2.1.5 技術水準

前述の「2.1.3 実施機関、(2)予算」と同様に、技術水準は第一次及び第二次計画における実施機関の実施状況から判断することとした。従って、5 カ年計画のプロジェクト進捗情況から、実施機関のマネージメント能力を判断し、実施機関各分野担当者からの聞きとり調査から、専門分野の技術水準を判断することとした。

（1）プロジェクト進捗情況から判断されるマネージメント力

第一次及び第二次計画における深井戸建設の進捗情況は、ほぼ順調に進んでいることを確認した。しかしながら、その後の配水施設の整備状況は深井戸建設済みの村落の約 20～50%という状況であった。これは前述の FPS へのプロジェクト申請に必要な設計図書（施設設計報告書、構造計算書、数量計算、積算書、プロジェクト技術的・経済的可能性の確認）の不備等の理由より遅れているものと考えられる。

県 UNASBVI と市町村との連携は各県まちまちであり、第一次計画におけるチュキサカ県のように必要種類一式を FPS 申請用として準備している県から、市町村の自主性に任している県もある。FPS 申請用資料作成は主として土木担当（水道技術者）が取りまとめることとなるが、県によって技術格差も大きいものと判断された。

以上のことから、中央レベルである省庁が主体となって、手順の指導と技術水準の向上を図ることが肝要と判断された。

表 2．10 プロジェクト進捗情況（2002 年 11 月時点）

県名		進捗情況
第一次計画	サンタクルス県	・1998 年より地下水開発を開始し、現在までに 5 カ年計画の 155 本の内、144 本の井戸が完了。2003 年 4 月までにすべてが完了する見込み。 ・144 村落のうち、20%で配水設備がまだ未整備である。FPS への申請手続きの問題から、実施が遅れている。
	チュキサカ県	・1998 年より地下水開発を開始し、現在までに 5 カ年計画の 104 本の内、88 本が完成しており、当初の計画より若干の遅れがある。 ・89 村落のうち約 50 村落で配水施設が整備されている。
第二次計画	オルロ県	・2000 年より掘削工事を開始し、現在まで 27 本を掘削（年平均 9 井）。 ・配水施設については 27 村落のうち、12 村落が整備済み。
	タリハ県	・2000 年より掘削工事を開始し、現在まで 31 本掘削（年平均 10 井）。 ・配水施設は 31 村落のうち、1 年目の 9 村落が完了している。

（2）各分野担当者の技術的水準

1）掘削技術者

井戸掘削機オペレーターは 1 県を除き、10～30 年の経験を有する人材が掘削業務に従事しており、小規模な問題は独自で解決していることを確認した。しかしながら、掘削作業を確認したところ、泥水管理に少々問題があるように判断されたため、掘削技術を再確認するトレーニングを実施する必要があるものと判断された。

2）水理地質技術者

水理地質技術者は、水理地質分野の基本的な知識や電気探査機器の操作方法は理解しているものの、調査結果を応用・発展させておらず、有効活用していない状況であった。また、電磁探査機器（第一次計画のみ調達）はその利用方法に対する理解不足から、あまり利用されていないことや、電気検層結果がケーシングプログラムに正しく反映されていないことが確認された。以上のことから、実施機関の水理地質技術者は、地下水調査方法の基本的な知識が不足しているものと判断された。

第一次及び第二次計画における技術支援は本邦業者によって行なわれたが、掘削技術や探査機器の取扱指導は OJT にて行なわれた。業者の契約は基本的に建設を主体とした契約であり、その建設期間内に地下水調査に関する技術支援を行なうことは困難が伴い、継続的かつ計画的な視点をもったトレーニングの実施を行なうことができない。

地下水調査に関する技術は本計画の重要な要素の一つであり、深井戸建設の成果にも影響を及ぼすことから、基礎的な水理地質に関する知識を含めた地下水調査に関するトレーニングを水理地質技術者に対して行なう必要があるものと判断された。

3）水道技術者

村落の形態によるが、深井戸には村落住民 700 人程度までの水量が確保できる長所があるが、村落が分散している場合は、送水ポンプ施設が必要となるといった短所がある。実施機関では、対象村落の配水施設形態を考慮して井戸サイトが選定されておらず、基本的に深井戸の長所を理解していないものと判断された。これは水理地質技術者と水道技術者の共同選定で現場踏査が行なわれていないことが起因しているものと判断された。

一方、水量が安定していない山麓の湧水が水源として選択されている例も多くあり、この結果、水道施設はあるものの、従来と同じような不安定な給水状況に陥っている。また、県独自の予算や FPS の資金にて建設された配水施設構造物の出来が悪いことや、建設後の水量管理・水質管理が行われていないことが確認された。

以上のとおり、基本的な村落給水施設設計が行なえる水道技術者が育っておらず、水需要予測から施設設計までの村落給水計画、施工管理、施設建設後の水質管理に関するトレーニングを実施機関技術者に行ない、技術力の向上を図る必要があるものと判断された。また、実施機関ではもともと技術者が少ないにかかわらず、部署がプロジェクト単位となっていることから、長期的には部署を長期的に分野別に再編する必要があるものと判断された。

4）地域開発

実施機関はプロジェクト単位によるタスクフォースが作られており、1 名から 3 名程度の社会開発専門員が水管理組合設立にかかる活動を担当している。その活動は組合設立までの支援活動には参画しているものの、その後のモニタリングや支援は行なわれていない。

一方、世界銀行は水管理組合設立手法から啓蒙活動にかかるトレーニングを「ボ」国実務担当者

を対象に実施しており、上記の社会開発担当者もこうしたトレーニングを受けている。基本的には実施能力は有するものの、人数の関係から組合設立後の支援活動ができない状況にあるものと判断された。

また、実施機関が採用している社会調査は質問紙調査を基本としており、この結果に基づき住民の支払可能額や支払意思額を確認している。しかしながら、現実的には、リカレントコストが徴収できず、施設が運転停止している村落が確認された。このことから、水道料金等の運営に関わる問題に関しては、質問紙調査に加え、ワークショップ形式等の参加型手法を用いて住民との合意形成を図る必要があるものと判断された。

5）全体的な評価と課題

第一次及び第二次計画の 5 ヵ年計画はある程度順調に進捗しており、調達資機材も良く利用されていた。しかしながら、村落給水事業という全体面から見ると、配水施設建設の遅れから水道普及率は当初の予想よりも下回っている。これは、市役所の実施能力以上の事が FPS 提出用設計図書に求められているものと判断された。従って、プロジェクト実施に当たっては省、県、FPS、市町村並びに村落給水関係機関の役割を再確認するとともに、市役所に継続的な支援ができる体制作りに着手することが肝要と判断される。

また、地下水調査、井戸掘削といった分野別では、個々の技術者は機器の操作の点では問題はないものと判断されたが、調査結果の利用方法、解析等の技術力が不足しているものと判断された。また、電気機械がわかる技術者が皆無に近い状況であった。

以上のことから、長期的展望にて技術力を向上するには次のような具体策が考えられる。

- 受入機関である省庁レベルでは、県レベルの実務担当者の技術力向上を目的とした技術セミナー等を企画化する。
- 省庁が中心となって上記セミナー等を行なうとともに、省内技術者の調整やトレーナとして参画させるための準備をする。
- 省庁が中心となって、現在、独自で活動している NGO の村落給水を含めた活動の調整をするとともに住民啓蒙活動に使用するマテリアルの統一を行なう。
- 実施機関である県レベルでは、水道技術者並びに地域開発担当の人員を増強し、市役所並びに NGO が計画する給水計画に参画できる体制作りを行なう。
- 実施機関実務担当者は、将来的に省レベルが主催する技術セミナーが実施される場合にトレーナとて参画できうる体制を整えることや、他県技術者との技術の交換等により全国的な技術力の向上が図られるように努める。

2.1.6　既存の施設・機材

ラパス県とポトシ県 UNASBVI では、調達資機材保管用用地と建屋並びに車輌関係修理工場が既に確保されている。県庁が保有する車輌のうち、道路維持管理用車輌等の特殊車輌を除く全車輌が、こ

の修理工場にて点検・修理が行なわれており、井戸掘削リグ等の大型車輌も十分管理可能なスペースとなっている。ラパス県ではラパス市の衛星都市であるエル・アルト市に修理工場があり、また、その近郊に資機材保管用地と建屋が確保されており、地方への移動には便利な状況にある。一方、ポトシ県はポトシ市内に修理工場並びに資機材保管用地と建屋が同様に確保されている。

2.2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2.2.1 自然条件

（1） 地形・地質

1） ボリヴィア国地質概況

「ボ」国は南緯 10°～23°、西経 60°～70°のほぼ南米大陸の中央部に位置し、その周囲をアルゼンチン、パラグアイ、ペルー及びチリに囲まれた内陸国である。国土面積は我が国の約 3 倍に相当する 109ｋm² を有しており、地勢的には次の三つ地域に分けられる（図 2.5 地形図参照）

