

第3章 調査対象地域の現況

第3章 調査対象地域の現況

本報告書で述べる「調査対象地域」とはかんがい受益地をいい、「水源地域」とはかんがい用水の水源となるピニャン川を中心とする流域をさす。

3.1 概 況

3.1.1 位 置

調査対象地域は、エクアドル国北部のインバブラ（Imbabura）州に属し、州都であるイバラ（Ibarra）市の北西約20kmに位置している。パンアメリカン・ハイウェイに近く、首都であり農産物の大消費地であるキト（Quito）市から約140kmの距離にある。農産物の輸出先でもあるコロンビア国境までは約110kmである。

3.1.2 行 政

調査対象地域は、インバブラ州内の六つの郡（カントン、Canton）の内、Canton San Miguel de Urcuqui およびCanton Cotacachi のパロキア（Parroquia）San Miguel de Urcuqui、Tumbabiro、San Blas、Imantagに属している。

3.1.3 人 口

調査対象地域の人口は、表3.1.1のとおりである。なお、農家戸数は1,491戸、1戸当たり平均家族数は6.8人である。

表 3.1.1 調査対象地域の人口

区 分	人 口		
	市 街 地	農 村 部	計
Canton San Miguel de Urcuqui			
Parroquia San Miguel de Urcuqui	1,870	2,181	4,051
Parroquia Tumbabiro	-	1,500	1,500
Parroquia San Blas	-	2,582	2,582
Canton Cotacachi			
Parroquia Imantag	-	3,922	3,922
合 計	1,870	10,185	12,055

出典：1992 センサス

3.1.4 社会インフラ

調査対象地域から周辺の最も大きな市であるイバラ市までは車で約30～60分、イバラ市から首都キト市までは幹線道路（パンアメリカンハイウェイ）を經由して車で約 2時間である。地区内の主要な町、村落へはイバラ市または周辺の主要な町からバスがかなり頻繁に入っている。幹線道路はアスファルト舗装、その他の主要道路はコンクリートまたは石張りで舗装されており、幅員 4～6 m である。これらは雨期でもほぼ通行可能である。道路の維持管理は、幹線道路は MOP（建設省）が、市町村道路はパロキア委員会およびコムナの農民達が行っている。

調査対象地域および周辺地域への電力は、北部電気公社（EMELNORTE）によってかなり奥地まで供給されている。

上水道は、水道公社（EMAPA）により調査地域内の僻地まで普及しているが、一般に、浄化、殺菌はされていない（地域によっては塩素注入は行われている）。なお、下水道施設はみられない。

調査対象地域内に病院は無く、保健センターが各カントン役場所在地に1ヶ所、各パロキアに1ヶ所あるのみで、医療施設は非常に貧弱である。

教育施設は、小学校が19校、中学校が 2校あるが、大学はイバラに 2校あるのみである。なお、エクアドル国においては、小学校は6年、中学校が6年、大学は理科系 6年、文科系 4年、義務教育期間は小学校の 6年間のみである。就学率はインブラ州で85.6%であり、これは全国平均（90.2%）に較べてやや低い。

3.2 自然条件

3.2.1 地形

(1) 調査対象地域

調査対象地域は、標高1,700mから2,540m、北東から南西にかけては約20km、北西から南東にかけては約10kmの細長い高原地帯である。地形は、北西から南東にかけては、深い溪谷が発達しているために、いくつかの緩傾斜の丘陵地に分断されている。調査対象地域の標高別および傾斜別面積を示すと表 3.2.1 および 3.2.2のとおりである。

表 3.2.1 対象地域標高別面積

標高区分(m)	面積(ha)	比率
1,700～1,800	370	2.9%
1,801～1,900	1,120	8.8%
1,901～2,000	1,400	10.9%
2,001～2,100	1,600	12.5%
2,101～2,200	1,800	14.1%
2,201～2,300	1,830	14.3%
2,301～2,400	1,980	15.4%
2,401～2,500	1,880	14.7%
2,501～2,540	820	6.4%
計	12,800	100.0%

表 3.2.2 対象地域傾斜別面積

傾斜区分(%)	面積(ha)	比率
0～4.0	2,370	18.5%
4.1～8.0	4,530	35.4%
8.1～16.0	1,260	9.8%
16.1～30.0	1,410	11.0%
30.1～	3,230	25.3%
計	12,800	100.0%

(2) 水源地域

ダム予定地は調査対象地域から直線距離で約22km離れた標高約3,000mのピニャン川である。ピニャン川は、ダム予定地の北12km、標高3,300m付近に源を発して南流し、ダム予定地の下流約1kmでパンタビ川と合流し、ピトゥーラ川となる。ダム予定地の上流は、広く緩やかな形状を呈するが、下流は狭く急な河谷で、河川勾配はそれぞれ1/150、1/12程度である。

集水域は、流域界を形成する稜線付近だけはやや急峻な地形をみせるが、ほとんどがなだらかな丘陵状を呈している。これらの斜面は、一部森林がある以外、パラモと呼ばれる草地で密に覆われている。ダム予定地から調査対象地域までの導水路約23kmの予定地はほとんどが森林限界線付近の原生林と草地との中間の急傾斜地にある。

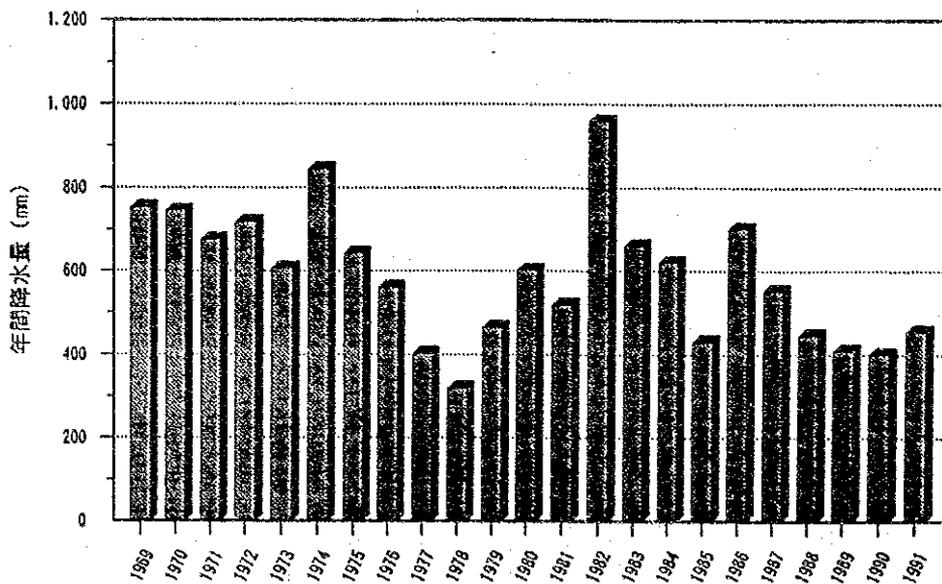
3.2.2 気 象

(1) 調査対象地域

調査対象地域の気象特性は、観測位置、観測期間等を考慮して調査対象地域内に位置するツムバピロ観測所の観測記録を使用する。

1) 降 雨

ツムバピロ観測所における降雨量観測は、1968年10月から1984年7月にかけての16年間にわたり実施されている。最近8年間の観測が実施されていないため、同観測所近傍のサリーナス観測所（直線距離にて東方へ約5km）の観測降雨量をもとに近年の欠測データを補完し、1969年から1991年までの23年間の年平均降雨量を求めると590mmである（図3.2.1）。



注) 1985~91年はサリーナス観測所データよりの推定値

図 3.2.1 年間降雨量（ツムバピロ観測所）

同様に23年間のデータを用い、確率雨量を算出すると以下のとおりとなる。

表 3.2.3 確率年降雨量 (mm)

確率年	2	5	10	20	50	100
確率雨量	564	448	398	361	324	301

降雨分布は、10月に始まり 4月に終わる雨期と、5月に始まり 9月に終わる乾期とに別れている。年間降水量の77%は雨期の7ヶ月間に集中している。

ツムバピロ観測所においては、日雨量の観測のみで、時間雨量の観測は実施されていない。観測記録にもとづく最大日雨量は、ツムバピロ観測所で79mm、サリーナス観測所で68mmが記録されている。対象地域の東方に位置するイバラ空港観測所では、時間雨量が観測されており、この記録によると、確率年毎の降雨強度は、次のとおりである。

表 3.2.4 確率年降雨強度 (mm/hr)

確率年	継続時間 (分)					
	5	10	15	30	60	120
2	72.5	47.3	38.6	26.1	16.5	10.0
5	95.6	61.7	50.9	33.2	20.6	12.7
10	110.8	71.3	59.0	37.8	23.3	14.5
50	144.5	92.3	77.0	48.0	29.2	18.5
100	158.7	101.2	84.6	52.3	31.7	20.2

出典：ESTUDIO DE INTENSIDADES, 1980, INAMHI

2) 気温・湿度

調査対象地域の月平均気温は、年間を通じて18.0~18.8℃と非常に変化が少ない(図 3.2.2)。月最高平均気温および月最低平均気温はそれぞれ23.3~24.9℃、11.9~13.7℃で、日較差は9.6~12.0℃の範囲にある。相対湿度は、年間を通じて69~81%の範囲内にあり、乾期には、10%程度低下する。

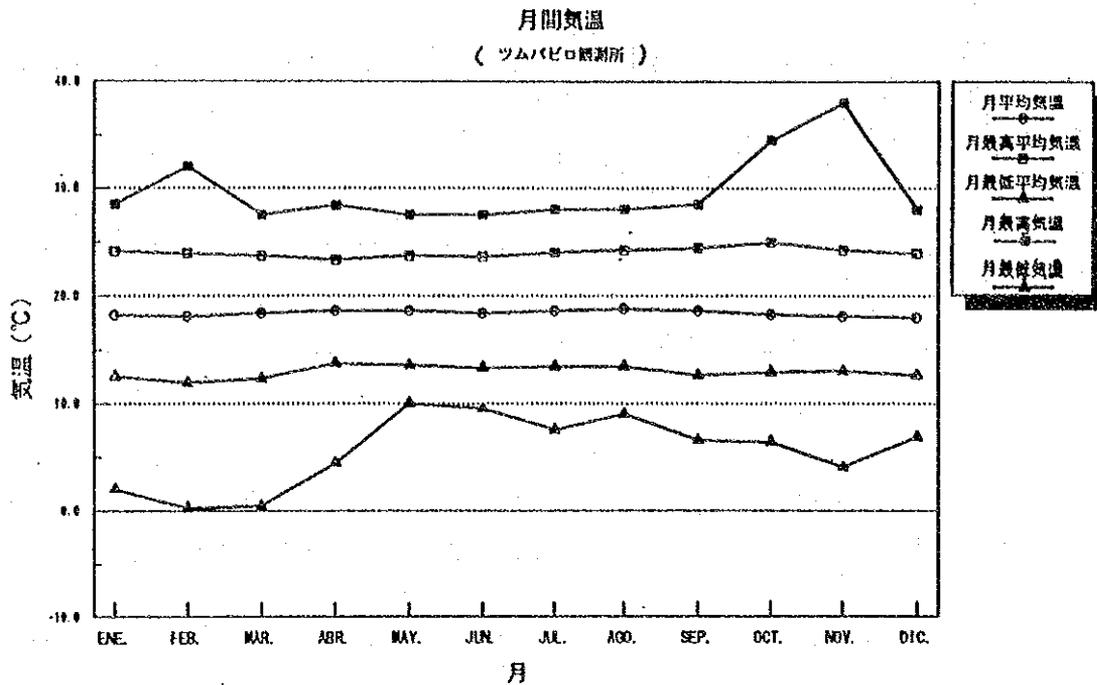


図 3.2.2 調査対象地域の気温

3) 日照時間・雲量

調査対象地域の日照時間は、月平均 174時間（サリナス観測所データ、年平均日照時間 2,092時間）であり、雨期・乾期を問わず作物の生育上必要十分な日照時間がある。雲量は年間平均 6度（8 段階表示）で、乾期に 5度に低下する。

4) 風向・風速

調査対象地域の年平均風速は、3 m/sで、乾期には 5~6 m/sに上昇する。また、風向は、7~3月にかけては西-東、4~6月にかけて北-南を示す。

5) 計器蒸発量・蒸発散能

調査対象地域の計器蒸発量（A型）は、ツムバピロ観測所の観測記録によると年間 1,521mmであり、乾期の 7~ 8月にかけての月間では 150mmを越える（図 3.2.3）。

調査対象地域の蒸発散能を、ツムバピロ観測所のデータをもとにペンマンおよびブラネイ・クリドル法により算定すると、年間 1,300mmである。月別蒸発散能は、図 3.2.3に示すとおりである。

蒸発散能、計器蒸発量及び平均降水量

(ツムバピロ観測所)

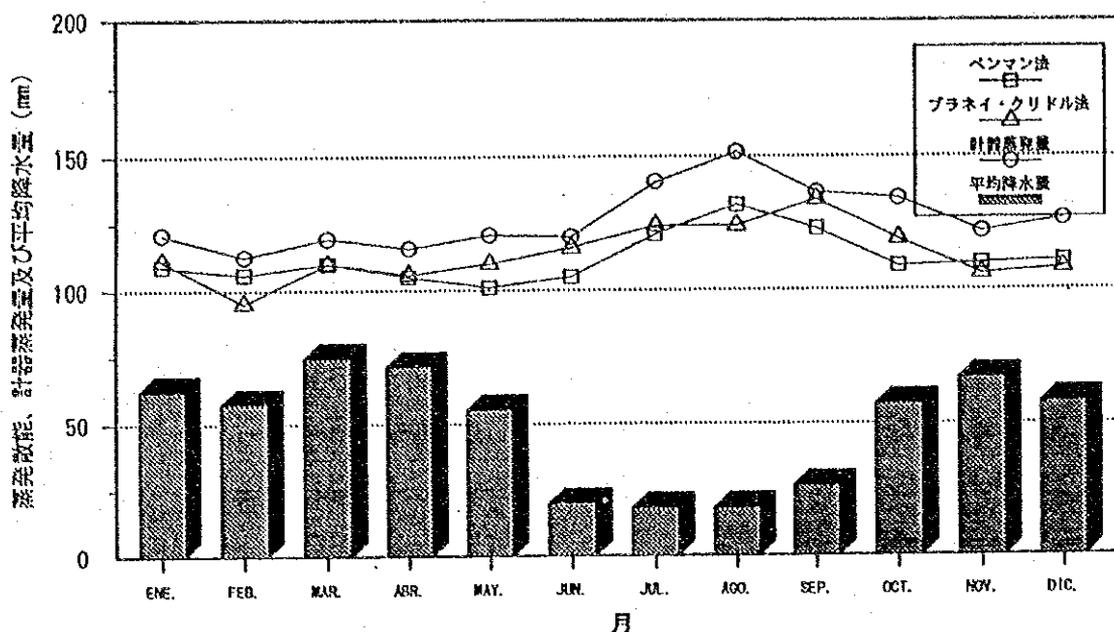


図 3.2.3 調査対象地域の降雨量と蒸発量

(2) 水源地域

アプエラ (Apuela) 観測所 (標高1,620m) のデータ等より推定した気象概況は、以下のとおりである。

- ・ 気温 : 年平均気温 12℃程度、最高平均 18℃、最低平均 7℃
- ・ 降水 : 年間 1,800~2,000mm、日最大 120mm、降雨日数 150日/年 (降雨は熱帯性驟雨の様相を示す)

なお、JICA供与の雨量計をダム上流に設置し、92年11月より観測中である。93年5月までの観測結果によれば、最大は日64.5mm、1時間 22.5mm である。

- ・ 風 : 年間を通じ3~8m/s程度で、強風の出現は稀である。降雨時の風向は W~SWが多い。

3.2.3 水 文

(1) 調査対象地域

調査対象地域内の主要河川としては、北からカチャク(QDA. CACHIYACU)、ピグンチュエラ(QDA. PIGUNCHUELA)、ワルミヤク(RIO HUARMIYACU)、カリヤク(RIO CARIYACU)、トゥシーラ(QDA. TUSHILA)、アランビ(RIO ALAMBI)がある。前2者はチョタ川(RIO CHOTA)に直接、他はチョタ川支流のアンビ川(RIO AMBI)にそれぞれ流入している。

