

第3章 調査域の概要

3.1 社会経済条件

3.1.1 調査対象地域

1991年に制定された最新の憲法(286条)によればコロンビア国の行政区分は県(*departamento*) / 特別区(*distrito*) - 市(*municipio*)、インディオ特別区となっている。

調査域はテケンダマ滝から上流のボゴタ川流域である。この調査域はクンディナマルカ県(面積:24,210 km²)およびボゴタ首都圏地区(面積:1,605 km²)の一部を含んでいる。クンディナマルカ県は15の郡(*provincia*)に、さらには、116の市に(*municipios*)区分されるが、調査域は7つの郡を含み、これらの郡には30の市が含まれている。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。調査域の面積は4,268.7km²であり、ボゴタ首都圏地区およびクンディナマルカ県30市の公表総面積である6,159 km²の69%に相当する。表 3-1参照。

表 3-1 調査域の面積

行政区分	総面積 (km ²)	調査域		行政区分	総面積 (km ²)	調査域			
		面積(km ²)	比率(%)			面積(km ²)	比率(%)		
1	Bogotá	1,605	769.0	48	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	69
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	138.6	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

3.1.2 人口

最近のセンサス人口および国立統計局(DANE)による2000年の推計人口を表3-2に示した。同推計値によると、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。人口密度は、ボゴタ首都圏地区都市域が8,390人/km²、クンディナマルカ県内の調査域が220人/km²である。

表 3-2 ボゴタ及びクンディナマルカ県の現状人口と増加率

地域	人口(1000人)				増加率 (%)		家族人数(人) ('93)	
	センサス年			推計	85-93	94-00		
	1973年	1985年	1993年	2000年				
合計	コロンビア国	20,666.9	27,853.4	33,109.8	42,321.4	2.18	1.88	5.3
	ボゴタ首都圏地区	2,571.5	3,982.9	4,945.4	6,437.8	2.74	2.60	5.7
	クンディナマルカ県	1,125.6	1,382.4	1,658.7	2,142.3	2.30	2.09	5.0
	クンディナマルカ県内調査域(%)	311.8 (27.7)	500.9 (36.2)	734.2 (44.3)	943.6 (44.0)	3.00	2.11	-
市街	ボゴタ首都圏地区	2,557.4	3,975.0	4,931.9	6,422.2	2.73	2.61	5.7
	クンディナマルカ県	409.3	641.8	906.9	1,206.2	4.42	2.59	5.4
	クンディナマルカ県内調査域(%)	159.4 (40.0)	336.7 (52.5)	561.9 (62.0)	736.6 (61.1)	6.61	2.44	-
	ボゴタ首都圏地区	14.1	7.9	13.7	15.6	7.15	0.45	5.3
農村	クンディナマルカ県	716.3	740.6	751.8	936.1	0.19	1.46	4.5
	クンディナマルカ県内調査域(%)	152.4 (20.6)	164.2 (21.7)	172.3 (22.5)	207.0 (21.9)	0.65	0.96	-

出典: Colombia Estadística 1993-1997, DANE, 1999, Anuario Estadístico 1997-1998, Cundinamarca

3.1.3 地域国内総生産 (GRDP)

コロンビア国の GDP、ボゴタ首都圏地区およびクンディナマルカ県の GRDP 推移は表 3-3の通りである。1999 年の場合、コロンビア国 GDP は Col\$151.6 兆、ボゴタ首都圏地区 GRDP は Col\$33.0 兆 (コロンビア国の 22%)、クンディナマルカ県 GRDP は Col\$7.5 兆 (同 5%) であった。GDP 同様 GRDP は過去 5 年間で増加していたが、1999 年は前年からの経済不振の影響で成長率はマイナスに転じた。

表 3-3 コロンビア国 GDP およびボゴタ首都圏地区・クンディナマルカ県 GRDP

項目	地域	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年
GDP/GRDP (10 億 Col\$)	コロンビア国	149,227	152,295	157,519	158,417	151,565
	ボゴタ首都圏地区	35,917	35,426	36,585	37,208	33,020
	クンディナマルカ県	7,560	7,883	8,220	7,933	7,544
対 GDP 比率 (%)	コロンビア国	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	ボゴタ首都圏地区	24.1	23.3	23.2	23.5	21.8
	クンディナマルカ県	5.1	5.2	5.2	5.0	5.0
年成長率 (%)	コロンビア国	5.2	2.1	3.4	0.6	-4.3
	ボゴタ首都圏地区	2.7	-1.4	3.3	1.5	-11.3
	クンディナマルカ県	6.3	4.3	4.3	-3.5	-4.9

出典: DANE、(1999 年価)

ボゴタ首都圏地区、クンディナマルカ県とも、GRDP に占める比率はサービス業が最大 (1999 年で各々 74%、47%) で、続いてボゴタ首都圏地区では製造業 (同 26%)、又クンディナマルカ県では農業 (同 30%) となっている。

1999 年の 1 人当たり GRDP は、ボゴタ首都圏地区が Col\$5,260 百万 (=US\$3,000、コロンビア国の 1.4 倍)、クンディナマルカ県は Col\$3,590 百万 (=US\$2,050、コロンビア国とほぼ同値) であったが、1998 年および 1999 年と 2 年間続けて伸び率はマイナスとなった。

上記の情報等に基づいて調査対象地域の 1999 年の GRDP を推計すると表 3-4のとおりとなる。調査対象地域の GRDP はコロンビアの GDP の 25%を占める。セクター別で見ると、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。花卉栽培は調査対象地域の GRDP の 3%を占めると推定される。

表 3-4 調査対象地域の GRDP

セクター	金額 (Col\$billion)	シェア (%)
農業	1,386	3.7%
(うち花卉栽培)	1,135	3.0%
鉱業	147	0.4%
製造業	9,523	25.3%
サービス業	26,544	70.6%
合計	37,600	100.0%

3.1.4 産業概況

(1) 農業

クンディナマルカ県では、農業部門は付加価値生産額が GRDP の 30% を占める Col\$2.3 兆 (1999 年)、と重要な産業となっている。

作物：クンディナマルカ県における 1999 年の収穫面積は 221,027 ヘクタールであった。一時作物が 56%、永年作物が 40%、一年作物が 4% の内訳となっている。調査域では、一時作物が圧倒的で、特にジャガイモ栽培が多い。ジャガイモは調査域内農耕地全体の 70% の 3 万ヘクタールで栽培されている。

