

ベトナム社会主義共和国

ベトナム国 SDG 指標 6.3.1
モニタリング手法構築に係る
情報収集・確認調査

ファイナル・レポート

2019年3月

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

環境
JR
19-006

ベトナム社会主義共和国

ベトナム国 SDG 指標 6.3.1
モニタリング手法構築に係る
情報収集・確認調査

ファイナル・レポート

2019年3月

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

目次

1	概要	S-1
1.	業務の概要	1
1.1.	業務の背景	1
1.2.	業務の目的	1
1.3.	業務期間	2
1.4.	主な業務計画	2
1.5.	情報及びデータ収集のための現地調査対象地域	2
1.6.	関係機関との連携	2
2	業務の結果	3
2.1	排水管理に関連する法的側面及び関係機関	3
2.1.1	排水管理に関連する法制度	3
2.1.2	ベトナムにおける排水処理の概況	13
2.1.3	下水管理に関する現地調査：パートA 生活污水調査 (終末処理場およびオンサイト処理施設)	14
2.1.4	排水管理に係る現地調査：Part B. 事業系排水	68
2.2	ハイフォン市でのケーススタディ	73
2.2.1	目的	73
2.2.2	現地調査結果	75
2.2.3	SDG モニタリングと排水管理に係る提言	83
3	SDG 指標 6.3.1 に関するモニタリング手法と計算方法の提案.....	86
3.1	排水の分類及び処理方法に係る提案	86
3.2	排水区分及び処理方法ごとにモニタリング指標図を得るための計算方法の提案..	86
3.2.1	SDG6.3.1 モニタリング指標の推定手法	86
3.2.2	関係機関より収集したデータ及び情報	90
3.2.3	ベトナムにおける SDG6.3.1 モニタリングに係る問題.....	92
3.2.4	ベトナムにおける SDG6.3.1 の試算	95
3.2.5	ベトナムにおける調査結果と他国への提言.....	97
3.2.6	SDG 指標 6.3.1 モニタリングの促進のための提言に関する協議.....	100
4	提言及び結論	107
4.1	SDG 6.3 の定義	107
4.2	モニタリング手法	108
4.3	SDG 6.3.1 の達成	110
4.4	想定する将来の方向性	116

添付資料

表リスト

表 2-1	排水管理に関連する主要な法制度	3
表 2-2	下水排水処理に関連する法令 (No.80/2014/ND-CP)	4
表 2-3	排水基準リスト	6
表 2-4	排水管理関連活動と実施している組織の例	7
表 2-5	ベトナム国の一般的な下水道設計基準	8
表 2-6	プレキャストコンクリートの薄い壁を用いたセプティックタンクの技術基準 (TCVN 10334:2014)	9
表 2-7	セプティックタンクの標準サイズとタイプ別の許容変更範囲	12
表 2-8	サイズおよびその他要求事項	13
表 2-9	トイレ普及率 ¹⁾	14
表 2-10	2011 年におけるハイフォン市水道会社管轄内での水使用量	14
表 2-11	調査毎の単位給水量の比較	15
表 2-12	ハノイ市における単位給水量	15
表 2-13	2030 年までのハノイ市水需要予測と汚水発生量予測	17
表 2-14	ベトナム国内の下水処理場と処理能力	18
表 2-15	汚水処理水質調査結果	19
表 2-16	ハノイ市のセプティックタンクの特性 (データ数 n=46) ¹⁾	21
表 2-17	セプティックタンクからの流出水質 (単位: mg/L) ¹⁾	21
表 2-18	QCVN 14: 2008 生活排水に関する国家技術規制値 (参考)	22
表 2-19	ハノイ市におけるセプティックタンク汚泥の性状 ¹⁾	23
表 2-20	ダナン市におけるセプティックタンク汚泥の性状 ¹⁾	23
表 2-21	ベトナムにおける浄化槽の導入状況	26
表 2-22	マンションの WWTP による処理後の水質例 (ハノイ市のヴィンホームタイムズシティ・パークヒル: 29/09/2016)	27
表 2-23	マンションの WWTP による処理後の水質例 (ハノイ市の ECO-GREEN: 4/10/2017)	27
表 2-24	ハノイ市におけるオンサイト処理の現地調査対象地区	30
表 2-25	ハイフォン市におけるオンサイト処理の現地調査対象地区	33
表 2-26	ハノイ市における流出排水のサンプリング用に選定した家庭リスト	46
表 2-27	ハイフォン市における流出排水のサンプリング用に選定した家庭リスト	46
表 2-28	ハノイ市及びハイフォン市における流出排水のサンプリング用に選定した公共施設リスト	47
表 2-29	サンプリング時間	48
表 2-30	20 施設の流出水質分析結果	51
表 2-31	流入及び流出排水分析の対象となるセプティックタンク	54
表 2-32	各条件における流入及び流出排水の分析サンプル数	54
表 2-33	流入水及び流出水のサンプリングのための対象セプティックタンクの仕様	57
表 2-34	各セプティックタンクの流入量及び流出量、除去率の結果	63
表 2-35	各調査結果に基づいた単位当たりの水消費量 (単位: L/cap/day)	65
表 2-36	総水使用量に占めるトイレとグレーウォーターの水量の割合	66
表 2-37	現地調査に基づく単位当たりの汚染負荷量の結果	67
表 2-38	質問票調査の対象施設	69
表 2-39	ビンフック省のマスターリスト	70
表 2-40	ハナム省のマスターリスト	71
表 2-41	ビンフック省の工場及び商業施設における利用可能なモニタリングデータに関するアンケート調査結果	73

表 2-42	ハイフォン市の地区及び人口	74
表 3-1	関係機関より収集したデータ及び情報	91
表 3-2	排水モニタリングデータと情報システムの改善のために期待される活動	92
表 3-3	既存のオンサイト処理システムによる除去率の推定値	94
表 3-4	セプティックタンク 1 基当たりの汚濁負荷量の推定結果	95
表 3-5	生活系排水量の推定値	95
表 3-6	安全に処理された排水量（暫定）	96
表 3-7	MONRE から得られた事業系排水量に係る情報	97
表 3-8	本調査での EGM による議論結果と提案の比較	97
表 3-9	2018 年 5 月 30 日のワークショップの概要	101
表 3-10	2018 年 5 月 31 日の GSO との二者間会議の概要	102
表 3-11	2018 年 5 月 31 日の HEMA との二者間会議の概要	103
表 3-12	2018 年 5 月 31 日の MONRE との二者間会議の概要	104

図リスト

図 1-1	提案されている SDG ターゲット 6.3.1 に関わるモニタリングフレームワーク	1
図 2-2	2 槽式のセプティックタンクの例	11
図 2-3	共通の排水システムを持たないエリアで用いられているセプティックタンク (農村部のセプティックタンクを例として)	12
図 2-4	セプティックタンクの設置例 ¹⁾	20
図 2-5	チャンカットプラントにおけるし尿汚泥の処理フロー	24
図 2-6	カウジエンごみ処理プラントにおけるコンポスト製造フロー	25
図 2-7	ヴィンホームタイムズシティ・パークヒルマンションの WWTF の処理フロー図	28
図 2-8	エコグリーンマンションの WWTP のレイアウト図及び処理フロー図	28
図 2-9	調査対象の選定過程	29
図 2-10	ハノイ市の地図	33
図 2-11	ハイフォン市の地図	34
図 2-12	ハノイ市とハイフォン市における世帯人口の割合	35
図 2-13	ハノイ市とハイフォン市における住宅の割合	36
図 2-14	ハノイ市とハイフォン市における 1 世帯あたりのトイレ台数	36
図 2-15	ハノイ市とハイフォン市における各世帯のトイレ設備の種類	37
図 2-16	ハノイ市におけるトイレでの 1 回当たりの洗水量分布	37
図 2-17	ハイフォン市におけるトイレでの 1 回当たりの洗水量分布	38
図 2-18	ハノイにおける水消費量調査結果	38
図 2-19	ハノイ市とハイフォン市における水消費量の分布図	39
図 2-20	ハノイ市及びハイフォン市における家庭用のオンサイト排水処理施設の種類の	39
図 2-21	ハノイ市とハイフォン市におけるセプティックタンクにより処理された 排水の種類	40
図 2-22	ハノイ市とハイフォン市におけるセプティックタンクの推定容量の分布図	40
図 2-23	ハノイ市とハイフォン市におけるセプティックタンクの形状の割合	41
図 2-24	ハノイ市とハイフォン市におけるセプティックタンクの槽数の割合	41
図 2-25	ハノイ市とハイフォン市における汚泥引抜きの実施状況	42
図 2-26	ハノイ市とハイフォン市における汚泥引抜き頻度の分布	42
図 2-27	対象の公共施設の仕様	43
図 2-28	対象の公共施設の特長	43
図 2-29	トイレ設備の種類別の割合	44
図 2-30	床面積当たりのトイレ設備数	44
図 2-31	トイレ設備の使用人数	45
図 2-32	各公共施設の水消費量	45
図 2-33	ハノイ市のサンプリング地点	47
図 2-34	ハイフォン市のサンプリング地点	48
図 2-35	セプティックタンクからの各流出水質の相関性	52
図 2-36	セプティックタンクからの汚泥引抜き間隔と流出水質の相関性	53
図 2-37	セプティックタンクからの汚泥引抜き頻度と流出水質の相関性	53
図 2-38	セプティックタンクの流入水と流出水量の測定及び混合サンプル取得の イメージ図	55
図 2-39	セプティックタンクの流入水及び流出水のサンプリング手法 (ブラックウォーターのみ)	56
図 2-40	セプティックタンクの流入水及び流出水のサンプリング手法 (ブラックウォーター及びグレーウォーター)	56

図 2-41	セプティックタンクの流入水と流出水の水質の関係図 (HN1HM1)	61
図 2-42	セプティックタンクの流入水と流出水の水質の関係図 (HN2TR1)	62
図 2-43	セプティックタンクの流入水と流出水の水質の関係図 (HP1DK1)	64
図 2-44	ハイフォン市の地図	74
図 3-1	各排水の処理フロー	86
図 3-2	汚泥引抜き間隔とセプティックタンクからの排出水の水質の相関性	93
図 3-3	汚泥引抜き頻度とセプティックタンクからの排出水の水質の相関性	93
図 3-4	ハノイ市とハイフォン市におけるセプティックタンクにより処理された 排水の種類.....	94

写真リスト

写真 2-1	ハノイ市における聞き取り調査の様子	35
写真 2-2	多数設置されている便器の例（左：INAX 製 右：Viglacera 製）	38
写真 2-3	ハノイ市におけるセプティックタンクからの流出排水サンプリング例 （戸建て住宅、2018/01/16）	49
写真 2-4	ハイフォン市におけるセプティックタンクからの流出排水サンプリングの例 （処理水は湿地へ流出、2018/01/20）	50
写真 2-5	ハノイ市のタインチ地区にある仮設トイレの設置状況（HN2TR1）	57
写真 2-6	仮設トイレからの排水のサンプリング状況（HN2TR1）	58
写真 2-7	セプティックタンクへの排水の流入状況（HN2TR1）	58
写真 2-8	セプティックタンクからの排水のサンプリング状況（HN2TR1）	58
写真 2-9	セプティックタンクの流入水（左側）と流出水（右側）の最初のサンプル （HN2TR1）	58
写真 2-10	ホアンマイ地区に位置する仮設トイレの設置状況（HN1HM1）	58
写真 2-11	仮設トイレとセプティックタンクからの排水（HN1HM1）	59
写真 2-12	ハイフォン市の家庭のサンプリング状況（HP1DK1）	60

略語

ASTM	American Society for Testing and Materials (米国材料試験協会)
BOD	Biochemical Oxygen Demand (生物化学的酸素要求量)
BUSADCO	Ba Ria-Vung Tau City Drainage and Urban Development One Member Limited Company (バリアブントウ市排水都市開発総公社)
CITENCO	HCMC Urban Environment Co., Ltd. (ホーチミン市都市環境公社)
COD	Chemical Oxygen Demand (化学的酸素要求量)
DAWACO	Da Nang Water Supply JSC. (ダナン市水道公社)
DDC	Da Nang Drainage and Wastewater Treatment Company (ダナン市下水排水処理公社)
DOC	Department of Construction (建設局)
DONRE	Department of Natural Resources and Environment (天然資源環境局)
FSM	Fecal Sludge Management (し尿汚泥管理)
GIS	Geographic Information System (地理情報システム)
GSO	General Statistical Office (統計局)
HAWACOM	Hanoi Water Supply Co., Ltd. (ハノイ市水道公社)
HSDC	Hanoi Sewerage and Drainage Company (ハノイ市下水排水公社)
IcR	Inception Report (インセプション・レポート)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
JST	JICA Survey Team (JICA 調査団)
LPCD	Litres Per Capita per Day (一人一日水使用量)
MOC	Ministry of Construction (建設省)
MOH	Ministry of Health (保健省)
MOIT	Ministry of Industry and Trade (産業貿易省)
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment (天然資源環境省)
O&M	Operation and Maintenance (運営・管理)
ODA	Official Development Assistance (政府開発援助)
QCVN	National Technical Regulations (国家技術基準)
SADCO	Sewerage and Drainage Company (ハイフォン市排水公社)
SAWACO	Saigon Water Supply One Member Co., Ltd. (ホーチミン市水道総公社)
SDGs	Sustainable Development Goals (持続可能な開発目標)
SECO	Swiss Secretariat for Economic Affairs (スイス経済事務局)
SS	Suspended Solids (浮遊物質)
ST	Septic Tank (セプティックタンク)
TCVN	Vietnam National Standards (ベトナム標準)
TCXD	Construction Standards (建設標準)
UDC	Ho Chi Minh City Urban Drainage Co., Ltd. (ホーチミン市都市排水公社)
URENCO	Hanoi Urban Environmental Company (ハノイ市都市環境公社)
UTWMU	Urban Technical Infrastructure Works Maintenance Unit (ハノイ市建設局技術インフラ管理部門)
VEA	Vietnam Environmental Administration (ベトナム環境総局)
WHO	World Health Organization (世界保健機関)
WWTPs	Waste Water Treatment Plants (排水処理施設)

ベトナム国 SDG 指標 6.3.1 モニタリング手法構築に係る情報収集・確認調査 調査概要

1 調査目的及び背景

ミレニアム開発目標（MDGs）の新たな枠組みとして、持続可能な開発目標（SDGs）が今後 15 年間の開発政策及び資金調達のために掲げられた。2015 年 9 月の国連総会にて採択された SDGs は 17 のゴールと 169 のターゲットからなり、経済や社会、環境等の幅広い分野の課題解決に取り組むものとされている。SDGs の内、SDG 指標 6 は水と衛生の利用可能性の確保及び持続可能な管理を目的としており、衛生サービスの管理の安全性（指標 6.2.1）や排水処理の安全性（指標 6.3.1）、水域における水質評価（指標 6.3.2）のようなターゲットがある。SDGs のゴール及びターゲットは 2030 年の達成に向けて、明確かつ実施可能なモニタリング手法が構築される必要がある。

このような状況下、WHO はモニタリング手法の検討や提案を行っており、配布資料“Protocol for Step-by-Step Monitoring Methodology for Indicators of SDG 6.3.1: proportion of wastewater safety treated”を作成した。これに基づき、WHO はベトナムを含む 5 か国でパイロット調査を実施する予定であり、ベトナムにおいては MOC の協力により準備調査が進められている。パイロット調査により得られた結果や教訓はベトナムにおけるモニタリング手法の最終化に用いられる。

JICA はベトナムにおいて多数のプロジェクトを実施しており、衛生環境の改善に貢献している。これに関連して、JICA は WHO と連携し、2017 年 10 月より本調査を開始した。

SDG 6.3.1 のモニタリングの最も重要な役割の 1 つは、世界中の安全に処理された水の状態をモニタリングするだけでなく、各国の水環境管理の改善に貢献することである。例えば、SDG 指標 6.3 をモニタリングすることにより、政策立案者やプロジェクト実施機関、国民は生活系・商業系・事業系排水の水環境や処理状況、周辺の水質や排水処理の改善状況について理解できる。SDG 6.3 を達成するためのプロジェクトの実施についても、SDG 指標のモニタリングは各プロジェクトのコスト効果を評価・比較するのに有用である。本調査の目的は、適切かつ実現可能なモニタリング手法を提案し、ベトナムにおける SDG 6.3.1 に関連するモニタリング活動を実施するための困難さ、格差、重要な問題を特定し、WHO により提案された SDG 6.3.1 モニタリング手法の改良するためのフィードバックを実施する。

本章には下記の内容を記載する。

- ベトナムにおいて提案された SDG6.3.1 の手法
- ベトナムにおける SDG6.3.1 のモニタリング手法の問題
- ベトナムでの SDG6.3.1 の試算
- ベトナムにおける調査結果と他国への提言
- SDG6.3.1 のモニタリング及び SDG 6.3 の達成に向けた提言

2 調査の所見

2.1 排水管理に関連する法制度

ベトナムでは、この30年間の急速な工業化及び都市化に伴い、排水管理に関連する規制が進められている。ベトナムの排水管理に関連する主要な法制度を以下に示す。

表-1 排水管理に関連する主要な法制度

No.	法制度名
1	環境法（2014）
2	水資源法（2012）
3	環境法の実施ガイドラインに係る Decree 19/2015
4	都市下水排水管理に係る Decree 80/2014/ND-CP
5	廃棄物管理に係る Decree 38/2015/ND-CP
6	排水管理のための環境保全費に係る Decree 154/2016/ND-CP
7	Decree 80/2014/ND-CP の実施に係る Circular 04/2015/TT-BXD
8	医療廃棄物管理ガイドラインの提供に係る Circular 58/2015TTLT-BYT-BTNMT
9	監査法（2010）

出典: JCA調査団

ベトナムでは、生活系排水や商業系排水、事業系排水に係る基準が下表のとおり定められている。生活系排水及び商業系排水には QCVN14:2008/BTNMT が、事業系排水には一般的に QCVN40:2011/BTNMT が適用されている。また、特定の事業には複数の排水基準が設定されている。

表-2 排水基準リスト

区分		排水の排出源	WWTP	排水の流出基準	
A	家庭	ブラック、グレー ウォーター	セプティックタンク	QCVN 14:2008/BTNMT	
			WWTP	QCVN 14:2008/BTNMT	
B	商業	レストラン、デパート	分散型 WWTP	QCVN 14:2008/BTNMT	
		市場、ホテル等	集中型 WWTP		
	二次産業	工場	WWTP	QCVN40:2011/BTNMT	
	経済活動	工業団地	経済特区、工業団地	分散型 WWTP	QCVN40:2011/BTNMT
		繊維業		オンサイト WWTP	QCVN 13MT:2015/BTNMT
				集中型 WWTP	QCVN40:2011/BTNMT
		紙・パルプ業		オンサイト WWTP	QCVN 12MT:2015/BTNMT
				集中型 WWTP	QCVN40:2011/BTNMT
		特定産業	バイオエタノール製造業	オンサイト WWTP	QCVN 60:2015/BTNMT
				集中型 WWTP	QCVN40:2011/BTNMT
水産加工業			オンサイト WWTP	QCVN 11MT:2015/BTNMT	
	集中型 WWTP	QCVN40:2011/BTNMT			
	ゴム製品加工業	オンサイト WWTP	QCVN 01:2015/BTNMT		

			集中型 WWTP	QCVN40:2011/BTNMT	
			オンサイト WWTP	QCVN 52:2013/BTNMT	
			集中型 WWTP	QCVN40:2011/BTNMT	
		炭鉱地域			QCVN40:2011/BTNMT
		工芸村			QCVN40:2011/BTNMT
		畜産施設		オンサイト WWTP	QCVN 62MT:2016/BTNMT
				集中型 WWTP	QCVN40:2011/BTNMT
		病院		オンサイト WWTP	QCVN 28:2010/BTNMT
				集中型 WWTP	QCVN40:2011/BTNMT

出典: JICA調査団

2.2 排水管理責任を有する組織

排水管理に係る主要な中央政府組織は MOC と MONRE である。先述のとおり、下水排水処理に関連する法令 (No.80/2014/ND-CP) ではこれらの組織の責任を以下のとおり規定している。

- a) MOC: 都市部や地方の住宅密集地、工業団地における下水排水処理状況の全国的な管理。
- b) MONRE: 下水や環境中に放出された排水に対する環境保全や水資源、流域、汚濁規制に係る状況の全国的な管理。
- c) MARD: 灌漑用水に影響を及ぼす排水の管理。
- d) MOH: 人間の健康に影響を及ぼす排水の管理。

2.3 生活系排水管理

(1) オフサイト処理

JICA 調査団 (JST) は、2017 年にベトナムで稼働中の集中排水処理プラント (WWTP) のリストを入手した。本リストによると、主要都市で 39 の WWTP が利用可能であり、総処理能力は 908,000 m³/day である。ハノイ市、ホーチミン市、ダナン市の 3 大都市の一部では WWTP が開発されており、これら 3 都市のシェアは現在のベトナムの総処理能力の 68% を占める。これら 3 つの都市に加えて、バクニン省とビンズオン省の両方で、全処理能力の 9% を占める。これらの 5 つの市や省は、ベトナムにおける現在の WWTP の現在の処理能力の約 80% をカバーしている。JICA 調査団は 39 施設のうち、20 施設へのアンケート調査による排水の水質モニタリングに関するデータ及び情報を収集した。

得られたデータから、実際の流入率は各 WWTP の設計流入率の 70% 以上に達し、排水の水質は一般的に水質基準の設計要件を満たしていることが示された。一部の WWTP では許容値を超える数値についてさらに確認すべきであるが、ベトナムにおいて WWTP の運用管理は概ね適切に行われていると考えられる。JICA 調査団は、残りの WWTP のデータ収集を継続する。

JICA 調査団は本調査を通じて、WWTP の運用管理に係る全ての生データを所有する一部の運営業者が民間部門に属していることを確認したが、機密性確保のために民間企業からデータを入手することは困難であった。そこで、JICA 調査団は対象都市の管轄機関に連絡をとり、WWTP の運用管理に関する特定の情報を発見した。

(2) オンサイト処理

セプティックタンクはベトナムで最も一般的な衛生処理設備であり、レンガ（個々の家庭用）、または鉄筋コンクリート（個々の家庭及び公共建物用）で作られていることが多い。セプティックタンクはコンクリートベースやセメントモルタルで密閉されており、基礎に囲まれた地下室に設置している世帯が多い。また、セプティックタンクの槽数は2~3槽が一般的であり、第1槽（排水の受入れ槽）の多くは総タンク容積の大部分を占め、固形物の蓄積及び嫌気性消化の役割を果たす。HH 浄化槽の総容積は、設置スペースや資金により異なり、1.5 ~ 5m³ 程度である。文献調査により収集した情報によると、セプティックタンクの BOD 及び SS の除去率は10%~50%であり、ベトナムに設置された浄化槽は処理効率が低いため、都市環境の水質汚濁防止にはあまり寄与していない現状である。

ほとんどのセプティックタンクは、定期的な汚泥引抜きがなされておらず、ベトナムの全都市において汚泥の不法投棄が問題となっている。汚泥の引抜き及び処分に関する法律はなく、都市部の全ての汚泥回収事業者は、事業運営に必要なビジネスライセンスの取得のみが求められる。汚泥引抜きサービスの実施業者は、国有・有限・民間企業が混在しており、処理場の不足により、排水口や養殖場、水路に汚泥を処分している。これらのプロジェクトの資金調達額の80%はODA 助成金とローンによるものである（WB、2006）。また、ナムディン市（スイスの資金調達）、ハロン市、ダナン市、ハイフォン市（WB 資金調達）等の一部の都市では、汚泥管理コンポーネントが導入されている。ベトナムでは、別のオンサイト施設である浄化槽も多く存在しており、浄化槽システム協会（日本）の調査によると、1037基の浄化槽がベトナムに設置されており、そのうち612基が大型、425基が中小型である。この他にも日本政府等がスポンサーになっているパイロット施設も多数存在する。

2.4 事業系排水

ベトナムでは、各省の DONRE は環境調査を通じて、工場や商業施設の排水管理を実施する責任を有する。同時に、工場や商業施設では、排出される排水の水質と量を監視する責任を有する。基本的には、DONRE と工場/商業施設が必要な措置を講じている。本調査では、ビンフック省とハナム省の DONRE と協力して工場と商業施設へのアンケート調査を実施し、排水の水質と量に関するデータ及び情報を収集した。アンケート調査により得られた情報の概要を下表に示す。調査結果より、基本的に各施設からモニタリングデータを入手できることが分かったが、中央政府には体系化された情報収集システムがないため、対象施設からのモニタリング情報の収集が容易ではないことが分かった。それ故、SDG6.3.1 モニタリング業務を実施するためのシステム開発が必要である。

表-3 ビンフック省の工場及び商業施設における入手可能なモニタリングデータに関するアンケート調査結果

分類	施設数	提供された施設数					排水基準
		排水量	BOD ₅	COD	重金属	大腸菌群	
生活系排水処理	1	1	1	0	0	1	QCVN 14 : 2008/BTNMT
地方部の住宅地からの生活系排水処理	10	10	0	0	0	0	QCVN 14 : 2008/BTNMT
事業系排水処理	4	4	4	4	4	3	QCVN 40:2011/BTNMT

分類	施設数	提供された施設数					排水基準
		排水量	BOD ₅	COD	重金属	大腸菌群	
石油販売店及び給油所	5	5	0	1	1	0	QCVN 29:2010/BTNMT
養豚	9	9	3	3	0	3	QCVN 62 :2016/BTNMT
診療	11	11	10	10	1	10	QCVN 28: 2010/BTNMT
ビジネス、貿易、サービス	4	4					(-)
繊維、染色、衣服	5	5	4	3	2	2	QCVN 13 : 2008/BTNMT
紙及び紙製品の生産	4	3	4	3	1	3	QCVN 12 : 2008/BTNMT
動物飼料及び肥料の生産	5	5	4	3	2	4	QCVN 40:2011/BTNMT
鋼製ビレットの製造	5	4	4	3	2	2	QCVN 52: 2013/BTNMT
機械や組立、電気	13	13	13	11	7	12	QCVN 40:2011/BTNMT
飲料生産	1	1	1	1	1	1	QCVN 40:2011/BTNMT
その他（建材の製造等）	23	23	20	13	9	19	QCVN 40:2011/BTNMT
合計	100	98	68	55	31	60	

出典: JICA調査団

2.5 ハイフォン市の関連組織との SDG 6.3.1 のモニタリング手法及び指標達成に関する協議

(1) ハイフォン市の関連組織との SDG 6.3.1 のモニタリング手法に関する協議

Part A : 生活系排水

現時点では、入手可能な情報を用いて簡単に計算できる手法を適用することが望ましい。

- 現在、集中型排水処理システムではインターセプター収集システムが適用されており、供給区域内の人口は入手可能な情報（人口密度、統計データ、既存のデータベース情報など）に基づいて推計できる。パイプ式下水システムが整備されると、集中型排水システムに接続された世帯に関するデータベースが必要になる。
- セプティックタンクが設置されている世帯のうち、汚泥が除去されている世帯に関するデータが必要である。

Part B : 事業系排水

汚染源インベントリ

- ハイフォン DONRE は汚染源データベースを開発しており、定期的なインベントリの更新が期待されている。

環境監査及び EIA により収集した情報の利用

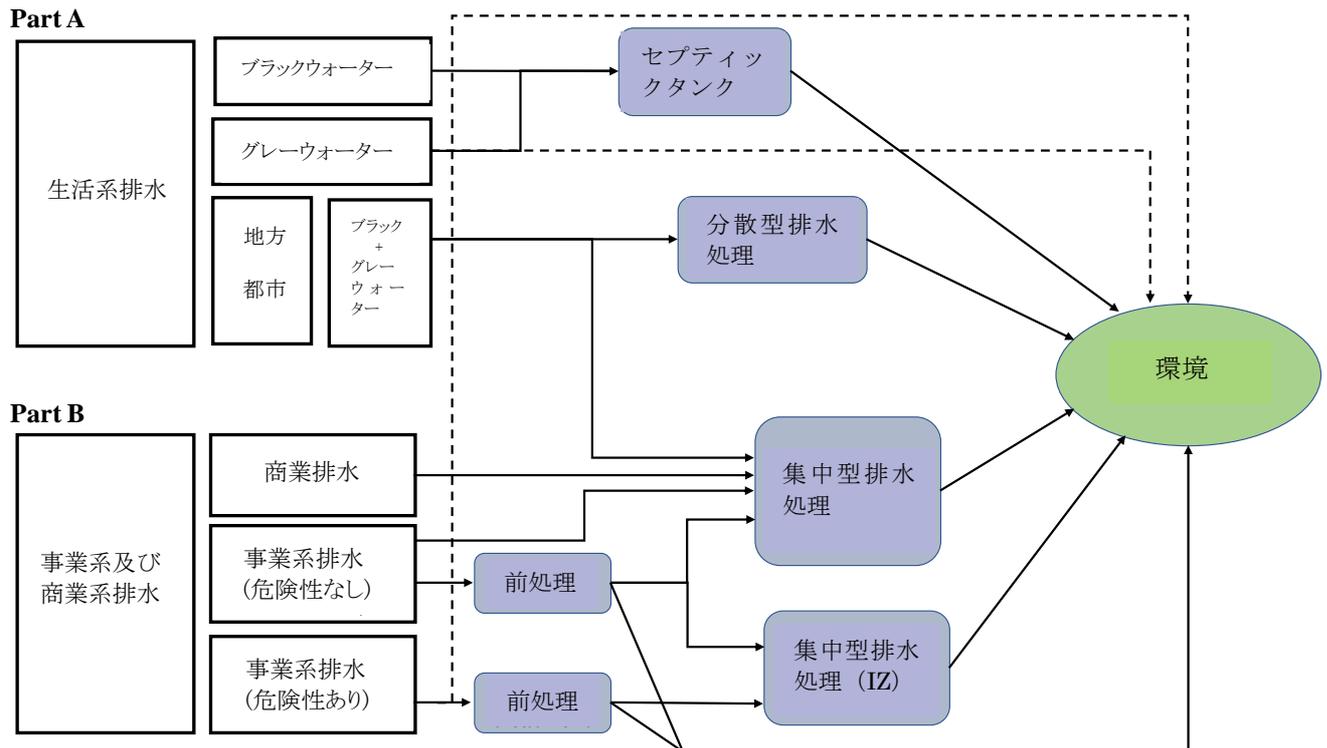
(2) ハイフォン市の関連組織との SDG 6.3.1 指標の達成に向けての協議事項

- 関連計画：下水道システム及びオンサイトシステムのゾーニング、下水道システムの開発に向けた移行段階から最終段階への段階的アプローチ
 - 2018 年 3 月にハイフォン市は、2025 年までの下水道計画の承認に関する Decision No.626 /QĐ-UBND により、2050 年に向けてのオンサイト及びオフサイト処理システムのゾーニング計画を策定した。
 - 下水道整備に関しては、最終目標を念頭に置いた現実的なシナリオの採用が必要である。
- 技術：汚泥処理の改善
 - 処理される汚泥を減らすためのチャンカット汚泥処理場の改善
 - BOD だけでなく、窒素やリンなどの栄養素も処理する可能性
- 財政メカニズム：排水の排出料金の利用手段
- 制度上の取り決め：SDG モニタリングに必要なデータや情報を統合するためのメカニズムを開発する必要がある。
 - SDG6.3.1 指標モニタリングを先導する組織の明確化
 - ハイフォン市水道公社が運営するデータベースのような入手可能な既存の情報を使用する可能性
- 法規制：取水口周辺の水質状況や周辺水域の水環境及び汚濁負荷を考慮した、必要な排水処理レベルの設定

3 ベトナムにおいて提案された SDG6.3.1 の手法

3.1 各種排水の分類と処理方法の提案

モニタリング指標図を用いた計算方法の提案するために、各排水の処理フローを特定する必要がある。本業務で扱う排水は、(a) 生活系排水、(b) 商業系排水、(c) 事業系排水に分類される。また、ベトナムで適用されている排水処理システムには、(a) 集中型 WWTP、(b) 分散型 WWTP、(c) セプティックタンク、(d) 有害物質の前処理施設がある。各排水処理システムの統合を検討するため、SDG 6.3.1 のモニタリング指標の計算に必要な排水フローを整理する。現時点での排水フロー案を下図に示す。



注) 矢印は主要な排水の流れを示す

出典：JICA 調査団

図-1 各排水の処理フロー

3.2 排水区分及び処理方法ごとにモニタリング指標図を得るための計算手法の提案

本調査で明らかになった現状を考慮して、モニタリング指標 SDG6.3.1 の推定には、以下の計算手法を提案する。

3.2.1 SDG6.3.1 モニタリング指標の推定手法

(1) 生活系排水の発生

発生する生活系排水の量は、以下の式により算出できる。

$$[\text{発生した排水量}] = [\text{人口}] \times [\text{一人一日水使用量 (L/cap/day)}]$$

人口の情報は GSO の公表された統計年鑑によって入手できる。現在、様々な文献やフィールド調査によって、ベトナムにおける一人一日水消費量の値が確認されており、この値が決定されることが望ましい。

(2) 安全に処理された生活系排水

(a) 排水排出基準を満たした集中型 WWTP による安全に処理された排水

この調査結果によると、ベトナムで運用されている集中型排水処理場の排水は、一般的に排水排出基準を満たしている。この処理排水量は以下の式で計算できる。

$$\text{オプション a) } [\text{集中型 WWTP により安全に処理された排水量}] = [\text{実際の下水道人口}] \times [\text{一人一日水使用量 (L/cap/day)}]$$

オプション b) [集中型 WWTP により安全に処理された排水量] = [実際の集中型 WWTP の処理能力]

オプション c) [集中型 WWTP により安全に処理された排水量] = [実際の集中型 WWTP の処理排水量]

本調査結果に基づき、DOC または各 WWTP 運用会社から既存の下水道人口を確認するための情報を得ることは必ずしも容易ではない。このような場合、処理場の設計能力またはプラントへの実際の流入速度を参照して推定する。

上記の各オプションは、利用可能なデータと情報に応じて用いられる。本調査では、実際の処理排水量を複数の処理場から収集したが、全ての対象施設からは回収できなかった。

実際の下水道人口については、サービスエリアマップなどの情報が不足しており、サービスエリアを特定できなかったため、識別が困難であった。SDG6.3.1 のモニタリングが実施される場合、MOC は安全に処理された排水量計算のために選択されたオプションを考慮しながら、必要な情報を収集する必要がある。

(b) 排水基準を満たした分散型 WWTP により安全に処理された排水

2.3 (1) で述べた施設等の集中型排水処理システムは、安全に処理された排水にも寄与していると考えられる。その量は次の式で計算できる。

[分散型 WWTP で処理された排水量] = [分散型排水システムの利用人口] x [一人一日水使用量 (L/cap/day)]

分散型排水処理システムによる排水処理のためには、ベトナム排水基準や設計基準で各施設の排水処理能力を確認し、排水品質モニタリングを実施する必要がある。

(c) 排水排出基準を満たしたオンサイト排水処理施設により安全に処理された排水

排水排出基準を満たしたオンサイト排水処理施設による処理排水量は、以下の式で計算できる。

[オンサイト排水処理場により安全に処理された排水]

= [オンサイト処理システム利用人口] x [一人一日水使用量(L/cap/day)]

ハイフォン市のような一部の地方行政機関にはオンサイト処理システムのデータベースがあり、この情報は SDG6.3.1 のモニタリング活動に使用できる。また、保管されている既存情報の更新状況も確認する必要がある。

一方で、本調査結果により、オンサイト処理施設からの排水の水質が不適切であるとみなされることが問題である。安全に処理された排水として認識されるためには、オンサイト処理システムの管理を改善すべきである。

(3) 発生した事業系排水

発生した事業系排水量は、以下の式を用いたインベントリデータによって確認できる。

[発生した排水量] = [工業地帯及び産業クラスターからの排水インベントリ] + [工業地帯及び産業クラスター外の工場からの排水インベントリ] + [商業施設からの排水インベントリ]

一般的に、工業地帯と産業クラスターの情報は各省経済管理委員会または工業地帯管理委員会によって管理されている。一方で、工業地帯や産業クラスター外の工場、商業施設の情報は

各省の DONRE で管理されている。必要な情報を収集するためには、両方の組織へのコンタクトが不可欠である。

(4) 安全に処理された事業系排水

安全に処理された事業系排水の量は、以下のインベントリデータによって確認できる。

[事業系または商業排水処理場により処理された排水量] = [工業地帯及び産業クラスターからの十分に処理された排水のインベントリ] + [工業地帯及び産業クラスターからの十分に処理された排水のインベントリ] + [商業施設からの十分に処理された排水のインベントリ]

3.2.2 関係機関より収集したデータ及び情報

関係機関より収集したデータ及び情報を下表に示す。

表-4 関係機関から収集したデータ及び情報

組織	発生排水		処理排水	
	生活系排水	事業系及び商業系排水	生活系排水	事業系及び商業系排水
MOC	- 一人一日水 使用量 (L/cap/day)	-	- 集中型排水処理場及び主要な分散型排水処理場のリスト - 集中型排水処理場を運営するサービス会社のリスト - DOC またはサービス会社からのデータや情報の収集及び要約	-
DOC (またはサービス会社)	-	-	- 下水道エリアやサービス人口、集中型及び分散型排水処理場による実際の処理排水量の地図 - 集中型及び分散型排水処理場による処理水質データ	-
MONRE	-	- 事業系排水及び産業クラスターのリスト - DONRE や関連機関（環境管理委員会等）からのデータや情報の収集及び要約	-	- DONRE や経済管理委員会等の関連機関からのデータや情報の収集及び要約
DONRE 及び省経済管理委員会	-	- 工業地帯や産業クラスターから発生した排水量リスト - 工業地帯や産業クラスター外から排出された排水量	-	- 工業地帯及び産業クラスターにより十分に処理された排水量 - 工業地帯及び産業クラスターの外の工場からの十分に処理された排水量
GSO	- セプティックタンクが設置された世帯数	- 工業地帯及び産業クラスターのリスト - 工場及び商業施設数	- 処理水質のサンプル - 汚泥引抜き状況	-

出典：JICA 調査団

4 ベトナムにおけるSDG6.3.1のモニタリング手法の問題

本調査を通じて、以下の項目が明らかになった。

(1) モニタリングの改善に向けて議論されるべき事項

- SDG 指標モニタリングのために必要なデータや情報の一部は散在しており、収集が困難である。SDG 指標モニタリングの改善のためには情報収集や保存、共有システムを開発すべきである。

排水モニタリングデータ及び情報システム向上のための要件

本調査を通じ、排水モニタリングデータと情報システムの向上に関する以下のデータを収集した。

表-5 排水モニタリングデータと情報システム向上のために期待される活動

排水の種類	収集予定の情報	関連組織		関連法
		国レベル	地方レベル	
生活系排水				
集中型排水処理システム	MOCで管理されるべき実際の排水処理量や処理排水の水質に係るデータや情報	MOC	DOC及び関連する排水や衛生企業	都市下水・排水管理に係る Decree 80/2014/ND-CP
分散型排水処理システム	MOCにより管理されるべき分散型排水処理システムの利用人口や処理された排水の水質に係るデータや情報	MOC	DOC及び分散型排水処理システムを担当する企業	都市下水・排水管理に係る Decree 80/2014/ND-CP
オンサイト処理システム	オンサイト処理システムのデータや情報は、更新及び要約が必要	GSO, MOH, MOC	DOC及び関連する排水や衛生企業	都市下水・排水管理に係る Decree 80/2014/ND-CP
事業系排水				
工業地帯	MOCで管理されるべき実際の排水処理量や処理排水の水質に係るデータや情報	MONRE	工業地帯管理委員会及びDONRE	LEP Decision 140/2018/QD-Ttg
工業地帯外	MOCで管理されるべき実際の排水処理量や処理排水の水質に係るデータや情報	MONRE	DONRE	LEP Decision 140/2018/QD-Ttg

出典：JICA 調査団

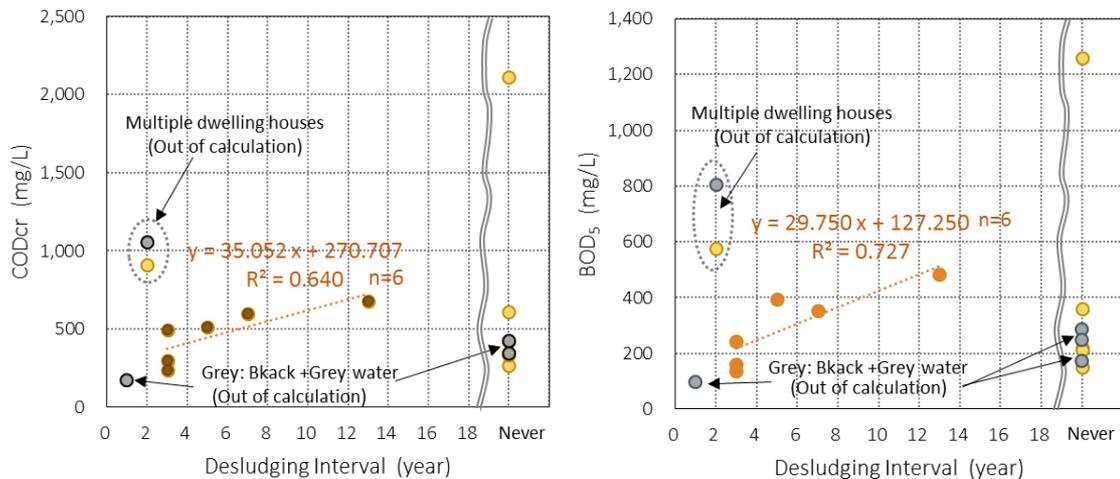
- ベトナムではSDG 指標モニタリングのために参照できる排水の水質基準が設定されており、オンサイト処理システムによる処理済の生活系排水の評価基準を明確にすることが推奨されている。
- SDG 指標のモニタリング手法を構築するためには解決すべき課題をまとめ、段階的なアプローチを実施すべきである。

(2) 水環境管理の改善に向けて議論されるべき事項

- 適切な排水システムの開発等、管理活動の強化により、オンサイト処理システムによる処理排水の水質を改善する必要がある。

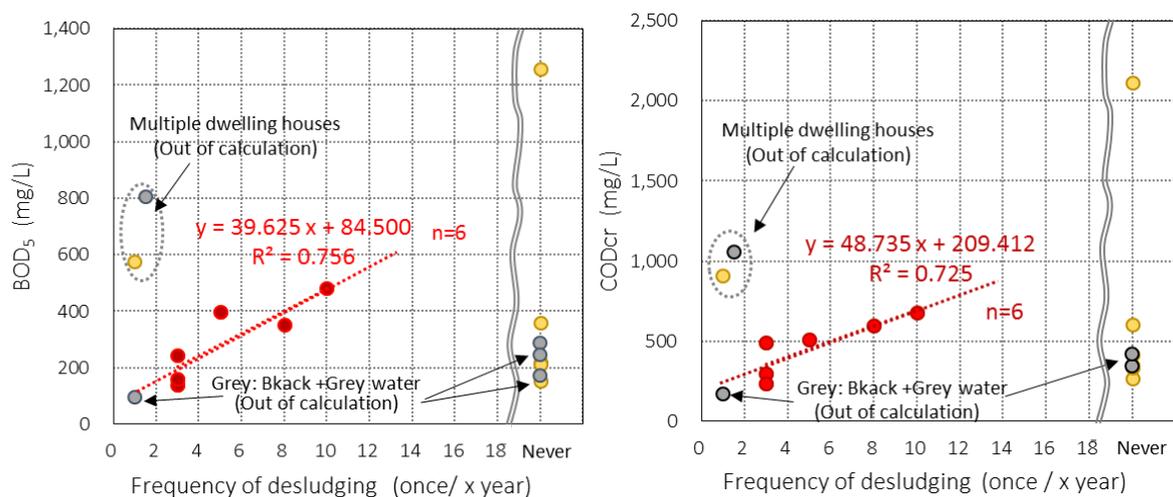
オンサイト処理施設としてのセプティックタンクからの排水の水質分析結果

本調査結果によると、セプティックタンクはBODとCODの基準（注：BODの基準値はクラスAで30mg/L、QCVN14/2008/BTNMTではクラスBで50mg/L）を満たすことができないため、セプティックタンクでは生活系排水を安全に処理することができない。一方で、セプティックタンクからの排水の水質を改善するためには、汚泥の引抜きが非常に重要である。



出典：JICA 調査団

図-2 汚泥引抜き間隔とセプティックタンクからの排水の水質の相関性



出典：JICA 調査団

図-3 汚泥引抜き頻度とセプティックタンクからの排水の水質の相関性

セプティックタンクへの排水の流入及び流出の調査結果を下表に示す。サンプル数は限られているが、セプティックタンクによる汚染物質の除去率は汚泥の引抜き頻度に影響されると考えられる。本調査結果により、生活系排水管理の改善に向けて適切な汚泥処理の実施が推奨される。

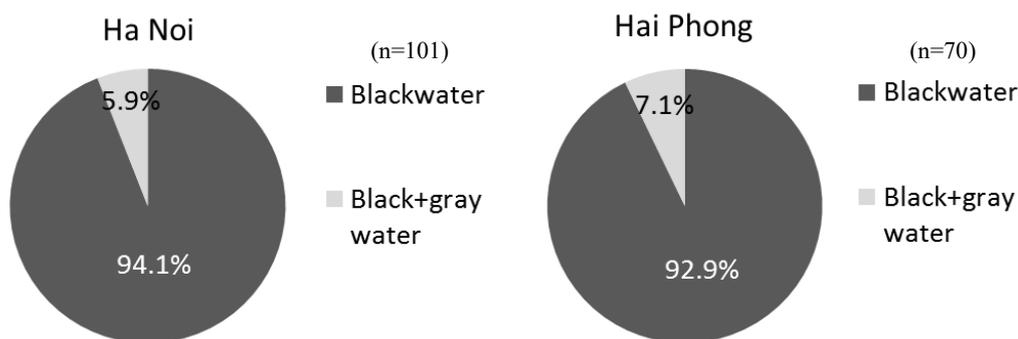
表-6 既存のオンサイト処理システムによる除去率の推定値

世帯	パラメータ	流入負荷量 (平均値) (g/day)	流出負荷量 (平均値) (g/day)	除去率 (%)	汚泥引抜き状況
ハノイ都市部 HN1HM1 8人世帯	BOD ₅	73.4	54.5	25.83	一度も引抜き無し
	COD	100.9	77.2	23.47	
	SS	63.1	29.9	52.56	
	NH ₄ -N	21.19	15.65	26.17	
	T-N	45.61	36.24	20.54	
	T-P	8.527	7.712	9.56	
ハノイ地方部 HN2TR1 6人世帯	BOD ₅	85.7	33.3	61.18	2008年に引抜き (一般的な引抜き 頻度は10年に1 回)
	COD	133.5	54.3	59.31	
	SS	55.8	13.8	75.72	
	NH ₄ -N	24.31	17.82	26.72	
	T-N	50.02	28.87	42.29	
	T-P	11.390	9.332	18.07	

出典：JICA 調査団

セプティックタンクにより処理された排水の種類

下図のように、セプティックタンクに流入する排水の多くはブラックウォーターである。聞き取り調査結果より、ブラックウォーター及びグレーウォーターの両方を処理するセプティックタンクはハノイ市では6%、ハイフォン市では7%となった。



出典：JICA 調査団

図-4 ハノイ市とハイフォン市におけるセプティックタンクにより処理された排水の種類

上記の調査結果に基づき、集中型排水処理場のエリア外の地方部では、ほとんどのグレーウォーターが適切に処理されることなく環境中に排出されている。ブラックウォーター及びグレーウォーターの汚濁負荷量の推定結果を下表に示す。今後、排水管理状況の改善に向けた生活系排水管理システムの向上が課題である。

表-7 セプティックタンク 1 基当たりの汚濁負荷量の推定結果

種類	世帯	項目	測定値の範囲 (g/cap/day)	平均値 (g/cap/day)	他の調査結果 ¹⁾ (g/cap/day)	基準値 (日本) ³⁾ (g/cap/day)
タ ー オ ウ ク シ ッ ク 排 せ 物 (ブ ラ フ ー)	ハノイ都市部 (HN1HM1)	BOD ₅	5.84 - 16.06	11.22	-	18.0
		COD	8.12 - 22.12	15.4	-	10.0
		T-SS	5.16 - 16.32	9.66	-	20.0
		T-N	5.24 - 8.78	6.84	6.3	9.0
		T-P	1.07 - 1.42	1.28	0.9	0.9
	ハノイ地方部 (HN2TR1)	BOD ₅	11.46 - 24.11	15.92		18.0
		COD	17.23 - 34.95	24.68		10.0
		T-SS	8.69 - 13.32	10.37		20.0
		T-N	8.50 - 10.42	9.28	6.1	9.0
		T-P	1.80 - 2.44	2.11	1.0	0.9
グ レ ー タ ー オ ウ ク シ ッ ク 排 せ 物 (ブ ラ フ ー)	ハイフォン 都市部 (HP1DK1)	BOD ₅	24.8 - 61.91	47.33	-	40.0
		COD	76.38 - 130.30	105.84	37.0 ²⁾	17.0
		T-SS	10.71 - 20.64	16.35	29.9 ²⁾	25.0
		T-N	2.12 - 3.31	2.87	1.0 ²⁾	2.0
		T-P	0.28 - 0.43	0.35	0.6 ²⁾	0.4

1) Sybille Busser ら, 2007. ハノイにおける都市部及び都市近郊の世帯の生活系排水の特性及び排出量, チューリッヒ工科大学, スウェーデン

2) JICA 調査団によるハノイ都市部における調査結果

3) 日本下水道事業団, 2009. 日本下水道設計ガイドライン

5 ベトナムにおける SDG6.3.1 の試算

(1) 生活系排水

提案した計算手法により、SDG モニタリング指標は以下のとおり計算される。

$$[\text{排水量}] = [\text{人口}] \times [\text{一人一日水使用量 (L/cap/day)}]$$

表-8 生活系排水量の試算値

地域	人口	一人一日水使用量 (L/cap/day)	排水量 (m ³ /day)
都市部	31,067,500	150	4,660,125
地方部	60,642,300	80	4,851,384
計	91,709,800	-	9,511,509

注: (1) 人口は WHO が発行した統計年鑑 2015 を参照

(2) 一人一日水使用量は WHO がベトナムで実施したパイロット事業の報告書を参照

(2) 安全に処理された生活系排水

本調査により、ベトナムで稼働中の集中型排水処理場からの排水は概ね排水基準を満たしており、稼働中の 39 の処理場からの排出量は 907,950 m³/day であることが確認できた。しかし、本調査結果により、オンサイト処理システムにより処理された排水の水質は不十分であると考えられ、安全に処理された生活系排水量は全排水の約 10% であると推定される。この調査で収集された数値には、インターセプターシステムによって排水を収集する処理システムが含まれている。現在、ベトナムでは排水を収集するためには本システムが主流であり、生活系排水の安全処理にも寄与していると考えられる。

ホーチミン市のカインドイとナムビエン WWTP として確認された排水処理システムの中には、別々のシステムがあり、処理排水量は 25,000 m³/day である。発生した生活系排水の推定量と比較して、安全に処理された排水の割合は約 0.3% である。

表-9 安全に処理された排水量（推定）

地域	排出量 (m ³ /day)	安全に処理された水の 割合 (%)
発生した生活系排水	9,511,509	-
処理された排水	907,950	10
処理された排水（分離システムのみ）	25,000	0.3

出典：JICA 調査団

(3) 事業系排水

事業系排水量はインベントリ調査によって収集できる。本調査では、JICA 調査団はベトナムの全ての省で事業系排水の情報を収集できず、表-10 に示す 7 省の排水情報のみ確認できた。MONRE から提供された情報によると、7 省からの総排水量は 602,375m³/day であった。

7 つの省の工業売上高はベトナムの総売上高の約 67% であった。また、発生した排水量は売上高に比例すると考えられる。従って、7 つの省の事業系排水量は 602,375m³/day と考えられるため、ベトナム全体では約 905,000m³/day と見なすことができる。

表-10 MONRE から得られた事業系排水量に係る情報

市/省	排水総量 (m ³ /day)
ホーチミン市	193,760
ビンズオン	136,000
ハノイ	75,000
バクニン	65,000
バリアブンタウ	42,560
ゲアン	26,578
ニンビン	13,000
ドンタップ	12,477
カインホア	10,000
タインホア	28,000
計	602,375

出典：JICA 調査団

(4) 安全に処理された事業系排水

安全に処理された事業系排水量は各省の DONRE や関連組織が実施した環境調査の情報により確認できる。本調査では、JICA 調査団は各省から期待する情報が得られなかったため、以下の通り概算した。

河川流域における水環境管理能力向上のための JICA プロジェクトにより、6 省（タイグエン、バクザン、バクニン、ビンズオン、ドンナイ、ホーチミン市）で実施した調査対象施設のうち 90% に排水処理施設があり、処理排水の約 80% が排水基準を満たしている。この情報に基づき、安全に処理された事業系排水の量は約 650,000 m³/day であると推定した。

6 ベトナムにおける調査結果と他国への提言

2018年3月1~2日にSDG6.3.1の推定に係る手法を議論する専門家グループ会議（EGM）が開催された。その結果は「SDGのための世界的な排水モニタリングに関する専門家グループ会議の報告」としてまとめられた。EGMの議論結果と本調査での提案を比較し、下表に要約した。

表-11 EGMによる協議結果と本調査による提案の比較

専門家グループ会議（EGM） 報告書の記述	ベトナムにおける調査結果と課題	他国への提言
手法における問題		
指標 6.3.1 について、処理された排水の割合は人口ではなく流速で表されるべきであると結論付けられた。 更新した提案書では、配管式及び非配管式の給水の両方を全ての世帯に適用して推定した排水フローの使用が提案されている。 以上より、分母に全ての世帯で発生したブラック及びグレーウォーターの両方の推定値が含まれていることが保証される。	本調査による提案は、EGMによる提案と同じ手法を採用する。水使用量はEGMの附属書Iの提案と同様に、一人一日水使用量とすることを提案している。 提案された手法は、ブラック及びグレーウォーターの両方、ならびに配管式及び非配管式の給水の両方をカバーできると考えられる。	EGMによる提案は他国にも適用可能である。
指標のためには排水流量の測定が必要であるが、データが入手可能になると、指標は生活系や事業系の全ての排水からの有機負荷についても報告の必要があると考えられた。 これは、汚染に対する責任者を割り当て、6.3.2への関連を徐々に明確にするために必要である。	有機汚染負荷量はベトナムでの結果をモニタリングすることにより推測できる。	有機汚染物質のモニタリングシステムを有していない国では、SDG指標モニタリングのためのモニタリングシステムの確立方法を検討する必要がある。
グレーウォーター（排泄物を除く生活系排水）は周辺環境の水質に重大な影響を及ぼし、6.3.1の計算に含める必要があると考えられている。	本調査で提案された手法はグレーウォーターをカバーしている。	各国にてグレーウォーターの影響を調べるべきである。
都市排水はかなりの割合のグレーウォーターを含む。	本調査にて提案された手法は、インターセプターシステムによって収集された処理排水が考慮されている。 都市排水に含まれるグレーウォーターの影響調査が考えられる。	ベトナムと同条件の生活系排水処理の複合システムの適用状況を調査できる。
「安全な処理」の定義及び、それが技術や性能により定義されるべきかどうか議論された。 入手可能な場合は性能ベースの推定が優先され、国家基準への準拠が可能であると結論付けられた。	ベトナムでは排水基準が規定されており、実績に基づく推定が可能である。 しかし、性能ベースの場合、性能を満たすための具体的な処理プロセス（技術）が必要である。（例えば、定期的な汚泥除去が実施さ	排水基準を満たさない国では、その基準の改定に係る活動を直ちに開始する必要がある。安全に処理された排水は性能ベース及び技術ベースを組み合わせて算出できる。

専門家グループ会議 (EGM) 報告書の記述	ベトナムにおける調査結果と課題	他国への提言
	<p>れたとしても、セプティックタンクで処理された排水は基準を満たさない。) 一方で、技術ベースの場合は特定の処理プロセス (技術) の性能を評価し、検討する必要がある。</p>	
現在、パラメータ値に対する普遍的な基準は存在しない。	同左	同左
現時点では、下水道を除き、排泄物汚泥及びオンサイト施設からの排水の処理に係る処理基準を有する国はほとんどない。これは、本データ収集の際に制限要因となる「国家基準への対応」の分類を使用することを意味する。	ベトナムでは、ハイフォン市の SADC のような地方行政機関の排泄物汚泥の処理を管理している組織の一部は、汚泥処理のデータと情報を有する。また、データや情報は定期的に更新される必要がある。	排泄物汚泥の処理に関する適切なモニタリングシステムを持たない他国については、本項目のモニタリングシステムの開発が求められる。
特に資源の制約が厳しい国では、モニタリングの負担を軽減する目的で、排水モニタリングの段階的なアプローチが提示された。	本調査に基づき、体系的なデータや情報管理システムの強化の必要性が確認された。強化管理システムのためには段階的なアプローチが必要である。	他国では、段階的なアプローチが必要である。
データの問題		
事業系排水の発生と処理のためのデータが著しく不足していることが認められた。多くの規制当局及び公益事業体 (一部の業種) はこれらのデータを有するが、入手困難である。	ベトナムは EGM で指摘されているのと同じデータの問題を抱えている。必要な情報の収集及び管理を改善する必要がある。	同じ問題を抱えている他の国にとっては、必要な情報収集とその管理方法を改善する必要がある。
オンサイトシステムのためのデータは少数の国でのみ入手可能である。	ベトナムでは、ハイフォン市の SADC のような地方行政機関の排泄物汚泥の処理を管理している組織の一部は、汚泥処理のデータと情報を有する。また、データや情報は定期的に更新される必要がある。	排泄物汚泥の処理に関する適切なモニタリングシステムを持たない他国については、本項目のモニタリングシステムの開発が求められる。
国の組織間でのデータ共有は定期的になされていない。	ベトナムは EGM で指摘されているのと同じデータの問題を抱えている。既存のデータ共有状況の改善が必要である。	同様の問題を抱える他国のために、既存のデータ共有状況の改善が必要である。
SDGs のための世界的な排水モニタリングに向けた提案		
<p>6.3.1 指標は 2 つの小指標を組み合わせている。 6.3.1a : 安全に処理された生活系排水の流量の割合 6.3.1b : 安全に処理された事業系排水の割合 これらの 2 つの小指標は全ての排水の流れを網羅しておらず、施設 (学校、公衆衛生施設等) から排出される排水の流れや公</p>	本調査による提案は EGM による提案と同じ手法を採用している。	他国についても、本調査による提案は EGM による提案と同じ手法を採用していると考えられる。

