

5. ソフトコンポーネント計画書

5-1 ソフトコンポーネントを計画する背景

パラグアイ上下水道事業公社(ESSAP)が管轄する 29 都市の中でも、コンセプション及びピラールの 2 市だけが不適切な処理システムを有しており、通常の急速ろ過システムを有する他都市に比べて、水道の安全性が著しく低いことが問題となっている。

パ国政府は、ミレニアム開発目標(MDGs)に基づいて 2004 年に策定された貧困・格差削減計画(ENREPD)の中で、貧困者の救済と格差削減には水・衛生セクターの現状の改善が重要という認識のもと、上水道普及率 60.8%を 2015 年までに 80.5%に引き上げることを目標としている。しかし、この達成には給水人口の拡大だけでなく、現在でも安全な飲料水の供給が確保できない水道施設を改善することも重要な課題となっている。

「地方開発給水システム改善計画」は、コンセプション、ピラールの 2 市における飲料水質の改善、処理システムの適正化、供給量の増加を図るため、取水設備の更新と浄水施設の建設を行うものである。

上記無償資金協力の本体事業を通じて、凝集・沈澱・ろ過といった通常処理法に基づく適切な浄水システムが整備され、需要量に見合った水量を確実に生産し、安全な水質の飲料水を提供するためのハード面での条件が整う。しかし、現時点で施設の運用面において以下のような問題点が確認されており、現在の運転管理技術のレベルが向上しない限り、安全かつ安定した浄水場の運転管理を保証することができないものと判断される。

- ・ろ過速度の調整や逆流洗浄といった基本的作業は、オペレーターの経験則に基づいたものであり、浄水プロセスの理論を理解した上での運転管理が行われていない。これは、逆流洗浄後のろ過水下部排出処理やろ速を漸増させるスロースタート作業を省略したり、ろ過抵抗の上昇によってろ過池から水があふれ出るといったトラブルの発生などからも明らかである。
- ・凝集剤の注入作業において、原水の状況に応じて注入量を変えるといった配慮がなされていない。これは、運転管理者の技術不足に加えて、注入装置が古く、薬品の計量も正確にできないことも要因である。
- ・浄水池の蓋が開放されたままになっていたり、近隣の馬の浄水場内への立入の放置や、塩素ガスの保管が適切になされていないなど、安全・衛生管理に関する意識が希薄である。

以上のことから、浄水場の維持管理に関わる主要な職員に対して、浄水プロセスにおける正確な知識を身につけさせ、適切で無駄の少ない維持管理を実行させることは、施設整備と同様に重要であると考えられる。このためには、建設された施設の初期操作指導とは別に、ソフトコンポーネントを通じて、浄水処理全般の技術指導を理論・実践の両面から行うことが必要である。

5-2 ソフトコンポーネントの目標

このソフトコンポーネントは、整備した施設の運営に係る技術指導を行うことによって、円滑な立ち上がりを可能とするための支援である。従って、コンセプション及びピラール両市の浄水場において、ESSAP 職員の運転維持管理能力が向上することを目標とする。

5-3 ソフトコンポーネントの成果

両市の浄水場運転管理関係者に技術支援を行うことで、以下の直接的成果(浄水場の運転管理能力の強化)の達成を図る。

- ① 浄水場運転管理責任者が、浄水理論を理解したうえで、原水水質や取水量の変化に応じて適切な運転・維持管理ができるようになる。
- ② 浄水場運転管理員(オペレーター)が、運転管理マニュアルを利用しながら適切な運転管理を行い、パ国水質基準を満たす飲料水が安定的に供給される。

5-4 成果達成度の確認方法

指導項目における最終目標を設定し、指導内容毎に指導担当者がチェックを行い、技術移転の理解度の最終確認を行う。講義を中心とした技術指導は質疑応答とアンケートによりその理解度を確認する。また、現場演習では、指導担当者が指導対象者に単独で作業を演習させてその結果を評価シートに記入する。その評価は技術の到達度と今後の技術の研鑽についてのアドバイスからなる。

表-1 最終目標と達成度の確認方法

指導項目	最終目標	確認方法	
		確認事項	確認者
浄水場運転管理技術指導	運転管理マニュアル、運転記録フォームに従った日常、定期作業方法の習得	チェックシートでの確認	ソフトコンポーネントの技術指導者

表-2 指導チェック項目案

工程 (講習、演習)	指導項目	チェック	日時	備考
1	ろ過処理の基礎理論、処理システム内容			
2	水量の管理方法			
3	水質の管理方法			
4	薬品(凝集剤/塩素)の適正量注入方法			
5	ろ過砂の洗浄、管理方法			
6	沈澱池等施設の排泥管理			
7	運転管理データの記録、管理			

5-5 ソフトコンポーネントの活動(投入計画)

ソフトコンポーネントの目的は、本プロジェクトで整備された浄水場施設を対象に、流入水量や濁度・色度変化に応じた浄水処理の理論を理解させ、実践作業を通じて適正な運転管理技術を習得させることである。ソフトコンポーネントの活動対象者は ESSAP 地方支局の浄水場責任者及び両市の浄水場オペレーターを想定するが、可能な限り他の地域の ESSAP 浄水場責任者からのオブザーバー参加を呼びかける。

表-3 ソフトコンポーネントの活動と投入計画

対象者	活動内容 必要技術	実施リソースと人数	期間	成果品
ESSAP 地方支局 浄水場責任者	浄水場全般の運転理論、運転管理内容の理解	本邦コンサルタント 1名	国内 0.33 M/M 現地 1 0.53 M/M 現地 2 0.53 M/M 計 1.39 M/M	<ul style="list-style-type: none"> ・運転維持管理マニュアル ・講義、演習用資料 ・完了報告書
オペレーター	浄水場の運転管理方法の理解、運転管理マニュアルを利用した適正な運転管理	現地技術通訳 1名	現地 1 0.37M/M 現地 2 0.37M/M 計 0.74 M/M	

技術指導は、本プロジェクトにて建設された施設を活用して行う必要があるため、各市の浄水場が完成した直後から、それぞれのサイトで実施する。

パ国の地方都市では、両市を除いて全て重力式の急速ろ過システムを有しており、浄水プロセスや維持管理技術は共通している。本計画でソフトコンポーネントを実施する際に、他都市の浄水場の責任者を招致し、浄水処理全般の技術指導を理論・実践の両面から行うことを想定する。

本計画の実施機関は公共事業通信省(MOPC)であるが、水道事業の運営管理機関は ESSAP である。実施方法やその内容、パ国側実施機関としての要望などについては、あらかじめ MOPC 及び ESSAP 本部と協議し、了解を得る。その後、各市の浄水場運転管理関係者に対する技術指導が行われる。

技術支援は各市の浄水場でそれぞれ実施されるが、着手前の打合せ、完了時の報告については実施機関である MOPC 及び ESSAP 本部のあるアスンシオンで行う。

表-4 活動スケジュール案

【国内事前準備】			
講義、演習用資料及び運転管理マニュアル(案)の作成。 10 日間(0.33M/M)			
【浄水場 1 サイトに対する指導】			
日数	時間	活動内容	備考
1		移動(成田→米国)	
2		移動(→アスンシオン)	
3		MOPC/ESSAP 打合せ、作業準備	通訳
4		MOPC/ESSAP 打合せ、作業準備	通訳
5	午前	MOPC/ESSAP 打合せ、作業準備	通訳
	午後	移動(アスンシオン→地方サイト)	
6	午前	ろ過処理基礎理論 改修整備した施設内容に関する講習、現場確認	通訳
	午後	運転管理データの記録 管理方法に関する講習、現場演習	
7	午前	水量管理方法(流量堰、流量計測定方法、ゲート、バルブ操作)に関する現場演習	通訳
	午後	水質管理方法(濁度計使用方法)に関する現場演習	
8	午前	凝集剤の適正量注入操作に関する現場演習	通訳
	午後	消石灰・塩素の適正量注入操作に関する現場演習	
9	午前	ろ過砂の逆流洗浄操作(ポンプ運転、バルブ切り替え操作)に関する現場演習	通訳
	午後	沈澱池清掃方法、排泥方法に関する現場演習	
10	午前	入門保全学(日常点検・定期点検)	通訳
	午後	保守点検要領の作成・意見交換	
11	終日	成果達成度確認のための現場演習	通訳
12	終日	技術達成度最終評価・フリートーキング 技術指導報告書の作成、運転管理に関する助言	通訳
13	午前	移動(地方サイト→アスンシオン)	通訳
	午後	MOPC/ESSAP 報告	
14		移動(アスンシオン→米国)	
15		移動	
16		移動(→成田)	

※2 市の浄水場の竣工時期に合わせて現地活動を 16 日間(0.53M/M)、2 回実施する。

5-9 ソフトコンポーネントの概略事業費

ソフトコンポーネントの概略事業費は、下表に示すとおり、6,775 千円である。積算の内訳詳細は別添資料のとおりである。

表-6 ソフトコンポーネントの概略事業費

項目	総額 (円)	日本円 (円)	現地貨		米ドル		円換算計 (円)
			現地貨 (Gs)	円換算 (円)	米ドル (US\$)	円換算 (円)	
直接人件費	1,081,420	1,081,420	0	0	0	0	0
直接経費	4,309,664	3,247,300	2,320,240	46,404	11,000	1,015,960	1,062,364
間接費	1,384,218	1,384,218	0	0	0	0	0
合計	6,775,302	5,712,938	2,320,240	46,404	11,000	1,015,960	1,062,364

為替レート Gs.1=0.02 円、US\$1=92.36 円

5-10 相手国実施機関の責務

両市の ESSAP 支所には、既存の浄水場を運転管理するための必要人員は確保されており、施設が整備された後も、同様の人員による運転管理を行うこととなる。

実地指導は浄水場の各施設で行われるが、浄水理論や水理学などの講義を行うためのスペースが必要である。従って、ESSAP 支所内あるいは市役所などの会議室を確保する必要があり、これらは ESSAP の責務として位置づけられる。

