

## 第4章 水資源管理・開発に関する法制度・組織・計画の概要

### 4-1 水資源関連法制度の概要

1991年の憲法332条により、地下水および再生可能自然資源の所有権は国家に帰属することとなった。1993年の法律第99号（環境法）は、環境管理の原則を規定しており、その中で水資源の総合管理の体系を定めている。ACUEDUCTOから提出された水資源関連法制度のリストを表4.1-1に示す。

表4.1-1 水資源関連法規

Type	Legislation No.	Level	Description
<b>Water Resources Management</b>			
Decree-Law	2811, Dec. 18, 1974	National	National code of renewable natural resources and protection of environment
Decree	1541, Jul. 26, 1978	National	Non-marine water management (Particular regulation of Part III, Book II of Decree 2811, 1974, modified by Decree 2858 of 1981)
Decree	1681, Aug. 4, 1978	National	Hydro-biological resource (Particular regulation of Part X, Book II, Decree 2811, 1974)
Decree	2787, Oct. 21, 1980	National	(Particular regulation of Decree 2811, 1974)
Decree	2857, Oct. 13, 1980	National	Hydrographic basin (Particular regulation of Part X III, Title 2, Chapter III, Decree 2811, 1974)
Decree	2858, Oct. 13, 1980	National	Permission of hydrological study (Particular regulation of Article 56 of Decree 2811, 1974)
Decree	1014, Apr. 15, 1982	National	Permission (Particular regulation of Article 55, 60 and 216 of Decree 2811, 1974)
Decree	1594, Jun. 26, 1984	National	Water use and effluent discharge (Clarified by Decree of 2340, Sep. 19, 1984)
Law	79, Date-unknown, 1986	National	Conservation of water
Accord	CAR, 10, Mar. 6, 1989	Cundinamarca	Non-marine water management in Cundinamarca Department
Law	373, Jun. 6, 1997	National	Program for efficient use and saving of water
Decree	901, Apr. 1, 1997	National	Rate for use of water
<b>Groundwater</b>			
Resolution	DAMA, 250, Apr. 16, 1997	Bogotá D. C.	Rate (Unit fee) for use of groundwater
Resolution	DAMA, 251, Apr. 16, 1997	Bogotá D. C.	Registration of wells
Resolution	DAMA, 815, Sep. 6, 1997	Bogotá D. C.	Meter installation in wells for groundwater abstraction
Resolution	DAMA, 1219, Sep. 29, 1998	Bogotá D. C.	Payment of fee for use of groundwater
<b>Water Supply and Management</b>			
Law	9, Jan 24, 1979	National	Sanitary measures
Decree	2105, Jul. 26, 1983	National	Potable water (Particular regulation of Title II of Law 9, 1979)
Decree	748, Nov. 24, 1995	Bogotá River	Fund for wastewater treatment-Bogotá River
Decree	475, Mar. 10, 1998	National	Technical norms of drinking water
<b>Wastewater Discharge</b>			
Resolution	DAMA, 1074, Oct. 28, 1997	Bogotá D. C.	Standards of effluent (the chart is missing)

1974年法令2811号（自然資源および環境保護法）は、環境や自然資源についてコロンビアで発行された最初の法律である。水資源の保護と利用、水利用料金、排水料金等について定めている。CARの全身である国立自然資源研究所（INDERENA : **National Institute of Natural Resources**）に表流水および地下水の水利権（水利用許可）付与の権限が与えられた。

1978年法令1541号は、水資源の用途、水資源に関する環境ライセンス、許可（パーミッション）、水利用許可（コンセッション）等について規定している。

1979年法律9号（国家衛生法）は、排水の規制とコントロールを実施するための手段と手順を定めている。

1984年法令1594号（自然資源および環境保護法と国家衛生法に関して水利用と液体廃棄物を規定する規則）は、排水、衛生および環境に問題のある物質の排出基準と排出許可手続き、環境ライセンス、環境許可（パーミッション）、水利用許可（コンセッション）の申請方法を規定している。また、排水料金、ラボの分析方法、環境影響評価（EIA）を提案している。

1993年法律99号（環境法）は、環境省（現在の環境・住宅・土地開発省）と全国環境システム（SINA）の創設を定めた法律である。これにより再生可能自然資源の管理と保全を担当する国および地方の環境機関が再編された。同法にはCAR、DAMA、IDEAM、INGEOMINAS等の管轄・権限・機能等が規定されている。

1994年法律142号（公共サービス法）は、上下水道料金を含む公共料金の設定方法について定めている。また、公共サービス機関がその活動が環境に悪影響を与える場合には環境を保護しなければならないと定めた。排水処理と最終廃棄を含む下水道サービスを確保するための市の権限を定めている。

1997年の法律373号（節水と水の効率的利用）は、水の効率的利用と節水のプログラム（5カ年計画）である。水源の供給量と水需要量の診断に基づき、水の損失削減目標、市民への節水教育キャンペーン、表流水・雨水・地下水の効率的利用のプログラムである。また、排水の再利用を促進することが含まれている。プログラムの遵守が求められる上下水道事業者、灌漑・排水・水力発電プロジェクト等の水利用者を定めている。

1998年政令475号は、飲料水の水質基準を規定している。

2001年法律715号（国家が地方機関に移転する資金による「総合参加システム」の規定）は、飲料水と基本的な衛生のため資金が国から市に配分され、市はこれらの資金を、水流の汚染除去、液体・固形廃棄物の処理、廃棄物の減少・再利用プログラムの推進等の事業に投資することとなっている。

2002年COMPES（社会経済政策審議会ペーパー）3177号（排水管理国家計画策定のための優先活動とガイドライン）：国土の水資源の質的改善を促進する目的で、排水管理国家計画（PMAR）の策定・導入のための優先活動とガイドラインを規定した。5つの優先活動として、「管理の優先」、「地域管理戦略の推進」、「セクター別の規則の検証と更新」、「資金源の結びつけ」、「PMAR導入のための制度戦略の強化」が定められている。

2003年法律812号（国家開発計画2002-2006）は、水の総合管理プログラムの優先活動として、COMPES 3177号に従った、排水管理計画の形成と導入による汚染防止とコントロールについて定めている。

2003年政令3100号は、排水料金の設定について環境法の42条と43条の適用を規定している。本法令は、排水管理と改善計画を定めている。

2004年政令155号（水利用公定価格）は、これまで各環境当局がばらばらに決めていた表流水と地下水に対する水資源利用の料金設定の公定レート化について環境法の43条を規定している。2004年の240号決定は同政令の適用法。

このように、これまで水資源関係の法律・規則・基準はそれぞれの分野ごとにばらばらに多数あったが、現在これらをまとめた水法を環境・住宅・土地開発省（MAVDT）の飲料水・衛生局水資源グループが作成している。水法の正式名称は水資源企画管理法で、2005年4月1日に国会に提出する予定であった。MAVDTよりドラフト版の提供を受けたが、内容的に未だ不十分な点があり柔軟に修正を加えるとのことである。水法は9つの章と合計48条からなる。これまでの法律では地下水の規定が手薄であったため、水法には地下水の章が設けられているのが特徴である。以下に水法の各章の概要または特徴的事項を示す。

#### 第1章 総則、制度、計画づくり

水資源の計画作りのツールとして国家水計画と水系整備管理計画を策定する。MAVDTが、水法交付後2年以内にIDEAM、INVEMAR（海洋・沿岸研究所）、INGEOMINASと協調し20年間の国家水計画を策定する。各地の環境当局が管轄域内の水系整備管理計画を、地方自治体の水系審議会の指導に従い、市民社会や水資源利用者の参加により策定する。

#### 第2章 水資源の配分と用途

水利用認可（コンセッション）と排水許可について定めている。コンセッションは最大10年であるが、飲料水供給、発電、公共工事といった公共サービスの場合は最大50年までの期間が与えられる。用途ごとの水質基準は社会保障省が、水資源・環境保全のための水質基準はMAVDTが決める。河川の環境維持水量という概念が導入され、IDEAMが決める方針に従い管轄する環境当局が各河川の環境維持水量を定めることとされている。また水の再利用促進についても触れられている。

#### 第3章 汚染と排水のコントロール

MAVDTがIDEAMの協力により、環境当局が排水許可する際に適用すべき基準や要件を定める。排水許可は最大10年となる。

#### 第4章 地下水

地下水は、飲料水供給の必要性を満たすために優先的に配分され、その他の目的には帯水層の涵養量が十分にある時のみ認可される。地下水に関する調査や研究は、MAVDTの政策・方針に従いINGEOMINASが管轄する。地下水の試掘許可は、土地の所有者の同意があれば申請することができ、試掘許可の名義人には水の利用認可（コンセッション）が優先的に授与される。地下水供給に対するモニタリングとフォローアップは管轄する環境当局が実施し、IDEAMが環境当局を調整する責任者となる。

#### 第5章 水資源管理に関連するリスク管理

水資源に関連するリスク管理としては、現行規則では災害後の対応や投資に

重点が置かれているため、水法ではリスクの防止や緩和に重点を置いている。上下水道を含むライフラインの脆弱性分析は、該当するインフラの責任機関が実施する。増水や土砂崩れ等の水資源に関連するリスク評価は、当該環境当局と県・市・区レベルの自治体とが共同で実施する。リスク削減地方プログラムは、自治体、環境当局およびライフラインのインフラ責任者との協調により、全国災害予防対応システムに定められた方針・政策やガイドラインに従い、県政府が責任者となる。同プログラムは ACUEDUCTO の投資計画に組み込まなければならなくなると思われる。

#### 第6章 都市排水

都市排水は市の市街地の雨水排水システムのことである。都市排水の公共サービスは飲料水・下水統制委員会（CRA）が定める方策に従うものとする。当該環境当局は、MAVDT が定める基準に基づき技術的調査を行ったうえで水路の境界線（水路の量幅側の水地保護と管理のための地帯）を特定する。

#### 第7章 水資源に関する計画づくりや管理を支える機材・資金的手段

水利用料金と排水料金決定のための基準とパラメーターについて、効率性、平等性、中立性、段階性、季節性、単純性、十分性を提案している。また、地方自治体が年間収入の1%を管轄域の環境当局に移転し、環境当局は水系整備管理計画に従い、水資源保護・保全のための土地取得・維持・保全・修復のためにのみこの資金を使用している。

#### 第8章 水資源のモニタリングとフォローアップ

IDEAM が水資源に関するモニタリングの全国基本ネットワークを管理する。地方環境当局が、水資源に関する地方レベルのモニタリングとフォローアップを実施する。そのために、地方環境当局がモニタリングネットワークを設置し運営しなければならない。

#### 第9章 最終処理

水法の制定に伴う、既存の関連する法律の有効期限・適用・廃止等を規定している。

### 4-2 水資源関連組織の現状

#### (1) 水資源関連の組織全体概要

水資源を含む再生可能な天然資源の所有権は国に属する。環境ライセンス、水利権のコンセッション、水資源探査・調査のパーミッションの付与権限等の水資源の管轄は、本件のボゴタの飲料水供給を目的とした総合水資源調査を想定した場合、表 4.2-1 のように区分できる。

また、水資源関連の調査を実施している機関を表 4.2-2 に示す。これらの機関については、本件の技術管理委員会メンバーまたはデータの入手先として重要である。

表 4.2-1 水資源の管轄機関

機関	管轄
環境・住宅・土地開発省 (MAVDT)	国立公園・自然保護区内のプロジェクトの環境ライセンス。新規水資源開発の既存計画であるチンガサ拡張計画とスマパス計画は国立公園内にあるので、環境省の管轄になると思われる。
クンディナマルカ地域自治公社 (CAR)	ボゴタ首都区の市街地の標高 2,700m 以上とボゴタ首都区の村落部および首都区外のクンディナマルカ県の、環境ライセンス、表流水および地下水の水利用 (水利権コンセッションと探査・調査のパーミッションおよび排水規制。
ボゴタ首都区環境管理局 (DAMA)	ボゴタ首都区の市街地域の標高 2,700m 以下の、環境ライセンス、地下水の水利権コンセッションと地下水探査のパーミッションおよび排水の規制 (パーミッションとアプロバシオン)。首都区の環境全般の管轄機関である。
ボゴタ上下水道公社 (ACUEDUCTO)	ボゴタ市街地の標高 2,700m 以下の、表流水の水利権のコンセッション。その他環境権限は DAMA にある。上下水道の整備・運営の他に雨水排水網の整備・管理を実施している。
国立自然公園システム特別管理ユニット (UAESPNN)	国立自然公園内の水利権コンセッションの管轄で、チンガサ国立公園内のチュウサダムやラブランジャ川の水利権が該当する。スマパス水系の将来開発も国立公園にかかるとされる。
グアビオ地域自治公社 (CORPOGUAVIO)	グアビオ河上流水源域のクンディナマルカ県内 8 市町村を管轄する環境当局。チンガサシステムの水源のひとつであるブランコ川の一部支流の水利権コンセッションを ACUEDUCTO に与えている。
オリノキア地域自治公社 (CORPOORINOQUIA)	オリノコ河上流のメータ河上流水源域の 5 県にまたがる 45 市町村を管轄する環境当局。チンガサシステムの水源のひとつであるブランコ川の一部支流の水利権コンセッションを ACUEDUCTO に与えている。

表 4.2-2 水資源関連の調査担当組織

組織	水資源関係の担当調査業務
クンディナマルカ地域自治公社 (CAR)	クンディナマルカ県の CAR の管轄内の、気象観測、水文観測、地下水位観測、表流水と地下水の水質モニタリング。環境調査。水資源調査。地下水調査。
ボゴタ首都区環境管理局 (DAMA)	ボゴタ市街地内の井戸のインベントリーと水量モニタリング。ボゴタ川市街地内の水文・水質観測。環境調査。地下水調査。
ボゴタ上下水道公社 (ACUEDUCTO)	水源地周辺の気象観測。ボゴタ平原の地下水位のモニタリング。地下水調査。水資源調査。貯水池、浄水場、配水管、ボゴタ川の水質モニタリング。
水文・気象・環境調査研究所 (IDEAM)	水文観測、気象観測・予報、環境調査、水資源調査、地下水モニタリング。
地科学・鉱山環境・核調査情報研究所 (INGEOMINAS)	地下水調査・研究、地質調査、地滑り・崖崩れの調査、地震の調査・研究。

(2) ボゴタ上下水道公社 (ACUEDUCTO)

ボゴタ上下水道公社は、ボゴタ市議会決議 105 号(1955)により 1955 年にボゴタ市の水道局として設立され、1995 年に公社化された。前回の開発調査 (ファイナルレポート 2003 年 2 月) 時は略称が EAAB であったが、ACUEDUCTO に改称されている。現在でも EAAB が使われることがしばしばあるが、本報告書では ACUEDUCTO に統一する。

ACUEDUCTO の給水区は、ボゴタ首都区の土地整備計画 (POT) でボゴタ市街地と決められている地域として定められており、その他の地域については法的に給水する義務は無い。ボゴタの周辺拡大地域の給水については、POT で市街地区域を変更するか拡大解釈で対応することになるが、ボゴタ市議会や委員会で現在議論されている。ボゴタ市外のクンディナマルカ県に属する周辺市地域についても、北からガチャンシパ、トカンシパ、カヒカ、ソポ、チア、コタ、ラ・カレラ、フンサ、マドリッド、モスケラおよびソアチャの 11 市に給水・送水している。また、1994 年の法令 142 号により、地方自治体との合意ができれば、どの町の給水事業を行っても良くなった。このため、2004 年 7 月に ACUEDUCTO の関連会社 (Aguas de Bogotá) を設立し、地方自治体から水道運営を請け負うことが可能となった。

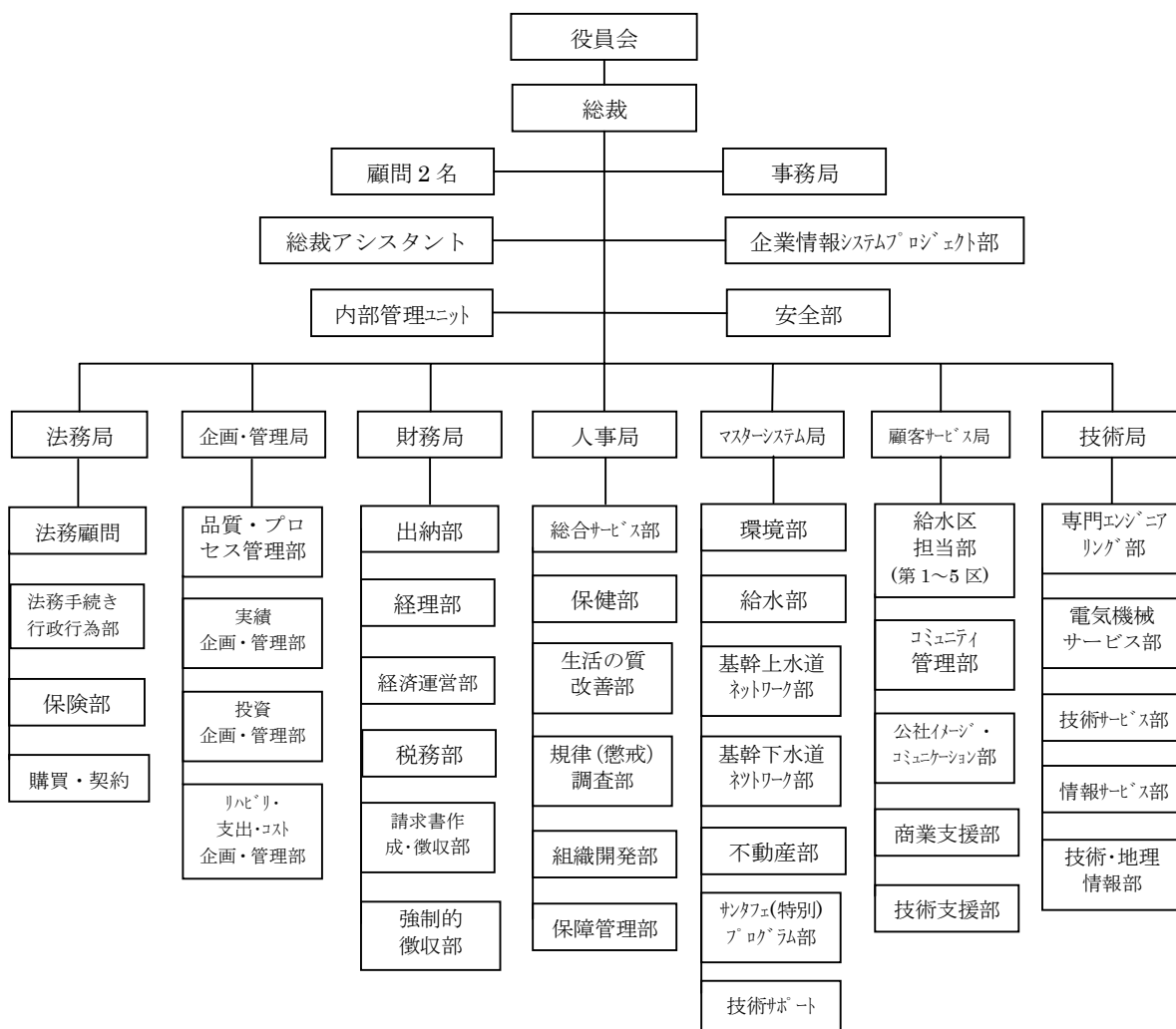


図 4.2-1 ボゴタ上下水道公社 (ACUEDUCTO) の組織図

表 4.2-3 ACUEDUCTO の人員構成

局	部	職員数
(総裁付け)	総裁・顧問・その他	11
	内部管理部	11
	安全部	7
	事務局	2
法務局	(局付け)	12
	法務顧問部	4
	法務手続き・行政行為部	11
	保険部	2
	購買・契約部	32
企画・管理局	(局付け)	3
	品質・プロセス管理部	7
	実績企画管理部	9
	投資企画管理部	8
財務局	リハビリ・支出・コスト企画管理部	5
	(局付け)	29
	出納部	25
	経理部、経済運営部	25
	税務部	15
	請求書作成・徴収部	6
人事局	強制的徴収部	19
	(局付け)	2
	総合サービス部	198
	保険部	53
	生活の質改善部	63
	規律調査部	12
	組織開発部	1
保障管理部	37	
マスターシステム局	(局付け)	8
	環境部	14
	供給部	163
	基幹上水道ネットワーク部	149
	基幹下水道ネットワーク部	14
	不動産部	18
	特別プログラム部	4
顧客サービス局	(局付け)	19
	コミュニティ管理部	11
	公社イメージ・コミュニケーション部	11
	商業支援部	17
	第1区	79
	第2区	160
	第3区	164
	第4区	104
	第5区	100
技術局	(局付け)	5
	専門エンジニアリング部	13
	電気機械サービス部	74
	技術サービス部	60
	情報サービス部	26
	技術・地理情報部	73
	SIE プロジェクト部	49
合計	1944	



図 4.2-1 に ACUEDUCTO の組織図を示す。複雑になるので部より下の組織（課）は記載していない。本件担当部署はマスターシステム局であり、同局に地下 waters 部が設置される計画であるが未定である。

ACUCUEDUCTO の職員数は 1944 名であり、表 4.2-3 に部ごとの人数を示す。マスターシステム局は 370 名の人員となっている。総裁はボゴタ市長が任命し市長の任期と同じ 3 年である。総裁辞任に伴い 5 月に新総裁が就任すると局長クラスの主要ポストの人事は大幅に変わる可能性がある。現在のボゴタ市長の任期は 2004 年～2006 年の 3 年間で再選は無い。

表 4.2-4 に ACUEDUCTO の財務状況（貸借対照表）を示す。2004 年度末の負債／資産の比は 0.45 とやや高いものの良好な財務状況となっている。1993 年には経営悪化によりティビトック浄水場の運営をフランスの民間会社に委託することを条件に税金からの資金援助を受けたが、1998 年～1999 年頃から経営状況が良くなり 2004 年度末現在の財務状況は改善している。現在 ACUEDUCTO は AAA の企業評価を得ている。表 4.2-5 に 2003 年および 2004 年度の ACUEDUCTO の業績（損益計算書）を示す。上下水道事業により 2 年とも利益をあげている。2004 年度は、売り上げ高の 56.8%の粗利益、8.1%の営業利益、13.5%の処分利益があった。

表 4.2-4 ACUEDUCTO の財務状況（貸借対照表）

（単位：1000 ペソ）

科目	2004 年度末 (2004 年 12 月 31 日)	2003 年度末 (2003 年 12 月 31 日)
(資産の部)		
<b>1. 流動資産</b>	<b>899,506,177</b>	<b>723,878,471</b>
1-1 現金	100,413,407	127,018,533
1-2 投資	497,760,943	237,535,201
1-3 貸付金	265,127,930	337,711,353
1-4 商品	19,289,140	20,322,093
1-5 その他	16,914,757	1,291,291
<b>2. 固定資産</b>	<b>4,860,214,276</b>	<b>4,725,073,999</b>
2-1 投資	5,891,566	4,187,025
2-2 貸付金	227,115,219	196,948,940
2-3 不動産	3,094,346,577	3,004,262,700
2-4 天然・環境資源	0	0
2-5 その他	1,532,860,914	1,519,675,334
<b>資産合計</b>	<b>5,759,720,453</b>	<b>5,448,952,470</b>
(負債の部)		
<b>3. 流動負債</b>	<b>205,435,610</b>	<b>258,491,554</b>
3-1 公共融資（借入金）	79,908,863	80,673,163
3-2 未払い金	35,520,164	52,874,188
3-3 労働債務と社会保障	16,664,570	15,086,239
3-4 債券発行とその他債券	1,103,244	1,675,876
3-5 評価負債	71,169,996	106,836,465
3-6 その他	1,068,773	1,345,623
<b>4. 固定負債</b>	<b>2,359,965,773</b>	<b>2,199,305,880</b>
4-1 公共融資（借入金）	833,829,593	860,754,835
4-2 未払い金	58,593,765	49,151,217
4-3 評価負債	1,391,801,254	1,260,909,828
4-4 その他	75,741,161	28,490,000
<b>負債合計</b>	<b>2,565,401,383</b>	<b>2,457,797,434</b>
<b>5. 資本</b>	<b>3,194,319,070</b>	<b>2,991,155,036</b>
5-1 機構の資本	3,194,319,070	2,991,155,036
<b>負債・資本合計</b>	<b>5,759,720,453</b>	<b>5,448,952,470</b>

表 4.2 - 5 ACUEDUCTO の業績 (損益計算書)

(単位: 1000 ペソ)

科目	2004 年度末 (2004 年 12 月 31 日)	2003 年度末 (2003 年 12 月 31 日)
<b>1. 営業収益</b>	<b>892,874,831</b>	<b>858,980,264</b>
<b>1.1 売上高</b>	<b>892,883,121</b>	<b>858,980,264</b>
1.1-1 上水道事業	582,988,330	563,056,313
1.1-2 下水道事業	309,894,791	295,923,951
<b>1.2 組織間取引</b>	<b>-8,290</b>	<b>0</b>
1.2-1 利益・手数料等の譲渡取引	-8,290	0
<b>2. 売上費用</b>	<b>385,971,799</b>	<b>380,043,077</b>
<b>2.1 事業売上原価</b>	<b>385,971,799</b>	<b>380,043,077</b>
2.1-1 上水道事業	268,447,413	264,712,581
2.1-2 下水道事業	117,524,386	115,330,496
<b>粗 利 益</b>	<b>506,903,032</b>	<b>478,937,187</b>
<b>3. 営業費用</b>	<b>434,146,626</b>	<b>405,569,810</b>
<b>3.1 管理費</b>	<b>315,045,908</b>	<b>341,536,046</b>
3.1-1 給料	22,712,037	22,883,696
3.1-2 拠出金?	225,184,597	256,795,244
3.1-3 現金分担金?	14,004,982	12,469,232
3.1-4 名目寄付金	904,618	879,449
3.1-5 一般管理	22,379,631	24,684,750
3.1-6 税	29,860,043	23,823,675
<b>3.2 予備費、価値下落、原価償却など</b>	<b>118,501,138</b>	<b>63,468,431</b>
3.2-1 負債に対する予備費	31,634,467	7,676,003
3.2-2 棚卸し保護に対する予備費	24,660	334,193
3.2-3 資産と研究費に対する予備費	560,784	691,561
3.2-4 予算債務に対する予備費	53,801,791	25,360,804
3.2-5 不測事態に対する予備費	15,454,718	17,077,799
3.2-6 不動産・プラント・装置の価値下落	2,570,304	2,201,459
3.2-7 第三者への移譲利益償却	400	0
3.2-8 不可触性の原価償却	14,454,014	10,126,612
<b>3.3 譲渡</b>	<b>599,580</b>	<b>565,333</b>
3.3-1 一般政府への水道水	599,580	565,333
<b>営 業 利 益 (損失)</b>	<b>72,756,406</b>	<b>73,367,377</b>
<b>4. その他利益</b>	<b>198,856,324</b>	<b>221,808,272</b>
4-1 金融	86,567,016	107,804,746
4-2 為替差益	110,906,298	92,545,648
4-3 遺産分配方法による利益	216,520	18,915
4-4 特別利益	26,733,454	38,258,074
4-5 前期繰越調整 (利益)	-25,566,964	-16,819,111
<b>5. 社会投資経費</b>	<b>1,276,512</b>	<b>0</b>
5-1 環境、飲料水、基礎的な衛生	1,276,512	0
<b>6. その他経費</b>	<b>149,905,209</b>	<b>240,422,756</b>
6-1 支払利息	71,747,473	73,029,169
6-2 手数料	197,324	507,214
6-3 為替差損	60,047,033	92,057,627
6-4 金融	26,489,671	51,706,683
6-5 資産分配方法による損失	11,978	0
6-6 特別損失	7,528,123	26,006,866
6-7 前期繰越調整 (損失)	-16,116,393	-2,884,803
<b>処 分 利 益 (損失)</b>	<b>120,431,009</b>	<b>54,752,893</b>

### (3) 環境・住宅・土地開発省 (MAVDT)

1993 年法令 99 号により、環境と再生可能な自然資源の利用と管理・保全に関する政策・規則の策定を行う機関として環境省が創設された。環境省の機能と権限の詳細は同法の 2 条～9 条に定められている。

2001 年法令 216 号により環境省と経済開発省が統合し、環境・住宅・土地開発省 (MAVDT) となった。図 4.2-2 に聞き取りおよび MAVDT のウェブサイトの情報により作成した組織図を示す。省全体の人員は約 750 人である。外務省、防衛省に次いで 3 番目に予算の大きい省である。

MAVDT は、環境副大臣、住宅・土地開発副大臣、国立公園システム特別管理ユニットの 3 つのグループに大別される。環境副大臣の下には、持続的セクター開発局、飲料水・基礎衛生・環境局、エコシステム局、環境ライセンス・認可・手続き局の 4 つの局がある。

水資源担当部署は飲料水・基礎衛生・環境局の水資源グループで、その人員は 7 名で、排水管理、流路・水利管理、法・規則の策定、CAR への技術支援と研修、水法の作成、未収水対策、地下水総合保全プログラムが主な業務である。

環境省がライセンス申請窓口になるケースは、①CAR 自身が工事や開発を行う場合、②石油資源開発、③鉱物資源開発、④ 2 つ以上のライセンス付与機関に関係する場合、⑤ 2 つの CAR で競合する場合、⑥国立公園・自然保護区内のプロジェクトの 6 つの場合である。

国立自然公園システム特別管理ユニット (UAESPNN) は、国立公園内の水利権コンセッションの付与権限を持っている。2005 年 4 月現在、ACUEDUCTO はチンガサ・システムの 6 つの支流と 1 つのダムについて合計 12.971m<sup>3</sup>/s の水利権を UAESPNN から得ている

