

フィリピン国
環境開発事業促進
(腐敗槽汚泥管理)
情報収集・確認調査
最終報告書

平成 27 年 3 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

横浜ウォーター株式会社

目次

要約

1 業務概要

1.1 背景	1-1
1.2 目的	1-2
1.3 検討内容	1-2

2 対象都市の概要

2.1 カランバ市	2-1
2.1.1 概要	2-1
2.1.2 組織	2-2
2.1.3 市のセプテイジ関連条例	2-3
2.2 アンヘレス市	2-5
2.2.1 概要	2-5
2.2.2 組織	2-5
2.2.3 市のセプテイジ関連条例	2-7

3 対象水道区の概要

3.1 カランバ水道区	3-1
3.1.1 事業概要	3-1
3.1.2 組織	3-8
3.1.3 経営状況、料金体系	3-9
3.2 アンヘレス水道区	3-11
3.2.1 事業概要	3-11
3.2.2 組織	3-18
3.2.3 経営状況、料金体系	3-19

4 セプテイジ管理の現在の状況と今後の予定

4.1 カランバ水道区	4-1
4.1.1 現在のセプテイジ管理の状況	4-1
4.1.2 今後のセプテイジ管理の予定	4-1
4.2 アンヘレス水道区	4-2

4.2.1	現在のセプテイジ管理の状況	4-2
4.2.2	今後のセプテイジ管理の予定	4-2
4.3	日系工業団地におけるセプテイジ管理の状況	4-3
4.3.1	調査対象	4-3
4.3.2	調査内容	4-3
4.3.3	調査結果	4-3
4.3.4	まとめ	4-4
5	セプテイジ計画量	
5.1	カランバ水道区	5-1
5.1.1	セプテイジ収集対象エリア	5-1
5.1.2	人口予測	5-2
5.1.3	セプテイジ発生量予測	5-3
5.1.4	目標年度とセプテイジ計画量	5-5
5.2	アンヘレス水道区	5-7
5.2.1	セプテイジ収集対象エリア	5-7
5.2.2	人口予測	5-9
5.2.3	セプテイジ発生量予測	5-10
5.2.4	目標年度とセプテイジ計画量	5-12
6	処理方法と費用	
6.1	カランバ水道区	6-1
6.1.1	建設予定地	6-1
6.1.2	セプテイジ設計水質	6-3
6.1.3	設計放流水質	6-4
6.1.4	処理方法	6-5
6.1.5	収集トラック	6-12
6.1.6	建設予定地に必要な面積	6-13
6.1.7	費用	6-14
6.2	アンヘレス水道区	6-16
6.2.1	建設予定地	6-16
6.2.2	設計水質	6-18
6.2.3	放流水質	6-19
6.2.4	処理方法	6-20

6.2.5	収集トラック	6-26
6.2.6	建設予定地に必要な面積	6-27
6.2.7	費用	6-28
7 財政計画		
7.1	カランバ水道区	7-1
7.1.1	検討ケース	7-1
7.1.2	検討結果	7-3
7.2	アンヘレス水道区	7-5
7.2.1	検討ケース	7-5
7.2.2	検討結果	7-7
8	環境社会配慮事項	8-1
9	今後の取組	9-1
10 添付資料		
	Septage Management Program in 2015 for Calamba Water District	
	Septage Management Program in 2015 for Angeles City Water District	

図・表・写真リスト

図-1.1.1	Angeles市・Calamba市の位置	1-2
図-2.1.2.1	カランバ市役所組織図	2-3
図-2.2.2.1	アンヘレス市役所組織図	2-6
図-3.1.1.1	カランバ市域バラングアイ図	3-6
図-3.1.1.2	バラングアイ別人口密度と井戸配置図	3-7
図-3.1.2.1	カランバ市水道区組織図	3-8
図-3.2.1.1	アンヘレス市域バラングアイ図	3-15
図-3.2.1.2	バラングアイ別人口密度と井戸配置図	3-16
図-3.2.1.3	ACWD水道施設図	3-17
図-3.2.2.1	アンヘレス市水道区組織図と事務分掌	3-18
図-5.1.1.1	セプテッジ収集対象エリア	5-1
図-5.2.1.1	セプテッジ収集対象エリア	5-7
図-6.1.1.1	建設予定地の候補	6-1
図-6.1.4.1	処理プロセス	6-5
図-6.1.4.2	処理施設の配置	6-5
図-6.1.4.3	処理プロセス(ケース1)	6-6
図-6.1.4.4	処理プロセス(ケース2)	6-6
図-6.1.4.5	浄化槽断面図	6-9
図-6.1.4.6	長時間エアレーション法	6-10
図-6.2.1.1	建設予定地の位置	6-16
図-6.2.1.2	建設予定地の詳細	6-16
図-6.2.4.1	処理プロセス(ケース1)	6-20
図-6.2.4.2	処理プロセス(ケース2)	6-20
図-6.2.4.3	浄化槽断面図	6-23
図-6.2.4.4	長時間エアレーション法	6-25
図-9.1	セプテッジ管理部の設立	9-2
図-9.2	水道料金改定のフロー	9-4
表-3.1.1.1	CWDの上水道給水状況	3-1
表-3.1.1.2	カランバ市内バラングアイ情報	3-2
表-3.1.1.3	取水井戸諸元	3-4
表-3.1.3.1	FINANCIAL DATA (PhP)	3-9

表-3.1.3.2	水道料金(家事用・政府用)	3-10
表-3.1.3.3	水道料金(商工業用)	3-10
表-3.2.1.1	ACWDの上水道給水状況	3-11
表-3.2.1.2	バランガイ人口等	3-12
表-3.2.1.3	取水井戸諸元	3-14
表-3.2.3.1	FINANCIAL DATA (PhP)	3-19
表-3.2.3.2	水道料金(家事用・政府用)	3-20
表-3.2.3.3	水道料金(商工業用)	3-20
表-4.3.1.1	工業団地一覧	4-3
表-4.3.1.2	回答企業内訳	4-3
表-5.1.2.1	カランバ市の人口予測	5-2
表-5.1.2.2	セプテッジ収集エリアの人口予測	5-2
表-5.1.2.3	セプテッジ収集エリアの世帯数予測	5-2
表-5.1.3.1	腐敗槽の保有率(β)	5-3
表-5.1.3.2	腐敗槽へのアクセス率(σ)	5-3
表-5.1.3.3	腐敗槽からのセプテッジ引抜量($v(m^3)$)	5-4
表-5.1.3.4	セプテッジ引抜対象率(θ)	5-4
表-5.1.3.5	セプテッジ発生量($Va(m^3)$)	5-4
表-5.1.4.1	セプテッジ計画量($Vd(m^3/日)$)	5-5
表-5.1.4.2	当面のセプテッジ計画量	5-5
表-5.1.4.3	将来のセプテッジ計画量	5-6
表-5.2.1.1	セプテッジ収集対象エリア	5-8
表-5.2.2.1	アンヘレス市の人口予測	5-9
表-5.2.2.2	セプテッジ収集エリアの人口予測	5-9
表-5.2.2.3	セプテッジ収集エリアの世帯数予測	5-9
表-5.2.3.1	腐敗槽の保有率(β)	5-10
表-5.2.3.2	腐敗槽へのアクセス率(σ)	5-10
表-5.2.3.3	腐敗槽からのセプテッジ引抜量($v(m^3)$)	5-10
表-5.2.3.4	セプテッジ引抜対象率(θ)	5-11
表-5.2.3.5	セプテッジ発生量($Va(m^3)$)	5-11
表-5.2.4.1	セプテッジ計画量($Vd(m^3/日)$)	5-12
表-5.2.4.2	当面のセプテッジ計画量	5-12
表-5.2.4.3	将来のセプテッジ計画量	5-13
表-6.1.2.1	セプテッジ設計水質	6-3

表-6.1.3.1	放流水質の基準	6-4
表-6.1.3.2	設計放流水質	6-4
表-6.1.4.1	脱水機のライフサイクルコスト比較	6-8
表-6.1.4.2	設計条件	6-8
表-6.1.4.3	浄化槽本体の仕様	6-9
表-6.1.4.4	反応タンクの諸元	6-10
表-6.1.4.5	最終沈殿池の諸元	6-10
表-6.1.4.6	処理方法の比較	6-11
表-6.1.4.7	処理方法及び設備	6-11
表-6.1.5.1	収集トラック数	6-12
表-6.1.6.1	建設予定地に必要な面積	6-13
表-6.1.7.1	建設コストの試算ケース	6-14
表-6.1.7.2	建設コストの算定結果 (PhP)	6-14
表-6.1.7.3	運転維持管理コスト(年間)の算定結果 (PhP)	6-15
表-6.2.2.1	セプテッジ設計水質	6-18
表-6.2.3.1	放流水質の基準	6-19
表-6.2.3.2	設計放流水質	6-19
表-6.2.4.1	処理方法	6-20
表-6.2.4.2	脱水機のライフサイクルコスト比較	6-22
表-6.2.4.3	設計条件	6-23
表-6.2.4.4	浄化槽本体の仕様	6-24
表-6.2.4.5	反応タンクの諸元	6-24
表-6.2.4.6	最終沈殿池の諸元	6-24
表-6.2.4.7	処理方法の比較	6-25
表-6.2.4.8	処理方法及び設備	6-25
表-6.2.5.1	年度毎のセプテッジ収集量	6-26
表-6.2.5.2	収集トラック数	6-26
表-6.2.6.1	建設予定地に必要な面積	6-27
表-6.2.7.1	建設コストの試算ケース	6-28
表-6.2.7.2	建設コストの算定結果 (PhP)	6-28
表-6.2.7.3	運転維持管理コスト(年間)の算定結果 (PhP)	6-29
表-7.1.1.1	基本条件	7-1
表-7.1.2.1	検討結果 (Case1)	7-3
表-7.1.2.2	検討結果 (Case2)	7-4

表-7.2.1.1	基本条件	7-5
表-7.2.2.1	検討結果 (Case1)	7-7
表-9.1	セプテージ管理課の主な業務内容	9-1
表-9.2	Specifications for Fertilizers and Compost/Soil Conditioner	9-4
表-9.3	Test for Pathogens for Organic Fertilizer/Soil Conditioner	9-4
表-9.4	Allowable Levels of Heavy Metals in Organic Fertilizer/Compost Soil Conditioner	9-5
写真-6.1.1.1	建設予定地の状況	6-2
写真-6.1.1.2	道路状況	6-2
写真-6.1.4.1	オプション a-1	6-7
写真-6.1.4.2	オプション a-2	6-7
写真-6.1.4.3	オプション b-1	6-7
写真-6.1.4.4	オプション b-2	6-7
写真-6.2.1.1	建設予定地の状況	6-17
写真-6.2.1.2	道路状況	6-17
写真-6.2.4.1	オプション a-1	6-21
写真-6.2.4.2	オプション a-2	6-21
写真-6.2.4.3	オプション b-1	6-22
写真-6.2.4.4	オプション b-2	6-22

略語

ACWD:	Angeles City Water District (アンヘレス水道区)
CHD:	Center for Health Development Office (保健省センター)
C/P:	Counter Part (カウンターパート)
CWD:	Calamba Water District (カランバ水道区)
DBP:	Development Bank of the Philippines (フィリピン開発銀行)
DENR:	Department of Environment and Natural Resources (環境天然資源省)
DPWH:	Department of Public Works and Highways (公共事業・道路省)
EDP:	Environment Development Project (環境開発事業)
ESC:	Environmental Sanitation Clearance (環境衛生許可)
FIRR:	Financial Internal Rate of Return (財務的内部収益率)
F/S:	Feasibility Study (フィージビリティスタディ)
LWUA:	Local Water Utilities Administration (地方水道公社)
NPV:	Net Present Value (正味現在価値)

NSSMP: National Sewerage and Septage Management Program (国家下水・腐敗槽汚泥管理計画)

PWRF: Philippines Water Revolving Fund (上下水道整備への民間資金導入の促進を目的とした保証ファンド)

USAID: United States Agency for International Development (アメリカ合衆国国際開発庁)

JICA: Japan International Cooperation Agency (独立行政法人国際協力機構)

外貨換算レート (2014年12月)

1PHP(フィリピン・ペソ) = 2.433JPY (日本円)

1USD(米国・ドル) = 109.45JPY (日本円)

要約

表1 要約表 (CWD)

セブテイジ計画量				
	目標年度	セブテイジ計画量 (m ³ /d)	(参考) 裨益人口	
当面	2017	50	99,070	
将来	2027	100	177,385	
処理方法				
検討オプション	Option 1	Option 2		
処理方法	前処理+機械式脱水 +浄化槽	前処理+機械式脱水 +長時間エアレーション法		
設備仕様				
前処理	Screen	Screen		
機械式脱水機	Volute	Volute		
ろ液処理	浄化槽	長時間エアレーション法		
収集トラック数				
8.5 m ³ vacuum trucks			1	
4.5 m ³ vacuum trucks			2	
5 m ³ dump truck			1	
建設予定地				
必要な面積 (m ²)	1,500			
費用				
処理方法	Option 1	Option 2		
建設コスト (PhP)	76,380,736	77,661,925		
年間運転維持管理コスト (PhP)	8,806,441	9,562,234		
財政計画				
基本条件				
利子	9.00%			
償還期間	15年(支払猶予期間3年)			
加重平均資本コスト	9.80%			
借金:自己資本	80:20			
料金 (PhP/m ³)	2.00			
検討ケース(処理方法はOption 1の場合)	水道区で土地を購入する場合		市から土地の提供がある場合	
コストシェア(国:市:水道区)	0:0:100	40:0:60	0:0:100	40:0:60
NPV (in 1,000 PhP)	36,952	64,777	50,617	72,978
FIRR	18.0	31.7	23.2	39.6

表2 要約表 (ACWD)

セブティジ計画量			
	目標年度	セブティジ計画量 (m ³ /d)	(参考) 裨益人口
当面	2020	100	167, 535
将来	2030	150	287, 726
処理方法			
検討ケース	Option 1	Option 2	
処理方法	前処理+機械式脱水 +浄化槽	前処理+機械式脱水 +長時間エアレーション法	
設備仕様			
前処理	Screen	Screen	
機械式脱水機	Volute	Volute	
ろ液処理	浄化槽	長時間エアレーション法	
収集トラック数			
10 m ³ vacuum trucks		3	
5 m ³ vacuum trucks		3	
2.5 m ³ vacuum trucks		1	
5 m ³ dump truck		1	
建設予定地			
必要な面積 (m ²)		2, 000	
費用			
処理方法	Option 1	Option 2	
建設コスト (PhP)	96, 485, 906	98, 527, 519	
年間運転維持管理コスト (PhP)	12, 939, 582	13, 622, 142	
財政計画			
基本条件			
利子	9.00%		
償還期間	15年 (支払猶予期間3年)		
加重平均資本コスト	9.96%		
借金：自己資本	84:16		
料金 (PhP/m ³)	2.00		
検討ケース (処理方法は Option 1 の場合)			
コストシェア (国:市:水道区)	0:0:100	40:0:60	
NPV (in 1, 000 PhP)	22, 128	57, 227	
FIRR	13.9	25.3	

1 業務概要

1.1 背景

フィリピン国では、下水・腐敗槽汚泥の多くは処理されないまま水域に放流され、深刻な水質汚濁を起している。

このような状況を受け、フィリピン政府は、水質汚濁による環境悪化に対応するため、水質浄化法(RA9275)を2004年に制定した。また、2012年には公共事業・道路省(DPWH)により国家下水・腐敗槽汚泥管理計画(NSSMP)を策定するなど、これまで法的・制度的枠組みの整備を中心とする取り組みが行われてきた。

しかしながら、現在に至るまで、これらの計画や法令は必ずしも順調に実行されておらず、実際には環境の悪化が進んでいることから、これら環境の悪化に対する緊急の対応が必要とされている。

一方、JICAは、施設整備を促進することにより環境改善に貢献することを目的とした、フィリピン開発銀行(Development Bank of the Philippines:以下、「DBP」と略す)を通じたツーステップローンである環境開発事業(Environment Development Project:以下、「EDP」と略す)を2008年より実施してきた(承諾額総額248億円)。

なお、EDPが融資の対象としている環境改善施設のうち、水供給・水質保全分野においては、日米水協力イニシアティブに基づき、USAID・DBPと共同で設立したPhilippines Water Revolving Fund(PWRF:上下水道整備への民間資金導入の促進を目的とした保証ファンド)を活用して融資するスキームとなっている。

EDP実施者であるDBPは、環境改善施設の中でも、腐敗槽汚泥管理事業を促進するため、融資先となる水道区へのEDPによる融資の促進を積極的に行ってきたが、融資先となる水道区においては、腐敗槽汚泥管理におけるフィージビリティ・スタディ(以下、「F/S」と略す。)を有していないことが多く、また既存のF/Sが存在していても内容が不十分であること等がボトルネックとなり、本分野での融資実行に至っていない。

こうした背景から、DBPは、EDPによる腐敗槽汚泥管理事業を促進するため、既にF/Sを有するCalamba水道区(以下、「CWD」と略す。)とAngeles水道区(以下、「ACWD」と略す。)の2つの水道区に対し、F/S等をアップデートするための基礎情報収集及び確認を行うための支援をJICAに要請してきた。CWDとACWDは、いずれも腐敗槽汚泥管理の鍵となる関連条例が市議会を通過済みで事業化への法的要件が整っている他、日系企業の集積地ともなっており、地域住民に加え、これら企業への裨益も期待されている。

1.2 目的

ACWDおよびCWDが有する腐敗槽汚泥管理に関するF/S等について、技術面、組織制度面、財務面からの最新の情報を収集・確認することにより、既存F/S等の改訂を行い、EDPのディスパース促進に

寄与するとともに、中小企業支援スキームとの連携を促進することを本調査の目的とする。

1.3 検討内容

検討内容は以下の通りである。

- (1) 既存の腐敗槽汚泥管理の F/S 等の確認
- (2) 市の条例の精査
- (3) 日系工業団地等の腐敗槽汚泥管理にかかる調査
- (4) 放流水質基準と処理方法の明確化
- (5) 中小企業スキームとの連携
- (6) 財務計画の精査
- (7) EDP 関連書類の確認
- (8) 環境社会配慮事項の確認

2 対象都市の概要

2.1 カランバ市

カランバ市は比国ルソン島中部に位置するラグナ州(Province of Laguna)内に属し、カラバルゾン地域(Calabarzon Region)の中核都市である。首都マニラからは南へ約 50km の位置にある。

2010 年の国勢調査(CENSUS 2010)では、市人口は 389,377 人であったが、2015 年には 50 万人を超える人口(507,180 人：2013 年)を有している。

2.2 アンヘレス市

アンヘレス市はパンパンガ州(Province of Pampanga)にある都市であり、首都マニラからは北西 90km の位置にある。2010 年に行われた国勢統計(2010 CENSUS)での市人口は 326,336 人であったが、現在は 40 万人を超えていると思われる。

3 対象水道区の概要

3.1 カランバ水道区

2013 時点における給水戸数は 46,230 戸、月平均使用水量は 21.5m³、最初の水道使用量 10m³の基本料金は 183.00PhP となっている。また、職員数は 329 名である。

3.2 アンヘレス水道区

2013 時点における給水戸数は 44,664 戸、月平均使用水量は 25.9m³、最初の水道使用量 10m³の基本料金は 192.00PhP となっている。また、職員数は 189 名である。

4 対象水道区の概要

4.1 カランバ水道区

現在、セプティッジの収集や処理を全く実施していない。今後、水道区でセプティッジの収集、施設整備や運転管理、汚泥の処分を実施する予定である。なお、建設予定地の土地については市が水道区に提供することになっている。

4.2 アンヘレス水道区

現在、セプティッジの収集や処理を全く実施していない。今後、水道区で建設予定地の土地の確保からセプティッジの収集、施設整備や運転管理、汚泥の処分に至るまでの全てを実施する予定である。

4.3 日系工業団地におけるセプティッジ管理の状況

カランバ市には多くの工業団地があり、8つの工業団地におけるセプティッジ管理の状況について調査を行ったところ、ほとんどの工業団地において、工業団地内にある個別の下水処理場で廃水の処理がなされており、腐敗槽の汚泥管理は特に必要ない状況である。また、唯一工業団地内に個別の下水処理場がないと思われる工業団地においても適切に腐敗槽の汚泥及び水質の管理がなされている。一方で、両市に進出する日系企業の従業員の多くは両市に在住することから、セプティッジプログラムが実施された場合の日系企業への間接的裨益効果は高い。

5 セプテッジ計画量

5.1 カランバ水道区

当面のセプテッジ収集対象エリアは水道区が現在給水している地域を対象とする。

将来の人口及び世帯数の予測、腐敗槽の保有率やアクセス率、腐敗槽からのセプテッジ引抜量、年間稼働日数、収集頻度年数などをもとに算出した1日あたりのセプテッジ計画量(m³/d)は以下の通りである。なお、セプテッジの引抜頻度は5年に1回としている。

2012	2017	2022	2027
38.7	50.9	66.8	87.4

上記及び段階的な増設の容易性等を踏まえ、当面及び将来の目標年度とセプテッジ計画量は以下の通りとする。

	当面	将来
目標年度	2017	2027
セプテッジ計画量 (m ³ /d)	50	100

5.2 アンヘレス水道区

当面のセプテッジ収集対象エリアは水道区が現在給水している地域を対象とする。

将来の人口及び世帯数の予測、腐敗槽の保有率やアクセス率、腐敗槽からのセプテッジ引抜量、年間稼働日数、収集頻度年数などをもとに算出した1日あたりのセプテッジ計画量(m³/d)は以下の通りである。なお、セプテッジの引抜頻度は5年に1回としている。

2015	2020	2025	2030
72.3	90.3	114.9	150.6

上記及び収集エリア毎の計画量を踏まえ、当面及び将来の目標年度とセプテッジ計画量は以下の通りとする。

	当面	将来
目標年度	2020	2030
セプテッジ計画量 (m ³ /d)	100	150

6 処理方法と費用

6.1 カランバ水道区

(建設予定地)

現在の建設予定地は山間部に位置し、多くの木が生い茂っており、また、標高差も大きく、木の伐採や山の切削・整地に多くの費用がかかる。また、建設予定地までの道路も狭く、舗装もされておらず、道路の整備にも多くの費用がかかる。さらに、建設後もセプティッジや汚泥処分の運搬がとても大変なことが想定されることから建設予定地としてはふさわしくないとと思われる。

今後の対応としては、あらためて市に代替土地の提供をお願いすることが望ましい。無理な場合は、水道区で土地を購入することも検討すべきである。

(セプティッジ設計水質)

セプティッジ設計水質は以下の通りとする。

重要項目	単位	設計水質
BOD	mg/L	6,000
COD	mg/L	20,000

(設計放流水質)

市内河川が全てクラスCであり、設計放流水質は以下の通りとなる。

項目	単位	CLASS C
pH	—	6.5-9.0
BOD	mg/L	50
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	70
Total Coliforms	MPN/mL	10,000

(処理方法)

既存 F/S では処理方法としてラグーン式を採用しているが、本調査では必要な土地の面積が小さく、かつ放流水質を満足する以下の2つの処理方法及び設備を提案する。本調査では、建設コスト及び維持管理コストが安く、建設や維持管理も比較的容易な Option1 を推薦する。さらに、Option1 は比較的容易に増設することも可能である。

	前処理	機械式脱水	ろ液処理
Option 1	Screen	Volute	Johkasou
Option 2	Screen	Volute	Activated Sludge (Extended Aeration)

(収集トラック)

セブページの引抜時間や運搬時間などをもとにセブページ計画量の収集に必要な収集トラック数は以下の通りである。

8.5 m ³ vacuum trucks	1
4.5 m ³ vacuum trucks	2
5 m ³ dump truck	1

(建設予定地に必要な面積)

