

1954年10月1日出版 每册1.20元
（注：本册为《中国现代文学史》第一卷）

（注：每册）

每册1.20元

上海人民文学出版社
上海福州路100号

JICA
705
661
MPN
LIBRARY

100 8

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

(第一 年 次)

JICA LIBRARY



1025109[8]

昭和 56 年 8 月

金属鉱業事業団
国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日	'84. 8. 22
	703
	66.1
登録No.	13583
	MPN

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アンタゴルダ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調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は昭和55年度が第一年次にあたり、金属鉱業事業団は、5名の調査団を編成して、昭和56年1月12日から昭和56年4月4日まで現地に派遣した。現地調査は、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。

本報告書は第一年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

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56年8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

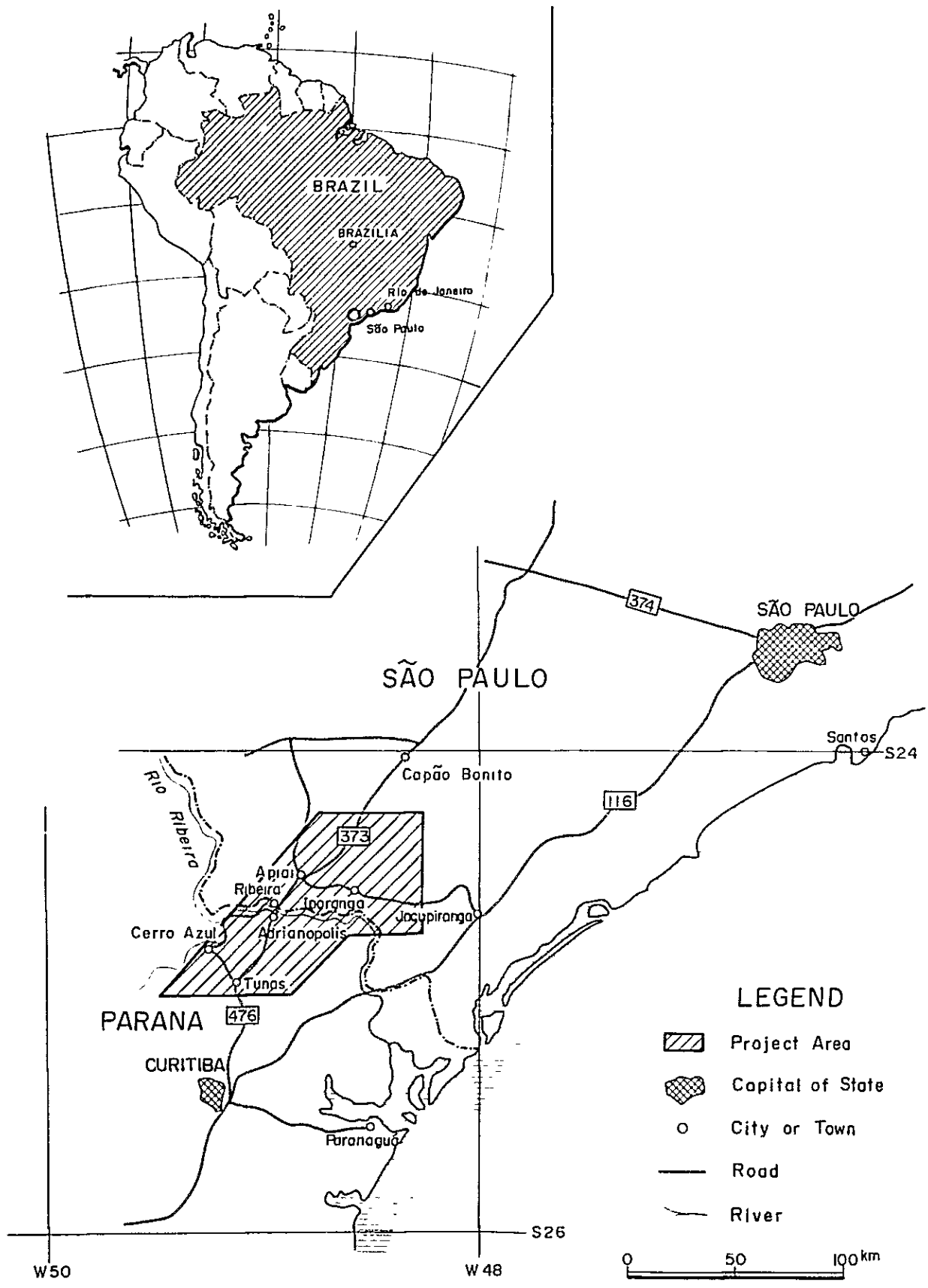


Fig. 1. Location Map of the Project Area

LEGEND













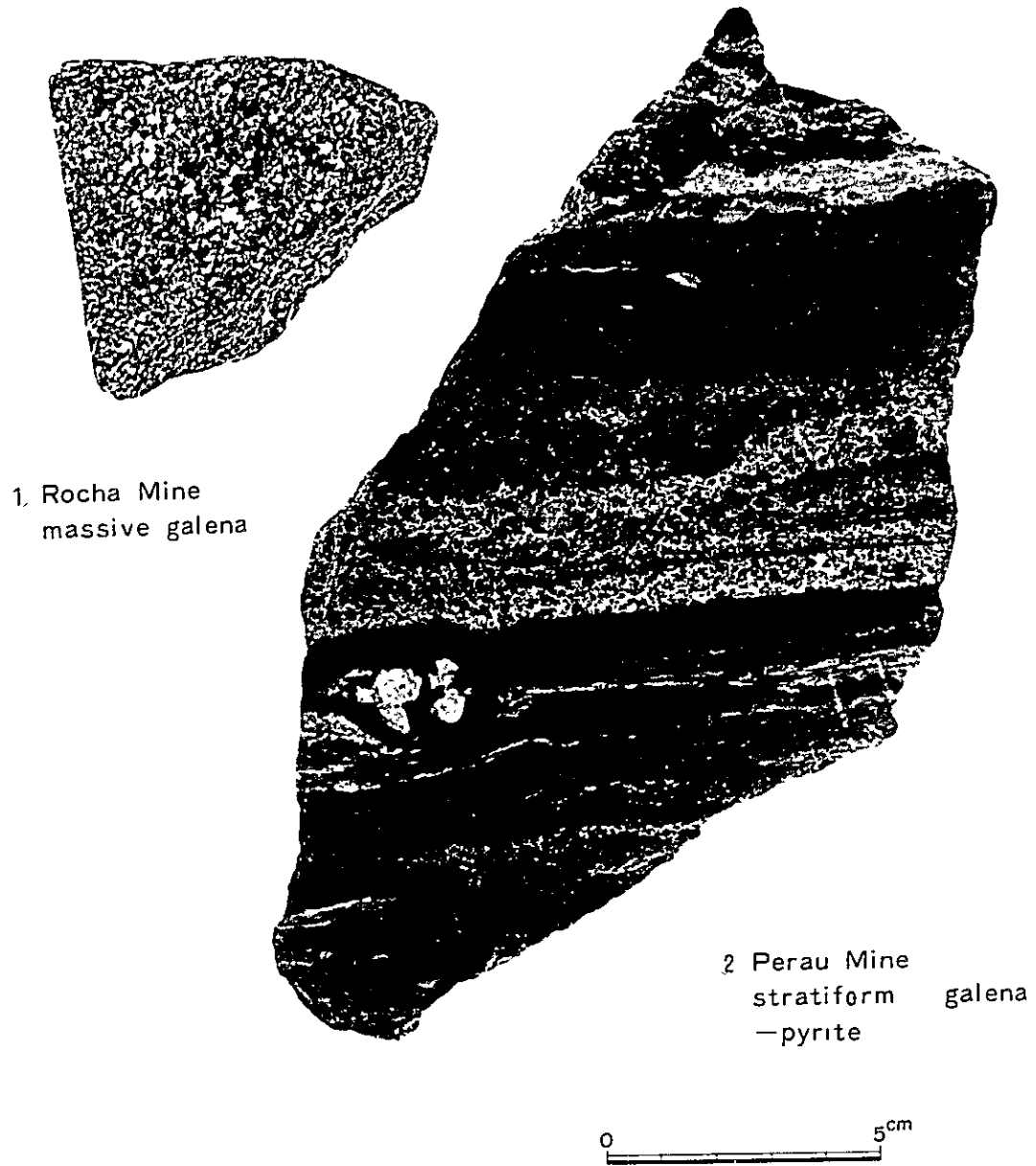
-  sandstone and conglomerate
 -  Limestone
 -  sandstone and quartzite
 -  pelitic meta-morphic rocks
 -  granitic rocks
 -  syenite
 -  lithological boundary
 -  uncertain boundary
 -  inferred fault
 -  lineament
 -  linear feature
 -  surveyed area
- Approximate scale
1 : 500,000



IMAGE : E-1373-12393 (JUL 31, 1973)

Landsat Image of Anta Gorda Area



Typical Ores of Rocha & Perau Mines

目 次

は し が き	
位 置 図	
目 次	
要 約	

総 論

第1章 序 論	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 調査内容	1
1-3 調査団の編成	2
1-4 文 献	4
第2章 調査地域の概要	6
2-1 位置・交通	6
2-2 地 形	6
2-3 位置及び植生	7
第3章 総合検討	8
3-1 ベラウ型鉍床の胚胎層準について	8
3-2 ホーシャ型鉍床の成因について	8
3-3 鉛鉍床の成因について	9
3-4 変成作用について	10
第4章 結論及び将来の展望	11

各 論 I 地 質 調 査

第1章 地 質	12
1-1 研 究 史	12
1-2 概 説	14
1-3 層 序	14
1-4 貫 入 岩 類	20

1-5	火成岩類の化学組成	23
1-6	地質構造及び地史	24
第2章	鉍床	27
2-1	概説	27
2-2	鉍床各説	27

II 地化学探査資料の解析

第1章	アンタゴルダ地域及びその周辺地域における地化学探査実施の経緯	44
1-1	Projeto Sudelpaの地化学探査の概要	44
1-2	Projeto Geoquimica no Vale do Ribeiraの地化学探査の概要	45
1-3	Projeto Geoquimica no Vale do Ribeiraの問題点	47
第2章	Projeto Anta Gorda地化学探査資料の再解析	49
2-1	再解析の対象地域	49
2-2	川砂サンプルの選択	49
2-3	データ処理	51
第3章	異常域の解析	54
3-1	各異常域の検討	54
3-2	異常地区の抽出とCPRMデータとの比較	55

III 空中磁気探査資料の解析

第1章	総説	57
第2章	空中磁気探査概要	58
2-1	調査地域	58
2-2	空中磁気探査測定	58
2-3	解析方法	59
2-4	岩石磁性測定	62
第3章	解析結果	63
3-1	残差図	63
3-2	帯域フィルター図	63
3-3	定量解析	65
第4章	考察及び今後の問題点	66

LIST OF ILLUSTRATIONS

- Fig. 1. 1. Location Map of Project Area
2. Recommended Area to be covered in next Phase
- Fig. I – 1 Main Tectonic Map in Brazil
2 Geological Map of the Project Area
3 Index Map of Aerial Photographs
4 Geological Interpretation of Aerial Photographs
5 Geological Columnar Section in Perau Mine
6 Variation Diagram of Intrusive Rocks
7 MFA Diagram of Intrusive Rocks
8 Q-PL-Kf Diagram of Intrusive Rocks
9 Stratigraphic Correlation among Three Mine Areas
10 Geologic Map of Perau Mine
11 Sketch showing Ore Occurrence at G–1 Raise, Perau Mine
12 Typical Occurrence of Perau Ore
13 Geological Map of Rocha Mine
14 Relation between Stress and Veins, Rocha Mine
15 Geological Map of Barrinha Mine
16 Geological Map of Paqueiro Mine
17 Geological Map of Bueno Mine
18 Geological Map of Diogo Lopes Mine
19 Geological Map of Panelas Mine
20 Flow Folding of Limestone, Panelas Mine
21 Schematic Profile of Panelas Mine
22 Location Map of Rock Samples (150mL), Panelas Mine
23 Cross Section (NW–SE) of Furnas Mine Area
24 Geologic Plan and Section of Furnas Mine
25 Mineralized Fractures and Deposits in Lageado Region
26 Longitudinal Projection of Santana Nova Mine, Lageado
27 Ore Pocket in Lageado Deposits

Fig.	II-1	Location Map of Project Area
	2	Sampling Pattern in Ribeira Project
	3	Lithological Units
	4	Histograms for Cu, Pb, Zn by Lithology
	5	Correlation Diagrams by Lithology
Fig.	III-1	Location Map of Survey Area
	2	Flow Chart of Analysis
	3	Index of Analyzed Area
	4	Energy Spectrum vs. Wavelength
	5	Magnetic Anomaly due to Prism Model
	6	Magnetic Anomaly due to Dyke Model
Table	1.	Outline of Field Survey in Phase I
	2.	Pb Isotope Ages of Galena, Ribeira Valley Region
Table	I-1	Pre-Gondwana Unit in the Northeast of Curitiba
	2	Generalized Stratigraphic Section in the Project Area
	3	Characteristics of Photogeological Units
	4	Chemical Analysis and Normative Composition of Igneous Rocks
	5	Characteristics of Limestone & Dolomite, Rocha Mine
	6	Chemical & X-Ray Analyses of Panelas limestone
Table	II-1	Area of Drainage and Number of Samples
	2	Sample Number approved for Interpretation
	3	Statistical Parameters by Element
	4	Distribution of Geochemical Data
	5	Mean and Standard Deviation of Cu, Pb, Zn Contents in Stream Sediment Samples by Lithology
	6	Correlation Coefficient among Three Elements
Table	III-1	Susceptibility of Rock Samples

LIST OF APPENDICES

Photo.	A-1	Microphotograph of Thin Section		
	A-2	Microphotograph of Polished Section		
Table	A-1	List of Mines and Showings		
	A-2	Microscopic Observations (Thin Section)		
	A-3	Microscopic Observations (Polished Section)		
	A-4	X-ray Diffractive Analysis		
	A-5	Results of Chemical Analysis		
	A-6	Fossils		
	A-7	Metal Contents of Geochemical Samples approved for Interpretation		
	A-8	Results of Projeto Geochemica no Vale do Ribeira (DNPM-CPRM) 1978		
Plate	I-1	Geological Map	1:50,000	(11 sheets)
	I-2	Geological Profile	1:50,000	(1 sheet)
	I-3	Geological Route Map	1:20,000	(10 sheets)
	I-4	Geological Profile along Main Route	1:20,000	(2 sheets)
	I-5	Geological Columnar Section and Stratigraphic Correlation	1:20,000	(1 sheet)
	I-6	Relation Map between Mineralization and Geological Structure	1:100,000	(1 sheet)
	II-1	Location Map of Samples approved for Interpretation and their Drainage Areas	1:100,000	(4 sheets)
	II-2-1	Geochemical Anomalies of Stream Sediments (Cu)	1:100,000	(4 sheets)
	II-2-2	Geochemical Anomalies of Stream Sediments (Pb)	1:100,000	(4 sheets)
	II-2-3	Geochemical Anomalies of Stream Sediments (Zn)	1:100,000	(4 sheets)
	II-3	Geochemical Anomalies of Stream Sediments (Cu, Pb, Zn)	1:1000,000	(4 sheets)

