

## 第2章 調査域の概要

### 2.1 社会・経済条件

調査対象地域は、テケンダマ滝から上流のボゴタ川流域で、クンディナマルカ県（面積：24,210 km<sup>2</sup>）の14%とボゴタ首都圏地区（面積：1,605 km<sup>2</sup>）の48%を含んだ区域である。クンディナマルカ県は15の郡(*provincia*)と、116の市(*municipios*)に区分されるが、調査対象地域は7つの郡と30の市を含んでいる。ボゴタ首都圏地区は、市街地域のほぼ全てが調査域に含まれる。調査対象地域の面積は4,268.7km<sup>2</sup>である。表 2-1参照。

表 2-1 調査域の面積

行政区分	総面積 (km <sup>2</sup> )	調査域		行政区分	総面積 (km <sup>2</sup> )	調査域			
		面積(km <sup>2</sup> )	比率(%)			面積(km <sup>2</sup> )	比率(%)		
1	Bogotá	1,605	769.0	8	17	Mosquera	107	107.0	100
2	Bojacá	106	81.6	68	18	Nemocón	99	99.0	100
3	Cajicá	53	53.0	100	19	Pasca	277	28.7	10
4	Chía	76	76.0	100	20	Sesquilé	143	142.7	100
5	Chocontá	302	253.2	83	21	Sibaté	120	98.0	78
6	Cogua	132	131.9	100	22	Soacha	187	185.9	100
7	Cota	52	52.0	100	23	Sopó	103	103.0	100
8	Cucunubá	110	14.3	13	24	Subachoque	207	197.5	85
9	El Rosal	88	73.0	100	25	Suesca	176	123.0	9
10	Facatativá	160	156.1	100	26	Tabio	74	74.0	100
11	Funza	71	71.0	100	27	Tausa	194	142.8	72
12	Gachancipá	44	44.0	100	28	Tenjo	117	117.0	100
13	Guasca	346	213.9	61	29	Tocancipá	72	72.0	100
14	Guatavita	249	157.9	63	30	Villapinzón	235	38.6	70
15	La Calera	340	184.8	54	31	Zipaquirá	194	188.0	100
16	Madrid	120	120.0	100		合計	6,159	4,268.7	69

出典：総面積は国土地理院（IGAC）の公表面積

最近のセンサス人口および国立統計局（DANE）による2000年の推計人口推計値によると、コロンビア国の人口は42.3百万人、ボゴタ首都圏地区の人口は6.4百万人（コロンビア国人口の15%）、クンディナマルカ県は2.1百万人（同5%）であった。調査域の2000年推定人口は7.4百万人である。調査対象地域のGRDPについては、サービス産業（71%）が最も高く、次いで、製造業（25%）、農業（4%）と続く。農業の生産額のうち70%程度が花卉栽培によるものである。表 2-2参照。

表 2-2 調査域の社会経済条件

項目	状況	
面積	： 4,268.7 km <sup>2</sup>	
人口(2000年)	： 7.4 百万人	
GRDP(1999年)	調査対象地域	Col\$37.6兆：GDPの25%
	ボゴタ首都圏地区	Col\$33.0兆：GDPの22%
	クンディナマルカ県	Col\$ 7.5兆：GDPの5%
GRDP/Capita(1999年)	調査対象地域	Col\$ 5,094千：US\$2,890 (GDP/capitaの1.4倍)
	ボゴタ首都圏地区	Col\$ 5,261千：US\$3,000 (GDP/capitaの1.4倍)
	クンディナマルカ県	Col\$ 3,594千：US\$2,050 (GDP/capitaの1.0倍)
調査対象地域の 経済概況	サービス業(71%)	不動産、金融、公共サービス、商業
	製造業(25%)	食料品・飲料、石油・化学、繊維、
	農業(4%)	作物栽培：ジャガイモ（全耕作面積の75%）、 花卉栽培：5,800ヘクタール（全国の92%）

