

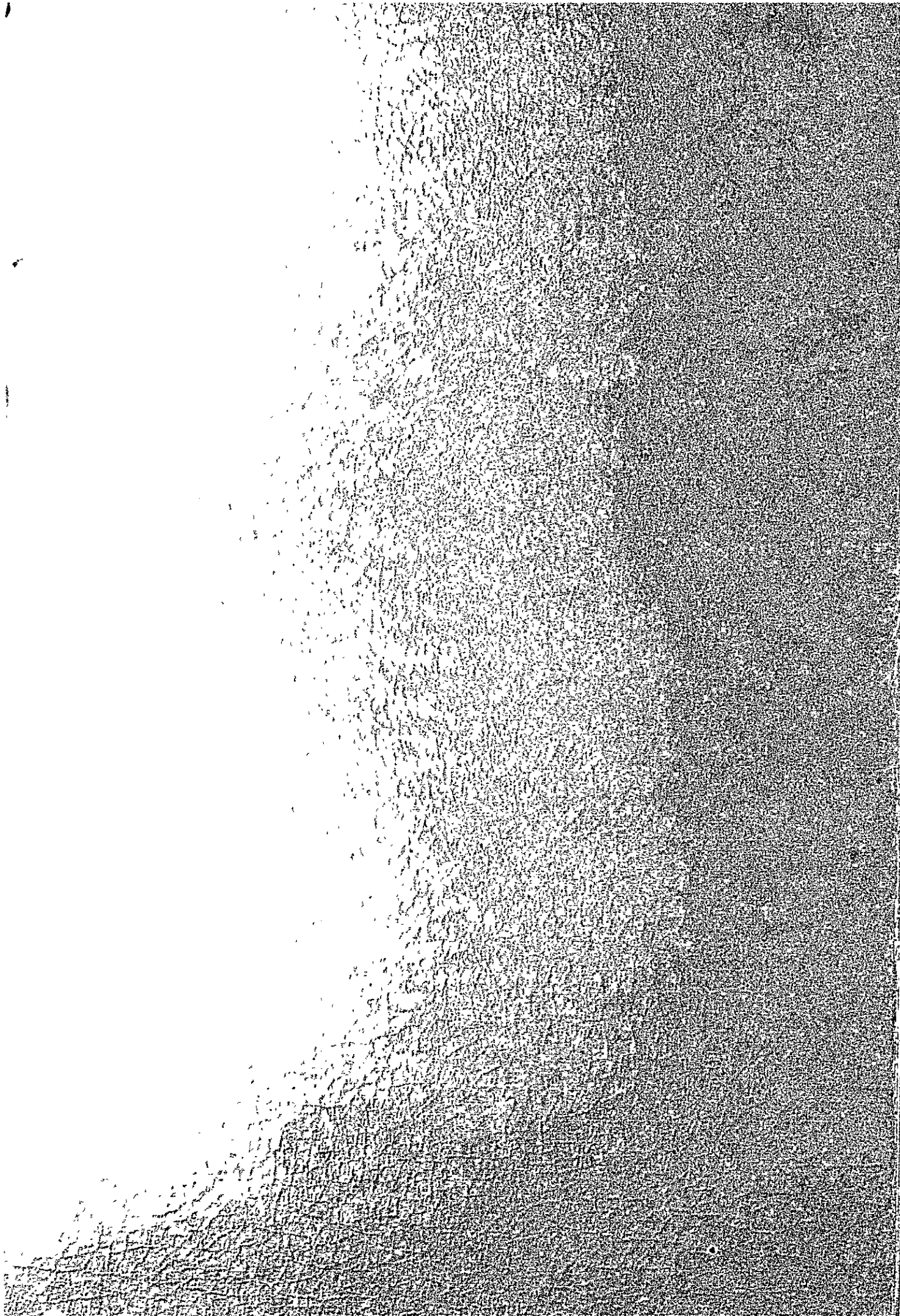
1982011

コロンビア共和国
ディアマンテ鉱山地域開発計画調査
調査報告書

昭和59年3月

国際協力事業団
金屬鉱業事業団

1982011



コロンビア共和国
ダイヤモンド鉱山地域開発計画調査
調査報告書

JICA LIBRARY



1030166C17

昭和59年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団

受入 月日 '84. 5. 18	705
	66
登録No. 10306	MPN

は し が き

日本政府はコロンビア共和国政府の要請に応え、同国の南西部に位置するディアマンテ鉱山地域の開発可能性予備的調査を実施することとし、この実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が鉱山開発可能性の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は昭和58年7月から昭和59年2月にかけて実施され、コロンビア共和国政府関係機関、特に鉱山動力省地質鉱山調査所の協力を得て予定通り完了した。

本調査の実施にあたって御協力をいただいたコロンビア共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在コロンビア日本大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表すものである。

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

謝

辞

本報告書は財団法人国際開発センターが金属鉱業事業団から委託を受けて行った調査を取りまとめたものである。

調査の目的は、コロンビア共和国ナリニョ州の南西に所在するダイヤモンド鉱山の開発計画と、それに関連する経済効果を分析検討することである。

本調査が鉱山周辺の地域開発及びコロンビア共和国の経済発展に寄与することを願うものであり、コロンビア共和国と日本国との友好的な協力関係の強化につながることを期待するものである。

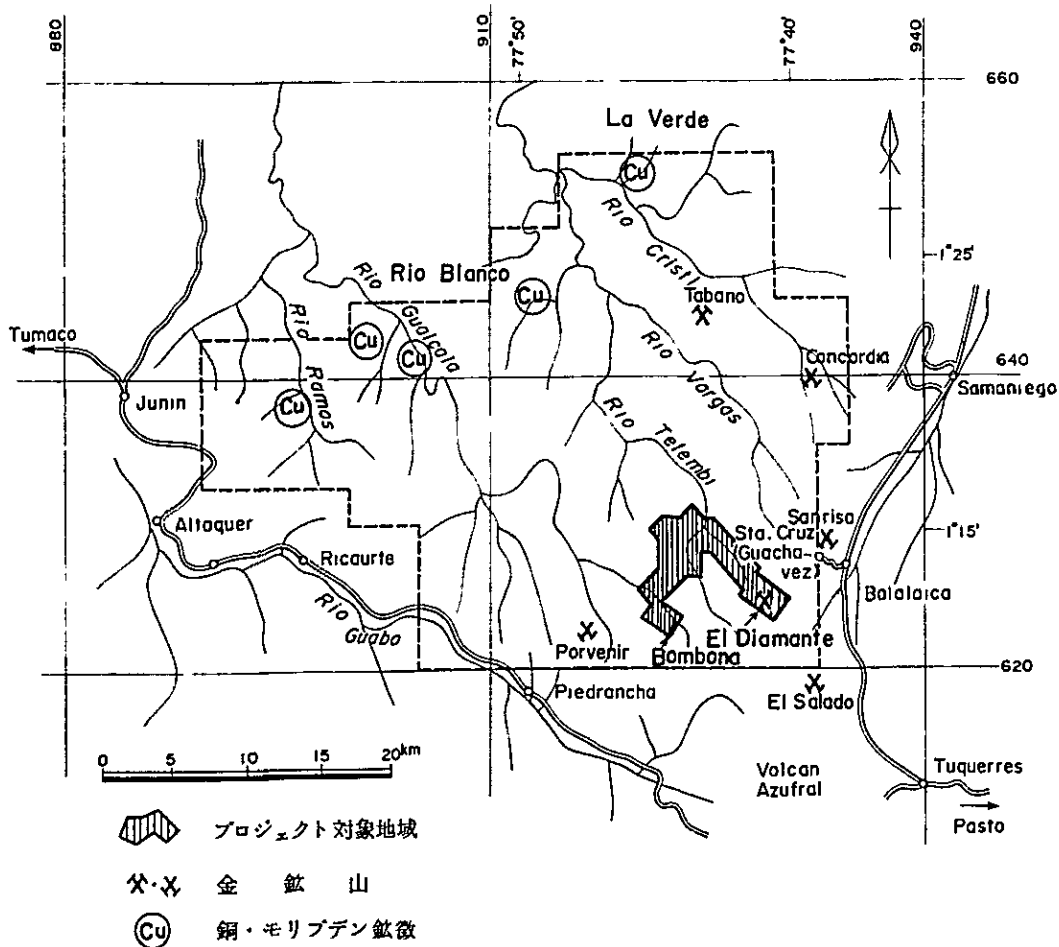
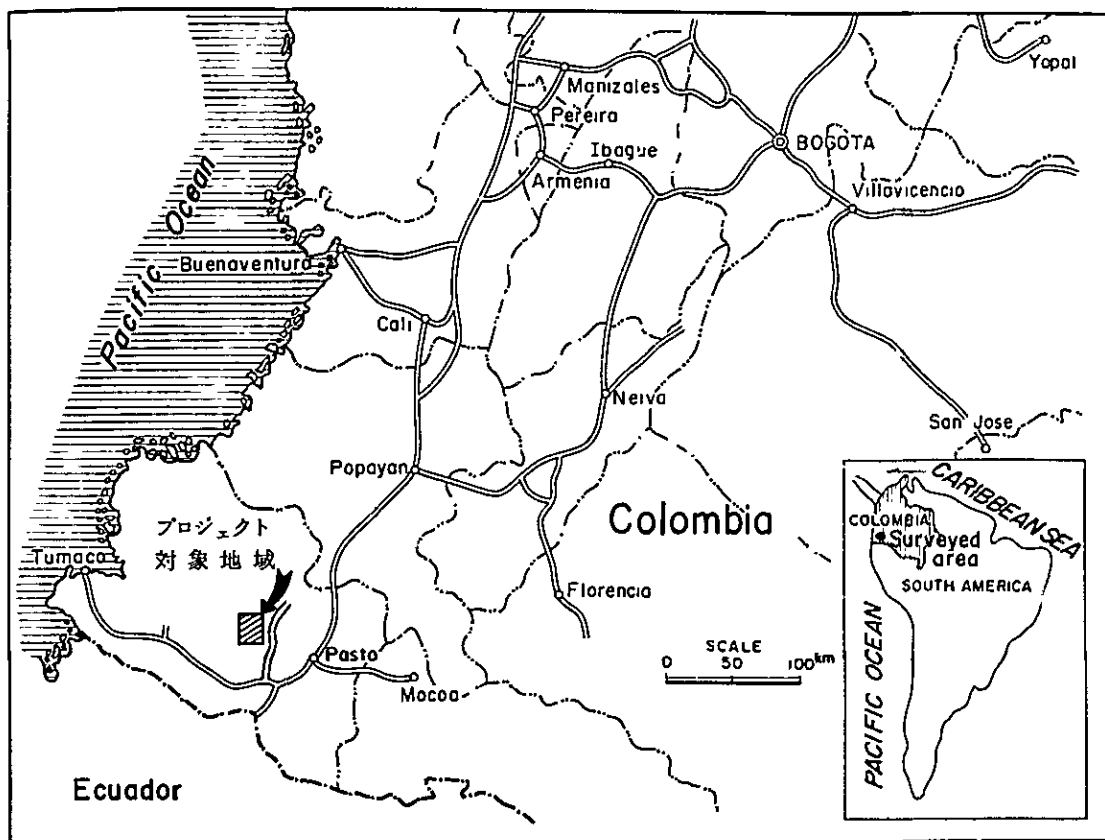
調査団のメンバー及び詳しい日程は別表のとおりであるが、訪問先において受けたコロンビア政府関係機関の積極的な支援及び日本大使館の御指導に対し、深く感謝するものである。特にコロンビア鉱山動力省地質鉱山調査所からは貴重な助言と協力を賜った。また、選鉱試験については、三井金属資源開発株式会社の協力を得た。