処理施設や管理棟、駐車場などの建設予定地に必要な面積は、将来の増設計画も踏まえ、約 1,500m² である。

(建設コスト)

建設コスト(PhP)は以下の通りである。Option1 が安価である。

Item	Option 1	Option 2
I. TREATMENT PLANT	44,280,736	45,561,925
Procurement of Lot	15,000,000	15,000,000
II. VACUUM TRUCKS	17,100,000	17,100,000
Total	76,380,736	77,661,925

(運転維持管理コスト)

年間の運転維持管理コスト(PhP)は以下の通りである。Option1 が安価である。

Item	Option 1	Option 2
I. Treatment Operation	3,948,092	4,703,884
II. Desludging Operation	2,362,800	2,362,800
III. Sludging Disposal	1,055,549	1,055,549
IV. Headquarters	1,440,000	1,440,000
Total	8,806,441	9,562,234

6.2 アンヘレス水道区

(建設予定地)

現在の建設予定地は市境のNorth Luzon ExpresswayそばのBarangay Capayaに位置している。また、土地は平坦であり、土地の面積も約4.8haと十分な大きさを有している。道路状況も比較的良好であり、建設予定地としてふさわしいと思われる。

(セプティジ設計水質)

セプティジ設計水質は以下の通りとする。

重要項目	単位	設計水質
BOD	mg/L	6,000
COD	mg/L	20,000

(設計放流水質)

市内河川が全てクラスCであり、設計放流水質は以下の通りとなる。

項目	単位	CLASS C
pH	—	6.5-9.0
BOD	mg/L	50
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	70
Total Coliforms	MPN/mL	10,000

(処理方法)

既存F/Sでは処理方法としてSeptage Acceptance Unit + Screw Press + Activated Sludge (Extended Aeration)を採用しているが、本調査では以下の2つの処理方法及び設備を提案する。本調査では、建設コスト及び維持管理コストが安く、建設や維持管理も比較的容易なOption1を推薦する。さらに、Option1は比較的容易に増設することも可能である。

	前処理	機械式脱水	ろ液処理
Option 1	Screen	Volute	Johkasou
Option 2	Screen	Volute	Activated Sludge (Extended Aeration)

(収集トラック)

セプティージの引抜時間や運搬時間などをもとにセプティージ計画量の収集に必要な収集トラック数は以下の通りである。

10 m ³ vacuum trucks	3
5 m ³ vacuum trucks	3
2.5m ³ vacuum trucks	1
5 m ³ dump truck	1

(建設予定地に必要な面積)

処理施設や管理棟、駐車場などの建設予定地に必要な面積は、将来の増設計画も踏まえ、約 2,000m² である。

(建設コスト)

建設コスト(PhP)は以下の通りである。Option1 が安価である。

Item	Option 1	Option 2
I. TREATMENT PLANT	49,285,906	51,327,519
Procurement of Lot	10,000,000	10,000,000
II. VACUUM TRUCKS	37,200,000	37,200,000
Total	96,485,906	98,527,519

(運転維持管理コスト)

年間の運転維持管理コスト(PhP)は以下の通りである。Option1 が安価である。

Item	Option 1	Option 2
I. Treatment Operation	4,382,916	5,065,476
II. Desludging Operation	5,367,900	5,367,900
III. Sludging Disposal	1,748,766	1,748,766
IV. Headquarters	1,440,000	1,440,000
Total	12,939,582	13,622,142

7 財政計画

7.1 カランバ水道区

(検討ケース)

建設コストについては、土地代を含む場合と含まない場合の2ケースで実施する。また、水道区の財源については、基本的に融資と自己資本で調達するが、国からの補助金によるコストシェアについても考慮する。なお、融資についてはJICAによるODAである環境開発事業(EDP)のうちPhilippines Water Revolving Fund(PWRF)を活用し、フィリピン開発銀行(DBP)を通じて実施されることを想定している。また、セプテイジ料金は水道使用量1m³あたり2PhP上乗せすることを基本として設定する。

以下に基本条件を示す。

Loan Terms and Conditions	
Interest per annum	9.00 %
Repayment period (inclusive of grace)	15 years
Grace period	3 years
Weighted Average Cost of Capital (WACC)	9.80 %
Loan Share	80 %
Equity Share	20 %
Estimated desludging fee (per cu. m. of water consumed)	PhP2.00

(検討結果)

以下に検討結果を示す。

2ペソが妥当であるが、可能であれば国から40%の補助金があると安定した経営となる。

検討ケース	水道区で土地を購入する 場合		市から土地の提供がある 場合	
	0:0:100	40:0:60	0:0:100	40:0:60
Demarcation (NG:LGU:WD)	0:0:100	40:0:60	0:0:100	40:0:60
Net Present Value (in thousand pesos)	36,952	64,777	50,617	72,978
Financial Internal Rate of Return	18.0%	31.7%	23.2%	39.6%
Net Present Value (NPV)				
Cost (+20%)	8,961	42,352	25,359	52,192
Revenues (-20%)	1,571	29,396	15,235	37,596
Cost (+20%), Revenues (-20%)	-26,420	6,971	-10,023	16,810
Financial Internal Rate of Return				
Cost (+20%)	11.6%	22.3%	15.7%	28.3%
Revenues (-20%)	10.2%	20.4%	14.1%	26.0%
Cost (+20%), Revenues (-20%)	4.1%	12.0%	7.3%	16.2%

7.2 アンヘレス水道区

(検討ケース)

水道区の財源については、基本的に融資と自己資本で調達するが、国からの補助金によるコストシェアについても考慮する。なお、融資については JICA による ODA である環境開発事業 (EDP) のうち Philippines Water Revolving Fund (PWRF) を活用し、フィリピン開発銀行 (DBP) を通じて実施されることを想定している。また、セプティッジ料金は水道使用量 1m³ あたり 2PhP 上乗せすることを基本として設定する。

以下に基本条件を示す。

Loan Terms and Conditions	
Interest per annum	9.00 %
Repayment period (inclusive of grace)	15 years
Grace period	3 years
Weighted Average Cost of Capital (WACC)	9.96 %
Loan Share	84 %
Equity Share	16 %
Estimated desludging fee (per cu. m. of water consumed)	PhP2.00

(検討結果)

以下に検討結果を示す。

2 ペソが妥当であるが、可能であれば国から 40% の補助金があると安定した経営となる。

Demarcation (NG:LGU:WD)	0:0:100	40:0:60
Net Present Value (in thousand pesos)	22,128	57,227
Financial Internal Rate of Return	13.9%	25.3%
Net Present Value (NPV)		
Cost (+20%)	<u>-16,790</u>	25,328
Revenues (-20%)	<u>-21,216</u>	13,883
Cost (+20%), Revenues (-20%)	<u>-60,135</u>	<u>-18,016</u>
Financial Internal Rate of Return		
Cost (+20%)	<u>7.3%</u>	16.0%
Revenues (-20%)	<u>5.8%</u>	14.0%
Cost (+20%), Revenues (-20%)	<u>-0.8%</u>	<u>5.2%</u>

8 環境社会配慮事項

下水・廃水処理に関するセクターは、一般的に環境や社会に影響を及ぼしやすい分野と捉えられことが多いため、大気、水、土壌への影響、生態系及び生物相等の自然への影響、非自発的住民移転などの環境社会配慮事項に十分注意を払い、事業を進める必要がある。

今回実施する腐敗槽汚泥処理施設は、規模も比較的小さく下水処理施設と比べてそれほど大きな影響はないと考えられるが、特に以下の点について留意する必要がある。

- (1) 大規模な土地造成、開墾（特にカランバ水道区）
- (2) 臭気対策
- (3) 非自発的住民移転

なお、両水道区とも今後腐敗槽汚泥管理事業を開始するにあたり、ESC (Environmental Sanitation Clearance)の許可をCHD (Center for Health Development Office)から得る必要があり、まずは市に対して申請を提出することになっている。

9 今後の取組

腐敗槽汚泥管理を推進する上で今後取り組むべき事項は以下のとおりである。

- (1) 専門部署の設立
- (2) 事業スケジュールの策定
- (3) 実施設計
- (4) 建設予定地の確保
- (5) 水道料金の値上げと国への補助金申請
- (6) EDP申請
- (7) 汚泥処分の検討
- (8) アウトソーシングの検討
- (9) モニタリングの実施

1 業務概要

1.1 背景

フィリピン国では、下水・腐敗槽汚泥の多くは処理されないまま水域に放流され、深刻な水質汚濁を起している。下水システムを享受する人口は全国の10%にも満たず、年間の経済損失は780億ペソと見られている(世銀2008年レポート「Economic Impacts of Sanitation in the Philippines」より)。経済損失の内容には、健康、水源、観光等への影響が含まれており、全体の経済損失のうち、72%は健康への影響による損失とされている。特に、健康への影響の中でも、水質汚濁を原因とする乳幼児の早期死亡による経済損失は、年間508億ペソと見積もられている。

このような状況を受け、フィリピン政府は、水質汚濁による環境悪化に対応するため、水質浄化法(RA9275)を2004年に制定した。中期開発計画(2011~2016)においても、包摂的成長に向けた水環境インフラを含む投資環境整備を重点分野に位置づけ、フィリピン政府の環境対策に対するコミットメントを明確にしている。また、2012年には公共事業・道路省(DPWH)により国家下水・腐敗槽汚泥管理計画(NSSMP)を策定するなど、これまで法的・制度的枠組みの整備を中心とする取り組みが行われてきた。

しかしながら、現在に至るまで、これらの計画や法令は必ずしも順調に実行されておらず、実際には環境の悪化が進んでいることから、これら環境の悪化に対する緊急の対応が必要とされている。

一方、JICAは、施設整備を促進することにより環境改善に貢献することを目的とした、フィリピン開発銀行(Development Bank of the Philippines:以下、「DBP」と略す)を通じたツーステップローンである環境開発事業(Environment Development Project:以下、「EDP」と略す)を2008年より実施してきた(承諾額総額248億円)。

なお、EDPが融資の対象としている環境改善施設のうち、水供給・水質保全分野においては、日米水協カイニシアティブに基づき、USAID・DBPと共同で設立したPhilippines Water Revolving Fund(PWRF:上下水道整備への民間資金導入の促進を目的とした保証ファンド)を活用して融資するスキームとなっている。

EDP実施者であるDBPは、環境改善施設の中でも、腐敗槽汚泥管理事業を促進するため、融資先となる水道区へのEDPによる融資の促進を積極的に取組んできたが、融資先となる水道区においては、腐敗槽汚泥管理におけるフィージビリティ・スタディ(以下、「F/S」と略す。)を有していないことが多く、また既存のF/Sが存在していても内容が不十分であること等がボトルネックとなり、本分野での融資実行に至っていない。

こうした背景から、DBPは、EDPによる腐敗槽汚泥管理事業を促進するため、既にF/Sを有するCalamba水道区(以下、「CWD」と略す。)とAngeles水道区(以下、「ACWD」と略す。)の2つの水道区に対し、F/S等をアップデートするための基礎情報収集及び確認を行うための支援をJICAに要請して

きた。CWD と ACWD は、いずれも腐敗槽汚泥管理の鍵となる関連条例が市議会を通過済みで事業化への法的要件が整っている他、日系企業の集積地ともなっており、地域住民に加え、これら企業への裨益も期待されている。

本調査では、EDP による事業化を想定し、腐敗槽汚泥管理における行政側（対象2水道区）の既存 F/S 等のアップデートに必要な基礎情報収集及び確認を通じ、F/S を改訂することを目的とする。

なお、調査を通じ、JICA 中小企業支援スキームで実施中の汚泥処理技術の紹介を併せて行い、中小企業支援スキームおよび円借款事業の連携を深めることとする。



図-1.1.1 Angeles市・Calamba市の位置

1.2 目的

ACWD および CWD が有する腐敗槽汚泥管理に関する F/S 等について、技術面、組織制度面、財務面からの最新の情報を収集・確認することにより、既存 F/S 等の改訂を行い、EDP のディスパース促進に寄与するとともに、中小企業支援スキームとの連携を促進することを本調査の目的とする。

1.3 検討内容

(1) 既存の腐敗槽汚泥管理の F/S 等の調査内容

本調査では、既存の腐敗槽汚泥管理のための F/S 等のアップデートに必要な情報を収集するが、特に、組織制度・人員体制、保有機材、計画容量、土地確保可能性、収集・処理・処分の各機材スペック、財務分析などを精査する。

(2) 市の条例の精査

本調査の対象水道区が位置する市は、既に腐敗槽汚泥管理に関する条例を市議会において通過させている。これら条例の中身を精査し条例の実効性の観点から必要な情報について分析する。また、併せて、市と水道区の政治的関係性について情報を収集し分析する。

(3) 日系工業団地等の腐敗槽汚泥管理にかかる調査

対象水道区は、日系企業の多く進出する工業団地を有する水道区である。関連工業団地の汚泥管理状況及び腐敗槽汚泥の管理状況について、管理体制、管理機関、汚泥排出頻度、汚泥処理業者の有無などを調査する。

(4) 放流水質基準と処理方法の明確化

対象水道区において腐敗槽汚泥処理施設を設置した場合の放流水質基準を明確にし、必要な腐敗槽汚泥処理システムについて、情報を収集し確認する。これら情報を既存 F/S 等のアップデートに活用する。

(5) 中小企業スキームとの連携

現在 JICA が実施中の中小企業支援スキームで活用された中小企業の脱水技術についてフィリピン側から高い評価が得られており、これら技術の紹介を適宜行い、当該技術導入を想定した投資コストおよび維持管理コスト等財務計画を含む既存 F/S 等のアップデートに必要な情報を収集し、内容を確認する。

(6) 財務計画の精査

既存 F/S 等の水道料金設定について、現実的な水道料金設定に改定し、投資額や維持管理費などを含む財務計画を精査する。併せて、水道区以外の市や国とコストシェアの可能性を確認し、可能な場合は、その概要を調査・把握する。また、事業運営にあたってのアウトソースのあり方についても調査・検討する。

(7) EDP 関連書類の確認

本調査では、調査により改訂された F/S 等を活用し、EDP での融資による事業化を想定していることから、当該水道区が DBP に融資を求める際の必要な書類について情報を収集し、確認する。

(8) 環境社会配慮事項の確認

腐敗槽汚泥処理システムは、迷惑施設と捉えられることも多いことから、臭気対策、補償計画など環境社会配慮事項に特に留意する事項について確認し、情報を収集する。特に、計画された

土地の確保・収用について環境社会配慮の観点から妥当性及び留意事項を確認するとともに、市あるいは水道区が取るべき措置、コスト負担等についても確認する。

2 対象都市の概要

2.1 カランバ市

2.1.1 概要

カランバ市は比国ルソン島中部に位置するラグナ州(Province of Laguna)内に属し、カラバルゾン地域(Calabarzon Region)の中核都市である。首都マニラからは南へ約50kmの位置にある。市内のラグナ湖南部に温泉が湧く地域があり、比国内のリゾート地として有名である。また、比国の独立運動の闘士であり国民的英雄と称えられ、現在も国民から愛され続けているホセ・リサル(Jose Rizal)は当市の出身である。

2010年の国勢調査(CENSUS 2010)では、市人口は389,377人であったが、2015年には50万人を超える人口(507,180人:2013年)を有している。カランバ市はラグナ州内で最大の都市である。

カランバ市の市域面積は14,950ヘクタール(149.5km²)であるが、ラグナ州ではサンパブロ市(San Pablo City)に次ぎ、2番目の大きさを持つ都市である。市内は土地用途について分類されており、都市再開発区域(Urban Redevelopment Zone)、成長管理区域1/2(Growth Management Zone 1/2)、高地保護区域(Upland Conservation Zone)、森林緩衝区域(Forest Buffer Zone)、農業開発区域(Agricultural Development Zone)に分かれている。市域面積は小さい割に人口が多いため、人口密度(2010年)は2,600人/km²と非常に高い。バラングイでは、Rural区域では数百～数千人/km²、Urban区域では数万人/km²で、市庁舎や商業地域などの人口密集区域では7万人/km²を超える人口密度を有しているバラングイもある。

カランバ市は休火山であるマキリン山(Mount Makiling)の北部斜面に沿うように位置している。北にカブヤオ市(Cabuyao City)、南東にロスバノス市(Los Banos City)、南西にバタンガス州があり、市東部には国内最大の湖であるバイ湖(Laguna de Bay)がある。

カランバ市は南ルソン高速道路(South Luzon Expressway)の南部の起点であり、交通網はラグナ州内の各都市、南方のバタンガス州(Province of Batangas)やケソン州(Province of Quezon)へ続いている。

カランバ市はマニア首都圏外における「Premiere Industrial Hubs」の一つに位置づけられており、市内には多くの工業団地が設定され、比国系をはじめ、日系、中国系、韓国系、欧米系企業の工場が操業している。工業団地は、Canlubang、Milagrosa、Puntaを中心とする周辺のバラングイに集中している。これらの地域

はCWDの取水井戸が集中することにも見られるように、各工業団地では良質な水源を必要とするこ

とから、市の中部に工業団地が軒を連ねている。工業団地には、比国を代表するファストフード店や飲料メーカーの食品加工工場、日系ならびに韓国系の電子産業工場、日系自動車製造工場、米国系化粧品会社と、様々な業種の工場が進出している。

2.1.2 組織

カランバ市は比国における都市のランクでは、最上位の「高度都市化都市(Highly Urbanized Cities)」の「First Class」に位置している。なお、高度都市化都市は都市人口20万人以上、都市歳入5億PHP以上である都市を言う。

以下にカランバ市役所の組織図を示す。



図-2.1.2.1 カランバ市役所組織図

2.1.3 市のセプテッジ関連条例

カランバ市のセプテッジ関連条例は、市条例No. 456, S-2009「カランバ市における下水・セプテッジ管理システムおよび実施要綱の設定のための条例」を制定している。特に、同条例のセクション8では腐敗槽のデザインについて規定され、セクション11では腐敗槽の3-5年に一度の汚泥引き抜きが義務化され、セクション12ではユーザーフィーについて、カランバ水道区に支払う水道料金に上乗せして払うべきであることが明文化されている。これに関連して、同水道区の顧客でない場合も相応する料金の支払いにより汚泥引き抜きのサービスを水道区から受けられるとしている。

2.2 アンヘレス市

2.2.1 概要

アンヘレス市はパンパンガ州(Province of Pampanga)にある都市であり、北に隣接するマバラカット市(Mabalacat City)、東にメヒコ市(Mexico City)、南にバコロ市(Bacolor City)、西にポラク市(Porac City)がある。首都マニラからは北西90kmの位置にある。2010年に行われた国勢統計(2010 CENSUS)での市人口は326,336人であったが、現在は40万人を超えていると思われる。

アンヘレス市西部には、米国本土以外では最大の基地である米国クラーク空軍基地があったが、1991年に比国へ返還された後、跡地に空港、ホテル、国際会議場、ゴルフ場、カジノ等を設け、1993年からクラーク経済特別区(CSEZ: Clark Special Economic Zone)として運用している。その後、同じく米軍から返還された米軍スービック海軍基地も結果的に1991年に返還され、スービック経済特別区と指定された。両者を合わせてクラーク・フリーポート・ゾーン(Clark Freeport Zone)と名称変更され、現在に至っている。今日、アンヘレス市とサンバレス州(Province of Zambales)クラーク(Clark Municipality)にあるクラーク・フリーポート・ゾーンは、比国内ルソン島におけるビジネス、産業(特に航空産業)、観光・レジャー産業、エンターテインメントに関し、中心的な役割を形成している。

2.2.2 組織

アンヘレス市は比国における都市のランクでは、カランバ市同様、最上位の「高度都市化都市(Highly Urbanized Cities)」の「First Class」に位置している。

以下にアンヘレス市役所の組織図を示す。



図-2.2.2.1 アンヘレス市役所組織図

2.2.3 市のセプテッジ関連条例

アンヘレス市のセプテッジ関連条例については、市条例 No. 343. S-2014 「水質・セプテッジ管理条例」が2014年に市議会により制定された。

これは、市の水資源の保全管理のため、水源保全のための経済的・制度的方策を盛り込んだもので、市の水資源管理理事会 (City Water Resources Management Board) の設置、水質管理区域 (Water Quality Management Area) の指定、Sapangbao 流域の管理計画の策定を義務化したものである。また、新築建造物の腐敗槽の構造を指定し、新築建造物以外にも3-5年に一度の腐敗槽からの汚泥引き抜きを義務化している。

また、市条例 No. 347, S-2014 は、市条例 No. 343. S-2014 の主としてセクション 13 を改定するためのもので、市のセプテッジ管理について Memorandum of Agreement により水道区等によるセプテッジの収集・処理・処分について認める内容となっている。

セプテッジの収集・処理・処分業者としての認定のためには、Environmental Compliance Certificate (ECC)、Wastewater Discharge Permit (WDP) の他に、環境・天然資源省 (DENR) の Region 3 オフィスの汚染管理官 (Pollution Control Officer) から Certificate of Accreditation、保健省 (DOH) から Environmental Sanitation Clearance (ESC)、市の保健局から Sanitary Permit、市の環境・天然資源室 (CENRO) から City Environment Clearance の取得が必要とされている。

3 対象水道区の概要

3.1 カランバ水道区

3.1.1 事業概要

カランバ市の上水道システムは、1926年、カランバ市役所により始められた。1956年からは、NAWASA(National Waterworks And Sewage Agency)に引継がれ、州により水道システムが管理されることとなった。しかしながら、その後、1964年には、再度、カランバ市による管となった。水源は主として湧水(Bucal、Tigbe地区)と地下水に求め、小口径の送配水管16.4kmにて各家庭に送水されていた。

1974年、それまでのカランバ市水道システムの事業経営を引き継ぐ形で、大統領令第198号(PD198)での「1973年州水道事業法」のもと、カランバ市水道区(Calamba Water District: CWD)は独立採算式の準公務団体として事業を開始した。1976年9月4日、CWDは、LWUA (Local Water Utilities Administration)から、第29号のCCC (Conditional Certificate of Conformance)の適合を受けた。このCCC(証明書)は、PD198の下での認可権利と特権に関する権利を有することを認めるものである。

当時の水道区は職員15名とわずかな備品のみであったが、市役所からの支援により職場環境が改善され、水道施設の維持管理やシステム運用に取り組めることとなった。その後、これらの貢献にもより、契約数ならびに職員数が増加し、経営が軌道に乗った。

次にCWDの上水道給水状況を示す。

表-3.1.1.1 CWDの上水道給水状況

項目 (Items)		単位	2012年	2013年
給水戸数(Active Metered)		Conn.	43,537	46,230
家事用/政府用(Domestic/Government)		Conn.	40,659	43,346
商工業用(Commercial/Industrial)		Conn.	2,878	2,884
用水供給(Bulk)		Conn.	1	0
使用水量(Average Monthly Consumption)		m ³ /Conn.	21.6	21.5
水道料金収入(Water Sales)		1,000PHP	303,985	318,326
料金徴収率(Collection Rate)		%	97.3	97.4
水源(Water Source)	井戸(Well)	箇所	42	50
	湧水(Spring)	箇所	1	1
原水量(Water Production Capacity)		m ³ /day	61,197	62,839
取水送水量(Water Production)		m ³ /day	49,650	50,555
			100%	100%

有収水量(Revenue Water)	m ³ /day	31,383	63.2	32,777	64.8
無収水量(Non-Revenue Water)	m ³ /day	18,267	36.8	17,778	35.2
実漏水量(Real Leakage)	m ³ /day	(-----)	(----)	(-----)	(----)
認定漏水量(Identified Leakage)	m ³ /day	(5,054)	(10.2)	(7,558)	(15.0)
違法接続水量(Illegal Connection)	m ³ /day	(-----)	(----)	(-----)	(----)
水道メータ不感水量(Water Meter Error)	m ³ /day	(-----)	(----)	(-----)	(----)
CWD 事業用水量(Maintenance by CWD)	m ³ /day	(233)	(0.5)	(403)	(0.8)
料金徴収不可能水量(Uncollectable Bill)	m ³ /day	(1,341)	(2.7)	(1,314)	(2.6)
その他(Other)	m ³ /day	(11,639)	(23.4)	(8,503)	(16.8)
職員数(Employee)	person	323		329	