## 2.2 自然条件

### (1) 調査対象地域の地形・地質

調査対象地域は、コロンビア国の東部を南北に縦断する東コルデネラ山脈の西斜面の上部に広がる盆地内に位置する。この盆地はボゴタ平原と呼ばれ、盆地底の大部分の標高は 2,500 ~ 2,600m であり、その地形面はほぼ平坦(平原部でのボゴタ川の平均河床勾配は約 1/1000)である。一方、盆地の周りは山脈および丘陵で囲まれている。盆地の東～北側斜面はコルデネラ山地の急傾斜斜面となっている。一方、南～西斜面は比較的勾配の緩やかな山地・丘陵が盆地と接しているが、これらの山地・丘陵のさらに西側は再びコルデネラ山脈の西斜面となり、マグダネラ川まで急傾斜で下って行く。調査域の地形は以下の 5 つに区分される。

- 現河川周辺の低地。
- 第四紀層が形成する平坦面。この地形面はボゴタ平原の大部分を占める。
- 崖錐堆積物によって形成され山麓部分を形成する緩い斜面。
- 主に第三紀層によって形成され、盆地の外周および盆地内に分布する緩斜面の丘陵地。
- 主に白亜系によって形成されボゴタ盆地外周および盆地内に分布する山地。

調査対象地域が含まれるクンディナマルカ県地域の地質層序を

表 2-3に示す。同表から分かるように、クンディナマルカ県地域は、カンブリア紀～第三紀の堆積岩類と第四紀の堆積物で構成されており、火成岩類は分布しない。しかし、調査対象地域であるボゴタ平原においては白亜紀のチパケ(Chipaque)累層から上部が分布している。図 2-1 参照。

表 2-3 クンディナマルカ県地域の地質層序

地質年代		地層名(岩相層序区分)		岩層
新世代	第四紀	完新世	沖積層	粘土、シルト、砂、礫
			Terraza 累層	粘土、シルト、細粒砂
		更新世	Sabana 累層	粘土、粘土質砂、火山灰
			Tilata 累層	粘土、シルト、砂(礫に富む)、火山灰、下部は固結
	第三紀	漸新世	Usme 累層	粘土岩、岩鉄砂岩
			Regadera 累層	中～粗粒粘土質砂岩、
		始新世	Bogota 累層	粘土岩、砂岩の薄層を挟む
			Cacho 累層	砂岩、泥岩を挟む
		堯新世	Guaduas 累層	粘土岩、部分的に細粒砂岩、石炭脈を挟む、鉄分多量に含む
			中世代	上部
Plaeners 累層	細粒砂岩、シルト岩			
Dura 砂岩累層	細粒砂岩、珪化、硬質			
下部	Villeta 層群	Chipaque 累層		粘土岩、シルト岩、含鉄泥質細粒砂岩
		Une 累層		細～粗粒珪質砂岩、泥岩、硬質
		Fomeque 累層		粘土岩、シルト岩、石灰質泥岩、細粒珪質砂岩
	Caqueza 層群	Juntas 砂岩累層		砂岩
		Macanal 頁岩累層		頁岩
		Guavio 石灰岩累層		石灰岩
ジュラ紀	Bata 累層	泥岩、砂岩、		
古生代	デボン～石炭	Guatiquia 赤色層	赤色砂岩・泥岩	
		Gutierrez 砂岩層	砂岩、粘板岩	
	カブリア～ペドビス	Quetame 層群	石灰岩、砂質粘土岩、珪化砂岩	

