

第II章 プロジェクトの背景



第Ⅱ章 プロジェクトの背景

2.1 コロンビア共和国の概要

コロンビア共和国は南緯4°13'から北緯13°30'、西経66°50'から81°50'の間にあり南米大陸北部に位置する。国土面積は1,139千km²（日本の3倍強）で、総人口は1983年推定で27.5百万人となっている（DANE, 1982）。首都はボゴタで、23州（Departamento）、4直轄区（Intendencia）および5特別地区（Comisaria）の行政区よりなる。

アンデス山脈がコロンビアに入り、3つの山脈に分岐し、地形変化にともなう標高差によって著しい気候の変化はあるが、四季の変化は明瞭ではない。年平均降雨量は地域により差が大きく、およそ400mmと7,000mmの範囲にわたる。乾期と雨期が年二度づつ認められる。

政治体制は立憲君主国で、安定した議会制民主主義が定着している。コロンビアの経済は基本的には、コーヒーに依存するモノカルチャーである。しかし近年、石炭、ニッケルなどの豊富な地下資源開発、農牧生産の多様化、農畜産物加工業の発展などが見られる。

2.2 国家経済と農牧業

2.2.1 国家経済

(1) 国内総生産（GDP）

1982年のGDPは、2兆40億COL\$（約374億US\$、Banco de la Republica, 1983）である。経済成長率は近年下降を続け、81/82年の成長率はそれぞれ2.5%/1.1%である（DANE, 1983）。農牧業部門のGDPに占める比率は1982年では22%で、全生産部門中第1位である。

(2) 貿易

輸出品目は、1982年で農畜産物が60%以上で、コーヒーが全輸出総額30億9496万US\$（FOB価格）の内約50%を占めている。輸入総額54億7770万US\$（CIF価格）の約30%を占めている（DANE, 1983）。

(3) 国際収支

貿易収支は1976年以来、赤字を記録している。1982年の赤字幅は81年とほぼ同額（FOB価格32億6970万US\$）である。資本収支についても同様の結果が認められ、総合収支は、1982年末には赤字（12542百万COL\$）となっている。

(4) 国内総投資額

1980～82年の総投資額の年平均増加率は30.0%と高い水準で推移している(Banco de la Republica, 1983)。外貨の直接投資額は、年々増加し、1970年には3.920万US\$であったのが、1980年には13億9,650万US\$に達した。

経済開発計画(1983～86)によると、国内総投資額の7%増額を目標に、1兆5890億COL\$の投資を予定している。

(5) 経済開発計画

経済開発計画によれば、目標とするGNPの平均成長率は5%、農牧部門については4%と設定されている(DNP, 1983)。

2.2.2 農牧業

国土面積のうち農用地は、31百万ha(27%)である。その内訳は耕作地4.4百万ha、牧草地17.5百万ha、休耕地その他が9.1百万haである(DANE, 1982)。かんがいなどによる土地改良地面積は61万haで全耕作地の12%である(HIMAT, 1982)。

1983年の農村人口は929万人で全人口の33.8%で、農牧業人口は全就業人口の約25%(約500万人)を占める(DANE, 1983)。

土地所有規模が50ha以下の小規模農家数は、全農家数(約118万戸)の92%で、全農用地の22%を占める。一方、50ha以上の中、大規模農家は、戸数では全体の8%で、全農用地の78%を占めている(Estructura Economica Colombiana, 1972)。

最近5年間のコロンビア農牧業の成長率は、農業35%、畜産4.5%となっている(DANE, 1983)。

主な農牧関連機関は、HIMAT, INCORA, ICA, INDERENA, IDEMAなどがある。農牧融資機関はBanco de la Republica(F. F. A. P)、Caja Agraria, INCORA, Banco Granadero, Banco Cafeteroなどである(表2-1)。1982年の融資総額は235億5,709万COL\$で、このうち農業には57.8%、畜産には29.0%、その他には3.2%融資された。

表 2 - 1 農業関連機関

機 関 名	目的および機能	主 要 な 活 動
= 公設機関 =		
HIMAT	気象、水文関係のデータ管理、土地改良事業の立案・実施、河川の制御とその管理	気象予測および情報サービス 水利、水文気象に関する投資の実行・推進
INCORA	土地の供与 小規模農家への技術および資金の提供	土地の取得と提供 国有地の分配、入植事業、融資あっせん、融資指導、営農指導
ICA	農牧業研究・教育・普及	品種改良、草地改良、農業機械の開発研究、研究成果の普及
INDERENA	環境の保全、天然資源の管理・保護	動植物環境保護 森林の効率的管理体制の樹立
IDEMA	農畜産物市場コントロール	農畜産物の売買、貯蔵、輸出入価格規制
OPSA	農牧業計画に必要な資料作成と計画立案	農牧業統計 将来計画の構想立案
SENA	農牧業技術訓練	技術訓練生による機械化普及
= 農牧融資機関 =		
Banco Cafetero	コーヒー、その他の農産物の生産、集配、輸出に対する融資	銀行業務
F.F.A.P.	農牧業関連融資	農牧業関連融資業務
Caja Agraria	農牧業関連融資	農牧業関連融資業務 地域開発融資業務
Banco Ganadero	農牧生産助成融資	農牧業関係諸項目に対する融資 牧畜基金への融資 中小農工業への融資
= そ の 他 =		
FEDECACAO	カカオ生産者の保護と育成	カカオ栽培技術移転 流通システムの整備 種子苗木販売

2.3 農牧業開発計画

2.3.1 基本方針

農牧業開発計画は主に中小農民を対象にし、食糧供給事情の改善、雇用機会の増大、社会公正、農畜産物輸出促進、農畜産物加工業の振興、土地保全、などを基本方針としている。

2.3.2 投資計画

経済開発計画によると、農牧業部門への投資額は1652億COL\$で、総投資額(1兆5890億COL\$)の10.4%を占める。財源の内訳は、政府予算598億COL\$(36.2%)、国内融資556億COL\$(33.7%)、外国融資498億(30.1%)である。

このうち約14%にあたる231億COL\$が土地改良事業費として計上されている。同期間中の土地改良事業費は、外貨を積極的に導入して農牧部門のGDPの1%以上を予定している。

2.3.3 農牧業開発計画

経済開発計画の農牧業部門の主計画は農畜産物増産計画、土地改良計画、市場制度改善計画である。

この内でも、政府は小規模農家を対象にしたDRIプログラムを重要視している。これは22の農牧業関連機関が有機的連携のもと、生産性の向上、技術普及、融資指導、流通制度の改善、社会基盤の整備、教育、住宅施設の改善を目的としている。

一方、HIMATによる土地改良事業計画は第1段階として既存のかんがい地域(HIMAT約18万ha、その他約50万ha)の拡張と約7万haの新規かんがい事業である。第2段階としては11.5万haのかんがい地域の整備、改修を1985年より着手することになっている。さらにフィンビリティ(F/S)調査終了済みの5土地改良プロジェクト地域の約9.9万ha、Pre F/S調査済みの11プロジェクト地域の約142万haの土地改良事業の実施が予定されている(DNP, 1983)。

HIMATによると、政府は2000年までに総面積150万haに、かんがい地域を拡張する方針である。その内訳はHIMAT管理下で80万ha、その他が70万haとされている。

2.4 Norte de Santander 州の概要

Norte de Santander 州は北緯6°57'から9°7'10"、西経72°02'23"から73°35'5"でコロンビア共和国の北東部に位置する。東、北境はベネズエラ共和

国と西、南境は Cesar, Santander, Boyaca の各州と接している。面積は 21,658 km² で総人口は 98.7 万人である (DANE, 1983)。州都は Cucuta (標高 320m、人口 40 万余) である。州は 36 郡 (Municipio) 83 地区 (Corregimiento) の行政区よりなる。

州の地形は起伏に富み、アンデス東部山脈が Cesar, Santander 州界となり州中央部を経て北・東方に標高を減じている。

気候は標高による変化が著しい。低標高の熱帯気候から、高標高の寒冷気候まで見られる。年平均降雨量は地域差が大きく、700 mm から 3,000 mm 強の範囲にある。

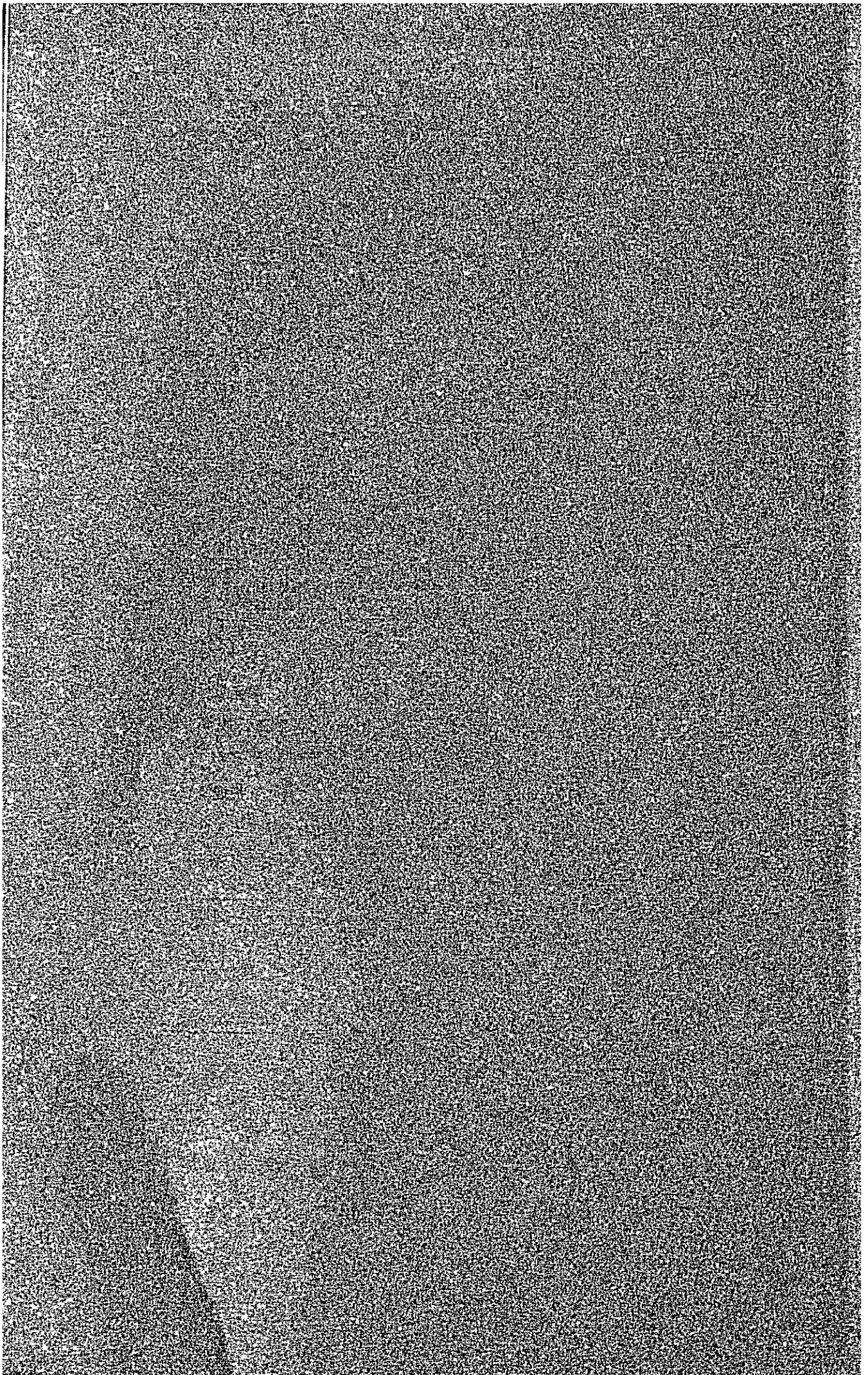
州東部には Catatumbo 水系、Diva 水系、Margua 水系があり、いずれもベネズエラに流下している。

1982 年の粗生産は 45 億 COL\$ で農牧業 (32%)、サービス業 (20%)、商業 (19%) が主要なものである (URPA, 1983)。就業人口 (約 26 万人) のうち農牧業人口は 43% を占める。

州内の農用地は 77 万 ha でこのうち牧草地 35 万 ha、耕作地 13 万 ha、休耕地、その他 29 万 ha となっている。州内農家数は約 4 万戸である。このうち、50ha 以上の中・大規模農家は 7% で農用地の 63% を占め、残りの 93% の小規模農家の戸当りの平均経営規模は 7.8 ha である。

Cucuta はコロンビア国内で人口は 7 番目の都市である。州庁、市庁がある他に主要政府諸機関の出張所がある。主なものは、HIMAT, INCORA, ICA, IGAC, IDEMA, SENA, INCOMEX, INDERENA, MOPT などである。この他に 16 の市中銀行、Republic 銀行、農牧融資機関の Caja Agraria, Banco Ganadero, Banco Cafetero などの支店がある。

第三章 調査地域の現況



第Ⅲ章 調査地域の現況

3.1 位置・面積

調査地域は Norte de Santander 州、北東部の Municipio Cucuta に位置する（図 3-1）。北は Zulia 川に、東は Grita, Guaramito 川に、西を Puerto Santander - Cucuta 間を結ぶ国道に、南は La China 農場を中心とする標高 90 ~ 100m の地域にそれぞれ境を持つ。東西約 3.7 ~ 12 km、南北約 30 km である。南北に細長い地域で総面積は 13,500 ha である。州都 Cucuta と調査地域内中心地である Agua Clara 間の距離は約 40 km で、国道で結ばれている。

3.2 自然条件

3.2.1 一般気象

(1) 気象観測所、雨量観測所および既存資料

Pamplonita 川と Zulia 川の流域内には 10 の気象観測所と 18 の雨量観測所がある。観測所の分布密度は下流域では密であり、上中流域では粗である（図 3-2）。

観測内容は、気温、相対湿度、日照時間、風速、風向、蒸発量、雨量（日雨量）などである。しかし、観測内容がそろっていない所もあり、観測期間は長い欠測あるいは未整理データがある。

気象観測所の中から Pamplonita 川流域内の気象特性を把握するため、流域を 3 区分し既存資料なども考慮して以下の 3 観測所を選定する（表 3-1）。

表 3-1 Pamplonita 川流域主要気象観測所

気象観測所	標高	Pamplonita 川流域区分	観測期間
Santa Isabel	64 m	下流域（調査地域内）	1969 ~ 1984
Camilo Daza	300 m	中流域	1941 ~ 1984
La Esperanza	1760 m	上流域	1973 ~ 1984

(2) 一般気象特性

Pamplonita 川流域は、緯度的には熱帯圏に属する。しかし、上流域、中流域、下流域では、気象特性が異なっている（図 3-3）。

月平均気温は、下流域では 26.9℃（1970 ~ 80 年）、中流域では 28.0℃（1945 ~ 82 年）でともに年変化は少ない。しかし、両流域とも日較差は大き

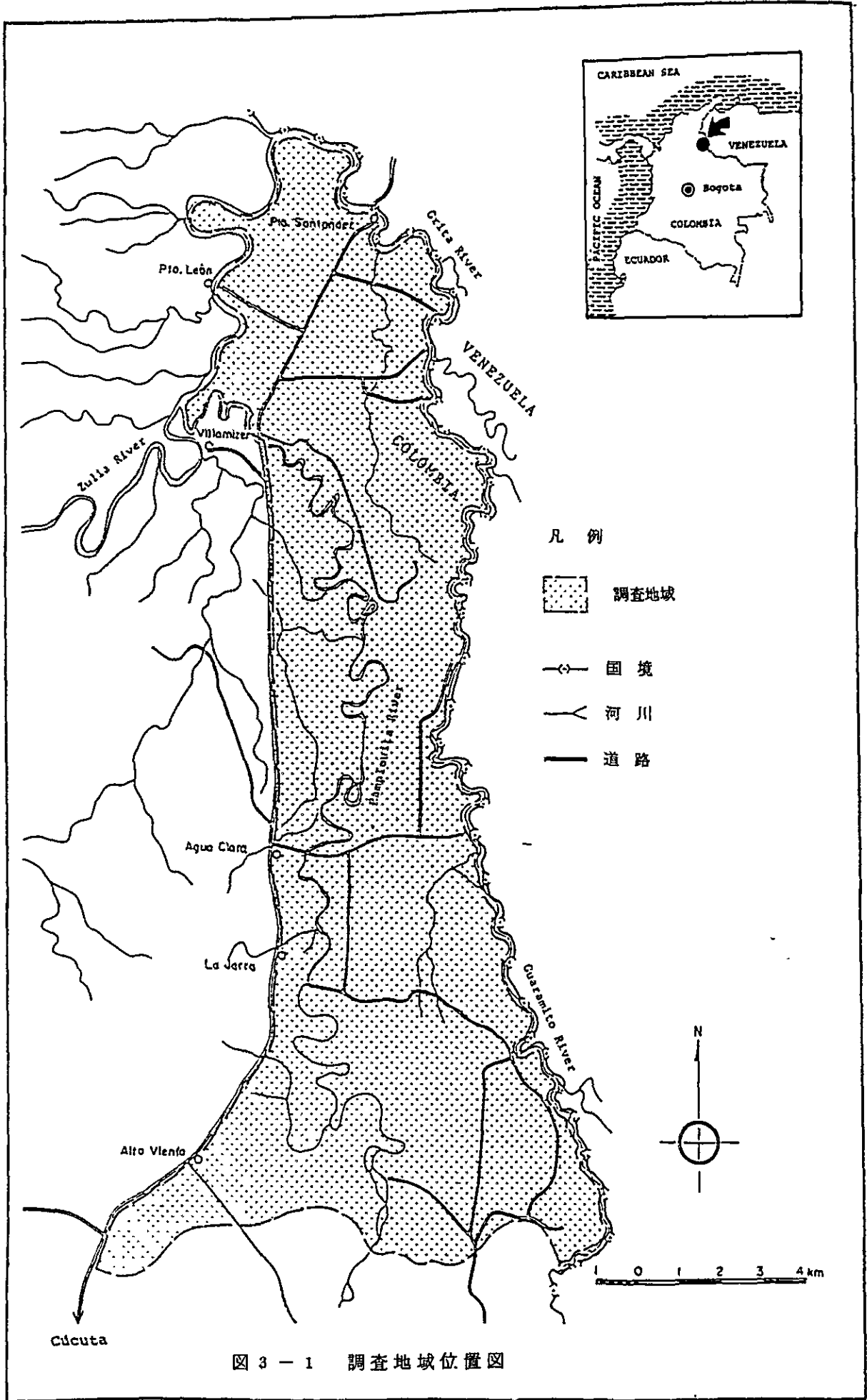


图 3 - 1 調查地域位置图

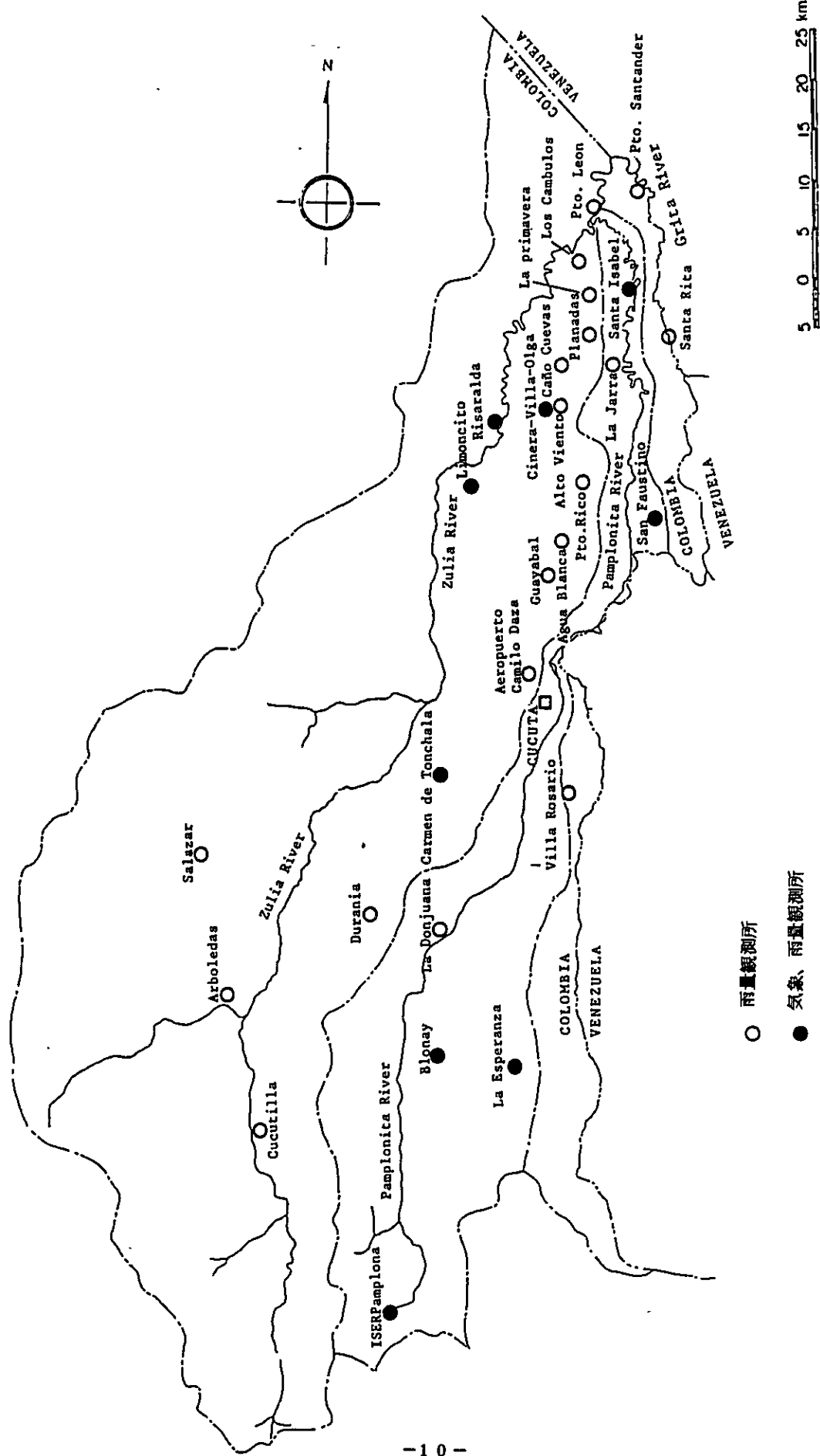


图 3-2 气象观测所·雨量观测所位置图

く12～13度である。上流域では、高所に位置するため月平均気温は16.7℃(1973～81年)と比較的低い。

月平均相対湿度は下流域では84%(1971～80年)、中流域では66%(1945～82年)、上流域では86%(1945～80年)でいずれも年変化は少ない。

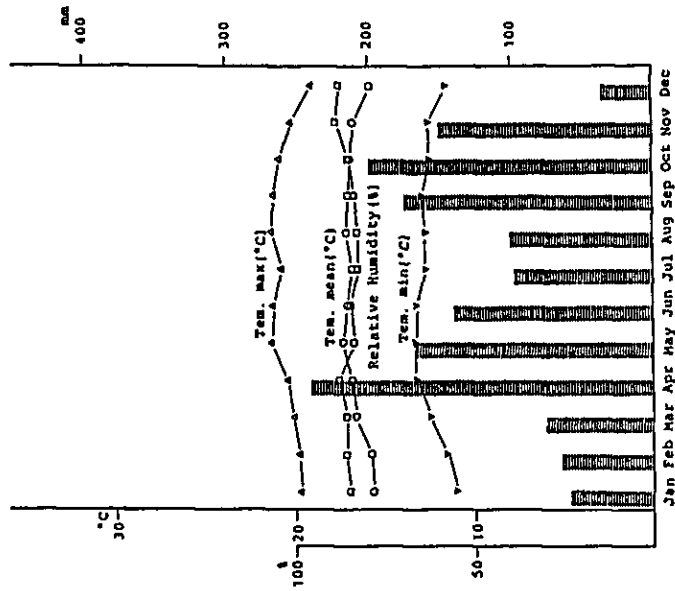
日照時間は、下流域で、年間約1,960時間(1970～80年)、中流域で約2,200時間(1975～79年)である。上流域での資料はない。なおどの流域でも年による変化が大きい。