また、運転管理の担当者(オペレーター)は、交代制による勤務となっているため、当直以外のメンバーが技術指導に参加できるよう、事務的な手続きを行う必要がある。

ソフトコンポーネント実施後は、ESSAP 自身による自主的かつ適正な運転・維持管理活動を継続して行うことが求められる。そのために、各浄水場の運転管理責任者は、常に浄水場の運転管理記録を整理・確認し、運転異常時には ESSAP 本部に報告し、迅速な対応が取られるよう、組織的な連絡体系を整えておく必要がある。

また、ソフトコンポーネントによって運転技術指導を受けた要員の異動はなるべく行わず、安全な飲料水の提供に不可欠な、凝集剤や塩素の供給を切らす事のないよう、定量的に在庫管理を行うことが求められる。

6. 参考資料

6-1 社会状況調査結果

(1) アンケート調査の概要

本プロジェクトの対象地域における社会状況、経済状況、住民の家計状況、水道料金支払い意思の有無、支払限度額等の基礎条件を把握するために、アンケート調査を実施した。

1) 調査方法

現在 ESSAP による水道事業の対象地域、ESSAP 以外の給水サービスを受けている地域から合計 100 世帯を対象に、アンケート形式の社会条件調査を実施した。

アンケート調査方法は調査期間、回収率、回答率を考慮して直接設問法を採用した。なお、パ国では日常的にグアラニー語を話す住民が多く、スペイン語だけでは正確な回答を得ることが難しいと考えられるため、調査員にはグアラニー語で対応できる人材を選定した。

2) 調査項目

1. 一般状況	
1-1 一般	家族の構成人数、住居の形態、職業、教育、所得、
1-2 公共サービス等	電話、電気、電気料金、ごみ回収サービス下水道の有無と料金
2. 衛生等に関する状況	水因性の疾病、便所、飲料水の処置、水道水の節約状況
3. 水の利用について	
3-1 使用状況	水の用途と頻度、蛇口の数と設置場所
3-2 給水形態と満足度	利用する水の供給形態・水源と水量、水圧、水質、それぞれの満足度
4. 節水について	節水の実施と意識調査
5. ESSAP の水道契約者への質問	隣家への水の提供状況、給水時間、メーターの有無、稼働状況、メーターのメンテナンス負担、水道料金とその支払方法、料金未払いの理由、漏水、断水状況、給水時間
6. ESSAP の水道契約者でない人への質問	ESSAP の給水サービスが提供される場合の加入意思、支払可能金額、加入したくない場合の理由
7. 全員への質問	給水サービスに対する要望、苦情、意見
8. その他コメント	

3) 調査地域

調査地域は以下のとおり行政セクターを参考に、地域全体からサンプルがとれるように配慮した。

表 6.1.1 コンセプション市の調査地域とサンプル数

コンセプション市			
No.	地域名	サンプル数	行政セクター区分
01	Barrio Inmaculada	11	①
02	Barrio Villa Armando	11	②
03	Barrio San Blas	1	③
04	Barrio Santo Rey	1	
05	Barrio Cuatro	13	
06	Barrio Zona 2	1	
07	Barrio Itacurubí	20	④
08	Barrio San Antonio	12	⑤
09	Barrio Sagrada Familia	2	⑥
10	Conavi	2	
11	Barrio San Francisco	4	⑦
12	Barrio Santo Domingo Guzmán	2	⑧
13	Barrio Juan Pablo II	2	
14	Barrio San José Obrero	4	⑨
15	Barrio San Roque González de Santa Cruz	2	⑩
16	Barrio Redención	2	⑪
17	Barrio San Luis	2	⑫
18	Villa Alta	2	
19	Barrio Primavera	2	⑬
20	Villa Ycua	2	
21	Barrio Virgen de Fatima Z. Sur	2	⑭
	Total	100	

表 6.1.2 ピラール市の調査地域とサンプル数

ピラール市			
No.	地域名	サンプル数	行政セクター区分
01	Barrio Gral. Diaz	4	①
02	Barrio 12 de Octubre	6	②
03	Barrio Obrero	16	③
04	Barrio San Antonio	6	④
05	Barrio Loma Clavel	9	⑤
06	Barrio Crucesita	13	⑥
07	Barrio San Miguel	2	⑦
08	Barrio 8 de Diciembre	4	⑩
09	Barrio San Roque	3	⑬
10	Barrio San Lorenzo	3	⑭
11	Barrio Ytororó	13	⑮
12	Barrio del Este	1	25
13	Barrio San Vicente	2	⑱
14	Conavi	10	⑳
15	Barrio San José	1	23
16	Barrio Yataity	7	22
	Total	100	

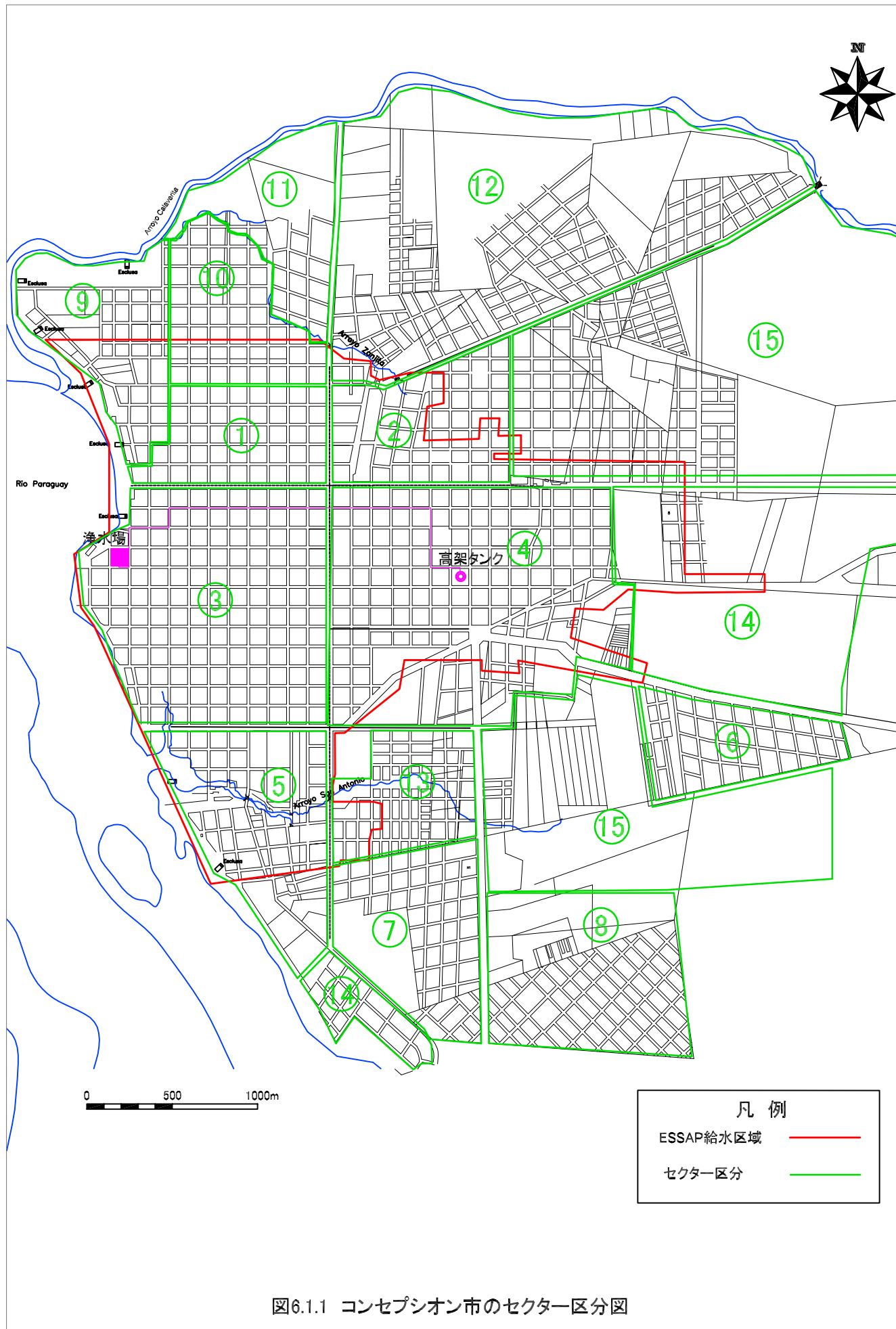




図6.1.2 ピラール市のセクター区分図

(2) アンケート調査の結果

1) 家族構成

コンセプション市では、1～3人の世帯は全体の14%、4～6人の世帯も全体の63%、7人以上が同一世帯で暮らす家族は、23%となっている。ピラール市では、1～3人の世帯は全体の46%、4～6人の世帯は全体の46%、7人以上が同一世帯で暮らす家族は、8%となっている。両市合わせた平均的世帯人数は、4.5人程度となっている。

2) 住居形態

コンセプション市では、一戸建て住居に暮らす世帯は全体の85%であり、集合住宅に暮らす世帯はわずか2%となっている。これ以外に一戸建てに複数世帯で暮らす家族は全体の13%という結果が出ている。部屋数は、1～2部屋の世帯が3%、3～4部屋で暮らす世帯は29%に上り、5部屋以上は62%である。持ち家率は91%であり、7%が賃貸住居に暮らしている。

ピラール市では、一戸建て住居に暮らす世帯は全体の90%に上り、集合住宅に暮らす世帯はわずか1%となっている。部屋数は、1～2部屋の世帯が10%、3～4部屋で暮らす世帯は48%に上り、5部屋以上は42%である。持ち家率は93%であり、6%が賃貸住居に暮らしている。

本アンケート調査では、両市ともに一戸建ての住居に暮らす世帯が多く、集合住宅に暮らす世帯は少ない。また90%以上は持ち家に暮らしているという結果となった。

3) 所得レベル

コンセプション市における所得は、本調査によれば、約77%がUS\$300以上の月収があり、次いで、US\$200～300の月収が13%となっている。アンケート結果による平均月収はUS\$680となっている。