畜産：肥育牛および乳牛用の牧草地は調査域面積の 42% を占める 17.6 万ヘクタールで、その内 3.9 万ヘクタールが灌漑されている。調査域内の飼育牛は 26 万頭で、クンディナマルカ県全頭数の 22% を占める。ヘクタール当たり頭数では 1.5 頭で、同県平均の 1.0 頭に比べ生産性は遙かに高い。ミルクは 1.1 百万リットル/日を生産し、クンディナマルカ県全生産量の 51% を占める。

花卉：調査域での花卉栽培面積は登録ベースで 4 千ヘクタールにのぼっているが、コロンビア花卉生産者組合 (ASOCOLFLORES) は、非登録を含め 5.8 千ヘクタールと見ている。表 3-5 参照。

表 3-5 調査域内栽培面積

地域	全面積 (km ²)	カーネーション (km ²)	バラ (km ²)	他 (km ²)
クンディナマルカ県	4,160.8	1,572.85	1,818.91	769.04
調査域	4,043.4	1,550.55	1,812.44	680.41
比率 (%)	(97)	(99)	(99.6)	(88)

出典: Anuario Estadístico 1997-1998, Cundinamarca

花卉栽培業者数は 400 にのぼり、その多くは企業で、1 社平均の栽培面積は 200ha、従業員数は 190 人である。種類はカーネーションとバラが主流であり、84% が米国へ輸出、総輸出額は 5.8 億ドルに達する (2000 年)。花卉生産額はクンディナマルカ県農業生産額全体の 70% を占める重要な産業であるが、ASOCOLFLORES は米国市場における中国、インド、ペルー、エクアドル等との競争激化で伸び率は低下傾向を示しており、以前のような高い伸び率は今後期待できないと見ている。表 3-6 参照。

表 3-6 花卉生産の比率と伸び率推移

項目	1990 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年
農業生産額に占める比率 (%)	42.3	60.9	64.7	66.8	68.0
生産額伸び率 (%)	10.3	4.6	7.6	1.4	1.3

出典: Anuario Estadístico 1997-1998, Cundinamarca

(2) 製造業

1997 年のトップ 3 産業は、ボゴタ首都圏地区では 1) 繊維・衣料、2) 食品・飲料、3) 石油・化学が、クンディナマルカ県では 1) 食品・飲料、2) 陶器・ガラス、3) セメントである。1993 年に比べると、両地域では食品・飲料、プラスチック産業は工場数・雇用者数・付加価値生産額とも増加しているが、繊維・衣料は著しく減少している。

(3) サービス業

サービスセクターは、両地域で GRDP に対する比率は一番高く、中でも公共サービスの伸びは著しい、反面、商業の比率は低下している。

3.1.5 物価

コロンビア国の消費者物価は、1990 年代前半は 20% を越えていたが、1999 年以降急速に低下し、10% を下回る水準が続いている。反面、為替レートは 2001 年から 2002 年前半まで比較的安定していたが、2002 年後半に入り急激に切り下げた。南米金融危機の影響と言われているが、2002 年 10 月末現在では 2,850 (Col\$/US\$) となっている。表 3-7 参照。

表 3-7 消費者物価指数

年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年(注1)
コロンビア国消費者物価指数 (%)	19.5	21.6	17.7	15.7	9.2	8.8	7.7	5.3
為替レート(年平均) (Col\$/US\$)	912.9	1,036.6	1,141.1	1,426.4	1,756.8	2,087.6	2,305.1	2,847.4

出所: DANE

注 1) 2002 年の物価指数は 1 月-9 月間数値、2) 2002 年の為替は 10 月末現在数値

3.2 自然条件

(1) 調査対象地域の地形・地質

調査地域は、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4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と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 3-8に示す。表に示すようにカンブリア紀~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。これらのうち、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。調査対象地域の岩層層序区分による各地層の特性は以下のように要約される。

(a) 前白亜紀系層

古生層の Quetame 層群、Gutierrez 砂岩層、Guatiquia 赤色層およびジュラ紀の Bata 累層からなる。これらの地層は本調査地域には分布せず、クンディナマルカ県東部に分布する。特にジュラ紀層の分布域は狭い。

(b) 白亜紀層

下部より Caqueza 層群、Villeta 層群、Guadalupe 層群よりなる。本調査地域には Villeta 層群の Chipaque 累層から上部が分布している。白亜紀層は全て海成層で、調査地域北部に分布する岩塩ドームは白亜紀の海で形成された。

< Caqueza 層群 >

7 累層で構成される、下部白亜紀の地層で主にクンディナマルカ県西部に分布する。クンディナマルカ県東部では Caqueza 層群に対比される Guavio 石灰岩類層、Macanal 頁岩累層、Juntas 砂岩累層が分布する。Caqueza 層群は上部のみ砂質で帯水層になりうる。

< Villeta 層群 >

下部より下部白亜系の Fomaque 累層、Une 累層、上部白亜系の Chipaque 累層よりなる。このうち Chipaque 累層は閉鎖的の海底で多くの有機堆積物を含有して堆積した粘土岩とシルト岩が主体で、鉄分を多く含む泥質の細粒砂岩を挟む。下部で石灰質部が多く上部で砂質部が多くなる。層厚は最大 800~900m。本調査地域内ではグアダルーペ層群に沿って普遍的に分布している泥質が主体なので難透水層。

< Guadalupe 層群 >

Guadalupe 層群は、下部から Dura 砂岩累層、Plaeners 累層、Labor & Tierna 累層よりなる。これらは全て海成層で、本調査地域の山地に広く分布する。

Dura 砂岩累層：細粒砂岩が主体で、泥岩の薄層を挟む。層厚は約 350m。珪化しており透水性悪いが、亀裂が発達しやすく、部分的に断裂系の帯水層となっている。

Plaeners 累層：珪質のシルト岩と細粒砂岩よりなる。細粒で透水性はやや落ちる。

Labor & Tierna 累層：細~粗粒の砂岩を主とし、数 m 程度の泥岩と互層している。粒子間があまりセメンティングされておらず、良好な帯水層となっている。

