

2.6 プロジェクト・サイトの状況

2.6.1 自然条件

(1) 地形・地質

「ボ」国は南米大陸の中央部、南緯10～23度、西経60～70度に位置し、アルゼンチン、パラグアイ、ブラジル、ペルー、チリの5ヶ国に囲まれた内陸国で、国土面積は日本の約3倍の109km²である。

地勢的には、アンデス山系に含まれる①西部山岳地域とアルティプラノ高原地域（標高3,000m以上）、②中部の丘陵地域（1,000～3,000m）及び③アマゾン河とラプラタ河上流の東部平原地域（1,000m以下）の三つの地域に大別される。アンデス山脈は国の西部を北西から東南に走り、西部山脈と東部山脈に分岐している。西部山脈はチリ、ペルーとの国境に沿って位置し、「ボ」国を太平洋と隔離しており、東部山脈はその支脈とともに北部で平原地帯と境を画している。高原地帯は東西両山脈に挟まれた広大な地域で、チチカカ湖（面積8,686km²、標高3,810m）、ポーボ湖のような大湖があるが、河川はこの両湖をつなぐデスアグアデロ川以外に主だったものはない。また高原地帯にはウユニ湖等の巨大な岩塩層をもつ塩湖が広がっている。西部山脈の南東部に沿って標高2,000m台の高原があり、溪谷地帯を成し、コチャバンバ、スクレ等の盆地を抱えている。東部及び北部は広大なアマゾン低地で大部分は未だに原始林に覆われている。

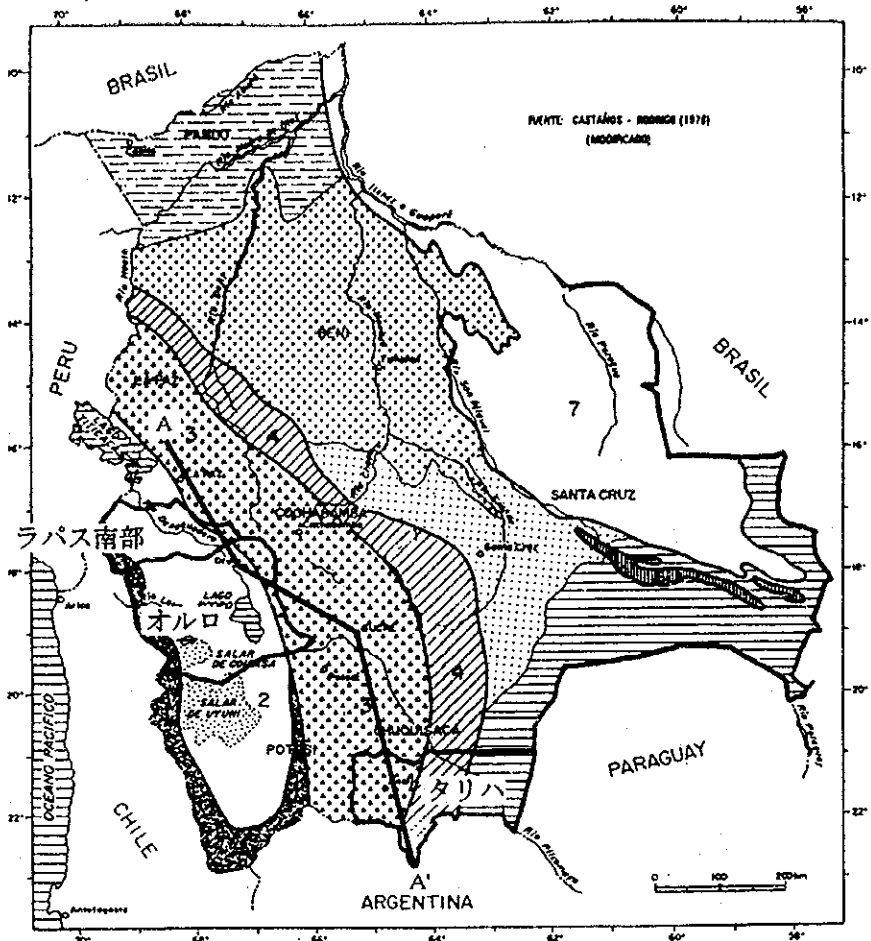
これら3地域は地形地質区分として、①アンデス西部山脈地帯、②アルティプラノ高原地帯、③アンデス東部山脈地帯、④亜アンデス山麓地帯、⑤東部平原地帯、⑥チキターノス山地、⑦中央盾状地帯の7地帯に区分される。プロジェクト対象地域の地形区分を表-6及び図-2に、地形縦断を図-3に示す。

表-6 プロジェクト対象地域の地域区分

地域区分	地形地質区分	列ハ	初ロ
アルティプラノ地域	アンデス西部山脈地帯		△
	アルティプラノ高原地帯		○
中部丘陵地域	アンデス東部山脈地帯	○	△
	亜アンデス山麓地帯	○	
東部平野地域	東部平原地帯		
	チャコ平原	○	
	チキターノス山地		
	中央盾状地		

○：主体として分布する区分

△：部分的に分布する区分



- | | |
|-----------|-----------|
| アンデス西部山脈 | パンド丘陵地 |
| アルチプレーノ | ベニ平原 |
| アンデス東部山脈 | サンタクルース平原 |
| 亜アンデス山麓地帯 | チャコ平原 |
| 東部平原地帯 | チキターノス台地 |
| | 中央盾状地 |

図-2 プロジェクト対象地域の地形区分

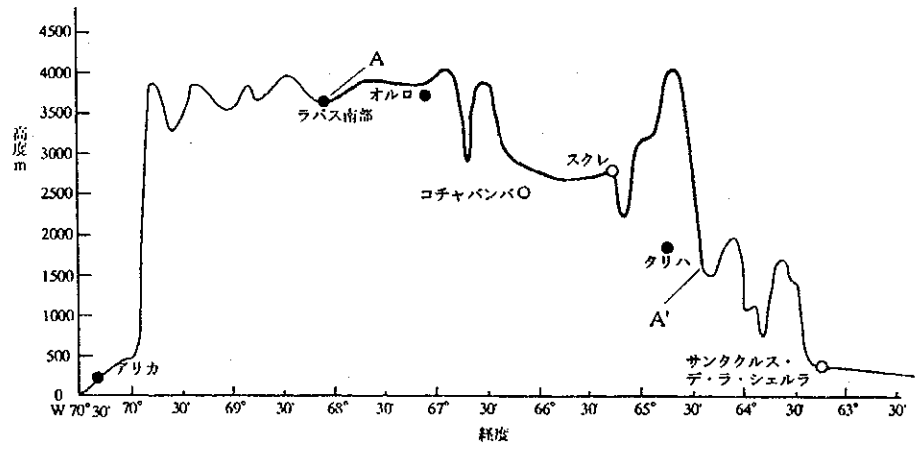


図-3 プロジェクト対象地域の地形縦断図

「ボ」国の地質は、アンデス山岳地帯と東側の大平地地帯で著しい差異が認められ、東側では基盤にブラジル楕状地と称する先カンブリア系の岩層が胚胎し、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。これに対して、本プロジェクト対象地域の位置する西側の山岳地帯では古生界の地層が極めて広く発達し、東アンデスの骨子をなしている。プロジェクト対象地域の地質の特徴は以下に述べる通りであり、図-4に地質図を示す。

a. アンデス西部山脈地帯

標高 4,000～6,000m の山岳地帯で、主に第三系、第四系の安山岩類の火山岩が分布する。

b. 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、新生界第三紀及び第四系の地層が分布しており、主に第四系の未固結な崖錐堆積物、氷河堆積物、湖沼堆積物、風積堆積物が分布する。また、石英安山岩・玄武岩・安山岩類の火成岩の侵入が見られる。北部にはペルーと接するチチカカ湖、その南部にはポーポ湖と広い湖が続く、南部には塩分の集積したウユニ塩湖が形成されている。この平原は閉鎖性水系で、チチカカ湖から流出したデスアグアデーロ川がポーポ湖に注いでいる。

c. アンデス東部山脈地帯

標高 4,000～6,000m の山岳地帯とその支脈山地からなる。標高が 1,800～4,000m の丘陵部には険しい溪谷が発達し、ほぼ平坦で比較的広い盆地も分布する。山岳部は、古生界の地層、特に砂岩、頁岩が分布しており、地表面は風化侵食の影響を強く受けているが土壌化は進んでおらず、植生に乏しい。古生界の地層で最も発達しているのがデボン系で、その他各地にカンブリア系、オルドビス系、シルル系、二畳系の地層が見られる。また、山脈の西側に沿って第三系の花崗岩・流紋岩・石英安山岩等の酸性岩類の貫入が多く見られる。高度が下がるに従って、雨量が多くなり、若干土壌化が進み植生が豊かになる。山間盆地は標高 3,800m～1,800m の地域にあり、未固結な第四紀層が分布する。コチャバンバ盆地、ポトシ周辺の盆地、タリハ周辺の盆地等は、伝統的な農業地帯となっている。

d. 亜アンデス山麓地帯

アンデス山脈地帯に比較してやや緩やかな傾斜の山地で、標高が 1,000～2,000m の地域である。地質は古生界デボン系から中世界白亜系の地層と新生界第三系の地層が南北方向に並行して走って、複雑な褶曲構造が形成されている。岩石の風化もやや進んでおり、河川の浸食により細長い谷底平野が発達している。

e. 東部平地地帯（チャコ平原）

サンタクルス県南部からチュキサカ、タリハ両県の東部低地、パラグアイまで広がる広大な平原で、第四系の地層が広く分布する。降雨量が少なく、まばらな植生があるのみである。

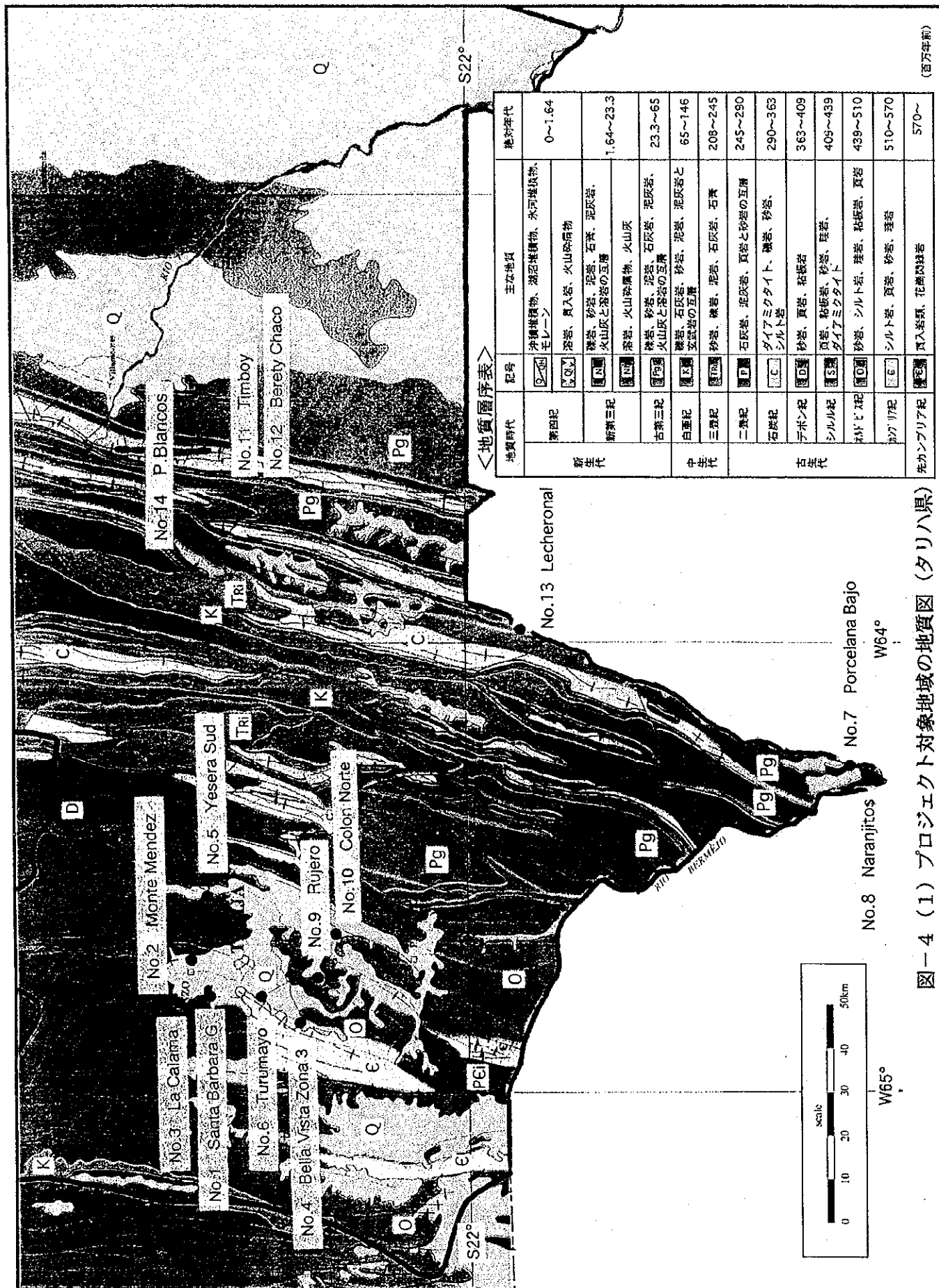
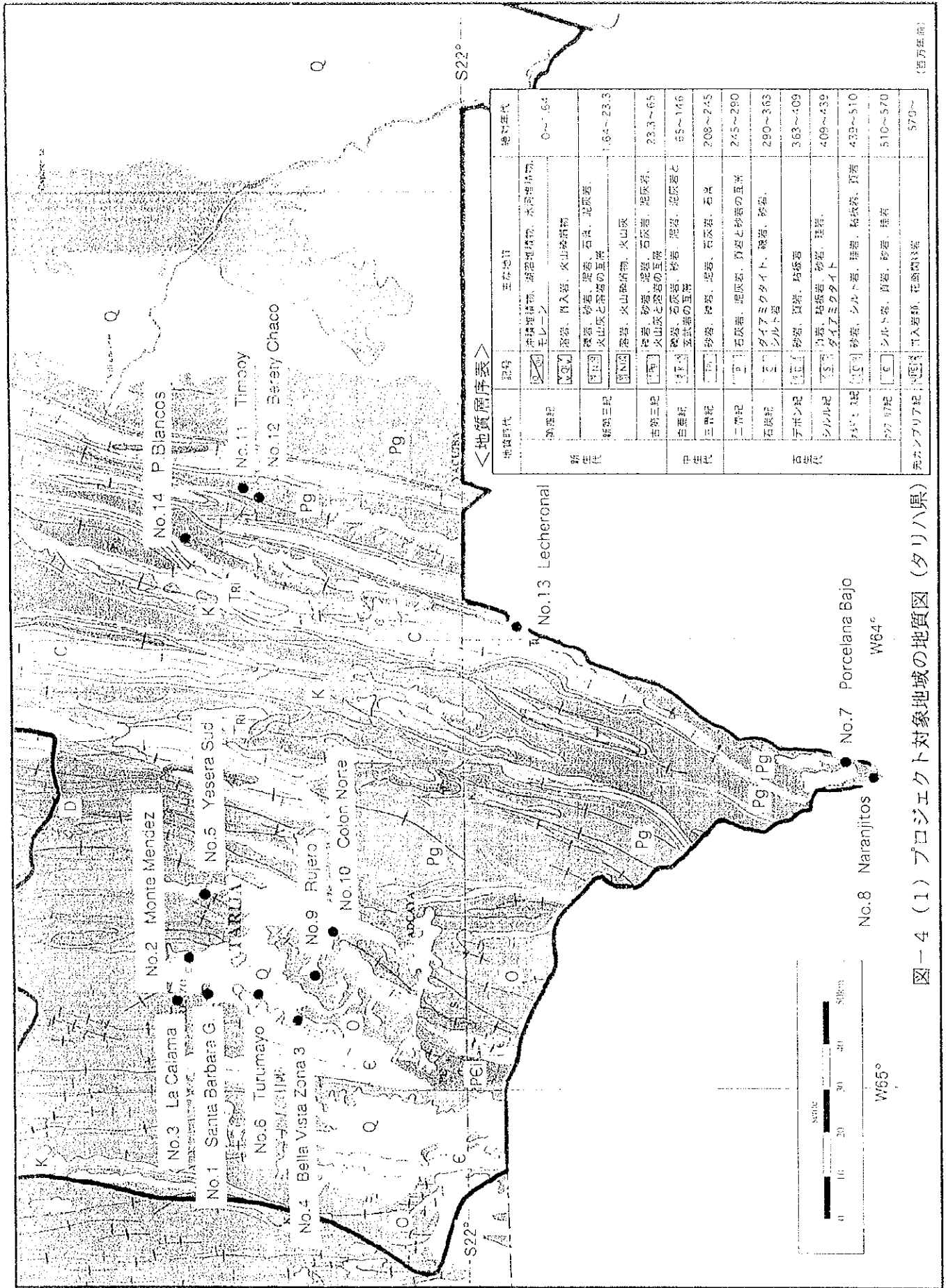


図-4 (1) プロジェクト対象地域の地質図 (タリハ県)