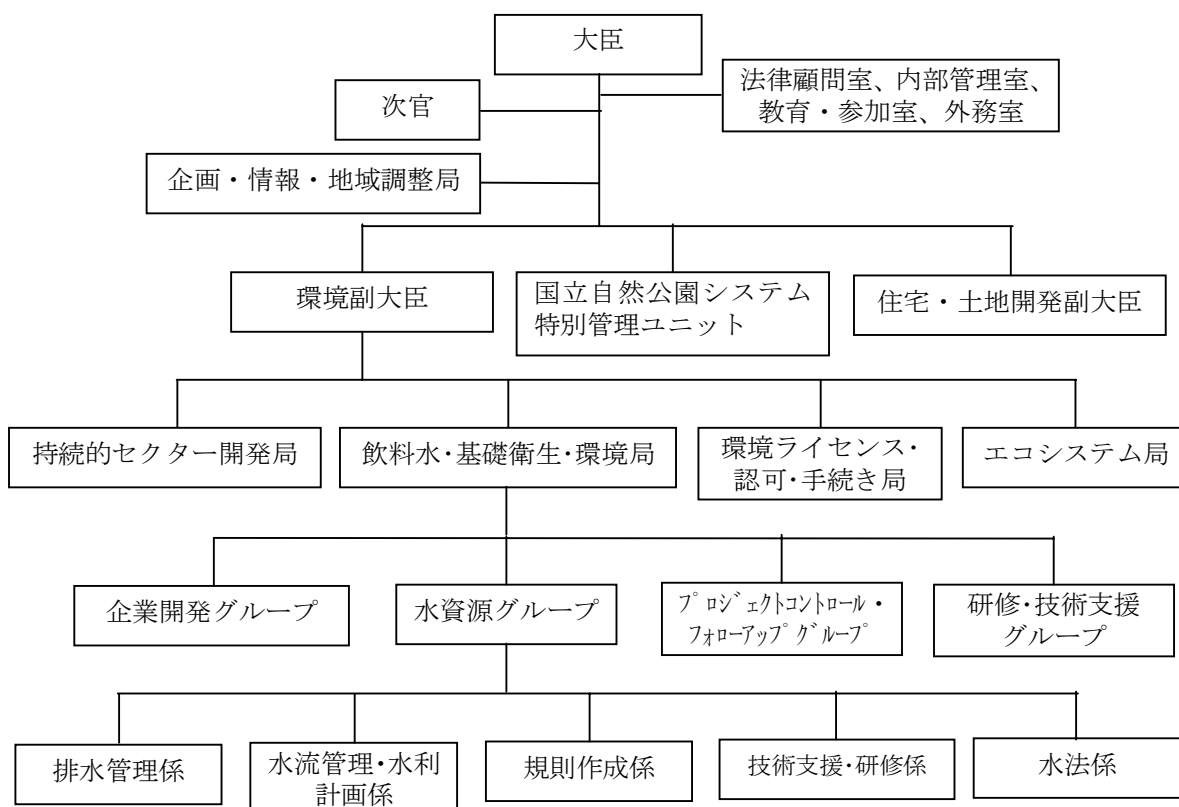


図 4.2-2 環境・土地・住宅開発省 (MAVDT) の組織図

#### (4) クンディナマルカ地域自治公社 (CAR)

##### 1) 地域自治公社 (CARs)

1993 年法令 99 号 (環境法) により、国レベルの環境と自然資源の政策策定を行う機関として環境省、および環境政策を実施する全国環境システム (SINA : Sistema Nacional Ambiental) の組織と機能が定められた。この SINA の構成組織として、全国 33 箇所に地域自治公社ができ、クンディナマルカ地域自治公社 (CAR) はその中のひとつとして位置付けられる。CAR の前身は国立自然資源研究所 (INDERENA : National Institute of Natural Resources) である。

地域自治公社は省の政策に基づき担当地域の水、土壌、森林、動植物相、大気等の環境・自然資源の調査・管理を行う。組織と権限の詳細は、1993 年法令 99 号の第 23 条～41 条に規定されている。同法は、地域自治公社 (CARs) をその管轄地域での環境に関する地方の最高機関とし、自然資源の利用許可や情報の授与権限、水・土壌・大気・その他再生可能な自然資源の評価・コントロール・追跡調査を行う権限を与えた。液体・固体・気体廃棄物等の水・大気・土壌への流出・排気・混入による汚染を防止する権限を有する他、再生可能自然資源の持続性を阻害すること、再生可能自然資源を本来以外の目的で使用すること、再生可能自然資源の障害となる排水等を防止し環境規則違反に対する罰則を定める権限を有する。

また、地域自治公社の収入については、水利用料金、水排出料金、その他環境・天然

資源に関する環境許可料金、宅地税・不動産税の環境割合分等である。これら収入の詳細は 1993 年法令 99 号の第 41 条～48 条に規定されている。

## 2) クンディナマルカ地域自治公社 (CAR)

クンディナマルカ地域自治公社 (CAR) の起源となる組織は、1961 年の法令 3 号により設立されたボゴタ平原・ウバテ・チキンキラ河谷地域自治公社である。1984 年の法令 62 号により、ボゴタ川・ウバテ川・スアレズ川地域自治公社に改変された。その後、1991 年より地方自治体が土地利用・開発の権限を持つことになり、環境と自然資源関連のみを管轄し開発事業を止めた。1993 年の法令 99 号により、現在のクンディナマルカ地域自治公社 (CAR) となった。

地域自治公社の多くは県と管轄区域がほぼ一致するが、独立した機関で上位機関は無い。これは公共事業を扱うため、汚職防止のためである。CAR はクンディナマルカ県以外にボヤカ県のチキンキラ、サボジャ、サンミゲルデセマ、カルダス、ブエナビスタおよびラキラ市を管轄している。ボゴタ首都区の市街地域は DAMA の管轄になるが村落地域は CAR の管轄になる。つまり、ボゴタ首都区の村落部を含む 105 市の対象域での自然資源の管理が CAR の業務である。

CAR の総裁は理事会が決め、任期は 3 年である。理事会の会員は、クンディナマルカ県の 99 市とボヤカ県の 6 市の計 105 の市長、と 2 つの県の知事で年 1 回の総会により 4 人の理事を決める他、大統領府、環境省、ボゴタ首都区、花卉生産者組合、じゃがいも生産者組合、環境 NGO、県、インデアン居住区等から 10 名の計 14 名が理事となる。14 名の理事は月 1 回会合を持つ。

図 4.2-3 に組織図を示す。自然資源のインベントリーを作成する環境資源部と自然資源をどのように使うかを検討する環境管理部が主な実働部署で、その他に環境ライセンス・許可に関して法律・規則面での検証を行なう法務局、一般事務を行う管理・財務部と情報管理する情報・計画部がある。7 つの地方支所は、それぞれの担当する水系の資源管理と法的手続きを行う。

人員については、法律で 25%以上組織の運営費にかけてはいけないことになったため、2003 年から 2004 年にかけて 980 人から 484 人に削減した。2005 年 4 月現在は正職員 460 人と契約職員 200 人で、その内水資源関係の技術者は、表流水の技術者 20 人、地下水の技術者 6 人 (地方 2 人と本部に 4 人)、水質分析室 1 ヶ所に職員 12 名と外部委託 8 人である。約 200 名が本部で残りは 7 つの支所に配属されている。

予算は、2005 年度は 2000 億ペソ (8700 万米ドル) と多いが、通常年は 1500 億ペソ程度で 2004 年は 1160 億ペソであった。収入は環境税にたよっており、その大部分が土地税である。各市の土地税の 15%～25%が入り (ボゴタ首都区は 15%)、CAR の予算の 80% はボゴタの土地税にたよっている。その他、発電会社のブロック売り電力の 2%が発電税 (約 140 億ペソ) として入り、工場や下水処理場からの排水料金が若干ある。水のコンセッションに伴う使用料については、2004 年の環境省令により料金が大幅に下がったため、手間を考えると料金徴収しない方が良いので、今は取っていない。

支出は、総裁の任期の 3 年間のアクションプランに従う。現行のアクションプランは 7 つのプログラム、22 のサブプログラム、70 のプロジェクトからなる。ホームページでア

クシヨンプランは公開している。土地税の 50%は地元の市に使わなければならないため、CAR の予算の 30%はボゴタ市のために使っている。このため、最大のプロジェクトは、昨年まではサリトレ下水処理場への資金提供（2004 年までの 10 年間に 1 億 7200 万米ドル）であったが、今年からは ACUEDUCTO の湿地回復プログラムに参加し、6 つの湿地の回復に 700 億ペソを出資する予定となっている。

2005 年 4 月現在、ACUEDUCTO はティビトック・システム（ティビトック浄水場）のボゴタ川、レガデラ・システム（エルドラド浄水場）のトゥンフェリト川およびその他 3 つの小河川から合計 6.968m<sup>3</sup>/s の水利権を CAR から得ている。

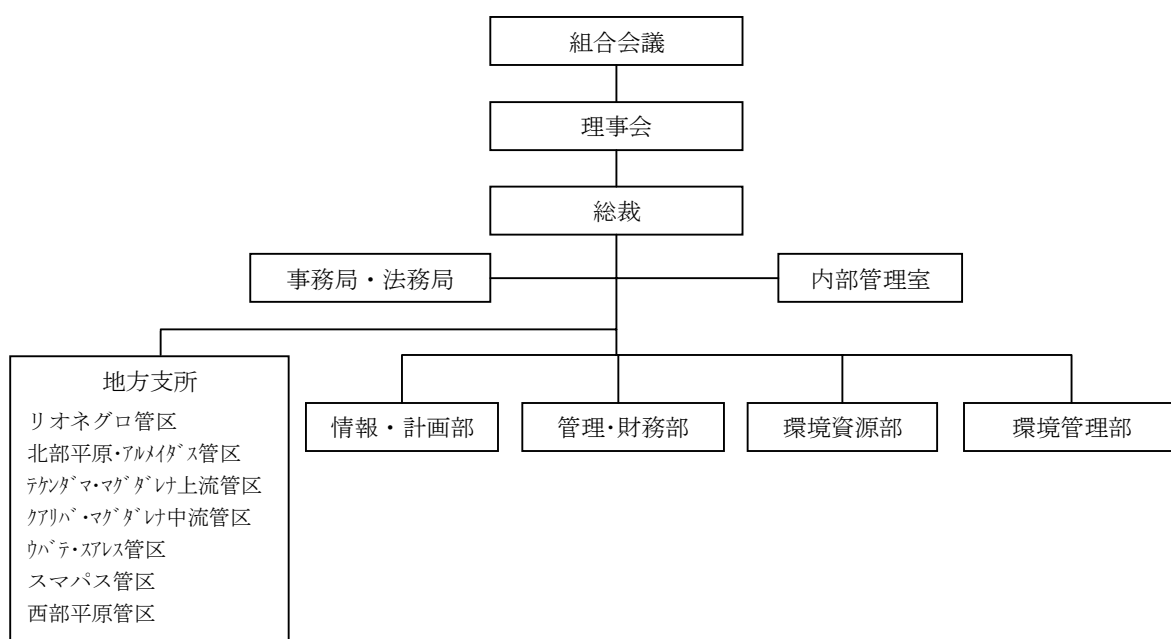


図 4.2-3 クンディナマルカ地域自治公社 (CAR) の組織図

#### (5) ボゴタ首都区環境管理局 (DAMA)

1993 年法律 99 号（環境法）により、環境管理局 (DAMA) が 100 万人以上の市、区、および首都区における環境官庁として各自治体に設立されることとなった。DAMA は地域自治公社 (CAR) と同じ権限と市の排水により悪影響を受ける河川・湖沼・湿地の汚染除去工事や事業を実施する権限が与えられている。DAMA も CAR と同様に SINA を構成する組織である。

都市部および首都区の環境問題を監査し環境政策を形成するという政治的意向により、ボゴタ議会は 1990 年の決議 9 号を承認し、市長は科学・技術的特性を持つ組織としてボゴタ首都区環境管理局 (DAMA) を創設した。DAMA は首都区の都市部周辺の環境官庁であり、地区の環境政策の指導的組織でありまた環境問題の調整者である。

環境省の創設を規定している 1993 年法令 99 号には、55 条と 66 条に DAMA の管轄である大都市（市街地の人口が 100 万人以上の市・区・首都区）の権限を規定している。55

条により、その市街地内において、環境省に付与されていない環境ライセンス・コンセッション・パーミッション・オートリゼーションの授与権限を有する。また 66 条により、都市環境に係る事項について CAR（地方自治公社）に付与された権限と同じ権限を有する他、汚染物質の流出、固形廃棄物の投棄、有毒・危険物の投棄を監視する責務がある。

具体的に水資源に関しては、DAMA は首都区の市街地内の標高 2,700m以下の地下水について管轄しており、地下水調査のパーミッションと地下水利用のコンセッション（水利権）の付与権限を持ち、揚水料金を徴収している。また、下水道への排出のパーミッションと下水道以外の河川等への排水のアプロバシオンの権限を有し、排出料金を徴収できる。廃棄物処分場については市街地内のドニャフアナ処分場については DAMA の管轄となる。

図 4.2-4 に DAMA の組織図を示す。現在組織改変中であるため、実態とやや異なるが 2003 年政令 330 号による組織図を示した。地下水および表流水を含む水資源の調査・モニタリングはセクター別環境部が実施している。新しい組織として、ボゴタ川室はボゴタ川の水質改善プログラムを実施中で、エコシステム・生物多様性部は湿地帯の保全と東部山地の森林保全（地下水涵養林として）を担当している。職員数は、170 人の正職員と 200 人の契約職員がいる。水資源を担当しているセクター別環境部は 33 人体制となっている。

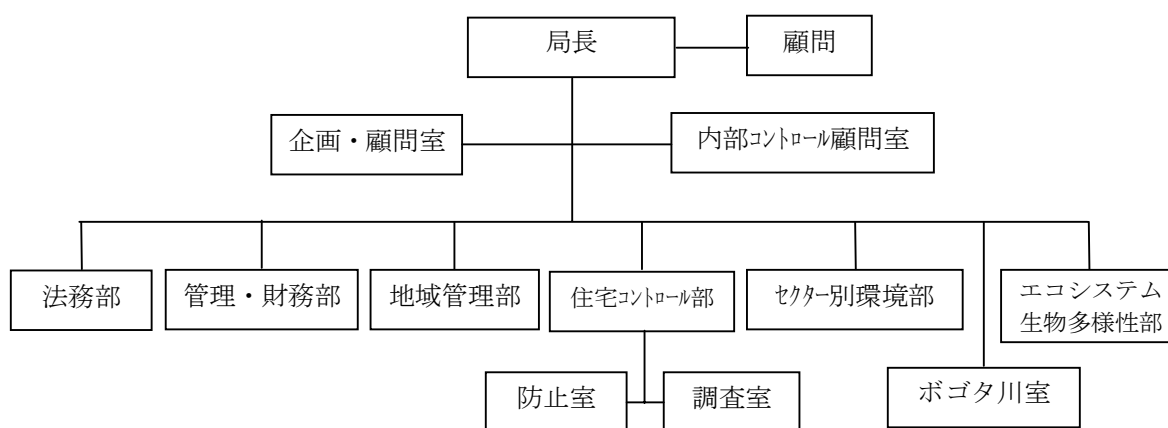


図 4.2-4 ボゴタ首都区環境管理局 (DAMA) の組織図

#### (6) 水文・気象・環境調査研究所 (IDEAM)

1993 年法令 99 号により、水文・気象・環境調査研究所 (IDEAM) の設立と業務内容が規定されている。IDEAM は、既存の HIMAT (コロンビア水文・気象・土地改良研究所)、INGEOMINAS (地質・鉱山・化学研究所)、国土地理院 (IGAC) および INDERENA (国家自然資源・環境研究所) の機能を統合して、1995 年に環境省の管下に設立された。これにともない INDERENA は清算され、HIMAT は INAT (土地改良研究所) に縮小変更され、INGEOMINAS と IGAC は部分的な組織改変が行われた。IDEAM は全国環境システム (SINA)

を構成する組織である。

担当業務は、エコシステムに関する科学技術的情報の収集と管理、および国土利用の基礎調査である。自然資源の開発と管理のために、地形、土壌、植生などに関する水文・気象・地理の基本情報の収集・分析を行う。IDEAMにおいては水文・気象観測データが入手できる他、天気予報・気象警報を行っている。

図 4.2-5 の組織図に示すように、気象部、水文部、エコシステム・環境情報部、環境調査部の4つの部からなり、天気予報・気象警報を行う予報・警報サービス室を持つ。職員は約 600 名。

策定中の水法によれば、IDEAM の水資源管理における役割は以下に示すとおり重要となる。

- ① 河川の環境維持水量の算定方針を決める。
- ② 地下水供給におけるモニタリングとフォローアップは管轄する環境当局が実施するが、IDEAM が環境当局を調整する責任者となる。
- ③ 水資源に関するモニタリングの全国基本ネットワークを管理する。

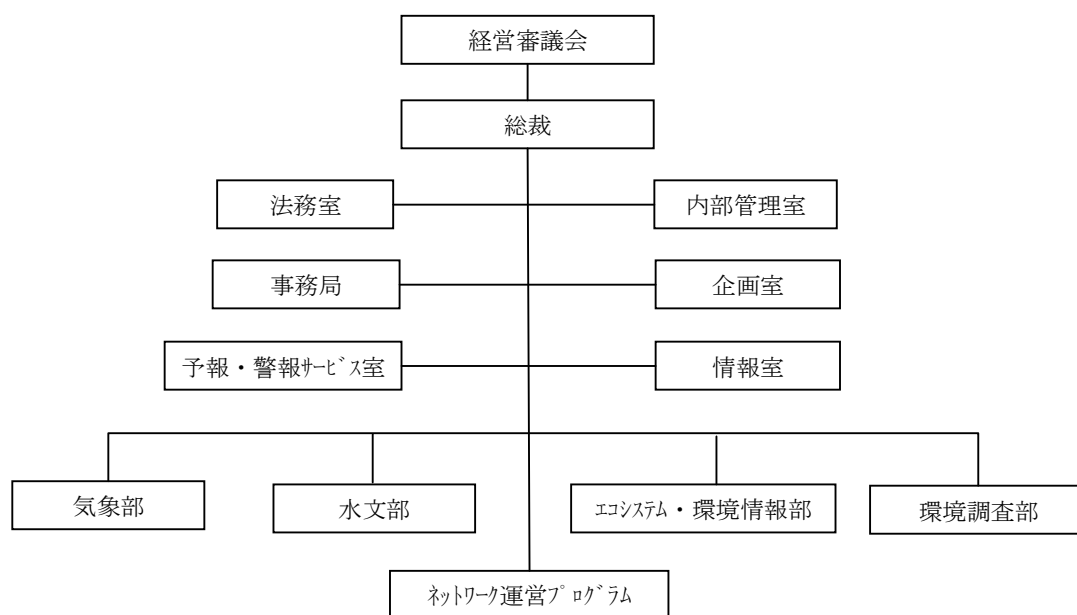


図 4.2-5 水文・気象・環境調査研究所 (IDEAM) の組織図

#### (7) 地科学・鉱山環境・核調査情報研究所 (INGEOMINAS)

INGEOMINAS の起源は古く、1916 年に設立された国家科学委員会にある。そこでは、地質図作成、鉱物資源探査、土質調査が行われた。1968 年からの行政改革で、国家鉱山インベントリーと国家化学分析所の責務を負い、国家地質・鉱山調査研究所 (INGEOMINAS) が設立された。1985 年にはルイスのネバド火山の噴火の結果として、火山のモニタリングと監視を開始した。1991 年には地化学・鉱山・化学調査研究所と改名したが略称は INGEOMINAS のまま維持された。1998 年には核科学・代替エネルギー研究所 (INEA) の機



能が移転された。

現在の INGEOMINAS の名称、法的根拠、目的、職務等は 1999 年の政令 1129 号に定められている。正式名称は地科学・鉱山環境・核調査情報研究所となった。

INGEOMINAS の主要な目的は、次の 3 つである。

- 地質条件による固有の制限と資源ポテンシャルの認識のために、基礎調査を実施する。
- 国家の鉱物資源の探査と開発を促進する。
- 前述の資源の管理に関連する活動を知らせる。

図 4.2-6 に INGEOMINAS の組織図を示す。大きく地質サービス局と鉱山サービス局に分かれており、地方には 7 つの地域作業班と 3 つの火山観測所がある。水資源に関する業務は、地質サービス局の地下資源部において地下水調査が行われている。また地質災害部では、地滑りや崖崩れ等の斜面災害や地震災害に関する調査・研究を行っている。総職員数は約 600 名である。

策定中の水法によれば、地下水の調査・研究は INGEOMINAS が管轄することになる。

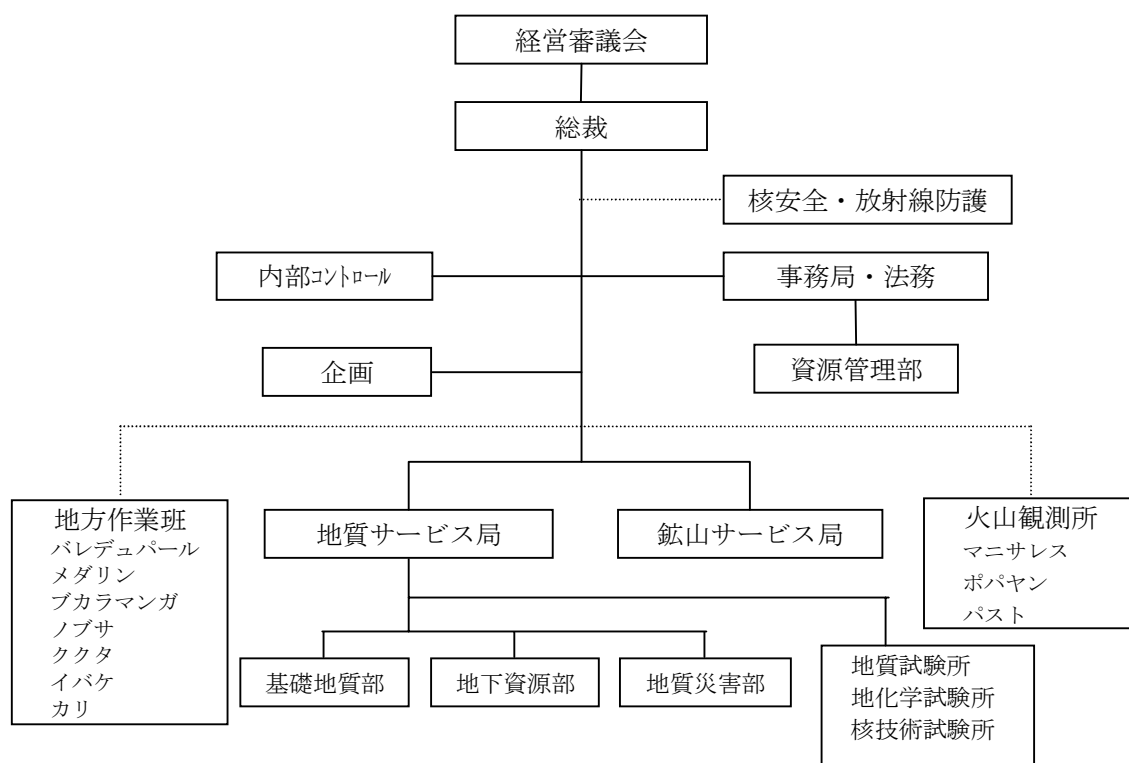


図 4.2-6 INGEOMINAS の組織図

(8) グアビオ地域自治公社 (CORPOGUAVIO)

グアビオ地域自治公社 (CORPOGUAVIO: Corporación Autónoma Regional del Guavio) は、1993 年法律 99 号 (環境法) により設立された。公社の目的は環境と再生可能自然資源についての政策・計画・プロジェクト・プログラムの実施で、ほぼ CAR と同じ環境権限を持ち、環境ライセンス・環境許可・水利権付与等の権限を有する。

管轄区域はグアビオ川上流の水源域で、ボゴタ東方約 60 km に位置するグアビオダム周辺のクンディナマルカ県内 8 市町村 (Medina, Fómeque, Guasca, Gachetá, Ubalá, Gama, Junín, Gachalá) が管轄である。管轄区域の面積は 3,660km<sup>2</sup> でクンディナマルカ県の 15%、8 市町村の人口は 91,294 人 (2000 年) でクンディナマルカ県の 4.3% となっている。これら 8 つの市町村の内、Fómeque のみグアビオ水系外のチンガサ国立公園とボゴタ市の間を流れるブランコ (Blanco) 川東岸に位置し ACUEDUCTO のチンガサシステムの水源と関係している。2005 年 4 月現在、ACUEDUCTO はブランコ川の 11 の支流について合計 1.71m<sup>3</sup>/s の水利権を CORPOGUAVIO から得ているが、他の地域の水源に余裕があるためほとんど使っていない。

(9) オリノキア地域自治公社 (CORPOORINOQUIA)

オリノキア地域自治公社 (CORPOORINOQUIA : Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia) は、1993 年法律 99 号 (環境法) の 33 条により設立された。上記の CORPOGUAVIO と同類の流域自治公社で、CAR と同様の環境権限を持つ。

CORPOORINOQUIA の管理組織は 19 人の委員による理事会で、5 つの県の知事または代表者、中央政府からの代表者、環境省からの代表者、民間から 2 名、環境 NGO から 2 名、インディアン (先住民) コミュニティから 1 名から構成される。

大河であるオリノコ河上流のメータ川上流水源域の Ariari、Negro (上流は Blanco)、Guatiquia、Upia、El Cusiana、Charte、El Cravo Sur、El Pauto、Casanare、Arauca 等の河川流域が管轄域に入っており、チンガサやスマパス地域を含んでいる。管轄地域は非常に広く、アラウカ (Arauca)、ビチャダ (Vichada)、カサナレ (Casanare)、ボヤカ (Boyacá) およびクンディナマルカの 5 つの県にまたがり、合計 45 の市町村 (表 4.2-6 を参照) を管轄している。クンディナマルカ県については 9 市町村を管轄しており、全てボゴタ東部のネグロ川 (上流はブランコ川) 水系に位置している。2005 年 4 月現在、ACUEDUCTO はブランコ川の 6 つの支流について合計 0.38m<sup>3</sup>/s の水利権を CORPOGUAVIO から得ているが、他の地域の水源に余裕があるためほとんど使っていない。将来の水源としてスマパス地域の水が開発される時には同公社の水利権がからむものと思われる。

表 4. 2-6 CORPOORINOQUIA が管轄する市町村

県	市町村
アラウカ	Araucuita、Cravo Norte、Arauca、Fortul、Puerto Rondón、Saravena、Tame
ビチャダ	Puerto Carreño、Santa Rosalía、La Primavera、Cumaribo
カサナレ	Aguazul、Chámeza、La Salina、Hato Corozal、Maní、Monterrey、Nunchía、Orocué、Paz de Ariporo、Pore、Recetor、Sácama、Sabanalarga、San Luis de Palenque、Támara、Tauramena、Trinidad、Villanueva、Yopal
ボヤカ	Pajarito、Labranzagrande、Pisba、Paya、Cubará
クンディナマルカ	Guayabetal、Quetame、Une、Paratebueno、Chipaque、Fosca、Gutierrez、Choachí、Ubaque

#### 4-3 水資源開発・管理関連計画の概要

##### (1) 既存・作成中の水資源開発・管理計画全体概要

ボゴタ市への給水を目的とした既存または作成中の水資源開発・管理計画については、主要な調査計画として次のようなものがある。

- 「サンタフェ・デ・ボゴタ給水マスタープラン (1995 年 ACUEDUCTO)」
- 「ボゴタ平原持続的地下水開発計画調査 (2003 年 JICA-ACUEDUCTO)」
- 「給水システム拡張計画 (2005 年 ACUEDUCTO)」

ACUEDUCTO が 2005 年現在策定中の「給水システム拡張計画」は、1995 年作成の「サンタフェ・デ・ボゴタ給水マスタープラン」の改訂版となるもので、予測した水需要に大幅な誤差が生じたことによりマスタープランを見直したものである。

JICA による「ボゴタ平原持続的地下水開発計画調査」は、1995 年作成の「サンタフェ・デ・ボゴタ給水マスタープラン」とは直接の関係はなく、地下水の開発・管理に焦点を置いたものである。

##### (2) サンタフェ・デ・ボゴタ給水マスタープラン

1995 年作成のサンタフェ・デ・ボゴタ給水マスタープランは、ACUEDUCTO がローカルコンサルタントの INGETEC 社に発注して作成したものである。計画内容と背景について、以下にその要点を示す。

- 1995 年に給水の M/P を作成した。その時の供給能力は、すでに  $25\text{m}^3/\text{秒}$  (レガデラが  $1\text{m}^3/\text{秒}$ 、ティビトックが  $10.5\text{m}^3/\text{秒}$ 、チンガサが  $13.5\text{m}^3/\text{秒}$ ) あった。それに対する当時の需要は、 $18\text{m}^3/\text{秒}$  で、 $7\text{m}^3/\text{秒}$  の余裕があった。
- 1995 年以降の需要予測では、高い予測 ( $0.7\text{m}^3/\text{秒}/\text{年の伸び}$ )、標準的な予測 ( $0.5\text{m}^3/\text{秒}/\text{年の伸び}$ )、及び低い予測 ( $0.4\text{m}^3/\text{秒}/\text{年の伸び}$ ) の 3 つのシナリオを想定したが、開発計画では高い予測を採用した。その場合、2005 年の需要は、 $25\text{m}^3/\text{秒}$  ( $=18+0.7\times 10$ ) になり、2005 年には、新たな水源が開発されていることが必要とされた。
- その際の実案としては、次のようなものがあった。

チンガサ拡張計画 : 5.0m<sup>3</sup>/秒 5年間の投資で、2億5000万ドル  
レガデラ II 計画 : 1.2m<sup>3</sup>/秒 1億ドル  
スマパス計画 ケース1 : 10m<sup>3</sup>/秒 10年間の投資で、5億ドル  
スマパス計画 ケース2 : 17m<sup>3</sup>/秒 8億ドル