注： 1) クンディナマルカ県西部における白亜紀層については別の地層名が付けられている。  
2) 調査対象地域の地質層序は黒字太枠で示している。

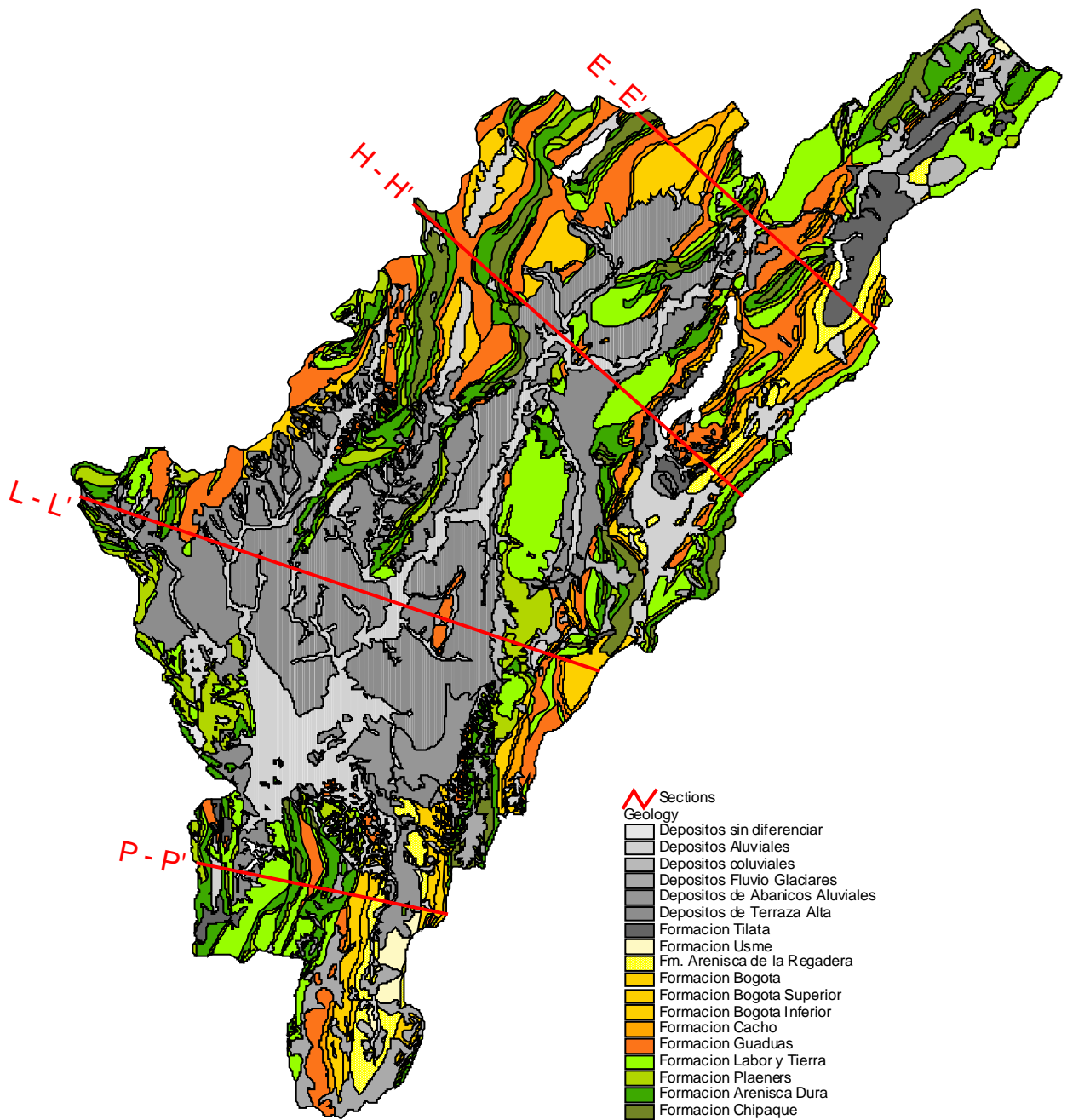


図 2-1 調査域地質図 ( INGEOMINAS )

(2) 気象

< 気象観測網 >

ボゴタ平原の気象観測は、CAR、IDEAM、INGEOMINAS によって実施されている。これらの観測所で

は降雨量、気温、湿度、パン蒸発量、日射量、日射時間、風向・風速が測定されて。このうち降雨量は大部分の観測所で観測されているが他の項目は限られた観測所でしか観測されていない。

< 調査地域の気象特性 >

**降雨量：**

調査対象地域の平均降雨量は 600mm～1,300mm である。一般的な傾向として、ボゴタ盆地の外周部を形成する丘陵・山地部で降雨量が大きく、ボゴタ盆地の内部に向かって降雨量は減少する。降雨量の季節変化に関しては、年 2 回（4 月頃と 10 月頃）の月降雨量のピークを持っている。