最後に、本調査の実施にあたり、調査上の御指導と御便宜を下さった、外務省、通商産業省、国際協力事業団、金属鉱業事業団、関係各位に対して、深く謝意を表すものである。

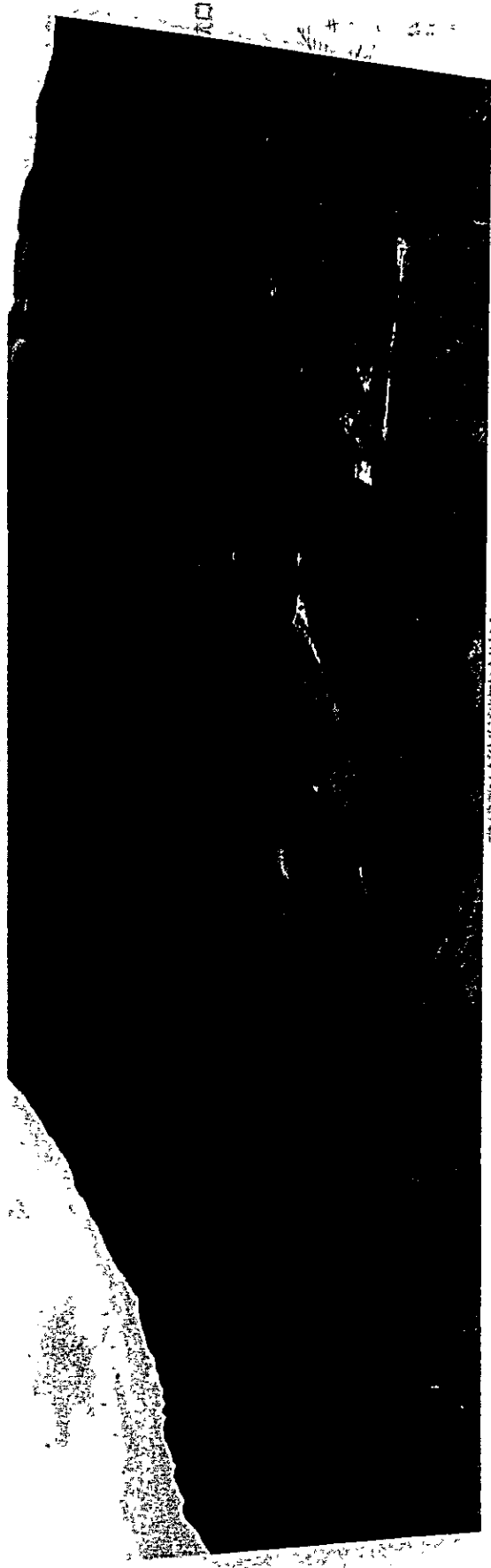
1984年2月

財団法人 国際開発センター

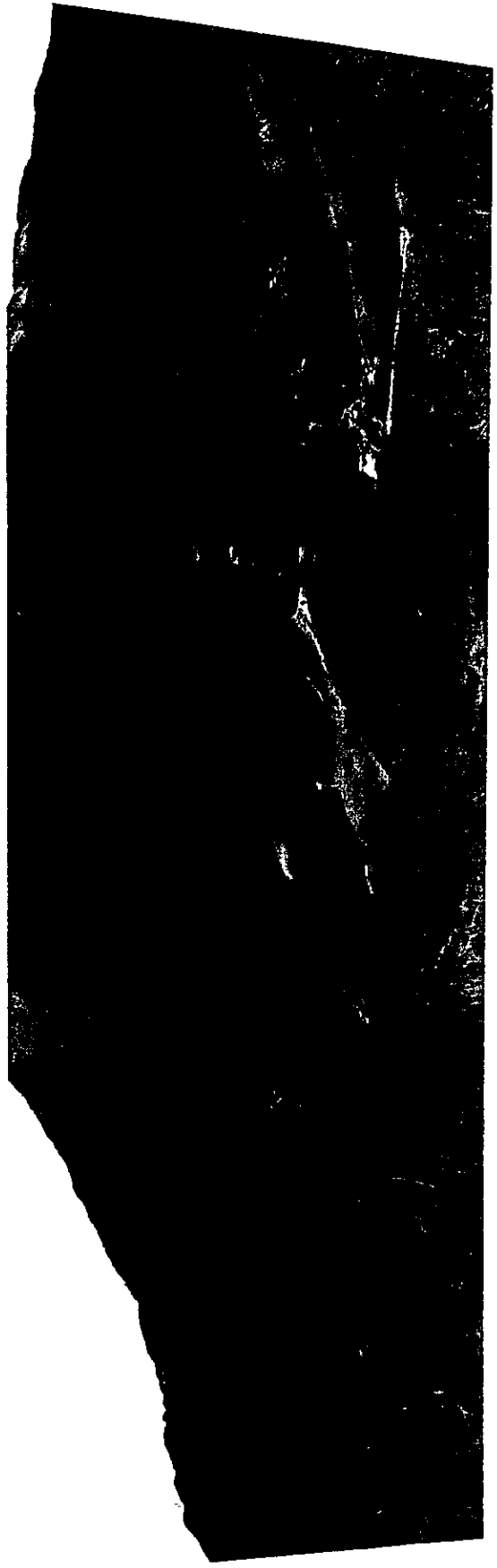
理事長 河 合 三 良



位置図



ダイヤモンド山地帯全景



ダイヤモンド鉱山地帯全景

要 約

コロンビア政府の要請に応じて、同国南西部に所在するDiamante 鉱山の開発可能性につき予備的調査を実施した。現地調査は金属鉱業事業団が派遣した各分野の専門家6名からなる調査団により昭和58年7月18日から同年8月22日迄実施された。

Diamante 鉱床は金・銀に少量の閃亜鉛鉱を伴う石英脈で、比較的多量の硫砒鉄鉱を含む。埋蔵鉱量は昭和55～57年度に日本の技術協力で実施された「資源開発協力基礎調査」の結果から鉱量451,200t、品位Au7.0g/t、Ag110g/t、Zn2.03%と計算された。可採粗鉱量は採鉱可採率88%、研混入率17%として、粗鉱量478,400t、品位Au5.8g/t、Ag91g/t、Zn1.68%、As2.54%、Cu0.22%及びPb0.11%である。このことから、1日当り出鉱量を150t(年間45,000t)と設定し、鉱山ライフ10.6年として投資費用、運転費用及び収入金額の算定を行った。

主要運搬坑道は2,530mレベルとし、その上部に2,565m、2,600m、2,635m、2,670mレベルを開き、下部には2,490m、2,450mレベルを開きくすると仮定、この内2,565mレベルは鉱床中心部を知ることが出来るので本格的F/S調査の際に採鉱坑道として開きくするものとした。採掘方法は脈幅によって充填採掘法(脈幅1.5m以上)無充填上向採鉱法(1.5～0.7m)充填2段採鉱法(0.7m以下)を採用、運搬機械は切羽内ではオートローダー及びスクレーパー、運搬坑道では蓄電池式機関車を使用する。

選鉱方式については、鉱質が特殊なため、現地からサンプルを送り選鉱試験を行って検討した結果、原鉱を先づ全量青化处理し、貴液からZn末沈殿法によってAu・Ag 殿物を回収し、その尾鉱からZn 鉱物を回収する系統とした。又用水は循環使用することにより極力余剰水量を抑制するが、余剰水中のAsは排水処理系統を通すことにより殿物として回収し、排水中の有害成分含有率をコロンビア国内公害規制基準値(審議中)以下にして放流する。廃滓たい積場は適地がとぼしく結局コスト高となるが選鉱場予定地に近い谷を利用することとした。

現地の水資源は比較的豊富で用水供給に問題は無い。

電力は1日当り電力量15,307kWh、最大使用電力1,000kWと算出された。この供給について、小水力発電、ディーゼル発電、買電の三方式について比較検討したが買電方式が最も経済的である。その場合、Guachavez 部落からの送電線建設費用を開発企業が負担する必要がある。

鉱山迄の自動車道路は、現在政府がCuachavezから鉱山の対岸迄建設中であるが、それから鉱山施設迄の道路建設が必要である。亜鉛精鉱の積出港としてはTumaco港の方がBuenaventura港よりも船積関係費用が約40%安く、かつ鉱山からの距離も680kmに対し、278kmと近く運賃も安い。

鉱山従業者数は採鉱部門149名、選鉱部門28名、補助・管理部門19名、計196名で、鉱山にはこの他国が負担する医療助手・教師等計5名が居住する。更にPasto, Tumaco 事務所に会社従業者が各1名勤務する。Diamante 鉱山地域内人口は家族を含め約1,000人と見込まれる。

予想収入額は、市場価格(建値)をAu450米ドル/トロイ・オンス、Ag11米ドル/トロイ・オンス、亜鉛900米ドル/トンとし、それぞれの売鉱条件及び生産量に従って年度別に計算した。

上記の開発計画に基づく各項目の財務費用の計算結果は初期投資費用総額約697百万ペソ、追加投資費用30百万ペソ、運転費用総額2,447百万ペソである。投資費用中56.4%を選鉱部門が占め、運転費用中62.4%を採鉱部門が占める。総売上げ高(残存価値含み)は3,879百万ペソで、金利(13.5%)、税金(35%)差引後の利益額は291百万ペソである。年度別キャッシュフローから純流入の現在価値をゼロにする割引率、すなわち内部財務収益率を算出した結果は9.9%となった。

一方、国家的見地から、税金・機会費用調整を経て作成された便益と費用の差である純便益の現在価値をゼロとする割引率すなわち内部経済収益率を算出した結果は21.9%であった。なお上記の費用算定は現地調査時点の昭和58年中期の市場価格を基礎としており、インフレは考慮していない。しかし、費用・生産物価格の見通しに差が生じた場合を考え、10%及び20%の変動値による感度分析を行った。

総合評価の結論として、民間企業ベースから見た内部財務収益率9.9%は魅力が薄い。しかし、国家的見地からみて21.9%の内部経済収益率は有望なプロジェクトであり本プロジェクトから種々有益な波及効果が期待され、若干の政策的な支援があれば内部財務収益率をさらに上昇させることが出来よう。従って少なくとも、鉱量・品位の確認と費用その他を再検討するため、精密探鉱を含む本格的F/S調査を行う価値がある。

目 次

	頁
は し が き	
位 置 図	
要 約	
第1章 序 論	1
第1節 調査経緯	1
第2節 調査目的と範囲	3
2-1 調査目的	3
2-2 調査範囲	3
第3節 調査概要	4
3-1 位置・交通・環境	4
3-2 調査手法概説	5
第4節 調査関係者及び日程	6
4-1 調査関係者	6
4-2 調査日程	6
第2章 鉍山開発	13
第1節 地質・鉍床及び埋蔵鉍量	13
1-1 地質概要	13
1-2 鉍床概要	14
1-3 鉍化・変質作用	20
1-4 DIAMANTE鉍床	22
1-5 鉍床のポテンシャルティ	26
1-6 今後の精密探鉍	27
第2節 採 鉍	38
2-1 前提条件の設定	38
2-2 採鉍計画	39

2-3	部門別計画	50
2-4	人員計画	56
2-5	投資計画	57
2-6	運転費用	61
2-7	技術的問題点及びリコメンデーション	62
第3節	選 鉱	70
3-1	選鉱設備	70
3-2	たい積場	82
3-3	運転費用	87
3-4	収入(売上)	89
第4節	補助・管理部門	93
4-1	輸 送	93
4-2	用水供給	99
4-3	電力供給	100
4-4	関連施設及び機材	105
4-5	人員計画	108
4-6	費用のまとめ	110
第3章	インフラストラクチャー	111
第1節	輸送の背景と道路の現状	111
1-1	輸送の背景	111
1-2	輸送道路の現状	111
第2節	用 水	112
2-1	関連行政機関	112
2-2	水資源賦存状況	112
第3節	電 力	115
3-1	関連行政機関	115
3-2	地域的電力網	115

第4節 鉱山キャンプ	117
4-1 背景	117
4-2 関連行政機関	117
第5節 鉱山開発の波及効果	118
5-1 有形の効果	118
5-2 無形の効果	119
5-3 地域開発関連行政機関	119
第4章 総合評価	121
第1節 総合評価の意義と手法	121
1-1 財務評価	121
1-2 経済評価	122
1-3 プロジェクトの採択基準	124
第2節 流入の便益	125
2-1 金・銀・亜鉛の生産量	125
2-2 金・銀・亜鉛の価格	125
2-3 流入と便益の算定	129
第3節 流出と費用	130
3-1 財務費用	130
3-2 経済費用	130
3-3 財務費用分析から経済費用分析への移行	133
第4節 内部収益率の推計	137
4-1 内部財務収益率	137
4-2 内部経済収益率	138
第5節 感度分析	142
5-1 財務評価の感度分析	142
5-2 経済評価の感度分析	142

第5章 結論及び将来の展望	145
第1節 総合評価の結論	145
1-1 鉾山投資の妥当性	145
1-2 政策的提案	146
第2節 将来の展望	147
状況写真	149
文献一覧表	159