- 開発の実施は、遅れて現在まで実施されなかったが、それは結果的に幸いであった。その後の需要量は、予測と大きく異なり増加どころか減少して、2004年現在では、14m<sup>3</sup>/秒程度になってしまった。従って、現在修正した需要予測では、新たな水源が必要なのは、2025年以降ということになった。需要が下がった理由としては、①流量測定方法の精度改善、②節水が進んだ（節水トイレ、節水コマなど）、③配水システムの水圧を下げたことにより漏水を含めた無駄な水が少なくなった、④料金値上げが節水につながった、などが主なものである。

### (3) 給水システム拡張計画

2005年策定中のボゴタおよび周辺市における給水システム拡張計画は、1995年の給水マスタープランを見直した改訂版といえる。従って、主な変更点は、1995年に予測した水需要が大幅に見込み違いとなった点に関して計画実施年度を大幅に遅らせたことである。前回と同様に、ACUEDUCTOがINGETEC社に発注して作成している。同計画は2004年12月にINGETECよりドラフトが出され2005年3月に第1回の改訂版が提出された。ACUEDUCTO内で未だ議論・承認されておらず、最終版は2005年4月末になる予定だが、総交代時期にあたるので、遅れる可能性がある。

同計画は、第1巻「給水システムの現状」と第2巻「給水システム拡張マスタープラン改定」とがある。第1巻では、次のような内容が含まれており、既存給水システムの現状把握と分析が行われている。各給水システムの現状は第3章に詳しく記載したので、ここでは記述しない。

- 水消費・需要に係る計画
  - 一人当たり・戸数当たり住宅消費に係る見通し
  - 水需要における供給と計画（見通し）
  - 需要見通し計画の結果
- 既存給水システムの概要
  - 既存の供給システムの現状
  - 既存の供給システムにおける信頼性と脆弱性
  - 各水系の供給システムの有効利用
  - 既存の給水システムの修復及び脆弱性
  - 現在の供給システム有効利用によって得られる利益
  - 需要計画（見通し）
  - 投資計画など

第2巻は第1回改訂版でまだ数値のミスや不一致が散見されるが、将来計画（給水マスタープラン）を示すもので計画概要は次のとおり。

### ① 水需要予測

ACUEDUCTO の給水対象区にあるボゴタとその周辺市の 2051 年までの水需要予測を図 4.3-1 に示す。現在 (2005 年) の水需要は  $14.39\text{m}^3/\text{s}$  で、今回の JICA 調査の目標年 (2020 年) の水需要は  $18.40\text{m}^3/\text{s}$  となりこの間の年増加率は  $1.65\%$  となっている。

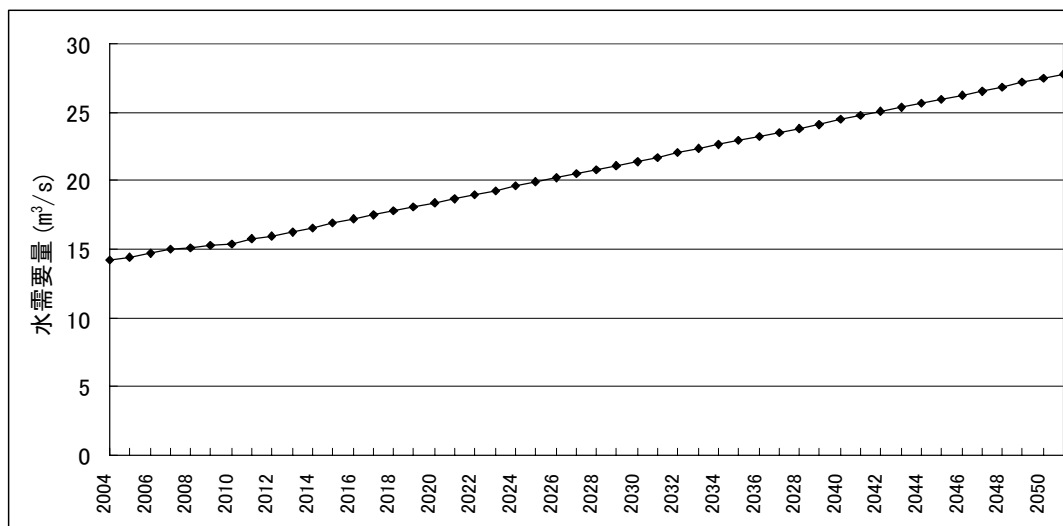


図 4.3-1 ACUEDUCTO 給水対象となるボゴタおよび周辺市の水需要予測

### ② 既存施設の給水能力

既存給水施設の給水能力の詳細については「第 1 巻」に記載されている。既存施設に手を加えることで 6 つのオプションにより給水能力に違いがある。

既存施設に手を加えない場合は、水利権による水量が  $18.37\text{m}^3/\text{s}$  で 2013 年までカバーしているとし (実際には 2020 年までカバーしているが安全率  $0.9$  をかけると  $16.53\text{m}^3/\text{s}$  となり 2013 年までしかカバーしていないと理解される)、同様に水文学的な水量は  $22.12\text{m}^3/\text{s}$  となっているが安全率をかけると約  $19.91\text{m}^3/\text{s}$  となり 2025 年までカバーしている。

一番多い場合 (テカカ川の迂回水路、トミナダムとポンプ場にポンプ設置、全ての浄水場で排水リサイクル、配水網のサブシステム統合を行う) は、水文学的な水量は  $24.19\text{m}^3/\text{s}$ 、安全率をかけると約  $21.77\text{m}^3/\text{s}$  となり、2031 年までカバーしている。

### ③ 水源開発計画

既存施設の給水能力で将来の水需要をまかなえない水量に対しては、新規に水源を開発する必要がある。水源開発プロジェクトは表 4.3-1 に示すように、大きく 3 つの水源開発計画に分けられる。1 トンあたりの水単価により「チンガサ拡張」「レガデラ II」「スマパス山塊」の優先順序で実施される計画となっている。

表 4.3-1 水源開発プロジェクトの概要

水源開発プロジェクト		信頼できる 新規水量(m <sup>3</sup> /s)	水単価 (USドル/m <sup>3</sup> )
チンガサ拡張計画 (6.28 m <sup>3</sup> /s)	チュウサダム of 流出水利用	0.10	0.053
	ゴリージャス・ポンプ場	0.15	0.070
	チュウサ北部分水路第1及び2段階	2.33	0.098
	チュウサ北部分水路第3段階	1.57	0.137
	チンガサ南東分水路	1.08	0.122
	プラジャ・ダム	1.05	0.122
レガデラ II 計画 (0.70 m <sup>3</sup> /s)	レガデラ II ダム	0.70	0.248
スマパス山塊計画 (25.4 m <sup>3</sup> /s)	高スマパス (トンネル 69km、チカ・ダム、浄水場)	7.58	0.261
	中スマパス (トンネル 79km、アルト・ムニャダム、浄水場)	17.82	0.680

④ 給水システム拡張マスタープラン

上記の①水需要予測、②既存施設の給水能力および③水資源開発計画を統合して給水システム拡張計画の骨子が形成される。既存施設の給水能力が大規模なリハビリを含まない現況のままのケースで見ると、図 4.3-2 に示すようにマスタープランは要約される。新規の水源開発は 2025 年から必要となり、本件の目標年の 2020 年までは新規の大規模な水源開発は必要ないことが分かる。

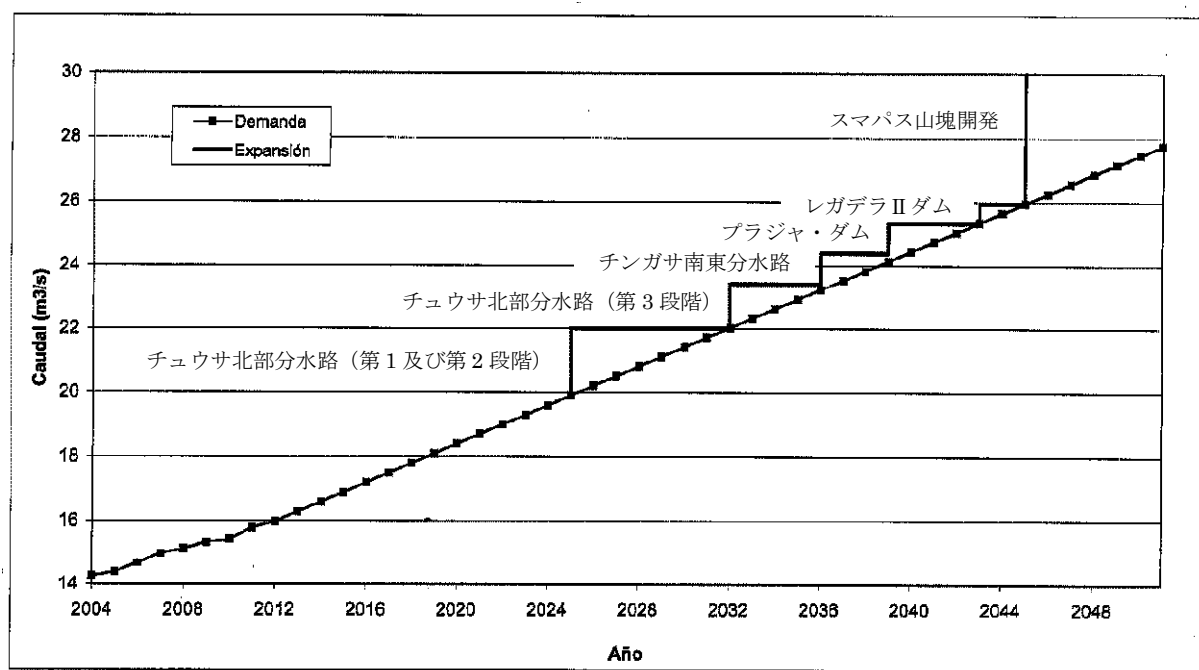


図 4.3-2 既存施設の給水能力が維持される場合の需要供給曲線

⑤ 地下水開発

地下水開発については、今後とも定期的に計画を検討して行くとしており、新規に開発する水量には含まれていない。JICA による「ボゴタ平原持続的地下水開発計画調査」の計画を基に作成した地下水開発・保全に関する施設リストが添付されている。

(4) JICA 「ボゴタ平原持続的地下水開発計画調査」の概要

1995 年作成のサンタフェ・デ・ボゴタ給水マスタープランは表流水開発のみを考慮しており地下水開発は全く考慮していない。これは「コ」国においては表流水の水資源開発調査やダム計画の作成については自分たちで実施できる体制にあるが、地下水については知識・経験が不足しているためである。そこでボゴタ上下水道公社から我が国に「ボゴタ平原持続的地下水開発計画調査」の実施が要請され、2000 年～2003 年に JICA 開発調査が実施された。同調査において、ボゴタ平原における地下水の賦存状況と開発ポテンシャルが把握され、2015 年を目標年としたボゴタ平原の地下水開発のマスタープランが策定された。

地下水の賦存状況（開発ポテンシャル）についての JICA 開発調査の要点は、「3-6 地下水水源および利用状況 (1) 地下水水源」に記した。

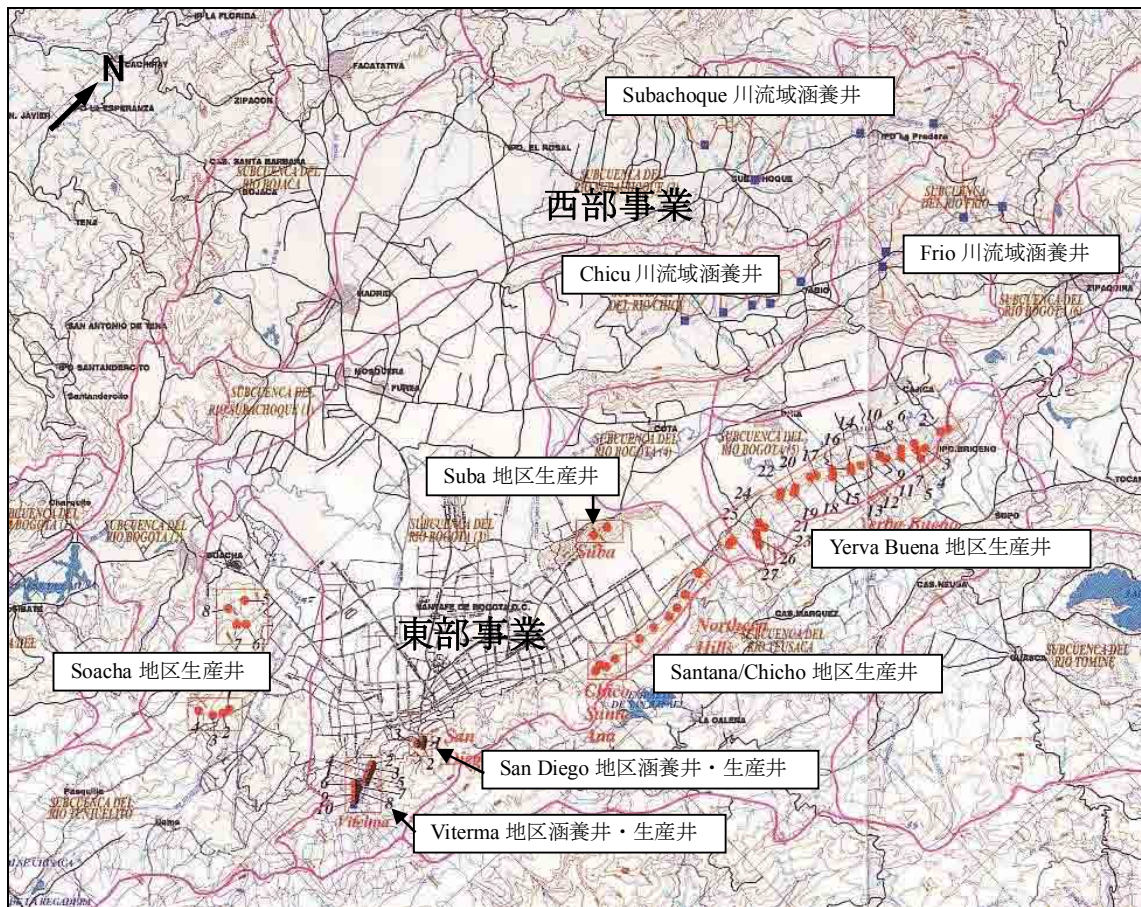


図 4.3-3 地下水開発・保全計画における井戸配置

2015 年を目標年としたボゴタ平原の地下水開発のマスタープランは、ボゴタ平原東部山地地域地下水開発・保全事業（東部事業）とボゴタ平原地下水高度利用地域地下水保全事業（西部事業）の2つの事業からなる。これら2つの事業の内、ボゴタ平原東部山地地域地下水開発・保全事業（東部事業）がF/S対象事業として我が国に要請された。図 4.3-3 に東部事業と西部事業で計画された井戸の位置を示す。

① ボゴタ平原東部山地地域地下水開発・保全事業（東部事業）

本事業は、山地・丘陵地を形成する白亜紀層中の帯水層を開発するもので、ボゴタ平原東部山地地域と南部のソアチャ地区の丘陵地で地下水開発を行い、東部山地地域のビテルマとサンディエゴ地区で涵養井による地下水保全を行うものである。事業計画の概要は表 4.3-2 に示す通りである。この事業によって、常時においては 2.19 m<sup>3</sup>/秒、チンガサの導水が止まるような緊急時には 4m<sup>3</sup>/秒の水量を新たに開発する。地下水保全のための人口涵養量は 0.45m<sup>3</sup>/秒と計画されている。

表 4.3-2 東部事業の概要

給水対象地区	井戸建設本数	最大給水能力 (m <sup>3</sup> /秒)
ボゴタ市北部の東部山地 (Yerva Buena 地区)	生産井 30	1.04
ボゴタ市の北部丘陵地区 (Santana/Chico 地区、Suba 地区)	生産井 12	0.42
ボゴタ南部の Soacha 地区	生産井 8	0.28
ボゴタ南東部の東部山地 (Vitelma 地区、San Diego 地区)	生産井 13 涵養井 13	0.45 (0.45)
合計	生産井 63 涵養井 13	生産井：通常時 2.19 緊急時 4.00 涵養井：通常時 0.45

この事業が行われた場合の地下水開発量約 2m<sup>3</sup>/秒に相当する量が、ボゴタ川から取水しているティビトック浄水場の水量から減らされる計画となっている。これによりボゴタ川の流量が増加し、水質改善に貢献するとともに水力発電所の電力増加に寄与するとされている。この事業の便益は、ティビトック浄水場の高い浄水費用とほとんど浄水処理のいらぬ地下水の処理費用との差と水力発電量で算出されている。

② ボゴタ平原地下水高度利用地域地下水保全事業（西部事業）

地下水が灌漑や花卉栽培に高度利用されているボゴタ平原中央部および西部地域において、地下水人工涵養事業と地下水利用技術の研究開発を行うことによって、現在の地下水利用の維持を可能とするものである。事業計画の概要は表 4.3-3 に示す通りである。この事業は、ボゴタ市街地は含まれておらず、ボゴタ市の水源に対し直接の関係は無い。



表 4.3-3 西部事業の概要

(1) 人工涵養井戸計画		
対象地区	涵養井建設本数	最大涵養能力 (m <sup>3</sup> /秒)
Subachoque 川流域	4 サイトに 8 本	0.14
Chicu 川流域	5 サイトに 10 本	0.18
Frio 川上流域	5 サイトに 10 本	0.18
合計	5 サイトに 28 本	0.50
(2) 地下水利用技術の研究開発		
内容	①灌漑排水の再利用 ②雨水の灌漑利用 ③ボゴタ本川の灌漑利用 ④花卉栽培事業の新規事業 ⑤灌漑効率向上	

(5) その他の水資源開発・管理関連計画

① 地下水総合保全プログラム (1996～2010 年)

1996 年から地下水総合保全プログラムが開始されている。環境・住宅・土地開発省のプログラムに基づいて、それぞれの CAR (地域自治公社) が活動計画を策定する。プログラムの内容は地下水ポテンシャルの調査と、使用量と用途に関する地下水管理である。33 の CAR の内現在 6 ヶ所の CAR が同プログラムを実施中で 5 ヶ所の CAR が参加しようとしている。クンディナマルカ県の CAR は参加を希望しているが、未だ実施していない。2010 年までに 33 ヶ所の全国の CAR に広げる予定。

② 国家水資源総合管理プログラム (計画策定中)

表流水に関しても、地下水と同様の保全プログラムが計画されている。国家水資源総合管理プログラムが 2002 年に承認され、現在環境・住宅・土地開発省において実施計画の草案を作成中である。このように、水資源の総合管理プログラムは未だ実施に至っておらず計画策定中である。

③ 全国水質管理システム計画 (1998 年～)

1998 年より全国水質管理システム計画が実施されている。環境省は全国の各 CAR の水質分析室の整備を支援し、各 CAR が水質モニタリングを実施する。IDEAM が各 CAR の水質分析室を統括検証する。また、地下水の全国モニタリングネットワークを現在構築している。

④ 全国流路整備管理計画

全国流路整備管理計画に基づき、各 CAR がそれぞれの河川の水質改善の目標値と期間を決め、目標を達成するために各自治体が排水管理計画を策定・実施する。

⑤ ボゴタおよびクンディナマルカ県の地域開発計画 (計画策定済み)

自治体の長と ACUEDUCTO がメンバーとなって、国連の地域開発センターによりボゴタおよびクンディナマルカ県の地域開発計画最終報告書が 2003 年 12 月に作成さ

れた。都市計画、インフラ開発計画、公共事業等が含まれる 3 年間のプロジェクトである。上下水道インフラについても含んでいるものと思われる。

⑥ ボゴタ川水質改善プログラム (1987～2003 年)

主に下水処理場の整備からなる計画で、1987 年～2003 年に実施された。ボゴタ川水系にある 3 つの市の既存の下水処理場に加えて 24 の市に CAR が下水処理場を建設した。これらの下水処理場は市に移管しておらず CAR が運営している。また、ゴミ処分場を数ヶ所設置した。ボゴタ川の上流の 170 の皮革工場 (なめし、染色) については、約半数を停止するよう指導している。

CAR は不動産税の一部を、ボゴタ川水質改善プログラムにより、ボゴタ市の ACUEDUCTO が管理するサリトレ下水処理場の整備に 2003 年までの 10 年間で 1 億 7200 万米ドル出資した。この計画は 2003 年に終了している。

⑦ 湿地環境改善プログラム (2005 年～)

2005 年から湿地環境改善プログラムの実施が計画されている。ボゴタ平原のボゴタ川沿いの支流との合流地点付近には湿地が分布しているが、未処理の都市排水の流入により汚染が進行している。CAR はボゴタ川水質改善プログラムでボゴタ市のサリトレ下水処理場に出していた資金を 2005 年からは、既に ACUEDUCTO が実施している湿地環境改善プログラムに向けることになっている。ACUEDUCTO は既に、サリトレ下水処理場付近のファンアマリージョ湿地の保全プログラムを開始している。

湿地環境改善プログラムは、6 つの湿地の環境回復を目的とし、内容は次のとおり。

- 汚水の流入防止と下水道整備
- ヘドロの浚渫
- 湿地周辺の土地取得と住民移転
- 湿地周囲に遊歩道・公園等のインフラ整備
- 湿地周辺に植林・自生植物を植える等

⑧ 植林プログラム (1987～2003 年) および涵養林用地取得プログラム (1997～2012 年)

水源地保全のため植林プログラムと涵養林用地の取得プログラムが実施されている。水源森林用地取得プログラムでは、市の予算の 1 % を涵養林として森林用地の取得にあてることが国の規則として決められている。

これらのプログラムにより ACUEDUCTO は、ボゴタ東部山地の 25,000ha 中 5,000ha、レガデラダムとチサカダム周辺のトゥンフェリト川流域水源地域の 28,000ha 中の 3,500ha、チンガサ国立公園の 70,000ha 中の 30,000ha を水源保護林として所有している。

## 第5章 高標高貧困地区の現況

### 5-1 高標高貧困地区の社会経済状況

#### (1) ボゴタ首都区

高標高貧困地区は、ボゴタ周辺の山地斜面に広がる低所得者層の住む地域であるが、定義された概念ではなく、明確な境界線もない。一方、公共サービス料金の居住区による料金格差を設ける等の貧困対策の政策のため、「コ」国においては社会経済階層が公に6つに区分されており、各階層の居住区はかなり明確に分かれている。ボゴタ首都区においては、一般に貧困層は市街地の拡大地域の高標高地域に居住しているため、ここでは高標高貧困地区と呼ぶことにする。平野部の都市拡大地域のスバ区やケネディ区にも所得の低い階層が居住しているが、最貧困層のほとんどは高標高地区に居住している。こうした高標高貧困地区は、ボゴタ周辺では複数広範囲に存在するが、主な地域としては、ボゴタ南部のシウダード・ボリバル区～ソアチャ市、ボゴタ南東部のサンクリストバル区～ウスメ区、ボゴタ北東部のウサケン区の一部の3地区である。

ボゴタ首都区企画管理局(DAPD)の社会開発部による、ボゴタ首都区の地区ごとの社会経済階層の人口割合を表5.1-1に示す。また、2003年に国立統計管理局(DANE)とDAPDが実施した「生活の質アンケート調査」による人口統計をもとに計算した地区ごとの社会階層別人数を表5.1-2に示す。ここで社会経済階層の数値の低い方が貧困層を示し、一般に1と2が貧困層(低所得者層)、3と4が中流階層(中所得者層)、5と6が富裕層(高所得者層)と考えられる。階層1の最貧困層の割合は7.05%で、ボゴタ南部のシウダード・ボリバル区(46.52%)とウスメ区(26.44%)が非常に高い。階層2の貧困層の割合は36.95%と非常に高く、階層1と2を合わせた貧困層の割合はボゴタ東部のサンタフェ区(70.16%)とラ・カンデリア区(66.27%)、東南部のサンクリストバル区(84.20%)とウスメ区(99.07%)、南部のトゥンフェリト区(63.63%)とシウダード・ボリバル区(94.51%)が50%を超えている。人口で見ると、階層1の最貧困層は約452,000人で、階層2は約2,599,000人、階層1と2を合わせた貧困層は約3,012,000人にもおよぶ。階層1の人口が1万人を超える地区は、東北部のウサケン区(12,969人)、東南部のサンクリストバル区(37,314人)、ウスメ区(66,845人)、西部のケネディ区(13,832人)、南部のサンラファエル・ウリベ区(20,514人)、シウダード・ボリバル区(280,375人)で、階層1の貧困層の約62%がシウダード・ボリバル区に居住している。高標高地区の階層1の人口で見ると、東北部(ウサケンとチャピネロ区)が19,247人、東部(サンタフェ区)が2,835人、東南部(サンクリストバルとウスメ区)が104,159人、南部(シウダード・ボリバル区)が280,375人の合計406,616人となり、最貧困層の約90%が高標高地区に居住している。

これらの地区は、難民や地方からの貧困層が合法・非合法に居住する地域でもあり、さらに標高の高い地域に住居が拡大している。コロンビア国内難民150万人のうち8万人(実際にはこの1.5倍~2倍)がボゴタ市内に居住しているといわれている。居住地では元からの住民と難民の間の軋轢、環境の悪化(土砂崩れ、川の汚染、水供給の逼迫)

等の問題がある。

なお、これらの高標高貧困地区は、ボゴタ東部山地およびボゴタ南部の丘陵地の山地急斜面に位置しており、地滑りや崖崩れ等の斜面災害のリスク地域とも重なっている。特にボゴタ東北部とボゴタ南部において、白亜紀の砂岩が建築資材としてかつて大規模に採掘され、採石場跡地が崖崩れの原因となっている。

表 5. 1-1 ボゴタ首都区の各地区の社会経済階層別人口割合

地区	社会経済階層 (%)						
	1	2	3	4	5	6	非居住
Usaquén	2.94	9.80	28.05	24.86	13.93	17.96	2.46
Chapinero	4.62	8.65	8.05	26.63	11.39	39.37	1.29
<b>Santa Fé</b>	2.25	<b>67.91</b>	24.49	3.17	0.93	-	1.26
<b>San Cristobal</b>	<b>7.64</b>	<b>76.56</b>	14.82	-	-	-	0.98
<b>Usme</b>	<b>26.44</b>	<b>72.63</b>	-	-	-	-	0.93
<b>Tunjuelito</b>	0.01	<b>63.62</b>	35.03	-	-	-	1.34
<b>Bosa</b>	0.88	<b>91.97</b>	6.64	-	-	-	0.51
Kennedy	1.54	38.97	57.86	0.93	-	-	0.71
Fontibón	-	7.25	74.85	16.83	-	-	1.06
Engativá	0.61	10.57	83.71	3.93	-	-	1.18
Suba	0.28	34.09	35.19	12.47	15.27	1.72	0.98
Barrios Unidos	0.01	-	63.80	32.71	2.25	-	1.24
Teusaquillo	-	0.01	17.67	75.56	6.27	-	0.49
Los Mártires	-	5.43	89.39	4.65	-	-	0.53
Antonio Nariño	-	7.96	91.94	-	-	-	0.10
Puente Aranda	0.01	0.25	98.88	-	-	-	0.86
<b>La Candelaria</b>	-	<b>66.27</b>	30.16	-	-	-	3.57
Rafael Uribe	4.85	43.39	50.81	-	-	-	0.95
<b>Ciudad Bolívar</b>	<b>46.52</b>	<b>47.99</b>	4.40	-	-	-	1.08
合計	7.05	36.95	42.48	7.30	3.07	2.10	1.04

出典：ボゴタ首都区企画管理局社会開発部資料

表 5. 1-2 ボゴタ首都区の各地区の社会階層別人口

地区	人口 2003年	社会経済階層 (人)						
		1	2	3	4	5	6	非居住
<b>Usaquén</b>	441,131	<b>12,969</b>	43,231	123,737	109,665	61,450	79,227	10,852
Chapinero	135,895	6,278	11,755	10,940	36,189	15,478	53,502	1,753
Santa Fé	126,014	2,835	85,576	30,861	3,995	1,172		1,588
<b>San Cristobal</b>	488,407	<b>37,314</b>	<b>373,924</b>	72,382				4,786
<b>Usme</b>	252,817	<b>66,845</b>	<b>183,621</b>					2,351
Tunjuelito	225,511	23	<b>143,470</b>	78,997				3,022
Bosa	525,459	4,624	<b>483,265</b>	34,890				2,680
<b>Kennedy</b>	898,185	<b>13,832</b>	<b>350,023</b>	519,690	8,353			6,377
Fontibón	284,449		20,623	212,910	47,873			3,015
Engativá	796,518	4,859	84,192	666,765	31,303			9,399
Suba	805,245	2,255	<b>274,508</b>	283,366	100,414	122,961	13,850	7,891
Barrios Unidos	178,704	18		114,013	58,454	4,021		2,216
Teusaquillo	155,841		16	27,537	117,753	9,771		764
Los Mártires	101,755		5,525	90,959	4,732			539
Antonio Nariño	104,120		8,288	95,728				104
Puente Aranda	288,890	29	722	285,654				2,484
La Candelaria	26,892		17,821	8,111				960
<b>Rafael Uribe</b>	422,969	<b>20,514</b>	<b>183,526</b>	214,911				4,018
<b>Ciudad Bolívar</b>	602,697	<b>280,375</b>	<b>289,234</b>	26,519				6,509
合計	<b>6,861,499</b>	<b>452,770</b>	<b>2,559,320</b>	<b>2,897,969</b>	<b>518,731</b>	<b>214,853</b>	<b>146,579</b>	<b>71,309</b>

