

1. 關於本計畫之執行，請參閱本計畫之執行計畫書。  
 2. 關於本計畫之經費，請參閱本計畫之經費計畫書。

3. 關於本計畫之進度，請參閱本計畫之進度計畫書。

4. 關於本計畫之成效，請參閱本計畫之成效計畫書。

金國  
 國際  
 鉅協  
 業力  
 專事  
 業製

703  
 661  
 MPN  
 LIBRAR

1991.10.02

1/1



ブラジル連邦共和国 アンタゴルダ地域  
資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

JICA LIBRARY



1030083[8]

昭和 59 年 5 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. 7. 17	703
	66.1
登録No. 10520	MPN

マイクロ  
フィニッシュ作成

## は し が き

日本国政府はブラジル連邦共和国政府の要請に応え、同国の南部に位置する Anta Gorda 地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、そ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事業の内容が地質及び鉱物資源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55年度から昭和58年度までの4ケ年にわたって実施され、ブラジル連邦共和国政府関係機関、特に鉱山動力省鉱山局及び鉱物探鉱公社の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は4年間の全調査結果をまとめたものである。

おわりに本調査の実施にあたって御協力をいただいたブラジル連邦共和国政府関係機関ならびに日本国外務省、通商産業省、在ブラジル連邦共和国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るものである。

昭和59年3月

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



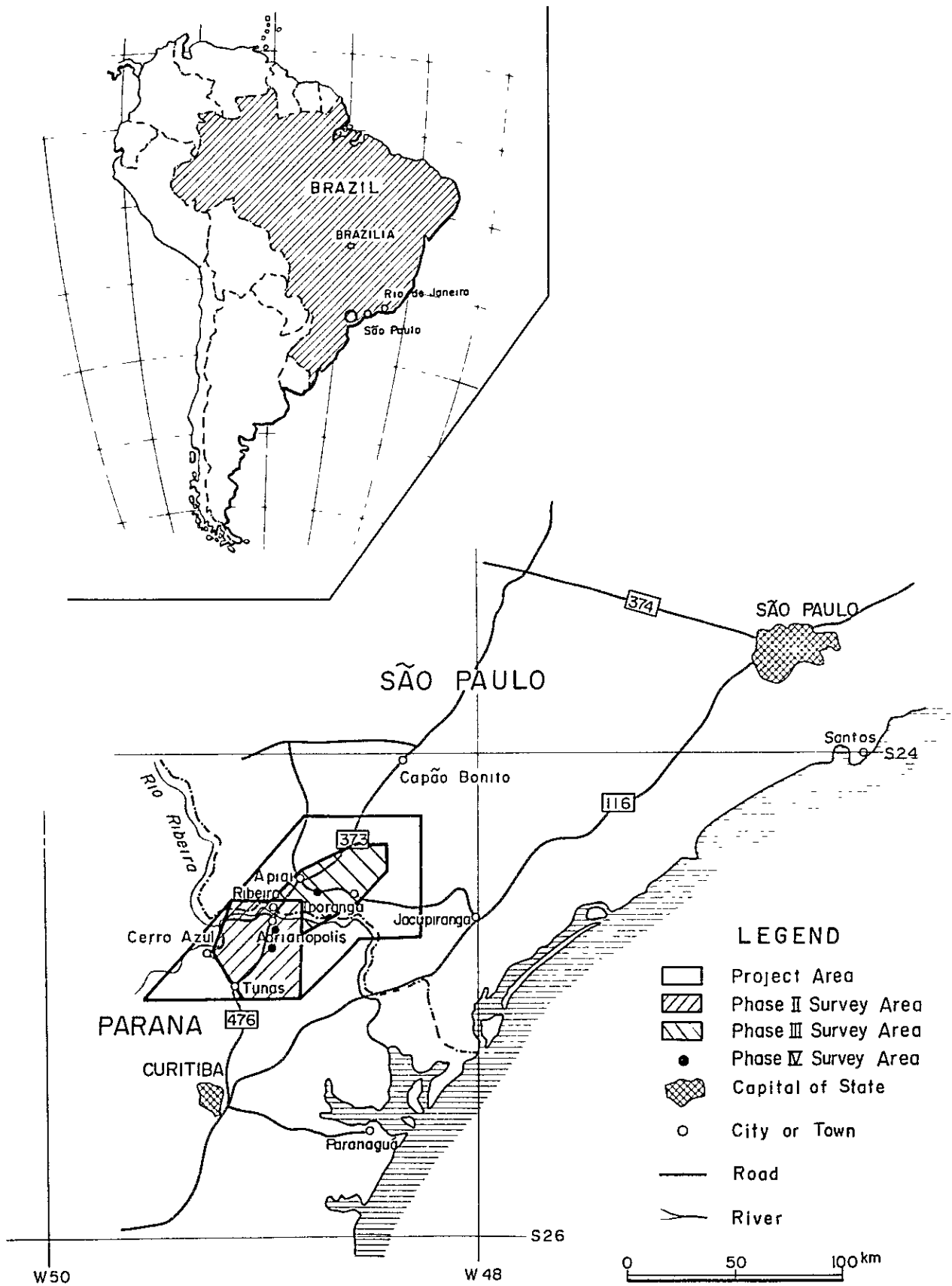
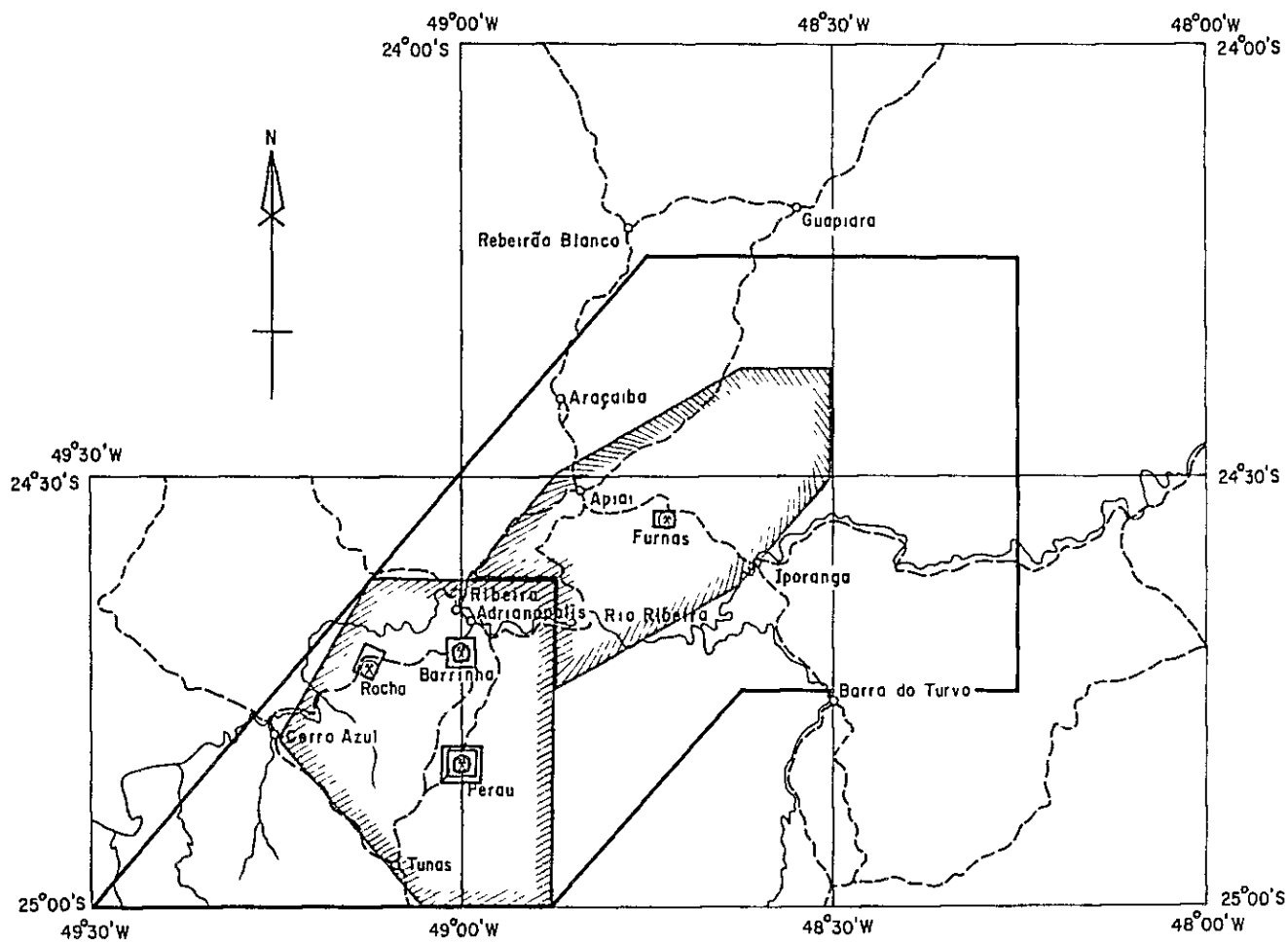





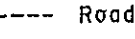



Fig. 1 Location Map of the Project Area

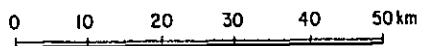






**LEGEND**

- |   |                         |   |              |
|---|-------------------------|---|--------------|
|  | Phase I Surveyed Area   |  | City or Town |
|  | Phase II Surveyed Area  |  | Road         |
|  | Phase III Surveyed Area |  | River        |
|  | Phase IV Surveyed Area  |   |              |



**Fig. 2 Location Map of the Surveyed Area**



# 目 次

は し が き  
位 置 図  
目 次  
要 約

## I 序 論

第1章 調査の概要	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 調査の内容	1
1-3 調査団の編成	3
第2章 調査地域の概要	5
2-1 位置及び交通	5
2-2 地形及び水系	5
2-3 気候及び植生	6

## II 地質調査・地化学探査

第1章 総 説	7
第2章 地 質	8
2-1 地質層序	8
2-2 貫入岩類	20
2-3 変成作用	23
2-4 地質構造及び地質構造発達史	25
第3章 鉍 床	29
3-1 鉍床概要	29
3-2 Perau型鉍床	29
3-3 Rocha型鉍床	35
3-4 鉛同位体測定結果	47
第4章 地化学探査	48
4-1 既存資料の再解析	48
4-2 Perau地区の土壤地化探結果	48



4-3	石灰岩化学分析結果	49
-----	-----------	----

### III 物理探査

第1章	総説	51
第2章	空中磁気探査資料解析	52
第3章	重力探査	54
第4章	SIP法・IP法電気探査	55

### IV ボーリング調査

第1章	総説	58
第2章	ボーリング調査結果	60
2-1	AG-01	60
2-2	AG-02	60
2-3	AG-03	61
2-4	AG-04	61
2-5	AG-05	61
2-6	AG-06	62
2-7	AG-B1	62
2-8	AG-B2	63

### V 結論及び勧告

第1章	結論	64
第2章	勧告	65
参考文献		66



## LIST OF ILLUSTRATION

- Fig. 1                    Location Map of the Project Area
- Fig. 2                    Location Map of the Surveyed Area
- Fig. II-1                Main Tectonic Map in Brazil
- Fig. II-2                Geological Map of the Reconnaissance Survey Area
- Fig. II-3                Generalized Stratigraphic Columnar Section in the Reconnaissance Survey Area
- Fig. II-4                Geological Map of the Semi-detailed Survey Area
- Fig. II-5                Generalized Stratigraphic Columnar Section in the Semi-detailed Survey Area
- Fig. II-6                Metamorphic Facies Map in the Surveyed Area
- Fig. II-7                Geotectonic History of the Surveyed Area
- Fig. II-8                Geological Map and Geological Profile of Perau Area
- Fig. II-9                Generalized Stratigraphic Columnar Section in Perau Area
- Fig. II-10              Distribution Map of Ore Shoots in Perau Mine
- Fig. II-11              Geological Map and Geological Profile of Rocha Area
- Fig. II-12              Generalized Stratigraphic Columnar Section in Rocha Area
- Fig. II-13              Relation of Stress against Folding and Fracturing
- Fig. II-14              Distribution Map of Ore Veins in Rocha Mine
- Fig. II-15              Geological Map and Geological Profile of Barrinha Area
- Fig. II-16              Generalized Stratigraphic Columnar Section in Barrinha Area
- Fig. II-17              Geological Map and Geological Profile of Furnas Area
- Fig. II-18              Generalized stratigraphic Columnar Section in Furnas Area
- Fig. II-19              Fracture Analysis of Furnas-Lageado Area
- Fig. II-20              Geological Map and Vein Map in Lageado-Serra Deposits
- Fig. II-21              Pb Isotopic Age by Ore Lead Growth Curve of Cumming and Richards (1976)
- Fig. II-22              Location Map of the Recent Project Area for Geochemical Survey
- Fig. II-23              Geochemical Factor Map of Soil Samples in Perau Area
- Fig. II-24              Dendrogram by Cluster Analysis of Geochemical Data of Carbonate Rocks
- Fig. II-25              High Potential Zone of Pb-Mineralization in the Phase III Area
- Fig. III-1              Aeromagnetic Interpretation Map





Fig. III-2	Fifth Order Residual Gravity Map
Fig. III-3	Gravity Structural Map
Fig. III-4	IP and SIP Interpretation Map in Perau Area
Fig. III-5	IP and SIP Interpretation Map in Barnnha Area
Fig. III-6	IP and SIP Interpretation Map in Furnas Area
Fig. IV-1	Geological Profile for AG-01, AG-02 and AG-05
Fig. IV-2	Geological Profile for AG-03 and AG-04
Fig. IV-3	Geological Profile for AG-06
Fig. IV-4	Geological Profile for AG-06, AG-01 and AG-04
Fig. IV-5	Geological Profile for AG-B1
Fig. IV-6	Geological Profile for AG-B2
Table I-1	Outline of the Field Survey and Laboratory Work in Phase I ~ IV
Table I-2	Member List of the Survey Team in Phase I ~ IV
Table II-1	Characteristics of Photogeological Units
Table II-2	Chemical Analysis and Normative Compoition of Igneous Rocks
Table II-3	Classification of Metamorphic Facies of the Surveyed Area
Table II-4	List of Mines and Showings in the Surveyed Area
Table II-5	Assay Results of Ores of Perau Mine
Table II-6	Assay Results of Drilling Core of Perau Area
Table II-7	List of Ore Veins in Rocha Mine
Table II-8	Results of Pb Isotopic Analysis
Table II-9	Mean and Standard Deviation of Stream Sediment Samples by Lithology
Table II-10	Correlation Coefficient among Three Elements
Table II-11	Mean and Standard Deviation of Geochemical Data in Perau Area
Table II-12	Factor Loading of Geochemical Data in Perau Area
Table II-13	Mean and Standard Deviation of Geochemical Data of Carbonate Rocks in the Phase III Area
Table II-14	Correlation Matrix
Table II-15	Factor Loading of Geochemical Data of Carbonate Rocks in the Phase III Area
Plate 1	Relation Map between Mineralization and Geological Structure in the Semi-detailed Surveyed Area (1:100,000)



## 要 約

ブラジル連邦共和国政府は非鉄金属鉱業開発の一環として Anta Gorda 地域内の Ribeira 河流域の鉛鉱床の開発に力を注いでおり、本地域の地質鉱床調査を日本政府に要請してきた。日本政府はこの要請に応え、1980年から1984年に至る4ヶ年におわたって資源開発協力基礎調査を実施した。本報告書はこの結果をとりまとめたものである。

本調査の目的は、Anta Gorda 地域において地質構造と鉱化作用及び両者の関連性を解明すること、並びに有望地区を抽出しその鉱床ポテンシャルを把握することにある。

第1年度の調査は、5,800km<sup>2</sup>の調査範囲の地質概査(縮尺1:50,000)、写真地質解析を実施すると共に既存の調査資料のうち、地化学探査(川砂)及び南部地域の空中磁気探査資料の再解析を行った。

これらの資料を総合的に解析した結果、地質層序と地質構造が解明され、特に Agungui 層群が A I 層、A II 層及び A III 層に細分された。又、既存の鉱床が Perau 型層状鉛鉱床と Rocha 型脈状～不規則塊状鉛鉱床に大別され、それぞれの胚胎層準とその分布が明らかになり既知鉱床以外にも、有望地区が期待された。

第2年度の調査は第1年次調査結果により有望とされた南部地域の地質準精査(1,200km<sup>2</sup>、縮尺1:25,000)、Perau地区の地質精査、地化学探査、物理探査(I P、S I P法及び重力法)、坑内調査、Rocha地区の地質精査及び坑内調査が実施され、併せて北部地域の既存空中磁気探査資料の再解析が行われた。

これらの資料の総合解析の結果、Agungui III層が細分され、Rocha型鉱床はこの中 A III L<sub>2</sub>層中に胚胎することが判明し、同一層準に鉱床が胚胎する Barrinha 地区が有望視された。Perau地区では、稼行中の鉱床の下限が判明したが、同じ鉱床胚胎層準の西方に I P 及び S I P 異常が検出され、鉱床賦存が期待された。Rocha地区では、鉱床胚胎層準が明確となり鉱脈の特性、母岩中の Ag/Pb 特性などが解明されたが、鉱床胚胎層準の平面的な分布が限られていることが判明した。従って Rocha地区の調査は第2年次で打ち切りとした。

第3年度の調査は、第1年次及び第2年次調査結果により有望とされた北部地区の準精査(1,000km<sup>2</sup>、縮尺1:25,000)、岩石地化学探査、Barrinha地区の地質精査、電気探査(I P・S I P法)、Perau地区の地質精査、電気探査(I P法)及びボーリング調査(3孔)が実施された。

これらの調査資料を総合的に解析した結果、北部地区の準精査では南部地区同様 Agungui III層が細分され、岩石地化学探査の結果 Furnas地区に有望な異常が認められた。Barrinha地区では北東部の I P 異常及び南西部の S I P 異常が有望と考えられた。Perau地区では第2年次の電気探査(I P・S I P法)の結果から抽出した地点でボーリング調査(3孔)により新たに重晶



石を伴う鉛-亜鉛鉱床(幅6m品位Pb+Zn6%)を確認した。又Perau周辺に広がるIP異常は南部には連続しないことが判明した。

第3年次までの調査により新鉱床を発見するほかBarrinha地区、Furnas地区などで有望な探鉱余地が抽出されるなど多大な成果を上げたことにより調査期間が1年延長され、第4年次の調査が実施された。

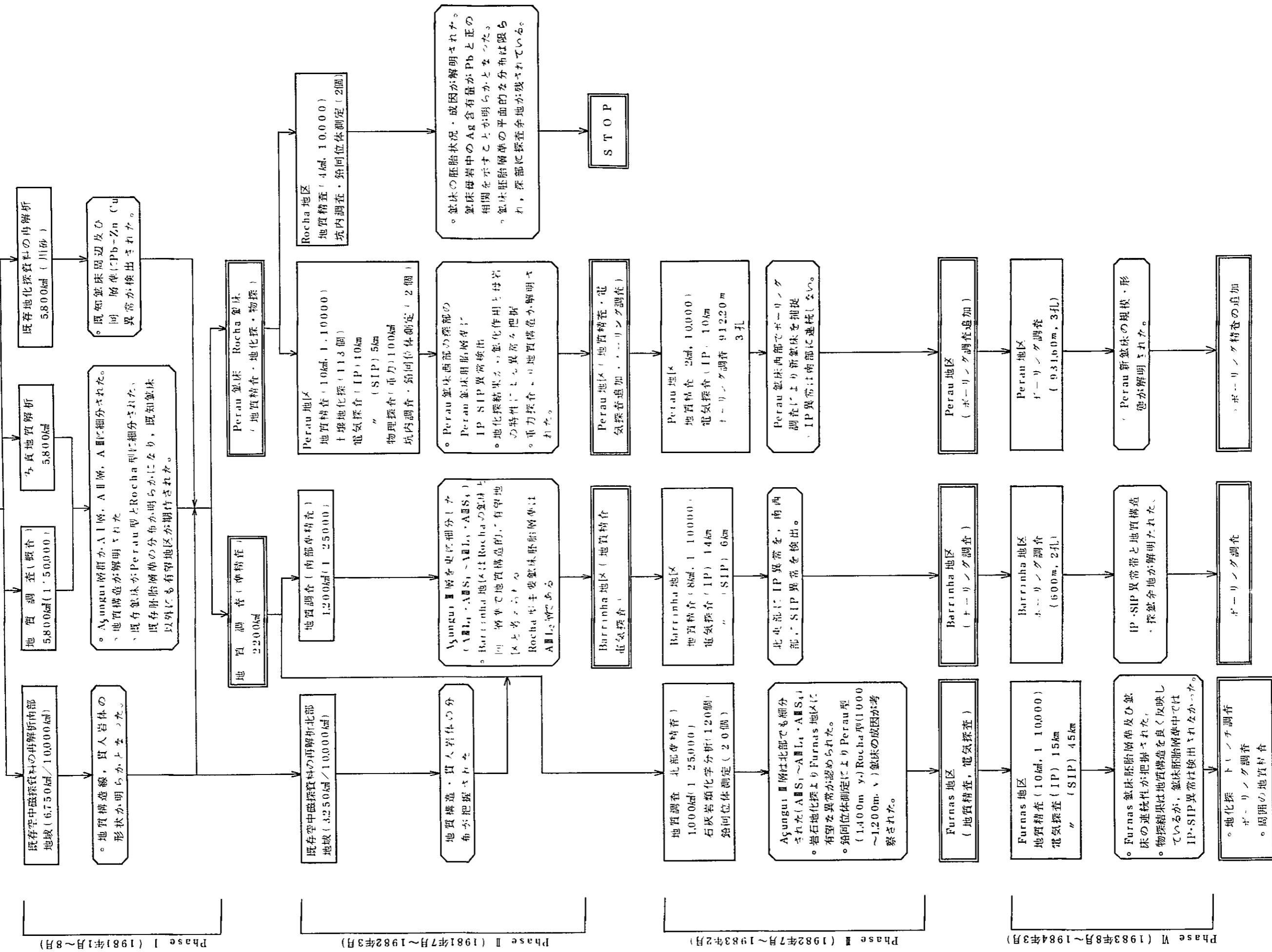
第4年次の調査は第3年次の調査結果より有望とされたPerau地区のオーリング調査(3孔)、Barrinha地区のボーリング調査(2孔)及びFurnas地区の地質精査、電気探査(IP・SIP法)が実施された。

これらの調査資料を総合的に解析した結果Perau地区のオーリング調査では、第3年次に実施したオーリング地点の周辺(3孔)にてそれぞれ鉛-亜鉛の鉱化帯を確認できた。これによりPerau地区の新鉱床の規模はこれまで実施された6孔の範囲で約100万tと推定される。Perau鉱山は当地域では最大規模の鉱山であり、この新鉱床発見はRibeira河地域一帯の鉛鉱床のポテンシャルを高めることができた。

Barrinha地区のボーリング調査では、複雑に褶曲している地質構造が解明され、北東部の今回把握されたIP異常及び南西部のSIP異常は、鉱床胚胎層準中の黄鉄鉱化帯であることが判明した。今後は、鉱床胚胎層準が分布するQuatoro鉱床南部及び当地区北部に北東部のE-W系断層の南側の石灰岩・苦灰岩層のボーリング調査を実施することが望ましい。

Furnas地区の地質精査では、地質層序の詳細な検討を行い、鉱床胚胎層準が明確になった。電気探査(IP・SIP法)では、鉱床胚胎層準の上・下盤に強いIP効果を示す地層が存在し、又、鉱床胚胎母岩が非分極性岩体で且つ鉱床が小規模なため鉱床胚胎層準内にIP異常の検出ができなかった。今後は、抽出された鉱床胚胎層準での詳細な地化学探査(土壌)を実施することにより探鉱区域を絞ることが望ましい。

プロジェクト地域・調査内容の協議





# I 序 論





## 第1章 調査の概要

### 1-1 調査の経緯及び目的

ブラジル連邦共和国は非鉄金属の自給自足体制を確立するため国家非鉄金属鉱業開発計画を策定し、この一環として São Paulo・Parana 両州にまがる Rio Ribeira 流域の鉛鋳床の開発に力を注いでおり、本地域の地質鋳床調査を日本政府に要請してきた。日本政府はこの要請に応じて、昭和55年10月田所久造を団長とする調査団を現地に派遣し、プロジェクト予定地域の予察を行うとともに調査地域・調査内容などにつき、鉱山動力省鉱産局 (Departamento Nacional da Produção Mineral, DNPM) と協議した結果、本プロジェクト実施につき合意に達し、作業協定 (Scope of Work) を締結した。

本地域には、多数の小規模な鉛鋳床が知られ、古くから種々研究が行われているが、鋳化作用と地質構造や火成活動の関係及び鋳床の成因については、これまで定説がなかった。

本調査は、地質層序の確立、地質構造の解明及び鉛鋳床の実態を把握することにより鉛・亜鉛鋳床賦存の有望地域を抽出し、今後の探鋳に有益な示唆を行うことを目的とした。第一年次の概査からはじまり、遂次調査の精度を高めた結果、第三年次において Perau 鋳山の西側で Pb-Zn-Ba 層状鋳床を発見するなど多大な成果を納めることができた。ブラジル側はこれを高く評価し、調査期間の延長を要請してきた。日本側はこれを受けて1年間の延長を行うこととし、昭和58年度第四年次の調査を行った。

### 1-2 調査の内容

上記の目的のための Fig.1 に示された地域 5,800 ㎢ の範囲において、昭和55年度から昭和58年度の4ケ年にわたって調査が実施された。

調査方法は、概査、準精査、精査によって順次有望区域を絞り各段階に応じた地質調査、地化学探査、物理探査及びゲーリング調査が実施された (Table 1-1, Fig.2)。

調査の経過及び各年次の調査内容は次のとおりである

#### 1-2-1 第一年次調査

第一年次の調査は、鉛鋳床群を含む 5,800 ㎢ について、地質層序の確立、地質構造の解明、既存鋳床の位置づけなどから今後の鋳床探査に有益な指針を得ることを目的として、地質概査、写真地質調査を実施すると共に既に DNPM-CPRM が実施した地化学探査資料及び空中磁気探査資料の再解析を行った。

地質調査は、地質構造に直交する4ルート of ルートマップ作成 (1:20,000) と、代表的鋳床の調査を実施し、既存の資料を参考に 1:50,000 と 1:100,000 の地質図にまとめら



Table I-1 Outline of the Field Survey and Laboratory Work in Phase I IV

Items	Phase I (1980)	Phase II (1981)	Phase III (1982)	Phase IV (1983)
Period	Jan 12 ~ Apr 4, 1981	Jul 3 ~ Oct 22 1981	Jul 2 ~ Oct 21, 1982	Aug 26 1983 ~ Feb 7 1984
Geological Survey (km <sup>2</sup> )				
Reconnaissance Survey	5,800	-	-	-
Semi-detailed Survey	-	1,200 (Southern Part)	1,000 (Northern Part)	-
Detailed Survey	-	10 (Perau) 4 (Rocha)	2 (Perau) 8 (Barrinha)	10 (Furnas)
Photo-interpretation (km <sup>2</sup> )	5,800	-	-	-
Topographic Mapping (km <sup>2</sup> )	-	1,200 (1:25 000) 100 (1:10 000)	1,000 (1:25 000)	-
Geochemical Survey				
Interpretation of Existing Data	5 800 km <sup>2</sup>	-	-	-
Detailed Survey	-	On the Perau ore Horizon	-	-
Geophysical Survey				
Aeromagnetic Interpretation	6 750 km <sup>2</sup>	3 250 km <sup>2</sup>	-	-
Gravity Survey	-	100 km <sup>2</sup>	-	-
IP Method	-	30.2 km (Perau)	10 km (Perau) 14 km (Barrinha)	12 km (Furnas)
Spectral IP Method	-	5 km (Perau)	6 km (Barrinha)	4.5 km (Furnas)
Drilling	-	-	912.00m (3 holes)	931.6m (3 holes in Perau) 600m (2 holes in Barrinha)
Laboratory Work				
Thin Section	61	100	90	26
Polished Section	51	50	53	32
Assay (ore)	108	52	81 (37)*	44 (22)*
do (rock)	12	51	120	-
X-ray	54	56	-	-
Soil	-	113	-	-
Pb Isotopic Analysis	-	4	20	-
Fossil	11	-	-	-
Physical Property Measurement	Magnetic susceptibility 56	Density 58 PFE, Resistivity 30	PFE Resistivity 49	-

\* Samples from Drilling



れた。

空中写真及びランドサットデータ解析は日本国内で行い、地質調査の前に大構造を、調査終了後に細部構造を解説する方法をとった。

次に地化学探査の再解析は、DNPM-CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais 鉱物探鉱公社) が Projeto Geoquímica no Vale do Ribeira として、広域的に川砂による地化学探査を行っているので、できるだけ均一な試料パターンを示す採取地点を選択し、銅、鉛、亜鉛の3成分について再解析を試みた。

空中磁気探査資料の再解析は、主として本調査地域の南側の Paraná 州 (6,750 km<sup>2</sup>) だけについて磁力変化図が整っていたので、この地区につき磁気構造図を作成し地質構造の解析を行った。

以上の結果から鉛鉱床賦存の可能性のある地域 2,200 km<sup>2</sup> が地質準精査地区として抽出された。特に、Perau 鉱床及び Rocha 鉱床は、それぞれ層状鉱床及び脈状鉱床の代表的な鉱床タイプと考えられ、地質精査、地化学探査及び物理探査の必要性が示唆された。

#### 1-2-2 第二年次調査

第二年次の調査は、第一年次の調査結果から抽出された有望地区のうち、南部地区 (Rio Ribeira 以南の Paraná 州に属する地区、1,200 km<sup>2</sup>) の地質準精査、Perau 地区と Rocha 地区の地質精査、Perau 地区における地化学探査と物理探査 (重力探査、IP 法・スペクトル IP 法電気探査) 及び São Paulo 州 (3,250 km<sup>2</sup>) の空中磁気探査資料の再解析を行った。

地質準精査では、新たに作成された地形図 (1:25,000) を利用してルートマップの作成を行い、これと 1:25,000 空中写真解析を併用して、地質図 (1:25,000, 1:50,000) がまとめられた。

地質精査では、両精査地区の地表調査と坑内調査を実施し、これまでに蓄積された試錐コアのチェックを併用し、1:10,000 地質図がまとめられた。又 Perau 地区では IP 測線上で土壌 (B 層) 地化学探査が行われ、鉱床の解釈などに供された。

物理探査のうち重力探査及び IP 法・スペクトル IP 法電気探査が Perau 地区において実施され、地質構造及び鉱床層準の推定などに十分な資料が得られた。

空中磁気探査に関しては、DNPM と CPRM が実施した地域のうち、第一年次に解析した地区を除いた地域 (特に São Paulo 州側) についての再解析を実施し、磁気構造図 (1:10,000, 1:25,000) が作成された。

この調査の結果、Perau 地区では新鉱床賦存の可能性が考えられ、ホーリングと電気探査の実施が望まれ、又 Barrinha 地区には有望な探鉱余地が残されていることから電気探査 (IP 法, SIP 法) と地質精査の実施が望まれた。一方北部地域 (1,000 km<sup>2</sup>) についても準精査の必要性が示唆された。