しかし、これら河川の連続した流量観測は実施されていない。本調査期間中主要河川の流量観測を実施し、観測値を水文解析の資料の一部として使用した。なお、流量観測地点は観測地点より上流域において取水されていない地点を選定したが、当該河川の高位部において取水されているものについては既設かんがい水路(Acequia)の取水量を調査し観測河川流量に加算した。

(2) 水源地域

1) 流量観測所

本計画に関連する河川の流量は現在、下記の各測水所で観測が行なわれている(表 3.2.5、図 3.2.4)。

表 3.2.5 流量観測所一覧

河川名	測水所名	流域面積	設 備	観 測 期 間
ピニャン	ピニャン測水所	63.2 Km ²	自記水位計	1981年2月以降
パンタビ	パソビゲラチ "	18.7 Km ²	"	1985年8月以降
サラド	サラド "	21.0 Km ²	"	1992年1月以降

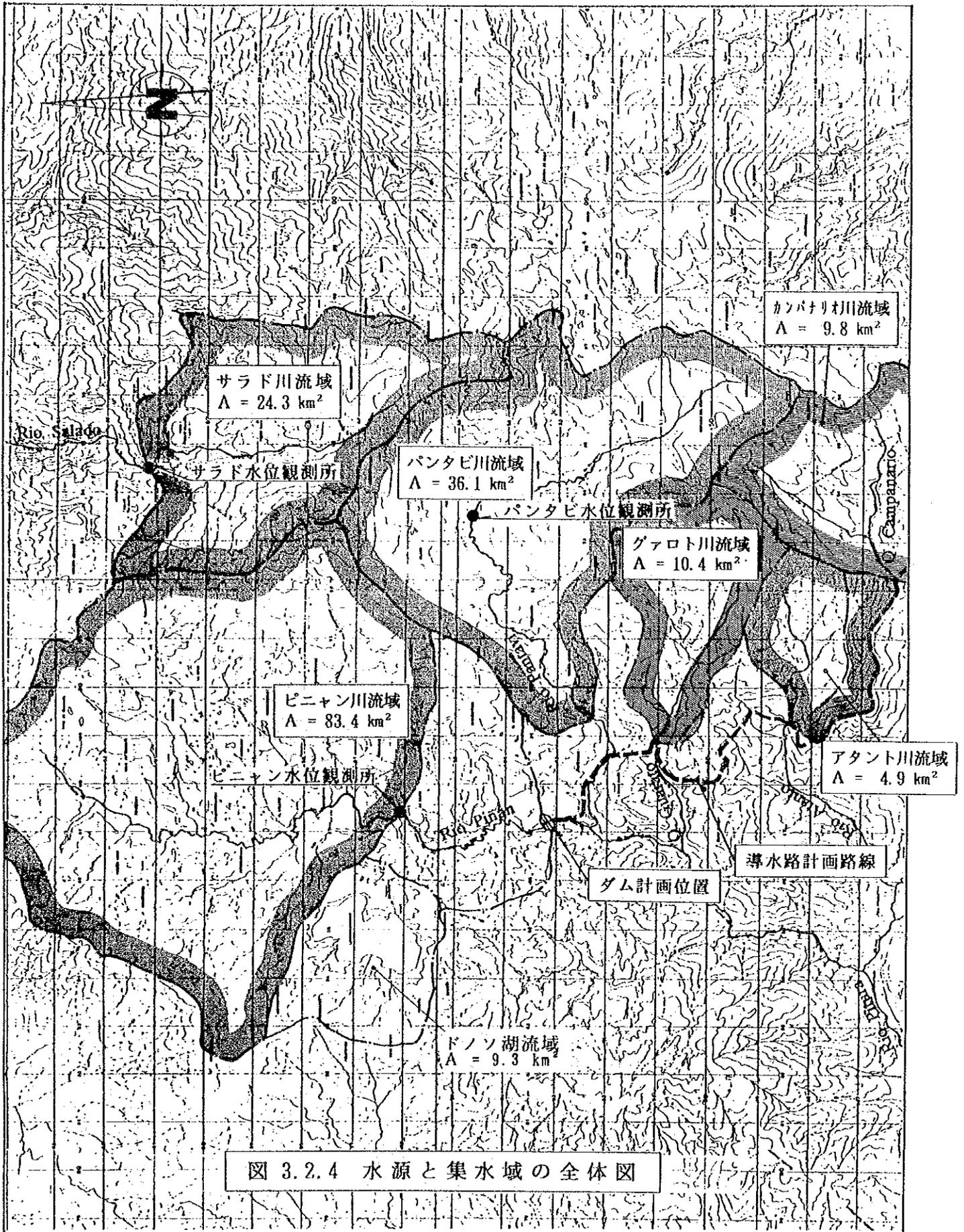


図 3.2.4 水源と集水域の全体図

2) 観測流量

ピニャン川およびパンタビ川の観測流量は、表 3.2.6 および表 3.2.7 のとおりである。

表 3.2.6 ピニャン測水所観測流量 (m³/s) (A=63.2km²)

月	年 '86	87	88	89	90	91	平均	
							(/63.2km ²)	(/100km ²)
1	2.97	3.18	2.20	-	1.52	1.65	2.30	3.65
2	3.36	2.16	2.47	5.64	1.85	1.47	2.82	4.47
3	-	2.69	2.29	4.65	2.02	3.50	3.03	4.79
4	-	3.06	4.14	3.02	3.43	2.22	3.17	5.02
5	-	4.24	3.17	4.42	-	-	3.94	6.24
6	-	1.72	2.53	2.42	-	1.25	1.98	3.13
7	-	1.36	2.18	2.16	-	1.09	1.70	2.69
8	-	1.32	1.63	1.92	1.61	1.11	1.52	2.40
9	-	1.19	1.58	-	1.61	1.27	1.41	2.18
10	2.10	1.73	-	-	2.22	1.57	1.91	3.02
11	3.38	1.80	-	1.74	1.35	2.83	2.22	3.52
12	2.34	1.33	-	1.28	1.18	3.20	1.87	2.95
平均	-	2.15	-	-	-	-	2.32	3.67

表 3.2.7 パンタビ測水所観測流量 (m³/s) (A=18.7km²)

月	年 '86	87	88	89	90	91	平均	
							(/18.7km ²)	(/100km ²)
1	-	0.112	0.080	0.589	0.178	-	0.240	1.28
2	-	0.095	0.217	0.542	0.328	-	0.295	1.58
3	-	0.165	0.130	0.628	0.211	-	0.294	1.52
4	-	0.129	0.609	0.317	0.398	-	0.363	1.94
5	0.274	0.560	-	0.357	0.310	-	0.375	2.01
6	0.106	0.095	-	0.263	0.114	-	0.145	0.77
7	0.054	0.042	-	0.136	0.069	-	0.080	0.43
8	0.043	0.038	0.046	0.080	0.035	-	0.048	0.26
9	0.029	0.099	0.094	0.096	0.022	-	0.068	0.36
10	0.121	0.142	0.196	0.199	-	-	0.165	0.88
11	0.232	0.068	0.603	0.093	0.027	-	0.205	1.09
12	0.134	0.084	0.578	0.074	-	-	0.218	1.16
平均	-	0.137	-	0.280	-	-	0.207	1.11

注) 測定資料の比較的まとまった'86~91のみ水文解析に採用 ('92は資料が整わず)

表 3.2.6に見るようにピニャン川の流量は、乾期では降雨がほとんど無いにもかかわらず濁水量が大きく、流量の年間変動が小幅で、河状係数（最大、最小流量の比）も小さい（図 3.2.5）。これは降雨のほとんどが流域内に広く分布する火山灰、多孔質の溶岩内に地下水としてかん養され、流出が平均されるためである。また、パンタビ川では同様な傾向が認められるが流量は全般的にごく少ない。これは相当量が伏流していることによるもので、下流地点での同時測定で検証された。

パンタビ測水所流量は、伏流のため正確な流量を示していないにもかかわらず、ピニャン測水所流量との間に良い相関が見られる。

この関係は、

$$Q_t = 0.472 \times Q_n - 0.74 \quad (r = 0.827)$$

Q_t : パンタビ測水所比流量 ($\text{m}^3/\text{s}/100\text{km}^2$)

Q_n : ピニャン測水所比流量 (")

で表され、この式を利用して、ピニャンの欠測分を補完することができる。

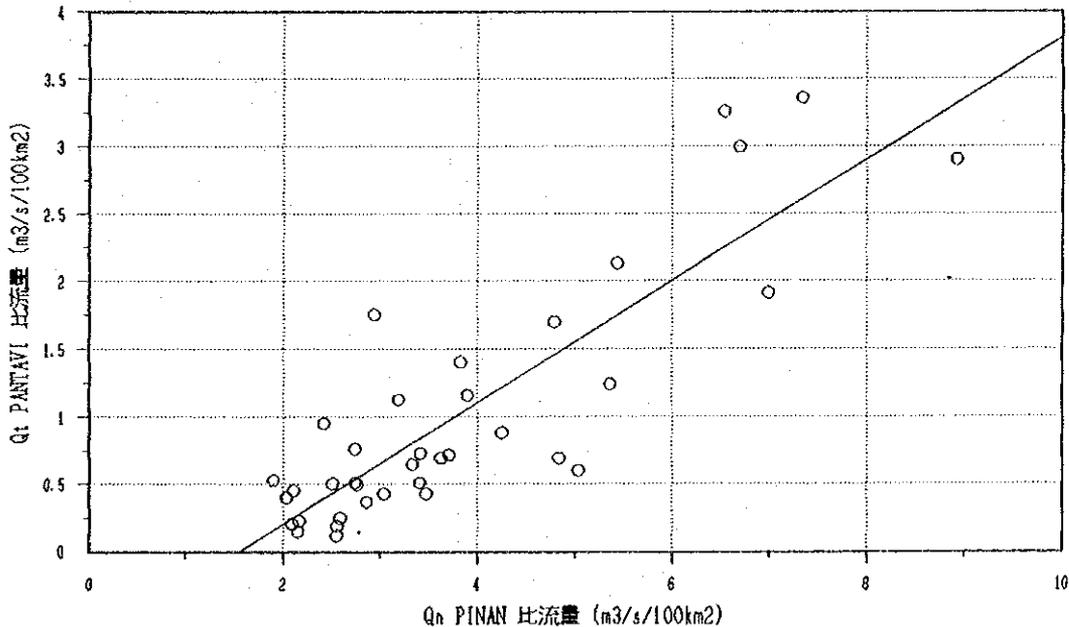


図 3.2.5 ピニャンーパンタビ流量相関図

3) 推定比流量

流量の推定は、できるだけ長期のもので信頼性のあるデータをもとにすることが望ましい。本計画においては、現測水所で得られた観測値を用いるほか、近傍の雨量観測所の雨量から流量を推定する手法が考えられる。

現測水所データは、対象河川の実績データであり最も望ましいが、データは、わずか6年間の値に限られる。したがって、より長期の流量を使用するためには、雨量データよりの推定に頼らざるを得ない。

しかし、雨量は流域内では観測されておらず、最も近接するのは、ダムの南18kmに位置するアプエラ観測所（観測～'65）にすぎない。しかし、アプエラ観測所のデータを利用する場合、その雨量と本地点流量との相関を検討できる期間は数年間に限られるため、得られた結果の信頼性が小さいと判断される。

したがって、本計画においては6年間の測水所実績を採用するものとし、アプエラの雨量よりの流量推定は将来の検討課題とすることとした。

表 3.2.8に、一部パンタビ川流量よりの算定値で補完したピニャン川推定比流量を示す。

表 3.2.8 ピニャン川推定比流量

		(m ³ /s/100km ²)					
年	'86	87	88	89	90	91	平均
月							
1	4.70	5.03	3.48	8.04	2.41	2.60	4.379
2	5.32	3.41	3.90	8.93	2.93	2.32	4.466
3	6.39	4.26	3.62	7.35	3.19	5.54	5.059
4	4.62	4.83	6.54	4.79	5.43	3.52	4.955
5	4.69	6.70	5.02	7.00	4.04	2.75	5.032
6	2.76	2.73	4.00	3.83	2.86	1.98	3.026
7	2.15	2.15	3.45	3.41	2.59	1.72	2.579
8	2.03	2.08	2.58	3.03	2.55	1.76	2.338
9	1.95	1.89	2.50	3.06	2.54	2.01	2.325
10	3.32	2.73	3.15	3.83	3.52	2.49	3.173
11	5.36	2.85	8.48	2.75	2.14	4.48	4.344
12	3.71	2.10	6.63	2.04	1.86	5.06	3.566
平均	3.91	3.40	4.44	4.84	3.00	3.02	3.766

注) 欠測分は前記パンタビより換算式によって補完

3.2.4 地 質

ダム、トンネル予定地域の地質状況を把握するために、現地踏査と合わせてダム予定地点の室内岩石実験を含むボーリング調査および弾性波探査、ならびにトンネル予定地点の弾性波探査を実施した。これらの調査の詳細はAnnexに示す。

(1) 水源地域

1) 地形概要

ダム、導水路予定地域は火山地形によって特徴づけられ、プングロマ (Pungu-loma, 標高4,254m; 別名 Negro Puno)、コタカチ (Cotacachi, 標高4,944m)、ヤナウルク デ ピニャン (Yanahurucu de Pinan, 標高4,535m)、ロマプルンブロ (Loma Pulumburo, 標高4,211m; 別名 Pumamaqui) の各火山から流れ出した溶岩あるいは噴出物が形成した溶岩台地、溶岩の溝や窪地に出来た湖、河川がせき止められて出来た湖あるいは湿地帯が数多く分布している。

地形は幼年期の様相を呈し、緩傾斜の尾根部および溶岩台地と、深くて急峻で比較的直線的な河川・沢で特徴づけられる。谷密度 (沢の発達頻度) は小さい。一方、古期岩類である花崗閃緑岩類の分布するダムサイトおよび貯水池予定地右岸の地形は老年期に近い様相を呈し、緩らかな丸い尾根と開けた樹枝状の谷で特徴づけられ、谷密度が大きい。ダム予定地上流のピトゥラ (Pitura)、パンタビグランデ (Pantavi Grande)、シエナガデルオスピタル (Cienaga del Hospital) 等の旧火山せき止め湖に起因した湿地帯は平原状を呈し、ここを流れる河川は蛇行を繰返しながらゆったりと流れている。

水源地域の植生は、森林が伐採され牧草地となっているところが多く、草地の占める割合が高い。牧草地に適さない急峻な尾根部及び火山岩類の分布地域を流れる急峻な沢沿いには樹木が分布している。

2) 地質概要

ダム、導水路予定地周辺は、既存資料によると古期基礎岩盤とこれを被覆する火山活動の産物である火山岩類が卓越する。古期基盤岩盤は、砂岩、石灰岩、マクチ層 (Formacion Macuchi)、これを併入する花崗閃緑岩類から構成される。火山岩類は、プママキ火山岩類 (Volcanicos del Pumamaqui)、ヤナウルコ火山岩類 (Volcanicos del Yanahurco)、コタカチ火山岩類 (Volcanicos del Cotacachi)、ネグロ プニョ火山岩類 (Volcanicos del Negro Puno) から構成され

る。沖積層がこれらを覆って分布している（図 3.2.7）。

石灰岩は、水源地域北方のサラド調査地付近に分布し、本計画に直接関係はない。頁岩を伴った砂岩は下流案ダムサイト直下流に分布する。鉱染作用および緑泥石化作用を受け黄鉄鉱や緑泥石が形成されている。既存の文献には記載されていないが、花崗閃緑岩類によって接触変成作用（contact metamorphism）を受けて微量の黒雲母が形成されている状況から、地質年代は花崗閃緑岩類以前、つまり白亜紀以前と予測される。

マクナ層は、変玄武岩（metabasalt）の枕状溶岩で水源地域の北方に分布し、本計画には直接関係しない。地質年代は含有する化石から中世代白亜紀と予測される。

花崗閃緑岩類は、水源地域のピトゥラ川右岸側からピニャン川上流にかけて分布する。花崗閃緑岩、石英閃緑岩、閃緑岩、局所的な酸性岩類より構成され、ブママキ層に併入する。いずれの岩石も鉱染作用および緑泥石化作用を受け黄鉄鉱や緑泥石が形成され、源岩の組織（等粒状）は失われひん岩状（porphyritic）となっている。地質年代は未詳である。本岩類はダムサイト、貯水池に関係し、原石山の候補ともなる。