## (2) ソアチャ市

ソアチャ市の一部は、ボゴタ周辺における代表的な高標高貧困地区であり、今回調査でも現地踏査を実施している。無秩序に市街地が拡大しているためシウダード・ボリバル区と市街地が繋がっており、その境界は不明確である。ソアチャ市においては、今年（2005年）にコロンビアで実施されるセンサスのための実験的センサスが2003年に実施されている。その結果のうち、ソアチャ都市部のデータを集計し、表 5.1-3 にまとめた。ソアチャ市の村落部は面積 159.9km<sup>2</sup> とソアチャ市の面積 187.24km<sup>2</sup> の約 85% を占めるが、人口は 3,105 人とソアチャ市全体の 363,019 人の 0.86% に過ぎない。

ソアチャ市はボゴタ市の衛星都市として、中～下クラスの住民が多く暮らす地域であり、都市部は 6 つのコミュニティに区分されている。このうち、高標高貧困地区とされ、今回調査団が踏査を行った地域はコミュニティ 4 にあたり（コミュニティ 4 がすべて高標高貧困地区というわけではない）、ボゴタ市のシウダード・ボリバル地区と隣接している。コミュニティ 5 の一部にも 2700m 以上の高標高地区がある。

踏査の結果ならびに表 5.1-3 をもとに、高標高貧困地区の現況を要約すると以下のとおりである。

- 他コミュニティでは生活インフラ（水・下水・ガス、電気）は大部分の家庭で完備されているのに対し、コミュニティ 4 では水道の無い家庭が非常に多い。\*
- 生活用水確保の手段として、多くの家庭がポンプ付きの井戸に頼っている。（このことは今回現地調査では確認されていないし、ACUEDUCTO 等での聞き込みでも、こうした情報はない）\*\*
- 出生地がソアチャである人口は 20% 程度であり、それ以外は外部からの転入である。これは他コミュニティと比べて割合が多いというわけではない。\*\*\*
- 国内難民の割合が、他コミュニティでは 2～5% 程度あるのに比べ、コミュニティ 4 では 12.2% と非常に多くの割合を占める。\*\*\*\*
- 人口密度、住居の所有形態等には、コミュニティ 4 と他コミュニティの間に大きな違いはない。
- 現地踏査の結果、コミュニティ 4 の高標高貧困地区は、水道の不法接続が非常に多いことがわかった。

表 5.1-3 ソアチャ地区センサス（2003 年）結果表

	項 目	コミューン番号					
		1	2	3	4	5	6
一般統計	面積(km <sup>2</sup> )	10.33	2.89	3.18	3.78	3.70	2.94
	人口 (人)	79,351	40,933	50,911	63,246	58,700	65,440
	世帯数 (世帯)	17,993	9,782	11,886	14,063	15,004	14,659
	人口密度(人/km <sup>2</sup> )	7,682	14,164	16,010	16,732	15,865	22,259
住居	賃貸 (世帯)	5,930	3,262	5,367	3,704	4,309	6,549
	所有 (世帯)	12,118	6,229	6,555	9,946	10,428	8,403
出生地	ソアチャ市内 (人)	13,094	13,256	10,116	14,039	7,013	18,809
	ソアチャ以外 (人)	59,139	24,674	36,574	43,484	47,303	41,445
	ソアチャ出生者割合	16.5%	32.4%	19.9%	22.2% ***	11.9%	28.7%
難民	難民移住者数 (人)	2,907	866	2,261	7,718	1,322	2,436
	難民の割合(%)	3.7	2.1	4.4	12.2 ****	2.3	3.7
生活設備	全部有り (世帯)	16,214	91,44	9,743	3,569	14,651	13,159
	下水、電気、ガス (世帯)	871	160	333	4,191	69	539
	水道、電気、ガス (世帯)	517	292	1,039	1,043	86	296
	電気、ガス (世帯)	331	186	771	5260	198	665
	割合 (水、ガス、電気)	90.4 %	93.4 %	82.0 %	25.4 % *	97.7 %	89.8 %
水供給	ACUEDUCTO (世帯)	14,276	9,607	11,969	5,488	14,955	14,689
	井戸 (ポンプつき) (世帯)	4,191	251	175	7,555 **	29	381
	井戸 (ポンプなし) (世帯)	13	1	18	131	4	16

移住： 国内の騒乱による移住者、水供給： 生活用水確保の手段  
 一般にコミューン番号4が高標高貧困地区とされている

出典：DANE「Informe Final Censo Experimentnal de Poblacion y Vivienda del Municipio de Soacha, 2003」

## 5-2 高標高貧困地区の給水状況

### (1) ACUEDUCTOによる給水の概況

ボゴタ市への人口流入・拡大地域の内、内戦による全国からの避難民や貧困層の多くは標高の高い地域に非合法に住んでいる。都市計画とは無関係に標高の高い地域に拡大しているために、上水道の整備がなされていない地域が広がっている。また、たとえ上水道が整備されたとしても水圧不足で送水できない地域が拡大しており社会問題化している。

このため、ACUEDUCTOは2001年にエルドラド浄水場を標高2950m地点に建設し、既存のビテルマ浄水場とラ・ラグナ浄水場は休止して予備の浄水場としている。しかし、エルドラド浄水場だけでは、これら貧困層の居住地域の一部しかカバーできず、大部分の地域はポンプ場の増設で対応している。高標高地域へのポンプアップのためのポンプ場は38ヶ所あり、ボゴタ南部のシウダード・ポリバル区のキバヤボゴタ北東部のウサケン区のセロ・ノルテのように4段階のポンプによって約3000m近くまで送水されているところもある。従って貧困層が多い標高の高い地域は給水コストが非常に高くなっており、

加えて、貧困地域のため水道料金設定が最も安い地域とせざるを得ない。ACUEDUCTO によると、標高 2700m 以上の地区は上水道の経営上負担となっているとのことである。このような問題のある地域は、大きく次の3つの地区に分けられる（図 5.3-1 参照）。

- ① ボゴタ南部のシウダード・ボリバル区とソアチャ市の丘陵地・山地斜面
- ② ボゴタ南東部のサンクリストバル区とウスメ区の山地斜面
- ③ ボゴタ北東部のウサケン区の山地斜面

ACUEDUCTO の顧客サービス局から入手した、上水道契約者数の社会経済階層に準じた水道料金階層別の 2005 年 1 月時点のデータを表 5.2-1 に示す。1,487,456 件の総契約者の内の 1,347,760 件が階層別の居住者契約となっており、階層 1 の最貧困層が全階層の 7.6%（102,856 世帯）、階層 2 の貧困層が 33.2%（446,810 世帯）となっている。

表 5.2-1 ACUEDUCTO の料金階層区による上水道契約者（世帯）数

区分		上水道契約者数
居住者契約	階層 1	102,856 (7.6%)
	階層 2	446,810 (33.2%)
	階層 3	518,564 (38.5%)
	階層 4	168,762 (12.5%)
	階層 5	60,898 (4.5%)
	階層 6	49,870 (3.7%)
	居住者の契約総数	1,347,760

出展：ACUEDUCTO 顧客サービス局資料

2003 年に国立統計管理局（DANE）および首都区企画管理局（DAPD）により実施された「生活の質アンケート」によると、ボゴタ市に対する EAAB の上記サービスの普及率は、上水道が 99.4%、下水道が 98.9%と非常に高い。この数字を世帯数にすると、上水道供給を受けているのが 1,924,062 世帯、下水道サービスを受けているのが 1,913,143 世帯となる。世帯数の推定合計数は上記調査によると 1,934,828 世帯のため、上水道供給を受けていないのは 10,776 世帯、下水道がないのは 21,685 世帯と推定される。2 - 10 ページの表 2.2-2 に示した様に、貧困層が多く住む給水事情の悪い地区でも、サンクリストバル区が 98.9%、ウスメ区が 98.6%、シウダード・ボリバル区が 99.0%と上水道の普及率は非常に高い。

ACUEDUCTO による社会学的調査では、ボゴタ市内 18 地区の 3,296 世帯 18,480 人には水道がなく、ほとんどが非合法居住地である。この他に、ACUEDUCTO によるとボゴタ南部のシウダード・ボリバルのソアチャ市との境界付近からソアチャ市のアルトス・デ・カスカ周辺にかけての国内難民が集中している水道の無い地域に約 70,000 人がいるとのことである。これらのコミュニティは、貧窮条件の中で生活しており、市街から離れた場所にあり、市街地システムに組み込まれておらず、災害リスクの高い地域、あるいは森林保護区内に位置しているか、または ACUEDUCTO に対してボゴタ市が供給を委託する標高を超えた場所に位置している。こうした理由から、ACUEDUCTO は、こうした場所にイン

フラおよび・またはネットワークを建設するために投資を行うことが法的に阻止されている状態である。

## (2) 不法接続（盗水）の状況

貧困層居住地域においても合法的な居住地区であればほとんどの地域が水道網でカバーされているが、不法接続や盗水が貧困層地域においては顕著である。ACUEDUCTO の配水管が来ていて水圧がある地域においては、個人の他に自治会が不法接続を行っているケースがかなりある。資金は自分達の資金である場合と援助団体(NGO?)の資金を得て行う場合がある。工事は、自分達が行う場合と違法業者が行う場合がある。

ACUEDUCTO は不法接続の実態をほぼ把握しているが、具体的なデータは社会的・政治的配慮があり公表していない。現地踏査では、ほとんどの貧困層居住地区において不法接続は存在しており、コミュニティ全体で公然と行っている場合、大通り沿いの家屋は正規の接続だが外部者が通行しない裏路地沿いでは不法接続が行われている場合、ひとつの家に正規の水道メーターと不法接続の両方があり ACUEDUCTO の職員が見回りに来た時だけ不法接続のホースを外す場合、未給水区のコミュニティが ACUEDUCTO の配管に不法接続し大規模に送水している場合などがある。ACUEDUCTO の給水区担当の社会学者によれば、ACUEDUCTO の配水管への不法接続はシウダード・ボリバル区の南端のキバと、同区北西端のソアチャ市境界付近～ソアチャ市のアルトス・デ・カスカ周辺で多い。また、同区のカラコリとサンタ・ビビアナの約 2500 世帯はシエラモレナの配水タンク (TANGUE SIERRA MORENA III、10,000m<sup>3</sup>) から高い水圧で良好な給水を受けているが、コミュニティ全体が水道料金を支払っていない。ACUEDUCTO は 1 年半前から住民とネゴしているが、住民は支払いに合意していない。

ACUEDUCTO の給水施設がある地区については不法接続者に対して、サイクルアイと呼ばれる定量の料金を徴収するプランが住民との話し合いにより 1992 年頃から実施されている。2 ヶ月毎に 37m<sup>3</sup>の定量で最低料金地区の料金を (約 17,000 ペソになる) 徴収する。当初は 50m<sup>3</sup>の定量であったためプラン 50 と呼んでいたが、実際の使用量が少ないため現在は 37m<sup>3</sup>となりサイクルアイと呼んでいる。シウダード・ボリバル区を中心にサイクルアイはかなり進んでいる。現在 70 地区 (おそらく自治会レベルの地区数) 以上が参加しているが、参加を拒否している地区もかなりある。貧困層への社会的配慮により強制的な執行は行っておらず、ある程度大目に見ているところがあるものと思われる。不法接続の強制撤去や配水管の元栓を閉めるような事はやっていないようである。

## (3) ACUEDUCTO の給水を受けていない地域の給水状況

ACUEDUCTO が給水していない地区の多くは、ボゴタ首都区の都市整備計画 (POT) で市街地に指定されていない非合法居住地区である。ACUEDUCTO は、社会学者に委託して ACUEDUCTO の水道が整備されていない地域の給水状況の調査を実施しており、報告書「給水サービス提供を受けていない住民地区に対する飲料水供給プログラム策定のための調査 (収集資料 GN-5)」が 2005 年 1 月に提出されている。同報告書によると、ACUEDUCTO が給水施設を整備していない居住区は表 5.2-2 に示すとおり、ボゴタ北部のスバ区に 2 ヶ所、北東部のウサケン区に 3 ヶ所、東部のチャピネロ区に 1 ヶ所、サンタフェ区に 1



ヶ所、南東部のサンクリストバル区に 5 ヶ所、ウスメ区に 5 ヶ所、南部のシウダード・ボリバル区に 1 ヶ所の合計 18 のコミュニティが特定され、合計 3,296 世帯の 18,480 人が ACUEDUCTO の給水を受けていない。人口構成は、12 歳以下の児童の人口が 10,522 人で子供の割合が 57% と高く、平均世帯人数は 5.61 人とボゴタの平均 3.55 (2003 年) に比べてかなり多い。これら 18 のコミュニティの内、スバ区の 2 コミュニティはボゴタ北部の平原に位置し、ウスメ区のアラスカは山麓斜面の 2700~2800m に位置する以外は各区の居住地域の最も高標高な場所に位置しており、森林保護区内に位置するため全て非合法居住地区である。これらのコミュニティの給水現況については、同報告書による各コミュニティの水源と配水方法を表 5.2-3 に示す。

ボゴタ北部~北東部のスバ区とウサケン区の 5 つのコミュニティの水源は、基本的には ACUEDUCTO の給水車によっている。スバのチョリロス付近には深井戸 (おそらく 2 本) があり、ACUEDUCTO 以外の給水車が水源として使っている。深井戸ではなく、浅井戸との情報もある。ラ・セレスエラは自前の配水管網があり、その他のコミュニティも給水車の水を配水タンクに貯めホースによる簡易の各戸給水 (自治会所有) となっている。ACUEDUCTO 給水車からの水購入価格は 5,499 ペソ/㎥<sup>3</sup> である。

ボゴタ東部のチャピネロ区のサンルイスは、ボゴタからサンラファエル・ダムにぬける道路沿いの東部山地の峠付近の集落で、人口 8,880 人と規模の大きなコミュニティである。コミュニティ所有の水道施設 (各戸接続の配水管網) を民間会社の ACUALCOS が運営している。乾期の水量が不足する時期には ACUEDUCTO の給水車を使用することもある。

ボゴタ東部のサンタフェ区のベレダ・モンセラテは、エル・グラニゾと呼ばれる泉が水源である。配水網は無く家畜により水を運搬している。

ボゴタ東南部のサンクリストバル区とウスメ区の 10 のコミュニティは、アラスカを除いて、東部山地の谷川または泉を水源とした重力送水による同じ種類の給水システム (配水タンクとホースによる簡易各戸給水) を各自治会が持っている。アラスカは配水網を持たず、水源は基本的に雨水の貯留に頼っている。

ボゴタ南部のシウダード・ボリバル区のベレダ・キバは国家警察の給水車を通して受水しているが、水源は ACUEDUCTO から買った水である。

表 5.2-2 ACUEDUCTO の上水道網に接続していないコミュニティの人口

地区	コミュニティ (自治会レベル)	世帯数	人口	12歳以下の 児童人数
SUBA	CHORRILOS	117	702	260
	VEREDA SUBA CERROS	8	50	25
USAQUEN	LA SERREZUELA	59	270	110
	LOMITAS	20	180	100
	VILLAS DE LA CAPILLA	60	300	200
CHAPINERO	SAN LUIS	1,776	8,880	5,328
SANTA FE	VEREDA MONSERRATE	35	1050	630
SAN CRISTOBAL	AGUAS CLARAS	200	1,000	400
	SAN MANUEL	30	174	66
	CORINTO	70	350	180
	VILLA AURORA	80	480	240
	CIUDAD LONDRES	119	952	666
USME	ALASKA	8	50	12
	SAN PEDRO	250	1,250	630
	LAS VIOLETAS	70	350	210
	VILLA ROSITA	213	1,278	844
	TIHUAQUE	17	112	51
CIUDAD BOLIVAR	QUIBA	212	1,272	765
合計		3,296	18,480	10,552

出典：ACUEDUCTO「給水サービス提供を受けていない住民地区に対する飲料水供給プログラム策定のための調査（2005年）」

表 5.2-3 ACUEDUCTO の上水道網に接続していないコミュニティの水源と配水方法

コミュニティ (自治会レベル)	水源					配水方法
	谷川	ACUEDUCTO 以外の送水管	ACUEDUCTO の給水車	泉	深井戸	
CHORRILOS			○		○	
VEREDA SUBA CERROS						○なし
LA SERREZUELA			○			配水管
LOMITAS			○			ホース
VILLAS DE LA CAPILLA			○			ホース
SAN LUIS		○				配水管
VEREDA MONSERRATE				○		家畜運搬
AGUAS CLARAS				○		ホース
SAN MANUEL	○					ホース
CORINTO				○		ホース、人・ポリ缶
VILLA AURORA	○					ホース
CIUDAD LONDRES				○		ホース
ALASKA						○
SAN PEDRO				○		ホース
LAS VIOLETAS				○		ホース
VILLA ROSITA	○					ホース
TIHUAQUE				○		ホース
QUIBA			○			ホース、一輪車 人・ポリ缶

出典：ACUEDUCTO「給水サービス提供を受けていない住民地区に対する飲料水供給プログラム策定のための調査（2005年）」

現地踏査により確認した給水状況を次に示す。

ウサケン区のラ・セレズエラは、ボゴタ北東部の東部山地の尾根付近の標高約 2850～2900mに位置する人口約 270 人の小さなコミュニティである。給水車の水を貯めるタンクと泉の水を貯めるタンクがある。タンクから配水管網で各戸に給水している。自治会運営と思われる。民間のイリーガルな給水車と ACUEDUCTO の給水車が来ている。

サンクリストバル区のアグアス・クララスは、ビテルマ浄水場の上流のボゴタ東部山地の斜面の標高約 2800～2900m に位置する 200 世帯（インタビューでは 300 世帯）の人口 1,000 人のコミュニティである。自然保護区内に位置するため非合法居住区であり、ACUEDUCTO の上水道は来っていない。個人の農園を個人（非合法的な宅地開発会社？）が買って区画割りして売り出した。土地の登記がなされており、土地税を払っている。都市ガスと電気は整備されている。水源は標高 2942m (GPS 測定) の泉で、水量は見た目で 1.5m<sup>3</sup>/h 程度と少ない。上流の森林が減ったため近年水源の水量が減ったとのことである。浄水や殺菌処理は行っていない。配水タンクからホースで重力送水により簡易各戸給水を行っている。自治会により運営しており、毎月各世帯から 2,000 ペソを集金している。支出は給水施設のコントロールのため 1 人を雇用しており給料として月 20 万ペソを支払っている。

ウスメ区のビラ・ロジタは、ボゴタ東南部のボゴタ東部山地斜面の標高約 3100～3200m に位置する 213 世帯（インタビューでは 250 世帯）1,278 人のコミュニティである。自然保護区内にあり非合法居住区である。谷川（アレマナ川）導水しており標高 3197m (GPS 測定) の配水タンクからホースで重力により各戸に配水している。自治会による運営で、毎月世帯ごとに 2,000 ペソ集金している。都市ガスと電気は整備されている。現在なお区画売りされている所もあり、違法業者が宅地開発している可能性が高い。集落の拡張部には貧困の程度が高いバラックの住居も見られる。

ウスメ区のラス・ビオレタスは、ボゴタ南東部のボゴタ東部山地斜面の標高約 3100～3160m に位置する 70 世帯の 350 人のコミュニティである。自然保護区内にある他国有地でもあるため、非合法居住区である。500m 上流の泉の水を導水し、未処理のままホースで各戸給水している。乾期に泉は涸れる。これらの給水施設は住民が協力して建設し、自治会による運営で水料金は採っていない。集落内の小学校には ACUEDUCTO の給水車が来ている。都市ガスと電気が整備されている他、公園や歩道も整備されている区画があり、非合法的な宅地開発会社が国有地を整地し売り出したものと思われる。また、この地区の周辺で民間の給水車を見かけた。

シウダード・ポリバル区のキバは同区南端の無秩序な市街地拡大地域の標高約 2900m～3000m の尾根付近に位置している。なお、シウダード・ポリバル区自体がもともとは自然発生的に貧困層が居住し大規模な市街地を形成したものである。丘陵地の尾根周辺の標高約 2940m 地点に住民が作った給水車の水を貯める貯水タンクがあり、そこから 20 リットルのポリ缶に入れた水の人々が一輪車や手で運搬していた。

シウダード・ポリバル区の北西端からソアチャ市のアルトス・デ・カスカ周辺の地域は、ACUEDUCTO の給水を受けている地区と受けていない地区が複雑に入り組んで入る。この地域は国内難民が多いため、ACUEDUCTO は未給水区の実態を把握していないが約 7 万人

が未給水区にいたると言われている。ACUEDUCTO の配水本管に非合法にコミュニティが送水管を接続し街中に不法な各戸接続がある地区、雨水と給水車によっている地区、ACUEDUCTO から盗水した水を家畜や一輪車や人が運搬している地区等が見られた。

なお、ACUEDUCTO は未給水地域には給水車で給水する事になっているが、給水車を3台しか所有しておらず、未給水地域に来ている給水車は民間のものが多いようである。民間の給水車は登録していない不法な業者が多く、ACUEDUCTO の配管から盗水する業者がいるとのことである。ACUEDUCTO の給水車から購入する水価は 5,500~6,500 ペソ/m<sup>3</sup> であり、民間の給水車は 12,500~15,000 ペソ/m<sup>3</sup> と非常に高く最富裕層の第6区の水道料金 3,000 ペソ/m<sup>3</sup> の約5倍の値段である。

### 5-3 高標高貧困地区給水の課題

ACUEDUCTO の上水道運営において、高標高地区に対してはポンプ圧送の必要があるため、標高 2700m 以上（平野部の市街地は 2550~2600m にある）の地区への給水は負担となっている。これらの地区のほとんどが水道料金の安い貧困地区であるため、不採算地区となっている。高標高地域へのポンプアップのためのポンプ場は 38ヶ所あり、ボゴタ南部のシウダード・ボリバル区のキバやボゴタ北東部のウサケン区のセロ・ノルテのように4段階のポンプによって約 3000m 近くまで送水されているところもある。高標高貧困地区の上水道システムをより安定で運営コストの低いものに改善する事は、貧困層の基礎的な生活環境の改善に直接繋がる他、ACUEDUCTO の上水道運営状況を改善し、より安定で良質な水供給が行われることになり、最重要課題と考えられる。

ボゴタ市の土地整備計画（POT）で指定されている地域外は非合法居住地となるため法的には給水することができない。POT で非合法居住地とされる個所についても様々な形態がある。ボゴタでは 3000~3100m 以上の地域はほぼ全域が森林保護区になっており私有地といえども住宅の建設は原則としてできない。（なお、地形・災害・水源等の理由で部分的には 2700~2800m 以上が保護区に指定されている地域がある他、ボゴタ北部のスバ区平原部は市街地の北限が POT で決められているため非合法とされる居住区がある。）非合法居住地としては森林保護区の国有地等が不法に占拠されている居住地もあるが、土地・住居の所有は合法的になされているが「森林保護区であるにもかかわらず家屋を建設している」ために非合法とされている地域もある。

ボゴタ市内の貧困層が居住する 18 のコミュニティの 18,480 人には水道が無く、ほとんどが非合法居住地域であり住民も森林保護区内に住んでいることを知っている。大部分が国有地であるが、私有地もある。他に、シウダード・ボリバル区のソアチャ市境界付近〜ソアチャ市のアルトス・デ・カスカ周辺の上水道が無い地域には約 70,000 人がいる。ボゴタ市長はこのような貧困層が住む非合法的な居住地域にも ACUEDUCTO の上水道で給水すべきと考えている。ボゴタ市は東部丘陵整備管理計画により、既に住民が住んでいる地域については実情に合わせて森林保護区を変更し合法的な居住区と見なすよう計画している。しかし、環境省、DAMA、CAR、ボゴタ市役所、ACUEDUCTO からなる委員会で 10 回以上会議を持ったが未だ結論が出ていない。地元のコミュニティも何度か市議会を通じて申請しているが、同委員会が合意していない。

このような ACUEDUCTO 未給水区の多くのコミュニティは、自治会が建設し運営している給水施設があるが、小さな谷川からホースで導水し未処理で給水しているため、非衛生的で乾期には水が無い。また、給水車から水を購入しているが、民間の給水車は 12,500～15,000 ペソ/m<sup>3</sup> と非常に高く最富裕層の第 6 区の水道料金 3,000 ペソ/m<sup>3</sup> の約 5 倍の値段である。ACUEDUCTO の給水車は 5,500～6,500 ペソ/m<sup>3</sup> であり少し安い（それでも最富裕層料金の 2 倍）が 3 台しかないため、民間の給水車が使われる。また、民間の給水車の水の水質は保障されていない。現時点では POT に関する法的な問題はあるが、このような ACUEDUCTO が給水していない高標高貧困地域の水供給状況の改善は、社会的弱者の不利益を軽減する意味で重要な課題である。

以上の様な給水が困難な高標高貧困地区の概略の位置を図 5.3-1 に示す。

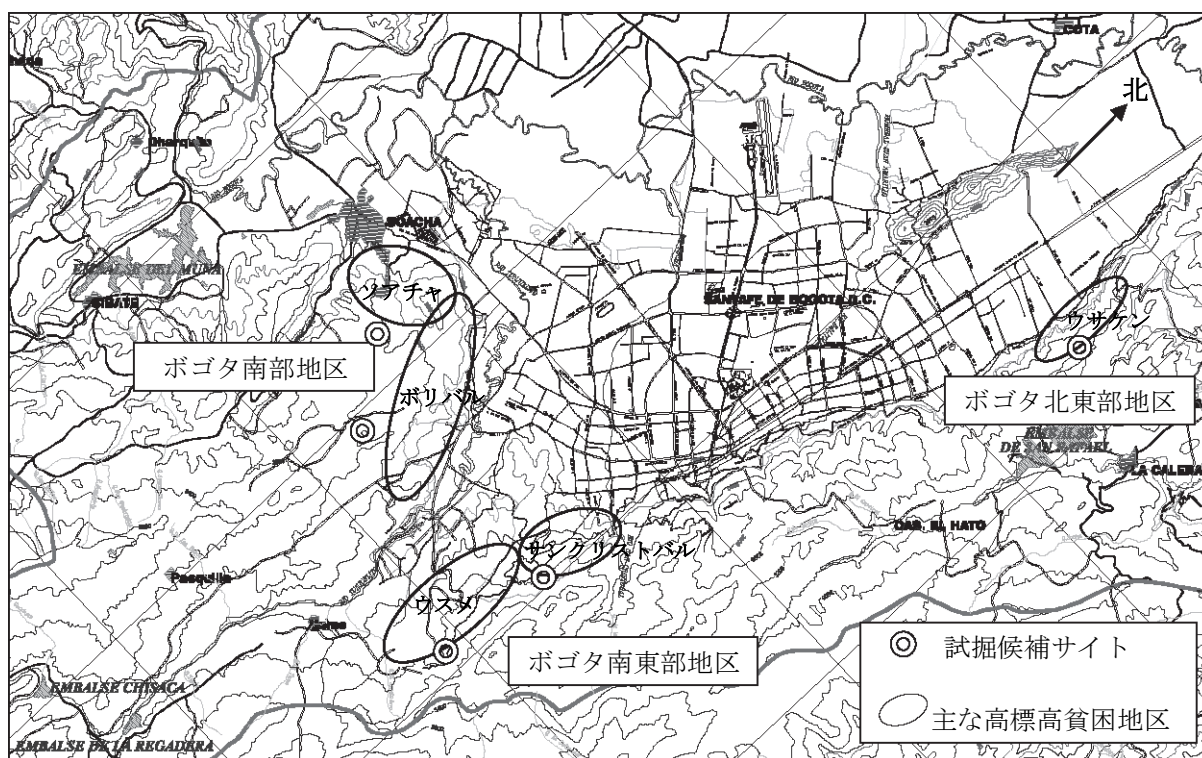


図 5.3-1 貧困層が居住する標高が高く給水が困難な地域

これらの地区については、白亜紀の砂岩（帯水層）・泥岩層と第三紀の泥岩層（難透水層）が分布している。東部山地は帯水層である白亜紀層が広く分布しているが、貧困層が多く住むボゴタ南部の山地は白亜紀層と難透水層である第三紀層の分布が造山運動により発達した褶曲や断層で複雑になっており、それぞれの地域での詳細な地下水調査が必要となる。白亜紀の帯水層が開発できる地域においては、地下水開発により浄水コストと送水コストが低い良質の水を安定して供給できる可能性が高い。このため、本件調査でこれらの地区において試掘調査を行う必要がある。今回の事前評価調査において想定した試掘サイトの

概略の候補地点を図 5.3-1 に示す。前回の事前調査では、十分な水が出た試掘井については揚水井として仕上げ、パイロットプロジェクトにより貧困層地区に給水を行うことを提案したが、試掘井を揚水井として運転する場合地下水利用の許可（コンセッション）を CAR から得る必要があり、現時点では CAR からコンセッションが得られる確証が無いため、パイロットプロジェクトの実施は困難と思われる。

なお、貧困と社会的排除撲滅という目的に向けて、いくつかの活動がすでに実施されている。内容は不明であるが「飢えのないボゴタ」プログラムや「家庭の保健」プログラムは、こうした住民の困難や限界に、迅速に対応しようという現市長の意図を明確に表しているものである。また「Sur con Bogota」とよばれる貧困削減プロジェクトが KfW によって実施されている。プロジェクトの詳細は不明であるが、アクションの 1 番として、「水のマネジメント」があげられており、水供給に関するプログラムが含まれていると考えられる。

## 第6章 緊急事態への対応

### 6-1 既存防災組織・制度・計画・既往災害

既存資料およびインタビューをもとに、コロンビアおよび対象地域における防災組織、制度、計画、既往災害の状況を要約すると以下のとおりである。

#### <防災組織の現状>

- 国レベルでは1989年法令919号に基づき国家防災局(DPAE)が設けられており、リーダーシップを発揮している。同時に国家技術委員会、国家運営委員会および地域・地方防災委員会で構成される防災委員会が設けられている。防災に関する協力機関としては、保健省、国家消防組織、国家警察、シビルディフェンスがある。
- クンディナマルカ県レベルでは防災局および都市委員会および地方委員会から構成される地域防災委員会が設けられている。防災に関する協力機関としては、保険局、消防、首都警察、シビルディフェンス、CARがある。
- ボゴタ市レベルでは、ボゴタ市防災・緊急対応局が設けられているほか、技術委員会、教育委員会、運営委員会および緊急地域委員会から構成される地区防災委員会が設けられている。