付 表 一 覧 表

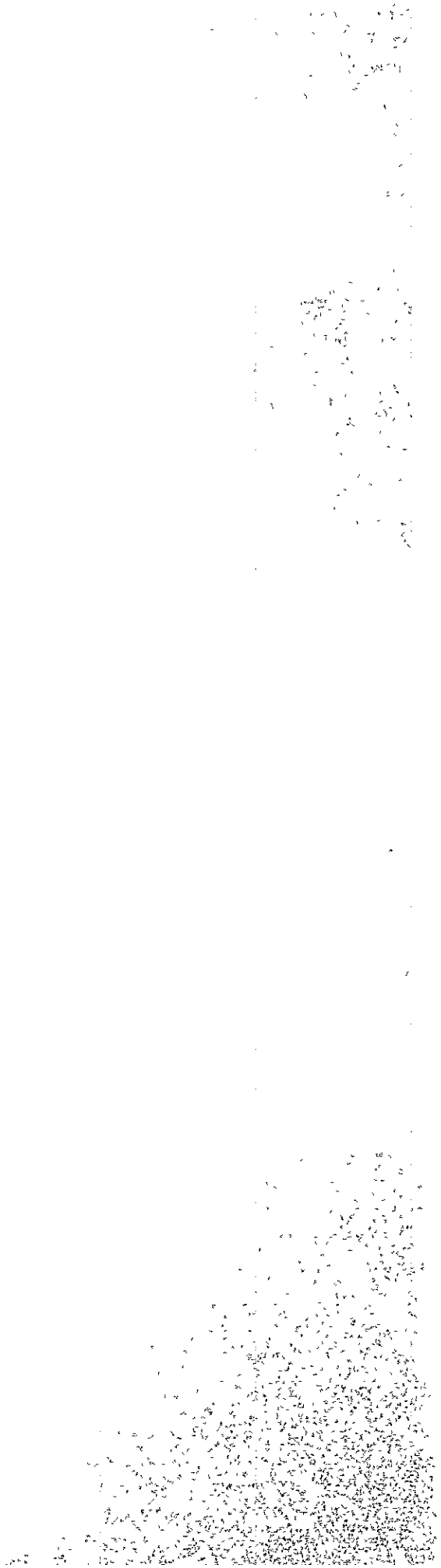
		頁
表 1 - 1 - 1	資源開発協力基礎調査作業量	2
表 1 - 4 - 1	現地調査日程表	7
表 2 - 1 - 1	Diamante 鉱床主脈埋蔵鉱量	33
表 2 - 2 - 1	可採粗鉱量及び品位	38
表 2 - 2 - 2	年度別出鉱量及び品位	39
表 2 - 2 - 3	坑道掘進用機械	41
表 2 - 2 - 4	採鉱用機械類一覧	48
表 2 - 2 - 5	オートローダー仕様	50
表 2 - 2 - 6	エア－ホイスト仕様	51
表 2 - 2 - 7	スクレーパー仕様	51
表 2 - 2 - 8	圧縮機仕様	52
表 2 - 2 - 9	坑内外施設一覧	55
表 2 - 2 - 10	使用電力量積算一覧	55
表 2 - 2 - 11	人件費一覧	58
表 2 - 2 - 12	初期投資探開坑費一覧	59
表 2 - 2 - 13	坑内外施設建屋	59
表 2 - 2 - 14	初期及び追加投資費用総括	60
表 2 - 2 - 15	運転費用総括	62
表 2 - 2 - 16	投資費用（採鉱機器）	64
表 2 - 2 - 17	開坑費単価，主要運搬坑道（ $2.2\text{ m} \times 2.5\text{ m}$ ）	65
表 2 - 2 - 18	開坑費単価，運搬坑道（ $2.0\text{ m} \times 2.2\text{ m}$ ）	65
表 2 - 2 - 19	開坑費単価，切上（ $2.0\text{ m} \times 1.5\text{ m}$ ）	66
表 2 - 2 - 20	開坑費単価，追切	66
表 2 - 2 - 21	開坑費単価，斜坑掘下り（ $2.5\text{ m} \times 2.5\text{ m}$ ）	67
表 2 - 2 - 22	年間運転費用積算	68
表 2 - 3 - 1	取扱鉱石の物性	70
表 2 - 3 - 2	操業仕様	71
表 2 - 3 - 3	主要機械設備一覧	72
表 2 - 3 - 4	年度別操業見込成績	77
表 2 - 3 - 5	選鉱場初期投資費用	79
表 2 - 3 - 6	たい積場の仕様	82

	頁
表 2 - 3 - 7 たい積場初期投資費用	87
表 2 - 3 - 8 選鉱場及びたい積場運転費用	88
表 2 - 3 - 9 年度別収入	91
表 2 - 4 - 1 鉱山内道路建設費（初期投資）	93
表 2 - 4 - 2 積み出し年経費	98
表 2 - 4 - 3 亜鉛精鉱輸送年経費	99
表 2 - 4 - 4 選鉱用水施設費（初期投資）	99
表 2 - 4 - 5 生活用水施設費（初期投資）	100
表 2 - 4 - 6 鉱山施設の電力需要	101
表 2 - 4 - 7 電力供給施設費（初期投資）	104
表 2 - 4 - 8 関連施設建設費用（初期投資）	105
表 2 - 4 - 9 補助部門の機材費用（初期投資）	107
表 2 - 4 - 10 補助部門の年経費	107
表 2 - 4 - 11 管理・補助部門の人員計画	109
表 2 - 4 - 12 管理部門の人件費（年経費）	110
表 2 - 4 - 13 補助・管理部門の財務，経済費用	110
表 3 - 2 - 1 Guachavez 月別降水量	114
表 4 - 2 - 1 金価格の推移	126
表 4 - 2 - 2 銀価格の推移	126
表 4 - 2 - 3 亜鉛価格の推移	127
表 4 - 2 - 4 流入と便益	128
表 4 - 2 - 5 残存価値	129
表 4 - 3 - 1 財務費用	131
表 4 - 3 - 2 経済費用	132
表 4 - 3 - 3 コロンビアの貿易収支	134
表 4 - 3 - 4 公定為替レートと卸売物価指数	135
表 4 - 4 - 1 税引後利益	139
表 4 - 4 - 2 内部財務収益率	140
表 4 - 4 - 3 内部経済収益率	141
表 4 - 5 - 1 財務評価の感度分析表	143
表 4 - 5 - 2 経済評価の感度分析表	143

付 図 一 覧 表

		頁
図 2 - 1 - 1	Diamante - Paraiso - Bombona 地域地化学探査結果図	29
図 2 - 1 - 2	Diamante 鉱床研究縦断面図	31
図 2 - 1 - 3	Diamante V - 1 鉱画分布図	34
図 2 - 1 - 4	Diamante V - 2 鉱画分布図	35
図 2 - 1 - 5	Diamante V - 3 鉱画分布図	36
図 2 - 1 - 6	Diamante 鉱山鉱脈及び探鉱坑道計画位置図	37
図 2 - 2 - 1	充填探鉱法	46
図 2 - 2 - 2	無充填上向探鉱法	47
図 2 - 3 - 1	フローシート	74
図 2 - 3 - 2	Diamante 鉱山選鉱場機械配置図	75
図 2 - 3 - 3	Diamante 鉱山たい積場平面図	83
図 2 - 3 - 4	たい積場縦断面図	85
図 2 - 3 - 5	河川切替(本流)標準断面	86
図 2 - 4 - 1	陸上輸送ルート	94
図 2 - 4 - 2	Diamante 鉱山からの距離と標高	95
図 2 - 4 - 3	鉱山関連施設の配置	106
図 2 - 4 - 4	鉱山会社組織	108
図 3 - 2 - 1	プロジェクト地域水系図	113
図 3 - 3 - 1	電力供給網の現状と計画	116

第 1 章
序 論



第 1 章 序 論

第 1 節 調査経緯

本プロジェクトの検討対象である Diamante-Paraiso-Bombona 地域は、コロンビア共和国の南西部を占めるナリニョ州にあり、西部山脈の太平洋側斜面に位置する。此の付近は気候が不順で雨が多く、植物が繁茂している上、地形が非常に急峻なため最近まで十分な調査が行われることが無かった。昭和 48 年 5 月から国連と INGEOMINAS (地質鉱山調査所) による第一次広域調査である「中央及び西部山脈南部地域調査プロジェクト」によって初めて組織的な調査が行われることになり、当地域もその南西端を占めた。この調査は広域的地化学探査を主体とし地質概査を伴ったもので、その結果、本地域一帯に若干の銅・モリブデン・鉛・亜鉛異常帯が抽出された。しかしながら、現地調査には交通、気候条件に相当な制約があり、装備、人員等に少なからぬ費用を要することと、他地域のプロジェクトが優先したため、それ以上の調査が行われず放置されてきた。また、この付近に存在する El Tabano, La Concordia, Bombona, Diamante といった、かつて採掘されたか、又は現在も細々と採掘されている既存の合金多金属鉱脈型鉱床に対しても組織的調査・探鉱は全くと云って良い程実施されていなかった。

このような状況下において、昭和 51 年 12 月日本とコロンビアとの間に技術協力基本協定が署名されたのを機に、各種の技術援助が行われるようになり、昭和 53 年には日本側に対し、鉱物資源探査に関して協力調査が要請された。これに対し、国際協力事業団、金属鉱業事業団は昭和 54 年計画調査団を派遣して鉱物資源開発協力基礎調査の対象地域の選定を行った。その現地調査及びその後の折衝により、調査対象地域をナリニョ州 Piedrancha 地域として Scope of Work の同意が得られ昭和 55 年度から 3 年間にわたり調査が実施された。調査には地質調査、地化学探査及びボーリング調査が、概査から精査へ夫々段階的に実施され、各々の調査量は表 1-1-1 のごとくであった。調査成果としては、斑岩銅鉱床型銅・モリブデン鉱徴地 5 箇所、合金多金属鉱脈型鉱床地区 3 地区、及び漂砂型金鉱徴地 2 箇所が有望地区として抽出され、この内銅・モリブデン鉱徴地 2 箇所及び合金多金属鉱脈型鉱床地区に対し準精査又は精査が実施された。更にそれらのうち Diamante 鉱床主脈に対してボーリング調査による鉱床の規模・品位の調査が行われた。その結果、Diamante 鉱床については小規模ながら開発を検討するに値する鉱量賦存の見通しを得ることが出来、また、その北西一帯即ち Paraiso, Bombona 地区に同種の鉱脈鉱床が多数潜在する可能性があることが明らかになった。上記の資源開発協力基礎調査は、昭和 57 年度で以って終了したが、コロンビア政府は、その成果を踏まえて、Diamante-Paraiso-Bombona 地域の鉱山開発の経済性について予備的可能性

表 1 1 1 資源開發協力基礎調查作業量

	Phase		Phase I (1980)	Phase II (1981)	Phase III (1982)	Total	Remarks
Survey Method	Geological and Geochemical Survey						
		Quasi-topographic map for field survey (km ²)	1,000			1,000	Landsat and Radar image, aerophotos
		Photo geological study (km ²)	1,000			1,000	Radar image, aerophotos
		Regional survey (km ²)	1,000			1,000	N-S 37km, E-W 45km
		Semi-detailed survey (km ²)		26.5	18.2	44.7	La Verde, Rio Blanco, Diamante, Bombona, Paraiso
		Detailed survey (km ²)			5.8	5.8	Diamante, Bombona, Paraiso, Delicia
		Geochemical survey (No. of samples)	1,425 (stream sediments)	920 (soil)	2,256 (soil)	4,601	Stream sediments Elements: Au, Cu, Pb, Zn, Mo
		Drilling Exploration					
		Drilling total length(m) (No. of drill holes)		757.2 (7)	1,335.9 (8)	2,093.1 (15)	Planned 2,080m in total Finished with BX size
	Laboratory Works	Thin section (No. of samples)		36	54	32	122
		Polished section (ditto)	10	24	39	73	
		Chemical analysis of rocks (ditto)	5	5	3	13	Whole elements for normative analysis
		Age determination of rocks (ditto)	3	3	2	8	
		X-ray diffractive analysis (ditto)	2	15	43	60	Alteration zone
		X-ray micro analysis(EPMA) (ditto)	2	10	10	22	Determination of metallic minerals
		Chemical analysis of ore minerals (ditto)	46	51	50	147	Samples from outcrop and old tunnel
		Chemical analysis of D.D.II. cores (ditto)		65	80	145	Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As (Sb)
		Chemical analysis of altered rocks (ditto)			33	33	As, Sb, Si, Ca, S
		Fluid inclusion study(homogenizing temperature) (ditto)			20	20	Quartz of D.D.H. core

の調査を行うよう日本政府に要請した。

国際協力事業団並びに金属鋳業事業団は、コロンビア地質鋳山調査所と協議し、昭和58年6月本件に関する Scope of Work を締結した。本調査はこれに基いて実施されたものである。

第2節 調査目的と範囲

2-1 調査目的

本調査は、ナリニヨ州、Diamante 鋳山の合金多金属鋳脈型鋳床に対して、現時点で最適の仮定を設け、開発の可能性を検討する。さらにこれを参考にしてDiamante, Paraiso, Bombona 鋳山を包含する地域全体を総合的に調査解析することによりこの地域の鋳山開発の方向を提案することを目的とする。

- (1) Diamante 鋳山の合金多金属鋳脈型鋳床開発可能性を企業ベースの収支採算の観点と、国家ベースの資源最適利用の観点の2面から検討し投資の妥当性を考察する。
- (2) Diamante 鋳山を開発の拠点と考えその効果を Paraiso-Bombona 地域にまで及ぶ周辺地域全体の鋳物資源開発さらには、同地域の地域開発と関連づけて検討する。
- (3) 鋳山開発及び周辺地域開発の分析を通じて開発のポリシー及び具体的な開発手順を提案する。

