

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

2-1-1 組織・人員

(1) 州政府の組織

州政府は知事、州審議会(審議員7名)のもと、3室(内部監査室、法律顧問執務室、秘書室)と4局(計画局、財務局、総務局、公共事業局)からなり、職員数286名、技術者数17名、機械技師数3名である。

州内のインフラ整備は計画局で計画の策定が行われ、公共事業局で実施されている。公共事業局は直接公共事業を実施する道路建設部、環境衛生・灌漑部、教育・社会部の3部と維持管理部、機械整備部の計5部で組織されている。本プロジェクトを実施する地下水課は環境衛生・灌漑部のもとに新設される予定である。

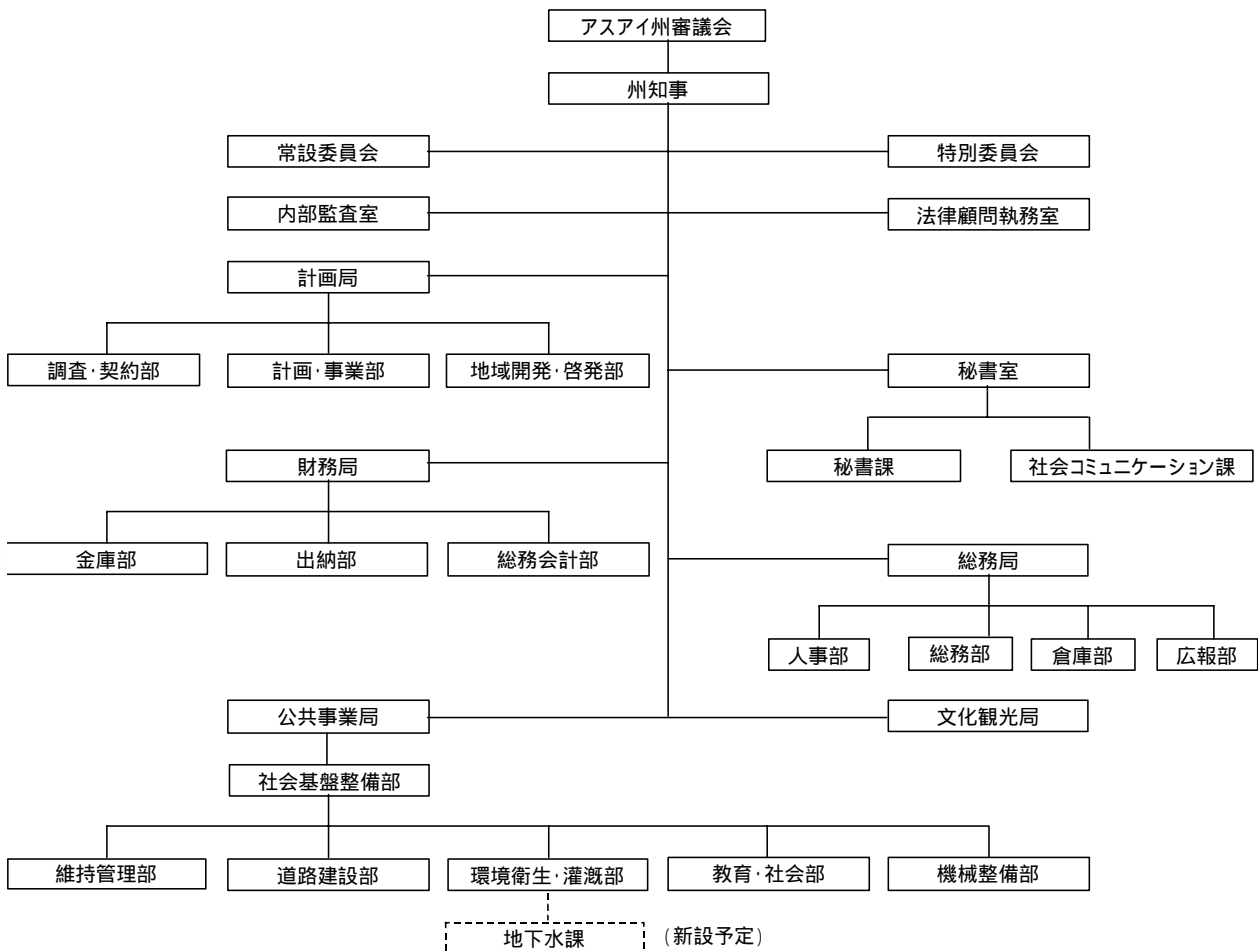


図 2-1-1 アスアイ州審議会組織図

2 1 2 アスアイ州の財政状況と予算計画

(1) 予算実績と傾向

1998年から2002年までの予算実績は表2-1-1に示すとおりである。予算額全体の成長率をみると、98年から99年が75.61%、2000年から2001年が105.37%、2001年から2002年は47.86%となっている。なお、2000年に通貨のドル化政策が実施されたため、1ドル当たりのスクレの換算率を20,000(1999年末レート)にすると、1999年から2000年への伸び率は39%程度になる。この間の物価上昇率が高かったせいもあって、名目予算額は、非常に高い伸びとなっている。

部門別にみると環境衛生・灌漑部門が、2000年の突出を除いて、1998年の9.8%から2002年の12.6%へと着実にそのシェアを高めている。また、環境・灌漑部門に含まれる上水供給事業への支出は、同じく2000年を除けば、1998年以降、着実にそのシェアを高めている。

環境衛生・灌漑部門における予算比率の増加は、現行の州総合開発計画(1993 - 2002)、現在策定中の州総合開発計画(2003 - 2012)、さらにアスアイ州審議会公共事業4カ年計画(2001 - 2004)(短期計画)などで、環境衛生、とりわけ上水供給を重点分野にしているためである。

表 2-1-1 州審議会予算の推移(1998年～2002年)

単位:千スクレ(98-99)、ドル(00-02)

項目	1998		1999		2000		2001		2002	
収入合計	44,744,000		78,572,954		5,451,089		11,195,100		16,553,000	
支出										
一般行政	5,334,262	11.9%	8,640,784	11.0%	485,415	8.9%	1,539,055	13.7%	2,002,911	12.1%
環境衛生・灌漑	3,977,013	8.9%	9,048,989	11.5%	994,588	18.2%	1,305,703	11.7%	2,083,329	12.6%
うち上水供給	836,036	1.9%	1,625,090	2.1%	379,230	7.0%	430,386	3.8%	603,612	3.6%
教育・文化	4,921,857	11.0%	6,414,419	8.2%	355,140	6.5%	1,203,667	10.8%	2,095,865	12.7%
運輸・通信、その他	30,510,869	68.2%	54,468,761	69.3%	3,615,946	66.3%	7,146,675	63.8%	10,370,896	62.7%
支出合計	44,744,000 100.0%		78,572,954 100.0%		5,451,089 100.0%		11,195,100 100.0%		16,553,000 100.0%	

(2) 予算内訳

2002年の予算総額は、16,553,000ドルである。収入の原資は、主に(1)中央政府からの3種類の交付金、(2)州知事が州計画に基づいて、主にプロジェクトベースで中央省庁から獲得する資金、(3)中央銀行からの融資から構成されている。

交付金のうち、15%法交付金(共和国憲法C項第147条に基づき、国家予算の15%を州政府および市政府に交付するもの。ただし、2002年時点で交付されているのは、国家予算の13.2%である)によるものが、7,016,589ドル、FONDESEC(地方開発基金)からの交付金が619,706ドル、FONDEPRO(州開発基金)からの交付金が348,064ドルとなっている。この3種類の交付金の合計額は7,984,359ドルで、予算総額の48.2%を占めている。これらの交付金のうち、15%法交付金の23%、FONDESECの29%、FONDEPROの大部分が経常的経費のために振り向けられることになっている。

予算の残りの51.8%は、主にプロジェクトベースで中央省庁から獲得する資金(4,060,729ドル、24.5%)、中央銀行からの融資(4,325,853ドル、26.1%)、州の自主財源等からの収入(182,059ドル、1.1%)で賄われる。州の自主財源は、不動産取引税や印紙税などに限られていて、合計しても、予算原資の1%程度に過ぎない。

表2-1-2では、上述の3種類の交付金が経常的経費と投資的経費に区分されて掲載されている。また、資金移

転とされる項目が、上述の「プロジェクトベースで中央省庁から獲得する資金」に該当している。

支出についてみると、一般行政費が2,002,911ドル(12.1%)、環境衛生・灌漑が2,083,329ドル(12.6%)、教育・文化費が2,095,865ドル(12.6%)、輸送・通信費が8,064,117(48.7%)、機材調達等の資本経費が2,084,242ドル(12.6%)、借入金返済が222,537ドル(1.3%)となっている。

(3) 予算計画

2002年から2006年に至る州審議会の予算は、表2-1-2のように計画されている。予算額の伸びは、2001年から2002年が47.86%だったのに対し、それ以降は、2002年から2003年が6.25%、2003年から2004年が5.37%、2004年から2005年が5.06%、2005年から2006年が5.58%となっている。州審議会の財政担当者は、非常に控え目な伸び率を採用していると述べている。

表 2-1-2 州審議会の予算計画(2002～2006)

項目	単位:ドル				
	2002	2003	2004	2005	2006
収入					
経常的経費交付金	2,055,461	2,261,007	2,487,108	2,735,819	3,009,401
投資的経費交付金	5,928,898	6,521,788	7,173,967	7,891,364	8,680,500
資金移転	4,060,729	4,100,000	4,100,000	4,000,000	4,000,000
中央銀行借入金	4,325,853	4,504,000	4,550,000	4,600,000	4,600,000
一般税収その他	182,059	200,265	220,291	242,320	266,552
収入合計	16,553,000	17,587,060	18,531,366	19,469,503	20,556,453
支出					
一般行政	2,002,911	2,138,606	2,283,574	2,438,453	2,603,925
環境衛生・灌漑	2,083,329	2,189,407	2,300,922	2,418,156	2,541,406
教育・文化	2,095,865	2,202,228	2,314,020	2,431,518	2,555,018
輸送・通信	8,064,117	8,488,645	8,675,892	9,377,099	9,903,575
資本経費(機材調達等)	2,084,242	1,818,862	1,798,049	1,548,427	1,678,044
借入金返済	222,537	400,000	500,000	500,000	500,000
PAS-JAPON	-	349,312	658,909	755,850	774,485
支出合計	16,553,000	17,587,060	18,531,366	19,469,503	20,556,453

(4) 本プロジェクト予算計画

表2-1-2に示すように、2003年以降の予算計画では、PAS - JAPONとして本プロジェクトに関する予算措置が取られている。PAS - JAPON 予算の支出全体に占める比率は、2003年が1.99%、2004年が2.15%、2005年が3.73%、2006年が3.77%となっている。

また、予算計画の内訳は表2-1-3に示されているとおりで、人件費は、2003年および2004年で40%弱、2005年および2006年では、24%程度を占めている。特に2004年からは、井戸建設が開始される予定なので、井戸建設費で24万ドル、維持管理費で2万ドルが計上され、予算額が拡大している。

表 2-1-3 本プロジェクト(PAS-JAPON)の予算計画

項目	単位:ドル			
	2003	2004	2005	2006
給料および諸手当	133,920	154,008	169,409	186,350
出張経費	13,392	15,401	16,941	18,635
事務所備品・文具	30,000	4,000	4,000	4,000
税金	30,000	7,500	7,500	7,500
用地整備費	2,000	2,000	2,000	2,000
用地取得費	10,000	10,000	10,000	10,000
燃料・オイル費	30,000	30,000	30,000	30,000
電気引込費	-	18,000	18,000	18,000
柵・囲い等整備費	-	8,000	8,000	8,000
井戸建設費	-	240,000	240,000	240,000
機材維持管理費	-	20,000	20,000	20,000
機材修理費	-	-	30,000	30,000
その他経費	100,000	150,000	200,000	200,000
合計	349,312	658,909	755,850	774,485

2 1 3 技術水準

(1) 井戸掘削

現地調査時点で、州審議会公共事業局には、地下水に関する組織はないので、地下水開発の技術力はなく、地下水に関する資料やデータ(井戸台帳等)の蓄積もない。新設予定の地下水課では、州職員の配置転換に加え、特殊分野の技術者については、新規採用が必要である。

(2) 給水施設建設

環境衛生部の給水施設の建設実績は毎年 10 案件以上である。既存施設で州が実施したものについて調査したが、技術レベルは高く給水施設の建設については技術指導の必要はない。

環境衛生部は給水施設の建設については原則直営工事としている。但し直営班での工事が重なる等、不可能となったとき外注として民間業者に委託している。委託の方法としては競争入札(州に登録の必要あり、現在 140 社ほどが業者登録をしている)で行われている。既存の給水施設、計画中のものも含めて、施設の平均的な規模は取水工(取水量 1.0L ~ 3.0L/s)、浄水場(処理能力 100m³ ~ 300m³ / 日沈砂池、沈殿槽、濾過池、塩素注入設備、貯水池)、減圧槽、配水池(20m³ ~ 50m³ の定置式)等であり、技術的に難しいものはなく、実績的にも十分あり州及び民間業者いずれも給水施設の建設について問題はない。

(3) 運営維持管理

1) 施設運転技術

今回の対象地区の中で、緩速ろ過池、塩素滅菌を含めてオペレーターが比較的給水施設を運転できていたのは 4 地区であった。ただし、これらの施設でもろ過砂の扱いは数ヶ月に一度表面部分を洗浄し、そのまま戻してしまっており、基本的な緩速ろ過の運転手順を理解している地区はなかった。基本的に、オペレーターは一定期間

の研修を受ける事となっているが、実際には給水施設ができた当初に何らかの手順の指導を受けたのみでその後のフォローアップがないままに現在に至っている状態で、結果として運転技術が安全な水を生産するレベルに達していない。現在、州審議会ではこの問題点を認識しており、地方水道の運転・維持管理へのフォローアップの必要性を検討し始めた段階である。

2) 各地区の運営維持管理能力

各地区は水管理組合を持ち、事務所を所有している。事務所の主な業務は秘書(会計士)が料金徴収を行い、オペレーターが運転を行っている。水管理組合の委員長、委員は常勤ではなくボランティアが多く、実際の管理は秘書が代行している所が多い。住民の水道料金は秘書とオペレーターの人件費と塩素代で占められている。従って水管理組合の管理能力は秘書の能力であって、各地区まちまちである。例えば No.9 シュミラルでは下水管の敷設工事を住民が自ら行っているし、メータの補修、管材の購入なども実施しており運営維持管理の能力は高い。こうした地区は少なく全体の技術レベルは低く改善の余地がある。

(4) 機材整備

州政府は掘削機関連の機材は保有していないが、道路建機、作業車、一般車両の保有台数は153台と多く、整備状態は良い(最も古い車両は走行距離100万km以上とのこと)。整備技術も鋳物、ステンレスの溶接が可能であり、ブレーキランニングの交換、エンジンのオーバーホールも実施しており、また交換部品の製作も行うなど高いレベルにある。日本政府より調達された道路建機類の整備状況もよく、掘削機が調達された場合整備維持管理上は問題ないと思われる。

2 1 4 既存施設の状況

本調査の対象である26地区では河川水、渓流水、湧水を主な水源としており、1970~1990年代に MIDUVI、FISE、アスアイ州、CARE 等の NGO 組織に建設された給水施設を利用して給水を実施している。

(1) 水源と給水システムの種類

各地区の給水システムの選定は、できる限り近傍の湧水を優先し、水質に問題がなければ塩素滅菌のみで配水タンクに貯留、配水が行なわれている。湧水でも処理が必要と判断された場合、溪流から取水する場合は更に普通沈澱池と緩速ろ過池を設置して処理を行なっている。河川取水の場合は取水地点で沈砂池が設置されている。以下に各水源に対応する給水システムの概要を記述する(図 2-1-2 参照)。

1) 湧水取水

山岳地で湧水利用が可能な場合は湧水地点にコンクリート製の取水枡を設置して PVC 管で導水し、給水区に対して十分に標高を確保した配水池地点で着水後塩素滅菌のみを行い、配水地に貯留後各戸に配水を行なっている。このシステムを持つのは26地区中10地区であり、比較的人口が小規模であり、水源に量的・質的な問題

がない場合はもっとも経済的な方法である。塩素滅菌には食塩から電気分解によって塩素を作る装置が利用されており、オペレーターが規定量を1～3日に1度程度の頻度で補充している。配水タンクにはフォロ・セメント方式と呼ばれ、鉄筋の代わりに鉄製ネットをベースにモルタルを上塗りしていく薄壁のタンクが用いられている。