#### <防災制度の現状>

- 1988年11月法令46号によって、国レベルの防災システムが定められている。さらに、1989年法令第919号によって、公共セクター、民間及び住民組織の責任を定める国の災害管理システムが規定されている。同法令によって、地方政府による災害管理システムの策定が義務づけられている。
- クンディナマルカ県では上記法令に基づき、1998年県令3019号で県の災害管理システムを設立した。また、1999年5月にはクディナマルカ地方政府はボゴタ市と災害時の協力協定（主にライフライン及びインフラストラクチャ）を結んでいる。
- ボゴタ市は1989年法令919号及び1987年の市議会合意第11号に基づき、防災基金（FOPAE）及び調整機関（現在のDPAE）を設立している。
- JICA 開発調査報告書によると、対象地域では1990年代の初めから防災体制の整備が進められており、地すべり・洪水に対しては防災体制が整っているが、地震防災に対する体制が整っていないとされている。

#### <防災計画の現状>

- 国家防災局は、防災基本計画を策定しており、この中にはコロンビアにおける災害管理の政策、行動、プログラムのすべてが含まれる。この計画は1998年法律第93号によって「国家防災計画」として承認されている。
- JICA 開発調査で「ボゴタ首都圏防災対策基本計画調査」が実施されている。この中ではライフラインに関する被害想定も実施されており、ボゴタ市南部の平地に位置

する給水網が大きな被害を受けることが想定されている。

- コロンビア地質調査所（INGEOMINAS）によって、ボゴタ盆地の地震マイクロゾーニングが実施されている。
- コロンビア地震技術者協会（AIS）では、1996年に全国を9区分した耐震建築用地震危険地図を作成している。ボゴタ首都圏は予想地震危険レベル5（中程度）の地域に該当しており、想定基盤加速度は0.2gとしている。

<既往災害>

- クンディナマルカ県の自然災害記録（1923年～1997年）によると、県内の地震災害は68回発生している。ボゴタ市域ではMSK震度階VII以上の地震が1600年以降7回、1900年以降では3回（1917, 1923, 1967年）発生している。
- クンディナマルカ県での自然災害記録（1923～1997年）によると、斜面災害は121回発生しており、自然災害死傷者数の82%を占めている。ボゴタ首都圏における1996～2001年の斜面災害調査によると、斜面災害は404件発生している。地すべり危険箇所はボゴタ市東部・南部に集中し、採石場および急斜面に開発された住宅地に位置するものが多い。
- 洪水は頻度・被害ともに比較的少ないが、ボゴタ周辺各市で排水・内水氾濫の問題を抱えている。ボゴタ川を総合的に管轄している機関がないことが問題とされている。

ボゴタ D.C. 市役所によると、ボゴタ首都区の地区ごとの災害危険地域に居住する家庭数は表 6.1-1 のとおりである。洪水が最も多く、ボゴタ南部のトゥンフェリト川下流のシウダード ポリバル、トゥンフェリト、ケネディおよびボサ地区、ボゴタ川沿いのフィンテイボン地区等がリスク地域である。地滑り・崖崩れ等は、ボゴタ東部山地のウサケン、サンタフェ、サンクリストバル、ウスメや南部丘陵のシウダード ポリバルがリスク地域である。地盤沈下について、ボゴタ南部のウスメ、サンクリストバル、シウダードポリバルで多く、ボゴタ西部のスバ、ボサで多めの数値となっているが実態は不明である。

表 6.1-1 地区ごとの危険地域に居住する家庭数

地区	総家庭数	危険地域の家庭数		洪水		雪崩、崩落、地滑り		増水、小川（側溝）		地盤沈下		断層		リスクが無い		不明	
		Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Usaquén	137,095	8,902	6.5	1,155	0.8	3,090	2.3	1,168	0.9	2,506	1.8	2,364	1.7	119,323	87	8,870	6.5
Chapinero	52,972	1,509	2.8	289	0.5	226	0.4	70	0.1	767	1.4	453	0.9	50,413	95.2	1,050	2
Santafé	41,256	2,481	6	614	1.5	878	2.1	144	0.3	531	1.3	530	1.3	36,313	88	2,463	6
San Cristóbal	126,433	14,201	11.2	3,878	3.1	4,764	3.8	1,189	0.9	4,909	3.9	1,388	1.1	100,199	79.3	12,033	9.5
Usme	64,268	12,845	20	1,070	1.7	1,646	2.6	382	0.6	9,492	14.8	1,337	2.1	48,134	74.9	3,289	5.1
Tunjuelito	62,077	12,599	20.3	10,553	17	411	0.7	4,145	6.7	570	0.9	250	0.4	48,558	78.2	920	1.5
Bosa	141,958	25,739	18.1	13,643	9.6	888	0.6	11,169	7.9	5,216	3.7	1,574	1.1	106,995	75.4	9,224	6.5
Kennedy	238,199	13,401	5.6	8,516	3.6			4,112	1.7	2,594	1.1			221,940	93.2	2,859	1.2



地区	総家庭数	危険地域の家庭数		洪水		雪崩、崩落、地滑り		増水、小川(側溝)		地盤沈下		断層		リスクが無い		不明	
		Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Fontibón	79,451	3,637	4.6	3,353	4.2			271	0.3	475	0.6	98	0.1	73,071	92	2,742	3.5
Engativa	226,639	4,335	1.9	455	0.2	289	0.1	362	0.2	2,828	1.2	402	0.2	216,247	95.4	6,058	2.7
Suba	239,781	11,204	4.7	2,192	0.9	1,757	0.7			4,825	2	2,429	1	222,232	92.7	6,345	2.6
Barrios Unidos	56,191	920	1.6	336	0.6					322	0.6	262	0.5	52,367	93.2	2,904	5.2
Teusaquillo	54,927	2,020	3.7	289	0.5					926	1.7	883	1.6	51,817	94.3	1,090	2
Mártires	28,196	237	0.8	37	0.1					164	0.6	37	0.1	27,759	98.4	200	0.7
Antonio Nariño	29,131	234	0.8	195	0.7					39	0.1			28,731	98.6	165	0.6
Puente Aranda	79,617	2,074	2.6	782	1					984	1.2	308	0.4	75,321	94.6	2,223	2.8
La Candelaria	9,252	228	2.5	70	0.8	116	1.3			14	0.1	42	0.5	7,976	86.2	1,048	11.3
Rafael Uribe	112,298	9,705	8.6	1,213	1.1	3,008	2.7	1,925	1.7	3,882	3.5	275	0.2	99,484	88.6	3,109	2.8
Ciudad Bolívar	155,086	14,340	9.2	4,884	3.1	4,098	2.6	3,228	2.1	4,236	2.7	2,351	1.5	131,337	84.7	9,408	6.1
ボゴタ合計	1,934,828	140,610	7.3	53,522	2.8	21,172	1.1	28,165	1.5	45,278	2.3	14,980	0.8	1,718,218	88.8	76,000	3.9

出典：ボゴタ D.C. 市役所

## 6-2 ACUEDUCTO による緊急対応

今回調査において、ACUEDUCTO の給水メインの担当者およびオペレーションの担当者と面談を行った。その結果、ACUEDUCTO においてはハード面の緊急対応は充実した対策が実施段階にあるものの、ソフト面の緊急対応は十分なものがないと考えられる。面談の結果判明したことを要約すると以下のとおりである。

### <ハード面>

- マスターシステム部では、メンテナンスの担当部署が、パイプラインとタンク等を対象として、予防と修理を行っている。予防の中に、地震を主たる対象とした防災対策を実施している。
- 給水メインの地震対策は、想定地震をもとに、三次元地震応答解析による加速度予測、パイプの応答計算を行い、脆弱個所を把握した。特に、山地部と平野部の境界部が弱点であるとされ、メインのパイプについては、地震対策の概念設計はできている。
- そのうち、特に危険とされる以下の2ヶ所については、メカニカルフレキシブルジョイントをつける。詳細設計は終了しており、工事は今年～来年に実施される。その後、危険なものから順番に対応してゆく。メカニカルフレキシブルジョイントを取り付けるのは南米で始めてであり、各専門機関・専門家による検討の結果取り付けられることとなったものである（複数箇所取り付け）。

① サンタアナタンク～スバタンク間（60インチ径、スチール）

- ② シレンシオタンク～カサブランカタンク間（48 及び 42 インチ径、スチール）
- タンクの防災については、全 54 個（49 個が使用中、5 個がスタンバイ）のうち、地震加速度予測の結果、危険地帯に位置する個所を抽出した。その結果以下のものについて、コロンビア耐震基準(NSR-98)に基づき耐震補強を実施する（主に、柱、梁、鉄筋コンクリートの補強）。  
タンク 8 個、コントロール施設 3 個、  
ポンプステーション 3 個、減圧施設 1 個
  - 地震以外の災害について、特に地すべり斜面崩壊対策（擁壁、排水工他）を 4 つのラインについて、今年中に工事開始予定である。
  - 浄水場、ダム耐震の補強については、担当部署ではないので、よくわからないが、逐次、補強を実施しているはずである。

#### <ソフト面>

- オペレーションに関しては” Centro de Control ” とよばれる中央集中・自動化コントロールシステムが計画・工事中である。このプロジェクトの目的のひとつにリスクの低減がある。
- 第 1 段階として各施設の自動化（半自動）、第 2 段階として完全自動化を目指している。現在第 2 段階の第 1 フェーズ（2006 年 6 月完成）で、第 2 フェーズの TOR が作成されている段階である。
- システムの中に Emergency モードがあり、緊急対応が行える。
- 地震、地すべり等の自然災害に対しては、緊急用マニュアルが策定されている（このマニュアルは調査団に提供することを約束されたが、面談が調査団出発前日であったため、間に合わず今回調査では受けとっていない。本拡張の際に受け取り、参照していただきたい）。ただし、担当者によると、このマニュアルにはポンプが停止した場合、通信手段が途絶した場合等についての記載がないこと、具体的な緊急事態が十分に想定されていないこと等、不十分な点があるとのことである。

### 6-3 緊急事態対応の課題

上述のように、ACUEDUCTO においてはハード面の緊急対応は精力的に実施されている。実施されている対策も、主たる災害である地震に対して、主給水管のフレキシブルジョイントの取り付け、タンクの補強等といった妥当なものである。しかし、緊急時の水源という点ではあくまで既存の表流水を想定したものであり、地下水は考えられていないこと、JICA 開発調査で指摘された市南部平地部の古い給水網の改善が考えられていないこと等、いくつか問題が指摘される。

また、ソフト面については、ACUEDUCTO 担当者も自ら述べているように、まだ十分なマニュアルが整備されていない様子であること、関連他機関との連携等、改善する余地が多く残されていると考えられる。特に、ボゴタにおいては地震災害の危険性が高く、ライフラインに関する防災に関しては日本における経験が大いに生かされると考えられる。

以上のことから、本格調査における緊急対応への提言としては、以下の内容を主体とし

とすることが望ましい。

- 既存システム、計画、組織、体制、制度、調査のレビュー
- 既存システム、組織、体制の脆弱性評価
- 既存緊急対応施設整備計画への提言
- 地下水の緊急対应用水源としての利用法提言
- 防災組織・体制への提言
- 既存マニュアルへの提言



## 第7章 水質保全の現況

### 7-1 水質のモニタリングと水質の現況

水質モニタリングは ACUEDUCTO、CAR、DAMA 等が定期的にも実施しているほか、各種プロジェクトで数多くの測定が実施されている。しかし、そのデータは公開されておらず、実施箇所、項目、頻度等も各機関がバラバラに行っているため、ボゴタ周辺の水質の現況を把握する有効な手段とはなっていない。今回調査に際しては、上記各機関に水質モニタリングデータの提供を依頼し、承諾を得たが調査団滞在中にはデータを入手することはできなかった。この理由として、外部へのデータの提供には公式なレター、手続きが必要であり時間を要すること、データそのものが整理されておらず、生データに近い形で保管されており、報告書にはなっていないためと考えられる。

各機関のモニタリングの概要は以下のとおりである。

#### (1) ACUEDUCTO

本部には設備の整った非常に立派な試験室（上水用試験室、下水用試験室、土質用試験室に分かれている）を有している。上水に関する日常的な試験としては、市街地の給水管で、毎日場所を変えて 50 ヶ所でサンプルを採取、試験を実施している。試験項目は、化学的パラメータで 25 種、生物的パラメータで 2 種である。また、浄水前の原水、処理中の水、浄水後の水をサンプリングし試験を実施しているほか、浄水水源では、年に 4 回、73 ヶ所でサンプルを採取、試験を実施している。さらに、各浄水場にも試験室があり、基本的な試験を実施している。

また、下水については、DAMA との共同によってモニタリングが実施されており、各工場からの排水口と ACUEDUCTO 下水システムの排水口から採水し、試験を実施している。採水は 1 日あたり 10 ヶ所のほか、域内 1200 の会社の排水について、1 年に 2 回の測定が実施されている。試験項目は 1998 年策定の排水基準に準拠している。また、サリトレ下水処理場でも毎日モニタリングが実施されている。

#### (2) CAR

市街地の外での水質モニタリングを実施している。表流水は 280 ヶ所で年 4 回、地下水では年 1 回実施しているとのことである。今回調査の中で、このモニタリングデータを提供してくれるよう CAR に依頼したところ、「データは提供する。ただし、ACUEDUCTO からレターを出してほしい」との返答があった。調査団滞在中に、ACUEDUCTO から CAR にむけてのレターは提出されたが、資料提供を依頼したのが調査団がコロンビアを離れる数日前であったため、データはまだ入手できていない。

#### (3) DAMA

市街地での水質モニタリングを実施している。自前の試験室はもっておらず、試験は

ACUEDUCTO に依頼している。試験データも DAMA では保管しておらず、ACUEDUCTO で入手可能とのことである。DAMA の水質モニタリングは、上記 ACUEDUCTO による排水モニタリングと同様のものと思われる。

#### (4) その他

MAVDT、ENGESA、INGEOMINAS（地下水のみ）、IDEAM 等で各種のモニタリングを実施しているとのことであるが、今回調査では把握できていない。

今回調査では水質モニタリングに関する実際のデータは入手できていないが、既存報告書等によるとボゴタ周辺の表流水の水質は以下のように要約でき、極めて汚染が進行している状況がうかがえる。

- ボゴタ川の上流には 40 年以前から皮革工場があり、上流域とは思えないほど河川の汚染が見られる。また、市内にも工場があり、汚濁がさらに進む原因の一つとなっている。
- ボゴタ川水源地帯の水質汚染は深刻な状況にあるが、ティビトック浄水場での聞き込みによると、水質が改善されても浄水コストに与える影響は少ない
- 水質汚濁は、ボゴタ平原及び周辺の各所で深刻な状況になっており、特にボゴタ川は汚染が進行している。下水処理場もあるが、処理能力が大幅に不足しており、また汚濁源対策を主体とした排水管理が十分に行われていない。
- MAVDT による報告書では、ソアチャ市内ボゴタ川の水質は以下のように示されている。  
溶存酸素 (0mg/l)、 CE (500 - 550  $\mu$  s/cm)、 COD(200 - 350mg/l)、  
亜硝酸(0.12mg/l)、 アンモニア窒素(18 - 20mg/l) リン酸塩(0.6 - 1.9mg/l)  
SST(200 - 250mg/l) BOD(80 - 140mg/l)

### 7-2 水質保全に関する組織・制度・計画

対象地域における水質保全に関しては、MAVDT、CAR、DAMA、ACUEDUCTO、IDEAM 等、各種機関が関連しており、各種プログラムが実施されている。しかし、実際の水質の規制権限そのものについては、以下のような区分がなされている。ACUEDUCTO は市街地における表流水の水利権を持つが、水質保全に関する権限はなく、DAMA と共同で工場排水、下水等の水質モニタリングを実施している。

CAR : 市街地の外部及び標高 2,700m 以上での表流水と地下水

DAMA : 市街地の内部の表流水と地下水

また、地下水については、現在策定中の水資源基本法の中で以下のように述べられている。

「1978 年政令 1541 号第 2 章では、地下水研究の責任が INGEOMINAS に与えられ、後に、INDERENA（今日の地方自治公社等の前身）には、1978 年政令 1541 号第 36 条で定められた用途に水量を配分することで、表流水および地下水の公共用途の利用を統制する義務と、表流水および地下水の公共用途水に関するコンセッションを授与し、監督し、中断し、終

了を宣言する義務、および、水流占拠や地下水開発のための許可、および排水許可を授与し、監督し、中断し、廃止する義務が与えられた。

それゆえ、基本的な研究や試掘活動を実施し、国内の水供給の特徴について地方レベルで把握する責任機関は、引き続き INGEOMINAS となり、環境当局は、管轄域の帯水層の利用可能な供給量の量的把握と特徴把握が該当する。他方、開発目的の地下水試掘は、開発に関心を有する利用者の責任となる。IDEAM は、全国レベルの供給量に関するモニタリングのための活動を調整し、フォローアップを行う責任機関となる」

「コ」国においては、いわゆる水に関する環境基準（水質の目標を定めたもの）はない。水質保全に関する法規としては、いくつかのものがあ、国レベルでは、1984 年に当時の農業省が定めた省令 1594 がある。ただし、これは重金属のような有害物質については厳しく規定しているが、BOD、COD のようないわゆる生活環境項目については明確には規定していない。

地域レベルの水質基準として、クンディナマルカ県では、CAR が 1987 年に基準を定めている。これは同公社の管轄区域であるボゴタ川、ウバタ川、スアレッツ川流域の河川・湖沼を 4 つのクラスにわけ、BOD、SST、pH、O<sub>2</sub> の基準を定めたものである。

全国レベルの排水基準としては、先述の農業省省令 1594 で定められている。これも水質基準と同様、有害物質については厳しく規定しているが、生活環境項目については具体的な数値はない。

また、ボゴタ市では、1997 年に決議書 1074 で独自に排水基準を設けている。また、この中で、各企業の汚染負荷単位（UCH）を算定し、その単位をもとにした汚染度の高低によって、水質調査頻度、改善義務の有無を定めている。

また、水資源に関する基本法として、現在と将来に渡る水資源の使用可能量を確保するため、水資源に関する計画づくりと管理を方向付けるため、水基本法が策定中である。この法案はまだ承認されていないが、案文は最終のものができており、解説書及び法案動機説明書を収集資料 GN-1 及び GN-6 として収集した。法案の目的及び内容骨子は以下のとおりである。

- 適切なレベルの使用可能量や水質を確保するため、水資源に関する計画づくりに適した地理的範囲として、水系を強化する
- 定められた環境目的を満たすよう、水資源を使用するための条件や、排水を国内の水地に行うための要件を定める
- 1991 年憲法に示され、1993 年法律第 99 号で推進された概念モデルに従い、また、水資源を含む再生可能自然資源の総合的管理を目指す全国環境システム（SINA）用に定められたモデルを用いて、水資源管理を実施する
- 地下水に関する研究、試掘、開発の権限を明確にする
- 水資源管理に関したリスクを総合管理するための国家の活動を強化する
- 持続性の原則に基づき、市街地の排水管理や適切な開発のための責任分担を定める
- 国内水系の整備と管理のための資金手段を強化する

- 信頼できる情報をタイムリーに得るための手段として、環境情報システムを確立し、水資源管理と計画づくりに関する決定に使用する

水質保全に関するプログラムについては、今回調査では新たな知見はない。前回事前調査報告書をもとに、既存のプログラムを要約すると以下のとおりである。

#### 1) 全国水質管理システム計画 (1998 年～)

1998 年より全国水質管理システム計画が実施されている。環境省は全国の各 CAR の水質分析室を支援し、各 CAR が水質モニタリングを実施する。IDEAM が各 CAR の水質分析室を統括検証する。また、地下水の全国モニタリングネットワークを現在構築中である。

#### 2) 全国流路整備管理計画

全国流路管理整備計画に基づき、各 CAR がそれぞれの河川の水質改善の目標値と期間を定め、目標を達成するために各自治体が排水管理計画を策定・実施する。

#### 3) ボゴタ川水質改善プログラム」(1987 年～2003 年)

主に下水処理場の整備からなる計画で、1987 年～2003 年に実施された。ボゴタ川水系にある 3 つの市の既存の下水処理場に加えて、24 の市に CAR が下水処理場を建設した。これらの下水処理場は市に移管しておらず、CAR が運営している。また、ごみ処分場を数箇所設置した。ボゴタ川の上流の 170 の皮革工場（なめし、染色）については、約半数を停止するよう指導している。

CAR は不動産税の一部を、ボゴタ川水質改善プログラムにより、ボゴタ市の ACUEDUCTO が管理するサリトレ下水処理場の整備に 2003 年までの 10 年間で 1 億 7200 万ドル出資した。この計画は 2003 年に終了している。

#### 4) 湿地環境改善プログラム(2005 年～)

2005 年から湿地環境改善プログラムの実施が計画されている。ボゴタ平原のボゴタ川沿いの支流と合流点付近には湿地が分布しているが、未処理の都市排水の流入により汚染が進行している。CAR はボゴタ川水質改善プログラムでボゴタ川のサリトレ下水処理場に出していた資金を 2005 年から開始する湿地環境改善プログラムに向けることになっている。

また、前回調査において DAMA から得た情報では以下のような環境保全計画が実施されているとのことである。

- クリーンプロダクションプログラム
- 中小零細企業の環境負荷削減相談窓口
- 指令コントロールプログラム
- 水の合理的使用（節水）の指導
- 法規遵守
- 水資源の水質改善



- 上水道開発計画投資
- カノア新 STP 計画
- 住宅開発の節水と水の資料合理化計画の支援

表 7.2 - 1 「コ」国水質基準

項目	単位	飲料水基準	排水基準 (「コ」国)	排水基準 (ボゴタ市)
カドミウム	mg/l	0.01	0.1	0.003
シアン	mg/l	0.2	1.0	1.0
鉛	mg/l	0.05	0.5	0.1
六価クロム	mg/l	0.05	0.5	0.5
砒素	mg/l	0.05	0.5	0.1
水銀	mg/l	0.002	0.02	0.02
アルキル水銀	mg/l		N.D.	
有機水銀	mg/l			ND
PCB	mg/l	N.D.		
有機リン	mg/l		0.1	
トリクロロエチレン	mg/l		1.0	1.0
四塩化炭素	mg/l		1.0	1.0
セレン	mg/l	0.01	0.5	
1,1 ジクロロエチレン	mg/l		1.0	1.0
他有機塩素化合物	mg/l		0.05	
クロロフォルム	mg/l		1.0	1.0
アンモニア	mg/l	1.0		
バリウム	mg/l	1.0	5.0	5.0
亜鉛	mg/l	15.0	-	1.0
銅	mg/l	1.0	3.0	0.25
色相	Unit	75	-	
フェノール化合物	mg/l	0.002	0.2	0.2
硝酸イオン	mg/l	10	-	
pH	mg/l	5.0 - 9.0	5.0 - 9.0	
銀	mg/l	0.05	0.5	0.5
硫酸イオン	mg/l	400	-	
メチレンブルー比色物	mg/l	0.5		
全 Coliforms	mg/l	20,000		
BOD	mg/l		*	1000
COD	mg/l		-	2000
SS	mg/l		**	2.0
SST	mg/l			800
塩化物	mg/l	250.0		
塩素化合物	mg/l			0.05
リン酸化合物	mg/l			0.1
全クロム	mg/l			1.0
ポリクロロジフェニル	mg/l			ND
油脂	mg/l			100
マンガン	mg/l			0.12
ニッケル	mg/l			0.2
セレン	mg/l			0.1
硫化水素	mg/l			1.0
温度	°C			< 30
界面活性剤	mg/l			0.5

飲料水基準 : 1984 年省令 1594、排水基準 (コ国) : 1984 年省令 1594、排水基準 (ボゴタ) : 1997 年決議書 1074

\* 既存 20%以上、新設 80%以上除去、 \*\* 既存 50%以上、新設 80%以上除去

出典 : 各所より収集した資料を調査団要約

### 7-3 排水の実態と許可・監視制度

ボゴタ市及びその周辺から放出される排水は、600 万人以上の住民からほとんど未処理のまま放流される生活排水と、約 500 万人相当といわれる大小約 1 万の工場から放流される排水がボゴタ川に流れ込んでいる。

DAMA では、1997 年から 1998 年にかけてボゴタ市内の水の大量消費先 459 工場からの排水の実態を調査している。今回調査ではその報告書は入手していないが、既存 JICA 調査（クリーナプロダクション技術の推進による産業公害提言調査最終報告書）では、排水の実態を以下のように要約している。

業種別で複合負荷が最も高いのは食品産業（全体の 39%）、ついで金属産業（29%）、飲料産業（14%）、皮なめし産業（5%）となっており、この 4 業種で全体の 88%を占める。また、全複合負荷の 73%が上位 10 社によって、86%強が上位 30 社によって占められており、産業排水汚染の大部分はごく少数の工場に起因していることがわかる。また、DAMA の排水基準に対する不適合率については、油脂分が最も高く、ついで BOD、COD、沈殿固形物の順に不適合率が高い。

排水に対する課徴金制度としては、先述の農業省省令 1594 の中で排水課徴金制度を定めている。さらに、1997 年の環境省省令 901 によって、直接・間接を問わず水路に放流するいかなる排水についても課徴金が摘要され、その最低値は以下のように設定されている（毎年消費者物価指数で改定される）。

BOD : 46.50 ペソ / kg

TSS : 19.9 ペソ / kg

また、日本では排水基準を満たしていれば、排水を河川に放流する場合、費用は負担する必要は無いが、「コ」国ではその量・水質のいかにかわらず課徴金を支払う必要がある。また、この課徴金の適用対象は、法律 99 の 42 条の規定により、排水基準値未滿の排水となっており、ボゴタ市では 1997 年の決議書 1074 により、BOD1000mg/l、SST800mg/l までが上限となって、それ以上は支払いを要しない仕組みとなっている。

基準値をオーバーしたときは、法律 99 の 85 条の罰則規定により、改善命令や工場閉鎖、更には最高で 1 日あたり月額最低賃金の 300 倍相当の罰金を科することができることになっている。

排水の監視は DAMA が外部に委託して実施している。現在は ACUEDUCTO がサンプリングと水質試験を実施しており、それによると、全体で 1200 の事業所に対して、それぞれ 1 年に 2 回のサンプリングと試験を実施しており、通常、1 日あたり 10 個のサンプリングと試験が行われているとのことである。このサンプリングと試験の TOR を入手し、収集資料 GN-7 とした。ただし、今回調査では試験の結果および基準を超過した場合の DAMA の対処等については把握できていない。

今回調査では排水・下水処理施設に関して新たな知見は加わっていない。前回事前調査報告書をもとに、排水・下水処理の状況を要約すると以下のとおりである。

ボゴタ市には、唯一となるサリトレ下水処理場がある。その主要概要は次のとおりであ

る。

- 処理能力  $4\text{ m}^3 / \text{秒}$  ( $350,000\text{ m}^3 / \text{日}$ ) 約 2.5 百万人対象 ( $140 \text{ リッター} / \text{日} / \text{人}$ )
- 一時処理のみで、不十分なまま排水している
  - SS : 除去率 60% ( $200 - 250 \text{ mg} / \text{l}$  が  $80 - 100 \text{ mg} / \text{l}$  になる)
  - BOD : 除去率 40% ( $300\text{ mg} / \text{l}$  が  $180 \text{ mg} / \text{l}$  になる)
- 汚泥は一日約 150 トン発生、ドンホアナ処分場へ運び約 2 倍の土と混ぜて埋め立てている
- 薬品コストは、全運転の 60%になる
- 運転費用(賃金も入る)は、1,500 百万ペソ / 月とのこと
- フランスの Degremont 社が BOT で設計・施工管理して運転管理を始めた。2000 年から 27 年間の契約であった。しかし、市として費用負担が大きすぎたので、2004 年 7 月から ACUEDUCTO の管理に移行した。建設費は 150 百万ドルであった。
- STP 上流からは、平均  $6 \text{ m}^3 / \text{秒}$  の下水が流入するが、現在の処理能力が十分でないため、そのうち  $2 \text{ m}^3 / \text{秒}$  が、そのまま処理されずにボゴタ川へ流入している。
- 今後は、この  $2 \text{ m}^3 / \text{秒}$  の処理に対する一時処理の拡張が先。その後で、二次処理までの拡張となる。二次処理では、SS は 80%、BOD で 90%の除去となる。

なお、ボゴタ市がソアチャ地区に新しい下水処理場を計画しているとのことであるが、詳細な情報は得られていない。

また、ボゴタ市外地区の下水処理に関しては、24 市で計 27 ヶ所の処理場がある。ほとんど CAR が建設して運転しているが、自治体自体で建設運転しているものもある。処理方式は各種あり、統一されていない。平均的には、50 リッター/秒程度の規模とのことである。

なお、下水処理料金は、基本的に上水料金の 60%として徴収されている。また、同じ請求書の中に、清掃料金も別途含まれているが、これについては廃棄物処理の別会社の収入源となっている。

#### 7-4 水質保全の課題

上述のように、ボゴタ平原の表流水水質は極めて深刻な状況にあり、早急な改善が望まれている。しかし、ボゴタ平原の水質改善は、以下のように複雑かつ極めて困難な課題であるといえる。

- 数百万の人口規模をもつ巨大な盆地・水域である
- 汚染源も生活排水、工場排水から自然由来のものまで多種多様で数が莫大である
- 現在下水処理施設がわずかであるため、整備のためには巨額の投資が必要である
- 工場排水については、既得権の問題と政治的な問題がからみ複雑である
- 法律等の制度は整備されているものの、実効的なものとなっていない
- 関係機関が多岐にわたり、強力な責任官庁がない

