

社会開発調査部報告書

611
618
555

JICA LIBRARY

1122938 [2]

28625

国際協力事業団

グアテマラ共和国

地域振興庁

グアテマラ国
中部高原地下水開発計画調査
最終報告書

要 約

平成 7 年 7 月

国際航業株式会社

国際協力事業団

28625

序 文

日本国政府は、グアテマラ共和国政府の要請に基づき、同国の中部高原地下水開発計画にかかるマスタープラン及びフィージビリティ調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成6年1月から平成7年5月までの間、3回にわたり、国際航業株式会社の藤原邦夫氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、グアテマラ政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成7年7月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

伝 達 状

平成7年7月

国際協力事業団

総裁 藤田公郎 殿

グアテマラ国中部高原地下水開発計画調査の最終報告書を提出します。

本報告書には、対象地域内96自治体の給水現況ならびに新規水源開発にかかる基礎調査の結果と、選定された10自治体の地下水開発・水供給事業のフィージビリティ調査の結果が記載されています。

本報告書は、96自治体すべてを含む水理地質図（地下水資源評価図）と、主報告書・要約・サポーティング・データブックの4分冊で構成されています。要約版は、調査結果の全容を簡潔にとりまとめたものであり、主報告書は、地下水開発事業計画ならびにその事業評価を含み、各種調査の詳細解析結果を述べております。サポーティングレポートは調査手法・委託業務仕様書類・給水施設配置図等が盛り込まれ、データブックには野外での取得データ・井戸台帳・水文気象データ等が含まれております。

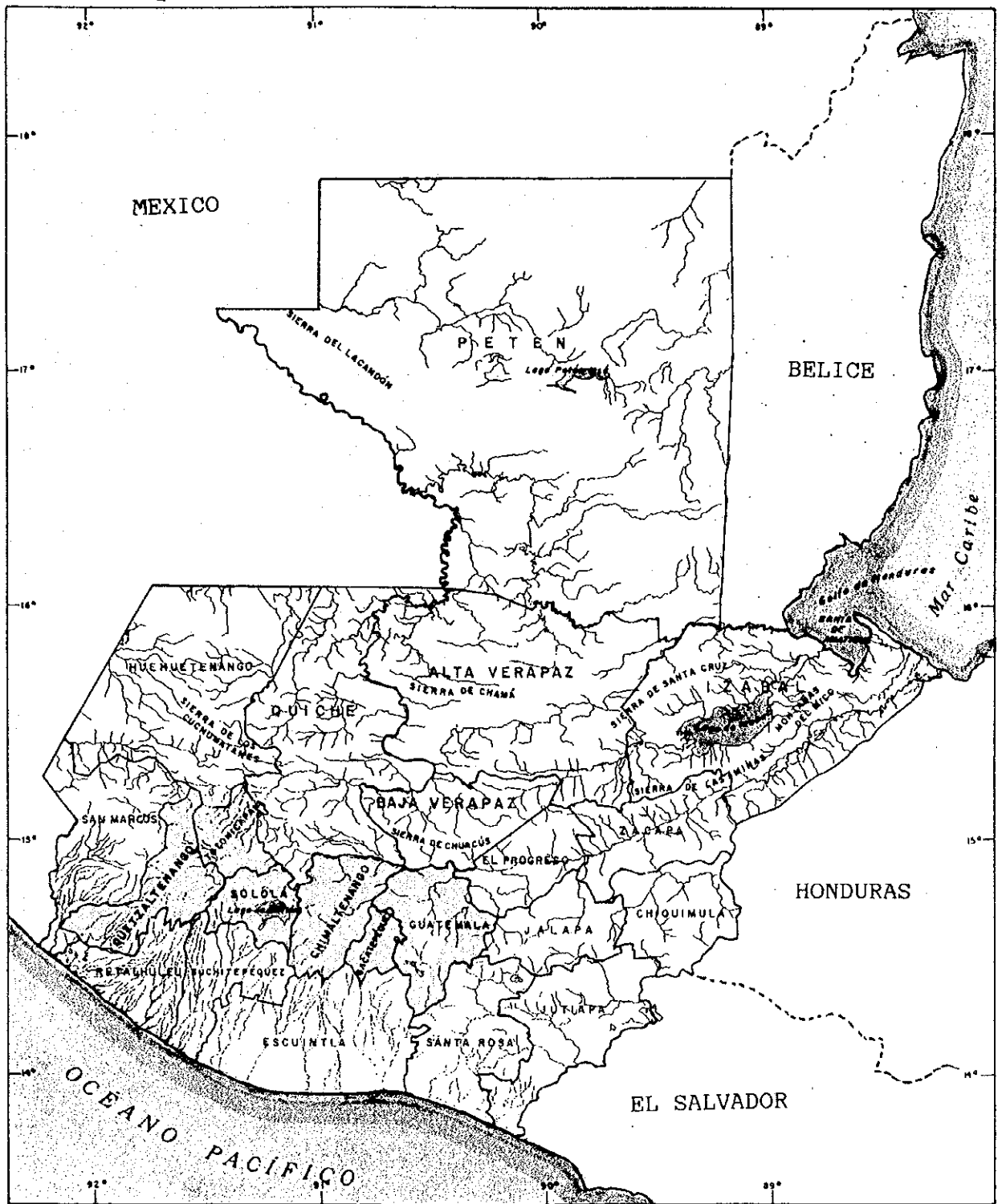
調査団は、提案された地下水開発事業の実施がグアテマラ国中部高原地域の給水事情の改善に多大に寄与するものと確信しております。

本報告書の提出にあたり、御指導・御鞭撻をいただいた貴事業団ならびに在グアテマラ日本大使館に対し深甚なる謝意を表します。さらに、全調査期間を通じて多大な協力と支援を賜った地域振興庁ほかグアテマラ共和国政府関係諸機関に対し心からの謝意を表するものであります。

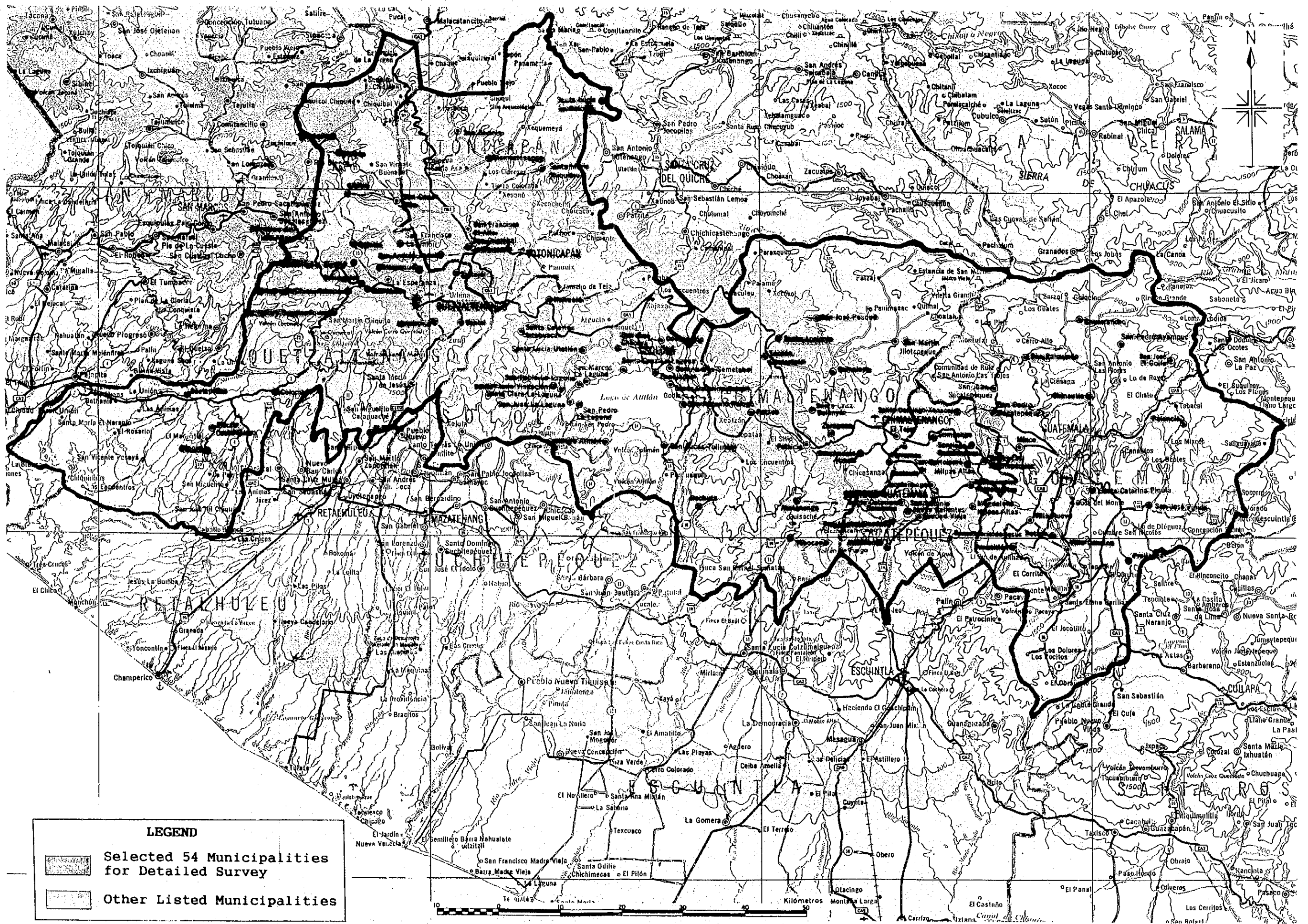
グアテマラ国

中部高原地下水開発計画調査団

団 長 藤原 邦夫



調査対象地域



LEGEND

Selected 54 Municipalities for Detailed Survey

Other Listed Municipalities

調査対象自治体位置図

調査結果及び計画要旨

本件調査「グアテマラ国中部高原地下水開発計画調査」は、グアテマラ国の中部高原に位置する6県96自治体の上水道用水源確保のための水資源開発にかかるマスタープラン調査、ならびに優先10自治体における地下水開発にかかるフィージビリティ調査である。

マスタープラン調査では、2010年を目標年とした際の水源の不足度、既往水源と新規に開発する水源の種類（河川水・湧泉・地下水）とその開発の可能性、ならびに開発に対する住民の意欲・支払い能力を中心とした社会・経済条件等を調査し、96自治体の類型化を行った。

一人当たりの平均計画給水量を106ℓ/人/日（人口規模2,000～10,000人の自治体）と155ℓ/人/日（人口規模10,000～50,000人の自治体）に設定した場合、現在水源生産量と水需要量の比較を行うと、1994年時点ですでに水不足状態にある自治体が32カ所で、2010年の水需要予測との比較では、供給不足となる自治体は45カ所に増大する（深刻な水源不足は約30自治体）。このうち、水源開発事業をすでに実施中、又は計画中の自治体が10カ所にあるため、本件調査においては残りの35自治体が重点調査対象となった。

対象地域の既往水源は、湧泉利用が圧倒的に多く、水源数全体の67.8%を占め、井戸による地下水利用31.1%がこれに次ぎ、表流水の利用は1.1%である。

今後の水源開発は、これら3種の水源について検討を行ったが、当該地域においては、下記理由により“地下水開発”が主流になるであろう。

- 水質が良く水量の季節変化の少ない湧泉は、維持管理費が低廉であることもあいまって、何百年にわたって広く利用されてきたが、すでに開発され尽くされた状態にある。（新規開発計画35自治体中1カ所）
- 当該地域の河川は第三次水源の河川が多く、乾期（11月～4月）には極端に流量が減少し安定的でない。また、無処理下水の流入や家庭ゴミの投棄により汚染が年々進み、上水道源として利用しうる河川は殆んどなくなっている。（新規開発計画35自治体中ゼロ）

地下水開発は、深井戸（第三紀火山岩類の地層まで掘り下げる。150～200m）と浅井戸（表層の第四紀火山岩類及び沖積層から取水。深度20m以内の手掘り井戸）の2種がある。

深層地下水の開発可能量は、簡便な水収支計算を行った結果、少ないところで $150\text{m}^3/\text{日}/\text{km}^2$ 、多いところで $1,000\text{m}^3/\text{日}/\text{km}^2$ 以上、大半の地域で $400\sim 500\text{m}^3/\text{日}/\text{km}^2$ と算定され、上水道源としては殆んどどの地域で安全揚水が可能である。しかし、火山岩類の分布がなく基盤岩類の露出する調査地北部の地域では地下水開発は困難である。

浅井戸については、第四紀火山岩類（とくに軽石層）や沖積層の厚く分布する地域以外では、大量の揚水を行うことが困難であるため、給水人口の大きい自治体の水源にはむかない。

第四紀・第三紀を含め、火山岩類が厚く分布する地域では、上記のように開発ポテンシャルは大きいといえるが、どこを掘っても水が大量に得られるというわけではない。当該地域内火山岩類中の既存深井戸35本の平均生産量が、わずか $8.8\text{L}/\text{秒}$ （毎分530L、毎時 32m^3 弱）という小量であることから、深層地下水の開発のむつかしさがうかがえる。当該地域での深井戸は、断層破碎質部や多孔質の火山岩類の分布域に着目する必要がある。今回調査では試掘井を10本建設したが、入念な地質調査により裂か系の多い所に試掘地点を選定した結果、成功井9本の平均生産可能量は約 $80\text{L}/\text{秒}$ （毎分4,800L、毎時 288m^3 ）であった。

しかし、調査対象地域は高原地帯にあって一般的に地下水位が低く、まれに地表下30m以内であるが、多くは50～100m、ときに130mを越えるため、井戸の建設費及び揚水動力費を中心とした維持管理費とともに、従来の取水施設よりも高価なものとなる。そのため、深層地下水開発を行うためには、水理地質条件のほかに、施設の維持管理を行いうる社会・経済条件がともなわなければならない。

詳細調査を実施した35自治体のうち、・裨益人口が比較的大きく・水の不足度が大きく・住民の新取水施設開発への意欲と維持管理費支払い意志が高く・自治体及び住民の維持管理費の支払い能力が比較的高い、といった条件を満たす10自治

自治体が、地下水開発の可能性の高い15自治体の中から選定され、開発計画が策定された。

計画施設は、井戸、揚水・送水施設及び配水施設の一部で構成され、10自治体それぞれの施設及びその建設費・年間維持費概算は下表の通りである。

	施設計画				事業費(1,000円)	
	井戸*	送水施設	配水池***	配水管***	建設費	年間OM費
S. J. ヒムラ		○	○		317.9	55.3
S. P. カハハク		○			183.8	27.1
S. M. テハス		○	○		419.9	75.1
S. M. ヒロハク		○			198.9	27.2
S. J. コマハ	○	○	○	○	1380.0	27.4
ソロラ	○	○	○	○	1009.4	22.1
S. L. ウタラ		○	○	○	277.2	16.7
モスナコ	○	○	○		469.6	32.7
S. F. ラウニ	○	○	○		232.1	16.6
ヘノヴァ		○	○	○	305.7	27.4
					4793.8	327.6

* 試験井を生産井に転換使用しうるため、必要な追加掘削は4自治体で4本

** 効果的な配水を行うために配水池又は貯水槽の増設

*** S. J. コマハではモデル施工として配水全施設のリハビリを含む。その他は送水管の機能。

既存の水源に加えて、地下水開発による水源の増量をはかることにより、水不

足は解消され、水関連疾病の減少・給水の整備された土地の資産価値の増大といった波及効果があらわれる。

給水施設の充実により期待される歳入増について財務評価を行うとFIRRは6.65%という低い値であるが、波及効果を見込んだ経済評価はEIRRが30.45%という高い値を示し、本件事業は早急に実施することが望まれる。