### 1-2-3 第三年次調査

第三年次の調査は、第一年次の調査結果から抽出された有望地区のうち北部地区（Rio Ribeira 以北の São Paulo 州に属する地区，1,000 km<sup>2</sup>）の地質専精査，Perau 地区と Barrinha 地区の地質精査，Perau 地区における I P 法電気探査とボーリング調査及び Barrinha 地区における電気探査（I P 法，S I P 法）が実施された。

地質専精査では、地表地質調査のほか石灰岩類の岩石地化学探査による石灰岩類の堆積環境及び鉛鋳床胚胎の推定と鉛同位体測定による鉛鋳床の生成年代の推定が加味された。

Barrinha 地区の地質精査では地表調査と褶曲構造の解析に重点が置かれた。

電気探査は、Perau 地区では Perau 背斜東部で I P 法を実施し、Barrinha 地区では I P 法及び S I P 法を実施した。特に S I P 法は既知鉛鋳床周辺で実施し、鉛鋳床の特性を把握した。

ボーリング調査は、Perau 地区の電気探査で検出された G-Line 付近の異常帯に向けて実施した結果 Pb-Zn-Ba 層状鉛鋳床の賦存が確認された。

以上の調査の結果、Perau 地区では引き続きボーリング、Barrinha 地区で I P 法及び S I P 法で検出された異常帯へのボーリング、特に北乱地域の Furnas 地区では地質精査と電気探査（I P 法，S I P 法）の実施が望まれた。

### 1-2-4 第四年次調査

第四年次の調査は第一年次から第三年次の調査によって抽出された鉛鋳床賦存の可能性の高い地区のうち、特に有望な Perau、Barrinha 及び Furnas の 3 地区が選ばれ、Perau・Barrinha 両地区のボーリング調査と Furnas 地区における地質精査及び電気探査（I P 法，S I P 法）が実施された。

Perau 地区のボーリング調査の結果では、Perau 新鉛鋳床の規模・形態及び探鉛余地が解明された。

Barrinha 地区のボーリング調査の結果では、複雑に褶曲している地質構造が解明され、地域北東部の I P 異常及び Quatro 鉛鋳床南東部の S I P 異常の原因が解明された結果探鉛余地が明確となった。

Furnas 地区では、地質層序の詳細な検討がなされ、鉛鋳床胚胎層準が明確となった。電気探査の結果、鉛鋳床胚胎層準の上・下盤に強い I P 異常を示す地層が存在し、又、鉛鋳床母岩が非分極性岩体で且つ鉛鋳床が小規模なため鉛鋳床層準内の I P 異常の検出が困難な状況が解明された。

### 1-3 調査団の編成

本調査の計画と折衝、現地調査及び国内解析に参加した調査団員は、Table 1-2 のとおり





である。

現地調査には、ブラジル連邦共和国よりD N P Mの委託を受けたC P R MとI P T（ Instituto de Pesquisas Tecnologicas do Estado de Sao Paulo S.A.，サンパウロ州立探査技術研究所）から地質技師と物理探査技師が参加した。



Table 1-2 Member List of the Survey Team in Phase I IV

Items	Phase I (1980)	Phase II (1981)	Phase III (1982)	Phase IV (1983)	
Japanese Member	Planning and Organization	Nobuhisa Nakajima	Nobuhisa Nakajima Katsumi Yokokawa Takafumi Tsujimoto	Nobuhisa Nakajima Yoshitake Hono Takafumi Tsujimoto	Toru Miura Kisou Tsuruoka Ken Nakayama Tsunekazu Ajiki Hideyuki Ueda
	Team Leader (Geologist)	Sadao Maruyama	Sadao Maruyama	Tsuyoshi Suzuki	Tsuyoshi Suzuki
	Geologist	Hiroshi Fuchimoto Kiyohisa Shibata Masakazu Kawai Hiroshi Takahashi	Tsuyoshi Suzuki Kiyohisa Shibata Haruo Watanabe Hiroshi Takahashi	Kiyohisa Shibata Akira Takigawa Noro Ikeda Hiroshi Takahashi	Noro Ikeda
	Photo Geologist	Yoshiaki Shibata (in Japan)			
	Geophysicist	Asahi Hattori (in Japan) Susumu Sasaki (in Japan) Kazuto Matsukubo (in Japan)	Susumu Sasaki Akira Egawa Tomio Tanaka Naoyoshi Takahashi Masatane Kato	Tomio Tanaka Akira Egawa Mutsuo Kondo	Tomio Tanaka Toshimasa Tajima Masatane Kato
Brazil Member	Planning and organization	Kaomar Oguino Roberto M. Akinaga Luiz Eraldo de Mattos Jose Peres Algarte	Antonio C. G. M. Godov Kaomar Oguino Roberto M. Akinaga Luiz Eraldo de Mattos Fernando Batolla Jr	Carlos Otii Berber* Luiz Eraldo de Mattos Fernando Batolla Junior	Carlos Otii Berbert Kaomar Oquino Luiz Eraldo de Mattos Fernando Batolla Junior
	Team Leader (Geologist)	Fernando Batolla Junior	Elias Carneiro Daitx	Elias Carneiro Daitx	Elias Carneiro Daitx
	Geologist	Elias Carneiro Daitx Armando Teruo Takahashi Cassio Roberto da Silva Jose Carlos Garcia Ferreira Osamu Maevama Paulo de Tarso Perse	Cid Chiodi Filho Cassio Roberto da Silva Jose Carlos Garcia Ferreira	Armando Teruo Takahashi Cassio Roberto da Silva Jose Carlos Garcia Ferreira Osamu Maevama	Jose Carlos Garcia Ferreira
	Geophysicist	-	Fredérico Augusto Varejão Marinho	Fredérico Augusto Varejão Marinho	Francisco J.F. Ferreira Fernando A.R. de Oliveira



## 第 2 章 調査地域の概要

### 2-1 位置及び交通

本調査地域は、ブラジル最大の大都市 São Paulo（人口約 10,000千人）の南西約 300 km に位置し、Ribeira 河を挟んで São Paulo 州と Parana 州の両州にまたがっている（Fig.1, 2）。

調査地域のほぼ中央を州道（São Paulo 州道 373 号線、Parana 州道 476 号線）が通っており、第一年次のベースキャンプ、第三年次の地質準精査のベースキャンプ及び第四年次の地質精査と物理探査のベースキャンプとなった Apiaí（アピアイ、人口 8 千人）は、調査地域内の最大の町で、São Paulo 市から約 320 km 離れており、車で 5 時間を要し、又 Parana 州の州都 Curitiba（クリチバ）市（人口 1,000 千人）からは Tunas 経由で 170 km、車で 4 時間で達する。第二年次のベースキャンプ、第三年次の物理探査とオーリング調査のベースキャンプ及び第四年次のオーリング調査のベースキャンプとなった Adrianópolis（アドリアノオリス）と上記 Apiaí 間は 40 km 離れており、車で約 1 時間を要す。ただし、Adrianópolis～Curitiba 間は未舗装道路である。

調査地域の東側には、São Paulo 市～Curitiba 市間の幹線道路（州道 116 号線）が通っており、途中の Jacupiranga から Iporanga（イオランカ）経由で Apiaí まで未舗装道路（115 km）が通り、車により 3 時間で達する。

なお、São Paulo 州と Parana 州の州境の Ribeira（ヒベイラ）町から、São Paulo 市及び Curitiba 市行きの定期バスが 1 日数便運行されている。São Paulo～Curitiba 間の航空便も 1 日数便運行されている。

### 2-2 地形及び水系

ブラジルの東側の先カンブリア系褶状地には、東海岸線に平行する地質構造線が卓越している（Suguro K.1971）。調査地域付近にもこの NE-SW 系の構造が発達し、それがよく地形に反映されている。すなわち、調査地域の東側には、1,000～1,500 m の Mar 山脈（海岸山脈）があり、西側にも Paranapiacaba 山脈が走っているが、いずれも花崗岩類が NE-SW 系の地質構造に支配されて貫入したものである。

調査地域は、この 2 山脈にとり囲まれた盆状をなす山地塊（標高 600～1,000 m）で、標高は、西側が高く、東側に向かって低くなる傾向がある。

水系はすべて Ribeira 河に属しており、本流が蛇行しながら、地域の中央を東流している。この付近では、本流の標高が 100～200 m であるので、標高差は 500～1,000 m に及んでいる。



調査地域の西端に分布する花崗岩地帯（Paranapiacaba 山脈の東縁）は、比較的なだらかな地形が多く、樹枝状の水系が発達しており、これに東接する石灰岩地帯では、カルスト地形をもつ台形となり、深いV字谷を形成している。更に東側の千枚岩～片岩地帯では構造線に関連してできた格子状谷～平行谷が発達し、南東部の珪岩の分布する地区では、NE-SW系の褶曲山脈が特徴的に並走している。

### 2-3 気候及び植生

本地域の気候は亜熱帯～温帯の多山型で、四季の区別が比較的はっきりしている。年間の平均降雨量は1,200～1,300mmでその大部分は10月～2月に集中している。気温は年平均16～19℃であるが、夏季（1～3月）の日中最高気温は35℃を越えることも珍しくない。又、冬季（7～9月）は0℃近くまで下ることがある。植生は多く、松柏類や雑木が密生するが、多くの地区は山頂付近まで伐採されて畑や牧場に利用されている。これらの松柏類や雑木のほかに小灌木や羊歯類（Samambaias）が密生するが、特に羊歯類は花崗岩や変成岩類の分布する所で繁茂し、石灰岩類の分布する所ではほとんど成長しない。





## Ⅱ 地質調査・地化学探査



## 第 1 章 総 説

本調査地域及びその周辺の地質は、先カンブリア系の Setuva 層と Açungui 層群から構成されており、Açungui 層群には数多くの鉛鋳床が胚胎していることが知られている。この地域の地質鋳床については多くの人々によって研究されているが、それらの主なものは次のとおりである。

Cordani and Bittencourt (1967) は放射年代の研究により 3,000 ~ 450 m.y. の測定結果を得て、何回かの造山運動 (Orogeny) が生じたことを述べている。

岩石学的、層序学的研究としては Bigarella and Sallumani (1956), Marini ほか (1967), Fuck ほか (1971), Ebert (1971), 及び Kaefer and Algate (1972) などがあり、地質層序の区分を試みている。

鋳床学的な研究としては、Melcher (1968) が Açungui 層群の石灰岩類中の鋳床について報告している。Barbosa (1956) ほかは本地域の鋳床の成因は、付近に分布する花崗岩類に関係した深成鋳床と考えたが、Melcher や他の人々は Pb 放射年代や母体の Pb 品位の研究などから意見を異にしているなど今日まで定説がない。

調査地域及び周辺の広域地質図幅は、D N P M の編さんした縮尺 1:1,000,000 Curitiba (1974) や CPRM が D N P M より委託された Projeto Leste do Parana で編さんした縮尺 1:100,000 図幅 (1977) や 1974 年 São Paulo 州における Projeto Sudelpa で CPRM が作成した 1:50,000 地質図などは広く利用されている。

近年の調査では、1978~1979 年 CPRM が D N P M の依頼により実施した Projeto Chumbão で Perau 地域及び Rocha 地域の地質、鋳床の調査が行われ、1980 年その報告書 (縮尺 1:25,000 地質図を含む) が発刊 (未公開) された。

MMA J は J I C A の委託を受けて、昭和 55 年度より 58 年度まで 4 ケ年にわたり、Anta Gorda 地域の資源開発協力基礎調査を実施した (J I C A ・MMA J, 1981, 1982, 1983, 1984)。

これら報告書 (J I C A, MMA J) は、本地域の層序区分、地質構造、火成活動の諸性質と時代、変成作用の分帯及び鉛鋳床の分類に必要な多くのデータを提供している。特に鉛鋳床は、Perau 型の層状鋳床と Rocha 型の割れ目充填鋳床に大別され、各々の胚胎層準も明確化された。



## 第 2 章 地 質

先カンブリア時代の地層は、ブラジル全土の約 3 分の 2 の面積を占めると推定されている。その分布は、Fig. II-1 に示すように Guianas, Brasil Central 及び Atlantico の 3 地区に大別できるが、調査地域は、Atlantico の南部山塊に属している。

### 2-1 地 質 層 序

本調査地域の地質は、下位より先カンブリア系の Setuva 層及び Açungui 層群の変成岩類から構成され、これらにブラジル造山輪廻期 (750~500m.y.) の変塩基性岩類・花崗岩類及び白亜紀の輝緑岩類などの岩脈が貫入している。

地質概査の段階では本調査地域内の地層名及び地質層序の区分は、基本的に 1:1,000,000 Curitiba 図幅 (1974) に従ったが、ルート調査と空中写真解析結果から、従来一括して論じられていた Açungui 層群を Açungui I・II・III 層の 3 層に区分した。

概査地域の地質図を Fig. II-2 に、総合地質柱状図を Fig. II-3 に、又各地質单元ごとの空中写真上の特性を Table II-1 に示す。

地質準精査の段階では、Açungui III 層を更に部層単位あるいは岩相単位に細分した。準精査地域の地質図を Fig. II-4, Plate 1 に、総合地質柱状図を Fig. II-5 に示す。

#### 2-1-1 Setuva 層

Setuva 層は本地域の地質の最下部を構成し、主として片麻岩類 (Sgn) から成り、一部に珪岩 (Sqt) を挟在する。

#### 分布及び層序

本地域の南部に NE-SW 系の褶曲軸を有す Anta Gorda 背斜及び Perau 背斜などの背斜構造のコアとして露出しており、ほかに南端にも分布している。

上記の背斜構造は NE-SW 系の方向を示しながら更に南北の配列をしており、本層の分布もこれらの褶曲により反復しながらその軸部を占めて露出する。最も広い分布を示す地区は Anta Gorda 背斜で、Perau 背斜地区では小分布を示す。Anta Gorda 背斜地区では背斜軸の中心部に珪岩が分布する。これは見掛け上、最下部を示すが Agua Clara 背斜では露出しないことから片麻岩中に局所的に挟在されるものと考えられる。

本層の下限が露出していないので層厚の推定は困難であるが、露出範囲だけで 500 m 以上の層厚を有する。

#### 岩 相

主要岩相は白雲母-黒雲母片麻岩、角閃石-黒雲母片麻岩、眼球片麻岩及び珪岩などから



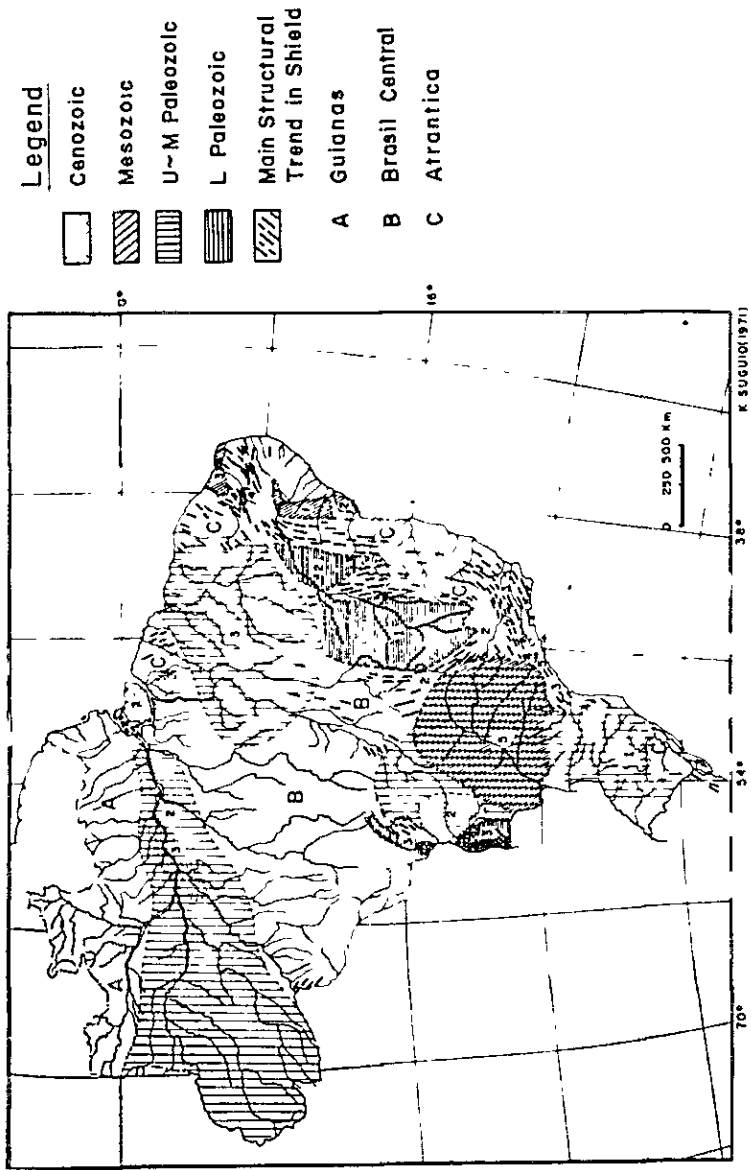


Fig. II-1 Main Tectonic Map in Brazil





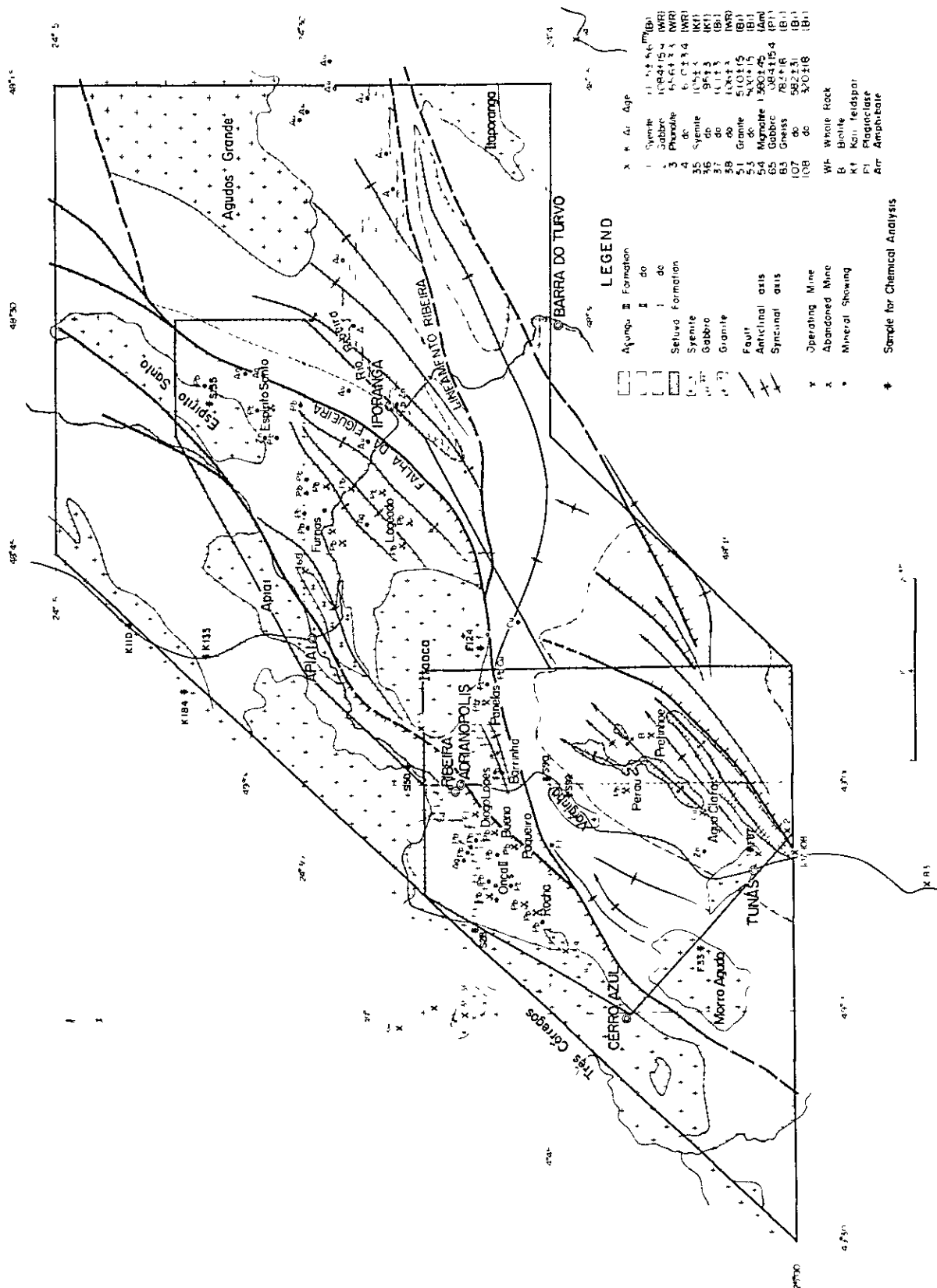


Fig. II-2 Geological Map of the Reconnaissance Survey Area



Geologic Age	Group or Formation	Columnar Section	Rock Facies	Structural Movement	Igneous Activity	Mineralization
Quaternary			gravel, sand			
	Cretaceous					
Cambrian				psammitic and pelitic schists with thick limestone at the top	Urucuan Orogeny ↔ Brosilian Orogeny	basalt ↔ granite ↔ syenite, gabbro, diabase
	A	III F 2000± <sup>m</sup>	phyllite (West) and mica schist (East) with a few psammitic schist, amphibolite and dolomite			
		Agungui G 2000-2500 <sup>m</sup>	garnet bearing mica schist with dolomite and amphibolite seams, thick quartzite and dolomite at the bottom			
	B	I F 3500 <sup>m</sup>	augen gneiss with quartzite seams			
Pre - Cambrian	Setuva F 500m ±		migmatite, gneiss, quartzite schist, dolomite (after DNPM 1,000,000 Curitiba)			
	Undifferentiated	no-exposure				

Fig. II-3 Generalized Stratigraphic Columnar Section in the Reconnaissance Survey Area

Table II-1 Characteristics of Photogeological Units

Characteristics  Units	Photo - characteristics		Morphological expression							Remarks	Lithology	
	Tone	Texture	DRAINAGE			ROCK PROPERTIES						
			Pattern	Density	Cross sect. of valley or gully	Resistance	Bedding (schistosity)	Jointing	Boundaries			
A (Q)	light	fine, smooth	—	—	—	very low	—	—	—	loose material	The Quaternary	
B <sub>1</sub> (AIIIps)	medium grey	fine, uneven	dendritic	high	gentle V-form	low	none	low density	relatively sharp		pelitic schist, phyllite	Formation III
B <sub>2</sub> (AIIIls)	medium grey	fine, uneven	(internal drainage)		—	low	none	medium density	sharp	showing karst topography	limestone, dolomite	
B <sub>3</sub> (AIIIcs)	medium grey	fine, smooth	subdendritic	low	gentle V-form	low to moderate	none	none	vague	showing karst topography (only doline)	pelitic limestone	
B <sub>4</sub> (AIIIam)	medium grey	coarse, rough	—	low	—	low	none	none	vague	thin bed	amphibolite to amphibole schist	
B <sub>5</sub> (AIIIss)	light to medium grey	fine, uneven	parallel	high to medium	sharp V-form	high	well bedded	high density	sharp		psammitic schist with pelitic schist	
C <sub>1</sub> (AIIps)	light to medium grey	fine, uneven	trellis, dendritic	high	gentle V-form	moderate	none	relatively high density	sharp		pelitic schist, phyllite	Formation II
C <sub>2</sub> (AIIls)	medium grey	fine, uneven	—	—	—	low to moderate	none	—	relatively sharp	small exposure, karst topography	limestone	
C <sub>3</sub> (AIIam)	medium grey	coarse, rough	subdendritic	low	U-form	low	none	none	sharp	thin bed	amphibolite to amphibole schist	
C <sub>4</sub> (AIIss)	medium grey	fine, uneven	parallel	low	sharp V-form	high	massive	medium density	sharp		psammitic schist	
D <sub>1</sub> (AIps)	medium grey	fine, uneven	dendritic, trellis	high	gentle V-form	moderate	massive	medium density	partly vague		pelitic schist, phyllite	Formation I
D <sub>2</sub> (AIam)	medium grey	coarse, rough	subdendritic	low	U-form	low	none	none	sharp	thin bed	amphibolite to amphibole schist	
D <sub>3</sub> (AIIls)	medium grey	fine	—	—	—	moderate	—	—	vague	thin bed, showing karst topography	limestone, dolomite, calc silicate rock	
D <sub>4</sub> (AIqt)	light to medium grey	fine, uneven	parallel	medium	sharp V-form	high	very well bedded	medium density	sharp		quartzite	
E <sub>1</sub> (Sgn)	medium grey	coarse	parallel	medium to low	gentle V-form	moderate to low	none	low density	sharp		gneiss	Setuva Formation
E <sub>2</sub> (Sqt)	medium grey	fine, uneven	parallel	medium to low	sharp V-form	high	well bedded	medium density	sharp		quartzite	
F <sub>1</sub> (Gr)	light	fine	parallel	very high	gentle V-form	low	—	medium density	sharp		granite	Intrusive rocks
F <sub>2</sub> (Gr)	medium grey	coarse, rough	parallel, trellis	high to medium	sharp V-form	high to moderate	—	high density	sharp		granite	
G (Gb)	medium grey	coarse, rough	—	low	—	moderate to low	—	none	vague		gabbro	
H (Sy)	medium grey	fine, smooth	—	low	—	moderate to low	—	none	sharp		syenite	
I <sub>1</sub> (Db)	medium grey	—	—	—	—	low	—	—	relatively sharp	dyke	diabase	
I <sub>2</sub> (Db)	medium grey	—	—	—	—	moderate	—	—	sharp	dyke	diabase	

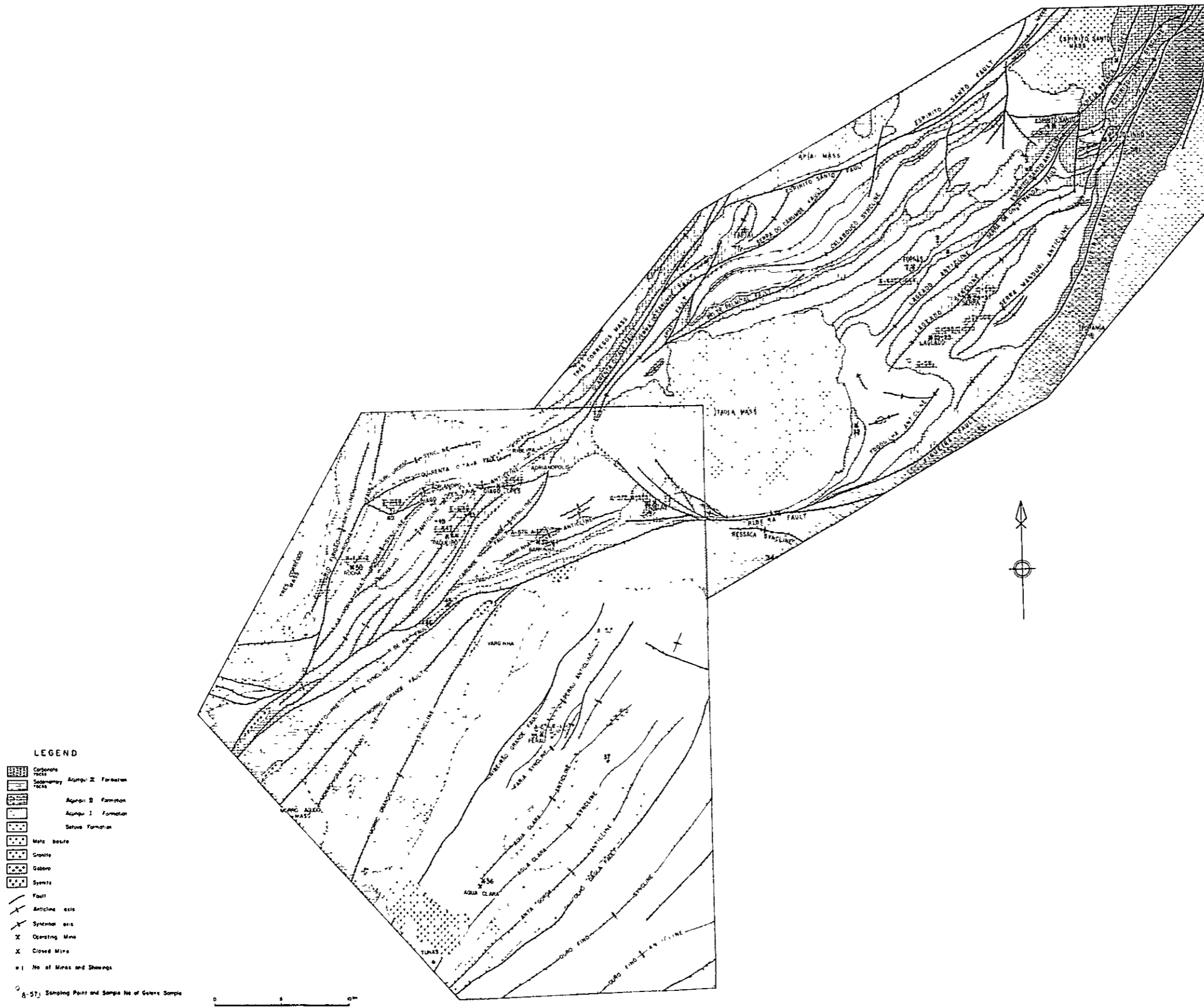
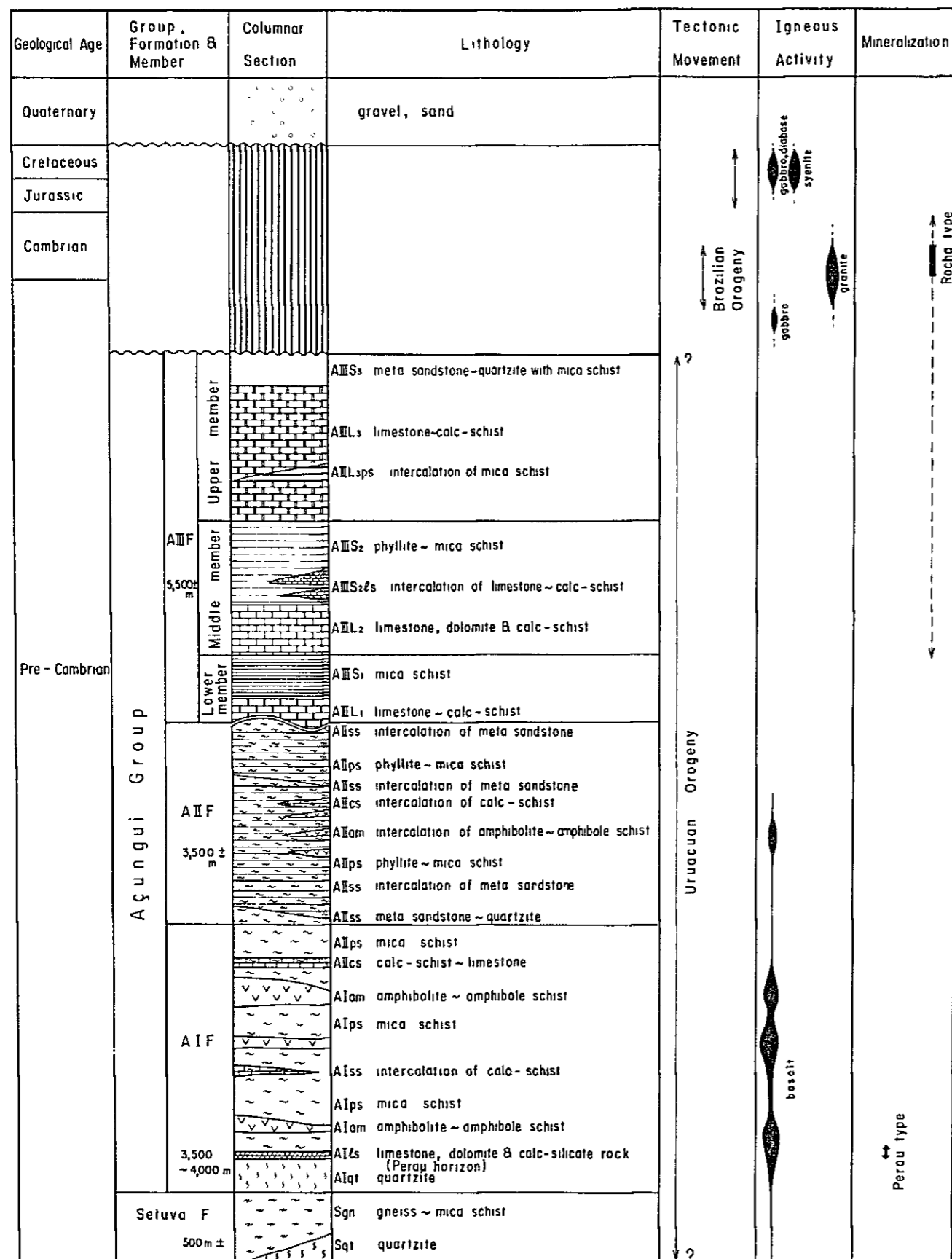
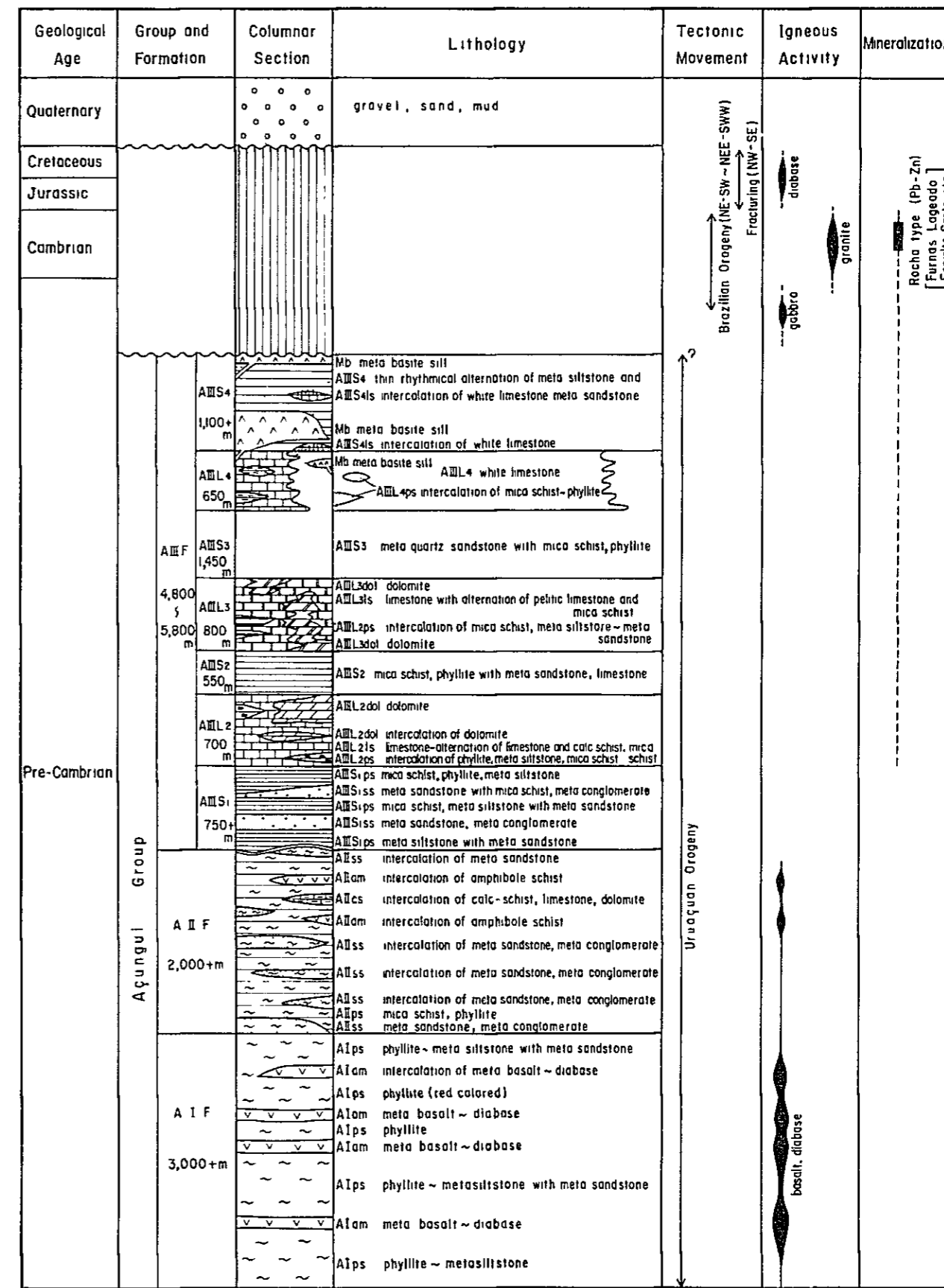