・アンデス山脈に含まれた西部山岳地帯と標高３,000m以上のアルティプラノ高原地帯、
・標高 1,000～3,000m の中部丘陵地帯、
・標高 1,000m 以下のアマゾン河とラプラタ河上流の東部平原地帯

高原地帯は東西両山脈に挟まれた広大な地域であり、チチカカ湖やポポ湖といった湖沼もある。両湖をつなぐデスアウアデロ川以外に大きな河川は存在しない。さらには、高原地帯にウユニ湖等の塩湖も確認されている。西部山脈の東南部に沿って標高 2,000m 台の高原があり、渓谷地帯を成し、コチャバンバ、スクレ等の盆地を抱いている。東部及び北部では広大なアマゾン低地で大部分は未だ原始林に覆われている。

これら三つの地域は図 2.6 に示すとおり七つの地形区分に分けられる。調査対象地域であるラパス県南部はアルティプラノ地域と丘陵部の地域区分に位置し、地形区分としてはアンデス西部山脈・アルティプラノ高原地帯・アンデス東部山脈地帯となる。また、ポトシ県はアルティプラノ地域と丘陵部の地域に位置し、地形区分としてはアンデス西部山脈・アルティプラノ高原地帯・アンデス東部山脈地帯となる。

地質的には、アンデス山脈と東側の大平原地帯で著しい違いが認められる。東側ではブラジル地塊（ブラジル楯状地）と称する先カンブリア系岩盤の基盤が胚胎し、これを覆って新第三系及び第四系の地層が広く発達しているが、西側山岳地帯では古生界の地層が極めて広く発達して東アンデスの骨子をなしている。

アルティプラノ地帯は新生界の第 3 系及び第 4 系の分布地域となっており、その他の地域では古生界のカンブリア系、オルドヴィス系、シルル系、二畳系の地層が見られ、北部地域に中生界の白亜系のみが露出している。

火成岩としては東アンデスの西側に沿って第三紀中新期～鮮新期の貫入と推定される花崗

岩・流紋岩・石英安山岩等の酸性岩類が多く、アルティプラノでは石英安山岩・玄武岩その他の安山岩類が確認され、西アンデスの大部分は第３紀もしくは第４紀の各種安山岩類から構成されている。

表 2.11　調査対象地域の地域、地形区分

地域区分	地形区分	第三次計画		第二次計画		第一次計画	
		ﾗﾊﾟｽ南部	ポトシ	オルロ	タリハ	ﾁｭｷｻｶ	ｻﾝﾀｸﾙｽ
ｱﾙﾃｨﾌﾟﾗﾉ地域	アンデス西部山脈	△	○	△			
	ｱﾙﾃｨﾌﾟﾗﾉ高原地帯	○	○	○			
丘陵部	ｱﾝﾃﾞｽ東部山脈地帯	△	○	△	○	○	
	亜アンデス山麓地帯				○	○	○
平野部	東部平原地帯						
	低丘陵地（パンド）						
	ベニ平原						○
	サンタクルス平原						○
	チャコ平原				○	○	○
	チキタノス山地						○
	中央楯状地						○

○：主として分布している
△：部分的に分布している

2)　調査対象地域の特徴

調査対象地域の地形区分は表 2.11 に示すとおり、アンデス西部山脈、アルティプラノ高原地帯、アンデス東部山脈地帯であり、各々の特徴を以下に述べる。

・アンデス西部山脈

標高 4,000～6,000mの山岳地帯で、第 4 紀の火山岩が分布する。

・アルティプラノ高原地帯

東西アンデス山脈に挟まれた標高 3,700～4,000mのなだらかな高原地帯からなる地域であり、第 4 紀の堆積物が分布する。北部にはペルー国と接するチチカカ湖、その南部にはポポ湖が続き、南部には塩分が集積したウユニ湖が形成されている。この平原は閉鎖性水系であり、チチカカ湖から流出したデスアグアデーロ川がポポ湖に注いでいる。

・アンデス東部山脈地帯

標高 4,000～6,000mの山岳地帯を中心にその支脈山地が形成されている。標高が 1,800～4,000mの丘陵部には険しい渓谷が発達しており、ほぼ平坦で比較的広い盆地も分布している。山岳部は古生代オルドビス紀の硬岩（火成岩）からなる急峻な山地で、植生に乏しい地域である。高度が下がるに従って、雨量が多くなり植生が豊かになる。

N
コビハ
パンド県
ベニ県
トリニダ
ラパス県
ラパス
コチャバンバ県
コチャバンバ
サンラクルス
デ・ラ・シェルラ
サンタクルス県
オルロ
オルロ県
スクレ
ポトシ
チュキサカ県
ポトシ県
タリハ県
タリハ

図2.5 地形図

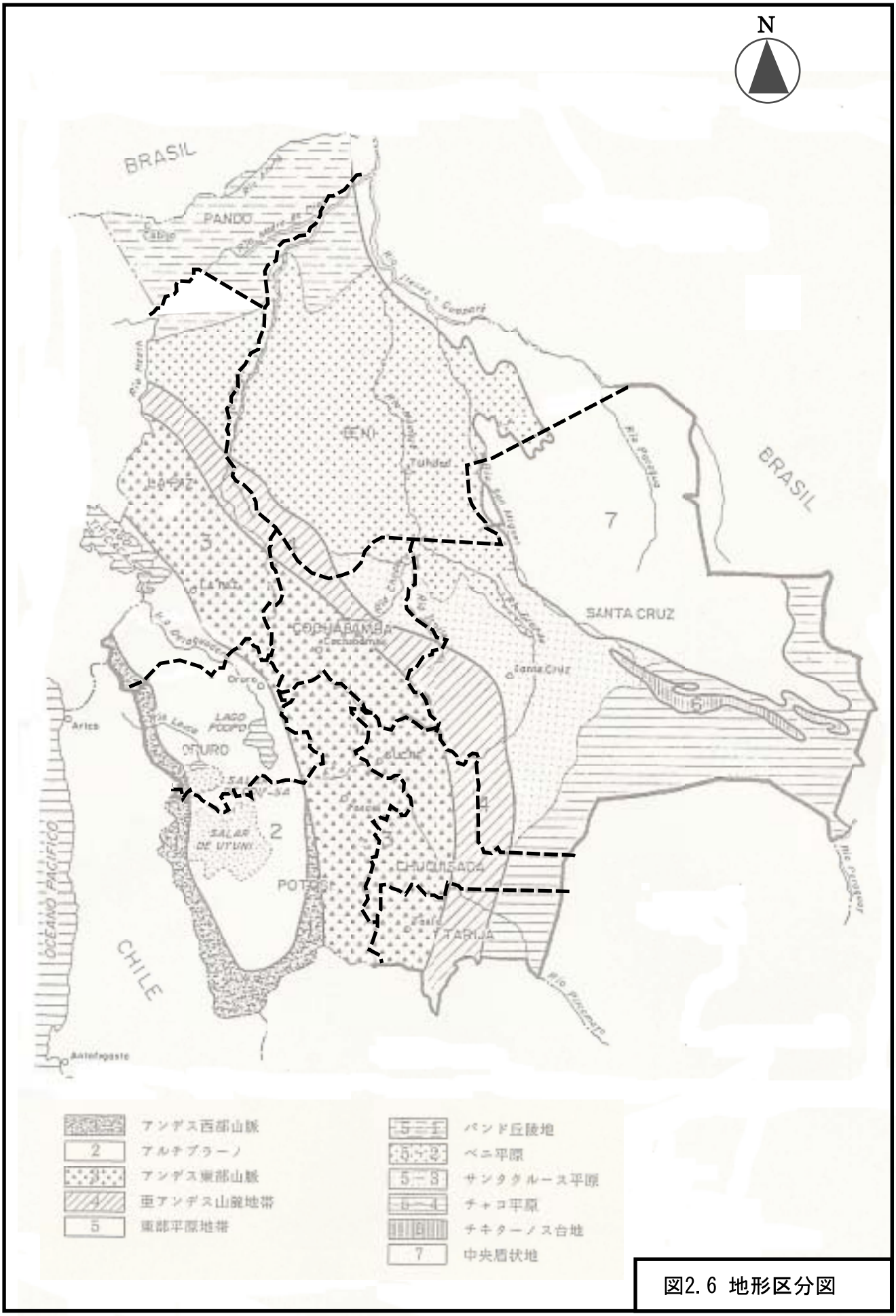
N
BRASIL
PANDO
BENI
Trinidad
BRASIL
SANTA CRUZ
COCHABAMBA
Cochabamba
Santa Cruz
ORURO
Oruro
Arica
LAGO POOPO
SALAR DE UYUNI
POTOSI
CHUQUISACA
TARIJA
CHILE
OCEANO PACIFICO
Antofagasta
アンデス西部山脈
アルチプラーノ
アンデス東部山脈
亜アンデス山脈地帯
東部平原地帯
パンド丘陵地
ベニ平原
サンタクルース平原
チャコ平原
チキターノス台地
中央盾状地