取水地点から配水池、配水池から給水区まで標高差が大きく水圧が高くなる場合は途中で50m程度をめでに減圧工が行なわれている。

2) 溪流取水

溪流を水源として給水システムが整備されているのは12地区である(ただし、No.2 ブエノスアイレスとNo.6 サンフランシスコは同一の給水システムを利用している)。取水施設は、周辺の山岳地の深部に源を発する溪流をコンクリートにより堰き止めて取水を行っている。取水された水はPVC管により給水区に対して高位部に建設されている配水池へ導水され、自然流下により各戸に配水されている。上記湧水システムの施設に加えて多くは迂回式の普通沈澱池と緩速ろ過池が建設されており、湧水水源に比べて濁度等が高い水質に対応しようとしている。

3) 河川取水システム

河川を水源として給水システムが整備されているのは4地区である。基本的なシステムは溪流取水と同様であるが、河川本流から直接取水するケースで、取水地点で沈砂池が設置されている。グアラセオ地区ではNo.13 ナジグ及びNo.14 キムシがこのシステムを利用している。また、サンタ・イサベルではNo.18 ダンダンおよびNo.21 サンペドロの2地区は河川から取水された灌漑用の開水路から取水を行なっている。

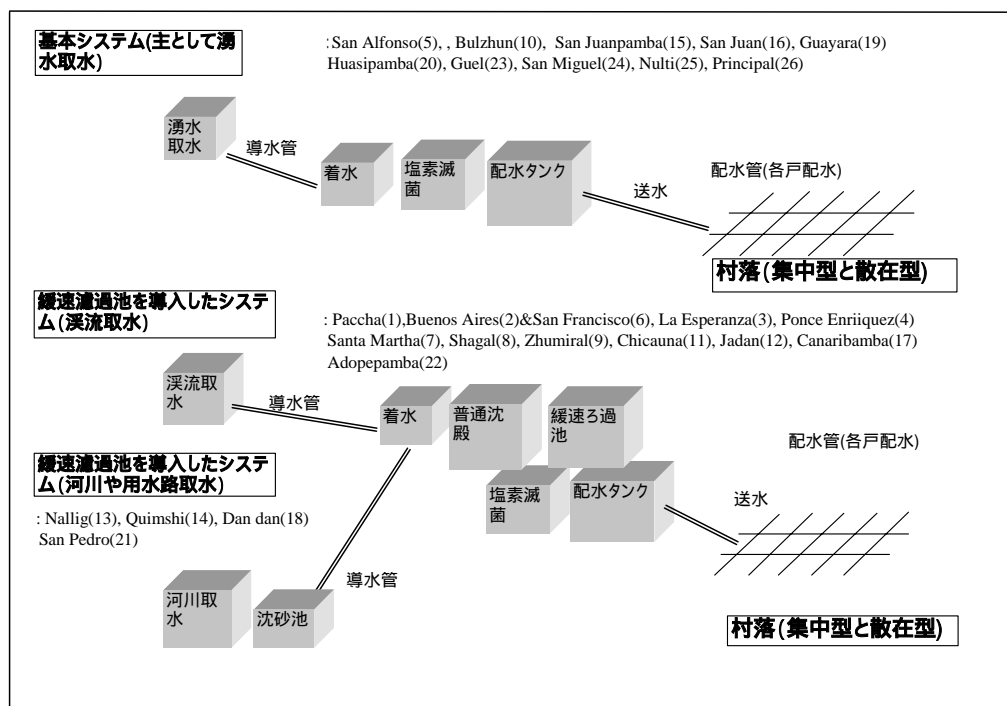


図 2-1-2 給水システムの現状

(2) 各地域毎の現状

各地域の給水施設の現状は次の通りである(表 2-1-4 参照)。

1) グアラセオ地域

グアラセオ郡、シグシグ郡の地区は多くの場合湧水システムにより給水が実施されており、グアラセオ川の右岸側標高約 2,400m ~ 2,600m の山麓に住居が散在し、高位置に設けた配水施設から配水を行なっている。乾期には現在の水源は不十分であることから給水時間を 3 時間 ~ 8 時間程度に制限しており、地区によってはブロック毎に時間配水を行なっている。雨期については流入量が増加するので 24 時間給水されるが、砂等の混入が多くなり、色度や濁度も上昇するため、住民からは水質に対する不満が出たり、途中の配水管が砂によって詰まるなどの問題が発生している。

No.12 ハダン

州審議会の補助を受けて既存緩速ろ過池 2 基のリハビリテーションと緩速ろ過池 1 基および配水池 3 基の増設中のため、現在は着水井から直接配水池に送られている状況で、塩素滅菌だけで配水されている。No.11 チカウニャにおいても緩速ろ過池がろ過砂の洗浄中ということで使用されておらず、現地踏査時は着水井から直接配水池に接続されていた。

No.10 ブルシュン、No.15 サンファンパンバ、No.16 サンファン、No.23 グエル、No.24 サンミゲル
着水井と塩素滅菌室の施設があるものの、塩素は用いられていない状況であった。

No.10 ブルシュン、No.16 サンファン

世銀の融資を受けて MIDUVI が給水施設整備計画を実施する予定となっている。No.26 プリンシパルでは 2 年前に CARE の援助を受けて着水井、配水池施設が完成していた。この地区の流域では水源維持のための森林保全プロジェクトも実施されており、必要な場合は新しい水源池も期待される為、水管理組合としては当面新たな給水プロジェクトは必要ないということである。

No.13 ナジグ、No.14 キムシ

上述のように河川からの取水であるが、取水源とする対岸のサン・フランシスコ川ではこの 2 地区以外の地区も取水していることから、この河川を管轄するグアラセオ市の環境条例により乾期における河川の維持流量を守る為に取水量が制限されており、これ以上取水口の位置を変更して取水量を増やす事はできない。このため、乾期は他地区と同様に給水量が不足する状況である。この 2 地区については MIDUVI および州審議会の援助で給水施設が 2 年前に完成したばかりであり、緩速ろ過池、塩素滅菌装置は順調に運転されていた。

2) ボンセエンリケ地域

この地域は本年 9 月にプカラ郡から独立して新たな郡となり、地区はグアヤキル市とマチャラ市を繋ぐパン・アメリカン道路沿いに点在し、今後も人口の増加が見込まれる地域である。この地域ではベジャリカ等に金鉱山があり、

事業所の他にも個人レベルの発掘が行われており、特に個人鉱山では掘削後の鉱滓処理が全く行われておらず河川や溪流への汚染が懸念されている(表 2-2-3 水質試験結果一覧参照)。ボンセエンリケ市をはじめ、溪流からの取水を行っており、塩素滅菌のみもしくは緩速ろ過処理の後に配水を行なっている。

ボンセ・エンリケ市の水源とする溪流は周辺最大の鉱山であるベジャリカが流域の尾根部に位置している。現在、市ではナランフォス川 とギネロ川の2溪流から取水を行なっているが雨期になるとギネロ川側の水は濁度が大きくなり取水不能となるため、ナランフォス川のみ利用している。ボンセ・エンリケ市の給水施設は1986年にMIDUVIによって建設されたものであり、ろ過池、配水池ともに相当老朽化している。またナランフォス川の約1.5km離れた地点には2年前にベジャリカ鉱山が独自に下水の処理場(ラグーン、底はラバーによる)を建設しており、処理後の水は直下の溪流へと流されている。

現在市にある配水管は更に古く、1970年代に敷設されたものであり、需要量の増加に対して管径が不足して十分な配水が行えない状況である。このため州審議会は、ボンセエンリケ市への配水管の更新事業を社会事業省へ予算申請を行っており、順調に行けば2003年には工事实施が可能であるとの見込みである。

また、この配水管の問題と、ベジャリカ、ボンセエンリケ市、No.2 ブエノスアイレス、No.6 サンフランシスコの水問題を解決する為に2001年から2002年の初めにかけて表流水を水源とする場合の調査を実施した。この結果、鉱山からの影響のない水源としてテンゲル川の上流地点が選定されたが、延長14kmの導水管工事となるため4地区に対する計画では導水量が大きく、建設資金が膨大となるため頓挫していた。日本の援助による地下水開発が可能であるならば、ベジャリカに対する導水だけでこの計画を進める事が可能で負担が小さくなり事業実施が可能としている。

3) サンタ・イサベル地域

この地域はアスアイ州の南西に位置し、州内でも降雨量が少ない地域である。対象地区は標高2,000m程度に位置し、谷が深く河川までの標高差が大きい事が特徴的である。地区のうちNo.17 カニャリバンバ、No.19 グアヤラ、No.20 ウアシパンバは湧水を水源とし、乾期の給水量が問題である。

No.17 カニャリバンバ

現在 FISE の融資により緩速ろ過池、配水池等を建設中であり、今年中に運転を開始予定である。この地区ではこれまでの配水システムはサンタ・イサベル市のものを使用しており、市への送水管から分岐していたが、今回の建設であらたに溪流から取水するシステムを新設したことから、給水状況に付いてはこの後の経過を見守る必要がある。

No.19 グアヤラ

湧水取水であり、水不足の乾期には1日の給水時間は2~3時間程度である。

No.20 ウアシパンバ

この地区は既存の給水施設は1980年代に作られた取水枘とそこに接続したポリエチレンホース程度であり、

緊急的に対策が求められる地区である。また、同地区は湧水量がわずかなので通年的な水不足の状態であるとともに、水質的にも問題が多い(表 2-2-3 参照)。

ダンダン(No.18)、サンペドロ(No.21)

既述のように灌漑用水路から取水しており、量的には乾期・雨期とも十分な水を確保する事が可能である。ただし、今回の踏査時でも濁りや色度が高く、調査時は緩速ろ過池を迂回して配水池に接続、配水が行われていた。

4)クエンカ地域

クエンカ地域の3地区パクチャ(No.1)、アドベパンバ(No.22)、ヌルチ(No.25)はいずれも湧水を取水しており、大幅な水不足の状況にある。

パクチャ(No.1)、ヌルチ(No.25)

通年的に水不足の状態であり、早急な水源の確保が求められている。パクチャでは、給水区が大きく2つ(山頂部、中心部)に分けられている。山頂部では現在給水システムがなく、山の少量の湧水もしくは買水により飲料水を得ている。パクチャ中心部についても水不足が深刻であり乾期、雨期ともに給水は週のうち3日、1~2時間のみである。パクチャ中心部は ETAPA によって管理されているが、近傍では新規の水源は期待できない。住民のうち一部は浅井戸を掘って利用していたが、浅井戸にもかかわらず鉄分濃度が高いという話であった。

ヌルチ(No.25)

民家の脇にある湧水を取水しているが、水量が大幅に不足しており、水管理組合は ETAPA からタンクローリーを使って4m³当たり20ドルで購入して配水している。

アドベパンバ(No.22)

14 年前に建設された緩速ろ過池を利用しており、丁寧に運転・維持管理が行なわれている。水量が不足している事から 2 年前に新たな水源からポリエチレンチューブで導水を行なったが、乾期には水が不足する状態である。

表 2-1-4 対象地区の給水施設および給水の状況

No.	村落			水源				給水施設				給水の状況		備考				
	郡	村落	戸数	水組合戸数	推定人口	測定流量(l/s)	測定流量(m ³ /d)	乾期推定(m ³ /d)	水源	導水路	濾過施設 基数/処理	塩素設備	配水池 基数/容量計		配水管	雨期	乾期	
1	クエンカ	パウチャ	200	-	1000	0.27	23.3	19	湧水	PVC管	2	120	前塩素	1	100.0	あり	週3日1 週3日2 週3日1 時間 時間 時間	給水区は2地区に分かれる。高地区は現在給水システムがなく、地下水の可能性がない場合は湖からポンプによる送水を考えている。低地区はワウチヤの中心部で、浄水場は1977年に建設。管理はETAPAに委託されている。鉄分多く、塩素の前処理、ばっ気、濾過処理(上向き)、配水。後塩素は行っていない。配水管は2001年にPVC管で更新している。
2	ボンセエン	ブエラスアイレス	150		500	2.80	241.9	121	Rio Villa 流域の溪 流	PVC管、500 m	2	300	あり、使 用せず	1	30.0	あり	24時間	No.2とNo.6で同じ水源、給水システムを利用している。塩素処理をしていない。調査時、濾過地はろ過砂洗浄の為に水を抜いた状態で、水源水を直接配水していた。
3	ボンセエン	ライスベランサ	300	114	1500	1.80	155.5	78	Rio Blan co流域の 溪流	PVC管、6k m	2	300	あり、稼 働	1	30.0	あり	24時間	水源は6km先のRio Negro. 96年のMIDUV融資により施設建設を行なった。300戸のうち114戸が給水を受けている。
4	ボンセエン	ボンセエンリョケ	500	500	2500	20.00	1728.0	259	溪流 Q.Naranjo, 溪流 Q.Guineo		1	220	あり	1	80.0	あり	24時間	水源はQ.Naranjo, Q. Guineoの2箇所から。市では水源流域の監視を実施しており、Q.Naranjoは位置的にも監視が可能であるが、Q.GuineoはBella Ricaへの尾根筋にも近く、監視張りむづかしいとされる。また、Q.Guineoは雨期になると濁度の上昇するので取水は行わない。既存施設は1986年のもので、状態は悪く老朽化が進んでいる。市内配水管の容量が小さいことも給水圧が低い原因。給水サービスを受けていない住民(水源不足のために接続を断っている)は近隣の湧水等から水運んでいる。Q.Naranjoの上流にBella Ricaからの鉱山排水、下水の処理池がある。現在のところ問題は出ていないが、審議会では将来的にQ.Naranjosに影響をおよぼすものと考えている。
5	ボンセエン	サンアルフォンソ	200	70	1000	3.00	259.2	130	Rio Fermín流 域の湧 水、溪流	PVC管	なし	あり、稼 働	1	30.0	あり	24時間	3時間	CAREの援助で施設を建設。その後、湧水からの取水を1年前に追加した。水量不足のため、65戸は隣村のIndependenciaから給水を受けている。
6	ボンセエン	サンフランシスコ	-	44	250												24時間	No.2と同じシステム。
7	ボンセエン	サンタマルサ	60	47	300	1.15	99.4	50	Rio Negro 上流域の 溪流	PVC管	2	あり、稼 働	1	30.0	あり	24時間	24時間	1982年の洪水被害以降、パン・アメリカン道路側に村ごと移住。Rio Negroの渓流から取水。オペレータはボランティア(月15ドル)、塩素減量使用。運転状況は良好。Rio Tenquel上流で現在のSanta Marthaの位置からすく上流に新しい鉱山事業が行なわれており、Rio Tenquelはそれによる汚染が進む可能性がある。給水220戸で20~30戸は未接続。河川からの取水で、沈砂池、濾過池は乾期は3ヶ月ごとに、雨期は3日~7日ごとに砂の洗浄。との話しであるが、運転管理の状況は悪い。当日は受水から直接タンクに入れている。塩素減量はやっていない。
8	ボンセエン	シャガール	300	210	2000	2.00	172.8	86	Rio Fib ric管	洗砂池、P VC管	2	220	あり、使 用せず	1	30.0	あり	24時間	低下

表 2-1-4 対象地区の給水施設および給水の状況

No.	村落		水源				給水施設				給水の状況		備考				
	郡	村落	戸数	水組合 戸数	推定人 口	測定流 量(l/s)	測定流 量(m ³ /d)	乾期推 定(m ³ /d)	水源	導水路	濾過施設 基數/処理	塩素設 備		配水池 基數/容量計	配水管	雨期	乾期
9	ポンセオン リケ	シュムラール	500	487	2500	7.70	665.3	333	Rio Gala	PVC管	2	540	1	160.0	24時間	6時間	Rio Galaの漂流取水、調査対象では一番規模の大きな浄水場、オペレーターの管理は良好。水道メーターは老朽化、砂詰まりを理由に現在は使用していない状況。Rio Gala流域で新たな水源を確保する計画がある。水組合で独自に流域を監視しており、鉱山による汚染に対して注意を行っている。(配水管が敷設後年数が経過しており、オペレーターが少しそれを心配)
10	グアラセオ	ブルシユン	400	400	2000	2.00	172.8	138	Rio Gualaseo 支流の湧水	14km PVC管	なし	あり	3	121.0	24時間	6時間	1982 - 1983年に建設。原水(湧水)を塩素処理のみ、MIDUVIによる表流水利用の給水計画が進行中。
11	グアラセオ	チカウニヤ	150	115	750	0.40	34.6	28	Rio Gualaseo 支流の湧水	PVC管	沈殿池x 2、濾過池x 2	98	1	30.0	24時間	8時間	湧水取水、沈殿部にグラベルを敷き詰めているのが特徴的、色度が少し高く(フミン質?)これを除去する為か?濾過池は1基を前日洗浄したばかり、もう1基は稼働していない(詰まった状態)。取水をそのままタンクへ送っている。給水は乾期には一日8時間。
12	グアラセオ	ハダン	600	600	3000	2.23	192.7	135	Rio Jaden 支流の湧水	PVC管	3	390	5	140.0	24時間	2-3時間	現在給水施設を増設中で濾過池が2基、3基、配水タンクが5基新設(Centro近くのタンクは既設+1基増設)。工事のために調査時は原水が直接配水されていた。給水は200戸が村落の中心部に、それ以外に周辺に350戸が散在する。
13	グアラセオ	ナジグ	250	250	1250	3.60	311.0	93	対岸 Rio San Francisco	対岸河川から 鋪置、PVC管	2	380	2	50.0	24時間	6時間	Rio San Franciscoから取水。施設の建設はFOES(スイス援助機関)によって融資を受けた。この浄水場で他の2村落350人(ARCADIA, SAN ANTONIO)もカバーする(SAN ANTONIO側にも配水タンクあり)ため、給水計画では考慮する必要はある。濾過濾過は良好に運転、塩素処理も行なわれている。
14	グアラセオ	キムシ	180	160	900	0.70	60.5	48	対岸 Rio San Francisco	対岸河川から 鋪置、PVC管	2	380	2	50.0	24時間	3時間	Rio San Franciscoから取水、コンセホの援助で2000年に浄水、配管施設が建設されたばかり。濾過濾過は良好に運転、塩素処理(3kg/週)も行なわれている。
15	グアラセオ	サンフアン(パンバ)	90	72	400	0.30	25.9	21	Rio Piricay 湧水	PVC管	なし	なし	1	30.0	24時間	2-3時間	村落側で追加した湧水取水付近はやぎ等による汚染の可能性大。塩素滅菌は使用していなかった。
16	グアラセオ	サンフアン	500	450	2400	未測定	未測定	-	Q. Agupan cay流域の 湧水	なし	なし	あり	1	60.0	24時間	6時間	MIDUVIによる給水計画が進行中。
17	サンタイサ ベル	カニヤリ(パンバ)	160	146	800	1.50	129.6	65	漂流	PVC管、着 水地点で ばっ気処理、 沈殿池	2	140	1	40.0	24時間	12時間	FISEの融資により、現在浄水場を建設中である。これまでの水源はSanta Isabel市と共同で使っていた。