表-3.1.1.2 カランバ市内バラングアイ情報

No.	バラングアイ名	面積 (ha:0.01km ²)	人口 (2010)	人口密度 (人km ²)	区分 Classifi- cation	土地種別 Zoning Classification					
						UR	GM1	GM2	UC	FB	AD
1	Bagong Kalsada	157.8	3,306	2,095	Urban	X					
2	Banadero	190.0	7,116	3,745	Urban						X
3	Banlic	274.9	12,780	4,649	Urban						X
4	Barandal	189.3	4,625	2,443	Rural		X				
5	Poblacion B1	29.2	6,569	22,497	Urban	X					
6	Poblacion B2	17.1	8,005	46,813	Urban	X					
7	Poblacion B3	29.8	4,408	14,792	Urban	X					
8	Poblacion B4	4.5	3,237	71,933	Urban	X					
9	Poblacion B5	25.6	6,285	24,551	Urban	X					
10	Poblacion B6	42.3	2,447	5,785	Urban	X					
11	Poblacion B7	81.8	2,519	3,079	Urban	X					
12	Batino	110.5	1,249	1,130	Rural	X	X				
13	Bubuyan	196.0	1,666	850	Rural				X		
14	Bucal	265.0	11,346	4,281	Urban	X			X		X
15	Bunggo	556.6	3,809	684	Rural				X		
16	Burol	258.2	1,783	690	Rural				X		
17	Camaligan	106.5	978	918	Rural			X			
18	Canlubang	3,912.0	54,655	1,397	Rural		X	X			
19	Halang	166.7	6,829	4,097	Urban	X					X
20	Hornalan	22.0	1,397	6,350	Rural				X		
21	Kay-Anlog	272.0	2,665	980	Rural			X			
22	La Mesa	294.1	11,836	4,024	Urban	X	X		X		
23	Laguerta	314.9	1,766	5,060	Rural				X		
24	Lawa	146.6	9,169	6,254	Urban	X					

25	Lecheria	157.5	8,391	5,328	Urban	X					X
26	Lingga	45.0	5,817	12,927	Urban						X
27	Looc	179.1	14,524	8,109	Urban						X
28	Mabato	273.1	705	258	Rural				X		
29	Majada Labas	180.2	5,172	2,870	Urban		X				
30	Makiling	465.7	7,510	1,613	Rural		X	X			
31	Mapagong	320.8	4,942	1,541	Rural		X				X
32	Masili	32.1	3,585	11,168	Urban	X					
33	Maunong	399.2	2,105	527	Rural		X	X	X		
34	Mayapa	116.3	21,826	18,767	Urban		X				
35	Milagrosa	209.4	5,308	2,535	Urban		X	X			
36	Paciano Rizal	126.8	11,958	9,431	Urban			X			
37	Palingon	15.3	6,403	2,339	Urban						X
38	Palo Alto	273.7	10,628	3,883	Rural		X				
39	Pansol	528.2	10,868	2,058	Urban	X			X	X	X
40	Parian	112.0	20,248	18,079	Urban	X					X
41	Prinza	95.3	3,996	4,193	Rural	X	X				
42	Punta	331.0	3,511	1,061	Rural		X	X			
43	Puting Lupa	542.0	1,720	317	Rural			X	X	X	
44	Real	132.9	13,805	10,388	Urban	UR					
45	Saimsim	194.5	5,504	2,830	Rural		X				
46	Sampiruhan	81.0	8,144	10,054	Urban						X
47	San Cristobal	119.0	12,584	10,575	Urban	X					
48	San Jose	89.6	4,203	4,691	Urban	X					
49	San Juan	15.3	4,780	31,242	Urban	X					
50	Sirang Lupa	198.4	8,225	4,146	Urban		X				
51	Sucol	31.6	4,765	15,079	Urban	X					
52	Turbina	51.5	4,475	8,689	Urban	X					
53	Ulango	227.6	858	377	Rural				X		
54	Uwisan	78.0	2,358	3,023	Urban						X

UR: 都市再開発区域 Urban Redevelopment Zone

GM1: 成長管理区域 1 Growth Management Zone 1

GM2: 成長管理区域 2 Growth Management Zone 2

UC: 高地保護区域 Upland Conservation Zone

FB: 森林緩衝区域 Forest Buffer Zone

AG: 農業開発区域 Agricultural Development Zone

表-3.1.1.3 取水井戸諸元

ポンプ場名称	取水能力 (m ³ /hr)	送水方式	高架水槽容量 (m ³)	備考
01 Crossing	158	直接給水		
02 Parian	158	直接給水		
03 Landmark	109	直接給水		
04 Bucal Pump/Spring	828	高架水槽経由	1,700	
05 Villa De Calamba	72	高架水槽経由	455	
06 Pasong Kalabaw	109	直接給水		
07 Real	158	直接給水		
08 Lawa	148	直接給水		
09 Laguna Hills	54	直接給水		
10 Sirang Lupa	72	直接給水		
11 Lakeview Heights	4	直接給水		
12 Asiacon 1	43	高架水槽経由	151	
13 Asiacon 2	64	高架水槽経由	151	
14 Palao 1	79	高架水槽経由	189	
15 Palao 2	72	高架水槽経由	189	
16 Manfil	54	高架水槽経由	189	
17 Asiacon Phase 2	50	高架水槽経由	189	
18 MCDC 1	69	高架水槽経由	151	
19 MCDC 2	43	高架水槽経由	151	
20 SCGH	22	高架水槽経由	151	
21 Villa Palao Banlic 1	41	高架水槽経由	189	
22 Villa Palao Banlic 2	43	高架水槽経由	189	
23 Major Homes	9	高架水槽経由	56	
24 North Marie	12	直接給水		
25 Tibagan	6	高架水槽経由	35	
26 Ulango 1	4	直接給水		
27 Ulango 2	4	直接給水		
28 Villa La Prinza 1	14	高架水槽経由	55	
29 Villa La Prinza 2	13	高架水槽経由	55	
30 Aztec	11	高架水槽経由	189	
31 Barandal 1	9	直接給水		
32 Barandal 2	10	直接給水		
33 Makiling	50	直接給水		
34 Tulo	50	直接給水		
35 Homelands	52	直接給水		

36 Glenwood	23	直接給水		
37 Turbina	4	直接給水		
38 Woodlands	50	直接給水		
39 Maunong 1	5	高架水槽経由	75	
40 Maunong 2	4	高架水槽経由	5	
41 Maunong 3	11	直接給水		
42 Bunggo 1	4	高架水槽経由	75	
43 Bunggo 3	4	直接給水		
44 Bunggo 4	11	直接給水		
45 Villa Consolacion	4	高架水槽経由	189	
46 Maresco	11	高架水槽経由	25	
47 Gumamela	4	直接給水		
48 Punta 1	11	直接給水		
49 Punta 2	11	直接給水		
50 Punta 3	11	直接給水		
51 Bubuyan 1	4	直接給水		
52 Bubuyan 2	4	直接給水		
53 Majada 1	50	直接給水		
54 Majada 2	45	直接給水		
55 Southville 1	36	直接給水		
56 Southville 2	43	直接給水		
計 Total	2,217			

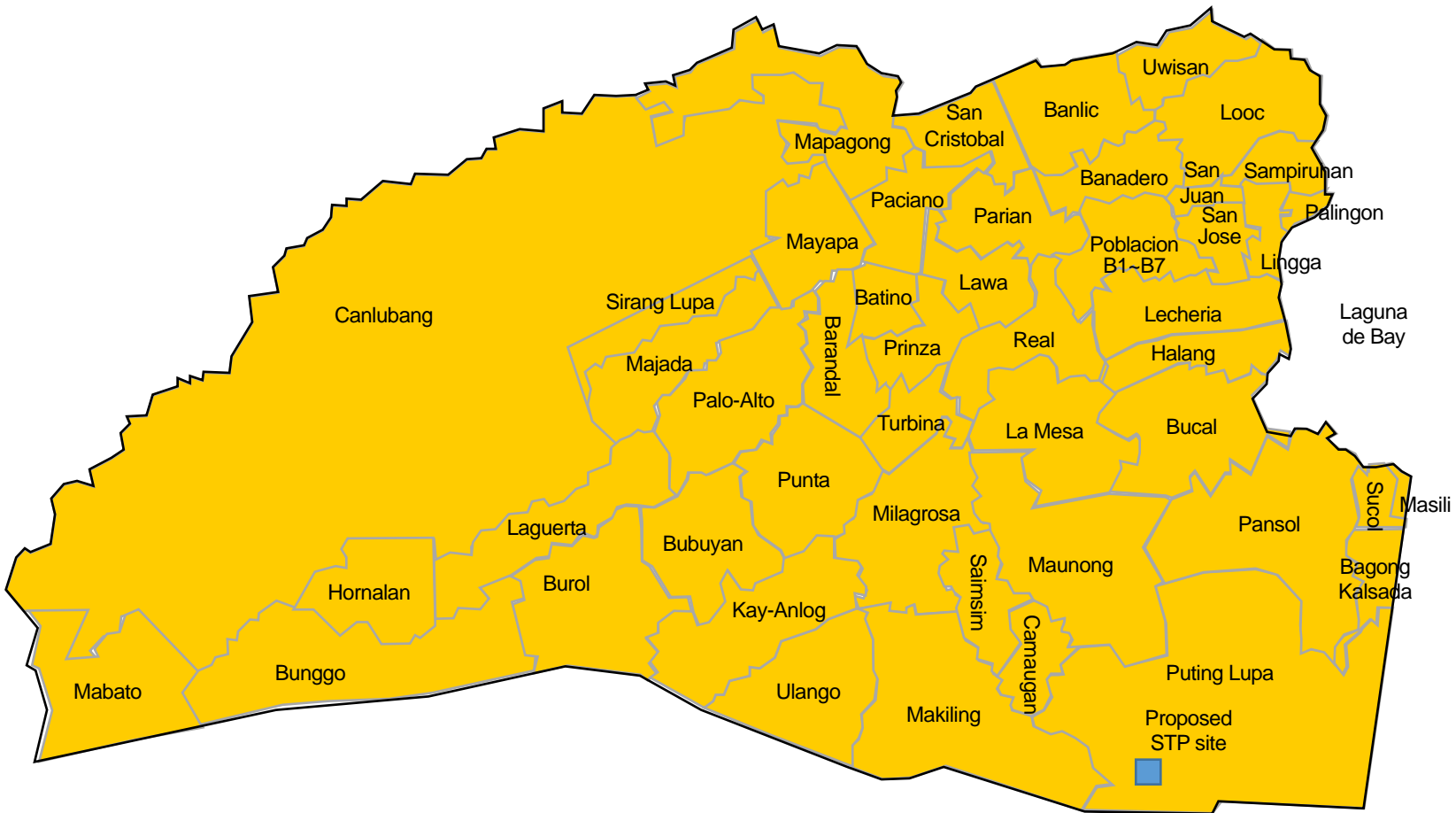


図-3.1.1.1 カラノン市域のプラン図

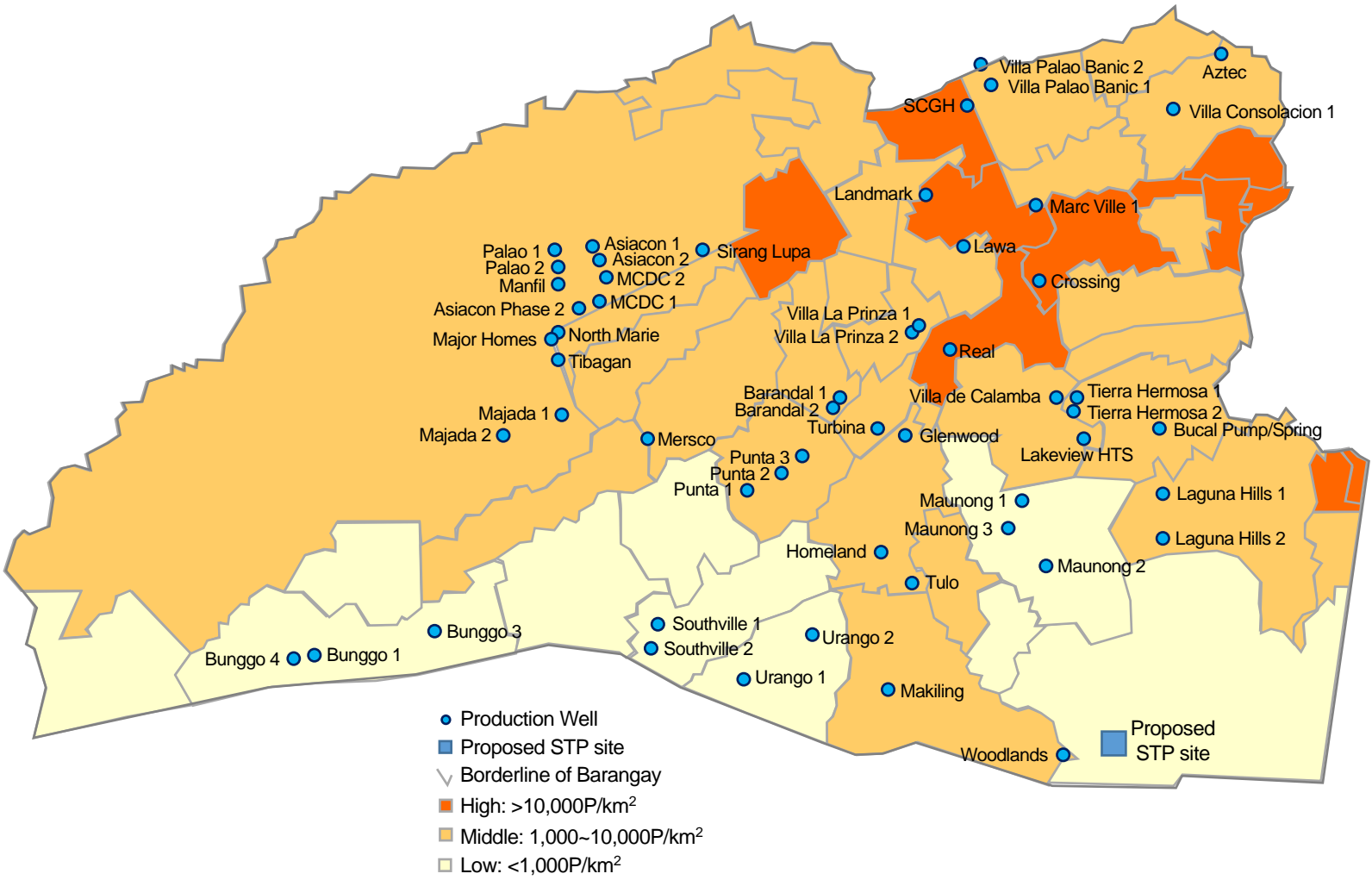


図-3.1.1.2 バラバガン別人口密度と井戸配置図

3.1.2 組織

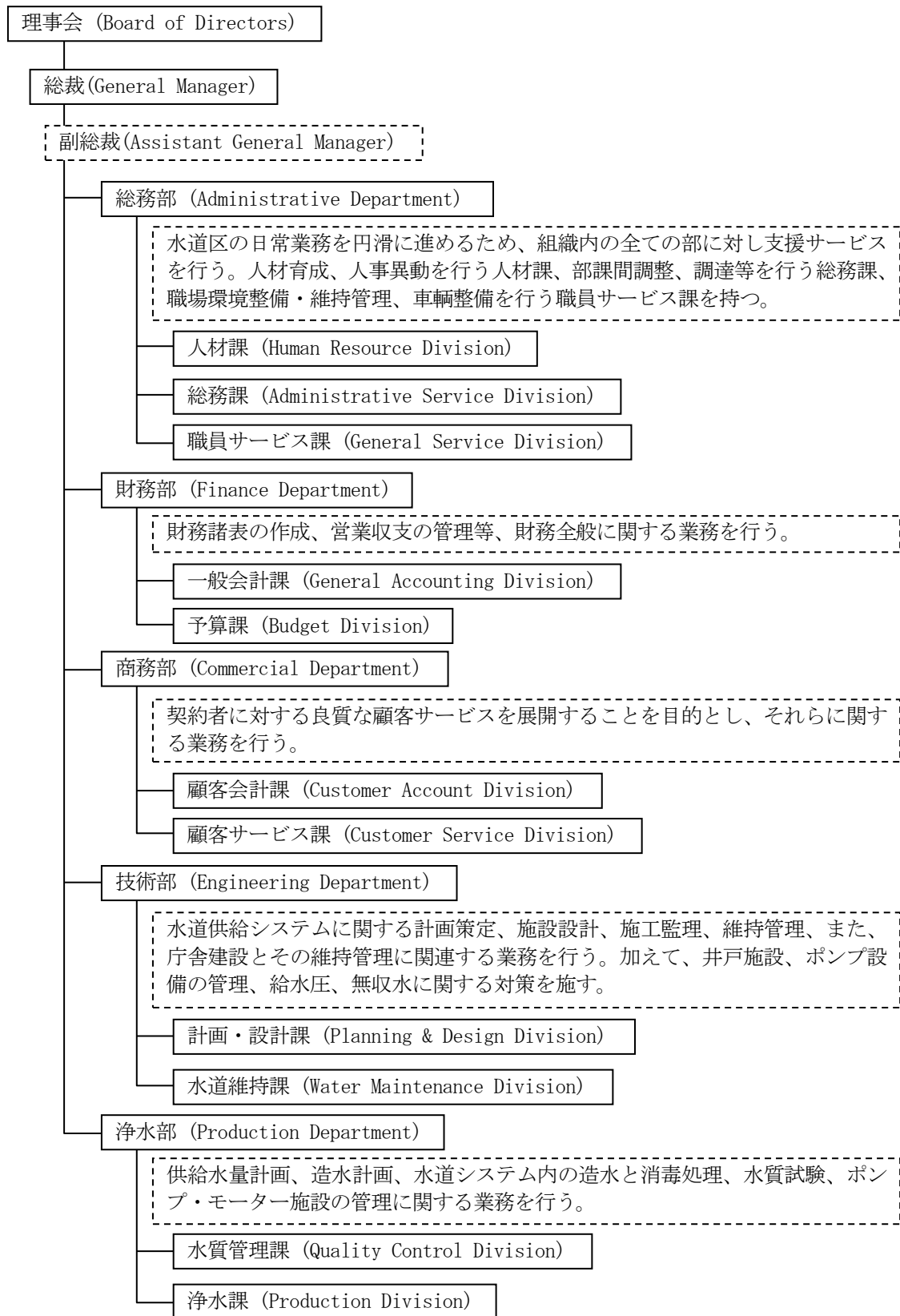


図-3.1.2.1 カランバ市水道区組織図

3.1.3 経営状況、料金体系

(1) 経営状況

表-3.1.3.1 FINANCIAL DATA (PhP)

項目	2012 年	2013 年
1. REVENUE		
a. Operating	311,467,457	325,959,229
b. Non- Operating	3,796,889	2,698,701
TOTAL	315,264,346	328,657,930
2. EXPENSES		
a. Salaries & Wages	66,781,563	64,282,424
b. Pumping Cost (Fuel, Oil, Electric)	65,331,097	75,419,041
c. Chemical (Water Treatment)	2,657,113	2,637,351
d. Other O & M Expense	113,193,639	107,016,192
e. Depreciation Expense	31,171,775	37,669,091
f. Interest Expense	1,200,000	1,200,000
g. Others	16,478,468	14,497,932
TOTAL	296,813,656	302,722,031
3. NET INCOME (LOSS)	18,450,691	29,538,898

(2) 料金体系(2010年7月改定)

a) 家事用・政府用 (Domestic/Government Use)

表-3.1.3.2 水道料金(家事用・政府用)

水道メータ口径		基本料金 (PHP/10m ³)	超過料金 (PHP/m ³)			
			11-20m ³	21-30m ³	31-40m ³	Over 41m ³
13mm	1/2"	183.00	20.30 (16.20)	24.05 (19.20)	30.80 (24.60)	36.45 (29.20)
20mm	3/4"	298.80				
25mm	1"	585.60				
40mm	1.5"	1,464.00				
50mm	2"	3,660.00				

注：括弧内はNHA(National Housing Authority 区域)、VLP(Villa La Priniza)、VPB(Villa Palac Banilic)、Major Homes の井戸から給水された場合の料金を示す。

b) 商工業用 (Commercial/Industrial Use)

表-3.1.3.3 水道料金(商工業用)

水道メータ口径		基本料金 (PHP/10m ³)	超過料金 (PHP/m ³)			
			11-20m ³	21-30m ³	31-40m ³	Over 41m ³
13mm	1/2"	366.00	40.60 (32.40)	48.10 (38.40)	61.60 (49.20)	72.90 (58.40)
20mm	3/4"	585.60				
25mm	1"	1,172.20				
40mm	1.5"	2,928.00				
50mm	2"	7,320.00				

注：括弧内はNHA(National Housing Authority 区域)、VLP(Villa La Priniza)、VPB(Villa Palac Banilic)、Major Homes の井戸から給水された場合の料金を示す。

3.2 アンヘレス水道区

3.2.1 事業概要

アンヘレス市水道区(ACWD: Angeles City Water District)は、1987年9月に設立された比較的新しい水道区である。ACWD設立以前はアンヘレス市が良好な水道事業を行っていたが、急成長する当市において、人口増加がもたらす拡張工事やビジネス展開のスピードに対応するためには、公的機関でありながら民間的な事業経営を展開できる水道区(Water District)での事業運営が望ましいとのことから、事業を引き継ぐ形で運営を任された。

1986年から、地方水道協会(LWUA: Local Water Utility Administration)を通じて、本邦コンサルタント会社の給水改良工事の調査・設計が実施された。1988年以降、LWUAからの直接融資を受け、鑿井(さくせい)による造水量の確保、増圧ポンプ場建設による給水条件の向上、全給水接続に対する水道メータの設置について、数々の給水改良事業を行ってきた。当時、全体の3割しかなかった水道メータは1995年に全戸への設置を完了させた。水道メータを全接続に設置したことによる無収水率は70%から45%に低減した。これにより、給水収益は向上し、ACWDの水道事業を安定させることとなった。

1991年6月にはピナツボ山が噴火し、その影響により実施していた改良事業に多くの設計変更を余儀なくさせ、事業に長期の遅れを生じさせた。

1995年には、我が国の海外経済協力基金(OECF: Overseas Economic Cooperation Fund)の融資を受け、給水改良事業を開始し、1997年8月、口径75mmから700mmの送配水管17.3万kmの布設、7箇所の取水井戸築造、3,785m³(100万ガロン)の配水池、ならびに増圧ポンプ場の建設を完了した。これらを含めた継続的な改良事業により、給水接続件数は9,675栓(1995年)から、現状の41,300栓に、また、給水収入は5百万PHPから現状157百万PHPへ大幅に増加した。

ACWDの理事会は、大学教授、市民団体、経済、教育、女性社会開発等の広い分野から、現在5名が選出されており、ACWDの事業運営について積極的に議論しており、多くの助言を残している。

表-3.2.1.1 ACWDの上水道給水状況

項目 (Items)	単位	2012年	2013年
給水戸数(Active Metered)	Conn.	43,403	44,664
家事用/政府用(Domestic/Government)	Conn.	(40,035)	(41,122)
商工業用(Commercial/Industrial)	Conn.	(3,368)	(3,542)
給水人口(Served Population)	Person	260,418	267,984
使用水量(Average Monthly Consumption)	m ³ /Conn.	24.9	25.9

