

に、外側にプロピライト変質帯が分布している。平面的にみると、コントロールシヤ沢中流及びフォルツナ沢中流北西部の地下深部の2カ所にフィリック・ボタシク帯が分布するようである。これらは、連続する可能性もあるが、いまのところ明らかではない。

平成6年度及び平成7年度の行われた流体包有物均質化温度測定により得られた温度分布をみると、高温部(400度以上)はコントロールシヤ沢中流及びフォルツナ沢中流北西部の地下深部の2カ所にあると推定される(図I-5-2、図II-1-3)。

銅・モリブデン鉱化作用は、主としてフィリック変質を伴い発達し、フィリック変質は石英斑岩及び閃緑斑岩中で顕著であることから、鉱化作用は斑岩の活動に関連したものと推定される。また、本鉱化帯の特徴は網状細脈状の黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱を主とし、特に斑銅鉱及び輝銅鉱に富み、品位変化が顕著であることである。また、顕微鏡観察の結果では、斑銅鉱及び輝銅鉱は初生鉱物である。変質帯及び流体包有物均質化温度の分布から、鉱化の一つの中心はコントロールシヤ沢からリカ沢の範囲に位置していると推定される(図I-5-2、図II-1-3)。

本年度までの調査結果では、フニン地区のこれら鉱化作用は北部のベルデ沢から南東部のフォルツナ沢にかけた広い範囲に分布するものと考えられる。

1-4 地化学的特徴

(1) フニン地区で実施された岩石地化学探査(試料数604個、解析対象成分Ag, Au, Cu, Pb, Zn, Mo)について多変量解析として、バリマックス法による因子分析を行ったところ、下記のような結果が得られた。

ファクター1 : Ag, Au, Cu, Mo

ファクター2 : Pb, Zn

ファクター1は、銅及びモリブデン鉱化作用に関係した集まりを示す。ファクター2は、鉛及び亜鉛の鉱化作用に関係した集まりを示す。

ファクター1の高得点部が北部のベルデ沢からフニン川東部を通りコントロールシヤ沢にかけて広く分布し、また南東部のフォルツナ沢付近にも広く分布し、さらに北部にも散点して分布している。ファクター2は、ファクター1を取り囲み分布し、銅及びモリブデン鉱化作用の周辺部を示すものと考えられる。ファクター1の高得点部の分布範囲が鉱化帯の分布を直接表している可能性が高く、フニン地区における銅・モリブデン鉱化作用の分布する範囲はかなり広いものとなる。

(2) 岩石地化学探査(試料数604個、解析対象成分Ag, Au, Cu, Pb, Zn, Mo, Ca, Na, K, Rb, Sr, S, Fe)について多変量解析としてバリマックス法による因子分析を行ったところ、下記のような結果が得られた。岩石地化学探査資料を巻末9に示す。

ファクター1 : Ag, Au, Cu, Mo, S

ファクター2 : K, Rb

ファクター3 : Ca, Na, Sr, Zn

ファクター1は、銅及びモリブデン鉱化作用に関係した集まりを示す。ファクター2は、カ

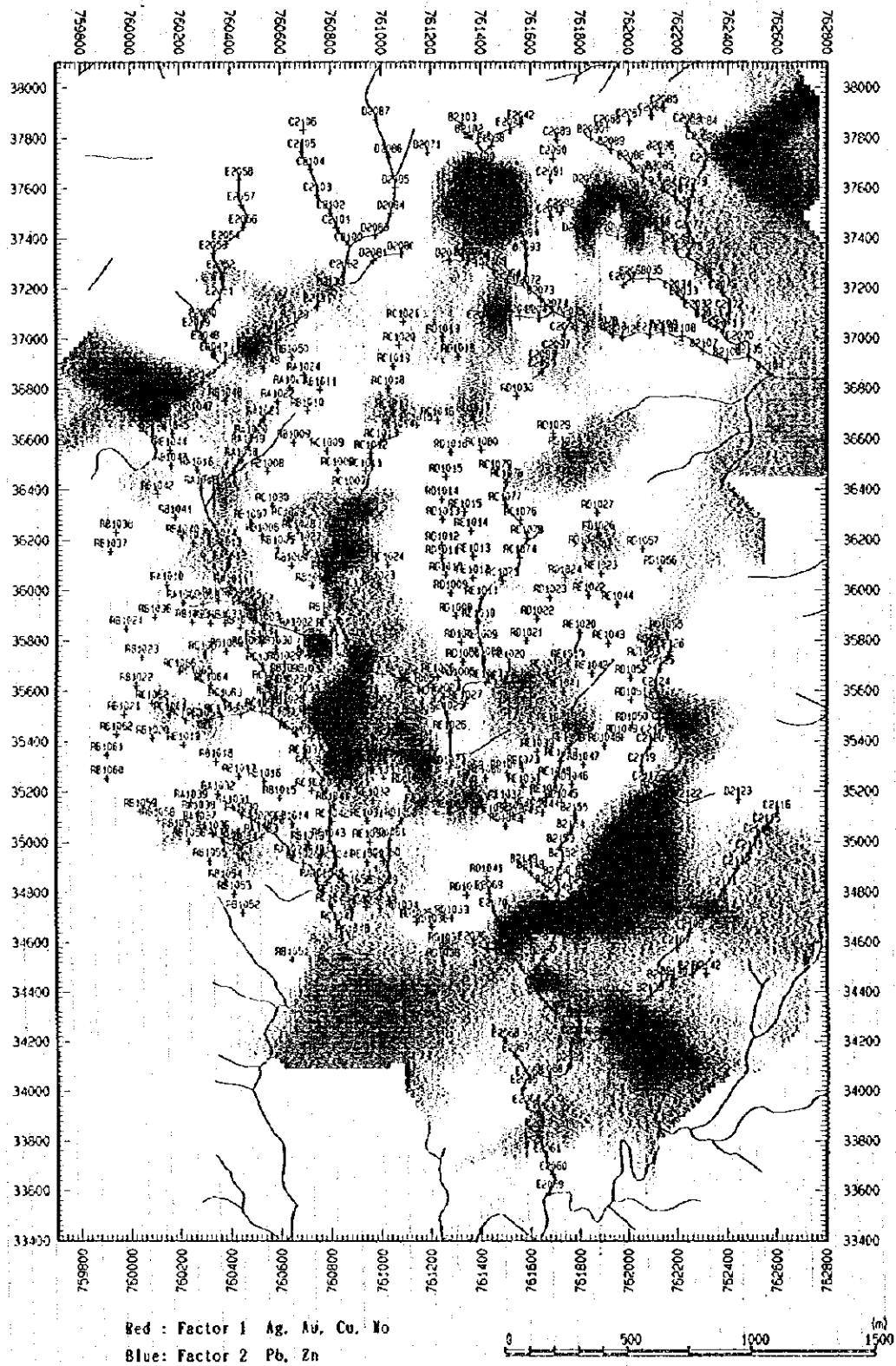


图 II-1-4 地化学探查解析图(1)

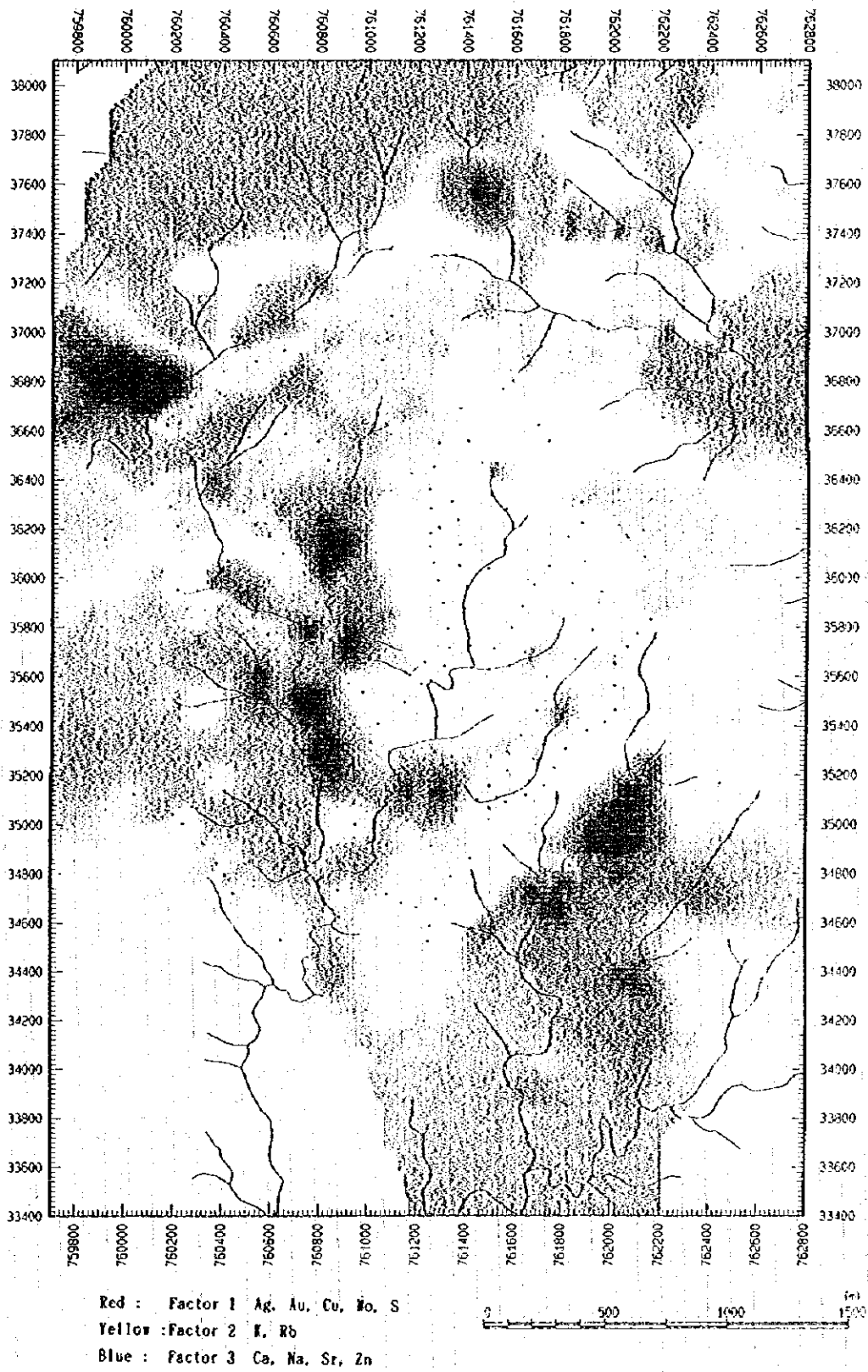


图 II-1-4 地化学探查解析图 (2)

リウム変質あるいは酸性岩に関係した集まりを示す。ファクター3は、未変質、弱い変質あるいはZn鉱化に関係した集まりを示す。

ファクター1の高得点部は、北部のベルデ沢からフニン川東部を通りコントロベルシア沢及びリカ沢にかけて分布し、また南東部のフォルツナ沢付近にも広く分布している。さらに北部にも散点して分布している。ファクター2は、ファクター1の分布範囲の北東部に主として分布する。ファクター3は、ファクター1とファクター2の分布範囲を取り囲み分布している。ファクター1は、銅及びモリブデン鉱化作用の主要部を、ファクター2は酸性岩の主要分布範囲を、ファクター3は鉱化作用の周辺部あるいはプロピライト変質帯を各々示すものと考えらる。ファクター1の分布する範囲が今後の調査対象区域として重要である。

1-5 鉱量の概算

1-5-1 計算基礎資料及び計算方法

本年度までの調査では、フニン地区の鉱化帯の全体はまだ把握されていない状況であるが、実施された24孔のボーリング調査の調査結果に基づき、鉱量の概算を試みた。この計算に用いた基礎資料及び計算方法は、下記の通りである。鉱量計算関係資料を巻末10に示す。

(1) 計算基礎資料

今回の鉱量計算には、フニン地区で実施された24孔のボーリング調査の結果を使用した。フニン地区で実施されたボーリング孔は24孔で、合計深度は6,227.48 mである。これら24孔の位置、方向、傾斜、深度については表II-1-1に示す。また、鉱化帯に対する鉱石分析試料数は、3,128個であり、この鉱石分析結果を巻末10に示す。

(2) 計算方法

計算方法は、以下の手順で行った。

1) 鉱石比重の決定

鉱石の比重測定を実施していないが、花崗岩の比重を参考に、鉱石比重として2.60を採用した。

2) 鉱画の大きさ

25 m X 25 m X 25 mを採用した。

3) 計算対象範囲の設定

平面的には、ボーリング調査から推定された鉱化帯の良好部の範囲に鉱画を設定した(図II-1-5)。また、垂直的には、標高1,200 mから地表までであるが、クレージングにより品位が割り振られた範囲までとした。

4) 鉱画品位

鉱画の品位は、クレージング法により各鉱画に品位を割り付けた。1,500 m, 1,700 m, 1,900 mの平面図(図II-1-6)及び3つの断面図(図II-1-7)にしめす。

5) コンピューターによる計算

カットオフ品位別に銅鉱量及びモリブデン鉱量を求めた。

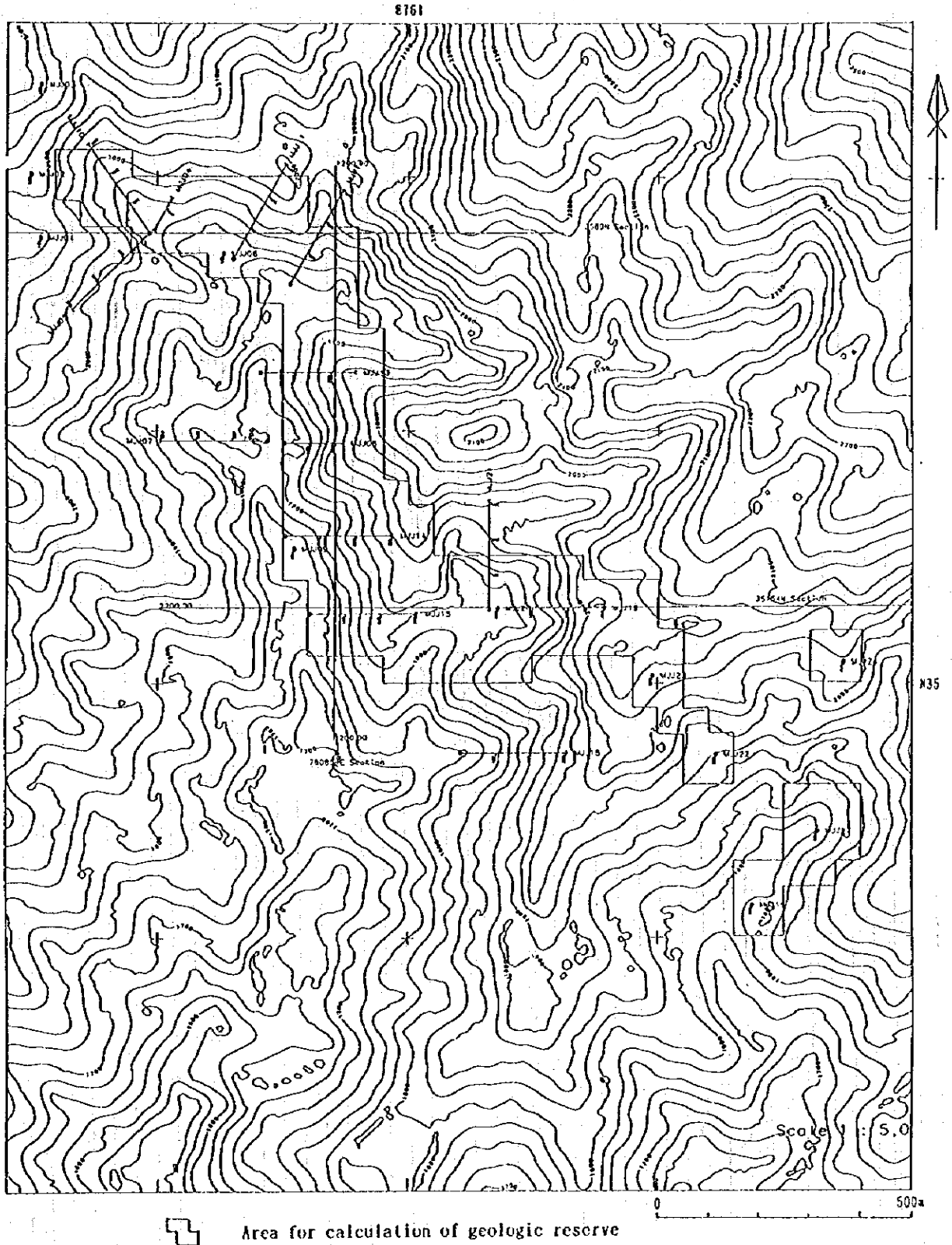
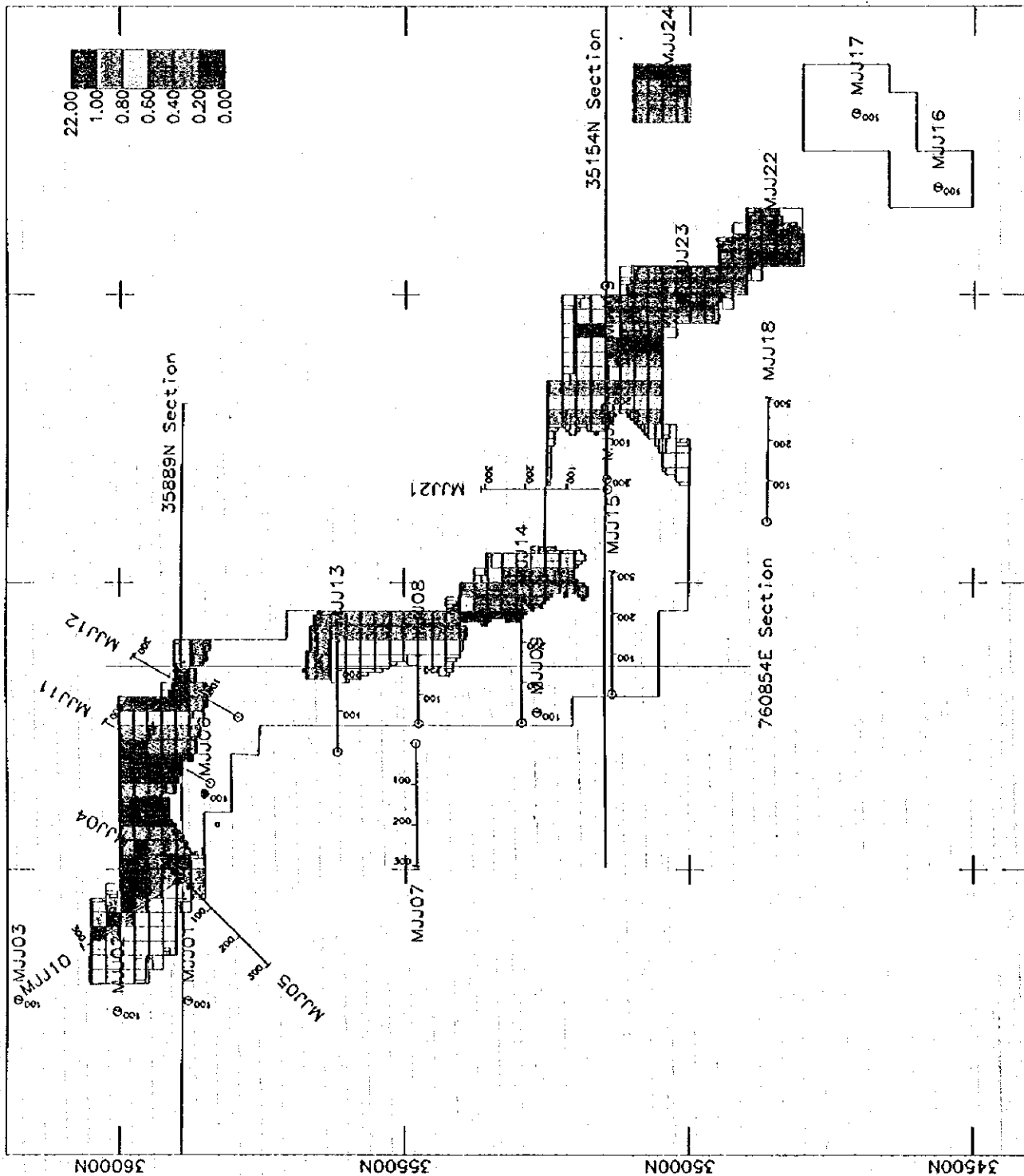


圖 II-1-5 鈦量計算範圍圖



1900m ASL (Block, Cu%)

图 II-1-6 鉱面平面图 (1)

2008年10月

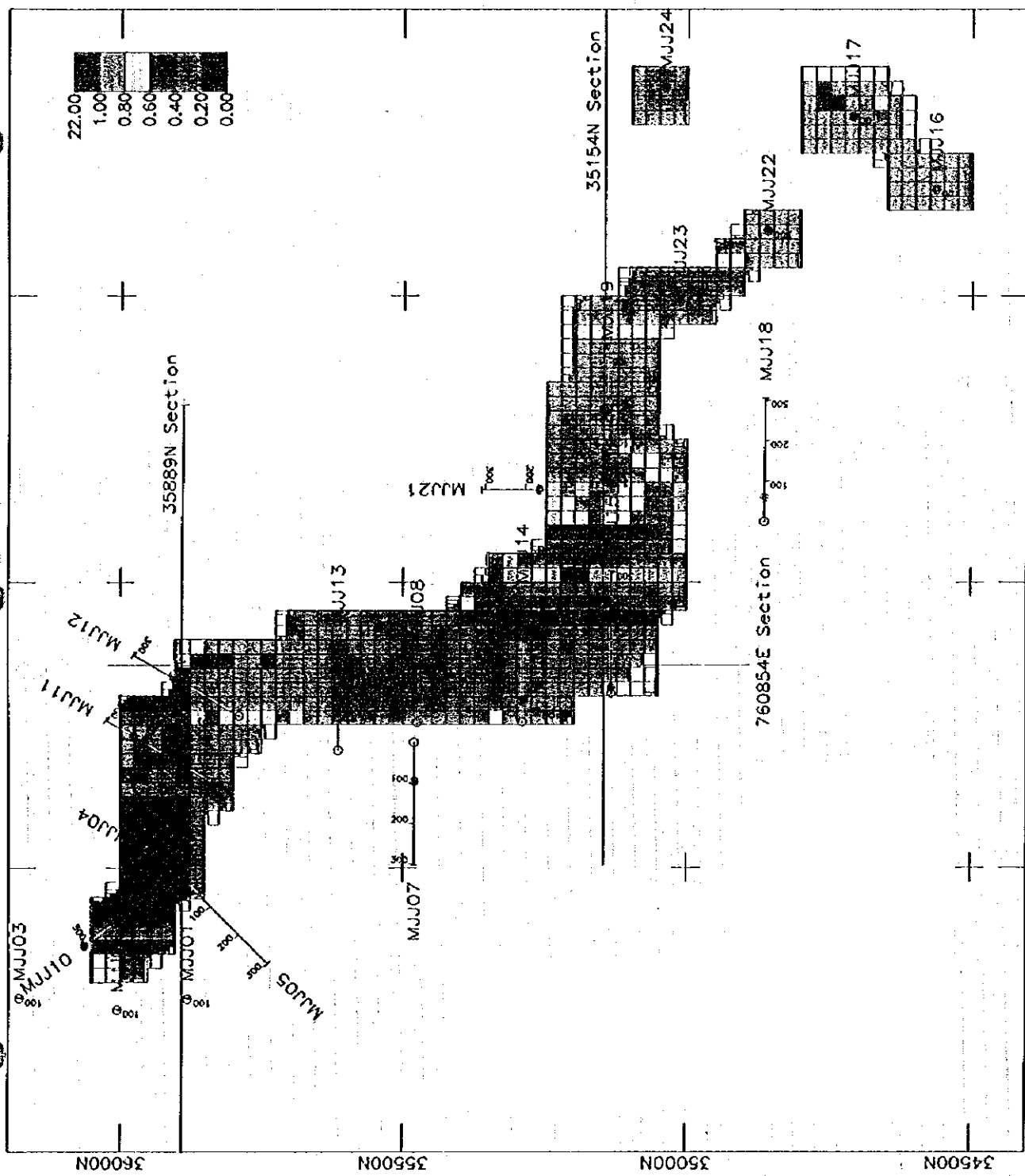
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
131	132	133	134	135	136	137	138	139	140

