

インドネシア共和国
スラバヤ下水処理施設改修計画
準備調査報告書

平成21年4月
(2009年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

環境
J R
09-059

インドネシア共和国
スラバヤ下水処理施設改修計画
準備調査報告書

平成21年4月
(2009年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

序 文

日本国政府はインドネシア共和国政府の要請に基づき、同国のスラバヤ下水処理施設改修計画に係る準備調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構は2008年11月23日から12月5日と2009年1月4日から15日までの2回にわたって準備調査団を派遣し、調査を実施しました。

この報告書が、今後予定される技術協力の実施、その他関係者の参考として活用されれば幸いです。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成21年4月

独立行政法人国際協力機構
地球環境部長 中川 聞夫

目 次

序 文

目 次

調査対象地域地図

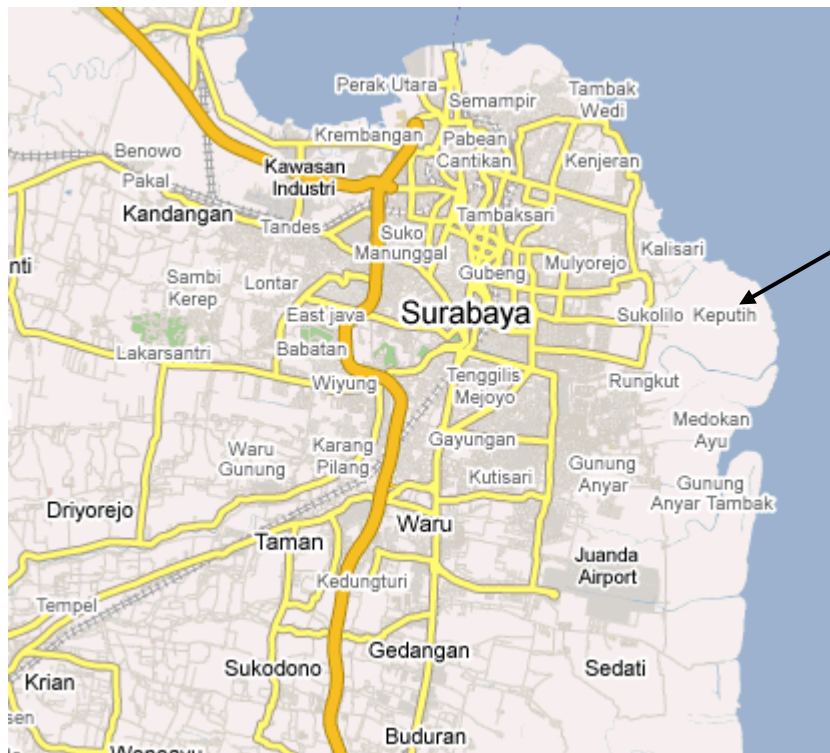
写 真

略語一覧

第1章 調査概要	1
1-1 要請背景	1
1-2 調査目的	1
1-3 要請内容	1
1-4 調査団の構成	2
1-5 調査日程	3
1-6 主要面談者	5
1-7 調査結果概要	7
第2章 処理施設現況調査	10
2-1 処理施設の建設経緯	10
2-2 処理施設の概要	11
2-3 処理施設への汚泥搬入	16
2-4 処理施設の運転・維持管理状況	18
2-5 水質管理	22
2-6 処理施設の運営・管理体制	27
2-7 処理場運営収支	27
2-8 現施設の課題と改善	30
2-9 施設写真	32
第3章 都市衛生事情調査	36
3-1 腐敗槽汚泥処理・管理に係る法制度・体制の確認	36
3-2 要請地域の腐敗槽汚泥の発生実態に係る確認	38
3-3 汚泥引き抜き業者の状況	42
3-4 地下水利用	44
3-5 周辺環境整備状況	46
3-6 SSSP マスタープラン	47
3-7 他ドナーの動向	48
3-8 その他本プロジェクトを実施するうえで留意すべき事項	49
付属資料	
1. 署名ミニッツ	55

2. 質問書並びに回答表	62
3. 収集資料リスト	74
4. 面談記録	77

調査対象地域地図



クプティ地区



污泥分離槽



污泥分離槽



污泥調整槽



OD 槽



口一夕一



最終沈殿池



最終沈殿池



仕上げ池



放流先



放流先



天日乾燥床



汚泥分離槽汚泥の処分

略 語 一 覧

略 語	欧 文	和 文
BAPPEKO	Badan Perencanaan Pembangunan Kotamadya, Municipal Planning and Development Board	市開発企画局
BAPPENAS	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, National Planning and Development Board	国家開発企画庁
Cipta Karya (チプタカリヤ)	Directorate General of Human Settlement, PU	公共事業省人間居住総局の略称、日本語でも単に「チプタカリヤ」と呼ぶ場合がある。 中央機関とは別に「チプタカリヤ」を組織名に含む地方機関の場合は、その部分を「人間居住」と読み替える。
IAP	Immediate Action Plan	緊急実行計画
IPLT	Septage Treatment Plant, Instalasi Pengolahan Limbah Tinja	汚泥処理場
ITS	Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Technological Institute of November Tenth	スラバヤ工科大学
Kabupaten	regency, a subdistrict of province	県
Kecamatan	a subdistrict of a kabupaten or kotamadya	県あるいは市の下位に属する行政単位、谷口五郎『標準インドネシア・日本語辞典』によれば：郡
Kelurahan	village, ward, subdistrict , the administrative unit below a kecamatan	Kecamatan（郡）の下位に属する行政単位、谷口五郎『標準インドネシア・日本語辞典』によれば：村
Kotamadya	municipality, a subdistrict of province	市
PDAM	Perusahaan Daerah Air Minum	水道公社
Peskesmas	Pusat Kesehatan Masyarakat, community health center	コミュニティ健康センター
PU	Departmen Pekerjaan Umum, Ministry of Public Works	公共事業省
RT	a subdistrict of a RW	RW（部落）の下位に属する小部落
RW	a subdistrict of a Kelurahan	Kelurahan（村）の下位に属する部落

SSDP マスタープラン	Master Plan Surabaya Sewerage and Sanitation Development Program 2020	スラバヤ下水道衛生開発プログラム 2020 マスタープラン
--------------	---	-------------------------------

第1章 調査概要

1-1 要請背景

面積 326km²、約 300 万人の人口を抱えるインドネシア共和国（以下、「インドネシア」と記す）第二の都市スラバヤは、国内経済の主要都市でもあり、環境負荷も増加の一途をたどっている。2001 年には市内で廃棄物処理に係る「ゴミ戦争」が発生するなど、環境問題に関する市民の関心は高く、行政による対応が不十分な状況は解消されていない。かかる状況のなか、スラバヤ市役所は衛生環境を改善することを目標に、廃棄物衛生埋立て処分場の跡地に環境教育を意識した「市民緑地公園」を建設する計画を策定し、これに必要な予算案が 2004 年 3 月市議会にて承認された。一方、この公園内には 1989 年に建設されたクプティ下水処理施設が存在しているが、処理量は計画（400m³/日）の 4 分の 1 程度にとどまっており、十分に稼働していない状況である。また、同施設で処理された放流水の生物化学的酸素要求量（BOD）濃度は 200～250mg/l と施設の運転管理目標基準である 150mg/l を超えており、周辺地域の河川汚濁や住民への健康被害も懸念されている。このような状況下、同施設を高度処理施設に改修することによって、正常な浄化処理を確保して市民生活の衛生環境を向上させるとともに、改修後の施設を環境教育を目的としたモデル施設として活用するために、我が国に対し、無償資金協力を要請した。

1-2 調査目的

本準備調査は、先方政府と要請の背景、目的、内容等を確認し、無償資金協力としての妥当性を検討するとともに、スラバヤ市のし尿処理の現状を調査して、適切な協力内容を計画することを目的として調査団を派遣した。

1-3 要請内容

(1) 要請内容

- 1) クプティ下水処理場の高度処理への改修及び関連機材の更新
- 2) 同処理場の運営維持管理に係る技術協力

(2) 要請金額内訳

- 1) 機材 7 億 4,000 万円
 - 2) 工事 1 億 5,000 万円
 - 3) 職員の能力強化に係る研修・技術支援 3,000 万円
 - 4) 運転管理費 5,000 万円
- 合計 9 億 7,000 万円

1-4 調査団の構成

1-4-1

第1次調査の調査団構成は以下のとおりである。

担 当	氏 名	所 属	派遣期間
総 括	鈴木 和哉	JICA 地球環境部 環境管理グループ 環境管理第一課 課長	2008/11/23～ 2008/11/28
都市衛生事情調査	漆畑 喜八郎	(株) エックス都市研究所 環境開発本部 海外環境事業グループ シニアコンサルタント	2008/11/23～ 2008/12/5
施設調査	高橋 春城	(株) 東京設計事務所 海外事業部 参事	2008/11/23～ 2008/12/1

1-4-2

第2次調査の調査団の構成は以下のとおりである。

担 当	氏 名	所 属	派遣期間
総 括	鈴木 和哉	JICA 地球環境部 環境管理グループ 環境管理第一課 課長	2009/1/11～ 2009/1/15
外交政策	中谷 洋明	外務省 国際協力局 無償資金・技術協力課 課長補佐	2009/1/11～ 2009/1/15
汚泥処理計画	小川 浩	(財)日本環境整備教育センター 教育事業 グループ 部長	2009/1/11～ 2009/1/15
下水計画	鎌田 寛子	JICA 国際協力専門員	2009/1/11～ 2009/1/15
計画管理	川田 亜希子	JICA 地球環境部 環境管理グループ 環境管理第一課 調査役	2009/1/11～ 2009/1/15
都市衛生事情調査	漆畑 喜八郎	(株) エックス都市研究所 環境開発本部 海外環境事業グループ シニアコンサルタント	2009/1/4～ 2009/1/15

1-5 調査日程

1-5-1 第1次調査

日付	曜日	時間	実施内容	備考
23-Nov-08	Sun	17:20 pm	移動：成田発→ジャカルタ着	
24-Nov-08	Mon	08:30 ~ 10:00	チブタカリヤ表敬、要請案件及びブルーブック採用案件について聴取	ススモノ 局長 ハンディ 環境衛生課長 アスリ 下水道課課員 ダル 外国援助係長
		10:30	JICA インドネシア事務所挨拶	片山 次長 岩井 所員
		14:00	日本大使館挨拶	室永 書記官
		18:00	移動：ジャカルタ発→スラバヤ	
25-Nov-08	Tue	09:00	総領事館挨拶	大床 総領事 鈴木 領事
		11:00 ~ 11:30	スラバヤ市表敬	アリフ アファンディ 副市長
		11:30~16:00	スラバヤ市関係者とのキックオフミーティング	トガール環境局長ほかスラバヤ市4部局、東ジャワ州2部局、ITS及びコンサルタント
26-Nov-08	Wed	09:00~12:00	現地視察	1. クプティ処理場 2. ブノオ（第2処理場予定地） 3. ボゼム（下水処理場予定地）
27-Nov-08	Thu	09:00~12:30	要請の背景について聴取（関係部局代表など）	環境局、清掃公園局など市7部局及びコンサルタント
		団長単独 18:00	移動：スラバヤ発→ジャカルタ	翌日のPU報告のため移動
		13:30~15:45	要請の背景について聴取（清掃公園局）	清掃公園局アディティヤ設備・インフラ課長、ヘル総務課長、ヘンドゥリ処理場長等6名
		16:00~17:00	浄化槽汚泥の不法投棄について聴取（スラバヤ市警察）	ウトモ 署長ほか1名
28-Nov-08	Fri	団長単独	PU報告	チブタカリヤ ススモノ局長
		団長単独	日本大使館/JICA インドネシア事務所報告	室永書記官/岩井所員
		団長単独 22:10	移動：ジャカルタ発→成田	
		09:00~10:00	汚泥収集業者から聴取（ストラセリ）	スワンディ 社長
		10:00~11:00	隣接するスクワッター集落視察	クルラハン クプティ事務所員による案内
		11:00~11:30	処理水放流地点視察	ヘンドゥリ 処理場長による案内
		13:00~15:30	要請の背景について聴取（BAPPEKO）	ウィスヌ 部員、ドゥウィ 部員
29-Nov-08	Sat		情報整理	
30-Nov-08	Sun		情報整理	
1-Dec-08	Mon	09:30~13:00	クプティ処理場の建設、運営について聴取	ヘンドゥリ 処理場長ほか所員2名
		10:30~11:00	環境局にて追加聴取の斡旋依頼及び環境局所管事項について聴取	トガール局長、ウリ課長
2-Dec-08	Tue	09:45~11:00	チブタカリヤ東ジャワ州事務所にてボゼムプロジェクトについて聴取	SNVT PIPS GKS ティゴル 班長、マルハディ 副班長
		11:00~12:00	チブタカリヤ東ジャワ州事務所にてクプティ処理場について聴取	PKP2LP アリムン 班長、トゥリ 副班長
		12:30~14:00	保健局にて便所の形態別普及状況など聴取	アグス バンバン 担当ほか3名
3-Dec-08	Wed	09:15~9:30	クルラハン クプティにてスクワッター集落について聴取	クルラハン クプティ事務所 ジュリアニタ 所員
		09:30~10:30	クプティ処理場の運転条件、設備改善計画について聴取	アクシン 所員
		11:00~12:00	清掃公園局にて建設費について聴取	アディティヤ 設備・インフラ部長、ヘンドゥリ 処理場長
4-Dec-08	Thu	09:30~10:00	クルラハン クプティにてスクワッター集落について聴取（継続）	クルラハン クプティ事務所 ミナット 所員
		10:15~10:45	クプティ処理場の汚泥乾燥床拡張計画について聴取	ブハリ 所員
		11:30~12:30	チブタカリヤ東ジャワ州事務所にてクプティ処理場投資額について聴取	PKP2LP アリムン 班長、トゥリ 副班長
		15:45~16:15	環境局挨拶、情報収集	トガール局長
5-Dec-08	Fri	10:30~11:00	クプティ処理場の酸化池滞留時間について再聴取	ヘンドゥリ 所長ほか1名
		19:00	移動：スラバヤ発→ジャカルタ→成田	