風速は、下流域と上流域では年平均1.0～1.7 m/s(1973～77年)で月変化はわずかである。中流域では4.5 m/s(1944～76年)で比較的大きい。

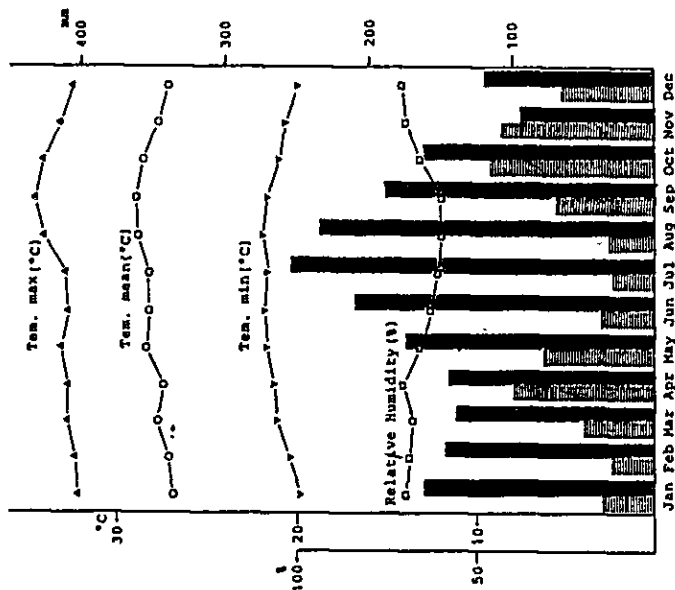
風向は、下流域では南、北風が一般的である。中、上流域では北西風と南東風が卓越する。

蒸発量は、下流域では年間雨量の65%にあたる1,544 mm(1972～80年)である。中流域では年間雨量の230%にあたる2,000 mm(1973～82年)を上まわっている。なお、上流域での資料はない。

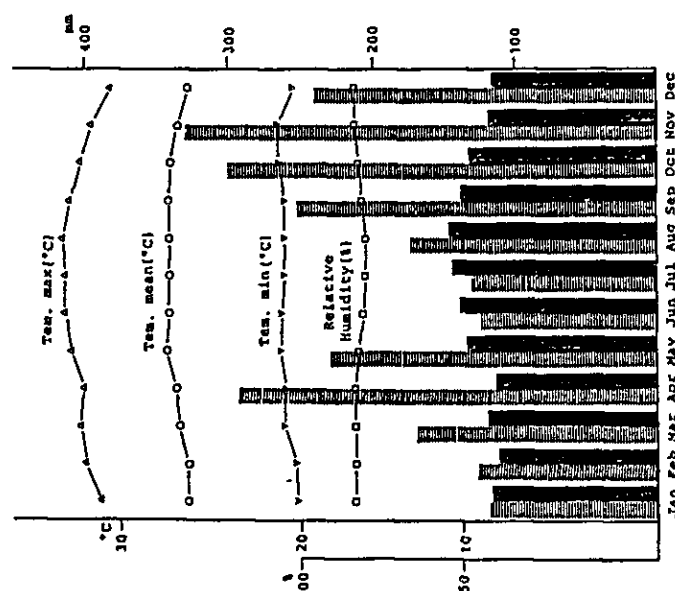
上流域
(La Esperanza)



中流域
(Camilo Daza)



下流域
(Santa Isabel)



降雨量 (mm) 蒸发量 (mm)

图 3-3 气象特性

3 2 2 降 雨

(1) 降雨量による地区区分

Pamplonita 川と Zulia 川の流域は南北に細長く、高度差も大きいため、降雨量は流域内で大きく変化する。このため降雨量により地域を以下の3地区に区分し、地区ごとに既存資料の比較的そろっている観測所を選び出し、以下の降雨解析に用いることにする(表3-2)。

表 3 - 2 雨量タイプ別雨量観測所

雨量タイプ別	雨量観測所	観測期間
I	Puerto Leon	1961 ~ 83
	Santa Isabel	1971 ~ 83
	La Jarra	1963 ~ 83
	Alto Viento	1961 ~ 83
	Cinera (San Faustino)	1968 ~ 83
II	Camilo Daza	1941 ~ 83
III	La Esperanza	1973 ~ 83
	ISER Pamplona	1978 ~ 83

注) ()はIとIIの中間に位置する。

(2) 平均雨量

1) 日雨量

過去11年間(1970~1980年)の降雨資料より、各年の日最大、2日連続最大、3日連続最大雨量それぞれの平均値は表3-3のようになる。

表 3 - 3 最大日雨量

雨量タイプ	日 最 大	2 日 最 大	3 日 最 大
I	120.6 (Cinera)	155.4 (Puerto Leon)	179.8 (Puerto Leon)
II	75.4	92.0	97.2
III	57.6	75.0	91.0

注) 各代表的観測所の日最大雨量の平均による(Appendix 2.2)

2) 月平均雨量

雨量タイプ別の月別平均値は、図3-4のようになる。雨量タイプ別の年間

の降雨波型は3タイプとも酷似している。どの雨量タイプでも4～5月と9～12月に降雨量が多く、それぞれ小雨期と大雨期に対応する。

タイプⅠ地区では年間を通して100mm/月以上、タイプⅡ地区では30mm/月以上、タイプⅢ地区では25mm/月以上の降雨がある。

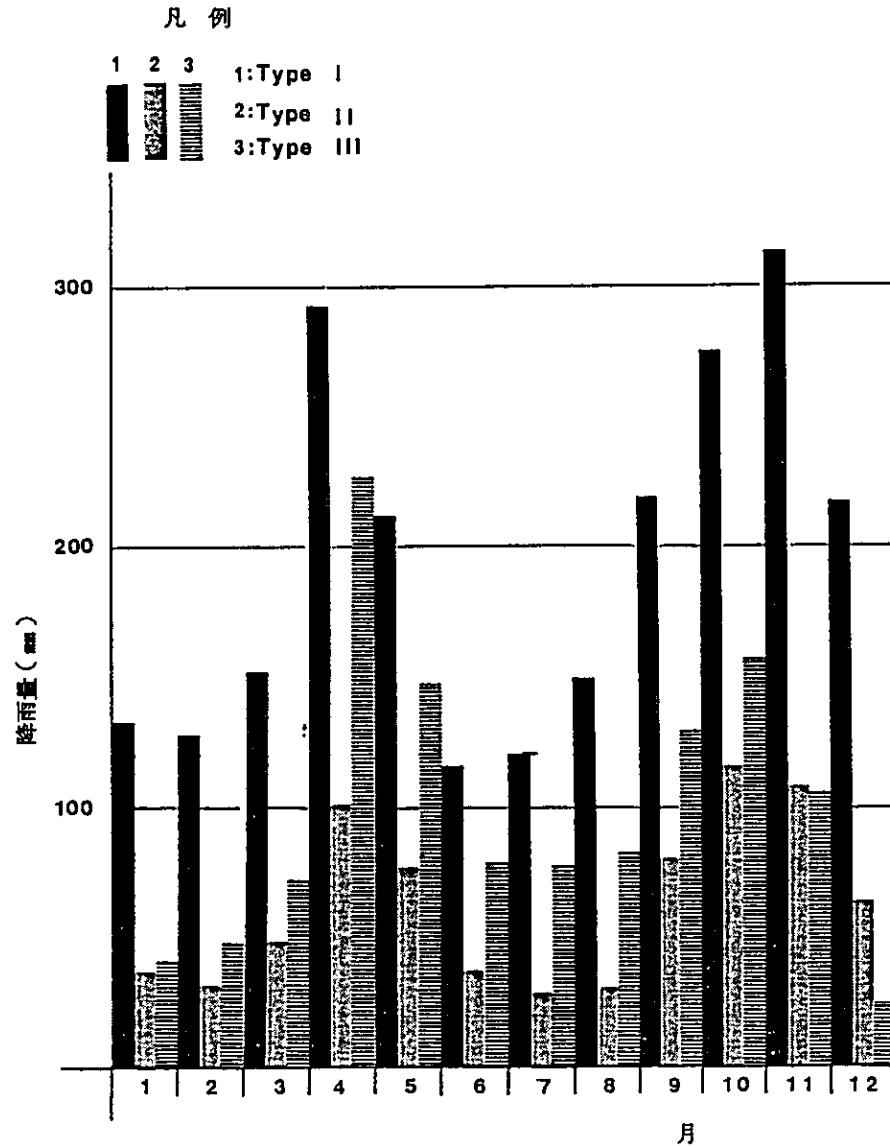


図3-4 雨量タイプ別月平均雨量

3) 年平均雨量

Pamplonita川およびZulia川地域における年雨量は地区により差がある。Ⅰ地区は多いが、Ⅱ地区は少なく、Ⅲ地区はその中間に位置する(図3-5)。また、表3-4は、観測所別に各年の雨量を集計したものである。これによれば、各タイプ型の平均年雨量は以下の程度である。

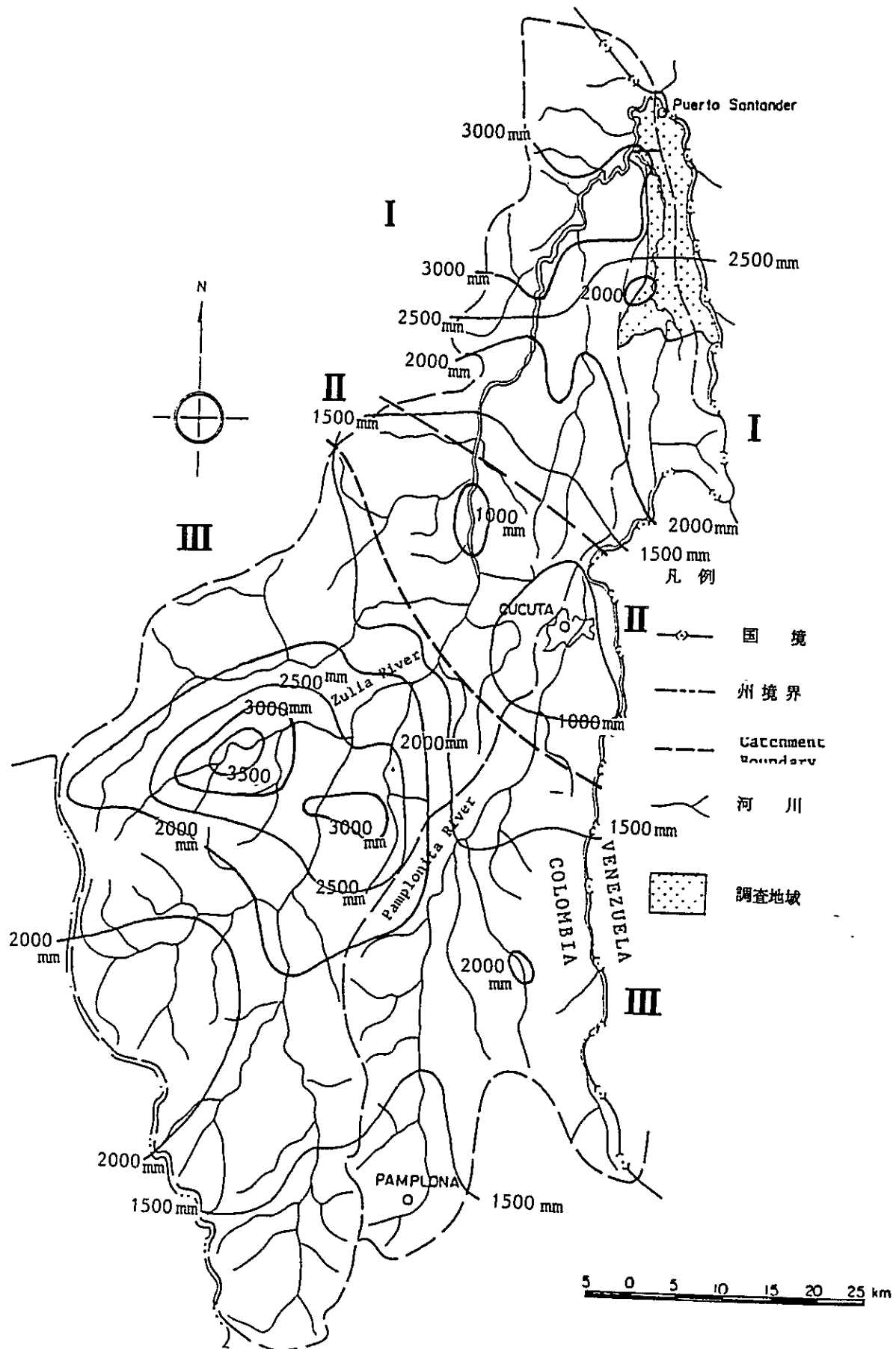


图 3-5 等雨量线图

タイプⅠ地区： 2,200～2,600 mm

タイプⅡ地区： 500～1,200 mm

タイプⅢ地区： 900～1,500 mm

また、過去11年間の平均年雨量の地区別経年変化をみると、1974年、1975年および1979年が比較的雨量が多い。なお、調査地域を含むタイプⅠ地区の年雨量の経年変化は、1,500 mm～3,000 mmの範囲内にある(図3-6)。

表3-4 年平均雨量

(mm)

雨量 タイプ	観測所	年											平均
		1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	
Ⅰ	Puerto Leon	2707	2831	2262	2341	2950	3235	2329	1936	2814	2848	(1586)	2628
	Santa Isabel	-	2446	2272	2358	2920	3046	2344	1495	2093	2466	2077	2352
	La Jarta	1419	1245	1160	2013	2981	2843	2331	1452	2223	2786	2033	2044
	Alto Viento	2482	2406	2015	2398	3038	2702	2289	1348	1695	2483	1524	2216
	Cinera	2569	2480	1784	2488	2968	2739	2452	1480	2178	2716	1604	2308
	平均	(2294)	2281	1898	2319	2917	2913	2349	1542	2000	2660	1805	
Ⅱ	San Faustino	2167	2185	1856	1829	2317	(1803)	(1328)	(720)	(1072)	(1205)	1251	1934
	Camilo Daza	764	(855)	(865)	1024	914	1060	1066	(705)	824	(831)	653	904
Ⅲ	La Esperanza	-	-	-	1214	1489	(1366)	(1325)	(801)	(1346)	(508)	1284	1329
	ISER Pamplona	-	-	-	-	-	-	-	-	774	(128)	788	781
	平均									(1060)	(318)	1036	

注) 括弧内数字は一部欠落データがある。

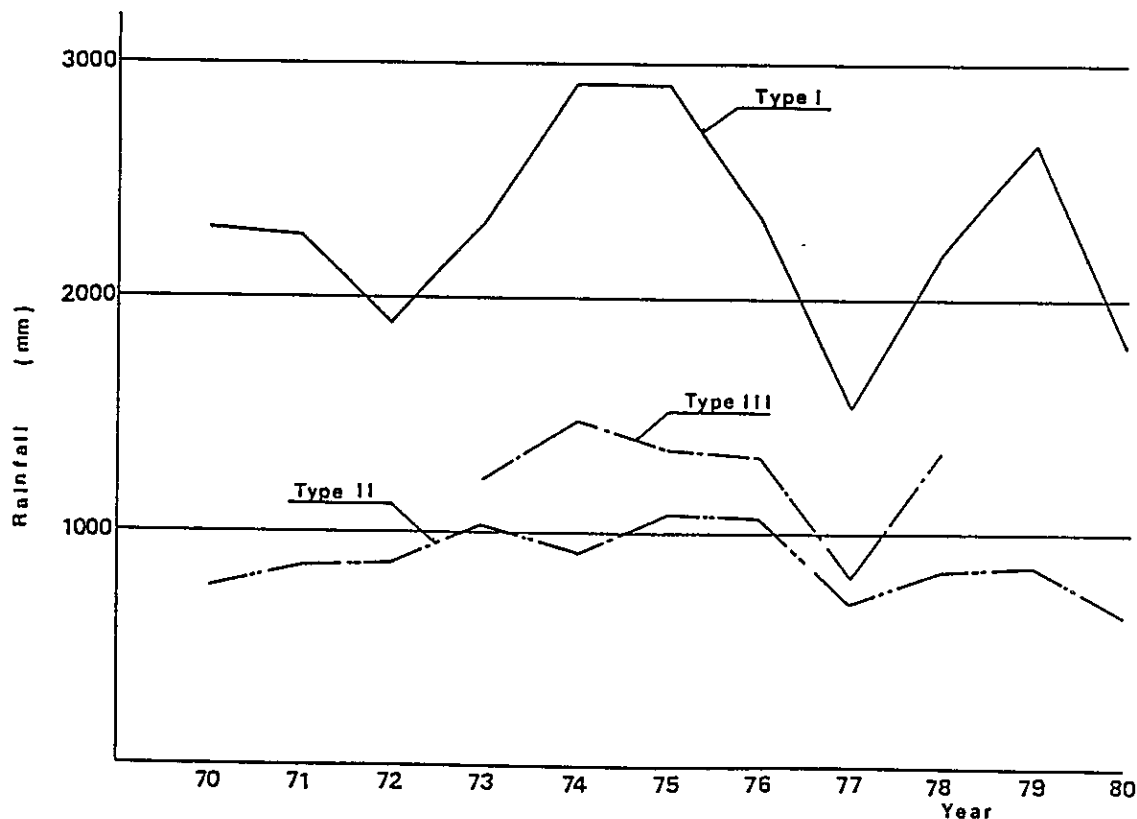


図3-6 年雨量の経年変化

4) 確率雨量

過去11年間の雨量データをもとに、最大日雨量を岩井法により各年の日雨量、2日連続雨量および3日連続雨量について確率計算を行った。降雨量タイプ別の各生起確率の雨量は以下のようになる(表3-5)。

表3-5 平均確率最大日雨量

(mm)

降雨量 タイプ	連続 日数	確 率 年					
		2	5	10	20	30	50
I	1	116	144	160	175	183	193
	2	148	188	213	237	206	267
	3	173	220	250	277	219	312
II	1	73	89	99	108	113	119
	2	85	106	124	145	158	177
	3	92	111	126	141	151	164
III	1	52	66	73	79	83	86
	2	75	95	109	122	130	141
	3	97	125	141	157	166	176