Plate	III-1	Residual Map	1:100,000	(3 sheets)
	III-2	Residual Map	1:250,000	(1 sheet)
	III-3	Band Pass Map (BP-1)	1:100,000	(3 sheets)
	III-4	Band Pass Map	1:250,000	(1 sheet)
	III-5	Band Pass Map (BP-2)	1:100,000	(3 sheets)
	III-6	Band Pass Map	1:250,000	(1 sheet)
	III-7	Interpretation Map	1:100,000	(3 sheets)
	III-8	Interpretation Map	1:250,000	(1 sheet)

要 約

ブラジル連邦共和国アンタゴルダ地域における第一年次の調査は、既知の含銀鉛鋳床・鋳微地の地質学的位置づけ及び全調査地域の中から有望地区の選出を行ない、今後の探査に有益な指針を得るため、写真地質調査、地質調査、地化学探査資料の再解析及び空中磁気探査資料の再解析を行なった。

写真地質調査・地質調査は、空中写真地質解析、主要ルートでの地質調査、地質図のチェックを行ない、その結果従来先カンブリア界上部のアスンギ (Açungui) 層群として一括されていた泥質片岩や石灰岩類がアスンギⅠ、Ⅱ、Ⅲ層に大別され、その各々の岩質と構造が明らかになった。

含銀鉛鋳床は、下部の苦土質岩中に層状に胚胎するペラウ (Perau) 型鋳床と、上部の苦灰質～石灰質岩中に胚胎する鋳脈状のローシャ (Rocha) 型鋳床に分けられる。ペラウ型鋳床はアスンギⅠ層中に層状に胚胎していることが判明し、胚胎層内での走向及び傾斜方向の広がりや追跡が必要であり、またペラウ型鋳床胚胎層は褶曲により繰返し出現していることが判明し、鋳床賦存の有望地区が拡大された。一方ローシャ型鋳床は、苦灰岩層内にだけ発達する鋳床や、石灰岩層の褶曲構造の軸部に発達する裂かきを充填する鋳床があり、夫々母岩の岩質もしくは地質構造に規制されていることが判明した。今後更に詳細な調査が必要とされる。

地化学探査結果の再解析は、ブラジル政府の実施した調査資料をもとに岩相区分を統合して銅、鉛、亜鉛の3成分につきデータ処理を行ったところ、高異常域は従来と同様であるが、ペラウ型鋳床と同一層準と見なされる所に、新しく3ヶ所の銅異常域が得られ、この地区の鋳床賦存のポテンシャルが高まってきた。

空中磁気探査資料の再解析は、調査地域の南半分についてだけ磁力変化図が整っていたので、これより磁気構造図を作成した。その結果、地質構造線と貫入岩体の形状が明らかになった。また一部地区については資料不足のため、磁力変化図を作成するだけにとどめたため鉛鋳床の胚胎する微弱磁性岩体の分布を十分解析することができなかった。全域の再検討により地質構造の詳細な解明の実施が望ましい。

總論

1.

2.

第 1 章 序 論

1-1 調査の経緯及び目的

ブラジル南東部のサンパウロ (São Paulo) とパラナ (Parana) 両州の境をなすヒベイラ (Ribeira) 谷の周辺には、多数の小規模な鉛鋳床が知られており、現在数鋳山が稼業中または開発を計画中である。これらの鋳床については、古くから種々研究が行なわれているが、鋳化作用と地質構造や火成活動の関係、鋳床の成因等については、まだ定説がない。

本調査は、これら鉛鋳床群を含む地域 5,800 km² について、地質層序を確立し、地質構造を解明すると共に、既存鋳床の地質学的位置づけを行なって、今後の鋳床探査に有益な指針を得ることを目的としている。

1-2 調査の内容

第一年次の調査は、写真地質調査、地質調査 (概査) 及び D N P M (Departamento Nacional da Produção Mineral 鋳産局) 等が実施した地化学探査資料と空中磁気探査資料の再解析を行なった。

本調査地域の内、北側のサンパウロ州については、1974年 CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (鋳物探鋳公社) の Projeto Sudelpa で縮尺 1/50,000 の地質図を作成しており、南側のパラナ州の既知鋳床付近についても、同じ CPRM が Projeto Chumbõn (鉛プロジェクト) として縮尺 1/5,000 または 1/25,000 の地質図をとりまとめ中である。この外 1977 年の Projeto Leste do Parana で CPRM が、既存の民間資料も含めて縮尺 1/100,000 地質図を編集しているが、これは本調査地域の約 70% をカバーしている。

今回の地質調査は、日本人技師 5 名とブラジル人技師 6 名により、地質構造に直交する 4 ルートのルートマップ作成と、代表的鋳床の概査を実施したが、上記資料は、いずれも地質層序や地質構造等を考察する上で十分参考にすることができた。

空中写真及びランドサットデータ解析は日本国内で行ない、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。

次に地質学探査の再解析は、D N P M (C P R M) が Projeto Geoquímica no Vale do Ribeira として、広域的に川砂の探査を行なっているので、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。

空中磁気探査試料の再解析は、主として本調査地域の南側のパラナ州だけ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明を行なった。

第一年次の調査の内、共同作業を行なった地質調査の内容は Table 1 の通りである。

Table 1. Outline of Field Survey in Phase I

	Period	Length of Survey Route
Preparatory Work	Jan. 12, ~ Jan. 29, 1981	—
Route Survey	Jan. 30, ~ Mar. 4, 1981 Mar. 12, ~ Mar. 24, 1981	Route Survey 313 Km (1:10,000) Check Survey 58 Km (1:25,000)
Mine Survey	Mar. 5, ~ Mar. 11, 1981	—
Compilation	Mar. 25, ~ April 4, 1981	—

この報告書をまとめるに当たり、放射年代について地質調査所 佐々木 昭博士に、石灰岩については、同じく五十嵐俊雄博士、藤貫正博士にご教示を受けた。又京都大学名誉教授吉沢甫博士、国立博物館橋本光雄博士から、採取した岩石について有益な助言を頂いた。深く謝意を表したい。

1-3 調査団の編成

現地調査には、ブラジル連邦共和国より、DNPMの委託を受けたCPRMとIPT (Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo S.A. サンパウロ州立探査技術研究所) から地質技師が参加した。

現地調査及び国内解析に参加した調査団員は次の通りである。

日本側調査計画及び折衝

Nobuhisa Nakajima
中 島 信 久

金属鉱業事業団

ブラジル側調査計画及び折衝

Luis Eraldo

DNPM

Fernando Batolla Junior

CPRM

日本側調査団員

A. 地質調査

Sadao Maruyama
丸 山 定 男

団長

大手開発株式会社

Hiroshi Fuchimoto 例 本 決	大手開発株式会社
Kiyohisa Shibata 柴 田 精 久	"
Masakazu Kawai 川 井 正 和	"
Hiroshi Takahashi 高 橋 洋	"

B. 空中写真解析 (国内)

Yoshiaki Shibata 柴 田 芳 彰	"
-----------------------------	---

C. 空中磁気探査解析 (国内)

Asahi Hattori 服 部 旭	"
------------------------	---

Susumu Sasaki 佐々木 進	"
------------------------	---

Kazuto Matsukubo 松久保 和 人	"
-----------------------------	---

ブラジル側調査団員

A. 地質調査

Jose Perez	団長	C P R M
Elias Carneiro Daitx		"
Armand Teruo Takahashi		"
Cassio Roberto da Silva		"
Jose Carlos Garcia Ferreira		"
Osamu Maeyama		I P T
Paulo de Tarso Perose		"

- (1) ALMEIDA, F.F.M. de (1967) – Origem e Evolução da Plataforma Brasileira. Bol. 241, DGM/DNPM, Rio de Janeiro, GB.
- (2) ALMEIDA F.F.M. et al. (1976) – The upper Pre-Cambrian of South America, – Bull. I.G. U.S.P. v.7 : 45–80, 1976.
- (3) BARBOSA A.F. (1955) – Estrutura e Gênese da Jazida de Chumbo de Furnas, Estado de São Paulo.
- (4) CORDANI, U.G.; BITTENCOURT, I. (1967) – Determinação de Idade Potássio-Argônio em Rochas do Grupo Açungui. – Anais XXIº Congr. Bras. Geol., SBG, Curitiba, PR.
- (5) COUTINHO, J.M.V. (1971) – Estado Atual de Conhecimentos do Pré-Cambriano Superior Sul-Brasileiro; Uma Síntese. – Anais XXVº Congr. Bras. Geol., vol. 1, SBG São Paulo, SP.
- (6) Damasceno, E.C. (1966) – Nota Sobre a Composição Isotópica de Chumbo em Galenas de Jazidas do Vale do Rio Ribeira – XX. Congr. S.B.C., n. 1.
- (7) D.N.P.M. (1972) – Projeto Sudeste do Estado de São Paulo, Mapa Geológico Itararé 1:250,000.
- (8) D.N.P.M. (1974) – Carta Geologica do Brazil ao Milionésimo Folha Curitiba – SG22.
- (9) D.N.P.M. (1977) – Projeto Leste do Paraná (Anexo, Folha Apriai, Ribeira 1:1,000,000).
- (10) EBERT, H. (1971) – Observações sobre a Litologia e Subdivisão do “Grupo Setuva” no Estado do Paraná; com Sugestões à Tectônica Geral do “Geossinclínio Açungui”. – Anais XXVº Congr. Bras. Geol., vol. 1, SBG, São Paulo, SP.
- (11) FUCK, R.A.; MARINI, O.J.; TREIN, E.; MURATORI, A. (1971) – Geologia do Leste Paranaense. – Anais XXVº Congr. Bras. Geol. SBG, São Paulo, SP.
- (12) HASUI Y. et al (1975) – The Ribeira Folded Belt – Revista Brasileira de Geociências vol. 5, 1975.
- (13) KAEFER, L.Q. & ALGARTE, J.P. (1972) – Folha Itararé SG.22-X-B. Geologia Preliminar. vol. 1, Proj. Sudeste de São Paulo. DNPM/CPRM, São Paulo, SP. inédito.
- (14) LEONARDOS, O.H. (1956) – Carbonatitos com Apatita e Pirocloro. – Av. n.º 80, DFPM/DNPM, Rio de Janeiro, GB.
- (15) MAACK, R. (1947) – Breves Notícias sobre a Geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. – Arq. Biol. Tecnol., vol. II, Curitiba, PR.
- (16) MARINI, O.J.; FUCK, R.A.; TREIN, E. (1967) – Intrusivas Básicas Jurássico-Cretáceas do Primeiro Planalto do Paraná. Bol. Par. Geoc., n.º s. 23 a 25 Curitiba, PR.

- (17) MELCHER, G.C. (1968) – Contribuição ao Conhecimento do Distrito Mineral do Ribeira de Iguape, Estados de São Paulo e Paraná.
- (18) MELCHER, G.C.; GOMES, C.B.; CORDANI, U.G.; BETTENCOURT, J.S.; DAMASCENO, E.C.; GIRARDI, V.A.V.; MELFI, A.J. (1973) – Geologia e Petrologia das Rochas Metamórficas e Graníticas Associadas do Vale do Rio Ribeira de Iguape, SP e PR. – Rev. Bras. Geoc., vol. 3 n.º 2, SBG, São Paulo, SP.
- (19) Odan Y. (1978) – Geologia da Mina de Chumbo de Pannels – Adrianópolis – PR Anais do XXX Congresso B.G. Recife, 1978 v.4.
- (20) Oliveira, G.M. de A. (1937) – A gazida de Galena Argentifera de Pannels de Brejaúvas – Min. e Met., v.1. n.5.

第2章 調査地域の概要

2-1 位置・交通

調査地域は、ブラジル最大の都市サンパウロ市（人口10,000千人（1975））の南西約200kmに位置し、サンパウロとパラナの両州にまたがっている。調査地域のほぼ中央を州道（サンパウロ州道373号線、パラナ州道476号線）が走っており、今回調査基地となったアピアイ（Apiaí, 人口8千人）は、調査地域内の最大の町で、サンパウロ市から320km離れており、車で5時間、またパラナ州の首都クリチバ（Curitiba）市（人口1,000千人（1975））からは170km、車で4時間で達することができる。更に調査地域の東側には、サンパウロ市からクリチバ市に至る幹線道路（州道116号線）があり、アピアイからはイポランガ（Iporanga）経由でジャクピランガ（Jacupiranga）まで3時間（115km）で結ばれているので、交通の便は比較的良好と言える。

サンパウロ州とパラナ州との境界にあるヒベイラ（Ribeira）からサンパウロ市及びクリチバ市行きの定期バスが1日数便運行しているが、調査地域への航空機の便はない。

2-2 地 形

ブラジルの東側の先カンブリア時代橋状地には、東海岸線に平行する地質構造線が卓越している（Sugio 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、1,000～1,500m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600～1,000m）で、標高的には、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100～200mであるので、比高差は500～1,000m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地となり、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

この地域の気候は、温帯多雨型で、四季の別が比較的はっきりしている。1月～3月が夏期で、日中の最高気温が35℃を越えることも珍らしくない。この反面7月～9月の冬期には、0℃近くまで下がることもある。

植生は、山頂付近まで畑や牧場に利用されているため、比較的疎で、谷間沿いに雑木が密生する場合が多い。又、道路際には、よくPinheiro（ブラジリア松）がみられる。

第3章 総合検討

本年度の調査は、次年度以降の探査方針を確立するための現地調査や既存試料の解析を行なったが、新しい事実や未解決の問題が多数得られた。ここでは特に鉱床に関連した問題について検討してみたい。

3-1 ベラウ (Perau) 型鉱床の胚胎層準について

本調査地域の地質層序は、下位より、先カンブリア界上部の Setuva (ゼツヴァ) 層とアスンギ (Açungui) I, II, III 層から成るが、ベラウ鉱床は、この内アスンギ I 層下部の石灰珪酸塩岩中に胚胎する層状の含銀鉛—(銅—亜鉛) 鉱床で、すぐ上位に重晶石と磁鉄鉱の薄層を伴っている。

鉱床の母岩をなす石灰珪酸塩岩は、所によって苦灰岩層に漸移するが、ベラウ鉱床の東側にある背斜構造のコアとして露出する Setuva 層に沿って、南方の Agua Clara (アグア、クララ) 鉱床まで、10 km 以上連続している。