以上のことから、ボゴタ平原における実効的な水質改善策を提言するためには、長期間の調査と多大なマンパワーの投入が必要になるものと考えられる。また、すでにいくつかの水質改善プログラムが進行中であること、今回調査のカウンターパートである ACUEDUCTO には水質規制権限はないこと、水質の改善が浄水コストに与える影響は小さいこと等から、JICA 本格調査に際しては、水質保全の問題は以下のような調査方針で臨むことが望ましい。

- 調査対象は水源地域のみとする、平地部河川の水質保全の問題は取り扱わない
- 調査に際しては既存資料を活用する。新たに汚染源インベントリー作成、大々的な水質調査等を行わない
- 提言の主体は、いわゆる一般的な環境保全の観点からではなく、上水水源保全の観点から行うものとする
- 水質保全の責任機関である CAR との関係を良好にし、十分な調整を行う



## 第8章 環境社会配慮

### 8-1 ボゴタ周辺の環境の概要

#### (1) 地盤沈下

ボゴタ盆地では地盤沈下が広範囲に発生しているといわれているが、それを観測したデータはない。今回、地盤沈下が激しいとされるボゴタ盆地西南部を視察した。その結果をまとめると以下のとおりである。

- ① 鉄塔、電信柱、配水塔などの傾き、井戸の抜け上がり等、地盤沈下地帯特有の現象が随所に見られ、地盤沈下が発生していることはほぼ確実と考えられる。
- ② 変状の発生している地域は、多数の揚水井戸が集中している地域であり、地下水揚水が地盤沈下の原因である可能性が高い
- ③ 変状の激しいマドリッドでは、変状個所が直線状に分布している。断層の変移等に起因するものではないかとの意見もあるが、周辺地山では地層は急傾斜していないこと、第四紀層を切る変状にしては明瞭すぎること、周囲では地下水の揚水が盛んに行われていること、山麓部の沖積層厚急変部では普通に見られる現象であること等から、通常の地下水揚水に伴う地盤沈下である可能性が高い。

また、マドリッドに関しては、前回事前調査で以下のような聞き込みが行われている。

「マドリッドでは、現在、学校の敷地にある井戸（深さ約175mだが、水面までは68m）は、1997年に建設されたが、地盤沈下の現象が現れて1999年に一時運転中止した。2002年に再開したが、やはり地盤沈下の現象が顕著になり、地下水くみ上げと関係があると判断されて、県知事の指示で2004年10月に再度止めたとのこと。地盤沈下は、大きな段差ができるようなものではなく、また地区全体に発生しているわけでもない。市内にほぼ2列の帯状の地区のみで発生している。帯の幅は30～50m程度に見えた。被害は、道路舗装のゆがみと亀裂、家屋の壁の亀裂などが目立っている。100軒ほどに亀裂などの被害があり、そのうち約30軒は倒壊・取り壊しが必要なレベルである。実際にすでに取り壊してしまった家屋や学校の建物の一部も3～4か所確認できた。倒壊した家の住人から聞いたところ、「約2年前から壁などに亀裂が入ってきて、次第に広がってきた。また、床もゆがんできた。このままだと倒壊すると考えて、自ら取り壊した。」とのこと。

#### (2) 湿地保全

ボゴタ市内及び周辺の湿地は、以前から相当に減少している。また、現在残されている湿地も危機にさらされている。

湿地周辺に家屋が侵入して建てられているほか、工場が占拠するようになってきている。ボゴタ市街地に隣接して、ボゴタ川沿いにいくつかの湿地が残されている。そのうち最上流部にあるコネヘラ湿地は、市街地及びその周辺で唯一自然が多く残されている。一部、湿地保全観察用の公園として保全されている区域もある。しかし、ここでも周辺には住宅などが迫ってきており、水質も良好とはいえない。その他、コネヘラより下流の湿地は、かなり汚染され荒廃している。

ACUEDUCTO は、サリトレ下水処理場に近いファナマリージョ湿地の保全プログラムを実施している。これは、湿地周辺の下水を整備し、生活排水が湿地に流入しないようにすると同時に、公園としての整備を行い、周辺住民に対する良好なアメニティとして湿地を保全しようとするものである。また、CAR は、これまでボゴタ川水質保全プログラムでサリトレ下水処理場に拠出していた資金を 2005 年からは湿地保全プログラムに向けることとなっている。

### (3) 廃棄物

現在、ボゴタにおいては廃棄物収集は分別・焼却・リサイクル処理は行われておらず、収集後、直接処分場に運搬されている。大きな処分場は 2 ヶ所あり、そのうち南部の処分場（ドンホアン処分場）では、先進国と同様な環境対策（滲出水対策）を含めた処分が行われているが、もう 1 ヶ所は、ただ単に埋め立てられているのみである。また、市内および近郊には、随所に不法投棄されている個所があるようである。

ドンホアン処分場は PROACTIVA という民間会社が運営している。処理方式や処理施設としては近代的である。また、モニタリングを含めて管理体制はよく整備されている。全体の面積は、462ha であるが、処理場としては 168ha を使用し、残りは環境保全用地となっている。この処理場は 1988 年から利用されているが、PROACTIVA 社は、2000 年 3 月から入札で受注し、運営を行っている。水質モニタリングは 10 か所の井戸と周辺の河川で行っているが、特に汚水の異常流入は認められないとのことである。処分場からの排水は、排水管で集められて最終的には排水処理場（1000m<sup>3</sup> / 日）を経て河川へ流出させている。

また、ボゴタ周辺の廃棄物処分場としては、クンディナマルカ県が管理しているモンドニエゴ地区に大きな処分場がある。しかし、こちらはドンホアン地区とは違って、滲出水処理などはしておらず、ただ埋め立てているだけである。但し、周辺には流出しない地形であり、また、不透水層地帯であるため、環境上大きな問題は発生していないとのことである。

## 8-2 環境社会配慮関連機関、制度、計画

主な環境社会配慮関連機関としては、MAVDT（環境・住宅・土地開発省）、CAR（クンディナマルカ地域自治公社）、DAMA（ボゴタ首都区環境管理局）の 3 機関がある。

各機関の主な特徴を要約すると以下のとおりである。

### (1) MAVDT

- 2002 年法律第 790 号により、環境省と経済開発省が合体して環境・住宅・土地開発省となったもので、省庁としては、外務省、防衛省に次いで 3 番目の規模である。
- 全国レベルの環境保全・改善を担当しており、政策の立案や計画策定を行っている。
- 現在、750 人くらいの職員がおり、その中で水資源グループは、排水管理、流水



管理・整備計画、規則策定、技術支援・教育、無収水減少プログラム、地下水保護プログラムの小グループから構成される。また、当省傘下の機関として、水文・気象・環境調査所（IDEAM）がある。

(2) クンディナマルカ地域自治公社（CAR：Corporaciones Autonomas Regionales）

- 地方の農村地帯の環境管理を行う機関で、ボゴタ首都区の標高 2700m 以上と村落部（ボゴタ首都区とクンディナマルカ県）の環境ライセンス、表流水および地下水の水利用コンセッションと探査のパーミッションの発行、排水規制を担当する
- 全国で 33 の CAR があり、基本的には県区分をベースにして管轄が分かれているが、必ずしも県境には一致しておらず、流域区分も含めて境界が定められている。
- MAVDT や県、省庁の下部機関ではなく、独立した権限を与えられている。以前は、開発、土地利用の権限もあったが、これらは市町村に移譲され、現在の役割は、地方レベルで、水、土、森林、動物、大気的环境保全管理を MAVDT の政策に基づいて実施する。
- 主たる収入源は、管轄区域及びボゴタ市の不動産税であり、他に発電所からの税金や取水料金の徴収による収入もある。ボゴタ市の不動産税については、そのうち 50%をボゴタ市の環境保全に使用することが定められており、1 昨年まではサリトレ下水処理場に 10 年間で 1 億 7200 万 US ドルの資金を拠出してきた。今後は、その分を湿地保全に向ける予定である。
- CAR の人員は、2004 年 11 月で計 484 人であり、そのうち技術職が 344 人、事務職が 140 人である。2003 年に大規模なリストラが実施され、当時の 980 人の職員が半減された。現在、不足の人員については、短期の外部委託（コンサルタント、大学、他の政府機関、NGO 等）で補っている。
- 表流水、地下水の取水に際しては CAR の許可が必要となる。現在、利用許可が出されているのが、表流水で 4,000 件程度、地下水で 1,200 件程度である。本来必要と考えられている件数は、表流水で 8,000 件程度、地下水で 8,000 件程度とされており、無許可での取水が多いようである。

(3) ボゴタ首都区環境管理局（DAMA）

- 人口 100 万人以上の都市（ボゴタ、カリ、メデジン）及びその他の代表都市
- （カルタヘナ、ランキージャ、サンタマルタ）の環境管理を行っている。
- 約 170 人の正規職員がおり、他に 200 人くらいの期間契約職員がいる。
- ボゴタにおいては、標高 2700m 以下に位置する井戸・地下水（現在 443 ヶ所）を管理している。但し、そのうち料金を支払っているのは 10%程度とのことである。
- 水質モニタリングは市街地の工場排水を含めて表流水も実施しており、ボゴタ川では 11 ヶ所のサンプリングポイントがある。ただし、DAMA には試験設備はな

く、試験は ACUEDUCTO の試験室で実施している。

### 8-3 「コ」国の環境影響評価制度

#### (1) 環境ライセンス・許可

「コ」国においては、国としてのいわゆる環境影響評価制度は整備されていないが、環境ライセンス・許可の制度がある。こうした環境ライセンス・許可を与える権限があるのは、MAVDT、CAR、DAMA の3機関であり、各々の管轄区域のプロジェクトや活動に対するライセンス、許可を与えている。2つの区域にまたがるようなプロジェクト、国立公園・保全地域に関するもの、石油・鉱物関係のプロジェクトは MAVDT の担当になる。また、与えられた環境ライセンス・許可についても、管理機関による中間審査があり、中断される場合や罰金を科される場合もある。

環境ライセンス・許可には次のようにいくつかの種類がある。

##### 1) 環境ライセンス

環境に与える影響が大きいと予測されるもので、法律（2003年政令1180号）で規定されている。例えば MAVDT では16種類のプロジェクト・工事・活動に対してライセンスが必要とされている。この中には、国立公園区域に影響するプロジェクト、河川の流路変更（最低流量2m<sup>3</sup>を超えるもの）、対象面積が20000haを超える灌漑、排水施設の建設等が含まれている。CAR や DAMA においても共通の内容が多いが、一部異なっており、例えば CAR ではゴミ捨て場の建設と運営等が含まれている。

##### 2) コンセッション

水利用関係の許可、地下水揚水等

##### 3) パーミッション

水（地下水、表流水）の調査、探査、河川区域内での活動、森林利用（入植、伐採、採取等）

##### 4) オーソリゼーション

植物、木材、碎石などの運搬

##### 5) アプロベーション

排水下水処理

環境ライセンスを取得するまでの基本的な流れは、機関・内容・条件によって異なっているが、CAR では一般的に次のような流れとなっている。

- ① 申請書の提出
- ② プロジェクト概要の確認
- ③ 行政手続き開始令の発行
- ④ 技術専門家現地訪問報告
- ⑤ 代替案に関する評価診断
- ⑥ 調査報告書の TOR 発行
- ⑦ EIA（環境影響評価）または PMA（環境管理計画書：EIA より簡単なもの）作成
- ⑧ CAR による EIA の審査・評価

- ⑨ ライセンスの発行（または追加調査指示）
- ⑩ プロジェクトの実施後のフォローアップ

また、許可の場合は上記よりも簡素なものとなっており、通常、⑤～⑦の手順は通常省略されている。環境ライセンスは申請後 130 日以内に発行されると規定されている。また、許可については、規定はないものの、通常それよりも短期間で発行されるということである。

上記のうち、環境影響評価については、コロンビアが批准している国際条約や協定、憲法、1993 年法律第 99 号、1991 年法律 21 号、1993 年法律第 70 号、1993 年法律第 99 号にかかる政令 1180 号等に従い、プロジェクトに関する全ての技術的情報と共に環境当局に提出されることとなる。環境影響評価の手法については、MAVDT によってガイドラインが準備されつつある。最終的には全 74 分野のガイドラインが整備される予定であり、JICA 調査に関する分野としてはダム、流水管理、地下水、鉱山、上下水、灌漑、導水などがあるが、まだすべては完成していないとのことである。

## (2) 地下水開発に必要な許可

地下水開発に関しては、環境ライセンスは必要とされていない（MAVDT および CAR で確認済み）。地下水開発に関して必要とされる許可は以下の 2 つである。

- ① 井戸を生産井として常時地下水を揚水するため : コンセッション
- ② 調査のための試掘 : パーミッション

このうち、本格調査に際して必要となる試掘のためのパーミッション申請には、次のような手続きが必要となる。また、この手続き・申請書類は地下水揚水のためのコンセッション取得の場合もほぼ同様である。

- ① 申請書の提出
- ② プロジェクト概要の確認（面談または電話）
- ③ 行政手続き開始令の発行（ここで CAR 技術専門家の現地派遣が指示される）
- ④ 技術専門家現地訪問、報告
- ⑤ 申請の審査・評価
- ⑥ 許可の発行（または追加調査指示）
- ⑦ 実施後のフォローアップ

試掘のための申請書の書式は図 8.3-1 に示したとおりであり、添付書類として以下のものが必要となる。

- ① 土地登記番号を含む法的書類の写し
- ② 申請者が土地所有者ではない場合、土地所有者または既得権所有者の承諾書
- ③ 委託人を介する場合、委任状
- ④ 申請者が法人の場合、法人登録・代表権証明書（申請から 1 ヶ月以内発行のもの）
- ⑤ 不動産登記局の証明書（申請から 1 ヶ月以内発行のもの）
- ⑥ 掘削地点を示した国土地理院発行の地形図（縮尺 1:10000）、試掘影響圏にある既存井戸の台帳、物理探査を含む水文地質調査報告書

揚水許可申請の場合は、上記に加え、井戸の詳細設計書が必要であり、その井戸を上水道水源として利用するためには、さらに利用者のセンスが必要である。

試掘のための許可申請から許可入手までの日数は規定されたものはない。そのために ACUEDUCTO が申請した試掘許可、立ち木伐採許可等では 1 年以上にわたって留保された例もある。ただ、今回調査において CAR と面談した際には、「CAR 長官が本 JICA 調査に協力を表明しているため、試掘許可は、申請後最大 6 週間以内に発行する」との約束を得ている。

コンセッション  
フニデナマルカ自治地方自治公社 (CAR) 地下水利用 (揚水) 申請書

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA SOLICITUD DE CONCESION DE AGUAS SUBTERRANEAS BASE LEGAL: Decreto Ley 2811 de 1974 - Decreto 1541 de 1978 - Acuerdo CAR 10 de 1989	
DATOS DEL SOLICITANTE 申請者に關するデータ	
1. Nombre o Razón Social: <u>代名 株式会社</u>	
C.C. <input type="checkbox"/> <u>身分証明書</u> NIT. <input type="checkbox"/> <u>納税者</u> No. _____ de _____	
2. Representante Legal: <u>法的代表者名</u>	
C.C. <input type="checkbox"/> NIT. <input type="checkbox"/> No. _____ de _____	
Dirección: <u>住所</u> Teléfono: _____	
3. Apoderado (si se tiene): <u>被委任者 (如有)</u> T.P. No. _____ de _____	
C.C. <input type="checkbox"/> NIT. <input type="checkbox"/> No. _____ de _____	
Dirección: <u>住所</u> Teléfono: _____	
INFORMACIÓN GENERAL 総合的情報	
1. Cédula Catastral: <u>土地登記番号</u> Area (m2): <u>面積</u>	8. Calidad en la que actúa
2. Nombre del Predio: <u>土地の名称</u>	Propietario <input type="checkbox"/>
3. Nombre del Propietario: <u>所有者名</u>	Arrendatario <input type="checkbox"/>
4. Dirección del Predio: <u>住所</u>	Poseedor <input type="checkbox"/>
5. Vereda: <u>集落</u> Municipio: <u>市</u> Depto: <u>県</u>	
6. Tipo de Actividad: <u>活動の種類</u>	
7. Descripción de Actividad: <u>活動の内容</u>	
9. Para captar la concesión solicitada requiere la imposición de servidumbre? <u>要地権</u> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
10. ¿Actualmente adelanta algún trámite con la CAR u. con el agua? <u>申請中</u> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
En caso afirmativo, indicar el número de expediente o radicación: _____	
INFORMACIÓN TÉCNICA 技術的情報	
Firma Perforadora del Pozo Profundo: <u>深井戸 掘削業者</u>	
Sitio definitivo de perforación del pozo: <u>井戸場所</u> Coordenadas X: <u>座標</u> Coordenadas Y: _____	
Referencia: Plancha I.G.A.C.: <u>I.G.A.C. 図面</u> Escala: <u>縮尺</u>	
Resolución CAR de Explotación: <u>CARの揚水行決定番号</u> Fecha de perforación: <u>掘削日</u>	
<b>Demanda Hídrica (usos del agua) 水の用途</b>	
<input type="checkbox"/> Consumo Humano <u>飲料水</u>	<input type="checkbox"/> Transitorias <u>一時的 使用人数</u>
<input type="checkbox"/> Domestico <u>家庭用</u> No. Personas permanentes <u>恒常的使用人数</u>	<input type="checkbox"/> Número <u>数</u>
<input type="checkbox"/> Pecuuario <u>牧業</u> Animales (Clase) <u>動物 (種類)</u>	<input type="checkbox"/> Area (Has) <u>面積 (ハクタール)</u>
<input type="checkbox"/> Riego <u>灌漑</u> Tipo de Cultivo: <u>作物種類</u>	<input type="checkbox"/> Demanda (m3/dia) <u>必要量 (メータ)</u>
<input type="checkbox"/> Industrial <u>工業</u> Tipo de Industria: <u>工業種類</u>	
<input type="checkbox"/> Otro <u>その他</u> Cual? <u>河川 具体的に</u>	
Observaciones: <u>記</u>	
<b>Oferta Hídrica (caudal disponible) 供給水量</b>	
Caudal del Pozo: <u>井戸水量</u> l.p.s Profundidad: <u>深さ</u> m. Formación Acuífera: <u>帯水層の地層</u>	
Otras fuentes de abastecimiento: <u>その他 給水 源</u>	
<input type="checkbox"/> Río <u>川</u>	<input type="checkbox"/> Pozo (Coordenadas) <u>井戸</u>
<input type="checkbox"/> Quebrada <u>小川</u>	<input type="checkbox"/> Aljibe (Coordenadas) <u>浅井戸</u>
<input type="checkbox"/> Manantia <u>泉</u>	<input type="checkbox"/> Laguna <u>湖</u>
Nombre fuente: <u>水源の名称</u>	
Las coordenadas seriamente aplican para las opciones: Pozo y Aljibe. <u>深井戸 浅井戸の場合のみ 座標を記入</u>	
Costo de las obras de perforación: \$ <u>掘削 工事費用 (ハン)</u>	
DOCUMENTACIÓN ANEXA 添付書類 (別紙)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fotocopia simple de un documento legal que contenga el número de la cédula catastral del predio si corresponde a solicitud individual (Recibo de impuesto predial o paz y salvo tesorería municipal)</li> <li>Fotocopia cédula de ciudadanía para el caso de personas naturales o certificado de existencia y representación legal expedido dentro del mes inmediatamente anterior a la presentación de la solicitud, para el caso de personas jurídicas</li> <li>Autorización del propietario o poseedor cuando el solicitante sea el tenedor</li> <li>Censo de usuarios para solicitudes de acueductos veredales o comunitarios</li> <li>Certificado de libertad y tradición expedido dentro del mes inmediatamente anterior a la presentación de la solicitud (si es solicitud de concesión individual)</li> <li>Plano IGAC indicando predio y sitio de localización del pozo</li> <li>Informe detallado del diseño definitivo del pozo</li> <li>Podet debitamente otorgado, si se obra por intermedio de abogado o apoderado especial</li> </ul>	
FIRMA DEL SOLICITANTE: <u>申請者 甘仁</u>	
C.C. No. <u>身分証明書</u> de <u>発行地</u> Dirección Envío Correspondencia: <u>郵便物 宛先</u>	
AUTORIDAD AMBIENTAL COMPROMETIDA CON LA REGION POR NATURALEZA CARPRA 7 No. 4155 BRX 1309090	
Formato CCCC-02-01	

図 8.3-1 試掘申請書書式

#### 8-4 環境予備調査スクリーニング / スコーピング

環境予備調査として、現地踏査・資料収集のうえで、現地実施機関、環境関連機関と面談し、スクリーニング / スコーピングを実施した。本プロジェクトは全体計画段階であるため、具体的にどのようなものが建設されることになるか不明である。そのため、具体的な行為として、プレフィージビリティ調査として選定される可能性の高い、東部・南部山地における深井戸掘削を想定し、スクリーニング / スコーピングを実施した。

表 8.4-1 環境予備調査面談者・日時・想定行為

面談者・日時	<p>&lt;ACUEDUCTO&gt; 2005年4月14日及び4月15日 Ms. Elsa Garcia Salazar</p> <p>&lt;MAVDT&gt; 2005年3月29日 Ms. Leyla Rojas Molano Mr. Fernando Arrieta</p> <p>&lt;CAR&gt; 2005年4月14日 Mr. José Agustin Cortes Gómez Mr. Jonson Javier Forero Melo</p>
想定行為	<p>&lt;行為&gt; 深井戸の掘削・井戸周辺設備の建設、改築（深度 200～300m 程度） 水道パイプラインの敷設、改築 簡易浄水施設の建設、改築</p> <p>&lt;場所&gt; ボゴタ東部および南部山地</p>

スクリーニング / スコーピングの結果は表 8.4-2 に示した。

対象地域における地下水揚水に伴う環境への影響としては、地下水位・賦存量の変化、が考えられる。しかし、前回調査の結果では、平野部の地下水揚水はすでに涵養量を超えているものの、山地部（白亜紀層分布地域）では、まだほとんど地下水の揚水が行われていないこと、降水量が多く豊富な涵養が期待でき、地下水涵養量以下に揚水を抑えた開発とすることが可能であることが指摘されている。今回調査では、追加現地調査等をもとに水収支解析を行い、賦存量に影響を与えない揚水計画とすることが必要である。

また、ボゴタ平野部では地盤沈下現象が認められており、これは地下水過剰揚水が原因であると考えられている。今回調査の揚水対象は周辺山地の白亜紀層であり、これが地盤沈下の原因となることは考えにくい。しかし、上記の地下水収支の検討、平野部における地盤沈下現象の解析、観測井の設置等を通じ、地盤沈下を引き起こさないことを確認したうえでの地下水開発計画を立案することが必要である。

住民移転については、施設が既存集落の近傍に建設される可能性はある。しかし、施設が小規模なもの（浄水施設を考慮しても 100m<sup>2</sup> 以下）であり、位置の選定には柔軟に対応できるものであるため、問題のない土地に建設することは可能と考えられる。

経済活動については水売り業者への影響が考えられる。どの程度の経済規模で売水が行

われているのか、現状が不明であるため、本格調査時に実施される高標高貧困地区社会調査の中で実態を調査し対処する。

湖沼・河川流況については、生活用水が河川へ排出される量が増大することが考えられる。ただし、河川流量が減少する方向ではなく、増大する方向であり、またその量は極めてわずかであるため、問題は少ない。既存資料で河川流況の調査が多く実施されているため、その資料を用いて、問題のないことを確認する。

騒音・振動については、住民移転と同じく、施設が既存集落の近傍に建設される可能性はあるが、施設が小規模なものであり、位置の選定には柔軟に対応できるものであるため、問題のない土地に建設することは容易と考えられる。

水質汚濁については、河川流況と同じく生活用水が河川へ排出される量が増大することが考えられる。ただし、全体に下水道が整備されている場所が多く、排出量は極めてわずかであるため問題は少ない。調査の中で既存水質試験資料をもとに検討を行うと同時に、排出個所が脆弱な環境（湿地等）にないことを確認する。

上記以外の項目に関しては、影響があるとしても建設工事に伴う一時的な影響で容易に対処できるものか、あるいは事前の調査で容易に避けることのできるものであり、問題はないか、あるいは極めて小さいものと考えられる。

表 8.4-2 (a) スクリーニング結果表 (環境予備調査)

環境項目		内容	評定	備考 (根拠)	
社会環境	1	住民移転	用地占有に伴う移転 (居住権、土地所有権の転換)	有・ <input checked="" type="checkbox"/> 無・不明	小規模構造物であり、影響なし
	2	経済活動	土地、漁場等の生産機会の喪失、経済構造の変化	有・無・ <input checked="" type="checkbox"/> 不明	水売り業者への影響
	3	交通・生活施設	渋滞・交通事故等既存交通や学校・病院等への影響	有・ <input checked="" type="checkbox"/> 無・不明	小規模構造物であり、影響なし
	4	地域分断	交通の阻害による地域社会の分断	有・ <input checked="" type="checkbox"/> 無・不明	小規模構造物であり、影響なし
	5	遺跡・文化財	寺院仏閣・埋蔵文化財等の損失や価値の減少	有・ <input checked="" type="checkbox"/> 無・不明	小規模構造物であり、影響なし
	6	水利権・入会権	漁業権、水利権、山林入会権の阻害	有・ <input checked="" type="checkbox"/> 無・不明	影響のある施設なし
	7	保健衛生	ゴミや衛生害虫の発生等衛生環境の悪化	有・ <input checked="" type="checkbox"/> 無・不明	影響のある施設なし
	8	廃棄物	建設廃材・残土、汚泥、一般廃棄物等の発生	有・ <input checked="" type="checkbox"/> 無・不明	小規模構造物であり、影響なし
	9	災害 (リスク)	地盤崩壊、落盤、事故等の危険性の増大	有・ <input checked="" type="checkbox"/> 無・不明	小規模構造物であり、影響なし
自然環境	10	地形・地質	掘削・盛土による価値のある地形・地質の改変	有・ <input checked="" type="checkbox"/> 無・不明	小規模構造物であり、影響なし
	11	土壌侵食	土地造成・森林伐採後の雨水による汚染	有・ <input checked="" type="checkbox"/> 無・不明	小規模構造物であり、影響なし
	12	地下水	掘削に伴う排水等による流量、河床の変化	有・無・ <input checked="" type="checkbox"/> 不明	地下水揚水増加の可能性あり
	13	湖沼・河川流況	埋立てや放水路等による流量、河床の変化	有・無・ <input checked="" type="checkbox"/> 不明	生活用水排水の増大可能性あるが、量が少ないため流況には影響なし
	14	海岸・海域	埋め立てや海況の変化による海岸侵食や堆積	有・ <input checked="" type="checkbox"/> 無・不明	内陸部のプロジェクトである
	15	動植物	生息条件の変化による繁殖阻害、種の絶滅	有・ <input checked="" type="checkbox"/> 無・不明	貴重種おらず、小規模構造物であるため影響なし
	16	気象	大規模造成や建築物による気温、風況等の変化	有・ <input checked="" type="checkbox"/> 無・不明	小規模構造物であり、影響なし
公害	17	景観	造成による地形変化、構造物による調和の阻害	有・ <input checked="" type="checkbox"/> 無・不明	小規模構造物であり、影響なし
	18	大気汚染	車両や船舶からの排出ガス、有害ガスによる汚染	有・ <input checked="" type="checkbox"/> 無・不明	汚染源はない
	19	水質汚濁	浄水場からの排水や汚泥等の流入による汚染	有・無・ <input checked="" type="checkbox"/> 不明	生活用水の増大に伴う河川の水質汚濁
	20	土壌汚染	排水・有害物質等の流出・拡散等による汚染	有・ <input checked="" type="checkbox"/> 無・不明	汚染源はない
	21	騒音・振動	車輛・船舶の航行等による騒音・振動の発生	有・無・ <input checked="" type="checkbox"/> 不明	ポンプ、ジェネレータの稼働音
	22	地盤沈下	地盤変状や地下水位低下に伴う地表面の沈下	有・無・ <input checked="" type="checkbox"/> 不明	地下水揚水の可能性あり
	23	悪臭	排気ガス・悪臭物質の発生	有・ <input checked="" type="checkbox"/> 無・不明	発生源なし
総合評価： I E EあるいはE I Aの実施が必要となる開発プロジェクトか			要・不要	影響が有または不明な項目が複数ある	



表 8.4-2 (b) スコーピング結果表 (環境予備調査)

環境項目		評定	根拠	
社会環境	1	住民移転	D	必要な用地面積は狭いものであるため、民家等を避けて配置することは容易
	2	経済活動	C	既存の水売り業者への影響が考えられる
	3	交通・生活施設	D	導・送水管は道路沿いや未利用地を使用
	4	地域分断	D	導・送水管は道路沿いや未利用地を使用
	5	遺跡・文化財	D	小規模構造物であるため影響はない
	6	水利権・入会権	D	予定地域では、現在、地下水は取水されていない
	7	保健衛生	D	現在よりよくなる
	8	廃棄物	D	汚泥等の発生する場合は検討を要する
	9	災害 (リスク)	D	小規模構造物であるため影響はない
自然環境	10	地形・地質	D	小規模構造物であるため影響はない
	11	土壌侵食	D	小規模構造物であるため影響はない
	12	地下水	C	地下水揚水による地下水位の低下、賦存量変化等が考えられる
	13	湖沼・河川流況	C	生活用水排水の増大、地下水揚水量増大が予想されるが、揚水地点が山地であり、量は少ないため、直接的な影響は考えにくい
	14	海岸・海域	D	内陸部のプロジェクトであり、小規模構造物であるため影響はない
	15	動植物	D	貴重種おらず、小規模構造物であるため、影響なし
	16	気象	D	小規模構造物であるため影響はない
	17	景観	D	小規模構造物であるため影響はない
公害	18	大気汚染	D	汚染源はない
	19	水質汚濁	C	生活用水排水増大に伴う河川等の水質汚濁
	20	土壌汚染	D	汚染源はない
	21	騒音・振動	C	ポンプ等の稼働音、振動が考えられる
	22	地盤沈下	C	平野部は軟弱層が分布し、一部ではすでに地盤沈下が発生している模様である。しかし、今回プロジェクトの揚水対象は白亜紀岩盤地帯であるため、直接的な影響は考えにくい。
	23	悪臭	D	発生源はない