しかし、当該地域は良質で安定的な泉源利用という自然の恵を長年にわたって享受してきたことから、給水事業が社会的に最も重要な公共サービスの一つであるという認識が、自治体の施政者側にも住民側にも不足している。適正な公共サービスにはそれなりの料金が必要であるとの双方の認識を新たにして、水道料金制度の改善をはかることが望まれる。また、各自治体への主たる監督官庁である地域振興庁は、自治体への指導力をいっそう強めることが望まれる。

目 次

1. 序論	
1. 1 計画の背景	1
1. 2 計画の目的	2
1. 3 調査対象地域	2
1. 4 調査概要と手順	3
1. 5 調査団構成	7
2. 調査対象地域概要	
2. 1 自然条件	8
2. 2 社会・経済状況	14
3. 調査対象地域の給水現況	
3. 1 給水実施機関	19
3. 2 飲料水の水質	20
3. 3 給水施設	21
3. 4 給水施設の維持管理状況	27
4. 2010年の水需要予測	
4. 1 詳細調査実施自治体の選別	28
4. 2 人口予測	28
4. 3 水需要予測	33
5. 自治体の類型化とフィージビリティスタディ実施のための10自治体の選別	
5. 1 類型化の基準と方法	37
5. 2 社会・経済条件による類型化	40
5. 3 水源開発の可能性による類型化	43
5. 4 水源の開発戦略	44
5. 5 フィージビリティスタディ実施の10自治体選別	45

6.	類型毎の水源地開発戦略	
6. 1	河川水の利用	47
6. 2	湧水の利用	48
6. 3	浅層地下水の開発	48
6. 4	深層地下水の開発	49
7.	地下水開発のための実施した諸調査とその結果の概要	
7. 1	水文調査	50
7. 2	水理地質調査	59
7. 3	地下水開発の可能性	87
8.	地下水開発にかかる環境影響評価	
8. 1	浅井戸・湧泉に与える影響	93
8. 2	家庭排水・下水に関連する影響	96
8. 3	建設騒音・振動等	96
9.	選別10自治体における給水計画	
9. 1	地下水開発計画・給水施設計画の策定	97
9. 2	給水施設の維持管理計画	102
9. 3	事業評価	103
10.	結論と提言	
10. 1	結論	109
10. 2	提言	111

1. 序論

1.1 計画の背景

グアテマラ共和国の中央アメリカのユカタン半島基部に位置し、国土面積108,900km²、人口約990万人（1992年推定）、人口増加率約2.9%（1980～1990年平均）、1人当たりGDP930ドル（1992年）で、農業を基幹産業とする開発途上国である。

国土はその自然・社会条件から北部低地・中部高原・南部沿岸低地の3つの地帯に大別される。このうち調査対象地域の含まれる中部高原地帯は、Sierra Madre山脈等に囲まれた海拔800～2400mの山間盆地群よりなるが、気候が熱帯高地気候に属して温暖もしくは冷涼であり、農業及び居住に適した降雨（年平均：1000～1500mm）があるため、「グ」国人口の大部分が集中している。首都グアテマラ市（人口約178万人：1992年推定）をはじめとして、「グ」国の主要地方都市の多くがこの中央高原地帯にあって、中央アメリカハイウェイで結ばれている。本件調査対象地域（6県）は、中部高原の主要部を占めて、総面積が8,658km²（全国土の8%）、人口約240万人（全人口の約25%）であり、首都グアテマラと共に「グ」国における社会・経済・文化の中心地として重要な地域となっている。

しかし、当該地域は、「グ」国22県のうちでも低所得層のインディオの定着率がとくに大きく、人口増加も著しい地域であり、民生安定のための上水道を含む環境衛生整備が緊急を要する課題となっている。

「グ」国の地域振興庁（INFOM）は、全国330自治体の内グアテマラ市をのぞく329の自治体に対し、上下水道施設整備に係る財務・技術・施工支援を行う国家機関であるが、地方自治体からの上下水道施設の改善についての要請に対応するため、IDBの支援を得て、1988年に「全国上下水道整備計画（M/P）」を策定した。この計画によると、1998年までの事業費見積額は約2億5千万ドル（内上水道1億1千万ドル）であるが、今までのIDBの支援では本計画の実現は不可能であるとし、他の国際機関からの技術・資金協力を得る必要があるとしている。

以上のような背景のもとに、「グ」国政府は、水資源開発が技術的にとりわけ困難であり、かつ、緊急性も高い中部高原地帯6県（96自治体）を対象として地下水開発戦略の策定に係る調査（F/S）の実施を計画し、1990年1月にそのた

めの技術協力を日本国政府に要請してきた。

国際協力事業団は、1993年5月及び9月に事前調査団を派遣し、地下水開発調査にかかるS/Wの署名を行った。

1.2 調査の目的

本件調査の目的は下記の通りである。

- 1) グアテマラ国政府の要請に基づき、中部高原地帯6県(96自治体)の地域住民の生活用水を確保するために、地下水を主とする水資源の調査を行い、総合水源開発戦略を策定する。
- 2) 調査対象地域全体の地下水を主とする水資源ポテンシャルを評価(水理地質図・水資源評価図作成を含む)し、それにサービスレベル・水需給バランス・社会経済及び財政事情等の諸要素を検討して、開発優先地域を選定する。
- 3) 開発優先地域(自治体単位)を対象に、水資源開発及び送給水施設計画の策定作業を含む水供給計画に関するフィジビリティ調査を実施する。
- 4) 併せて調査を通じ、「グ」国側カウンターパート技術要員に対し、地下水開発調査技術の技術移転を行う。

1.3 調査対象地域

本県調査の対象地域は、巻頭の「調査地位置図」に示すように、グアテマラ県(首都グアテマラ市街地を除く)を含む中部高原地帯(山間盆地)の6県を対象とする。東部から、グアテマラ・サカテペケス・チマルテナンゴ・ソロラ・トニカパン・ケツァルテナンゴの6県である。

第1段階調査においては、この調査対象地域のうち主として、S/W協議議事録に記載された、96の自治体及びその周辺地域が具体的な調査の対象地域であり、第2段階の調査では、この96自治体のうち、地下水開発の有望性と社会的・経済

的効果等の面から絞り込まれた開発優先自治体を含む地域が主な調査の対象地域である。

1.4 調査の概容と手順

対象地域内の自治体の給水現況は、その大多数が湧水を水源として利用し、ことに泉源から自然流下方式にて送・配水を行う維持管理費の廉価な給水方式を採用しているところが多い。しかし、このような好条件の泉源は、利用しつくされているため、増大する水需要に対応するためには、代替又は補足の水源開発の必要がある。

対象地域内において、水文及び水理地質調査を実施して、水源（とくに地下水水源）開発のポテンシャルを評価し、また、地域内96自治体の社会・経済的状況を把握した上で、適切な水源開発計画を策定することが、本件調査の目的である。しかし、約1年という短い調査期間内に対象の96自治体すべてについて個々に開発計画を策定することは困難であるし、また、必ずしも96自治体すべてが水不足に直面しているわけでもないため、自治体の類型化を行い、類型毎の水源開発戦略の策定、及び選定された自治体について適正かつ効果的な給水計画を策定することとなった。

調査は、基礎調査である第一段階調査（1994年1月～1994年7月）と、水源開発・給水計画策定にむけての詳細調査である第二段階調査（1994年7月～1995年5月）とに分割実施され、それぞれの概容は次の通りである。

1) 第一段階調査：水源開発基本戦略の策定及び開発優先地域の選定

全域を対象に、航空写真解析、地形・地質・水理地質構造調査（物理探査を含む）、気象・水文調査、水質調査、96自治体実施調査（水利用・給水・社会経済現況等）等の基礎的諸調査を実施し、①水源開発の可能性、②2010年を計画年とする水需要・供給水源のバランス、③社会経済的背景の3視点より96自治体の類型化を行い、類型毎の水源開発基本戦略の策定を行う。また、第二段階で実施する詳細調査対象自治体の選定を行い、水理地質構造調

査については一部詳細調査を実施する。

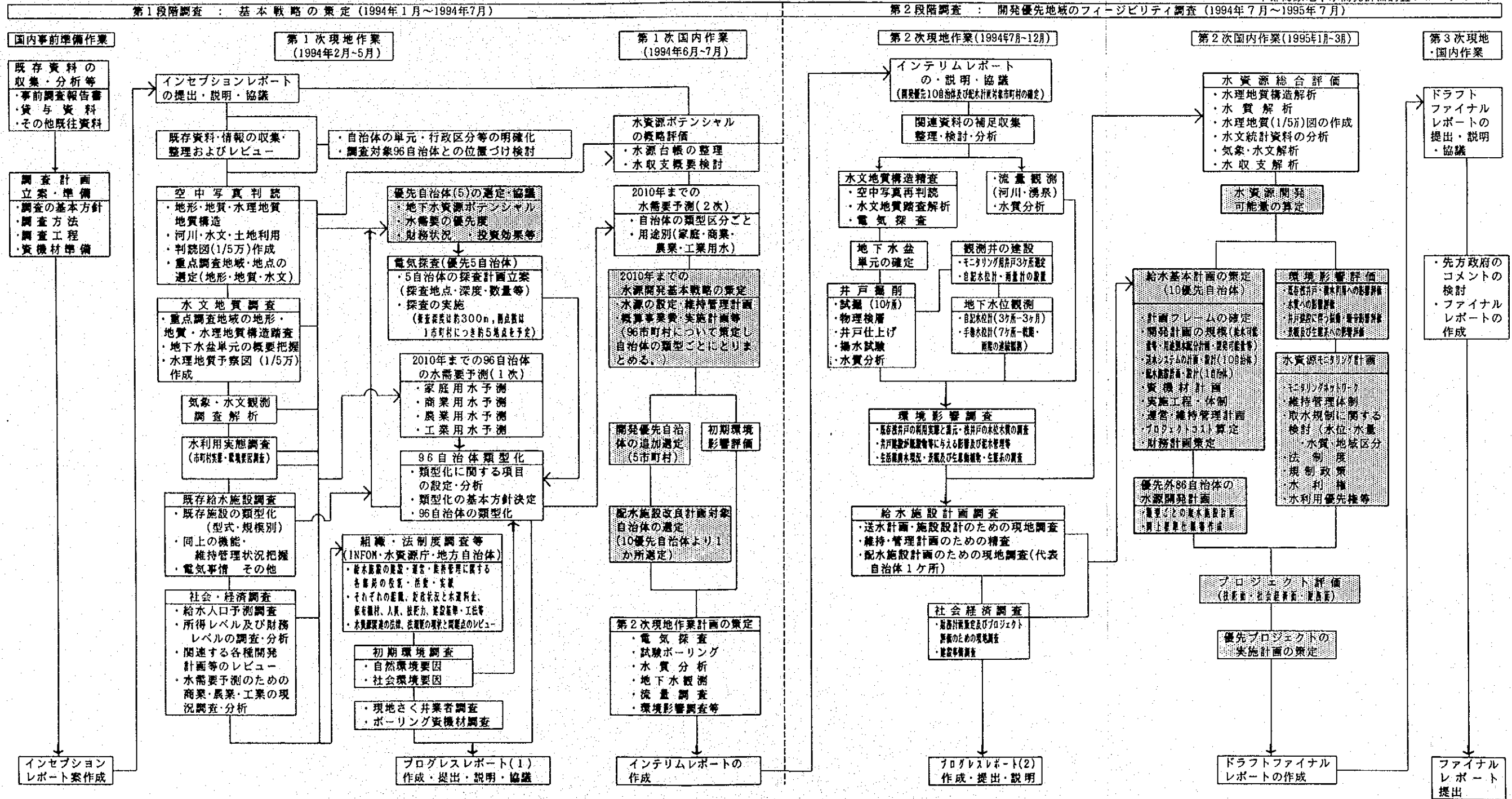
2) 第二段階調査：開発優先地域のフィージビリティ調査

- 開発優先地域に対し、地形・地質・水理地地質構造調査（物理探査・試験ボーリングを含む）、水文調査、水質調査、給水施設調査等の詳細調査を実施する。
- 第1段階調査結果と上記の詳細調査結果を基に、INFOMと協議の上、開発優先地域の自治体を確定する。
- 開発優先自治体を対象に、給水計画・給水施設設計調査、社会・経済条件等の詳細調査を実施する。
- 水理地質詳細調査結果を基に総合的な解析・検討を行い、地下水開発可能性を算定するとともに、水理地質図・地下水資源評価図を完成させる。
- 開発優先自治体を対象として、将来とも利用可能な既存水源と、新たに開発する地下水を水源とする給水基本計画を策定し、給水施設基本設計を行って、具体的な給水事業計画を策定する。併せて、この給水事業の事業評価を行う。

以上の調査概要の手順は、図1. 1「調査フローチャート」に示す通りで、左半に第一段階調査、右半に第二段階調査のフローが示される。また、個々の作業の実施時期は、図1. 2「作業工程表」に示す通りである。

グアテマラ国中部高原地下水開発計画調査フローチャート

図1.1 グアテマラ国中部高原地下水開発計画調査フローチャート



作業項目		月数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
		年度	平成5年度						平成6年度						平成7年度									
		季節	乾期				雨期				乾期				雨期									
		月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7			
		地区	第1段階調査 基本戦略の策定										第2段階調査 開発優先地域のフィージビリティ調査											
第一段階調査 (基礎調査)	国内事前準備作業 (資料解析、資機材準備、IC/R作成)	IC/Rの説明・協議	■																					
		現地調査	■		■																			
		既存資料・情報の収集・整理、優先3市町村の選定・協議	■		■																			
		空中写真の入手手続き・判読作業	■		■																			
		広域水文地質概査(資料解析・水文地質踏査・地下水盆単元の把握)	■		■																			
		電気探査(広域水文地質構造・試掘井地点の概要把握)	■		■																			
		気象・水文調査(資料整理、流況・流量・水質の概要、流感地点)	■		■																			
		水利用実態調査(水源・用途別・利用形態・使用量・水質)及び初期環境調査	■		■																			
		給水施設調査(施設タイプ・規模・運営体制・サ・ヒ・ス・レ・ル・問題点)	■		■																			
		社会経済条件調査(人口・産業形態・財務状況・衛生環境・生活形態)、96市町村の類型化	■		■																			
	組織・法政調査等及び現地業者等調査	■		■																				
	P/R(1)の作成、提出・協議	■		■																				
	国内作業	水資源ポテンシャルの概略評価・水需給予測							□															
		給水実態・社会経済条件のとりまとめ、開発優先市町村立案							□															
初期環境影響評価及び総合解析(水源開発基本戦略策定)								□																
IT/Rの作成(まとめ・今後の調査方針策定)								□																
第二段階調査 (F/S)	現地調査 総合評価・給水基本計画策定等	IT/Rの提出・説明・協議、開発優先10市町村の確定								■														
		水文地質構造精査(開発優先地域の地下水盆単元の確定)								■														
		電気探査(試掘井ボーリング位置・諸元等の確定)								■														
		流量観測(河川・湧泉)								■														
		試験ボーリング(試掘井掘削・物理検層・井戸仕上げ・揚水試験)								■														
		採水・水質分析(河川・湧泉・地下水)								■														
		観測井への水位計等観測機器設置(地下水位・雨量等連続観測)								■														
		給水施設計画調査								■														
		社会経済及び建設事情調査								■														
		環境影響調査								■														
	P/R(2)の作成・提出・協議								■															
	国内作業	水資源総合評価・(水理地質構造解析・水収支解析・水質分析結果の評価)													□									
		水資源開発可能量の算定													□									
		10市町村の給水基本計画の策定													□									
優先外86市町村の水源開発計画の策定														□										
作業	環境影響評価及び水資源モニタリング計画の策定													□										
	水文地質図原図完成、版下作成・印刷													□										
	優先プロジェクトの実施計画策定(含施設設計)													□										
	事業評価(経済・財務分析)													□										
	DF/Rの作成・提出・説明													□										
	DF/Rに対するコメント等の検討・F/Rの作成													□										
レポートスケジュール		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7				
		△		△		△		△		△		△		△		△		△		△				
		△		△		△		△		△		△		△		△		△		△				
		△		△		△		△		△		△		△		△		△		△				
		△		△		△		△		△		△		△		△		△		△				
		△		△		△		△		△		△		△		△		△		△				

