

**エクアドル国
ワキージャス・アレニージャス両市
上水道整備計画
基本設計調査報告書**

**平成 17 年 11 月
(2005 年)**

**独立行政法人国際協力機構
無償資金協力部**

無償

JR

05-148

**エクアドル共和国
ワキージャス・アレニージャス両市
上水道整備計画
基本設計調査報告書**

**平成 17 年 11 月
(2005 年)**

**独立行政法人国際協力機構
無償資金協力部**

序 文

日本国政府は、エクアドル共和国政府の要請に基づき、同国のワキージャス・アレニージャス両市上水道整備計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、独立行政法人 国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 16 年 11 月 21 日から平成 17 年 1 月 14 日まで、平成 17 年 3 月 13 日から 3 月 24 日（一年次基本設計調査）まで、及び平成 17 年 6 月 20 日から 7 月 14 日（二年次基本設計調査）までの 3 回にわたり基本設計調査団を現地に派遣しました。調査団は、エクアドル政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 17 年 10 月 20 日から 10 月 29 日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 17 年 11 月

独立行政法人 国際協力機構
理事 小島 誠二

伝 達 状

今般、エクアドル共和国におけるワキージャス・アレニージャス両市上水道整備計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 16 年 11 月より平成 17 年 11 月までの 12.5 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、エクアドルの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 17 年 11 月

共同企業体

株式会社 協和コンサルタンツ

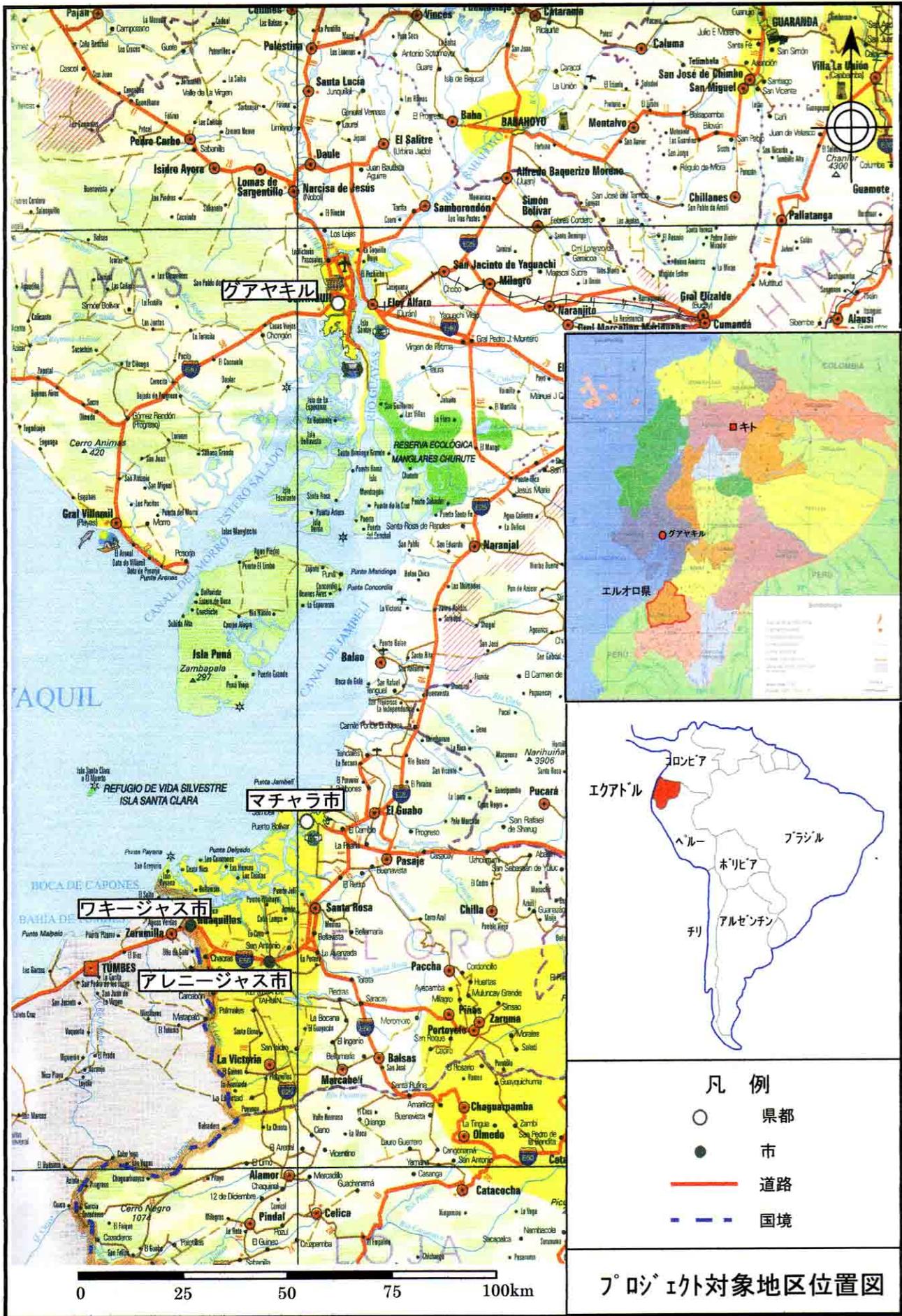
株式会社 日水コン

エクアドル国

ワキージャス・アレニージャス両市

上水道整備計画 基本設計調査団

業務主任 井 川 雅 幸

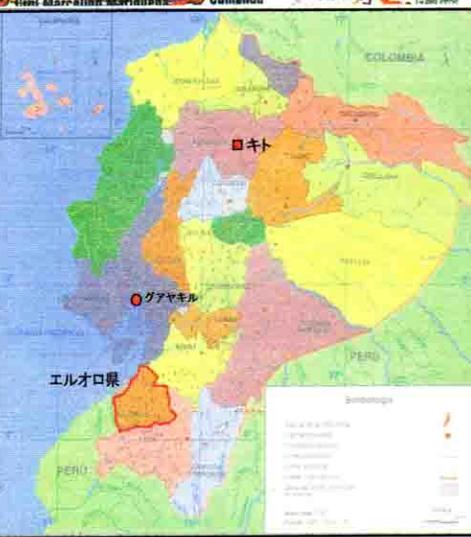


グアヤキル

マチャラ市

ワキージャス市

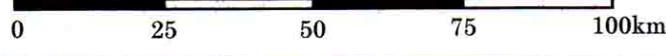
アレニージャス市



凡例

- 県都
- 市
- 道路
- - - 国境

プロジェクト対象地区位置図





完成予想図

ワキージャス・アレニージャス両市



Photo-1
タウインダム放流口～アレニージャス川
当初、ダム内部に存在する放水用管路から分岐して取水を予定する予定であった。



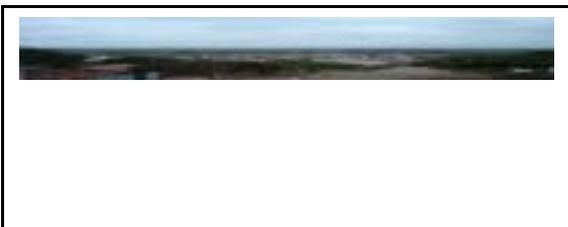
Photo-2
タウインダム内部の放流用管路



Photo-3
アレニージャス川下流の取水場
超音波流量計を用いた流量測定の様子。35ℓ/秒(100HP)と38ℓ/秒(150HP)の取水量を確認。



Photo-4
アレニージャス市既存取水ポンプ
125HPと100HPの2台が1日18時間稼働している。設置から20年以上が経っており、効率は大きく低下している。



プロジェクト対象地域写真

ワキージャス・アレニージャス両市



Photo-7
アレニージャス市既存浄水場
ブロック形成池(右)及び沈殿池(左)



Photo-8
アレニージャス市既存浄水場
緩速ろ過池は1960年に建設されて老朽化が進んでいる。また、アレニージャス川の濁度上昇には対応できない。



Photo-9
アレニージャス市既存浄水場全景



Photo-10
アレニージャス市既存浄水場
塩素滅菌装置(塩化ナトリウムの電気分解による)



Photo-11
タウインダムから新規浄水場の導水管ルート(ダム方向)
要請時に導水管布設予定であった地域。



Photo-12
タウインダムから新規浄水場の導水管ルート(浄水場方面)
要請時に導水管布設予定であった地域。

ワキージャス・アレニージャス両市



Photo-13
新規浄水場建設予定地
アレニージャス市既存浄水場より望む。



Photo-14
新規浄水場からワキージャス市への配水管ルート
ペルー:ピラウ市へ結ばれるパンアメリカン道路への施設となる。



Photo-15
導水管ルート パンアメリカン道路への合流点
ここより道路沿いをワキージャス市へ導水する計画となる。



Photo-16
パンアメリカン道路の状況
一部道路を横断する箇所を除いて、未舗装地帯に埋設を予定する。



ワキージャス・アレニージャス両市



Photo-19
ワキージャス市既存井戸(PH2)
深度100m 揚水量は約8ℓ/秒。水質分析の結果、微量の鉛が検出された。



Photo-20
ワキージャス市既存井戸(PH3)
深度100m 推定揚水量は約10ℓ/秒。水質分析の結果、微量の鉛が検出された。



Photo-21
ワキージャス市内の各家庭用貯水槽(1)
1~2日/週の給水事情に対応するため、1~2m程度の貯水槽が各戸に設置されている。多くの場合、中庭に地上式の貯水槽やポリタンクを利用している。



Photo-22
ワキージャス市内の各家庭用貯水槽(2)
同じくワキージャス市で貯水槽の例。この地区では給水圧力がほとんどないため、小さなブースターポンプを用いて貯水槽に引き込んでいる。



Photo-23
ワキージャス市内の配水池建設要請された地点
土質調査時の様子
ワキージャス用の配水池は新規浄水場に併設する計画となった。

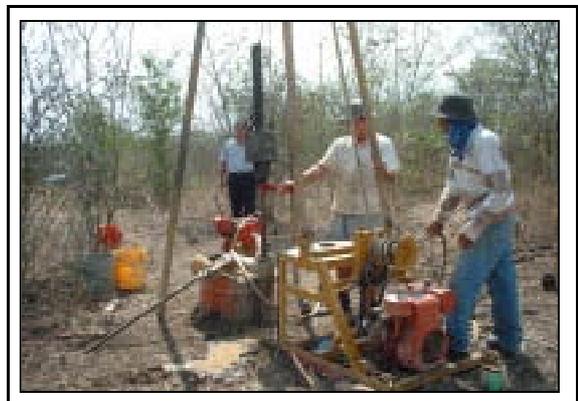


Photo-24
アレニージャス市新規浄水場予定地
土質調査の様子

要約

要 約

エクアドル共和国(以降「エ」国とする)は、南米大陸北西部の赤道直下に位置し、北はコロンビア、南・東をペルーと国境を接し、西は太平洋に面した面積約 27 万 km²、人口約 1,320 万人(2004 年)の国である。本計画の対象地区であるエル・オロ県のワキージャス市(人口:44,700 人 2004 年)、アレニージャス市(人口:15,200 人 2004 年)の両市は「エ」国の南部、ペルー国との国境沿いに位置する。両市の地勢はワキージャス市が太平洋に面した起伏の少ない平原地帯であり、アレニージャス市は丘陵地である。両市を含む国境周辺地域は半世紀にわたるペルー・エクアドル間の国境紛争の影響を受け、インフラ整備が遅れている地域である。

「エ」国での当該セクターの状況は「国家開発計画(2001 年から 2005 年)」のもとに上水道施設整備に取り組んではいるものの、衛生的な水の供給率は全国平均で都市部で 65%、地方部では 43%と周辺国に較べて低い水準にある。地方自治体の水道事業は行政の地方分権化に伴い、これまで中央省庁の主導で実施されていたものが地方自治体主導で実施できるように変更されたが、行政移管後間もないこと、水道技術員の不足と技術レベル問題、並びに国の経済状況の悪化などにより上水道施設の整備は計画通り進捗していないのが現状である。

ワキージャス、アレニージャス両市の水道事業は現在、市役所が管轄しているが、両市ともに時間給水が実施され、特にワキージャス市は週に 1 日の給水で水道事情は極めて悪い状況下にある。ワキージャス市の給水現況は水源を深井戸とし、井戸からポンプにより直接配水管に供給されるシステムで水源水量は安定せず、送配水管の老朽化や整備が遅れていることから給水制限が実施されている。また、市街地の拡大に配水管の整備が追いつかず、適切な給水圧も確保されていない。更に流量計の設置がほとんどなく、正確な水量が把握されておらず、漏水率は 75%程度と推定される。

隣接するアレニージャス市の給水現況は 1960 年に取水施設、浄水場、配水池などの給水施設が建設され、1984 年には人口の増加に伴い、取水施設の改修、浄水場と配水池が増設され、55 ㍓/秒の水供給が可能な施設を有するが、施設の老朽化と不明水量が多く、市内全域で 1 日 6 時間程度の給水制限が実施されている。なお、市周辺地域と配水池より高い地域の住民へは給水車より 3 日に 1 度給水が行われている。また、水質においても施設の運転、管理が悪いために適正な水質の確保ができていない。

このような状況の下、両市は「二国間平和開発基金」(2000 年)の資金援助を受け、独自に計画目標年次を 2025 年とする「アレニージャス・ワキージャス両市上水道整備計画」を策定した。同計画ではワキージャス・アレニージャス両市の上水道施設を 1 つの給水システムとして建設することを提案している。計画内容は既存の水源および浄水施設は利用せず、新しくタウインダムから取水し、浄水場(供給量:350㍓/秒)、導送水管、配水池、配水管を整備するもので、運転コストの軽減を図るために重力による自然流下での供給を前提条件としている。同計画は国家開発計画と地域インフラ整備計画の中で優先順位の高いものであるが、「エ」国の財源不足と事業規模が大きいことにより実施に移されておらず、今般、我が国に対し、無償資金協力として要請してきたものである。

日本国政府は「エ」国政府の要請に基づき、同国のワキージャス・アレニージャス両市の上水道整備計画にかかる基本設計調査を行うことを決定した。これを受けて独立行政法人国際協力機構(JICA)はその

必要性・妥当性の確認、不足する情報の収集に加え、上水道整備計画の要請内容が裨益人口に対してかなりの規模の支援となるため、施設の規模縮小の可能性を確認するため、2004年5月予備調査団を派遣した。

表 - 1 ワキージャス・アレニージャス両市の要請内容と予備調査団案

No.	項目	要請内容	予備調査団案
1	目標年次	2025年	2007年
2	タウインダム取水施設	350ℓ/秒	100ℓ/秒
3	タウインダムー浄水場間導水管	L=10,785m、 DIP φ 700mm	L=10,785m、 DIP φ 450mm
4	浄水場	処理水量:350ℓ/秒	処理水量:100ℓ/秒
5	浄水場ーアレニージャス間送水管	L=3,177m、 PVC φ 450mm	L=3,177m、 PVC φ 300
6	浄水場ーワキージャス間送水管	L=23,177m、 PVC φ 450mm	L=23,177m、 PVC φ 450mm
7	アレニージャス貯水タンク	1基 2,000m ³	1基 800m ³
8	アレニージャス配水管網 φ 63~351mm	L=4,800m	L=4,800m
9	ワキージャス貯水タンク 500 m ³	4基	4基
10	ワキージャス配水管網 φ 63~351mm	L=27,600m	L=27,600m