水道料金収入(Water Sales)	1,000PHP	298,511	337,636		
料金徴収率(Collection Rate)	%	93.6	93.4		
水源(Water Source)	井戸ポンプ(Deep Well Pump)	箇所	29	29	
	増圧ポンプ(Booster Pump)	箇所	27	27	
原水量(Water Production Capacity)	m ³ /day	45,821	45,821		
取水送水量(Water Production)	m ³ /day	43,849	100%	46,884	100%
有収水量(Revenue Water)	m ³ /day	35,443	80.8	38,012	81.1
無収水量(Non-Revenue Water)	m ³ /day	8,406	19.2	8,872	18.9
漏水量(Leakage)	m ³ /day	(-----)	(----)	(-----)	(----)
違法接続水量(Illegal Connection)	m ³ /day	(-----)	(----)	(-----)	(----)
水道メータ不感水量(Water Meter Error)	m ³ /day	(-----)	(----)	(-----)	(----)
CWD 事業用水量(Maintenance by CWD)	m ³ /day	(-----)	(----)	(-----)	(----)
料金徴収不可能水量(Uncollectable Bill)	m ³ /day	(-----)	(----)	(-----)	(----)
その他(Other)	m ³ /day	(8,406)	(19.2)	(8,872)	(18.9)
職員数(Employee)	person	190	189		
正規雇用(Permanent)	person	96	170		
期間雇用(Casual/Temporary)	person	59	0		
臨時雇用(Job Order)	person	35	19		

注1：2015年1月における原水量は47,573m³/dである。

注2：職員数における期間雇用の内、Casualは6箇月契約、Temporaryは12箇月契約の職員を示す。

臨時雇用(Job Order)は15日間契約の職員で、賃金は日払いである。各々、雇用期間後は更新が可能であり、正規雇用される場合もある。

表-3.2.1.2 バランガイ人口等

バランガイ名	人口(人)	戸数(戸)	面積 (ha:0.01km ²)	人口密度 (人/km ²)	備考
Agapito del Rosario	2,413	684	12.1	19,942	
Amsic	13,777	2,971	161	8,557	
Anunas	15,872	3,242	N/D	N/A (Low)	
Balibago	50,734	9,250	160	31,709	
Capaya	9,700	1,400	242	4,008	
Claro M. Recto	6,880	800	17.4	39,540	
Cuayan	6,661	1,332	460	1,448	
Cutcut	25,857	4,112	416	6,215	

Cutud	(16, 531)	N/D	N/D	N/A (Low)	Data on 2012
Lourdes North West	(10, 450)	N/D	N/D	N/A (High)	Data on 2012
Lourdes Sur	5, 085	1, 123	21. 4	23, 761	
Lourdes Sur East	6, 828	570	21. 4	31, 907	
Malabanas	24, 547	3, 400	240	10, 228	
Margot	4, 082	796	250	1, 633	
Marisol (Nonoi Aquino)	15, 525	3, 000	160	9, 703	
Mining	3, 066	459	113. 7	2, 697	
Pampang	19, 953	4, 637	444	4, 494	
Pandan	17, 895	3, 178	667	2, 683	
Pulungbulu	14, 430	2, 308	N/D	N/A (Mid)	
Pulung Cacutud	20, 614	3, 276	N/D	N/A (Mid)	
Pulung Maragul	15, 122	4, 112	222	6, 812	
Salapungan	6, 871	1, 414	N/D	N/A (High)	
San Jose	10, 320	N/D	N/D	N/A (High)	
San Nicolas	3, 496	644	19. 3	18, 114	
Santa Teresita	8, 806	1, 806	34. 2	25, 748	
Santa Trinidad	5, 007	997	7. 3	68, 589	
Santo Cristo	5, 950	870	155	3, 839	
Santo Domingo	15, 651	3, 830	253	6, 186	
Santo Rosario	3, 483	869	56. 4	6, 176	
Sapalibutad	15, 205	2, 523	N/D	N/A (Low)	
Sapangbato	11, 262	2, 253	N/D	N/A (Low)	
Tabun	6, 760	1, 690	81. 2	8, 325	
Virgen Delos Remedios	1, 723	417	6. 9	24, 971	
Total	(400, 556)				

注：人口密度(Population Density)の区分けは以下の通りである。

低(Low) < 5,000 人/km²、中(Mid) 5,000~10,000 人/km²、高(High) > 10,000 人/km²

なお、計算不可(N/A)のバラングイでは、ACWDからのヒアリングにより区分けを想定した。

表-3.2.1.3 取水井戸諸元

ポンプ場名称	取水能力 (m ³ /hr)	運転時間 (hr/day)	日取水量 (m ³ /day)	備考
01 Anunas	58	16	928	
02 Bagum Bayan	82	24	1,968	
03 Belen Homesite	99	24	2,376	
04 City Hall	70	2	140	
05 Cuayan	30	15	450	
06 EPZA	86	10	860	
07 Feeder #1	145	24	3,480	
08 Feeder #2	45	24	1,080	
09 Feeder #3	58	24	1,392	
10 Feeder #4	86	24	2,064	
11 Feeder #5	105	24	2,520	
12 Feeder #6	32	24	768	
13 Feeder #7	90	24	2,160	
14 Feeder #8	73	24	1,752	2014年完成
15 Mabini	155	24	3,720	
16 Magalang Avenue	84	24	2,016	
17 Marquee Place	112	3	336	
18 MC Arthur	81	24	1,944	
19 Metro Gate	98	14	1,372	
20 North Ville	109	13	1,417	
21 Punta Verde	110	3	330	
22 Robinson	150	24	3,600	
23 Rosewood	72	24	1,728	
24 Sapalibutao	90	8	720	
25 Sapangbato	32	24	768	
26 St. Ignatius	98	14	1,372	
27 St. Vincent	106	24	2,544	
28 Sta. Teresita	18	24	432	
29 Town&Country	65	24	1,560	
30 Villa Belen South	74	24	1,776	
計 Total			47,573	2014年12月
			45,821	2013年12月

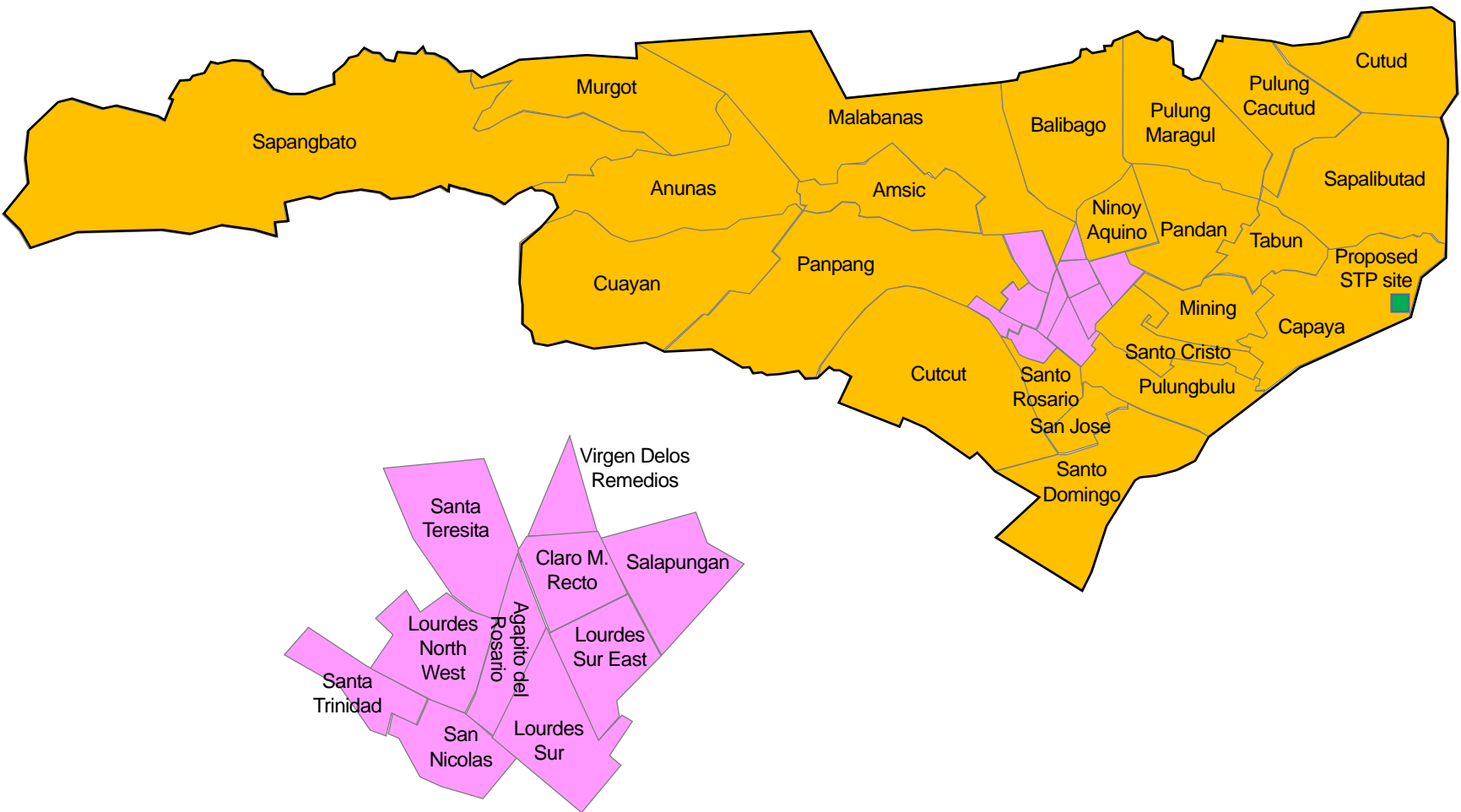


図-3.2.1.1 アンヘルズ市域バランガイ図

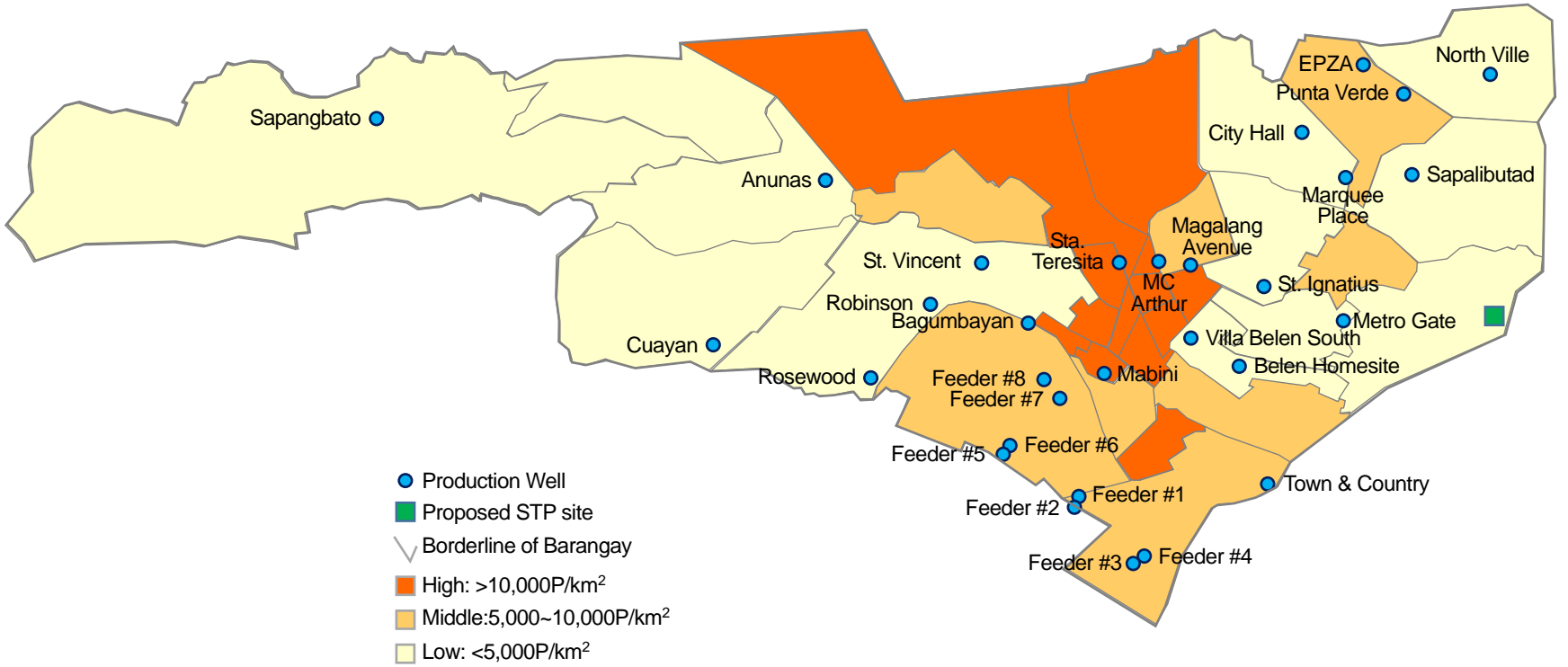
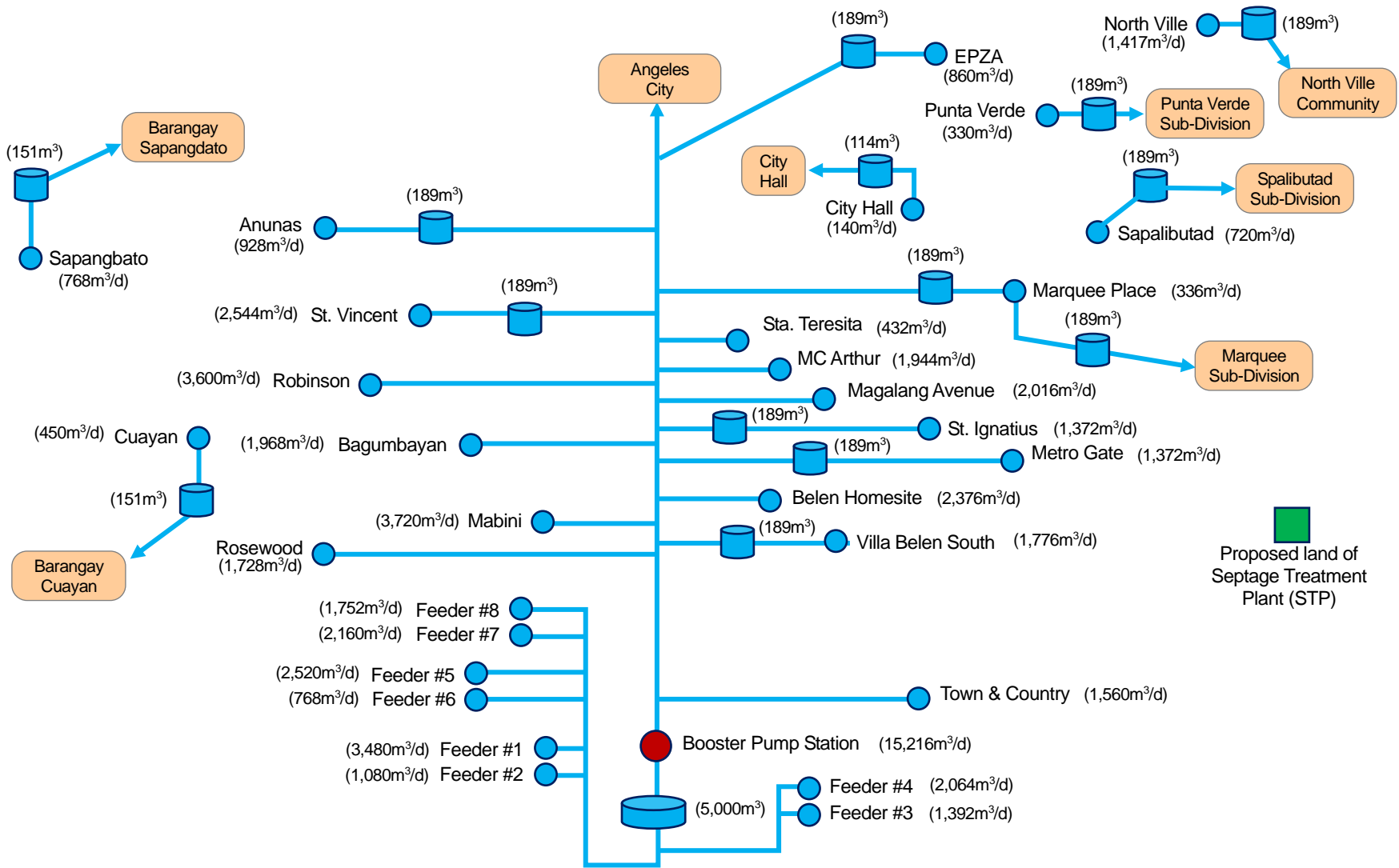


図-3.2.1.2 バランガイ別人口密度と井戸配置図

圖-3.2.1.3 ACWD水道施設圖



3.2.2 組織

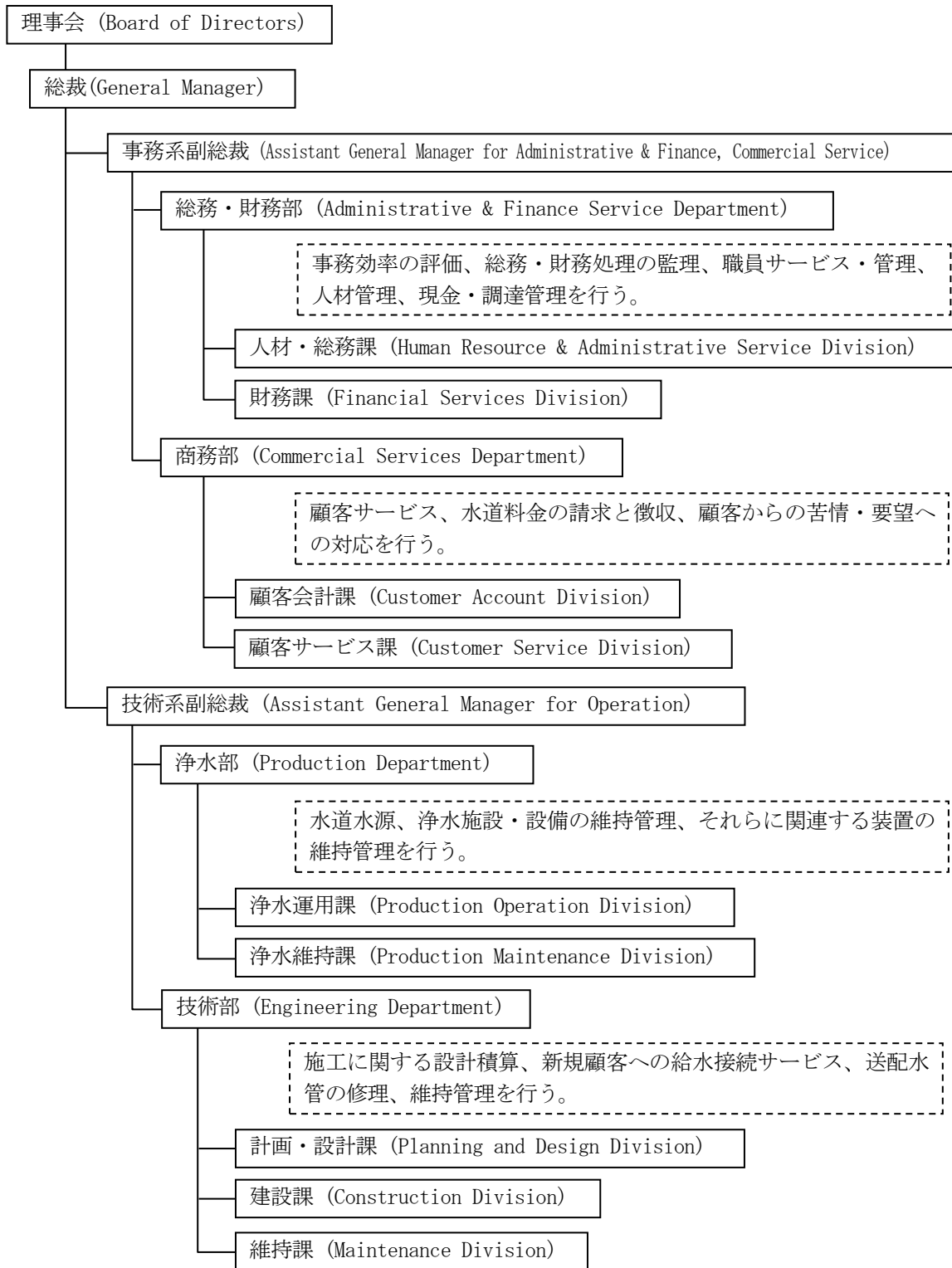


図-3.2.2.1 アンヘレス市水道区組織図と事務分掌

3.2.3 経営状況、料金体系

(1) 経営状況

表- 3.2.3.1 FINANCIAL DATA (PhP)

項目	2012 年	2013 年
1. REVENUE		
c. Operating	300,752,440	333,498,150
d. Non- Operating	4,213,999	4,138,023
TOTAL	304,966,440	337,636,173
2. EXPENSES		
h. Salaries & Wages	40,835,643	38,012,609
i. Pumping Cost (Fuel, Oil, Electric)	51,692,454	54,646,498
j. Chemical (Water Treatment)	2,425,750	3,103,180
k. Other O & M Expense	134,969,877	133,713,922
l. Depreciation Expense	19,832,508	20,870,865
m. Interest Expense	25,235,695	24,859,892
n. Others	-	-
TOTAL	274,991,927	275,206,968
3. NET INCOME (LOSS)	29,974,513	62,429,206

(2) 料金体系(2012年7月改定)

a) 家事用・政府用 (Domestic/Government Use)

表-3.2.3.2 水道料金(家事用・政府用)

水道メータ口径		基本料金 (PHP/10m ³)	超過料金 (PHP/m ³)				
			11-20m ³	21-30m ³	31-40m ³	41-50m ³	51m ³ -
13mm	1/2"	192.00	21.25	22.75	24.50	26.55	29.00
20mm	3/4"	307.20					
25mm	1"	614.40					
40mm	1.5"	1,536.00					
50mm	2"	3,840.00					
75mm	3"	6,912.00					
100mm	4"	13,824.00					
150mm	6"	23,040.00					
200mm	8"	36,864.00					
250mm	10"	51,992.00					

b) 商工業用 (Commercial/Industrial Use)

表-3.2.3.3 水道料金(商工業用)

水道メータ口径		基本料金 (PHP/10m ³)	超過料金 (PHP/m ³)				
			11-20m ³	21-30m ³	31-40m ³	41-50m ³	51m ³ -
13mm	1/2"	384.00	42.50	45.50	49.00	53.10	58.00
20mm	3/4"	614.40					
25mm	1"	1,228.80					
40mm	1.5"	3,072.00					
50mm	2"	7,680.00					
75mm	3"	13,824.00					
100mm	4"	27,648.00					
150mm	6"	46,080.00					
200mm	8"	73,728.00					
250mm	10"	105,984.00					

4 セプテッジ管理の現在の状況と今後の予定

4.1 カランバ水道区

4.1.1 現在のセプテッジ管理の状況

現時点で市も含めて水道区は、セプテッジの収集や処理を全く実施していない。そのため、現時点では下水・腐敗槽セクターの組織は存在していないし、バキュームトラックなどの機材も一切保有していない状況である。

その他の民間企業による収集や処分の状況についてヒアリングしたが、わからないとの回答であった。

4.1.2 今後のセプテッジ管理の予定

今後、セプテッジ管理を新たに進める上で、現時点で想定される市と水道区の役割分担についてヒアリングを実施した。ヒアリング結果は以下の通りである。

- 土地の確保 → 市
- セプテッジ収集 → 水道区
- 施設整備 → 水道区
- 施設運転維持管理 → 水道区
- 汚泥処分（埋立） → 水道区
- 汚泥有効利用 → 民間企業（委託）