表 3-8 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	
		更新世	Terraza 累層	粘土、シルト、細粒砂	
			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	
		始新世	Regadera 累層	中～粗粒粘土質砂岩、	
			Bogota 累層	粘土岩、砂岩の薄層を挟む	
			Cacho 累層	砂岩、泥岩を挟む	
		暁新世	Guaduas 累層	粘土岩、部分的に細粒砂岩、石灰脈を挟む、鉄分量多量に含む	
中世代	白亜紀	上部	Guadalupe 層群	Labor & Tierna 累層	細～粗粒砂岩、泥岩、軟質部が多い
				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	
カグリア～木ビス		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。

(c) 第三紀層

第三紀層は、下部より Guaduas 累層、Cacho 累層、Bogota 累層、Regadera 累層、Usme 累層より成る。白亜紀層が形成する急傾斜の山地の緩傾斜な山麓部に分布しており、本調査地域の各水系に分布している。第三紀上部の Regadera 累層と Usme 累層は更新世の氷食作用により調査地域西方では欠如している。特に Usme 累層は、調査地域南端の Tunjuelito 川流域においてのみ分布している。古第三紀の暁新世中期に造山運動が始まったため、これ以降は陸性層となる。海成の Guaduas 累層は、もともと白亜紀層を広く覆っていたものと思われるが、氷河による侵食で、調査地域の山頂部の多くは白亜紀層が露出している。

(d) 第四紀堆積層

更新世の Tilata 累層、Sabana 累層、Terraza 累層および完新世の沖積層よりなる。調査地域の平原部を形成している。更新世には第三紀層と白亜紀層を氷河が大規模に侵食し、氷成堆積物がボゴタ平原に厚く堆積した。

本調査団は、調査対象地域を含むクンディナマルカ県の地質解析を行ない、広域的な地質断面図を作成した。この地質断面の作成に当たっては既往地質図(50万、Atlas Geologico Digital Colombia, 1997年、INGEOMINAS)を使用した。図 3-1、図 3-2参照。また、本調査団は調査対象地域を対象としてより詳細な地質断面図を作成した。この地質断面図は INGEOMINAS が作成した 1/10 万の地質図に基づいている。図 3-4参照。

(2) 気象

(a) 気象観測ネットワーク

ボゴタ平原の気象観測は、CAR、IDEAM、EAAB によって実施されている。本調査地域における気象観測所の位置を図 3-5に示す。

(b) 調査地域の気象特性

調査対象地域の気象特性を示す例として、調査対象地域の中央部付近に位置する Guayaraí 観測所の気

象データを

図 3-6に示す。

降雨量：調査対象地域の年間平均降雨量の分布を

図 3-7に示す。同図に示すように、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。このパターンは地形の効果によるものと推定される。また、降雨量の季節変化に関しては、

図 3-7に示すように年 2 回（5 月頃と 11 月頃）の月降雨量のピークを持っている。この降雨パターンは調査地域の大部分の地域を占める。このような降雨の季節変化パターンは、河川流出量の季節変化の原因となっている。

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、

図 3-6に示すように、3 月～4 月および 11 月に気温のピークを持っている。このパターンは調査地域の全域でほぼ同様である。

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。パン蒸発量の季節変化は、

図 3-6に示すように、1 月を最高とし、5 月～7 月を最低とするパターンを持っている。パン蒸発量の季節変化パターンは日射量・日射時間の季節変化パターンと類似している。これは、気温よりも日射量・日照時間がパン蒸発量に強く影響しているためである。調査対象地域の蒸発量は CLASS-A パン（直径 120cm 深さ 20cm）で測定されている。

(3) 水文

(a) 河川システム

調査対象地域の流域分割を図 3-8および図 3-9 に示す。本調査では調査対象地域の流域を 20 流域に区分した。図 3-8に示す Bogota River Basin (1)～Boogta 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流域である。

(b) 水文観測ネットワーク

調査対象地域の水文観測所の分布を図 3-5に示す。ボゴタ平原の水文観測は主に 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。

(c) 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、 $31\text{m}^3/\text{s}$ 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、約 $12\text{m}^3/\text{日}$ の導水があり、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・給水用に多くの河川水が取水されている。各流域の年平均流量の解析結果を図 3-9 に示す。

またボゴタ川流量の季節変化に関しては

図 3-6に示すように、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、他の大部分の支流流域でも、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。