JICAは予備調査団の調査結果を受けて、2004年11月21日から2005年1月7日まで基本設計調査団を派遣し、同調査団は両市と協議を行うとともに、現場調査、関連資料の収集などを実施した。調査の結果、浄水場予定地点の標高に誤差のあることが判明し、アレニージャス市への給水には送水ポンプを新たに設置する必要性が生じた。また水質調査の結果、計画水源であるタウインダムの水質が悪化傾向にあり、既存の取水工の水質が良好で安定していることから、水源を当初計画どおりのダムにするか、河川より取水(代替案)するか2案について計画案を策定した。

2005年3月、先方政府に両案の施設内容、建設費、運転維持管理費についての比較検討結果を説明した。先方政府は検討の結果、河川水を水源とする代替案の実施を要請し、2005年6月20日から7月14日まで第2年次基本設計調査を行うこととなった。2年次の基本設計調査は下記の要請内容に基づき調査を実施するとともに、浄水場の建設位置とワキージャス市用の配水池の構造と建設位置についても検討を加えた。

表-2 代替案による要請内容

No.	項目	数量
1	河川取水施設(取水量110/秒)	1式
2	取水場ー浄水場間導水管 DIP φ 450mm	約800m
3	浄水場(処理水量100ℓ/秒)	1式
4	浄水場ーアレニージャス間送水管 PYC Φ 200	1,200m
5	浄水場ーワキージャス間送水管 DIP Φ 450	22,200m
6	アレニージャス貯水タンク 800 m ³	1基
7	ワキージャス貯水タンク 500 m ³	4基
8	ワキージャス配水管網 φ 63~350mm	20,000m

帰国後、無償資金協力にて実施する場合の適切な事業規模と計画内容につき検討を行い、基本設計調査概要書を作成した。JICAは2005年10月20日から10月29日までの期間、基本設計概要説明団を「エ」国に派遣し、先方政府関係者に概要書を説明するとともに、計画内容について協議を行った。その結果は本報告書に取り纏めたとおりである。

本プロジェクトの計画内容は新規水源となるアレニージャス川に取水施設の建設を行い、取水施設からの導水管の敷設、浄水場の建設、配水池の建設及び浄水場から配水池までの送水管の敷設と一部の基幹配水管の整備を行うものである。

計画内容は以下のとおり。

表 - 3 計画の内容

要請項目	要請内容	要請内容	本計画内容
水源	ダム取水工 (110ℓ/s)	アレニージャス川より原水を取水 (110ℓ/s)	アレニージャス川より原水を取水 (110ℓ/s)
取水施設	取水口と接続のみ	ポンプ場改修 70kwポンプ 3 台	ポンプ場改修 45kwポンプ5台(新規 3 台、 既存 2 台)
導水施設	ダム取水地点から新規浄水場間の導水管 径 450mmDIP、10,785m	河川取水場から浄水場 径 450mm、DIP、800m	河川取水場から浄水場 径 300mm、DIP、270m
送水施設	浄水場～アレニージャス配水池 径 300mm、PVC、3,177m	浄水場～アレニージャス配水池 径 200mm、PVC、1,200m	浄水場～アレニージャス配水池 径 250mm、PVC、1,180m
	浄水場～ワキージャス配水池 径 350mm、PVC、23,177m	浄水場～ワキージャス配水池 径 450mm、PVC、22,200m	濾過槽との接続管のみ
浄水場	エアレーション施設凝集処理、沈澱池、急速ろ過池、浄水池	凝集処理、沈澱池、急速ろ過池、浄水池	凝集処理、沈澱池、急速ろ過池、
配水池	<アレニージャス配水池> 2000m ³ タンク1基	800m ³ タンク1基	500m ³ タンク1基
	<ワキージャス配水池> 高架タンク 500m ³ 4基	高架タンク 500m ³ 4基	浄水場に隣接して、浄水池兼配水池の建設 1,800m ³ タンク 2 基
配水本管	<アレニージャス市> 径 63～350mm、4,800m	「エ」国側が実施	「エ」国側が実施
	<ワキージャス市> 63mm～350mm、27,600m	径 63～350mm、20,000m	径 500mm、DIP、23,810m 径 350mm、DIP、140m 径 250mm、PVC、930m

これにより両市には衛生的な水が 24 時間安定供給されることとなり、生活環境が改善されることとなる。従って、協力事業としては取水施設、浄水場、配水池の建設と送配水管の敷設を行うものである。

計画の実施において日本国実施分と「エ」国実施分は下記のとおり。

表 - 4 両国の実施区分

	日本国側協力実施分	エクアドル国側実施分
取水施設	<p>ポンプ棟の改修、改善：基礎、側壁の補強、屋根の改修</p> <p>ポンプ据付け :新規 45kw×3 台(1 台予備)、既存 2 台 制御盤</p> <p>ポンプ周り配管：サクシオン(フードバルブ付)、場内配管、デリバリ</p> <p>既存ポンプ：既存ポンプの取り替え、制御盤の取り替え</p>	<p>電源の手配：新規ポンプ用のトランス、制御盤までの1次電源の引き込み</p> <p>電源の手配：取り替え用の電源の手配</p> <p>井戸の整備：水質及び揚水量に問題のある井戸の整備(6井を4井に削減)</p>
導送水施設	<p>導水管敷設：取水施設から浄水場まで 径 300mm、DIP、敷設距離 300m</p> <p>送水管：浄水場からアレニージャス配水池まで 径 250mm、PVC、敷設距離 1,200m</p>	<p>導水管の整備：既存管路での分岐の撤廃、管路点検(アレニージャス)</p> <p>導水管の整備：老朽化したアスベスト管の取り替え(ワキージャス)</p>
浄水施設	<p>浄水場の建設：急速ろ過方式による浄水処理施設の建設。凝集処理施設、沈澱池、ろ過池など</p> <p>管理棟の建設：事務所、水質実験室など</p> <p>付属施設の建設：薬品等保管庫、注入室など</p> <p>場内配管</p> <p>既存施設の機材整備：凝集剤攪拌機、塩素注入器</p>	<p>場内整備(既存)：薬品等保管庫、注入室など</p>
配水施設	<p>配水池建設：アレニージャス用 500m³ の タンク1池建設</p> <p>配水池建設：浄水場内に浄水池を兼ねて 1,800m³タンク2池建設</p>	
配水管施設	<p>配水本管:配水池からワキージャス市減圧槽までの径 500mm、DIP、19,800m</p> <p>配水管敷設：ワキージャス市内全域に配水できるように既存1次配水管に接続するため配水管(径 250 から 500mm、DIP 又は PVC)を 5,020m敷設する。</p>	<p>ワキージャス市配管網整備：市内の配管網の整備。老朽管の取り替え、管径の整合、メータ類の取り付けなど。</p> <p>アレニージャス市配管網整備：市内配管網の整備。老朽管、アスベスト管の取り替え、管径の整合、メータ類の取り付け。</p>

本計画は国債案件として実施され、1年次はコンサルタントの実施設計、2年次以降3年間で建設工事を行う。本計画実施に係る概算事業費は20.45億円(日本側負担20.23億円、「エ」国側負担0.22億円)である。

本計画を実施することによる効果は以下のとおり。

(1) 給水量の増加と安定供給

新規に給水施設が建設されることにより、ワキージャス市44,700人、アレニージャス市15,200人に対する浄水供給量が日量8,640m³増加し、衛生的な水が24時間安定供給されることになる。また配水池の建設によって規定の給水圧が確保され、市内全域への供給が可能となる。

(2) 水質改善

新規浄水場の建設と旧浄水場の改善及び塩素滅菌装置が設置されることにより、水質が改善され衛生的な水道水(残留塩素0.1mg/l以上)が供給されることにより、生活環境が改善される。

(3) 経済的効果

飲用可能な水が供給されることにより、現在市民の多くが購入しているミネラルウォーターの必要性が少なくなり家計を助けることとなる。またワキージャス市においては給水圧が確保されることにより各家庭で使用している送水ポンプが不必要となり、電力費の削減につながる。

(4) 衛生面での効果

衛生的な水が供給されることにより、既存の水道水に起因する皮膚炎、下痢などの疾病率が軽減される。また、水質汚染の一因であった地下水槽等が不必要となり衛生面が改善される。

本計画は、前述のように多くの効果が期待されると同時に、広く住民のBHNの向上に寄与するものであることから、本プロジェクトが実施されることの意義は大きいと判断される。なお、本計画により建設される施設を有効利用し、継続して効率的に水道事業を運営するためには次の事項に留意する必要がある。

① 上水道公社の組織・制度の確立

2005年4月に総裁人事が決定し、職員、技術員の選抜が両市役所を中心に行われているが、新旧施設の運転維持管理、新規料金の設定、徴収方法等問題が山積している。経営的に早急の独立は難しく、両市の協力が継続して必要である。特に両市の市長は公社の理事でもあり、県や中央政府と連携を図り、財政面、経営面での支援、協力を行う必要がある。また、公社は早期に独立経営が可能になるように組織・制度を確立する必要がある。

② 確実な予算措置

公社は組織の運営費(人件費、一般経費など)、上水道事業に必要な事業費、薬品費や電気代等

の維持管理費についての予算措置は当面市からの援助を必要とするが、市関係者との協議で毎年度計画どおりに確実に予算措置が履行されることを要請、確認することが必要である。また、料金徴収業務の移管等に積極的に取り組み、公社が早期に独立運営されることが必要である。

③ 適切な施設の運転管理

本計画において建設される施設は、既存施設と併用されるため、新旧施設の運転を効率的に行う必要がある。特に既存施設は老朽化しており、運転コストの軽減を図るためにも効率的な運転を実施しなければならない。まず、相互の施設の運転状況(水量、水質、水位等)を日常的に記録し、それらに応じた適切な運転管理を行うことが重要となる。

④ 水質の均一化

アレニージャス市への新規施設からの水は既存の配水池に送水され、既存施設で処理された水と混ざり合い、水質は均一化され問題はない。ワキージャス市は井戸の水と浄水場の水は別ルートで配水されるため、配水区域間で水質の違いが出る。従って、市内の配管整備の際に井戸からの直接配水管に送水する方法を止めて、一旦集水井に貯水後、新規配水管と接続して水質の均一化を図る。また集水井を設けることで井戸からの揚水量は増加するとともに安定するメリットがでてくる。

⑤ 水道料金収入の確保

本計画実施後の運営・維持管理において、配水量が増加すること、及び料金体制の改定、裨益住民の満足度向上等により水道料金の増収が期待される。さらに、顧客調査による登録者の増加、不法接続者の取り締まり、故障している給水メーター修理等、水道料金増収のための活動が確実に実践されることが肝要である。

⑥ 有効水量の増加

既存施設の老朽化に伴い無効水量が増大しているものと推定される。流量計の取り付けがないため正確な数値が把握されていないが、生産量と供給量の差は大きい。本計画の実施にあわせて、両市は中央政府の援助により、配管網の整備を実施する計画であるが、流量計などの取り付け、古い AC 管の更新等を実施し、漏水量の削減に努め、有効水量の増加を図るべきである。

基本設計調査報告書

目 次

序文

伝達状

対象地区位置図 / 完成予想図 / 写真

要約

目次

図表リスト / 略語一覧

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1-1 当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1 現状と課題	1-1
1-1-2 開発計画	1-1
1-1-3 社会経済状況	1-2
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概況	1-2
1-3 我が国の援助動向	1-4
1-4 他ドナーの援助動向	1-4
第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1 組織・人員	2-1
2-1-1-1 ワキージャス市役所の組織・人員	2-1
2-1-1-2 アレニージャス市役所の組織・人員	2-1
2-1-1-3 地方水道公社 (EMRAPAH) の組織・人員	2-2
2-1-1-4 水道事業の運営維持管理状況	2-3
2-1-2 財政・予算	2-5
2-1-3 技術水準	2-8
2-1-4 既存の施設・機材	2-9
2-2 プロジェクト・サイト及び周辺状況	2-12
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-12
2-2-2 自然条件	2-12
2-2-3 ワキージャス・アレニ-ジャス両市の上水道の現況	2-14
2-2-4 対象地区の社会経済状況	2-23
2-2-5 その他	2-23
第 3 章 プロジェクトの内容	3-1
3-1 プロジェクトの概要	3-1

3-1-1	上位目標とプロジェクト目標	3-1
3-1-2	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の基本設計	3-10
3-2-1	設計方針	3-10
3-2-1-1	基本方針	3-10
3-2-1-2	自然条件に対する設計方針	3-15
3-2-1-3	社会・経済条件に対する設計方針	3-15
3-2-1-4	運営・維持管理に対する設計方針	3-16
3-2-1-5	施設のグレードに対する設計方針	3-16
3-2-1-6	工期の関する設計方針	3-16
3-2-2	基本計画	3-17
3-2-2-1	施設計画	3-17
3-2-3	基本設計図	3-24
3-2-4	施工計画/調達計画	3-31
3-2-4-1	施工方針/調達方針	3-31
3-2-4-2	施工上/調達上の留意事項	3-41
3-2-4-3	施工区分/調達・据付け区分	3-42
3-2-4-4	施工監理計画	3-43
3-2-4-5	品質管理計画	3-45
3-2-4-6	資機材調達計画	3-45
3-2-4-7	実施行程	3-45
3-3	相手国側分担事項の概要	3-46
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-47
3-4-1	運営・維持管理体制	3-47
3-4-2	運営・維持管理の方法	3-48
3-5	プロジェクトの概算事業費	3-49
3-5-1	協力対象事業の概算事業費	3-49
3-5-2	運営・維持管理費	3-50
第4章	プロジェクトの妥当性の検証	4-1
4-1	プロジェクトの効果	4-1
4-2	課題・提言	4-2
4-3	プロジェクトの妥当性	4-3
4-4	結論	4-3

【資料】

1. 調査団員・氏名	A-1
2. 調査日程	A-2
3. 面会者リスト	A-4
4. 討議議事録（M/D）	A-6
5. 事業事前評価表（基本設計時）	A-71
6. 参考資料／入手資料リスト.....	A-74
7. 参考資料	A-78
7.1 ワキージャス・アレニージャス両市の社会状況.....	A-78
7.2 ワキージャス・アレニージャス両市役所の体制.....	A-80
7.3 ワキージャス・アレニージャス両市の住民意識と市役所の対応.....	A-82
7.4 ワキージャス・アレニージャス両市の水利用実態について.....	A-83
7.5 水質分析結果.....	A-88
7.6 地方水道公社について.....	A-94
7.7 浄水場予定地地質調査結果.....	A-95

[表一覧]