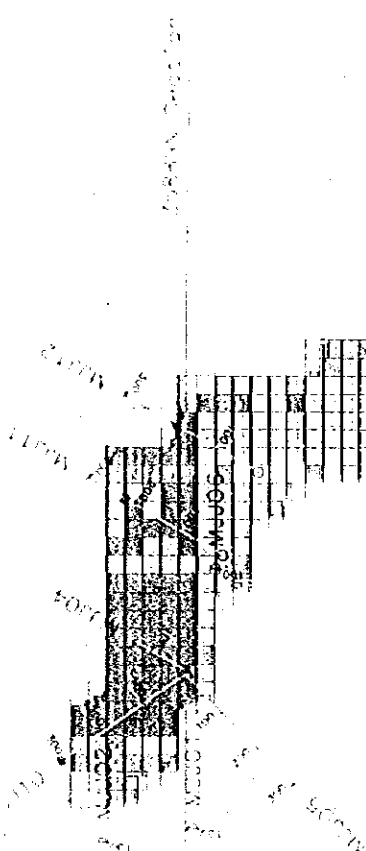
141	142	143	144	145
146	147	148	149	150
151	152	153	154	155
156	157	158	159	160



1700m ASL (Block, Cu%)

图 II-1-6 钛画平面图 (2)

21.00
 1.00
 0.80
 0.60
 0.40
 0.20
 0.00



NO.	DESCRIPTION	THICKNESS (M)	PERCENTAGE (%)
1	GRAVEL	0.10	1.0
2	SAND	0.10	1.0
3	CLAY	0.10	1.0
4	CONCRETE	0.10	1.0
5	GRAVEL	0.10	1.0
6	SAND	0.10	1.0
7	CLAY	0.10	1.0
8	CONCRETE	0.10	1.0
9	GRAVEL	0.10	1.0
10	SAND	0.10	1.0
11	CLAY	0.10	1.0
12	CONCRETE	0.10	1.0
13	GRAVEL	0.10	1.0
14	SAND	0.10	1.0
15	CLAY	0.10	1.0
16	CONCRETE	0.10	1.0
17	GRAVEL	0.10	1.0
18	SAND	0.10	1.0
19	CLAY	0.10	1.0
20	CONCRETE	0.10	1.0

1	GRAVEL	0.10	1.0
2	SAND	0.10	1.0
3	CLAY	0.10	1.0
4	CONCRETE	0.10	1.0

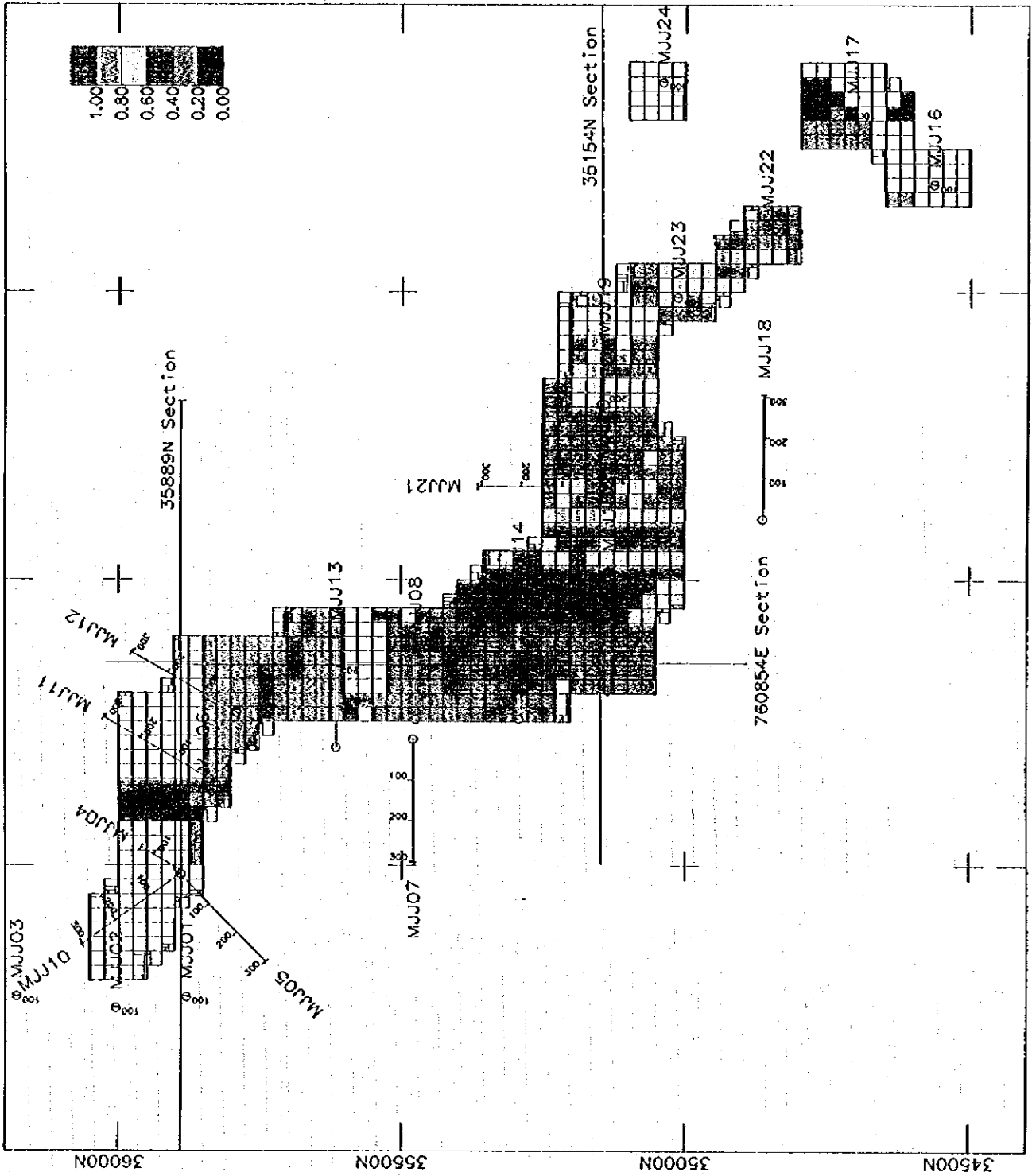
1	GRAVEL	0.10	1.0
2	SAND	0.10	1.0
3	CLAY	0.10	1.0
4	CONCRETE	0.10	1.0
5	GRAVEL	0.10	1.0
6	SAND	0.10	1.0
7	CLAY	0.10	1.0
8	CONCRETE	0.10	1.0

38000N

38000N

38000N

38000N



1500m ASL (Block, Cu%)

图 II-1-6 鉍圖平面图 (3)

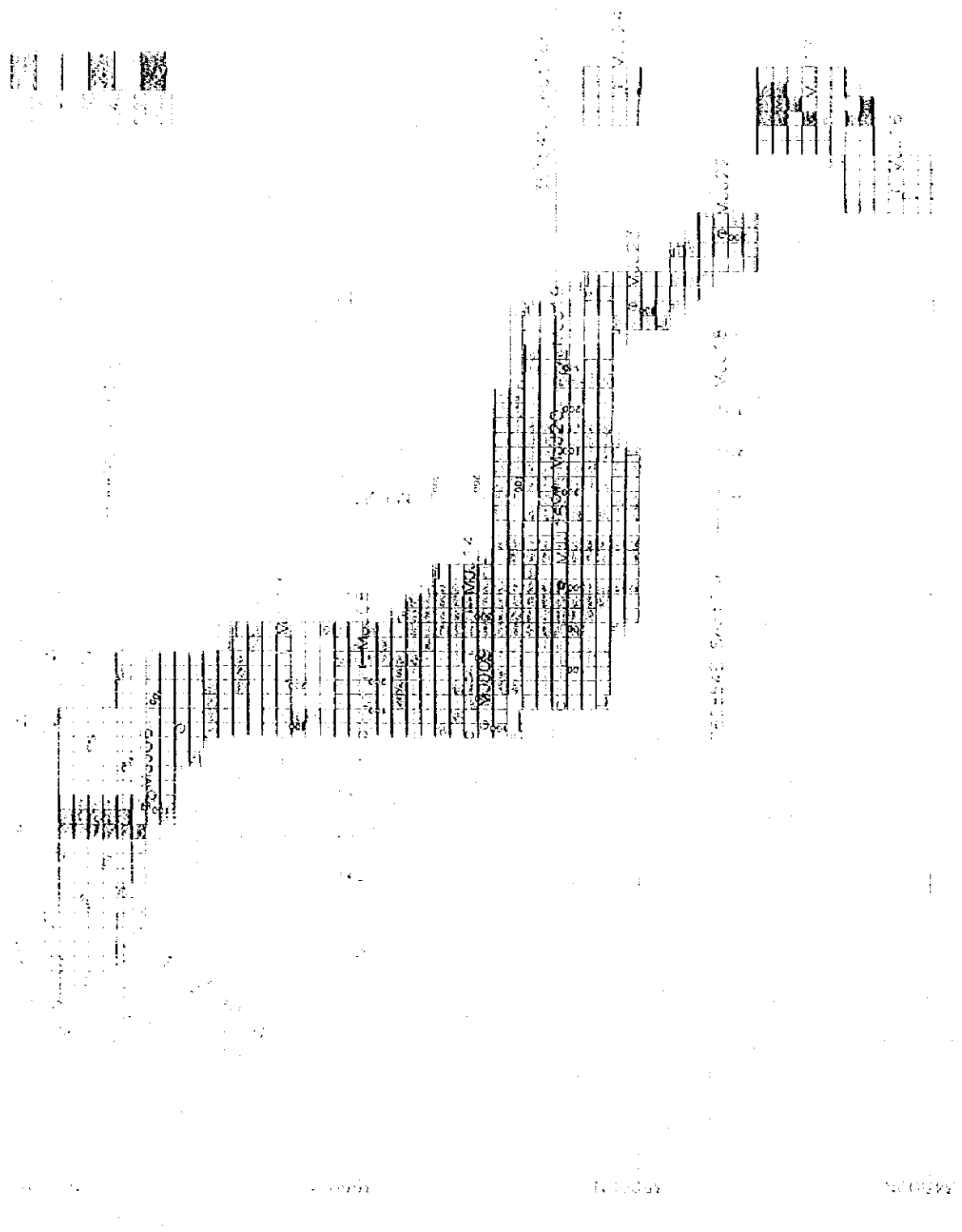
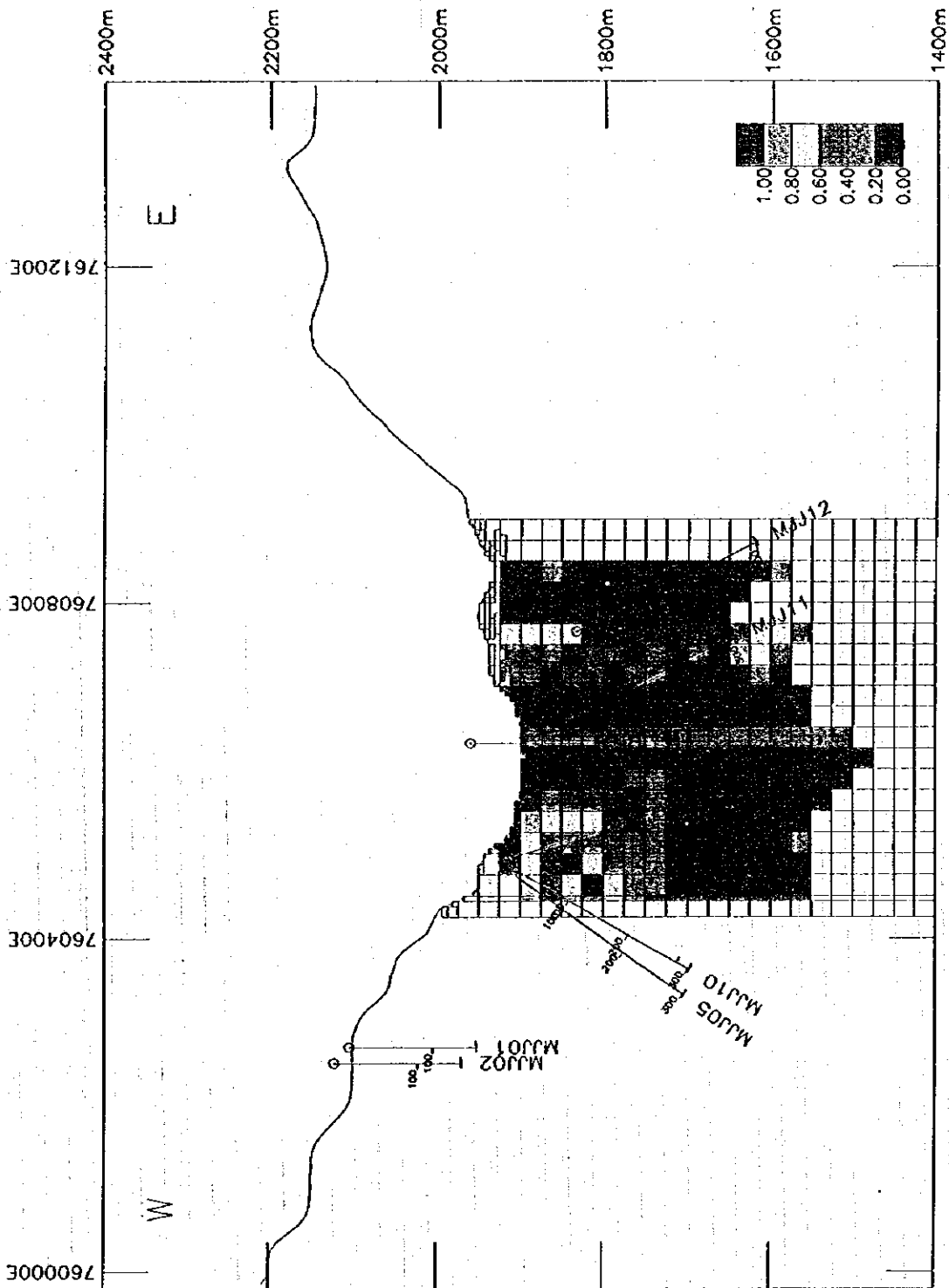


图 1-1-6 磁畴示意图 (3)



35889N Section (Block, CU%)

图 II-1-7 钛画断面图(1)

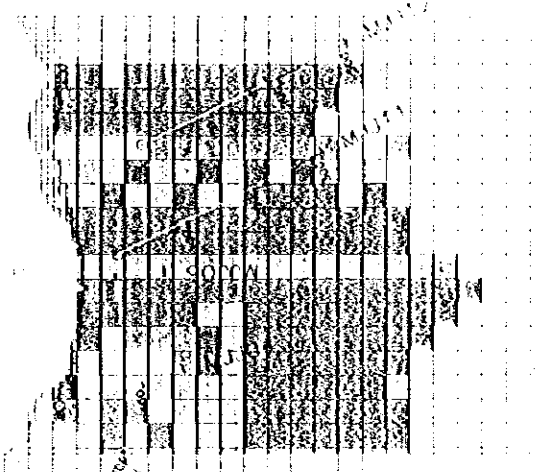


700000E

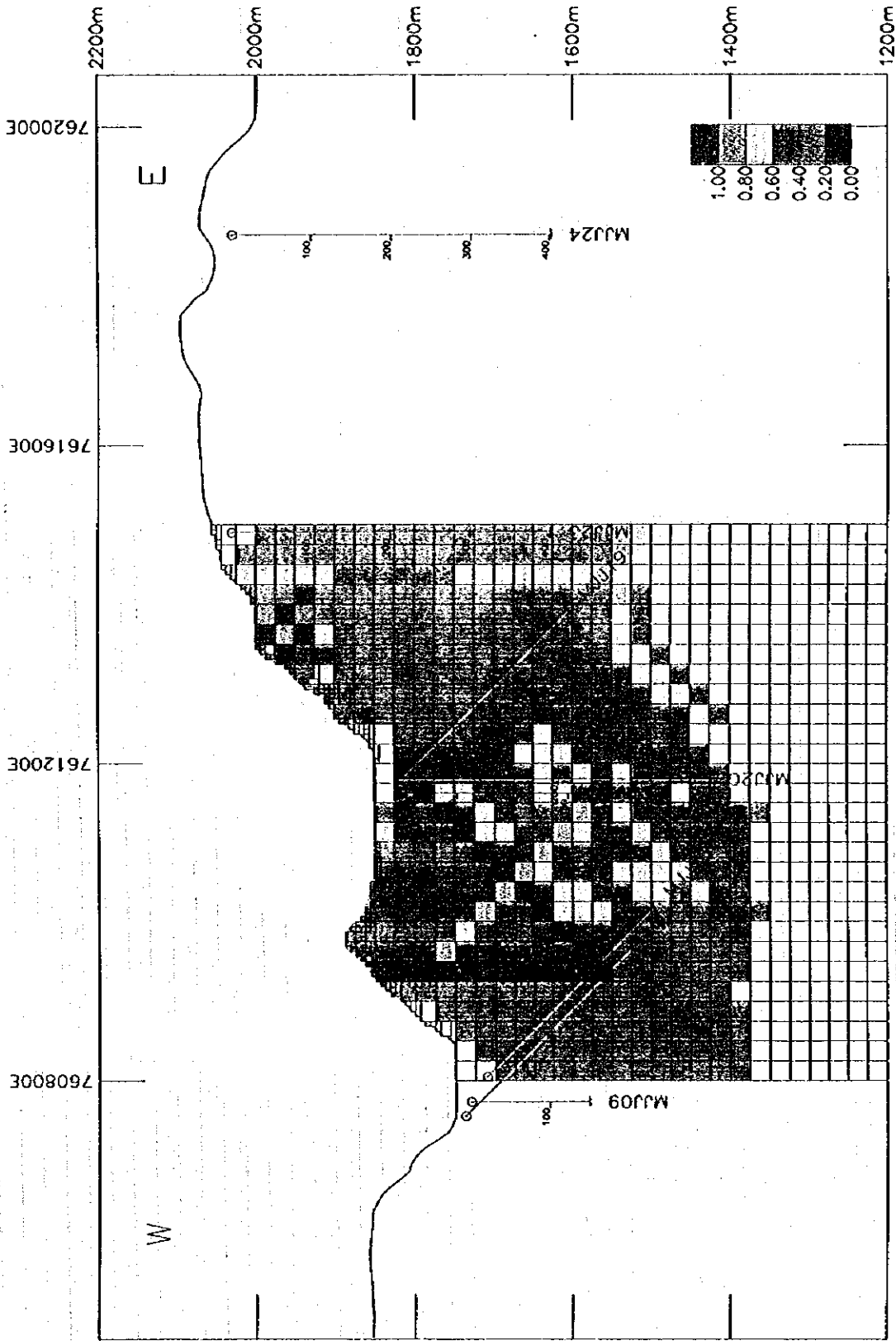
700000E

700000E

700000E



700000E



35154N Section (Block, CU%)

图 II-1-7 磁画断面图 (2)

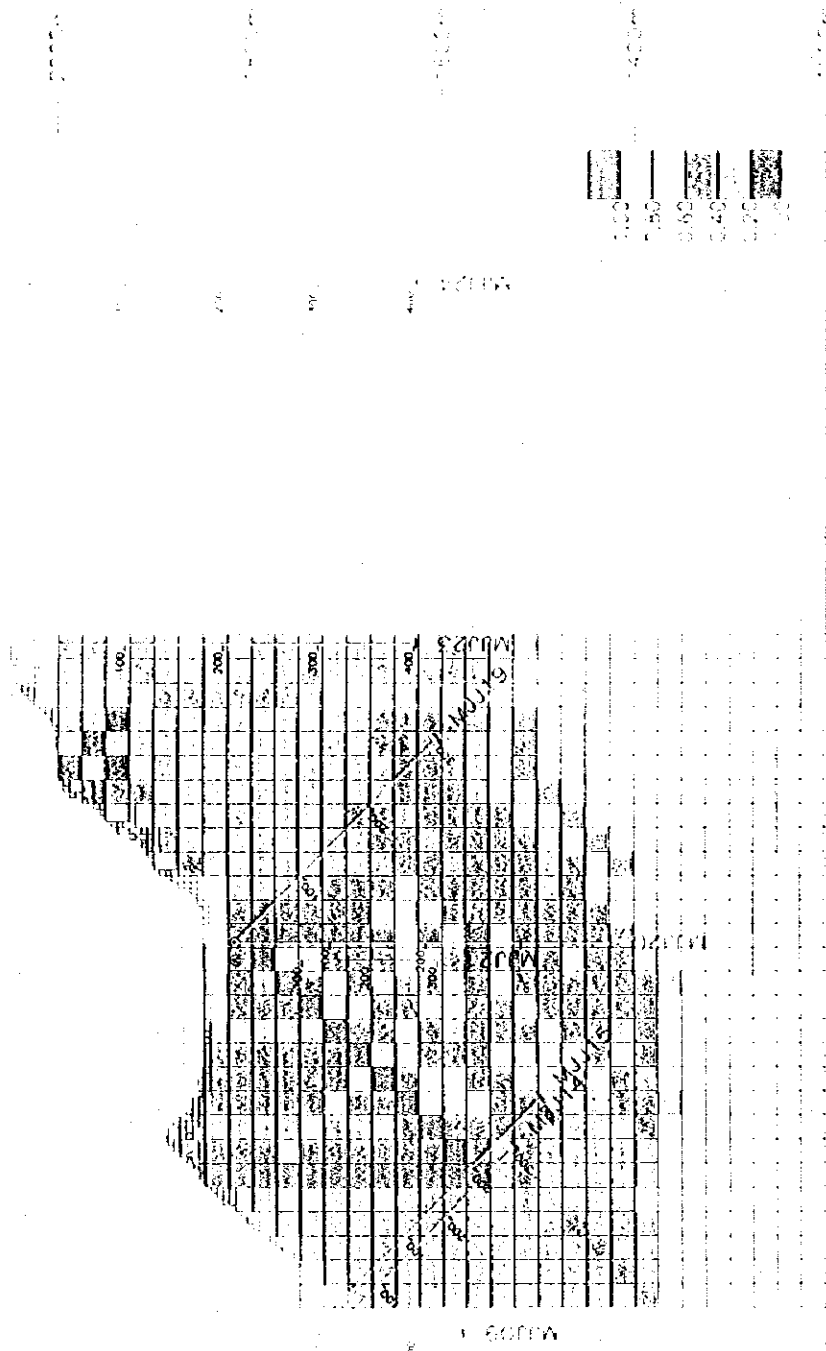
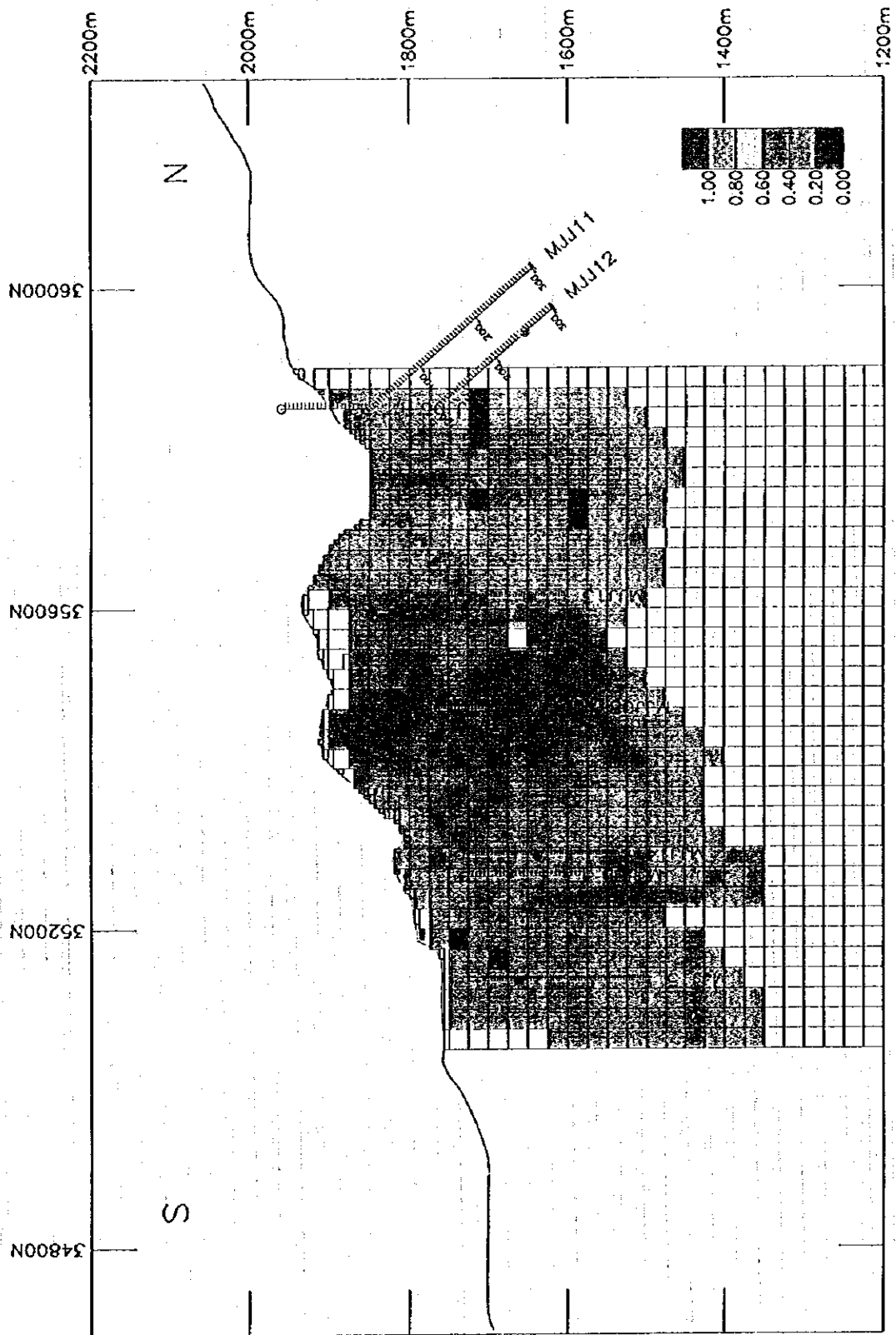