**気温：**

調査地域の年平均気温は 10 ～ 14 の間であり、東部地域のほうが西部地域より年平均気温が多少高い。また、気温の季節変化に関しては、3 月～4 月および 11 月に気温のピークを持っている。

**蒸発量：**

調査対象地域の年間パン蒸発量は 800mm～1,200mm である。パン蒸発量は調査地域の北部で高く南部で低い傾向がある。

(3) 水文

< 河川システム >

調査対象地域の流域分割を図 2-2に示す。本調査では調査対象地位を 20 流域に区分した。図に示す Bogota River Basin (1)～Bogota River Basin (9)はボゴタ川本流域を 9 つに分割したものである。また他の流域はボゴタ川の支流域である。

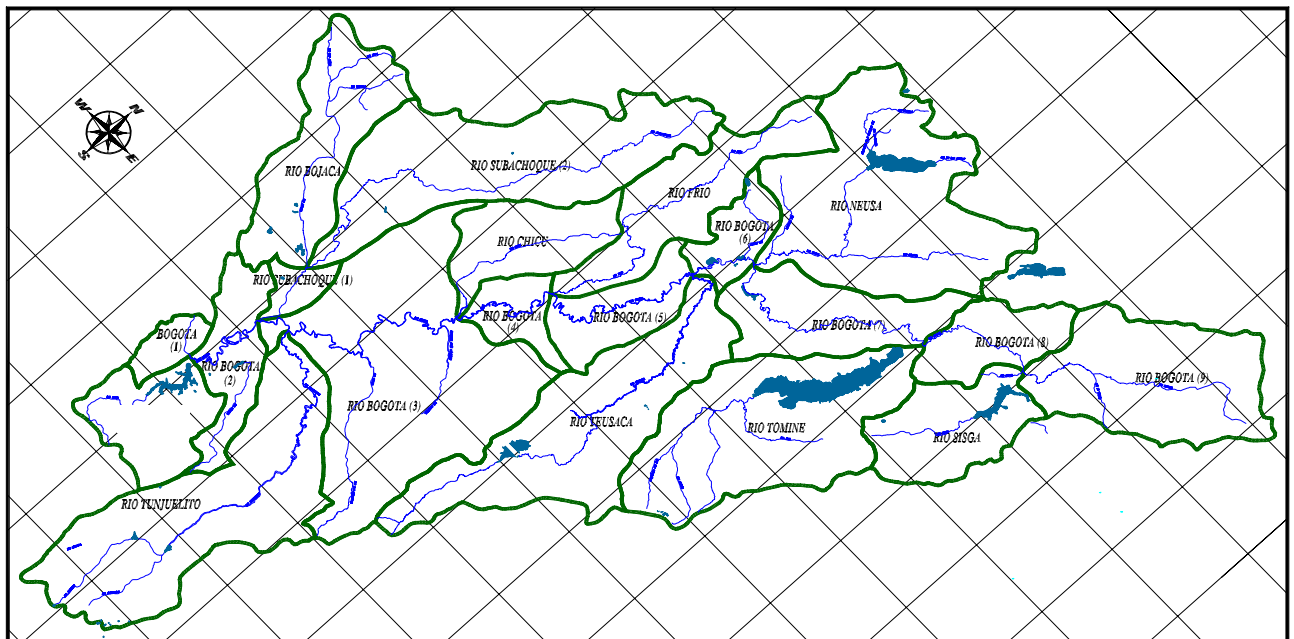


図 2-2 調査対象地域の流域分割図

< 水位・流量観測 >

ボゴタ平原の河川の水位・流量観測は、主に CAR よって実施されており、EAAB と IDEAM も部分的に実施している。

< 河川状況 >

調査対象地域の中心河川はボゴタ川である。調査対象地域内において、各支流はボゴタ川に合流し、最終的にテケンダマの滝付近でボゴタ川は調査対象域から出ていく。この地点におけるボゴ

タ川の年間平均流量は、31m<sup>3</sup>/s と推定される。調査対象地域には、調査対象流域外に存在するチンガサダムから導水が行われており、ボゴタ市を対象とした EAAB の給水に使用されている。