4.2 アンヘレス水道区

4.2.1 現在のセプティジ管理の状況

現時点で市も含めて水道区は、セプティジの収集や処理を全く実施していない。そのため、現時点では下水・腐敗槽セクターの組織は存在していないし、バキュームトラックなどの機材も一切保有していない状況である。

その他の民間企業による収集や処分の状況についてヒアリングしたところ、民間企業1社が収集しているとのことであるが、収集後の処理・処分についてはわからないとの回答であった。なお、民間企業による腐敗槽汚泥の汲み取り費用は1回あたり3,000~4,000ペソ程度とのことであった。

4.2.2 今後のセプティジ管理の予定

今後、セプティジ管理を新たに進める上で、現時点で想定される市と水道区の役割分担についてヒアリングを実施した。ヒアリング結果は以下の通りである。

- 土地の確保 → 水道区
- セプティジ収集 → 水道区もしくは民間企業（委託）
- 施設整備 → 水道区
- 施設運転維持管理 → 水道区
- 汚泥処分（埋立） → 水道区
- 汚泥有効利用 → 水道区もしくは民間企業（委託）

4.3 日系工業団地におけるセプティジ管理の状況

4.3.1 調査対象

表-4.1に示すとおりカランバ市には多くの工業団地がある。本調査ではこれらの工業団地内の日系企業25社を対象として調査を実施した。なお、カランバ市役所からのヒアリングにより、1 Calamba Premiere International Park及び5 Filinvest Technology Park Calambaは、工業団地内に下水道及び下水処理施設を有しており、各企業は腐敗槽を有していないため、今回の調査対象から除外した。

表-4.3.1.1 工業団地一覧

	工業団地名	住所
1	Calamba Premiere International Park	Batino, Parian & Barandal ,Calamba City, Laguna
2	Carmelray Industrial Park I	Canlubang, Calamba City, Laguna
3	Carmelray Industrial Park II	Punta & Tulo, Calamba City, Laguna
4	Carmelray International Business Park	Canlubang, Calamba City, Laguna
5	Filinvest Technology Park Calamba	Punta, Burool & Bubuyan, Calamba City, Laguna
6	Light Industry & Science Park II	Real & La Mesa, Calamba City, Laguna
7	SMPIC Special Economic Zone	Barangay Paciano Rizal, Calamba City, Laguna
8	YTMI Realty Special Economic Zone	Brgy. Makiling, Calamba City, Laguna

4.3.2 調査内容

腐敗槽汚泥の管理状況について、管理体制、管理機関、汚泥の排出などについてアンケートを実施した。

4.3.3 調査結果

25社を対象にアンケートを実施したところ、11社より回答があった。工業団地ごとのアンケート実施企業数と回答企業数は以下のとおりである。

表-4.3.1.2 回答企業内訳

	工業団地名	アンケート実施企業数	回答企業数
2	Carmelray Industrial Park I	9	3
3	Carmelray Industrial Park II	7	4
4	Carmelray International Business Park	1	0
6	Light Industry & Science Park II	5	1

7	SMPIC Special Economic Zone	1	1
8	YTMI Realty Special Economic Zone	2	2
Total		25	11

調査結果によると、回答の無かった4 Carmelray International Business Park、及び8 YTMI Realty Special Economic Zoneを除いた工業団地では、工業団地内に下水処理場があり、そこで廃水を処理していることが確認できた。そのため、下水処理場への排水基準が定められており、その管理及び監督がなされている。また、下水道に接続されているものの一部腐敗槽が存置されている企業もあり、その場合は、腐敗槽内の汚泥量が一杯になった時に民間企業による汚泥の引く抜きがなされているようである。なお、料金は汚泥の量に応じて汚泥を引き抜いてもらう民間会社に支払っている。

工業団地内に下水処理場がないと思われる8 YTMI Realty Special Economic Zoneにおいては、腐敗槽内の汚泥量の状況を見ながら、汚泥が一杯になった場合に、民間企業による汚泥の引き抜きがなされている。この場合においても料金は汚泥の量に応じて汚泥を引き抜いてもらう民間会社に支払っている。また、放流水質についてもDENRの環境許可に従うため、個別に処理装置を設けて処理しているようである。

4.3.4 まとめ

ほとんどの工業団地において、工業団地内にある個別の下水処理場で廃水の処理がなされており、腐敗槽の汚泥管理は特に必要ない状況である。また、今回回答の無かった4 Carmelray International Business Parkを除いて、唯一工業団地内に個別の下水処理場がないと思われる8 YTMI Realty Special Economic Zoneにおいても腐敗槽汚泥の引き抜きがなされているとともに、別途処理装置まで設けて放流水質の管理もなされているようであり、適切に腐敗槽の汚泥及び水質の管理がなされている。一方で、両市に進出する日系企業の従業員の多くは両市に在住することから、セブティジプログラムが実施された場合の日系企業への間接的裨益効果は高い。

5 セプテッジ計画量

5.1 カランバ水道区

5.1.1 セプテッジ収集対象エリア

既存F/Sと同じように当面は水道区が事業を実施している図-5.1.1.1に示す地域を対象とする。将来的には水道区の対象エリアの拡大とあわせて対象エリアを拡大し、市全域の54バラングアイを対象とすることが望ましい。

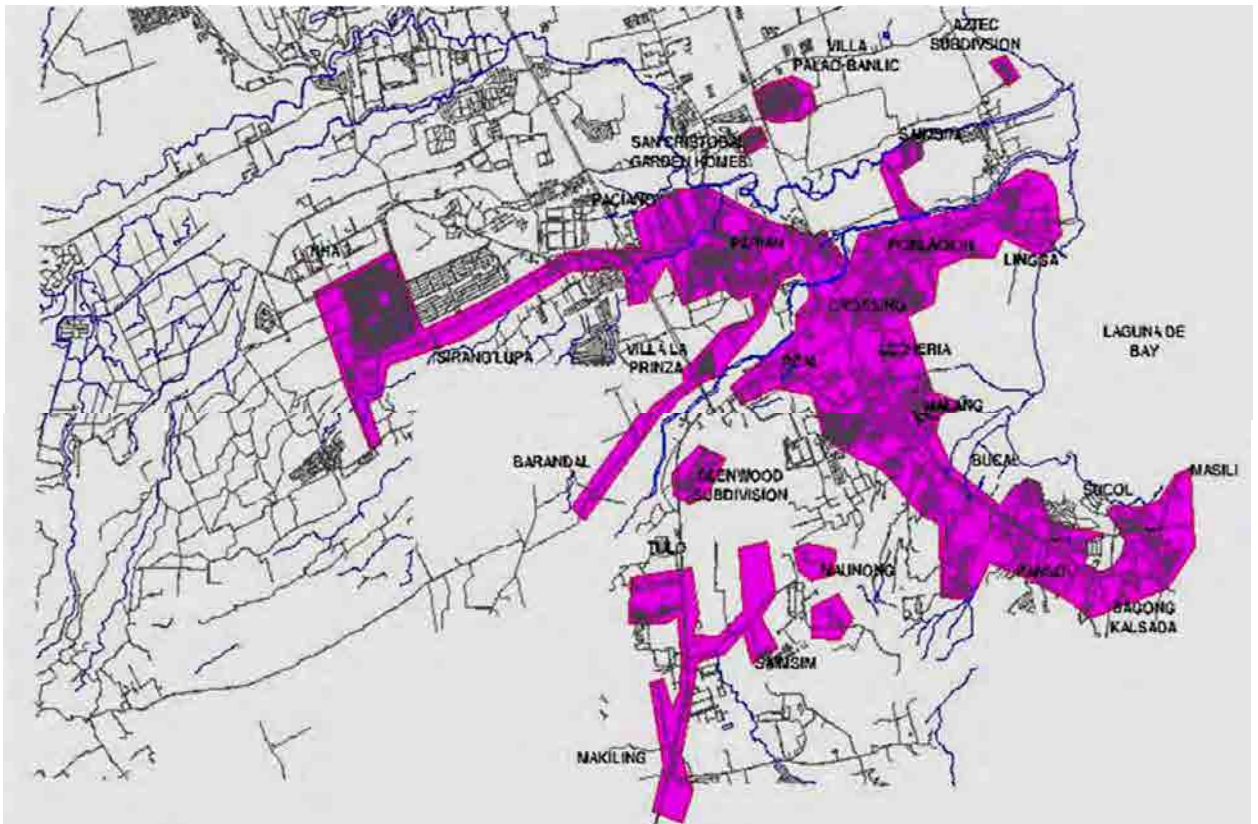


図-5.1.1.1 セプテッジ収集対象エリア

5.1.2 人口予測

カランバ市の人口は、既存F/Sの表3-2によると下表のとおりとなっている。なお、2007の世帯数は72,056となっている。

表-5.1.2.1 カランバ市の人口予測

実績	人口予測			
2007	2012	2017	2022	2027
360,281	423,341	498,018	589,870	699,904

カランバ市の人口予測結果と既存F/Sの8.1 CWD Service Area per Zoneから、セプティッジ収集対象エリアの人口を表-5.1.2.2のとおり設定する。また、世帯数及び商業数を表-5.1.2.3のとおり設定する。

表-5.1.2.2 セプティッジ収集エリアの人口予測

2012	2017	2022	2027
310,001	364,685	431,946	512,521

表-5.1.2.3 セプティッジ収集エリアの世帯数予測

	2012	2017	2022	2027
Residential (Customers)	43,508	51,183	60,623	71,931
Residential (Non-Customers)	18,492	21,754	25,766	30,573
Commercial	2,447	2,879	3,410	4,046

5.1.3 セプテッジ発生量予測

セプテッジ発生量の予測は以下の算定式で予測する。

$$\text{セプテッジ発生量}(Va) = Vh1 + Vh2 + Vh3$$

Residential(Customers)のセプテッジ発生量(Vh1)

$$Vh1 = \text{世帯数}(Nh1) * \text{保有率}(\beta h1) * \text{アクセス率}(\sigma h1) * \text{引抜量}(vh1) * \text{対象率}(\theta h1)$$

Residential(Non-Customers)のセプテッジ発生量(Vh2)

$$Vh2 = \text{世帯数}(Nh2) * \text{保有率}(\beta h2) * \text{アクセス率}(\sigma h2) * \text{引抜量}(vh2) * \text{対象率}(\theta h2)$$

Commercialのセプテッジ発生量(Vh3)

$$Vh3 = \text{商業数}(Nc) * \text{保有率}(\beta c) * \text{アクセス率}(\sigma c) * \text{引抜量}(vc) * \text{対象率}(\theta c)$$

(1) 前提条件

カランバ水道区については既存F/Sの中ではセプテッジ発生量の確認ができないため、本調査の中で予測を行う。セプテッジ発生量の算出にあたり以下のとおりパラメータの値を設定する。

a) 腐敗槽の保有率(β)

過去のカランバ市における調査結果等を踏まえ、既存F/Sと同じ値を用いる。

表-5.1.3.1 腐敗槽の保有率(β)

	2012	2017	2022	2027
Residential	0.80	0.81	0.82	0.83
Commercial	1.00	1.00	1.00	1.00

b) 腐敗槽へのアクセス率(σ)

Residentialの腐敗槽へのアクセス率については過去のカランバ市における調査結果等を踏まえ設定する。また、Commercialについては過去の調査結果が無いため、アンヘレス市の既存F/Sを参考と同じ値を設定する。

表-5.1.3.2 腐敗槽へのアクセス率(σ)

	2012	2017	2022	2027
Residential	0.42	0.47	0.52	0.57
Commercial	0.80	0.80	0.80	0.80

c) 腐敗槽からのセプテッジ引抜量(v)

Residentialの腐敗槽からのセプテッジ引抜量についてはNSSMPの引抜基準等を参考にアンヘレス市の既存F/Sと同じ値を新たに設定する。また、Commercialについては既存F/Sと同じ値を用いる。

表-5.1.3.3 腐敗槽からのセプテッジ引抜量(v(m³))

	2012	2017	2022	2027
Residential	2.5	2.5	2.5	2.5
Commercial	5.0	5.0	5.0	5.0

d) セプテッジ引抜対象率(θ)

既存F/Sと同じ値を用いる。

表-5.1.3.4 セプテッジ引抜対象率(θ)

	2012	2017	2022	2027
Residential (Customers)	1.00	1.00	1.00	1.00
Residential (Non-Customers)	0.01	0.04	0.07	0.10
Commercial	1.00	1.00	1.00	1.00

(2) セプテッジ発生量(Va)

セプテッジ発生量は下表のとおり予測される。

表-5.1.3.5 セプテッジ発生量(Va(m³))

	2012	2017	2022	2027
Residential (Customers)	36,547	48,713	64,624	85,077
Residential (Non-Customers)	155	828	1,923	3,616
Commercial	9,788	11,515	13,638	16,182
合計	46,490	61,056	80,185	104,875

5.1.4 目標年度とセプテッジ計画量

セプテッジ計画量の予測は以下の算定式で予測する。

$$\text{セプテッジ計画量 (Vd)} = \text{Va} / (\text{年間稼動日数}(\tau) * \text{収集頻度年数}(\mu))$$

(1) 前提条件

セプテッジ計画量の算出にあたり以下のとおりパラメータの値を設定する。

a) 年間稼動日数(τ)

既存F/Sと同じ240日を用いる。

b) 収集頻度年数(μ)

関連条例により3~5年に1度セプテッジの引き抜きを行うこととしている。アンヘレス市の既存F/Sも参考に収集頻度年数は5年と設定する。

(2) セプテッジ計画量(Vd)

セプテッジ計画量は下表のとおり予測される。

表-5.1.4.1 セプテッジ計画量(Vd(m³/日))

	2012	2017	2022	2027
Residential (Customers)	30.5	40.6	53.9	70.9
Residential (Non-Customers)	0.1	0.7	1.6	3.0
Commercial	8.2	9.6	11.4	13.5
合計	38.7	50.9	66.8	87.4

(3) 目標年度とセプテッジ計画量

a) 当面

表-5.1.4.1から当面の目標年度とセプテッジ計画量を設定する。表-5.1.4.2に今回の修正案と既存F/Sの値を示す。

表-5.1.4.2 当面のセプテッジ計画量

	修正案	既存F/S
目標年度	2017	2012
セプテッジ計画量(m ³ /d)	50	60

b) 将来

表-5.1.4.1及び段階的な増設の容易性等を踏まえ、将来の目標年度とセプテッジ計画量を設定する。表-5.1.4.3に今回の修正案と既存F/Sの値を示す。

将来的には表-5.1.4.1で示されている計画予測量に加えて、セプテッジ収集エリアの拡大やセプテッジ収集頻度の増加についても留意する必要がある。仮にセプテッジ収集エリアを全市域に拡大した場合、人口比で約4割の増加、セプテッジ収集頻度を3年に1回とした場合は約7割の増加となり、最大で約2.3倍の約200m³となるため、将来的な建設予定地の確保などにおいて特に留意が必要である。

表-5.1.4.3 将来のセプテッジ計画量

	修正案	既存F/S
目標年度	2027	2027
セプテッジ計画量(m ³ /d)	100	100

5.2 アンヘレス水道区

5.2.1 セプテッジ収集対象エリア

既存FSと同じように当面は水道区が事業を実施している31バラングアイを対象とする。将来的には水道区の対象エリアの拡大とあわせて対象エリアを拡大し、市全域の33バラングアイを対象とすることが望ましい。なお、水道区によると周辺都市の受入も将来的に視野に入れているようである。



図-5.2.1.1 セプテッジ収集対象エリア

表-5.2.1.1 セプテッジ収集対象エリア

SCA	Barangay
Zone 1	1. Sto. Domingo 2. San Jose 3. Pulungbulu 4. Lourdes Sur 5. Agapito Del Rosario 6. Virgen Delos Remedios 7. Claro M. Recto 8. Lourdes Sur East
Zone 2	9. Ninoy Aquino 10. Salapungan 11. Sto. Cristo 12. Mining 13. Pandan 14. Capaya 15. Tabun
Zone 3	16. Cutcut 17. Sto. Rosario 18. Sta. Trinidad 19. San Nicolas 20. Lourdes North West 21. Sta. Teresita
Zone 4	22. Amsic 23. Pampang 24. Cuayan 25. Anunas 26. Margot 27. Sapangbato
Zone 5	28. Pulung Maragul 29. Sapalibutad 30. Pulung Cacutud 31. Cutud

5.2.2 人口予測

アンヘレス市の人口は、既存F/Sの表5-5によると下表のとおりとなっている。

表-5.2.2.1 アンヘレス市の人口予測

2015	2020	2025	2030
391,215	480,988	610,430	805,079

セプティッジ収集対象エリアの人口は、既存F/Sの表5-5によると下表のとおりとなっている。

表-5.2.2.2 セプティッジ収集エリアの人口予測

2015	2020	2025	2030
328,860	410,670	531,084	715,494

セプティッジ収集対象エリアの世帯数及び商業数は、既存F/Sの表5-8a、表5-8b、表5-9によると下表のとおりとなっている。

表-5.2.2.3 セプティッジ収集エリアの世帯数予測

	2015	2020	2025	2030
Residential (Customers)	41,990	47,622	54,222	61,990
Residential (Non-Customers)	23,742	34,512	51,955	81,109
Commercial	3,813	4,347	5,036	5,941

5.2.3 セプテッジ発生量予測

セプテッジ発生量の予測は以下の算定式で予測する。

$$\text{セプテッジ発生量}(V_a) = V_{h1} + V_{h2} + V_{h3}$$

Residential(Customers)のセプテッジ発生量(V_{h1})

$$V_{h1} = \text{世帯数}(N_{h1}) * \text{保有率}(\beta_{h1}) * \text{アクセス率}(\sigma_{h1}) * \text{引抜量}(v_{h1}) * \text{対象率}(\theta_{h1})$$

Residential(Non-Customers)のセプテッジ発生量(V_{h2})

$$V_{h2} = \text{世帯数}(N_{h2}) * \text{保有率}(\beta_{h2}) * \text{アクセス率}(\sigma_{h2}) * \text{引抜量}(v_{h2}) * \text{対象率}(\theta_{h2})$$

Commercialのセプテッジ発生量(V_{h3})

$$V_{h3} = \text{商業数}(N_c) * \text{保有率}(\beta_c) * \text{アクセス率}(\sigma_c) * \text{引抜量}(v_c) * \text{対象率}(\theta_c)$$

(1) 前提条件

セプテッジ発生量の算出にあたりパラメータの値については、全て既存F/Sと同じ値を用いる。

a) 腐敗槽の保有率(β)

表-5.2.3.1 腐敗槽の保有率(β)

	2015	2020	2025	2030
Residential	0.97	0.97	0.97	0.97
Commercial	0.90	0.92	0.94	0.95

b) 腐敗槽へのアクセス率(σ)

表-5.2.3.2 腐敗槽へのアクセス率(σ)

	2015	2020	2025	2030
Residential	0.65	0.70	0.75	0.80
Commercial	0.80	0.80	0.80	0.80

c) 腐敗槽からのセプテッジ引抜量(v)

表-5.2.3.3 腐敗槽からのセプテッジ引抜量(v (m^3))

	2015	2020	2025	2030
Residential	2.5	2.5	2.5	2.5
Commercial	5.0	5.0	5.0	5.0

d) セプテッジ引抜対象率(θ)

表-5.2.3.4 セプテッジ引抜対象率(θ)

	2015	2020	2025	2030
Residential (Customers)	1.00	1.00	1.00	1.00
Residential (Non-Customers)	0.00	0.05	0.10	0.15
Commercial	1.00	1.00	1.00	1.00

(2) セプテッジ発生量(V_a)

セプテッジ発生量は下表のとおり予測されている。

表-5.2.3.5 セプテッジ発生量(V_a (m^3))

	2015	2020	2025	2030
Residential (Customers)	66,187	80,838	98,616	120,261
Residential (Non-Customers)	0	2,929	9,457	23,603
Commercial	13,727	15,997	18,935	22,576
合計	79,914	99,765	127,008	166,439

5.2.4 目標年度とセプテッジ計画量

セプテッジ計画量の予測は以下の算定式で予測する。

$$\text{セプテッジ計画量}(V_d) = V_a / (\text{年間稼動日数}(\tau) * \text{収集頻度年数}(\mu))$$

(1) 前提条件

セプテッジ計画量の算出にあたり以下のとおりパラメータの値を設定する。

a) 年間稼動日数(τ)

既存F/Sと同じ221日を用いる。

b) 収集頻度年数(μ)

既存F/Sと同じ5年を用いる。

(2) セプテッジ計画量(V_d)

セプテッジ計画量は下表のとおり予測される。

表-5.2.4.1 セプテッジ計画量(V_d (m^3 /日))

	2015	2020	2025	2030
Residential (Customers)	59.9	73.2	89.2	108.8
Residential (Non-Customers)	0.0	2.7	8.6	21.4
Commercial	12.4	14.5	17.1	20.4
合計	72.3	90.3	114.9	150.6

(3) 目標年度とセプテッジ計画量

a) 当面

表-5.2.4.1及び表-6.2.5.1から当面の目標年度とセプテッジ計画量を設定する。表-5.2.4.2に今回の修正案と既存F/Sの値を示す。

表-5.2.4.2 当面のセプテッジ計画量

	修正案	既存F/S
目標年度	2020	2020
セプテッジ計画量(m^3 /d)	100	85

b) 将来

表-5.2.4.1から将来の目標年度とセプテッジ計画量を設定する。表-5.2.4.3に今回の修正案と既存F/Sの値を示す。

カランバ水道区と同様に、将来的には表-5.2.4.1で示されている計画予測量に加えて、セプテッジ収集エリアの拡大やセプテッジ収集頻度の増加についても留意する必要がある。仮にセプテッジ収集エリアを全市域に拡大した場合、人口比で約1割の増加、セプテッジ収集頻度を3年に1回とした場合は約7割の増加となり、最大で約1.9倍の約280m³となるため、将来的な建設予定地の確保などにおいて特に留意が必要である。

表-5.2.4.3 将来のセプテッジ計画量

	修正案	既存F/S
目標年度	2030	2025
セプテッジ計画量(m ³ /d)	150	110

6 処理方法と費用

6.1 カランバ水道区

6.1.1 建設予定地

(1) 現在の建設予定地

既存F/Sでは建設予定地として2箇所の候補があげられ、比較検討されている。

Barangay Realは比較的中心市街地近くに位置し、Barangay Putting Lupaは中心市街地から離れた山間部に位置している。土地の面積はそれぞれ約1.3ha、約2.3haとなっており、既存FSで予定している施設建設に必要な約1.0haに対して十分な大きさとなっている。また、標高はそれぞれ33-60m、213-239mとなっており、いずれも標高差が20m以上となっている。Barangay Realは水道区で高価な土地を購入しなければならないのに対して、Barangay Putting Lupaは市から無償で貸与してもらえる予定で土地代がかからないことから、水道区ではBarangay Putting Lupaを建設予定地としている。