1-5-2 第2次調査

日付	曜日	時間	実施内容	備考
4-Jan-09	Sun	21:20 pm	移動：成田発→ジャカルタ→スラバヤ着	漆畑団員のみ出発
5-Jan-09	Mon	11:00～12:00	スラバヤ市長表敬	バンバン市長、 リスマ国際協力部長、スサント国際協力課長 トガール環境局長ほか
		13:00～14:15	市の関係者全体と調査方針について協議	トガール環境局長ほか多数
6-Jan-09	Tue	9:20～11:00	PLP- PKP2LP (チブタカリヤ東ジャワ州事務所)：クプティ処理場施設改善について聴取	アリムン班長ほか
		13:00～14:30	清掃公園局：登録業者等について聴取	アディティヤ設備・インフラ課長 ガト クプティ処理場長 (新任) ヘンドゥリ クプティ処理場長 (前任)
7-Jan-09	Wed	9:30～12:00	健康局：家庭用セプティックタンク視察ほか	Mr. Agus Bambang、 Ms. Nurimiah
		13:30～14:00	Dinas Cipta Karya & Tata Ruang (旧 Dinas Tata Kota)：組織改編について聴取	Mr. Musdiq Ali Suhudi 課長、 Ms. Ken Wahyuni ほか
		14:00～14:30	Dinas Organisasi：組織改編について聴取	Mr. Slamet Prayitno 係長
8-Jan-09	Thu	10:00～14:30	クプティ処理場：建設履歴、運営について聴取	ガト所長、 プハリ所員、アクシン所員
9-Jan-09	Fri	10:00～11:00	スラバヤ工科大学土木計画学部：分析ラボについて聴取	ジョニ 学部長、アグス スラメ 分析ラボ主任、 環境局プラストウォ係長ほか
10-Jan-09	Sat		情報整理	
11-Jan-09	Sun		情報整理	
		団長一行 17:20 pm	移動：成田発→ジャカルタ	鈴木団長、川田団員、中谷課長補佐、小川専門家、鎌田専門員
12-Jan-09	Mon	団長一行 8:30	JICA インドネシア事務所 挨拶	片山副所長、岩井所員
		団長一行 10:30	PU 表敬	チブタカリヤ ススモノ局長
		団長一行 13:00	BAPPENAS 表敬	Mr. Budi Hidayat, Mr. Oswa Mungkasa
		団長一行 15:00	日本大使館 挨拶	室永書記官
		団長一行 17:00～18:20	移動：ジャカルタ発→スラバヤ	
		10:00～11:00	クプティ処理場：施設改善について聴取	プハリ所員、アクシン所員
		12:30～13:00	Dinas Organisasi：組織図について聴取	Mr. Slamet Prayitno 係長
13-Jan-09	Tue	9:30～12:00	日本国総領事館：挨拶と対処方針説明	大床総領事、 鈴木領事
		10:00～12:00	市の関係者全体と日本の援助方針について説明・協議	トガール環境局長ほか多数
		13:00～13:30	スラバヤ市長表敬	バンバン市長、 トガール環境局長ほか
		15:00～16:30	市の関係者全体と日本の援助方針について協議継続	トガール環境局長ほか多数
14-Jan-09	Wed	9:30～12:00	市の関係者全体と日本の援助方針について協議継続	トガール環境局長、 プラストウォ係長
		14:00～16:30	クプティ処理場：視察	プハリ所員、アクシン所員
		19:00	移動：スラバヤ発→ジャカルタ	鈴木団長、川田団員、中谷課長補佐、翌日のPUとのミニッツ協議のため移動
15-Jan-09	Thu	団長一行 10:00	PU：ミニッツ協議	チブタカリヤ ススモノ局長 PU ダニ スジオノ計画国際協力局長 BAPPENAS
		団長一行 14:00	日本大使館 報告	室永書記官、佐々木書記官
		団長一行 16:00	JICA インドネシア事務所 報告	坂本所長
		9:00～9:45	スラバヤ大学都市コミュニティ活性化センター (NGO)：視察	Ms. Nilla Mardiana 専務
		10:00～10:30	Kelurahan Keputih, RW VIII：セプティックタンク視察	クプティ事務所：Lurah Keputih (区長) Mr. Pudji Harno、Ms. Minat
		11:30～12:00	ボゼム下水処理場予定地：視察	環境局：Mr. Saputo ほか
		12:30～13:30	プノオゴミ最終処分場：視察	環境局：Mr. Saputo ほか
		15:00～16:00	PU 東ジャワ事務所 (Kanwil) 居住部：行政方針聴取	プディ スシロ 居住部長ほか
		19:00	移動：スラバヤ発→ジャカルタ→成田	全員帰国ジャカルタ発 22:10

1-6 主要面談者

1-6-1 第1次調査

<インドネシア側関係者>

(1) 公共事業省 (Ministry of Public Works)

チプタカリヤ (Directorate General of Human Settlement)

環境衛生開発局 (Directorate of Environmental Sanitation Development)

Mr. Susmono, Director

Mr. Handy B. Legowo, Head of Subdirectorate of Sanitation

Mr. Asri Indiyani, staff of Subdirectorate of Sewer System Development

プログラム開発局 (Directorate of Program Development)

Mr. Daru Sukanto MM, Head of Foreign Cooperation Section, Subdirectorate of Foreign Cooperation & Investment Scheme Development

東ジャワ州事務所居住部 (Habitation Department, East Java Province)

Mr. Tigor Simarmata, Chief of Bozem Project Team

Mr. Alimun Nichri, Chief of Sanitation Infrastructure Development Team

(2) スラバヤ市 (Surabaya City)

Mr. Arif Afandi, Vice Mayor

Mr. Togar Arifin Silaban, Chief of Environment Agency

Mr. Aditya Wasita, Section Chief of Equipment and Infrastructure, Dep't of Cleansing & Park

Mr. Hendri Doetianto, Head of Keputih IPLT

Mr. Sarwoko, Professor of Surabaya Technical Institute

Mr. Siswaji Nugroho, Expert of CSW (Consultant)

Mr. Swandi, President of PT Setra Sari (Sludge Collector)

<日本側関係者>

(1) 在インドネシア日本大使館

室永 武司 二等書記官

(2) 在スラバヤ日本総領事館

大床 泰司 在スラバヤ総領事

鈴木 勇志 領事

(3) JICA インドネシア事務所

片山 裕之 次長

岩井 伸夫 所員

1-6-2 第2次調査

<インドネシア側関係者>

(1) 国家開発企画庁 (National Planning and Development Board: BAPPENAS)

Mr. Budi Hidayat, Director for Settlements and Housing

Mr. Oswa Mungkasa, Directorate for Settlements and Housing

Ms. Ira Lubis, Directorate for Settlements and Housing

(2) 公共事業省 (Ministry of Public Works)

チプタカリヤ (Directorate General of Human Settlement)

環境衛生開発局 (Directorate of Environmental Sanitation Development)

Mr. Susmono, Director

Ms. Kati Andraini D, Head of Subdirectorate of Drainage & Solid Waste Development

Mr. Handy B. Legowo, Head of Subdirectorate of Sanitation

Mr. Asri Indiyani, staff of Subdirectorate of Sewer System Development

プログラム開発局 (Directorate of Program Development)

Mr. Daru Sukanto MM, Head of Foreign Cooperation Section, Subdirectorate Foreign Cooperation & Investment Scheme Development

東ジャワ州事務所居住部 (Habitation Department, East Java Province)

Mr. Budi Susilo, Chief of Department

Mr. Tigor Simarmata, Chief of Bozem Project Team

Mr. Marhadi Boediono, Assistant to chief, Bozem Project Team

Mr. Alimun Nichri, Chief of Sanitation Infrastructure Development Team

Mr. Tri Wahyuriyadi, Assistant to chief, Sanitation Infrastructure Development Team

(3) スラバヤ市 (Surabaya City)

Mr. Bambang DH, Mayor

Ir. Tri Rismaharini, MT, Chief of Surabaya Planning and Development Board

Mr. Togar Arifin Silaban, Chief of Environment Agency

Mr. Aditya Wasita, Section Chief of Equipment and Infrastructure, Dep't of Cleansing & Park

Mr. Gatot AS, Head of Keputih IPLT

Mr. Agus Bambang Supriyadi, Department of Health

Ms. Antiedk Sugiharti, Head of Cooperation Division

Mr. Pudji Harno, Chief of Kelurahan Keputih

Mr. Prastowo, Chief of Subsection of Protection and Control Measure, Environment Agency

Mrs. Ken Wahyuni S, Cipta Karya and City Planning Department

Ms. Siti Nurjana, PDAM

Mr. Joni, Professor of Surabaya Technical Institute

Mr. Sri Smestri, Expert of CSW (Consultant)

<日本側関係者>

(1) 在インドネシア日本大使館

室永 武司 二等書記官

(2) 在スラバヤ日本総領事館

大床 泰司 在スラバヤ総領事

鈴木 勇志 領事

(3) JICA インドネシア事務所

坂本 隆 所長

岩井 伸夫 所員

1-7 調査結果概要

1-7-1 調査結果

(1) 対象施設について

要請書では、無償資金協力の対象施設として、下水処理施設として記載されていたが、調査のなかで腐敗槽汚泥の処理施設（以下「し尿処理施設」あるいは「し尿処理場」と記す）であることを確認した。

(2) 高度処理施設の必要性について

高度処理施設の必要性についてのスラバヤ市側からの唯一の説明は、市民啓発のために必要であるというものしかなかった。そのうえで、以下の点が確認され、結果として、高度処理施設導入は十分な妥当性を見つけることはできなかった。

- ① 河川への放流水質は州政府が定めた水質環境基準 **BOD 150mg/l** を目標値（法的拘束力はない）としており、高度処理を必要とする対象ではない。また、クプティし尿処理場からの処理水の放流先であるジャギル川には、放流地点上流約 8 km から河口まで約 12 km の間に特定の環境基準が定められている水域はない。
- ② クプティし尿処理場周辺住民は飲料水をスラバヤ水道公社による給水に依存している。
- ③ クプティし尿処理場周辺住民は、近辺に存在した廃棄物処理場が運用されていた時代には、臭気、ゴミ等による生活への影響被害があったことを述べているが、現在の腐敗槽汚泥処理場に関しては、臭気も含め、特に問題としては認識していない。
- ④ スラバヤ市の給水施設、水質浄化を推進しているカリマス川、いずれも本施設からの排水の影響を受けることはなく、また、下流にも本施設からの排水により過度に悪影響を受ける対象は見受けられない。

(3) 既存施設の処理水量が計画以下となっている要因

現地調査の結果、以下の点が確認され、クプティし尿処理場に運搬されるし尿の量は、住民からの腐敗槽汚泥処理の依頼件数が制限要因となっているものであり、クプティし尿処理場の人的、施設的な制限要因によるものではないと判断される。なお、スラバヤでは

通常4年に1度の割合で引き抜きを行っている模様。

- ① クプティし尿処理場は、機材に一定の老朽化の影響はあるものの、オキシデーショ
ンディッチ（Oxidation Ditch : OD）処理池4系列中、3系列は稼働しており、残る1
系列も自己資金により修繕を行う過程にあった。定期的な水質検査が実施されていな
いこと、設計が腐敗槽汚泥処理施設のためのものでなかったことなどの運営面でのい
くつかの課題は残るが、人材、施設が制限要因になっている理由は見当たらない。
- ② 腐敗槽汚泥収集業者は、全部で27業者あり、それらが所有する車両は70台、容量
は300m³程度あり、汚泥収集車は、1日に2回程度回収することが可能であることか
ら、少なくとも600m³/日以上収集能力を有していると判断される。

(4) 処理施設からの放流水の水質が水質基準を満たしていない原因

処理水の水質管理に関する能力は不足しており、放流水質を管理することを念頭に置い
た施設運営は行われていない。一方、施設を維持管理・運営するために必要なスタッフは
整っており、現状の予算面、施設面に対応可能な範囲での運営はなされている。現行放流
水質基準を満たすための技術的支援、最小限の機材支援のニーズは確認された。

- ① クプティし尿処理場は、23人のスタッフにより、3交代制で行われており、人員配
置は十分に行われている。
- ② 水質検査については、水質検査室は設置されているが実体はなく、腐敗槽汚泥搬入
時に産業廃水であるかどうかをリトマス試験紙で確認するくらいである。約2ヵ月に
1度の割合で水質分析業者に委託し、水質検査を実施している。入手した資料を確認
したところ、目標放流水質を満たしているのは年に1度程度。
- ③ 施設の維持管理については、現状予算を最大限活用して、不具合のある箇所につい
て独自に工夫するなどの対応をしている。

1-7-2 無償資金協力に係る検討

腐敗槽汚泥の処理需要は、現状では1日約100m³であり、この量は現在のプラントで十分消
化できる量である。収集した汚泥が不法投棄されているという情報もあり、適正管理が徹底す
れば処理需要は倍増するという計算も成り立つが、それがいつごろかという推定はどの機関で
も公言していない。したがって無償資金協力によって設備改善し、日処理量を向上させる必要
性は当面ない。

一方、処理水の放流先、ジャギル川に環境基準は設定されておらず、水道取水口もなく、ま
た放流量は1日せいぜい100m³という微量で、ジャギル川流量の数万分の一にしか当たらな
い。このためクプティ処理場において高度処理をしなければならない理由はなく、リハビリの
内容とするのは過大な設計といわざるを得ない。

結果として、要請にある高度処理施設への改修実施の妥当性は低いと判断することが適切と
思われる。

1-7-3 今後の協力の検討

(1) スラバヤ市の水環境改善の取り組み

これまでの調査を通じ、以下のようなインドネシア政府及びスラバヤ市役所における都

市水環境改善のための取り組みが確認されているほか、JICA では草の根技術協力「スラバヤ市水質管理能力向上」（国内実施機関：北九州市環境局）によりカリマス川の水質モニタリング能力向上を目的とした活動が展開中であり、水環境改善に対する行政としての方向性、組織・人材のキャパシティはインドネシア他都市に比較し、高いと理解している。

- ・クプティシ尿処理場の施設改善
- ・スラバヤ下水道衛生開発プログラム 2020（SSDP）マスタープランのレビュー実施（し尿処理の料金改定等の条例制定案を含む）
- ・スラバヤ下水処理プロジェクト調査の実施（受益人口 50 万人）

(2) 今後の協力の方向性

クプティシ尿処理場の運営改善、及び関連条例策定への技術協力は、スラバヤ市による条例改正の動きを促進し、また、分散型処理導入促進への技術協力の好事例となる可能性が高いことから、小規模の技術協力プロジェクトを実施することにより対応することを検討する。なお、検討にあたっては、新たな要請取り付け等を経ることは時宜にかなわない協力となるおそれがあることから、スキーム変更については簡便になされることが前提となる。

スラバヤ市に対する本分野の中長期的な協力については、これまでの既往協力、先方政府による取り組み、及び JICA 草の根技術協力の進捗をみつつ、プログラムの観点から別途検討していくこととする。

第2章 処理施設現況調査

2-1 処理施設の建設経緯（表2-1参照）

2-1-1 現施設の建設経緯

クプティシ尿処理場は、1980年代後半に世界銀行（以下、「世銀」と記す）融資を受けてスラバヤ市により建設が進められた。しかし、市内のルンクット工業団地で利用されている排水処理施設の設計をそのまま活用して建設したため、汚泥処理施設として必要な機能を有しておらず、世銀がそれを指摘、建設費の支払いが中断した。急遽チプタカリヤが前処理施設（汚泥調整槽）を建設することとし、世銀による建設費の支払いが行われた。

処理施設（第1系列）は1991年5月に運転を開始し、引き続き第2系列が1993年に建設され、全施設が完成した（1991年に全施設完成という説もある）。運転開始後半年くらいに、汚泥調整槽の能力不足が露呈し、水処理施設は過負荷となり、運転トラブルが頻繁に発生した。

1997年、世銀によりスラバヤ下水道衛生開発プログラム2020（SSDP）マスタープランが作成され、市街地の下水道システムの導入、周辺地域の分散型処理システムの導入が計画された。あわせて、し尿（腐敗槽汚泥）についても、カリマス川の東岸側を対象とするクプティシ尿処理場（既設）、西岸側を対象とするブノオ処理場の整備が計画された。しかし、クプティシ尿処理場を除き、計画は今日まで実施されていない。

このSSDPマスタープラン及び緊急実行計画（IAP）において、クプティシ尿処理場の現状分析・評価が行われ、水処理施設への負荷を減らすために、前処理施設の能力増強及び発生汚泥処理能力アップから成る改善計画の提案が行われた。チプタカリヤは、1998年、この提案に基づき独自に25億ルピア（Rp.）を予算化し、2002年までに前処理施設として汚泥分離槽と汚泥搬出クレーン、汚泥処理施設として汚泥乾燥地等の建設を行った。

その後、2006年、スラバヤ市は独自予算で仕上げ池を建設している。

表2-1 クプティシ尿処理場建設経緯

時期	建設経緯	事業費	財源
1989～90年	第1期施設（1/2系列）完成		スラバヤ市
1991年5月	運転開始		
1993年	第2期施設（2/2系列）完成		スラバヤ市
運転開始後	Equalizer Tank（汚泥調整槽）の能力不足に伴う運転トラブル発生		
1997年10月	SSDP Master Plan, SSDP Immediate Action Planの作成		
1998年～ 2002年	汚泥分離槽、クレーン、Drying Area（汚泥乾燥地）等の建設	25億ルピア	チプタカリヤ
2006年	Polishing Pond（仕上げ池）の建設		スラバヤ市
2007～08年	SSDP 1997のレビュー調査を実施		チプタカリヤ スラバヤ市
2008年	汚泥分離クレーン、ダンプトラック、OD槽、エアレーター等の改修・追加工事	6億ルピア	チプタカリヤ
2009年～	天日乾燥床の増設		