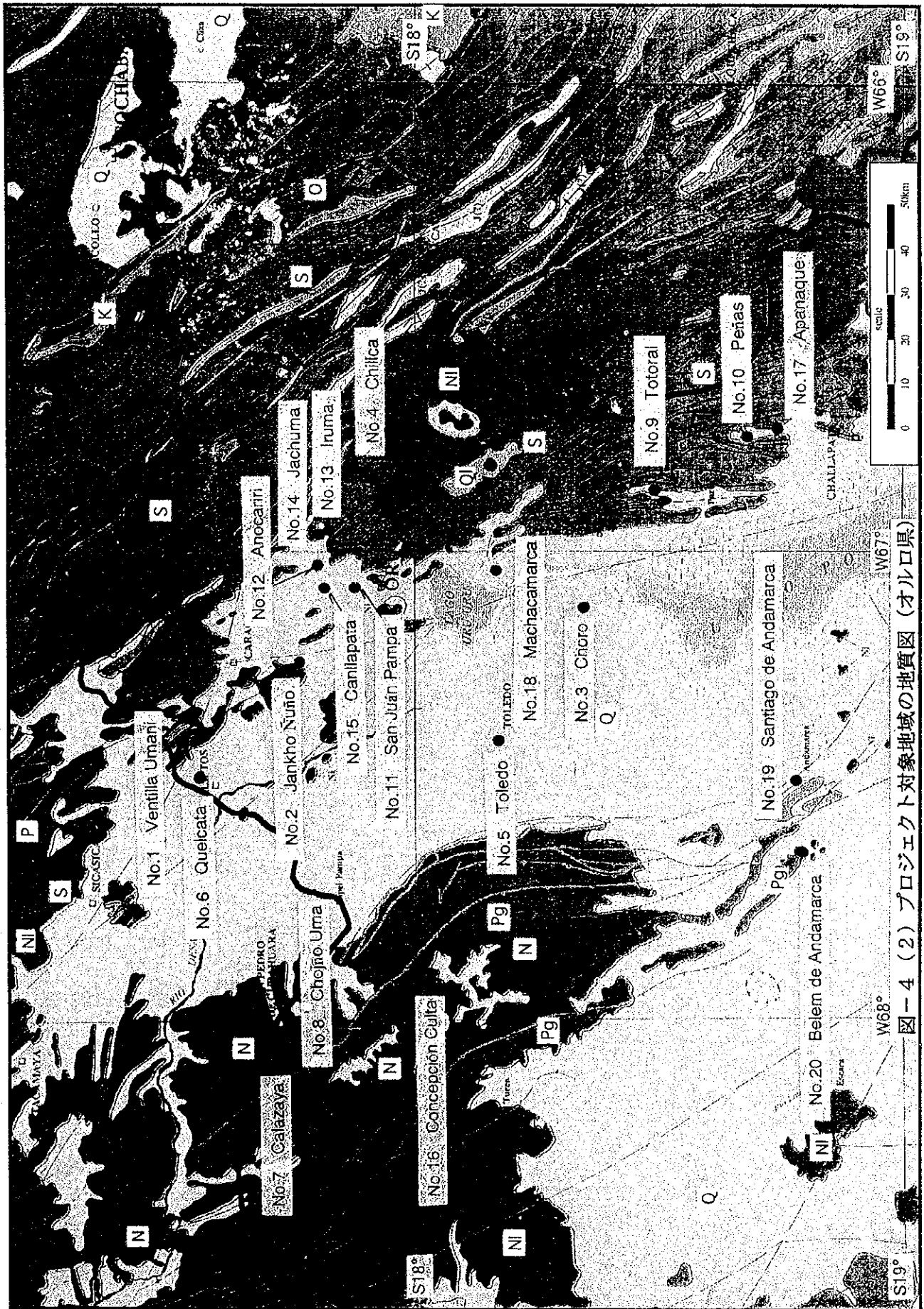


＜地質層序表＞

地質時代	記号	主な地質	地質年代
新 生 代	Q	沖積堆積物、湖沼堆積物、水成堆積物、モレーン	0~164
	Pg	礫岩、砂岩、頁岩、火山砕積物	
第 三 紀	Tr	礫岩、砂岩、泥岩、石灰、北灰岩、火山灰と泥岩の互層	164~23.3
	Pg	礫岩、火山砕積物、火山灰	
古 第 三 紀	Tr	礫岩、砂岩、泥岩、石灰岩、泥灰岩、火山灰と泥岩の互層	23.3~65
	Tr	礫岩、石灰岩、砂岩、泥岩、泥灰岩と玄武岩の互層	65~146
中 生 代	Tr	砂岩、礫岩、泥岩、石灰岩、石灰	208~245
	Tr	石灰岩、泥灰岩、頁岩と砂岩の互層	245~280
白 垩 代	Tr	ダイヤミクタイト、礫岩、砂岩、シルト岩	290~363
	Tr	砂岩、頁岩、礫岩	363~409
シ ェ ル ス 紀	Tr	頁岩、頁岩岩、砂岩、頁岩	409~439
	Tr	ダイヤミクタイト	439~510
第 二 紀	Tr	砂岩、シルト岩、礫岩、粘板岩、頁岩	510~570
	Tr	シルト岩、頁岩、砂岩、礫岩	
先カンブリア紀	Tr	侵入岩類、花崗閃緑岩	570~

図一4 (1) プロジェクト対象地域の地質図 (タリハ県)

(百万年前)



図一4 (2) プロジェクト対象地域の地質図 (オルロ県)

(2) 気象

「ボ」国は緯度から見れば、熱帯、亜熱帯に属する地域であるが、標高4,000m近いアルティプラノ地域、1,000~3,000mの中部丘陵地域、200~500mの東部平野地域と立体的地形変化によって気候も複雑に変化する。乾期と雨期の相違が明瞭で、4月~10月が乾期、12月~翌年3月が雨期となっている。プロジェクト対象地域の気候の特徴として、タリハ市とオルロ市の気象概要を以下に示す。

a. アルティプラノ地域

冷涼な乾燥気候を示す地域で、冬季は降雨がほとんどなく、氷結する時がある。年間降水量は120~350mm、年平均気温10℃である。オルロ県が位置する。

b. 中部丘陵地域

降雨量が少なく、特に乾期(5~8月)に降雨のない地域が多い。年間降雨量は500~700mm、年平均気温20~30℃である。オルロ県、タリハ県が位置する。

c. 東部平野地域

サンタクルス市のある南緯18~19度以北の湿潤な地域と、それ以南のチャコ地方と呼ばれる乾燥地域に二分される。前者については、年間降雨量は1,000~1,500mmとなるが、後者の地域では、高温乾燥気候を示し6~9月にかけて降雨が少ない。年間降雨量は500~1100mm、年平均気温22~26℃である。タリハ県が位置する。

表-7 プロジェクト対象地区の気温と降水量

タリハ市

緯度 S21° 32' 経度 W64° 42' 標高 1875m

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
気温(℃)	23	22	22	20	17	15	14	17	19	21	22	23	20
降水量(mm)	138	123	78	25	2	1	1	2	6	33	69	129	607

オルロ市

緯度 S17° 58' 経度 W67° 03' 標高 3706m

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
気温(℃)	12	11	11	9	7	3	3	6	8	9	11	12	8
降水量(mm)	105	66	41	11	2	5	1	9	20	11	38	58	364

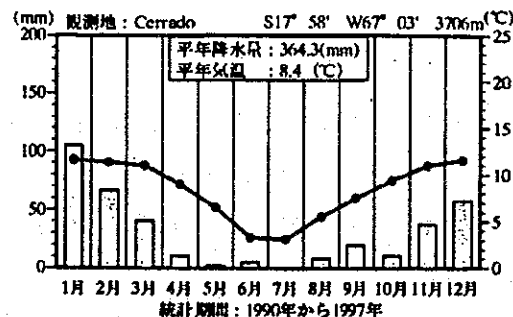
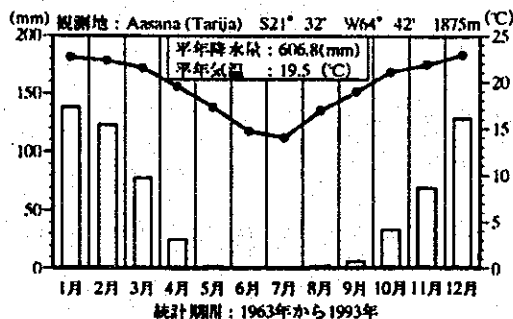


図-5 プロジェクト対象地域の気温と降雨量

2.6.2 社会基盤整備状況

「ボ」国の道路状況は、ラパスーオルローコチャバンバーサンタクルスの主要都市間を結ぶ国道4号線が主要幹線道路で完全に舗装されているが、その他国道を始めとした幹線道路の舗装率は低く全般に維持管理状態は悪い。自然災害被災後の復旧の遅れから橋が欠落したままで乾期には河川を横断できても雨期には通行出来ず、また降雨直後は道路冠水のため一部通行不能となる国道が多い。特に1998年はエルニーニョの影響で道路が各地で寸断され、未だ復旧途中で物流に問題が発生している。タリハ県ではアルゼンチンとの国境周辺の道路整備状況が比較的良く、アホバーヤクイバ間の国道9号線の舗装工事が実施されており、一般道路も我が国からの道路整備機材の調達によって整備されつつあるが、幹線道路から外れた道路はそのほとんどが未舗装である。オルロ県ではオルロ市中心部と幹線道路以外はほとんど未舗装で道路の整備状況は悪い。資機材の搬入港となるチリ国のアリカ港からラパスまでの国際道路は近年舗装され、比較的良好的な整備状況下であり、二国間の物流が盛んに行われている。

航空路としては国際線が7社乗り入れており、国内線も3社就航しているが、空港はラパス、サンタクルスが国際空港として整備されているのみで、地方空港の整備は遅れており、雨や霧などの気象条件ですぐに欠航するといった状況である。

通信については電話網が整備されつつある。主要都市からの国際通信は可能であり、国内通信も都市間では問題はない。地方部は整備の遅れから交信状態は良くないが、携帯電話の普及で改善されつつある。

電力供給は、オルロ都市部においては整備されているものの地方部では未整備である。本計画対象地域においては鉱山地区が多くあることから比較的早期に整備され、地方部であっても供給されている所が多い。タリハ県では都市部に比べ地方部の整備が遅れており、村落への電力供給は約50%程度である。

全般に社会基盤整備状況は整備途上である。

2.6.3 水理地質状況

基本設計調査の対象村落であるタリハ県14村落、オルロ県20村落において水理地質調査及び物理探査調査を実施した。調査の結果は以下に述べる通りである。

(1) タリハ県の調査結果

タリハ県の調査地域の地形、地質は下記の4つの地域に区分される。

①タリハ市近郊中央溪谷地帯

(村落 No. 2 Monte Mendez, No.3 La Calama, No.5 Yesera Sud, No.6 Turumayo, No.9 Rujero, No.10 Colon Norte)

タリハ市近郊部は、著しく褶曲した古生代の地層からなるアンデス東部山脈に囲まれた盆地を形成しており、第四紀の堆積物が厚く分布している。基盤岩は砂岩頁岩を主体とする古生代の地

層である。第四紀の堆積物の層厚は厚いところでは200mにも及ぶとされている。この堆積物には多くの段丘面があり、現在の河床に向けた深い溪谷状の地形を示す。主な堆積物は、粘土混じり礫、粘土混じり砂、火山灰質粘土であり、互層状を呈している。単層としての厚さは数10cmから数m程度である。主な地下水源は帯水層としての粘土混じり礫層と基盤岩の割れ目に分布する裂か水である。物理探査結果によれば、深度方向の比抵抗値の変化が小さいものの、帯水層の比抵抗値としては、粘土混じり礫層を含む第四紀層で20~300 $\Omega \cdot m$ 程度、裂か水を含む基盤岩で、40~200 $\Omega \cdot m$ 程度を示す。表層付近には地下水は極少量しか存在しないが、既存の深井戸の状況から判断すると、深井戸を掘削すれば水量、水質とも期待できるものと考えられる。地表部の露頭で観察される礫は比較的小さいものが多いが、堅硬なものもあるため、掘削に対しては注意を要する。

②アンデス東部山脈地帯（村落 No.1 Santa Barbara G.）

アンデス東部山脈地帯の中央溪谷地帯の周辺部には、砂岩頁岩を主体とする古生代の地層が分布しており、深い溪谷を形成している。表層部には崖錐堆積物や沖積堆積物が薄く分布している。これらの地層は構造運動の結果、著しく細かい割れ目が多く発達しており、地表面では岩片状を呈することも多い。地下水は岩盤の割れ目に存在する裂か水として存在している。この割れ目からは所々湧水が見られる。しかし近年では、年々湧出量が減少しているようである。地下水開発は、地表面下の岩盤を対象に深井戸を掘削することになるが、岩盤中の裂かの多いところにあたれば、水量、水質とも期待できるものと考えられる。

③亜アンデス山麓地帯（チャコ地方）

（村落 No.11 Timboy, No.12 Berety Chaco, No.14 Palos Blancos）

タリハ市東方のアンデス東部山脈の東側は、亜アンデス山麓地帯として、比較的なだらかな丘陵地帯が広がっている。風化した古生代の地層の他、新生代第三紀の火山灰質泥岩、火山灰質砂岩が分布している。第三紀層は比較的緻密で割れ目や空隙が少なく、全体としては良好な帯水層とは言えない。物理探査の結果によれば、第三紀層の比抵抗は10~20 $\Omega \cdot m$ 程度を示しており、この結果から帯水層を深度方向に区分することは難しいが、地下水は、砂岩層部や分布範囲は限定されるものの破碎帯部などに分布していると考えられる。地下水量を確保するためには、深度150m以上の深井戸が必要と考えられる。一方、この地方では、村落中心部から離れた山間部からの湧水が豊富であり、灌漑用にも利用されている。この水源地の地質状況は確認できていないが、古生代の地層からの湧水と考えられる。

④ベルメホ地方（村落 No.7 Porcelana Bajo, No.8 Naranjitos）

タリハ県の最南端に位置し、アルゼンチンとの国境を形成する2本の河川（ベルメホ川、グランデ川）が合流する地域であり、大きな段丘面が形成されている。新生代第四紀の礫、砂、粘土などの段丘堆積物が地表面に分布している。下位には新生代第三紀の火山灰質泥岩、火山灰質砂岩が分布している。物理探査の結果によれば、帯水層である第四紀層では比抵抗値は40~200 $\Omega \cdot m$ 、第三紀層では80~120 $\Omega \cdot m$ 程度の値を示している。2本の河川の流量は多いため地下水も豊

富に分布するものと考えられる。表層地下水の水位は比較的浅いと考えられるが、広域にわたる農地に農業が使用されているため、地下水源の開発対象は深層地下水とすべきである。

(2) オルロ県の調査結果

オルロ県の調査地域の地形、地質は下記の4つの地域に区分される。

①アルティプラノ平原地帯（平坦部）

（村落 No.3 Choro, No.5 Toledo, No.11 San Juan Pampa, No.12 Anocariri, No.13 Iruma, No.14 Jachuma, No.15 Canllapata）

本地域は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のうち最も標高の低い場所であり、アンデス山脈に囲まれた閉鎖水盆である。周辺山脈からの氷河堆積物や水盆の湖成堆積物など、礫、砂、粘土の第四紀層が分布しており、山脈に近いところでは河岸段丘を形成している。層厚は大略150m、水盆中央部で最深300mである。この地域はかつては湖を形成していたが、年々乾燥化の一途とたどっており、10数年前には存在していたポーゴ湖、ウルウル湖などは、現在は乾期には一部が干上がる状態にある。主な堆積物は、粘土混じり礫、粘土混じり砂、火山灰質粘土であり、これらが互層状を呈している。単層としての厚さは数10cmから数m程度である。主な帯水層は粘土混じり礫層である。物理探査結果によれば全体に比抵抗値は小さく、塩水化の影響を受けていると判断される。粘土混じり礫層を含む第四紀層で20~200 $\Omega \cdot m$ 程度、塩水化の影響が特に大きいと考えられる深度では15 $\Omega \cdot m$ 以下の値を示す。

計画対象地域はアルティプラノの中でも標高が低く、山間部または北部流域からの地下水流入が想定され地下水賦存量は多いと考えられる。乾燥化の結果、地表面付近では塩分が集積しており、塩が噴き出した状態となっている場所も多いが、山麓部では湧水や比較的浅い深度で良好な地下水が得られる可能性が大きい。帯水層である粘土混じり礫層の中には極めて堅硬で直径50cmを越える巨礫が多く分布する状況が想定され、掘削作業に当たっては注意が必要である。

②アルティプラノ平原地帯（平坦丘陵境界部）（村落 No.2 Jankho Ñuño, No.6 Quelcata）

オルロ市近郊には、アルティプラノ平原地帯（平坦部）に前面を抱き、背面には第三紀層から構成される丘陵地が広がる地域がある。ここには背面の丘陵地起源の崖錐堆積物からアルティプラノの主な堆積物である湖沼堆積物が漸移して分布している。主な堆積物は、粘土混じり礫、粘土混じり砂、火山灰質粘土であり、それらが互層状を呈している。単層としての厚さは数10cmから数m程度である。主な帯水層は粘土混じり礫層である。物理探査結果によれば、塩水化の影響を受けている結果として比抵抗値は全体的に小さく、粘土混じり礫層を含む第四紀層で20~40 $\Omega \cdot m$ 程度となっているが、丘陵縁辺部にあたるため、湧水や比較的浅い深度で良好な地下水が得られる可能性が大きい。分布する地質のうち礫に関しては、極めて堅硬で直径50cmを越えるものが多く分布する状況が想定されるため、掘削に当たっては注意が必要である。

③アルティプラノ平原地帯（丘陵部）

（村落 No. 7 Calazaya, No.8 Chojño Uma, No.16 Concepción Culta）

オルロ市の西方には、アルティプラノ平原からつらなる丘陵部が分布している。ここには新生代第三紀の泥岩、砂岩、凝灰岩が分布している。表層は風化浸食された凝灰岩が白砂となって一面を覆っている。第三紀層は比較的緻密で割れ目や空隙が少なく、全体としては良好な帯水層とは言えない。一方、この地方では離れた丘陵地に湧水があり、これを利用した給水施設が設置されている。