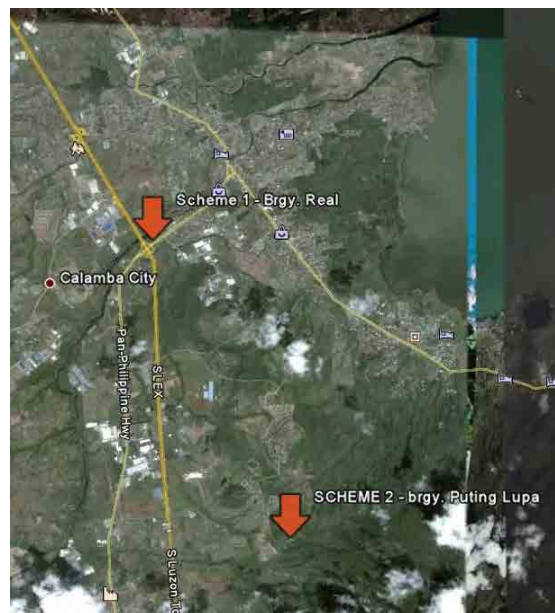


図-6.1.1.1 建設予定地の候補

(2) 現在の建設予定地に関する考察

写真-6.1.1.1に示すとおり建設予定地は山間部に位置し、多くの木が生い茂っており、また、標高差も大きく、木の伐採や山の切削・整地に多くの費用がかかる。また、写真-6.1.1.2に示すとおり建設予定地までの道路も狭く、舗装もされておらず、道路の整備にも多くの費用がかかる。さらに、建設後もセプテイジや汚泥処分の運搬がとても大変なことが想定されることから建設予定地としてはふさわしくないとと思われる。



写真-6.1.1.1 建設予定地の状況



写真-6.1.1.2 道路状況

(3) 今後の対応案

今後の対応としては、あらためて市に代替土地の提供をお願いすることが望ましい。無理な場合は、水道区で土地を購入することも検討すべきである。そのため、現在予定しているラグーン法だと多くの面積が必要なことから、処理水質の向上も含めて機械式の処理方法を採用することで建設予定地の面積もかなり縮小される。そのため、必要な面積の精査が必要である。ただし、必要な面積については将来的な整備計画も考慮しておくことが必要である。

(今後の対応案)

- 市に代替土地の提供依頼
- 水道区で土地の購入

6.1.2 セプテッジ設計水質

セプテッジ設計水質の重要項目としてBOD及びCODを用いることとする。設計水質の値については、過去にカランバ市においてサンプリングし分析した結果や、アンヘレス市の既存F/Sの設計水質をもとに、アンヘレス市の既存F/Sの設計水質と同じ値を用いる。

表-6.1.2.1 セプテッジ設計水質

重要項目	単位	設計水質	サンプリング分析結果
BOD	mg/L	6,000	5,472
COD	mg/L	20,000	15,542

6.1.3 設計放流水質

新規に整備する施設のろ液処理した後の放流水質は、下表のとおり環境天然資源省令35において放流先の水質に応じて基準値が定められている。

表-6.1.3.1 放流水質の基準

項目	単位	River Classification			
		CLASS A, B, SB	CLASS C	CLASS D	CLASS SC
pH	—	6.0-9.0	6.5-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0
BOD	mg/L	30	50	120	100
COD	mg/L	60	100	200	200
TSS	mg/L	50	70	150	150
Total Coliforms	MPN/mL	3,000	10,000	—	—

処理水が現在の建設予定地から放流される河川はクラスCである。また、本調査では建設予定地の変更を提案しているが、市内河川がすべてクラスCであるとのことであるので、設計放流水質は下表のとおりとなる。

表-6.1.3.2 設計放流水質

項目	単位	CLASS C
pH	—	6.5-9.0
BOD	mg/L	50
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	70
Total Coliforms	MPN/mL	10,000

6.1.4 処理方法

(1) 既存F/Sにおける処理方法

既存F/Sでは図-6.1.4.1のとおり処理方法としてラグーン式を採用している。また、処理施設の配置は図-6.1.4.2のとおりとなっており、増設も可能な配置となっている。なお、既存F/Sでは住民の移転が見込まれている。

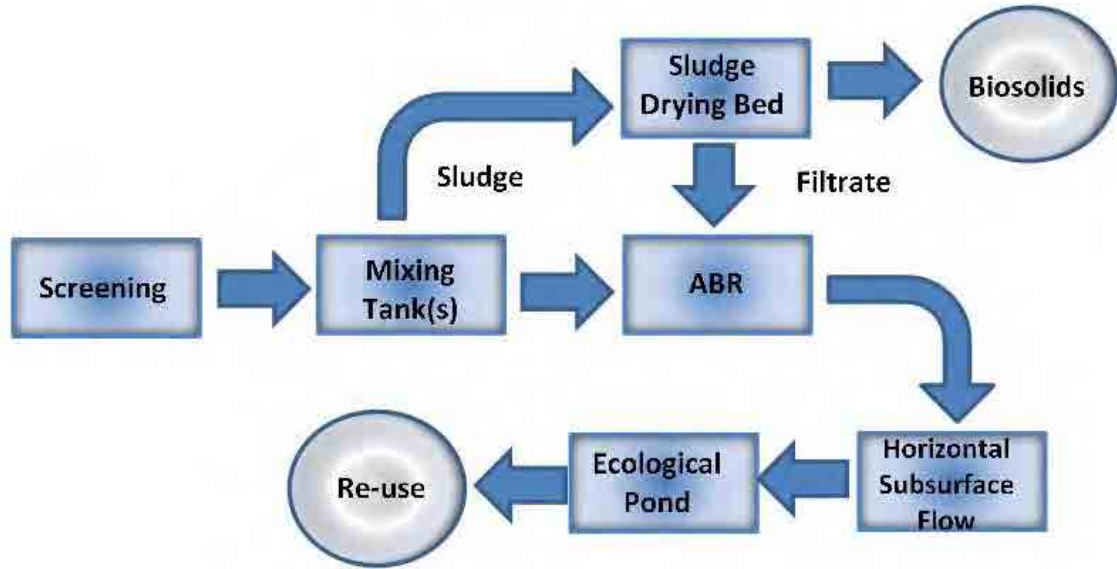


図-6.1.4.1 処理プロセス

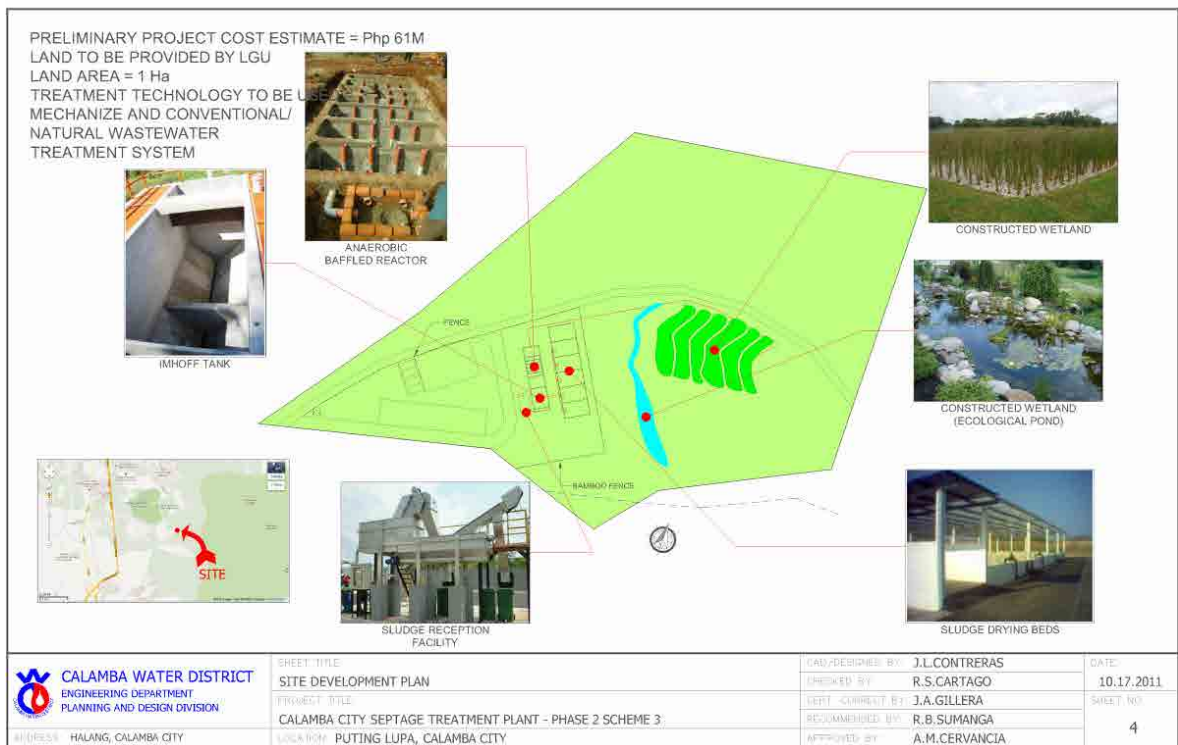


図-6.1.4.2 処理施設の配置

(2) 処理方法の検討

現在のラグーン式の処理方法では、広い土地の面積を必要とする。本調査では新たな土地の取得を提案しているが、広い土地を取得することは困難なことが想定されるので、必要な土地の面積が小さく、かつ放流水質を満足する以下の2つの処理方法を検討する。前処理と機械式脱水については同じである。それぞれの処理プロセスを図-6.1.4.3、図-6.1.4.4に示す。

(ケース1) 前処理 + 機械式脱水 + 浄化槽

(ケース2) 前処理 + 機械式脱水 + 長時間エアレーション法

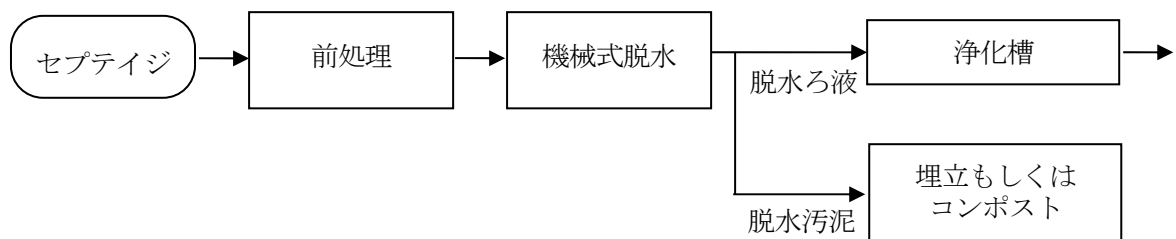


図-6.1.4.3 処理プロセス(ケース1)

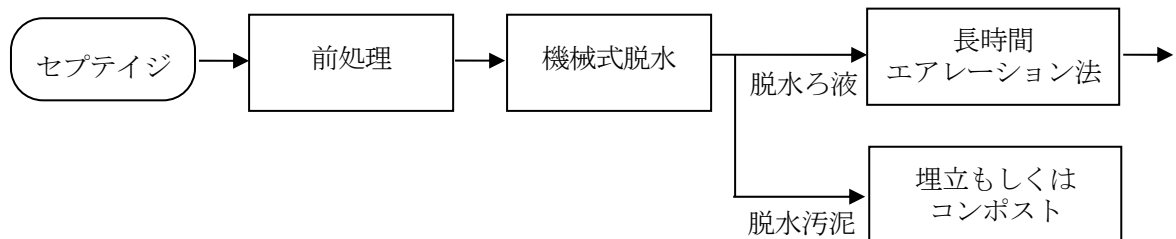


図-6.1.4.4 処理プロセス(ケース2)

(3) 設備仕様

a) 前処理

前処理の設備としては以下の2つを比較する。

(オプションa-1) Screen

(オプションa-2) Septage Acceptance Unit

オプションa-1はセブ市、オプションa-2はマニラ首都圏で実績がある。オプションa-2は非常にシステム化されており、かなり高価である。一方、オプションa-1は非常に簡素であるがとても安

価であり、セブ市においても特に問題がないことから本調査ではオプションa-1を提案する。



写真-6.1.4.1 オプションa-1



写真-6.1.4.2 オプションa-2

b) 機械式脱水

機械式脱水の設備としては以下の2つを比較する。

(オプションb-1) Volute

(オプションb-2) Screw Press

オプションb-1はセブ市、オプションb-2はマニラ首都圏で実績がある。

一般に脱水機はろ過体が目詰まりすると、ろ液の排出を著しく阻害し、脱水機能が低下する。しかしながら、オプションb-1のVoluteは脱水しながら機械的にろ過体をセルフクリーニングするので、目詰まりせず、安定した連続脱水が可能であり、以下の点で優れている。セブ市においても良好な運転が確認されている。

- 24時間全自動無人運転が可能
- 優れた脱水性能
- 省電力、節水、低騒音・低振動



写真-6.1.4.3 オプションb-1



写真-6.1.4.4 オプションb-2

ろ液処理の設備としては以下の2つを比較する。

(オプションc-1) 浄化槽

(オプションc-2) 長時間エアレーション法

● 浄化槽

浄化槽は日本で独自に培われてきた処理技術であり、下水道が整備されていない地域の各家庭や小規模団地などで尿尿を浄化して排出するために設けられる施設である。腐敗槽、酸化槽、消毒槽と3段階に分けられ、沈殿、生物酸化、殺菌を行なって浄化された水を放流する。

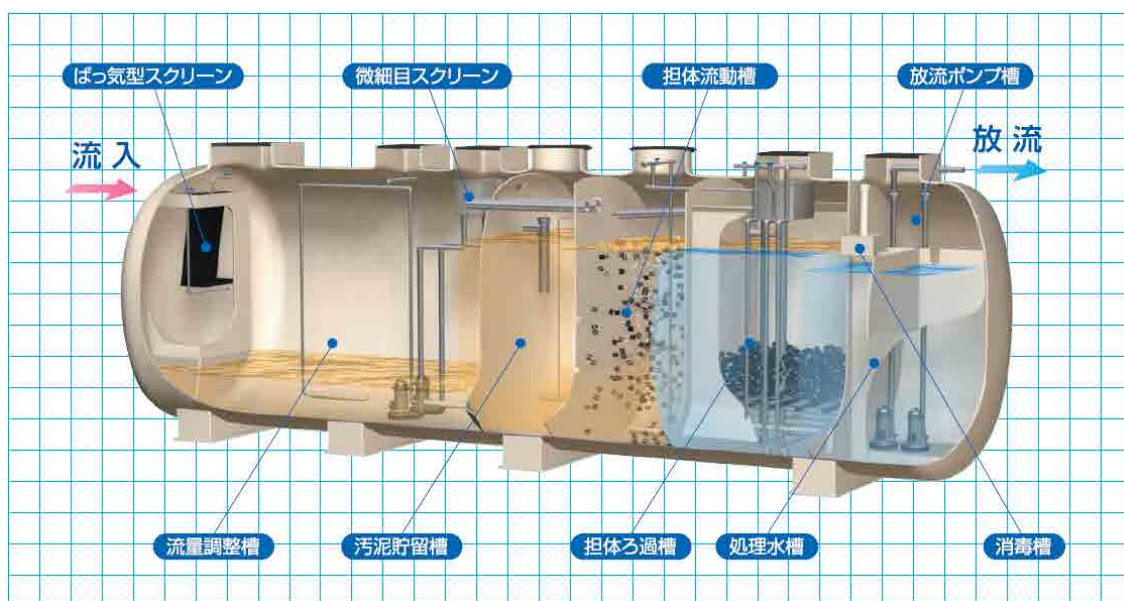


図-6. 1. 4. 5 浄化槽断面図

表-6. 1. 4. 2の設計条件の場合の浄化槽本体の仕様を以下に示す。滞留時間は概ね24時間である。

表-6. 1. 4. 3 浄化槽本体の仕様

本体仕様	1本目：6,100mm * φ2,050mm * H2,350mm 2本目：6,100mm * φ2,050mm * H2,350mm 3本目：9,950mm * φ2,050mm * H2,350mm
(内訳)	
流量調整槽	10,800mm
汚泥貯留槽	1,400mm
担体流動槽	7,200mm
担体ろ過槽	1,750mm
処理水槽・消毒槽	1,000mm

● 長時間エアレーション法

長時間エアレーションは、最初沈殿池を設けず、反応タンクのHRTを長くすると同時にMLSS濃度を高く保ち、低負荷条件でSRTを長く設定した反応タンクにおいて活性汚泥処理を行い、最終沈殿池で固液分離を行う一連の処理方法である。反応タンク及び最終沈殿池の諸元は以下のとおりとする。なお、この処理方法は、アンヘレス市の既存F/Sで提案している処理方法と同じである。

表-6.1.4.4 反応タンクの諸元

HRT (h)	16-24
MLSS (mg/L)	3,000-4,000
返送汚泥比 (%)	100-200
必要酸素量 (kgO ₂ /kgBOD)	1.4-2.2

表-6.1.4.5 最終沈殿池の諸元

沈殿時間 (h)	6-12
有効水深 (m)	3-4
水面積負荷 (m ³ /m ² /d)	8-12
越流負荷 (m ³ /m/d)	50以下

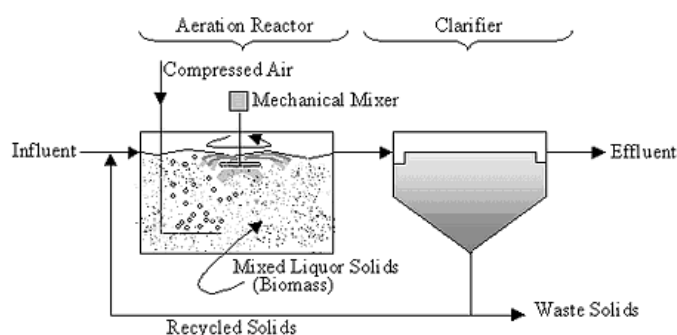


図-6.1.4.6 長時間エアレーション法

建設コストはオプションc-1が安価であり、またユニット化及び自動化されており建設工事も比較的容易なことから、本調査ではオプションc-1を提案する。

参考に浄化槽と長時間エアレーション法、及び既存F/Sで採用しているラグーン法との一般的な比較を示す。

表-6.1.4.6 処理方法の比較

項目	浄化槽	長時間 エアレーション法	ラグーン法
建設コスト	△	△	○
運転管理コスト	△	△	○
維持管理コスト	△	△	○
処理水質	○	○	×
必要な面積	○	○	×
建設工事の容易性	○	△	△
維持管理の容易性	○	△	△
増設の容易性	○	△	×
総合評価	○	△	×

(4) 処理方法及び設備の提案

以上より本調査で提案する処理方法及び設備を下表に示す。

表-6.1.4.7 処理方法及び設備

Preliminary	Dewatering	Filtrate Treatment
Screen	Volute	Johkasou

6.1.5 収集トラック

既存FSでは算出の根拠はわからないが、収集エリアを5つに分けて、年度毎の収集エリアのセプティッジ収集量を50m³/日でほぼ同じにして、かつ処理施設までの平均運搬距離を5 kmにした場合、1日の稼働時間を9.5時間とすれば概ね既存F/Sで必要な台数で運搬可能である。また、処理後に発生する汚泥の運搬のため、ダンプトラックを1台追加することとする。

なお、バキュームトラックの容量は、狭小の道路の通過が可能となる4.5m³タイプのもの、大容量で効率的に収集が可能な8.5m³のタイプのものなど容量に幅を持たせる。また、ホース長は30-50メートルで、特に、臭気対策を考慮した水抜き装置 (Water Trap) を装備したものとする。

表-6.1.5.1 収集トラック数

8.5 m ³ vacuum trucks	1
4.5 m ³ vacuum trucks	2
5 m ³ dump truck	1

6.1.6 建設予定地に必要な面積

既存FSでは処理方法はラグーン式となっており、施設に必要な面積は約2,500m²であり、施設配置を考慮すると約5,000m²となっている。

6.1.4で今回提案している処理方法では約1,200m²の面積が必要である。また、2027年の計画量を考慮すると、処理施設を増設しても問題ないように約1,500m²の面積が望ましい。

表-6.1.6.1 建設予定地に必要な面積

前処理+機械式脱水	10 * 10 = 100 m ²
浄化槽	7.5 * 20 = 150 m ²
建物	10 * 15 = 150 m ²
駐車場	25 * 30 = 750 m ²
合計	1,500 m² (1,200 m ²)

6.1.7 費用

(1) 建設コスト

6.1.4よりoption1を提案するが、比較のためoption2も算出する。なお、今回の見積もりでは浄化槽の建設は地下埋設としている。

表-6.1.7.1 建設コストの試算ケース

Option	Preliminary	Dewatering	Filtrate Treatment
1	Screen	Volute	Johkasou
2	Screen	Volute	Activated Sludge (Extended Aeration)

検討結果は以下の通りである。

表-6.1.7.2 建設コストの算定結果 (PhP)

Item	Option 1	Option 2
I. TREATMENT PLANT	44,280,736	45,561,925
Procurement of Lot	15,000,000	15,000,000
II. VACUUM TRUCKS	17,100,000	17,100,000
Total	76,380,736	77,661,925

(2) 運転維持管理コスト

検討結果は以下の通りである。

表-6.1.7.3 運転維持管理コスト(年間)の算定結果 (PhP)

Item	Option 1	Option 2
I. Treatment Operation	3,948,092	4,703,884
Personnel	1,680,000	1,680,000
Power Consumption	608,160	1,389,600
Water Consumption	11,520	11,520
Chemical Consumption	341,564	341,564
Water Testing and Monitoring	714,000	714,000
Consumable Spare Parts	592,848	567,201
II. Desludging Operation	2,362,800	2,362,800
Personnel	1,440,000	1,440,000
Fuel Consumption	580,800	580,800
Consumable Spare Parts	342,000	342,000
III. Sludging Disposal	1,055,549	1,055,549
Personnel	240,000	240,000
Fuel Consumption	26,400	26,400
Disposal fee	789,149	789,149
IV. Headquarters	1,440,000	1,440,000
Personnel	1,440,000	1,440,000
Total	8,806,441	9,562,234

6.2 アンヘレス水道区

6.2.1 建設予定地

(1) 建設予定地

下図に示すとおり建設予定地は市境のNorth Luzon ExpresswayそばのBarangay Capayaに位置している。また、写真-6.2.1.1に示すとおり土地は平坦であり、土地の面積も約4.8haと十分な大きさを有している。写真-6.2.1.2に示すとおり道路状況も比較的良好であり、建設予定地としてふさわしいと思われる。



図-6.2.1.1 建設予定地の位置

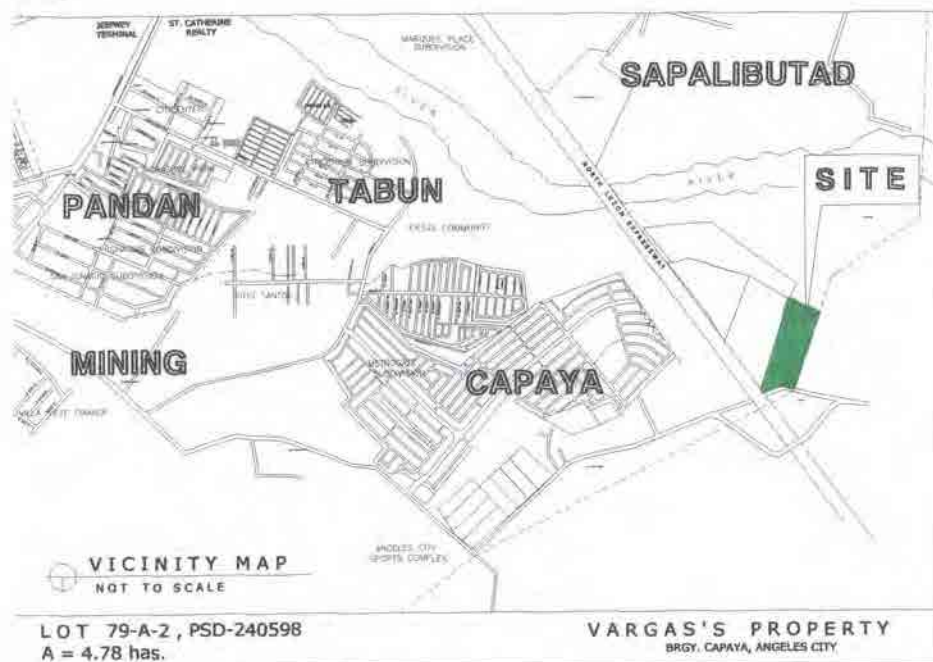


図-6.2.1.2 建設予定地の詳細



写真-6.2.1.1 建設予定地の状況



写真-6.2.1.2 道路状況

(2) 今後の予定

水道区はこの建設予定地のうち約2,000m²を水道区で購入する予定にしている。今後、土地の所有者と交渉するとのことであるが、市の支援のもと、土地の購入については特に問題ないであろうとの見解であった。なお、既存F/Sによると施設建設に必要な面積は約1,300m²となっている。

