

カンボジア王国
集合型汚水処理と分散型汚水処理の
包括的導入による水質改善及び
協力可能性に係る
情報収集・確認調査報告書

平成 30 年 7 月
(2018 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

環 境
J R
18-107

カンボジア王国
集合型汚水処理と分散型汚水処理の
包括的導入による水質改善及び
協力可能性に係る
情報収集・確認調査報告書

平成 30 年 7 月
(2018 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

目 次

目 次

調査対象地域位置図

写 真

略語集

第1章 調査概要	1
1-1 調査の背景及び目的	1
1-1-1 背景	1
1-1-2 わが国の動き	2
1-1-3 目的	2
1-2 調査団構成	2
1-3 調査の対象地域	3
1-4 調査日程	3
1-5 主要面談者	4
第2章 対象地域における汚水処理の現状及び課題	7
2-1 腐敗槽設置に係る法制度	7
2-1-1 水質汚濁防止	7
2-1-2 排水管理及び汚水処理	10
2-1-3 腐敗槽及び腐敗槽汚泥管理	11
2-1-4 土地利用	12
2-2 腐敗槽設置状況	14
2-3 腐敗槽が対象とする汚水	17
2-4 腐敗槽の構造及び審査	18
2-5 腐敗槽処理水のモニタリング	19
2-6 分散型排水処理に係る企業動向	19
2-6-1 プレキャスト・コンクリート製腐敗槽サプライヤ	19
2-6-2 ポリエチレン製腐敗槽サプライヤ	20
2-6-3 浄化槽タイプの汚水処理装置サプライヤ	21
2-6-4 日系プラントメーカー	23
2-7 腐敗槽汚泥管理	23
2-8 分散型排水処理に係るドナーの動向	25
2-9 既存の分散型排水処理における課題	27
2-9-1 問題分析	27
2-9-2 腐敗槽設置に係る法整備	28
2-9-3 腐敗槽汚泥汲み取り料金徴収体系	31
2-9-4 腐敗槽に関する理解	32

第3章 集合型処理と分散型処理の包括的導入による水質改善	33
3-1 調査対象地域（Tamok 処理区）の状況	33
3-2 集合型処理区域と分散型処理区域の設定手順及び導入基準	35
3-3 対象地域におけるゾーニング	36
3-3-1 下水道による整備費	36
3-3-2 浄化槽による整備費	41
3-3-3 集合型処理と分散型処理の経済性比較	43
3-4 処理方式選定基準（案）	45
3-5 汚濁排出負荷削減効果の検討	47
3-5-1 シナリオ設定	47
3-5-2 整備人口	47
3-5-3 汚濁負荷原単位	50
3-5-4 汚濁排出負荷計算結果	51
3-6 包括的導入による水質改善効果	53
3-6-1 有効性	54
3-6-2 効率性	54
3-6-3 持続性	54
第4章 集中型汚水処理に係る課題及び本邦技術活用可能性	59
4-1 生物処理システム	59
4-2 水処理関連技術	61
4-3 汚水収集・運送技術	63
4-4 まとめ	64
第5章 分散汚水処理に係る課題及び本邦技術活用可能性	65
5-1 浄化槽導入のニーズ	65
5-2 浄化槽メーカーからのカンボジアへの進出意欲	65
5-3 展開する浄化槽のサイズと販売ターゲット	66
5-4 浄化槽導入に係る課題	68
5-4-1 法整備・制度設計	68
5-4-2 浄化槽価格	70
5-4-3 浄化槽汚泥処理	70
5-4-4 現地代理店・販売店網、維持管理ネットワークの構築	70
5-5 まとめ	71
第6章 総括	73
付属資料	
1. 都道府県構造策定マニュアルに基づく集合型と分散型処理の経済性比較	77
2. 協議議事録	79

目 次

図-1	Tamok 処理区	3
図-2	2035 年におけるプノンペン都の土地利用計画図	13
図-3	既存の生活排水処理方式の分類	14
図-4	プノンペンにおけるし尿のフロー	15
図-5	既存の分散型生活排水処理システムの例（腐敗槽が設置されている場合）	18
図-6	建築確認申請に添付される腐敗槽の標準的な図面	19
図-7	タイ企業が販売する PE タンク製の浄化槽タイプの製品	22
図-8	PE 製タンクにエアポンプと担体を加えた小型のオンサイト処理施設の構造	23
図-9	GGGI が提案する分散型排水処理システム	27
図-10	問題分析	28
図-11	日本における浄化槽法の体系	31
図-12	適正な腐敗槽について住民の理解を促す啓発資料の例	32
図-13	Tamok 処理区内各地区の人口密度	33
図-14	Tamok 処理区の 2014 年と 2018 年における状況	34
図-15	Tamok 処理区の 3 幹線区	38
図-16	人口密度と 1 人当たり管渠延長の関係（日本との比較）	40
図-17	集合型処理と分散型処理のそれぞれのコスト内訳	43
図-18	Tamok 処理区における下水道または浄化槽整備による人口密度と 1 人当たりのコストの関係	45
図-19	処理方式選定フローチャート（案）	46
図-20	各シナリオの整備人口及び未整備率の推移	49
図-21	各シナリオの排出汚濁負荷量	52
図-22	各シナリオによる累積排出汚濁負荷除去率	53
図-23	超微細散気装置	61
図-24	紫外線消毒装置	62
図-25	スクリュープレス汚泥脱水機	63
図-26	推進工法	63
図-27	圧力式・真空式下水道	64
図-28	浄化槽導入に係る課題の整理	68
図-29	汚水処理に係る平等な費用負担制度のイメージ	69
図-30	下水処理場に併設する汚泥脱水設備	70

表 目 次

表-1	調査団構成	3
表-2	調査日程（第1次現地調査）	4
表-3	面会者リスト	5
表-4	カンボジアにおける法規序列	7
表-5	水質環境基準	8
表-6	公衆衛生保全に係る水質環境基準	8
表-7	公共用水域及び下水道への排出基準	9
表-8	商業施設、大規模集合住宅、大規模複合開発地区、観光地の排出基準	10
表-9	各建物、施設、地区ごとに求められる汚水処理施設	11
表-10	腐敗槽の設置状況を知るために必要な事項	14
表-11	カンボジアにおけるトイレの種類と汚水の排水先	15
表-12	販売されているPC製腐敗槽の仕様	19
表-13	PE製腐敗槽の仕様及び価格	20
表-14	腐敗槽汚泥回収業者ヒアリング結果	24
表-15	GGGI及びBORDAが概略設計を実施したパイロットプロジェクトの概要	26
表-16	カンボジアとフィリピンの腐敗槽に係る法制度の比較	29
表-17	浄化槽法の内容	31
表-18	フィリピンにおける腐敗槽汚泥汲み取り料金の徴収方法	32
表-19	集合型処理区域と分散型処理区域の設定手順	35
表-20	経済性からみた集合型と分散型の生活排水処理方式の導入基準に関する文献と概要	36
表-21	Tamok処理区の各幹線区の概要	39
表-22	日本における人口密度と1人当たり管渠延長の関係（2005年度）	40
表-23	Tamok処理区における浄化槽を活用した汚水処理整備	42
表-24	汚濁排出負荷削減効果の検討条件	47
表-25	各幹線区の人口予測（M/Pに基づく）	48
表-26	発生汚濁負荷原単位	50
表-27	不適切な構造の腐敗槽からの排出汚濁負荷原単位	51
表-28	各施設からの排出汚濁負荷原単位	51
表-29	有効性、効率性及び持続性における評価の視点	54
表-30	ケース別の評価結果	56
表-31	本邦技術を活用した生物処理技術（システム）	60
表-32	浄化槽メーカーインタビュー結果	65
表-33	小型浄化槽と大型浄化槽の事業展開比較	67
表-34	ミャンマーにおける浄化槽を用いた水環境改善のための普及・実証事業の概要	69
表-35	浄化槽普及促進のための4P（浄化槽メーカーによる活動）	71
表-36	浄化槽の普及促進のためにJICAに求める支援	71

写真目次

写真－1	腐敗槽が設置されていない状況	16
写真－2	生活雑排水と腐敗槽処理水がそれぞれ流入する汚水升	17
写真－3	販売されている PC 製腐敗槽（10 人用）	20
写真－4	現地で販売されている PE 製腐敗槽	21
写真－5	タイ企業が販売する PE タンク製の浄化槽タイプの製品	22
写真－6	PE 製タンクにエアポンプと担体を加えた小型のオンサイト処理施設	23
写真－7	腐敗槽汚泥の不法投棄現場	24
写真－8	街中に数多く見られる汚泥汲み取り業者の連絡先を示す広告	25
写真－9	クイックプロジェクトで設置された大型浄化槽（北海道苫前町）	67

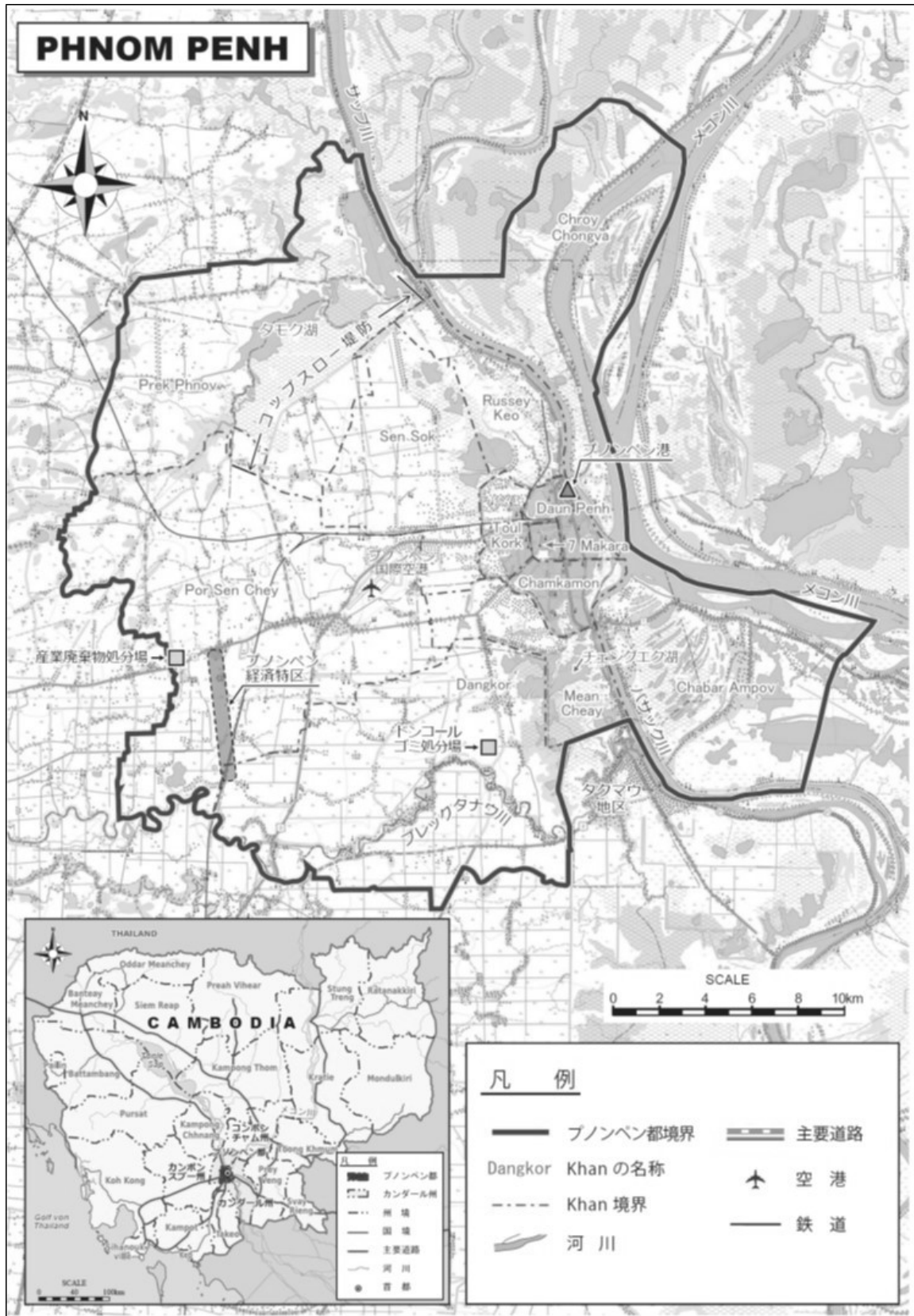
本件調査における通貨換算率は、以下のとおりである（2018 年 7 月現在）。

USD 1.00	= 110.099 円
KHR 1.00	= 0.02727 円
USD 1.00	= KHR 4,037.37

USD : United States Dollar (米国ドル)

KHR : Cambodian Riel (カンボジア・リエル)

調査対象地域位置図



写真



MPWT との協議 (2018 年 5 月 18 日)



DPWT との協議 (2018 年 5 月 16 日)



PPCA との協議 (2018 年 5 月 16 日)



MOE との協議 (2018 年 5 月 18 日)



MLMUPC との協議 (2018 年 5 月 23 日)



DLMUPC との協議 (2018 年 5 月 23 日)



GGGI との協議 (2018 年 5 月 18 日)



ADB との協議 (2018 年 5 月 28 日)



WB との協議 (2018 年 5 月 29 日)



腐敗槽サプライヤとの協議 (2018 年 5 月 26 日)



浄化槽サプライヤとの協議 (2018 年 5 月 26 日)



腐敗槽サプライヤとの協議 (2018 年 5 月 29 日)



DPWT が所有するバキュームダンプ



民間所有のバキュームトラック



排水路の状況



DPWT による汚水升内部の清掃作業



Tuol Sampov 排水機場から Tamok 湖に排出される汚水



Tuol Sangkae 地区における排水路傍の住宅
(腐敗槽なく汚水を排水路に垂れ流し)



高級マンション駐車場下に設置される腐敗槽
(Doun Penh 地区)



サンライズ病院設置の浄化槽タイプの汚水処理装置



建屋床下に設置された腐敗槽 (マンホールは埋め殺し)



腐敗槽汚泥汲み取り作業 (建屋内トイレ床下)



ポリエチレン製腐敗槽



プレキャスト・コンクリート製腐敗槽



Tamok 処理区東部の様子
(Khan Reussey Keo の Km9 ポンプ場付近)



住宅建設ラッシュの Tamok 処理区西部
(Khan Sen Sok)



埋め立て工事中の湿地帯 (Khan Reussey Keo)



建設中の大型の建物 (Khan Sen Sok)



建設工事中の商業施設 (Khan Sen Sok)



Khan Reussey Keo の排水路の状況



Khan Sen Sok の小規模集合住宅



Khan Sen Sok の小規模コミュニティ

略語集

ADB	Asian Development Bank (アジア開発銀行)
AFD	Agence Française de Développement (フランス援助庁)
BAU	Bureau des Affaires Urbaines (プノンペン都・都市総務局)
BORDA	Bremen Overseas Research & Development Agency (ブレーメン海外研究開発協会)
C/P	Counterpart (カウンターパート)
DEWATS	Decentralized Wastewater Treatment System (分散型汚水処理システム)
DID	Densely Inhabited District (人口集中地区)
DLMUPC	Department of Land Management, Urban Planning and Construction (国土整備・都市計画・建設局) 本書では、特記なき限りプノンペン都の DLMUPC (DLMUPC/PPCC) をいう
DOE	Department of Environment (環境局) 本書では、特記なき限りプノンペン都の DOE (DOE/PPCC) をいう
DPWT	Department of Public Works and Transport (公共事業運輸局) 本書では、特記なき限りプノンペン都の DPWT (DPWT/PPCC) をいう
EDCF	Economic Development Cooperation Fund (韓国経済協力基金)
FRP	Fiber Reinforced Plastics (繊維強化プラスチック)
GGGI	Global Green Growth Institute (グローバルグリーン成長研究所)
JETRO	Japan External Trade Organization (独立行政法人日本貿易振興機構)
JICA	Japan International Cooperation Agency (独立行政法人国際協力機構)
KHR	Cambodian Riel (カンボジア・リエル)
LCC	Life Cycle Cost (ライフ・サイクル・コスト)
MLMUPC	Ministry of Land Management, Urban Planning and Construction (国土整備・都市計画・建設省)
MOE	Ministry of Environment (環境省)
M/P	Master Plan (マスタープラン) 本書では、開発計画調査型技術協力プロジェクト「プノンペン都下水・排水改善プロジェクト」において策定された「汚水対策マスタープラン」をいう
MPWT	Ministry of Public Works and Transport (公共事業運輸省)
NGO	Non-Governmental Organization (非政府組織)
ODA	Official Development Assistance (政府開発援助)
O&M	Operation and Maintenance (運転・維持管理)
PC	Precast Concrete (プレキャスト・コンクリート)
PE	Polyethylene (ポリエチレン)
PPCA	Phnom Penh Capital Administration (プノンペン都庁)
PPCC	Phnom Penh Capital City (プノンペン都)
PPWSA	Phnom Penh Water Supply Authority (プノンペン水道公社)
PTF	Pre-treated Trickling Filtration (前ろ過散水ろ床法)

SDGs	Sustainable Development Goals (持続可能な開発目標)
UNDP	United Nations Development Programme (国連開発計画)
USD	United States Dollar (米国ドル)
WB	World Bank (世界銀行)
WMD	Waste Management Division (プノンペン都廃棄物管理部)

第1章 調査概要

1-1 調査の背景及び目的

1-1-1 背景

途上国では、アジアを中心に急速に進む都市化や人口増加により、都市部を中心に生活排水や産業排水が適切に処理されないまま放流され、河川、海域、地下水、また湖沼等の閉鎖性水域の深刻な水質の悪化を招いている。水質汚濁による水生生物の死滅や生態系の激変、有害物質による魚介類汚染や赤潮による漁業被害等の問題に加え、汚染された飲料水や食物の摂取による人間への健康被害も生じている。途上国を中心に下痢症、赤痢、コレラ等の水因性疾病により年間 50 万人が死亡しており、その多くは乳幼児である（年間 31.5 万人の乳幼児が水因性疾病により死亡しているといわれている）。また、2015 年時点で約 6.6 億人が安全な飲料水を利用できておらず、24 億人が基本的な衛生施設（トイレ）が使えず、10 億人が野外排泄を行っている、といわれている。このような状況に対して、2015 年の「国連持続可能な開発サミット」において採択された「持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals：SDGs）」のゴール 6 として「すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する」が掲げられ、同ゴールにおけるターゲットとして「6.2 2030 年までに、すべての人々の、適切かつ平等な下水施設・衛生施設へのアクセスを達成し、野外での排泄をなくす」及び「6.3 2030 年までに、未処理の排水の割合半減及び再生利用と安全な再利用を世界的規模で大幅に増加させることにより、水質を改善する」が設定されている。

し尿や生活排水、産業排水等の汚水を処理する方法は、下水道のように複数の汚水発生源から汚水を管渠で集約して処理する「集合型処理（Off-site treatment）」と、個々の汚水発生源ごとに処理する「分散型処理（On-site treatment）」に大別される¹。わが国においては下水道や農業集落排水施設等が集合型処理に該当し、分散型処理は主に浄化槽が該当する。わが国における汚水処理率（汚水処理人口普及率）は約 90%であるが、そのなかの約 80%が下水道等による集合型処理であり、残りの 10%が浄化槽を中心とした分散型処理である。

途上国においては、まずし尿等を処理するための腐敗槽（セプティックタンク）等の分散型処理施設が整備され、集合型処理施設（下水道）は、

- ✓ 初期投資及び運営・維持管理費に多額のコストを要すること
- ✓ 道路、鉄道、上水道といった他のインフラと比較して優先度が落ちること

といった理由により一定程度経済発展が進んだ段階で、人口が密集した都市部において整備されることが多い。そのようなケースにおいては、

- ✓ 国、地域、都市レベルでの包括的な汚水処理計画や集合型処理と分散型処理の導入基準がないため、効率的・効果的な汚水処理施設整備が行われていない
- ✓ 都市化や人口増加が進行してしまった段階での集合型下水処理施設（下水道）の導入や分散型汚水処理施設の不適切な維持管理により河川等の水質改善が必ずしも十分に進んでいない

といった課題がみられる。

¹ 分散型処理は処理施設が汚水発生源またはその近傍に設置されるものをいい、個別処理のみを示すものではない。小規模コミュニティに設置されるオンサイト処理も分散型処理に含まれる。

また、JICA は汚水処理分野においては、これまで、途上国の要請に基づき下水道に係る施設整備、法・制度整備、運営・維持管理能力強化等を中心に行ってきたが、近年適切な分散型汚水処理に係る協力ニーズも高まってきており、課題別研修「分散型汚水処理システム導入・普及（2016年度～）」を立ち上げるなどといった協力を行っている。

1-1-2 わが国の動き

わが国のインフラ輸出の観点からも、以下のような動きがあり、集合型処理と分散型処理の包括的な導入及びそれに係る本邦技術の海外展開が求められる状況となっている。

- ① 環境インフラ海外展開基本戦略（2017年7月）において分野別実施方針に「浄化槽」が含まれ、分野別方針として「集合型処理と個別（分散型）処理のそれぞれの長所を生かしたバランスの取れた包括的な汚水処理サービスを提案し、東南アジア地域などにおける公衆衛生及び水環境の保全のため、中堅・中小企業も含めて浄化槽の海外展開を支援する」と示された。また、具体的アクションとして以下が掲げられた。
 - ✓ マスタープラン段階からの、下水道・浄化槽の包括的な汚水処理サービスの提案
 - ✓ F/S（事業化調査）支援、各途上国におけるビジネスモデルの確立、標準的な仕様書の作成、アジア開発銀行（Asian Development Bank：ADB）等の金融機関との連携などによる案件組成を支援
 - ✓ アジア地域における浄化槽の制度面や維持管理体制整備に係る働きを含めた支援を実施
 - ✓ 産官学による ASEAN 地域での浄化槽の標準化をめざし、製品仕様の現地化、公平な性能評価スキームの社会実装支援
- ② 2017年11月にマニラで開催された ASEAN 首脳会議において「日・ASEAN 環境協力イニシアティブ」が提唱され優先分野の一つに分散型処理施設の普及を含む「排水処理分野」が含まれた。

1-1-3 目的

開発計画調査型技術協力「プノンペン都下水・排水改善プロジェクト」において「汚水対策マスタープラン」（Master Plan：M/P）が策定された。本調査は M/P にて提案された集合型処理・分散型処理の包括的導入による水質改善に係る情報収集・確認を実施するものである。

1-2 調査団構成

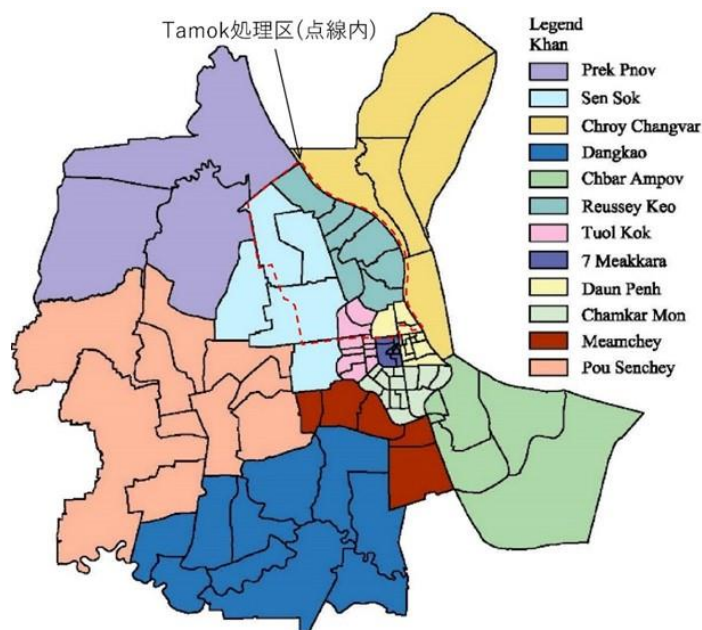
調査団構成を表-1に示す。

表－１ 調査団構成

担当分野	氏名	所属・役職
総括	伊藤 民平	独立行政法人国際協力機構 地球環境部環境管理グループ環境管理第一チーム 課長
協力企画	柏村 正允	独立行政法人国際協力機構 地球環境部環境管理グループ環境管理第一チーム 主任調査役/課長補佐
集中型汚水処理計画・技術（下水道）	林 潔彦	株式会社日水コン 海外本部海外技術統括部技術第三部 技術調査役
分散型汚水処理計画・技術（浄化槽）	竹田 久人	株式会社建設技研インターナショナル 都市インフラ部 技師長
評価分析	南村垂矢子	合同会社適材適所 コンサルタント

1－3 調査の対象地域

調査対象はカンボジア王国（以下、「カンボジア」と記す）プノンペン都とした。特に、M/Pにおいて汚水処理区の一つとして設定された Tamok 処理区を対象に、集合型汚水処理（下水道）と分散型汚水処理（腐敗槽及び浄化槽）の包括的導入及び両汚水処理の導入基準案について検討を行った。Tamok 処理区はプノンペン都中心部の北側に位置し、Daun Penh、Tuol Kok、Reussey Keo 及び Sen Sok の四つの区（Khan）にまたがり 14 の町（Sangkat）から成る、面積 6,019.2ha の地区である。Tamok 処理区を図－1 に示す。



図－1 Tamok 処理区

1－4 調査日程

本調査は、集合型処理・分散型処理の包括的導入による水質改善に係る情報収集・確認調査及び事例案件の協力可能性の検討から成り、前者は主に第1次現地調査により、後者は主に第2次現地調査により実施された。表－2に2018年5月13日より6月2日にかけて実施された第1次現地調査の調査日程を示す。第2次現地調査においては、Tamok 処理区の状況確認及び浄化槽タイプの汚水処理施設の視察等の追加調査を実施した。

表－２ 調査日程（第１次現地調査）

日 時		活動内容（林・竹田）	備 考
5/13	日	移動（成田→プノンペン（竹田）、関西→プノンペン（林））	
5/14	月	10:00 JICA カンボジア事務所における協議 13:00 プノンペン下水道整備計画準備調査プロジェクトチームとの協議（於：公共事業運輸局（Department of Public Works and Transport : DPWT）） 14:30 Tamok 処理区（主に東側）視察	
5/15	火	終日 書類整理	
5/16	水	08:30 DPWT との協議 14:30 プノンペン都（Phnom Penh Capital City : PCC）との協議	
5/17	木	09:00 環境省（Ministry of Environment : MOE）との協議（林） 09:00 日系排水処理プラントメーカーとの協議（竹田） 16:00 PCC、プノンペン都廃棄物管理部（Waste Management Division : WMD）との協議	
5/18	金	08:00 公共事業運輸省（Ministry of Public Works and Transport : MPWT）との協議 10:30 MOE との協議 14:00 グローバルグリーン成長研究所（Global Green Growth Institute : GGGI）との協議	
5/19	土	09:00 現地水質分析会社視察（竹田） 11:00 プノンペン都南西部視察（竹田） 終日 書類整理（林）	
5/20	日	終日 書類整理	
5/21	月	09:00 DPWT との協議 15:00 プノンペン都庁（Phnom Penh Capital Administration : PPCA）都市総務局（Bureau des Affaires Urbaines : BAU）との協議	
5/22	火	09:00 排泥作業視察（於：Khan Po Senchey、Sangkat Chaom Chau） 16:00 フランス援助庁（Agence Française de Développement : AFD）との協議	
5/23	水	09:00 国土整備・都市計画・建設省（Ministry of Land Management, Urban Planning and Construction : MLMUPC）との協議 15:00 国土整備・都市計画・建設局（Department of Land Management, Urban Planning and Construction : DLMUPC）との協議	
5/24	木	終日 Tamok 処理区現状視察及び腐敗槽設置状況確認	
5/25	金	11:00 DPWT による腐敗槽汚泥汲み取り作業状況視察 14:00 Tamok 処理区現状視察（主に西側）	
5/26	土	09:00 マーケット調査（浄化槽サプライヤ、Heng Asia、Aqua Nishihara） 10:30 マーケット調査（腐敗槽サプライヤ、Chuantech Construction）	
5/27	日	終日 書類整理	
5/28	月	14:00 ADB との協議	
5/29	火	10:00 マーケット調査（腐敗槽サプライヤ、H ₂ O Roto） 14:00 世界銀行（World Bank : WB）との協議	
5/30	水	09:00 韓国経済協力基金（Economic Development Cooperation Fund : EDCF）との協議 15:30 JICA カンボジア事務所への報告・協議	
5/31	木	09:00 DPWT 14:00 JICA カンボジア事務所長への報告・協議	
6/1	金	書類整理 移動（プノンペン→）	
6/2	土	移動（→成田着（竹田）、→関西着（林））	

1－5 主要面談者

集合型処理・分散型処理の包括的導入による水質改善に係る情報収集・確認調査に係る主要面談者を表－３に示す。

表－３ 面会者リスト

機 関	氏 名	役 職
MPWT	Mr. Heng Rathpiseth	Director General of Public Works
	Mr. Chao Sopheak Phibal	Director, Sewerage Management & Construction Dept.
	Mr. Lun Heng	Technical Officer
	Ms. Lao Kimly	Official
	Mr. Chheng Sovannady	Chief Office of Planning and Technical Research
DPWT	Mr. Sam Piseth	Director
	Mr. Chou Kimtry	Deputy Director
	Mr. Moeung Sophan	Advisor to DPWT
	Mr. Dourng Chansarath	Chief of Drainage and Sewerage Division (DSD)
	Mr. Men Sokhem	Vice Chief of Drainage Office
	Mr. Sim Lyda	Vice Chief of Planning and Design of Technical Bureau, Drainage and Sewerage Division
	Mr. Chea Kum	Chief of Administration Office
	Mr. Meach Channy	Drainage, Sewerage and STP
MLMUPC	Mr. Chea Phalry	Deputy General Director, General Department of Construction
	Mr. Pen Sophal	Secretary of State
	Mr. Lim Iv	DDG
DLMUPC	Ms. Chan Chovy	Deputy Director
	Mr. Moul Narin	Deputy Director
	Mr. Roeung Rothsokha	Vice Chief of Land Management Office
	Mr. Poeung Ratanak	Chief Officer, Land Management and Urbanization
PPCA	H.E. Khung Sreng	Governor of Phnom Penh Capital Hall
	Mr. Suy Serith	Deputy Governor of Phnom Penh Capital Hall
	Mr. Nuon Pharath	Deputy Governor of Phnom Penh Capital Hall
	Mr. Seng Kum	Deputy Governor of Po Senchey District
	Mr. Chea Kim Sor	Deputy Governor of Dangkor District
	Mr. Huot Leap Piseth	Deputy Governor of Prek Pnov District
	Mr. Mao Kolmardi	Director of Waste Management & Environment
	Mr. Khuon Dara	Deputy Director of Environment
	Mr. Yos Vanna	Deputy Director of VRSS
	Mr. Lim Vichet	Deputy Director of Administration
	Mr. Nuon Samnavuth	Deputy Director of Waste Management & Environment
	Mr. Chea Anuchith	Chief of Water Conservation Office
	Mr. So Phara	Chief of Waste Management
	Mr. Kheang Vannak	Chief of International Cooperation Office
	Mr. Leng Nida	Vice Chief of Construction & Development Office
PPCA (WMD)	Mr. Mao Kulmardi	Director of Waste Management and Environmental Div.
	Mr. Nuon Samnavuth	Deputy Director of Waste Management and Environmental Div.
	Mr. Mam Sothy	Deputy Chief of Waste Management Office
	Mr. In Usana	Deputy Chief of Waste Management Office
PPCA (BAU)	Mr. Hok Kim Eang	Deputy Director
	Mr. Thai Srun	Vice Chief, Development Management and Construction Office
MOE	Mr. Chandath Him	Deputy Director, Dept. of Water Quality Management
	Pak Sokharavuth	Deputy General Director
	Chea Nara	Deputy Director
	Mr. Dy Puthiroth	Chief of Water Quality Management Office
	Mr. Bun Sikheth	Chief Officer
	Ms. Hout Sqrodeth	Officer
UNDP	Mr. Julien Chevillard	Trust Fund Administrator, Cambodia Climate Change Alliance
	Ms. Clara Landeiro	Climate Change Technical Specialist, Cambodia Climate Change Alliance

機 関	氏 名	役 職
GGGI	Ms. Unur Ulaankhuu	Senior Program Officer
	Mr. Jerome Fakhry	—
	Mr. Khan Chantharo	Program Officer
ADB	Mr. Ratha Sann	Senior Project Officer (infrastructure), Cambodia Resident Mission
AFD	Mr. Borin Pin	Project Officer
WB	Mr. Phylum Kov	Water and Sanitation Specialist
EDCF	Mr. Jeon, Jong-Il	Deputy Chief Representative, Phnom Penh Representative Office
	Mr. Noh Taewan	Young Professional, Phnom Penh Representative Office
Metawater	Mr. Shigeru Mizutani	Chief Representative, Phnom Penh Representative Office
Kobelco Eco-Solutions	Mr. Susumu Ono	General Manager, Phnom Penh Branch Office
Heng Asia	Mr. Somar Antipatia	Product Manager
	Ms. Dudsadee Rukhathakul	General Manager
	Mr. Chhuon Bunthy	Project Sales Representative
Aqua Nishihara	Mr. Sarawut Kulpradit	International Sales Engineer
Cuantech Construction (寛泰建築)	Mr. Lin Chien Hung (林建宏)	—
H ₂ O Roto	Mr. Mai Sokun	General Manager
Sunrise Healthcare Service Co., Ltd.	福田俊彰 氏	Chairperson
	Mr. Born Rumaney	Facility Manager
JICA カンボジ ア事務所	菅野祐一 氏	Chief Representative
	田中耕太郎 氏	Deputy Chief Representative
	西川真史 氏	Project Formulation Advisor (Urban Environmental Infrastructure / Climate Change)
	Mr. Say Bora	
	Ms. Ma Sopheavin	

UNDP : United Nations Development Programme (国連開発計画)

第2章 対象地域における汚水処理の現状及び課題

2-1 腐敗槽設置に係る法制度

カンボジアにおける法規序列は表-4のようになっているが、衛生・汚水処理に係る法律の多くは政令（Sub Decree）として定められている。環境保護に関する法制度としては、1996年に「環境保護と自然資源管理に関する法律（Law on Environmental Protection and Natural Resource Management : LEPNRM）」が制定され、1999年には「固形廃棄物の管理に関する政令（Sub-Decree on Management of Solid Waste）」及び「水質汚染管理に関する政令（Sub-Decree on the Water Pollution Control）」が、また1999年には「環境負荷評価手順の実施に関する政令（Sub-Decree on the Implementation of the Environmental Impact Assessment Process）」が施行されている（以上、カンボジア開発評議会『カンボジア投資ガイドブック』（日本語訳版、2010）より引用）。また2017年12月には排水管理及び汚水処理システムに関する政令（Sub-Decree #235 on the Management of Drainage and Wastewater Treatment System）が施行された。

表-4 カンボジアにおける法規序列

序列	法規	概要
1	憲法 The Constitution	1993年に制定されたカンボジアにおける最高法規
2	国際条約・協定 Treaties and Convention	憲法26条によれば、下院と上院の承認に基づき国王が署名し批准する。批准後において国際条約（二国間または多国間）・協定は法律とみなされ、司法上の準拠基準の一つとなる。
3	法律 Chhbab: Law	国民議会により採択される法規
4	勅許 Royal Kram: Preah Reach Kram 及び Royal Decree: Preah Reach Kret	国王が憲法で認められた権限に従い国王の名により発する命令
5	政令 Au-Kret: Sub-Decree	閣議での採択に基づき首相により署名される。閣議で採択されなかった場合には、首相と主管大臣の署名が必要となる。首相は法令で定められた権限内で政令を發布することができる。
6	省令 Prakas: Ministerial Order	法令に定められた権限内において政府の閣僚により発せられる。
7	決定 Sechkdei Samrech: Decision	「Decision」は首相により、「Prakas-Deika」は閣僚または知事により、法令に定められた権限に基づき発せられる。
8	告示 Sarachor: Circular	一般的に、特定の法制度を説明したり明確にしたりするため、あるいは指示を与えるために、政府の長としての首相が、あるいは省庁の責任者としての大臣が發布する。
9	州令 Arrete: Provincial Deka	州の領域内において有効であり、州知事が發布する。

出所：カンボジア開発評議会『カンボジア投資ガイドブック』（日本語訳版、2010）

2-1-1 水質汚濁防止

1999年に制定、2009年に改定された水質汚染管理に関する政令（Sub-Decree #27 on the Water Pollution Control）において、廃水や有害な廃液の定義と分類、水質環境基準、排水基準等が定められている。同政令のなかで水質環境基準は河川、湖沼・貯留池、海域に対して表-5のとおり設定されている。また、公衆衛生保全に係る水質環境基準は、表-6のとおり公共水域で25項目が設定

されている。一方、排水基準については、同政令の Annex 2 で公共水域及び下水道への汚水の排出基準が表－7のとおり設定されている。

表－5 水質環境基準

	No	項目	単位	基準値
1. 河川	1	pH	-	6.5 – 8.5
	2	BOD ₅	mg/L	1 – 10
	3	Suspended Solid	mg/L	2.4 – 100
	4	Dissolved Oxygen	mg/L	2.0 – 7.5
	5	Coliform	MPN/100mL	< 5,000
2. 湖沼及び貯留池	1	pH	-	6.5 – 8.5
	2	COD _{Mn}	mg/L	1 – 8
	3	Suspended Solid	mg/L	1 – 15
	4	Dissolved Oxygen	mg/L	2.0 – 7.5
	5	Coliform	MPN/100mL	< 1,000
	6	Total Nitrogen	mg/L	0.1 – 0.6
	7	Total Phosphorus	mg/L	0.005 – 0.05
3. 沿岸域	1	pH	-	7.0 – 8.3
	2	COD _{Mn}	mg/L	2 – 8
	3	Suspended Solid	mg/L	2 – 7.5
	4	Coliform	MPN/100mL	< 1,000
	5	Oil Content	mg/L	0
	6	Total Nitrogen	mg/L	0.2 – 1.0
	7	Total Phosphorus	mg/L	0.02 – 0.09