ブママキ火山岩類は、南北をそれぞれイルビ川とパンタビ川に境され、東側は新設された調査用道路付近まで分布している。安山岩溶岩から構成され、新生代第三紀鮮新世の古い火山岩で他の火山岩類に較べて風化・変質作用が進み、上記道路の露頭では北東方向の節理・小断層が卓越し細片化している。なお、この卓越した節理・小断層は航空写真で線構造として捉えられる。本計画ではNo. 1～3トンネルがこの火山岩類を通過する。

ヤナウルコ火山岩類は、パンタビ平原（Pantavi Grande）より東側に南北に長く分布する。輝石安山岩溶岩および同質の火山砕屑岩より構成され、一部に火山岩頸（Volcanic Neck）が形成されている。火山砕屑岩は急崖を形成する場合が多い。地質年代は新生代第三紀鮮新世から第四紀更新世とされている。本計画のダム、トンネルには関係しない。

コタカチ火山岩類は、コタカチ火山を中心として水源地域の南部に分布する。溶岩、火山砕屑岩および火山泥流堆積物（ラハール：Lahar）より構成され、岩質は角閃石-輝石安山岩および角閃石石英安山岩よりなる。地質年代は第四紀更新世で、層厚は2,000mと推定されている。No. 4トンネルが本火山岩類を通過する予定である。

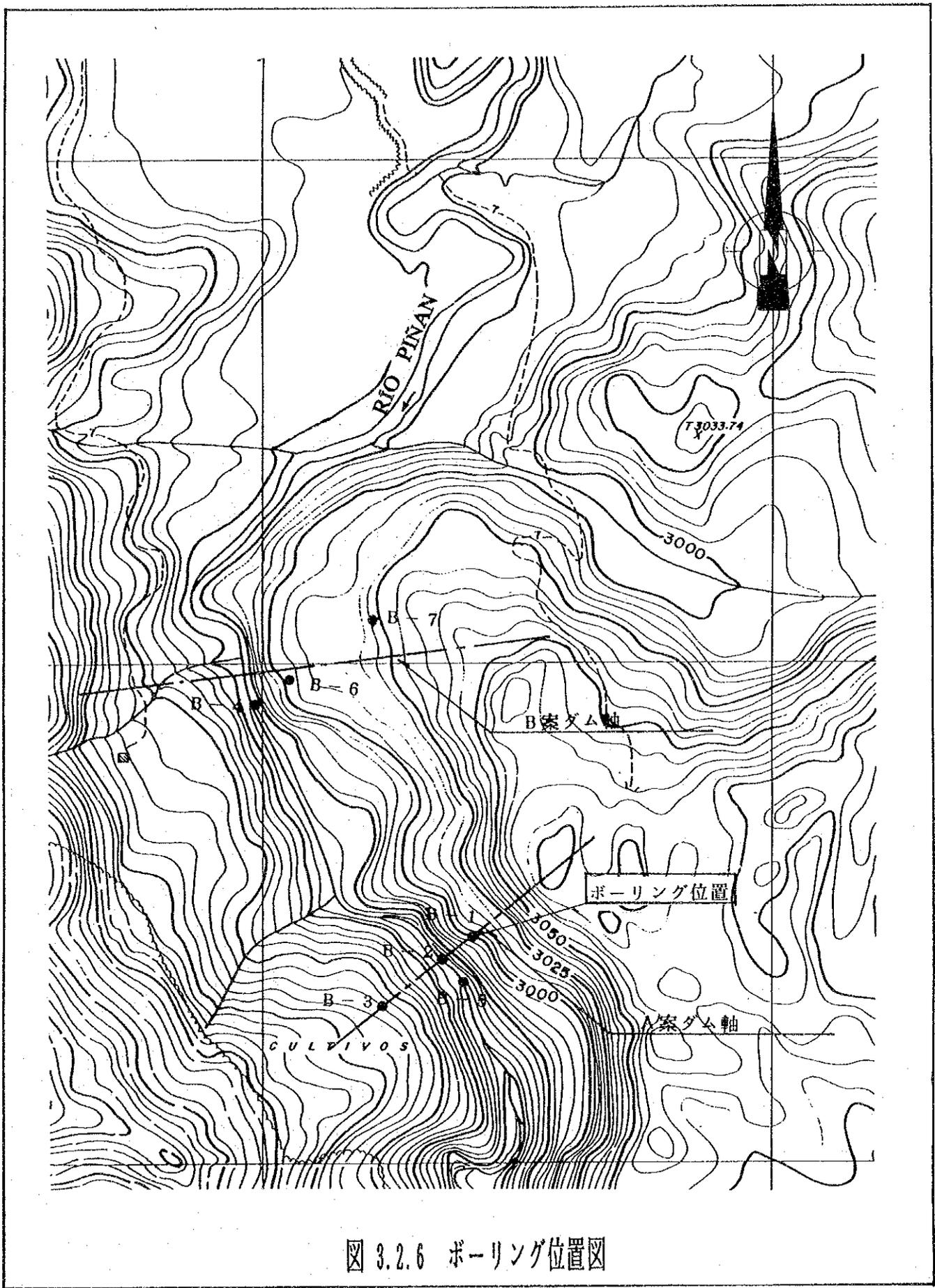


図 3.2.6 ボーリング位置図

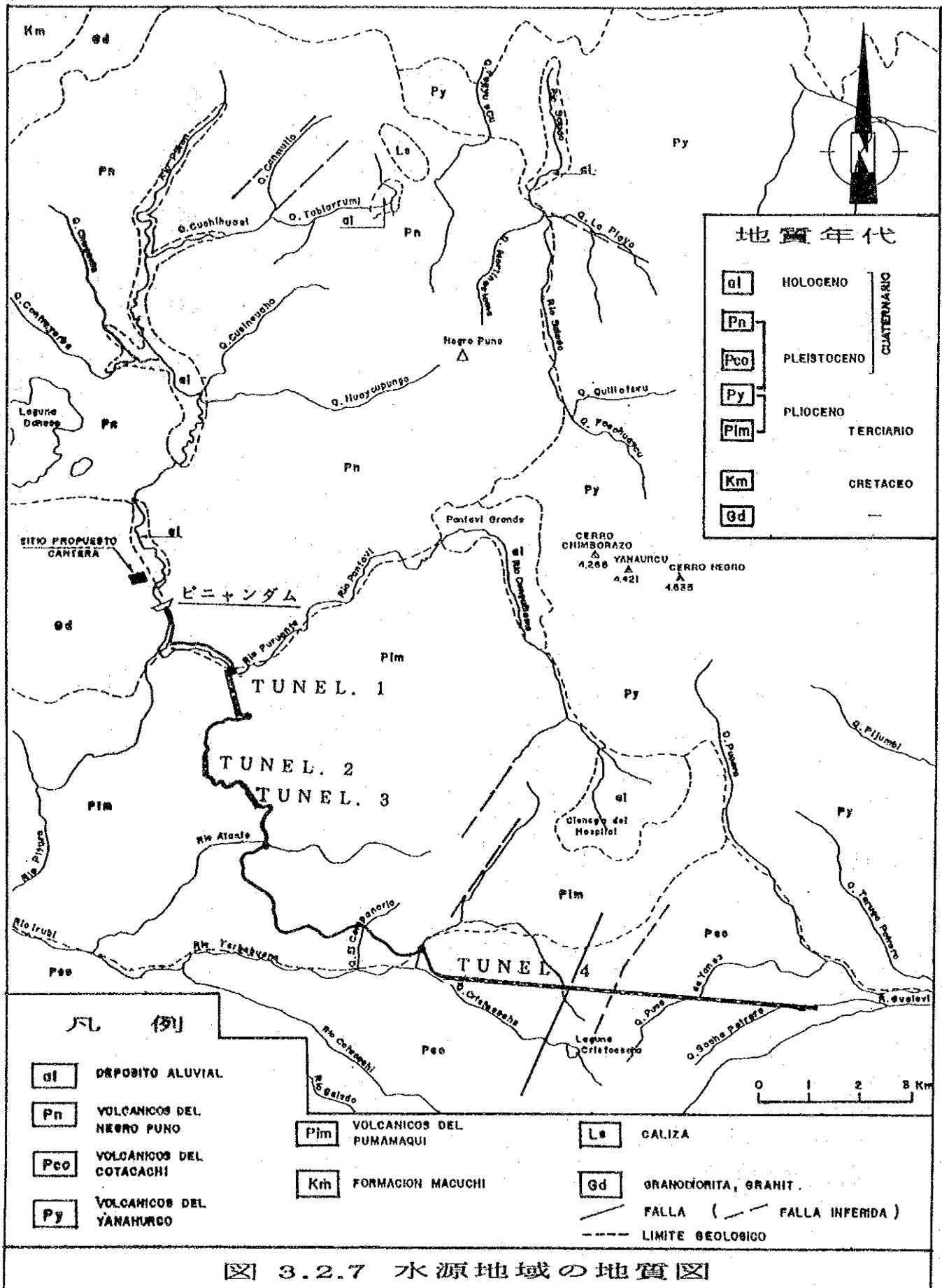


図 3.2.7 水源地域の地質図

ネグロブニョ火山岩類は、ピニャン川、パンタビ川、サラド川を境界として分布する。輝石安山岩溶岩および同質の火山砕屑岩より構成され、本火山活動の末期には多量の火山灰を放出し、層厚1~5mの火山灰層を堆積している。地質年代は第四紀更新世とされている。本計画との関連ではダムサイト左岸の基礎岩盤を構成する。これらの基盤岩を覆って第四紀完新世の段丘堆積物、湖沼堆積物、扇状地堆積物、崖錐堆積物が分布する。

表 3.2.9 調査地の地質層序

時代	地層名	記号	岩相	備考
第四紀 完新世	河床堆積物	rd	粘土、砂、礫	河川沿いに分布。礫は少なく礫径は5cm以下
第四紀 完新世	崖錐堆積物	ta	粘土、砂、礫、 火山灰	扇状地堆積物を含む。崖錐との構成物の差は殆どない
第四紀 更新世	火山灰層	pf	珪石質火山灰(黒) 軽石質火山灰(褐)	調査地全域を1~5 mの厚さで覆う
第四紀 更新世	湖沼堆積層	ld	粘土、砂、礫 火山灰	火山堰き止め湖の堆積物。水中の水平堆積層が特徴
第四紀 更新世	段丘堆積層	tr	礫、砂	花崗閃緑岩・古い溶岩の円礫で特徴づけられる
第四紀 更新世	旧崖錐堆積層	ta'	粘土、砂、礫	旧河床堆積物を含む
第四紀 更新世	ネグロブニョ 火山岩類	PN	安山岩質溶岩、 火砕岩	角閃石安山岩、流紋岩
白亜期 以降	砂岩	Ss	砂岩、頁岩を挟む	
白亜期 以降	花崗閃緑岩類	Gd	花崗閃緑岩、石英 閃緑岩、閃緑岩	併入岩体

(2) ダムサイト

1) 地 形

ダムサイト（B位置）の地形は、緩やかな尾根部と深く切れ込んだ急峻な谷部からなる。左岸側は緩やかな丸みを帯びた尾根部であるが、溶岩が流れる際に形成された特有の皺・溝があり、谷部の急斜面には溶岩崖が各所に分布する。一方、右岸側はやはり緩やかで丸みを帯びた山容をなすものの谷密度が高く（沢が発達）崖錐地形が発達し、左岸側に較べて地形は古い。谷部の斜面勾配は左岸側で約40度、右岸側で約35度である。河川勾配はダムサイト付近より上流で緩く、下流案ダム軸約30m下流から急となっている。左岸側の標高3,005 m以高および右岸側の2,994m以高は緩傾斜の広場となっているので施工ヤードとして利用できる。

2) 地 質

ダムサイトの基礎岩盤は、主に右岸側にみられる花崗閃緑岩類とこれら基盤岩を覆って左岸側に分布する第四紀更新世のネグロブニョ安山岩溶岩から構成される。これらを覆って崖錐堆積物、河床砂礫層および火山灰層が分布する。なお、花崗閃緑岩類と溶岩の境界には古い表土、崖錐堆積物および河床堆積物が存在すると予測される。

砂岩は、下流案ダム軸より約35 m下流付近に小窓状に露出する。中粒ないし細粒の凝灰質砂岩および粘板岩より構成され、緑泥石化作用（chloritization）、黄鉄鉱化作用（pyritization）を受けている非常に緊硬、緻密な岩盤である。

花崗閃緑岩類は、右岸側に広く分布する。左岸側ではネグロブニョ溶岩に覆われて伏在すると予想される。本岩体は、花崗閃緑岩が主体をなし、石英閃緑岩、閃緑岩より構成された複合岩体である。砂岩と同様に緑泥石化作用、黄鉄鉱化作用を受け所々に緑泥石の細脈が形成され、割れ目には黄鉄鉱が晶出している。岩体の一部は、鉱染作用（mineralization）によって脆弱化している（代表例：ボーリング孔 B-3、深度 25m付近）。節理系は、次の三系列が形成されこの中では“a”が卓越している。

- a. 走向・傾斜 N 35 E・80 N
- b. N 70 W・85 N
- c. N 45 W・40 S

ボーリング孔B-2の深度29.66m および下流案ダムサイト付近の露頭より採取した試料を顕微鏡観察した結果は、以下の通りである。

主成分：斜長石、角閃石、カリ長石、石英
副成分：絹雲母、緑泥石、緑れん石、カオリン
その他：燐灰石

ネグロプニョ火山岩類は、ピニャン川の左岸側に花崗閃緑岩類を覆う形で分布する。ネグロプニョ火山岩類は安山岩溶岩が主体をなし、火砕流堆積物（pyroclastic flow）が高標高部に露出する。ただし、地表面は層厚数mの火山灰で覆われているため分布の詳細は不明である。ダムサイトの基盤は大部分溶岩で、ボーリング調査の結果によると数枚の溶岩流から構成されている。一枚の溶岩流は溶岩中心部と、その周縁の急冷部および上部・下部・先端部に分布する自破碎溶岩（Autobreccia）の三つの岩相に区分される。それぞれの岩相の特徴は以下のとおりである。

- 溶岩中心部：灰色ないし暗灰色で堅硬である。冷却に伴って形成された節理が発達している。強度はあるものの節理が発達しているため透水性は高い。
- 周縁急冷部：赤紫色で急冷時の発泡作用によりやや多孔質である。おおむね堅硬で節理は発達しているものの溶岩中心部よりは少ない。
- 溶岩自破碎部：灰色で、溶岩の隙部およびそれと同質の基質(matrix)より構成されやや脆い。場所によっては空隙が形成されている。最上部には常温で水性の凝灰角礫岩に類似した岩相も一部にみられる（ボーリング孔B-1、深度20mおよび27.5m付近）。この岩相はダムの基礎岩盤としては強度・透水性ともに課題が多い。顕微鏡観察の結果、本溶岩は斜長石を主成分とし、カリ長石、角閃石の斑晶より構成される。

なお、局所的には、石英とカリ長石を主要な造岩鉱物とした流紋岩、あるいは石英の斑晶の形成された石英安山岩も分布する。河床部付近の露頭より採取した安山岩試料を顕微鏡で観察した結果は以下のとおり。

主成分：斜長石
斑 晶：カリ長石、角閃石

火山灰層は、ダムサイトおよび貯水池周辺の全ての斜面を覆って分布し、黒色のスコリア質火山灰層と褐色の軽石質火山灰より構成される。層厚は旧地形と侵

食の程度に左右されて一定せず1～5mの範囲にあり、緩傾斜地で5m前後と厚く、川・沢に面した勾配30度以上の斜面で2～3mの範囲である。

崖錘堆積物は、沢沿いに小規模分布するとともに、火山灰層の下位にも分布する。層厚は一定せず数mである。崖錘堆積物は沢の出口付近の扇状地堆積物も含め、火山灰質粘性土、砂、各種の礫より構成されたルーズな堆積物である。礫は堅く、最大径1.5mに達する場合もある。