一方 Setuva 層の東側 (背斜構造の東翼) には、Pretinhoe (プレティニョ) 鉱山があって、ベラウ鉱床同様、石灰珪酸塩岩中に重晶石の厚層 (1~2 m) と、黒雲母片岩中に磁鉄鉱の薄層が見出だされる。この重晶石には層理に平行して巾 1 mm 以下の黄銅鉱が縞状に数条あり、極く微量の鉛、亜鉛 (Pb 5.4 ppm, Zn 6.1 ppm) が含まれている。ベラウ鉱床と Pretinhoe 鉱床の層序が全く同じであるので、Setuva 層の東側にも石灰質岩層が連続する事が期待できる。この Setuva 層は、更に東側の向斜構造により再び露出し、調査地域の東南端にも分布しているので、ベラウ型鉱床の胚胎層準が繰り返し露出する可能性がある。

3-2 ホーシャ (Rocha) 型鉱床の構造規制について

ホーシャ型鉱床はアスンギ III 層の石灰岩層中に胚胎する鉱脈タイプであるが、鉱床は母岩の岩質又は褶曲構造に密接に関係している。

ホーシャ鉱山では、坑内の地質調査と試錐コアのチェックから、石灰岩の厚層は石灰岩 (300 m) と苦灰岩 (150 m) の 2 層に分かれ、鉱脈は、苦灰岩層中にだけ胚胎していることが判明した。このように苦灰岩中に選択的に裂かが発達することは、両者の間に物性の違いがある証拠であり、今後更に詳しい裏付調査が必要と思われる。又この地域の石灰岩と苦灰岩は、肉眼的には識別が困難であるので、無機又は有機試薬によるフィールドテスト等を活用し、ホーシャ鉱床周辺に多数存在する鉛鉱床の構造規制を解明するのが望ましい。

一方フルナス (Furnas) 鉱床 - Lageado 鉱床地区の石灰岩層中に賦存する鉛鉱床は、大きな向斜構造の軸に平行する鉱脈状か、ある一定の層準内で層状又はエセロン状に発達する鉱

床で、石灰岩の細部構造を調査することによって、より詳細な構造規制が明らかになると思われる。

3-3 鉛鋳床の成因について

この地域の石灰質～苦灰質岩中に胚胎する鉛鋳床の成因については、古くから種々議論が行なわれているが、マグマ起源と考える者が多い。

Oliveira A. I. (1937)は、パネラス (Panelas) 鋳山付近の花崗岩と鋳床の成因的關係を論じており、Barbasa A. F. (1955)も、フルナス鋳床の調査から、1) 鋳化作用は2期行なわれたこと、2) コロフォーム組織がなく、又方鉛鋳の結晶が盤際より内部に向かって成長していること、3) 珪化、絹雲母化作用が認められること等から、鋳床の成因はこの地域の花崗岩に関係すると結論している。

一方Damasceno E. C. (1966)は、方鉛鋳の鉛同位体測定から、この地域の鉛鋳床の生成時代を1,130 m. y. と同定し、550 m. y. のK-Ar年代を示す貫入花崗岩類より古いと述べている。

Table 2 Pb Isotope Ages of Galena, Ribeira Valley Region

Jazida	Relações isotópicas		Idade aparente (m.a.)	
	Pb ²⁰⁷ /Pb ²⁰⁴	Pb ²⁰⁶ /Pb ²⁰⁴	Holmes-Houtermans	Russel-Farquhar
Esperanca	15,65	17,01	1040 ± 100	1140 ± 100
Basseti	15,59	16,92	1040 ± 100	1140 ± 100
Paqueiro F1	15,51	16,82	1030 ± 100	1110 ± 100
Paqueiro F1	15,59	16,90	1060 ± 100	1120 ± 100
Paqueiro bis	15,59	16,78	1170 ± 100	1200 ± 100
Paqueiro bis	15,65	16,83	1170 ± 100	1220 ± 100
Panelas	15,54	16,66	1190 ± 100	1260 ± 100
Furnas	15,54	16,97	950 ± 100	1040 ± 100
Lageado	15,61	17,00	1030 ± 100	960 ± 100
Itapirapuã	15,73	17,98	400 ± 40	480 ± 50

Melcher G. C. (1968)はアスンギ層群及び花崗岩の鉛含有量が比較的低いため、これらを根源と考えにくく、もっと古期の堆積物中に存在した鉛を含む熱水液から沈殿した可能性を示唆している。又Odan Y. (1978)は、パネラス及びその周辺の石灰岩に0.1～0.5% Pbを含む数cmの暗色層が含まれることから、鋳床の堆積性を示す証拠と考えた。

今回の調査により、ベラウ鋳床は石灰珪酸塩岩中の層状鋳床で、鋳床の上位に重晶石と磁鉄

鉱の薄層を伴い、この鉱床の南方延長線上にある Agua Clara 鉱床（銅、鉛）及び東方延長線上の Pretinho 鉱山（重晶石）でも同じ層序的位置に、黄銅鉱－（方鉛鉱）、重晶石、磁鉄鉱の各層を確認できたため、このタイプの鉱床は、同時期に且つ同生的に形成された可能性が強い。又 (1) 鉱床の母岩をなす石灰珪酸塩岩又は苦灰質岩が、塩基性火山活動に起源すると考えられる角閃岩とよく共存すること。(2) 角閃岩中に黄銅鉱の鉱染が認められること等から、ベラウ鉱床と角閃岩の火山活動の関係の検討が望ましい。

一方アスンギⅢ層中の石灰岩～苦土岩中に胚胎するホーシャ又はフルナス型鉱床は脈状を呈し、後生的性格をもつが、その根源については、

(1) 母岩と同生的に形成された鉱床が、構造運動によって溶融し、現在の位置まで移動した。

(2) 花崗岩の貫入に関連して鉱液が分離、裂かを充填した。

などが考えられる。(2)のケースの場合、方鉛鉱の鉛同位体年代が花崗岩より古くなって矛盾するが、現在では、この Holmes－Houtermans や Russell－Farquhar モデルから算出した年代は、現実に則しないとして、修正モデルが使用されつつあるので、鉛同位体年代については、再測定が望ましい。

3-4 変成作用について

今回の地質調査は調査ルートが主要ルートに限られたため、鍵層の連続及び地質構造の解明には、空中写真解析結果を活用して行なった。その結果、アスンギ層群を3層に区分でき、アスンギⅡ層の分布地区のほぼ中央を走る向斜構造の存在も推定することができ、地質構造も明解になった。

しかしながら、変成作用の解明については、南部の Tunas から西部にかけて、アスンギⅠ層が結晶片岩、Ⅱ層が千枚岩から成り、変成度は下部層ほど強くなっているが、北東部の Iporanga～Barra do Turvo 間では、逆にアスンギⅠ層がⅡ層より変成度が弱くなっていた。フィールドデータが少ないため、この問題は未解決のまま残された。本地域の地質構造発達を明らかにする上から変成作用の解析は重要と思われる。

第4章 結論及び将来の展望

Ribeira 河流域に存在する鉛鉱床の地質環境や鉱床の性質を把握し、今後の鉱床探査に有益な指針を得るため、写真地質調査、主要ルート沿いの地質調査と代表的鉱床調査、地化学探査資料の解析を行なったが、得られた結論は次の通りである。

1. 調査地域は先カンブリア系から成るが、従来一括されていたアスンギ層群を岩層の違いからアスンギⅠ、Ⅱ、Ⅲの3層に区分することが出来、各々の地質構造が明らかになった。
2. 調査地域における卓越した地質構造にはNE-SWとNW-SEの2系統があり、大規模な断層、多数の小規模褶曲構造、花崗岩の貫入は、前者（恐らくBrazilian Orogeny (650~450 m.y.) に起因）に属し、白亜紀のアルカリ岩や塩基性岩の貫入は後者に属している。
3. 鉛鉱床は、アスンギⅠとⅢ層に発達する石灰質～苦灰質岩層中に胚胎し、そのタイプから層状のベラウ型と脈状のホーシャ型に分けることが出来る。ベラウ型鉱床はベラウ、Agua Clara, Pretinho 鉱床と、同一層準に胚胎し、鉱床上盤に重晶石と磁鉄鉱の鉱層を伴うので、同生鉱床の可能性が強い。又鉱床の近くに塩基性火山活動に起源をもつと考えられる角閃石が頻出する事実は、両者間の成因的関係を暗示している。ホーシャ型鉱床は、ホーシャ、フルナス、Lageado、パネラス外の鉱床を含むが、鉱床は褶曲に伴う裂かに関係しており、中でもホーシャ鉱床は苦土岩層中にだけ賦存すると云う顕著な母岩の岩質規制を受けている。
4. 地化学探査資料の再解析により、Setuva層の東側で、ベラウ鉱床と同一層準と考えられる位置に銅異常が得られた。今後チェックする必要がある。
5. 空中磁気探査資料の解析は、調査地域の南半分について行なったが、その結果磁気構造図から貫入岩体の分布状況が明らかになった。鉛鉱床が胚胎する微弱磁性岩体の分布及び貫入岩体との関係は、全域の解析を行なって明らかにすることが望ましい。
6. 以上のように本年次の調査から種々の基礎データが得られたが、今後更に下記調査が望ましい。
 - 6-1. 鉛鉱床の賦存の可能性のある地域（Fig 2 参照）に対して地質調査（準精査）を実施し、地質構造と鉱床の関係をより明らかにする。
 - 6-2. ベラウ鉱床、ホーシャ鉱床について、詳細な地質調査、地化学探査、物理探査（重力、IP等）を実施して、鉱床胚胎の場と鉱床の性質の解明を行ない、今後この地域の層状及び脈状鉱床の探査を進める上でのモデルとして利用する。

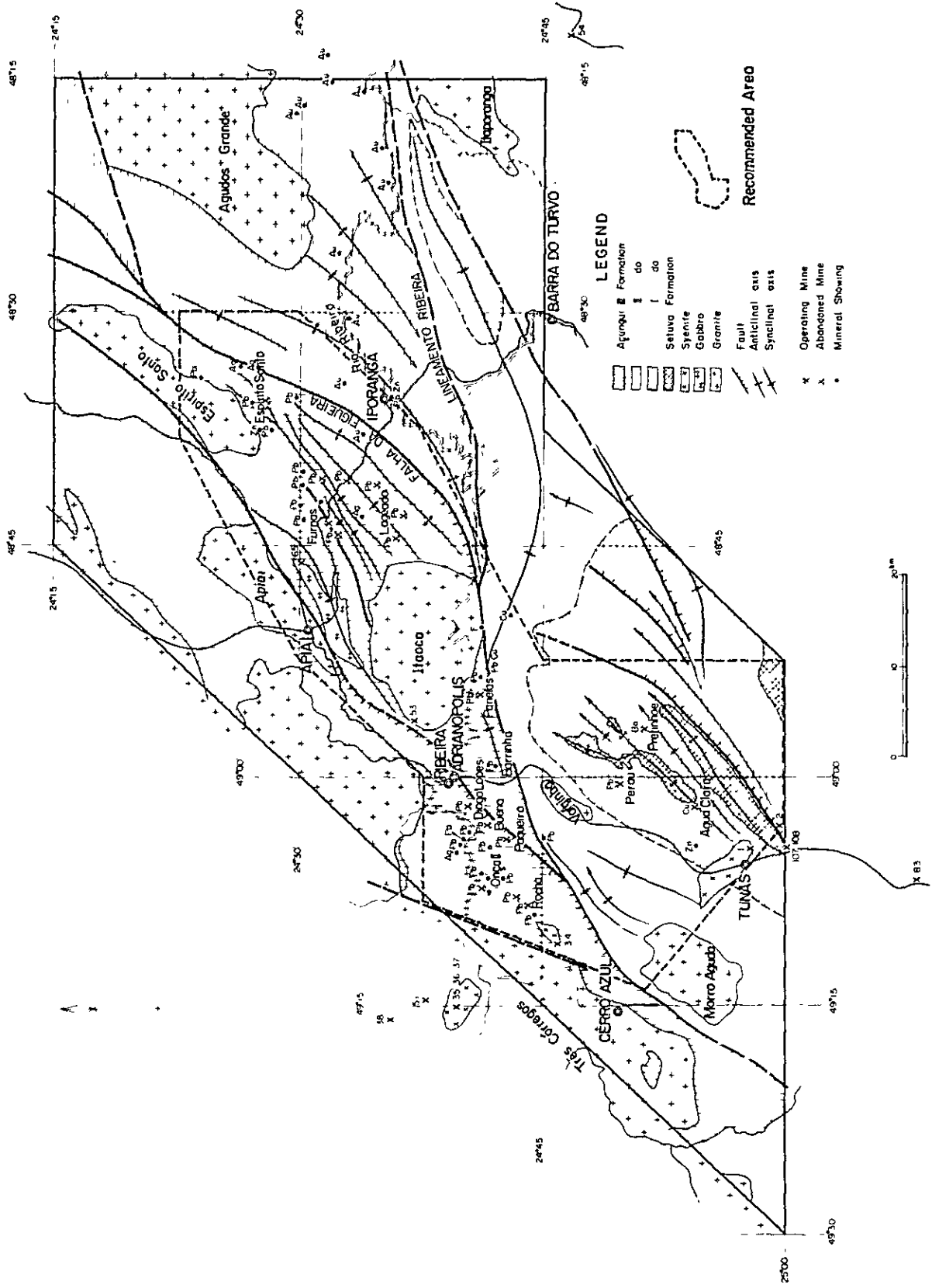


Fig. 2. Recommended Area to be covered in next Phase

各 論
I 地質調查

第 1 章 地 質

1-1 研 究 史

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 1-1 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。

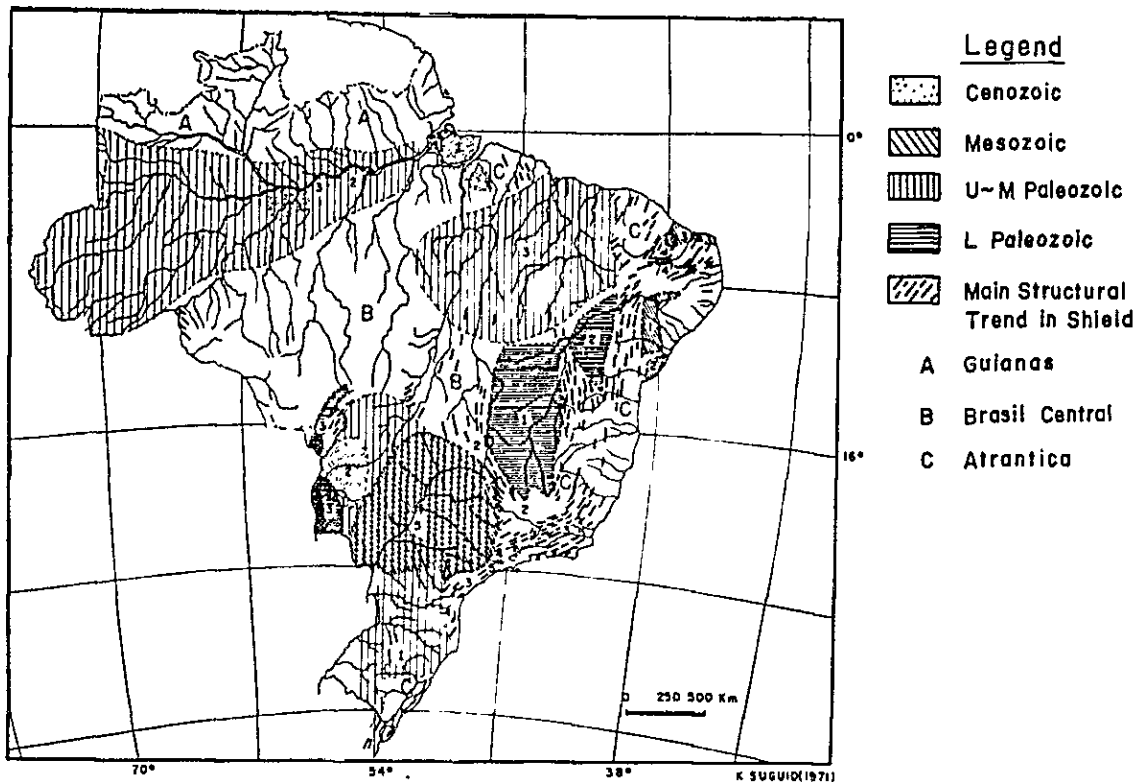


Fig. 1-1 Main Tectonic Map in Brazil

ブラジルの先カンブリア時代の岩石について、Cordani 他による 1,500 個以上の放射年代測定があり、これによると、3,000~2,700 m.y. の Imatacan Orogeny, 2,200~1,800 m.y. の Transamazonian Orogeny, 1,400~900 m.y. の Uruacuan Orogeny が起きており、その後さらに広範な Brazilian Orogeny が 650~450 m.y. 前に生じている。