表 2-1-4 対象地区の給水施設および給水の状況

No.	村落			水源				給水施設				給水の状況		備考					
	郡	村落	戸数	水組合 戸数	推定人口	測定流量 (l/s)	測定流量 (m ³ /d)	乾期推 定(m ³ /d)	水源	導水路	濾過施設 基數/処理	塩素設 備	配水池 基數/容量計		配水管	雨期	乾期		
18	サンタイサ ベル	ダンダン	100	80	500	1.20	103.7	52	河川、灌 漑水路	着水後、グラ ベル洗砂池	2	あり、稼 60働	1	20.0	あり	24時間	24時間	灌漑用水路から取水、(施設のため、塩素減量が未確認)。雨期1月~3月の濁 度上昇が問題、農薬の浸入可能性に対して問題意識。	
19	サンタイサ ベル	グアヤラ	250	52	1200	0.40	34.6	17	Rio Naranjal流 域の湧水	PVC管	なし	使用せ ず	1	20.0	あり	24時間	2-3時間	塩素処理は行っていない。現在68戸に配水が行なわれて15戸から申請があ る。乾期の水量が問題である。	
20	サンタイサ ベル	ウアシバンバ	70	380	0.01	0.9	1	Rio Naranjal流 域の湧水			なし	なし	1	2.0	なし	24時間	不定期	1984 - 86年 FISE の融資で作った湧水取水のみでそれ以外の施設はなく、ホー 入が一部の家に来ているのみである。近辺には水利権を確保できる水源が期待 できない。水量の計測は不可能であった。乾期に給水は不定期。	
21	サンタイサ ベル	サンベドロ	60	56	300	2.20	190.1	95	河川、灌 漑水路		2	70	1	20.0	あり	24時間	24時間	灌漑用水路から取水、塩素装置はない。灌漑池を通していない。運転、維持管理 に問題。オペレーターはつかまらず。雨期1月~3月の濁度上昇が問題と考 えられる。	
22	クエンカ	アドベバンバ	250	250	1000	1.32	114.0	68	湧水x3	PVC管	2	140	なし	2	60.0	あり	24時間	週3日	運転は良好。もともと水源に加えて、別途湧水からの湧水を行なった。乾期の 給水は週3回のみ。
23	シグシグ	グエル	450	300	2200	2.36	203.9	163	Rio Santa Barbara流 域の湧水x 4	PVC管		なし	3	96.0	あり	12時間	12時間	塩素装置なし。給水は6時~7時、乾期に給水は一日12時間。	
24	シグシグ	サンミゲル	150	64	750	0.36	31.1	31	Q.Yahuars ol流域の 湧水	PVC管		なし	1	8.0	あり	24時間	4時間	湧水、塩素装置はあるが使用せずに配水。オペレーターによると、水源には十分 な水があるという事。取水、湧水に問題あり。取水地点と方法、エア-弁等の改善 提案要。現在、San Miguel 67戸に加えてSan Antonio 80戸へ供給。乾期の 給水は一日4時間。	
25	クエンカ	ヌルチ	45	40	250	0.10	8.6	7	湧水	ポンプで配水 池まで送水		なし	2	41.0	あり	12時間	2時間	地区内の湧水を利用、クエンカETAPAから4m ³ \$ 2.0にて買水。乾期の給水は一 日2時間。	
26	チヨルデレ	プリンシパル	236	236	1200	4.00	345.6	311	Q.Chorro Blanco	PVC管		なし	あり	3	66	全戸	24時間	24時間	2002にCAREの援助で施設建設。現在は水の問題は無いという意見。汚染の心 配はない地区であり、新たな深流取水も近く可能と考えられる。

2 2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2 2 1 関連インフラの整備状況

2 2 1 1 下水道整備の状況

アスアイ州は市と協調して都市部の下水道はクエンカ市をモデルとする本格的な下水道の整備を目指している。処理システムは酸化池法である。地方部では下水管の敷設と簡易処理施設(腐敗処理法)による整備と、少人数の分散地区では庭にトイレの建設を計画している。現在下水道施設は 26 地区中、3地区で全体もしくは一部建設済みで、3地区で FISE 及び州政府の援助により下水管渠の敷設を行なっているところであった。下水は浄化槽処理を経て近辺の溪流や河川へ放流される。下水道施設が未整備な 23 地区では基本的に住居近くに浸透井戸や手掘りの井を掘ってトイレ及び生活用水を流しているが、道路上へたれ流す状況も見られた。

トイレ施設は水管理組合とのインタビューによるとパクチャの山頂部やカナリバンバ ではほとんど所有しておらず、残り 24 地区中、一般的に所有するのが 16 地区、残りの 8 地区は 1 部のみ所有するという状況である。

2 2 1 2 社会基盤の整備状況

主要幹線道路はクエンカ市を中心として北部アソゲス市への道路、南のロハ市への道路、西にボンセエンリケへの道路などは舗装され、整備状況は比較的良好である。但し中央山岳地帯は斜面を切り拓いて道路を建設しているため、掘削の法面が少しの雨でも崩れ道路を封鎖してしまったり、また地方道は舗装は少なく、道幅も狭く整備状況はよくない。州民の移動は主に公共交通機関であるバスが利用されて、キト、グアヤキルへの長距離バスも運行されている。また州都クエンカ市からはキト、グアヤキルなどに一日5便の飛行機便もある。

電気は州内にほとんど供給されているが、山岳部はアスアイ州から、ボンセエンリケ地区はグアヤス州から供給されている。グアヤス州は電力事情がよく、220 ボルト 3 相(水中モーターポンプ用)の電源が比較的容易に利用できるが、アスアイ州から電力が供給されている地域では 110 もしくは 220 ボルトの単相で家庭用の電源設備しかない。このため、山岳地では地下水汲み上げのために高揚程ポンプの電源として 220 ボルト 3 相が利用できないことを意味する。単相の場合は 3 相に比べて出力の大きなポンプが必要となるため、電源の敷設工事を行うか、運転コストが若干割高になるものとするか比較選択が必要となる。

2 2 1 3 対象地区の社会状況

対象地区の社会状況は、アスアイ州審議会等から提供されたマクロ的なデータ・資料に加え、対象地区の水管理組合長(あるいは会計や書記等のメンバー)、地区改善委員会メンバー等のインフォーマントへのインタビュー調査および対象地区の住民へのアンケート調査から把握したものである。住民アンケートの回収数は、各地区 3 票 ~ 15 票である。(3 票の地区は、世銀による給水システムの事業が進捗していたため。通常は、各地区 10 票、人口が多い地区は 15 票、人口が比較的少なく、集落が分散している地区は 5 票である。有効回収数は 258 であった。)また、今回の調査で確認した対象 26 地区の総人口は 31,580 名であった。下表は 26 の対象地区を 3 つのゾーンに区分し、

ゾーンごとに社会状況の概要を比較した(各地区別の詳細は表 2-1-6 を参照)。

表 2-1-5 ゾーン毎の社会状況分析表

	Zona1: クエンカ郡および グアラセオ郡等	Zona2: ボンセ・エンリケ郡	Zona3: サンタ・イサベル郡
位置	州都クエンカ市の東 10km から 30km 付近に位置し、クエンカ郡、グアラセオ郡、シグシグ郡およびチヨルデレグ郡に含まれる山岳地帯である。	この郡は最近創設された。クエンカ市から約 80km の州西部に位置する平地で、エル・オロ州のマチャラ郡と隣接している。気候は暑く湿潤である。	この郡はクエンカ市から約 50 ~ 60km、アスアイ州南部中央に位置する山岳地帯である。人口は少なく、集落は比較的散在している。
対象地区	13	8	5
対象人口	17850	10550	3180
主要産業	主要産業は農業であるが、大半が自家消費用のとうもろこしや豆類等を作っている。そのため、住民は現金収入源を探すことを余儀なくされており、商業、運転手、(郡/教区の中心地やクエンカ市における)建設工事の日雇いなどに従事している。一部の集落では牧畜も見られる。また、多くの集落で海外(特に米国およびスペイン)への移民が発生している。	農業が主な経済源で、バナナ、コーヒー、サトウキビ、果樹等の大規模農園が見られる。また、鉱業(金採掘)はそのピークを過ぎたものの、以前として労働者の 10 人に 1 人が従事しており、この地域の重要な産業である。グアヤキルとマチャラを結ぶハイウェイ沿いで、小規模な商業活動も見られる。	主な産業は農業および酪農(ミルクやチーズ)である。現金収入に乏しく、建設工事等の日雇い等に従事するものもあるが、収入は一定していない。なお、一部の地区には、灌漑施設が整備されている。
家計状況	地域の平均所帯月収は 50 ~ 150 ドル程度で、平均家族構成員数は 5 名である。年間の医療費は 20 ~ 40 ドル程度、電気代は 5 ドル ~ 20 ドル/月、ガス代は 2 ~ 3 ドル/月、水使用料金は 0.3 ~ 3 ドル/月でバラツキがあるが、多くの地区では 1 ドル以下である。	平均所得は、110 ~ 140 ドル/月である。鉱業で働く住民は 400 ドルの月給を得ているケースもある。電気料金は 10 ~ 15 ドル/月、ガス代は 2 ~ 3 ドル/月、水使用料金は 0.4 ~ 2 ドル/月であるが、1 地区を除いて 1 ドル以下である。	住民の平均収入は 50 ~ 100 ドル/月程度で 3 つのゾーンの中では最も低い。電気料金は平均 10 ドル/月、ガス代は 2 ドル/月程度である。水使用料金は無料 ~ 3.5 ドル/月であるが、新規システムが稼働して、料金を値上げした地区を除けば、0.5 ドル程度である。
既存給水サービス	特に No.1 バクチャで給水が不足しており、週 3 日、一日数時間程度のサービスとなっている。その他の地区では雨期はほぼ 24 時間給水であるが、乾期は、時間給水や水量の減少が見られる。また、水質的にも、塩素処理が行われていなかったり、水が濁るなどのケースも見られ、住民の大半は不満を示している。	この地域の気候は暑く河川や湧水が豊富である。裨益者の 60% が各戸給水、その他は河川、湧水、浅井戸などから水を得ている。雨期は 24 時間給水であるが、乾期は、時間給水や水量の減少が見られる。水質は総じて悪く、雨季にはタンクに泥が入ることもある。洗濯のために、家族総出で河川に行くこともある。	No.20 ウアシバンバを除き、大部分の住民が各戸給水を受けている。各地区とも雨期はほぼ 24 時間給水であるが、乾期は、昼間のみになる地区がある。乾期には、近くの溪流に水をくみに行くケースもある。水質は総じて良くない。
疾病、衛生環境および衛生教育	寄生虫病、皮膚炎、下痢等が最も住民に影響を及ぼしている水因性疾病である。トイレは大部分あるが、簡易トイレや穴を掘っただけのものが多く、ゴミの回収は一部の集落を除いてほとんどない。住民アン	最も頻繁な疾病は寄生虫病と皮膚炎である。特に子供の寄生虫病が多く、No.4 ボンセエンリケの中心地区では、2001 年の 4 歳未満の子供の保健所外来者数が 850 件に達している。一方で下水システムは一	主な水因性疾病は寄生虫病と皮膚炎である。下水はなく、大部分の集落でトイレが整備されていない。ゴミの回収サービスはなく、各戸で焼却したり、埋めて処理している。一般住民の 80% は衛生教育を受け

	Zona1: クエンカ郡および グアラセオ郡等	Zona2: ポンセ・エンリケ郡	Zona3: サンタ・イサベル郡
	ケートでは、一般住民の 80%は衛生教育を受けておらず、20%程度が保健所、州政府、FISE 等の公的機関および Plan International、CARE 等の NGO から受けていた。	部を除き、存在しないか、不備の状態にある。 一般住民の 90%弱は衛生教育を受けておらず、10%程度が保健所、FASBATE、IEOS 等の公的機関および CARE 等の NGO から受けていた。	ておらず、20%程度が保健所、州政府、IEOS 等の公的機関および CARE 等の NGO から受けていた。
水管理組合等の組織	水管理組合は ETAPA が直接給水を行っている 1 地区を除いて全ての地区に組織されている。既存給水システムの建設時には、ほとんどの地区で Minga(労働提供)が実施されている。また、大部分の集落に地区改善委員会がある。	水管理組合は全ての地区に組織されている。既存給水システムの建設時には、ほとんどの地区で Minga(労働提供)が実施されている。	水管理組合は 1 地区を除いて全ての地区に組織されている。既存給水システムの建設時には、ほとんどの地区で Minga(労働提供)が実施されている。水管理組合がない地区も自力でタンクを設置している。
地下水開発プロジェクトへの参加意思と支払可能額	参加意思は比較的高い。多くの住民は共同作業や分担金負担などを経験し、当然のことと受け止めている。支払可能額は、現行の水使用料に即して、考慮されることが多いので、1~3ドル程度となっている。	参加意思は比較的高い。大部分の住民は Minga(労働提供)の経験がある。実施支払可能額は、概ね 1~3ドルとなっている。	参加意思は総じて高くない。上水以外の分野の整備(灌漑、下水等)に関心がある地区もある。支払可能額は、概ね 1~2ドルとなっている。

さらに住民アンケート結果も踏まえて、対象地区の社会状況を主要項目別に詳細に検討した結果は以下の通り。

主要産業 / 職業

対象地区における主要産業は農業であるが、多くが自給用でとうもろこしや豆類を育てており、現金収入は乏しい。そのため、近隣の都市(クエンカ市や郡の中心地等)での建設労働、運転手あるいは靴作り(内職)等によって収入を得ているケースが多い。ポンセエンリケス郡では、バナナ、コーヒー、サトウキビ、果樹等の大規模農園が見られ、農園労働者として現金収入を得ることが可能である。同郡の一部では、小規模に果樹を栽培している箇所もある。また、一部の地区(No13 ナジグや No20 ウアシパンパ等)では牧畜や酪農(ミルクやチーズづくり)が見られる。農業以外では、ポンセエンリケス郡の主要道路沿いに小規模な商店が見られ、同郡の金鉱山周辺の地区では鉱山労働者としての活動が見られる。No25 ヌルチでは手工芸品としての花火製造とパンの作成 / 販売が行われている。

対象地区では、最近になって米国やスペインへの移住・出稼ぎがみられるようになり、若年層や壮年層を中心に地区を離れる例が増えている。

世帯 / 家計状況 / 居住形態

対象地域の平均家族構成員数は約 5.3 名で、所帯月収は 50~150ドル程度に分布し、平均値は 102ドルであった。3つのゾーン別の平均値をみると、ポンセエンリケス郡が 126ドルで最も高く、次いでクエンカ郡およびグアラセオ郡等が 94ドル、最後にサンタイサベル郡が 75ドルとなっていた。居住形態は 258世帯のうち、200世帯が戸建てに居住していた。

水質・水量および上水供給に対する満足度

3つのゾーンの住民が使っている水の水質は総じて悪く、塩素処理していても、家畜の排泄物が存在する水源から来る不衛生な水の使用しているケースもある。水量は地区によって様々だが、乾期には水量が減って、時間給水や地区別給水になるケースが多い。(詳細は、前節の上・下水道整備の状況参照。)なお、上水供給については、住民アンケート回答者の64%が「不満足である」と回答している。