河床堆積物は、ピニャン川沿いに分布し、粘土、砂、礫より構成され層厚は1～3mである。礫は堅く、礫径は大半が5cm以下である。

3) 地質構造

大局的な地質構造は、右岸側の花崗閃緑岩類を左岸側から押し寄せてきたネグロブニョ火山の溶岩が覆う形態をなす。ネグロブニョ溶岩は三枚の溶岩流から構成され、それぞれ左岸側から右岸側にかけて10～15度の傾斜で不整合に覆いかぶさる。溶岩流の境界部には、ボーリング孔B-6およびB-7によると、旧表土あるいは崖錘堆積物等は存在しない。一方、溶岩と花崗閃緑岩類との境界部には、ボーリング孔B-7および地表踏査では確認できなかったものの、各地の火山岩地帯の事例から判断して、旧河川堆積物、旧表土あるいは旧崖錘堆積物等が存在する可能性もあるので、古い流路の存在を今後確認する必要がある。また、今回の調査では断層は発見されなかったものの、右岸の花崗閃緑岩体に北北東方向の線構造が認められ断層の存在が推定される。

4) 岩盤状況

左岸側の安山岩溶岩では、局所的に風化して粘土化したD級岩盤は堅硬なものの割れ目は緩み、二次粘土を挟んだCL級岩盤が地表面より約13mの深さまで分布する。この下位にはCH級岩盤および新鮮であっても固結度が低い溶岩自破砕部のCM級岩盤が層状に分布する。

右岸側の花崗閃緑岩類では、ボーリング孔B-3から推定すると、岩片は堅いものの割れ目に多量の二次粘土を介在したCL級岩盤が地表より約12mの深さ、標高2,995m以上では15～20mの深さまで存在する。この下位には岩石は堅硬で割れ目にサビが付着したCM級岩盤が分布する。CM級岩盤は河床部では地表面より5m前後に位置する（岩盤等級についてはANNEX参照）。

5) 透水性

左岸

ダム左岸取り付け尾根部は標高3,001.5mでの尾根幅は最小で約290mである。この尾根に分布する安山岩溶岩は透水性が20ルジオン以上と高く、またこの尾根の地下水位が地表面より約40～50m（標高2,975～3,000m）と低いので貯水後に漏水する可能性が高い。したがって、詳細設計の段階では、ダム敷のみならず尾根部についても地下水位と透水性に主眼を置いた調査を行う必要がある。

河床および右岸

花崗閃緑岩の分布域に属し、下流案ダムサイトの調査から推定すると、地下水位は地形と調和的に上昇していると予測される。河床部のボーリング孔B-4のルジオン値は20以上と高いものの、地下水位以深では左岸の溶岩と異なり比較的低い透水性の岩盤であることが予測される。

(3) 貯水池

1) 地形

左岸側は台地状の山頂部とピニャン川に向う比較的急峻な斜面および枝沢の少ない比較的直線的な支川、沢で特徴づけられる。一方、これとは対照的に、右岸側は緩やかで丸みを帯びた尾根と河川に向う緩い斜面で構成され、枝沢の多い支川、沢が発達している。

地質の分布状況は、左岸側が新しい溶岩、右岸側は風化・侵食の進んだ花崗閃緑岩類の分布域に該当し、これが反映した結果、左岸側が新しく、右岸側が古い地形をなしている。また、ピニャン川周辺には平坦地が広がっている。これはダムサイト周辺の溶岩がピニャン川をせき止めて一時的に湖を形成し、そこに主に粘土・砂・火山灰が水平に堆積して形成されたものである。この平坦地には湖が形成される前に形成された段丘地形も残存している。

支川、沢の出口付近には出口を中心とした円錐状の扇状地形が発達し、沢の押し出し堆積物的な崖錐地形と一体をなす。ピニャン川はダムサイト付近および貯水池の上流端付近で溶岩に押し寄せられる形態をなし、古い流路は現在より左岸側を流れていたものと推定される。平坦地では蛇行を繰返しながらゆったりと流れるもののダムサイト付近より下流側と貯水池末端より上流側では急勾配で流れている。

2) 地質

貯水池周辺には、大局的には左岸側にネグロプニョの安山岩質火山岩類、右岸側には花崗閃緑岩類が分布している。これらの基盤岩を覆って段丘堆積物、湖沼堆積物、火山灰層、崖錐堆積物、扇状地堆積物、河床堆積物が分布している。断層は露頭では確認されなかったが、航空写真では3本の線構造が見られる。原石山付近のものは北東方向の卓越した節理に支配された直線谷の可能性が高い。他の2本は露頭条件が悪く詳細は不明である。

3) 透水性

火山岩地帯のダム計画で問題となるのは、貯水池からの漏水である。漏水は貯水池周辺の地形および地下水位状況に関係する。溶岩の分布する貯水池は、他流域まで数km以上あり、しかも地形的に高くなっているため地下水位は漸次上昇して、現計画案のサーチャージ水位の3,001.5mより高くなっていると予測され、貯水が他流域に浸透することはない。

4) 斜面の安定性

現在の貯水池周辺の斜面は安定しており、小規模な崩壊地は存在するものの、地滑り地は存在しない。ダム完成後の貯水位は標高3,001.5mとなり、貯水池内に広く分布する崖錐堆積物にかかるが、この崖錐堆積物は緩傾斜地をなすため貯水後も不安定化することなく、貯水に伴う大規模な地滑りは発生しないと推測される。

(4) 建設材料

1) 岩石材料

ダムサイト周辺の現地調査を行った結果、図3.2.8に示すA、B、Cの3地点が岩石材料の採取候補地点と考えられる。A地点は花崗閃緑岩類、B、C地点は安山岩溶岩である。B、C地点の安山岩溶岩は、洪水吐等コンクリート骨材として利用する場合アルカリ骨材反応を起こす例が多いことと、A候補地より遠いことが問題である。以上の状況と、調査・試験の行われていない現時点では、A候補地を岩石材料の優先候補地とする。なお、これが量的に不足する場合は隣接したA'候補地も利用する。フィルター材(砂)および土質材料についてもこれらの風化部、強風化部が候補となりうるが、賦存量については現段階では不明である。

この他、砂分を含有する河床堆積物および段丘堆積物もフィルター材（砂）の候補となりうるが、賦存量が少ないと予測される。

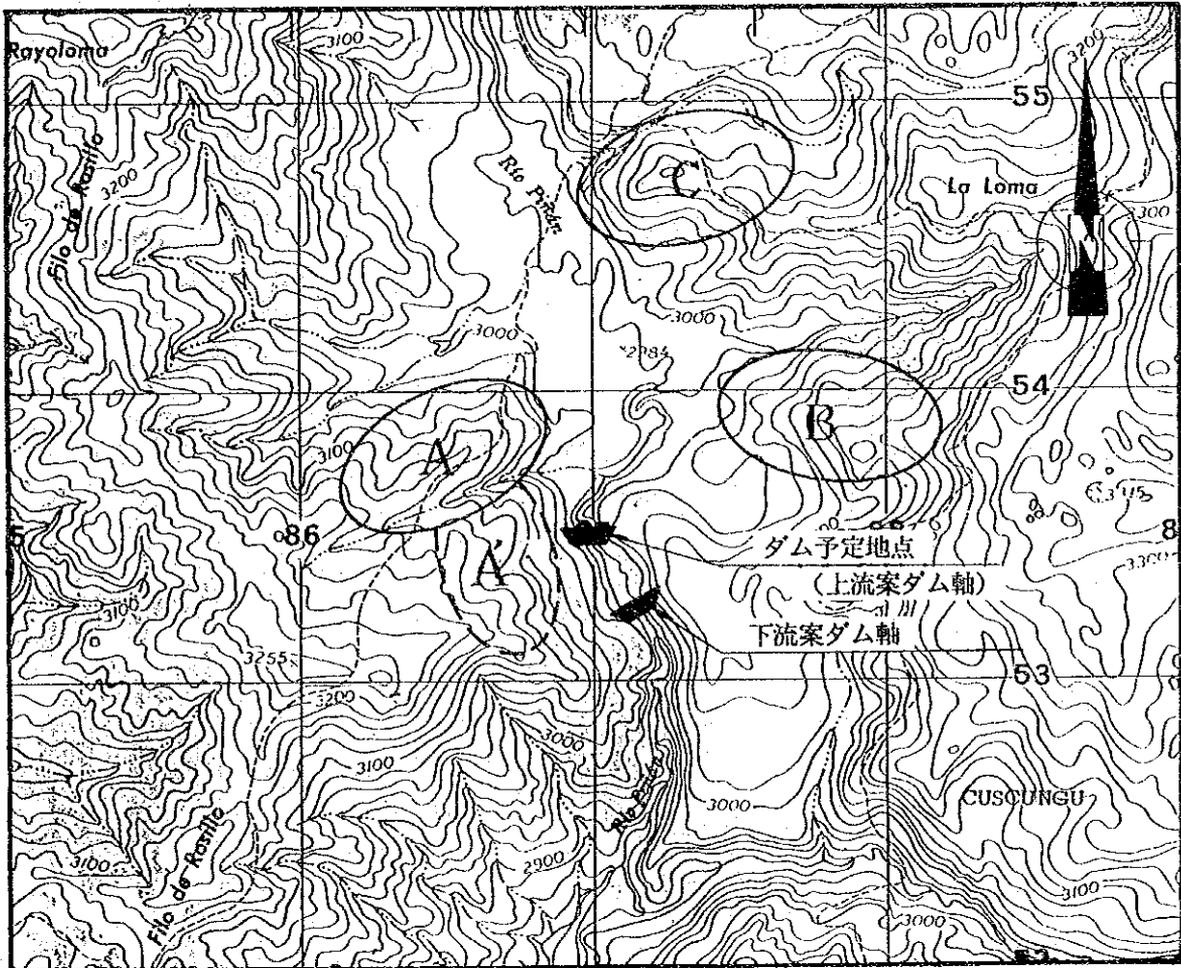


図 3.2.8 原石山候補地

2) 土質材料

土質材料は、扇状地堆積物を含む崖錐堆積物、湖沼堆積物および火山灰層も候補に上げられる。ただし、いずれの地層も賦存量は充分にあるものの下記の課題が残る。

湖沼堆積物は大半が火山灰質粘性土で構成され砂分の含有に乏しく強度面で劣るとともに含水比が高く、比重が小さい。また、崖錘堆積物に関しても、一ヶ所で十分な量を確保できず、加えて、質的にも火山灰を多量に含むのでやはり含水比が高く、比重が小さい。

また、火山灰層は、黒色火山灰層と褐色火山灰層から構成され、前者はスコリア質の火山灰で、層厚は数10cmから2.5mと薄い。一方、後者は軽石質火山灰で、層厚が1~3mと変化して不規則に分布する。両者とも火山ガラスを多量に含有するので含水比が高く、比重が小さい。したがって、これらの火山灰は、施工性が低く、強度も低い。

したがって、中心コア型ロックフィルダムは、現時点では現実的でない判断される。

(5) トンネル通過予定地

トンネル予定地点の現地踏査および弾性波探査の結果から、トンネル部の地質状況を示すと下記のとおりである。

1) 1号トンネル

1号トンネルは、プママキ火山岩類を通過する予定であり、断層と遭遇する可能性も低くまた土被りも100m前後あり、直径2m程度のトンネル掘削に大きな障害はないと予測される。呑口付近は崖錘堆積物も薄く斜面勾配も大きいので坑口掘削の問題は少ない。一方、吐口付近は緩傾斜の樹林帯で崖錘堆積物も5m以上あると予測されるので坑口崩壊を避けるために、土被りが10 m以上となるまで明り掘削として坑口を追い込む必要がある。

弾性波探査では踏前距離115mおよび220mに低速度帯が記録されているが、空中写真で線構造はなく、地表部でも該当するヶ所に断層は存在しない。したがって、この低速度帯は断層ではなく割れ目の密集部の可能性が高い。なお、割れ目の密集部は出水の可能性があるので注意する必要がある。

2) 2号トンネル

2号トンネルも1号トンネルと同じプママキ火山岩類を通過する予定であり断層と遭遇する可能性も低く、土被りも充分にあり、直径2m程度のトンネル掘削に大きな障害はないと予測される。ただし、呑口、吐口ともに崖錘地形が発達し山が

乱れているので、地山が緩んでいる可能性が高く、強度が低下しているため坑口掘削の際には十分な補強が必要となる。

弾性波探査の結果では、両坑口ともに20m付近迄は弾性波速度が1km/s以下で、崖錐堆積物および岩盤のクリープ帯で地山の緩んでいることが判る。低速度帯が踏前距離 65m、125m、160m、225m付近に記録されているが、空中写真判読や地表踏査の結果では断層の兆候はないので、これら低速度帯は割れ目の密集帯である可能性が高い。なお割れ目の密集部は出水の可能性のあることに注意する必要がある。

3) 3号トンネル

3号トンネルも、ブマキ火山岩類を通過する予定である。呑口付近は急峻で崖錐性の堆積物は薄い地山の緩みが予想される。一方、吐口付近は緩傾斜の崩壊地形をなし、ルーズな堆積物が厚さ5m以上分布しているため坑口掘削には十分な注意が必要である。空中写真判読の結果、断層は存在しない。

4) 4号トンネル

4号トンネルは、コタカチ火山岩類を通過する予定である。土被りが約800mあり、地下水位も高いことが予測されるので、掘削の際には出水と排水対策に留意する必要がある。本トンネル付近には航空写真では北東方向の線構造が数本見られる。これは、調査用道路の露頭でも同じ方向の小断層が数多く発達（走向N30E、傾斜80NWで代表される）し、岩石が細かく割れた状況と一致する。粘土は介在していないのでトンネル掘削の際に突発的な出水に見舞われることはないが、岩盤が脆くなっているため地下水が加わった時に崩壊の可能性が高い。この状況は呑口より1.6kmから2kmの間および4.1 km付近と推測されるので、掘削する際には十分な補強対策が必要となる。

呑口付近は樹林帯で崖錐堆積物が厚く表層崩壊の可能性が高い。一方、吐口付近は緩傾斜の牧草地で土被りが薄いことと、トンネルが地山に対して斜交するので偏圧がかかり易い。坑口位置は土被りが充分となるまで追い込んで崩壊に対処する必要がある。

3.2.5 土 壤

土壤調査結果をUSDAの分類法で分類すると、本調査対象地域の土壤は16のユニットに分けられる。各土壤の分布を図 3.2.9に示し、各土壤の性質を表 3.2.11に要約した。

調査対象地域の土壤の母材は、全て火山灰で、土性はほとんどが壤土からなり、排水性は良好である。化学的性質では、土壤pHは塩基飽和度が高いため中性から弱アルカリ性と高く、一方、土壤中の有機物、窒素、リン酸含有量は低い。

3.2.6 土地分級

土壤調査結果をもとに調査対象地域の土地分級を行った結果は、図 3.2.10、表 3.2.10 に示すとおりである。土地分級基準は表 3.2.12 に示すエクアドルの分級基準に準じた。

表 3.2.10 土地分級別面積

Class 制限因子	1	2		3		4		
	-	s	t	s	t	t	k	p
面積(ha)	0	2,308	3,254	414	1,281	841	714	630
比率(%)	0	18	25	3	10	7	6	5
計(ha)	0	5,562		1,695		2,185		

5	6		TM	Total
	s	t		
206	1,557	584	1,011	12,800
2	12	5	8	100
206	2,141		1,011	12,800

注) s: 土壤 t: 傾斜 k: 土層 p: れき
TM: 河川、市街地等

凡 例			
A 1111	TYPIC HAPLUDOLLS	A 131	DURIC EUTROPEPTS
A 1112	VITRIC EUTRANDEPTS	A 132	ANDIC EUTROPEPTS
A 1121	TYPIC DURANDEPTS	A 2111	ENTIC HAPLUDOLLS
A 1122	USTOLIC EUTRANDEPTS	A 2112	TYPIC DURUDOLLS
A 113	ENTIC DURANDEPTS	A 212	ANDEPTIC USTORTMENTS, TYPIC DURIORIENTMENTS, TYPIC EUTROPEPTS
A 1211	TYPIC EUTRANDEPTS	A 31	TYPIC HAPLUSTOLLS
A 1212	TYPIC EUTROPEPTS	A 32	UDOLIC EUTROPEPTS
A 122	TYPIC EUTROPEPT ENTIC EUTRANDEPTS		
T M	MISCELANEAS		