2-2 調査範囲

調査範囲ないし調査内容の骨子は次のとおりである。

(1) 鋳山開発

合金多金属鋳脈型鋳床から有用鋳物を効率的に回収する選鋳試験を行い、さらに経済的側面からも分析することにより、同鋳床の開発可能性を検討し、最適規模の開発計画を立案する。

(2) 交通インフラ開発

交通施設の現況、政府の交通整備計画を調査し、資機材の搬入、精鋳の搬出、労働者の輸送等に関し、最適な輸送ルート及び整備計画を地域開発、地域住民の利便を考慮して立案する。

(3) 電力供給

Diamante 鋳山地域の電力需給状況を調査し、鋳山開発に伴う必要電力の供給源及び最適の供給方法を計画する。

(4) 用水供給

鉦山の必要用水の供給計画と同時に鉦山周辺地域に必要な用水を含めて最適な用水供給計画を立てる。

(5) 労働力の確保と鉦山都市計画

鉦山周辺の潜在労働力、政府の労働政策、労働慣習、賃金形態等を調査し、労働力確保の計画を立てる。また、鉦山都市に関してその必要性を検討し提案する。

(6) 総合評価

国家ベース判断のための内部経済収益率と民間企業ベース判断のための内部財務収益率を求め開発の規模、開発期間を検討し、鉦山開発計画案を提示する。

(7) 継続して実施すべき事項の提案

継続して詳細に調査すべき項目、内容、スケジュール等を提案する。

第3節 調査概要

3-1 位置・交通・環境

本地域は、コロンビア共和国の最南西端を占めるナリニョ州のほぼ中央部に位置し、Sant Cruz及びPiedranchaの2箇村に属する。Diamante、Paraiso及びBombona地区は夫々約8 km離れて、Diamante - Bombonaを底辺とする正三角形の頂点の位置を占める。本地域の地理上の位置は、北緯 $1^{\circ}12' \sim 1^{\circ}15'$ 、西経 $77^{\circ}40' \sim 77^{\circ}45'$ である。

地形的には、コロンビア共和国の太平洋岸沿いに走り、北北東 - 南南西方向に伸長する西部山脈の南端に位置しており、その分水嶺から西部の斜面を占める。

現地への交通は、コロンビア共和国の首都ボゴタ市より国内航空機にて約1時間でナリニョ州の中心都市Pasto市に着き、それより陸路109 km、車の所要時間約3時間にてGuachay (ワチャベス) 部落に達し、更に建設中の道路約12 kmを車上約1時間にてDiamante 鉦山に達する。

現地は赤道近くにあるが、標高が海拔2千米を越しているため気温も比較的低温、植生も灌木類が多い。年間を通じて降雨が多いが、6月～9月には比較的晴天が続き、乾期となっている。

Diamante、Paraiso 地区の比較的なだらかな地形の所は伐採され牛の放牧が行われている。Paraiso 付近でLulo (ルロ) の栽培が行われている他は農業生産は無く、極く小規模に手工業的な金山探掘跡が数箇所に見られる。

3-2 調査手法概説

本調査報告書完成迄のステップを順を追って記述すれば次のとおりである。

- (1) 既存資料による事前検討を東京にて行った。
- (2) 先発2名がコロンビア側カウンターパートと現地調査計画を打合せた。
- (3) 調査団員6名による現地調査をDiamante 鉦山地域の合同調査の他、Tumaco 港、Marmato 鉦山の視察及びPasto, Bogota, Medellin 等の都市における官庁、関連機関の情報収集を担当別に行った。

これらの現地収集情報に基づいて、現地にてコロンビア側カウンターパートと討議し、帰国後更に検討を加えた。
- (4) 現地視察の際、Diamante 鉦山で選鉦試験用サンプルを採取し、日本で各種の試験を行い、最適な選鉦方法の検討を行った。
- (5) Diamante 鉦山の評価は、先づ財務評価を優先させ、次にそれらの各单元に対し各種の必要な調整を施して、経済評価を行った。具体的なステップは以下のごとくである。
 - a. 既存資料と現地調査結果から埋蔵鉦量及び可採粗鉦量の推定を行い、可採粗鉦量478,400 t、品位 Au 5.8 g/t, Ag 91 g/t, Zn 1.68%を得たので生産規模150 t/日、鉦山ライフ10.6年と設定。
 - b. 生産規模に合った最適の採鉦、選鉦計画の設定と年度別生産量及び投資・運転費用の算出。
 - c. 開発規模に必要な用水量、電力量、従業者住宅数及び輸送量等を算定し、それぞれの供給方式及び輸送方式につき、費用・効率面から検討し、必要費用を算出。
 - d. 収入は、技術的検討結果算出されたAu・Ag 毬物、亜鉛精鉦の産出量及び最近の市場価格を参考にして設定した価格によって年度別に算定。
- (6) 民間企業の投資可能性の分析には昭和58年中期における現状市場価格をベースとし、鉦山稼行期間中の費用と収入を現在価値に割引いてその差がゼロになるような割引率を算出する内部財務収益率手法を用いた。

国家的見地による開発の妥当性を見るためには、内部経済収益率手法を用い、この場合には、税金の削除、未熟練労働者の賃金調整並びに学校建設等公共投資を考慮した真の費用と真の便益を算定しその結果を使用して、割引率を算出した。但し、通常行われる潜在的な外貨交換レートによる調整は、コロンビアの場合、等価値と見なし得るので行っていない。
- (7) 割引率による現在価値比較のため費用はインフレを考慮せず、また、為替変動及び市場価格の変動も無いものとして計算した。但し、市場価格の設定及び費用算定が異なった場合の収益率を知るためそれぞれ10%及び20%変動した場合の感度分析を行った。

第4節 調査関係者及び日程

4-1 調査関係者

調査団

担当業務	日本側	コロンビア側
調査計画・折衝	高橋 璋 (MMAJ)	Nohra Bateman (DNP)*
	澤谷 勝三 (")	Rigia Rodriguez (")
	植松 和彦 (")	Alfonso Lopez Reyna (IGM)**
	和田 重夫 (JICA)	Raul Durán (") Joaquin Buenaventura (")
		(現地調査カウンターパート)
団長	及川 準之助 (IDC)***	Joaquin Buenaventura (IGM)
選 鉦	松井 暢夫 (")	Eduardo Romero (")
採 鉦	向井 靖雄 (")	Abigail Orrego (")
地 質	相澤 直人 (")	Armando Duarte (ECOMINAS)****
経 済	大塚 勝夫 (")	
道路・電力 用水・管理	中島 正博 (")	

* DNP: コロンビア政府企画庁 (Departamento Nacional de Planeación)

** IGM: 同地質鉦山調査所 (INGEOMINAS)

*** IDC: (財)国際開発センター (International Development Center of Japan)

**** ECOMINAS: 鉦山公社 (Empresa Colombiana de Minas)

4-2 調査日程

現地調査は昭和58年7月18日より同年8月22日迄実施され、その間の行程詳細は、以下の表1-4-1現地調査日程表のとおりである。

表1-4-1 現地調査日程表

日 順	月 / 日	曜 日	滞 在 地	時 間	行 程 ・ 訪 問 先	参 加 者	内 容
1	7/18	月	メキシコ・シティー	18:00 17:50	成田発 メキシコ・シティー着	及川・中島	JL 012
2	19	火	Bogota	12:30 17:50	メキシコ・シティー発 Bogota着	"	AM 481
3	20	水	"	10:00	ホテル	"	独立記念日にて祝日、会議の準備
4	21	木	"	10:00 12:00 15:00 16:30	IGM 日本大使館 IGM 三井物産	"	会議 日本大使館 高橋二等書記官 ・ JICA 石井駐在員 IGM Dra.Reina 所長 企画庁国際協力局 Dra Bateman 局長 表敬訪問 (長崎大使・小笠原一等書記官) 細部日程打合せ 一般経済事情聴取
5	22	金	"	9:00	IGM	"	Dr. Buenaventura, Dr. Romero と調査準備、及び日程打合せ
6	23	土	"	9:00	IGM	"	調査準備
7	24	日	"		"	"	"
8	25	月	"	9:30 15:00 18:00 17:50	" ECOMINAS 成田発 メキシコ・シティー着	" " 松井・向井 相澤・大塚	" 表敬訪問(鉱業事情ヒアリング) JL 012
9	26	火	Bogota	8:30 15:00 18:00	IGM COLPUERTOS Bogota 空港	及川・中島 " "	調査準備(訪問先のアポイントメント) についてのヒアリング Tumaco 港および Buenaventura 港 本隊出迎え
			Bogota	12:30 17:50 18:00	メキシコ・シティー発 Bogota 着 Bogota 空港	松井・向井 相澤・大塚	AM 481 先発隊と合流

日 順	月 / 日	曜 日	滞 在 地	時 間	行 程 ・ 訪 問 先	参 加 者	内 容
10	27	水	Bogota	9:00 10:00 11:00 16:00	企画庁 日本大使館 IGM ICEL	及川・中島 本隊全員 調査団全員 中島・向井	ナリニョ州の地域開発についてのヒアリング 表敬訪問 日本ミッション全員とIGMの顔合せ プロジェクト地域付近の電力事情に関するヒアリング
11	28	木	"	9:00 10:00	公共事業省 COL- PUERTO	中島・向井 "	ナリニョ州及び周辺の道路事情聴取 Tumaco港についてのヒアリング
12	29	金	"	8:30 13:00 9:00 10:00 11:00 14:00	IGM ECOMINAS 公共事業省 Price Water House 会計事務所 企画庁 コロンビア銀行 連盟 産業開発融資会社	調査団全員 松井・向井 相澤 中島・及川 大塚 " " "	質問状の作成、打合せ 質問状の提出 " 税体系等についてのヒアリング 鉱山開発計画についてのヒアリング 銀行利子等についてのヒアリング 開発資金関係
13	30	土	Pasto	7:00 9:00 14:00	Bogota発 Pasto着 Zona Minera	調査団全員 " "	国内航空(AVIANCA) 表敬訪問
14	31	日	"	9:00 15:00 18:00	ホテル " コーチャ	調査団全員 " "	資料整理 打合せ IGM幹部と会議
15	8/1	月	"	8:45 13:45 15:00 16:30	ナリニョ州庁 Pasto発 Tuquerres着 Samaniego着	及川・松井 金属鉱業事 業団 カウンター ・パート 調査団全員 " "	ナリニョ州知事表敬訪問 (澤谷・植松) (IGM所長他幹部, Zona Minera 所長)
16	2	火	Samaniego	8:00 11:30 17:00	Samaniego →Diamante Diamante 鉱山 Diamante →Samaniego	調査団全員 " "	Diamante 鉱山現場調査
17	3	水	"	8:00 11:30 17:00	Samaniego →Diamante Diamante 鉱山 Diamante →Samaniego	調査団全員 " "	Diamante 鉱山現場調査及び 現地物価、一般事情ヒアリング

日 順	月 / 日	曜 日	滞 在 地	時 間	行 程 ・ 先	参 加 者	内 容
18	4	木	Samaniego	8:00	ホテル 発	調査団全員	
				10:30	Diamante鉱山	"	Diamante 鉱山現場調査
				19:00	ホテル	"	打合せ
19	5	金	Pasto	9:20	Samaniego市庁	調査団全員	ヒアリング(電力・用水、物価)
				10:45	" 信用金庫	"	" (現地融資事情)
				12:00	" 発	"	
				15:00	Pasto 着	"	
20	6	土	"	7:35	Pasto 発	向井・相澤 ・中島	Tumaco 港視察
				14:00	Tumaco 着	"	及川・松井・大塚Pasto残留 (選鉱試験用サンプル調整)
				15:30	Tumaco 港	"	
				16:00	COLPUERTO	"	ヒアリング(港の使用)
				17:30	Kaiser & Touers Ltda	"	" (運賃)
21	7	日	"	8:40	Tumaco 発	向井・相澤 ・中島	(及川・松井・大塚サンプル調整及び Zona Mineraの業務ヒアリング)
				14:00	Pasto 着	"	
				18:30	ホテル	"	打合せ(情報交換デスクッション)
22	8	月	"	8:30	Zona Ninera	及川・大塚 ・中島	調査訪問先につき打合せ
				9:30	Banco de Republica	"	ヒアリング(鉱業資金融資)
				9:50	ナリニヨ州庁	"	ナリニヨ州知事に便宜供与依頼
				10:20	州公共事業局	"	ヒアリング(道路整備)
				10:50	州企画局	"	" (開発計画)
				14:15	全国衛生公社支局	"	" (衛生規制)
				16:00	公共事業省Pasto 地方道路局	"	" (道路整備)
				16:40	ZONA MINERA	"	サンプル輸送準備
			Medellin	9:20	Pasto→Cali	松井・向井 ・相澤	マルマト鉱山視察グループ(松井・ 向井・相澤)とPasto残留グルー プ(及川・大塚・中島)に分れる。
				10:30	Cali市	"	機材類調査(Cali市中)
				15:45	Cali→ Medellin	"	
				16:15	IGM Medellin支局	"	打合せ及びZona MineraのPlant 視察
				23	9	火	Pasto
				9:20	Banco de Republica	"	ヒアリング(鉱業関係融資及び金銀購 入価格)
				9:30	Zona Minera	"	サンプル輸送準備・発送完了