調査地周辺地域の地質は、D.N.P.M. によって 1/1,000,000 Curitiba (1974) 図巾にまとめられているが、その説明書によると、岩石の放射性年代は 500~600 m.y. のものが多く、Transamazonian Orogeny 以前のデータはない。

Kaefer L.Q. et al. (1972) は、この基盤をなす結晶複合岩類は、主として高結晶度のミグマタイトから成り、これは地向斜堆積物がメソ帯又はカタ帯の変成を受けて生じたとし

ている。Fuck R.A. et al. (1971)は、この岩類と上位にくるアスンギ層群の変成度が明らかに異なることと、放射性年代がより古いことから、この岩類はBrazilian Orogenyより古い造山運動に属すると考えている。

次に結晶複合岩類の上位にあるSetuva層は各種の片岩類から成り、最初アスンギ層群のベースと考えられていた (Bigarella J.J. et al. (1956)) のをMarini O.J. et al. (1967)が区分したものである。Fuck R.A. et al. (1971)やEbert H. (1971)は、両者間に不整合を認めたが、Coutinho J.M.V. (1971)は、岩質・構造・変成度の点からSetuva層は結晶複合岩類に対比されるとし、その不整合の存在を疑問視している。Kaefen L.Q. et al. (1972)によれば、この層の変成度は、曹長石-緑レン石-角閃岩相~角閃岩相に相当するとし、堆積の時期は上記先カンブリア時代と考えているが、K-Ar年代測定には異論が多いとしている。Marini O.J. et al. (1967)によるSetuva層の厚さは3,500mと推定されている。

アスンギ層群は、サンパウロ州では当初São Roque (サンロケ) 統と呼ばれ、ソルル紀と考えられたが、1943年Oliveira et al.が、São Roque & Açungui統としてアルゴンキア界のMinas統 (絶対年代1,650-1,340m.y.) に対比した。Almeida F.F.M. (1967)は、ブラジル台地の起源と発達について論じ、この層群がバイカルサイクルの正地向斜堆積物 (先カンブリア最末期) を表わすとしている。

Table 1-1は、1/1,000,000 Curitiba 図巾 (前記) の地層区分であるが、本報告書はこの区分を採用した。

Table 1-1. Pre-Gondwana Unit in the Northeast of Curitiba

Era/Período	Grupo/Sub-Grupo	Formação
Devoniano	Campos Gerais	Ponta Grossa
		Furnas
Cambro-Ordoviciano	Castro	Guaratubinha
Cambriano		Camarinha
Pré-Cambriano A	Açungui	Granitos intrusivos
		Metassedimentos
Pré-Cambriano B		Setuva
Pré-Cambriano Indiviso	Complexo Cristalino	

Pré-Cambriano A (570-1,000 my), Pré-Cambriano B (1,100-1,700 my)

アスンギ層群は、細粒の変堆積岩と化学沈澱岩を主とするが、その層厚はMaack R(1947)によると5,000~7,000 mに及び、Melcher G.C. et al.(1973)は、緑色片岩相に相当する広域変成を受けているとしている。

Cordani U.G. et al.(1967)は、約50のK/Ar年代測定をもとに、アスンギ層群の地質構造発達を論じているが、それによると、600-650 m.y.に主造山期があり、以後500 m.y.まで種々の造山作用が続き、花崗岩の貫入を促している。

一方鉛床については、アスンギ層群の石灰岩や苦灰岩中の鉛鉛床が古くから知られており、Melcher G.C.(1968)の詳細な研究によれば、鉛床には割れ目を充填するタイプ(パネラス、ホーシャ)と、鉛のう状を呈するもの(フルナス、Lageado)に分けることができる。

Leonardos O.H.(1956)外は、これら鉛床は典型的な深成鉛床とし、付近に露出する花崗岩体に関係すると考えたが、Damasceno E.C.は方鉛鉛の鉛放射性年代が貫入花崗岩より古い値を示すとし、Melcher G.C.はアスンギ層群の変堆積岩中のPb品位の研究から、再移動によって現在の位置に濃集したと考えている。

1-2 概 説

調査地域の地質は、Setuva層とアスンギ層群が広く分布しているが、ブラジルで使用されている時代区分によると、前者はB(1,100~1,700 m.y.)、後者がA(570~1,100 m.y.)に属すると考えられる。

Setuva層は片麻岩類からなり、アスンギ層群は結晶片岩及び千枚岩からなるが、特にアスンギ層群は全般に褶曲が著しく、鍵層が少なく且つ化石も産しないので、正確な層厚や地質構造がつかみにくい。しかし今回のルート調査と空中写真解析の結果、試案として角閃片岩と石灰岩の発達するゾーンを分帯し、下部よりI・II・IIIの3層に区分した。

火成岩としては、上記変成岩類を貫ぬくカンブリア紀末期の花崗岩と、白亜紀の閃長岩・斑レイ岩・輝緑岩があり、いずれも方向性が認められる。

この地域の地質略図をFig 1-2に、地質総括表をTable 1-2に示す。

1-3 層 序

今回の主要ルート調査結果を基にし、空中写真解析結果と既存の地質図を参考にして、考察を行なった。

1-3-1 Setuva層

Setuva層は調査地域で一番古い地層で、主として眼球片麻岩から成る。
分布及び層厚：本層は調査地域の南方にあるTunasからAnta Gorda部落に至る道路に、背斜構造のコアとして露出しており、ここでは、褶曲により反復露出がみられる。本層の下限

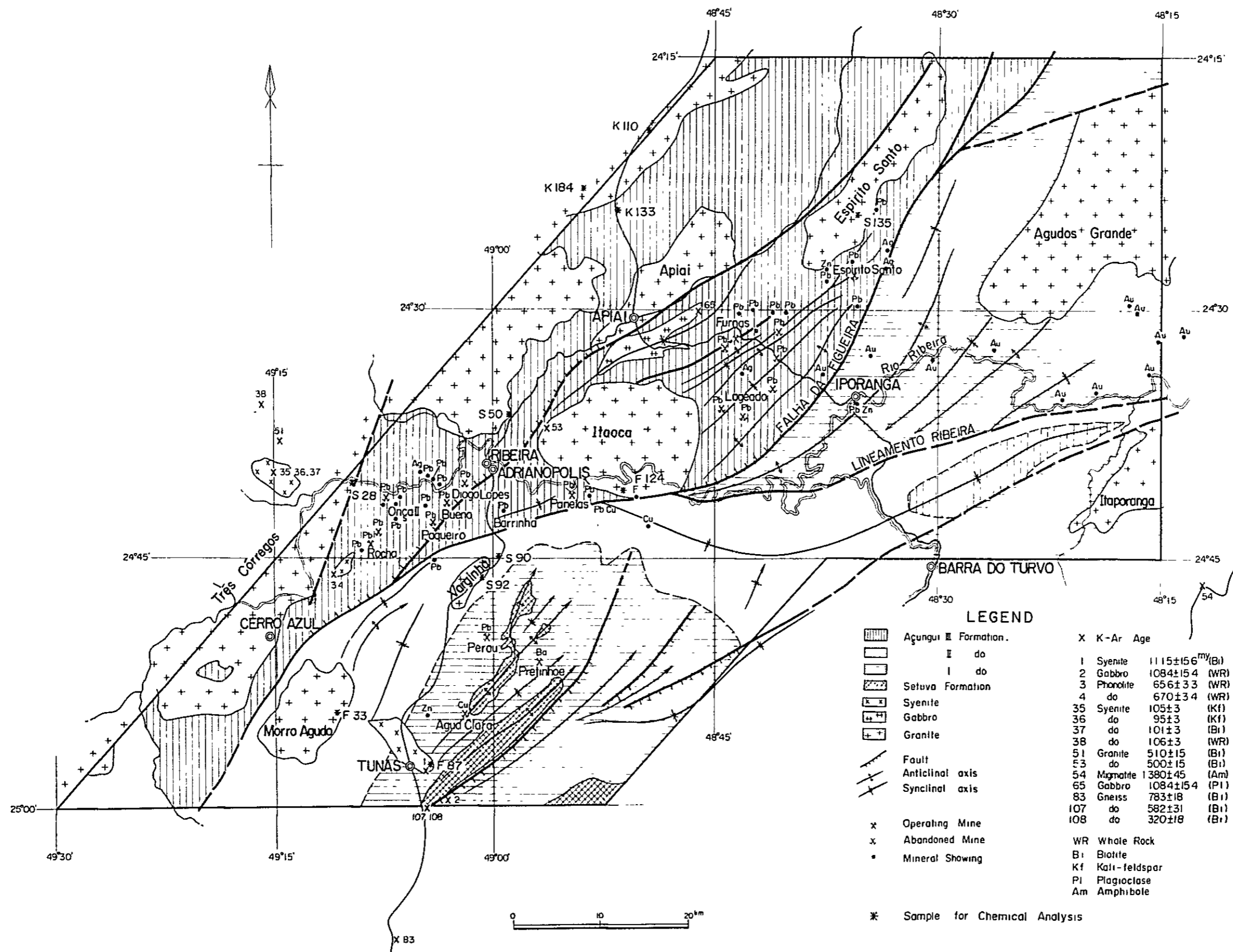


Fig. 1-2 Geological Map of the Project Area

Table I-2 Generalized Stratigraphic Section in the Project Area

Geologic Age	Group or Formation	Columnar Section	Rock Facies	Structural Movement	Igneous Activity	Mineralization		
Pre - Cambrian	Quaternary		gravel, sand	<p>Urucuan Orogeny ←</p> <p>→ Brasilon Orogeny</p>	<p>basalt ←</p> <p>granite ←</p> <p>syenite, gabbro, diabase ←</p>	<p>Rocha, Furnos type ←</p> <p>Perau type ←</p>		
			psammitic and pelitic schists with thick limestone at the top					
	Cretaceous		phyllite (West) and mica schist (East) with a few psammitic schist, amphibolite and dolomite					
			garnet bearing mica schist with dolomite and amphibolite seams, thick quartzite and dolomite at the bottom.					
	Cambrian	III F 2000± ^m					augen gneiss with quartzite seams	
		II F 2000-2500 ^m					migmatite, gneiss, quartzite schist, dolomite (after DNPM 1,000,000 Curitiba)	
	A 570~1100my	Agungui G	I F 3500 ^m					Crystalline Complex no-exposure
			Setuva F 500m ⁺					Undifferentiated