表 1-1-1	エクアドル国の経済状況概要（2003年）	1-2
表 1-1-2	ワキージャス・アレニージャス両市の要請内容と予備調査団案	1-3
表 1-1-3	代替案による要請内容	1-4
表 2-1-1	ワキージャス市の暫定水道料金体系	2-3
表 2-1-2	ワキージャス市の新料金体系	2-3
表 2-1-3	アレニージャス市の水道料金体系	2-4
表 2-1-4	ワキージャス市役所財政状況推移表	2-7
表 2-1-5	アレニージャス市役所財政状況推移表	2-8
表 2-1-6	ワキージャス市の水源状況	2-9
表 2-1-7	既存施設の問題点の整理	2-11
表 2-2-1	ワキージャス市井戸の稼動状況	2-15
表 2-2-2	ワキージャス市の各地区の状況	2-16
表 2-2-3	配水区ごとの配水状況	2-21
表 3-1-1	一年次基本設計調査時のプロジェクトの基本構想	3-2
表 3-1-2	導送水管施設概要	3-3
表 3-1-3	浄水処理における薬品の注入率	3-4
表 3-1-4	浄水場の主な施設の概要	3-5
表 3-1-5	取水位置の検討	3-7
表 3-1-6	最終的なプロジェクトの基本構想	3-9
表 3-2-1	浄水場用地の選定	3-11
表 3-2-2	配水池位置の検討	3-12
表 3-2-3	ワキージャス・アレニージャス両市における水需要の推計	3-13
表 3-2-4	給水原単位（「エ」国基準）	3-14
表 3-2-5	ワキージャス・アレニージャス両市における水需要予測と計画給水量	3-14
表 3-2-6	ワキージャス・アレニージャス両市における生産計画	3-15
表 3-2-7	要請内容と本計画の概要	3-17
表 3-2-8	導送水管施設概要	3-21
表 3-2-9	主な浄水施設の概要	3-23
表 3-2-10	本プロジェクトの施設概要	3-32
表 3-2-11	建設工事実施区分	3-43
表 3-2-12	資機材調達先リスト	3-45
表 3-5-1	日本側負担事業費	3-49
表 3-5-2	「エ」国側負担事項に係る費用予測	3-50
表 4-1-1	プロジェクト実施による効果と現状改善の程度	4-1

[図一覧]

図 2-1-1	ワキージャス市の組織	2-1
---------	------------	-----

図 2-1-2	アレニージャス市の組織-----	2-2
図 2-1-3	地方水道公社の新組織-----	2-2
図 2-2-1	エル・オロ県の地質-----	2-14
図 2-2-2	ワキージャス市（人口約 44,700 人）の給水システム-----	2-15
図 2-2-3	ワキージャス市の給水区分と給水日-----	2-17
図 2-2-4	ワキージャス市の給水圧の調査結果-----	2-18
図 2-2-5	アレニージャス市の給水システム-----	2-19
図 2-2-6	既存浄水場の施設概要図-----	2-20
図 2-2-7	アレニージャス市の給水圧の調査結果-----	2-22
図 3-1-1	プロジェクト概要-----	3-2
図 3-1-2	浄水処理フロー-----	3-4
図 3-1-3	取水位置の給水施設の概要-----	3-8
図 3-2-1	浄水場予定地と給水施設概要-----	3-10
図 3-2-2	ワキージャス・アレニージャス両市上水道整備計画施設配置図-----	3-18
図 3-2-3	施設計画全体の概念図-----	3-19
図 3-2-4	取水ポンプ概要図-----	3-20
図 3-2-5	アレニージャス市浄水場の用地案-----	3-22
図 3-2-6	浄水処理フロー-----	3-22
図 3-2-7	浄水施設概要図-----	3-23
図 3-2-8	取水施設構造図-----	3-25
図 3-2-9	導水管基本図-----	3-26
図 3-2-10	浄水場基本図-----	3-27
図 3-2-10(2)	浄水場水位高低図-----	3-28
図 3-2-11	送水管基本図-----	3-29
図 3-2-12	配水池基本図-----	3-30
図 3-2-13	プロジェクト実施体制-----	3-31
図 3-2-14	実施工程案-----	3-46

[略語一覧]

AC	アスベストセメント管(Asbesto Cemento Pipe)
CARE	ケアインターナショナル(国際ケア機構)
DCIP	ダクタイル鋳鉄管(Ductile Cast Iron Pipe)
EMRAPAH	アレニージャス・ワキージャス地方水道公社 (Empresa Municipal Regional de Agua Potable de Arenillas y Huaquillas)
ISO	国際標準化機構 (International Organization for Standardization)
JIS	日本工業規格 (Japanese Industrial Standard)
PVC	塩化ビニール管(Polyvinyl Chloride Pipe)

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯

第1章プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現況と課題

エクアドル共和国(以降「エ」国とする)は、南米大陸北西部の赤道直下に位置し、北はコロンビア、南・東をペルーと国境を接し、西は太平洋に面した面積約 27 万 km²、人口約 1,320 万人(2004 年)の国である。本計画の対象地区であるエル・オロ県のワキージャス(人口:44,700 人 2004 年)、アレニージャス(人口:15,200 人 2004 年)の両市はエクアドル国の南部、ペルー国との国境沿いに位置する。両市の地勢はワキージャス市が太平洋に面した起伏の少ない平原地帯にあり、アレニージャス市は丘陵地にある。両市を含む国境周辺地域は半世紀にわたるペルー・エクアドル間の国境紛争の影響を受け、インフラ整備が遅れている地域である。

「エ」国での当該セクターの状況は「国家開発計画(2001 年～2005 年)」のもとに上水道施設の整備に取り組んでいるものの、衛生的な水の供給率は全国平均で都市部で 65%、地方部では 43%と周辺国に較べても低い水準にある。地方自治体の水道事業は行政の地方分権化に伴い、これまで中央省庁の主導で実施されていた計画の策定、実施計画、施工管理などが地方自治体の主導で実施されるように変更されたが、行政移管後間もないこと、水道技術員の不足と技術レベル問題、並びに国の経済状況の悪化などにより、給水施設の整備は計画通り進捗していないのが現状である。

ワキージャス、アレニージャス両市の水道事業は現在、市役所が管轄しているが、両市ともに時間給水が実施されている。特にワキージャス市は週に 1 日の給水で水道事情は極めて悪い状況下にある。ワキージャス市の給水状況は深井戸を水源とし、井戸からポンプにより直接配水管に供給されるシステムで水源水量が安定せず、送配水管の老朽化や整備が遅れていることから給水制限が実施されている。また、市街地の拡大に合わせて、計画的な整備が行われていないため、市内全域に配水できる配管網ではなく、適切な給水圧も確保されていない。更に流量計の設置はほとんどなく、正確な数値は把握できていないが、送・配水管での漏水率は 75%程度と想定される。

隣接するアレニージャス市の給水状況は 1960 年に取水工、浄水場、配水池などの給水施設が建設され、1984 年には人口の増加に伴い、取水口の改修、浄水場と配水池が増設され、現在 55 ㍓/秒の水供給の施設能力を有するが、施設の老朽化と漏水率が高く、市内全域で 1 日 6 時間程度の給水制限が実施されている。市周辺地域と配水池より高い地域住民への給水は 3 日に一度給水車によって行われている。また、水質でも施設の運転、管理が悪いために適正な水質の確保が出来ておらず水量、水質ともに問題を抱えている。

1-1-2 開発計画

「エ」国は「国家開発計画(2001 年から 2005 年)」を策定し、上水道施設の普及・整備を最重要課題として位置付け取り組んでいる。特に「小規模自治体都市部の衛生状況改善計画」を優先的に推し進めている。ワキージャス、アレニージャス両市はエル・オロ県に位置する小規模自治体であり、ペルー国と

の半世紀にわたる国境紛争のためにインフラの整備が遅れていること等から、優先整備地域に指定されている。1998年のペルーとの和平合意締結を機に、中央政府はこうした状況を打開するため、2000年に「平和開発基金」による資金援助を行い、両市は独自に目標年次を2025年とする上水道施設建設計画「アレニージャス・ワキージャス両市の地方上水システム再設計」を策定している。

同計画はワキージャス・アレニージャス両市の上水道施設を1つの給水システムとして建設することを提案し、既存の水源、浄水施設などは利用せず、新規にタウインダムから取水し、浄水場(供給量:350ℓ/秒)、導送水管、配水池、配水管など給水施設一式を建設するものである。両市はこの整備計画案の実現のため中央政府及び外国、国際機関に技術協力及び資金援助の要請を行っているが、事業規模が大きく実現せずに現在に至っている。

1-1-3 社会経済状況

「エ」国の2004年の人口は約1,320万人で、人口の分布は約6割が都市、残りの4割が地方に居住している。「エ」国は伝統的に農業国であり、農業従事者は就業人口の三分の一を超えるが、農地は国土面積の1割にも満たない。都市近郊の農村は野菜、果物などの都市への供給と輸出産品を生産することで比較的豊かであるが、一方、その他の地域、特に山岳地の農村は先住民が多く、生産高は低く自給自足の状況で貧しい。このことは当国の大きな社会的問題(貧富の差の拡大と先住民の保護対策)となっている。主な農産物は、山岳地方では伝統的にトウモロコシ、ジャガイモ、麦等の国内消費用の作物が栽培されており、海岸地方では自然条件に恵まれて、バナナ、カカオ、コーヒー、米等の輸出用作物が栽培されている。

「エ」国の2003年の名目GDPは268.44億US\$、一人当たりのGDPは2,139US\$であり、産業別GDPは農業10.0%、鉱工業40.2%、サービス業49.8%となっている。近年海岸地区でのエビの養殖が盛んで、貴重な輸出財源となっている。

表 1-1-1 エクアドル国の経済状況概要(2003年)

主要産業	農業(バナナ、コーヒー)、石油、水産業(エビ)
名目GDP(一人当たりGDP)	268.44億ドル(2,139ドル)
経済成長率	2.3%(2000年)、5.1%(2001年)、3.4%(2002年)
物価上昇率	22.4%(2001年)、9.4%(2002年)、6.1%(2003年)
失業率	10.9%(2001年)、9.2%(2002年)、9.3%(2003年)
総貿易額	輸出:60.0億ドル(FOB)、輸入:61.0億ドル(CIF)
主要貿易品	輸出:石油、バナナ、エビ、コーヒー 輸入:車輛部品、フィルム等
主要貿易国	輸出:アメリカ、ペルー、コロンビア、イタリア 輸入:アメリカ、コロンビア、ブラジル、日本

出典:エクアドル中央銀行報告他

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概況

両市の上水道の現状は、ワキージャス市は給水システム、送配水管の未整備や老朽化に伴い給

水制限が実施されており、アレニージャス市も老朽化した給水施設のため漏水が多く給水制限が実施され、適正な水質も確保されていない。

このような状況のもと、両市は上述したように既存の水源および浄水施設は利用せず、タウインダムから取水し、浄水場、導送水管、配水池、配水管を整備する計画を策定した。既存施設、特に取水施設は運転管理費が高むため放棄し、運転コストの軽減を図るために重力による自然流下での送水、供給を前提条件としている。しかし同計画は、「エ」国の財源不足のため実施に移されておらず、今般、我が国に対し、無償資金協力として要請してきたものである。

上記の要請に対し、我が国は必要性・妥当性の確認、不足する情報の収集に加え、「ワキージャス・アレニージャス両市上水道整備計画」の要請内容が裨益人口に対し、かなりの規模の支援となるため、施設の規模縮小の可能性を確認するため、2004年5月から予備調査団を派遣した。その結果、両市から要請のあった給水施設建設計画の規模は、無償資金協力としての適正な規模内とし、通常の水道計画と異なり2007年を目標年次とする必要最低限の施設規模で、既存施設を並行利用する計画が予備調査団から提案された(表 1-1-.2 参照)。

表 1-1-2 ワキージャス・アレニージャス両市の要請内容と予備調査団案

No.	項 目	要請内容	予備調査団案
1	目標年次	2025年	2007年
2	タウインダム取水施設	3500ℓ/秒	1000ℓ/秒
3	タウインダムー浄水場間導水管	L=10,785m、 DIP φ 700mm	L=10,785m、 DIP φ 450mm
4	浄水場	処理水量:3500ℓ/秒	処理水量:1000ℓ/秒
5	浄水場ーアレニージャス間送水管	L=3,177m、 PVC φ 700mm	L=3,177m、 PVC φ 300mm
6	浄水場ーワキージャス間送水管	L=23,177m、 PVC φ 450mm	L=23,177m、 PVC φ 450mm
7	アレニージャス貯水タンク	2000m ³ 1基	2000m ³ 1基
8	アレニージャス配水管網 φ 63~351mm	L=4,800m	L=4,800m
9	ワキージャス貯水タンク 500 m ³	500m ³ 高架 4基	500m ³ 高架 4基
10	ワキージャス配水管網 φ 63~351mm	L=27,600m	L=27,600m

予備調査の結果を受けて、一年次基本設計調査を実施したところ、浄水場予定地点の標高が15m程度低いことが判明し、アレニージャス市内給水のため追加的に送水ポンプを設置する必要性が生じるなど、調査の前提そのものが崩れてしまい、計画の大幅な見直しが必要となった。さらに水源であるタウインダムの水質が悪化している一方で、既存の取水工の水質が良好であることから、水源を当初計画のダムにするか、河川より取水(代替案)するかを検討を行い、2005年3月、先方政府に両案についての説明を行った。先方政府は県の技術員、外務省国際協力庁、両市の市長と技術員などが検討を行った結果、代替案での実施を要請し、追加調査を行う事となった。

2 年次の基本設計調査は下記の要請内容に基づき調査を実施した。尚代替案では河川取水に伴う浄水場の建設位置の変更とワキージャス市用の配水池の構造と建設位置についても検討した。

表 1-1-3 代替案による要請内容

No.	項 目	数量
1	河川取水施設（取水量110/秒）	1式
2	取水場－浄水場間導水管 DIP φ 450mm	約800m
3	浄水場（処理水量1001/秒）	1式
4	浄水場－アレニージャス間送水管 PYCΦ 2 00	1, 200m
5	浄水場－ワキージャス間送水管 DIPΦ 4 50	22, 200m
6	アレニージャス貯水タンク 800m ³	1基
7	ワキージャス貯水タンク 500m ³	4基
8	ワキージャス配水管網 φ 63～350mm	20, 000m

1-3 我が国の援助動向

我が国が「エ」国に対して実施してきた関連案件に関する援助動向は下記の通りである。

無償資金協力案件：「キト市南部上水道施設整備計画（95～97年度、18.26億円）」

「ピチンチャ州地下水開発計画（97～98年度、9.55億円）」

「ロハ州地下水開発計画（00～02年度、13.24億円）」

「アスアイ州地下水開発計画（03年度、6.4億円）」

「チンボラソ州地下水開発計画（03年度、7.94億円）」

「イバラ市上水道整備計画(05年度、6.81億円)」

1-4 他ドナーの援助動向

(1) ドナーの援助動向

- ・イタリア(COOPY)がワキージャス市にて井戸 pH-2 の建設(総額 25, 000 ドル)
 - ・USAID・CARE による農村部の衛生環境整備事業の実施（2 農村部のトイレ建設、衛生指導など 総額 95, 161 ドル）
 - ・CARE による河川洪水対策計画(アグアスベルデ川の洪水対策)
 - ・USAID がアレニージャス浄水場の拡張と農村部における給水施設建設事業の実施
 - ・USAID・CARE による農村部 2 教区の給水施設改善(総額 52, 641 ドル)
 - ・NGO による井戸もとの塩素注入装置
- などがある。

(2) 他ドナーとの協調・連携の可能性

本計画の実施においては、他ドナーとの協調・連携の可能性は低いと思われる。ただしプロジェクト（目標年 2025 年）の完成には施設の拡張が必要であり、その規模は自己資金のみでの拡張整備は難しいと思われることから、将来においては資金面で他ドナーへの協力要請が必要になるとと思われる。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