Fig. II-4 Geological Map of the Semi-detailed Survey Area



(Phase II)



(Phase III)

Fig. II-5 Generalized Stratigraphic Columnar Section in the Semi-detailed Survey Area





成る。

片麻岩類は一般に暗灰色～暗緑色の塊状で、白雲母、黒雲母、石英、長石などが普遍的に認められ白雲母や黒雲母の多い部分と石英や長石の多い部分からなる明瞭な縞状組織（片麻状組織）が認められる。

一般に下部から上部に向かって構成鉱物の粒度が細粒になる傾向を示し、粗粒な部分ではしばしばカリ長石の斑状変晶を含む。細粒な部分では雲母片岩となる所も多い。Ribeirão do Perau上流ではこの中に角閃岩の薄層を挟在することがある。

カリ長石の大型斑状変晶や石英結晶の集合部を多量に含有する眼球片麻岩は各所に露出するが、その代表的なものは Anta Gorda の部落北東部や Agua Clara 背斜地域の Ribeirão do Perau 上流などで良く観察され、ここでは 2 cm 以上のカリ長石の巨晶が認められる。

珪岩は Anta Gorda 背斜の Rio dos Veados 最上流で観察され、白色～淡灰色微細粒珪岩で、片理が明瞭に発達している。

鏡下の観察では砂質～泥質堆積岩起源の特徴を示しており、特に珪岩は砂質物優勢な堆積岩起源と考えられる。

#### 空中写真上の特徴

本層中の珪岩は中～低い水系密度で平行状の水系模様を示し、抵抗性が大きく、層理がよく発達している。この山稜は角ばっており、谷は狭いV字状である。片麻岩の水系については珪岩と同様な密度及び模様を示すが、抵抗性は小さく、層理が発達せず塊状を呈している。山稜は丸みを帯びており、谷は開いたV字状である。したがって両者は抵抗性の差によって容易に区別される。

#### 下位層との関係及び時代

本層の下限は調査地域内には分布しないので、下位層との関係は不明である。

又 CPRM (1981) によれば、本層の片麻岩の Rb/Sr 年代は 1,400 m.y. を示している。

### 2-1-2 Açungui 層

Açungui 層群は 3 層に細区分され下位より Açungui I 層、II 層及び III 層から構成される。更に Açungui III 層は Ribeira 河以南で 3 部層に、以北では 4 部層に区分される。

#### (1) Açungui I 層

本層は雲母片岩～千枚岩を主体とし、角閃岩類や石灰岩類を挟在するのが特徴で、下限は Setuva 層を被う珪岩で、上限は Açungui II 層最下部の珪岩～変砂岩の下盤までである。



## 分布及び層厚

本層は南部ではSetuva層を囲むようにPerau地区、Tunas、Anta Gorda部落付近に分布し、北東部ではIporanga以東にNNE-SSW系の走向を示して分布する。

層厚は、南部で3,500～4,000mと推定され、北東部では下位層が分布していないので真の層厚は不明であるが3,000m以上と推定される。

## 岩相

本層の主要岩相は珪岩 (Alqt)、石灰岩～石灰・珪酸塩岩 (Alls)、雲母片岩～千枚岩 (Alps)、角閃岩～変玄武岩 (Alam) 及び石灰岩・石灰片岩 (Alcs) からなる。

### (a) 珪岩 (Alqt)

白色～淡黄灰色、塊状で、一部片状構造を有す。

本岩の主要構成鉱物は細粒～微粒の石英粒で、少量の長石を伴っている。しばしば白雲母のフィルム状薄層を挟在するが、Agua Clara周辺では白雲母の含有が多く、片理が発達する。

本岩は上部の石灰岩や石灰・珪酸塩岩類、又は雲母片岩に漸移する関係が認められ、境界部付近では上記の石灰岩又は雲母片岩の薄層と互層する。

本岩の直上にはPerau型鉱床の胚胎母岩である石灰岩～石灰・珪酸塩岩類がレンズ状に分布するので、その層準調査には本岩は岩相的特徴から有効な鍵層となる。Perau鉱山周辺では層厚300mであるが、Anta Gorda周辺では100m以下となる。

### (b) 石灰岩～石灰・珪酸塩岩類 (Alls)

上記珪岩直上には石灰岩～石灰・珪酸塩岩類及び苦灰岩がレンズ状に分布しており、この一部にはPerau鉱床、Agua Clara鉱床及びPretinho鉱床などの層状鉱床が胚胎している。

これまでにこの層準の石灰岩～石灰・珪酸塩岩の露出が確認されている地区は、Perau鉱山周辺、Corrego Volta Grande、Agua Clara鉱山周辺及びPretinho鉱山周辺で、Perau鉱山周辺で最も広い分布（走向延長約4km、最大層厚150m）を示す。

なお、Perau鉱床の母岩は、石灰珪酸塩岩類と泥質～珪質片岩類が互層している。

### (c) 雲母片岩～千枚岩 (Alps)

本岩相は変化が著しく、南部に分布するものは灰色～暗灰色を呈し中～細粒の雲母片岩を基本的な岩相とし、Iporanga以東のものは淡褐色又は紫灰色～灰緑色細粒の千枚岩を主体とする。

雲母片岩の主要構成鉱物は、石英、黒雲母、白雲母及びセリサイトからなり、斜長石、ザクロ石、角閃石及び透角閃石を伴う。雲母片岩は構成鉱物の組合せによりPerau



鉾山以北に発達する白雲母-黒雲母片岩と Perau 鉾山以南に発達する石墨-白雲母-セリサイト片岩に分けられる。白雲母-黒雲母片岩は片理が明瞭で黒雲母のフレークを多量に包有し、しばしば粗粒のサクロ石を随伴する。鏡下ではこれらの鉱物からなるレヒドプラスチック組織が特徴的でまれに十字石が認められる。又、Perau 鉾山の鉾床層準直上の白雲母-黒雲母片岩中には磁鉄鉱の濃集部が認められる。石墨-白雲母-セリサイト片岩は白雲母を多量に含有し、細粒で片理は白雲母-黒雲母片岩より弱く、一部千枚岩様の岩相を示すこともある。鏡下では、セリサイト、白雲母、石英と少量の黒雲母からなるレヒドプラスチック組織が観察される。

北部の千枚岩の主要構成鉱物は、白雲母と石英からなり、ほかに石墨、赤鉄鉱及び緑泥石を認める場合もある。Serra do Monte Negro 東部では赤鉄鉱を伴う赤色千枚岩が鍵層として発達している、千枚岩中には部分的に片状組織の不明瞭な変ロート岩、あるいは変砂岩～変礫岩の薄層が挟在される。千枚岩は鏡下では石英、白雲母、赤鉄鉱、緑泥石及びアクチノ閃石によるレヒドプラスチック組織が認められる。

(d) 角閃岩～角閃石片岩・玄武岩溶岩 (Al am)

本岩類は北東部と南部で岩相を異にし、北東部では暗緑色細～中粒で塊状の変玄武岩からなり、南部では暗緑色細～粗粒で片状～塊状の不均質な角閃岩～角閃石片岩からなる。

変玄武岩及び角閃岩～角閃石片岩は上記雲母片岩～千枚岩中に層理と調和的に頻繁に挟まれ、層厚は数 m から 100 m で、Perau 背斜北方では最大値 400 m を示す。

変玄武岩の構成鉱物は斜長石、輝石、アクチノ閃石からなる。この岩石の起源については2枚の近接した変玄武岩の間に凝灰岩起源とみられる緑色千枚岩を伴うことから玄武岩質溶岩起原と考えられる。

鏡下の観察結果では角閃岩の主要構成鉱物は角閃石、斜長石及びアクチノ閃石からなり、少量のサクロ石、緑レン石、黒雲母及び電気石などを随伴し、そのほかに磁鉄鉱や黄鉄鉱を随伴することもある。ACF タイヤグラム上で角閃岩類の分析値は塩基性火成岩の領域にプロットされることや、本調査の結果片岩類と非常に調和的であり、塊状部では火成岩の組織を示すなどの理由から本岩類の起原は塩基性噴出岩熔岩及び同質凝灰岩などが主体で一部泥質堆積岩類と混在して形成されたものと考えられる。



#### (e) 石灰岩, 石灰片岩 (Aícs)

Perau 鉱山周辺では石灰岩及び石灰・珪酸塩岩のほか本層の中～上部に数枚の石灰岩～石灰片岩が挟在される。ここで石灰片岩としたものは, 石灰岩と黒雲母-白雲母片岩, 透角閃石などからなる片岩の細かい互層である。

調査地域東部 Rio São Sebastião 流域には石灰岩の薄層がほぼ水平に分布する。

又, Cricima 部落から Ribeirão do Grande 西側に連続的に分布する石灰岩層は, 北部の Cricima 部落付近では塊状石灰岩が優勢であるが, Ribeirão do Grande 付近から南では石灰片岩が優勢となる。その他小規模レンズ状に分布するものも石灰片岩が主要岩相である。

#### 空中写真上の特徴

珪岩は抵抗性が非常に大きく, 著しく角ばった山稜を形成している。又層理がよく発達している。雲母片岩～千枚岩は非常に細かい水系が発達することで特徴づけられ, その模様は樹枝状あるいは格子状を示し, 抵抗性は中程度で層理はほとんど認められない。角閃岩あるいは角閃石片岩は他のユニットと比較して抵抗性が小さく, 侵食が進んでおり, 水系が発達せず, 肌理が粗いことで容易に識別することができる。石灰質岩は小規模の凹地 (ドリーネ) を伴うことから識別されるが, 非常に薄く, その境界は不明瞭であり, 追跡することが困難である。

抵抗性の差から, 珪岩及び角閃岩～角閃石片岩の識別が容易であり, これらを追跡によって褶曲及び断層などの構造を把握することができる。

#### 層位関係及び時代

下位の Setuva 層との層位関係は構造的な不整合とする考え方 (CPRM, 1981) もあるが, 本調査により整合関係が判明した。

#### ② Açungui II 層

Açungui II 層は主として雲母片岩～千枚岩からなり, 一般に下部に珪岩・変砂岩～変礫岩を挟在し, 中部に少量の角閃岩と石灰岩薄層を伴う。北東部において従来 Açungui I 層とされていたものの中で, 今回 Iporanga 西部～Figueira 断層間に分布する変砂岩～変礫岩を多く挟在する千枚岩類を Açungui II 層と再定義した。

#### 分布及び層厚

本層は Ribeira 断層以南では N E - S W 系～ E - W 系の走向で帯状に分布し, Ribeira 断層以北では上記したように Figueira 断層東部に挟少に分布する。

本層上限は Ribeira 断層又は Figueira 断層に切られ, かつ褶曲構造を伴うことから層厚の推定は難しいが, 南部では最大 3,500 m 以上, 北東部では 2,000 m 以上と推定される。





## 岩 層

本層は主として雲母片岩～千枚岩 (A II ps) からなり、少量の珪岩・変砂岩～変礫岩 (A II ss)、角閃岩 (A II am) 及び石灰岩類 (A II cs) を挟在する。

### (a) 雲母片岩～千枚岩 (A II ps)

雲母片岩は中央部に優勢に分布し、千枚岩は南西部及び北東部に分布する。

雲母片岩は灰色～暗灰色、部分的に淡緑色、黄緑色を呈し、細～中粒の白雲母－黒雲母片岩及びセリサイト－緑泥石片岩よりなる。中央部では黒雲母の含有量が多くなる傾向を示し、特に Panelas 鉱山の南方では局所的に粗粒の黒雲母、サクロ石、磁鉄鉱が濃集し、黒雲母は、しばしば片理に直交して発達する産状が観察される。ここでは、Itaoca 花崗岩に近づくにつれて黒雲母が粗粒となり片理に斜交又は直交する現象が認められることから、この地域の変成岩類は Itaoca 花崗岩の熱変成の影響を蒙った可能性がある。Cacador 部落付近では、しばしば石里を含有する千枚岩と卑雲母片岩が互層状に分布するが、Varginha 花崗岩に貫かれた部分では共に珪化作用を強く蒙っている。

千枚岩は淡褐色～赤色又は淡緑色を呈し、Açungui I 層のものと肉眼的な差異は認められない。又北東部では Açungui I 層との境界より西側へ 700～800 m の地帯に赤色千枚岩が広く分布する。

鏡下で観察されるこれらの岩相は、非常に細粒の石英、セリサイト、石里、白雲母を主要構成鉱物とする泥質起原のものが多いが、雲母片岩は白雲母、黒雲母、石英、斜長石が主要鉱物で、微量のサクロ石や電気石を随伴するレヒトプラスチノク組織を示す。千枚岩は白雲母、セリサイト、石里などから成るレヒトプラスチノク組織を示すが、粒度が非常に細かい。

### (b) 珪岩～変砂岩・変礫岩 (A II ss)

珪岩～変砂岩は灰色～褐色を呈し、中～粗粒塊状岩でやや弱い片状組織を示すこともある。

Açungui II 層最下部を構成する岩石は地域中央部 Serra de Vente e Sete 周辺では珪岩 (鍵層) が発達し北東部へ連続するが、南西部では変砂岩の薄層に漸移する。又北東部 Iporanga 付近においては、同じ層準には変礫岩が卓越し、この変礫岩の卓越する層準以上を Açungui II 層とした。変礫岩は Iporanga のテレビ塔に至る山道やその南西部の Ribeira 河沿いの Açungui I 層の直上に分布する。礫は千枚岩、珪岩、変砂岩を主体とし、一部花崗岩、片麻岩の礫と思われるものも認められる。礫径は 5 mm～5 cm 大からなり、最大 20 cm 大のものも観察され、レンズ状を呈する。一般に淘汰、級化層理は不良である。マトリックスは石質砂岩からなり弱い片理を示す。Iporanga



南西部の Rio Taquaravira の変砂岩は部分的に黒雲母を含み、塊状の石英質な部分も認められる。

鏡下では変砂岩は石英粒を主要構成鉱物とし、少量の白雲母と斜長石を含有するグロブラスチック組織を呈する。変礫岩は白雲母、石英、斜長石と少量のアクチノ閃石、緑泥石、石筴からなり、レピトプラスチック組織を示す。

(c) 角閃岩 (A II am)

角閃岩は調査地域中央部において、本層中部に 3～4 枚の薄層として分布する。淡緑色～暗緑色、中粒～粗粒を呈し、塊状～片状の組織を示す。角閃岩が分布する付近は角閃岩より緑泥石～セリサイト片岩を経て雲母片岩に漸移する傾向がみられる。

(d) 石灰岩類 (A II cs)

石灰岩類は、石灰岩、苦灰岩、石灰質千枚岩などからなり、地域北東部の Ribeirão da Pescaria 付近以北及び地域中央部 Ressaca 西部に分布し、角閃岩層 (A II am) に接近して発達する傾向がみられる。

白色～暗灰色を示すが、Açungui III 層の石灰岩類に比べ明るい色調を呈す。Projeto Leste do Parana (CPRM, 1977)によれば Ressaca 西部及び南部では小規模の石灰片岩中に Cu, Pb, Zn 鉱微の記載があるが、今回の調査では確認することはできなかった。

#### 空中写真上の特徴

Açungui I 層で述べた特徴とはほぼ同様である。つまり変砂岩は珪岩同様に大きな抵抗性を有し、雲母片岩～千枚岩は細かい樹枝状の水系、角閃岩及び角閃石片岩は粗い肌理と小さい抵抗性を示す、石灰質岩はカルスト地形を示す部分が認められる。

#### 層位関係

第一年次の調査では Figueira 断層の東部地域は Açungui I 層として一括されていたが第三年次の調査では地域東部 Rio Ribeira 付近から Serra do Monte Negro 付近にかけて分布する変砂岩～変礫岩 (A II ss) の下底を境界として下部を Açungui I 層、上部を Açungui II 層に区分した。Açungui II 層は I 層を整合的に覆っているが、上部の Açungui III 層とは、Figueira 断層及び Ribeira 断層で接している。

又 Caverna do Diabo では Açungui III 層に整合に被われる。

(3) Açungui III 層

本層は主として、雲母片岩、千枚岩、変砂岩及び石灰岩類から構成され、Figueira 断層及び Ribeira 断層以西に地域北部から南西部にかけて広く分布する。又地域南東部 Caverna do Diabo にも小規模に分布する。



本層は従来、下部より雲母片岩、石灰岩類及び変砂岩又は雲母片岩に分けられ、複雑な褶曲構造により中部の石灰岩類が繰り返し露出していると考えられていた。第二年次の調査では、石灰岩類と変堆積岩類の組合せにより、下部層(AIII<sub>L1</sub>, AIII<sub>S1</sub>)、中部層(AIII<sub>L2</sub>, AIII<sub>S2</sub>)及び上部層(AIII<sub>L3</sub>, AIII<sub>S3</sub>)の3部層に区分された。第三年次の調査では、これら各部層の延長を詳細に追跡した結果、更に上位に石灰岩類(AIII<sub>L4</sub>)及び変堆積岩類(AIII<sub>S4</sub>)が存在し、4部層よりなることが判明した。しかしAIII<sub>L4</sub>の分布は限られ、層序的にはAIII<sub>S3</sub>上部と指交関係にあることから、第三年次報告書では部層別に分類するのを避けて、各部層を更に岩相別に細分した。

したがって本報告書では準精査地域に関して第三年次の分類に基づいて記載する。

#### (a) AIII<sub>L1</sub>層

##### 分布及び層厚

Ribeira 断層の北側に沿って地域西南部 Bocanha 付近から中央部の Panelas 南部まで細長く分布する。

層厚は200～600m以上である。

##### 岩相

石灰岩(AIII<sub>L1</sub>)は暗灰色～黒色で細粒～中粒の塊状緻密質、又は糖状を呈し、層理が明瞭である。地域西南部でしばしば苦灰岩を挟在するほか、Cacador 部落北方で螢石が脈状、塊状、角礫状を呈して産出する。Panelas 南部では砂質な雲母片岩と互層をなして分布する。

鏡下では石灰岩は主として方解石からなるグラノプラスチック組織を呈し、苦灰岩は苦灰石からなるグラノプラスチック組織を示す。これらは少量の石英や、サクロ石を随伴することがある。

#### (b) AIII<sub>S1</sub>層

##### 分布及び層厚

西部の Barrinha 鉱床南方から Panelas 鉱山南部を通り、Serra Manduri 背斜及び Lageado 背斜のコアーとして北東部の Monjolinho 鉱床付近まで分布する。ほかに Rocha 鉱山西部に小規模に分布する。層厚は南東部で約600m、北東部では750m以上をしめす。

##### 岩相

雲母片岩～千枚岩及び変シルト岩(AIII<sub>S1 ps</sub>)が主要構成岩類で、北東部では変砂岩～変礫岩(AIII<sub>S1 ss</sub>)を挟在する。

南西部では灰色～暗灰色の中～粗粒、黒雲母、白雲母片岩で、微褶曲構造が顕著である。北東に向かうに従い、紫灰色～帯赤色で細～中粒のセリサイト～緑泥石片岩～千枚岩となり、Rio Betari-Morro do Manduri 付近では塊状の変シルト岩が卓越する。変質岩～変礫岩は赤灰色を呈し、淘汰不良の珪岩礫(φ4～15mm)のみを含む。又AIII<sub>S1</sub>層には北東部で一部クロリトイドが認められる。



鏡下では、雲母片岩は白雲母、石英と少量の黒雲母、斜長石及びサクロ石を随伴するレピドプラスチック組織を示す。変礫岩は、石英、カリ長石、白雲母、緑泥石と少量の赤鉄鉱、不透明鉱物、ジルコンを伴うクフノプラスチック組織を呈す。

#### (c) AIII<sub>L</sub><sub>2</sub>層

##### 分布及び層厚

Barrinha から Panelas, Pavão 及び Lageado を通って Rio Iporanga に至るゾーンと, Rocha から Apiai-Ribeira 道路を通り Apiai 西方に至るゾーンに分布する。

本層中には Rocha, Barrinha, Panelas, Lageado などの諸鉛鋳床及び Sette Barras 螢石鋳床などが胚胎している。

層厚は, Barrinha 鋳山周辺で 200~300 m, Panelas 鋳山周辺で 500 m, Lageado 周辺で 500~750 m, Rio Iporanga で 650 m, Rocha 鋳山周辺で 900 m, Apiai-Ribeira 道路で約 800 m と推定される。

##### 岩 相

主要構成岩類は石灰岩 (AIII<sub>L</sub><sub>2</sub> ls) 及び苦灰岩 (AIII<sub>L</sub><sub>2</sub> dol) である。

石灰岩は灰白色~暗灰色を呈し、細粒緻密~粗粒糖状の岩相、あるいは泥質の岩相を示す。苦灰岩は西部では Rocha 鋳山を除いて卓越するところはないが、Lageado 以東では、本層の中~上部に暗灰色細粒で塊状緻密質なものが発達する。

各地区別にみると、Barrinha 鋳山付近では、灰色~暗灰色の石灰岩及び石灰片岩が互層状に分布する。Panelas 鋳山付近では黒色石灰岩と白色石灰岩に区分される。Lageado 周辺以東では下部に千枚岩類 (AIII<sub>L</sub><sub>2</sub> ps) 及び苦灰岩薄層を挟む泥質石灰岩が発達し、上部に向かって苦灰岩が卓越するようになる。Rocha 鋳山周辺では淡灰色~暗灰色、細~中粒石灰岩が発達するが、下部では白色~淡灰色の石灰片岩と互層をなし、上部では灰色~暗灰色塊状の苦灰岩を伴う。又 Apiai-Ribeira 道路沿いには Tres Corregos 花崗岩の貫入により熱変成を受けた石灰-珪酸塩岩が分布する。

#### (d) AIII<sub>S</sub><sub>2</sub>層

##### 分布及び層厚

AIII<sub>L</sub><sub>2</sub>層と同様の分布を示すほか、Espírito Santo 断層及び Serra do Carumbe 断層以北に分布する。

層厚は場所によって変化し、Barrinha-Panelas 地域で 850 m, Rio Betari で 350 m, その北東部で 700 m, 又 Rocha 鋳山周辺で 1,000 m を示し、Apiai 東部で 700 m 以上である。

##### 岩 相

西部では雲母片岩が卓越し、北東部では雲母片岩~千枚岩及び変シルト岩が卓越する。





雲母片岩は灰色～淡緑灰色，細～中粒で片理が明瞭な黒雲母～セリサイト片岩，緑泥岩～セリサイト片岩及び石英～セリサイト片岩の岩相を示す。本岩類はAIII S<sub>1</sub>層に比較して砂質でMn成分に富む。又Itaoca花崗岩周辺部では黒雲母及びサクロ石が濃集する。

変シルト岩は赤色～紫灰色，細粒の岩相を示し，Espírito Santo断層以北に発達し，白色～赤色の細～粗粒変砂岩を挟在する。

又Rocha 鉞山周辺やRio Iporangaでは石灰岩類(AIII S<sub>2</sub> ls)薄層を伴う。

#### (e) AIII L<sub>3</sub>層

#### 分布及び層厚

地域西部のRio Mato Pretoから北東方向へPaqueiro, Adrianopolisを通りApiaiまで細長く分布する。又地域北東部にもBoa Vista-Furnas-Espírito Santoを結ぶ地域にも一般走向NE-SWを示し細長く分布する。

本層中には，Paqueiro, Bueno, Diago Lopes, Furnas及びEspírito Santoなどの鉛鉞床が胚胎している。

層厚はSerra do Carumbe付近で1,400～1,800mと厚く，Furnas周辺では800～1,100m，Espírito Santo付近で約1,000mである。

#### 岩 層

本層は主として石灰岩(AIII L<sub>3</sub> ls)よりなり，北東部ではしばしば苦灰岩(AIII L<sub>3</sub> dol)を伴う。又部分的に変砂岩及び雲母片岩(AIII L<sub>3</sub> ps)を挟在する。

石灰岩(AIII L<sub>3</sub> ls)は灰色～暗灰色，細～中粒を示し，塊状緻密な岩相から粗粒の岩相まで変化する。

Paqueiro 鉞山付近では下部で灰色細粒の塊状～縞状石灰岩が発達し，中部に層厚100m前後の暗灰色細粒の雲母片岩(AIII L<sub>3</sub> ps)を挟在し，上部では石灰岩と石灰片岩の互層が発達する。

Ribeira 川北部では灰色～灰白色，中～粗粒の縞状又は塊状晶質石灰岩が主要岩相を占める。しばしば石灰岩，雲母片岩，石灰片岩の互層が発達し，黒雲母が濃集することがある。縞状，又は塊状の晶質石灰岩はRibeira河流域からItaoca花崗岩体周辺部に発達し，Ribeira北部では大理石状の粗い岩相を示し，黒雲母を含有することがある。

Furnas 周辺では石灰岩(AIII L<sub>3</sub> ls)は比較的連続性の良い2枚の変堆積岩類(AIII L<sub>3</sub> ps)を挟在して上部・中部・下部に分かれる。岩相に差異は認められず灰色～暗灰色，細粒～中粒で比較的層理が明瞭な石灰岩で，部分的に雲母片岩及び変石英砂岩の薄層を挟み，下部の石灰岩はFurnas鉞床の母岩となっている。

Espírito Santo周辺及びその南西では苦灰岩が発達し，北東地域では石灰岩が優勢に発達する。一般に幅5～30cmの層状の構造が発達し層理は明瞭で，かつしばしば黄鉄鉞の鉞染が



が認められる。

Apiai 付近では主として暗灰色中～粗粒泥質石灰岩よりなり、変砂岩及び変シルト岩の薄層（20～50cm）と細かく互層する。Apiai 花崗岩体周縁部の石灰岩は接触変成作用を蒙り、塊状の晶質石灰岩となり、緑レン石及びザクロ石などを随伴する。

Camargo Correia の石灰岩採石場では、灰色～暗灰色、中粒～粗粒塊状の岩相を呈し、Itaoca花崗岩の近接部では大理石化して粗い岩相を呈し、粗粒の黒雲母片が多量に濃集する。