図2.6 地形区分図

（2）気象

1)「ボ」国全体の気象概要

「ボ」国は熱帯圏に属しているが、標高 4,000m近い高山地帯、1,000～3,000mの渓谷地帯、1,000m以下の平原地帯で著しく気象が異なる。季節的には乾期と雨期に分けられ、4 月～10 月までが乾期、11 月～3 月までが雨期となっている。

2）調査対象地域

調査対象地域の気候は冷涼な乾燥気候であり、5～8 月の乾期には殆ど降雨はなく、氷結するときもある。

表 2.12　調査対象地域の気象

地域区分	年間降雨量（mm）	平均気温（℃）	第三次計画		第二次計画		第一次計画	
			ﾗﾊﾟｽ南部	ポトシ	オルロ	タリハ	ﾁｭｷｻｶ	ｻﾝﾀｸﾙｽ
ｱﾙﾃｨﾌﾟﾗﾉ地域	120～350	10	○	○	○			
丘陵部	500～700	20～30	△	△	△	○	○	○
平野部（北側）	1,000～1,500	22						○
平野部（南側）	500～1,000	22～26				○	○	○

○：主として分布している
△：部分的に分布している

2.2.2　社会条件

（1）社会情況調査並びに関連調査

ラパス県南部及びポトシ県における調査対象地域のうち､第 1 年次に実施予定の 10 村落及び 17 村落を対象として社会情況調査を行った。調査は村落の Key Informants や行政執行官等からの聞き取り調査と質問紙調査（各村落 5～10 の標本数）を行った。

また、社会情況調査に加え、給水情況調査並びに住民意識調査も行った。給水情況調査は既存施設調査、深井戸以外の有望な代替水源の有無、水源水量と水需要量とのバランス、施設容量の満足度等の確認調査を行った。

表 2.13 にラパス県及びポトシ県における住民意識・社会情況調査結果概要表を示す。また、表 2.14 及び 2.15 に各県対象村落の村落概況を示した。

表 2.13　住民意識・社会情況調査結果概要表

調査項目	調　査　結　果
家族構成	・両県とも平均 6 人の家族構成である。出稼ぎはラパス県南部よりポトシ県の方が多い。
職業	・ラパス県南部では、農業と牧畜に従事する村落が多い。農閑期には、出稼ぎに出る者もいるがチーズを作ったり、羊毛を紡いで織物を作り副収入を得る村落も有る。また、ラパス市という大消費地が近くにある為野菜栽培などを主として生産し、出稼ぎに依存する必要もない村落も有る。 ・一方で、土壌が塩害により農業に適さず牧畜のみで生計を立てている村落もある。 ・ポトシ県では、NGO により灌漑システムの整備された村が多く農業が主体の生計である。
家計収支	・収入はラパス県南部で月 200Bs.から月 700Bs.、ポトシ県で月 200Bs.から月 500Bs.となっている。 ・ラパス県南部は、ラパス市という大消費地を控えている関係から女性が織物などで副収入を得る機会が有り、出稼ぎに行かなくても良い村落もある。ラパス県南部の農家は殆どがジャガイモなどを栽培しており、生活の為に他の食材を別途に購入しなくてはならない。 ・ポトシ県の農家は、ジャガイモだけでなくトウモロコシ、野菜、果物など多様な農産物を収穫しており、それを自家消費している農家が多い。従って、ポトシ県の方が食材に関して自給自足している分、家計に占める食費の支出が低くなっている。
電力普及	・ラパス県対象村落の 50%の村落が電化されていたが、各戸までの引き込みが行われているのは各村落で 50%程度である。両県とも平均して電気代は 10～20Bs./月であった。 ・ポトシ県対象村落では、1 村落を除き全て電化されており、来年度中には残された 1 村落も電化の予定となっている。尚、家庭までの引き込みは、20～50%となっていた。
水道料金可能金額	・出稼ぎによる収入や電気代の支払い状況などから判断すると、ラパス県南部では月 6Bs.から月 21Bs.、ポトシ県では月 6B.s から月 15Bs である。 ・ポトシ県南部では電気が通じることにより、新たに電気代の支払いが見込まれる所もある。また、ポトシ県では、自給自足に近い村では唯一の現金収入は出稼ぎである為、出稼ぎ期間中は水道料金を毎月支払う事が困難と思われる村も有る。
支払意思額	・ラパス県南部では、月 1B.s から月 10Bs.、ポトシ県では月 1Bs.から月 7Bs.である。村落の水不足情況及び衛生意識の高低により支払い意思額に変化が見られる。
プロジェクト参加意識	・両県とも殆どの村落においてプロジェクトへの参加意欲が見られた。切実に水に困っている村落程、協力が可能と判断された。ポトシ県では無報酬での労務提供は考えられないという村民もいたが、多くの村民は無報酬での労務提供、水管理組合への参加など積極的な意欲が有った。
コミュニティ組織	・ラパス県南部で村落の代表者といえば村自治会の村民が選んだ村長が一般的であるが、ポトシ県では、県副知事が任命した村長という地域的な違いが有った。大衆参加法に規定されている OTB は市行政との連絡調整機能が期待されているが、現場ではあまり機能していなかった。 ・全ての村落で村の最高議決機関とも言える住民総会が、概ね月 1 回定期的に村落の各有力者である村長、校長、看護士等が参列して開催されている。 ・母親クラブに関しては、ラパス県南部の村落で 30%、ポトシ県で 65%の結成率である。ラパス県南部の母親クラブは親睦会的な面もあるが、織物の講習会など実利的な要素も有る。 ・ポトシ県の母親クラブは NGO が積極的に組織化しており、乳幼児の健康栄養教育、衛生教育など定期的に実施している。また、村民のリーダー的存在も育成している。

調査項目	調　査　結　果
水利用情況	・ラパス県南部では各戸給水を採用している村落は 10%(1 村落)であったが、ポトシ県では 55%(11 村落)であった。しかし、両県共に各戸給水形式は当初の設計ミスか水量が常時不足している所が多い。 ・ラパス県南部で唯一の各戸給水形式の有る村落では、村落内での普及率は 60%を占めるものの、水量不足などにより住民の不満が有り、水道代金の徴収率は 2%にも満たない。 ・ポトシ県で各戸給水形式の普及率は、20%～100%と幅がある。 ・水道代の徴収率は高いが、水量の不足と頻繁に生じる断水への不満は高い。 ・ラパス県南部での主要な水源は、各家庭が持っている浅井戸である。共同井戸を取水源とする村落は 2 つである。飲用料理等に利用する他洗濯にも浅井戸からの水を使用する。 ・ポトシ県では、共同井戸の他雨水、溜池や滲水から取水している。灌漑システムや川から取水し洗濯などを行う。 ・水汲み労働に男女の区別はないが、男性は出稼ぎに行ったりして不在となる為、結果的に女性や子供が担当する。
疾　病	・ラパス県南部では、水因性と思われる下痢、腹痛、コレラなどが多かった。ポトシ県では、その他に黄熱病、チャーガス病（ボリヴィアの風土病）などの疾病が有った。
衛生習慣	・両県とも、水を煮沸する習慣は病気になった時以外には無い。衛生教育活動が実施されていないため、煮沸する習慣自体が無い所も有る。 ・VIP（Ventilated Improved Pit latrine）形式のトイレの設置が進んでいる村落がポトシ県で見られたが、両県とも概ね野原を利用している。トイレの後、手を洗う習慣は無いが、食事前や料理前に汚れ具合に応じて手を洗うようである。衛生教育を受けた事がある村落は、ラパス県南部では 40%、ポトシ県では 75%となっており、ポトシ県で活動している NGO の成果と考えられる。
医療機関	・両県とも救急看護士の常駐する簡易医療機関が有り、緊急用無線が設置されている。看護士、医者等の人件費などは県保健局の負担、建物は市が負担している。 ・ポトシ県では保健教育に熱心な NGO が定期的に巡回指導し、母親クラブと連携して乳幼児栄養教育や衛生、出産教育などの活動を行っている。