④アンデス東部山脈地帯（村落 No.1 Ventilla Umani, No.4 Chillca, No.9 Totoral, No.10 Penas）

オルロ市の東、北側には砂岩頁岩を主体とする古生代の地層が分布しており、深い渓谷を形成している。これらの地層は構造運動の結果、著しく細かい割れ目が多く発達しており、地表面では岩片状を呈することも多い。この割れ目からは所々に湧水が見られ、地下水は岩盤の割れ目に裂か水として存在している。地下水開発は、地表面下の岩盤を対象に深井戸を掘削することになるが、岩盤中の裂かの多いところにあたれば、水量、水質とも期待できるものと考えられる。物理探査の結果によれば、帯水層となる古生層の比抵抗値はばらつきが大きい、20～100 $\Omega \cdot m$ 程度の値を示している。

（3）井戸深度と推定可能揚水量

調査地域近傍の既存井戸の深度、揚水量、井戸構造や利用実態等の資料を基に調査地域内各地層の水理定数を定め、また、物理探査調査結果から地層の分布状況を判断して、各調査地点における必要井戸深度と推定可能揚水量について検討を行なった。表-8に地層別水理定数を、表-9に調査地点の地質状況一覧を、表-10に必要井戸深度と推定可能揚水量の算定結果を示す。電気探査と電磁探査による調査結果は参考資料①に示す。

地下水開発の可能性としては掘削深度の差はあるが、どの調査地点においても村落の計画給水量を得るに十分な水量が得られると判断される。井戸構造は、生活雑排水の混入や塩水化した浅層地下水の影響を避けるために地表面から30 m程度まではスライムやモルタル充填を行うこととする。さらにオルロ県のアルティプラノ平原部のように塩水化の影響が深度部にわたって懸念される場合は、塩水域以深の深層地下水を取水する必要がある。

表一 8 調査地点地層別水理定数

地質 タイプ	地層名	分布地質の特徴	当該地層に おける 透水層の割合	透水係数 k (cm/sec)	単位揚水量 q (l/sec/m)
A	第四紀層 (礫・砂・粘土互層)	粘土混じり礫、粘土混じり砂、粘土の互層。各単層の厚さは数10cmから数m。このうち粘土混じり礫が主要な帯水層。礫は硬質砂岩の垂円礫から角礫で、直径は5cmから最大1m程度。きわめて硬質である。	25%	5.0×10^{-5}	0.02
B	第四紀層 (礫・砂優勢)	上記の互層の中でも、粘土混じり礫、粘土混じり砂が優勢である部分。各単層の厚さは数10cmから数m。礫は硬質砂岩の垂円礫から角礫で、直径は5cmから最大1m程度。きわめて硬質である。	50%	1.0×10^{-4}	0.04
C	第三紀層	火山灰質砂岩、火山灰質泥岩の互層。比較的緻密で割れ目や空隙が少なく、全体としては良好な帯水層とはいえない。	25%	5.0×10^{-5}	0.03
D	第三紀層 (ベルメホ地方)	火山灰質砂岩、火山灰質泥岩の互層。比較的緻密で割れ目や空隙が少ないが、他の地点の第三紀層に比べて、透水性は若干良い。	25%	2.5×10^{-4}	0.07
E	古生層 (砂岩頁岩互層)	砂岩頁岩を主体とする古生代の地層。細かい割れ目が多く発達しており、地表面では岩片状を呈することも多い。	10%	2.5×10^{-5}	0.02
F	古生層 (砂岩頁岩互層、深い溪谷部)	上記の古生層のうち、深い溪谷に挟まれた谷底地形を有し、水量が豊富と考えられる。	10%	5.0×10^{-5}	0.03

表-9 (1) 調査地点の地質状況 (タリハ県)

No.	Comunidad	Provincia	位				標高 EL+m	上段：表層地質 下段：基盤地質		主な 帯水層	帯水層区間に 分布する地質	想定 地下水位 (GL-m)	既往 資料の 地下水位	備考	
			西経		東経										
			度	分	度	分									
Departamento Tarija															
1	Santa Barbara G.	Mendez	64	46	37	21	26	41	2070	第四紀湖沼、河床堆積物 古生層 (砂岩互層)	基盤図か 砂、礫	砂、礫、砂岩	20		
2	Monte Mendez	Mendez	64	43	23	21	25	34	2020	第四紀湖沼、風積堆積物	砂、礫	砂、礫、砂岩	5	26(6.5)	硬質の巨礫の可能性
3	La Calama	Mendez	64	48	12	21	23	59	2110	第四紀湖沼、河床堆積物 古生層 (砂岩互層)	砂、礫	砂、礫、砂岩	30		硬質の巨礫の可能性
4	Bella Vista Zona 3	Cercado	64	50	18	21	38	55	2000	第四紀河床堆積物	砂、礫				
5	Yesera Sud	Cercado	64	33	50	21	27	5	2100	第四紀湖沼、風積堆積物 古生層 (砂岩互層、礫色片岩互層)	砂、礫、 基盤図か	砂、礫、砂岩	5		硬質の巨礫の可能性
6	Turumayo	Cercado	64	47	13	21	33	44	1960	第四紀湖沼、風積堆積物 古生層 (礫質砂岩)	砂、礫、 基盤図か	砂、礫、砂岩	15		硬質の巨礫の可能性
7	Porcelana Bajo	Arce	64	17	38	22	45	51	380	第四紀河床堆積物 第三紀砂岩、泥岩	砂、礫	礫、砂、砂岩	5	2.8-26	
8	Naranjitos	Arce	64	19	11	22	50	55	340	第四紀河床堆積物 第三紀砂岩、泥岩	砂、礫	礫、砂、砂岩	5	2.8-26	
9	Rujero	Aviles	64	44	16	21	40	59	1850	第四紀湖沼、風積堆積物 古生層 (砂岩互層、礫色片岩互層)	砂、礫、 基盤図か	砂、砂岩	25		
10	Colon Norte	Aviles	64	39	3	21	42	58	1720	第四紀湖沼、風積堆積物 古生層 (砂岩互層、礫色片岩互層)	砂、礫	礫、砂	15		
11	Timboy	Gran Chaco	63	40	44	21	32	39	870	第四紀段丘堆積物 第三紀砂岩、泥岩	砂岩	砂岩、泥岩	5	59-63	
12	Berey Chaco	Gran Chaco	63	41	28	21	34	47	900	第四紀段丘堆積物 第三紀砂岩、泥岩	砂岩	砂岩・泥岩互層	10		
13	Lecheronal	Gran Chaco	63	59	4	22	6	41	550	第四紀河床堆積物	砂、礫				
14	P. Blancos	O'Connor	63	46	47	21	24	36	720	第四紀段丘堆積物 第三紀砂岩、泥岩	砂岩	砂・粘土互層、 粘土、砂	5	25	

表一9 (2) 調査地点の地質状況 (オルロ県)

No.	Comunidad	Provincia	位置				標高 EL+m	上段: 表層地質		主な 帯水層	帯水層区間に 分布する地質	想定 地下水位 (GL-m)	既往 資料の 地下水位	備考
			緯度		経度			上段: 表層地質	下段: 基盤地質					
			度	分	度	分								
Departamento Oruro														
1	Ventilla Umani	Cercado	67	20	4	17	29	44	3960	第四紀河床堆積物 古生層 (砂岩頁岩互層)	砂、礫、砂岩 基盤裂か	5		
2	Jankho Nuno	Cercado	67	14	9	17	45	56	3720	第四紀湖沼堆積物 第三紀赤色砂岩、礫岩	砂、礫、 粘土、砂岩	5		
3	Choro	Cercado	67	5	17	18	21	17	3700	第四紀湖沼、扇積堆積物	砂、礫	5		塩水の可能性 (大きい) 硬質の巨礫の可能性
4	Chilica	Cercado	66	48	56	17	50	6	4000	第四紀湖沼堆積物 古生層 (砂岩頁岩互層)	基盤裂か 砂、礫	5		
5	Toledo	Saucari	67	24	18	18	10	41	3700	第四紀湖沼、扇積堆積物	砂、礫	10		塩水の可能性 (大きい) 硬質の巨礫の可能性
6	Queicata	Barron	67	29	2	17	33	28	3780	第四紀湖沼堆積物 第三紀赤色砂岩、礫岩	砂、礫	10		
7	Calazaya	San Pedro de Totora	68	17	48	17	39	29	3900	第三紀砂岩、凝灰岩	砂岩			
8	Chojino Uma	Nor Carangas	68	0	49	17	45	15	3860	第三紀砂岩、凝灰岩	砂岩			
9	Totoral	Poopo	66	51	38	18	29	33	3920	第四紀湖沼、河床堆積物 古生層 (砂岩頁岩互層)	基盤裂か 砂、礫、 砂岩・頁岩互層	5		
10	Penas	Poopo	66	45	19	18	41	14	3820	第四紀湖沼、河床堆積物 古生層 (砂岩頁岩互層)	基盤裂か 砂、礫、 砂岩・頁岩互層	25		
11	San Juan Pampa	Cercado	67	4	28	17	52	41	3710	第四紀湖沼、扇積堆積物	砂、礫	10	4~7	塩水の可能性 (比較的大さい) 硬質の巨礫の可能性
12	Anocariri	Cercado	67	1	38	17	48	6	3740	第四紀水河堆積物	砂、礫	10	4~7	塩水の可能性 (比較的大さい) 硬質の巨礫の可能性
13	Iruña	Cercado	66	57	13	17	49	36	3800	第四紀湖沼、河床堆積物	砂、礫	5		
14	Jachuma	Cercado	66	57	37	17	48	8	3800	第四紀湖沼、河床堆積物	砂、礫	10		
15	Canllapata	Cercado	67	4	32	17	48	41	3720	第四紀湖沼、扇積堆積物	砂、礫	10	4~7	塩水の可能性 (小さいが有り) 硬質の巨礫の可能性
16	Concepcion Culta	San Pedro de Totora	68	2	19	17	58	8	3910	第三紀砂岩、凝灰岩	砂岩			
17	Apanaque	Poopo	66	44	11	18	44	35	3750	第四紀湖沼、河床堆積物 古生層 (砂岩頁岩互層)	砂、礫、 基盤裂か			
18	Machacamarca	Dalence	67	2	25	18	10	7	3700	第四紀湖沼、扇積堆積物	砂、礫			塩水の可能性 (小さいが有り) 硬質の巨礫の可能性
19	Santiago de Andamarca	Sur Carangas	67	30	21	18	45	44	3750					
20	Belern de Andamarca	Sur Carangas	67	38	21	18	47	27	3850					

表一10 (1) 推定可能揚水量算定結果一覧表 (タリハ県)

No.	Comunidad	Provincia	静水位 (GL-m)	第一帯水層			第二帯水層			井戸 深度 (m)	揚水量 (l/sec)	透水区間の 透水係数 (cm/sec)	水位 降下量 (m)	動水位 (GL-m)	
				地質 区分	上層深度 (GL-m)	下層深度 (GL-m)	帯水層厚 (m)	地質 区分	上層深度 (GL-m)						下層深度 (GL-m)
Departamento Tarija															
1	Santa Barbara G.	Mendez	20 30	A	7 0	30 0	23 0	E	30 30	>150 150	>120 120	0.4	2.5 X 10 ⁻⁵	19	49
2	Monte Mendez	Mendez	5 30	A	7 30	85 85	78 55	E	85 85	>400 150	>315 65	2.4	3.6 X 10 ⁻⁵	77	107
3	La Calama	Mendez	30 30	A	30 30	>230 200	>200 170					3.4	5.0 X 10 ⁻⁵	56	86
4	Bella Vista Zona 3	Cercado													
5	Yesera Sud	Cercado	5 30	A	3 30	80 80	77 50	E	80 70	>400 160	>320 90	2.8	3.4 X 10 ⁻⁵	83	113
6	Tunumayo	Cercado	15 30	A	11 0	60 0	49 0	E	60 60	>220 220	>160 160	3.2	2.5 X 10 ⁻⁵	112	142
7	Porcelana Bajo	Arce	5 30	A	3 30	260 130	257 100	D	260 130	>400 140	>140 140	2.0	5.0 X 10 ⁻⁵	56	86
8	Naranjitos	Arce	5 30	A	4 30	130 110	126 80	D	130 90	>400 400	>270 310	1.0	5.0 X 10 ⁻⁵	35	65
9	Rujero	Aviles	25 30	A	25 30	90 90	65 60	E	90 90	>400 150	>310 60	2.4	3.8 X 10 ⁻⁵	75	105
10	Colon Norte	Aviles	15 30	A	20 30	>400 130	100 100	E				2.0	5.0 X 10 ⁻⁵	56	86
11	Timboy	Gran Chaco	5 30	A	2 0	3 0	1 0	C	3 30	>105 160	>102 130	3.9	5.0 X 10 ⁻⁵	84	114
12	Berey Chaco	Gran Chaco	10 30	A	0.3 0	6 0	5.7 0	C	6 30	>220 160	>114 130	3.9	5.0 X 10 ⁻⁵	84	114
13	Lecheronal	Gran Chaco													
14	P. Blancos	O'Connor	5 30	A	3 30	60 60	57 30	C	90 90	>220 150	>130 60	2.4	5.0 X 10 ⁻⁵	75	105

注1 静水位： 上段：物理探査から判定した水位 (緩流水の水位の可能性もある)
下段：計算に用いた水位、選定帯水層範囲の上限とする

注2 帯水層深度： 上段：物理探査から判定した分布深度
下段：地盤条件、養流水の影響、動水位、必要水量を考慮して定めた井戸開発対象深度
なお、井戸開発深度の上限は30m以上

$$s = \frac{2.30g(R/r_w)Q}{2\pi kD}$$

s: 水位降下量, R: 影響半径 (=500m), r_w: 井戸半径 (7.5cm)
Q: 揚水量, k: 透水係数, D: 帯水層の厚さ

表-10 (2) 推定可能揚水量算定結果一覽表 (オルロ県)

No.	Comunidad	Provincia	静水位 (GL-m)		第一帯水層		第二帯水層		井戸深度 (m)	揚水量 (l/sec)	透水区間の透水係数 (cm/sec)	水位降下量 (m)	動水位 (GL-m)	
			地質区分	上層深さ (GL-m)	下層深さ (GL-m)	帯水層厚 (m)	地質区分	上層深さ (GL-m)						下層深さ (GL-m)
Departamento Oruro														
1	Ventilla Umani	Cercado	5	3	70	67	70	>400	>330	160	2.6	3.3 X 10 ⁻⁵	86	116
			30	30	70	40	70	160	90					
2	Jankho Nuno	Cercado	5	8	140	132	>400	>120		300	3.1	5.0 X 10 ⁻⁵	62	92
			30	30	140	110	300	30						
3	Choro	Cercado	5	4	100	96	>400	>250		300	3.0	5.0 X 10 ⁻⁵	56	86
			30	0	0	0	150	150						
4	Chilica	Cercado	5	2	5	3	>220	>215		120	0.8	2.5 X 10 ⁻⁵	50	80
			30	0	0	0	30	120	90					
5	Toledo	Saucari	10	9	80	71				300	3.0	5.0 X 10 ⁻⁵	56	86
			30	0	0	0	150	300	150					
6	Quecata	Barron	10	6	52	46	>400	>348		150	3.4	5.0 X 10 ⁻⁵	79	109
			30	30	52	22	50	150	100					
7	Calazaya	San Pedro de Totora												
8	Chojno Uma	Nor Carangas												
9	Totoral	Poopo	5	3	35	32	>400	>365		300	7.7	5.0 X 10 ⁻⁵	84	104
			20	0	0	0	35	300	255					
10	Penas	Poopo	25	0	40	40	>1000			180	3.0	2.7 X 10 ⁻⁵	105	135
			30	0	40	10	40	180	140					
11	San Juan Pampa	Cercado	10	0	>400	>400				180	2.0	5.0 X 10 ⁻⁵	56	86
			30	80	180	100								
12	Anocariri	Cercado	10	0	>400	>400				200	0.8	5.0 X 10 ⁻⁵	56	86
			30	160	200	40								
13	Iruña	Cercado	5	30	160	130	>400	>240		130	2.0	5.0 X 10 ⁻⁵	56	86
			30	30	130	100	0	0	0					
14	Jachuma	Cercado	10	0	>400	>400				130	2.0	5.0 X 10 ⁻⁵	56	86
			30	30	130	100								
15	Cañlapata	Cercado	10	1	>400	>400				110	0.8	5.0 X 10 ⁻⁵	32	62
			30	40	110	70								
16	Concepcion Culta	San Pedro de Totora												
17	Apanaque	Poopo												
18	Machacamarca	Idalence												
19	Santiago de Andamarca	Sur Carangas												
20	Belem de Andamarca	Sur Carangas												

2.6.4 村落社会、既存給水施設状況

タリハ県 14 村落、オルコ県 20 村落において社会状況、既存給水施設状況につき村長、行政執行官等村の有識者に対し聞き取り調査を行い、その後現場踏査を実施した。調査結果は表-11 にまとめる通りである。