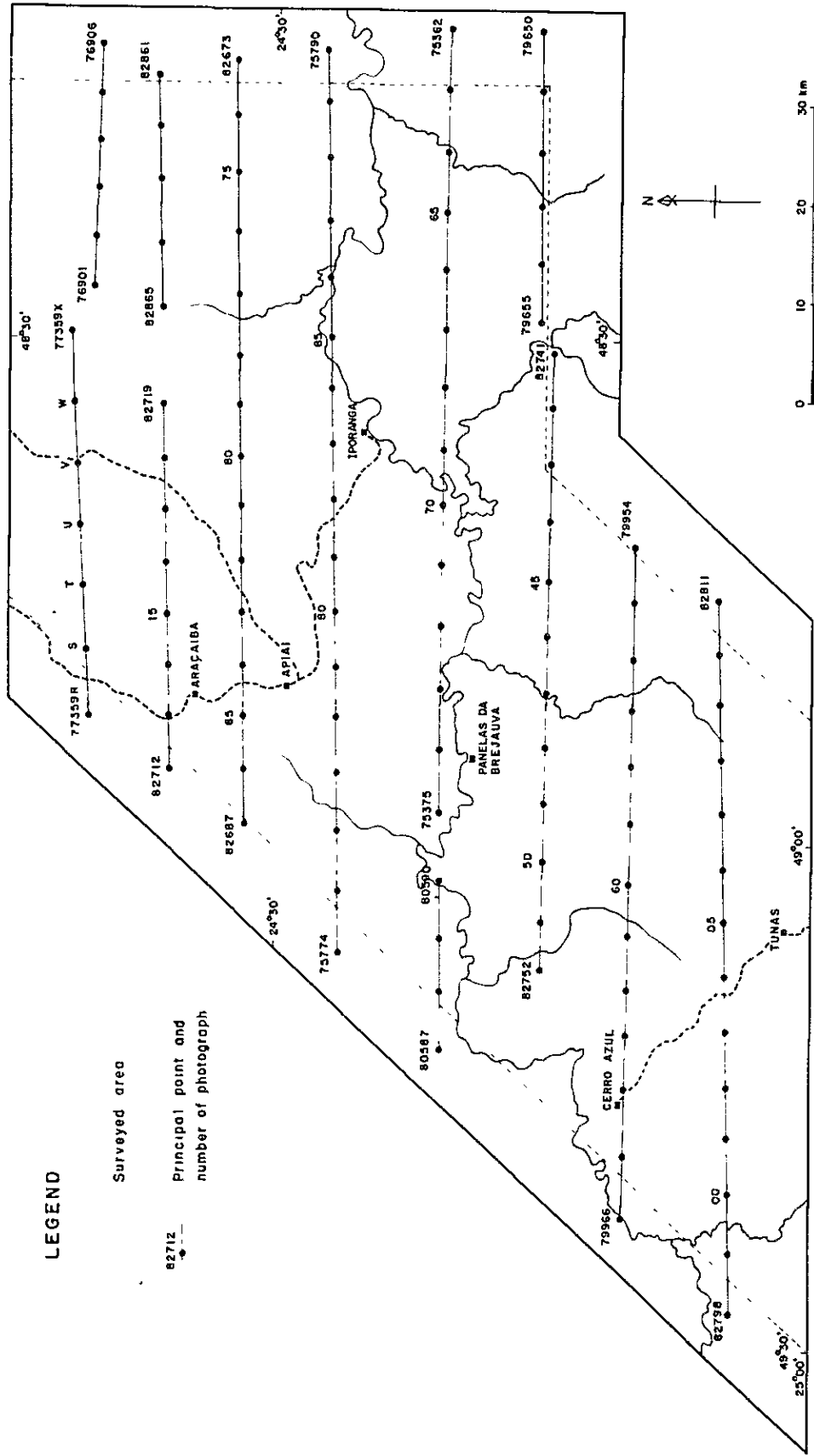


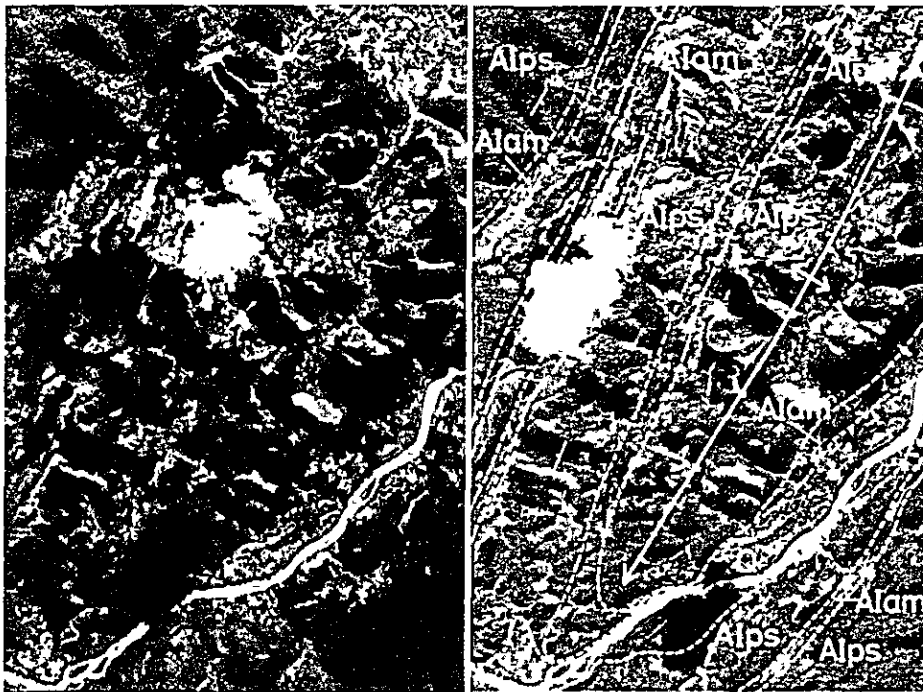
Fig. I-3 Index Map of Aerial Photographs

Table I-3 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 ₁ (AIIps)	medium grey	fine, uneven	dendritic	high	gentle V-form	low	none	low density	relatively sharp		pelitic schist, phyllite	Formation III
B ₂ (AIIIls)	medium grey	fine, uneven	(internal drainage)		—	low	none	medium density	sharp	showing karst topography	limestone, dolomite	
B ₃ (AIIIcs)	medium grey	fine, smooth	subdendritic	low	gentle V-form	low to moderate	none	none	vague	showing karst topography (only doline)	pelitic limestone	
B ₄ (AIIlam)	medium grey	coarse, rough	—	low	—	low	none	none	vague	thin bed	amphibolite to amphibole schist	
B ₅ (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 ₁ (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 ₂ (AIIIls)	medium grey	fine, uneven	—	—	—	low to moderate	none	—	relatively sharp	small exposure, karst topography	limestone	
C ₃ (AIIlam)	medium grey	coarse, rough	subdendritic	low	U-form	low	none	none	sharp	thin bed	amphibolite to amphibole schist	
C ₄ (AIIss)	medium grey	fine, uneven	parallel	low	sharp V-form	high	massive	medium density	sharp		psammitic schist	
D ₁ (AIIps)	medium grey	fine, uneven	dendritic, trellis	high	gentle V-form	moderate	massive	medium density	partly vague		pelitic schist, phyllite	Formation I
D ₂ (AIIam)	medium grey	coarse, rough	subdendritic	low	U-form	low	none	none	sharp	thin bed	amphibolite to amphibole schist	
D ₃ (AIIls)	medium grey	fine	—	—	—	moderate	—	—	vague	thin bed, showing karst topography	limestone, dolomite, calc silicate rock	
D ₄ (AIIqt)	light to medium grey	fine, uneven	parallel	medium	sharp V-form	high	very well bedded	medium density	sharp		quartzite	
E ₁ (Sgn)	medium grey	coarse	parallel	medium to low	gentle V-form	moderate to low	none	low density	sharp		gneiss	Setawa Formation
E ₂ (Sqt)	medium grey	fine, uneven	parallel	medium to low	sharp V-form	high	well bedded	medium density	sharp		quartzite	
F ₁ (Gr)	light	fine	parallel	very high	gentle V-form	low	—	medium density	sharp		granite	Intrusive rocks
F ₂ (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 ₁ (Db)	medium grey	—	—	—	—	low	—	—	relatively sharp	dyke	diabase	
I ₂ (Db)	medium grey	—	—	—	—	moderate	—	—	sharp	dyke	diabase	

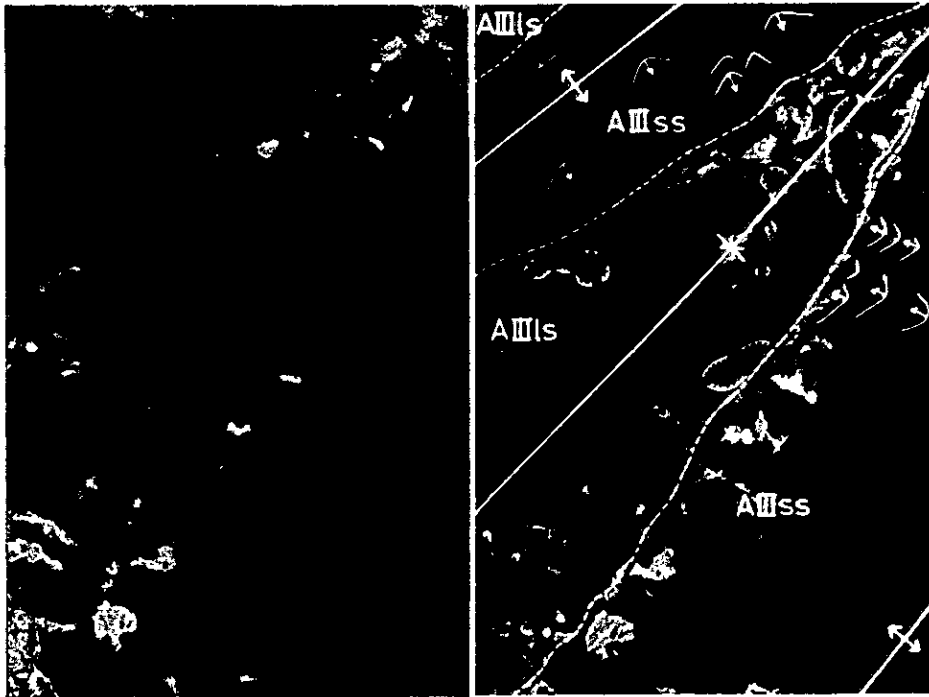


1 Setuva formation and Açungui I formation show folded structure, east of Tunas. (scale 1: 60,000)

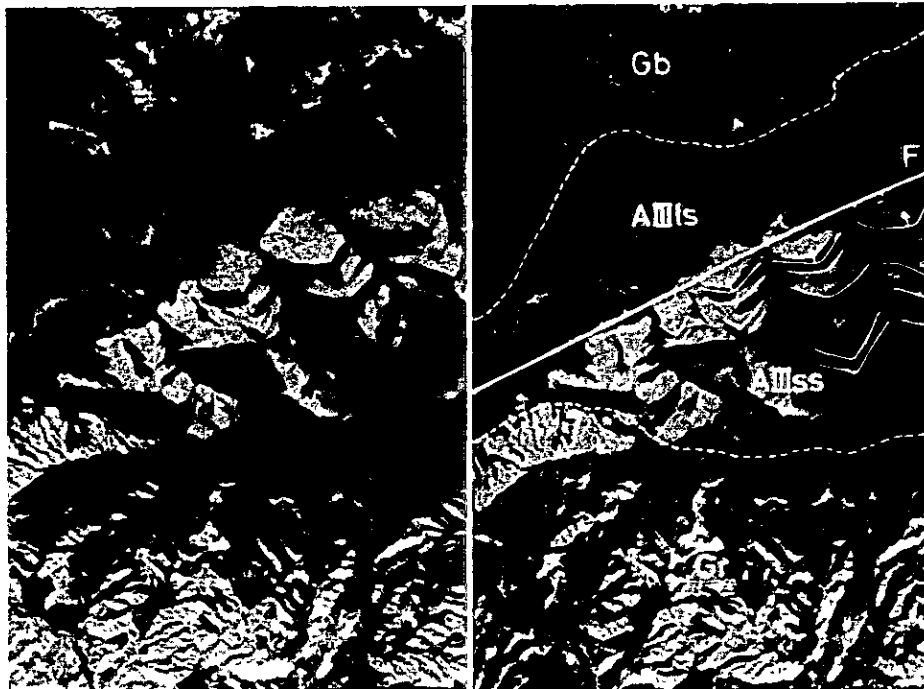


2 Açungui I formation shows anticlinal form, east of Iporanga. (scale 1: 60,000)

Fig. I-4A Geological Interpretation of Aerial Photographs



3 Açungui III formation shows folded structure, west of Iporanga. (scale 1: 60,000)



4 Granite (Itaoka body) intrudes into Açungui III formation, south of Apiaí. (scale 1: 60,000)

Fig. I-4B Geological Interpretation of Aerial Photographs

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：本岩は泥質起源と考えられ、眼球片麻岩を主とし、珪岩を挾有している。片麻岩は暗緑色の塊状岩で、長径が10～15 mmの淡紅色の長石が、眼球状に含まれている。又所によっては、長石に富む部分と、雲母や緑レン石に富む部分が縞状をなすことがある。剝離性はいずれも乏しい。Tunas～Anta Garda 部落附近の眼球片麻岩は、白色でやゝ粗粒の砂質片岩（層厚200 m）を挾有している。これらの眼球片麻岩の上部層（層厚150 m）は、黒雲母片岩に類似するが、所により細粒（ ϕ 1～2 mm）の長石がスポント状に含まれている。

この地域に分布する片麻岩の一般的鉱物組合わせは、黒雲母・普通角閃石・斜長石・アルカリ長石・緑レン石・チタン石で Eskola P. (1929) の角閃岩相に相当する。Anta Garda 部落北方の片麻岩 (F-105, F-106) は鏡下ではカリ長石・斜長石の大晶（最大4 mm）と石英の結晶集合体を斑状に含み、それらの間を埋めて圧砕状の細粒の石英・カリ長石と一方向に配列した黒雲母・角閃石が縞状に分布している。また多量の緑レン石も認められる。Barra do Turvo 南方の片麻岩* (F-290) は、角閃石の大晶から成る暗緑色部分に不規則板状の桃紅色カリ長石が含まれ、ネマトプラスチック（糸状変晶質）構造を示す。

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。この山稜は丸みを帯びており、谷は開いたV字状である。従って両者は抵抗性の差によって容易に区別される。

層位関係及び時代：本層はアスンギ層群に整合的に覆われている。調査地域の南限で、Tunas 南方の片麻岩中の黒雲母のK-Ar年代が 582 ± 31 m.y. と 783 ± 18 m.y. であると報告されており (Cordani et al (1967), Ebert (1971)), これは先カンブリア時代A (570–1,000 m.y.) に相当するが、堆積はこれにより多少古く、先カンブリア時代B (1,100–1,700 m.y.) に属すると考えられている。

1-3-2 アスンギ層群

この層群は、主として泥質～砂質変成岩と石灰質変成岩から成り、調査地域の大部分を占めている。この層群は、岩相から次の3層**に大別することができる。

* DNPM-CPRM (1972) の「Projeto SUDESTE do Estado de São Paulo の1/250,000地質図では結晶複合岩のミグマタイトとしている箇所より採取。こゝより30 km東方のミグマタイト中の角閃石のK-Ar年代は1,380 m.y. と測定されている。一方向にミグマタイトゾーンでクリチバより北東35 km地点では3箇の年代が $521 \sim 568 \pm 26 \sim 28$ m.y. であり、各時代のミグマタイトがあることを示している。

** Fuck, et al. (1971) はアスンギ層群を4層に区分しているが、文献の入手が出来なかったため今回その対比ができなかった。

1) アスンギ1層

この層は、泥質起源の変成岩を主体とし、角閃岩類を多く含むのが特徴で、Setuva層を覆う珪岩を下限として、上限は角閃岩類が発達するゾーンのトップとした。この上限は、Adrianopolis～ベラウ間道路では、Adrianopolisより約12kmベラウよりの角閃岩までを云う。

分布及び層厚：本層はベラウ鉱山、Tunas, Anta Gorda部落地区を含む調査地域の南東部と、Iporangaより北東部地域に分布している。層厚は約3,500mと推定される。

岩相：南東部地区は主として泥質片岩、北東部地区では千枚岩を主とし、珪岩・角閃岩・緑色片岩・石灰質岩それに礫岩を挟んでいる。これら片岩類の一般的鉱物組合せは、白雲母・黒雲母、石英・斜長石・透角閃石、ザクロ石、炭酸塩鉱物で、Eskola P.の緑色片岩相～緑レン石角閃岩相に相当する。

泥質片岩は、黒色の縞をもつ片状岩で、微褶曲構造が発達している。この片岩中には、ザクロ石の斑状変晶（粒径4～5mm）が認められることが多い。鏡下では、ネマトプラスチック構造を示し、複雲母+鉱石（磁鉄鉱）から成る黒色バンドの間を、細粒の斜長石・石英が埋めている。ザクロ石は自形を示し、片状構造を切るような形で晶出している（F-115, S-37, S-41）。

千枚岩は、黒色又は赤褐色の泥質岩で、片理の発達が悪い。鏡下では、微粒（径0.01～0.02mm）の石英と絹雲母の集合体で、変成度は片岩とそれほど変わらない。

珪岩は南東部だけに分布し、Fig 1-5に示すように、I層の最下部を成す。黄白色塊状岩で、弱い片理を有する。層厚は90～100mで、空中写真でもよく追跡できる。鏡下では、大部分がほぼ等粒の石英（径0.4mm）から成り、グラノプラスチック組織を示している。極く少量含まれる絹雲母に弱い方向性がある（F-1, F-67）。

この珪岩の上位にくる石灰質岩は、層厚が50～70mあり、ベラウ型銅・鉛、亜鉛鉱床の母岩となっている。主として白色塊状の苦灰岩であるが、ベラウ鉱山では、淡緑灰色の緻密な石灰珪酸塩岩で、鏡下では、白雲母・石英・透角閃石の集合体の中に小粒状の電気石を多量に伴った1～2mm程度の黒雲母片からなるバンドが発達し、方解石がそれら鉱物の隙間を埋める形でかなり多量に含まれている（F-278）。