ピラール市での所得は、約66%がUS\$300以上の月収があり、次いで、US\$150～200の月収が15%となっている。平均月収は、US\$490となっており、平均所得の比較ではピラール市の所得がコンセプション市と比べてやや低い。

4) 下水道の接続

下水道の接続がある世帯の割合は、コンセプション市では25%、ピラール市では29%と低い値である。両市ともに約70%は下水道の接続がないことが推測される。なお、下水道接続がある場合でも下水処理は特になされず、河川への放流が一般に行われている。

5) 水因性疾患

日常の疾患については、コンセプション市では18%が、ピラール市においても30%が下痢症をあげており、水質の影響による可能性が推察される。

衛生施設については、コンセプション市では85%の世帯で地下浸透式トイレが利用されており、水洗タイプのトイレと答えた世帯は15%という結果であった、ピラール市では97%の世帯で地下浸透式トイレが利用されており、3%が水洗タイプのトイレを有している。人口の密集する都市部において、簡易な

土壌浸透だけの地下浸透式トイレは、地下水汚染等の原因ともなり、特に浅井戸を利用している場合、水質汚染などの悪影響が懸念される。

6) 利用水源

コンセプション市では、ESSAP のほかに民間業者や住民組合による給水サービス機関が存在し、それらの給水形態は各戸給水を基本としている。アンケート調査によれば、給水栓を通じて生活用水を得ている家庭は 83%に上っている。そのほかは宅地内の井戸水を汲んで生活に使っている。

住民組合や民間業者の給水サービスは、水源を地下水に依存しており、塩素消毒や水質検査が定期的に行われていない例が多いため、水質面の安全性は低い。ESSAP の契約者であっても、住民組合の給水サービスを受けている住民も一部に存在している。

ピラール市では給水事業者はESSAPしか存在しないため、ESSAP契約者以外は宅地内の井戸水を利用している。

いずれの都市も雨水の貯水利用や水売り業者からの購入という回答はなかった。

7) 飲料水に対する処理

飲料水の何らかの処理を行っているかどうかについての質問に対しては、コンセプション市では、「特に処置をしていない」が 81%、「フィルターを使用」は 13%となっている。これに対して、ピラール市においては、「塩素消毒」が 71%、「フィルターを使用」が 20%、「特に処置をしていない」は9%という結果となった。塩素消毒については、各戸レベルではなく、浄水場の水を利用していることを表している可能性がある。

本結果からは、どのような原因で両市にこのような違いが出ているのか明確でない。いずれにしても両市ともに、飲料水の煮沸殺菌を実施すると答えた世帯は 1 例もない点特徴的である。これは同国では“テレレ”と呼ばれる冷たいマテ茶を日常的に飲む習慣があり、水を煮沸して飲用に使うことが少ないことと関連していると考えられる。

8) 水道サービスの状況

給水時間は、両市ともに 24 時間給水が実施されており、計画断水は雨期・乾期ともに原則行っていない。停電時などの不定期な断水は、両市ともに月当たり 2~4 回あるとの回答がある。こうした不定期の断水や給水時間が限定されることに対する住民側の対応策については、コンセプション市においては「ポリタンク等に溜め置きする」が 94%を占め、6%は「自宅の井戸水を利用する」と答えている。

ピラール市では「ポリタンク等に溜め置きする」が 73%を占め、次いで「他の水源を利用する」が 27%確認された。

9) ESSAP の給水サービスに対する評価(ESSAP 契約者)

現在 ESSAP の水道サービスを利用している住民を対象にした調査では、給水サービスになんらかの不満を持っている住民は、コンセプション市で 63%、ピラール市で 82%となっている。不満足である理

由としては、水質に関するものが圧倒的に多く、続いて料金、水圧をあげる住民が多い。

不満足の原因(複数回答可)を聞いたところ、コンセプション市の場合、水質は利用者の 93%、料金は 58%、水圧は 49%、水量は 9%といった割合であった。一方、ピラール市の場合、水質は利用者の 99%、料金は 31%、水圧は 27%、水量は 5%といった割合であった。このように両市とも特に水質の改善が利用者から求められていることがわかる。

【コンセプション市の地域別状況】

コンセプション市を地域別にみると、ESSAP の対象地域での複数回答結果「不満足」または「とても不満足」と回答した世帯のうち、セクター01、セクター02、セクター05 においては、100%の世帯がその理由として水質の問題をあげている。その他のセクター03 では 83%、セクター04 においても 85%の世帯が水質に不満を持っており、地域全体の問題として水質の悪さが認識されていると判断される。

なお、セクター05 においては「不満足」または「とても不満足」と回答した世帯の 100%で水道料金を理由としてあげており、83%では水圧の不満も持っている。セクター03 で得られた理由のうち「その他」については、不定期に起こる「断水」を示している。

表 6.1.3 コンセプションの ESSAP 給水サービスに対する評価

コンセプション市		不満またはとても不満と回答した理由						不満またはとても不満とした件数
ESSAP 給水対象地区		水質	水量	水圧	料金	その他	延数	
セクター01	件数	10	0	2	4	0	16	10
対不満回答	%	100	0	20	40	0	—	
セクター02	件数	10	0	5	5	0	20	10
対不満回答	%	100	0	50	50	0	—	
セクター03	件数	5	0	1	3	1	10	6
対不満回答	%	83	0	17	50	17	—	
セクター04	件数	11	4	9	8	0	32	13
対不満回答	%	85	31	69	62	0	—	
セクター05	件数	6	0	5	6	0	17	6
対不満回答	%	100	0	83	100	0	—	
合計	件数	42	4	22	26	1	95	45
対不満回答	%	93	9	49	58	2	—	

上記のアンケート調査において、「不満足」または「とても不満足」と回答した住民があげた理由を地域別に示すと以下のとおりとなる。

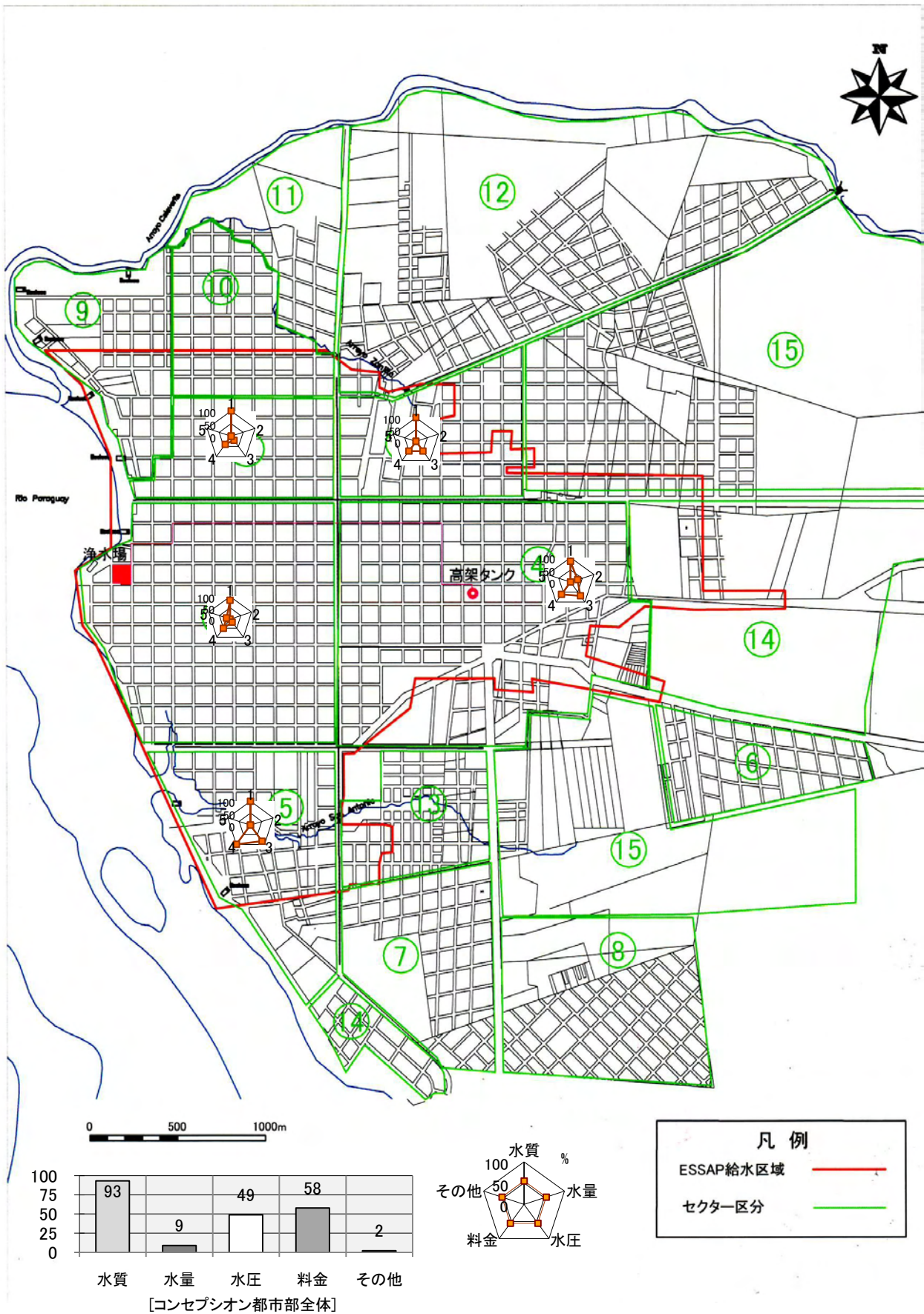


図6.1.3 給水サービスに対する地域別不満度(コンセプション)

【ピラール市の地域別状況】

ピラール市を地域別にみると、ESSAP 給水対象地域内にある 14 セクターで「不満足」または「とても不満足」と回答した世帯のうち、セクター03 を除く全ての地域で 100%の住民が水質を理由にあげている。ほぼ全ての地域で水道水の水質問題が深刻な状況にあることが伺える。