注) III地区についてISER Pamplonaの資料がないため、La Esperanzaの計算結果を用いた。

3.2.3 水 文

(1) 河 川

調査地域内には、Pamplonita, Grita, Zuliaの主要河川があり、いずれの河川もベネズエラのMaracaibo湖に注ぐCatatumbo川水系に属している。

Pamplonita川は、州との境界に位置する東部山脈に源を発し南から北に流下している。総延長は約170kmで、流域面積は約2,060km²である。河床勾配は調査地域より上流部で約2%、調査地域で約0.1%である。

Grita川は、ベネズエラのMerida山脈に源を発し流域の大半はベネズエラに属する。流域面積は約1,500km²である。

Zulia川は、Pamplonita川流域の西側に位置し、東部山脈に源を持つ。南から北に流下し、コロンビア国内の総延長は約193kmで流域面積は5,360km²である。

各河川の流域図と諸元を図3-7と表3-6にそれぞれ示す。

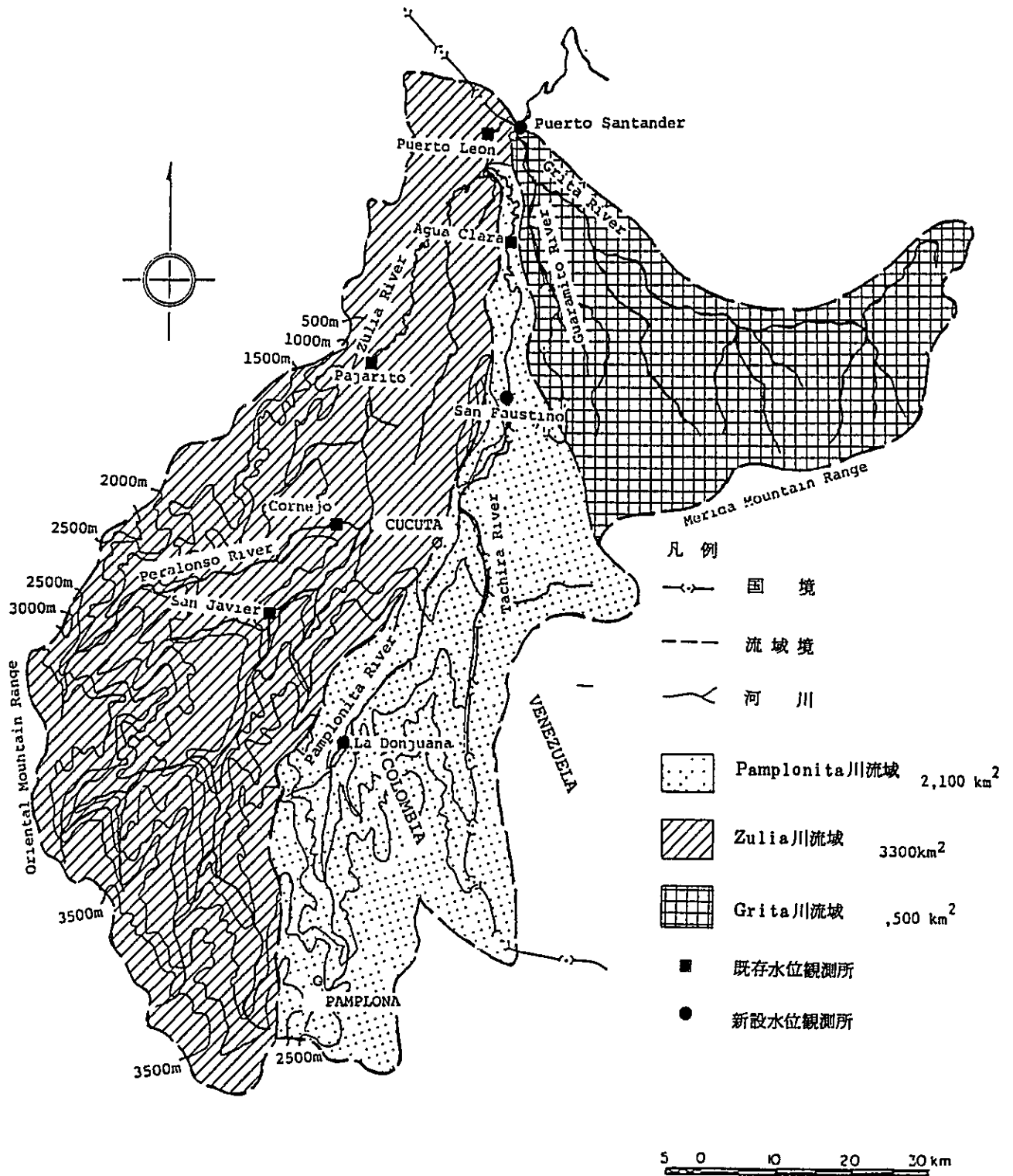


图 3-7 流域図と水位観測所位置図

表 3 - 6 河 川 諸 元

水 系	河 川 名	地点および観測点	流域面積 (km ²)	河 川 長 (km)	
Pamplonita	Pamplonita	Tachira川との合流点	870	82	*Grita 川は 含まず。 **Grita川を 含む。
	Tachira	Pamplonita川との合流点	740	73	
	Pamplonita	Zulia川との合流点	2060	170	
Zulia	Zulia	San Javier	1,580	92	
	Peralonso	Cornejo	460	56	
	Zulia	Pajarito	2,640	120	
	Zulia	Puerto Santander	5,360* 6,900**	193	
Grita	Grita	Puerto Santander	1,500	-	

(2) 水位・流量観測所および既存資料

既存観測所の諸元は以下の表 3 - 7 に、位置図は図 3 - 7 に示す。

表 3 - 7 水位・流量観測所諸特性

水 系	河 川 名	観 測 所	緯 度 (N)	経 度 (W)	標 高 (m)	流域面積 (Km ²)	観測期間
Pamplonita	Pamplonita	Agua Clara	8° 14'	72° 26'	70	2,020	1966-82
	Pamplonita	La Donjuana	7° 42'	72° 36'	740	426	1972-82
Zulia	Zulia	Puerto Leon	8° 22'	72° 26'	50	5,340	1972-82
	Zulia	Pajarito	8° 05'	72° 34'	140	2,540	1969-82
	Zulia	San Javier	7° 51'	73° 28'	200	1,580	1958-82
	Peralonso	Cornejo	7° 55'	72° 39'	300	460	1968-82
Grita	Grita	Puerto Santander	8° 22'	72° 25'	50	1,500	1966-73

観測期間は比較的長いですが、断続的であり欠測データが多い。本調査において使用するデータは Agua Clara, Puerto Leon, La Donjuana 観測所のもので、1973年～1982年間のデータがほぼ揃っている。

なお、本調査で水文資料充実のため、San Faustino 橋、Puerto Santander 橋の 2ヶ所に水位観測所を新設した。両水位観測所の設置意図は、以下の理由に

基づく。

① San Faustino 橋水位観測所

Pamplonita 川の洪水時における調査地域への流入量を把握する必要がある。しかし、Agua Clara 観測所では氾濫後の水位しか測定できない。このため調査地域への洪水流入量推定は氾濫が起こらず、しかも調査地域より上流の最短距離の地点で実施する必要がある。また、Pamplonita 川は Cucuta の北で Tachira 川と合流しているため、新設水位観測所は合流点の下流である必要がある。以上により San Faustino を最適地とし新設水位観測所を設置した。

調査地域への正確な流入量を把握することにより、本計画地域の氾濫モデル化が可能となるため、本観測所の意義は大きい。また、Tachira 川の流量は不明であるが、新観測所および上流の La Donjuana の観測結果より Tachira 川の流量の推定が可能となる。

② Puerto Santander 水位観測所

Puerto Santander 観測所は、Grita 川の水位資料を得るために、Grita 川と Zulia 川との合流点付近に設置した。Zulia 川には Puerto Santander の上流約 1.25 km に Puerto Leon 観測所があるので、この観測所の記録を対比することにより、調査地域北端部の溢水状況を把握しようとするものである。

(3) 流 況

Pamplonita 川 Agua Clara 観測所で 1973～81 年の年平均流量は $22\text{m}^3/\text{s}$ で、Zulia 川 Puerto Leon 観測所で 1972～81 年の年平均流量は $114\text{m}^3/\text{s}$ である。

月平均流量は、1～3 月および 7、8 月に流量が小さく、4、5 月および 10、11 月の流量が大きい。Pamplonita 川は Agua Clara で 4 月が最大で $39\text{m}^3/\text{s}$ 、Zulia 川は Puerto Leon で 11 月が最大で $202\text{m}^3/\text{s}$ である (図 3-8)。最近 10 年間の月流量の推移によると、ピーク時の流量は洪水時の流量の 4～6 倍である。雨期に洪水がない年もあり、逆に乾期の 12～3 月で流量が多い年もある。7、8 月は年による流量変化が比較的小さく、どの年も流量が小さい (Puerto Leon 平均 $60\text{m}^3/\text{s}$ 、Agua Clara 平均 $10\text{m}^3/\text{s}$)。

Pamplonita 川と Zulia 川を比流量で比較すると、Zulia 川の方が大きい。この理由として次のことが考えられる。

① 流域雨量の差：

両河川の流域内雨量は場所により相当異なり、Zulia 川に比べ、Pamplonita 川の流域雨量は小さい。

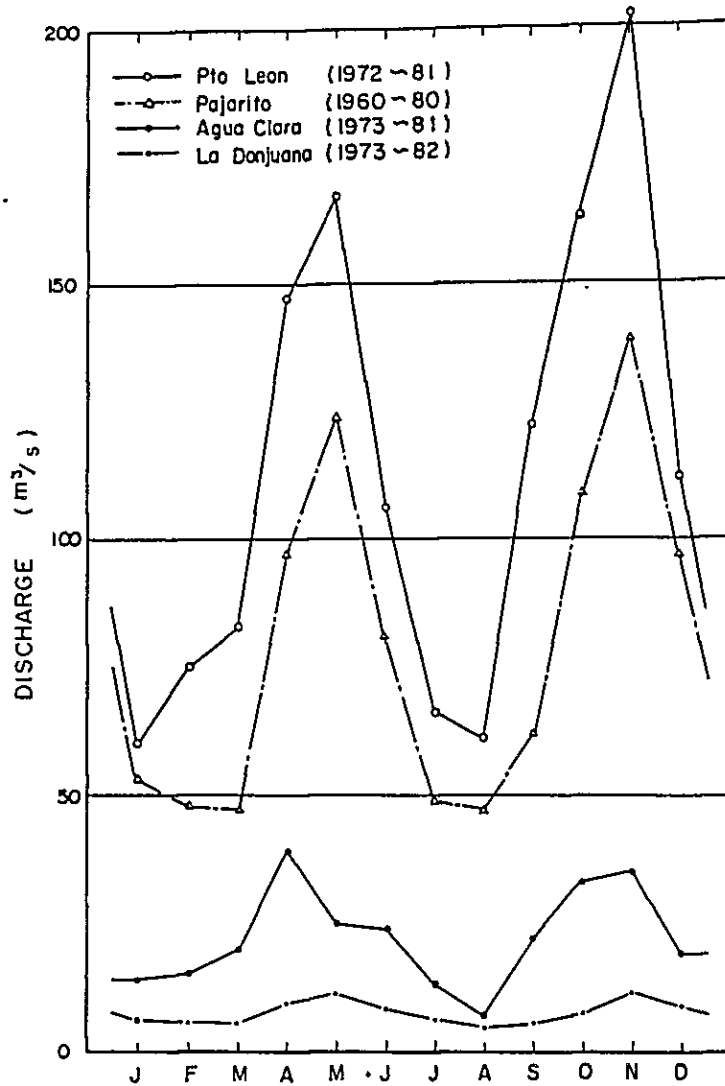


図 3 - 8 月平均流量

表 3 - 8 湧水流量 *

(単位: m^3/s)

年	Agua Clara	La Donjuana	Puerto Leon	備 考
1973	18	22	146	* 1年を通じて355日はこ れを下らない流量
1974	42	31	50.4	
1975	18	34	37.8	
1976	40	42	38.7	
1977	3.7	24	23.6	
1978	2.9	22	29.2	(): 推定値
1979	3.0	2.9	(30.7)	
1980	4.0	2.2	24.0	
1981	2.5	1.7	(30.7)	
1982	7.5	5.0	29.0	

② 取水の影響：

特に渇水期において、La Donjuana と Agua Clara 間の流量はほとんど増加しない。これは Cucuta 付近における上水道用 ($1.5 \text{ m}^3/\text{s}$) およびかんがい用の取水 ($3 \sim 5 \text{ m}^3/\text{s}$) が影響している。

三観測所の 10 年間の渇水流量を表 3-8 に示す。

(4) 洪水の概況

1) Pamplonita 川

Pamplonita 川の通水能力は、San Faustino から Zulia 川との合流点に至る間で徐々に減少する傾向が見られる。このため、北部の溢水規模が大きい。Pamplonita 川右岸側の溢水は Guaramito 川、La Miel 川、Grita 川方面に、左岸側の溢水は La Floresta 川方面に流下する。

Agua Clara 地点での洪水規模は、1981 年が生起確率 $1/10$ 年程度で、1975 年が生起確率 $1/5$ 年程度である (表 3-9)。同地点の河川断面は、右岸が左岸より約 1.5 m 低く (Appendix Fig.2-3-8) 水位が $6.7.9 \text{ m}$ 位になると右岸から本格的に溢水する。このときの河川流量は、おおむね $300 \text{ m}^3/\text{s}$ である。なお、河床標高は約 6.5 m である。

現地での聞き取りによると、最近の大規模な溢水は 1981 年に起こり一般的に 3 年に 1 度程度で起こるが、1~3 日で水が引く所が多い。一方、水位記録 (Appendix Table 3-1-1) によると、外水位も 3 日以内で低下する場合が多い。しかし、排水不良のため一部では引続き湛水する。

2) Grita 川、Guaramito 川

Grita 川は、Puerto Santander 付近では、Zulia 川の背水により、溢水することがある。しかし、右岸ベネズエラ側が左岸の調査地域より相対的に低いため、調査地域への溢水は顕著でない。

Guaramito 川は Grita 川との合流点付近でかなり溢水する。これは、Grita 川の背水により、通水能力が阻害されているためである。

3) Zulia 川

Zulia 川の溢水は、調査地域である右岸側と地域外の左岸側の両方で生じる。Zulia 川の高水位は、Pamplonita 川、Grita 川、Venecia 川、La Miel 川などへ背水による影響を与え、流入各河川の通水量を減少させたり、逆流を生じさせたりする。

Puerto Leon では生起確率 $1/10$ 年程度の洪水が 1975 年に、生起確率 $1/3$ 年程度の洪水が 1973 年と 1981 年に生じた (表 3-9)。1975 年の洪

水の水位記録は標高約 534 m、1973 年と 1981 年では標高 52.4 m である。
 Puerto Leon 付近で本格的な溢水が生じるのは、同地点の水位記録が標高 51.8 m 以上に上昇する時からの考えられ、そのときの河川流量は約 500 m³/s である。

表 3 - 9 日最大水位

年	Agua Clara			La Donjuana			Puerto Leon			備 考
	水位 (m)	流量 (m ³ /s)	日 付	水位 (m)	流量 (m ³ /s)	日 付	水位 (m)	流量 (m ³ /s)	日 付	
1973	287	294+	Nov. 12	1.17	27.5	Nov. 14	4.58	512	Nov. 16	+ : データ欠損値 実際値は記載値 より大きいと推 定される。 基準標高 (m. A. S.L.) Agua Clara: EL 65.44 Puerto Leon: EL 47.81
1974	222	251+	May 3	1.25	32.6	May 3	3.90	407	May 3	
1975	3.09	341+	Dec. 16	1.43	51.0	Dec. 28	5.56	906+	Dec. 6	
1976	2.23	295+	Mar. 7	1.11	29.1	Feb. 11	3.57	564	Oct. 11	
1977	1.19	71+	Nov. 9	0.73	11.4	Nov. 7	3.15	280	Oct. 11	
1978	1.93		Apr. 5	1.10	28.5	Apr. 20	4.34	552	Apr. 20	
1979	2.05	183	Jun. 10	1.23	36.6	Nov. 26	4.13	579	Jun. 7	
1980	1.41	97	Oct. 7	0.98	17.0	Jan. 21	3.08	302	Nov. 6	
1981	3.40+	375+	Apr. - May	1.45	69.0	May 9	4.58	726	May 10	
1982	1.88		Apr. 15	1.10	42.0	May 4	4.45		May 2	

(5) 洪水解析

1) 解析方法

洪水量を推定するため貯留関数法の利用を予定したが、① 1983 年大雨期に顕著な洪水が生起しなかったため洪水資料は得られず、さらに、② Tachira, Grita 川の水文諸元の詳細は不明であるため、過去の溢水、氾濫資料に基づき洪水解析を行う。これには水文データ、河川縦横断面図、地形図、開取り、現地踏査による情報などを総合的に用いた。

2) 洪水水位および洪水流量

Pamplonita 川の Agua Clara, La Donjuana 観測所および Zulia 川の Puerto Leon 観測所における各年最大日水位は表 3-9 に示すとおりである。洪水位の継続状況を求めるために Agua Clara および Puerto Leon 観測所の各年の最大連続日数別に洪水位を示すと、表 3-10、3-11 の様になる。これによると Agua Clara の洪水位は比較的早く低下するが、Puerto Leon の水位は漸次低下する。ハイドログラフの代表的なものは図 3-9 に示す。洪水時の流量観測はあまり実施されておらず、洪水は溢水をともなったものであるので洪水流量の換算精度は低い。各年最大日流量は表 3-9 に示す。

Agua Clara および Puerto Leon の確率洪水位は図 3-10、3-11、3-12 に示す。

表3-10 Agua Clara 観測所における連続洪水位

最大水位		1 日		3 日 連続		5 日 連続	
		H	WL	H	WL	H	WL
年	1973	2.87	68.32	2.20	67.65	2.03	67.48
	1974	2.22	67.67	1.71	67.16	1.47	66.92
	1975	3.09	68.54	1.96	67.41	1.72	67.17
	1976	2.23	67.68	1.54	66.99	1.23	66.68
	1977	1.19	66.64	1.07	66.52	0.84	66.29
	1978	1.93	67.38	1.62	67.07	1.24	66.69
	1979	2.05	67.50	1.64	67.09	1.60	67.05
	1980	1.41	66.86	1.11	66.56	0.87	66.32
	1981	3.40+	68.85	2.95*	68.40	2.70*	68.15
	1982	1.88	67.33	1.35	66.80	1.35	66.80
確 率 年	20	4.5	70.0	3.3	68.8	2.9	68.4
	10	3.8	69.3	2.8	68.3	2.5	68.0
	5	3.2	68.7	2.3	67.8	2.0	67.5
	3	2.7	68.2	2.0	67.5	1.7	67.2
	2	2.3	67.8	1.6	67.1	1.4	66.9

注) H=水深 WL=水位=H+65-45

* 推定値

表3-11 Puerto Leon 観測所における連続洪水位

(単位:m)

最大水位		1 日		3 日 連続		5 日 連続		7 日 連続	
		H	WL	H	WL	H	WL	H	WL
年	1973	4.58	52.39	4.40	52.21	4.27	52.08	3.79	51.60
	1974	3.90	51.71	3.64	51.45	3.33	51.14	3.18	50.99
	1975	5.56	53.37	4.55	52.36	4.27	52.08	4.27	52.08
	1976	3.57	51.38	3.18	50.99	2.92	50.73	2.92	50.73
	1977	3.15	50.96	2.61	50.42	2.57	50.38	2.40	50.21
	1978	4.34	52.15	3.93	51.74	3.09	50.90	3.09	50.90
	1979	4.13	51.94	3.77	51.58	3.48	51.29	3.48	51.29
	1980	3.08	50.89	2.58	50.39	2.38	50.19	2.27	50.08
	1981	4.58	52.39	4.44	52.25	4.30	52.11	3.97	51.78
	1982	4.45	52.26	3.97	51.78	3.77	51.58	3.74	51.55
確 率 年	20	5.9	53.7	5.3	53.1	4.9	52.7	4.7	52.5
	10	5.4	53.2	4.9	52.7	4.5	52.3	4.3	52.1
	5	5.0	52.8	4.4	52.2	4.0	51.8	3.8	51.6
	3	4.6	52.4	4.1	51.9	3.7	51.5	3.5	51.3
	2	4.2	52.0	3.7	51.5	3.4	51.2	3.2	51.0