(1) タリハ県

調査村落の大半は、アンデス東部山脈（標高 1,700 ~ 2,100 m）、亜アンデス山麓地帯（標高 550 ~ 900m）の丘陵地に位置している。村落 No.8, 9 は県南端部アルゼンチン国境のベルメホ（標高 340 ~ 380m）の平地に位置している。村落の形態は分散型がほとんどで、集中型は主要街道沿いの No.14 の 1 村のみである。村の産業は農業（じゃがいも、とうもろこし、麦、野菜等）、牧畜（牛、羊、ぶた等）が主であるが農業は天水かんがい relying しており、乾期には降雨量が少なく農業ができないため、近郊の町やアルゼンチンに出稼ぎに出ることが多い。村落の定住人口は全村落ともわずかではあるが増加傾向である。1 戸当りの家計収入は 150~700Bs/月の範囲であるが出稼ぎの収入があるため、150~300Bs/月が基本収入と考えられる。

生活用水の水源としては、浅井戸、丘陵地の湧水、小河川水、河床の素掘り穴のしみ水等を利用している。村落 No.2, 14 ではタリハ県旧開発公社（CORDETAR）建設による深井戸を利用している。浅井戸以外に給水施設のない村落は No.7, 8, 9, 11, 12, 13 の 6 村落、配水タンク、配水管、給水栓等の給水施設のある村落は No. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 14 の 8 村落である。

給水施設のない No.7, 8, 9, 11, 12 の 5 村落では、浅井戸や河床等の素掘り穴の溜まり水、沢水を利用しており、その利用水量は極めて少ない。しかしながら No.11, 12 は山間部に湧水水源を見い出しており、これを利用した自然流下による給水システムを希望している。No.13 は近くに存在する比較的多くの流量をもつ河川水を利用することで井戸施設を必要としない。既存施設のある No. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 14 の 8 村落中、No.2, 14 は深井戸を利用しているが、No.2 は隣村所有の井戸であり将来の継続使用が危ぶまれる。No. 14 は容量過大なジーゼル発電機によるポンプ運転をしており、住民の水料金負担が大きいため水の使用量が制限されている為、山間における湧水の利用を望んでいる。村落 No. 1, 3, 5, 6, 10 の各既存施設は山間部に存在する湧水を自然流下システム機能によって採取しているが、湧出量が少なく、特に乾期には水量が極端に減少するため、浅井戸や素掘りの穴等の他水源にたよらざるを得ない。村落 No.4 は 1997 年に湧水利用の給水施設が完成したばかりである。

深井戸施設を希望しない No.4, 11, 12, 13 の 4 村落を除いた 10 村落の平日の使用量は 17 ℓ/人/日であり、「ボ」国の地方給水の最低基準値である 30 ℓ/人/日と比べてかなり低い数値となっている。

家庭用電気の供給は 14 村落中、建設中の No.5 を含む 5 村落に行われているに過ぎない。送電形式は 3 相と単相があるが、単相形式が多い。残りの村落に対する電気供給の見通しは立っていない。村へのアクセス道路は全て表面舗装のない土の道路で通行時の砂煙はすさまじい。山道の No.13 を除いて全般的に井戸掘削用重機の通行に大きな支障となる道路はない。

(2) オルロ県

調査の実施村落である 20 村落は広大なアルティプラノの高原と一部アンデス東部山脈の山麓に位置しており、標高は 3,700~4,000m の範囲である。村落の形態は人口の少ない村は分散型、多い村は集中型の傾向がある。村の産業は農業（じゃがいも、麦、アルファルファ等）、牧畜（牛、羊、リヤマ等）が主であるが、農業は天水かんがいによっており、乾期には農業ができないため、近郊の町に出稼ぎにでる。村落によってはペルーやチリに行く。近年降雨量の減少化で、河川流量も減少しており、農産物の収穫量減により出稼ぎの傾向が顕著で、生活用水やかんがい用水の水源のない村では定住人口の減少化傾向が見られる。その反面、村落 No.13, No.14 のようにかんがい用の深井戸が建設されている村落の人口は 3% 程度の増加傾向がある。家計収入は 100~600Bs./月の範囲であるが、出稼ぎの収入が多く占めているため、100~300Bs/月が基本収入と考えられる。

生活用水の水源としては、浅井戸、丘陵地の湧水、河川水、河床の素掘り穴しみ出し水、深井戸の水を利用している。浅井戸以外に給水施設のない村落は No.1, 2, 4, 11, 12, 15, 17 の 7 村落、配水タンク、配水管、給水栓等の給水施設のある村落は No.3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 16, 18, 19, 20 の 13 村落である。このうち、No.3, 5, 6 の施設は現在全く機能していない。No.7, 8, 16 は太陽光発電を利用した給水システムが運転されており水利用上の問題はない。No.13, 14 はかんがい用の深井戸があり、これを水源とした生活給水用施設もある。ただし No.13 はポンプが故障している。No. 9, 10, 18, 19, 20 は施設はあるが、山間部の湧水の湧出量が少なく、特に乾期には水量が枯渇するため、浅井戸、素掘りの穴のしみ出し水に頼らざるを得ない。施設のない村落や施設の使用が出来ない場合は、浅井戸や河床等に掘った素掘り穴のしみ出し水を利用しておりその利用可能量は極めて少ない。20 村落の平日の使用量はかんがい用深井戸施設を運転している No.14 を除いて 5~15 l/人/日であり、「ボ」国の地方給水の最低基準値となっている 30 l/人/日と比べてかなり低い数値となっており、いずれの村落においても湧出量が不足している。また、週末には洗濯、水浴等のため、平日の 2~3 倍の使用量となり、浅井戸は限られた時間で使用不可能になる。浅井戸は乾期に水位が低下し、枯渇するが多い。

家庭用電気の供給は 20 村落中 15 村落に行われており、3 相（5 村落）と単相（10 村落）の送電形式があるが、単相形式が多い。残りの村落については No.11 が本年中に整備の予定の他は、整備の見通しはたっていない。村へのアクセス道路は全て表面舗装のない土の道路で通行時の砂煙はすさまじい。まだ、路面の形状をなしていない場合や河川を横断しなければならない場合もあり、雨期の河床水位の状態を確認する必要がある。丘陵地では傾斜が緩やかなので、井戸掘削用重機の通行に大きな支障となる道路はない。

表-11 (1) 村落社会調査結果一覧表 (タリハ県)

村番号	1	2	3	4	5	6	7	8	
村番号	Santa Barbara G.	Monte Mendez	La Calama	Bella Vista Zona 3	Yesera Sud	Turumayo	Porciflana Bajo	Naranjitos	
地名	Mendez	Mendez	Mendez	Carcabo	Carcabo	Carcabo	Arce	Arce	
地形条件	丘陵地	平地	山麓地	山麓地	丘陵地	山麓地	低地平坦地	低地平坦地	
村舎面積	400	2400	1050		4000	750	1000	130	
村舎形状	分散型	分散型	分散型	分散型	分散型	分散型	分散型	分散型	
現在世帯数	18	82	153	180	100	130	60	40	
現在人口	100	400	760	1,000	600	740	320	190	
人口増加傾向	増加1%	増加	増加	増加	増加	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、畜産、出稼ぎ	農業、畜産	農業、畜産	農業、畜産、出稼ぎ	農業、日照い	農業、日照い	
家計収入	250	150	500		170	400~500	300~500	650	
現在水使用量	雨期10、乾期1	10	40		雨期17、乾期8	雨期40、乾期25	20	10	
既存配水池容量	10	17	20	20	10	20			
送電施設	無	有	各戸の50%に配電		現在建設中	全戸の40%に配電	無	無	
送電形式	一	单相220V	单相220V		3相380V	单相220V	一	一	
道路アクセス	良	良	良	良	良	良	良	良	
既存水質	初水	深井戸、浅井戸	初水	初水	湧水、川底の穴	湧水、川	浅井戸	浅井戸	
浅井戸	無	有	無	無	無	無	無	村内に3ヶ所、深さ5~7m、水深1m。	
施設管理主体	村自治会	水委員会、76世帯	水委員会、58世帯	水委員会	水委員会、12世帯	水委員会	無	無	
水道料金	1.5	10.0	2.0						
給水現状	1995年にPRECAPLANにより山間の湧水を利用した給水池建設を完了したが、配水管による各戸間へ配水不足しているが、不足している水は貯水池から取り出すか、または1回使用するのみである。	隣村のSella Mendezに深井戸と蓄水池を建設し、配水管によりSella Mendezの7世帯に給水している。このほか、他の6世帯は別の井戸を利用している。6世帯は深井戸使用があまりない。	4.5km先の山間より湧水を利用した湧水による基本給水が1986年にCORDETAARにより構築。58世帯が生産用水の供給を受けている。他の6世帯は別の井戸を利用。配水池400haあり、かんがい用水があまり不足。	1997年にNGOによる配水システムが完成され、148世帯に給水している。水質は良好。新規建設の希望はない。	1994年にPlan Inter-nationalが1.5km先の山間の湧水を水質とシステムを建設し、小学校と4世帯に給水している。他の世帯は別の井戸を利用。	1993年にCAREOの援助にて山間の湧水を利用した給水システムを建設。配水管は65世帯に給水している。雨期は2.4時間、乾期は1.2時間であるが、配水管は各戸までいかない。58世帯は別の井戸を利用。	深井戸は非年中水は出ることが乾期に水の量が少なくなる。農業は天気に頼る。サトウキビ畑の除害に地下水を利用。建設費が懸念。	深井戸は8~10月に水の出が少なくなる。農業は天気に頼る。サトウキビ畑の除害に地下水を利用。建設費が懸念。	
既存施設	定地式タンク：10m ³ 、配水管：各戸配水管	深井戸：1982年にCORDETAARが建設、深さ180m、ケーシング8、1997年にFISがポンプ設置と蓄水池タンクを建設。ポンプは、単相220V、配水池容量17m ³ 。	自然流下の配水システム。38世帯に配水管あり。	既存の配水システムあり。配水タンク20m ³	定置式タンク：10m ³ 、配水管2.5km	定置式配水タンク：20m ³ 、配水管	浅井戸のみ。	浅井戸のみ。	
対応方針	新規深井戸を建設して既存の配水タンクに送水する。配水管は既存のものを利用可能である。	隣村の水質を借用しているが、継続的使用が危ぶまれているため、当村内に深井戸を建設することを目指す。配水池は新規建設の必要があるが、配水管は既存のものを利用可能。	深井戸、定地式配水タンクを村の上流部に新規建設して、かんがい用水とは分離して配水管理で使用する。既存の配水管は拡張して利用する。	計画対策より除外する。					深井戸、高圧タンクを建設し、共同水塔を新設する。

村落No.	単位	9	10	11	12	13	14	計
村落名		Rujero	Colon Norte	Buisi-Timboy	Berey Chaco	Sidras-Lecheromal	Lagunitas-P.Blanco	
郡名		Aviles	Aviles	Gran Chaco	Gran Chaco	Gran Chaco	O'Connor	
地形条件		丘陵地	丘陵地	丘陵地	丘陵地	丘陵地	街道沿平地	
村落面積	ha	4000	3600	3000	20000	—	200	
村落形状		分散型	分散型	分散型	分散型	分散型	集中型	
現在世帯数	世帯	100	90	30	65	25	60	1,133
現在人口	人	500	450	180	400	130	300	6,070
人口増加傾向		増加	増加1~2%	増加	増加10%	—	増加	
主要産業		農業、出稼ぎ	農業、出稼ぎ	農業、畜産、日照い	農業、畜産	農業、畜産	商店、畜産	
家計収入	Bs/月/世帯	500	200	150	750	—	200	
現在水使用量	0/日/人	6~10	10	8	30	—	40	
既存配水池容量	0/sec	—	20	—	—	—	15	
送電施設		無	全戸の99%に配電。	無	無	無	有	
送電型式		—	単相220V	—	—	—	—	
道路アクセス		良	良	山道	山道	山道/通行難	良	
既存水脈		川床の穴	湧水、川床の穴	川	川	川	深井戸	
浅井戸		無	無	無	無	無	浅井戸あり。深度13~20m。水位12m。	
施設管理主体		無	水委員会	無	無	無	水委員会、44世帯	
水道料金	Bs/月	—	—	—	—	—	20.0	
給水状況		川床に穴を開けたり水を利用している。川から離れた家は丘陵地の湧き水を利用するが水量が極めて少ない。	1997年にPRECAPLANが5km先の配水池システムを完成させたが水取が難しく、年間に3ヶ月のみ使用される。並列の川の水や川床に穴を開けて水を利用している。	川は乾期に水量が減るため川床に穴を開けて水を使用。かんがい用には川の上流より水路を引いている。	川は乾期に水量が減るため川床に穴を開けて水を使用。かんがい用には川の上流より水路を引いている。	アルゼンチン国境の川が枯れ、年中水不足は常態。村人は特に生活用水には困っていないということがある。	深井戸施設があり44世帯の各戸に配水。共同ポンプ動力として自家発電が無く、日に2時間しか運転していない。早朝に各家のドラム缶に水を溜めて日中に使用。水料金として月20Bs/戸の支払。	
既存施設		なし	丘の中腹の配水タンク50世帯あり。	なし	なし	なし	1984年にCORDETAが深井戸建設。深度150m。水位17.5m。ポンプシステム。1998年に市の奨励によりジェセル発電機を添付。消費タンク15m ³ 、H=10m。	
対処方針		深井戸、高架タンク、共同水路を建設する。	小学校と既存タンクの中間位置に新設深井戸と定地式タンクを建設する。配水管は既存のものを使用し、配水管を敷設して利用する。	8~10km先の山間に湧水があり、村は湧水利用の自然条件下の送水施設を希望している。建設費用の増大を考慮して、湧水利用のシステムとすることを望ましい。	川の4km先に湧水があるため、村はこの湧水利用の自然条件下の送水施設を希望している。建設費用の増大を考慮して、湧水利用のシステムとすることを望ましい。	川の水の枯渇に問題はない。非戸建設の必要はない。	村は18km先の湧水を水脈として自然条件下の送水施設を希望している。既存の非戸は使用可能である。発電機容量が大きすぎるため、非水用として適正なものを設置することで運用可能と考える。	

表-11 (2) 村落社会調査結果一覧表 (オルコ県)

村落No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
村落名	Venilia Umani	Jankho Nuno	Choro	Chilica	Toledo	Queclica	Calazaya	Chojno Uma	Totorai	
郡名	Cercado	Cercado	Cercado	Cercado	Saucari	Barron	San Pedro de To.	Nor Canangas	Poopo	
地形条件	丘陵地	パンパ平原	パンパ平原	丘陵地	パンパ平原	パンパ平原	パンパ平原	パンパ平原	丘陵地	
村落面積	400	40	24	100	1000	530	10	10	20	
村落形状	分散型	集中型	集中型	分散型	集中型	集中型	集中型	集中型	集中型	
現在世帯数	28	200	200	36	270	145	100	80	950	
現在人口	150	1,065	1,200	300	1,620	900	600	400	3,100	
人口増加傾向	増加1%	減少傾向	減少傾向	増減なし	減少傾向	減少傾向	—	—	—	
主要産業	農業、牧畜	農業、牧畜	農業、牧畜、出稼ぎ	農業、日雇い	農業、牧畜、出稼ぎ	農業、畜産、出稼ぎ	農業、牧畜	農業、牧畜	農業、出稼ぎ	
家計収入	100	200	600	100	200~300	500	—	—	500	
現在水使用量	0/日/人	5	10	7	5、週末は20	8、週末は20	—	—	8	
既存配池水容量	m3	無	6	無	30	20	無	無	20	
送電施設	無	47世帯に配電	全戸の70%に配電	全戸の50%に配電	全戸の80%に配電	全戸に配電	無	無	全戸に配電	
送電型式	—	単相220V	単相220V	単相220V	3相380V	3相380V	—	—	3相380V	
道路アクセス	山道	良	良	良	良	良	良	良	良	
貯水施設	集溜りの穴	決井戸	集溜りの穴	川底の穴	集溜りの穴	決井戸	湧水	湧水	湧水、決井戸	
決井戸	無	村内に20井戸、深度11~25m程度	無	無	無	約75%の世帯が所有、深度3~5m	なし	なし	村落内に4ヶ所、内1ヶ所は手押しポンプ付	
施設管理主体	無	無	無	無	無	無	水委員会	水委員会	水委員会	
水道料金	—	—	—	—	—	—	—	—	1.5	
貯水状況	飲料用は池面に深さ1m程度の穴を掘り、水を集めて利用している。かまがいの川は小川を利用。	水量は手汲みの決井戸の他、1996年にCORDEOR建設の4ヶ所の手押しポンプがあるが、このうち2本故障。	40km先の遊方河川より土水筒により水を引く。また村の周辺に集溜りの穴、川の水を引く。高築水筒から25戸に給水するが川の水量が少なく機能していない。	12月~3月は河川に流れ、その他、深さ1.5m、3ヶ所、川の水を利用する。ため池も利用するため不衛生。	1997年にCORDEORが17km先の決井戸を建設した。高築水筒が壊れたため、現在は深さ3~4mの集溜りの穴6ヶ所、深さ4mの水筒1口、10月11月に壊れる場合もある。	水量は決井戸のみ、山間の湧水を利用した太陽光発電ポンプによる送水システムが稼働している。現在は決井戸に頼っている。	1991年に限基礎構造物により湧水を水筒として太陽光発電ポンプによる送水システムが稼働している。現在は決井戸に頼っている。	湧水を水筒とし、太陽光発電ポンプによる送水システムが稼働している。現在は決井戸に頼っている。	山の湧水を水筒とした送水システムがあるが、利用可能なものは1月~4月の間に限られる。ため、決井戸の利用に頼られる。	
貯水施設	なし。	高築タンク：6m3 配水管：25世帯	なし。	なし。	高築水筒：30m3、H=15m 配水管：全戸	定地式配水タンク：20m3 配水管	定地式配水タンク 配水管	定地式配水タンク 配水管	丘の上に定地式の配水タンクがある。水筒がある。	
対処方針	住民は飲料水不足を懸念している。決井戸は深さ1m程度の穴を掘り、水を集めて利用している。かまがいの川は小川を利用。	決井戸、高築水筒、共同水筒の建設が望ましい。配水管は決井戸で整備とする。	決井戸、高築水筒、共同水筒の建設が望ましい。配水管は決井戸で整備とする。	村中央に決井戸を、近くの丘陵に定地式配水タンクを建設し、井戸近辺に共同水筒を建設する。配水管は井戸で整備とする。	決井戸と貯水の高築水筒を建設する。配水管は貯水のものを利用する。	決井戸と貯水の配水タンクを建設する。配水管は貯水のものを利用する。	貯水システムが足りていないため、計画より除外する。	貯水システムが足りていないため、計画より除外する。	貯水システムが足りていないため、計画より除外する。	貯水システムが足りていないため、計画より除外する。