プロジェクトの実施機関はワキージャス・アレニージャス両市地方水道公社(Empresa Regional de Agua Potable de Arenillas y Huaquillas:EMRAPAH、以後水道公社とする)であるが、現在上下水道事業を行っているのはワキージャス、アレニージャス両市であることから、両市並びに水道公社の組織・人員等の実施体制について記述する。

2-1-1 組織・人員

2-1-1-1 ワキージャス市役所の組織・人員

市の行政を司る市議会は議員7名で構成され任期4年で、2年ごとに半数が交代することになっている(2005年1月に4議員が交替し、2007年には3議員が交代する)。市長の任期は4年である。職員構成は、総務部13名、監査部3名、市警察19名、都市計画部10名、教育文化部14名、財務部31名、衛生環境部37名、公共事業部33名、基礎サービス部(上下水道課のみ)23名など、合計180名となっている。

当市の水道事業は基礎サービス部上下水道課が担当し、既存施設の運転・維持管理業務を行っているが上・下水道に区別されていない。課長は大卒資格を持つ技師が担当している。

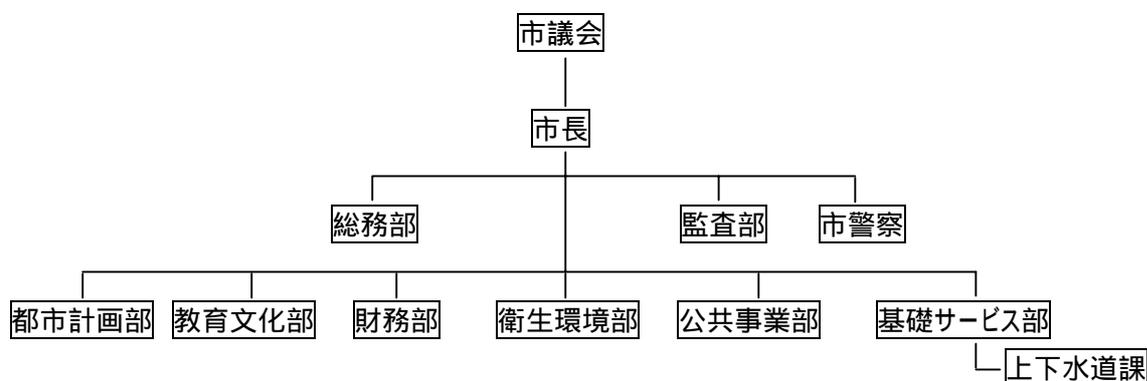


図 2-1-1 ワキージャス市の組織

2-1-1-2 アレニージャス市役所の組織・人員

市議会の構成、機能はアレニージャス市と同様である。市長の任期は4年で2005年1月に新市長(CFP:人民勢力集中党)に交代した。新市長のもと、本計画が進捗するが、ワキージャス市長、エル・オロ州の知事も同政党であり、緊密な連携が図れるものと思われる。因みに旧市長はPSCキリスト教社会党であった。

職員構成は公共サービス部11名、財務部15名、公共事業部30名(うち上下水道課19名)、企画部5名、事務部9名、監査部3名、市警察25名で、市役所の総職員は市長を含めて99名である。その内現場職員の55名、事務職員も43名が正職員として勤務している。現場職員の約34%が契約職員であるが、事務職員は殆どが正職員である。因みに関係部局は公共事業部の上下水道

課である。当市役所の特徴として、職員採用を当市居住者や出身者に限定しているため、募集ポストに必要な資格要件を満たす者の採用が困難なことから、経験年数を資格要件としている。人事評価はしておらず、昇給や給与の決定は恣意的に行われている。また、市開発計画に関しては、長期開発計画は策定されているが、企画部があるにも拘わらず年間事業計画は策定されておらず、公共事業の実施はその時々々の必要性和予算に応じて市長と議会により決定されてる。既存施設の運転維持管理は上下水道課で実施しており、当市も職員は上水道、下水道ともに担当している。

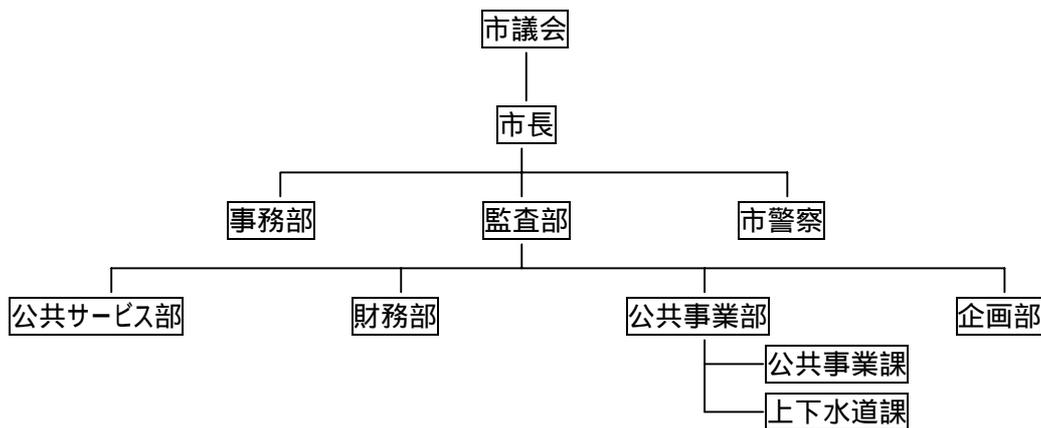


図 2-1-2 アレニージャス市の組織

2-1-1-3 地方水道公社 (EMRAPAH) の組織・人員

2005年4月1日、両市長及び市議会議員、エル・オロ県開発公社 (CODELORO) 代表によって、理事会の設立・組織に係る会議が開かれ、アレニージャス・ワキージャス地方水道公社 (EMRAPAH) の理事長にアレニージャス市長が選任され、総裁にハイメケサダ技師が選任された。現在、両市から上水道施設など資産の移譲と移譲された上水施設などの資産勘定の評価を行うとともに、組織作りを行っている (図 2-1-3 組織図参照)。

公社が2006年よりプロジェクトの担当機関となり、施設完成後の運営・維持管理にあたる。公社の技術員は両市の上下水道課を中心に構成されるが、経験のある技術者を必要とすることから近隣の自治体を含め広く公募して集める予定である。

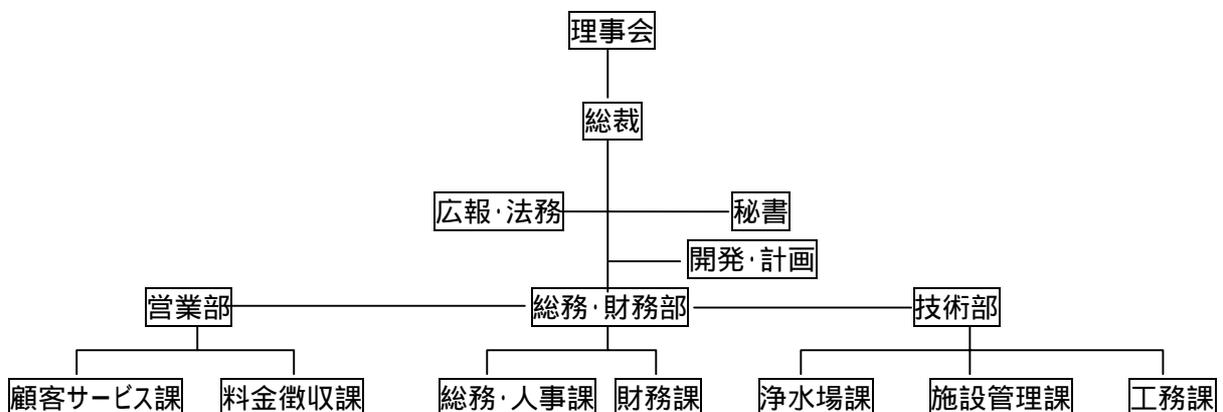


図 2-1-3 地方水道公社の新組織

2-1-1-4 水道事業の運営維持管理状況

(1) ワキージャス市基礎サービス部の運営維持管理状況

ワキージャス市は基礎サービス部が上下水道事業を担当しており、基礎サービス部が上下水道課の役割をしている。職員数 23 名で、本部勤務は課長（大卒技師）秘書、事務員、運転手など 4 名である。現場職員は 12 名で構成されている。契約職員は事務 2 名と現場 5 名の計 7 名である。概ね上水道関係者 10 名、下水道関係者 13 名である。本市もアレニージャス市と同様の職務規定を定めているが、更に 2001 年 1 月 9 日に上水道サービス規則を市条例として制定している。住民アンケートの結果として市全体平均で、週 56 時間の給水時間、一世帯当たり約 130ℓ/日の利用量、飲用に適さないとする利用者約 85%、水量不足とする利用者約 40%、水質不足とする利用者 50%以上などとなっており、水道料金支払率は約 40%である。

両市とも職員の大半は技能職であり知識や技術がないために年度計画策定、計画的な漏水対策や無収水削減対策などを行うことができない現状にある。また、水量計の設置や修理及び料金徴収や未払利用者に対する督促などの顧客管理を行う担当者も設置されておらず、給水のための電気代が市財政に負担となっているものの、運営維持管理を効果的に行う料金徴収体制が整備されていない。

1) 水道料金の設定

ワキージャスの水道料金体系（月毎）は以下の通りである。2001 年 1 月制定の市上水道サービス市条例によると現在適用されている下記の料金体系はメータが設置されるまでの暫定的なものとされている。

表 2-1-1 ワキージャス市の暫定水道料金体系

種別	基本料金	基本水量	下水道料金	管理料	合計
住宅	US\$2.00	24 m ³	US\$0.50	US\$0.40	US\$US\$2.90
住宅—商業	US\$4.00	18 m ³	US\$1.00	US\$0.40	US\$5.40
商業	US\$8.00	18 m ³	US\$2.00	US\$0.40	US\$10.40
都市郊外	US\$1.00	18 m ³	US\$0.25	US\$0.40	US\$1.65
洗車業者（3 社）	US\$20.00	—	US\$5.00	US\$0.40	US\$25.40

メータが設置された利用者は下記の新水道料金を支払うと上記市条例で決められているが、現時点では適用されていない。

表 2-1-2 ワキージャス市の新料金体系

種別	基本使用量（m ³ ）	基本料金（US\$/月）	従量料金（m ³ ）
住宅	0～18 m ³	US\$1.58	—
	19～50 m ³	—	US\$1.176
	51 m ³ ～	商業料金を適用する	
商業	0～18 m ³	US\$4.74	—
	19～100 m ³	—	US\$0.176
工業	0～20 m ³	US\$7.02	—
	21～150 m ³	—	US\$0.263
公共	学校、軍隊などは無料、その他は住宅の 50%の料金とする。		

新料金体系では水量計が設置された一般利用者が 25 m³/月利用する場合、水道料金は US\$9.82 となる。

2) 料金徴収について

- ① 利用者数は 7,683 件である。水道料金の種別には工業部門は設定されていない。
- ② メータは機能しておらず使用量に係わず一律に基本料金が適用されている。
- ③ 水料金未納の場合の止水など罰則は特になされていない。請求書の送付や督促は行われておらず、利用者が自主的に市役所の納付窓口に来庁して支払いを済ませる。
- ④ 市の料金徴収率は 50%以下と推測される。(2004 年 10 月現在の利用者登録数 7,683 件と 2003 年度徴収額 US\$83,912 から分類別料金体系や人口増加率など考慮すると、利用者平均支払額は US\$0.96/月となる。本来分類別料金が納付されたときの平均額 US\$2.65 の 36%となっていてるところから当市の料金納付率は概ね 40%前後と推測される

(2) アレニージャス市上下水道課の運営維持管理状況

上下水道課職員総数は 19 名で上水道係長及び下水道係長と事務職員など本部職員 4 名の他 13 名は現場職員で構成されている。契約職員が 2 名雇用されている。概ね上水道関係職員 6 名、下水道関係職員 13 名である。維持管理状況を果たすべき職務と現実のギャップとの比較で見ると、年間計画は策定されていない、水量計は全世帯設置されていないだけでなく修理がなされていない、適切な料金設定がなされていない、料金の徴収努力がなされていない、漏水の実態を具体的に把握できていないなどが現実の運営維持管理状況となっている。

住民アンケートの結果として、住民に対して市全体の平均で週 46 時間の給水時間、平均 5 人家族の世帯に対して 133ℓ/日の利用量、飲用に適さないとする利用者 80%以上、水量不足とする利用者 50%以上、水質不良とする利用者 88%などとなっており、水道料金支払率は約 20%である。

1) 水道料金の設定

アレニージャス市水道料金体系（月額）は次表のとおりである。

表 2-1-3 アレニージャス市の水道料金体系

種別	料金	基本水量	水道料金	下水道料金	管理料他	支払料金
一般家庭	US\$0.02/m ³	25m ³	US\$0.5	US\$0.25	US\$1.8	US\$2.55
商業	US\$0.03/m ³	25m ³	US\$0.75	US\$0.38	US\$1.8	US\$2.93
工業	US\$0.04/m ³	1,800m ³	US\$72	US\$36	US\$1.8	US\$109.80
公共機関	US\$0.01/m ³	100m ³	US\$1	US\$0.5	US\$1.8	US\$3.30

2) 水道料金徴収について

- ① 種別毎の従量制料金体系となっているが、メーターが機能していない為に基本水量にて料金が算出されている。下水道未整備地区では下水道料金が 0 となる。
- ② 工業と公共機関の基本水量は会社の規模による。水道口径による差はない。
- ③ 料金未払いの場合、請求や督促もなされず、止水など罰則制度はない。

- ④ 料金支払は各利用者が市役所支払窓口に自主的に来庁して納付する。
- ⑤ サンホセ地区のように水不足地区においては、市の給水車が無料で各家庭に給水を行っている。
- ⑥ 市の料金徴収率：11%程度、アレニージャス市の2004年1月の本来収められるべき水道料金 US\$2,047.43 を利用者数 2,831 で割ると1利用者当たり水道料金（下水料金他を除外して計算する）は US\$0.724 であり、市の年間水道料金収入は概ね US\$24,569 の予算編成が行われるべきである。（水道料金と併せて徴収される下水道料金等を合わせた所謂水道料金は US\$2.8 である。）2003年度は歳入予算として US\$25,000 の料金収入を計上したものの入金が少ない US\$15,000 に減額修正したが、実際入金になったのは19%の US\$4,859 となった。そこで市は2004年度の予算を US\$12,000 に設定したが、2004年10月現在納付金額は US\$2,710 となっている。本来納付されるべき入金額から見て現時点の納付率は、11%である。11～12月はクリスマスの時期なので例年納付する利用者は減ることから、2004年度の納付率は昨年を大幅に下回る数字になると予測される。

(3) 効率的な運営・維持管理体制を創るための環境整備

両市の上水道に関する住民意識や給水事情および市行政運営の両市の違いなどそれぞれ異なる環境にある両市が互いの利害を調整して一つの公社を設立し経営を行うには、相当の調整力のある支援機関が必要である。支援機関としてはエル・オロ県庁、エル・オロ県開発公社、キト水道公社、マチャラ市水道会社の投資運営会社オリオルサ、連帯基金、アンデス協会などが考えられるが、政治力・資金力・技術指導力など全ての要件を同時に保有する支援機関は存在しないところから、上位の行政機関であるエル・オロ県が中心となり、効果的な運営維持管理を支援する体制の整備が必要と思われる。