注：本表で項目によっては基準値に下限値と上限値が設定されている。M/P レポートでも指摘のとおり、pH 以外の下限値は誤りであるが、いまだ改正されていない。

出所：Sub-decree on Water Pollution Control, Annex 4

表－6 公衆衛生保全に係る水質環境基準

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

出所：Sub-decree on Water Pollution Control, Annex 5

表－7 公共用水域及び下水道への排出基準

No	項目	単位	基準値	
			保護公共水域への排出	公共水域及び下水道への排出
1	Temperature	℃	< 45	< 45
2	pH		6 – 9	5 – 9
3	BOD ₅ (5 days at 20℃)	mg/L	< 30	< 80
4	COD _{Cr}	mg/L	< 50	< 100
5	Total Suspended Solids	mg/L	< 60	< 120
6	Total Dissolved Solids	mg/L	< 1,000	< 2,000
7	Grease and Oil	mg/L	< 5.0	< 15
8	Detergents	mg/L	< 5.0	< 15
9	Phenols	mg/L	< 0.1	< 1.2
10	Nitrate (NO ₃)	mg/L	< 10	< 20
11	Chlorine (free)	mg/L	< 1.0	< 2.0
12	Chloride (ion)	mg/L	< 500	< 700
13	Sulphate (as SO ₄)	mg/L	< 300	< 500
14	Sulphate (as Sulphur)	mg/L	< 0.2	< 1.0
15	Phosphate (PO ₄)	mg/L	< 3.0	< 6.0
16	Cyanide (CN)	mg/L	< 0.2	< 1.5
17	Barium (Ba)	mg/L	< 4.0	< 7.0
18	Arsenic (As)	mg/L	< 0.10	< 1.0
19	Tin (Sn)	mg/L	< 2.0	< 8.0
20	Iron (Fe)	mg/L	< 1.0	< 20
21	Boron (B)	mg/L	< 1.0	< 5.0
22	Manganese (Mn)	mg/L	< 1.0	< 5.0
23	Cadmium (Cd)	mg/L	< 0.1	< 0.5
24	Chromium (Cr ⁺³)	mg/L	< 0.2	< 1.0
25	Chromium (Cr ⁺⁶)	mg/L	< 0.05	< 0.5
26	Copper (Cu)	mg/L	< 0.2	< 1.0
27	Lead (Pb)	mg/L	< 0.1	< 1.0
28	Mercury (Hg)	mg/L	< 0.002	< 0.05
29	Nickel (Ni)	mg/L	< 0.2	< 1.0
30	Selenium (Se)	mg/L	< 0.05	< 0.5
31	Silver (Ag)	mg/L	< 0.1	< 0.5
32	Zinc (Zn)	mg/L	< 1.0	< 3.0
33	Molybdenum (Mo)	mg/L	< 0.1	< 1.0
34	Ammonia (NH ₃)	mg/L	< 5.0	< 7.0
35	DO	mg/L	> 2.0	> 1.0
36	Polychlorinated Biphenyl	mg/L	< 0.003	< 0.003
37	Calcium	mg/L	< 150	< 200
38	Magnesium	mg/L	< 150	< 200
39	Carbon tetrachloride	mg/L	< 3	< 3
40	Hexachloro benzene	mg/L	< 2	< 2
41	DTT (Dithiothreitol)	mg/L	< 1.3	< 1.3
42	Endrin	mg/L	< 0.01	< 0.01
43	Dieldrin	mg/L	< 0.01	< 0.01
44	Aldrin	mg/L	< 0.01	< 0.01
45	Isodrin	mg/L	< 0.01	< 0.01
46	Perchloro ethylene	mg/L	< 2.4	< 2.4
47	Hexachloro butadiene	mg/L	< 3	< 3
48	Chloroform	mg/L	< 1	< 1
49	1,2 Dichloro ethylene	mg/L	< 2.4	< 2.4
50	Trichloro ethylene	mg/L	< 1	< 1
51	Trichloro benzene	mg/L	< 2	< 2
52	Hexachloro cyclohexene	mg/L	< 2	< 2

出所：Sub-decree on Water Pollution Control、Annex 2

2-1-2 排水管理及び汚水処理

2017年12月に施行された排水管理及び汚水処理システムに関する政令（Sub-Decree #235 on the Management of Drainage and Wastewater Treatment System）は、54の条項から成る。この政令は産業排水には適用されない。

第14条において、商業施設、大規模集合住宅、大規模複合開発地区、観光地から排出される汚水の性状について下水処理施設が設置されている場合及び設置されていない場合のそれぞれについて排出基準が定められている。排出基準を表-8に示す。また第15条では公衆衛生や水環境の生物多様性保全のためにMOEが必要に応じて省令（Prakas）により基準を別途定めることができるとしている。

表-8 商業施設、大規模集合住宅、大規模複合開発地区、観光地の排出基準

No	項目	単位	基準値	
			公共水域への排出	下水処理施設への排出
1	pH	-	6 - 8	5 - 9
2	Total Suspended Solid (TSS)	mg/L	< 80	< 150
3	Oil and Grease*1	mg/L	< 5	< 20
4	BOD ₅ (5days at 20°C)	mg/L	< 30	< 80
5	COD (Cr ₂ O ₇ ²⁻)	mg/L	< 50	< 120
6	Detergents-LAS	mg/L	< 7	< 15
7	T-N*2	mg-N/L	< 6	< 10
8	T-P*3	mg-P/L	< 0.5	< 1
9	NH ₄ ⁺ -N*4	mg-N/L*5	< 5	< 8
10	Coliform	MPN/100mL	500 - 2,500	—

*1：Sub-decree では Oil or Grease となっているが、Oil and Grease であると考えられる。

*2：Sub-decree では Total Nitrate (T-N) となっているが、Total Nitrogen (T-N) であると考えられる。

*3：Sub-decree では Total Phosphor (T-P) となっているが、Total Phosphorus (T-P) であると考えられる。

*4：Sub-decree では Ammonia (NH₃) となっているが、Ammonia Nitrogen (NH₄⁺-N) であると考えられる。

*5：Sub-decree では mg/L となっているが、mg-N/L であると考えられる。

出所：Sub-decree on the Management of Drainage and Wastewater Treatment System, Annex 1 及び 2

第16～20条において建物、施設、地区の種類に応じて設置される汚水処理施設について定めている。概要を表-9に示す。一般の住宅及び集合住宅は、下水処理施設の有無にかかわらず腐敗槽（Septic Tank）を設置することが求められている。ただしここでいう腐敗槽とは、「トイレからの排水を受け、公共排水路または下水道に排出する前に貯留し有機物の分解を行う槽」と同政令第4条で定義されており、台所排水やシャワー排水等は腐敗槽の処理の対象とはしていないと文脈上は解釈される。第17条では下水処理施設を有する都市部における商業施設は公共腐敗槽（Communal Septic Tank）を設置することを義務づけているが、この腐敗槽は表に示す基準値（下水処理施設への排出）を満足する必要がある。しかし腐敗槽を用いる限り、この基準は達成することは不可能であり²、省令の改正が必要であると考えられる。また、第18～20条に定める施設、地区においては分散型汚水処理施設の設置を求めている。この省令は2018年1月以降に建設許可を得たすべての大規模集合住宅開発プロジェクト及び大規模複合開発プロジェクトに適用される（第51条）。

² 腐敗槽処理水質は、3-5-3にて述べる。

表－9 各建物、施設、地区ごとに求められる污水处理施設

条	対 象	污水处理
第 16 条	住宅、集合住宅	✓ 建設許可に従い腐敗槽 (Septic Tank) を設置すること
第 17 条	下水処理施設を有する都市部の商業施設	✓ 建設許可に従い公共腐敗槽 (Communal Septic Tank) を設置すること
第 18 条	下水処理施設を有さない都市部の商業施設	✓ 建設許可に従い公共腐敗槽 (Communal Septic Tank) を設置すること ✓ Annex 2 の排水基準を満足する分散型污水处理施設 (On-Site Wastewater Treatment Plant) を建設すること
第 19 条	海、河川、湖等に面する、または水 (許可されたもの) における商業施設、観光地、リゾート等	✓ 公共用水域に未処理の汚水を排出することを禁止 ✓ ポンプ移送のための腐敗槽 (Septic Tank) の設置*1 ✓ Annex 2 の排水基準を満足する分散型污水处理施設 (On-Site Wastewater Treatment Plant) を建設すること
第 20 条	大規模集合住宅、大規模複合開発地区	✓ Annex 2 の排水基準を満足する分散型污水处理施設 (On-Site Wastewater Treatment Plant) を建設すること

*1 : Septic Tank としているが、ここでは污水貯留槽を指しているものと考えられる。

出所 : Sub-decree on the Management of Drainage and Wastewater Treatment System

2 - 1 - 3 腐敗槽及び腐敗槽汚泥管理

腐敗槽の設置及び腐敗槽汚泥管理に関連する法令は以下のとおりである。

(1) 腐敗槽の設置及び構造

建築許可に関する政令第 86 号 (Sub-Decree #86 on Construction Permit) では、第 31 条第 3 項において、腐敗槽の設置に関し以下のとおり定めている。

下水道がない場合、建物の所有者は下水を排出し処理するため腐敗槽と浸透槽を設けなければならない。都市部における建物の所有者は腐敗槽を下水道に接続しなければならない。腐敗槽の仕様は以下のとおりとする。

- ✓ 容量 : 一般家庭の場合は最小 3m³ (1 家屋当たり、アパート 1 フロア当たり、または 80m² 当たり)
- ✓ ホテルの場合は最小 2m³ に 1 ベッドルーム当たり 0.5m³ を加えた容量
- ✓ 深さ : 1.5m を下回らないこと
- ✓ 構造 : 換気孔の設置、雨水の浸入防護

(2) 腐敗槽汚泥管理

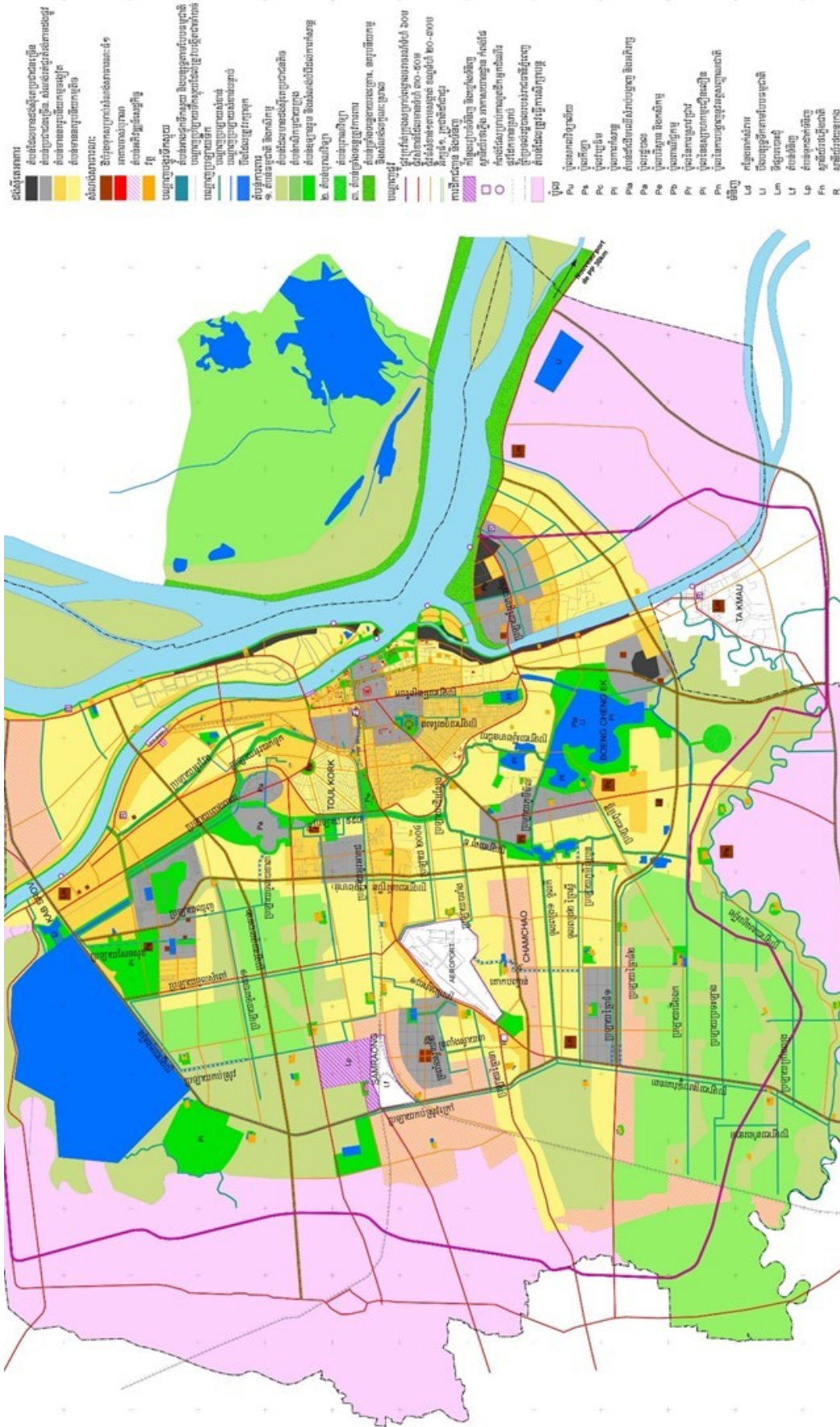
廃棄物管理に関する政令第 113 号 (Sub-Decree #113 on Garbage and Urban Solid Waste Management) では、腐敗槽汚泥の汲み取りや処分に関して下記のように規定している。

第 27 条において、「腐敗槽からの汚泥の汲み取り、運搬、廃棄に係る事業は、都、市、地方または地区当局の許認可が必要であり、それに先立ち当局は都または州の環境局から技術的助言を得ること」が定められ、また第 47 条では、都、市、地方または地区の当局からの許認可なしで配管や腐敗槽から汚泥の汲み取り事業を行う者、または同政令第 27 条に記載する担当当局が定めた場所以外の場所に汚泥を運搬・投棄する者には、罰金の支払いが定められている。

2-1-4 土地利用

2035年プノンペン都土地活用基本計画に係る政令第181号(Sub Decree #181 on Master Plan of Land Use in Phnom Penh in 2035)において、フランスが計画した土地利用計画に係るマスタープランを順守することが求められており、マスタープラン4.5.4項において Tamok 湖を保全することが謳われ、そのために下水処理施設が必要であるとされている。また同 4.5.5 項においてプノンペン南部に下水処理場を設置することが求められている。2035年の土地利用計画図を図-2に示す。

市街化地域は人口の密集程度によって区分され、Tamok 処理区の南側及び西側の一部は高度都市計画区域 (Highly Urbanized Area、図中の灰色部分) に、東側及び西側の高度都市計画区域以外の地区は都市計画地区 (Urbanized Area、図中の橙色部分) に、また東側及び西側に囲まれた区域は準都市計画区域 (Peri-Urbanized Area、図中の黄色部分) と定められている。

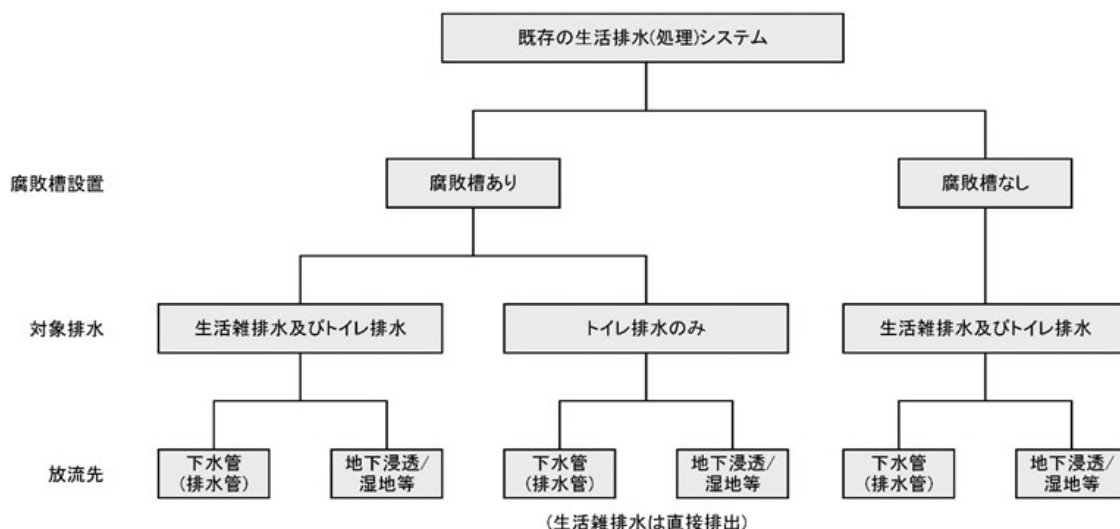


出所：DLMUPC

图-2 2035年におけるプノンペン都の土地利用計画図

2-2 腐敗槽設置状況

分散型生活排水処理の方式を腐敗槽の有無、対象排水、放流先より分類すると図-3に示すようになる。現在排出されている汚濁負荷を検討するうえで、同図に示す分類に基づき整理することが必要であり、これらについて調査を行った。また、現状を知るためには表-10に示す事項について明らかにし、実態を正確に把握する必要があるため、できる限り情報収集に努めた。



出所：調査団作成

図-3 既存の生活排水処理方式の分類

表-10 腐敗槽の設置状況を知るために必要な事項

項目	概要
基本情報	1世帯当たり人数、住宅戸数、可住地面積（人口密度、住宅戸数密度）、水道使用量
トイレの種類	改善型衛生施設の普及状況とその種類
腐敗槽設置率	M/Pの調査結果、カンボジア統計局のデータとの整合性の確保
腐敗槽の構造	腐敗槽の底板の有無、直接地下浸透する構造の有無、室数、汚泥汲み取り用マンホールの有無、腐敗槽設置場所（バキューム車アクセスの可否）
腐敗槽の容量	流入汚水量に対して滞留時間、固形物の沈殿と有機物の分解の程度、汚泥の堆積状況等
処理対象物	生活雑排水流入の有無（トイレ排水単独、トイレ排水+生活雑排水）
流入汚水量	1世帯当たりの居住者数×水道使用量原単位（トイレ排水、生活雑排水）
流入汚水性状	BOD（生物化学的酸素要求量）、SS（浮遊物質）、T-N（窒素）、T-P（リン）等（トイレ排水、生活雑排水を区別）
放流先	処理水の放流先（地下浸透、水路・河川等の公共水域、下水管渠接続等）
処理水の水質	処理水の分析データの有無
汚泥汲み取り状況	腐敗槽汚泥の汲み取り頻度、汚泥性状、汚泥処分方法、汲み取り価格

出所：調査団作成

M/Pには、“Cambodia Inter-Census Population Survey 2013”から引用し、プノンペン郡における衛生施設を有する世帯のうち、下水管（排水管）への接続が71.8%、腐敗槽への接続が19.7%であると示されている。ここで下水管（排水管）への接続とは、「腐敗槽を有し、なおかつ、腐敗槽からの上澄み水と雑排水を下水管（配水管）に接続すること」であり、腐敗層への接続とは、「腐敗槽からの上澄み水や雑排水を付近の湿地等に直接放流されること」と定義されている。

カンボジア計画省統計局（National Institute of Statistics, Ministry of Planning）発行の“Cambodia Socio-Economic Survey”による2013～2015年のカンボジア全体、プノンペン都、その他都市及び地方におけるトイレの種類及び排水先について表－11に示すが、この定義に基づけば、腐敗槽を経由して下水管（排水管）に接続された家屋の割合は2013～2015年で73.9～78.6%であり、腐敗槽を経由して湿地等に放流している家屋が20.3～24.5%となる。

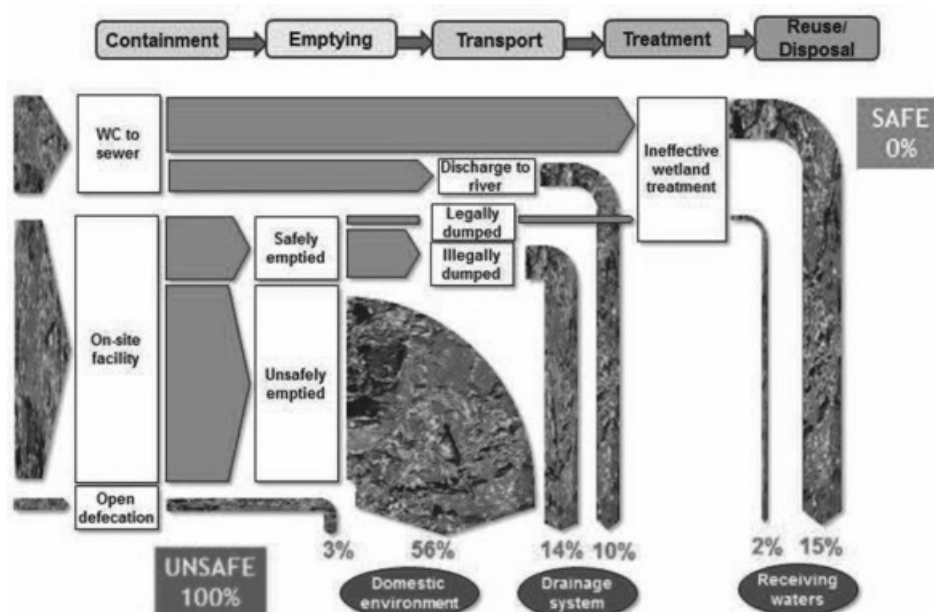
表－11 カンボジアにおけるトイレの種類と汚水の排水先

（単位：%）

Year	Cambodia			Phnom Penh			Other Urban			Rural		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Improved Toilets												
Pour Flush/Flush Connected to Sewer	11.3	12.4	12.6	73.9	76.1	78.6	12.9	10.7	9.3	1.8	3.3	3
Pour Flush/Flush Connected to Septic Tank	39.9	42.8	48.3	24.5	21.9	20.3	72.4	69.3	76.2	37.8	42.1	48.7
Pit Latrine with Slab	0.5	0.7	0.9	-	-	0.2	1.2	0.2	0.1	0.5	0.8	1.2
Unimproved Toilets	48.3	43.9	37.9	1.6	2	0.8	13.5	19.7	14.4	59.9	53.5	46.8
Not Stated	-	0.2	0.3			0.1	0	0.1	0		0.3	0.3
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

出所：National Institute of Statistics, Ministry of Planning, Cambodia Socio-Economic Survey 2014 - 2016.

また、図－4に世界銀行のWater and Sanitation Programが作成したプノンペンにおけるし尿のフローを示す。これによれば、オンサイト処理施設（すなわち腐敗槽）により処理されるし尿の割合は72%となる。



出所：Peal., A., Evans, B. with Blackett, I., Hawkins, P., Heymans, C., 2015. A review of fecal sludge management in 12 cities; Annexure A.9 Phnom Penh, Cambodia.

図－4 プノンペンにおけるし尿のフロー

さらに M/P ではプノンペン都全体から 100 世帯を抽出し社会調査を実施している。結果は調査世帯の 87%が腐敗槽を有していることを示している。調査した 100 世帯のうち 32 世帯は、Tamok 処理区内より抽出されているが、腐敗槽設置率は 27 世帯/32 世帯（84%）であるとされる。



腐敗槽が設けられず直接汚水を排出する家屋



腐敗槽が設けられず直接汚水を排出する家屋



腐敗槽が設けられず直接汚水を排出する家屋



腐敗槽が設けられていない建設中の家屋



腐敗槽が設けられておらず直接汚水（し尿及び生活雑排水）が流入する汚水升

出所：調査団撮影



腐敗槽が設置されていないとされる排水路近郊の住宅
(Khan Reussey Keo, Sangkat Tuol Sangkae)

写真－1 腐敗槽が設置されていない状況

しかし、実際に現地で調査を行った限りにおいて、腐敗槽を設置している家屋を確認することは容易ではなく、これらデータが示すほど腐敗槽の普及率が高いとは考えにくかった。現地調査において住民及び DPWT の現地作業員にヒアリングした際には汚水升を腐敗槽と認識しているケースも散見された。また MPWT 職員より、排水路近郊の住宅は腐敗槽を有さずに直接汚水を排出していることが普通であること、また市中の住宅において以前は腐敗槽を有していたものの、豪雨時に雨水が逆流し屋内に設置された腐敗槽から汚水があふれることが多かったため、住宅の改築の際に腐敗槽を介さ

ずに直接排水するように変更していることも多いといった情報も得られた。

このような状況であることから、プノンペン都における腐敗槽の普及率を正しく示すデータは存在しないと考えるべきであり、住民へのヒアリングに頼らず実際に現地で腐敗槽を確認したうえで普及率を見極める作業が必要であると思われる。

2-3 腐敗槽が対象とする污水

政令第 235 号の第 4 条において腐敗槽とは、“トイレからの排水を受け、公共排水路または下水道に排出する前に貯留し有機物の分解を行う槽”であるとしている。すなわち台所等から排出される生活雑排水は腐敗槽で処理することは考慮されていない。

調査において生活雑排水が腐敗槽に流入している家屋は確認されず、すべて未処理のまま排出されるシステムとなっていた。腐敗槽は設置されていても処理対象はし尿のみであり、生活雑排水は処理されず排出されている。図-5に腐敗槽が設置される場合の現地における分散型污水处理システムの例を示す。



腐敗槽処理水と生活雑排水が流入する污水升

出所：調査団撮影



建設中の污水升（2戸分の住宅を受入れ）

写真-2 生活雑排水と腐敗槽処理水がそれぞれ流入する污水升



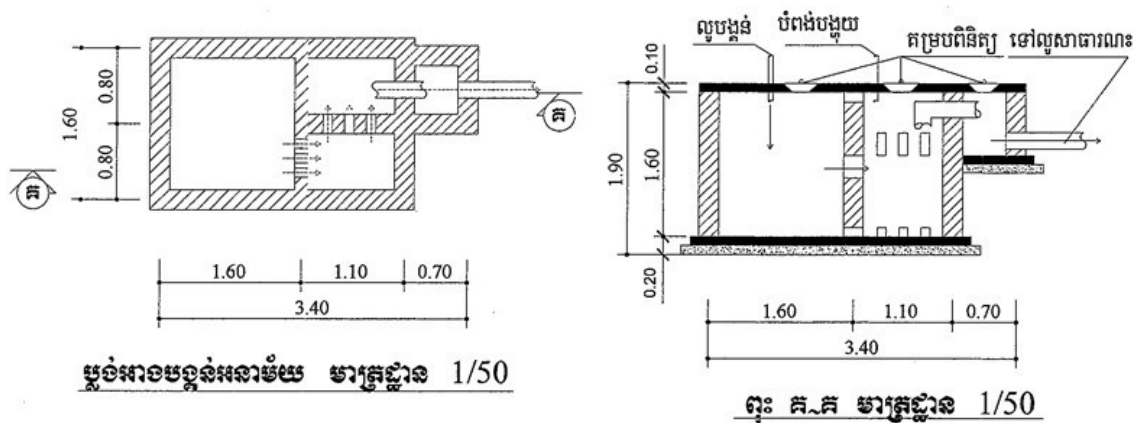
出所：Chuantech Construction 社提供写真に調査団加筆

図－5 既存の分散型生活排水処理システムの例（腐敗槽が設置されている場合）

2-4 腐敗槽の構造及び審査

政令第 86 号に従い、建物を建築する際にはオーナーまたは建設業者が DLMUPC に対し建築確認申請を行っている。その際に腐敗槽の図面の提出も求めているが、一般家庭や小規模集合住宅については提出される図面はどの建物も同じとのことである。標準的な図面を図-6 に示すが、腐敗槽と建屋の関係が示されていない、有効水深が示されていない、マンホールのサイズや位置が明確に示されていない等、建築確認のためには本来示すべき情報が不足している。またホテル、レストラン、ガソリンスタンド等の商業施設については、調査では実際に設置された施設は確認されなかったが、腐敗槽の後段に追加の水槽を設け、滞留時間を確保している事例もあるとのことである。

DLMUPC に対し提出された建築確認申請は、DLMUPC にて審査後、PPCA の BAU にてダブルチェックを実施している。ただし申請者に対して指導を行うのは DLMUPC のみである。申請が許可されれば建設業者は現地において建設工事に着手するが、工事期間中及び工事完了後も現地における検査はいずれの機関によっても実施されておらず、実際に建設された腐敗槽が図面に則ったものであるか否かは確認されていない。なお、本調査において、同図に示す腐敗槽を有する建屋の存在は確認されなかった。



出所：BAU, PPCA 提供

図－6 建築確認申請に添付される腐敗槽の標準的な図面

2-5 腐敗槽処理水のモニタリング

政令第 235 号の第 33 条において、環境局（Department of Environment : DOE）は、下水処理施設及び分散型汚水処理施設について定期的に試料を採取・分析して、施設の検査、評価及び指導を行うことと定められている。しかし腐敗槽に関してモニタリングは全く行われておらず、腐敗槽の処理状況、処理水質を示すデータは存在しない。

2-6 分散型排水処理に係る企業動向

2-6-1 プレキャスト・コンクリート製腐敗槽サプライヤ

現地では、プレキャスト・コンクリート（Precast Concrete : PC）製の腐敗槽が販売されている。調査を行った企業は台湾資本による現地法人であるが、プノンペン都内に工場を設立し、2 年前より販売を開始、既に 2,000 基以上の販売実績を有しているとのことである。工場は 1 日 5 基以上の生産能力を有しているが、生産性を高めるために表-12 に示す 10 人槽及び 15 人槽に限定し製造している。同社は、同社製品は現地工事が大幅に簡略化でき、人件費が上昇しているカンボジアでは現地で工事を行うよりも安価に設置が可能であることから販売数が伸びているとしている。価格は 1 基当たり百数十 USD としている。

建設会社が同社の顧客となり、設置は購入した建設会社が行っている。腐敗槽設置に際し、同社が自ら DLMUPC に申請を行ったことはなく、また現場にて設置状況に係る検査を受けた経験もないとのことであった。政令第 86 号では腐敗槽の最低容量は 3m³ と定められているが、同社製品は、それよりも大幅に小さな容量で設計されている。処理水質の確認は行われていない。

表-12 販売されている PC 製腐敗槽の仕様

人 槽	寸 法
10 人槽	長さ 120cm×幅 100cm×高さ 100cm、水槽板厚 5cm
15 人槽	長さ 150cm×幅 120cm×高さ 100cm、水槽板厚 5cm

出所：Chuantech Construction 社資料



出所：調査団撮影

写真－3 販売されている PC 製腐敗槽（10 人用）

2-6-2 ポリエチレン製腐敗槽サプライヤ

ポリエチレン（Polyethylene：PE）製の腐敗槽が現地で販売されている。建設現場における据付工事が容易であることから、年々導入される数が増加しているとのことである。PE 製腐敗槽は幾つかのサプライヤによって輸入販売されているが、1 社はカンボジア国内で製造を行い、販売を行っている。

現地で製造販売している企業にヒアリング調査を行ったところ、PE 製腐敗槽の据付要領は提供するが、実際の据付は建設業者や建物の所有者によって行われ、製品の保証はもとより、据付不良による不具合の対応も行っていない。政令第 86 号に係る建築確認申請についても対応していない。5 人程度の一般的な世帯であれば容量 1m³ の製品を販売しているとのことであり、政令第 86 号で定める最低容量 3m³ を満足していない。

表－13 PE 製腐敗槽の仕様及び価格

容 量	寸法 高さ×横幅	適用人数		価 格
		一般家庭用	事務所用	
1,000 L	1.35m×φ1.32m	4-5 人	24 人	USD 130-
1,200 L	1.38m×φ1.39m	4-6 人	26 人	USD 150-
1,600 L	1.57m×φ1.44m	6-10 人	35 人	USD 190-
2,000 L	1.75m×φ1.50m	8-13 人	44 人	USD 230-
3,000 L	1.80m×φ1.70m	10-30 人	66 人	USD 380-
5,000 L	2.50m×φ2.30m	50-60 人	111 人	USD 1,350-
10,000 L	2.15m×2.10m×3.20m	70-120 人	150 人	USD 3,150-

出所：H₂O Roto 社資料



出所：調査団撮影

写真－4 現地で販売されている PE 製腐敗槽

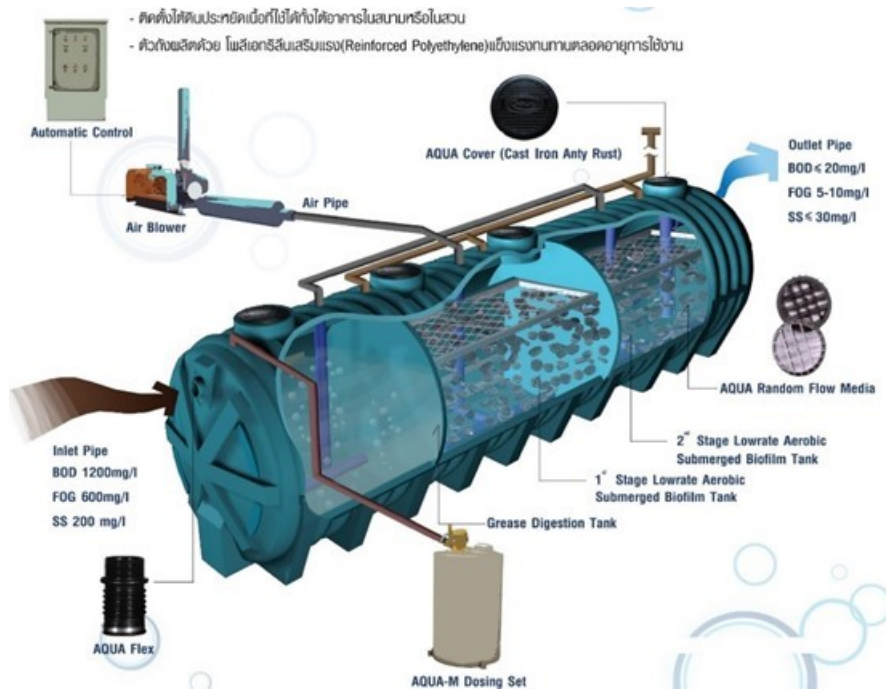
2-6-3 浄化槽タイプの汚水処理装置サプライヤ

一般社団法人浄化槽システム協会によれば、2017 年度末時点で、同協会正会員企業 18 社のカンボジアにおける浄化槽納入実績はない。一方、タイにおいて日本企業とタイ企業によって設立された合弁企業が、カンボジアの現地サプライヤを通じて浄化槽タイプの製品（ただし、「JOHKASOU（浄化槽）」という名称は用いていない）を販売している。浄化槽タイプの製品は 15 年前よりホテル、レストラン、コンドミニアム及び病院等を対象として販売されており、カンボジア全土で 100 件程度の納入実績を有している。日本の海外投融資によって建設されたサンライズ病院にも納入している。処理規模は 7～200m³/日（排水量原単位を 200L/人・日とすれば、35～1,000 人用となる）までラインナップしており、5 人槽や 10 人槽といった小型の製品は販売していない。日本では浄化槽のタンクは繊維強化プラスチック（Fiber Reinforced Plastics：FRP）製であるが、カンボジアで販売されているもののうち、処理量が 60m³/日までは FRP より安価な PE 製のタンクも採用できるようにラインナップしており、コストダウンを図っている。

小型の施設として、腐敗槽で用いられる PE 製タンクに、曝気用のエアポンプを設け、槽内に担体を充填したものが同社より販売されている。

販売価格は、処理汚水量が 120m³/日のモデルで USD 6 万 2,140（担体流動方式）、1.2m³/日のモデルでは USD 950（曝気装置と担体を追加した PE 製タンク）が定価とのことでありタイからの輸入時の関税が含まれる。

同社は大型の製品の導入に際して定期的な維持管理が重要であると認識しており、エンドユーザとメンテナンス契約を締結し運転に関するトレーニングも行っている。汚泥の汲み取りは 6 か月ごとを推奨しているが、汲み取り作業そのものはエンドユーザが民間の業者に依頼しているため、汲み取られた汚泥をどのように処分しているかは把握していないとのことである。処理水はメンテナンス契約のなかで定期的に測定しており BOD は 20mg/L 以下を満足しているとのことである。



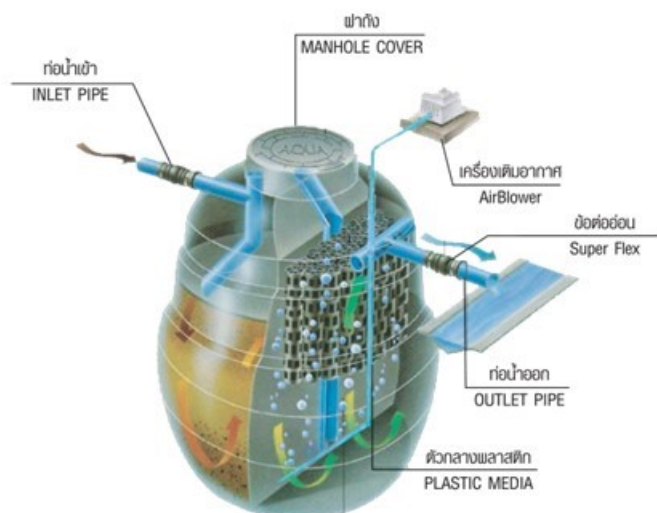
出所：Aqua Nishihara Corporation Limited

図-7 タイ企業が販売する PE タンク製の浄化槽タイプの製品



出所：Aqua Nishihara Corporation Limited

写真-5 タイ企業が販売する PE タンク製の浄化槽タイプの製品



出所：Aqua Nishihara Corporation Limited

図－8 PE 製タンクにエアポンプと担体を加えた小型のオンサイト処理施設の構造



出所：調査団撮影

写真－6 PE 製タンクにエアポンプと担体を加えた小型のオンサイト処理施設

2-6-4 日系プラントメーカー

水処理施設、汚水処理施設を取り扱う日系プラントメーカー数社がカンボジアに支店や駐在員事務所を設けている。対象とする主な事業はODAを活用した浄水場整備や下水処理場整備であるが、2018年より大規模不動産開発案件に関し、汚水処理施設建設について現地企業より問合せがあったとのことである。これは2017年12月に政令第235号が施行されたことを受けての対応と考えられる。今後、浄化槽の適用を一つのオプションとして、事業展開が可能か検討を行うとしている。

2-7 腐敗槽汚泥管理

プノンペン都における腐敗槽汚泥の汲み取り及び処分については JICA 中小企業海外展開支援事業「カンボジア国有機性廃棄物の加工技術を活用した汚泥堆肥化に係る案件化調査」において調査が実施されている。同調査業務完了報告書には以下のとおり記載されている。

「プノンペン都では、プノンペン都廃棄物管理局（Waste Management Division：WMD）が腐敗槽汚

泥の管理を所管している。しかしながら、2016年現在、バキュームカーにより引き抜かれた腐敗槽汚泥を処分する専用の汚泥処理施設は建設されていない。ヒアリングによると、ドンコールごみ処分場内に設置された浸出余水の処理施設で、1台当たり USD 1.5 (KHR 6,000) にて腐敗槽汚泥の受入れを行っている。しかし、実際には、適切な汚泥処理施設がないことから、収集した腐敗槽汚泥は水路や湿地帯に不法投棄する業者が後を絶たず、これらの行為は半ば黙認されている。汚泥引き抜き業者は、企業の形態もあれば個人で事業を行っている場合もある。汚泥引き抜き業を行う者はプノンペン都に登録することになっているが、WMD はその業者数を正しく把握しておらず、上述したとおり不法投棄がまん延していることから、汚泥の廃棄量は把握できていない」