表 6.1.4 ピラールの ESSAP 給水サービスに対する評価

ピラール市		不満またはとても不満と回答した理由						不満またはとても不満とした件数
ESSAP 給水対象地区		水質	水量	水圧	料金	その他	延数	
セクター01	件数	3	0	1	1	0	5	3
	対不満回答 %	100	0	33	33	0	—	
セクター02	件数	6	0	0	3	0	9	6
	対不満回答 %	100	0	0	50	0	—	
セクター03	件数	14	1	7	1	1	24	15
	対不満回答 %	93	7	47	7	7	—	
セクター04	件数	6	0	0	2	0	8	6
	対不満回答 %	100	0	0	33	0	—	
セクター05	件数	5	0	0	5	0	10	5
	対不満回答 %	100	0	0	100	0	—	
セクター06	件数	12	0	1	3	0	16	12
	対不満回答 %	100	0	8	25	0	—	
セクター07	件数	2	0	2	0	0	4	2
	対不満回答 %	100	0	100	0	0	—	
セクター10	件数	2	0	0	2	0	4	2
	対不満回答 %	100	0	0	100	0	—	
セクター13	件数	2	0	1	0	0	3	2
	対不満回答 %	100	0	50	0	0	—	
セクター14	件数	3	0	2	0	0	5	3
	対不満回答 %	100	0	67	0	0	—	
セクター15	件数	7	1	3	3	0	14	7
	対不満回答 %	100	14	43	43	0	—	
セクター20	件数	9	2	3	3	0	17	9
	対不満回答 %	100	22	33	33	0	—	
セクター23	件数	1	0	0	0	0	1	1
	対不満回答 %	100	0	0	0	0	—	
セクター22	件数	2	0	0	0	0	2	2
	対不満回答 %	100	0	0	0	0	—	
合計	件数	74	4	20	23	1	122	75
	対不満回答 %	99	5	27	31	1	—	

給水サービスの満足度が得られない理由として、水質のほかには料金をあげる住民もあり、これはセクター05と10の調査対象者100%の住民が料金の不満を持っている。

北部のセクター22、23では、水質以外の不満はでていない。これは、浄水場からのポンプ圧送の恩恵を受けやすい地域であり、水量や水圧は他の地域より恵まれていることが理由と考えられる。セクター03で「その他」に分類されている不満の理由は「度重なる断水」となっている。

一方、南部のセクター13、14、15、中心部に近いセクター01、03では、水圧を理由に挙げる世帯も見られる。これは部分的な配水管網の不具合(口径不足、行き止まり管)が主原因と考えられる。

上記のアンケート調査において、「不満足」または「とても不満足」と回答した住民があげた理由を地域別に示すと以下のとおりとなる。



図6.1.4 給水サービスに対する地域別不満度(ピラール)

10) 節水の意識

節水の必要性に関しては、コンセプション市では 94%、ピラール市では 84%が節水の必要性を認識している。

節水の方法としては、コンセプション市では、「特に何もしていない」が 41%、「蛇口をきちんと締める」が 69%、「破損した蛇口を修理する」が 71%となっている。ピラール市では、「特に何もしていない」が 33%、「蛇口をきちんと締める」が 61%、「破損した蛇口を修理する」が 55%となっている。

11) 水道メータの有無(ESSAP 契約者)

ESSAP 契約者についてメータの有無を聞いたところ、コンセプション市 100%が、ピラール市 89%が「設置されている」と答えている。そのうちメータが稼動している割合を見ると、コンセプション市では 100%、ピラール市では 94%となっている。メータの修理・付け替えの責任の所在は ESSAP にあると回答したのは、コンセプション市で 89%、ピラール市 48%となっており、ESSAP が負担するという認識が一般的である。

12) 水道料金に対する意識(ESSAP 契約者)

水道料金に関しては、コンセプション市、ピラール市共に回答者は全員料金の支払いを行っている」と回答しているが、金額については 1 割程度回答が得られなかった。世帯当たりの平均水道料金は、米ドル換算で、コンセプション市では US\$9.87、ピラール市では US\$7.89 との結果が得られた。両市における世帯当たりの平均水道料金は US\$8.91 である。

水道料金の額については、コンセプション市において、62%の世帯が「高い」ないしは「非常に高い」と感じ、38%は適正と感じているとの結果となった。一方、ピラール市では、81%が「高い」ないしは「非常に高い」と感じ、19%は適正としている。いずれの市でも安いと感じているという回答はなかった。住民感覚としての水道料金の負担感はピラール市の方が若干高く出ている。料金の算定は、両市共に 95%以上がメータによる従量制と回答している。支払は原則、銀行や協同組合の窓口などに出向いて行われている。

13) ESSAP による水道サービスへの加入意思等

現在給水サービスのない地域において、給水サービスが改善された場合、ESSAP の水道サービスへの加入意思の有無についての設問に対し、コンセプション市では、29%がその意思があると答えているが、71%は加入意思がないと答えている。加入意思がない回答者は現在住民組合や民間業者の給水サービスを受けている世帯であり、その理由として水道料金の負担増、井戸などの水源があるため必要ないという点をあげている。他方、ピラール市では回答者全員がその意思があると答えている。

ESSAP水道サービスへの加入意思
(コンセプション市)

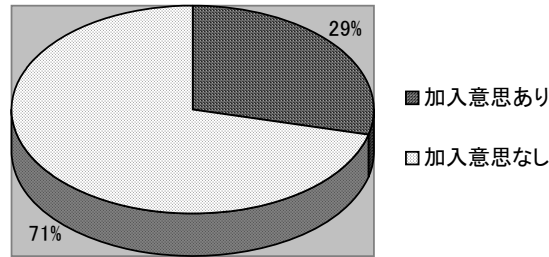


図 6.1.5 ESSAP 水道サービスへの加入希望

ESSAP の水道サービスに加入する場合、月々、水道料金をいくらまで支払うことが可能かとの設問に対して得られた金額を平均すると、コンセプション市では平均 US\$4.46 程度であり、ピラール市では US\$5.94 米ドル程度となっている。こうした金銭面の回答については、住民側でバイアスがかけられることが多いため、実際はこれよりも若干高いことが想定される。

両市ともに現在 ESSAP の水道サービスに入っていない世帯は、US\$4～6ドル程度までは支払えるとの回答が得られた。しかし先述のように1世帯当たりの平均水道支払い額は、US\$8.91 であるが、ピラール市の場合は ESSAP の給水サービスの拡張は十分に現実性があると考えられる。

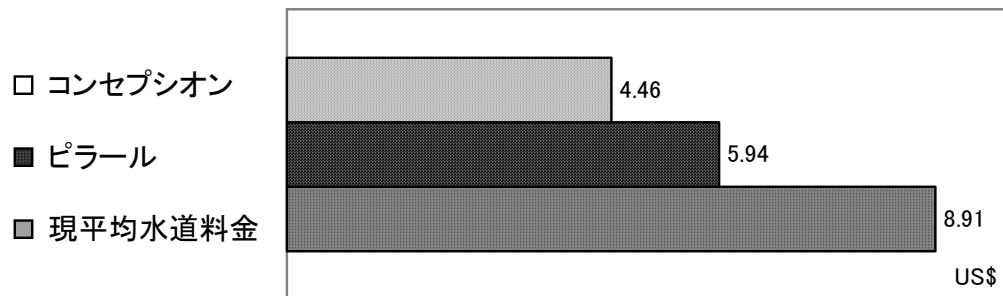


図 6.1.6 水道料金支払い額の平均

6-2 環境社会配慮

コンセプション市とピラール市に関して検討したスコーピングリストと、これと併せて行った JICA 環境社会配慮ガイドラインのスクリーニング様式のチェック項目についても ESSAP 及び MOPC と確認を行った。これらの結果を以下にまとめる。

【01 住民移転】

本プロジェクトでは、既存の取水設備、浄水場、送配水管網の更新又は新設が想定されるが、それらの更新・新設において新たな用地取得はない。浄水場の親切は現状の敷地内で処理の効率化を図る計画が前提となるため、住民移転等は全く発生しない。配水管網に関しても道路下の埋設となり、用地取得や住民移転は全く行われなことから、両市ともに用地占有に伴う移転(居住権・土地所有権の転換)に関してプロジェクトによる影響は生じない。なお、パ国では先住民の居住区域(Asentamientos Indigenas)として設定されている地域の多くはチャコ地域に設けられており、コンセプション市、ピラール市ともに市内や周辺にこうした地域は存在しない。

【02 経済活動】

本プロジェクトによって両市ともに経済活動に係る負の影響は想定されない。むしろ ESSAP のサービス区域内における配水管網の整備を行うことで、これまで給水状況に問題があった地域の改善が行われ、生産機会・経済構造に対してはプラスのインパクトが見込まれる。

【03 交通・生活施設】

取水設備及び浄水場に関しては、現在の立地から大きな変更はなく、配水管網の改修についても渋滞事故等の増加や学校・病院等への影響は考えられない。渋滞事故等の増加や学校・病院等への影響として特に問題となるものはない。

【04 地域分断】

本プロジェクトは、既存の取水設備、浄水場、送配水管網の更新又は改修が想定されるが、用地の新たな取得や施設の位置の変更を伴わずプロジェクトによる交通の阻害、地域社会分断の懸念はない。

【05 遺跡・文化財】

対象地域であるコンセプション市、ピラール市ともに市役所、SEAM 及び ESSAP に聞き取りを行ったが、対象地域は市内の住居地域であり、遺跡・文化財等は存在していないことから、特に問題となるものは確認されなかった。また、本件は既存の水道サービスの更新、改修を実施するものであり、新たな造成・拡張を行うものではないため寺院仏閣・埋蔵文化財等の損失や価値の減少につながるものではない。