2-1-2 財政・予算

2004年度実績の歳入面に関して、中央政府からの交付金等、補助金の割合がワキージャス市で63%、アレニージャス市で88%であり、大きく国の財政に依存していることが窺える。予算の伸びはワキージャス市においては2003年度で停滞したものの、その後12%、24%と拡大しており、公共事業投資金も20%、45%と拡大している。アレニージャス市においては2003、2004年と予算も公共事業等資金も減少したが、2005年では大幅な伸びを示している。これは新市長の中央政府への積極的な交渉の結果とされるが、今後、両市の予算のは国家経済の成長に伴い伸びていくものと考えられる。

また、支出総額のうち、公共工事総額はワキージャス市、アレニージャス市においてそれぞれ65%、51%となっている。2002年～2004年において、両市の公共工事総額は毎年度ほぼ一定であるが、上下水道部門のみの工事費額を見ると年度毎に大きい差異が有る。これは、公共事業が長期、中期計画で策定されたものではなく、年毎に緊急度や優先度に基づき、市長、理事会に裁量権が与えられているためと思われる。水道事業担当者のお話では、市長をはじめ理事は日本からの援助による水道事業は重要性が高いことを理解しており、予算措置上問題は無いとしている。

2004 年度実績値の水道料金収入は、アレニージャス市 3,665US\$及びワキージャス市 100,639US\$で合計料金収入 104,304US\$となっており、有収率ではそれぞれ 15%、41%程度である。有収率が低い理由は、「不払いへの罰則が存在しないこと」、「水質や水量に不満が多いこと」、「市の歳入における水道料金の割合が小さく、料金徴収のための熱心な活動が行われてこなかったこと」などが考えられる。こうしたことから新公社に水道事業の運営が移管されても、当面、両市は資金的な支援を行う必要がある。新公社が運営維持管理を効果的に行うことができる状態にするためには、適切に機能する水量計を設置した上で、料金徴収率を如何にして 100%（又は、無収水率を 0）に近づける仕組みを構築するかが重要となる。無収水率が向上しなければ新公社の収入も増加しないことから、メータ設置や配水網対策・漏水対策など無収水率を改善するための施策が実施され、運営維持管理に十分な収益を計上できるようになるまでは、両市は新公社に対して資金的な支援が不可欠となる。資金的な支援が必要となる期間と金額は、料金徴収率の向上、無収水対策の進捗状況によるところから、事前に十分な資金や予算を確保しておくことが前提条件となる。

予算確保に関しては、県予算 US\$1.5 百万ドル、連帯基金 US\$2 百万ドル、アンデス協会 US\$2.5 百万ドルの予算確保を「エ」国側が確約している事、各市長が上水道整備を重点事業としている事などから、公社が無収水対策を実施し、安定的な収入確保を維持できる体制を構築できるまでの「エ」国側の資金的支援は十分可能と思われる。両市は公社運用と上水道施設整備の資金として、上記 6 百万ドルの受皿口座としてマチャラ銀行に両市による特別口座を開設する予定で準備を進めている。

表 2-1-4 ワキージャス市役所財政状況推移表

(単位:ドル)

	2002年度		2003年度		2004年度		2005年度(予算)	
歳入内訳								
經常収入	670,720.45	21%	834,734.11	28%	1,033,377.03	33%	1,248,054.64	30%
税金他	139,975.65	4%	106,374.52	4%	118,733.50	4%	151,882.35	4%
料金	95,863.27	3%	224,044.32	7%	422,905.34	13%	326,900.00	8%
財サービス販売	115,561.25	4%	137,502.51	5%	136,418.44	4%	125,025.00	3%
その他生産物の販売	16,767.91	1%	16,937.16	1%	0.00	0%	0.00	0%
水道料金収入	83,349.38	3%	108,899.88	4%	100,639.06	3%	93,500.00	2%
下水道料金収入	275.00	0%	233.90	0%	13,945.00	0%	12,025.00	0%
その他技術サービス	15,168.96	0%	11,431.57	0%	21,834.38	1%	19,500.00	0%
投資収入及び罰金	12,092.70	0%	13,145.08	0%	30,634.34	1%	25,820.00	1%
經常移転	272,869.53	9%	318,573.65	11%	274,419.77	9%	344,809.49	8%
中央政府	228,061.98	7%	245,073.65	8%	-	-	-	-
公共部門からの出資	44,807.55	1%	73,500.00	2%	-	-	-	-
その他収入	34,358.05	1%	35,094.03	1%	50,265.64	2%	273,617.80	7%
資本収入	2,517,574.68	79%	2,193,690.78	72%	2,140,897.95	67%	2,885,701.30	69%
投資資金回収	1,430,000.00	45%	306,925.66	10%	407,468.03	13%	529,000.00	13%
資本移転	1,087,574.68	34%	1,886,765.12	62%	1,713,533.73	54%	2,337,701.30	56%
中央政府	1,040,769.81	33%	1,826,797.50	60%	-	-	-	-
特別基金勘定	46,804.87	1%	59,967.62	2%	-	-	-	-
その他	0.00	0%	0.00	0%	19,896.19	1%	19,000.00	0%
資金収入	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	60,343.84	1%
公共資金	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	-	-
内部資金(預金残高)	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	-	-
歳入合計	3,188,295.13	100%	3,028,424.89	100%	3,174,274.98	100%	4,194,099.78	100%
歳出内訳								
一般管理部門	241,178.70	8%	299,917.06	10%	354,871.05	10%	263,870.62	6%
財務部門	127,809.37	4%	176,554.00	6%	222,763.24	7%	220,826.41	5%
市警察部門	55,264.55	2%	68,931.25	2%	81,555.36	2%	75,914.13	2%
教育文化部門	69,223.24	2%	86,581.09	3%	92,661.98	3%	52,747.17	1%
都市農村計画部門	34,345.89	1%	53,867.72	2%	63,117.49	2%	56,256.09	1%
衛生環境部門	156,786.49	5%	207,078.44	7%	175,319.99	5%	185,274.62	4%
上下水道部門	971,165.17	30%	217,124.91	7%	632,744.05	19%	772,910.14	18%
人件費	68,390.44	2%	74,938.14	2%	81,753.40	2%	41,435.62	1%
業務経費	57,736.30	2%	68,049.91	2%	41,909.26	1%	23,775.00	1%
電気代	16,557.58	1%	13,359.62	0%	-	-	-	-
資機材費	19,036.62	1%	28,778.88	1%	-	-	-	-
機械車両リース代	6,247.33	0%	600.00	0%	-	-	-	-
燃料、衣服他	12,569.43	0%	19,519.95	1%	-	-	-	-
その他経費	3,325.34	0%	5,791.46	0%	-	-	-	-
公共投資	819,416.66	26%	69,318.26	2%	507,067.19	15%	705,390.00	17%
上水道整備事業	44,559.00	1%	28,628.11	1%	-	-	-	-
下水道整備事業	774,857.66	24%	40,690.15	1%	-	-	-	-
資本経費(機械車両他)	25,621.77	1%	4,818.60	0%	2,014.20	0%	2,309.52	0%
その他公共サービス部門	1,372,833.97	43%	1,695,789.04	56%	1,550,207.66	46%	1,934,290.58	46%
その他経費	94,585.61	3%	163,006.34	5%	216,495.73	6%	632,010.02	15%
繰越	65,102.14	2%	59,575.04	2%	0.00	0%	0.00	0%
歳出合計	3,188,295.13	100%	3,028,424.89	100%	3,389,736.55	100%	4,194,099.78	100%
歳出総括表								
	2002年度予算		2003年度予算		2004年度予算		2004年度予算	
	実績値		実績値		実績値		予算値	
人件費	658,303.98	21%	772,216.19	25%	950,774.53	28%	685,846.82	16%
公共事業費	1,976,835.47	62%	1,437,564.68	47%	1,720,886.95	51%	2,490,323.17	59%
債務返済/売掛金	45,377.92	1%	61,550.62	2%	80,940.38	2%	278,154.64	7%
その他経費	507,777.76	16%	757,093.40	25%	637,134.69	19%	739,775.15	18%
合計	3,188,295.13	100%	3,028,424.89	100%	3,389,736.55	100%	4,194,099.78	100%

表 2-1-5 アレニージャス市役所財政状況推移表

(単位:ドル)

	2002年度		2003年度		2004年度		2005年度(予算)	
歳入内訳								
経常収入	500,416.86	25%	626,203.56	33%	562,497.60	39%	674,092.40	25%
税金他	91,780.65	5%	58,002.78	3%	38,803.95	3%	48,120.00	2%
料金	53,996.29	3%	86,456.93	5%	28,629.34	2%	153,848.06	6%
財サービス販売	45,162.54	2%	28,306.42	1%	27,052.95	2%	18,550.00	1%
その他生産物の販売	323.36	0%	30.25	0%	90.60	0%	50.00	0%
水道料金収入	22,955.10	1%	4,858.82	0%	3,665.22	0%	17,000.00	1%
下水道料金収入	4,788.25	0%	1,766.89	0%	1,120.47	0%	1,500.00	0%
その他技術サービス	17,095.83	1%	21,650.46	1%	22,176.66	2%	0.00	0%
投資収入及び罰金	16,679.45	1%	5,688.18	0%	3,979.57	0%	9,280.00	0%
経常移転	292,797.03	15%	447,749.25	24%	464,031.79	32%	444,294.34	17%
中央政府	230,715.70	12%	374,004.10	20%	410,341.14	28%	431,500.00	16%
公共部門からの出資	55,932.46	3%	66,082.93	3%	53,690.65	4%	12,194.34	0%
特別基金	6,149.77	0%	7,662.22	0%	0.00	0%	600.00	0%
その他収入	3,353.24	0%	6,530.72	0%	10,673.13	1%	500.00	0%
資本収入	1,266,153.67	63%	1,014,173.52	54%	809,881.36	56%	1,744,168.80	65%
不動産売却収入	7,778.78	0%	6,166.82	0%	6,680.34	0%	10,000.00	0%
投資資金回収	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%
資本移転	1,258,374.89	63%	1,008,006.70	53%	803,201.02	56%	1,734,168.80	64%
中央政府	408,374.89	20%	1,008,006.70	53%	664,451.02	46%	1,734,168.80	64%
特別基金勘定	850,000.00	42%	0.00	0%	138,750.00	10%	0.00	0%
資金収入	230,961.31	12%	243,559.09	13%	63,274.50	4%	270,771.20	10%
公共資金(売掛金)	3,214.50	0%	86,004.34	5%	0.00	0%	257,640.25	10%
内部資金(預金残高)	227,746.81	11%	157,554.75	8%	63,274.50	4%	13,130.95	0%
歳入合計	2,000,885.08	100%	1,890,466.89	100%	1,446,326.59	100%	2,689,532.40	100%
歳出内訳								
一般管理部門	168,772.83	8%	165,739.09	9%	194,675.59	14%	217,545.54	8%
財務部門	94,338.19	5%	114,739.50	6%	120,444.95	8%	135,502.10	5%
市警察部門	20,366.68	1%	23,346.51	1%	25,715.48	2%	24,161.90	1%
教育文化部門	17,063.03	1%	37,066.60	2%	23,169.71	2%	80,020.63	3%
都市農村計画部門	281,599.88	14%	25,151.88	1%	0.00	0%	35,452.54	1%
衛生環境部門	79,379.33	4%	64,871.92	3%	91,107.65	6%	109,825.67	4%
上下水道部門	137,801.37	7%	411,689.41	22%	160,877.56	11%	222,169.91	8%
人件費	32,456.16	2%	68,767.14	4%	66,337.27	5%	102,489.91	4%
業務経費	59,711.93	3%	153,156.16	8%	85,802.46	6%	59,680.00	2%
電気代	56,230.90	3%	150,691.86	8%	-	-	42,500.00	2%
資機材費	225.00	0%	363.10	0%	-	-	14,800.00	1%
機械車両リース代	0.00	0%	0.00	0%	-	-	120.00	0%
燃料、衣服他	2,717.14	0%	1,624.55	0%	-	-	2,100.00	0%
その他費用	538.89	0%	476.65	0%	-	-	160.00	0%
公共事業	45,633.28	2%	187,315.11	10%	0.00	0%	10,000.00	0%
上水整備事業	28,496.25	1%	20,253.87	1%	0.00	0%	0.00	0%
下水整備事業	17,137.03	1%	167,061.24	9%	0.00	0%	0.00	0%
投資費用(薬品)	0.00	0%	2,451.00	0%	8,737.83	1%	50,000.00	2%
環境管理部門	0.00	0%	12,966.43	1%	0.00	0%	0.00	0%
その他公共サービス部門	0.00	0%	167,945.01	9%	249,012.96	18%	187,129.62	7%
公共事業	985,869.75	49%	397,078.47	21%	471,923.79	33%	1,377,777.49	51%
資本経費	0.00	0%	28,045.80	1%	64,551.44	5%	70,000.00	3%
その他経費	95,177.44	5%	220,734.74	12%	16,431.65	1%	229,990.00	9%
繰越	120,516.58	6%	221,091.53	12%	0.00	0%	0.00	0%
歳出合計	2,000,885.08	100%	1,890,466.89	100%	1,417,910.78	100%	2,689,575.40	100%
歳出総括表								
	2002年度予算		2003年度予算		2004年度予算		2004年度予算	
	実績値		実績値		実績値		予算値	
人件費	409,508.14	20%	542,541.15	29%	572,022.84	40%	678,473.57	25%
公共事業	1,031,503.03	52%	584,393.58	31%	471,923.79	33%	1,387,777.49	52%
債務返済/売掛金	93,980.66	5%	207,398.48	11%	0.00	0%	193,190.00	7%
その他経費	465,893.25	23%	556,133.68	29%	373,964.15	26%	430,134.34	16%
合計	2,000,885.08	100%	1,890,466.89	100%	1,417,910.78	100%	2,689,575.40	100%

2-1-3 技術水準

両市ともに市役所内の水道課が給水サービスを行っているが、技術員の数は不足しており既存施設の管理者は主に運転の操作のみで技術者は少ない。新公社は両市の水道課の職員を中心に構成するとしているが、既存施設の維持・管理状況より推測したところ技術レベルは低い。

本計画は新規の上水施設建設の基本計画として、既存施設を並行利用する設定である。新規施設の運転維持管理の技術移転を行うとともに、既存施設についてもその必要性があり、新旧の両施設を効果的に運転するための技術指導も必要と考えられる。

2-1-4 既存の施設・機材

2-1-4-1 既存の施設

(1) ワキージャス市の既存施設

当市の既存給水システムは水源として地下水が利用され、井戸は市外の南東部からパンアメリカン道路とほぼ平行に6井が約500mの間隔で建設されている。井戸の水中ポンプにて揚水された地下水は送水管から直接配水管に送水され、各家庭へ供給されている。従って既存施設は井戸、送水管、市内の配管網だけである。これに各個人の家庭用設備として、貯水タンク(1~2m³)とモータポンプがある。各既存施設の稼動状況は以下のとおり。