また同調査において腐敗槽汚泥汲み取り業者1社を対象にヒアリングを実施している。その結果をM/P 記載の事項と併せて表-14 に示す。

本調査においてもPPCA のWMD に確認を行ったところ、汚泥の汲み取りについては上記報告と同様の結果であった。WMD は政令第113号第27条について承知しているが、腐敗槽汚泥を適切に処理・処分する施設がないことから、汚泥汲み取り業者に許可を出しても、処理・処分の適切な指導ができないため、民間業者による汚泥汲み取り及び汲み取った汚泥の不法投棄を黙認している状況にあるとのことであった。

また汚泥の汲み取りのルールが存在せず、閉塞やオーバーフロー等の問題が発生しない限り汚泥の汲み取りは行われていない。汚泥の汲み取りの際にそのサービス料を支払う仕組みであり、定期的に汚泥を汲み取るような事前料金徴収体系は導入されていない。



出所：カンボジア国有機性廃棄物の加工技術を活用した汚泥堆肥化に係る案件化調査
写真-7 腐敗槽汚泥の不法投棄現場

表-14 腐敗槽汚泥回収業者ヒアリング結果

項目	「カンボジア国有機性廃棄物の加工技術を活用した汚泥堆肥化に係る案件化調査」記載内容	M/P 記載内容
回収事業者数	約 15 社 ※現在は増加している可能性あり	30 社、うち大手は 3~4 社
バキュームカー所有台数	5 m ³ ×3 台 ※稼働は 1 日 1~2 台程度	大手：10 台以上/社 (3~4 社) 中小：1~2 台/社
回収回数	4 件/日 ※1 件の汲み取りで満杯となるため、1 件回収ごとに廃棄	—
廃棄場所	ドンコール処分場	ドンコールごみ処分場の浸出余水池に持ち込まれるか、不法投棄

項目	「カンボジア国有機性廃棄物の加工技術を活用した汚泥堆肥化に係る案件化調査」記載内容	M/P 記載内容
腐敗槽汚泥汲み取り費用	一般家庭：USD 30/回 レストラン等：USD 50/回	US D30～100、汚泥量による (社会調査の結果では USD 20～40 が大半)
処分費用	費用は決まっていない。チップ程度に USD 1.5/回支払う ※処分費用を支払うための許容できる費用は USD 1～2/回程度	—
汲み取りルール	なし ※顧客の依頼により汲み取りを実施	—

注：「カンボジア国有機性廃棄物の加工技術を活用した汚泥堆肥化に係る案件化調査」記載内容は1社からのヒアリング結果である。

出所：株式会社林田産業、カンボジア国有機性廃棄物の加工技術を活用した汚泥堆肥化に係る案件化調査業務完了報告書（2016）

プノンペン都下水・排水改善プロジェクト最終報告書 pp.2-47 及び pp.2-118（2016）



出所：調査団撮影

写真－8 街中に数多く見られる汚泥汲み取り業者の連絡先を示す広告

2-8 分散型排水処理に係るドナーの動向

GGGIは、当初は韓国のNGOとして発足したが、2012年に18加盟国の代表が出席して創立した国際機関であり、本部を韓国のソウルに置いている。

GGGIがPPCAらと取りまとめた“Phnom Penh Green City Strategic Plan 2017-2026”において、プノンペン都の都市計画に関連する48のプロジェクトをレビューし、うち13のプロジェクトが優先プロジェクトとして選定されている。そのうちのひとつとして、大規模処理システムが導入されないプノンペン都市周辺の地域に設置し、分散型汚水処理に係るパイロットプロジェクトが選定された。このプロジェクトについてはGGGIがブレーメン海外研究開発協会（Bremen Overseas Research & Development Agency: BORDA）と協働しF/Sを実施し2017年12月に“Investment Action Plan for Wastewater Treatment in Peri-Urban Areas of Phnom Penh（IAPWT）”として取りまとめた。

パイロットプロジェクトは、対象規模が異なるプノンペン2カ所で計画され、一つはプノンペン都南部のAnlong Kong Thmei Village（Khan Dangkor - Sangkat Prey Sa）、もう一つは北部のLa Kambaor Villageの一部（Khan Russei Keo - Sangkat Svay Pak）を対象に概略設計が行われた。概要を表-15に示す。

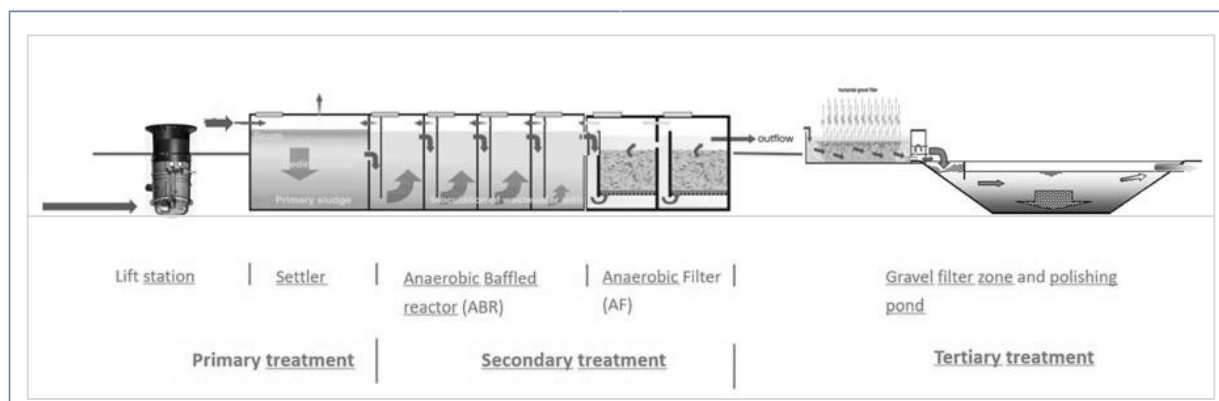
表-15 GGGI 及び BORDA が概略設計を実施したパイロットプロジェクトの概要

	パイロットプロジェクト1 (中規模)	パイロットプロジェクト2 (小規模)
場 所	Anlong Kong Thmei Village (Khan Dangkor - Sangkat Prey Sa)	La Kambaor Village の一部 (Khan Russei Keo - Sangkat Svay Pak)
対象家屋 (括弧内は将来)	既存 323 戸 (450 戸)	既存 105 戸 (132 戸)
対象人数	1,815 人 (5.6 人/戸)	578 人 (5.5 人/戸)
初期流入汚水量	181 m ³ /日 (100L/ (人・日))	58 m ³ /日 (100L/ (人・日))
建設費		
土地 (USD 500/ m ²)	USD 250,000	USD 125,500
各戸接続	USD 227,288	USD 71,531
下水道整備	USD 186,963	USD 150,958
DEWATS プラント	USD 157,746	USD 72,126
施工監理	USD 68,640	USD 35,354
住民啓発	USD 12,813	USD 9,109
合 計	USD 903,449	USD 464,578
建設単価	USD 498/人 USD 4,991/ (m ³ /日)	USD 804/人 USD 8,010/ (m ³ /日)
維持管理費		
DEWATS プラント	USD 4,769/年	USD 3,217/年
下水道	USD 6,077/年	USD 4,803/年
合 計	USD 10,846/年	USD 8,020/年
維持管理費単価	USD 6.0/ (人・年) USD 0.164/m ³	USD 13.9/ (人・年) USD 0.379/m ³

出所：調査団まとめ、GGGI, BORDA Ltd.: - Draft Short Summary -Investment Action Plan for Wastewater Treatment in Peri-Urban Areas of Phnom Penh (2017).に基づく

提案されているシステムは DEWATS (Decentralized Wastewater Treatment System) と呼ばれる小規模コミュニティを対象とした汚水処理システム³であり、一般的には図に示すような複数の室を有することで短絡流を防ぐ改良型腐敗槽に、人口湿地や水深の浅いラグーンを追加して処理水質を向上させる施設である。DPWT は、人口湿地やラグーン設置に必要な土地面積が大きいことが事業化を困難にしている一因であると考察している。また本事業は MPWT をカウンターパート (Counterpart : C/P) として実施されることが計画されているが、維持管理を含む事業主体、建設費及び維持管理費の負担について未定という状況にあり、MPWT によれば、「プロジェクト実施はまだ確定ではなくこれから詳細を検討していく段階であり、DEWATS のほかに浄化槽を適用したパイロットプロジェクトもオプションとして考えたい」としている。

³ コミュニティから発生する汚水を処理対象とするため小規模集合処理であるが、施設がオンサイト (コミュニティ内部または近傍) に設置されることから分散型処理として位置づけている。



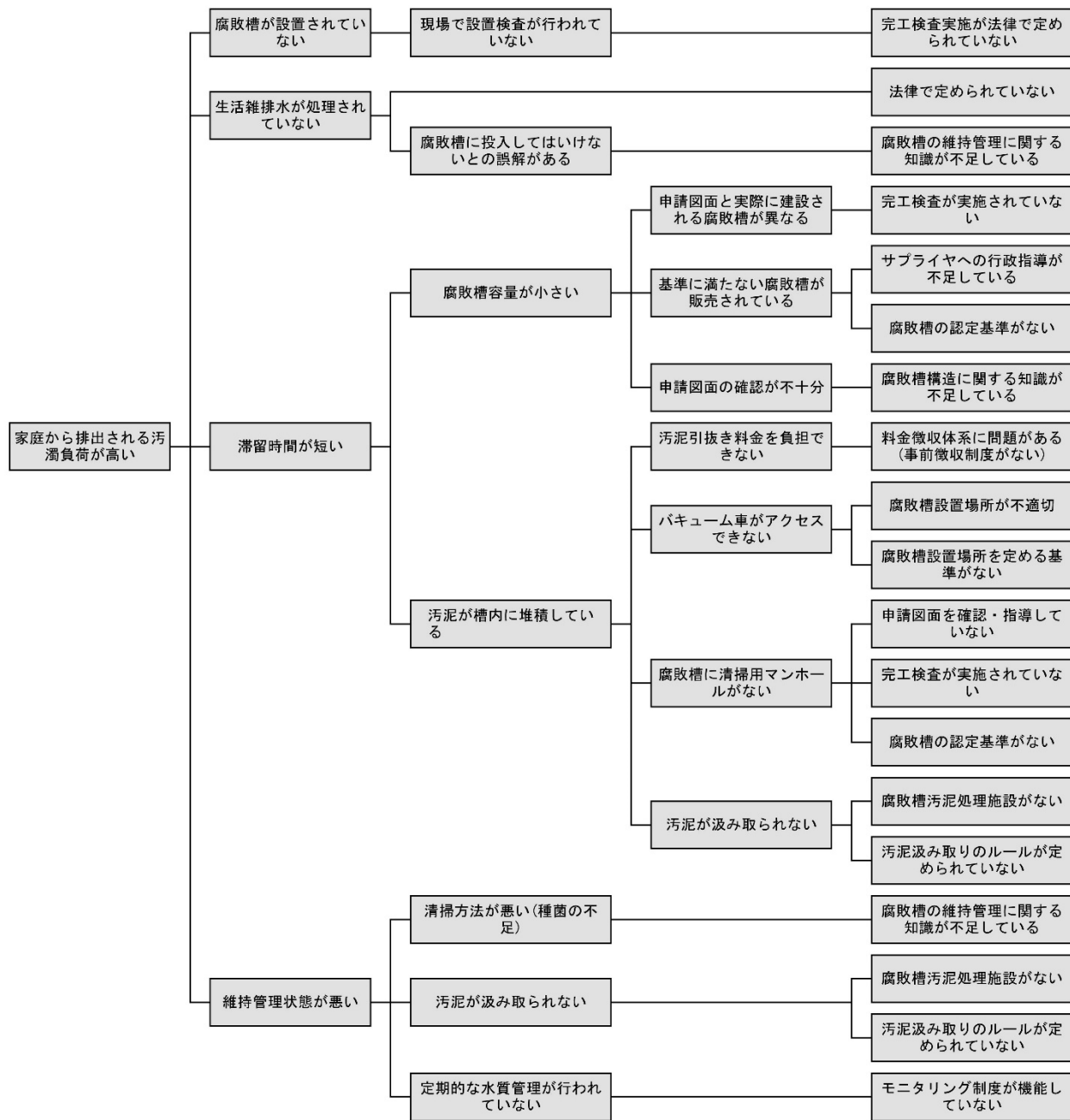
出所：GGGI, BORDA Ltd.: - Draft Short Summary -Investment Action Plan for Wastewater Treatment in Peri-Urban Areas of Phnom Penh (2017)

図－9 GGGI が提案する分散型排水処理システム

2-9 既存の分散型排水処理における課題

2-9-1 問題分析

調査の結果に基づき、分散型汚水処理に係る問題を図-10 のとおり整理する。家庭から排出される汚水の汚濁負荷が高いという問題に対し、法整備、腐敗槽の構造及び設置に係る技術基準、維持管理基準、汚泥汲み取りに係る制度設計（定期的汚泥汲み取りのための料金徴収制度）、腐敗槽汚泥処理施設等が欠如していることが原因であると考えられた。



出所：調査団作成

図-10 問題分析

2-9-2 腐敗槽設置に係る法整備

カンボジアの腐敗槽に関連する法令は規定されている内容が乏しく、腐敗槽設置や管理について詳細を定めることが求められる。参考としてフィリピン共和国の1975年衛生法（Code on Sanitation, Presidential Decree No.856 1975）及び同法施行規則（Implementing Rules and Regulations 1995）と対比して表-16に示す。

表-16 カンボジアとフィリピンの腐敗槽に係る法制度の比較

項目	カンボジア法規		フィリピン衛生法及び施行規則	
	号	規定内容	号	規定内容
下水道への接続	SD#86 31条3	都市部における建物の所有者は腐敗槽を下水道に接続しなければならない。	法74条	下水道が整備された地域においては、すべての家屋は下水道に接続されなければならない。
腐敗槽設置	SD#86 31条3	建物の所有者は下水を処理するために腐敗槽を設置しなければならない。	法75条	公共下水道が整備されていない地域では、汚水を以下の最低基準を満たす腐敗槽に排出しなければならない。 a. 矩形、複数の室から成る場合には第一室の容量は全体の槽容量の1/2ないし2/3であること。 b. コンクリート製、プレキャスト・コンクリート製、れんが、コンクリートブロックまたは同等の材質であること。 c. 建屋の下に建設しないこと、また水源から25m以内に建設しないこと。
	SD#235 16条	家屋、集合住宅は腐敗槽を設置すること。		
	SD#235 17条	下水処理施設が整備された都市部の商業施設は腐敗槽を設置すること。		
	SD#235 18条	下水処理施設が整備されていない都市部の商業施設は腐敗槽を設置すること。オンサイト汚水処理施設を建設すること。		
腐敗槽処理水の排出	SD#235 16条	家屋、集合住宅は汚水管を公共排水路に接続すること。	法76条	腐敗槽処理水は地下浸透されるか、高度処理設備による処理を行うこと。National Water and Air Pollution Control Commission.が定める水質を満足する場合には公共水域に排出することができる。
	SD#235 17条	下水処理施設が整備された都市部の商業施設は汚水管を公共排水路に接続すること。		
	SD#235 18条	下水処理施設が整備されていない都市部の商業施設は汚水管を公共排水路に接続すること。		
腐敗槽設置の制限	-	規定なし	規則 3.2.1c	公共下水道にアクセスできる場合、個別下水道を設置、維持、運転してはならない。
設計容量	SD#86 31条3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 最小容量は3m³(1家屋当たり、アパート1フロア当たり、または80m²当たり)とすること。 ✓ ホテルの場合は最小2m³に1ベッドルーム当たり0.5m³を加えた容量とすること。 	規則 4.1.1	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 流入汚水量に対し、十分な滞留時間を有していること。 ✓ 流入汚水量は定義された各種下水量によるか、水道使用量に基づいて決定してもよい。 ✓ 槽容量は家庭の全設備の水の使用量を考慮すること。
配管	-	規定なし	規則 4.1.2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 流入管の底部は腐敗槽液面から5cm以上とし、ティーまたはバップル板にて下向き流れを作るようにし、液面より15cm下まで下がるようにしなければならない。 ✓ 排出管はティーまたはバップル板を設け、上部は液面より2.5cm以上高くしなければならない。
槽構造	SD#86 31条3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 深さ1.5mを下回らないこと。 ✓ 換気孔の設置、雨水の浸入防護を行うこと。 	規則 4.1.3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 腐敗槽は流入、流出、要求される水深を考慮して決定するが、矩形を基本とする。2室以上の腐敗槽とする場合には第一室は全体の容量の1/2~2/3としなければならない。 ✓ 腐敗槽の水深は1.2mを下回らないこと。 ✓ フリーボードは20cm以上を確保しなければならない。
マンホール	-	規定なし	規則 4.1.4	点検及び清掃のためにマンホールを設置すること。

項 目	カンボジア法規		フィリピン衛生法及び施行規則	
	号	規定内容	号	規定内容
腐敗槽の建設	SD#86 2条	✓ 建屋の建設には建設許可を得なければならない。	規則 4.1.5	✓ 腐敗槽の建設には首長（Local Health Authority）の承認が必要である。 ✓ 腐敗槽は耐久性の高い材料で建設されなければならない。 ✓ 腐敗槽に屋根、基礎等周辺からの排水やオーバーフローを流入させてはならない。
	SD#86 9条3	✓ 申請図には公共下水道、水道、腐敗槽、井戸の位置を明示しなければならない。		
配 置	-	規定なし	規則 4.1.6	✓ 腐敗槽は飲料水水源から 25m 以内に、給水管から 1.5m 以内に、送水主管から 3m 以内に設置してはならない。 ✓ 腐敗槽は汚泥の汲み取り装置がアクセス可能な位置に設置されなければならない。 ✓ 腐敗槽は建屋の下に設置してはならない。
維持管理	SD#113 27条	✓ 腐敗槽汚泥の汲み取り、移送、処分を行う者は所轄の機関より許可を得なければならない。	規則 4.1.7	✓ 腐敗槽は、スカムや汚泥が蓄積または沈殿効率が低下する前に清掃しなければならない。 ✓ 腐敗槽は最低年 1 回の点検を行い、スカムが排出管の下部から 7.5cm 蓄積した場合あるいは、スカム及び汚泥が槽容量の 50%まで蓄積した場合には、清掃を行わなければならない。 ✓ 腐敗槽は、汲み取りの際に洗浄してはならない。残った汚泥は種汚泥として活用できる。 ✓ 腐敗槽汚泥は定められた方法で処分されなければならない。
	SD#235 25条	✓ 腐敗槽汚泥は直接下水道、公共貯水池、公共水域に排出してはならない。		

注：SD：Sub-Decree

出所：調査団作成

カンボジアにおける腐敗槽の設置及び管理に関連する法令は、

- ① 排水管理及び汚水処理システムに関する政令（Sub-Decree #235 on the Management of Drainage and Wastewater Treatment System）
- ② 建築許可に関する政令第 86 号（Sub-Decree #86 on Construction Permit）
- ③ 廃棄物管理に関する政令第 113 号（Sub-Decree #113 on Garbage and Urban Solid Waste Management）

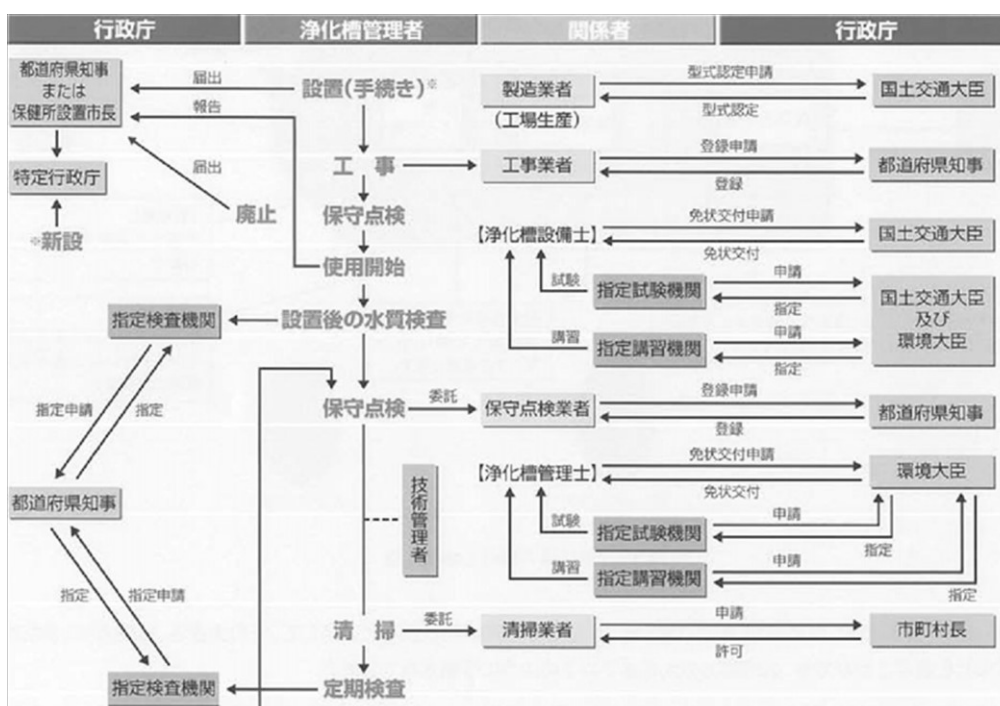
の三つの政令にそれぞれ定められており、また、腐敗槽の設置許可は DLMUPC が、腐敗槽と公共排水路への接続は DPWT（大規模開発の場合は MPWT）が、腐敗槽汚泥管理は WMD が、施設の検査は DOE が管轄となっている。各機関の連携が図られているとはいえず、腐敗槽に係る法令を一本化し、監督官庁を一つにまとめることが望まれる。

また、日本の浄化槽法の内容及び体系を表-17 及び図-11 に示す。浄化槽法は 11 章 67 条から成り、浄化槽の設置、工事、維持管理、点検・検査について網羅しており、関係機関の役割、浄化槽の型式認定、保守点検や設置に係る許認可等について定めている。これら法律を参考とし、カンボジアに適した分散型汚水処理に係る法整備が求められる。

表-17 浄化槽法の内容

章	項目
第1章	総則（第1条～第4条）
第2章	浄化槽の設置（第5条～第7条）
第3章	浄化槽の保守点検及び浄化槽の清掃（第8条～第12条）
第4章	浄化槽の型式の認定（第13条～第20条）
第5章	浄化槽工事業に係る登録（第21条～第34条）
第6章	浄化槽清掃業の許可（第35条～第41条）
第7章	浄化槽設備士（第42条～第44条）
第8章	浄化槽管理士（第45条～第47条）
第9章	条例による浄化槽の保守点検を業とする者の登録制度（第48条）
第10章	雑則（第49条～第58条）
第11章	罰則（第59条～第67条）

出所：環境省、日本におけるし尿処理・分散型生活排水処理システム



出所：環境省、日本におけるし尿処理・分散型生活排水処理システム

図-11 日本における浄化槽法の体系

2-9-3 腐敗槽汚泥汲み取り料金徴収体系

プノンペンでは、汚泥の汲み取りのルールが存在せず、閉塞やオーバーフロー等の問題が発生しない限り汚泥の汲み取りは行われていないのが現状である。汚泥の汲み取りの際にそのサービス料を支払う仕組みとなっており、定期的に汚泥を汲み取るような料金徴収体系は導入されていない。腐敗槽を良好に維持管理するためには定期的な汚泥の汲み取りが必要であり、そのためには汚泥汲み取り料金を水道料金、電気料金、固定資産税等に乗せし、事前に料金を徴収する制度の導入が好ましい。フィリピンでは表-18に示すような事例があり、3～5年に1回の頻度で汚泥の汲み取りを無料にて行っている。これらを参考として制度設計をすることが求められる。

表-18 フィリピンにおける腐敗槽汚泥汲み取り料金の徴収方法

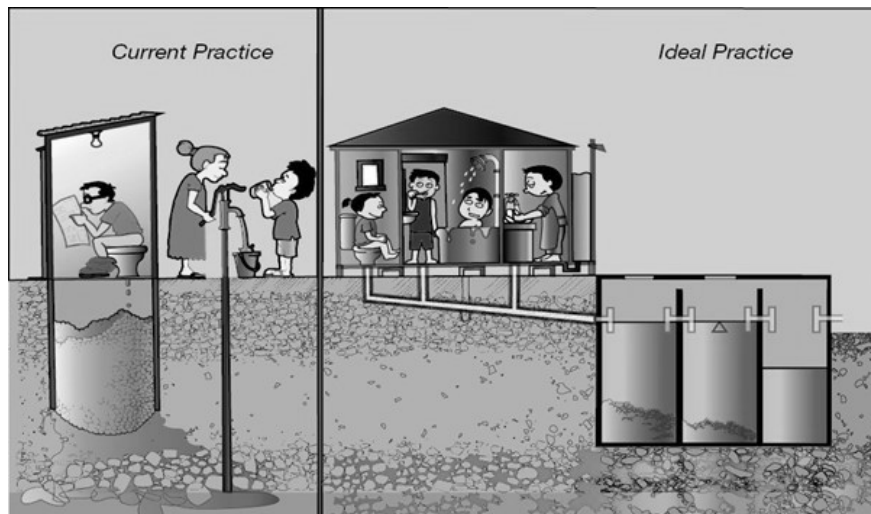
都市名/施設名	腐敗槽汚泥料金徴収方法
Dumaguete City	水道料金に対し 1m 当たり PHP 2.00 を上乗せ
San Fernando City, La Union	固定資産税に上乗せ（一般家屋 PHP 600/年、商業用建物 PHP 1,000/年、大型商業施設 PHP 1,500/年、工場 PHP 2,000/年）
Bayawan City, Waste Management and Ecological Center	PHP 1,160 を 4 年に一度徴収
Maynilad Water Dagatdagatan SpTP	水道料金の 20% を上乗せして徴収。商業施設の場合は水道料金の 50%

注：PHP：フィリピン・ペソ

出所：調査団調べ

2-9-4 腐敗槽に関する理解

調査において、汚水升を腐敗槽と認識しているなど、関係機関の職員及び住民の腐敗槽の構造、機能、維持管理方法等に関する知識が乏しいことが確認された。汚水処理の必要性、腐敗槽の機能、適正な構造、維持管理方法等についての啓発は行われておらず、関係機関職員及び住民への啓発活動が必要である。フィリピンで用いられた住民の理解を促す啓発資料の例を図-12 に示す。



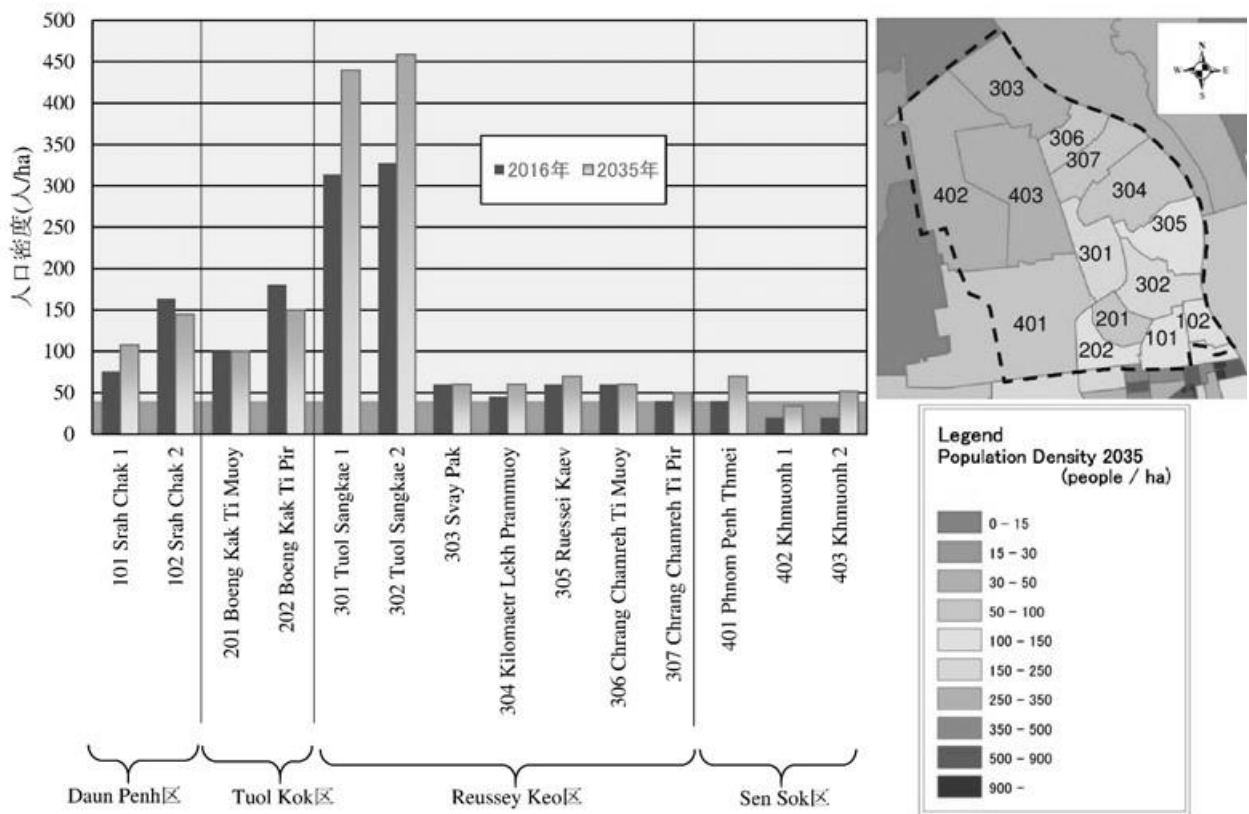
出所：新ボホール空港建設に係る持続可能型環境保全プロジェクト作成パンフレット

図-12 適正な腐敗槽について住民の理解を促す啓発資料の例

第3章 集合型処理と分散型処理の包括的導入による水質改善

3-1 調査対象地域 (Tamok 処理区) の状況

M/Pに記載の2016年及び2035年における人口予測データに基づく Tamok 処理区内14地区(Sangkat)の人口密度を図-13に示す。2035年における人口密度で最も低いのは Sen Sok 区の Khmuonh 1 で34人/ha、それ以外はすべて40人/haを上回っており、最も人口密度が高い Reussey Keo 区の Tuol Sangkae 2は459人/haとなっている。



出所：調査団作成、M/P データに基づく

図-13 Tamok 処理区内各地区の人口密度

Tamok 処理区の民間業者による開発により、急速に都市化が進んでいる。DPWT 及び BAU によれば、フランスが計画した土地利用計画に係るマスタープランはあるものの、このマスタープランに沿って開発が行われているわけではなく、民間業者の開発行為をコントロールしていないとのことである。図-14に2014年と2018年における Tamok 処理区の状況を示すが2014年に存在した湿地の多くは埋め立てられ、また2014年には既に埋め立てられていた土地には建物が建設されていることが確認される。

Tamok処理区(2014年2月1日)
Google Earth Pro®



Tamok処理区(2018年2月4日)
Google Earth Pro®



出所：Google Earth Pro®

図一14 Tamok 処理区の2014年と2018年における状況

3-2 集合型処理区域と分散型処理区域の設定手順及び導入基準

集合型処理区域と分散型処理区域の設定手順が、国土交通省、農林水産省及び環境省の3省が連携して取りまとめた「持続的な污水处理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル」(2014年)に示されている。概要を表-19に示す。

表-19 集合型処理区域と分散型処理区域の設定手順

選定手順	方法
① 検討単位区域ごとの将来人口等の設定	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 字界等の単位で推計した将来フレーム想定年次における将来人口・家屋数を基に、検討単位区域ごとの将来人口・将来家屋数を設定 ▶ 学校・事業所・工場等の排出量について、人口・家屋数に換算し、検討単位区域ごとに適切に加算
② 既存污水处理施設の状況の把握	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 処理区域を設定するにあたり、既に整備されている污水处理施設の状況を把握したうえで検討
③ 経済性を基にした集合処理・個別処理の比較	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 抽出した検討単位区域について、経済性を基に、集合処理が有利か、個別処理が有利かを比較 ▶ 可能な限り地域の実情に応じて算出した数値を用いて比較
④ 集合処理区域（既整備区域等含む）と個別処理区域との接続検討	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 集合処理が有利とされた区域（既整備区域等含む）に個別処理が有利とされた区域を接続した場合の検討、既整備区域等に個別処理が有利とされた区域を接続する場合の検討 ▶ 接続ルート沿いにある家屋についても取り込みを行い、経済性を検討。可能な限り地域の実情に応じて算出した数値を適用
⑤ 集合処理区域（既整備区域等含む）同士の接続検討	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 集合処理が有利とされた区域の接続検討（集合処理区域同士の接続検討、既整備区域等と他の集合処理区域の接続検討）を行う。接続ルート沿いにある家屋についても取り込み、経済性を検討。可能な限り地域の実情に応じて算出した数値を適用
⑥ 整備時期、水質保全効果、地域特性、住民の意向等を考慮した集合処理、個別処理区域の設定	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 経済性の比較による判定を基本としつつ、以下の点からも検討 <ul style="list-style-type: none"> ・ 污水处理施設ごとに整備時期の早期化等についても留意し、地域における水質保全効果のために望ましい手法を考慮 ・ 個別処理では放流先が確保できない、あるいは浄化槽設置スペースの確保が困難な家屋の多寡 ・ 集合処理用地の確保の容易性 ・ 住民の合意形成 ・ 地域における水利用の形態（農業用水としての利用等）から集約的な処理水質の管理の必要性の有無

出所：「持続的な污水处理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル」(2014)

経済性を基にした集合処理・個別処理の比較に関し、同マニュアルには具体的な数値は記載されていない。これについては表-20に示すように種々の報告がある。これらによれば分散型処理整備の可能性のある地域は人口密度が40ないし300人/ha以下、住宅密度が13戸/戸以下、または家屋間限界距離が16ないし50m/戸であるとされ、大きな幅がある。

日本では、総務省統計局によって人口集中地区（Densely Inhabited District : DID）が設定され、国勢調査基本単位区及び基本単位区内に複数の調査区がある場合は調査区（以下、「基本単位区等」という）を基礎単位として、①原則として人口密度が4,000人/km²以上の基本単位区等が市区町村の境界内で互いに隣接して、②それらの隣接した地域の人口が国勢調査時に5,000人以上を有する地域と定められている。これを目安として40人/haが下水道による整備か浄化槽による整備かが検討される例が多いとされる。

しかしながら集合型処理と分散型処理の経済的な分岐点は現地における施設の建設費等によって

大きく異なるため、Tamok 処理区の整備に係る M/P のデータを活用し、集合型処理と分散型処理のそれぞれの整備費を求め、適切な指標を定める必要がある。

表-20 経済性からみた集合型と分散型の生活排水処理方式の導入基準に関する文献と概要

文 献 名	概 要
World Bank, Appropriate Sanitation Alternatives A Planning and Design Manual (1982).	オンサイトシステムが非現実的となるのは、定義が容易ではないが、250~300 人/ha であることが最も多い*
国際協力事業団「開発途上国の都市におけるし尿・雑排水処理の段階的改善計画手法の開発に関する研究」(1995)	低コストのし尿衛生処理システムと比して下水道整備が奨められるのは、経済的観点からは 250 人/ha 以上、環境の観点からは 100 人/ha 以上(周辺水環境 BOD を 30mg/L 以下に抑えるため)、健康の観点からは水道がある場合には 250 人/ha 以上、水道がない場合には 50 人/ha 以上*
中西準子『水の環境戦略』岩波書店(1994)	40 人/ha 以下であれば下水道ではなく個人下水道(合併浄化槽)が経済的に有利
『生活排水処理改革-持続可能なインフラ整備のために-』をつくる会編『生活排水処理改革-持続可能なインフラ整備のために-』中央法規(2017)	下水道か浄化槽かのインフラ選択にあたって目安は「人口密度が 1ha 当たり 40 人以上の地区が連なって 5,000 人以上の集積があるかどうか」
日本政策投資銀行地域企画部「わが国下水道事業 経営と現状と課題」(2016)	下水道事業は 50 人/ha 以上の場合 20 年程度で繰入前営業キャッシュフローの黒字化が可能(浄化槽整備については言及なし)
浮田正雄、中西弘、関根雅彦、城田久岳「低密度地域の生活排水処理方式の選択に関する考察」環境システム研究 Vol.20, pp. 9-17 (1992)	処理規模を 1,000m ³ /日とした場合、13 戸/ha より低ければ浄化槽(合併処理浄化槽)が有利(家屋間限界距離が 16m/戸より長ければ合併処理浄化槽が有利)
柴田貴昭、細井由彦、城戸由能、木村晃「経済性から見た小規模地域における生活排水処理施設の整備計画手法に関する研究」環境工学研究論文集 Vol.34, pp. 267-278 (1997)	1 戸当たりの管渠延長が 50m より長い場合には個別処理が有利、短い場合には集合処理が有利