村落No.	単位	17	18	19	20	計
村落名		Apanaque	Machacamarca	Santiago de Andamarca	Belem de Andamarca	
郡名		Poopo	Dalence	Sur Carangas	Sur Carangas	
地形条件		パンパ平原地	パンパ平原地	パンパ平原地	パンパ平原地	
村落面積	ha	10	—	—	—	
村落形状		集中型	集中型	集中型	集中型	
現在世帯数	世帯	50	680	400	80	3,792
現在人口	人	300	3,200	2,000	300	18,485
人口増加傾向		—	—	—	—	
主要産業		農業、牧畜	農業	農業	農業	
家計収入	Bs/月/世帯	—	—	—	—	
現在水使用量	ℓ/日/人	—	3~8	—	15	
既存配池水容量	m3	無	30	5	15	
送電施設		有	有	有	無	
送電型式		単相220V	3相380V	単相220V	—	
道路アクセス		良	良	良	良	
既存水質		決井戸、小川	河川、湧水	山間の小川	決井戸	
決井戸		1ヶ所、深さ8m。		無		
施設管理主体		無	水委員会	水委員会	無	
水道料金		—	2.0	—	—	
給水現状		決井戸は7~11月の降水量が少なく、水がない。	30年前に5km先の河川より水を引く施設を建設したが、水量が不足し、現在7km先の湧水を利用している。夏場、乾期1時間は4時間、乾期1時間しか水を利用することが出来ない。	1985年CAREBが山間の小川利用の給水システムを建設。乾期の水量不足が不足し、1日に1時間しか利用できない。		
既存施設		決井戸のみ。	定機式配水タンク。配水管網。	配水タンク：5m3 配水管：370戸に配水	配水タンク：15m3、 配水管	
対処方針		決井戸、高圧水筒共同水栓の建設が望ましい。配水管の整備は本國の奨励とする。	新設決井戸、高圧水筒共同水栓の建設が望ましい。配水管の整備は既設のものを利用が可能。	新設決井戸、高圧水筒共同水栓の建設が望ましい。配水管の整備は既設のものを利用が可能。	新設決井戸の建設が望ましい。配水タンクは既存の施設が利用可能。	

2.6.5 住民意識・社会状況

(1) 住民意識・社会状況調査結果

水の適正使用、管理に関する女性の役割は非常に大きいことから、主に女性を対象とした対面アンケート調査、グループ調査を行い、調査対象村落の住民意識及び社会状況を概略把握した。アンケート調査はタリハ県12村落、オル口県13村落について行い、オル口県追加の4村落については聞き取りのみ実施した。対象村落は家屋分散型がほとんどであり住民の召集が困難であった為、アンケート対象者数は各村落1～6名である。よって本調査はサンプル調査であることから全体概要についてはその傾向をもって概略把握とする。調査結果は表-12及び参考資料⑤に示す通りである。

表-12 住民意識・社会状況調査結果

調査項目	調査結果
家族構成	両県とも平均的には6～7人/家族であったが、夫が出稼ぎでほとんど家に住んでいない為妻の一人暮らしや夫婦二人だけという小規模な家族から、15人近くがひとつの家に暮らす大家族まで様々である。
職業	オル口県は農業、牧畜従事者がほとんどである。タリハ県は農業従事者がほとんどであるが、その他日雇い労働、出稼ぎ等に従事するものも多い。
家計収支	収入はオル口県では40～340bs./月で、現金収入のほとんどない村落もある。タリハ県では150～1200bs./月である。支出はオル口県では40～1000bs./月、タリハ県では200～1200bs./月である。収支に関する回答には抵抗を示し、収入と支出が合わなかったり、無回答もあった。
電力普及状況	オル口県対象村落にはほとんど普及。支払い料金は18～45bs./月。タリハ県対象村落のうち30%に普及。支払い料金は15～50bs./月。
水道料金負担可能金額	1家族当たり、1ヶ月の水道料金負担可能金額はオル口県においては最低は1bs.、最高は50bs.とかなりひらきがあるが、タリハ県では10～15bs.がほとんどであった。
プロジェクト参加意志	両県ともほとんどの村落においてプロジェクトへの参加意欲がみられた。参加の方法としては水道料金の支払の他、人夫として工事への参加や、施設の清掃、又水管理委員会メンバーとして運営・維持管理に携わりたい等の意見もあった。
コミュニティ組織	住民総会はほとんどの村落において1回/月実施されており、電気、水道、農業の進め方等、村落全体の問題等について話し合っている。一部村落では、総会に女性の参加が困難であるケースもあった。
水利用状況	水源として公共井戸（浅井戸）、川底の滲み出し水、湧水、河川水等を使用している村落が多く、休日等は男性の協力があるものの、基本的に水汲みは婦女子の仕事である。1回の水汲み量は10～120ℓ、1日の水汲み回数は1～6回。運搬距離は20～2000mであり、方法としてはバケツ、ポリタンク等に入れて手で運ぶケースがほとんどである。一部丘陵地等ではロバによる運搬も行われている。水汲みは大体朝起床してすぐに行い、必要に応じて午後にも汲みに行く。現在の水利用に対する不満としては、水量不足、水質の悪さ、水汲み労働の負担に関するものがほとんどであった。
疾病	オル口県では、下痢、嘔吐の他、高山の為吹き、発熱等がみられる。タリハ県では下痢、嘔吐、腹痛等が多く、その他コレラ、マラリア等がみられる。
衛生習慣	オル口県、タリハ県共に、病気になってから煮沸水を飲用するケースが多く、家事労働が忙しく時間がない、煮沸の為の燃料費節減等の理由で煮沸水を常時飲用するケースはほとんどない。手洗いの習慣はあるが、必ず行うケースと時々しか行わないケースと様々である。各戸における貯水方法はポリタンクのようなプラスチック容器を台所に保管し、コップ等を使ってすくい取るケースがほとんどである。ゴミ、廃水等は河川や屋外にそのまま捨てることが多く、一部ではゴミを燃やして処理する習慣があるものの、衛生的な処理はなされていない。トイレは各戸が所有することはほとんどなく、1～2箇所村落の共同便所があるものの、水源として使用する河川や、野原で処理するケースがほとんどである。
衛生教育衛生教育	オル口市やタリハ市に比較的近い村落においては県の保健局より派遣された保健士やNGO等よりの衛生教育活動が一部実施されているものの、遠い村落においては殆どなく、あっても継続性がない。

(2) 住民参加型での施設維持管理可能性

上述のアンケート調査結果をもとに、①参加意欲、②負担可能性、③組織力の3つの観点から施設維持管理の可能性について評価を行った。全体的な評価は下記の通りである。

1) 参加意欲

プロジェクトへの参加意欲としては、アンケートによるヒアリングの他、プロジェクト概要説明時の住民の聞き取る態度等から評価を行った。両県ともほとんどの村落においてプロジェクトへの参加意欲がみられた。参加の方法としては水道料金支払の他、人夫として工事への参加や、施設の清掃、又水管理委員会メンバーとして運営・維持管理に携わりたい等の意見があった。

基本的に水汲みは婦女子の仕事となっており、生活用水により密接に関わっているのは女性であることから施設の維持管理に対する女性の参加は必要不可欠である。両県ともほとんどの村落において母親クラブ等の女性組織が過去に存在、又は現在活動中であることから、女性のコミュニティ活動への参加意欲は十分にあると考えられる。また実際に本プロジェクトに対して強い関心を持っている。しかし、一部村落においては住民総会に女性の参加がない場合もあることから、水管理委員会メンバーとしての活動、施設の維持管理等に女性の参加が促されるようプロジェクト実施段階で提言を行う必要がある。

2) 維持管理費負担可能性

維持管理費負担可能性については、水道料金支払経験の有無、支払可能水道料金、現在支払っている電気料金等についてのアンケート調査結果、及びそれらの家計収入に占める割合から判断し、評価した。

タリハ県において支払可能水道料金はほぼ10～15Bs./月/家族であり、その家計収入に占める割合は1～2.5%である。一部村落においては現在20～25Bs./月/家族の電気料金を定期的に支払っている実績があること、又家計収入に対する割合が低いことから判断し、回答の数値は十分負担可能な金額であると考えられる。ただし、村落No.1、11、13については家族数が少ないことから他村落に比べ1世帯当りの負担料金が高くなることにより、支払が困難となることが予想される。

オルロ県において支払可能水道料金は2～25Bs./月/家族と村落間で開きがあり、平均では10Bs./月/家族である。その家計収入に占める割合は1～6%である。オルロ県の対象村落に関しては、ほとんどの村落で現在10～36Bs./月/家族（収入における割合：3～9%）の電気料金を支払っている経験から、回答の数値は負担可能な金額であると考えられる。ただし、村落No.1、4については家族数が少ないことから他村落に比べ1世帯当りの負担料金が高くなることにより、支払が困難となることが予想される。またNo.4は支払可能額も他村落に比べ極端に少ないが、収入の割合から考えれば約10Bs.（4%）程度の負担は可能であると考えられる。また、村落No.11については現金収入が少ない上、1998年12月から送電が予定されており新規

に電気料金の負担が発生することから、支払が困難となることが予想される。

この評価結果をもとに、プロジェクト対象として選定された村落については実施段階において水管理委員会設立後、後述の「3.3.9 井戸施設の運営・維持管理体制」で算出した施設維持管理費とすりあわせを行い、給水時間短縮、使用水量の軽減等、住民の意向を踏まえた形で施設が継続的に利用されるよう維持管理費を設定する。

3) 組織力

組織力としては、水管理委員会や母親クラブ等のコミュニティ組織の有無、活動内容等から評価を行った。結果は表-13 に示す通りである。

表-13 村落住民組織状況

タリハ県

村落 No.	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	14
水管理委員会	●	○	○	○	○	● ^{*2}	×	×	○	○ ^{*3}	×	○
メンバー数	3	6	3	4	5				7	2		5
水道料金(Bs./月/家族)	1.5	10	2	2.5	3				5			20
母親クラブ等 ^{*1}	×	●	●	●	○	○	○	●	●	○	○	○

オルロ県

村落 No.	1	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20
水管理委員会	×	×	●	×	×	×	×	×	×	×	○	○	×	×	○	○	—
メンバー数			3								3	3			8	7	
水道料金(Bs./月/家族)			5								2	3			2	0.5	
母親クラブ等 ^{*1}	○	○	●	●	●	●	●	○	○ ^{*4}	○	×	×	×	●	—	—	○

○=現在活動中、●=過去に活動していた、×=組織なし

*1=村によって母親クラブ、女性グループ、女性センター等名称が異なるが、基本的に母親、女性による住民組織。

*2=組織化したものの施設できず、解散。

*3=灌漑用水委員会

*4=農業組合

タリハ県では水管理委員会が現在活動している、又は過去に活動していたという村落が約80%であり、また母親クラブ等の女性組織が活動中であるか、又は過去に組織されていた村落がほとんどであることから、組織力はあると考えられる。ただし、現行の水管理委員会は湧水を水源とした給水設備の維持管理を行っている場合がほとんどであり、深井戸施設の維持管理経験はなく、組織としても簡易なものであることから、そのまま本プロジェクトで建設する施設の維持管理を行うのは不可能である。よって、実施段階ではこれら組織をベースにメンバー構成の変更や、料金徴収方法の指導、施設維持管理方法に関するセミナー実施等、現行を活かした形での組織化を行う必要が有る。

オルロ県ではほとんどの村落において水管理委員会はない為、実施段階では委員会の設立から行う必要が有る。ただし、母親クラブ等の女性組織が現在活動中、または過去に活動していた経験を有すること、また住民総会がほぼ1回/月実施されていること等を考慮すれば、委員

会の設立等に関して問題はないと考える。ただし一部村落では、住民総会に女性の参加が困難である所もあった為、女性の参加が促されるよう組織化していく必要が有る。

以上の総括として表-14 に評価結果をまとめる。

表-14 施設の維持管理可能性評価

タリハ県

No.	村落名	維持管理可能性			
		参加意欲	負担可能性	組織力	評価
1	Santa Barbara G.	a	b	b	B
2	Monte Mendez	a	a	a	A
3	La Calama	a	a	a	A
4	Bella Vista Zona 3	—	—	—	—
5	Yesera Sud	b	a	a	A
6	Turumayo	b	a	a	A
7	Porcelana Bajo	a	a	a	A
8	Naranjitos	a	a	b	A
9	Rujero	b	a	b	B
10	Colon Norte	a	a	a	A
11	Busuy-Timboy	a	c	a	B
12	Berety Chaco	a	b	b	B
13	Sidras-Lecheronal	—	—	—	—
14	Lagunitas-P. Blancos	b	a	a	A

オルロ県

No.	村落名	維持管理可能性			
		参加意欲	負担可能性	組織力	評価
1	Ventilla Umani	c	b	b	C
2	Jankho Nuno	a	b	a	A
3	Choro	a	b	a	A
4	Chilca	b	c	b	C
5	Toledo	a	a	a	A
6	Quelcata	b	a	b	B
7	Calazaya	—	—	—	—
8	Chojno Uma	—	—	—	—
9	Total	a	a	a	A
10	Penas	a	a	a	A
11	San Juan Pampa	a	c	b	B
12	Anocariri	a	a	a	A
13	Iruma	a	a	a	A
14	Jachuma	b	a	a	A
15	Canllapata	b	a	c	B
16	Concepcion Culca	—	—	—	—

a=高い、b=中間、c=低い

2.6.6 既存使用水源の水質

各村落で住民が現在使用している水源の水質について、簡易水質試験器による試験を実施した。結果は本報告書の参考資料②に示す通りである。

各調査対象村落の浅井戸、湧水、既存井等から採水したサンプルは、タリハ県で電気伝導度0.038～1.09mS/cm、塩分0～0.5psu (Practical Salinity Unit :1000g中に含まれる塩分量)、マグネシウムイオン(Mg²⁺)0～7.0mg/lと値にそれぞれ幅をもち、一般的な地下水の水質の値よりも高い。塩分、マグネシウムイオンの測定値を考慮した場合、地下水に塩分希釈作用が進行していることが考えられる。また、pHが6.8～9.0、鉄(Ⅲ)も0～0.8mg/lと基準値を越えたり、全硬度が5～80mg/l(軟水)を示す。

同様に、オルロ県では電気伝導度0.28～3.40mS/cm、塩分0～1.8psu、マグネシウムイオン(Mg²⁺)0～8.0mg/lと値にそれぞれ幅をもち、一般的な地下水の水質の値よりも高い。また、pHが6.7～9.1、鉄(Ⅲ)も0～0.7mg/lと基準値を越えたり、全硬度も30～150mg/l(軟水～硬水)と高い。全体的にオルロ県の水質は塩分が濃い傾向がある。

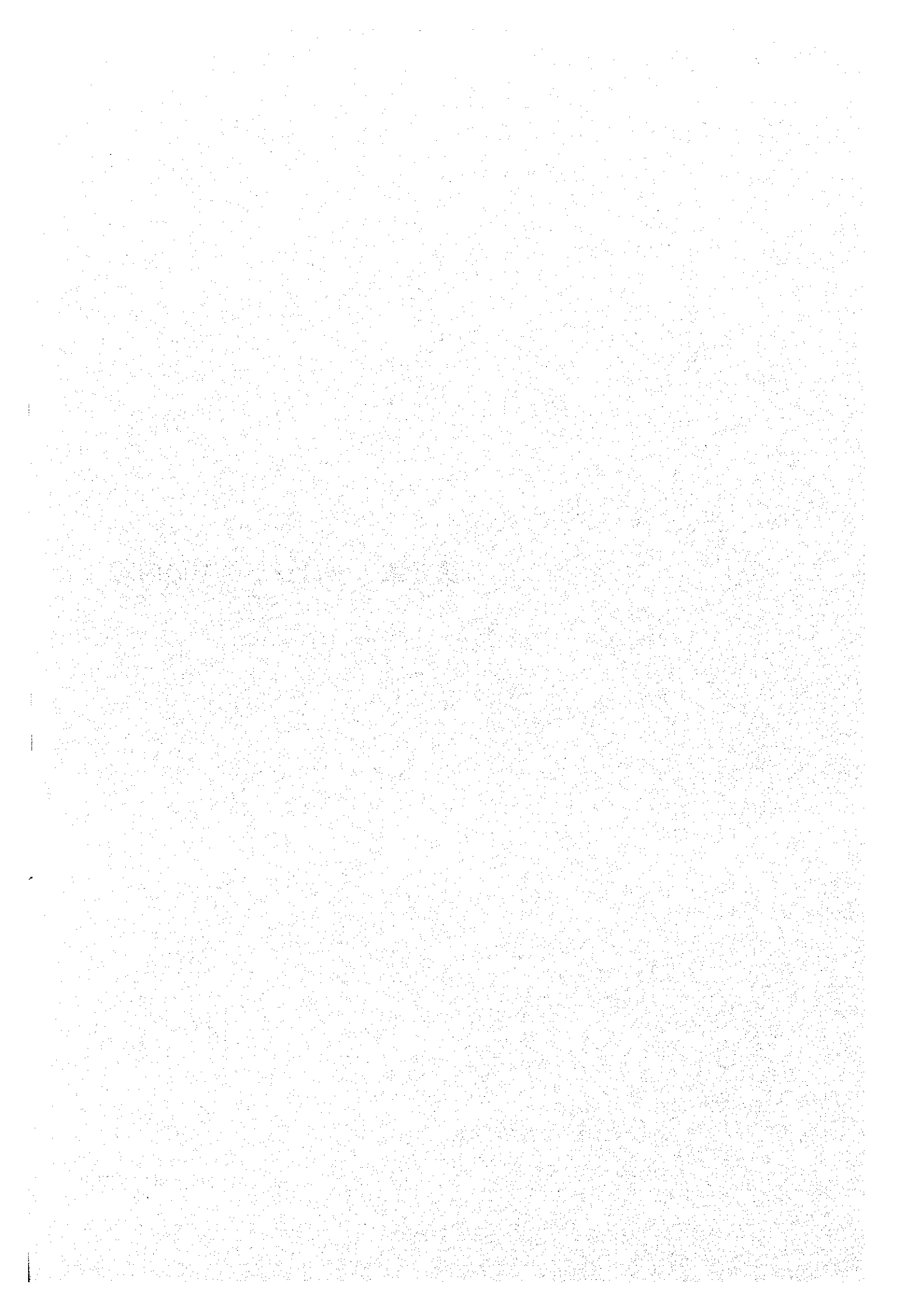
一般細菌、大腸菌群については、両県ともほぼ全サンプルから陽性反応が見られた。また、全サンプルの約半数からはアンモニア態窒素NH₄⁺-Nが検出され、し尿、雑排水等の生活排水による汚染の影響を受けているものと考えられる。