（2）ラパス県南部の社会情況、給水情況及び住民意識

調査対象村落はアンデス東部山脈および西部山脈の間の平原、丘陵、扇状地に位置しており、Colquencha、Canuta、Chocorosi 村を除く村落はアルティプラノ高原（3,500m～4,100m）に位置する。全ての村落はラパス市より車で 3 時間以内の範囲に位置し、アクセスは比較的容易である。このため、経済活動が活発であり、出稼ぎする農民は殆どいない。例えば、Mantecani 村は灌漑を整備して野菜生産を主力とし、Cauchi・Titii 村は、水が常時不足している状況にあるものの、チーズ生産活動が活発であることから、出稼ぎ世帯率は 10%と非常に低くなっている。また、経済活動が活発で出稼ぎも少ない村落では、住民組織の組織力も高いという傾向が確認された。ラパスに近い Caluyo では、女性が羊毛を紡いだ織物を商品化しており、女性の組織力に関する意欲は高かった。

村落形態は 7 村落（Caluyo、Mantecani、Jockopampa、Cauchi Titiri、Huajruma、Chocorosi、Chusicani）が平野部に展開する分散型（「ボ」国で採用している分類方法における種類のひとつで、日本における集落に該当する）であった。また、Vilaque、Colquencha、Canuta 村は集中型（街路が形成されている村落を集中型と称している）となっている。

Colquencha 並びに Caluyo 村は水道施設が整備されていたが、Caluyo は稼動していなかった。Vilaque 及び Huajruma 村は深度 8～14mの浅井戸施設を有していたが、配水施設は整備されていない。その他の村落では公共水道施設は建設されていない。対象地域の水源は殆ど河川滲出水、湧

水等に依存しており、季節による影響を受けている状況にあった。個人の浅井戸を保有する家庭も見受けられたが、乾季は厳しい水不足に直面している。とくに一年を通じて厳しい水不足に見舞われている村落は、Caluyo、Cauchi・Titiri、Canuta、Chocorosi 村であり、一日当たりの水使用量は 6～10 ﾘｯﾄﾙ/日/人程度と推定された。

男手が出稼ぎで不在の村落の場合、母親クラブもなく、村の自治会組織も形成できず、村全世帯が参加する村総会も年 3 回ほど出稼ぎから戻ってきて開かれる程度で村の組織化が弱いものと推定された。

一方、NGO が住民を衛生指導員として教育する他、母親クラブの形成運営を指導している村落は 1 箇所であった。また、県副知事任命の村長、村民が選んだ村自治会長、市行政との連絡調整を行う OTB (Orgazaciones Territoriales de Bases：法人格を有する住民組織)の設立している村落は 4 箇所であった。

（3）ポトシ県の社会情況、給水情況及び住民意識

対象村落はポトシ市より車で3時間以内の地域にあるが、国道以外は未舗装であることから、雨季や峡谷斜面地域のアクセス状況は悪い。村落は集中型と分散型の形態に分けられ、多くが集中型である。

多くの村落は農業（ジャガイモ、セバダ、キヌアトウモロコシ、野菜、果物）や牧畜に従事しており、中には灌漑施設を有する村落もある。ラパス県と同様に出稼ぎの少ない村落も確認されたが、出稼ぎの多い村落も確認された。村の特徴を活かした農業や産業を持っている村落は女性の経済活動への参加も活発であることから、一般的に収入も高い状況にある。この結果、出稼ぎも少ないことから、自治会等の既存組織への参加度も高い。一方、平地の少ない山間部の村落は農業に不向きで産業もないことから、女性の経済活動も低い傾向が見られる。

また、収入を出稼ぎに依存する傾向が高いため、既存組織への参加度も低い。NGOが母親クラブの形成運営を指導している村落は１１ヶ所、OTB を設立している村落は7ヶ所確認された。

12 村落で既存の水道施設を有していることが確認されたが、安定した水源を選定していないことから、乾季は著しく水不足に陥っている。このため、Quivincha、Ckonapaya、Huaycaya、Sepulturas、La Lava、Palomar 等の村では乾季は給水制限を行っており、さらに Pecataya 村では不衛生な灌漑用水を未処理のまま給水している状況にあった。また、水道施設のない村落（Est. Chinoli、Buey Tambo、Vilcuyo、Molle Huayco、Kepallo）では、生活用水を水質的にも水量的に不安定な河川水、雨水、浅井戸等に依存している。

表2.14 ラパス県南部の村落概況

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
村落名	Colquencha	Caluyo	Mantecani	Jockopampa	Cauchi＋Titiri	Vilaque	Huajruma	Canuta	Chocorosi	Chusicani
市/郡名	Colquencha/Aroma	Calamarca/Aroma	Patacamaya/Aroma	Patacamaya/Aroma	Patacamaya/Aroma	Sica Sica/Aroma	Santiago de Callapa/Pacajes	Santiago de Callapa/Pacajes	Calamarca/Aroma	Patacamaya/Aroma
地形条件	扇状地	高地平原	高地平原	高地平原	高地平原	高地沖積平原	高地平原	丘陵	河谷斜面	高地平原
村落面積(ha)	200	200	390	240	1500	200	75	40	80	40
村落形状	集中	分散	分散	分散	分散	集中	分散	集中	分散	分散
現在世帯数	500	250	120	58	(34, 54)	150	65	100	70	100
現在人口(人)	2000	850	600	290	(241, 390)	500	300	500	350	500
人口動態	増加	増加	増加	増加	増加	増加	微減	増加	増加	増加
主要産業	農業、畜産、出稼ぎ	農業、畜産、出稼ぎ	農業	農業	農業、出稼ぎ	農業、畜産	畜産、出稼ぎ	畜産、出稼ぎ	農業	畜産、出稼ぎ
家計収入	500	400	700	300	400	200	500	470	400	350
現在水使用量（ﾘｯﾄﾙ/日/世帯）	100	57	150	41	65	71	36	49	51	46
送電施設	有	有	有	有	有	無（2003年2月送電開始予定）	無	無（2002年11月送電開始予定）	無	有
送電形式	3相220V	3相220V	3相220V	単相220V	単相220V	3相220V	—	—	—	単相220V
道路アクセス	良（幹線より15キロ未舗装）	良（幹線より4キロ未舗装）	良（幹線道路沿い）	良（幹線より1km未舗装）	良（幹線より3km未舗装）	良（幹線沿い）	良（幹線5km未舗装）	良（幹線25km未舗装）	良（幹線より10km未舗装）	良（幹線8km未舗装）
一般住民の既存水源	水道（80%）、浅井戸、表流水	浅井戸	浅井戸	浅井戸	浅井戸	浅井戸	浅井戸、公共井戸	浅井戸	浅井戸、表流水	浅井戸
浅井戸	深度3－10m	11本は深度5－6m、その他1本は16m	各家庭が保有、深度3－6m	各家庭が保有、深度9－10m	各家庭が保有、深度6－12m	各家庭が保有、深度7－14m	浅井戸5箇所、深度5－10m、公共井戸8m	浅井戸2箇所、深度5m	各家庭が保有、深度1－2m	浅井戸3箇所、深度3、5、10m
施設管理主体	部落営	無（一部村自治会管理）	無	無	無	無	無	無	無	無
水道料金（Bs/月）	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
水利用状況	乾季に水道水源である表流水の水量が極端に減少	浅井戸11本は乾季に枯渇するため、他井戸から融通	乾季に浅井戸の水位が低下し、水質も悪くなる	乾季に水量不足となる。	乾季に水量不足となる。	大半の浅井戸が汚染されている。	乾季に水量不足となる。	乾季に水量不足となる。	乾季に浅井戸は枯渇するため、片道1時間をかけて川から取水	乾季に水量不足となる。
既存公共水道施設	Calvario川取水堰、Φ400コンクリート取水管、3inch PVC x 4.0km 導水管、配水池（2池）、塩素注入装置（1基）、400専用栓、6公共栓	有（稼動していない）	無	無	無	市が2002年5月井戸（ハンドポンプ）建設	Plan Internationalが1998年浅井戸（ハンドポンプ）建設	無	無	無
既存配水池容量(m^3)	144.2	13.9	—	—	—	—	—	—	—	—
他援助機関	Plan Intenational	CARE	EC	—	—	Plan International	Plan International	GTZ	—	—
援助内容	Plan Internationalの資金協力で1981年に水道施設建設。現在も稼動中。	深井戸ならびに水道施設：1999年にCARE50%、村50%の資本負担で深井戸（10インチ、60m深度）建設したが水を得られず失敗。	1994年にかんがい施設を建設。Keto川より約150 Lit/secを取水し、部落のほとんどの農地に供給している。一部生活用水としても供給	—	—	子供教育の分野で協力中。	ハンドポンプ建設。	2001年に行政レベルでの女性教育を行いながら経済的支援を実施。	—	—
評価	人口増と水量不足のため、乾季に深刻な水不足の状況。部落の人口規模は大きく、深井戸建設によって水源確保ができればその効果は大きい。	部落の給水状況は深刻であり、新規の井戸建設が望まれる。すでに導水管、配水池、配水管、給水栓は建設され利用可能な状況にあり、投資効果も大である。	部落は道路に沿ってまばらに分散しており、効率的な水道施設の建設は困難。南部の水不足の厳しい地域を対象として、深井戸建設する。	中央の道路沿いに家屋が立地。部落中央にある小学校近くに井戸、高架水槽を建設し、配水管より給水する。	地域が広大で、家屋が分散しており、効率的な施設建設は不可能。Titiri小学校近くの一部集中地域を対象として、深井戸建設を計画する。	深刻な水量不足は見られないが、浅井戸水が汚染されており、深井戸建設により、衛生的な地下水が供給されれば、住民の健康に資する効果は大きい。	公共の浅井戸は乾季に水量不足となるため、これに変わる水源確保が待たれる。	きわめて厳しい水不足の状況にあり、深井戸以外の水源の確保が困難な地域でのプロジェクト実施効果は大きい。	一年中水不足の状況にある。とくに乾季は深刻で、婦女子は水汲みのため毎日2時間を費やす。	一年を通じて水不足の状況にあり、深井戸以外の水源の確保は困難である。