Figure 11-1-7 (continued)

图 11-1-7 续图 (2)



760854E Section (Block, Cu%)

图 II-1-7 钼画断面图 (3)

660000

660000

660000

660000

Item No.	Description	Quantity	Unit	Price	Total
1	MJ08	100	kg	1000	100000
2	MJ09	100	kg	1000	100000
3	MJ14	100	kg	1000	100000
4	MJ08	100	kg	1000	100000
5	MJ09	100	kg	1000	100000
6	MJ14	100	kg	1000	100000
7	MJ08	100	kg	1000	100000
8	MJ09	100	kg	1000	100000
9	MJ14	100	kg	1000	100000
10	MJ08	100	kg	1000	100000
11	MJ09	100	kg	1000	100000
12	MJ14	100	kg	1000	100000
13	MJ08	100	kg	1000	100000
14	MJ09	100	kg	1000	100000
15	MJ14	100	kg	1000	100000
16	MJ08	100	kg	1000	100000
17	MJ09	100	kg	1000	100000
18	MJ14	100	kg	1000	100000
19	MJ08	100	kg	1000	100000
20	MJ09	100	kg	1000	100000
21	MJ14	100	kg	1000	100000
22	MJ08	100	kg	1000	100000
23	MJ09	100	kg	1000	100000
24	MJ14	100	kg	1000	100000
25	MJ08	100	kg	1000	100000
26	MJ09	100	kg	1000	100000
27	MJ14	100	kg	1000	100000
28	MJ08	100	kg	1000	100000
29	MJ09	100	kg	1000	100000
30	MJ14	100	kg	1000	100000

1-5-2 計算結果

計算の結果、銅及びモリブデンについて下記の鉱量が得られた。

(1) 銅

カットオフ品位(%)	0.10	0.20	0.30	0.40	0.60	0.80	1.00
鉱量(百万トン)	78	76	67	50	22	10	8
品位(%)	0.58	0.59	0.63	0.72	1.01	1.36	1.54

カットオフ品位を0.20%とすると、鉱量76百万トン、品位0.59%である。

(2) モリブデン

カットオフ品位(%)	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08
鉱量(百万トン)	3.0	2.0	1.3	1.0	0.7	0.6	0.5
品位(%)	0.05	0.07	0.09	0.10	0.12	0.14	0.15

1-6 開発計画の問題点

本年度までの調査結果からでは、フニン地区の鉱床についての開発を検討するための十分なデータは、まだ得られていない。しかし、現時点でフニン地区の鉱山開発を想定すると下記のような内容と問題点が考えられる。

1) 開発対象範囲

開発対象範囲は、フニン地区のリモニタ沢、フニン川、コントロールベシア沢及びフォルツナ沢にまたがる範囲である。

2) 採掘対象鉱量

鉱量のうちカットオフ品位銅0.20%とし、この品位以上の鉱量は、76,000,000t、銅品位0.59%であり、これを採掘対象鉱量とする。

3) 採掘法

採掘法として、一般的に高品位な鉱床が地下深部に存在する場合は、坑内採掘法が適し、低品位大型の鉱床が地下浅部に存在する場合は露天採掘法が適している。フニン地区の鉱床は、下記のことから坑内採掘法より露天採掘法の方が適していると考えられる。

鉱床は、低品位ポーフィリー型鉱床と考えられる。

フニン川鉱化帯、コントロールベシア鉱化帯は、地表から比較的高い品位のものが発達する。

銅品位の変化が著しく、坑内採掘法で高品位部を選択的に採掘することは難しい。

しかし、フニン地区の地形が極めて急峻であることと、フォルツナ沢鉱化帯では高品位部が比較的深部に存在することから、坑内採掘法の可能性も考えられる。

4) 選鉱施設

鉱石鉱物の最適回収条件を明らかにすると共に浮選方法を確立するため、ボーリングコアを用いた選鉱試験を実施した後、検討すべきである。

5) その他鉱山施設

ずり捨て場、鉱滓ダム、機械修理工場、鉱山事務所などの施設の配置は、フニン地区の急峻

な地形に大きく影響されると考えられる。

6) インフラストラクチャー

フニン地区の鉱山開発で大きな問題は、道路、電力、通信、住宅などのインフラストラクチャーの整備である。特に、現状のように雨期に道路事情が極めて悪いことなどは、資材、機材の輸送、精鉱の輸送に大きな問題となる。急峻な地形、多量の雨を考慮した道路整備が必要である。

雨量が多いことから用水の確保については問題はないと考える。

7) 環境対策

フニン地区の北部には、コタカチ・カヤバス自然保護区があり、鉱山開発計画には環境影響調査の結果を考慮する必要があるだろう。

第2章 フニン地区環境影響調査

2-1 環境調査の概要

フニン地区は銅鉱床の賦存地域であり、将来鉱山開発の可能性もある。しかし、フニン地区はその北側に“コタカチ・カヤバス生態系保護区”と隣接し、南端部はインダグ川が西流している美しく豊かな自然に恵まれた地域でもある。調査目的はフニン地区の鉱山開発に伴って、地域の自然環境・社会環境及び生活環境を保全するためにネガティブ及びポジティブなインパクトについて予測及び評価を行い、必要があれば環境保全対策を検討することである。

図II-2-1に示すプロジェクト・サイクルから、本調査は予備調査の段階における“計画アセスメント”として位置付けられる。

環境影響調査の内容は、

- 1) 地域環境の概況把握
- 2) プロジェクトの内容に基づいた環境要素・環境項目の設定
- 3) 環境現況調査
- 4) 予測
- 5) 環境保全目標に基づいた評価
- 6) 環境保全対策及びモニタリング計画の立案

からなり、全体のフローを図II-2-2に示す。

2-2 開発計画の概要

鉱山開発による影響を予測・評価するためには、現段階における鉱山開発の概念的な条件を仮設定する必要がある。フニン地域における鉱山開発の条件の第1案を“露天掘り採掘法”とし、代替案を“坑内採掘法”として仮設定し、それらの概念を以下に示し、概念図・断面図を図II-2-3(1)、(2)、(3)及び(4)に示す。

(露天掘り採掘法：図II-2-3(1)及び(2))

- 1) 鉱山開発範囲：フニン地区、敷地：4,025 ha、8 km (東西) x 10 km (南北)
- 2) 採掘法：露天掘り採掘法；最終採掘勾配：45°、最終ベンチ：高さ：12 m
幅平均：9.6 m、ベンチ勾配：78°
- 3) 採掘範囲：フニン地区：200 ha
- 4) 鉱山施設：

・ 鉱山道路：延長：約75 km、新設（砂利道、一部舗装）、

ただし既設の道路及び仮設道路を拡幅し利用する。

(道路幅員：8 m、全幅平均：30 m、総面積：約225 ha)

・ ずり捨場：3カ所：フニン地区、エル・ペラド地区、かん止堤：2カ所

敷地：664 ha

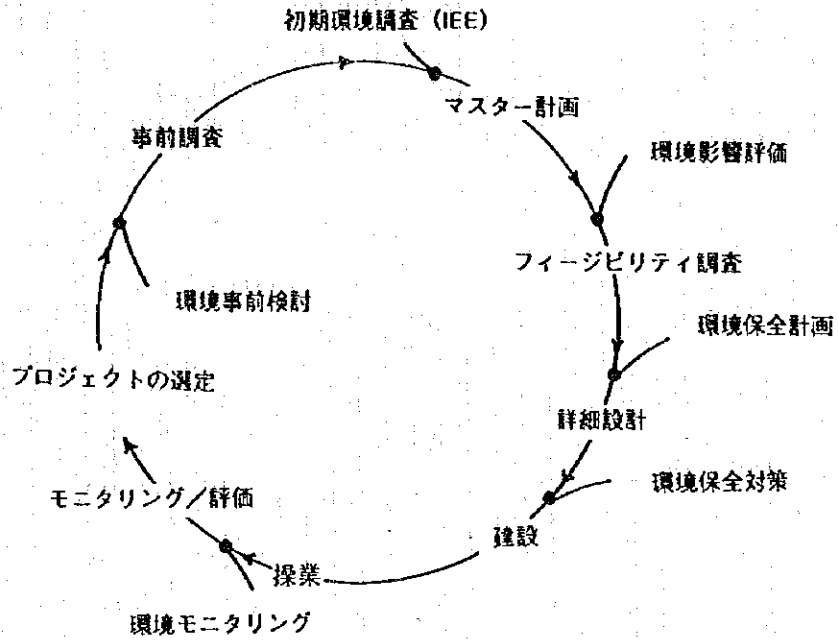


図 II-2-1 プロジェクトサイクル

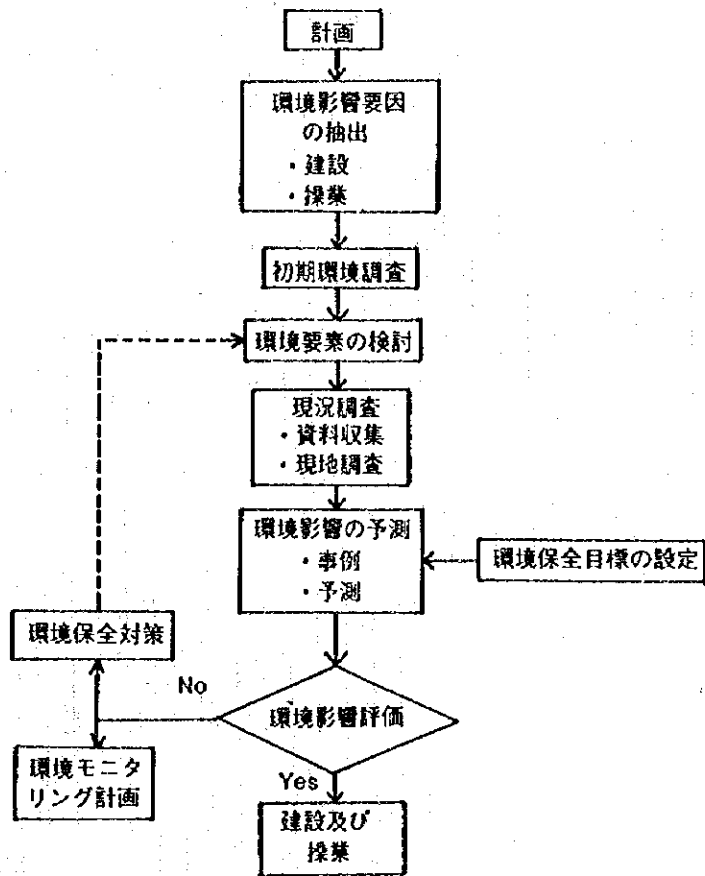
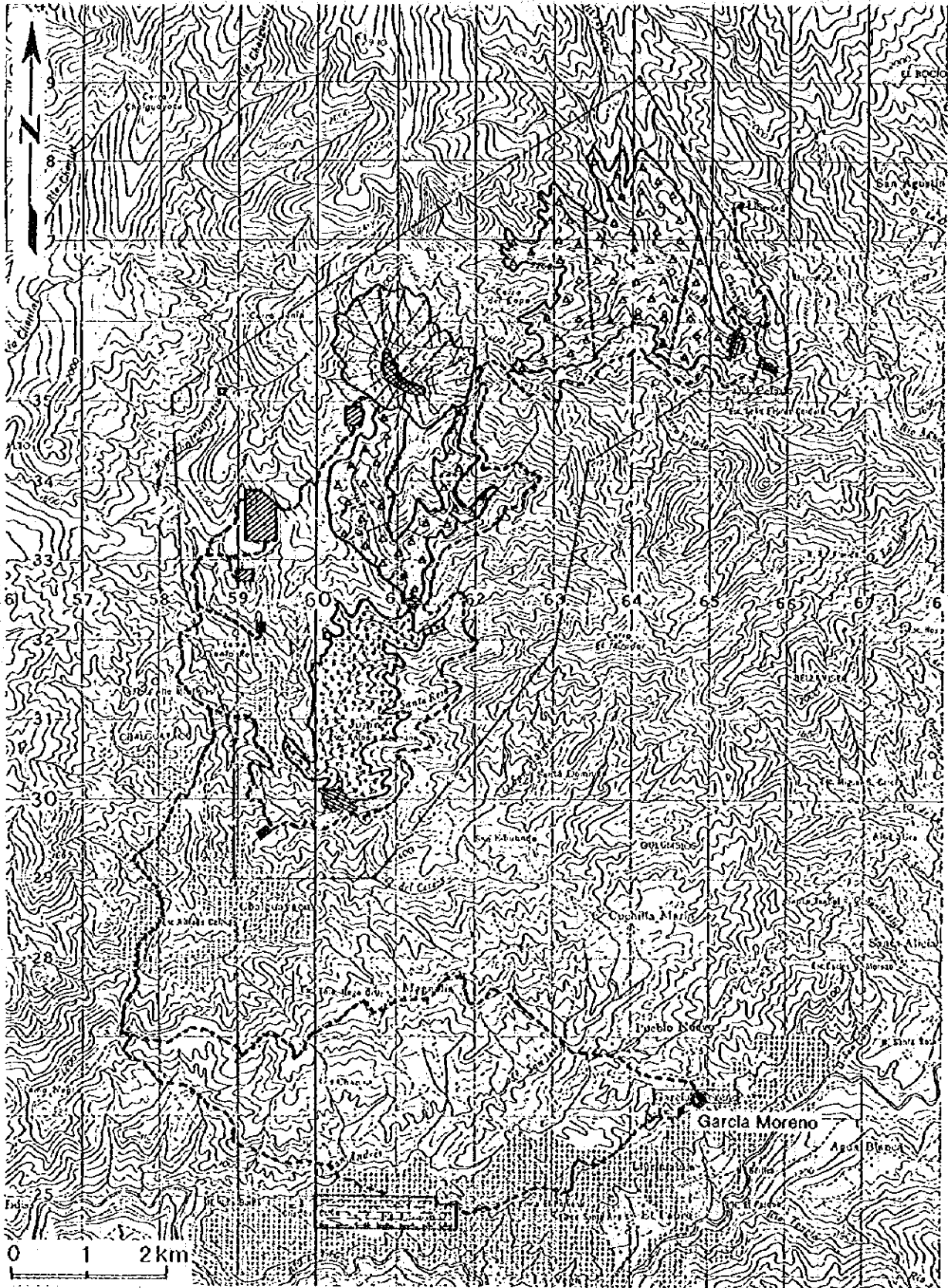


図 II-2-2 環境影響評価のフロー



Leyenda











- | | | | |
|---|---------------------|---|---------------------------------------|
|  | Cuerpo mineralizado |  | Facilidades para tratamiento de aguas |
|  | Residuos |  | Desecho |
|  | Piedra tritrada |  | Calle a la mina y calle de acceso |
|  | Facilidades mineras |  | Presa |
|  | Area del proyecto |  | Villa |

圖 II-2-3 概念的鈦山開發計畫 (1) 露天掘り採掘法

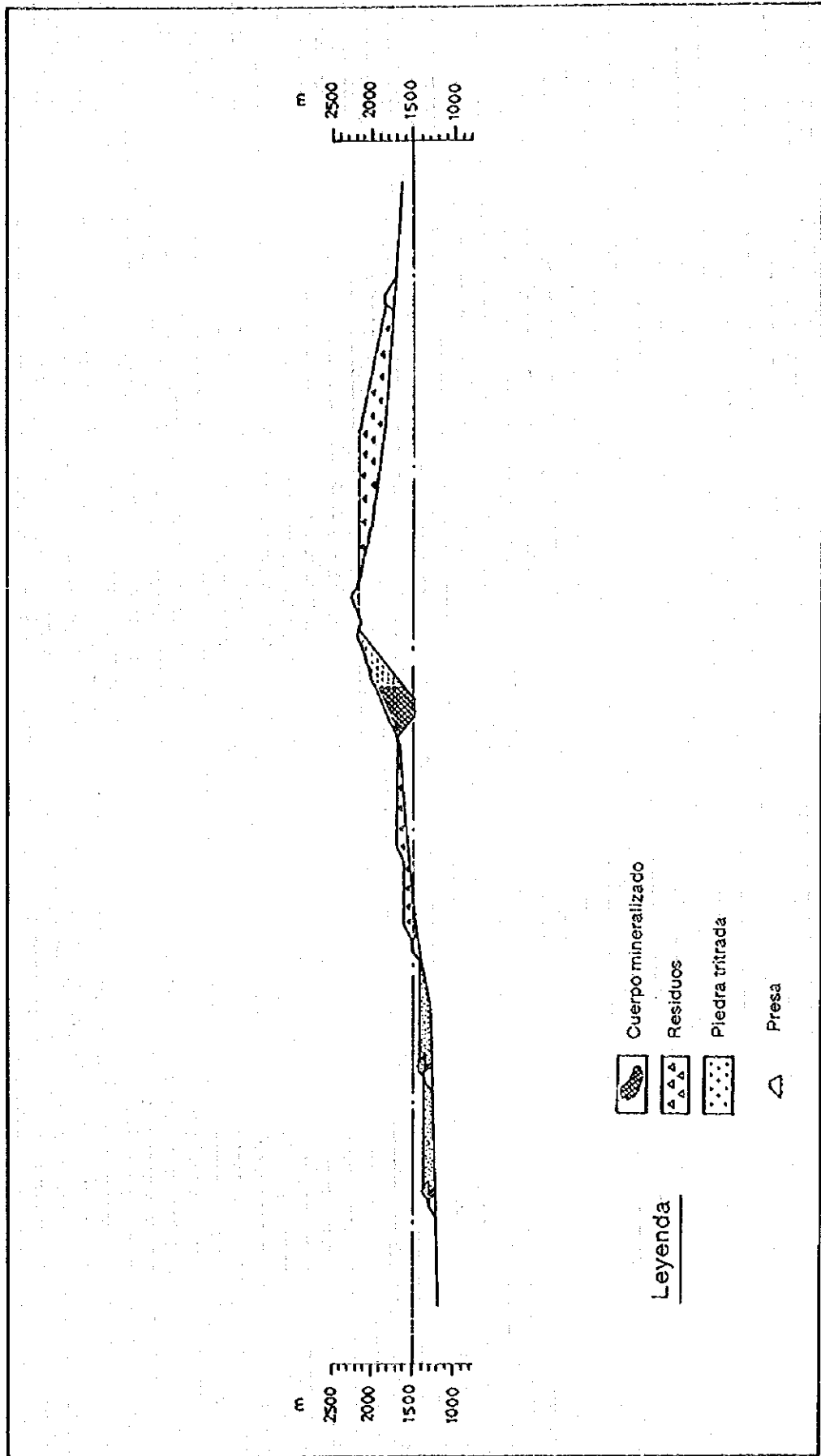


图 11-2-3 概念的鋁山開究計画 (2) 断面图



Legenda

- | | | | |
|--|---------------------|--|---------------------------------------|
| | Cuerpo mineralizado | | Facilidades para tratamiento de aguas |
| | Residuos | | Calle a la mina y calle de acceso |
| | Piedra tritrada | | Presa |
| | Facilidades mineras | | Villa |
| | Area del proyecto | | |

圖 II-2-3 概念的鉍山開發計畫 (3) 坑內採掘法

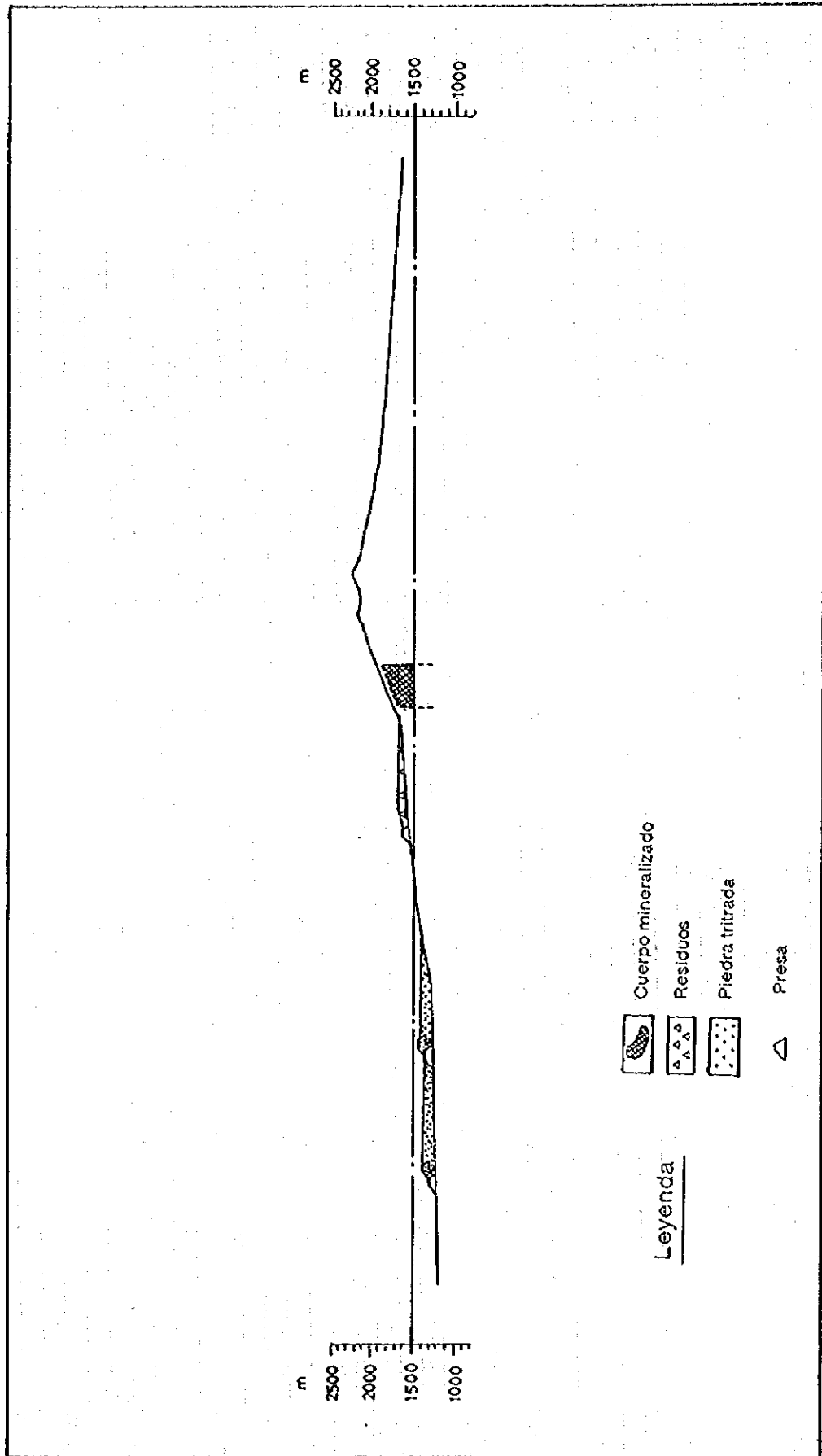


图 II-2-3 概念的矿山开发计划 (4) 断面图

最終容積：843,150,000 m³

・ 鉱さいたい積場：1カ所：フニン地区、かん止堤：3カ所、敷地：221ha

最終容積：429,100,000 m³

・ 選鉱場、配車場、分析場、鉱山事務所等：フニン地区、敷地：41ha

・ ワークショップ：フニン地区、敷地：12.5 ha

・ パワープラント及び配電設備：フニン地区、敷地：12.5 ha

・ 取水井及び水道施設：フニン（チャルグアヤク川本流部）

・ 排水処理施設：3カ所：フニン地区、エル・ベラド地区

・ 砂防施設：フニン地区及びエル・ベラド地区、砂防ダム等：10基

・ 重機械類：一式：ブルドーザー、ローダ、クローラ、トラック、タンクローリ、バックホー等

・ 火薬保管施設：フニン地区

・ コミュニティ：エル・リモン地区（約5,000人規模）、敷地：71ha、施設：学校、警察、消防署、郵便局、病院、集会所、教会等

・ 廃棄物処理施設：2カ所：フニン地区、エル・リモン地区

・ 汚水処理施設：2カ所：フニン地区、エル・リモン地区

・ 環境対策：排水処理、鉱さいたい積場からの粉塵対策、汚水処理、崩壊・地すべり対策、植林計画、生態系調査、モニタリング調査等

5) その他：

・ 精鉱輸送及び積出しについては、既存の道路及び港湾を利用する。

・ 住民移転：計画敷地内に位置するフニン部落、エル・ベラド部落、バルセロナ及びラ・リベルタッドの一部（合計約100家族）

(坑内採掘法：図II-2-3 (3)及び(4))