苦灰岩（AIII<sub>3</sub>dol）は灰色～紫灰色又は淡緑色の細粒～粗粒塊状苦灰岩で、方解石脈や苦灰石脈を伴う。Furnas周辺では大きく3層準認められ、下部は縞状苦灰岩及び暗灰色細粒の泥質苦灰岩からなりFurnas鉍床の重要な付岩である。中部も泥質苦灰岩を主体とするが、黄鉄鉍鉍染のみ認められる。上部は灰色、粗粒となり一部に暗灰色角礫状苦灰岩中に方解石—苦灰石の網状脈を随伴する。

サンパウロ州道373号線沿いでは、細粒で暗灰色部と淡灰色部の縞状模様の明瞭なゼブラ構造が観察される。

Espirito Santo周辺及びその南西部では灰色、細粒で塊状緻密質な岩相を呈し、しばしばクロスラミナが観察される。

変堆積岩類（AIII<sub>3</sub>ps）は雲母片岩、変砂岩及び変シルト岩などからなり、石灰岩、苦灰岩中に薄層として挟在される。

#### (f) AIII<sub>3</sub>層

##### 分布及び層厚

第二年次の地域では西端のSerra da Bocanha及びSerra do Carumbe断層に沿って帯状に分布する。第三年次の地域ではCalabouço向斜軸の南翼部及び北翼部に細長く分布するほかEspirito Santo向斜軸部に小規模に露出する。

層厚はSerra do Carumbe地区で500m以上、Boa Vista山地で900m、北東部のSerra da Vargem Grande付近で1,500mに達する。

##### 岩 相

Serra do Carumbe 地区では、白色～帯黄色、細～中粒のリズミカルな珪岩・変砂岩互層からなり、上部で珪質岩又は石英の円礫（φ2～4mm）を含む礫岩薄層を挟在する。第三年次地域では変石英砂岩となり、この変石英砂岩は灰白色～紫灰色又は赤褐色で細粒～中粒を呈し、一般に層理が明瞭である。局所的に黄鉄鉍の鉍染が認められる。

Espirito Santo 花崗岩の接触部付近にはセリサイト、空晶石が認められる。又、Itaoca花崗岩の周辺ではザクロ石の斑状変晶が認められる。

#### (g) AIII<sub>3</sub>L層

石灰岩を主体とし、雲母片岩～千枚岩を挟在する。



## 分 布

GurutuvaよりCorrego Passa Vinte - Rio Betari 上流 - Bairro da Cachimba 南東部までCalabouço 向斜軸の南翼に細長い分布を示す。

## 層 厚

層厚はRio de PalmitalよりRio Betari 付近では530m~750mであるが、北東部に行くに従い層厚を減ずる。Bairro da Cachimba南東部では70m前後である。

## 岩 相

本石灰岩(AIII L<sub>4</sub>)は白色~淡灰色、細粒~粗粒で比較的層理の明瞭な岩相が特徴で、暗灰色を呈すAIII L<sub>2</sub>層及びAIII L<sub>3</sub>層とは肉眼的に容易に識別される。

Rio de Palmital では褐色のセリサイト片岩~千枚岩の薄層を2層挟在する。Rio Betari 付近では本石灰岩の上部は、不純な石灰岩となり苦灰岩及び石灰片岩の薄層を挟在する。

又、Rio Betari 上流では北東部に行くに従い石灰岩中に変石英砂岩(AIII S<sub>3</sub>)の挟みが多くなり、変石英砂岩(AIII S<sub>3</sub>)に漸移する。一方、Calabouço 向斜軸の北翼には本石灰岩は分布せず、本層と同一層準には変石英砂岩(AIII S<sub>3</sub>)が分布しており、両者は同向斜内部で指交関係で移化すると考えられる。

### (h) AIII S<sub>4</sub>層

AIII S<sub>4</sub>層は調査地域に分布する地質の最上部を構成する。変シルト岩優勢な変シルト岩・変砂岩・炭酸塩岩類の薄互層が主体で、石灰岩の薄層を挟在する。

## 分 布

Gurutuva 西部よりPalmital を通り、Bairro da Cachimba 東部付近までCalabouço 向斜の軸部付近に帯状に分布する。

## 層 厚

AIII S<sub>4</sub>中に岩床状に進入した変塩基性岩類(後述)により2層に分断され、変塩基性岩類の下位では50m~320mを示し、上位では80m~780mを示す。

## 岩 相

灰色~淡緑色又は褐色を呈する変シルト岩を主体とし、変砂岩及び炭酸塩岩類などを伴う非常に規則的な薄互層(層厚5~10cm)である。局所的に珪質な岩相を挟在する。

鏡下では白雲母、石英、緑泥石と少量の不透明鉱物、スフェーン、紅柱石及びクロロイトドからなるレピドブラスチック組織を示す。

### (i) 空中写真上の特徴

変砂岩は抵抗性が大きく、谷は狭いV字状、山陵は角ばった形態を示し、水系は密度が低く平行状である。又層理が発達している。雲母片岩及び千枚岩は滑らかな肌理を示し、密度の高い樹枝状水系で、抵抗性は小さい。本層の石灰岩は広範囲に分



分し、顕著なカルスト地形を示している。水系密度が低く、抵抗性は小～中程度で層理は発達していない。抵抗性の差から変砂岩と石灰岩の境界が極めて明瞭であり、加えて変砂岩に発達する層理によって褶曲及び断層などの構造を解析することができる。

#### (j) 層位関係及び時代

東部の Barra do Turvo 付近では、下位の Açungui II 層を整合に被っているが、他地域では Ribeira 断層及び Figueira 断層で Açungui II 層と接している。時代は、510m. y. の花崗岩類に貫ぬかれていることから先カンブリア紀上部と考えられる。

## 2-2 貫入岩類

調査地域内に分布する貫入岩類は、変塩基性岩類、花崗岩類、斑れい岩、閃長岩及び輝緑岩類からなる。前2者は、先カンブリア紀末期からカンブリア紀にかけたブラジル造山輪廻の産物と考えられ、後3者はジュラ紀から白亜紀にかけた南米卓状地の再活動に伴う Parana 塩基性火山活動の一部として形成されたものと考えられる。

### 2-2-1 変塩基性岩類 (Mb)

#### 分布・産状

主要な岩体は、AIII S<sub>4</sub> 層中に岩床状形態を示して貫入し、Calabouço 向斜軸部に沿って延長 28 km にわたり NEE-SWW 方向に細長く分布する。そのほか Rocha 背斜軸部及び Barrinha 背斜軸部に岩床状あるいは岩株状に貫入するもの、Rocha 断層及び Quarenta Oitava 断層沿いに岩床状に貫入したと推定されるものがあげられる。

#### 岩相

暗灰色～暗緑色を呈し、細粒～粗粒塊状の変斑れい岩、変輝緑岩及び変玄武岩など様々な岩相を示す。肉眼では斜長石、輝石及びアクチノ閃石を主要構成鉱物とし、緑泥石、緑レン石及び磁鉄鉱などを随伴する。部分的に緑泥石脈や白色鉱物脈が発達する。鏡下ではオフィチック組織、ポイキロプラスチック組織を呈し、斜長石、オージャイト、ハイパーシン、アクチノ閃石と少量の石英、黒雲母、磁鉄鉱及び緑泥石などが観察される。本岩類は、第一年次調査では後述の斑れい岩類に一括したが、変成作用を蒙っているか否かで大きく異なるので、第二年次以降両者を区分した。

#### 空中写真上の特徴

本岩は粗い肌理を示し、水系密度が低く、抵抗性は中～小であるため、石灰岩類中においてはその境界は不明瞭である。

#### 貫入時期

Açungui III 層を貫ぬいているが、Açungui 層群と共に褶曲及び変成作用を蒙っていること





から、ブラジル造山輪廻の初期もしくはそれ以前の活動と考えられる。

## 2-2-2 花崗岩類 (Gr)

### 分布・産状

調査地域の西側をNE-SW方向に、幅30kmのTres Corregos岩体がハンリスとして貫入している。中部には北東部から南西部に向かって、Espirito Santo, Apiai, Itaoca, Varginha及びMorro Agudoの諸岩体がハンリスあるいは岩株として分布する。又更に東側ではAgudos Grande及びItaporanga岩体がハンリスとして分布する。このほか岩脈状の小貫入岩体も部分的に認められる。

### 岩 相

灰白色～淡紅色を呈し、細～粗粒塊状の黒雲母花崗岩～花崗閃緑岩からなる。一般に斑晶は長径0.5～2cmのカリ長石を含むのが特徴で、Itaoca岩体やTres Corregos岩体では最大5cm以上のカリ長石斑晶を含む。ほかに斜長石、石英、黒雲母と少量の角閃石及び磁鉄鉱が肉眼で認められるが、Espirito Santo岩体はほかの岩体に比べて角閃石は乏しい。又流理構造や変成組織は観察されないが、Apiai岩体及びTres Corregos岩体の一部でマイロナイト組織を呈す。鏡下では、完晶質、斑状組織を呈し、カリ長石、斜長石、石英、黒雲母と少量の角閃石、ジルコン、スフェーン、リン灰石などを伴う。斜長石はセリサイト化を、黒雲母は緑泥石化を受けている。

### 空中写真上の特徴

本岩は抵抗性と水系の相違によってF<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>という2つのユニットに分類できる。前者にはItaoca, Tres Corregos, Espirito Santo, Apiaiの各岩体が含まれ、後者にはMorro Agudo, Agudos Grande, Varginhaの各岩体が含まれる。前者は抵抗性が小さく、浸食が進んでおり、水系は密度が非常に高く、細かい平行状の模様を示している。後者は抵抗性が大きく、丘陵地を形成しており、肌理が粗く、水系密度は高～中程度で、平行状あるいは格子状の水系模様を示す。

### 貫入時期

貫入時期はブラジル造山輪廻の中で変成作用後の断層運動の前後と考えられる。

Cordaniほか(1967)による黒雲母のK/Ar年代測定では、Tres Corregos岩体が510±15m.y.を示し、Itaoca岩体が500±15m.y.を示し、いずれもカンブリア紀初期に相当する。

Cordaniほか(1967)によればブラジル造山輪廻時期の花崗岩類の貫入時期は次のように区分される。

- ① 650～600m.y. 造山運動中の貫入



② 600~590m.y. 造山運動後期の貫入

③ 590~500m.y. 造山運動末期の貫入

したがって本地域の花崗岩類は③期の造山運動末期の貫入と考えられている。

### 2-2-3 斑レイ岩類 (Gb)

#### 分 布

第二年代地域でRibeira断層沿いに分布する2つの岩株状小岩体とその南西部の岩株状小岩体がある。

#### 岩 相

主要岩相は優黒色を呈し、中粒緻密な完晶質斑レイ岩類である。Barrinha南部のJose Fernandes岩体の一部には石英閃緑岩の岩相がみられる。本岩類は変成作用を受けておらず、既述の変塩基性岩類とは肉眼的及び鏡下の特徴が明瞭に異なる。鏡下では、オフィチンク組織を呈し、斜長石、オージャイトと少量のホルンブレンド、ハイパーシンが観察される。

#### 貫入時期

Cordaniほか(1967)やG.Ameral(1967)は同種の貫入岩のK/Ar年代測定を実施した結果、前者は1084m.y.を得、後者は147~117m.y.を得た。これらの年代はジュラ紀末から白亜紀に貫入したことを示している。

### 2-2-4 閃 長 岩

#### 分 布

Tunas北方に、面積約20km<sup>2</sup>、貫入方向NW-S E系の岩株が、又地域西部にも小岩体が分布する。

#### 岩 相

灰色~暗灰色の中粒~粗粒完晶質な塊状岩で、新鮮な斜長石、カリ長石の中に短柱状の有色鉱物を少量含んでいる。鏡下では、半自形等粒状組織を呈し、カリ長石、斜長石と少量の黒雲母、単斜輝石、オージャイトを含む。

#### 貫入時期

Cordaniほか(1967)によれば、Tunas岩体のK/Ar年代は、1115±156m.y.で白亜紀中期を示している。

### 2-2-5 輝 緑 岩 類

#### 分 布

調査地域全域にNW-S E系の岩脈としてAgungui層群及び花崗岩類を貫く。岩脈の幅は



数10cm～数mのものが多く最大75mを示す。走向延長は様々で最大のものは15kmに達する。

### 岩 相

暗灰色～黒色を呈し、中粒～細粒の輝緑岩又は斑レイ岩からなる。肉眼では斜長石、輝石を主とし、少量の黒雲母、磁鉄鉱と、部分的に緑泥石や黄鉄鉱が認められる。鏡下では、オフィチック組織を呈し、オージャイト及び斜長石と極く少量のアクチノ閃石、黒雲母、緑泥石、磁鉄鉱を含む。

### 空中写真上の特徴

本岩類は抵抗性の相違から2つのユニットに分けられる、大部分(ユニットI<sub>1</sub>)は抵抗性が小さく、常に窪んだりニアメントとして追跡される。調査地域南西部のTres Corregos岩体中及びEspirito Santo岩体中に分布するものは(ユニットI<sub>2</sub>)抵抗性が花崗岩より大きく、突出したりニアメントとして識別される

### 貫入時期

本岩類は、ジュラ紀より始まった南米卓状地の再活動に伴う塩基性火成活動の一部とみられ、ジュラ紀～白亜紀に貫入したと推定される

### 2-2-6 貫入岩類の化学組成

第一年次において、花崗岩類を主とする火成岩11試料の化学分析を行った。その分析値及び分析値から算出したノルム鉱物の重量%をTable II-2に示す。これらの分析結果は、本地域に分布する花崗岩類がカルクアルカリ岩系列の花崗岩～花崗閃緑岩を示し、検鏡結果と矛盾はない。

### 2-2-3 変 成 作 用

本調査地域に分布するSetuva層及びAgungu1層群を構成する岩類は先カンブリア系の変成岩類である。

これらの変成岩類は砂・泥質堆積物起原の片麻岩・片岩・千枚岩と塩基性火山岩類及び同質凝灰岩類起原の角閃岩・角閃石片岩などから構成される。

これらの変成相についてはこれまでに多くの人々が意見を述べているが、緑色片岩相から緑閃石角閃岩相までの変成相に属しているとする意見が多い。

本調査では野外観察、岩石分析、鏡下観察などにより、Setuva層及びAgungu1層群の変成相の分帯を行った結果、これらの変成作用は広域変成作用及び接触変成作用に分類される。変成相分類表をTable II-3に、変成分帯図をFig.II-6に示す。



**Table II-2 Chemical Analysis and Normative Computation of Igneous Rocks**

Sample No.	F 33	F 87	F 124	S 28	S 50	S 90	S 92	S 135	K 110	K 133	K 184	
Location	Morro Agudo	Tunas	Itaoca	Tres Corrales	Tres Corrales	Vinto - Sete	Veremba	Espirito Santo	Roberto Branco	Aracaba	Aracaba	
Rock Name	Granite	Syenite	Quartz monzonite	Granite	Granodiorite	Monzoniorite	Granite	Granodiorite	Granodiorite	Amphibolite	Granite	
Chemical composition	SiO <sub>2</sub>	66.50	61.76	64.78	54.53	67.95	52.44	66.02	71.58	68.17	46.95	69.69
	TiO <sub>2</sub>	0.72	0.39	0.71	0.78	0.52	1.85	0.27	0.30	0.41	1.76	0.31
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.67	18.01	15.46	15.42	14.45	17.43	15.17	13.94	15.05	17.43	15.49
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.32	1.16	1.12	1.92	1.42	1.7	1.08	0.20	0.78	1.37	0.55
	FeO	4.81	3.77	3.23	4.13	2.98	7.15	2.94	3.34	2.59	8.52	1.98
	MnO	0.08	0.13	0.04	0.13	0.08	0.15	0.08	0.07	0.04	0.30	0.03
	MgO	0.87	0.22	1.83	2.42	3.58	3.13	3.35	0.79	1.93	3.98	1.57
	CaO	2.37	1.11	3.05	5.82	2.78	4.62	2.97	1.68	1.11	8.48	1.88
	Na <sub>2</sub> O	3.09	6.28	3.52	2.84	3.60	3.21	2.48	3.69	4.47	2.51	3.55
	K <sub>2</sub> O	4.32	5.23	4.87	3.59	3.31	3.69	4.09	2.94	3.50	2.62	4.43
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.23	0.06	0.32	0.31	0.25	0.46	0.14	0.14	0.19	0.58	0.11
	CO <sub>2</sub>	-	0.47	0.13	5.30	-	0.7	-	-	0.11	-	-
	H <sub>2</sub> O (+)	0.81	0.25	0.11	1.71	0.57	0.86	0.64	0.58	0.13	2.68	0.41
	H <sub>2</sub> O (-)	0.42	0.24	0.12	0.14	0.08	0.18	0.22	0.06	0.32	0.22	0.12
	Total	99.21	99.32	99.27	99.20	99.44	99.68	99.85	99.31	99.58	99.57	99.42

CIPW norm	Q	22.84	1.87	15.94	-	25.0	1.62	25.22	0.93	22.67	0.08	24.53
	C	1.15	0.4	0.00	-	0.47	0.00	0.78	1.97	0.76	0.00	1.21
	T	25.33	70.91	28.78	-	39.58	21.81	24.17	17.37	20.68	15.58	26.18
	Ab	26.15	53.14	79.79	-	30.46	27.10	25.22	1.22	37.82	23.13	32.58
	An	10.26	3.48	12.00	-	52.21	22.25	1.82	7.42	8.59	28.0	8.81
	Ms	0.00	0.00	0.00	-	0.00	1.33	0.00	1.30	0.00	4.3	0.00
	Di	0.00	0.00	0.04	-	0.13	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Fs	0.00	0.00	0.04	-	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.85	0.00
	En	2.17	0.65	4.52	-	0.00	7.18	3.38	1.97	2.32	0.00	1.42
	Is	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Il	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pl	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Or	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Al	0.46	1.68	1.62	-	1.91	2.54	1.57	0.29	1.10	2.08	1.80
	Al <sub>2</sub>	1.3	0.74	1.35	-	0.99	3.49	0.51	0.57	0.78	3.34	0.59
Ap	0.53	0.14	0.74	-	0.58	1.07	0.32	0.32	0.44	1.30	0.25	
Cc	0.00	1.02	0.28	-	0.00	1.65	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	
Total	97.98	98.83	99.04	-	99.84	98.63	98.99	98.67	98.93	98.47	98.89	
(O + quartz) ab	74.51	84.92	74.50	-	75.05	49.40	74.60	80.53	81.18	35.71	83.29	
DI	76.05	85.92	75.22	-	75.93	50.27	75.36	81.61	82.06	28.20	84.22	





Table II - 3 Classification of Metamorphic Facies of the Surveyed Area

type of metamorphism	origin rock	low ←	metamorphic grade	→ height
regional metamorphism	pelitic rock	muscovite (sericite) zone graphite-sericite -muscovite-Assem	green rock facies actinolite-epidote -Assem	biotite zone muscovite-biotite -Assem
	basic rock	chlorite-epidote -Assem		epidote-amphibolite facies garnet-epidote- amphibole-Assem
contact metamorphism	pelitic rock		biotite hornfels	biotite-garnet hornfels
	carbonate rock		marble	

Assem. Assemblage

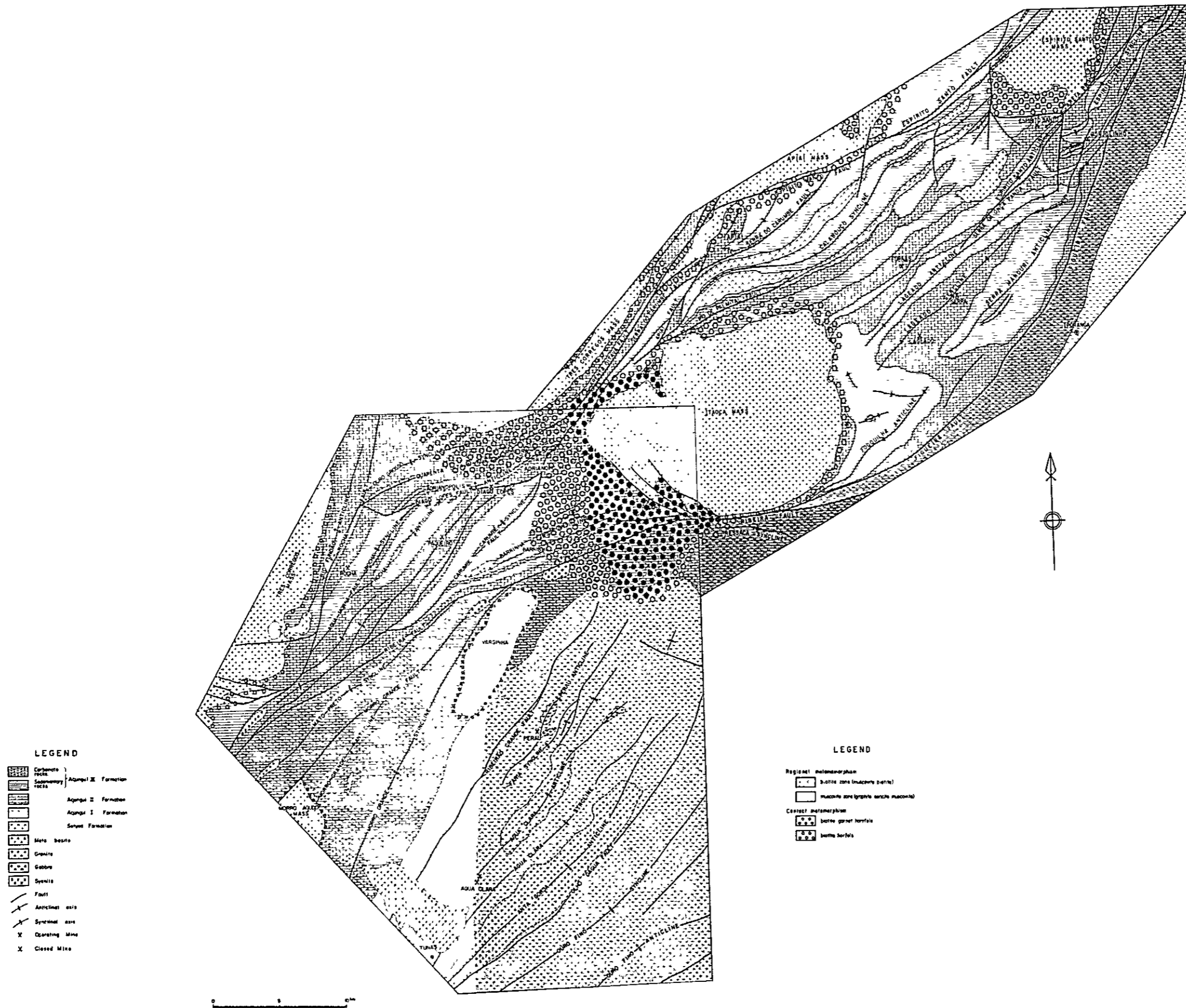


Fig. II-6 Metamorphic Facies Map in the Surveyed Area



### 2-3-1 広域変成作用

変成岩の構造はNE-SW系を示し、ブラジル造山輪廻に伴って形式されたものである(JICA and MMAJ, 1981, 1982, 1983)。又、変成岩類の源岩のRb/Sr年代測定結果は1,400-1,170m.y. (Batolla Jr 1977, CPRM 1981)であることが知られている。一方Setuva層の片麻岩中の黒雲母のK/Ar年代測定結果では $582 \pm 31$ m.y. (Cordani 1967)の年代が得られている。このK/Arによる黒雲母の生成年代は、この地域の変成岩類の変成年代を表すものと考えられ、その変成作用の時期はブラジル造山輪廻(750-500m.y.)に一致することを示している。

砂・泥質岩起原の岩石は、鉱物組合せにより、①黒雲母帯②白雲母帯に分帯される。

①黒雲母帯……白雲母-黒雲母

②白雲母帯……石墨-セリサイト-白雲母

黒雲母帯はRibeira断層以南のAçungui I・II層分布域でAgua Clara鉱山を通るほぼ南北の線の東側に認められる。白雲母帯は、Tunas北西のAçungui I層上部からAçungui II層及びRibeira断層以北のAçungui III層全域に認められる。又Perau鉱山周辺ではSetuva層とAçungui I層との変成相の差は認められない。

なお第二年次及び第三年次報告書では、サクロ石帯(黒雲母-サクロ石)を広域変成作用の分類に含めたが、同帯はItaoca花崗岩帯の周囲のみに認められることから後述の接触変成作用に含めた。

次に変塩基性岩類は大局的には緑色片岩相~緑レン石角閃岩相に属し、砂・泥質岩起原の変成岩の鉱物帯とは次のような対応がある。

Setuva層では緑レン石-角閃石-黒雲母の鉱物組合せを、Açungui I・II層ではアクチノ閃石-緑レン石~サクロ石-緑レン石-角閃石の鉱物組合せを示す。これらは緑色片岩相~緑レン石角閃岩相に属し、大きな差は認められず、砂・泥質岩起原の①黒雲母帯に対応する。

Ribeira断層以北のAçungui III層中に岩床状に貫入する変塩基性岩類の鉱物組合せは、南部では緑色片岩相の緑泥石-緑レン石、北部では緑色片岩相のアクチノ閃石-緑レン石で、北部でやや変成度が高くなる傾向が認められる。これらの鉱物組合せは、砂・泥質岩起原の②白雲母帯に対応する。

### 2-3-2 接触変成作用

本調査地域では、Tres Corregos, Apiai, Itaoca, Espirito Santoなどの花崗岩体の周辺に、黒雲母の斑状変晶を含む黒雲母ホルンフェルスが生成している。Itaoca岩体の西部にはサクロ石ホルンフェルスが生成し、その外帯に黒雲母ホルンフェルスが生成している。

又、花崗岩体に近接する石灰岩類中には、一部に大理石化あるいはスカン化が明瞭に認め



られる。

## 2-4 地質構造及び地質構造発達史

### 2-4-1 地質構造

本地域は、ブラジルの地質構造区分上、Mantiqueira 構造区の Apiai 褶曲体中に位置する (Almeida, F.F.M, 1981)。又本地域の東方には、トランスアマゾン造山輪廻 (2,200~1,800 m.y.) に形成されたと考えられる結晶複合岩類 (片麻岩類~ミグマタイト岩類) からなる Paraíba do Sal とよばれる海岸山脈がある。

本地域の地質構造を大きく支配する方向は、NE-SW 系~NEE-SWW 系である。これらの地質構造の方向は、ブラジル造山輪廻期 (750~500 m.y.) に形成されたと考えられている。更にこれらの構造内部には、より古い時代の造構運動によって形成されたと考えられる NNW-SSE 系の褶曲構造が残存しているのが認められる。上記の各地質構造を切って NW-SE 系の貫入岩類及び N-S 系の断層構造が発達する。この方向は地域内で最も新期の地質構造と考えられている。

本地域の基盤をなす Setuva 層は、NE-SW 系背斜構造のコアとして波長 3~5 km オーダーで繰り返し露出し、その配列方向は南北を示す。

Açungui I 層は、南部で Setuva 層を取り囲むように分布し、北東部では Figueira 断層及び Ribeira 断層に挟まれて分布する。南部では Perau 鉞山から西側では 30°~70°W の同斜構造を示すが、Perau 鉞山の東側や北東部では NE-SW 系の褶曲構造により同一地層の繰り返し認められる。

Açungui II 層は Açungui I 層を整合に覆い、Ribeira 断層以南に NE-SW~E-W 方向に分布するほか、Figueira 断層東部にも細長く分布する。Ribeira 断層以南のものは中央部に向斜構造が認められる。又 Figueira 断層東部では、層理面が不明確であるが西側に向かって若くなると推定される。

Açungui III 層は Figueira 断層及び Ribeira 断層の北西側に分布するが、石灰岩類と変堆積岩類の厚い互層による NE-SW 系~NEE-SWW 系の明瞭な地質構造が卓越する。

#### (1) 褶曲構造

##### (a) Setuva 層~Açungui I 層中の褶曲構造

Setuva 層及び Açungui I 層中には Perau 背斜、Agua Clara 背斜及び Anta Gorda 背斜とこれらの間の Faria 向斜及び Agua Clara 向斜などで代表される NE-SW 系の褶曲構造が発達する。これらの軸長及び波長は、それぞれ 10~20 km, 3~5 km オーダーを示す。



(b) Açungui II層中の褶曲構造

Aunas 北西部では、NE-SW系のMato Preto 向斜、Morro Grande 背斜及びMorro Grande 向斜が発達するが、これらの軸長及び波長は、上のSetuva層～Açungui I層中のものと同様それぞれ15～20 km、5～8 kmオーダーである。

中央部にほぼE-W系に発達するRessaca 向斜は、Ribeira断層沿いに軸長60 kmが認められている。

(c) Açungui III層中の褶曲構造

Ribeira 断層及びFigueira断層の北西側に分布するAçungui III層中に発達する褶曲構造は、NE-SW系～NEE-SWW系が支配的である。これらはItaoca花崗岩体の西側では断層によって切られる場合が多く軸長は東側に比べて短くなる。これらの褶曲は、褶曲軸の長さにより第1次～第4次のオーダーに分類される。第1次のオーダーに属す褶曲は、軸長35 km以上のCalabouco 向斜(DNPM, 1977)及びSerra Manduri - Foz de Iguazu 背斜であり、前者にCarumbe 向斜が、後者にBarrinha背斜が連続する。Furnas 鉞床及びBarrinha 鉞床の鉞脈裂か系はこれらの褶曲運動に密接に関係して形成された、第2次のオーダーに属す褶曲は軸長20 km前後のLageado 背斜及びLageado 向斜で、Lageado 鉞床の鉞脈裂か形成に関係している。第3次のオーダーの褶曲は、軸長10 km前後のRocha 背斜・向斜、Espírito Santo背斜・向斜で、それぞれRocha 鉞床及びEspírito Santo鉞床の鉞脈裂か形成に関係している。第4次のオーダーの褶曲は軸長5 km以下で地域北東部Monjolinho 鉞床、Apiaí 周辺ほか認められる。第1次の1/2波長は最大12 km、第2次の1/2波長は1～3 km、第3次の1/2波長は1～2 kmである。

又、Lageado 周辺には、NNW-SSE系の褶曲構造が認められ、又NE-SW系の褶曲構造がプランジの方向を変える付近にも同じような褶曲構造が抽出され、古い構造として注目される。

(2) 断層構造

本地域の地質構造を大きく支配する断層の方向はNE-SW系～NEE-SWW系が卓越する。それらのうち主要なものはFigueira断層(DNPM, 1972)、Ribeira断層(DNPM, 1972)、Espírito Santo断層(DNPM, 1972)、Serra do Carumbe断層及びOlho D'água断層などで2,000 m以上の転位量を示す。特に前者2者は本地域の地質を2分する重要な断層である。転位量が1,000 m前後の断層は、Quarenta e Oitava断層、Rocha断層、Água Morna断層、Morro Grande断層及びRibeirão Grande断層があげられる。