6.2.2 セプテッジ設計水質

セプテッジ設計水質の重要項目としてBOD及びCODを用いることとする。設計水質の値については、既存F/Sの設計水質と同じ値を用いる。

表-6.2.2.1 セプテッジ設計水質

重要項目	単位	設計水質
BOD	mg/L	6,000
COD	mg/L	20,000

6.2.3 設計放流水質

新規に整備する施設のろ液処理した後の放流水質は、下表のとおり環境天然資源省令35において放流先の水質に応じて基準値が定められている。

表-6.2.3.1 放流水質の基準

項目	単位	River Classification			
		CLASS A, B, SB	CLASS C	CLASS D	CLASS SC
pH	—	6.0-9.0	6.5-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0
BOD	mg/L	30	50	120	100
COD	mg/L	60	100	200	200
TSS	mg/L	50	70	150	150
Total Coliforms	MPN/mL	3,000	10,000	—	—

処理水が現在の建設予定地から放流されるアバカン川はクラスCであるので、設計放流水質は下表のとおりとなる。

表-6.2.3.2 設計放流水質

項目	単位	CLASS C
pH	—	6.5-9.0
BOD	mg/L	50
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	70
Total Coliforms	MPN/mL	10,000

6.2.4 処理方法

(1) 既存F/Sにおける処理方法

既存F/Sでは下表に示す3つの方法を比較検討し、Option1を採用している。

表-6.2.4.1 処理方法

Option	Preliminary	Dewatering	Filtrate Treatment	Biosolids Disposal
1	Septage Acceptance Unit	Screw Press	Activated Sludge (Extended Aeration)	Landfill or Land Application
2	Screen	Screw Press	Activated Sludge (Extended Aeration)	Landfill or Land Application
3	Screen	Drying Bed	Facultative Ponds	Landfill or Land Application

(2) 処理方法の検討

本検討では既存F/Sで採用している下記のケース2に加えてろ液処理に浄化槽を用いたケース1を検討する。それぞれの処理プロセスを図-6.2.4.1、図-6.2.4.2に示す。

(ケース1) 前処理 + 機械式脱水 + 浄化槽

(ケース2) 前処理 + 機械式脱水 + 長時間エアレーション法

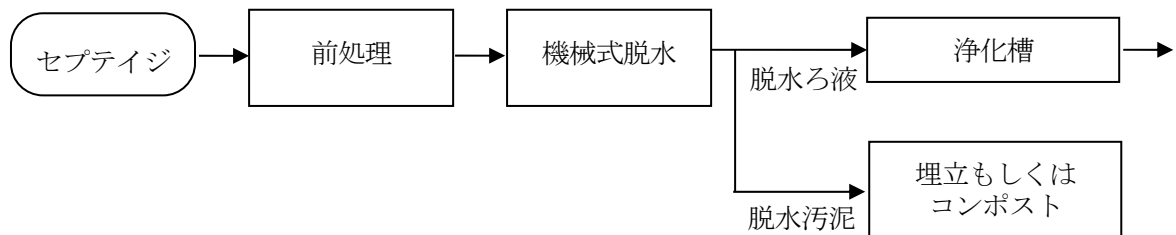


図-6.2.4.1 処理プロセス(ケース1)

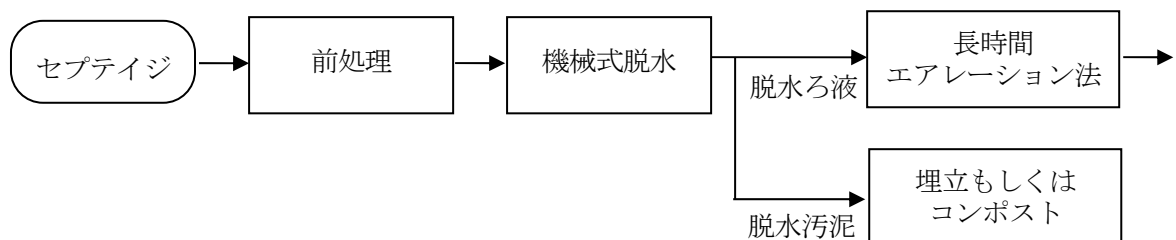


図-6.2.4.2 処理プロセス(ケース2)

(3) 設備仕様

a) 前処理

前処理の設備としては既存F/Sと同様に以下の2つを比較する。

(オプションa-1) Screen

(オプションa-2) Septage Acceptance Unit

オプションa-1はセブ市、オプションa-2はマニラ首都圏で実績がある。オプションa-2は非常にシステム化されており、かなり高価である。一方、オプションa-1は非常に簡素であるがとても安価であり、セブ市においても特に問題がないことから本調査ではオプションa-1を提案する。



写真-6.2.4.1 オプションa-1



写真-6.2.4.2 オプションa-2

b) 機械式脱水

機械式脱水の設備としては以下の2つを比較する。

(オプションb-1) Volute

(オプションb-2) Screw Press

オプションb-1はセブ市、オプションb-2はマニラ首都圏で実績がある。

一般に脱水機はろ過体が目詰まりすると、ろ液の排出を著しく阻害し、脱水機能が低下する。しかしながら、オプションb-1のVoluteは脱水しながら機械的にろ過体をセルフクリーニングするので、目詰まりせず、安定した連続脱水が可能であり、以下の点で優れている。セブ市においても良好な運転が確認されている。

- 24時間全自動無人運転が可能
- 優れた脱水性能
- 省電力、節水、低騒音・低振動



写真-6.2.4.3 オプションb-1



写真-6.2.4.4 オプションb-2

以上から本調査では維持管理が容易で、かつ、ライフサイクルコストが安価なオプションb-1を提案する。

以下にライフサイクルコストの比較検討した結果を示す。オプションb-1は電気代と水道代の大幅な削減が可能である。また、今回の比較検討には反映していないが、脱水機能が優れているので、脱水汚泥の減量化やろ液処理への負荷低減の効果も期待でき、全体的なコスト低減にもつながる。

表-6.2.4.2 脱水機のライフサイクルコスト比較

	Volute	Screw Press
Initial Cost	10,275,380	9,000,000
Running Cost (Annual)		
Water Consumption	11,520	76,800
Electric Consumption	93,600	192,000
Polymer Consumption	288,000	288,000
Total Running Cost (annual)	393,120	556,800
Running Cost (15years)	5,896,800	8,352,000
Total Cost	16,172,180	17,352,000

<Condition>

Capacity : 10m³/h

Operation : 10h/d, 240d/y

Water Consumption

0.12m³/h

0.80m³/h

Electric Consumption

1.95kWh

4.00kWh

Polymer Consumption

1.5kg/h

1.5kg/h

Water : 40PhP/m³

Electric : 20PhP/kWh

Polymer : 80PhP/kg

c) ろ液処理

ろ液処理施設の設計にあたり水量、流入水質及び放流水質は下表のとおりとする。

なお、T-Nの値が200mg/L以上になると設計放流水質の値を満足できなくなる可能性があるため、その際は別途検討が必要である。

表-6.2.4.3 設計条件

水量	100m ³ /日
流入水質(BOD)	600mg/L
放流水質(BOD)	50mg/L

ろ液処理の設備としては以下の2つを比較する。

(オプションc-1) 浄化槽

(オプションc-2) 長時間エアレーション法

● 浄化槽

浄化槽は日本で独自に培われてきた処理技術であり、下水道が整備されていない地域の各家庭や小規模団地などで尿尿を浄化して排出するために設けられる施設である。腐敗槽、酸化槽、消毒槽と3段階に分けられ、沈殿、生物酸化、殺菌を行なって浄化された水を放流する。

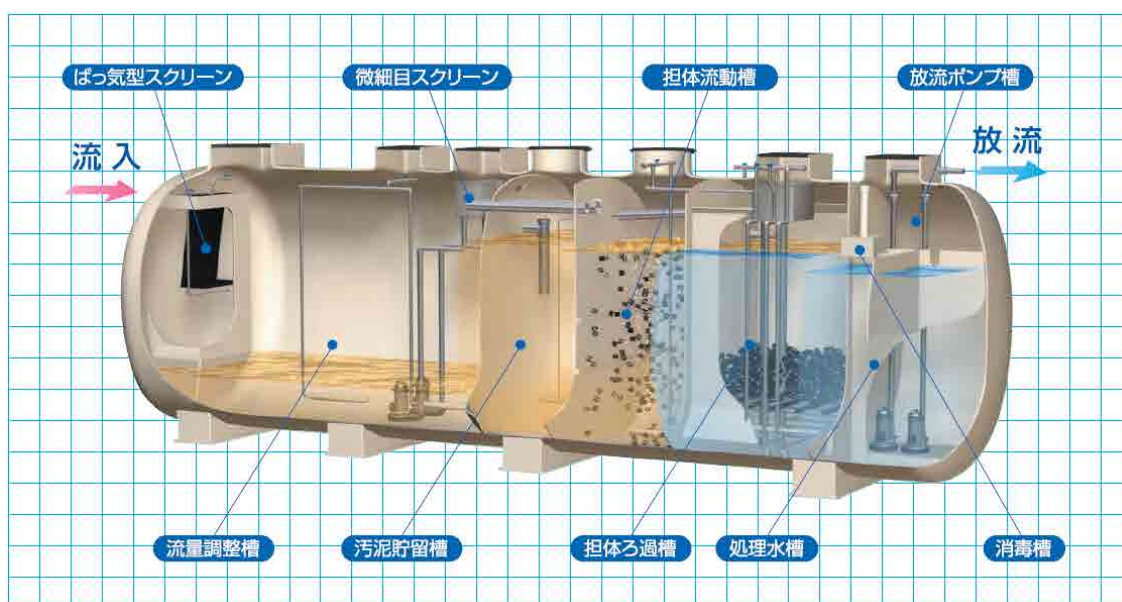


図-6.2.4.3 浄化槽断面図

表-6.2.4.3の設計条件の場合の浄化槽本体の仕様を以下に示す。滞留時間は概ね24時間である。

表-6.2.4.4 浄化槽本体の仕様

本体仕様	1本目：7,000mm * φ2,050mm * H2,350mm 2本目：7,000mm * φ2,050mm * H2,350mm 3本目：7,000mm * φ2,050mm * H2,350mm 4本目：4,500mm * φ2,050mm * H2,350mm 5本目：9,300mm * φ2,050mm * H2,350mm 6本目：9,300mm * φ2,050mm * H2,350mm
(内訳)	
流量調整槽	23,400mm
汚泥貯留槽	2,350mm
担体流動槽	14,600mm
担体ろ過槽	3,000mm
処理水槽・消毒槽	1,000mm

● 長時間エアレーション法

長時間エアレーションは、最初沈殿地を設けず、反応タンクのHRTを長くすると同時にMLSS濃度を高く保ち、低負荷条件でSRTを長く設定した反応タンクにおいて活性汚泥処理を行い、最終沈殿地で固液分離を行う一連の処理方法である。反応タンク及び最終沈殿地の諸元は以下のとおりとする。なお、この処理方法は、アンヘレス市の既存F/Sで提案している処理方法と同じである。

表-6.2.4.5 反応タンクの諸元

HRT (h)	16-24
MLSS (mg/L)	3,000-4,000
返送汚泥比 (%)	100-200
必要酸素量 (kgO ₂ /kgBOD)	1.4-2.2

表-6.2.4.6 最終沈殿池の諸元

沈殿時間 (h)	6-12
有効水深 (m)	3-4
水面積負荷 (m ³ /m ² /d)	8-12
越流負荷 (m ³ /m/d)	50以下

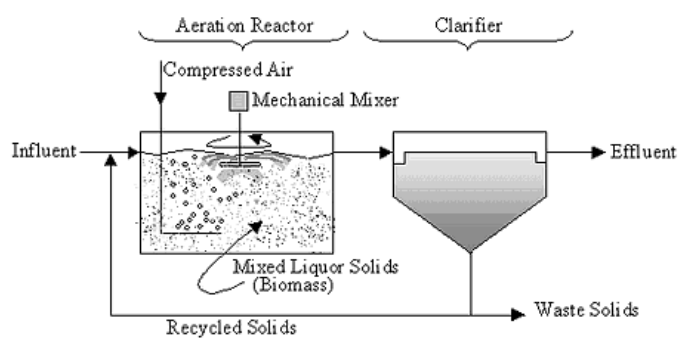


図-6.2.4.4 長時間エアレーション法

建設コストはオプションc-1が安価であり、またユニット化及び自動化されており建設工事も比較的容易なことから、本調査ではオプションc-1を提案する。

参考に浄化槽と長時間エアレーション法、及び既存F/Sで採用しているラグーン法との一般的な比較を示す。

表-6.2.4.7 処理方法の比較

項目	浄化槽	長時間 エアレーション法	ラグーン法
建設コスト	△	△	○
運転管理コスト	△	△	○
維持管理コスト	△	△	○
処理水質	○	○	×
必要な面積	○	○	×
建設工事の容易性	○	△	△
維持管理の容易性	○	△	△
増設の容易性	○	△	×
総合評価	○	△	×

(4) 処理方法及び設備の提案

以上より本調査で提案する処理方法及び設備を下表に示す。

表-6.2.4.8 処理方法及び設備

Preliminary	Dewatering	Filtrate Treatment
Screen	Volute	Johkasou

6.2.5 収集トラック

既存F/Sでは収集エリアを5つに分けて、年度毎に順番に表-6.2.5.1に示す太字下線のセプティージ量を収集することとしている。既存F/Sの台数であれば運搬が可能であるので既存F/Sと同じ台数とする。

なお、バキュームトラックの容量は、狭小の道路の通過が可能となる2.5m³タイプのもの、大容量で効率的に収集が可能な10m³のタイプのものなど容量に幅を持たせる。また、ホース長は30-50メートルで、特に、臭気対策を考慮した水抜き装置 (Water Trap) を装備したものとする。

表-6.2.5.1 年度毎のセプティージ収集量

SCA	2016	2017	2018	2019	2020
1	<u>97.33</u>	100.04	102.74	105.45	108.15
2	92.17	<u>96.77</u>	101.36	105.95	110.54
3	79.62	82.58	<u>85.55</u>	88.51	91.48
4	58.34	63.49	68.63	<u>73.78</u>	78.92
5	52.10	54.66	57.22	59.78	<u>62.34</u>

表-6.2.5.2 収集トラック数

10 m ³ vacuum trucks	3
5 m ³ vacuum trucks	3
2.5m ³ vacuum trucks	1
5 m ³ dump truck	1

6.2.6 建設予定地に必要な面積

既存FSでは施設に必要な面積は約1,300m²であり、水道区への今回のヒアリングによると約2,000m²を購入するとのことである。

6.2.4で今回提案している処理方法に必要な面積を計算すると約1,500m²、また、2030年の計画量を考慮し処理施設を増設した場合に約2,000m²となることから、水道区が現在購入予定の約2,000m²は適切である。

表-6.2.6.1 建設予定地に必要な面積

前処理+機械式脱水	10 * 10 = 100 m ²
浄化槽	15 * 20 = 300 m ²
建物	10 * 15 = 150 m ²
駐車場	30 * 30 = 900 m ²
合計	2,000 m² (1,500 m ²)

6.2.7 費用

(1) 建設コスト

6.2.4よりoption1を提案するが、比較のためoption2も算出する。なお、今回の見積もりでは浄化槽の建設は地下埋設としている。

表-6.2.7.1 建設コストの試算ケース

Option	Preliminary	Dewatering	Filtrate Treatment
1	Screen	Volute	Johkasou
2	Screen	Volute	Activated Sludge (Extended Aeration)

検討結果は以下の通りである。

表-6.2.7.2 建設コストの算定結果 (PhP)

Item	Option 1	Option 2
I. TREATMENT PLANT	49,285,906	51,327,519
Procurement of Lot	10,000,000	10,000,000
II. VACUUM TRUCKS	37,200,000	37,200,000
Total	96,485,906	98,527,519

(2) 運転維持管理コスト

検討結果は以下の通りである。

表-6.2.7.3 運転維持管理コスト(年間)の算定結果 (PhP)

Item	Option 1	Option 2
I. Treatment Operation	4,382,916	5,065,476
Personnel	1,680,000	1,680,000
Power Consumption	1,059,840	1,742,400
Water Consumption	10,560	10,560
Chemical Consumption	375,976	375,976
Water Testing and Monitoring	714,000	714,000
Consumable Spare Parts	542,540	542,540
II. Desludging Operation	5,367,900	5,367,900
Personnel	3,360,000	3,360,000
Fuel Consumption	1,263,900	1,263,900
Consumable Spare Parts	744,000	744,000
III. Sludging Disposal	1,748,766	1,748,766
Personnel	240,000	240,000
Fuel Consumption	48,840	48,840
Disposal fee	1,459,926	1,459,926
IV. Headquarters	1,440,000	1,440,000
Personnel	1,440,000	1,440,000
Total	12,939,582	13,622,142

7 財政計画

7.1 カランバ水道区

7.1.1 検討ケース

(1) 検討条件

a) 建設コストと財源

建設コストは表6.1.7.2による。建設予定地については市から無償で貸与してもらえるか、水道区で購入するか、不確定であるため、両方のケースで検討する。財源については、基本的に水道区の負担で検討するが、国や市からの補助金によるコストシェアについても考慮する。

水道区の負担するコストの財源については、融資と自己資本で調達し、融資の割合は既存 F/S と同じ 80%とする。融資は JICA による ODA である環境開発事業 (EDP) のうち Philippines Water Revolving Fund (PWRF) を活用し、フィリピン開発銀行 (DBP) を通じて実施されることを想定している。

b) セプテッジ料金設定

当面は水道使用者を対象にセプテッジを収集することから水道料金に上乗せする形で徴収する。上乗せ額については水道使用量 1m³ あたり 2PhP を想定しているとのことであり、これを基本に検討する。有収水量の予測については既存 F/S と同様に年間 1%の増加とする。

また、将来的に水道使用者以外もセプテッジ収集の対象とする場合は、水道使用者と同等の金額となるように収集 1 回あたりの料金で設定し、徴収することが望ましい。

表-7.1.1.1 基本条件

Loan Terms and Conditions	
Interest per annum	9.00 %
Repayment period (inclusive of grace)	15 years
Grace period	3 years
Weighted Average Cost of Capital (WACC)	9.80 %
Loan Share	80 %
Equity Share	20 %
Estimated desludging fee (per cu. m. of water consumed)	PhP2.00

(2) 検討ケース

以下のケースで検討する。

国、市、水道区による建設コストのシェリングの額については、表-6.1.7.2をもとに Case1 は土地代を含む合計額、Case2 は合計額から土地代を除いたものを用いている。

Case1 建設予定地を水道区で購入する場合

- 1-a) Desludging Fee 2.0PhP/m³, NG : LGU : WD= 0 : 0 : 100
- 1-b) Desludging Fee 2.0PhP/m³, NG : LGU : WD= 40 : 0 : 60
- 1-c) Desludging Fee 1.5PhP/m³, NG : LGU : WD= 40 : 0 : 60
- 1-d) Desludging Fee 1.5PhP/m³, NG : LGU : WD= 40 : 30 : 30
- 1-e) Desludging Fee 1.0PhP/m³, NG : LGU : WD= 40 : 30 : 30

Case2 建設予定地を市から無償で貸与された場合

- 2-a) Desludging Fee 2.0PhP/m³, NG : LGU : WD= 0 : 0 : 100
- 2-b) Desludging Fee 2.0PhP/m³, NG : LGU : WD= 40 : 0 : 60
- 2-c) Desludging Fee 1.5PhP/m³, NG : LGU : WD= 40 : 0 : 60
- 2-d) Desludging Fee 1.5PhP/m³, NG : LGU : WD= 40 : 30 : 30
- 2-e) Desludging Fee 1.0PhP/m³, NG : LGU : WD= 40 : 30 : 30

(3) 感度分析

以下のシナリオで検討する。

- Scenario 1: Cost (+10%)
- Scenario 2: Revenues (-10%)
- Scenario 3: Cost (+10%), Revenues (-10%)
- Scenario 4: Cost (+20%)
- Scenario 5: Revenues (-20%)
- Scenario 6: Cost (+20%), Revenues (-20%)
- Scenario 7: Cost (+30%)
- Scenario 8: Revenues (-30%)
- Scenario 9: Cost (+30%), Revenues (-30%)

7.1.2 検討結果

検討結果を以下に示す。

Case1 の場合、2 ペソが妥当であるが、可能であれば国から 40%の補助金があると安定した経営となる。また、1.5 ペソとした場合は国のほか市からも補助金があると望ましい。

表-7.1.2.1 検討結果 (Case1)

	1-a	1-b	1-c	1-d	1-e
Demarcation (NG:LGU:WD)	0:0:100	40:0:60	40:0:60	40:30:30	40:30:30
WD Principal (in thousand pesos)	76,381	45,828	45,828	22,914	22,914
Loan	61,105	36,663	36,663	18,331	18,331
Equity	15,276	9,166	9,166	4,583	4,583
Desludging Fee (PhP/m3)	2.00	2.00	1.50	1.50	1.00
Net Present Value (in thousand pesos)	36,952	64,777	20,551	41,420	<u>-2,806</u>
Financial Internal Rate of Return	18.0%	31.7%	17.4%	37.0%	<u>7.6%</u>
Sensitivity Tests					
Net Present Value (NPV)					
Cost (+10%)	22,957	53,564	9,338	32,294	<u>-11,932</u>
Revenues (-10%)	19,261	47,087	7,283	28,152	<u>-11,652</u>
Cost (+10%), Revenues (-10%)	<u>-8,909</u>	27,264	<u>-12,540</u>	14,590	<u>-25,214</u>
Cost (+20%)	8,961	42,352	<u>-1,875</u>	23,168	<u>-21,058</u>
Revenues (-20%)	1,571	29,396	<u>-5,985</u>	14,884	<u>-20,497</u>
Cost (+20%), Revenues (-20%)	<u>-26,420</u>	6,971	<u>-28,411</u>	<u>-3,368</u>	<u>-38,749</u>
Cost (+30%)	<u>-5,034</u>	31,139	<u>-13,088</u>	14,042	<u>-30,184</u>
Revenues (-30%)	<u>-16,120</u>	11,706	<u>-19,253</u>	1,616	<u>-29,342</u>
Cost (+30%), Revenues (-30%)	<u>-58,106</u>	<u>-21,933</u>	<u>-52,891</u>	<u>-25,762</u>	<u>-56,720</u>
Financial Internal Rate of Return					
Cost (+10%)	14.6%	26.7%	13.0%	29.7%	<u>0.7%</u>
Revenues (-10%)	14.2%	26.2%	12.6%	28.9%	<u>-0.1%</u>
Cost (+10%), Revenues (-10%)	<u>8.1%</u>	17.5%	<u>5.8%</u>	17.9%	<u>-9.0%</u>
Cost (+20%)	11.6%	22.3%	<u>9.2%</u>	23.3%	<u>-6.3%</u>
Revenues (-20%)	10.2%	20.4%	<u>7.4%</u>	20.4%	<u>-10.0%</u>
Cost (+20%), Revenues (-20%)	<u>4.1%</u>	12.0%	<u>-1.0%</u>	<u>7.6%</u>	<u>—</u>
Cost (+30%)	<u>8.9%</u>	18.5%	<u>5.6%</u>	17.6%	<u>-14.0%</u>
Revenues (-30%)	<u>5.7%</u>	14.2%	<u>1.4%</u>	11.0%	<u>—</u>
Cost (+30%), Revenues (-30%)	<u>-3.2%</u>	<u>2.5%</u>	<u>-13.1%</u>	<u>-9.1%</u>	<u>—</u>