【06 水利権・入会権】

既存施設の更新または改修を計画しているため、これまで行われてきた水道事業から大きな変更はないため、既存の権利を侵害する可能性はない。漁業権、水利権、山林入会権等の阻害に関する問題は特になし。なお、本事業の実施に際して、ピラール市に限っては取水口の設置されているパラグ

アイ川の対岸がアルゼンチン国であることから、プラタ流域国際委員会(CIC)に対して事業計画概要を打診する取り決めがある。アスンシオンの上水道や下水道事業についても同様の報告を行っているが、特に許可を取る類のものではなく、報告のみであり、これまでも問題が起きた例はない。コンセプション市に関しては取水口の対岸はパラグアイ領であることから上記の取り決めはない。

【07 保健衛生】

既存の上水道施設の改善に伴い、ゴミや衛生害虫の発生など、衛生環境を悪化させる要素はない。また、プロジェクト実施によって、浄水能力が向上し、また水圧の安定化も図られることから、現在問題となっている飲料水の水質の問題が改善されることが見込まれ、プラスのインパクトが想定される。

【08 廃棄物】

既存の上水道施設の改善に伴い、建設廃材等の発生による影響は存在するが、その規模は小さい。現在の対象となる 2 市では共に初期の配水網に一部石綿管が使用されており、配水網の改修に伴って、これらの石綿管の更新が予測される。石綿管の更新においては不要になった管はそのまま地中に放置することによって、周辺環境への影響は回避することができる。両市の廃棄物処分場を視察したところ、比較的管理の行き届いた衛生埋め立てが実施されており、これまでに廃棄処分された石綿管は完全に覆土されて埋め立てられていることが確認できた。

【09 災害(リスク)】

本プロジェクトでは既存の上水道施設の改修・更新が計画されるが、工事に当たって大規模な造成工事は伴わない。また、プロジェクトの実施によって地盤崩壊・落盤、事故等、危険性が增大することはない。両市ともに災害等のリスクを増大することはない。

【10 地形・地質】

本プロジェクトでは既存の上水道施設の改修・更新が計画されるが、地形・地質の改変を伴うものではないため、この点の問題は生じない。また、両市ともに浄水場や高架タンクの周辺地形そのものに特別な景観・歴史面の価値は認められない。

【11 土壌浸食】

本プロジェクトでは既存の上水道施設の改修・更新が計画されるが、浄水場敷地以外で土地造成・森林伐採が行われることはなく表土流出等の問題を生じることはない。

【12 地下水】

本事業では、これまで同様にパラグアイ川からの取水による水道事業を継続するものであり、新たに地下水を活用することはない。また、浄水場からの処理排水はこれまでと同様の処理が行われる予定であり、排水により地下水環境が現状より悪化することは考えられない。このため両市ともに排水等による汚染、地下水汲み上げに伴う地下水位の低下の恐れはない。

【13 湖沼・河川流況】

本プロジェクトを通じて埋め立て等が行われる計画はなく、浄水場からの排水は現状どおり継続されるものの、流量や河床に影響を与えるものではない。従って、埋立てや排水の流入による流量、水質、河床の変化は両市とも生じない。

【14 海岸・海域】

本件の対象地域であるコンセプション市及びピラルール市は、内陸部のプロジェクトであり、海岸に影響を及ぼすことはない。埋立てによる海岸変化や海岸植生の変化、海岸浸食・堆積についての懸念材料はない。

【15 動植物】

コンセプション市はパラグアイ国の中北部に位置し、コンセプション県の県都である。自治体、関係機関等からの聞き取りからも周辺地域には、自然保護区・国立公園等は存在していないことが確認された。

SEAMによれば、最も近い自然保護区・国立公園等は、コンセプション市から北におよそ100km離れた上流域にパソブラボ国立公園(Parque Nacional Paso Bravo)、サンルイス山塊国立公園(Parque Nacional Serranía de San Luís)、タガティヤ溪流自然保護区(Reserva Natural Cerrados del Tagatiya)、タガティヤミ自然保護区(Reserva Natural Tagatiya Mi)が指定されており、またこれらの自然保護区・国立公園を含めたアパ川溪流生物保護区(Reserva de Biosfera del Cerrado del Río Apa)が隣接するアマンバイ県側にまたがって設定されている。いずれもコンセプション市から100kmの距離がありまた上流域であることから、プロジェクトの実施による影響は考えられない。

ピラルール市は、パラグアイ国の南部に位置し、ニェンブク県の県都である。周辺地域には、自然保護区・国立公園等は存在していないことが自治体、関係機関等からの聞き取りから確認され、また同県内には SEAM の指定する自然保護区も存在していないことが確認された。両市ともに付近に自然保護区・国立公園等は存在せず、対象地域において希少種、絶滅危惧種等の報告もないことから、生態系に対する悪影響はない。



- | | |
|-----|---------------------------------------------|
| 5. | Parque Nacional Paso Bravo |
| 9. | Parque Nacional Serranía de San Luís |
| 40. | Reserva Natural Carrados del Tagatiyá |
| 41. | Reserva Natural Tagatiyá Mi |
| 49. | Reserva de Biosfera del Cerrado del Río Apa |

図 6.2.1 パ国の保護区域位置図
(SINASIPS-SEAM)

【16 気象】

本プロジェクトでは大規模造成や高層建築物の建設は行わず、森林の伐採等もないため、コンセプション市、ピラール市ともに本プロジェクトの影響による気温、風況等の変化は考えられない。

【17 景観】

本プロジェクトでは既存の上水道施設の改修・更新が計画されるが、大規模造成は行わない。また、施設のある地域には両市ともに特に歴史的建造物や景観の価値は認められないため、造成による地形変化、構造物による調和の阻害等、景観を悪化させる要素はない。

【18 大気汚染】

本プロジェクトでは焼却や排ガスを生じる施設に関するものではないため大気汚染の問題は生じない。現在、水道水の殺菌は浄水場において塩素ガスによって行われているが、施設の改修によって塩素ガスボンベの安全管理がより徹底したものとなることが期待され、大気汚染のリスクは軽減される。

ピラール市の浄水場では過去2回(2003年と2006年)、ガスボンベのバルブ部分の破損が原因で塩素ガスが漏れる事故があり、ガスの噴出を止めることができない状態となったとの報告があった。このため当時、応急処置として、浄水場内の敷地に穴を掘ってそこにガス漏れが続く塩素ボンベを埋め覆土したとのことが聞き取りにより確認された。幸いピラール浄水場の周囲2km程度に民家や商業施設、生産施設等はなく、住民に影響はなかったが、当時、周辺では強烈な臭気が漂い、ボンベ埋立て場所の周囲10m程度の範囲で草木が枯死したとのことである。現在は埋め立て場所の盛土が確認できる程度の状態であり、事故の痕跡は残っていない。

コンセプション市の浄水場では、過去にガス漏れ事故は確認されていないが、ピラール市と違い浄水場周囲には民家が立ち並び、ガスボンベの交換時には塩素臭がするなど住民からの苦情も出されている。ガス漏れが起きた場合、周辺住民に与える影響が懸念される。

現在、両市ともに殺菌用の塩素ボンベは浄水場の屋外に設置されており、雨よけ用の簡易のひさしは設置されているものの十分に風雨を凌げるものではなく、また車両や作業員がガスボンベに接触しやすい構造となっている。ガスボンベの腐食や人や車両の接触によるガス漏れが起こった際に直接周囲に影響を与えないよう屋内の安全な場所に取り込むなど、施設の更新の際に安全面の対策が求められている。このような点からも老朽化した浄水場の改修・更新により、現状の有害ガスによる汚染のリスクは軽減されることが期待され、本件の実施によるプラスのインパクトが見込まれる。



屋外に設置され使用される塩素ボンベ
ピラール市浄水場



屋外に設置され使用される塩素ボンベ
コンセプション市浄水場

【19 水質汚濁】

本プロジェクトでは既存の上水道施設の改修・更新が計画されるが、両市ともに浄水場からの排水流入によって河川の水質が現状よりも悪化することはない。また、土砂や排水等の河川・地下水への流入による汚染についても懸念材料はない。

【20 土壌汚染】

本プロジェクトでは、土壌を汚染する物質を発生させる施設は計画されないため、両市ともに排水・有害物質等の流出・拡散等による汚染の問題は生じない。

【21 騒音・振動】

現在、既存の浄水施設から若干の騒音発生は認められるが、住民からこれについての苦情は特に出していない。今後、プロジェクトの実施によって浄水場の施設は更新され、浄水場付近の民家に対する影響はより小さなものになるためプラスのインパクトが見込まれる。

【22 地盤沈下】

両市ともに現状、浄水場における取水はパラグアイ川から行われており、地下水の揚水は行われていないため地盤沈下等の影響は認められない。今後、プロジェクトを実施する際にも、地下水の利用計画はないため、地盤変化や地下水位低下に伴う地表面の沈下等の問題が生じる可能性はない。

【23 悪臭】

本プロジェクトでは、焼却等悪臭を発生させる計画はないためこの面での問題は発生しない。コンセプション市では飲料水の殺菌に用いられる塩素ガスポンベの交換時に塩素臭が発生するとの報告があるが、施設の改修によってこれらの改善が期待されるため、プラスのインパクトが見込まれる。

6-3 自然条件調査

(1) 水源の水質試験

1) コンセプション

浄水場の着水井の流入原水を採取し、アスンシオン大学技術検査センター(CEMIT-UNA)において水質分析を行った。特に原水の水質について重大な問題は見られないが、特に注意すべき項目としては、色度、濁度、鉄分があげられる。