注) WL=H+47.81

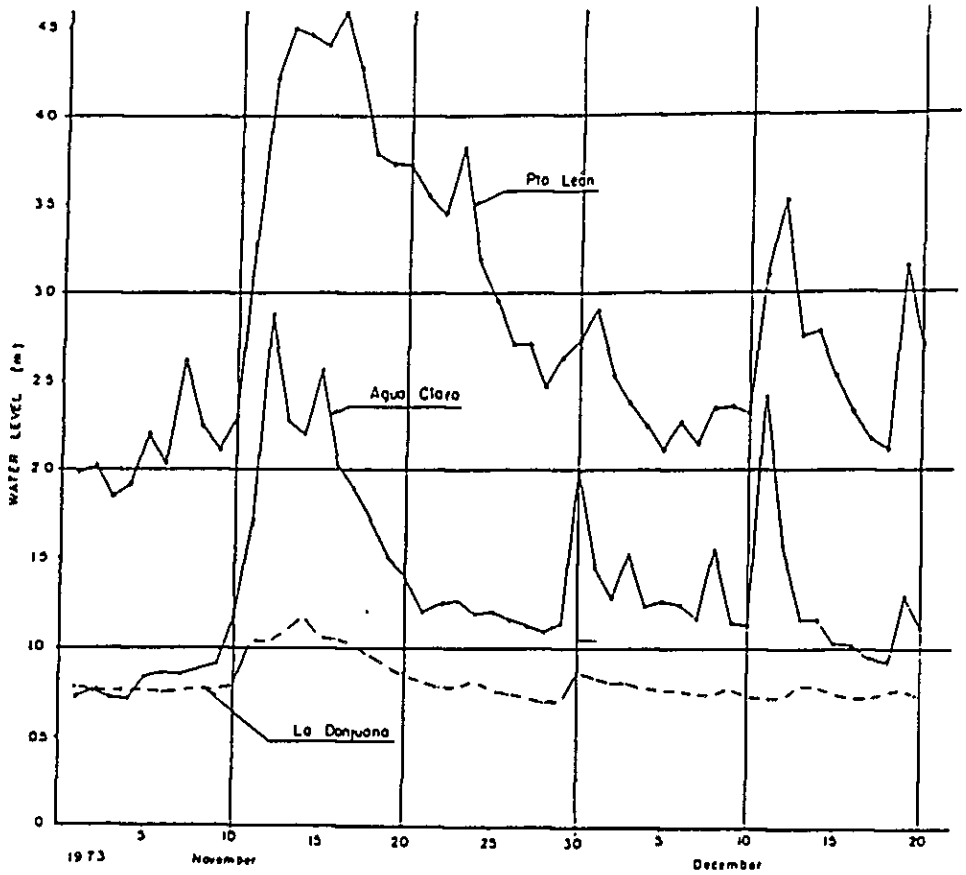
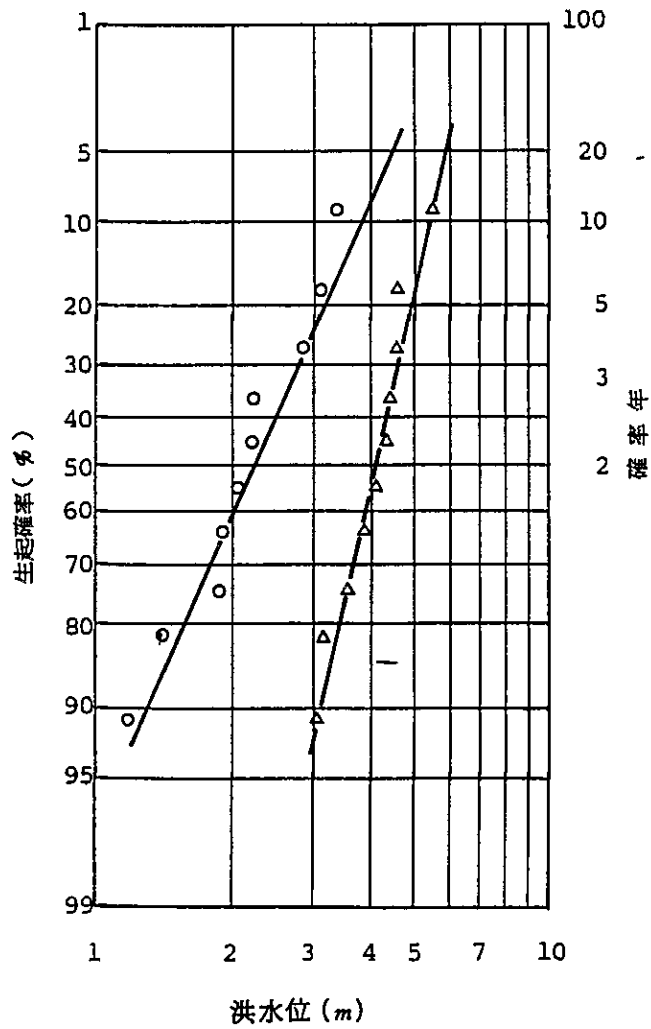


図 3-9 洪水位ハイドログラフ

T (年)	Agua Clara		Puerto Leon	
	H (m)	WL (m.A.S.L.)	H (m)	WL (m.A.S.L.)
20	4.5	70.0	5.9	53.7
10	3.8	69.3	5.4	53.2
5	3.2	68.7	5.0	52.8
3	2.7	68.2	4.6	52.4
2	2.3	67.8	4.2	52.0

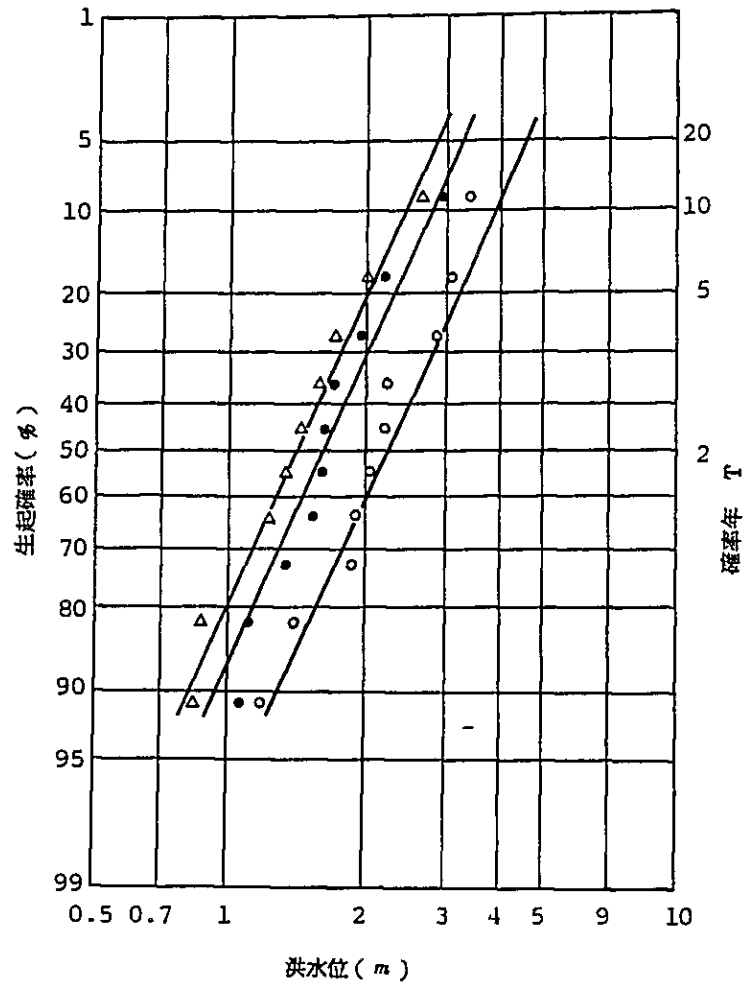


Weibull Plot 方法

○ Agua Clara

△ Pto. Leon

图 3 - 1 0 確率洪水位



- 凡 例
- 連続日数
- 1日
 - 3日連続
 - △ 5日連続

Weibull Plot 方法

図 3 - 1 1 Agua Clara における洪水位

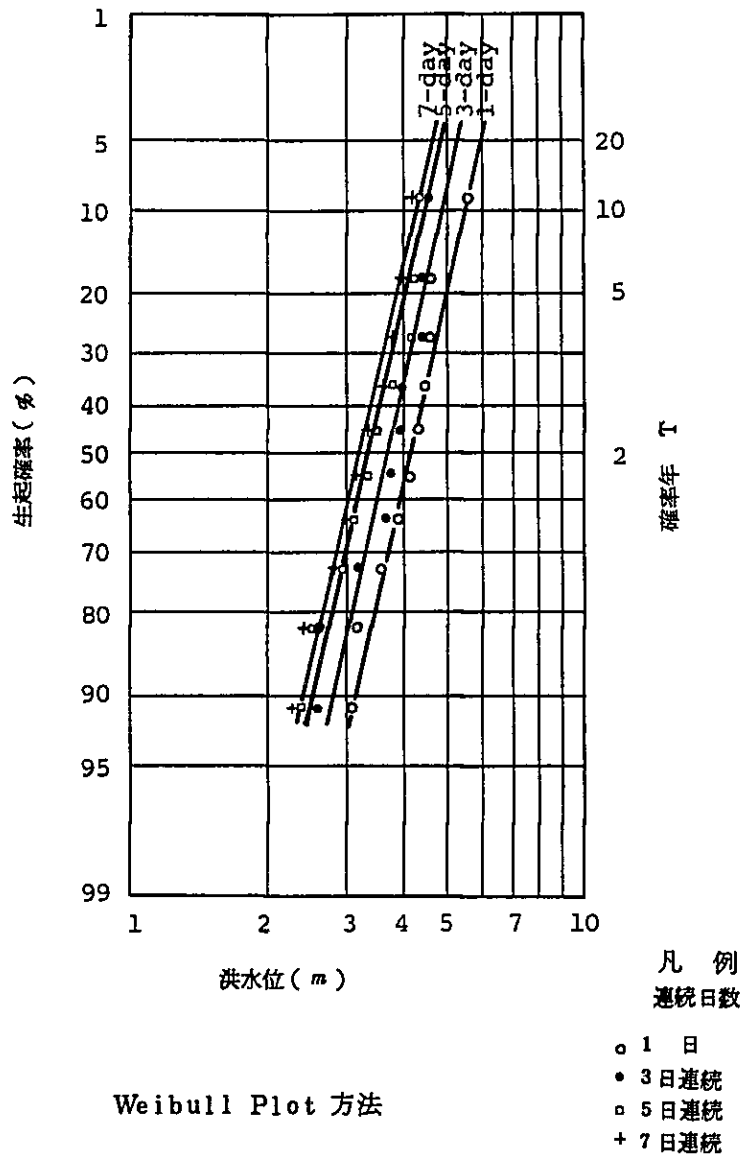


図 3 - 1 2 Puerto Leon における洪水位

3) 溢 水

Zulia 川、Pamplonita 川および Grita-Guaramito-La China 川の河床勾配はそれぞれ $1/2400$ 、 $1/2000 \sim 1/240$ 、 $1/2000 \sim 1/1000$ 程度である（図 3-13、3-14、3-15）。Pamplonita 川が調査地域南部で急に河床勾配が緩くなるのに対し、Grita-Guaramito-La China 川は河床勾配の変化が小さい。生起確率による洪水水位は聞き取りなども参考にして断面図に示す（図 3-13、3-14、3-15）。

溢水地点は上記縦断面図、聞き取り、踏査および地形図により推定した（図 3-16）。

溢水量は図 3-14 を基に氾濫地区の不等流計算を行って推定する。

Pamplonita 川の溢水地点での溢水水位は Agua Clara の水位を用いて行ない、又、氾濫水が Guaramito 川に流下する水位は現地踏査・聞き取り結果より推定する。氾濫時の粗度係数は現況の小河川部で 0.05 また、氾濫域で 0.5 とし溢水水位に整合するまでトライアル計算を行った。この結果、生起確率 $1/5$ 年における Pamplonita 川からの全溢水量は $200 \text{ m}^3/\text{s}$ と推定される。

溢水の状況は Pamplonita 川と Zulia 川では異なる。Pamplonita 川の自然堤を越流した水は地形勾配に従い右岸では北東方向へ、左岸北部では北西方向へ向う。蛇行の顕著な河道に沿って三ヶ月湖が多く、遊水部となっている。

Puerto Leon 地点での Zulia 川の溢水は北東方向の Zulia 川と Grita 川の合流点付近に流下する。

連続溢水日数は連続日数別洪水水位（表 3-10、11）より推定する。

Pamplonita 川の 5 年確率洪水で溢水が続くのは 3 日程度で、2 年確率洪水では 1 日以内である。Zulia 川の 5 年確率洪水による溢水は連続 5 日程度で、2 年確率では 1 日程度である。

(4) 氾 濫

溢水量および氾濫面積は不等流計算によって検証され、結果は図 3-17 に示す。これをみると溢水量は小河川の通水能力を越えていることが明瞭である。

確率年別の氾濫面積は生起確率 $1/2$ 年で $1,050 \text{ ha}$ 、生起確率 $1/5$ 年で $4,300 \text{ ha}$ 、10 年確率で $6,560 \text{ ha}$ となる。北部は大きく南部は小さい。

外水位の低下にともなう氾濫面積は、連続日数別洪水水位（表 3-10、3-11）に基づき表 3-12 のように推定される。この結果、氾濫面積は生起確率 $1/2$ 年では $1,050 \text{ ha}$ で、 $1/5$ 年・ $1/10$ 年の生起確率ではそれぞれ $4,300 \text{ ha}$ 、 $6,500 \text{ ha}$ におよぶ。