日 順	月 / 日	曜 日	滞 在 地	時 間	行 程 ・ 訪 問 先	参 加 者	内 容
23	9	火		11:15	農業鉦業銀行	及川・大塚 ・中島	ヒアリング(鉦業関係融資)
				11:35	ナリニヨ 輸送道路組合	"	" (トラック輸送費)
				14:15	ナリニヨ 電力開発公社	"	" (買電料金・キャンプ)
				14:30	水文・気象 土地利用庁	"	" (気象記録)
				15:50	国土地理院 管理事務所	"	" (土地代評価)
			Marmato	8:30	I G M Medellin	松井・向井 ・相澤	所長 Ing. H.Gonzalez と Ing. E. Alvarez に現地鉦業関係ヒアリング 及びマルマト鉦山の概況聴取
			10:00	Medellin 発	"		
			14:30	マルマト鉦山着	"		
24	10	水	Pasto	8:40	労働省	及川・大塚 ・中島	ヒアリング(労働法・賃金・労働慣習)
				9:45	国税庁	"	" (税金)
				10:45	社会保険庁	"	" (社会保険関係)
				14:30	州企画局	"	" (開発計画)
				15:35	住宅信用公社	"	" (住宅建設)
			16:35	コロンビア 学校建設公社	"	" (学校建設)	
Marmato	9:30	マルマト鉦山	松井・向井 ・相澤	諸コスト調査(Ing. Cesar Duke より聴取)			
			14:00	"	松井	選鉦・製錬設備視察	
					向井・相澤	坑内視察	
25	11	木	Pasto	8:30	天然資源庁	及川・大塚 ・中島	ヒアリング(水資源利用, 公官)
				9:20	商工会議所	"	" (会社法)
				10:10	ナリニヨ 電力開発公社	"	" (電力料金等再確認)
				11:00	Banco de Republica	"	" (融資及び金・銀価格再訪 問)
				14:35	コロンビア 貿易公社支局	"	" (輸入関係, 輸出振興策)
			16:05	ナリニヨ 衛生事業公社	"	" (排水規制, 住宅建設)	
			20:00	ホテル	"	Zona Minera 所長, ナリニヨ開発課長と 会議	
Medellin	9:30	マルマト鉦山	松井・向井 ・相澤	質問事項の回答書受領及び討議			
			17:00	マルマト→ Medellin			
26	12	金	Pasto	9:15	ナリニヨ州庁	及川・大塚 ・中島	ナリニヨ州知事表敬訪問
				9:40	保健省		ヒアリング(衛生関係)
			Medellin	8:30	I G M Medellin 支局	向井・相澤 ・松井	マルマト鉦山等の文献調査及び資料コ ピー
						14:00	Medellin 大学

日 順	月 / 日	曜 日	滞 在 地	時 間	行 程 訪 問 先	参 加 者	内 容
27	13	土	Bogota	9:00	Pasto→ Bogota	及川・大塚 ・中島	国内航空Avianca
			"	18:00	ホテル	調査団全員	調査団合流
			"	12:45	Medellin→ Bogota	松井・向井 ・相澤	調査結果の情報交換, 今後の方針検討
28	8/14	日	"	14:00	IGM	調査団全員	打合せ及び資料整理
29	15	月	"	8:30	IGM	調査団全員	情報収集・資料整理
			"	18:00	"	"	調査結果の検討会
30	16	火	"	8:30	IGM	及川・松井 ・向井・相澤 ・中島	資料整理, 調査結果の打合せ
			"	10:00	Banco de Republica	大塚	ヒアリング(融資金の売買・為替)
			"	14:00	産業開発公社	"	" (金融事情)
31	17	水	"	8:30	IGM	松井・相澤 ・中島	調査結果検討・打合せ
			"	9:00	鉱山省財政課	及川・大塚	ヒアリング(鉱山業一般事情)
			"	10:00	鉱山省計画課	松井・向井	" (鉱山業の便益と費用)
			"	14:00	輸出振興基金	及川・大塚	" (公共事業の融資事情)
32	18	木	"	8:30	IGM	調査団全員, 大使館員, 石井駐在員	IGM幹部に対し口頭中間報告会
			"	16:00	HIMAT	及川・中島	資料収集(水文・気象・土地利用)
33	19	金	"	9:00	日本大使館	調査団全員	表敬訪問
			"	16:00	公共事業運輸省	向井・中島	情報収集(運輸関係)
			"	18:30	ホテル	全員及びカウ ンターパート	IGM幹部と最終打合せ
34	20	土	"	9:50	Bogota発	調査団全員	移動
			"	14:18	マイアミ着	"	EA 962
			"	16:40	マイアミ発	"	EA 505
			"	18:35	ロスアンゼルス 着	"	
35	21	日	"	13:00	同 地 発	調査団全員	移動, JL 061
36	22	月	"	16:15	成田着	"	帰 着

注: IGM (INGEOMINAS)地質鉱山調査所

ECOMINAS: 鉱山公社

COLPUERTO: 港湾公社

ICEL: 電力公社

Zona Minera: 鉱山動力省地方局

第 2 章
鉾山開発



第2章 鋳山開発

第1節 地質・鋳床及び埋蔵鋳量

1-1 地質概要

1-1-1 広域的地質概説

コロンビア全体の地質は大きく分けて東部のGuayana Shield (ギアナ楯状地)と中央及び西部に分布する古生代以降のAndes 造山帯とからなる。Guayana ShieldはBrazilian Shield (ブラジル楯状地)と共に、南米大陸の中核をなすもので、Andes (アンデス) 造山帯はGuayana Shieldの西北部に発生した地向斜帯が褶曲・隆起を繰り返して形成されたものである。

今回の調査地域が位置するコロンビア南西部ナリニョ州では、北部で3列に並ぶ山系が南に下がるに従って接近し、東西約150 kmの幅を持つ高原地帯を形成している。その中央部は主として古生層よりなり、東西両側に白亜系及び第三系が分布する。但し、西部はユウ地向斜型の塩基性火山岩類及びその上部に堆積した頁岩・砂岩類が変成した粘板岩、珪岩等よりなり、東部はミオ地向斜型堆積物即ち砂岩・礫岩・頁岩・石灰岩等よりなる。また、一部の地域は第三紀-第四紀の塩基性乃至中性火山活動の噴出物により被覆されている。

調査地域の位置するナリニョ州中央部は西部山脈の南端にあり、広域的に見た場合、白亜系と考えられる塩基性緑色火山岩類、砂岩・頁岩類及び粘板岩、珪岩等の弱変成岩が広く分布し、それらを貫いて、第三紀の花崗閃緑岩が底盤状及び岩株状岩体群をなして分布する。地域に卓越する構造線はNE-SW系、NW-SE系及びN-S系の3系列であり、他にE-W系の構造線も若干認められる。NE-SW系、NW-SE系両断層はほぼ同時期の生成と考えられ、両者は東西性圧縮力に対する共役的な剪断面を形成しているものと考えられる。N-S系断層は比較的連続性が良いので、上記両断層生成後の比較的新しい時代に生成されたものと考えられる。

当地域一帯には、広域的には酸性小岩体貫入に伴った斑岩銅鋳床型鋳化作用と、主としてNW-SE系裂罅帯中に発達した含金多金属鋳脈鋳床型鋳化作用の2種類が顕著であるが、本プロジェクト地域内には後者のみ分布している。

以上、地域全体の地史と鋳化作用を要約すれば、次の順序で発展したものと考えられる。

①西部白亜紀初期ないし中期から開始された海底火山活動による緑色火山岩類の堆積、②ユウ地向斜の発達により堆積岩沈積(塩基性火山活動継続)、③東西性横圧力によるNNE-SSW褶曲構造発達及び変成作用、④古第三紀酸性小岩体貫入と、それに伴った斑岩銅鋳床型鋳化作用、⑤新第三紀Piedrancha花崗閃緑岩体貫入と変成作用、⑥NW-SE系裂罅帯の発達と

含金多金属鉍脈型鉍床群の生成，⑦N-S系断層の発達，⑧第四紀火山活動。

1-1-2 調査対象地域の地質

Diamante 地区は，頁岩，緑色火山岩類及びこれらを通る花崗閃緑岩から構成されている。地区の最南端の尾根には，第四紀の火山活動に由来する未凝固火山灰の薄層が所々に見られる。

(1) 緑色火山岩類

本岩類は安山岩質の溶岩，集塊岩，凝灰角礫岩から構成される。外観は緑色ないし暗緑色を呈し，一般に堅硬である。

(2) 頁岩

本岩は外観灰白色の珉質頁岩で一部には石灰質頁岩の薄層を挟む。本岩は Piedrancha 花崗閃緑岩体の東縁に分布するため，強度の珉化作用，時に黄鉄鉍化作用を受け，かつ，熱変成作用を受けている。

(3) Piedrancha 花崗閃緑岩

本岩は以下に記す3岩種から成る。

① 細粒花崗閃緑岩， ② 粗粒花崗閃緑岩， ③ アプライト

①，②は共に底盤状に分布する Piedrancha 花崗閃緑岩の主体を成すもので，③は，前二者中に局部的に貫入する小岩脈である。粗粒花崗閃緑岩の K-Ar 法による年代測定値は， 65 ± 2.7 百万年となり，これは第三紀中新世末期の年代を示している。

(4) 地質構造

当地区には，次に記す3系列のリニアメントが顕著に発達する。①NW-SE系，②NE-SW系，③N-S系，これらに加えて程度は弱い，④E-W系が認められる。

NW-SE系は本地域に卓越する方向で，主要河川流路方向，露岩中の節理・割れ目方向及び鉍脈方向として出現する。

N-S系はNW-SE系に準じて出現頻度が高く，沢方向等に多い。NE-SW系も沢方向に現われる。E-W系は地域北部の節理方向として見られる。

堆積岩類は分布が狭いこと及び貫入岩による構造の乱れが大きいため，全体の構造を把握し難いが，NNE-SWの軸方向をもつ等斜褶曲をなしていると考えられる。

1-2 鉍床概要

調査地域に分布する鉍床は裂隙充填鉍脈型金鉍床のみである。鉍脈は，緑色火山岩類及び花崗閃緑岩中に胚胎され，石英脈に黄鉄鉍・硫砒鉄鉍・閃亜鉛鉍その他の硫化鉍物を随伴する。鉍脈の一般走向はNW-SE方向を示し，脈幅は一般に5cm～80cm，鉍石部の水平延長は100m～200mである。鉍脈は多くの場合近辺に2～3条発達し，ほぼ同一の方向性を持って並び断続して一つの鉍化帯を形成している。本地域には，既知鉍脈も多数存在するが，更に地化

学探査結果から得られた異常帯分布図によって、そのような鉍化帯が、おおよそ3km離れてNW-S-E方向に3列並んで存在することが判明している。これらの鉍化帯中の鉍床及び主要鉍徴を列挙すれば次のとおりで、それぞれの概況について以下に記載する。(図2-1-1 Diamante - Paraiso-Bombona 地域地化学探査結果図参照)

○ 東部鉍化帯

Diamante 鉍床, Marina 鉍床, Gitana Segunda 鉍床, Gitana 北西延長鉍徴群, Desquite 鉍床

○ 中央鉍化帯

Paraiso 鉍徴群, Delicia 鉍床, Q.3 鉍徴, Jarol 鉍徴

○ 西部鉍化帯

Bombona 鉍床, Bombona 北西延長鉍徴群

1-2-1 東部鉍化帯

本鉍化帯の南部には、ほぼ平行に約300m離れて存在するDiamante 鉍化帯とMarina-Gitana 鉍化帯の2列の鉍化帯があり、また、これら2鉍化帯の北西延長が、地化学探査により捕捉されている。Desquite 鉍床は更にこの地区より7.5km北西に所在する。Desquite 鉍床が花崗閃緑岩類を母岩とする以外、全て緑色火山岩類を鉍床母岩としている。

(1) Diamante 鉍床

調査地区中最も強い鉍化作用が認められている鉍床で、古くから小規模ながら継続的に稼行されている。本鉍床に対しては1980年~1982年3ヶ年にわたって遂行された日本-コロンビアの資源開発協力基礎調査により、地質精査、地化学探査、試錐探査(15本、延2,096.7m)が重点的に実施され、鉍床の規模、品位等が可成り明らかになった。