表 6.3.1 コンセプションの原水の水質分析結果

項目	単位	分析結果 (コンセプションの原水)	パ国飲料水 許容値	備考
温度	℃	22.7	-	採水時 29.7℃
濁度	NTU	18	5	
色度(真)	TCU	120	15	
pH	-	6.8	6.5-8.5	
電気伝導度		118	1250	
全硬度	mg/L	37	400	EDTA 滴定法
アンモニア態窒素	mg/L	<0.02	0.05	吸光光度法
亜硝酸態窒素	mg/L	0.01	0.1	Cd-Cu カラム還元法
硝酸態窒素	mg/L	0.76	45	吸光光度法
全窒素	mg/L	0.5	-	ケルダール法
全リン	mg/L	0.08	-	ペルオキシ二硫酸カリウム分解法
マンガン	mg/L	0.126	0.10	フレアム原子吸光光度法
溶解性マンガン	mg/L	0.077	-	ろ紙 5 種 C
全鉄	mg/L	2.20	0.3	フレアム原子吸光光度法
6 価クロム	mg/L	<0.05	0.05	フレアム原子吸光光度法
カドミウム	mg/L	<0.0025	0.005	フレアム原子吸光光度法
銅	mg/L	<0.50	1	フレアム原子吸光光度法
硫酸イオン	mg/L	<2.0	400	比濁法
全蒸発残留物	mg/L	74	1000	
水銀	mg/L	<0.00050	0.001	還元気化原子吸光光度法
砒素	mg/L	<0.003	0.5	水酸化物発生原子吸光光度法
塩化物イオン	mg/L	1.8	250	モール法
アルカリ度	mg/L	40	250	MR 混合指示薬
有機物	mg/L	10.1	-	KMnO ₄ 消費量

※1 採水日:2010年3月6日

※2 “<”は定量限界未満

コンセプション市とピラル市の原水の間で水質の特性で大きな違いはなく、アスンシオンの原水とほぼ同様の性質を有することがわかっている。パラグアイ川の水質特性は、色度と濁度の変動が大きいことである。

【濁度】

6～8月の冬季は平均 20NTU、最高 30NTU 程度であるが、夏季になると上昇し、1～2月の平均が 60NTU、最高値は 80NTU を超えている。現地調査時の濁度は 30～40NTU であったが、その成分は時間経過によって自然に沈降するような懸濁物ではなく、コロイド状粒子からなっていた。

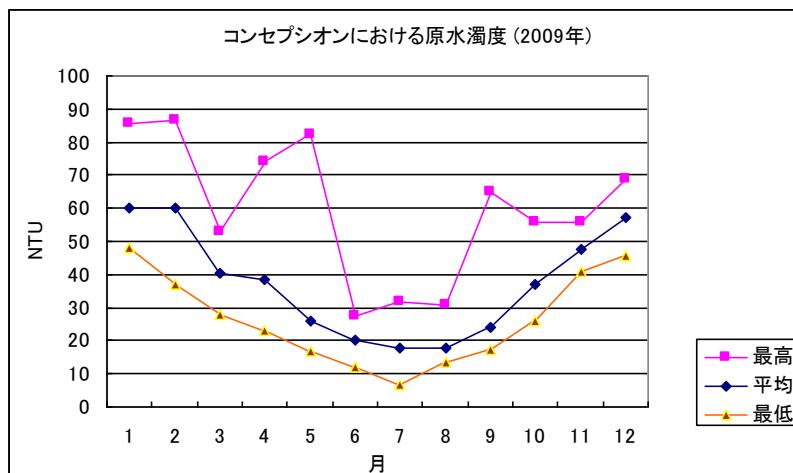


図 6.3.1 コンセプションの原水濁度

【見掛け色度】

7～9月にかけて色度は低下しており、平均 75度、最高 120度程度であるが、夏季になると上昇し、12月には 250度を超える値が記録されている。

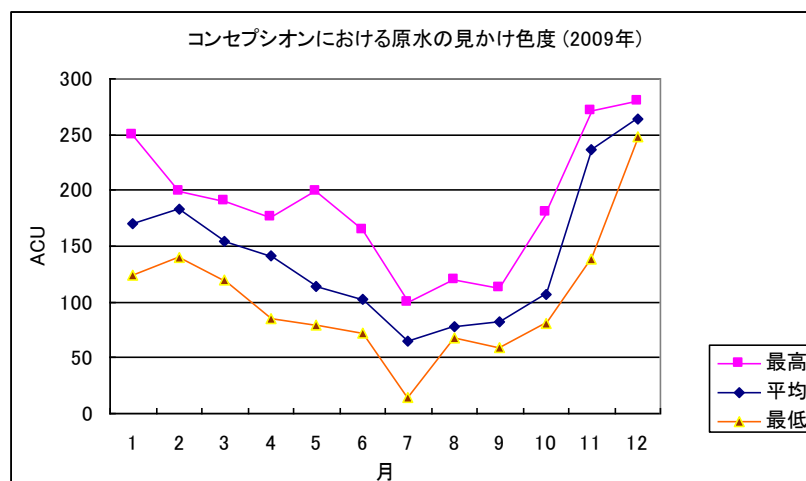


図 6.3.2 コンセプションの原水色度

パラグアイ川における褐色の呈色物質の大部分は、フミン質に起因するものである。フミン質は、土壌中に含まれる植物などの微生物の最終分解生成物と考えられる難分解性高分子である。一般的にフミン質は土壌からアルカリ抽出され、その後酸で沈澱する腐食画分をフミン酸と呼び、酸で沈澱しない腐食画分をフルボ酸と呼ぶ。フミン酸は分子量が比較的大きいため、凝集剤の酸化作用によってフロックが形成され、沈澱除去することが可能である。

コンセプション市では 2004 年に汎米保健機構(OPS-OMS)が原水特性の分析を行っている。この結果は以下のとおりである。当レポートでは濁度や色度の特徴が記述されているが、飲料水の水源として大きな問題点は指摘されていない。濁度についてみると、2003 年の月平均値は 14~78NTU の範囲にあり、累積曲線によれば年間の 10%で 75NTU を上回り、20%で 56NTU を上回る結果となっている。

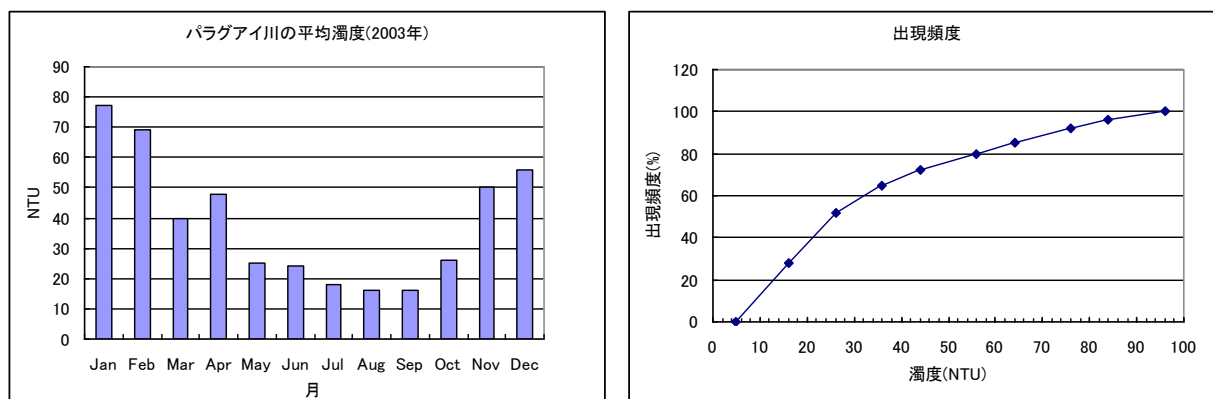


図 6.3.3 原水濁度の変動

色度についてみると、2003 年の月平均値は 80~260 度の範囲にあり、累積曲線によれば年間の 10%で 230 度を上回り、20%で 210 度を上回る結果となっている。

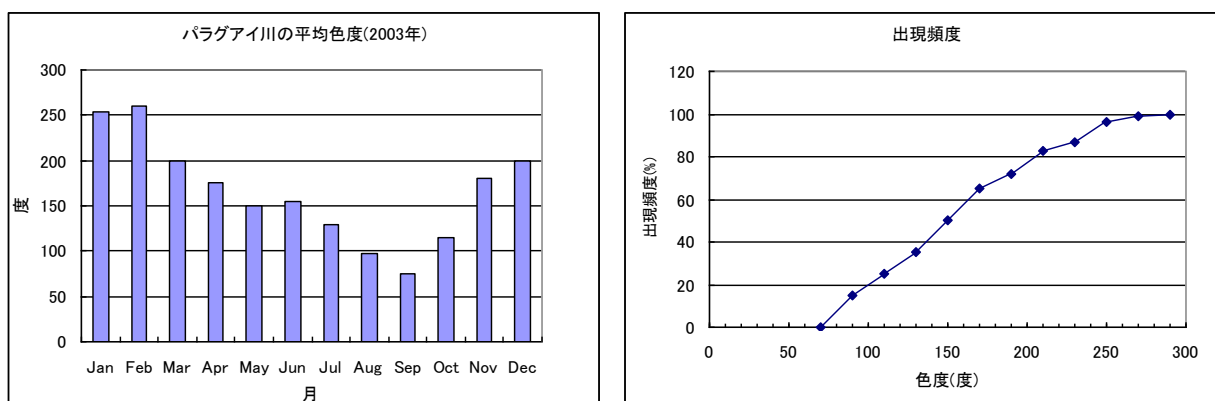


図 6.3.4 原水色度の変動

【その他】

パラグアイ川の原水中の鉄分は、水中の有機物と錯体を形成し、コロイド鉄として存在しているものと考えられる。コロイドとは、普通の分子やイオンより大きい粒子であり、直径 1nm~1 μm の範囲にある。パックテストによれば、イオン状態の溶存鉄濃度は低く、全鉄の約 10 分の 1 程度であった。パラグアイ川の上流(ブラジル側)には金鉱山があるとのことであるが、それ以外で金属工場、めっき工場といった施設は確認されておらず、これまで重金属による汚染は報告されていない。

2) 水源の水質調査(ピラール)

コンセプションと同様に浄水場の着水井の流入原水を採取し、アスンシオン大学技術検査センター (CEMIT-UNA)において水質分析を行った。また、2 価鉄(Fe²⁺)、溶存鉄(Fe²⁺+Fe³⁺)についてはパックテ