1) 鉱山開発範囲：フニン地区、敷地：1,970 ha、3.5 km（東西）x 7.5 km（南北）

2) 採掘法：坑内採掘法

3) 鉱山施設：

・ 鉱山道路：延長：約54 km、新設（砂利道、一部舗装）

ただし既設の道路及び仮設道路を拡幅し利用する

（道路幅員：8 m、全幅平均：30 m、総面積：約162 ha）。

・ ずり捨場：2カ所：フニン地区、かん止堤：1カ所、敷地：60 ha

最終容積：35,000,000 m³

・ 鉱さいたい積場：1カ所：フニン地区、かん止堤：1カ所、敷地：221ha

最終容積：407,980,000 m³

・ 選鉱場、配車場、分析場、鉱山事務所等：フニン地区、敷地：14 ha

・ ワークショップ：フニン地区、敷地：12ha

- ・パワープラント及び配電設備：フニン地区、敷地：12.5ha
- ・取水井及び水道施設：フニン（チャルグアヤク川本流部）
- ・排水処理施設：2カ所：フニン地区、エル・ベラド地区
- ・砂防施設：フニン地区及びエル・ベラド地区、砂防ダム等：5基
- ・重機械類：一式：ブローザー、ローダ、クローラ、トラック、タンクローリー、バックホー等
- ・火薬保管施設：フニン地区
- ・タンク貯留：エル・リモン地区（約4,000人規模）、敷地：71ha 学校、病院等
- ・廃棄物処理施設：2カ所：フニン地区、エル・リモン地区
- ・汚水処理施設：2カ所：フニン地区、エル・リモン地区
- ・環境対策：排水処理、鉱さいたい積場からの粉塵対策、汚水処理、崩壊・地すべり対策、植林計画、生態系現況調査、モニタリング調査等

4) その他：

- ・精鉱輸送及び積出しについては、既存の道路及び港湾を利用する。
- ・住民移転：計画敷地内に位置するフニン部落（合計約40家族）

2-3 環境項目の選定

鉱山開発の仮設定及び既存資料から必要される環境項目は、表II-2-1に示す環境要因-環境項目マトリックスから選定した。選定を行うための基礎資料としては、既存資料及び現況調査前に行った初期環境調査（Initial Environmental Examination；I E E）の結果を参考とした。選定の結果、環境項目は、地形・地質、土壌、水象、植物、動物、景観、廃棄物、文化的遺産、交通、保健、住民移転、社会経済的状況、コミュニティ、水利権等、大気汚染、水質汚濁、土壌汚染、騒音・振動及び悪臭となった。このうち社会環境に関する項目（廃棄物、文化的遺産、交通、保健、住民移転、社会経済的状況、コミュニティ、水利権等）については“社会状況”としてまとめ、振動及び悪臭については地域の概況を考慮して、現況調査から除外した。

2-4 関連資料・情報の収集

本調査に関連する資料・情報の収集を行った。関連資料・情報は、社会経済関係、自然環境関係、動植物関係、社会環境関係及び環境関連法規・基準からなり、収集した資料の内容を以下に示す。

- 1) 社会・経済関係：エクアドル国、イバラ州、コタカチ郡及びオタバロ郡の行政区分、社会・経済統計、水利用、開発計画、道路交通、産業、教育、保健衛生等
- 2) 自然環境関係：地形図、地質図、気象（気温、降雨量、風向、風速）、河川、水

表 II-2-1 環境要因—環境要素マトリックス

環境項目	環 境 要 因 *1																			選定項目*2 (◎)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
I 自然環境																				
1. 地形地質	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	
2. 土壌	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	
3. 水象	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	
4. 気象	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5. 動物	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	
6. 植物	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	
7. 景観	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	
II 社会環境																				
8. 廃棄物	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	-	+	
9. 遺産	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
10. 交通	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-	
11. 衛生	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
12. 住民移転	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
13. 社会経済	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	
14. 地域分断	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15. ミュージック	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	
16. クリエーション	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
17. 水利権等	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
III 生活環境																				
18. 大気汚染	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	
19. 水質汚濁	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
20. 土壌汚染	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	
21. 騒音	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	
22. 地盤沈下	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23. 悪臭	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	

*1: 環境要因 (+: 影響が想定される, -: 影響がない/極めて少ない)

・建設時

- 1: 森林の伐採 2: 切土/盛土 3: 重機械の使用
- 4: 1/2カット工事 5: 骨材の採取 6: 資材/機材の運搬
- 7: 土捨場 8: 事務所/宿舍

・採掘時

- 9: 採掘(削孔・爆破) 10: 鉱石の運搬 11: 選鉱
- 12: 重機械の使用 13: すり捨場 14: 揚水・取水
- 15: 排水処理施設/排水 16: 鉱山施設/宿舍 17: 廃棄物

・採掘後

- 18: 露天掘り跡地 19: 排水処理施設/排水

*2: 選定された環境項目: ◎

- 文、景観、自然公園、災害等
- 3) 動植物関係 : 植生、動物生息状況、動・植物資源利用状況、貴重種・絶滅危惧種、天然記念物、自然環境保全指定地区、自然保護区等
 - 4) 社会環境関係 : 遺跡・文化財、土地利用、少数民族、コミュニティー、廃棄物等
 - 5) 空中写真等 : フニン地区空中写真(1963年及び1990年版)
 - 6) 環境関連法規 : 環境基本法、環境汚染防止法、鉱業法、森林保護法、国立公園法等
 - 7) 環境基準 : 水質基準、作業環境における騒音規制、飲料水用原水水質基準等
 - 8) エクアドル国の環境問題 : エル・オロ州の金鉱山の鉱廃水問題、ピチンチャ州の繊維工業によるマチャングラ川の汚染等
 - 9) 環境影響評価の事例等 : 数例(未公開)

2-5 調査の内容及び方法

2-5-1 調査の範囲

(1) 調査対象地区

調査対象地区は、イムバプラ州フニン地域である。

(2) 調査範囲

調査範囲は鉱化帯を含むインタグ川及びその支流域であり、東西約16km・南北約20kmで152km²の面積である(図II-2-4)。

2-5-2 調査の期間

本調査地は5月～11月の乾季及び12月～4月の雨季の2季からなることから、環境現況調査は2季を含む必要があった。したがって、調査期間は第1次現地調査が9～10月(1.5カ月)及び第2次現地調査が11～1月(1.2カ月)の2回に分けた。

2-5-3 調査の内容

調査の内容は、国内事前作業、第1次現地調査、第1次国内作業、第2次現地調査及び第2次国内作業からなる。

(1) 国内事前作業

a. 関連資料・情報の収集及び分析

環境影響調査に必要な資料、データの収集及び分析を行った。

- 1) 社会・経済関係資料(社会・経済指標、開発計画等)
- 2) 自然環境関連資料(地形・地質、土質、気象、水理・水文、動・植物等)
- 3) 地形図、空中写真等

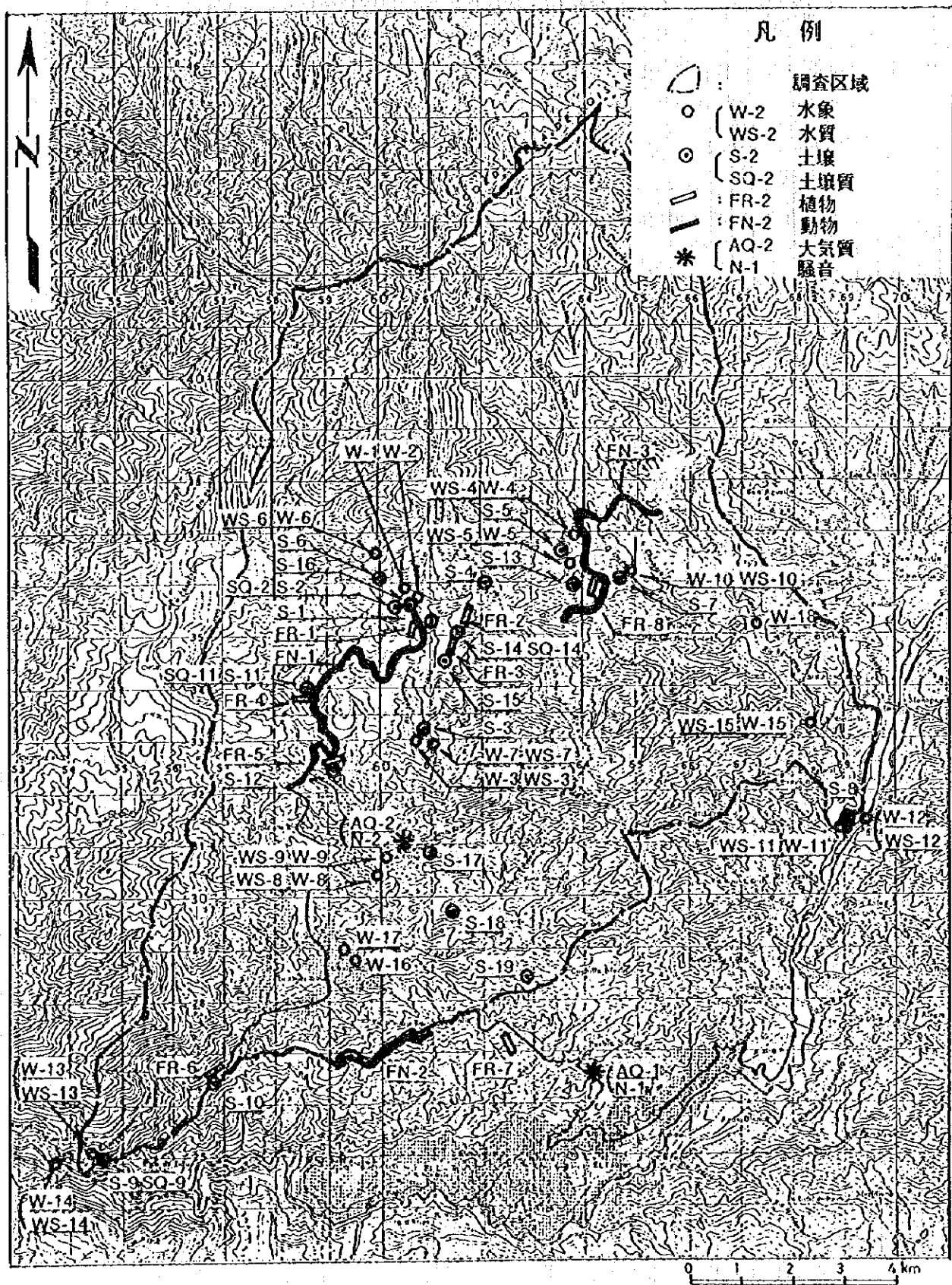


图 11-2-4 環境調査位置図

表 II-2-2 環境調査 (1)

環境項目	現地調査内容	
	第1次	第2次
I 自然環境		
1. 地形・地質	・地形・地質状況, 軟弱地盤, 崩壊	* 1
2. 土壌	・土壌断面 (12地点), 粒度試験 (12試料), 土壌浸食状況	
3. 水象	・水文環境調査, 気象状況, 水理・水文状況, 流量測定 (12地点), 地下水位の測定 (旧試錐孔), 湧水の分布	* 1
4. 植物	・植生調査, ライン調査, 森林資源利用状況等	
5. 動物	・ほ乳類, 鳥類, は虫類, 魚類等 (ライン・センサス法, フィールドサイン法, 住民等の利用状況)	
6. 景観	・主要眺望地点, 地域景観の特性把握等	
II 社会環境		
7. 社会状況	・廃棄物, 文化的遺産, 交通, 交通安全状況, 保健・衛生, 住民移転, 社会経済活動, コミュニティー, 水利権等	
III 生活環境		
8. 大気汚染	・降下煤塵 (2地点)	* 1
9. 水質汚濁	・採水 (表流水, 湧水), 水質分析 (水温, 電導度, pH, Cl, DO, COD, SS, Na, K, Mg, Ca, Cd, Mo, Fe, Mn, HCO ₃ , SO ₄ , NO ₃ ; 12地点)	* 1
10. 土壌汚染	・Hg, Cd, Cr, As, Cu, Zn (4地点)	
11. 騒音	・騒音レベル (2地点; 1日24回), 交通量調査を含む	* 1
<p>* 1 : 第1次現地調査の内容と同様。</p> <p>* 2 : 社会状況調査: 調査対象地域に属する各地方自治体及びコミュニティーの現況を把握する。調査内容を以下に示す。</p> <p>a) 調査地域: フニン地域及びその周辺</p> <p>b) 調査項目:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地方公共団体: 面積, 人口, 家族数, 家屋数, 公共機関 (種類, 位置, 数量), 主要施設, 予算 (1983年度, 1993年度), 平均所得, インフレ率, 地域開発計画, 産業, 就業率, 産業別人口, 失 		

表 II-2-2 環境調査 (2)

	業率, 環境問題, 農業, 選挙制度, 主要行事, 遺跡, 文化財等
・教育機関	: 学校, 生徒数, 教師数, 義務教育就学率, 文盲率等
・医療機関	: 医療機関 (病院・診療所・保健所の位置, ベッド数, 医師数等)
・コミュニティー	: 住民組織, 農業組合, 婦人クラブ等
・郵便	: 郵便・電報取扱回数
・警察	: 犯罪 (種類, 発生数)
・火災	: 年度・季節別火災発生数
・水環境	: 水利用, 井戸台帳, 水道普及率, 下水道, 排水処理等
・土地利用	: 土地利用状況, 土地利用計画
・災害	: 災害 (種類, 位置, 規模, 時期, 被災状況)
・交通	: 交通状況 (交通手段の種類, 数量等), 交通事故等
・自然関係	: 公園, 指定貴重動植物, 指定自然保護区, 観光地, レクリエーション施設等, 気象情報 (気象観測所, 気象データ), 河川流量データ, 指定天然記念物
・その他	: 電気普及率, テレビ台数, 一般/産業廃棄物処理, 図書館書籍数/利用者数, 公民館, 銀行ラジオ・テレビ局, 映画館, 新聞, 商業施設宗教施設等

b. 空中写真解析

環境影響調査の基礎資料を得るために、フニン地域及びその周辺の既存の空中写真を解析し、予察的土地利用図、植生図、地質構造図、及び地形解析図を作成した。

(2) 現地調査

第1次現地調査及び第2次現地調査の方法及び内容を表II-2-2及び調査位置を図II-2-5に示す。

(3) 国内作業

国内作業は、第1次国内作業及び第2次国内作業からなる。

2-6 現況調査

2-6-1 地域の概況

(1) 位置及び交通

フニン地区は、エクアドル共和国の首都キトの北方約80km、インバブラ州の西部に位置している。調査地の南縁はインタグ川であり、ピチンチャ州の北西側の境界にあたる。行政区分では調査地の南東部がインバブラ州オタバロ郡及び北部～南西部が同州のコタカチ郡に属する。

調査の中継地であるガルシア・モレノから北西へチャルグアヤクまで未舗装道路約20km、車で約1時間を要する。チャルグアヤクからヘリポートまでは、資源基礎調査時に新たに建設した仮設道路を約10km、車で約30分(乾季)を要しフニン地域の鉱化帯に達する。

(2) 気候

フニン地区周辺の気候は、乾期を有する熱帯性多湿気候である。年間の気温は17～25℃、湿度は50～75%、年間降水量は2,000～4,000mmに達する。雨季は12月～4月とされている。調査地域周辺には観測所がないが、参考として気象観測所であるオタバロ(Otavaro)、アテウンタキ(Atuntaqui)、エスメラルダス(Esmelardasu)、サン・ロレンソ(San Lorenzo)及びサント・ドミンゴ(Santo Domingo)における気温(℃)、降水量(mm)、風向及び風速(m/s)のデータを図II-2-5に示す。

2-6-2 地形・地質

(1) 地形

調査区域は西部アンデス山脈の西縁部のトイサン(Toisan)山脈の南側に位置し、南西～北東方向に伸びる中～小起伏山地からなり、標高は1,500～3,400mの範囲で極めて急峻である。当地域の最高峰は調査区域北部のピークで、標高は3,479mである。

主要河川はアグアグルン川(東部)及びチャルグアヤク川(西部)からなり、アグアグルン

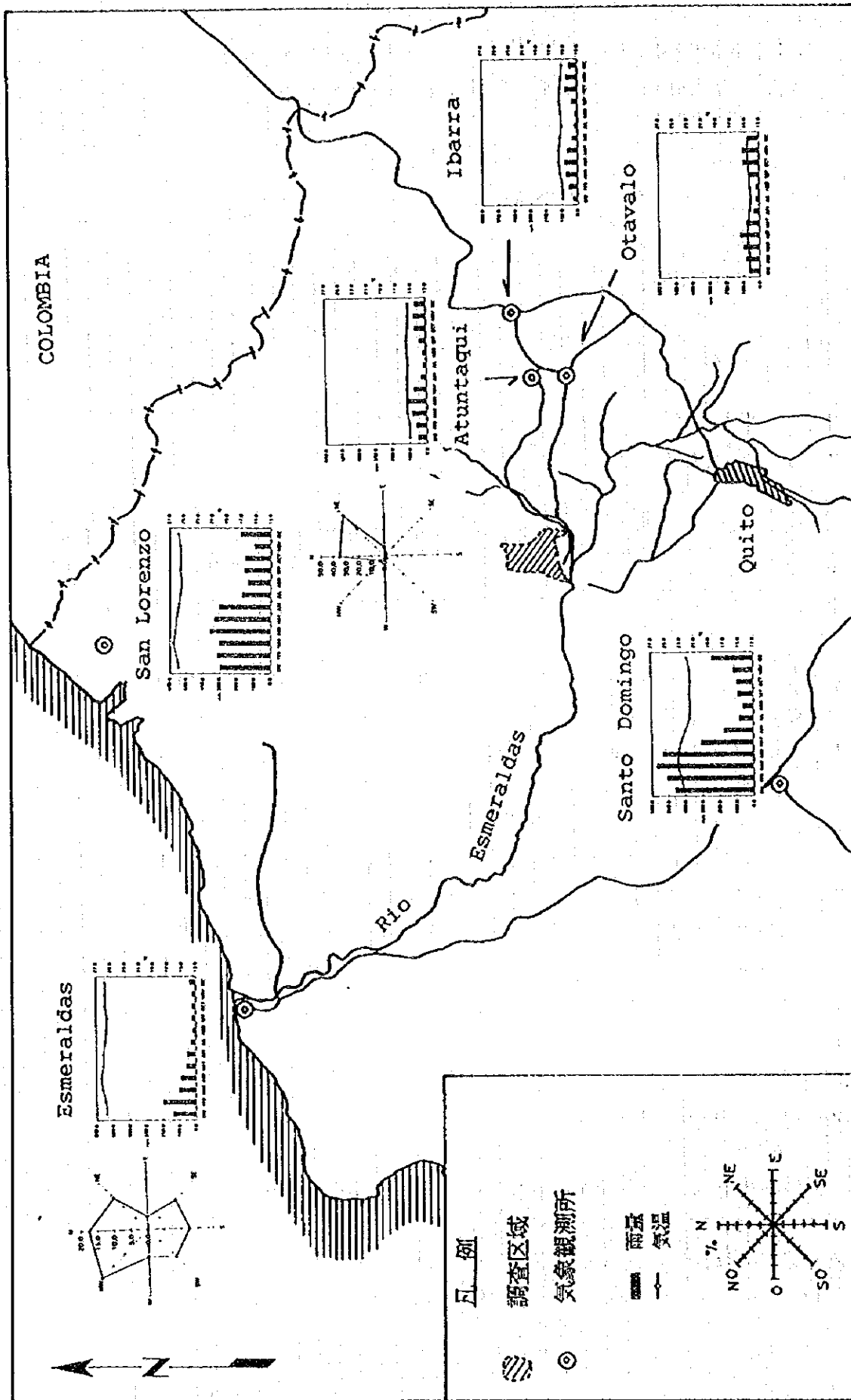


图 II-2-5 調査区域周辺の気象状況

川本区域の南端を流れるインタグ川に合流し、チャルグァヤク川はインタグ川と合流したガジャバンバ川に注ぐ。ガジャバンバ川は西流し、エスメラルダス川と合流し、太平洋に注ぐ。

調査区域の地形は極急傾斜面、急緩傾斜面及び緩傾斜からなる中起伏～小起伏山地、段丘面及び谷底平坦面に区分できる(巻末-11)。

中起伏～小起伏山地のうち、極急傾斜面(64°)はトイサン山脈の稜線沿い、フニン川の上流部及び東側山腹部、チャルグァヤク川の下流側及びインタグ川沿いに分布している。これらの面は主にNE-SW及びNW-SEの2方向に延長している。急傾斜面(15°-39°)は山地の全域に広がっており、一般には極急傾斜面の下方に位置している。緩傾斜面(615°)はトイサン山脈の東部の尾根部、フニン部落周辺、サン・ホセ(San José)川流域及びサン・アウグスチン(San Augustin)周辺に比較的小規模に分布し、また、チョンタル(Chontal)川上流部はNE-SW方向に大規模に分布している。

各傾斜面の境する地形変換線はほぼNE-SW及びNW-SEの2方向に延長しているが、後述するリニアメントとほぼ一致し、格子状模様を呈している。

段丘面はインタグ川、ガジャバンバ川及びその支流であるアグアグルン川、チャルグァヤク川及びフニン川に沿って高位、中位及び低位からなる3段丘面が発達している。

高位段丘面はベニエエレラ及びピチンチャ州側に帯状に分布するが、インタグ川の右岸側(北西部)では浸食を受け、地形変換点に極小規模な丘状に残存している。面の標高は1,300~1,800mであり、河床からの比高は約300~550mに達し、ほとんど垂直な段丘崖を有している。段丘の上面は村落及び畑地として利用されている。

中位段丘面はサン・アウグスチン、アグアグルン、エル・レモン(El Lemon)、チョンタルバホ(Chontal Bajo)及びピチンチャ州側に比較的広く分布し、また、フニン部落周辺に一部分布している。

面の標高は1,100~1,500mで、河床からの比高は200~250mであり、明瞭な段丘崖を有している。段丘面は幅数百mを有し、当区域での主要な畑地及び集落として利用されている。また、浸食を受けた地形変換点の残丘部ではその平坦面を利用して、よく家が建てられている。

低位段丘面はインタグ川及びガジャバンバ川に沿って断続的ながらよく発達し、フニン部落にも比較的広く分布している。面の標高は800~1,350mで、河床面からの比高は30~60mである。段丘面は畑地として利用されている。

谷底平坦面はインタグ川、ガジャバンバ川及びその支流に連続的に分布している。幅は100~400mを有し、また、比高差約5m程の沖積段丘面が小規模ながら認められる、部落の一部が住み着いている。

自然崩壊は、チャルグァヤク川の上流である鉱床域ならびに計画地周辺に比較的集中してみられ、幅数10~100mの規模を有している。その他の小規模な崩壊は、その殆どが道路に沿って数多く分布しており人為的な要因である。

地すべりは中流域から下流域にかけて多数分布しており、いずれも花崗岩類の風化層内の崩壊性地すべりであり、それらの分布はリニアメントの位置とほぼ一致している(巻末-12)。