専門家グループ会議 (EGM) 報告書の記述	ベトナムにおける調査結果と課題	他国への提言
<p>共下水道に排出される非事業系及び商業活動に係る排水を無視している。しかし、6.3.1a と 6.3.1b に分けることは、結果的にこれらの汚染者によって排出された排水の処理を改善する可能性が高い。従って、これらはSDG 指標の要件に適合していると考えられる。</p>		
<p>これらの組み合わせは、各汚濁負荷 (BOD₅) に係るデータが利用可能になった後の段階で可能となる。</p>	<p>ベトナムにおいて、一般的に BOD₅ が処理施設でモニタリングされている。従って、この指標によってモニタリングされる SDGs は入手可能である。</p>	<p>有機汚染物質のモニタリングシステムを有していない国では、SDG 指標モニタリングのためのモニタリングシステムの確立方法を検討する必要がある。</p>
	<p>ベトナムで主に使用されているインターセプターシステムの場合、排水収集地域と排水処理人口は明確ではなく、既存の排水路や水路の水質は通常、基準を満たしていない。</p>	<p>インターセプターシステムで収集された安全に処理された排水は、下水道接続システムとは異なる方法 (WWTP の設計や実流速) で推定され、データ収集システム (MOC、DOC、GSO、PC、サービス提供者等) の構築が必要である。</p>
<p>b) 国や地方の基準 (排水前の水からの BOD 除去) に準拠した処理を含むオンサイトシステム (セプティックタンクまたはピットの改善) へ放出される排水の流れ c) オンサイトシステムに放出された排水はポンプ吸引により定期的に空にされ、汚泥は現地の基準に準拠して処理される処理場に移される。</p>	<p>タンク内の汚泥がポンプで定期的に排出され、汚泥が処理場に運搬されたとしてもセプティックタンクの処理能力は不十分である。 (さらなる調査が必要)</p>	<p>国や地方の基準 (セプティックタンク、浄化槽、分散型システム) に準拠した処理を含むオンサイトシステムを特定する必要がある。浄化槽等のオンサイトシステムや、処理能力が基準を満たす他の分散型システムのデータは JMP で収集されておらず、オンサイトシステム (MOC、DOC、GSO、PC、サービス提供者等) のデータ収集システムを確立する必要がある。</p>
<p>現在、排出権の遵守に関する入手可能な国のデータは不十分である。</p>	<p>全排水量及び安全に処理された排水量に係るデータは不十分である。</p>	<p>一貫した事業系排水のインベントリの作成。 排水の水質モニタリングのための制度整備と能力開発。 EIA、インベントリ、モニタリング (検査)、法規定等に関するデータベースの作成。 データ収集システムを構築する必要がある。 (MONRE、DONRE)</p>

専門家グループ会議 (EGM) 報告書の記述	ベトナムにおける調査結果と課題	他国への提言
		事業系排水の場合、公共の WTPP (MONRE/DONRE や MOC/DOC、GSO、PC、WTPP 運用管理サービス業者等) に接続される。

出典：JICA 調査団

7 ベトナムにおける調査結果及び他国への提言

2018年5月30日にMOCが議長となり、本調査の成果を共有し、SDG 6.3.1のモニタリングについて議論するためのワークショップが開催された。概要を下表に示す。

表-12 2018年5月30日のワークショップの概要

項目	内容
1. 日時	2018年5月30日(水) 8:30 - 12:30
2. 会場	Movenpick Hotel, 83A Ly Thuong Kiet, Hoan Kiem, Hanoi
3. 出席者(人)	ATI (MOC) : 5、WHO 本部 : 1、WHO ベトナム事務所 : 1、JICA 本部 : 2、JICA ベトナム事務所 : 2、JICA (MOC) : 2、JICA 調査団 : 2、水資源管理局 (MARD) : 2、ハノイ土木大学 : 3、JICA (MONRE) : 1、海外統計・国際協力部 (GSO) : 3、HEMA (MOH) : 3、ハノイ DOC : 3、NCERWASS - MONRE : 1、BORDA ベトナム : 1、ハノイ SADCO : 2、情報センター (MOC) : 1、IOHE : 2、VWSA : 1 (合計 : 38人)
4. 主な議題	<ol style="list-style-type: none"> SDG 6.3.1 の指標に係る排水モニタリング手法の試験に関するパイロットスタディの背景と概要、及び排水モニタリングにおける WHO のグローバルな視点 ベトナムにおける排水モニタリングの手法とパイロット調査の成果 SDG 6.3.1 に関する JICA 調査団の活動 パイロット調査結果に対する JICA 及び WHO 本部の視点 ベトナムにおける排水モニタリングの GCF の概念及び今後の方針についての説明 GCF の概念及びベトナムにおける次のステップに関する議論 まとめと結論
5. 議論	<ul style="list-style-type: none"> 本調査レポートには、ベトナムには約 1,000 の浄化槽ユニットが設置されているとの記載がある。この数字が浄化槽の数だけを示している場合、他の分散型施設も考慮する必要がある。(IESE) 地方レベルでの給水量とのクロスチェックは、排水量の識別に役立つと思われる。JICA と WHO はクロスチェックの手法を検討すべきである。 ブラックウォーターは通常セプティックタンクへ流入するが、その一部はまだ環境中に直接排水されているので、排水の処理フローチャートを修正する必要がある。 ベトナムの GSO は、2018年10月に開催予定の IAEG 会議で水再利用指標の必要性を提案できる。この新しい指標の最終承認は、現在の指標の枠組みが完全に改訂される 2020年に実施される。 本調査結果は非常に少数のサンプルに基づいており、実施期間も短いので、合理的ではなく信頼性も低いと考えられる。 適切な分散型処理システムを選択し、適用する必要がある。また、排水を受け入れる施設の水质に応じて必要とされる処理レベルを考慮し、適

項目	内容
	<p>切に利用できる技術を検討すべきである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・我々が実施したのはパイロット調査であるため、さらな調査が必要となる。 ・GSO はセプティックタンクの排水に関する情報を収集し、SDG6.3.1 の定期的なモニタリングのために必要なデータや情報を更新するために、家庭生活に関する年次調査のアンケートを変更することが推奨される。 ・JICA 調査団は病院からの排水のモニタリング及び計算を、事業系及び商業系排水とは別々に実施・検討し、調査結果の信頼性を高めることが推奨される。 ・排水量と水質を考慮した分散型システムの調査を実施すべきである。これは、ベトナム政府及び組織が活動するための良い機会となる。 ・排水処理に関する全国的な調査のための情報源が不足している場合、少なくとも地域レベルでは他国から学んだ教訓を活用できる。 ・JICA 調査団は、安全に処理された排水を決定するために、どのパラメータが使用されるべきか、許容濃度レベルはどの程度であるかを考慮することを推奨する。 ・ベトナムの環境に影響を与える要因が何かを特定するために、ベトナムの衛生環境において、各種排水中の毒性を考慮及び評価すべきである。これは、JICA と WHO の調査団のみならず、ベトナムの省庁やセクターでも実施されるべきである。 ・ベースラインの設定や最終化、GCF コンセプトノートの開発や最終化が優先的に実施されるべきである。WHO や JICA、ベトナムは進捗状況を評価するために、これらの優先事項について 1 年間同じチームで取り組むべきである。 ・ベトナム側 C/P からの貴重な意見に関し、ベトナムでのパイロット調査は世界的な SDG モニタリング手法に大きく貢献する。(JICA 本部)

出典：JICA 調査団

2019年2月27日にMOCが議長を務める最終セミナーを開催し、調査結果を共有するとともに、今後のSDG 6.3.1のモニタリングについて議論した。その概要を下表に示す。

表-13 2019年2月27日の最終セミナーの概要

項目	内容
1. 日時	2019年2月27日(水) 8:30-12.00
2. 会場	Movenpick Hotel, 83A Ly Thuong Kiet, Hoan Kiem, Hanoi
3. 参加者(人)	ATI (MOC) : 5、JICA 本部 : 2、JICA ベトナム事務所 : 2、JICA (MOC) : 1、JICA 調査団 : 2、JICA 専門家事務所 (MOC) : 1、JICA VSC : 1、国立ハノイ土木大学 : 2、JICA (MONRE) : 1、外国統計・国際協力部 (GSO) : 2、ハノイ DOC : 1、ハイフォン DOC : 1、ハイフォン SADCO : 2、ハイフォン水道公社 : 1、ハイフォン DONRE : 1、RWSSP : 2、NCERWASS-MONRE : 1、BORDA ベトナム : 1、産業衛生環境研究所 (IOHE) : 2、VWSAE : 2、NGO : 4 (計 : 37 人)
4. 主な議題	<ol style="list-style-type: none"> 1. ベトナム国の排水管理の現状 (SDG 6.3.1 の達成に向けて) 2. パイロット調査の結果 3. SDG6.3.1 モニタリング及び指標達成に係る計画及び実施した活動

項目	内容
	<p>4. SDG6.3.1 モニタリング及び排水管理の強化に係る提言</p> <p>5. 世界的な SDG6.3.1 モニタリングフレームワークのトレンド</p>
5. 討議	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現在、工業地帯での下水処理場への投資は民間部門から大きな関心を集めており、段階的に公共下水道システムの民営化が進められる可能性がある。そのためには、特に中央政府と地方政府の両方による財政政策及びメカニズムにおけるマクロ管理や意識向上が必要である。(ハイフオン水道公社) ・ 排水セクターを効果的に民営化するためには、管理を容易化するための具体的な法律の制定が極めて重要である。(ATI) ・ 民間部門から関心を得るためには適切かつ透明性が求められ、さらに、タスク共有のみならず給水や排水管理、汚泥処理管理を均衡させるための資金メカニズムの開発が重要である。(JICA 本部) ・ 提案されたモニタリング手法を全国的に役立てるために、地方部の排水処理にも焦点を合わせる必要がある。(NUHE) ・ ベトナム政府が実施を予定しているグリーン経済の達成に向けた資源回収と廃棄物の再利用の検討が必要である。(NUHE) ・ SDG6.3.1 において、指標を達成するためのモニタリング手法と対策は互いに関連しているべきである。つまり、安全に処理される排水の評価方法に関する調査の後に解決策が提案されるべきである。(NGO) ・ 提案されているモニタリング手法は少し複雑なため、単純化されるべきである。処理された排水の割合は、下水処理場の総容量を水道水の総供給量で割ったものである。(MOC の JICA アドバイザー) ・ MOC は、パートナーシップを構築し、効果的な排水管理に関する知識と情報を強化するために、WEPA と AWaP に積極的に参加する必要がある。この考えを最終報告書に含めることを強く勧める。(MOC の JICA アドバイザー) ・ SDG 6.3.1 の達成を促進させるためには、最終目標を設定し、それを少しずつ達成するための実用的なステップを考案することが効果的である。(JICA 本部)

出典:JICA調査団

8 SDG 指標 6.3.1 のモニタリングに係る提言及び SDG 6.3 の達成

SDG 指標 6.3.1 は安全に処理された排水の割合として定義される。SDG 指標 6.3.1 のモニタリングは、安全な処理排水に関する現状と進捗状況を認識し、SDG 達成のためのプロジェクト及び方針の有効性を評価するために効果的である。安全に処理された排水は、適切な計画や法的枠組みに基づいた定期的な品質モニタリングによって適切に設計・管理された施設によって実現できる。SDG 指標のモニタリングの効果的な実施及び適正な排水処理の実現により、SDG 6.3.1 の達成を促進するためには、提案を含む以下の要素が重要である。

I. 指標 6.3.1 のモニタリング

政策立案と意思決定のための情報提供により政治的コミットメントを刺激し、健康、環境、経済的利益に向けた適切な投資を可能な限り誘発するために、詳細のデータが不可欠である (SDG 6 水と衛生に関する総合報告書)。

1) 制度的及び管理的合意：SDG 指標モニタリングのための中央政府及び地方自治体の役割に関する明確な境界

関連省庁：MOC、DOC（都市部及び地方部の住宅密集地；生活系排水：オンサイト、オフサイト）

MONRE、DONRE（事業系排水）

MOC または MONRE（公共の WWTP に関連する事業系排水）

MARD、DARD（地方部；生活系排水：オンサイト、オフサイト）

GSO（SDG 6.2、JMP）

2) SDG 指標モニタリングのための能力開発

3) SDG 指標モニタリングにおいて必要な情報を得るためのコストモニタリングのための金融システム

4) オフサイト及びオンサイトシステムで処理された生活系排水や事業系排水に関するデータの分析および要素分解

(1) 生活系排水（オフサイト）

- 下水道接続システム：SDG 指標 6.2 のデータ収集に適用可能である。（人口ベース）
- 主にベトナムで使用されているインターセプターシステム（主要な河川沿いに建設されたインターセプター下水道は、既存の多数の排水路からの排水や河川に接続された流入水を受け入れ、WWTP に運ぶ）

排水処理場と排水処理人口が明確でない。

セプティックタンクの処理能力が不十分であり、ほとんどの浄化槽が人間の排泄物しか処理できないため、既存の排水路及び河川の水質は通常基準を満たさない。さらに、セプティックタンクによって通常は処理されないグレーウォーターの汚濁負荷は、人間の排泄物による汚濁負荷よりも高いと考えられる。

提案：

- インターセプターシステムによって収集された安全に処理された排水は、下水道接続システムとは異なる方法で推定される。（WWTP の設計または実流量）
- インターセプターシステムの場合、データ収集システム（MOC、DOC、GSO、PC、サービス提供者等）を確立する必要がある。

(2) 生活系排水（オンサイト処理）

- タンク内の汚泥がポンプで定期的に排出されて処理場に移されたとしても、セプティックタンクの処理能力は不十分である。（さらなる調査が必要）

提案：

- 国や自治体の基準（腐食性タンク、浄化槽、分散型システム）に準拠した処理を含むオンサイトシステムを特定する必要がある。

- ▶ 浄化槽等のオンサイトシステムのデータや、処理能力が基準を満たす他の分散型システムのデータは JMP で収集されていないため、この種のオンサイトシステム用のデータ収集システムを確立する必要がある。(MOC、DOC、GSO、PC、サービス提供者等)
- ▶ JMP で収集されたセプティックタンクのデータを SDG 6.3.1 で使用する場合は、排水の水質が基準を満たしているか否かに関わらず、セプティックタンクの処理性能を評価・検討する必要がある。

(1) 及び(2) 生活系排水 (オフサイト及びオンサイト)

提案:

- ▶ 安全に処理された排水は、性能と技術分析の組み合わせで計算できる。(性能を満たすためには特定の処理工程(技術)が必要であり、この性能を評価・検討する必要がある。)
- ▶ 安全に処理された排水のレベルは、SDG 6.3.1 (良好な周辺環境の水質) に関連する水域を受け入れる条件に基づいて決定する必要がある。

(3) 事業系排水

- 発生した排水と安全に処理された排水

提案:

- ▶ 一貫した事業系排水のインベントリ作成
- ▶ 排水の水質モニタリングのための制度構築と能力開発
- ▶ EIA やインベントリ、モニタリング(検査)、法規定等に関するデータベースの作成
- ▶ データ収集システム(MONROE、DONRE)を確立する必要がある。
公共の WTP に接続された事業系排水の場合、MONRE/DONRE、MOC/DOC、GSO、PC、WTP 運用管理サービス提供者等による収集が必要である。

II. SDG 6.3 の達成

1) 技術オプション: 排水処理プロセス、信頼できる施設や設備、運用管理対策

提案:

- ▶ 安全に処理された排水については、排水の水質基準を満たす特定の処理プロセス(技術)が求められ、この性能を評価・検討する必要がある。
- ▶ 処理プロセス(技術)の評価に基づき、排水を安全かつ着実に処理するための設計と運用管理マニュアルの作成が求められる。
- ▶ 技術開発は排水の処理及び管理効率を高め、既存のシステムに良い影響を与える。

2) 能力開発を含む制度的合意

提案:

- ▶ SDG 6.3.1 達成のための計画や設計、建設、運用管理、生活系・商業系及び工業系排水の処理システムの管理に関する中央政府、地方自治体、公益事業、民間部門の役割の明確化。

- 能力開発の必要性(職務の遂行、問題解決、目標設定を達成するために、個人や組織、機関、社会が個々及び集団の能力を開発するプロセス) (UNDP)

3) 法制度：以下の分野における法制度の構築と法の執行

排水の水質規制及びモニタリング

環境中の水質基準

排水処理システムの管理（オンサイト、オフサイト）

4) 広報及び市民の参加

5) 衛生と排水管理のための金融システム：建設及び衛生や生活系・商業系・工業系排水処理のための運用管理コスト

「既存の財源の有効利用や国内外の財務形態の付加的かつ革新的な移行が促進される必要がある」(SDG 6 水と衛生に関する総合報告書)

提案：

- 建設及び運用管理コスト分担の原則の確立 (3T：Tariff、Tax、Transfer)
- 納税者及び利用者としての市民の意識や理解の向上
- 以下の点を考慮した資産運用の必要性
 - 施設の寿命と利用者数の増加を考慮した長期的な収支予測
 - 具体的なビジネス目標、正確なビジネス分析、将来のビジネスの見通しに基づく適切な経済管理。
 - 市民や税金納付者、利用者への管理情報の説明責任と開示

6) 計画：計画手順及び SDG 指標のモニタリング結果と SDG 指標と政策の関連性を反映するための手法確立

提案：

- 段階的アプローチ：ハイフォンの例：汚泥管理の推進 (SDG 6.2) と下水道業務 (SDG 6.3)
- 流域全体の計画は、「汚濁負荷分析」によって策定できる。汚濁負荷分析により、複数の処理プロセスが周辺環境の水質に及ぼす影響は、ステークホルダーの調整(汚染源の汚濁負荷を低減し、環境水質基準を満たすためのステークホルダーの割当) や、河川流域が環境水質基準を満たすために計画されている効果的な処理システム(オンサイトまたはオフサイトシステムとそのサービスエリア、効果的な処理プロセス等)に基づいて評価できる。分析には河川流域への排水量(人の排泄物やグレーウォーターの汚濁負荷、処理プロセス性能)と河川流域の流出率に関するデータが必要である。
- 上記の側面に関連する効果的な戦略と政策に基づいて SDG 6.3 の達成に向けた指標を反映した短期・中期・長期計画の策定(計画：SDG 指標のモニタリング結果と SDG 指標と政策の関連性を反映させるための計画手順及び手法確立)

7) 国や地域、世界の情報と知識の関連性及び普及

- WEPA: アジア水環境パートナーシップ

WEPA は、アジアの 13 カ国で 2004 年に設立された学識ネットワークプログラムである。このプログラムは、パートナー国に水環境ガバナンスを強化するために必要な関連情報と知識を提供することにより、アジアの水環境を改善することを目指している。

➤ **AWaP: アジア排水管理パートナーシップ**

AWaP はミャンマーで 2017 年 12 月 11 日、12 日に開催された第 3 回アジア太平洋水サミットにて提案された。このパートナーシップは、パートナー国間で優れた実践と技術を共有し、Web ベースの情報プラットフォームを通じて知識とノウハウを提供するとともに、共同プロジェクトにおける共通の問題に取り組むための定期的な会議を開催する。AWaP の設立は 2018 年 7 月に予定されている。

AWaP が対象とする問題には、SDG 6.3.1 達成のための側面（技術選択や能力開発、法制度、広報、金融システム、メカニズムを含む制度整備）が含まれるが、SDG 6.3.2 達成のために WEPA により対象とされた事業系排水の規制や、環境水質基準及びモニタリングの策定は含まれない。

9 想定する将来の方向性

調査結果を踏まえ、最終的な提言及び結論として、SDG 6.3.1 指標達成に向け具体的な活動を検討することが重要となる。

活動例として、新しく首相府が規定した Circular no.03/2019/TT-BKHDT により求められる GSO への SDG 指標の報告活動や排水管理に係る国家計画策定、あるいは AWaP 活動への貢献のため、MOC や省/市の人民委員会に対して、以下の内容を含むガイドラインの策定が考えられる。

1. SDG の定義
2. モニタリング手法 (パート A : 生活排水)
3. SDG 指標の達成
 - 2) 計画策定: **stepwise approach** による排水管理計画の移行段階(インターセプター下水道)及び最終段階

その他の活動として、中央及び地方政府、プロジェクト実施機関、運営機関、大学、研究者、民間セクター等により構成される新規の検討会やタスクフォースにより、“National Action Plan for the Implementation of the 2030 Sustainable Development Agenda”の達成のために必要な活動を議論し検討する事が効果的である。検討に際しては、ベトナムの現状を考慮すると共に VSC 等の実施中の JICA 業務で提示する日本の経験を活用することが重要である。

検討会については、検討する課題毎に 2 種類（技術検討会及び政策検討会）設け、議論及び検討を行う事が効果的である。

2. モニタリング手法
 - パート B : 産業排水 (技術検討会)
3. SDG の達成
 - 1) 政策策定 (政策検討会)
 - 2) 計画策定: 国家排水管理計画 (政策検討会)

- 3) 技術開発及び評価（技術検討会）
- 4) 財政メカニズム（政策検討会）
- 5) 広報及び啓発（政策検討会）
- 6) 体制構築: PPP（政策検討会）、能力開発（技術検討会）
- 7) 法制度（政策検討会）

1. 業務の概要

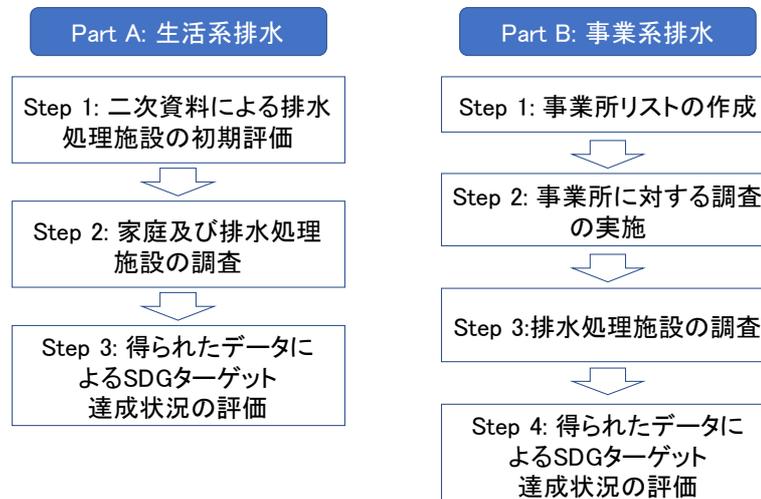
1.1. 業務の背景

2015年9月の国連総会にて採択された持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals：SDGs）は17のゴールと169のターゲットからなり、経済や社会、環境等の幅広い分野の課題解決に取り組むものとされている。SDGsの内、SDG指標6は水と衛生の利用可能性の確保及び持続可能な管理を目的としており、衛生サービスの管理の安全性（指標6.2.1）や排水処理の安全性（指標6.3.1）、水域における水質評価（指標6.3.2）のようなターゲットがある。SDGsのゴール及びターゲットは2030年の達成に向けて、明確かつ実施可能なモニタリング手法が構築される必要がある。

このような状況下、WHOはモニタリング手法の検討や提案を行っており、配布資料“Protocol for Step-by-Step Monitoring Methodology for Indicators of SDG 6.3.1: proportion of wastewater safety treated”を作成した。これに基づき、WHOはベトナムを含む5か国でパイロット調査を実施する予定であり、ベトナムにおいてはMOCの協力により準備調査が進められている。パイロット調査により得られた結果や教訓はベトナムにおけるモニタリング手法の最終化に用いる。

JICAはベトナムにおいて多数のプロジェクトを実施しており、衛生環境の改善に貢献している。これに関連して、JICAはWHOと連携し、2017年10月より本業務を開始した。

提案されているSDGターゲット達成モニタリング手順のフレームワーク



出典：“Step-by-step monitoring methodology for SDG Indicator 6.3.1: Proportion of wastewater safety treated”

図 1-1 提案されている SDG ターゲット 6.3.1 に関わるモニタリングフレームワーク

1.2. 業務の目的

本業務の目的は以下のとおりである。

- 適切かつ実施可能なモニタリング手法の提案
- SDG 指標 6.3.1 に係るモニタリング活動を実施する際に重要となる課題の特定

- WHOにより提案されているモニタリング手法改善のためのフィードバックの実施

1.3. 業務期間

本業務期間は、2017年10月から2019年3月までである。

1.4. 主な業務計画

本業務での主な活動計画は以下のとおりである。

- 現地調査による(a) 生活系排水、(b) 事業系及び商業系排水に係る情報やデータの収集
- 関係機関への聞き取り調査の実施によるモニタリング調査に必要な情報やデータの収集
- パイロット調査を通じて収集した情報やデータに基づいた、安全に処理された水に係る指標図の検討

1.5. 情報及びデータ収集のための現地調査対象地域

情報やデータ収集のための現地調査は、ハノイ市、ハイフォン市、ビンフック省及びベトナム北部に位置するハナム省、ナムディン省を対象としている。

1.6. 関係機関との連携

本業務ではMOC、VEA (MONRE)、MOH、GSO、DONRE、DOC等の現地調査対象地域の関係機関や工業団地管理委員会、水供給会社及び排水管理会社との連携を想定している。

2 業務の結果

2.1 排水管理に関連する法的側面及び関係機関

2.1.1 排水管理に関連する法制度

(1) 法制度

ベトナムでは、この30年間の急速な工業化及び都市化に伴い、排水管理に関連する規制が進められている。ベトナムの排水管理に関連する主要な法制度を以下に示す。

表 2-1 排水管理に関連する主要な法制度

No.	法制度名
1	環境法 (2014)
2	水資源法 (2012)
3	環境法の実施ガイドラインに係る Decree 19/2015
4	都市下水排水管理に係る Decree 80/2014/ND-CP
5	廃棄物管理に係る Decree 38/2015/ND-CP
6	排水管理のための環境保全費に係る Decree 154/2016/ND-CP
7	Decree 80/2014/ND-CP の実施に係る Circular 04/2015/TT-BXD
8	医療廃棄物管理ガイドラインの提供に係る Circular 58/2015/TTLT-BYT-BTNMT
9	監査法 (2010)

出典: JCA調査団

(2) 下水排水処理に関連する法令 (No.80/2014/ND-CP)

下水排水に関連する法令 (No.80/2014/ND-CP) は、都市部や工業団地、経済特区、輸出加工区、ハイテク地区、郊外の住宅密集地における下水排水処理活動や組織の権利義務、下水排水処理に従事している個人や世帯を対象に規定されている。

本法令による規定事項を以下に示す。

本法令では、オンサイト処理について次のように定めている。

- a) オンサイト処理: 通常、総排水量が50m³以下の一般世帯に適用される。処理設備は敷地内に設置されること。
- b) グループ処理: 通常、総排水量が50~200m³の隣接した世帯に適用される。処理設備は敷地内もしくは、それ以外の生活系排水の貯留に適した場所に設置されること。
- c) 地域処理: 通常、総排水量が200~1000m³の特定の行政区域内に適用される。処理設備の場所は、所轄官庁により認められた建設計画または排水計画に従うこと。

上記に関連して、地方人民委員会は排水源や受水域、経済状態、地形、現場の排水処理システムの管理及び運用能力に基づいた、適切な分散型排水処理方法を決定している。

本法令では、し尿汚泥管理についても具体的に定義している。MOCは下水システムやセプティックタンクにおける汚泥の回収、運搬、処理にかかるコスト計算について記載したガイドラ

インの提供責任を有する。

表 2-2 下水排水処理に関連する法令 (No.80/2014/ND-CP)

章	条	号
1. 一般条項	2. 条件の解釈	8. 生活系排水とは、飲食や入浴、洗濯、トイレ等の日常の人間活動によって生じる排水のことをいう。 9. その他の排水とは、生活系排水以外の排水のことをいう。
	4. 排水の技術的な規制に係る条項	5. 分散型WWTPの場合、吸収能力や貯水池の使用目的に基づき、MONREは要求されるレベルまで排水を浄化するため、管理、運用、装置の維持管理がし易く、小規模で簡素な排水処理対策技術を適用できる貯水池への排水に係る技術規制を公布する。
2. 排水システム開発への投資	16. 排水処理技術の選定基準	特定の地域状況に基づき、省人民委員会は以下の項目による適切な基準を選定する。 1 排水処理の有効性：排水浄化の要求レベルを満たすこと、貯水池の自浄能力を考慮すること 2. 土地節約型の建設 3. 地方の管理や運用能力、技術に応じた管理や運用、維持管理条件 4. 費用の投資責任、輸入技術の信用性についての考慮 5. 地域や貯水池の容量の気候や地形、地学、水文学的な条件への適合性 6. 安全及び環境適合性 7. 将来の処理量増加または処理効率改善に向けた可能性 8. 流入水質や天気、気候の異常変化時でも安定した運用を実施するための能力 9. 汚泥の生成及び処理 10. エネルギー保全、処理された排水や汚泥の再利用
3. 排水システムの管理・運用	21. 貯水池の管理	3. 製造業や商業、生活、その他の活動により発生する排水の貯水池への放水は規制により厳しく管理されるべきである。
	23. 分散型排水処理施設に係る条項	4. MOCは分散型排水処理の管理について指導する。
	25. 廃棄汚泥の管理	2. 廃棄汚泥は以下に分類される。 a) 廃棄汚泥は排水システム（下水ネットワークやWWTP）及びセプティックタンクから発生する。
		3. 廃棄汚泥処理技術の区分基準
5. セプティックタンク内の廃棄汚泥の回収、運搬、処理 6. MOCは排水システム及びセプティックタンクからの廃棄汚泥の回収、運搬、処理に係る費用の計算や管理のためのガイドラインを提供する。		

章	条	号
	28. 排水サービス提供の停止	1. 排水管理に係る規制に違反した家庭は、法規制に則り罰せられる。運用契約条項で規定されている場合を除き、いかなる場合でも排水課は排水サービスを停止しなければならない。
		4. 排水システムの修理や更新により排水サービスの提供が一時的に停止となる場合、排水課は関連する排水事業者へ停止時間とその理由を知らせなければならない。これと同時に、排水課は排水事業者の製造や事業、生活への影響を減らし、環境汚染を最小限に抑えるための一時的な代替手段を提供しなければならない。
4. 排水システムへの接続	32. 接続地点における排水規制	1. 排水事業者は接続地点を通じた排水システムへの生活系排水の放水が許可されている。
5. 排水システム料金	38. 下水サービス料金 39. 排水量の確認	下水サービス料金及び排水量の確認に関する基本的な考え方が規定されている。
6. 放流水及び排水処理の状態管理責任	45. 中央政府及び部門の責任	1. MOCは都市や地方の住宅密集地、工業団地の下水排水処理の状況管理を全国的に実施する。 2. MONREは下水や環境中に放出された排水に対する環境保全や水資源、流域、汚濁規制についての状況管理を全国的に実施する。
	46. 省人民委員会の責任	1. 省人民委員会は任務と権限の範囲内で、自らの管理の下、地方自治体における下水排水処理の状況管理を実施する。 2. 下水排水処理に係るデータベースの作成を指導する。

出典: Decree No. 80/2014/ND-CP

(3) 環境法

改正版の環境法には、政府や規制機関、公定の組織や活動の全てを対象に権限や役割、責任が定められている。また、環境法は SEA や EIA、EPC を用いた汚濁管理方針や環境基準の原則、排水や環境認可の要求の適用を保証している。

環境法では、環境汚染を引き起こす製品やサービスの取り扱いについて厳重に規制されており、汚染の軽減もしくは処理方法の確立がなされていない場合、事業者には罰金または活動停止等の処分が科せられる。また、人々の生活や健康、さらには組織や個人の財産や利益に損失が生じた場合も加害事業者には、事業所の移転や稼働の停止等、法規制に則った措置がとられる。これに加え、環境法ではベトナムの水質管理に係る包括的な原則を定めている。

環境保護を保証するために、改正版の環境法では生産や事業、サービス活動の汚染源を特定するために具体的な環境保護対策を規定しており、全ての汚染発生者は環境法により規定された要求事項に従う必要がある。生産や事業、サービス活動に従事する汚染発生者の責任は Article

35 によって明確に定められている。規制項目の中には、環境報告は各事業者によって実施される活動の 1 つであるとの記述がある。

(4) 検査法

検査法は 2004 年 6 月 24 日に公布され、国家検査機関（同等の役割と権利を有する検査機関、検査活動、人民検査、実施規定を含む）により実施される種々の検査に係る一般的な規則を定めている。

水質汚濁規制に関連して、検査法は Article 34 と 45 における環境検査形式を以下のように規定している。

- a) 検査活動は予告あり、または予告なしの形式で実施される。
- b) 予告ありの検査は承認されている計画に従って実施される。

予告なしの検査では、苦情や非難の解決要求や国家検査機関長による任命の下、機関や組織、個人により法律違反の兆候を発見する。

(5) 排水基準

ベトナムでは、生活排水や商業排水、工業排水に係る基準が下表のとおり定められている。生活系排水及び商業系排水には QCVN14:2008/BTNMT が、事業系排水には一般的に QCVN40:2011/BTNMT が適用されている。また、特定の事業には複数の排水基準が設定されている。

表 2-3 排水基準リスト

区分		排水の排出源	WWTP	排水の流出基準	
A	家庭	ブラック、グレー ウォーター	セプティックタンク	QCVN 14:2008/BTNMT	
			WWTP	QCVN 14:2008/BTNMT	
B	商業	レストラン、デパート	分散型 WWTP	QCVN 14:2008/BTNMT	
		市場、ホテル等	集中型 WWTP		
		二次産業	工場	WWTP	QCVN40:2011/BTNMT
		工業団地	経済特区、工業団地	分散型 WWTP	QCVN40:2011/BTNMT
	経済活動	繊維業		オンサイト WWTP	QCVN 13MT:2015/BTNMT
				集中型 WWTP	QCVN40:2011/BTNMT
		紙・パルプ業		オンサイト WWTP	QCVN 12MT:2015/BTNMT
				集中型 WWTP	QCVN40:2011/BTNMT
		バイオエタノール製造業		オンサイト WWTP	QCVN 60:2015/BTNMT
				集中型 WWTP	QCVN40:2011/BTNMT
		水産加工業		オンサイト WWTP	QCVN 11MT:2015/BTNMT
				集中型 WWTP	QCVN40:2011/BTNMT
ゴム製品加工業		オンサイト WWTP	QCVN 01:2015/BTNMT		
		集中型 WWTP	QCVN40:2011/BTNMT		

区分		排水の排出源	WWTP	排水の流出基準	
		鉄鋼業	オンサイト WWTP	QCVN 52:2013/BTNMT	
			集中型 WWTP	QCVN40:2011/BTNMT	
		炭鉱地域			QCVN40:2011/BTNMT
		工芸村			QCVN40:2011/BTNMT
	畜産施設		オンサイト WWTP	QCVN 62MT:2016/BTNMT	
			集中型 WWTP	QCVN40:2011/BTNMT	
	病院		オンサイト WWTP	QCVN 28:2010/BTNMT	
			集中型 WWTP	QCVN40:2011/BTNMT	

出典: JICA調査団

(6) 排水管理関連組織

中央政府レベル

排水管理に係る主要な中央政府組織は MOC と MONRE である。先述のとおり、下水排水処理に関連する法令 (No.80/2014/ND-CP) ではこれらの組織の責任を以下のとおり規定している。

- e) MOC : 都市や地方の住宅密集地、工業団地における下水排水処理の状況管理を全国的に実施すること。
- f) MONRE : 下水や環境中に放出された排水に対する環境保全や水資源、流域、汚濁規制についての状況管理を全国的に実施すること。

地方自治体レベル

地方自治体レベルでは、複数の組織が排水管理に係る活動を担当している。排水管理関連の組織は省によって異なり、民営化されている活動もある。各活動と実施している組織の一例を下表に示す。

表 2-4 排水管理関連活動と実施している組織の例

	水道	下水排水管理	廃棄物管理	し尿汚泥管理
ハノイ市 ¹⁾	ハノイ市水道公社 (HAWACOM)	ハノイ市下水排水公社 (HSDC)	ハノイ市都市環境公社 (Hanoi URENCO)	URENCO +民間企業 100 社
ハイフォン市 ²⁾	ハイフォン市水道総公社	ハイフォン市排水公社 (SADCO)	ハイフォン市都市環境公社 (Hai Phong URENCO)	SADCO +民間企業 10 社
ソンラ省 ³⁾	ソンラ省水道公社	ソンラ省都市環境公社 (Son La URENCO) (民間)		URENCO +民間企業 3 社
ホアビン省 ³⁾	ホアビン省水道公	ホアビン省都市環境公社		URENCO

	社	(Hoa Binh URENCO) (民間)	+民間企業 1 社	
バクニン省 ³⁾	バクニン省水道下水公社 (民間)	バクニン省都市環境公社 (Bac Ninh URENCO) (民間)	URENCO +民間企業 4 社	
ランソン省 ³⁾	ランソン省水道下水公社 (民間)	ファイホアン株式会社 (民間)	ファイホアン +民間企業 3 社	
ダナン市 ⁴⁾	ダナン市水道公社 (DAWACO)	ダナン市下水排水処理公社 (DDC)	ダナン市都市環境公社 (Da Nang URENCO)	
バリアブントウ省 ³⁾	バリアブントウ省水道公社	バリアブントウ省排水公社 (BUSADCO) (民間)	バリアブントウ省都市環境公社 (URENCO Ba Ria) (民間)	URENCO +民間企業 4 社
ホーチミン市 ⁵⁾	ホーチミン市水道総公社 (SAWACO)	ホーチミン市都市排水公社 (UDC)	ホーチミン市都市環境公社 (CITENCO)	

出典: 1) HSDC 及び URENCO からの聞き取り調査結果

2) SADCO からの聞き取り調査結果

3) M. Bassan, N. Dao, V. A. Nguyen, C. Holliger, L. Strande, (2014) 衛生技術：ベトナムにおける適切な汚泥処理の決定方法, 第 37 回 WEDC 国際会議

4) JICA 調査団

5) 同上

(7) 下水処理施設建設のガイドライン

下水処理場

生活污水处理施設に係る設計ガイドライン（指針）について、JICA 調査団は、ベトナム国内の設計基準について、下水道管路施、土木構造物、環境基準の類は確認しているものの、公表されている処理施設そのものに関連する設計基準や指針に係る情報を有していない。従い、JICA 調査団は、ベトナム国内に存在するほぼ全ての下水処理場は、国際的な設計基準（ドナー国の設計基準等）、もしくは過去の実績に裏付けられた設計手法を用いて施設設計がなされてきたものと認識している。ベトナム国において一般に用いられている設計基準を以下に示す。

表 2-5 ベトナム国の一般的な下水道設計基準

部門	コード	タイトル
下水技術	TCVN 7957: 2008	排水下水 - 外部ネットワーク及び施設設計基準
	TCXD 188-1996	都市排水 - 排水基準
	TCVN 5525: 1995	水質 - 地下水保護のための一般的要件
	QCVN 07-2:2016/BXD	国家技術規制 - 下水に係る技術的インフラ業務
環境保全	TCVN 7222-2002	集中型生活系排水処理施設（市営）のための一般的環境要件
	TCVN 7221-2002	集中型事業系排水処理施設のための一般的環境要件
	Decision No.131/2006/ND-CP	ODA 案件管理

出典: JIC調査団

セプティックタンク

ハノイ土木大学が実施した調査によると、ベトナムの汚水処理システムに関する国家設計基準は主に都市部に適用され、MOH がセプティックタンクの設計、設置、維持管理に関するマニュアルを発行している。また、MOC はセプティックタンクの設計及び建設に関する設計コードの草案を行っている。

しかし、JICA 調査団はセプティックタンクに関するマニュアルや設計コードを見つけることはできなかった。現状では、ベトナムコンクリート協会がとりまとめたセプティックタンクの技術基準 (TCVN 10334:2014) が提供されているのみである。

本基準は、プレキャストの薄い鉄筋コンクリート壁で作られたセプティックタンクの技術的な要求事項と試験方法を規定するものである。

また、技術的インフラとしてプレキャスト鉄筋コンクリート製品を製造での技術プロセスとして適用可能な技術に基づき開発されたものであり、MOC により許可を得ている。この TCVN は、全国に適用することを許可されており (2011 年 9 月 30 日付け議定 No.885/QD-BXD による)、同時にバリアブントウ省排水都市開発公社 (BUSADCO) の「革新的セプティックタンク」及び「農村型セプティックタンク」として特許 (No.7717:2009 年 5 月 13 日付け議定 No. 9384/QD-SHTT による) 及び実用性解決に関する特許 (No.1084:2013 年 7 月 15 日付け議定 No. 37679/QD-SHTT) を取得している。

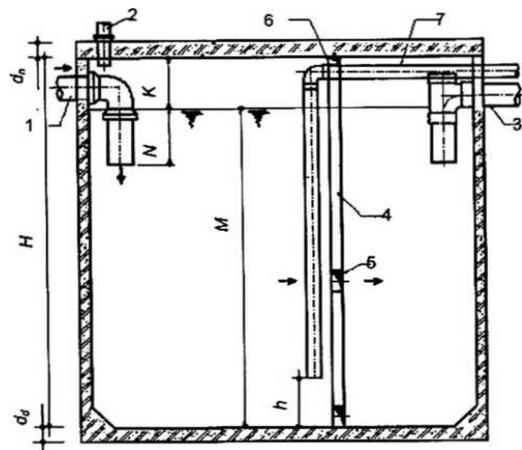
プレキャストの薄い鉄筋コンクリート壁によるセプティックタンクの技術基準を以下の図表に示す。

表 2-6 プレキャストコンクリートの薄い壁を用いたセプティックタンクの技術基準 (TCVN 10334:2014)

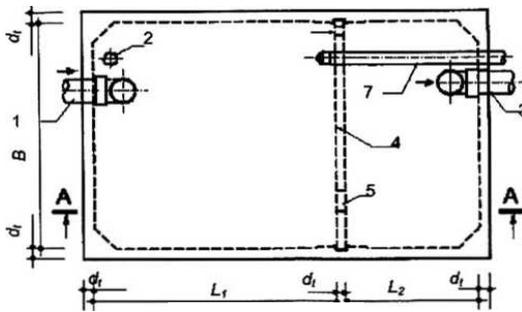
項目	内容
1 範囲	トイレ用の組み立て式の鉄筋コンクリート製セプティックタンク (壁厚が 70mm 以下) に適用
2 用語、定義	
セプティックタンク	共用排水システムへ放水される前に堆積及び嫌気性分解処理が同時に促進される排水浄化用タンク
貯蔵槽	槽内のスカムや泡の大部分は体積及び嫌気性分解され続ける。
槽の設置	継続的に堆積及び嫌気性消化処理がなされる貯蔵槽からの放流水が流入する槽
液体体積	v_L - 液体及びスカムを貯留する槽の体積
空気部分の体積	V_{LK} - 液体の表面からタンクの蓋までの距離
空気部分の高さ	出口パイプからタンクの蓋の底部までの距離
基準寸法	ミリメートル単位で計算されたセプティックタンク内部の流れの寸法 (仕切り壁は含まない) はセプティックタンクの設計の基本サイズとして規格通りに選定された。
液体深さ	タンクの底から出口パイプの底までの距離
入口端と出口端の深さ	入口端及び出口端から出口パイプまでの距離
輸送ポート	タンク内の槽間の液体の流れを維持するポート

項目	内容
空気抜きパイプ	タンクまたは糞便穴から環境中への空気抜きパイプ
排水除去	トイレからの排水を処理または流入を防止したことがある土地
収集タンク	セプティックタンクや生活排水、工場用水として再利用するための雨水からの排水を含むタンク
3	分類、基準寸法、記号
分類	<ul style="list-style-type: none"> - 構造による分類: + 槽数 1 のタンク: 下水は同じ槽に保持される。 + 槽数 2 のタンク: 下水は別の槽に保持される。 - 技術的インフラによる分類: + 共用の排水システムを有する地域で使用されているセプティックタンク + 共用の排水システムを有しない地域 (地方部) で使用されているセプティックタンク
基準寸法	図 2-2、2-3 を参照
記号	<ul style="list-style-type: none"> -TH : セプティックタンク -1N, 2N : 槽数; - 0,50; 0,70; 0,90; 1,10; 等.: タンクの容量 例: TH.1N.1.1 とは槽数: 1、容量: 1.1m ³ のセプティックタンクを表す。
4	技術的要件
	材料や寸法、寸法の偏差、外観と欠陥、防水性、気密性、パイプ、付属品については図 2-2、2-3 及び表 2-7、2-8 に示す。
5	試験方法
サンプリング	3 製品以上
サイズと偏差の決定	タンク長さ、幅、厚さ、高さ、鉄筋コンクリートの厚さ
外観及び欠陥の確認	突起、印、細孔、ひび割れ、色褪せ
コンクリート強度の確認	TCVN 3118: 1993 または、TCVN 9490: 2012 (ASTM C900-06)、政府により承認された適切な手法に従う。
防水性の確認	透水または水滴の発生がないかを確認する。
気密性の確認	密閉したタンク内で 100Pa の吸引圧力を 5 分間維持できるかどうかを確認する。
6	ラベリング、輸送、維持管理
ラベリング	製造者名や住所、適用される TCVN、Article 4.3 に基づく型番、製造番号、製造日、品質検査証 (バーコード) を含む。
輸送及び維持管理	コンクリート強度が設計の 70% に達した場合にのみ荷積みと輸送が認められる。

出典: TCVN 10334:2014



Section A-A



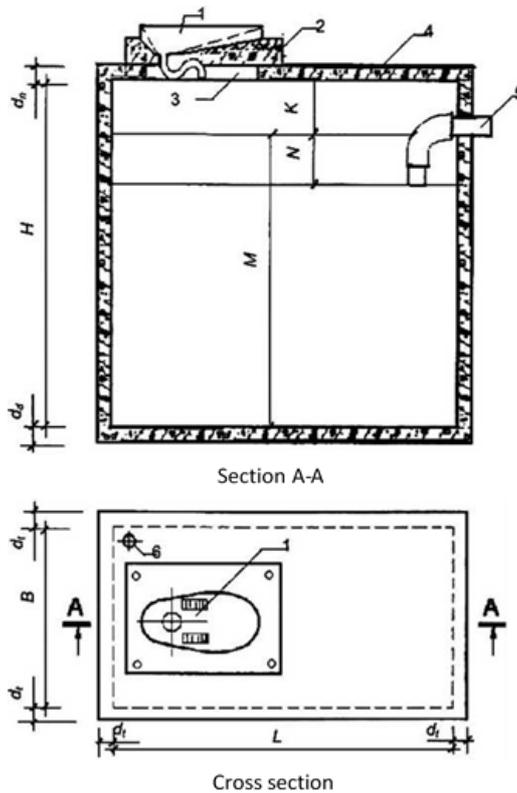
Cross Section

NOTE:

- 1 Port to connect the inlet pipe D150;
 - 2 Port to connect the air vent pipe D32;
 - 3 Port to connect the outlet pipe D150;
 - 4 Partition;
 - 5 Transfer port (round D150 or square 150mm X 150mm);
 - 6 Air holes between compartments (round D40 or square 40mm X 40mm);
 - 7 Dregs sucking tube D100;
- L_1, L_2 Length of the first partition, second partition;
 B Width.
 H Height;
 dt Thickness of wall;
 dd Thickness of bottom;
 dl Thickness of lid;
 K Height of air column;
 N Depth of inlet end and outlet end;
 M Depth of water.
 H Height of dregs sucking tube.

出典: TCVN 10334:2014

図 2-1 2 槽式のセプティックタンクの例



NOTE:

- 1 Toilet;
- 2 Platform of toilet;
- 3 Dregs tucking port, 300mm X 300mm;
- 4 Lid;
- 5 Port to connect the outlet pipe D150;
- 6 Port to connect the air vent pipe D32.
- L Length;
- B Width;
- H Height;
- dt Thickness of wall;
- da Thickness of bottom;
- d,, Thickness of lid;
- M Height of water;
- N Depth of outlet end;
- K Height of air column.

出典: TCVN 10334:2014

図 2-2 共通の排水システムを持たないエリアで用いられているセプティックタンク（農村部のセプティックタンクを例として）

表 2-7 セプティックタンクの標準サイズとタイプ別の許容変更範囲

Code of tank	Volume V m ³	Liquid volume v,, m ³	Size and allowable deviation, mm										
			Length L	Allowable range of deviation	Length of section 1 L ₁	Length of section 2 L ₂	Width, B	Allowable range of deviation	Height is not less than H,	Thicknes s of tank wall d,	Allowabl e range of deviat ion n	Thicknes s of tank wall dd	Allowabl e range of dev iation
TH.1N.0.50	0,50	0,44	800	±5	-	-	600	±5	1060	50	±3	70	+5 - 2
TH.1N.0.70	0,70	0,62	850		-	-	800						
TH.1N.0.90	0,90	0,76	1050		-	-	1000						
TH.1N.1.10	1,10	0,95	1050		650	-	1000						
TH.2N.1.30	1,30	1,09	1200		800	400	1000						
TH.2N.1.50	1,50	1,30	1450		1050	-	-						

NOTE:

* Can be produced in other size, depend on customer's requirements

2) Length = total length of sections.

出典: TCVN 10334:2014

表 2-8 サイズおよびその他要求事項

項目	要求値
1. 液体体積に対する空気体積, V_{lk} [%]	12.5 以上
2. 空気部分の高さ, K [mm]	150 以上
3. 入口端及び出口端の深さ, N [mm]	300 以上
4. 液体深さ, M [mm]	900 以上
5. 蓋の厚さ, d [mm]	70 以上
6. タンクの上部と下部の間に設置された輸送ポートの主軸（直径 150mm または 150mm 四方）	
7. 入口パイプがタンクの壁面に設置された場合、出口パイプよりも 50mm 高くする。	
8. 槽の間を繋ぐ空気孔（直径 40mm または 40mm 四方）は仕切り壁上部（タンクの付近）とする。	
9. 吸引パイプロからタンク底部までの距離は 120 mm～130 mm である。	

出典: TCVN 10334:2014

2.1.2 ベトナムにおける排水処理の概況

文献調査により、ベトナムにおける排水処理の概況を確認した。その内容を以下に示す。

(1) 都市部 ^{1) 2) 3) 4)}

- 1) ベトナムには 770 もの市町があり、全人口（約 9,100 万人）のうち 33%が都市部に居住している。
- 2) 都市部人口の 94%は利用可能な家庭用トイレを有する。
- 3) 都市部の 90%の世帯はセプティックタンクを利用している。
- 4) セプティックタンクの汚泥が十分に処理されている世帯は 4%である。
- 5) 60%の世帯は排水を公共用水域へ処分している。
- 6) 下水のうち 10%が集中型排水処理施設によって処理される。
- 7) 39 か所の市営排水処理施設（全処理量: 907,950m³/day）が現在稼働中である。
- 8) 32 か所の新規排水統合システムが現在設計あるいは建設中である。

(2) 地方部 ⁵⁾

- 1) 2012 年現在、80%の世帯でトイレを有し、そのうちの 60%は衛生的である。²⁾
- 2) 2012 年現在、学校の 85%、病院の 85%、市場の 50%、人民委員会ビルの 80%が給水施設を有する。²⁾

¹⁾ Viet-Anh Nguyen, 2015. ベトナムにおける排水管理及び技術ニーズ

²⁾ Viet-Anh Nguyen, 2013. ベトナムにおけるオンサイト処理、オンサイト生活排水処理に関する会議（2013 年 11 月、東京）

³⁾ MOC からの配布資料, 2017

⁴⁾ Dr. Duong Thanh An, 2013. ベトナムにおける排水管理及び衛生習慣

⁵⁾ Viet-Anh Nguyen, 2013. ベトナムにおけるオンサイト処理、オンサイト生活排水処理に関する会議（2013 年 11 月、東京）

表 2-9 トイレ普及率⁶⁾

地域	割合 [%]		
	トイレ無し	公衆トイレ	家庭用トイレ
地方部	13.50	17.10	69.40
都市部	3.78	3.31	82.91
平均	11.20	16.20	72.00

出典: JICA 調査団

2.1.3 下水管理に関する現地調査：パート A 生活污水調査（終末処理場およびオンサイト処理施設）

(1) 下水発生量に係る調査

JICA 調査団は、ハノイ市とハイフォン市における水道会社に対し、需要家の分類に応じた最近の給水データの提供を依頼し、特に発生汚水量全体における商工業汚水量の影響の度合いについて分析を試みた。参考までに、2011 年時点におけるハイフォン市給水量データを下表に示す。

表 2-10 2011 年におけるハイフォン市水道会社管轄内での水使用量

パラメータ	需要家区分			
	家庭	企業	工業	商業
人口 [人]	809,168	-	-	-
サービス提供施設 [数]	226,900	1,206	2,237	6,850
月間消費量 [1,000 m ³]	2,738 (74.8%)	237 (6.5%)	419 (11.5%)	268 (7.3%)
1 施設当たりの日消費量 [m ³]	0.4	6.5	6.2	1.3
1 人 1 日水使用量 [LPCD]	112	-	-	-

出典: JICA 調査団

表中に示すとおり、商工業部門における水消費量が全体の約 20%を占めていることが分かった。従い、汚水の発生量についても同様の割合と思われる。しかしながら、当時のデータからは、工業団地や大口需要家が網羅されているのか否か明確ではないため、更なる情報収集を進めているところであるが、2018 年 1 月時点で追加情報を入手できていない。

JICA 調査団は、ベトナム国内での単位給水量について調査した。これは、汚水発生量算出の原単位となるものであり、ハノイ市の例を下表に示す。

⁶⁾ Dr. Duong Thanh An, 2013. ベトナムにおける排水管理及び衛生習慣

表 2-11 調査毎の単位給水量の比較

No.	水消費量 (L/cap/day)	参考資料
1	都市部: 200 地方部: 150	水道配給システム及び施設設計基準, TCXDVN 33:2006/BXD (2020年の特別市および第1級都市の生活排水)
2	都市部: 101	Viet-Anh Nguyen, 2013. ベトナムにおけるオンサイト処理、オンサイト生活排水処理に関する会議 (2013年11月、東京)
3	ハノイ 146±58 (n=80) (平均値)	Pham Nguyet Anh, 2014. ベトナム都市部における生活排水特性及びセプティックタンクの性能 (京都大学博士論文)
4	ハノイ 都市部:149 (n=48) 地方部:145 (n=34)	JICA 調査団による聞き取り調査結果 暫定値 (平均) . (2017年12月)
	ハイフォン 都市部:132 (n=35) 地方部:128 (n=34)	

注) nはデータ数を示す

表 2-12 ハノイ市における単位給水量

地域	2010 (現在)		2020		2030		2050	
	%	(LPCD)	%	(LPCD)	%	(LPCD)	%	(LPCD)
A. 都市部								
A.1. 中心部								
A.1.1. 中核地区 (8地区)								
1. バーディエン	100%	150	100%	170	100%	180	100%	190
2. ホアンキエム	100%	150	100%	170	100%	180	100%	190
3. ドンダ	99%	150	100%	170	100%	180	100%	190
4. ハーバーチュン	100%	150	100%	170	100%	180	100%	190
5. タイホー	80%	145	100%	160	100%	170	100%	190
6. カウザイ	99.9%	145	100%	160	100%	170	100%	190
7. タインスアン	98.5%	145	100%	160	100%	170	100%	190
8. ホアンマイ	53%	145	100%	160	100%	170	100%	190
A.1.2. 紅河南岸のリン道路 (no.3-4) 周辺地域								
1. ハドン地区	90%	120	95%	160	100%	170	100%	190
2. その他	50%	90	95%	140	100%	160	100%	190
A.2. 都市地域								
A.2.1. 西部								
1. ホアラク都市部	50%	120	90%	140	100%	160	100%	180
2. スアンマイ都市部	50%	120	90%	130	100%	150	100%	170
3. ソンタイ+バヴィ町	72%	130	90%	140	100%	160	100%	180
4. フックトー都市部	50%	130	90%	120	95%	140	100%	160
4. クオックオアイ都市部	50%	130	95%	120	100%	140	100%	160
5. チュックソン都市部	50%	130	90%	120	95%	140	100%	160
西部の都市	70%	130	90%	110	90%	120	100%	150

地域	2010 (現在)		2020		2030		2050	
	%	(LPCD)	%	(LPCD)	%	(LPCD)	%	(LPCD)
A.2.2. 北部								
6. メリン都市部	60%	130	90%	130	100%	150	100%	160
7. ソクソン都市部	60%	130	90%	140	100%	150	100%	160
8. ドンアイン-コーロア都市部	70%	130	90%	140	100%	150	100%	160
北部の都市	70%	130	90%	110	90%	120	100%	150
A.2.3. 東部								
9. ロンビエン区	85%	130	95%	150	100%	160	100%	180
10. 東部の都市(チャウクイ, イエンビン)	70%	130	90%	130	95%	150	100%	170
A.2.4. 南部								
11. フースエン都市部	70%	130	90%	120	100%	140	100%	160
12. 南部の都市	85%	130	90%	110	90%	120	100%	150
B. 地方部	55%	60	70%	90	90%	100	100%	120

出典: 2030年及び2050年に向けたハノイ都市下水排水マスタープラン

ハノイ市は、2030年を目標年次として下水排水マスタープラン 2030を策定しており、短、中、長期における水需要量予測を明示している。これに従い、各地区における生活用水量、非生活用水量を算出し、最終的には汚水発生量を求めている。下表に2030年までのハノイ市汚水発生量を示す。