スト(共立理化学研究所)による簡易検査も実施した。特に原水の水質について重大な問題は見られないが、特に注意すべき項目としては、色度、濁度、鉄分があげられる。

表 6.3.2 ピラールの原水の水質分析結果

項目	単位	分析結果 (ピラールの原水)	パ国飲料水 許容値	備考
温度	℃	24.1	-	採水時 29.7℃
濁度	NTU	24.0	5	
色度(真)	TCU	100	15	
pH	-	7.3	6.5-8.5	
電気伝導度		102	1250	
全硬度	mg/L	33	400	EDTA 滴定法
アンモニア態窒素	mg/L	<0.02	0.05	吸光光度法
亜硝酸態窒素	mg/L	0.03	0.1	Cd-Cu カラム還元法
硝酸態窒素	mg/L	0.73	45	吸光光度法
全窒素	mg/L	0.4	-	ケルダール法
全リン	mg/L	0.10	-	ベルオキシ二硫酸カルウム分解法
マンガン	mg/L	0.120	0.10	フレイム原子吸光光度法
溶解性マンガン	mg/L	0.109	-	ろ紙 5 種 C
全鉄	mg/L	2.59	0.3	フレイム原子吸光光度法
6 価クロム	mg/L	<0.05	0.05	フレイム原子吸光光度法
カドミウム	mg/L	<0.0025	0.005	フレイム原子吸光光度法
銅	mg/L	<0.50	1	フレイム原子吸光光度法
硫酸イオン	mg/L	<2.0	400	比濁法
全蒸発残留物	mg/L	142	1000	
水銀	mg/L	<0.00050	0.001	還元気化原子吸光光度法
砒素	mg/L	<0.003	0.5	水酸化物発生原子吸光光度法
塩化物イオン	mg/L	5.2	250	モール法
アルカリ度	mg/L	34	250	MR 混合指示薬
有機物	mg/L	13.2	-	KMnO ₄ 消費量
2 価鉄(Fe ²⁺)	mg/L	<0.2	-	パックテスト
溶存鉄(Fe ²⁺ +Fe ³⁺)	mg/L	0.05	-	パックテスト

※1 採水日:2010 年 3 月 9 日

※2 “<”は定量限界未満

ピラールの原水の特性はコンセプションやアスンシオンの原水とほぼ同様の性質を有する。このことは ESSAP 本部(品質管理室)の過去の分析結果からも明らかとなっている。パラグアイ川の水質特性は、色度と濁度の変動が大きいことである。

【濁度】

6~8 月の冬季は平均 20NTU、最高 32NTU 程度であるが、夏季になると上昇し、1~2 月の平均が 60NTU、最高値は 87NTU を超えている。現地調査時の濁度は 25~30NTU であったが、その成分は時間経過によって自然に沈降するような懸濁物ではなく、コロイド状粒子からなっていた。

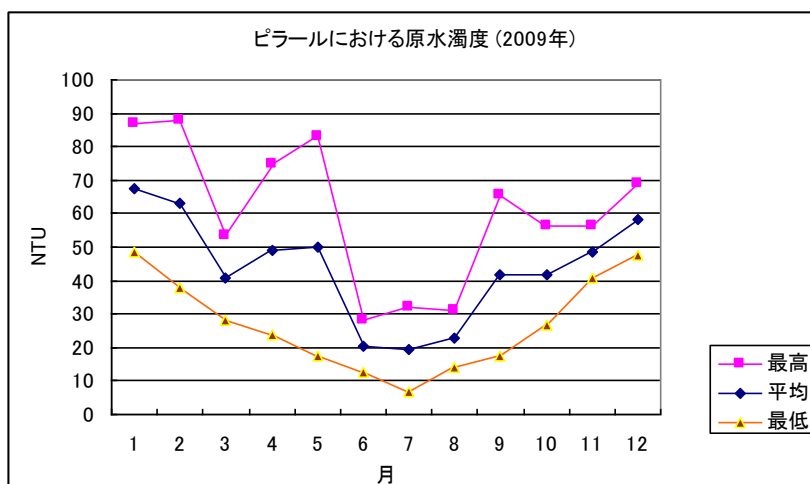


図 6.3.5 ピラールの原水濁度

【見掛け色度】

7～9月にかけて色度は低下しており、平均90度、最高120度程度であるが、夏季になると上昇し、12月には250度を超える値が記録されている。

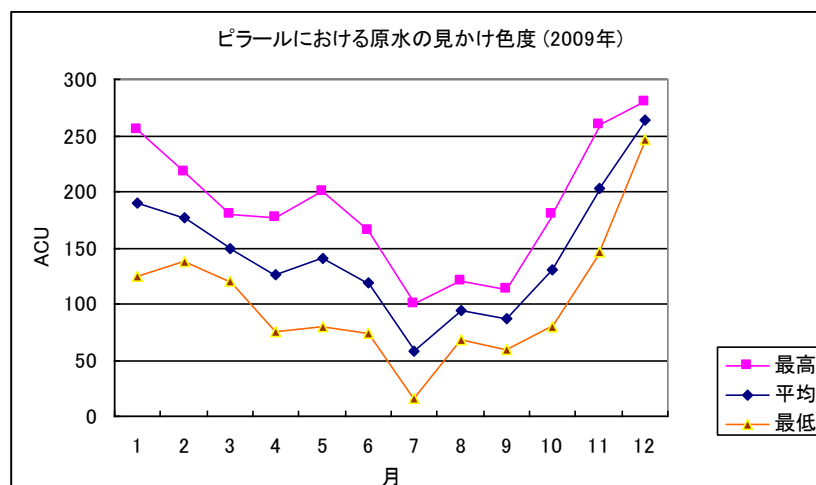


図 6.3.6 ピラールの原水色度

【その他】

パラグアイ川の原水中の鉄分は、水中の有機物と錯体を形成し、コロイド鉄として存在しているものと考えられる。コロイドとは、普通の分子やイオンより大きい粒子であり、直径1nm～1μmの範囲にある。パックテストによれば、イオン状態の溶存鉄濃度は低い値であった。

パラグアイ川の上流(ブラジル側)には金鉱山があるとのことであるが、それ以外で金属工場、めっき工場といった施設は確認されておらず、これまで重金属による汚染は報告されていない。

(2) 地質調査

両市の浄水場用地内において、浄水処理場建設予定地点で地質調査を行った。調査項目は以下のとおりである。

1) 標準貫入試験

ASTM D-1586 に基づく標準貫入試験及び試料採取。事前情報より、当該地域の地盤は良好と考えられたため、1本当たりの深度を10mとして各サイト2本ずつのボーリング(1サイト最大20m深度)を行った。

2) 室内土質試験

1m毎の深度で採取した土質サンプルに対して、以下の室内試験を実施した。

- a. 含水比 (w)
- b. 湿潤密度(γ)及び乾燥密度(γ_d)
- c. 比重(Gs)
- d. 液性限界(w_L) 塑性限界(w_P)
- e. 粒度分布

3) 室内土質試験

コンセプションでは、深度4m程度までは比較的軟かい粘性土が存在しており、シンウォールサンプリングにより乱さない試料の採取が可能であった。このため、当該試料については、三軸圧縮試験を実施した。採取深度はGL-2.5~3.0mである。

地質特性： 高塑性粘土(CH) 黄色がかった小さな砂粒子を含む。

試験結果： 内部摩擦角 $\phi = 8^\circ$ 粘着力 $C = 0.32 \text{ kg/cm}^2$

4) 地層の概要と地耐力の推定

① コンセプション

コンセプションでは、表層から4mまでは粘土質の地層が続くが、4m以深では砂質土やレキを含む砂層が出現している。深度5mから硬く締まった砂質土となり、N値は40を越えていることから、支持基盤として良好と判断される。深度8m以深は、風化して破碎された岩から構成されている。

深度4~5mにかけて砂質土層のN値は20~38を記録している。参考として、N値が25とした場合の内部摩擦角は以下のとおり推定される。

$$\phi = \sqrt{12 \times N + 15} = 17.32 + 15 = 32^\circ \text{ (Dunham 式)}$$

この内部摩擦角を基にして、テルツァギの式によって地盤の許容支持力を求めると以下のようになる。

$$q_a = 1/3 \times (\alpha c N_c + \gamma_1 D_f (N_q + 2) + \beta \gamma_2 B N_\gamma) = 1/3 \times (0 + 289.8 + 257.6) \\ = 182.5 \text{ kN/m}^2 = \underline{18.6 \text{ t/m}^2}$$

α 、 β (形状係数): 長方形 3m×6m の場合、 $\alpha=1.15$ 、 $\beta=0.45$

内部摩擦角 32° における支持力係数: $N_c=20.9$ 、 $N_\gamma=10.6$ 、 $N_q=14.1$)

c (土の粘着力): $c=0 \text{ kN/m}^2$ (砂質土)

B (基礎底面の幅): 3.0m

γ_1 (基礎底面より上の土の単位体積重量): 18 kN/m² (砂質土)

γ_2 (基礎底面より下の土の単位体積重量): 18 kN/m² (砂質土)

D_f (基礎の根入れ深さ): 1.0m

② ピラール

ピラールでは、表層から2mまでは粘土混じりの砂質層が続き、その後、3m程の粘土質の層を経て、5.5m以深で再び砂質層が形成されている。砂混じりの粘性土層は全体として凝固されており、その結果、N値も20～32という値が計測されている。

参考までに、N値20とした場合の粘性土層の許容支持力を以下に推定した。

$$q_a = 1/3 \times (\alpha c N_c + \gamma_1 D_f (N_q + 2) + \beta \gamma_2 B N_\gamma) = 1/3 \times (761.88 + 48 + 0) \\ = 269 \text{ kN/m}^2 = \underline{27.8 \text{ t/m}^2}$$