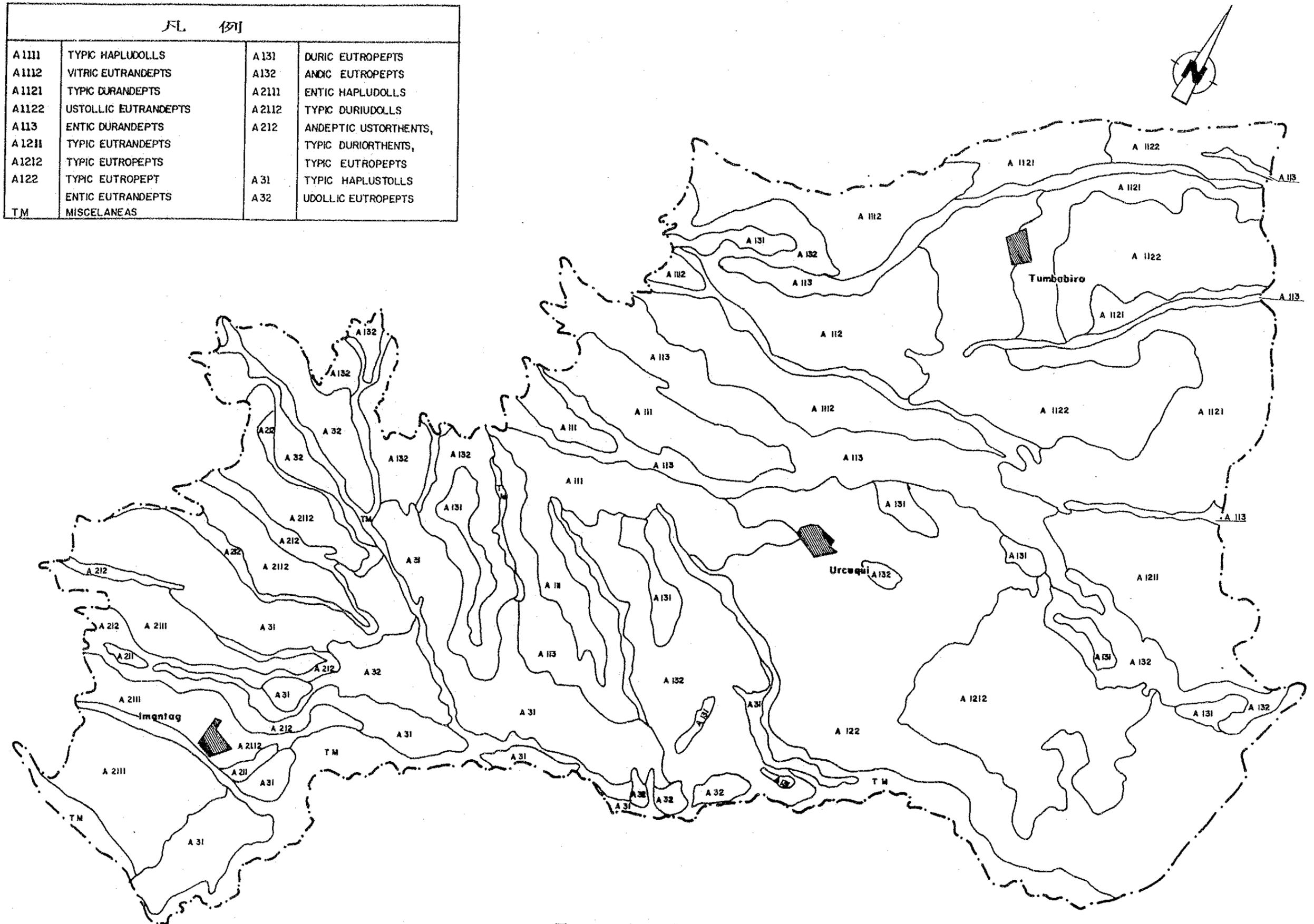


图 3.2.9 土壤图

凡 例		
ソツホ'ル	クラス	サブ'クラス
	2	s
		t
	3	s
		t
	4	t
		p
		k
	5	
	6	s
		t
	その他	

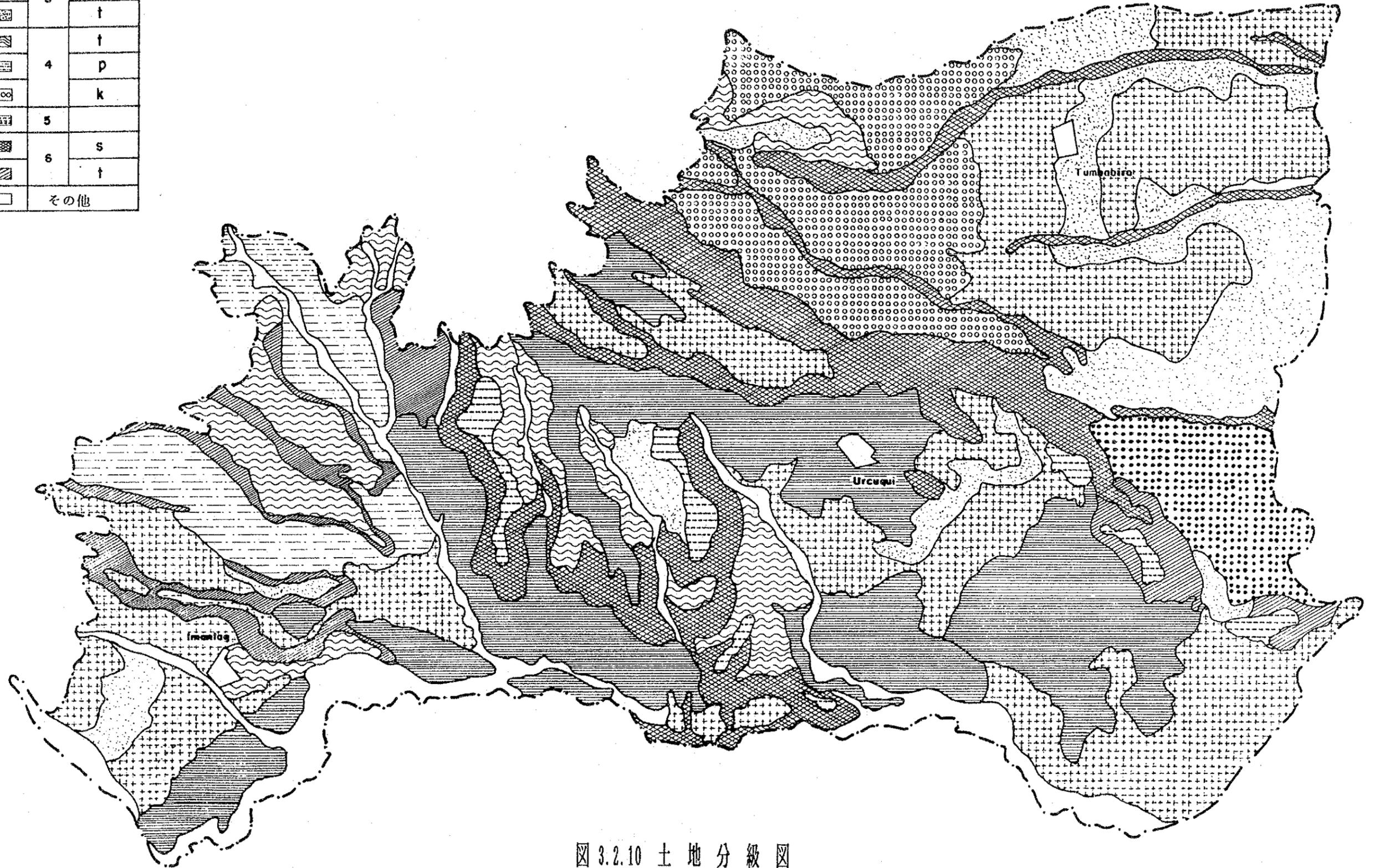


図 3.2.10 土地分級図

表 3.2.11 調査対象地域の土壌の性質

シンボル	サブグループ	母材	土性	排水	土層 (m)	pH	EC	塩基交換容量	塩基飽和度	有機物含量	窒素	リン酸	面積	
													(ha)	(%)
A1111	Typic Hapludolls	火山灰	L,CL	良	1.2<	Al	N	M	MA	M	B	A	945	7.4
A1112	Vitric Eutrandepts	火山灰	L*	良	0.4-0.6	N	N	M	A	B	B	M	714	5.6
A1121	Typic Durandepts	火山灰	L	良	0.6-0.9	MFAl	N	A	MA	B	B	A	860	6.7
A1122	Ustollic Eutrandepts	火山灰	L*	良	1.2<	Al	N	M	MA	B	B	B	1,127	8.8
A 113	Entic Durandepts	火山灰	L*	過良	-	Al	N	M	MA	M	M	B	1,235	9.6
A1211	Typic Eutrandepts	火山灰	L*	良	1.2<	FAl	N	M	MA	M	M	B	414	3.2
A1212	Typic Eutropepts	火山灰	L,CL	良	1.2<	FAl	N	M	MA	B	B	B	602	4.7
A 122	Typic Eutropept	火山灰	L*	良	1.2<	FAl	N	M	MA	B	B	M	1,530	12.0
A 131	Entic Eutrandepts	火山灰	L*	過良	0.6-0.9	AC	N	M	A	B	B	A	255	2.0
A 132	Andic Eutropepts	火山灰	L,CL	過良	1.2<	Al	N	M	A	M	M	B	1,218	9.5
A2111	Entic Hapludolls	火山灰	L,SCL	良	1.2<	N	N	M	A	M	M	A	612	4.8
A2112	Typic Duricudolls	火山灰	CL	良	0.6-0.8	N	N	M	A	B	B	B	384	3.0
A 212	Andeptic Ustorthents	火山灰	L,CL	過良	0.4<	FAl	N	M	A	M	M	B	285	2.2
A 31	Typic Haplustolls	火山灰	L,CL,SiCL	良	1.2<	FAl	N	M	MA	B	B	B	1,150	9.0
A 32	Udolic Eutropepts	火山灰	L,CL	良	1.2<	Al	N	M	MA	M	M	B	458	3.6
M	Miscelaneas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,011	7.9
	Total												12,800	100.0

pH: FAC=5.1-5.5 AC=5.6-6.5 N=6.6-7.3 Al=7.4-8.4 FAl=8.5-9.0 MFAl=9.0<
 塩基交換容量(meq/100g): M=10.01-20.00 A=20.01-30.00
 リン酸(ppm): B=1-10 M=11-20 A=20<

窒素(%):
 Sandy SL L,SiL CL,L
 B: 0.00-0.05 0.00-0.07 0.00-0.10 0.00-0.10
 M: 0.06-0.01 0.08-0.10 0.11-0.15 0.11-0.20
 A: >0.1 >0.1 >0.15 >0.2

有機物含量(%):
 Sandy SL L,SiL CL,L
 B: 0.00-1.00 0.00-1.50 0.00-2.00 0.00-2.00
 M: 1.01-2.00 1.51-2.00 2.01-3.00 2.01-4.00
 A: >2.0 >2.0 >3.0 >4.0

表 3.2.12 土地分級基準

制限因子	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 6
土 性	L, SL	SiL, LS, CL, SCL, SiCL	SiC, SC, C	HC, S**	
土層深 (k)	120 cm以上	120 - 90 cm	90 - 50 cm	50 - 20 cm	20 cm 以下
礫含量* (p)	5 % 以下	5 - 25 %	25 - 50 %	50 % 以上	
土壌 pH* (s)	6.6 - 7.3	7.4 - 8.4	8.5 - 9.0	9.0 以上、5.0 以下	
傾 斜 (t)	0 - 4 %	4 - 8 %	8 - 16 %	16 - 30 %	30 % 以上

注1) * : 表層 0~50 cm ** : 粗砂

注2) Class 5 は上記以外の因子で分類される。

3.3 農 業

3.3.1 土地利用

現況土地利用図は、縮尺 1/60,000 の航空写真（撮影1989年）、1/25,000 地形図および現地踏査をもとに作成した。現況土地利用を図 3.3.1 に、土地利用別面積を表 3.3.1 に示した。

表 3.3.1 現況土地利用面積

	畑 地	草 地	林 地	荒 地	市街地等	合 計
面積 (ha)	7,373	2,396	443	2,553	35	12,800
比率 (%)	57.6	18.7	3.5	19.9	0.3	100.0

(注) 道路、水路は各地目に含まれている

現況の土地利用分布の特色は、以下のとおりである。

イ) 畑 地：比較的平坦な地域に分布している。

ロ) 草 地：草地は自然草地と改良草地に分けられる。自然草地は主に急傾斜地に、改良草地は比較的平坦な地域に分布している。

ハ) 林 地：林地のほとんどはユーカリの植林地である。

ニ) 荒 地：荒地は農地として利用不可能な河川沿いの急傾斜地に分布している。

凡 例	
	畑 地
	草 地
	荒 地
	林 地
	市 街 地

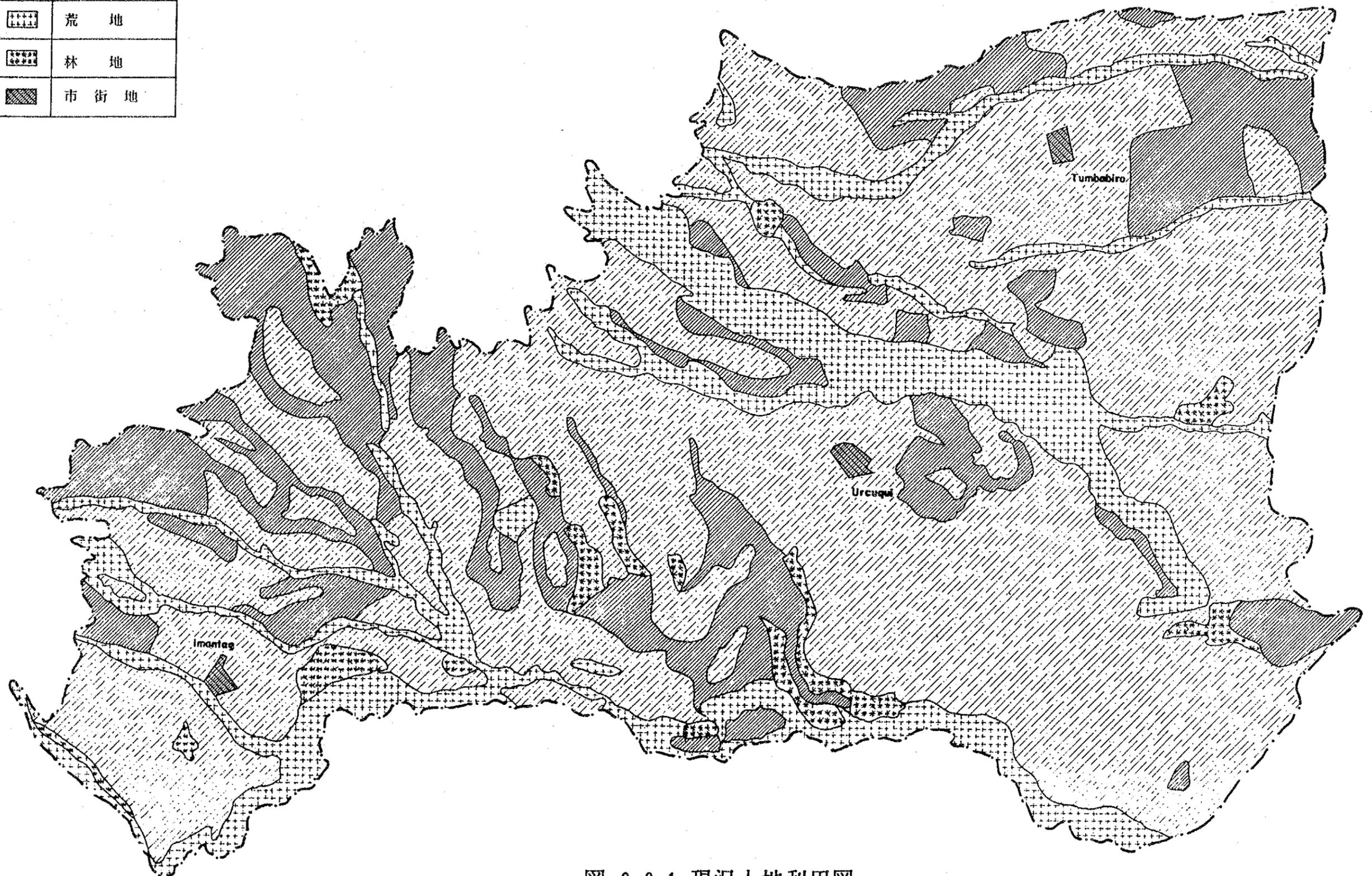


图 3.3.1 現況土地利用図

3.3.2 農業生産

調査対象地域の作物栽培面積および作物生産量は、表 3.3.2に示すとおりである。

表 3.3.2 作物別栽培面積および生産量

作物	栽培面積 (ha)	単位収量 (ton/ha)	生産量 (ton)
メイズ	1,602	0.91	1,457.8
小麦	1,148	1.53	1,756.4
大麦	1,028	0.85	873.8
フリフォーレス	761	0.89	677.3
馬鈴薯	186	11.61	2,159.5
さとうきび	106	45.40	4,812.4
エンドウ豆	55	0.54	29.7
果樹	111	19.65	2,181.2
野菜	40	30.62	1,224.6
計	5,037	-	15,166.7