2-1-2 2008年度の改修事業及び今後の建設計画

2007年からチプタカリヤ及びスラバヤ市の予算により1997年に世銀が作成したSSDPマスタープランのレビューが進められ、2008年末までに最終報告書（案）が作成された。これは、スラバヤ市の都市衛生改善を実行するうえで重要な計画である。これにより、都市衛生改善のシナリオ作成及び市条例の準備が行われ、下水道施設整備等の実施財源を要求することになる。

クプティシ尿処理場については、運転開始後17年が経過し施設の老朽化が進んでいることから、チプタカリヤ（東ジャワ州事務所）は2007年から2008年にかけて処理場の運転実態を調査した。処理場は、汚泥分離槽がクレーン故障により汚泥で埋まっており、また掘り出した汚泥を運ぶ車もないという状態で、受入不能に陥っていた。その解決のために6億ルピアを確保し、2008年10月、運転開始後初めての大規模な改修工事を行った。

主な工事内容は以下のとおりである。

- ・汚泥分離槽及びクレーン操作室等の改修
- ・分離汚泥搬出用ダンプトラックの購入
- ・OD槽底部・壁面の改修（4池）
- ・エアレーター2基（1池分）等の補修
- ・門、駐車・駐輪場の設置等

また、天日乾燥床については現在の施設面積1,200m²では能力が不足しており、発生汚泥量に見合う倍の面積が必要である。既に入手したクプティシ尿処理場改修図面（2008年）には、天日乾燥床の増設計画が示されている。また、その図集には書き込まれていないが、敷地の南東隅の汚泥乾燥地Ⅱと塀の間にコンポストパッキング施設も計画されている。

2-2 処理施設の概要

2-2-1 施設概要

スラバヤ市が所有・管理するクプティシ尿処理場は、腐敗槽汚泥の処理を目的に1991年に運転を開始した。図2-1に示すように、約2haの敷地に、公称汚泥処理能力400m³/日、汚泥発生量80m³/日の施設が配置されている。

クプティシ尿処理場の主要施設を表2-2に示す。施設の寸法は、今回入手したチプタカリヤ作成のクプティシ尿処理場改修図面（2008年）をベースにしているが、誤りと思われるものについては修正している。具体的には、オキシデーションディッチの断面は現地での実測データを採用し、最終沈殿池の深さはSSDPマスタープランIAP（1997年）の深さ表記を採用した。また、当該図面に載っていない施設については、クプティシ尿処理場パンフレットの記載に拠った。いずれにしても、正確な寸法は、現地において池を空にするなどして、実地に計測する必要がある。

主要機器についてはクプティシ尿処理場概要書の記載に拠ったが、実際に配置されている機器詳細については後述する。

表 2-2 クプティシ尿処理場主要施設概要

	施設名称	施設規模				主要機器 (当初計画)	
		長さ	幅	深さ (水深)	池数		
1	汚泥分離槽 (Solid Separation Chamber : SSC)	27m	8.5m	2.5m (1.5m)	4 池	走行クレーン、クラムシエル、駆動モーター 6 台	
2	排水槽 (Sump Well)					排水ポンプ 2 台	
3	汚泥調整槽 (Balancing Tank/Equalizer)	18m	6m	2.4~2.9m (1.6~2.1m)	2 池	流入ポンプ 2 台	
4	オキシデーションディッチ (Oxidation Ditch)	59m×2	上幅 4.1 m 底幅 1.57 m	1.85m (1.45m)	4 池	マンモスローター 8 台	
5	汚泥分配槽 (Distribution Box)	I	2m	2m	(1.25m)	2 池	
		II	3m	2m	(1.65m)	2 池	返送汚泥ポンプ 2 台
6	最終沈殿池 (Settling Tank/Clarifier)	直径 12m		2.15~2.35m (1.75~1.95m)	2 池	かき寄せ機駆動モーター 2 台	
7	仕上げ池 (Polishing Pond)	15.24m	6m	2.55m (1.3m)	1 池	放流ポンプ 1 台	
8	天日乾燥床 (Sludge Drying Bed)	10m	5m	1.5m 層厚 0.3m	6 床 4 池		
9	汚泥乾燥地 (Drying Area)	南側	34m	25m	0.90m	2 池	
		東側	33.35 m	上幅 11.0m 下幅 8.2m	0.90m	1 池	
			36m	上幅 8.2m 下幅 5.1m	0.90m	1 池	

2-2-2 処理プロセス

クプティシ尿処理場に搬入される腐敗槽汚泥の処理プロセスを図 2-2 に示す。

(1) 汚泥受入れ (固液分離) プロセス

腐敗槽汚泥を受け入れ、固液分離するための工程である。後段の水処理プロセスへの負荷をいかに減らすか、いかに多くの固形物を回収するかがポイントとなる。

各家庭から収集された腐敗槽汚泥は、民間の運搬業者が所有するバキューム車で、クプ

ティシ尿処理場に運ばれてくる。腐敗槽汚泥は汚泥分離槽に投入され、固形分が浮上堆積・沈殿するとともに、上澄み分離液は水路を経由して汚泥調整層に流入する。また、分離槽底部から発生する分離液は、ろ過の後排水槽に流入し、その後汚泥調整槽に揚水される。

汚泥分離槽内の堆積汚泥は、一定の含水率に達すると、走行クレーンに装着されたクラムシェルで運搬用のダンプトラックに積み込み、場外に搬出される。

(2) 水処理プロセス

汚泥受入れ（固液分離）プロセスから送られてくる固液分離液を処理する工程である。

汚泥調整層から揚水された分離液はオキシデーショondiッチに導かれ、水処理される。ディッチ内の混合液は、汚泥分配槽Ⅰを経由してサイフォンで最終沈殿池に流入する。最終沈殿池で沈殿した汚泥は、同じくサイフォンで汚泥分配槽Ⅱに導かれ、大部分が返送汚泥としてポンプによってオキシデーショondiッチに返送される。一部は、余剰汚泥として乾燥汚泥床に投入される。

(3) 汚泥処理プロセス

汚泥受入れ（固液分離）プロセスで発生する固形物及び水処理プロセスで発生する汚泥を処理する工程である。

汚泥分離槽から場外に搬出された堆積汚泥は、隣接した旧ゴミ処分場の一面に仮置きされ、安定・無害化される。天日乾燥床に投入された余剰汚泥は、約30日（乾期は約20日）間で蒸発乾燥し乾燥汚泥となり、有機肥料として有効利用される。天日乾燥床の処理能力をオーバーする場合には、余剰汚泥は乾燥地に直接投入され、同様に蒸発乾燥される。

天日乾燥床、乾燥地下部から滲出するろ液は、汚泥調整槽側の排水槽に戻り、水処理プロセスに送られる。

DETAIL ENGINEERING DESIGN
SOLID SEPARATION CHAMBER (SSC) ; BALANCING TANK ;
OXYDATION DITCH & CLARIFIER

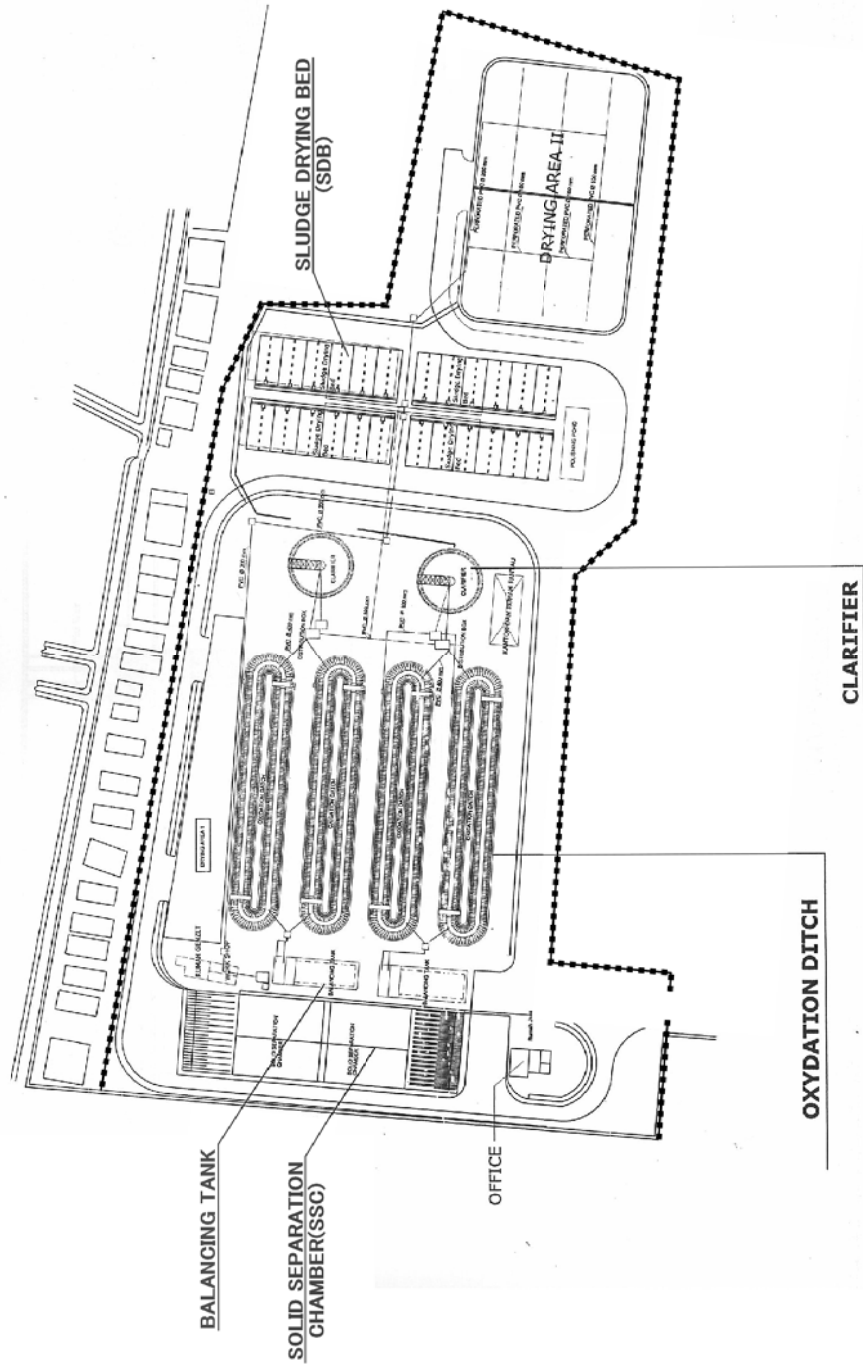


図 2-1 クプティシ尿処理場一般平面図

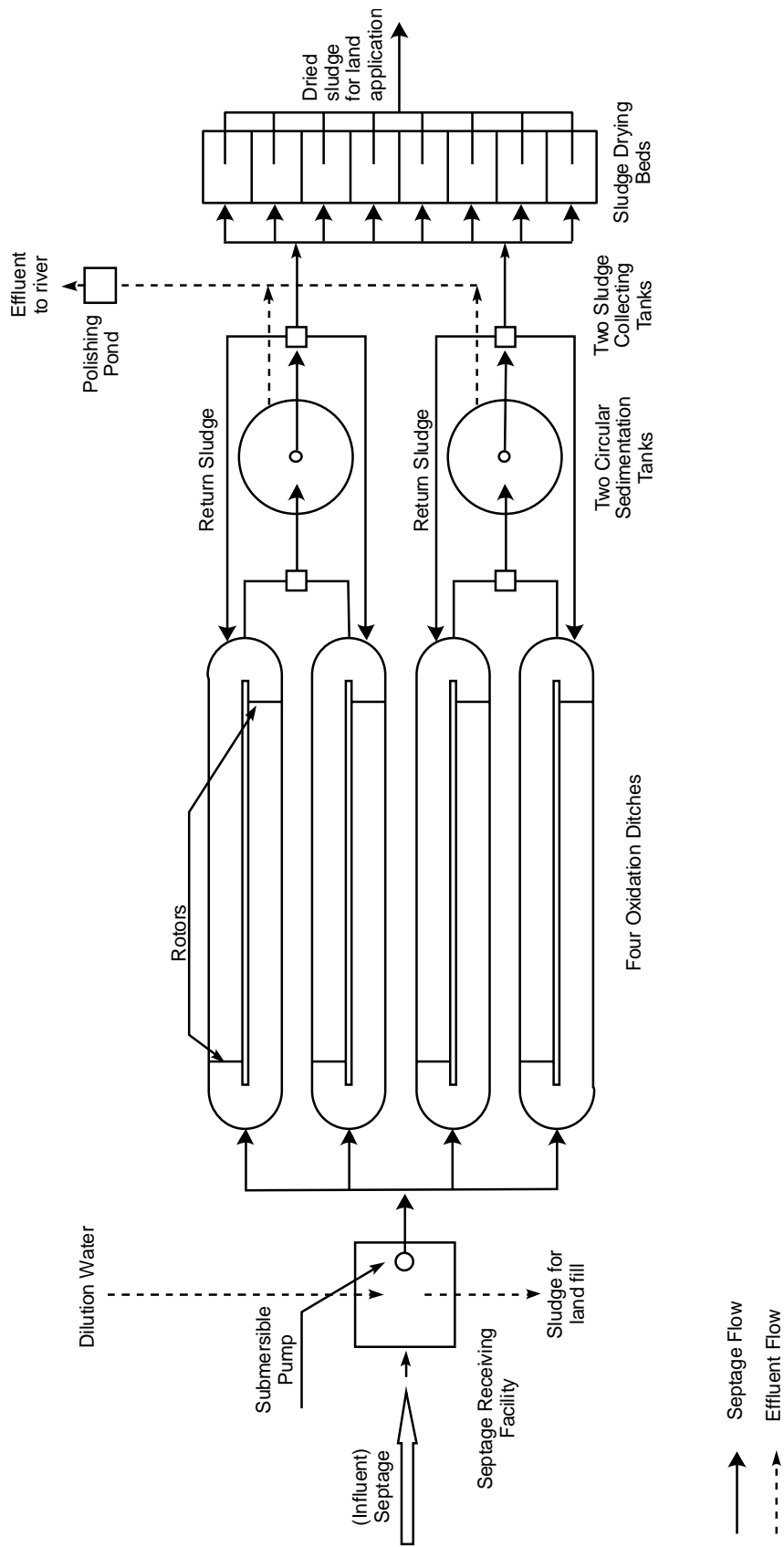


図 2-2 クプティシ尿処理場処理プロセス

2-3 処理施設への汚泥搬入

(1) 搬入方法

処理場の計量担当職員が、目視でバキューム車容量と後部の液位計から搬入量を決め、伝票（運転手用、料金支払窓口用、処理場控への3枚つづり）のうち2枚を運転手に渡す。後日、搬入業者が市役所窓口で処理料金を支払う。

(2) 汚泥搬入量

2004年から2008年までのクプティシ尿処理場への汚泥搬入量は、表2-3のとおりである。年間の搬入量は、2004年：3万7,348m³、2005年：3万5,980m³、2006年：2万8,677m³、2007年：2万8,981m³であり、2008年は2万9,000m³と推定される。また、日平均の搬入量は、2004年：102m³、2005年：99m³、2006年：79m³、2007年：79m³であり、2008年も10月までは80m³であった。これは、2004年並びに2005年は日平均搬入量が100m³あったものが、この3年ほどは80m³/日に減少していることを示している。

表2-3 クプティシ尿処理場 汚泥搬入量（2004～08年）

(単位:m³)