表 2-13 2030 年までのハノイ市水需要予測と汚水発生量予測

Catchment	Design Unit Consumption for Water Supply								Design Unit Wastewater Generation						
	Domestic Use (LPCD)	Non-domestic Use						Water supply Standard (%) (LPCD)		Conversion Ratio to Wastewater (%)	Infiltrated Ground Water (%)	Design Generation			
		Public & Commercial (%) (LPCD)		Frequent Visitors (%) (LPCD)		Industry & Craft (%) (LPCD)						Average Daily (LPCD)	K-factor $K_{15} = 1.15^{-1.3}$	Max. Daily (LPCD)	
	(1)	(2)	(3) = (1) * (2)	(4)	(5)	(6)	(7) = (3) + (4) * (5) + (6) * (1)	(8)	(9) = {(1)+(7)} * (8)	(10)	(11)	(12) = (9) * (10) * {1+(11)}	(13)	(14) = (12) * (13)	
A. CENTRAL URBAN															
1. Core center (Tổ Lịch watershed) - S1 (Yên Sở WWTP) ^(*)	180	35	63	15	60	7	85	100	265		90	10	262	1.225	321
2. From Ring Road no. 2 to Nhuệ River and part of core center (Tổ Lịch watershed and left bank of Nhuệ River) - S2, S3															
- S2 (Yên Xá WWTP) ^(*)	180	35	63	15	60	7	85	100	265		90	10	262	1.225	321
- S3 (Phủ Đò WWTP) ^(*)	180	35	63	15	60	7	85	100	265		90	10	262	1.225	321
3. Newly-developed areas															
a. Right bank of Nhuệ River to Đáy River															
-S4 (Tây Sông Nhuệ WWTP)	170	35	60	15	60	7	81	100	251		90	10	248	1.225	304
-S5 (Phủ Thượng WWTP)	170	35	60	15	60	7	81	100	251		90	10	248	1.225	304
- Ngh Hiệp (Ngh Hiệp WWTP)	170	35	60	15	60	7	81	100	251		90	10	248	1.225	304
- Vĩnh Ninh (Vĩnh Ninh WWTP)	170	35	60	15	60	7	81	100	251		90	10	248	1.225	304
- Đại Áng (Đại Áng WWTP)	170	35	60	15	60	7	81	100	251		90	10	248	1.225	304
b. Hà Đông District															
- Tân Hải (Tân Hải WWTP)	160	35	56	10	60	7	73	100	233		90	10	231	1.225	283
- Đức Thượng (Đức Thượng WWTP)	160	35	56	10	60	7	73	100	233		90	10	231	1.225	283
- Lại Yên (Lại Yên WWTP)	160	35	56	10	60	7	73	100	233		90	10	231	1.225	283
- Nam An Khánh (Nam An Khánh WWTP)	160	35	56	10	60	7	73	100	233		90	10	231	1.225	283
- Dương Nội (Dương Nội WWTP)	170	35	60	15	60	7	81	100	251		90	10	248	1.225	304
- Phú Lương (Phú Lương WWTP)	170	35	60	15	60	7	81	100	251		90	10	248	1.3	323
c. Long Biên District															
- LB1 (Ngọc Thụy WWTP)	160	35	56	10	60	7	73	100	233		90	10	231	1.225	283
- LB2 (Sài Đồng A WWTP)	160	35	56	10	60	7	73	100	233		90	10	231	1.225	283
- LB3 (An Lạc WWTP)	160	35	56	10	60	7	73	100	233		90	10	231	1.225	283
f. Gia Lâm - Yên Viên Area															
- GL1 (Đông Đa WWTP)	150	35	53	10	60	7	70	95	209		90	10	207	1.225	254
- GL2 (Phủ Thủ WWTP)	150	35	53	10	60	7	70	95	209		90	10	207	1.225	254
- GL3 (Yên Thường WWTP)	150	35	53	10	60	7	70	95	209		90	10	207	1.225	254
- GL4 (Yên Viên WWTP)	150	35	53	10	60	7	70	95	209		90	10	207	1.225	254
d. Đống Anh - Mỹ Linh Area															
- DA5 (Đại Thành WWTP)	150	35	53	10	60	7	70	100	220		90	10	218	1.225	268
- DA4 (Tiền Phong WWTP)	150	35	53	10	60	7	70	100	220		90	10	218	1.225	268
- DA3 (Bắc Thăng Long WWTP)	150	35	53	10	60	7	70	100	220		90	10	218	1.225	268
e. Đống Anh District															
- DA1 (Cổ Loa WWTP)	150	35	53	10	60	7	70	100	220		90	10	218	1.225	268
- Đức Tu (Đức Tu WWTP)	150	35	53	10	60	7	70	100	220		90	10	218	1.225	268
- DA2 (Sơn Du WWTP)	150	35	53	10	60	7	70	100	220		90	10	218	1.225	268
B. SATELLITE/ ECO URBAN															
1. Sơn Tây Township (Sơn Tây WWTP)	160	31	50	7	60	7	65	100	225		90	10	223	1.225	274
2. Hòa Lạc															
- HL1 (North Hòa Lạc WWTP)	160	31	50	7	60	7	65	100	225		90	10	223	1.225	274
- HL2 (South Hòa Lạc WWTP)	160	31	50	7	60	7	65	100	225		90	10	223	1.225	274
- HL3 (Hòa Lạc High-Tech WWTP)															
3. Quốc Oai															
- Q1 (Quốc Bắc Oai 1)	140	31	43	7	60	7	57	100	197		90	10	195	1.225	239
- Q2 (Quốc Nam Oai 2)	140	31	43	7	60	7	57	100	197		90	10	195	1.225	239
4. Xuân Mai	150	31	47	7	60	7	62	100	212		90	10	210	1.225	258
5. Phú Xuyên	150	31	47	7	60	7	62	100	212		90	10	210	1.225	258
6. Sóc Sơn															
- SS1 (Sóc Sơn WWTP)	150	31	47	7	60	7	62	100	212		90	10	210	1.225	258
- SS2 (Đông Xuân1 WWTP)	150	31	47	7	60	7	62	100	212		90	10	210	1.225	258
- SS3 (Đông Xuân2 WWTP)	150	31	47	7	60	7	62	100	212		90	10	210	1.225	258

出典: 2030 年及び 2050 年に向けたハノイ都市下水排水マスタープラン

各地区で算定した汚水量原単位に人口を乗じて、将来の一日当たり汚水発生量を算定している。

(2) 下水処理場調査

JICA 調査団は 2017 年時点で供用中の終末処理場のリストを入手した。これによると全国で 39 箇所の処理場が稼働中であり、総処理能力は 908,000m³/day である。国内 3 大都市であるハノイ、ホーチミン、ダナンに終末処理場が集中しており、その 3 市だけで現在の総処理能力の 68% を有している。これら 3 市に、バクニン省、ビンズン省で稼働中の処理場を加えると、全国での下水処理能力の約 80% を占めることとなり、これら 5 市/省を調査することで、ベトナム国内の下水処理管理の状況が概ね把握できるものと考え、これら 5 市/省を調査の対象として選定した。

表 2-14 ベトナム国内の下水処理場と処理能力

No.	WWTP	地域	稼働年	処理能力 (m ³ /day)	割合		
					施設	市	グループ
1	キムリエン	ハノイ市	2005	3,700	0.41%	33.37%	68.18%
2	チュクバック		2005	2,500	0.28%		
3	イエソナー		2012	200,000	22.03%		
4	ホータイ		2014	22,800	2.51%		
5	パイマウ		2016	13,000	1.43%		
6	カウソグ		2016	20,000	2.20%		
7	バクタンロン		2009	41,000	4.52%		
8	ビンフン	ホーチミン市	2009	141,000	15.53%	21.59%	
9	ビンフンホア		2008	30,000	3.30%		
10	ナムビエン		2009	15,000	1.65%		
11	カインドイ		2007	10,000	1.10%		
12	フーロック	ダナン市	2006	40,000	4.41%	13.22%	
13	ングーハイソソ		2006	10,000	1.10%		
14	ソンチャ		2006	10,000	1.10%		
15	ホアクオン		2006	40,000	4.41%		
16	ホアスアン		2015	20,000	2.20%		
17	バクニン市	バクニン省	2013	17,500	1.93%	5.56%	
18	トゥーソ		2015	33,000	3.63%		
19	ニャーチャン市	カインホア省	2014	40,000	4.41%	4.41%	
20	スーダウモツ	ビンズオン省	2013	17,650	1.94%	3.82%	
21	スアンアン市		2017	17,000	1.87%		
22	ビン	ギアン省	2013	25,000	2.75%	3.16%	
23	クアロー		2014	3,700	0.41%		
24	ブンタウ市	バリアブンタウ省	2016	22,000	2.42%	2.42%	
25	クイニョン市	ビンディン省	2014	14,000	1.54%	1.54%	
26	ソクチャン市	ソクチャン省	2013	13,200	1.45%	1.45%	
27	ハイズオン市	ハイズオン省	2013	13,000	1.43%	1.43%	
28	パイチャイ - ハロン市	クアンニン省	2007	3,500	0.39%	1.16%	
29	ハカイン - ハロン市		2009	7,000	0.77%		
30	バクザン市	バクザン省	2010	10,000	1.10%	1.10%	
31	ドンホイ市/ドゥックニン	クアンビン省	2014	10,000	1.10%	1.10%	
32	バンメトート	ダクラク省	2006	8,500	0.94%	0.94%	
33	ダラット市	ラムドン省	2006	7,400	0.82%	0.82%	
34	ビンイエン	ビンイエン市	2014	5,000	0.55%	0.55%	
35	ファンラン市	ニンスアン省	2012	5,000	0.55%	0.55%	
36	ファンティエット	ビンスアン省	2015	5,000	0.55%	0.55%	
37	チャウドック市	アンザン省	2016	5,000	0.55%	0.55%	
38	サムソ	タインホア省	2015	4,000	0.44%	0.44%	
39	ホーム	ハナム省	2015	2,500	0.28%	0.28%	
			Total	907,950	100.00%	100.00%	100.00%

出典: JICA 調査団 (MOC からの情報を参照)

JICA 調査団は、2017年10月31日にハノイ市建設局技術インフラ管理部門（UTWMU）にて下水処理場の維持管理についてヒアリング調査を実施し、ハノイ市や他の主要都市の多くで下水処理場維持管理が民間委託により実施されているとの情報を入手した。従い、詳細な維持管理情報は委託業者が管理し、月次、四半期及び年次毎に報告書を提出していることを確認した。また、UTWMU より 2016年の年次報告書を入手したが、詳細な水質情報は記載されておらず、詳細な月次報告書を雨季と乾季を代表する月次報告書を依頼したが、その後入手できていない。

さらに JICA 調査団は、現地傭人にて現地調査員を雇用し、2017年12月5日より下水処理場調査を本格的に開始した。JICA 調査団と現地調査員はバクニン省のバクニン下水処理場を訪問し、維持管理状況について質問票を用いたヒアリング調査を実施した後、現地調査員のみで調査を実施中である。これまでに収集した情報を下表に整理する。

表 2-15 汚水処理水質調査結果

No	WWTP	市/省	処理能力 (m ³ /day)	調査パラメータ						備考	
				流入量 (m ³ /day)	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)		Coliform (MPN/100mL)
1	キムリエン	HN	3,700	3,700	5	9	-	17	0.4	2009年のデータ	
2	チュクバック		2,500	2,300	5	8	-	15	0.4	2009年のデータ	
3	イエソナー		200,000								
4	ホータイ		22,800								
5	バイマウ		13,000								
6	カウंगा		20,000								
7	バクタンロン		41,000								
8	ビンフン	HCM	141,000	111,900	7	7	NA	NA	NA	2017年のデータ	
9	ビンフンホア		30,000								
10	ナムビエン		15,000								
11	カインドイ		10,000								
12	フーロック	DN	40,000	28,000 ~ 40,000	58	54	87	19	2	2014年のデータ	
13	ングーハイソン		11,600	23,000	51	41	62	14	2	2014年のデータ	
14	ソンチャ		25,500	NA	45	113	190	29	6	2014年のデータ	
15	ホアクオン		47,600	37,000	65	51	83	20	2	2014年のデータ	
16	ホアスアン		20,000	18,000	8	10	NA	NA	NA	2014年のデータ	
17	TP バクニン	BN	17,500	14,500 ~ 14,800	7	8	14	13	2	2017年のデータ	
18	トゥーソン		33,000								
19	スーダウモツ	BD	17,650								
20	TX スアンアン		17,000								
OQVN 40/2011/TT-BTNMT(Class B)			-		100	50	150	40	6	5,000	

出典: JICA 調査団

収集した情報より、各下水処理場の流入水量は計画値の 70%以上に達しており、処理は概ね良好に実施されている。また、いくつかの処理場では許容値を超えるデータが散見されるため、補足調査を実施している。残りの下水処理場についての調査も継続中である。調査を通じて、維持管理委託業者が全てのデータを有していることは先に述べたが、これら委託業者（特に民間企業）から直接的にデータを入手することは難しい。そこで、JICA 調査団は監督機関に連絡を取ったが、統一した書式のないままに報告されているため、詳細情報の有無は各市で異なる状況であることが判明した。従い、報告書の書式の統一が不可欠である。

また、ベトナム政府により終末処理場、工業団地内の下水処理場、 $1,000\text{m}^3/\text{day}$ 以上の水利用を行う事業所を対象としたオンラインによる処理水質モニタリングシステムの設置義務化を検討しているとの情報を得た。

(3) オンサイト処理施設に関する文献調査

オンサイト施設の一つとしてセプティックタンクに関する文献調査結果の概要を述べる。

(a) セプティックタンクの材質と構造^{7) 8) 9)}

セプティックタンクはベトナムにおいて最も一般的な衛生前処理施設であり、戸建て住宅ではブロックで造られ、戸建て住宅や公共施設では鉄筋コンクリート製の場合もある。タンクは大抵、コンクリートやモルタルでシールされる。各家庭ではタンクを地下に設置し、家の基礎で囲うことが多い。ほとんどのタンクは2~3槽で構成され、最初の流入水を受け入れる槽は全タンク容量に対して大きく造られ、土砂の堆積や嫌気消化のスペースに利用される。全槽の容量は各々の利用可能なスペースや経済的条件により異なるが、概ね $1.5\sim 5.0\text{m}^3$ である。

計算により推定されたセプティックタンクの平均容量はハノイ市で 2.6m^3 、ハイフォン市で 1.9m^3 となった。ダナン市の調査結果では、セプティックタンクの 68.6%は設計計画には基づかず、個人で建設されたものである。残りの 31.4%は各家屋のオーナーから購入あるいは賃貸した世帯となっており、その結果、現状のセプティックタンクに関する情報を持っていない。

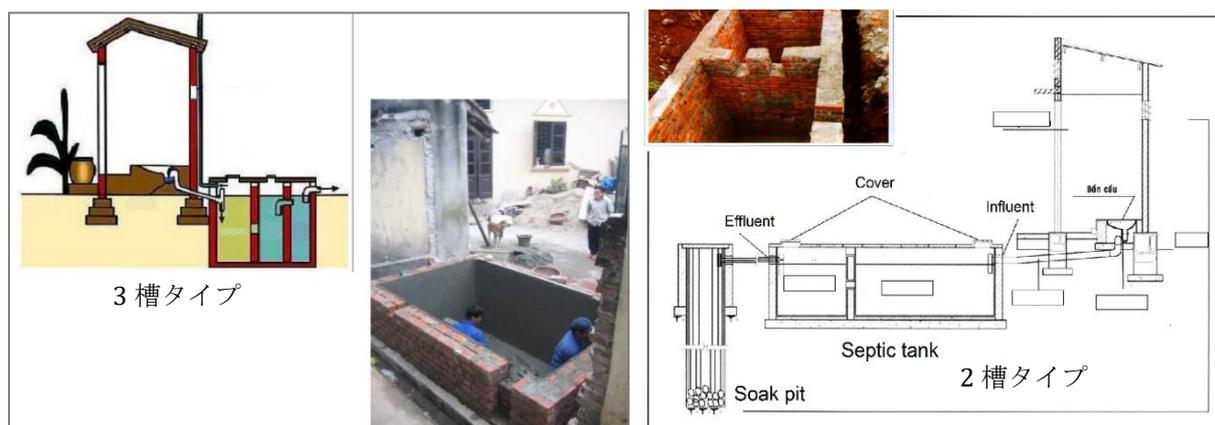


図 2-3 セプティックタンクの設置例¹⁰⁾

⁷⁾ MOC からの配布資料 (2017)

⁸⁾ 環境科学技術学会 (IESE) ベトナムの糞便汚泥管理 (回収・運搬モデル) に係る景観分析・事業モデル評価

⁹⁾ Nguyen Duc Huynh et al. (2012) ダナン市におけるセプティックタンクの利用や管理、汚泥の状況に係る調査、ダナン大学 2012 年第 8 回学生研究報告会

¹⁰⁾ Viet-Anh Nguyen (2013) ベトナムにおけるオンサイト処理、オンサイト生活排水処理に関する会議 (2013 年 11 月、東京)

京都大学の Pham Nguyet Anh 氏の調査によると、ハノイ市におけるセプティックタンクの特徴は、下表のように整理されている。

表 2-16 ハノイ市のセプティックタンクの特徴（データ数 n=46）¹¹⁾

セプティックタンクの特徴	単位	ベトナムの基準
タンクの規模		
Avg. ± S.D.	m ³	3.4 ± 1.24 > 3
中央値	m ³	3.24
3 槽型セプティックタンク	%	100 > 2
タンクの形状		
長方形	%	97
円形	%	3
使用者数	人	5
汚泥引抜き間隔 (Avg. ± S.D.)	年	10.2 ± 4.0

注) Avg.及び S.D.は Average (平均値) 及び Standard Deviation (標準偏差) を表す。

(b) セプティックタンクの除去効率^{11) 12)}

セプティックタンクの除去効率は、BOD 及び SS に対しては概ね 10~50%の範囲にある。ベトナムに設置されているセプティックタンクの処理効率は低く、故に都市環境での水質汚濁の抑制に対して期待されるほどの貢献はできていない。しかし、セプティックタンクは排出基準を満足していないものの、各都市は集中型の汚水処理施設を建設するための経済的な余裕がなく、結果的に各世帯のセプティックタンクは前処理において非常に重要な役割を果たしている。

(c) セプティックタンクによる処理水質

セプティックタンクからの流出水質の分析結果例を下表に示す。ベトナムの生活排出基準である QCVN14 :2008 と比較すると、一般的にセプティックタンクからの流出水は、これら生活排水の水質基準からは安全とは言えないと考えられる。

表 2-17 セプティックタンクからの流出水質（単位: mg/L）¹³⁾

パラメータ	最小値	平均値	最大値
BOD	60	259	920
COD	91	413	1,780
SS	12	134	733
T-N	1.3	38	349
T-P	0.9	9.5	72.4

出典: JICA 調査団

¹¹⁾ Pham Nguyet Anh (2014) ベトナム都市部における生活排水特性及びセプティックタンクの性能 (京都大学博士論文)

¹²⁾ 環境科学技術学会, ハノイ土木大学 (2011) ベトナムにおけるし尿汚泥の管理 (回収・運搬モデル) に係る景観分析及び事業モデル評価最終報告書

¹³⁾ 環境分析研究所等 (2016) 浄化槽の使用及び維持管理方法の技術移転を通じた生活系排水処理能力向上に係る最終報告書

表 2-18 QCVN 14: 2008 生活排水に関する国家技術規制値（参考）

No.	Parameter	Unit	A	B
1	pH	---	5 - 9	5 - 9
2	BOD5 (20 °C)	mg/L	30	50
3	Total suspended solids (TSS)	mg/L	50	100
4	Total dissolved solids	mg/L	500	1000
5	Sulfide (as H ₂ S)	mg/L	1.0	4.0
6	Ammonium (as N)	mg/L	5	10
7	Nitrate (NO ₃ ⁻)	mg/L	30	50
8	Animal fat and vegetable grease	mg/L	10	20
9	Total surface-active substances	mg/L	5	10
10	Phosphate (PO ₄ ³⁻)	mg/L	6	10
11	Total coliforms	MPN/ 100mL	3.000	5.000

出典：QCVN 14:2008

(d) セプティックタンクからの汚泥管理の状況

ベトナムの都市部では、セプティックタンクは合流式下水道の重要な前処理としての役割を果たす。しかし、大半のセプティックタンクは定期的に汚泥を引抜き、タンク内を空にすることはない。セプティックタンクから引抜かれた汚泥の不法投棄は、ベトナムの全ての都市で行われている。

都市部における全ての汚泥引抜きに関する事業はライセンスを取得すれば実施でき、国営及び有限会社との共同企業体や民間企業が汚泥引抜きのサービスを提供している。汚泥を処理するインフラの欠如により、引抜いた汚泥の多くは排水路や公共用水へ投棄されたり、魚の養殖用の餌に利用されたりしている。汚泥処理のプロジェクトに要する費用の80%はODAの無償資金協力やローンにより賄われており、(世界銀行、2006)セプティックタンクからの汚泥の管理に係る取組みはナムディン(スイスの資金)やハロン、ダナン、ハイフォン(WB資金)等のいくつかの都市で既に開始されている。

故に、汚泥収集事業者は固体廃棄物の収集業も行い、たとえ固体廃棄物の法律がセプティックタンクからの汚泥を対象にしていなくとも、彼らは共通して引抜き汚泥を埋立て処分場に投棄している。

民間企業はセプティックタンクからの汚泥の引抜き、収集及び処理・処分においてより重要な役割を果たしており、それ故、公的企業は発生するし尿汚泥の一部のみを収集している。しかし、この事業は市当局により管理されておらず、各家庭も定期的にタンクを空にしようとはしない。さらに、大部分のセプティックタンクが地下に位置するため、タンクが詰まる、あるいは溢れない限り、各家庭は床を壊してタンクを空にするための費用の支払いは好まない。

運営費用の低減や汚泥処理施設の欠如により、大半のし尿汚泥収集事業者は公衆衛生に不利益となり都市の環境汚染を引き起こす不法投棄を行っている。

し尿汚泥管理(Fecal sludge management : FSM)は、現行の条件下では不十分である。しかし、FSMにおける改善努力がハイフォン市等の一部の省政府レベルで実施されている。ハイフォン市では、ハイフォン排水公社(Hai Phong Sewerage and Drainage Company : SADCO)により、定期的な汚泥の引抜きサービスが実施されている。FSMに必要な費用は、下水道料金(水道料金

の 15%) から予算が賄われている。いくつかの都市はセプティックタンクからの汚泥引抜費用を提供するベトナム・ドイツ汚水・固体廃棄物管理プログラム (KfW とスイス経済事務局 [SECO] の資金) に参加している。汚泥処理への支出ではなく、汚泥の引抜きと輸送サービスは、競争力のある費用の適用によって賄うことができる。

コストをリカバリーするための制約要因は、汚泥収集、処理及び再利用のために選定された技術とコンポスト肥料の市場が受入れ可能な価格によって異なる。

より良い規制環境の管理下において、民間企業が汚泥引抜きサービスにより利益を得られるようにすべきである。セプティックタンクの汚泥管理に対する顧客からの支払いモデルは、汚泥引抜きサービス提供者に直接支払う、または、汚水サービスの一部としての水道料金から間接的に徴収することを含む。後者の方法は市当局の管理下で公的あるいは民間企業による計画的な汚泥引抜きを伴う。計画的な汚泥引抜きを超えるサービスについては、サービス提供者に追加費用が支払われるべきである。

ハノイ市およびダナン市におけるセプティックタンクからの汚泥引抜きに関する検討例を下表に示す。

表 2-19 ハノイ市におけるセプティックタンク汚泥の性状¹⁴⁾

パラメータ	測定値 (mg/L)			参照
	最大値	最小値	平均値	
BOD	22,400	12,200	16,033	M. Bassan, H. Harada, L. Schoebitz, L. Strande, N. Viet Anh, and V. T. Hoai An
COD	83,830	2,830	30,526	
SS	71,077	1,380	21,173	
NH ₄ -N	1,670	50	390	
T-N	1,670	180	1,285	
T-P	2,490	30	202	

出典: JICA 調査団

表 2-20 ダナン市におけるセプティックタンク汚泥の性状¹⁵⁾

パラメータ	最大値	最小値	平均値
SV30 (%)	96	0	34.41
pH	8.2	7.3	7.8
Alkalinity (mg/L)	3,280	1,300	2,228
SS (mg/L)	73,200	1,750	36,523
BOD (mg/L)	24,800	389	12,949
COD (mg/L)	64,400	2,550	40,496
T-N (mg/L)	5,180	408	2,706
T-P (mg/L)	2,028.1	98.6	970.8
T-Coliform (MPN/100mL)	92×10 ⁵	22×10 ³	29×10 ⁵

出典: JICA 調査団

¹⁴ David Robbins (2015) ベトナムの中規模都市における汚水・汚泥の共処理, SCE アジア都市環境管理機構

¹⁵ Nguyen Duc Huynh et al. (2012) ダナン市におけるセプティックタンクの利用や管理、汚泥の状況に係る調査, ダナン大学 2012 年第 8 回学生研究報告会

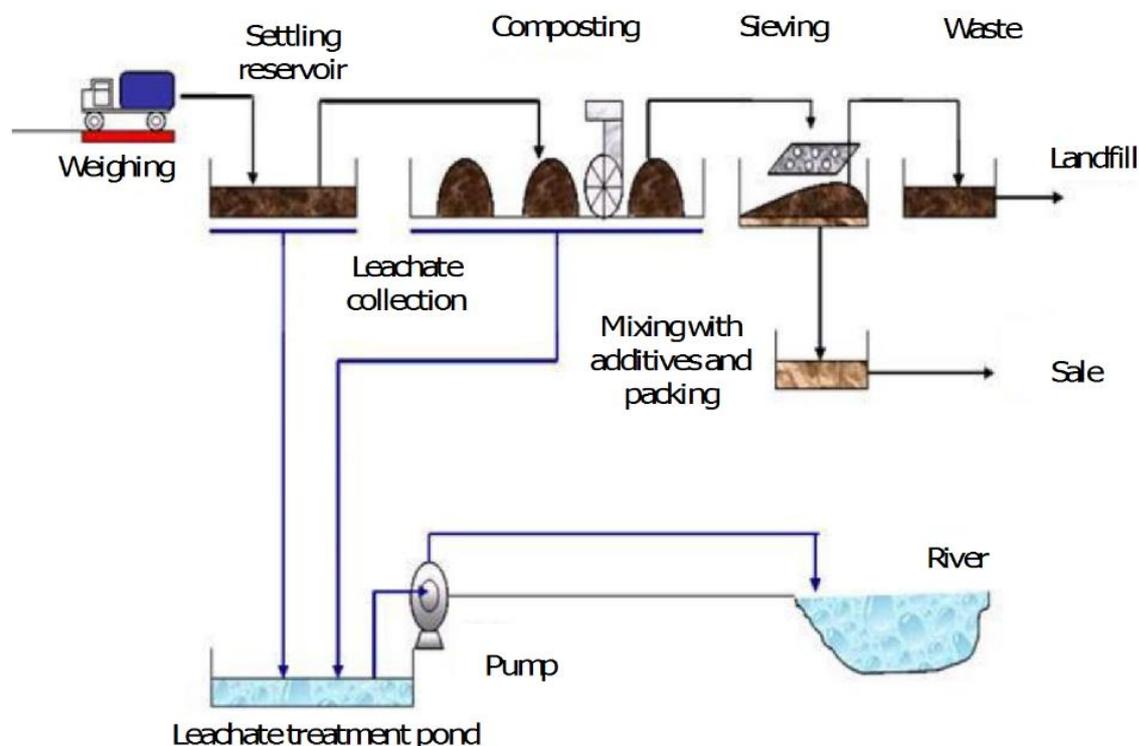
(e) し尿汚泥の処理と利用事例**<ハイフォン市>**

し尿汚泥管理は、ハイフォン SADCO の主要業務ではない。下水道料金として徴収した費用の一部で市内の各家庭の計画的な汚泥引抜きを除いて、汚泥引抜き事業からの収入で支出をカバーすることはできない。ハイフォン SADCO は FSM の活動に対し、内部助成金を提供しなければならない。

ハイフォン SADCO の GIS データベースでは、4 都市区に位置する 86,501 基のセプティックタンクが計画的な汚泥引抜き実施のために登録されている。ハイフォン SADCO は一般家庭のセプティックタンクに対して 5~6 年毎、共同住宅（アパート）では 1~2 年ごとに汚泥の引抜きを計画している。汚泥引抜きに要する全費用は下水道料金でカバーされている。

また、ハイフォン SADCO は世界銀行プロジェクトで建設されたチャンカット（Trang Cat）汚泥複合処理施設の運営を行っている。チャンカット処理エリアは 5.0ha であり、汚泥と有機ごみを対象とした 3 ラインのコンポスト施設を含んでいる。また、沈殿池として 0.4ha、汚泥の乾燥床として 1.0ha、受入れ池として 0.6ha、排水処理池として 1.2ha の構成となっている。

本プラントは、クレーン、混合・攪拌機、篩機やポンプ等の近代的な設備を備えている。チャンカット（Trang Cat）に搬入される汚泥量は、年間 10,000~25,000m³ の範囲にある。将来、JICA の環境衛生プロジェクトが機能すれば、同プロジェクトで処理する汚泥量は増加する見込みである。

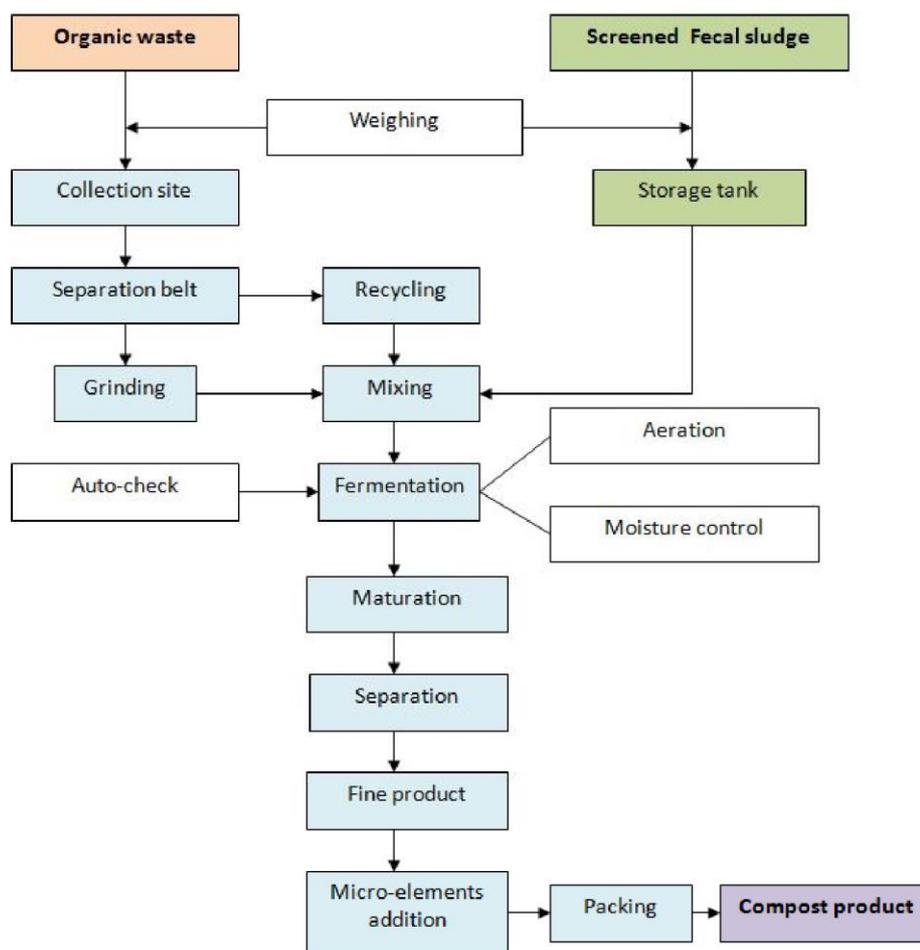


出典: Institute of environmental science and engineering (IESE), Hanoi University of Civil Engineering, 2011. Final Report on Landscape Analysis and Business Model Assessment in Fecal Sludge Management: Extraction and Transportation Models in Vietnam

図 2-4 チャンカットプラントにおけるし尿汚泥の処理フロー

<ハノイ市>

カウジエン（Cau Dzien）社（またはハノイ URENCO）により収集されたし尿汚泥のほとんどが公衆トイレからであり、固体廃棄物は市場からのものが搬入される。プラントは1992年に建設され、2002年にスペインのODAによって改修が行われた。カウジエンのコンポストプラントの処理能力は13,600トン/年である。し尿汚泥はコンポスト製造において市場ごみから分別された有機ごみに付加する材料である。論理的には、適切な汚泥／有機系ごみ比率において、コンポストに対して投入するし尿汚泥はC/N比により良好な環境やコンポスト過程での水分量から決められ、より良好なコンポスト製品の製造に貢献することが期待されている。現状のプラント能力は、約5,000トン/年（コンポスト製品として）である。



出典: Institute of environmental science and engineering (IESE), Hanoi University of Civil Engineering, 2011. Final Report on Landscape Analysis and Business Model Assessment in Fecal Sludge Management: Extraction and Transportation Models in Vietnam

図 2-5 カウジエンごみ処理プラントにおけるコンポスト製造フロー

ここでは80人のプラントスタッフ（エンジニアが15名、専門学校からの卒業生が5名、異なる部署からの作業員が60名）がおり、有機廃棄物の収集、輸送、分別、コンポスト製造、コンポストのマーケティング・販売に従事している。本プラントでのFSMは非常に小規模であり、カウジエンに収集・搬入される汚泥量が50トン/日と報告されても、実際の汚泥量は10～20トン/日である。また、調査期間中、カウジエンにし尿汚泥を搬入するトラックが一定数あること

を証明するものはない。カウジエンではし尿汚泥のコンポストラインが操業しているにも関わらずコンポスト製品は有機系廃棄物から製造されている。

ハノイ市における調査によると、都市部では5～10年に一度の頻度でセプティックタンクの汚泥を引抜いている世帯は、全調査世帯（300世帯）の64%を占める。ハノイ市におけるセプティックタンクの汚泥引抜きの平均間隔は6.2年である。ハイフォン市における同様の調査によると、5～10年に一度の頻度でセプティックタンクの汚泥を引抜いている世帯は、全調査世帯（232世帯）の29%にすぎない。全調査世帯の約6%は年に2回の汚泥引抜きを行っており、ハイフォン市におけるセプティックタンクの汚泥引抜きの平均間隔は4.4年である。

(f) 汚泥引抜きに要する費用

ハノイ市及びハイフォン市での調査によると、ほとんどの場合で汚泥引抜き費用は50万VND（24.3USD）よりも高くなった。日本の企業がハノイ市で行った別の調査結果によると、民間企業による汚泥引抜きコストは20～30万VND/m³であった。

(g) 他のオンサイト施設

オンサイト処理施設としての浄化槽

ベトナムでは他のオンサイト施設として多くの「浄化槽」が導入されている。（一財）浄化槽システム協会（日本）が実施した調査によると、612基の大型槽、425基の小中型槽、計1,037基の浄化槽がベトナムにおいて整備されている。しかし、これらのうち日本政府の支援によるパイロット設備が多く存在している。

ベトナムにおいては、クボタやフジクリーンが浄化槽事業に参画している。ベトナムでは医療排水に対する流出水の規制強化の動きを受け、クボタはベトナムの病院を対象に浄化槽の売り込みを行っている。クボタは日本から年間約100基の大型浄化槽を輸出し、全体としては800基の浄化槽を整備している。表2-21より、病院を対象にした施設は全てクボタにより導入された。一方、フジクリーンは、ベトナムの高級住宅向けの小型浄化槽を提供している。

表 2-21 ベトナムにおける浄化槽の導入状況

地域	設置年	工場数	規模	目的	備考
-	2010-2013	320	25-1,000m ³ /日	病院	
ハノイ	2011	480	5人用	生活	
同上	2012	1	5m ³ /日	工場	モデル案件
-	2013	1	3.5m ³ /日	-	
-	2013	1	6m ³ /日	-	
-	2013	1	1m ³ /日	-	
ハノイ	2014	80	5人用	生活	
同上	2014	1	100人用	幼稚園	METI 案件
-	2014	25	5,7,10人用	病院	
-	2014	1	21人用	病院	
-	2014	1	10m ³ /日	病院	
-	2014	33	25-800m ³ /日	病院	
-	2014	2	25-200m ³ /日	病院	
-	2015	11	25-500m ³ /日	病院	

出典：環境分析研究所等（2016）浄化槽の使用及び維持管理方法の技術移転を通じた生活系排水処理能力向上に係る最終報告書

分散型排水処理施設としての新高層マンションの排水処理施設（WWTF）

分散型排水処理施設の例として、新築高層マンションの WWTF による処理水質の結果を表 2-22 及び 2-23 に示す。また、新しい高層マンション（ハノイ市のヴィンホームタイムズシティ・パークヒル）の WWTF の処理フローの例を図 2-7 に示す。このマンションでは、連続バッチ反応器（SBR：Sequencing Batch Reactor）法が排水処理法として適用されている。さらに、ECO-GREEN マンションの WWTF のレイアウトを図 2-8 に示す。この WWTF では、嫌気好気性活性汚泥法（AO 法）が適用されている。

各マンションの WWTF の処理水質は、表 2-22 及び 2-23 に示す生活排水基準（QCVN 14/2008 /BTNMT）を満たしている。

**表 2-22 マンションの WWTP による処理後の水質例
(ハノイ市のヴィンホームタイムズシティ・パークヒル: 29/09/2016)**

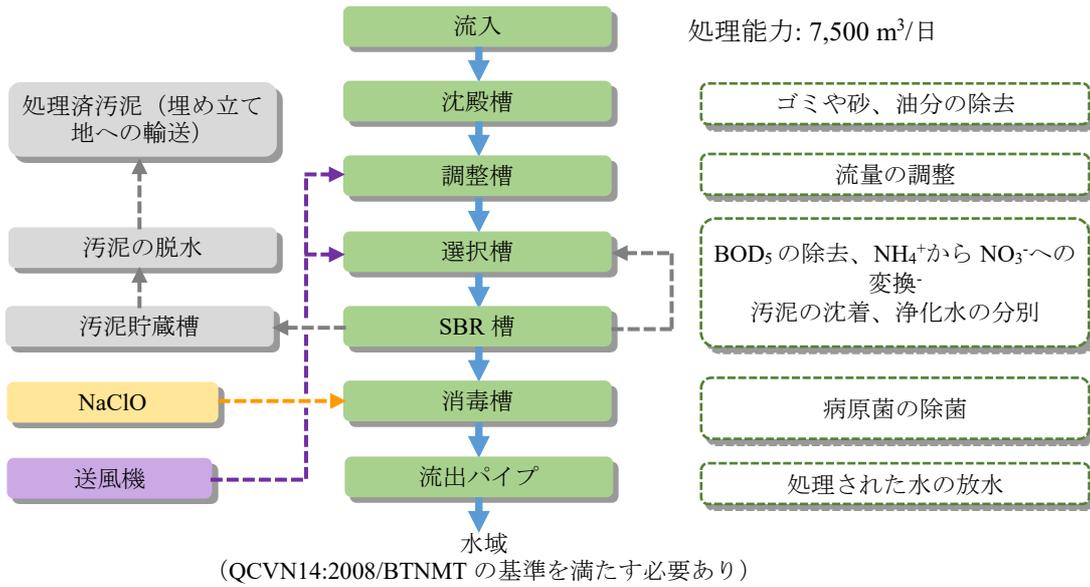
No.	項目	単位	処理前	処理後	QCVN14/2008 /BTNMT (B)
1	pH	-	7.5	7.2	5-9
2	BOD ₅ (20°C)	mg/L	300	20	50
3	TSS	mg/L	282	42	100
4	TDS	mg/L	821	298	1,000
5	硫黄	mg/L	2.3	0.85	4.0
6	アンモニウム	mg/L	39.5	3.8	10
7	硝酸塩(NO ₃ ⁻)	mg/L	43.8	12.6	50
8	植物性油脂	mg/L	14.6	2.0	20
9	硫酸塩	mg/L	4.12	0.93	10
10	リン酸塩(PO ₄ ³⁻)	mg/L	13.4	4.2	10
11	大腸菌	MPN/100mL	13,500	2,100	5,000

出典: マンション管理会社 ✓: 基準を満たすことを示す

**表 2-23 マンションの WWTP による処理後の水質例
(ハノイ市の ECO-GREEN: 4/10/2017)**

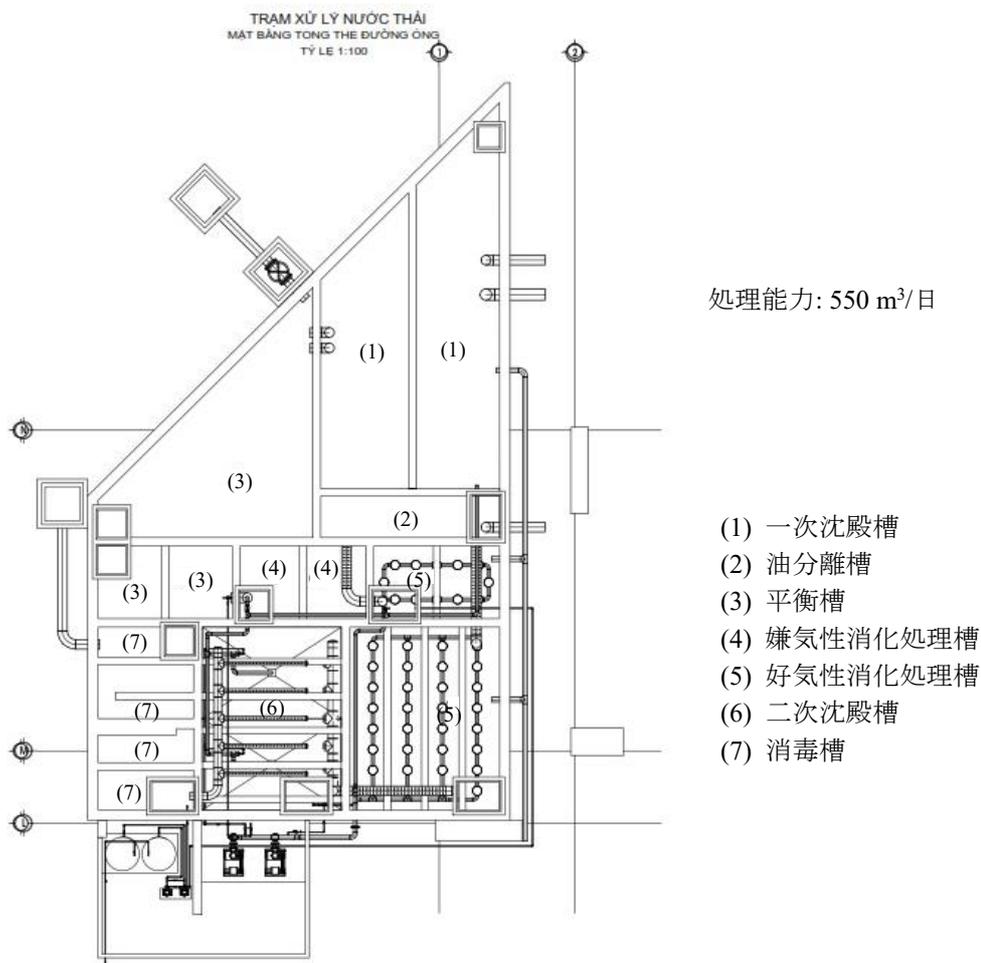
No.	項目	基準	単位	処理後の水質	QCVN14/2008 /BTNMT (B)
1	pH	TCVN 6492:2011	-	6.7	5-9
2	油脂	TCVN 5070:1995	mg/L	0.6	20
3	アンモニウム	SMEWW 4500 NH3-F 2012	mg/L	8.91	10
4	BOD ₅	TCVN 6001-1:2008	mg/L	6	50
5	TSS	TCVN 6625:2000	mg/L	6	100
6	TDS	QT-HT-02	mg/L	457	1,000
7	硫黄	SMEWW 4500-S2-.D:2012	mg/L	< 0.01	4
8	リン酸塩	TCVN 6202:2008	mg/L	4.49	10
9	硝酸塩	SMEWW 4500-NO3-.E:2012	mg/L	16.34	50
10	硫酸塩	SMEWW 5540:2012	mg/L	0.07	10
11	大腸菌	TCVN 6187-1:1996	MPN/100mL	4,600	5,000

出典: マンション管理会社 ✓: 基準を満たすことを示す



出典: マンション管理会社 ✓: 基準を満たすことを示す

図 2-6 ヴィンホームタイムズシティ・パークヒルマンションの WWTF の処理フロー図



出典: マンション管理会社 ✓: 基準を満たすことを示す

図 2-7 エコグリーンマンションの WWTP のレイアウト図及び処理フロー図

(4) オンサイト処理施設の現地調査

(a) 現地調査の目的

オンサイト処理施設に係る現地調査の目的として、セプティックタンクの普遍的な利用状況の確認及びハノイ市とハイフォン市の都市部と地方部におけるセプティックタンクへの排水流入量及び流出量の分析結果の取得が挙げられる。

(b) 聞き取り調査のサンプリング方法

聞き取り調査件数及び地域別の対象者の選定手順を以下に示す。

ハノイ市: 都市部 ; 60 地方部 ; 60
ハイフォン市: 都市部 ; 40 地方部 ; 40 計 : 200 施設

都市部

- (1) 各地域の人口や人口増加率、都市化を踏まえた、代表都市として認められる地区の選定
- (2) 対象地域の中から2つの自治体を選定
- (3) 選定された自治体の中から3つの家庭を選定
- (4) 各対象都市における代表的な公共及び商業施設の追加選定

地方部

- (1) 次の特徴を有する地域の選定 (i) 人口密度が小さい、(ii) 人口の変動が小さい、(iii) 農林業の割合が大きい、(iv) 互いに隣接している
- (2) 対象地域の中から3つの自治体を選定
- (3) 選定された自治体の中から3つの家庭を選定
- (4) 各対象都市における代表的な公共及び商業施設の追加選定

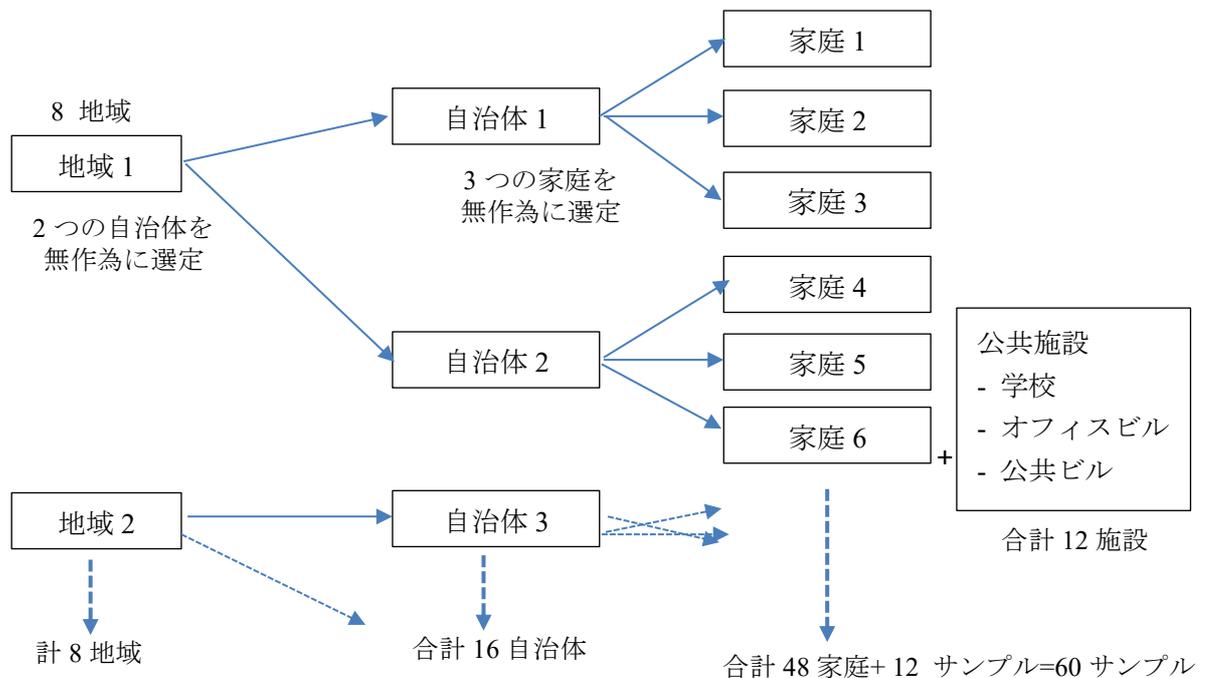


図 2-8 調査対象の選定過程

上述の選定過程を基に、ハノイ市の都市部8地区と地方部6地区を、ハイフォン市の都市部4地区と地方部4地区を対象地域として選定した。これらの地区を下表に示す。

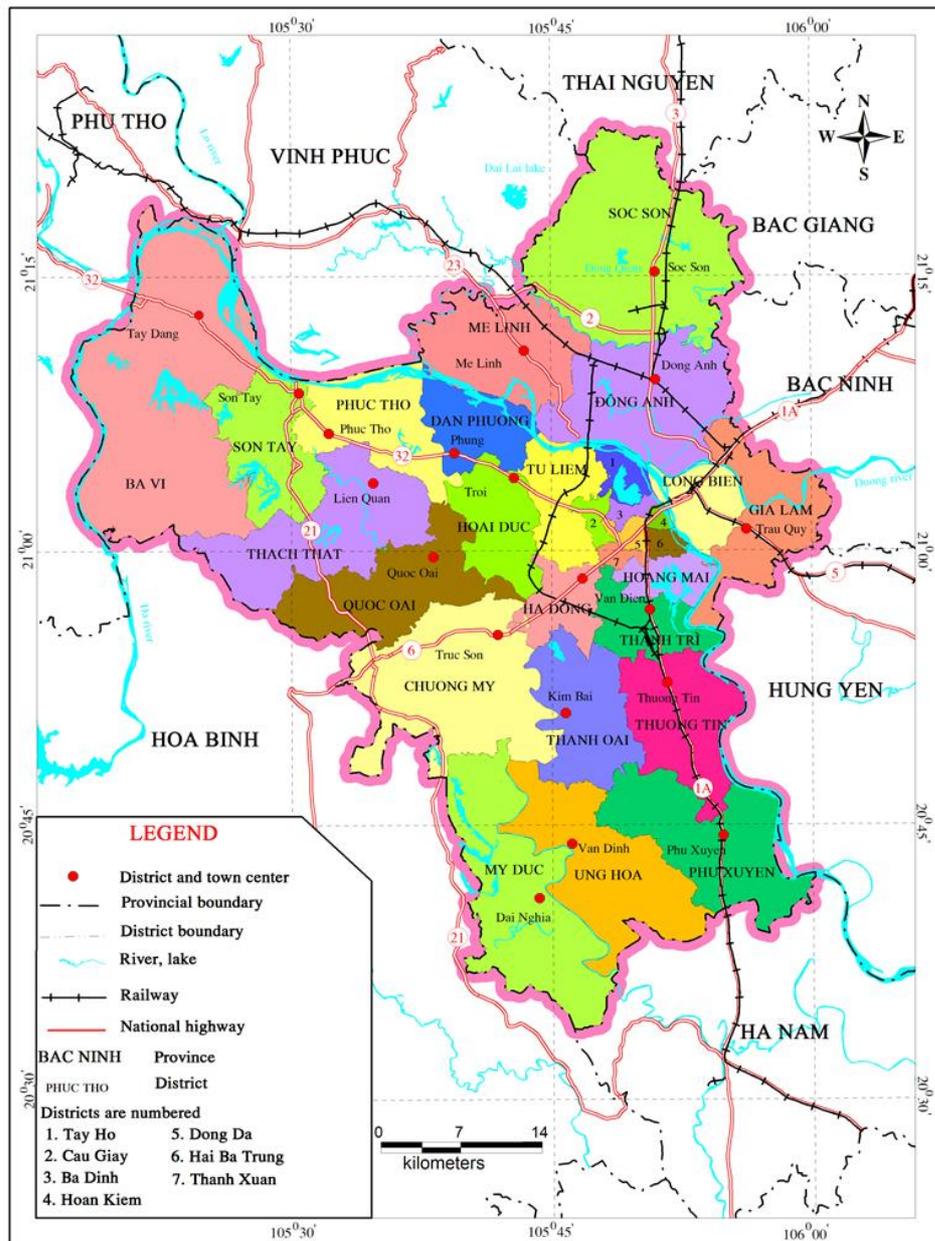
表 2-24 ハノイ市におけるオンサイト処理の現地調査対象地区

地方都市/地区	行政区	面積 (km ²)	人口	人口 密度 (人 /km ²)
1 都市				
ソンタイ町	15	117.43	147,800	1,259
12 地区(都市)				
バディン区	14	9.21	246,100	26,721
バクトゥリエム区	13	45.32	328,600	7,251
カウガイ区	8	12.32	266,300	21,615
ドンダ区	21	9.95	417,800	41,990
ハイバチュン区	20	10.26	317,200	30,916
ハドン区	17	49.64	312,300	6,291
ホアンキエム区	18	5.29	160,500	30,340
ホアンマイ区	14	40.32	385,000	9,549
ロンビエン区	14	59.82	287,800	4,811
ナムトゥリエム区	10	32.19	230,700	7,167
タイホー区	8	24.39	164,100	6,728
タインスアン区	11	9.09	282,000	31,023
小計	157	307.8	3,398,400	11,041
17 地区(地方)				
バヴィ区	30 + 1 町	423.00	279,000	660
チュオンミー区 https://en.wikipedia.org/wiki/Ch%C6%B0%C6%A1ng_M%E1%BB%B9_District	30 +	237.38	326,500	1,375

地方都市/地区	行政区	面積 (km ²)	人口	人口 密度 (人 /km ²)
	2 町			
ダンフォン区	15 + 1 町	78	160,100	2,053
ドンアイン区	23 + 1 町	185.62	380,800	2,052
ギアラム区	20 + 2 町	116.71	270,700	2,319
ホアイドゥック区	19 + 1 町	84.93	224,400	2,642
メリン区	16 + 2 町	142.46	222,600	1,563
ミードゥック区	21 + 1 町	225.25	190,500	846
フースエン区	26 + 2 町	171.43	204,700	1,194
フート区	22 + 1 町	118.63	180,100	1,518
クオックオアイ区	20 +	151.13	184,100	1,218

地方都市/地区	行政区	面積 (km ²)	人口	人口 密度 (人 /km ²)
	1 町			
ソクソン区	25 + 1 町	304.76	334,200	1,097
タインチ区	15 + 1 町	63.49	234,400	3,692
タインオアイ区	20 + 1 町	123.87	195,300	1,577
タッチタット区	22 + 1 町	187.44	203,000	1,083
スオンティン区	28 + 1 町	130.41	244,000	1,871
ウンホア区	28 + 1 町	188.18	201,700	1,072
小計	39 1 + 21 町	2,932. 69	4,036,1 00	1,376
合計	56 3 + 21 町	3,358. 92	7,582,3 00	2,257

出典) ハノイ市統計年鑑 2016 : 対象地区



出典: https://sites.google.com/a/aag.org/mycoe-servirglobal/_/rsrc/1468867471299/dieu-thuy-tran/resize_HN.png

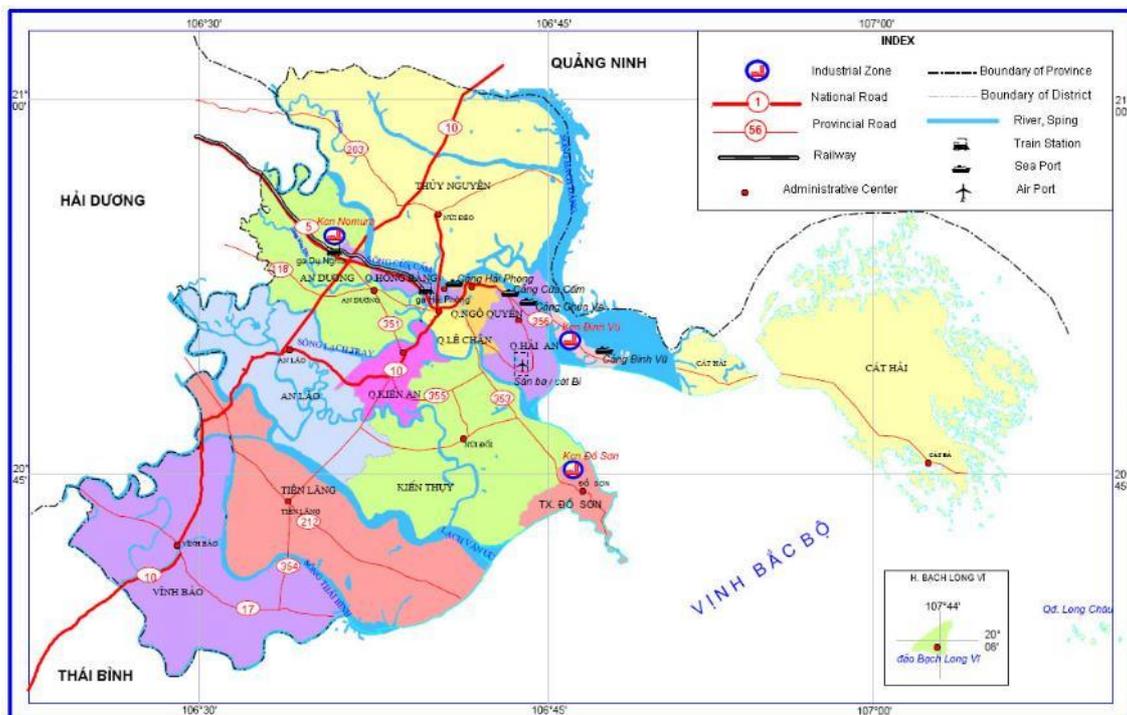
図 2-9 ハノイ市の地図

表 2-25 ハイフォン市におけるオンサイト処理の現地調査対象地区

地区名	行政区数 (自治体及び町)	面積 (km ²)	人口	人口密度 (people/km ²)
ズオンキン	6 町	46.8	55,100	1,178
ドーソン	7 町	45.9	48,500	1,056
ハイアン	8 町	103.7	114,200	1,101
キエンアン	10 町	29.6	110,700	3,736

地区名	行政区数 (自治体及び町)	面積 (km ²)	人口	人口密度 (people/km ²)
ホンバン	11 町	14.5	107,000	7,389
ンゴークエン	13 町	11.3	173,700	15,314
レーチャン	15 町	11.9	223,000	18,729
小計(都市部)	70 町	263.7	832,200	3,156
アンズオン	1 町+15 自治体	104.2	176,000	1,689
アンラオ	2 町+15 自治体	117.7	145,200	1,233
バクロンヴィー	-	3.1	1,100	346
カットハイ	2 町+10 自治体	325.6	32,500	100
キエントゥイ	1 町+17 自治体	108.9	138,800	1,275
ティエンラン	1 町 + 22 自治体	193.4	152,200	787
ビンバオ	1 町 + 29 自治体	183.3	179,400	979
トゥイグエン	2 町+ 35 自治体	261.9	323,400	1,235
小計(地方部)	10 町+143 自治体	1,298.1	1,148,600	885
合計	70 区, 10 町, 143 自治体	1,561.8	1,980,800	1,268

出典：ハイフォン市統計年鑑 2016 ：対象地区



出典: https://sites.google.com/a/aag.org/mycoe-servirglobal/_/rsrc/1468867471299/dieu-thuy-tran/resize_HN.png

図 2-10 ハイフォン市の地図

(c) 聞き取り調査結果

上述の方法により、2017年12月10日から2018年1月9日まで聞き取り調査を実施した。



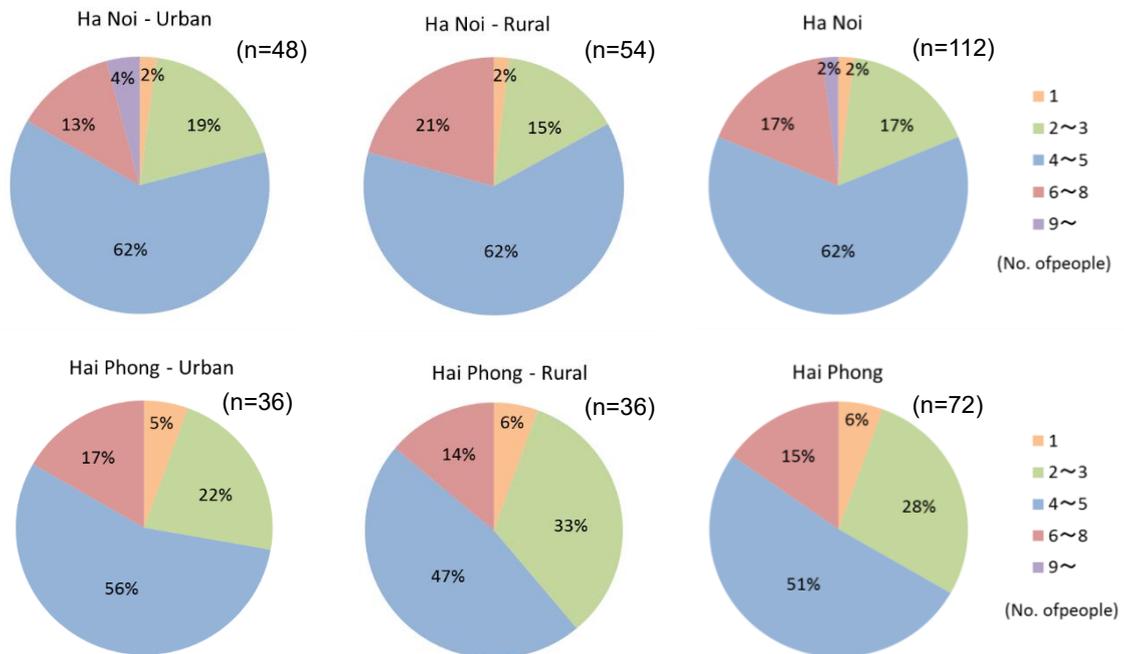
出典：JICA 専門家チーム

写真 2-1 ハノイ市における聞き取り調査の様子

c.1) 統計データの基本情報

世帯人口

図 2-12 に示す各地域の世帯人口の結果によると、ハノイ市の都市部と地方部では、4-5 人の世帯が全体の約 60%を占めている。ハイフォン市でも同様の傾向が認められるが、4-5 人の世帯の割合はハノイ市よりも小さい。