表2.15 ポトシ県の村落概況(その1)

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
村落名	Quivincha	Ckonapaya	Villa El Carmen	Buey Tambo	Pampa Soico	Huaycaya	Sepulturas	La Lava	Killpiza
市/郡名	Betanzos/Savedra	Betanzos/Savedra	Betanzos/Savedra	Betanzos/Savedra	Betanzos/Savedra	J.M.Linares	J.M.Linares	J.M.Linares	J.M.Linares
地形条件	河谷	河谷	高地平原	高地平原	河谷	丘陵斜面	丘陵斜面	高地平原	高地平原
村落面積(ha)	30	80	100	1050	560	1500	1500	300	150
村落形状	集中	集中	集中	分散	集中	集中	分散	集落	分散
現在世帯数	80	120	60	120	70	120	160	250	55
現在人口(人)	500	600	337	840	350	850	900	1500	280
人口動態	増加	減少	増加	増加	増加	増加	増加	増加	増加
主要産業	農業、出稼ぎ	農業、出稼ぎ	農業、商業	農業、出稼ぎ	農業、出稼ぎ	農業、出稼ぎ	農業、牧畜、出稼ぎ	農業、牧畜、出稼ぎ	農業、出稼ぎ
家計収入(Bs/月)	500	500	300	300	300	400	500	400	200
現在水使用量(ﾘｯﾄﾙ/日/世帯)	93	58	54	24	32	52	42	52	32
送電施設	有	有	有	有	有	有	有	有	有
送電形式	単相220V	単相220V	3相220V	単相220V	単相220V	単相220V	単相220V	単相220V	単相220V
道路アクセス	良	良	良	良	良	良	良	良	良
一般住民の既存水	河川水	河川水	浅井戸	浅井戸	表流水	滲出水	浅井戸もしくは表流	滲出水	浅井戸、ため池
浅井戸	個人所有の浅井戸有り。	無	各家庭が保有、4m～5mの深度	村落(Section)に2井の浅井戸ならびに学校用の滲出水集水施設がある。浅井戸の深度は10～15m。	無	無	村落に浅井戸有り。深度3－10m	無	村落には4井の浅井戸がある。深度はいずれも4m程度。
施設管理主体	水管理委員会	水管理委員会	-	-	水管理委員会	水管理委員会	水管理委員会	水管理委員会	水管理委員会
水道料金(Bs/月)	2.5	2	-	-	3-10	3	1.5	1.5	2.5
水利用状況	一年中水不足のため給水制限を強いられている。	乾季とくに水量不足	乾季に水量減少、水質も極端に悪化	一年中水不足の状況にあるが、乾季はとくに深刻。	90%の家庭がメーター付き専用栓を保有。飲用以外はかんがい水を利用。北部高台地域が水量不足。	90家庭が専用栓を持つ。乾季はもっぱら滲出水に依存	30家庭が専用栓を持つが水不足	75家庭が専用栓を持つが水不足	約10家庭が専用栓を持つ。厳しい水不足の状況は見られない。
既存公共水道施設	1984年ポトシ開発公社が建設。導水管(2inchGSPx1km)、配水池(1池)、配水管(2inchGSP)。1990年にPlan Intenationalが配水池を1池増設。	1981年CAREの財政支援のもと、水道施設が建設された。導水管(2inchPVC x 2km)、配水池(1池)、配水管(3inchPVC)	商業用高架タンクあり、道路わきの浅井戸からポンプで汲み上げ	無	CAREが1994年に建設。湧き水を水源とする。送水管(3inch PVC x 4km)、配水池(1池)、配水管から成る。	市が2001年に河川表流水を水源とする水道施設を建設したが、乾季の流量減のため、水不足の状況。	CAREの援助で1993年に建設。湧き水取水、導水管(2in PVC x 500m、2in PVC x 100mの2条)、配水池(1池)、配水管から成る。	CAREの援助で1980年に建設。湧き水を取水。送水管(2in PVC x 1.5km)、配水池(1池)、配水管から成る。	Plan Internationalの援助で1998年に建設。表流水を水源とする。取水管(2 inch PVC x 6km)を直接配水管として利用しており、配水池を持たない。
既存配水池容量(m3)	48.6	36.6	商業用約2m^3	-	27.4	3.8	19.2	18.7	-
他援助機関	無	CARE	無	無	Plan International、MINK'A	CARE	CARE	無	無
援助内容	-	衛生教育	-	-	衛生教育、治水、土地改良	栄養、保育等の衛生教育	栄養、保育等の衛生教育	-	-
評価	Quivincha Alta地区に水道施設があるものの水源水量が不足し、Quivincha Baja地区には水が十分に送られていない。代替水源は見当たらず、緊急度は高い。	乾季の水量不足は著しく、代替水源の確保は困難。	浅井戸の水質が悪く、水系伝染病が多い。乾季には川の水をそのまま利用する家庭もある。緊急度は高いものと判断される。	浅井戸から取水するため、水運びが婦女子の日課となっている。井戸の本数も限られることから、本村落でのプロジェクトの実施は裨益効果が高いと判断される。	乾季の水不足は見られるものの他村落に比べると深刻ではない。	乾季の水不足は著しく、あらたな水源開発に対する住民の期待は大きい。	水源水量が乾季に減少するため、水道施設の機能を発揮していない。	原水が鉱山廃水により汚染されており、代替水源の開発が待たれる。	さほど緊急度は高くない。

表2.15 ポトシ県の村落概況(その2)

No.	10	11	12	13	14	15	16	17
村落名	Vilcuyo	Vizigsa	Pelca	Pecataya	Palomar	Molle Huayco	Kepallo	Suquicha
市/郡名	J.M.Linares	A.Quijarro	A.Quijarro	A.Quijarro	J.M.Linares	Saavedra	J.M.Linares	J.M.Linares
地形条件	高地平原	河谷	河谷	河谷	河谷	高地平原	河谷	河谷
村落面積(ha)	1200	100	450	200	200	2500	600	2000
村落形状	分散	分散	集中	集中	集中	分散	集中	集中
現在世帯数	85	35	80	70	70	40	327	150
現在人口(人)	400	178	750	400	400	255	1600	780
人口動態	減少	減少	増加	増加	減少	増加	増加	増加
主要産業	農業、牧畜、出稼ぎ	農業、出稼ぎ	農業、出稼ぎ	農業、牧畜、出稼ぎ	農業、牧畜、出稼ぎ	農業、牧畜	農業、出稼ぎ	農業、出稼ぎ
家計収入(Bs/月)	200	300	400	250	300	400	400	450
現在水使用量(ﾘｯﾄﾙ/日/世帯)	32	62	62	62	42	62	62	62
送電施設	有	有	有	有	有	無	有	有
送電形式	単相220V	単相220V	単相220V	3相220V	単相220V	-	単相220V	単相220V
道路アクセス	良	良	良	良	良	良	良	雨季アクセス困難
一般住民の既存水	浅井戸	河川水、浅井戸	河川水	かんがい用水	表流水	雨水	滲出水	表流水
浅井戸	各家庭が浅井戸を保有。深度2－3m。	村落に数箇所の手掘り浅井戸あり。いずれも深度3－5mと浅く、乾季の水不足対策用である。	無	無	無	無	無	無
施設管理主体	-	水管理委員会	水管理委員会	水管理委員会	水管理委員会	-	-	村落
水道料金(Bs/月)	-	0	0.5	0	1	-	-	1
水利用状況	乾季は水不足の状況となるため、かんがい用水を転用	81家庭が専用栓を持つが水不足	全家庭が専用栓を持つ。その他2栓の公共栓がある。	全家庭が専用栓を持つ。その他5栓の公共栓がある。	30家庭が専用栓を持つが水不足状況。公共栓5栓がある。	1－2kmの距離にあるため池から毎日2回水汲みする。	河川滲出水のほか安定水源に恵まれておらず、水汲みが日課となっている。	20%の30家庭が専用栓を持つが水不足状況
既存公共水道施設	無	ISALの援助で1995年に建設。発電用水の一部を取水、送水管(3in PVC x 3km)、配水池(2池)、配水管より成る。	ISALが1997年に建設。湧き水を取水。導水管(3/4 inch PVC x 600m)、配水池(1池)、配水管よりなる。	ISALが1992年に建設。導水管(3 inch PVC x 3km, 1 inch PVC x 1km)、配水池(2池)、配水管より成る。	UNICEF、PDREが1986年に建設。送水管(2in PVC x 2.0km)、配水池(1池、壁に亀裂あり)、配水管から成る。	無	無	市が2000年に建設。湧き水を取水、導水管(2 inch PVC x 2km)、配水池(1池)、配水管から成る。
既存配水池容量(m3)	-	19.5	9.1	32.6	20.0	-	-	7.2
他援助機関	FAO	無	MINK'A	無	MINK'A	-	MINK'A	MINK'A
援助内容	2000年にかんがい用水路の整備	-	治水、護岸、土地改良	-	治水、護岸、土地改良	-	治水、護岸、土地改良	治水、護岸、土地改良
評価	少数の家族が広域に分散しており、組織力、維持管理能力で多少難がある。	乾季に水不足の状況。	乾季に多少水量減が見られるが、厳しい状況ではない。	水量は一年を通じて豊富だが、水質不良。新たに処理施設を建設するか、清浄な代替水源を開発するかの方策が考えられる。	乾季の水量減が著しく、安定した代替水源の開発が待たれる。	住民は極度の水不足のため、最低限の生活を強いられている。地形的にも浅井戸、湧き水等の代替水源が期待できない。	住民の水道に対する欲求は高い。	水道施設は稼動中だが、利用者は限られており、乾期に水源水量が減少するため、水不足の状況となる。