年		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計	月/日平均
2004	月合計	3,526.5	2,924	3,384	2,695.5	2,690.5	3,321.5	3,148.5	3,119	2,962.5	3,248.5	2,361	3,966.5	37,348	3,112
	日平均	113.8	100.8	109.2	89.9	86.8	110.7	101.6	100.6	98.8	104.8	78.7	128.0	1,223	102
2005	月合計	3,769	3,250	3,235	2,983	2,893.5	3,128	3,149	2,919	2,754.5	2,633.5	1,885	3,380.5	35,980	2,998
	日平均	121.6	116.1	104.4	99.4	93.3	104.3	101.6	94.2	91.8	85.0	62.8	109.0	1,183	99
2006	月合計	2,632	2,394	2,769	2,235	2,201.5	2,336	2,794.5	2,318.5	2,358	1,696.5	2,521.5	2,419.5	28,677	2,390
	日平均	84.9	85.5	89.3	74.5	71.0	77.9	90.1	74.8	78.6	54.7	84.1	78.0	943	79
2007	月合計	2,456.5	2,325.5	2,459.5	2,246	2,089.3	2,190.5	2,150.3	2,245.5	2,561.5	2,128.5	3,007	3,121.3	28,981	2,415
	日平均	79.2	83.1	79.3	74.9	67.4	73.0	69.4	72.4	85.4	68.7	100.2	100.7	954	79
2008	月合計	3,072.5	2,571	2,740	2,515	2,722	2,324.5	2,448.5	2,305	1,831	1,789			24,319	2,432
	日平均	99.1	88.7	88.4	83.8	87.8	77.5	79.0	74.4	61.0	57.7			797	80

(3) 収集業者の収集能力

スラバヤ市には腐敗槽汚泥収集業者の登録制度があり、現在23社が登録済みで汚泥収集業者協会を構成している。新規の収集業者は協会の推薦を受けて申請し、市清掃局が登録証を発行する仕組みになっている。現在4社が入会審査中で登録待ちである。

表2-4に、2008年にクプティシ尿処理場に搬入された、収集業者別の汚泥搬入量を示す。処理場では、登録業者あるいは申請中の収集業者でないと、汚泥を受け入れないため、現在27社が汚泥を搬入している。27社が所有するバキューム車の総数は70台、バキューム車容量にはバラツキがあるが、上位21社のバキューム車58台で293m³であるので、70台では340～350m³となる。運搬距離からみて1日2往復は可能であるので、汚泥の収集能力は、処理場の公称処理能力400m³/日をはるかに超えていることが分かる。

表 2-4 クプティシ尿処理場 収集業者別汚泥搬入量 (2008 年)

業者名	保有量		(単位: m ³)													
	台数	収集能力	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計	月平均
1 PT.SERTA SARI	3	14	166	139	97	142	120	105	63	110	58	105			1105	110.50
2 PT.TINJA	7	33	39.5	36	49	44.5	47.5	30.5	43.5	33.5	24	39			387	38.70
3 PT.BIMA	5	33	175	203.5	187.5	208.5	186.5	172.5	163.5	145	127.5	120.5			1690	169.00
4 CV.MULYO	5	28	350.5	197.5	284.5	276.5	239	296.5	247	206.5	160	187			2445	244.50
5 CV.SEMPURNA	1	7	29	24	31	16.5	52	24.5	39.5	30	7	32.5			286	28.60
6 CV.PRAYOGA	1	7	99	54	80.5	48.5	55.5	65	79.5	60.5	63.5	67			673	67.30
7 CV.NUSA JAYA	6	28	476.5	480.5	465	444.5	472.5	413	404	401.5	370	274			4201.5	420.15
8 PT.CAHAYA HIDUP	1	12	20	37	17.5	13	13.5	9	18.5	-	6	9			143.5	14.35
9 CV.EKA JAYA	1	18	12	-	-	-	-	-	-	19	20	22			73	7.30
10 CV.TUNAS	1	9	92.5	105	88.5	63	99.5	52.5	42	29.5	32	15.5			620	62.00
11 UD.GHARNADI	1	7	34	41.5	31.5	25	56	13.5	36.5	26	42	28.5			334.5	33.45
12 CV.UTAMA	7	34	404.5	337.5	351.5	313	347	229.5	304.5	216.5	167.5	181			2852.5	285.25
13 CV.SUKSES	1	12	-	3	4	4	4	12	7	14	-	5.5			53.5	5.35
14 CV.KOPESAS	1	3	32.5	34.5	38.5	24.5	44	34	64	50	17	24			363	36.30
15 CV.MENANG	1	11	-	2.5	2	-	-	-	-	-	-	-			4.5	0.45
16 CV.SUMBER KENCON	2	5					32	20.5	24	39.5	22.5	20.5			159	15.90
17 UD.MENTARI	4	3	131.5	80.5	116.5	87.5	99.5	90	55.5	36	39.5	28			764.5	76.45
18 CV.MITRA ABADI	4	14	190.5	135	177	132.5	160.5	147	142	139.5	112	105.5			1441.5	144.15
19 CV.SANJAYA	3	6	188.5	152.5	162.5	138	139.5	121	113.5	165.5	124.5	88			1393.5	139.35
20 CV.PUSAT	1	6	41.5	35	29	46.5	42.5	16.5	47	36	18.5	29			341.5	34.15
21 CV.TOP	2	3	99.5	102.5	95.5	120.5	100.5	95.5	154.5	156.5	114	107			1146	114.60
22 UD.SUMBER JAYA	5		218	153.5	194	174	182	175	152	173	160.5	140			1722	172.20
23 CV.BAROKAH	2		80	85	90.5	77.5	85.5	71	78.5	69	46	68.5			751.5	75.15
24 CV.HIKMAH	1		35	27	23.5	29.5	26.5	25	26	16.5	20	20.5			249.5	24.95
25 CV.JANJIKU	1		43.5	25.5	21	7.5	22.5	27	8	25.5	20.5	28			229	22.90
26 CV.MAJU	1		60	44	42	36.5	47	41.5	48	42.5	28.5	39.5			429.5	42.95
27 UD.SUMBER PERAK	2		53.5	35	60.5	41.5	47	37	87	63.5	30	4			459	45.90
合計	70	293	3,072.5	2,571	2,740	2,515	2,722	2,324.5	2,448.5	2,305	1,831	1,789			24,318.5	2431.85

2-4 処理施設の運転・維持管理状況

2-4-1 各処理施設の運転管理

(1) 汚泥分離槽（2-9、写真1~4）

腐敗槽汚泥は液状で、バキューム車後部のコックから、直接汚泥分離槽バースクリーン手前の受入部に投入される。腐敗槽汚泥は、見た目は黒っぽく相当嫌気性分解が進んだ状態で、臭いもほとんどない。

汚泥分離槽は、2池同時に使用され、他の2池は修理中のため使用されていなかった。上部で堆積乾燥した汚泥を走行クレーンに装着したクラムシェルでつかみ、ダンプトラックに積み込んでいた。計画では分離槽において汚泥受入工程と堆積乾燥・掘削工程を交互に使い分けることになっているが、今回、堆積乾燥工程を見ることはできなかった。

説明によれば、1区画は汚泥投入10日間で満杯となり、10日間放置し固形分が堆積・乾燥した後、20日かけて掘削する。掘削は、まず表層を1週間かけて掘り下げ、下部はしばらく放置し水が抜け固くなるのを待って2週間かけて空にする。このように一工程40日、4区画で10日ずつサイクルをずらして、連続的に汚泥を受け入れる。なお、表層掘削時には、掘削汚泥をおおむね午前7回、午後5回、合わせて1日12回、ダンプで搬出している。

2008年度改修された走行クレーン及び操作室は、問題なく稼働していた。また、同じく購入されたダンプトラックも「CIPTA KARYA」（チプタカリヤ）のマークを付けて稼働していた。

分離液は、分離槽末端のバッファー下部からゲートを介して集水水路に越流し、汚泥調整槽に流入していた。またもう一つ、分離槽下部からろ過された分離液が、排水槽に導かれ、汚泥調整槽にポンプアップされるルートがあった。

(2) 汚泥調整槽（2-9、写真5）

集水された分離液は、汚泥分離槽からOD槽にポンプアップされる。汚泥調整槽は、汚泥受入施設としての機能を汚泥分離槽に取って代われ、事実上、流量調整槽の役割を担っている。汚泥調整槽は、2池のうち1池が使用されていた。

攪拌用ブロワーは運転されていないので、槽内での汚泥沈殿が心配される。

(3) OD槽（2-9、写真6~11）

4池のうち3池が運転中であった。2008年度の改修工事は、既に運転中の2池が終了し、1池が待ちの状態であった。工事内容は、4池の底部改修、1池のエアレーター補修、エアレーター上部の屋根補修である。

MLSS濃度（反応タンク内の活性汚泥濃度）は、計測されていないので不明であるが、相当高いように見受けられた。ディッチの断面が不確かであったので、現地で水深等を計測し、ディッチ容量を以下のように算定した。流入水量を100m³/日としても、相当な滞留日数となる。

$$A = (4.10\text{m} + 1.57\text{m}) / 2 \times 1.45\text{m} = 4.11\text{m}^2, L = 59\text{m} \times 2 = 118\text{m}$$

$$V = 485\text{m}^3/\text{池}$$

現場の維持管理担当者によれば、ディッチ内で汚泥が堆積し厚さが60cmにもなるので、

1年に1回、定期的に人力で浚渫を行っているとのことであった。人力で除去するのは困難であるので、クレーンを設置し作業の機械化を図りたいとの要望が出された。

(4) 最終沈殿池（2-9、写真12~13）

2池が運転中で、汚泥返送も行われていた。しかし、水面は茶色に濁っており、清澄な沈殿池のイメージからかけ離れたものであった。外周駆動型の汚泥かき寄せ機は稼働していたが、槽内の様子が見えないため、汚泥性状を確認できなかった。越流堰のノッチの腐食、不陸が目についた。

(5) 仕上げ池及び放流先（2-9、写真14~16）

放流水は、仕上げ池の水位制御により、放流ポンプで直接ジャギル川に放流されている。実際には、流入水量が少ないこともあり、1日1回の間欠放流となっている。仕上げ池は、スカムが目についたが、汚泥の沈殿も心配される。放流管はφ150mmの鋼管、延長は600~700mである。

放流管の吐口は、近隣居住地のコミュニティ広場に面した漁師の家の背面、船着場の渡り板の下、水面から約40cmの位置にあった。吐口の先端は、河岸から途中の支えなしで、1.5mほど突き出していた。放流水は透明の茶褐色の色相であった（図2-3に処理水放流地点を示す）。

(6) 天日乾燥床・汚泥乾燥地（2-9、写真17~19）

最終沈殿池からの余剰汚泥は、天日乾燥床に送られ20日（乾期）~30日（雨期）の滞留後に、乾燥汚泥となる。汚泥乾燥地は、天日乾燥床の能力不足を補うための施設である。雨期など天日乾燥床（1,200m²）の処理能力が不足する際に、乾燥地（南側1,700m²、東側880m²）に直接投入され、同様に蒸発乾燥され乾燥汚泥となる。

乾燥汚泥は、有機農業の大規模農家等がダンプトラックで取りに来ており、有機肥料として有効利用されている。また、肥料業者も有価物（農園の肥料）として販売している。場長によれば、現在は無償配布であるが、需要が多いので、将来は有償頒布を考えているとのことであった。

(7) 汚泥分離槽汚泥の処分（2-9、写真20）

汚泥分離槽からダンプトラックで搬出される分離汚泥は、隣接した旧ゴミ処分場の一面に仮置きし、2週間~1ヵ月程度の安定・無害化期間を経た後、街路樹・公園等に施用している。公園などの造成工事で、底土として使えるとのことであった。



図 2-3 クプティし尿処理場の処理水放流地点

2-4-2 主要機器の維持管理

機器類のメンテナンス状況を、現地での機器類の目視、管理書類、管理費用の支出状況等から確認した。

総合的に判断すると、処理場の機能を維持するために必要な最低限の予算は確保され、日常的な機器補修は行われている。しかし、コストがかかる大規模な改修工事は後回しにされ、処理場の機能を失うような事態も経験している。既に運転開始後 20 年近い年月が経ち、エアレーターの交換等、大規模改修が必要になると思われる。

(1) 機器類の状況

クプティし尿処理場の処理プロセスはオキシデーションディッチ法であり、機器類もシンプルで維持管理しやすい。主要機器としては、汚泥分離槽のクレーン、OD 槽のエアレ

ーター、最終沈殿池のかき寄せ機及びポンプ類である。

汚泥分離槽のクレーン、クラムシェルは改修したばかりであるが、オキシレーションディッチのエアレーターは、古いもので設置後18年を経過し、軸は錆が浮き、ローターのパドルは欠けた部分を羽根単位で交換していた。最大の努力を尽くしているが、ローター全体の交換はいずれ必要になると思われる。最終沈殿池の汚泥かき寄せ機は稼働していたが、池の中は確認することができなかった。ポンプ類は、補修をしながら、必要に応じて交換・転用するなど有効に使われている。近年、新しいポンプも数台、購入している。

また、塗装やオイルの補充など必要な費用も予算化され、不具合のある箇所について独自に工夫して補修するなど、現在の予算規模の範囲でできる日常的な維持管理業務は行われている。

(2) 機器リスト

処理場の担当者に処理設備の機器リストを求めたところ、管理室の壁にかかっていたA3版1枚の備品台帳が提出された。この台帳には、机・椅子など事務機器に混じって、処理設備機器も記載されており、その部分を抜粋して主要機器リスト(表2-5)を作成した。

これには、備品番号、メーカー、規模、購入年などや機器の状態に関する記述があり、ある程度の情報は得られる。これによると、建設当初の機器は引き続き使用されており、ポンプ類、散水タンク(処理水は塩分濃度が高く使用できないため)等、維持管理に必要な機器類が新たに購入されている。また、水質機器については、建設当初購入された機器が記載されているが、使われないうちになっていることが分かる。

しかし、この台帳は備品としての財産管理を目的にしているため、過去の補修の履歴等、維持管理の経緯をたどることはできない。また、発電機以外の電気設備機器がリストアップされていないなど、項目的にも不十分なものである。

処理場の維持管理を適切に行うのであれば、修繕履歴を記載した設備機器台帳の整備、日常的な運転状況の記録、施設の点検記録、故障・事故等の記録、水質管理の記録を残す必要がある。今回、「タイ国下水処理場運営改善プロジェクト」(2004~2007年)の成果の一つである下水処理場維持管理指針から、これら記録様式の英文サンプルを持参した。これを処理場長や担当職員に配布し、今後の維持管理に活用するよう提案した。

表 2-5 クプティシ尿処理場 主要機器リスト

No.	機器類 (備品番号省略)	メーカー/型	規模	購入年	設置場所	数量 (予備)	2008年7月4日 機器の状態		
							良	余り良く ない	故障
							○	△	×
1	クレーン(クラムシェル)	-	-	2003	汚泥分離槽	1	-	△	-
2	クレーン用モーター	Demag		1990	汚泥分離槽	5	-	△	-
3	エアレーター	Ebhara	7.5HP	1990	OD槽	4(+1)	-	△	-
4	エアレーター	Phasapant	10.5HP	1995	OD槽	4	-	△	-
5	かき寄せ機	Altack	3.5HP	1990	最終沈殿池	2	-	△	-
6	汚水流入ポンプ	-	2.2HP	2000	汚泥調整槽	6	-	△	-
7	返送汚泥用ポンプ	Ebhara	5.5HP	2000	返送汚泥ピット	2	-	△	-
8	排水ポンプ	Altack	2.2HP	1990	排水槽	2	-	△	-
9	放流ポンプ				仕上げ池	1	-	△	-
10	ポンプ	Elephant	3.5HP	1990	予備	1	-	△	-
11	ポンプ	Daishin	3"	2005	予備	1	-	△	-
12	ポンプ	Honda Kato	2"	2006	予備	1	○	-	-
13	水中ポンプ	Ebhara	5.5HP	2006	予備	2	○	-	-
14	発電機	Bisma	25KVA	1990	発電機室	1	-	△	-
15	散水用タンク	-	-	2005	-	2	-	△	-
16	溶接機	Telwin		2006	-	1	○	-	-
17	ガラスビン	Naigent	-	1990	ラボ	1	-	△	-
18	天ビン	-	-	1990	ラボ	1	-	△	-
19	オープン	Nemert	-	1990	ラボ	1	-	△	-