*: 浄化槽を想定したものではなく、分散型排水処理システムとして腐敗槽が最も高級な処理と位置づけているものと考えられる。

出所: 調査団まとめ

3-3 対象地域におけるゾーニング

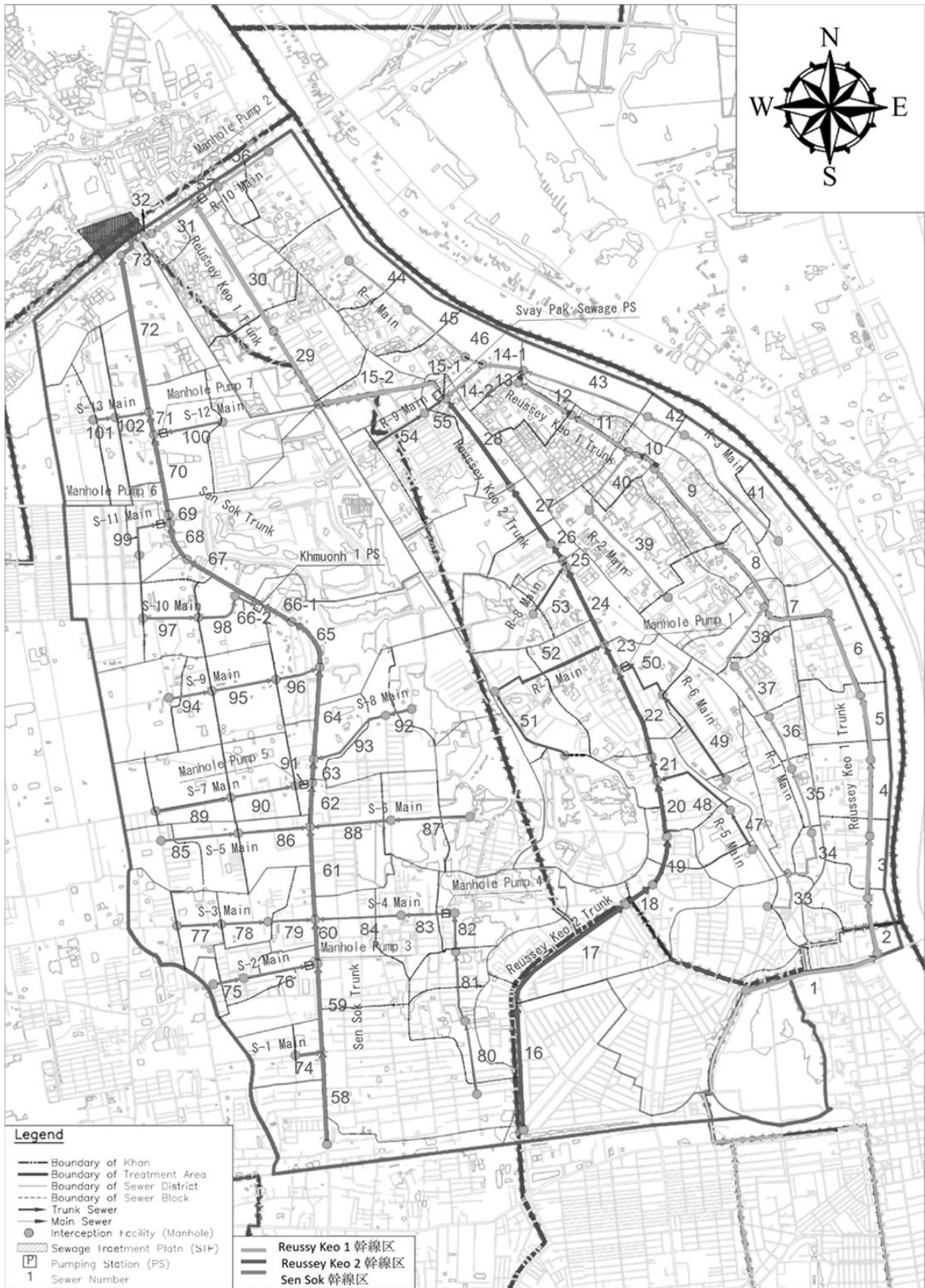
3-3-1 下水道による整備費

M/P では Tamok 処理区を Reussey Keo 1、Reussey Keo 2 及び Sen Sok の三つの一次幹線を南北に布設し、下水処理場を Tamok 湖岸に建設することを集合型処理による整備計画として定めた。計画年次 2035 年における対象人口は 48 万 1,423 人である。ゾーニングを行うために、図-15 に示すとおり一次幹線ごとにゾーンを区切り、Reussey Keo 1 幹線区、Reussey Keo 2 幹線区及び Sen Sok 幹線区の三つの幹線区を作成した。それぞれの幹線区における人口は 17 万 842 人、14 万 4,605 人、及び 16 万 5,976 人、人口密度は 84.7 人/ha、140.1 人/ha 及び 55.9 人/ha となった。ただし各幹線区の可住地面積のデータが存在しないことから便宜的に幹線区全体の面積を採用しており、可住地当たりの人口密度はこれら値より高くなっていることに留意する必要がある。

それぞれの幹線区の概要を表-21 に示す。表には、後述する Reussey Keo 1 及び 2 を集合型汚水処理施設で整備し、Sen Sok 幹線区のみを分散型汚水処理施設で整備することを検討するため、Reussey Keo 1 及び 2 を一つの処理区とする場合についても示している。

枝線の延長は、各幹線区の北部、中部、南部において、9 カ所ずつを無作為に抽出し、それぞれの道路延長を測定したところ、Reussey Keo 1 では平均 211.2m/ha、Reussey Keo 2 では平均 208.7m/ha、

Sen Sok では平均 212.4m/ha であったことから、1ha 当たり 210m を採用した。その結果、それぞれの配管延長は 449.3km、231.7km 及び 649.2km、これを 2035 年の人口で除し、1 人当たりの管渠延長を求めたところ 2.63m/人、1.60m/人及び 3.91m/人となった。



出所：M/P 作成チーム

図-15 Tamok 処理区の 3 幹線区

表一21 Tamok 処理区の名幹線区の概要

区間	Tamok処理区全体を一つの処理区として整備する場合(M/P)	Reussey Kco 1 及び2の幹線区を一つの処理区として整備する場合	各幹線区を独立した処理区として整備する場合			備考
			Reussey Kco 1 幹線区	Reussey Kco 2 幹線区	Sen Sok 幹線区	
対象人口(人、2035年)	481,423	315,447	170,842	144,605	165,976	
下水処理場施設規模(m ³ /日)	124,000	81,250	44,004	37,246	42,751	
面積(ha)	6,019.2	3,049	2,016.3	1,032.5	2,970.4	全体の面積を示し可住地面積ではない
人口密度(人/ha、2035年)	80.0	103.5	84.7	140.1	55.9	
管延長						
一次幹線(主)(m)	32,765	23,270	14,992	8,278	9,495	
二次幹線(副)(m)	33,368	17,456	10,870	6,586	15,912	
幹線計(m)	66,133	40,726	25,862	14,864	25,407	
枝線(m)	1,264,032	640,247	423,423	216,824	623,785	210m/haと仮定
計(m)	1,330,165	680,973	449,285	231,688	649,192	
一人当たり配管延長(m/人)	2.76	2.16	2.63	1.60	3.91	
ポンプ場設置数(箇所)	2	1	1	0	1	
マンホールポンプ(箇所)	7	2	1	1	5	
建設費計 (百万USD)						
下水処理場	176.7	137.2	95.0	85.9	93.3	PTF法、0.6乗則により算出
ポンプ場	1	0.7	0.7	0	0.3	
マンホールポンプ	0.7	0.2	0.1	0.1	0.5	
管渠						
一次幹線(主)	123.1	95.8	62.3	33.5	27.3	
二次幹線(副)	82.9	47.2	29.0	18.2	35.7	
幹線計	206.0	143.0	91.3	51.7	63.0	
枝線	191.7	97.1	64.2	32.9	94.6	取付管含む
管渠計	397.7	240.1	155.5	84.6	157.6	
建設費計	576.1	378.2	251.3	170.6	251.7	
維持管理費 (百万USD/年)						
下水処理場	2.027	1.742	1.397	1.315	1.382	0.6乗則により算出
電力費	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178	施設規模に影響しない
人件費	1.737	1.138	0.616	0.522	0.599	処理量に比例
薬品費	0.381	0.328	0.253	0.175	0.154	0.6乗則により算出
修理・部品代	0.226	0.161	0.120	0.091	0.136	0.6乗則により算出
その他	1.492	0.764	0.504	0.260	0.728	管渠延長に比例
下水管渠	0.075	0.050	0.049	0.001	0.0254	
中継ポンプ場	6.116	4.361	3.117	2.542	3.2024	
維持管理費計						
一人当たり年間コスト(USD/年・人)	35.4	37.7	47.9	43.7	49.7	耐用年数は管渠72年、処理場33年、ポンプ場25年とする

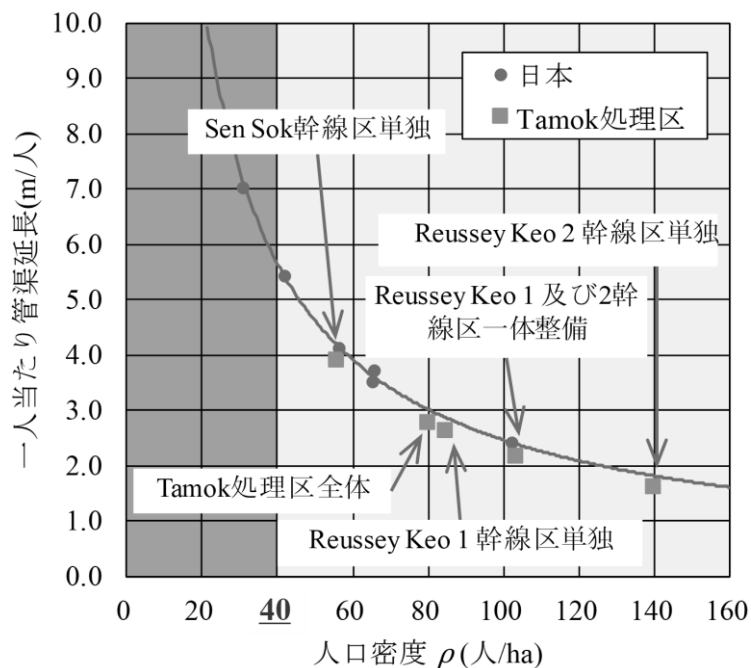
出所：調査団作成、M/P 及び M/P 作成データに基づく

ここで日本における 2015 年度の人口密度と 1 人当たり管渠延長の関係を表-22 に示す。都市の規模が大きくなるにつれ、人口密度が高くなり 1 人当たり管渠延長は短くなる。図-16 に、三つの幹線区、Tamok 処理区全体及び Reussey Keo 1 幹線区と Reussey Keo 2 幹線区を一つの処理区で整備する場合のそれぞれの人口密度と 1 人当たり管渠延長の関係について表-22 のデータと併せて示す。両者に大きな差はみられず、各幹線区とも日本の平均的な管渠延長と同等で計画されていると判断される。

表-22 日本における人口密度と 1 人当たり管渠延長の関係 (2005 年度)

都市規模	100万人以上	50～ 100万人未満	30～ 50万人未満	10～ 30万人未満	5～ 10万人未満	5万人未満
人口密度 ρ (人/ha)	102.6	66.1	65.7	56.8	42.2	31.5
管渠延長(m/人)	2.4	3.7	3.5	4.1	5.4	7.0

出所：日本下水道協会「持続可能な下水道事業の推進に向けて～今後の中長期における取り組み～」(2008)



出所：調査団作成、日本のデータは日本下水道協会「持続可能な下水道事業の推進に向けて～今後の中長期における取り組み～」(2008)による

図-16 人口密度と 1 人当たり管渠延長の関係 (日本との比較)

下水処理場は前ろ過散水ろ床法 (Pre-treated Trickling Filtration : PTF 法) を採用するものとし、建設費及び維持管理費の一部は M/P で計画された USD1 億 7,670 万を 0.6 乗則⁴に則り建設費を定めた。

1 人当たりの年間に必要なコストを算出する際には管渠の耐用年数を 72 年、下水処理場の耐用年数を 33 年及びポンプ場の耐用年数を 25 年として求めた。これら耐用年数は「持続的な汚水処理

⁴ 吉田五一「機械装置のコスト・エスティメーション」化学工学 Vol 24 No.11、pp. 892-896 (1960)

システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル」(2014年)によった。1人当たりの年間に必要なコストは、Reuseey Keo 1 幹線区で USD 47.9/(年・人)、Reuseey Keo 2 幹線区で USD 43.7/(年・人)、及び Sen Sok 幹線区で USD 49.7/(年・人)と求められた。また Reuseey Keo 1 幹線区と Reuseey Keo 2 幹線区を一つの処理区として下水道を整備する場合は、USD 37.7/(年・人)となり、いずれも Tamok 処理区全体を一つの処理区として整備する場合 USD 35.4/(年・人)よりも高額になった。これは整備する施設規模が大きい方が経済的であることを示している。

3-3-2 浄化槽による整備費

M/P では Tamok 処理区において浄化槽を整備することによる汚水処理を検討している。その概要を表-23 に示す。M/P では 5 人槽及び 300 人槽の浄化槽によってそれぞれ人口の 50%をカバーできるように設定している。これによれば建設費は USD 3 億 9,620 万となる。1人当たりの年間に必要なコストを算出する際には、同様に「持続的な汚水処理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル」(2014年)に従い、300 人槽による整備の際に布設が必要となる管渠の耐用年数を下水道と同様に 72 年、浄化槽の耐用年数を 32 年とした。これより 1人当たりの年間に必要なコストは、USD 54.9/(年・人)と求められた。

また、浄化槽を 5 人槽のみで整備した場合と 300 人槽のみで整備した場合についても併せて同表に示す。それぞれの 1人当たりの年間に必要となるコストは、5 人槽のみによる整備の場合 USD 63.5/(年・人)と M/P で設定した条件より高額となり、300 人槽のみによる整備の場合は USD 46.3/(年・人)となる。これは Tamok 処理区の人口密度レベルにおいて浄化槽による整備を行う場合、各戸に浄化槽を設置するよりも大型浄化槽を用いてできる限り集合処理を行うことが経済的であることを示している。

表-23 Tamok 処理区における浄化槽を活用した汚水処理整備

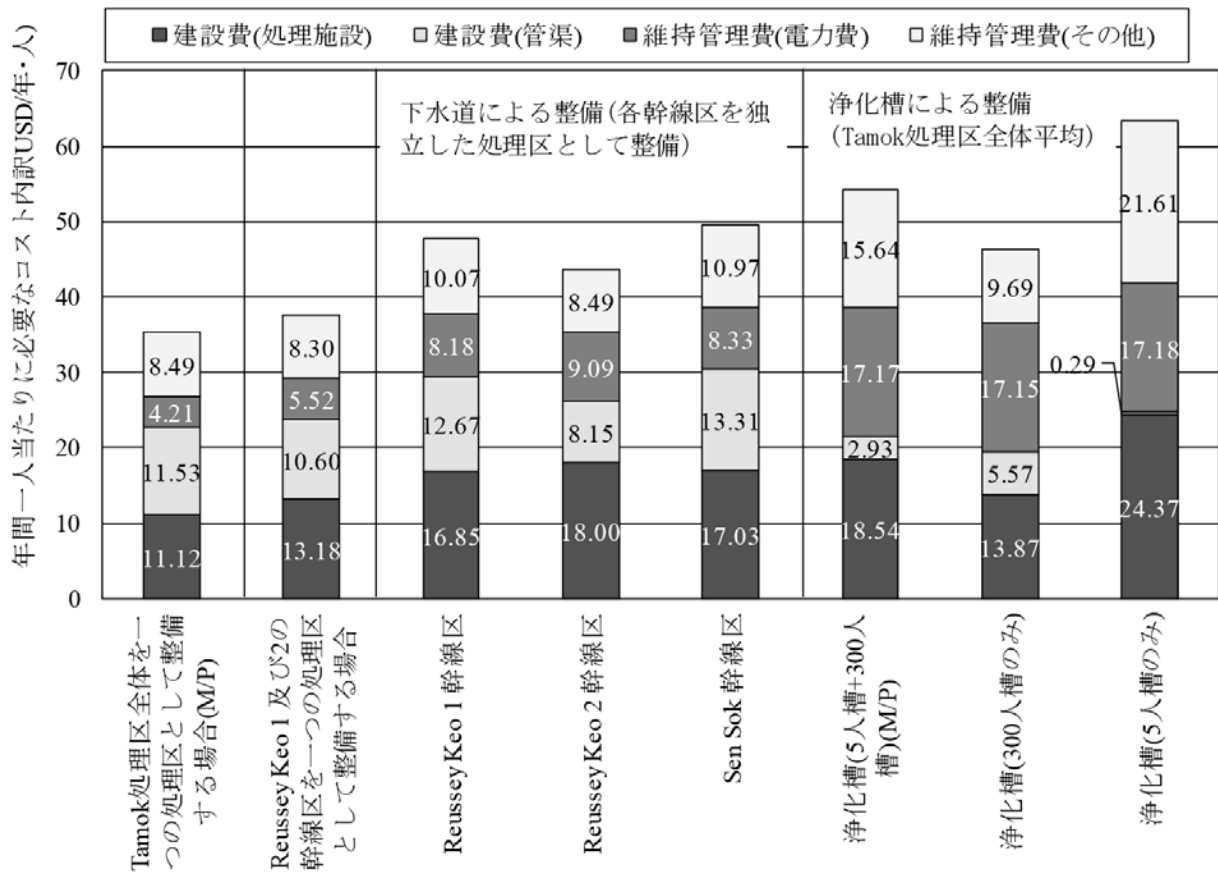
	5人槽及び300人槽による整備				300人槽のみによる整備				備考
	Tamok処理区全体(M/P)	Reussey Keo 1 幹線区	Reussey Keo 2 幹線区	Sen Sok 幹線区	Tamok処理区全体	Reussey Keo 1 幹線区	Reussey Keo 2 幹線区	Sen Sok 幹線区	
対象人口(人、2035年)	481,423	170,842	144,605	165,976	481,423	170,842	144,605	165,976	
面積(ha)	6,019.2	2,016	1,032	2,970	-	2,016.3	1,032.5	2,970.4	全体の面積を示し可住地面積ではない
人口密度(人/ha、2035年)	80.0	84.7	140.1	55.9	-	84.7	140.1	55.9	
浄化槽設置数(基)	48,085	17,064	14,443	16,578	96,285	-	-	-	
300人槽	805	285	242	278	-	-	-	-	
計	48,890	17,349	14,685	16,856	96,285	1,607	483	554	
建設費(百万USD)	294.5	104.4	88.5	101.6	375.5	213.6	64.2	73.6	5人槽USD3,900/基、300人槽USD132,900/基
管渠布設費	101.7	34.0	17.5	50.3	10.2	192.9	33.1	95.2	M/P管渠布設費のうち5%を5人槽、95%を300人槽と仮定し按分
建設費計	396.2	138.4	106.0	151.9	385.7	406.5	97.3	168.8	
電力費	8.266	2.930	2.484	2.852	8.271	8.255	2.481	2.846	
点検費	2.020	0.717	0.607	0.696	3.900	0.145	0.044	0.050	
汚泥汲取・処分費	4.040	1.434	1.213	1.393	4.040	1.434	1.213	1.393	
部品・修理費	1.471	0.522	0.442	0.507	2.465	0.479	0.144	0.165	
維持管理費計	15.797	5.603	4.746	5.448	18.676	12.919	3.882	4.454	
一人当たり年間コスト(USD/年・人)	54.9	54.7	53.6	56.2	63.5	46.3	43.9	48.7	耐用年数は管渠72年、浄化槽32年とする

出所：調査団作成、M/P 及び M/P 作成データに基づく

3-3-3 集合型処理と分散型処理の経済性比較

集合型処理及び分散型処理の年間1人当たりのコストの内訳を図-17に示す。分散型処理（浄化槽）の場合、建設費の全体コストに占める割合はいずれも40%前後であるが、集合型処理（下水道）の場合、建設費が維持管理費より高額となり60~64%となる。集合型処理は分散型処理よりも初期投資の割合が高く、分散型処理は維持管理に要するコストの割合が高くなっている。

最も低コストで整備できる方式は、Tamok 処理区全体を下水道で整備する方式であり、最も高コストになる整備方式は5人槽の浄化槽で Tamok 処理区全体を整備する方式である。下水道で整備する場合には、整備規模が大きくなれば1人当たりのコストは低下する。三つの幹線区を分離し下水道によって整備する場合、Reussey Keo 1 幹線区及び Sen Sok 幹線区は300人槽の浄化槽を用いて整備する場合よりも1人当たりのコストが高額になり、Reussey Keo 2 幹線区ではそれがほぼ同等になる。



注1：マンホールポンプ及びポンプ場の建設費は建設費（管渠）に含む

注2：図中の数値の単位はUSD/（年・人）

出所：調査団

図-17 集合型処理と分散型処理のそれぞれのコスト内訳

3-3-1及び3-3-2より求めた1人当たりの年間に必要なコストを人口密度との関数として図-18に示す。5人槽の浄化槽による整備の場合は人口密度 ρ によらずコストは一定となり、USD 63.5/（年・人）となるが、300人槽を併せて整備する場合には下水道ほどではないが人口密度

の影響を受け、人口密度が高くなればコストは低減する。

5人槽及び5人槽と300人槽を組み合わせた整備の場合、Tamok 処理区内においてはいずれの場合も下水道による整備費が浄化槽による整備費を下回ったため、近似式から外挿法により下水道による整備の場合と交差する点を求めたところ、5人槽の浄化槽で整備する場合は10.4人/ha、5人槽と300人槽の浄化槽を組み合わせて整備する場合は、15.7人/haとなった。すなわち人口密度 ρ が10.4人/haまたは15.7人/haよりも低くなる場合において浄化槽による整備が経済性の面で優位になることを示しており、Tamok 処理区内において最も人口密度が低い Sen Sok 区の Khmuonh 1 の34人/haよりも低い。それはM/Pで定められた条件下では、Tamok 処理区は経済的観点から、5人槽、または5人槽と300人槽を組み合わせた浄化槽整備ではなく、下水道によって整備されるべき地区であることを示している。

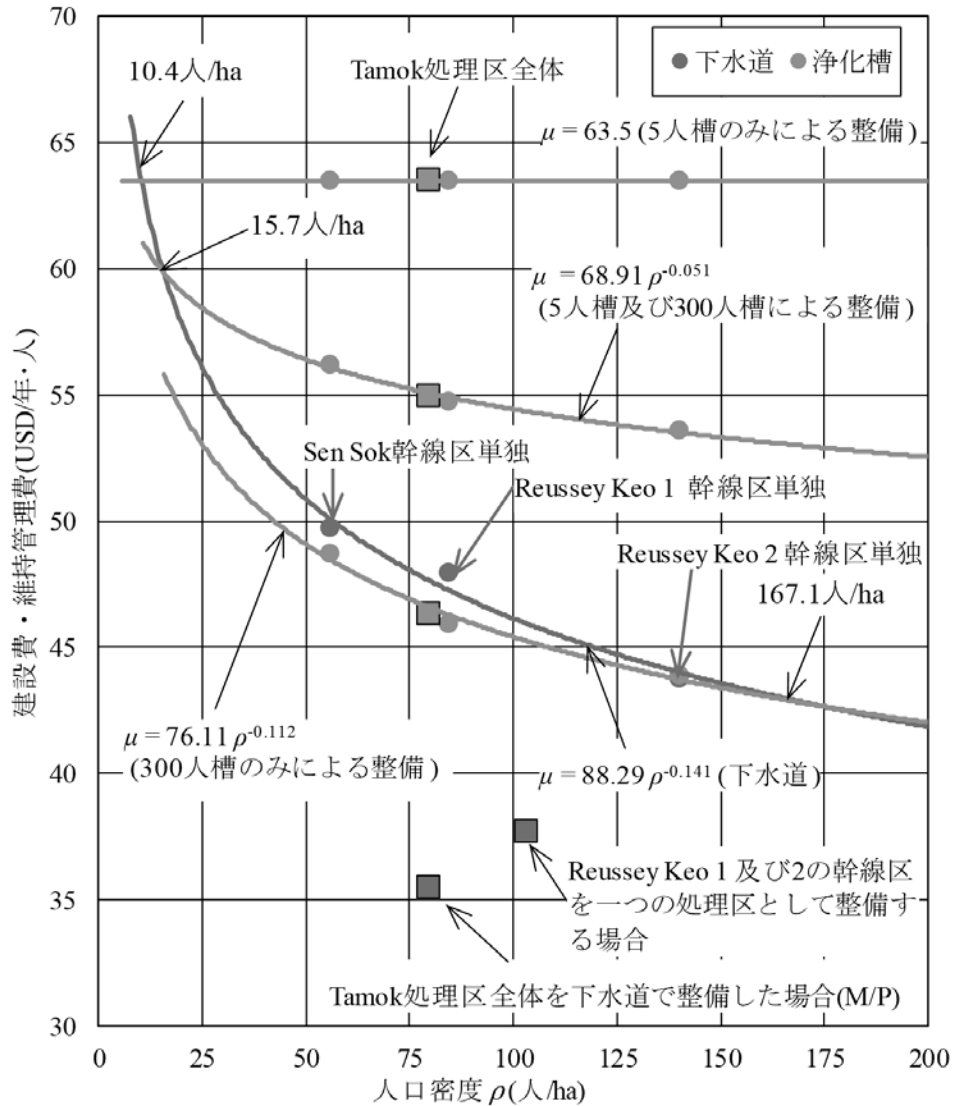
一方、300人槽のみの浄化槽で整備する場合について同様に求めると、設定した幹線区ではいずれも浄化槽による整備の方がコストが低くなり、その交点は167.1人/haとなる。各幹線区を独立させて下水道を整備するような場合においては、このような大型浄化槽の導入が経済的に有効であることを示している。

図には、Tamok 処理区全体を一つの処理区として整備する場合と、Reussey Keo 1 幹線区と Reussey Keo 2 幹線区を一つの処理区とする場合についても示している。それぞれの人口密度及び1人当たりの必要コストは、80人/haにおいてUSD 35.4/(年・人)及び103.5人/haにおいてUSD 37.7/(年・人)であり、このように整備規模が大きくなると、下水道による整備は大型の浄化槽による整備よりもはるかに経済的に有利になる。

これよりM/Pで定められた条件下では、Tamok 処理区における汚水処理整備について以下のことがいえる。

- 各幹線区を独立させず、一つの処理区として Tamok 処理区を下水道で整備することが効果的。
- 5人槽等の小型浄化槽を戸別に設置することに経済的合理性はない。
- 処理区を小さく分けて汚水処理整備を行う場合は、大型の浄化槽による小規模集合処理が有利。

参考までに付属資料1に国土交通省、農林水産省及び環境省が2014年1月に作成した「持続的な汚水処理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル」に基づく、日本の条件を当てはめた場合における集合型処理と分散型処理の経済性比較を示す。浄化槽による整備は7人槽または5人槽を適用しているが、日本の条件では5人槽の場合は13.9～14.8人/ha、7人槽の場合は16.5～17.9人/haが浄化槽整備と下水道整備が経済的に均衡する人口密度であると求められた。



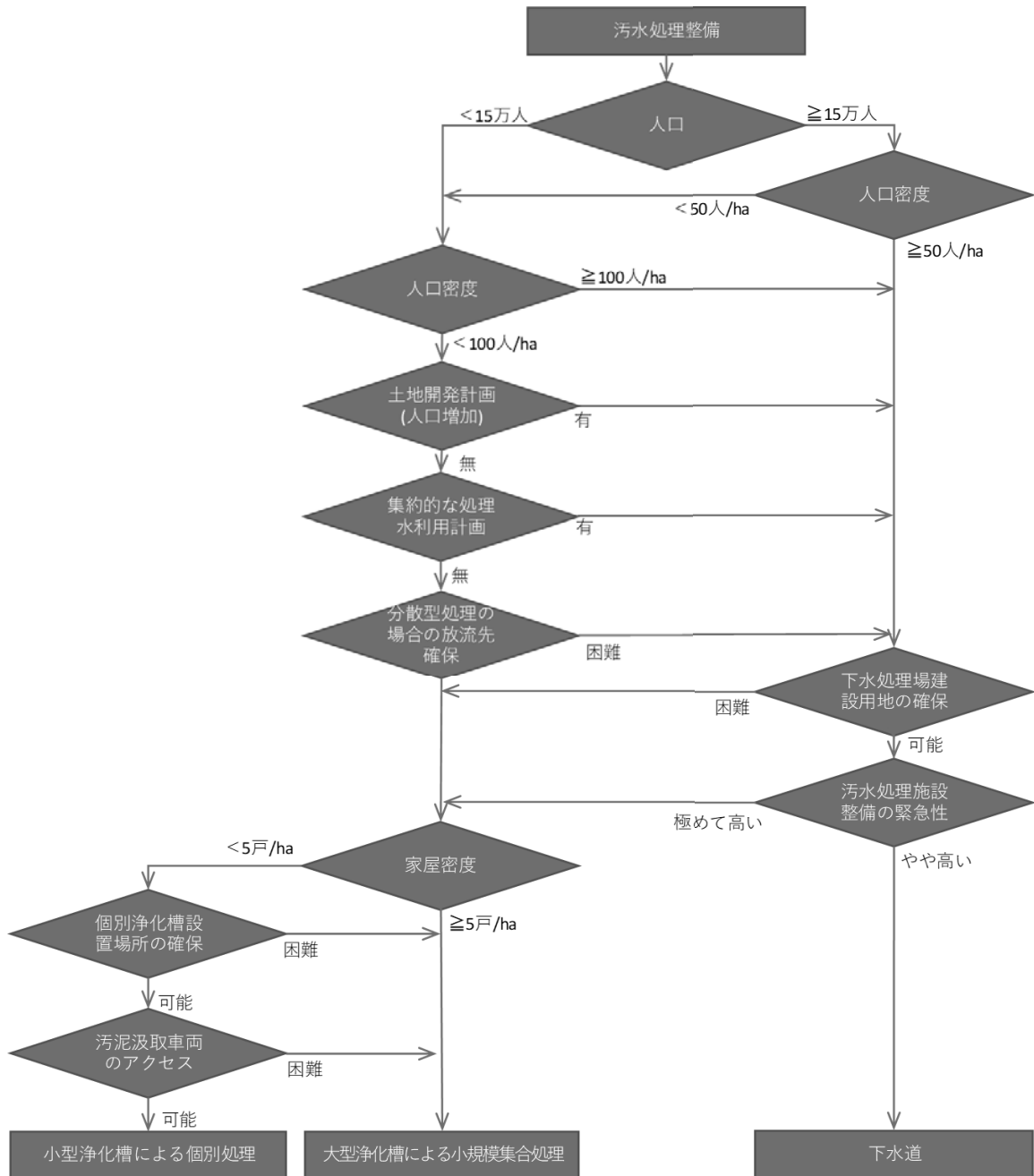
出所：調査団

図－18 Tamok 処理区における下水道または浄化槽整備による人口密度と1人当たりのコストの関係

3-4 処理方式選定基準（案）

下水道による整備とするか、あるいは浄化槽による整備とするかは、基本的には対象とする人口、人口密度、地形、既存管渠の有無、都市計画との整合、効果の発現に要する期間等を考慮してゾーニングする必要がある。そのため、本調査の結果に基づき図-19 に示す処理方式選定のフローチャート（案）を提案する。Tamok 処理区の三つの幹線区の人口が、14万4,605～17万842人、人口密度が55.9～140.1人/haの範囲にあり、これら幹線区を独立した下水道区で整備する場合は、300人槽の大型浄化槽を用いた小規模集合処理が経済的に有利であったことから、ここでは対象とする人口を15万人を境とし、15万人以上の場合は人口密度50人/ha未満で、人口が15万人未満の場合は人口密度100人/haで下水道によらない処理が選択できるようにした。そして、Tamok 処理区の土地開発等による人口増加の可能性の有無、下水処理水利活用等の集約的な水利用計画の有無、集合処理を行わない場合の処理水の放流先確保の可否、下水処理場建設用地の確保の可否、対象地域の汚水処理施設整

備の緊急性の程度により総合的に汚水処理方式を選定する。また対象地域の家屋密度が著しく低い場合においては、小型浄化槽を用いた個別処理も検討対象となるが、各戸に浄化槽を設置できるスペースの有無と浄化槽汚泥汲み取り車両のアクセスの可否によっては大型浄化槽による集約処理となる。なお、提示した選定フローチャートは案の段階であり、実際の検討を通じて対象人口や人口密度等の設定値の精度を高めていく必要がある。



出所：調査団

図-19 処理方式選定フローチャート（案）

3-5 汚濁排出負荷削減効果の検討

3-5-1 シナリオ設定

Tamok 処理区は下水道によって整備される地域であることは既に述べたとおりである。しかし同処理区における集合型処理と分散型処理の包括的導入による水質改善効果を確認するため、表-24 に示すシナリオを設定し汚濁負荷削減効果を試算した。

何も対策を行わない場合をベースシナリオとし腐敗槽設置率を 50%と仮定した。腐敗槽にて処理される汚水はトイレ排水のみとし、生活雑排水は未処理のまま排出されるものとした。また設置される腐敗槽は適正な容量、すなわち建築許可に関する政令第 86 号 (Sub-Decree #86 on Construction Permit) で定められる最小容量 3m³ が確保されていないこととし、その分だけ腐敗槽の処理効率が低いものと仮定した。

シナリオ 4 及び 5 は、集合型処理と分散型処理を組み合わせた方式であるが、Reussey Keo 1 幹線区及び Reussey Keo 2 幹線区は一つの処理区として下水道を整備し、三つの幹線区のなかで最も人口密度が低い Sen Sok 幹線区は分散型処理による整備とし、整備に要する期間を短縮するシナリオとした。

表-24 汚濁排出負荷削減効果の検討条件

	整備方法	整備期間	備考
ベースシナリオ	整備なし、現状維持	—	腐敗槽設置率 50% (ただし不適切な構造)、生活雑排水処理率 0%と仮定
シナリオ 1	集合型汚水処理 (下水道) のみによる整備	下水道整備期間 25 年	
シナリオ 2	腐敗槽整備による分散型汚水処理施設整備	腐敗槽整備期間 30 年 (整備量 16,000 人/年)	適切な構造の腐敗槽による整備
シナリオ 3	浄化槽整備による分散型汚水処理施設整備	浄化槽整備期間 30 年 (整備量 16,000 人/年)	
シナリオ 4	集合型・分散型汚水処理を組み合わせた整備 (下水道及び腐敗槽)	下水道整備期間 17 年、腐敗槽整備期間 9 年 (整備量 16,000 人/年)	Reussey Keo 1 幹線区、Reussey Keo 2 幹線区の順に下水道を整備、Sen Sok 幹線区は適正な腐敗槽を設置し下水道は整備しない
シナリオ 5	集合型・分散型汚水処理を組み合わせた整備 (下水道及び浄化槽)	下水道整備期間 17 年、腐敗槽整備期間 9 年 (整備量 16,000 人/年)	Reussey Keo 1 幹線区、Reussey Keo 2 幹線区の順に下水道を整備、Sen Sok 幹線区は浄化槽を設置し下水道は整備しない

出所：調査団

3-5-2 整備人口

M/P では、定めた人口予測に基づくと各幹線区の人口予測は表-25 のとおりとなる。Reussey Keo 1 幹線区は既に都市化が進行しており人口増加率はさほど大きくない一方、Sen Sok 幹線区の人口増加率は 2020 年までが高く、しだいに低下している。

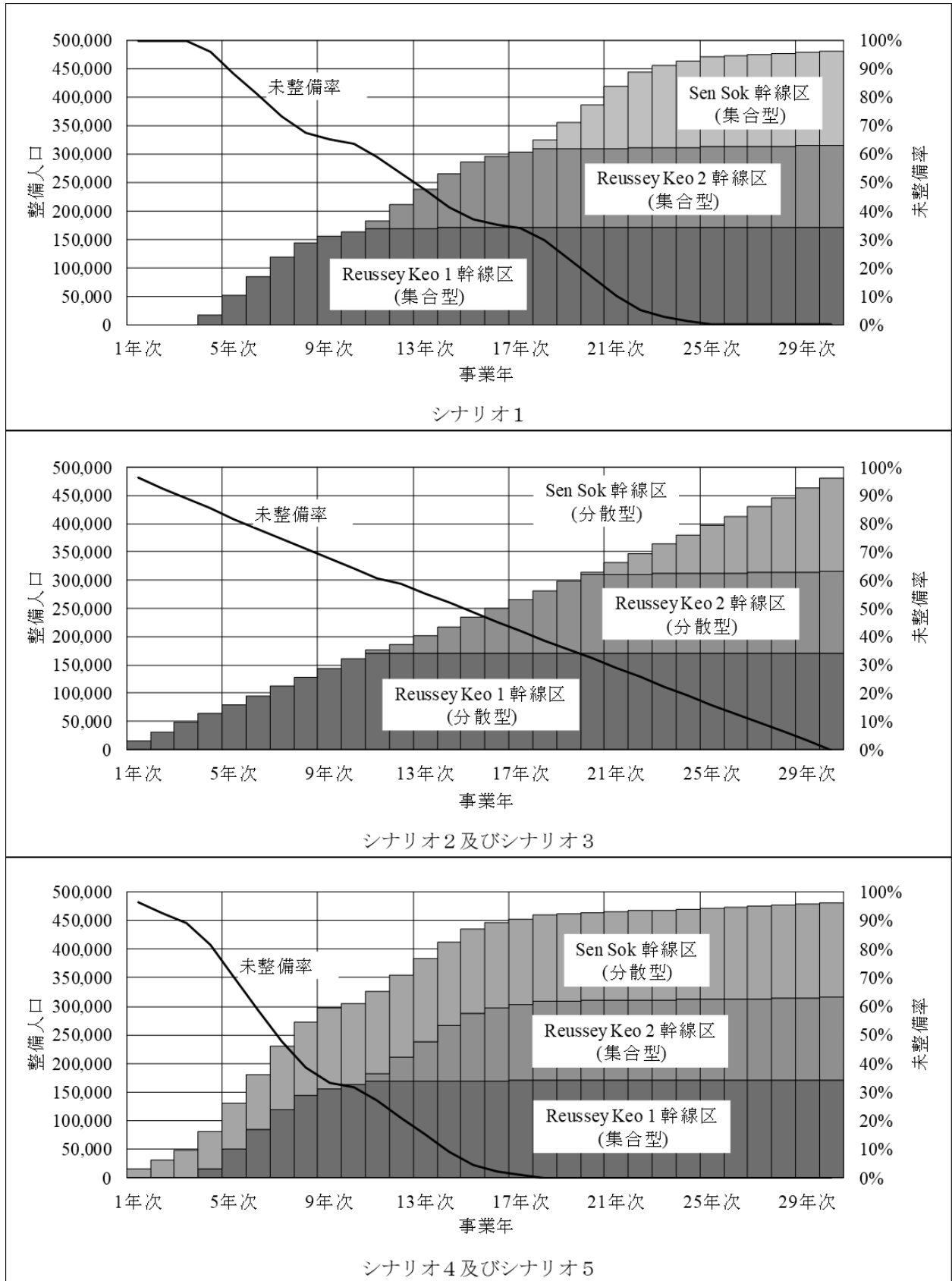
M/P では 2035 年を計画年次としているが、本検討においては、Tamok 処理区の汚水処理整備期間を 30 年間とし、1 年次の人口を表-25 に示す 2025 年の値を、また 30 年次の人口を同表の 2035 年の値とし、その間の人口増加は各幹線区で一定となるように設定した。図-20 に各シナリオにおける設定した整備人口及び未整備率の推移を示す。

シナリオ1の事業期間は25年間、シナリオ2及び3は1年間の整備可能量を1万6,000人と仮定すると30年間、シナリオ4及び5は集合型処理による整備と分散型処理による整備を並行して進めるものとし、事業期間を17年間とした。

表-25 各幹線区の人口予測 (M/Pに基づく)

	面積 (ha)	人口(人), 括弧内人口増加率				
		2016年	2020年	2025年	2030年	2035年
Reussey Keo 1 幹線区	2016.3	162,134 (0.65%)	167,379 (0.17%)	169,109 (0.13%)	170,404 (0.04%)	170,842
Reussey Keo 2 幹線区	1032.5	102,856 (4.17%)	124,304 (0.92%)	131,171 (0.89%)	138,155 (0.78%)	144,605
Sen Sok 幹線区	2970.4	86,139 (7.08%)	116,642 (2.25%)	132,411 (2.02%)	148,498 (1.96%)	165,976
Tamok 処理区計	6019.2	351,129 (3.26%)	408,325 (0.99%)	432,691 (0.94%)	457,057 (0.89%)	481,423

出所：調査団作成、M/P 及び M/P 作成データに基づく



出所：調査団

図-20 各シナリオの整備人口及び未整備率の推移

3-5-3 汚濁負荷原単位

M/P では水使用量をオフサイト処理区域（すなわち集合型処理区域）とオンサイト処理区域（すなわち分散型処理区域）で異なるものとして設定しており、オフサイト処理区域では汚水量原単位を日平均 205L/（人・日）、オンサイト処理区域では日平均 140L/（人・日）を採用している。この理由としてオンサイト処理区域は市街化の進行が遅れること、オンサイト処理区では庭等における水の使用量が増加し処理施設に到達する割合が大きいという仮定に基づいている。本検討においては、この仮定をせずに「浄化槽管理者への設置と維持管理に関する指導・助言マニュアル（2007）」を参考に、集合型でも分散型でも一律にトイレ排水 50L/（人・日）、生活雑排水 150L/（人・日）の合計 200L/（人・日）を汚水量原単位として設定した。