水汲み時間

特に時間給水や地区別給水になるケースが多くなる乾期には、湧水、溪流や河川等への水汲みや近所への貰い水もみられるが、総じて、徒歩で10分程度内の近距離である。また、河川での洗濯も一部の地区で見られる。(例外的ではあるが、No24 San Miguelでは、週1~2回バスに乗って川に洗濯に行くという事例も見られた。)

「水汲みをする人は誰か」との質問に対しては、59%が「女性がする」、10%が「男性がする」、5%が「子供がする」、そして26%が「家族全員です」と回答している。女性が水汲みで一番時間を取られているのは、他の多くの調査事例と同様であるが、「子供」は比較的少ない。また、「家族全員」との回答が多い。

水道料金および水管理組合の総収入

インタビューによれば、多少の延滞はあるものの、ほとんどのユーザーがきちんと料金を支払っている。現在、水道料金を徴収していないNo20 ウアシパンバを含めた対象地区全体のユーザー世帯平均の水道料金支払額は1.17ドル/月である。ゾーン別では、クエンカ郡およびグアラセオ郡等が1.15ドル/月、ポンセエンリケス郡が1.38ドル/月、サントイサベル郡が0.77ドル/月となっている。

地区別の水道基本料金は0.25~3.5ドルとかなりばらついている。最も高いのは、最近、FISEによって新給水システムが完成したNo17 カニャリバンパで3.5ドル/月である。

各地区の水管理組合の収入は、20ドル~1000ドル程/月で大きな違いがある。ユーザー数が多いNo4 ポンセエンリケ、No9 シュミラル、No10 プルシュン、No17 カニャリバンパなどでは収入規模が大きい。水管理組合の収入が小さい場合は、オペレータを雇わず、パーツや消耗品等の購入も限定されている。

水因性疾病/治療費

下痢、寄生虫病、胃腸病等が最も住民に影響を及ぼしている水因性疾病である。No.1 パクチャ、No.12 ハダン、No.25 ヌルチの保健所資料から2002年の症例数で見ると全患者に対する割合はそれぞれ34、71、42%であった。住民アンケートやインタビューによれば、特にポンセエンリケ郡で寄生虫病の発生が多い。また、僅かではあるが、コレラとチフスも一部の地区で発生している。住民アンケートによれば、住民が負担する一世帯当たりの医療費(水因性以外の疾病を含む)は年間約20ドルであった。

下水システム/トイレ

対象地区26地区で下水システムが整備されているのが3地区(全体あるいは一部)、整備中が3地区で、残りの大部分の地区では下水システムがない。また、トイレは、州審議会等が整備を続けているが、下水がある場所では水洗トイレがあるものの、多くは穴を掘っただけの簡易トイレである。一部の地区では、州審議会が広場や小学校近くに共同トイレを設置しているが、鍵が掛けられていて使用できなかつたり、あるいは全く維持管理がされておらず、非衛生的な状況の施設も見られる。

ゴミの回収

No1 パクチャ、No2 プエノスアイレス、No4 ポンセエンリケ、No6 サンフランシスコおよびNo25 ヌルチ以外の地区では、ゴミ収集サービスは存在していない。No2、No4 およびNo6 は民間委託によって週3回の収集サービスがある。

衛生教育

水管理組合のメンバーやオペレータの多くは、既存の給水システムの完成時に基本的な衛生教育を受けている。しかしながら、住民アンケートによれば、回答者(一般住民)の81%は公的機関やNGO等による衛生教育を受けていない。

NGOの活動

対象地区における給水システム整備を援助してきた国際NGOは、CAREとPlan Internationalの2つであるが、現在、CAREはアスアイ州で活動していない。また、Plan Internationalもハード的な整備から、ソフト的な整備-教育(教員の研修、学校のトイレやゴミ処理の改善、教科書配布、衛生教育の普及等)、医療・衛生(5歳児未満の特に呼吸器系疾患の予防、医療器材配布、学校へのビタミン剤の配布、トイレの整備等)、経済活動支援(農業・牧畜業従事者に対するマイクロクレジット)等-に重点を移している。

また、No7 サンタマルサやNo9 シュミラールで地元のNGOであるUROCALが村落改善活動の一環として集会場を建設している。また、No24 サンミゲルではクエンカのNGOが、農民に食用ネズミ(クイ)の繁殖法等を指導している。

地下水開発プロジェクトへの参加意志とMinga

地下水開発プロジェクトへの参加意思は、ゾーン1(クエンカ郡およびグアラセオ郡等)およびゾーン2(ポンセエンリケス郡)で比較的高い。

対象地区住民の多くは、水管理組合のユーザーで、既存の水供給システムの建設時に、労力提供(Minga)や分担金の支出を経験済みであり、彼ら自身もそれが当然という認識をもっている。MIDUVI、FISEあるいは国際NGO等によるプロジェクトは、建設費のうち、10%~20%を裨益住民が負担することを求めている。

支払可能額

住民アンケートによれば、支払可能額(月額)は、1~3ドル程度に分布している。その平均値をみると、全体で1.88ドル、ゾーン1で2.06ドル、ゾーン2で1.75ドル、ゾーン3で1.56ドルである。

支払可能額が、どの要素によって決定されているかを以下のような重回帰式で分析してみると、「現在の所得」(5%水準で有意)と「現在、支払っている水道料金」(1%水準で有意)が影響を与えていることがわかる。つまり、現在、所得が高い人や多くの水道料金を支払っている人が、より高い支払可能額を示している。「衛生教育を受けているか否か」からは有意な結果はでなかった。

$$Y = b_0 + b_1 \log X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$$

重決定係数(R^2):0.200、データ数(観測数):256

ただし、Yは支払可能額(月額/ドル)、 X_1 は所得/月収(ドル)、 X_2 は現行の水道料金(月額/ドル)、 X_3 は衛生教育を受けたか否かのダミー変数(受けた場合は1、受けていない場合は0)

b_0 は切片の係数、 $b_1 \sim b_3$ はそれぞれ $X_1 \sim X_3$ に対応した係数。

	係数	標準誤差	t	P-値
切片	0.29430	0.45810	0.64242	0.52118
X 値 1(所得 / 月収)	0.22242	0.10176	2.18564	0.02976
X 値 2(現行水道料金)	0.47897	0.06570	7.29032	0.00000
X 値 3(衛生教育)	0.23289	0.17093	1.36246	0.17427

このように、支払可能額(あるいは支払意志額)は現行の所得や水使用料に即して考慮されることが多いと想定されるので、安全な水の価値については、衛生教育等を通じて住民に十分理解してもらうように努める必要がある。(住民アンケート結果によれば、同種のライフラインである電気代には世帯平均で約 10 ドル / 月を支払っている。)

インタビューした水管理組合のメンバーの多くは、安定して、安全な飲料水が確保されるならば、住民は相応の負担を受け入れるであろうと述べている。

地区全体の問題点 / 課題

地区全体の主要な課題として、安全な水供給システム以外に、下水システム・灌漑施設・道路の整備、トイレの改善、農業技術の普及、保健所・小学校・公民館等の住民施設の整備、就業の場の確保などが挙げられている。

表 2-1-6 社会状況調査総括表 (1)

No.	対象地区	郡	面積 (ha)	人口 (人)	世帯数 (戸)	水管理組合	ユーザ数	主要産業	平均世帯月収 (ドル)	給水形態		既存施設整備主体	給水時間		水道料金	
										各戸給水	その他の水源		雨期	乾期	現行料金 (ドル/月)	支払可能額 (ドル/月)
No.1 (1)	バクチャ(市街地)	1	50	1000	200	ETAPAが直接給水	-	農業、手工芸品製造	100		洗濯は川	ETAPA	週3回 (1日2時間)	週3回 (1日1時間)	3.0	2.4
No.1 (2)	バクチャ(高地区)	1	800	750	150	あり	-	農業	120	-	雨水 浅井戸	-	-	-	-	2.4
No.2	ブエノスアイレス	5	20	500	100	あり	48	農業、商業、鉱山労働	140		-	CARE、Consejo及び MIDUVI	24 hrs	24 hrs*	0.4	1.4
No.3	ラエスベランサ	5	6	1500	300	あり	114	商業	130		雨水 買水	FASBASE	24 hrs	24 hrs*	0.5	3.0
No.4	ボンセエンリケ	5	200	2500	500	あり	500	農業 商業	120		湧水	IEOS	24 hrs	中心部 24 hrs* 周辺部 3 hrs	1.0	1.7
No.5	サンアルフォンソ	5	15	1000	200	集落内に2つある	70および65	農業	130		浅井戸	1つはCARE、もう1つはIEOS	24 hrs	3hrs (午前中)	1.0	1.6
No.6	サンフランシスコ	5	30	250	50	あり	44	農業	130		-	CARE、Consejo及び MIDUVI	24 hrs	24 hrs*	0.4	1.3
No.7	サンタマルサ	5	10	300	60	あり	47	農業	110		河川	FASBASE	24 hrs	24 hrs	0.6	1.0
No.8	シャガール	5	2600	2000	300	あり	210	農業	140		-	ETAPAおよびCARE	24 hrs	24 hrs*	0.6	1.6
No.9	シュモラール	5	10	2500	500	あり	487	農業 鉱山労働	120		-	IEOS	24 hrs	6 hrs (午前中)	2.0	2.1
No.10	ブルシュン	2	400	2000	400	あり	400	農業 内職(靴作り等)	100		-	Consejo及びIEOS	24 hrs	6 hrs (午前中)	1.0	3.2
No.11	チカウニヤ	2	10	750	150	あり	115	農業	90		-	Consejo及びCARE	24 hrs	8 hrs (昼間)	1.0	1.6
No.12	ハダン	2	1500	3000	600	あり	600	農業	60		湧水	Consejo	24 hrs	数時間 (地区別)	0.1	1.7
No.13	ナジグ	2	170	1250	250	あり	250	農業 牧畜	80		河川	Consejo、Gualaceo市及びFOES(スイス援助機関)	24 hrs	6 hrs (午前中)	1.0	1.8
No.14	キムシ	2	300	900	180	あり	160	農業	100		-	Consejo及び MIDUVI	24 hrs	3 hrs (午前中)	1.0	1.8
No.15	サンファンバンバ	2	1500	400	90	あり	72	農業	100		湧水	Consejo	24 hrs	数時間 (地区別)	0.4	1.2
No.16	サンファン	2	200	2400	500	あり	450	農業	110		-	CARE	24 hrs	6 hrs (午前中)	0.5	3.0
No.17	カニヤリバンバ	6	3600	800	160	あり	146	農業 商業	50		溪流	FISE	24 hrs	12hrs (昼間)	3.5 (新料金)	2.1
No.18	ダンダン	6	6000	500	100	あり	80	農業	50		-	IEOS	24 hrs	24 hrs*	1.0	1.6
No.19	グアヤラ	6	1000	1200	250	あり	52	農業	90		溪流	Consejo	24 hrs	24 hrs*	0.25	1.3
No.20	ウアシバンバ	6	600	380	70	なし	-	牧畜	100		溪流	村落独力でタンクを整備	24 hrs* (部分的)	不定期	-	1.6
No.21	サンベドロ	6	1000	300	60	あり	56	農業	70		-	Consejo	24 hrs	24 hrs	0.5	1.0
No.22	アドベバンバ	1	300	1000	250	あり	250	農業	90		河川	Consejo	24 hrs	週3日	1.0	3.4
No.23	グエル	3	7000	2200	450	あり	300	農業	50		買水	Consejo及びCARE	12hrs (昼間)	12hrs (昼間)	0.6	1.1
No.24	サンミゲル	3	40	750	150	あり	64	農業	100		買水 洗濯は川	IEOS及びPLAN	24 hrs	4 hrs (午前中)	0.5	1.4
No.25	ヌルチ	1	30	250	45	あり	40	農業 手工芸品	150		河川	ETAPA	12hrs (昼間)	2hrs (昼間)	0.5	3.4
No.26	プリンシバル	4	25	1200	236	あり	236	農業	120		-	Consejo及びCARE	24 hrs	24 hrs	0.28	0.9

注) 郡: 1 Cuenca, 2 Gualaceo, 3 Sigsig, 4 Chordeleg, 5 Ponce Enriquez, 6 Santa Isabel (1~4がZona 1、5がZona 2、6がZona 3と区分している。)
 給水時間: 24 hrs*は、原則として24時間給水であっても、水源が涸れて実際の給水量が著しく減る場合があることを示している。
 トイレ: *1では、Consejoによる簡易トイレプロジェクトが実施されている。なお、特記していない場合のトイレ「あり」は水洗トイレと簡易トイレの混合。
 衛生教育: 「あり」の場合でも、対象は水管理組合のメンバーやオペレーター等に限定されている。給水施設の事業主体が衛生教育を実施するケースが多い。
 NGOの活動: なお、住民アンケートによれば、一般住民の8~9割は衛生教育を受けていない。既存給水施設設置、下水、衛生教育以外の分野のNGO活動状況

表 2-1-6 社会状況調査総括表 (2)

	対象地区	委員会全体の収入(ドル/月)	水因性 疾病	給水事業のニーズ		地下水開 発への参 加意欲	ゴミの回収	トイレ	下水	衛生教育 (対象は限 定的*)	主要施設			水関係以外の NGOの活動	集落全体の問題 点・課題	
				水量	水質						保健所	小学校	公民館			
No.1 (1)	バクチャ(市街地)	-	寄生虫病 下痢	非常に高 い	高い	高い	あり (週1回)	あり	あり (ETAPA)	あり				特になし	水不足が最大の 問題	
No.1 (2)	バクチャ(高地区)	-	寄生虫病 下痢	非常に 高い	非常に 高い (未処理)	高い	なし	なし	なし	なし	-	-		特になし	水不足が最大の 問題	
No.2	ブエノスアイレス	40 (No.6 を含む)	寄生虫病 皮膚病	高い	非常に 高い (未処理)	あり	民間委託 (週3回)	あり	なし	あり	-			特になし	安全な水供給	
No.3	ラエスベランサ	60	寄生虫病 下痢 皮膚病	非常に 高い	高い	高い	なし	一部あり	なし	あり	-			特になし	上下水整備 小学校整備	
No.4	ボンセエンリケ	500	特に子供 の寄生虫 病が多い	非常に 高い (周辺部)	非常に 高い (未処理)	高い	民間委託 (週3回)	中心部は 水洗トイレ	中心部は あり	なし				特になし	道路整備 安全な水供給	
No.5	サンアルフォンソ	どちらも 70程度	寄生虫病	高い	高い	あり	なし	あり	なし	なし	-			特になし	安全な水供給	
No.6	サンフランシスコ	40 (No.2 を含む)	寄生虫病 皮膚病	高い	非常に 高い (未処理)	あり	民間委託 (週3回)	あり	なし	あり	-	-		特になし	下水整備 宅地の乱開発	
No.7	サンタマルサ	30	少ない	中程度	中程度	あり	なし	一部あり	なし	あり	-			特になし	UROCAL(地 元NGO)が村 落改善活動	農業技術不足
No.8	シャガール	120	寄生虫病 チフス	高い	高い	あり	なし	一部あり	あり(機能 不全)	あり				特になし	トイレの改善	
No.9	シュミラール	1000	寄生虫病	高い	高い	あり	あり	あり	建設中 (FISE)	あり				特になし	UROCAL(地 元NGO)が村 落改善活動	河川堤防の補強 道路整備
No.10	ブルシュン	500	寄生虫病 下痢 皮膚病	高い	高い	低い	なし	一部あり	なし	あり	-			特になし	上下水整備	
No.11	チカウニヤ	120	寄生虫病 下痢 皮膚病	非常に 高い	高い	あり	なし	あり	なし	あり	-	-		特になし	道路整備	
No.12	ハダン	120	寄生虫病 下痢	非常に 高い	高い	高い	なし	あり (FISE)	あり (FISE / KFC)	あり				特になし	道路整備	
No.13	ナジグ	250	寄生虫病 下痢 皮膚病	高い	中程度	あり	なし	あり	なし	あり	-			特になし	道路整備 農民の組織化	
No.14	キムシ	160	寄生虫病 下痢 皮膚病	高い	高い	あり	なし	一部あり	なし	あり	-			特になし	灌漑整備	
No.15	サンファンバンバ	30	寄生虫病 下痢 皮膚病	高い	非常に 高い (未処理)	あり	なし	あり (Consejo)	なし	なし	-	-		特になし	衛生環境の改善 働く場所の確保	
No.16	サンファン	250	寄生虫病	非常に 高い	高い	低い	なし	あり	なし	なし	-			特になし	道路整備	
No.17	カニヤリバンバ	500	寄生虫病 皮膚病	中程度	低い	低い	なし	なし	なし	あり	-	-		特になし	て、米国の NGOが活動 (失敗)	下水・トイレの整 備
No.18	ダンダン	80	寄生虫病	中程度	高い	やや 低 い	なし	一部あり	なし	なし	-			特になし	保健所の整備	
No.19	グアヤラ	20	寄生虫病 下痢 皮膚病	高い	高い	あり	なし	一部あり	なし	なし	-	-		特になし	灌漑整備	
No.20	ウアシバンバ	-	寄生虫病	高い	高い	やや 低 い	なし	一部あり	なし	なし	-	-		特になし	上下水道の整備	
No.21	サンベドロ	30	少ない	低い	高い	やや 低 い	なし	あり	なし	なし	-	-		特になし	農業技術の不足 公民館整備	
No.22	アドバンバ	250	寄生虫病 下痢 皮膚病	高い	高い	あり	なし	あり (CARE)	なし	あり	-			特になし	上水整備 農業技術の不足	
No.23	グエル	200	寄生虫病	非常に 高い	高い	あり	なし	あり*1	建設中 (Consejo)	あり	-			特になし	道路整備	
No.24	サンミゲル	40	下痢	非常に 高い	非常に 高い (未処理)	あり	なし	あり(簡易 トイレの み)	なし	あり	-	建設中	地元NGOによる Microenterprise事 業	トイレ改善 下水整備		
No.25	ヌルチ	20	下痢	非常に 高い	非常に 高い (未処理)	高い	あり (週1回)	あり	あり	なし				特になし	水不足	
No.26	プリンシバル	75	少ない	中程度	中程度	あり	あり	あり*1	建設中 (Chordeleg 市)	あり				特になし	道路整備	