凡例: ■ 事前準備期間 ■ 現地調査期間 □ 国内作業期間 △-△ 報告書等の説明 - - - - - その他の作業

1. 5 調査団の構成

調査を円滑にかつ効果的に実施するために、グアテマラ側の担当機関である地域振興庁（INFOM）は、カウンターパートチームとして下記のメンバー編成を行った。

a) 運営委員会：

Lic. Gustavo Leal	ジェネラルマネージャー
Ing. Tofic Abularach	管理顧問
Ing. Carlos Salvatierra	維持管理部長
Ing. Ulrich Seifert	運営管理部長
Ing. Adan Pocasangre	給水技術顧問

b) カウンターパートスタッフ：

Ing. Rafael Giron	技術顧問、業務調整
Ing. Nelson Diaz	土木技師
Licda. Maria del Rosario Alcantara	生化学技師

日本側調査団構成は下記の通りである。

藤原 邦夫	総括／地下水開発
神田 淳男	水文地質／自然環境
田中 正利	電探探査／水文(A)／さく井監督(A)
山口 雅弘	水文(B)
小肩 稚之	さく井監督(B)
百足 彰子	水質／社会環境
荒川 修次	給水計画／施設設計
喜納 正治	社会経済(A)
小原 克	社会経済(B)／プロジェクト評価

2. 調査対象地域の概況

2.1 自然条件

1) 地勢

グアテマラ国は、北緯14°～18°の間、西経88°～92°に位置し、北をメキシコに、南東部ではホンジュラス・エルサルバドルに境し、東側でカリブ海、南西部で太平洋に面している。国土は、その自然・社会条件から、中部高原・南部沿岸低地・北部低地の3つの地帯に大別され、本件調査の対象地域(6県)は、中部高原地帯に位置し、8,658km²の面積を有する。

中部高原地帯では、中央アメリカの背骨を形成して「グ」国の南部を北西―南東方向に連なる、最高標高が3000m以上に及ぶシェラマドレ山脈の山岳高地からなっている。この山岳地帯は、その南西部を北西―南東方向に伸びる標高2000m以上の火山列及び火山性台地と、この北東部側高地を形成する標高600～2000mのモタグア川沿いの山地からなっている。中部高原地帯は全体として平地に乏しいものの、随所に山間盆地・台地が発達して、気候が「熱帯高地型」で温暖もしくは冷涼であり、年間降雨も多く、農業と居住に適しているため、「グ」国人口の大半がここに集中している。

この中部高原地帯の南側と北側は標高600m以下の丘陵地から低地になっている。南側の低地は、南部沿岸低地と呼ばれる太平洋岸に沿った幅50～70kmの低地帯で、熱帯サバンナ気候帯となっている。北部低地は湿潤な熱帯雨林ないしサバンナ気候帯になっている。

調査対象地域(6県)は、その大部分が、中部高原地帯のうちの南西縁側の火山地域に位置しており、標高2000m以上の山岳高地からなるが、北西―南西方向に連なる火山性の台地・山間盆地が発達していて、そこに首都グアテマラ市を含む地域の主要都市が分布している。調査対象地域の南西縁に沿って、カルデラ湖及び火山湖を伴う新期火山列が北西―南東方向に走っており、また、対象地域の北東部地域は標高600～2000mのモタグア川沿いの山地へと移行している。

調査対象地域の河川は、シェラマドレ山脈の分水界を境として、カリブ海

に注ぐモタグア川水系・ネグロ川水系・クイルコ川水系と、太平洋側へ注ぐ小規模水系群に区別される。このうち、モタグア川水系の本川とネグロ川水系の上流支川は、中部高原地帯の地質構造を南北に分断するモタグア断層とその北側を走行する東西系の断層帯によって規制された、顕著な構造谷である。

地下水開発に関連して、水収支解析を行うための水盆区として、調査対象地域は下記9水盆に大別することができる。

- a. サマラ川水盆（ケツァルテナンゴ～トトニカパン県）
- b. チクソイ川水盆（トトニカパン県）
- c. アティトラン湖水盆（チマルテナンゴ県）
- d. コヨラテ川水盆（チマルテナンゴ県）
- e. ピスカジャ川水盆（チマルテナンゴ～グァテマラ県）
- f. グァカラテ川水盆（サカテペケス県）
- g. ラスパカス川・アマティトラン湖水盆（グァテマラ県）
- h. プラタノス川水盆（グァテマラ県）
- i. アグアカパ水盆（グァテマラ県）

2) 地質

調査対象地域を構成する主要地質は、下から順に基盤岩類、第三紀火山岩類、及び第四紀火山類である。

基盤岩類は、変成岩類・中性代白亜紀の層群及び貫入岩類よりなり、水理地質的には不透水基盤とみなされる。

千枚岩や片岩等の変成岩類は、調査地の北方に広く露出しており、この地域では地下水開発は非常に困難である。中性代白亜紀層は、下位石灰質岩、中位の火山岩類及び上位の砕屑岩類の3つの岩層に分けられる。下位層は石灰岩・苦灰岩質石灰岩等が占め、わずかに層理の見られる塊状岩体で産する。

中位の火山岩類層は、玄武岩質溶岩や火砕流物で構成される。上位の碎屑岩層は、礫岩・グレイワッケ・放散虫岩等よりなる。いずれの層も、断層・褶曲等により破碎質となっている部分にはれっか水の形で地下水の胚胎がある。

貫入岩は、花崗閃緑岩・石英閃緑岩・石英モンソナイトなどで、いずれも塊状岩体で産するのが一般的である。

第三紀火山岩類は、殆ど全てが新第三紀中新世から鮮新世にかけての火山噴出岩類で、下位部と上位部とで構成物質が異なる。下位のグループは粗面安山岩質ないしは石英安山岩質溶結凝灰岩を主体とし、上位グループは、安山岩質又は玄岩質溶岩・溶結火砕流堆積物・火山泥流堆積物・凝灰岩等によりなる。いずれも（下位グループはとくに）コンパクトな岩塊よりなり、水理地質的な見方をすれば、一般的には良好な帯水層を形状し得ないことが多い。しかし、溶結度の低い火砕流の部分、自破碎質溶岩の部分等空隙の多い部分での帯水、節理・亀裂等のれっか水はしばしば地下水開発の対象となる。ことに断層運動によって生じた破碎質部・亀裂集中帯からは大量のれっか水が得られることがある。

これらの第三紀火山岩類は、その出現位置と、火山活動の規模によって大きく変わるため、広い範囲に分布するもののその厚さは所により大きく変化する。

第四紀火山岩類は、更新世及び完新世の火山噴出物、及びそれらの二次堆積物の3種が分布している。更新世の噴出物（Qp）は降下軽石・火砕流堆積物などを主体とし、空隙率が大きく良好な帯水層となりうる。調査対象地域内の山間盆地は、大部分がこの降下軽石堆積物で埋積されているため、規模の大小はあるが良好帯水層を形成している。

完新世の火山噴出物（Qv）は、溶岩流・火山泥流・火山灰等の層及び火山錐・火山円頂丘等の形態をもって、中央高原南西縁部にNW-SE方向に連なっている。これらの二次堆積物である沖積層（Qa）は、谷間沿いや湖岸沿いに分布し、いずれも良好帯水層を形成している。

2. 1. 3 気象・水文

グアテマラ国の気象は、標高・地勢により地域差のある特異性を示しており、その気象概要は、地勢区分にほぼ一致した3つの気候ゾーンに大別される。

降雨状況は、年間を通じて雨期（5月～10月）と乾期（11月～4月）の区分が明瞭で、年間降雨量のほぼ90%が雨期に集中している。

調査対象地域の中部高原地帯は、温暖もしくは冷涼な「熱帯高地型気候帯」に属する。

平均気温は、標高差により調査地内で大きく異なり、ポトレロ観測所では最低18.8℃（1月）から最高22.2℃（4月）であるが、ラボール・オバジェ観測所では最低11.0℃（1月）から最高14.7℃（5月）という低い値を示す。

調査地内の雨期は全国的な雨期と同じ5～10月であり、6月と11月に2つの降雨ピークをもつ（図2.1）。大部分の地域において年間降雨量は1000～1200mmの範囲内にあるが、中部高原からはずれた低標部であるケツァルテナンゴ県の南部地域では3000mmを越えるところがある。（例コロンバ）

調査地内では次表の4観測所が、東部・中央部・西部・南部の気象を代表としているようである。

調査地域内の気象観測所及び気象概要

気象・観測所 (標高、m)	年間降雨量 (mm)	気温(°C) AV. Max. Min.	最高気温 (°C)	最低気温 (°C)
INSUVUMEH, Guatemala (1500m) (東部)	1,200	18.3 24.4 14.0	19.8 (Apr.)	16.5 (Dec.)
Sta. Cruz Balanya, Chimaltenango (2080m) (中央部)	970	16.3 22.6 9.5	17.8 (May)	14.4 (Jan.)
Lavar Ovalle, Quezaltenango (2380m) (西部)	840	13.3 21.7 5.8	14.7 (May)	11.0 (Jan.)
San Jeronimo, Quezaltenango (1000m) (南部)	3,842	22.9 27.7 18.0	28.5 (Apr.)	16.5 (Jan.)

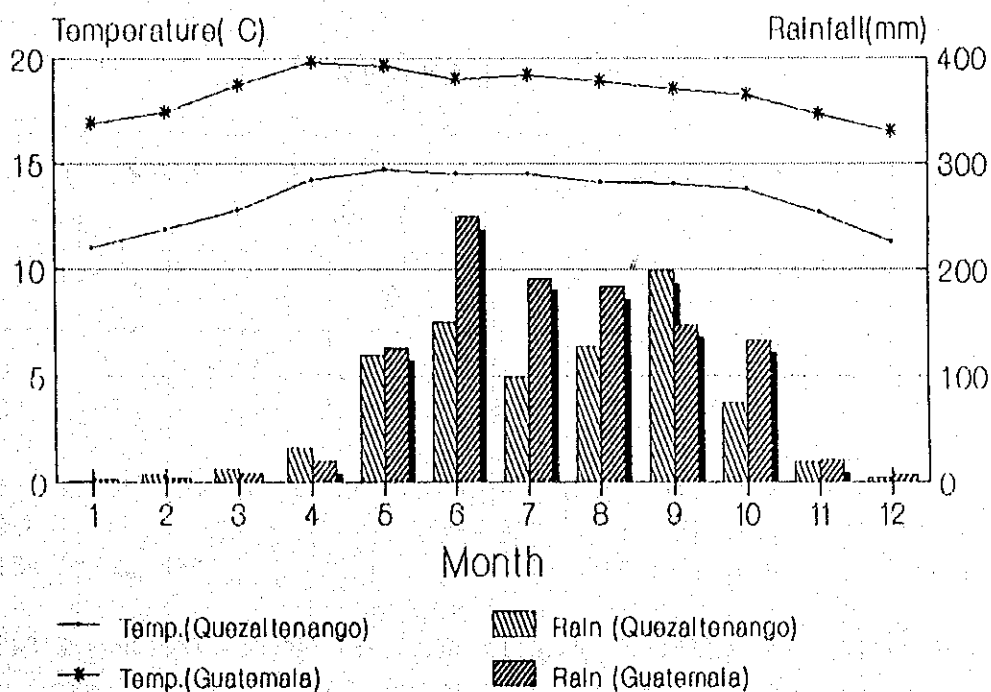


図 2.1 降雨量図

2. 1. 4 土地利用状況

「グ」国の土地利用図（1/500,000）は、「グ」国国土地理院によって作成されている。調査地の面積は8,643km²で、6県それぞれは、グアテマラ県2,126km²、チマルテナンゴ県1,979km²、サカテペケス県465km²、ソロラ県1,061km²、トトニカパン県1,061km²及びケツァルテナンゴ県1,951km²である。

土地利用は、下記5種に分類される。牧草地及びかん木地が最も優勢（41.9%）で、耕作地がこれに次ぎ（35.6%）、両者併せて77.5%となる。当該地域の住民はその多くが農業活動に従事していることがこの土地利用状況からもうかがえる。

- 耕作地
- 牧草地及びかん木地
- 森林地帯
- 水域（湖、池、沼池、低湿地等）
- その他（砂被覆地、岩露出地等）

各県別の土地利用状況は、表2.1.1に示す通りである。

表2.1.1 土地利用状況

県	耕作地		草地及びかん木		森林		湿地帯沼地等		その他		合計
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	
グアテマラ	1285	41.9	707	19.5	19	1.2	115	45.3	-	-	2,26
サカテペケス	134	4.4	266	7.3	65	4.0	-	-	-	-	465
チマルテナンゴ	520	16.9	619	25.4	522	32.4	-	-	22	24.4	1,979
ソロラ	135	4.4	481	13.3	276	17.1	136	53.5	33	36.7	1,061
トトニカパン	379	12.4	454	12.5	228	14.2	-	-	-	-	1,061
ケツァルテナンゴ	615	20.0	797	22.0	501	31.1	3	1.2	35	38.9	1,951
合計	3068	100.0	3620	100.0	1611	100.0	254	100.0	90	100.0	8,643
%	35.6		41.9		18.6		2.9		1.0		100.0

2. 2 社会経済状況

2. 2. 1 自治体の行政機構

自治体の行政は、公選によって決められる市長・管財人・市議会議員、及び市議会で指名選任される秘書・収入役・土木公務員などによって行われる。市行政担当公務員の数は、その市の人口規模を主としたカテゴリーによって定められている。自治体のカテゴリーは、①県の首府又は人口10万人以上、②港町又は人口2万人以上、③人口規模1万人と2万人の間、④人口1万人以下の4種である。

自治体行政は市長を最高責任者として行われ、主たる活動分野は次の通りである。

- 衛生分野（上下水道）
- 道路施設（道路網・運輸）
- 環境の保全と開発（市場開発、ゴミ収集、緑地、肉の卸売市場）
- 都市開発（市及び周辺地区の開発計画）

地域開発を支援する国の機関は、都市及び地域開発省（MINDES）、地域振興庁（INFOM）及び全国自治体連合（ANAM）等がある。MINDEは社会基盤振興のための多面的な部門活動を支援しており1992年以来はとくに住宅部門へ力を入れている。

ANAMは自治体の自治権擁護、国家ガイドラインと自治体における各種計画との調整及び自治体に対する技術支援等を本分とする。

INFOMは全国329の自治体に対して、自治体機能の改善と推進のための技術的・経済的支援を行うことを目的として1957年に設立された。INFOMの責任分野は次の通りである。

- 公共事業の計画立案・財務計画に対する技術支援、予算調達への助言、行政者・技術公務員の指導・養成
- 信用貸しによる財政支援、及び政府からの資金の管理
- 資金調達、水供給サービスの組織化、自治体の公共サービス活発化等への管理上の支援

2. 2. 2 人口

グアテマラ国の1994年の人口は、1964年、1973年及び1981年の国勢調査の結果から、約10,322,000人と推計される。グアテマラ市の人口は1,150,000で全国人口のほぼ11%である。

調査対象域の県別人口は下記の通りである。()内は調査対象96自治体の県別自治体数及びその合計人口を示す。

グアテマラ市を除くグアテマラ県	1,039,953	(16自治体、176,716人)
サカテペケス県	198,273	(16自治体、135,044人)
チマルテナンゴ県	373,258	(16自治体、145,221人)
ソロラ県	266,756	(19自治体、98,820人)
トトニカパン県	325,940	(8自治体、50,756人)
ケツアルテナンゴ県	366,949	(24自治体、232,325人)
6 県合計	2,802,613	