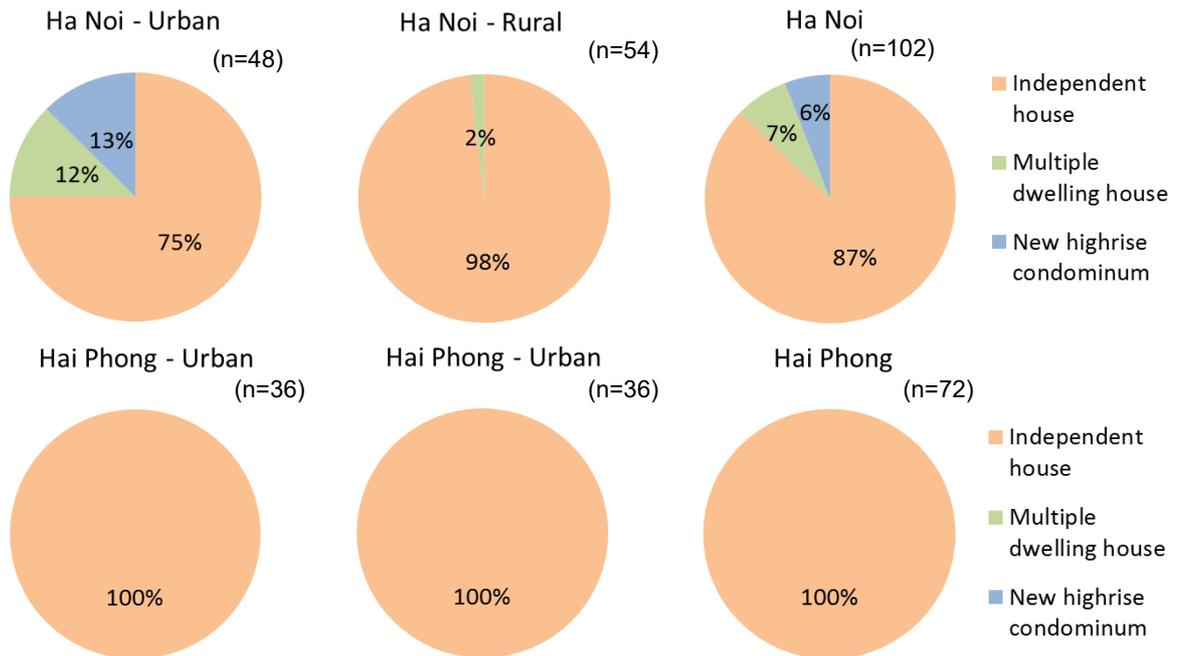


出典: JICA 調査団

図 2-11 ハノイ市とハイフォン市における世帯人口の割合

住宅の種類

住宅の種類については、ハイフォン市では全ての住宅が戸建て住宅であるが、図 2-13 に示すように、ハノイ市の都市部では高層マンションや集合住宅が選択されている。



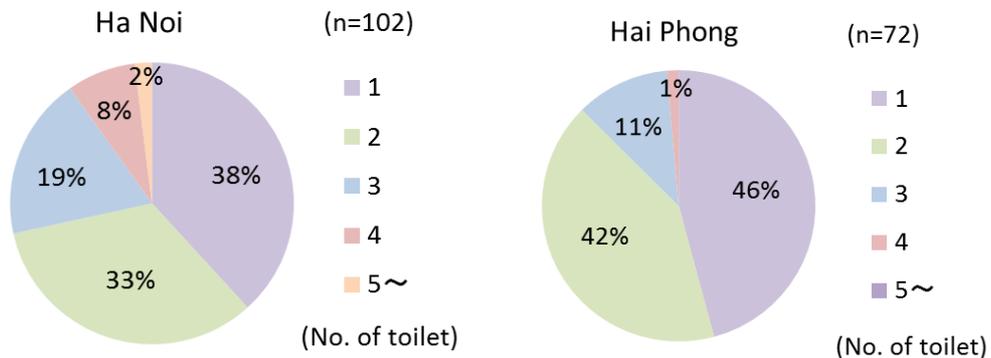
出典: JICA 調査団

図 2-12 ハノイ市とハイフォン市における住宅の割合

c.2) 各家庭への聞き取り調査結果

各家庭のトイレ数

聞き取り調査結果によると、ハノイ市では約 70%の世帯で 1-2 台のトイレを所有し、約 30%の世帯は 3 台以上のトイレを所有している。なぜなら、そのような住宅は建物のスペースが狭く、フロア数が多いからである。一方、ハイフォン市では 1-2 台のトイレを所有する世帯が 80%を超えている。

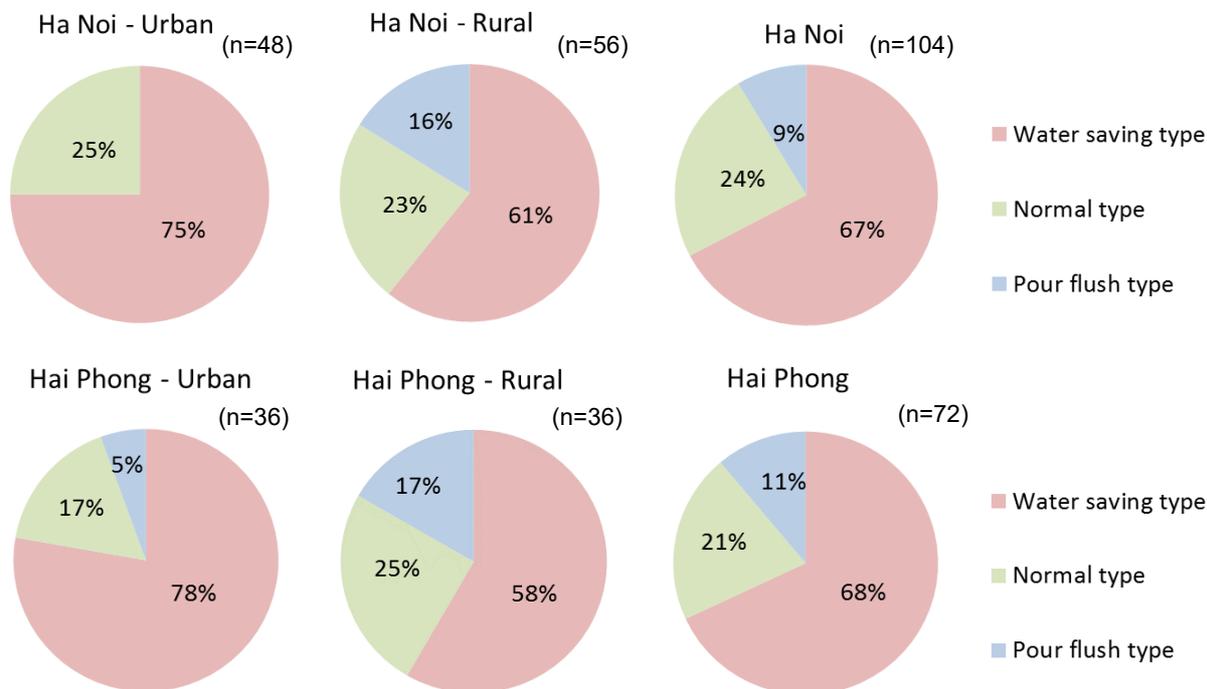


出典: JICA 調査団

図 2-13 ハノイ市とハイフォン市における 1 世帯あたりのトイレ台数

トイレ設備の種類（複数回答を含む）

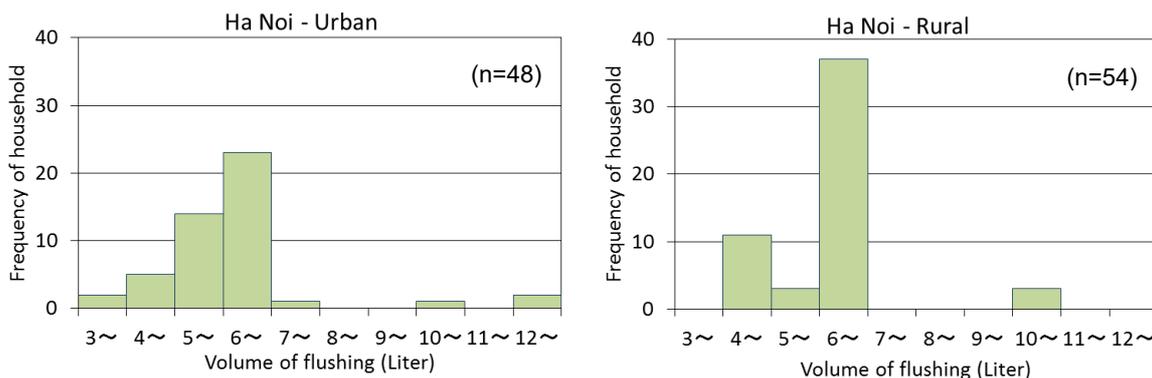
トイレ設備の種類について、両市の都市部では70%以上の世帯が節水型のトイレを利用しており、両市とも都市部の方が地方部よりもその傾向が強くなった。



出典: JICA 調査団

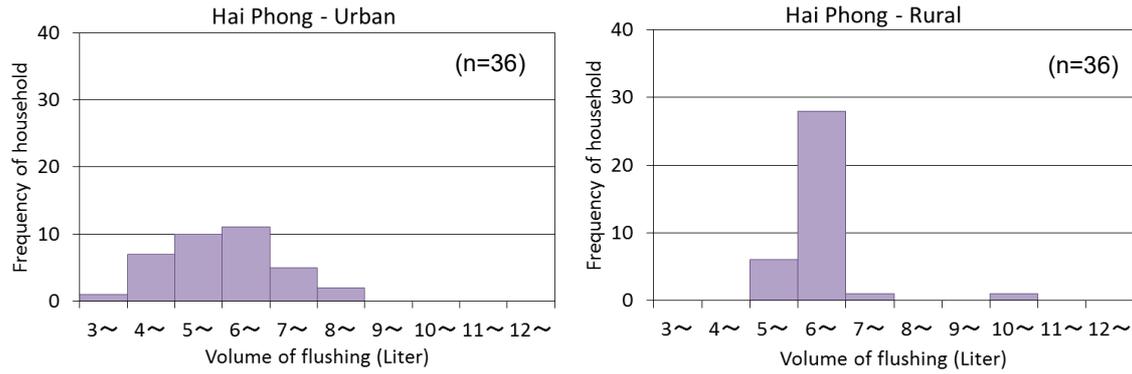
図 2-14 ハノイ市とハイフォン市における各世帯のトイレ設備の種類

ハノイ市及びハイフォン市の各トイレにおける1回の洗水量の聞き取り調査結果を図2-16、図2-17に示す。ハノイ市とハイフォン市の両都市において、都市部と地方部ともに6L/flushの数が最も多くなった。また、ハイフォン市の都市部では4~5L/flushの割合も大きくなった。



出典: JICA 調査団

図 2-15 ハノイ市におけるトイレでの1回当たりの洗水量分布



出典: JICA 調査団

図 2-16 ハイフォン市におけるトイレでの1回当たりの洗水量分布

参考として、ハノイ市とハイフォン市に多数設置されている INAX 製の便器及び両市郊外に多数設置されている Viglacera 製の便器の写真を以下に示す。



出典: JICA 調査団

写真 2-2 多数設置されている便器の例 (左: INAX 製 右: Viglacera 製)

水消費量

Dr. Anh の調査結果によれば、ハノイ市における住民の水消費量は右図のとおり、概ね 100~170 L/cap/day となっており、ピーク値は 140 L/cap/day である。また、平均値は 146.58 L/cap/day、中央値は 133 L/cap/day である。

出典: Viet-Anh Nguyen, 2015. ベトナムにおける排水管理及び技術ニーズ

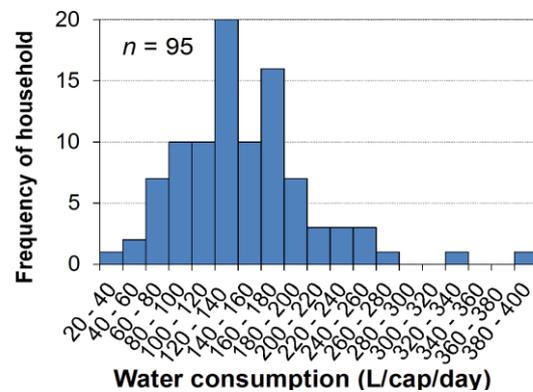
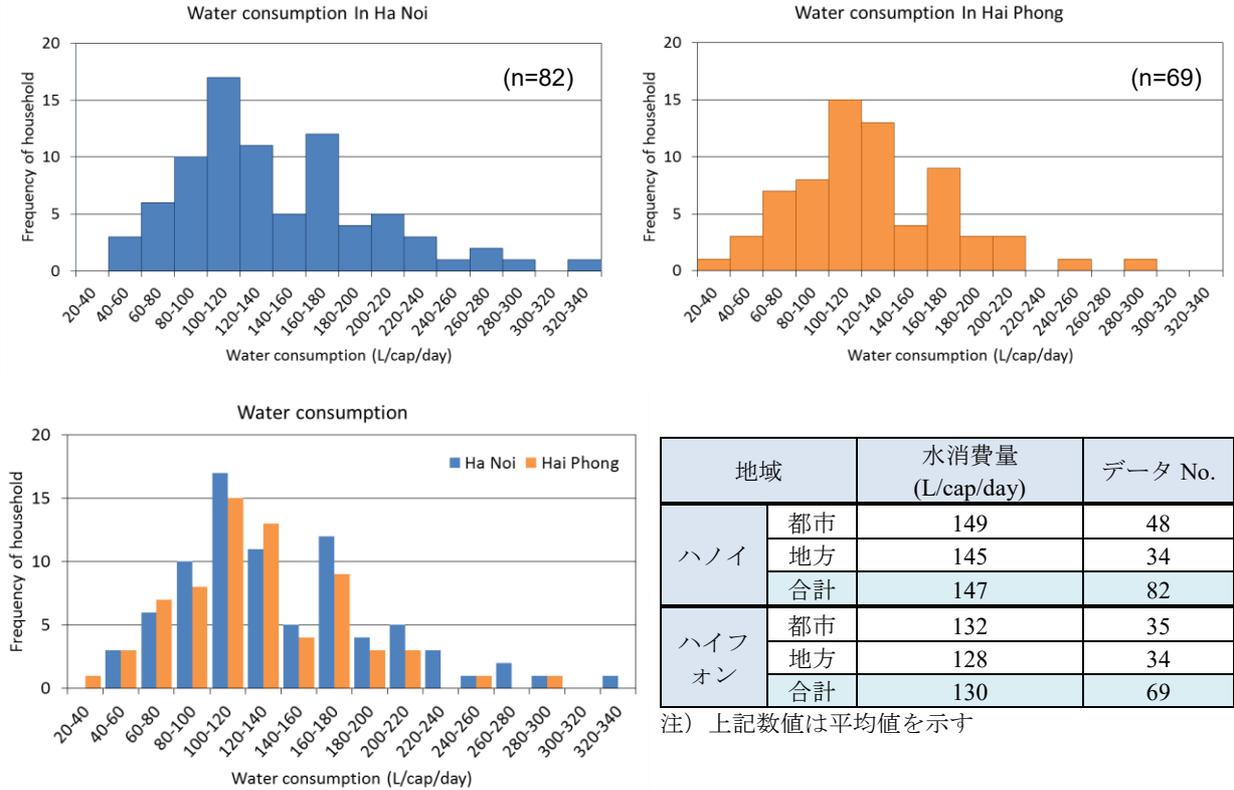


図 2-17 ハノイにおける水消費量調査結果

本調査によると、水消費量はハノイ市の都市部では約 150L/cap/day、ハイフォン市の都市部では約 130L/cap/day であり、ハノイ市よりも小さくなった。両市の都市部と地方部の水消費量には大きな差はなく、Dr. Anh の結果と非常に類似する結果となった。



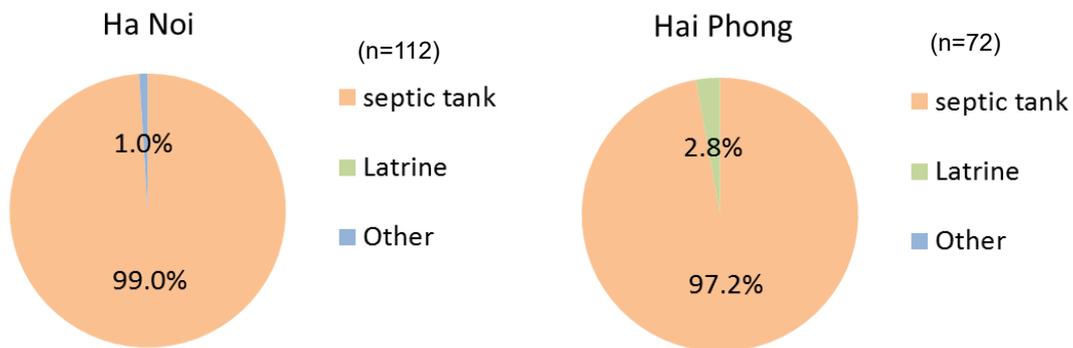
出典: JICA 調査団

図 2-18 ハノイ市とハイフォン市における水消費量の分布図

家庭用の排水処理施設の種類の種類

本調査により、ほとんどの家庭でセプティックタンクが利用されていることが明らかになり、ハイフンの地方部においては 2 種類の屋外トイレの存在が確認できた。

また、セプティックタンクへの高度処理設備のある WWTP はハノイ市の都市部において確認でき、このような施設は高層マンション向けに 2017 年に建設された。

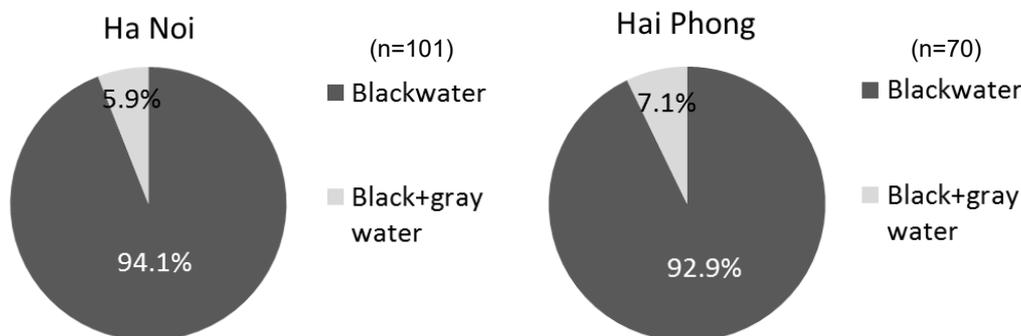


出典: JICA 調査団

図 2-19 ハノイ市及びハイフォン市における家庭用のオンサイト排水処理施設の種類の種類

セプティックタンクにより処理される排水の種類

セプティックタンクへ流入する排水の種類に関して、セプティックタンクの大部分はブラックウォーターのみを処理している。一方で、ブラックウォーターとグレーウォーターの両方を処理しているセプティックタンクは、ハノイ市で約6%、ハイフォン市で約7%となっている。

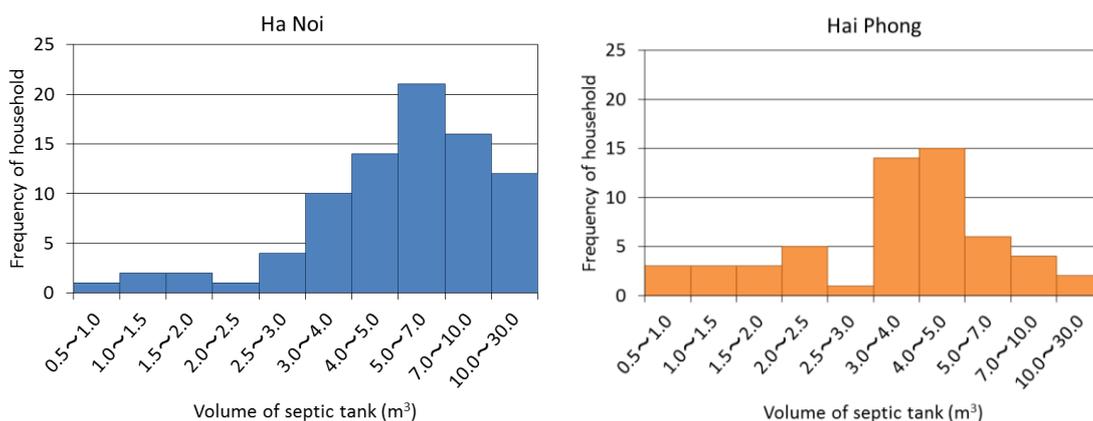


出典: JICA 調査団

図 2-20 ハノイ市とハイフォン市におけるセプティックタンクにより処理された排水の種類

セプティックタンクの容量

セプティックタンクの容量はハノイ市では大部分が5~7m³、ハイフォン市では4~5m³である。



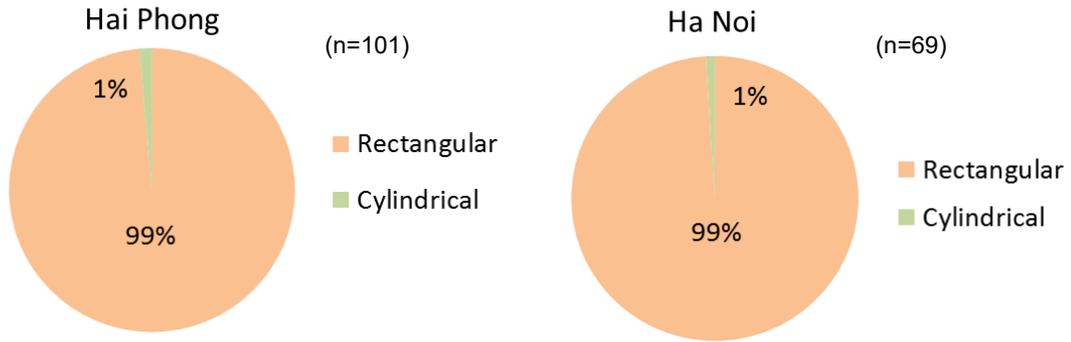
出典: JICA 調査団

図 2-21 ハノイ市とハイフォン市におけるセプティックタンクの推定容量の分布図

セプティックタンクの形状と槽数

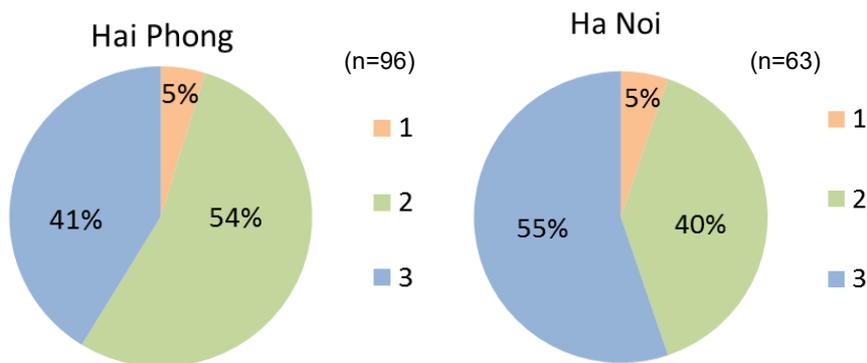
図 2-23 に示すように、ハノイ市とハイフォン市のセプティックタンクの形状の多くは長方形である。

セプティックタンクの槽数については、図 2-24 に示すように、ハノイ市ではセプティックタンクの 55% が 3 槽で構成されている。一方で、ハイフォン市では 2 槽式が全体の 54% を占め、最も大きな割合となっている。両市ともに、1 槽式のセプティックタンクは稀である。



出典: JICA 調査団

図 2-22 ハノイ市とハイフォン市におけるセプティックタンクの形状の割合

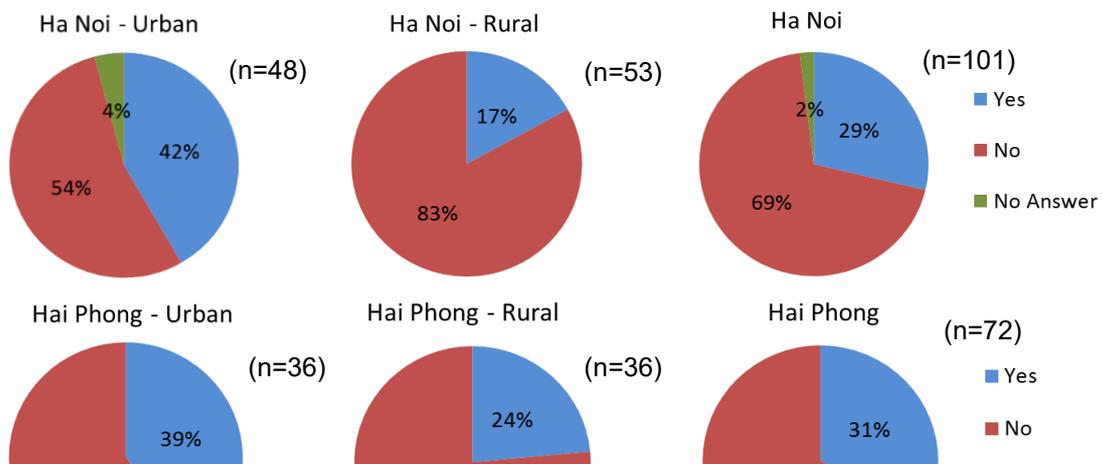


出典: JICA 調査団

図 2-23 ハノイ市とハイフォン市におけるセプティックタンクの槽数の割合

汚泥の引抜き状況

ハノイ市の都市部では 43%の家庭で引抜き経験がある一方で、地方部では 15%の家庭しか引抜き経験がなかった。よって、都市部の方が地方部よりも引抜きが実施されている。また、ハイフォン市においては、都市部はハノイ市と同程度の引抜き状況であるが、地方部はハノイ市よりも高い 24%となっている。

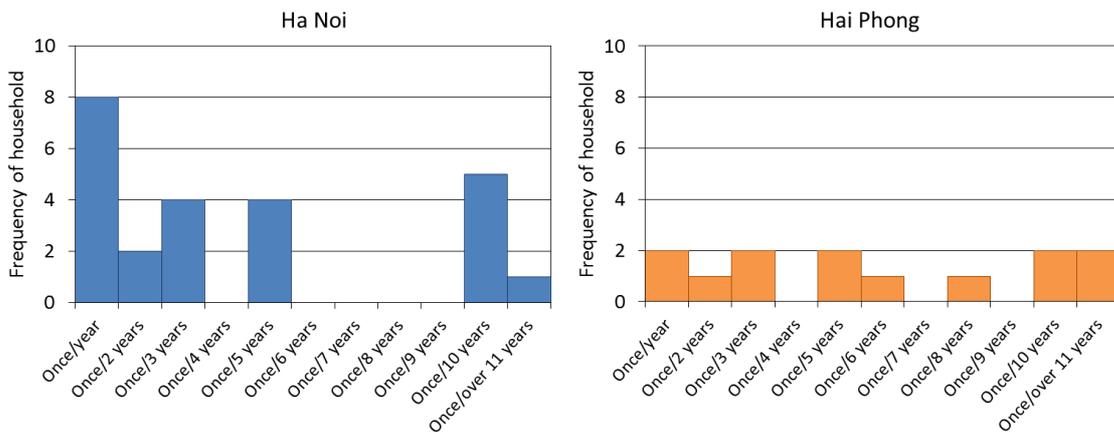


出典: JICA 調査団

図 2-24 ハノイ市とハイフォン市における汚泥引抜きの実施状況

汚泥の引抜き頻度

汚泥の引抜き頻度について、ハノイ市では多くの家庭で1年に1回の定期的な引抜きが実施されているが、ハイフォン市では一定頻度での汚泥引抜きが実施されていない状況である。



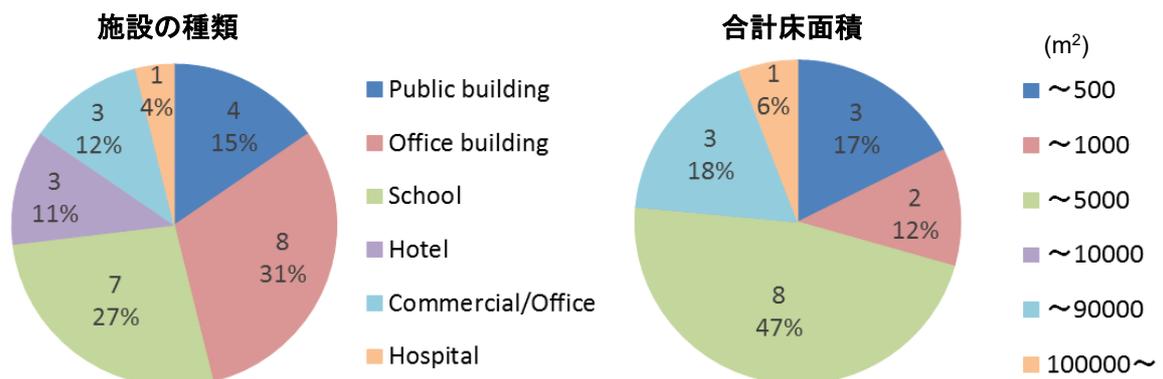
出典: JICA 調査団

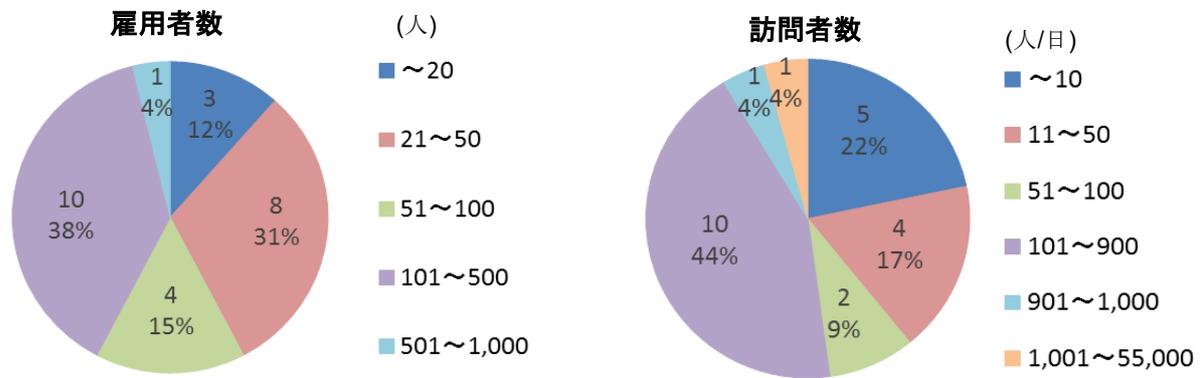
図 2-25 ハノイ市とハイフォン市における汚泥引抜き頻度の分布

c.3) 公共施設への聞き取り調査結果

対象の公共施設の仕様

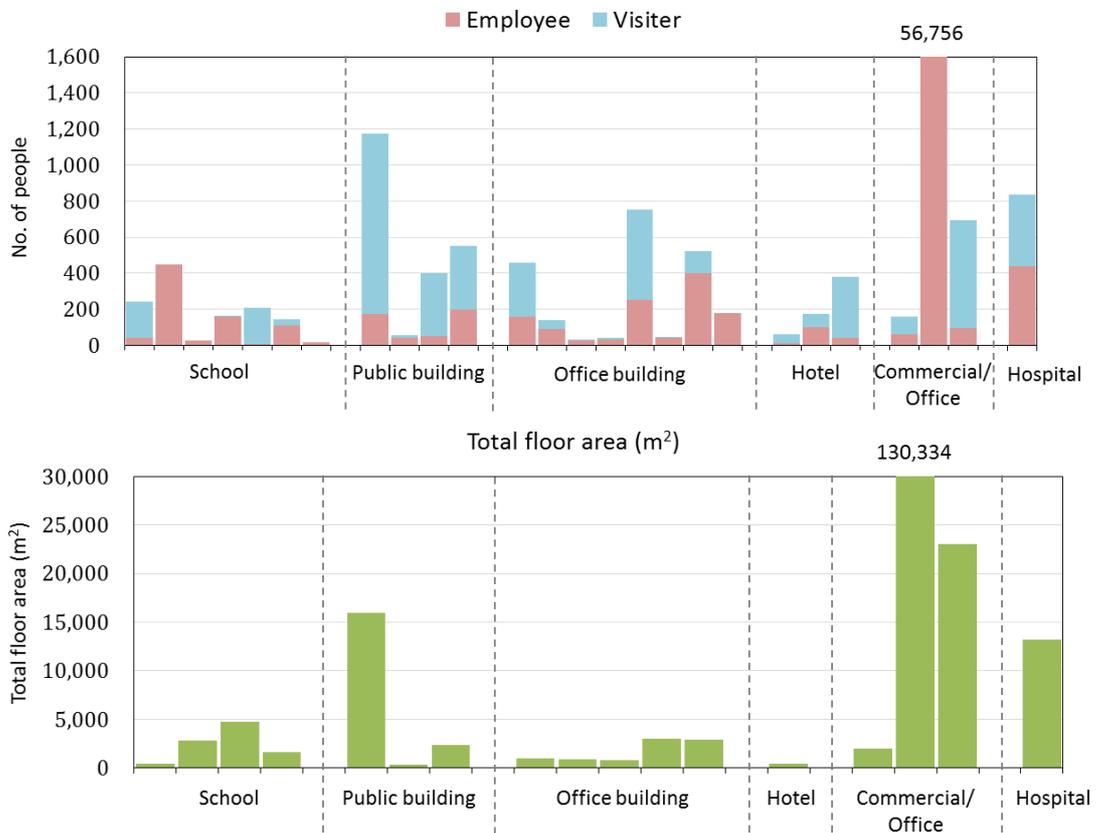
JICA 調査団は、公共施設 26 カ所や学校、オフィスビル等の聞き取り調査を実施した。各施設の仕様を図 2-27 に示す。





出典: JICA 調査団

図 2-26 対象の公共施設の仕様

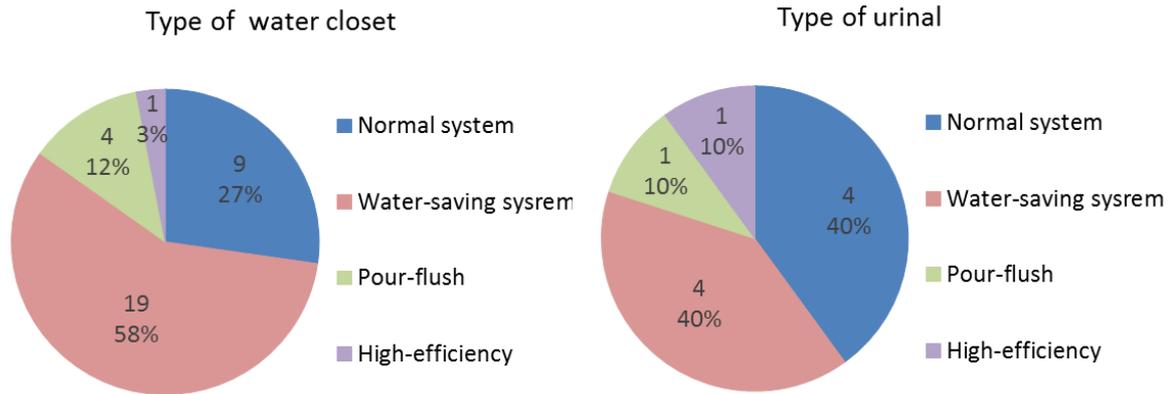


出典: JICA 調査団

図 2-27 対象の公共施設の特定

トイレ設備の種類

聞き取り調査の結果によると、水洗トイレと小便器の種類は図 2-29 のとおりであり、水洗トイレの 58%が節水システムを備えている。小便器については、40%が節水システムを有し、通常のシステムの小便器と同じ割合となった。

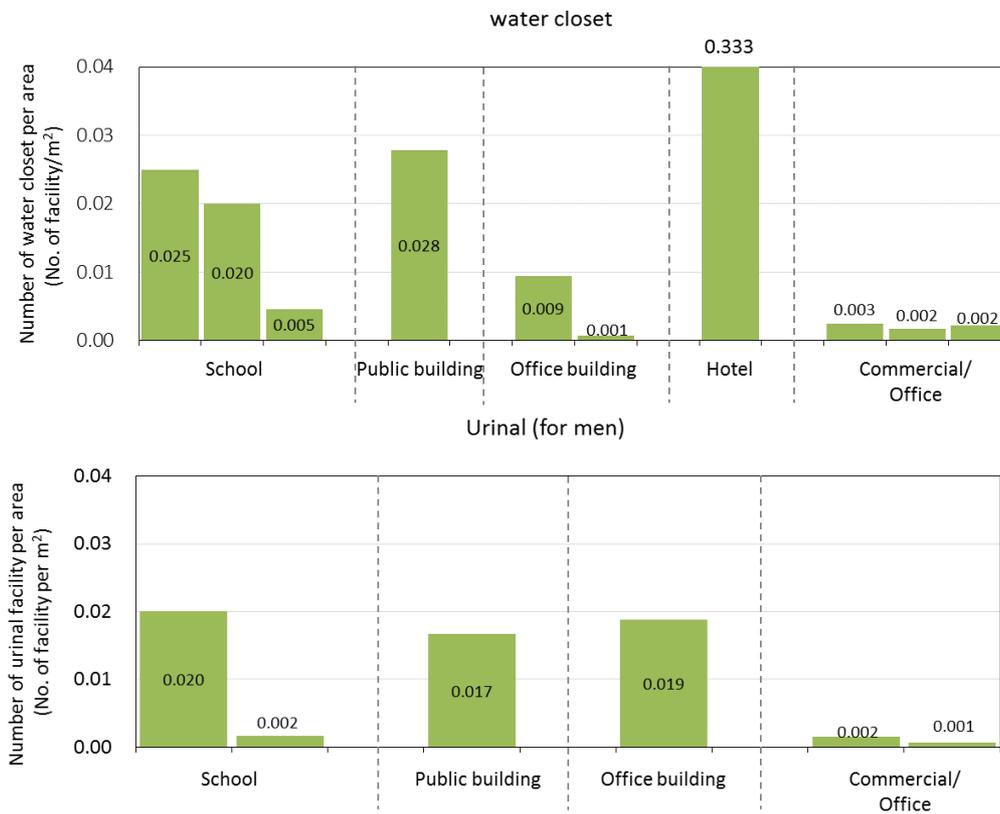


出典: JICA 調査団

図 2-28 トイレ設備の種類割合

床面積当たりのトイレ設備数

床面積当たりのトイレ設備数については、図 2-30 に示すような結果が得られた。

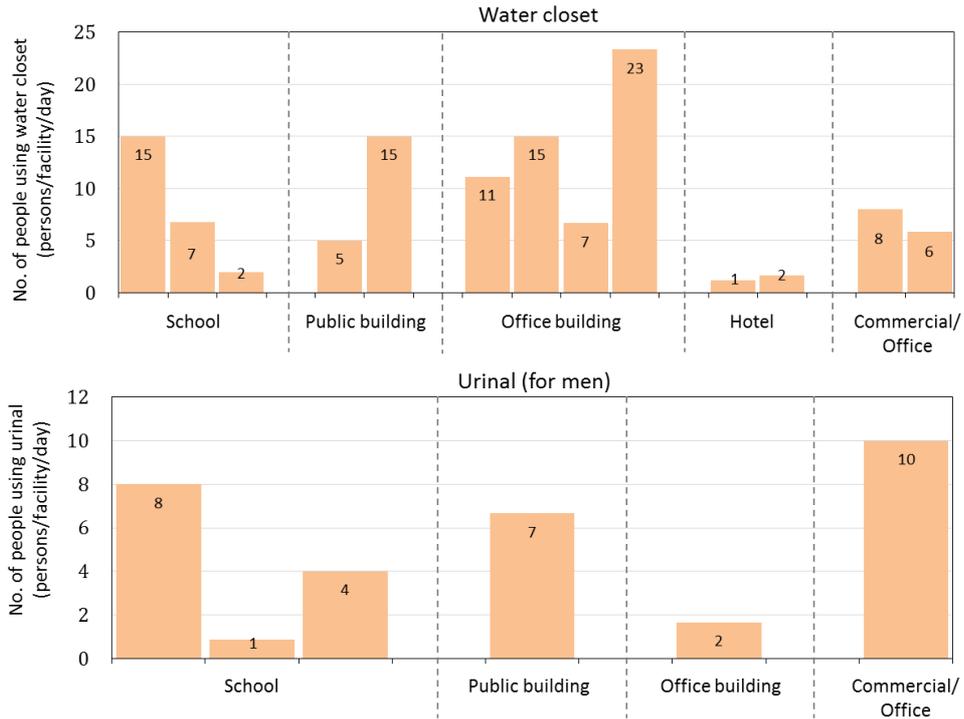


出典: JICA 調査団

図 2-29 床面積当たりのトイレ設備数

トイレ設備の使用人数

図 2-31 に示すとおり、トイレを使用する人数は設備によって異なる。

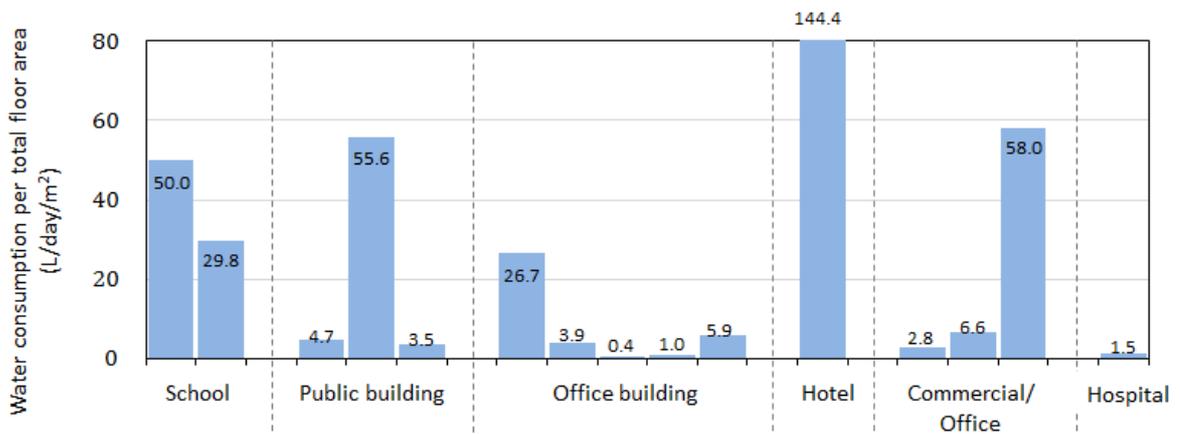


出典: JICA 調査団

図 2-30 トイレ設備の使用人数

(d) 水消費量

各公共施設での総床面積当たり、1日当たりの水消費量を計算した結果を図 2-32 に示す。



出典: JICA 調査団

図 2-31 各公共施設の水消費量

(e) 流出した排水のサンプリング及び分析**e.1) 選定対象地点**

聞き取り調査において、流出した排水のサンプリングが認可された 49 地点（家庭：43 地点、公共施設：6 地点）のうち、20 地点のサンプリング及び水質分析を実施した。(i) ブラックウォーターのみを処理、(ii) ブラックとグレーウォーターの両方を処理しているタンクの 2 種類を調査対象とした。また、20 地点の選定に際し、家庭の種類及び汚泥の引抜き頻度も考慮した。

セプティックタンク 20 基の選定結果を表 2-26-2-28 に示す。その結果、ハノイ市の集合住宅及び高層マンションに住む世帯が 2 世帯ずつ選ばれた。ハイフォン市では、6 世帯の戸建て住宅が選定された。

排水の種類について、セプティックタンクによりブラックウォーターとグレーウォーターを処理している 4 世帯が選定された。それらの 3 世帯はハノイ市に位置し、高層マンション、集合住宅、戸建て住宅が 1 世帯ずつとなっている。他の 1 世帯はハイフォン市にある戸建て住宅である。公的施設については、表 2-28 に示す 3 施設が選択された。

選定された住宅や施設の位置を図 2-33（ハノイ市）及び図 2-34（ハイフォン市）に示す。

表 2-26 ハノイ市における流出排水のサンプリング用に選定した家庭リスト

No.	参照 No.	地域	家庭の種類	排水	汚泥引抜き	汚泥引抜き頻度
1	HN1BD5	都市部	戸建て住宅	ブラック	あり	3年に1回(2015)
2	HN1DD6		集合住宅	ブラック	あり	毎年(2016)
3	HN1HM1		戸建て住宅	ブラック	なし	-
4	HN1HM5		戸建て住宅	ブラック	あり	3年に1回(2015)
5	HN1HM6		高層マンション	ブラック	あり	毎年(2017年1月)
6	HN1TX1		戸建て住宅	ブラック	あり	10年に1回(2005)
7	HN1TX5		高層マンション	ブラック/グレー	なし	-
8	HN2DA7	地方部	戸建て住宅	ブラック	なし	-
9	HN2TT1		戸建て住宅	ブラック/グレー	なし	-
10	HN2TR4		戸建て住宅	ブラック	あり	5年に1回(2013)
11	HN2TR5		集合住宅	ブラック/グレー	あり	1~2年に1回(2016)

()：直近の汚泥引き抜き年月

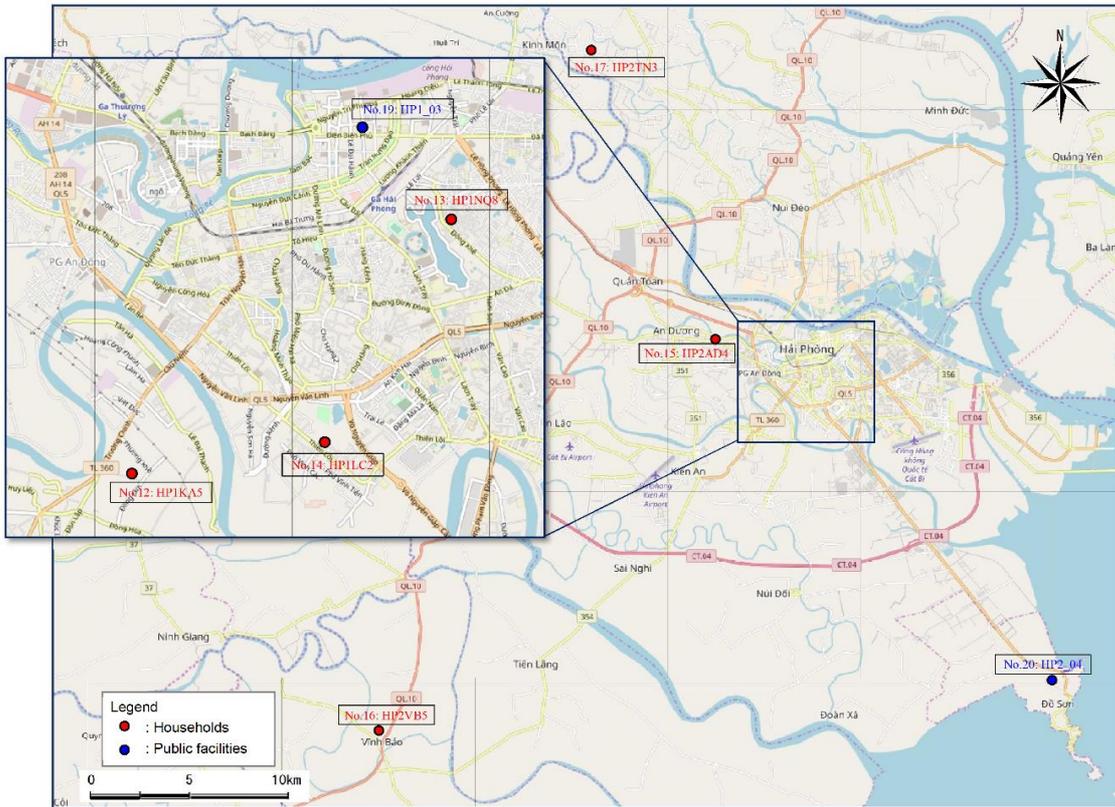
出典: JICA 調査団

表 2-27 ハイフォン市における流出排水のサンプリング用に選定した家庭リスト

No.	参照 No.	地域	家庭の種類	排水	汚泥引抜き	汚泥引抜き頻度
12	HP1KA5	都市部	戸建て住宅	ブラック/グレー	なし	-
13	HP1NQ8		戸建て住宅(賃貸)	ブラック	なし	-
14	HP1LC2		戸建て住宅	ブラック	あり	8年に1回(2011)
15	HP2AD4	地方部	戸建て住宅	ブラック	なし	-
16	HP2VB5		戸建て住宅	ブラック	あり	3年に1回(2015)
17	HP2TN3		戸建て住宅	ブラック	なし	-

()：直近の汚泥引き抜き年月

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 2-33 ハイフォン市のサンプリング地点

e.2) サンプリング手法

排水サンプルを 24 時間以内に 4 回混合し、これを混合サンプルとする。分析する混合サンプル数は 20 サンプルである。

分析するパラメータ

分析するパラメータは以下のとおりである。

- a) 水温、b) pH、c) BOD、d) CODcr、e) T-SS、f) T-P、g) T-N、h) NH₄-N、i) 大腸菌群

流出排水のサンプリング手順

- サンプリング地点：セプティックタンクからの排出口とした。この際、ブラックウォーターとグレーウォーターのパイプを間違えないよう注意した。
- サンプルの種類：24 時間以内の時間混合サンプルは以下に示すとおり、サンプリング時間の異なる 4 つのサンプルから混合されている。

表 2-29 サンプリング時間

6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h
混合サンプル (1 回目)					混合サンプル (2 回目)					混合サンプル (3 回目)				混合サンプル (4 回目)	

出典: JICA 調査団

- サンプルング手順

- ステップ 1: 排水パイプからブラックウォーターをバケツに採水
 ステップ 2: サンプルの水温及び pH の測定
 ステップ 3: 500mL シリンダーにバケツから 300mL のサンプルを注入
 ステップ 4: 300mL のサンプルをシリンダーから 1.5L ボトルへ移し替え、
 蓋をして冷凍保存
 ステップ 5: 100mL シリンダーにバケツから 70mL のサンプルを注入
 ステップ 6: 70mL のサンプルをシリンダーから殺菌ボトルへ移し替え、
 蓋をして冷凍保存

× 4 回

上述のステップ 2 からステップ 6 までを 1 日以内に 4 回繰り返し、サンプルング時間の異なる 4 サンプルを得た。1.5L ボトル及び殺菌ボトルを統合し、殺菌ボトルにラベルを貼った後、以下の手順で 1.5L ボトルの混合サンプルから 2 つのサンプルを取り出した。

ステップ 7: サンプルを 1.5L ボトルから 0.5L ボトルへ移し替え、蓋をしてラベルを貼付

ステップ 8: サンプルを 1.5L ボトルから 0.5L ボトルへ移し替え、容器の 2/3 の高さまでサンプルを注入。次に、濃硫酸を 5mL 加え、ボトルをサンプルで満たした後、蓋を閉めてラベルを貼付

ステップ 9: 殺菌ボトル（大腸菌群の測定用）や、化学保存をしていないボトル（TSS, BOD, NH_4^+ の測定用）、濃硫酸を加えたボトル（他のパラメータの測定用）の 3 つのサンプルボトルを保管

- サンプルング終了

サンプルング終了後、器具を洗浄し、濃硫酸ボトルをしっかりと閉めた。その後、サンプル一式を分析施設へ発送した。

e.3) セプティックタンクからの流出排水のサンプルング

上述の条件により、セプティックタンクからの流出排水のサンプルング調査を 2018 年 1 月 16 日から 1 月 23 日まで実施した。



出典: JICA 調査団

写真 2-3 ハノイ市におけるセプティックタンクからの流出排水サンプルング例（戸建て住宅、2018/01/16）



出典: JICA 調査団

**写真 2-4 ハイフォン市におけるセプティックタンクからの流出排水サンプリングの例
(処理水は湿地へ流出、2018/01/20)**

e.4) セプティックタンクからの流出水質の分析結果

各施設におけるセプティックタンクからの流出水質の分析結果を表 2-30 に示す。分析状況を確認するため、各水質間を整理し、その結果を図 2-35 に示す。これらの結果によると、水質に関連する有機物（BOD、COD、SS 等）の良好な関係が示され、栄養素に関連するパラメータも互いに比較的良好な関係を有する。また、BOD と大腸菌群との関係は、BOD 濃度が上昇すると大腸菌群の濃度も上昇する傾向が認められた。

基準値の満足状況 (QCVN 14/2008/BTNMT: Class B)

- 表 2-30 に示すように、全ての pH 値は基準値を満たしている。
- 20 基のセプティックタンクのうち、7 基は流出水中の SS 濃度の基準を満たしている。
- BOD については、全てのセプティックタンクで基準を満たしておらず、特にハイフォン市都市部の家庭とハノイ市の国立図書館に設置されたセプティックタンクでは、BOD 濃度が 1,000 mg/L 以上となった。いずれのセプティックタンクも長い間、汚泥の引抜きを実施していなかった。
- 本調査結果より、大腸菌群の基準を満たすセプティックタンクはない。

セプティックタンクの汚泥引抜きと流出水質の関連性

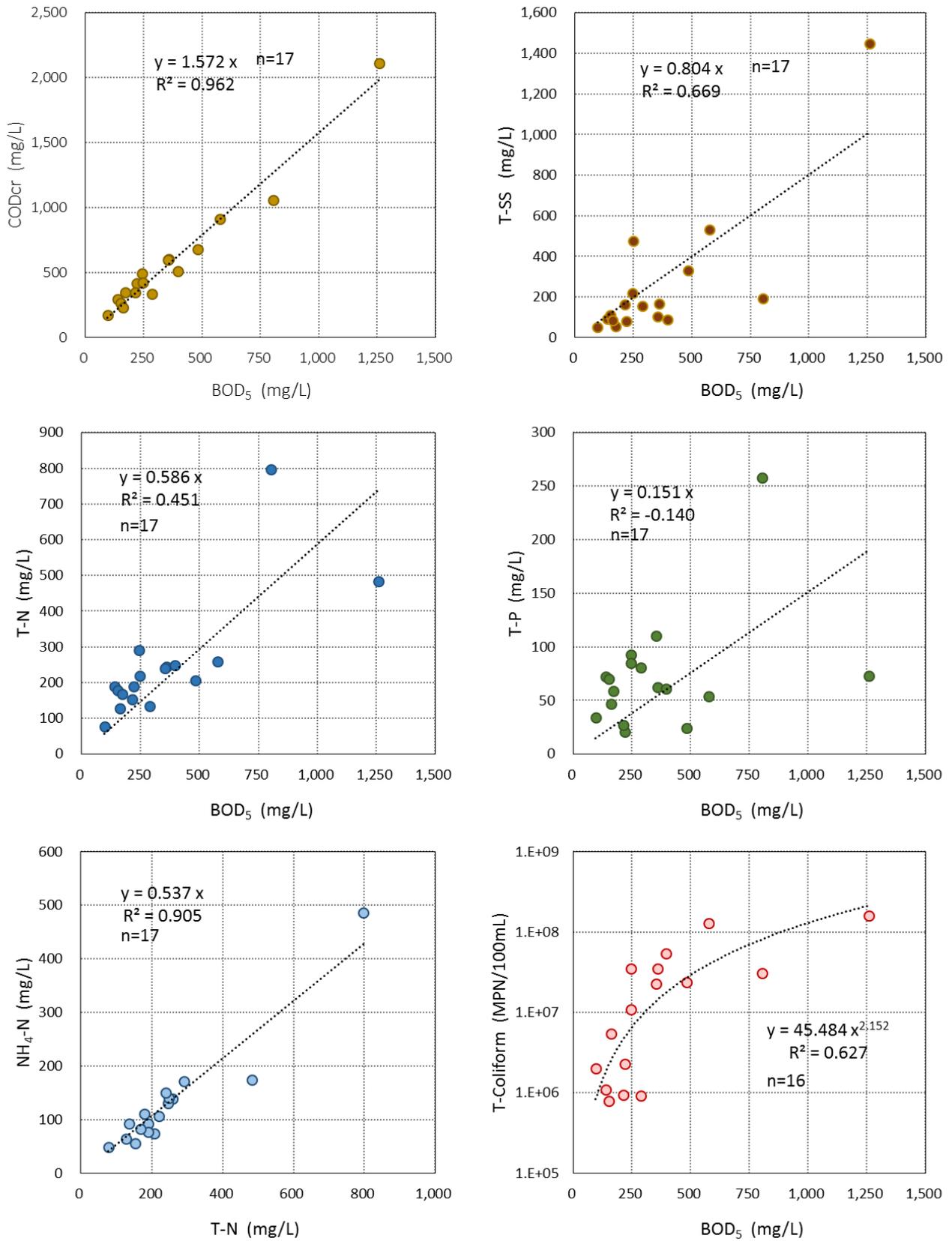
- 汚泥引抜き間隔と BOD・COD 濃度の関係を図 2-36 に示す。セプティックタンクによりブラックウォーターのみを処理する戸建て住宅においては、それらに良好な関係性が見られた。
- セプティックタンクからの流出水中の BOD 濃度は、汚泥引抜き間隔が短いほど低下する傾向がある。COD についても同様の傾向が認められた。
- さらに、JICA 調査団は汚泥引抜き頻度と流出水中の BOD・COD 濃度の関係を調べ、その結果を図 2-37 に示す。