注) 郡: 1 Cuenca, 2 Gualaceo, 3 Sigsig, 4 Chordeleg, 5 Ponce Enriquez, 6 Santa Isabel (1-4がZona 1, 5がZona 2, 6がZona 3と区分している。)
 給水時間: 24 hrs*は、原則として24時間給水であっても、水源が涸れて実際の給水量が著しく減る場合があることを示している。
 トイレ: *1では、Consejoによる簡易トイレプロジェクトが実施されている。なお、特記していない場合のトイレ「あり」は水洗トイレと簡易トイレの混合。
 衛生教育: *ありの場合でも、対象は水管理組合のメンバーやオペレータ等に限定されている。給水施設の事業主体が衛生教育を実施するケースが多い。
 NGOの活動: なお、住民アンケートによれば、一般住民の8-9割は衛生教育を受けていない、既存給水施設設置、下水、衛生教育以外の分野のNGO活動状況

2 2 2 自然状況

対象地域は自然条件(地形・地質・社会状況)により大きく4つの地域に区分することができる(図2-2-1参照)。以降、便宜上アスアイ州を下記4地域に分類し表現する。

ボンセ・エンリケス地域、 サンタ・イサベル地域、 グアラセオ地域、 クエンカ地域

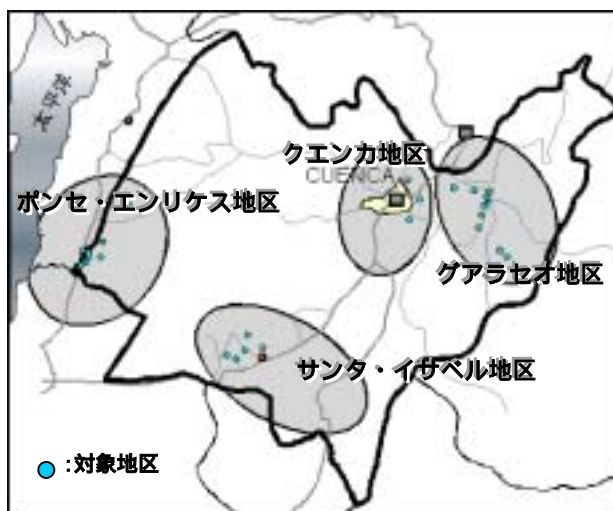


図 2-2-1 対象地区分類図

2 2 2 1 自然概況

「エ」国の自然状況は、東部アマゾン地域、中央山地地域、西部海岸地域の3地域に大別される。アスアイ州はこのうち中央山地地域から西部海岸地域にまたがる広い地域であり、各地方ごとに異なった自然特性を有している。

アスアイ州の地形、気候、植生は場所によって大きく異なる。州西部はアンデス山地西麓の標高数m~数十mの沖積平野が主体である。気候は熱帯性のサバンナ気候であり、平均気温は年間を通じて25℃以上、年降水量は800~1500mmである。ただ、季節格差が大きく、雨季には数百mmの降水が見られるが、乾季にはほとんど降水が無い。植生はこうした気象条件を反映して豊かであり亜熱帯降雨林が広がっている。クエンカを中心とする中央山地地域は標高2000~4000mの山地であり、平野は河川ぞいの盆地、小規模河谷平野などが認められるのみである。この地域の気象は比較的一定しており、気温は年間を通じて15℃~20℃を示し、降水量は1000mm前後である。ただ、微気象の違いが大きく、特に降水量が場所によって大きく変化する。植生は比較的豊かであるが、高地であるため場所によっては少ない個所もある。西部海岸地域と中央山地の間にあるアンデス西麓地域は標高1000m前後の山地であるが、気象条件は場所によって大きく異なる。北部地域では降水量は比較的多く、年間降水量1000mm前後の地域が多いのに比べ、南部地域では800mm程度以下の個所が多い。特にサンタイサベル地域から西側では年間降水量は300mm~500mm程度以下と考えられ、この地域では植生も極めて少なく、山地は砂漠状を呈している。

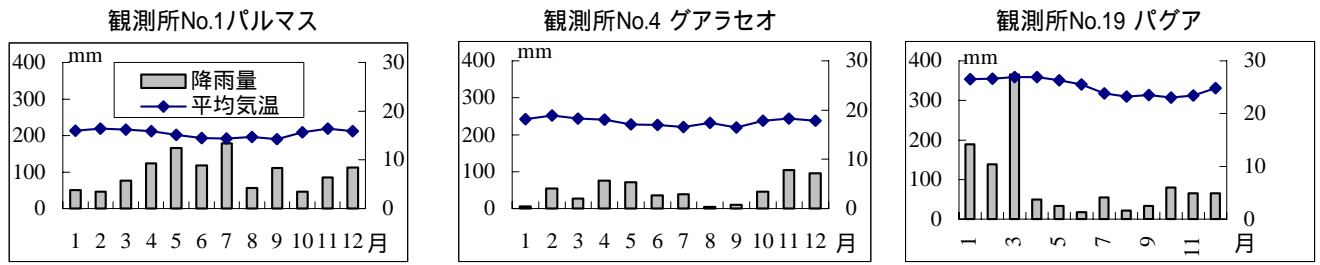


図 2-2-2 月別降雨量（「工」国エネルギー鉱山省、1995）

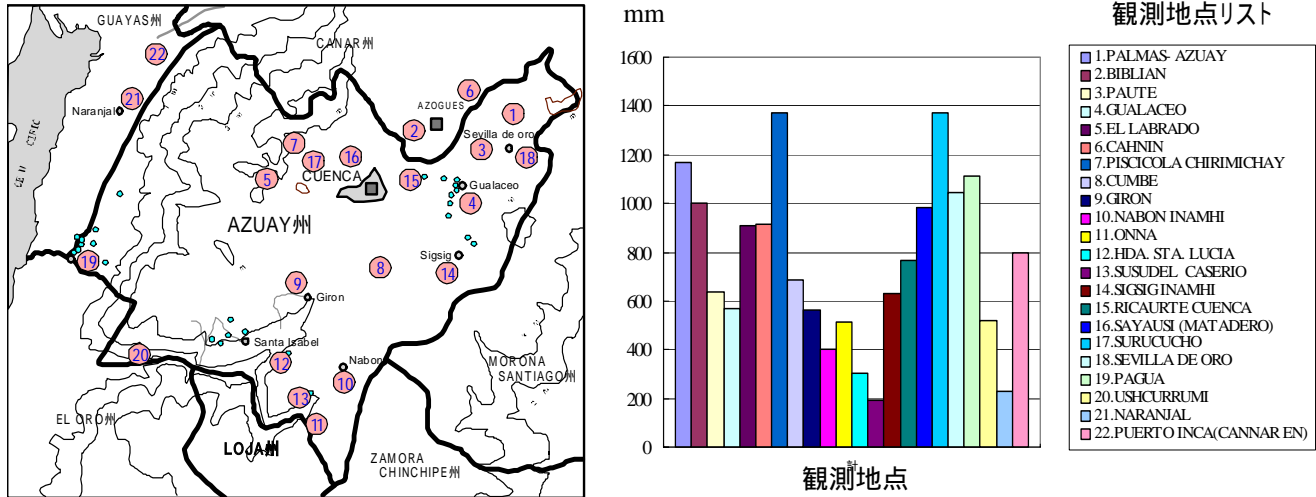


図 2-2-3. 気象観測所の位置と年間雨量（「工」国エネルギー鉱山省、1995）

2 2 2 2 地質状況

アスアイ州の地質は、他のアンデス地域と同じく、古生代の地層を基盤としている。当地域ではこの地層はサモラ層とよばれ、片麻岩、片岩、珪岩などが主体である。この地層はアスアイ州では州東部にわずかに露頭するに過ぎないが、地下深部では広く分布しているものと考えられている。この地層の上位にはマクチ層とよばれる中世代白亜紀の地層が分布する。この地層は、安山岩などを主体とする火成岩で構成され、アスアイ州では州西部に広く露頭している。こうした基盤層を覆って、新生代の地層が分布しており、州内に露頭する地質はこうした新生代の地層が大部分を占めている。この新生代の地層の中でもっとも古いのは、パウテ層とよばれる白亜紀～古第三紀の地層である。これは州東北部に分布し、対象地域では粘板岩状の特異な様相をみせている。その上位にはサラグロ層とよばれる堆積岩を主体とする漸新世の地層が州南部を主体に分布し、さらにクエンカ東部では、ビブリアン層アソガス層、アヤンカイ層とよばれる堆積岩を主体とする一連の中新世の地層が分布する。

州中央部ではこうした地層を覆い、新生代第四紀の火成岩であるタルキ層が広く分布している。これは凝灰岩、溶岩、流紋岩、レキ岩などを主体とするものであり、アスアイ州ではもっとも分布範囲の広い地層である。

さらに州西部の平野では沖積世の堆積物が広く分布する。しかしアスアイ州においては他の地域とは異なり、扇状地など砂礫質堆積物の発達が少ない、この沖積世の堆積物が比較的泥質のものが多くことが特徴である。

調査地域は主に地形・地質の観点から 4 つの地域に区分できる(図 3-2-2 参照)。各地域の特徴については表 2-2-1 に要約した。

表 2 2-1 地質要約表

番号	地形・地層状況	今回調査地点
1	アンデス山脈東麓～扇状地～海岸平野にあたる。 地質は平野部では新生代第四紀沖積層(砂、砂礫、粘性土)が分布し、山麓部では扇状地(砂礫)、崖錘(砂礫)が分布する。山地部は中世代白亜紀の火成岩であるマルチ層が広く分布し、高地部ではその上位に新生代第四紀洪積世の火成岩であるタルキ層が分布する。部分的に花崗岩を主体とする貫入岩が認められるが、その分布範囲は狭い。 第四紀層の透水層及び白亜紀火成岩の裂カ水を開発対象とする。	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 (ボンセエンリケ地区)
2	アスアイ州南部一帯にあたり、非常に急峻な山岳地形を呈する。全体に降水量が少ない地域が多い。 地質は新生代第三紀のサラグロ層が主体となる。層相はレキ岩、砂岩、泥岩などの堆積岩のほか凝灰角礫岩、凝灰岩、安山岩、流紋岩、玄武岩などの火成岩が分布する。 堆積岩及び火成岩中の裂カ水を開発対象とする。	17, 18, 19, 20, 21 (サントイサベル地区)
3	アスアイ州北部一帯にあたり、急峻な山岳地形を呈する。地質は新生代洪積世の火成岩であるタルキ層が広く分布する。層相は流紋岩質の凝灰岩、凝灰角礫岩、溶岩、安山岩が主体である。タルキ層の下位に、東部では中世代白亜紀のパウテ層(変成作用が著しい)、西部では中世代白亜紀のマクチ層(安山岩等の火成岩)、古生代のサモラ層が分布する。 これら岩盤の裂カ水を開発対象とする。	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 23, 24, 26 (グアラセオ地区)
4	アスアイ州中央部の南北に細長い一連の地域であり、やや緩やかな山地地形を呈する。 地質は新生代中新世の一連の堆積岩(ビブリアン層、ロヤラ層、アソゲス層、マンガン層、アヤンカイ層)が分布する。層相は砂岩、レキ岩、泥岩が主体で一部に溶岩が分布する。レキ岩、砂岩、溶岩の良透水部、岩盤部の裂カ水を開発対象とする。	1, 22, 25 (クエンカ地区)

2 2 2 3 地下水の賦存状況

(1)物理探査

物理探査は、調査サイトにおける水理地質構造を把握するための参考資料とすること、ならびに新規に掘削する井戸の適切な位置、最適規模及び構造を決定するために実施した。探査手法としては、対象地域の地形、地質状況を考慮し、汎用性にすぐれ、短時間で探査可能な垂直電気探査法を採用した。

垂直電気探査は基本的な探査手法として水理地質分野で広く普及しているもので、深度方向の比抵抗の分布から地質状況を推定するものである。主として成層構造の地盤の探査に有効であるが、対象地域のように上部風化帯が厚く粘土化している地域においては、その風化帯の厚さ、下位の比較的新鮮でキレツの発達する層の性状、

深度等の判定に有効である。

測定は地下水調査において最も一般的に用いられているシュランベルジャ法電極配置を用いて行い、測定深度は200m以上を目標として測線250m程度まで展開した。探査実施箇所は資料編に示す26ヶ所である。測定結果は測線長と見かけ比抵抗の表ならびにグラフとして整理し、それを逆解析することにより地盤の1次元比抵抗構造を推定した。

電気探査をはじめ各種物理探査は簡便に地下の状態を推定するための重要なツールである。しかし、その理論は極めて理想的な状況を想定したものであり、実際とは大きく異なることが多い。そのため、物理探査結果を水理地質状況想定のための資料とする際には、理論的な前提と実際の状況がいかに異なるかという点を念頭におく必要がある。垂直法電気探査の場合は、まず地形が平坦であること、地層構造が水平であること、周辺に電氣的ノイズがないこと、等の前提がある。今回調査地点においても、こうした前提条件にかなり合致している箇所、大きく離れる箇所等さまざまな箇所がある。電気探査の結果については、表2-2-2に示したが、その中で探査地点の状況についても要約した。水理地質的解釈に際しては、この探査地点の条件を勘案して解釈を実施している。

(2) 現地調査地点の自然状況と地下水

今回現地調査を行った26地点の自然状況を表2-2-2に示した。各地域の自然条件を要約すると以下のとおりである。

1) ボンセエンリケ地域

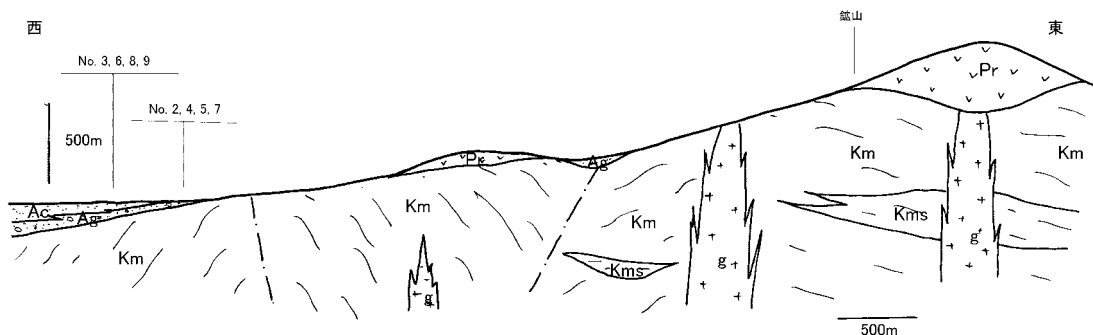
沖積平野およびアンデスの山裾に位置する地域であり、表2-2-1の区分では第1地域にあたる。全体に降水量は多く、植生も豊かである。

平野部では表層部に新生代第四紀の沖積層が分布する。この層の層厚は数mから数十mと推定される。層相は全体に粘性土が多いと考えられるものの、一部に砂、砂礫を挟在し、こうした地層を対象に地下水開発が可能と考えられる。また一部山麓部では崖錐、扇状地などの砂礫を主体とする地層が分布するが、その範囲は狭い。第四紀層の下位に中世代白亜紀の火成岩を主体とするマクチ層が分布する。この地層は比較的固結し、キレツの多い箇所も認められ、こうした部分の裂力水を対象として地下水開発が可能と考えられる。