2-5 水質管理

2-5-1 放流水質基準

水質規制は環境省の所管であり、排水水質基準は州レベルが定めることができ、市にその権限はない。その他、環境省は全国共通の家庭汚水水質基準（ガイドライン）を定めている。

クプティシ尿処理場は、排水水質基準を順守すべき指定施設ではないが、東ジャワ州の排水水質基準（第Ⅲ類）や環境省の家庭汚水水質基準を、運転管理目標として掲げている（表2-6参照）。

表 2-6 水質基準

水質項目	排水水質基準（別表Ⅱ第Ⅲ類） （東ジャワ州知事令 No.45,2002）	家庭汚水水質基準 （環境大臣令 No.112,VII,2003）
BOD	150mg/l	100mg/l
COD	300mg/l	-
TSS	200mg/l	100mg/l
pH	6~9	6~9

クプティシ尿処理場の放流先は、ジャギル川である。スラバヤ川（ジャギル川、カリマス川を含む）水系では、水道取水地点より下流に環境基準を指定していない。スラバヤ市内で最も

下流にある取水地点はカリマス川とジャギル川との分流部にあるので、汚泥処理場付近のジャギル川はその下流となり、放流地点に環境基準の指定はない。また、クプティし尿処理場下流域における農業、水道などの水利用はない。

2-5-2 処理場の水質管理

クプティし尿処理場では、放流水質の管理を念頭に置いた施設管理が行われているとはいいがたい。水質検査室は設置されているが実体はなく、処理水質等の水質検査は年に数回、不定期に外部機関に委託して行われているに過ぎない。処理場の水質管理に関する能力は不足しており、水質管理の重要性は認識されていない。

唯一、搬入汚泥が産業廃水であるかどうかを、搬入時にリトマス試験紙で確認する程度である。水処理施設においても、MLSS は計測されておらず、ディッチ内汚泥の沈殿状況をメートルグラスで確認する程度で、見た目や経験を基にした運転管理がなされている。

また、腐敗槽汚泥を扱う施設でありながら、大腸菌群数の検査が行われないなど、衛生管理の面での配慮が十分でないように見受けられた。さらに、処理場維持管理の基本である流量測定も行われていない。

入手した水質測定データ（BOD,COD,TSS 等）及び汚泥質データを表 2-7 に示す。その他、2004 年にスラバヤ工科大学（ITS）が測定した流入水質、放流水質データ（表 2-8、表 2-9）を示す。

これらのデータはバラツキが多く、その時々運転管理や施設状況を反映しているものと思われる。最終沈殿池、仕上げ池の BOD をみると、150mg/l を満足するのは半分程度、100mg/l では更に厳しい結果となっている。

表 2-7 クプティシ処理場水質データ一覧

採水場所	水質	2008年 10月30日	2008年 9月9日	2008年 5月27日	2007年 11月5日	2006年 10月5日	2006年 8月7日	2004年7月26日 検査:スラバヤ工科大学
SSC	BOD			1,120 mg/l				
	COD			3,522 mg/l				
	TSS			4,650 mg/l				
Balancing tank I	pH							7.34
	BOD	12,500 mg/l			3,000 mg/l		13,300 mg/l	6,050 mg/l
	COD	19,045 mg/l			5,700 mg/l		47,600 mg/l	11,200 mg/l
Balancing tank II	TSS	12,000 mg/l						6,140 mg/l
	pH		7					
	BOD		170 mg/l			7,600 mg/l		
Sumpwel	COD		740 mg/l			19,069 mg/l		
	TSS		261 mg/l					
	BOD	476 mg/l						
Oxidation Ditch IV	COD	989 mg/l						
	TSS	130 mg/l						
	BOD			1,680 mg/l				
Calrifler I	COD			4,584 mg/l				
	TSS			3,080 mg/l				
	BOD	540 mg/l	70 mg/l	770 mg/l	80 mg/l	126 mg/l	217 mg/l	
Calrifler II	COD	1,247 mg/l	136 mg/l	1,597 mg/l	187 mg/l	256 mg/l	463 mg/l	
	TSS	216 mg/l	205 mg/l	567 mg/l				
	DO				<0.05 mg/l	<0.05 mg/l	<0.05 mg/l	
Polishing Pond	BOD	520 mg/l	26 mg/l	840 mg/l	105 mg/l	119 mg/l	119 mg/l	7.48
	COD	1,157 mg/l	47 mg/l	1,872 mg/l	371 mg/l	234 mg/l	258 mg/l	580 mg/l
	TSS	216 mg/l	107 mg/l	582 mg/l				1,060 mg/l
Outlet	DO				<0.05 mg/l	<0.05 mg/l	<0.05 mg/l	112 mg/l
	pH		7					
	BOD	490 mg/l	28 mg/l		155 mg/l	95 mg/l		
Inlet	COD	1,016 mg/l	115 mg/l		300 mg/l	218 mg/l		
	TSS	153 mg/l	115 mg/l		<0.05 mg/l	<0.05 mg/l		

検体	項目	2008年 7月2日
乾燥汚泥 (Drying bed)	pH	6.65 -
	N	9.861 %
	P	<0.001 %
	K	0.398 %
	Mg	1.363 %
Ca	0.389 %	

表 2-8 クプティシ尿処理場流入水質データ (2004年8月:スラバヤ工科大学)



**LABORATORIUM TEKNOLOGI LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA TELEPON (031) 5948886,
5994251-55 Psw 1256 TELP/FAX. (031) 5928387
e-mail : tlitsby@indosat.net.id

PEMERIKSAAN FISIKA, KIMIA AIR

Dikirim Oleh : Bappeko Kota Surabaya
Diterima Tanggal : 26 Juli 2004
Sampel Dari : Air Inlet IPLT Keputih

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Gol. III *)	Hasil Analisa	Metoda
A. FISIKA					
1	Temperatur	°C	40	28	Termometer
2	Total Disolved Solid (TDS)	mg/L	4000	5200	Gravimetri
3	Padatan Tersuspensi (SS)	mg/L	200	6140	Gravimetri
B. KIMIA					
1	pH	-	6,0 - 9,0	7,34	pH meter
2	Barium	mg/L Ba	3	0,10	AAS
3	Besi	mg/L Fe	15	2,80	Spektropotometri
4	Mangan	mg/L Mn	5,0	0,00	Spektropotometri
5	Tembaga	mg/L Cu	3	0,10	AAS
6	Seng	mg/L Zn	15	0,05	AAS
7	Krom Heksavalen	mg/L Cr ⁶⁺	0,5	0,00	AAS
8	Krom Total	mg/L Cr	1,0	0,00	AAS
9	Kadmium	mg/L Cd	0,1	0,00	AAS
10	Raksa	mg/L Hg	0,005	-	
11	Timbal	mg/L Pb	1	0,10	AAS
12	Arsen	mg/L As	0,5	-	
13	Timah Putih	mg/L Sn	4	0,00	AAS
14	Selenium	mg/L Se	0,5	-	
15	Nikel	mg/L Ni	0,5	0,00	AAS
16	Kobalt	mg/L Co	0,6	0,00	AAS
17	Sianida	mg/L CN	0,5	0,00	Spektropotometri
18	Sulfida	mg/L S	0,1	1,50	Iodometri
19	Fluorida	mg/L F	20	0,70	Spektropotometri
20	Sisa Klor Bebas	mg/L Cl ₂	0,04	0,00	Iodometri
21	Amoniak Bebas	mg/L NH ₃ -N	5	152,60	Spektropotometri
22	Nitrat	mg/L NO ₃ -N	30	5,20	Spektropotometri
23	Nitrit	mg/L NO ₂ -N	3	0,00	Spektropotometri
24	BOD	mg/L O ₂	150	6050	Winkler
25	COD	mg/L O ₂	300	11200	Reflux/Titrimetri
26	Detergent Anionik	mg/L LAS	10	1,60	Spektropotometri
27	Fenol	mg/L	1	0,10	Spektropotometri
28	Minyak & Lemak	mg/L	15	72,00	Gravimetri
29	P C B	mg/L	NIHIL	-	G.C.

Surabaya, 09 Agustus 2004
Kepala Laboratorium Teknologi Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Keterangan :
*) = SK. Gub. Jawa Timur
NO. 45 Tahun 2002

Ir. Elina S.P., MT
NIP. 132 001 481

表 2-9 クプティシ尿処理場放流水質データ (2004年8月:スラバヤ工科大学)



**LABORATORIUM TEKNOLOGI LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA TELEPON (031) 5948886,
5994251-55 Psw 1256 TELP/FAX. (031) 5928387
e-mail : tlitsby@indosat.net.id

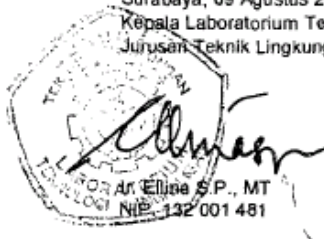
PEMERIKSAAN FISIKA, KIMIA AIR

Dikirim Oleh : Bappeko Kota Surabaya
Diterima Tanggal : 26 Juli 2004
Sampel Dari : Air Outlet IPLT Keputih

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Gol. III *)	Hasil Analisa	Metoda
A. FISIKA					
1	Temperatur	°C	40	28	Termometer
2	Total Dissolved Solid (TDS)	mg/L	4000	3150	Gravimetri
3	Padatan Tersuspensi (SS)	mg/L	200	112	Gravimetri
B. KIMIA					
1	pH	-	6,0 - 9,0	7,48	pH meter
2	Barium	mg/L Ba	3	0,08	AAS
3	Besi	mg/L Fe	15	2,20	Spektropotometri
4	Mangan	mg/L Mn	5,0	0,00	Spektropotometri
5	Tembaga	mg/L Cu	3	0,08	AAS
6	Seng	mg/L Zn	15	0,05	AAS
7	Krom Heksavalen	mg/L Cr ⁶⁺	0,5	0,00	AAS
8	Krom Total	mg/L Cr	1,0	0,00	AAS
9	Kadmium	mg/L Cd	0,1	0,00	AAS
10	Raksa	mg/L Hg	0,005	-	-
11	Timbal	mg/L Pb	1	0,08	AAS
12	Arsen	mg/L As	0,5	-	-
13	Timah Putih	mg/L Sn	4	0,00	AAS
14	Selenium	mg/L Se	0,5	-	-
15	Nikel	mg/L Ni	0,5	0,00	AAS
16	Kobalt	mg/L Co	0,6	0,00	AAS
17	Sianida	mg/L CN	0,5	0,00	Spektropotometri
18	Sulfida	mg/L S	0,1	1,20	Iodometri
19	Fluorida	mg/L F	20	0,70	Spektropotometri
20	Sisa Khlor Bebas	mg/L Cl ₂	0,04	0,00	Iodometri
21	Amoniak Bebas	mg/L NH ₃ -N	5	19,45	Spektropotometri
22	Nitrat	mg/L NO ₃ -N	30	6,10	Spektropotometri
23	Nitrit	mg/L NO ₂ -N	3	0,00	Spektropotometri
24	BOD	mg/L O ₂	150	580	Winkler
25	COD	mg/L O ₂	300	1060	Reflux/Titrimetri
26	Detergent Anionik	mg/L LAS	10	1,32	Spektropotometri
27	Fenol	mg/L	1	0,04	Spektropotometri
28	Minyak & Lemak	mg/L	15	8,00	Gravimetri
29	P C B	mg/L	NIHIL	-	G.C.

Surabaya, 09 Agustus 2004
Kepala Laboratorium Teknologi Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Keterangan :
*) = SK. Gub. Jawa Timur
NO. 45 Tahun 2002



2-6 処理施設の運営・管理体制

クプティシ尿処理場は、ブノオゴミ処分場と同様、スラバヤ市清掃局の現場施設として、所長以下23人の職員によって運営管理されている。

表2-10に、処理場職員の職務分担、職種、学歴を示す。これによると、職務分担は、所長のほか、オペレーター13人、搬入量計測3人、事務/ラボ2人、ガードマン4人である。また、学歴は大学卒2人、専門高校卒6人、高校卒7人、中学校卒3人、小学校卒5人である。

また、表2-11に、現行の勤務シフト表（日勤・夜直割当表）を示す。これによると、所長を除き、3交代（朝番13人、午後8人、夜直2人）である。なお、汚泥の受入時間は、朝7時から午後6時までである。

以上のように、施設を維持管理・運営するために必要なスタッフは整っており、現状の予算面、施設面では対応可能な範囲での運営はなされている。

表2-10 クプティシ尿処理場職員名簿（2008年現在）

NO.	名前	職種	等級	学歴
1	Mr. HEND	汚泥処理課長	III/C	大学
2	Mr. ACH	オペレーター(機械)	II/C	機械専門高校
3	Mr. SAMS	オペレーター(機械)	II/C	高校
4	Mr. SUPA	事務/ラボ	II/B	高校
5	Mr. MOCHA	オペレーター(機械)	II/B	高校
6	Mr. SUMA	オペレーター(機械)	II/B	機械専門高校
7	Mr. SUNAD	オペレーター(電気)	II/B	電気専門高校
8	Mr. BUDI	オペレーター(機械)	II/B	高校
9	Mr. SUTA	オペレーター(機械)	II/B	機械専門高校
10	Mr. KARY	オペレーター(機械)	II/B	電気専門高校
11	Mr. WARA	搬入量計測	II/A	小学校
12	Mr. JEMA	搬入量計測	II/A	小学校
13	Mr. SUDA	ガードマン	II/A	小学校
14	Mr. SARD	ガードマン	II/A	中学校
15	Mr. SUKM	ガードマン	I/A	専門中学校
16	Mr. CHUS	事務/ラボ	I/A	短大(3年制)
17	Mr. SAMA	オペレーター(機械)	I/A	小学校
18	Mr. SUMI	オペレーター(機械)	I/A	機械専門高校
19	Mr. SUBI	搬入量計測	I/A	中学校
20	Mr. SUTI	オペレーター(機械)	I/A	高校
21	Mr. MOCHT	オペレーター(機械)	I/A	高校
22	Mr. SAMI	ガードマン	-	小学校
23	Mr. RUSD	オペレーター(機械)	-	高校

2-7 処理場運営収支

(1) 汚泥処理料金と収支内訳

汚泥処理料金は、汚泥収集業者が伝票に基づき、市役所窓口を支払う。料金単価は、スラバヤ市条例(No.4/1990)により定められており、ここ18年ほど変わらず一律3,750ルピア/m³である。

表2-12に、2006年の無償資金協力要請書の追加説明書に記載された処理場の運営収入(A)及び支出(B)を示す。あわせて、表2-3に示した汚泥搬入量から試算した料金収入(a)及び今回調査で入手した維持管理支出(b)を示す。収入について、2004年並びに2005年は搬入量に見合う料金収入となっているが、2006年は料金収入を超える収入となっている。理由を問い合わせたところ、特別に継続保守費を追加計上した結果とのことであった。

表2-13に、今回調査で入手した2005～2008年の支出内訳を示す。この内訳から、建設費、人件費(2億600万～2億8,000万ルピア)を除いたものを維持管理費(b)として、表2-12に記載している。このほか、これに含まれていない電気水道費(1,000～1,500万ルピア)を別途加算する必要がある。2008年の支出は、今回の大規模改修工事の関連により増加しているものと推察される。収支を大まかに見ると、料金収入(約1億ルピア)は直接的な維持管理費(約3億ルピア)さえもカバーできていない。よって、この差額に人件費、電気水道費を加えた約4～5億ルピアは、市の一般会計によって賄われていることになる。

表2-12 クプティシ尿処理場 収入及び支出額

(単位：百万Rp.)

	04年	05年	06年	07年	08年
A: 収入(06年追加要請書)	141	137	172	—	—
a: 料金収入(搬入量から試算)	140	135	108	109	—
B: 支出(06年追加要請書)	149	242	242	—	—
b: 維持管理支出(今回調査で収集)	—	242	327	272	445

表2-13 クプティシ尿処理場 支出内訳

(2005～07年) 単位：百万Rp.