(注1) 評定の区分

A : 重大なインパクトが見込まれる

B : 多少のインパクトが見込まれる

C : 不明 (検討をする必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる場合も十分に考慮に入れておくものとする)

D : ほとんどインパクトは考えられないため I E E あるいは E I A の対象としない

評定に当たっては、該当する項目別解説書を参照し、判断の参考とすること

表 8.4-2 (c) 総合評価 (環境予備調査)

環境項目	評定	今後の調査方針	備考
経済活動	C	実態が不明であるため、対象地区の社会経済実態調査(インタビュー調査を含む)の中で状況を把握し、対処する	
地下水	C	地下水収支の検討により、揚水量を涵養量以下に抑え、地下水賦存量の低下を起こさないようにする	前回調査の検討結果を今回調査結果をもとに再検討する
湖沼・河川流況	C	既存資料による河川流況調査結果をもとに、影響が無いように計画する	CAR, Acueduct による調査結果あり
水質汚濁	C	既存資料をもとに、現状の水質汚染状況を把握する。下水施設整備状況を調査する	
騒音・振動	C	近隣に民家等のない場所に施設を建設する	
地盤沈下	C	揚水予定地点近傍の第四紀分布域に観測井を設け、第四紀層の間隙水圧が白亜紀層の揚水によって低下しないことを確認する	
住民移転、交通・生活施設、地域分断、保健衛生、遺跡・文化財、水利権・入会権、災害、地形・地質、土壌浸食、海岸・海域、動植物、気象、景観、大気汚染、悪臭	D	既存資料、インタビュー等をもとに、本格調査時点で再確認する	

(注1) 評定の区分

- A : 重大なインパクトが見込まれる
- B : 多少のインパクトが見込まれる
- C : 不明(検討をする必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる場合も十分に考慮にいれておくものとする)
- D : ほとんどインパクトは考えられないため I E E あるいは E I A の対象としない

## 第9章 本格調査の実施方針

### 9-1 本格調査の留意点

#### (1) 関係機関

ACUEDUCTO の水供給事業および水源の総合的水資源管理においては、関連する機関が多数あり、本件調査の実施機関である ACUEDUCTO だけで調査を行った場合実効性の無い計画になってしまうことが危惧される。

水資源および水供給に関して環境・住宅・土地開発省 (MAVDT) は法律、規則、基準を策定する立場にあり、水資源を管轄する環境当局としてクンディナマルカ地域自治公社 (CAR)、ボゴタ首都区環境管理局 (DAMA)、国立自然公園システム特別管理ユニット (UAESPNN)、グアビオ地域自治公社 (CORPOGUAVIO)、オリノキア地域自治公社 (CORPOORINOQUIA) が関係している。これらの内、UAESPNN、CORPOGUAVIO および CORPOORINOQUIA の3つの機関は、チンガサ系統の水利権コンセッションを管轄している機関であり、本件調査においてチンガサ系統の開発について新規に検討するような必要性は無いと考えられるため、重要ではない。最も重要な関係機関は、ティビトック系統の水源であり汚染が進行しているボゴタ川を管轄・管理しており、また高標高貧困地区における試掘許可と地下水利用の水利権コンセッションの付与権を持っている CAR である。DAMA はボゴタ市街地内の標高 2700m 以下を管轄する環境当局で、平原における試掘と地下水コンセッションや排水・河川水質の管理等で関係する。MAVDT は制度や基準に関して本件に深く係る他、ACUEDUCTO と CAR の間の環境に関する調整機関としても重要であるので、本件への参画が望まれる。従って、MAVDT、CAR、DAMA については、ステアリングコミティへの参加が望まれる。特に CAR の参加が得られない場合は、本件調査で策定する計画の実効性が失われる。

水資源に係る調査担当機関として、水文・気象観測、地下水モニタリング等を行っている水文・気象・環境調査研究所 (IDEAM)、地下水、地質、地滑り、地震等の調査・研究を行っている地科学・鉱山環境・核調査情報研究所 (INGEOMINAS)、水文・気象観測、地下水モニタリング、水質モニタリング等を行っている CAR と DAMA がある。これらの機関の情報・データを活用するとともに、本件の区切りごとのレポート説明の場に参加してもらい、調査結果について技術的な合意または認識を得ておくことは、計画の実施段階において環境当局の反対を軽減する意味で必要と思われる。

#### (2) ACUEDUCTO の人事

2004年11月15日～12月8日に行ったボゴタ市地下水開発・保全計画調査(事前調査)において、総合的水資源管理の観点から本件の要請を行った M/M にサインした ACUEDUCTO の総裁が今回の S/W にもサインしたが、同総裁は市長からの水道料金値下げの政治的圧力に対して抵抗し辞任することとなった。2005年5月初旬には次期総裁が就任することとなるが、これにともない局長クラスが入れ替わる可能性があり、本件の実質的な責任者であるマスターシステム局長や前回開発調査時の責任者であった当時のマスターシス

テム局長（現顧客サービス局長）もいなくなる可能性が高い。新総裁の体制下においても ACUEDUCTO の責任で本件調査を実施するよう新旧総裁間で引継ぎを行うとの発言を得ているが、ACUEDUCTO の本件調査への取り組み意識・重要度に変化が起きるかもしれない。

### （３）水利権（水利用コンセッション）

ボゴタ川の水利権について ACUEDUCTO は CAR との間で問題を抱えており、CAR との関係が悪化している大きな原因となっている。ティビトック浄水場のボゴタ川のコンセッションは  $10.0 \text{ m}^3/\text{秒}$  の 50 年間のものが切れた。ACUEDUCTO は毎年  $10 \text{ m}^3/\text{秒}$  申請しているが、CAR からの許可された水量は 2001 年に  $8 \text{ m}^3/\text{秒}$ 、2002 年に  $6 \text{ m}^3/\text{秒}$ 、2003 年 12 月に  $4.8 \text{ m}^3/\text{秒}$  と毎年減らされ、しかも 1 年間のコンセッションしか出ていない。ACUEDUCTO は 2003 年の CAR 令 1429 号で決められたコンセッション ( $4.8 \text{ m}^3/\text{秒}$ ) に対し異議申し立てを行い争議中であるが、CAR が返答する行政手続き上の法的期限がないため、CAR は無視し続けている。顧問弁護士を通じた法的解釈により 2005 年現在も 2003 年の  $4.8 \text{ m}^3/\text{秒}$  が有効とされている。

また、CAR は ACUEDUCTO のコンセッション水量を減らし農業やその他に使いたいと考えている。一方 ACUEDUCTO は、ボゴタ市の拡大に伴い周辺の市町村に給水対象区域を拡大したい意向を持っており、またリスク管理の面から代替水源を維持する必要があり、既得のコンセッション水量は保持したいと考えている。

施設や水源の能力以外に、水利権の行方が給水能力を規制しており、これら水利権についても評価・検証する必要がある。

### （４）都市整備計画（POT）

法的にはボゴタ首都区の土地整備計画（POT）でボゴタ市街地と指定されている地域が ACUEDUCTO の給水区として決められている。ボゴタ首都区の POT 指定地域外は非合法居住地となるため上水道の整備は行われておらず、自治会が自前の非衛生な給水施設を持っているか ACUEDUCTO や民間の給水車により高価格の水が販売されている。

POT で非合法居住地とされる個所についても様々な形態がある。ボゴタ都心部近くでは 2700～2800m 以上が森林保護区や公園に指定されており、ボゴタ全域において 3000～3100m 以上の地域は森林保護区になっており私有地といえども住宅の建設は原則としてできない。また、ボゴタ北部のスバ区の平原部においては、市街地の北限が POT で決められているため非合法とされる居住区がある。非合法居住地としては森林保護区の国有地等が不法に占拠されている居住地もあるが、土地・住居の所有は合法的になされているが森林保護区であるにもかかわらず家屋を建設しているために非合法とされている地域もある。

これらボゴタ拡大地域の給水については、森林保護区と POT による市街地領域を変更するか、拡大解釈であいまいに対応することになる。ボゴタ市長や市議会議員等の政治家は森林保護区の境界を現状の居住区に合わせて変更し非合法居住区を合法化する意向であるが、MAVDT、DAMA、CAR、ボゴタ市役所からなる委員会が合意していない。非合法居住区が合法化されれば ACUEDUCTO が各戸接続の水道網を整備することになる。

一方、1994 年の法令 142 号により、ACUEDUCTO を含む民営企業が自治体の水道事業を

行うことが出来るようになったため、ACUEDUCTO としては給水区域を周辺の市町村に拡大する意向を持っている。また、営利企業として「コ」国内のみならず周辺諸国の水道運営を行いたいとのことである。

#### (5) ACUEDUCTO と CAR の関係

今回の事前評価調査において最も懸念されることは、ACUEDUCTO と CAR の関係の悪さである。もともと ACUEDUCTO は水資源の利用者であり CAR は水資源の管理者であるため相対する立場にはあるが、他の DAMA、UAESPNN、CORPOGUAVIO、CORPOORINOQUIA 等の環境当局と比べて極めて関係が悪い。以前は CAR の職員であり、現在 ACUEDUCTO で水利権の申請を担当している環境コーディネーターによると、次のような経緯がある。

- 都市整備計画 (POT) でボゴタ市街地を拡大しようとしたところ、CAR の承認が北部の拡大地域について得られず、部分的承認のまま市議会決議に至った。具体的には市街地の北限を 192 番通り (Calle 192) から 200 番通り以上に拡大しようとしたところ、CAR がボゴタ市街地の平原北方への拡大を阻止しようとした。このように POT でどこまでボゴタ市街地とするかで、5～6年前から CAR と ACUEDUCTO (ボゴタ市) の関係が悪化している。
- ACUEDUCTO は水道事業を周辺の市町村へ広げて行く意向であるが、CAR は ACUEDUCTO が金儲けのために給水地域を拡大しているとして反対している。更に ACUEDUCTO が地下水を使って収益を拡大しようとしているとして、前回の JICA 開発調査の結果に対しても反感を持っている。
- ティビトック浄水場のボゴタ川のコンセッションは  $10.0 \text{ m}^3/\text{秒}$  の 50 年間のものが切れた。ACUEDUCTO は毎年  $10 \text{ m}^3/\text{秒}$  を申請しているが、CAR からの許可された水量は毎年減らされしかも 1 年間のテンポラリーの許可であった。ティビトックの ACUEDUCTO 所有の水利権コンセッションに対し CAR から差し止め命令が出、これに対し ACUEDUCTO は上告した。現在、2003 年 12 月の CAR 令 1429 号で決められたコンセッション ( $4.8 \text{ m}^3/\text{秒}$ ) に対し ACUEDUCTO は異議申し立てを行い争議中である。これが未だ解決しておらず 2005 年の 1 年間は  $4.8 \text{ m}^3/\text{秒}$  が継続するという法的解釈で運用されている。
- CAR はティビトック下流のボゴタ川沿いの灌漑計画を持っているため、ACUEDUCTO のチンガサ系統の水量に余裕があることを指摘し、ティビトック浄水場で使用する水を減らして灌漑に使おうとしている。一方、ACUEDUCTO はティビトックの水をボゴタ周辺の市町村にも使いたいとし、またチンガサ系統がストップした時の代替水源としてティビトックの水利権コンセッションを維持する必要があると考えている。
- 昨年ボゴタ市長が変わったため、ACUEDUCTO の総裁と CAR の長官が同時期に変わったので、新しい体制でお互いティビトックの問題を調整しようとしたが、委員会に CAR が出席しなくなった。
- ACUEDUCTO が森林保護区内の木を数本切る許可申請を CAR に行ったが、1 年半以上おっけておかれた。これは環境ライセンスの審査期限は定められているが、

その他の環境許可は時間の係らないより簡単な審査のため期限が決められていないことによる。従って、環境許可の申請をほおっておかれても法的に CAR が問題となることはない。

- 2003年5月22日に ACUEDUCTO は CAR にシウダード・ボリバル地区とセロ・ノルテ地区の高標高貧困地区に各1本合計2本の深井戸の試掘許可申請を行った。2週間ごとに CAR に問い合わせのレターを出しているが、この試掘許可は未だおりにない。地下水については、CAR の技術者は過剰揚水という考えしか持っておらず、CAR の上層部にもそう伝えている。許認可は上層部が行うので、地下水開発は許可しないという一般的な認識が CAR の上層部に根強くあり許可がおりにくい。

#### (6) 人口統計

「コ」国において得られる人口統計値は、1993年に国立統計管理局(DANE)が実施した国勢調査を基本とした推定人口である。すでに12年が経過しており、特に無秩序に都市が拡大しているボゴタ首都区の高標高貧困地区については、信頼性に欠ける。ボゴタ首都区地域企画局(DAPD)が実施した「2003年生活の質アンケート調査」でボゴタ首都区の19の区について人口統計が示されており、今のところ最も信頼できるデータと考えられる。2005年度中には国勢調査が行われる予定であり、その結果を用いて給水対象となる人口予測や水需要予測を見直すことが望ましい。

#### (7) 水需要と供給

ACUEUCTOによる水道水の平均生産量は2005年4月現在約14.5 m<sup>3</sup>/秒と推定される。表9.1-1に示すように、これは浄水場の能力の51%、現在所有している水源の水利権の65~77%にあたり、施設面でも水源面でも水量にはかなりの余裕があると言える。また、2005年の給水システム拡張計画によると2005年の水需要は14.39 m<sup>3</sup>/秒であり、本件の目標年である2020年の水需要は18.40 m<sup>3</sup>/秒と推測されており、既存施設の給水能力と所有している水利権コンセッションの水量で目標年まで量的には間に合うものと思われる。

表 9.1-1 各浄水場の能力と使用量および水利権コンセッション

水源システム	浄水場	最大浄水能力 (m <sup>3</sup> /秒)	平均使用量 (m <sup>3</sup> /秒)	水利権コンセッション (m <sup>3</sup> /秒)	浄水場の 標高
ティビトック系統	ティビトック(Tibitoc)	10.5	4.5	4.8 (ボゴタ川) 0.25 (テウサカ川)	2696m
チンガサ系統	ウィエスナー(Wiesner)	14	9.0~10.0	12.321~15.961	2825m (2703m)
レガデラ系統	エルドラド(El Dorado)	1.6	0.4~0.5	1.0 (トクンフェロ川) 0.3 (サンクリストバル川)	2950m
	ビテルマ(Vitelma)	1.5	休止中		2787m
	ラ・ラグナ(La Laguna)	0.5	休止中		2820m
その他 (東部山地)	サンディエゴ(San Diego)	0.21	休止中	0.11	2700m
	ジヨマサ(Yomasa)	0.025	0.012	0.018	3250m
合計		28.335	約 14.5	約 18.80~22.44	-

#### (8) 総合的水資源管理の観点での問題点（課題）把握と調査の重点事項

上記のように量的には足りているので、質的管理とリスク管理について検討する必要がある。

地下水の F/S が要請された背景として、ボゴタ川の水質が悪化しているためティビトック浄水場の浄水コストが高くなることが問題点とされ、ティビトック浄水場がボゴタ川から取水する水量を減らし地下水へ転換するとの計画があった。今回の事前評価調査において、ティビトック取水口地点のボゴタ川の水を確認したところ、日本の水道水源の河川と比べてそれほど水源として水質は悪くないことがわかった。また、ティビトック浄水場の浄水コストは、薬品代が占める割合は数%と低く、VIVENDI 社運営担当分については経費の 25～30%、ACUEDUCTO 運営担当分については 50%が電気代となっている。電気代の多くはポンプの運転に使われている。従って、ボゴタ川の水質が改善したとしても、浄水コストが軽減される経済的効果は低く、むしろポンプ圧送の電気代の軽減をはかることが効果が大きいことが判明した。

前回実施の開発調査「ボゴタ平原持続的地下水開発計画調査」が要請された背景として、水源の 70%を占めるチンガサ導水路が 1997 年に崩落し 9 ヶ月間導水が停止し深刻な社会混乱が起きたことがあげられる。リスク管理の面で遠方からの導水の代替案として、近場の地下水開発の可能性を検討したいとの「コ」国側の意向があった。しかし、サンラファエルダムとポンプ場が完成しチンガサの水の 3 ヶ月分は貯水されて緊急時には利用できること、導水トンネルの崩落防止の補強工事が行われていること等から、チンガサ系統の災害時リスクはかなり軽減されているものと判断される。また、地震時の送水管の漏水対策についても、ACUEDUCTO は地震危害の解析を行い、平原の軟弱地盤と山地の岩盤との境界にあたる山麓部に被害が集中することをつきとめ、現在この部分の配管にフレキシブルジョイントを設置している。

ボゴタ南部においては、貧困層の居住区が高標高地区に拡大しているため、サンクリストバル区のビテルマ浄水場 (2787m) およびウスメ区のラ・ラグナ浄水場 (標高 2820m) では給水できない地域が拡大している。このため、この 2 つの浄水場を閉鎖し、2001 年にエルドラド浄水場を標高 2950m に建設し、更にジョマサ浄水場を標高 3250m 地点に設置した。これらの浄水場のキャパシティは小さいため、対応できる地域は限られている。ボゴタ平原部の市街地は標高約 2550m～2600m に位置し、表 9.1-1 に示す全ての浄水場から重力送水で対応できる。しかし、給水量の 31%を占めるティビトック浄水場が 2696m に位置しており、66%を占めるウィエスナー浄水場は標高約 2820m に位置するが配管の耐圧内に抑えるため水力発電を行ったうえでサンタナ配水タンクで 2703m に減圧してから配水している。従って、給水量の約 97%は約 2700m 以上の地域には自然流下で配水することができず、ポンプによる揚水が必要となっている。近年はボゴタの南部では標高 3000m～3200m あたりにまで貧困層の居住区が拡大しており、またこれらの貧困地区は水道料金が低料金に抑えられている他非合法接続も多いため、経費が高く収入は少なく、ACUEDUCTO の水道運営にとって大きな負担となっている。

ACUEDUCTO の上水道運営において、高標高地区に対してはポンプ圧送の必要があるため、標高 2700m 以上（平野部の市街地は 2550～2600m にある）の地区への給水は負担となっ

ている。これらの地区のほとんどが水道料金の安い貧困地区であるため、不採算地区となっている。高標高貧困地区の上水道システムをより安定で運営コストの低いものに改善する事は、貧困層の基礎的な生活環境の改善に直接繋がる他、ACUEDUCTOの上水道運営状況を改善し、より安定で良質な水供給が行われることになり、最重要課題のひとつと考えられる。

#### (9) 地盤沈下

ボゴタ首都区外のボゴタ平原西部の花のビニール栽培地域やマドリッド市街地で起こっている地盤沈下について、本件調査に含めるよう ACUEDUCTO は要望していた。

本件が対象としている白亜紀の岩盤中の地下水とボゴタ平原で地盤沈下が起きている第四紀層中の地下水とは直接の関係はないため、また本件の地下水開発予定地と地盤沈下地域は数十キロメートル以上離れているため、本件調査においては現在起こっている地盤沈下地域の調査や観測は含めないことを説明し、ACUEDUCTO 側は同意している。

CAR がボゴタ平原における過剰揚水と地盤沈下を理由に ACUEDUCTO が地下水開発を始めることに反対しており、CAR から地下水利用のコンセッションを得るためには現在起こっている地盤沈下のメカニズムについて説明し、本計画による影響は無いことが説明できなければならない。ACUEDUCTO 側で地盤沈下の調査を行いたいのが地盤沈下の専門家がいなため調査手法がわからないとして、JICA の本格調査団から地盤沈下の調査・観測手法について指導・技術移転を受けることを ACUEDUCTO 側は強く望んでいる。

#### (10) 地下水の水質と処理方法

本件において開発予定の白亜紀砂岩帯水層中の地下水については、塩素滅菌以外の浄水処理は不要と考えられる。しかし、ACUEDUCTO は地下水による給水経験が無く、また既存井が集中しているボゴタ平原の第四紀層の地下水が飲用には適さない水質のため地下水の水質を懸念しており、地下水の浄水処理方法と浄水コストについて本格調査の報告書に詳しく記述するよう期待している。

### 9-2 本格調査への提言

#### (1) 試掘準備期間

上記のように、CAR からの試掘許可がおりにくい状況にあるが、CAR 長官との面談では JICA 調査の試掘に対して許可を出すとの口頭での約束を得ている。CAR の試掘許可の担当者も長官が約束したので、必ず最短の手続き期間（6 週間）で許可を出すとのことである。前回の開発調査時には CAR からの試掘許可は申請から約 2 ヶ月でおりているので、今回も 2 ヶ月を見ておくべきである。

また、試掘許可申請には土地所有者の許可が法的に必要なが、「コ」国においては土地の所有者が現地に居住していない場合が多く、地主との面会や説得に非常に時間がかかるとのことである。ACUEDUCTO によると、地主からの許可取得に 3 ヶ月必要とのことである。

従って、物理探査終了直後に試掘サイトを決定してから試掘工事に着手するまでの試



掘準備期間として、地主との交渉に3ヶ月、試掘許可取得に2ヶ月の計5ヶ月の期間を見ておく必要がある。予想よりも早期に開始できる可能性もあるが、サイトによってはアクセス道路の建設や整地が必要になるので、5ヶ月間は空けておくべきと判断される。

## (2) 試掘調査

### 1) サイト選定

ボゴタ平原周辺の山地・丘陵地は、良好な帯水層である白亜紀の砂岩・泥岩層が広く分布しており、井戸の成功率は高いものと思われるが、既存の井戸は平原部の第四紀の堆積層中に集中しておりこれらの山地にはほとんどない。また、ボゴタ東部山地は帯水層である白亜紀砂岩層が広く分布しているが、貧困層が多く住むボゴタ南部の山地は白亜紀層と難透水層である第三紀層の泥岩層（不透水層）の分布が造山運動により発達した褶曲や断層で複雑になっており、それぞれの地域で試掘調査が必要となる。

今回の事前評価調査において想定した試掘サイトの概略の候補地点を図9.2-1に示す。主要な高標高貧困地区に1本ずつの試掘を行うことを想定し、JICA実施分の3本とACUEDUCTO側の費用で実施分の2本の合計5本の試掘が必要と判断した。

なお、現在ACUEDUCTOがCARに申請しているボゴタ南部のシウダード・ポリバル区と北部のセロ・ノルの2本の試掘について現地踏査で位置を確認したところ、2ヶ所とも最も標高の高い配水タンクの敷地（ACUEDUCTO所有地）をサイトにしており、水理地質的観点では選定されていない。集水域を考えると他に良い候補地が付近にありそうであった。従ってACUEDUCTOが自前の資金で実施しようとしている2本の試掘井についても本件調査に取り込み、それらの試掘サイトは本件の中で空中写真判読や物理探査の結果により科学的に決定すべきである。



図9.2-1 試掘候補サイト

## 2) 井戸構造

井戸の予定掘削深度は、ACUEDUCTO 側は 300m 必要と考えている。前回開発調査で策定されたボゴタ平原東部山地地下水開発・保全事業（東部事業）の井戸の仕様は 10 インチ 300m となっている。また、前回の開発調査時に ACUEDUCTO が設置した白亜紀試掘井戸 5 本の深度がそれぞれ 270m、389m、304m、300m、240m であり、平均深度は 300.6m であった。掘削予定深度は帯水層の深さと被圧の程度により決まり、最終的には物理探査後に決定するが、これらの事から現時点で想定する深度は 300m とする。

井戸仕上げ径（ケーシングの直径）は、「コ」国の都市給水では 10 インチが一般的で ACUEDUCTO は 10 インチを望んでいるが、前回の開発調査時の白亜紀層の試掘が 8 インチ仕上げで大量の揚水量が得られ問題なかったことと、8 インチあればほとんどの水中ポンプが設置可能であり揚水井への転用に問題ないことから、コストの縮減も考慮し 8 インチとする。ケーシングの材質は、高価なステンレス製を使わなければならないような水質ではないが、深度が深いため強度が必要であり、スチール製とする。スクリーンについてはステンレススチール製（SUS304）が「コ」国では一般に使われておりスチール製は特注となるため、ステンレススチール製を可とする。スチールケーシングとステンレススチールスクリーンを用いる場合は、電食防止に留意すること。

## (3) 物理探査

地質構造を解明し、試掘地点の選定及び試掘の仕様決定のために物理探査を実施する。

探査深度は井戸の予定深度の 2 倍程度あることが望ましいため 500m とする。一般的に地下水調査で使用されている電気探査で 500m の探査深度を得るためには、電線 1000m 直線状に設置する必要がある。試掘調査の対象地域として考えられる高標高貧困地区は、急傾斜の山地で人口が密集する市街地でもあるため、電気探査の実施は困難と判断される。従って、探査手法は比較的場所をとらないで大深度の詳しい情報が得られる時間領域電磁探査（TEM 法または TDEM 法と呼ばれる）とする。TEM 法探査装置は現地業者が所有していないため、日本国内より機材を持ち込み、調査団員が調査補助員を現地雇用して実施する。

## (4) 水質保全の問題

既存の水質モニタリングに関しては、第 7 章に記載したように、各種プロジェクトで数多くの測定が実施されており、ACUEDUCTO 自体も膨大な水質データを保有している。これらのデータは報告書としてまとめられておらず、今回調査ではこれらのデータは入手できていないが、本格調査においてそれらを利用することは可能である。

また、今回調査のカウンターパートである ACUEDUCTO には水質規制権限はないこと、すでいくつかの水質改善プログラムが進行中であること、水質の改善が浄水コストに与える影響は小さいこと等が今回の調査で判明している。そのため、本格調査における水質保全の問題は、対象を水源地域の水質に限り、提言の主体はいわゆる環境保全の観点ではなく、浄水水源保全の観点から行うこと、既存資料を活用し、新たな污染源インベントリー、大々的な水質調査（実測）は実施しないことを勧めたい。

ただ、既存の水質測定データの内容によっては、補足的な水質調査が必要となる可能性がある。本格調査の中で、既存水質測定データの解析のもとに、必要な補足調査を計画することを提言したい。その場合、測定はあくまで簡便なものとし、携帯用多項目迅速水質分析器（例えば、HACH DR/2400 等）を用いた現場測定を実施することが望ましい。

#### （５）環境社会配慮

「コ」国においては、国としてのいわゆる環境影響評価制度は整備されていない。そのため、本格調査における環境社会配慮に関しては、主として JICA ガイドラインに準拠して実施することとなる。しかし、調査に際して実施する試掘井戸の掘削に際してはパーミッションが、調査の結果提言される生産井の掘削に際してはコンセッションが必要となり、この中で環境に対する配慮が求められている。パーミッション、コンセッション取得に必要な書類は、ACUEDUCTO 側で準備されることとなるが、本格調査に際しては、環境に対する悪影響がないことを関係機関（CAR 等）に納得させるだけの技術的な背景を裏づけすることが必要となる。地下水揚水が周辺環境に与える影響について、特に地盤沈下の問題、地下水賦存量の問題等を中心に、十分な検討・配慮を行う必要がある。

#### （６）地盤沈下

第 8 章に記したように、ボゴタ平原では地下水揚水に伴う地盤沈下が発生していると考えられる。しかし、それらを観測したデータはなく、責任の所在も不明確である。また、今回調査した範囲では、「コ」国においては地盤沈下の専門家はいない。

本格調査における試掘井は山地部の白亜紀層に掘削される予定であり、現在地盤沈下が発生している平原部の第四紀層分布域とは直接的な関係はないと考えられる。しかし、CAR をはじめ環境関連機関は、ボゴタ平原の地盤沈下に大きな関心を抱いており、白亜紀層における揚水が第四紀層の地盤沈下に与える影響はないことを、科学的な根拠で説得する必要がある。

また、ACUEDUCTO からは、地盤沈下に関する技術移転（特に調査方法と解析方法の指導）を強く要望されている。

本格調査に際しては、既存資料をもとに、ボゴタ平原における地盤沈下の概要ならびに白亜紀層揚水と地盤沈下の関係を明らかにすると同時に、ACUEDUCTO が行う今後の対応、観測方法等について提言することが必要である。

#### （７）緊急対応

第 6 章に記載したように、ACUEDUCTO においてはハード面の緊急対応は精力的に実施されている。実施されている対策も、主たる災害である地震に対して、主給水管のフレキシブルジョイントの取り付け、タンクの補強等といった妥当なものである。しかし、緊急時の水源という点ではあくまで既存の表流水を想定したものであり、地下水は考えられていないこと、JICA 開発調査で指摘された市南部平地部の古い給水網の改善が考えられていないこと等、いくつか問題が指摘される。

また、ソフト面については、ACUEDUCTO 担当者も自ら述べているように、まだ十分なマニュアルが整備されていない様子であること、関連他機関との連携等、改善する余地が

多く残されていると考えられる。特に、ボゴタにおいては地震災害の危険性が高く、ライフラインに関する防災に関しては日本における経験が大いに生かせると考えられる。

以上のことから、本格調査における緊急対応への提言としては、以下の内容を主体とすることが望ましい。

- 既存システム、計画、組織、体制、制度、調査のレビュー
- 既存システム、組織、体制の脆弱性評価
- 既存緊急対応施設整備計画への提言
- 地下水の緊急対应用水源としての利用法提言
- 防災組織・体制への提言
- 既存マニュアルへの提言