2.7 環境への影響

本計画の地下水開発は深層地下水をターゲットとした深井戸建設であり、現在住民の水源となっている浅井戸には直接影響を与えない。また地質上、揚水による地盤への影響もない。更に掘削時に排出する泥水については埋め戻しを行い、油脂類等については消却処分を行う為、周辺の河川への影響もない。

井戸及び排水タンク建設予定地は村落のほぼ中心の共有地であり、占有面積も広くなく環境への影響はない。また、丘陵地に建設予定の配水タンクも規模的に小さく、自然林の伐採もなく、自然環境への影響はない。

第3章 プロジェクトの内容



第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの目的

本プロジェクトは「ボ」国のタリハ県及びオルロ県の地下水開発5ヶ年計画実施に必要な井戸掘削用資機材を調達し、また5ヶ年計画の第1年次につき技術移転を兼ねた井戸の共同建設及び一部給水施設の建設を実施することにより、「ボ」国側独力による深井戸建設を可能とし、タリハ県、オルロ県の村落住民に衛生的な水が供給され、住民の生活が改善されることを目的とする。

3.2 プロジェクトの実施体制

3.2.1 実施機関の運営・維持管理組織

(1) 受入機関

本プロジェクトの受入機関は「ボ」国の基礎衛生セクターの公的最高機関である住居・生活基盤整備省、生活基盤整備局 (V.M.S.B) 基礎衛生部 (DIGESBA) であるが、事業の実施機関はタリハ、オルロ両県の基礎衛生部 (UNASBA) である。DIGESBA が策定した全国規模のセクター政策に従って UNASBA が県内の基礎衛生セクターの施設整備、改善等の事業計画を策定し、その実行プログラムを DIGESBA が承認する。県は中央からの技術援助を受けることが出来るが、一方中央政府の調整やコントロールを受けることにもなり計画実施の際は DIGESBA の監督下に位置する。1996 年施行の地方分権化により県内の開発、整備事業実施の権限が旧開発公社から県に委譲されたことにより、県の計画実施体制は大幅に強化されている。図-6 に計画の受入れ機関組織図を示す。

(2) 実施機関

タリハ県の実施機関の組織は社会開発局の基礎衛生部の技術課内に本プロジェクトチームを構成して本計画の推進に当たる。本プロジェクトチームは調査班と掘削班からなり、給水施設の建設は PROSABAR/PROAGUAS を通して行う。給水施設の維持管理は使用者自身である村落住民が行うが、住民への教育、指導は UNASBA が担当する。また供与機材の整備、スペアパーツの管理は UNASBA の資材管理課が担当する。整備工場としてはタリハ近郊に整備工場及び資機材倉庫を改造整備している。

オルロ県では UNASBA 内の本プロジェクト担当班が本計画の実施にあたる。基礎衛生部は上記のプロジェクト班と PROSABAR/PROAGUAS プロジェクト班、基礎衛生プロジェクト班からなり、3 班共同で地方住民の生活環境改善に当たる。本計画の地下水開発分野は本プロジェクト班、給水施設建設、維持管理については他の 2 班が担当する。供与される機材の整備、スペアパーツの管理は整備工場班が行う。整備工場としてはオルロ市近郊の 6000m² の敷地に約 300m² の事務所と倉庫が 2 棟新築されている。図-7 に計画実施機関の組織図を示す。

また事業実施の上で、市役所 (Municipal) は村落、UNASBA と密接な関係を持つ。すなわち、大衆参加法 (1994 年施行) に従って市役所は上下水道サービスの提供の責務を負っており、村落の要請に対処すること、年度事業計画の中で基礎衛生事業と事業用の地元負担金を確保すること、県の UNASBA と事業実施に協力すること、上水道運営委員会またはその団体に技術補助を実施することを義務づけられている。

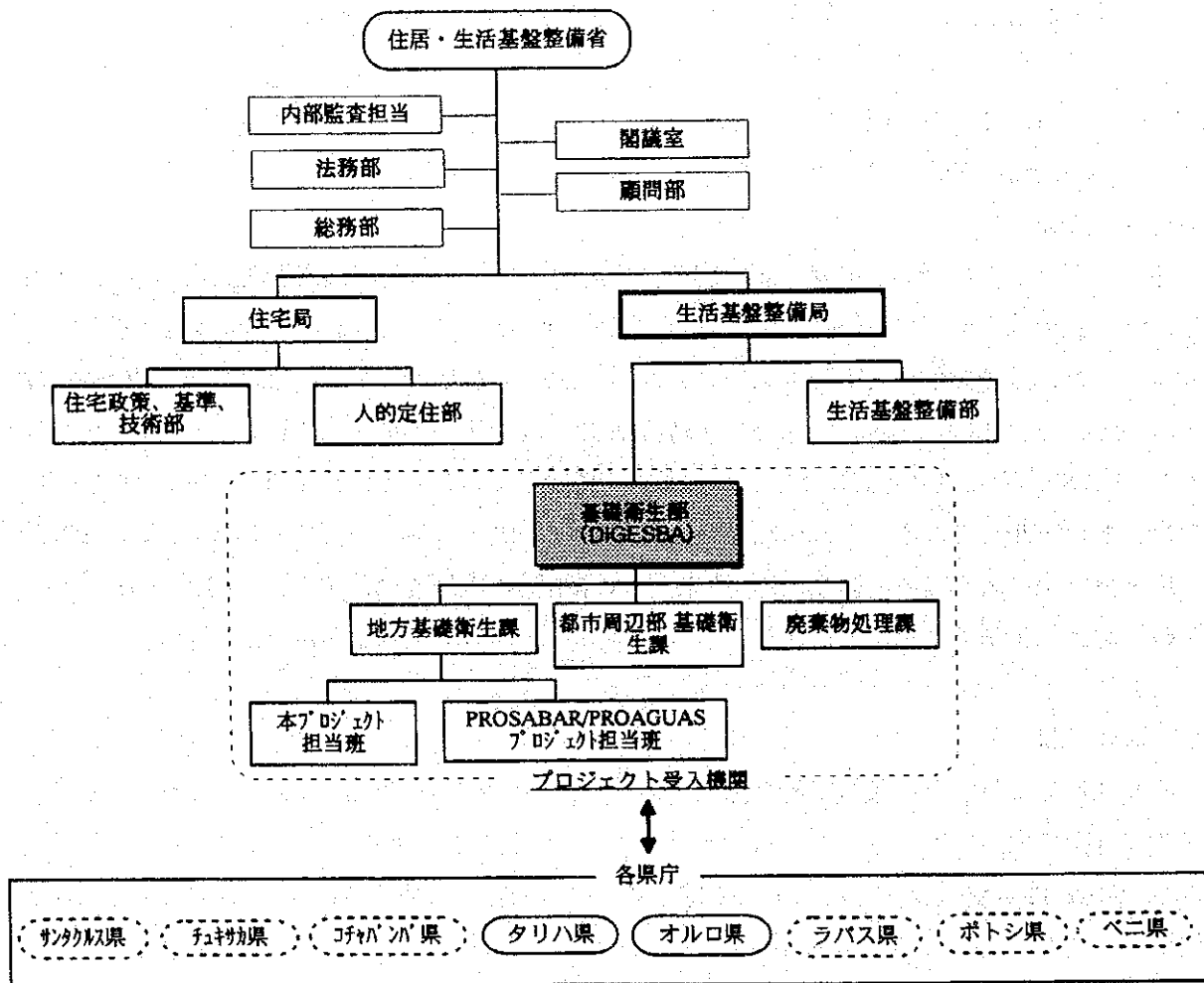


図-6 プロジェクト受入機関組織図

また事業実施の上で、市役所（Municipal）は村落、UNASBA と密接な関係を持つ。すなわち、大衆参加法（1994年施行）に従って市役所は上下水道サービスの提供の責務を負っており、村落の要請に対処すること、年度事業計画の中で基礎衛生事業と事業用の地元負担金を確保すること、県のUNASBAと事業実施に協力すること、上水道運営委員会またはその団体に技術補助を実施することを義務づけられている。

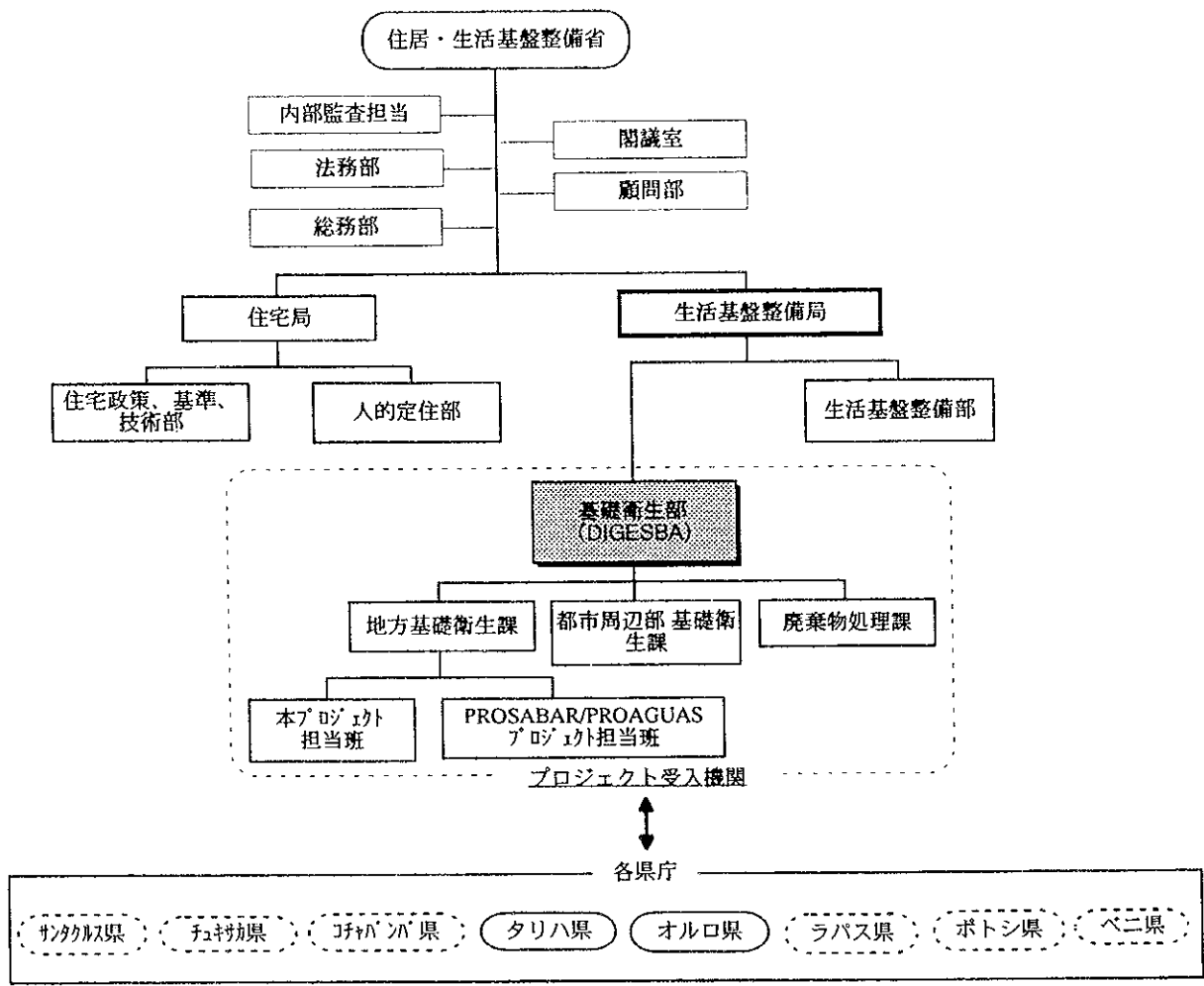


図-6 プロジェクト受入機関組織図

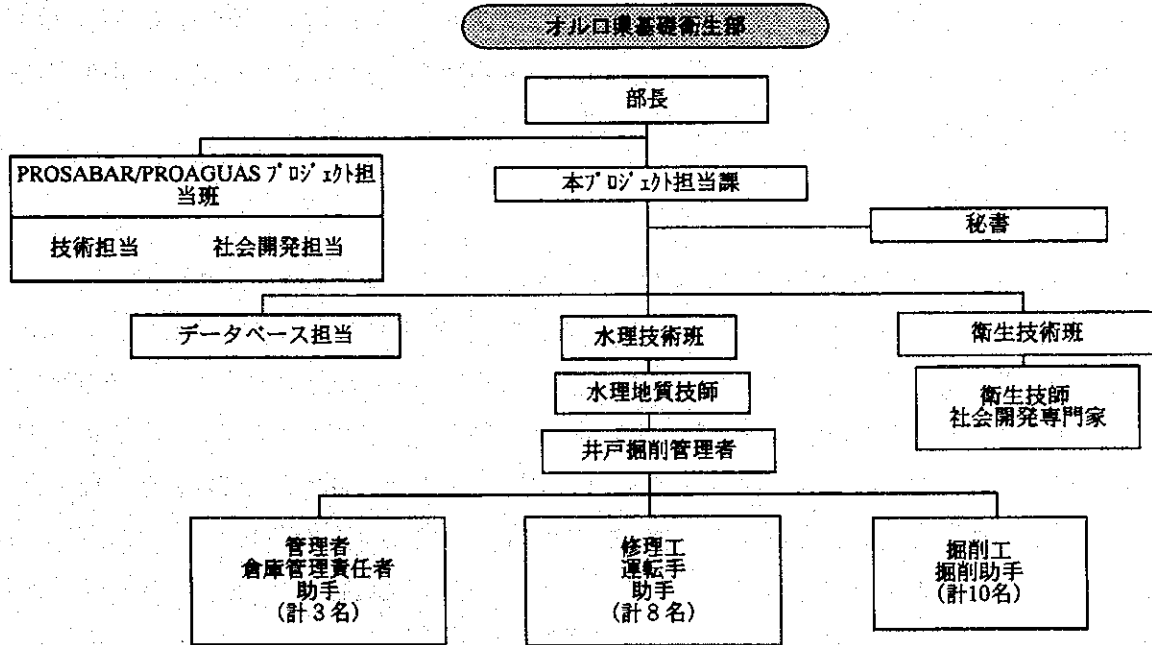
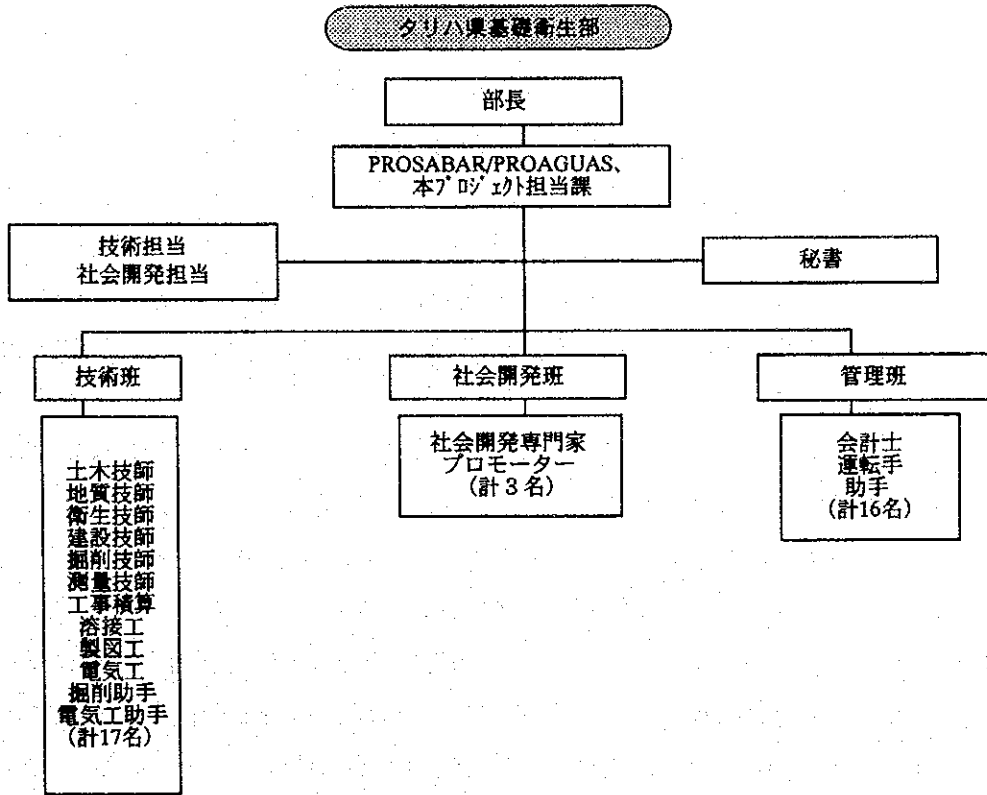