なお、地すべりの分布は開墾地内及び道路周辺に限定されていることから、人為的な誘因が大きいと推定される。また、道路法面の小規模な崩壊は、法面下部の“マサ”化した風化層を砂として採掘する事により発生している場合が多い。

(2) 地質

フニン地域の地質は花崗岩類、白亜紀層及び第四紀層からなり、大部分は白亜紀層に貫入した酸性～中性の深成岩類（主に花崗岩類）から構成されているが、地域の西端部及び東方に白亜紀であるマクナ(Macuchi)層及びシランテ(Silante)層が一部分布している。第四紀層は段丘堆積物、崖錐堆積物、地すべり堆積物及び河床堆積物からなる（巻末-13）。

花崗岩類は主に中粒～細粒の花崗閃緑岩からなり、風化により“マサ”の厚さが数m～10数mに達し、表層では砂～砂質土にまで風化している。地すべり及び崩壊の多くは風化層内で発生している。また、鉍化作用及び風化作用に伴う粘土（主にカオリン）化帯が幅数100m～1kmの規模で鉍化帯の周辺に分布している。

段丘堆積物は主に花崗岩類、砂岩及び頁岩の円礫～亜角礫からなり、比較的緻密であり、段丘崖が発達している。

計画地周辺は花崗岩類の分布域であり、著しく“マサ”化を受けているが、急傾斜地及び崩壊分布域では浸食により“マサ”の層厚は比較的薄い。

地質構造として、NE-SW系及びNW-SE系のリニアメントが特に発達し、河川方向を規制している。また、N-S系及びE-W系のリニアメントがフニン川中流域に集中する傾向を示す。インタグ川に沿って発達するNE-SW系のリニアメントが、その支流の河川方向を明瞭に規制している。その他のリニアメントも含め破碎帯あるいは断層と関係していると推定される。

鉄床としては、花崗岩類の貫入に伴ってポーフィリーカッパー型鉄床が賦存し、シランテ層内の大理石化している石灰岩がセメント原料として採掘されている。

2-6-3 土壌

調査地区の土壌は主として褐色森林土壌からなり、30～250cmの厚さを有する。土壌層はA₀、A₁、A₂、AB、B、BC、C層から構成される。森林部ではA層が特に厚く発達しているが、開墾地ではA層の浸食及び再堆積が認められ、一般にA層の減少及び退色しつつある。浸食及びA層の退色は開墾の時間的経過に依存している可能性が推定される（巻末-14）。

A₀層は暗褐色で3～10cmの層厚を有し、有機物を多量に含有している。

A₁層は黒褐色を呈し10～50cmの層厚を有する。森林部では厚く発達しているが、やや古い開墾地では灰色に脱色し、層厚も減少している場合が多い。

A₂層は灰～黄灰色を呈し10～20cmの層厚を有するが、一般に発達が弱く殆ど不明瞭であ

る。

B層は黄褐～淡桃褐色を呈し、黄褐色あるいは桃色の斑紋が認められる。層厚は20～60cmであるが、全く発達認められない箇所も多く、表層（風化帯）の浸透性に起因しているものと推定される。

C層は灰～灰黄色を呈し30～60cmの層厚を有する。

計画地は森林部からなるが、河川の周辺及び急傾斜地では浸食を受け、比較的薄い褐色森林土壌からなる。

2-6-4 水象

(1) 水系

本調査地区はアグアグルン川（東部）及びチャルグアヤク川（西部）の流域からなる。アグアグルン川はインタグ川に流出し、チャルグアヤク川は本流であるガジャバンバ川に流出している（巻末-15）。両河川の上流域及び下流域は樹枝状の水系模様を呈するが、中流域は格子状模様を呈しリニアメントの方向と一致する。

調査地区の河川の状態を巻末-16に示す。アグアグルン川は区域の東半部を占め、流域面積が47,085,000m²、河川延長が17.55km及び河川勾配が7.3°である。チャルグアヤク川は調査区域の西半部を占め、流域面積が81,270,000m²、河川延長が25.75km及び河川勾配が5.4°であり、計画区域が両者の境界の中央部に位置する。計画区域から直接流出する河川はチャルグアヤク川の支流であるフニン川及びチリヤク(Chiriyacu)川の支流であるクリスタル(Cristal)川及びその支流からなる。

(2) 流量

流量測定地点はアグアグルン川で6カ所、チャルグアヤク川で11カ所及びインタグ川とガジャバンバ川本流の2カ所、合計19カ所（図II-2-5）で乾期3回及び雨期1回の測定を行った。各地点での地形断面及び流量測定結果をそれぞれ巻末-17及び巻末-18に示す。

乾期と雨期における流量の差が比較的少なかったが、測定された流量の最大値は雨期に多い。特に、インタグ川及びガジャバンバ川本流での流量は雨期の期間が特に大きく、インタグ川及びガジャバンバ川の上流側では降雨が通年どおりであったことが示され、今後雨期の経過と共に水位が上昇するものと考えられる。また、測定された流量の最大値は、雨期以外では比較的散在していることから、降雨の地域性が大きいことが認められる。

ガジャバンバ川の流量資料及び地元の話から、最大流量が3月～4月であることが判明しているが、インタグ川本流の場合では雨期の後半では乾期の時より約3m水位が上がる。しかし、アグアグルン川、チャルグアヤク川及びフニン川の上流～中流部での雨期の水位は本流ほどその差がないとのことであり、河川の様相もそれを指示し、降雨後比較的早期に流出していることを示している。

各河川の流量特性曲線をそれぞれ巻末-19に示す。アグアグルン川では上流～中流～下流へ

変遷する流量特性が明瞭に認められ、特に下流側では最大流量の近くまで達している。チャルグァヤク川では中流～下流側の変遷の流量特性が明瞭に認められる。インタグ川及びガジャバンバ川では最大流量に達していないことを示している。

(3) 河川の収支

乾期及び雨期における各河川の収支を巻末-20に示す。ガジャバンバ川の流量はINAMHIのデータを使用した。アグアグレン川及びチャルグァヤク川の本流であるガジャバンバ川への流量寄与率はそれぞれ2.12%及び3.03%に相当する。計画区域からの流出量は全体で $0.366\text{m}^3/\text{s}$ (0.33%)である。また、計画地を含むチャルグァヤク川の下流域では地下流出量が $1.225\text{m}^3/\text{s}$ (1.09%)と算定され、地下水として灌養されていることが認められる。

2-6-5 植物

生物地理的区分における調査区域は、ネオトロピカル・アマゾン生物地理区の太平洋生物区に属し、多様な動・植物の生存する地域として知られている (Cabrera, 1973)。太平洋生物区はエクアドルからコロンビアに至るアンデス山脈の西側から太平洋までの広大な範囲を占める。当生物区は $23\sim 30^\circ\text{C}$ の年平均気温で、数 $1,000\text{mm}$ から多い所で $10,000\text{mm}$ の年降雨量のある雨林地帯でもある。

調査区域の北部は“コタカチ・カヤバス生態系保護区”に隣接している。当生態系保護区はエスメラルダ州及びインパブラ州の境に位置し、1968年から1979年にかけて法的に設定された、面積 $204,420\text{ha}$ を有する国の保護区である。当地区は多様な自然生態系を保全することを目的とし、また当保護区の緩衝地帯として周辺 (境界から 5km の範囲) での農業、鉱業を含めた開発の規制を行っている。

(1) 植生区分

植生調査は8カ所のライン調査及び空中写真を利用して行った。植生区分図を巻末-21及び各調査ラインの断面図及び構成種のリストを巻末-22 (1) 及び (2) に示す。

本調査区域の植生は、以下の7区に区分される。

- ・ 熱帯湿林 (bh-T)
- ・ 亜熱帯湿林 (bh-ST)
- ・ 亜熱帯多湿林 (bmh-ST)
- ・ 亜熱帯雨林 (bp-ST)
- ・ 高地多湿林 (bmh-M)
- ・ 灌木 (2次林)
- ・ 牧草地 (農地)

a. 熱帯湿林 (bh-T)

当植生区はガジヤバンバ川及びインタグ川に沿った低地部に分布し、標高が800~1,200m、年平均気温が26℃及び年降雨量が2,000~4,000mmである。植生のほとんどは農業活動により失われており、現在帯状に残存しているのみである。現存の植生は以下の科から主に構成されている (Naranjo, 1981)。

- LEGUMINOSAE (マメ科)
- MORACEAE (クワ科)
- GUTTIFERAE (オトギリソウ科)
- MELIACEAE (ヤニダシ科)
- PALMACEAE (ヤシ科)
- GRAMINEAE (イネ科)
- EUPHORBIACEAE (トウダイグサ科)
- OLACACEAE (ボロボロノキ科)
- BOMBACACEAE (ハラサキ科)

b. 亜熱帯湿林 (bh-ST)

当植生区はマグノリア、チャルグアヤク、ガルシア・モレノ、チョンタル・アルト及びフニンに広く分布し、標高が900~1,600m、年平均気温が約24℃及び年降雨量が1,500~2,000mmである。植生は農業活動により極端に失われており、現在、尾根部あるいは谷に沿って小規模に島状に残存しているのみである。

木本の平均樹高は12.7mで、樹径は22.7cmである。

当植生区は最も人間活動の影響を受け、牧草地及び畑に開墾され、放棄された開墾地あるいは休耕地の一部は2次林に変遷している。また、既存道路周辺の樹径50cm以上の木はそのほとんどが伐採されていると考えられる。

Fr-4 (Chalguayacu)、Fr-5 (Cerro Negro)及びFr-6 (Garcia Moreno)の調査ラインにおける卓越現存種を以下に示す。

ライン Fr-4:

- Vernonia sp. 2 (COMPOSITAE ; キク科)
- Clusia sp. 2 (GUTTIFERACEAE ; オトギリソウ科)
- Miconia sp. 4 (MELASTOMACEAE ; ノボタン科)
- Palicourea sp. 1 (RUBIACEAE ; アカネ科)
- Pospqueria sp. (RUBIACEAE ; アカネ科)
- Miconia sp. (MELASTOMACEAE ; ノボタン科)

ライン Fr-5:

- Casearia of. pitumba (FLACOURTIACEAE ; イイギリ科)

Dystovomita sp. (GUTTIFERACEAE; オトギリソウ科)

Cecropia sp. 2 (MORACEAE; クワ科)

Palicourea sp. 3 (RUBIACEAE; アカネ科)

Fatamea sp. (RUBIACEAE; アカネ科)

ライン Fr-6:

Vernonia sp. 1 (COMPOSITAE; キク科)

Clusia sp. 1 (GUTTIFERACEAE; オトギリソウ科)

Miconia sp. 5 (MELASTOMATACEAE; ノボタン科)

Piper sp. 1 (PIPERACEAE; コショウ科)

Freziera sp. (THEACEAE; ツバキ科)

c. 亜熱帯多湿林 (bmh-ST)

当植生区はフニン、チャルグアヤク及びチヨントル・アルトに比較的小規模に分布し、調査区域の西方に広く延長している。標高は1,500~2,000m、年平均気温が約20℃及び年降雨量が2,000~3,000mmである。亜熱帯湿林と隣接し、それより標高が若干高く、降雨量が多い特徴を示す。

木植生区は農業活動、特に牧草地及び焼畑として利用され、人為的な影響を相当受けているが、尾根部周辺に沿って比較的良好に残存している。また、既存道路周辺の樹径50cm以上の大木はほとんど伐採されているが、アクセスの悪い奥地には樹径が1mを越す大木が残存している。

Fr-1 (Via al minas)、Fr-2 (Junin-E)、Fr-3 (Junin-N)及びFr-8 (Cerro Pelado)の調査ラインにおける卓越現存種を以下に示す。

ライン Fr-1:

Psychotria racemosa (RUBIACEAE; アカネ科)

Miconia sp. 1 (MELASTOMATACEAE; ノボタン科)

Ocotea sp. (LAURACEAE; クスノキ科)

Otoba sp. (MYRISTICACEAE; ヤマモモ科)

Trema macrantha (ULMACEAE; ニレ科)

ライン Fr-2:

Miconia thaezans (MELASTOMATACEAE; ノボタン科)

Ocotea cf. *flocerosa* (LAURACEAE; クスノキ科)

Otoba sp. (MYRISTICACEAE; ヤマモモ科)

Xantosoma sp. (ARACEAE; サトイモ科)

Nectandra sp. (LAURACEAE; ; クスノキ科)

ライン Fr-3:

- Nephelea rinorea (CYATHEACEAE; ヘゴ科)
- Nectandra sp.1 (LAURACEAE; クスノキ科)
- Nectandra sp. 2 (LAURACEAE; クスノキ科)
- Ocotea of. floccerosa (LAURACEAE; クスノキ科)
- Miconia sp. 3 (MELASTOMATACEAE; ノボタン科)

ライン Fr-8:

- Xanthosoma sp. (ARACEAE; サトイモ科)
- Ocotea of. floccerosa (LAURACEAE; クスノキ科)
- Inga sp. 1 (LEGUMINOSAE; マメ科)
- Inga sp. 2 (LEGUMINOSAE; マメ科)
- Elaeagia sp. (RUBIACEAE; アカネ科)
- Palicourea sp. 3 (RUBIACEAE; アカネ科)
- Begonia sp. (BEGONIACEAE; シュウカイドウ科)

d. 亜熱帯雨林 (bp-ST)

当植生区はチョンタル・アルト、セロ・フニン、セロ・ミラドール、セロ・デルコボ及びラ・リベルタッドゥに広く分布し、調査区域の東方に延長している。標高は1,800~2,400m、年平均気温が約15℃及び年降雨量が3,000~4,000mmに達する区域である。亜熱帯多湿林の上方に位置し、降雨量が多く霧に覆われていることが多く、ほとんどの高木は厚い苔に覆われている雲霧林の特徴をよく示している。

本植生区は開墾による影響をほとんど受けていないことから、多様な原生林の様相を呈している。しかし、チョンタル・アルトの上方では当植生区への伐採が進められつつある。一方、調査区域の東方のクエジャへ周辺は農業活動域が当植生区に相当し、広範囲に開墾され尾根部周辺のみわずかに残存しているばかりである。

Fr-7 (Junin-Alto)の調査ラインにおける卓越現存種を以下に示す。

ライン Fr-7:

- Saurauia sp. 2 (ACTIDINACEAE; マタタビ科)
- Cordia sp. (BOMBACACEAE; ムラサキ科)
- Heclyosmum ouatreoasanum (CHLORANTHACEAE; センリョウ科)
- Cyathea sp. (CYATHEACEAE; ヘゴ科)
- Dystovomita sp. (GUTTIFERACEAE; オトギリソウ科)
- Carapa guianensis (MELIACEAE; センダン科)
- Miconia sp. 5 (MELASTOMATACEAE; ノボタン科)
- Eugenia sp. (MYRTACEAE; フトモモ科)

Gordonia sp. 2 (THEACEAE; ツバキ科)

Heliconia sp. (MUSACEAE; クワ科)

e. 高地多湿林 (bsh-M)

当植生区はトイサン山脈の尾根部に沿って分布し、標高は3,000~3,400m、年平均気温が約12℃及び年降雨量が3,000~4,000mmに達する。亜熱帯雨林の上方に位置し、降雨量がほとんど霧に覆われていることが多く雲霧林である。

調査区域内の植生は開墾による影響を受けていない。しかし、調査区域の東方のクエジャヘ周辺は一部開墾されている。

当区内の卓越する科は、以下のとおりである。

GUTTIFERACEAE (オトギリソウ科)

MELIACEAE (センダン科)

THEACEAE (ツバキ科)

ACTIDINACEAE (マタタビ科)

CHLORANTHACEAE (センリョウ科)

CYATHEACEAE (ヘゴ科)

f. 灌木林 (2次林)

2次林を含む灌木林はラ・マグノリア及びインタグ川に沿って小規模に分布しているのみである。そのほとんどは亜熱帯湿林 (bh-ST) であったものが開墾され、その後放棄あるいは休耕地により植生が復活しつつあるものである。また、焼畑による開墾により1次林のほとんどの境界は、皆伐の影響により乾燥化し、枯れて灌木林に改変されつつある。

構成種はほとんど亜熱帯湿林と同様である。灌木林を構成する卓越科を以下に示す。

MUSACEAE (クワ科)

PIPERACEAE (コショウ科)

MELASTOMACEAE (ノボタン科)

GUTIFFERACEAE (オトギリソウ科)

g. 牧草地 (農地)

牧草地は調査区域の南部及び東部の、特にフニン、ガルシア・モレノ周辺及びアグアグレン及びインタグ両川に沿って広く分布している。

調査区域の主な牧草種は以下の2種である。

Panicum maximum (ギネアキビ; イネ科)

Pennisetum purpureum (メビエアグラス; イネ科)

(2) 貴重種及び絶滅危機種

調査地域内に分布すると推定されている貴重植物及び絶滅危機植物は現在公示されていない。今回の現地調査においても確認できなかった。

(3) 植生自然度

植生自然度は下記の(1)～(10)の分類からなる。

表II-2-3 植生自然度

植生自然度	概 要
(1)	市街地、造成地
(2)	農耕地(水田、畑地)
(3)	農耕地(樹園地)
(4)	2次草原(背の低い草原)
(5)	2次草原(背の高い草原)
(6)	造林地
(7)	2次林
(8)	2次林(自然林に近いもの)
(9)	自然林(極相林)
(10)	自然草原(自然草原、湿原)

本調査区域は(2)、(4)、(7)、(8)及び(9)に区分されるが、主に(9)、(2)及び(4)で占められ、土地の利用ポテンシャルとしては農耕地となる。計画地は植生自然度からは主に(9)からなり、極めて高い植生自然度を示す。

2-6-6 動物

本調査区域の動物は、2-3-5項で述べたとおり太平洋生物区に属し、また調査区域の北部は多様な動物の生息域として知られている“コタカチ・カヤバス生態系保護区”に隣接している。

調査区域内のフニン、マグノリア(Magnolia)及びバルセロナ(Balcerona)の3カ所に調査ライン(延長15km)を設置し、動物調査を行った。巻末-23に生息動物種及び巻末-24にフニン区域動物生息分布図を示す。

(1) 動物の生息域

調査区域の動物生息域は以下の5つのゾーンに区分され、それぞれ植生と密接な関係を有しており、ほとんどは人間の活動の影響を極めて大きく受けている。

- ・ゾーン-1 : Tremactos ornatus, Felidae (メガネグマ、ヤマネコ類等)
- ・ゾーン-2 : Marsupialia, Falconiformes, etc. (フクロネズミ類、タカ類等)
- ・ゾーン-3 : Rodentia, Marsupilia, Zonotriquia, etc. (リス類、タカ類等)

・ゾーン・4 : Rodentia, Mustelidae, etc. (リス類、イタチ類等)

・ゾーン・5 : Rupicola peruviana(鳥類)

a. ゾーン・1

ゾーン・1はトイサン山脈の稜線部に位置し、高地多湿林 (bh-M) の分布域と一致する。

当ゾーンは以下の動物種により代表される。

MAMIFEROS (ほ乳綱)

Tremactos ornatus (メガネグマ)

Felidae (ヤマネコ類)

b. ゾーン・2

ゾーン・2は調査区域の中央部に広く分布し、亜熱帯林 (bh-ST, bmh-ST及びbp-ST) の範囲とほぼ一致する。当ゾーンは閉塞の範囲であり、閉塞及び狩猟の影響が大きく、大型ほ乳類等の目視は近年希である。しかし、生息動物の多様性は認められ、以下の動物種により特徴付けられる。

MAMIFEROS (ほ乳綱)

Marsupialia (フクロネズミ類)

Tayassuidae (シカ類)

Cervidae (ウシ類)

AVES (鳥綱)

Falconiformes (タカ類)

Galliformes (キジ類)

Psittaciformes (インコ類)

Apodiformes (ハチドリ類)

Piciformes (キツツキ類)

Passeriformes (ヒリ類)

c. ゾーン・3

ゾーン・3はガジャパンバ川及びインタグ川に沿った南部域に広く分布し、灌木林及び牧草地の分布範囲とほぼ一致している。本ゾーンは人間の活動の影響を多大に受け、ほとんどの大型ほ乳類は目視されていない。主要な構成動物種は以下のとおりである。

MAMIFEROS (ほ乳綱)

Rodentia (リス類)

Marsupialia (フクロネズミ類)

AVES (鳥綱)

Zonotrichia capensis (ヒワ類)

Corayps atractus (タカ類)

d. ゾーン・4

ゾーン・4はフニン川及びモンゴリア周辺及びラ・リベルタッド(La Libertad)及びバルセロナ周辺の2つの領域に分かれ、ゾーン・2と・3の間の漸移帯に相当する。

主要な構成動物種は以下のとおりである。

MAMIFEROS (ほ乳綱)

Rodentia (リス類)

Mustelidae (イタチ類)

Marsupialia (フクロネズミ類)

Sciuridae (リス類)

Artrodactyla (ウシ類)

AVES (鳥綱)

Falconiformes (タカ類)

Apodiformes (ハチドリ類)

Piciformes (キツツキ類)

e. ゾーン・5

ゾーン・5は貴重種で絶滅危機種である鳥類の*Rupicola peruviana*の生息域に相当する。生息域はフニン川及びチリヤク川の上流部であり、調査時には観察されなかった。

(2) 貴重及び絶滅危機動物種

調査地区内及びその周辺に分布すると推定されている貴重動物及び絶滅危機動物は巻末-25に示すとおりである。今回の現地調査では、そのうち鳥類である*Rupicola peruviana*の生息している情報が得られている。また、トイサン山脈には*Tremocto sornatus* (メガネグマ) が生息していることが報告されている (MAG; 農牧省)。

2-6-7 景観

計画区域を眺望できる代表的な地点は巻末-26に示すとおり、アグアグリン川及びチャルグアルヤク川の水嶺及びマグノリアからチャルグアヤク・アルトにかけての尾根道に限定される。計画地は山岳地で豊かな自然林に覆われ、一部大規模な崩壊の爪痕が認められ、人為的な工作物の見られない区域である。

2-6-8 社会状況

地方自治体は州、郡及び村の単位に区分されている。社会環境調査の範囲は巻末-27及び巻末-28に示すとおり2州、3郡及び6村からなる。当該範囲に分布する27の部落及びインパブラ州・各郡・村の役所に対しインタビュー調査及び交通量調査を実施した。

(1) 人口

アプエラ(Apuela)、ガルシア・モレノ、バカス・ガリンド(Vacas Galindo)、ベニャエレラ(Peneerrera)及びセルバ・アレグレ(Selva Alegre)の各村の人口統計を巻末-29(1)~(4)に示す。

調査地域の5村の1995年の人口は12,875人であり、インパブラ州の人口の4.2%及びコタカチ・オタバロ両郡の人口の38.4%を占める。人口密度は10人/km²であり、国の人口密度(42人/km²)と比較して極めて少ない。

調査地区における1982~1995年間の人口増加率は0.4%と低く、近年増加率は減少傾向を示し、特に、アプエラ村及びベニャエレラ村では減少が著しい。また、村の中心部と周辺部を比較すると、周辺部の方が増加率が若干高い。

年齢別人口では、19歳以下の人口が57%を占める。また、男性人口が女性人口の約1.2倍上回っている。

(2) 産業

巻末-29にコタカチ郡の産業別人口を示す。農業人口が70.9%を占め、以下製造業(11.2%)、サービス業(6.8%)、建設業(4.8%)、商業(2.8%)等からなる。

調査区域においてもそのほとんどが農業で、その他各村の中心部に数軒の商店、運送業及びホテルがある。

また、調査地北部のナングルビでは温泉が湧出し、2軒のホテルがある。さらに、セルバ・アレグレにはセメント用石灰岩の採掘場がある。主な収入源は農業(畑作、果樹園、畜産等)であり、その他林業及び農閑期に日雇い仕事が不定期に得られている。

日雇い仕事は主に道路工事関係及び農業関係(さとうきびの伐採及び黒砂糖の製造等)であるが、調査区域内ではほとんどなく、東部のオタバロ町及び南部のピチンチャ州へ出稼ぎに出ている。また、女性も調査区域内では仕事がほとんど無く、多くはオタバロ(郡都)あるいはキト(首都)に仕事を求めている。

(3) 農業

アプエラ、ベニャエレラ村及びガルシア・モレノ村の村中心部付近では人植して50年以上を経過した区域であるが、この区域の農業形態は集約農業まで発達しており、山腹斜面での限られた農地の中で数種類の作物を有効に輪作している。畑地の上方は一般に牧草地として比較的小規模な畜産が営まれている。また、インタグ川沿いの段丘面上及びその周辺部では50~1,000haの規模の幾つかの荘園が残存している。