発生汚濁負荷原単位も同様に「浄化槽管理者への設置と維持管理に関する指導・助言マニュアル（2007）」等を参考にし、表-26 のとおり設定した。

表-26 発生汚濁負荷原単位

	トイレ排水	生活雑排水	汚水計
汚水発生量	50L/人・日	150L/人・日	200L/人・日
BOD	13.0g/人・日 (260mg/l)	27.0g/人・日 (180mg/l)	40.0g/人・日 (200mg/l)
SS	14.0g/人・日 (280mg/l)	18.0g/人・日 (120mg/l)	32.0g/人・日 (160mg/l)
T-N	8.0g/人・日 (160mg/l)	2.0g/人・日 (13mg/l)	10.0g/人・日 (50mg/l)
T-P	0.80g/人・日 (16mg/l)	0.20g/人・日 (1mg/l)	1.00g/人・日 (5mg/l)

出所：環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課浄化槽推進室「浄化槽管理者への設置と維持管理に関する指導・助言マニュアル（2007）」等を参考に調査団設定

調査の結果、生活雑排水は腐敗槽に流入せずに直接排出されており、また設置される腐敗槽は建築許可に関する政令第 86 号（Sub-Decree #86 on Construction Permit）で定められる最小容量 3m³ よりも小さいものであることが多いと判断されたことから、腐敗槽による処理効率は高くないものとし、腐敗槽による除去率は BOD20%、SS50%、T-N7%及び T-P2%とした⁵。トイレ排水については表-26 の各値より（1-除去率）を乗じた値を、生活雑排水は発生汚濁負荷と同値を排出汚濁負荷とした。設定した排出汚濁負荷を表-27 に示す。

各シナリオの排出汚濁負荷は表-28 に示すとおり設定した。ベースシナリオは不適切な構造の腐敗槽の設置率を 50%とし、50%は腐敗槽を有さないものとした。適切な構造の腐敗槽による処理は、生活雑排水をトイレ排水と併せて処理するものとし、腐敗槽による除去率は BOD50%、SS80%、T-N7%及び T-P2%と設定した。浄化槽処理水は BOD20mg/L、SS20mg/L、T-N20mg/L 及び T-P2.6mg/L に、また下水処理水は処理方式を PTF 法とし BOD20mg/L、SS20mg/L、T-N30mg/L 及び T-P2.6mg/L と設定した。

⁵ 腐敗槽による処理能力を示す文献として、Mujibur Rahman 他 “An Evaluation of Septic Tank Performace” 25th WEDC Conference, pp. 61-64 (1999)、竹田他「フィリピンの小規模自治体における生活排水処理の排出状況に係わる実態調査」用水と廃水 Vol.60 No.3、pp. 214-221 (2018) 等がある。これらを参考に値を設定した。

表-27 不適切な構造の腐敗槽からの排出汚濁負荷原単位

	トイレ排水	生活雑排水	汚水計
汚水発生量	50L/人・日	150L/人・日	200L/人・日
BOD	10.4g/人・日 (208mg/l)	27.0g/人・日 (180mg/l)	37.4g/人・日 (187mg/l)
SS	7.0g/人・日 (140mg/l)	18.0g/人・日 (120mg/l)	25.0g/人・日 (125mg/l)
T-N	7.4g/人・日 (148mg/l)	2.0g/人・日 (13mg/l)	9.4g/人・日 (47mg/l)
T-P	0.78g/人・日 (16mg/l)	0.20g/人・日 (1mg/l)	0.98g/人・日 (5mg/l)

出所：調査団

表-28 各施設からの排出汚濁負荷原単位

	ベースシナリオ	適切な構造の腐敗槽 による処理水	浄化槽処理水	下水処理水(PTF)
汚水発生量	200L/人・日	200L/人・日	200L/人・日	200L/人・日
BOD	38.7g/人・日 (194mg/l)	20.0g/人・日 (100mg/l)	4.0g/人・日 (20mg/l)	4.0g/人・日 (20mg/l)
SS	28.5g/人・日 (143mg/l)	6.4g/人・日 (32mg/l)	4.0g/人・日 (20mg/l)	4.0g/人・日 (20mg/l)
T-N	9.7g/人・日 (49mg/l)	9.3g/人・日 (47mg/l)	4.0g/人・日 (20mg/l)	6.0g/人・日 (30mg/l)
T-P	0.99g/人・日 (5.0mg/l)	0.98g/人・日 (4.9mg/l)	0.52g/人・日 (2.6mg/l)	0.52g/人・日 (2.6mg/l)

出所：調査団

3-5-4 汚濁排出負荷計算結果

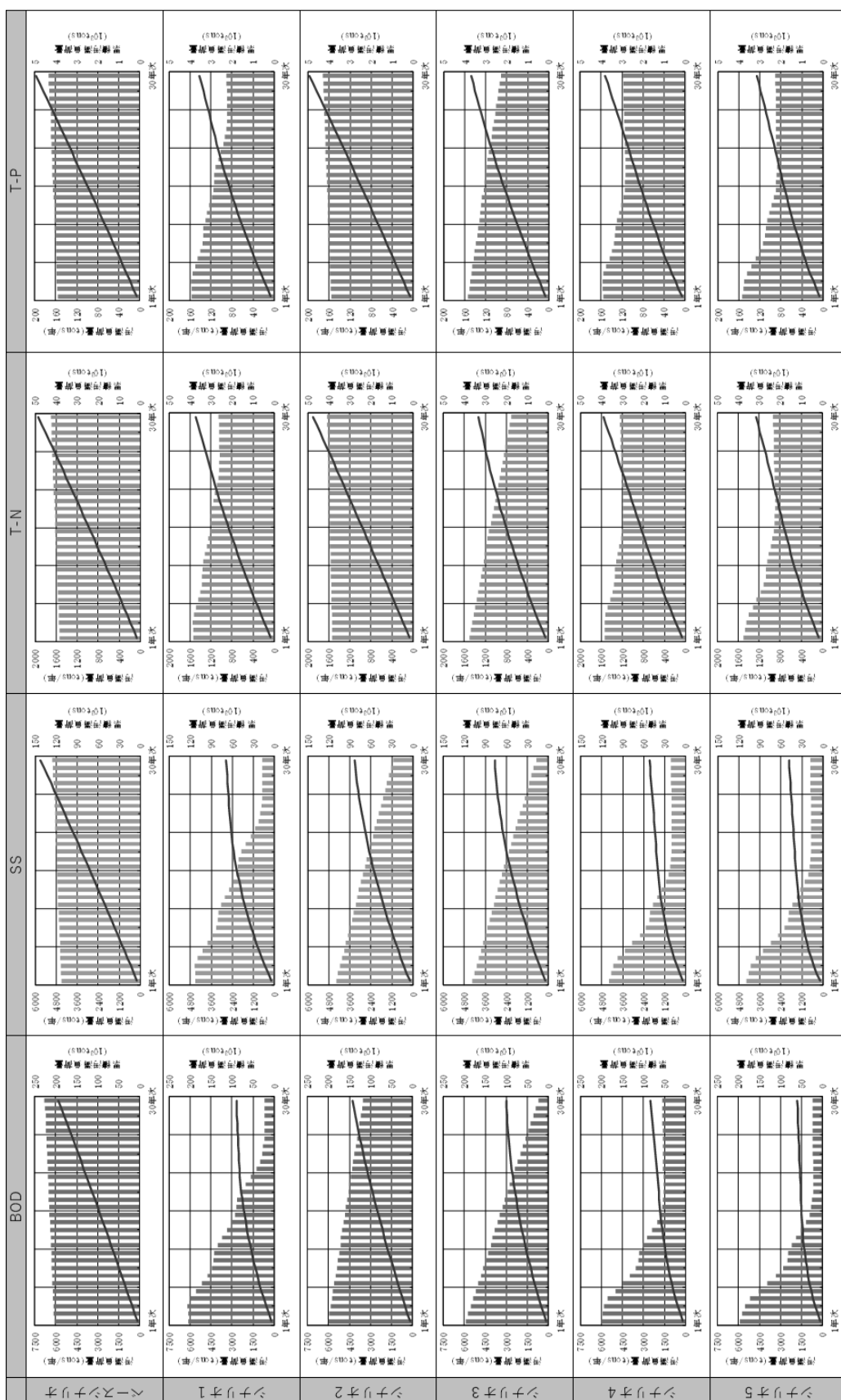
図-21に各シナリオにおける1年次から30年次までの各年次の排出汚濁負荷量及び累積の排出汚濁負荷量を示す。図中の棒グラフは各年次における排出汚濁負荷量を、折れ線グラフは累積汚濁負荷量を示している。また、各シナリオにおけるベースシナリオからの累積の排出汚濁負荷除去率を図-22に示す。

シナリオ1は下水道の整備に時間を要することから初期の排出汚濁負荷削減量は期待できず他のシナリオと比較して効果の発現が遅れるため、短期的にBOD及びSSを削減するためにはシナリオ2及びシナリオ3がシナリオ1よりも有利であるが、BODの排出汚濁負荷の累積削減量は9年次にシナリオ2を、17年次にはシナリオ3を上回り、SSの削減量は、13年次及び19年次にそれぞれ上回る。

シナリオ2は短期的にBOD及びSSの排出汚濁負荷を低減するには一定の効果があるが、T-N及びT-Pの除去にはほとんど効果がない。

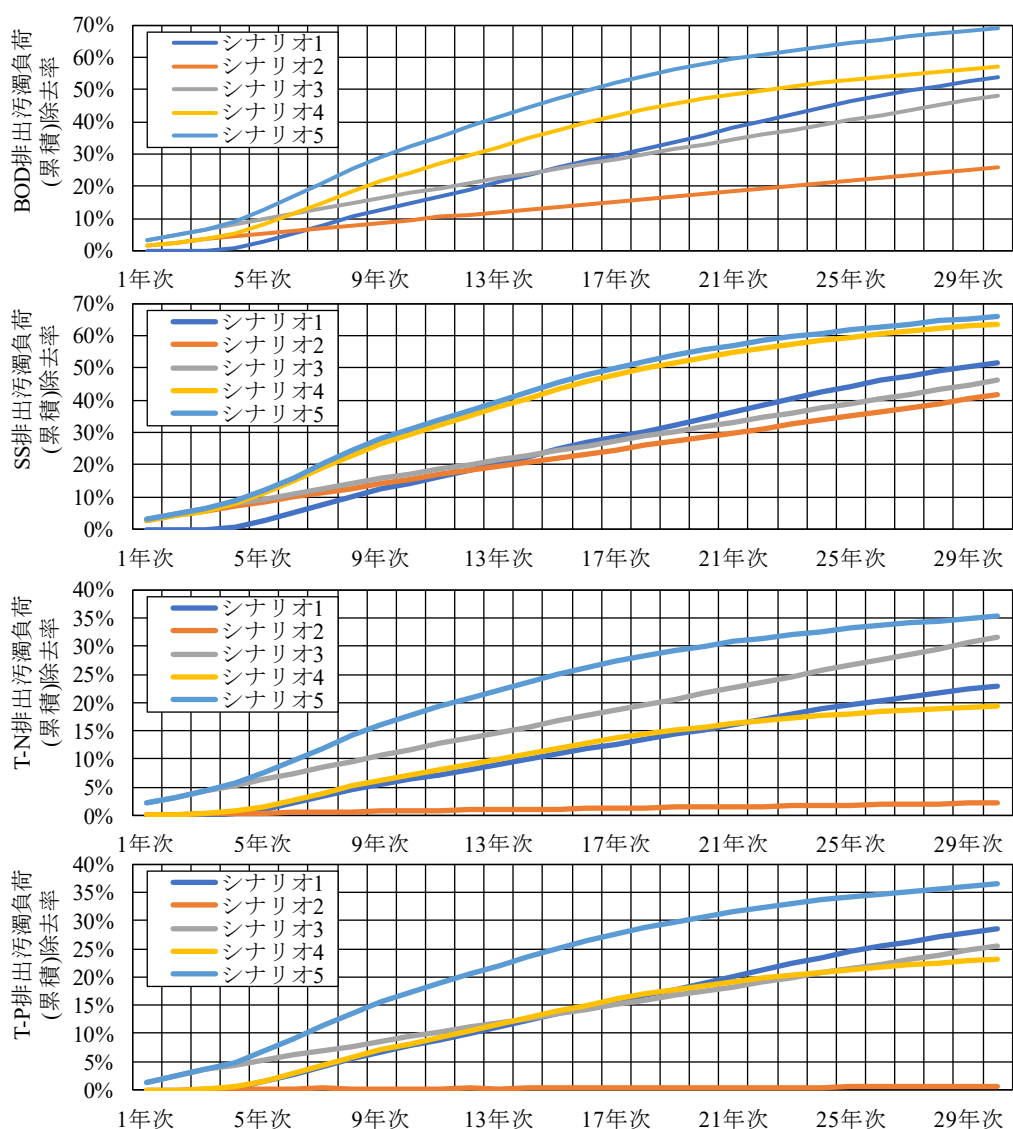
シナリオ3は最終的にはシナリオ1と同等のBOD及びSSの除去効果が期待されるが、年間に実施可能な事業量（設置可能な浄化槽数）の制限によって、整備完了までにシナリオ1よりも長期間を要する。そのため、累積の排出汚濁負荷量としてシナリオ1よりも劣る。

シナリオ4及びシナリオ5は、下水道整備が遅れる幹線区を分散型汚水処理によって整備することにより全体の整備期間を短縮している。そのため、BOD、SSの汚濁負荷量は短期間で削減可能となる。ただしT-N及びT-Pに関しては腐敗槽整備による地域では除去効果が期待できないため、シナリオ4はシナリオ1及びシナリオ3よりも効果が低くなる。これより排出汚濁負荷を低減するために最も効果的な方法はシナリオ5であることが確認された。



出所：調査団

図-21 各シナリオの排出汚濁負荷量



出所：調査団

図-22 各シナリオによる累積排出汚濁負荷除去率

3-6 包括的導入による水質改善効果

本項では、「3-5 汚濁排出負荷削減効果の検討」の「3-5-1 シナリオ設定」に沿って、集合型処理のみを用いるケース（シナリオ1、以降「ケース1」とする）、分散型処理のみ（シナリオ2及びシナリオ3、以降「ケース2」とする）、集合型処理と分散型処理の組合せ（シナリオ4及びシナリオ5、以降「ケース3」とする）の3ケースに分け、それぞれのケースを導入した場合の有効性、効率性及び持続性について表-29に示す視点より評価した。また、「3-3-3 集合型処理と分散型処理の経済性比較」において、Tamok 処理区で「5人槽等の小型浄化槽を個別に設置することに経済的合理性はない」と評価されたため、シナリオ2と4における浄化槽は300人槽による大型浄化槽を設置することとして分析を行った。

表-29 有効性、効率性及び持続性における評価の視点

評価項目	評価の視点
有効性	水質改善に有効性かどうか：BOD、SS、T-N、T-P の排出汚濁負荷量 衛生面・住環境の改善：汚泥の適切な処理によって河川の水質汚濁が防止され、飲料水の汚染による健康被害が回避できることと、悪臭の防止
効率性	少ない費用で設備が整備できるか。 工期と建設費の観点から、効率的に設備が整備できるか。
持続性	政策面：汚水処理に関する政策が維持されるか。 制度面：整備された設備が管理・維持できるように制度が整備されているか。 組織面：整備された設備が適切に維持管理できる組織体制であるか。 財政面：整備された設備が財政的に維持管理できるか。 技術面：整備された設備が適切に維持管理できる技術が備わっているか。

出所：調査団

上記で設定した評価の視点に沿って、ケース 1、2 及び 3 を評価した。表-30 に有効性、効率性及び持続性に関する評価結果の詳細を記す。

3-6-1 有効性

有効性は、①水質改善への有効性（BOD、SS、T-N、T-P の排出汚濁負荷量）及び②衛生面・住環境の改善の 2 点について評価した。三つのケースを比較した結果、水質改善効果の点では、ケース 3 の「集合型処理設備と分散型処理設備を組み合わせたケース」において、BOD、SS の排出汚濁負荷が最も短期間で低減し、T-N、T-P の汚濁負荷量の低減にも効果があるため、有効性が高いのはケース 3 であるといえる。衛生面・住環境の改善では、どのケースでも汚泥が適切に処理されることによって、河川の水質汚濁が防止されて飲料水の汚染による健康被害が回避できることや、悪臭が防止されるため、ケース間では大きな差がないと考えられる。したがって、総合的にケース 3 の有効性が最も高いと判断される。

3-6-2 効率性

下水道の整備に時間を要するため、ケース 1 の「集合型処理設備のみ」の工期は、ケース 3 の「集合型処理設備と分散型処理設備を組み合わせたケース」に劣り、建設費も USD 5 億 7,610 万と最もコストがかかる。ケース 2 の「分散型処理設備のみ」の建設費が USD 4 億 650 万（シナリオ 3）⁶で最も安価であるが、年間の設置可能な設備数によっては最も工期を要する。ケース 3 は、最も短い期間で整備を完了でき、建設費は USD 5 億 4,700 万（シナリオ 5）とややケース 1 の建設費の USD 5 億 7,610 万を下回っている。建設費を重視するか、あるいは早期整備による早期の効果発現を重視するかによって、どのケースを選択するかは異なるが、効率性の観点からはケース 3 がやや効率的だと考えられる。

3-6-3 持続性

持続性は、どの項目を重視するかで総合判断が異なるため、一概にどのケースが最も持続性を確保できるのか判断することは困難である。現時点では腐敗槽に関する一部の規制が整理されたり、維持管理（業者による汚泥汲み取り業務の実施実績）が実施されている程度であり、浄化槽や下水

⁶ 腐敗槽のみの建設費は今回算出しておらず正確な事業費として示さないが、純粋な建設費としては浄化槽の建設費より安価となる。

道管理も含めた法制度・組織体制の整備において取り組むべき課題は多い。財政面では、下水道を整備した場合及び大型の浄化槽を整備した場合の維持管理費は DPWT が負担することになり、ケース 1 で年間 USD 611 万 6,000、ケース 3 で USD 881 万 5,000（下水道に USD 436 万 1,000、浄化槽に USD 445 万 4,000）の予算手当てが必要となる。プノンペン水道公社（Phnom Penh Water Supply Authority : PPWSA）から送金される水道料金の 10%に相当する額が 2016 年 USD 250 万、2017 年は USD 200 万である⁷ことにかんがみると、下水道料金として徴収する額の増額、あるいは別の財源の確保が必要となり、財政面の持続性はやや厳しいといえる。

さらに、同じ処理区において腐敗槽が整備される地区がある場合（シナリオ 2 と 4）、腐敗槽の維持管理責任者は建物所有者となり、維持管理の負担者が下水道や浄化槽の場合と異なる。したがって、利用者間で不公平感が生じない仕組みづくり（料金徴収体制や体系等）が必要になると考えられ、この点も含めた制度整備の検討が今後必要である。

技術面では、ケース 1 及びケース 3 の下水道設備の維持管理は DPWT の職員の育成が必要となり、分散型処理設備のケース 2 及び組合せ型のケース 3 では、汚泥汲み取り業者への訓練や指導が必要となる。

これらの点を考慮すると、持続性の確保は今後の取り組みしだいであり、持続性を確保するための支援が重要であるといえる。

⁷ DPWT 提供の財務データより。

表一30 ケース別の評価結果

以下の三つの視点の評価は「*」で視覚的に示している。
 有効性：ケース間の比較において、効果が大きい順：***>**>*>*
 効率性：ケース間の比較において、効率的である順：***>**>*>*
 持続性：ケース間の比較において、持続性が確保されている順（取り組みべき課題が少ない順）：***>**>*>*

	ケース1： 集合型のみ（下水道） シナリオ1 **	ケース2： 分散型のみ（腐敗槽または浄化槽） シナリオ2と3 *	ケース3： 集合型と分散型（腐敗槽または浄化槽） の組合せ シナリオ4と5 ***	総合判定・留意点
有効性 水質改善に有効か。	<ul style="list-style-type: none"> • 下水道の整備に時間を要するため効果の発現がやや遅い。 • BODとSSの排出汚濁負荷の累積削減量は、それぞれ17年次、19年次あたりによりケース2を上回る。 	<ul style="list-style-type: none"> • 設置可能な分散型処理施設数に限界があり、処理区内での整備完了までに時間を要するため、効果発現も緩やかである。 • 腐敗槽のみの場合（シナリオ2）、短期的（4-5年程度）にBOD、SSの排出汚濁負荷の低減に一定の効果があるが、T-N及びT-Pの除去にはほとんど効果はない。 • 浄化槽のみの場合（シナリオ3）、30年次には「下水道のみ」と同等のBOD、SSの除去効果が期待できる。一方整備期間が長期間必要のため累積の排出汚濁負荷量は「下水道のみ」より劣る。 	<ul style="list-style-type: none"> • BOD、SS、T-N、T-Pの汚濁負荷量の低減に最も効果がある。特にBODとSSは15年次までに大きな効果がみられる。 • 浄化槽と組み合わせの場合（シナリオ5）、T-N及びT-Pの除去も期待できる。 	ケース3が最も高い。
衛生面・住環境面の効果	<ul style="list-style-type: none"> • 運転維持管理が適切に実施されれば、衛生面や住環境面で効果がある。 	<ul style="list-style-type: none"> • 汚泥汲み取りが適切に実施されれば、汚泥が河川に放出されることなく健康面の懸念がなくなり、悪臭も防止できる。 	<ul style="list-style-type: none"> • 下水道設備の運転維持管理が適切に実施されれば、衛生面や住環境面で効果がある。 • 汚泥汲み取りが適切に実施されれば、汚泥が河川に放出されることなく健康面の懸念がなくなり、悪臭も防止できる。 	

	ケース1： 集合型のみ（下水道） シナリオ1 **	ケース2： 分散型のみ（腐敗槽または浄化槽） シナリオ2と3 **	ケース3： 集合型と分散型（腐敗槽または浄化槽） の組合せ シナリオ4と5 ***	総合判定・留意点
効率性	<ul style="list-style-type: none"> 下水道の整備に時間を要するため、工期の面では「ケース3」に劣る。 工事費は、USD 5億7,610万（M/Pによれば EIRR（Equity Internal Rate of Return）は、3.9%）。 	<ul style="list-style-type: none"> 年間の設置可能な施設数が限られるため、必要な工期が長い。 浄化槽のみを設置した場合（シナリオ3）の工事費は USD 4億650万。 	<ul style="list-style-type: none"> 17年次までに整備可能であり、三つのケースのなかでは最も工期が短い。 工事費は、下水道 USD 3億7,820万⁸、浄化槽 USD 1億6,880万⁹で合計 USD 5億4,700万となる。 	ケース3がやや高い。
持続性	***	***	***	
政策	<ul style="list-style-type: none"> 国家戦略開発計画（National Strategic Development Plan）2014-2018 によって下水・排水設備の整備と維持の方針を掲げている。 	同左	同左	どのケースも同じ。
制度	<ul style="list-style-type: none"> 現時点で基本法も含めた下水道に関する法規制が存在しないため整備が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 腐敗槽関連の法規制はあるが、今後さらなる整備が必要。 浄化槽に関する法規制は存在しないため、整備が必要となる（シナリオ3）。 汚泥汲み取り業者へのライセンス発行制度と規制面を強化する必要があり（→そのためには汚泥処理設備の整備が必要）。 	<ul style="list-style-type: none"> 腐敗槽関連の法規制はあるが、今後さらなる整備が必要。 浄化槽及び下水道に関する法規制は存在しないため、整備が必要。 	腐敗槽以外の法制度の整備がゼロから必要。腐敗槽の法制度はある程度存在するが強化が必要。
組織体制	<ul style="list-style-type: none"> PPCC には下水道設備が導入されていないため、下水道担当部署の設置、業務所掌の規定、人員配置が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> PPCC において、腐敗槽や浄化槽の関連業務を司る部署は設置されていないため、担当部署の設置、業務所掌の規定、人員配置が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> PPCC において、腐敗槽や浄化槽、下水道関連の業務を司る部署は設置されていないため、担当部署の設置、業務所掌の規定、人員配置が必要。 	いずれのケースも DPWT 内に担当部署を設置し、責任範囲を規定し、人員を配置する措置が必要。
財政	<ul style="list-style-type: none"> 下水道設備の維持管理費は、DPWT の負担となる。Tamok 処理区の維持管理費として年間 USD 611 万 6,000 	<ul style="list-style-type: none"> 腐敗槽の維持管理は建物の所有者の責任であるため（政令 235 号第 16 条より）、維持管理費も建物の所 	<ul style="list-style-type: none"> Reussey Keo 1 幹線区及び Reussey Keo 2 幹線区は下水道整備区域となるため、DPWT が維持管理費として年間 	維持管理費の負担者と負担の大きさ： <ul style="list-style-type: none"> ケース1：DPWT、負担大

⁸ Reussey Keo 1 幹線区と Reussey Keo 2 幹線区を一つの処理区として下水道を整備する場合の建設費

⁹ Sen Sok 幹線区において、300人槽の浄化槽を整備した場合の建設費

	ケース1: 集合型のみ(下水道) シナリオ1	ケース2: 分散型のみ(腐敗槽または浄化槽) シナリオ2と3	ケース3: 集合型と分散型(腐敗槽または浄化槽) の組合せ シナリオ4と5	総合判定・留意点
	<p>〈USD 12.7/(年・人)〉の予算を確保する必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> PPWSA から送付される水道料金の10% (計画額) は2015年と2016年はUSD 250万、2017年はUSD 200万であるため、Tamok 処理区の下水道設備の維持管理のためには、同処理区からの下水道料金の徴収金額を見直す必要がある。 	<p>有者が負担することになる。維持管理費(シナリオ2)は約USD 10/(年・戸)¹⁰。</p> <ul style="list-style-type: none"> 腐敗槽の1人当たりの年間維持管理費は、カンボジアの製造業の一般工の月額賃金がUSD 175、非製造業の一般職がUSD 346¹¹であることを考えると、負担できない額ではない(ただし貧困層には負担である)。 浄化槽(シナリオ3)の維持管理に関する規定は存在しないが、大規模浄化槽を整備する場合は、DPWWTの負担となることが想定され、年間の維持管理費USD 1,291万9,000(USD 26.8/(年・人))の予算手当てが必要。 浄化槽のみを導入する場合は、年間の維持管理費はケース1や3よりも高い。 	<p>USD 436万1,000(USD 13.8/(年・人))の予算を負担する必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> Sen Sok 幹線区を腐敗槽(シナリオ4)で整備した場合、維持管理費は建物の所有者が負担することになり、約USD 10/(年・戸)(約USD 35万¹²)の維持管理費が必要となる。ケース2と同様に、月額賃金の水準から考えると、負担できない額ではないといえる(ただし貧困層には負担である)。 Sen Sok 幹線区を浄化槽(シナリオ5)で整備した場合、維持管理費はDPWWTの負担となり、年間USD 445万4,000(USD 26.8/(年・人))の予算手当てが必要。 シナリオ5の場合、DPWWTが予算手当てする年間の維持管理費は、USD 881万5,000となり、ケース1と同様に、同処理区からの下水道料金の徴収金額を見直す必要がある。 	<p>ケース2:腐敗槽のみ(シナリオ2)の場合、建物の所有者で負担中程度の浄化槽のみ(シナリオ3)の場合、DPWWTの負担で、負担大。</p> <p>ケース3:下水道+腐敗槽(シナリオ4)は、維持管理者は異なり、下水道はDPWWTの負担で、負担は大、腐敗槽は建物所有者で負担は中程度。下水道+浄化槽(シナリオ5)は、DPWWTの負担で、負担大(USD 881万5,000)。</p>
技 術	<p>* 現時点では、PPCCには下水道設備が存在しないため、DPWWT内における担当部署の設置と人員配置後に、人材育成が必要。下水道設備の計画、設計、維持管理面の人材育成が必要。</p>	<p>** 技術面では、汚泥の汲み取り業者への教育が必要(生物処理のために汚泥をすべて汲み取らず種汚泥として残す等)。</p> <ul style="list-style-type: none"> 腐敗槽や浄化槽を維持管理するためには、建物の所有者が定期的に維持管理を行うよう啓発が必要。 	<p>** 左記に記載したように、下水道設備の維持管理については、DPWWTの担当部署(設置後)の人材育成が必要。腐敗槽と浄化槽については、汚泥汲み取り業者の技術的な指導と同時に、設備が適切に維持されるために建物の所有者への啓発が必要。</p>	<p>維持管理の責任者の技術: <ul style="list-style-type: none"> ケース1: DPWWTに配置された職員の育成が必要 ケース2: 汚泥汲み取り業者への訓練と建物所有者への啓発が必要 ケース3: ケース1と2について記載した事項への対応が必要 </p>

¹⁰ 腐敗槽の汚泥汲み取りは3~5年に1回必要となり、その費用はUSD 30~50程度とのことであるため、年間1戸当たりでUSD 10程度とした。

¹¹ 三菱東京UFJ銀行「アジア・オセアニア各国の賃金比較(2017年5月)」より。<http://www.bk.mufg.jp/report/insasean/AW20170515.pdf> (2017年7月アクセス)

¹² 腐敗槽の汚泥汲み取りに要する費用は、年間1戸当たりUSD 10とし、カンボジアの都市部における平均世帯人数が4.8人(カンボジア2013年中間年人口調査確報結果より)、Sen Sok 幹線区の人口が16万5,976人であることから算出。

第4章 集中型汚水処理に係る課題及び本邦技術活用可能性

4-1 生物処理システム

Tamok 地区における本邦技術の活用の可能性については、生物処理システムとして3技術を以下に示す。生物処理システム3技術については、それぞれの比較のために以下の視点に基づいて評価する。

① 電力事情

JICA の「カンボジア国電力セクター基礎情報収集・確認調査最終報告書（2012年）」によれば、カンボジアでは電力供給量の61.5%（2010年）をタイ、ベトナム、ラオスから輸入しており、電力料金は近隣諸国に比較して高い水準にある。そのため、下水処理場設備の電力使用量の削減による維持管理費コストの圧縮は重要な評価指標である。

② 放流水質

排水・下水管理に係る Sub-Decree #235 や水質汚濁防止に係る Sub-Decree #27 には各種排水の公共水域や下水道への排出基準は示されているが、公共下水道終末処理場の放流基準は明示されていない。しかし、今後 Sub-Decree の改定により、厳しい基準値が設定される可能性もある。そのため、採用する技術は将来にも対応可能なものが望ましい。

③ O&M の容易性

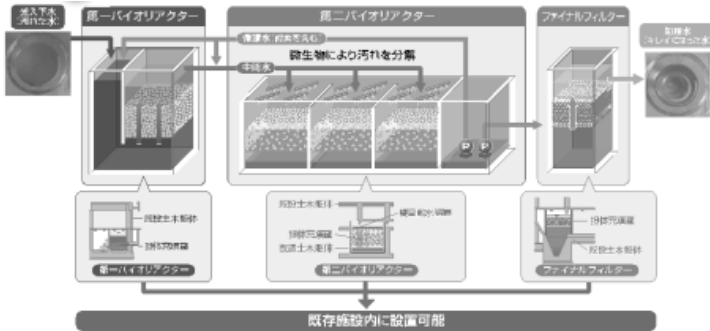
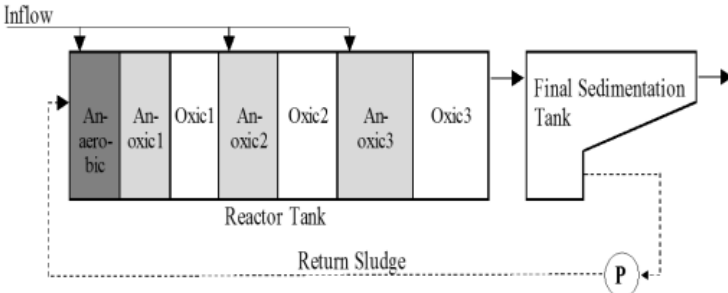
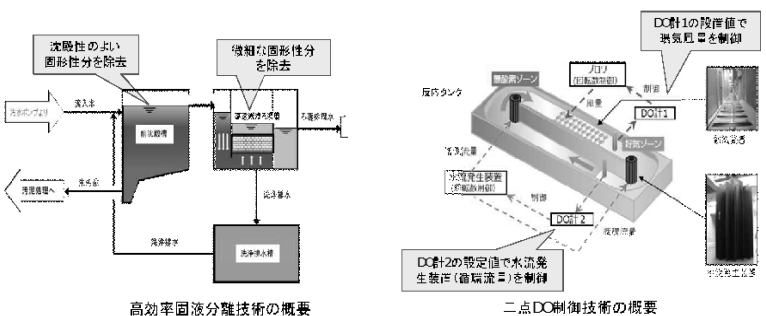
下水処理施設の運転・維持管理（Operation and Maintenance : O&M）が容易であることは、現場の職員数を抑制でき、また故障等の緊急時の対応が容易となるため重要な評価指標である。

④ 部品等の調達

本邦技術、製品の調達にあっては、カンボジアに適用システムのメーカーの支店や代理店が存在しない可能性がある。修理部品の入手が困難なことによるシステムの長期停止を防ぐため、現地企業による第三国調達を含めた調達先の確保が重要な評価指標となる。

三つの生物処理技術のなかで Tamok 処理区に適しているのは、低い消費電力量、O&M の容易性などから PTF 法となる。しかしながら、PTF 法では高い T-N、T-P の除去は期待できないため、将来的に T-N、T-P の放流基準が厳しくなり、下水の高度処理が必要になれば採用が困難になる可能性がある。高度処理が必要な場合は、ステップ流入多段硝化脱窒法や高効率固液分離技術+二点 DO 制御法などを併せて検討することになる。

表-31 本邦技術を活用した生物処理技術（システム）

システム構成概念図と概要・特徴	適用度の定性的評価			
	①	②	③	④
<p>【前ろ過散水ろ床法（PTF法）】</p>  <ul style="list-style-type: none"> 基本的に曝気が不要であり、消費電力量が小さい。 循環処理により T-N、T-P をある程度除去することが可能である。 ろ床洗浄の導入により、従来型散水ろ床で発生する臭気、ろ床ハエの問題を軽減できる。 従来用いられてきた技術・設備を組み合わせることでシステム化したものであり担体等一部の特殊部品を除き、部品の調達に問題はないと考えられる。 	◎	○	◎	○
<p>【ステップ流入式多段硝化脱窒法】</p>  <ul style="list-style-type: none"> 各段に下水を均等流入させ、固形物量を等しくし、有機物負荷と窒素負荷を均一化することで、T-N、T-P の除去が向上する。 設備点数は PTF 法よりも多く、送風設備が必要なため、消費電力量も多くなる。 循環ポンプが不要なため、一般的な硝化脱窒法施設に比較すれば消費電力量は軽減される。 スリランカの首都コッテで導入が計画されている。 	○	◎	○	△
<p>【高効率固液分離技術+二点 DO 制御技術】</p>  <ul style="list-style-type: none"> 高効率固液分離槽は、前沈殿槽、繊維ろ過槽等から構成され、従来の最初沈殿池に比して流入固形物を効率的に除去することが可能である。 二点 DO 制御では、送風量と循環水量を独立的に制御しながら好気ゾーンと無酸素ゾーンを適切に形成することで、省エネ及び安定した T-N 除去が可能である。 カンボジアを含めて海外での導入実績はまだない。 	○	◎	○	△

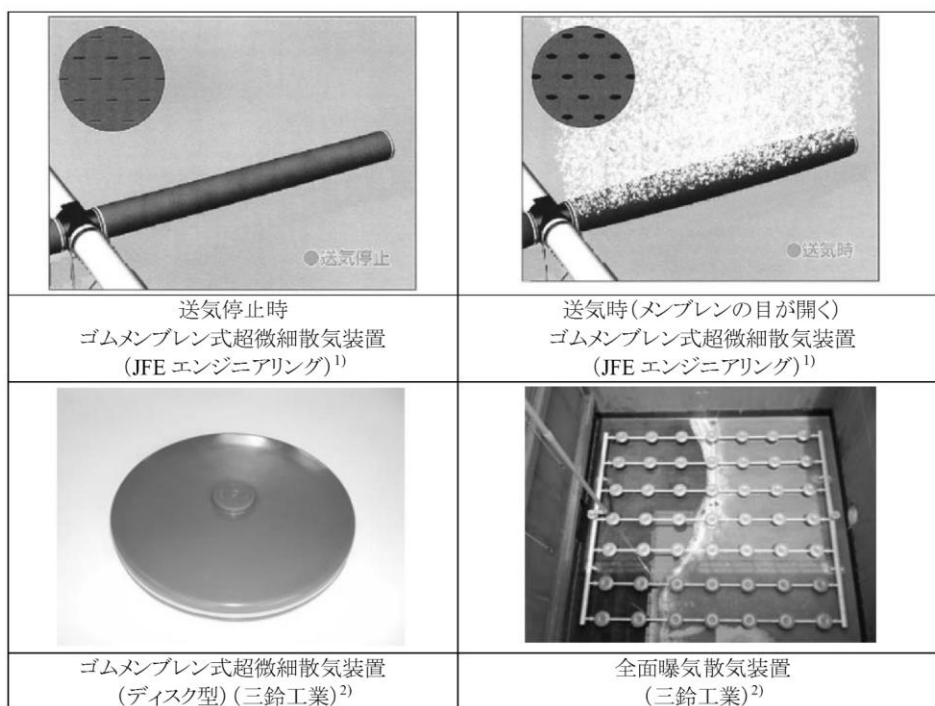
出所：調査団

4-2 水処理関連技術

水処理関連技術として超微細散気装置、紫外線消毒装置、スクリーブレス汚泥脱水機を以下に示す。

(1) 超微細散気装置

- 下水処理施設の反応タンク消費電力量は施設全体の 30～60%程度を占めており、そのほとんどは送風機の消費動力である。そこで、反応タンクの消費電力抑制のため、本邦技術である超微細散気装置により、超微細な空気を低圧力で生成することで、圧力損失を低減し消費電力を小さくできる。
- 上で記したステップ流入多段硝化脱窒法の反応槽に用いることで、消費電力削減に貢献できる。



出所：スリランカ共和国等を対象とした下水道事業の理解促進・本邦技術の普及方策に係る調査検討業務（国交省 2018 年 3 月）

図-23 超微細散気装置

(2) 紫外線消毒装置

- ランプから発生する紫外線を水中に放射させることで、細菌やウイルスを不活性化させる装置である。ランプの種類と形式によりさまざまな排水に適用でき、また、ランプを増減することでさまざまな規模の下水処理場に対応が可能である。特に LED を用いた本邦技術である消毒装置では、従来の製品に比べ消費電力量を大幅に削減することが可能である。
- 取り扱いが容易であり、設備が非常にコンパクトである。
- システムの信頼性が高い。
- 現在のところ、カンボジアでは河川や湖沼等の環境基準には大腸菌群数が含まれているが、下水放流水に対しては基準がないため、放流水の消毒は必ずしも必要ではない。しかしながら、