2. 2. 3 経済

グアテマラ国の主産業は農業であり、GNP比で25%を占め、農業労働人口はほぼ50%である。調査対象地域内も同様に農業主体で、農業生産に従事する人口は68%に及んでいる。しかし、当該地域の農業形式は、極少数の土地所有階級が農地を支配する大規模荘園制をとって農業生産の大部分を占め、大多数の農家(土着のインディオ)は零細な小規模農業を営んでいる。そのため、この地域の一家族あたりの平均収入は120ドル程度で全国平均の約170ドルを大きく下まわっている。

調査を実施した54自治体では、大部分が農業活動従事者で、月収の状況は次の通りである。(一家族の構成メンバーは平均5.4人)

- 高収入家庭(月収180ドル以上)	3%
- 中程度収入の家庭(90~180ドル/月)	37%
- 低所得家庭(90ドル/月以下)	60%

2. 2. 4 インフラストラクチャー

1) 道路

主要幹線と自治体中心街のみ舗装がほどこされており、地方道は雨期には通行困難になるところが多い。

2) 電気

発電及び電力供給サービスは、電力庁（INDE）及びグアテマラ電力公社（EEGSA、首都圏を管轄）が行っている。発電量の約65%が首都圏に供給されており、この地域では約80%の家庭が供給を受けている。地方での電化の普及は自治体の中心部に限られるケースが多い。

3) 電話

電信・電話システムは、グアテマラ電信電話公社（GUATEL）の管轄下にある。電話サービス加入者は1992年に214,409所帯でそのうち80%はグアテマラ市在住者である。調査対象地域では1000所帯あたり4.8～12.1所帯の範囲で、全国のルーラルエリアの平均4.5/1000に対して比較的高い水準にある。

4) 下水施設

調査地の自治体のうち約80%は、何らかの形の下水排水施設を有するが、町の都市化部分に限られている。しかし、下水処理施設は殆どなく（例外ソロラ市）、家庭雑排水は無処理で河川に放出され、河川・湖の水質汚染が進む一大要因となっている。

2. 2. 5 婦人の地位

ラテンアメリカ諸国は大部分男性優位社会であると言えるが、ことに土着インディオの多いグアテマラでは、インディオの旧くからの慣習とあいまってその傾向が強い。家庭のしつけにおいても学校教育においても差別的な取扱いを受けて

いる。学校教育についていえば女性は小学校卒業者が42%、中学校卒業者が9%、大学への進学率は1%にとどまっている。文盲率は男性の33.6%に対して47.4%という高い比率を示す。

就業状況は1987年のINEの調査によれば就労人口2,740,000人のうち男性は76%の2,082,000人、女性は24%の658,000であった。就労のうちわけは、商業32%、サービス業31%、製造業19%、農業14%である。公務員は110,757人のうち女性が財務関係で30%占めているが、その他の部門では女性は6~21%に過ぎない。

近年は学校教員、看護婦、役場事務員等女性の働く場がふえつつあるが、全体的にはまだ雇用機会が少ないといえる。

以上のように、グアテマラにおいては、まだ女性の社会的地位が男性に比べて劣勢であるが、女性の地位向上のためのさまざまな運動の活発化のきざしが見られる。グアテマラ家族厚生協会（APROFAM）は家族計画に関連して、女性とくに母親の健康向上へむけて30年間活動してきたが近年ようやくその活動の成果が見られるようになってきた。

また、1981年に公共事業・福祉省の一部局として発足して国家婦人事務局（ONAM）は、婦人の権利と差別に対する闘争活動組織化の支援を行っている。

2.2.6 教育

教育課程は、幼年学級（4~6才より1~3年間）、小学校（7~12才より6年間、義務教育で教育費は無料）、中学校（2種あり1種は13~19才より2年又は3年、他は13~19才より3年間の課程。義務教育ではないが教育費は無料）などがある。就学率は他のラテンアメリカ諸国に比べてグアテマラは最も低く、1992年には義務教育課程（小学校）の就学率は82.5%（男児88.0%、女児76.8%）であった。6年間の就学を終えて小学校を卒業する児童はわずか42.3%である。

大学は、中学校卒業後、5~6年の就学で学士（Licenciatura又はIngeniero）を取得する課程と、3年間就学の短期大学とがある。大学への進学率は男性10%女性1%という低率である。

2. 2. 7 衛生と健康

国連のラテンアメリカ・カリブ諸国経済委員会（ECLAC）の調査によれば、グアテマラにおける飲料水供給サービスがなくかつ便所を備えていない家庭は43.5%（1992～1993）とされている。

本件調査対象地域では、都市部において各戸給水サービス、ルーラルエリアでは共用水栓による飲料水供給があるが、普及率は全国平均より若干高いものの62.5%という低率にとどまっている。グアテマラは他のラテンアメリカ諸国に比べて幼児死亡率が最も大きい（下痢及び寄生虫病による）が、これらは水供給不足と衛生状態の悪さに起因している。伝染病や不衛生状態に関連する45才以上の死亡率の高さも同様である。

調査対象地域の既存の水源は、大部分が第四紀火山岩類中の浸透湧泉や浅井戸で、元来飲料に適したものであるが、集水ますや浅井戸近傍の劣悪な衛生環境により大腸菌その他の細菌汚染が進んでいるケースが多い。また、配水池での滅菌が実行されている自治体は96カ所のうちわずか数カ所に過ぎない。

栄養状態もグアテマラは良好とはいえない。ルーラルエリアことに土着インディオの多い地域においては、幼児の栄養不良が37%もの高率である。農村部の低所得層はとうもろこし、豆類の摂取偏重が原因であろうが、これは貧困に加えて物資の流通形態の不備、永年の食習慣等によるものである。

3. 調査対象地域における給水現況

3.1 給水実施機関

給水及び衛生関連セクターとしては下記のものがある。

- 1) 公共衛生福祉省 (MSPAS) 保健総局 (DMS) の環境衛生部 (DMS) : 人口500人以下の小村落における上・下水施設の設計・建設を行い、地域委員会に対して水関連施設の運営・維持管理上の助言を行う。DMSは、中部高原地域における飲料水・下水プロジェクト (PAYAS) 実施オフィスを有する。
- 2) 公共衛生福祉省内に設置された地方給水実施機関 (UNEPAR) : DMSと同様の担当内容であるが対象を人口500人以上の村とする。
- 3) 法令55-88の定める全国329の自治体 (Municipality) : グアテマラ首都圏を除く地区では、自治体が独自の上・下水施設を建設・自主運営を行うことになっている。INFOMが財政面・技術面でこれらを支援する。
- 4) グアテマラ市水道公社 (EMPAGUA) :
グアテマラ市とその隣接する自治体の上・下水道サービスを担当する。
- 5) 水供給私企業 (Compañía de Agua Mariscal他)
グアテマラ市の約10%の水供給サービスを行っている。
- 6) 大統領府直轄の水資源総事務局 (水資源省、SRH) :
全国の水資源の開発計画・管理を行うことを目的として1992年4月に設立された。給水事業には、水資源の開発戦略の策定、水資源の保全と使用規制の面で関与するほか、国内契約と国際機関を通じて、地方給水プログラム推進に寄与することになっている。
- 7) 上下水道調整常任委員会 (COPECAS) :

1985年に設立され、飲料水供給及び衛生サービスに関して公的私的機関の活動の調整を行う。委員会は、INFOM、EMPAGUA、DSM及び経済企画庁（SEGEPLAN）のメンバーで構成され、事務局をINFOMに置いている。

3.2 飲料水の水質

3.2.1 水質基準

グアテマラ国における飲料水水質基準は、1984年グアテマラ基準委員会（COGUANOR）によって設定された。（データブック3章参照）

この基準には、受認限界（AML、この限界を越えても人体に悪影響を及ぼさないが味・外観に問題が生ずる）と許容限界（PML）が定められている。

INFOMも1983年に国立サン・カルロス大学衛生研究室の協力を得て水質基準を作成している。（データブック3章参照）。

3.2.2 既設水源の水質

約40カ所の自治体の水源又は供給水（蛇口）の簡易水質分析を行ったところ、電気電導度、PHについてはすべて良好な値を示し、水質は化学組成上では問題ないものと思われるが、一般細菌と大腸菌は多くの自治体で多量に検出された。幼児の下痢症による死亡率の高さがこれによりうなずける。

INFOMは時折自治体の水源検査を行い、滅菌法について指導し、衛生環境改善の勧告を行っているが、滅菌措置は継続的に実行されることが非常に少ない。各自治体の財政上の問題と衛生環境改善意識の不足がうかがわれる。

3. 2. 3 10自治体における水源の水質

F/S対象の10自治体においては、既存水源と新水源（試掘井）より採水して飲料水20項目の分析を行った。その結果の概要は下記の通りである。（詳細はデータブック3章参照）。

- 1) 化学成分については、いずれも問題なく良質である。
- 2) 硬度はサンタ・マリア・デ・ヘススでわずかにAMLを越えているが他は問題なし。
- 3) 色度がソロラ及びサン・ペドロ・サカテペケスで認められるが、PMLより低く問題なし。
- 4) 浮遊物質（SS）が全般的に高いがPMLの範囲内である。
- 5) 既存水源で滅菌を施しているのは3自治体のみであるが、一般細菌、大腸菌群が顕著に見られるのはヘノヴァのみであり、他は水源汚染が進んでいないとみなされる。しかし、配水管のバクテリア汚染を考慮して滅菌の励行が望まれる。

試掘井9本のうち、サンタ・マリア・デ・ヘススの水を除き8本の井戸水に一般細菌が多量に検出されたが、これは井戸掘削時に汚染された河川水を多量に使用（泥水循環用）したことによるものであり、深層地下水がバクテリア汚染を蒙っているとは考えられない。

3. 3 給水施設

3. 3. 1 水源

当該地域の水資源は非常に限られているため、水源は殆ど全部が家庭用水として利用されており、対象96自治体のうち、水源を農業用にも利用している自治体は下記10カ所のみである。ヴィラ・カナリエス、サン・ペドロ・サカテペケス、サンタ・カタリーナ・パラオナ、サン・ホセ・ポアキル、ソロラ、アルマロンガ（以上6自治体の水源は湧泉）、サンタ・カタリーナ・イスタウアカン、ナウア

ラ、サン・カルロス・シーハ、カホラ（以上4自治体の水源は河川）

また、家庭用のほかに工業用・商業用としても利用しているのは、ヴィリヤ・ヌエヴァ、ミクスコ、エル・テハールの3自治体に限られ、これらの水源は井戸が主体（ミクスコは湧泉と井戸）である。

家庭用水の水源の数は、湧泉が圧倒的に多く67.8%を占め、井戸（ボアホール井）の31.1%がこれに次ぎ、河川水利用は1.1%である。それぞれの水源の概要は次の通りである。

a. 湧泉

96のうち44自治体が計112カ所の湧泉水源を持ち、その平均の湧出量は2.5ℓ/秒である。泉源の多くは居住地区より高い所に開発され、自然流下方式で配水タンクに導びかれている。（6自治体で低所よりポンプアップ）。しかし、このような好条件の泉源は殆ど開発されつくされているため、今後さらに泉源開発を行うとしたら殆どすべて動力ポンプ送水を必要とする。

b. 地下水

26自治体が57本のボアホール井を水源として利用している。（うち44本はグアテマラ県とサカテペケス県に集中しており、チマルテナンゴ県6本、トニカパン県1本、ケツァルテナンゴ県6本、ソロラ県は皆無という分布状況で井戸1本当たりの平均生産量は9.8ℓ/秒である。

ポンプアップ動力は商用電源であるが、1994年、電気料金がほぼ2倍に値上げされたため、ポンプ運転時間を制限している所が多い。大半は2～3時間/日以内という短時間運転である。中部高原地域は地下水位が低いために、揚水動力費がかさむのが大きな問題である。

c. 河川水

サン・ホセ・ポアキルとチュアランチョの2つの自治体は、他の水源が無い場合河川水の利用を余儀なくされているが、流量が乾期に減少することと汚染による水質の低下（とくに乾期）などの問題に直面している。

3. 3. 2 給水施設

すべての自治体が形式・規模の相違があるものの取水施設・送・配水施設からなる給水施設を備えている。しかし、浄水施設は殆ど含まれておらず滅菌等処理施設も非常に少ない。96自治体の給水施設を表3.3.1に示す。

a. 取水・送水施設

水源が泉の場合は、いったんコンクリートタンクに集水し、ここから自然流下あるいはポンプにより配水池へ送水している。ろ過あるいは沈澱等の浄化施設は無い。

水源が井戸の場合は、井戸ポンプで直接配水池へ送水している。

b. 配水施設

配水池から各戸又は共用水栓への配水は例外なく自然流下方式をとっている。多くの自治体において配水システムは老朽化が進んでおり、漏水が大きな問題となりつつある。配水池に滅菌装置を備えているのは96カ所のうち16カ所のみで、その大部分は機能していない。

表 3.3.1 自治体別給水施設の現況 (2)

CHIMALTENANGO

No.	自治体名	水		源		水		道		施		設		維持管理費		水道料金 (Q/C/月)	料金収入 (Q/月)
		湧水井	戸河川	生産量 (m3/day)	川源大生産量生産可能量	集水タンク	配水池	水道加入	共同水栓	施設の状態		電力費 (Q/月)	人件費 (Q/月)				
										ヶ所数	世帯数			取水	水配		
1	Chimaltenango	2	1	266	266.11	-	2	220	CL	845	B	B	0	1,300	0.40	338	
2	San Jose Posquill	3	1	1,633	816.48	-	1	600	CL	1,300	B	B	3,000	2,100	2.50	3,250	
3	San Martin Jilotepeque	2	1	3,439	1,719.36	-	3	750	-	1,164	71	C	B	2,500(G)	6,050	2.00	2,328
4	San Juan Conalapa	3	-	1,460	730.08	2	2	720	CL	1,150	B	B	7,500(G)	4,000	4.00	4,600	
5	Santa Apolonia	3	-	1,605	802.66	-	2	460	-	687	C	C	5,400(G)	600	0.85	584	
6	Tecpan Guatemala	5	1	1,172	1,036.37	-	3	580	CL	1,500	A	A	15,000	1,000	3.00	4,500	
7	Patzun	-	3	2,632	1,326.24	-	2	500	-	104	B	B	12,000	1,700	15.00	1,560	
8	San Miguel Pochuta																
9	Patzicia																
10	Santa Cruz Balanya																
11	Acatenango																
12	San Pedro Yepocapa																
13	San Andres Itzapa																
14	Parramos																
15	Zaragoza																
16	El Tejar																

(G):Gasoline

SOLOLA

No.	自治体名	水		源		水		道		施		設		維持管理費		水道料金 (Q/C/月)	料金収入 (Q/月)
		湧水井	戸河川	生産量 (m3/day)	川源大生産量生産可能量	集水タンク	配水池	水道加入	共同水栓	施設の状態		電力費 (Q/月)	人件費 (Q/月)				
										ヶ所数	世帯数			取水	水配		
1	Solola	2	-	2,627	2,626.56	-	2	590	-	1,449	-	B	B	0	2,500	3.25	4,709
2	San Jose Chacaya	4	-	162	162.43	-	3	90	-	149	B	B	0	700	3.00	447	
3	Santa Maria Visitacion	3	-	300	299.81	-	3	125	-	550	B	B	0	800	0.25	138	
4	Santa Lucia Utatlan	3	-	630	629.86	-	1	200	-	450	B	A	0	800	1.00	450	
5	Nahuala	8	-	82	82.08	-	1	50	-	128	5	B	B	0	420	0.50	175
6	Sta. Catarina Ixtahuacan	2	-	270	269.57	-	2	160	-	220	9	B	B	0	500	1.00	220
7	Santa Clara la Laguna	1	-	36	36.29	-	1	122	-	300	18	B	B	0	500	1.00	300
8	Concepcion																
9	San Andres Semetabaj																
10	Panajachel																
11	Sta. Catarina Palopo																
12	San Antonio Palopo																
13	San Lucas Toliman																
14	Santa Cruz la Laguna																
15	San Pablo la Laguna																
16	San Marcos la Laguna																
17	San Juan la Laguna																
18	San Pedro la Laguna																
19	Santiago Atitlan																