その他の方向としてはNW—SE系、N—S系の小規模断層も認められる。

### (3) その他の構造

前述した貫入岩類のうち閃長岩及び輝緑岩類の貫入方向はNW—SW系を示す。又、片理、ドラッグ褶曲及び鉍脈裂かなどの小構造も発達する

## 2-4-2 地質構造発達史

地質構造発達史を編むことは、鉍床の成因を考察するうえで重要と考える。又本地域に認められているUrugaun造山輪廻(1,400—1,100m.y.)及びブラジル造山輪廻(750—500m.y.)は広義には一つの造山輪廻と考えられる。以下に本地域の構造発達史を4回のステージに分けて記述する。なおFig.II-7に、地質断面図(Plate 1)のラインA—A'にFuruas, Lageadoの向斜床を投影した2次元タイアグラムを示す。

### ステージ I (Urugaun 造山輪廻期)

本地域に分布する変堆積岩類の源岩の年代は、Rb/Sr年代測定結果から1,400—1,100m.y.であることが知られており(Batolla Jr, 1977, CPRM 1981)Urugaun造山輪廻期に堆積したと考えられる。ステージIは、地向斜の段階で堆積が発達し、鉛同位体測定資料(後述)から、鉛鉍物の沈積もこの時期に行われたと考えられている(JICA and MMAJ, 1982)。特にAgungui I層中では、塩基性火山活動が旺盛に活動する直前に、石灰質～苦灰質岩が堆積し、Perau型鉍床はこれらの一部に還元環境下で同生的に生成されたと考えられる。

### ステージ II (Urugaun造山輪廻期～ブラジル造山輪廻期)

NW—SE系の片理が、NE—SW系の片理にきられていることから、Urugaun造山輪廻以後ブラジル造山輪廻以前にも初期の変形作用が行われたと推定しても矛盾はない。変形作用の原因として、不均一荷重圧、基盤の昇降運動あるいはNE—SW系の横圧力などが考えられる。

### ステージ III (初期～中期ブラジル造山輪廻期)

この段階には、塩基性火成活動及び略NE—SW系の片理を特徴づける変形・変成作用が行われ、温度・圧力条件により層序上及び地域的な変成度の相違が生じた。同時にはほぼNW—SE方向の横圧力による座屈褶曲作用が生じ、ほぼNE—SW系の褶曲構造と高角裂か及び層理面上のはく離などの小断裂構造が形成された。そして鉍脈型鉛鉍床はこの小断裂構造に濃集したものと考えられる。

Fig.II-7から明らかなように、Furnasは南東部の背斜軸部から急激に層厚が減少する翼部にあたり、Lageadoは層厚が最大になる向斜軸部に位置する。



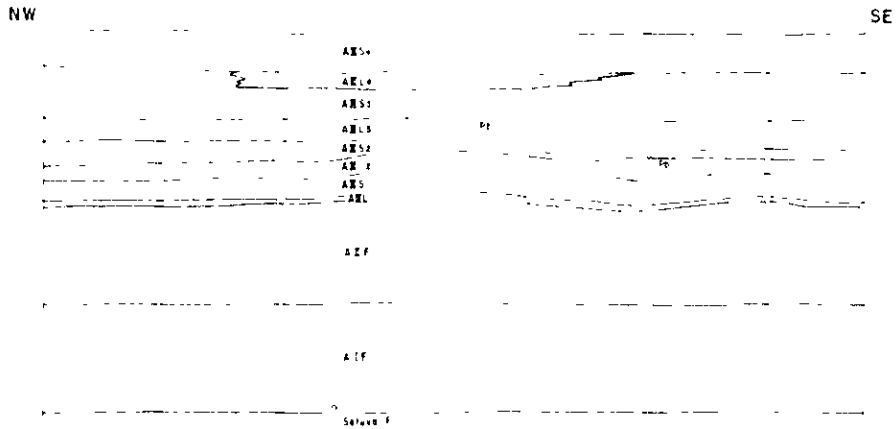
#### ステージ IV（後期ブラジル造山輪廻期）

この段階には、Figueira断層で代表されるNE-SW系の断層構造が形成されたと同時に、Itaoca, Tres Corregos, Apiaí, Espírito Santoなどの諸花崗岩体が貫入、すなわち酸性火成活動が生じたと考えられる。

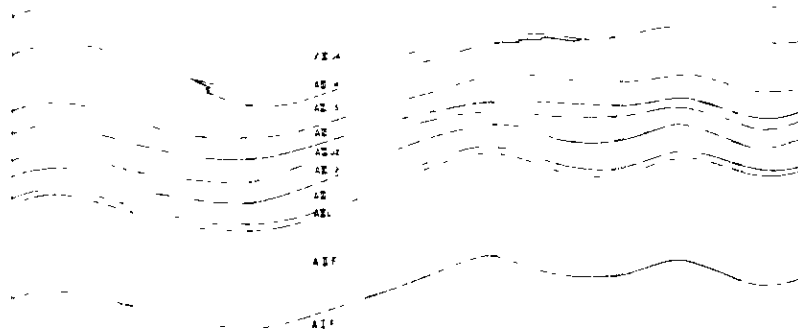
更に後期には図に示されていないが、後ブラジル造山輪廻の運動としてN-S系の左手横ずれ断層及びジュラ紀～白亜紀のNW-SE系の輝緑岩岩脈の活動があげられる。

4

STAGE I SEDIMENTATION and ACCUMULATION of Pb (URUAÇUAN OROGENY, 1400-1100<sup>Ma</sup>)



STAGE II DEFORMATION and BENDING or BUCKLING (URUAÇUAN to BRAZILIAN OROGENY)



STAGE III BASIC MAGMATISM, METAMORPHISM, BUCKLING, FRACTURING and CONCENTRATING of Pb (EARLY to MIDDLE BRAZILIAN OROGENY, 750-500<sup>Ma</sup>)

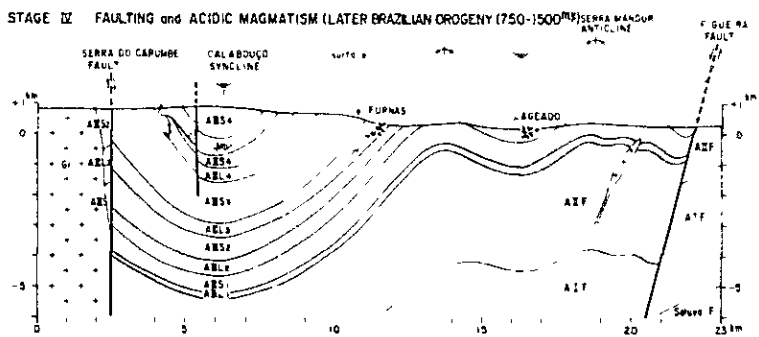
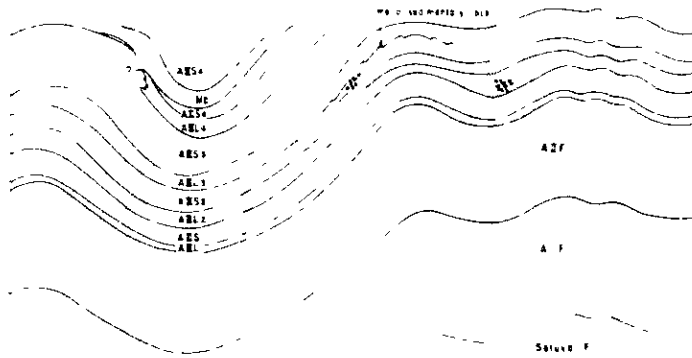


Fig. II-7 Geotectonic History of the Surveyed Area



## 第 3 章 鋳 床

### 3-1 鋳 床 概 説

本調査地域の Açungui 層群中には、Fig. II-2, Fig II-4, PL-1 に示したように、多数の鉛鋳床及び鋳徴地が存在する。これらの鋳床のタイプは Perau 型及び Rocha 型に大別される。

Perau 型鋳床は Açungui I 層下部にレンズ状に発達する石灰岩～石灰・珪酸塩岩中に胚胎する層状鋳床である。現在稼行中の Perau 鋳山 (Pb-Ag), 今回ボーリングで捕捉された Perau 鋳山西部の新鋳床 (Pb-Zn-Ag-Ba), 休山中の Agua Clara 鋳山 (Pb-Cu-Ba), 開発準備中の Pretinho 鋳山 (Ba) 及び探鋳中の Canoas 鋳床 (Pb-Zn-Ag-Ba) などがこのタイプに属する。

Rocha 型鋳床は、Açungui III 層の石灰岩類中に胚胎する脈状～不規則塊状鋳床である。代表的な稼行鋳山は、Rocha 鋳山, Barrinha 鋳山, Furnas 鋳山及び Panelas 鋳山で、ほかに休山中の Lageado - Serra 鋳床群, Espirito Santo 鋳山, Paqueiro 鋳山, Bueno 鋳山及び Diago Lopus 鋳山などや多数の鋳徴地が知られている。主要鋳床及び鋳徴地は Açungui III 層の石灰岩類のうち A III L<sub>2</sub> 及び A III L<sub>3</sub> 中に集中して胚胎することが本調査によって判明した (Table II-4)。

鋳床の成因については、Perau 型鋳床は塩基性火山活動による低温溶液から、Açungui I 層の石灰・珪酸塩岩中に還元環境で同生的に硫化鋳物が沈澱したと考えられ、Rocha 型鋳床は Açungui III 層の石灰岩類中に沈積した硫化鋳物が後のブラジル造山輪廻によって形成された鋳脈裂か糸に再移動・濃集したと考えられる。

### 3-2 Perau 型鋳床

#### 3-2-1 Perau 鋳床

##### (1) Perau 鋳山の概要

Perau 鋳山は Adrianopolis の南約 25 km に位置し、Riberão do Grande の支流 Ribeirão do Perau 上流に 1.5 km に Eletro São Marco Ltd. の鋳山事務所及び坑口がある。

稼行中の Perau 鋳床は Açungui I 層中の石灰岩・苦灰岩～炭酸塩岩片岩中に胚胎する層状鉛鋳床で、現在は G 1～G 4 レベルに主要坑道が展開され、更にこれらの間に約 110 m 間隔で 7 本のサブレベルが展開されている。

現在、従業員が 90 名、月産粗鋳 850 t, Pb: 5.63%, Ag: 80 g/t を出鋳出鋳し、全量 Plumbum S.A. 社の製錬所 (Panelas 鋳山) に売鋳している。

##### (2) 地 質

Perau 鋳山周辺の地質は、下位より Setuva 層と Açungui I 層からなる (Fig II-8,





Table II-4 List of Mines and Showings in the Surveyed Area

(1)

No	Name of Mine & Showing	Kind of Ore	Type	Status	Location	Host Rock	Ore Deposits		Average Width	Grade			Ore Mineral	Remarks	
							Lateral Extension	Longitudinal Extension		Aggr. %	Cu %	Pb %			Zn %
1	Braço da Resaca	Pb	Vein	closed	Área Branca	Avanguai III L <sub>3</sub> limestone	Strike & dip N60°E-60°SE	120m	0.005-40.20m network	0.4	55.0	12.09	0.00	Gn	production several hundred tons
2	Água da Ilmeira	Pb	do	do	East of Espírito Santo	Avanguai III L <sub>3</sub> limestone	N30°E-70°SE	10	0.8	20.0	7.70	0.00	Gn, Cp, Py, Ce, Cv	production several hundred tons	
3	Mampinho de Sebastião	Pb	do	do	do	Avanguai III L <sub>3</sub> dolomite	N40°E, 80°SE	250	0.0	85.9	8.57	0.66	Gn, Hm, Cer, Py, Cv	production several hundred tons	
4	Espírito Santo	Pb	do	do	do	Avanguai III L <sub>3</sub> limestone	N50°E, 80°NW	0.15-0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	Sp, Ga, Py, Cp	production several hundred tons	
5	Figueira	Pb	do	do	do	do	N50°E, 55°NW	0.80-1.50	0.2	2386.0	12.60	3.82	Gn, Sp, Py, Cp	production Galena 210 kg	
6	Pastencia	Zn, Pb	do	do	do	do	N60°E, 50°SE	network	0.0	7.9	5.92	2.79	Gn, Sp, Py, Tr, Cer	production (1981) 500 T Ag, Pb 7% Ag, 3,000 FT	
7	Furnas	Pb, Ag, Zn	Vein and pipe like	operating	East of Furnas	Avanguai III L <sub>3</sub> limestone	N40°E, 45°NW	800	11.8	2.0	0.01	0.01	Gn, Sp, Py, Tr, Cer	production 10 tons	
8	Gruta de Santana	Pb	Vein	closed	North-east of Furnas	Avanguai III L <sub>3</sub> limestone	N55°E, 50°SE	1.5	network (0.02-0.04)	1.5	100.7	1.33	Hm, Gt	production 10 tons	
9	Água Sul	Pb	Vein	do	do	do	N45°E, 75°SE	1.00	0.02	0.0	0.0	0.0	Gn, Cv, Py, Hm, Cer	production 10 tons	
10	Decorência de Cobre	Cu, Zn	Vein	do	Lajeado	Avanguai III L <sub>3</sub> limestone	N75°E, 70°SE	5	0.50	0.0	0.0	0.0	Gn, Sp	production 1,000 tons	
11	Lourenço Velho (São Lourenço)	Pb	do	do	do	do	N70°E, 70°SE	0.60-0.80	0	215	0.0	11.1	Gn, Sp, Py	production Gn 2 tons	
12	Santana Velha	Pb	do	do	do	do	N65°E, 70°SE	0.80	0.3	1874.0	0.08	12.24	Gn, Sp, Py, Cer	by JICA (1981) production several thousand tons Pb 4-50%	
13	Porroco ou Porco do Mato	Pb, Zn	do	do	do	do	N50°E, 75°SE	0.30	0.5	1891.0	0.08	12.04	Gn, Py, Cer, Cv	production Gn 20-30 tons Pb, Ag	
14	Mamangava	Pb	do	do	do	do	N50°E, 60°SE	1.00-2.00	0.50	0.0	0.0	0.0	Gn, Cer, Py, Cp, Cv	production 40 tons	
15	Santana Nova	Pb, Ag	do	do	do	do	N80°E, 70°SE	0.60	0.5	496.0	0.08	12.04	Gn, Hm, Cer	production 5 tons	
16	Santana I	Pb	do	do	do	do	N50°E, 60°SE	0.20	0.20	0.0	0.0	0.0	Gn, Py	production 500 tons	
17	Nova Esperança	Pb, Ag	do	do	do	do	N60°E, 80°SE	0.30	0.4	2150.0	0.58	12.14	Gn, Py, Hm, Cer	production 1,000 tons (11-80 tons Pb, 50% Ag)	
18	São Vicente	Pb	do	do	do	do	N50°E-60°SE	0.70	1.00	0.0	0.0	0.0	Gn, Py	by Sudeipa production 600-1,000 tons	
19	Coqueiro	Pb	do	do	do	do	N70°E, 60°SE	1.00	1.00-1.50	0.1	1073.0	0.05	11.84	Gn, Py, Hm, Cer	production several hundred tons
20	Buggos	Pb	do	do	do	do	N70°E, 60°SE	0.10	0.10-0.50	0.1	835.0	0.16	10.56	Gn, Sp, Hm, Cer	production 80 tons
21	Jardim II	Pb, Ag	do	do	do	do	N50°E, 60°SE	0.20-0.30	0.20-0.30	0.0	0.0	0.0	Gn, Hm	by Sudeipa production Gn 1.5 tons	
22	São Rafael I III III	Pb	do	do	do	do	N70°E, 60°SE	0.30-0.40	0.30-0.40	tr	26.5	nd	nd	Gn, Sp, Py	by Sudeipa
23	Boa Ventura	Pb	do	do	do	do	N70°E, 60°SE	0.10-0.30	0.20-0.30	0.0	1131.0	0.01	12.86	Gn, Sp, Py, Hm, Cer	production 85 tons
24	Macaquinho	Pb	do	do	do	do	E W 64°S	0.10	0.10-0.50	0.1	835.0	0.16	10.56	Gn, Sp, Hm, Cer	production several hundred tons
25	Jaguatinka	Pb, Zn	do	do	do	do	N50°E, 65°SE	0.10-0.50	0.10-0.50	0.1	835.0	0.16	10.56	Gn, Sp, Py, Hm, Cer	production 80 tons
26	Seis Alqueires	Pb	do	do	do	do	N70°E, 75°SE	0.20-0.30	0.20-0.30	0.0	0.0	0.0	Gn, Hm	by Sudeipa production Gn 1.5 tons	
27	Berta Funda III III IV	Pb	do	do	do	do	N30°E, 40°SE	0.30-0.40	0.30-0.40	0.0	0.0	0.0	Gn, Sp, Py	by Sudeipa	
28	Alto do Berto (Descanso III)	Pb	do	do	do	do	N70°E, 70°SE	0.10-0.30	0.10-0.30	0.0	1131.0	0.01	12.86	Gn, Sp, Py, Hm, Cer	production Gn 1.5 tons
29	Casa Velha	Pb	do	do	do	do	N60°E, 80°SE	0.20-0.30	0.20-0.30	0.0	1131.0	0.01	12.86	Gn, Sp, Py	by Sudeipa production 10 tons
30	Silão Novo	Pb	do	do	do	do	N80°E, 60°SE	0.15	0.15	0.0	51.9	0.00	4.29	Gn	by Sudeipa production 10 tons
31	Berta do Leão	Pb, Ag	do	do	do	do	N45°E, 60°SE	0.50	0.50	0.0	110	0.4	0.2	Gn, Sp, Py, (Gt)	by Sudeipa production 10 tons
32	Santo Antônio do Pavão	Pb	do	do	Pavão	do	N60°E, 30°-50°NE	0.15	0.15	0.0	51.9	0.00	4.29	Gn	by Sudeipa production 10 tons
33	Floresta de São Barras	F	do	do	do	do	N80°E	0.50	0.50	0.0	24.6	nd	nd	Gt	by Sudeipa production 10 tons
34	Sete Barras (Empresa de Mineração)	Cu	atank-form	do	do	Avanguai III calc-sulfate rock	N80°E, 35°N	0.50	1.0	10	0.4	0.2	0.7	Gt, Py, (Gt)	by Sudeipa production 10 tons



Ser No	Name of Mine & Showang	Kind of Ores	Type	Status Quo	Location	Host Rock	Ore Deposits				Grade					Ore-Mineral	Remarks
							Strike & Dip	Longitudinal Extension	Average Width	Au g/t	Ag g/t	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)			
35	Perau	Pb, Ag	stratiform	operating	Estado Paramé (Monteplon Adriano)	Avungul III calc-silicate rock	N10E 30W	300+	200	0.30	0	1.20	0.2	18.7	2.0	Ga, Sp, P, Pb	production (1981) 1,300 T/yr Pb 8.5% Ag 100g/T
36	Agua Clara	Cu, Pb, Ba	do	closed	do	Avungul I dolomite	E, W 40S	30	50	0.20	0	8	0.8	0.0	0.0	Ga, C, P, Ba	
37	Prefinito	Ba	do	operating	do	Avungul II calc-silicate rock	N40E 35S	1000	100+	1.50	(BaSO <sub>4</sub> ) 85 ppm					Ba	production (1980) 140T/yr
38	Pandata	Pb	bedded vein & vein	operating	do	Avungul III L <sub>2</sub> limestone	N40E 50N	900	200	0.30	0	130	0.3	24.0	0.0	Ga, Sp, P, Pb	total production 1,500,000 T Pb 7.0% production (1981) 2,500T/yr Pb 5.8% Ag 100g/T
39	Laranjal	Pb	bedded vein	closed	do	do	N70E 60N			0.50	1	223	0.6	17.4	0.1	Ga	
40	Cecilia	Pb	do	do	do	Avungul III 1 calcareous shale	E, W 60N			0.10~0.30	0	187	0.1	9.9	0.0	Ga, Cer	
41	Barinha	Pb, Ag	do	under Exploration	do	Avungul III 1, 2 limestone & calcareous shale	N50~70E 40~60N	50~70	70~200	0.50~1.00	1	150	0.1	30.6	0.0	Ga, Sp, C, P, Cer, Pyro	
42	Diogo Lopes	Pb, Ag	do	closed	do	Avungul III 1, 3 limestone	N75~85E 50~70S	30	50	0.80	1	221	0.1	16.1	0.4	Ga, Pb	total production 144T Pb 9.7%
43	Bueno	Pb, Ag	do	do	do	do	N3E 50S	15	20	1.50	1	70	0.2	23.1	0.0	Ga, Pb	total production 607 T Pb 10.7%
44	Paquetao	Pb, Ag	bedded vein & vein	do	do	do	N40~60E 80N~80S	1~70	40	0.20~1.20	1	214	0.5	9.6	0.0	Ga, Sp, C, P, Py	total production 16,300T Pb 9.7%
45	Carumbe	Pb, Cu	vein	do	do	Avungul III 1 limestone										Ga, Pb (C, P)	
46	Itaz	F	do	do	do	do										F, Ga, Pb, C, P	
47	Quarenta Oitava	Pb	do	do	do	Avungul III 1, 2, 5 limestone	N10E 90									Ga, 1 lm, Pb, Sp	
48	Onça I	Pb	do	do	do	do				0.30						Ga	
49	Onça II	Pb	do	do	do	Avungul III 1 limestone	N10E 85NW				3.6	9.04	1.04	7.40	0.03	Ga, 1 lm, Pb, Tr, C, P, Sp	
50	Rocha	Pb, Ag	do	operating	do	Avungul III 1 dolomite	N10~20W 60N, 60S	180~400	150~300	0.10~2.00	1	130	0.5	18.0	0.4	Ga, Sp, C, P, Pb	production (1981) 2,800 T Pb 6% Ag 100g/T

Ga Galena  
Sp Sphalerite  
C Chalcopyrite  
Pb Pyrite  
Py Pyromorphite  
Lm Limonite  
Fl Fluorite  
Cer Cerussite  
Pyro Pyrochlore  
Pb Barite  
Tr Tetrahedrite

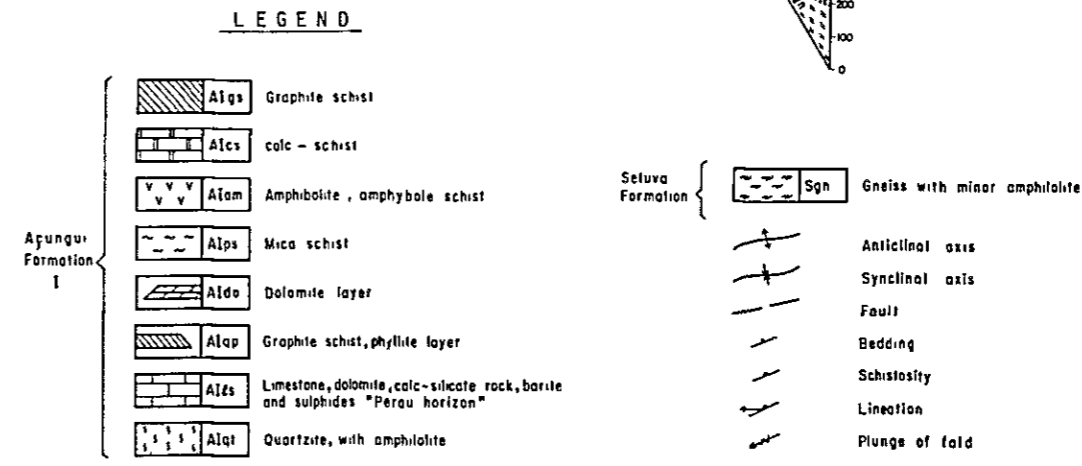
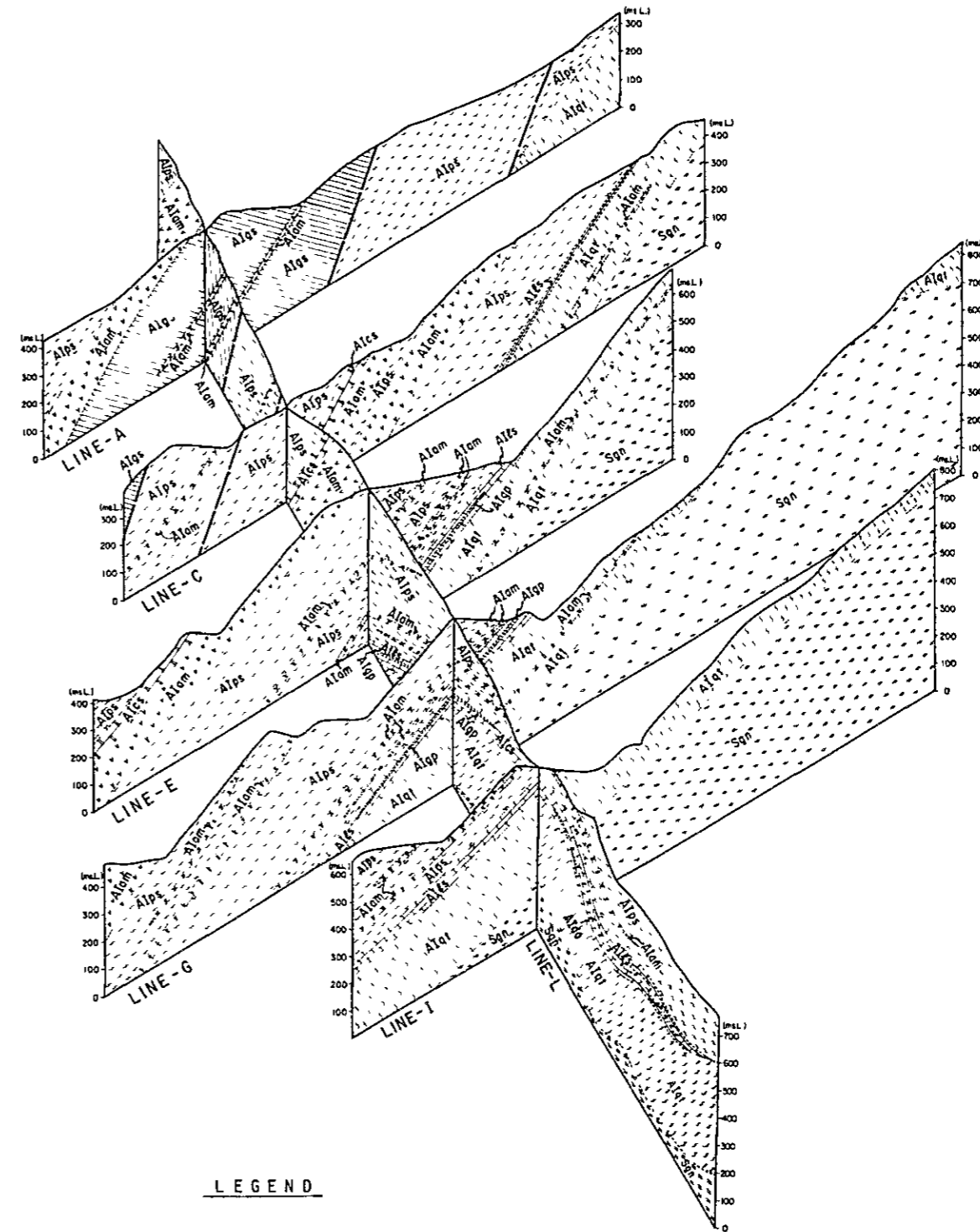
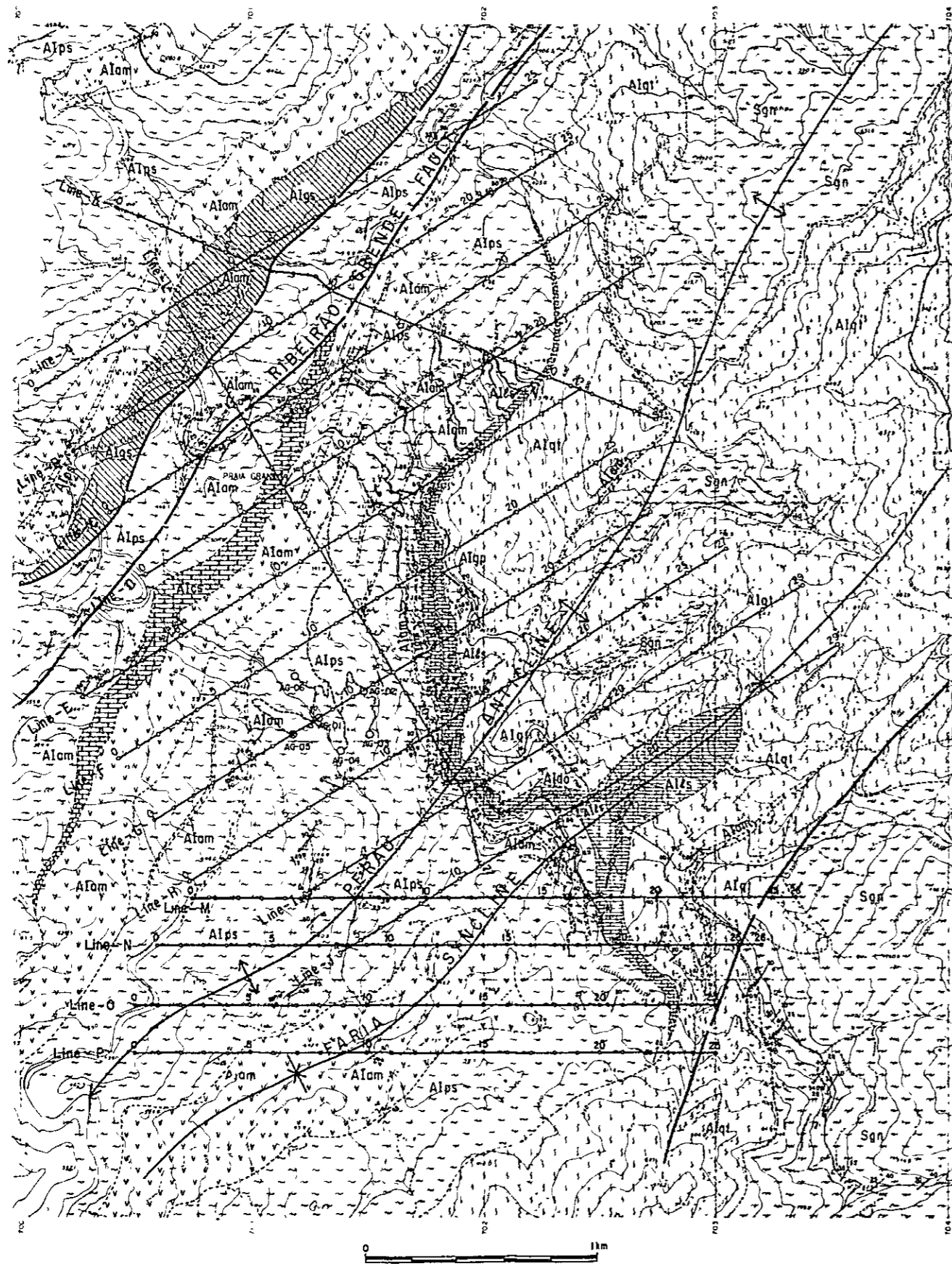


Fig. II-8 Geological Map and Geological Profile of Perau Area



Geologic Age and Formation	Columnar section	Lithological description	Reference
Pre - Cambrian	<p style="text-align: center;">Açungui 1 Formation</p>	<p>Mica schist</p> <p>Amphibolite</p> <p>Graphite schist intercalate amphibolite beds</p> <p>Calc - schist (80m)</p> <p>Amphibolite</p> <p>Mica schist intercalate amphibolite</p> <p>"Magnetite zone" "Perau ore deposit"</p> <p>Limestone, Calc - silicate rock</p> <p>Quartzite intercalate amphibolite (300m ±)</p>	<p>Ribeirão Grande Fault</p>
	<p style="text-align: center;">Setuva Formation</p>	<p>Gneiss</p>	