表 2-30 20 施設の流出水質分析結果

No	参照 No.	サンプリング日 (年/月/日)	水温 °C	pH	パラメータ						
					BOD ₅ (20°C)	COD	TSS	NH ₄ ⁺ -N	全リン	全窒素	大腸菌群
					mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	MPN/100mL
					TCVN 6001-1:2008	SMEWW 5220C:2012	TCVN 6625:2000	SMEWW 4500NH ₃ F:2012	TCVN 6202:2008	TCVN 6638:2000	TCVN 6187-2:1996
1	HN1BD5	18/01/18	17 - 20	7 - 8	244	494	219	171	93	290	1.1×10 ⁷
2	HN1DD6	18/01/16	15 - 19	7	576	912	533	139	54	259	1.3×10 ⁸
3	HN1HM1	18/01/16	14 - 18	6 - 7	359	607	168	131	62	245	3.5×10 ⁷
4	HN1HM5	18/01/20	16 - 21	7 - 8	138	298	92	92	72	189	1.1×10 ⁶
5	HN1HM6	18/01/18	18 - 22	7	96	173	53	49	34	77	2.0×10 ⁶
6	HN1TX1	18/01/16	15 - 19	7	483	680	332	74	24	207	2.4×10 ⁷
7	HN1TX5	18/01/16	15 - 18	7	219	417	83	77	21	190	2.3×10 ⁶
8	HN2DA7	18/01/23	18 - 21	7 - 8	152	269	110	111	70	178	7.9×10 ⁵
9	HN2TT1	18/01/18	17 - 21	7	172	346	54	83	59	167	4.6×10 ⁸
10	HN2TR4	18/01/16	18 - 21	7 - 8	396	510	90	140	61	248	5.4×10 ⁷
11	HN2TR5	18/01/23	16 - 22	7 - 8	804	1,056	194	487	258	797	3.1×10 ⁷
12	HP1KA5	18/01/21	17 - 22	7 - 8	287	336	155	92	81	135	9.2×10 ⁵
13	HP1NQ8	18/01/20	17 - 22	7 - 8	1,259	2,112	1,447	174	73	483	1.6×10 ⁸
14	HP1LC2	18/01/21	17 - 22	7 - 8	353	600	103	150	110	239	2.3×10 ⁷
15	HP2AD4	18/01/20	17 - 23	7	213	346	162	56	27	154	9.4×10 ⁵
16	HP2VB5	18/01/20	16 - 20	7 - 8	161	234	85	64	47	128	5.4×10 ⁶
17	HP2TN3	18/01/20	16 - 21	7 - 8	247	422	477	106	85	219	3.5×10 ⁷
18	HN1_01	18/01/23	17 - 22	7	1,906	3,960	5,110	559	298	1,542	7.0×10 ⁷
19	HP1_03	18/01/21	17 - 20	7 - 8	112	194	74	57	35	78	6.3×10 ⁶
20	HP2_04	18/01/20	16 - 19	7 - 8	81	240	66	47	31	135	2.2×10 ⁶
QCVN14/2008/BTNMT (Class B)				5 - 9	50	—	100	10	—	—	5.0×10 ³

出典: JICA 調査団

注) 緑で示す値は基準値を満たす



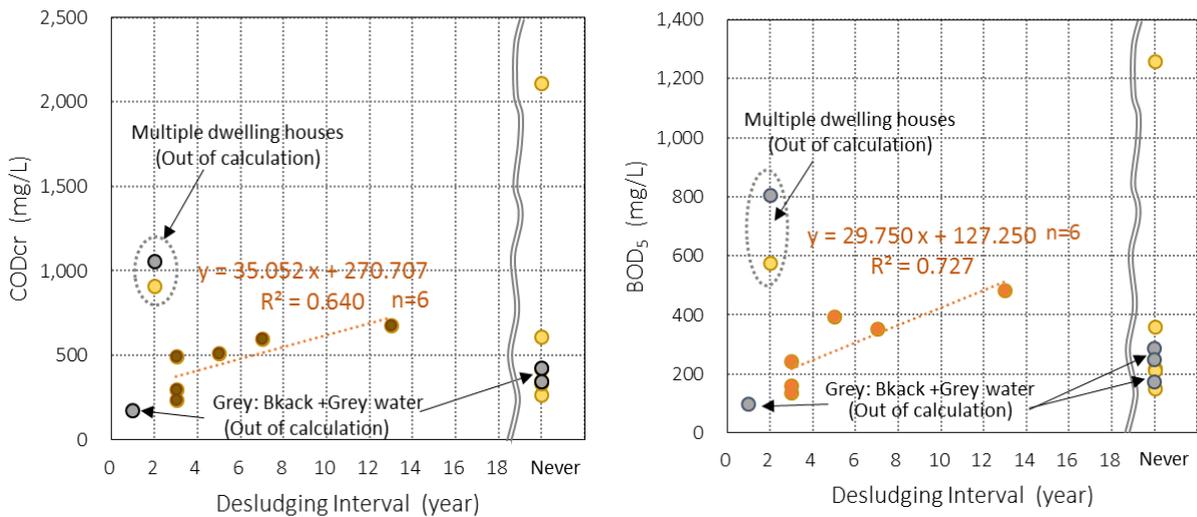
出典: JICA 調査団

図 2-34 セプティックタンクからの各流出水質の相関性

- 汚泥引抜き頻度を汚泥引抜き状態の指標とすることで汚泥引抜きと排水の水質との関係が明確になった。

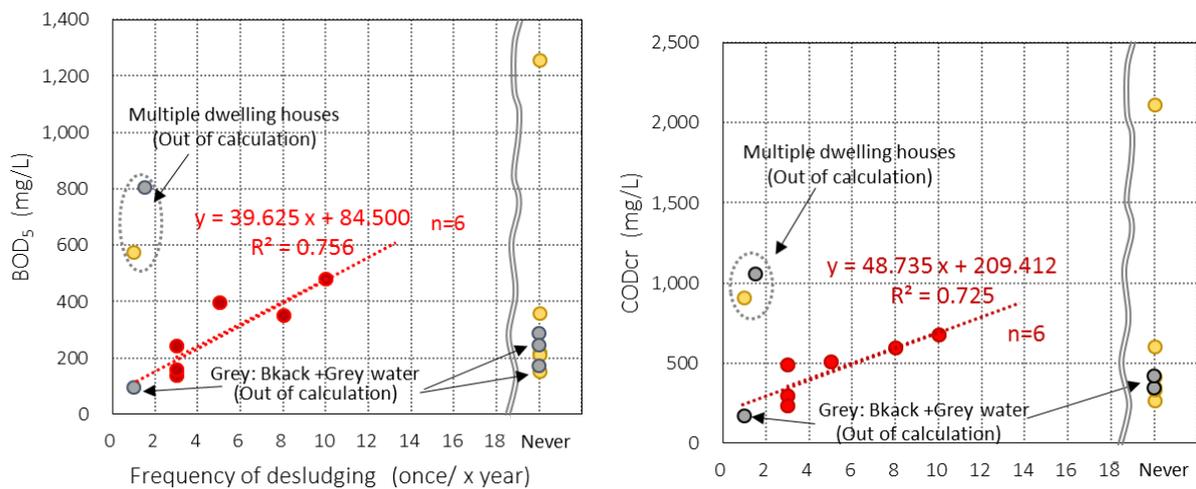
オンサイト処理施設としてのセプティックタンクの排水の水質分析のまとめ

- 本調査結果によると、セプティックタンクはBOD及び大腸菌群の基準（QCVN14/2008/BTNMT）を満たすことができない。従って、セプティックタンクは生活系排水を安全に処理するには不十分である。
- 一方、セプティックタンクからの排水の水質を改善するためには、汚泥の引抜きは非常に重要である。



出典: JICA 調査団

図 2-35 セプティックタンクからの汚泥引抜き間隔と流出水質の相関性



出典: JICA 調査団

図 2-36 セプティックタンクからの汚泥引抜き頻度と流出水質の相関性

- 排水処理システムを進めるには十分ではないものの、セプティックタンクは公共水域の改善または保全のために非常に重要な役割を果たす。

- このような観点から、家庭レベルでのセプティックタンクの汚泥引抜きを促進し、市民に政治及び財政レベルでの汚泥引抜きを支援するための具体的な対策を講じることが重要である。

(f) セプティックタンクの流入及び流出排水分析

f.1) 分析条件

聞き取り調査により確認できたセプティックタンクのうち、流入及び流出排水のサンプリングや水質分析を実施するため、下表の条件を満たす3つのセプティックタンクを選定する。

表 2-31 流入及び流出排水分析の対象となるセプティックタンク

セプティックタンク	グレーウォーター	ブラックウォーター	汚泥引抜き
セプティックタンク No.1	-	処理可能	実施なし
セプティックタンク No.2	-	処理可能	頻繁に実施
セプティックタンク No.3	処理可能	処理可能	頻繁に実施

出典: JICA 調査団

f.2) 実施方法

分析するパラメータ

分析するパラメータを以下に示す。

1. 流量、2. 水温、3. pH、4. BOD、5. COD、6. T-SS、7. T-P、8. T-N、9. NH₄-N、10. 大腸菌群

サンプリング期間及び頻度

本調査期間は4日間とし、下表のようなサンプリング及び分析を実施する。

表 2-32 各条件における流入及び流出排水の分析サンプル数

調査日	サンプリング頻度	1セプティックタンク当たりの分析サンプル数								
		W.T.	pH	BOD	COD	T-SS	T-N	T-P	NH ₄ -N	Colif.
1日目	3回/日	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2日目	2回/日	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3日目～4日目	1回/日	-	-	-	10	10	10	10	10	10

出典: JICA 調査団

注) 調査期間中、流入水及び流出水の流量は継続的に測定

セプティックタンクの流入・流出水量の測定及び混合サンプルの取得に係るイメージ図を以下に示す。

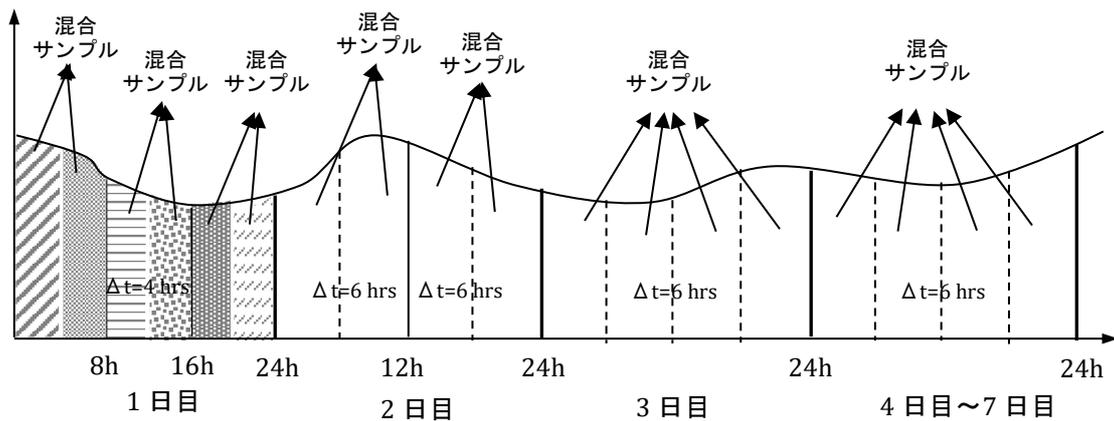


図 2-37 セプティックタンクの流入水と流出水量の測定及び混合サンプル取得のイメージ図

サンプリング手順（ブラックウォーターのみ）

サンプリング方法について、調査団は以下に示すサンプリング手順の有効性について調査した。

i. 1 日目（調査間隔：8 時間）

- 仮設トイレを用いて、8 時間分の排水を仮設トイレの底に設置された一時タンクに貯蔵する。
- 一時タンクから排水が排出されている間、排水量を測定する。
- 排水をセプティックタンクに徐々に戻しながら、セプティックタンクからの排水を全て測定タンクに貯留する。排水量を測定した後、混合排水から複合サンプルを得る。
- これらの操作を 24 時間にわたって 3 回繰り返し、各流入水及び流出水について 3 つの複合試料を得る。

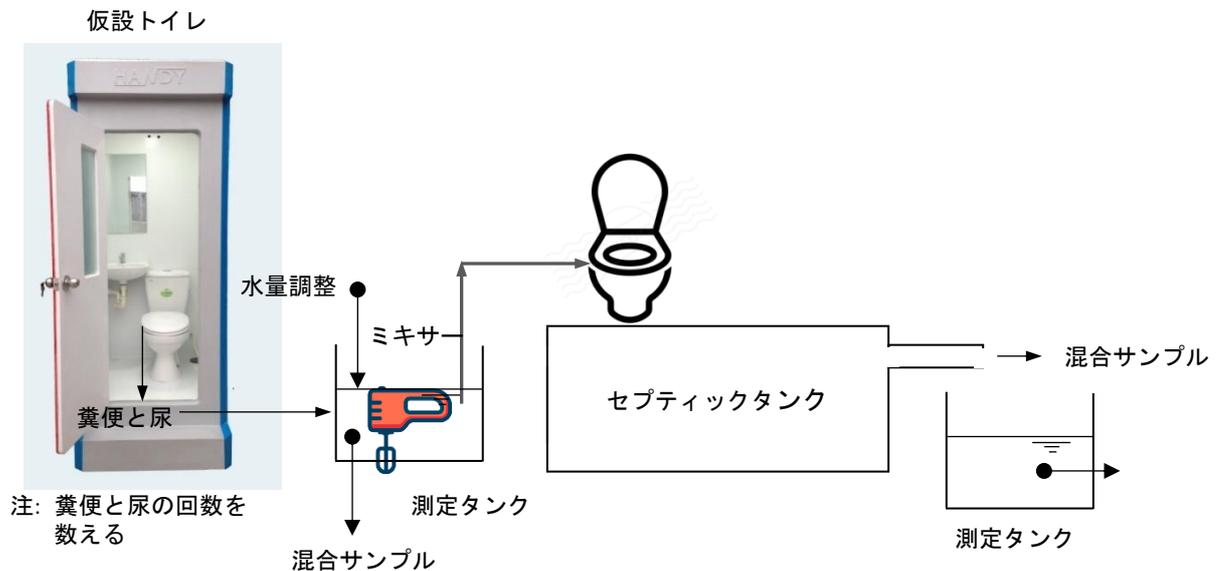
ii. 2 日目（調査間隔：12 時間）

- 2 日目にはこの操作を 12 時間毎に 2 回行い、各流入水及び流出水について 2 つの複合サンプルを得る。

iii. 3~4 日目（調査間隔：12 時間、1 つの混合サンプル）

- さらに 2 日間、この操作を 12 時間毎に 2 回実施し、2 つのサンプルを各流入水と流出水を得る。各流入水と流出水について 1 日当たり 2 つのサンプルを用いることにより、1 日ごとに 1 つの複合サンプルを作成する。

iv. 家庭内外での 1 日の水使用量やトイレを使用した時間（糞便、尿等）に係る情報を収集する。



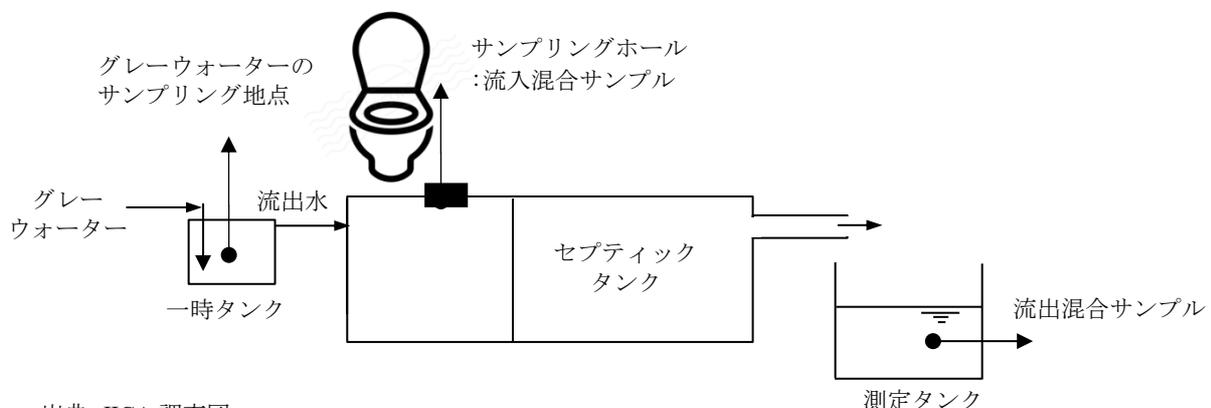
出典: JICA 調査団

図 2-38 セプティックタンクの流入水及び流出水のサンプリング手法（ブラックウォーターのみ）

サンプリング手法（ブラックウォーター及びグレーウォーター）

セプティックタンクにブラックウォーターとグレーウォーターが流入した場合、図 2-40 に示すサンプリング方法を用いて、JICA 調査団はセプティックタンクの流入水と流出水のサンプルを得た。詳細を以下に記載する。

- グレーウォーターの合成サンプルの流入：一時タンクに集める。
- ブラックウォーターとグレーウォーターの混合サンプル：サンプリング穴に集まる。
- 流出した混合サンプルは測定タンクに集められる。
- 家庭内外での 1 日の水使用量やトイレを使用（便、尿）した日の情報を収集する。
- トイレ（ブラックウォーター）と他の活動（グレーウォーター）に係る 1 日当たりの水使用量を計算する。



出典: JICA 調査団

図 2-39 セプティックタンクの流入水及び流出水のサンプリング手法（ブラックウォーター及びグレーウォーター）

f.3) セプティックタンクの流入水及び流出水のサンプリング実施

家主から許可された3つの調査地点を表 2-33 に示す。調査は2018年3月の第1週から第4週まで実施した。

表 2-33 流入水及び流出水のサンプリングのための対象セプティックタンクの仕様

項目	セプティックタンク No.1	セプティックタンク No.2	セプティックタンク No.3
世帯参照番号	HN1HM1	HN2TR1	HP1DK1
地域	ホアンマイ地区、ハノイ市 (都市部)	タインチ地区、ハノイ市 (地方部)	ズオンキン地区、ハイフオン市 (都市部)
処理された排水	ブラックウォーター	ブラックウォーター	ブラック+グレーウォーター
汚泥引抜き	未実施	2008年に実施	2013年に実施
タンク容量	2.0L*1.8W*1.8H=6.48m ³ (1槽)	2.0L*1.2W*1.5H=3.60m ³ (2槽)	1.0L*1.0W*1.0H=1.0m ³ (2槽)
世帯人数	8人	6人	4人
聞き取り調査による水消費量	20-25 m ³ /月	14 m ³ /月	8 m ³ /月
サンプリング期間 (): サンプル数	2018.03.08-11(4日間) 08Th 09Fr 10Sa 11Su (1) (1) (3) (2)	2018.03.03-06(4日間) 03Sa 04Su 05M 06Tu (3) (2) (1) (1)	2018.03.22-25(4日間) 22Th 23Fr 24Sa 25Su (1) (1) (3) (2)

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

写真 2-5 ハノイ市のタインチ地区にある仮設トイレの設置状況 (HN2TR1)



写真 2-7 セプティックタンクへの排水の流入状況 (HN2TR1)



写真 2-6 仮設トイレからの排水のサンプリング状況 (HN2TR1)



写真 2-9 セプティックタンクの流入水 (左側) と流出水 (右側) の最初のサンプル (HN2TR1)



写真 2-8 セプティックタンクからの排水のサンプリング状況 (HN2TR1)



出典: JICA 調査団

写真 2-10 ホアンマイ地区に位置する仮設トイレの設置状況 (HN1HM1)



出典: JICA 調査団

写真 2-11 仮設トイレとセプティックタンクからの排水 (HN1HM1)



ハイフォン市の対象家庭 (HN1HM1)



洗面所からのグレーウォーターのサンプリング



台所からのグレーウォーターのサンプリング



洗濯機からのグレーウォーターのサンプリング



風呂場からのグレーウォーターのサンプリング



セプティックタンクにより処理された水のサンプリング



サンプル: グレーウォーター (右側)、流入水 (ブラックウォーターとグレーウォーター:中央)、セプティックタンクからの流出水 (左側)

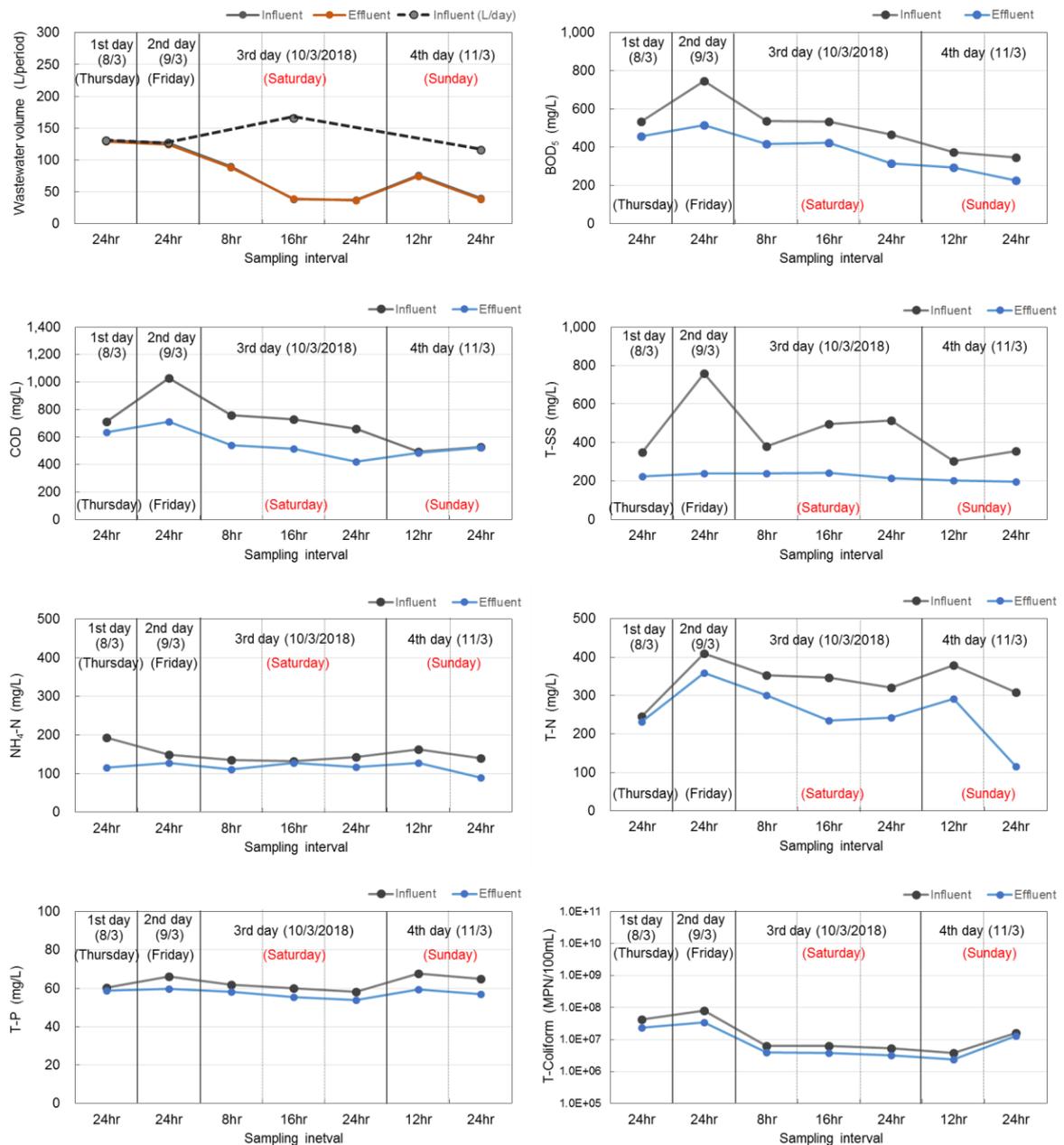
出典: JICA 調査団

写真 2-12 ハイフォン市の家庭のサンプリング状況 (HP1DK1)

f.4) 調査結果

流入水及び流出水の水質や排水量の分析結果を図 2-41 (HN1HM1:ブラックウォーターのみ)、図 2-42 (HN2TR1:ブラックウォーターのみ) 及び図 2-43 (HP1DK1:ブラックウォーターとグレーウォーター) に示す。また、各セプティックタンクの除去率を表 2-34 に示す。

トイレの排水の水質に関しては、ハノイ市の都市部の家庭 (HN1HM1) で BOD₅ の濃度が 350~750mg/L の範囲で変動し、週末よりも平日の方が高くなる傾向が認められた。

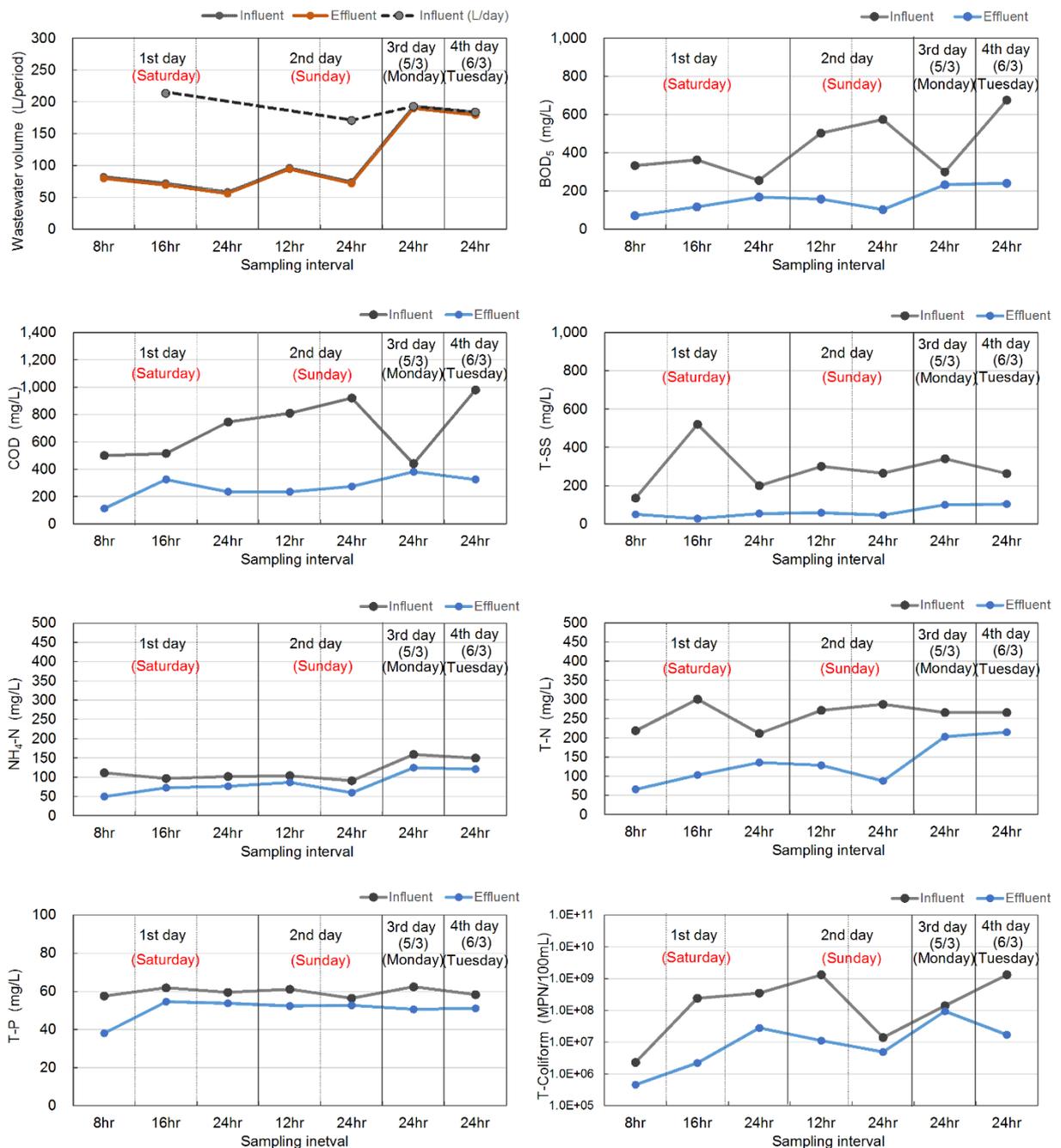


出典: JICA 調査団

図 2-40 セプティックタンクの流入水と流出水の水質の関係図 (HN1HM1)

ハノイ市の地方部の家庭（HN2TR1）では、仮設トイレからの排水の BOD₅ 濃度は 300～680 mg/L の範囲で変動し、この範囲は HN1HMI と比較的似ている。また、ハノイ市の地方部の家庭において、BOD₅ の濃度は、週末より平日の方が高い傾向が認められた。

COD の濃度は、両方の家庭で BOD₅ と同様の傾向となった。



出典: JICA 調査団

図 2-41 セプティックタンクの流入水と流出水の水質の関係図（HN2TR1）

- ハノイ市都市部の家庭での COD 濃度の範囲は 500～1,000 mg/L となり、地方部では約 440～1,000 mg/L となった。
- 他の水質の変動については、一部の項目を除いて比較的小さく安定している。

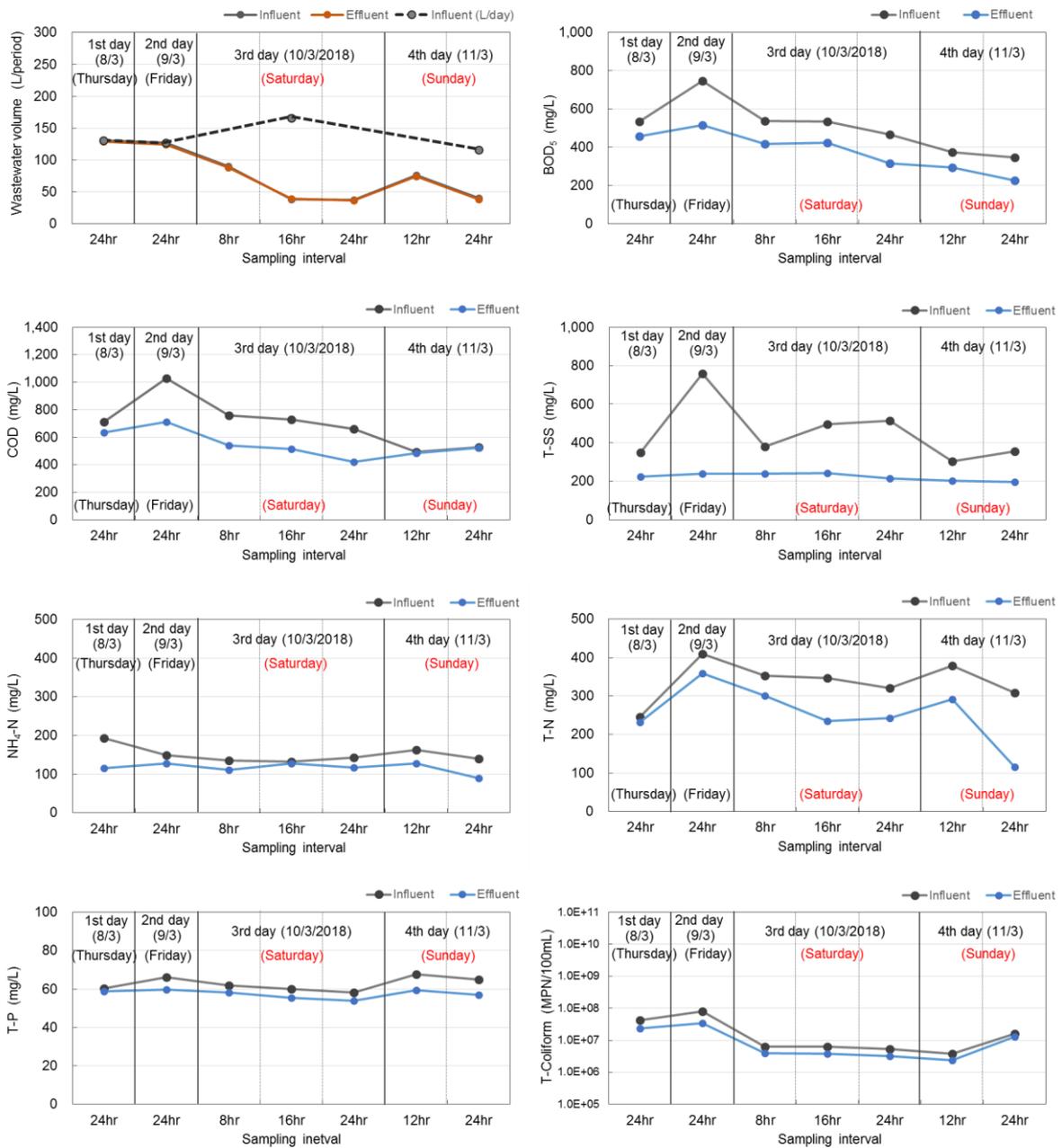
- 仮設トイレからの排水の水質の日々の変動は小さく、典型的な傾向は認められない。
- 仮設トイレからの排水量については、いずれの家庭も土曜日が最大となった。その理由として、家族全員が外出しなかったことが挙げられる。
- 図 2-41 及び図 2-42 に示すように、セプティックタンクからの流出水量と流入水量はほぼ同じである。
- セプティックタンクの除去効果は水質と汚泥引抜き条件に依存する。
- 表 2-33 に示す調査結果によると、各パラメータに対するセプティックタンクの除去率は、汚泥引抜きが実施されている家庭の方が実施されていない家庭よりも高くなった。
- 汚泥引抜きを実施した家庭の例として、BOD₅ と COD の除去率は約 60% となった。一方で、T-P に対する除去率は 20% 未満と低くなった。
- 全体として、セプティックタンクはトイレからのブラックウォーターの処理に重要な役割を果たしており、セプティックタンクの処理機能を強化するためには汚泥引抜きが非常に重要である。

表 2-34 各セプティックタンクの流入量及び流出量、除去率の結果

世帯	パラメータ	流入負荷量 (平均値) (g/day)	流出負荷量 (平均値) (g/day)	除去率 (%)
ハノイ市 都市部 HN1HM1 8人 汚泥引抜き 未実施	BOD ₅	73.4	54.5	25.83
	COD	100.9	77.2	23.47
	SS	63.1	29.9	52.56
	NH ₄ -N	21.19	15.65	26.17
	T-N	45.61	36.24	20.54
	T-P	8.527	7.712	9.56
	T-E. Coli.(MPN/day)	4.397*10 ¹⁰	2.120*10 ¹⁰	51.78
ハノイ市 地方部 HN2TR1 6人 2008年に 汚泥引抜き 実施	BOD ₅	85.7	33.3	61.18
	COD	133.5	54.3	59.31
	SS	55.8	13.8	75.72
	NH ₄ -N	24.31	17.82	26.72
	T-N	50.02	28.87	42.29
	T-P	11.390	9.332	18.07
	T-E. Coli. (MPN/day)	1.085*10 ¹²	6.019*10 ¹⁰	94.45

出典: JICA 調査団

また、ブラックウォーターとグレーウォーターを処理するセプティックタンクの分析結果を図 2-43 に示す。



出典: JICA 調査団

図 2-42 セプティックタンクの流入水と流出水の水質の関係図 (HP1DK1)

- 図 2-43 に示すように、セプティックタンクのブラックウォーターとグレーウォーターに対する除去効果も確認できた。
- セプティックタンクの構造上の問題により、第 1 槽からサンプルを採取しなければならなかったため、セプティックタンクの流入水質濃度はハノイ市のそれよりも大幅に高くなった。その結果、採取したサンプル中に汚泥がわずかに混ざることがあった。
- 一方で、良いグレーウォーターのサンプルを収集できた。
- 水消費量は、他の世帯と同様の理由により 4 日間の中で土曜日が最も多くなった。

f.5) 現地調査に基づいた、単位当たりの水消費量及び単位当たりの汚濁負荷量等の分析結果 単位当たりの水消費量

セプティックタンクの流入水と流出水のサンプリングを実施した 3 家庭の水量計で測定した水消費量データをもとに、単位当たりの水使用量を算出した結果を表 2-35 に示す。

表 2-35 各調査結果に基づいた単位当たりの水消費量 (単位: L/cap/day)

項目		ハノイ市		ハイフォン市	
		都市部	地方部	都市部	地方部
聞き取り調査 ¹⁾	平均値 (n: データ数)	149 (n=48)	145 (n=34)	132 (n=35)	128 (n=34)
	各対象家庭の結果 (家庭コード)	83-104 (HN1HM1)	78 (HN2TR1)	75 (HP1DK1)	-
水量計による測定結果 (4 日間) ²⁾	最大値	104.2 (HN1HM1)	107.8 (HN2TR1)	132.7 (HP1DK1)	-
	平均値	86.8 (HN1HM1)	101.2 (HN2TR1)	112.8 (HP1DK1)	-
京都大学 ³⁾ (2014 年)		146±58 (n=80)		-	-
Sybille Busser ⁴⁾ (2007 年)		170	92	-	-

出典: JICA 調査団

注: 1) JICA 調査団による実施

2) JICA 調査団による実施、屋外のトイレの水消費量を考慮

3) Pham Nguyet Anh, 2014. ベトナム都市部における生活系排水の特性及びセプティックタンクの機能に係る調査, 京都大学博士論文

4) Sybille Busser ら, 2007. ハノイにおける都市部及び都市近郊の世帯の生活系排水の特性及び排出量, チューリッヒ工科大学, スウェーデン

- まず、ハノイ市の結果によると、単位当たりの水消費量の値は調査に依存している。聞き取り調査に基づいたハノイ市の都市部における単位当たりの平均水使用量は 149 L/cap/day であり、これは京都大学の調査結果とほぼ同じである。
- 一方、水量計による測定結果は約 87 L/cap/day であり、聞き取り調査結果の平均値よりも少なくなった。
- ハノイの地方部における水量計による測定結果に基づく単位当たりの水消費量は、101 L/cap/day であり、聞き取り調査結果の平均値よりも少なくなった。
- ハイフォンの都市部では、水量計による測定結果に基づく単位当たりの水消費量は約 103 L/cap/day となり、聞き取り調査結果に比較的近い値となった。

トイレの水消費量の割合の合計

現地調査の結果をもとに、表 2-36 に示すように全水消費量に占めるトイレの水量とグレーウォーターの水量の割合を推定した。また、他の調査結果も参考にした。

全体として、水消費量の割合はトイレが 20~30%、グレーウォーターが 70~80%となった。

表 2-36 総水使用量に占めるトイレとグレーウォーターの水量の割合

項目		ハノイ市		ハイフォン市	
		都市部	地方部	都市部	地方部
JICA 調査団 による調査 ¹⁾	トイレの水量割合 (%)	19.4-27.8 Ave. 23.5 (HN1HM1)	30.3-40.2 Ave.34.9 (HN2TR1)	20.2-25.1 Ave. 23.0 (HP1DK1)	-
	グレーウォーターの 水量割合(%)	72.7-80.6 Ave.76.5 (HN1HM1)	59.8-69.7 Ave.65.1 (HN2TR1)	74.9-79.8 Ave.77.0 (HP1DK1)	-
Busser の調 査 ²⁾	トイレの水量割合 (%)	10- 32		-	-
	グレーウォーターの 水量割合(%)	68- 90		-	-
京都大学に よる調査 ³⁾	トイレの水量割合 (%)	20			
	グレーウォーターの 水量割合(%)	80			

出典: JICA 調査団

注: 1) JICA 調査団による実施

2) Sybille Busser ら, 2007. ハノイにおける都市部及び都市近郊の世帯の生活系排水の特性及び排出量, チュ
ーリッヒ工科大学, スウェーデン3) Pham Nguyet Anh, 2014. ベトナム都市部における生活系排水の特性及びセプティックタンクの機能に係る
調査, 京都大学博士論文

4) 京都大学による調査結果を踏まえた JICA 調査団の推定

調査結果に基づいた単位当たりの汚濁負荷量

現地調査の結果に基づき、単位当たりの汚濁負荷の推定量を表 2-37 に示す。

- 排泄物（ブラックウォーター）に係る単位当たりの汚濁負荷量は、両者に違いがあるにも関わらず、日本の基準に比較的近い。
- グレーウォーターに対する単位当たりの汚濁負荷量は、COD や SS を除いては日本の基準にも比較的近い。
- グレーウォーターに対する単位当たりの COD の汚濁負荷量は日本の基準よりもかなり大きい。
- この調査では、グレーウォーターの COD 濃度が非常に高く、これにより単位当たりの COD の汚濁負荷量が大きくなった。COD 濃度が高い理由は不明である。

表 2-37 現地調査に基づく単位当たりの汚染負荷量の結果

種類	世帯	項目	測定値の範囲 (g/cap/day)	平均値 (g/cap/day)	他の調査結果 ¹⁾ (g/cap/day)	日本の基準 ³⁾ (g/cap/day)
排水物 (ブ ラ ク ク ウ オ オ タ ー レ グ ラ ー タ ー)	ハノイ市 都市部 (HN1HM1)	BOD ₅	5.84 - 16.06	11.22	-	18.0
		COD	8.12 - 22.12	15.4	-	10.0
		T-SS	5.16 - 16.32	9.66	-	20.0
		T-N	5.24 - 8.78	6.84	6.3	9.0
		T-P	1.07 - 1.42	1.28	0.9	0.9
	ハノイ市 地方部 (HN2TR1)	BOD ₅	11.46 - 24.11	15.92	-	18.0
		COD	17.23 - 34.95	24.68	-	10.0
		T-SS	8.69 - 13.32	10.37	-	20.0
		T-N	8.50 - 10.42	9.28	6.1	9.0
		T-P	1.80 - 2.44	2.11	1.0	0.9
ハイフォン 市 都市部 (HP1DK1)	BOD ₅	24.8 - 61.91	47.33	-	40.0	
	COD	76.38 - 130.30	105.84	37.0 ²⁾	17.0	
	T-SS	10.71 - 20.64	16.35	29.9 ²⁾	25.0	
	T-N	2.12 - 3.31	2.87	1.0 ²⁾	2.0	
	T-P	0.28 - 0.43	0.35	0.6 ²⁾	0.4	

出典 1) Sybille Busser ら, 2007. ハノイにおける都市部及び都市近郊の世帯の生活系排水の特性及び排出量, チューリッヒ工科大学, スウェーデン
2) 上記調査によるハノイ市都市部の結果
3) 日本下水道協会, 2009. 日本下水道設計ガイドライン

(g) 現地調査の概要

現地調査結果の概要を以下に示す。

g.1) 水消費量

- 聞き取り調査によると、水消費量はハノイ市の都市部では約 150 L/cap/day となり、ハイフォン市の都市部では約 130 L/cap/day となった。両都市の都市部と地方部では大きな差はなかった。
- 一方で、水量計による測定結果（平均値）は、ハノイ市の都市部の家庭では約 87 L/cap/day、地方部の家庭は 101 L/cap/day となった。
- SDG6.3.1 指標を評価するための単位当たりの水消費量は人々の生活スタイル、都市部または地方部によって異なる。
- 従って、ベトナムの水消費量をモニタリングするためには、各省の都市部や地方部、特別都市、第一級都市で水消費量のデータを収集する必要がある。

g.2) セプティックタンクの処理効率

- 調査結果によると、セプティックタンクの流出水質の全パラメータは生活排水基準 (QCVN14/2008/ BTNMT) に適用できない。
- 汚泥引きの実施下、セプティックタンクの流入水と流出水の水質を分析した結果、セプティックタンクの BOD と COD の除去率は約 60% となった。一方、それらの除去率は、汚泥引きを実施しない場合では低下する。

g.3) 汚泥引抜き

- 聞き取り調査の結果によると、ハノイ市の都市部の43%の世帯が汚泥引抜きを経験している一方、ハノイ市の地方部の世帯では15%しか経験していない。ハイフォン市の都市部での汚泥引抜き状況はハノイ市の都市部に似ている。
- 汚泥引抜きを実施しない理由としては、セプティックタンクに引抜き用の穴がない、目詰まりや悪臭、タンクから溢れる等の問題が生じるまで何もしない、道路が狭いため引抜き車両が家庭にアクセスできない等、多くの理由が挙げられる。
- 汚泥引抜き頻度については、ハノイ市では1年に1回の世帯が最も多かったのに対し、ハイフォン市では、頻度に一定の傾向は認められなかった。
- セプティックタンクからの流出水中のBOD及びCOD濃度は、汚泥引抜き間隔が短いほど低下する傾向がある。
- 排水処理システムを進めるためには十分とはいえないものの、セプティックタンクは公共水域を改善または保全するために非常に重要な役割を果たしている。
- このような観点から、家庭レベルでのセプティックタンクの汚泥引抜きを促進し、政治または財政レベルで引抜きを支援する具体的な対策を実施することが重要である。

g.4) 家庭の汚濁負荷量

- ブラックウォーターとグレーウォーターに係る汚濁負荷量は、3世帯の調査結果に基づいて推計された。
- ブラックウォーター（BOD：11-16 g/cap/day）の汚濁負荷量は、CODとT-SSを除いて日本の基準に比較的近くなった。単位当たりのCODおよびT-SSの汚濁負荷量は日本の基準よりも高くなった。
- グレーウォーターの汚濁負荷量についても、CODやT-SS以外は日本の基準に似ている。BODの汚濁負荷量は約47 g/cap/日となったが、これは1世帯のみを対象とした調査から得られた結果である。

2.1.4 排水管理に係る現地調査：Part B. 事業系排水

(a) 現地調査の目的と範囲

再委託業務の目的を以下に示す。

- 1) 事業系排水の排出源に関するデータ及び情報の入手可能性を確認する。
- 2) 事業系排水に係るSDG6.3.1モニタリング活動に必要な情報収集の困難性を検討する。

再委託業務の範囲を以下に示す。

- 1) 質問票調査により、事業系排水源のマスターリストを作成し、対象汚染源を選択する。
- 2) 事業系排水の排出源に関する情報と入手可能性を確認するための質問票調査を通じて汚染源情報を収集する。
- 3) 事業系排水に係るSDG6.3.1モニタリング活動に必要な情報収集の困難性を検討する。

(b) 対象地域

再委託業務の対象地域はビンフック省とハナム省である。インベントリは省毎に作成した。

(c) 手法**a) インベントリ調査による排水排出源のマスターリスト作成と対象汚染源の選択**

JICA 調査団は再委託業者と協力して、入手可能な既存の情報に基づいて各地域の対象汚染源（IZ の内外にある工場、畜産施設、商業施設、病院、工芸村等）のマスターリストを作成した。

作成されたマスターリストに記載された排水源からインベントリ調査の対象となる排水源が選択された。対象を選択する際、各省の産業構成の特性に応じて、再委託業者は各施設の種類の数を選択する。また、対象種別の選択には、以下の施設が含まれていた。

表 2-38 質問票調査の対象施設

区分	インベントリ調査対象への調査項目
工業団地	- 全ての工業団地を選定
工業集積地域	- 主要な工業集積地域を選定
上記以外の工場	- 繊維業、紙・パルプ業、バイオエタノール加工業、水産加工業、ゴム製品加工業、鉄鋼業のような特定の QCVN を有する工業を選定 - 対象省の工業構造の特性を踏まえた上で選定が必要な他の工業区分 - 排水の場合
畜産施設	- 主要な畜産施設を選定 - 新規に開業した施設及び古い施設も含む
商業施設	- レストランを含む大型商業施設を選定 - 主要な市場を選定 - 新規に開業した施設及び古い施設も含む
病院	- 主要な病院を選定 - 新規に開業した施設及び古い施設も含む
工芸村	- 製造活動に伴って大量の汚水を排出している工芸村を選定

出典: JICA 調査団

質問票調査対象施設の選定後、質問票調査シートを完成させた。質問票調査は2018年3月から実施され、ハナム省とビンフック省の各 DONRE により調査票が配布された。

(d) 汚染源マスターリストの作成**ビンフック省における汚染源マスターリストの作成**

278 施設のマスターリストは以下を含むように作成された。

集中型生活排水施設、IZ と IC の集中型事業系排水処理場、不完全な排水採取システムや集中型排水処理施設を有する IZ または IC 内の施設、IZ と IC 以外の独立した企業やサービス、石油ステーション、ヘルスケア施設、大畜産農場、工芸村（ビンフック省マスターリスト参照）

ビンフック省の産業構造は質問票に掲載されている 16 の主要なカテゴリーだけでなく、他の多くの活動の種類を含めて変化していることがマスターリストに示されている。また、ビンフック省には、天然ゴム加工企業やバイオエタノール企業、鉱業と工芸村は存在しない。

表 2-39 ビンフック省のマスターリスト

No.	事業区分	施設数
1.	集中型生活系排水処理施設	1
2.	経済特区や工業団地における集中型事業系排水処理	4
3.	石油販売店及び給油所	43
4.	工芸村	0
5.	畜産施設	43
6.	医療施設	30
7.	商業施設	12
8.	繊維染色業	3
9.	紙・パルプ業	7
10.	エタノール製造業	0
11.	食品・水産加工業	8
12.	天然ゴム加工業	0
13.	鉄鋼業	6
14.	炭鉱業	0
15.	モーターバイク・機械・電気業	45
16.	飲料製造業（ビール、ワイン、ジュース）	1
17.	その他（建築資材の生産業、スポーツ業、プラスチック・ゴム加工業、子ども用おもちゃ製造業等）	75
	合計	278

出典: JICA 調査団

ハナム省における汚染源マスターリストの作成

211 施設のマスターリストは以下を含むように作成された。

集中型生活排水施設、IZ と IC の集中型事業系排水処理場、不完全な排水採取システムや集中型排水処理施設を有する IZ または IC 内の施設、IZ と IC 以外の独立した企業やサービス、石油ステーション、ヘルスケア施設、大畜産農場、工芸村（ハナム省マスターリスト参照）

ハナム省の産業構造は質問票に掲載されている 16 の主要なカテゴリーだけでなく、他の多くの活動の種類を含めて変化していることがマスターリストに示されている。また、ハナム省には、天然ゴム加工企業やバイオエタノール企業、鉱業と工芸村は存在しない。

表 2-40 ハナム省のマスターリスト

No.	事業区分	施設数
1.	集中型生活系排水処理施設	1
2.	経済特区や工業団地における集中型事業系排水処理	4
3.	石油販売店及び給油所	9
4.	工芸村	13
5.	畜産施設	2
6.	医療施設	16
7.	商業施設	7
8.	繊維染色業	30
9.	紙・パルプ業	1
10.	エタノール製造業	0
11.	食品・水産加工業	12
12.	天然ゴム加工業	0
13.	鉄鋼業	3
14.	炭鉱業	19
15.	モーターバイク・機械・電気業	19
16.	飲料製造業（ビール、ワイン、ジュース）	2
17.	その他（建築資材の生産業、スポーツ業、プラスチック・ゴム加工業、子ども用おもちゃ製造業等）	73
	合計	211

出典: JICA 調査団

マスターリストの作成を通じて以下に示す困難さが明らかになった。

- 1) ビンフック省とハナム省の各排水源に係るデータや情報は、無秩序かつ非系統的であり、更新もされていなかった。
- 2) 排水の活動に関するデータや情報は、様々な情報源から非同時（異なる時間やデータ・情報の種類等）に集められている。
- 3) 汚染源に関する入手可能な情報には、施設名、住所、活動区分のみが含まれ、その他のデータや電話/FAX 番号、生産能力、従業員数、利益等の情報は不足している。水使用量と排水に関するデータは一部の施設でのみ入手可能であった。
- 4) ビンフック省では、企業やサービス施設の毎日の水消費量（排水量）に関するデータがより包括的であった。しかし、ハナム省では、施設からの排水量に関するデータを有する施設はわずかであった。
- 5) 施設の情報、特に活動区分の変更に関する情報が不足していた。
- 6) 一部の施設では活動は変更されているが、更新はされていない。

(d) 事業系排水源に係るデータや情報の収集

JICA 調査団は、対象施設のデータや情報の収集をビンフック省とハナム省の汚染管理部の支援と協力によって実施し、以下の数の質問票を回収できた。

ビンフック省

- 質問票を配布した施設数：108
- 質問票を回収できた施設数：75（70%）

ハナム省

- 質問票を配布した施設数：114
- 質問票を回収できた施設数：24（21%）

収集したデータや情報については、以下の問題が明らかになった。

- 1) 排水源に関するデータや情報の収集業務は、地域の年間計画には含まれておらず、対象施設にもまだ通知されていない。
- 2) 近年、環境の国家管理が、特に排水と煙道ガスの排出管理が強化されており、許容基準を超える排ガスや排水を排出する工業施設は厳しい罰則を受ける。従って、施設は通常、排水量、排水分析結果、排水処理施設の状況に関するデータや情報の提供を拒否している。施設のデータと情報、特に環境データと情報は、地方の環境管理機関以上からの直接の依頼に基づいて提供ができる。
- 3) 施設の所有者は、排水量と排水分析結果のデータを提供することに不安がある。コミュニティへの漏洩は、製品の生産と流通にマイナスの影響を及ぼす。
- 4) 「対象施設」のデータ及び情報収集に関するフィールド調査は、地方環境管理機関の支援や調整が重要な役割を果たした。これらの組織の強力なサポート及び緊密な協力がより良く、より早い結果をもたらした。

ベトナムにおいて、各省 DONRE は環境調査を通じて、工場や商業施設の排水管理を実施する責任がある。同時に、工場や商業施設では、排出される排水の水質と量を監視する責任がある。基本的には、DONRE と工場/商業施設が必要な措置を講じている。本調査では、ビンフック省とハナム省の DONRE と協力して工場と商業施設へのアンケート調査を実施し、排水の水質と量に関するデータ及び情報を収集した。アンケート調査により得られた情報の概要を下表に示す。調査結果より、基本的に各施設からモニタリングデータを入手できることが分かったが、中央政府の体系化された情報収集システムがないため、対象施設からのモニタリング情報の収集が容易ではないことが分かった。それ故、SDG6.3.1 モニタリング業務を実施するためのシステム開発が必要である。

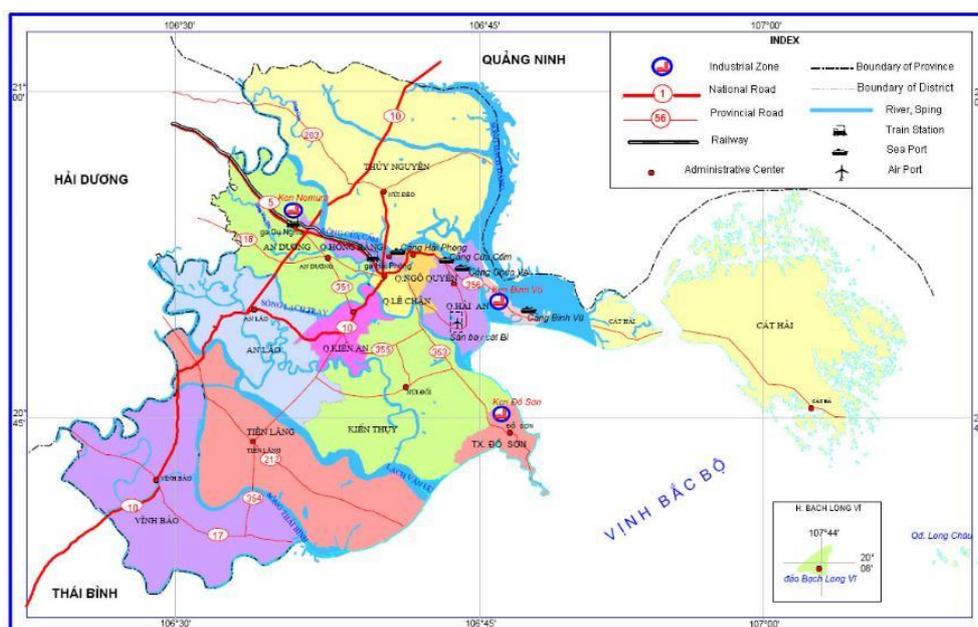
表 2-41 ビンフック省の工場及び商業施設における利用可能なモニタリングデータに関するアンケート調査結果

分類	施設数	提供された施設数					排水基準
		排水量	BOD ₅	COD	重金属	大腸菌群	
生活系排水処理	1	1	1	0	0	1	QCVN 14 : 2008/BTNMT
地方部の住宅地からの生活系排水処理	10	10	0	0	0	0	QCVN 14 : 2008/BTNMT
事業系排水処理	4	4	4	4	4	3	QCVN 40:2011/BTNMT
石油販売店、給油所	5	5	0	1	1	0	QCVN 29:2010/BTNMT
養豚	9	9	3	3	0	3	QCVN 62 :2016/BTNMT
診療	11	11	10	10	1	10	QCVN 28: 2010/BTNMT
ビジネス、貿易、サービス	4	4					(-)
繊維、染色、衣服	5	5	4	3	2	2	QCVN 13 : 2008/BTNMT
紙及び紙製品の生産	4	3	4	3	1	3	QCVN 12 : 2008/BTNMT
動物飼料及び肥料の生産	5	5	4	3	2	4	QCVN 40:2011/BTNMT
鋼製ビレットの製造	5	4	4	3	2	2	QCVN 52: 2013/BTNMT
機械や組立、電気	13	13	13	11	7	12	QCVN 40:2011/BTNMT
飲料生産	1	1	1	1	1	1	QCVN 40:2011/BTNMT
その他（建材の製造等）	23	23	20	13	9	19	QCVN 40:2011/BTNMT
合計	100	98	68	55	31	60	

2.2 ハイフォン市でのケーススタディ

2.2.1 目的

一次調査により得られた結果及び提案に基づき、2018年11月からJICAは、円借款及び技術協力による汚泥管理や下水道システムの構築に関する経験を考慮しながら、ハイフォン市における詳細のモニタリング手法を検討する事例調査の実施を計画した。



出典: https://sites.google.com/a/aag.org/mycoe-servirglobal/_/rsrc/1468867471299/dieu-thuy-tran/resize_HN.png

図 2-43 ハイフォン市の地図

表 2-42 ハイフォン市の地区及び人口

地区	区数 (町・村)	面積 (km ²)	人口	人口密度 (人/km ²)
<u>Dương Kinh</u>	6 区	46.8	55,100	1,178
<u>Đồ Sơn</u>	7 区	45.9	48,500	1,056
<u>Hải An</u>	8 区	103.7	114,200	1,101
<u>Kiến An</u>	10 区	29.6	110,700	3,736
<u>Hồng Bàng</u>	11 区	14.5	107,000	7,389
<u>Ngô Quyền</u>	13 区	11.3	173,700	15,314
<u>Lê Chân</u>	15 区	11.9	223,000	18,729
小計 (都市部の地区)	70 区	263.7	832,200	3,156
<u>An Dương</u>	1 町 + 15 村	104.2	176,000	1,689
<u>An Lão</u>	2 町 + 15 村	117.7	145,200	1,233
<u>Bach Long Vĩ</u>	-	3.1	1,100	346
<u>Cát Hải</u>	2 町 + 10 村	325.6	32,500	100
<u>Kiến Thụy</u>	1 町 + 17 村	108.9	138,800	1,275
<u>Tiên Lãng</u>	1 町 + 22 村	193.4	152,200	787
<u>Vĩnh Bảo</u>	1 町 + 29 村	183.3	179,400	979
<u>Thủy Nguyên</u>	2 町 + 35 村	261.9	323,400	1,235
小計 (地方部の地区)	10 町 + 143 村	1,298.1	1,148,600	885
合計	70 区, 10 町, 143 村	1,561.8	1,980,800	1,268