Case2 の場合、2 ペソが妥当である。また、1.5 ペソとした場合は国および市からの補助金があると望ましい。

表-7.1.2.2 検討結果 (Case2)

	2-a	2-b	2-c	2-d	2-e
Demarcation (NG:LGU:WD)	0:0:100	40:0:60	40:0:60	40:30:30	40:30:30
WD Principal (in thousand pesos)	61,381	36,828	36,828	18,414	18,414
Loan	49,105	29,463	29,463	14,731	14,731
Equity	12,276	7,366	7,366	3,683	3,683
Desludging Fee (PhP/m ³)	2.00	2.00	1.50	1.50	1.00
Net Present Value (in thousand pesos)	50,617	72,978	28,751	45,521	1,294
Financial Internal Rate of Return	23.2%	39.6%	22.5%	45.9%	11.0%
Sensitivity Tests					
Net Present Value (NPV)					
Cost (+10%)	37,988	62,585	18,358	36,805	<u>-7,422</u>
Revenues (-10%)	32,926	55,287	15,483	32,253	<u>-7,551</u>
Cost (+10%), Revenues (-10%)	8,854	37,924	<u>-1,881</u>	19,921	<u>-19,884</u>
Cost (+20%)	25,359	52,192	7,964	28,089	<u>-16,138</u>
Revenues (-20%)	15,235	37,596	2,214	18,985	<u>-16,397</u>
Cost (+20%), Revenues (-20%)	<u>-10,023</u>	16,810	<u>-18,572</u>	1,553	<u>-33,829</u>
Cost (+30%)	12,730	41,799	<u>-2,429</u>	19,373	<u>-24,854</u>
Revenues (-30%)	<u>-2,456</u>	19,905	<u>-11,054</u>	5,717	<u>-25,242</u>
Cost (+30%), Revenues (-30%)	<u>-40,343</u>	<u>-11,274</u>	<u>-42,233</u>	<u>-20,431</u>	<u>-51,391</u>
Financial Internal Rate of Return					
Cost (+10%)	19.2%	33.5%	17.4%	37.1%	<u>3.1%</u>
Revenues (-10%)	18.8%	32.9%	16.9%	36.2%	<u>2.2%</u>
Cost (+10%), Revenues (-10%)	11.8%	22.6%	<u>9.1%</u>	23.0%	<u>-7.7%</u>
Cost (+20%)	15.7%	28.3%	12.9%	29.4%	<u>-4.8%</u>
Revenues (-20%)	14.1%	26.0%	10.9%	26.0%	<u>-8.9%</u>
Cost (+20%), Revenues (-20%)	<u>7.3%</u>	16.2%	<u>1.5%</u>	11.0%	-
Cost (+30%)	12.6%	23.8%	<u>8.9%</u>	22.7%	<u>-13.1%</u>
Revenues (-30%)	<u>9.1%</u>	18.8%	<u>4.0%</u>	15.0%	-
Cost (+30%), Revenues (-30%)	<u>-0.9%</u>	<u>5.4%</u>	<u>-11.8%</u>	<u>-7.9%</u>	-

7.2 アンヘレス水道区

7.2.1 検討ケース

(1) 検討条件

a) 建設コストと財源

建設コストは表-6.2.7.2による。財源については、基本的に水道区の負担で検討するが、国や市からの補助金によるコストシェアについても考慮する。

水道区の負担するコストの財源については、融資と自己資本で調達し、融資の割合は既存 F/S と同じ 84%とする。融資は JICA による ODA である環境開発事業 (EDP) のうち Philippines Water Revolving Fund (PWRF) を活用し、フィリピン開発銀行 (DBP) を通じて実施されることを想定している。

b) セプテッジ料金設定

当面は水道使用者を対象にセプテッジを収集することから水道料金に上乗せする形で徴収する。上乗せ額については水道使用量 1m³ あたり 2PhP を想定しているとのことであり、これを基本に検討する。有収水量の予測については既存 F/S と同様に最初の 10 年間は年間 2.5% の増加とし、それ以降は据え置きとする。

また、将来的に水道使用者以外もセプテッジ収集の対象とする場合は、水道使用者と同等の金額となるように収集 1 回あたりの料金で設定し、徴収することが望ましい。

表-7.2.1.1 基本条件

Loan Terms and Conditions	
Interest per annum	9.00 %
Repayment period (inclusive of grace)	15 years
Grace period	3 years
Weighted Average Cost of Capital (WACC)	9.96 %
Loan Share	84 %
Equity Share	16 %
Estimated desludging fee (per cu. m. of water consumed)	PhP2.00

(2) 検討ケース

以下のケースで検討する。

国、市、水道区による建設コストのシェアリングの額については、表-6.2.7.2の合計額を用いている。

- a) Desludging Fee 2.0PhP/m³, NG : LGU : WD= 0 : 0 : 100
- b) Desludging Fee 2.0PhP/m³, NG : LGU : WD= 40 : 0 : 60
- c) Desludging Fee 1.5PhP/m³, NG : LGU : WD= 40 : 0 : 60
- d) Desludging Fee 1.5PhP/m³, NG : LGU : WD= 40 : 30 : 30
- e) Desludging Fee 1.0PhP/m³, NG : LGU : WD= 40 : 30 : 30

(3) 感度分析

以下のシナリオで検討する。

- Scenario 1: Cost (+10%)
- Scenario 2: Revenues (-10%)
- Scenario 3: Cost (+10%), Revenues (-10%)
- Scenario 4: Cost (+20%)
- Scenario 5: Revenues (-20%)
- Scenario 6: Cost (+20%), Revenues (-20%)
- Scenario 7: Cost (+30%)
- Scenario 8: Revenues (-30%)
- Scenario 9: Cost (+30%), Revenues (-30%)

7.2.2 検討結果

検討結果を以下に示す。

2ペソが妥当であるが、可能であれば国から40%の補助金があると安定した経営となる。また、1.5ペソとした場合は国のほか市からも補助金が必要となる。

表-7.2.2.1 検討結果

	a	b	c	d	e
Demarcation (NG:LGU:WD)	0:0:100	40:0:60	40:0:60	40:30:30	40:30:30
WD Principal (in thousand pesos)	96,486	57,892	57,892	28,946	28,946
Loan	81,048	48,629	48,629	24,314	24,314
Equity	15,438	9,263	9,263	4,631	4,631
Desludging Fee (PhP/m3)	2.00	2.00	1.50	1.50	1.00
Net Present Value (in thousand pesos)	22,128	57,227	3,046	29,370	<u>-24,810</u>
Financial Internal Rate of Return	13.9%	25.3%	10.9%	25.6%	<u>-6.6%</u>
Sensitivity Tests					
Net Present Value (NPV)					
Cost (+10%)	2,669	41,277	<u>-12,903</u>	16,053	<u>-38,127</u>
Revenues (-10%)	456	35,555	<u>-13,208</u>	13,116	<u>-35,646</u>
Cost (+10%), Revenues (-10%)	<u>-36,814</u>	8,814	<u>-39,949</u>	<u>-5,728</u>	<u>-54,490</u>
Cost (+20%)	<u>-16,790</u>	25,328	<u>-28,853</u>	2,736	<u>-51,444</u>
Revenues (-20%)	<u>-21,216</u>	13,883	<u>-29,462</u>	<u>-3,138</u>	<u>-46,482</u>
Cost (+20%), Revenues (-20%)	<u>-60,135</u>	<u>-18,016</u>	<u>-61,361</u>	<u>-29,772</u>	<u>-73,117</u>
Cost (+30%)	<u>-36,250</u>	9,378	<u>-44,802</u>	<u>-10,581</u>	<u>-64,761</u>
Revenues (-30%)	<u>-42,888</u>	<u>-7,790</u>	<u>-45,716</u>	<u>-19,392</u>	<u>-57,318</u>
Cost (+30%), Revenues (-30%)	<u>-101,266</u>	<u>-55,638</u>	<u>-93,565</u>	<u>-59,343</u>	<u>-97,270</u>
Financial Internal Rate of Return					
Cost (+10%)	10.4%	20.4%	<u>6.3%</u>	18.0%	<u>-15.4%</u>
Revenues (-10%)	10.0%	19.9%	<u>5.8%</u>	17.2%	<u>-16.4%</u>
Cost (+10%), Revenues (-10%)	<u>4.3%</u>	12.0%	<u>-0.7%</u>	<u>7.3%</u>	—
Cost (+20%)	<u>7.3%</u>	16.0%	<u>2.0%</u>	11.3%	—
Revenues (-20%)	<u>5.8%</u>	14.0%	<u>-0.1%</u>	<u>8.1%</u>	—
Cost (+20%), Revenues (-20%)	<u>-0.8%</u>	<u>5.2%</u>	<u>-10.5%</u>	<u>-6.6%</u>	—
Cost (+30%)	<u>4.4%</u>	12.1%	<u>-2.1%</u>	<u>5.1%</u>	—
Revenues (-30%)	<u>1.0%</u>	<u>7.5%</u>	<u>-7.4%</u>	<u>-2.5%</u>	—
Cost (+30%), Revenues (-30%)	<u>-9.6%</u>	<u>-5.9%</u>	—	—	—

8 環境社会配慮事項

下水・廃水処理に関するセクターは、一般的に環境や社会に影響を及ぼしやすい分野と捉えられことが多いため、大気、水、土壌への影響、生態系及び生物相等の自然への影響、非自発的住民移転などの環境社会配慮事項に十分注意を払い、事業を進める必要がある。

今回実施する腐敗槽汚泥処理施設は、規模も比較的小さく下水処理施設と比べてそれほど大きな影響はないと考えられるが、特に以下の点について留意する必要がある。

(1) 大規模な土地造成、開墾

特にカランバ水道区においては現在予定している建設予定地では、1ha以上の大規模な土地造成、開墾が必要となることから、実際に実施する場合は生物や生態系への影響などについても留意が必要である。このことも含めて、6.1.1で提案しているように代替土地の取得を検討すべきである。

(2) 臭気対策

比較的セプティッジの量が少ないこと、また、現在予定している建設予定地には住居が近くでないことから、施設の配置に留意しつつ、セプティッジの受入タンクや貯留タンクを確実に密閉することで臭気対策を行えば特に大きな問題はないと考えられる。

(3) 非自発的住民移転

カランバ水道区で現在予定している建設計画では、住民移転も想定されており、金銭補償についても480万ペソが計上されている。実際に住民移転を行う場合は、対象住民との合意の下で実施される予定のようである。

アンヘレス水道区においては今のところ住民移転は予定されていないようであるが、建設予定地の土地の取得にあたり市の協力を得ながら土地所有者と交渉する予定となっている。これについては水道区によれば特に大きな問題はないと考えているようである。

なお、両水道区とも今後腐敗槽汚泥管理事業を開始するにあたり、ESC (Environmental Sanitation Clearance)の許可をCHD (Center for Health Development Office)から得る必要があり、まずは市に対して申請を提出することになっている。ESC申請書類は” Operations Manual on the Rules and Regulations Governing Domestic Sludge and Septage” , Department of Health, June 2008に掲載されている。

9 今後の取組

腐敗槽汚泥管理を推進する上で今後取り組むべき事項は以下のとおりである。

(1) 専門部署の設立

以下の(2)～(9)の事項を検討するためにもまずは腐敗槽汚泥管理を所管する専門の部署を設立することが何より重要である。当面は本社にマネジャーのほか、計画、設計、維持管理のためのスタッフが必要である。処理施設建設後は、セプテイジの収集運搬業務や処理施設の運転維持管理業務に必要な人員を増員する必要がある。例えば、技術部 (Engineering Department) 下に、セプテイジ管理課 (Septage Management Division) を設置し、以下の要員が必要となる。

表 9.1 セプテイジ管理課の主な業務内容

業務	主な業務内容	必要人員
セプテイジ収集管理	セプテイジの収集について収集車の管理を行う。台帳の記録を行う。 アウトソース管理を行う。	1名+サポートスタッフ若干名
セプテイジ処理施設運営・汚泥処分	処理施設のスクリーン、脱水装置、浄化槽等各設備の運営管理を行う。 放流水質の記録・報告を行う。 また、汚泥処分について管理を行う。また、市との調整を行う。	2～3名+サポートスタッフ若干名
セプテイジ計画・設計・調達	セプテイジ台帳の整理を行う。セプテイジ計画の更新を行い、市と調整する。拡張計画の基本設計を行う。	1名 (他部署と兼務可能)

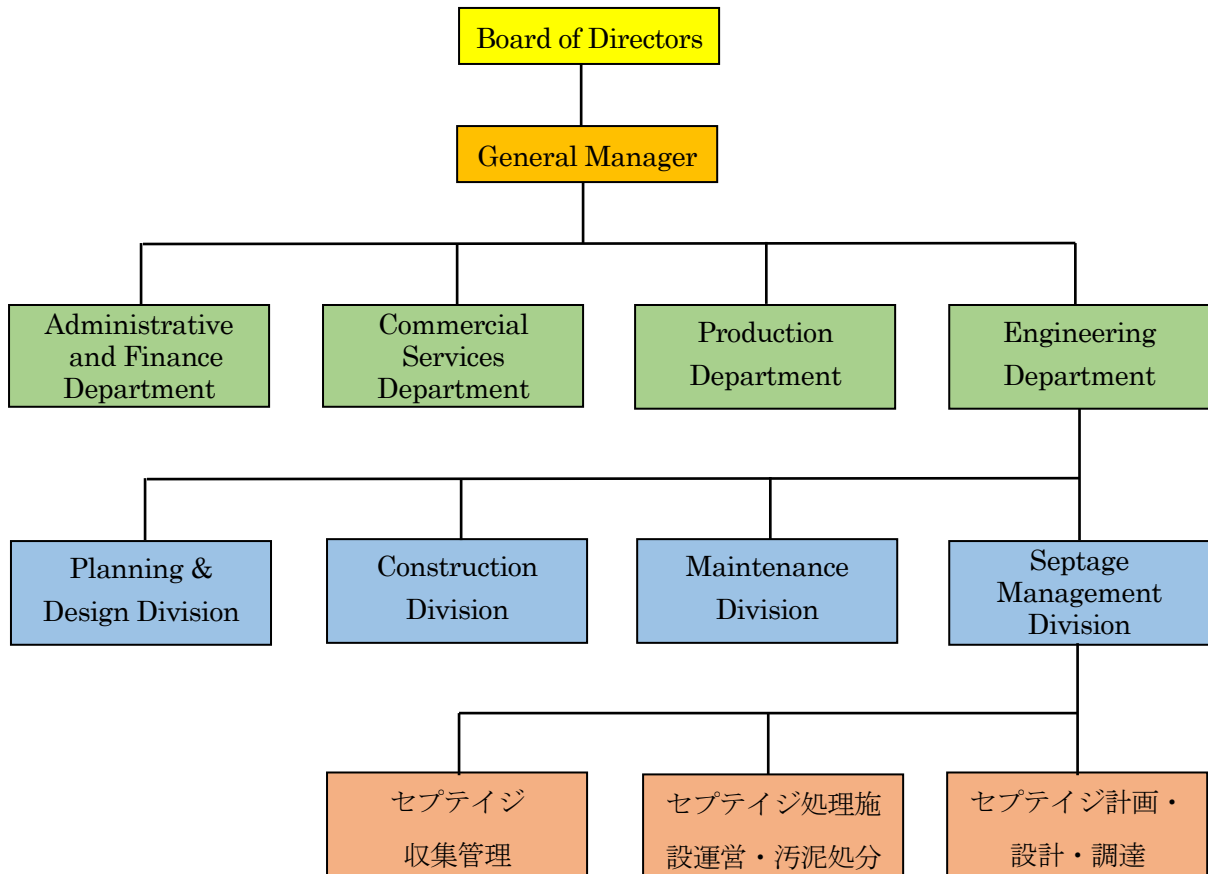


図9.1 セプテイジ管理部の設立

(2) 事業スケジュールの策定

建設予定地の確保、処理施設の設計や建設、料金値上げ、EDP申請など全体の事業スケジュールを策定し、それに基づいて計画的に事業を進めていくことが重要である。

(3) 実施設計

処理施設の詳細設計、施工計画、積算を実施する必要がある。また、バキューム車の費用が比較的大きな割合を占めるので年度毎の収集エリアの精査が必要である。さらに腐敗槽汚泥の引抜状況をしっかりと管理することが重要となるため、台帳による収集箇所の把握など管理方法についても検討する必要がある。

(4) 建設予定地の確保

建設予定地の確保には時間を要することから、市とも連携して土地所有者や周辺住民への説明を早期に実施することが必要である。特にランバ水道区においては市に対して代替地の提供依頼を早急に行うとともに、それが難しい場合は水道区で購入することも考えるべきである。

土地の確保にあたっては将来的な増設計画を踏まえ、必要な面積を確保することが重要である。

また、建設予定地の位置がバキューム車の台数や運搬距離に影響することから、これらを踏まえて選定することが重要である。

(5) 水道料金の値上げと国への補助金申請

本事業を進めるためには財源の確保は不可欠であり、水道料金の値上げが必要である。そのため、水道料金の値上げに向けた手続きを早急に実施する必要がある。当面は水道使用者を対象にセプテッジ収集を行うこととしているが、将来的に水道使用者以外からセプテッジの収集を実施する場合は、水道使用者と同等の金額となるように収集1回あたりの料金で設定し、徴収することが望ましいと思われるので、それらの検討を行う必要がある。

参考にLWUAの料金設定マニュアル(Manual on Water Rates & Related Practices)に記載されている水道料金の値上げに関する留意事項や手続きについて以下に記載する。

(参考) 水道料金の値上げに関する留意事項と手続き

水道料金は上水道サービスとしての営業費用のほか維持管理費全般を含めた費用をインフレ率を考慮して回収すべき金額に設定され、公共サービスを反映するために妥当性のある合理的なレベルで設定する必要があるとされている。また、水道料金は多量消費者から低所得者までカバーするが、低所得者を配慮した公平性を有する料金設定(最小口径:13mm、基本使用水量:10m³/月での給水接続では、給水区域内の低所得グループの平均所得の5%を超えてはならない)が必要とされている。水道料金値上げの場合、現在の料金からの値上げ分は60%を超えてはならず、加えて、水道利用者の支払い能力を超えた値上げでない確認が必要である。

水道料金は、水道施設(資本)の改善、債務返済等に当たる固定費を回収するための基本料金と、維持管理、保守等の管理費を賄うための使用水量に応じた単位使用料金の2層に分けられる。また、大口径管による多量の水道利用者には、基本料金にて相応の負担をとれるような料金設定を組むことにより、公正な水道使用を分担されることとなる。

各水道区における水道料金の設定には、計算方法がマニュアル内に既に用意されており、水道区の給水規模別に、水道料金、新規接続料等の計算ができるようになっている。

料金改定時、料金値上げを提案する際に、水道区はその妥当性の確認のため公聴会の開催が必須となっている。公聴会では、現在の水道料金における事業実施の説明、新規水道料金(新規事業実施)の提案と値上げ理由の説明等が行われ、これらの公聴会は、3段階に分けられ、事前公聴会、本公聴会、事後公聴会で行われる。

水道区の水道料金改定について、LWUAは水道区から提出される、新規水道料金採用の水道区理事会(BOD)決議書、公聴会議事録、キャッシュフロー予測、水道使用水量パターン分析、水道区プロフィール(所定様式)の書類により、承認審査が行われる。

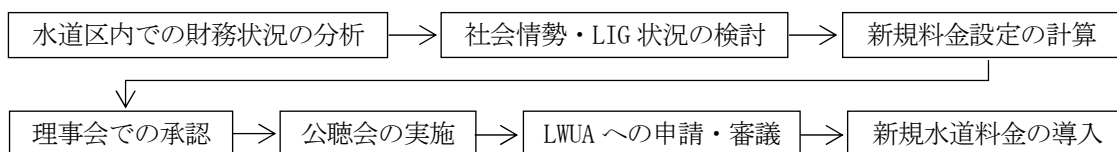


図-9.2 水道料金改定のフロー

また、NSSMPの改正により、下水道事業だけでなくセプテッジ事業にも国からの補助金40%が直接水道区にも交付される見通しであり、当補助金の申請を行うことが望まれる。

(6) EDP申請

本事業はDBPを通じたEDPの活用が想定されており、申請書の準備に多くの時間を要することが想定されるので、早急に着手する必要がある。

(7) 汚泥処分の検討

処理施設から発生する汚泥の処分について有効利用を前提に検討する必要がある。

有効利用にあたっては有効利用先のニーズについて調査する必要がある。コンポストや肥料など汚泥の有効利用方法の基準については” Operations Manual on the Rules and Regulations Governing Domestic Sludge and Septage” , Department of Health, June 2008の5.5に掲載されており、これらを満足する必要がある。

表 9.2 Specifications for Fertilizers and Compost/Soil Conditioner

	Plain Organic Fertilizer	Compost/Soil Conditioner	Fortified Organic Fertilizer
Total NPK	5-7%	3-4%	8% minimum
C:N	12:1	12:1	12:1
Moisture Content	≤ 35%	≤ 35%	≤ 35%
Organic Matter	≥ 20%	≥ 20%	≥ 20%

NPK - nitrogen, phosphorous, potassium ; C:N - carbon nitrogen ratio

表 9.3 Test for Pathogens for Organic Fertilizer/Soil Conditioner

Fecal streptococci	<5 x 10 ³ /g compost
Total coliforms	<5 x 10 ² /g compost
Salmonella	0
Infective parasitic	0

表 9.4 Allowable Levels of Heavy Metals in Organic Fertilizer/Compost Soil Conditioner

Heavy Metals	mg/kg dry weight
Zn	1000
Pb	750
Cu	300
Cr	150
Ni	50
Hg	5
Cd	5

また、有効利用できない場合は埋立処分となるため、埋立地の確保が必要である。汚泥の運搬にも費用を要することから埋立地の位置にも留意する必要がある。

(8) アウトソーシングの検討

セプティッジの収集業務について、特にアンヘレス市においては民間企業が既に収集業務をおこなっているとのことであるので、アウトソーシングしたほうが安価になりそうな場合はその可能性について検討することが望ましい。

また、汚泥の処分についても有効利用の可能性がある場合はアウトソーシングの可能性について検討することが望ましい。

(9) モニタリングの実施

フィリピン国における腐敗槽の汚泥管理は、マニラ首都圏やセブ市など、ほんの一部でしか実施されておらず、実績がまだ少ない状況である。そのため、セプティッジの処理方法も確立されておらず、今後、実績を踏まえ最適な処理方法を確立していく必要がある。

そのためにはこれから建設する処理施設の処理状況をしっかりとモニタリングする必要がある。特にセプティッジの流入水質、脱水ろ液の水質、放流水質、脱水汚泥の含水率について定期的にモニタリングすることが重要である。

また、腐敗槽から実際に引く抜くセプティッジ量についてもモニタリングし、計画に反映していくことが重要である。現在は5年に一度セプティッジを引き抜くこととしているが、腐敗槽からのセプティッジの流出状況についてもモニタリングし、適正な引抜頻度を設定することも重要である。

また、カランバ市が実施した調査によると腐敗槽へのアクセス率が低くなっており、セプティッジの排出口を有していない、もしくは排出ができない等の構造基準を満足していない腐敗槽が多く存在していると思われる。環境衛生の向上を図るためには腐敗槽汚泥を確実に引き抜くことが必要で

あり、そのためには腐敗槽へのアクセス率を向上させることが何より重要である。カランバ市においては条例第5条に基づき、設計基準を満足する腐敗槽の設置について中長期的な視点で指導していくことが大切である。

10 添付資料

Septage Management Program in 2015 for Calamba Water District

Septage Management Program in 2015 for Angeles City Water District