注) 果樹はアグアカテ、野菜はトマトで代表させた。

なお、栽培面積、収量、生産量は以下のように算定した。

- イ) 栽培面積 : 農牧省のパロキア別農業生産統計から作付・収穫面積比を算出し、現況土地利用面積およびかんがい面積をもとに総収穫面積を算定した。各作物の栽培面積は、上記資料の各作物の作付面積比を引用し、一部現地調査結果をもとに修正し算出した。
- ロ) 単位収量 : 農牧省のパロキア別農業生産データを引用した。
- ハ) 生産量 : 上記の各作物の栽培面積、収量をもとに算定した。

表 3.3.3 州全体と調査対象地域の作付

面積/生産量	インバブラ州*	調査地域	(%)
総面積 (ha)	446,200	12,800	2.9
畑地面積(ha)	25,200	7,373	29.3
草地面積(ha)	100,300	2,396	2.4
メイズ(Seco)生産量(ton)	9,343	1,458	15.6
小麦 " (ton)	3,374	1,757	52.1
大麦 " (ton)	2,482	873	35.2
フリフォーレス " (ton)	7,199	677	9.4

* Sistema Estadístico Agropecuario Nacional 1991
(国家農業統計)

前記および現地調査の結果から、下記の事項が考察できる。

- i) 調査対象地域の面積は、インバブラ州の総面積のわずか2.9%を占めるに過ぎないが、畑地面積は州全体の約30%占め、州内有数の畑作地域である。
- ii) 主な栽培作物は、メイズ、小麦、大麦、フリフォーレスで、各々州の生産量の15.6%、52.1%、35.2%、9.4%を占め、調査対象地域は、主要主食作物の生産地として重要な役割を果たしている。
- iii) 調査対象地域で生産されているフリフォーレスは、高品質であり、主にコロンビアに輸出され外貨獲得に、小麦は輸入代替物として外貨の節約に重要な役割を果たしている。
- iv) 果樹の内、リンゴ、アボガド、木トマトが大規模に栽培されているが、その他はほとんどが自家消費用に栽培されている。
- v) 野菜では、アスパラガスが大規模に栽培されている。他に、にんじん、キャベツ、玉葱、レタス等が小規模に栽培されている。

3.3.3 畜産

(1) 養牛

調査対象地域の肉牛および牛乳の生産量は、現況土地利用の草地面積、州の放牧強度、搾乳量等の平均をもとに算出し、表 3.3.4 に示した。

調査対象地域の草地面積は、2,396ha で、その内90%が自然草地、120haがかんがいによるアルファルファー、残りの5%が King grass, Ray grass, Kikuyo, Mikai 等の改良草地である。

主な飼養牛は、乳牛のHolstein種、現地種のCriolla種で、この2種で全体の約90%を占め、さらに肉牛としてBrown Suiz、Brahaman種もわずかではあるがみられる。生産された牛乳は、約半分が各農家でチーズ等の生産に使われ、残りの50%がCayambeの牛乳加工工場に売られている。

表 3.3.4 調査対象地域内の畜産物生産

飼養頭数 (頭)	乳牛頭数 (頭)	牛乳生産量 (Ton)	牛肉生産量 (Ton)
2,389	406	615	149

(2) その他の畜産

牛以外の家畜として豚、鶏、クイー等が、小、中規模の各農家で自家消費あるいは資産として飼育されている。その他に、大規模に生産されているものとしては、養鶏が表 3.3.5 の3社で行われている。

表 3.3.5 調査対象地域内の養鶏場

	AVICOLA	VARGUAZ- VELASQUEZ	AVICOLA DEL NORTE
養鶏 (羽/年)	200,000	125,000	64,000
七面鳥 (羽/年)	70,000	-	-
鶏卵 (ヶ/週)	-	84,000	12,000

3.3.4 営農状況

(1) 農家調査

調査対象地域内の農家の営農状況を把握するために、既存資料を収集すると共にアンケート調査を実施した。アンケート調査は、所有面積14ha以下の農家を対象に実施した。調査対象農家の平均土地所有面積は3.9 haで、農家戸数は以下のとおりである。

表 3.3.6 アンケート調査農家数

	3 ha 以下	3.1~ 14 ha	Total	かんが い農家	非かんが い農家	Total
農家数 (戸)	18	13	31	20	11	31
(%)	58	42	100	65	35	100

(2) 現況作付体系

調査対象地域の主要作物の作付体系は、かんがい農地と非かんがい農地とは異なる。それぞれの代表的な例を図 3.3.2に示した。一般的に、非かんがい農家の作期はほとんど同じであるが、かんがい農家の作期は農家により異なっている。

小、中規模の農家では、前期作で、かんがい、非かんがい農家ともメイズとフリフォーレスとの混作を行っている。後期作は、かんがいと非かんがい農家では異なり、かんがい農家では、比較的価格の高いフリフォーレス、えんどう豆が、

非かんがい農家では、小麦、大麦が栽培されている。野菜類は、主にかんがい農家で栽培されている。

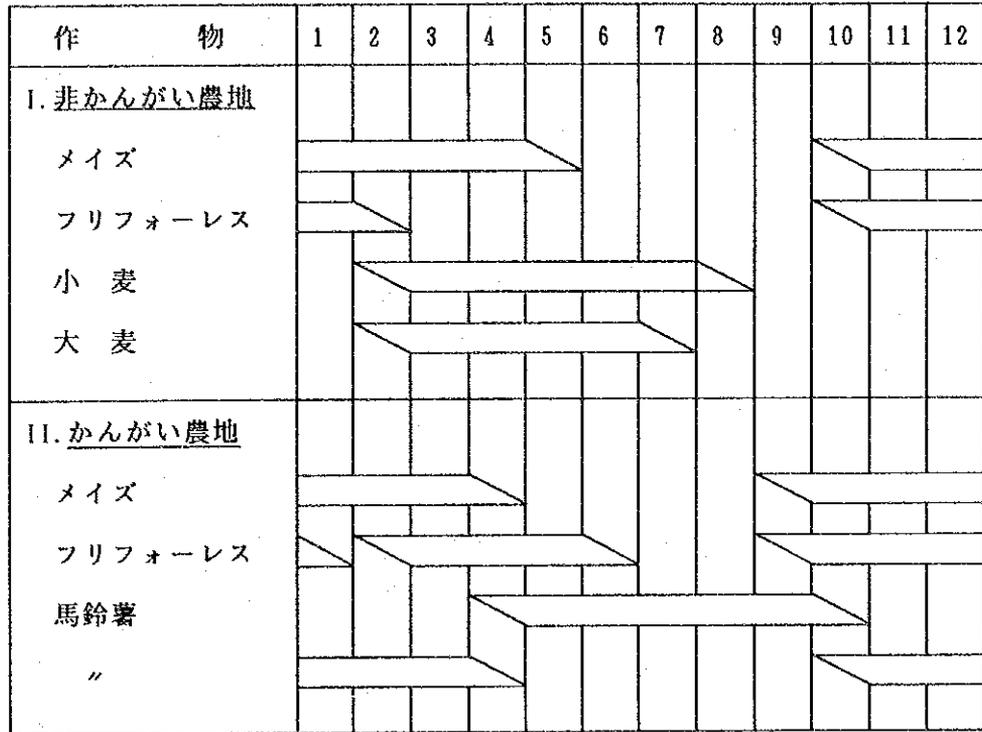


図 3.3.2 現況作付体系図

(3) 栽培作物の分布

現況の主な作物の標高別栽培分布は、以下のとおりである。

表 3.3.7 標高別栽培作物

作物	標高	作物	標高
メイズ	全域	小麦	2,200m以上
フリフォーレス	2,500m以下	大麦	2,400m以上
トマト	2,200m以下	馬鈴薯	2,300m以上
さとうきび	1,900m以下		

(4) 栽培品種

調査対象地域における各作物の奨励品種を表 3.3.8 に示した。種子は INIAP (国立農牧研究所) でも生産され、農家へ販売されている。しかし、INIAP の生産量は全国の需要量の約 10% 程度に過ぎないため、調査対象地域の 90% 以上の農家は自家採取した種子を使用している。一般に、種子の重要性に対する農家の認識が低い。自家採取した種子が原因で発生する馬鈴薯の葉の黄化病 (Amarillamiento de Virus) が域内に広く発生し、生産性の低下を招く原因の一つとなっている。

表 3.3.8 栽培奨励品種

作物	奨励品種	栽培日数
メイズ	INIAP 101	190
	INIAP 130, 131	190
	INIAP 180	180~200
フリフォーレス	INIAP 400, 403	180
	INIAP 404, 411	120
小麦	TUNGURAHUM	180
	COTOPAXI	180
馬鈴薯	LA ESPERANZA	150~180
	GABRIELA	150~180
	CHOLA, MARIA	150~180
大麦	DUCHICELA	150~180
	DORADA	150~180

(5) 栽培技術

調査対象地域には、農牧省サービス事務所が 3ヶ所 (Cotacachi、Cauasuqui、イバラ) 設けられ、普及活動を行っている。その他に、Perafan にはフリフォーレス、Peribuera には馬鈴薯のデモンストレーションファームが設けられている。アンケート調査結果から、71% の農家が技術普及サービスを受けた経験がなく、サービスを受けた農家もその回数は年に一回程度である。その内容は土壌管理、栽培方法等である。

肥料、農業の普及割合は、各々 42、36% で、小農より中農で割合が高くなっている。かんがい、非かんがい農家では、かんがい農家でいちじるしく高く、収量も約 2 倍となっている。現況では、病虫害は広く発生しているが、養分障害はほとんど見られない。

表 3.3.9 農業資材投入農家比率

農家規模	3.0 ha 以下	3.1 ha 以上	かんがい 農家	非かんがい 農家	平均
肥料(%)	39	46	50	27	42
農薬(%)	28	46	40	27	36

耕起は、トラクターが 10%、牛耕が 48%、両者を併用している農家が 42%で、両者ともほとんどが賃貸の農機を使用している。トラクター所有農家はわずか2戸で、2戸とも 10ha 以上の土地所有者である。耕起に牛耕が多いのは、賃貸料金がヘクタール当たりトラクターより安価（約半分）であることと、畑地が急傾斜であることによる。

(6) かんがいの必要性

アンケート調査を実施した全ての農家がかんがい施設の導入を希望し、現在かんがいを実施している農家も、水量不足のため、新規水源の確保を希望している。

かんがい施設が完備した際の栽培希望作物としては、果樹(24%)、野菜(23.5%)、フリフォホーレス等の豆類(22.4%)、牧草(11.8%)、メイズ(7.1%)、馬鈴薯(7.1%)の順であった。

この結果から、現況の非かんがい農家は、かんがい施設導入後は、後期作の多様化を希望していることが明らかである。

(7) 畜産

農家規模別の家畜飼育数を、表 3.3.10 に示した。小、中規模の農家は家畜を自家消費用、あるいは財産として飼育している。農家規模が大きくなるほど飼育頭数も多くなる傾向にある。中規模農家で飼育されている牛は、約50%が肉牛で、残りは乳牛、兼牛が各々約25%である。小規模農家では、牛はほとんど飼育されていない。

表 3.3.10 農家規模別家畜飼育数

農家規模	牛 (頭/戸)	豚 (頭/戸)	鶏 (羽/戸)
3.0 Ha 以下	0.2	0.9	4.2
3.1 Ha 以上	1.9	2.8	6.4
平均	0.9	1.7	5.1

3.3.5 農家経済

調査地域内では、大部分が天水農業のため農業生産性は低く、農家の収益は極めて低い。農家調査によると、小規模農家は農業収入のみでは生計を営むことが不可能であり、これらの農民は大農園や都市で働いて農家所得を補っている状況である。また、かんがい施設を持つ農家でも、かんがい用水が十分でないため、耕作可能な農地を休閑地としている場合がある。これらの状況は厳しい農家経済を一層圧迫し、貧困度を高めている。また、公的な農業金融支援を受けることも困難にしている。

実施した農家調査の結果から、平均的小規模農家の農家経済の実態を見ると、次表のとおりである。

表 3.3.11 平均的小規模農家の経済状況

項 目	金 額(Sucre)
農業粗収入…	420,000
農外収入…	500,000
農家所得…	920,000
生産費…	166,000
(家族労働力含まず)	
生計費…	754,000
農家経済余剰	0

(注) 営農規模：3 ha.