3. 4 給水施設の維持管理状況

維持管理は各自治体政府の責任において実施している。施設の運転員が任命され日常の運転と施設の維持・補修を担当しているが、その管理法は十分とはいえない。運転員の技術レベルもさることながら、配水管網その他施設の図面類が自治体オフィスに保管され利用されていないという実態があり、施設の抜本的な改修や維持管理計画は行いようがない。行政責任者も専任のオペレーターも維持管理ことに衛生管理の面で意識・技術ともに欠如しているところが多い。

日常の施設運転時間は、調査を実施した54自治体のうち50までが8時間／日に制限している。その主たる理由は水源の絶対量の不足によるものと、運転費の節約のための2種がある。このような制限給水を行っていても、動力揚水・送水を行っているところでは運転実費が料金収入を上回っている自治体が7つもある（表3.3.1参照）。

水道料金の徴収額は1家族あたり月額最低0.25ケツツァル（ナウアラ市、約4.5円相当）から最高15ケツツァル（ヴィリヤ・ヌエヴァ市、約270円相当）の範囲で自治体によってまちまちである。

湧泉を水源として自然流下方式のみで送・配水を行っている自治体では2ケツツァル以内、動力を用いているところでは5～10ケツツァルの範囲が大部分である。（表3.2水道料金一覧表参照）

料金の徴収システムは、使用水量に応じて支払うというものにはなっていない。ユーザーは、自治体オフィスに水道組合加入の申請を行えば、家庭配水管敷設サービスを受け、月々一定量（30,000ℓのケースが多い）の給水を受けることが“保障”されることになっている。

実際には30,000ℓ／月を使おうと使うまいと定められた料金を自治体オフィスに納入するきまりとなっている。徴収率は見掛上は60～70%であるが、組合に加入していない数家族が加入者に依存しているケースがしばしば見られるため、実際の徴収率は50%以下の所が多いと思われる。

4. 2010年の水需要予測

4.1 詳細調査実施自治体の選別

水源開発・社会環境・給水施設等にかかる詳細調査は、96自治体のうち計画年の2010年までに水需給バランスがくずれて水不足状態をきたす自治体を対象として行うこととなった。

水需要量は、とりあえずINFOM提案の1人当たり1日180ℓの計画原単位給水量に2010年の予測給水人口を乗じて求めることとし、給水量は既存の水源からの給水量が2010年まで持続するものと仮定した。その結果、2010年には給水量不足となる自治体は表4.1.1中にアンダーラインを施した54自治体となった。

その後4.3に記したように給水原単位を180ℓ/人/日から106ℓ/人/日及び155ℓ/人/日に変更したため、下記9自治体は2010年に水不足にならないことから詳細調査の対象からはずされた。

サンライムンド (Gu 10)、ヴィリャ・カナレス (Gu 15)、サン・バルトロメ・ミルパス・アトラス (Sa 7)、サン・アントニオ・アグアス・カリエンテス (Sa 15)、サンタ・カタリーナ・バラオナ (Sa 16)、サンタ・カタリーナ・イスタウアカン (So 16)、コンセプション・チケリチャパ (Qu 11)、アルモロンガ (Qu 13)、コロンバ (Qu 17)

さらに、5.1に述べる10自治体が除外され、詳細調査の対象は35となった。

4.2 人口予測

人口予測を行うために用いた人口増加率は、1981年の国勢調査結果と、その後INE, INFOM及びいくつかの自治体が行った1993年及び1994年にむけての人口予測データを総合的に解析して求めた。その結果1998年及び2010年の各自治体における予測人口は、表4.2.1の通りである。(1994年に実施された国勢調査の結果が出た時点で再検討の必要がある。)

表 4.1.1 詳細調査を実施する自治体 (54)

GUATEMALA

No	Municipality
1	<u>Santa Catarina Pinula</u>
2	<u>San Jose Pinula</u>
3	<u>San Jose del Golfo</u>
4	Palencia
5	<u>Chinutla</u>
6	<u>San Pedro Ayampuc</u>
7	<u>Mixco</u>
8	<u>San Pedro Sacatepequez</u>
9	<u>San Juan Sacatepequez</u>
10	<u>San Raymundo</u>
11	<u>Chuarrancho</u>
12	Fraijanes
13	Amatitlan
14	<u>Villa Nueva</u>
15	<u>Villa Canales</u>
16	San Miguel Petapa

CHIMALTENANGO

No	Municipality
1	Chimaltenango
2	<u>San Jose Poaquil</u>
3	<u>San Martin Jilotepeque</u>
4	<u>San Juan Comalapa</u>
5	Santa Apolonia
6	Tecpan Guatemala
7	<u>Patzun</u>
8	San Miguel Pochuta
9	<u>Patzicia</u>
10	Santa Cruz Balanya
11	Acatenango
12	San Pedro Yepocapa
13	San Andres Itzapa
14	Parramos
15	<u>Zaragoza</u>
16	<u>El Tejar</u>

TOTONICAPAN

No	Municipality
1	Totonicapan
2	San Cristobal Totonic.
3	<u>San Francisco el Alto</u>
4	<u>San Andres Xecul</u>
5	<u>Momostenango</u>
6	Santa Maria Chiquimula
7	Santa Lucia la Reforma
8	San Bartolo Aguas Cal.

QUETZALTENANGO

No	Municipality
1	Quetzaltenango
2	Salcaja
3	<u>Olintepeque</u>
4	<u>San Carlos Siia</u>
5	Sibilia
6	Cabrican
7	<u>Cajola</u>
8	San Miguel Siguala
9	San Juan Ostuncalco
10	San Mateo
11	<u>Cpcion. Chiquirichapa</u>
12	<u>San M. Sacatepequez</u>
13	<u>Almolonga</u>
14	Cantel
15	<u>Huitan</u>
16	Zunil
17	<u>Colomba</u>
18	<u>San Francisco la Union</u>
19	El Palmar
20	Coatepeque
21	<u>Genova</u>
22	<u>Flores Costa Cuca</u>
23	La Esperanza
24	<u>Palestina</u>

SACATEPEQUEZ

No	Municipality
1	Antigua Guatemala
2	<u>Jocotenango</u>
3	Pastores
4	Sumpango
5	Sto. Domingo Xenacoj
6	Santiago Sacatepequez
7	<u>San Bartolome M. Altas</u>
8	San Lucas Sacatepequez
9	<u>Santa Lucia M. Altas</u>
10	<u>Magdalena Milpas Altas</u>
11	<u>Santa Maria de Jesus</u>
12	<u>Ciudad Vieja</u>
13	San Miguel Duenas
14	San Juan Alotenango
15	<u>San Antonio Aguas Cal.</u>
16	<u>Santa Catarina Barahona</u>

SOLOLA

No	Municipality
1	<u>Solola</u>
2	San Jose Chacaya
3	Santa Maria Visitacion
4	<u>Santa Lucia Utatlan</u>
5	<u>Nahuala</u>
6	<u>Sta. Catarina Ixtahuacan</u>
7	<u>Santa Clara la Laguna</u>
8	Concepcion
9	<u>San Andres Semetabaj</u>
10	Panajachel
11	<u>Sta. Catarina Palopo</u>
12	<u>San Antonio Palopo</u>
13	San Lucas Toliman
14	<u>Santa Cruz la Laguna</u>
15	<u>San Pablo la Laguna</u>
16	<u>San Marcos la Laguna</u>
17	<u>San Juan la Laguna</u>
18	San Pedro la Laguna
19	Santiago Atitlan

表 4.2.1 自治体別将来人口 (1)

GUATEMALA

No	Municipality	Population					Growth Rate (%)			
		(Census) 1981	1993	1994	1998	2010	93/81	94/93	98/94	2010/ 98
1	Santa Catarina Pinula *	4,272	8,030	8,376	9,799	14,134	5.40	4.31	4.00	3.10
2	San Jose Pinula *	5,296	10,743	11,277	13,448	19,970	6.07	4.97	4.50	3.35
3	San Jose del Golfo *	834	1,975	2,070	2,484	4,185	7.45	4.81	4.66	4.44
4	Palencia	3,818	5,608	5,734	6,252	8,019	3.26	2.25	2.19	2.11
5	Chinautla *	2,027	2,135	2,161	2,220	2,438	0.43	0.60	0.68	0.80
6	San Pedro Ayampuc *	3,842	5,561	5,680	6,163	7,770	3.13	2.14	2.06	1.94
7	Mixco *	11,544	19,176	19,800	22,302	29,994	4.32	3.25	3.02	2.50
8	San Pedro Sacatepequez *	5,358	7,512	7,652	8,225	10,140	2.86	1.86	1.82	1.76
9	San Juan Sacatepequez *	6,726	9,825	10,041	10,928	13,948	3.21	2.20	2.14	2.06
10	San Raymundo *	2,519	4,565	4,747	5,543	8,779	5.08	3.99	3.95	3.89
11	Chuarrancho *	4,122	5,519	5,601	5,925	6,927	2.46	1.49	1.41	1.30
12	Fraijanes	3,121	4,697	4,812	5,291	6,978	3.47	2.45	2.40	2.33
13	Amatitlan	20,407	37,177	38,682	44,733	63,778	5.13	4.05	3.70	3.00
14	Villa Nueva *	20,236	35,677	37,432	44,468	65,653	4.84	4.92	4.40	3.30
15	Villa Canales *	3,605	4,745	4,809	5,064	5,865	2.32	1.35	1.30	1.23
16	San Miguel Petapa	3,766	7,484	7,842	9,280	13,701	5.89	4.78	4.30	3.30
	TOTAL (*)	101,493	170,429	176,716	202,125	282,279	4.41	3.69	3.42	2.82

(*) Excluding Guatemala City

SACATEPEQUEZ

No	Municipality	Population					Growth Rate (%)			
		(Census) 1981	1993	1994	1998	2010	93/81	94/93	98/94	2010/ 98
1	Antigua Guatemala	15,801	20,948	21,033	21,500	23,100	2.38	0.41	0.55	0.60
2	Jocotenango *	6,668	12,179	12,731	14,997	21,885	5.15	4.53	4.18	3.20
3	Pastores	2,996	3,858	3,897	4,044	4,455	2.13	1.01	0.93	0.81
4	Sumpango	9,484	14,008	14,312	15,510	19,258	3.30	2.17	2.03	1.82
5	Sto. Domingo Xenacoj	3,483	5,516	5,664	6,264	8,288	3.91	2.68	2.55	2.36
6	Santiago Sacatepequez	6,522	9,165	9,322	9,933	11,792	2.88	1.71	1.60	1.44
7	San Bartolome M. Altas *	1,970	3,253	3,347	3,725	4,980	4.27	2.89	2.71	2.45
8	San Lucas Sacatepequez	3,825	9,186	9,767	12,054	19,077	7.57	6.32	5.40	3.90
9	Santa Lucia M. Altas *	1,186	3,550	3,738	4,348	7,545	9.09	5.40	5.20	4.70
10	Magdalena Milpas Altas *	2,685	4,310	4,431	4,922	6,580	4.02	2.81	2.66	2.45
11	Santa Maria de Jesus *	8,287	10,971	11,107	11,165	14,890	2.37	1.24	0.13	2.43
12	Ciudad Vieja *	9,435	14,405	14,756	16,161	20,739	3.59	2.44	2.30	2.10
13	San Miguel Duenas	3,147	3,996	4,033	4,162	4,466	2.01	0.93	0.79	0.59
14	San Juan Alotenango	6,751	9,530	9,702	10,367	12,350	2.91	1.80	1.67	1.47
15	San Antonio Aguas Cal. *	3,698	4,852	4,909	5,120	5,702	2.29	1.17	1.06	0.90
16	Santa Catarina Barahona	1,437	2,241	2,295	2,512	3,219	3.77	2.41	2.28	2.09
	TOTAL	87,375	131,968	135,044	146,783	188,327	3.50	2.33	2.11	2.10

Source: 1981, 1993 and 1994 data provided by the National Institute of Statistics (INE), INFOM and the Municipalities
1998 AND 2010, estimated by the Study Team

表 4.2.1 自治体別将来人口 (2)

CHIMALTENANGO

No	Municipality	Population					Growth Rate (%)			
		(Census) 1981	1993	1994	1998	2010	93/81	94/93	98/94	2010/ 98
1	Chimaltenango	14,967	24,933	25,682	28,883	37,944	4.34	3.00	2.98	2.30
2	San Jose Poaquil *	2,414	3,784	3,880	4,281	5,704	3.82	2.54	2.49	2.42
3	San Martin Jilotepeque *	6,508	9,086	9,236	9,857	11,968	2.82	1.65	1.64	1.63
4	San Juan Comalapa *	11,362	14,458	14,710	15,760	19,408	2.03	1.74	1.74	1.75
5	Santa Apolonia	1,037	3,949	4,352	5,965	10,835	11.79	10.21	8.20	6.10
6	Tecpan Guatemala	5,977	8,326	8,461	9,026	10,972	2.80	1.62	1.63	1.64
7	Patzun *	9,802	12,613	13,007	14,594	19,398	2.12	3.12	2.92	2.40
8	San Miguel Pochuta	1,597	3,903	4,146	5,126	8,208	7.73	6.23	5.45	4.00
9	Patzicia *	7,628	11,347	11,587	12,596	16,164	3.36	2.12	2.11	2.10
10	Santa Cruz Balanya	2,443	4,480	4,650	5,384	8,268	5.18	3.79	3.73	3.64
11	Acatenango	2,029	3,672	3,807	4,392	6,699	5.07	3.68	3.64	3.58
12	San Pedro Yepocapa	4,030	8,296	8,689	10,283	15,006	6.20	4.74	4.30	3.20
13	San Andres Itzapa	7,968	15,182	15,804	18,276	25,755	5.52	4.10	3.70	2.90
14	Parramos	3,069	5,452	5,645	6,473	9,668	4.91	3.54	3.48	3.40
15	Zaragoza *	4,440	7,678	7,821	8,837	12,024	4.56	3.21	3.10	2.60
16	El Tejar *	3,251	7,123	7,499	9,011	13,617	6.75	5.28	4.70	3.50
TOTAL		88,622	144,182	148,975	168,744	231,638	4.15	3.32	3.16	2.68

SOLOLA

No	Municipality	Population					Growth Rate (%)			
		(Census) 1981	1993	1994	1998	2010	93/81	94/93	98/94	2010/ 98
1	Solola *	6,286	14,408	15,254	18,897	30,960	7.16	5.87	5.50	4.20
2	San Jose Chacaya	114	267	272	292	361	7.36	1.87	1.83	1.77
3	Santa Maria Visitacion	745	1,092	1,116	1,209	1,494	3.24	2.20	2.03	1.78
4	Santa Lucia Utatlan *	989	2,071	2,176	2,650	4,773	6.35	5.07	5.05	5.02
5	Nahuala *	2,314	4,076	4,223	4,870	7,494	4.83	3.61	3.63	3.66
6	Sta. Cat. Ixtahuacan *	1,396	2,227	2,289	2,556	3,569	3.97	2.78	2.80	2.82
7	Santa Clara la Laguna *	2,447	4,067	4,194	4,743	6,862	4.32	3.12	3.12	3.13
8	Concepcion	947	1,367	1,394	1,510	1,932	3.11	1.98	2.02	2.08
9	San Andres Semetabaj *	984	1,700	1,760	1,983	2,603	4.66	3.53	3.02	2.29
10	Panajachel	3,403	7,394	7,793	9,383	13,676	6.68	5.40	4.75	3.19
11	Sta. Catarina Palopo *	1,049	1,641	1,684	1,867	2,540	3.80	2.62	2.61	2.60
12	San Antonio Palopo *	1,834	2,418	2,470	2,668	3,243	2.33	2.15	1.94	1.64
13	San Lucas Toliman	6,067	10,647	11,029	12,607	17,891	4.80	3.59	3.40	2.96
14	Santa Cruz la Laguna *	535	697	706	737	812	2.23	1.29	1.09	0.81
15	San Pablo la Laguna *	2,811	5,652	5,918	6,990	10,189	5.99	4.71	4.25	3.19
16	San Marcos la Laguna *	927	1,348	1,375	1,496	1,972	3.17	2.00	2.14	2.33
17	San Juan la Laguna *	2,068	3,732	3,875	4,496	6,965	6.04	3.83	3.78	3.72
18	San Pedro la Laguna	5,597	8,428	8,624	9,462	12,543	3.47	2.33	2.35	2.38
19	Santiago Atitlan	14,152	22,090	22,668	24,992	32,071	3.78	2.62	2.47	2.10
TOTAL		54,665	95,322	98,820	113,409	161,951	4.74	3.67	3.50	3.01