2.2.3 関連インフラの整備状況

（1）電化状況

「ボ」国では地方電化に積極的に取り組んでおり、現在、電化されていない対象村落はラパス県南部では Vilaque、Huajruma、Canuta、Chocorosi の 4 村落であった。尚、そのうち Vilaque、Canuta は 2003 年 2 月までに電化の予定となっている。また、3 相 220V、単相 220V がそれぞれ半分を占めている。

ポトシ県の場合は Molle Huayco を除くすべての村落が電化されている。ポトシ県対象村落では単相 220V が多く、Villa El Carmen、Ckochas だけが 3 相 220V となっている。

（2）道路整備状況

ラパス県南部の対象村落までの道路は、ポトシ県と比べると舗装率が高く比較的整備が進んでおり、井戸建設リグ搬入への支障は少ないものと判断された。一方ポトシ県の場合、山間部に位置するためか、全体的に舗装工事が遅れている。一年を通じて問題なく通過できるのは、唯一の舗装道路であるポトシ市～スクレ市間道路である。その他の道路は未舗装であるため、雨季のアクセスが困難となる。特に Suquicha 村落へのアクセスは、河道と尾根づたいの二通りがあるが、雨季にはいずれも重機の進入は困難と予想される。

（3）保健衛生

ラパス県及びポトシ県とも基本的には市に保健衛生施設（病院クリニック等）が設置され、看護士等が常駐しているが、村落レベルでは施設も持たないところが多い。ラパス県南部では Chocorosi、Mantecani、Cauchi+Titiri、Jockopampa、Vilaque、Hujruma、Chusicani の 6 村落が、ポトシ県では Ckonapaya、Sijllani、Palomar、Molle Huayco、Vizigsa、Pelca、Petacaya、Suquicha、Pampa Soico、Vilcuyo、Killpiza、Chacabuco の 12 村落が施設を持たない。これらの村落では病人が発生しても適切な対応を取ることができない状況にある。

（4）農業施設

ラパス県南部の Jockopampa、Mantecani の 2 村落、ポトシ県の Vizigsa、Petacaya、Huaycaya の一部地域で灌漑施設が整備されており、これらの村落では農産物の収穫品種、単位面積あたりの収穫量も多く、一世帯あたりの所得も高い。対象村落のほとんどは農業に従事しており、収入増に直接つながる灌漑施設の整備を望む声は、いずれの村落でも高かった。また、上記の灌漑施設は国際 NGO の支援にて建設された。

2.2.4　上水道の整備状況

（1）給水状況

1）ラパス県

ラパス県は人口の 66.05%が都市部に集中していることから、水道普及率が都市部 97%、地方部 26%と格差が大きくなっている。ラパス県南部では、対象村落のうち水道施設（配管施設を持つもの）があるのは Colquencha 村と Caluyo 村だけであった。Colquencha 村の水道システムは Plan International の資金協力で 1981 年に建設されたもので、水源は谷間の渓流水であった。しかしながら、乾期ではこの水源はほとんど取水できず、一年のうち数か月は給水が不可能である。この期間は全人口の約 80%村民が浅井戸、表流水、河川滲出水からの取水に依存している。

また Caluyo 村では 1998 年に CARE50%、村 50%の資本負担で深さ 60m の井戸建設を試みたが、不成功に終わっている。このとき配水池、配水管、給水管も建設されたが、現在は利用されていない。その他の村落には水道施設は建設されておらず、個人所有の浅井戸、表流水、滲出水が主な水源となっている。これらの水源は必ずしも衛生的な状況に置かれておらず、住民は汚染水を未処理のまま利用しており、水系伝染病にかかる罹患率も高い。

Chocorosi 村では一年を通して水不足の状況にあり、特に、乾期では婦女子は水汲みのため毎日２時間を費やす深刻な状況にあった。この他 Caluyo、Jockopampa、Cauchi + Titiri、Canuta、Chusicani の村落も同様に生活用水の確保が深刻な状況にある。取水量の制約から住民の水使用量は限られており、洗濯は通常河川水か灌漑用水を利用している。一世帯あたりの水使用量は 30～100 ﾘｯﾄﾙ/日程度、調査対象 10 村落の平均は約 67 ﾘｯﾄﾙ/日(10～20 ﾘｯﾄﾙ/日/人)と推測される。

Caluyo、Vilaque ならびに Huajruma 村では Plan International の支援にて建設された深度 10m 程度の浅井戸がある。この浅井戸は堅牢な構造となっており、衛生的にも汚染の問題は少ないものと判断された。

2）　ポトシ県

ポトシ県は、ラパス県とは逆に 66.28%の人口が地方部に住んでいる関係から、地方部での水道普及率も 48%と全国平均の 39%を上回っている。対象村落では調査実施した 20 村落のうち、15 村落にて水道施設を有していた。しかしながら、設備はあるものの、安定した給水状況にないことや水質管理を行なわれていない事が確認された。一世帯あたりの水使用量は 24～62 ﾘｯﾄﾙ/日程度、調査対象 17 村落の平均は約 52 ﾘｯﾄﾙ/日(10～20 ﾘｯﾄﾙ/日/人)と推測される。

Quivincha 村の水道システムは 1984 年にポトシ県開発公社が建設し、1993 年に Plan International が配水池を増設している。住民の 90%が既存システムにアクセス可能であるが、水源の問題から一年中断水に近い状況となっている。Ckonapaya 村も同様に水道システムを有しているが、水源の水量問題から、住民は日常の生活用水を近くの小川程度の河川水に依存

している状況にあった。

Pampa Soico 村では 1994 年に CARE が建設した各戸給水形式の水道システムがあり、量水計による検針にて料金徴収も行われている。Huaycaya 村では表流水を水源とする水道システムが 2001 年に建設され、各戸給水の形態にて給水を行なっているが、他の村落と同様に水量の問題を抱えている。この他、Sepulturas、La Lava、Vizigsa、Pelca、Petacaya、Palomar、Suquicha 村で水道システムを有しているが、やはり水源の水量問題を抱えており、個人所有の浅井戸あるいは小川程度の表流水に依存している。

また、La Lava の水源水は鉱山排水の影響を受けており、住民が健康面のリスクを常時背負っている状況にある。

（2）水道施設

既存給水施設の多くは、国際 NGO の支援又は FPS 資金で建設されたものであり、基本的には地元設計コンサルタントと地元業者が各々設計、建設に従事している。これら施設は基本的には村落給水の基本であるリカレントコストが極力かからない水源を選定していたが、村落の水需要に適合していなかった。即ち、人口に対して水量が極端に少ない水源（殆ど山麓部の沢の湧水）が選択されていること、配水管管径が明らかに小さすぎるものや配水管材質が現地条件に適合していない。従って、深井戸施設建設もさることながら、適切な村落給水計画立案や施工管理も充実させることが必要なものと判断された。