MOE が厳しい放流基準を設定する可能性もあるため、消毒設備の設置も検討すべきである。

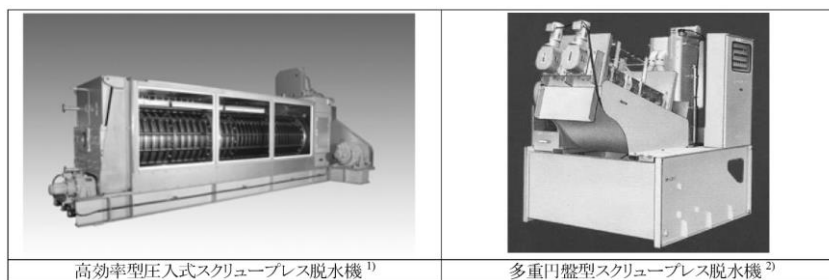


出所: スリランカ共和国等を対象とした下水道事業の理解促進・本邦技術の普及方策に係る調査検討業務 (国交省 2018 年 3 月)

図-24 紫外線消毒装置

(3) スクリュープレス汚泥脱水機

- ・スクリープレス脱水機は、濃縮部と脱水部が一体構造をなし、低濃度の汚泥も脱水することが可能である。
- ・装置がコンパクトなため、設置する建屋の建設費を削減することが可能。
- ・構造が単純で無人化ができ、点検、復旧も容易である。
- ・汚泥の濃縮を同時にできるため、濃縮工程にかかる費用を圧縮することができる。
- ・マレーシア等、海外での納入実績が多いため、部品等の調達は難しくない。



出所：スリランカ共和国等を対象とした下水道事業の理解促進・本邦技術の普及方策に係る調査検討業務（国交省 2018 年 3 月）

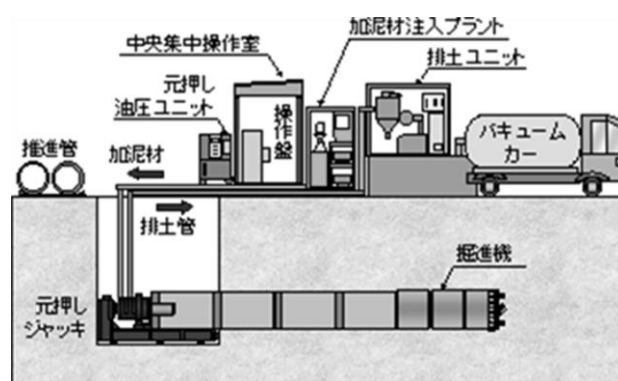
図-25 スクリュープレス汚泥脱水機

4-3 汚水収集・運送技術

汚水収集・運送技術として推進工法、圧力式・真空式下水道を以下に示す。

(1) 推進工法

- ・推進工法は、本邦における厳しい施工条件下で進化を遂げ、特に長距離・急曲線施工の条件下においてシールド工法に比して 30%程度工事費を圧縮することが可能である。
- ・交通量の多い道路下の枝線工事で用いる小口径推進工法は、その精密な掘進管理技術と測量精度により、100m 程度の推進が可能である。そのため、開削工法において課題となる交通への影響を抑えつつ、コストを同等レベルまで引き下げられる。
- ・既にベトナムのホーチミン市の下水道で採用されており、またインドネシアのジャカルタ市でも採用が予定されているため、部品等の調達は容易である。
- ・Tamok 処理区の Reussey Keo のように人口密集地域で管渠の布設に有効である。



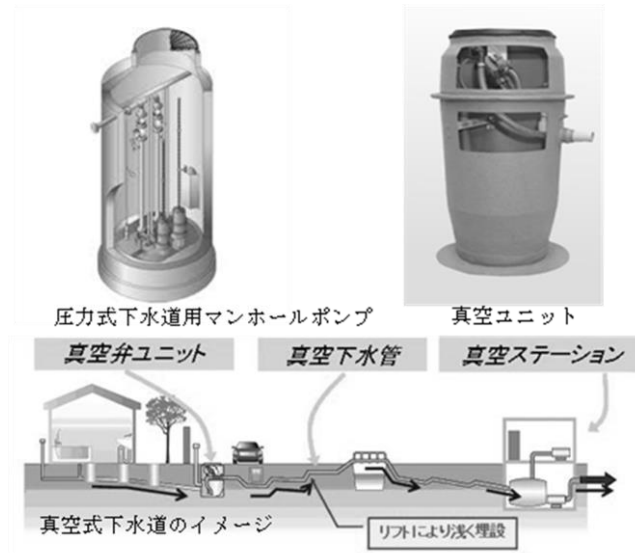
出所：機動建設工業 HP

図-26 推進工法

(2) 圧力式・真空式下水道

- ・局所的な窪地、全体に凹凸が多い地勢において、本邦企業が提供する圧力式下水道、真空式下水道の採用が有利になるケースがある。
- ・圧力式下水道に用いる本邦製のマンホールポンプは羽車の耐久性に富み、閉塞リスクが低い構

- 造となっているため、ライフ・サイクル・コスト（Life Cycle Cost : LCC）が低く抑えられる。
- ・真空式下水道で用いる本邦製の真空弁ユニットは、狭あいな敷地に設置が可能となるように、小型弁に格納できる構造となっている。



出所：上段左はクボタ HP、他は積水化学工業 HP

図-27 圧力式・真空式下水道

4-4 まとめ

上で示したすべての本邦技術に共通する特徴は、省エネルギーの追求、高い品質による故障の少なさ、O&Mの容易性等である。これらの特徴により、例えばO&Mに係る職員数を少なくでき、施設は自動運転が可能になり、また修繕費が低くなるため、たとえ初期投資が高くても、LCCでみれば低くなる。

第5章 分散污水处理に係る課題及び本邦技術活用可能性

5-1 浄化槽導入のニーズ

日本の浄化槽メーカーのカンボジアにおける浄化槽納入実績はないが、タイにおいて日本企業とタイ企業によって設立された合弁企業が、カンボジアの現地サプライヤを通じて、浄化槽タイプの製品を15年前よりホテル、レストラン、コンドミニアム及び病院等を対象として販売している。納入実績はカンボジア全土で100件程度となっており、浄化槽が導入されるニーズはあると判断される。

また、2017年12月に施行された排水管理及び污水处理システムに関する政令（Sub-Decree #235 on the Management of Drainage and Wastewater Treatment System）の第18～20条において、下水処理施設を有さない都市部の商業施設（第18条）、海、河川、湖等に面する、または水上（許可されたもの）における商業施設、観光地、リゾート等（第19条）、及び大規模集合住宅、大規模複合開発地区（第20条）には、発生する汚水を分散型污水处理施設（オンサイト污水处理施設）で処理し、一定の処理水質（表-8に示す公共水域への排出基準）を満足したうえで放流しなけなければならない。排出基準のうちBODは30mg/L未満であることとされ、腐敗槽による処理では達成できない基準であり、浄化槽等の適正かつ高度な処理施設の導入が必要となる。これを受けて、現地に進出している日系プラントメーカーにも、2018年より大規模不動産開発案件に関し、污水处理施設建設について現地企業より問い合わせがきている状況にあり、浄化槽導入の機会は今後増加していくものと考えられる。

本調査において、MPWTから浄化槽を活用したパイロットプロジェクトの実施について強い要請があった。これは、政令第235号は施行されたものの、それを満足するための技術基準がないためにパイロットプロジェクトを通じて性能の確認と技術基準の確立を行いたいとの意向によるものである。

5-2 浄化槽メーカーからのカンボジアへの進出意欲

一般社団法人浄化槽システム協会正会員企業のうち海外展開に積極的な浄化槽メーカー3社にインタビューを依頼し、2社よりその機会を得た。インタビュー結果を表-32に示す。いずれもカンボジアへの事業進出意欲は高いことが確認されたが、進出のための課題として、正当な競争の確保のための浄化槽型式認定制度、及び罰則規定を含むモニタリング（検査）制度が導入されること、現地販売網、維持管理のためのネットワーク構築等が挙げられた。

表-32 浄化槽メーカーインタビュー結果

	A社	B社
カンボジアにおける納入実績	なし。2015年にプノンペン某所に35人槽を無償供与し河川浄化を検討したが実現には至らず。その際は現地据付工事をPPCCが実施する計画であった。	なし。
カンボジアへの事業進出意欲・業務形態（現地法人設立、代理店網構築、工場設立等）	強くある。 販売及びメンテナンスが可能な現地パートナーが発掘できていないため、事業進出ができない。汚泥の汲み取りは現地の業者を活用。汚泥処理は自治体を実施することを期待。	強くある。 現時点で施工及び維持管理を実施できる体制がなく進出できない。欧米では現地法人を設立して事業を行っているが東南アジアは代理店網構築による事業展開を計画。

	A 社	B 社
カンボジア進出の条件・制約	<ul style="list-style-type: none"> ・認定制度の導入。認定制度がないと粗悪品が回り正当な競争が担保されない。 ・罰則規定を含む監視（検査）制度の導入。法的な拘束力がないと粗悪品が排除されない。 	現地販売網の構築
日本政府、ODA に期待する事項	小規模コミュニティでの面整備への浄化槽の適用の検討。浄化槽導入の効果発現が下水道のそれに比して極めて早いことを認識してほしい。	下水道が整備できない地域を大型浄化槽を用いた集合処理でカバーする事業を創出してほしい。 東南アジア諸国では小型浄化槽による個別処理ではなく、小規模集合処理が適していることを認識してほしい。
現地納入可能機種、サイズ	搬送可能な大きさは最大φ2.05m×10.7m。人槽が大きくなればこれを連結して使用。設置面積が大きくなるため最大は処理量 500～600m ³ /日程度が限界。 処理方式はBOD20mg/Lを達成できる担体流動方式が基本となる。	40ft コンテナに収納できるサイズであれば納入可能。日本で販売しているものよりも若干大型であるが維持管理が容易なものを販売する計画。
販売形態	現地パートナーが買い取る方式を採用。販売価格にはメーカーが代理店に提供する据付工事や維持管理に係る教育・指導料を上乗せする。	同左
生産国	製造は日本国内。現地に工場を有するには販売数が100～150基/月を確保する必要があり、これが見込まれない限り工場建設は考えられない。 浄化槽は販売価格に占める原材料費が高く人件費の占める割合が低い。そのため工場を開発途上国に建設しても製造コストカットにはあまり貢献しない。輸送費が安くなる利点はある。	すべて日本国内で生産。
現地における業務スコープ（据付工事、据付工事監督、維持管理業務、維持管理指導等）	現地パートナーを発掘し据付工事と維持管理業務を行わせる。浄化槽メーカーは据付工事監督、維持管理指導を行う。	期間は限られるが、据付工事監督、維持管理指導を直接行うことは可能。
他国での事業展開計画	中国、ベトナム、ミャンマーが有望な市場と認識。	米国、オーストラリア、ドイツは現地法人を設立して事業展開を行っている。アジアではベトナム、中国、ミャンマー、フィリピン等で販売を強化。

出所：浄化槽メーカーからのヒアリング結果

5-3 展開する浄化槽のサイズと販売ターゲット

Tamok 処理区のように人口密度が一定以上高い地域において、5人槽等の小型浄化槽を個別に設置することは経済的メリットがなく、300人槽等の大型浄化槽を用いて小規模集合処理を行うことは、下水道を整備するよりも経済的に有利になる場合があることは既に述べたとおりである。大型浄化槽を用いて下水道を整備する事業は日本においても「下水道クイックプロジェクト」として行われている（以下コラム1参照）。また、政令第235号にて定める商業施設、観光地、リゾート等、大規模集合住宅及び大規模複合開発地区等は、大型の浄化槽によって整備が可能であり、カンボジアで事業を展開するうえでは、大型の浄化槽の販売に注力することが一案と考えられる。大型浄化槽を中心とした事業展開の場合、浄化槽の設置基数は小型浄化槽よりも少なくなり集約的に維持管理を行うことができる。浄化槽の維持管理に必要な運転教育も行いやすいという利点もある。表-33に小型浄化槽と大型浄化槽それぞれによる事業展開の比較を示す。

表-33 小型浄化槽と大型浄化槽の事業展開比較

	小型浄化槽を中心とした事業展開	大型浄化槽を中心とした事業展開
浄化槽規模	5人槽、7人槽等	100～500人槽程度
設置方式	各戸設置	小規模集合処理
浄化槽の所有者	各家屋の所有者	開発業者、自治体等
設置する浄化槽の数 (同人口をカバーする場合)	多くなる	少なくて済む
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> 各所有者が維持管理を行う。 検査制度を導入しても、検査する浄化槽設置数が多いため、確認に多大な労力が必要となる 運転管理教育を多数に行う必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 開発業者、自治体等が維持管理を行う。 検査すべき浄化槽の数が小型浄化槽を設置する場合より少ない。 維持管理の被指導者が限定されるため運転管理教育が容易である。
1人当たりのコスト	都市部においては高くなる	一定以上の人口をカバーする場合、小型浄化槽よりも低い

出所：調査団

(コラム1) 下水道クイックプロジェクトー工場製作型極小規模処理施設ー

日本では、早急かつ効率的に下水道の未整備地域を解消するために、国土交通省は2006年度より「下水道未普及解消クイックプロジェクト」を発足させ、2009年度からは、新たな整備手法が未整備地域への普及対策のみならず、改築対策にも活用可能であることを踏まえて、制度の名称を「下水道クイックプロジェクト」に変更し、「人口減少下における下水道計画手法」「地域特性を踏まえた新たな整備手法の導入」「集落排水・浄化槽他の汚水処理施設との一層の連携強化」の三つの施策により、下水道未整備地域の解消を目指している。クイックプロジェクトの一つとして、大型浄化槽を活用した下水道整備が行われており、2013年3月に『下水道クイックプロジェクト技術利用ガイド(案)～工場製作型極小規模処理施設(接触酸化型)編～』が発行されている。このガイドラインによれば、工場で製作される浄化槽を適用し、下水処理施設と同等の処理水質を確保しつつ、従来工法(オキシデーションディッチ法)では約18カ月を要する建設工期を4.5カ月に短縮でき、また建設コストが49%削減できるとされる。なお1系列当たりの日最大処理能力は、社会実験の実績より110m³/日程度以下、汚水量原単位を200L/(人・日)とすれば、1系列当たり550人程度の処理規模となる。

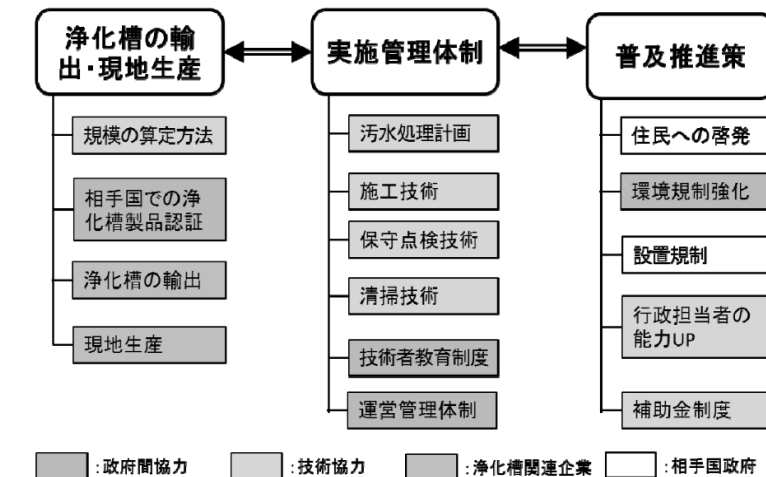


出所：下水道クイックプロジェクト・ウェブサイト
(<http://www.mlit.go.jp/crd/sewerage/mifukyu/index.htm>)

写真-9 クイックプロジェクトで設置された大型浄化槽(北海道苫前町)

5-4 浄化槽導入に係る課題

浄化槽による持続的な汚水処理には、設備の導入（ハード面）は当然だが、法制度、維持管理体制、住民啓発等のソフト面の整備が極めて重要であり、公益財団法人日本環境整備教育センターでは図-28のように浄化槽導入に係る課題を整理している。



出所：公益財団法人日本環境整備教育センター

図-28 浄化槽導入に係る課題の整理

5-4-1 法整備・制度設計

浄化槽メーカーからのヒアリングにおいて、正当な競争の確保のための認定制度及びモニタリング（検査）制度の導入が必要であるとの意見が聞かれた。日本では浄化槽法において浄化槽の設置、工事、維持管理、点検・検査について、関係機関の役割、浄化槽の型式認定、保守点検や設置に係る許認可等について定めている。カンボジアにおいても、日本の浄化槽法を参考に、浄化槽の型式認定、浄化槽の設置、管理に係る技術者資格制度等の導入が求められる。過去にミャンマーにおいて浄化槽の維持管理に係るプロジェクトが実施されたが、プロジェクトを通じて維持管理教育やガイドライン作成が行われた（以下コラム2参照）。この活動はカンボジアにおける事業展開を検討する際に参考となる先行事例である。

また、PPCCにおいては下水道整備が今後進むものと考えられるが、浄化槽による整備地域が下水道整備地域と費用負担の面で差が生じないような制度設計が求められる。図-29にそのイメージを示す。下水道料金は水道料金に上乗せされて徴収されることになるが、この費用が下水道整備地域のみを活用されることなく、浄化槽整備地域における浄化槽の維持管理や汚泥処理に必要な費用にも充当される仕組みづくりが必要である。このようにして確保された予算を活用すれば、浄化槽汚泥の定期的な汲み取りができるようになり、良好な処理性能の維持が可能となる。

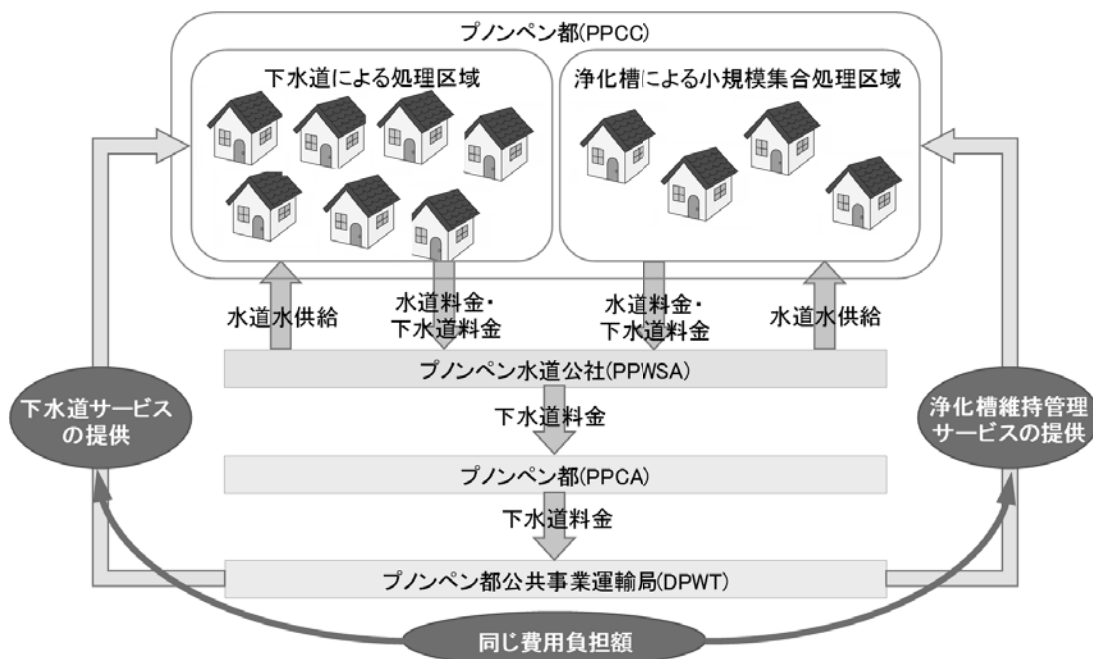
(コラム2) ミャンマーにおける浄化槽普及展開の例

ミャンマーでは、9階建て以上の高層建築物から排出される汚水は排水路に排出する前にBOD20mg/L未満、SS30mg/L未満に処理することが求められており、日本製の浄化槽が約250基導入されていた。JICA 中小企業海外展開支援事業にて実施された「ミャンマー国適正技術としての浄化槽を用いた水環境改善事業案件化調査(2015年)」において、浄化槽に係る法制度が存在せずまた設計基準の整備、浄化槽の維持管理能力向上、環境教育・住民啓発の要求が高いことが確認された。その後実施された「ミャンマー国適正技術としての浄化槽を用いた水環境改善のための普及・実証事業(2017年)」において三つの成果を期待して活動を行った。

表-34 ミャンマーにおける浄化槽を用いた水環境改善のための普及・実証事業の概要

成果	期待される成果	実績
成果1	浄化槽の適切な清掃/保守点検及び維持管理技術の移転を通じ、維持管理能力の向上が図られ、浄化槽の放流水質が改善される。	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ヤンゴン市内2カ所に計6基の浄化槽を設置 ✓ 約1年間、C/P職員に対し、保守点検、清掃、異常時対応、法定検査を指導した。現場での測定値に応じて各機器を操作し、浄化槽がその機能を十分に発揮できるような状態に調整できる技術が習得された。
成果2	浄化槽設置にあたっての容量の算定方法、適切な浄化槽の設置方法に係るガイドライン作成を通じ、浄化槽設置指導能力が向上する。	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 浄化槽ガイドライン一式(浄化槽ガイドライン、アウトソーシングガイドライン、帳票類)を作成 ✓ 浄化槽台帳とそれに基づく維持管理計画を策定するとともに、その運用方法について指導 ✓ 日本の浄化槽管理における行政の役割、民間の維持管理活動等の知識を習得してもらうことを目的に、C/P職員4名を対象に本邦研修を実施
成果3	浄化槽の維持管理の重要性が関係者に理解される。	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 浄化槽を普及促進するための市民啓発用教材を作成 ✓ 行政関係者に対して、本事業の取り組みが理解され、浄化槽が普及することを目的に、2回のセミナーを開催

出所：ミャンマー国適正技術としての浄化槽を用いた水環境改善のための普及・実証事業業務完了報告書(2017)



出所：調査団

図-29 汚水処理に係る平等な費用負担制度のイメージ

5-4-2 浄化槽価格

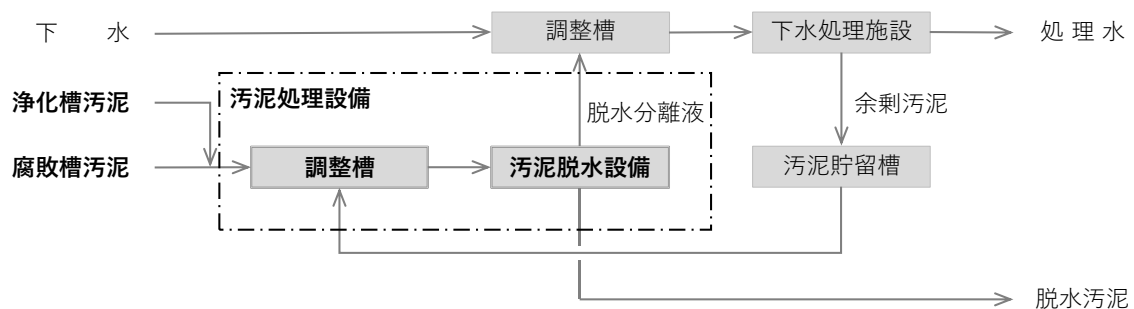
現地で販売されている浄化槽タイプの汚水処理施設の販売価格は、処理汚水量が 120m³/日の担体流動方式のタイプで USD 6 万 2,140 としており、同等の能力を有する日本の浄化槽メーカーの販売価格の 3 割程度となっている。浄化槽の普及のためには、性能による差別化のみならず、価格差をできる限り小さくすることが求められる。現地で販売されている浄化槽タイプの施設はタンク材質が PE 製であり、FRP 製よりも安価である。このように材質の見直し、現地調達、現地組み立て等によってコストダウンを検討することが重要である。

5-4-3 浄化槽汚泥処理

現在、PPCC には腐敗槽汚泥を適切に処理・処分できる施設が存在しない。そのため、汲み取られた腐敗槽汚泥の不法投棄が横行している状況にある。

嫌気的な環境において処理が行われる腐敗槽に対し、より良好な処理水を得るために浄化槽は好気的な処理が行われる。好気処理による汚泥発生量は嫌気処理のそれに比して多く、汚泥汲み取り頻度も腐敗槽では 3~5 年に 1 回程度が一般的とされているが浄化槽においては少なくとも 1 年に 1 回の清掃（汚泥の引き抜き）が必要となる。

そのため、浄化槽による普及促進のためには汚泥処理施設の整備が不可欠となり、この施設が存在しなければ汚泥の不法投棄に拍車がかかる懸念が生じる。M/P では専用の汚泥処理場（嫌気ラグーン方式）の建設が提案されているが、これに加え、日本の汚泥再生処理センター方式、下水処理場に汚泥脱水設備を設置し脱水分離液を下水処理場で処理する方式、汚泥脱水車を導入し現地で汚泥脱水をする方式等も考えられる。また本邦企業が有する技術・製品（JICA 中小企業海外展開支援事業「セブ市浄化槽汚泥の脱水装置の普及・実証事業」「バタム島における既設浄化槽汚泥処理施設向け前処理脱水技術導入事業案件化調査」等で適用された技術・製品を含む）を展開できる可能性がある。PPCC においては下水処理施設が整備されつつあることから、図-30 に示すように下水処理場に汚泥脱水設備を設置し脱水分離液を下水処理場で処理する方式の採用が現実的であり、採用する汚泥脱水設備として日本製の装置を選定することが望まれる。



出所：調査団

図-30 下水処理場に併設する汚泥脱水設備

5-4-4 現地代理店・販売店網、維持管理ネットワークの構築

独立行政法人日本貿易振興機構（Japan External Trade Organization : JETRO）によれば、カンボジアにおいては、外国人投資について制限を加えている分野はなく、一部の投資禁止事業以外であれ

ば、すべての業種で100%外資が可能であるとされる。しかし、現地に進出する際に現地のノウハウが不足している場合、有力な販売網をもち営業力のある現地企業と提携して販路を開拓する方が確実である。

現地企業が構築している既存のネットワークを活用し、事業展開を速やかに行うことができるが、事業の成果は現地企業のパフォーマンスに大きく依存するため、能力が高くかつ信頼できる企業と提携する必要がある。

カンボジアではタイ製の浄化槽タイプの汚水処理装置が一部販売されているが、現地販売店は住宅設備の商社である。カンボジアでは浄化槽について知られておらず、浄化槽販売に適した現地企業を探すことは容易ではないと想定されるが、政令第235号により汚水処理施設の設置が義務づけられた商業施設の建設や大規模不動産開発を行うゼネコンや不動産デベロッパー、あるいは空調や水回りを工事する設備メーカーや水処理プラントメーカー等が候補になるものと考えられる。

現地提携企業には、浄化槽の据付工事や維持管理に係る教育を施す必要がある。特に維持管理については、浄化槽の長らく安定した性能を維持するために極めて重要であり、現地での教育のほか、現地提携企業を日本に招へいし日本における維持管理の方法について熟知させる等、十分な対応が必要である。また維持管理の方法、モニタリング方法等については監督官庁の職員にも周知させることが重要である。

5-5 まとめ

既に浄化槽タイプの汚水処理装置が現地で販売されており、また政令第235号の施行により、浄化槽導入の機会は今後増加していくものと考えられる。浄化槽の普及促進のための戦略を表-35にまとめる。浄化槽の普及促進のためにJICAからの支援も重要である。

また、技術協力プロジェクトや中小企業海外展開支援事業等を通じてJICAに求める支援を表-36に示す。汚泥処理施設については、浄化槽整備を考慮せずとも、腐敗槽汚泥の不法投棄が喫緊の問題であるため対応を急ぐ必要がある。

表-35 浄化槽普及促進のための4P（浄化槽メーカーによる活動）

4P	内 容
Product（製品・商品）	大型浄化槽を中心に販売展開。小規模集合処理をターゲットとする。
Price（価格）	現地に既に進出している企業をベンチマークとし、FRP製タンクをPE製タンクに変更したり、現地化するなどして、できる限りコストダウンを実施。
Promotion（プロモーション）	商業施設、大規模不動産開発地域等、政令第235号18条～20条の適用を受ける施設、地域を対象に営業展開。パイロットプロジェクトを実施し、浄化槽の性能を認知、監督官庁にも周知させる（JICA中小企業海外展開支援事業等を活用）。
Place（流通）	現地代理店・販売店、維持管理会社のネットワークを形成。 ゼネコン、不動産デベロッパー、設備メーカー、水処理プラントメーカー等が対象。

出所：調査団

表-36 浄化槽の普及促進のためにJICAに求める支援

項 目	求める支援内容
法整備・制度設計	浄化槽型式認定制度の導入 技術者資格制度の導入 モニタリング（検査）制度の導入 浄化槽維持管理の費用回収制度設計 維持管理ガイドラインの作成 等

項 目	求める支援内容
啓発活動等	JICA 中小企業海外展開支援事業等を活用したパイロットプロジェクトの実施 住民啓発、監督機関職員のキャパシティ・ディベロップメント
汚泥処理	汚泥処理施設の整備（下水処理施設への併設を無償資金協力や円借款の事業にて整備）

出所：調査団

第6章 総括

本調査においては、PPCCにおける汚水処理の現状を調査し、課題を整理した。腐敗槽の普及率を正しく示すデータは存在せず、また腐敗槽が設置されていてもトイレ排水のみが処理されていた。設置されている腐敗槽は政令が定める容量よりも小型のものが設置され、これらのことから現状のシステムにおける汚水の処理はほとんど期待できないものと考えられた。また腐敗槽汚泥を適正に処理・処分できる施設は存在せず、腐敗槽汚泥は不法に投棄されていた。法整備及び住民啓発も十分ではないことが確認された。

M/Pで設定されたPPCC北部のTamok処理区を対象に、同M/Pで定められた数値を用いて、Tamok処理区における集合型処理と分散型処理の包括的導入を検討した。Tamok処理区を三つの幹線区に区分し、それぞれの幹線区においてPTF法による下水道整備、個別浄化槽による整備及び大型浄化槽による小規模集合処理について経済的観点から考察した。その結果、M/Pで定められた条件下では、各幹線区を独立させず一つの処理区としてTamok処理区を下水道で整備することが経済的に有利であること、5人槽等の小型浄化槽を戸別に設置することに経済的合理性はないこと、及び処理区を小さく分けて汚水処理整備を行う場合には大型の浄化槽による小規模集合処理が有利であることが確認された。また集合型処理と分散型処理の処理方式選定のフローチャート(案)を示し考え方を提示した。ただし提示した選定フローチャート(案)は、実際の検討を通じて対象人口や人口密度等の設定値の精度を今後高めていく必要がある。

汚水処理における集合型処理と分散型処理の包括的導入について、集合型処理のみで整備する場合、分散型処理のみで整備する場合、及び集合型処理と分散型処理を組み合わせる場合の三つのケースについて有効性、効率性及び持続性の観点から評価し以下の結論を得た。

〈有効性〉

水質改善及び衛生面・住環境の改善について評価し、集合型処理と分散型処理を組み合わせた汚水処理整備が、それぞれを並行して整備することによって事業期間を短縮でき、早期の水質改善効果が期待できる。このことから集合型処理と分散型処理を組み合わせた汚水処理整備が最も有効性が高いと判断された。

〈効率性〉

下水道の整備に要する費用は分散型処理による整備よりも高額になる一方、分散型処理で整備する場合は事業期間が長期間にわたる。集合型処理と分散型処理を組み合わせ、それぞれを並行して事業を進めることにより事業期間が短縮され、また事業費も集合型のみで整備する場合よりも安価となる。この点から、集合型処理と分散型処理を組み合わせた汚水処理整備の効率性がやや高いと判断された。

〈持続性〉

現時点では、腐敗槽の整備についての法・組織体制の整備が不十分であり、浄化槽や下水道管理についてはそれらが全くない状況にある。財政面では、財源の確保はもちろんのこと、下水道を整備した場合及び大型の浄化槽を整備した場合の維持管理費はそれぞれの利用者間で料金

徴収制度やサービス等に不公平感が生じない制度整備が必要である。技術面では、いずれも職員の指導・訓練や住民啓発が必要である。以上より持続性の確保はいずれのケースにおいても今後の取り組みしだいであり、持続性を確保するための支援が重要であるといえる。

さらに、集合型汚水処理及び分散型汚水処理に係る課題及び本邦技術の活用可能性について整理した。分散型汚水処理技術として浄化槽を普及させるためには、大型の浄化槽の販売に注力することが提案された。また、現地販売の際のコストダウンの必要性、パイロットプロジェクト実施による浄化槽の認知向上、対象となり得る現地代理店・販売店、維持管理会社についても言及した。また、JICAに求める支援として、浄化槽型式認定制度、技術者資格制度、モニタリング（検査）制度、浄化槽維持管理の費用回収制度、維持管理ガイドラインの作成等の制度設計、住民啓発、監督機関職員のキャパシティ・ディベロップメント、JICA 中小企業海外展開支援事業等を活用したパイロットプロジェクトの実施、汚泥処理施設の整備が必要であると考えられた。

2017年7月に策定された「環境インフラ海外展開基本戦略」の分野別方針として浄化槽に関して「集合型処理と個別（分散型）処理のそれぞれの長所を生かしたバランスのとれた包括的な汚水処理サービスを提案し、東南アジア地域などにおける公衆衛生及び水環境の保全のため、中堅・中小企業も含めて浄化槽の海外展開を支援する」と述べられて、わが国のインフラ輸出の観点からも、集合型処理と分散型処理の包括的な導入及びそれに係る本邦技術の海外展開が求められている。また本調査を通じて、カンボジア側からの浄化槽に対する期待が大きいことも確認された。今後、集合型処理と分散型処理を適切に組み合わせ、経済的かつ早期に汚水処理整備が行われることを期待する。

付 属 資 料

1. 都道府県構造策定マニュアルに基づく集合型と分散型処理の経済性比較
2. 協議議事録

1. 都道府県構造策定マニュアルに基づく集合型と分散型処理の経済性比較

都道府県構造策定マニュアルに基づく集合型と分散型処理の経済性比較

国土交通省、農林水産省及び環境省が2014年1月に作成した「持続的な汚水処理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル」のⅢ資料編に、統一的な経済比較のできるマニュアル作成の考え方として、浄化槽及び下水処理施設のそれぞれの建設費及び維持管理費の算定式が示されている。それぞれの算定式を表-1に示す。

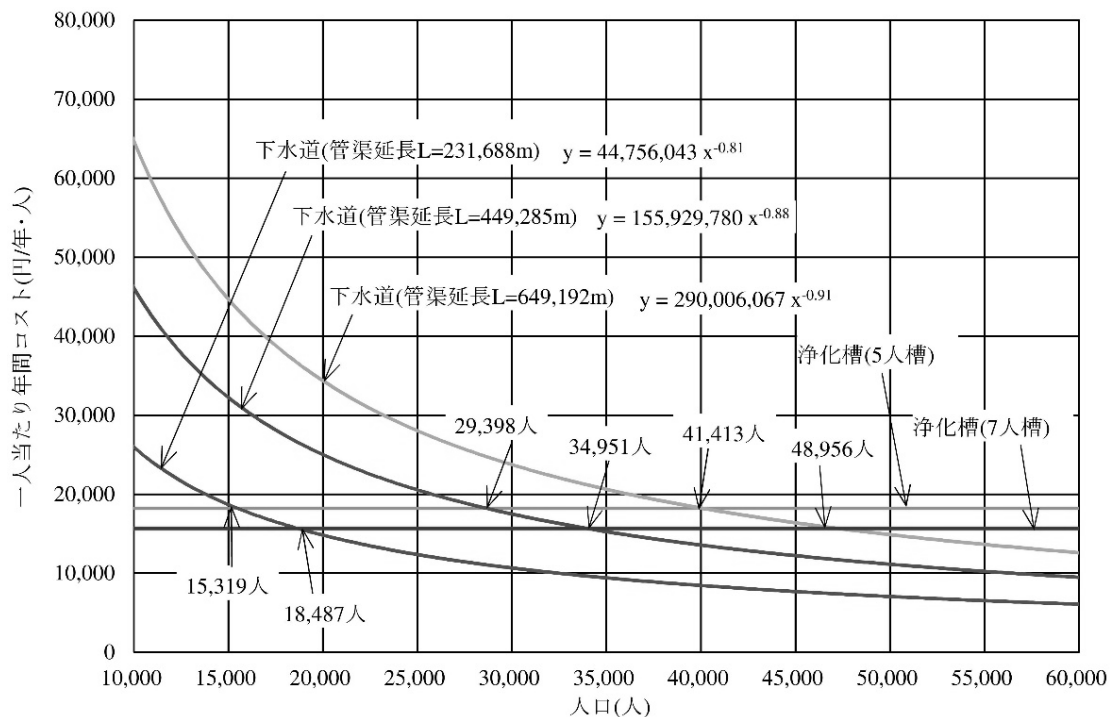
表-1 浄化槽及び下水処理施設の建設費及び維持管理費算定式

	BOD除去型合併処理浄化槽	下水処理施設
建設費	5人槽：83.7万円 7人槽：104.3万円 ○本体費用55% ○付属機器設備類費用5% ○設置工事費用40%	【処理場】 $C_T = 1468 \times Q^{0.49}$ C_T ：処理場建設費（万円） Q ：日最大汚水量（ m^3 /日） ○管理棟、沈砂池ポンプ、反応槽、最終沈殿池、塩素混和池、汚泥濃縮設備等 【管渠】 $C_P = 6.3 \times L$ C_P ：管渠建設費（万円） L ：管渠延長（m）
維持管理費	5人槽：6.5万円/（基・年） 7人槽：7.7万円/（基・年） ○保守点検費用（薬品代を含む） ○清掃費用（汚泥濃縮を行う場合も含む） ○法定検査費用 ○電気代 ○機器交換費用（ブロワ等）	【処理場】 $M_{ST} = 16.6 \times Q^{0.66}$ M_{ST} ：処理場維持管理費（万円/年） Q ：日最大汚水量（ m^3 /日） ○運転費（人件費を含む）、薬品代、電気代等 【管渠】 60円/（m・年） （内訳）清掃費14円/（m・年） 調査費16円/（m・年） 補修費30円/（m・年）

出所：国土交通省、農林水産省、環境省『持続的な汚水処理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル』（2014年1月）、Ⅲ資料編のデータによる