Fig. II -9 Generalized Stratigraphic Columnar Section in Perau Area





II-9)。Setuva層は片麻岩類(Sgn)からなり、Perau背斜及びAgua Clara背斜の軸部に分布する。

Açungui I層はSetuva層を整合に被い、下位より、珪岩(AIqt)、石灰岩・苦灰岩～炭酸塩片岩(AIls)(Perau鉍床、石墨片岩薄層(AIgp)、苦灰岩薄層(AIdo)を扶在)、雲母片岩(AIps)、角閃岩～角閃石片岩(AIam)、石灰片岩(AIcs)及び石墨片岩(AIgs)からなる。これらのうちPerau鉍床が胚胎される石灰岩・苦灰岩～炭酸塩片岩はPerau鉍山を中心に“S字”状に分布する。鉍床下盤の石墨片岩薄層と鉍床上盤の“Magnetite Zone”は鉍床層準の有効な鍵層となっている(Fig.II-9)。

Perau鉍山周辺の主要な地質構造はNE-SW系のPerau背斜及びFaria向斜に支配されている。断層構造はPerau鉍山北西部のRibeirão Grande断層の存在が知られている。

Perau背斜及びFaria向斜はN30°～50°E方向の軸を有してほぼ平行に分布し、褶曲軸はSW方向にブランチする。Perau背斜及びFaria向斜の影響によりPerau鉍床胚胎層準(AIls)とその上下盤は“S字形”を示して分布し、南部でPerau鉍床胚胎層準は尖滅する。Perau鉍山はPerau背斜の北西翼部に位置しており、坑内では小褶曲構造及び微褶曲構造が観察され、かつ鉍床の富鉍部の落しとこれらの小褶曲構造軸のブランチの方向と調和的であることが知られている。

ナーリングコアの雲母片岩や炭酸塩片岩中にしばしば小褶曲～微褶曲構造が観察される。しかし、ナーリング断面図からは、Perau鉍床胚胎層準はほぼ同斜構造を示して分布し、地質構造の乱れは認められない。

### (3) 鉍 床

#### (a) 鉍 床 の 概 要

Perau鉍床はAçungui I層の石灰岩・苦灰岩～炭酸塩片岩(AIls)中に層状の形態を示してこれらと調和的に胚胎する鉛鉍床である。これまでに鉍山の坑道探鉍及びボーリング探鉍によって走向方向に約800m、傾斜方向に約120mの範囲に鉍化作用の存在が確認されている。“主鉍体”はG1～G2レベル間に分布し走行延長約350m、傾斜延長約120mの規模を示す。この主鉍体は、その膨縮によりいくつかの富鉍部を形成しているが、その下限は地表下約120mのG2レベル付近である(Fig.II-10)。

Perau鉍山西側の新鉍床は、6本のボーリング調査の結果下記の鉍量が見積られた。

鉍 量	t	Pb%	Zn%	Ag g/t	BaO%
1,000,000	t	4.0	2.0	85	14

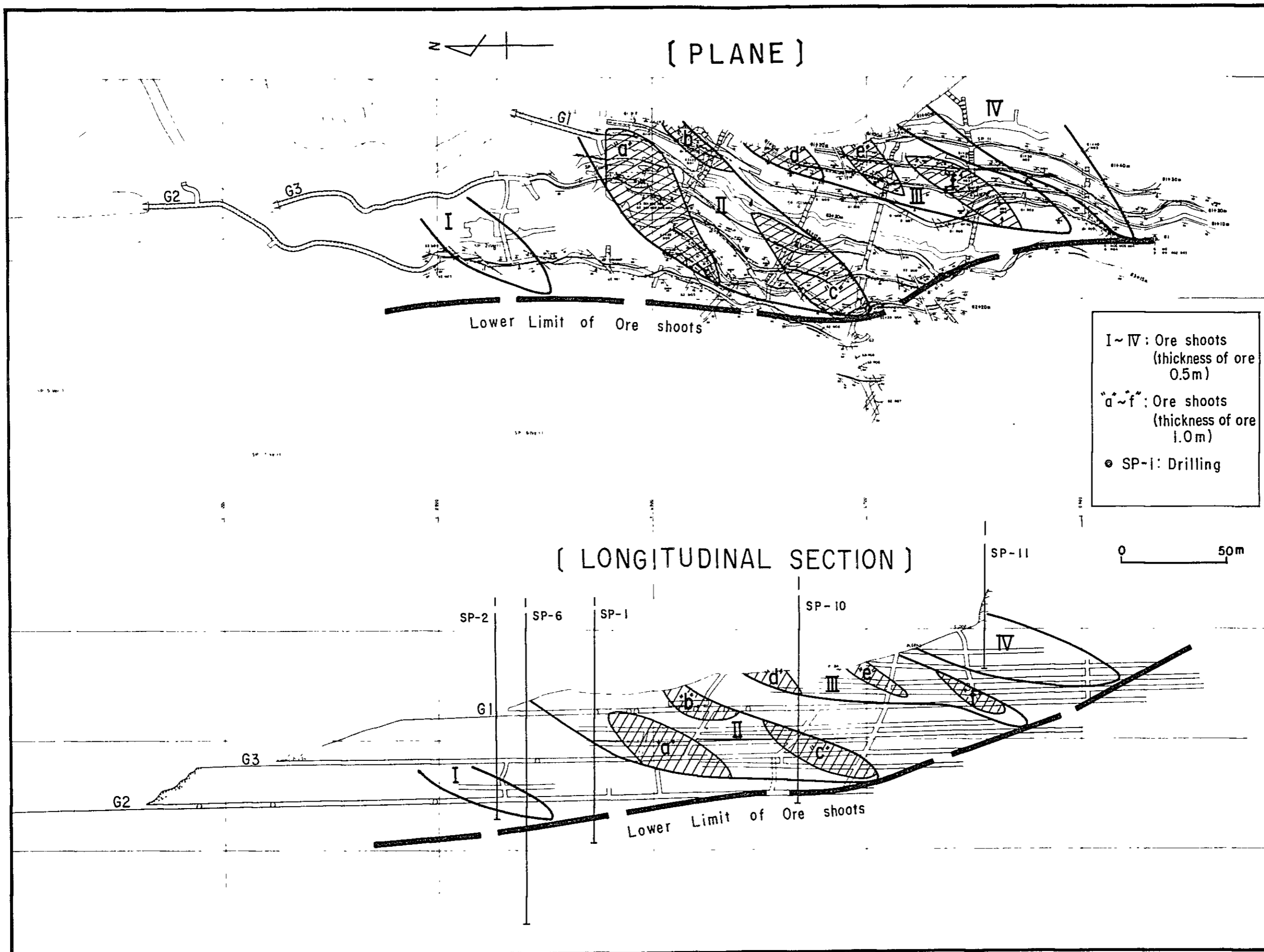


Fig. II-10 Distribution Map of Ore Shoots in Perau Mine



## (b) 鉍石鉍物の組合せ

現在稼行中のPerau 鉍床の鉍石鉍物の組合せの特徴は、方鉛鉍、黄鉄鉍を主とし、少量の黄銅鉍・閃亜鉛鉍を随伴しているのが肉眼で観察されるほかに、磁硫鉄鉍、白鉄鉍及び四面銅鉍などが鏡下で認められる。方鉛鉍及び黄鉄鉍は、層状を呈して母岩の層理に調和的に配列するが、方鉛鉍は母岩や黄鉄鉍の割れ目に流動化して充填し、しばしば鉍層や母岩の構造を切って粗粒の方鉛鉍からなる「はねこみ」現象が認められる。

一方、今回のボーリング調査で着鉍した重晶石一硫化鉍物帯の鉍石鉍物の組合せは基本的には上記Perau 鉍床に比べて大きな変化はないが、重晶石を伴うこと、閃亜鉛鉍の量が多いこと、更に各鉍物粒子が一定層準に鉍染状に濃集し、方鉛鉍の流動化現象が顕著でないことなど、Perau 鉍床とは異なった特徴を示す

以上Perau 鉍床の鉍物組合せも、ボーリングコア中の重晶石一硫化鉍物帯の鉍物組合せも、方鉛鉍、閃亜鉛鉍、黄鉄鉍及び黄銅鉍などを主要構成鉍物とする多金属鉍床の特徴を示し、特にPerau 鉍床の鉍物は低温溶液から晶出し、母岩の層理に調和的に堆積したと考えられる。

ボーリングで得られた重晶石一硫化鉍物帯は、Perau 鉍床とほぼ同一層準内に分布する層状鉍床と考えられる。しかし、鉍物組合せの特徴は重晶石を多量に伴い、閃亜鉛鉍の割合が多いことから、Perau 鉍床とは異なる性質の鉍液から晶出沈積したものと考えられる。この鉍化帯の層序的位置は、大局的に同一層準とみなされるが、A G—01 孔で重晶石一硫化鉍物帯の直下に重晶石、閃亜鉛鉍を伴わないPerau 鉍床型の鉍化帯が捕捉されていることや、Perau 坑内でPerau 鉍床の数m上盤に重晶石一方鉛鉍帯が存在することから、この重晶石一硫化鉍物帯の鉍化作用はPerau 鉍床の鉍化作用よりも若干遅い時期で、層序的にやや上位に位置するものと考えられる。

## (c) 鉍石分析の結果

稼行中のPerau 鉍床とボーリング調査で発見された重晶石一硫化鉍物帯では主要鉍石鉍物の量比が異なることが判明したが、これらの関係は分析結果にもよく表われている。Perau 鉍床から得られた鉍石サンプルの分析の結果(35個, Table II—5), 鉛品位は10%前後を示すものが多く、鉍層の肥大した所とそうでない所での差異は認められない。亜鉛品位は1%以下と低品位を示すものが多い。しかし鉍体全体に亜鉛が含有されていることを示す。銅品位は全て1%以下で(0.1%以下のものが多い)非常に低い値を示すが、亜鉛と同様鉍体全体に含有されていることを示す。銀は最高値629.3 g/tを示し、200 g/t以上の高い値を示すものが多い。鏡下での観察結果では、銀鉍物の存在は認められないが、多量の方鉛鉍に少量の四面銅鉍が随伴して



Table II-5 Assay Results of Ores of Perau Mine

No.	Sample No.	Location	Occurrence	Aug.	Agg.	Cu	Pb	Zn	
1	G1 M01	Perau Mine G1H	galena impregnation	W 10	0.3	270.9	0.003	11.14	0.42
2	M02	do	sphalerite galena impregnation	W 30	0.0	267.4	0.015	9.34	4.23
3	M03	do	galena banded ore	W 20	0.0	177.1	0.037	11.86	1.19
4	M04	do	pyrite rich massive ore	W 30	0.4	51.9	0.887	1.42	0.44
5	M05	do	fine banded galena	W 80	0.0	97.1	0.005	8.62	0.01
6	M06	do	massive galena	W 40	1.3	320.0	0.026	8.26	0.56
7	M07	do	do	W 10	0.6	453.7	0.180	12.93	0.85
8	M08	do	massive galena vein cutting schistosity of wall rock	W 10	0.1	316.6	0.051	12.46	0.61
9	M09	do	massive galena	W 20	0.5	226.3	0.374	11.86	1.21
10	M10	do	massive galena pyrite massive	W 170	0.1	193.1	0.179	4.85	0.50
11	M11	do	pyrite ore	W 70	0.1	264.0	0.015	12.24	0.06
12	M12	do	galena impregnation	W 30	0.0	116.5	0.156	4.33	0.79
13	M03	G1+10ML	do	W 30	0.3	268.5	0.186	8.13	0.02
14	M02	G1+20ML	galena impregnation (clasted ore)	W 50	0.0	238.0	0.023	10.47	0.59
15	M03	G1+30ML	massive galena	W 20	0.0	629.3	0.023	11.93	0.17
16	M05	do	galena impregnation	W 50	0.3	164.1	0.005	10.58	0.01
17	M03	G1+40ML	massive galena pyrite	W 10	0.1	254.3	0.687	12.22	0.03
18	G2 M03	G2L	massive galena sphalerite	W 10	0.0	560.9	0.005	12.40	1.24
19	M04	do	massive galena	W 20	0.0	230.4	0.018	10.70	0.38
20	M05	G2L	galena impregnation in Barite Zone	W 30	0.0	53.1	0.018	4.21	0.03
21	M06	do	galena fine impregnation	W 10	0.0	168.5	0.003	12.47	2.29
22	M4	G2+20ml	galena impregnation	W 20	0.5	389.1	0.002	6.40	0.61
23	G3 M01	G3L	banded galena pyrite	W 40	0.0	94.6	0.020	3.00	0.01
24	M02	do	banded galena	W 20	0.2	259.8	0.008	11.74	0.04
25	G3 M03	do	massive pyrite with galena	W 10	0.0	22.2	0.014	1.11	0.01
26	M04	do	banded pyrite-galena	W 40	0.4	226.1	0.301	5.06	0.41
27	M08	do	galena impregnation	W 10	0.0	61.8	0.059	9.55	0.62
28	G3 + 20 M01	Perau Mining G3 + 20 ml	galena impregnation	W 130	0.0	167.4	0.001	10.84	0.01
29	G4 M01	do	sphalerite galena impregnation	W 10	0.0	93.5	0.019	1.47	6.39
30	M02	do	pyrite sphalerite galena impregnation	W 20	0.0	116.3	0.007	3.82	9.99
31	A-574	do	galena and sphalerite in barite zone	W 150	0.0	53.0	0.074	5.50	0.12
32	A-575	do	do	W 170	0.0	52.0	0.010	5.40	0.00
33	I-685	Perau Mine	galena in barite zone		0.0	53.0	0.076	4.60	0.15
34	F-686	do	do		0.0	40.0	0.11	3.40	0.13
35	F-687	do	do		0.0	52.0	0.01	5.3	0.90



おり、銀はこれらの鉱物中に固溶体の形で存在すると考えられる。金品位はサンプルの半数以上が測定限界以下である。金を含有するサンプルでも、最大値 1.5 g/t を示すのみで、大部分は 0.5 g/t 以下と非常に低い値を示す。

以上、本鉱床の各地点から採取されたチノプサンプルの分析結果は、稼行対象となる鉱石は Pb-Ag 鉱で、Cu、Zn 及び Au などは稼行対象となり得る程に含有されていない。垂直又は水平方向における品位の規則性について資料が少ないので不明な点が多いが、Pb-Ag 品位はいずれでもほぼ同じ値を示し、富鉱部と他の部分での変化は認められない。

したがって、Perau 鉱床で稼行対象となりうる場所は地質構造的に鉱層が肥大した所である

一方、今回得られたボーリングコアを分析した結果は Table II-6 に示すとおりである。

AG-01 孔では 25595m ~ 26345m まで重晶石-硫化鉱物帯で BaO 品位が 1.5 ~ 2.7% を示し、更に Pb 4% 前後、Zn 3% 前後、Ag 100 g/t 前後、Cu 100 ~ 500 ppm を示す。重晶石-硫化鉱物帯の下盤の重晶石のない鉱化帯 (26345 ~ 26990m 間) では、Pb 品位 2.3 ~ 5.0% を示すが Zn、Cu は非常に少ない。又、Ag 品位は 60 ~ 100 g/t を示し、Perau 鉱床に似たパターンを示す。

AG-02 孔では重晶石-硫化鉱物帯は 24285m ~ 24785m と 25140m ~ 25360m の 2 層存在する。上位の鉱化帯は Pb 5% 前後を示すが、Zn は 1% 以下と低い。Ag は 90 g/t 前後を示し、又、Cu は 45 ~ 480 ppm と変化が大きい。なお Cu はこの鉱化帯より上位の炭酸塩岩中に強く、局所的に 1.2% Cu を示す。25140m ~ 25360m 間の鉱化帯では Pb 品位及び Zn 品位がほぼ同じ値を示し、上位の鉱化帯より Zn 品位が高い。

AG-03 孔では鉱化帯は劣化し、鉱床末端部の様相を呈す。Zn 品位や BaO 品位が低く、この鉱化帯は Perau 鉱床パターンに似る。

AG-04 孔では更に鉱化帯が劣化し、19695m ~ 19715m、19980m ~ 19990m 及び 20065m ~ 20075m においてのみ鉱化帯が捕捉された。最前者は重晶石-硫化鉱物帯、後 2 者は方鉛鉱のみの鉱化帯である。

AG-05 孔では 35465m ~ 35835m 間に重晶石-硫化鉱物帯が捕捉された。このうち良好部は 35465m ~ 35565m 間及び 35785m ~ 35835m 間であるが、AG-01 孔及び AG-02 孔に比べて鉱化帯の厚さが減少し、鉱床周縁部に近いことを示している。

AG-06 孔では、32755m ~ 32940m 間で重晶石-硫化鉱物帯が捕捉された。





Table II-6 Assay Results of Drilling Core of Perau Area

(1)

No.	Sample No.	Depth (m)	Width (m)	Rock Type	Pb (%)	Zn (%)	Cu (ppm)	Ag (ppm)	CaO (%)	MgO (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	BaO (%)
AG-01		254.95										
1	F-563	~255.95	1.00	cab-sch	0.07	0.03	90	3	11.8	6.0	39.8	2.1
2	F-564	~256.95	1.00	ore	2.1	3.3	120	100	7.7	6.6	8.0	26.1
3	F-565	257.95	1.00	ore	1.2	3.8	70	50	11.9	9.4	5.5	17.8
4	F-566	~258.95	1.00	ore	3.3	3.5	170	110	11.9	9.4	6.7	16.1
5	F-567	~259.95	1.00	ore	5.3	3.8	110	75	12.6	9.4	4.9	15.4
6	F-568	~260.95	1.00	ore	8.9	2.2	290	150	8.4	6.9	3.4	27.1
7	F-569	~261.95	1.00	ore	3.6	0.68	590	80	18.2	13.8	4.6	7.5
8	F-570	~262.95	1.00	ore	7.5	2.6	330	130	11.2	8.6	4.0	18.1
9	F-571	~263.45	0.50	ore	1.7	4.7	50	35	6.6	5.5	10.3	27.1
10	F-572	~264.45	1.00	ore	0.19	0.84	280	12	14.0	9.4	23.0	10.9
11	F-573	265.45	1.00	ore	5.0	0.36	250	100	14.0	9.9	34.6	0.05
12	F-574	~265.90	0.45	ore	2.3	0.41	110	60	3.4	5.3	52.3	0.05
AG-02		231.05										
13	F-629	~232.05	1.00	cab-sch	0.02	0.01	230	1	11.8	5.8	41.9	0.45
14	F-630	233.05	1.00	cab-sch	0.32	0.02	1.2%	44	22.7	10.2	16.6	0.08
15	F-631	234.05	1.00	cab-sch	0.08	0.01	4200	13	24.4	8.5	16.6	0.37
16	F-632	~235.05	1.00	cab-sch	0.02	0.01	960	5	24.0	12.0	14.0	0.3
17	F-633	~236.05	1.00	cab-sch	0.01	0.04	1200	5.5	18.2	6.6	24.4	0.49
18	F-634	~237.05	1.00	cab-sch	0.06	0.03	2000	11	17.4	7.7	31.7	0.71
19	F-635	~237.80	1.00	cab-sch	0.01	0.01	2400	7.5	24.0	8.3	21.1	0.15
20	F-650	241.85										
		~242.85	1.00	cab-sch	0.03	0.02	75	2	12.6	7.3	38.5	0.94
21	F-637	~243.85	1.00	ore	4.9	1.7	140	76	12.3	5.8	5.4	17.9
22	F-638	~244.85	1.00	ore	6.3	0.32	480	98	13.2	6.6	6.3	22.3
23	F-639	~245.85	1.00	ore	6.4	0.16	45	98	14.3	7.7	7.5	17.9
24	F-640	~246.85	1.00	ore	6.0	0.09	70	86	11.2	5.6	10.2	22.3
25	F-641	~247.85	1.00	ore	2.4	0.29	75	76	12.3	5.6	15.6	22.3
26	F-642	~248.85	1.00	cab-sch	0.14	0.27	80	5.5	14.0	7.5	43.8	2.7
27	F-643	~249.85	1.00	cab-sch	0.02	L	40	1.5	10.4	6.0	2.8	2.2
28	F-644	~250.85	1.00	cab-sch	0.07	0.01	150	3.5	15.1	7.5	28.5	2.7
29	F-645	~251.40	0.55	cab-sch	0.25	0.03	90	8.0	15.1	6.6	33.4	1.3
30	F-646	~252.50	1.10	ore	6.0	4.5	60	68	12.2	7.5	4.3	17.9
31	F-647	~253.35	0.85	cab-sch	0.21	0.09	70	7.0	11.8	6.4	17.5	13.4
32	F-648	~253.60	0.25	ore	6.4	5.6	40	114	13.2	6.9	7.6	12.3
33	F-649	~254.60	1.00	cab-sch	0.65	0.38	160	10	11.9	5.2	32.9	4.0
AG-03		188.30										
34	F-673	~189.50	1.20	cab-sch	0.02	0.01	1200	3	9.7	4.8	53.0	1.6
35	F-674	~190.70	1.20	cab-sch	0.24	0.03	880	5	17.0	6.0	39.6	0.89
36	F-675	194.30										
		~195.30	1.00	ore	3.3	0.39	350	38	9.5	3.7	35.0	8.5
37	F-676	~196.20	0.90	ore	2.0	1.6	230	35	7.0	2.5	46.5	0.67



No.	Sample No	Depth (m)	Width (m)	Rock Type	Pb (%)	Zn (%)	Cu (ppm)	Ag (ppm)
AG-04		195.15						
38	TS-21	~196.95	1.8	amph-se-q-sch. carb-sch	0.03	0.01	190	3.5
39	TS-20	~197.15	0.2	gl.-zb. in barite	1.60	0.46	330	26
40	TS-19	~198.15	1.0	carb-sch	2.30	0.20	75	34
41	TS-18	~199.80	1.65	carb-sch	0.07	0.03	410	2.5
42	TS-17	~199.90	0.1	gl. ore	8.00	0.03	18	200
43	TS-16	~200.65	0.75	carb-sch	0.50	0.02	45	4.5
44	TS-15	~200.75	0.1	gl. ore	4.50	1.60	30	100
45	TS-14	~201.75	1.0	carb-sch	0.03	0.01	50	2
AG-05		353.65						
46	ED-124	~354.65	1.0	carb-sch	0.008	0.014	28	1
47	ED-125	~355.65	1.0	gl.-zb. in barite	2.5	2.9	100	75
48	ED-126	~356.65	1.0	do.	0.19	0.056	35	14
49	ED-127	~357.85	1.2	do.	0.06	0.07	55	8
50	ED-128	~358.35	0.5	do.	4.9	2.8	160	185
51	ED-129	~359.50	1.15	carb-sch	0.006	0.006	60	0.8
52	ED-130	~360.50	1.0	grph-sch	0.015	0.0035	40	0.8
AG-06		326.55						
53	ED-65	~327.55	1.0	carb-sch	0.04	0.01	25	1
54	ED-66	~328.05	0.5	gl.-zb. in barite	2.20	0.04	22	38
55	ED-67	~328.60	0.55	gl.-zb. poor ore	0.04	0.04	20	3
56	ED-68	~329.40	0.8	gl.-zb. ore	1.80	4.40	70	38
57	ED-69	~330.15	0.75	graph-sch	0.19	0.18	23	6
58	ED-70	~330.60	0.45	gl.-zb. ore	1.30	1.10	30	38
59	ED-71	~331.60	1.0	grph-sch	0.07	0.04	25	1



本孔はほかの孔に比べると磁硫鉄鉍が多量に認められる。この鉍化帯は、品位、層厚共に A G - 0 1 孔及び A G - 0 2 孔に比べると著しく劣化しており、鉍床の末端部と考えられる。

以上のボーリングコア分析の結果、重晶石-硫化鉍物帯は A G - 0 1 孔及び A G - 0 2 孔を中心に、ほかの孔に向かって品位及び層厚共に減少する傾向を示している。

(d) 地化学探査結果と鉍床の関連性

Perau 鉍床胚胎層準 (AIIIs) 周辺の土壤地化学探査結果では (分析成分は Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Mn), Pb 及び Zn の異常帯は鉍床直上に一致し, Cu 異常は鉍床直上から南に分布する。

多変量解析法による因子分析の結果, Cu - Pb - Zn で特徴づけられる因子は, 鉍化作用を反映しているものと考えられ, その因子得点の高いゾーンは鉍床の分布と良く一致する。又 Ni - Co - Mn - Zn で特徴づけられる因子は, 鉍床胚胎層準の石灰岩・苦灰岩～炭酸塩片岩 (AIIIs) のほかに角閃岩 (AIam) の岩石特性を反映しているものと考えられ, その因子得点の高いゾーンは, それらの岩石の分布と一致する。

(e) 物理探査結果と鉍床の関連性

Perau 鉍山周辺での物理探査は 1981 年に重力探査及び電気探査 (I P 法及び S I P 法) が実施され, 更に引き続き第三年次は Perau 南部に I P 法電気探査が実施された。このうち 1981 年実施の電気探査の解析結果を参考にして第三年次に実施したボーリング調査により既述の新鉍化帯が発見された。

Perau 鉍山周辺で得られた電気探査の異常帯は, つぎの 4 つのパターンに分類される。すなわち,

- ① 石墨片岩の分布に一致した異常帯
  - ② Perau 鉍床胚胎層準より上盤の黄鉄鉍の鉍染帯と石墨片岩を挟在する雲母片岩中の異常帯
  - ③ Perau 鉍床層準に一致した異常帯
  - ④ Perau 鉍床層準より下盤の珪岩に挟在された角閃岩の層準に一致する異常帯
- などがあり, このうち③の異常帯が重要な探査目標である。

今回ボーリング調査を実施した地域には②及び③の異常帯が存在し, 特に②の異常帯が卓越する。ボーリング調査結果と電気探査の解析結果とは非常によく一致し, ②の異常帯では雲母片岩中に石墨質な片岩が発達する。この中に黄鉄鉍が片理面に沿ってフィルム状に胚胎しており, これが電気探査の異常源となっている。③の異常帯では新鉍化帯の重晶石-硫化鉍物帯が存在している。又この鉍化帯の上盤に分布する“磁鉄鉍帯”も電気探査の異常源の一部であった可能性もある。



Perau 南部の IP 探査結果では、②の異常帯の一部が検出されたのみで、③の異常帯は検出されなかった。すなわち、Perau 層準の鉍化帯が南部に発達する可能性は少ないと考えられる。

### 3-2-2 Agua Clara 鉍床

#### (1) 鉍山概要

Agua Clara 鉍山は Tunas の北東 6 km に位置し、Perau 鉍山から南南西に約 10 km 離れている。1974 年 1 月～1976 年 1 月 Cu を対象として 3 つの坑道探鉍が実施され、1976 年 2 月～1977 年 8 月には、重晶石の探査を行い 180 t 出鉍したが、その後いずれも休山中である。

#### (2) 鉍床付近の地質

Açungui I 層の最下部をなす珪岩 (Alqt) と苦灰岩 (厚さ 50 m)、石灰質片岩 (厚さ 20 m) (Alis)、雲母片岩 (Alps) が分布している。この付近には NE-SW 方向の背斜軸と向斜軸が 3 本もあり、いずれも SW 方向にブランチするので、地層の走向傾斜は一定しない。

#### (3) 鉍床

鉍床は淡黄褐色の苦灰岩中に発達する黄銅鉍-石英脈で、風化に耐えた石英部がスケルトン状に浮き出している。鉍染状に含まれる黄銅鉍は、藍銅鉍や斑銅鉍に変化している。Morro do Zinco の北斜面の露頭で採取した試料の分析品位は、次のとおりである。

Sample No.	Width	Au	Ag	Cu	Pb	Zn
	m	g/t	g/t	%	%	%
F-81	0.20	0.0	8.4	0.81	0.01	0.01

重晶石の鉍床は、銅鉍床の南西 800 m の雲母片岩中にあり、Taboa と Paiol の 2 坑道で探鉍している。重晶石の層準は、Perau 鉍床と異なり、石灰質片岩中には胚胎せず、同岩の境界部より 1 m 上位にあって、鉍層の幅は 1 m である。同層は極く少量の黄銅鉍、黄鉄鉍を含んでおり、この重晶石のすぐ上、下盤には、いずれも数 cm の縞状磁鉄鉍を伴っている。

### 3-2-3 Pretinho 鉍床

#### (1) 鉍床概要

Pretinho 鉍床は Perau 鉍山の東方約 5 km に位置しており、Perau 鉍山の支山である。この鉍床は、CPRM によって最近発見されたもので、現在 8 人の労務者により、採掘準備作業と一部採掘が行われている。1980 年の年間出鉍量は 140 t であった。





(2) 鉍山付近の地質

鉍床付近には、Açungui I層の最下部である珪石 (AIqt) と石灰片岩 (Alcs), 雲母片岩 (AIps) が分布している。Agua ClaraからNE-SW方向に伸びるAgua Clara背斜により、Perau 鉍山付近と全く同じ岩相が繰り返している。ここでの地層の一般走向傾斜はN40°E, 30°~40°Sである。

雲母片岩は、緑泥石化により暗緑色を呈し、ザクロ石の斑状変晶をかなり多量に含んでいる。この片岩層には、磁鉄鉍の鉍染帯と泥質石灰岩の薄層が挟在している。

(3) 鉍 床

重晶石の鉍層は石灰片岩中に胚胎し、厚さが0.80~1.50 mである。鉍層の位置は下部の珪岩から50 m離れており、上位の黒雲母片岩まで5 mあるので、Perau 鉍層と全く同層準であるといえる。この重晶石層には、幅数mmの黄銅鉍、方鉛鉍のバンドが含まれることがある。

分析品位：

Sample No	Width	BaSO <sub>4</sub>	S	Cu	Pb	Zn
	m	%	%	ppm	ppm	ppm
F-113	0.80	85.48	0.51	812	54	61

鉍層の水平的延長は、剥土作用によれば1,000 m以上に及んでいる。

3-3 Rocha 型鉍床

3-3-1 Rocha 鉍床

(1) Rocha 鉍山の概要

Rocha 鉍山はAdrianopolisの西南方約2.4 kmに位置し、Ribeira河の支流Ribeirão do Rocha 上流の急峻な山々に囲まれた標高230 mの谷間にRocha Exploração e Comercio de Minerio Ltda.の鉍山事務所がある。

現在の主要稼行範囲は、308 mレベル及び403 mレベルから上がった中段坑道で、ほかに227 mレベルの旧坑の取明けを実施中である。

作業員150名で、月産粗鉍1,020 t、粗鉍品位Pb: 58.9%, Ag: 100~130 g/tを出鉍し、比重選鉍によりPb: 41.75%の精鉍を全量Plumbum S.A.社のPanelas 製錬所に売鉍している。

(2) 地 質

Rocha 鉍山周辺の地質は、下位よりAçungui III層の雲母片岩 (AIII S<sub>1</sub>), 石灰岩類 (AIII L<sub>2</sub>)及び雲母片岩類 (AIII S<sub>2</sub>) からなり、これらに変塩基性岩及び輝緑岩脈が貫入する (Fig.II-11)。これらのうち鉍床が胚胎する石灰岩類は、下位より石灰片岩 (L<sub>2</sub>