1) 井戸

水源である地下水の賦存状況は第三紀鮮新世~更新世の沖積堆積層を主な帯水層(砂、シルト、砂礫等から構成)とし、賦存量は多いものと考えられる。井戸は6井とも24時間/日の連続運転を行っている。

各井戸の建設仕様は以下のとおり。

表 2-1-6 ワキージャス市の水源状況

	PH-1	PH-2	PH-3	PH-4	PH-6	PH-7
建設年	2001	2001	2001	2001	2002	2004
掘削深度 (m)	184	100	84	91	102	180
ケーシング径 (吋)	8	12	12	12	12	8
自然水位 (m)	10.0	17.5		13.5		
動水位 (m)	22.0	50.0+		故障	17.6	

井戸の建設年が新しいのは隣接した行政区との水利権の問題が発生し、チャクラス地区の井戸群を放棄したことによる。現地踏査及び水質試験の結果より、既存井のPH-1、PH-7は地下水に硫化物系の臭気があり、水質も悪いことが判明した。水質に問題のある2井は掘削深度が180m以上であることから上層の帯水層(沖積堆積層-40m~100m)とは異なる下部帯水層(海成堆積層)から揚水しているものと考えられる。一方、深度100m前後の井戸においては試飲の結果も無味無臭であった。

2) 送水管、配水管

井戸から配水本管までの送水管は以前のチャクラ井戸群からの送水管(アスベストセメント管、管径300mmの敷設距離7km、アスベストセメント管は以降AC管とする)がそのまま利用されている。AC管は30年以上経過しているため、たびたび破損事故を起こし、コンクリート巻き立てによる修理が実施されている。市内の配管の管材はAC管、PVC管、亜鉛メッキ鋼管などで、径25mm~350mmの管が約60,000m敷設されている。

(2) アレニージャス市の既存施設

既存の施設は1960年建設された取水施設のモータポンプ(85kw、95kw×2台)、浄水場まで導水管(径200mmダクタイル管、150mmPVC管敷設距離600m)、浄水場はフロック形成池、沈澱池、

緩速ろ過池と 100m³の配水池 3 池、1984 年 USAID の援助で増設された急速ろ過池と 2 池の配水地からなる。市内の配管は 25mm～150mm の径の AC 管、PVC 管、亜鉛メッキ鋼管が約 3,500m 敷設されている。各既存施設の稼働状況は以下のとおり。

1) 水源

水源はアレニージャス川の表流水をポンプアップして利用している。この水は上流にあるタウインダムから放流される灌漑用水(ダム放流量 8 m³/秒、ダムの上水道としての取水量の枠は 0.6 m³/秒である)の一部である。取水工はダムの下流約 10km の地点にあり、このポンプ場の上流 800m 地点にダムの所有者であるエル・オロ県開発公社により堰が建設され、川の本流の脇に灌漑用水用のコンクリート水路が建設されている。この堰から灌漑用水路の脇を市役所で造った上水道の水路がある。この水路は、灌漑用水路が一部暗渠であるのに対し、生活用水用は開渠、鉄製のゲートは壊れており、木切れや草等の流出物を除去する設備は無い。但し、堰堤で砂などが沈澱するため、水路及び吸水用ピットに流れ込む砂類は少ない。

2) ポンプ場

現在 100HP(75kw)、125HP(95kw)の 2 基のポンプが稼働中である。以前使用されていた 3 基のポンプと緊急時の電源である発電機は故障、放棄されている。ポンプの稼働時間は 18 時間/日(3.00～22.00)である。取水施設の上屋は屋根、壁の一部が壊れており補修が必要な状況である。ポンプ、配電盤の設備関連機材も老朽化しており、消費電力の増加やポンプ自体の寿命を考えると交換を検討する必要がある。また、配電盤は蓋が閉まらず、スイッチ類も古くて交換の時期と考えられる。

3) 送水管

ポンプ場から浄水場までの送水管はダクタイル管(径 200mm、1960 年敷設)と PVC 管(径 150mm、1984 年敷設)が約 600m 間敷設されている。ダクタイル管は途中浄水場近くで PVC 管に敷設替えがしてある。

4) 浄水場

浄水場は 1960 年建設された緩速ろ過方式と 1984 年 USAID の協力により建設された急速ろ過方式の給水システムを保有している。緩速ろ過装置はフロック形成池、沈澱池、緩速ろ過池からなり、急速ろ過装置はフロック形成池、沈澱池、急速ろ過池からなる。この施設は 1984 年に増設されて、現在に至っている。施設のうち、フロック形成池は水平迂流式が採用されているが、滞留時間の 10 分間は適切ではなく、急速ろ過池(1.5m×1.5m×8 池)は毎日洗浄を行っているが、自己洗浄式であるにも拘わらず逆洗用の圧力が確保されていないため完全な洗浄が実施されていない等の問題を抱えている。急速ろ過池の処理能力(18 m²×150m)は 2,700 m³/日であり、緩速ろ過システムは 2 池の緩速ろ過池(10m×20m)からなり、乾期は 15 日に一度の掻き取り、雨期は 3 日に 1 回の砂掻き取りを実施しており、処理能力(400 m²×5m)は 2,000m³/日である。当浄水場の能力は 4,700m³/日である。

雨期の濁度の高い時期のみ凝集剤として硫酸バンドの注入が過去実施されていたが、現在は攪拌装置が故障しており、凝集剤の注入量を決めるためのジャーテストの機材もない。従って雨期期間中でも凝集剤の注入は行われておらず、濁った水がそのまま供給されるか、バイパスを通して放流されている。塩素注入装置は塩を電気分解して塩素を作り出す方法が利用されている。藻類の発生が多く、これらの除去や濾過砂の交換、清掃などが時折行われる程度で、運転維持管理は良くない。時々軍の協力を得て藻類の除去作業などを行っている。場内には流量計の取り付けは無く、流入量、配水量、浄水場のロス水量も把握していない状況である。また、水質に関しては全く管理されておらず、浄水処理後の家庭配水の水質さえ把握していないのが現状である。

5) 配水池

市の中心部の高台にある浄水場内に 5 基(100 m³×3 基 1960 年建設、150 m³、250 m³ 1984 年建設)の配水池がある。配水池は急速ろ過池で浄水されたものと緩速ろ過池で浄水されたものが混合されて供給されている。

配水池の今後の継続使用の可能性を確認するため、配水池駆体の耐久性を簡易式強度(シユミットハンマーによる)試験を実施したが、構造体そのものに問題はなく、引き続き使用することとする。

6) 配水管網

市内は行政的には 2 地域からなり 13 地区に分けられる。配水は配水池より 16 の配水管(管径 150~96mm) により市内 24 地区に供給されている。

(3)両市の既存システムの問題点

表 2-1-7 既存施設の問題点の整理

	ワキージャス市	アレニージャス市
水源、取水、浄水場	水源量が不足している。 一部の井戸の水質が飲料水として不適である。 井戸から直接管網へ送水されているため、生産が不安定である。 6 本中、2 井にしか塩素滅菌装置が設置されていない。	水源量に問題はないが、急速ろ過池は運転に問題があり、特に雨期の濁度上昇時に十分に浄水されていない可能性が高い。 送水ポンプが老朽化している。
送配水管	1960 年、1980 年の敷設時以降、計画的な更新が行われていない。(特に市の中心部では、現在の水需要に対して不十分な管径の老朽 AC 管が多い。)	1960 年、1980 年の敷設時以降、計画的な更新が行われていない。(特に市の中心部で現在の水需要に対して不十分な管径の老朽管が多い。)
配水池	配水量の調整を行うべき配水池がない。	既存配水池があるが、容量が不足している。
給水設備	メーターが設置されていない。 配水圧不足のためほとんどの住民がポンプを使用しており、一部の管網が負圧となって汚水を吸引している可能性が高い。	メーターが設置されていない。
運転、維持管理	生産・配水量の管理が全く行われていない。	市内配水管路が図面として整理されていない。 生産・配水の管理が全く行われていない。

2-1-4-2 既存(保有)機材

(1) ワキージャス市の保有機材

車両としてはトラック 2 台、ピックアップトラック 3 台、給水車 2 台、ゴミ収集車 2 台、トラックター2 台など重機としてクレーン 1 台、バックホー1 台道路補修用の加圧車を保有している。整備は民間に委託している。

(2) アレニージャス市の保有機材

保有機材としては車両が主なものでピックアップトラック 3 台、ダンプトラック(5.5 トン車)2 台、給水車(6 m³車)2 台、クレーン車(3 トン用) 1 台である。こうした車両の整備については整備工場もスタッフもおらず、民間の整備工場を利用している。

2-2 プロジェクト・サイト及び周辺状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

半世紀にわたる隣国ペルーとの国境紛争でエル・オロ県のインフラ整備は国の中央部、北部の各県と較べて遅れている。国境の街ワキージャス市はエクアドル国を縦断する国際道路パンアメリカンが通過する交通の要衝都市であるが、市内の幹線道路は未舗装のものが多く、電力事情も悪い。電気については EMELORO(エル・オロ電力公社)が当県の電力事業を賄っているが、発電能力が低く県都のマチャラ市を中心に電力の供給が行われている。従って、南部国境付近への電力の供給は少ない。現在、アスアイ県で南部地域への電力供給増加計画が実施中であるが、ダムの完成時期は不明であり、ペルーからの買電も検討している。

ワキージャス市は河川や海に近いので地下水位が高く、雨水や下水の排水が悪く、また一部地域では下水管が未整備であることから、市内にはどぶや水溜りが多く、不衛生な状態である。市内の道路掃除は市役所の手で行われているが、空き地や道路わきに投棄されたゴミが多い。こうした状況と気温が高いこともあって、ハエや蚊の発生が多く衛生的ではない。

更に、給水事情から多くの家庭が貯留タンクを所有しているが、これが水質の悪化や伝染病の原因にもなっている。

アレニージャス市に於いても道路事情、電力事情はワキージャス市と同様で、インフラ整備は遅れている。市内は起伏に富んだ地形で雨水排水、下水は川に直接放流されており、下水管網は整備されているが、下水処理場は所有していない。市によってゴミの回収作業が行われているが収集回数が少なく市内にゴミの投棄が目立つ。

2-2-2 自然条件

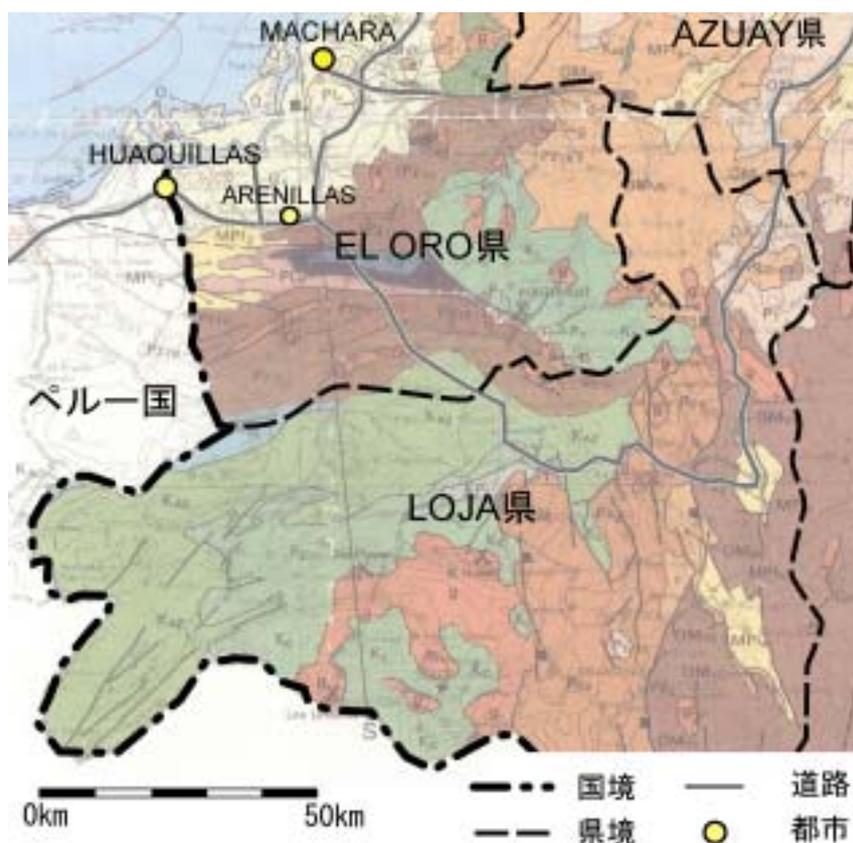
ワキージャス市は一方が太平洋に面した平原地帯であり、ペルーとの国境を流れるサルミージャス川沿いに位置している。この川の河口には潟が広がりマングローブが繁茂し、エビの養殖をはじめとし、良好な漁場になっている。他方、南米大陸を南北に縦断するアンデス山脈とそれに

繋がる丘陵地は太平洋岸沿いに降雨量の少ない乾燥地帯を形成しており、当地域も南東部のドウマリ山系の西側は降雨量が少ない自然条件となっている。水理的にはドウマリ山系の西斜面が河川水、地下水の源であるが、近年の降雨量の減少、上流部での人口の増加、農業用地の開発などから、河川流量は減少しており、地下水の涵養量も減少傾向にあるものと考えられる。しかも海への流出量の減少は海水の陸地への侵入に繋がっており、海岸線に近い当地区は海水の影響を受けやすくなっている。地下水の賦存状況は第三紀鮮新世～更新世の沖積堆積層が主な帯水層となっており、この層は砂、シルト、砂礫等から構成される堆積物である。層序としてはこの層の下部に海成の堆積物が存在すると思われる。

アレニージャス市は丘陵地にあり、ドウマリ山系を源流とするアレニージャス川が市内を横断している。この川の上流に多目的ダムの中流ダムがある。市郊外の谷あいでは牧畜用の井戸が散見されるが揚水量は少なく、地下水賦存量は少ないと考えられる。

季節は雨期(1月～5月)と乾期(6月から12月)に分けられ、年間の平均降雨量は500mm程度であり、湿度が高く気温も高い気候である。

新しく建設される浄水場と配水池の予定地点はアレニージャスの丘陵地のパンアメリカン道路に近く、地層は第三紀の火成岩、変成岩からなり基礎地盤として問題ないと思われる。エル・オロ県の地質を次図に示す。



略名	地層名	地層年代	岩質、土質	層厚 (m)
P _{ZZ}	Zamora 層群	古生代	結晶片岩、片麻岩	
P _T	Taqui 層	新生代第四紀洪積世-沖積世	火成破碎屑岩、安山岩質凝灰岩、溶岩	1200
PIP _T	Turi 層	新生代第四紀洪積世-沖積世	凝灰岩、火山性角礫岩、軽石凝灰岩	300~1200
MPI _A	Ayancay 層	新生代第四紀洪積世	凝灰岩(泥炭含)、堆積岩(砂岩、泥岩)	1500~2700
d	貫入岩	中生代白亜紀~新生代第三紀	閃緑岩	
g	貫入岩	中生代白亜紀~新生代第三紀	花崗岩	
K _M	Macuchi 層	中生代白亜紀	安山岩質溶岩、凝灰岩	>8000
M _B	Biblian 層	新生代第三紀	凝灰岩、火山性角礫岩	1000
M _{AZ}	Azogues 層群	新生代第三紀	凝灰岩、火山性角礫岩	100~800
Q	堆積層	新生代第四紀	未固結堆積層(砂岩、礫岩、泥岩)	
KP _{CY}	Yungullia 層	中生代白亜紀	石灰、安山岩質溶岩	
OM _{VS}	Saraguro 層群	新生代第三紀	安山岩質溶岩	
P _{ZTC}	Tahain 層群	古生代	結晶片岩、片麻岩、多閃岩	
M _{ZP}	Paute 層群	新生代第三紀	結晶片岩、片麻岩、多閃岩	5000