内部摩擦角 0° における支持力係数: $N_c=5.3$ 、 $N_\gamma=0$ 、 $N_q=1.0$)

c (土の粘着力): $c = qu/2 = 250/2 = 125 \text{ kN/m}^2$

qu (一軸圧縮強度): $12.5 \times N \text{ 値} = 12.5 \times 20 = 250 \text{ kN/m}^2$

γ_1 (基礎底面より上の土の単位体積重量): 16 kN/m² (粘性土)

γ_2 (基礎底面より下の土の単位体積重量): 16 kN/m² (粘性土)

浄水場の施設が満水状態の場合でも、最大荷重は 10t/m² を上回ることはないと考えられる。両市ともに地下 5m 以深でよく締まった砂質土層が分布し、十分な許容支持力が期待できるため、直接基礎による施工が可能であると判断できる。

地下水位はコンセプションで GL-4m、ピラールで GL-6m であるが、今回の構造物の建設では掘削深度は最大でも 4m 以内であるため、掘削作業に与える影響はほとんどないと考えられる。

表 6.3.3 コンセプション浄水場の地質概要

深度 (m)	含水比w (%)	液性限界W _L (%)	塑性限界W _P (%)	塑性指数I _p (%)	比重 (g/cm ³)	乾燥密度 (g/cm ³)	N値	土質分類 (ASTM D-2487)	試料の状態
地点No.1									
0.55-1.00	18.4	31.7	15.6	16.1	2.66	1.821	13	CL(低塑性粘土)	砂を含む粘土 灰色がかかった栗色
1.55-2.00	27.5	58.6	24.8	33.8	2.67	1.522	9	CH(高塑性粘土)	泥砂を含む粘土 灰色
2.55-3.00	24.6	72.4	22.7	49.7	2.69	1.722	5	CH(高塑性粘土)	同上
3.55-4.00	17.6	22.6	14.3	8.3	2.66	1.79	20	CL(低塑性粘土)	砂を含む粘土 灰色がかかった栗色
4.55-5.00	15.8	35.8	15.6	20.2	2.66	1.578	38	SC(粘土混じり砂)	礫混じりの細～中砂 灰色がかかった栗色
5.55-6.00	17.5	-	-	-	2.82	-	58	SP(粒度の悪い砂)	礫混じりの粗砂 灰色がかかった栗色
6.55-7.00	21.2	-	-	-	2.82	-	>50(レキ)	SP(粒度の悪い砂)	礫混じりの中～粗泥砂 灰色
7.55-8.00	19.5	-	-	-	2.84	-	>50(レキ)	SP(粒度の悪い砂)	礫混じりの中～粗泥砂 灰色
8.00-10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	風化・破砕した砂岩
地点No.2									
0.55-1.00	16.3	33.2	16.2	17	2.67	1.821	9	CL(低塑性粘土)	砂を含む粘土 灰色がかかった栗色
1.55-2.00	33.7	66.5	27.4	39.1	2.68	1.522	4	CH(高塑性粘土)	泥砂を含む粘土 灰色
2.55-3.00	21.2	72.4	22.7	49.7	2.7	1.722	5	CH(高塑性粘土)	泥砂を含む粘土 灰色
3.55-4.00	15.5	19.8	12	7.8	2.65	1.79	10	CL(低塑性粘土)	砂を含む粘土 栗色～灰色
4.55-5.00	13	37.8	14	23.8	2.66	1.578	28	SC(粘土混じり砂)	礫混じりの細～中砂 灰色がかかった栗色
5.55-6.00	16.4	-	-	-	2.87	-	44	SM(粒度の悪い砂)	礫混じりの粗い砂 灰色がかかった栗色
6.55-7.00	18	-	-	-	2.82	-	>50(レキ)	SM(シルト質砂)	礫混じりの中～粗泥砂 灰色
7.55-8.00	-	-	-	-	-	-	>50(レキ)	-	礫層
8.00-10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	風化・破砕した砂岩

表 6.3.4 ピラール浄水場の地質概要

深度 (m)	含水比w (%)	液性限界W _L (%)	塑性限界W _P (%)	塑性指数I _p (%)	比重 (g/cm ³)	乾燥密度 (g/cm ³)	N値	土質分類 (ASTM D-2487)	試料の状態
地点No.1									
0.55-1.00	12.8	22.6	11.8	10.8	2.5	1.833	4	SC(粘土混じり砂)	細粒の砂 灰～栗色の粘土混じり
1.55-2.00	12.4	22.7	12.8	9.9	2.7	2.045	25	SC(粘土混じり砂)	細粒の砂 灰～栗色の粘土混じり
2.55-3.00	14.5	36.8	13.5	23.3	2.63	1.952	20	CL(低塑性粘土)	砂を含む粘土 灰～栗色
3.55-4.00	14.2	39.2	13.5	25.7	2.64	1.844	33	CL(低塑性粘土)	砂を含む粘土 灰～栗色
4.55-5.00	16.8	48.7	16.6	32.1	2.71	1.832	57	CH(高塑性粘土)	砂を含む粘土 灰～栗色
5.55-6.00	17.3	21.2	15.3	5.9	2.66	1.635	34	SM(シルト質砂) -SC(粘土混じり砂)	細粒の砂、砂質の泥、灰色
6.55-7.00	20.4	37.4	16	21.4	2.67	1.755	45	CL(低塑性粘土)	砂を含む粘土 灰～栗色
7.55-8.00	18.6	-	-	-	2.64	-	27	SM(シルト質砂)	細粒の砂 黄～栗色の泥土を含む
8.00-9.00	24.4	-	-	-	2.68	-	30	SM(シルト質砂)	細粒の砂 黄～栗色の泥土を含む
9.00-10.00	20.6	-	-	-	2.66	-	43	SP(粒度の悪い砂) -SM(シルト質砂)	細粒の砂 黄～栗色の泥土を含む
地点No.2									
0.55-1.00	15.6	24	12.8	11.2	2.65	1.818	6	SC(粘土混じり砂)	細粒の砂 灰～栗色の粘土混じり
1.55-2.00	10	23.8	13.4	10.4	2.65	2.071	30	SC(粘土混じり砂)	細粒の砂 灰～栗色の粘土混じり
2.55-3.00	15.4	37.6	13.2	24.4	2.68	1.94	32	CL(低塑性粘土)	砂を含む粘土 灰～栗色
3.55-4.00	14.7	38.8	13.1	25.7	2.67	1.831	27	CL(低塑性粘土)	砂を含む粘土 灰～栗色
4.55-5.00	18	50.5	17.2	33.3	2.73	1.824	27	CH(高塑性粘土)	砂を含む粘土 灰～栗色
5.55-6.00	18.8	20.1	16	41	2.67	1.627	38	SM(シルト質砂) -SC(粘土混じり砂)	細粒の砂、砂質の泥、灰色
6.55-7.00	22.5	39	17.5	21.5	2.67	1.77	46	CL(低塑性粘土)	砂を含む粘土 灰～栗色
7.55-8.00	17.7	-	-	-	2.65	-	29	SM(シルト質砂)	細粒の砂 黄～栗色の泥土を含む
8.00-9.00	23	29.3	16.3	13	2.67	1.641	41	CL(低塑性粘土)	砂を含む粘土 灰～栗色
9.00-10.00	19.3	-	-	-	2.66	-	>50(レキ)	SP(粒度の悪い砂) -SM(シルト質砂)	細粒の砂 黄～栗色の泥土を含む

(3) 測量調査

以下の内容について現地再委託による測量調査を実施した。配水管ルートの路線測量については、調査開始時に ESSAP とその全体構想や道路条件を確認した上で、調査対象区間を選定した。

表 6.3.5 測量調査の内容

項目	内容	数量
地形測量	コンセプション市都市部	
	既存浄水場敷地	1 ha
	高架タンク周り(30m×30m)	1 箇所
	橋梁部周り(30m×30m)	2 箇所
地形測量	ピラール市都市部	
	既存浄水場敷地	1 ha
高架タンク周り(30m×30m)	1 箇所	
路線測量	コンセプション市都市部 配管ルート	20km
	ピラール市都市部 配管ルート	18km
	合計	38km

【地形測量】

両市ともパ国国土地理院に登録されている基準点(1 級)を現地確認したうえで、GPS のスタティック測量により仮ベンチマークを場内に設置した。スタティック精度 $p = \pm (5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm})$ 。

使用する機器は、トータルステーションとし、基準点及び地上の構造物等の原形物を図示し、以下の標高を測定した。

- ・既設構造物(取水塔、ろ過池、浄水池等)の天端高、基礎高
- ・取水地点の水位、着水井の水位、ろ過池の水位
- ・用地の地表面の形状は、等高線により表し、その標高間隔は 0.25m とする。

【路線測量】

トータルステーションを使用し、40m 間隔ならびにその他水平、鉛直方向の変化点に測点を設けて縦断路線図を作成した。

6-4 給水圧の分布状況

(1) コンセプション

市内の配管網 21 箇所において給水栓の水圧試験を実施し、この結果を図 12 に整理した。市内の大部分では必要水圧が確保されていたが、給水区域の北部と南部の一部で ESSAP が規定する最低水圧 (0.1MPa) が確保できていないことが確認された。この理由は、現在の配水網は口径 50mm の小口径管により構成され、通水能力が十分でないことに加え、枝状配管に伴う水圧の不均衡も要因と考えられる。こうした水圧の不均衡を改善するためには、高架タンクからの 1 次配水管をループ状に整備することが効果的と考えられる。

(2) ピラール

市内の配管網 20 箇所において給水栓の水圧試験を実施し、この結果を図 13 に整理した。給水区域の北側は浄水場からのポンプによる直接圧送の恩恵を受けているため、給水栓の水圧は十分確保されている。一方、給水区域の南部に行くに従って次第に水圧が減少し、末端では水圧が極めて低い。これは、配管が枝管(行き止まり)となっており、効率的に水が循環できるような配管網が形成されていないこと、分岐を制限した 1 次配水管が整備されていないことなどが要因と考えられる。