2.2.2 現地調査結果

(1) 給水の現状

ハイフォン水道公社は、下表に示すハイフォン市内の地域にサービスを提供しており、その他の地域では、小規模な水道会社がサービスを提供している。

表 2-1 ハイフォン水道公社により給水サービスを受ける地域

No.	事業所名	給水地域 (地区)	顧客数	2017		2018	
				給水量 (m ³)	収入(vnd 1,000)	給水量 (m ³)	収入(vnd 1,000)
1	中央支店	Le Chan, Ngo Quyen, Hong Bang	142,653	28,920,719	347,621,641	28,579,033	349,813,379
2	ハイフォン 3	An Dong + Dong Thai Communes in An Duong District; Hung Vuong + So Dau wards in Hong Bang District	22,447	4,926,845	55,603,329	5,532,840	65,506,257
3	ハイフォン 4	An Lao, Kien Thuy	12,814	1,634,786	15,049,904	2,011,341	18,840,795
4	ハイフォン 5	Kien An, some communes in An Duong and An Lao districts	45,579	8,409,297	99,325,826	8,889,692	105,412,33
5	ハイフォン 6	Do Son	10,002	2,310,198	30,628,815	2,072,981	28,324,582
6	ハイフォン 7	Hai An, Cat Hai Town	43,202	11,707,121	147,914,936	9,988,101	127,683,924
7	ハイフォン 8	Duong Kinh	13,708	526,015	6,817,208	3,067,411	39,921,716
8	ミンドウック	Minh Duc Town in Thuy Nguyen	3,192	200,983	1,891,720	572,193	7,221,581
9	ビンバオ	Vinh Bao Town and adjacent communes	12,458	1,663,547	19,363,953	1,901,282	22,178,807
10	カットバ	Cat Ba Town and adjacent communes	4,274	987,245	15,106,473	1,100,322	16,454,624
		合計	310,329	61,286,756	739,323,805	63,715,196	781,357,997

出典: ハイフォン水道公社

ハイフォン市における主な水質汚濁源は生活系排水である。給水源の水質を以下に示す。

(2) 給水料金

給水料金は 10,000 VND/m³ であり、排水の排出料金は給水料金の 20%である。都市部では 1 人当たりの給水量は 100m³ である。

(3) 給水データベース

水道公社により給水された世帯のインベントリは存在するが、GIS とは組み合わせられていない。また、現時点では給水ネットワークの集中管理システムはなく、各地区の事業所に詳細情報がある。GIS データベースに関しては準備中である。

(4) 給水源の水質

ハイフォン市では、地下水の水質は塩水の侵入による影響を受けており、主な給水源は地表水となっている。取水地点の水質を下表に示す。HPWSC 及び HPDONRE によれば、水質は生活系排水と事業系排水の影響を受けており、その影響は増大している。

表 2-2 ハイフォン市における給水の取水口での水質

No.	サンプリング地点	日付	分析項目							
			pH	SS (mg/l)	COD (mg/l)	DO (mg/l)	NO ³⁻ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	Coliforms (MPN/100ml)	E.coli (MPN/100ml)
QCVN 08-MT:2015/BTNMT			6-8.5	30	15	>=5	5	0.2	5,000	50
1	He River	23/08/2018	7.48	22	13.2	5.1	1.58	0.38	93	43
2	Quan Vinh	15/8/2018	7.17	20	12.8	5.15	1.27	0.23	930	240
3	Cau Nguyet	15/08/2018	7.4	20	12	5.45	1.3	0.2	9,300	2,400
4	Vinh Bao	23/08/2018	7.28	20	13	5.42	1.52	0.27	240	23

出典：ハイフォン水道公社

(5) 排水管理

ハイフォン市では、ハイフォン PC の下で DOC が SADCO のような排水管理活動を直接実施する複数の会社と協力して生活系排水管理を監督し、DONRE は事業系排水を管理している。

集中型排水処理システム

HPSADCO への質問票は、JICA シニアアドバイザーとの協議事項を参考にして JICA 調査団が作成したものであり、汚泥回収とその処理状況の管理に加え、HPWSC の経営面も含んでいたが、収集できた情報はあまり具体的ではなかった。HPSADCO による質問票と回答内容を表 2-3 に示す。

表 2-3 質問票を用いた HPSADCO へ調査結果の概要

主な質問事項	HPSADCO による回答	JICA 調査団によるコメント
年間の排水回収料金	900 億 VND (2017 年) 72 億 VND (2016 年) 68 億 VND (2015 年)	金額はわずかに増加したが、これは経済成長に伴う水使用量の増加によるものと考えられる。
SADCO による汚泥の引抜き活動	顧客数：300,630 世帯 汚泥引抜き量：3,610m ³ (2017 年) 通常の汚泥引抜き頻度 一般的な世帯：5 年に 1 度 その他：2-3 年に 1 度	定期的な汚泥引抜きサービスは提供されず、規制もない。さらに、家庭に設置されたセプティックタンクの多くは、定期的な

		汚泥引抜きを考慮した設計にはなっていない。
汚泥引抜き活動の財務収支	汚泥引抜き料金： 6億7900万 VND（2017年） 汚泥処理費用： 6億 VND（2017年）	約8,000万 VND（=約3,500USD）が利益として残った。処理活動に投入された資源は定期的に評価されるべきである。

出典: JICA調査団

HPSADCO は、HPWSC と制度上及び財務上の構造が異なるため、HPWSC の詳細の経営情報を把握していない。HPWSC は独立して運営されており、自らの事業のために権限を委譲されている。HPSADCO はまだ完全には民営化されておらず、ハイフォン市 PC の予算から年間予算を割り当ててもらふ必要がある。

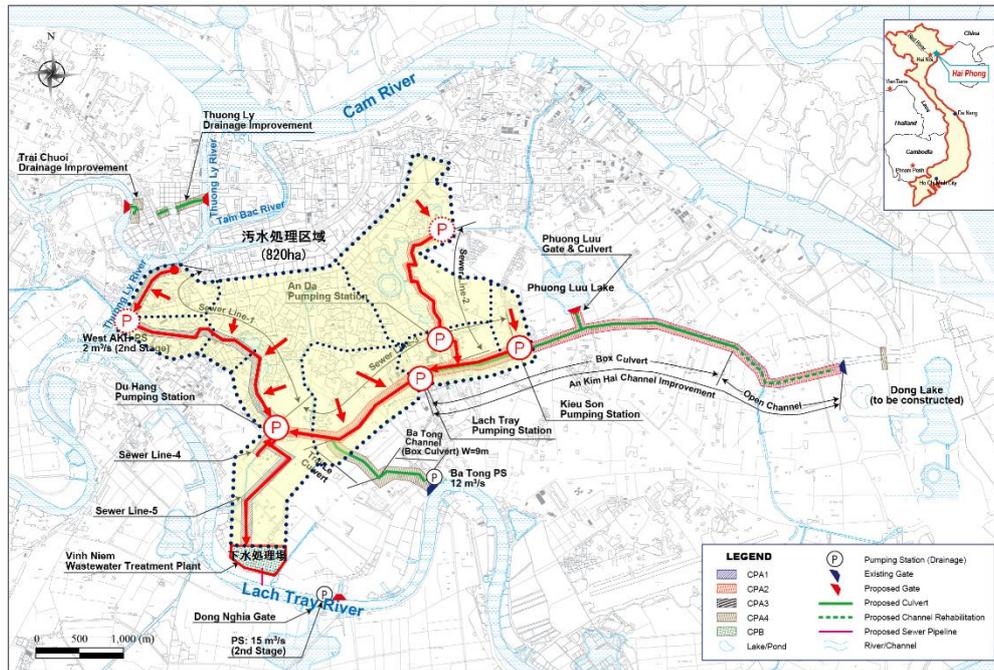
ハイフォン市における集中型排水処理施設（ビンニエム WWTP : VNWWTP）の建設は、2014 年から日本の ODA 事業である「ハイフォン下水排水&廃棄物管理事業（第 I 期）下水排水コンポネント施工監理業務」の下で実施されている。VNWWTP の主な機能を下表に示す。

表 2-4 VNWWTP の主要な特徴

項目	主要な特徴
供給面積	820 ha（ハイアン区ンゴークイン、レーチャン）
供給人口	209,191 人（2010 年現在）
汚水収集方式	インターセプター方式（下水システムとの統合）
処理工程	従来の活性汚泥法（クラス B）
処理能力	36,000m³/日（晴天時の平均流量） 54,000m ³ /日（晴天時のピーク流量） 108,000 m ³ /日（雨天時の流量）
汚泥処理	重力増粘及び機械的脱水（スクリュープレス）
汚泥処分	埋立地

出典: JICA調査団

ハイフォン市中央部の西側半分を主にカバーする供給地域を図 2-1 に示す。



出典：JICA調査団（日本工営の下水プロジェクト紹介文を参照）

図 2-1 ビンニエム WWTP の供給地域

設計排水発生量は下表に示す条件により算出した。

表 2-5 排水発生量の算出条件

排水	パラメータ		算出値
生活系排水 (Q1)	単位水消費量	165 LPCD (2010年)	25,163 m ³ /日
	排水発生率	水消費量の 90%	
	給水システムのサービス実施率	90%	
	下水システムのサービス実施率	90%	
公共事業、商業、サービス、及び産業 (Q2)	生活系排水発生量の 30% (Q1)		7,549 m ³ /日
地下水の浸透	総排水発生量の 10% (Q1+Q2)		3,271 m ³ /日
合計			35,983 m³/日

出典：JICA調査団：ハイフォン下水排水&廃棄物管理事業（第I期）下水排水コンポーネント施工監理業務を参照・整理

表 2-6 安全に処理された排水量の計算に必要な情報

項目	具体的な内容	責任機関
供給人口	- プロジェクト地域の区/村別人口	ハイフォン統計部
供給面積	- 汚泥引抜き対象地域、排水管理地域	SADCO その他の汚泥引抜きサービス業者
プロジェクト関連情報	- プロジェクト対象地域の計画 - 供給人口の設定 - 排水量の設定 - 排水の水質の設定 (in/out)	引渡し前の PMU 引渡し後の SADCO
実際の排水状況	- 実際の排水の水質 (流入/流出) - 実際の排水量 (流入/流出)	引渡し前の PMU 引渡し後の SADCO
公共の水環境	- 公共用水域の水質 - 事業系排水の水質	DONRE
給水関連データ	- 供給対象地域 - 利用者区分別の接続番号 - WTP 当たりの水生産量 - 利用者区分別の水消費量 - 利用者区分別の水道代 - 料金徴収率	水道公社

出典：JICA調査団

セプティックタンクによる処理

ハイフォン SADCO の GIS データベースでは、4 都市区に位置する 86,501 基のセプティックタンクが計画的な汚泥引抜き実施のために登録されている。ハイフォン SADCO は汚泥引抜きに要する全費用は下水道料金でカバーされている。

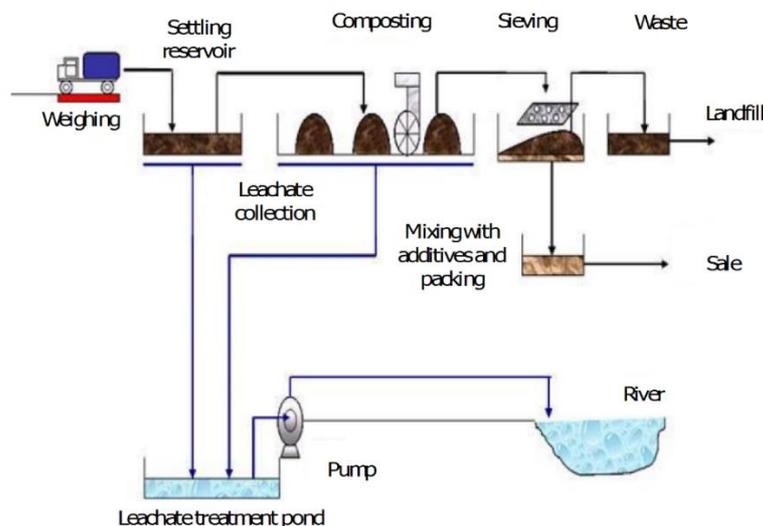
ハイフォン SADCO はハイフォン市の都市部の 4 地区をカバーしており、一般家庭のセプティックタンクに対して 5~6 年毎、共同住宅（アパート）では 1~2 年ごとに汚泥の引抜きを計画している。しかし、汚泥引抜きに係る全ての費用は各世帯から収集された排水料金によって賄われているため、各世帯は汚泥引抜きを頻繁に実施しようとしにくい現状である。それ故、現時点では SADCO が提供する汚泥引抜きサービスは制限されており、サービス供給地域全体でセプティックタンクの排水処理状況を更新することは困難である。過去には、定期的な汚泥引抜きが実施され、各世帯は 3~5 年に 1 度ハイフォン市の予算で汚泥を引き抜いていた。汚泥引抜きが実施される地域は、排水による汚染の影響の程度に応じて選択され、そのような情報は女性組合などの一般市民から提供された。Decree 80 の施行後、汚泥引抜き費用は各世帯が支払うことになったため、セプティックタンクが溢れそうになった場合にのみ各世帯は汚泥引抜きを要求した。それ故、定期的かつ体系的な汚泥引抜き作業は停止されている。現在、SADCO は体系的な汚泥引抜き作業計画を策定するための十分なデータと情報を有していない。一般に、セプティックタンクの汚泥の回収と処理に必要な費用は 1,000,000 VND / m³ である。

糞便汚泥管理は、ハイフォン SADCO と世界銀行のプロジェクトによって建設されたチャンカット (Trang Cat) 汚泥処理施設の運営にて実施されている。処理場の概要は下表に示す。

- Dry pond for open channel sludge: 6,000 m³ (1,500 m³ x 4 ponds)
- Dry pond for septic tank sludge: 1,500 m³ (750 m³ x 2 ponds)
- Amount of treated sludge is 5,000 m³/year

- Lagoon for treating supernatant liquid is equipped. After treatment, the liquid is discharged to river. Discharged liquid quality is analyzed once or twice in a year.
- Dried sludge is composted at the site.

チャンカットに搬入される汚泥量は、年間 10,000~25,000m³ の範囲にある。将来、JICA の環境衛生プロジェクトが機能すれば、同プロジェクトで処理する汚泥量は増加する見込みである。



出典: Institute of environmental science and engineering (IESE), Hanoi University of Civil Engineering, 2011. Final Report on Landscape Analysis and Business Model Assessment in Fecal Sludge Management: Extraction and Transportation Models in Vietnam

図 2-2 チャンカットプラントにおけるし尿汚泥の処理フロー

事業系排水管理

ハイフォン DONRE はハイフォン市の事業系排水を管理しており、年間約 50 の企業を対象に環境監査を実施している。環境監査は年次計画に基づいて実施されており、これに対して地元の人々からの苦情がある。

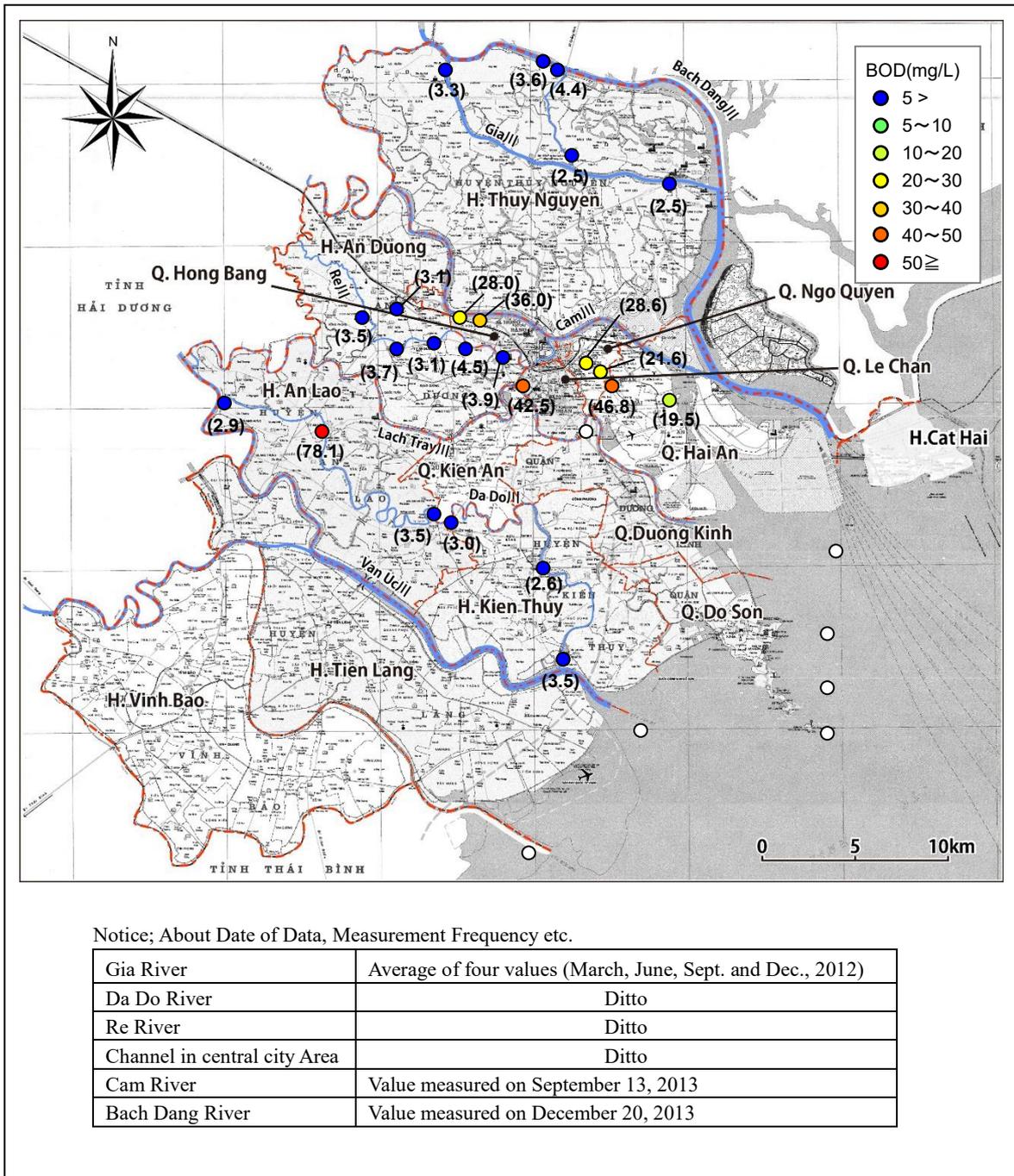
ハイフォン DONRE は Excel による汚染源データベースを開発したが、現在は更新されておらず、インベントリの更新に係る活動を強化する必要がある。

DONRE とは別に、産業管理委員会が工業地帯から排出される排水を管理している。一般的に、各工業地帯は排水システムを集約し、排水の水質と量を記録している。

(6) 水環境の状況

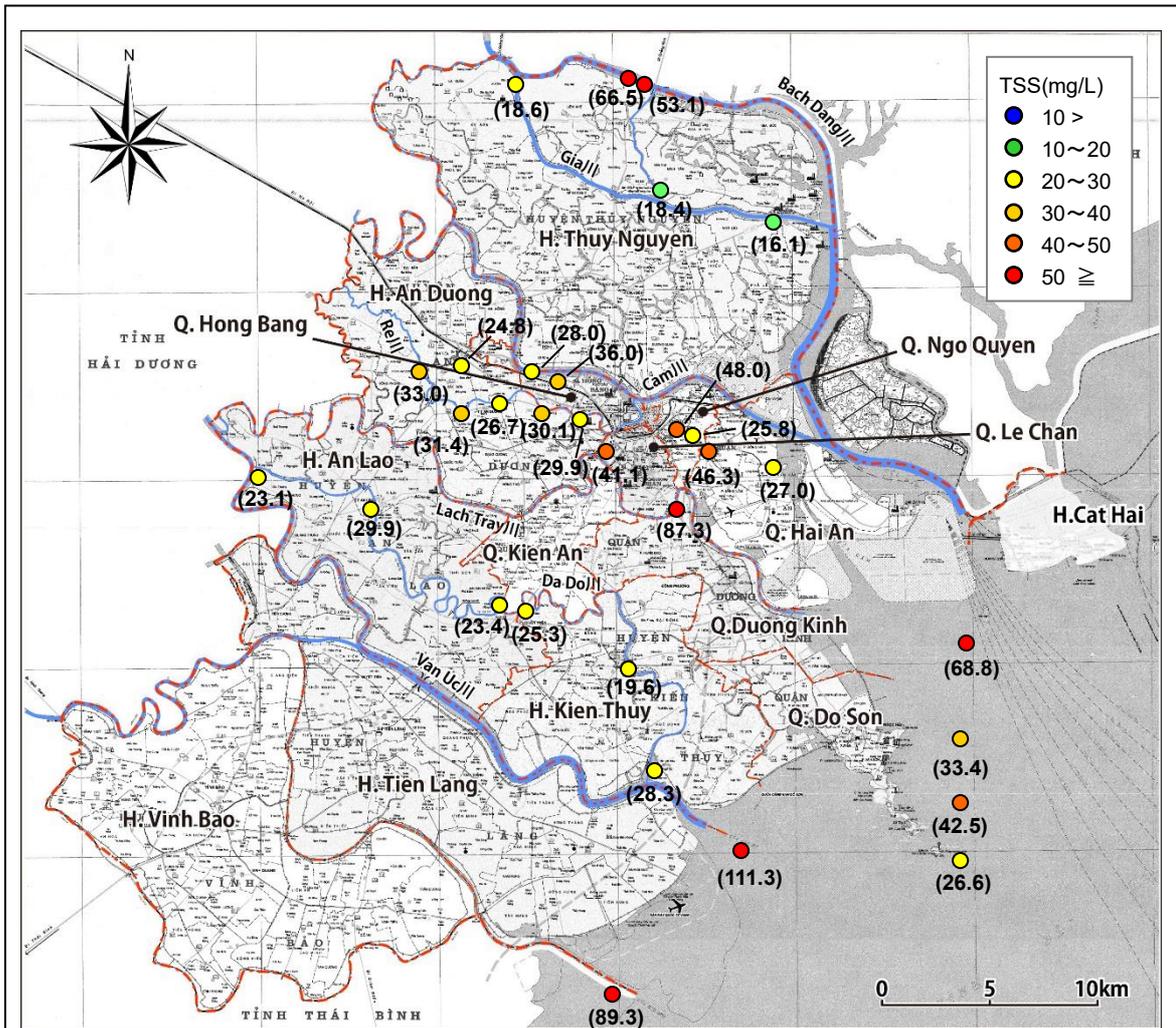
ハイフォン市の水環境の現状に関し、BOD 及び TSS 濃度の測定結果を以下の図に示す。

これらの測定結果はやや古いものであるが、生活排水及び産業排水による汚染が確認されている。特に市中心部の運河は深刻な汚染が確認されている。DONRE への聞き取りによるこれらの汚染は現在も同様の傾向であることが確認された。



出典：北九州市

図 2-3 ハイフォン市の BOD 濃度



Notice; About Date of Data, Measurement Frequency etc.

Gia River	Average of four values (March, June, Sept. and Dec., 2012)
Da Do River	Ditto
Re River	Ditto
Channel in central city Area	Ditto
Lach Tray River	Average of three values (April, June and August, 2012)
Cam River	Value measured on September 13, 2013
Bach Dang River	Value measured on December 20, 2013
Coastal Zone	Average of two values (August and November, 2013)

出典：北九州市

図 2-4 ハイフォン市の TSS 濃度

2.2.3 SDG モニタリングと排水管理に係る提言

(3) SDG 指標 6.3.1 (6.2.1) のモニタリング手法の一般的状況

2018年8月、国連水関連機関調整委員会（UN-Water）は「排水処理の進捗状況 -SDG 指標 6.3.1 のモニタリング手法と事前調査の試験的实施」を発表した。本報告書には下表に示す知見が記載されており、パイロット調査を通じて、いくつかの提案事項と問題点が明らかになった。

表 2-7 UN-Water により整理されたモニタリング手法とパイロット調査結果

UN Water により整理されたモニタリング手法	パイロット調査結果
本指標は全ての排水（ブラックウォーターやグレイウォーター）の発生について考慮すべきである。	-セプティックタンクで処理されたブラックウォーターは「安全に処理された」と常に認識されているとは限らない。 -地方部のほとんどのグレイウォーターは処理されていない。
発生する排水量の推定値は、オンプレミス及びオフプレミスの給水に対する水消費量の割合として計算する必要がある。	本手法はハイフォン市にも適用可能である。
本指標は、放流水の環境上及び公衆衛生上の影響を考慮しつつ、国内基準に照らして実際の処理性能を評価する必要がある。	-ハイフォン市の関係機関は排水モニタリングデータを有しており、SDG モニタリングの評価に利用する必要がある。
モニタリングメカニズムは、既に拡大している国家統計当局に追加の報告負担をかけることを避けるために、既存の地域モニタリングメカニズム（例：ユーロスタット、アフリカ水担当大臣会議（AMCOW））を利用し、調和させるべきである。	-東南アジア諸国の場合、地域の経験は WEPA のような国際的なプラットフォームを通して整理され、SDG モニタリングの国際的な経験の改善のために共有されるべきである。
各国間のモニタリング能力には幅があり、それらの国は自国の能力レベルに関連した革新的なモニタリングアプローチを柔軟に要求した。	-ベトナムとハイフォン市は SDG モニタリングを実施するための十分な能力を有する。 -モニタリング活動の改善のためには、段階的アプローチが採用される必要がある。
ほとんどの国では、排水の水質をテストすることによって排水処理施設の性能を評価しているが、規制当局は全国レベルでデータを集計していない。	ハイフォン市の関係機関は水質モニタリングデータを有しているが、UN Water のレポートでの指摘と同じ問題が存在しており、モニタリングデータの集計は改善が必要である。

(4) 生活系排水の SDG 6.3.1 (6.2.1) のモニタリング手法

WHO / UN Water / UN Habitat による「安全な処理及び排水の利用における進捗状況 2018—SDG 指標 6.3.1 のモニタリング手法及び初期調査の試験的实施」において、SDG6.3.1 の計算方法の例は下図のように整理された。

Population [thousands]	Water supply [%]		Water use [litre/person/day]*		Sanitation [%]		Wastewater [thousand m ³ /day]		Sanitation service chain [%]					Safely treated wastewater [%]				
	Population with water on premises	Population with water not on premises	On-premises	Not on-premises	Type	Population using type (including shared)	Generation [G]	Collection [C]	Contained	Emptied and removed off-site	Not emptied	Delivered to treatment plant	Treated at treatment plant	Wastewater treatment	Treated in situ	Faecal sludge treatment	6.3.1a	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	Piped sewers	[6]	$= [6] \times [1] \times [4]^*$	$= [G] \times 1$	[11]	N/A			[12]	[17]	$A = [C] \times [11] \times [12] \times [17] / G(\text{total}) \times 100$			
					Septic tanks	[7]	$= [7] \times [1] \times [4]^*$	$= [G] \times 1$	[13]	[15]	[14]	[16]	[18]		$B = [C] \times [13] \times [14] / G(\text{total}) \times 100$	$C = [C] \times [13] \times [16] \times [18] / G(\text{total}) \times 100$	$= A + B + C$	
					Other improved facilities	[8]	$= [8] \times [1] \times [5]^*$	$= [G] \times 0$	0	0	0	0	0	0	0	0		
					Unimproved facilities	[9]	$= [9] \times [1] \times [5]^*$	$= [G] \times 0$										
					Open defecation	[10]	$= [10] \times [1] \times [5]^*$	$= [G] \times 0$										
TOTAL							$G(\text{total})$	$C(\text{total})$										

図 2-5 SDG6.3.1 の計算方法の例

(5) ハイフォン市の関連組織との SDG 6.3.1 のモニタリング手法に関する協議

Part A : 生活系排水

現時点では、入手可能な情報を用いて簡単に計算できる手法を適用することが望ましい。

- 現在、集中型排水処理システムではインターセプター収集システムが適用されており、供給区域内の人口は入手可能な情報（人口密度、統計データ、既存のデータベース情報など）に基づいて推計できる。パイプ式下水システムが整備されると、集中型排水システムに接続された世帯に関するデータベースが必要になる。
- セプティックタンクが設置されている世帯のうち、汚泥が除去されている世帯に関するデータが必要である。

Part B : 事業系排水

汚染源インベントリ

- ハイフォン DONRE は汚染源データベースを開発しており、定期的なインベントリの更新が期待されている。

環境監査及び EIA により収集した情報の利用

(6) ハイフォン市の関連組織との SDG 6.3.1 指標の達成に向けての協議事項

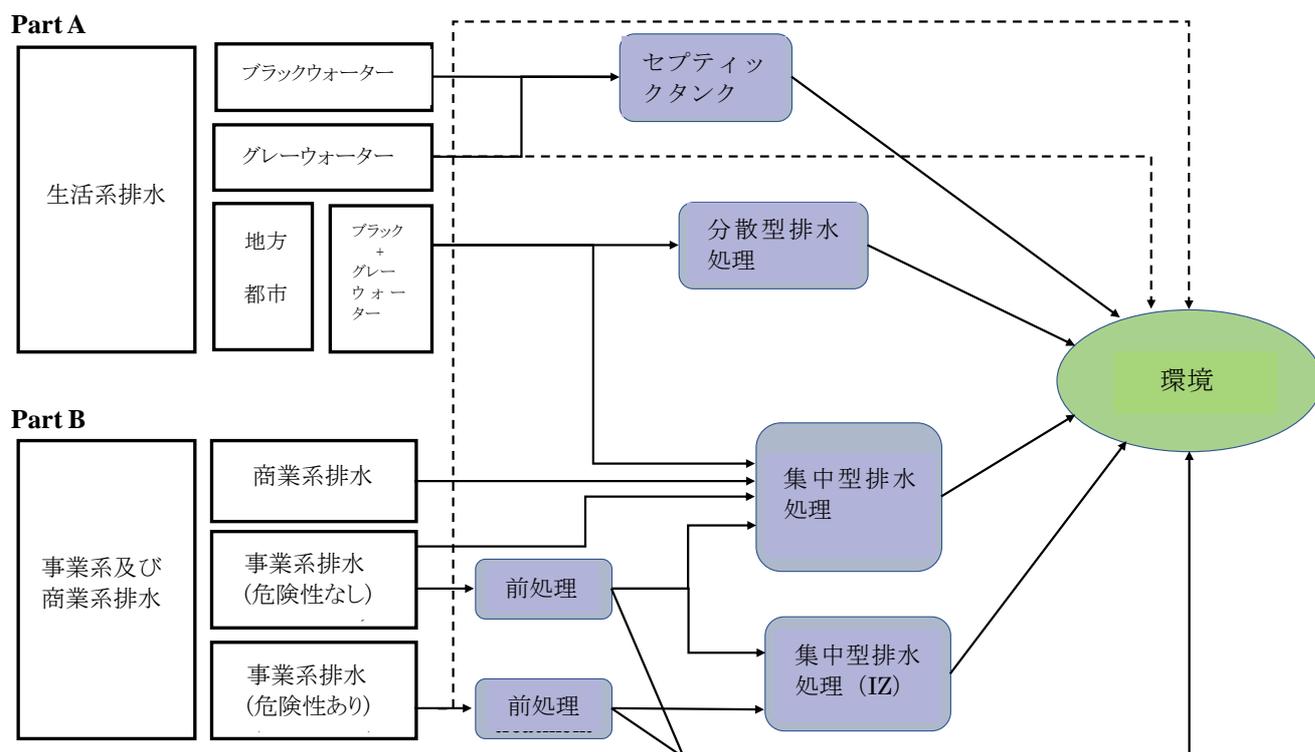
- 関連計画：下水道システム及びオンサイトシステムのゾーニング、下水道システムの開発に向けた移行段階から最終段階への段階的アプローチ

-
- 2018年3月にハイフォン市は、2025年までの下水道計画の承認に関する Decision No.626 /QĐ-UBND により、2050年に向けてのオンサイト及びオフサイト処理システムのゾーニング計画を策定した。
 - 下水道整備に関しては、最終目標を念頭に置いた現実的なシナリオの採用が必要である。
 - 技術：汚泥処理の改善
 - 処理される汚泥を減らすためのチャンカット汚泥処理場の改善
 - BODだけでなく、窒素やリンなどの栄養素も処理する可能性
 - 財政メカニズム：排水の排出料金の利用手段
 - 制度上の取り決め：SDG モニタリングに必要なデータや情報を統合するためのメカニズムを開発する必要がある。
 - SDG6.3.1 指標モニタリングを先導する組織の明確化
 - ハイフォン市水道公社が運営するデータベースのような入手可能な既存の情報を使用する可能性
 - 法規制：取水口周辺の水質状況や周辺水域の水環境及び汚濁負荷を考慮した、必要な排水処理レベルの設定

3 SDG 指標 6.3.1 に関するモニタリング手法と計算方法の提案

3.1 排水の分類及び処理方法に係る提案

モニタリング指標図を用いた計算方法の提案するために、各排水の処理フローを特定する必要がある。本業務で扱う排水は、(a) 生活系排水、(b) 商業系排水、(c) 事業系排水に分類される。また、ベトナムで適用されている排水処理システムには、(a) 集中型 WWTP、(b) 分散型 WWTP、(c) セプティックタンク、(d) 有害物質の前処理施設、がある。各排水処理システムの統合を検討するため、SDG 6.3.1 のモニタリング指標の計算に必要な排水フローを整理する。現時点での排水フローを下図に示す。



注) 矢印は主要な排水の流れを示す

出典: JICA 調査団

図 3-1 各排水の処理フロー

3.2 排水区分及び処理方法ごとにモニタリング指標図を得るための計算方法の提案

本調査で明らかになった現状を考慮して、モニタリング指標 SDG6.3.1 の推定には、以下の計算方法を提案する。

3.2.1 SDG6.3.1 モニタリング指標の推定手法

(1) 生活系排水の発生

発生する家庭排水の量は、以下の式により算出できる。

$$[\text{排水量}] = [\text{人口}] \times [\text{一人一日水使用量 (L/cap/day)}]$$

人口の情報は GSO の公表された統計年鑑によって入手できる。現在、様々な文献やフィールド調査によって、ベトナムにおける一人一日水消費量の値が確認されており、この値が決定されることが望ましい。

	人口	一人一日水使用量 (L/cap/day)
入手し易さ	○	○
期待される情報源	- GSO より公表された衛生データ	- ベトナムのいくつかのマスタープランにより提案された図 - ベトナムでの WHO パイロットプロジェクトにより提案された数値 (都市部 : 150 L/cap/day、地方部 : 80 L/cap/day) - 本調査結果 (表 2-11)
議論すべき問題	-	- 統一された数値が提案されるべきである。

(2) 安全に処理された生活系排水

(a) 排水排出基準を満たした集中型 WWTP による安全に処理された排水

この調査結果によると、ベトナムで運用されている集中型 WWTP の排水は、一般的に排水排出基準を満たしている。この処理排水量は以下の式で計算できる。

オプション a) [集中型 WWTP により安全に処理された排水量] = [実際の下水道人口] x [一人一日水使用量 (L/cap/day)]

オプション b) [集中型 WWTP により安全に処理された排水量] = [実際の集中型排水処理場の処理能力]

オプション c) [集中型 WWTP により安全に処理された排水量] = [実際の集中排水処理場の処理排水量]

この調査の結果に基づき、DOC または各 WWTP 運用会社から既存の下水道人口を確認するための情報を得ることは必ずしも容易ではない。このような場合、処理場の設計能力またはプラントへの実際の流入速度を参照して推定する。

上記の各オプションは、利用可能なデータと情報に応じて採用される。調査では、実際の処理排水量を複数の処理場から収集したが、全ての対象施設からは回収できなかった。

実際の下水道人口については、サービスエリアマップなどの情報が不足しており、サービスエリアを特定できなかったため、識別が困難であった。SDG6.3.1 のモニタリングが実施される場合、MOC は安全に処理された排水量計算のために選択されたオプションを考慮しながら、必要な情報を収集する必要がある。

	実際の下水道人口 実際の集中型 WWTP の処理能力及び 処理排水量	一人一日水使用量 (L/cap/day)
入手し易さ	△	○
期待される 情報源	<ul style="list-style-type: none"> - MOC - DOC - 各 WWTP 運用会社 - GSO により収集された衛生データ 	<ul style="list-style-type: none"> - ベトナムのいくつかのマスタープランにより提案された図 - ベトナムでの WHO パイロットプロジェクトにより提案された数値 (都市部: 150 L/cap/day、地方部: 80 L/cap/day) - 本調査結果 (表 2-11)
議論すべき 問題	<ul style="list-style-type: none"> - 本調査の経験より、DOC または各 WWTP 運用会社から既存の下水道人口を確認するための情報を収集することは必ずしも容易ではない。 	<ul style="list-style-type: none"> - 統一された数値が提案されるべきである。

(b) 排水基準を満たした分散型排水処理場により安全に処理された排水

2.3 (1) で述べた施設等の集中型排水処理システムは、安全に処理された排水にも寄与していると考えられる。その量は次の式で計算できる。

[分散型排水処理場で処理された排水量] = [分散型排水システムの利用人口] x [一人一日水使用量(L/cap/day)]

分散型排水処理システムによる排水処理のためには、ベトナム排水基準や設計基準で各施設の排水処理能力を確認し、排水品質モニタリングを実施する必要がある。

(c) 排水排出基準を満たしたオンサイト排水処理施設により安全に処理された排水

排水排出基準を満たしたオンサイト排水処理施設による処理排水量は以下の式で計算できる。

[オンサイト排水処理場により安全に処理された排水] = [オンサイト処理システム利用人口] x [一人一日水使用量(L/cap/day)]

ハイフォン市のような一部の地方行政機関にはオンサイト処理システムのデータベースがあり、この情報は SDG6.3.1 のモニタリング活動に使用できる。また、保管されている既存情報の更新状況も確認する必要がある。

もう 1 つの問題は、本調査結果により、オンサイト処理施設からの排水の水質が不適切であるとみなされることである。安全に処理された排水として認識されるためには、オンサイト処理システムの管理を改善すべきである。

	オンサイト処理システムに 接続された人口	一人一日水使用量 (L/cap/day)
入手し易さ	△	○
期待される 情報源	<ul style="list-style-type: none"> - MOH - DOC - ハノイ URENCO やハイフォン SADC のような各市/省の衛生や排水公社 	<ul style="list-style-type: none"> - ベトナムのいくつかのマスタープランにより提案された図 - ベトナムでの WHO パイロットプロジェクトにより提案された数値 (都市部 : 150 L/cap/day、地方部 : 80 L/cap/day) - 本調査結果 (表 2-11)
議論すべき 問題	<ul style="list-style-type: none"> - 優良な情報源から得られた既存情報の更新状況の確認が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> - 統一された数値が提案されるべきである。

(3) 事業系排水の発生

発生した事業系排水量は、以下の式を用いたインベントリデータによって確認できる。

$$[\text{発生した排水量}] = [\text{工業地帯及び産業クラスターからの排水インベントリ}] + [\text{工業地帯及び産業クラスター外の工場からの排水インベントリ}] + [\text{商業施設からの排水インベントリ}]$$

一般的に、工業地帯と産業クラスターの情報は各省経済管理委員会または工業地帯管理委員会によって管理されている。一方で、工業地帯や産業クラスター外の工場、商業施設の情報は各省の DONRE で管理されている。必要な情報を収集するためには、両方の組織へのコンタクトが不可欠である。

	工業地帯及び産業クラスターからの排水インベントリ	工業地帯及び産業クラスター外の工場からの排水インベントリ	商業施設からの排水インベントリ
入手し易さ	○	△	△
期待される 情報源	<ul style="list-style-type: none"> - MONRE (工業団地と産業クラスターのリストを含む) - 各工業地帯および産業クラスターから収集される。 	<ul style="list-style-type: none"> - MONRE - DONRE 	<ul style="list-style-type: none"> - DONRE

議論すべき問題	-	- 以前の JICA 調査の経験によると、排水の排出許可に係る情報は散在しており、多くの地方でデータベースとして統合されていない。	同左
---------	---	---	----

(4) 安全に処理された事業系排水

安全に処理された事業系排水の量は、以下のインベントリデータによって確認できる。

[事業系または商業排水処理場により処理された排水量] = [工業地帯及び産業クラスターからの十分に処理された排水のインベントリ] + [工業地帯及び産業クラスターからの十分に処理された排水のインベントリ] + [商業施設からの十分に処理された排水のインベントリ]

安全に処理された事業系排水の量は、以下のインベントリデータによって確認できる。

	工業地帯及び産業クラスターからの十分に処理された排水のインベントリ	工業地帯及び産業クラスターからの十分に処理された排水のインベントリ	商業施設からの十分に処理された排水のインベントリ
入手し易さ	○	△	△
想定される情報源	- MONRE (工業団地と産業クラスターのリストを含む)	- MONRE - DONRE (環境調査により得られた情報)	- DONRE (環境調査により得られた情報)
議論されるべき問題	-	- 以前の JICA 調査の経験によると、排水の排出許可に係る情報は散在しており、多くの地方でデータベースとして統合されていない。	同左

3.2.2 関係機関より収集したデータ及び情報

関係機関より収集したデータ及び情報を下表に示す。

表 3-1 関係機関より収集したデータ及び情報

組織	発生排水		処理排水	
	生活系排水	事業系及び商業系排水	生活系排水	事業系及び商業系排水
MOC	- 一人一日水 使用量 (L/cap/day)	-	- 集中型 WWTP 及び主要な 分散型 WWTP のリスト - 集中型 WWTP を運営する サービス会社のリスト - DOC またはサービス会社か らのデータや情報の収集及び 要約	-
DOC (また はサービス 会社)	-	-	- 下水道エリアやサービス人 口、集中型及び分散型 WWTP による実際の処理排水量の地 図 - 集中型及び分散型 WWTP による処理水質データ	-
MONRE	-	- 事業系排水及 び産業クラス ターのリスト - DONRE や関連 機関（環境管理 委員会等）か らのデータや情 報の収集及び要 約	-	- DONRE や経済 管理委員会等 の関連機関か らのデータや情 報の収集及び 要約
DONRE 及 び省経済管 理委員会		-工業地帯や産業 クラスターから 発生した排水 量リスト -工業地帯や産業 クラスター外 から排出され た排水量		- 工業地帯及び 産業クラスター により十分に 処理された排 水量 - 工業地帯及び 産業クラスター 外の工場から の十分に処理 された排水量
GSO	- セプティッ クタンクが設 置された世帯 数	- 工業地帯及び 産業クラスター のリスト - 工場及び商業 施設数	- 処理水質のサンプル - 汚泥引抜き状況	-

出典：JICA 調査団

3.2.3 ベトナムにおける SDG6.3.1 モニタリングに係る問題

本調査を通じて、以下の項目が明らかとなった。

(1) モニタリングの改善に向けて議論すべき事項

SDG 指標モニタリングのために必要なデータや情報の一部は散在しており、収集が困難であるため、情報収集や保存、共有システムを開発すべきである。

排水モニタリングデータと情報システムを向上するための要件

本調査を通じ、排水モニタリングデータと情報システムの向上に関する以下のデータを収集した。

表 3-2 排水モニタリングデータと情報システムの改善のために期待される活動

排水の種類	収集予定の情報	関連組織		関連法
		国レベル	地方レベル	
生活系排水				
集中型排水処理システム	MOC で管理されるべき実際の排水処理量や処理排水の水質に係るデータや情報	MOC	DOC 及び関連する排水や衛生企業	都市下水・排水管理に係る Decree 80/2014/ND-CP
分散型排水処理システム	MOC により管理されるべき分散型排水処理システムの利用人口や処理された排水の水質に係るデータや情報	MOC	DOC 及び分散型排水処理システムを担当する企業	都市下水・排水管理に係る Decree 80/2014/ND-CP
オンサイト処理システム	オンサイト処理システムのデータや情報は、更新及び要約される必要がある。	GSO、MOH、MOC	DOC 及び関連する排水や衛生企業	都市下水・排水管理に係る Decree 80/2014/ND-CP
事業系排水				
工業地帯	MOC で管理されるべき実際の排水処理量や処理排水の水質に係るデータや情報	MONRE	工業地帯管理委員会及び DONRE	LEP Decision 140/2018/QD-Ttg
工業地帯外	MOC で管理されるべき実際の排水処理量や処理排水の水質に係るデータや情報	MONRE	DONRE	LEP Decision 140/2018/QD-Ttg

出典: JICA 調査団

- ベトナムでは SDG 指標モニタリングのために参照できる排水の水質基準が開発されており、オンサイト処理システムによる処理済の生活系排水の評価基準を明確にすることが推奨されている。

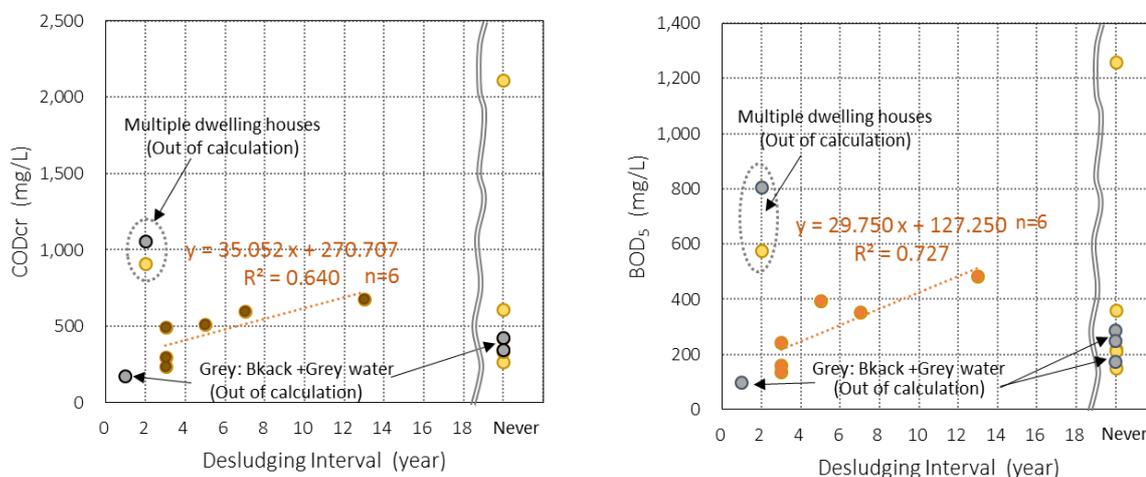
- SDG 指標のモニタリングを開発するためには解決すべき課題をまとめ、段階的なアプローチを実施すべきである。

(2) 水環境管理の改善に向けて議論すべき事項

適切な排水システムの開発等、管理活動の強化により、オンサイト処理システムによる処理排水の水質を改善する必要がある。

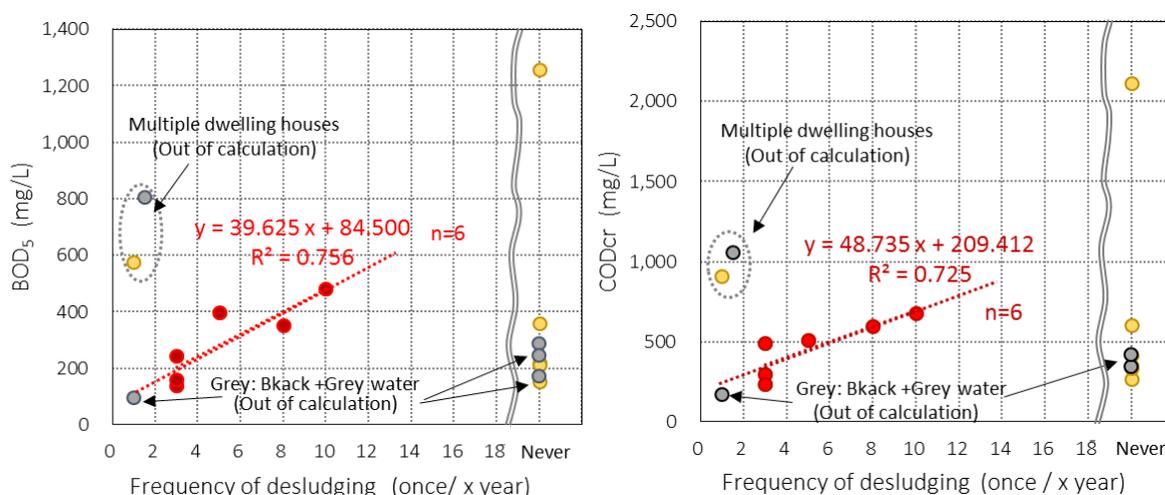
オンサイト処理施設としてのセプティックタンクからの排水の水質分析のまとめ

この調査結果によると、セプティックタンクはBODとCODの基準（注：BODの基準値はクラスAで30mg/L、QCVN14/2008/BTNMTではクラスBで50mg/L）を満たすことができないため、セプティックタンクでは生活系排水を安全に処理することができない。一方で、セプティックタンクからの排水の水質を改善するためには、汚泥の引抜きが非常に重要である。



出典) JICA 調査団

図 3-2 汚泥引抜き間隔とセプティックタンクからの排水の水質の相関性



出典) JICA 調査団

図 3-3 汚泥引抜き頻度とセプティックタンクからの排水の水質の相関性

ブラックウォーターを処理するセプティックタンクへの排水の流入及び流出の調査結果を下表に示す。サンプル数は限られているが、セプティックタンクによる汚染物質の除去率は汚泥の引抜き頻度に影響されると考えられる。本調査結果により、生活系排水管理の改善に向けて適切な汚泥処理の実施が推奨される。

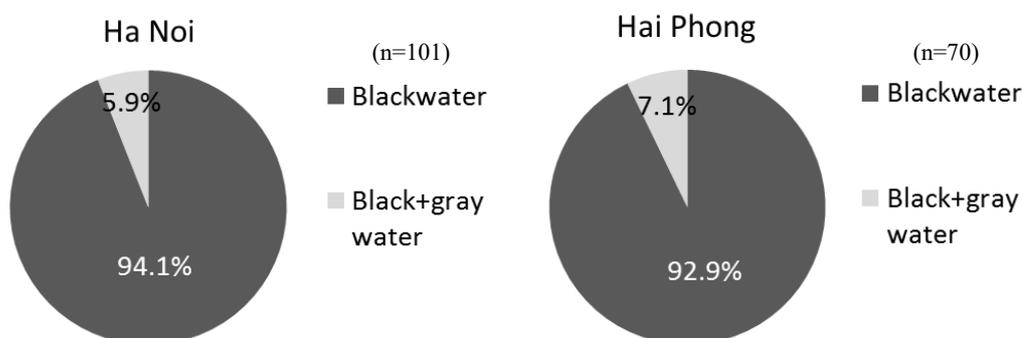
表 3-3 既存のオンサイト処理システムによる除去率の推定値

世帯	パラメータ	流入負荷量 (平均値) (g/day)	流出負荷量(平均値) (g/day)	除去率 (%)	汚泥引抜き状況
ハノイ都市部 HN1HM1 8人家族	BOD ₅	73.4	54.5	25.83	一度も引抜き無し
	COD	100.9	77.2	23.47	
	SS	63.1	29.9	52.56	
	NH ₄ -N	21.19	15.65	26.17	
	T-N	45.61	36.24	20.54	
	T-P	8.527	7.712	9.56	
ハノイ地方部 HN2TR1 6人家族	BOD ₅	85.7	33.3	61.18	2008年に引抜き (一般的な引抜き頻度は10年に1回)
	COD	133.5	54.3	59.31	
	SS	55.8	13.8	75.72	
	NH ₄ -N	24.31	17.82	26.72	
	T-N	50.02	28.87	42.29	
	T-P	11.390	9.332	18.07	

出典) JICA 調査団

セプティックタンクにより処理された排水の種類

セプティックタンクに流入する排水の種類に関して、下図のように、多くのセプティックタンクはブラックウォーターのみを処理している。ブラック及びグレイウォーターの両方を処理するセプティックタンクの割合はハノイ市で6%、ハイフォン市で7%とわずかなことが聞き取り調査により明らかになった。



出典) JICA 調査団

図 3-4 ハノイ市とハイフォン市におけるセプティックタンクにより処理された排水の種類

上記の調査結果に基づき、集中型 WWTP のエリア外の地方部では、ほとんどのグレーウォーターが適切に処理されることなく環境中に排出されている。ブラックウォーター及びグレーウォーターの汚濁負荷量の推定結果を下表に示す。将来の排水管理状況の改善に向けて、生活系排水管理システムの改善が必要である。

表 3-4 セプティックタンク 1 基当たりの汚濁負荷量の推定結果

種類	世帯	項目	測定値の範囲 (g/cap/day)	平均値 (g/cap/day)	他の調査結果 ¹⁾ (g/cap/day)	基準値 (日本) ³⁾ (g/cap/day)
排水物 (ブラックス ウォーター)	ハノイ都市部 (HN1HM1)	BOD ₅	5.84 - 16.06	11.22	-	18.0
		COD	8.12 - 22.12	15.4	-	10.0
		T-SS	5.16 - 16.32	9.66	-	20.0
		T-N	5.24 - 8.78	6.84	6.3	9.0
		T-P	1.07 - 1.42	1.28	0.9	0.9
	ハノイ地方部 (HN2TR1)	BOD ₅	11.46 - 24.11	15.92	-	18.0
		COD	17.23 - 34.95	24.68	-	10.0
		T-SS	8.69 - 13.32	10.37	-	20.0
		T-N	8.50 - 10.42	9.28	6.1	9.0
		T-P	1.80 - 2.44	2.11	1.0	0.9
グレー ウォーター	ハイフォン 都市部 (HP1DK1)	BOD ₅	24.8 - 61.91	47.33	-	40.0
		COD	76.38 - 130.30	105.84	37.0 ²⁾	17.0
		T-SS	10.71 - 20.64	16.35	29.9 ²⁾	25.0
		T-N	2.12 - 3.31	2.87	1.0 ²⁾	2.0
		T-P	0.28 - 0.43	0.35	0.6 ²⁾	0.4

1) Sybille Busser ら, 2007. ハノイにおける都市部及び都市近郊の世帯の生活系排水の特性及び排出量, チューリッヒ工科大学, スウェーデン

2) JICA 調査団によるハノイ都市部における調査結果

3) 日本下水道事業団, 2009. 日本下水道設計ガイドライン

3.2.4 ベトナムにおける SDG6.3.1 の試算

(1) 生活系排水の発生

提案した計算手法により、SDG モニタリング指標は以下のとおり計算される。

$$[\text{排水量}] = [\text{人口}] \times [\text{一人一日水使用量 (L/cap/day)}]$$

表 3-5 生活系排水量の推定値

地域	人口	一人一日水使用量 (L/cap/day)	排水量 (m ³ /day)
都市部	31,067,500	150	4,660,125
地方部	60,642,300	80	4,851,384
合計	91,709,800	-	9,511,509

出典) JICA 調査団

注: (1) 人口は WHO が発行した統計年鑑 2015 を参照

(2) 一人一日水使用量は WHO がベトナムで実施したパイロット事業の報告書を参照

表 3-1 ハイフォン市における生活系排水の推定発生量

地域	人口	1人1日水消費量 (L/cap/日)	発生排水量 (m ³ /日)
都市部	832,200	150	124,830
地方部	1,148,600	80	91,888
合計	1,980,800	-	216,718

注：(1) 人口はハイフォン市統計課より確認

(2) 1人1日水消費量はベトナムでのWHOパイロット事業報告を参照

(2) 安全に処理された生活系排水

本調査により、ベトナムで稼働中の集中型排水処理場からの排水は概ね排水基準を満たしており、稼働中の39の処理場からの排出量は907,950 m³/dayであることが確認できた。また、本調査結果により、オンサイト処理システムにより処理された排水の水質は不十分であると考えられる。それ故、39の集中型処理システムが完全に稼働している場合、安全に処理された生活系排水量は907,950 m³/dayであると推定できる。生活系排水の推定量と比較して、安全な排水量は全排水の約10%である。

この調査で収集された数値には、インターセプターシステムによって排水を収集する処理システムが含まれている。現在、ベトナムでは排水を収集するためのインターセプターシステムが主流であり、生活系排水の安全処理にも寄与していると考えられる。

ホーチミン市のカインドイとナムビエン WWTP として確認された排水処理システムの中には、別々のシステムがあり、処理排水量は25,000 m³/dayである。発生した生活系排水の推定量と比較して、安全な排水の割合は約0.3%である。

表 3-6 安全に処理された排水量（暫定）

地域	排出量(m ³ /day)	安全に処理された水の割合 (%)
排出された生活系排水	9,511,509	-
処理された排水	907,950	10
処理された排水（分離システムのみ）	25,000	0.3

出典) JICA 調査団

ハイフォン市では、約36,000m³/日の排水が集中型排水処理施設で処理される計画であり、工場の稼働時における安全に処理された排水の推定量を下表に示す。

表 3-2 ハイフォン市における安全に処理された排水の推定量（暫定）

排水の種類	排水量 (m ³ /日)	安全に処理された排水の割合 (%)
生活系排水量	216,718	-
処理排水量	36,000	16

出典：JICA 調査団

(3) 事業系排水

事業系排水量はインベントリ調査によって収集できる。本調査では、JICA 調査団はベトナムの全ての省で事業系排水の情報を収集できず、表 3-7 に示す7省の排水情報のみが確認された。MONRE から提供された情報によると、7省からの総排水量は602,375m³/dayであった。

7つの省の工業売上高はベトナムの総売上高の約67%であった。また、発生した排水量は売上高に比例すると考えられる。従って、7つの省の事業系排水量は602,375m³/dayと考えられるため、ベトナム全体では約905,000m³/dayと見なすことができる。

表 3-7 MONRE から得られた事業系排水量に係る情報

市/省	排水総量 (m ³ /day)
ホーチミン市	193,760
ビンズオン省	136,000
ハノイ市	75,000
バクニン省	65,000
バリアブントウ省	42,560
ゲアン省	26,578
ニンビン省	13,000
ドンタップ省	12,477
カインホア省	10,000
タインホア省	28,000
計	602,375

出典) JICA 調査団

(4) 安全に処理された事業系排水

安全に処理された事業系排水量は、DONRE や関連組織が実施した環境調査に係る情報によって確認できた。今回の調査では、JICA 調査団は省から関連情報を収集できなかったため、以下のとおり大まかな推測を実施した。

流域水環境管理能力向上プロジェクトにより、6省(タイグエン省、バクザン省、バクニン省、ビンズオン省、ドンナイ省、ホーチミン市)において実施されたインベントリ調査結果によると、調査対象施設のうち90%は排水処理施設を有し、放出される処理済排水の約80%は排水基準を満たしていることが明らかになった。この情報により、安全に処理された事業系排水量は約650,000 m³/日と考えられる。

3.2.5 ベトナムにおける調査結果と他国への提言

2018年3月1~2日にSDG6.3.1の推定に係る手法を議論する専門家グループ会議(EGM)が開催された。その結果は「SDGのための世界的な排水モニタリングに関する専門家グループ会議の報告」としてまとめられた。EGMの議論結果と本調査での提案を比較し、下表に要約した。

表 3-8 本調査での EGM による議論結果と提案の比較

専門家グループ会議 (EGM) 報告書の記述	ベトナムにおける調査結果と課題	他国への提言
手法における問題		
指標 6.3.1 について、処理された排水の割合は人口ではなく流速で表されるべきであると結論付けられた。更新した提案書では、配管式及び非配管式の給水の両方を全ての世帯に適用して推定した排水フロー	本調査による提案は、EGM による提案と同じ手法を採用する。水使用量は EGM の附属書 I の提案と同様に、一人一日水使用量とすることを提案している。提案された手法は、ブラック及びグレーウォーターの両方、ならび	EGM による提案は他国にも適用可能である。