図 2-2-1 エル・オロ県の地質

2-2-3 ワキージャス・アレニージャス両市の上水道の現況

(1)ワキージャス市の給水現況

当市の既存給水システムは水源として地下水が利用され、水中ポンプにて揚水された地下水が送水管から直接配水管に送水されている。地域ごとにバルブ調整による給水が実施されてお

り、週に 1～2 度の地区が多い。また家庭での給水圧はほとんどなく、多くの家庭が地下のタンク (1～2m³) に貯水している状況である。

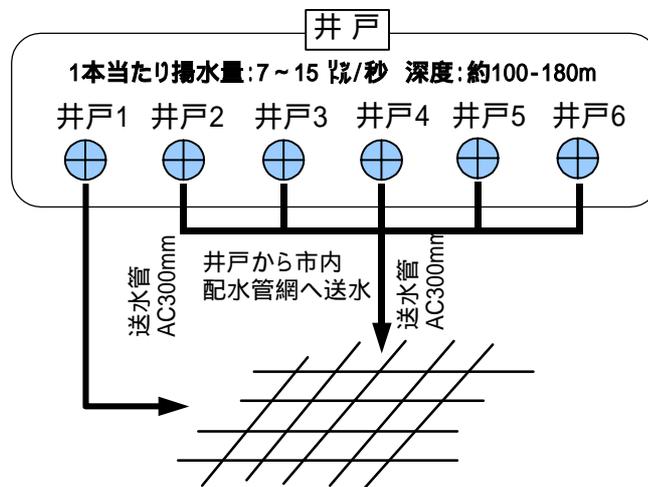


図 2-2-2 ワキージャス市(人口約 44,700 人)の給水システム

1) 水源

井戸の管理状況は貴重な水源であるにも拘わらず、揚水量メーターはなく、また水位測定も実施されておらず(測定機器なし)、全く維持管理がなされていない。現在 6 井中 5 井(1 井はポンプ故障中)が稼働している。井戸の諸元は下表に示すとおりである。当初の聞き取りでは生産量は日量 6,480 m³であったが、2004 年 12 月 3 日～8 日に実施した流量計測の結果によると実際の送水量は 6,680 m³、77.4(ℓ/秒)であった。井戸 6 井のうち塩素滅菌装置(塩の電気分解方式による)が設置されているのは 2 井のみである。

各井戸の稼働状況は以下のとおり。

表 2-2-1 ワキージャス市井戸の稼働状況

井戸名	PH-1	PH-2	PH-3	PH-4	PH-5	PH-6
揚水量(実測 1/s)	15.2	8.0	計測不可	ポンプ故障	18.5	23.1
計画揚水量	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
ポンプ出力 k w	25.0	20.0	25.0	20.0	30.0	25.0
備考	塩素滅菌有					塩素滅菌有

井戸の建設年が新しいのは隣接した行政区との水利権の問題が発生し、チャクラス地区の井戸群を放棄したことによる。現地踏査及び水質試験の結果より、既存井の PH-1、PH-7 は地下水に硫化物系の臭気があり、水質も悪いことが判明した。水質に問題のある 2 井は掘削深度が 180 m 以上であることから上層の帯水層(沖積堆積層-40m~100m)とは異なる下部帯水層(海成堆積層)から揚水しているものと考えられる。一方深度 100m 前後の井戸においては試飲の結果も無味無臭であった。従って新規上水施設が運転を開始し、当市への供給量が増加した際には、これら 2 井は利用しない方向で、残りの 4 井を既存施設として利用する事が望ましいと考えられる。なお、これら 4 井の継続使用については揚水量が毎年減少しており、その原因が地下水賦存量によるものか、井戸建設の技術によるものか井戸台帳などのデータがないため判断が難しい。

ただし、揚水中に細砂が混入していること、ケーシング、フィルターに PVC 管が利用されていることによる開口率の低さ、グラベル充填の難しさなどから推測し、井戸技術によるものと考えられる。既存施設として継続利用に問題はないものの、将来井戸の再生作業や掘り直しが必要と考えられる。(資料 7.5 水質分析結果参照)

2) 導水管・送水管

管材の老朽化と井戸より直接配水管に送水する方法は漏水量の増加や無駄なエネルギーを使用する非効率的な運転となっている。

また、送水管周辺の住民がアスベストセメント管に直接分岐取水を行っている状況であり、分岐点で漏水が確認されている。したがって、早期に管の更新を行うとともに送水管と配水管の分離を実施する必要がある。

3) 配水状況

井戸からの地下水は同一送水管から直接配水管に注入されており、こうした配水管へ直接注入する方法は管網内の圧の影響を受けるため、揚水量は減少し、送水量は安定しない状況になる。更に電力事情が悪く、停電によるポンプの急停止や電圧の異常な昇降がポンプに悪影響を与えて故障が多い。従って常に不安定な状況下での給水が続いており、給水事情は極めて悪い。

市内はほとんど家庭配管ではあるが、市民は配水管にポリエチレンホース(管径 9~13mm)を接続して、地下もしくは庭先にある 1~2 m³程度の水槽に貯水して断水への対応を行っている。配水区域は 6 地域に分けられ、地域ごとに決められた曜日に給水が実施されて、多くの地域が週 1 回の給水である。住民は対策として各自タンク(地下式 1m³程度)を造っているか、簡易水槽を所有している。例外的に水源からの送水管ルート周辺は毎日給水されている。

表 2-2-2 ワキージャス市の各地区の状況

No.	地域名	人口	給水時間 (時間/週)
1	商業地区 (I)	18,127	24
2	住宅地区 (I)	7,653	24
3	住宅地区 (II)	3,827	100
4	住宅地区 (III)	3,423	24
5	商業地区 (II)	4,834	160
6	商業地区 (III)	2,417	48
計		40,281	

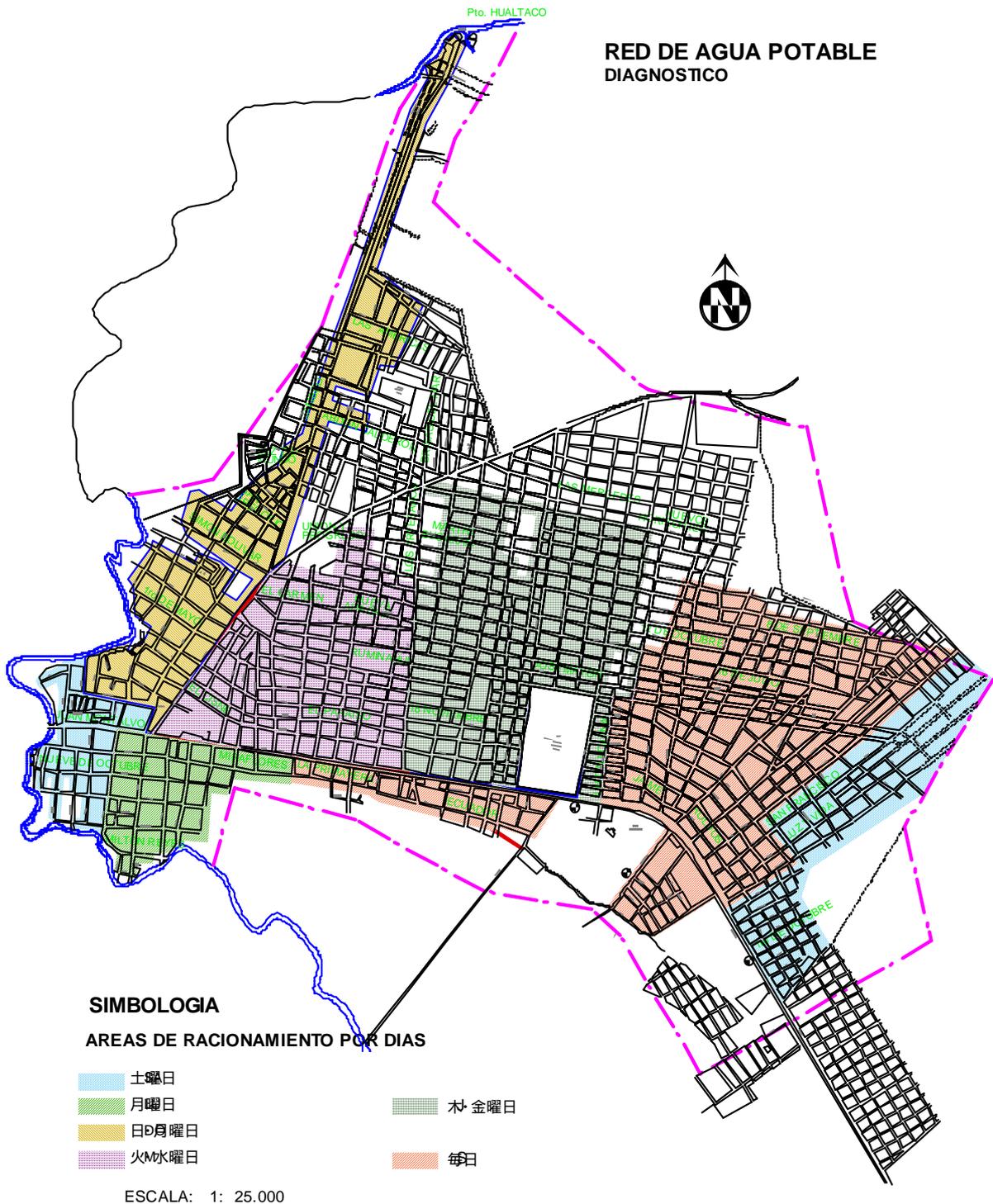


図 2-2-3 ワキージャス市の給水区分と給水日

家庭の給水栓で給水圧と残留塩素の検査を実施したが、ほとんどの地区で水圧は低く、残留塩素も送水管沿いの一部地区で検出されるだけで、他の地区ではほとんど検出されていない状況である（図 2-2-4 ワキージャス市の給水圧と残留塩素の調査結果参照）。市内の給水状況は以下のとおり。

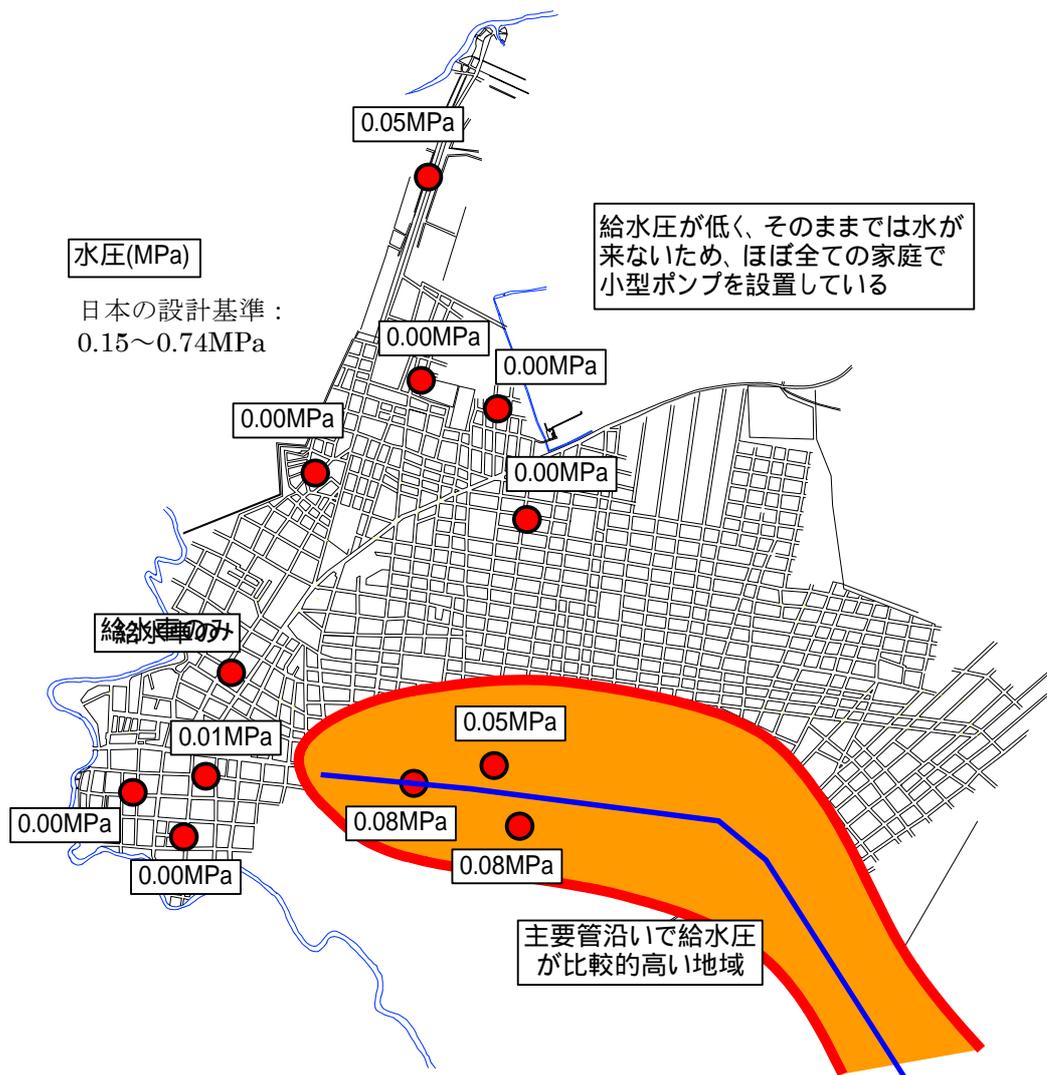


図 2-2-4 ワキージャス市の給水圧の調査結果

(2) アレニージャス市の給水現況

既存の給水システムは河川水を取水工のモータポンプにより浄水場まで送水する。浄水場では送水された水をフロック形成池、沈澱池、緩速と急速のろ過池を経由させ浄水する。処理された水は同じ敷地内の配水池を経て市内に給水され、配水池よりは自然流下で各家庭に供給されている。尚、配水池より高い地域及び市の末端部の一部地域については給水車により給水されている。