ボゴタ川には、ボゴタ市から発生する下水も流入している。また一方では、ボゴタ川本流および支流で灌漑・給水用に多量の河川水が取水されている。

ボゴタ川流量の季節変化に関しては、5月～7月および11月に流量のピークがある。この流量の季節変化パターンは降雨量の季節変化パターンと同一である。また、他の大部分の支流でも、月別流量のパターンは、降雨パターンを反映したものとなっている。

## 2.3 水資源管理

### (1) 関連法規

1991年の憲法(最新)によれば地下および再生利用可能な天然資源の所有権は国に帰属する(第332条)。主な水資源管理関連法規は以下のとおり。

#### <1974年大統領令 - 法律第2811号再生可能天然資源および環境保護に関する法律>

同法は環境保全および再生可能天然資源に関する基本法である。領土内の水資源は全て再生可能な天然資源とされている。したがってその所有権は国家に帰属し、その管理は社会的関心事として国家が介入する。その保全および合理的な使用は、調和のとれた開発を確保するため、また、現在および将来の国民福祉のため、**最大限の社会参加**により行われなければならない。

#### <1978年大統領令1541号>

1978年大統領令1541号は環境保全および再生可能天然資源に関する法律に基づいて淡水の使用について規定している。同大統領令は水資源および河川域を公有、私有等に区分し、公有の水についての水利権取得のため手続きを規定している。

#### <1993年法律第99号>

1993年法律第99号は環境保全および再生可能天然資源管理に関する行政機関(環境省、国家環境審議会、水文気象環境調査庁 - IDEAM、地域公社等の職務・組織・所轄地区等を規定している。同法よれば環境管理の実務は法および環境省の方針に基づき、財政的に独立し、独自の資産を持つ地域公社が行うこととされている。

本調査の対象地域であるボゴタ川上流域は、ほぼ全域がクンディナマルカ地域公社(CAR)の管轄範囲内であるが、ごく一部は別の地域公社の管轄地区となっている。また、複数の地域公社がエコシステムもしくは流域を共轄する場合は、合同委員会を設立することとしている。人口百万人を超える大都市については、市当局が地域公社と同じ機能を都市部で果たすこととなっている。ボゴタ首都圏地区に関しては同法が適用され、ボゴタ首都地区環境局(DAMA)がその任に当たっている。

#### <1997年法律第373号>

1997年法律第373号は水の効率的な利用および節水に関する法律である。同法によれば全ての市は、上下水・給水・排水・発電等の水利用を行う組織と協力して、水の効率的な利用および節水に関する5カ年計画を策定し、所管の地域公社の承認を経て、環境省に提出しなければならない。

#### <2000年CAR協約第8号>

2000年CAR協約第8号は水利権料を定めている。水利権料は各市毎に i) 乾燥の度合い、ii) 社会経済状況(基礎的ニーズ未充足度)、iii) 水資源の利用可能性、の要素にもとづいて基本料金を算定している。加えて、付与される水量の取水(揚水)地における資源賦存量(表流水の場合は乾期流量の半分、地下水の場合は涵養量)に対する割合により、水利権料を決めている。地下水の場合はさらに井戸の深さが深い程水利権料が低く定められている。

#### <地下水管理に関するDAMA決議>

1997年DAMA決議第250号により地下水揚水についての料金が決められている。同規定によれば

浅い井戸については高い料金が課せられる。同年 DAMA 決議第 251 号により井戸の登録が義務づけられている。井戸は 300 程度に過ぎないとのことである。同年 DAMA 決議第 815 号は井戸所有者によるメーターの設置（揚水量の計測）を義務づけている。

< 流域管理に関する最近の法律 >

2002 年の大統領令第 1604 号は、1993 年法律 99 号の合同委員会に関する規定にもとづいて合同委員会の委員構成、機能を規定している。委員の構成は地域公社、大都市の環境局長官（またはその代理）等となっている。委員会の機能は、i) 流域規制管理計画策定にかかる調整、ii) 同計画の承認、iii) 同計画実施機構の調整、iv) 経済的施策実施のための調整等である。また、合同委員会はその目的遂行のために技術委員会を設置することができる。