図-7 プロジェクト実施機関（各県基礎衛生部）組織図

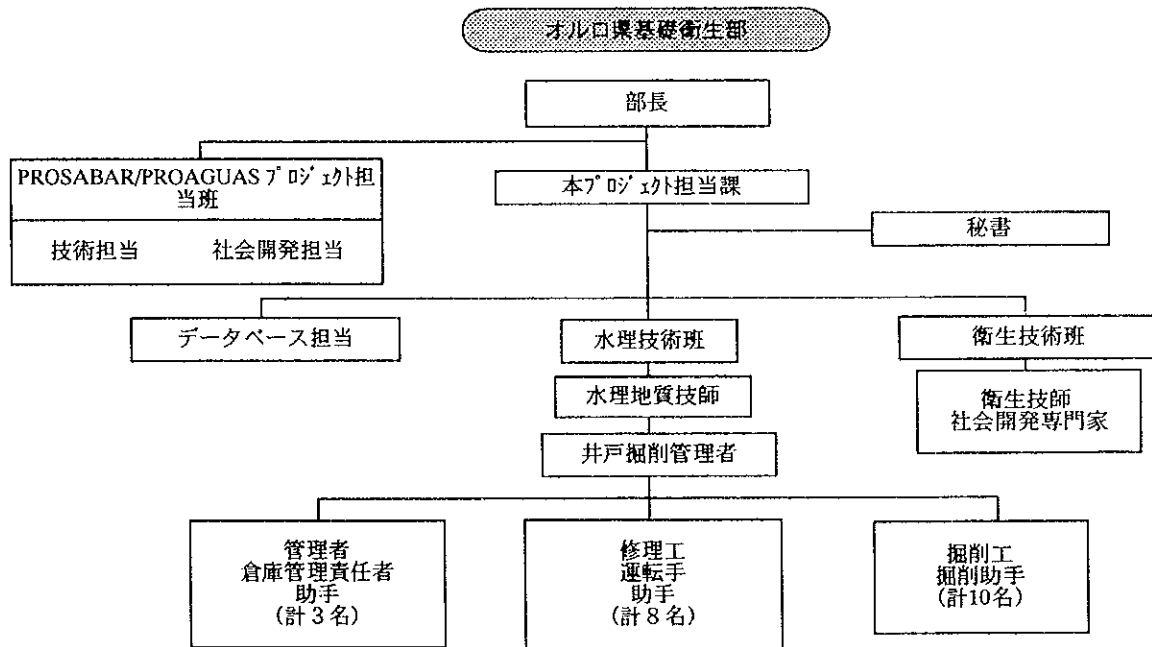
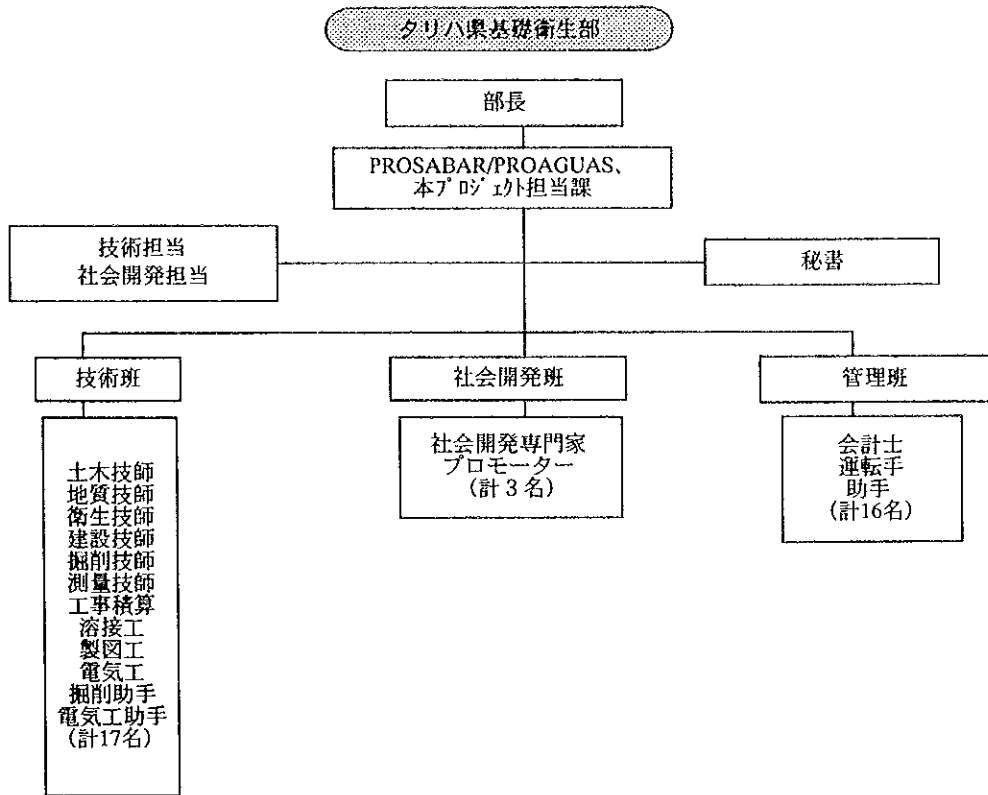


図-7 プロジェクト実施機関（各県基礎衛生部）組織図

3.2.2 要員・技術レベル

各県 UNASBA の掘削機等の受け入れ後の組織は地下水開発調査に必要な技術員、地域住民への啓蒙活動を行う社会開発専門家、掘削オペレーター、掘削助手、運転手等必要十分な採用計画がなされている。タリハ県の要員計画は技術課に土木技師、地質技師、衛生技師、掘削技師、測量技師、電気工とそれぞれの助手の計17名を配置する。社会開発課は社会開発専門家、プロモーターの計3名、管理課は会計士、運転手、助手など計16名からなり、総勢39名を配置する計画である。オルロ県の要員計画は本プロジェクト担当責任者の下、水理地質技師、衛生技師、社会開発専門家、データベース担当者を筆頭に井戸掘削責任者の下、管理担当者3名、機材整備8名、掘削助手等10名の総勢28名の要員計画を有している。

地下水開発調査に必要な水理地質技師の技術力は両県とも基本設計調査に同行させたが、調査経験は豊富で積極的であり、現地形より地下水の賦存状況を判断する技術力は高い。掘削オペレーターの予定者はタリハ県では井戸掘削班がないため、新規に掘削経験の豊富な技術員を民間より採用する計画である。オルロ県では現有の小型掘削機での掘削経験者を予定しているが、小型掘削機で100m未満の浅井戸掘削に10年以上の経験を有していることから基礎技術力は高いと判断される。調査での共同作業やヒヤリングを通して技術レベルの把握を行った結果、両県とも約1年間の日本人技術者との共同作業によって、調達される掘削機等の資機材は十分に運用可能な技術レベルにあると思われる。

3.2.3 予算

本計画の受入機関である DIGESBA はタリハ県、オルロ県の UNASBA の監督官庁であり、政策指導、技術援助を行うもので経済的援助は行わない。よって、本計画の事業費について DIGESBA の負担はなく、予算措置は実施機関であるタリハ県とオルロ県のみが行う。

(1) タリハ県

本プロジェクトに対する1998年の予算は県の全体予算の0.4%を占め、公共事業投資額の0.78%を占めている。これは現在の準備段階での人件費と機材受け入れのための整備工場や事務所の整備に必要な予算措置である。更に1999年はカウンターパートの人員増加分の予算措置が考慮されており、工事が開始される2000年からの予算額は人件費で約2倍、工事費としては約5.6倍の投入が計画されている。これは県の予算に占める割合ではわずか2.0%にすぎず、十分に対応可能であると判断される。この予算計画は既に知事、県議会の承認を得ており確実に実行されるものと考えられる。更に毎年の県の予算増加分に対しての本プロジェクトが占める割合は約35%でしかなく、県予算の増加分は地下資源（石油、ガス）の利権の税収増加に裏付けされていること、及びその増加分で十分賄えることから予算措置は妥当と考えられる。特に公共事業の中での本プロジェクトの位置付けは、政策上優先的な措置がとられるとしている。つまり政府は基礎衛生セクターにおいては、毎

年国家予算の増加を上回る予算配分を行うことを大統領令に明記している。この予算内には給水施設建設費も含まれており、PROSABAR/PROAGUAS の融資が得られれば給水施設の建設費が不用となり、十分な予算処置が講じられていると言える。

(2) オルロ県

オルロ県の本プロジェクトに対する予算としては1999年から2003年までの5年間に約百万USドルの投入が知事、県議会の承認を得ており、これをもとに毎年の予算配分を行っている。本プロジェクトに対する県の準備期間である1999年の予算が県予算に占める割合は0.18%であり、工事が開始される2000年には前年の3倍の予算投入が計画されている。この予算措置は必要な人件費と経費が組み込まれており、県の予算の0.54%にすぎないことから対応は十分に可能であると考えられる。さらにタリハ県同様中央政府からの援助が期待できることからプロジェクト実施の予算計画は妥当と判断される。ただしタリハ県との予算額の違いは給水施設の建設費がPROAGUAS 計画での実施が予定されている為、予算計上されていないことによる。

各県の予算計画を表-15 に示す。

表-15 タリハ県、オルロ県の予算計画

タリハ県予算計画 (1998~2002年)

単位：1000Bs.

	1998	1999	2000	2001	2002	計
県全体予算	283,950	302,900	321,075	335,520	348,945	1,592,390
本プロジェクトに対する予算 (全体予算に占める割合)	1,195 (0.42%)	1,240 (0.41%)	6,450 (2.01%)	6,450 (1.92%)	6,450 (1.85%)	21,785 (1.37%)
人件費	100	140	270	295	325	1,130
工事費	1,095	1,100	6,180	6,155	6,125	20,655

オルロ県予算計画 (1998~2002年)

単位：1000Bs.

	1998	1999	2000	2001	2002	計
県全体予算	224,805	229,301	236,181	247,990	260,389	1,198,666
本プロジェクトに対する予算 (全体予算に占める割合)	411 (0.18%)	1,236 (0.54%)	1,228 (0.52%)	1,228 (0.50%)	1,437 (0.55%)	5,540 (0.46%)
人件費	250	638	638	638	638	2,802
工事費	161	598	590	590	799	2,738

3.3 プロジェクトの基本構想

本プロジェクトの対象となる井戸建設、給水施設建設及び給水設備運用指導実施対象村落を下図のフローに基づき選定した。

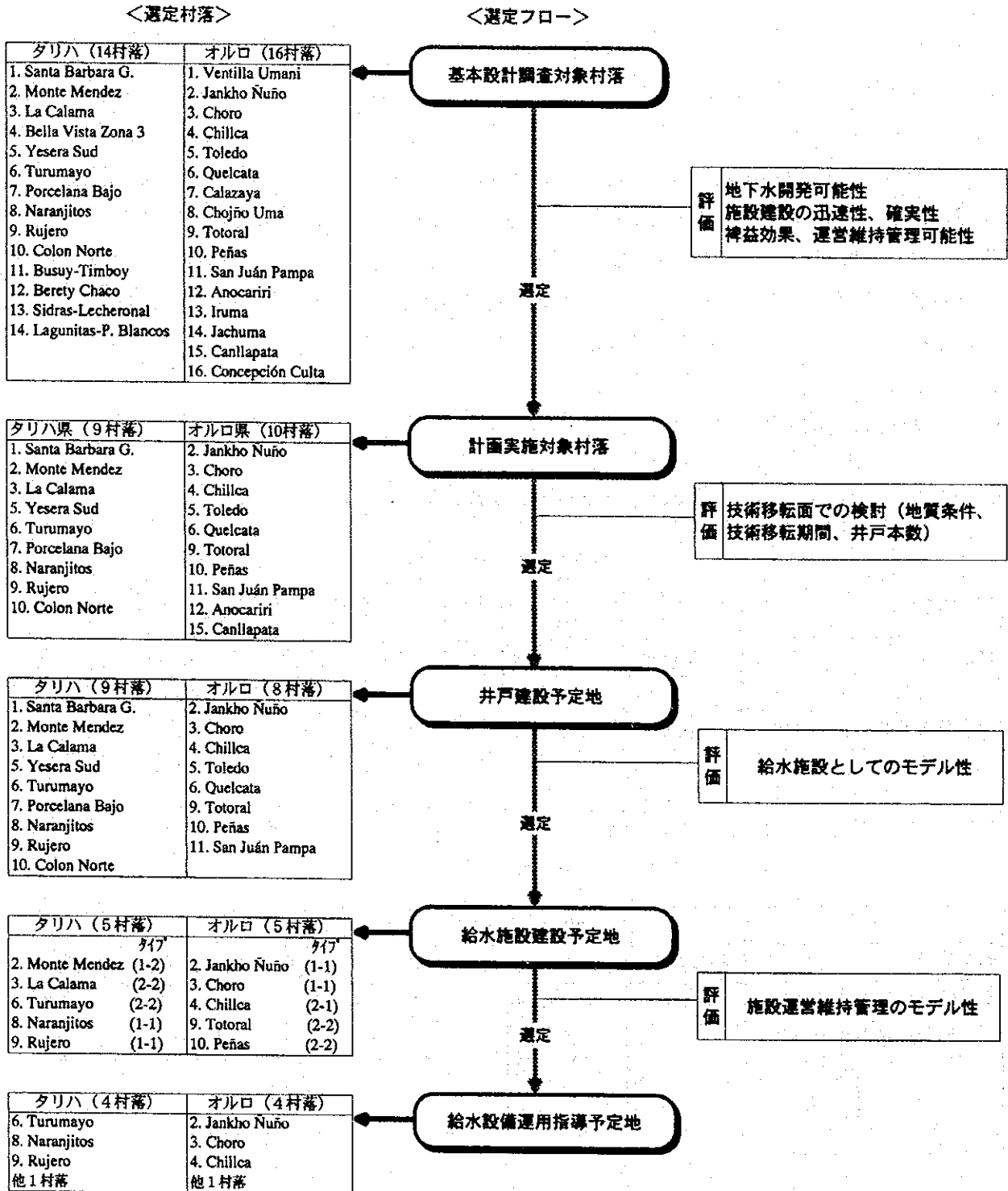


図-8 井戸建設、給水施設建設村落選定フロー

3.3.1 計画実施対象村落

(1) 対象村落の選定条件

現地調査は「2.5.2 基本設計調査の対象村落」に記述したように計34村落において実施したが、最終的には地下水開発5ヶ年計画（計画）の第1年次実施予定の候補村落であるタリハ県14村落、オルロ県16村落から、水理地質、物理探査、既存給水施設、村落社会、住民意識の各現地調査の結果を基に実施村落を選定する。実施村落の選定根拠としては、本プロジェクトが地方部の地下水開発を目的とすることから以下の選定条件を設定した。

1) 地下水開発の可能性

水量、水質ともに問題のない地下水開発の可能性が、深井戸の建設が可能な地形、地質条件であること。

2) 給水施設建設の迅速性、確実性

深井戸を取水施設とした給水施設の整備が早期に、また確実に、住民が地下水を水源とした水利用の実現の可能性が高いこと。従って、河川流量、湧水の湧出量等で補うことが可能なものについては対象外とすること。

3) 住民の裨益効果

水源の水量の不足または水質の問題により生活用水が不足しており、開発の緊急性が高く、また利用人口によりその裨益効果が高いこと。

4) 運転・維持管理の継続性

給水施設建設により村落の持続的な発展が可能になること。村落にプロジェクト実施意欲及び運転・維持管理能力のあること。

(2) 現地調査結果による評価基準

1) 地下水開発の可能性

調査地域の地下水開発の可能性としては掘削深度の差はあれ、どの調査村落についても、村落の計画水量を開発するのに十分な水量は得られると判断される。特に、タリハ県のベルメホ地域は河川に隣接した段丘地帯であり地下水量は豊富である。水質面では、オルロ県のアルティプラノ平地帯（平坦部）では浅層地下水は塩水化が強く懸念されるが、深層部からは塩分の薄い地下水が得られる可能性が高い。従って、全ての調査実施村落において井戸建設の難易の差はあるものの地下水開発は可能であると考えられる。地下水可能性の可能性のランク付けを下記の通りとする。Dのランクについては計画実施は不適であると判断する。

A 比較的水源量が豊富である。

B 地下水利用が可能である。

C 水質に問題はあるが深層部の地下水利用が可能である。

D 開発不可能である。

2) 既存給水施設状況

既存給水施設の調査結果より、深井戸建設後早期に、確実に住民に対する裨益効果が現れることに優位性を持たせ、実施の優先順位としてのランク付けを以下の通りとする。D、Eのランクについては計画の実施は不適であると判断する。