(2) Marina 鉍床

本鉍床の鉍脈はDiamante 主脈の東方約300mにあり、ほぼ、平行に走っている。小沢の両岸に多数の坑口が開かれているが、いずれも手掘り掘進による地表下100m以内の浅い坑道である。鉍脈の一般走向はNW-S-Eで傾斜はNE方向に20°から75°迄変化する。脈幅は最大130cm(Soc.Triunfo 引立)に及ぶが、膨縮が著しい。確認されている鉍脈の水平延長は70m程度、上下方向には10~20m程度である。鉍質は地表下浅い所では酸化褐色粘土状をなしているが、坑道奥部では硫化鉍を伴う石英脈である。

(3) Gitana Segunda 鉍床

本鉍床の所在地はMarina 鉍山の北西方約500mにあり同一鉍化帯と思われる鉍脈を小規模に稼行している。鉍化帯の幅は約120mあり、その中に6本の鉍脈がある。このうち、4鉍脈の全てからAuが検出された(Au 2.0~11.8g/t, 4脈単純平均6.3g/t)。鉍脈

の走向はN34°~50°Wだが傾斜は45°Eの緩傾斜から約70°Eの急傾斜のものまでである。

脈幅は10cm~60cm, D坑道では採掘跡から推定すると1mを越える箇所もあるが、一般的には、50cm前後である。母岩は無層理の緑色凝灰角礫岩で、鉍質は粘土質であり、その中に石英細脈が1ないし数条含まれている。

(4) Gitana北西延長鉍微群

Diamante地区の北西隣接部にあたる。

厚い植生に覆われる為、露頭は主要河川沿いに限られ分布する。地質は暗緑色の玄武岩質安山岩が地区のほぼ全域を占め北西端の小部分に珪質頁岩が分布する。

鉍微は、Gitana 1号坑の鉍脈(脈幅20cm)が1条観察されただけである。

地化学探査の結果、本地区にて5帯の異常地帯が抽出されており、今後探鉍次第では有望な鉍脈群を発見し得る可能性がある。

(5) Desquite 鉍床

鉍床は、Telembi川上流域の右岸に所在する。

本鉍床の現況は、数人の作業者により坑内採掘、水車磨鉍、アマルガメーション等が極く小規模に行われている。小人数による手掘り採掘と断続操業のため処理鉍量は平均日産1tをこえない程度である。鉍脈の走向・傾斜はN40°W・70°NE, 脈幅は4~40cmと変化する。鉍脈の水平延長は30m以上、品位はAu tr~5.1g/t, Ag tr~9g/tを示している。

地化学探査の結果、亜鉛の異常帯が本鉍床を中心に幅100m, 延長700mに亘って抽出されており、鉍脈と地化学探査異常の分布とが極めて良い一致を示している。

1-2-2 中央鉍化帯

本鉍化帯は全て花崗閃緑岩類を母岩としている。

(1) Paraiso 鉍微群

Paraisoは、Telembi川上流Q.Cerroとの合流点附近、標高2,000m前後の地形がゆるやかな場所にある。

下記の①から⑧の各地に鉍微が見出されている。これらのうち一部の箇所では採掘もされたが、大部分の箇所は露頭徴候のみである。

- ① San Antonio ② Ruidosa ③ San Luis ④ Q.Lulo
⑤ Q.Oso上流地点 ⑥ Q.Oso支沢 ⑦ 地化学探査ラインD-6西端部
⑧ Q-2沢中流地点

以下各鉍微について記述する。

① San Antonio

San Antonio 鉍徴は当地区で最も活発に稼行された鉍床である。ゆるやかな東斜面に東西 90 m, 南北 25 m の凹地状採掘跡を生じている。鉍脈はこの凹地のほぼ中央部北側斜面で観察され、脈幅 3 m 中に走向 N5°W と N24°W の 2 方向の鉍脈があり、分析値は Au 4.6 g/t, Ag 5 g/t が得られている。近くに磨鉍水車が設置されているが、操業は中止している。

② Ruidosa

本鉍は San Antonio の南東方約 300 m に在り、小規模な手掘採掘が行われている。鉍脈は脈幅 2.5 m, 走向・傾斜は N40°W, 50°SW を示しており、これまでの分析結果では、Au tr ~ 6.7 g/t, Ag 14 ~ 149 g/t が得られている。

鉍脈は絹雲母・カオリン化の著しい白色粘土脈で、その中に石英小脈を含んでいる。

③ San Luis

本鉍徴は San Antonio の西南西 1.5 km に在る。沢の左岸の 3 m 間に 3 本の鉍脈が観察され近接平行する 2 鉍脈を追って奥行 5 m の坑道が掘さくされている。脈幅は 10 cm ~ 40 cm, これまで得られている分析値は、Au tr ~ 48 g/t, Ag tr ~ 9 g/t を示している。

④ Q.Lulo

本鉍徴は Guachavez ~ Eden 道路と、Telembi 川との間のルロ畑の中を流れる小川中にある。

鉍脈の走向・傾斜は N65°W, 80°N を示しており鉍化微弱である。

⑤ Q.Oso 上流地点

本鉍徴は Q.Oso 谷より San Antonio 採掘用水を導く取水路切断面にあり、露頭面 7 m 間に平行鉍脈が 3 本見られる。脈幅は 5 ~ 10 cm, 走向・傾斜は N50°W, 85°NE である。

⑥ Q.Oso 支沢

本鉍徴は前述した San Antonio, Ruidosa の南東延長線上で Ruidosa より 450 m 離れた沢中に見られる。鉍脈は 2 箇所に見られ、脈幅は 80 cm 及び 10 cm で走向・傾斜はそれぞれ、N80°W, 80°N 及び N20°W, 80°W を示す。

鉍化作用微弱で分析は行われていない。

⑦ 地化学探査ライン D-6 西端部鉍徴

本鉍徴は直径約 1 m の硫化鉍ゴッサンの転石である。転石は尾根の近傍で発見されておりその源は近いと推定される。

⑧ Q.2 沢中流地点

Q.2 沢の中流部に弱鉍徴地が 2 箇所見出された。その一は、Guachavez - Eden 道路の近くで沢の左岸より西向きに浅い坑道が掘削されている。これまでの分析結果では、

Au, Ag 共に barren である。

Paraiso 地区の地化学探査異常帯は、全ての既知鉱徴の所在地を包んで分布しており、異常帯が極めて良く鉱徴を反映していることを示している。従って、現在鉱徴が発見されていない異常帯(8及び9)にも鉱床賦存の可能性が大きいと考えられる。

(2) Delicia 鉱床

鉱床の所在地は Paraiso の南方約 2 km, Telembi 川支流 Q. Del Cerro の左岸に位置している。

地質は標高 2,400 m 前後を境として高所は細粒斑岩質の花崗閃緑岩, 低所はこれを貫く中-粗粒優白質の花崗閃緑岩である。小沢中に約 100 m 離れて 2 箇所の採掘跡があるが鉱脈は露出していない。

(3) Q. 3 鉱徴

Q. 3 右岸の川岸沿い 40 m 間に、4 本の褐鉄鉱焼けを伴う石英脈が観察される。更に、50 m 上流の左岸は幅 8 m 程度の白色粘土化の著しい地這り地形を示し、硫化鉄鉱化を示す褐色酸化鉄の焼けを伴っている。母岩は花崗閃緑岩であり、鉱脈の一般的な走向・傾斜は NW-SE・NE 落しを示し脈幅は 15 cm ~ 55 cm で分析結果は Au tr ~ 7.3 g/t, Ag tr ~ 19.8 g/t である。

(4) Jarol 鉱徴

本鉱徴は Guachavez ~ Eden 道路と Delicia への山道との分岐点より南東方向に約 250 m の位置にある。鉱徴は北西方向に流れる小沢の中に在り、脈幅 1.2 m 強、走向・傾斜 N35' ~ 60° W, 60° NE, 鉱質は白色~茶褐色の粘土脈である。これまでの分析では、Au, Ag 共に barren である。

地化学探査の結果、中央鉱化帯の分布する地区には 3 帯の異常帯(7, 8, 9)が抽出されている。異常帯 8 の南東延長は Q. 3 の鉱脈露頭群を包含する。異常帯 9 は、南東部で Delicia 鉱脈を含む異常帯 10 と連続する。これらの異常帯の延長は 1 km から 5 km に達し比較的大きな異常帯である。異常帯 12 は、10, 11 に比べて小さいので優先順位は下位となる。

1-2-3 西部鉱化帯

(1) Bombona 鉱床

本地区の鉱床は、1950年当時盛大に稼行されたと言われており、事実地区内には旧坑が多数存在し、また、旧選鉱場礎石も残存するが、大部分の旧坑は坑口にて崩壊し入坑不能

である。

現在、地区内2箇所にて小規模稼行が実施されているが組織的な探鉱作業は全く行われていない。

本地区の地質は花崗閃緑岩類を主とし、一部堆積岩よりなる。

本地域は、Piedrancha花崗閃緑岩体(33km×2~13km)の中央部南東縁にあり、貫入岩体の伸長方向が北部で南北方向であるものが南部で南西方向へ曲がる変曲点付近に位置しており、N50°~60°W系の裂罅構造の発達が著しい。

本地区の鉱脈群はBombona arriba及びBombona bajoに分かれて分布しており、それぞれ小規模に稼行されている。

鉱脈の一般走向・傾斜は、N60°W、70°N-80°Sであり、全体としてミの字型の雁行配列を示している。

鉱脈幅は、最大40cmであるが、膨縮に富み連続性に乏しい。既知鉱脈で最も長く追跡された鉱脈は、60m強であるが、大部分の鉱脈が10m前後追跡すると石英脈が尖滅して酸化した粘土脈になっている。

鉱質は、含金石英脈であり、黄鉄鉱・硫砒鉄鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱・黄銅鉱を少量随伴している。分析結果による品位は、Au 0.7~80g/t、Ag 6~812g/t、Cu tr~0.1%、Pb tr~0.5%、Zn tr~0.7%、As 0.7~5.4%を示す。

地化学探査の結果では、強異常帯5箇所、弱異常帯4箇所が得られているが、強異常帯5箇所のうち、3箇所は既知鉱脈の存在する所に合致し、他の2箇所は新地域であり未知鉱脈が存在する可能性がある。

(2) Bombona北西延長鉱徴群

本地区は、Bombona鉱床帯の北西延長部に相当し、北西に流れるBombona川の左岸一帯を占める。

鉱徴はBombona bajo鉱床に近接するQ.18にて数箇所認められる。

Q.18に見られる鉱脈は走向N45°W~EW、傾斜48°NE~80°SWと変化するが一般走向はNW-SEである。Q.18中流より上流にかけて出現する4箇所の鉱徴から採取した試料の分析結果では、Au tr~436g/t、Ag tr~1,144g/tが得られている。これらのうち、1箇所の鉱徴の対岸に坑口が崩壊して入坑不能の坑道跡が観察されるが、その他の鉱徴はいずれも露頭のみで探鉱が行われた形跡はない。

当地区の地化学探査の結果では、既知鉱脈の北西延長を示す異常帯(14(B),(C))と他の異常帯(13及び14(A))の2帯の平行する異常帯が抽出されている。

1-3 鉍化・変質作用

1-3-1 地質構造との関係

調査地区に分布する鉍脈型鉍床の一般走向は、NW-S E方向であって、これは母岩が緑色火山岩類でも、花崗閃緑岩の場合でも全く同様である。

当地域を含む広域的地域の主要リニアメントは、NW-S E系、NE-S W系及びN-S系の3系であって、この内NW-S E系に鉍化作用が行われているものである。

これまでに、地質調査、地化学探査によって多数の鉍脈ないし鉍徴が捕捉されているが、全体的にはおおよそ3kmの距離を置いてほぼ平行にNW-S E方向にのびる3列の鉍化帯に集約される。上述の広域的リニアメントのパターンは、E-W方向の横圧力により生成された1組の共役剪断面(N E系、NW系)及び圧縮破断面(N S系)が基本的組合せとなっているものと考えられる。

1-3-2 火成活動との関係

鉍脈鉍床の母岩がPiedrancha 花崗閃緑岩及びこれに貫かれている緑色火山岩類であり、前項で述べたごとく、母岩の種類に関係せずに一定方向を有することから、鉍脈鉍床の生成時期は花崗閃緑岩が貫入固結し、周囲岩体とほぼ同一の物性を持つに至った時期であると考えられる。しかし、金鉍床はPiedrancha 花崗閃緑岩の岩体内周縁部及び外側に多く、北東部に硫化鉍物の少ない含金石英脈鉍床群、南東部に硫化鉍物の多い鉍脈群が分布しており、鉍床の空間的配置と鉍質の変化はPiedrancha 花崗閃緑岩と鉍床との間に関連性があることを示唆している。これまでの調査により、Piedrancha 花崗閃緑岩は、早期から晩期へと、閃緑岩から花崗閃緑岩へと成分変化を示すこと、閃緑岩は先駆的貫入岩としてNE-S W配列を示し、銅モリブデンの鉍染を伴うこと、Piedrancha 花崗閃緑岩も複合貫入岩体の形態を有し、200万年から600万年の貫入年代をもっていること等が判明している。