(2008年)

単位：百万Rp

年	項目	費用	項目	小項目	費用
2005年	1. O/M費	242.0	1. O/M費	a. 汚泥調整槽の塗装	4.7
	2. 建設費	639.0		b. 最終沈殿池配管の塗装	1.7
	合計	881.0		c. OD槽汚泥浚渫+エアレーター修理	161.9
2006年	1. O/M費	200.8	d. 埋設管の塗装・修理・交換	0.3	
	2. ガソリン・ベンジン	7.3	e. 仕上げ池・放流ポンプの塗装・メンテ	1.3	
	3. 汚泥ポンプパネル交換	32.9	f. 返還汚泥施設のメンテ	0.8	
	4. 排水設備部品	85.6	j. 受け入れ施設(クレーン)のメンテ	16.4	
	小計	326.6	h. 排水槽のメンテ	0.5	
5. 人件費	206.4	2. 油脂類	オイル	6.5	
合計	533.0		ガソリン	15.8	
2007年	1. O/M材料費	135.6	3. 水質分析委託費		5.6
	2. O/M仮設費	3.3	4. 機械修理費	a. ポンプモーター修理費 1.5HP*3台	4.4
	3. 水質分析委託費	8.6		b. ポンプモーター修理費 2.2HP*11台	17.6
	4. 業務委託費	91.1		c. ローター用モーター修理費 7.5HP*9台	40.0
	5. 汚泥ポンプパネル交換	33.0		d. 潜水ポンプモーター 5.5HP*6台	32.9
	小計	271.6	5. 機械部品代	a. ODギアボックス, プーリー, ファンベルト	127.0
	5. 人件費	280.0		b. 同上ファンベルト	0.8
	合計	551.6	6. 購入費	電気ケーブル、他	7.2
			合計		445.4

(2) 収支改善

汚泥処理場の建設費は国（チプタカリヤ）によって補助されるが、運営維持管理費は地方自治体であるスラバヤ市が負担することになる。スラバヤ市は、この運営維持管理に関する費用について、原則的に住民に負担を求める方針である。

現在、SSDP マスタープランのレビューがスラバヤ市により行われており、そのなかに住民負担に関する条例の準備（条例改正案）も含まれている。その内容は、処理料金の改定、し尿処理の条例での義務化（罰則含む）などになる予定である。

2-8 現施設の課題と改善

(1) 水質管理

現在のクプティし尿処理場は、排水水質基準を順守すべき指定施設ではないこともあり、放流水質の管理を念頭に置いた施設管理ができていない。指定施設にすべきかどうかは水環境行政の問題であるが、公共施設として水環境改善に貢献するために、排水水質基準の順守を義務づける必要がある。

処理場側では、水質検査体制を強化する必要がある。まず、水質管理の要である水質分析要員の確保、水質分析室の整備、水質分析業務の実施が必要である。

放流水質管理、運転管理のための水質分析（BOD, COD, TSS, SVI, pH, DO, MLSS）の実施のほかに、衛生管理の面、特に処理水の大腸菌群数のチェック、簡易消毒装置の設置が必要である。さらに、処理場維持管理の基本である流量測定（流量計の設置）も行う必要がある。

(2) 施設評価

現地調査での、現状確認、処理場管理者からのヒアリング、スポット的な水質データ等、限られた条件から、現有施設の評価を行った。本格的な評価には、必要な水質データ及び運転管理データを収集・把握する必要がある。

汚泥分離槽の堆積汚泥が満杯になった状態を見ていないので確かなことはいえないが、今回の現地調査時に汚泥分離槽から搬出されていた汚泥は含水率が低く、水処理施設への固形物負荷が高くなっているように思われた。その固形物（汚泥あるいは沈砂）が結果的に OD 槽内に沈殿し、定期的に浚渫せざるを得なくなっている。また、同様に余剰汚泥量が増え、乾燥汚泥床の能力不足に陥っている。

現在の受入量は計画の 4 分の 1 であるので、このままの状態では 4 倍の汚泥量を受け入れることは難しいと思われる。計画処理能力 $400\text{m}^3/\text{日}$ を処理するためには、相当の水処理施設、汚泥処理施設の改築・増設が必要になるとと思われる。

[参考：マスバランス推定試算（受入汚泥濃度 4.5% の場合）]

- ・ 受入汚泥： $80\text{m}^3/\text{日} \times 4.5\%$ （SSDP データ） $= 3.6\text{t}/\text{日}$
- ・ 搬出汚泥： $40\text{m}^3/\text{日}$ （聞き取り） \times 含水率 8%（推定） $= 3.2\text{t}/\text{日}$
- ・ 分離液： $40\text{m}^3/\text{日}$ （推定） \times 濃度 1.0%（水質データ） $= 0.4\text{t}/\text{日}$
- ・ 余剰汚泥： $10\text{m}^3/\text{日}$ （乾燥汚泥床投入 $200\text{m}^3/20$ 日） \times 濃度 4%（推定） $= 0.4\text{t}/\text{日}$
- ・ OD 槽内堆積： $0.02\text{t}/\text{日} \times 30$ 日 $= 0.6\text{t}/\text{月}$ [$7\text{m}^3/\text{月}$ （聞き取り）、濃度 8% として]

(3) 施設管理の改善（案）

以上の検討から、水処理施設への固形物負荷を極力減らし、水処理・汚泥処理能力を増強するために、必要な改善案を以下に示す。

- ・汚泥分離槽の搬出汚泥量（搬出回数）及び搬出固形物量（汚泥濃度）を増やす。
- ・汚泥調整層で沈殿物（沈砂）除去あるいは溶解性 SS（TDS）の凝集沈殿除去を行う。
- ・OD 槽堆積汚泥除去作業を機械化（クレーン設置）する。
- ・OD 槽エアレーターを更新する。
- ・処理能力が不足する汚泥乾燥床を増設する。

また、処理場の維持管理業務に必要な以下の施設の整備を検討する。

- ・簡易消毒設備を設置する。
- ・放流流量を計測する流量計を設置する。
- ・最小限必要な水質分析ができる分析機器を整備する。

その他改修が必要と思われる施設・設備は以下のとおりである。

- ・最終沈殿池越流堰の改修
- ・最終沈殿池の躯体・かき寄せ機の補修（空にして確認する必要あり）
- ・現場操作盤の補修（小動物対策）

2-9 施設写真

該当本文：2-4 処理施設の運転・維持管理状況

(1) 汚泥分離槽 (写真1~4)



(2) 汚泥調整槽 (写真5)



(3) OD 槽、ローター、汚泥返送ピット (写真 6~11)



(4) 最終沈殿池（写真 12～13）



(5) 仕上げ池及び放流先（写真 14～16）



(6) 天日乾燥床、汚泥乾燥地 (写真 17~19)



(7) 汚泥分離槽汚泥の処分 (写真 20)



第3章 都市衛生事情調査

3-1 腐敗槽汚泥処理・管理に係る法制度・体制の確認

3-1-1 腐敗槽汚泥処理・管理に係る法制度

(1) 施設整備の方向

インドネシアでは下水道や腐敗槽汚泥管理に関する法的拘束力のある制度はまだ制定されていない。下水道施設が計画され、設計・施工まで進められた例は、いくつか存在するが、それらに共通する根拠法はなく、地方機関個別の判断に基づいて施設の必要性を認めて予算措置を講じ、実施している。下水道・腐敗槽汚泥の管理は生活環境改善への施策であることから、中央政府においては公共事業省人間居住総局（チプタカリヤ）が所管している。地方政府では生活環境改善にあたる公共事業省系の部署が腐敗槽汚泥の管理を担っている。

公共事業省は2008年12月に「家庭排水管理システム開発国家政策と戦略に関する大臣告示」を発行した。これは家庭からの汚水垂れ流しが飲料水を汚染し、地域の健康基盤を劣悪なものにしているとの認識の下、し尿を含む家庭汚水の管理システムを整備する道筋を示したものである。国をはじめとする行政機関、民間事業者、汚水排出者それぞれの立場からシステム構築に参加することを想定して、計画段階、建設段階、維持管理段階ごとに目標とすべき事項が示されている。

(2) 汚泥処理施設の排水基準

クプティし尿処理場の処理水放流にあたって、放流水質をどこまできれいにするかという目標値は制度上、規定されていない。クプティし尿処理場を管理しているスラバヤ市清掃公園局は、法的拘束力のない自主的な管理目標として国の定める家庭汚水水質基準や東ジャワ州が定める排水水質基準を参考にしている。国の家庭汚水水質基準は放流先の水利用状況によらず一律に定められている（表3-1）。一方、東ジャワ州の排水基準は放流先の水利用の状況に応じて異なる基準値を表3-2のように定めている。

表3-1 家庭汚水水質基準

項目	単位	基準値最大
pH	-	6-9
BOD	mg/l	100
TSS	mg/l	100
油脂	mg/l	10

出所：環境大臣令（Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup）

2003年112号

表 3 - 2 排水水質基準（抜粋）

項目	単位	放流先水域階級別基準値			
		I	II	III	IV
pH	-	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9
BOD ₅	mg/l	30	50	150	300
TSS	mg/l	80	100	300	600
油脂	mg/l	1	5	15	20

出所：東ジャワ州知事令 2002 年 45 号

クプティシ尿処理場では、東ジャワ州の排水水質基準値の III 級相当値と家庭汚水水質基準を参考にするとしているが、基準の数値が大きい東ジャワ州の廃液基準の生物化学的酸素要求量（BOD）値も 6 回の検査のうち 1 回しか達成していない。このほかに、日本の無償資金協力で建設したジョグジャカルタの下水処理場の計画では、1993 年 1 月に策定された報告書「ジョグジャカルタ下水処理場建設計画基本設計調査報告書」の中に「排水規制が環境大臣令（KEPMEN KLH）により、以下のように決められている」と記述されている。

放流先の水質の類型指定が I の場合（処理なしで飲める水）	BOD 20mg/l 以下
同指定が II（上水道水源となる水）	BOD 50mg/l 以下
同指定が III（農業、水産用水）	BOD 150mg/l 以下
同指定が IV（用途なし）	BOD 300mg/l 以下

この基準値は類型指定が I の場合を除いて東ジャワ州の基準値と一致する。上記の環境大臣令は、水質類型区分が現行の水質環境基準（政令 82 号、2001 年）で定義されたものと異なるため、現在は廃止されていると考えられるが、現行の排水基準 8 分野のいずれかに受け継がれている、あるいは廃止されたかは追加の調査が必要である。なお、現行の放流先水域の類型指定第 I は飲用水として使える水または同等の水質を要する用途に使える水とされており、以下各類型とも旧基準とは異なる。

3 - 1 - 2 腐敗槽汚泥処理・管理に係る体制

チプタカリヤは、蓄積した技術ノウハウを地方機関に普及するための研修や指針づくりに加え、地方ごとの重点プロジェクトについて地方政府に代わって施設整備を行う。完成した施設は地方政府に移管して、移管後の維持管理は地方政府が行う。チプタカリヤによる費用負担は、環境保護目的の投資であると判断される建設費に限られており、投資的経費のなかでも環境保全に積極的に貢献する部分は補助対象にされるが、門扉や場内整備などの附帯設備、整備は補助対象から除外される。廃棄物衛生埋立て処分場の事例では 80% の補助率となったケースが確認されているが、事業の種類や立地条件によっても異なるので補助率はケースバイケースで決まることになる。リハビリも投資扱い（補助金の検討対象）と見なされている。実際に設備投資扱いでチプタカリヤの経常予算に組み込まれている例を、2008 年に実施したクプティシ尿処理場改善計画書から表 3 - 3 に引用する。

表 3-3 チプタカリヤの設備投資対象項目例

番号	費 目	補助実績	番号	費 目	補助実績
	Processing Unit			Supporting Facility	
1	Solid Separation Chamber (SSC)	あり	1	Monitoring house	あり
2	Equalizer (Balancing Tank)	あり	2	Workshop	
3	Oxidation Ditch	あり	3	Truck parking lot	あり
4	Final Clarifier (Settling Tank)	あり	4	Prayer room	あり
5	Polishing Tank	あり	5	Compost hangar	
6	Sludge drying Bed (SDB)	あり	6	Garden & Barrier zone	
7	Drying Area 1 (east)	あり	7	Dump truck 6m ³	あり
8	Drying Area 1 (south)	あり	8	Tank lorry 5kl	
			9	Wheel excavator	クレーンあり
			10	Motorcycle wagon (3 輪)	バイクあり
			11	Drain ditch	
			12	Access road	あり
			13	Fence	

出所：クプティ処理場発展技術計画書（2008）、チプタカリヤ

3-1-3 料金制度と罰金

腐敗槽汚泥の管理は、実態として腐敗槽の所有者とスラバヤ市清掃公園局によって行われている。個別腐敗槽の汚泥引き抜きは所有者の負担行為であり、民間の汚泥収集業者に委託、実施されている。収集された汚泥を処理するのは市の清掃公園局の責任であり、クプティし尿処理場において有料で実施されている。汚泥受入料金は、2000年施行のスラバヤ市条例第4号において1m³当たり3,750ルピアと定められている。条例第4号第25条では、引き抜かれた汚泥は市の提供する処理施設以外の川や水路、公共の場所に捨てることを禁じられており、違反者には第28条2項の規定により3ヵ月以下の留置または500万ルピア以下の罰金が科せられる。スラバヤ市警察の話によると、毎月約100件の違反者を摘発している。

3-1-4 建築許可条件としての便所の設置

スラバヤ市条例1992年第7号による市内の建築許可条件には、新築・増築を問わず浴室と便所の設置が必須とされている。その第38条では一般住宅、集合住宅の規模に応じた浴室・便所の設置個数が規定され、第54条では汚水槽、腐敗槽、浸透式便所の保守に関する建物の所有者及び入居者の責務について規定している。ただし、この第54条では腐敗槽の汚泥引き抜き頻度については記述されていない。

3-2 要請地域の腐敗槽汚泥の発生実態に係る確認

3-2-1 腐敗槽の普及率

スラバヤ下水道衛生開発プログラム2020(SSDP)マスタープランに掲載された便所の構造別普及状況は、全戸調査の結果という信頼性の高いものであるが、その後同規模の調査は行わ

れていない。2007年には、構造の違いを問わない私用トイレの保有数について、スラバヤ市全体の4分の1の世帯で調査された。その結果は表3-4に示すとおりである。

表3-4 便所の構造別普及数

data of 1994	number of family total	number of family by type of toilet			coverage (%)
		septic tank total	pit latrine total	total	
Surabaya	515,010	371,701 (72 %)	28,952 (6 %)	400,653	78
Sukolilo	14,331	8,154 (57 %)	0 0	8,154	57

source: SSDP Master Plan (スラバヤ市健康局調べ)

data of 2007	number of family surveyed	number of family by type of toilet			coverage (%)	number of family total
		septic tank total (breakdown not available)	pit latrine total (breakdown not available)	total		
Surabaya	173,252			130,338	75	703,363
Sukolilo	2,580			2,255	87	22,493

source: スラバヤ市の衛生設備保有家庭、健康局2007年調査

1994年の集計によると、スラバヤ市全体の腐敗槽設置世帯数は約37万、普及比率は72%である。一方、私用便所の普及率は1994年の78%から2007年には75%と減少傾向を示しているが、調査対象地域の違い等を考慮すると、ほぼ同パーセンテージの普及率と理解できる。クプティシ尿処理場のあるSukolilo郡については、1994年から2007年で世帯数が市の平均増加率36%を上回る57%であり、また便所の普及率も50%以上の伸びを示しており、生活環境の向上がうかがえる。

3-2-2 計画汚泥量の推定

汚泥の収集会社PT. Setra Sari 社長からの聞き取り調査では、家庭からの腐敗槽汚泥引き抜き頻度は洪水がある地区で約4年に1度、洪水のないところでは10~15年に1度の頻度であり、1回の引き抜き量は最低で2m³、大体2~3m³の間であるとのこと。

スラバヤの低地は豪雨時に大抵洪水に見舞われる。地盤標高が10m以上ある丘陵地を非洪水地帯と仮定すると、市の南西部、Lakarsantri郡周辺に図3-1のように分布する。丘陵地が領域の過半を占める郡を非洪水地帯とみなして世帯数を集計すると、表3-5のようになる。



図 3 - 1 スラバヤの地形区分図

表 3 - 5 非洪水地帯（丘陵地）の世帯数

Kecamatan in flood-free area	number of family	rate
Suko Manunggal A	6,791	
Suko Manunggal B	13,259	
Pakal	8,983	
Lakarsantri A	5,675	
Lakarsantri B	8,366	
Sambikerep	9,037	
Dukupakis	12,130	
Wiyung	13,562	
total	77,803	11 %
whole Surabaya	703,363	100 %

出所：1. number of family:スラバヤ市の衛生設備保有家庭、健康局 2007 年調査
 2. flood-free area: The boundary is identified by the chart “Elevation” in SSDP Report, 1997.