専門家グループ会議 (EGM) 報告書の記述	ベトナムにおける調査結果と課題	他国への提言
の使用が提案されている。以上より、分母に全ての世帯で発生したブラック及びグレーウォーターの両方の推定値が含まれていることが保証される。	に配管式及び非配管式の給水の両方をカバーできると考えられる。	
指標のためには排水流量の測定が必要であるが、データが入手可能になると、指標は生活系や事業系の全ての排水からの有機負荷についても報告の必要があると考えられた。これは、汚染に対する責任者を割り当て、6.3.2 への関連を徐々に明確にするために必要である。	有機汚染負荷量はベトナムでの結果をモニタリングすることにより推測できる。	有機汚染物質のモニタリングシステムを有していない国では、SDG 指標モニタリングのためのモニタリングシステムの確立方法を検討する必要がある。
グレーウォーター（排泄物を除く生活系排水）は周辺環境の水質に重大な影響を及ぼし、6.3.1 の計算に含める必要があると考えられている。	本調査で提案された手法はグレーウォーターをカバーしている。	各国にてグレーウォーターの影響を調べるべきである。
都市排水はかなりの割合のグレーウォーターを含む。	本調査にて提案された手法は、インターセプターシステムによって収集された処理排水が考慮されている。都市排水に含まれるグレーウォーターの影響調査が考えられる。	ベトナムと同条件の生活系排水処理の複合システムの適用状況を調査できる。
「安全な処理」の定義及び、それが技術や性能により定義されるべきかどうか議論された。入手可能な場合は性能ベースの推定が優先され、国家基準への準拠が可能であると結論付けられた。	ベトナムでは排水基準が規定されており、実績に基づく推定が可能である。しかし、性能ベースの場合、性能を満たすための具体的な処理プロセス（技術）が必要である。（例えば、定期的な汚泥除去が実施されたとしても、セプティックタンクで処理された排水は基準を満たさない。）一方で、技術ベースの場合は特定の処理プロセス（技術）の性能を評価し、検討する必要がある。	排水基準を満たさない国では、その基準の改定に係る活動を直ちに開始する必要がある。安全に処理された排水は性能ベース及び技術ベースを組み合わせて算出できる。
現在、パラメータ値に対する普遍的な基準は存在しない。	同左	同左
現時点では、下水道を除き、排泄物汚泥及びオンサイト施設からの排水の処理に係る処理基準を有する国はほとんどない。これは、本データ収集の際に制限要因となる「国家基準への対応」の分類を使用することを意味する。	ベトナムでは、ハイフォン市のSADCOのような地方行政機関の排泄物汚泥の処理を管理している組織の一部は、汚泥処理のデータと情報を有する。また、データや情報は定期的に更新される必要がある。	排泄物汚泥の処理に関する適切なモニタリングシステムを持たない他国については、本項目のモニタリングシステムの開発が求められる。
特に資源の制約が厳しい国では、	本調査に基づき、体系的なデータ	他国では、段階的なアプロ

専門家グループ会議 (EGM) 報告書の記述	ベトナムにおける調査結果と課題	他国への提言
モニタリングの負担を軽減する目的で、排水モニタリングの段階的なアプローチが提示された。	や情報管理システムの強化の必要性が確認された。強化管理システムのためには段階的なアプローチが必要である。	一斉が必要である。
データの問題		
事業系排水の発生と処理のためのデータが著しく不足していることが認められた。多くの規制当局及び公益事業体（一部の業種）はこれらのデータを有するが、入手困難である。	ベトナムは EGM で指摘されているのと同じデータの問題を抱えている。必要な情報の収集及び管理を改善する必要がある。	同じ問題を抱えている他の国にとっては、必要な情報収集とその管理方法を改善する必要がある。
オンサイトシステムのためのデータは少数の国でのみ入手可能である。	ベトナムでは、ハイフォン市の SADC のような地方行政機関の排泄物汚泥の処理を管理している組織の一部は、汚泥処理のデータと情報を有する。また、データや情報は定期的に更新される必要がある。	排泄物汚泥の処理に関する適切なモニタリングシステムを持たない他国については、本項目のモニタリングシステムの開発が求められる。
国の組織間でのデータ共有は定期的になされていない。	ベトナムは EGM で指摘されているのと同じデータの問題を抱えている。既存のデータ共有状況の改善が必要である。	同様の問題を抱える他国のために、既存のデータ共有状況の改善が必要である。
SDGs のための世界的な排水モニタリングに向けた提案		
6.3.1 指標は 2 つの小指標を組み合わせている。 6.3.1a : 安全に処理された生活系排水の流量の割合 6.3.1b : 安全に処理された事業系排水の割合 これらの 2 つの小指標は全ての排水の流れを網羅しておらず、施設（学校、公衆衛生施設等）から排出される排水の流れや公共下水道に排出される非事業系及び商業活動に係る排水を無視している。しかし、6.3.1a と 6.3.1b に分けることは、結果的にこれらの汚染者によって排出された排水の処理を改善する可能性が高い。従って、これらは SDG 指標の要件に適合していると考えられる。	本調査による提案は EGM による提案と同じ手法を採用している。	他国についても、本調査による提案は EGM による提案と同じ手法を採用していると考えられる。
これらの組み合わせは、各汚濁負荷 (BOD ₅) に係るデータが利用可能になった後の段階で可能となる。	ベトナムにおいて、一般的に BOD ₅ が処理施設でモニタリングされている。従って、この指標によってモニタリングされる SDGs は入手可能である。	有機汚染物質のモニタリングシステムを有していない国では、SDG 指標モニタリングのためのモニタリングシステムの確立方法を検討する必要がある。

専門家グループ会議 (EGM) 報告書の記述	ベトナムにおける調査結果と課題	他国への提言
	ベトナムで主に使用されているインターセプターシステムの場合、排水収集地域と排水処理人口は明確ではなく、既存の排水路や水路の水質は通常、基準を満たしていない。	インターセプターシステムで収集された安全に処理された排水は、下水道接続システムとは異なる方法 (WWTP の設計や実流速) で推定され、データ収集システム (MOC、DOC、GSO、PC、サービス提供者等) の構築が必要である。
b) 国や地方の基準 (排水前の水からの BOD 除去) に準拠した処理を含むオンサイトシステム (セプティックタンクまたはピットの改善) へ放出される排水の流れ c) オンサイトシステムに放出された排水はポンプ吸引により定期的に空にされ、汚泥は現地の基準に準拠して処理される処理場に移される。	タンク内の汚泥がポンプで定期的に排出され、汚泥が処理場に運搬されたとしてもセプティックタンクの処理能力は不十分である。 (さらなる調査が必要)	国や地方の基準 (セプティックタンク、浄化槽、分散型システム) に準拠した処理を含むオンサイトシステムを特定する必要がある。浄化槽等のオンサイトシステムや、処理能力が基準を満たす他の分散型システムのデータは JMP で収集されておらず、オンサイトシステム (MOC、DOC、GSO、PC、サービス提供者等) のデータ収集システムを確立する必要がある。
現在、排出権の遵守に関する入手可能な国のデータは不十分である。	全排水量及び安全に処理された排水量に係るデータは不十分である。	一貫した事業系排水のインベントリの作成。 排水の水質モニタリングのための制度整備と能力開発。 EIA、インベントリ、モニタリング (検査)、法規定等に関するデータベースの作成。 データ収集システムを構築する必要がある。 (MONRE、DONRE) 事業系排水の場合、公共の WTP (MONRE/DONRE や MOC/DOC、GSO、PC、WTP 運用管理サービス業者等) に接続される。

出典：JICA 調査団

3.2.6 SDG 指標 6.3.1 モニタリングの促進のための提言に関する協議

パイロットプロジェクトの結果及び本調査結果を共有するために、2018年5月30日にワークショップが開催され、ベトナムにおけるSDG 6.3.1のモニタリング活動を進めるために重要となる行政機関との意見交換が行われた。

(1) JICA パイロットプロジェクトの活動及び成果の共有のためのワークショップ

2018年5月30日にMOCが議長となり、本調査の成果を共有し、SDG 6.3.1のモニタリングについて議論するためのワークショップが開催された。概要を下表に示す。

表 3-9 2018年5月30日のワークショップの概要

項目	内容
1. 日時	2018年5月30日(水) 8:30-12:30
2. 会場	Movenpick Hotel, 83A Ly Thuong Kiet, Hoan Kiem, Hanoi
3. 出席者(人)	ATI (MOC) : 5、WHO 本部 : 1、WHO ベトナム事務所 : 1、JICA 本部 : 2、JICA ベトナム事務所 : 2、JICA (MOC) : 2、JICA 調査団 : 2、水資源管理局 (MARD) : 2、ハノイ土木大学 : 3、JICA (MONRE) : 1、海外統計・国際協力部 (GSO) : 3、HEMA (MOH) : 3、ハノイ DOC : 3、NCERWASS - MONRE : 1、BORDA ベトナム : 1、ハノイ SADCO : 2、情報センター (MOC) : 1、IOHE : 2、VWSA : 1 (合計 : 38人)
4. 主な議題	<ol style="list-style-type: none"> 8. 開会の挨拶 9. SDG 6.3.1 の指標に係る排水モニタリング手法の試験に関するパイロットスタディの背景と概要、及び排水モニタリングにおけるWHOのグローバルな視点 10. ベトナムにおける排水モニタリングの手法とパイロット調査の成果 11. SDG 6.3.1 に関する JICA 調査団の活動 12. パイロット調査結果に対する JICA 及び WHO 本部の視点 13. ベトナムにおける排水モニタリングの GCF の概念及び今後の方針についての説明 14. GCF の概念及びベトナムにおける次のステップに関する議論 15. まとめと結論
5. 議論	<ul style="list-style-type: none"> ・本調査レポートには、ベトナムには約1,000の浄化槽ユニットが設置されているとの記載がある。この数字が浄化槽の数だけを示している場合、他の分散型施設も考慮する必要がある。(IESE) ・地方レベルでの給水量とのクロスチェックは、排水量の識別に役立つと思われる。JICA と WHO はクロスチェックの手法を検討すべきである。 ・ブラックウォーターは通常セプティックタンクへ流入するが、その一部はまだ環境中に直接排水されているので、排水の処理フローチャートを修正する必要がある。 ・ベトナムの GSO は、2018年10月に開催予定の IAEG 会議で水再利用指標の必要性を提案できる。この新しい指標の最終承認は、現在の指標の枠組みが完全に改訂される2020年に実施される。 ・本調査結果は非常に少数のサンプルに基づいており、実施期間も短いため、合理的ではなく信頼性も低いと考えられる。 ・適切な分散型処理システムを選択し、適用する必要がある。また、排水を受け入れる施設の水質に応じて必要とされる処理レベルを考慮し、適切に利用できる技術を検討すべきである。 ・我々が実施したのはパイロット調査であるため、さらなる調査が必要となる。 ・GSO はセプティックタンクの排水に関する情報を収集し、SDG6.3.1の定期的なモニタリングのために必要なデータや情報を更新するために、家庭生活に関する年次調査のアンケートを変更することが推奨される。 ・JICA 調査団は病院からの排水のモニタリング及び計算を、事業系及び

項目	内容
	<p>商業系排水とは別々に実施・検討し、調査結果の信頼性を高めることが推奨される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・排水量と水質を考慮した分散型システムの調査を実施すべきである。これは、ベトナム政府及び組織が活動するための良い機会となる。 ・排水処理に関する全国的な調査のための情報源が不足している場合、少なくとも地域レベルでは他国から学んだ教訓を活用できる。 ・JICA 調査団は、安全に処理された排水を決定するために、どのパラメータが使用されるべきか、許容濃度レベルはどの程度であるかを考慮することを推奨する。 ・ベトナムの環境に影響を与える要因が何かを特定するために、ベトナムの衛生環境において、各種排水中の毒性を考慮及び評価すべきである。これは、JICA と WHO の調査団のみならず、ベトナムの省庁やセクターでも実施されるべきである。 ・ベースラインの設定や最終化、GCF コンセプトノートの開発や最終化が優先的に実施されるべきである。WHO や JICA、ベトナムは進捗状況を評価するために、これらの優先事項について 1 年間同じチームで取り組むべきである。 ・ベトナム側 C/P からの貴重な意見に関し、ベトナムでのパイロット調査は世界的な SDG モニタリング手法に大きく貢献する。

出典：JICA 調査団

(2) GSO との二者間会議

2018 年 5 月 31 日に GSO との二者間会議が開催された。本会議の要約を以下に示す。

表 3-10 2018 年 5 月 31 日の GSO との二者間会議の概要

項目	内容
1. 日時	2018 年 5 月 31 日 (木) 10:15 – 11:45
2. 会場	GSO 事務所内 1705 会議室、54 Nguyen Chi Thanh, Lang Thuong, Dong Da, Hanoi
3. 参加者 (人)	GSO : 3、WHO 本部 : 1、WHO ベトナム事務所 : 1、JICA 本部 : 2、JICA ベトナム事務所 : 2、JICA 調査団 : 3 (合計 : 12 人)
4. 主な議題	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開会の挨拶 2. WHO の協力による SDG 6.1-6.3 に係る JICA プロジェクト 3. ファイナルワークショップの概要 4. モニタリング手法及び SDG の達成方法 5. まとめと結論
5. 議論、質疑応答	Q-1 : GSO には SDG の達成に向けた責任を有し、MOC や MONRE 等の関連機関と調整及び協力するべきである。この件に関して、何か意見はあるか。(JICA)

項目	内容
	<p>A-1 : Decision 622 はベトナム政府によって発出されたもので、各省庁が各指標に対して責任を有する。GSO は各指標をカバーするための調整役となっている。</p> <p>Q-2 : SDG 6.3 の水質データのモニタリング手法及び収集方法に関する今後の計画はあるか。</p> <p>A-2 : 今後の計画として、Decision の下に監視プロセスを設定し、SDG 行動計画を作成することである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「SDG モニタリングの準備をするために質問をどのように修正できるか」が重要である。 ・もし WHO の提案に同意するならば、我々のプロジェクト計画や予算見積もり、水質検査モジュール、資金メカニズム、必要なデータ収集等の情報提供は可能である。 ・GSO は WHO から提供されたデータを参考にしながら適切な水質基準を考慮すべきである。 ・GSO は、MOC 及び MONRE と共同でデータベースマトリックスの空白を埋める方法を検討すべきである。 ・データマトリックスを整理し、各分野を担当する地域を明確にする必要がある。また、ディスカッショングループを作成することも円滑な運営に効果的である。 ・GSO は、WHO からの技術支援を受けながら調査を実施し、可能な限り早急に国内の指標を決定する。 ・可能であれば、WHO に生活排水の水質調査のための資金を準備して頂きたい。

出典：JICA 調査団

(3) HEMA との二者間会議

2018年5月31日に HEMA との二者間会議が開催された。本会議の要約を以下に示す。

表 3-11 2018年5月31日の HEMA との二者間会議の概要

項目	内容
1. 日時	2018年5月31日（木）13:30 – 14:45
2. 会場	HEMA 事務所の会議室、8 Tôn Thất Thuyết, Mỹ Đình 2, Từ Liêm, Hà Nội
3. 参加者（人）	HEMA : 5、WHO 本部 : 1、WHO ベトナム事務所 : 1、JICA 本部 : 2、JICA ベトナム事務所 : 2、JICA 調査団 : 3 （合計: 14 人）
4. 主な議題	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開会の挨拶 2. Outline of the SDG6.3.1 調査の概要及び GCF の概念 3. ファイナルワークショップの概要 4. 排水データベース構築のための MONRE の役割 5. まとめと結論

項目	内容
5. 議論、質疑応答	<ul style="list-style-type: none"> ・GCF プロジェクトの内容に関して、HEMA は飲料水の水質により注意を払う必要がある。 ・ベトナムの飲料水の水質に関する基準は、WHO や各国の専門家による協議の結果、テスト項目数が少なくなるように改訂されている。さらに、飲料水の水質管理を強化するため、中央および地方自治体の職員に訓練と能力開発が提供される。 ・HEMA はデータベース全体を申請書の作成のために WHO に送付するとともに、JICA 調査団にも調査結果の最終化のために送付する。 ・ベトナム全国で約 13,000 もの医療施設があり、これらの施設の約 40%は排水が安全に処理されており、直接環境に排出できる。 ・病院からの排水の発生量は1日あたり約 12 万 m³であり、そのうち約 70%が安全に処理されている。 ・ベトナム全国で約 13,000 もの医療施設があり、これらの施設の約 40%は排水が安全に処理されており、直接環境に排出できる。 ・小規模医療機関からの排水はまだ十分に処理されておらず、ベトナムの環境に大きな影響を及ぼしている。

出典：JICA 調査団

(4) MONRE との二者間会議

2018年5月31日にMONRE との二者間会議が開催された。本会議の要約を以下に示す。

表 3-12 2018年5月31日のMONRE との二者間会議の概要

項目	内容
1. 日時	2018年5月31日（木）15:00 – 16:10
2. 会場	MONRE 事務所内の会議室、10 Tôn Thất Thuyết, Mỹ Đình 2, Từ Liêm, Hà Nội
3. 参加者（人）	MONRE：4、WHO 本部：1、WHO ベトナム：1、JICA 本部：2、JICA ベトナム事務所：2、JICA 調査団：3（合計 13 人）
4. 主な議題	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開会の挨拶 2. 調査の概要及び GCF の概念 3. ファイナルワークショップの概要 4. 排水データベース構築のための MONRE の役割 5. まとめと結論

項目	内容
5. 議論、質疑応答	<ul style="list-style-type: none"> ・ MONRE は全国の各施設（国防省の下にあるような特別な施設を除く）の排水発生量に係るデータベースの構築において重要な役割を果たす。 ・ 事業系排水及び商業排水に関する追加のデータについて、ICD は新しい品質環境管理部に相談した後、JICA 調査団に提供する。 ・ ICD の情報によると、省庁や工場から排水データを取得するための報告メカニズムは既に開発されているが、施行が不十分なためデータ収集は容易ではなく、情報源が曖昧な場合がある。 ・ 現在、MONRE と他の関連省庁は互いに協力して排水管理における各省庁の役割を明確にしている。 ・ GCF プロジェクトにおける MONRE の役割について、MONRE は早く検討し、WHO へ報告する。

出典：JICA 調査団

2019年2月27日にMOCが議長を務める最終セミナーを開催し、調査結果を共有するとともに、今後のSDG 6.3.1のモニタリングについて議論した。その概要を下表に示す。

表-13 2019年2月27日の最終セミナーの概要

項目	内容
1. 日時	2019年2月27日（水）8：30－12.00
2. 会場	Movenpick Hotel, 83A Ly Thuong Kiet, Hoan Kiem, Hanoi
3. 参加者（人）	ATI（MOC）：5、JICA本部：2、JICAベトナム事務所：2、JICA（MOC）：1、JICA調査団：2、JICA専門家事務所（MOC）：1、JICA VSC：1、国立ハノイ土木大学：2、JICA（MONRE）：1、外国統計・国際協力部（GSO）：2、ハノイDOC：1、ハイフォンDOC：1、ハイフォンSADCO：2、ハイフォン水道公社：1、ハイフォンDONRE：1、RWSSP：2、NCERWASS－MONRE：1、BORDAベトナム：1、産業衛生環境研究所（IOHE）：2、VWSAE：2、NGO：4（計：37人）
4. 主な議題	<ol style="list-style-type: none"> ベトナム国の排水管理の現状（SDG 6.3.1の達成に向けて） パイロット調査の結果 SDG6.3.1 モニタリング及び指標達成に係る計画及び実施した活動 SDG6.3.1 モニタリング及び排水管理の強化に係る提言 世界的なSDG6.3.1 モニタリングフレームワークのトレンド
5. 討議	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現在、工業地帯での下水処理場への投資は民間部門から大きな関心を集めており、段階的に公共下水道システムの民営化が進められる可能性がある。そのためには、特に中央政府と地方政府の両方による財政政策及びメカニズムにおけるマクロ管理や意識向上が必要である。（ハイフォン水道公社） ・ 排水セクターを効果的に民営化するためには、管理を容易化するための具体的な法律の制定が極めて重要である。（ATI） ・ 民間部門から関心を得るためには適切かつ透明性が求められ、さらに、タスク共有のみならず給水や排水管理、汚泥処理管理を均衡させるための資金メカニズムの開発が重要である。（JICA本部） ・ 提案されたモニタリング手法を全国的に役立てるために、地方部の排

項目	内容
	<p>水処理にも焦点を合わせる必要がある。(NUHE)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ベトナム政府が実施を予定しているグリーン経済の達成に向けた資源回収と廃棄物の再利用の検討が必要である。(NUHE) ・SDG6.3.1において、指標を達成するためのモニタリング手法と対策は互いに関連しているべきである。つまり、安全に処理される排水の評価方法に関する調査の後に解決策が提案されるべきである。(NGO) ・提案されているモニタリング手法は少し複雑なため、単純化されるべきである。処理された排水の割合は、下水処理場の総容量を水道水の総供給量で割ったものである。(MOCのJICAアドバイザー) ・MOCは、パートナーシップを構築し、効果的な排水管理に関する知識と情報を強化するために、WEPAとAWaPに積極的に参加する必要がある。この考えを最終報告書に含めることを強く勧める。(MOCのJICAアドバイザー) ・SDG 6.3.1の達成を促進させるためには、最終目標を設定し、それを少しずつ達成するための実用的なステップを考案することが効果的である。(JICA本部)

出典:JICA調査団

4 提言及び結論

4.1 SDG 6.3 の定義

排水は環境水質に影響を与えるため、流域の生態系保全のための良好な環境水質（6.3.2）を達成するには、安全に処理された排水（6.3.1）が必要である。

(1) SDG 6.3.2 : 良好な環境水質

- 「環境水質基準」は、人間の健康を保護し、生活環境を保全するために望ましい基準であると考えられている。
- 生活環境の観点から要求される「良好な環境水質」（環境水質基準）は、地域や社会、経済状況によって異なる。
- SDG 6.3.2は公共用水域における環境水質基準の達成率によってモニタリングできる。(地表水、鉱水、地下水)

ベトナム国には表流水、地下水、沿岸の海水に係る環境基準がある。表流水に関しては、QCVN08:2008/BTNMT が規定されている。同表流水基準は水利用の目的に応じ、A-1：生活用水としての利用、A-2：適切な処理後の生活水としての利用、B-1：灌漑水としての利用、B-2：その他の利用、に区分されている。

現在、環境基準の区分は全ての河川区間に設定されていない。QCVN08:2008/BTNMT の区分に従い必要な水質を明確にすることが望まれる。

(2) 安全に処理された排水（SDG 6.3.2 の達成に向けた排水水質規制）

- 「安全な処理」とは、処理された排水が国または自治体の処理基準を満たすことと定義されている。
- 求められる排水水質（排水水質規制）は、環境水質のレベルによって異なる。
- 汚染源（工場や下水処理場など）からの排水水質（排水水質規制）は、環境基準（望ましい環境水質）を満たすように決定される。

ベトナムでは排水の種別毎に排水基準が定められている。生活排水及び商業排水については、QCVN14:2008/BTNMT が適用される。産業排水には基本的に QCVN40:2011/BTNMT が適用され、業種毎の排水基準もいくつか定められている。これらの排水基準は、排水の排出先の水域の利用目的毎に、A：生活水として利用される水

現在、排水基準のレベル A 及び B は、必ずしも水域の環境基準と整合を持って定められていない。排水基準と排水を受け入れる水域の環境基準との整合を図ることが望まれる。

(3) 安全に処理された排水の処理レベル

- 流域での排水処理計画の策定には、排水処理プロセスに関する技術的評価（オンサイト/オフサイト、好気性/嫌気性、処理レベル：一次、二次、高度など）が必要である。

2章に示したとおり、排水に係る標準的な設計基準が確認されている。セプティックタンクについては、ベトナムコンクリート協会による技術基準（TCVN 10334:2014）が確認されている。

適切かつ効果的な排水処理のために、必要な排水処理レベルを明確にする必要がある。安全な水の処理に係る必要な処理のレベルは排水の排出先の水域の水環境の状況による。水利用地点の水質を考慮し、安全な処理のために必要なレベルを明確にする必要がある。

4.2 モニタリング手法

SDG 指標 6.3.1 は安全に処理された排水の割合として定義されている。SDG 6.3.1 指標モニタリングは、安全に処理された排水に関する現状と進捗状況を認識し、プロジェクトの有効性やSDG達成に向けた方針を評価するために有用である。安全に処理された排水は適格に設計された施設から得られ、そのような施設は適切な計画や法的枠組みに基づいた定期的な品質モニタリングにより管理されている。SDG 指標モニタリングの効果的な実施及び適切な排水処理の実現により、SDG 6.3.1 の達成を促進するためには、以下の提案を含む項目が重要である。

(1) Monitoring of SDG Indicator SDG 6.3.1

信頼性や一貫性があり、かつ可能な限り分解されたデータは、政治的コミットメントの刺激、政策立案と意思決定の伝達、健康的・環境的・経済的利益に向けた適切な投資の促進に不可欠である。（SDG 6 水と衛生に関する総合報告書）

(a) 制度面の整備

関連機関によるSDG 指標モニタリングに係る責任区分を明確にする必要がある。

表-5 排水モニタリングデータと情報システム向上のために期待される活動

排水の種類	収集予定の情報	関連組織		関連法
		国レベル	地方レベル	
生活系排水				
集中型排水処理システム	MOC で管理されるべき実際の排水処理量や処理排水の水質に係るデータや情報	MOC	DOC 及び関連する排水や衛生企業	都市下水・排水管理に係る Decree 80/2014/ND-CP
分散型排水処理システム	MOC により管理されるべき分散型排水処理システムの利用人口や処理された排水の水質に係るデータや情報	MOC	DOC 及び分散型排水処理システムを担当する企業	都市下水・排水管理に係る Decree 80/2014/ND-CP
オンサイト処理システム	オンサイト処理システムのデータや情報は、更新及び要約が必要	GSO, MOH, MOC	DOC 及び関連する排水や衛生企業	都市下水・排水管理に係る Decree 80/2014/ND-CP
事業系排水				
工業地帯	MOC で管理されるべき実際の排水処理量や処理排水の水質に係るデータや情報	MONRE	工業地帯管理委員会及び DONRE	LEP Decision 140/2018/QD-Ttg
工業地帯外	MOC で管理されるべき実際の排水処理量や処	MONRE	DONRE	LEP

	理排水の水質に係るデータや情報			Decision 140/2018/QD- Ttg
--	-----------------	--	--	---------------------------------

出典：JICA 調査団

- 1) 制度的及び管理的合意：SDG 指標モニタリングのための中央政府及び地方自治体の役割に関する明確な境界

関連省庁：MOC、DOC（都市部及び地方部の住宅密集地；生活系排水：オンサイト、オフサイト）

MONRE、DONRE（事業系排水）

MOC または MONRE（公共の WWTP に関連する事業系排水）

MARD、DARD（地方部；生活系排水：オンサイト、オフサイト）

GSO（SDG 6.2、JMP）

(1) 生活系排水（オフサイト）

- 下水道接続システム：SDG 指標 6.2 のデータ収集に適用可能である。（人口ベース）
- 主にベトナムで使用されているインターセプターシステム（主要な河川沿いに建設されたインターセプター下水道は、既存の多数の排水路からの排水や河川に接続された流入水を受け入れ、WWTP に運ぶ）

排水処理場と排水処理人口が明確でない。

セプティックタンクの処理能力が不十分であり、ほとんどの浄化槽が人間の排泄物しか処理できないため、既存の排水路及び河川の水質は通常基準を満たさない。さらに、セプティックタンクによって通常は処理されないグレーウォーターの汚濁負荷は、人間の排泄物による汚濁負荷よりも高いと考えられる。

提案：

- インターセプターシステムによって収集された安全に処理された排水は、下水道接続システムとは異なる方法で推定される。（WWTP の設計または実流量）
- インターセプターシステムの場合、データ収集システム（MOC、DOC、GSO、PC、サービス提供者等）を確立する必要がある。

(2) 生活系排水（オンサイト処理）

- タンク内の汚泥がポンプで定期的に排出されて処理場に移されたとしても、セプティックタンクの処理能力は不十分である。（さらなる調査が必要）

提案：

- 国や自治体の基準（腐食性タンク、浄化槽、分散型システム）に準拠した処理を含むオンサイトシステムを特定する必要がある。

- ▶ 浄化槽等のオンサイトシステムのデータや、処理能力が基準を満たす他の分散型システムのデータは JMP で収集されていないため、この種のオンサイトシステム用のデータ収集システムを確立する必要がある。(MOC、DOC、GSO、PC、サービス提供者等)
- ▶ JMP で収集されたセプティックタンクのデータを SDG 6.3.1 で使用する場合は、排水の水質が基準を満たしているか否かに関わらず、セプティックタンクの処理性能を評価・検討する必要がある。

(2) 及び(2) 生活系排水 (オフサイト及びオンサイト)

提案:

- ▶ 安全に処理された排水は、性能と技術分析の組み合わせで計算できる。(性能を満たすためには特定の処理工程(技術)が必要であり、この性能を評価・検討する必要がある。)
- ▶ 安全に処理された排水のレベルは、SDG 6.3.1 (良好な周辺環境の水質) に関連する水域を受け入れる条件に基づいて決定する必要がある。

(3) 事業系排水

- 発生した排水と安全に処理された排水

提案:

- ▶ 一貫した事業系排水のインベントリ作成
- ▶ 排水の水質モニタリングのための制度構築と能力開発
- ▶ EIA やインベントリ、モニタリング(検査)、法規定等に関するデータベースの作成
- ▶ データ収集システム(MONROE、DONRE)を確立する必要がある。

公共の WTP に接続された事業系排水の場合、MONRE/DONRE、MOC/DOC、GSO、PC、WTP 運用管理サービス提供者等による収集が必要である。

(b) セプティックタンクの定期的な汚泥引き抜きに係るデータベースの必要性 (SDG 6.2)

SDG モニタリングに関し、(a) 総戸数、(b) 家庭の総衛生施設数(セプティックタンク数)、(c) 汚泥引き抜き頻度及び汚泥引き抜き量、及び(d) 年間運用日数といったデータを含むデータベースの構築が重要となる。

SDG 指標モニタリングのためには、段階的(stepwise approach)に課題を要約しモニタリング計画を策定することが望まれる。Stepwise approach は特にリソースが限定され困難な経験を有する国に対して、モニタリングの負荷を軽減するために有効である。調査の結果、体系的な情報・データ管理システム強化の必要性が確認された。管理システム強化のためには、stepwise approach が必要となる。

4.3 SDG 6.3.1 の達成

排水管理と衛生に関する SDG を達成するためには、いくつかの解決すべき問題がある。多くの国では、主に産業に重点を置いたインフラ開発により著しい経済成長を遂げた一方で、生活

環境や水環境にはあまり重点が置かれなかった。都市への人口集中と産業の発展は、水の需要と環境への負荷を拡大させたが、安全に管理された衛生サービスは不十分であり、生活系排水や事業系排水は十分に規制・管理されなかった。

水の社会主流化や衛生、排水管理が必要であり、持続可能な衛生及び排水管理のためには施設の建設に加えて、以下の点に関する問題（ソフトコンポーネント）が重要である。

- 1) 政策立案
- 2) 合理的な計画
- 3) 技術開発、技術評価、マニュアル形成
- 4) 財政メカニズム
- 5) 広報及び市民参加
- 6) 能力開発を含む制度上の取り決め
- 7) 法制度の確立
- 8) 国、地域、世界規模の情報や知見の関連付け及び普及

(1) SDG の達成に向けた政策立案

- SDG 指標は現況や進捗状況の認識に役立ち、政策やプロジェクト評価に効果的である。
- GSO や関係省庁、組織が SDG 指標をモニタリングし、その結果を政策立案者に提供することにより、SDG 達成に向けた戦略や政策、国家計画を策定することが非常に重要である。

ベトナムでは、2017年5月10日に、2030年のSDG指標達成のための国家行動計画が、Decision 633/QD-TTgとして公布されている。同行動計画は、2015年9月のUN首脳会議で公認されたSDGに係る17の目標を踏まえ、ベトナムにおける115の指標が示されている。

2019年1月、MPIは持続的開発の統計指標に関するCircular 03/TTBKHTTを発行した。このCircularは、(a) ベトナムにおける15の目標に対する持続的統計指標及び2019年から2025年までのロードマップ、(b) ベトナムの持続的統計指標の内容（定義、計算方法、データソース、責任機関を含む）が示されている。なお、安全な処理水の量については、具体的な試算方法は示されていない。

2019年3月のGSOに対する聞き取り調査の結果、調査団はGSOが首相府よりベトナム国におけるSDGモニタリングの事務局に指定されたことを確認した。

上述のとおり、ベトナムではSDGモニタリング及び指標達成に係る政策フレームワーク及び基本的な体制が構築されている事が確認された。SDG6.3.1指標のモニタリングと達成を促進するためには、モニタリング活動、政策の実施に係る具体的な指示を準備することが望まれる。

(2) 計画

- 1) 国家開発計画（排水管理推進のための長期計画）
効果的な戦略に基づいてSDG 6.3を達成するための指標を反映した短期、中期、長期計画の策定
- 2) 段階的アプローチ

<p>➤ 下水道システム計画地域の目標年度の最終段階 分散システム（総合的な流域全体計画）</p> <p>3) 下水道システムとオンサイトシステムのゾーニング オフサイトとオンサイトのコスト比較</p> <p>4) 下水道システムの地域における移行段階 簡易下水道システム：WWTP + インターセプター + セプティックタンク</p>
--

調査団はハイフォン市が下水施設と分散型施設を組み合わせ排水処理を行う事を確認した。また、2018年3月、ハイフォン市は下水施設と分散型排水処理施設での処理区域を定めた” Decision no.626/QĐ-UBND on Approval of Sewerage Planning to 2025, vision towards 2050”を定めている事を確認した。

上記計画達成のためには、stepwise approach の採用が必要となる。SDG6.3 達成のために、効果的な戦略・政策に基づいた短期・中期・長期の計画を策定する必要がある。

排水管理計画を策定する際、流域管理アプローチを適用することが望まれる。本アプローチにより、汚濁負荷解析が可能となる。汚濁負荷解析に基づいた関係者の調整により、流域の環境基準達成に向けた効果的な処理システムの構築が可能となる。汚濁負荷解析には、発生及び流達負荷量（し尿・生活排水の負荷量、及び処理施設の性能による）、流域の流達率といった情報が必要となる。

段階	施設						
移行段階	<p>シンプルな下水施設: 下水処理施設+インターセプターシステム+セプティックタンク</p> <ul style="list-style-type: none"> - 既存のインターセプターシステムについて再確認し、必要に応じて傾斜の改善等を行う。 - 短期での下水管ネットワークを導入は難しいことから、最終段階の下水施設構築には現実的なスケジューリングが必要となる。 - セプティックタンクの汚泥引き抜きの必要性は既存の排水施設の状況に応じて判断する（流速、汚泥の堆積状況など） 						
最終段階	<p>下水施設計画と分散型施設計画の適切な組み合わせが必要。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>下水施設</th> <th>分散型施設</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">合流式もしくは分流式下水道</td> <td>1. コミュニティプラント（分流式を主とする）</td> </tr> <tr> <td>2. 分散型好気性排水処理施設（浄化槽等）</td> </tr> <tr> <td>3. 分散型嫌気性排水処理施設（定期的な汚泥引き抜きを伴うセプティックタンク、コンポストイレ）</td> </tr> </tbody> </table>	下水施設	分散型施設	合流式もしくは分流式下水道	1. コミュニティプラント（分流式を主とする）	2. 分散型好気性排水処理施設（浄化槽等）	3. 分散型嫌気性排水処理施設（定期的な汚泥引き抜きを伴うセプティックタンク、コンポストイレ）
下水施設	分散型施設						
合流式もしくは分流式下水道	1. コミュニティプラント（分流式を主とする）						
	2. 分散型好気性排水処理施設（浄化槽等）						
	3. 分散型嫌気性排水処理施設（定期的な汚泥引き抜きを伴うセプティックタンク、コンポストイレ）						

(3) 技術オプション

1) 排水処理工程、信頼できる施設・設備、運営管理対策

- 安全に処理された排水については、排水の水質基準を満たすための特定の処理方法（技術）が要求され、その性能を評価・検討すべきである。
 - 処理工程（技術）の評価に基づいて安全で着実に排水を処理するための設計や運営管理マニュアルの作成が求められる。
 - 技術革新は排水の処理及び管理の効率を向上させ、既存のシステムに影響を与える。
- 2) 汚泥管理
- 世帯データベースの形成
 - 汚泥の引抜き及び運搬計画
 - 引抜き汚泥の処理工程
 - 高濃度のBO、窒素、リン（C/N比（炭素率）が低いため、窒素の生物学的除去が困難）
 - 効果的な最終汚泥処理（汚泥の再利用）

2章に示すとおり、ベトナムには排水施設に係る標準設計基準がある。セプティックタンクについては、ベトナムコンクリート協会による技術基準(TCVN 10334:2014)のみが確認されている。

適切かつ効果的な排水処理のためには、必要な水処理のレベルを明確にする必要がある。安全な処理に必要な水処理レベルは、排水の排出先の水環境を踏まえ定める必要がある。採水地点の水質を考慮し全な処理に必要な水処理レベルを定める規則が必要となる。

ハイフォン市のSADCOは引き抜き汚泥の処理を行っており、処理を行っているTran Cat処理施設の改善を計画している。将来的に引き抜き汚泥の脱水処理により生じる濾液について、BODのみならず、窒素やリンといった栄養塩を処理する技術が必要となる。

(4) 財政システム及びメカニズム

「既存の財源の有効利用や国内外の財務形態の付加的かつ革新的な移行が促進される必要がある」（SDG 6 水と衛生に関する総合報告書）

- 建設及び運営管理コスト分担の原則の確立（3T：Tariff、Tax、Transfer）
 - （日本では、中央及び地方自治体と市民（汚染者/顧客/受益者）の役割や責任、下水道事業のための合理的な費用分担を調査するために下水道金融研究委員会が設置された。）
- 国や地方の予算で構築された下水道システムは安定的かつ持続可能な方法で管理されるべきである。
 - （日本では地方自治体の財政法の下、公共下水道システムは収入からの費用をカバーし、それを自立的に維持するために自立会計システムの原則を採用する公共企業により管理されている。）
- 納税者及び利用者としての市民の意識と理解の向上
- 以下の点を考慮した資産運用の必要性
 - 施設の寿命と利用者数の増加を考慮した収入と支出の長期予測
 - 具体的な事業目的や正確な事業分析、将来の事業見通しに基づく適切な経営管理
 - 利用者責任を負う市民や納税者、利用者への説明責任及び管理情報の開示
- 汚泥管理については、以下の2種類の料金徴収オプションがある。

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> (1) 利用者から直接料金徴収（支払い意欲に応じて）
利用者が汚泥回収料金を公的機関に支払い、汚泥回収業者が汚泥処理場でそれを受け取るにより不法投棄の削減が見込まれる。 (2) セプティックタンクの汚泥引抜き料金を含む水道料金 <p>➤ 下水道システムについても、以下の2種類の料金徴収オプションがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 利用者から直接料金徴収（支払い意欲に応じて） (2) セプティックタンクの汚泥引抜き料金を含む水道料金 |
|--|

調査を通して、調査団はハイフォン市の排水管理に係る財政を確認した。ハイフォン市は水道料金の20%を排水課徴金として徴収している。ハイフォン市が徴収した排水課徴金は、2017年で約900億ドンであった。しかしながら、徴収された排水課徴金は一旦他の収入と統合され一般会計として支出される。新規下水処理場を円滑に運営するためには、排水課徴金の用途を明確にする必要がある。

(5) 広報・啓発活動

- | |
|---|
| <p>支払う意欲については、市民が公衆衛生システムの利点をどのように認識し評価しているかに大きく左右される。（意識の重要性と公衆衛生システムの利点の理解）</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) 周辺環境の改善
利点として以下が挙げられる；
衛生状態、蚊やハエの駆除、
人々の快適さ、水洗トイレの使用、悪臭問題の解消など
水系感染症の減少 2) 公共用水域の水質保全 <ul style="list-style-type: none"> (1) 市民のための水環境価値の向上 (2) 飲用や工業用、農業用などに利用する水のコスト削減 (3) 未処理排水の排出による農業への被害額 (4) 未処理排水の放流による漁業への被害額 (5) 浚渫のための代替方法（下水処理なしで浚渫が必要） |
|---|

ハイフォン市のSADCOは毎年、ハイフォン市のwardをいくつか選定し、汚泥引き抜きの効果の理解向上のための啓発活動を実施している。

汚泥引き抜きに係る支払い意志は衛生施設の便益に対する一般市民の理解度に強く影響されることから、理解度向上のために継続した活動が必要となる。

(6) 体制構築

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ 中央政府や省庁の役割 ➤ プロジェクト実施組織（プロジェクト責任組織） |
|--|

- 民間セクターの参加、官民パートナーシップ（責任分担、リスク管理）
（サービス契約、管理契約、賃貸、譲歩、民営化、BOT など）
- 人材開発：OJT、研修プログラム
- 能力開発（JS 研修センター、ベトナム；VSC）
- 研究及び技術開発（JS 研究開発、ベトナム；VSC）
- 中小規模の自治体への技術サポート（JS：日本下水道事業団、ベトナム；VSC）

現状の関連機関の責任の分担を踏まえ、SDG6.3.1 指標のモニタリング及び指標達成に係り以下のような体制が考えられる。SDG6.3.1 指標達成のためには、各関連機関に対して、SDG6.3.1 指標モニタリングのための活動に係る明確な指示が必要となる。

生活排水		産業排水	
政策、計画の策定	管理活動の実施	政策、計画の策定	管理活動の実施
MOC, MOH, MARD	市/省の DOC, DARD 排水管理会社	MONRE	市/省の DONRE 市/省の検査部 工業地区管理委員会 経済特区管理委員会

(7) 法規制

1. 環境品質基準の設定
人の健康の保護に関する事項
生活環境保全項目（水使用量別）
2. 公害防止対策
3. 特定施設からの排出排水基準
4. 下水道システムに関する法律
 - (1) 下水道の目的
 - (2) 総合的な流域下水道整備プログラム
 - (3) 下水道事業の経営
 - (4) 下水道システムの開発手順
 - (5) 下水道システムの利用（住宅接続、水洗トイレへの切り替え、利用者料金）
 - (6) プロジェクト計画の形成
 - (7) 構造基準（技術基準、排水水質、処理排水検査）
 - (8) 資金調達（建設費、運営管理費、資金源）
 - (9) 下水道システムへ接続している事業系排水
5. オンサイトシステムに関する法律
6. 廃棄物管理及び公衆衛生法

前述のとおり、ベトナムでは、都市部の排水、水処理、工業団地、経済特区、輸出加工区、ハイテク工業団地、地方部の集約居住区での排水、水処理について定めた”Decree on Water Drainage and Wastewater Treatment (No.80/2014/ND-CP)”が公布されている。本 Decree は、ベトナム国で排水、水処理に関係する一般家庭、関連機関の責務と権限も規定している。本 Decree に基づき、必要に応じて下水管接続計画策定や予算措置に係るコミットメント強化のための規則もしくはガイドラインが策定される事が期待される。

(8) 国、地域、世界規模の情報や知見の関連付け及び普及

(9) WEPA：アジア水環境パートナーシップ

WEPA は 2004 年に設立された知識ネットワークプログラムであり、アジアでは 13 か国が加盟している。本プログラムは、水環境ガバナンスを強化するためにパートナー諸国に必要かつ適切な情報と知識を提供することにより、アジアの水環境の改善を目的としている。

(10) AWaP：アジア排水管理パートナーシップ

AWaP は 2018 年 7 月に設立され、本パートナーシップでは、優れた実例や技術の共有、知識やノウハウの提供に加え、パートナー諸国の共同プロジェクトにおける共通の問題に取り組むための定例会議を開催する。

AWaP の対象となる問題は、SDG 6.3.1 を達成するための側面（技術オプション、能力開発、法制度、広報、財務システム及びメカニズムを含む制度上の取り決め）である。一方で、SDG 6.3.2 の達成には主に WEPA による環境水質基準の設定及びモニタリングが必要である。

4.4 想定する将来の方向性

調査結果を踏まえ、最終的な提言及び結論として、SDG6.3.1 指標達成に向け具体的な活動を検討することが重要となる。

活動例として、新しく首相府が規定した Circular no.03/2019/TT-BKHDT により求められる GSO への SDG 指標の報告活動や排水管理に係る国家計画策定、あるいは AWaP 活動への貢献のため、MOC や省/市の人民委員会に対して、以下の内容を含むガイドラインの策定が考えられる。

1. SDG の定義
2. モニタリング手法 (パート A：生活排水)
3. SDG 指標の達成
 - 2) 計画策定: stepwise approach による排水管理計画の移行段階(インターセプター下水道)及び最終段階

その他の活動として、中央及び地方政府、プロジェクト実施機関、運営機関、大学、研究者、民間セクター等により構成される新規の検討会やタスクフォースにより、“National Action Plan for the Implementation of the 2030 Sustainable Development Agenda”の達成のために必要な活動を議論し検討する事が効果的である。検討に際しては、ベトナムの現状を考慮すると共に VSC 等の実施中の JICA 業務で提示する日本の経験を活用することが重要である。

検討会については、検討する課題毎に 2 種類（技術検討会及び政策検討会）設け、議論及び検討を行う事が効果的である。

2. モニタリング手法

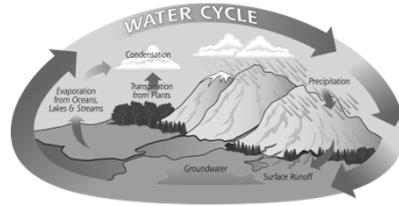
パート B：産業排水（技術検討会）

3. SDG の達成

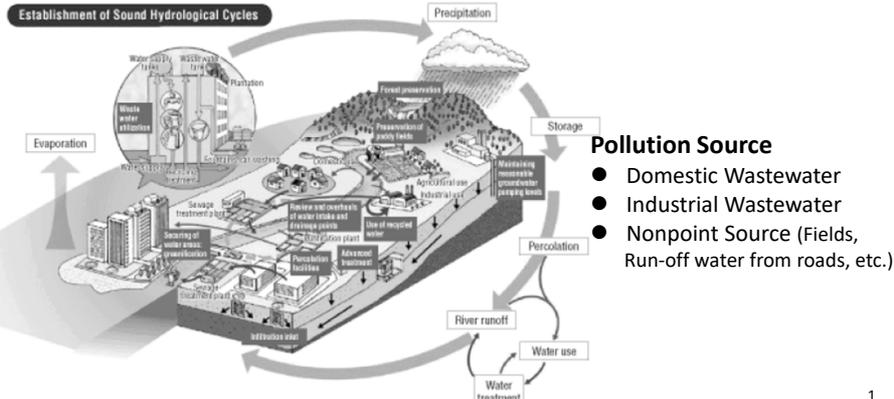
- 1) 政策策定（政策検討会）
- 2) 計画策定: 国家排水管理計画（政策検討会）
- 3) 技術開発及び評価（技術検討会）
- 4) 財政メカニズム（政策検討会）
- 5) 広報及び啓発（政策検討会）
- 6) 体制構築: PPP（政策検討会）、能力開発（技術検討会）
- 7) 法制度（政策検討会）

添付資料

1. MONITORING METHODOLOGY
Safely treated wastewater (6.3.1)
 is required to achieve
Good ambient water quality(6.3.2)
 for sound ecosystems
 in a river basin.



Discharged wastewater will influence the ambient water quality.



Source: https://pmm.nasa.gov/education/sites/default/files/article_images/Water-Cycle-Art2A.png
http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/water_resources/contents/responding_properly.html

1.1 GOOD AMBIENT WATER QUALITY [EXPERIENCE IN JAPAN]
ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN JAPAN

Rapid Economic Growth →
Serious Environment Pollution / Destruction of Nature

Implementation of Several Measures
 Environmental Standard, Effluent Regulation,
 Environmental Pollution Control Program,
 Promotion of Sewage Works,
 Industrial Wastewater Management, etc.

New Tasks for Future

Global Warming, Sustainable Development, etc.

Establishing Environmental Standards to improve the water environment

Environmental Standards ⇒ Good Ambient Water Quality

- **Desirable Standards**
to protect human health and preserve the living environment;
- **Policy Objectives of the Government**

In Article 16 of the Basic Environment Law, setting of environmental goals is determined as follows.

- Environmental quality standards for air pollution
- Environmental quality standards for noise
- Environmental quality standards for water pollution
- Environmental quality standards for soil pollution

3

Environmental Quality Standard for Water Pollution

Environmental quality standards for water pollution in public water bodies were established for the first time by a Cabinet resolution on April 21, 1970.

-Environment standards relating to protecting human health (Parameters related to health)

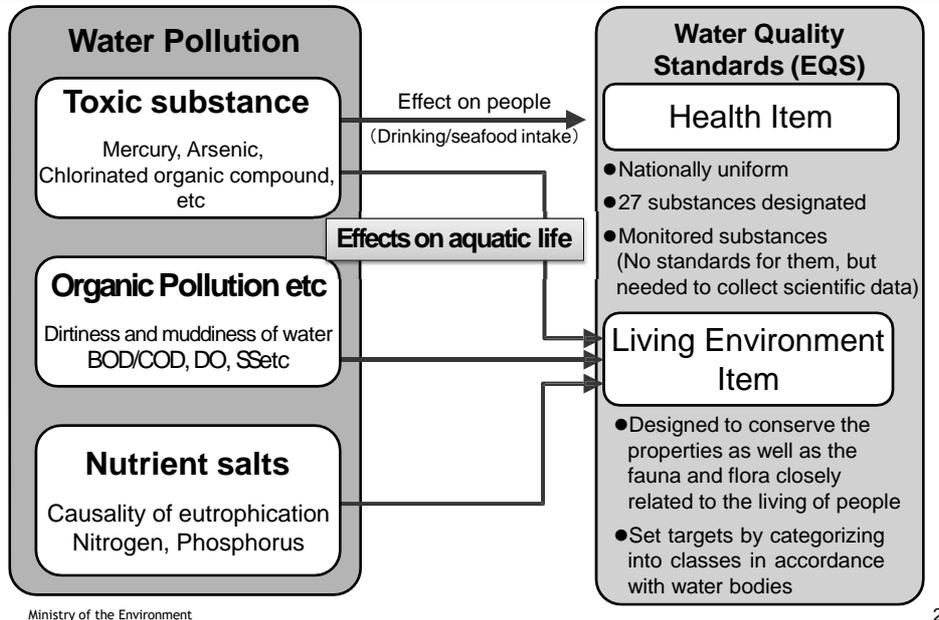
- itai-itai disease ;chronic cadmium
- Minamata disease; methyl mercury compound

Environment standards relating to preserving the living environment (Parameters related to living environment)

BOD, COD, pH, etc.

4

Water Environment Quality Standards (EQS)



Environmental quality standards for human health

Standards		Monitored substances and guideline values	
Item	Standard values	Categories	Guideline values
Cadmium	≤ 0,01 mg/L	Chloroform	≤ 0,06 mg/L
Total cyanide	Not detectable	trans-1,2-Dichloroethylene	≤ 0,04 mg/L
Lead	≤ 0,01 mg/L	1,2-Dichloropropane	≤ 0,06 mg/L
Hexavalent chromium	≤ 0,05 mg/L	p-Dichlorobenzene	≤ 0,2 mg/L
Arsenic	≤ 0,01 mg/L	Isoxathion	≤ 0,008 mg/L
Total mercury	≤ 0,0005 mg/L	Diazinon	≤ 0,005 mg/L
Alkyl mercury	Not detectable	Fenitrothion (MEP)	≤ 0,003 mg/L
PCBs	Not detectable	Isoprothiolane	≤ 0,04 mg/L
Dichloromethane	≤ 0,02 mg/L	Oxine copper (organocopper)	≤ 0,04 mg/L
Carbon tetrachloride	≤ 0,002 mg/L	Chlorothalonil (TPN)	≤ 0,05 mg/L
1,2-Dichloroethane	≤ 0,004 mg/L	Propyzamide	≤ 0,008 mg/L
1,1-Dichloroethylene	≤ 0,02 mg/L	EPN	≤ 0,006 mg/L
Cis-1,2-Dichloroethylene	≤ 0,04 mg/L	Dichlorvos (DDVP)	≤ 0,008 mg/L
1,1,1-Trichloroethane	≤ 1 mg/L	Fenobucarb (BPMC)	≤ 0,03 mg/L
1,1,2-Trichloroethane	≤ 0,006 mg/L	Iprobenfos (IBP)	≤ 0,008 mg/L
Trichloroethylene	≤ 0,03 mg/L	Chlornitrofen (CNP)	-
Tetrachloroethylene	≤ 0,01 mg/L	Toluene	≤ 0,6 mg/L
1,3-Dichloropropene	≤ 0,002 mg/L	Xylene	≤ 0,4 mg/L
Thiram	≤ 0,006 mg/L	Diethylhexyl phthalate	≤ 0,06 mg/L
Simazine	≤ 0,003 mg/L	Nickel	-
Thiobencarb	≤ 0,02 mg/L	Molybdenum	≤ 0,07 mg/L
Benzene	≤ 0,01 mg/L	Antimony	≤ 0,02 mg/L
Selenium	≤ 0,01 mg/L	Vinyl chloride monomer	≤ 0,002 mg/L
Nitrate nitrogen and nitrite nitrogen	≤ 10 mg/L	Epichlorohydrin	≤ 0,0004 mg/L
Fluoride	≤ 0,8 mg/L	1,4-Dioxane	≤ 0,05 mg/L
Boron	≤ 1 mg/L	Total manganese	≤ 0,2 mg/L
		Uranium	≤ 0,002 mg/L

Remarks 1. Standard values are for annual average values. However, the value for total cyanide is the maximum value.
 2. "Not detectable" means that when the substance is measured by the specified method, the amount is less than the quantitative limit defined by that method.
 3. The standard values for boron and fluoride are not applied to coastal waters.

Items of Environmental Quality Standard for Water Pollution



Living environment items

	River	Lake	Sea Area
BOD	≤ 1 - 10mg/L	-	-
COD	-	≤ 1 - 8mg/L	≤ 2 - 8mg/L
pH	6.0 - 8.5	6.0 - 8.5	7.0 - 8.3
SS	≤ 25 - 100mg/L etc.	≤ 1 - 15mg/L etc.	-
DO	2-7.5 mg/L ≤	2-7.5 mg/L ≤	2-7.5 mg/L ≤
DO at bottom layer	-	2.0~4.0mg/L ≤	2.0~4.0mg/L ≤
Coliform bacteria count	≤ 50 - 5,000 MPN/100mL	≤ 50 - 1,000 MPN/100mL	≤ 1,000 MPN/100mL
N-hexane extracts	-	-	Undetected.
Total nitrogen	-	≤ 0.1 - 1 mg/L	≤ 0.02 - 0.1 mg/L
Total phosphorous	-	≤ 0.005 - 0.1 mg/L	≤ 0.02 - 0.09 mg/L
All zinc	≤ 0.03 mg/L	≤ 0.03 mg/L	≤ 0.01 - 0.02 mg/L
Nonylphenol	≤ 0.0006~0.002mg/L	≤ 0.0006~0.002mg/L	≤ 0.0007~0.001mg/L
LAS	≤ 0.02~0.05mg/L	≤ 0.02~0.05mg/L	≤ 0.006~0.01mg/L

Ministry of the Environment

Environmental quality standards for conservation of the living environment

Lakes (natural lakes and artificial reservoirs with 10 million m³ of water or above)

Items Category	Standard values				
	pH	Chemical Oxygen Demand	Suspended Solids (SS)	Dissolved Oxygen (DO)	Number of coliform groups
AA	6.5-8.5	≤ 1mg/L	≤ 1mg/L	≥ 7.5mg/L	≤ 50MPN/100mL
A	6.5-8.5	≤ 3mg/L	≤ 5mg/L	≥ 7.5mg/L	≤ 1,000MPN/100mL
B	6.5-8.5	≤ 5mg/L	≤ 15mg/L	≥ 5mg/L	
C	6.0 - 8.5	≤ 8mg/L	Floating matter such as garbage should not be observed	≥ 2mg/L	

Category	Items Purpose of water use	Standard values	
		Total Nitrogen	Total Phosphorus
I	Conservation of natural environment	≤ 0.1mg/L	≤ 0.005 mg/L
II	Water supply. Fishery type 1. Bathing	≤ 0.2 mg/L	≤ 0.01mg/L
III	Water supply class 3 (special types)	≤ 0.4 mg/L	≤ 0.03mg/L
IV	Fishery type 2	≤ 0.6 mg/L	≤ 0.05mg/L
V	Fishery type 3. Industrial water. Agricultural water. Conservation of the living environment	≤ 1 mg/L	≤ 0.1mg/L

AA: Water supply, class 1; Fishery, class 1; Conservation of natural environment.
 A: Water supply, class 2 and 3; Fishery, class 2; Bathing.
 B: Fishery, class 3; Industrial water, class 1; Agricultural water.
 C: Industrial water, class 2; Conservation of environment.

[Water Quality Standard PDF \(hyper link to "WCS wp.pdf"\)](#)

Status of ambient water quality monitoring for public water bodies in Japan

No. of Monitoring Stations	Frequency	Indicator	Responsible Institution	Year
Indicators for human health protection: 3,947 (rivers), 405 (lakes and reservoirs), 1,057 (sea)	Monthly	Indicators stipulated in Environmental Standards	Local government (Ministry of the Environment)	2013
Indicators for the living environment: 4,550 (rivers), 475 (lakes and reservoirs), 2,044 (sea)				
Indicators for aquatic biodiversity: 1,447 (rivers), 150 (lakes and reservoirs), 125 (sea)				
Groundwater: 3,680 (outline survey)				

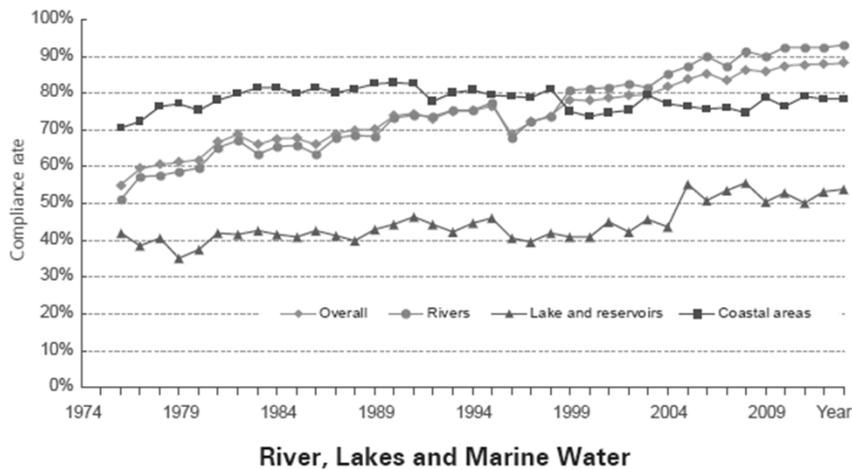
Evaluation methodology for water quality monitoring in Japan

Achievement rate of environmental standard for water in public water zones
(Surface water, marine water and groundwater)

http://www.wepa-db.net/activities_201504outlook2015.htm 9

Achievement rate of environmental standard for water in public water zones

Disclosure of Ambient Water Quality Monitoring Results



10

Water Pollution Control Law (promulgated in 1970)

to regulate the facilities generating hazardous wastewater from economic activities.