対象地域では鉱山活動による表流水の汚染が大きな問題となっている。鉱山活動は、比較的高度の高い山地部で行われており、これは地質的にはマクチ層の最上部または、その上位層であるサラグロ層最下部にあたる。なお、こうした鉱山による汚染が今回開発対象としている地下水に与える影響は、以下のようなことから少ないものと予想される。

汚染が認められるのは、対象地域内を流れる数本の河川水である。対象地域ではこれらの河川はすべて流入河川となっていること、地盤は粘性土が多く透水性が小さいこと等から汚染水が地下に浸透する可能性は小さい。

汚染は坑内水の排水よりも、不適切なズリ、スライムの処理と精鉱廃水にある。地層そのものが汚染の原因となっている可能性は少なく、かつ対象地域地下の地層と鉱山活動が行われている地層とは時代的に異なっている。



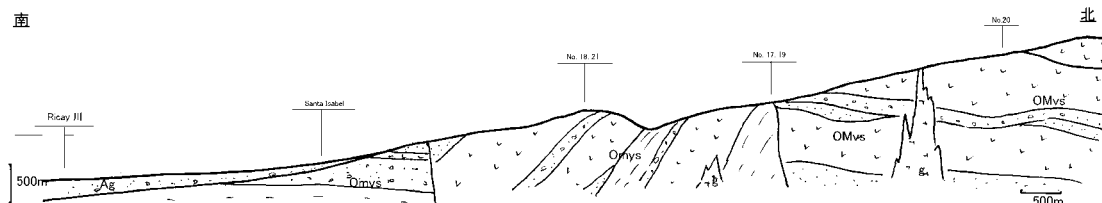
Ac: 沖積層(粘性土主体)、As: 沖積層(砂、礫主体)、Km: Macuchi 層(白亜紀火成岩)、Kms: Silante 層(白亜紀火成岩)
g: 貫入岩(花崗岩主体)、Pr: Tarqui 層(第三紀火成岩)

図 2-2-4 ポンセエンリケ地区地質模式断面図

2) サンタイサベル地区

アンデス中腹部にあり、大きくリカイ川にむかう南傾斜の斜面に位置している。リカイ川の下刻作用が極めて活発であるため非常に急峻な地形を呈しており、集落は尾根～山腹のわずかな緩傾斜地に位置しているものが多い。当地域は全体に降水量が少なく西部では 500mm 以下、東部でも 500mm 前後と考えられる。全体に植生は乏しく、土地利用は畑、牧草地、荒地が主体であり、樹林地は少ない。

地質は比較的一様で、新生代第三紀のサラグロ層(凝灰角礫岩、砂岩、レキ岩、凝灰岩、一部に溶岩)が厚く分布する。全体に風化の程度は変化が激しく、風化して粘土化した個所と硬岩露頭が交差する個所が多い。土壌は全体に薄く、岩盤中のキレットもやや少ない。当地域は集落の位置する場所の後背地がせまく、主谷との比高が非常に大きいため地下水位は非常に深く、地下水開発が困難な個所が多い。ただ、地質的にはサラグロ層中の裂力水が開発対象となると考えられ、地下水の集水が期待でき、地下水位が比較的浅いと考えられる地形的な谷部を掘削対象地点として選定してゆくこととなる。



Ag: 沖積層(砂礫主体)、g: 貫入岩(花崗岩主体)、OMvs: Saraguro 層(第三紀火成岩、堆積岩)

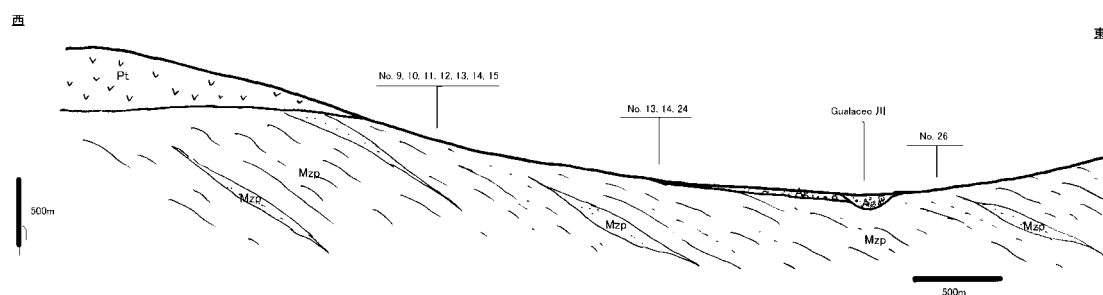
図 2 2-5 サンタイサベル地区地質模式断面図

3) グアラセオ地区

アンデス東側斜面の中腹部にあり、パウテ川及びその支流にむかう斜面に位置している。パウテ川の下刻作用はリカイ川と比べるとやや穏やかなものであるが、やはり地形は急峻であり、集落は尾根部の緩傾斜地に位置しているものが多い。当地域の降水量はサンタイサベル地区に比べるとやや多いものの、年間 800mm 前後と考えられ、植生は全体に比較的乏しく樹木は少ない。

当地域の地質は、中世代白亜紀のパウテ層を基盤とし、その上位に新生代洪積世のタルキ層が分布する。このうちタルキ層は砂岩、レキ岩、凝灰岩、凝灰質砂岩、泥岩などを主体とするもので、比較的保水性、透水性の良好なものが多い。しかしパウテ層は粘板岩を主体とする特徴的な変成岩であり、透水性はかなり小さいものと予想される。当地域の湧水は全体に標高の高い地点、すなわちタルキ層分布域で認められ、パウテ層分布域では湧水が認められない。また、谷の流水も少ないことも、この地質特性を反映しているものと考えられる。

当地域の地下水開発は、主谷との比高が大きく地下水が非常に低いこと、パウテ層の透水性が小さいことから、開発が困難な個所も多い。ただ、標高が比較的低い地区ではグアラセロ川などの伏流水と岩盤中の裂力水の双方を期待した開発、タルキ層が厚い地域ではこの層中の裂力水を期待した開発、またパウテ層中の粘板岩以外の地層、比較的キレツの多い部分の裂力水の開発等を念頭において地下水開発を進める必要がある。



Ag : 沖積層(砂礫主体)、Pt : Tarqui 層(白亜紀火成岩)、Mzp : Paute 層(白亜紀変成岩)

図 2-2-6 グアラセオ地区地質模式断面図

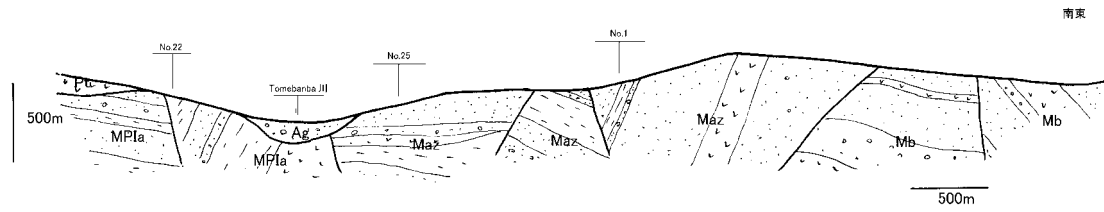
4) クエンカ地区

クエンカ周辺のやや緩やかな山腹～丘陵地に位置しており、全体に主谷との比高は比較的小さい個所が多い。当地域の降水量はやや多く、年間 1000mm 前後と考えられ、樹木が繁茂する個所も認められる。

当地域の地質は新生代中新世の一連の堆積岩であるピプリアン層、ロヤラ層、アソゲス層、マンガ層が分布する。これらの層相は砂岩、レキ岩、泥岩が主体で一部に溶岩が分布する。地層の傾斜は極めて変化が激しく、北部のアドベパンバなどではほぼ水平であるが、南部地域では褶曲が激しく、傾斜の方向は場所によって大きく異なる。

当地域は地形が比較的なだらかであること、主谷との比高が比較的小さいことから地下水位は浅いものと予想

される。またこれらの堆積岩は比較的透水性、保水性が良好なものと考えられ、当地域の地下水開発はこれらの地層の良透水層、ならびにキレツの多い個所を狙って実施してゆくことになる。



Ag : 沖積層(砂礫主体)、Pt : Tarqui 層(洪積世火成岩)、
MPIa、Maz、Mb : Ayancay 層、Azogues 層、Biblian 層(第三紀中新世堆積岩)

図 2 2-7 クエンカ地区地質模式断面図

表 2-2-2 対象地区の自然条件一覧表(1/7)

番号	地区名称	地形・植生	地質	水質試験結果 (基準超過項目)	物理探査結果	既存井戸
1	パクチャ	標高2600m前後のやや緩やかな山岳地形中腹部に位置する。後背地は非常に狭い。植生はやや豊富であるが背後の山地は植生が少ない。谷は比較的浅く、水量は比較的少ない。	基盤の地質は、新生代第三紀の Azogues 層が分布する。対象地域では、砂岩を主体とする堆積岩が主体である(一部に泥岩、レキ岩が分布する)。これらの地層は比較的風化しておらず、浅所より比較的新鮮、堅硬なものが分布している箇所が多い。地層の傾斜はやや南傾しているようにみえる。	色度	<測線1> 0 24m : 53 17 m 24 101m : 6 16 m 101m : 5 m (山腹、傾斜地) <測線2> 0-15m : 4 24 m 15m : 4 m (平坦地、直線、基盤変化激しい)	< 民家浅井戸 > 深さ7m 水位4m 乾季にも水あり
2	ブエノシア イレス	沖積平野～緩やかな扇状地に位置する。背後の尾根の延長部にあっており、後背地は比較的狭い。植生は豊富である。	基盤は中世代白亜紀の Mzcuchi 層(上位に新生代第三紀 Eocene の Saraguro 層)のり、この層に金鉱山が開発されている)である。層相は安山岩が主体である。全体にやや風化が厚く粘土化している箇所もあるが、深部では比較的新鮮、堅硬なものが分布していると予想される。 緩やかな扇状地状の地形であるが、沖積層は粘性土が主体であると予想される。	色度、大腸菌	0 8m : 37-20 m 8 21m : 45 m 21 129m : 9 m 129 m : 39 m (平坦地、直線、やや電線多し)	既存井戸無し
3	ラエスペラ ンサ	Tenguel 川に面した沖積平野～緩やかな扇状地上に位置する。後背地は広い。降水量比較的多く、植生は豊かである。	基盤は中世代白亜紀の Mzcuchi 層(上位に新生代第三紀 Eocene の Saraguro 層)のり、この層に金鉱山が開発されている)である。層相は安山岩が主体である。全体にやや風化が厚く粘土化している箇所もあるが、深部では比較的新鮮、堅硬なものが分布していると予想される。 沖積層はレキ混じり粘土～粘土混じり砂礫状を呈する。層厚は数十 m と考えられるが、タンク位置周辺ではかなり浅いと予想される。	超過項目なし	<測線1> 0 20m : 12-37 m 20 m : 75 m (傾斜地、直線、基盤変化激しい) <測線2> 0 7m : 41 m 7 57m : 19 m 57m : 73 m (平坦地、直線、地層変化激しい)	既存井戸無し 但し、約 10km はなれた Tenguel に深さ 40m 前後の都市給水井戸あり
4	ボンセエン リケ	沖積平野～緩やかな扇状地に位置する。背後の尾根の延長部にあっており、後背地は比較的狭い。降水量多く、植生は豊富である。	基盤は中世代白亜紀の Mzcuchi 層(上位に新生代第三紀 Eocene の Saraguro 層)のり、この層に金鉱山が開発されている)である。層相は安山岩が主体である。全体にやや風化が厚く粘土化している箇所もあるが、深部では比較的新鮮、堅硬なものが分布していると予想される。 緩やかな扇状地状の地形であるが、沖積層は粘性土が主体であると予想される。	色度、大腸菌	<測線1:町中心> 0 13m : 22 m 13 200m : 11 m 200m : 227 m (平坦地、直線、電線多し) <測線2:タンク下> 0 38m : 4 27 m 38m : 1229 m (やや傾斜、曲線、地層変化激しい)	既存井戸無し

表 2-2-2 対象地区の自然条件一覧表(2/7)

番号	地区名称	地形・植生	地質	水質試験結果 (基準超過項目)	物理探査結果	既存井戸
5	サンアルフ オン	Tenguel川に面した沖積平野～ 緩やかな扇状地上に位置する。 後背地は広い。降水量多く、植生 は豊かである。	基盤は中世代白亜紀の Mzcuchi 層(上位に新生代第三 紀 Eocene の Saraguro 層がのり、この層に金鉱山が開発さ れている)である。層相は安山岩が主体である。全体にや や風化が厚く粘土化している個所もあるが、深部では比較的 新鮮、堅硬なものが分布していると予想される。 沖積層はレキ混じり粘土～粘土混じり砂礫状を呈する。 層厚は数十 m と考えられるが、タンク位置周辺ではかなり 浅いと予想される。	色度、大腸菌	0 17m : 171 m 17 161m : 9 m 161m : 338 m (平坦地、直線、やや電線あり)	既存井戸無し
6	サンフラン シスコ	沖積平野～緩やかな扇状地に 位置する。背後の尾根の延長部 にあたっており、後背地は比較的 狭い。降水量多く、植生は豊富で ある。	基盤は中世代白亜紀の Mzcuchi 層(上位に新生代第三 紀 Eocene の Saraguro 層がのり、この層に金鉱山が開発さ れている)である。層相は安山岩が主体である。全体にや や風化が厚く粘土化している個所もあるが、深部では比較的 新鮮、堅硬なものが分布していると予想される。 緩やかな扇状地状の地形であるが、沖積層は粘性土が 主体であると予想される。	超過項目なし	0 15m : 115 277 m 15 165m : 29 m 165 m : 406 m (やや傾斜、直線、基盤傾斜激しい、 やや電線多し)	既存井戸無し
7	サンタマル サ	Tenguel 川の平野への出口に 位置し、扇状地の扇頂にあたる。 谷の流量は多い。降水量多く、植 生は豊富である。	基盤は中世代白亜紀の Mzcuchi 層(上位に新生代第三 紀 Eocene の Saraguro 層がのり、この層に金鉱山が開発さ れている)。層相は安山岩、玄武岩などが主体である。一 部に時代不詳の花崗閃緑岩が貫入している。 扇状地堆積物は巨レキを含むが、その層厚は薄く、浅所 で岩盤が出現すると予想される。	色度	0 14m : 240-716 m 14 m : 46 m (平坦、直線、基盤傾斜やや激しい、 やや電線多し)	既存井戸無し
8	シャガル	大きな扇状地の中部に位置し、 4つの河川の合流部にあたる。降 水量多く、植生は豊富である。	基盤は中世代白亜紀の Mzcuchi 層であり、安山岩など が主体と考えられる。全体にやや風化が厚く粘土化して いる個所もあるが、深部では比較的新鮮、堅硬なものが分布 していると予想される。			

表 2-2-2 対象地区の自然条件一覧表(3/7)

番号	地区名称	地形・植生	地質	水質試験結果 (基準超過項目)	物理探査結果	既存井戸
9	シユミラル	大きな扇状地の中部に位置し、Gala川に面している。背後に山が迫り、集落の一部は山腹に位置している。降水量多く、植生は豊富である。	扇状地性堆積物が厚く堆積している。層相は砂礫が主体と考えられる。 基盤は中世代白亜紀の Mzcuchi 層であり、安山岩などが主体と考えられる。全体にやや風化が厚く粘土化している個所もあるが、深部では比較的新鮮、堅硬なものが分布していると考えられる。	色度	0 8m : 7 m 8 13m : 202 m 13 50m : 7 m 50m : 696 m (平坦、直線、やや電線多し)	既存井戸無し
10	ブルスクム	尾根上に位置し、谷は浅く、主河川との比高は大きい。降水量はやや少なく、植生もやや少ない。土地利用は山林、牧草、畑等である。 谷部には流水少ない。	新生代洪積世の Taruqui 層(砂岩、レキ岩、凝灰岩、凝灰質砂岩、泥岩)が分布する。下部には中世代白亜紀の Paute 層(変成岩:粘板岩)が分布する。全体に風化厚さは薄く、キレツは発達していない。	色度、大腸菌、鉄	0 14m : 22 115 m 17 64m : 13 m 64m : 22 m (尾根沿い、傾斜地、ほぼ直線)	既存井戸無し
11	チカウニヤ	尾根～山腹に位置し、谷は浅く、主河川との比高は大きい。降水量はやや少なく、植生もやや少ない。土地利用は牧草、畑が多く、樹木は少ない。 標高の高い部分では湧水がみられるが、村落より低い位置では湧水はなく、谷の流水も少ない。	新生代洪積世の Taruqui 層(砂岩、レキ岩、凝灰岩、凝灰質砂岩、泥岩)が分布する。下部には中世代白亜紀の Paute 層(変成岩:粘板岩)が分布する。全体に風化厚さは薄く、土壌は薄い。岩盤中のキレツも少ない。		0 10m : 41 57 m 10 37m : 11 m 37 99m : 35 m 99m : 8 m (尾根沿い、傾斜地、ほぼ直線)	既存井戸無し
12	ハダン	山頂～山腹の広い範囲に位置する。谷は浅く、主河川との比高は非常に大きい。降水量はやや少なく、植生もやや少ない。土地利用は牧草、畑が多い。 全体に湧水が多く、谷の流量もやや多い。ただし乾季には水は少なくなる。	新生代洪積世の Macuchi 層(玄武岩質溶岩、安山岩、凝灰岩)が分布する。風化層はやや厚いが、土壌は薄い。キレツは全体にやや少ない。	色度、大腸菌、鉄	<測線1> 0 5m : 7 18 m 5 119m : 20 m 119 m : 143 m (尾根上、ほぼ直線、電線多し) <測線2> 0 4m : 30 48 m 4 9m : 7 m 9 22m : 26 m 22 m : 12 m (谷沿い、直線)	既存井戸無し