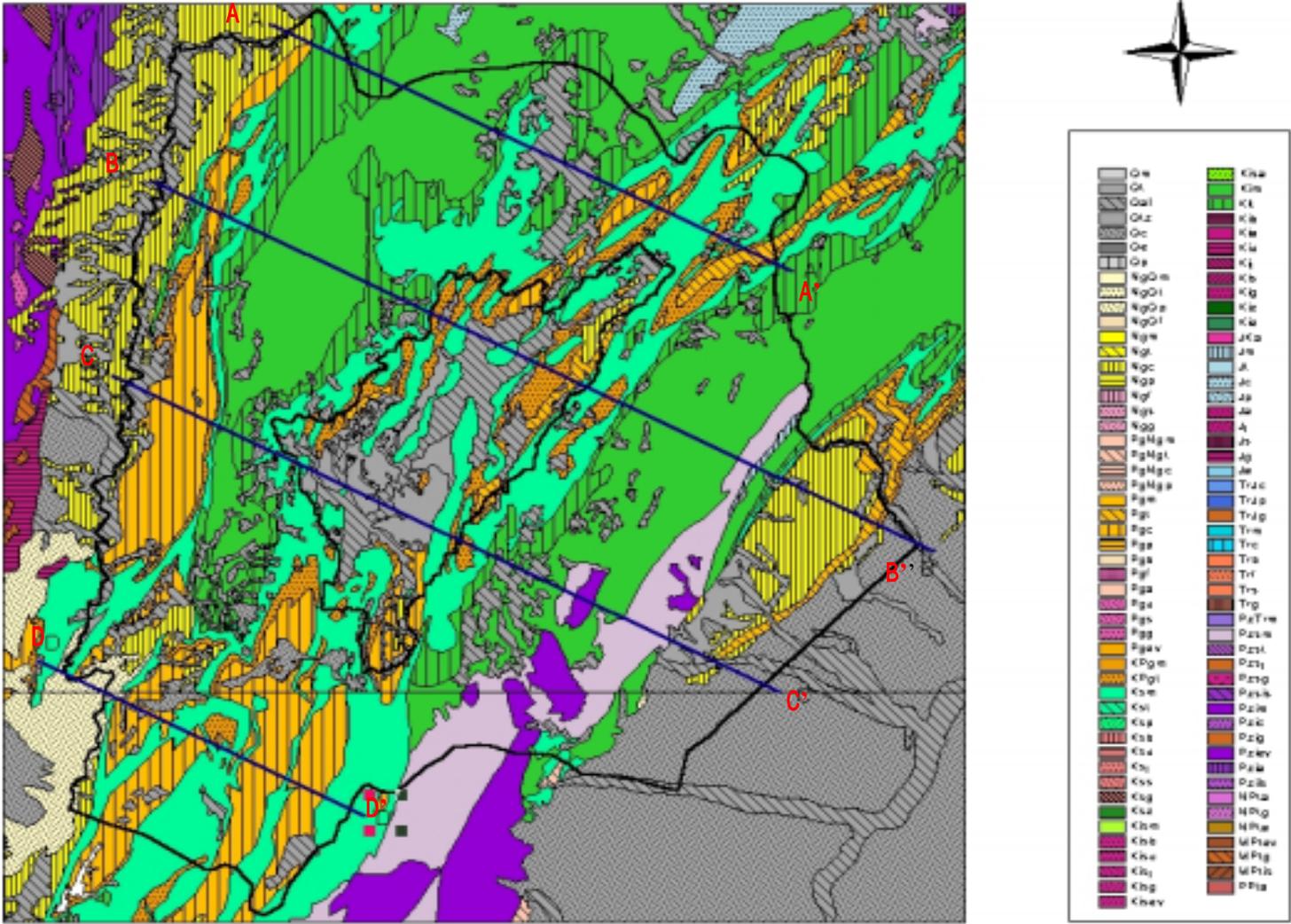


図 3-1 広域地質図 (INGEOMINAS、1997 年)