Source: 1981, 1993 and 1994 data provided by the National Institute of Statistics (INE), INFOM and the Municipalities
1998 AND 2010, estimated by the Study Team

表 4.2.1 自治体別将来人口 (3)

TOTONICAPAN

No	Municipality	Population					Growth Rate (%)			
		(Census) 1981	1993	1994	1998	2010	93/81	94/93	98/94	2010/ 98
1	Totonicapan	7,478	14,400	14,732	16,146	21,294	5.61	2.31	2.32	2.33
2	San Cristobal Totonic.	3,416	6,917	7,088	7,819	10,523	6.06	2.47	2.49	2.51
3	San Francisco el Alto *	3,404	8,892	9,560	11,978	18,740	8.33	7.51	5.80	3.80
4	San Andres Xecul *	2,493	3,654	3,748	4,152	5,663	3.24	2.57	2.59	2.62
5	Momostenango *	6,094	10,061	10,390	11,764	16,740	4.55	3.27	3.15	2.98
6	Santa Maria Chiquimula	1,368	3,218	3,323	3,782	5,593	7.39	3.26	3.28	3.32
7	Santa Lucia la Reforma	410	595	610	672	886	3.15	2.52	2.44	2.33
8	San Bartolo Aguas Cal.	874	1,273	1,305	1,442	1,953	3.18	2.51	2.63	2.56
	TOTAL	25,537	49,010	50,756	57,755	81,392	5.58	3.56	3.28	2.90

QUETZALTENANGO

No	Municipality	Population					Growth Rate (%)			
		(Census) 1981	1993	1994	1998	2010	93/81	94/93	98/94	2010/ 98
1	Quetzaltenango	62,719	98,401	100,983	111,997	152,730	3.82	2.62	2.62	2.62
2	Salcaja	7,426	12,233	12,603	14,102	18,636	4.25	3.02	2.85	2.35
3	Olintepeque *	2,690	3,973	4,058	4,418	5,704	3.30	2.14	2.15	2.15
4	San Carlos Sija *	1,521	3,186	3,264	3,601	4,872	6.36	2.45	2.49	2.55
5	Sibilia	467	1,067	1,101	1,248	1,813	7.13	3.19	3.18	3.16
6	Cabrican	623	1,655	1,727	2,047	3,403	8.48	4.35	4.34	4.33
7	Cajola *	1,540	2,928	3,043	3,480	4,776	5.50	3.93	3.41	2.67
8	San Miguel Sigulla	656	1,023	1,049	1,162	1,588	3.77	2.54	2.58	2.64
9	San Juan Ostuncalco	7,124	13,104	13,618	15,687	21,876	5.21	3.92	3.60	2.81
10	San Mateo	1,041	1,960	2,004	2,190	2,859	5.41	2.24	2.25	2.25
11	Cpcion. Chiquirichapa *	2,819	4,906	5,076	5,818	8,762	4.73	3.47	3.47	3.47
12	San M. Sacatepequez *	1,813	3,089	3,191	3,626	5,274	4.54	3.30	3.25	3.17
13	Almolonga *	7,148	10,579	10,808	11,775	15,227	3.32	2.16	2.17	2.17
14	Cantel	2,491	3,316	3,361	3,549	4,190	2.41	1.36	1.37	1.39
15	Huitan *	1,120	1,854	1,911	2,153	3,053	4.29	3.07	3.03	2.95
16	Zunil	4,205	6,500	6,663	7,356	9,898	3.70	2.51	2.51	2.50
17	Colomba *	4,252	6,157	6,316	6,967	9,191	3.13	2.58	2.48	2.34
18	San Francisco la Union *	1,065	1,664	1,707	1,890	2,561	3.79	2.68	2.58	2.56
19	El Palmar	1,968	3,901	4,079	4,870	8,238	5.87	4.56	4.53	4.48
20	Coatepeque	19,307	31,254	32,152	35,768	46,550	4.10	2.87	2.70	2.22
21	Genova *	1,826	3,633	3,800	4,539	7,267	5.90	4.60	4.54	4.00
22	Flores Costa Guca *	1,839	3,808	3,972	4,662	7,378	6.25	4.31	4.08	3.90
23	La Esperanza	1,595	2,603	2,679	3,010	4,296	4.17	2.92	2.96	3.01
24	Palestina *	1,128	2,954	3,160	4,006	7,192	8.35	6.97	6.10	5.00
	TOTAL	138,383	225,748	232,325	259,919	357,334	4.16	2.91	2.85	2.69

Source: 1981, 1993 and 1994 data provided by the National Institute of Statistics (INE), INFOM and the Municipalities
1998 AND 2010, estimated by the Study Team

4.3 水需要予測

水需要は、給水人口に1人当たり1日の計画給水量を乗じて求めるが、本件調査の初頭に仮に定めた原単位給水量の180ℓ/人/日は、現状の給水サービスレベル（30～110ℓ/人/日が大半）と比べると非常に大きく、施設計画にあたって過大設計となる恐れがある。従って、INFOMと再協議を行い、その結果、下表に示すCOP ECAS案の人口規模別・サービスタイプ別の単位給水量を用いることとした。54自治体は、表中のレベルⅢとⅣの中に全て含まれ、原単位給水量平均は106ℓ/人/日（人口2000～10,000人の自治体）及び155ℓ/人/日（人口10,000～20,000人の自治体）となる。

2010年の水需要は、従って、2010年の予測給水人口にこの原単位給水量を乗じたものとなる。各自治体の水需要予測は表4.2.1に示す通りである。

レベル	人口規模	1人当たり1人給水量		平均給水量
		H. C. 各戸給水、P. T. 公共水栓		
I	100 - 500	H. C. P. T. 40 ℓ /c/d	100%	40 ℓ /c/d
II	500 - 2,000	H. C. 100 ℓ /c/d P. T. 40 ℓ /c/d	50% 50%	70 ℓ /c/d
III	2,000 - 10,000	H. C. 150 ℓ /c/d P. T. 40 ℓ /c/d	60% 40%	106 ℓ /c/d
IV	10,000 - 50,000	H. C. 200 ℓ /c/d P. T. 50 ℓ /c/d	70% 40%	155 ℓ /c/d
V	50,000	H. C. 225 ℓ /c/d P. T. 50 ℓ /c/d	85% 15%	198 ℓ /c/d

表 4.2.1 各自治体の水需要予測(1)

No.	Municipality	1994					1998					2010					
		Population	Service Level 1/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day	Population	W. Supply Criteria 1/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day	Population	W. Supply Criteria 1/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day	Population	W. Supply Criteria 1/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day
1	Santa Catarina Pinula	8,376	89.09	746	889	9,799	106	1,039	596	14,134	155	2,191	-556	14,134	155	2,191	-556
2	San Jose Pinula	11,277	69.81	787	34	13,448	155	2,084	-1,263	19,970	155	3,095	-2,277	19,970	155	3,095	-2,277
3	San Jose del Golfo	2,070	80.65	167	96	2,484	106	263	-1	4,185	106	444	-181	4,185	106	444	-181
5	Chinaulta	2,161	71.43	154	-76	2,220	106	235	-157	2,438	106	258	-180	2,438	106	258	-180
6	San Pedro Ayampuc	5,680	37.34	212	187	6,163	106	653	-254	7,770	106	824	-424	7,770	106	824	-424
7	Mixco	19,800	159.55	3,159	-500	22,302	155	3,457	-798	29,994	155	4,649	-1,990	29,994	155	4,649	-1,990
8	San Pedro Sacatepequez	7,652	45.55	349	-129	8,225	106	872	-652	10,140	155	1,572	-1,278	10,140	155	1,572	-1,278
9	San Juan Sacatepequez	10,041	57.16	574	808	10,928	155	1,694	-311	13,948	155	2,162	-780	13,948	155	2,162	-780
10	San Raymundo	4,747	52.24	248	706	5,543	106	588	366	8,779	106	931	23	8,779	106	931	23
11	Chuarancho	5,601	57.89	324	157	5,925	106	628	-147	6,927	106	734	-253	6,927	106	734	-253
14	Villa Nueva	37,432	96.53	3,613	1,246	44,468	155	6,893	-2,034	65,653	198	12,999	-8,140	65,653	198	12,999	-8,140
15	Villa Canales	4,809	121.78	586	8,862	5,064	106	537	8,911	5,064	106	622	8,911	106	622	8,911	

No.	Municipality	1994					1998					2010					
		Population	Service Level 1/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day	Population	W. Supply Criteria 1/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day	Population	W. Supply Criteria 1/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day	Population	W. Supply Criteria 1/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day
2	Jocotenango	12,731	133.76	1,779	-77	14,997	155	2,325	-622	21,835	155	3,392	-1,690	21,835	155	3,392	-1,690
7	San Bartolome M. Altas	3,347	96.94	324	272	3,725	106	395	201	4,980	106	528	68	4,980	106	528	68
9	Santa Lucia M. Altas	3,550	41.39	147	199	4,348	106	461	-115	7,545	106	800	-454	7,545	106	800	-454
10	Magdalena Milpas Altas	4,431	79.05	350	126	4,922	106	522	-46	6,580	106	697	-221	6,580	106	697	-221
11	Santa Maria de Jesus	11,107	35.43	394	-221	11,165	155	1,731	-1,558	14,890	155	2,308	-1,617	14,890	155	2,308	-1,617
12	Ciudad Vieja	14,756	123.62	1,824	-43	16,161	155	2,505	-724	20,739	155	3,215	-1,434	20,739	155	3,215	-1,434
15	San Antonio Aguas Cal.	4,909	75.23	369	434	5,120	106	543	261	5,702	106	604	199	5,702	106	604	199
16	Santa Catarina Barahona	2,295	138.60	456	304	2,512	106	266	493	3,219	106	341	418	3,219	106	341	418

表 4.2.1 各自治体の水需要予測(2)

CHIMALTENANGO		1994					1998					2010				
		Population	Service Level 1/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day	Population	W. Supply Criteria 1/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day	Population	W. Supply Criteria 1/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day			
No.	Municipality															
2	San Jose Poaquil	3,880	80.32	312	-46	4,281	106	454	-188	5,704	106	605	-339			
3	San Martin Jilotepeque	9,286	116.98	1,080	-216	9,857	106	1,045	-181	11,986	155	1,858	-1,340			
4	San Juan Comalapa	14,710	126.24	1,857	-1,347	15,760	155	2,443	-1,933	19,408	155	3,008	-1,954			
7	Patzun	13,007	32.51	423	307	14,594	155	2,262	-1,532	19,398	155	3,007	-2,277			
9	Patzicia	11,587	24.75	287	516	12,596	155	1,952	-1,150	16,164	155	2,505	-1,703			
15	Zaragoza	7,821	59.02	462	575	8,837	106	937	100	12,024	155	1,864	-827			
16	El Tejar	7,499	79.05	593	733	9,011	106	955	371	13,617	155	2,111	-784			

SOLOLA		1994					1998					2010				
		Population	Service Level 1/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day	Population	W. Supply Criteria 1/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day	Population	W. Supply Criteria 1/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day			
No.	Municipality															
1	Solola	15,254	113.94	1,738	889	18,897	155	2,929	-302	30,960	155	4,799	-2,172			
4	Santa Lucia Utatlan	2,176	39.22	85	77	2,650	106	281	-118	4,773	106	506	-344			
5	Nahuala	4,223	61.33	259	41	4,870	106	516	-216	7,494	106	794	-495			
6	Sta. Catarina Ixtahuacan	2,289	141.41	324	306	2,556	106	271	359	3,569	106	378	252			
7	Santa Clara la Laguna	4,194	69.28	291	-21	4,743	106	503	-233	6,862	106	727	-458			
9	San Andres Semetabaj	1,760	66.60	117	-35	1,983	70	139	-57	2,603	106	276	-194			
11	Sta. Catarina Palopo	1,684	111.21	187	37	1,867	70	131	94	2,540	106	269	-45			
12	San Antonio Palopo	2,470	15.01	37	-1	2,668	106	283	-247	3,243	106	344	-307			
14	Santa Cruz la Laguna	706	63.74	45	-4	737	70	52	-10	812	70	57	-15			
15	San Pablo la Laguna	5,918	25.69	152	-118	6,990	106	741	-707	10,189	155	1,579	-1,546			
16	San Marcos la Laguna	1,375	58.96	81	-27	1,496	70	105	-51	1,972	70	138	-84			
17	San Juan la Laguna	3,875	65.30	253	-39	4,496	106	477	-262	6,965	106	738	-524			

表 4.2.1 各自治体の水需要予測(3)

No.	Municipality	1994					1998					2010					
		Population	Service Level l/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day	Population	W. Supply Criteria l/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day	Population	W. Supply Criteria l/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day	Population	W. Supply Criteria l/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day
3	San Francisco el Alto	9,560	75.00	717	-138	11,978	155	1,857	-1,278	18,740	155	2,905	-2,326	18,740	155	2,905	-2,326
4	San Andres Xecul	3,748	51.18	192	7	4,152	106	440	-241	5,663	106	600	-402	5,663	106	600	-402
5	Momostenango	10,390	68.58	713	-73	11,764	155	1,823	-1,183	16,740	155	2,595	-1,955	16,740	155	2,595	-1,955

TOTONICAPAN

No.	Municipality	1994					1998					2010					
		Population	Service Level l/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day	Population	W. Supply Criteria l/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day	Population	W. Supply Criteria l/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day	Population	W. Supply Criteria l/c/d	Demand m ³ /day	Water Shortage m ³ /day
3	Olintepeque	4,058	91.04	369	193	4,418	106	468	-94	5,704	106	605	-43	5,704	106	605	-43
4	San Carlos Sija	3,264	100.00	326	-84	3,601	106	382	-140	4,872	106	516	-275	4,872	106	516	-275
7	Cajola	3,043	79.94	243	-84	3,480	106	369	-210	4,775	106	506	-347	4,775	106	506	-347
11	Opcion. Chiquirichapa	5,076	73.38	372	627	5,818	106	617	383	8,762	106	929	71	8,762	106	929	71
12	San M. Sacatepequez	3,191	88.10	281	-9	3,626	106	384	-112	5,274	106	559	-287	5,274	106	559	-287
13	Almolonga	10,808	151.73	1,640	2,017	11,775	155	1,825	1,831	15,227	155	2,360	1,296	15,227	155	2,360	1,296
15	Huitan	1,911	68.01	130	-51	2,153	106	228	-150	3,053	106	324	-245	3,053	106	324	-245
17	Colomba	6,316	237.61	1,501	0	6,967	106	739	762	9,191	106	974	527	9,191	106	974	527
18	San Francisco la Union	1,707	27.94	48	-22	1,890	70	132	-107	2,561	106	271	-271	2,561	106	271	-271
21	Genova	3,800	54.20	206	61	4,539	106	481	-214	7,267	106	770	-770	7,267	106	770	-770
22	Flores Costa Cuca	3,972	51.05	203	152	4,662	106	494	-140	7,378	106	782	-427	7,378	106	782	-427
24	Paletina	3,160	67.71	214	386	4,005	106	425	176	7,192	106	762	-162	7,192	106	762	-162