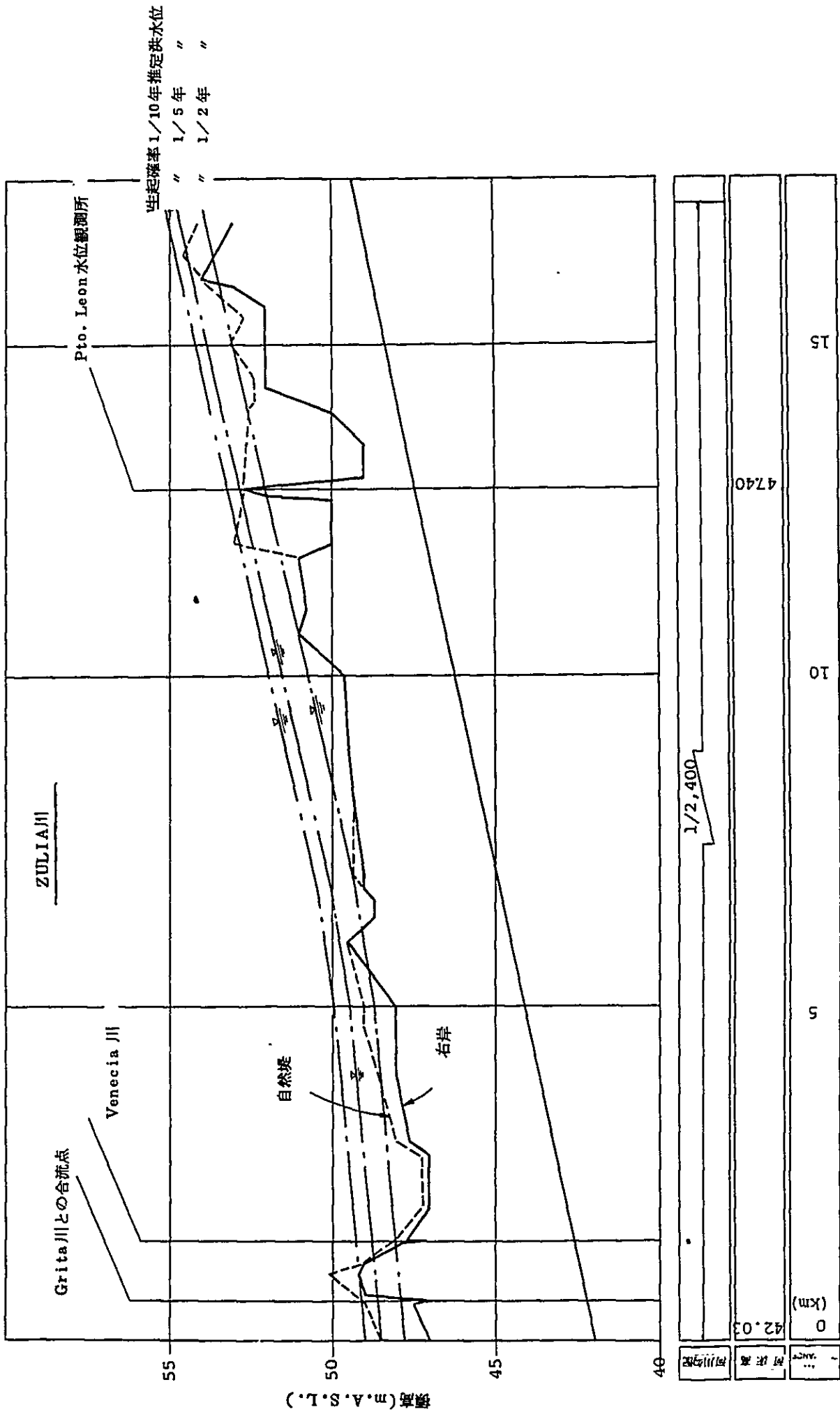


図 3-13 Zulija 川縦断面図

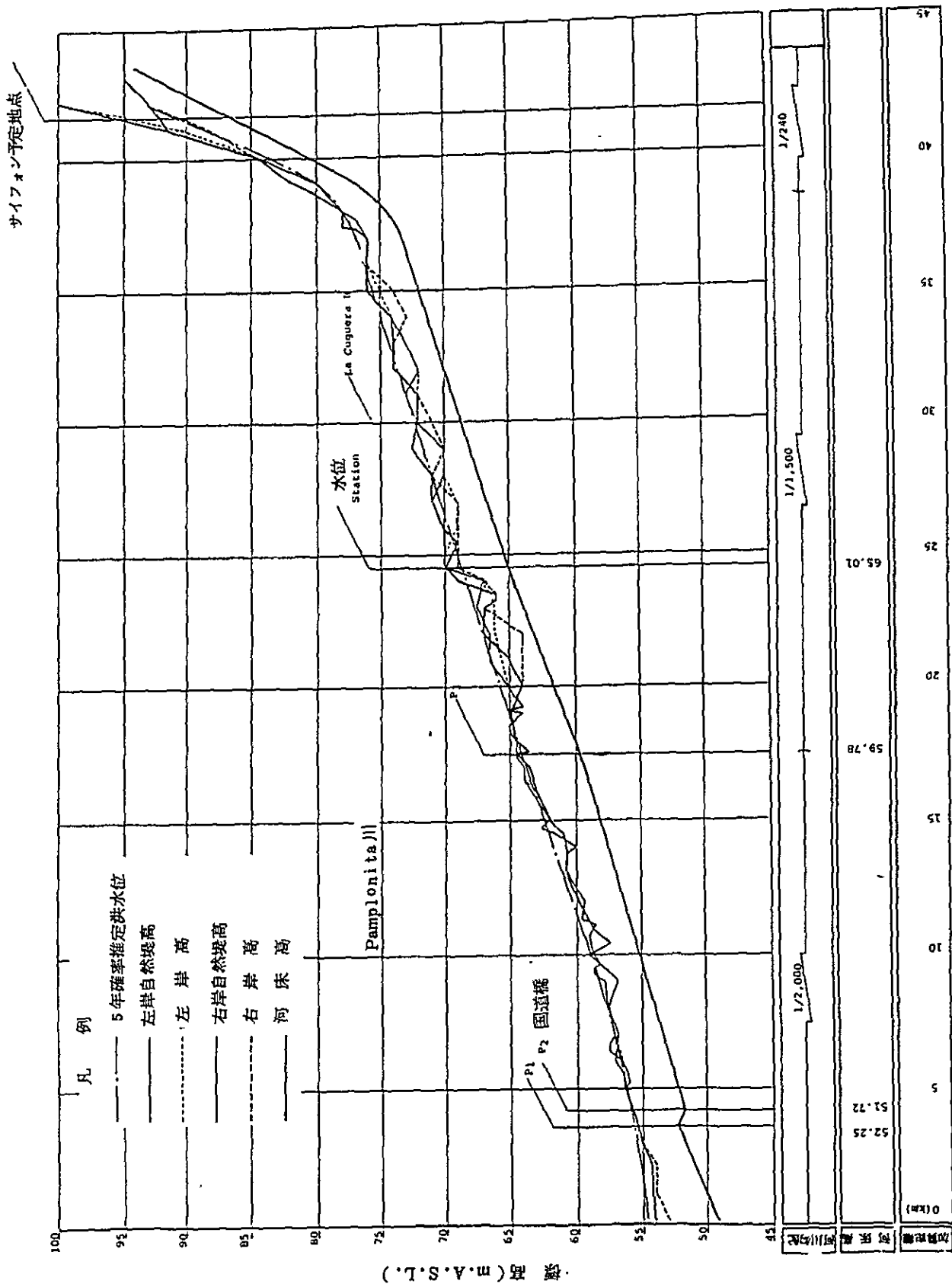


図 3-14 Pamplonita 川縦断面図

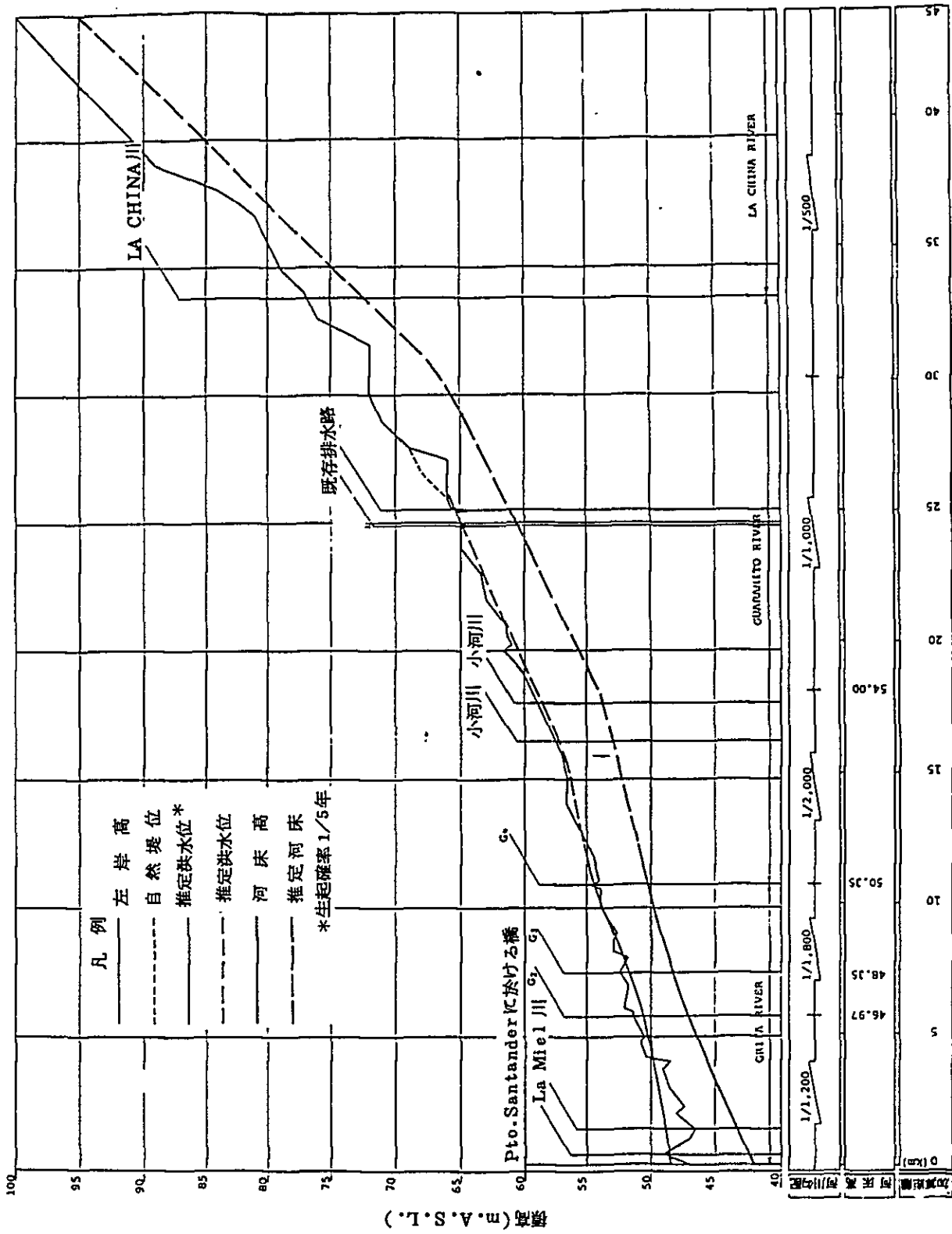


図 3-15 Grita 川 - Guaramito 川 - China 川 縦断面図

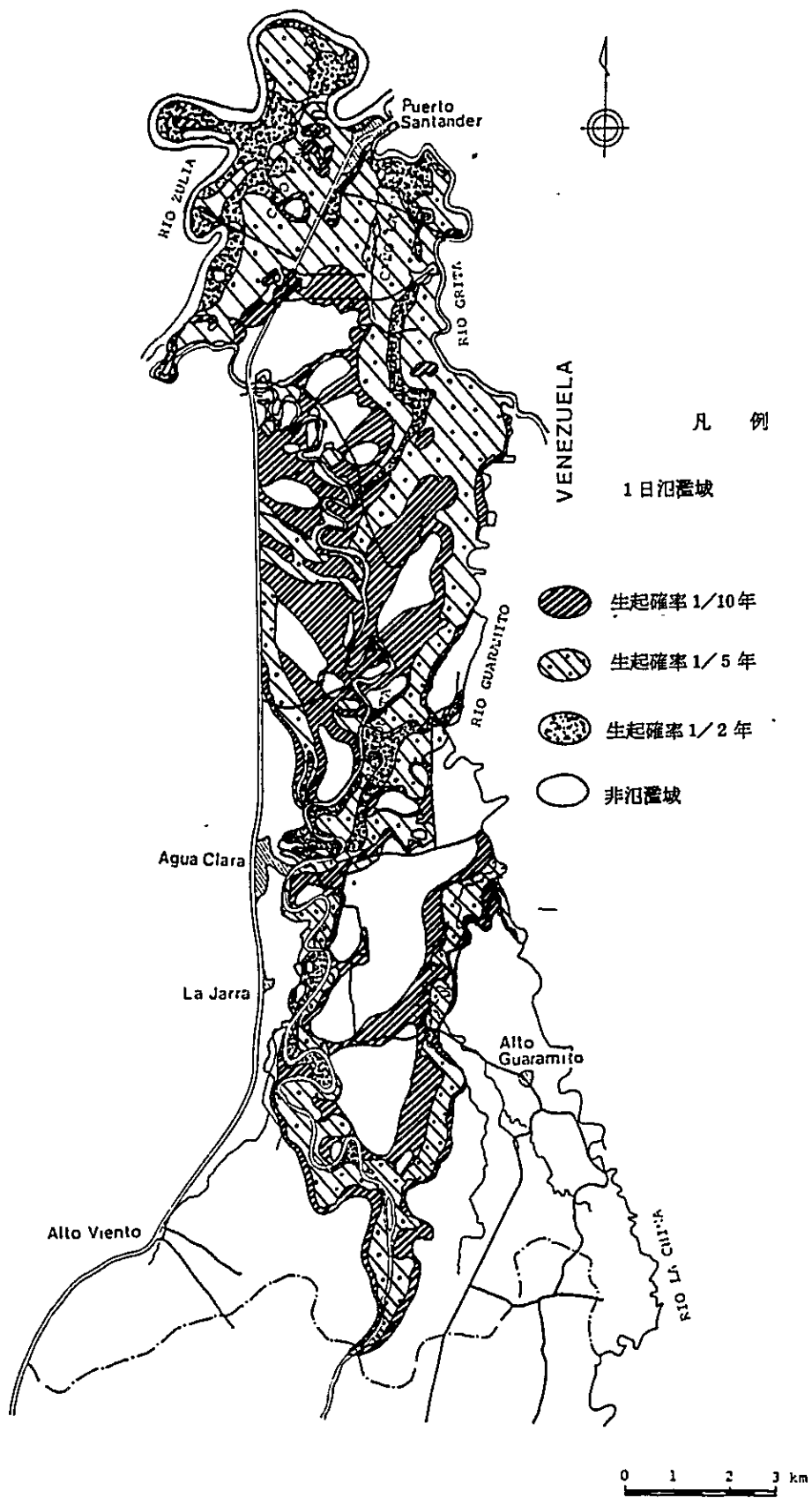


图 3-16 汨濬图

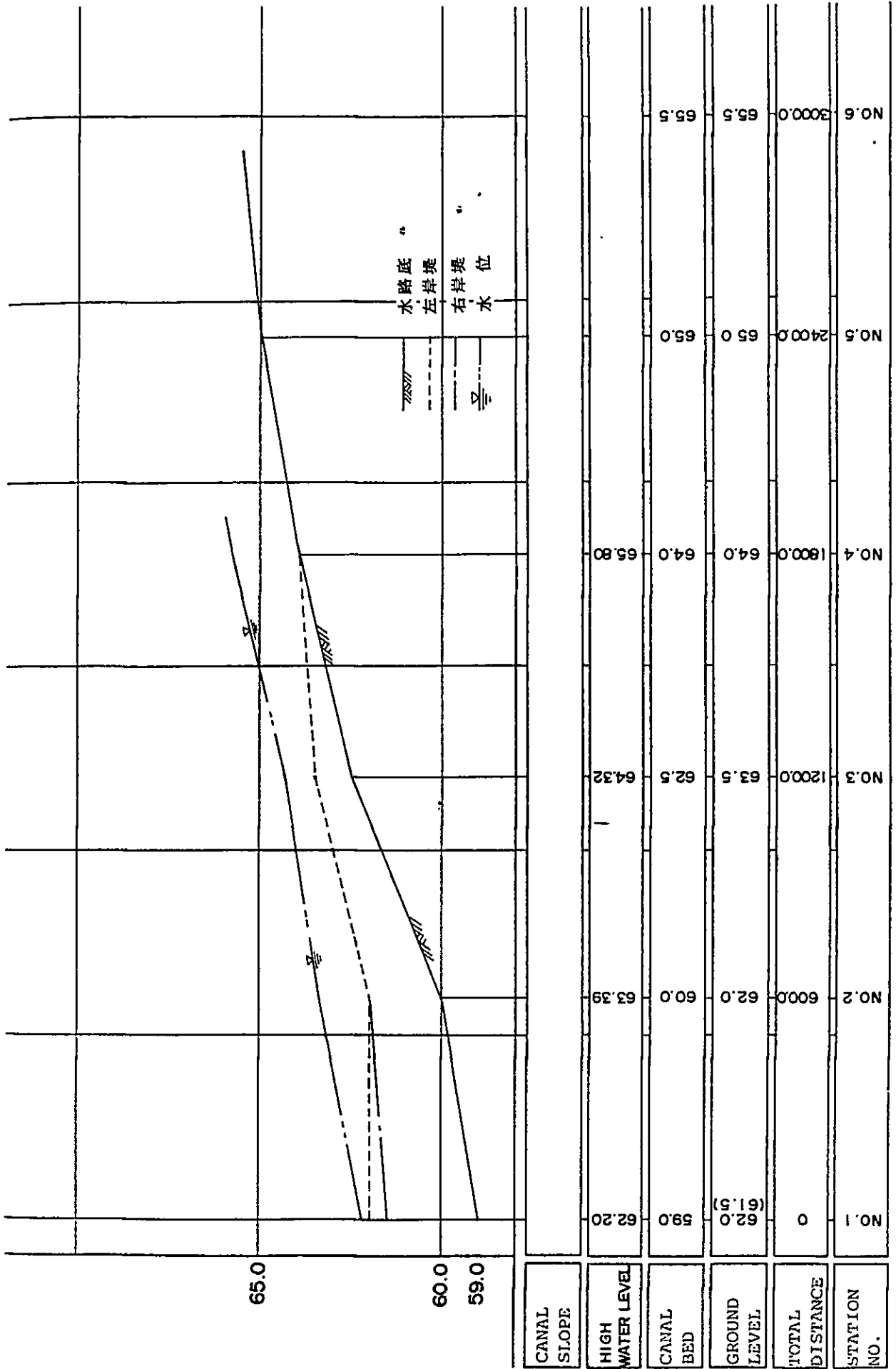


图 3-17 氾濫地域現況縦断面图

表 3 - 1 2 確率年別氾濫面積

(ha)

氾濫期間	確 率 年		
	2 年	5 年	10 年
1 日	1,050	4,300	6,560
3 日	—	1,470	3,400
5 日	—	340	2,050
7 日	—	—	900

(6) 河川洪水と強雨

河川洪水位のピークと調査地区内の強雨ピークの時間差は、おおむね1日以上降雨が先行する。ハイエトーハイドログラフの代表的な例を図3-18に示す。

洪水到達時間は Pomplonita 川で半日～1日位、調査地域内小河川では2～3時間位である。

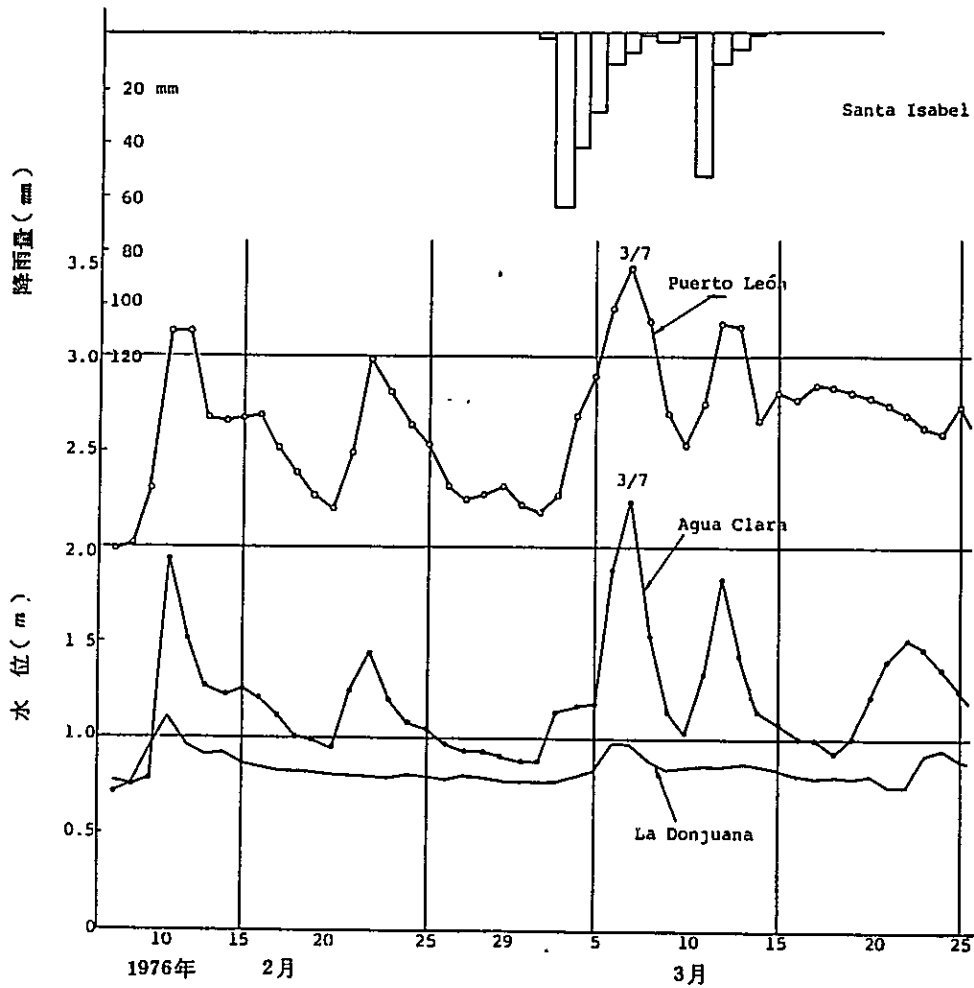


図 3 - 1 8 ハイエトーハイドログラフ

3.2.4 地形、地下水、その他

(1) 地形、地質

本地域の地形は、沖積平野と河岸段丘に区分できる。沖積平野は標高約 50 m から約 75 m までの地域で面積は 1,500 ha である。地形勾配は南から北へ移行するにつれ緩くなり、約 1/500 から約 1/800 になる。緩い階段状傾斜が発達していて、平坦地形では凹地域が一部あり、蛇行小河川が見られる。地形の緩勾配の分布を地形図上に示すと、地形勾配 1/500 以下の地域は主として北部に分布しており、中部、南部には局所的に点在している（図 3-19）。

河岸段丘は標高約 75 m 以上の地域は 2,000 ha あり、約 1/150 の北傾斜を持つ。

Pamplonita 川は周辺部よりも地形上高位部に位置する。地域の北部の国道より東側では、地形は北東傾斜をもつ。

本地域の地質はすべて粘土、砂、礫よりなる沖積層である。これらの堆積物は、それぞれ最大幅 1 m の互層で発達していて母岩は珪質岩、安山岩が主である。この互層の多くは、第四紀構造運動の結果、高傾斜を持っている。この地層を、不整合に土壌層が緩い北傾斜で覆っている。

(2) 地下水位

地下水の主な函養源は降雨である。地下水の流動速度は地形、土壌の影響のため遅いと考えられる。

HIMAT 管理下にある 33 個所の観測井戸（図 3-20）資料によると、一般的に雨期（特に 11～12 月）および多雨年は高地下水位にあり、乾期（特に 7～8 月）および少雨年は低地下水位にある。

北部は、地下水位が高く、年平均で地表面下から 0.6～1.2 m、雨期には 0.3～0.5 m に上昇し、年間を通じ 60～70% の期間が 1 m より高い。中部は、年平均で地表面下 1.0～2.0 m、雨期には 0.4～1.0 m に上昇し、年間を通じて約 25% の期間は 1 m より高い。これに対し、南部の段丘地区では年間を通じて地下水位に大きな変化はなく、ほとんどが地表面下 2～3 m 以下である（図 3-21）。