- A 河川、湧水を含む表流水を水源とした配水タンクと配水管網の既存給水施設がある。新規に深井戸を建設した場合、既存の配水タンクに連絡・接続するのみで住民への給水が実現する。
- B 表流水を水源とした配水管網の既存給水施設があるが、新規深井戸施設を建設した場合、配水タンクの建設が必要となる。
- C 配水管網等既存の給水施設がなく、深井戸、配水タンク、配水管網等全ての給水施設の建設が必要とされる。
- D 現在は給水施設は整備されていないが、山間部の湧水、河川水等表流水の利用が可能であり、深井戸施設の必要がない。自然流下式の給水システムが可能である。
- E 既存の給水施設が機能しており新規事業を必要としない。又は、機能状況が悪くても設備更新により問題改善が可能である。

3) 裨益効果

村落社会調査の結果より、水源の利用可能の現況、開発の緊急性及び計画対象人口を基に裨益効果面から以下のランク付けを行う。D、Eのランクについては計画実施は不適であると判断する。

- A 確実な水源の手当てがなく、水量、水質等水利用状況が粗悪である。計画人口が500人以上と比較的多い。
- B 確実な水源の手当てがなく、水量、水質等水利用状況が粗悪である。計画人口が500人未満と比較的少ない。
- C 既存の深井戸給水施設があるが、能力不足、機能不良である。
- D 湧水、河川水の利用が可能で、現在給水施設は無いが水源として量的に不足はない。しかしながら、給水施設がないため水汲み作業に負担がかかり利便性が悪い。
- E 水源があり、利便性も良い。

4) 施設の運転・維持管理能力

村落社会調査、住民意識調査の結果から、住民の計画への参加意欲、運転・維持管理能力、水道料金の負担能力、水委員会等組織活動能力につき判断し、A、B、C 3段階のランク付けを行った。しかし、本調査はサンプリングによる住民のヒアリング調査であり、また現段階では住民個々の計画に対する認識、理解度が低いことから、計画実施の可否に対する決定的な判断要因とはし難いため、実施を前提とした中での優先順位判断の材料とする。

(3) 選定結果

選定結果は表-16に示す通りである。タリハ県では既に給水施設が整備されている村落 No. 4, 11, 12, 14と、豊富な河川水の利用が可能で地下水を必要としないNo. 13の5村落、オルロ県では、湧水の利用が可能で灌漑用水を希望している村落 No.1 と既に給水施設のある村落 No. 7, 8, 13, 14, 16の6村落を除外した、タリハ県9村落、オルロ県10村落につき事業を実施することが望ましい。これらの村落から、さらに井戸建設技術移転に必要な井戸本数を検討し、地下水開発5ヶ年計画の第1年次に日本の無償資金協力として実施される対象村落を選定し、残りの村落は第2年次計画対象とする。

3.3.2 日本側井戸建設対象村落及び井戸本数

日本側が技術移転を兼ねて井戸建設を実施する村落は前項で選定された計画対象村落の中から、井戸掘削地点の地形、地質条件、井戸構造条件がモデルとして相応しいことを考慮して決定する。また、掘削する井戸本数は技術移転に必要な期間に各地点の掘削条件から掘削可能な本数を考慮して決定する。井戸建設技術で最も重要なさく井技術の移転については、掘削機の操作、運転、掘削の基本技術習得までには多少の個人差はあるが6ヶ月程度必要で、孔内事故やあらゆる地層と深度に対応可能な技術力習得には最低5～6ヶ月を要する。従ってタリハ、オルロの各県の技術員のレベルと「第1次計画」におけるサンタクルス、チュキサカ両県の実績から判断し、日本人さく井技師との共同作業期間は約1年が必要と考えられる。

タリハ県では村落 No. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10 (表-17参照) の井戸9本に予備井2本を含めた工事期間が10.8ヶ月となり、またオルロ県では、村落 No. 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 15から村落 No.12, 15を除く井戸8本に予備井2本を含めて工事期間が11.3ヶ月となる。オルロ県のNo.11, 12, 15はアルティブラノ平原地帯の平坦部に隣接しており同様の地質構造を示しているため、計画人口が多く、また井戸深度の深いNo.11を井戸掘削村落に選定した。

これらプロジェクト実施対象村落はタリハ県では5ヶ年計画対象村落位置の大部分を占めるアンデス東部山脈地帯、亜アンデス山麓地帯の中に位置し、オルロ県においても同様に5ヶ年計画対象村落位置の代表的地質構造を示すアルティブラノ平原、アンデス東部山脈地帯に位置する。井戸深度については、タリハ県では推定最大深度270mを1本、オルロ県では300mを4本含み、水質面ではオルロ県にて懸念されるアルティブラノ平原部の塩水に対する深層地下水取水の井戸構造ヶ所3ヶ所を含む。従って、選定されたタリハ県9村落 (No. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10)、オルロ県8村落 (No. 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11) の地形、地質、井戸深度、井戸構造及びさく井工事期間等の条件は技術移転に必要な条件を満足していると判断し、これら村落にて井戸建設技術移転のための井戸施設建設工事を実施する。これら選定された村落位置は図-9に示す通り。

表-16 プロジェクト実施村落選定表

タリハ県

村落 No.	村落名	地下水開発可能性	施設建設の迅速性、確実性	住民の裨益効果	運転・維持管理の継続性	計画実施村落	プロジェクト実施村落
1	Santa Barbara G.	B	A	B	B	○	○
2	Monte Mendez	B	B	B	A	○	○
3	La Calama	B	B	A	A	○	○
4	Bella Vista Zona 3	-	E	E	-	×	×
5	Yesera Sud	B	B	A	A	○	○
6	Turumayo	B	B	A	A	○	○
7	Porcelana Bajo	B	C	B	A	○	○
8	Naranjitos	A	C	B	A	○	○
9	Rujero	A	C	A	B	○	○
10	Colon Norte	B	B	A	A	○	○
11	Busuy-Timboy	B	D	D	B	×	×
12	Berety Chaco	B	D	D	B	×	×
13	Sidras-Lecheronal	B	D	D	C	×	×
14	Lagunitas-P. Blancos	B	E	D	A	×	×

オルロ県

村落 No.	村落名	地下水開発可能性	施設建設の迅速性、確実性	住民の裨益効果	運転・維持管理の継続性	計画実施村落	プロジェクト実施村落
1	Ventilla Umani	B	D	D	C	×	×
2	Jankho Ñuño	B	C	A	A	○	○
3	Choro	C	C	A	A	○	○
4	Chilca	B	C	B	C	○	○
5	Toledo	C	A	A	A	○	○
6	Quelcata	B	A	A	B	○	○
7	Calazaya	-	E	E	-	×	×
8	Chojño Uma	-	E	E	-	×	×
9	Total	B	B	A	A	○	○
10	Peñas	B	B	A	A	○	○
11	San Juan Pampa	C	C	A	B	○	○
12	Anocariri	C	C	B	A	○	×
13	Iruma	B	E	C	A	×	×
14	Jachuma	B	E	E	A	×	×
15	Canllapata	B	C	B	B	○	×
16	Concepción Culta	-	E	E	-	×	×

- 注) ・ タリハ県 No.4 は給水施設整備済み。 No.11, 12 は湧水の利用が可能。 No.13 は河川水が豊富。 No.14 は深井戸施設あり。
- ・ オルロ県 No.1 は湧水の利用が可能。 No. 7, 8, 16 は給水施設整備済み。 No. 13, 14 は深井戸施設あり。ただし、No.13 はポンプが故障。
 - ・ 地下水開発の可能性は水理地質及び物理探査調査結果から、施設建設の迅速性・確実性は既存給水施設調査結果から、住民の裨益効果は村落社会調査結果から、運転・維持管理の継続性は住民意識調査結果から評価した。

表-17 井戸建設必要日数

タリハ県

村落 No.	村落名	地質	深度 (m)	井戸建設必要日数(日)				
				準備工	掘削工	電気検層	仕上工他	計
1	Santa Barbara G.	第三紀/第四紀(裂か水)	150	2	12	1	7	22
2	Monte Mendez	第三紀/第四紀(裂か水)	160	2	12	1	7	22
3	La Calama	第四紀	240	2	18	1	7	28
5	Yesera Sud	第三紀/第四紀(裂か水)	190	2	15	1	7	25
6	Turumayo	第三紀/第四紀(裂か水)	270	2	24	1	7	34
7	Porcelana Bajo	第四紀	130	5	10	1	7	23
8	Naranjitos	第三紀/第四紀(裂か水)	150	5	11	1	7	24
9	Rujero	第三紀/第四紀(裂か水)	160	2	11	1	7	21
10	Colon Norte	第四紀	150	2	11	1	7	21
計								220
	予備井	第三紀/第四紀(裂か水)	180	2	15	1	7	25
	予備井	第三紀/第四紀(裂か水)	180	2	15	1	7	25
合計			1960					270
工事期間				270日÷25日=10.8≒11ヶ月				

オルコ県

村落 No.	村落名	地質	深度 (m)	井戸建設必要日数(日)				
				準備工	掘削工	電気検層	仕上工他	計
2	Jankho Nuno	第四紀	300	2	18	1	7	28
3	Choro	第四紀(塩水)	300	2	24	1	9	36
4	Chillca	第三紀/第四紀(裂か水)	120	3	10	1	7	21
5	Toledo	第四紀(塩水)	300	2	21	1	9	33
6	Quelcata	第三紀/第四紀(裂か水)	150	2	11	1	7	21
9	Total	第三紀/第四紀(裂か水)	300	2	29	1	7	39
10	Penas	第三紀/第四紀(裂か水)	180	3	15	1	7	26
11	San Juan Pampa	第四紀(塩水)	180	2	13	1	9	25
計								229
	予備井	第四紀(塩水), 第三紀/第四紀(裂か水)	220	2	17	1	7	27
	予備井	第四紀(塩水), 第三紀/第四紀(裂か水)	220	2	17	1	7	27
合計			2270					283
工事期間				283日÷25日=11.32≒11ヶ月				

注) 準備工: 機械搬入・搬出、組立、解体

仕上工他: ケーシング挿入、砂利充填、仕上げ、遮水工

予備井: 本計画地区では、地質的に規定水量の確保が難しい所、水質面で塩分の影響を受ける所等があり、水量不足や飲料不適の状況が懸念され井戸を放棄せざるを得ない場合が予想される。よって井戸掘削の成功率を計画本数の80%とし、20%分の予備井を掘削することとする。

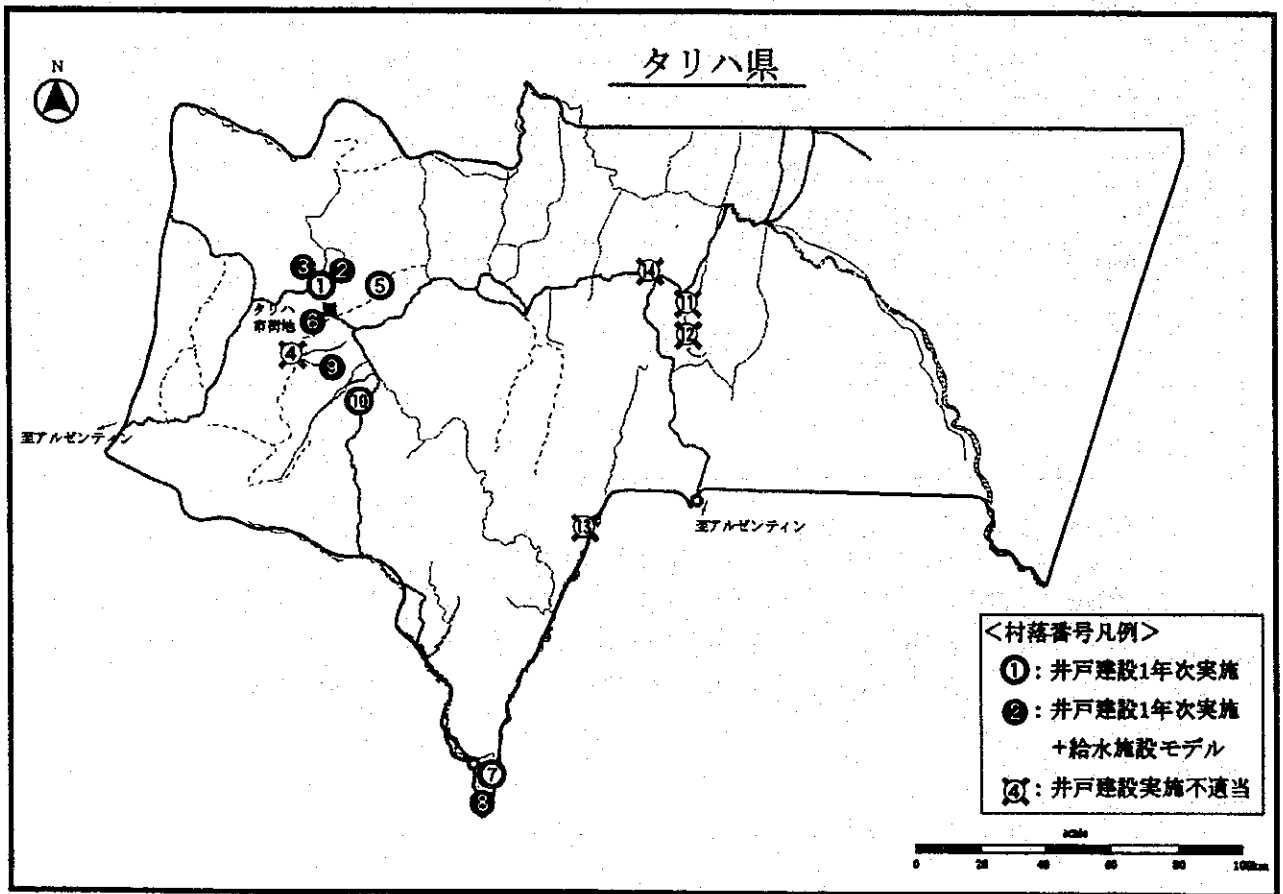
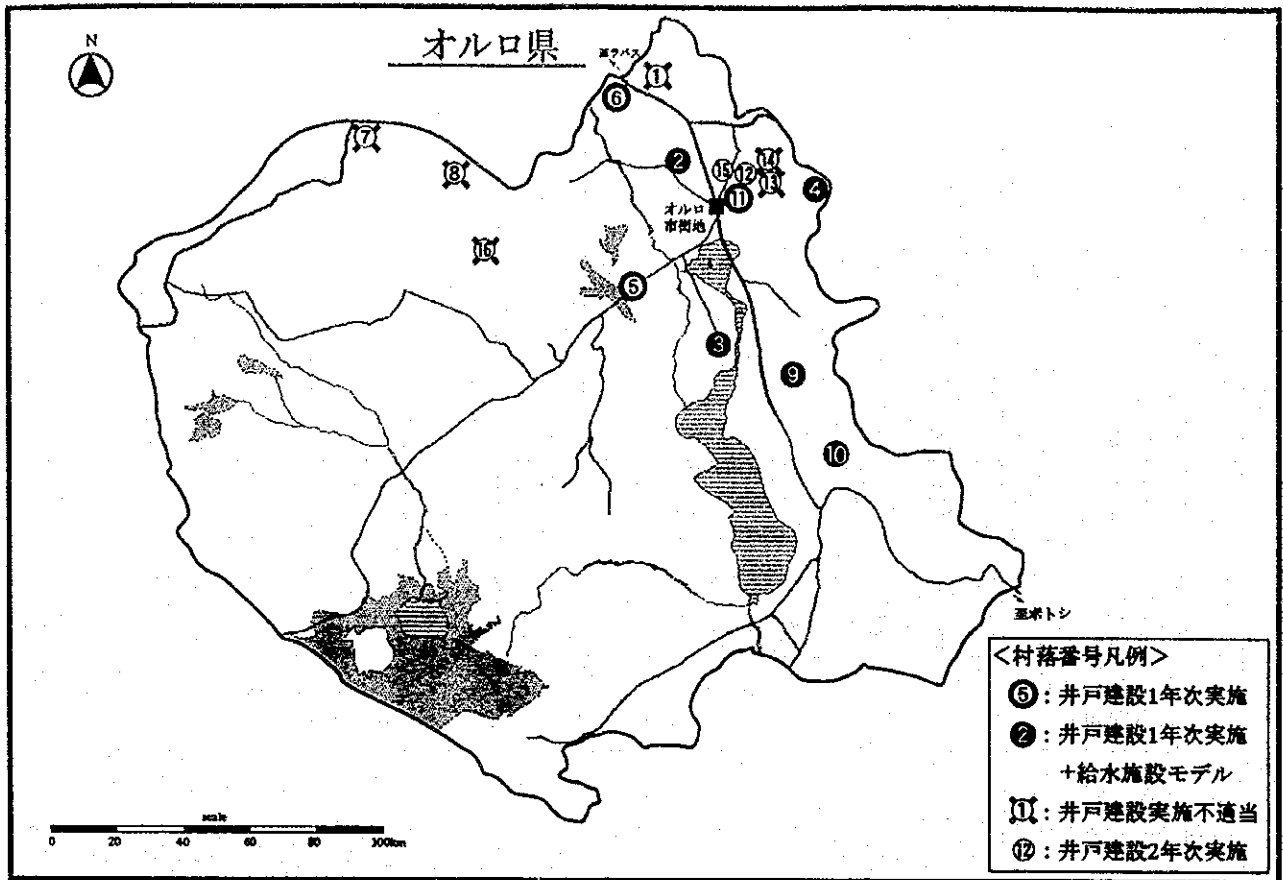


図-9 井戸建設、給水施設モデル建設村落位置図