（3）水管理組合

現地調査を行なった対象村落では、水管理組合が存在する村落が多く確認された。水管理組合が存在しない村落では、非衛生的な水の利用に問題意識の少ないことと、水は無料との意識が強い。従って、村民が自ら運営維持管理するには、衛生的な水に対する対価の支払の必要性があることを啓蒙活動を通じて事前に住民に対して実施することが必要なものと判断された。

（4）既存水源の水質

現在飲料水や生活用水として利用されている水源の現状を把握する目的で、調査対象村落の内ラパス県から 4 箇所、ポトシ県から 8 箇所において既存水源（表流水並びに浅井戸）の水質分析を行った。水質試験は携行機器による現場測定と、ラパス市サン・アンドレス大学の環境衛生研究室での分析にて行った。また、ポトシ県では、鉱山による水質汚染が懸念される地区の河川において重金属類の分析を別途行った。水質分析結果を表 2.18 に水質分析結果の概要を示す。

表 2.16　分析結果概要

主な分析項目	各項目の特徴
水温	現場測定時の水温は浅井戸で 12.0℃～19.5℃、河川 14.0℃～25.0℃であった。両県共に日中の寒暖差が水温に反映している。
ｐH	ﾎﾟﾄｼ県 Ockoruro 地区を除いて 6.45～8.28 の範囲にある。Ockoruro の河川水は pH が 2.53 と極めて低く、重金属類の検出が確認されたことから鉱山による汚染が影響しているものと考えられる。
電気伝導度(EC)	全体では 294μs/cm～2080μs/cm まで広がりがあり、特にﾗﾊﾟｽ県 Mantecani では塩分濃度とともに非常に高い値を示している。(ﾎﾟﾄｼ県の水道水では 100μm/cm であった。)一般的にｲｵﾝ性物質の量が多いと数値は高くなる。
濁度	濁度は水に浮遊する微小粒子に起因する値であり、ﾗﾊﾟｽ県 Vilaque の浅井戸では「ボ」国水質基準及び WHO ガイドラインを大きく超過していた。この浅井戸からは鉄分の値も高く検出されており、鉄分の酸化粒子の影響も考えられる。
塩素イオン	塩素イオンは塩化物中の塩素分であり、5.70 mg/ﾘｯﾄﾙ～94.55mg/ﾘｯﾄﾙの範囲にある。全浅井戸の平均値は 66.07mg/ﾘｯﾄﾙ。一般に 250 mg/ﾘｯﾄﾙを超過すると塩味を感じ、量の多少よりも相対的変動が急激であれば汚染を示す可能性が高くなる。
全溶解性物質(TDS)	水溶性の無機塩類と少量の有機物の量であり、主要イオンは炭酸塩、塩化物、硫化物、硫酸塩、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウムがある。ラパス県 Mantecani では 2017mg/ﾘｯﾄﾙと極めて高い値が検出されており、ﾅﾄﾘｳﾑや硫酸塩の影響が考えられる。なお、WHO ガイドラインの値は 1000mg/ﾘｯﾄﾙを超しても生理的な影響はないが味覚に影響することから定められたものである。
硝酸性窒素、亜硝酸性窒素	肥料や生活排水、動植物の腐敗等が主な汚染源であり地下水では一般的に浅層水に多く溶存し深層水では少ない。ｻﾝﾌﾟﾙには浅井戸が多く含まれているため比較的高い値が確認された。全体では硝酸性窒素が 0.6257mg/ﾘｯﾄﾙ～17.57mg/ﾘｯﾄﾙ、全浅井戸平均で 15.82mg/ﾘｯﾄﾙであり、WHO ガイドラインよりは低い。しかし、国際的には、乳児のメトヘモグロビン血症防止の観点から合計値 10mg/ﾘｯﾄﾙが許容限度とされている。
全硬度	ﾗﾊﾟｽ県 Mantecani では 836.40/ﾘｯﾄﾙと極めて高く、当サンプルはカルシウムやマグネシウムについても他の浅井戸に比べて特出しており、この地質的なものが要因と考えられる。それ以外は 51mg/ﾘｯﾄﾙ～380mg/ﾘｯﾄﾙの範囲にあり、「ボ」国水質基準値を下回っている。全浅井戸の平均は 334.7mg/ﾘｯﾄﾙで WHO ガイドラインにおける「非常な硬水(180mg/ﾘｯﾄﾙ以上)」に分類される。なお、200mg/ﾘｯﾄﾙ以上の水は管渠内にスケールが付着しやすい。
総アルカリ度	浅井戸に限れば 104mg/ﾘｯﾄﾙ～344mg/ﾘｯﾄﾙの範囲で平均 179mg/ﾘｯﾄﾙである。サンプルは全体的に高い値を示している。尚、アルカリ度が低い水で塩素ｲｵﾝが多い場合は、鉄管を腐食させやすくなる。
鉄、マンガン	ラパス県 Vilaque の浅井戸からは全鉄 0.38mg/ﾘｯﾄﾙが検出され、濁度とともに「ボ」国規準を上回っていた。その他のサンプルからの値は低く問題は見られない。また、Ockoruro の河川水からは鉄 21.6mg/ﾘｯﾄﾙ、ﾏﾝｶﾞﾝ 6.20mg/ﾘｯﾄﾙと極めて高濃度が確認されており、鉱山による汚染が影響しているものと思われる。
ナトリウムイオン	ナトリウム塩として水中に存在し、200mg/ﾘｯﾄﾙ以上で味覚に影響する。ラパス県 Mantecani において 231mg/ﾘｯﾄﾙと高い値が確認されており地質的な要因と考えられる。「ボ」国基準値及び WHO ガイドラインでは 200mg/ﾘｯﾄﾙとなっているが、人体への影響に関する知見は確立されていない。
硫酸イオン	ﾗﾊﾟｽ県 Mantecani で 1017.51mg/ﾘｯﾄﾙと「ボ」国基準値及び WHO ガイドラインを大きく超過する値が確認された。付近は畑地が広がっており肥料の影響や地質的要因がナトリウムとともに考えられる。またﾎﾟﾄｼ県 Sijllani と La Lava でも WHO ガイドラインの超過が見られているが、「ボ」国基準値の範囲内であった。
大腸菌類・一般細菌	現場測定の結果、La Lava を除くサンプルの全てから検出された。大腸菌類・一般細菌は河川・土壌・空気中等に広く存在し、表流水や浅井戸では水質や降雨の影響を受けやすい。調査村落のほとんどで、非衛生的な水を原因とする水因性疾病(下痢・嘔吐等)がみられている。
重金属類(銅、鉛、亜鉛、カドミウム)	ポトシ県 Ockoruro 下流の河川からは 4 項目が高濃度で検出され、2km 程離れた Cantuyo の河川からも亜鉛・カドミウムが高濃度で検出された。これらの河川の上流は鉱山の採掘場が存在しておりこの影響と考えられる。

2.2.5　物理探査探査結果からの水理地質情況

（1）物理探査手法

調査対象地域の帯水層と推定される地層の種類、厚さ、分布範囲、難透水層や基盤岩の位置等を確認するため、物理探査を実施した。物理探査は従来の垂直探査に加え、新しい探査技術である比抵抗 2 次元影像法（以下「水平探査」と称す）を一部の地域で実施した。

物理探査は、基本的に第 1 年次村落をスクリニーングの結果からを選定されたラパス県南部で 13 村落、ポトシ県で 20 村落の計 33 村落にて実施した。この内、水平探査はラパス県南部 5 村落、ポトシ県 5 村落の計 10 村落であった。

（2）物理探査結果

従来の垂直探査に加え、水平探査を行なった結果、垂直探査では確認の難しい堆積層下に隠れた埋没谷や旧河道地点や基盤岩の破砕帯箇所帯水層が、広域的かつ高密度に把握することができた。一般的には垂直探査では点でしか地質の変化が確認できないが、水平探査で面の地質変化が確認できる。従って、従来の垂直探査に水平探査を加えた物理探査の実施により、従来より高い精度で掘削候補地点を選定できた。

垂直探査解析結果である「ρ－a 曲線および比抵抗柱状図」、並びに水平探査の解析結果である「解析断面図」を巻末資料 8.に取りまとめ、代表的な例としてラパス県南部 Cauchi　Titiri 村における「ρ－a 曲線および比抵抗柱状図」並びに「解析断面図」を図 2.5 及び図 2.6 に示す。

また、ラパス県南部及びポトシ県にて実施した物理探査から推定される水理地質情況を以下に示す。

1）ラパス県南部地区

本地域では第四紀の河川や扇状地起源の堆積層である砂礫層、岩盤の風化層や亀裂帯が地下水開発の対象帯水層と考えられる。帯水層は 20～80Ω-m の比抵抗値であり、岩盤深度は 50～160m と地点でかなり変化のあることが分かった。また、Santiago　De　Callapa 村、並びに Canuta 村では地下水の塩水化と考えられる低比抵抗値が確認された。