#### (8) 地下水シュミレーション

試掘許可については CAR の長官から前向きな発言を得ているが、試掘井を揚水井に転用する場合には、新たに地下水利用のコンセッションが必要となる。CAR はボゴタ周辺において地下水が過剰揚水と考えており、地下水利用のコンセッションを得ることは非常に困難な状況にある。地下水開発を伴う事業がプレフィージビリティ調査対象として選定された場合は、地下水開発により地盤沈下や急激な地下水位低下のような影響が無いことを技術的に示さなければ、CAR から地下水利用のコンセッションは許可されないものと思われる。

このため、地下水開発が想定される高標高貧困地区を対象に、平原の第四紀層への影響（地下水位低下や地盤沈下）が評価できるよう範囲を設定し、地下水モデルを構築する。使用する地下水シュミレーションソフトウェアは前回の開発調査で使用した Visual MODFLOW（3次元地下水浸透流解析）とする。この地下水モデルを使用し、計画が実施された場合の地下水位の変化を予測する。シュミレーションの結果地下水位に大きな影響が予測される場合には、揚水井の配置や揚水量を変えたシュミレーションにより、影響が許容範囲となるよう計画を修正する。また、影響が小さい場合には、どの程度まで開発できるかその可能量をシュミレーションから検証する。

### 9-3 本格調査の基本方針

#### (1) 調査の目的

本調査の目的は、総合的水資源の観点でボゴタ市および周辺地域の持続的で安全な水供給を確保するために実施すべき対策を策定することにある。

#### (2) 調査対象地域

水源の査対象地域は、ボゴタ平原と周辺の水源域（チンガサ水系およびスマパス水系を含む）とする。

給水対象地域は、現在 ACUEUCTO が給水しているボゴタ市とその周辺の 11 市町村（コタ、チア、マドリッド、フンサ、モスケラ、カヒカ、ガチャンシパ、トカンシパ、ソポ、ラ・カレラおよびソアチャ）とする。

### (3) 基本方針

#### 1) 課題と対策

約 800 万人の給水人口をかかえるボゴタ上下水道公社の水供給について総合的水資源管理の観点で調査を行う場合、調査が広範囲にわたり費用と時間のかかる膨大な調査になるか、広く浅い調査となり新しい成果は得られない可能性がある。

従って、調査の各段階において、主要課題（問題点）を抽出し、それらに対する提言案（施策）の検討を行い、優先的な課題に重点を置いて本格調査を実施する。

#### 2) 試掘井の活用

前回の事前調査では、十分な水が出た試掘井については揚水井として仕上げ、パイロットプロジェクトにより貧困層地区に給水を行うことを提案したが、試掘井を揚水井として運転する場合地下水利用の許可（コンセッション）を CAR から得る必要がある。試掘許可については CAR の長官から前向きな発言を得ているが、CAR はボゴタ周辺において地下水が過剰揚水と考えており、地下水利用のコンセッションを CAR から得ることは非常に困難で時間のかかる状況にある。現時点では CAR から短期間でコンセッションが得られる確証が無いため、調査期間内でパイロットプロジェクトの実施は困難と思われる。

一方、前回の JICA 開発調査でボゴタ平原部の井戸についてはデータロガー式の自記水位計を設置し長期連続観測が現在も継続して行われており、ボゴタ平原の地下水開発による帯水層への影響を知る貴重なデータとなっている。前回の開発調査で山地部のビテルマにおいて白亜紀層中に試掘を行い地下水涵養試験が実施されたが、地下水位の長期連続観測は JICA 調査で自記水位計が設置されていないため続けられていない。このように、本件で開発の対象としている山地部の白亜紀層の地下水については水位の季節変化や長期変化のデータが全く無い状況にある。

従って、試掘井にはデータロガー式の自記水位計を設置し当面は観測井としておき、そこから得られる地下水位のデータを用いて、プレ・フィージビリティ調査において深井戸を水源とした高標高貧困地区の給水施設整備計画や地下水のモニタリング計画を策定し、策定された計画の実施や試掘井の揚水井の転用については ACUEDUCTO 側で本格調査終了後に行うこととする。

具体的には、前回開発調査によるビテルマの既存井 1 ヶ所と、本件の本格調査で設置される 5 ヶ所の試掘井の内の 3 ヶ所の合計 4 ヶ所に ACUEDUCTO 側が観測に慣れている既存の水位計と同じタイプのデータロガー式自記水位計を設置することを提案する。

#### 3) 現地購入・再委託

現地購入の可能な資機材や再委託可能な業務については、輸送費の軽減、調達期間の短縮、費用の縮減を図り、技術的な支障の無い限り現地購入・再委託とする。

#### 4) 調査実施体制

本件の「コ」国側実施期間は、ボゴタ上下水道公社（ACUEDUCTO）である。総責任者

は総裁であるが、実質的な責任者はマスターシステム局長であり、地下水アドバイザーが本件専任のコーディネーターで ACUEDUCTO 内に設置される JICA 調査団室に常任する。

MAVDT、CAR および DAMA は水資源管理を管轄する環境機関であり、ステアリング・コミッティのメンバーになることに同意している。INGEOMINAS や IDEAM 等の自然資源の調査機関についても、ステアリング・コミッティに参加する可能性がある。国際協力庁 (ACCI) も援助窓口機関としてコミッティのメンバーとなる。

#### 5) セミナーの開催

本件本格調査で策定される計画を実効性のあるものにするためには、調査結果を広報し関係機関の理解を得る必要がある。このため、政府関係機関、調査研究機関、NGO、自治体（貧困層地域の自治会を含む）などの関係者からの参加を広く募って技術移転セミナーを2回開催する。

セミナーの内容は、調査結果の他に、技術紹介として健全な水循環の保全、地下水調査・モニタリング手法、地盤沈下のメカニズムと対策技術の紹介等が効果的であると思われる。

### 9-4 調査内容および範囲

本調査において必要と判断される調査内容及び範囲は次のとおり。調査は大きくフェーズⅠのマスタープラン調査とフェーズⅡのプレ・フィージビリティ調査から構成される。

#### <フェーズⅠ：マスタープラン調査>

##### 【国内準備作業】

- (1) 既存資料の収集・分析
- (2) 調査の基本方針・調査方法の検討
- (3) インセプション・レポートの作成
- (4) 調査用資機材の調達・発送準備

##### 【第1次現地調査】

- (1) インセプション・レポートの説明・協議
- (2) 主要課題と提言案の確認
- (3) 既存資料・データの収集と分析
  - 1) 既存計画の分析とレビュー
  - 2) 社会・経済条件
  - 3) 自然条件
  - 4) 既存給水施設および水利用の状況
- (4) 政策・行政組織・法規・制度の現況分析
- (5) 現地踏査
  - 1) 水供給施設

- 2) 下水排水・処理施設
- 3) 水資源管理システム
- 4) 水質モニタリングシステム
- 5) 生態系および自然環境
- 6) その他総合的水資源管理の観点から必要な踏査
- (6) 水質調査
  - 1) 既存モニタリングデータの収集と解析
  - 2) 補足水質調査
- (7) 貧困層居住高標高地区の抽出
- (8) 社会・経済調査
  - 1) コミュニティのリーダーに対するインタビュー調査
  - 2) 水利用状況に関する世帯訪問アンケート調査
- (9) 試掘サイトの選定
  - 1) 空中写真判読
  - 2) 地形・地質・水理地質踏査
  - 3) 物理探査（時間領域電磁探査）
  - 4) 試掘調査計画の策定
- (10) 水供給セクターにおける現況の分析と課題の抽出
- (11) プロGRESS・レポート作成、提出、協議

#### 【第2次現地調査】

- (1) 社会・経済分析
  - 1) コミュニティごとの社会・経済ベースラインの分析・評価
  - 2) 各世帯別データの分析・評価
- (2) 水需要予測
- (3) 試掘調査
  - 1) 井戸掘削
    - 掘削本数 : 3本
    - 掘削深度 : 300m程度
    - ケーシング : スチール製 8インチ
    - スクリーン : スチール又はステンレススチール製 (SUS304) 8インチ・スロット管
- 2) 孔内検層
  - 検層項目 : 比抵抗、自然電位、ガンマ線
- 3) 揚水試験
  - i. 段階揚水試験 : 5段階×3時間
  - ii. 連続揚水試験 : 48時間
  - iii. 回復試験 : 12時間
- (4) 水質調査
  - 1) 既存水源の水質調査
  - 2) 試掘井の水質調査

- (5) 試掘井のモニタリング
- (6) 水資源ポテンシャルの評価
  - 1) 水理地質解析
  - 2) 気象・水文解析
  - 3) 地下水モデルの構築
  - 4) 水収支解析
  - 5) 水資源ポテンシャルの評価
- (7) 既存マスタープランのレビュー
- (8) 基本戦略の策定
- (9) 提言案（施策・代替案）の検討
- (10) 総合的水資源管理計画（マスタープラン）の策定
- (11) 代替案の評価
- (12) 環境社会配慮調査（IEE）
- (13) インテリム・レポート(1)の作成および説明・協議

**【第1次国内調査】**

- (1) 行動計画の策定
- (2) 優先事業の計画緒元の検討
- (3) 第1回技術移転セミナーの準備作業

**【第3次現地調査】**

- (1) 優先事業の合意
- (2) プレ・フィージビリティ調査の調査計画（案）の策定
- (3) インテリム・レポート(2)の作成および協議・説明
- (4) 第1回技術移転セミナーの開催

**<フェーズⅡ：プレ・フィージビリティ調査>**

**【第4次現地調査】**

- (1) 追加資料・データの収集
- (2) 補足調査
  - 1) 現地踏査
  - 2) 測量
- (3) 試掘井のモニタリング（継続）
- (4) 環境影響評価（EIA）

**【第2次国内作業】**

- (1) 地下水ポテンシャルの評価（補足）
- (2) 地下水シュミレーション
- (3) 施設概略設計
- (4) 組織・制度の改善計画の策定
- (5) 運営・維持管理計画の策定



- (6) 地下水モニタリング計画の策定
- (7) 事業費概算
- (8) 事業実施計画の策定
- (9) 事業評価
- (10) ドラフトファイナル・レポートの作成

【第5次現地調査】

- (1) ドラフトファイナル・レポートの説明・協議
- (2) 第2回技術移転セミナーの開催

【第3次国内作業】

- (1) ファイナル・レポートの作成

9-5 調査工程および要員計画

(1) 調査工程

上記の調査内容を実施するうえで必要となる本調査の調査工程を表 9.5-1 に示す。全体で25.5ヶ月の調査期間となる。

フェーズⅠの「マスタープラン調査」の第6月～第8月の3ヶ月間（第1次現地調査と第2次現地調査の間）の空きがある。これは、「9-2 本格調査への提言（1）試掘許可」に記したように、物理探査により試掘サイトを決定してから試掘を開始できるまでに5ヶ月間が必要であるためである。

表 9.5-1 調査工程（案）

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
調査工程（現地調査）		■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
調査工程（国内作業）	■															■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
調査段階	フェーズⅠ																		フェーズⅡ							
報告書	▲ IC/R					▲ P/R										▲ IT/R(1)		▲ IT/R(2)							▲ DF/R	▲ F/R

(2) 要員計画

本調査に必要な要員は、以下のとおりである。

- ① 総括/水資源管理計画
- ② 水理地質/地下水開発計画
- ③ 給水計画
- ④ 水理・水文/灌漑
- ⑤ 下水処理
- ⑥ 社会・経済

- ⑦ 物理探査
- ⑧ 試掘調査
- ⑨ 水質/環境
- ⑩ 施設設計/積算
- ⑪ 組織・制度/運営・維持管理計画

各要員の主な調査担当事項を表 9.5-2 に示す。

表 9.5-2 各要員の主な担当事項

要員	主な担当事項
総括/水資源管理	既存資料・データの収集と分析（既存計画の分析とレビュー）、現地踏査（水供給施設、水資源管理システム）、貧困層居住地区の抽出、水供給セクターにおける現況の分析と課題の抽出、基本戦略の策定、提言案の検討、総合的水資源管理計画（マスタープラン）の策定、代替案の評価、行動計画の策定、事業実施計画の策定、事業評価等
水理地質/地下水開発計画	既存資料・データの収集と分析（既存計画の分析とレビュー、自然条件）、空中写真判読、地形・地質・水理地質踏査、貧困層居住高標高地区の抽出、試掘調査計画の策定、試掘井のモニタリング、水理地質解析、地下水モデルの構築、水収支解析、水資源ポテンシャルの評価（地下水）、提言案の検討、代替案の評価、地下水シュミレーション、地下水モニタリング計画の策定
給水計画	既存資料・データの収集と分析（既存計画の分析とレビュー、既存給水施設および水利用の状況）、現地踏査（水供給施設）、貧困層居住高標高地区の抽出、水供給セクターにおける現況の分析と課題の抽出、既存マスタープランのレビュー、基本戦略の策定、提言案の検討、代替案の評価、行動計画の策定、測量
水理・水文/灌漑	既存資料・データの収集と分析（既存計画の分析とレビュー、自然条件）、水供給セクターにおける現状の分析と課題の抽出、水需要予測（農業用水）、気象・水文解析、水収支解析、水資源ポテンシャルの評価（表流水）
下水処理	現地踏査（下水排水・処理施設、水資源管理システム）、提言案の検討、代替案の評価
社会・経済	既存資料・データの収集と分析（社会・経済条件）、貧困層居住高標高地区の抽出、社会・経済調査、社会・経済分析、水需要予測
物理探査	物理探査
試掘調査	試掘調査、試掘井のモニタリング
水質/環境	現地踏査（水質モニタリングシステム、生態系および自然環境）、水質調査、初期環境影響調査（IEE）及び環境影響評価（EIA）の支援等
施設設計/積算	追加資料データの収集、補足踏査、測量、施設概略設計、事業費積算
組織・制度/ 運営・維持管理計画	既存資料・データの収集と分析（政策・行政組織・法規・制度の現況分析）、水供給セクターにおける現況の分析と課題の抽出、提言案の検討、代替案の評価、組織・制度の改善計画の策定、運営・維持管理計画の策定

## 9-6 現地再委託先の現状・能力

### (1) 物理探査

ACUEDUCTO がリストアップした物理探査会社 3 社からヒヤリング調査を行った。またヒヤリングを行った業者から紹介された 1 社を追加調査した。各物理探査会社の連絡先と可能な探査手法を以下に示すが、今回予定している時間領域電磁探査 (TEM 法または TDEM 法: Time Domain Electro-Magnetic Method) を実施可能な会社や機関は「コ」国には存在しないとのことである。従って、日本から機材を持ち込み補助員を現地雇用して物理探査団員が実施することとする。

#### ① Geointer Pretation Ltda.

Geointer Pretation 社は、主に石油探査分野で物理探査を行っており、約 400 件実施した経験を持ち、物理探査会社としては最大手と思われる。実施可能な手法は、垂直電気探査、トモグラフィ電気探査 (垂直電気探査を水平探査的に多数実施し断面図を作成する手法)、地磁気探査、重力探査である。

担当者: Andrés Martínez (地質学者)

電話: 3216127

住所: Calle 74 No.15 - 80 of.315 Int 1, Bogotá

#### ② Geinco Consultores Ltda.

Geinco Consultores 社とは連絡がとれなかった。小規模な会社であるか、活動を休止している可能性がある。

電話: 3216127

住所: Calle 49 No.15 - 18, Bogotá

#### ③ Jairo Castañeda & Asociados

Jairo Castañeda & Asociados 社は、以前は共同経営者が物理探査を行っていたが、現在は分離し水道管のメンテナンスしか行っていなかった。

担当者: Jairo Castañeda

電話: 2586654

住所: Calle 130B No.7 - 43, Bogotá

#### ④ Ainpro S. A.

Ainpro 社は、一般的な電気探査、ジェオレーダー (ごく浅層の電磁探査) が実施可能である。

担当者: Francisco Moreno

電話: 2445335

住所: Calle 36 No.22 - 70, Bogotá

E-mail: Gerencia@ainpro.com.co

### (2) 井戸掘削

ACUEDUCTO から提供された 11 社の井戸掘削会社のリストを表 9.6-1 に示す。これら 11 社の内、300m 以上掘削可能なリグを複数所有している、岩盤掘削の経験がある、リグの

形式が旧式のパーカッションではない等の条件で 3 社を選定し、ヒアリングと見積りの依頼を行った。その結果、3 社とも井戸掘削、孔内検層および揚水試験の現地再委託が可能であると判断された。

表 9.6-1 ボゴタに事務所を持つ井戸掘削会社のリスト

会社名 (住所)	担当者	電話 E-mail	備考
Andina Pozos Ltda. (Cr 94 43B-03 Bogotá)	Juan Cortes	57-1-2980368	リグ 3 台所有、 職員 15 名
Aquapozos S.A. (Cll 162 35-80 Bogotá)	Uri Barnel	57- 1-6771494	リグ 4 台所有 (760m ×2、460m、230m)
Arturo Lizarazo & Cia. Ltda. (Tr 59 103-46 Bogotá)	Stella Lizarazo de Perez	57-1-2263368	リグ 2 台所有 (460m) 2500 本の経験
Colombia Drilling Company Ltda. (Cr 33 96-14 Bogotá)		57-1-6236064	
Fritz Uessler (Cr 11 71-41 Of.404 Bogotá)	Fritz Usseler	57-1-3106757	
Independence Ltda. (Av 19 108A-31 Of. 402 Bogotá)	Sergio Abauat	57-1-6123419 Indepen1@cable.nrt.co	リグ 10 台所有 石油井戸と水井戸
LT. Geoperforaciones y Minería (Cr 13 9A-50 Bogotá)	Victor Luna	57-1-733080 Ltgeoper@lmpsat.net.co	380m
Llanopozos Ltda. (Tr 93 61-02 Int.7 Bogotá)	August Ramirez	57-1-2520284	リグ 4 台所有
Perfo-Col y Asocoados Ltda. (Autopista Norte 123-63 Bogotá)		57-1-6195310	
Perfoaguas Ltda. (Cll 96 28-70 Torre1 Of.623 Bogotá)		57-1-2174387	
Rafael Esteban Olmos & Cia. Ltda. (Diagonal 109A 16-46 Bogotá)	Rafael Esteban Olmos	57-1-2143851 Meolmos@latino.ne.co	水井戸、鉸山ボーリン グ、リグ 2 台 (762m)

① Aquapozos S. A.

Aquapozos 社は、1978 年に設立し、これまでに 1000 本以上の深井戸を掘削している。ボゴタにおける井戸掘削の経験は多数あり、ACUEDUTO から受注した井戸がコデイトで 271m、サリトレ (スバ) で 450m、軍の学校に 380m 等がある他、ソアチャで 300m と 396m の井戸を掘削した経験がある。孔内検層と揚水試験も実施できる。同社が所有している井戸掘削機 4 台の機種と掘削能力 (掘削可能深度) を表 9.6-2 に示す。

表 9.6-2 Aquapozos 社の所有する掘削機とその掘削能力

機種	台数	掘削能力
SPEED STAR SS-25	2 台	2500 フィート
FAILING CF-15	1 台	1500 フィート
LONG YEAR 44	1 台	750~1000 フィート

同社の連絡先は次のとおり。

担当者：Uri Barner (General Director)

電話：6771493

住所：Calle 162 No. 35 - 80, Bogotá

E-mail: aquapozo@epm.net.co

URL :www.aquapozos.com

② Llanopozos Ltda.

Llanopozos 社は、1991 年に設立し、これまでに掘削深度の総延長は 122,000m 以上に及んでいる。同社が所有している掘削機 5 台の機種と掘削能力を表 9.6-3 に示す。内 1 台 (Failing 750) はコアボーリングの掘削機と思われるので、井戸用の掘削機としては米国製のものを 4 台所有している。孔内検層と揚水試験も実施できる。前回の開発調査で JICA 実施分の試掘を行っており、能力は十分にあるものと思われる。

表 9.6-3 Aquapozos 社の所有する掘削機とその掘削能力

機種	台数	掘削能力
Gardner Denver 2000	1 台	2000 フィート
Gardner Denver 15W	2 台	1500 フィート
Schramm 1500	1 台	1500 フィート
Failing 750	1 台	750 フィート

同社の連絡先は次のとおり。

担当者：Augusto Ramírez (Director de Perforaciones)

電話：4344310

住所：Trans 93 No.61 - 48 Int.7, Bogotá

E-mail: perforacion@llanopozos.com

③ Independence Drilling S.A.

Independence Drilling 社は、設立して約 30 年で 1800 本以上の井戸を掘削した経験を持つ。石油井戸と水井戸の掘削を行っており、リグ 10 台を所有している最も大きな規模の井戸掘削会社である。同社の会社案内による掘削機の機種と掘削能力を表 9.6-4 に示す。

表 9.6-4 Independence Deilling 社の所有する掘削機と掘削能力

<b>DRILLING EQUIPMENT</b>		
<b>EQUIPMENT NAME</b>	<b>EQUIPMENT TYPE</b>	<b>DRILLING CAPACITY</b>
<b>TORRE - 1</b>	GARDNER DENVER - 1000.	150 meters - 12 1/4" Diameter
<b>TORRE - 3</b>	SPEED STAR SS - 40.	1,000 meters
<b>TORRE - 5</b>	MID WAY.	200 meters - 12 1/4" Diameter
<b>TORRE - 8</b>	GARDNER DENVER 1500 PS 15W.	300 meters
<b>TORRE - 9</b>	GARDNER DENVER 1500 CC 15 W.	350 meters
<b>TORRE - 10</b>	GARDNER DENVER 1000.	150 (m) - 12 1/4" Diameter

同社の連絡先は次のとおり。

担当者 : José Miguel Saab、Juan Camilo Figueroa  
(Comercial Director - Water Unit)

電話 : 5237340

住所 : Tr. 18 No. 96 - 41 Piso 8, Bogotá

E-mail: jmsaab@independencedrilling.net,

jcfgueroa@independencedrilling.net

URL: www.independence.com.co

### (3) コンサルタント

ACUEDUCTO から提供された水資源調査および環境関連コンサルタントのリストを表 9.6-5 に示す。時間的制約があったため、これらの業者は訪問できなかった。

表 9.6-5 ボゴタに事務所を持つ井戸掘削会社のリスト

会社名 (住所)	担当者	電話 E-mail	業務・人員等
Geoamerica Ltda. (Cr 16 80-11 Of 303 Bogotá)	Jairo Dario Diaz	57-1-6364090 Geoamerica@col-online.com	地質調査、地下水調査、GIS、環境影響調査、地質 3 人、経営 2 人、その他 3 人
Geoconsulta Ltda. (Cll 68 12-68 Of 201 Bogotá)	Felix Ortiz Vasquez	57- 1-2353003	地質調査、地下水調査、土木エンジニアリング、職員 20 人 (地質 8 人、土木 8 人)
Hidroconsulta Ltda. (Cr 35 106-77 Bogotá)	Carlos Rodriguez Amaya	57-1-6358811	水文調査、2000 年に ACUEDUCTO と水理地質調査を行ったが技術者に問題あり信頼性低い。
Hidrogeocol Ltda. (Cr 52a 105-18 Bogotá)	Francisco Mosquera	57-1-6241971	地下水調査、土壌調査、環境影響評価、地下水モニタリング、地下水シミュレーション、GIS
Hidrogeologos Asociados Ltda. (Cll 75 23-18 Bogotá)	Alcides Huguett	57-1-3473284	地質調査、地下水調査、小規模な会社で地質踏査のみ。信頼性低い。
Estuduis Civiles y Sanitarios, Essere Ltda. (Cra 13 77-22 Of 502 Bogotá)	Pedro Escobar Quintero	57-1-2480156 essere Ltda@yahoo.com	水理・水文調査、水理地質調査、水質調査
Aquatecnica Ltda. (Av. Américas 43-95 Bogotá)		57-1-4056655	水質調査
Ingenieria y Gerencia de Proyectos Ltda, Interproyectos Ltda. (Cll 72 12-65 Of 404 Bogotá)	Carlos Parra Ferro	57-1-2124281 interproyectos@cable.net.co	社会調査、環境調査
Colprojects S.A. (Cll 144 22-09 Of. 406 Bogotá)	Milton Eduardo Bayona	57-1-6268070	環境調査、社会経済調査
Bioestudios Ltda. (Cra 24 41-20 Bogotá)	Carlos Ballesteros	57-1-2441337	環境調査、生態系調査
Control Ambiental de Colombia (Diag 22A 42B-18 Of.302)		57-1-3350426	環境調査
Corporacion de Investigaciones Sociales (Cra 27A 4-27 Bogotá)	Jorge Eliecer Jimenez	57-1-3513202	社会調査

#### (4) 社会経済調査

本格調査で実施する高標高貧困地区の社会現況調査の現地再委託については、以下のような案が考えられる。

- 実際に現地に入って活動している NGO に委託する
- 社会経済系のコンサルタントに委託する (KfW 等で実績あり)
- ACUEDUCTO が行った貧困地区社会経済調査を実施したコンサルタントに委託する

このうち、ACUEDUCTO が行った調査を実施したのは、次の個人コンサルタントであり、200 家族のインタビュー調査を実施した場合、2 ヶ月の期間と、US\$10,000 (1 家族あたり US\$40 と諸経費) が必要とのことである。

また、社会経済系のコンサルタントはコロンビアに多数あり、ACUEDUCTO から紹介されたものは次のコンサルタントである (ただし、今回は時間がなく接触していないため、実態は不明である)。

<社会経済調査コンサルタント名称、連絡先>

① ACUEDUCTO の社会調査を実施した個人コンサルタント

Mr. Ignacio Castro Contereras  
Tel 211 9514, 612 7218, 344 7119  
Celular 300 600 9417

② ACUEDUCTO 紹介の社会系コンサルタント会社

Ingenieria y Gerencia de Proyectos Ltda.,  
Tel 212 4281, 348 2530  
Fax 210 4922  
E-mail [interoproyectos@cable.net.co](mailto:interoproyectos@cable.net.co)

### 9-7 調査用機材

本調査の実施に必要な調査用機材について、その仕様、調達先、用途等を、購入が望ましいものについて表 9.7-1 に、損料による携行機材とすることが望ましいものについて表 9.7-2 に示す。

また、現地業者が実施可能な調査業務について、表 9.7-3 に取りまとめた。社会・経済（アンケート）調査、試掘調査（井戸掘削、孔内検層、揚水試験）、自記水位計の設置、測量等は経済性および技術面から現地再委託の方が良いと判断される。

表 9.7-1 調査用機材

機材名	数量	仕様	調達先	用途
マルチ水質モニタ	1	TOA WQC-22A 相当 測定項目：PH、EC(電気伝導度)、濁度、 DO (溶存酸素)、水温	日本	水質調査
携帯型 COD 測定器	1	共立理科学デジタルバックテスト相当	日本	水質調査
G P S	2	Magellan 社 explorist 300 相当	日本	各種現地踏査
水位計 (水位検知器)	1	50m、電子音とランプ点燈、ミリオン水位 計 WL50M 相当	日本	水理地質踏査、試掘調査
水位計 (水位検知器)	1	ロープ式水位計 200m、電子音とランプ点 燈、Typel-200 相当	日本	水理地質踏査、試掘調査
圧力式自記水位計	4	データロガー、対応水深 20m、ケーブル不 要タイプ、Solinst 社 Levellogger Mini LT M20 相当	日本	試掘井のモニタリング
同上用携帯データ読み取り 装置	1	Leveloader 相当、USB 通信タイプ	同上	同上
同上用オプティカルリーダー及び ソフトウェア	1	リーダーとパソコン間の通信ケーブル・ソフトウェ ア一式、USB 対応	同上	同上
パソコン (デスクトップ)	1	CPU: 2000 MHz、HDD: 100GB、 メモリ: 512MB、Windows-Office	現地	地下水シミュレーション兼 現地事務所用
プリンター	1	A4 -A3、レーザー、カラー	現地	現地事務所用 レポート作成
コピーマシン	1	A3、白黒	現地	現地事務所用
空中写真	100	1/20,000 モノクロ 国土地理院 (IGAC) が販売	現地	空中写真判読



表 9.7-2 その他携行機材

機材名	数量	仕様	用途
実体鏡	1	反射式	空中写真判読
時間領域 (TEM 法) 電磁探査装置	1	送信器:小電力型 0-9V, TEM47 相当 送信ループ: 100×100m 受信機: PROTEM レシーバー相当 専用解析プログラム	物理探査
携帯用 多項目迅速水質分析器	1	HACH DR/2400 相当	水質調査
パソコン	2	ノートブック型	データ整理、 レポート作成
プリンター	1	携帯型 キヤノン PIXUS 80i 相当	データ整理、 レポート作成

表 9.7-3 現地再委託リスト

項目	内容	備考
試掘調査 (井戸掘削、孔内検層)	掘削本数: 3本 掘削深度: 300m程度 ケーシング: スチール製口径 8 インチ スクリーン: ステンレススチール製 8 インチ・スロット管 孔内検層: 比抵抗、自然電位、ガンマ線	井戸掘削会社
試掘調査 (揚水試験)	試掘井 3 本について実施 段階揚水試験: 5 段階×3 時間 連続揚水試験: 48 時間 回復試験: 12 時間	井戸掘削会社
自記水位計の設置	水位計保護ボックスの設置 3 個	井戸掘削会社
社会・経済調査	高標高貧困地区 200 世帯のアンケート調査	コンサルタント・個人の社会学者・NGO
測量	路線測量 20km 程度、測点間隔 100m	測量会社

調査に必要な解析用ソフトウェアについては、表 9.7-4 に示す前回の開発調査で購入したものが利用できるため、新たな購入の必要は無いと判断される。

表 9.7-4 利用できる既存のソフトウェア

項目	品名	内容
地下水シュミレーション	Visual MODFLOW	3次元浸透流解析、移流・拡散
等高線作成ソフト	SURFER for Windoes	地下水シュミレーション用の地下水コンター、地形コンター、水質コンター等の作成ソフト
GIS ソフト	Arc View 3.2 with Spatial Analyst for Windows NT4.0	最も普及している GIS ソフト、Spatial Analyst の地図上解析のオプション付。