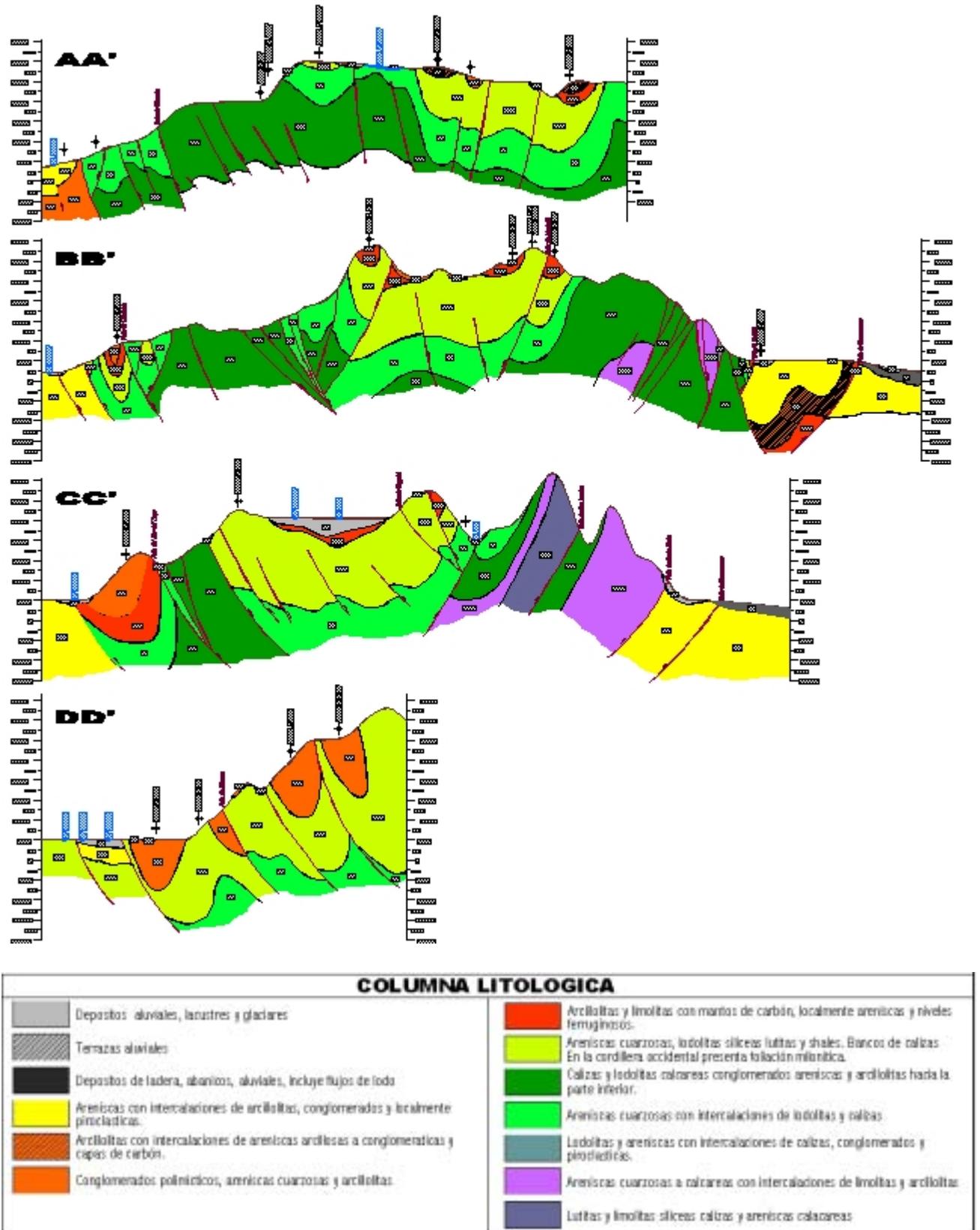


図 3-2 広域地質断面図

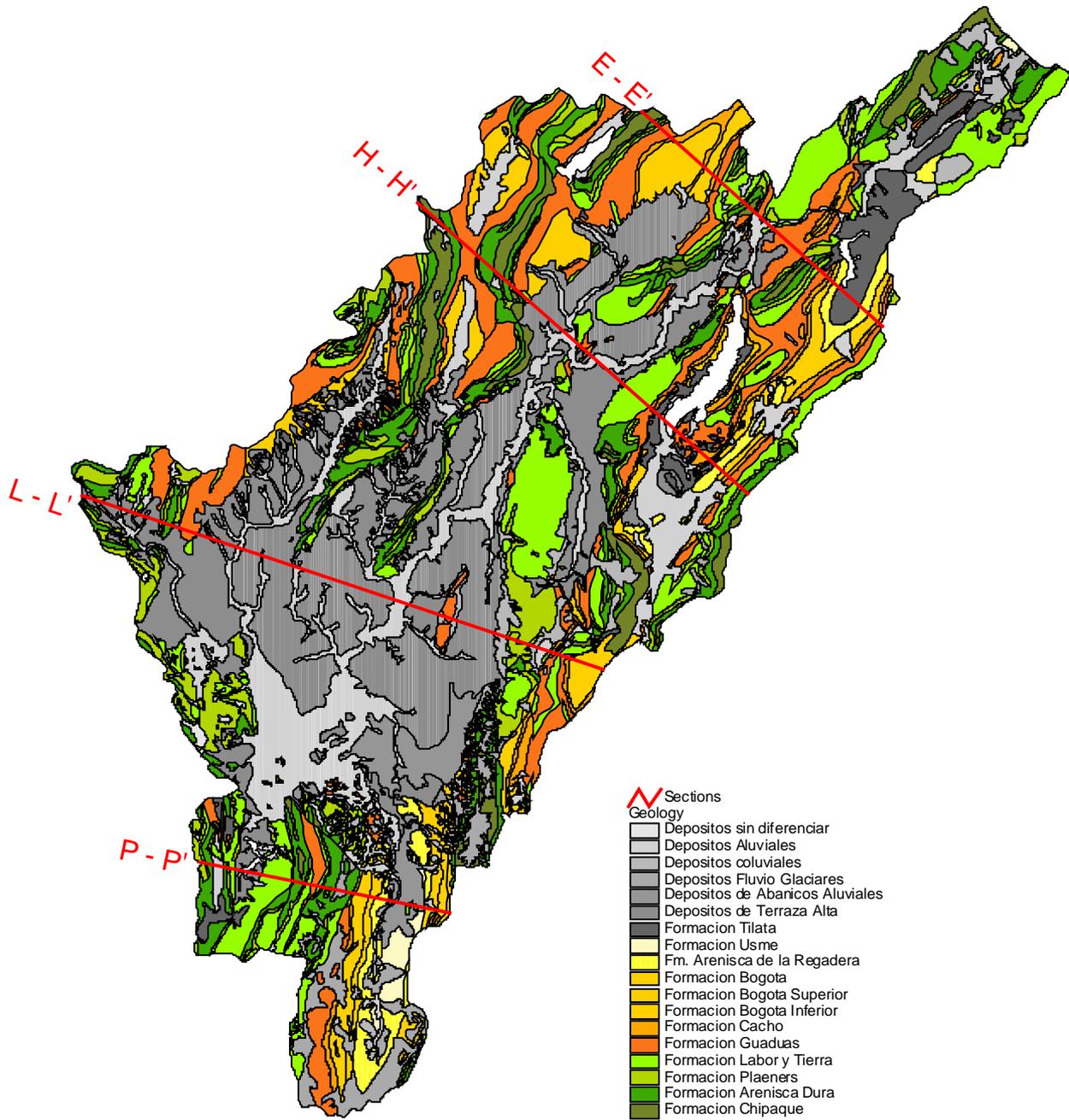


図 3-3 調査域地質図