作付作物：Maiz Choclo /Single cropping

家族数：5名

前記の結果を見ても、農家経済は、農外収入と家族労働力に頼っていることがわかるが、営農の不安定さから、農業および生活の改善には程遠い状況にある。エクアドル国の1992年の法定最低賃金はS/.60,000/月であり、小規模農家の中でも比較的収入の良いと思われるこのサンプル農家でさえ、法定最低賃金程度の収入しかない。営農規模がこれより小さい農家では、さらに農外収入の比率が高くなり（全収入の80%）、農業による収入はほとんど無く、生産物は全て自家消費に当てている。現況では小規模農業にとって余剰を生み出すことはほとんど不可能であるが、農外収入の一部を家畜（羊、豚、鶏等）の購入にあて、これらを彼らの貴重な資産、蓄財としている。

3.3.6 土地所有

現況の土地所有状況を、表 3.3.12 に示す。本調査対象地域の戸当りの平均土地所有面積は、8.6 haである。72.3%の農家が3 ha以下の小規模農家であるにもかかわらず、小規模農家の面積は全体の6.8%を占めるに過ぎない。一方、20 ha以上を所有する企業農場戸数はわずか5.4%であるにもかかわらず、全面積の75.7%を占めている。

表 3.3.12 現況土地所有

規 模 (ha)	農家数		占有面積		
	(戸)	(%)	(ha)	(%)	(ha/戸)
小規模農家					
1.0 以下	781	52.4	315	2.5	0.4
1.1 - 3.0	297	19.9	553	4.3	1.9
小 計	1,078	72.3	868	6.8	0.8

中規模農家					
3.1 - 5.0	141	9.5	573	4.4	4.1
5.1 - 10.0	139	9.3	956	7.5	6.9
小 計	280	18.8	1,529	11.9	5.5

大規模農家および企業農場					
10.1 - 20.0	52	3.5	717	5.6	13.8
20.1 - 50.0	32	2.1	1,032	8.1	32.3
50.1 - 100.0	18	1.2	1,324	10.3	73.6
100.1 以上	31	2.1	7,330	57.3	236.5
小 計	133	8.9	10,403	81.3	78.2
合 計	1,491	100.0	12,800	100.0	8.6

出典：INERHI、1990

3.3.7 農産物流通、市場

(1) 農産物の流通

調査対象地域で生産された農産物は、一般に仲買人の手を経てイバラの市場または卸売・倉庫業者に出荷されている。インパブラ州の主な市場は、イバラ市内にあるアマソナス市場(Mercado Amazonas)である。また、土曜、日曜には各カントン市街地およびパロキアで市が開かれている。その他、これら農産物の大きな市場としては首都キトおよびアンバトがある。イバラに在る卸売・倉庫業者は12業者で、これら業者が取り扱っている農産物は、メイズ、エンドウ、ヒラマメ等である。フリフォーレスの流通を目的として、イバラに流通・貯蔵公社(BNAC)が、集荷センターを設置し乾燥・選別を行っている。この公社の1989年度の取扱量は、27,608 quintales (1 quintal = 46 kg = 100 libras) であり、フリフォーレス(Frejol seco)は、コロンビアへ輸出されている。

イピアレス(コロンビア)、イバラ、キトの卸売り市場の農産物価格資料(1992年、1993年1~7月)によると、計画地区で生産される農産物は、イピアレスまたはキトの市場価格の有利な方で取引されており、特に、アンデス協定によりコロンビアとエクアドルの国境が自由化されたことにより、生産物の大部分はコロンビアに向けられている。例としては、イバラ市場におけるフリフォーレスの取引量の約90%はコロンビアに輸出されている。

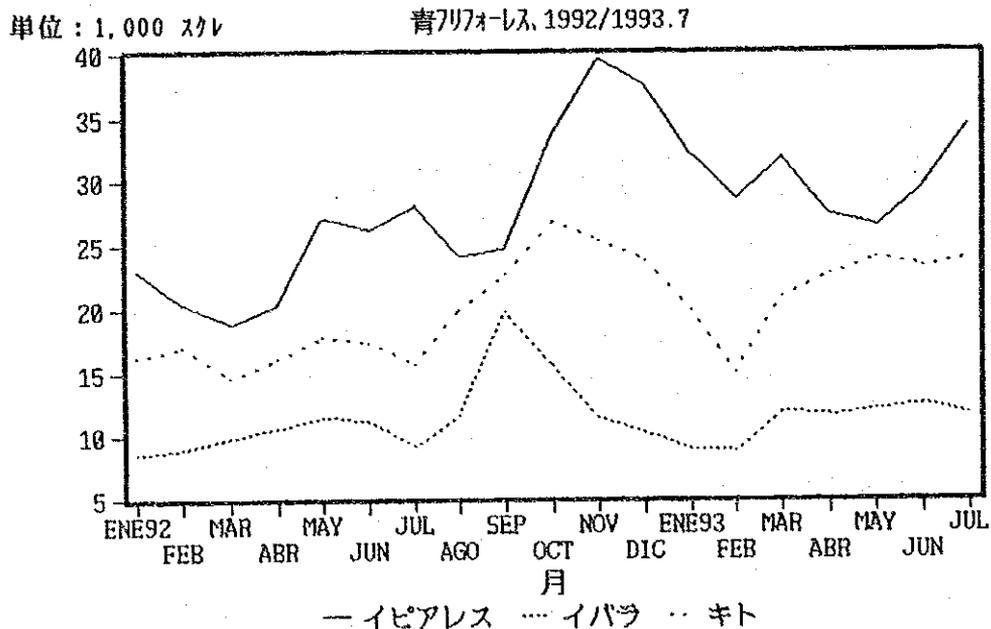


図 3.3.3 卸売り市場価格の推移

調査地域の農産物流通経路は、下図のように示すことが出来る。

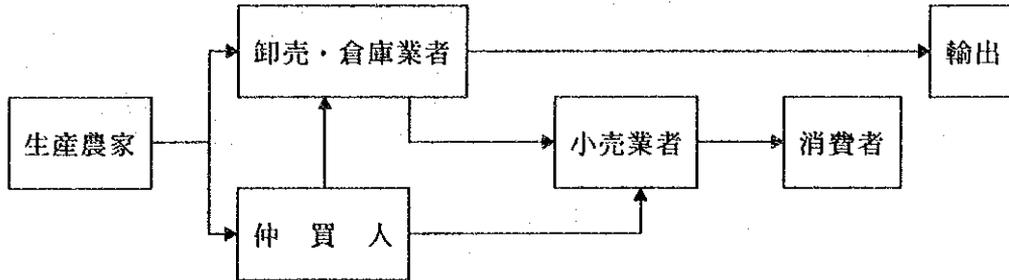


図 3.3.4 農産物の流通経路

主な農産物のイバラの農産物市場価格（1993年7月）は、次のとおりである。

表 3.3.13 農産物市場価格（イバラ市場）

農産物	市場取引単位(kg)	市場価格(sucre)
メイズ(飼料用)	45	15,000
メイズ(食用)	45	37,000
メイズ(Chocio)	55	13,000
大麦	45	17,000
青エンドウ	50	55,000
青フリフォーレス	50	17,000
フリフォーレス(Dry)	45	40,000
青ソラマメ	32	12,000
ソラマメ(Dry)	45	75,000
馬鈴薯	45	14,000
(La Esperanza)		
馬鈴薯(Roja)	45	15,000

注：市場価格は取引単位での価格である（1993年7月）

(2) 畜産物の流通

調査対象地域の主な畜産は、酪農、肉牛、および養鶏である。これらの流通市場は、主として首都キトであり、キトの市場を経由して全国各地へ送られている。

1) 酪農品

調査対象地域に隣接したイバラに FLORALP牛乳加工工場があり、日産 11,000 ㍺の牛乳処理を行っている。ここで処理加工された牛乳は、イバラを中心としてインパブラ州およびその周辺地域で販売消費されている。イバラにおける生牛乳市場価格は、1 ㍺当り S/. 750である（1993年7月）。牛乳の集荷は、加工工場によりカルチ州のサンガブリエルおよびインパブラ州の酪農家から直接集荷している。ただし、本地域内の大部分の生産牛乳は、キャンベの SOCIEDAD INDUSTRIAL HERT-OB C. A. 牛乳加工工場に出荷されている。

2) 肉 牛

イバラに公営の屠殺場（Empresa Municipal de Rastro）が1ヶ所あり、一日当りの肉牛の屠殺頭数は、肉牛が約40頭、豚、羊等が約60頭である。ここで生産される牛肉は、インパブラ州における消費を賄っている。イバラにおける牛肉の市場価格は11b. 当り S/. 1,800である（1993年7月）。

3) 養 鶏

調査対象地域内には、大規模養鶏場が、ツムバピロに2ヶ所（189,000羽）とカントン・コタカチのコリンブエラに1ヶ所（270,000羽、うち70,000羽は七面鳥）あり、ここで生産される鶏卵は、主としてキト市場に、幼鶏は、キトのプロイラー工場に出荷されている。イバラにおける鶏卵の市場価格は、1 個 S/. 130~140で、鶏肉は、11b. 当り S/. 1,700である（1993年7月）。

3.3.8 農産加工

インパブラ州の農産加工業は、イバラおよびその周辺部に散在している。その多くは、規模が小さく地方レベルの産業に留まっている。企業としての農産加工工場は、製糖、醸造、食品加工、および牛乳加工工場があるに過ぎない。調査対象地域内、または周辺にある農産加工工場は、表 3.3.14 のとおりである（現地調査による）。

表 3.3.14 調査地域周辺の農産加工工場

種 別	所在地	内 容	規模・能力
製 糖 工 場	Chota	粗糖製造	900ton/日
製 糖 工 場	Urcuqui	粗糖製造	80ton/日
醸 造 工 場	Ibarra	酒類醸造	750m ³ /月
食 品 加 工	Ibarra	缶詰製造	不 定
食 品 加 工	Atuntaqui	肉 加 工	肉牛4頭/週
食 品 加 工	Ibarra	缶詰用缶の製造	8,000缶/月
食 品 加 工	Pimampiro	ケチャップ、ソース製造	1ton/日
牛乳加工工場	Caranqui	牛乳飲料製造	11,000ℓ/日

上記の他に、ごく小規模な製菓工場、製麺工場、飼料工場がある。

エクアドル政府は、国の政策の中で農産物の輸出振興を重点施策の一つとしている。農牧省では、加工食品の輸出振興を目的として、スイスの技術協力により果樹栽培農家に対して、生産、品質管理の技術指導を実施しており、農産加工工場と栽培農家との間の流通に関しても積極的に支援をしている。

3.3.9 農業支援組織

調査対象地域における農牧開発に関連した公的な支援組織は、次のとおりである。

(1) 農牧省インバブラ州農牧局 (Dirección Provincial Agropecuaria de Imbabura)

農牧局は、州農牧審議会と緊密な連絡をとって、農業行政および農業支援サービスを行っている。その業務内容は、下記のとおりである。

1) 農業普及

地域農民への農業支援サービスは、州農牧局の技術部の担当課の協力のもとで農牧サービス事務所(ASA - Agencia de Servicios Agropecuarios) が実施している。調査対象地域は、イバラ事務所(州農牧局技術部が兼務) およびコタカチ事務所(所長を含め5名)が担当している。農業普及活動は、1990年に開始された技術移転プロジェクトのプログラム(PROTECA : Programa de Desarrollo Tecnológico Agropecuario))に沿って実施されている。これらは、農家訪問、講習、巡回圃場視察、展示圃場、圃場指導等を通して行われている。支援サービスとしては、農業部門では、作物(大麦、小麦、食用および飼料用メイズ、馬鈴薯、フリフォーレス、エンドウ、ヒラマメ、ソラマメ、さとうきび、野菜類、木トマト、アボガド、桃、リンゴ、ブドウ、牧草)に対する技術指導、農業機械化、土壌保全、植物衛生等を、牧畜部門では、動物衛生(予防接種)、人工授精、移動管理等を、林業部門では、林業生産、森林管理等を、行っている。

国立農牧研究所(INIAP)は、農牧普及活動を支援するとともに、改良種子の生産および配布を行っている。INIAPの種子生産は、キトの南部のサンタカタリーナ農業試験場で馬鈴薯、メイズ、豆類、キヌア等、また、キトの北部のツンバコ農業試験場で野菜類の種子および果樹の苗木を生産している。さらに、同研究所は、インパブラ州チャルツーラに在るラ・ブラデラ試験場を通して、果樹栽培プログラム(PROGRAMA DE FRUTICULTURA)の技術指導を行っている。計画地区内のウルクキでは、農家に対し果樹栽培を奨励しており、果樹栽培の意志を持った農家のグループ化を進め、苗木の配布を行っている。また、試験場の展示果樹園およびウルクキの篤農家の果樹園を展示園として、普及活動を行っている。

2) 農村開発

農村開発課によって農村の環境向上を目的に、農民の組織化(Comuna, Cooperativa, Asociacion)を奨励、促進している。この組織化により、道路の改良、橋梁の建設、共同住宅の建設、植林が進められている。

(2) 国立勸業銀行 (BNF - Banco Nacional de Fomento)

エクアドルの公的な農業金融は、国立勸業銀行が行っている。調査対象地域においては、イバラ支店とオタバロ出張所がその役割を果たしている。

農民への貸付条件は、下記のとおりである。

- 貸付期間： 短期—2年以下
 中期—2年～7年
 長期—7年～20年（据置期間：2年～5年）
- 利 息： 年利 50%（利子率はインフレーション率に合わせている）
- 貸付対象： 単年作物および永年作物
 農業機械、機材、農具の購入および修理
 農業および畜産施設の建設工事
 牧場の形成と役畜の購入
 流通を容易にするための投資
 牧草地の形成と維持管理
 農牧資材の購入
 養鶏業
 森林の形成と維持管理
 運営資金
- 借用条件： 自己土地所有者
 営農技術を持っている者
 返済能力を持っている者
 新規貸付の場合、貸付額は申し込みの80%
 顧客貸付の場合、貸付額は申し込みの90%

なお、イバラ支店における1992年度1～9月までの農業部門に対する貸付総額は、
S/. 2,399,637,000（約1億5千万円）であった。

3.3.10 農民組織

調査対象地域の農業行政および支援サービスを行っている農牧省インパブラ地方農牧局では、農村開発課が農民の組織化を奨励、促進している。

(1) 農民組織

調査対象地域の農民組織は、パロキア委員会（Junta Parroquia - 行政代行機関）の方針に沿って組織されている。これは、コムナ法（Ley de Comuna）によって農村部の居住区で組織化されたもので、パロキア委員会の下部組織の役割を担っている。その主な目的は、学校校舎、共同住宅、道路維持等の社会施設の管理

である。このコムナ(Comuna)は、会長1名、副会長1名、会計1名、委員2名から構成される委員会(Cabildo)で運営されている。

(2) 協同組合

イマntagに、ペリプエラ協同組合(Asociacion)がある。この組合は、28名の組合員と1,000haの農地によって構成されており、共同体的形態をとっている。

(3) 農業センター

各カントンに、法人組織の農業センター(Centro Agricola)が設立されている。この農業センターは、会員に対して農業資機材を低価格で供給するとともに、営農技術講習を実施して、会員の営農技術の向上を図っている。また、農業資機材の購入に際しては、国立勸業銀行の融資を優先的に受けることが出来る。さらに、不動産税が軽減される。この組織は、総会(Asamblea General)によって選出された幹部会(会長、副会長、4名の委員)によって運営されている。ウルクキ農業センターの会員数は、800名で、コタカチ農業センターの会員数は、約2,000名である。現在の会員の営農規模は最低10haである。

(4) 水利組合

調査対象地域内のかんがい水路を持っている地区では、水利権を公的に所有している農民の間で、水利組合(Junta de Usuarios de Agua)を組織して、かんがい施設の運営、維持管理を行っている。この組織は、INERHIの協力の下に会長、副会長、会計および2名の委員で構成される委員会で運営されている。なお、かんがい水路の維持管理は受益者が行っている。

3.4 現況かんがい施設

3.4.1 かんがい施設

調査対象地域内には、Acequia と呼ばれるかんがい水路（土水路）が24本ある。これらの水源は、そのほとんどが農地よりかなり標高の高い位置にある溪流であり、かんがい農地まで長距離を導水している。これらのかんがい水路の用水系統を模式的に示すと、図 3.4.1 のとおりである。

水路総延長は約 240kmである。水路勾配は1/1,000 ~1/300程度である。取水権量は、最大 871 l/s、最小 1 l/s、平均すると、1.17 l/s/ha である。溪流の全流量から見ると、現況農地に対しての用水量の不足は余りないように判断されるが、用水量の配分に問題があり、用水不足の農地の方が多い。

上記のかんがい水路を利用してかんがいでいる面積は2,520 ha、水利費支払者数は1,730 名である（表 3.4.1）。一人で複数の水利権を持っている人がいること、一農家で複数の人が水利費を支払っているケースがあること等により水利費支払者数が全農家数を上回っている。かんがい方法は、ほとんど全てが畝間かんがいであるが、中・大規模農家の中にはスプリンクラーかんがいをやっている農家もある。

なお、排水はかなりの密度で流れている溪流およびかんがい水路で処理されており、降雨自体が少ないためさほど問題はないと思われる。

3.4.2 現況施設の維持管理

これらのかんがい施設の維持管理は、各水路毎に受益農家が水利組合（Junta de Usuarios de Agua）を組織して維持管理を行っている。この組合でかんがい暦を作り、各農家のかんがい権利日、かんがい時間を定めて輪番制でかんがいをやっている。水路は地形上勾配が急なうえに、ほとんど全て土水路であるため侵食されているヶ所が多い。したがって、現況かんがい施設の管理は余り良くない。

かんがい用水の権利者の多くは、かんがい地域の下流に農地を所有しているため、上流域の農地はかんがい水路が通っていても用水を使用する事ができないことも管理が良くできない一因と思われる。