角閃岩は、暗緑色の中粒～細粒の塊状岩で、結晶片岩や千枚岩の層理と整合的に、細長く連続する。層厚は数m～200mあり、岩体の中心部が塊状でも、他岩との境界部は片状を示すことが多い。又この角閃岩は石灰質岩と共存する傾向がある。鏡下では、青緑色の角閃岩が多量に含まれ、石英と斜長石（曹灰長石）がその隙間を充填していて、共に破砕作用を受けている。随伴鉱物として多量の磁鉄鉱が認められる（F-7）。この角閃岩の起源については、今回確証は得られなかったが、①角閃岩の薄層が数kmにわたって連続すること、②石

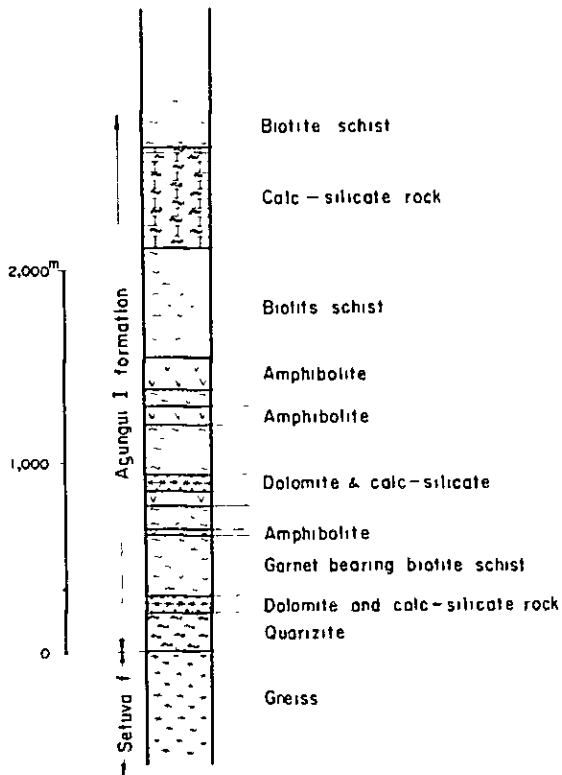


Fig. 1-5 Geological Columnar Section in Perau Mine

～10 mmの雲母片岩，珪岩，千枚岩の角礫を含み，マトリックスは泥質である。この礫岩は逆級化を示し，固結度は，前のタイプに比較してかなりルーズである。この礫岩層は約400 mの厚さを有するが，Iporanga 寄り（より上位）では，50 mm径の円礫を含み，一見新期の礫岩を思わせる所がある。以前CPRMの調査で，花崗岩の礫を発見しているが，今回は認めることができなかった。

空中写真上の特徴：珪岩は抵抗性が非常に大きく，著しく角ばった山陵を形成している。また層理がよく発達している。泥質片岩及び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岩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

灰珪酸塩岩と共存する傾向があること，
③ 鉄礬ザクロ石，緑レン石，黒雲母のいずれも出現しないこと等から，シル状の塩基性火成岩ではなく，凝灰岩か，不純な石灰質又は苦灰質堆積岩か，又は両者の混成岩から生じた可能性が強い。

緑色片岩は，淡緑色の塊状岩で，層状に広がっている。鏡下では，透角閃石が多量に分布し，全体に緑泥石化している（T-173）。

次に礫岩は，北東部のIporanga周辺に分布するが，2つのタイプに分けることができる。1つは，直径が2～30 mmの珪岩の角ばった細礫又は中礫だけを含む礫岩で，マトリックスもほとんど石英の微粒から成る。このタイプはIporangaよりヒベイヤ河沿いに約6 km下った国道で認めることができ，こゝでは泥質千枚岩中に約50 mの厚さで挟まれている。他のタイプは，Iporangaから北方に延びる道沿いに露出する淘汰の悪い礫岩で，直径が3

模の凹地（ドリーネ）を伴な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、これらの追跡によって褶曲及び断層等の構造を把握することができる。

層位関係及び時代：本層は Setuva 層を整合に覆っている。^{*} 又 Iporange 北方の礫岩は、上下の泥質千枚岩と全く整合的であるので、アスンギⅠ層のメンバーと考え、特に細分しなかった。しかし、Leonardos O. H. (1934, 1941) や Barbosa O. (1948) は、この礫岩は、下部に対し不整合関係にあるとして、ヒベイラ系とよび、もっと新しい時代のもと考えている。今後詳細な調査が必要であろう。

2) アスンギⅡ層

本層はアスンギⅠ層を覆って、調査地の中央部に帯状に分布し、上限は Figueira 断層で切断される。

分布及び層厚：本層は、Tunas～Cerro Azul間、Iporanga～Barra do Turvo間道路に標式的にみられ、両者を結ぶENE—WSW方向の、巾10kmのゾーンに分布している。鍵層がほとんど欠如すること、微褶曲構造が発達し、空中写真からもこれら全体が更に波長の大きい褶曲を繰り返しているのが読み取れること等から、正確な層厚の推定は難しい。恐らく2,000m～2,500mの範囲内であろう。

岩相：Ⅱ層は主として泥質千枚岩、泥質～砂質片岩から成り、少量の砂岩・角閃岩・石灰岩を伴っている。泥質の千枚岩は南西部に分布し、暗灰色～黒色を呈する。又、鉄分のため赤褐色～紫色を呈する部分もかなり含まれる。泥質～砂質片岩は東南部に分布し、同じく暗灰色、赤褐色、時に淡緑色を呈する。野外で観察した限りでは、地層面は必ずしも明瞭でないが、色調の違いや、砂質部が時折挟在することにより、識別できることがある。これによると、褶曲部を除いて片理面と地層面は、ほとんど一致している。

本層に含まれる片岩は本質的にはⅠ層のものと全く同じである。Barra do Turvo北方の片岩は、緑色部と紅色部が数mmオーダーの縞状をなす泥質片岩から成り、鏡下では、絹雲母及び黒雲母から成る部分と0.01～0.02mmの石英の微粒から成る部分が互層状をなしている。後者中には細い帯状の緑泥岩と絹雲母も認められる(T-10)。

前述の如く、アスンギⅠ層は主として片岩からなり、Ⅱ層は主として千枚岩より成るが、両者は漸移しており、変成分帯線と地層の境界は必ずしも一致しない。

空中写真上の特徴：Ⅰ層で述べた特徴とほぼ同様である。つまり砂質片岩は珪岩同様に大きな抵抗性を有し、泥質片岩及び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

*. 今回の1ルートだけの調査ではSetuva層とアスンギ層の関係は全く整合的であるので、特に不整合としなかった。今後の検討が望ましい。

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。

本層中のユニット C₁ (地質図上の A II ps) は東部に分布するものの方が南西部に分布するものより抵抗性が大きく、これは前者は主として泥質片岩で砂質片岩を挟有し、後者は主として千枚岩からなることに対応している。

層位関係及び時代：下位のアスンギ I 層を整合的に覆っている。年代については、II 層の南延長と思われるクリチバの北西 40 km の地点で、千枚岩の K-Ar (全岩) 年代として 560 ± 20 m.y. が得られている (Cordani et al (1967))。

3) アスンギ III 層

本層は、泥質～砂質の変成岩、石灰質岩を主体とし、火成岩の変成岩を伴う。本層の最大の特徴は、石灰岩の厚層 (600 m) が広く分布し、フルナス, Lageado, ホーニャ等鉛鋳床が賦存していることである。

分布及び層厚：本層は調査中央部を NE-SW 方向に走る Figueira 断層の西側一帯を占めている。北部ではこの断層を介してアスンギ I 層と接し、南部ではアスンギ II 層と接している。アスンギ III 層はこの外、Caverra do Diabo 付近にも分布し、下部のアスンギ II 層と整合関係にある。

層厚は断層による欠如があるので不明であるが、約 2000 m ほどと推定される。

岩相：下位より、砂質片岩、泥質片岩、泥質石灰岩、石灰質岩、泥質～砂質片岩の各岩相に分けることができ、角閃岩～緑色片岩を挟んでいる。北側地区では、この内最上位の泥質～砂質片岩層が分布せず、逆に南側地区では最下位の砂質片岩、泥質片岩が欠如している。

砂質片岩は、絹雲母-石英片岩が主体で、泥質絹雲母片岩や変礫岩を挟む。絹雲母-石英片岩は、粒径が 0.05 ~ 0.1 mm の石英粒と更に細粒の石英と絹雲母のマトリックスから成り、弱い層理を示すことが多い。この片岩中には、やや粗粒 (0.1 ~ 0.15 mm) で、数 10 cm の厚さをもつ変砂岩や、泥質の絹雲母片岩を互層状に含むことがある。変礫岩は、珪化岩礫や花崗岩類の細～中礫と砂質マトリックスから成り、砂質片岩中に挟まれている。

泥質片岩は、泥質～シルト質絹雲母片岩から成り、前記砂質片岩が挟在する。片理はかなり明瞭である。

泥質石灰岩は、泥質片岩と石灰岩の漸移部に当たり、泥質片岩、石灰質片岩、石灰岩の互層から成る。暗灰色で、上位に向かって石灰質岩相の割合が増加する傾向にある。本岩は、アピアイ ~ Araçáiba (アラサイバ) 間と南部に分布し、フルナス ~ Lageado 地区には露出しない。

石灰質岩は、白色～灰色～暗灰色の塊状岩で、細粒～中粒、主として石灰岩から成るが、苦灰岩、石灰質片岩も挟在している。石灰岩は、再結晶したと思われる 0.2 ~ 0.3 mm の方解石のモザイク状集合体から成り、苦灰岩は、極細粒 (0.05 mm) の苦灰石と、ほぼ等粒の石

英，絹雲母から成る場合が多い。両者の識別は肉眼では困難であり，酸による発泡度や染色度の違いを利用する必要がある。この石灰質岩に鉛鉛床が胚胎されている。石灰質片岩は，暗灰色の黒雲母，白雲母からなる薄層（巾2～5 cm）と白色炭酸塩岩の薄層（巾5～10 cm）によって特徴ある縞模様を示す。石灰質岩の層厚は約500 mと推定される。

角閃岩～角閃石岩は泥質片岩中に挟在し，Araçaiaba 北方やAdrianópolis 南方1.5 km 付近に露出している。角閃岩は緑色，塊状，堅硬の岩石で，顕微鏡下では，4 mm大の斜長石（緑泥石と緑レン石に変化），ほぼ同じ大きさの緑色角閃石（石英，炭酸塩集合体に変化）及び多量の不透明鉱物を認めることができる（S-48）。

空中写真上の特徴：砂質片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。また層理が発達している。泥質片岩及び千枚岩は滑らかな肌理を示し，水系は密度が高く，樹枝状であり，抵抗性は小さい。本層の石灰岩は広範囲に分布し，顕著なカルスト地形を示している。泥質石灰岩は平らな頂面を有し，散点的に小規模のドリーネが生じている。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。角閃岩及び角閃石片岩は粗い肌理を示し，抵抗性が小さい。抵抗性の差から砂質片岩と石灰岩の境界が極めて明瞭であり，加えて砂質片岩に発達する層理によって褶曲及び断層等の構造を解析することができる。

層位関係及び時代：東部のBarra do Turvo付近では，下位のアスンギⅡ層を整合に覆っているが，西部地区ではFigueira断層でⅡ層と接している。このⅡ層の上限は花崗岩の貫入により，露出していない。時代は510 m.y.の花崗岩に貫かれているため先カンブリア時代Aと考えられる。

1-4 貫入岩類

調査地域内に貫入している火成岩は，花崗岩類，閃長岩，斑レイ岩，輝緑岩である。

1-4-1 花崗岩類

花崗岩類は，調査地の各所でバンリス又は岩株として，アスンギ層群を貫ぬいている。

分布：調査地域の西側をNE-SW方向に，巾30 kmのバンリス（Três Corregos 岩体）として貫入している。この外，これとほぼ平行して調査地域のほぼ中央に，北からEspírito Santo，アピアイ，Itaoca，Varginha，Morro Agudoの各岩体（露出面積20～150 ㎏）があり，更に東側には，Agudos GrandeとItaporangaバンリスが分布している。この他アピアイの北方やIporanga東方の道路上で，花崗斑岩の岩脈や岩株が小範囲に露出している。

岩相：優白質，中粒～粗粒の塊状岩で，結晶は一般にほぼ等粒である。例外なくカリ長石を含むため，桃色～淡紅色を呈する。カリ長石は，時に一辺の長さが5 cm以上の巨晶をなすこと

がある。一般に鉱物の配列には方向性はないが、Trés Córregos岩体のように堆積岩との接触部附近で、片麻岩状やミグマタイト状を示すことがある。花崗斑岩は、帯黄白色の細粒緻密岩である。これらの花崗岩類はアスンギ層群中に貫入しているが、急冷周縁相はほとんどなく、アスンギ層群もほとんど接触変成作用を受けていない。

岩体によってはアスンギ層がルーフペンダントとしてのっていることがある。

代表的な花崗岩を鏡下でみると、次の通りである。

黒雲母花崗岩 (F57) Três Córregos 岩体

組成：完晶石・斑状

構成鉱物：正長石・微斜長石・石英 ≧ 斜長石 ≧ 黒雲母

正長石は半自形で含まれ、微斜長石にはパーサイト構造が発達。石英は他形で、波動消光が著しく、結晶間は砕かれている。斜長石は灰曹長石で極く少量、黒雲母は葉片状をなす。

変質鉱物：緑泥石・絹雲母・不透明鉱物

各岩体から採取した試料の分析値は、Fig1-6に示す通り、花崗岩～花崗閃緑岩の領域にプロットされるが、鏡下では全試料が、組織及び構造鉱物とも上記花崗岩(F-57)と変わらない。僅かに、各鉱物の量比が多少変化するか、角閃石の有無の違いである。

空中写真上の特徴：本岩は抵抗性と水系の相違によってF₁、F₂という2つのユニットに分類できる。ユニットF₁にはItaoca, Três Córregos, Espírito Santo, Apiaíの各岩体が含まれ、ユニットF₂にはMorro Agudo, Agudos Grande, Varginhaの各岩体が含まれる。ユニットF₁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。ユニットF₂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。

貫入の時期：Cordani et al.(1967)によると黒雲母のK-Ar年代は、Trés Córregosが510±15 m.y., Itaocaが500±15 m.y.であり、いずれもカンブリア紀初期に相当する。