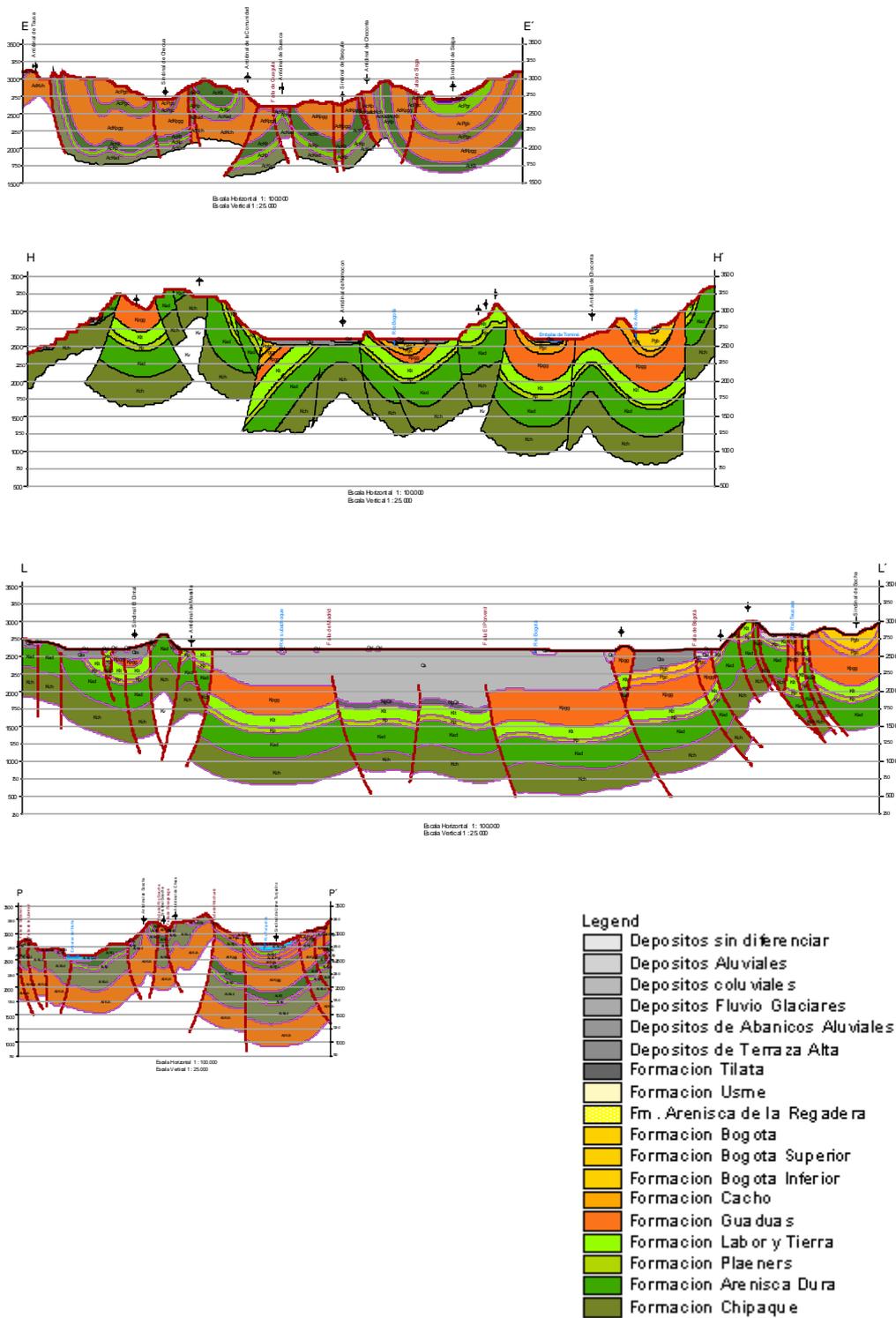
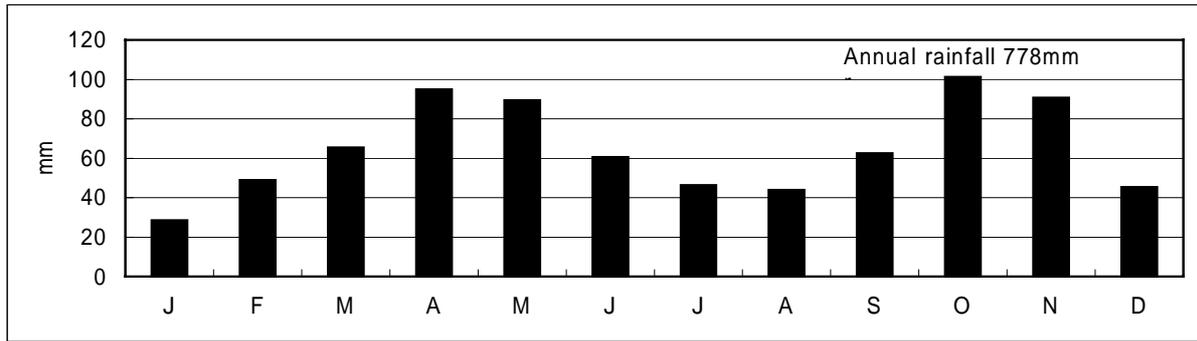
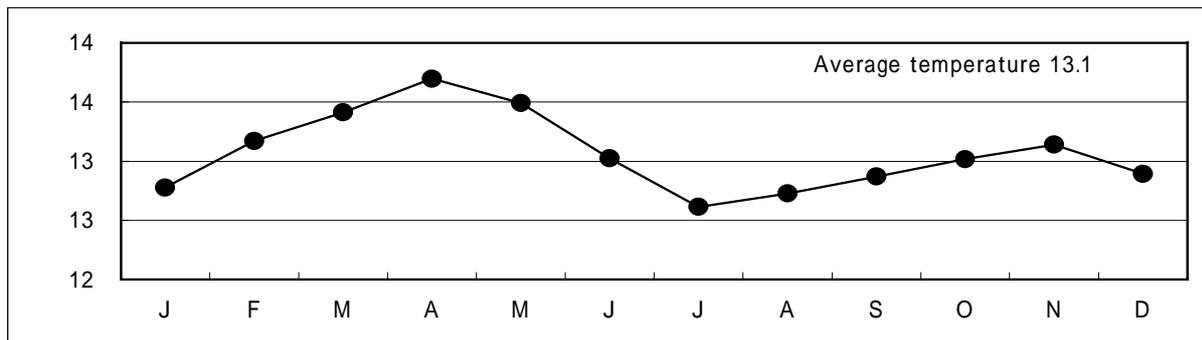