地表面下 1 m の等地下水位線は図 3-20 のようになり、北部では、ほとんどの地帯が 1 m より高い。

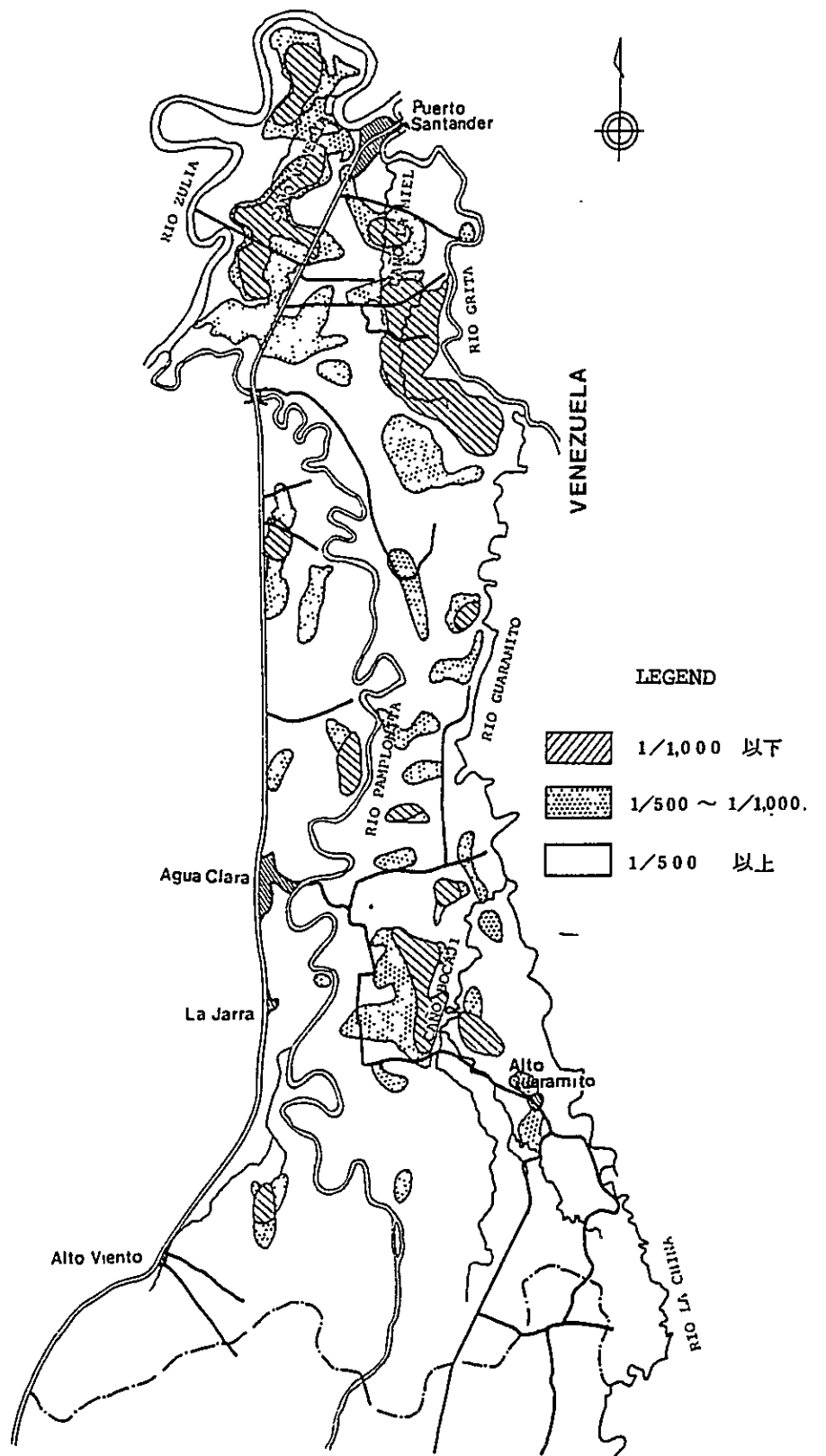


图 3-19 地形勾配图

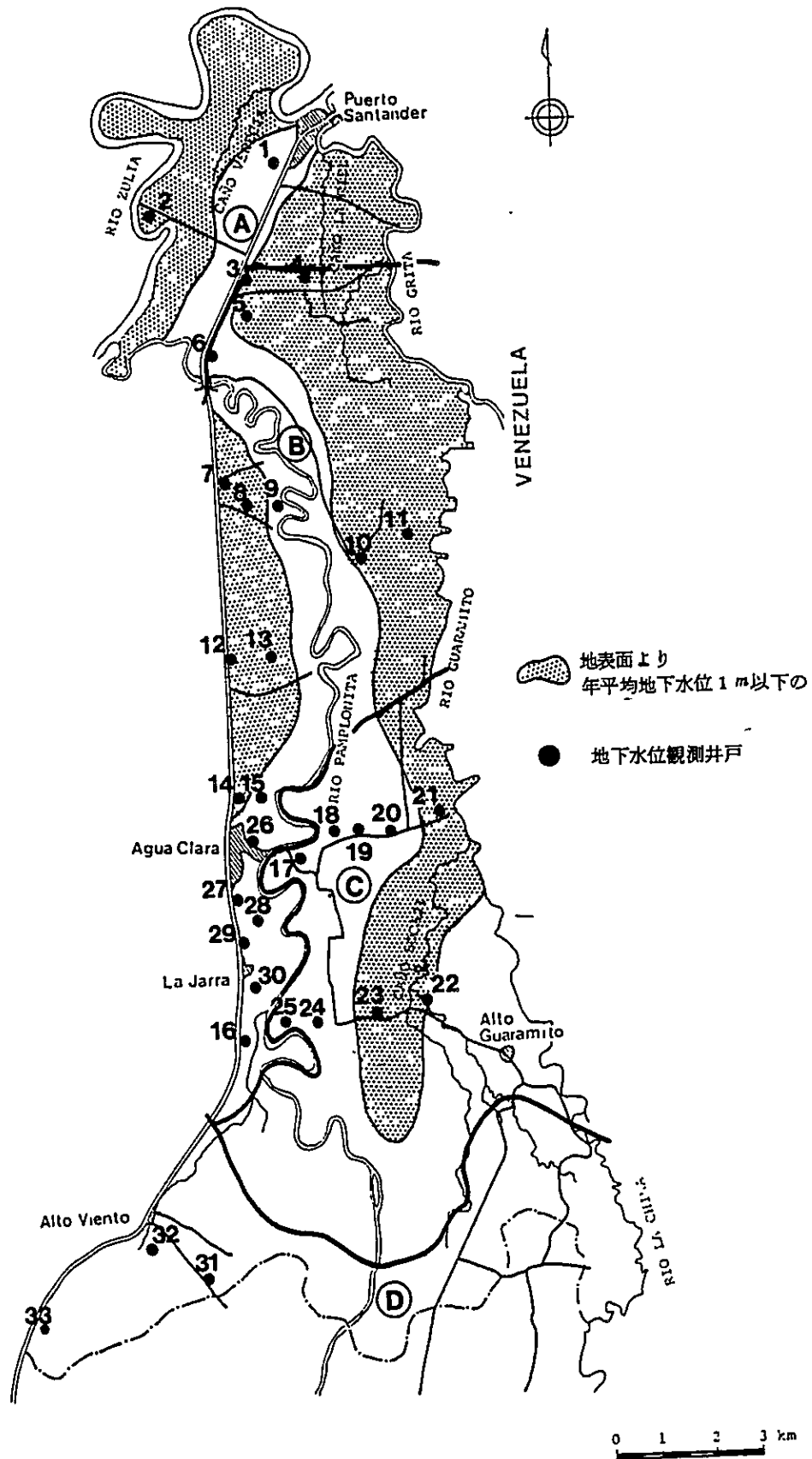
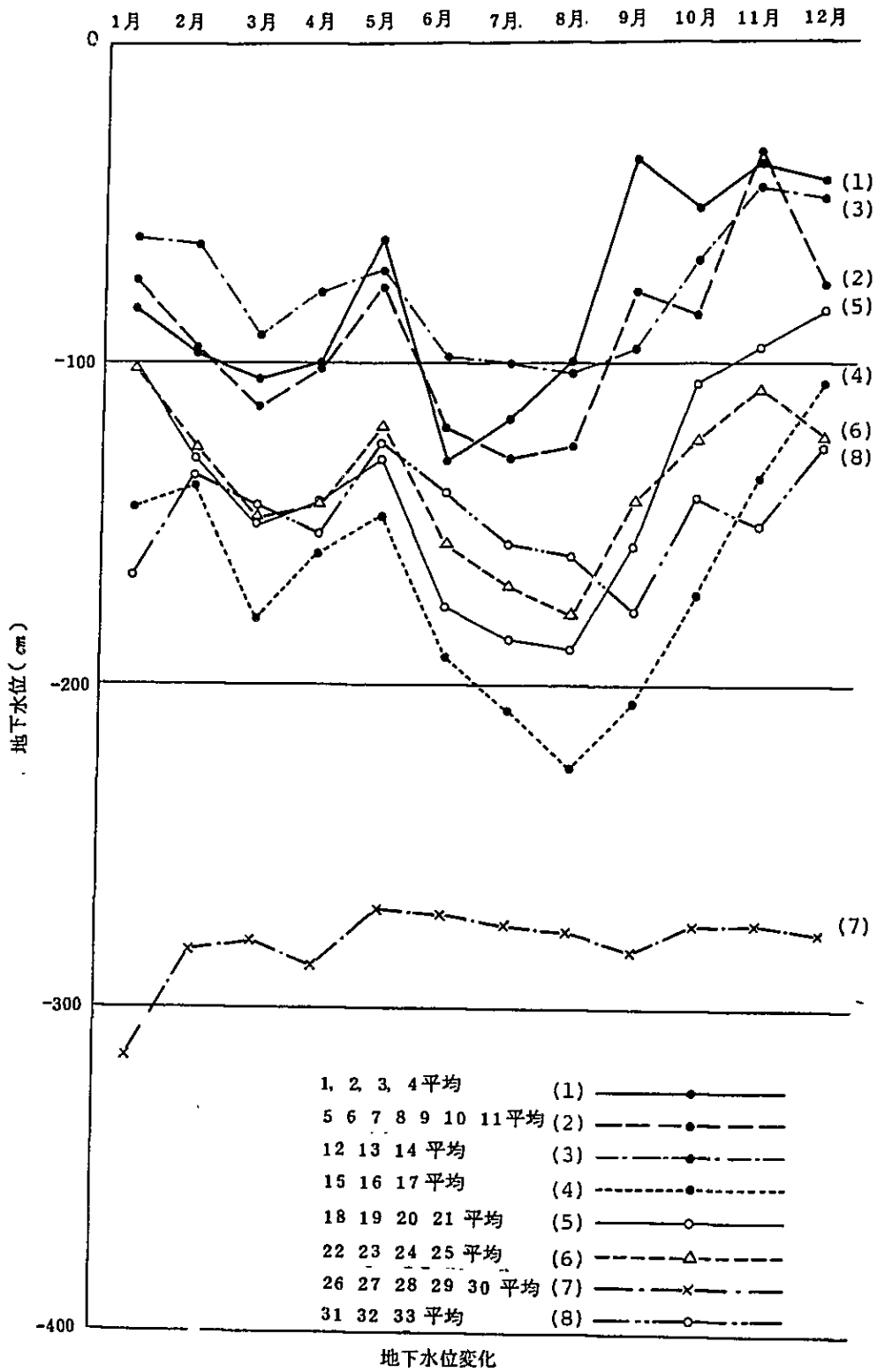


図 3-20 地下水位等深線図



注) 番号は Fig. 3-20 の観測井番号に符号する。

図 3-21 月平均地下水水位変化

(3) 水 質

Zulia地区のかんがい水源であるZulia川(採水地点Pajarito)の水質は、USBRの分類によると、C₁ S₁に分類され、SAR(Sodium Adsorption Ratio: Na吸着比)が1.0以下である。したがって、塩類やナトリウムが蓄積する可能性が少ない。かんがい、排水を技術的に管理するかぎり、かんがい用水として広く使用することが出来る。

Pamplonita川の水質はC₂ S₁に分類される。これは、上流域のPamplona, Cucutaの下水が流入しているためである。家庭用井戸水は、電気伝導度10 μ V \sim 400 μ V程度で良質な水と考えられる。

3.25 土壤および土地分級

(1) 土壤分類

調査地域の土壤は、分布地形や母材で大きく3区分でき、10の土壤統に分類される。土壤統別の概要と土壤分布の概要を表3-13および図3-22に示す。

表3-13 土壤統特徴

土 壤 統	面 積 (ha)	土 性	地 形	排 水	生 産 力
1) 自然堤上の土壤					
Javilla	2,190	CL, SiL	自然堤	中～不良	高～中
Cambulos	1,380	L, SiCL	自然堤	中～不良	高～中
Pamplonita	310	SL	自然堤	良～中	中～低
計	3,880				
2) 中央低地の土壤					
Zulia	1,100	SiCL	旧河川跡又は低地	極めて不良	中
Guaramjto	4,220	C, SiCL	沖積平野	不良～極めて不良	中
La Union	1,550	L, SiCL	沖積平野	不良～極めて不良	中
計	6,870				
3) 段丘上の土壤					
La Jarra	220	C	河岸段丘	中	中～低
Alto Viento	330	SL	河岸段丘	良～中	中～低
Fortaleza	1,210	LS	河岸段丘	良	中～低
Maranon	270	LS	河岸段丘	良	中～低
計	2,030				
そ の 他 (市街地、道路、川)	720				
合 計	13,500				

1) 自然堤上の土壤統

本土壤統は、河川沿いに狭い幅でみられ、分布面積は3,880haで、調査地域面積の28.7%を占める。分布地形は平坦で、河川洪水をうけることが多い。この区分に該当するのはJavilla統(JA)、Cambulos統(CA)およびPamplonita統(PA)である。土性はPAが粗粒質で、他の2土壤統はほとんどが中粒質で、内部排水は中～不良である。pHは中性～弱酸性で、生産力は概して高い。

2) 中央低地の土壤統

本土壤統は中部および北部の平坦な沖積平野の主要河川の自然堤に囲まれて分布している。分布面積は6,870haで、調査地域面積の50.9%を占める。土

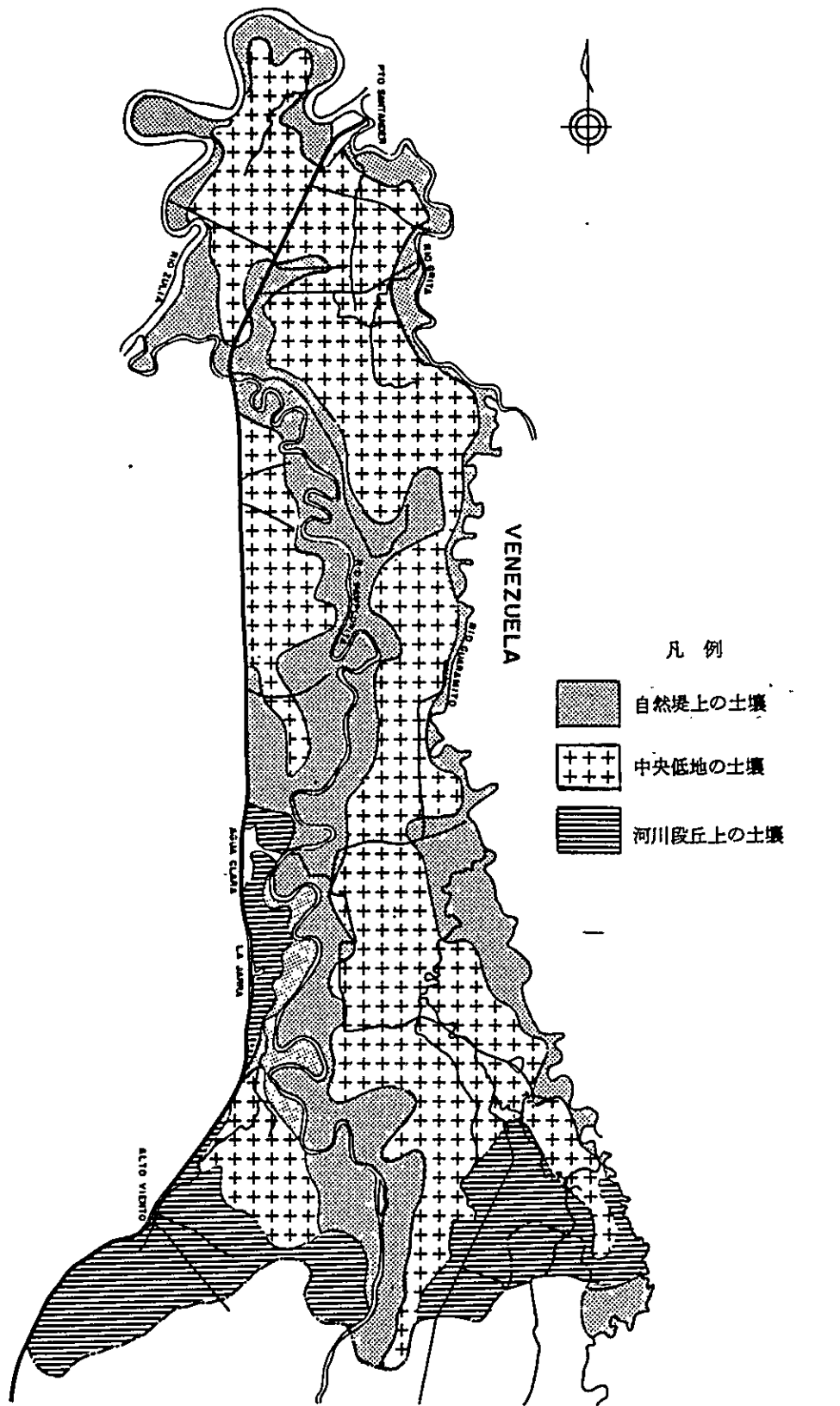


図3-22 土壌分布概要図

性が細粒質あるいは中粒質であるため内部排水に支障をおよぼし地下水位が高い。この区分に該当するのは、Zulia 統 (ZU), Guaramito 統 (GU) および La Union 統 (LU) である。これらの土壌は細粒質の土性のため、湿潤状態では可塑性が強く泥ねい状となり、逆に乾燥状態では極めて固く固結する性質を持っている。また、乾湿のくりかえしと、植生の作用によって平坦面に溝が網目状に発生する地表面浸食 (Zuro) がしやすい。pH は中性 ~ 弱酸性で保肥力が大きく、かつ塩基飽和度も良好であるため、排水施設が整備されれば生産力はかなり高くなる。

3) 段丘上の土壌統

本土壌統は主に調査地域南部の段丘上に分布し、その面積は 2,030 ha で調査地域面積の 15.1% を占めている。排水状態は一般に良好である。この区分に該当するのは La Jarra 統 (LJ), Alto Viento 統 (AV), Fortaleza 統 (FA) および Marañon 統 (MA) である。LJ が細粒質である以外は、粗粒質の土性をもつ。LJ は緻密な下層土をもつため、透水性は低い。他の土壌統は砂質のため透水性は高い。2) 群の土壌統に比べ易耕性は高い。しかし、4 土壌統とも溶脱作用のため土壌中の養分は少なく、強酸性 (pH 4.0 ~ 4.5) を呈する。特にりん酸分に欠乏している。したがって生産性は中 ~ 低である。

各土壌統の詳細と土壌分析結果は Appendix 5.2 に示す。

(2) 水分保持力

調査地域内の土壌の圃場容水量は、試験結果 (INCORA, 1970) によると、自然堤上の土壌が 20-30 vol.%, 中央低地の土壌が 25-35 vol.%, 段丘上の土壌が 10-20 vol.% である。一方、永久シオレ点の容水量はそれぞれ 5-15 vol.%, 15-20 vol.%, 1-5 vol.% である。

この結果より、根域の深さを 100m として求めた有効水分量 (圃場容水量 - 永久シオレ点容水量) は平均 114.5 mm である。

本調査で実施したインタークレート試験と INCORA による同試験により、次の結果を得た。

$$\begin{aligned}
 \text{積算浸入量} & D = C T^n \\
 & = 2.4 T^{0.55} \text{ (mm)} \\
 \text{シリンダーインタークレート} & I_c = 60 C_n T^{n-1} \\
 & = 79.2 T^{-0.45} \text{ (mm/mm)} \\
 \text{ベーシックインタークレート} & I_b = 60 C_n \{ 600 (1-n) \}^{n-1} \\
 & = 6.4 \text{ (mm/hr)}
 \end{aligned}$$

ここでT：時間（min）

C, n：定数

なお、これらの試験結果の詳細はAppendix Table 5-2-6に示す。

(3) 土地分級

土地分級はUSBRの基準によったが、調査地域の河川洪水および排水などの影響を考慮して修正した。

分級因子は、土壌、地形および排水である（表3-14）。

土地分級の各級位は、以下の様になる。

農業適地

級位1： 耕作地として規制因子はなく、高い生産力をあげることができる土地

級位2： 耕作地としてわずかに規制因子はあるが、改善は容易でかなり高い生産力をあげることができる土地

級位3： 耕作地として規制因子はあるが、改善することによって、普通程度の生産力を期待することができる土地

級位4： 耕作地としての利用は可能であるが、大きな規制因子があり、その利用に制限をうける土地、あるいは生産力の劣る土地

農業不適地

級位6： 耕作地として大きな規制因子があり、農業に適さない土地、あるいは保全上、農業を行うべきでない土地

市街地および住宅地

表3-14 土地分級基準

因子	級位1	級位2	級位3	級位4	級位6
1) 土壌 土性 土層の深さ pH 塩類の影響	SL~CL 150cm< pH 5.5~8.0 Na飽和度10%以下で、 EC 2mmho/cm以下	LS~C(浸透性良好) 120cm< pH 5.0~8.5 Na飽和度12%以下で EC 4mmho/cm以下	LS~C(浸透性良好) 90cm< pH 4.5~9.0 Na飽和度15%以下で EC 6mmho/cm以下	S~C 60cm< pH 4.0~9.0 Na飽和度20%以下で EC 8mmho/cm以下	級位4の条件 以下の土地
2) 地形 傾斜 均平の必要性 土地利用	3%> なし 耕地又は牧草地	7%> 少 耕地又は牧草地	7%> 中 耕地、牧草地又は かん木地	12%> 多 耕地、牧草地、かん木 地又は林地	
3) 排水 地下水位 洪水	1.5m> なし	1.2m> まれ(10年に1回)	1.0m> 中(5年に1回)	0.5m> 多(2年に1回)	

調査地域の分級別面積は次のとおりである（表 3-15）。

表 3-15 土地分級別面積

級 位	面 積 (ha)	割 合 (%)
農業適地		
級 位 1	70	5.5 (6.7)
級 位 2	1,790	13.2 (16.2)
級 位 3	5,410	40.1 (49.0)
級 位 4	3,100	23.0 (28.1)
小 計	11,040	81.8 (100.0)
非農業適地		
級 位 6	1,740	12.9
市街地および住宅地	450	3.3
川および道路	270	2.0
小 計	2,460	18.2
合 計	13,500	100.0

この結果、農業適地が全調査地域面積の 80% 以上あるが、農業適地の約 77% が級位 3 以下に属する。

なお、土地分級図は Appendix Fig. 5-3-1 に示す。

3.2.6 植 生

調査地域の潜在自然植生は熱帯常緑降雨林であり、Holdrige の植生分類法によれば、調査地域全域は熱帯湿潤林に該当する。

一般にこの植生区分域は、畜産およびバナナ、米、キャッサバ、トウモロコシ、料理用バナナ、フリホール豆、サトウキビ、カカオ、アフリカヤシ、ココナツ、果実の栽培に利用されている。調査地域の現在の優占植生は、牧草である。

3.3 排水不良

3.3.1 排水不良の要因

調査地域の大部分は排水不良地である。排水不良の主要な要因は降雨と河川洪水である。降雨による排水不良は長期間続き、地表水の湛水期間は 5 日～1 年中である。河川洪水による排水不良は短期間ですみ、地表水の湛水期間は、おおむね 7 日以内である。降雨と河川洪水の双方の原因をもつ排水不良があるが、調査地域では、特に降雨による排水不良が基本的なものである。

なお、既存排水施設として、北部の EI Dave および中部の Campo Alegre に、

1960年代に排水改良工事が行われたが、工事の未完了、維持管理の不徹底などで排水効果は十分上がっていない。

3.3.2 降雨による排水不良

(1) 発生過程

1) 一般状況

調査地域の年雨量は場所、年により異なるが、おおむね1,000～3,000mmの範囲で変化し、北部にいくほど多雨である。月雨量の変化は平均値では100～300mmであるが年により月雨量は0～800mmの範囲で変化する(図3-4)。4、5月と9～12月は平均月雨量が200mm以上あり、排水不良が起こりやすい。1mm/日以上以上の降雨日数は表3-16のとおりで、一般に雨期では各月10～20日位で、乾期でも各月10日位ある。雨期には20mmの降雨が2日に1度、乾期には10mmの降雨が3日に1度あり、重粘土質と平坦な地形により排水不良が恒常的になっている。

表3-16 Santa Isabelにおける降雨日数(1mm以上)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
1971	13	9	15	10	22	9	8	13	18	17	9	15	158
1972	10	14	10	17	11	12	11	10	8	10	12	6	131
1973	2	4	6	6	12	8	9	13	15	16	24	16	131
1974	12	12	19	11	15	9	14	14	17	15	17	15	170
1975	5	9	7	11	14	12	14	18	16	14	18	21	159
1976	11	19	19	13	10	7	9	8	12	19	9	3	139
1977	8	0	8	8	11	17	13	13	15	19	11	0	123
1978	3	8	15	19	13	9	12	9	14	15	9	12	138
1979	9	7	18	17	8	16	12	9	17	17	14	14	158
1980	10	8	1	10	9	13	15	19	17	19	21	19	143
1981	21	15	11	25	21	15	10	10	11	10	11	0	160
平均	9	10	12	12	13	12	12	12	15	16	14	11	148
(%)	(29)	(35)	(39)	(40)	(42)	(40)	(39)	(39)	(50)	(52)	(47)	(35)	(41)