QUETZALTENANGO

5. 自治体の類型化とフィージビリティスタディ実施のための10自治体の選別

5.1 類型化の基準と手法

2010年の水需要に、既存の水源が十分対応できるとの観点で詳細調査の対象からはずされたのは51自治体であった。さらに水不足が予測される45自治体のうち、下記10自治体については、サヤピスカヤプロジェクトENPAGUAプロジェクトその他で水源開発が実施中あるいは計画中のため、本件調査における詳細調査対象から除外された。

チナウトラ (Gu 5)	ホコテナンゴ (Sa 2)
ミクスコ (Gu 7)	マダグレナ・ミルパス・アトラス (Sa 10)
ヴィリャ・ユエヴァ (Gu 14)	シウダード・ヴィエハ (Sa 12)
ツアラゴサ (Ch 15)	サン・アンドレス・セクル (To 4)
エル・テハール (Ch 16)	サン・マルティン・サカテペケス (Qu 12)

従って、詳細調査を実施した上で、水源開発戦略の策定を行う対象は、最終的には35自治体となった。

自治体の類型化にあたっては、①維持管理費の支払い意志と能力、②人口、③需給と供給のバランス（水不足の度合）、④水源開発のポテンシャル（とくに地下水開発ポテンシャルの重視）等の4つの観点でそれぞれA、B、C、3ランクの類型化を行った。

①は、自治体の首長を含む、給水管理者とのインタビューを通じて、住民の給水サービスレベル向上に対する願望と、レベル向上に伴う施設の維持管理費の支払い意志及び支払い能力を調査し、ランク付けを行った。（35自治体）

②は、計画の実施を行う場合、その効果は裨益人口が多いほど高いとの観点で人口の多い順にA B Cの3ランクに分けた。（54自治体、表5.1.1）

③は、既存の水源が2010年まで現状維持できるものと仮定し、その水量を2010年予測人口で除したものと、1人当たり1日の給水原単位106ℓ/人/日と155ℓ/人/日に設定した計画給水量の差、すなわち、1人当たり1日の給水不足量を求め、その

多い順に分類し、100ℓ/人/日以上不足、50～100ℓ/人/日不足及び50ℓ/人/日以下の不足という3段階に区分した。(35自治体、表5.1.2)

④は、水理地質調査の結果にもとづき、地下水開発が有望な地域、地下水開発の可能性がやや高い地域、深井戸による地下水開発は無理と思われる地域の3グループに分類した上、深井戸では無理な地域については、浅井戸・地表水・泉等の代替水源の検討を行った。

以上の類型化手順は下図のフローで表現される。

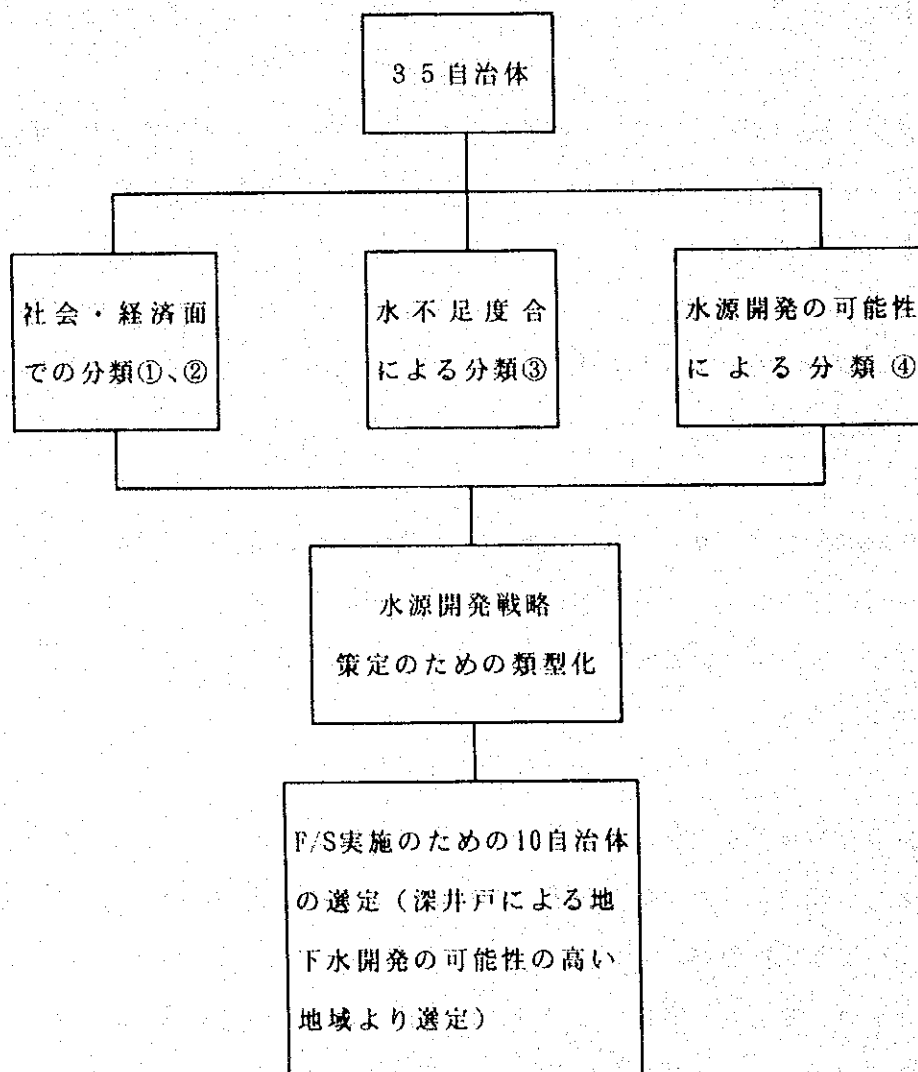


表 5.1.1 2010年の人口による分類

A (More than 10,000)		B (5,000 - 10,000)		C (Less than 5,000)				
No.	Municipality	Popul.	No.	Municipality	Popul.	No.	Municipality	Popul.
Gu14	Villa Nueva	65,653	Qu17	Colomba	9,191	Sa 7	San Bartolome M. Altas	4,980
So 1	Solola	30,960	Gu10	San Raymundo	8,779	Qu 4	San Carlos Sija	4,872
Gu 7	Mixco	29,994	Qu11	Cpcion. Chiquirichapa	8,762	Qu 7	Cajola	4,775
Sa 2	Jocotenango	21,885	Gu 6	San Pedro Ayampuc	7,770	So 4	Santa Lucia Utatlan	4,773
Sal2	Ciudad Vieja	20,739	Sa 9	Santa Lucia M. Altas	7,545	Gu 3	San Jose del Golfo	4,185
Gu 2	San Jose Pinula	19,970	So 5	Nahuala	7,494	So 6	Sta. Catarina Ixtahuacan	3,569
Ch 4	San Juan Comalapa	19,408	Qu22	Flores Costa Cuca	7,378	Sol2	San Antonio Palopo	3,243
Ch 7	Patzun	19,398	Qu21	Genova	7,267	Sal6	Santa Catarina Barahona	3,219
To 3	San Francisco el Alto	18,740	Qu24	Palestina	7,192	Qu15	Huitan	3,053
To 5	Momostenango	16,740	So17	San Juan la Laguna	6,965	So 9	San Andres Semetabaj	2,603
Ch 9	Patzicia	16,164	Gu11	Chuarrancho	6,927	Qu18	San Francisco la Union	2,561
Qu13	Almolonga	15,227	So 7	Santa Clara la Laguna	6,862	Sol1	Sta. Catarina Palopo	2,540
Sal1	Santa Maria de Jesus	14,890	Sal0	Magdalena Milpas Altas	6,580	Gu 5	Chinautla	2,438
Gu 1	Santa Catarina Pinula	14,134	Gu15	Villa Canales	5,865	Sol6	San Marcos la Laguna	1,972
Gu 9	San Juan Sacatepequez	13,948	Ch 2	San Jose Poaquil	5,704	Sol4	Santa Cruz la Laguna	812
Ch16	El Tejar	13,617	Qu 3	Olintepeque	5,704			
Ch15	Zaragoza	12,024	Sal5	San Antonio Aguas Cal.	5,702			
Ch 3	San Martin Jilotepeque	11,986	To 4	San Andres Xecul	5,663			
Sol5	San Pablo la Laguna	10,189	Qu12	San M. Sacatepequez	5,274			
Gu 8	San Pedro Sacatepequez	10,140						

表 5.1.2 2010年における水不足状況による分類

A (More than -100 l/c/d)		B (-100 ~ -50 l/c/d)		C (Less than -50 l/c/d)				
No.	Municipality	Water Shortage l/c/d	No.	Municipality	Water Shortage l/c/d	No.	Municipality	Water Shortage l/c/d
Sol5	San Pablo la Laguna	-151.69	Sol2	San Antonio Palopo	-94.81	Gu 3	San Jose del Golfo	-43.24
Gu 8	San Pedro Sacatepeque	-126.01	Qu15	Huitan	-80.25	Sol6	San Marcos la Laguna	-42.83
To 3	San Francisco el Alto	-124.11	So17	San Juan la Laguna	-75.24	Gu 1	Santa Catarina Pinula	-39.31
Ch 7	Patzun	-117.36	So 9	San Andres Semetabaj	-74.47	Gu11	Chuarrancho	-36.59
To 5	Momostenango	-116.77	Qu 7	Cajola	-72.71	Qu24	Palestina	-22.57
Gu 2	San Jose Pinula	-114.04	So 4	Santa Lucia Utatlan	-71.97	Sol4	Santa Cruz la Laguna	-18.93
Ch 3	San Martin Jilotepequ	-111.78	So 1	Solola	-70.16	Sol1	Sta. Catarina Palopo	-17.56
Sal1	Santa Maria de Jesus	-108.59	So 7	Santa Clara la Laguna	-66.72	Qu 3	Olintepeque	-7.47
Qu21	Genova	-106.00	So 5	Nahuala	-65.99			
Qu18	San Francisco la Unio	-106.00	Sa 9	Santa Lucia M. Altas	-60.19			
Ch 9	Patzicia	-105.34	Ch 2	San Jose Poaquil	-59.35			
Ch 4	San Juan Comalapa	-100.69	Qu22	Flores Costa Cuca	-57.94			
			Qu 4	San Carlos Sija	-56.34			
			Gu 9	San Juan Sacatepequez	-55.89			
			Gu 6	San Pedro Ayampuc	-54.63			

5.2 社会・経済条件による類型化

35自治体を2010年における人口により1万人以上、5000～1万人、5千人以下の3段階に分類すると、表5.2.1及び下記の通りである。

A (30,960～10,140)	:	13自治体
B (7,770～5,704)	:	11自治体
C (4,872～812)	:	11自治体

横軸に、給水サービスレベル向上に対する願望の強さ、ならびに維持管理費の支払い意志・能力を、たて軸に人口規模分類をとった類型化を行うと、表5.2.2に示されるようA-Aに類型化される自治体5、A-Bの自治体0、B-A2、B-B3となる。

また、横軸には上記と同様に支払い意志等、縦軸に水不足状況をとった類型化を行うと表5.2.3に示されるようにA-Aにランクされる自治体5、A-B1、B-A3、B-B6となる。

両者ともにA-A、A-B、B-Aに分類される自治体は下記7自治体である。

- サン・ホセ・ピヌーラ (Gu 8)
- サン・ペドロ・サカテペケス (Gu 8)
- サンタ・マリア・デ・ヘスス (Sa 11)
- ソロラ (So 1)
- モモステナンゴ (To 5)
- サン・マルティン・ヒロテペケ (Ch 3)
- サン・ホアン・コマラパ (Ch 4)

表 5.2.1 2010年の人口規模による自治体の分類

No.	Municipality	2010				
		Popu- lation	ℓ/c/d	Demand m3/day	Water	
					m3/day	ℓ/c/d
* So 1	Sololá	30,960	155	4,799	-2,172	-70.16
* Gu 2	San José Pinula	19,970	155	3,095	-2,277	-144.04
* Ch 4	San Juan Comalapa	19,408	155	3,008	-1,954	-100.69
Ch 7	Patzun	19,398	155	3,007	-2,277	-117.36
To 3	San Francisco el Alto	18,740	155	2,905	-2,326	-124.11
* To 5	Momostenango	16,740	155	2,595	-1,955	-116.77
Ch 9	Patzicía	16,164	155	2,505	-1,703	-105.34
* Sa 11	Santa María de Jesús	14,890	155	2,308	-1,617	-108.59
Gu 1	Santa Catarina Pinula	14,134	155	2,191	-556	-39.31
Gu 9	San Juan Sacatepéquez	13,948	155	2,162	-780	-55.89
* Ch 3	San Martín Jilotepeque	11,986	155	1,858	-1,340	-111.78
So 15	San Pablo la Laguna	10,189	155	1,579	-1,546	-151.69
* Gu 8	San Pedro Sacatepéquez	10,140	155	1,572	-1,278	-126.01
Gu 6	San Pedro Ayampuc	7,770	106	824	-424	-54.63
Sa 9	Santa Lucía M. Altas	7,545	106	800	-454	-60.19
So 5	Nahuala	7,494	106	794	-495	-65.99
Qu 22	Flores Costa Cuca	7,378	106	782	-427	-57.94
* Qu 21	Génova	7,267	106	770	-770	-106.00
Qu 24	Palestina	7,192	106	762	-162	-22.57
So 17	San Juan la Laguna	6,965	106	738	-524	-75.24
Gu 11	Chuarancho	6,927	106	734	-253	-36.59
So 7	Santa Clara la Laguna	6,862	106	727	-458	-66.72
Ch 2	San José Poaquil	5,704	106	605	-339	-59.35
Qu 3	Olintepeque	5,704	106	605	-43	-7.47
Qu 4	San Carlos Sija	4,872	106	516	-275	-56.34
Qu 7	Cajola	4,775	106	506	-347	-72.71
* So 4	Santa Lucía Utatlán	4,773	106	506	-344	-71.97
Gu 3	San José del Golfo	4,185	106	444	-181	-43.24
So 12	San Antonio Palopó	3,243	106	344	-307	-94.81
Qu 15	Huítan	3,053	106	324	-245	-80.25
So 9	San Andres Semetabaj	2,603	106	276	-194	-74.47
* Qu 18	San Francisco la Unión	2,561	106	271	-271	-106.00
So 11	Santa Catarina Palopó	2,540	106	269	0.3	0.13
So 16	San Marcos la Laguna	1,972	70	138	-84	-42.83
So 14	Santa Cruz la Laguna	812	70	57	-15	-18.93

表 5.2.2 維持管理費支払い意志及び能力と人口規模による自治体の類型化

新給水施設に対する願望の強さ、支払意志能力等

	A	B	C
2010年の人口	Gu 2 San José Pinula Gu 8 San Pedro Sacatepéquez Sa 11 Santa María de Jesús So 1 Sololá To 5 Momostenango	Ch 3 San Martín Jilotepeque Ch 4 San Juan Comalapa	Gu 1 Santa Catarina Pinula Gu 9 San Juan Sacatepéquez Ch 9 Patzicía Ch 7 Patzún So 15 San Pablo La Laguna To 3 San Francisco el Alto
		So 5 Nahuala Qu 21 Génova Qu 22 Flores Costa Cuca	Gu 6 San Pedro Ayampuc Gu 11 Chuarrancho Sa 9 Santa Lucía M. Altas Ch 2 San José Poaquil So 7 Santa Clara la Laguna So 17 San Juan la Laguna Qu 3 Olinpeque Qu 24 Palestina
	Qu 18 San Francisco la Unión	Gu 3 San José del Golfo So 4 Santa Lucía Utatlán Qu 4 San Carlos Sija Qu 7 Cajola	So 9 San Andrés Semetabaj So 11 Sta. Catarina Palopó So 12 San Antonio Palopó So 14 Santa Cruz la Laguna So 16 San Marcos la Laguna Qu 15 Huitan