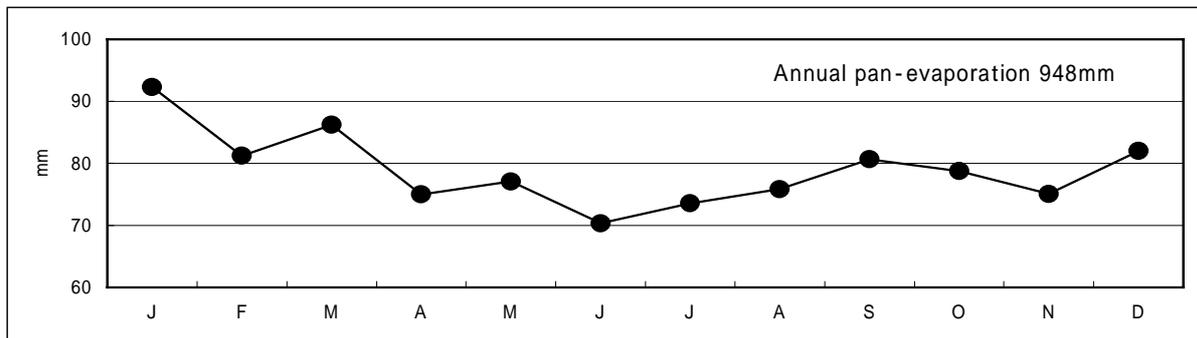
図 3-4 調査域地質断面図



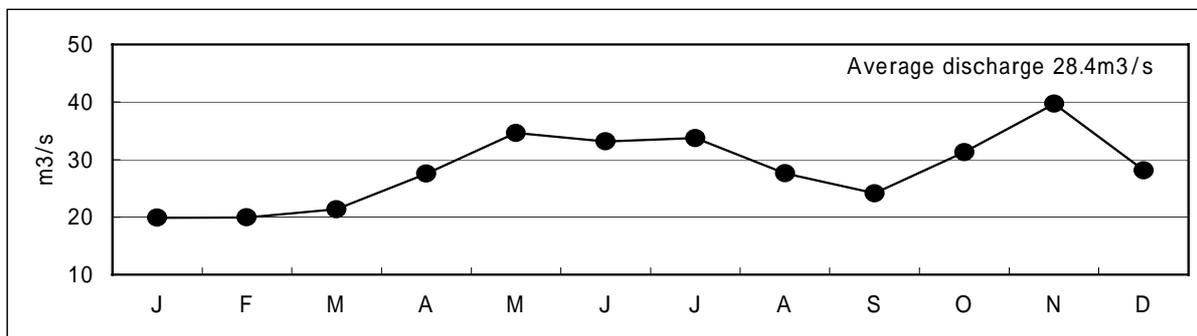
(a) Monthly Precipitation at Guaymaral



(b) Monthly Temperature at Guaymaral



(c) Monthly Pan-evaporation at Guaymaral