2）ポトシ県地区

本地域もラパス県南部と同様に河川や扇状地起源の堆積層である砂礫層、岩盤の風化層や亀裂帯が地下水開発の対象となる。当地区の基盤岩は中～古生代の堆積岩（砂岩・粘板岩互層）が多く、地下水は岩盤中の劣化水と堆積砂礫中に求められる。比抵抗値は、基盤岩によって異なり、一般的に砂岩は高く、粘板岩は低い傾向を示す。岩盤深度は 40～100m 前後と推定される。

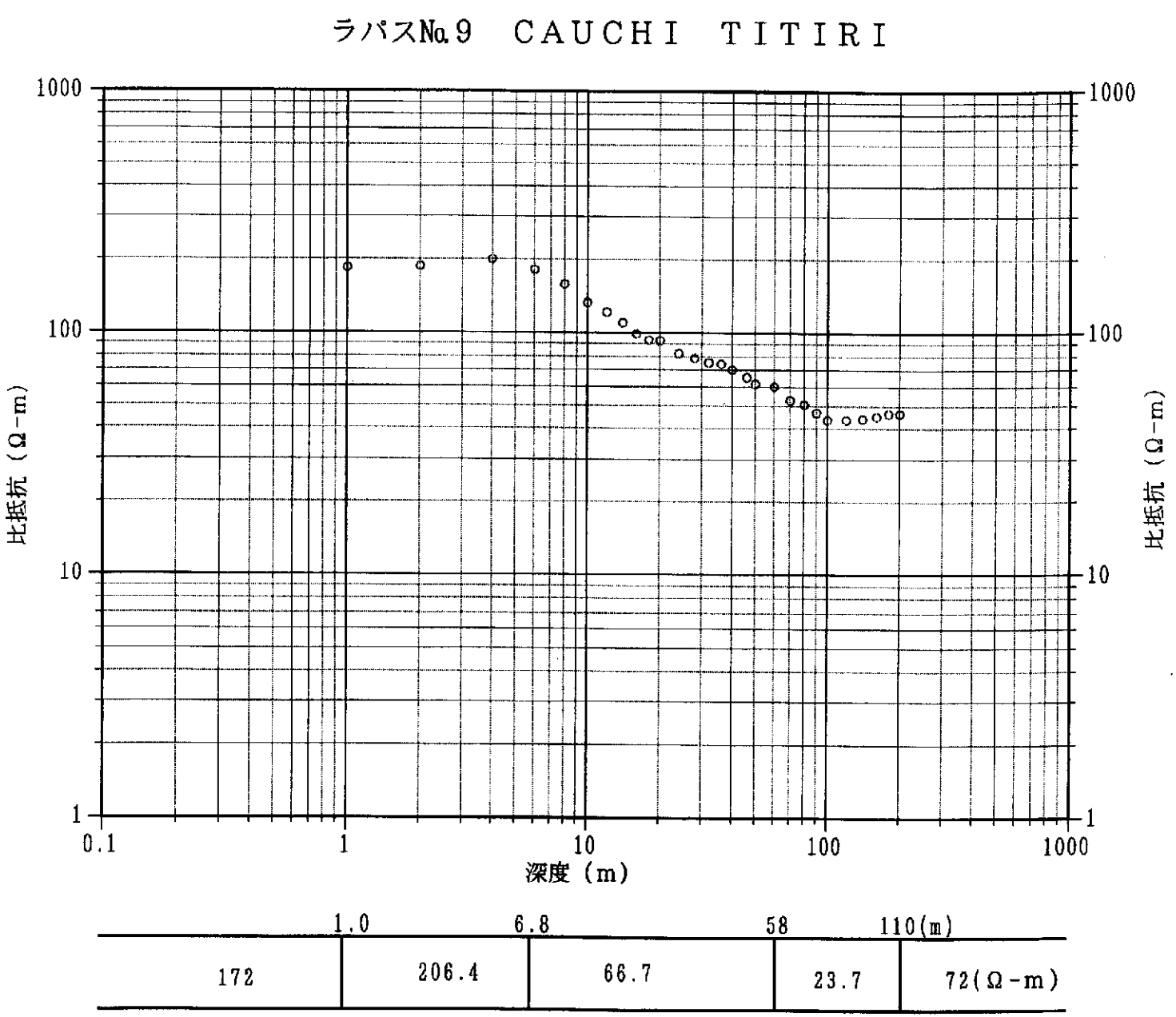

図 2.7　ρ - a 曲線図および比抵抗柱状図

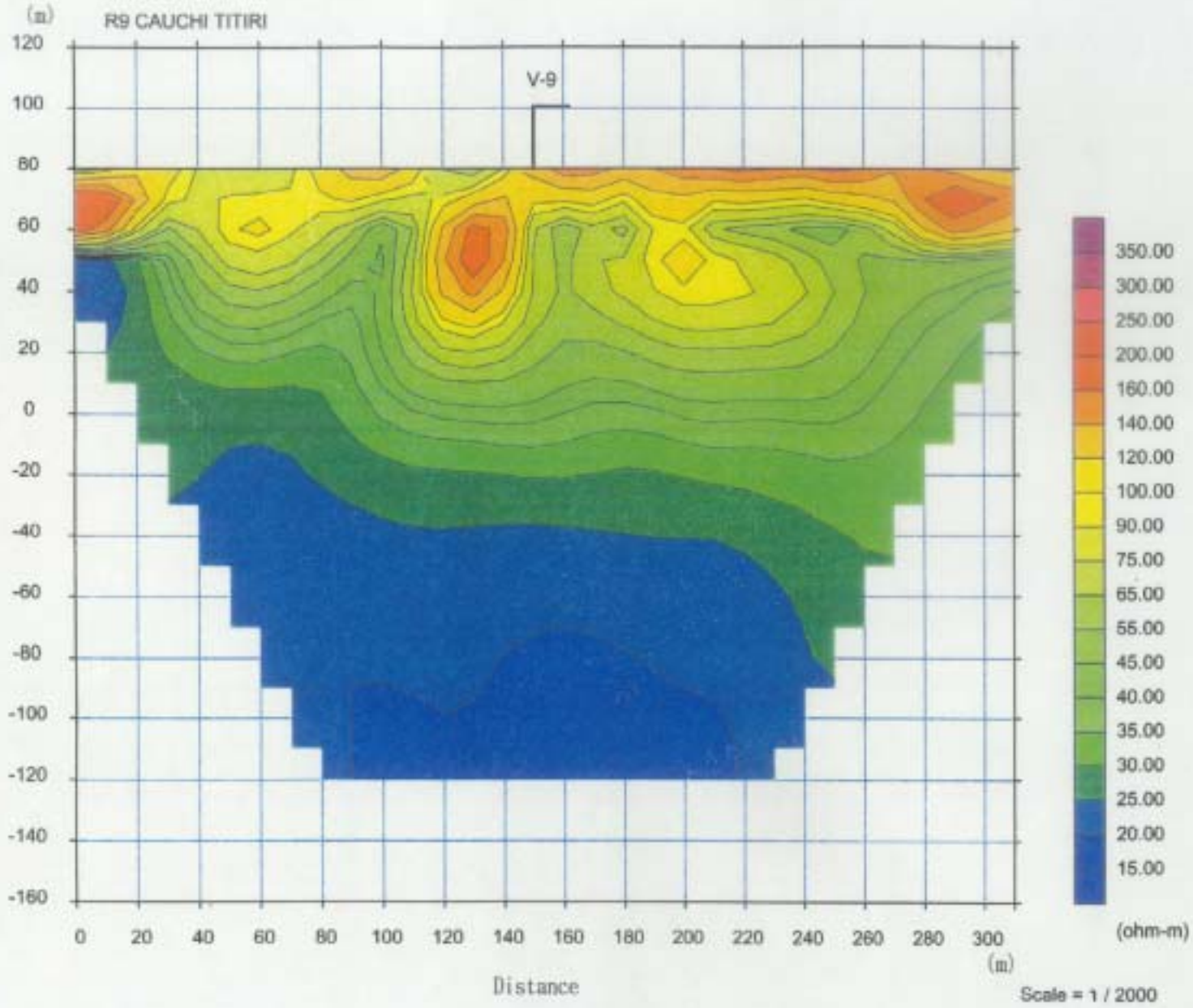
(m)
R9 CAUCHI TITIRI
V-9
120
100
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100
-120
-140
-160
Elevation
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
(m)
Distance
350.00
300.00
250.00
200.00
160.00
140.00
120.00
100.00
90.00
75.00
65.00
55.00
45.00
40.00
35.00
30.00
25.00
20.00
15.00
(ohm-m)
Scale = 1 / 2000

図 2.8　解析断面図