表 3 - 5に見られるとおり、非洪水地帯の世帯数は市のおよそ 1 割を占めている。このなかには SSDP マスタープラン以後に新たにできた郡 2 ヲ所が含まれており、世帯数と便所数の経

年変化を市全体の場合と比べることはできない。そこで 50 万所帯の腐敗槽のうち、1 割（5 万所帯）は非洪水地帯として 10～15 年に 1 度の汚泥引き抜き、9 割（45 万所帯）は同様にして 4 年に 1 度の引き抜きを行っているものと仮定（1 回の引き抜き量を 2m^3 と仮定）すると、平均 1 年間の引き抜き汚泥量は次のように見積もられる。

・洪水地帯汚泥引き抜き量	：45 万所帯× $2\text{m}^3/4$ 年	=22.5 万 m^3 /年
・非洪水地帯汚泥引き抜き量	：5 万所帯× $2\text{m}^3/12$ 年	=0.8 万 m^3 /年
計		23.3 万 m^3 /年

1 日当たりに換算すると 638m^3 /日ということになる。これは汚泥引き抜きをどこの世帯でも平均的なペースで行うと仮定した場合の推定値であり、汚泥発生可能量とみることができる。このうち非洪水地帯で発生する汚泥は固化していてバキュームで除去できず、汚泥処理場まで運ばれないと考えた場合、汚泥処理場の需要量は洪水地帯の汚泥引き抜き量だけに限られる。その場合は、汚泥処理場の計画処理量は 22.5 万 m^3 /年に相当する 616m^3 /日と計算される。

SSDP マスタープランの緊急実行計画（IAP）では、クプティに 400m^3 /日、ブノオに 200m^3 /日の汚泥処理場を設けると計画されているが、これは両施設ではぼスラバヤ市内の汚泥発生可能量に見合う規模であり、かつ発生可能量が地理的に東部に偏在していることからみて妥当な東西配分と考えられる。

3-2-3 汚泥引き抜きの方法

腐敗槽汚泥の引き抜きは、収集業者のバキュームカーによる汲み取りが一般的であるが、長期間放置された腐敗槽の場合には汚泥固化のためバキュームによる抜き取りが難しくなり、手掘りにより除去することになる。SSDP マスタープラン調査のなかで行われた収集業者団体との討論会では、5 年以上経った腐敗槽汚泥は手掘りが必要との発言がなされている。バキュームカーの進入できないカンブンと呼ばれる地区もまた手掘りの不可欠な地域である。こうした地域が数あるなかで、SSDP の IAP では 3 ヲ所を選んで衛生的な汚泥収集システムの開発に取り組むことになっている（未着手）。

手掘りを引き受けるのはスカベンジャーで、1997 年の SSDP マスタープラン調査時には 300 人が関与、彼らの報酬は 5,000～1 万 5,000 ルピアとレポートに記述されている。一方、収集業者団体の汚泥引き抜きの最低価格は 2 万とか 5 万ルピアとされている。手掘り除去した汚泥はハンドカートを使って最寄りの河川あるいは水路に捨てていた模様。カンブンは今でも存続しているので、1997 年当時と変わりなくバキュームと手掘りの二通りの方法で汚泥は除去されていると考えられる。除去した汚泥の行き先についても、当時と変わらず一部がクプティし尿処理場に持ち込まれ、残りは手掘り汚泥もバキューム汚泥も川か水路もしくは空地に捨てているか、ものによっては土壌改良材として使用されていると考えられる。

3-2-4 発生汚泥量の推定

腐敗槽汚泥は一種の固形廃棄物で、一般のゴミと同じく収集するから「発生」量が把握されるという共通した特徴をもっている。つまり発生汚泥量というのは、収集された（除去された）汚泥の量という意味がある。その総量は収集の仕方や行き先によって次の 3 種類に分けられた量の 160m^3 /日である。

- ① バキューム収集→クプティ（合法ルート）
- ② バキューム収集→川、空地その他（違法ルート）
- ③ 手掘り→川、空地その他（黙認ルート）

①については、クプティし尿処理場の開業以来定着しており、約 100m³/日の記録が確認されている。②については、登録収集業者であるストラサリの社長からの聞き取り調査では 25%が非登録業者によって収集されているとのこと。クプティし尿処理場に運ばれる収集量から計算すると、約 33m³/日は非登録業者が収集していると仮定される。③については、SSDP 調査時の従事者人数（当時 300 人）を基に、町の人口増加を考慮して現在 400 人が汚泥手掘りに従事している前提で、0.2m³/日のペース（ドラム缶 1 本強）で月に 10 日ほど働くと仮定すると、1 日当たり全員で 27m³ 収集する計算になる。これらの収集量を以下にまとめると、1 日の引き抜き汚泥量は 160m³ という結果が導きだされる。

① バキューム収集→クプティ（合法ルート）	100m ³ /日
② バキューム収集→川、空地その他（違法ルート）	33m ³ /日
③ 手掘り→川、空地その他（黙認ルート）	27m ³ /日
計	160 m ³ /日

3-3 汚泥引き抜き業者の状況

3-3-1 登録業者制度

クプティの汚泥処理場へ引き抜き汚泥を持ち込めるのは清掃公園局に登録し、登録証を与えられた収集業者だけである。登録にあたっては腐敗槽汚泥サービス協会（Badan Kerjasama Jasa Pengusaha Tinja）という業者団体の会員であることが望ましいとされているが、義務ではない。現在、表 3-6 に示す 23 業者と 4 業者が登録済み及び登録手続き中である。27 業者の保有する収集車の数は、70 台、確認済み総容量は 293m³ である。1 日当たりの収集量がここ 3 年間、およそ 80m³ 前後だとすると、総容量を下回る量を収集していることになる。第 1 次現地調査の後、清掃公園局では登録情報の整理を始め、その結果、登録証が同局に保管されている業者は 18 社しかないことが判明した。登録証が所在不明になっている業者には再登録を行い、収集作業の管理を強める方針である。

表 3-6 汚泥収集登録業者一覧

登録順	会社名	総車両数	総容量 (m ³)	備考
1	PT. Setra Sari	3	14	
2	PT. Tinja	7	33	
3	CV. Bima	5	33	
4	CV. Mulyo	5	28	
5	CV. Sempurna	1	7	
6	CV. Prayoso	1	7	
7	CV. Nusa Jaya	6	28	
8	CV. Chaya Hidup	1	12	

登録順	会社名	総車両数	総容量 (m ³)	備考
9	CV. Eka Jaya	1	18	
10	CV. Tunas	1	9	
11	UD. Gharnadi	1	7	
12	CV. Utama	7	34	
13	CV. Shkses	1	12	
14	KUP. SAS	1	3	
15	PT. Liu San Menang	1	11	
16	CV. Sumb. Kencomo	2	5	
17	UD. Mentari	4	3	
18	CV. Mitra Abadi	4	14	
19	CV. Sanjaya	3	6	
20	CV. Pusat	1	6	
21	CV. Top	2	3	
22	UD. Sumber Jaya	5		
23	CV. Barokar	2		
24	CV. Hikmah	1		登録手続き中
25	CV. Janjiku	1		
26	Maju	1		
27	UD. Sumber Perak	2		
	計	70	293	

出所：清掃公園局、2008年12月

3-3-2 営業形態

新聞、その他のメディアに広告を出して注文を待つというのが、基本的な営業スタイルになっている。同じ顧客からの注文は長いブランクがあるため、反復の可能性が低く、常に新規顧客を獲得していかなければならない。注文する側としては、建物の近くにある業者に接触する傾向にあり、業者間の縄張りというものができにくく、かつ協会外の業者に注文がいく場合もある。登録していない業者は違法投棄のため処理料金を払う必要がないことから利益も多く、また売り上げにかかる税金も支払っていない。

2006年に協会内で申し合わせた価格（11万ルピア/m³）は存在するが、協会外の業者はこれより低い価格を宣伝するなかで顧客との交渉で決まることが多い。また収集コストのかなりの部分を占めるクプティへの輸送費は顧客の所在地によって左右されるので、一律価格を申し合わせるには無理な面もある。

3-3-3 汚泥収集業界見通し

表3-7はSSDPマスタープランに掲載された、当時の汚泥収集実績である。当時の登録業者数は現在の半分程度の12社で、約100m³/日をクプティし尿処理場に運んでいた。一方、表3-6は現在の搬入許可業者27社とそれぞれが保有する収集車両の合計容量である。ここ5

年くらいの間の日平均収集量（クプティ搬入量）は 100m³/日から 80m³/日に落ち込んでおり、業者数は倍以上に増えているので、1 社当たりの仕事量は平均的に半分以下に減っていることが分かる。

表 3－7 15 年前の汚泥収集実績（12 社合計）

集計期間	1993 年	1994 年	1995 年
1 年間（m ³ ）	37,775	37,433	36,593
1 日平均（m ³ /日）	103	103	100

出所：SSDP Master Plan, 1997（清掃公園局）

今回の調査でインタビューしたストラサリ社長の話では、2004 年から個人あるいは会社から来る汚泥収集の注文が減っており、原因は不況で経費節減していることが大きい、腐敗槽ユーザーの意識の低さも汚泥抜き取り需要低迷の原因としてあげている。腐敗槽の真上の床面に設けたマンホールあるいはハンドホールがコンクリートで密封されていることに表れているように、汚泥抜き取りを定期的にする必要があることに対する住民の認識が低い。また「汚泥を流動化させる薬」というのが市場に出回っており、汚泥抜き取りが不要になると思っている人も多いとのこと。

この会社でも汚泥収集に当たる社員数は、全社員数 800 人中の 15 人と限られた人数しか割いておらず、業界の先行きには厳しい見通しをもっている。

3－4 地下水利用

3－4－1 水質調査結果

深さ 30m 以内の浅井戸の水質モニターは健康局が担当部局であり、それより深い井戸の掘削許可は環境局が所管している。2007 年のモニタリング結果によると、Sukolilo 郡の浅井戸 5 ヶ所が検査対象となり、生物学的検査と化学的検査を行ったところ、すべて水質基準不合格であった。一方、スラバヤ全市では 318 ヶ所の井戸が検査され、生物学的検査は 21 検体合格、297 検体不合格（合格率 7%）、化学的検査は 77 検体合格、241 検体不合格（合格率 24%）であった。浅井戸の地下水は全般的に水質が悪く、飲料や浴用など室内用途には適さない。

3－4－2 地下水利用状況

Keputih 村の水道普及率は、水道局によると 50%～67%の区域に分類されているが、直結配管によらない共同貯水槽への給水による間接供給の普及もあって、実質的な水道普及率は個別配管による普及率よりも高い。戸別の聞き取りによる健康局の統計で見ると、Keputih 村を含む Sukolilo 郡における水道普及率は表 3－8 のとおり、100%とされている。

また表 3－8 によれば、Sukolilo 郡における井戸保有世帯数は 1,075 軒、約 42%となっているが、このすべてが生活用水を全面的に井戸に依存しているわけではない。旧ゴミ処分場にあるスクワッター集落にも多数の井戸保有世帯があるものの、大部分の生活用水は水道局の間接給水に依存し、井戸水の用途は便所掃除や庭園散布用などの雑用に限られている。そのため地下水水質が検査不合格であっても生活に支障はなく、また健康被害につながるおそれも少ないと考えられる。

表 3-8 水道普及と井戸利用状況

調査地域	調査世帯数	水道利用 世帯数	水道 普及率 (%)	井戸保有 世帯数	井戸 保有率 (%)
Surabaya	175,135	151,047	86	90,590	52
Sukolilo	2,580	2,580	100	1,075	42

出所：スラバヤ市の衛生設備保有家庭、健康局 2007 年調査

3-4-3 下痢患者数の推移

インドネシア側からの要請文書の追加説明のなかに、クプティ地区のコミュニティ健康センター管内の下痢患者数の統計が示され(表 3-9)、クプティ処理場の操業による影響であるとの記載がされていたことから、本調査で確認を行った。

表 3-9 在クプティコミュニティ健康センターにおける下痢患者数

暦年	患者数
2000	79,992
2001	75,940
2002	27,757
2003	75,647
2004	57,908

出所：Additional Information、スラバヤ市 2006 年

第 1 次現地調査のなかでコミュニティ健康センターを所管する健康局に事情を質したところ、表 3-10 のように回答を得た。これによると Sukolilo 郡にある 2 ヶ所の健康センターの患者数合計は 2,800 人台にとどまり、要請文書にあるクプティの健康センターで 2000~2004 年の 5 年間、3 万人から 8 万人の間で推移した内容と比べて一桁少なくなっている。過去のクプティ健康センターにおける患者数は、2007 年のスラバヤ市全体の患者数あるいは Sukolilo 郡の総人口に匹敵する莫大なもので、年間約 300 日営業している健康センター 2 ヶ所に、毎日平均 120~130 人の下痢患者が通院してくる計算になる。

2007 年のデータは世帯数情報を伴っているのもので、患者数をその母集団サイズとの対応により無次元化して比較することができる。地域差の見地からすると、当地は相対的に罹患率が高くなっているが、処理場の影響かどうか 1 年分の記録だけでは判断できない。

表 3-10 下痢患者数の割合

調査地域	患者数	地域内世帯数	罹患率 (人/1,000 世帯)
Surabaya	69,061	703,363	98
* Peskesmas Klampis	1,516		
Peskesmas Menur	1,335		
Sukolilo 郡 (total)	2,851	22,493	127

* peskesmas：コミュニティ健康センターの略称

出所：JICA プログラムサポーティングデータ、健康局 2007 年調べ

3-5 周辺環境整備状況

(1) 旧ゴミ処分場跡地

旧ゴミ処分場を環境教育公園にする構想は長い間、行政の目標に掲げられてきたが、予定地にその兆しは見当たらない。頂部の平らな台地が広がり、そこを汚泥処理場は受入汚泥から分離した沈砂の安定用に使い、スカベンジャーはトウモロコシを栽培し、あるいは資源回収の続きなど、それぞれの目的で使用している。場内には南北道路と東西道路が1本ずつ整備され、場内で十字路をなしているが、外部との接続は北端の1ヵ所のみで、一般の通行に供されているのは南北道路だけである。この道を通って南縁や東縁のスクワッター集落に至るライトバン乗合バスが運行している。一般に供用されている部分の道路は、路肩がコンクリートで固められ水路が設けられており、路面も舗装されている。汚泥処理場に至る北縁沿いの進入路も両側側溝付きの幅員11mの舗装道路で、両側の乗り面は竹の植え込みを整列させた仕上がりとしている。



図3-2 し尿処理場の立地状況

周辺環境整備事業として2004年～2005年の2年間だけ予算措置が講じられ、進入路の整備と道路わきの細長い区域に竹が植えられたのが目に見える変化である。投入された予算額は次のとおりで、その後は何の投資もされていない。

- ・2004年度 4億5,538万3,000ルピア
- ・2005年度 3億3,324万5,000ルピア
- ・2006～2008年度 なし
- ・2009年度 10億ルピア計上の予定だったが1年延期、2010年度へ