2) 強雨時の状況

日雨量100mm程度の強雨はほぼ毎年発生する。このような強雨時においては、降雨により生じた表面流出水が、低平地に大規模な湛水を生じるが、これらの小河川は、蛇行、断面不足、立木、雑草の繁茂のため通水能力が小さい。その結果、小河川に沿った帯状の地帯と下流部の勾配の小さい地域で氾濫が生じる。Bocaji川、La Miel川などが代表的な例である(図3-23)。

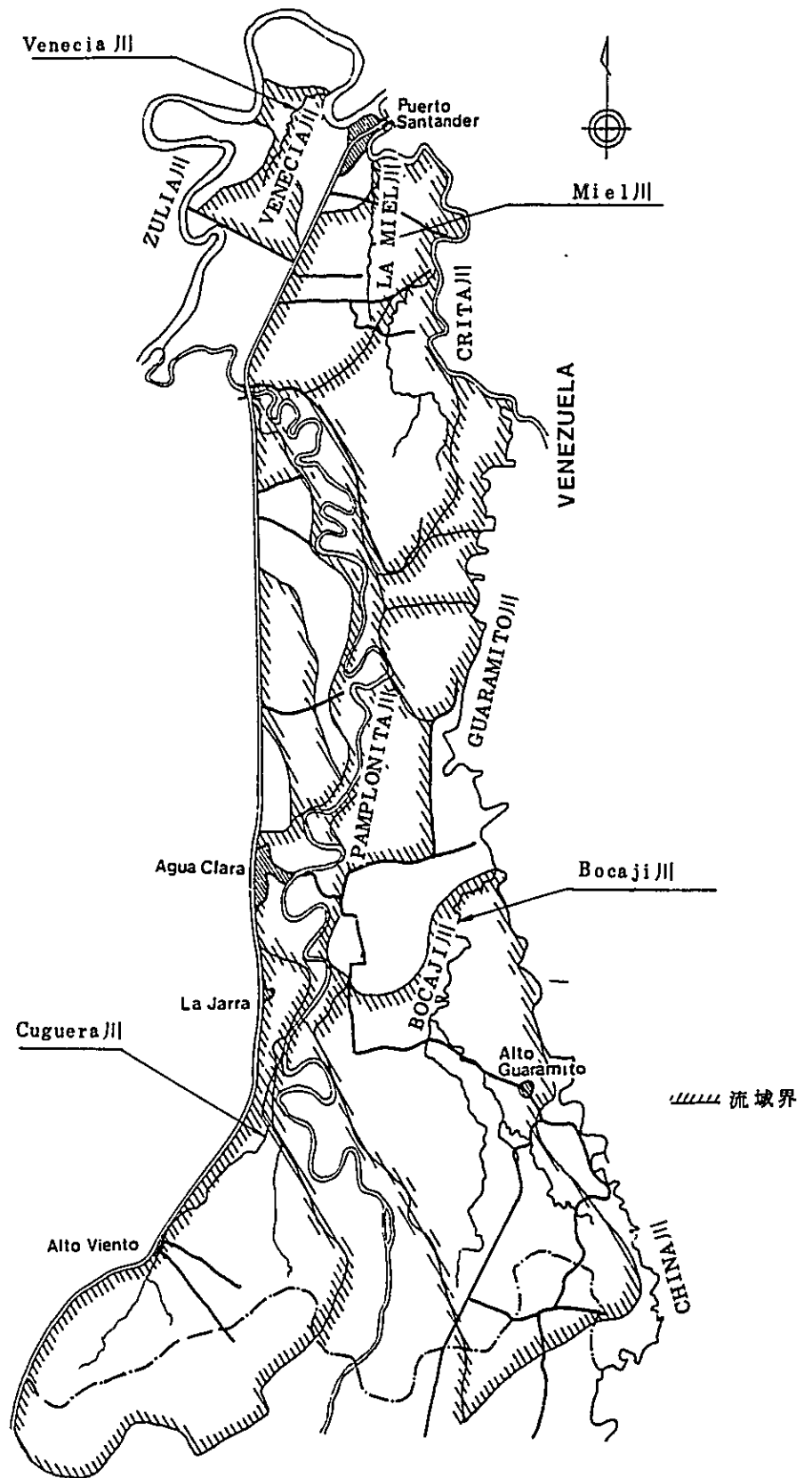


图 3 - 2 3 現況排水系統

(2) 排水系統

現況の排水系統は、Pamplonita 川右岸側南部の大部分は Bocaaji 川の流域で、北部は La Miel 川など小河川の流域であり、両河川とも Guaramito - Grita 川へ流出する。Pamplonita 川左岸側南部は Pamplonita 川の流域であるが、左岸側北部は Floresta 川の流域となる。Zulia 川右岸は小規模河川が Zulia 川へ流出する（図 3-23）。

(3) 降雨による湛水状況

地形、土壤調査の結果、降雨による排水不良面積は丘陵部を除く 10,000 ha である。その中でも湛水深 30 cm 以上、湛水期間が 10 日以上続く地域が 2,700 ha ある。現地調査の結果、このような地域は北部ほど広範に分布し、地形勾配が 1/500 以下の地域とほぼ一致する。特に La Miel 以下の地域とほぼ一致する。特に La Miel 川沿いでは一年中湛水している地域がある。強雨時には湛水深が 10 ~ 20 cm 位常時より高くなる。2 日以内に湛水深は減少するが、その後も恒常的な排水不良の状態が続く（図 3-24）。

3.3.3 河川洪水による排水不良

(1) 発生過程

1) Pamplonita 川

① 調査地域南境以南

Pomplonita 川上流域の生起確率 1/5 年最大日雨量は 89 mm、Cucuta 周辺のそれは 66 mm と比較的小さいので、洪水比流量もそれほど大きくない。洪水規模が大きいと Tachira 川との合流点と San Faustino 橋の間の氾濫原で一時貯留される。San Faustino から調査地域に至るまでは谷が比較的狭い。

② 調査地域南境～La Tigra（図 3-25）

調査地域南境界より約 4 km 下流で河床勾配が 1/240 から 1/1,500 へと急に緩くなる。この地域は標高が 90 m から 75 m の扇状地で、溢水が起り易い。ミオ筋は不安定で蛇行曲率が大きくなる。地域の南部では、数十年前までの本流が小河川となって残っている。2 年に 1 度程度の洪水では河道沿いの低地で小規模な溢水が生じる。5 年に 1 度程度の洪水時には、河道沿いの三ヶ月湖、旧河道などで溢水が生じるのに加えて、河床勾配の急変部付近では右岸側の溢水が自然堤を越流し、Bacaji 川へ流下する。河道は自然堤に挟まれた高位部に在るので、自然堤からの溢流は地形勾配に従い氾濫

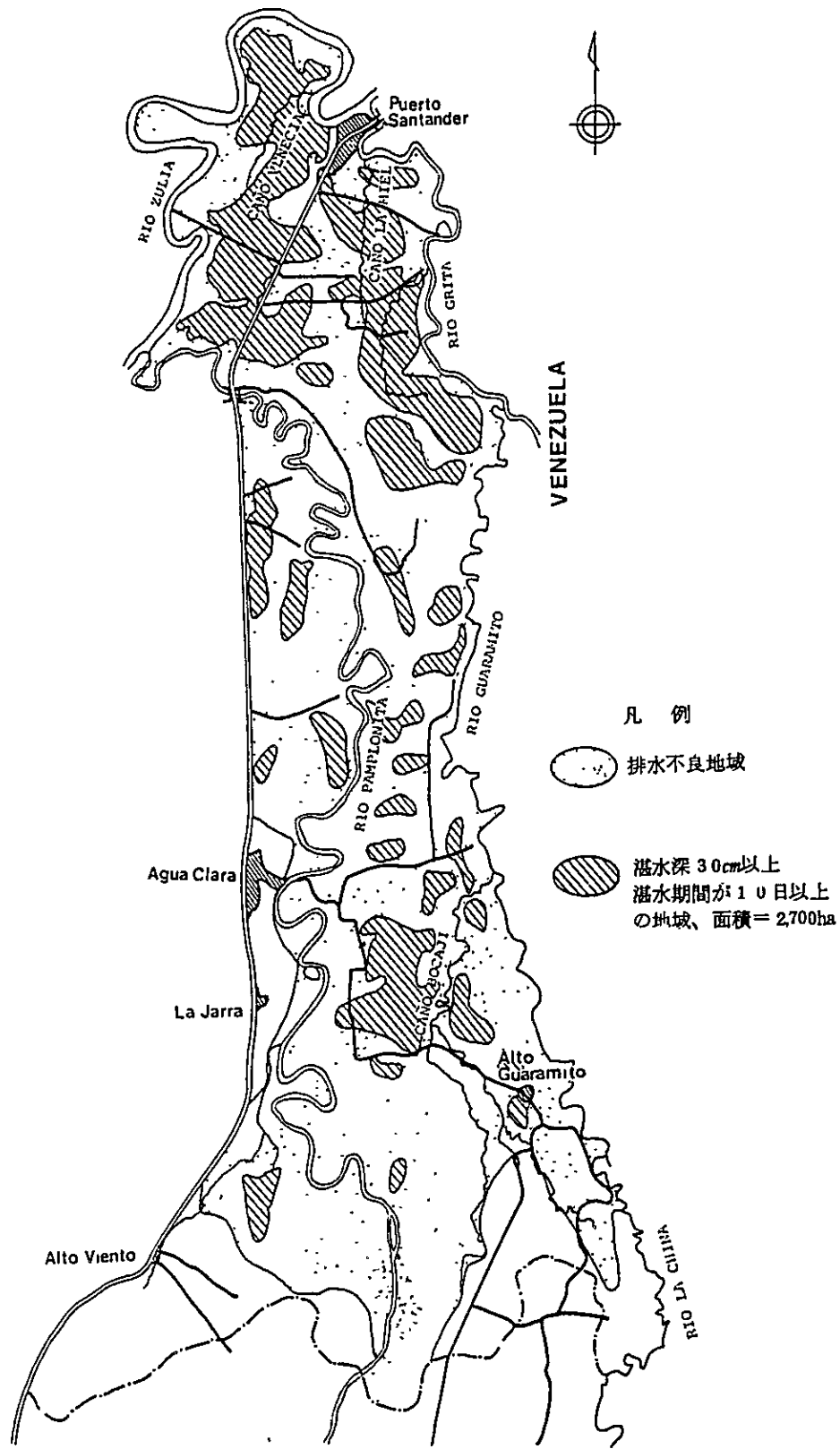


図 3 - 2 4 排水不良地域

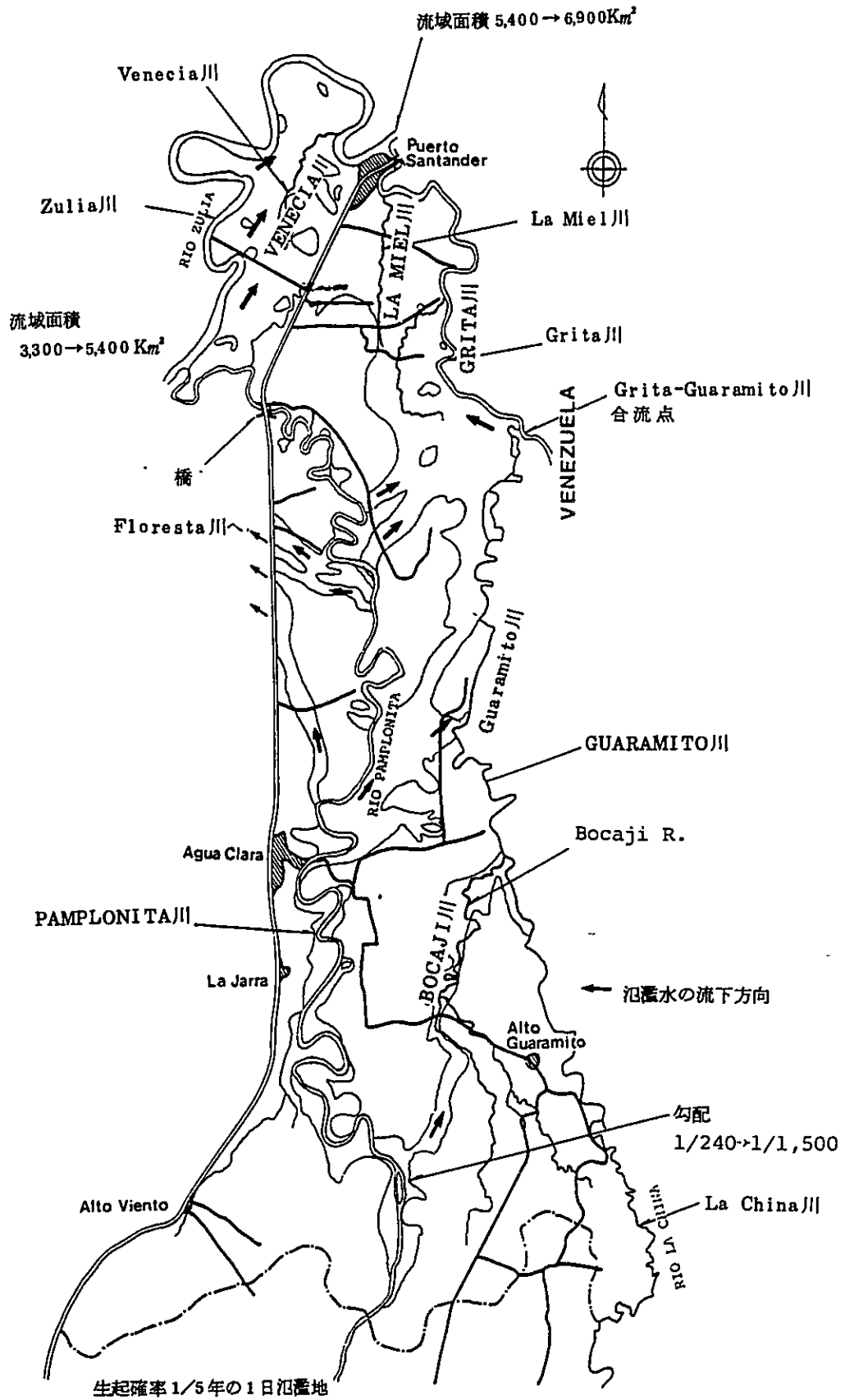


図 3 - 2 5 氾濫水の流下

する。

③ La Tigra ~ Agua Clara (図3-25)

左岸側は丘陵地で、2~3年に1度、河道沿いの低平地で溢水する。

④ Agua Clara ~ Pamplomita川、Zulia川の合流点(図3-25)

河道は自然堤に狭まれた高位部を通る。2年に1回程度の洪水により、河道沿い地域で溢水し、兩岸の各数ヶ所で自然堤を越流し溢水が生じる。右岸 Campo Alegre の幹線排水路北側で、直線距離約3kmの区間で最も顕著な溢水が生じる。この溢水が大規模であるため、この地域に家屋、農道が少ない。

2) Zulia川(図3-25)

Zulia川は調査地域北部で Pamplonita川、Grita川と合流するため、流域面積が $3,200\text{ km}^2$ から $6,900\text{ km}^2$ へと倍増する。このため、洪水流量も大巾に増加するが、それに見合う通水能力が増加しないため、溢水が生じ易い。

3) Grita - Guaramito川(図3-25)

① Grita川は右岸が左岸より相対的に低い。

② 旧河道がベネズエラ側にあり、溢水の流路となっている。

③ 左岸調査地域側には自然堤がみられるなどの原因で調査地域内の溢水は顕著でない。

Guaramito川は通水断面が比較的大きく、溢水はあまりない。Bocaji川の河口付近の低平地で小規模な溢水があるが、継続時間は短い。Grita川への合流点付近では背水の影響でGuaramito川はかなり溢水し、La Miel川方向へ流下する。

(2) 氾濫と湛水

1) 南部および中部

Guaramito川、Floresta川とPamplonita川の洪水ピークは1日以上ずれる。また、小河川は流域面積も小さいので高水位が続く時間は短い。

以上のことから、両河川に起因する背水の影響は問題ない。

2) 北 部

1) Zulia川と国道間の地域

この地域ではZulia川の氾濫が地表を北東方向に流下し、再びZulia川に戻る。Puerto Leon上、下流の急曲部からの溢水は特に顕著である。洪水位が高い場合、Venecia川河口付近において氾濫水は低下背水の影響を受けると推定される。外水位が下がると氾濫水は比較的速やかにZulia

川へ排除される。ただし、低平地あるいは凹地は引き続き湛水する。

2. 国道とGrita川間の地域

この地域では Pamplonita 川および Grita - Guaramito 合流点付近からの氾濫水が流下する。

La Miel 川の河口付近では Zulia - Grita 川の堰上げ背水の影響を受けると推定される。外水位が下がると氾濫水は排除されるが、La Miel 川を中心とした低平地は長期間湛水する。

3. 氾濫水深

生起確率 1/5 年の洪水による氾濫水深は、一部の地域では 1 m 以上となるが、本地域内では 0.6 m 位のところが多いと推定される。

3.4 社会経済条件

3.4.1 社会条件

地域内には、Municipio Cucuta の総人口約 42.8 万人の 1.6 % にあたる約 7 千人が住んでいる (DANE, 1983)。就業人口の大半は農牧業に従事している。地域は 4 Corregimiento (Puerto Santander, Puerto Villamizar, Agua Clara, San Faustino) におよんでいる。

幹線道路は Pamplonita 川左岸の Cucuta - Puerto Santander 間を結ぶ二車線の国道で交通量は多い。

この国道の地域内総延長は約 27.5 km である。1984 年 12 月には全線アスファルト舗装完成の予定で現在工事中である。

調査地域内の道路密度は低く、維持管理も十分でない。Pamplonita 川の両岸連絡道は、国道にかかる橋のみである。道路網の発達は左岸側では右岸側に比し良好であり、右岸側では南北を連絡する道路はなく、国道との連絡は上記の橋しかない。

通信施設については Puerto Santander, Agua Clara に電信、無線通信サービスが一般住民に開放されている。しかしこれらの施設は天候状態により際々交信に支障をきたす。

上下水道施設両方を備えているのは La Jarra と Agua Clara で上水道施設のみある所は Puerto Santander, La Tigra である。浄水装置をもつ所はない。その他の地区の家庭用水水源は堀抜井戸、雨水集水にたよっている。

電気は Puerto Santander, Agua Clara, 一部の小集落、国道沿いの一部の個人農家に供給されている。それ以外の地区はろうそく、ランプを使用している。

交通手段は国道沿いに Cucuta - Puerto Santander 間を連絡する二社のバスの便がある。その他の地区では乗合タクシー、オートバイ、自転車、馬が利用されている。農作業にはトラクターの利用が一般的であるがまれに馬の利用もみられる。

教育については、11の小学校と2つの中学校があり、生徒数はそれぞれ1,260名、470名である。教育施設は十分に整備されているとはいえ教職員数も不足している。小学校の就学率は67%で全国レベル(98%)に至っていない。高校、大学への進学者は少ない。なお、地域内で10才以上の文盲率は18.7%に達している (Secretario Regional de Educacion)。

地域内には医師、看護婦が常勤している診療所が Puerto Santander と Agua Clara にあるが、入院設備はない。地域内で多い病気は、消化器疾病、ビールス性疾患、腸内寄生虫疾患である。

住宅施設は一般に土間、スレート屋根、レンガ壁によって建てられたものが多く、改善の余地がある。

3.4.2 経済条件

調査地域の経済は、隣国ベネズエラを市場として発展して来た。しかし、1983年2月に実施されたベネズエラ通貨の切り下げにより、貨幣価値が一挙に40%近くまで下落した。このため、コロンビアからベネズエラへの主要輸出品目である農畜産品などの輸出量は著しく低下した。一方、コロンビアの消費者物価指数は徐々に上昇しており、国境付近のベネズエラ市場で、コロンビア人による食糧品、電気製品、車、家畜などの購買量が増加していく傾向にある。また国際道路を通じて、農畜産物などの不法な輸入が地域経済をさらに悪化させている (Banco de la Republica, Cucuta, 1983)。加えて Cucuta 周辺の工場倒産、出稼ぎ労働者の帰国などが原因して、主に低額所得者(約9,000 COL\$/月)の失業率が上昇している(10.3%、1983年6月、DANE, 1983)。

3.5 土地利用

調査地域(13,500 ha)の約75%に当たる10,140 haは農用地として利用されている。

農用地の約95%(9,630 ha)は牧草地となっている。牧草地には改良草地と自然草地がある。①改良草地は湿地適性品種(Braquiariaの1種)が一般的であるが、施肥や更新などの管理はなされていない。ha当り収量は約100t/ha、牧養力は約

2頭/haである。②自然草地は改良草地に比べ、徒長した野草が多く、病害虫の発生も多いため、牧養力は約0.5頭/haである。改良草地と自然草地の面積比は約3:7である。

農用地の約5% (510ha)は耕作地、樹園地である。耕作地は農用地総面積の1% (90ha)であり、自家消費用のトウモロコシ、キャッサバが主に栽培されている。樹園地は調査地域の中南部を中心に約4% (420ha)あり、そのほとんどはカカオで、一部にカシューナッツが栽培されている。