同年の大統領令第 1729 号は流域規制管理計画の理念、目的、構成、実施、実施財源等について規定している。同計画は a) 現況診断、b) 将来展望、c) 計画策定、d) 実施、e) モニタリング・評価の段階からなっている。

(2) 関連組織

調査対象域の地下水管理・開発に関連する組織は以下のとおり。

< 環境省 >

環境省は水資源等の再生可能な天然資源を含む環境管理を担当している。同省は国家レベルでの法案作成・政策立案等を行う管理・監督官庁で、地域レベルでの政策立案・実務の執行は CAR、DAMA 等の地域組織がそれぞれの所轄において行っている。

< CAR >

CAR は調査対象地域の環境保全、水資源等の再生可能天然資源の管理に中心的な役割を果たしている。CAR は 1961 年に流域公社として設立されたが、1993 年の法律 99 号により現在の名称に変更され、所管区域も現在のように流域をベースというよりもむしろ行政区域をベースとする範囲に変更された。CAR は 2002 年 9 月以降に大幅な人員削減を実施しており、職員は約 870 名から半数程度に減らされる予定である。

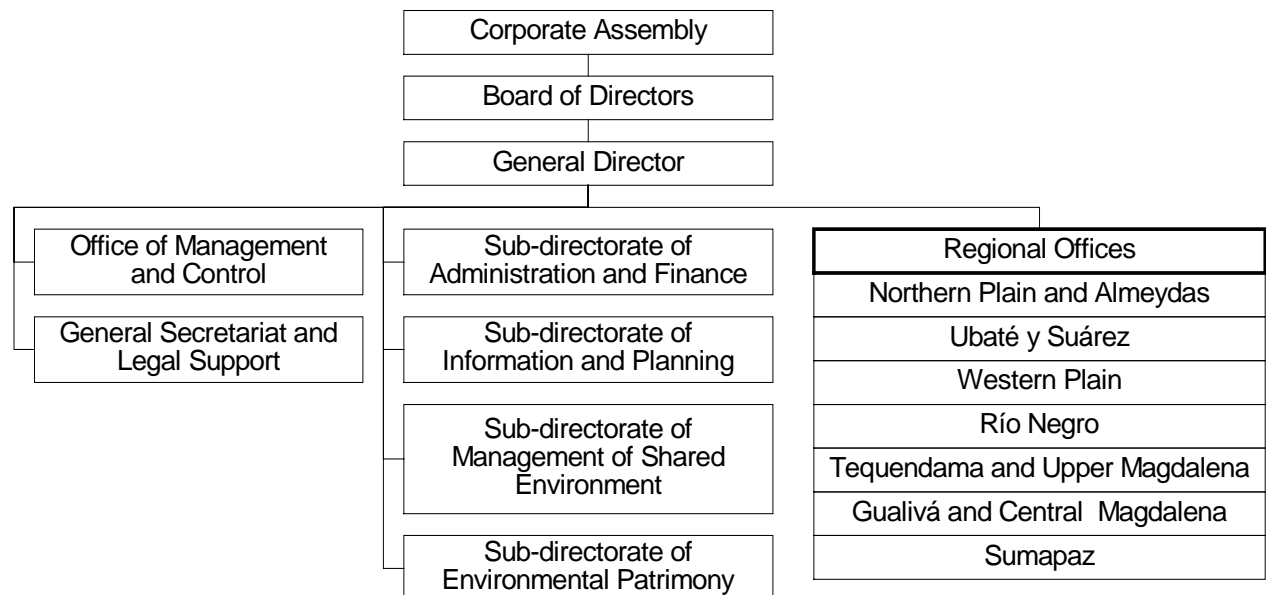


図 2-3 CAR 組織図

CAR の予算は 2001 年で収入が 783 億コロンビア・ペソ、支出は経常支出が 361 億コロンビア・ペソ、借入金返済が 154 億コロンビア・ペソ、投資支出が 519 億コロンビア・ペソ、支出合計は 1,035 億コロンビア・ペソとなっている。