その一方で、不法な居住、無許可の営業は盛んで、1993年ころから年々居住人口は拡大の一途をたどっており、今ではKeputih村の第8RWの第3RTから第7RTまでがスクワッターで形成されている。旧ゴミ処分場の南縁沿い・東縁沿いはスクワッターに占拠されており、

なかには既に立ち退いて空き家が連なる区画がある反面、現地調査期間中には場内の十字路付近に新たな無許可建築が始められており、居住状況は流動的である。埋立て済みの古いゴミ層からの金属類回収あるいは植栽用土回収も組織的に続けられている。単発に終わった進入路整備は、こうした不法居住者や無許可営業者に便宜を与え、想定外の土地利用を促進する結果になっている。

(2) 汚泥処理場隣接地

汚泥処理場は前述の旧ゴミ処分場の東北隅に位置しており、敷地の東側隣接地をほとんどスクワッターに埋め尽くされている。境界線上には金網またはコンクリート製の塀が建てられているが、1ヵ所だけ塀が途切れていて隣人スクワッターやその更に東にある田圃の利用者の交通に便宜を図っている。塀の切れ目から処理場に入ってくる隣人は徒歩あるいは自転車だけでなく、乗り合いのベチャやトラックなどの大型の自動車でも処理場構内を無断で通過していく。管理上の問題として交通安全や、器物の損傷や盗難のリスクが予測される。かつて塀を閉じようとして周辺住民の強硬な抗議デモに遭い断念したというが、何らかの対策が必要である。

3-6 SSDP マスタープラン

1997年に世銀により作成されたSSDPマスタープランの緊急実行計画(Immediate Action Plan : IAP)では、市街地郊外に分散型処理システムの整備を行い、将来的に市外中心地に下水道を整備・拡大するという戦略が提言されている。腐敗槽汚泥については、カリマス川より東岸側を対象とするクプティし尿処理場(既設)と西岸側を対象とするブノオ処理場の整備が計画されているが、まだブノオ処理場の建設は実施されていない。

下水道事業計画については、スラバヤ市役所に推進機関はなく、チプタカリヤの東ジャワ州事務所が所管であり、2007年以来、毎年予算化して事業を進めている。これはSSDPのIAPとは無関係に始まった経緯があり、本件要請とも関連性はもたないが、50万人の流域人口(現在人口比18%)を下水道につなげることを計画しており、SSDPの15%の下水道利用人口を見込んでいる長期目標にほぼ合致している。

3-6-1 SSDP マスタープランのレビュー

スラバヤ市環境局は、現在、スラバヤ工科大学(ITS)のサルウォコ教授をリーダーとし、コンサルタントにCipta Surya Wahana(CSW)を配してSSDPマスタープランのレビューを実施しており、年内完成をめざしている。サルウォコ教授が衛生関連の条例改正(し尿処理の義務化、処理料金の改定等)について、CSWが便所の改善についてレビューを行っている。

3-6-2 IAP のレビュースタディ

IAPに基づくクプティ処理場の改造は報告書完成の直後から始められ、現在稼働中の施設は2次にわたる改善を経たものである。その後もチプタカリヤ主導で改善案が次々打ち出され、中間的なレイアウト図が第1次現地調査時点で出来上がっている。IAPのレビュースタディは2009年度に完了予定で現在準備中であり、この経過を図3-3に示す。

Progress of SSDP

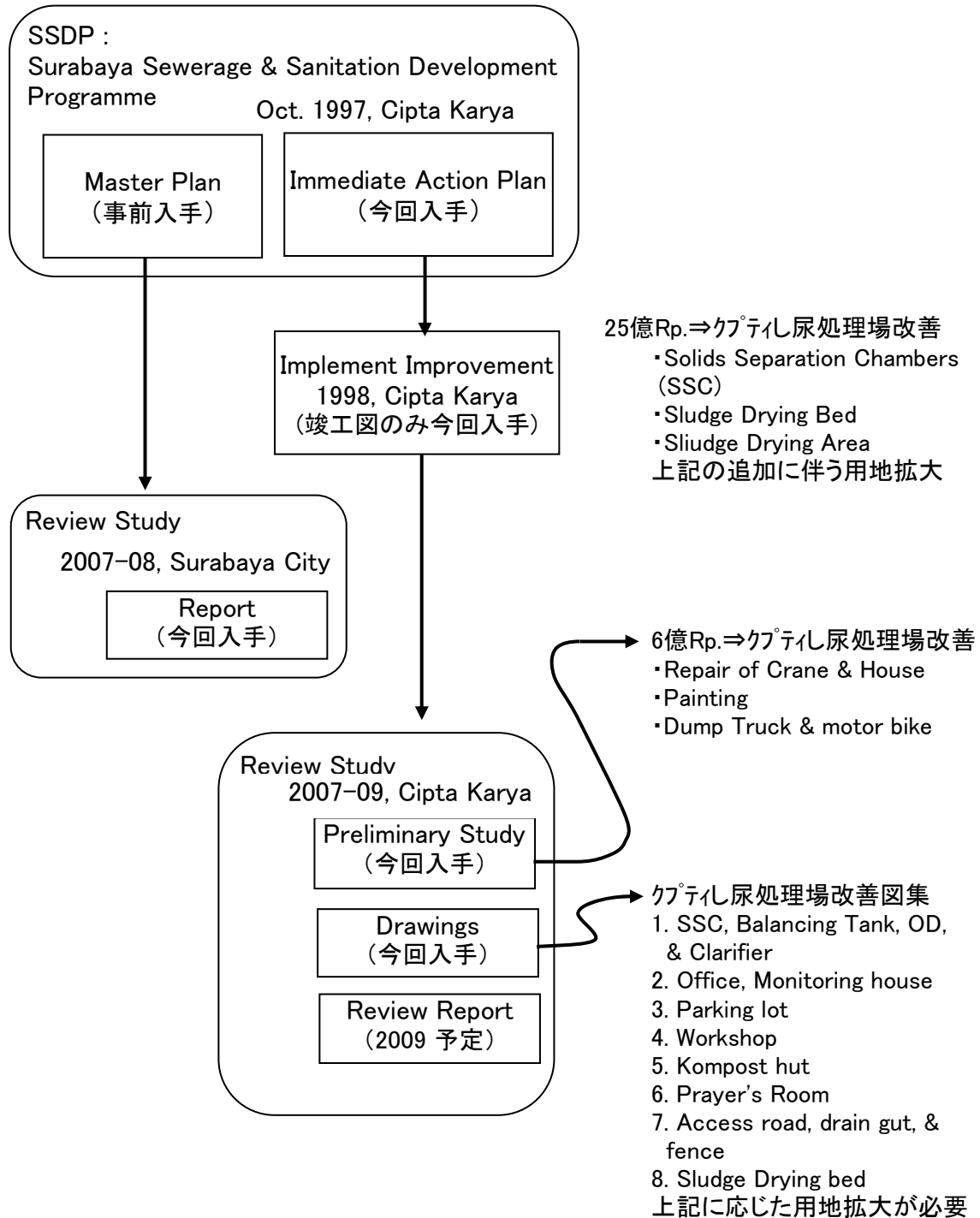


図 3 - 3 SSDP プロジェクトの進展

3 - 7 他ドナーの動向

SSDP 関連事業への外国援助で公式に決まったものはない。マスタープランで計画されているボゼム下水道事業計画にはイスラム開発銀行の援助意思表示があった模様だが、現状では可能性は低いことが公共事業省 (PU) で確認されている。第 1 次現地調査期間中に国家開発企画庁 (BAPPENAS) の先導でドイツのミッションが環境改善プロジェクト形成の目的で清掃公園局を

訪ねており、今後の動きについては確認を要する。

3-8 その他本プロジェクトを実施するうえで留意すべき事項

3-8-1 インドネシア側実施機関の組織再編

スラバヤ市役所は2008年12月31日の市長告示により2007年改編以来の全面的な組織の改編を行った。各部局の担当任務と指揮系統にも見直しを加えられ、これに伴う一部職員の異動も2008年末から既に始まっているとのことであった。再編の詳細はまだ把握できないが、部局の序列には目立った変化がみられるので、主要組織について表3-11に抜き出した。

表3-11 スラバヤ市部局の序列変更

番号	2007年 部局名	番号	新 部局名
	Dinas (局)		Dinas (局)
1	教育	1	公共事業道路建設と都市排水
2	健康	2	チプタカリヤと都市計画
3	社会	3	健康
4	雇用	4	教育
5	運輸	5	清掃公園
6	人口と出生登録	6	消防
7	文化と観光	7	人口と出生登録
8	青年と体育	8	情報と通信
9	道路建設と都市排水	9	農業
10	都市計画と住居	10	運輸
11	商業と工業	11	商業と工業
12	協同組合と小規模企業	12	雇用
13	農業	13	歳入と予算
14	清掃公園	14	文化と観光
15	歳入と予算	15	社会
16	情報と通信	16	協同組合と小規模企業
17	消防	17	青年と体育
18	土地と建物管理	18	土地と建物管理
			Badan (局)
	Lembaga Teknis Daerah, Badan (地方技術委員会、局)	1	BAPPEKO
			Lembaga Teknis, Badan (技術委員会、局)
1	BAPPEKO	1	環境
2	環境	2	国家同盟・政治とコミュニティ防衛
3	一国家とコミュニティ防衛	3	コミュニティ活性化と家族計画
4	コミュニティ活性化と家族計画	4	業務調整と資本投資
5	業務調整と資本投資	5	人事と研修
6	人事と研修	6	記録と文書

番号	2007年 部局名	番号	新 部局名
7	記録と文書	7	Dr. Mohamed Soewandhie 病院
		8	森林美化事務所

出所：スラバヤ市 2007 年制定組織表、スラバヤ市改正組織系統図（2008 年 12 月 31 日）

クプティシ尿処理場は、従来と変わらず清掃公園局の所管とされているが、環境局長からの聞き取りでは、これは暫定的な措置であり、2010 年までにどこに帰属させるか検討するとのこと。ボゼム下水道プロジェクトのスラバヤ市の担当は、名称変更した Dinas の 2 番「チプタカリヤと都市計画」局となる。計画調整機関の BAPPEKO は、同じ呼び名の「Badan」のまま、Lembaga Teknis（技術委員会）のグループを離れて単独で市長直下に位置づけられた。

3-8-2 次の段階の協力に向けた留意点

(1) 次の汚泥処理場

下水道整備の進み具合との兼ね合いで、第 2 処理場を設ける方向へ進む可能性がある。個別ユーザーに広く設備投資と維持管理を直接負担してもらうのか、集合施設にして投資と維持管理を代行して費用負担だけにするのか、常に比較・選択を迫られることが予想される。その際に比較が成り立つための前提として次の処理場用地があるということは大切である。現状ではマスタープランで構想したとおり第 2 処理場をブノオに建てて、市の中西部地域の処理需要に対処しようという想定に異議を唱える人はいない。しかし、10 年も経つとゴミ処分場の容量にも先が見え、処理場を引き取る余裕スペースが取れなくなる事態も予想される。1 ヲ所で 300 万都市のゴミをすべて受け入れていると埋立ての進行は早い。用地確保の視点からゴミ最終処分場の先行きについて注視する必要がある。

(2) ボゼム下水道計画など

SSDP マスタープランの長期計画（目標 2020 年）に掲げられている、人口の 15%を対象とした下水道建設の計画であり、計画区域も画定され終末処理場用地も確保されているという条件がそろっている。チプタカリヤの東ジャワ州事務所が、この下水道事業計画とスラバヤ市の水道水源の 90%を依存しているスラバヤ川流域における分散型の処理設備の普及計画を所管として推進していく。

(3) 腐敗槽汚泥引き抜きの普及と健康局の機能

健康局は以下の方法で家庭の衛生状態の把握と啓発を実施している。

1) 健康局の実施する調査の特徴

第 1 次現地調査のなかで収集した情報のなかで健康局から提供されたもの、特に住民の衛生条件に関するものは、その調べ方がユニークである。データを単に集めるだけでなく、その結果を住民に共有することを通じて衛生意識を啓発しようというキャンペーンとして進めている。データの入手は訪問対話型であり、訪問対象は全戸残らずという徹底ぶりである。調査項目は年度によって変えたり、何年かにわたって同じ質問が全戸に行き尽くすまで続けたりするが、進捗はその年度に確保できた調査費によって左右さ

れる。

例えば 2007 年に行った個別調査は、コミュニティ健康センター所在地となる村 53 カ所の 17 万 5,135 世帯全部に対して水道、井戸、便所の有無を訪問して聞き取った。スラバヤ全市には 163 村、70 万 3,363 世帯あるから、村の 33%、世帯数の 25%をカバーしている。SSDP マスタープラン調査団が頻繁に引用している自ら行った生活状況調査は、抽出率 1%（当時の人口で約 2 万 5,000 人）であるから、桁違いの捕捉率である。また、SSDP には健康局が 1993 年に行った便所調査の結果が引用されているが、これは 8 項目に分類された便所の有無につき 51 万 5,010 世帯全部を 1 年間に訪問して聞き取ったものである。同種・同規模の詳細な調査はその後 15 年間、行われていない。

2) 健康局の調査の方法

70 万世帯への訪問は、調査用の特別組織を 163 村ごとに発足させ、共通の調査カードを持って戸別訪問して回答を記入、あるいはスコアリングする。調査組織は村ごとにルーラー（村長）と、もう一人、別のリーダー（サニテーションケダ）を選任し、その下に Dasa Wisma と呼ぶ 10 世帯から成るグループを 10 組ほど設置して村内を手分けして訪問する。2007 年には 70 万 3,363 世帯あったので、1 村当たり平均して 4,300 世帯あるため、Dasa Wisma のメンバー 1 世帯当たり平均 43 世帯を分担訪問することになる。

質問は職掌柄、世帯の家屋構造や衛生設備、衛生習慣などの有無からクオリティにまで及ぶものもあり、後者については上中下から成るランクづけを Dasa Wisma のメンバーが行うものもある。この種の調査が始まったころは、調査カードを回答世帯の戸口に掲示していたが、紛失するケースもあるため、その後掲示するのをやめ、管内のコミュニティ健康センターに保管するようになり、現在に至っている。各世帯の戸口に以下の目的に資するために掲示する。

- ・病気になるよう衛生意識を高める
- ・ゴミ・汚水の取り扱い状況を、所管する役所の参考に供する

リーダーや Dasa Wisma は有償で調査を行うことから、予算によって調査規模も変動する。

3) 健康局調査組織活用の道

汚泥処理プラントや汚泥収集業者の能力を最大限活用する方策として、健康局が実施する上記の調査組織を活用する道は一考に価する。健康局がこれまでに使用した共通調査カードには、かなり個人的な質問も盛り込まれており、女性訪問員でないと務まらないような事柄も扱っている。汚泥の処理需要が伸びないのは、引き抜き依頼が少ないからであり、その原因は多分に腐敗槽の機能に対する理解不足があると推測される。衛生意識の向上に確実に寄与する問いかけであることから、汚泥抜き取りキャンペーンを健康局と行うことは有効である。2009 年は健康局の力を入れている全戸調査を 16 年ぶりにやろうという年に当たり、およそ 1 万 6,000 人の Dasa Wisma が動員されることになる。その際に腐敗槽や汚泥引き抜きに関する質問として以下の項目を調査することは、事実把握に役立つであろう。

【例】

- ・ 腐敗槽の蓋を開けられるようになっているかどうか。
(はい○、蓋がない×、あるが固結してある△)
- ・ その蓋に屋外からアクセスできるか否か。
(はい○、いいえ×、屋外にあるが家財で塞がっている△)
- ・ 汚泥引き抜きにより浄化機能が保たれる。
(知っている○、知らない×、そうかもしれない△)
- ・ 汚泥抜き取りを怠った結果起こることを
(聞いたことがある○、知らない×、大変なことになりそう△)
- ・ 汚泥引き抜きを依頼したことがあるか。
(過去5年以内にある○、ない×、6年以上前にある△)
- ・ 汚泥引き抜きをどこに頼めばいいか
(知っている○、知らない×、調べ方を知っている△)