調査地域では1960年代の初期に入植が開始され、その後の開発によって自然林地は急速に農地化された。

現在の林地は総面積の19.6% (2,640ha)で調査地域内に点在している。現況土地利用は表3-17、詳細はAppendix 6-1に示す。

表3-17 現況土地利用

	農用地						非農用地				合計
	1) 耕作地	牧草地			2) 樹園地	小計	林地	市街地 および 宅地	道路 および 河川	小計	
		改良 草地	自然 草地	計							
面積 ha	90	2,890	6,740	9,630	420	10,140	2,640	270	450	3,360	13,500
比率 %	(0.9) 0.7	(28.5) 21.4	(66.5) 49.9	(95.0) 71.3	(4.1) 3.1	(100.0) 75.1	19.6	2.0	3.3	24.9	100.0

1) 主にトウモロコシ、キャッサバ

2) 主にカカオ、料理用バナナ、カシューナッツ、グアバ

注) 空中写真(1978年撮影)および現地踏査による。

3.6 土地所有

調査地域内の総農家数は320戸である。この内102戸(32%)は25ha以下の農家で土地面積の13%を占める。一方28戸(9%)は65ha以上の農家で土地面積の26%を占める(表3-18)。

土地所有形態はINCORAによる入植農家と一般農家に大別される(図3-26)。

入植農家は北部のEl Daveと中部のCampo Alegreを中心とした地域に多い。INCORAの土地配分図によれば、調査地域内の面積約5,600haに202戸の入植農家がある。一戸当りの土地配分面積は、平均28haである。なお土地代金の返済状況は良好で約43%はすでに完了している(INCORA融資台帳、1983)。

一般農家は自分で土地を購入したり、親から土地を譲り受けた農家である。調査地域の南部と中部に多く全地域で118戸ある。IGACの土地台帳が未整備な地域の空

表 3 - 1 8 土地所有面積区分

土地所有面積		入植農家	一般農家	計
5 ha 以下	農家数	2	—	2
	戸数 (比率)	(1.0)	—	(0.6)
	面積	5	—	5
	面積 (比率)	(0.0)	—	(0.0)
	ha/戸	3	—	3
5~25 ha	農家数	86	14	100
	戸数 (比率)	(42.5)	(11.8)	(31.2)
	面積	1,308	290	1,598
	面積 (比率)	(23.3)	(4.4)	(13.1)
	ha/戸	15	21	16
25~45 ha	農家数	105	48	153
	戸数 (比率)	(52.0)	(40.7)	(47.8)
	面積	3,831	1,633	5,464
	面積 (比率)	(68.3)	(24.9)	(44.9)
	ha/戸	36	34	36
45~65 ha	農家数	8	29	37
	戸数 (比率)	(4.0)	(24.6)	(11.6)
	面積	400	1,564	1,964
	面積 (比率)	(7.1)	(23.8)	(16.1)
	ha/戸	50	54	53
65 ha 以上	農家数	1	27	28
	戸数 (比率)	(0.5)	(22.9)	(8.8)
	面積	68	3,082	3,150
	面積 (比率)	(1.2)	(46.9)	(25.9)
	ha/戸	68	114	113
合 計	農家数	202	118	320
	戸数 (比率)	(100.0)	(100.0)	(100.0)
	面積	5,612	6,569	12,181
	面積 (比率)	(100.0)	(100.0)	(100.0)
	ha/戸	28	56	38

中写真からの推定によると一戸当りの土地所有面積は、一般的に20~100haの農家が多く、平均56haである。土地所有面積100ha以上の農家数は、12戸で最も大きい農家は約250haの土地を所有している。

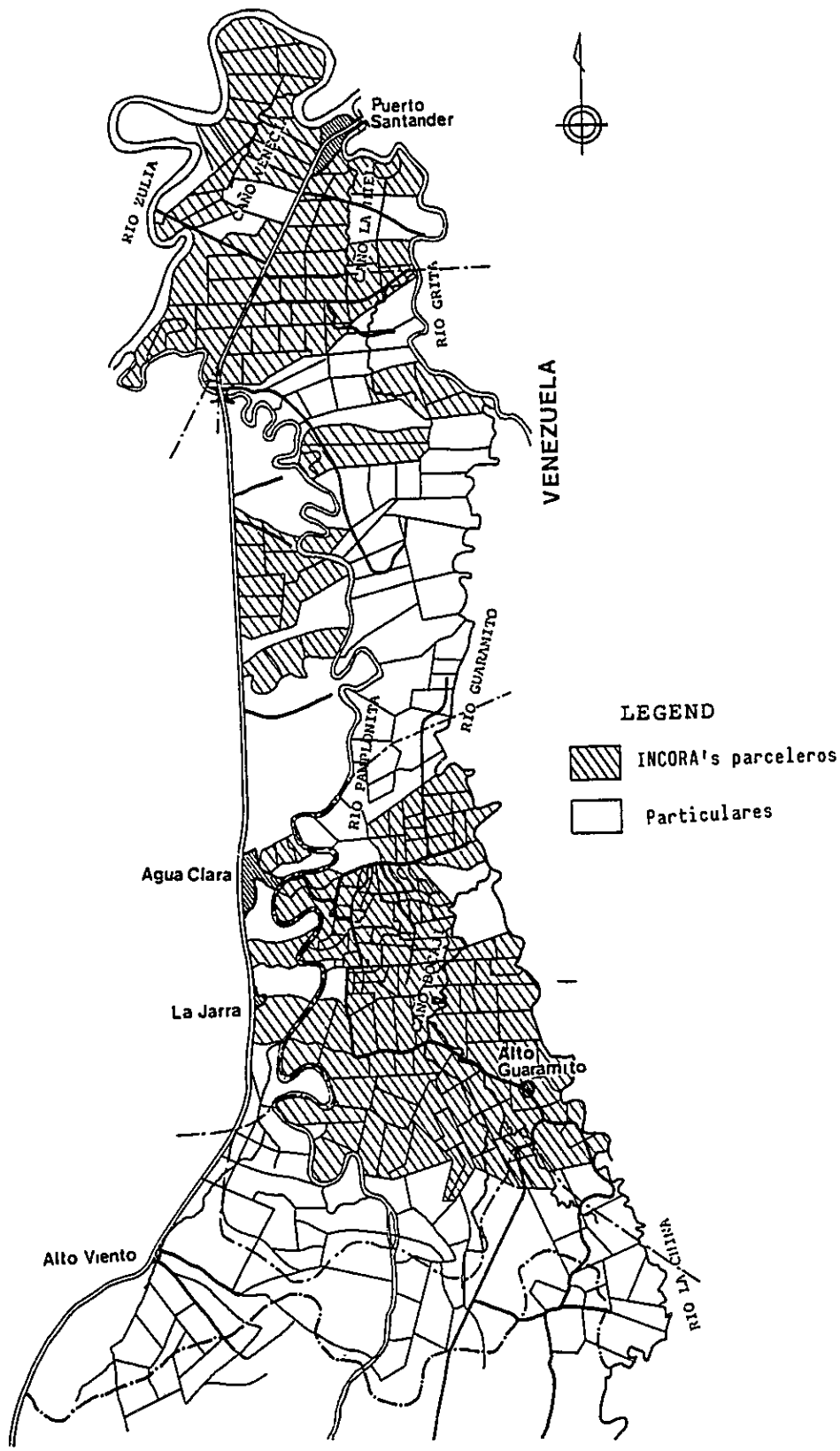


图 3 - 2 6 土地配分图

3.7 地区区分

調査地域の地形、土壌、排水・洪水の状況、土地所有形態、現況土地利用の違いは地域内で異なっていることが現地調査の結果、明瞭になった。以後の分類解析を容易にし、さらには各地区に即した計画を立案するためここでは上記の因子を考慮して調査地域を4地区に分けた(図3-27)。A、B地区境は主に河川別洪水域界の、B、C地区境は主に土地所有形態を、またC、D地区境は主に地形・土壌の相違に基づいて得た。

各地区の特徴は表3-19に示す。A地区は、Zulia川からの溢水により洪水を被る地区で、大半の入植農家が主に肉牛生産を行っている。B地区はPamplonita川からの溢水により、洪水を被る地区である。個人農家は主に肉牛生産を行なっている。C地区は洪水被害を被ることはまれで、大半の入植農家が、肉牛生産の他にカカオ栽培を行なっている。D地区は土壌が砂質のため排水は良好で洪水被害を被ることはない。個人農家が主に肉牛生産を行っている。

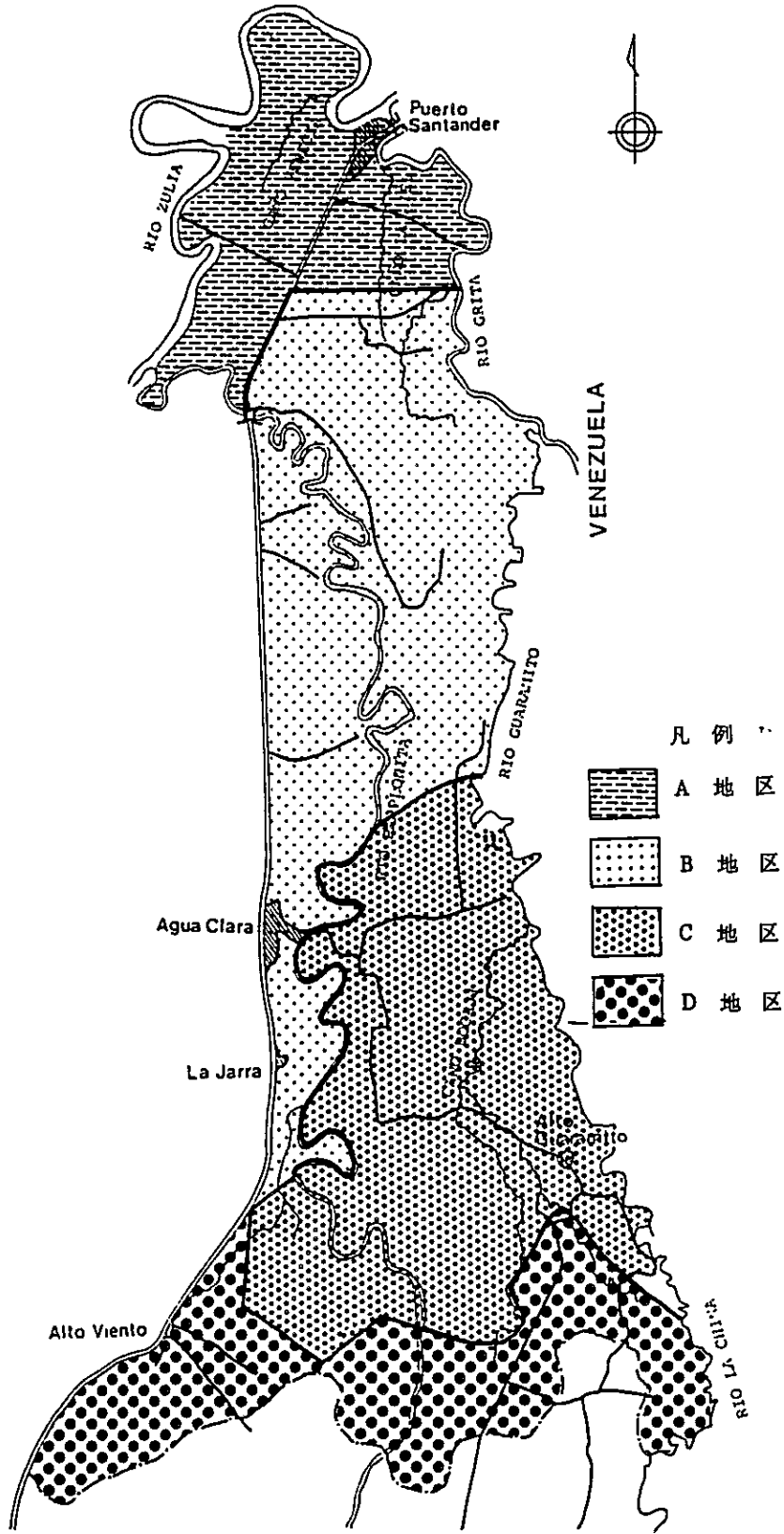


图 3 - 2 7 地区区分图

0 1 2 3 km

表 3 - 1 9 地区の特徴

地区	総面積 ha	農用地 面積 ha	農家数 戸	平均経営 面積 ha/戸	地形 (標高) 平均勾配	土性 (生産力)	排水・溢水の状況			主要土地 所有形態	主要 土地利用
							5年確率洪水による 連続洪水日数・面積	溢水深30cm、溢 水期間10日以上 の溢水面積(3)	年 平均 地下水位 cm(4)		
A	1,930	C 10	I 34	40	沖積平野 (47~55m) 1.5%	低地土壤 中~ 細粒質 (中~高)	5日 1,570 ha	44	INCORA 入植農家	草地	
		P 1,510	P 4								
		O 0	T 38								
		T 1,520									
B	4,750	C 40	I 42	32	沖積平野 (51~75m) 2%	低地土壤 中~ 細粒質 (中~高)	3日 1,760 ha	25	個人農家	草地	
		P 3,130	P 60								
		O 90	T 102								
		T 3,260									
C	4,860	C 30	I 123	27	沖積平野 (63~81m) 2%	低地土壤 中~ 細粒質 (中~高)	1日 880 ha	14	INCORA 入植農家	草地 一部カカオ	
		P 3,450	P 14								
		O 260	T 137								
		T 3,740									
D	1,960	C 10	I 3	38	河岸段丘 (75~100m) 7%	段丘上土壤 粗粒質 (中~低)	1日 90 ha	0	個人農家	草地	
		P 1,540	P 40								
		O 70	T 43								
		T 1,620									
計	13,500	C 90 P 9,630 O 420 T 10,140	I 202 P 118 T 320	32	(47~100m) 2%		4,300 ha				

- 1) C:耕作地 P:牧草地 O:樹園地 T:農用地合計 (3.5より)
 2) I: INCORA入植農家 P:一般農家 T:総農家数 (3.6より)
 3) 地形勾配1/500以下の面積比率
 4) 地表面下

3.8 農 牧 業

3.8.1 農 業

調査地域の主要作物はカカオ、キャッサバ、トウモロコシ、カシューナッツの四作物である。

以下にこれらの作物の現況を述べる。

(1) カカオ

Norte de Santander 州のカカオの生産量は、1,750 t で全国生産の 4.2 % にあたる。

主な生産地は Catatumbo, Sardinata, Zulia, Pamplonita および Grita の諸河川の沖積平野で栽培面積は 3,650 ha である (Banco de la Republica, 1982)。

調査地域では Campo Alegre を中心に 350 ha のカカオ栽培地がある。

農家調査によるとカカオは大半が入植農家により栽培されており、栽培面積は平均 5.2 ha / 戸 である。

栽培面積の約 70 % は森林内であり、自然樹が日蔭樹として利用されている。他の地域では、日蔭樹に料理用バナナが植栽されている。

調査地域のカカオ栽培は約 20 年前から始っており、現在作付面積の約 70 % が生産樹齢に達している。収穫量は約 520 kg / ha である。

栽培技術は近年改善されており、一代交配種、農薬、除草剤等を使用する技術化栽培法は、栽培地の約 30 % に普及している。また技術指導、普及、融資などは ICA, INCORA, Caja, Agraria, FEDECACAO の各機関が行っている。

現在のカカオ栽培の問題点は、融資不足による不十分な管理、排水不良、モニリア病などである。

(2) カシューナッツ

カシューナッツは調査地域南部の Alto Viento 近郊に約 70 ha が栽培されている。約 10 年前に INCORA の入植地に導入されたものだが、定着が悪く減少したものである。栽培農家は数戸であり、収穫は年 1 回行なわれている。樹下には牧草が栽培され、養牛に利用されている。

(3) 耕種作物

調査地域の耕種作物はキャッサバとトウモロコシがほとんどである。

一戸当りの栽培面積は約 0.3 ha であり、大半が入植農家の所有地である。現在、耕種作物栽培には、農薬、除草剤はほとんど使用されておらず、作業は

人力で行なわれている。品種は在来種が一般的であり、収量は少ない。生産物の大半は自家消費されている。

以下に現況の作付体系を示す(図3-28)。

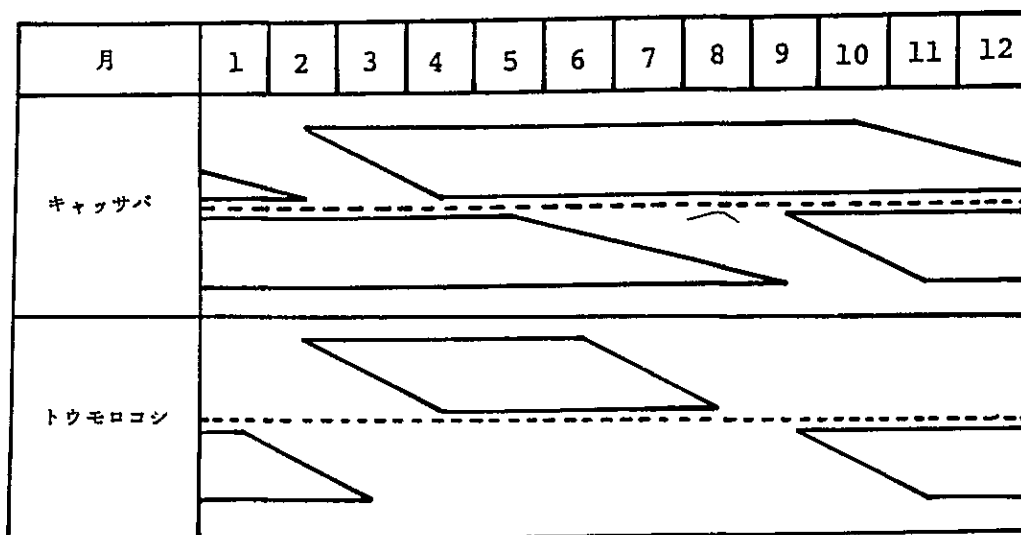


図3-28 現況作付体系

3.8.2 畜産業

調査地域内の畜産は、肉牛飼養が主で他の豚、山羊、鶏などの中小家畜は自家消費程度である。

(1) 肉牛生産

調査地域の畜産農家は、経営形態によって、①繁殖専業、②肥育専業、③繁殖～肥育一貫の3つに分類できる。主に30ha前後の小規模農家は①および②、50ha以上の中・大規模農家は③である。また、飼育頭数は①および③では1.8～2.0頭/ha、②では約1.3頭/haである。平均は約1.4頭/haである。

飼養されている品種は主に①Cebu、②Cebuと土産種の雑種、③Pardo SuizoとCebuとの雑種で全体の70%以上を占めている。また種雄牛の90%以上がCebu系であり、一部の中、大規模農家では、Pardo Suizo, Hornstein, Romosinuanoなども導入されている。

主要な疾病は、口蹄疫、炭疽、気腫疽、出血性敗血症などである。小規模農家では、ワクチン接種による予防は確実には行なわれていない。また、内外寄生虫の駆虫も不十分である。農家調査によると、塩、ミネラル給与を含む衛生費は、ICAにより提案されている標準必要量の60～70%しか投入されていない。

(2) 牧 草

調査地域では全牧草地のうち、改良草地は約30%のみで、自然草地の比率が大きい。この原因は排水不良による草地の更新が困難なためである。

現在、主に *Braquiaria* その他一部 *Angleton* や *Aleman* などのイネ科牧草が利用されている。一方調査地域内の一部の農家や近接の *Tibu* では、ICA の指導でマメ科の *Tropical Kudzu* (*Pueraria phaseoloides*) の導入試験栽培が行なわれている。結果は1日平均増体量約600gと良好で、中・大規模農家を中心に導入意欲が高まっている。

草地利用形態は小規模農家では連続放牧に近いが、一部輪換放牧もある。また小規模農家では、耕起、施肥などが行なわれていず、牧柵、飲水設備なども十分に整備されていない。

3.8.3 農家経済

農家経営の現況把握のために58戸の農家を対象に農家調査を実施した。牧畜農家(20戸)とカカオ栽培農家(10戸)に関しては、特に生産調査を行った。

(1) 概 況

調査農家の80%は自作農で、一戸当り土地所有面積は30~40haの範囲である。一戸当り平均家族数は6.8人、家族労働力は3人で、主に農牧業に従事している。

家族構成は全戸が核家族で、一戸当りの子供数は4.8人である。作目別従事日数の積算によると、平均の合計就労日数は174人・日/年となり、このうち家族労働が124人・日/年、地域内雇用労働が50人・日/年である(Apperdix 6.8)。

家屋の現在評価額は、一戸当り310,000COL\$, 農機具の一戸当り保有額はトラクターを除けば、平均約25,000COL\$である。トラクターは調査農家の14%が保有していた。

(2) 農家所得

肉牛生産に関しては、牧草の低生産性・飼養方法の粗放性および肥育牛の導入資金の欠如などの理由で、生産性は低い。年間の粗生産は、10,800~14,400COL\$/haで、これより牧草および飼養経費5,400~7,200COL\$/haを差し引き肉牛純生産は5,400~7,200COL\$/ha程度である。

カカオの一戸当り平均栽培面積は約5haで、年間生産額65,000COL\$/haであり、庭先価格は120~125COL\$/Kg(1983年7月現在)である。生産費