この算定式を用い、集合型処理及び分散型処理のそれぞれの場合の人口と1人当たりの年間コストの関係を図-1に示す。集合型処理においては Reussey Keo 1 幹線区、Reussey Keo 2 幹線区及び Sen Sok 幹線区の管渠延長を用い、また施設の耐用年数は下水処理場33年、管渠72年、浄化槽32年と設定した。この結果、最も管渠延長が長い64万9,192kmの場合（Sen Sok 幹線区）、集合型処理のコストが分散型処理を下回る人口は、浄化槽が5人槽の場合で4万1,413人、7人槽の場合で4万8,956人と求められた。これは Sen Sok 幹線区の計画人口16万5,976人に対して大幅に少ない人口であり、この基準を用いても Tamok 処理区は集合型処理に適した地区であるという結論になる。

表-2に、各幹線区における浄化槽と下水道の経済性が等しくなる人口密度を求めた結果を示す。



出所：調査団作成作成、国土交通省、農林水産省、環境省『持続的な汚水処理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル』（2014年1月）、Ⅲ資料編のデータによる

図－1 日本の都道府県構想策定マニュアルに基づく集合型と分散型処理の経済性比較

表－2 下水道と浄化槽の経済性が等しくなる人口密度

	人口密度(人/ha)	
	7人槽	5人槽
Reussey Keo 2 幹線区	17.9	14.8
Reussey Keo 1 幹線区	17.3	14.6
Sen Sok 幹線区	16.5	13.9

出所：調査団

2. 協議議事録

協議議事録

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査 公共事業運輸省（DPWT）との情報交換及び協議
日時	2018年5月16日（水）8:30～10:30
場所	DPWT 事務所 2F 会議室
出席者	<p>【DPWT】 Mr. Chou Kimtry,, Deputy Director Mr. Moeung Sophan,, Advisor to DPWT Mr. Dourng Chansarath, Chief of Drainage and Sewerage Division (DSD) Mr. Men Sokhem, Vice Chief of Drainage Office</p> <p>【JICA】カンボジア事務所 Project Formulation Advisor 西川真史</p> <p>【調査団（コンサル）】林潔彦、竹田久人</p>
配布資料	<ul style="list-style-type: none"> ・ PowerPoint 資料（Survey on Basic Data Collection on Improvement of Water Environment through Comprehensive Provision of On-Site and Off-Site Domestic Wastewater Treatment in Phnom Penh） ・ 環境省浄化槽パンフレット（英文版） ・ 浄化槽メーカーカタログ3社分（英文版）
討議内容	<p>(JICA) 会議冒頭あいさつ</p> <p>(コンサル) PowerPoint 資料に基づき調査概要、現在得られている情報の確認、及び浄化槽の特徴について説明。</p> <p>(DPWT) プノンペンにおける民間デベロッパーによる開発のスピードが早く、プレゼンテーションで示されたとおり 2014 年時点と現在は大きく状況が変わってきている。2035 年には Cheung Aek 処理区の人口は 100 万人、Tamok 処理区の人口は 50 万人となる想定であり、Tamok 処理区を含むプノンペン北部は現在よりさらに開発されていくと見込まれる。プノンペン西側は都心から遠く、また水源も近くにないため民間デベロッパーによる開発が進んでいない。プノンペン南部及び北部の開発は活発であり、所轄の部局もコントロールできていないのが実情。特に北部の開発が活発である。</p> <p>(DPWT) 腐敗槽汚泥管理は重要であると認識している。</p> <p>(DPWT) Cheung Aek 処理区については無償資金協力による整備を要求して調査が開始されるが、北部についても Tamok 湖周辺の水質汚染の問題があるので早期の整備が望まれる。整備に要する時間が重要である。</p> <p>(DPWT) パイロットプロジェクトとして学校やコミュニティ等に浄化槽を設置し、処理機能の確認をすることを技プロのメニューとして取り入れてほしい。腐敗槽は、雨水浸入によってあふれたり廃棄物によって閉塞したり等のトラブルがある。</p> <p>(コンサル) 腐敗槽の販売業者を訪問したが、Sub-Decree #86 で定める最低容量より小さな腐敗槽が数多く販売されていることを確認した。</p> <p>(DPWT) 腐敗槽は、必要容量より小さいものが設置されている。材質も良くないので、技プロで腐敗槽設置及び維持管理に係るガイドラインを整備し改善していきたい。</p>

- (コンサル) DPWT より提出された要請書には“Preparation of guidelines for sewage management based on on-site and off-site treatment”との記述があるが、何を要求されているのか。
- (DPWT) 下水道整備に係るガイドライン作成については、官民パートナーシップ (PPP) が現実的に検討できる Policy Guide を含めてほしい。10年ほど前にマレーシア、イスラエルの民間企業が投資を検討したが、Policy Guide がなくあきらめた経緯がある。昨年 Sub-Decree #235 が整備され、料金徴収が可能な下地はできている。Tamok 処理区を下水道で整備するのであれば料金徴収も含めて検討してほしい。
- (DPWT) 汚泥処理に関しては、公共事業運輸省 (MPWT)、DPWT ではなく、プノンペン都 (PPCC) の Waste Management Division (WMD) が所管であると思われるのでそちらに問い合わせること。腐敗槽汚泥は糞便性大腸菌が含まれ有害廃棄物として取り扱われ、Sub-Decree #113 ではカバーしていないのではないかと。環境局 (DOE)、環境省 (MOE) にも問い合わせた方がよい。
- (DPWT) 汚泥の処理と肥料化等の有効利用について検討してほしい。
- (コンサル) し尿汚泥由来のコンポスト化は一部の国では肥料のユーザーに受け入れられないが、カンボジアで受け入れられるものか。
- (DPWT) 既に有機廃棄物からのコンポスト化は行われており使用されている。市民への教育、啓発を行えば普及は難しくない。

以 上

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査の現地打合せ（プノンペン都庁：PPCA）
日時	2018年5月16日（水）14:30～16:00
場所	プノンペン都庁会議室
目的	プノンペン都庁における腐敗槽及び腐敗槽汚泥管理に関するデータと情報収集
出席者	<p>【カンボジア側】 Mr. Suy Serith, Deputy Governor of Phnom Penh Capital Hall Mr. Seng Kum, Deputy Governor of Po Senchey District Mr. Chea Kim Sor, Deputy Governor of Dangkor District Mr. Huot Leap Piseth, Deputy Governor of Prek Pnov District Mr. Mao Kolmardi, Director of Waste Management & Environment Mr. Khuon Dara, Deputy Director of Environment Mr. Chou Kimtry, Deputy Director of DPWT Mr. Yos Vanna, Deputy Director of VRSS Mr. Hok Kim Eeng, Deputy Director of BAU Mr. Lim Vichet, Deputy Director of Administration Mr. Nuon Samnavuth Deputy Director of Waste Management & Environment Mr. Dy Puthiroth, Chief of Water Quality Management Office MOE Mr. Chea Anuchith, Chief of Water Conservation Office Mr. So Phara, Chief of Waste Management Mr. Kheang Vannak, Chief of International Cooperation Office Mr. Leng Nida, Vice Chief of Construction & Development Office</p> <p>【JICA】カンボジア事務所 Project Formulation Advisor 西川真史 【調査団（コンサル）】林潔彦、竹田久人</p>
配布資料	<ul style="list-style-type: none"> ・調査概要及び浄化槽に関する説明資料 ・浄化槽パンフレット（3社）
討議内容	<p>（副知事）JICAの協力へのお礼</p> <p>（JICA）5月から6月末までに①プノンペン下水道整備計画のミッション、②プノンペン都下水道能力向上プロジェクトに係る調査、③オンサイトとオフサイト処理包括的導入に関するデータ収集調査の3件の調査が入る。本会議は③の調査に係るもので、コンサルタントがこれから3週間にわたりオンサイト、オフサイト処理に関するデータと情報の収集にあたる。</p> <p>（コンサル）説明資料に沿って、調査概要の説明と浄化槽の紹介</p> <p>（副知事）質問票に関してはまだ検討できていない。</p> <p>（JICA）質問票に関しては後日に検討することにして、本日は腐敗槽やその汚泥の管理に関する議論を行いたい。</p> <p>（コンサル）腐敗槽とその汚泥の管理がどのようになっているか。</p> <p>（PPCA）腐敗槽については以下のとおりである。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 腐敗槽は基本的に建物の所有者が管理するものである。 ② 建物を新築する場合、建物の所有者は設置場所や設置図面を添付した申請書をPPCAの土地管理局に提出する。 ③ PPCAは建物の所有者から提出された申請書がSub-Decree #133に示された設置基準に適合しているかどうか確認する。

	<p>④ 建物の所有者は腐敗槽の材質や形状を納入業者と相談をして決め、設置工事を行う。</p> <p>⑤ PPCA 土地管理局は設置工事期間中に現場で施工状況をチェックする。</p> <p>⑥ 供用開始後、小規模の腐敗槽は建物の所有者が業者に汚泥の引き抜きを委託し、大規模の腐敗槽では DPWT が建物の所有者から料金をもらって業者に引き抜きを委託する。</p> <p>⑦ 汚泥の引き抜きと処分は民間業者が行っている。業者は登録とライセンス取得が必要であるが、実際にはライセンスを取得せずに違法に収集業務を行っている業者が存在する。</p> <p>(DPWT) 腐敗槽汚泥の管理はどの機関が所管するのか明確になっていない。明確にする必要がある。なお PPCC の一般廃棄物の収集業務はコンセッション契約で CINTRI という企業が実施している。</p> <p>(コンサル) 市場では Sub-Decree に示された基準よりも小さい腐敗槽が売られているがなぜか。</p> <p>(PPCA) 小さいものを並列につないで基準を満たすようにしている。</p> <p>(JICA) 今回の調査で収集したデータや情報は調査終了前に PPCA と再度会議をもって、そのなかで共有するようにする。</p> <p>(副知事) PPCA の各局が調査に協力する。質問票は国際協力局が JICA を通じて回答する。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>
--	---

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査の現地打合せ
日時	2018年5月17日(木) 9:00~10:00
場所	JICA カンボジア事務所 7F 会議室
目的	カンボジアにおける生活排水処理事業に係る情報交換
出席者	【Metawater Co., Ltd.】 Mr. Shigeru Mizutani, Chief Representative (MWC) 【JICA】 カンボジア事務所 Project Formulation Adviser 西川真史 【調査団(コンサル)】 竹田久人
配布資料	・現地説明資料(調査団作成)
討議内容	<p>(JICA) 開会あいさつ、趣旨説明</p> <p>(コンサル) 調査概要説明</p> <p>(MWC) プノンペン北部で浄化槽の普及は考えにくい。下水道整備エリアと認識している。プノンペン西側なら可能性があるかもしれない。浄化槽のような高性能な施設が必要なのか。腐敗槽を適切に整備し、汚泥をしっかりと管理するだけでも水環境改善に大きく貢献するのではないか。</p> <p>(コンサル) カンボジアではどの市場をねらっているのか。</p> <p>(MWC) 水道及び公共下水道である。民間工場排水処理等はやらない。</p> <p>(コンサル) 競合状況はどうか。どのような企業が活発に活動しているのか。</p> <p>(MWC) まだ水道を整備している段階で下水道はこれからの事業となる。プノンペン下水、バタンバンのアジア開発銀行(ADB) 下水をねらっている。日系では神鋼環境ソリューションと水 ing が活動している。日本の ODA に関連しない事業はやらない方針。バタンバン ADB 下水も日本の資金によるものである。</p> <p>(コンサル) カンボジアで事業を行ううえで障害や難しさは何か。改善してほしい点はあるか。</p> <p>(MWC) 現在、JICA では日本の技術を導入するように働きかけてもらっているので今後もよろしく願いたい。</p> <p>(コンサル) カンボジアにおける下水処理、排水処理施設の建設実績はないということではないか。</p> <p>(MWC) 現時点で実績はない。下水道は ODA 事業以外取り組まない。カンボジアの事業環境については、当社はベトナムを拠点としているため、当社よりも現地に駐在員を置いている神鋼環境ソリューションの方が詳しい。前ろ過散水ろ床法(PTF) のライセンスを水道機工、月島機械、神鋼環境ソリューションに供与しており、普及をめざしている。現時点で当社は現地パートナー企業はない。ホーチミンにパートナーがいるが、カンボジアに現地法人を設立したいとの意向があり注目している。</p> <p>(コンサル) DPWT より技プロ案件形成の際に PPP の検討を含むように言われた。PPP での事業は可能か。</p> <p>(MWC) 下水で PPP は難しい。経済性が成り立たない。</p> <p>(JICA) PPP の検討は Ministry of Economy and Finance が言っている。</p> <p>(コンサル) カンボジアで分散型排水処理のプロジェクトについて何か情報を得ているか。</p> <p>(MWC) 聞いたことがない。MPWT に問い合わせることを勧める。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査に係る打合せ（環境省環境保全部）
日時	2018年5月17日（木）9:00～10:20
場所	環境省（MOE）環境保全部執務室内
目的	「プノンペン都下水道整備プロジェクト」の調査団が実施する打合せに同行して、水質モニタリングデータ等の共通する情報の収集を図った。
出席者	<p>【MOE 環境保全部】 Pak Sokharavuth, Deputy General Director Chea Nara, Deputy Director</p> <p>【日本側】 ㈱建設技研インターナショナル 都市インフラ部 部長代理 下河内仁 （プノンペン都下水道整備プロジェクト 総括） ㈱建設技研インターナショナル 防災部 部長代理 松下剛 （プノンペン都下水道プロジェクト 団員）</p> <p>【調査団（コンサル）】 林潔彦</p>
配布資料	なし
討議内容	<p>以下は本調査に係る討議部分</p> <p>（コンサル） 下水汚泥は有害廃棄物の扱いとなっているのか。</p> <p>（MOE） カンボジアでは下水の経験がないため今後検討する。工場からの汚泥は有害廃棄物であり、工場は委託により民間企業が所有する処分地に輸送して処分している。この処分地は規模が小さく、下水汚泥を受け入れることはできない。</p> <p>（コンサル） 環境省が実施している9地点の水質モニタリングデータは入手できるか。</p> <p>（MOE） 水質モニタリングは MOE 水質管理部が所管しているので、そちらで聞いてほしい。</p> <p>（コンサル） 5月18日に本調査チームと MOE 水質管理部との打合せが行われる予定であり、そこでデータの提供を依頼する。</p> <p>（コンサル） 腐敗槽汚泥の管理に MOE は関与しているか。</p> <p>（MOE） 関与していない。DPWT、PPCA と MOE で検討する必要があると考えている。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査の現地打合せ (PPCA WMD)
日時	2018年5月17日(金) 16:00~17:30
場所	プノンペン都庁舎 7F 会議室
目的	質問表の内容説明と情報収集
出席者	<p>【PPCA Waste Management and Environmental Division】</p> <p>Mr. Mao Kulmardi, Director</p> <p>Mr. Nuon Samnavuth, Deputy Director</p> <p>Mr. Mam Sothy, Deputy Chief of Waste Management Office</p> <p>Mr. In Usana, Deputy Chief of Waste Management Office</p> <p>【調査団 (コンサル)】 林潔彦、竹田久人</p>
配布資料	・ 質問票
討議内容	<p>(PPCA) 腐敗槽管理の窓口は国土整備・都市計画・建設局 (DLMUPC) になる。腐敗槽設置の際に DLMUPC が図面を確認している。設置後、環境問題が出れば DOE が担当する。WMD では関与していない。Sub-Decree #113 は MOE が所轄である。</p> <p>(PPCA) 以前は腐敗槽汚泥管理は DPWT が監督していた。現在は公共施設からの汚泥の汲み取りは DPWT が自ら実施しているが、一般家庭は民間業者が実施している。Sub-Decree #113 で定める許認可は与えていない。</p> <p>(コンサル) 5/16 の会議では、民間を含めビルはすべて DPWT で実施しているとのことであったが、どちらが正しいのか。</p> <p>(PPCA) 公共施設は下水も腐敗槽汚泥も DPWT の管轄、民間のビルは腐敗槽汚泥のみが DPWT であると思うが、確信がもてないので DPWT に直接聞くこと。</p> <p>(コンサル) 了解した。</p> <p>(PPCA) 2010 年に内務省 (Ministry of Interior) が PPCC の組織構造と役割を定めた。腐敗槽汚泥の管理も WMD に属しているが、実際には腐敗槽汚泥の管理は何もしていない。DPWT との役割分担が明確でなく、仮に PPCA が管理するとしても、腐敗槽汚泥を適正に処分する場所がない。以前はラグーンがあったが、今は処分する場所がなく、このような状況において民間業者にライセンスを与えることができない。またラグーンは処理方式として適正ではなく、腐敗槽汚泥処理に係る技術的な支援がほしい。</p> <p>(コンサル) 現在の Khan と Sangkat を示す地図がほしい。Sangkat の数に変更はないか。各 Sangkat の人口、家屋数、腐敗槽設置状況について知りたい。</p> <p>(PPCA) 2014 年まで Sangkat は 96 だったが、現在は 105 となっている。Khan の数は 12 で変更なし。地図については管轄が都市計画部となるので国際関係部 (International Relation Dept.) を通じて問い合わせること。各 Sangkat の人口、家屋数は国際協力部を通じてデータを提供する。腐敗槽の設置状況については DPWT 及び DLMUPC に確認すること。腐敗槽はし尿のみならず生活雑排水も流入するのが普通と認識している。腐敗槽は直列に接続される三つの室から成り、し尿は第 1 室に流入するが、生活雑排水は第 3 室に流入させている。構造はれんが積みによるものが多く、樹脂製のタンクは見たことがない。</p> <p>(PPCA) 汚泥の汲み取りを実施している業者については DPWT が把握していると思われる</p>

	<p>るので、DPWTに問い合わせること。</p> <p>(PPCA) PPCAの組織図はマスタープラン(M/P)記載のものに、International Relation Deptが追加となっている。WMD内の組織に変更はない。</p> <p>(PPCA) スタッフのトレーニングは人事部が管轄。人事部に問い合わせること。下水道に係るトレーニングはDPWT、廃棄物管理に係るトレーニングは実施していない。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>
--	--

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査の現地打合せ (MPWT)
日時	2018年5月18日(金) 8:00~9:00
場所	MPWT
目的	本調査の目的と浄化槽の概要説明及び調査に必要な情報収集
出席者	<p>【MPWT】 Mr. Heng Rathpiseth, Director General of Public Works (途中で退席) Mr. Chao Sopheak Phibal, Director, Sewerage Management & Construction Dept. Mr. Lun Heng, Technical Officer Ms. Lao Kimly, Official</p> <p>【JICA】カンボジア事務所 Project Formulation Advisor 西川真史、Ms. Ma Sopheavin 【調査団(コンサル)】林潔彦、竹田久人</p>
配布資料	<ul style="list-style-type: none"> ・現地説明資料(調査団作成) ・浄化槽パンフレット(3社)
討議内容	<p>(JICA) 下水道に関する JICA の取り組み状況の説明</p> <p>(MPWT) Tamok 地区は湖の汚染の問題がある。本件調査にて執務スペースの供与は必要か。</p> <p>(JICA) 不要である。技プロ開始時には供与について相談したい。</p> <p>(MPWT) プロジェクトはいつ開始するか。</p> <p>(JICA) 現時点でははっきりしないが、今年中をめざしたい。しかし多くの調整が必要。</p> <p>(MPWT) プノンペンの2カ所で小規模コミュニティの処理の事業化調査(F/S)を実施している。グローバルグリーン成長研究所(GGGI)が分散型汚水処理システム(DEWATS)を推薦しているが、方式は今後検討。DEWATS+wetland、機械的処理、化学的処理等あり、候補として浄化槽も検討できる。</p> <p>(MPWT) 下水道のガイドライン、法整備を技プロにてぜひ実施してほしい。浄化槽でカバーできる人口はどの程度か。</p> <p>(コンサル) 最小5人槽、大きいものであれば1万人程度のコミュニティとなる。</p> <p>(MPWT) スバイリエン州のバベットでプロジェクトがある。韓国経済協力基金(EDCF)はタクマウでの管渠整備、ポンプ場及び下水処理場建設のプロジェクトにUSD 7,000万をコミットした。タクマウでの下水処理方式は、今後コンサルタントが選定されたあとに決定され、現時点では未定。インド、韓国、中国等の民間からのプロジェクトの提案もある。</p> <p>(JICA) 今回の調査で民間企業の活動も調査する。腐敗槽のサプライヤ、マーケットサーベイに参画されるか。5/28、5/29 午前あたりで計画している。また現地調査で Tamok 処理区に5/24、5/25に行く計画だが同行されるか。</p> <p>(MPWT) いずれも同行する。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査の現地打合せ (MOE)
日時	2018年5月18日(金) 10:30~11:30
場所	MOE 水質管理部
目的	本調査と浄化槽の概要説明及び調査に必要な情報収集
出席者	<p>【MOE 水質管理部】 Mr. Chandath Him, Deputy Director Mr. Bun Sikheth, Chief Officer Mr. Hout Sqrodeth, Officer</p> <p>【日本側】 JICA カンボジア事務所 Project Formulation Advisor 西川真史、Ms. Ma Sopheavin (株)建設技研インターナショナル 都市インフラ部 部長代理 下河内仁 (プノンペン都下水道プロジェクト)</p> <p>【調査団 (コンサル)】 林潔彦、竹田久人</p>
配布資料	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現地説明資料 (調査団作成) ・ 浄化槽パンフレット (3社)
討議内容	<p>(JICA) 下水道に関する JICA の取り組み状況の説明</p> <p>(MOE) Director がクロチェにおける水質汚染の問題で不在としているので本日は欠席している。</p> <p>(JICA) クロチェはどのような状況なのか。JICA の環境影響評価 (EIA) チームが支援できると思われるので情報共有をお願いしたい。</p> <p>(コンサル) 調査概要と浄化槽説明</p> <p>(MOE) 下水道計画中の Cheung Aek 地区でもオンサイトを導入する予定か。</p> <p>(コンサル) すべてオフサイト (下水道) の計画になっている。</p> <p>(MOE) 浄化槽の設置費用 (本体価格)、耐用年数、運転・維持管理 (O&M) 費用及び汚泥除去頻度はどのようになっているか。</p> <p>(コンサル) 本体価格は最低規模 (5人槽) で USD 3,000、大きいものは手元に資料がないのでのちほど送付する。耐用年数は 30 年以上である。運転維持管理費用については電力が 5人槽で 35W と低いが必要となる。しかしサプライヤとはソーラー発電の利用による費用削減を検討する必要性を相談している。汚泥の汲み取り頻度は 1年に1回必要である。</p> <p>(MOE) 浄化槽の設置費用はどの程度か。</p> <p>(コンサル) 工場で生産し現地工事期間は腐敗槽の設置より大幅に短いため、設置費用は腐敗槽より安い。</p> <p>(MOE) 既存の腐敗槽が存在する場合には、それを撤去して浄化槽を設置するのか。</p> <p>(コンサル) お見込みのとおり。</p> <p>(MOE) カンボジアでは汚泥の汲み取りに関して法令が整備されていないが、日本ではどうなっているのか。</p> <p>(コンサル) 日本では浄化槽法によって設置時や毎年の検査等の規制がある。</p> <p>(MOE) JICA で浄化槽を導入する計画はないのか。実際に導入して法的整備も含めて支援してほしい</p> <p>(JICA) 現在のところ計画はないが、本調査などを通して検討していく。</p> <p>(コンサル) 水質データについては月別の集計が必要である。腐敗槽処理水の分析データは</p>

	<p>あるか。</p> <p>(M O E) 用意する。他の質問事項についても回答する。腐敗槽処理水の分析データは存在しない。</p> <p>(J I C A) インド、中国、韓国が行っている下水道調査について MOE は関与していないのか。</p> <p>(M O E) それぞれ F/S の段階であり関与はしていない。</p> <p>(コンサル) MOE でバイオガスプロジェクトを実施しているという情報を得たが腐敗槽汚泥を処理の対象としているのか。</p> <p>(M O E) MOE 内の Climate Change Dept. が担当と思われるので、のちほど窓口を案内する。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>
備 考	<p>MOE 内で活動している国連開発計画 (UNDP) の Cambodia Climate Change Alliance を紹介頂いた。UNDP に確認したところ所管は農業省であり、別途電子メールにて担当窓口の情報の送付を依頼した。</p>

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査の現地打合せ（GGGI）
日時	2018年5月18日（金）14:00～15:00
場所	GGGI 会議室（MOE 内）
目的	GGGI のカンボジア国内におけるオンサイト、オフサイト下水処理に関する活動についての情報収集
出席者	<p>【GGGI】 Ms. Unur Ulaankhuu, Senior Program Officer Mr. Khan Chantharo, Program Officer Mr. Jerome Fakhry</p> <p>【JICA】 カンボジア事務所 Project Formulation Adviser 西川真史、Ms. Ma Sopheavin</p> <p>【調査団（コンサル）】 林潔彦、竹田久人</p>
配布資料	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現地説明資料（調査団作成） ・ 浄化槽パンフレット（3社）
討議内容	<p>（JICA） 下水道に関する JICA の取り組み状況の説明 （コンサル） 本調査の概要と浄化槽の説明</p> <p>（GGGI） GGGI では DEWATS（非集合型下水処理）の都市化されない地域への展開を図っており、プノンペンとシェムリアップの2カ所でプロジェクトを形成している。シェムリアップでは90%の家屋が腐敗槽を有し、民間企業7社が腐敗槽汚泥を汲み取っているが、それを受け入れる処理場が小さいため腐敗槽汚泥処理施設を計画している。シェムリアップでは ADB と協調している。2週間以内にコンサルタント選定を開始し、今年末には設計図面を完成させる計画。汚泥汲み取り料として1回 USD 30 としているが、PPP による持続的なビジネスモデルの構築が必要で、また市民への教育が必要である。</p> <p>（GGGI） シェムリアップでは 8,000m³/日の下水処理場が ADB によって建設され、世界銀行が幹線に接続する活動を行っている。シェムリアップは他のカンボジアの都市と状況が異なっている。汚泥は乾燥床での乾燥処理のみである。</p> <p>（JICA） シェムリアップのプロジェクトの C/P はどこか。</p> <p>（GGGI） MPWT とシェムリアップ市（Local Government）。MPWT がメインとなる。</p> <p>（JICA） 市民への教育はどのようにしているのか。</p> <p>（GGGI） MPWT がプログラムを有している。MPWT で資料（Brochure）を作成している。</p> <p>（GGGI） プノンペンでは南部と北部の2カ所を対象に DEWATS の導入に係る F/S を実施した。</p> <p>（コンサル） 場所はどこで、計画は進行中か。</p> <p>（GGGI） 南部は Dangkor、北部は Khan Russey Keo である。だれが汚泥の汲み取りをするのか、支払いをどうするのか、プロジェクトの費用負担先等整理することが多く残っている。現在韓国国際協力団（KOICA）と協議を行っている。</p> <p>（コンサル） カンボジア農業省が主導で進めている National Biodigester Programme に GGGI は関与しているのか。</p> <p>（GGGI） GGGI は関与していない。</p> <p>（GGGI） 浄化槽のコスト、寿命はどの程度か。また汲み取った汚泥の再処理はどのようにするのか。</p> <p>（コンサル） 5人槽で USD 3,000 程度、寿命は30年以上である。汲み取った汚泥は日本では</p>

	<p>脱水し、脱水分離液を生物処理にて処理している。窒素除去まで行う例が多い。 (GGGI) 浄化槽を導入する場合、汚泥処理費用負担はどのようにするのか (コンサル) フィリピンでの成功例として水道料金に上乗せしたり、固定資産税に上乗せして徴収する例もある。汚泥の汲み取りの際に料金を払えと言っても払われないため、事前に徴収する仕組みが必要であると考え。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>
備 考	<p>5月18日(金)夕方に、GGGIよりコンサルあてに質問票への回答とGGGIの以下のレポートの送付があった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Phnom Penh Green City Strategic Plan 2017 - 2026 ・ Improvement Action Plan for Wastewater Treatment in Peri-Urban Areas of Phnom Penh (IAPWT) -draft short summary-

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査の現地打合せ (DPWT)
日時	2018年5月21日(月) 9:00~10:30
場所	DPWT 2F Director 室
出席者	<p>【DPWT】 Mr. Sam Piseth, Director Mr. Chou Kimtry, Deputy Director Mr. Moeung Sophan, Advisor to DPWT Mr. Dourng Chansarath, Chief of Drainage and Sewerage Division (DSD) Mr. Men Sokhem, Vice Chief of Drainage Office</p> <p>【調査団 (コンサル)】 林潔彦、竹田久人</p>
配布資料	なし
討議内容	<p>(コンサル) 現在、DPWT がかかわっているオンサイト、オフサイトのプロジェクトは JICA 案件の他にあるか？</p> <p>(DPWT) ほかにはない。</p> <p>(コンサル) 現在、カンボジアには下水道法がないが、Sub-Decree #235 が昨年発効された。この Sub-Decree だけでは事業を管理できないのか。</p> <p>(DPWT) 下水道法や基準はぜひとも必要である。協力をお願いしたい。</p> <p>(コンサル) 下水処理場が稼働すると O&M は下水道料金で賄うことになるが、どのようにして収集するのか？</p> <p>(DPWT) 現在は水道料金の 10% が上乗せされており、集金したプノンペン水道公社 (PPWSA) から PPCA に渡されている。その 10% は排水路の清掃などに用いられている。下水処理場が稼働すると O&M 費用が必要となるため下水道料金を値上げする必要がある。しかし住民は反対するはずである。そのため下水道の啓発活動が重要であり、日本の協力をお願いしたい。</p> <p>(コンサル) フランス援助庁 (AFD) の情報によれば PPWSA は水道事業の成功に続いて下水道事業にも進出するように書いてあったが本当か。</p> <p>(DPWT) そのような事実はない。</p> <p>(コンサル) ポンプ場のメンテナンスは十分に実施できているのか。</p> <p>(DPWT) 重故障は民間委託で、軽故障は直営で対応している。PPCA の予算によるポンプのリハビリが予定されており、DPWT が計画・設計をコンサルティングする予定である。</p> <p>(コンサル) GGGI がプノンペンの北部及び南部の 2 カ所に DEWATS を建設する予定と聞いているが、DPWT は関与しているのか。</p> <p>(DPWT) MPWT が関係しているが、DPWT は関与していない。建設予定地も定まっていない。このプロジェクトについては、O&M 費用をだれが払うのか明確でなく、国の補助も受けられないため、事業として成り立たず、実現は難しいと考える。</p> <p>(コンサル) 下水道に工場排水を受け入れる計画であるが、どのように考えるか。</p> <p>(DPWT) Cheung Aek 下水処理場で受け入れるのは工場の生活系排水のみである。工場の生産ラインから発生する排水は BOD を 80mg/L 以下まで低減させ公共用水域に放流されている。技プロでは工場排水処理がどのようになっているのか確認しモニタリングできるようなプログラムの実施も検討してほしい。現状、工場排水処理施設の設計はどの機関によってもチェックされていない。そもそも法律</p>

	<p>がない。Sub-Decree #235 に追加が必要なら技プロにて改善提案を行ってほしい。</p> <p>(コンサル) 無償資金協力によって下水処理場が建設される際は、どの組織が監理するのか。</p> <p>(DPWT) DPWT が監理する。今は存在しないが、DPWT 内に専門の組織を設立する予定である。</p> <p>(コンサル) 下水道料金を水道料金の 10% 上乗せより上げられなければ、下水処理場の運営が経済的に破綻する。またどのように料金を徴収するのか。</p> <p>(DPWT) まだ中央政府と話ができていないが、これは PPCC 初のプロジェクトである。技プロのなかで検討していくので協力してほしい。</p> <p>(コンサル) 腐敗槽の設置や排泥に DPWT は関与するのか。</p> <p>(DPWT) 設置には関与しない。</p> <p>(コンサル) DPWT が公共施設の建物の腐敗槽汚泥の汲み取りを担当しているという情報がある。</p> <p>(DPWT) 小規模腐敗槽の排泥は、家主が業者に委託して実施しており、大型腐敗槽では DPWT が関与することもあるが、DPWT よりも民間に委託する方が費用が安いのでほとんどは民間が実施しているのが実情である。</p> <p>(コンサル) DPWT 排水・下水課の組織内に Vacuum Track Team があるが、ここでは排泥を行っていないのか。</p> <p>(DPWT) Vacuum Track Team は排水路の清掃が主な業務である。</p> <p>(コンサル) Sub-Decree #113 では排泥を生業にするためにはライセンス取得が必要となっているが、どのような状況か。</p> <p>(DPWT) Sub-Decree #113 には、どの機関からライセンスを取得するのか明確に書いておらず、所管部署が不明確である。業者がライセンスなしで操業しているのは、汚泥の処分先がないことからライセンスの出しようがないことも関係している。下水処理場に腐敗槽汚泥が投入できる施設の建設も検討してほしい。</p> <p>(コンサル) 腐敗槽の構造、材質、対象排水はどのようになっているか。</p> <p>(DPWT) れんが積みが一般的であり、ポリエチレン (PE) 製のものは普及していない。腐敗槽は家屋の下に設けられているケースも少なくなく、腐敗槽汚泥汲み取りの際には臭気が家中に充満する。生活雑排水は腐敗槽に流入せず直接排出されている場合がほとんどである。</p> <p>(コンサル) 腐敗槽が 3 室構造になっており、し尿は第 1 室、生活雑排水は第 3 室に接続されていると PPCA より聞いた。</p> <p>(DPWT) そのような家屋もあるが、高級な住宅の場合であり一般的なものは直接排出されている。われわれの自宅も生活雑排水は直接排出されている。</p> <p>(コンサル) 腐敗槽汚泥の汲み取り業者を紹介してほしい。汲み取り現場に立ち会い、実際の腐敗槽構造と腐敗槽汚泥の汲み取り作業を確認させてほしい。</p> <p>(DPWT) 手配する。</p> <p>(コンサル) 現在、DPWT には多くの契約職員がいるようであるが、現場作業員として雇っているのか？ 雇用はどこかの派遣会社に委託しているのか。</p> <p>(DPWT) 現場作業員として雇っている。雇用は個人ベースで行っている。</p> <p>(コンサル) 民間の下水処理場については DPWT が管理しているのか。</p> <p>(DPWT) 建設時には PPCA の建設局が許認可でかかわるが、O&M では MOE が放流基準</p>
--	--

	を順守しているかどうかチェックするだけで、DPWTは関与しない。
--	----------------------------------

以 上

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査の現地打合せ（プノンペン都・都市総務局：PPCA BAU）
日時	2018年5月21日（月）15:00～16:30
場所	PPCA 5F Director 室
出席者	【PPCA】 Mr. Hok Kim Eang, Deputy Director, of BAU (Bureau des Affaires Urbaines) Mr. Thai Srun, Vice Chief, Development Management and Construction Office 【調査団（コンサル）】 林潔彦、竹田久人
配布資料	なし
討議内容	<p>（コンサル） BAU の組織について教示願いたい。</p> <p>（PPCA） Bureau des Affaires Urbaines であり英語の略名ではない。都市総務局であり、プノンペン都の Urbanization Division のなかにつくられた組織である。</p> <p>（コンサル） 腐敗槽の設置の際に、許認可業務は DLMUPC が所轄と認識しているが、BAU の役割は何か。</p> <p>（PPCA） DLMUPC が申請を受領し承認後に BAU に送られダブルチェックを行い、その後都知事に提出している。指導は DLMUPC が実施し、BAU から指示を行うことはない。</p> <p>（コンサル） 実際に申請された腐敗槽の図面を見せてほしい。</p> <p>（PPCA） 承知した。（2種類の申請図面を示し）、腐敗槽について説明。</p> <p>（コンサル） Sub-Decree #86 では申請図面に最低2断面を掲載することが定められているが、この図面には1断面しか記載がない。また液位が不明であり腐敗槽の容量が規定を満たしているのかどうか確認できない。</p> <p>（PPCA） 承知している。下水道が整備されていない地域はこれに浸透槽が追加される。</p> <p>（コンサル） 家の床下に設置されている例が多いと聞いている。</p> <p>（PPCA） そのとおりである。</p> <p>（コンサル）（M/P のコンクリート配管が縦に埋設してある写真を指差し）このような構造のものをカンボジアでは腐敗槽と呼んでいるのか。</p> <p>（PPCA） これは腐敗槽ではない。</p> <p>（コンサル） PE製の球型のタンクが腐敗槽として申請が可能か。</p> <p>（PPCA） 可能である。韓国、タイ、マレーシア等で使用された実績があり、2～3年前からカンボジアにも導入されている。</p> <p>（コンサル） どの程度普及しているか。</p> <p>（PPCA） 全体の申請の10～20%程度と認識している。建設コストは現地でもれんが積みで建設するより同等もしくは安価であり、設置が容易であることから、今後増加していくものと考えている。</p> <p>（コンサル） 2014年以降に新たに区分けされた Sangkat の境界が分かる地図と最新の土地利用図を提供してほしい。</p> <p>（PPCA） 新たな Sangkat の境界を示した図面は提供する。土地利用図については DLMUPC に問い合わせること。</p> <p>（コンサル） 開発計画はないのか。</p> <p>（PPCA） フランスが実施し2009年に発行した“Phnom Penh, Croissance Et Transformation”がある。ただしフランス語とクメール語版しかない。</p>

以上

備 考	入手書類 ・ 腐敗槽の図面 2 種（一般家庭用及びガソリンスタンド設置用）のコピー ・ Sangkat の境界を示した地図のコピー ・ Phnom Penh, Croissance Et Transformation (2009)
-----	--

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査の現地打合せ (AFD)
日時	2018年5月22日(火) 16:00~17:00
場所	AFDカンボジア事務所
出席者	【AFD】 Mr. Borin Pin, Project Officer 【調査団(コンサル)】 林潔彦、竹田久人
配布資料	・現地説明資料(調査団作成) ・浄化槽パンフレット(3社)
討議内容	<p>(A F D) ADB他と協調し水・衛生セクターにおいて複数のプロジェクトを計画しているが、プノンペンでは過去に住民啓発に係る調査を3カ月程度実施したのみ。プノンペン以外でMPWTをC/Pとしている。</p> <p>(A F D) AFDではGrantは行っていない。F/Sは行うが、施設建設はローンになる。</p> <p>(A F D) 今までは衛生セクターではあまり活発に活動してこなかったが、今年より四つのプロジェクトをシェムリアップ、バタンバン、シアヌークビル及びコンポンチャムの4カ所でそれぞれ展開する。それに加え、組織改善に係るプロジェクト及びカンボジア工科大学(Institute of Technology of Cambodia : ITC)の強化を含め六つのプロジェクトを行う。予算は総額USD 1億2,000万で、ADBがUSD 5,100万、EU Fund (Grant) がUSD 477万、日本のJF-JCM(二国間クレジット制度日本基金)よりUSD 1,000万が拠出される。四つのプロジェクトの概要は以下のとおり。シアヌークビル以外、計画年次は2040年としている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・シェムリアップ 過去にADBが実施し、不具合のある設備の更新及び分析設備のアップグレード ・バタンバン 1万1,600m³/日までラグーンシステムの処理規模を拡張する。各戸接続はプロジェクト範囲に含まれ、EU Fundで実施する計画である。また、トラックや重機の調達を含む。 ・シアヌークビル 7,000m³/日の季節のラグーンシステムを2万500m³/日まで拡張する。こちらにもEU Grantで8,000戸の接続を含む。同様にトラック及び重機を調達 ・コンポンチャム 下水道整備は行わず、腐敗槽汚泥の処理施設を建設する。施設規模は2,400m³。処理方式はラグーンシステム。腐敗槽汚泥収集用トラックや重機の調達は含むが、腐敗槽の改善はプロジェクト範囲に含まない。住民啓発とキャパシティ・ビルディングは含まれる。プロジェクトの予算はUSD 44万である。 <p>(コンサル) 浄化槽の紹介。機会があれば検討してほしい。</p> <p>(A F D) 了解した。プノンペンの下水処理施設の規模及び建設時期はいつごろか。</p> <p>(コンサル) パイロット施設という位置づけであるため施設規模は5,000m³/日のみである。本年は準備調査、来年入札となるため、施設完成は少なくとも5年後となる。パイロット施設の結果をみて、施設はローンを活用して拡張される計画である。</p> <p>(コンサル) 質問票の回答をお願いしたい。</p>