表 2-2-2 対象地区の自然条件一覧表(4/7)

番号	地区名称	地形・植生	地質	水質試験結果 (基準超過項目)	物理探査結果	既存井戸
13	ナリグ	山腹～山裾に広がる。主河川との比高は小さい。降水量はやや少なく、植生もやや少ない。土地利用は牧草、畑が多い。全体に湧水は少なく、谷の流水も少ない。	中世代白亜紀の Paute 層(変成岩・粘板岩)が分布する。キレツは少なく透水性は悪い。風化厚さは薄く、土壌も薄い。高度の高い場所では Taruqui 層(凝灰岩、凝灰質砂岩、泥岩)が分布する。 Rio Gualaceo 沿いには小規模な沖積平野が形成されている。地質は砂礫と予想される。	色度	<測線 1> 0 14m : 57 158 m 14 44m : 10 m 44 m : 26 m (平坦、直線) <測線 2> 0 2m : 34 821 m 2m : 12 m (平坦、直線)	既存井戸無し
14	キムシュ	尾根～山腹に位置し、谷は浅く、主河川との比高は大きい。降水量はやや少なく、植生もやや少ない。土地利用は牧草、畑が多く、樹木は少ない。 標高の高い部分では湧水がみられるが、村落より低い位置では湧水はなく、谷の流水も少ない。	新生代洪積世の Taruqui 層(砂岩、レキ岩、凝灰岩、凝灰質砂岩、泥岩)が分布する。下部には中世代白亜紀の Paute 層(変成岩・粘板岩)が分布する。全体に風化厚さは薄く、土壌は薄い。岩盤中のキレツも少ない。	色度	0 4m : 33 107 m 4 18m : 17 m 18 93m : 95 m 93m : 9 m (尾根上、傾斜地、曲線)	
15	サンフアン バンバ	山頂～山腹の広い範囲に位置する。谷は浅く、主河川との比高は非常に大きい。後背地は非常に狭い。 降水量はやや少なく、植生もやや少ない。土地利用は牧草、畑が多い。 全体に湧水は少ない。	山頂部には新生代洪積世の Macuchi 層(玄武岩質溶岩、安山岩、凝灰岩)が分布する。部落付近より下位には新生代洪積世の Taruqui 層(砂岩、レキ岩、凝灰岩、凝灰質砂岩、泥岩)が分布する 全体に風化層はやや厚いが、土壌は薄い。キレツは全体にやや少ない。	色度、大腸菌、マンガン	<測線 1> 0 16m : 11 43 m 16 26m : 43 m 26 67m : 7 m 67 m : 84 m (ほぼ平坦、直線) <測線 B> 0 10m : 19 56 m 10 25m : 51 m 25 123m : 21 m 123m : 87 m (ほぼ平坦、直線)	既存井戸無し
16	サンフアン	山腹緩傾斜地の広い範囲に位置する。谷はやや深く、後背地は広い。 降水量はやや少なく、植生もやや少ない。土地利用は牧草、畑が多い。全体に湧水は少ない。	新生代洪積世の Taruqui 層(砂岩、レキ岩、凝灰岩、凝灰質砂岩、泥岩)が分布する。下部には中世代白亜紀の Paute 層(変成岩・粘板岩)が分布する。全体に風化厚さは薄く、土壌は薄い。岩盤中のキレツも少ない。 一部で陶土の採掘が実施されている。		0 9m : 17 29 m 9 17m : 85 m 17 33m : 3 m 33 m : 37 m (ほぼ平坦、直線、やや電線多し)	既存井戸無し

表 2-2-2 対象地区の自然条件一覧表(5/7)

番号	地区名称	地形・植生	地質	水質試験結果 (基準超過項目)	物理探査結果	既存井戸
17	カナリパン バ	山腹急傾斜地の広い範囲に位置する。谷は深く後背地もやや広い。降水量はかなり少なく、植生も少ない。土地利用は牧草、畑が多い。樹木は非常に少ない。 湧水は全体に少なく、特に集落付近より低い個所では少ない。谷の流量も少ない。	新生代第三紀の Saraguro 層(砂岩、レキ岩、凝灰岩、一部に溶岩)が厚く分布する。全体に風化の程度は変化が激しく、風化して粘土化した個所と硬岩露頭が交差する。 土壌は全体に薄い。岩盤中のキレツもやや少ない。	色度、大腸菌	0 11m : 42 m 11 54m : 90 m 54 123m : 41 72 m 123m : 643 m (急傾斜地、ほぼ直線)	既存井戸無し
18	ダンダン	山腹急傾斜地の広い範囲に位置する。主谷との比高は非常に大きい。後背地は非常に狭い。 降水量はかなり少なく、植生も少ない。土地利用は牧草、畑が多い。樹木は非常に少ない。 湧水は全体に少なく、特に集落付近より低い個所では少ない。谷の流量も少ない。	新生代第三紀の Saraguro 層(砂岩、レキ岩、凝灰岩、一部に溶岩)が厚く分布する。全体に風化の程度は変化が激しく、風化して粘土化した個所と硬岩露頭が交差する。 土壌は全体に薄い。岩盤中のキレツもやや少ない。	色度、大腸菌	0 12m : 16 51 m 12 20m : 254 m 20 44m : 4 m 44m : 185 m (急傾斜地、ほぼ直線)	既存井戸無し
19	グアヤラ	山腹急傾斜地の広い範囲に位置する。主谷との比高は非常に大きい。後背地は非常に狭い。 降水量はかなり少なく、植生も少ない。土地利用は牧草、畑が多い。樹木は非常に少ない。 湧水は多少あり、近傍の小谷では流水が見られる(乾季にも流水あり)。	新生代第三紀の Saraguro 層(凝灰角礫岩、凝灰岩、砂岩、レキ岩、安山岩)が厚く分布。全体に風化は薄く、硬岩露頭が分布する個所が多い。 土壌は全体に薄い。岩盤中のキレツもやや少ない。	色度、大腸菌	0 10m : 55 218 m 10 33m : 46 m 33 73m : 123 m 73m : (急傾斜地、曲線)	既存井戸無し
20	ウアシパン バ	山頂近くの緩傾斜斜面の広い範囲に位置する。主谷との比高は非常に大きい。後背地は非常に狭い。降水量はかなり少なく、植生も少ない。土地利用は牧草、畑が多い。樹木は非常に少ない。 湧水は多少あり、近傍の小谷では流水が見られる(乾季にも流水あり)。	浅部には崖堆積層が分布する。層相は粘土混じりの砂礫と予想される。その下位には新生代第三紀の Saraguro 層(安山岩、凝灰角礫岩、凝灰岩、砂岩、レキ岩)が厚く分布する。 土壌は全体に薄い。岩盤中のキレツもやや少ない。	大腸菌	0 15m : 24 118 m 15 23m : 131 m 23 46m : 18 m 46m : 319 m (ほぼ平坦、直線、やや電線あり)	既存井戸無し

表 2-2-2 対象地区の自然条件一覧表(6 / 7)

番号	地区名称	地形・植生	地質	水質試験結果 (基準超過項目)	物理探査結果	既存井戸
21	サンペドロ	山頂近くの尾根部に位置する。主谷との比高は非常に大きい。後背地は非常に狭い。 降水量はかなり少なく、植生も少ない。土地利用は牧草、畑が多い。樹木は非常に少ない。	新生代第三紀の Saraguro 層(砂岩、レキ岩、凝灰岩、一部に溶岩)が厚く分布する。全体に風化の程度は変化が激しく、風化して粘土化した個所と硬岩露頭が交差する。 土壌は全体に薄い。岩盤中のキレツもやや少ない。	色度、大腸菌、鉄	0 5m : 14 63 m 5m : 45 m (尾根部 ほぼ直線、電線あり)	既存井戸無し
22	アドベパンバ	尾根～山腹～谷のやや緩い斜面に広く位置する。後背地は広い。降水量はやや多く、植生もやや多い。土地利用は牧草、畑、山林が主体である。 随所に湧水が認められる。	基盤(谷部)は新生代第三紀鮮新世の Santa Rosa 層(砂岩、砂礫主体)、それを覆い、一部に薄く洪積世の Turi 層、山頂付近に現世の溶岩が分布する。 地層傾斜はほぼ水平である。 全体に風化は薄く、土壌も薄い。岩盤中のキレツはかなり少ない。	色度、大腸菌	<測線 1> 0 9m : 11 m 9 18m : 26 m 18 39m : 5 m 39m : 9 m (山腹傾斜地、ほぼ直線、やや電線あり) <測線 2> 0 23m : 5 12 m 23 80m : 12 m 80m : 5 m (谷部やや傾斜地、直線)	深度 10m 程度の浅井戸(主導ポンプ)あり
23	グエル	山腹緩傾斜地に広く位置する。主谷との比高は非常に大きい。 標高の高い位置では湧水はあるが、地区周辺には湧水はほとんど無い。谷の流水も少ない。 一部平坦地に湿地帯あり。	中世代白亜紀の Paute 層(変成岩、粘板岩)が分布する。緩傾斜部の地質は不明(四紀層堆積物は分布しない可能性が高い)。 全体に風化はやや厚く、土壌も厚い。	色度、大腸菌、鉄	0 20m : 24 33 m 20 140m : 15 m 14.0m : 244 m (ほぼ平坦、直線)	既存井戸無し
24	サンミゲル	尾根～山腹に位置し、谷は浅く、主河川との比高は大きい。降水量はやや少なく、植生もやや少ない。土地利用は牧草、畑が多く、樹木は少ない。 標高の高い部分では湧水がみられるが、村落より低い位置では湧水はなく、谷の流水も少ない。	中世代白亜紀の Paute 層(変成岩、粘板岩)が分布する。キレツは少なく透水性は悪い。風化厚さは薄く、土壌も薄い。高度の高い場所では Taruqui 層(凝灰岩、凝灰質砂岩、泥岩)が分布する。 Rio Gualaceo 沿いには小規模な沖積平野が形成されている。地質は砂礫と予想される。	色度、大腸菌、鉄	0 7m : 10 69 m 7m : 148 m (山腹傾斜地、ほぼ直線、やや電線あり)	既存井戸無し

表 2-2-2 対象地区の自然条件一覧表(7/7)

番号	地区名称	地形・植生	地質	水質試験結果 (基準超過項目)	物理探査結果	既存井戸
25	ヌル子	山腹緩傾斜地に広がる。後背地は非常に狭い。谷は浅く流水はない。湧水もほとんど認められない。Rio Paute との比高は比較的小さい。 降水量はやや多く、植生もやや多い。土地利用は牧草、畑、山林が主体である。	新生代第三紀中新世の一連の堆積岩(下位から Biblian 層、Loyola 層、Azogues 層 Mangan 層)が分布する。層相は砂岩、レキ岩が主体であり、一部に溶岩が分布する。岩盤のキレツはかなり少ない。全体に風化は薄く、土壌も薄い。	浮遊粒子状物質、大腸菌、硝酸性窒素	<測線1> 0 6m : 27 m 6 17m : 9 m 17m : 6 m (山腹斜面、曲線、電線多し) <測線2> 0 45m : 6 m 45 77m : 1 m 77 102m : 5 m 102m : 105 m (山腹斜面、ほぼ直線、やや電線あり)	既存井戸無し
26	プリンシパル	山腹緩傾斜地に広く位置する。主谷との比高は小さい。全体に湧水あり、谷の流水も多い。 土地利用は牧草、畑、山林が主体である。降水量は比較的多く、植生も豊かである。	緩傾斜部には砂礫を主体とする崖錐堆積層が薄く分布する。その下位には中世代白亜紀の Paute 層(変成岩:粘板岩)が分布する。全体に風化はやや厚く、土壌も厚い。	超過項目なし	0 4m : 107 205 m 4 9m : 37 m 9 17m : 235 m 17 24m : 51 m 24m : 7 m (ほぼ平坦、直線、やや電線あり)	既存井戸無し

2 2 2 4 水質調査

対象地域の水質試験は、現在ある給水施設により供給されている上水の飲料水としての適正と、流域に鉱山があるポンセエンリケ地域の水質汚染の状況を確認するという目的で実施した。最終的に 26 地区のうち 24 地区の水源、8 箇所の湧水及び河川水のサンプリングを実施して試験を実施した。(表 2 2 3 参照)。

(1) 既存給水施設の水質

今回実施した水質試験の結果では、試験を実施した 24 地区では一般性状や金属類の濃度は概ねエクアドル国の飲料水許容値の範囲内であった。問題となるのは以下の点である。

1) 色度

24 地区中、18 地区で色度の最大許容値 15TCU を超えた値となった。サンタ・イサベル地域のサンペドロでは、289TCU となっている。この地区は濁度も 47.6 と許容値を超えている。基本的に色度が高くなった理由は水源とする渓流や湧水が山林部を通過・浸透することでフミン質性によるものと考えられる。このうち、パクチャ、サンタマルサ、ナリグ、キムシ等は緩速ろ過池を通した後の値である。

2) 硝酸性窒素、大腸菌、一般細菌

クエンカ郡のヌルチでは硝酸性窒素が許容値を超えて 13mg/l となっている。この地区では既存水源である湧水の位置が人家のすぐそばである事から、汚水混入の影響が考えられるため、早急に再検査を行なって状況を確認するとともに新規水源への移行を検討する必要がある。

また、水質検査を実施した 24 地区中 16 地区で大腸菌が検出されている。塩素滅菌を実施していない地区で検出されるとともに、調査時に塩素滅菌実施中のポンセエンリケおよびサンアルフォンソでも検出されている。

(2) 鉱山による影響

ポンセ・エンリケ地域では、ベジャリカ及びサンヘラルドを中心に金の発掘が行なわれている。鉱山事業は 1983 年にベジャリカで金鉱脈が発見されて以降行なわれているものであり、金の精錬に際して使用される水銀やシアン、掘削時に出る残土、鉱滓が十分に処理されず流域に放出されるためにそれによる飲料水水源への汚染が以前よりとり沙汰されていた。

鉱山事業が環境へ与える影響については、1996 年から 1998 年に鉱山エネルギー省による環境調査が実施されている。この調査報告書によると、ベジャリカを中心に採掘現場からの鉱さいが未処理のまま流域に残され、シエテ川等の周辺河川に流入している。図 2 2-8 にベジャリカ、関連河川、対象地区の位置図を示す。