本地域の鉍脈鉍床は、これらのすべての貫入岩を切って生成しており、これら火成活動の最末期に生成されたものと考えられる。

1-3-3 母岩の変質

鉍脈を中心とする狭い範囲の変質鉍物に対するX線回折の結果、鉍脈を中心として、左右に対称的な変質鉍物の累帯分布を示すことが認められている。すなわち、変質鉍物は鉍脈中心から外へ向ってセリサイト-モンモリロナイト/カオリン-緑泥石が分布している。

また、化学成分の増減を知るためにCa, Si, Sb, As, Sについて分析が行なわれている。そのうちAsは、鉍脈部で最大、脈から離れるに従って減少している。一方、Caは、Asと全く逆の傾向を示している。SiO₂については、鉍脈部において増加するが、その周辺ではむしろ

る減少する傾向が見られる。即ち、一種の脱玻璃作用が行われ、モンモリロナイト化が進む。

1-3-4 鉍石鉍物

鉍脈を構成する鉍石鉍物は、黄鉄鉍、硫砒鉄鉍が最も普遍的に存在し、閃亜鉛鉍がこれに次ぐ。黄銅鉍・方鉛鉍・四面銅鉍は少量存在し、金銀鉍物であるエレクトラム、輝銀鉍、輝安銅銀鉍、濃紅銀鉍、銀ゆう銅鉍、含銀Pb-Bi鉍物が極少量検出されている。

脈石鉍物は、石英が大部分であるが、顕微鏡観察において、Diamante 鉍石中にドロマイドが認められ、また方解石脈がDesquite鉍床の露頭地すべり地中の転石として認められている。主要鉍石鉍物のうち、エレクトラムはE P M A画像によれば常に、金に富む金銀比率を有し、数 μ から100 μ 程度の大きさを持つ不規則な小塊状、棒状、樹枝状等の形を呈している。共生関係は、自形を呈する硫砒鉄鉍と共生、リズミカル沈殿をする石英と共生、黄鉄鉍の溶蝕部分を充填して生成、あるいは、硫砒鉄鉍の小割目沿いに樹枝状に生成等、様々な産状を示している。輝銀鉍・輝安銅銀鉍は黄鉄鉍の結晶縁に沿って不規則外形で晶出している。更に輝銀鉍は黄銅鉍を切る細脈となつたり、あるいは、方鉛鉍の白鉛鉍変質に伴われて生成したりしている。

1-3-5 鉍床の特性

当調査地域に分布する鉍床の特性については、一部これまでの記述と重複するが、以下の通りに纏める事が出来る。

- (1) 白亜紀緑色火山岩類、及びこれを貫く新第三紀中新世の花崗閃緑岩を母岩とする裂罅充填型の含金多金属鉍脈型鉍床である。
- (2) 鉍床は調査地域に北接する地域に見られる優勢な石英脈にやゝ量的に少い黄鉄鉍を主とする硫化鉍物を伴う鉍脈(E1 Tabano, La Concordia etc.)と、調査地域内のDiamante鉍床に代表される閃亜鉛鉍を比較的多量に含み、石英のやゝ少い鉍脈鉍床とに分けられる。いずれにもAu 5~15g/t程度含有し、金鉍山として開発され、大部分は現在も、小規模ながら稼行されている。また、いずれにも含砒素鉍物を伴う。
- (3) 鉍化作用は、東西方向の圧縮力が強く作用して形成された、NE-SW, NW-SE系の両剪断面、N-S系圧縮面、E-W系展張面の各裂罅系のうち、NW-SE系に選択的に見られる。
- (4) 鉍化帯はNW-SEの方向性を有し、互いに約3km隔った3列(Bombona, San Luis-Delicia, Desquite-Diamante)に配列している。
- (5) 各鉍化帯は数百米の幅を持ち、その中に数条の鉍脈が賦存する。
- (6) 鉍脈の幅は一般的に細く1m以下であり、これまでの調査ではDiamante主脈中心部の5.6mが最大である。富鉍部は、水平延長150m-200mで比較的短く、深度も200m

程度と推定される。

- (7) 鉍脈は硫砒鉄鉍・閃亜鉛鉍に富み、金銀鉍物はエレクトラムが主体である。エレクトラムの晶出は硫砒鉄鉍晶出の末期に行われたと思われ、硫砒鉄鉍の多い所では金品位も一般に高い傾向がある。
- (8) 閃亜鉛鉍とエレクトラムとの相関関係はそれ程高くないがDiamante鉍床の富鉍部では亜鉛品位が10%に達する部分がある。また、Desquite-Diamante鉍化帯の方が他の2列の鉍化帯に比べZnの徴候が多い。

1-4 DIAMANTE 鉍床

1-4-1 Diamante 鉍床の概況

本鉍床の現況・特徴について次の如く要約することが出来る。

- (1) Diamante 鉍床は、Hormiga 坑、Hormiga W坑、Auxiliadora 坑、Diamante 坑、Gualquilia N及びS坑、San Sebastean 坑等の坑道により採掘されているが、これらの坑内の鉍脈は、接近してNW-SE方向に走る2条(局部的に3条)の鉍脈からなっており、その延長は約800mである。(Diamante 主脈と称す。)
- (2) 2条の鉍脈の北西部は、Hormiga 坑の鉍脈とボーリングPD-3で捕捉した鉍脈が連続し、Hormiga W坑の鉍脈がAuxiliadora 坑の鉍脈と連続している。
- (3) 鉍脈の膨縮激しく、鉍化作用のばらつきも大きい。
- (4) 最も脈幅が厚く品位も良い富鉍部は、Diamante 坑奥部付近にあり、ボーリングPD-6、PD-10で下部への連続を捕捉している。しかし、他は一般的に脈幅細く、30cm~80cmである。また、延長も150m~200mである。
- (5) 鉍脈中に観察される鉍物は、黄鉄鉍・硫砒鉄鉍が最も多く、閃亜鉛鉍・黄銅鉍・方鉛鉍を少量伴い、四面銅鉍、ビスマス-アンチモン鉍物、銀鉍物等も微量認められる。
- (6) 金はエレクトラムとして、石英中、硫砒鉄鉍中及び硫化鉍物結晶間に存在し、大きき0.0Xmmのオーダーである。
- (7) 母岩は凝灰角礫岩及び玄武岩質安山岩から成り、後者は南部に多い。これらの母岩の種類と富鉍部との関係は特に認められない。鉍脈近辺(10cm~50cm)には、絹雲母化、モンモリロナイト化、珪化作用が観察される。

1-4-2 鉍床の産状・品位

Diamante 主脈帯には、数箇所の小坑道があり坑内地質状況は北から南え以下のとおりである。

Hormiga 坑：延長20m、走向N40°W、傾斜65°NE、坑口から10mまでは酸化して

おり、その奥部での硫化鉍の分析品位は採取幅 25 cm に対し、Au 17.0 g/t, Ag 143 g/t を示した。但し、硫砒鉄鉍に富み As 23 % を含有している。

Hormiga W 坑：走向 N50° W, 傾斜 50° NE, 粘土質の酸化鉍鉍脈, 脈幅 20 cm - 30 cm。
坑道延長 12 m。脈勢やや弱い。

Auxiliadora 坑：N60° W 方向を主とする多数の細脈が複雑に交り合った一種の網状鉍染状の鉍体で黄鉄鉍, 硫砒鉄鉍の鉍染を伴う。比較的鉍化の強い部分 120 cm の分析結果は、Au 15.7 g/t, Ag 13 g/t であった。また、南東引立部では Au 3.3 g/t, Ag 90 g/t を示した。閃亜鉛鉍を少量伴っている。

Diamante 坑：本地区で最も生産量の多い坑道 (2-3 t/day) で、且つ長期に亘り継続的に採掘されている。ほぼ北向延長 100 m の坑道の最奥部約 20 m が幅の広い鉍化帯となっており、高品位部を追跡採掘した旧坑が縦横に通っている。岩盤軟質のため全面的に保坑されており、鉍化帯の全ぼうは観察出来ないが、一部新採掘中の坑道があって鉍化状況を観察することが出来る。
中央部北向きの壁、下盤西向き坑道及び掘り下り立坑内の 3 箇所から採取した試料の分析結果は次のとおり。

(1) 北側壁面

Sample No	採取幅 cm	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	As %
DIA-1	200	2.0	3	0.1	0.0	0.1	0.6
DIA-2	200	7.6	122	0.4	0.1	1.1	1.6
DIA-3	100	25.5	76	0.1	0.2	1.5	6.0
平均値	(500)	8.9	65	0.2	0.1	0.9	2.7

(2) 下盤坑道側壁

2-D-10	300	2.4	59	0.1	0.1	0.9	2.9
2-D-11	300	16.3	64	0.1	0.1	1.4	1.1
2-D-12	300	4.6	80	0.1	0.2	1.6	2.6
平均値	(900)	7.8	68	0.1	0.1	1.3	2.2

(3) 掘り下がり立坑内

2-D-2	120	5.3	134	0.6	0.2	3.0	7.4
2-D-3	100	9.3	46	0.3	0.1	2.9	2.2
平均値	(220)	7.1	94	0.4	0.2	3.0	5.0

以上により、試料採取した付近の鉱体は、ほぼ $Au 8 g/t$, $Ag 75 g/t$ 前後の品位があるものと見られる。鉱石帯の幅はこれらサンプリング位置よりも更に西側から始まっており、採掘ずみなので鉱況はうかがえないが、かつては高品位部のみを採掘したと言われ、それらの幅も含めた約 $10 m$ を鉱石帯として考えてよいであろう。この幅と品位は 1981 年のボーリング PD-6 による着鉱部の幅・品位 ($9 m$, $Au 9.0 g/t$, $Ag 59 g/t$) と非常に類似している。

1-4-3 鉱化作用と鉱質

Diamante 主脈中に認められた鉱物は多数あり、顕微鏡観察結果から推定された晶出順序に従がい上から順番に並べれば以下のとおりである。

- | | |
|---|----------------------------------|
| ↑ | (1) 黄鉄鉱・硫砒鉄鉱・エレクトラム |
| ↓ | (2) 閃亜鉛鉱・黄銅鉱・方鉛鉱・含銀鉛-ビスマス鉱物・四面銅鉱 |
| ↓ | (3) 黄鉄鉱・白鉄鉱・含銀鉛-ビスマス鉱物 |
| ↓ | (4) 輝銀鉱・濃紅銀鉱 |

脈石は石英を主とし、少量のドロマイトを伴う。

本鉱床には亜鉛が $2 \sim 3 \%$ 、銅が $0.2 \sim 0.4 \%$ 伴っているのが特徴であるが、閃亜鉛鉱結晶内にはほとんどの場合黄銅鉱を点滴状に多量に含んでいる。方鉛鉱は全体的に少ないが、しばしば銀鉱物を包含している。

上記の(1)-(2)期と(3)-(4)期の間には、既晶出結晶を破砕した角礫化作用(断層運動)が起きており、(3)-(4)の鉱物はその破砕小裂隙に入り込んで晶出しているのが認められる。

Diamante 主脈の鉱質は大別して次の3種に分けられる。

- (1) 珪質硫化鉄鉱石：幅 $30 cm \sim 60 cm$ の緻密な石英脈中に黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、閃亜鉛鉱を比較的少量に伴うもので少量の黄銅鉱、方鉛鉱が肉眼的にも認められる。金の含有は一般的に高い。
- (2) 細脈状硫化鉄鉱石：Diamante 鉱北側壁面サンプリング位置の中央部に見られる。黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、閃亜鉛鉱等の硫化鉄物が $0.5 cm \sim 2 cm$ 程度の細脈で、粘土化した母岩中に $10 cm \sim 20 cm$ の間隔を以って平行あるいは不規則網状に入っているもので、それぞれの細脈中の金含有は高いが、全体的には品位がやや落ちる。北側の壁面では、やや方向に規則性を持ち、走向 $N60^\circ W$ 、傾斜 $45^\circ \sim 65^\circ NE$ の傾向を有する。
- (3) 塊状硫化鉄鉱石：Diamante 坑北側壁面サンプリング位置の上盤側(東側)に該当するが、内部構造が判定し難い程強く硫化鉄鉱化(黄鉄鉱・白鉄鉱)した部分で、少量の金を含む。珪化作用を伴っているが、閃亜鉛鉱や黄銅鉱はほとんど見られない。

1-4-4 品位分布及び鉱床の形状

Diamante 鉱床主脈に対するボーリング調査結果及び旧坑内試料分析値をすべて同主脈縦断面図に記入し、Ag/Au 比率、Cu、Pb、Zn、As の各成分について検討し、図 2-1-2 Diamante 鉱床研究縦断面図が作成されている。