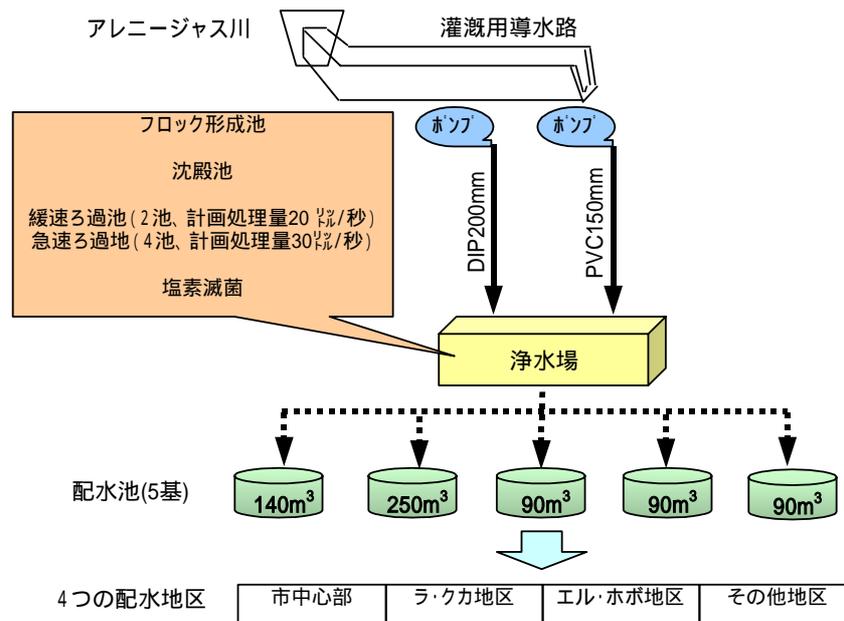


図 2-2-5 アレニージャス市の給水システム

各既存施設とその現況は以下のとおり。

1) 水源

水源である河川水は以前は透き通っていたとのことであるが、現在は薄いコーヒー色で水路の擁壁には黒カビ、水草などが付着している。黒カビと黒色の水はマンガンの影響によるものと思われる。この水を灌漑用水路を経て取水ピットに導きポンプアップしている。

水源区域の保護として河川の両岸より 12m は河川保護地区と決められ、住宅建設、畑などの耕作は禁止されているが、これは遵守されておらず、関係省庁の法の強化と監視業務が必要である。

ダムの水質は、ダム周辺の気温がほぼ年間を通して高いため、湖面に近い表層水中に藻類を主とする微生物の繁殖が活発に行われ、藻類や微生物の死骸からの異臭がしている。これらの湖底への沈澱と堆積、腐敗による嫌気性の状態が更なる臭気を発生していると考えられ、また、湖底が還元状態となり鉄やマンガンがイオンとなって溶け出しているものと考えらる。ダムの周辺及びダムに流れ込む河川の流域の環境悪化に伴い、ダムの水質は悪化傾向にある。(資料 7.5 水質分析結果参照)

2) ポンプ場

現在 100HP、125HP の 2 基のポンプが 18 時間/日稼動中である。

ポンプ場から配水池まで流量計が無いため、水の生産量が把握できず、正確な供給量は把握されていない状況である。従って送水量を確認するため、ポンプからの送水管で超音波流量計を利用して送水量を計測した。実計測値は次のとおり。

ポンプ 1(125HP)の送水量は 38.60/秒、ポンプ 2(100HP)の送水量は 35.30/秒で、2 台の水中ポンプによる送水量は 73.90/秒 (4780m³/日) である。

3) 送水管

送水管の現状把握のため、ポンプ場からの送水量を浄水場の入り口で計測した。ポンプ1 (PVC管 200mm) の送水量は 32.3ℓ/秒、ポンプ2 (PVC管 150mm) のものは 26.2ℓ/秒で、浄水場の流入量は 58.5ℓ/秒である。

ポンプ場からの 73.9ℓ/秒の送水量に対して浄水場への流入量は 58.5ℓ/秒であり、15.1ℓ/秒の不明水量が判明した。市の説明では管路の途中、軍の施設や十数戸の家庭に分岐配水されて約 10.0ℓ/秒は分水しているとのことであった。送水管のルート上を踏査した結果、その他の不当接続など見当たらず、また地上漏水も発見出来なかったため、これら不明水量 (5.1ℓ/秒) はほぼ全量漏水と考えられる。

4) 浄水場

浄水場の運転は、雨期の濁度の高い時期のみ凝集剤として硫酸バンドの注入が実施されていたが、現在は攪拌装置が故障しており、また、凝集剤の注入量を決めるためのジャーテスト機材もない状況である。従って、雨期期間中でも凝集剤の注入は行われておらず、濁った水が供給されている。

塩素注入装置は塩を電気分解して塩素を作り出す方法が利用されている。藻類の発生が多く、これらの除去や濾過砂の交換、清掃などが時折行われる位で、運転維持管理は良くない。時々軍の協力を得て藻類の除去作業などを行っている。場内には流量計の取り付けは無く、流入量、配水量、浄水場のロス水量も把握していない状況である。

また水質に関しては全く管理されておらず、浄水処理後の家庭配水の水質さえ把握していないのが現状である。

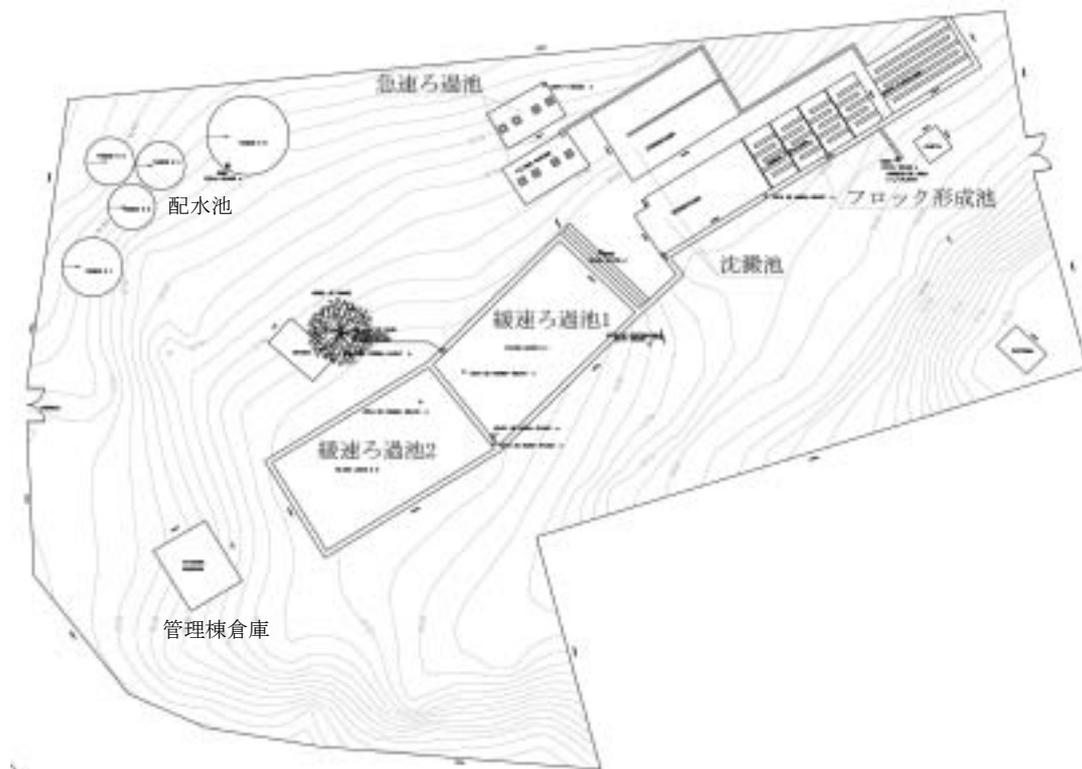


図 2-2-6 既存浄水場の施設概要図

5) 配水池及び配水方式

市の中心部の高台にある浄水場内の5池の配水池から、市内全域に給水されているが、こより高い地域と市の外縁部の離れた地域には給水車で配水されている。

6) 配水管網

配水は配水池より16の配水管（管径150～96mm）により市内24地区に供給されており、各地区の給水状況は以下のとおり。

表 2-2-3 配水区ごとの配水状況

	地区名	人口	給水時間 (時/週)
1-1	ブリサス、マデロ	304	15
1-2	9 デオクト、ミラフロレス	911	20
1-3	メルセデス	304	25
1-4	セントラル、サンシドロ、他	4,403	28
2-1	プログレソ 1. 2		4
2-2	25 デデセン、1 デノベンアメリカ		35
2-3	サンホセ、グアヤキル	1,518	40
2-4	ロスセイボス、11 デノベム	4,403	49
2-5	サンビセンテ	2,126	40
2-6	エルシスネ	455	40
2-7	ラリベルタド	304	20
2-8	パライツ	304	20
2-9	サンフランシスコ デアジア	152	50

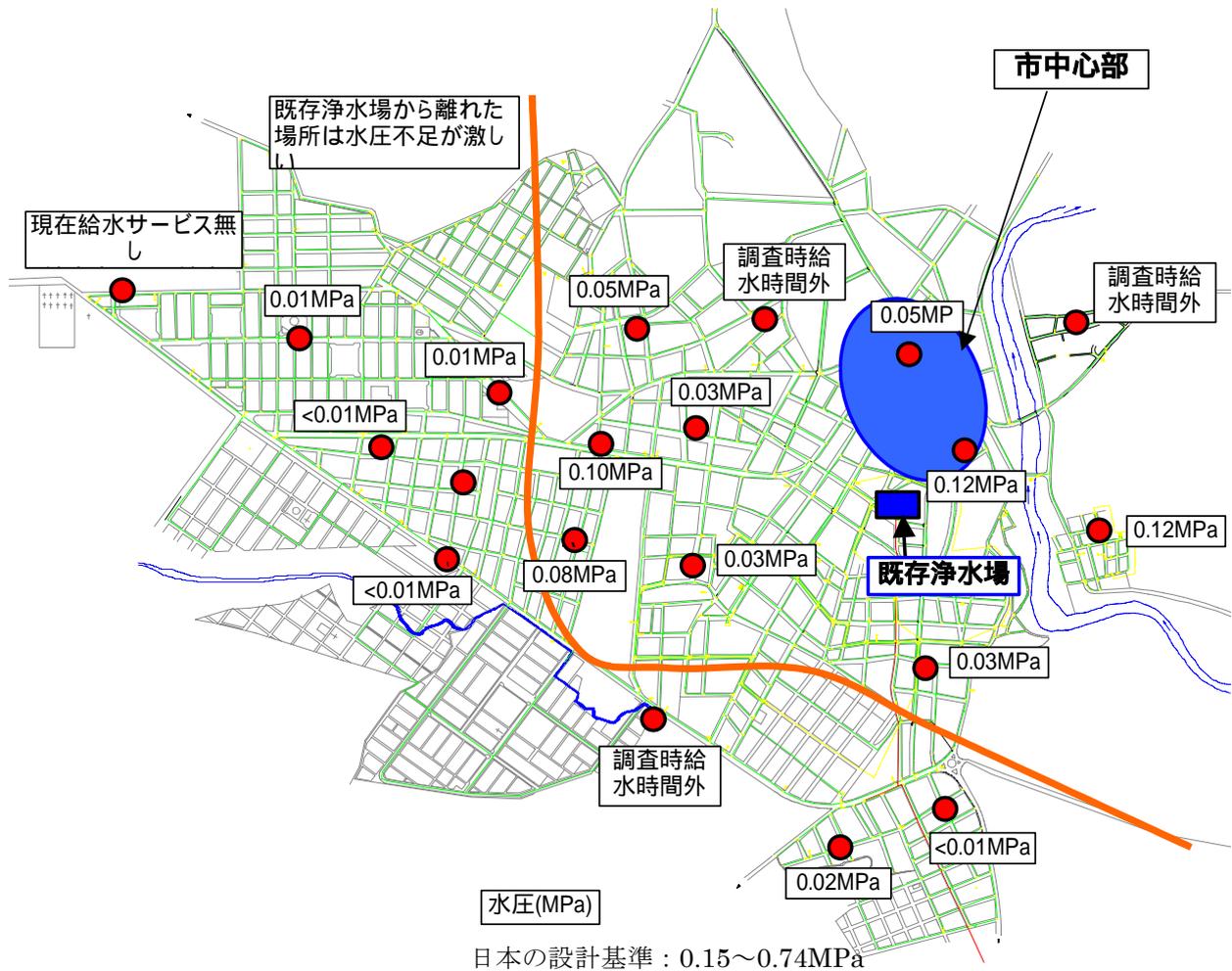
当市の水の使用状況は平均 66 時間/週である。ロマデキト配水池のバルブによりコントロールされている。配水池下部周辺地区は比較的水圧に恵まれているものの、周辺地区は給水圧が低く、僅かな水量が蛇口から出ている状況である。また、配水池より高い地区の新しい住宅地と市の末端部は給水車で給水が行われている。

配水管は 1960 年に市内中心部がアスベストセメント（AC）管と亜鉛メッキ管（HG）で実施され、その後必要に応じて PVC 管による敷設替え、修理が実施されている。1960 年の敷設後、配水管網の図面は作成されておらず、水道局担当者の記憶だけが配水管の管径や位置を知る方法で、管路修理の実績も記録されておらず、修理内容も不明である。早急に配管網データの作成をする必要がある。

現在の供給量（4,700m³/日）は市民 1 人 1 日当たりに換算すると約 300ℓであるが、実際には時間給水制限を実施しており、配水管網における漏水はかなり多いと推定される。また市内に給水車用の給水口が 2 ヶ所あり、無料で取水できるため、農業用や工事用水として多量に使用されていると思われる。家庭の給水栓において給水圧、残留塩素濃度を測定した（結果を図 2-2-7 に示す）。市中心部（配水地の周辺）のみ給水圧が確保されており、残留塩素も確認された。

1960年に敷設された配水管の老朽化が進み、漏水が多いということから2004年6月にアレニージャス市は市の主要配水管に対する更新計画を作成している。その計画内容は総延長21,042mにわたり、既存のAC管をPVC管に更新するもので、対象となる管径は63～300mm、工事金額はUS\$1,077,155である。主要配水管の口径は新規水源に対応する内容となっており、この資金援助は中央政府の連帯基金によるものである。

図 2-2-7 アレニージャス市の給水圧の調査結果



2-2-4 対象地区の社会経済状況

アレニージャス・ワキージャス両市の社会経済状況の概要は以下のとおり。

1) ワキージャス市

住民の大半(99.8%)が都市部に居住している。就業分野は商業が最も多く 37%、漁業、工業、建設が各 7%、農業が 5%となっている。市の中心部においては電気・下水道が整備されているが、周辺部の一部は未整備であり、上水道や電気の不法接続がみられる。

2004 年 12 月に当市は無税特別区域(国会承認)に指定されたことにより、ペルーとの商業活動が活発化している。実際に 2005 年にはペルーとの物流が大幅に増加し、大型車の流入量が急激に増加しているとのことである。

2) アレニージャス市

住民の 63%が都市部に居住している。就業分野は農業・畜産業が 42%と最も多く、商業 12%、漁業 4%となっている。バナナ・マンゴー等の果実の生産地であり、近年エビの養殖が盛んである。市の中心部は電気・下水道は完備しているが、周辺部は未整備でありごみの回収も少なく不衛生な状況である。

(資料 7.1 ワキージャス・アレニージャス両市の社会状況参照)

2-2-5 その他

新規に建設される施設は取水工(ポンプ場)、浄水場、配水池などである。取水工は既存施設の改修で周辺への負の影響はない。浄水場の建設予定地は市郊外の丘陵地であり、自然林で土地所有者の了解を得ている。この丘陵地はなだらかな傾斜を持ち、自然の地形に沿った施設建設を計画しており、規模の大きい造成、整地にはならず、周囲や環境への影響は少ない。アレニージャス市の配水池は既存の浄水場内に建設するため影響はない。ワキージャス市用の配水池は新規浄水場に隣接した地点を計画しており、周囲や環境への影響は少ないと思われる。