一方、その他の比較的新規の入植地、特に調査区域の西半部では焼畑農業が主体であり、単品作物に依存している。畑地に不向きな焼畑を行った開墾地は、休耕あるいは放牧し牧草地に変換している。

1964年と1990年の開墾地の範囲を巻末-30に示す。1964年では調査区域内での開墾地の比率は8.1%であったが、1990年では25.7%に急増している。近年の開墾の拡大の速度は極めて早いと言える。

a. 耕作作物

調査区域の主な農作物は、豆類、とうもろこし、ベンカ（カブヤ）、さとうきび、キャッサバ、さつまいも、白にんじん、バナナ等からなる。巻末-31にインバブラ州の主な農作物及びその全国比率を示すと、豆類とベンカ（カブヤ）が当該区域の特産品として挙げられる。

調査区域での主要な換金作物は、豆類、とうもろこし、ベンカ及びさとうきびである。

豆類は焼畑耕作地での特に一般的な作物であり重要な換金作物である。売値は20,000～55,000スクル/キナル（46kg）である。インバブラ州は豆類の特産地であり、全国の約17%を生産している。

とうもろこしは豆類に次いで重要な作物であり、売値は平均32,000スクル/キナルである。

ベンカは繊維用に栽培され、特にインバブラ州は全国の74.6%を生産している。集約農業にとって重要な作物であるが、新規開墾地での栽培は概して少ない。売値は平均して40,000スクル/キナルである。

さとうきびは傾斜地での栽培にも適し、調査区域に広く栽培されているが、標高1,800m以上では低温のため栽培ができない。さとうきびは黒砂糖と蒸留（原）酒の製造形態があるが、黒砂糖が多く生産されている。黒砂糖の売値は約224,000スクル/カガ（230kg）であり、蒸留（原）酒は70,000スクル/タンケ（225 l）である。

また、インタグ川及びガジャバンバ川沿いでは小規模ながら柑橘類が栽培されている。

b. 畜産

調査区域の主な家畜は、牛、馬、豚、にわとり及び七面鳥からなる。

牛の飼育は小規模な兼業農家及び中規模な飼育（兼業）農家の2つに区分され、牧畜専業農家はない。小規模な兼業農家は自家消費を含めた1～4頭（平均1.5頭）の乳牛あるいは肉牛を飼育するものであり、中規模な飼育農家は20～120頭（平均32頭）であり、特にチョンタル・アルト、チョンタル・パホ、サン・アウグスティン(San Augustin)等で中規模なものが多い。

牛の売値は400,000～1,200,000スクル/頭である。調査区域の牛肉の自家消費は低い。南側のピチンチャ州では牛肉の消費が若干高い。

馬の飼育は殆ど自家用の運搬及び移動に使われ、その他レンタル用にも若干使用されている。

その他、豚、にわとり及び七面鳥はほとんど肉用あるいは自家用に飼育しており、いずれも

小規模である。家族当りの平均飼育数は、豚が3頭及びにわとりが約25羽であった。

c. 林業

森林の伐採のほとんどは新規開墾時の焼畑によるものと換金用木材の伐出しによって行われている。森林伐採は開墾と共に進行したものと考えられるが、特に最近では開墾の速度が巻末-31に示すとおり極めて早い。また、木材の伐り出しは直径50cm以上の立木を対象に択伐され、運搬及び製材の困難さから伐採は既設道路の周辺に限られ、最近ではチェーンソーによる伐採が行われている。伐採のほとんどは不法伐採と言われている。

伐採用木材の種類は、以前はセドロ、月桂樹類等であったが、最近ではほとんど失なわれてしまい、代わってアグアカティージョ、カミティージョ、ヒアルテ、キチヤン、バクチン等の樹種が対象となっている。木材の主要用途は家屋及び家具用であり、長さ230cm、幅25cm、厚さ2cmの規格に製材され、約2,800ペソ/枚で売買されている。

d. 狩猟

焼畑による開墾のため自然林が急速に減少しつつあると共に狩猟により、大型野生動物も急速に減少した。現在の狩猟対象動物はグアトゥーソ（げっ歯類）、猪、ラボサ（狐類）等であるが、現金収入源として重要でなく、狩猟は盛んではない。

e. 農作物の販路

調査区域内の農作物のおおよそ20%は自家消費され、残りの80%は売買されている。農作物の販路としては、直接市場（アブエラ及びオタバロ）あるいは仲買人を通して販売している。直接市場で販売する農民は近隣あるいは運搬用車両を所有する農民に限られている。仲買人はガルシア・モレノ及びアブエラからが多く、かなりの奥地にもその集荷を広げている。また、調査地域の南部であるチョンタル・パホあるいはサン・ロケ(San Roque)では交通が便利なことからキトへ向けて販売している。

しかし、現状として道路から離れた農家では輸送手段が少なく、ほとんどの農産物は販売したくてもできない状況があり、アクセス道（車道）の設置及び整備が望まれている。

(3) 教育

調査区域のほぼ全ての部落に小学校（初等教育）があり、巻末-32に教育の状況を示す。教師1人当りの生徒数は30人であり、僻地の学校の方が生徒数が約10人程多い。就学率はアブエラで78%、ガルシア・モレノで82%等で、エクアドルの全国比率が約90%であることと比較して若干低い。また、基本的な読み書き、算数等の学習した後の4年生からの就学率が減少する傾向が高い。

中等教育にカレッジ（3～6年制；中等教育）の制度があるが、ガルシア・モレノ、アブエラ及びベニエエラに3年制のカレッジがあり、現在116人の学生が就学しているが、進学率

は約6%と低い。

文盲率は21.9%で、村の僻地の方が文盲率が約2倍程高い。

(4) 医療・保健

ガルシア・モレノ、アブエラ、ベニエエレラ及びセルバ・アレグレには、厚生省管轄下の医療サブセンターがあり、医療の中心となっている。しかし、現在ベニエエレラ以外では医師が常駐せず、医師・歯科医師・看護婦共不足の状況である。

この他、農民社会保険によって運営されている医療機関がプカラ(Pukala)、トジョ・インタグ(Tollo Intag)及びセルバ・アレグレの3カ所にある。

調査区域の医師・看護婦(夫)一人当たりの人口は、それぞれ2,571人及び1,837人である。全国平均の約3倍である。

調査区域の主な病気は下痢症、寄生虫病、皮膚病等であり、蛋白質の栄養不良症も認められる。また、区域南部のインタグ川及びグァジャバンパ川の下流側ではマラリアがある。

幼児死亡率は調査区域周辺で幼児1,000人当たり約76人であり、全国(37.9人)と比較してかなり高い。

(5) 飲料水及び下水

a. 飲料水

調査区域内の飲料水は、公共水道が26.6%、井戸が4.0%、直接川の水が66.2%、配水車が1.4%及びその他が1.8%によって供給されている。村の中心部へはほとんど公共水道によって供給されており、水質及び水量とも比較的良好である。

寄生虫は主に沢の水を煮沸せずに、直接飲料することによって発生している場合が多く、特に僻地での寄生虫症の主な原因となっている。

b. 下水・廃棄物

下水設備が設置されているのはアブエラ、ベニエエレラ及びセルバ・アレグレ村の中心部のみであり、曝気槽等の処理設備があるのはセルバ・アレグレ(1993年設置)だけであり、その他は直接川へ排水している。

ゴミの収集が行われているのはアブエラの中心部のみであり、週に一度のゴミ収集が実施されている。

(6) 電気

全村の中心部だけに電気が引かれており、僻地への電気の供給はない。最近では電気の供給が途絶えがちであり、安定していない。

(7) 道路

a. 道路状況

調査区域へ入る最初の車道は、オタバロからアブエラへの道路で1955年～1962年にかけて建設された。それ以前は、狭い山道が利用されていた。1962年に建設された道路は1967年にはベニエエレラまで及び、1983年にはインタグ川沿いにガルシア・モレノまで延長された。この道は国道第2水準の砂利道である。もう一つの車道がオタバロからセルバ・アレグロ付近を通過してアグアグルンに達する道路で、セルバ・アレグレセメント会社によって一部保守されており、雨期にも通過が可能である。

その他、セルバ・アレグレからピチンチャ州のナネガル(Nanegal)からキトに出る道路があるが、橋梁の状態が悪く大型車の通行が困難である。しかし、ナネガルからキトへは約2時間の経路であり、道路状態が良ければ調査区域からの最短経路でもある。

また、ガルシア・モレノからフニンまでは狭い車道が建設されているが雨期の通行は困難となる。

b. 交通

バカス・ガリンド村を除いた4村の中心部からオタバロへの定期バス便がある。それぞれの村からオタバロへの定期バスは一日2～3便で、料金は5,000～7,500スクである。雨期にアブエラ回りの道路状態が悪化する場合、セルバ・アレグレ回りが優先される。

チョンタル・バホ、サン・ロケ等の南部の住民は、一般にガジャバンバ川対岸のウルクタンバ(Urcutamba)あるいはナネガリート(Nanegalito)からキトに直接出ている。キトまでの料金は7,000スクである。

その他の山間部の道路は、チャルグアヤク・アルト、フニン及びバルセロナへの道路以外すべて徒歩あるいは馬による山道である。しかし、車道も雨期にはほとんど通行不可能となる。

c. 交通量調査

交通量調査は9月21日(木)に主要道路の3カ所で実施した。調査位置及び調査結果を巻末33に示す。

調査地点- (1) はガルシア・モレノの北側に位置し、マグノリア、チャルグアヤク及びフニンへの通過点である。調査地点- (2) はガルシア・モレノ-アブエラ間道路のアグアグルンであり、そのアブエラ側に位置している。調査地点- (3) はガルシア・モレノ-セルバ・アレグレ間道路のアグアグルンであり、そのセルバ・アレグレ側に位置している。

調査地点- (1)、(2) 及び(3) での交通量はそれぞれ29、21及び25台であった。

調査地点- (1) では山間部からの産物の集荷の為の大型車の出入りが多く、産物は木材、とうもろこし、黒砂糖、豆類、カブヤ及び蒸留(原)酒からなる。その他、移動用の小型車が通過している。通行車のほとんどはガルシア・モレノ方面に帰っている。

調査地点- (2) では定期バスの3便が往復し、その他小型車が移動用に通過した。トラックは空荷であるが、ガルシア・モレノの奥地へ集荷しに行った大型車はそのほとんどがガルシ

ア・モレノ周辺の倉庫に一時的に荷をおろし、直接オタバロ方面に運搬していない。

調査地点一(3)では定期バスの2便が往復し、その他中型車及び小型車が運搬用及び移動用に通過した。車のほとんどはガルシア・モレノとの行き来であり、アソエラ方面への通行は極めて少ないことがわかった。

交通量のピークは各地点で若干異なり、午前中は8時～10時、午後は16時～18時であり、ガルシア・モレノ側がより早い時期にピークを迎える。

(8) 通信・情報

各村には“EMETEL”があり、ここで電報・電話が利用できる。郵便業務は村役場の責任において行われている。

ラジオは最も一般的であり、テレビは村の中心部ではほとんど所持している。

新聞は調査区域外のオタバロ及びチネガリート付近での販売に限定される。

(9) 生活状況

a. 住民組織

調査区域には部落の住民が集まって行う共同作業の伝統的な組織 (maquipura) が残されており、相互援助、道路の新設・保守等を行っている。

b. 食料

調査区域の典型的な食事は、以下のとおりである。

朝食 : コーヒー、パン、オムレツ等

昼食 : スープ (ユカ入り)、豆類、米等

夕食 : ユカ入りパスタ、じゃがいも、(まれに肉類)

総じて、ユカ及び豆類を主食とし、動物性蛋白質の摂取量が少ない。南部のピチンチャ州では肉類の消費量が調査区域よりも比較的多く、また、ガジャバンバ川周辺では淡水魚も食料としている。

c. 購買

購買は主に各村の中心部の商店、販売車及び近郊都市にて購入している。日用雑貨は村中心部の商店から週1回のペースで各地を回っている販売車から購入することができる。近郊都市ではオタバロが最もよく利用されている。ピチンチャ州内ではアクセスが良いことから直接キトに出かけている。

d. 住居

調査区域内には1990年に2,382軒の家があり、そのうち81.7%が持家であった。

家屋の素材は主に木造が多く、コンクリート製は村の中心部及び公共施設に限られる。屋根

は瓦が67%を占め、その他トタン、わらが使用されている。壁は土、ブロック及び木が使用され、木造壁が多い。床は半数以上が土間である。

e. 燃料

燃料としては、薪が82%と最もよく使用され、その他プロパンガス、灯油、電気の順に使われている。

(10) 治安

5つの村で警察官が常駐しているのはアブエラのみである。最近の犯罪はピチンチャ州側で1件のみであった。治安は極めて良く保たれていると言える。

(11) 公共施設

公共施設として、村役場、小学校、カレッジ、医療サブセンター等が挙げられる。学校は各部落の中心的存在であり、集会所としてよく使用されている。

(12) 宗教

宗教はカソリックが100%である。各村及び幾つかの部落に教会があり、アブエラとガルシア・モレノの神父が地域内を巡回している。

(13) 遺産・文化財

調査区域内、特にインタグ川に沿って幾つかの遺跡が発見されている。巻末-34に遺跡の位置を示す。これらの文化は、1,500 B.C.~500 A.D.に栄えた“インバヤ文明”の一部と見られている (Larrea C.M., 1983)。遺跡として、住居跡、台所跡、磨製石器、灰、土器、墳墓等が発見されている。

今回の土壌調査中においても、セロ・ネグロ、フニン及びガルシア・モレノでの調査用ピット内に土器の破片が発見されており、調査区域内の南部に広く分布していることが推定される。

(14) 人種

調査区域の人種は、メスティーソ (混血) とアフリカ系エクアトリアーノ (黒人) に分けられる。

メスティーソはオタバロ方面からアブエラへやってきたのが最初のグループである。

アフリカ系エクアトリアーノは当初コタカチのイエズス会の荘園で働いていたアフリカ系の人々 (奴隷として) が、イエズス会の撤退によりインタグ川周辺の荘園に労働を求めに移入したのが起源である。現在もアフリカ系エクアトリアーノのほとんどはインタグ川沿いの低地部に住んでいる (巻末-35)。

メスティーソとアフリカ系エクアトリアーノの間には表立った反目はないが、両者の関わり

は希薄であり、婚姻関係もほとんど見られない。

その他、アブエラ周辺ではインディオであるオタバロ族が少数住んでいるが、ガルシア・モレノ周辺では出稼ぎに来るが居住してはいない。

(15) 自然災害

調査区域内での自然災害として、1941年に発生した大地震ではアブエラとベニエエレラ内の数軒が被害を受けた。また、1994年に発生した地震ではバカス・ガリンドの教会と6軒の家及びアブエラとベニエエレラの数軒が被害を受けた。

その他、道路に関わる地すべり・崩壊による道路の破損及び交通被害は特に雨期に発生し、長期間の交通遮断も余儀無くされている。

(16) 開発プロジェクト

調査区域に関わる開発プロジェクトは、住民の経済及び居住環境の改善を主な目的としており、それらのほとんどが現在進行中である。開発プロジェクトを以下に示す。

- 1) インバブラ州政府： 社会基盤整備及び衛生
 - ・ベニエエレラの第2次下水道建設計画
 - ・バルセロナーエル・ペラド間の道路建設計画
 - ・インタグ・ピチンチャ州間の道路建設計画（計画中）
- 2) セルバ・アレグレセメント会社：
 - ・公害改善計画（植林計画を含む；1988年以降）
- 3) 調査区域の環境に関わるプロジェクト
 - ・セルバ・アレグレにおける土壌の保全計画（プレスベン基金）
 - ・セルバ・アレグレにおける養魚計画（プレスベン基金）
 - ・セルバ・アレグレにおける農業計画
 - ・セルバ・アレグレにおける衛生計画（厚生省、FISE）
 - ・ベニエエレラ及びクエジャヘにおける地方開発計画（農牧省）
 - ・バルコ川の改善計画（セルバ・アレグレセメント会社）
 - ・ベニエエレラ及びバカス・ガリンドにおける下水計画（インバブラ州）
 - ・アブエラにおける女性の栄養改善計画（PRORENCA）
- 4) その他
 - ・セルバ・アレグレ・キニンア間の道路建設計画（公共事業省）
 - ・セルバ・アレグレにおける鉱物探査計画（終了）
 - ・フニンにおける鉱物探査計画

2-6-9 大気質

降下粉塵の測定はガルシア・モレノ及びフニン部落の2ヶ所で約1ヶ月間、乾季及び雨季の

2回実施した。測定結果を巻末-36に示す。乾季の粉塵の発生が極めて大きいことがわかる。雨季は全般的に粉塵量が減少するが、フニン部落では雨の影響で極端に減少する。

2-6-10 水質

水質測定ヶ所は流量測定位置と一致している。水質測定・分析結果を巻末-37及び巻末-38に示す。水質の変化、ヘキサダイアグラム、キーダイアグラム及び水質の分布をそれぞれ巻末-39、巻末-40及び巻末-41に示す。

pHの分布では、フニン川及びクリスタル川の上流部が相対的に若干低く、鉍化帯の影響を受けている(巻末-41(1))。また、ガジャバンバ川では8.09と相対的に高く、キトからの排水による影響があると推定される。

温度(℃)の分布では鉍化帯周辺が相対的に若干低く、地下水の湧水の影響と推定される(巻末-41(2))。また、温泉であるナングルビ(Nangulvi)以外にも、インタグ川沿い及びサンアンドレス(San Andres)沢沿いでは相対的に若干高い所があり、断裂沿いの温泉の湧出の影響と推定される。

電気伝導度の分布では、フニン川、ナングルビ、インタグ川及びガジャバンバ川沿いに高い所がある(巻末-41(3))。フニン川は鉍化帯の影響であり、ナングルビ及びインタグ川沿いは温泉の影響であり、また、ガジャバンバ川沿いでは排水の影響によるものと推定される。

塩度の分布はナングルビ、インタグ川沿い及びガジャバンバ川沿いに若干高い所が分布している。ナングルビ及びインタグ川沿いは温泉の影響であり、ガジャバンバ川沿いは排水の影響と考えられる(巻末-41(4))。

ヘキサダイアグラムについて、調査区域内の河川水はガジャバンバ川の水質と比較して溶存成分が極めて少ない。また、キーダイアグラムではフニン川の河川水がI型(CaSO_4)を示し、その他は中間のV型(Intermediate)を示し、降雨水が比較的早めに流出していることが推定される。しかし、ガジャバンバ川では多量の溶存成分を含有していることから、排水の影響が著しいことが認められる。

重金属類について、フニン川ではCu及びMnが相対的に高い。

計画地周辺では前述のとおり、鉍化帯の影響によりpH及び電気伝導度が若干高くなり、湧水の影響により水温が若干低い。水質としてはCu及びMnが相対的に若干高くなっているが、汚染は認められない。

水質における乾季と雨季の差はガジャバンバ及びインタグ川以外にほとんどない。ガジャバンバ及びインタグ川の雨季の水質は、全般的に浮遊性物質以外に溶存量が減少が認められ、雨期による流量の増加の影響である。

2-6-11 土壌質

土壌質は4地点で採取され、Pb、Cu、Zn、Cr、Cd、As及びHgの7成分について分析を行った。土壌質の分析結果を巻末-42に示す。

SQ-2及びSQ-9は鉱化帯内であり、SQ-11及びSQ-14は鉱化帯の外側に位置する。Cu及びAsは鉱化帯の影響を強く受けているが、Pb、Zn、Cd及びCrは鉱化帯とはほぼ無関係であることを示している。

鉱化帯内のCuについては汚染されていると推定され、その他Pb、Zn、Asについても、全体（バックグラウンド）として濃度が若干高いといえる。

2-6-12 騒音

騒音の測定はガルシアモレノ及びフニン部落の2カ所で24時間、乾季及び雨季の2回実施した。各測定地点では、道路境界及び道路から50m離れた地点の2カ所で同時に測定した。測定結果を巻末43に示す。

(1) 第1回騒音測定

第1回測定のうち、ガルシア・モレノでは10月12～13日、フニン部落では10月14～15日にかけて行った。

ガルシア・モレノでは、早朝及び夕方から夜間にかけて自動車の通行があり、45～50dB(A)を記録している。昼間より夜間の騒音レベルが若干高いのは、虫の声と風音である。また、道路から50m離れた所の方が騒音レベルが高いのは、草地で虫の声が大きかった為である。

フニン部落では午後5時～6時にかけて騒音のピークがあるが、住民の活動によるものである。全体に騒音レベル47～52dB(A)と高いのは、フニン川のせせらぎの音であり、バックグラウンドと見なせる。

(2) 第2回騒音測定

第2回測定は、フニン部落で12月13～14日、ガルシア・モレノで12月15～16日にかけて実施した。

ガルシア・モレノでの主な騒音源は、早朝の道路工事の重機械及びトラックの移動で60～70dB(A)を記録した。昼間は住民の活動音（屋根の修理、ラジオ等）が顕著で50～60dB(A)であった。夕方から夜間にかけて虫の声を主として45～50dB(A)を記録した。また、道路から50m離れた所の方が騒音レベルが高いのは、草地で虫の声が大きかった為である。

フニン部落では午後5時～6時にかけて騒音のピーク（53dB(A)）があるが、住民の活動によるものである。全体に騒音レベルが高いのは、フニン川のせせらぎの音であり、バックグラウンド（45～50dB(A)）もほぼ1回目と同様であった。

2-7 予測及び評価

各環境項目の予測は開発計画に基づいて行われ、各環境項目の予測方法は表II-2-4に示すとおりである。

評価は環境保全目標に基づいて行う。環境保全目標は、エクアドル共和国の鉱山法、環境基

表 II-2-4 予測手法

環境項目	予 測 手 法
I 自然環境	
1. 地形・地質	・円弧すべり計算法, 類似事例等から予測
2. 土壌	・SS発生量等から土壌侵食及び再堆積について定性的に予測
3. 水象	・水収支解析, 類似事例から予測
4. 植物	・植物種の生育状況の変化—科学的知見, 類似事例から予測
5. 動物	・主要野生動物の生息状況の変化, 科学的知見, 類似事例から予測
6. 景観	・主要眺望点からの展望の変化, 眺望対象の変化—完成予想図等
II 社会環境	
7. 社会状況	・廃棄物, 交通, 保健, 住民移転, 社会経済的状況, コミュニティー, 水利権等について, 類似事例, 科学的知見及び解析により予測
III 生活環境	
8. 大気汚染	・大気拡散式等
9. 水質汚濁	・粒度分析によるSS発生量の予測—完全混合法
10. 土壌汚染	・類似事例から推定
11. 騒音	・道路交通騒音, 機械騒音予測

表 II-2-5 環境保全目標

環境項目	環 境 保 全 目 標
I 自然環境	
1. 地形・地質	・崩壊・地すべりを発生させないこと
2. 土壌	・土壌生産性の低下を招かないこと
3. 水象	・水害の防止, 農業用・飲料水用に対し影響のないこと
4. 植物	・植物の生育に著しい影響を与えないこと
5. 動物	・動物の生息, 繁殖環境に著しい影響を与えないこと
6. 景観	・近隣の景観に著しい影響を与えないこと
II 社会環境	
7. 社会状況	・社会環境に著しい影響を与えないこと
III 生活環境	
8. 大気汚染	・大気環境基準
9. 水質汚濁	・水質環境基準
10. 土壌汚染	・土壌汚染環境基準
11. 騒音	・周辺に著しい騒音を与えないこと

表 II-2-6 大気環境基準

項目	基準値 * 1
CO	10mg/m ³ /8時間 (9ppm) 35mg/m ³ /時間 (35ppm)
SO ₂	80mg/m ³ /日 (0.03ppm) 365mg/m ³ /24日 (0.14ppm)
NO _x , CO, NO ₂	100mg/m ³ /年 (0.05ppm)
HC	160mg/m ³ /年 (0.24ppm)
粉塵 (10μ以上)	25mg/m ³ /年 ~260mg/m ³ /時間
粉塵 (10μ以下)	260mg/m ³ /日 最大75mg/m ³
O ₃	35mg/m ³ /時間 (0.12ppm)
Pb-Ps	1.5mg/m ³ /3ヶ月

* 1: E. P. A.