この検討図から、以下のことが読み取れる。

- a. 金のいわゆる富鉱部は、金銀比率では③帯即ち 6~15 倍の範囲であって、この外側は高い方も低い方も金の絶対品位は良くない。本脈の平行隣接脈である Marina, Gitana 鉱床中の高品位金鉱石について調べても同様の結果が得られる。
- b. Cu 0.3% 以上の場所は、南部 Gualquilia Norte 坑から南、それも標高 2,550 m から上部の地区と、北部の Hormiga 坑である。また、中央部 PD-5 中に 0.44% の値が局部的に独立して存在する。
- c. Pb 0.1% 以上の場所は、南部に一般的で、北部 Hormiga 坑にもあり、且つ中央 Diamante 富鉱部上部にもある。
- d. Zn 2.0% 以上の所は、Diamante 中央富鉱部とほぼ一致し、又 Gualquilia Norte 坑とその下部 PD-14 着鉱部に小規模に分布する。
- e. As 2% 以上の所は、金銀比率④帯を除く上記のほぼすべての場所と重複した広い範囲に分布する。
- f. 全体の形状としては、中心部に Au-Zn-As 帯、外側に Au-Zn-Pb 帯及び Pb-Cu-Ag 帯が分布し、きのこ状を呈する。
- g. Diamante 鉱床、鉱化圏の全長は約 1,200 m ある。しかし、金鉱石帯(一応脈幅 25cm, Au 3 g/t 以上として)の賦存範囲は、鉱脈の膨縮があるため、水平延長 100 m~200 m と比較的短く、上下方向も下限が標高 2,450 m 付近と考えられることから、150 m~200 m と推定される。

本研究図には、ボーリングにより捕捉されたすべての鉱石分析値を投影しているため、少なくとも 2~3 条ある鉱脈の情報と一緒にになっている。且つ、鉱脈中の鉱物賦存の形状は全く不均質である。そのため、小さなボーリング試料中の品位は偶然的要素の影響を受け易い。したがって、鉱量・品位をより正確に知るためには錘押坑道によって調査することが必要である。

(但し図 2-1-2 において、中央部の南に、ボーリング PD-11, PD-12 が鉱石を捕捉しなかったことによる空白部がある。この両孔で貫通した鉱脈構造は、変質を受けた破碎帯である。しかし、その鉱脈構造貫通後数米で掘進終了しており、その先に更に鉱脈が存在するかどうかの疑問を残している。Diamante 主脈は接近した 2 本の平行脈から成っている可能性が強いので、富鉱部の南部延長が存在するかもしれない。成分分布パターンも、この部分が鉱

石帯として連続している方が、より自然に思われる。その場合は延長も異なるが、今回の鉱量計算では図2-1-2及び図2-1-5のごとく切れているものとした。

1-5 鉱床のポテンシャルティ

1-5-1 Diamante 鉱床の鉱量試算

Diamante 鉱床につき、既存 data を基にして暫定的鉱量計算を実施した。Diamante 鉱床には、1980年～1982年間3ケ年のコロンビアに対する日本の協力調査により、15本のボーリングが実施されており、うち10本が着鉱している。この他に既存の5箇所の旧坑についても地質調査・品位分析が実施されており、これらの資料によって作業を行った。しかしながら、Diamante のような膨縮の激しい鉱脈型鉱床の評価には、もっと数多くのデータが必要であり、今回の計算はあくまで暫定的試算の域を出ない。

Diamante 鉱床の主脈は水平的にも、垂直的には膨縮が激しいように見られるが、鉱脈を東側からV-1、V-2、V-3と3枚に分けて考えた。このうち、主要鉱脈はV-3で鉱量の約80%を占めている。(図2-1-3, 4, 5 鉱画分布図参照)

鉱画は、ボーリングまたは坑道によって品位、脈巾の確認されている点をほぼ中心として、鉱床の落しの方向に沿って区画設定し、確認されている脈幅を厚さとする一枚の板状と考えて容積を計算し、品位もそのまま板状鉱画全体を代表するものとした。鉱床の下限は、これまでの地質調査の結果考えられている鉱床生成モデルに従って、標高2,450 mとした。

容積計算の後、比重を3.0、鉱床賦存率を90%として各ブロック毎に鉱量を算出し、最終的に全ブロックを合計して各鉱脈毎の鉱量とした。

鉱脈毎の鉱量品位は、V-1 3,931.0 t, Au 4.7 g/t, Ag 4.4 g/t, V-2 48,270 t Au 5.4 g/t, Ag 2.5 g/t, V-3 363,620 t Au 7.5 g/t, Ag 1.29 g/t 合計451,200 t Au 7.0 g/t, Ag 1.10 g/tとなるが、別表の鉱量表(2-1-1)では、採掘計画の参考とするため更に3つのレベル別に区分けされている。

前述のとおりデータが非常に少ないので、現段階では確然とした事は言えないが、大体の傾向としてAu, Asは下部でやや増加し、Agは逆に劣化するようである。

1-5-2 Diamante 以外の鉱床のポテンシャルティ

Diamante 地域には、Diamante 鉱床以外にも数多くの同型の鉱床の存在が知られており、Diamante 鉱床の東方300 mにあるMarina 鉱床及び Marinaの北西方500 mに位置し Marinaと同一鉱化帯とみられるGitana II 鉱床などでは既存の坑道において脈巾10 cm～130 cmの鉱脈が確認されているが、ボーリング探査が実施されていないので深部への延長が未確認であり現段階での鉱量評価は困難である。又西部鉱化帯のBombona 鉱床についても、かつて

盛大に稼行されたと云われているが、現在は大部分の旧坑が崩壊し入坑不可能のため鉱脈を確認する事が出来ず、また、組織的探鉱作業も全く行われていない段階なので、鉱量の評価は難しい。

しかし乍ら、過去3か年の日本-コロンビアの協力調査において、Diamante 鉱床を含めて広い範囲で地化学探査が実施され10箇所以上の地域でDiamanteと同様の顕著な異常帯が検出されており、植生の繁茂している地域なのでデータに若干の不確実性を考慮する必要も考えられるが、これらのうち、Diamanteから北西方向に連続すると考えられるGitana北西地域、現在小規模に採掘されているBombona鉱床の北西部地域及びDiamanteとBombonaに挟まれたDelicia～San Luis地域が有望と考えられる。

今後の探鉱によって、Diamante 鉱床程度の規模の鉱床を少なくとも2～3箇所発見する可能性は大きいと考える。

1-6 今後の精密探鉱

Diamante 鉱床に対する本格的な詳細F/S用鉱量計算のためには、更に探鉱を追加実施してより詳しいデータを獲得する必要がある。

現段階で考えられる探鉱手段は、坑道掘進による錘押探鉱を主とし、一部坑内よりのショート・ボーリングによる補完が最良の方法であろう。

鉱量・品位は、鉱山稼行の収支において最も重要な因子であり、錘押坑道内では詳細なサンプリングと地質スケッチが必要である。その中での鉱量・品位・鉱脈構造が明確になれば、その上・下部に対する推定も相当程度まで可能となるであろう。但し、断層による転移が予想され、鉱脈を完全に追跡するのは不可能に近いので、小立入坑道又は短かい試錐により調査し坑道方向を補正しながら進む必要がある。

錘押坑道レベルとしては、V-3 鉱脈を対象とし、Diamante坑のある2,600 mレベルと将来の主要運搬坑道レベルと考えられる2,530 mレベルとの中間レベルである2,565 mレベルが最適と考えられる。(図2-1-6 鉱脈及び探鉱坑道計画位置図参照)

(1) 探鉱作業量：

○ 錘押坑道	合計	600 m
○ 立入坑道(鉱車切替・探鉱用)	合計	100 m
○ 坑内簡易試錐 約40 m/本×15本	合計	600 m
○ 分析試料採取 600 m ÷ 2 m/個 = 300個	合計	300個(60日)
		300個 ÷ 5個/日(3人) = 60日
○ 試料分析(Au-Ag-Cu-Pb-Zn/個)	合計	1,500成分

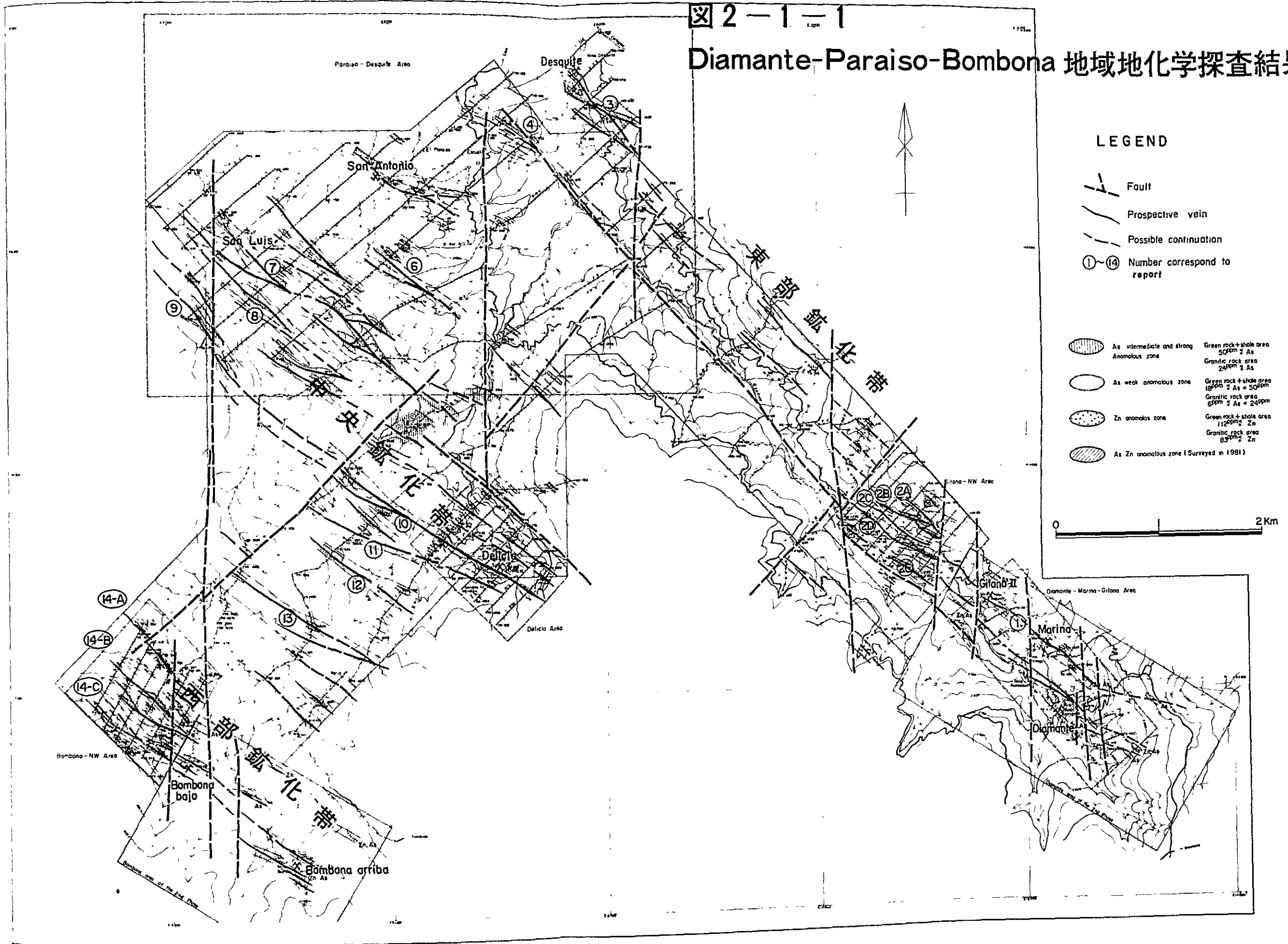
(2) 探鉱費

○ 錘押坑道	40,000ペソ/m	× 600 m	=	24,000	千ペソ
--------	------------	---------	---	--------	-----

○ 立入坑道	40,000 円/m	× 100 m	=	4,000 千円
○ 坑内簡易試錐	5,600 円/m	× 600 m	=	3,360 千円
○ 分析試料採取	5,040 円/日(3人)	× 60 日	=	302.4 千円
○ 試料分析	8,000 円/個	× 300 個	=	2,400 千円
合 計				34,062.4 千円

図 2-1-1

Diamante-Paraiso-Bombona 地域地化学探査結果図



LEGEND

- Fault
- Prospective vein
- Possible continuation
- ①~⑭ Number correspond to report

- As intermediate and strong Anomalous zone
- As weak anomalous zone
- Zn anomalous zone
- As Zn anomalous zone (Surveyed in 1981)
- Green rock + shale area 50ppm As
- Granitic rock area 24ppm As
- Green rock + shale area 18ppm As = 50ppm Zn
- Granitic rock area 6ppm As = 24ppm Zn
- Green rock + shale area 112ppm Zn
- Granitic rock area 85ppm Zn

0 2Km