< DAMA >

DAMA はボゴタ首都地区政府 (Alcaldia Mayor) 内の環境 (再生可能天然資源管理を含む) 担当局である。しかしながら、管区内で表流水については利用可能性の問題から水利権許可を与えていない。DAMA は 156 名の職員を有するが、100 名以上が管理職、専門職である。同局は事業の多くを外部に委託しているため、実務担当職員は少ない。

< EAAB >

ボゴタ水道公社 (EAAB-Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá) ボゴタ首都地区の上下水およびカヒカ、ソボ、トカンシパ、ラ・カレラ、ガチャンシパ、ソアチャ、フンサ、モスケラ、およびマドリッド等の周辺市への給水を行っており、さらに給水域を拡大する計画もある。EAAB は湿原保全プロジェクト等 DAMA が計画した環境保全事業の実施も行っているが、主体は水源地環境保全である。EAAB は約 2,100 名の職員を雇用している。EAAB は本調査のカウンターパートではあるが、地下水開発の経験は少ない。2000 年における EAAB の収入は 5,040 億コロンビア・ペソで、支出は 5,510 億コロンビア・ペソであった。

< IDEAM >

水文気象環境研究所 (IDEAM) は環境・水資源に関する調査・研究を行う国家レベルの組織である。

< INGEOMINAS >

地質科学鉱山環境核調査情報研究所 (INGEOMINAS) は、地質あるいは地下水を含む地下一切についての調査機関である。INGEOMINAS には 600 名以上のスタッフがいるが、うち 100 名以上が管理職・専門職である。

(3) 地下水に関する人材育成、専門家グループの現況

ボゴタ平原で地下水を管理している組織 (CAR および DAMA) で地下水に関する高等教育を受けた職員は非常に限られている。修士レベルで地下水を専門に研究した職員はいない。

ボゴタにある大学で地下水に関する講義が行われているのは国立大学およびアンデス大学の 2 校のみである。両大学ともに土木工学・衛生工学・環境工学等を修める学生に対して行われる水理学スのカリキュラムの一環として半年のコースを用意している。講義は両大学ともに外部講師により行われている。アンデス大学では土木工学の修士課程の中で水資源専攻があり、その中に地下水研究科があるが、現在学生は 1 名だけである。なお、これらのコースを修めた卒業生も地下水とは関係のない職に就く者が多いとのことである。

(4) 地下水管理の問題点

CAR、DAMA、環境省、INGEOMINAS、IDEAM、EAAB、ASOCLOFLORES、Fundación Verde Vivo (環境関連 NGO) からの代表を招いて、責任分担とその執行についての自己評価、水利権付与のための手続き分析の後、地下水管理の問題点を討議した。討議ではまずは思いあたる問題を列挙し、続いて上げられた問題のグループ化し、問題間の原因 - 結果の関係を分析し、以下に示すような問題系図に整理した。

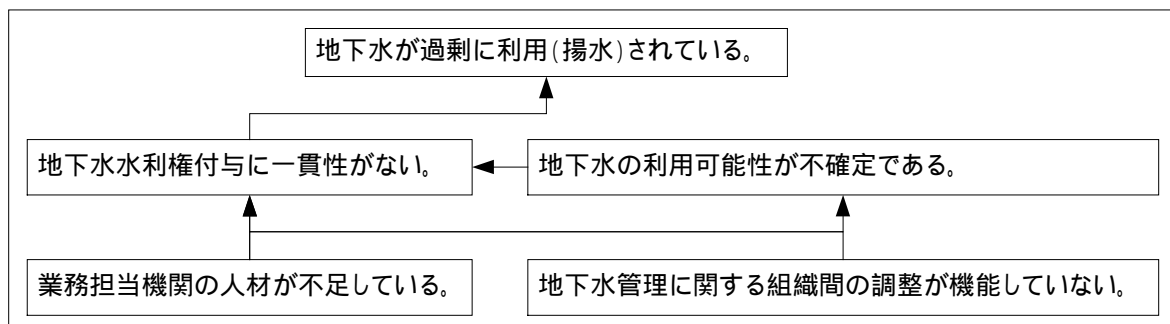


図 2-4 地下水管理の主要問題とその関係