表 II-2-7 水質環境基準 (1) 排水水質基準

項目	記号	単位	許容最大値
水素イオン濃度	pH	pH	5-9
温度		C	< 40
浮遊物質			検出しないこと
グリス、油類			検出しないこと
懸濁物質	SS	mg/l	除去率80%以上
生物化学的酸素要求量	BOD	mg/l	除去率80%以上
ヒ素	As	mg/l	0.1
バリウム	Ba	mg/l	5.0
カドミウム	Cd	mg/l	0.02
銅	Cu	mg/l	1.0
クローム	Cr	mg/l	0.5
フェノール類	Fenol	mg/l	0.2
水銀	Hg	mg/l	0.01
ニッケル	Ni	mg/l	0.2
銀	Ag	mg/l	0.5
鉛	Pb	mg/l	0.5
セレン	Se	mg/l	0.5
シアン	CN	mg/l	1.0
ジフェニル化合物		mg/l	検出せず
有機水銀	Hg	mg/l	検出せず
トリクロロエチレン	TCE	mg/l	1.0
クロロホルム	ECC	mg/l	0.1
四塩化炭素		mg/l	1.0
ジクロロエチレン		mg/l	1.0
二硫化炭素	CS ₂	mg/l	1.0
その他の有機塩素系化合物		mg/l	0.05
有機リン		mg/l	0.1
炭酸塩		mg/l	0.1
炭化水素		mg/l	20.0
塩素イオン	Cl ⁻	mg/l	0.5

表 II-2-7 水質環境基準(2) 下水排水水質基準

項目	記号	単位	基準値	
			湛水域	公共下水道
水素イオン濃度	pH		5-9	5-9
温度		℃	< 35	< 40
強酸・アルカリ性物質、揮発物			検出されないこと	検出されないこと
可燃物質				
グリス、油類			検出されないこと	検出されないこと
沈殿物質		mg/ℓ		10
浮遊物質		mg/ℓ	80%以上の除去	
ヘキサン抽出物質		mg/ℓ		50
生物化学的酸素要求量	BOD	mg/ℓ	80%以上の除去	
最大排出量			時間当りの下水処理平均容量の1.5倍まで	

表 II-2-7 水質環境基準(3) 健康に関する排水水質基準

項目	記号	単位	基準値
ヒ素	As	mg/ℓ	0.1
バリウム	Ba	mg/ℓ	5.0
カドミウム	Cd	mg/ℓ	0.02
銅	Cu	mg/ℓ	1.0
クローム	Cr	mg/ℓ	0.5
フェノール類	Fenol	mg/ℓ	0.2
水銀	Hg	mg/ℓ	0.01
ニッケル	Ni	mg/ℓ	2.0
銀	Ag	mg/ℓ	0.5
鉛	Pb	mg/ℓ	0.5
セレン	Se	mg/ℓ	0.5

表 II-2-8 騒音環境基準

単位時間 (h)	騒音レベル (dBA)
16	80
8	85
4	90
2	95
1	100
1/2	105
1/4	110
1/8	115

準及び地域の状況を考慮して表Ⅱ-2-5に示すとおり設定した。大気質、水質及び騒音の環境基準値をそれぞれ表Ⅱ-2-6、表Ⅱ-2-7及び表Ⅱ-2-8に示す。

2-7-1 地形・地質

(1) 予測

開発計画には新規の地盤の斜面が多く形成される。新規の斜面は、主に採掘ピット、道路の盛土・切土面、ずり捨場、鉱さいたい積場等に分布する。以下、斜面の安定について検討する。

a. 斜面の計画

採掘ピット、道路の盛土・切土面及びたい積場の斜面の計画についてそれぞれ巻末-44、巻末-45及び巻末-46に示す。また、斜面の標準法面勾配を表Ⅱ-2-9に示す。

b. 斜面の安定

1) 円弧すべり

斜面の安定について、円弧すべりを用いて検討する。円弧すべりの式は式-1のとおりである。

$$F_s = \frac{\sum \{c \times L + (w \cdot \cos \theta - u \cdot L)\} \tan \phi}{\sum (w \cdot \sin \theta)} \quad \text{式-1}$$

F_s	: 安定度
c	: 粘着力 (t/m^2)
L	: 切片の高さ (m)
w	: 切片の重量 (t)
θ	: 切片とすべり面との角度 (°)
u	: 間隙水圧 (t/m^2)
ϕ	: 内部摩擦角 (°)

各地盤の土質常数を表Ⅱ-2-10に示す。

2) 斜面の安定度

安定計算 (巻末-47) の結果、いずれの計画斜面においても安定度 (F_s) は1.51~48.6までが得られ、安定である。また、花崗岩の風化帯の自然の安定勾配が約38°~40°であることが観察されており、土砂の計画斜面はいずれも自然安定勾配よりも低角度である。

表 II-2-9 標準法面勾配

土質	高さ(m)	法面勾配
採石/岩片	10→20m	1:1.8~1:2.0
砂	< 10m	1:1.5~1:1.8
	< 5m	1:1.8~1:2.0
砂質土	5-10m	1:1.5~1:1.8
	< 5m	1:1.8~1:2.0
礫質土	5-15m	1:1.8~1:2.0
粘土	< 5m	1:1.8~1:2.0

(Japan Road Association)

表 II-2-10 土質常数

地盤		土質常数		備考
土(岩)質	土(岩)相	粘着力 (t/m ²)	内部摩擦角 (°)	
表土	砂質土	0.2	30	マサ
風化層	軟岩 I	-	30	強~弱風化岩
基盤	硬岩	100	-	未風化岩
採石・土砂	砂礫	-	30	かん止堤, すり捨場
土砂	砂質土	0.2	30	たい積場

3) 崩壊・地すべり

調査区域には崩壊及び地すべりが多数分布している。しかし、上流側の急傾斜崩壊の一部を除いて、そのほとんどは開墾地内及び既設道路に関係して発生している人為的要因を含んでいる。開発区域内における施設においても、開発による崩壊・地すべりの拡大の要因になる可能性があることから、斜面の安定を図ると共に既存の崩壊地及び地すべり地を避ける必要がある。

なお、住民が既設道路の山側切上面の下部を採砂のため掘削しているが、これは斜面の不安定化に直接結び付き、多くの現場で大小の法面崩壊を生じており、崩壊の誘因となっている。したがって、法面下部の掘削は取りやめるべきである。

また、崩壊あるいは豪雨に伴う土石流の発生は現地調査の結果から少ないことがわかっている。これは、崩壊による崩積堆積物は比較的少量に沢沿いに分布しているが、いずれも角礫が多く、細粒物質が極めて少ないことから土石流の発生が抑えられていると考えられる。

(2) 評価

計画法面勾配以内の斜面は安定していると考えられるが、以下の点に留意し、不安定箇所ではボーリングを含む地質調査によって土質・地質状況を確認する必要がある。

a. 採掘ピット

ピット上部の表土及び花崗岩の強風化帯は、マシ化により崩壊及び浸食を受けやすい状況である。そのため安定勾配に設計すると共に法面の保護を行い、採掘時の安全及び採掘範囲外の浸食防止のために植生を保全を図る必要がある。法面保護工には、0.5～1m幅の小段の設置すること及び芝付け工が有効である。

b. 道路

道路の場合、以下の点に留意する必要がある。

- ・地形的に十分な勾配が得られない箇所：擁壁等の土留工
- ・高い法面（5m以上）の大規模な法面：表面排水工、0.5～1m幅の小段の設置及び表面侵食を防止するため法面保護工、芝付け等の植生工
- ・河川の浸食防止：蛇籠、擁壁等
- ・小河川の横断部：コルゲート管あるいはカルバートボックスによる排水及び道路への浸食を防止
- ・道路の山側の法面の下部：側溝を設け、降雨時及び湧水の排水による浸食の防止（巻末-45）

c. ずり捨場及び鉱さいたい積場

ずり捨場及び鉱さいたい積場の境界部には山腹水路を設け、場内への浸透及び浸食の防止を行う必要がある。また、たい積終了の斜面については植生工を施し、雨水及び風からの浸食防止を図る必要がある。

d. 崩壊・地すべり

既存の崩壊・地すべりについては、施設の設置による不安定化を防止する必要がある。既存の崩壊・地すべりは比較的表層のすべりであることから、不安定地点を確認し、施設の設置による不安定化を避けることができると考えられる。

2-7-2 土壌

(1) 予測

a. 土壌粒径分布

調査区域の土壌は褐色森林土壌からなり、層厚は30~250cmである。深度10~60cmの土壌の粒径区分を巻末50に示す。

調査区域の土壌の平均粒径分布は粘土~シルト分が2.26%、砂分が合計56.41%及び礫分が41.33%から構成される。粘土~シルトの細粒分が極めて少なく、花崗岩類の風化である“マサ”の特徴が認められる。土壌及び浅部の花崗岩類の風化層は粗砂及び礫分を多く含有することから、透水性が比較的良いと考えられる。ただし、鉱床区周辺に位置する粘土化帯（風化を含む）ではSQ-3、SQ-5、及びSQ-13のように礫分が少なくなり、粘土分が若干高くなり、透水性も同様に低くなるものと考えられる。

b. 土壌浸食

土壌が人為的に裸地化すると、降雨及び風等により浸食を受け、いわゆる土壌浸食に進展する。土壌浸食と共に浮遊性物質（SS）が発生し、河川を汚濁する。

開発計画により土壌表層が裸地化するのは、道路建設、採掘ピット周囲、ずり捨場及び鉱さいたい積場用地である。各建設により裸地化する区域を表II-2-3に示し、各採掘法による裸地化される面積を下記に示す。

(露天掘り採掘法)

・採掘ピット	:	200 ha
・道路	:	225 ha
・ずり捨場	:	664 ha
・鉱さいたい積場	:	221 ha
・施設敷地	:	41 ha
(合計)	:	1,351 ha)

(坑内採掘法)

・道路	:	162 ha
・ずり捨場	:	60 ha
・鉱さいたい積場	:	221 ha
・施設敷地	:	14 ha
(合計	:	451 ha ; 露天掘採掘法に対し33.8%に相当)

道路建設及び採掘ピットにおいては、土壌の直接の剥土による影響は有るが、土壌表層の裸地化は道路及びピットの境界部に限定されその表面積は比較的少ない。境界部の土壌の浸食は切土法面の安定及び保護工に伴って制御が可能である。

ずり捨場及び鉱さいたい積場用地では、たい積させるために最終的には用地の全てを伐採するため裸地化する。しかし、下流側にかん止堤を初期に設置することにより、土壌侵食及び汚染の拡散は防ぐことができ、さらに、たい積を行うことにより侵食は進展しない。

c. 浮遊性物質 (SS) の発生

浮遊性物質は主に表土（一部強風化帯を含む）の浸食によって生じると推定される。一般に、懸濁状態で流出するのはシルトサイズまでであり、調査区域の土壌の粒度分布から粘土～シルト分は2.26%と少なく、浮遊性（懸濁）物質としての流出量も比較的少量であると考えられる。

しかし、花崗岩類の風化物は比較的ルーズであることから、砂分は徐々に流出する。したがって、裸地については土壌ばかりではなく、風化帯の砂の流出も考慮する必要がある。砂については、斜面の安定と共に法面保護工が有効である。

(2) 評価

建設工事及び使用中における大規模で長期的な浮遊性物質の発生は少ないと考えられる。しかし、工事中及びずり捨場・鉱さいたい積場からの浮遊性物質については、下流側に沈殿池を設け水処理（沈殿）を行った後放流する必要がある。

また、砂の流出について、下流側に砂防ダム等を設置して流出を防止する必要がある。

2-7-3 水象

(1) 予測

a. 水収支

水収支の算定式を式-2に示す。

$$P = E + (Q_s - Q_i) + (G_o - G_i) + V \quad \text{式-2}$$

P : 降雨量 (mm)

- E : 蒸発散量 (mm)
- Qs : 河川による流出量 (mm)
- Qi : 河川による流入量 (mm)
- Go : 地下水による流出量 (mm)
- Gi : 地下水による流入量 (mm)
- V : 人為的な流出・入量 (mm)

1) 鉾床区域の水収支

鉾床区域はフニン川の上流部に限り、中央部の分水嶺の西側に当る。鉾床区域の水収支の基礎データを以下に示す。当区域は山間部であることから、降雨量を3,000mmとする。雨期（12月～4月）の流出量は乾期の150%として算出する。また、既存のボーリング孔から多量の湧水が認められるように、当区域には豊富な地下水が灌養及び湧出されており、河川の基底流量が大きいことも認められる。

- ・平均年降雨量 (P) : 3,000 mm
- ・蒸発散量 (E) : 1,000 mm (降雨量の33.3%)
- ・河川による流入量 (Qi) : 0 mm (流入はない)
- ・地下水による流入量 (Gi) : $0.354 \text{ m}^3/\text{s}$ (= 1,280 mm)
- ・人為的な流出・入量 (V) : 0 mm
- ・河川による流出量 : $0.711 \text{ m}^3/\text{s}$ (= 3,105 mm)
- ・流域面積 : $8,723,750 \text{ m}^2$

鉾床区域内の水収支による地下水の流出量は、以下のとおり算定される。

$$3,000 = 1,000 + (3,105 \cdot 0) + (Go \cdot 1,280) + 0$$

$$\therefore Go = 175 \text{ mm}$$

$$= 0.048 \text{ m}^3/\text{s}$$

当区域内からの地下水による流出量は、 $0.048 \text{ m}^3/\text{s}$ であり、表流水の約1/3に相当する。花崗岩の風化層、断裂の発達した透水性の高い基盤及び多量の河床堆積物が透水層として多量の地下水を貯留し、また、厚い亜熱帯多湿林が繁茂していることから多量の地下水が灌養されていると考えられる。

2) 計画区域チャルグァヤク側の水収支

計画区域の水収支の基礎データを以下に示す。

- ・平均年降雨量 (P) : 3,000 mm
- ・蒸発散量 (E) : 1,500 mm (降雨量の50%)

- ・河川による流入量 (Qi) : 1,196 mm (チャルグアヤク川本流)
 - ・地下水による流入量 (Gi) : 68 mm (= 0.048 m³/s)
 - ・人為的な流出量 (V) : 0 mm
 - ・河川による流出量 : 1,433 m³/s
 - ・流域面積 : 22,153,750 m² (鉱床区域を除く)
- 30,877,500 m² (全体)

計画区域内の水収支による地下水の流出量は、以下のとおり算定される。

$$3,000 = 1,500 + (1,433 \cdot 1,196) + (G_o \cdot 68) + 0$$

$$G_o = 1,331 \text{ mm}$$

$$= 0.935 \text{ m}^3/\text{s}$$

計画区域内から相当量の地下水が流出していることが考えられる。

3) チャルグアヤク川流域の水収支

調査区域の水収支の基礎データを以下に示す。

- ・平均年降雨量 (P) : 3,000 mm
 - ・蒸発散量 (E) : 1,500 mm (降雨量の50%)
 - ・河川による流入量 (Qi) : 0 mm
 - ・地下水による流入量 (Gi) : 581 mm (0.935 m³/s)
 - ・人為的な流出量 (V) : 0 mm
 - ・河川による流出量 : 3,800 m³/s (= 1,775 mm)
 - ・流域面積 : 50,392,500 m² (計画区域を除く)
- 81,270,000 m² (全域)

計画区域内の水収支による地下水の流出量は、以下のとおり算定される。

$$3,000 = 1,500 + (1,775 \cdot 0) + (G_o \cdot 581) + 0$$

$$G_o = 306 \text{ mm}$$

$$= 0.489 \text{ m}^3/\text{s}$$

チャルグアヤク川流域では表流水の約10%に相当量が地下水として流出していることが推定される。また、そのほとんどはインタグ川及びガジャバンバ川への基底流量へ寄与しているものと考えられる。

4) 計画区域アグアグレン側の水収支

調査区域の水収支の基礎データを以下に示す。

- ・平均年降雨量 (P) : 3,000 mm
- ・蒸発散量 (E) : 1,000 mm (降雨量の33.30%)
- ・河川による流入量 (Qi) : 0 mm
- ・地下水による流入量 (Gi) : 0 mm
- ・人為的な流出量 (V) : 0 mm
- ・河川による流出量 : $0.163 \text{ m}^3/\text{s}$ (= 1,052 mm)
- ・流域面積 : $5,885,000 \text{ m}^2$

計画区域内の水収支による地下水の流出量は、以下のとおり算定される。

$$3,000 = 1,000 + (1,052 \cdot 0) + (G_o \cdot 0) + 0$$

$$G_o = 948 \text{ mm}$$

$$= 0.177 \text{ m}^3/\text{s}$$

アグアグレン側においても、表流水の相当量が地下水として流出していることが推定される。

5) アグアグレン川流域の水収支

調査区域の水収支の基礎データを以下に示す。

- ・平均年降雨量 (P) : 3,000 mm
- ・蒸発散量 (E) : 1,500 mm (降雨量の50%)
- ・河川による流入量 (Qi) : 0 mm (チャルグアヤク川本流)
- ・地下水による流入量 (Gi) : 135 mm (= $0.177 \text{ m}^3/\text{s}$)
- ・人為的な流出量 (V) : 0 mm
- ・河川による流出量 : $2.372 \text{ m}^3/\text{s}$ (= 1,816 mm)
- ・流域面積 : $41,200,000 \text{ m}^2$ (計画区域を除く)

$$47,085,000 \text{ m}^2 \text{ (全体)}$$

計画区域内の水収支による地下水の流出量は、以下のとおり算定される。

$$3,000 = 1,500 + (1,816 \cdot 0) + (G_o \cdot 135) + 0$$

$$G_o = -181 \text{ mm}$$

$$= -0.236 \text{ m}^3/\text{s}$$

アグアグロン川流域全体では流域外からの地下水が流入し、アグアグロン川に湧出していると推定される。

6) ずり捨場及び鉱さいたい積場

ずり捨場及び鉱さいたい積場の計画地はフニン川中流～下流域及びアグアグロン川の上流部に位置し、この範囲は新期堆積物が分布し、さらに多量の地下水が灌養されていると推定される区域である。

b. 流出量

採掘ピット、道路、ずり捨場、鉱さいたい積場、選鉱所、事務所等の鉱山施設の建設により流出量が増加する。森林部における流出係数が0.2～0.3と考えられるが、鉱山施設の設置により、流出係数は0.9～1.0に増加する。降雨時、鉱山施設からの排水が一時に多量にならないように分配排水を考慮する必要がある。

ずり捨場及び鉱さいたい積場ではほとんど浸透するが、浸透水の排水の為に底設暗渠を設置により速やかな排水ができる（巻末51）。

(2) 評価

a. ずり捨場及びたい積場

ずり捨場及びたい積場については浸透水が下位の基盤中への浸透が考えられる。計画の中には山腹水路、底設暗渠の設置及び浸透水の処理が入っているが、地下水についてもモニタリングを行うと共に、必要あれば処理を行うべきである。また、地下水の状況を把握するために地質調査及び水文調査を行う必要がある。

また、ずり捨場及び鉱さいたい積場の表面は降雨によりガリー侵食を受けやすいことからたい積終了時に芝付け及び植栽を行う必要がある。

b. 排水能力

各河川にある施設の排水能力は20年降雨確率強度の降雨に対し排水できることが必要である。また、ずり捨場及び鉱さいたい積場についてはより長期（100年）の確率降雨強度を使用して解析する必要がある。

短期及び長期の降雨確率強度については、気象データがないことから区域内及び周辺に降雨観測所を設け長期間における観測の結果を踏まえて解析する必要がある。

2-7-4 植物・動物

(1) 予測

採掘ピット、道路、ずり捨場、鉱さいたい積場、選鉱場、事務所等からなる鉱山施設は全部で45.6km²(4,025ha)に及び、尾根部の亜熱帯雨林 (bp-ST; 1,000ha)、亜熱帯多湿林 (bmb-

ST; 1,125ha) 及び亜熱帯湿林 (bh-ST; 1,900ha) の森林 (1次林) が伐採される。また、耕作地の約400haが消滅する。伐採の北部は“カヤバス・コタカチ生態系保護区”の南側境界から4kmの位置にあり、同生態系保護区の緩衝地帯に侵入している。

坑内採掘法では全部で1,970haであり、露天掘り採掘法の約半分の敷地からなる。しかし、伐採の北部は同様に“カヤバス・コタカチ生態系保護区”の南側境界から4kmの位置にある。

大規模な伐採により乾燥化が進行し、地域気候への影響をも含め、伐採の前線付近ではその影響を強く受け、植生の改変が生じる。また、トイサン山脈の分水嶺を境しているといえども“カヤバス・コタカチ生態系保護区”への直接的影響は少なくないと考えられる。詳細な動・植物調査の結果により、計画の変更は必要である。

調査区域の野生動物は比較的豊富であるが、大型は乳類及び魚類は極めて少ない。大型は乳類は開墾及び狩猟の影響を強く受け急激に減少した。魚類は鉱化帯の影響による水質の悪化が過去にあり、魚類の遡上あるいは定着しなかったものと考えられ、現在はほとんど生息していない。

鉱山の開発の伴って、野生動物の生息する森林が大規模に伐採され、さらに発破の騒音が発生することから周辺の大型は乳類等の野生動物は退避すること等大きな影響を与えられ。また、森林伐採による地域的な乾燥化 (砂漠化) による好湿性の動物あるいは地中動物、底生動物への影響も考えられる。

(2) 評価

植物及び野生動物に関する“コタカチ・カヤバス生態系保護区”への影響は、5km幅の緩衝地帯に侵入していることから、少なくないと推定される。動・植物に関する“コタカチ・カヤバス生態系保護区”への影響調査及びモニタリング調査を継続的に行う必要がある。その影響及びモニタリング調査の結果に基づいた計画の変更することは重要でかつ必要なことである。さらに、開発に伴って奥地へのアクセスが可能となり、亜熱帯多湿林及びその上部の高地多湿林にまで伐採あるいは不法伐採が進行すれば間接的な影響として大きいと考えられる。したがって、開発区域から奥地への道路の建設はもとより伐採を行うことを制限する必要がある。

採掘の途中あるいは終了後において、裸地については速やかに芝付けあるいは再植生を行い、植生の復元及び侵食防止を行う必要がある。再植生の場合は現地での卓越樹種が好ましい。

2-7-5 景観

(1) 予測

計画区域を遠望できる地点はマグノリアからロマ・ネグロにかけての稜線、ラ・リベルタの周辺及びインタグ川の南方であるセルバ・アレグレ付近からである。主要眺望点であるマグノリアからロマ・ネグロにかけての稜線からの予想モンタージュ写真を作成した (巻末-52及び

巻末-53)。採掘ピット、ずり捨場及び鉱さい積場の設置が景観に変化を与えている。

(2) 評価

採掘後あるいはその過程での裸地については景観と共に植生、侵食防止のために芝付け及び再植生を施す必要がある。

2-7-6 社会状況

(1) 予測

a. 社会経済状況の進展

1) 開墾の進展

20世紀初頭から開始された調査地周辺の移入及び農業開発はアブエラ及びベニエエレラから始まっている。その後の進展の軌跡を巻末-54に示す。

1915～1939年に開墾の前線は北部のクェジャヘ(Quellaje)、西部のバルセロナ方面及び南西部のガルシア・モレノ及びマグノリア周辺に拡大した。1940年以降は黒人のインタグ川沿いの移入及びガルシア・モレノ周辺のエル・レモン、チャルグアヤクに拡散した。さらに、1960年以降になると、フニン、チョンタル・アルト及びガジャバンバ川に沿って下流側へ移入し、現在に至る。

今後の開墾の前線は、フニン周辺、チョンタル・アルト奥地の森林部及びガジャバンバ川の下流側へと広がって行くと推定される。1990年における開墾の比率は25.7%であり、26年間で17.6%の進展が認められる。今後の26年間でこの比率で開墾されるならば、2016年には43.3%の森林が失われることになる。その中心は主に調査地の西半部に限定される。

また、調査区域とピチンチャ州との道路が将来開通すれば、さらにガジャバンバ川沿いの開墾のスピードは速まると推定される。

鉱山開発計画の実施に伴い、開墾の進展は大きな変化はなく、開墾のスピードが農業人口が減少することにより若干落ちることも考えられる。

2) 人口及び生活状況等

最近の人口増加率は村の中心部で特に減少し、僻地でやや増加する傾向となっている。開墾の拡大と共に僻地の人口は確実に増加すると考えられる。

教育、医療及び生活状況は徐々に改善されると考えられる。

また、調査区域とピチンチャ州との道路が将来開通すれば、キトへのアクセスが格段に短時間となり(3時間程度)、調査区域の住民は直接キトへ出向き、ガルシア・モレノ等は交通の要地へと発展の可能性が考えられる。

鉱山開発計画の実施に伴い、調査区域全体の約半数の5,000人の鉱山町が出現し、これに伴う教育、医療、水道、下水道、通信、レクリエーション施設、その他の公共施設の充実が図られるものと考えられる。一方、人口及び交通量の増加に伴い、犯罪、交通事故等の件数が増加