1-4-2 閃長石

閃長石は、アスンギ層群を貫ぬき、岩株として露出している。

分布：Tunasの北方に、約20km²の広さで分布し、NW-S E方向に伸長している。

岩相：帯黄緑色～暗灰色の中～粗粒塊状岩で、完晶質、等粒。短柱状の有色鉱物を少量含んでいる。

鏡下の性質は下記の通りである。

エジリン閃長石 (F-87) Tunas ~ Agua Clara間道路

組織：等粒状・完晶質

構成物質：正長石・微斜長石〉エジリン〉斜長石〉角閃石〉不透明鉱物〉黒雲母

正長石は一辺が4 mm内外の半自形を呈し、微斜長石と共にパーサイト構造を示す。

エジリン輝石は0.5～1 mm大の緑色の粒状結晶で、強い多色性がある。斜長石はアルバイト双晶を示し25～30% Anに相当。

角閃石は半自形を呈し、褐色又は緑色を示す。

黒雲母、不透明鉱物とも少量含まれる。

変質鉱物：不透明鉱物・絹雲母

貫入の時期：Gordani et al.(1968)によれば、Tunasの岩体の黒雲母のK-Ar年代は111.5±15.6 m.y.で、白亜紀中期を示している。

1-4-3 斑レイ岩・輝緑岩

斑レイ岩は、アスンギ層群や花崗岩中に岩株又は岩脈として貫入している。

分布：斑レイ岩・輝緑岩ともに、地質構造に直交(NW-SE系)する岩脈として分布している外、アピアイ南方1 kmには、NE-SWの構造線に沿って約7 kmの延長をもつ斑レイ岩がシル状に貫入している。またAdrianopolisの南方8 kmのVinte e Sete山脈の山頂付近にも長径が2 kmの楕円状岩体^{*}(Jose Fernandes岩体)が露出している。

岩相：斑レイ岩は優黒質(C.I.=60～70)の中粒緻密岩で、輝緑岩も同じく優黒質であるが、より細粒である。両者とも場所によっては帯緑灰色を呈する。

代表的岩石の鏡下の性質は次の通りである。

黒雲母・普通輝石斑レイ岩(F-38) Morro Grande岩体中

組織：等粒状・完晶質

構成鉱物：普通輝石〉斜長石〉黒雲母

普通輝石は一辺が2 mm大の柱状又は粒状で、全体の60%位を占めている。斜長石は一辺が2～3 mm大で、半自形を呈し、アルバイト双晶が発達している。成分的にはAn 60(曹灰長石)に相当する。葉片状の黒雲母が極く少量含まれる。

変質鉱物：緑泥岩・不透明鉱物

黒雲母・普通輝石輝緑岩(F-9) ベラウ鉱山

組織：ドレライト状組織

構成鉱物：普通輝石〉斜長石〉黒雲母

一辺が0.5～1 mmの短冊状に発達した斜長石の結晶の間を他形の普通輝石が填

* 今回採取した試料(S-90)は鏡下、分析値ともモンソ閃緑岩であった。この岩体は斑レイ岩として知られているので岩相変化によるものであろう。

間鉱物として現われている。黒雲母は少量含まれる。上記斑レイ岩とは、組織が異なるだけで、構成物質は同じである。

変質鉱物：緑泥岩・蛇紋石・不透明鉱物、炭酸塩鉱物

空中写真上の特徴：斑レイ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、石灰質岩中においてはその境界は不明瞭である。

輝緑岩も抵抗性の相違から2つのユニットに分けられる。しかし大部分はユニット I₁に含まれ、これは抵抗性が小さく、常に窪んだりニアメントとして追跡される。一方ユニットは I₂に含まれるものは調査地域南西部の Trés Córregas 岩体中及び Espírito Santo 岩体中に分布しており、これらは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。

貫入の時代：Tunas 南東の斑レイ岩の斜長石の K-Ar 年代は、Cordani et al. (1968) によれば 73.8 ± 3.7 m.y. (全岩では 108.4 m.y.), Apiai では斜長石の年代が 123.5 ± 4.3 m.y. (Amaral et al. 1966) と測定されている。いずれも白亜紀中期～後期に当たる。これらの塩基性岩類は、閃長岩の貫入の方向、及び時期と一致しているため、同様な地質構造に支配されたと考えられる。

1-5 貫入岩類の化学組成

本年度調査地域内に分布する火成岩 11 試料について、化学分析を行なったが、その結果は次の通りである。

分析試料は主として花崗岩類であったが、それらの採取位置は Fig 1-2 に図示してある。Table 1-4 は分析値と分析値から算出したノルム鉱物の重量%を示す。

Fig 1-6 は、各酸化物の重量%と分化指数 (D.I.) との関係を図示したものであるが、マグマの分化が進む (D.I.が増加する)につれて、SiO₂が増し、FeOは減少すると云うカルクアルカリ岩系列の特徴を表わしており、 $MgO : (FeO + Fe_2O_3) : (Na_2O + K_2O)$ を示す M-F-A ダイアグラムでも、K-133を除いてカルクアルカリ岩系列の領域にプロットされる (Fig 1-7)。

Fig 1-8 は国際地学連合火成岩分類委員会案 (1973) のノルム石英-斜長石-アルカリ長石系ダイアグラムに各岩石のノルムをプロットしたものであるが、委員会案では、アルカリ長石はアルバイト (0~5% An) を含み、斜長石はアルバイトを除かねばならない。このダイアグラムによると、花崗岩類は、花崗岩と花崗閃緑岩の境界付近の性質を有し、Tunas の“閃長岩”はモンゾニー岩の領域に入る。

前項で使った貫入岩類の名称は、検鏡結果に基づいたものであるが、ほとんど分析結果と矛盾はない。たゞ F-87 の Tunas の貫入岩体は、鏡下では、長石の大部分が、正長石と微斜

Table I-4 Chemical Analysis and Normative Composition of Igneous Rocks

Sample No	I 33	I 87	I 124	S 28	S 50	S-90	S 92	S-135	K 110	K 133	K 184	
Location	Morro Agudo	Tunas	Itaoca	Tres Corregos	Tres Corregos	Vinte e Sete	Verganha	Lapurto Santo	Ribeirão Branco	Araçaba	Araçaba	
Rock Name	Granite	Syenite	Quartz monzonite	Granite	Granodiorite	Manzo-diorite	Granite	Granodiorite	Granodiorite	Amphibolite	Granite	
Chemical composition	SiO ₂	66.50	61.78	64.78	54.53	67.95	52.44	68.02	71.58	68.77	46.95	69.69
	TiO ₂	0.72	0.39	0.71	0.78	0.52	1.85	0.27	0.30	0.41	1.76	0.31
	Al ₂ O ₃	14.67	18.01	15.46	15.42	14.45	17.43	15.17	13.94	15.05	17.43	15.49
	Fe ₂ O ₃	0.32	1.16	1.12	1.92	1.32	1.75	1.08	0.20	0.76	1.37	0.55
	FeO	4.81	3.77	3.23	4.13	2.98	7.15	2.84	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	1.59	3.13	1.35	0.79	0.93	5.98	0.57
	CaO	2.17	1.33	3.03	5.82	2.79	6.62	2.97	1.68	2.11	8.48	1.88
	Na ₂ O	3.09	6.28	3.52	2.83	3.60	3.21	2.98	3.69	4.47	2.50	3.85
	K ₂ O	4.32	5.23	4.87	3.56	3.31	3.69	4.09	2.94	3.50	2.62	4.43
	P ₂ O ₅	0.23	0.06	0.32	0.31	0.25	0.46	0.14	0.14	0.19	0.56	0.11
	CO ₂		0.47	0.13	5.50		0.76	-	-	0.11	-	-
	H ₂ O (+)	0.81	0.25	0.11	1.71	0.57	0.86	0.64	0.58	0.13	2.68	0.41
	H ₂ 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	99.49	99.68	99.85	99.31	99.38	99.37	99.42

CIPW norm	Q	22.84	0.87	15.94		25.03	0.62	25.22	31.93	22.67	0.00	24.53	
	C	1.15	0.74	0.00		0.47	0.00	0.78	1.97	0.76	0.00	1.21	
	or	25.53	30.91	28.78		19.56	21.81	24.17	17.37	20.68	15.58	26.18	
	ab	26.15	53.14	29.79		30.46	27.16	25.22	31.22	37.82	20.13	32.58	
	an	10.26	3.48	12.00		12.21	22.25	13.82	7.42	8.59	28.65	8.61	
	di	wo	0.00	0.00	0.08		0.00	1.33	0.00	0.00	0.00	4.30	0.00
		en	0.00	0.00	0.04		0.00	0.61	0.00	0.00	0.00	2.31	0.00
		fs	0.00	0.00	0.04		0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	1.85	0.00
	hy	en	2.17	0.55	4.52		0.00	7.18	3.36	1.97	2.32	0.00	1.42
		fs	7.53	5.56	3.87		3.67	8.22	4.03	5.60	3.53	0.00	2.73
	ol	fo	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.79	0.00
		fs	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	mt	0.46	1.68	1.62		1.91	2.54	1.57	0.29	1.10	2.08	0.80	
	il	1.37	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	95.97	98.89	
	Q + or + ab	74.51	84.92	74.50		75.05	49.59	74.60	80.53	81.18	35.71	83.29	
	D I	76.05	85.92	75.22		75.93	50.27	75.36	81.61	82.06	28.30	84.22	

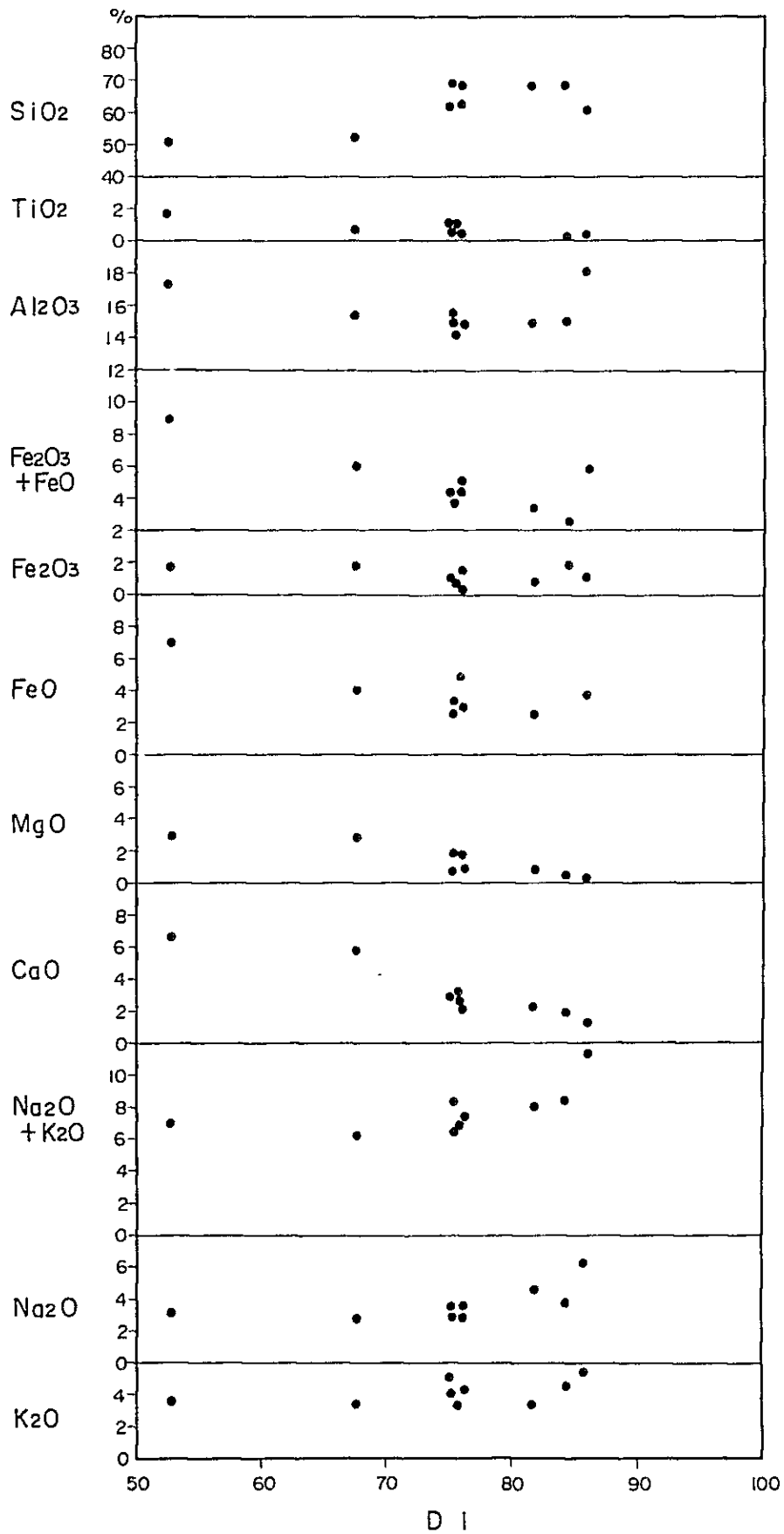


Fig. 1-6 Variation Diagram of Intrusive Rocks

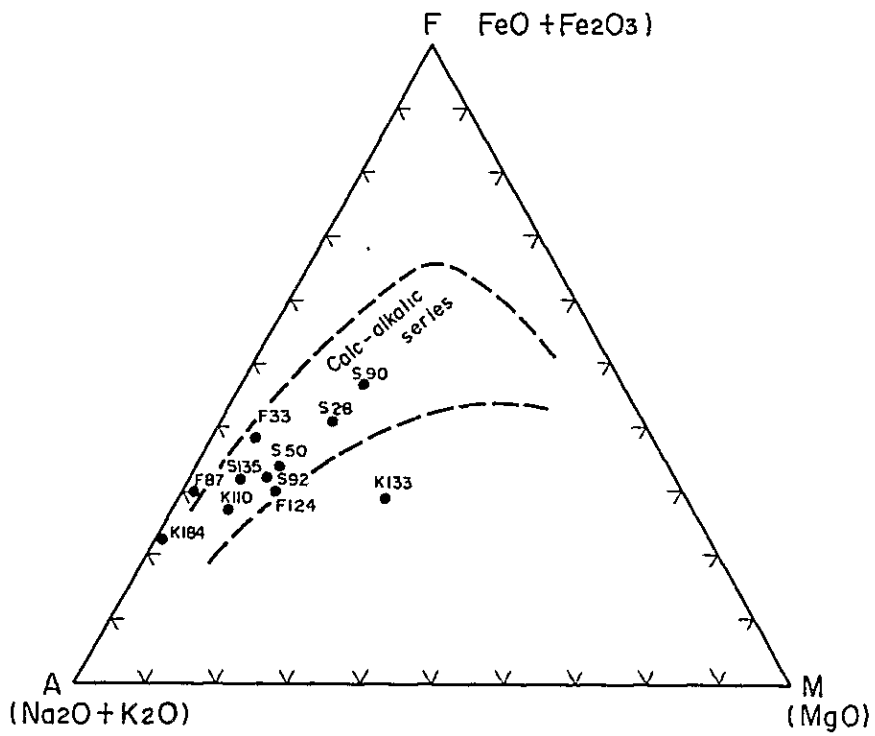


Fig. I-7 MFA Diagram of Intrusive Rocks

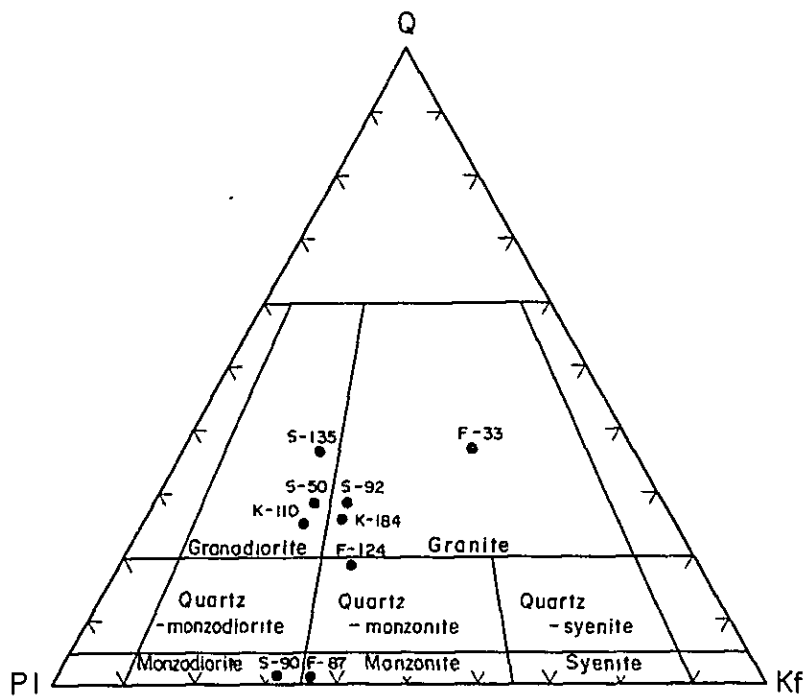


Fig. I-8 Q-PL-Kf Diagram of Intrusive Rocks

長石から成り，An 30%の斜長石が少量含まれている。従って，（正長石 + 微斜長石）：斜長石（An 30）としてノルム比を再計算すると 86：14 となって，モンゾニー岩より閃長岩の領域にプロットされ，閃長岩の名称が適当と思われる。