(d) Monthly Discharge at Aricachin

図 3-6 調査域の気象・水文特性図

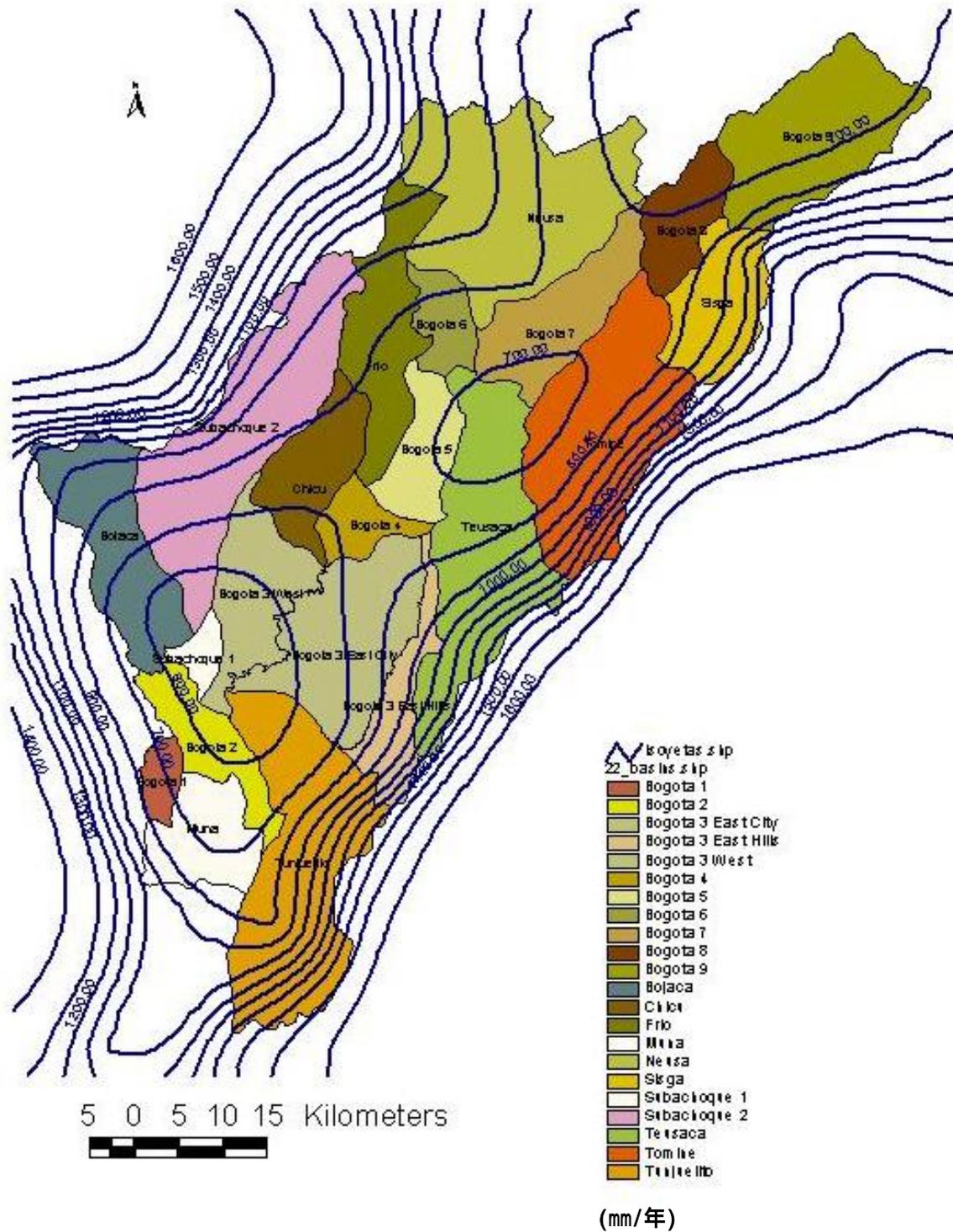


図 3-7 調査域の年等雨量線図

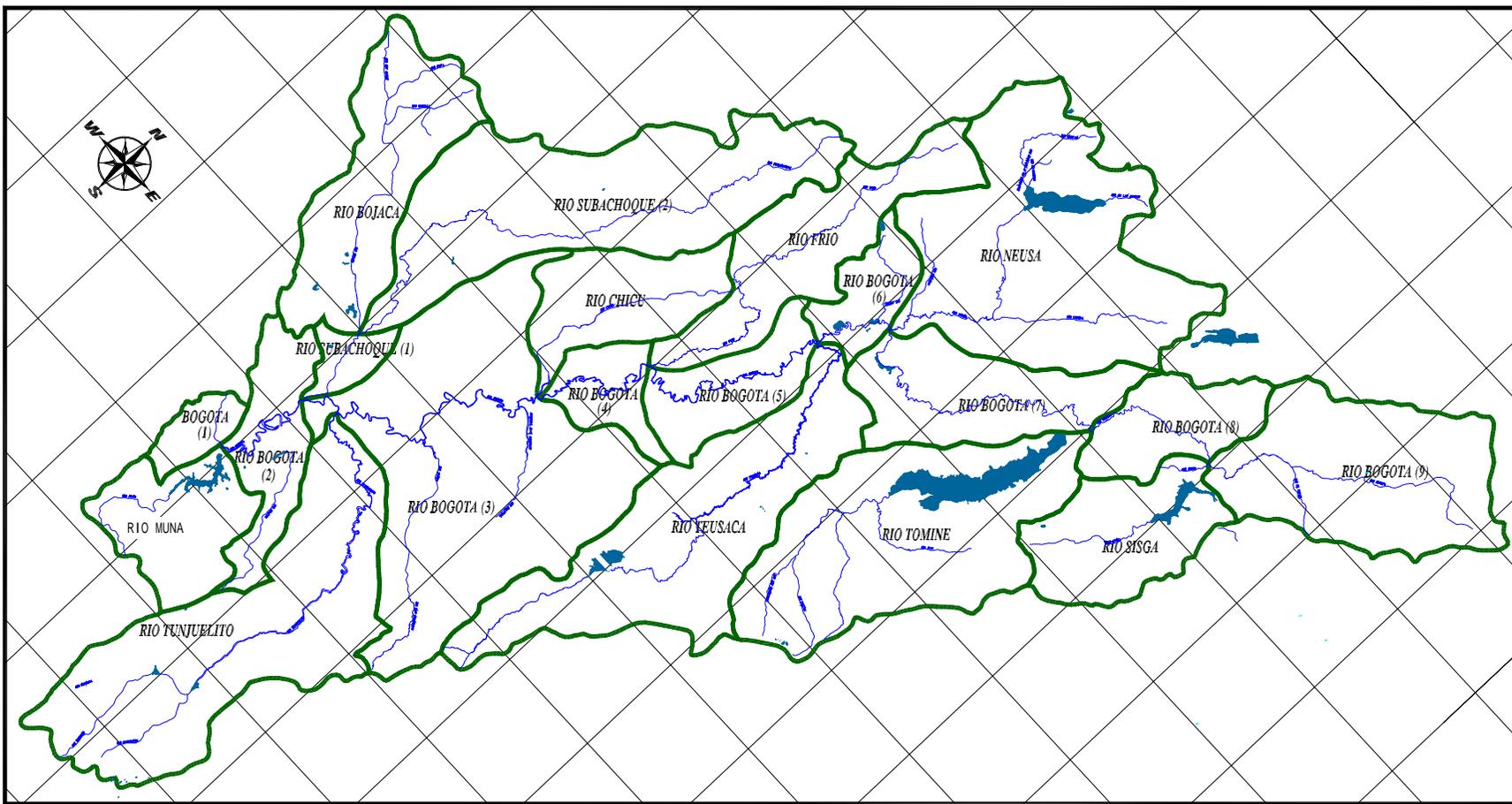


図 3-8 調査対象地域の流域分割図

(単位 m³/s)

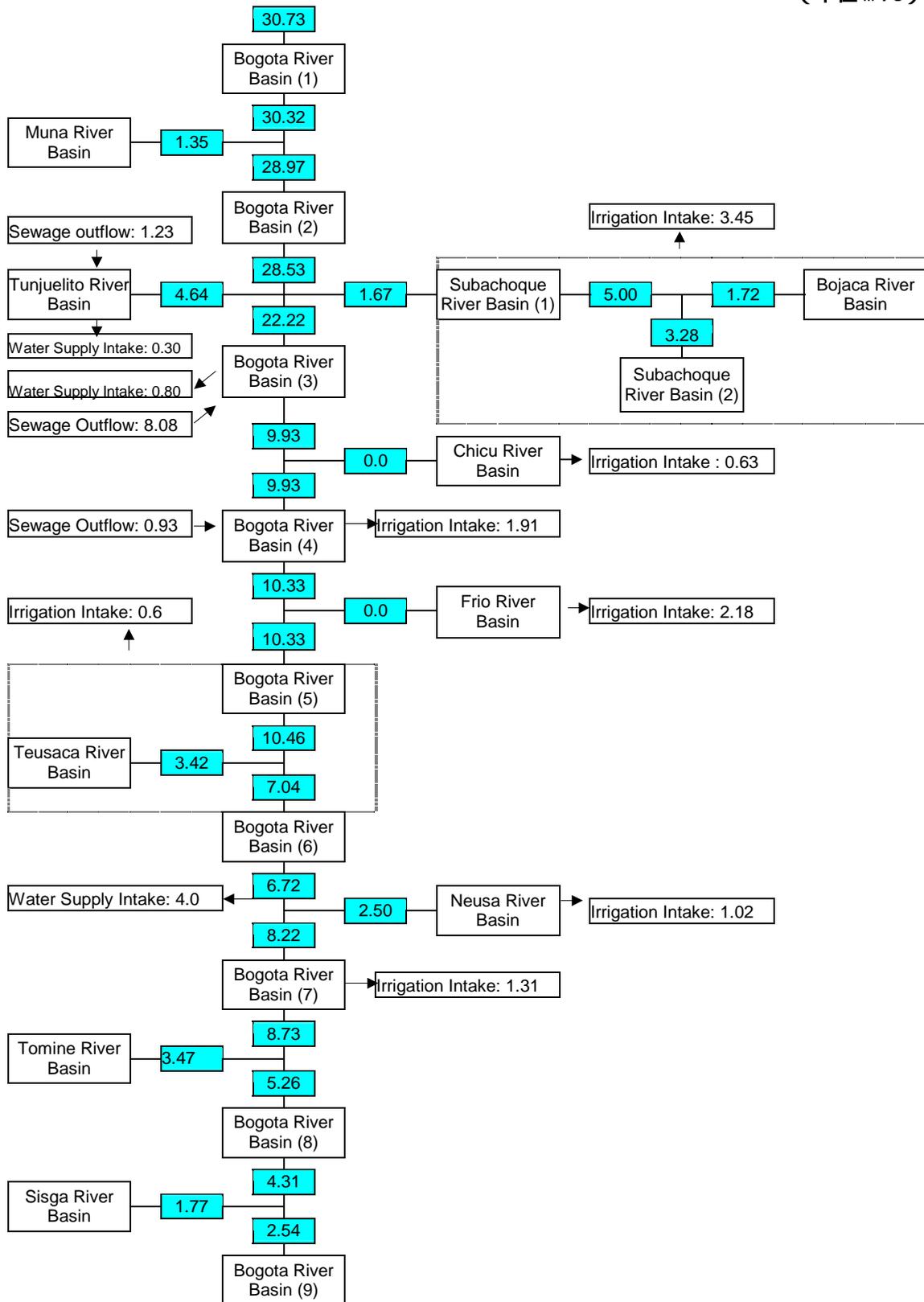


図 3-9 調査対象地域の流域分割および流量