すると推定される。

3) 産業及び収入

産業としては今後も農業のみであり、開墾の拡大と共に生産高も増加する。しかし、標高の高いところの焼畑農業では気温が低いために適さず、荒地として残される可能性がある。農業形態は徐々にクエジャへ周辺のような集約農業への進展が見られが、新規開墾地では従来の焼畑農業を脱せないと考えられる。

鉱山開発計画の実施に伴い、鉱山に関係した2次及び3次産業が増加し、それに伴って雇用の機会が格段に増加する。雇用に伴い収入も増え、生活の向上も図れると考えられる。

b. 遺産・文化財

調査区域の東部～南部のインタグ川に沿って“インバヤ文明”の遺跡及び土器類が発見されている。また、現況調査中にも当文明のものと推定される土器の破片が見出されており、調査区域の中央部付近にも広がっている可能性がある。

文化遺産の存在の確認及びその価値が明らかになった場合には、その結果及びその程度に応じて開発計画の変更が必要である。

c. 住民移転

露天掘り採掘法による開発計画では、計画区域内に位置するフニン部落、エル・ベラド部落、バルセロナ及びラ・リベルタッド部落の一部の合計約100家族の移転が必要である。

坑内採掘法ではフニン部落の約40家族の移転が必要である。

移転の合意が得られない場合には、開発計画の変更が必要である。

d. コミュニティー

地域住民と計画の実施の間に大きな理解の差が生じないために、地域住民及びコミュニティとのコミュニケーションを行うことにより、問題の発生に対し速やかな解決が図れる。特に、水質、大気質等の鉱害に対しては対策等の説明及び現地視察等の具体的な解決へのプロセスをあらかじめ定める必要がある。

e. 廃棄物・汚水処理

産業廃棄物であるずり及び鉱さいはそれぞれずり捨場及び鉱さい積場で処理され、たい積物の定置及び斜面の安定を図っている。

一般廃棄物は計画区域内に焼却場及び処理場を設け、域外に搬出しない。

計画区域内の汚水は汚水処理場で処理した後、放流する。

(2) 評価

計画の実施に伴う地域住民を含めた雇用の拡大、生活程度の向上、衛生・医療の充実等地域の経済的及び福祉の向上が図れる。

交通量の増加に従い、道路の整備（舗装を含む）する必要がある。

調査区域内において、遺跡及び土器類が見出されることから、開発以前に遺跡・文化財の調査を実施する必要がある、その結果に基づいて計画の変更もある。

地域住民のコミュニケーションを図り、問題発生に対し速やかに対応できるプロセスの確立が必要がある。

移転の必要な住民に対しては、事前に移転の十分な説明及び住民の意見を含め、住民の合意の元に代替地の確保、保証を行う必要がある。住民移転の合意がなければ、計画の変更が必要である。

産業廃棄物及び一般廃棄物は計画区域内で処理し、域外に搬出しない。

計画区域内の汚水は汚水処理場で処理した後、放流する。

2-7-7 大気質

(1) 予測

a. 降下粉塵

1) 現況

調査区域の大気質はきわめて清浄であるが、現況において降下粉塵は比較的多量と言える。粉塵は道路を主とする裸地からの発生であり、表層土壌及び風化層の細粒物質からなる。調査地点での年間の降下粉塵は、以下のとおりである。

・ガルシア・モレノ	: 6.711 mg/cm ² /year
・フニン部落	: 2.213 mg/cm ² /year

ガルシア・モレノでは比較的確地が多く、フニン部落の約3倍となっている。雨季の降下粉塵は極めて少なく、雨の影響によるものと考えられる。

2) 計画区域

計画区域の裸地は主に採掘ビット、道路、ずり捨場及び飲さいたい積場である。

(露天掘り採掘)

・採掘ビット	: 200 ha
・道路	: 225 ha
・ずり捨場	: 664 ha
・飲さいたい積場	: 221 ha
・施設敷地	: 41 ha
(合計)	: 1,351 ha)

(坑内採掘)

・道路	: 162 ha
・ずり捨場	: 60 ha
・鉱さいたい積場	: 221 ha
・施設敷地	: 14 ha
(合計	: 451 ha; 露天掘採掘法に対し33.8%に相当)

道路からの粉塵はある程度狭い範囲に限定される。特に、粉塵の発生が問題となる箇所において散水車による対策を行うことができる。ずり捨場では主に岩片からなることから粉塵の発生は最小限であると予想される。採掘ピットでは主に発破時の粉塵の発生が認められるが、そのほとんどはピット内あるいは開発区域内に降下する。

鉱さいたい積場では主に硫化物を含有した細砂粒の粒子から構成される。一般に、たい積中は湿気を有しており飛散しにくいだが、たい積後の乾燥した面では飛散すると考えられる。したがって、たい積終了の面については、速やかに芝付け等を行い、表層を植生で覆う必要がある。

b. 開発区域からの大気汚染

開発計画の中に製錬所の設置が無いことから、大規模な汚染物質の発生する工場等は存在しない。しかし、自家発電所(ディーゼル)、採掘ピットにおける多数の重機械類の使用による NO_2 及び SO_2 の発生がある。 NO_2 及び SO_2 の濃度について検討する。

精鉱搬送用のトラックは仮に精鉱量(25%Cu、400ton/day)とすると10トントラックで40台となり、1時間当たり5台と極めて少なく、問題がないと考えられる。

自家発電所についてはその規模等が決定できないことから検討しない。

1) 汚染物質の発生

採掘ピットの重機械類はディーゼル油を使用する。重機械類の使用量及び汚染物質の発生量を下記に示す。

1. 重機械類: 同時に集中して使用した場合及び重機械類を仮に大型ブルドーザー(20台)に換算して算出する。

$$\text{NO}_2 : 3.480 \text{ Nm}^3/\text{h} (3,820 \text{ Nm}^3/\text{h})$$

$$\text{SO}_2 : 0.290 \text{ Nm}^3/\text{h} (3,820 \text{ Nm}^3/\text{h})$$

排気孔高: 2 m

排気孔径: 16 cm

2. 発生源位置: 露天掘り採掘場(巻末--55)
3. 予測範囲: 南北20 km, 東西20 km (400km²)

4. 予測地点：巻末56

- ・フニン（計画区域境界部）
- ・ガルシア・モレノ
- ・サン・アウグスチン（調査範囲東部）

2) 拡散式

大気拡散式はブルーム・バフ式（式-3及び式-4）を使用して予測する。

・有風時（ブルーム式）

$$C = \frac{Q \cdot 10^6}{\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot U} \cdot \exp\left(-\frac{H_e^2}{2\sigma_z^2} - \frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \quad \text{式-3}$$

・無風時（バフ式）

$$C = \frac{2Q \cdot 10^6}{(2\pi)^{3/2} \cdot \alpha^2 \cdot \beta R} \cdot \exp\left(-\frac{R}{2T^2}\right) \quad \text{式-4}$$

C : 着地濃度 (ppm)

Q : 汚染物質排出量 (Nm³/s)

σ_y, σ_z : 水平、鉛直方向の拡散幅 (m)

U : 風速 (m/s)

H_e : 有効煙突高さ (m)

T : 無風の継続時間 (s)

R : $R = \{H_e^2/\beta^2 + (x^2 + y^2)/\alpha^2\}$

x, y : 煙源と濃度計算点の距離 (m)

3) 予測結果

NO₂及びSO₂の予測結果を下記に示す（巻末-52）。

- ・計画区域境界部（フニン） : NO₂: 0.00033 ppm, SO₂: 0.00003 ppm
- ・ガルシア・モレノ : NO₂: 0.00007 ppm, SO₂: 0.000005 ppm
- ・サン・アウグスチン : NO₂: 0.00001 ppm, SO₂: 0.000003 ppm

(2) 評価

露天掘り採掘場からの大気汚染は、軽微と考えられる。

鉄さいたい積場では鉄石を含む鉄さいが飛散しないために、たい積終了の面は速やかに芝付け等を行い表層を植生で覆う必要がある。

道路からの粉塵はある程度狭い範囲に限定されることから、粉塵の発生が問題となる箇所において重点的に散水車による対策を行う必要がある。

また、精鉄搬送中における精鉄の飛散には十分な対策を行う必要がある。

2-7-8 水質

(1) 予測

a. 汚染物質

開発区域から予想される汚染物質は、建設時及び浮遊性物質及び採掘、酸化により採掘ビット及び鉄さいたい積場から発生する鉄廃水である。鉄廃水は弱酸性でCu、Fe及び少量のMoの重金属を含有すると予想される。

b. 浮遊性物質 (SS) の予測

浮遊性物質は主に表層の土壌及び風化層から生じ、建設時及び使用時の裸地の状況において発生する。2-7-2項で述べたとおり、表層土壌及び風化層には細粒物が比較的少ない。したがって、一時的に多量の浮遊性物質が発生しても、長期間に亘って高濃度の浮遊性物質の発生は少ないことが予測される。現在、バルセロナ及びサン・ロケ周辺での道路延長工事での道路の下流側へ無造作に排土しているのにかかわらず、多量の浮遊性物質の発生を認めないことからもうかがえる。

c. 重金属の予測

既存河川による濃度の変化を検討することにより、山元における限界値（排出基準値）の排水による各地点での濃度変化を求めることができる。ただし、山元（採掘ビット及び鉄さいたい積場）での鉄廃水の濃度の予測するために、あらかじめ鉄石（ボーリングコア等）による溶出試験を行う必要がある。

また、採掘ビット及びたい積場における鉄廃水及び浸透水は、処理し環境基準以下であることを確認した後河川に放流することを原則とする。

1) 予測手法

水文調査で得られたデータ及び地域の特性に基づいて、完全混合法を用いて解析する。解析式は式-5のとおりである。

$$C = \frac{\sum (C_1 \cdot Q_1 + \dots + C_n \cdot Q_n)}{\sum (Q_1 + \dots + Q_n)} \quad \text{式-5}$$

C : 濃度 (ppm)

Q : 流量 (m^3/s)

2) 予測範囲及び予測地点

予測範囲は調査範囲であり、予測地点は水質分析地点と同地点である(巻末-57)。

3) 予測内容

予測項目は排出環境基準に挙げられている重金属類であるCu、Mo、Cd、As、Cr、Pb及び溶出量の多い SO_4 からなる。

汚濁源の濃度は溶出試験が行われていないことから、たい積場からの浸透水の濃度の予測ができない。そのために調査区域の地下水を含む汚濁・自浄作用の状況及び処理水の排水による水質の変化を把握することとする。排水濃度は排出基準がある重金属類については、それを使用し、 SO_4 については現状の濃度の平均値の10倍とする。なお、分析のない支流河川の水質はインタグ川の分析値をバックグラウンドとして採用する。

1) 予測結果

予測結果は、巻末-58に示すとおりである。チャルグアヤク川及びアグアグルン川のいずれも支流あるいは本流の合流により相当希釈されていることが認められる。

フニン川ではフニン部落(盆状地)からチャルグアヤク川との合流点の南側に沿って、表流水が多量に地下に灌養されており、それとともに浄化が進んでいる。

(2) 評価

a. 浮遊性物質(SS)

建設工事及び使用中における大規模で長期的な浮遊性物質の発生は少ないと考えられる。しかし、工事中及びずり捨場・鉱さいたい積場からの浮遊性物質については、下流側に沈殿池を設け水処理を行った後放流する必要がある。

また、下流側に砂防ダム等を設置して顕著な流出を防止する必要がある。

b. 重金属

採掘ピット及びたい積場における鉱廃水及び浸透水は処理し、環境基準以下であることを確認した後、河川に放流する必要がある。放流する河川の水質について、モニタリングを行い状況を把握する必要がある。

また、山元(採掘ピット及び鉱さいたい積場)での鉱廃水の濃度については鉱行(ボーリングコア等)による溶出試験を行う必要がある。

2-7-9 土壌質

(1) 予測

Cuが特に高く、Zn及びMoが若干高い。鉱床区域内の土壌はをずり捨場にたい積する計画であるが、たい積させた土壌からの溶出成分を含む浸透水は底設暗渠で集水され、処理された後に放流される。

(2) 評価

土壌からの成分の溶出量は溶出試験を行って確認する必要がある。また、鉱床区域内の土壌は農業用に使用すること及び計画区域外に搬出する事は避けるべきである。

2-7-10 騒音

(1) 予測

計画区域内で発生する主な騒音は、採掘ビット内の発破、重機械及び選鉱場等の選鉱機械からなる。これらの騒音は計画区域外に対し距離減衰が働き、発破の突発音以外はほとんどが騒音として感じられない程度である。いずれの騒音源も計画地境界まで1km以上の距離を有する。選鉱場のパワーレベルは仮に110dB(A)とすれば、1km地点の騒音レベルは式-6より算出される。

$$L = L_p - 20 \cdot \log_{10} r - 8$$

式-6

L : 騒音レベル (dB(A))

L_p : パワーレベル (dB(A))

r : 距離 (m)

算出の結果は、42dB(A)となり、現況調査での平均騒音とほぼ同じかそれ以下となる。

また、精鉱搬出用のトラックは1時間当り2~4台(往復)に限られ、騒音として断続的なものである。

(2) 評価

計画区域外への騒音は軽微であると考えられる。

2-8 環境保全対策

予測・評価に基づいた環境保全対策の概念的な検討を行う。

2-8-1 自然環境

(1) 地形・地質

a. 採掘ピット

ピット上部の表土及び花崗岩の強風化帯は、巻末-56に示す法面勾配とし、安定を図る。また、高さ10m以上の箇所は0.5~1m幅の小段の設置すること及び安全性の必要のある箇所については芝付け工等の法面保護工を施す。

b. 道路

地形的に十分な勾配が得られない箇所及び河川による侵食のある35°以上の箇所は巻末-11の地形区分に示すとおり計画区域の北半部を広く分布している。道路の谷側に擁壁を設け、5m以上の法面については表面排水工、高さ5m毎に0.5~1m幅の小段の設置及び表面侵食の著しい箇所については法面保護工、芝付け等の植生工を施す。

小河川の横断部ではコルゲート管あるいはカルバートボックスによる排水及び道路への浸食を防止する。また、道路の山側の法面の下部に側溝を設け、降雨時及び湧水の排水による浸食の防止を図る。コルゲート管、カルバートボックスの排水工及び側溝の設置例を巻末-45に示す。

また、事前に必要な地質調査を行い、ルートを選定、構造物の詳細設計野ための基礎とする必要がある。

c. たい積場

たい積場の境界部には山腹水路を設ける。また、たい積終了の斜面は植生工を施す。巻末-55にその位置を示す。

事前に必要な地質調査及び水文調査を行う必要がある。

d. 崩壊・地すべり

既存の崩壊・地すべりについては、不安定地点の確認を行い、必要があれば対策を行う。不安定な崩壊・地すべりの分布を巻末-13に示す。

(2) 土壌

工事中及びずり捨場・鉱さいたい積場からの浮遊性物質については、下流側に沈殿池を設け水処理を行った後放流する。

また、下流側に砂防ダム等を設置して砂、ずり及び鉱さいの流出を防止する。

(3) 水象

a. ずり捨場及びたい積場

ずり捨場及びたい積場の下部の地下水についてモニタリング（水質分析）を行い、必要があれば浸透水と共に処理を行う。また、必要な地質調査及び水文調査を行う。

また、ずり捨場及び鉱さいたい積場はたい積終了時に芝付け等の再植生を行う。

b. 排水能力

区域内及び周辺に降雨観測所を設け短期及び長期の雨量及び気温、風向、風速の観測を行う。

(4) 植物・動物

開発区域から奥地への道路の建設はもとより伐採を行うことを規制の手続きを行う。

採掘の途中あるいは終了後における裸地については再植生を行う。また、事前に再植生に好ましい樹種の選択試験を行う。

(5) 景観

採掘後あるいはその過程での裸地については景観と共に植生、侵食防止の為に再植生を施す。

2-8-2 社会環境

(1) 社会状況

鉱山資材、精鉱の搬出及び通勤等にかかわる道路の整備を行う。

開発以前に計画区域内の遺跡・文化財の調査を実施する。地域住民のコミュニケーションを図る。

移転の必要な住民に対しては、事前に移転の十分な説明及び住民の意見を含め、住民の合意の元に代替地の確保、保証を行う。

産業廃棄物及び一般廃棄物は計画区域内で処理し、域外に搬出しない。

計画区域内の汚水は污水处理場で処理した後、放流する。

2-8-3 生活環境

(1) 大気質

鉱さいたい積場では鉱石を含む鉱さいが飛散しないために、たい積終了の面は速やかに芝付け等を行い表層を植生で覆う（巻末-57）。

道路からの粉塵はある程度狭い範囲に限定されることから、粉塵の発生が問題となる箇所において重点的に散水車による対策を行う。

精鉱搬送中における精鉱の飛散を避ける。

(2) 水質

a. 浮遊性物質 (SS)

工事中及びずり捨場・鉱さいたい積場からのSSについては、下流側に沈殿池を設け水処理を行った後放流する。

砂の流出に対し、下流側に砂防ダム等を設置する。

b. 重金属

採掘ビット及びたい積場における鉱廃水及び浸透水は、処理し環境基準以下であることを確認した後河川に放流する、また、モニタリングを行い水質の状況を把握する。

山元（採掘ビット及び鉱さいたい積場）での鉱廃水の濃度については鉱石（ボーリングコア等）による溶出試験を行い、処理場の設計に用いる。

(3) 土壌質

土壌からの成分の溶出量は溶出試験を行って確認する。また、鉱床区域内の土壌は農業用に使用すること及び計画区域外に搬出する事は避ける。

2-9 モニタリング計画

モニタリングは計画の実施前、実施中及び終了後にいたるまで一貫して継続し、環境の変化を把握し、必要な対策を検討する基礎データを提供するものである。モニタリングの内容を以下に示し、測定位置を巻末-58に示す。

動・植物 : 動物の生息種の変化及び生息区域の状況の把握
 : 植物の種の変化の把握

大気質 : 3地点; NO₂, SO₂, 降下粉塵 (成分分析を含む)

水質 : 5地点; pH, DO, COD, SS, Na, K, Mg, Ca, Cd, Mo, Fe, Mn, HCO₃, SO₄,
 NO₃, Cl

2-10 計画の実施スケジュール

環境に関わる計画の実施のスケジュールを巻末-59に示す。

第3章 コジャッヘ地区調査

3-1 地質調査

3-1-1 調査目的

調査目的は、マグダレナ鉱化帯及び南部鉱化帯の周辺部の有望な鉱化帯を明らかにすることである。

3-1-2 調査方法

調査は、日本側及びエクアドル側からなる調査団により実施された。調査ルートは、河川沿い、物理探査測線沿い、尾根沿いに設定され、ルート長は21 kmである。調査ルートに沿って室内試験用岩石試料が採取された。調査範囲を図1-4、図1-4-6に示す。

3-1-3 調査結果

調査結果を図1-4-7、図11-3-1にまとめた。

マグダレナ鉱化帯及び南部鉱化帯の周辺部の地質は、花崗閃緑岩、石英斑岩、安山岩質斑岩及び閃緑斑岩からなる。花崗閃緑岩は、アプエラーナネガルバソリスに属する。石英斑岩、安山岩質斑岩及び閃緑斑岩は、岩脈をなし花崗閃緑岩中に貫入する。主要な地質構造は、NE-SW及びNW-SE方向のリニアメント、またN-S及びNNE-SSW方向の断層である。

マグダレナ川上流及びサンホアキン(San Joaquin)川及びメリヂアノ(Meridiano)川中流に、黄鉄鉱及び黄銅鉱が細脈状及び鉱染状に認められる。鉱化帯の範囲は、長さ200 mから400 mであるが、硫化鉱物の量は少量である。

鉱石分析の結果では、最高品位Cu 0.14 %であり、一般に低い銅品位を示した。しかし、メリヂアノ川中流では品位Cu 0.10 %から13.70 %を得た。この高い品位は、銅の酸化鉱物及び走向NE-SWの斑銅鉱脈による。強い珪化及び絹雲母化は認められない。これらの結果から、マグダレナ鉱化帯及び南部鉱化帯の周辺部の銅鉱化作用は弱いと考えられ、有望な鉱床の存在する可能性は低いと推定される。

3-2 地化学探査

3-2-1 調査目的

調査目的は、マグダレナ鉱化帯及び南部鉱化帯の周辺部の有望な鉱化帯を明らかにすることである。

3-2-2 調査方法

224個の岩石が採取され、Ag, Au, Ca, Cu, Fe, K, Mo, Na, Pb, Rb, S, Sr, Znの13成分が化学分析された。試料の前処理はCODIGEMで、化学分析は大手開発株式会社で行われた。また、解析は1992年にコジャッヘ地区中央部で採取された206個の岩石試料の分析値を加えて行われた。異常値の抽出は、EDA法で実施された。

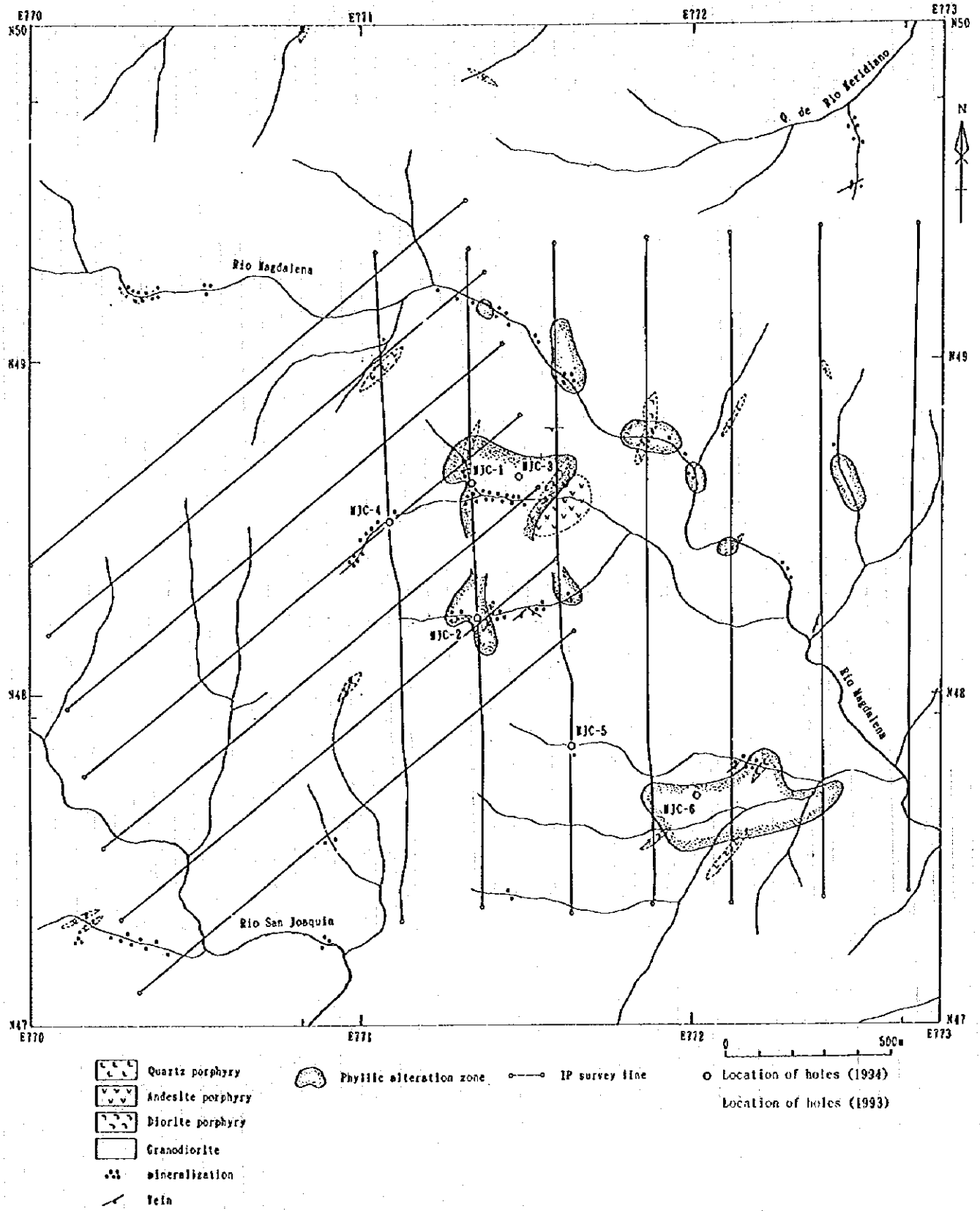


図 II-3-1 コジャツヘ地区地質・鉄化・変質図