表 2-2-3 水質試験結果一覧表

項目	UNIDAD	ECUADOR (max.)	WHO 1993	No.1 Paccha	No.2 Buenos Aires	No.2-2 (湧水)	No.3 La Esperanza	No.4 Ponce Enriquez	No.5 San Alfonso	No.7 Santa martha	No.8 Shagal	No.9 Zhumiral	No.10 Bulzhun	No.10 Jadan	No.12-2 (河川)	No.13 Nallig	No.14 Quimshi	No.15 San juampamb	No.15-2 (湧水)
温度	g.c.			-	22.0	-	23.0	22.0	22.0	24.0	22.0	22.0	18.0	18.0	-	18.0	20.0	21.0	-
濁度	NTU, FTU	10	5.000	2.9	3.9	3.2	0.8	1.9	7.6	0.2	0.4	0.4	3.4	1.6	7.3	0.9	1.7	2.0	22.8
色度	UC, Pt Co	15	15.000	20.0	28.0	17.0	4.0	24.0	49.0	11.0	21.0	15.0	72.0	59.0	113.0	20.0	25.0	20.0	200.0
EC	µS/cm			448.8	138.1	115.7	105.6	111.7	116.6	104.8	65.7	146.7	45.8	45.4	176.1	56.5	57.1	94.4	78.6
TDS	mg/l	1000	1000.000	266.2	91.1	76.4	69.7	73.7	77.0	69.2	43.4	96.8	30.2	30.0	116.2	37.3	37.7	62.3	51.9
PH																			
総アルカリ度	mg/l, CaCO3	6.5-8.5	6.5-8.5	8.1	7.7	7.7	7.8	7.8	7.8	7.7	7.4	7.8	7.0	7.2	7.9	7.7	7.2	6.7	7.1
ALCALINIDAD F.	mg/l, CaCO3			168.0	56.0	45.0	47.0	42.0	44.0	46.0	32.0	69.0	22.0	26.0	89.0	20.0	26.0	48.0	40.0
総硬度	mg/l, CaCO3	500.000	500.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ca	mg/l			48.0	12.8	9.6	10.4	10.4	9.6	12.8	5.6	13.6	4.8	4.0	16.0	8.0	8.8	7.6	5.6
Mg	mg/l			13.6	5.3	4.9	5.3	4.4	5.3	2.9	1.0	8.3	2.4	1.9	3.9	3.4	4.4	1.7	2.4
Na	mg/l			21.0	6.0	6.0	4.0	5.0	5.0	6.0	5.0	4.0	3.0	4.0	16.0	2.0	2.0	9.0	9.0
K	mg/l			4.8	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	1.7	0.6	0.8	0.6	2.5	0.8	0.2	1.7	0.8
全鉄	mg/l	0.500	0.300	微量	0.00	0.35	0.10	0.20	0.48	微量	0.00	0.00	0.70	0.47	0.50	0.10	0.10	0.05	1.80
Mn	mg/l	0.100	0.500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
Cl	mg/l	250.000	250.000	6.5	5.0	5.5	4.0	6.0	7.5	4.0	3.0	3.0	2.5	2.5	3.0	2.5	2.5	4.0	2.5
SO4	mg/l	400.000		56.0	6.0	5.0	3.0	3.0	5.0	4.0	1.0	4.0	3.0	5.0	3.0	3.0	3.0	1.0	8.0
アンモニア-窒素	mg/l			0.37	0.56	0.47	0.33	0.42	0.37	0.33	0.33	0.37	0.33	0.42	0.51	0.28	0.28	0.33	0.47
亜硝酸性窒素	ug/l	0.100	3.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
硝酸性窒素	mg/l	10.000	50.000	0.22	0.25	0.28	0.52	0.50	0.75	0.70	0.00	0.70	0.09	0.10	0.12	0.08	0.15	0.11	0.20
一般細菌	colonias/ml	100以下		8.0	incontables	-	27.0	incontables	incontables	1.0	9.0	1.0	4.0	8.0	-	0.0	0.0	14.0	-
大腸菌	NMP/100 ML	検出されない	検出されない	0.0	1600.0	-	0.0	300.0	1600.0	0.0	29.0	0.0	23.0	34.0	-	0.0	0.0	14.0	-
熱耐性大腸菌	NMP/100 ML	検出されない	検出されない	0.0	220.0	-	0.0	7.0	17.0	0.0	0.0	0.0	13.0	7.0	-	0.0	0.0	0.0	-
Al	mg/l	-	0.200	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cd	mg/l	0.005	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00	<0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	mg/l	1.000	2.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00
Pb	mg/l	0.050	0.010	0.00	0.00	0.00	0.00	<0.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
シアン	mg/l	0.100	0.070	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
水銀	mg/l	0.001	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	<0.0001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
亜鉛	mg/l			-	-	-	-	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
砒素	mg/l	0.0500	0.0100	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
アンチモン	mg/l	-	0.005	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
セレン	mg/l	0.0100	0.0100	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0022	0.0010	0.0022	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
フッ素			1.50	0.26	0.12	0.08	0.12	0.1	0.00	0.00	0.25	0.11	0.32	0.33	0.29	0.17	0.13	0.20	0.20

表 2-2-3 水質試験結果一覧表

項目	UNIDAD	ECUADOR	No.17	No.18	No.19	No.20	No.21	No.22	No.22-2	No.23	No.24	No.25	No.26	Rio Tenguel	Pozo Tenguel	Rio Gaia	Rio Siete	Q. Naranjos	Q. Guanache	Veilla Rica
		(max.)	Canaripamba	Dan dan	Guayara	Huasipamba	San Pedro	Adobepamba	(河川)	Guel	San Miguel	Nulti	Principal	河川	井戸	河川	河川	溪流	溪流	排水グー ナ出口
温度	g.c.		-	23.0	22.0	-	23.0	17.0	-	17.0	17.0	17.0	17.0	-	-	-	-	-	-	-
濁度	NTU, FTU	10	1.3	3.3	2.0	0.5	47.6	0.7	1.0	6.4	3.8	0.4	0.2	26.8	0.6	2.8	229.0	-	-	-
色度	UC, Pt Co	15	26.0	50.0	22.0	8.0	289.0	17.0	18.0	55.0	47.0	0.0	8.0	143.0	12.0	20.0	1240.0	-	-	-
EC	µS/cm		62.4	83.0	91.1	113.6	80.8	104.2	437.4	98.6	145.2	901.0	123.8	111.4	200.8	105.7	324.7	-	-	-
TDS	mg/l	1000	41.2	54.8	60.1	75.0	53.3	68.8	288.7	65.1	95.8	594.7	81.7	73.5	132.5	69.8	214.3	-	-	-
PH		6.5-8.5	7.2	6.8	6.7	6.0	7.0	7.7	7.5	7.5	7.1	7.7	7.0	7.6	7.7	7.8	7.7	-	-	-
総アルカリ度	mg/l, CaCO3		16.0	30.0	34.0	54.0	26.0	48.0	180.0	36.0	64.0	274.0	54.0	30.0	98.0	46.0	44.0	-	-	-
ALCALINIDAD F.	mg/l, CaCO3		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
総硬度	mg/l, CaCO3	500.000	18.0	30.0	30.0	46.0	30.0	47.0	156.0	40.0	60.0	298.0	56.0	48.0	58.0	46.0	146.0	-	-	-
Ca	mg/l		6.4	8.0	6.8	8.0	7.6	11.2	32.0	10.4	14.4	77.6	14.4	12.8	13.6	11.2	40.0	-	-	-
Mg	mg/l		0.5	2.4	3.2	6.3	2.7	4.6	18.5	3.4	5.8	25.3	4.9	3.9	4.4	11.2	4.4	-	-	-
Na	mg/l		4.0	5.0	4.0	7.0	6.0	5.0	33.0	6.0	9.0	90.0	2.0	3.0	20.0	15.0	10.0	-	-	-
K	mg/l		0.8	0.8	2.8	1.0	1.0	0.9	6.7	3.2	2.6	1.3	0.2	0.4	0.8	1.5	0.8	-	-	-
全鉄	mg/l	0.500	0.28	0.18	0.18	0.18	1.80	0.05	0.08	0.60	0.58	0.12	0.40	1.50	0.21	0.22	1.62	-	-	-
Mn	mg/l	0.100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
Cl	mg/l	250.000	2.0	3.0	4.0	3.0	3.5	2.5	6.0	2.5	3.0	47.5	2.0	3.5	11.0	4.0	3.0	-	-	-
SO4	mg/l	400.000	6.0	8.0	9.0	2.0	5.0	2.0	36.0	3.0	2.0	48.0	3.0	17.0	2.0	4.0	75.0	-	-	-
アンモニア-窒素	mg/l		0.23	0.33	0.28	0.28	0.37	0.60	1.02	0.28	0.47	0.47	0.37	0.93	0.37	0.23	1.35	-	-	-
亜硝酸性窒素	ug/l	0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.00	-	-	-
硝酸性窒素	mg/l	10.000	0.23	0.22	0.22	0.40	0.00	0.10	1.25	1.70	1.00	13.00	0.12	0.50	0.00	0.15	1.60	-	-	-
一般細菌	colonias/ml	100以下	22.0	4.0	30.0	3.0	12.0	4.0	-	25.0	10.0	incontables	-	-	-	-	-	-	-	-
大腸菌	NMP/100 ML	検出されない	30.0	7.0	70.0	50.0	80.0	2.0	-	280.0	140.0	1600.0	-	-	-	-	-	-	-	-
熱耐性大腸菌	NMP/100 ML	検出されない	0.0	0.0	0.0	14.0	50.0	2.0	-	2.0	22.0	50.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	mg/l	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-
Cd	mg/l	0.005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<0.01	<0.01	<0.01
Cu	mg/l	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	1.99	1.99
Pb	mg/l	0.050	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<0.1	<0.1	<0.1
シアン	mg/l	0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	25.00	100.00
水銀	mg/l	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<0.0001	<0.0001	<0.0001
亜鉛	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.10	0.26	0.26
砒素	mg/l	0.0500	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0012	<0.0001	<0.0001	0.0005	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0036	<0.0001	<0.0001	0.0103	0.1300
アンチモン	mg/l	-	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
セレン	mg/l	0.0100	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0010	0.0010	0.0010	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
フッ素	mg/l		0.21	0.23	0.16	0.17	0.17	0.19	0.38	0.17	0.24	0.24	0.11	0.20	0.14	0.26	0.26	-	-	-

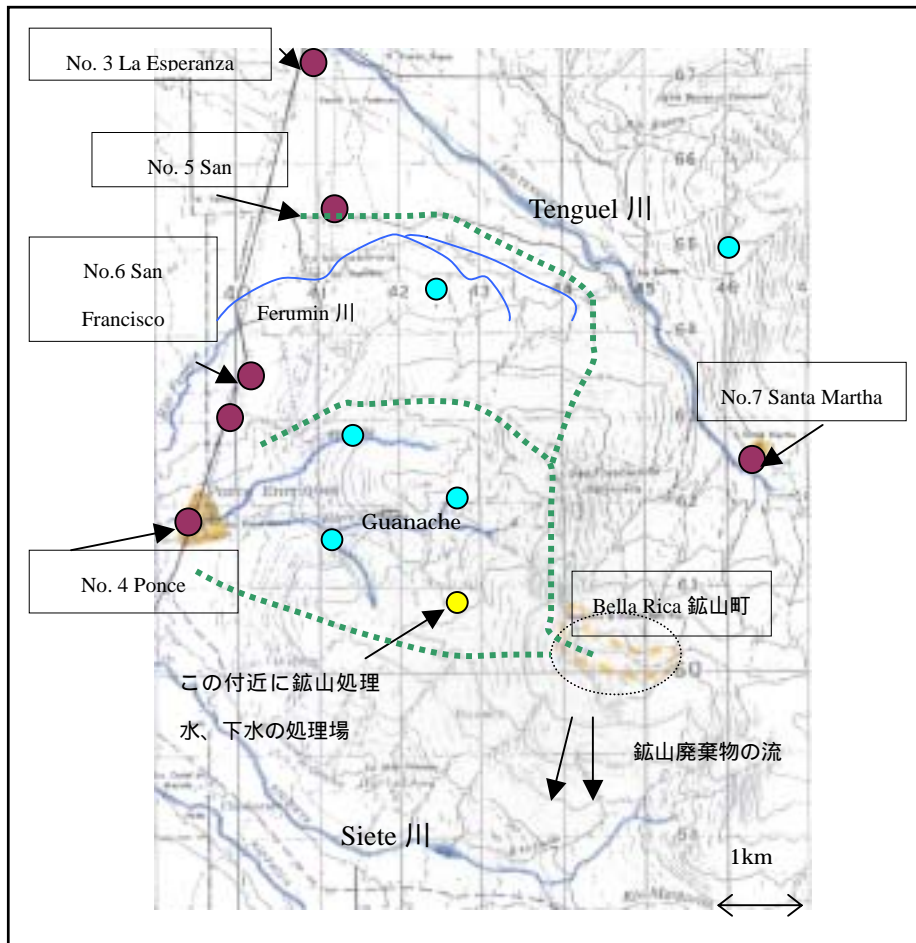


図 2-2-8 ポンセ・エンリケ地域要請地区と汚染発生源の位置関係

この環境調査で河川水の水質試験が1996年から1998年の間に実施されている。主な河川について、1998年5月の結果は表2-2-4に示すとおりである。

表2-2-4 ポンセエンリケ地域周辺の河川水質分析結果(1998年、鉱山エネルギー省)

	項目	単位	Ecuador 1989	WHO 1993	地質に由来する値	Rio Siete No.17	Estero Guanache No.16	Rio Fermin No.12	Rio Gala	Rio Chico	Rio Tenguel
1	PH				7.8		7	8.1	7.9	7.4	7.8
2	EC	μ S/cm			81		189	116	74	147	58
3	濁度	NTU	5				63	2	82	60	16
4	TDS	mg/l	1000	1000	65		135	92	72	102	16
5	砒素	μ g/l	50	10	1.1	316	80	2.6	0.7	101	3.7
6	カドミウム	μ g/l	10	3	0.02	27	0.75	0.01	0.04	0.15	0.08
7	銅	μ g/l	1000	2000	1.7	12	64.3	1	7.2	3.5	4.8
8	水銀	μ g/l	2	1	0.0078	< 1	0.003	1	< 0.0022	< 0.0022	< 0.0022
9	鉛	μ g/l	50	10	0.25	44	2.1	< 1	1.1	8.3	0.6
10	アンチモン	μ g/l			0.068	53	40	3	0.1	14.6	0.4
11	亜鉛	μ g/l	5000	3000	4.8	7	1	< 1	5	9	3

この当時の水質検査の結果では、この地域の地質起源の値をはるかに超えるカドミウム、砒素等が検出されており、鉱山による汚染の影響が出ている事が明らかになった。これらの値をエクアドルの水質基準と比較するとシエテ川、グラナチェ川、チコ川で砒素とカドミウムが基準値を超えていることがわかる。鉱山の採金活動は一時期に比べて低下しており、例えばベジャリカ鉱山の従業員が住むコミュニティの人口も1990年をピークに現在では十分の1の300所帯に減少しているとの事であった。

今回の調査ではポンセエンリケ地域の各対象地区の水源に加えてシエテ川、テンゲル川、ガラ川からサンプルを採取した。重金属の水質分析の結果では、上記環境調査で報告された重金属類は検出されなかった。これは調査対象の汚染物質が川底のヘドロに沈殿しているものと思われる。今回調査は乾期の終わりから雨期の始まりの河川流量が最も少ない時期に採水を行ったが、雨期には関連する鉱さいや残土等が流出したり、河川の増水による河床が洗われたりするためこれらの濃度が高くなる可能性もある。従って一部の水質に付いては2月～5月の雨期に再試験をする必要があると考えられる。なお今回の分析では飲料水としての基準値は満足している状況である。

対象地区のうち、ポンセエンリケおよびシュミラルでは鉱山に対する汚染に対して水源流域の監視を実施しており、監視時に採掘を発見した時点で直接注意するとともに警察に連絡して退去させている。基本的にこれらの鉱業事業を行なうに当たってはエクアドル国のエネルギー 鉱山庁からの認可を得る必要がある。ただし、違法な採掘作業が行なわれているかどうか実質的に監視が行なわれているわけではないため、無許可による採掘が行なわれても管理できる状態にはなく、今後も表流水を使う場合は地区の水管理組合、郡、州が一体となって有機的に流域管理を行なっていかねばならない。

(3) ポンセエンリケ地域の水質問題について

ポンセエンリケはフォステログアンチェの支流ナランホ川およびギネア川を水源とする。流域の尾根筋にはベジャリカ鉱山が位置する。現在はナランホスの水源を中心に運転を行っており、ギネアの水源は乾期だけ使用して、濁度が高くなる雨期には止めている状況である。今回調査の水質検査結果によると、ナランホス側のサンプルのシアン値が飲料水基準を大幅に上回っていたため、水源を変更する必要があることが確認された。

ナランホス水源の周辺では、水源位置からベジャリカ住居地のほうへ約1.5km(道路沿いで1,800m)の地点に2年前(2000年)に鉱山処理水および住居地下水の処理場が作られている。これらの水をパイプにより導水して別途導水した渓流水で希釈し、約15m x 50mの沈殿池を通した後近くの渓流に放流している(ナランホスの直接流域とは別と考えられる)。このラグンは厚さ5mm程度のラバによってライニングされているが、何らかの破損によってはここから貯留した下水の浸透が起こる可能性がある。

(4) テンゲ市(グアヤス州) 深井戸の水質試験

テンゲ市の井戸はテンゲ川の下流、グアヤス州側にある人口 15,000 人の町の水源である。3 本の井戸があり、それぞれの井戸深は 34m、44m、23m である。帯水層はテンゲ川の氾濫源と考えられる。今回、このうちの 1 本についても水のサンプリングを行い、水質試験を実施したが、検査結果では特に問題となる重金属類は検出されなかった。

2 2 3 プロジェクトの実施による影響

プロジェクトは井戸建設が主体であり、プロジェクトの実施による周辺への影響は少ない。井戸建設期間(約 2 ヶ月)は工事用地(約 1000m²)を必要とするが、恒久施設となるのは井戸施設(25m²)のみで、対象地区の公共場所での建設であることから用地に関して問題はない。井戸は表層の影響を断つ方法で建設されるため井戸周辺の地下水に影響は与えない。工事用水として泥剤としてベントナイトを使用するが、これ自体は医療用にも使用される材料であるため無害である。こうしたことからプロジェクトの実施による周辺への影響はない。またプロジェクトの実施に影響を与える事項もない。