表 5.2.3 維持管理費支払い意志及び能力と2010年における水不足状況による自治体の類型化

新給水施設に対する願望の強さ、支払意志能力等

	A	B	C
水不足状況	Gu 2 San José Pinula To 5 Momostenango Sa 11 Santa María de Jesús Gu 8 San Pedro Sacatepéquez Qu 18 San Francisco la Unión	Qu 21 Génova Ch 3 San Martín Jilotepeque Ch 4 San Juan Comalapa	To 3 San Francisco el Alto Ch 7 Patzún Ch 9 Patzicía So 15 San Pablo la Laguna
	So 1 Sololá	So 5 Nahuala So 4 Santa Lucía Utatlán Qu 4 San Carlos Sija Qu 7 Cajola Qu 15 Huitan Qu 22 Flores Costa Cuca	Gu 6 San Pedro Ayampuc Ch 2 San José Poaquil Gu 9 San Juan Sacatepéquez So 7 Santa Clara la Laguna Sa 9 Santa Lucía M. Altas So 9 San Antonio Palopó So 17 San Juan la Laguna
		Gu 3 San José del Golfo	Gu 11 Chuarrancho Gu 1 Santa Catarina Pinula So 11 Sta. Catarina Palopó So 14 Santa Cruz la Laguna So 16 San Marcos la Laguna Qu 3 Olinpeque Qu 24 Palestina

5. 3 水源開発の可能性による類型化

35自治体とその周辺の水理地質調査の結果により、水源開発の可能性は次の3グループに分類される。

グループⅠ：地下水開発の可能性が高い5自治体

サンタ・カタリーナ・ピヌーラ (Gu11) オリンテペケ (Qu3)

サン・マルチン・ヒロテペケ (Ch3) カホラ (Qu7)

サン・ホアン・サカテペケス (Gu9)

グループⅡ：地下水開発の可能性がやや高い18自治体

サン・ホセ・ピヌーラ (Gu2) モモステナンゴ (To5)

サン・ホセ・デル・ゴルフォ (Gu3) サン・ホセ・ポアキル (Ch2)

サン・ペドロ・アヤンプク (Gu6) サン・ホアン・コマラパ (Ch4)

サン・ペドロ・サカテペケス (Gu5) パッツン (Ch7)

サンタ・マリア・デ・ヘスス (Sa11) サン・カルロス・シーハ (Qu4)

パツィシア (Ch9) サン・フランシスコ・ラ・ウニオン (Qu18)

ソロラ (So1) フォーレス・コスタ・カカ (Qu22)

サンタ・ルシア・ウタトラン (So4) パレスチナ (Qu24)

ナウアラ (So5) ヘノヴァ (Qu21)

グループⅢ：地下水（深井戸）開発の可能性は低い、浅井戸の開発が可能と思われる10自治体と、いずれも困難な2自治体*

サンタ・クララ・ラ・ラゲーナ (So7) サン・アントニオ・セマタハ (So9)

サンタ・クルス・ラ・ラゲーナ (So14) サンタ・カタリーナ・ハ・ロホ (So11)

サン・パブロ・ラ・ラゲーナ (So15) サン・フランシスコ・エル・アルト (To3)

サン・マルコス・ラ・ラゲーナ (So16) ウイタン (Qu15)

サン・ホアン・ラ・ラゲーナ (So17) サンタ・ルシア・M・アトラス (Sa9)

チュアランチョ (Gu11) *南方12市のサン・ライムンドの地下水を導水

サン・アントニオ・パロボ (So12) *東方5市地点で泉源開発 (1994)

5.4 水源開発戦略策定

既存水源の現況と水理地質調査にもとづく新水源の開発可能性を勘案して35の自治体を下記のように分類した。

グループA：河川水利用

調査地内の河川は殆どの地域で汚染が進行しているが、下記5自治体は比較的清浄である。汚染防止の配慮をしつつ今後も有効に活用すべきである。

チュアランチョ (Gu11)

サン・カルロス・シーバ (Gu4)

カホラ (Gu7)

サン・ホセ・ポアキル (Ch2)

ナウアラ (So5)

グループB：湧泉利用

湧泉を利用している自治体は35のうち30で、そのうち21自治体は全面的に湧泉に依存している。湧泉は当該地域では最も重要で経済的な水源であり、その継続利用が望まれる。しかし、これまでに殆ど開発され尽くされているため、将来の不足水源をさらなる湧泉開発でまかなうのは難しい。

グループC：浅所の帯水層開発

深井戸による井戸の開発は経済的に困難、あるいは水理地質的に困難であるが、手掘り浅井戸により水源の確保を行うことのできる10自治体がこのグループに属する。

グループD：深井戸による地下水開発

水理地質条件からは24自治体が地下水開発の可能性をもつが、社会経済条件も考慮して次の3小グループに分けられる。

- ー クラスⅠ 地下水開発ポテンシャルが高く、かつ住民の願望、支払い意志・能力が高い6自治体

サン・ホセ・ピヌーラ (Gu2)

サン・マリア・デ・ヘス (Sal1)

サン・ペドロ・サカテペケス (Gu8)

モモステナンゴ (To5)

サン・フランシスコ・ラ・ウニオン (Gu18)

ソロラ (Sol)

- ー クラスⅡ 地下水開発ポテンシャルは高いが、住民の維持管理費支払い

意志・能力は高くない9自治体

サン・ホセ・デル・ゴルフォ (Gu3)	サン・カルロス・シーハ (Qu4)
サン・マルティン・ヒロテペケ (Ch3)	カホラ (Qu7)
サン・ホアン・コマラパ (Ch4)	ヘノヴァ (Qu21)
サンタ・ルシア・ウタトラン (So4)	フロレス・コスタ・カカ (Qu22)
ナウアラ (So5)	

- ー クラスⅢ 地下水開発ポテンシャルは高いが、不水足度がさほど深刻でなく、従って、高い維持管理費の必要な新水源開発に対して、あまり積極的でない9自治体

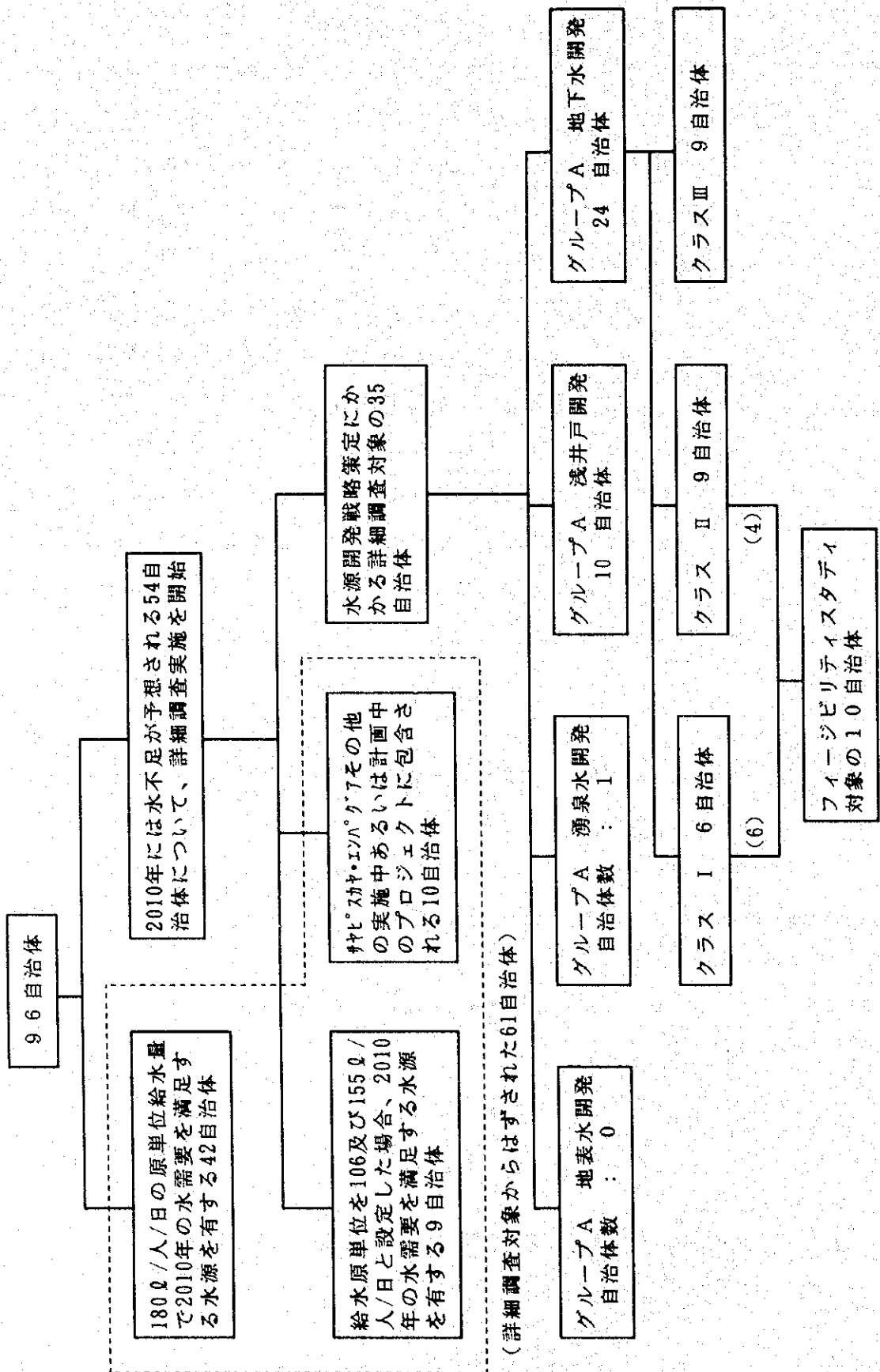
サンタ・カタリーナ・ピヌーラ (Gu1)	パッツン (Ch7)
サン・ペドロ・アヤンプク (Gu6)	パツィシア (Ch9)
サン・ホアン・サカテペケス (Gu9)	オリンテペケ (Qu3)
チュアランチョ (Gu11)	パレスチナ (Qu24)
サン・ホセ・ポアキル (Ch2)	

5. 5. フィージビリティスタディ実施の10自治体選別

5.4においてグループDのクラスⅠとクラスⅡに分類された15自治体の中から、INFOMとの協議により、次の10自治体が選別された。

サン・ホセ・ピヌーラ (Gu2)	ソロラ (So1)
サン・ペドロ・サカテペケス (Gu8)	サンタ・ルシア・ウタトラン (So4)
サンタ・マリア・デ・ヘスス (Sa11)	モモステナング (To5)
サン・マルチン・ヒロテペケ (Ch3)	サン・フランシスコ・ラ・ウニオン (Qu18)
サン・ホアン・コマラパ (Ch4)	ヘノヴァ (Qu21)

なお、96自治体の類型化手順は次頁のフローチャートに示す通りである。



6. 類型毎の水源地開発戦略

水源開発の基本戦略としてINFOMは各自治体に下記のような推奨を行っている。

- (a) 湧泉又は河川水から配水池へ自然流下方式で導水できるシステムを第一義とする。
- (b) 次善の策として、湧泉又は河川より配水池へポンプアップする方式を考慮する。
- (c) 第三にボーリングによる地下水開発が挙げられる。

この戦略は、給水施設の経済的な維持管理を行う上で合理的なものである。ボーリング深井戸が難しい所では手掘り浅井戸も考慮される。

6. 1 河川水の利用

自治体の町中又は近傍を流れる河川は、殆どが第三次水系以下の小河川であり、乾期には流量が減じて安定的でなく、かつ、下水・家庭廃棄物等により汚染が進行しつつあるため、水道用水源として用いるのは困難になってきている。

しかし、チュアランチョ (Gu) 及びサン・ホセ・ポアキル (Ch) の2自治体の河川は比較的清浄であり、現在も河川水に依存している。

ナウアラ (So)、サン・カルロス・シーハ (Qu) 及びCajola (Qu) でも河川水を利用しているが、飲用には適さず水浴・洗濯等の目的にのみ用いている。

チュアランチョの河川も次第に汚染が進行して飲料としては適さなくなっているが、当地は変成岩地帯で代替水源の開発が困難であるため、遠隔地からの送水が必要となる。

6. 2 湧水の利用

35自治体のうち30自治体が公共の水源として湧泉を利用しており、湧泉の総数は90ヶ所である。平均的な湧出量は、1.84ℓ/秒（約160㎡/日）であり、78ヶ所が自然流下で、12ヶ所からはポンプアップにて配水池へ送水されている。

湧泉に全く依存する自治体は21であり、県別でみると下記のようなものである。

県 各	自治体数	泉源数
チマルテナンゴ	2	6 (ポンプアップ送水)
ソロラ	11	37 (自然流下送水)
トトニカパン	2	10 (")
ケツァルテナンゴ	6	20 (")
サカテペケス	0	-
グァテマラ	0	-

湧泉は、当該地域では最も重要でかつ経済的な水源であるが、開発しつくされており、今後さらなる開発は難しく補足水源として地下水（深井戸又は浅井戸）の開発が必要となる。

6. 3 浅部地下水の開発

水需要が比較的小さく、かつ深井戸の建設が水理地質条件上あるいは経済的に困難な地域では、手掘り浅井戸によって沖積層あるいは軽石層中の浅層帯水層の開発が考えられる。

浅井戸の建設による地下水開発に分類される自治体は、ソロラ県が最も多く（7自治体）、ケツァルテナンゴ県（3自治体、うち2自治体は深井戸も可能）、トトニカパン県（1自治体）の計11自治体である。

6. 4 深層地下水の開発

今後の水源開発が深井戸建設による地下水開発が妥当であるというグループに分類されたのは、35自治体のうち25で、うち10自治体については、地下水開発にかかるF/Sを実施した。その開発計画は7.3.2に述べる。残り15の自治体の地下水開発戦略は表6.4.1に示す通りである。

表6. 4. 1 15自治体における地下水開発戦略

自治体名	2010年の 不足予測 水源量 (ℓ/秒)	地下水開発を行う目標 帯水層の状況予測	井戸1本 当りの予 想開発水 量 ℓ/秒	開発計画	
				井戸 本数	掘削 長(m)
Gu 3 S・J・テ・ル・コ・ル・フ・	2.10	溶岩、火山砕屑岩、風化 花崗岩類	6.0	1	150
So 6 ナウラ	5.73	溶岩を伴う火山砕屑岩	6.0	1	200
Qu 4 S・C・シーハ	3.18	破碎質の安山岩質溶岩	7.5	1	200
Qu 7 カホラ	4.02	軽石層(Qu)及び破碎質 安山岩溶岩	7.5	1	200
Qu22 フローレス・C・カ	4.95	火砕岩及び火山泥流(Qu)	9.0	1	180
Gu 1 サンタ・C・ヒ・ヌーラ	6.44	軽石層(Qu)及び火山砕 屑岩・溶岩	10.0	1	200
Gu 6 サン・P・アソフク	4.91	火砕屑及び破碎質の溶岩	5.0	1	200
Gu 9 S・J・サカヘケス	9.03	破碎質の安山岩質溶岩	12.0	1	200
Gul1 チュラソチ	2.93	サン・ライムト市(Tv)	10.0	1	200
Sa 9 S・L・M・アルカス	5.26	火砕岩、破碎質溶岩	6.0	1	200
Ch 2 S・J・ホ・アキル	3.93	火砕岩、破碎質の溶岩・石 灰岩	6.0-30.0	1	200
Ch 7 ハ・ウツ	26.36	火砕岩、溶岩、砕屑岩堆積 層(Tv)	10.0	3	200
Ch 9 ハ・ツイン	19.71	軽石層(Qp)、及び同上 (Tv)	10.0	2	200
Qu 3 オリンヘケ	0.50	軽石層(Qp)、及び破碎質 溶岩	10.0	1	200
Qu24 ハ・レスチ	1.88	火砕岩類、破碎質の溶岩	13.0	1	200