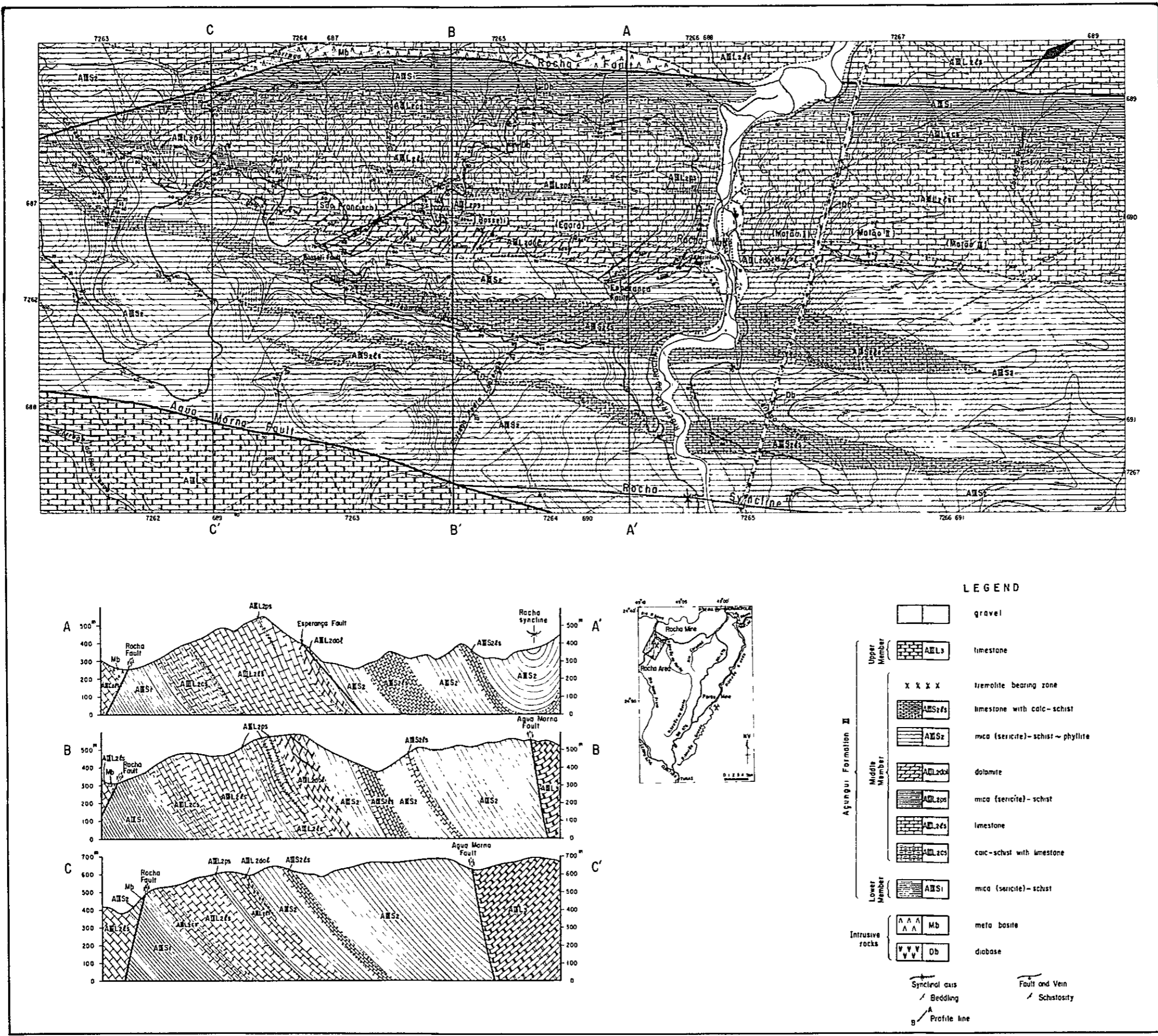


Fig. II-11 Geological Map and Geological Profile of Rocha Area



cs), 石灰岩(L<sub>2</sub>ls)及び苦灰岩(L<sub>2</sub>dol)に細分され, 更に坑内においては, 石灰岩(L), 石灰岩・苦灰岩互層(A)及び苦灰岩(D)に分類され, 苦灰岩が好適な鉍床母岩となっている(Fig.II-12)。

地層は走向N 25°~40°E, 傾斜40°~80°SEの同斜構造を呈す。

坑内の地質構造の特徴としてドラッグ褶曲や鉍脈裂力及び断層が良く発達する。これらの関係を模式断面図に示す(Fig.II-13)。

断層および鉍脈裂力は, 褶曲感動の末期に褶曲運動と同じ応力により相対的にコンプレセントな苦灰岩(D<sub>2</sub>)中に形成されたと考えられる。

### (3) 鉍 床

#### (a) 鉍床の概要

Rocha 鉍山の鉍床は, Agungu III層の石灰岩類(AIII<sub>1</sub>L<sub>2</sub>)中の苦灰岩に発達する鉍脈型鉛鉍床である。

鉍脈は, NNW-SSE系を示すタイプ1と, N-S系断層中に胚胎するタイプ2に大別される(Fig.II-14, Table II-7)。タイプ1には, 南部から北部に向かってSão Francisco 鉍脈群, Basseti 鉍脈群, Egara 鉍脈群及びMatão 鉍脈群に分類されタイプ2には Basseti 断層及びEsperança 断層に胚胎する鉍脈がある。

#### (b) 鉍石鉍物の組合せ

Rocha 鉍床の鉍脈を構成する主要鉍石鉍物は方鉛鉍, 黄鉄鉍及び少量の黄銅鉍と閃亜鉛鉍が肉眼で観察される。更に鏡下では四面銅鉄, 硫砒鉄鉍, 白鉄鉍及び磁硫鉄鉍などの硫化鉍物と, 輝銅鉍や銅藍などの二次鉍物を伴う。脈石鉍物は苦灰石, 方解石を主とし, 少量の石英を伴う。

#### (c) 鉍床母岩の化学分析

Rocha 鉍山の鉍床母岩である石灰岩類は, 10%塩酸溶液を使用し, その発泡状態から石灰岩, 苦灰質石灰岩, 石灰質苦灰岩及び苦灰岩の4種類に区分された。

母岩中の重金属成分(Au, Ag, Cu, Pb, Znの5成分)を分析した結果次のことが判明した。

(a) 石灰岩-苦灰岩互層(A)部分で, Agは石灰岩に高く, Pbは苦灰岩で高い傾向を示す。

(b) Agは石灰岩(L)で最も高く, 互層部(A)を経て苦灰岩(D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>)に向かって低くなる傾向を示す。PbはAgと逆の挙動を示し, ZnはPbと同様の挙動をする。Cuはほとんど変化を示さない。

Rocha 鉍床の母岩ではCu, Pb, Zn, は平均的だが, Agの含有が非常に高い特徴が認められる。このことは鉍床の鉍化作用との直接的な関連は不明だが鉍床探査の場

(a) Stratigraphic Section in Rocha Area

Formation & Member	Columnar Section	Lithology	Thickness (m)		
Açungui Formation III	Middle. M	AIII S <sub>2</sub>	west . sandy mica (sericite) schist east . mica (sericite) schist	350 900 550 1100	
		AIII S <sub>2</sub> ls	limestone with calc - schist	50	
		AIII S <sub>2</sub>	mica (sericite) schist	160	
		*** *** ***	tremonite bearing zone	260	
		AIII S <sub>2</sub> ls	limestone with calc - schist	0 200	
		AIII S <sub>2</sub>	mica (sericite) schist ~ phyllite	200	
		AIII dol	dolomite	0 200	
		AIII L <sub>2</sub> ps	limestone intercaletion of mica (sericite) schist	140 5	
		AIII L <sub>2</sub> ls	limestone with calc - schist	200	
		AIII L <sub>2</sub> ps	mica (sericite) schist	0~40 500	
		AIII L <sub>2</sub> ls	limestone	200 800 400	
		AIII L <sub>2</sub> cs	calc - schist with limestone	100 200	
		Low. M	AIII S <sub>1</sub>	mica (sericite) schist	+ 200

(b) Underground Stratigraphic Section in Roche Mine

Columnar Section	Lithology
S <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> sericite schist
S <sub>2</sub> l	S <sub>2</sub> l' intercalation of limestone
S <sub>2</sub> d	S <sub>2</sub> d: sericite schist with intercalation of dolomite
D <sub>1</sub>	D <sub>1</sub> massive dolomite grey, fine ~ medium grained size
D <sub>a</sub>	D <sub>a</sub> intercalation of alternation of dolomite & limestone
D <sub>l</sub>	D <sub>l</sub> intercalation of limestone
D <sub>2</sub>	D <sub>2</sub> bedded dolomite light grey, medium grained size
A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> alternation of dolomite > limestone
A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> alternation of limestone > dolomite dolomite - black, fine grained size limestone - light grey, medium grained size
L	L limestone light grey ~ white, medium grained size

Fig. II-12 Generalized Stratigraphic Columnar Section in Rocha Area



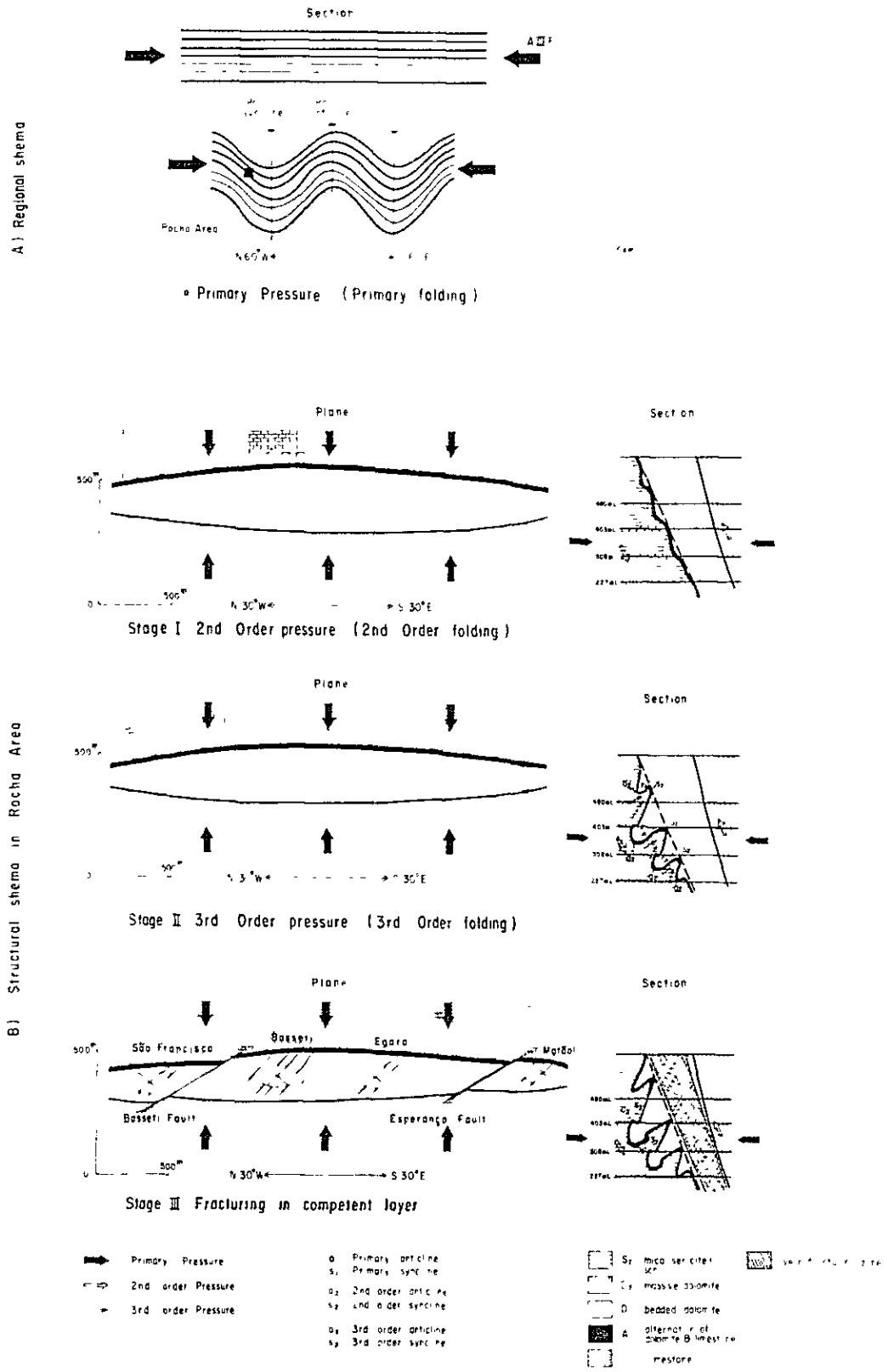


Fig. II-13 Relation of Stress against Folding and Fracturing



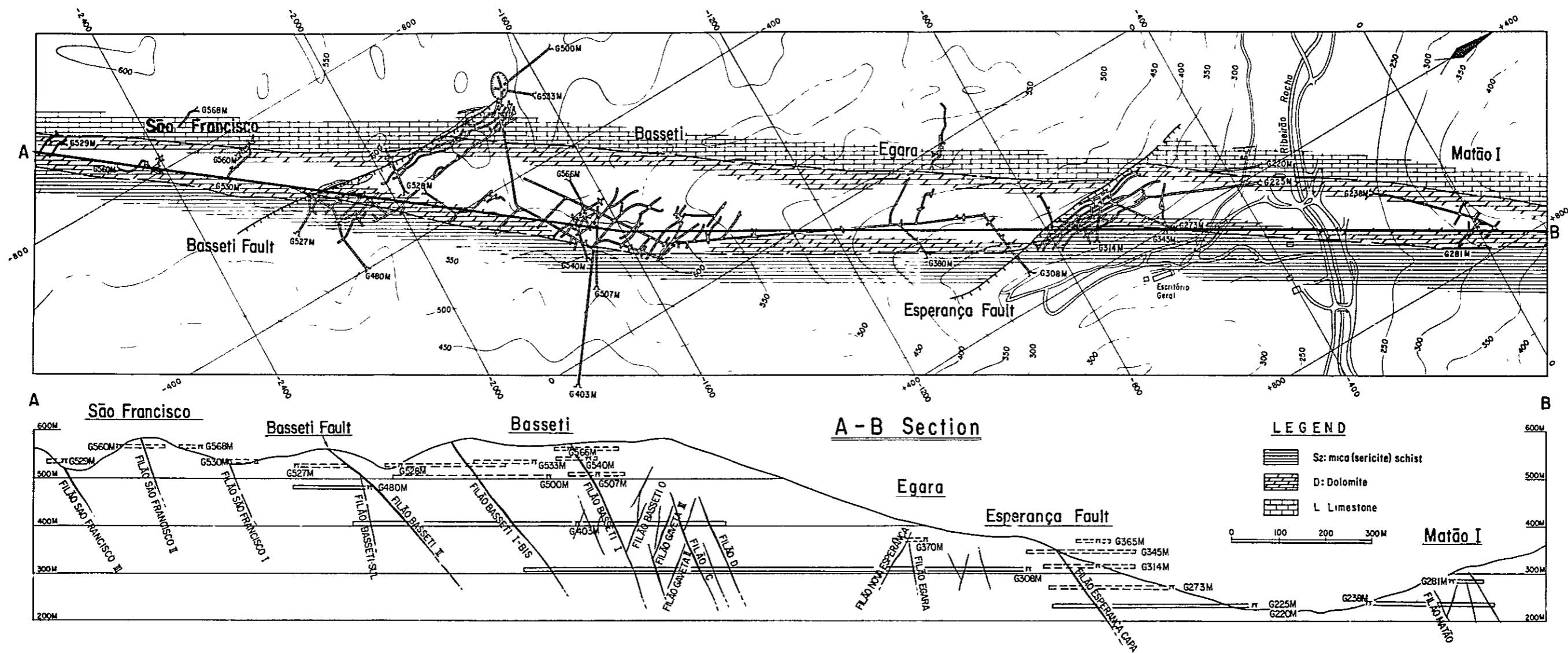


Fig. II-14 Distribution Map of Ore Veins in Rocha Mine



Table II-7 List of Ore Veins in Rocha Mine

type & group	Vein Name	Strike of vein	Dip of vein	length of vein (m)	mean wide of vein (cm)	
TYPE I	São Francisco	São Francisco III	N 20°W	55°E	30	30
		São Francisco II	N 20°W	74°E	100	20
		São Francisco I	N 10°W	60°E	50	10
	Baseti	Baseti II - sul	N - S	68°E	100	20
		Baseti I - Bis	N 15°W	60°E	100	20
		Baseti I	N 20°W	65°E	120	50
		Baseti O	N5°W - 20°W	65°W	180	60
		Gaveta III	N 20°W	70°W	160	30
		Gaveta II	N 15°W	60°W	80	5
		C	N 25°W	68°E	110	30
		D	N 25°W	70°E	70	15
	Egara	Nova Esperança	N 65°W	60°SW	40	20
		Egara	N 40°W	80°NE	70	20
	Matão	Matão I	N 10°W N 35°W	75°E 80°W	70 40	5 50
		Matão II	N 75°W	50°N	40	1
TYPE 2	Baseti II	N - S	74°E	400	30	
	Esperança	N - S	58°E	200	50	



合鉛床母岩を指示する重要な特徴と考えられる。

鉛脈の品位の一例を示せば、

	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
S-113	1.8	470	0.49	2695	002

である。

### 3-3-2 Barrinha 鉛床

#### (1) Barrinha 鉛山の概要

Barrinha 鉛山は、Adrianopolis 南方 10 km に位置し、標高 500~600 m 付近に旧坑や露頭が数ヶ所存在する。主要鉛床は Quatro 鉛床で、現在旧 open pit の下部で坑道探掘を実施している。このほか Quarto 北部に Oito 及び São Joaquim, Quatro 東部に Cecrisa 及び Laranjal などの露頭及び旧坑群が分布する。この中、Oito 付近で Barrinha 鉛山独自のボーリング調査を実施中で、酸化帯中に小規模な方鉛鉛の鉛化帯を捕捉している。

#### (2) 地 質

Barrinha 鉛山付近の地質は、下位より Açungui III 層の雲母片岩 (AIII<sub>S1</sub>)、石灰岩炭酸塩岩片岩 (AIII<sub>L2</sub>) 及び千枚岩・雲母片岩 (AIII<sub>S2</sub>) からなる (Fig. II-15, II-16)。

鉛床母岩となる石灰岩・炭酸塩岩片岩 (AIII<sub>L2</sub>) は、石灰岩を主要岩相とする部分 (AIII<sub>L2</sub> 1s) 及び炭酸塩岩片岩又は石灰片岩を主要岩相とする部分 (AIII<sub>L2</sub> cs) からなるが、両者は指交関係にあり、後者が前者に比べてより不純な組成から生成されたものと考えられる。

本鉛山周辺は Ribeira 断層の北側に位置し、褶曲と断層により複雑な地質構造を呈している。

#### (3) 鉛 床

##### (a) 鉛 床 の 概 要

Barrinha 鉛山には多数の鉛床又は鉛徴地が分布するが、その主なものは Quatro, Oito, São Joaquim, Cecrisa 及び Laranjal などがある。これらの鉛床又は鉛徴地はすでに坑道探鉛、トレンチ、ボーリングなどの探鉛が実施されているが、稼行対象となる鉛床は現在まで Quatro 鉛床のみである。

Quatro 鉛床及び他の鉛床や鉛徴地はすべて AIII<sub>L2</sub> の石灰岩 (1s) や炭酸塩岩片岩~石灰片岩 (cs) 中に胚胎している。

鉛床の形態は Quatro 鉛床は石灰岩層の背斜軸部に位置して不規則塊状~層状を示

**LEGEND**

Out Line of IP Amomaly

surface to shallow

deep

Out Line of SIP Amomaly

A,B,C, type of phase spectrum

Upper Pre-Cambrian Apungui Formation III	AMSzss ps	sericite schist ~ phyllite (ps)
	AMLzss ls	meta quartz sandstone (ss)
	AMS	grsphite schist (gs)
	AMLzss ls	carbonate schist ~ calc ~ schist
	AMS	limestone (ls)
	AMS	sericite schist

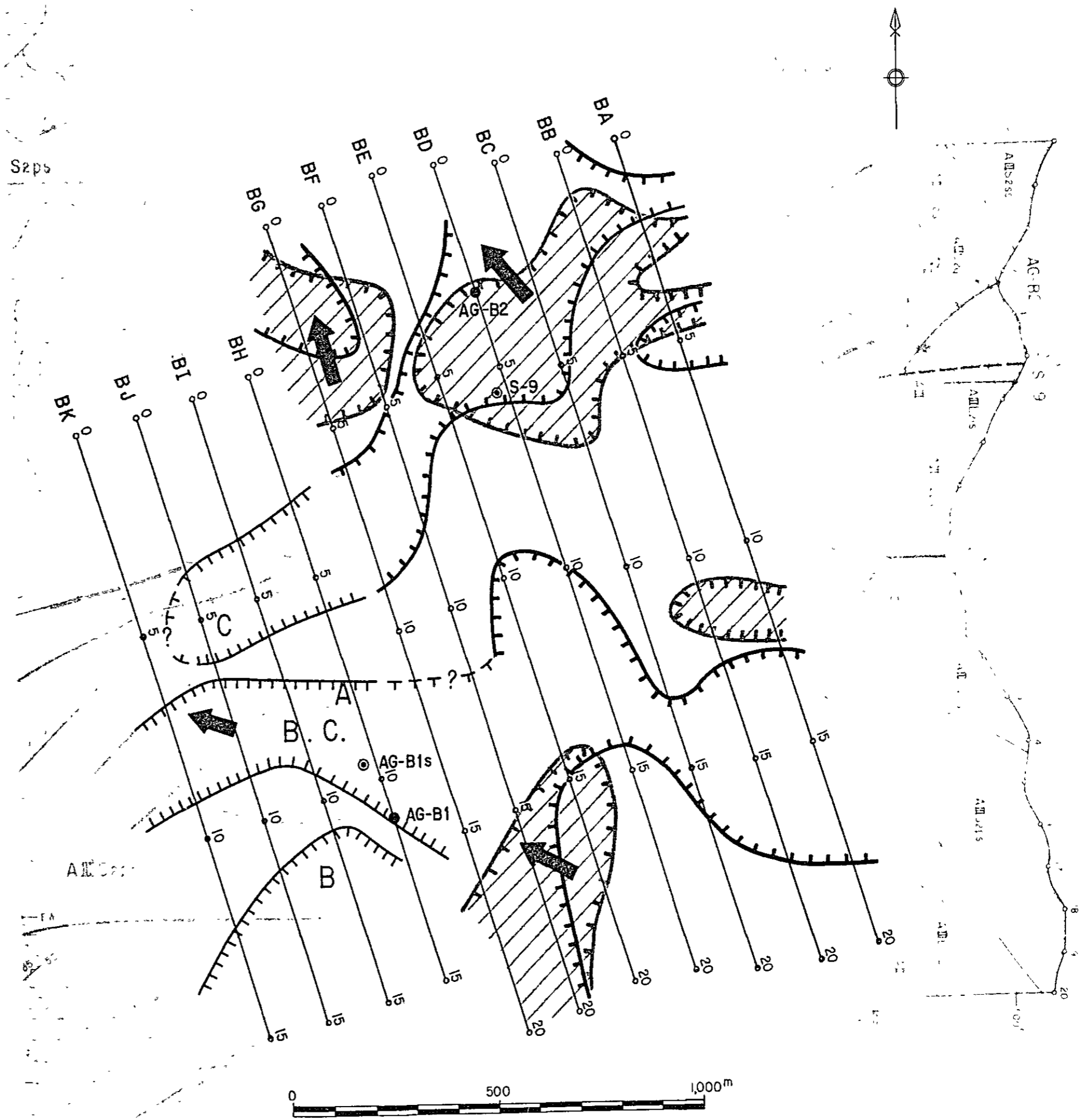
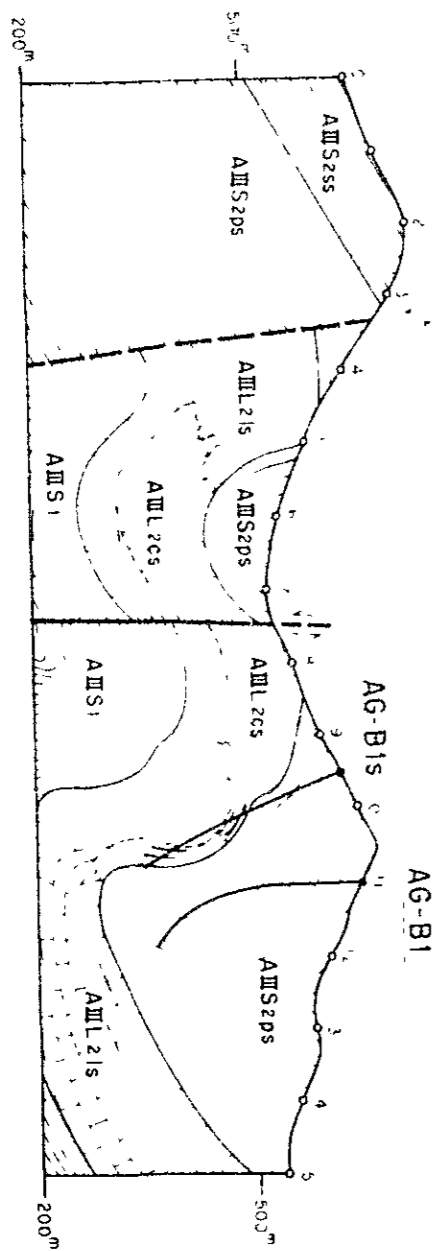


Fig. II-15 Geological Map and Geological Profile of Barrinha Area



Formation	Columnar section	Lithology	Thickness
Açungui Formation III		<p>AIII S2ss : meta quartz sandstone with meta conglomerate</p> <p>AIII S2ps</p> <p>AIII S2</p> <p>AIII S2ss</p> <p>AIII S2ps : quartz-sericite schist~phyllite</p>	+ 700 <sup>m</sup>
		<p>AIII L2ls : limestone with calc-schist</p> <p>AIII L2</p> <p>AIII L2cs / AIII L2ls</p> <p>AIII L2cs : carbonate schist ~ calc - schist with sericite schist</p>	± 200 <sup>m</sup>
		<p>AIII S1 . sericite schist with sericite - biotite schist</p> <p>AIII S1</p>	+ 600 <sup>m</sup>

Fig. II -16 Generalized Stratigraphic Columnar Section in Barrinha Area





し、Cecrisaは炭酸塩岩片岩の地層を切って発達する脈状形態を示す。

(b) 鉍石鉍物の組合せ

鉍石鉍物は方鉛鉍，黄鉄鉍を主とし，少量の閃亜鉛鉍や黄銅鉍を随伴する。地表部の酸化帯では白鉛鉍や緑鉛鉍が多量に認められる。

Quatro 鉍床の鉍石サンプルの鏡下の観察によれば，主要な鉍石鉍物は方鉛鉍，黄鉄鉍でこれらに閃亜鉛鉍，黄鉄鉍，四面銅鉍及び磁鉄鉍などが随伴する。

Barrinha 鉍山の各鉍床はすべてAIII $L_2$ に胚胎する脈状～不規則塊状鉛鉍床で，褶曲の頂部から翼部に位置し，更にAIII $S_2$ との境界部付近に濃集する傾向を示す。この地域を採鉍する場合の一つの採鉍指針として有効である。

(c) 鉍石分析の結果

		Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
Quatro	S-78	0.0	1533	0.08	3061	0.04
Quarto	A-576	0.9	4808	0.73	1512	0.09
Oito	S-72	0.7	1995	0.26	1520	0.05
Sao Joaquim	S-75	3.9	1643	0.10	830	2.98
Laranjal	S-85	0.8	2229	0.58	1738	0.06
Cecrisa	S-82	0.1	187.1	0.09	7.86	0.01

(d) 物理探査結果と鉍化作用の関連性

電気探査(IP法, SIP法)の結果，各測線において見掛比抵抗のコントラストが強く，地質構造を良く反映している。

又，検出されたFE異常帯は調査地域のほぼ中央部を東に流れるCorrego Barrinha do Forquilhaを境として，北部異常帯及び南部異常帯に大別される。北部異常帯はSão Joaquim東部の背斜構造頂部から北翼部にかけて分布する。この地域にOito及びSão Joaquimなどの鉍化帯を胚胎する石灰岩(AIII $L_2$ ls)が伏在し，この異常帯は連続的であつ，石灰岩層の上部に調和的に分布する。このことはBarrinha鉍山の主要鉍床や鉍徴の地質構造的な位置関係とよく一致し，層状又は不規則塊状の鉍化帯の存在が推定され，測線BD上で実施したボーリングの結果このIP異常は石墨質雲母片岩中の石墨・黄鉄鉍及び炭酸塩岩類中の黄鉄鉍一方鉛鉍によるものが複合したものであることが判明した。

Quatro 鉍床及びその南南東方向にSIP異常が検出されている。現在稼行中のQuatro 鉍床は石灰岩中の不規則塊状の鉛鉍床であるが，周辺部への広がりには確認されていない。Quatro 鉍床の南南東に検出された異常帯により，この地域に同様の鉍化帯の存在が推定され，測線BH上で実施したボーリングの結果このSIP異常は炭



酸塩岩類中に胚胎する黄鉄鉱化帯によるものであることが判明した。

### 3-3-3 Furnas 鉱床

#### (1) Furnas 鉱山の概要

Furnas 鉱山は Apiai の東部、サンパウロ州道 165 号線沿いに約 1.7 km に位置する。本鉱山は現在、主として Santa Barbara II 坑を採鉱・採掘中であり、硫化鉱として 20 t/月 (Pb:50%)、酸化鉱として 150 t/月 (Pb:15%) を出鉱し、全量 Plumbum S.A.社に売鉱している。ほかに Maximal 坑など数個の旧坑や多数のオープンピット及びトレンチ跡が認められる。

そのほか鉱山西部に Santo Antonio, Tres Bocas、鉱山東部には Gruta de Santana, Agua Suja などの鉱徴地も知られている。

#### (2) 地 質

鉱山周辺の地質は、下位より Açungui III 層の A III L<sub>2</sub> 層、A III S<sub>2</sub> 層、A III L<sub>3</sub> 層及び A III S<sub>3</sub> 層からなる (Fig. II-17, II-18)。Furnas 鉱床は、A III L<sub>3</sub> 層下部の石灰岩 (A III L<sub>3</sub> lsa) 及び苦灰岩 (A III L<sub>3</sub> dol A<sub>1</sub>・A<sub>2</sub>) 中に胚胎し、鉱床上盤の変堆積岩類 (A III L<sub>3</sub> psa) を含めた地質の組合せは鉱床胚胎層準の有効な鍵層として鉱山西部にも連続する。

この地域は、本地域第 1 次のオーターの Calabouço 向斜及び Serra Manduri 背斜の中間に位置し、一般走向 N 60°E、一般傾斜 45°NW を示す。