	(A F D) 質問票の回答は速やかにメールにて送付する。
--	-------------------------------

以 上

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査の打合せ（国土整備・都市計画・建設省：MLMUPC）
日時	2018年5月23日（火）9:00～10:30
場所	MLMUPC 207 会議室
目的	「The Preparatory Survey on the Project for Sewerage System Development in the Phnom Penh Capital City」に対する JICA ミッションチームの来カンボジアに合わせて、同調査と本調査とが合同で、MLMUPC において調査の概要説明と情報収集を行った。
出席者	<p>【カンボジア側】 Mr. Chea Phalry, Deputy General Director, General Department of Construction MLMUPC（あいさつのみ） Mr. Pen Sophal, Secretary of State MLMUPC Mr. Lim Iv, DDG of MLMUPC</p> <p>【日本側】 [JICA ミッションチーム] JICA 地球環境部環境管理グループ 課長 伊藤民平、柏村正允 [JICA カンボジア事務所] Project Formulation Advisor 西川真史、Mr. Say Bora、Ms. Ma Sopheavin [本調査団（コンサル）] 竹田久人、林潔彦 （株）建設技研インターナショナル 都市インフラ部 部長代理 下河内仁 （株）日本工営 流域水管理事業部 上下水道部 課長補佐 花房政英</p>
配布資料	・ 調査概要説明資料
討議内容	<p>（JICA） JICA は 2014 から 2016 年に PPCC の下水道 M/P を作成した。その M/P に対して、カンボジア側は無償による下水処理場の建設と能力向上プロジェクトについて要請を行い、JICA はその要請に応じてプロジェクトを開始している。</p> <p>以下は本情報収集・確認調査に関する討議部分</p> <p>（コンサル） Sub-Decree #86 で家屋に設置が義務づけられている腐敗槽について、標準的な材質は何か。</p> <p>（MLMUPC） 現場打ちのコンクリートが標準である。</p> <p>（コンサル） プラスチック製の腐敗槽についてはどのような状況か。</p> <p>（MLMUPC） プラスチック製腐敗槽の設置は許可しており、最近増加している。特に MLMUPC として推奨しているわけではないが、設置が容易なため増えている。</p> <p>（コンサル） 腐敗槽が家屋の真下に設置されている場合があるが、このような設置については許可しているのか。</p> <p>（MLMUPC） 土地が狭く、ほかに設置場所がない場合は家屋の下でも許可している。</p> <p>（コンサル） 腐敗槽には生活雑排水の流入はないということによいか。</p> <p>（MLMUPC） し尿系、生活雑排水系の 2 種類の排水管を設置するよう指導している。</p> <p>（コンサル） 3 室構造の腐敗槽が標準という情報を PPCA より得ているが、最終室で生活雑排水を流入させているとのことである。</p> <p>（MLMUPC） 生活雑排水系とし尿系の二つに分けるように指導しているが、それが一般的となっている。</p> <p>（コンサル） DLMUPC が腐敗槽が正しく設置されているかどうかをチェックする組織と考えるが、MLMUPC ではどのように指導しているのか。</p>

	<p>(MLMUPC) 申請図面のおり設置されているかどうか現場で検査している。MOE も水質を確認している。</p> <p>(コンサル) MOE では現状では腐敗槽の水質は分析していないことを MOE へのヒアリングにて確認している。</p> <p>(MLMUPC) Sub-Decree #235 にて規定しているのだが。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>
--	---

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査の現地打合せ
日時	2018年5月23日(木) 11:50～12:50
場所	PPCC内
目的	カンボジアにおける生活排水処理事業に係る情報交換
出席者	<p>【KES】 Mr. Susumu Ono, General Manager, Phnom Penh Branch Office, Kobelco Eco-Solutions Co., Ltd. (KES)</p> <p>【JICA】 カンボジア事務所 Project Formulation Adviser 西川真史</p> <p>【調査団(コンサル)】 林潔彦、竹田久人</p>
配布資料	・現地説明資料(調査団作成)
討議内容	<p>(コンサル) 調査概要説明</p> <p>(コンサル) カンボジアではどの市場をねらっているのか。</p> <p>(K E S) 現在は水道。バタンバン等、今後は公共下水道にも営業展開する。</p> <p>(コンサル) カンボジアにおける下水処理、排水処理施設の建設実績はないということでしょうか。</p> <p>(K E S) 現時点で実績はない。</p> <p>(J I C A) 浄化槽の問合せがあったと聞いている。</p> <p>(K E S) 大規模なマンション開発で、排水処理の導入の問合せがある。現地スタッフのトレーニングを兼ねて浄化槽を含めいろいろと情報収集をさせて事業化の可能性を検討したい。</p> <p>(コンサル) どの機関がマンションに排水処理設備の設置を指導しているのか。</p> <p>(K E S) 民間のデベロッパーからの話しか聞いていなので現時点では分からない。まだ検討も開始していない。</p> <p>(コンサル) 浄化槽が導入できるのであればぜひお願いしたい。ミャンマーではヤンゴンで一定以上の階数を有する集合住宅は排水処理施設の設置が義務づけられており、クボタの現地代理店等が積極的に浄化槽の販売を行っている。ミャンマーで浄化槽が導入されてきた経緯をベンチマークとすれば、今後の展開の参考になるかもしれない。</p> <p>(K E S) そうかもしれないが、ミャンマーよりカンボジアは遅れている。</p> <p>(コンサル) 民間のデベロッパーは日本企業ではないと思うが、与信の問題等、契約に困難は伴わないのか。</p> <p>(K E S) カンボジアでは現地企業をパートナーとして事業展開を行っている。当社は機電を主に担当し、土木建築は現地パートナーが行うこととしている。契約においても現地パートナーを活用したりボンドを積み上げたりして対応している。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査の現地打合せ（DLMUPC）
日時	2018年5月23日（水）15:00～16:00
場所	DLMUPC 5階会議室
出席者	<p>【DLMUPC】 Ms. Chan Chovy, Deputy Director Mr. Moul Narin, Deputy Director Mr. Roeng Rothsokha, Vice Chief of Land Management Office Mr. Poeng Ratanak, Chief Officer, Land Management and Urbanization</p> <p>【調査団（コンサル）】 林潔彦、竹田久人</p>
配布資料	なし
討議内容	<p>（コンサル） 調査目的の説明</p> <p>（コンサル） 調査のために必要な情報が幾つかある。まず、2035年の土地利用マスタープランに係る Sub-Decree #181 の英語版はあるか。2035年のPPCCの土地利用計画図の最新版が入手可能か。Sangkat 以下の行政区分を示した図はあるか。</p> <p>（DLMUPC） Sub-Decree #181 の英語版はない。地図はいずれも電子メールで送付する。</p> <p>（コンサル） DLMUPC では腐敗槽の設置に係る申請の審査を行っているはずであり、標準的な腐敗槽の図面はあるか。</p> <p>（DLMUPC） （コンサルが示した図面を指し）標準的な図面はこれである。</p> <p>（コンサル） 腐敗槽の普及率は把握しているのか。</p> <p>（DLMUPC） 普及率は分からない。</p> <p>（コンサル） 生活雑排水は腐敗槽に流入しないという理解でよいのか。</p> <p>（DLMUPC） 一般の家庭では3槽から成る腐敗槽の最終段に雑排水を投入している。富裕層ではし尿用の腐敗槽と雑排水用の腐敗槽を設置しているところもある。</p> <p>（コンサル） 腐敗槽の設置工場の現場検査を担当する職員は何人いるか。</p> <p>（DLMUPC） DLMUPC では書類審査を行うだけで、現場で工事を検査する職員はいない。現場の検査は建物の建設業者が責任をもって行うことになっている。</p> <p>（コンサル） 腐敗槽が屋内の地下に設置されている場合もあるが、このような状況でも設置は許可されるのか。Sub-Decree #86 に記載された以外の設置におけるガイドラインや内規はないのか。</p> <p>（DLMUPC） 設置場所がない場合は建屋の床下設置でもしかたがない。Sub-Decree #86 以外の基準はない。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>

会議名	オンサイト処理に係るマーケット調査
日時	2018年5月26日(土) 9:00~10:00
場所	Cambodia Architect & Décor 展示会場 (Diamond Island Convention & Exhibition Center)
目的	カンボジアにおける浄化槽普及状況の確認
出席者	<p>【サプライヤ】 Mr. Somar Antipatia, Product Manager, Heng Asia Ms. Dudsadee Rukhathakul, General Manager, Heng Asia Mr. Chhuon Bunthy, Project Sales Representative, Heng Asia Mr. Sarawut Kulpradit, International Sales Engineer, Aqua Nishihara Co., Ltd.</p> <p>【カンボジア側】 Mr. Chheng Sovannady, Chief Office of Planning and Technical Research, MPWT</p> <p>【調査団(コンサル)】 竹田久人、林潔彦</p>
配布資料	なし
討議内容	<p>(コンサル) 訪問の趣旨説明。浄化槽の普及状況について教えてほしい。</p> <p>(サプライヤ) 浄化槽製造メーカーであるタイのアクア西原と排他的サプライヤとして契約している。一号機は15年前にプノンペンのインターコンチネンタルホテルに導入した。現在まで大型浄化槽を100基程度導入している。納入先はレストラン、ホテル、コンドミニウム、病院等で日本のサンライズ病院へも導入している。小型は数えきれないほど導入している。特にロン島(コー・ロン)には小型のタイプを相当数納入した。小型のタイプもアクア西原のブランドである。</p> <p>(サプライヤ) 商品説明。大型は担体流動方式のFRP製の浄化槽であり、小型は腐敗槽として用いられるPE製タンクに、曝気装置と担体を追加したものである。</p> <p>(コンサル) 価格はどれほどか。</p> <p>(サプライヤ) 処理汚水量が120m³/日のモデルでは定価がUSD 6万2,140(担体流動方式)、1.2m³/日のモデルではUSD 950(曝気装置と担体を追加したPE製タンク)である。</p> <p>(コンサル) 視察は可能か。</p> <p>(サプライヤ) 可能。連絡をくれればアレンジする。</p> <p>(コンサル) アクア西原との関係を教えてほしい。だれが顧客から代金をもらうのか。</p> <p>(サプライヤ) アクア西原よりHeng Asiaが購入、Heng Asiaがエンドユーザーに販売している。</p> <p>(コンサル) 設置後の維持管理はどのようにしているのか。</p> <p>(サプライヤ) エンドユーザーとメンテナンス契約を締結しており、運転に関するトレーニングも行っている。汚泥の汲み取りは6カ月ごとを推奨しているが、汲み取り作業そのものはエンドユーザーが民間の業者に依頼している。汲み取られた汚泥をどのように処分しているかは把握していない。</p> <p>(コンサル) 処理水質は確認しているか。また消毒は行っているか。</p> <p>(サプライヤ) 処理水はメンテナンス契約のなかで定期的に測定している。BODは20mg/L以下を満足している。処理水は塩素消毒を行っている。</p> <p>(コンサル) 製品の保証は行っているのか。</p> <p>(サプライヤ) タンクは5年保証、機械設備は1年ないし2年保証である。実際の製品の寿命はもっと長く、タンクは30年間使用できる。</p> <p>(コンサル) タイより輸入しているのか。</p> <p>(サプライヤ) 大型のものはタイより陸上輸送している。小型のものは材料、部品を輸入しか</p>

ンボジア国内で組み立てている。

(コンサル) 関税を払っているのか。先の提示価格は税込み価格か。

(サプライヤ) 提示した価格はすべて税込みである。関税が高いため、環境により商品は税率を下げるように働きかけてほしい。

(コンサル) 中央政府及び PPCC 等と協議を行っているが、浄化槽の話をして、Heng Asia が取り扱っている浄化槽の話が出てこない。

(サプライヤ) MOE は当社の製品を認識している。

(コンサル) カンボジア国内で競合する企業はあるか。

(サプライヤ) 数社がタイより単発的に輸入して販売しているようだが、メンテナンス等の技術的サポートができていないので競合と認識していない。

(コンサル) 他国への事業展開も行っているのか。

(サプライヤ) ミャンマー、ベトナム、タイで営業をしている。

以 上



担体流動式 FRP 製浄化槽のカットモデル



曝気装置と担体を追加した PE 製タンクのカットモデル

会議名	オンサイト処理に係るマーケット調査
日時	2018年5月26日(土) 10:30~11:30
場所	Cuantech Construction 展示会場 (Khan Sen Sok)
目的	カンボジアにおける腐敗槽普及状況の確認
出席者	【サプライヤ】 Cuantech Construction (寛泰建築) Mr. Lin Chien Hung (林建宏) 【カンボジア側】 Mr. Chheng Sovannady, Chief Office of Planning and Technical Research, MPWT 【調査団 (コンサル)】 竹田久人、林潔彦
配布資料	なし
討議内容	<p>(コンサル) 訪問の趣旨説明</p> <p>(サプライヤ) Cuantech Construction は台湾人経営の企業である。腐敗槽は工場で作成しており現地での据付が容易である。流入口及び流出口が設置状況に応じて選択できる構造としており据付も単純である。据付時の水平度の確認は必要だが、厳格さは求められない。10人用では容量が1m³であり重くないので基礎も不要であり砂利も砂も敷く必要はない。据付は掘削と埋め戻しを含めても1時間以内である。槽内は四つに区画されており、トイレ排水のみを受け入れる。</p> <p>(サプライヤ) れんが積みで建設されることが多いが、同様にプレキャスト・コンクリート(PC)製のものを販売している企業もある。しかし底板がないようなこともある。配管付設も当社製品のように考慮されていない。</p> <p>(コンサル) 価格はどれほどか。</p> <p>(サプライヤ) 納入数量や納入場所によって変わるが1基当たりUSD百数十が平均である。</p> <p>(コンサル) PE製の腐敗槽があるが、競合はしないのか。</p> <p>(サプライヤ) PE製のタンクより安価である。またPE製タンクは軽すぎて、耐荷重の問題や地下水位上昇時の浮上などあり、当社製品の方がよい。日本では繊維強化プラスチック(FRP)製のものが普及していると思うが高額であり競合しない。</p> <p>(コンサル) だれが購入するのか。</p> <p>(サプライヤ) 建設メーカーである。</p> <p>(コンサル) 腐敗槽の大きさ、ラインナップはどうか。工場はプノンペンにあるのか。</p> <p>(サプライヤ) 10人用と15人用の2種類としている。工場での効率的な生産のため大型には取り組んでいない。大型の間合せもあるが、売れても数が少ない。小型のものは数が出るので効率的である。工場はプノンペンにある。</p> <p>(コンサル) どの程度販売したか。</p> <p>(サプライヤ) 2年前に事業を開始し、現在まで2,000基以上販売している。工場では1日5基以上生産が可能である。</p> <p>(コンサル) 製造は腐敗槽のみか。腐敗槽下流にある汚水升は製造していないのか。</p> <p>(サプライヤ) 腐敗槽のみである。汚水升は現場で容易にれんが積みで施工できるので工場では生産していない。</p> <p>(コンサル) (汚水升に接続している配管の写真を見て) 腐敗槽にはトイレ排水のみ接続し、生活雑排水は流入させないのか。</p> <p>(サプライヤ) 腐敗槽への接続はトイレ排水のみである。</p> <p>(MPWT) 処理水質は確認しているか。</p> <p>(サプライヤ) 処理水質は確認していない。このシステムは台湾で使用されているものと同一</p>

である。

(コンサル) 納入時に所轄の機関 (DLMUPC) への申請は行っているか。

(サプライヤ) 行っていない。建設メーカーが行っているかもしれないが、申請のことは分からない。

(コンサル) 今まで据付時に所轄の機関より現場で検査を受けたことはあるか。

(サプライヤ) 一度もない。

(コンサル) 事業を展開していくなかで難しさがあれば教示願いたい。

(サプライヤ) 特にない。

以 上



PC 製腐敗槽 (10 人用)



同腐敗槽外観

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査の現地打合せ（ADB）
日時	2018年5月28日（月）14:00～15:00
場所	ADBのMr. Ratha Sann執務室
出席者	【ADB】 Mr. Ratha Sann, Senior Project Officer 【JICA】 カンボジア事務所 Ms. Ma Sopheavin 【調査団（コンサル）】 林潔彦、竹田久人
配布資料	・業務の説明資料 ・浄化槽のパンフレット
討議内容	<p>（コンサル） 調査目的の説明、日本の技術として浄化槽を紹介</p> <p>（A D B） ADBでは、下水関連では4カ所でプロジェクトを実施している。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① Greater Mekong Sub-region（GMS）に関するプロジェクトで下水、廃棄物、雨水対策について実施している。そのサブプロジェクトとして下水処理場の建設も含まれる。 ② GMSのプロジェクトのなかで、バタンバンとポイペトで本年の第3～4四半期にラグーン式の下処理場を地元からの要望で機械式の処理場に更新する。インフレで予算が切迫する状況にある。下水道事業に関しては料金の徴収が大きな問題である。例えば、バタンバンでは水道は民間が、下水道は自治体の実施しており、下水道料金をどのようにして自動的に徴収できるか考える必要が生じている。 <p>他の事業としては、以下がある。</p> <ol style="list-style-type: none"> ③ 1990年から継続しているRural Water Supply and Sanitation（RWSS）Projectのフェーズ3が開始予定である。 ④ トンレサップの環境改善プロジェクトが来月にフェーズ2のローン交渉が開始される。 ⑤ コンポントムでは下水処理場建設の要望がある。 ⑥ AFDとの協調融資で地方の4都市における下水道プロジェクトが実施される。 <p>（A D B） 下水処理場整備に際し、Sub-Decree #86で定める腐敗槽設置の要件について、下水処理場を建設する場合は直接接続することを認めるようにMPWTに対し、MLMUPCと協議するように求めている。腐敗槽の建設コストを削減できることは住民にとってのインセンティブになる。</p> <p>（コンサル） 農業省が主導している腐敗槽汚泥を原料としたバイオガス事業への関与はあるか。</p> <p>（A D B） 以前にパイロット事業としてバイオガス利用の調査を行った。その際には腐敗槽汚泥のみを原料とし、ごみ等はいれなかった。コンポンチャムでの事例では人間のし尿由来のバイオガスを台所で用いる燃料として市民が使いたがらなかった。家畜と人間の糞を混ぜて使用することも考えている。興味があるなら、Ministry of Rural Developmentにegisというフランスのコンサルタント会社から来ているRWSSの専門家がいるのでコンタクトすればよい（名刺情報を入手）。</p> <p>（コンサル） ADBによって建設された下水処理場より発生する汚泥はどのように利用・処分するのか。</p>

	(A D B) 肥料化が有効と考えるが、事業の範囲外である。
--	--------------------------------

以 上

会議名	オンサイト処理に係るマーケット調査
日時	2018年5月29日(火) 10:00~11:00
場所	H ₂ O Roto 展示会場兼事務所 (378Eo, Street 245 Sangkat Boeung Salang, Khan Toul Kork)
目的	カンボジアにおける腐敗槽普及状況の確認
出席者	【サプライヤ】 Mr. Mai Sokun, General Manager, H ₂ O Roto Co., Ltd. 【カンボジア側】 Mr. Chheng Sovannady, Chief Office of Planning and Technical Research, MPWT 【調査団(コンサル)】 竹田久人、林潔彦
配布資料	なし
討議内容	<p>(コンサル) 訪問の趣旨説明。会社について教えてほしい。</p> <p>(サプライヤ) PE製の水槽を販売する会社として1998年に設立。水タンクが主力商品である。腐敗槽については、タイのDOZというブランドのPE製腐敗槽の輸入・販売を行っていたが、2015年よりPE製腐敗槽の自社製造・販売を開始した。工場は国道3号線沿線にある。会社名はMeng Hak Heng Organisation Plastic Co., Ltd.であったが、2カ月ほど前にH₂O Roto Co., Ltd.に改名した。会社はISO9001を2015年に取得した。</p> <p>(コンサル) 腐敗槽は通常はレンガやコンクリートブロックを積み上げて作られることが多いと認識している。PEタンクは工場で製造するので、現地工事を簡略化でき、今後普及していくと思うがどう考えるか。</p> <p>(サプライヤ) そのとおりである。</p> <p>(コンサル) 腐敗槽は建屋内床下に設置されることが多いと認識しているが、PE製腐敗槽も同様か。</p> <p>(サプライヤ) インストラクションは与えるが、実際の設置工事は建設業者が行う。建屋の外に設置されるが、場合によっては建屋内床下ということもある。</p> <p>(コンサル) PE製腐敗槽のマンホールもPE製だが、これが接地面に出ているのか。</p> <p>(サプライヤ) 上にコンクリートカバーをかけることもある。建設業者しだい。</p> <p>(コンサル) だれが客か。だれに売するのか。</p> <p>(サプライヤ) エンドユーザのこともあれば建設業者のこともある。NGOに販売したこともある。</p> <p>(コンサル) Sub-Decree #86に従い許可申請を出したことはあるか。</p> <p>(サプライヤ) 当社は建設業者ではなく製造メーカーである。許可申請のことは聞いたことがない。</p> <p>(コンサル) 製品の保証は行っているのか。</p> <p>(サプライヤ) 水タンクの場合は15年保証。腐敗槽はいつさい保証しない。</p> <p>(コンサル) 競合する企業はどのようなところか。</p> <p>(サプライヤ) PE製腐敗槽をカンボジア国内にて製造しているのは当社のみである。Heng Asiaを含む2~3社は輸入品を販売している。</p> <p>(コンサル) 腐敗槽の容量が600~6,000L、人槽として2~20人と10種類の大きさを販売しているが、一つの家屋に設置する基数は1基になるのか。</p> <p>(サプライヤ) 製造メーカーであり、どのように設置されるかは建設業者や建物のオーナーしだい。複数を並列に設置することもあれば直列に設置することもあるかもしれない。処理する対象もトイレ排水のみなのか、生活雑排水のみなのか承知して</p>

いない。普通の家屋であれば、4～5人用として1,000Lのものを1基設置すれば十分である。

(コンサル) どのくらいの販売数があるのか。

(サプライヤ) PE製腐敗槽のみで月200～300基販売している。住宅建設件数が多く、7割はプノンペン向け、3割はカンボジア国内向けに出荷しており輸出は現時点で行っていない。

(コンサル) プノンペンで現時点でどの程度腐敗槽が普及していると考えるか。

(サプライヤ) 3割程度ではないかと思う。これから建築する建屋には設置されていくので、割合は今後増加していくと考える。

(コンサル) 販売チャネルはどのようになっているのか。

(サプライヤ) カンボジア国内に400のディーラーがあり、それを当社スタッフ5人で対応している。売買契約は当社が直接購入者と締結し、ディーラーにはコミッションを支払う。PE材料はタイのSCG社より輸入している。

以上



PE製腐敗槽

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査の現地打合せ（世界銀行：WB）
日時	2018年5月29日（火）14:00～15:00
場所	WBカンボジア事務所10階会議室
出席者	【WB】 Mr. Phyrum Kov, Water and sanitation specialist 【JICA】カンボジア事務所 Ms. Ma Sopheavin 【調査団（コンサル）】 林潔彦、竹田久人
配布資料	・説明資料 ・浄化槽カタログ
討議内容	<p>（コンサル） 調査目的の説明と浄化槽の説明</p> <p>（W B） 浄化槽が対象とする規模はどの程度か。</p> <p>（コンサル） 5～1万人程度であるが、戸別処理ではなく小規模コミュニティでの適用を検討中である。</p> <p>（W B） WBは10年ほど、この分野から遠ざかっていた。今もプノンペン以外の地域を対象としている。</p> <p>（W B） 衛生関係のプロジェクトとしては、シェムリアップの下水処理場に腐敗槽汚泥の投入施設について能力アップを伴う改修を行う予定である。プロジェクトの詳細は未定である。現在、汚泥はラグーン式下水処理場の嫌気槽へ投入されているが、汚泥の堆積により、あとの処理に影響が出ている。そのため、嫌気槽の前に沈殿槽を設けて、汚泥の排出を容易にする計画である。今年の12月ごろに承認を得て、それからプロジェクトが動き出す予定である。</p> <p>（W B） シェムリアップではADBが下水管路（3.7km）の改修プロジェクトをUSD 1,500万で実施予定である。下水道に関してはSub-Decree #235のなかに汚泥の管理に関する記述が少ないのが問題と考えている。汚泥管理に関する法令、基準の整備が必要である。水道においては所管する工業手工芸省（MIH）が水道法の制定をめざしているが、これについてはJICAの方が詳しいはず。</p> <p>（コンサル） 既存の腐敗槽設置率に係る統計データが現実と合わない気がしている。WBの報告書A Review of Fecal Sludge Management in 12 Citiesでプノンペンもそのなかで調査されているが、そのデータも同様である。</p> <p>（W B） 現実には統計データが示すほど腐敗槽は整備されていないという認識は正しいと思う。ラオス等でも同様だが、MPWTの職員ですら腐敗槽の定義をしっかりと認識していない。</p> <p>（コンサル） 現場で汚水升を指し腐敗槽はこれだと言っている住民がいた。このような住民からのヒアリング調査では腐敗槽設置率の正しいデータは導くことはできない。Sub-Decree #86に定められた基準に合わない腐敗槽も実際に販売されていることを確認している。</p> <p>（W B） カンボジアでは基準がはっきりしていない。世界保健機関（WHO）、国連児童基金（UNICEF）が協働でJMP（Joint Monitoring Program）を実施しているが調べてみたか。</p> <p>（コンサル） 衛生に関してはトイレに関して検討されているのではないか。</p> <p>（W B） 汚水の処理についても区分しているかもしれない。</p> <p>（W B） カンボジアでは料金の改定が容易でない。5年ごとの見直しを行うこととなっ</p>

	<p>ているが、今まで行われた実績はない。シムリアップでは改定できないため O&M 費が足りず、中央政府に頼っている。下水道事業の運営に対する経済財政省（MEF）の指導は厳しい。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>
備 考	<p>会議後、JMP を確認したが、他の統計データと同様な結果であることを確認した。</p>

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査の現地打合せ (EDCF)
日時	2018年5月30日(水) 9:00~10:00
場所	EDCF カンボジア事務所 (The Export & Import Bank of Korea 5F)
出席者	【EDCF】 Mr. Jeon, Jong-II, Deputy Chief Representative, Phnom Penh Representative Office Mr. Noh Taewan, Young Professional, Phnom Penh Representative Office 【調査団 (コンサル)】 林潔彦、竹田久人
配布資料	・調査概要説明資料
討議内容	<p>(コンサル) 訪問の趣旨説明。2018年4月のニュースにより EDCF はタクマウ市にて USD 6,388 万の借款契約を締結したと知った。下水処理場 7,600m³/日、下水管延長 55.33km の整備及び既存ポンプ水路活用のための水路整備 16km によってプロジェクトが構成されるということである。</p> <p>(EDCF) そのとおりである。</p> <p>(EDCF) (Jeon Jong-II 氏は) 5カ月前にプノンペンに赴任したところであり詳しくは承知していないが、EDCF では衛生セクターに係る三つのプロジェクトを有している。</p> <p>① シェムリアップ地域における下水道整備。ADB と協調して実施し 2014 年に完了したプロジェクトであるが、ADB がカバーした部分 (管渠) でダメージを受けているところがあり、リハビリが必要な状況である。また各戸接続が個人負担となっていることもありインセンティブがなく、接続率が増加していない問題があるため MPWT を C/P としてプロジェクトを実施する計画である。</p> <p>② 同じくシェムリアップであるが、シェムリアップ川下流の河川改修に係るプロジェクト</p> <p>③ タクマウ市におけるプロジェクトで概要はコンサルが述べたとおり。現在ショートリストを作成しコンサルタント選定作業中であり、処理方式は WSP (Wastewater Stabilization Pond) で計画している。</p> <p>(コンサル) タクマウの下水処理規模であれば、7,600m³/日は小さいと考える。</p> <p>(EDCF) 工事を 2 期に分けている。第 1 期として EDCF のローンにて 7,600m³/日を整備する。第 2 期はどうか現時点で未定である。</p> <p>(コンサル) 第 1 期のプロジェクト実施スケジュールはどのようになっているか。</p> <p>(EDCF) コンサル選定後、完工まで 36 カ月を予定、うち設計 12 カ月、工事 24 カ月である。</p> <p>(コンサル) C/P はどこになるのか。タクマウ市の関与はどのようになるのか。</p> <p>(EDCF) C/P は MPWT となる。タクマウ市の Regional DPWT もプロジェクトに参加する。</p> <p>(コンサル) 維持管理はどこが行うのか。プノンペンの場合も現時点で維持管理を行う組織がない。</p> <p>(EDCF) 現時点で未定である。</p> <p>(コンサル) 料金徴収額の設定はどうか。</p> <p>(EDCF) 承知していない。F/S 実施のときと対象範囲が変更になっており、それに伴って料金徴収も改めて検討する必要があるかもしれない。</p> <p>(コンサル) 現時点で下水道法が存在しないが、法的根拠についてどのように考えるか。プ</p>

	<p>プロジェクト実施に影響はないか。</p> <p>(EDCF) MPWT と協議した際に、2017 年 12 月に施行された Sub-Decree #235 があることを確認した。MPWT より、Sub-Decree だけでは不足でありガイドラインが必要であるとの意見があったが、EDCF として関与する計画はない。</p> <p>(コンサル) ADB が「下水処理場整備に際し、Sub-Decree #86 で定める腐敗槽設置の要件について、下水処理場を建設する場合は直接接続することを認めるように MPWT に対して、MLMUPC と協議するように求めており、腐敗槽の建設コストを削減できることは住民にとってのインセンティブになる」と言っている。腐敗槽汚泥管理も不要となる。タクマウについても同様のことが言えるのではないかと（腐敗槽、対象排水、下水処理場建設との関連を説明）。</p> <p>(EDCF) 問題点は理解した。タクマウのプロジェクトの範囲に腐敗槽汚泥管理が一部含まれていると記憶しているが定かではないので、間違いであれば改めて連絡する。EDCF として Sub-Decree の変更に関与する計画はない。</p> <p>(EDCF) JICA は衛生分野でプノンペン以外でも事業を行っているか。</p> <p>(コンサル) 現時点ではプノンペンのみである。水分野では幾つかの地域で活動を行っている。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>
--	--

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査の現地打合せ (DPWT)
日時	2018年5月31日(木) 9:00~10:30
場所	DPWT Director 室
出席者	<p>【DPWT】 Mr. Sam Piseth, Director of DPWT/PPCS Mr. Moeung Sophan, Advisor to DPWT Mr. Chea Kum, Chief of Administration Office of DPWT Mr. Meach Channy, Drainage, Sewerage and Sewerage Treatment Plant of DPWT</p> <p>【JICA】カンボジア事務所 Project Formulation Advisor 西川真史、Ms. Ma Sopheavin 【調査団 (コンサル)】林潔彦、竹田久人</p>
配布資料	・調査の中間報告用パワーポイント資料
討議内容	<p>(コンサル) 調査の中間報告用パワーポイント資料に基づいて、現時点で明らかとなった事項の説明</p> <p>(DPWT Director) コンサルの説明内容については、確かに同意見である。</p> <p>[腐敗槽に関して]</p> <p>現状では腐敗槽汚泥の管理が極めて貧弱である。Sub-Decree のなかで腐敗槽の扱いが不明確である。Sub-Decree をどのように改訂して明確にするか、MPWT、MLMUPC 及び MOE を含めて検討が必要である。</p> <p>腐敗槽からの汚泥の汲み取りに関するガイドラインが必要と考える。腐敗槽に関して、現行法によれば、DOE や DPWT も関与するはずであるが、実際には DLMUPC がかかわっているだけである。</p> <p>腐敗槽汚泥の汲み取りは民間が行っているが、ライセンス制度の確立と汚泥の処分先を整備する必要がある。</p> <p>[下水処理場に関して]</p> <p>Tamok 北側の湖には、現在ポンプ場の排出水が流入しているが、それにより湖の全体が汚染されると住民から苦情が多いため、湖を東西に分ける道路の建設により、東側の Tamok 湖は継続してポンプ場排水を受け入れるが、西側の Kop Srov 湖には排水が流入しなくなるため、環境が保全されるようになる。道路により分断されるが、途中に水門を設ける予定である。</p> <p>M/P における Tamok 下水処理場の予定地は地盤が悪い。そのため、東側の Tamok 湖に面した土地にした方がよい。</p> <p>(コンサル) 了解した。</p> <p>(DPWT) コンサルが説明したように Sub-Decree #86 の基準に合わない容量の小さな腐敗槽 (PE 製腐敗槽含め) が出回っているが、そのような製品が良くないのであれば、Sub-Decree のなかで明確となるよう改訂する必要がある。フィリピンの腐敗槽に関する法律・規則では、建屋床下設置の禁止、汚泥の汲み取り頻度等の規定があり参考になる。MPWT はコンサルが説明した今回の結果について認識していないので共有してほしい。汚水量やその性状は一般住宅、レストラン等建物によって異なる。カンボジアにおいてはどうかあるべきか、これらガイドライン作成の指導をしてほしい。</p> <p>(コンサル) 日本では建物の種類、用途に応じて適用できる水槽容量が定められており、そ</p>

	<p>れらを参考に提案可能である。</p> <p>(DPWT) 腐敗槽に生活雑排水を入れると、洗剤に含まれる化学物質により腐敗槽内のバクテリアが死滅すると以前聞いて、自分の家の腐敗槽では生活雑排水はバイパスして排出しているが、これは正しいのか。</p> <p>(コンサル) 腐敗槽に生活雑排水が入れないのは、腐敗槽の容積が小さすぎるためである。基準に適合した大きさの腐敗槽ならば、生活雑排水を入れても問題なく処理できる。ただし、脂分を多く含むレストランなどの排水では、腐敗槽内にスカム形成の原因となるので、腐敗槽流入前にグリーストラップを設ける必要がある。</p> <p>(DPWT) Tamok 処理区に関しては、複数の民間業者（3～4社）が下水道事業を PPP で実施できないか検討している。JICA が実施する技プロのなかで投資に係る法的な問題も含めて PPP の可能性も調査してほしい。また、JICA 技プロでは腐敗槽汚泥の処理施設や汲み取り業者のライセンス制度についても調査してほしい。腐敗槽汚泥の処分場がなければライセンスも出せない。</p> <p>(DPWT Director) これからも調査には協力する。</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>
備 考	<p>会議後、DPWT に対し、生活雑排水の腐敗槽による処理に関し資料（Mujibur Rahman et al, An evaluation of septic tank performance, 25th WEDC Conference, pp.61-64, 1999）を電子メールにて提供した。</p>

会議名	集合型汚水処理と分散型汚水処理の包括的導入による水質改善及び協力可能性に係る情報収集・確認調査（浄化槽タイプの汚水処理施設視察）
日時	2018年6月19日（火）9:50～10:40
場所	Sunrise Japan Hospital Phnom Penh 浄化槽設置サイト及び同食堂
出席者	<p>【Sunrise Japan Hospital Phnom Penh : SJHPP】</p> <p>Chairperson, Sunrise Healthcare Service Co., Ltd. 福田俊彰氏</p> <p>Mr. Born Rumaney, Facility Manager, Sunrise Healthcare Service Co., Ltd.</p> <p>【調査団（コンサル）】林潔彦、竹田久人、南村亜矢子</p>
配布資料	・調査概要説明資料
討議内容	<p>主な議題：浄化槽設置状況及び運営方法の確認</p> <p>（コンサル）訪問目的説明</p> <p>施設設置に際し行政からの指導はあったか。なぜ腐敗槽ではなく現在の施設を設置したのか。</p> <p>（SJHPP）行政からの指導はなかった。生活排水のみならず医療排水も含まれるので適正な処理が必要と判断し自主的に設置した。</p> <p>（コンサル）だれが施設を選定したのか。</p> <p>（SJHPP）コントラクター（現地企業）からの提案に基づき、当院を選定した。選択の余地は多くはなかった（日本の浄化槽メーカー製品がないため）。コントラクターが Heng Asia 社より購入した。</p> <p>（コンサル）Sub-Decree #86 により建築確認申請で腐敗槽の設置が必要だが、現在設置している施設を設置するとして申請したのか。DLMUPC より申請内容に関し指導はあったか。</p> <p>（SJHPP）技術的な内容に関する指摘はいっさいなかった。文字のフォント等の書類の体裁のみ指摘された。</p> <p>（コンサル）施設の容量、汚水量等はどうのようにして定めたのか。</p> <p>（SJHPP）日本の浄化槽の設置基準に基づきベッド数等から算定した。</p> <p>（コンサル）汚水量、水質のモニタリングは行っているか。</p> <p>（SJHPP）汚水量は毎日測定しており約 2m³/日である。水質は測定していない。</p> <p>（コンサル）汚泥の管理、引き抜きはどのようにしているのか。</p> <p>（SJHPP）汚泥の管理は行っていない。汚泥濃度の測定も行っていない。稼働して1年半になるが汚泥の引き抜きは一度も行っていない。必要になれば民間業者に依頼して実施する予定である。</p> <p>（コンサル）維持管理体制はどのようになっているか。現地販売会社の Heng Asia 社からのサポートは受けているか。</p> <p>（SJHPP）当院自ら維持管理している。Heng Asia 社からのサポートはない。</p> <p>（コンサル）施設稼働後、行政からの立ち入りはあったか。</p> <p>（SJHPP）今まで1回だけ MOE（DOE ではなく MOE）が来て、処理水のサンプリングを行った。1回/年のサンプリングと聞いているが、稼働後1年半しか経っていないため現時点では1回のみにとどまっている。</p> <p>（コンサル）Sub-Decree #235 の施行に伴い MOE が活動したと思われる。水質検査結果のフィードバックや、結果に基づく指導はあったか。</p>

(SJHPP) 水質検査結果のフィードバックはあった。1 項目だけ基準を超えていたが、何の項目であったか失念した。結果に基づき指導は受けていない。MOE は外資系を優先的にモニタリングしている可能性がある。

(コンサル) 維持管理を行ううえで、問題と覚えることはあるか。

(SJHPP) 特にない。当院の改築、増築は当面先になるが、施設選定の際に選択の余地が増えることを期待する。

以 上