かんがい用水に対して、INERHIは水利費を徴収している。金額は、1,975年以来年間毎秒1 ㍈当たり S/.37.84 である。

表 3.4.1 現況かんがい水路一覧表

地区 番号	用水路名	水源	取水 標高 (msnm)	取水権量 (l/seg.)	支配面積 (ha)	水利費 支払者数 (Num.)	ha当り 取水量 (l/seg.has)
7A	Aceq. Pisangacho	Afl.Chuspihuayacu	2,820	14.91 (20.00)	82 (110)	20	0.18
7	Aceq. La Banda	Vte.La Banda	3,680	4.00	120	30	0.03
41	Aceq. Mindaburlo	R.Huaymiyacu	2,900	44.00	73	35	0.60
75	Aceq. Casiques	R.Huaymiyacu	2,670	203.00	180	60	1.13
5H	Aceq. Tapiapamba	R.Huarmiyacu	2,315	142.00	213	55	0.67
6J	Aceq. M. de Conaqui	R.Huarmiyacu	2,270	529.00	490	93	1.08
1J	Aceq. Guzman	R.Cariyacu	2,100	152.00	100	15	1.52
7I	Aceq. Nueva	Q.Conaqui	2,170	1.00	5	4	0.20
3I	Aceq. San Luis	R.Ambi	2,200	105.40 (112.50)	89 (95)	60	1.18
62	Aceq. La Chiquita	Q.C.Quemada	2,715	116.00	120	55	0.97
40	Aceq. Peribuela	Q.Chimborazo	2,920	44.33 (133.00)	32 (96)	84	1.38
2D	Aceq. Yanayacu	Q.Artezon	2,500	118.00	65	350	1.82
1I	Aceq. Tushila	Q.Tushila	2,240	15.50	30	15	0.52
0	Aceq. Quitumba	Q.Caballito	2,835	45.00	60	12	0.75
43	Aceq. Los Molinos	R.Alambi	2,900	33.00	50	50	0.66
58	Aceq. La Carboneria	R.Alambi	2,730	136.00	85	350	1.60
7H	Aceq. La Molienda	Q.Quitubi	2,290	101.00	80	10	1.26
2F	Aceq. La Marqueza	R.Tuctara	2,450	70.91 (136.96)	83 (160)	200	0.86
3H	Aceq. Ambi/Jijona	R.Pichavi	2,325	870.95	200	45	4.35
3	Aceq. Del Pueblo	Q.Huada	2,540	40.00	90	80	0.44
1A	Aceq. La Calera	Q.Cruzada	2,680	60.00	95	42	0.63
965	Aceq. Del Barrio	Q.Cachiyacu	1,870	25.00	65	15	0.38
1086	Aceq. La Raya	Q.Chuspihuaycu	2,040	50.00	63	15	0.79
5	Aceq. Edelmira	Q.Pingunchuela	2,110	20.00	50	35	0.40
Total				2,941.0	2,520	1,730	1.17

注； () 調査対象地区外の支配面積を含む。

1992年2月調査

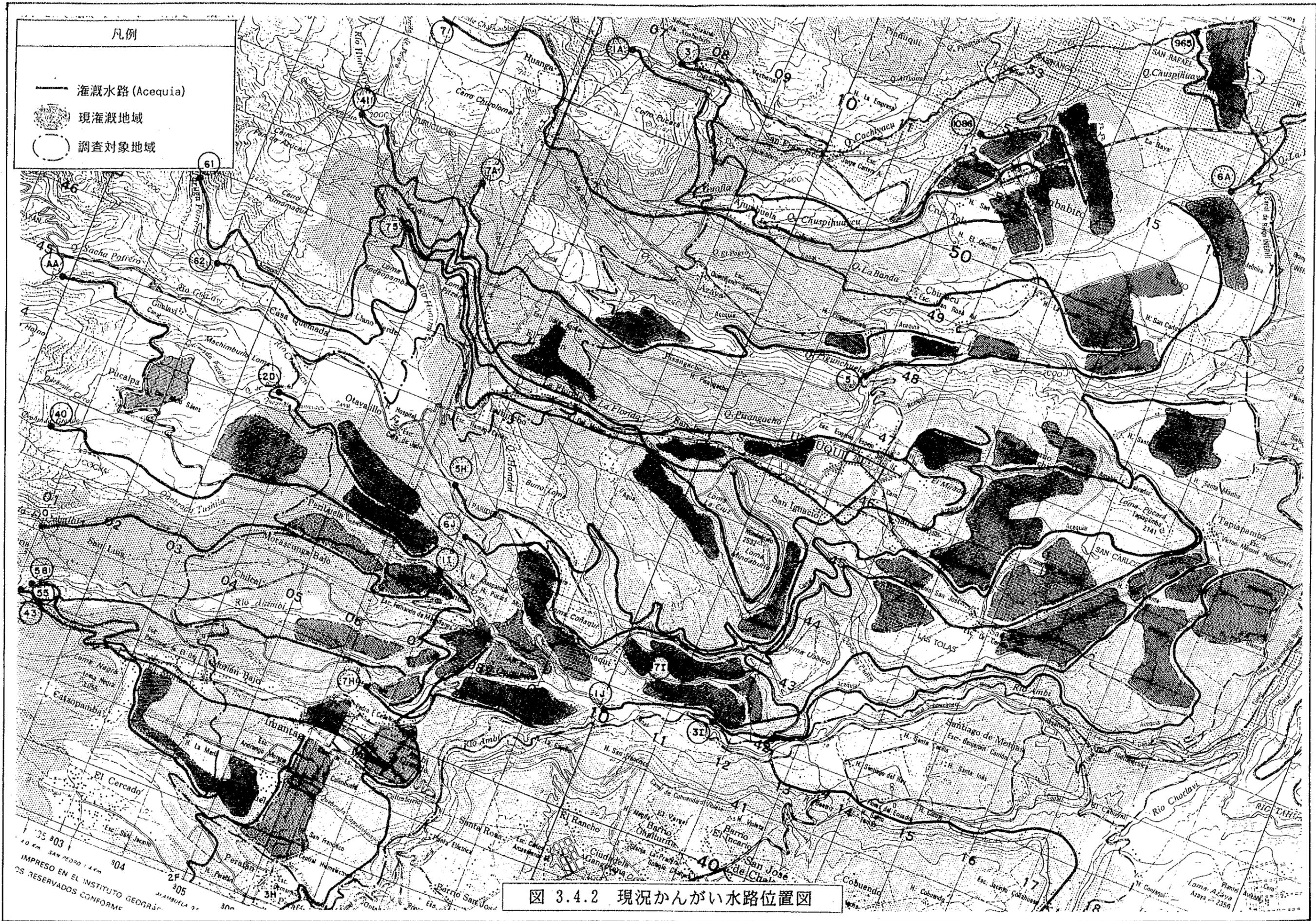


図 3.4.2 現況かんがい水路位置図

第4章 開発計画

第4章 開発計画

4.1 開発基本計画

4.1.1 現況の問題点

調査対象地域は穀類の主要生産地として重要な役割を果たしてきた。しかしながら、近年降雨量が減少し天水での作物栽培が困難になっている。現在、調査対象地域内においては、全農地の26%がかんがいされているのみで、しかも、その水量は十分ではない。また、周辺に利用可能な水源が少なく、これ以上のかんがい面積の拡大は困難である。

地域内の大規模農家および企業農場は一般にその水量は充分ではないもののかんがい施設が整備されている。さらに、金融機関からの融資を受けるのも容易で、近代的な設備を備え、技術力も高く、農業生産性も比較的高い。一方、小中規模農家の営農は天水あるいはかんがいされていてもその水量は少なく、農業生産は不安定で生産性も低い。

このような状況により地域経済が停滞し、かんがい施設が整備されていない小中規模農家の都市への出稼ぎあるいは移住が目立っている。

技術的には肥料、農薬等は比較的普及しているものの、小中規模農家では改良種子の普及はきわめて低く、技術普及等の支援サービスを受けるのも困難であり、低生産性の大きな原因の一つとなっている。

大規模農家は組合（Centro Agricola）を組織し、組合から生産資材を安く購入できるが、小中規模農家はほとんど組織化されていないため、生産資材の購入、技術普及、出荷等に不利になっている。

4.1.2 開発基本構想

本調査対象地域の開発の目的は、水源開発により開発阻害要因となっている水不足問題を解決し、かんがい施設を整備しかんがい用水を安定して供給し、農業生産の安定化により地域経済の安定化を図るものである。

かんがい効果を最大限に生かすためには、小中規模農家の低生産性の要因となっている技術普及サービス、農民の組織化、集出荷施設整備、優良種子の生産配

布等の強化も重要である。

これらの生産基盤の改善は、栽培作物の多様化を可能にし、土地条件に適した作物の導入と合理的な作付計画、ひいては、土地資源の有効利用を可能とし、同時に土壌保全対策を可能とする。

上記農業開発の基本構想を要約すると、図4.1.1のとおりである。

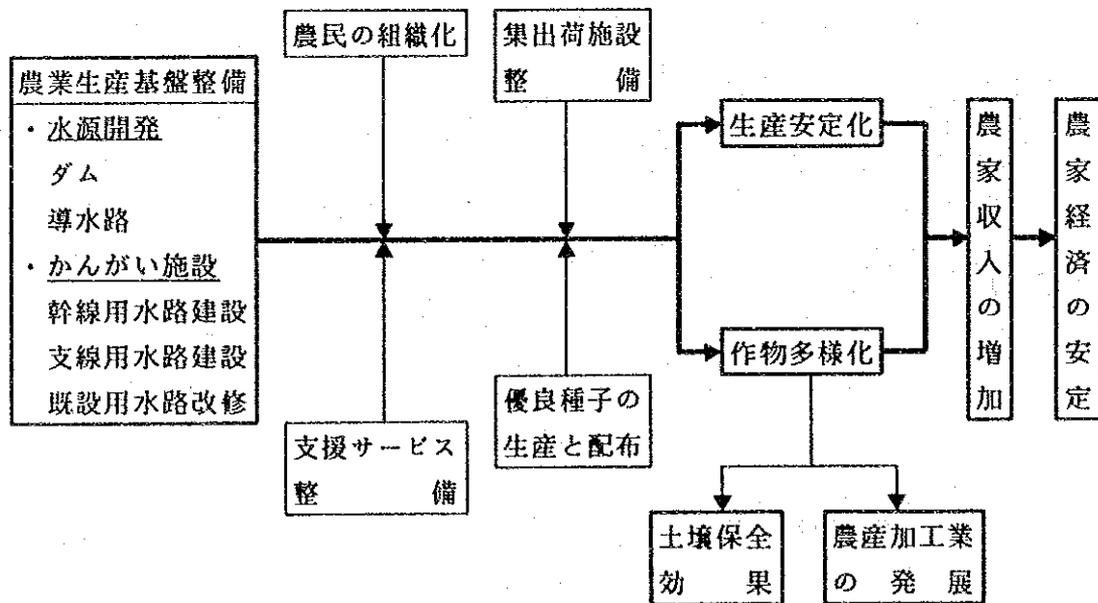


図 4.1.1 開発基本構想図

4.1.3 土地利用計画

INERHIによって実施されたPre-F/S 報告書では、土地分級の制限因子がほとんどの場合「傾斜」であるので、4等級までを農地とするよう提案している。本土土地利用計画においても、同様に、原則として4等級までの土地を農地として利用するものとする。

土地利用計画は、土地分級の結果から、土地の特性を以下の様に8ゾーンに分類して策定した。各特性別の面積を表 4.1.1に、分布を図 4.1.2に示した。

- Zone I : 農業機械の導入により、大規模な畑作が可能な土地
(土地分級 Class 2、Class 3-s)
- Zone II : 傾斜条件により農業機械の導入は不可能であるが、畑作が可能な土地 (Class 3-t)
- Zone III : 土層が浅いため、草地以外には利用困難な土地
(Class 4-p)
- Zone IV : 礫が多いため、果樹以外には利用困難な土地
(Class 4-k)
- Zone V : 果樹または草地として利用可能な土地
(Class 4-t)
- Zone VI : 土壌は可耕地であるが、地形条件によりかんがい水の供給が経済的に困難な土地 (Class 5)
- Zone VII : 急傾斜地であるが、現況でかんがいが実施されている土地
(Class 6 の一部)
- Zone VIII : 農地としての利用が不可能で、植林等の保全が必要な土地
(以上および市街地を除いた土地)

表 4.1.1 特 性 別 面 積

Zone	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Urban	Total
面積(ha)	5,976	1,281	714	630	841	206	85	3,032	35	12,800
比率(%)	46.7	10.0	5.6	4.9	6.6	1.6	0.6	23.7	0.3	100.0

本計画での開発対象面積は、Zone VI、VIIIおよび市街地(計3,273ha)を除いた、9,527 haとする。総作付面積(かんがい対象面積)は、開発対象面積の90%、すなわち8,574 haとする。

凡 例

土地利用区分 (ゾーン)	
	ZONA I
	ZONA II
	ZONA III
	ZONA IV
	ZONA V
	ZONA VI
	ZONA VII
	ZONA VIII
	ZONA URBANA

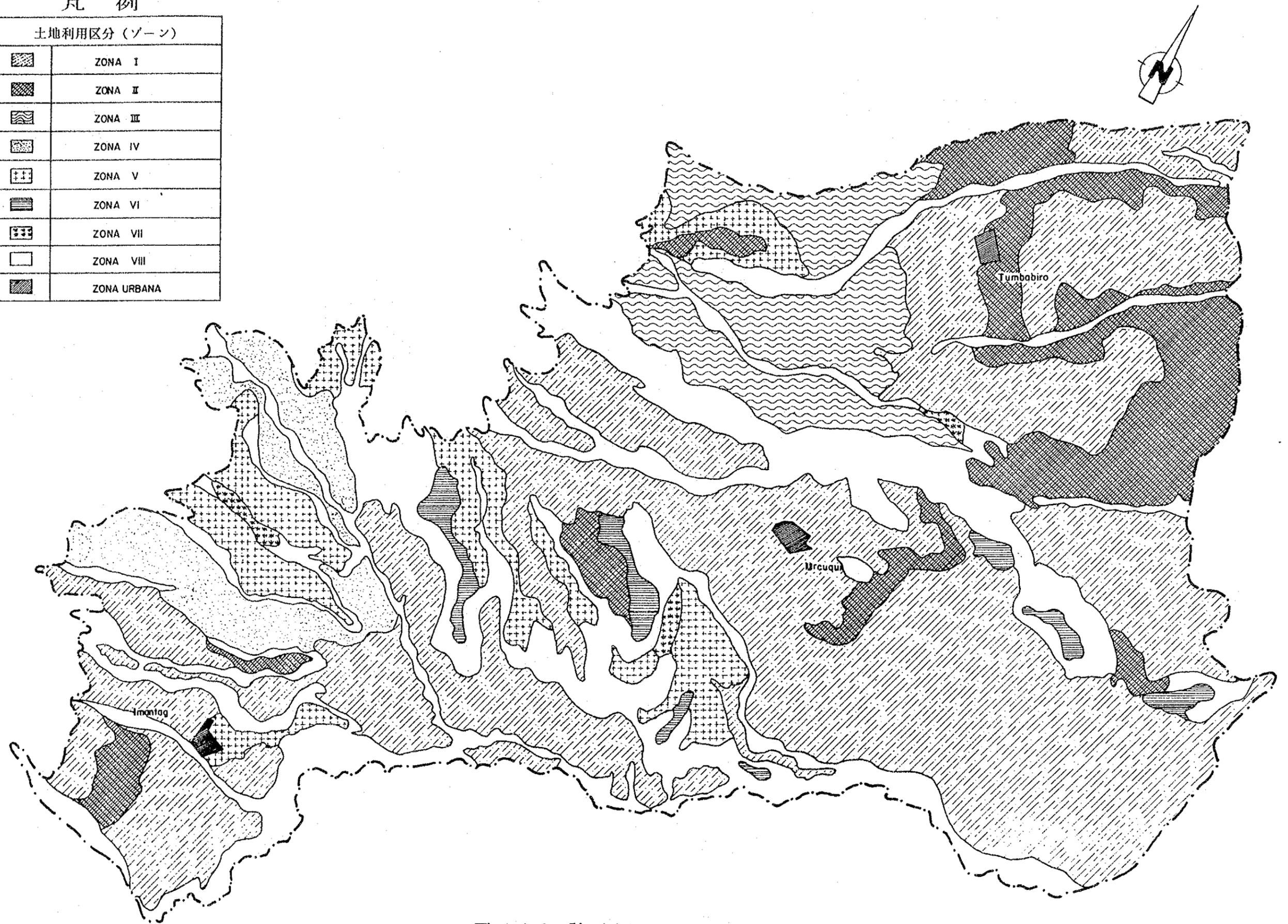


図 4.1.2 計画土地利用区分図