### 3. 鉱 床

#### (a) 鉱 床 の 概 要

鉱床は層理面に沿う割れ目と、層理と交叉する E-W 系の割れ目を充填した鉛鉱床で、特に両者の交叉部で鉱体が肥大する傾向を示す。これまでに 7 つのパイプ状鉱体が採掘されたが、いずれも上記の交叉部が採掘対象となっており、ゴナンサの“落し”の方向は上の両者の割れ目の交線に一致し、一般に 45°西落しである。現在採鉱・採掘中の新鉱床も同種のもので、鉱体の規模は水平的に最大数 10 m、垂直的に 100 m 以上である。

又層面に平行な割れ目と NWW-SEE 系の割れ目は共役断層セットと推定され、本地域に卓越する NE-SW 系の褶曲構造を形成したブラシル造山輪廻によってこの種の断層も形成されたと考えられる (Fig. II-19)。この交叉部の分布を推定することは本地域の探査に重要な指針を与えるものである。又電気探査 (IP, SIP) の結果、見掛比抵抗は地質構造を良く反映したパターンが検出されたが、鉱床胚胎層準内の顕著な IP・SIP 異常は検出されなかった。

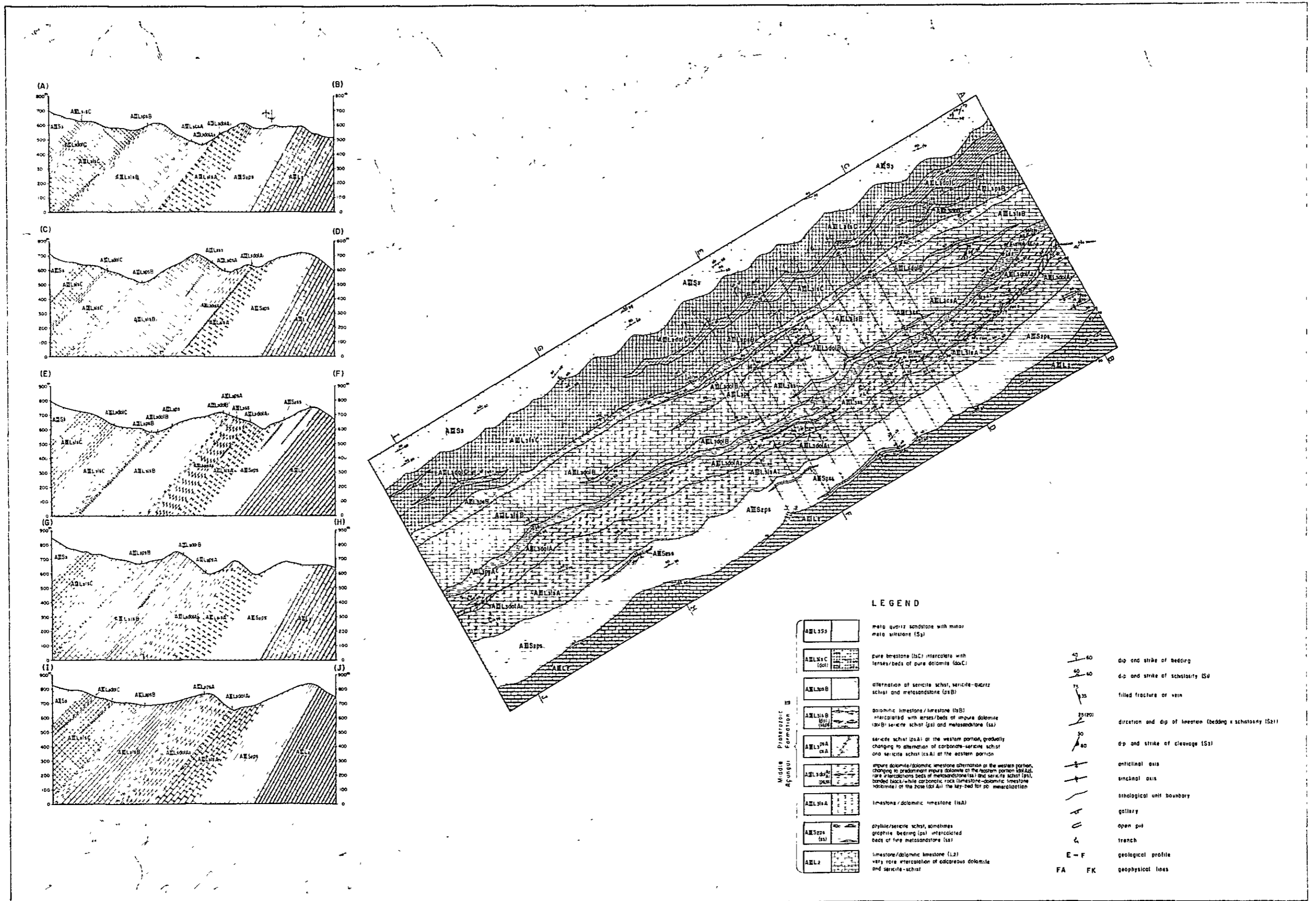


Fig. II-17 Geological Map and Geological Profile of Furnas Area



Formation	Columnar Section	Lithology	Thickness (m)		
Açungui Formation III	A III S3	meta quartz sandstone with meta siltstone (AES)	220 <sup>+</sup>		
	A III L3	AML3dolC	dolomite	350	
		AML3dolC AML3lsC	limestone	450	
		AML3psB	alternation of sericite schist, sericite-quartz schist and meta sandstone	30 65	
		AML3dolB	dolomite	1090	
		AML3ps	intercalation of sericite schist	230	
		AML3lsB AML3dolB	limestone	340	
		AML3ss	intercalation of meta quartz sandstone		
		AML3dolB	alternation of carbonate-schist ~ carbonate phyllite and sericite schist	40	
		AML3psA AML3csA		60	
		AML3dolA2	dolomite with imp. part	0	
		AML3dolA1	banded white dolomite and black limestone	185	
		AML3lsA	limestone with dolomitic part	100 200	
		A III S2	AMS2ss	intercalation of sericite-quartz schist ~ meta sandstone	150
			AMS2ps	sericite schist ~ phyllite	260
		A III L2	AML2	limestone with dolomitic part, very rare sericite schist	280 <sup>+</sup>

Fig. II-18 Generalized Stratigraphic Columnar Section in Furnas Area





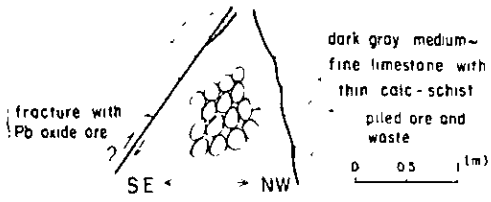
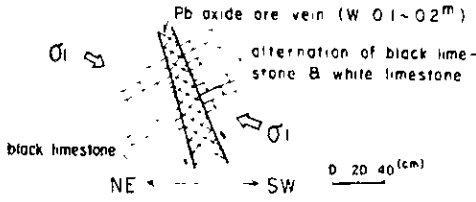
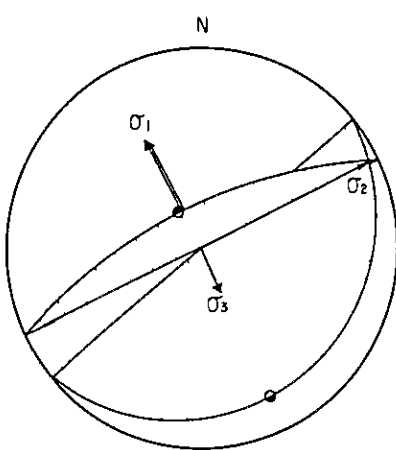
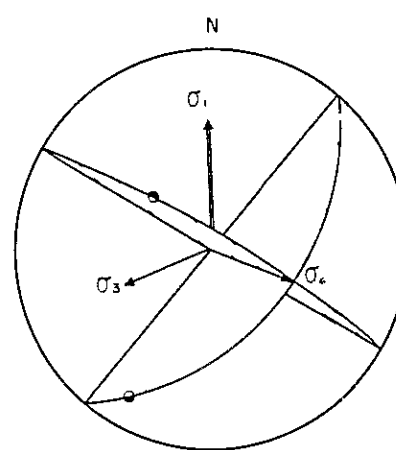
Location	Lageado deposits, Santana Nova G5	Furnas Mine, Santa Barbara
Set of Fractures	f <sub>1</sub> N65°E65°S (fracture of vein) f <sub>2</sub> N50°E10°N (bedding fissility)	f <sub>1</sub> N60°W80°S (fracture of vein) f <sub>2</sub> N40°E45°W (bedding fissility)
Sketch	 <p>fracture with Pb oxide ore</p> <p>SE ← → NW</p> <p>dark gray medium-fine limestone with thin calc-schist</p> <p>piled ore and waste</p> <p>0 0.5 1 (m)</p>	 <p>Pb oxide ore vein (W 0.1-0.2 m)</p> <p>alternation of black limestone &amp; white limestone</p> <p>black limestone</p> <p>NE ← → SW</p> <p>0 20 40 (cm)</p>
Stereo net Projection	 <p>N</p> <p><math>\sigma_1</math></p> <p><math>\sigma_2</math></p> <p><math>\sigma_3</math></p>	 <p>N</p> <p><math>\sigma_1</math></p> <p><math>\sigma_2</math></p> <p><math>\sigma_3</math></p>
PRINCIPAL STRESS AXIS (COMPRESSIONAL)	MAX( $\sigma_1$ ) S27°E27°, MED ( $\sigma_2$ ) S64°W2°, MIN( $\sigma_3$ ) N23°W63°, SHEAR PLANE ANGLE 103°	MAX( $\sigma_1$ ) S2°E23°, MED ( $\sigma_2$ ) N69°W42°, MIN( $\sigma_3$ ) N68°E39°, SHEAR PLANE ANGLE 91°

Fig. II-19 Fracture Analysis of Furnas-Lageado Area



(b) 鉛石鉛物の組合せ

鉛石鉛物は、多量の方鉛鉛を主とし、閃亜鉛鉛、黄鉄鉛、白鉛鉛及び四面銅鉛を随伴する。又、地表部では顕著な酸化作用を蒙っているため、gossanが多量に認められる。

(c) 鉛石分布の結果

以下に示すように、鉛品位は最高72.12%、平均10%以上を示し、銀品位は最高2.586g/tを示し、鉛品位と正の相関を示す。鏡下で銀鉛物は認められないが、Perau鉛床の鉛石同様、銀は方鉛鉛、四面銅鉛などの鉛物中に固溶体の形で存在するものと考えられる。又、亜鉛品位は局所的に高い分析値が得られたが、金及び銅は全体に非常に低い。したがって採行対象となる鉛石は、Pb-Ag(-Zn)鉛である

Sample No.	Location	Occurrence	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
E-643	Furnas Mine	Pyrite-Galena vein	0.3	1,540.0	0.02	12.81	0.13
E-644	do.	Sphalerite - Galena vein	0.2	2,586.0	0.11	12.60	3.82
E-645	do.	do.	0.0	1,891.0	0.13	11.28	17.75
NI-18	do.	float of Galena - Pb oxide	--	1,036.0	0.03	51.17	0.44
NI-24	do.	Galena-Pb oxide vein(W:1.0m)	--	2,404.0	0.03	6.875	1.93
NI-52	do.	float of Galena	--	1,339.0	0.01	72.12	0.60
E-544a	Gruta de Santana	Pb-calcite network	0.0	7.9	0.02	5.92	2.79

3-3-4 Panelas 鉛床

(1) 鉛山の概要

Panelas 鉛山は Adrianópolis の東方約14kmに位置し、Plumbum S.A. Industria Brasileira do Mineraçãoが採行する鉛鉛山で、製錬所を有する。1936年発見され1954年選鉛場が建設された。現在までの採掘量は、1,200千t、鉛生産量845tに達している。鉛床の主要部はほとんど採掘済みで、現在月産粗鉛1,000t (Pb 5.4%, Ag 100g/t)、採掘関係150人、選鉛・製錬関係130人合計380



の労務者がいる。選鉱は 6,000 t / 月の処理能力があるが、1983年現在周辺鉱山からの買鉱を含め 3,700 t / 月処理しており、その内訳は次のとおりである。

鉱山名	低品位鉱		高品位鉱	
Rocha 鉱山	1,020 t	5.89%Pb	1710 t	41.75%Pb
Perau 鉱山	850 t	5.63%Pb	105 t	29.75%Pb
Barrinha 鉱山	630 t	15.36%Pb	169 t	37.45%Pb
Furnas 鉱山	150 t	15.36%Pb	198 t	48.64%Pb
Panelas 鉱山	1,000 t	5.40%Pb	--	--
Paqueiro 鉱山	50 t	7.92%Pb	--	--
合計	3,700 t	8.70%Pb	2,184 t	41.41%Pb

製錬所は、Pb 1,600 t / 月の処理能力があり、上記精鉱のほかに、輸入鉱も処理している。ほかに Panelas 鉱山東方約 10 km には、Açungui III 層の石灰岩 (A III L<sub>2</sub>) 中に螢石の鉱山 (Fluorita de Sete Barras) が知られている。

### (2) 鉱山付近の地質

鉱山付近に分布する岩石は、Açungui III 層に属する石灰岩 (A III L<sub>2</sub>)、雲母片岩 (A III S<sub>1</sub>, A III S<sub>2</sub>) と、これらを貫く Itaoca 花崗岩から成る。石灰岩及び雲母片岩の一般走向は NE-SW で一般傾斜 50°N であるが、西側では NW-SE, 50°S を示している。

石灰岩は、鉱山付近では、黒色石灰岩 (C.N.) と灰白色石灰岩 (C.C.) に区分することができ、所により流動褶曲が著しい。

### (3) 鉱床

Panelas 鉱山は、坑道総延長が 80 km に及ぶ古い山であり、採掘終了箇所はコンクリートで密閉してあるので、局所的な観察しかできない。

Odan Y. (1978) によると、Panelas 鉱床には 90 の鉱体があり、A, B, C の 3 帯に分けることができる。A 帯は黒色石灰岩から成り、68 の鉱体が賦存し、灰白色の石灰岩 B 帯 (20 鉱体)、C 帯 (2 鉱体) と著しい対照を示している。

単一鉱体は、一般に短冊状で、水平方向より「落し」の方向に連続する傾向がある。平均幅は 0.30 m である。鉱体は通常地層と整合的であるが、明らかに地層と斜交することがある。

Odan Y. によると、黒色石灰岩 (A 帯) は鉱石鉱物の沈殿に影響を与えたと考えられる。石墨に富み、鉱石鉱物の組合せは、方鉛鉱-磁硫鉄鉱が主体で、他方灰白色石灰岩 (B 帯) では、方鉛鉱-黄鉄鉱が優勢である。

ほとんどの黄鉄鉱が磁硫鉄鉱によって交代されており、これは母岩の接触変成 (Mel-



cher G.C.1968)と併せ考えると、Itaoca 花崗岩の熱変成によると思われる、他鉱物の晶出順序は、黄鉄鉱→磁硫鉄鉱→黄銅鉱→四面銅鉱→方鉛鉱である

A 帯、B 帯の鉱石の分析の一例を次に示す。

	Width	Au	Ag	Cu	Pb	Zn
	m	g/t	g/t	%	%	%
Zone A	219mL G-27 (F-207)	0.10	0.0	0.9	0.20	2.446
Zone B	150mL B-4 L (F-221)	0.10	0.4	2.70	0.80	2.885

### 3-3-5 Lageado-Serra 鉱床群

これまでに Lageado 地区で 23ヶ所、Serra 地区で 8ヶ所の鉱床・鉱徴地が知られている (Fig.II-20)。ほかに Lageado 鉱床の 5km 西南には、Açungui III 層石灰岩 (A III L<sub>2</sub>) 中に鉛鉱床 (Santo Antonio do Pavão) が知られている

#### (1) Lageado-Serra 鉱床群

##### (a) 鉱床概要

本鉱床群は Furnas 鉱山の南南東約 5km に位置し、1.5km × 4km の範囲に 23ヶ所の鉱床・鉱徴地が集中している。これらは 1944~1968年に操業されたが、各々はいずれも小規模でわずかな生産に止まった。交通はサンパウロ州道 165 号線から未舗装道路が分岐し、約 9km で旧鉱山施設跡に至る

記録によれば本鉱床群最大の Santa Nova (走向延長 600m, 傾斜延長 200m) は、Pb 5~50% で出鉱量が数千 t である。

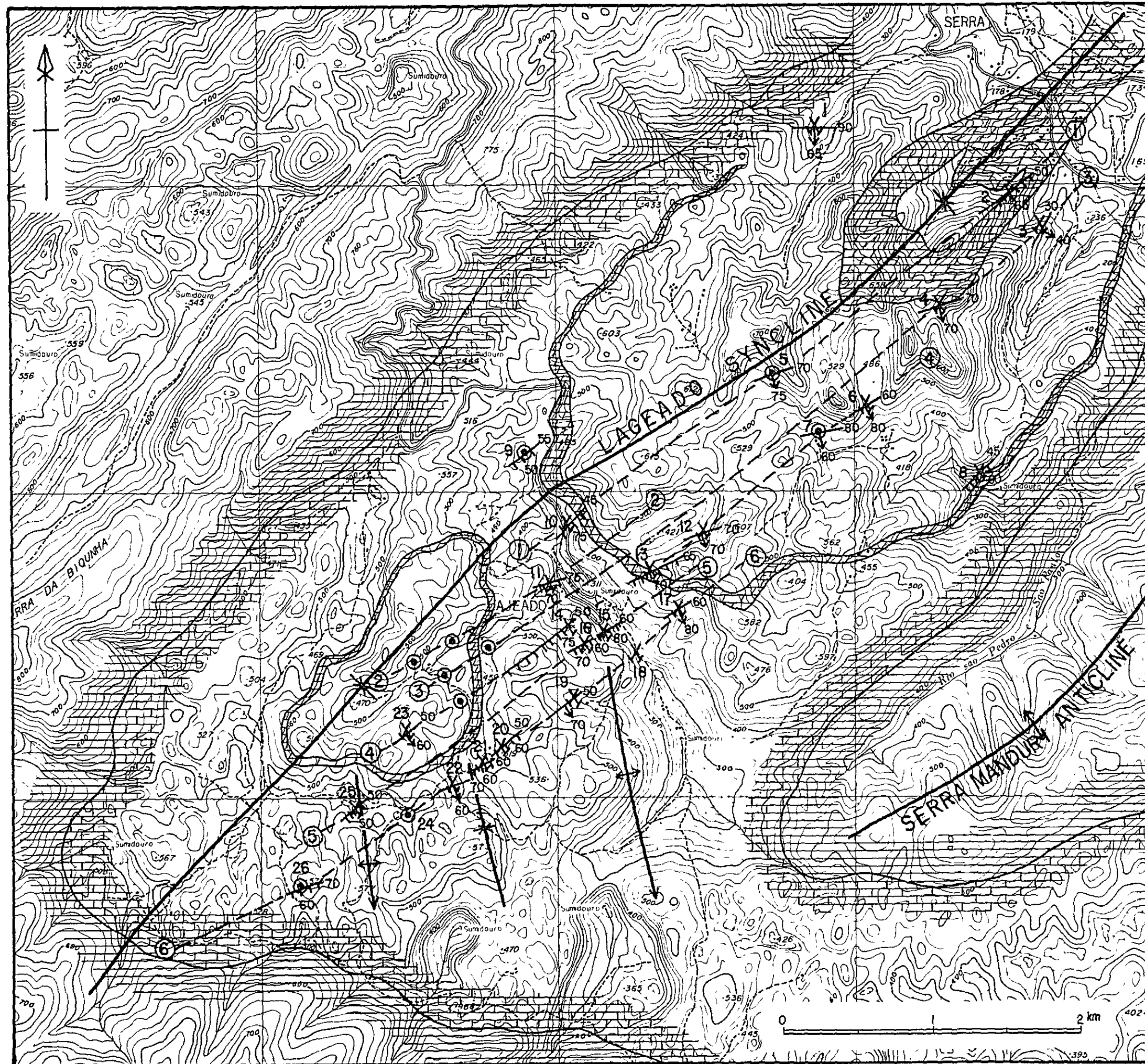
##### (b) 地質

周辺の地質は Açungui III 層の変堆積岩類 (A III S<sub>1</sub>) 及び石灰岩類 (A III L<sub>2</sub>) からなる。鉱床を胚胎する A III L<sub>2</sub> は主として石灰岩 (A III L<sub>2</sub> 1s) からなり、苦灰岩 (A III L<sub>2</sub> dol) 及び変堆積岩類 (A III L<sub>2</sub> ps) を挟在する。鉱床母岩は灰色~暗灰色泥質石灰岩で、微褶曲構造を呈する石灰岩~石灰質千枚岩の極薄層を挟在する。鉱床は A III L<sub>2</sub> の比較的下部に位置する。

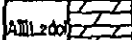
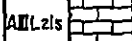
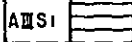







本鉱床群は本地域第 1 次オーダーの Serra Manduri 背斜の北西翼部に位置するが、同時に第 2 次オーダーの Lageado 向斜の南東翼部にほとんどの鉱床・鉱徴地が集中している。

##### (c) 鉱床

本鉱床群は鉱脈型鉛鉱床 (銅鉱徴地 1 つを含む) で鉱脈裂かの走向は N 45°~75° E, 傾斜は 50°~80° S E を示す。鉱脈は脈幅平均 0.3m, 最大 1.5m で非常に膨縮に富み、一部に剪断帯のみで鉱石鉱物を伴わない部分も認められる。鉱石鉱物は方鉛鉱



### LEGEND

- |   |   |
|---|---|
|  | dolomite  |
|  | limestone   |
|  | mica schist ~ phyllite,<br>meta conglomerate ~ meta sandstone |
|  | dip and strike of vein (surveyed)                             |
|  | do (by reference)   |
|  | synclinal axis  |
|  | anticlinal axis   |
|  | underground   |
|  | trench and/or outcrop of vein                                 |
|  | line number of vein   |

- 1 Macaquinho
- 2 Jagatirica
- 3 Berta Funda
- 4 Alto do Bento or Descanso
- 5 Sete Alqueires
- 6 Casa Velha
- 7 Sitio Novo
- 8 Aberta do Leão
- 9 Cu showing
- 10 Lourenço Velho
- 11 Santana Velha
- 12 Porco do Mato
- 13 Mamangabe
- 14 Santana Nova
- 15 São Francisco
- 16 Nova Esperança
- 17 Coqueiro
- 18 I G.G
- 19 Bugios
- 20 Jardim II
- 21 Jardim I
- 22 São Rafael
- 23 Santana F
- 24 Sebastião Gabriel
- 25 São Vicente
- 26 Boa Ventura

Fig. II-20 Geological Map and Vein Map in Lageado-Serra Deposits





鉍を含む鉛酸化鉍が主体で少量の黄鉄鉍を伴う。鏡下ではほかに少量の黄銅鉍，銅藍，赤鉄鉍及び針鉄鉍が認められる。

各鉍床の鉍石分析結果は次のとおりである。

Sample No	Location	Occurrence	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
D-521	Santa Nova G3	Galena vein	0.8	157.0	0.05	11.58	0.18
D-523	do. G1	Galena vein	1.1	218.0	0.04	11.28	0.29
D-581	do.	do.	0.1	1,073.0	0.05	11.84	0.27
D-583	do.	Pb oxide ore -Galena vein	0.1	619.0	0.07	12.24	0.04
D-584	Sao Vicente	do.	0.5	496.0	0.08	12.04	0.22
D-586	Jardim G2	do.	0.4	2,150.0	0.58	12.14	0.08
D-588	Nove Esperanca	do.	0.5	1,891.0	0.08	12.04	0.01
D-590	Santana Nova G5	Galena vein	0.3	1,874.0	0.08	12.24	0.01
D-593	copper showing	Chalcopyrite and Galena impregnation	1.5	100.7	13.3	0.50	11.50

## (2) Serra 鉍床群

本鉍床群の8ヶの鉍床・鉍徴地は，Lageado 鉍床群の北東部延長上に位置し，本鉍床群の地質鉍床及び鉍床の成因は Lageado 鉍床群と同じであるが，層準は Lageado 鉍床群よりやや上位に位置する。

鉍石分析の結果は次のとおりである。

Sample No	Location	Occurrence	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
D-595	Juguatirica	Pb oxide-Galena vein	0.0	1,200.0	0.14	13.32	0.27
D-596	do.	do.	0.0	1,054.0	0.08	11.58	0.92
D-597	do.	do.	0.1	835.0	0.16	10.56	5.37
I-508	Aberta do Leao	Galena	0.0	1,131.0	0.01	12.86	0.27

## 3-3-6 Espirito Santo 鉍床

### (1) 鉍床概要

本鉍床は Apiai の東約 2.4 km に位置する。サンパウロ州道 373 号線より南に約 1.7



kmに位置する。約85mの旧坑中に2本の褐鉄鉱脈が認められるが、鉛鉱石は認められない。ほかに方鉛鉱-石英脈を採鉱したトレンチ及び坑道が存在する。トレンチ及び坑道中にそれぞれ幅数cmの方鉛鉱-石英脈を認めるが、稼行に耐えるものではなく、現在休山中である。これまでの全出鉱量は数百tである(C.P.R.M,1975)。

本鉱床東南東4kmにMonjolinho de Sebastiao鉱床、更に東へ1~2kmの範囲にAgua da Limeira 鉱徴地があるほか、Braco da Pescalia, Figueira, Pacienciaなどの鉱徴地が知られている。

## (2) 地 質

鉱床周辺の地質は、Agungui III層の石灰岩類(AIII<sub>L3</sub>)からなる。この石灰岩類は主として石灰質苦灰岩~苦灰岩(AIII<sub>L3</sub> dol)からなり、層厚は約1,000mである。鉱床は挟在される石灰岩中にあり、層序的にAIII<sub>L3</sub>基底から約620m上位に位置する。

この地域は本地域第1次のオーダーであるCalabouço 向斜及びSerra Manduri 背斜の中間にあたりると同時に、本地域第3次のオーダーであるEspirito Santo 背斜の北西翼部に位置し、走向N50°E、傾斜50°~80°NWを示す。

## (3) 鉱 床

鉱床は石灰岩中の剪断帯中に胚胎する脈状鉱床で、その走向はN65°E、傾斜は80°NWで、石灰岩の層理にほぼ平行な約40cmの褐鉄鉱汚染した剪断帯中に1~1.5cm幅の黄鉄鉱-方鉛鉱-石英脈が数条観察される。石英脈の両側3~5cm間に灰色珪化部を伴い、石英脈中に小晶洞が認められる。

鉱石鉱物の組合せは、方鉛鉱、赤鉄鉱を主とし、白鉛鉱と少量の黄鉄鉱及び銅藍を伴う。

鉱石分析の結果は次のとおりである。

Sample No	Location	Occurrence	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
C-518	Espirito Santo Mine	Galena-Quartz vein	0.0	85.9	0.05	8.57	0.66
C-580	Monjolinho de Sebastiao	Galena-Dolomite-Quartz vein	0.8	204.0	0.00	7.70	0.00
C-591	Agua da Limeira	Galena-Quartz vein	0.4	554.0	0.06	12.09	0.00



### 3-3-7 Paqueiro 鋳床

#### (1) 鋳山概要

Paqueiro 鋳山は、Adrianopolis ~ Rocha 鋳山間のほぼ中間点にある。1953年に開発、Plumbum S.A.社により1957年~1971年間稼行されたが、現在休山中である。全産出鋳量は16,300t、Pb 9%である。

#### (2) 鋳床付近の地質

石灰岩 (A III L<sub>3</sub>) と雲母片岩 (A III L<sub>3</sub> ps) が NE-SW 系の軸をもつ褶曲を繰り返して、細長い帯状分布をしている。走向断層が発達している。

#### (3) 鋳床

石灰岩と雲母片岩の境界付近及び石灰岩中に発達した割れ目を充填する鋳脈型で、A、B、C、D、の4鋳体があるが、最大のD鋳体は水没して入坑できない。鋳石鋳物は方鉛鋳、黄鉄鋳で、石英・方解石を伴う。

各鋳体の規模と品位は次のとおりである。

Ore Body	Scale	Sample No	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
A	L-6, W=0.3 m	S-63 (W=0.2 m)	0.1	6.4	0.01	1.61	0.45
B	Lens (0.2 × 0.05 m)	S-65 (W=0.2 m)	0.1	8.45	0.06	5.95	0.01
C	L=700 m echelon	S-62 (W=1.2 m)	2.5	110.0	0.03	8.91	0.01
D	L=200 m echelon	S-69 (W=0.2 m)	0.4	65.65	0.09	21.83	0.01

### 3-3-8 Bueno 鋳床

#### (1) 鋳山概要

Paqueiro 鋳山の北東2 kmに位置する。標高550 m, 572 m, 600 mの3坑準で探鋳している。開山時期は明らかでないが、1971年以降休山中である。全産出鋳量は66 t、Pb 10.6%である。

#### (2) 鋳床付近の地質

本鋳山は Paqueiro 鋳山の北東延長にあり、石灰岩 (A III L<sub>3</sub>)、雲母片岩 (A III L<sub>3</sub> ps) 及び輝緑岩の岩脈が分布している。NE-SW方向の軸をもつ褶曲が繰り返されている。

#### (3) 鋳床

鋳床は石灰岩と雲母片岩の接触部付近に発達する断層に沿う脈状鋳床である。鋳体は水平延長15 m、幅15 mのレンズ状をなす。

鋳石鋳物は方鉛鋳、黄鉄鋳で、脈石として石英、方解石を伴う。鏡下では、黄鉄鋳を



黄銅鉱，方鉛鉱が脈状に貫いている（S-54）。

貯鉱品位は次のとおりである。

Sample No.	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %
S-55	0.5	702	0.18	23.45	0.01
E-648	0.3	1,506.0	0.09	12.96	0.01

### 3-3-9 Diago Lopes 鉱山

#### (1) 鉱山概要

Adrianoópolis 西南西 2 km に位置し，標高 445 m，468 m，470 m の 3 箇所に探鉱坑道がある。開坑時期は不明で，1975 年以降休山中である。全出鉱量は 144 t，Pb 97.2% である。

#### (2) 鉱床付近の地質

Paqueiro, Bueno 鉱山と同様の地質を示す。広域的には，地域南部の NE-SW 系の地質構造が，E-W 方向に変わる変曲点に当たる断層に E-W 系 (Diago Lopes 断層)，NE-SW 系及び NW-SE 系がある。

#### (3) 鉱床

本鉱山の鉱床には，石灰岩と雲母片岩の境界部 (Diago Lopes 断層) 及び石灰岩中の裂かに胚胎する脈状型と，石灰岩中の層状型がある。

##### 脈状型

468 m 坑と 445 m 坑でみられ，前者は水平延長 50 m，脈幅 0.1~0.5 m で膨縮が著しい。後者も延長 50 m，脈幅 0.1~0.3 m のレンズ状を示す。

##### 層状型

470 m 坑でみられ，水平延長 10 m，厚さ 0.1~0.3 m でレンズ状を呈する。両者とも鉱石鉱物に変わりはなく，方鉛鉱，黄鉄鉱から成り，脈石として方解石，石英を伴っている。

470 m 坑と 468 m 坑の代表的品位は次のとおりである。

Sample No.	Width m	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %
470 m L S-68	0.50	0.9	424.9	0.07	31.83	0.38
468 m L S-71	0.40	0.0	180	0.07	0.41	0.01