1. Specifying economic activities which may generate hazardous wastewater → Formulation of the Inventory

The Water Pollution Control Law designates as Specified facilities; 74 types of facilities with different economic activities have the potential of generating hazardous wastewater, and are subject to regulations under the Water Pollution Control Law.

The 74 types of businesses/industries are listed in a table such as, virtually all kinds of manufacturing industries,

mining industries, livestock industries, fishery industries, photo processing businesses, hotels and inns, medium and large restaurants, laundry business, hospitals with 300 beds or more, water utilities and wastewater treatment plants for 500 PE or above, waste treatment/disposal facilities, etc.

As of the end of FY2010, approx. 274,000 establishments are control subjects

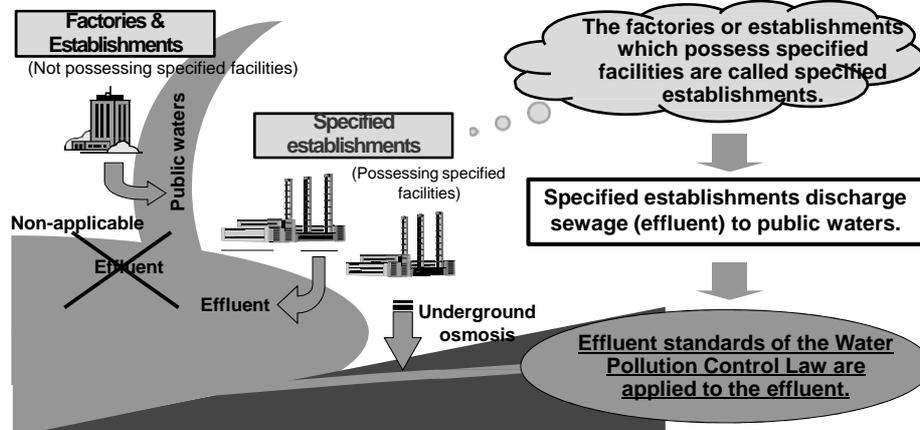
11

Uniform National Effluent Standards

(Concentration Regulation)



- The effluent control of the Water Pollution Control Law stipulates effluent standards (Uniform National Effluent Standards) that are uniform across all industries for the specified establishments throughout the country.
- The control is carried out using the so-called “**direct penalty system**” by which **penalties can be applied simply because of excess concentrations**.



Ministry of the Environment

19

Wastewater standards (Regulation on effluent water quality)

【Health item】

Kinds of harmful substances	Tolerable limit
Cadmium and its compounds	0.1 mg/L
Cyanide compounds	1 mg/L
Organic compound (limited to parathion, methyl parathion, methyl demeton and EPN (ethyl p-nitrophenyl phenylphosphorothioate))	1 mg/L
Lead and its compounds	0.1 mg/L
Hexavalent chromium compounds	0.5 mg/L
Arsenic and its compounds	0.1 mg/L
Mercury and alkyl mercury, and other mercury compounds	0.005 mg/L
Alkyl mercury compounds	Not detected
Polychlorinated biphenyl	0.003 mg/L
Trichloroethylene	0.3 mg/L
Tetrachloroethylene	0.1 mg/L
Dichloromethane	0.2 mg/L
Carbon tetrachloride	0.02 mg/L
1,2-dichloroethane	0.04 mg/L
1,1-dichloroethylene	0.2 mg/L
cis-1,2-dichloroethylene	0.4 mg/L
1,1,1-trichloroethane	3 mg/L
1,1,2-trichloroethane	0.06 mg/L
1,3-dichloropropene	0.02 mg/L
Thiram	0.06 mg/L
Simazine	0.03 mg/L
Thiobencarb	0.2 mg/L
Benzene	0.1 mg/L
Selenium and its compounds	0.1 mg/L
Boron and its compounds	Other than sea area: 10 mg/L Sea area: 230 mg/L
Fluorine and its compounds	Other than sea area: 8 mg/L Sea area: 1 mg/L
Ammonia, ammonium compounds, nitrite compounds and nitrate compounds	(*) 100 mg/L
1,4-dioxane	0.5 mg/L

【Living environment item】

Kinds of harmful substances	Tolerable limit
Hydrogen ion concentration (pH)	Other than sea area: 5.8 – 8.6 Sea area: 5.0 – 9.0.
Biochemical oxygen demand (BOD)	160 mg/L (Daily mean value: 120 mg/L)
Chemical oxygen demand (COD)	160 mg/L (Daily mean value: 120 mg/L)
Suspended solids (SS)	200 mg/L (Daily mean value: 150 mg/L)
Normal-hexane extracts content (mineral oils content)	5 mg/L
Normal-hexane extracts content (animal and plant fats content)	30 mg/L
Phenols content	5 mg/L
Copper content	3 mg/L
Zinc content	2 mg/L
Soluble iron content	10 mg/L
Soluble manganese content	10 mg/L
Chromium content	2 mg/L
Coliform group number	Daily mean value: 3,000/cm ³
Nitrogen content	120 mg/L (Daily mean value: 60 mg/L)
Phosphorus content	16 mg/L (Daily mean value: 8 mg/L)

Note
The effluent standard shown in this table is applicable to the effluent water discharged by a plant, factory, or business establishment which discharges 50m³/day or more of effluent water on daily average.

(*) Ammonia, ammonium compound, and the total of nitrite nitrogen and nitrate nitrogen

21

Uniform Effluent Standards and Stringent Standards

Flat wastewater standards set by the national government
(minimum control applied nationwide)

Health items
Applied to all factories/establishments

Living environment items
Applied to factories/establishments with
wastewater discharge of 50 m³/day or more

Prefectural governments
authorized to tighten controls,
according to local conditions

More Stringent by prefecture
Prefectural ordinances to set more stringent wastewater standard values if the flat standards are not sufficient (for example, preventing the realization of Environmental Quality)

“Hem down” by prefecture
Extend application of the Living Environment Items to factories/establishments with less than 50 m³/day wastewater discharge

“Side stretch” by prefecture
Introduce additional wastewater control items on top of the flat wastewater standards

■ Stringent Effluent Standards Imposed by Prefectural Governments

Achieving Environmental Quality Standards through uniform effluent standards may not be possible in some water bodies where there are many pollution producers. In such water bodies, the prefectural governments, through their municipal laws, may define stricter standards in addition to the uniform standards of the national government. Stringent effluent standards are defined according to the local situations in each of the nation's prefectures. The numbers in parentheses are daily average values.

■ Example of Stringent Effluent Standards

Water quality item	Prefecture A		Uniform Standards (mg/l)
	Water Area A (mg/l)	Water Area B (mg/l)	
Cadmium and its compounds	Not detectable	/	0.1
Cyanide compounds	Not detectable	/	1
Organic phosphorus compounds	Not detectable	0.2	1
Lead and its compounds	0.05	/	0.1
Sesivalent chrome compounds	0.05	/	0.5
Arsenic and its compounds	0.01	/	0.1
Fluoride and its compounds	0.8	/	8 (Non-Coastal Regions) 1.5 (Coastal Regions)
BOD	15 (10)	25 (20)	160 (120)
COD	15 (10)	25 (20)	160 (120)
SS	30 (20)	70 (40)	200 (150)
Phenols	0.005	0.5	5
Copper	1	1	3
Zinc	1	1	5
Dissolved iron	0.3	3	10
Dissolved manganese	0.3	1	10
Chromium	0.1	/	2
Nickel	0.3	1	/

15

Technical Standards for Wastewater Treatment Processes (Off-site)

Planning Final Effluent Water Quality should be defined considering the condition of public water bodies in which treated effluent water is discharged (Sewerage Law).

Technology option for required effluent water quality and Technology evaluation

Item	Planning Final Effluent Water Quality(mg/l)			Typical Wastewater Treatment Process	Additional Treatment			
	BOD	T-N	T-P		Rapid Filtration	Addition of Caogulant	Addition of Organic Matter	
1	>10	>10	>0.5	Anaerobic-Anoxic-Oxic Process	○	○	○	
2			0.5-1	Recycled Nitrification / Denitrification Process	○	○	○	
3			1-3	Anaerobic-Anoxic-Oxic Process	○		○	
4			-	Recycled Nitrification / Denitrification Process	○		○	
5		10-20	>1	Recycled Nitrification / Denitrification Process	○	○		
6			1-3	Anaerobic-Anoxic-Oxic Process	○			
7			-	Recycled Nitrification / Denitrification Process	○			
8			>1	Anaerobic-Oxic Activated Sludge Process	○	○		
9			1-3	Anaerobic-Oxic Activated Sludge Process	○			
10			-	Conventional Activated Sludge Process	○			
11		10-15	>20	>3	Anaerobic-Anoxic-Oxic Process			
12			-	-	Recycled Nitrification / Denitrification Process			
13			-	>3	Anaerobic-Oxic Activated Sludge Process			
14			-	-	Conventional Activated Sludge Process			

Same Level of Conventional Activated Sludge Process: OD, SBR, BAF, etc
http://www.sbmc.or.jp/english/200407/Partial_amendment_of_Enforcement_Order_of_the_Sewerage_Law.htm

16

Technical Standards for Wastewater Treatment Processes (On-site: Johkasou)

Class	Type of treatment	Treatment process	Number of users for design						BOD removal rate	Treatment performance			
			5	50	100	200	500	2000		5000	Effluent quality (mg/l)		
									BOD	COD	T-N	T-P	
1	Combined domestic wastewater treatment	Separation-contact aeration process	[Bar chart: 5-5000]						90% or more	20 or less	—	—	—
		Anaerobic filter-contact aeration process	[Bar chart: 5-5000]										
		Denitrification type anaerobic filter-contact aeration process	[Bar chart: 5-5000]										
4	Flush toilet wastewater treatment	Septic tank process	[Bar chart: 5-5000]						55% or more	120 or less	—	—	—
5		Land infiltration process	[Bar chart: 5-5000]						SS: 55% or more	SS: 250 or less	—	—	—
6	Combined domestic wastewater treatment	Rotating biological contactor process	[Bar chart: 5-5000]						90% or more	20 or less	30 or less	—	—
		Contact aeration process	[Bar chart: 5-5000]										
		Trickling filter process	[Bar chart: 5-5000]										
		Extended aeration process	[Bar chart: 5-5000]										
		Conventional activated sludge process	[Bar chart: 5-5000]										
		Contact aeration and trickling filter process	[Bar chart: 5-5000]										
7	Combined domestic wastewater treatment	Coagulation separation process	[Bar chart: 5-5000]						—	10 or less	15 or less	—	—
8		Contact aeration and activated carbon absorption process	[Bar chart: 5-5000]						—	10 or less	10 or less	—	—
		Coagulation separation and activated carbon absorption process	[Bar chart: 5-5000]						—	10 or less	15 or less	20 or less	1 or less
9		Nitrified water recirculation type activated sludge process	[Bar chart: 5-5000]						—	10 or less	15 or less	15 or less	1 or less
		Tertiary treatment type denitrification dephosphorization process	[Bar chart: 5-5000]						—	10 or less	15 or less	15 or less	1 or less
10		Nitrified water recirculation type activated sludge process	[Bar chart: 5-5000]						—	10 or less	15 or less	15 or less	1 or less
		Tertiary treatment type denitrification dephosphorization process	[Bar chart: 5-5000]						—	10 or less	15 or less	15 or less	1 or less
11		Nitrified water recirculation type activated sludge process	[Bar chart: 5-5000]						—	10 or less	15 or less	15 or less	1 or less
		Tertiary treatment type denitrification dephosphorization process	[Bar chart: 5-5000]						—	10 or less	15 or less	15 or less	1 or less
12		Emission standard under the Water Pollution Control Law	Class: 6-11	COD (mg/l): 60	SS (mg/l): 70	n-Hex (mg/l): 20	pH: 5.8-8.6	Total coliforms (NIU/l): 3,000 or less					
			6-11	45	60	20	5.8-8.6	3,000 or less					
		6-11	30	50	20	5.8-8.6	3,000 or less						
		7-11	15	15	20	5.8-8.6	3,000 or less						
		8	10	15	20	5.8-8.6	3,000 or less						

Technology option for required effluent water quality and Technology evaluation Technology Evaluation and Design and O&M Manual

2. Monitoring methodology (Off-site and On-site; Domestic Wastewater) Waste Management and Public Cleaning Act in Japan

Article 6 General waste disposal planning

Municipalities shall formulate a general waste disposal planning in the administrative area.

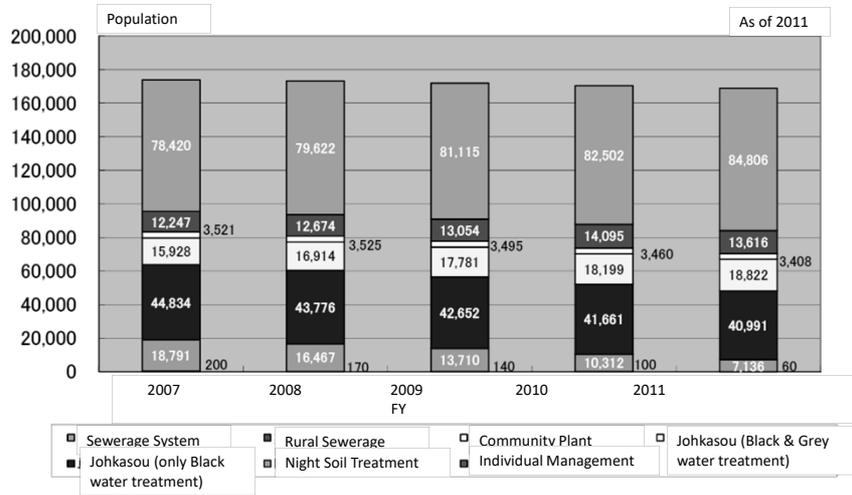
Note: General Waste means non-industrial Waste including liquid (domestic wastewater) and solid waste.

2. In the general waste disposal planning, each of the following matters shall be defined as specified by the ministerial decree.
- 1) Prospected amount of generated and treated general waste (domestic wastewater),
 - 2) Basic matters related to proper treatment of general waste and operators,
 - 3) Matters related to construction of treatment facilities for general waste, etc.

Article 6-2

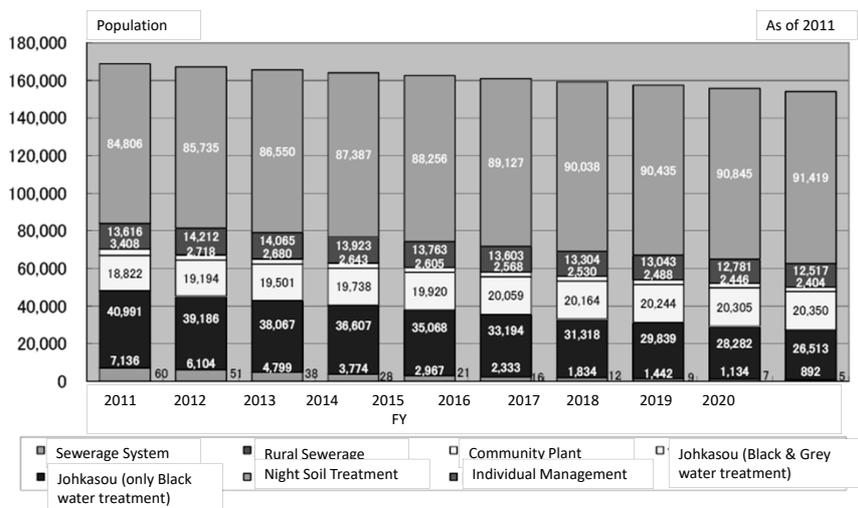
Municipalities shall collect, transport and dispose (including reuse and recycle) before problem in respect of conservation of the living environment occurs based on the general waste disposal planning.

Population Trend Classified by Wastewater Treatment System in A city in Japan



19

Planned Population Classified by Wastewater Treatment System in A city in Japan



20

Middle and Long Term Plan of Wastewater Treated Population in A City

These data are also quite important for tariff collection and sustainable management.

		Present 2011	Middle Term Plan 2015	Long Term Plan 2020
Wastewater Treated Population Rate		71.5%	76.6%	82.2%
Total Population		168,839	162,600	154,100
	Wastewater Treated Population	120,652	124,544	126,690
	Public Sewerage System	84,806	88,256	91,419
	Rural Sewerage	13,616	13,763	12,517
	Community Plant	3,408	2,605	2,404
	Johkasou (Black & Gray water treatment)	18,822	19,920	20,350
	Wastewater not Treated Population	48,187	38,056	27,410
	Johkasou (Black water treatment)	40,991	35,068	26,513
	Night Soil Treatment	7,196	2,988	897

21

Wastewater Treated Population Rate in Japan (2016)

No.	Prefecture	Wastewater Treated Population Rate (%)	Total Population (Thousand)	Wastewater Treated Population (Thousand)	Type of Wastewater Treatment System (Thousand)			
					Sewerage Systems	Rural Sewerage System	Johkasou	Communal WTTs
1	Hokkaidou	95.20	5,346	5,089	4,857	69	163	0
2	Aomori	78.10	1,314	1,025	777	117	131	0
3	Iwate	79.80	1,270	1,013	737	109	166	2
4	Miyagi	90.60	2,310	2,092	1,861	71	154	6
5	Akita	86.10	1,022	880	654	109	118	0
*	*	*	*	*	*	*	*	*
11	Saitama	91.20	7,346	6,703	5,896	96	709	1
12	Chiba	87.50	6,285	5,498	4,622	51	817	8
13	Tokyo	99.80	13,570	13,540	13,508	2	28	2
14	Kanagawa	97.90	9,159	8,970	8,848	3	119	0
*	*	*	*	*	*	*	*	*
26	Kyoto	97.80	2,563	2,507	2,412	44	50	0
27	Osaka	97.40	8,852	8,626	8,451	1	174	0
*	*	*	*	*	*	*	*	*
46	Kagoshima	79.00	1,655	1,307	688	43	572	5
47	Okinawa	85.20	1,462	1,245	1,044	67	134	0
	Total	90.40	127,540	115,314	99,824	3,518	11,747	225

22

Middle and Long Term Plan of Wastewater Treated Population in A City in Japan

These data are also quite important for tariff collection and sustainable management.

	Present 2011	Middle Term Plan 2015	Long Term Plan 2020	Importance of the Achievement of SDG 6.2 before 6.3	
Wastewater Treated Population Rate	71.5%	76.6%	82.2%		
Total Population	168,839	162,600	154,100		
In Case of Vietnam	Wastewater Treated Population	120,652	124,544	126,690	
	Public Sewerage System	84,806	88,256	91,419	← + Interceptor Systems
	Rural Sewerage	13,616	13,763	12,517	
	Community Plant	3,408	2,605	2,404	
	Johkasou (Black & Gray water treatment)	18,822	19,920	20,350	← Septic Tank (Treatment Performance?)
Wastewater not Treated Population		48,187	38,056	27,410	
	Johkasou (Black water treatment)	40,991	35,068	26,513	← Septic Tank
	Night Soil Treatment	7,196	2,988	897	← Septic Tank

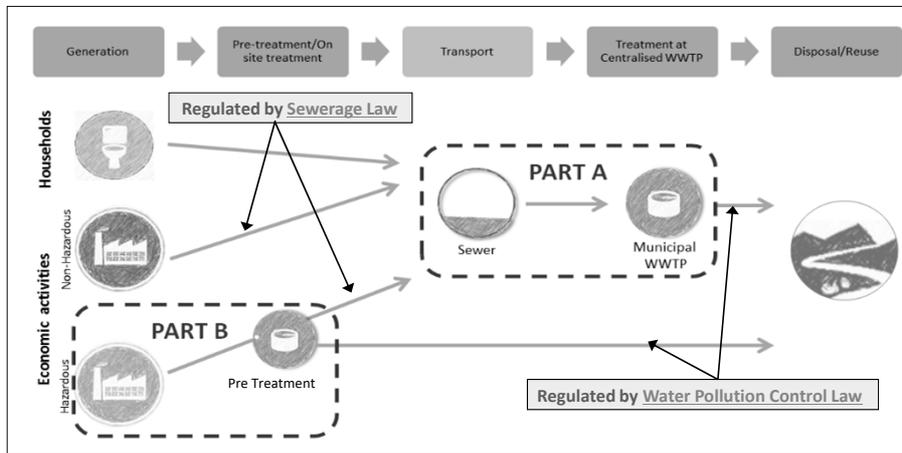
Effect of Grey Water ²³

2. MONITORING METHODOLOGY

2-1 SDG 6.3.1 Part B Industrial Wastewater

- **Institutional Arrangement ;** Two type of specified facilities
 - Facilities of which wastewater is directly discharged to public water bodies
 - Facilities connected sewerage systems
- **Necessary action and Monitoring methodology**
 - 1) Environment Impact Assessment, Approval of factory construction plan
 - 2) Formulation of Inventory and Regular Monitoring
 - 3) Consultation to industries
 - Persuade industries to take countermeasures for pollution prevention
 - Increasing the awareness of environment
 - Provision of the treatment process information
 - Financial support if any (Low interest loan, tax reduction, etc.)
 - Advise to formulate industrial wastewater management system
 - Designated engineer who has responsibility for wastewater management
 - Certification program for designated engineer
 - 4) Administrative direction and Imposing penalty
- **Monitoring methodology**
 - Number of designated facilities
 - Appropriate measures to identify the facilities, which meet the standards

Regulation of Wastewater from Household and Economic Activities



PART A: Municipal WWTP; Mainly Biological Treatment for BOD, SS, N, P (Biodegradable matters)
PART B: Hazardous WWTP; Mainly Chemical, Physical Treatment for heavy metals

25

Sewerage Law and Water Pollution Control Law in Japan

Effluent Standards for facilities connected to Sewerage Systems

Facilities connected to sewerage systems is regulated by the Sewerage Law.

Under the Sewerage Law, the specified facilities which discharge wastewater to sewerage systems shall meet the Uniform National Effluent Standards or, Stringent Effluent Standards, if any, which consist of the following two categories:

(1) Items which are difficult to treat in wastewater treatment plants (WWTPs)

The regulated value of these items is same as (1) Human health items and heavy metals listed in the (2) Living environment items of the Water Pollution Control Law.

(2) Items which can be treated in WWTPs

These items are pH, BOD, SS, N-hexane Extracts, Phenols, Nitrogen and Phosphorus. The regulated value of N-hexane Extracts and Phenols is same as the (2) Living environment items of the Water Pollution Control Law, but other values are higher than the (2) Living environment items.

26

**Major difference of the effluent standards
between Water Pollution Control Law and Sewerage Law**

	Effluent Standards for Hazardous Economic Activities which discharge wastewater directly to water bodies	Effluent Standards for Hazardous Economic Activities connected to Sewerage System
Heavy metal	same	same
BOD	160mg/l (Ave. 120mg/l)	600mg/l
SS	200mg/l (Ave. 160mg/l)	600mg/l

27

Water Pollution Control Law (Same as Sewerage Law)

Monitoring of Hazardous Wastewater Generated by Economic Activities → EIA(Environment Impact Assessment)

- (1) All the factories and installations that belong to the 74 types of economic activities shall register the specified facilities that generate hazardous wastewater at the stage of construction of these facilities, and to declare to the concerned local government (prefectural government) the treatment method for all the wastewater they will generate.
- (2) When a governor of a prefecture, receives the report above mentioned, and deems that the state of pollution of the effluents at the place of discharge do not satisfy the effluent standards, he may order to change the structure or the way of use of the Specified Facility or the plan for the treatment of the polluted water, etc. about the report concerned, or to abandon the plan for establishing the Specified Facility.
- (3) They are required once a year to measure and record the quality and quantity of the effluent they generate, and to keep these records for three (3) years.

28

Water Pollution Control Law (Same as Sewerage Law)

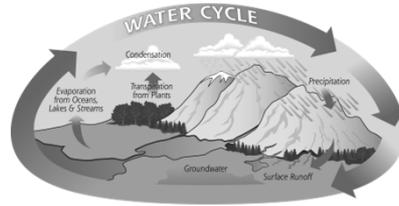
Monitoring of Hazardous Wastewater Generated by Economic Activities → Monitoring

- (4) Local governments conduct frequent On-Site Inspection of effluent water quality at discharge points (outside of the establishment).
- (5) Central government and concerned Local government (prefectural government) are authorized to demand the reporting from the factory or installation, to enter and inspect the facility, if they consider that there is a danger that the factory discharges an effluent that does not meet the effluent water quality standards.
- (6) The local government (prefectural government) can instruct the factory to modify the facility, can order the suspension of operations of the specified facility and/or of the discharge of the effluent to public water bodies.

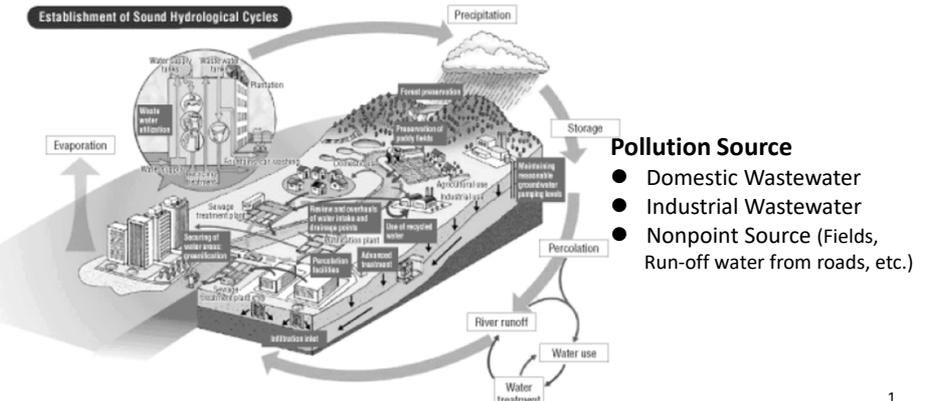
6) Penal Provisions

Any person who violates the orders shall be punishable and liable to penal servitude.

3. ACHIEVEMENT OF SDG 6.3.1
Safely treated wastewater (6.3.1)
 is required to achieve
Good ambient water quality(6.3.2)
 for sound ecosystems
 in a river basin.



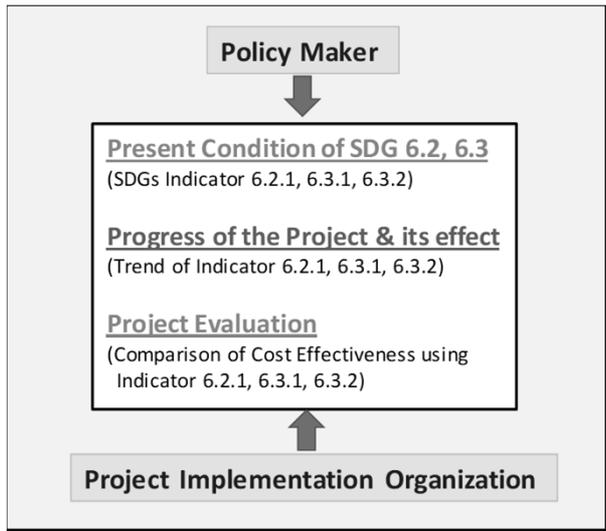
Discharged wastewater will influence the ambient water quality.



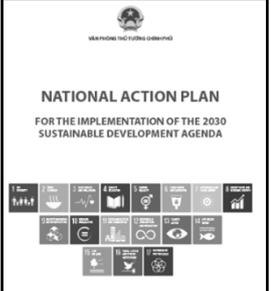
- Pollution Source**
- Domestic Wastewater
 - Industrial Wastewater
 - Nonpoint Source (Fields, Run-off water from roads, etc.)

Source: https://pmm.nasa.gov/education/sites/default/files/article_images/Water-Cycle-Art2A.png
http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/water_resources/contents/responding_properly.html

3-1 Policy Making:SDG indicators and planning/project implementation
Indicators for Policy Maker, Project Implementation
Organization (Public and Private Sector) and Citizen



Vietnam Prime Minister DECISION
 on the issuance of the **National Action Plan**
 for the Implementation
 of the 2030 Sustainable
 Development Agenda



3-2 Planning

1) Long-Term Program for Promotion of Sewerage Systems

- Systematic construction of sewerage systems in Japan began with the First Five-Year Program, which started in FY 1963.
- The construction of sewerage in Japan has steadily advanced under these Long-Term Programs.
- The Program shows the planned and actual investment as well as the target and actual achievement of **sewered population rate**.

3

Five Year Plans for Sewerage Systems Development in Japan

Planned Period	Planned and Actual Investments (Achievement ratio) [Unit: billion yen]	Objective of Construction	
		Targets	Achieved Levels
First (FY 1963 - FY 1967)	44.0 296.3 (67.3%)	Percent of area provided with drainage systems (*1)	
		16 — 27%	20%
Second (FY 1967 - FY 1971)	930.0 617.8 (66.4%)	Percent of area provided with drainage systems	
		20 — 33%	23%
Third (FY 1971 - FY 1975)	2600.0 2,624.1 (100.9%)	Percent of area served by sewerage systems (*2)	
		23 — 38%	26%
Fourth (FY 1976 - FY 1980)	7500.0 6,867.3 (91.6%)	Percent of total sewer population(*3)	
		26 — 40%	30%
Fifth (FY 1981 - FY 1985)	11,800.0 8,478.1 (71.8%)	Percent of total sewer population	
		30 — 44%	36%
Sixth (FY 1986 - FY 1990)	12,200.0 11,693.1 (95.8%)	Percent of total sewer population	
		36 — 44%	44%
		Percent of area provided with stormwater drainage systems (*4)	
Seventh (FY 1991 - FY 1995)	16,500.0 16,710.5 (101.3%)	35 — 43%	43%
		Percent of total sewer population	
		44 — 54%	54%
		Percent of area provided with stormwater drainage systems	
Eighth (FY 1996 - FY 2002)	23,700.0	40 — 49%	47%
		Percent of population served by advanced wastewater treatment (*5)	
		2.3 million — 7.5 million people	7.3 million people
		Percent of total sewer population	
		54 — 66%	58%
Percent of area provided with stormwater drainage systems			
46 — 55%	49%		
Percent of population served by advanced wastewater treatment			
5.3 million — 15 million people	8 million people		

National Development Plan

Formulation of short, middle and long term planning reflecting the indicator to achieve SDG 6.3 based on the effective strategy

4

3-2 PLANNING

2) FINAL STAGE AT TARGET YEAR IN THE PLANNED AREA

(Comprehensive basin wide planning)

Sewerage systems	Decentralized Systems
Combine or Separate System	1. Community based sewerage system (Mostly separate system)
	2. On-site aerobic wastewater system (Joukasou, etc.)
	3. On-site anaerobic wastewater system (Septic tank with regular sludge removal, compost toilet)

All cases satisfy SDG 6.2.1

Colored cases satisfy SDG 6.3.1

(It would be considered that all cases satisfy 6.3.1 in the specific area in rural area)

5

Comprehensive Basin-wide Planning in Japan

Project Planning

Calculation and allocation of pollution load to meet the Environment Standards

Comprehensive Basin-wide Planning (Sewerage Law)

If rivers and other public water bodies or coastal areas, to which the **'environmental water quality standards'** is applied to maintain a sound living environment in relation to water pollution as provided for in the Basic Environmental Law,

each prefecture shall set forth a comprehensive basic plan for the installation or development of sewerage systems ('comprehensive basin-wide planning of sewerage system')

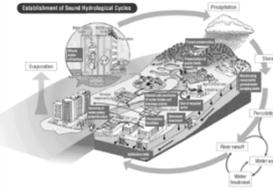
for the respective public water bodies or coastal areas

in order to bring the environmental conditions of the subject area to environmental water quality standards

6

Environmental quality standards for conservation of the living environment
Lakes (natural lakes and artificial reservoirs with 10 million m³ of water or above)

Items Category	Standard values				
	pH	Chemical Oxygen Demand	Suspended Solids (SS)	Dissolved Oxygen (DO)	Number of coliform groups
AA	6.5-8.5	≤ 1mg/L	≤ 1mg/L	≥ 7.5mg/L	≤ 50MPN/100mL
A	6.5-8.5	≤ 3mg/L	≤ 5mg/L	≥ 7.5mg/L	≤ 1,000MPN/100mL
B	6.5-8.5	≤ 5mg/L	≤ 15mg/L	≥ 5mg/L	
C	6.0-8.5	≤ 8mg/L	Floating matter such as garbage should not be observed	≥ 2mg/L	



Category	Items Purpose of water use	Standard values	
		Total Nitrogen	Total Phosphorus
I	Conservation of natural environment	≤ 0.1mg/L	≤ 0.005 mg/L
II	Water supply. Fishery type 1. Bathing	≤ 0.2 mg/L	≤ 0.01mg/L
III	Water supply class 3 (special types)	≤ 0.4 mg/L	≤ 0.03mg/L
IV	Fishery type 2	≤ 0.6 mg/L	≤ 0.05mg/L
V	Fishery type 3. Industrial water. Agricultural water. Conservation of the living environment	≤ 1 mg/L	≤ 0.1mg/L

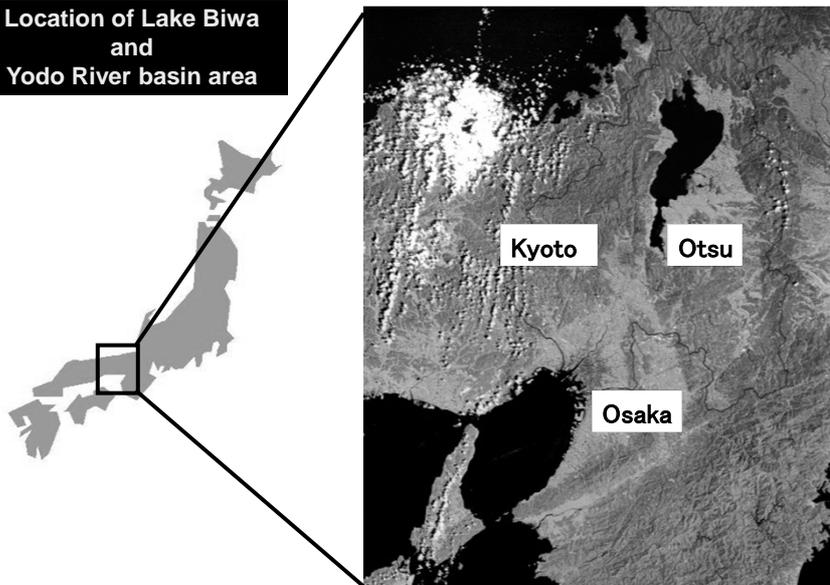
AA: Water supply, class 1; Fishery, class 1; Conservation of natural environment.
A: Water supply, class 2 and 3; Fishery, class 2; Bathing.
B: Fishery, class 3; Industrial water, class 1; Agricultural water.
C: Industrial water, class 2; Conservation of environment.

[Water Quality Standard PDF](#)
(hyper link to "WCS wp.pdf")

7

Comprehensive Basin-wide Planning

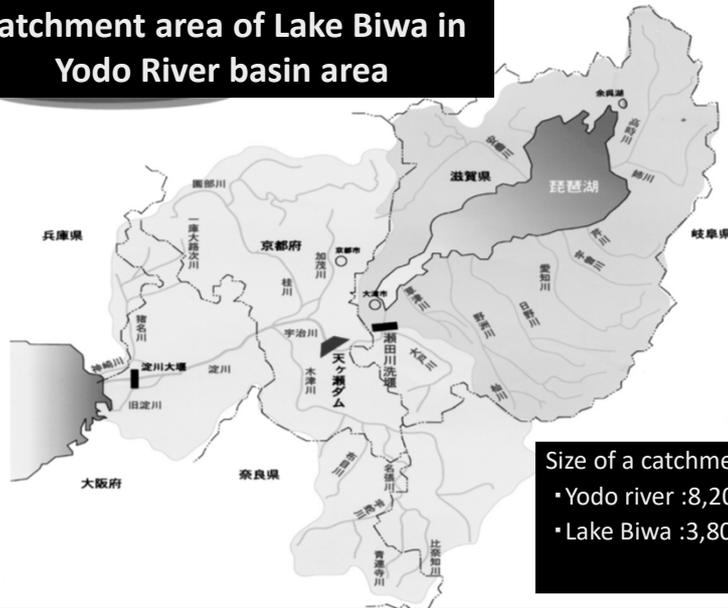
Location of Lake Biwa and Yodo River basin area



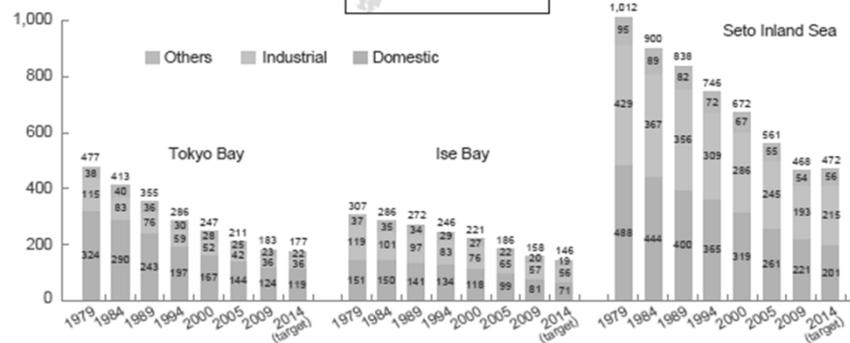
8

Comprehensive Basin-wide Planning

Catchment area of Lake Biwa in Yodo River basin area



COD generated loads (tons/day)



Note: Figures for 1979-2009 are actual. Figures for 2014 is the reduction target

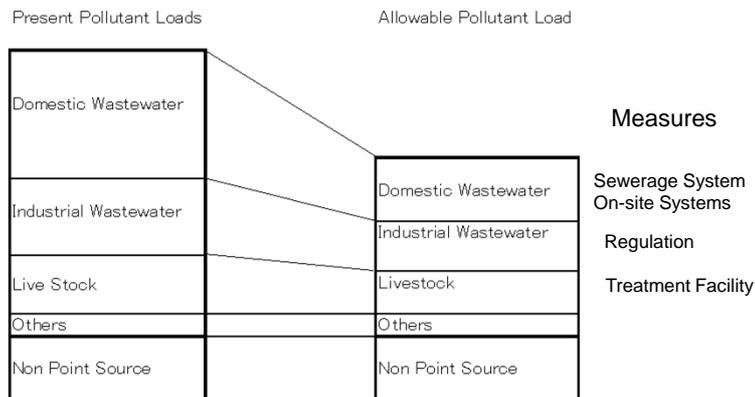
Figure 2.4.6. Challenges in pollution load and target value (in terms of COD)

(Source: provided by MoEJ)

Comprehensive Basin-wide Planning

To meet the Environment Standards, allocation of required pollution load reduction in accordance with Pollution Source is necessary

Calculation and Allocation of Pollution Load in the River Basin



Pollutant Load = (Number) X (Unit Pollutant Load) or Measured Value

Example of unit pollutant load: 55g-BOD/capita

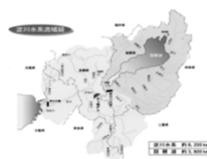
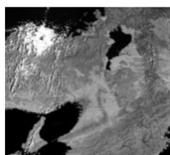
11

Comprehensive Basin-wide Planning

Planning for Drainage and Treatment of Domestic Wastewater to meet the Water Quality Standards

CONTENTS

- Target Area, Coverage Area
 - Area-wide Sewerage System (more than 2 cities)
 - Number and Location of WWTPs in Administrative Area
 - Main Pipe Route, Number and Location of Pumping Stations
 - On-site Treatment Area
- Wastewater Inflow Quantity and Quality
- Required Treated Water Quality and Treatment Processes



12

3) ZONING OF SEWERAGE SYSTEMS AND ON-SITE SYSTEMS

Joukasou System

Table 5.1 Dimensions of typical small-scale joukasous (anaerobic filter - contact aeration process)

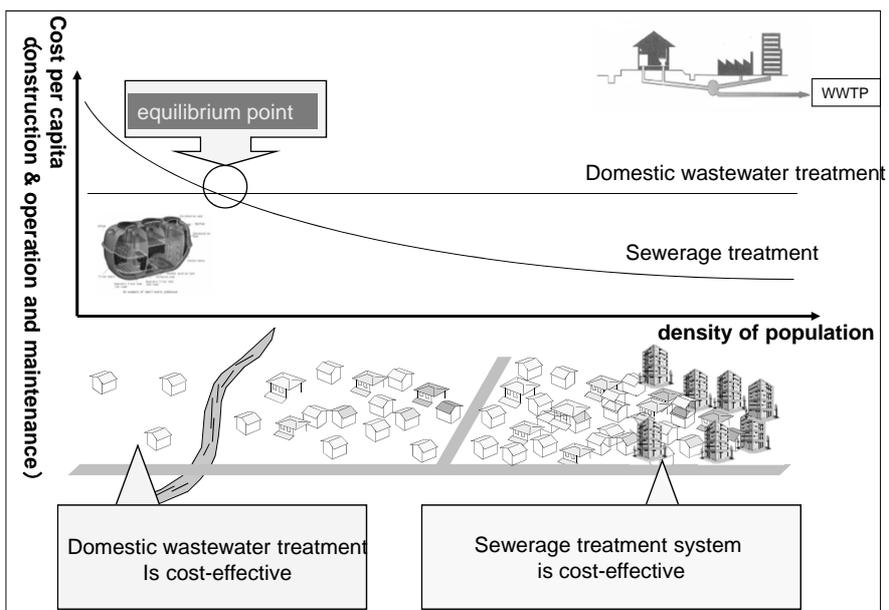
NUD	Width (mm)	Length (mm)	Height (mm)
5	1,200	2,400	1,800
7	1,500	2,700	1,800
10	1,700	3,200	2,000

Table 5.2 Dimensions of typical small-scale compact type joukasous

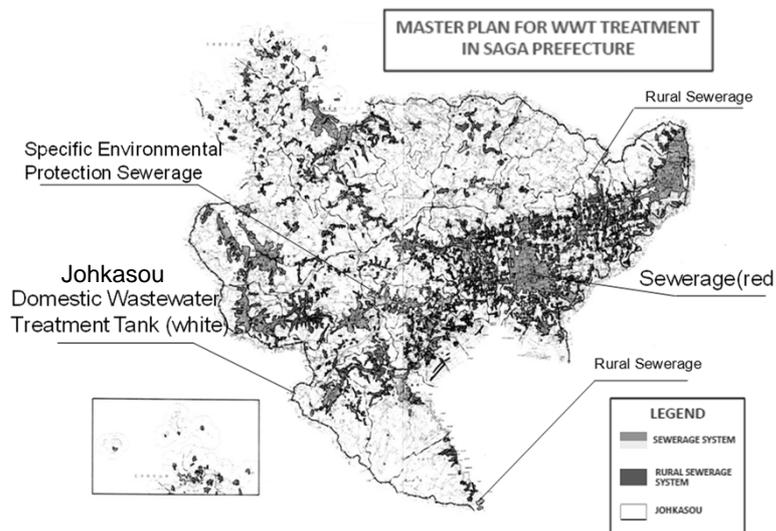
NUD	Width (mm)	Length (mm)	Height (mm)
5	980	2,155	1,750
7	980	2,775	1,750
10	1,230	3,115	1,750

https://www.env.go.jp/recycle/jokaso/pamph/pdf/wts_full.pdf

Concept of Cost Comparison between Off-site and On-site



Prefectural Plan for Appropriate Wastewater Treatment



15

4) TRANSITION STAGE IN THE AREA OF SEWERAGE

(1) Simplified sewerage systems: WWTP + Interceptor + Septic tank

Necessity of ST sludge removal would be decided depending on the condition of existing drainage system (flow velocity, settlement of sludge, etc.).

1-1 It could be considered that the following case satisfies SDG 6.3.1 and 6.2.1

Appropriate flow velocity

Little sludge settlement

All of existing drainage open channel is covered

(ST sludge would be removed in case of clogging, etc.)

1-2 It could be considered that the following case satisfies 6.2.1 and partly 6.3.1

Utilization of existing open drainage channel

Regular ST sludge removal

1-3 It could be considered that the following case partly satisfies 6.2.1 and 6.3.1

Utilization of existing open drainage channel

(No regular sludge removal)

(2) On-site anaerobic system

2-1 It could be considered that the following case satisfies 6.2.1

ST with regular sludge removal

Waste Management and Public Cleaning Act in Japan

16

Middle and Long Term Plan of Wastewater Treated Population in A City in Japan

These data are also quite important for tariff collection and sustainable management.

	Present 2011	Middle Term Plan 2015	Long Term Plan 2020	Importance of the Achievement of SDG 6.2 before 6.3	
Wastewater Treated Population Rate	71.5%	76.6%	82.2%		
Total Population	168,839	162,600	154,100		
Wastewater Treated Population	120,652	124,544	126,690	In Case of Vietnam ← + Interceptor Systems	
	Public Sewerage System	84,806	88,256		91,419
	Rural Sewerage	13,616	13,763		12,517
	Community Plant	3,408	2,605		2,404
	Johkasou (Black & Gray water treatment)	18,822	19,920		20,350
Wastewater not Treated Population	48,187	38,056	27,410		
	Johkasou (Black water treatment)	40,991	35,068	26,513	← Septic Tank
	Night Soil Treatment	7,196	2,988	897	← Septic Tank

Effect of Grey Water 17

3-3 TECHNOLOGY OPTIONS

1) Wastewater treatment process, Reliable facilities and equipment, O&M measures

- For safely treated wastewater, **specific treatment process (technology) to meet the effluent water quality standards is requested, and the performance of specific treatment process (technology) should be evaluated and examined.**
- Based on the evaluation of the treatment process (technology), formulation of design and O&M manual would be requested to treat wastewater safely and steadily.
- Innovation of technology will accelerate the efficiency of wastewater treatment and management and have an impact on existing systems

National Government develops **Technology Standards** in collaboration with local governments, Japan Sewage Works Association and Japan Sewage Works Agency

Technology Standards helps local governments to conduct sewage works properly.

Design guideline



18

Technical Standards for Wastewater Treatment Processes (On-site: Johkasou)

Class	Type of treatment	Treatment process	Number of users for design							BOD removal rate	Treatment performance			
			5	50	100	200	500	2000	5000		Effluent quality (mg/l)			
											BOD	COD	T-N	T-P
1	Combined domestic wastewater treatment	Separation-contact aeration process	[Bar chart]							90% or more	20 or less	—	—	—
		Anaerobic filter-contact aeration process	[Bar chart]											
		Denitrification type anaerobic filter-contact aeration process	[Bar chart]											
4	Flush toilet wastewater treatment	Septic tank process	[Bar chart]							55% or more	120 or less	—	—	—
5		Land infiltration process	[Bar chart]							SS: 55% or more	SS: 250 or less	—	—	—
6		Rotating biological contactor process	[Bar chart]							90% or more	20 or less	30 or less	—	—
		Contact aeration process	[Bar chart]											
		Trickling filter process	[Bar chart]											
		Extended aeration process	[Bar chart]											
		Conventional activated sludge process	[Bar chart]											
7	Combined domestic wastewater treatment	Contact aeration and trickling filter process	[Bar chart]							—	10 or less	15 or less	—	—
		Coagulation separation process	[Bar chart]											
8		Contact aeration and activated carbon absorption process	[Bar chart]							—	10 or less	10 or less	—	—
		Coagulation separation and activated carbon absorption process	[Bar chart]											
9		Nitrified water recirculation type activated sludge process	[Bar chart]							—	10 or less	15 or less	20 or less	1 or less
		Tertiary treatment type denitrification dephosphorization process	[Bar chart]											
10		Nitrified water recirculation type activated sludge process	[Bar chart]							—	10 or less	15 or less	15 or less	1 or less
		Tertiary treatment type denitrification dephosphorization process	[Bar chart]											
11		Nitrified water recirculation type activated sludge process	[Bar chart]							—	10 or less	15 or less	10 or less	—
		Tertiary treatment type denitrification dephosphorization process	[Bar chart]											
12	Emission standard under the Water Pollution Control Law	Class: 6-11 6-11 6-11 7-11 8	COO (mg/l): 60 45 30 15 10	SS (mg/l): 70 60 50 15 15	n-Hex (mg/l): 20 20 20 20 20	pH: 5.8-8.6 5.8-8.6 5.8-8.6 5.8-8.6 5.8-8.6	Total coliforms (N/100): 3,000 or less 3,000 or less 3,000 or less 3,000 or less 3,000 or less							

Technology Evaluation and Design and O&M Manual

Technical Standards for Wastewater Treatment Processes (Off-site)

Planning Final Effluent Water Quality should be defined considering the condition of public water bodies in which treated effluent water is discharged (Sewerage Law).

Item	Planning Final Effluent Water Quality(mg/l)			Typical Wastewater Treatment Process	Additional Treatment				
	BOD	T-N	T-P		Rapid Filtration	Addition of Coagulant	Addition of Organic Matter		
1	>10	>10	>0.5	Anaerobic-Anoxic-Oxic Process	○	○	○		
2			0.5-1	Recycled Nitrification / Denitrification Process	○	○	○		
3			1-3	Anaerobic-Anoxic-Oxic Process	○		○		
4			—	Recycled Nitrification / Denitrification Process	○		○		
5		10-20	>1	>1	Recycled Nitrification / Denitrification Process	○	○		
6				1-3	Anaerobic-Anoxic-Oxic Process	○			
7		—	>1	—	Recycled Nitrification / Denitrification Process	○			
8				—	Anaerobic-Oxic Activated Sludge Process	○	○		
9				1-3	Anaerobic-Oxic Activated Sludge Process	○			
10		10-15	—	—	Conventional Activated Sludge Process	○			
11				>20	>3	Anaerobic-Anoxic-Oxic Process			
12				—	>3	Recycled Nitrification / Denitrification Process			
13				—	>3	Anaerobic-Oxic Activated Sludge Process			
14		—	—	—	Conventional Activated Sludge Process				

Same Level of Conventional Activated Sludge Process: OD, SBR, BAF, etc

http://www.sbm.or.jp/english/200407/Partial_amendment_of_Enforcement_Order_of_the_Sewerage_Law.htm

3-3 TECHNOLOGY OPTIONS

2) Septage Management

- Formulation of Database of households
- Planning on sludge removal and transportation
- Treatment process for collected sludge
 - High BOD, COD, N, P
 - (Difficulties of biological removal of N because of low C/N)
- Effective final sludge disposal measures (Reuse of sludge)

Table 3.2 Established wastewater treatment technologies WHO "GUIDELINES ON SANITATION AND HEALTH"

Treatment process	Level	Treatment objectives	Pathogen reduction measures	PRL*	Treatment products & pathogen level**
Low flow rate					
Waste stabilization ponds	NA	BOD reduction Nutrient management Pathogen reduction	Aerobic ponds (maturation) Ultraviolet radiation	H	Liquid sludge with low pathogens Effluent with low pathogens
Constructed wetlands	Secondary or Tertiary	BOD reduction Suspended solid removal Nutrient management Pathogen reduction	Natural decay Predation from higher organisms Sedimentation UV radiation	M	Plants – no pathogens Effluent with medium pathogens

https://www.who.int/water_sanitation_health/sanitation-waste/sanitation/sanitation-guidelines/en/ 21

Table 3.2 Established wastewater treatment technologies WHO "GUIDELINES ON SANITATION AND HEALTH"

High flow rate					
Primary sedimentation	Primary	Suspended solid reduction	Storage	L	Liquid sludge with high pathogens Effluent with high pathogens
Advanced or chemically enhanced sedimentation	Primary	Suspended solid reduction	Coagulation/flocculation Storage	M	Liquid sludge with medium pathogens Effluent with medium pathogens
Anaerobic upflow sludge blanket reactors	Primary	BOD reduction	Storage	L	Liquid sludge with high pathogens Effluent with high pathogens Biogas
Anaerobic baffled reactors	Primary/ Secondary	BOD reduction Stabilization/nutrient management	Storage	L	Liquid sludge with high pathogens Effluent with high pathogens Biogas
Activated sludge	Secondary	BOD reduction Nutrient management	Storage	M	Liquid sludge with medium pathogens Effluent with medium pathogens
Trickling filters	Secondary	Nutrient management	Storage	M	Liquid sludge with medium pathogens Effluent with pathogens
Aerated lagoon and settling pond	Secondary	BOD reduction Pathogen reduction	Aeration	M	Liquid sludge with medium pathogens Effluent with pathogens
High rate granular or slow rate sand filtration	Tertiary	Pathogen reduction	Filtration	H	Effluent with low pathogens
Dual media filtration	Tertiary	Pathogen reduction	Filtration	H	Effluent with low pathogens
Membranes	Tertiary	Pathogen reduction	Ultrafiltration	H	Effluent with low pathogens
Disinfection	Tertiary	Pathogen reduction	Chlorination (oxidation)	H	Effluent with low pathogens
Disinfection	Tertiary	Pathogen reduction	Ozonation	H	Effluent with low pathogens
Disinfection	Tertiary	Pathogen reduction	Ultraviolet radiation	H	Effluent with low pathogens

https://www.who.int/water_sanitation_health/sanitation-waste/sanitation/sanitation-guidelines/en/

22

3-4 Financial System and Mechanism for wastewater management:

“The efficiency of existing financial resources and mobilizing additional and innovative forms of domestic and international finance must be increased.”

(SDG 6 Synthesis Report on Water and Sanitation)

- Establishment of construction and O&M cost sharing principles (3T: Tariff, Tax, Transfer)
- The sewerage systems constructed with national and local budget should be managed in a stable and sustainable way.
In Japan, under the **Local Government Finance Act**, public sewerage systems are managed by public enterprises which adopt the principle of **self-support accounting system to cover costs from the income and maintain it on a self-sustaining basis.**
- Increase of the awareness and understanding of citizens as tax payers and users
- Necessity of asset management by taking the following aspects into consideration
 - **Long-term basis forecast of income and expenditures** considering the lifespan of the facilities and the increased numbers of users
 - **Appropriate economic management** based on tangible business objectives, precise business analysis and future business prospects
 - **Accountability and disclosure of management information** to the citizens, tax payers and users who bear user charge

23

3-4 FINANCING ARRANGEMENTS

Sewerage Finance Research Committee

- established to study **government’s role and responsibilities** and **a rational cost sharing** for sewage works
- made an intensive research by **academics, researchers, local administration experts and sewerage engineers and officials on finances for sewerage Works**
- made a **major recommendation in its first report in 1961** and **other fundamental recommendations until the 5th Report in 1985**
- formulated **the current fundamental concept for sewage works on the principle of “Stormwater at public burden and Wastewater at private burden”**
 - the necessary expenses that should bear the central government based on the public role of sewerage systems
 - the basic policy for the construction and maintenance financial sources

3-4 FINANCING ARRANGEMENTS

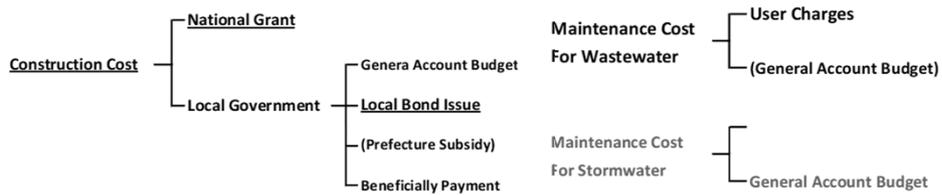
Sewerage Systems

Table : National Subsidy Ratio

Classification		Ratio of National Subsidy	Cost Sharing Ratio of Local Governments
Sewer Pipes	Granted Project	1/2	1/2
	Unsubsidized Project		10/10
Wastewater Treatment Plants	Granted Project	5.5/10	4.5/10
	Unsubsidized Project		10/10

Note : All of the costs shared by local governments are covered by local bonds

Table: Financial Sources of Sewage Works



“Stormwater at public burden and Wastewater at private burden”

Financial System for Wastewater Management

• **Establishment of Construction and O&M Cost Sharing Principles**

Construction Cost: Subsidy, Local Bond, User Charge

O&M Cost : User Charge, Public Sector Cost Burden

Collection of User Charge (Sustainability) greatly depends on

User’s Willingness To Pay, (Affordability to pay)

In respect of

- (1) The need for a water supply and sewerage system
- (2) Awareness and understanding of residents for paying for the facilities
- (3) A suitable payment system

Financial System for Septage Management

- **Establishment of Construction and O&M Cost Sharing Principles**

Construction Cost: Subsidy, Local Bond, User Charge

O&M Cost : User Charge, Public Sector Cost Burden

Collection of User Charge (Sustainability) greatly depends on
User's Willingness To Pay, (Affordability to pay)

Tariff collection options

- (1) Direct tariff collection
- (2) From water supply fee which including ST sludge tariff

If users would pay sludge tariff to public authority and sludge collecting company would receive it at sludge treatment site, illegal dumping would be eliminated.

27

3-5 Public Relation

- **Willingness to pay greatly depends on how citizens are aware of and evaluate the following benefits of sanitation systems**
(Importance of Awareness and Understanding of Sanitation Systems Benefits)

1) Improvement of Surrounding Environments

Examples of benefits;

hygiene status, eradication of mesquites, flies,
People's comfort, use of flush toilet, elimination of odor problems, etc.

Reduction of Waterborne Diseases

2) Water Quality Preservation in Public Water Bodies

- (1) Improvement of the value of water environment for citizens
- (2) Cost reduction to uptake the water for drinking, industrial use, agricultural use, etc.
- (3) Damage cost of agriculture by discharging of untreated wastewater
- (4) Damage cost of fishery by discharging of untreated wastewater
- (5) Alternative method for dredging (without sewage works, dredging is required)

Necessary Viewpoints for Public Relation, Public Education

28

3-6 Institutional arrangements

- **Role of Central Government and Municipality**
- **Project Implementation Organization**(Project Responsible Organization)

- **Private Sector Participation,**
- **Public Private Partnership** (Share of Responsibilities, Risk management)
(Service Contract, Managing Contract, Lease, Concession, Privatization, etc.)

- **Human Resource Development:** On-the-Job Training, Training Program
- **Capacity Development** (JS Training Center)

- **Research and Technology Development** (JS R&D Division)

- **Technical Support to Middle-Small Scale Municipalities**
(JS: Japan Sewage Works Agency)

29

3-7 Legal System for Sanitation Systems in Japan

1. Basic Law for Environmental Protection

- (1) **Sets up the Environmental Quality Standards**
 - Items on Protection of Human Health
 - Items on Conservation of living Environment
(Classified based on Water Usage)
- (2) **Stipulates to Take Countermeasures for Pollution Control**

2. Water Pollution Control Law

- (1) **Sets the Effluent Wastewater Standards from Specified facilities**
 - National Standards
- (2) **Prefecture Government Can Set Several Effluent Standards**
 - Wastewater Treatment plant; Specific Place of Business

30

3-7 Legal System for Sanitation Systems in Japan

3. Sewerage Law

(1) Purpose of Sewerage

- Prevention of Flood
- Improving the Surrounding Environment
- Switching Flushing Toilet
- Prevention of Water Quality in Public Water Bodies

(2) Comprehensive Basin-wide Sewerage Development Program

(3) Administration of Sewage works

- **Municipalities**; in charge of **Public sewerage**
- **Prefectures** ; in charge of **Regional sewerage system**
(More than 2 Cities)

(4) Procedures for Development of Sewerage Systems

(5) Use of Sewer Systems

- Obligation for house Connection
- Switching to Flush Toilets
- Users Charge

4. Johkasou Law

5. Waste Management and Public Cleaning Act

31