1-6 地質構造及び地史

1-6-1 地質構造

ブラジル東海岸沿いに分布する先カンブリア時代の盾状地（Atlantico山塊）には，海岩線と平行する地質構造が知られており，海岸より内陸側に向かって，地層の時代が若くなることが指摘されている。

調査地周辺でも，海岸線に平行するNE-SW系の構造が卓越し，海岸側より，西に向かって先カンブリア時代未区分の結晶複合岩類，先カンブリア時代B（1,100-1,700 m.y.）のSetuva層，先カンブリア時代A（570-1,100 m.y.）のアスンギ層群がNE-SW方向に帯状に分布している。更に西側には，パラナ盆地を形成するデボン紀以降の堆積岩が，前記先カンブリア時代の地層を不整合に覆って広く分布している。

Fig 1-2は調査地における各層の分布状況，主要構造線及び花崗岩類の分布等を多少模式化して示したものである。

この図からも明らかのように，調査地域の基盤をなすSetuva層は，ベラウ鉱山からAnta Gorda部落にかけてNE-SW方向に長く伸びた形で分布するが，これは同方向の軸をもつ背斜構造によるもので，波長が3-5 kmオーダーの向斜構造によって，繰り返し露出している。この背斜及び向斜構造は軸の方向にも緩くうねっており，最終的には両端がNEとSW方向にブランチしている。

アスンギI層は，南部地域ではSetuva層をとり囲むように分布し，北部では，Figueira断層及びヒベイラ断層（Lineamento Ribeira）に挟まれて楔状に分布する。南部地区のベラウ鉱山から西側では，30°から70°Wの単斜構造を示すが，東側や北部地区ではNE-SW系の褶曲構造が発達し，同一地層の繰り返しが見られる。殊にIporangaからRibeira河沿いに40 km以上も露出するI層は，空中写真による構造解析から層厚は3,500 m程度に過ぎないことが明らかになった。

アスンギII層は，アスンギI層を整合的に覆い，調査地域中央部をNE-SWからE-W方向にかけて分布するが，北側はFigueira，ヒベイラ両断層に切られている。空中写真解析によれば，II層のほぼ中央を向斜軸が走っており，このためアスンギI層はII層を挟んで，北部と南部に分離している。調査ルートで微褶曲構造がよく見られるので，II層は微褶曲構造を繰り返しながら，全体としては大規模の向斜構造をなすと考えられる。

次にアスンギIII層は，石灰岩を主とする地層であるが，北部，南部ともNE-SW系の軸を

もつ、0.5～1 kmオーダーの短波長の褶曲が発達している。しかしながら北部のフルナス、Lageodo 付近では、この石灰岩の下底にある砂質片岩が、5 km位の長波長の緩やかな褶曲を示しているため、この短波長の褶曲はインコンピートントの砂質片岩の褶曲に伴って、コンピートントの石灰岩がより波長の短い寄生褶曲をおこしたためと考えられる。

断層はNE-SW系のものが卓越するが、アスンギI層が分布する地域が隆起帯で、この東と西側が共に落下する傾向にあり、最大の規模をもつFigueira断層の動きは、西側ブロックが100(南側)～2,500(北側)m落下したと推定される。花崗岩体は、NE-SW系の一般地質構造に支配されて、アスンギ層群に貫入しており、白亜紀の閃長石や塩基性岩類は、NW-SE系の張力裂かに沿って同じくアスンギ層群中に多数貫入している。

1-6-2 地 史

ブラジルのBahia州よりウルクワイにかけて、東海岸沿いに分布する先カンブリア時代の基盤岩類については、多数の研究があり、それによると、一番外側にParaíba do Sul帯と呼ばれる海岸山脈があり、これは結晶複合岩類(片麻岩質-ミグマタイト岩類)から成りTransamazonic Cycle(1,800-2,200 m.y.)中に形成されたと考えられている。Almeida F.F.M. et al.(1973)によって提唱されたアスンギ層群を含むヒベイヤ褶曲帯は、このParaíba do Sul帯の内側に位置し、Brazilian Cycle(450-650 m.y.)間に沈積した地向斜堆積物によって構成され、本質的にはアスンギ層群は、大陸棚の環境で堆積し、その基盤は花崗岩質なものと考えられている。

先に指摘したように、本調査地域内には結晶複合岩類は露出しないが、この複合岩類が調査地域の基盤をなすと思われ、これを覆って先ず先カンブリア時代BのSetuva層が堆積した。

先カンブリア時代Aに入ると、アスンギI層が堆積を始めるが、まず珪岩の厚層を最下部として、苦土質岩、泥岩が沈積した。この期間中、塩基性火山活動も盛んに行なわれ、溶岩や凝灰岩を噴出している。中でも苦土質岩の沈積時にも塩基性火山活動があり、ペラウ型鉱床もこの時期に沈殿したと思われる。このI層に含まれる砂岩にクロスラミナが見られることから、堆積環境は全般に浅かったと考えられる。その後引き続き泥岩を主とするアスンギII層が堆積したが、この時期には火山活動はほとんど休止していた。

先カンブリア時代末になると、基盤の隆起があり、礫岩・砂岩が沈積した後、600 mに及ぶアスンギIII層の石灰岩～苦灰岩の厚層が堆積した。石灰岩中にリップルマークやクロスラミナが発達していることから、浅海性堆積環境であったと考えられる。

アスンギ層群の堆積が終了する頃(650～600 m.y.)、主変成作用と構造運動が共に行なわれた。すなわち堆積岩類は、緑色片岩相～角閃岩相の広域変成作用を受け、調査地域の東側と、西側地帯及び調査地域内では、Tunas付近からEspírito Santoを結ぶNE-SW方向の隆起運動が起き、アスンギII層とIII層が著しく褶曲した。これに反し、アスンギI層が

比較的長い波長の褶曲しか生じなかつたのは、100mの厚さをもつインコンピートな珪岩層が含まれていたことに原因があると思われる。この隆起運動に伴つて花崗岩類(500m.y.)が貫入し、Figuera断層等もこの時期に形成された。

アスンギ層の石灰岩中に賦存する鉛鉱床は、この構造運動に関係があると思われる。

その後西側のパラナ盆地には古生代～中生代まで碎屑岩類の堆積が続いたが、調査地域は安定しており、白亜紀になって、地質構造に直交するNW-S E系の裂かに沿つて、アルカリ岩と塩基性岩が岩株又は岩脈状に貫入した。

第 2 章 鋳 床

2-1 概 説

調査地域のアスンギ層中には多数の鉛鋳床が存在するが、Fig 1-2 で明らかなように、鋳床帯は北と南の 2 帯に分けることができる。

この内、南帯の鋳化帯は、ヒベイラの南方約 20 km 付近に分布する石灰石～石灰片岩中に層状をなして賦存しており、最近開発されたベラウ鋳山、休山中の Agua Clara、現在開発準備中の Pretinho (Ba) 鋳山等が、これに含まれる。北側の鋳床帯はアピアイ、ヒベイラを含む巾 20 km、延長 70 km の範囲にあり、現在稼行中のフルナス、パネラス、ホーシャ鋳山の外、Espírito Santo, Lajeado, Paquetairo 等多数の鋳床が知られている。これらの鋳床は、著しく擾乱を受けた石灰岩～苦灰岩中に脈状をなして胚胎している。

鋳石鋳物は、両帯とも方鉛鋳を主とし、極く少量の黄銅鋳・閃亜鉛鋳・黄鉄鋳を伴うが、脈石鋳物はほとんど認められない。

鋳床の成因については、北側のタイプは、構造運動又は花崗岩の貫入により再移動したとする説が有力であり、南側の層状を成すタイプは未公表ではあるが、同生的と考える人が多い。

2-2 鋳床各説

今回調査を行なった主な鋳床の概要は次の通りである。

2-2-1 ベラウ地区

この地区の鋳床はアスンギ I 層の下部に発達する石灰質～苦灰質岩に賦存する層状鋳床で、ベラウ(鉛)、Agua Clara(銅、鉛)、Pretinho(重晶石)の各鋳床が知られている。

(A) ベラウ鋳床

1) 鋳山概要

ベラウ鋳山は Adrianopolis の南方約 25 km の山地にあり、Rio Grande の支流ベラウ川の上流 1.5 km の南岸に Eletro São Marco Ltda の鋳山採掘事務所がある。標高 500 m 付近に鋳床露頭があり、その下部を 460 m、438 m、419 m、374 m の 4 準で探採鋳を行なっている。現在労務者が 90 名。月産 1,500 T (Pb 7~10%、Ag 80~120 g/T) の粗鋳を全量パネラス製錬所に売鋳している。

2) 鋳床付近の地質

鋳床付近には、アスンギ I 層下部の珪岩・石灰珪酸塩岩・泥質片岩及び角閃岩が分布している。最下部の珪岩は、白色、緻密、塊状を呈し、90~100 m の層厚を有する。上位の石灰珪酸塩岩との境界付近には、両岩の互層帯(厚さ 10 m)があり、珪岩の挟み(1 m~0.2 m)が上位に向かって減少しながら石灰珪酸塩岩に移行している。

Agua Clara(Cu) Mine

Perau(Pb) Mine

Pretinho(Ba) Mine

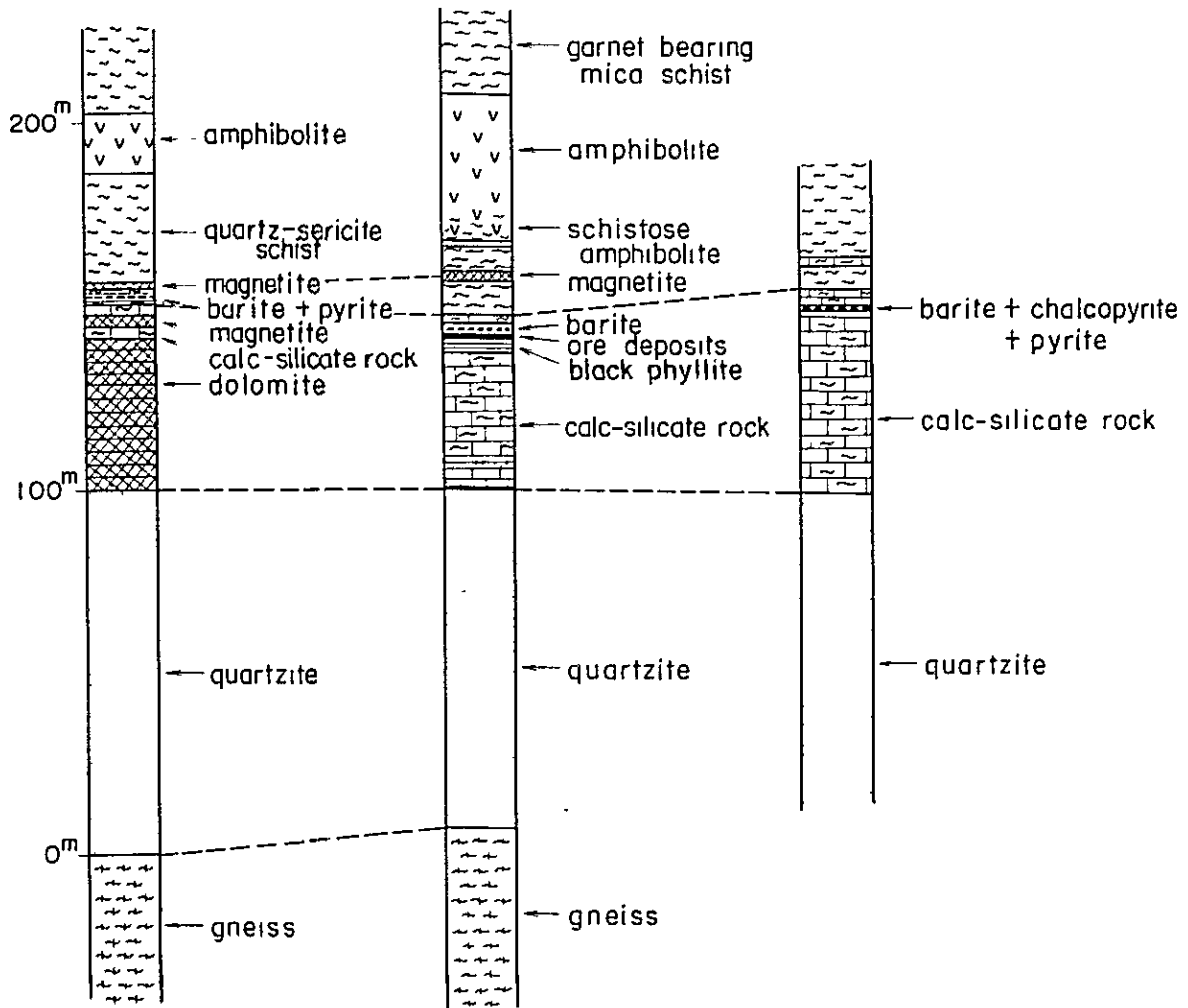


Fig. I-9 Stratigraphic Correlation among Three Mines

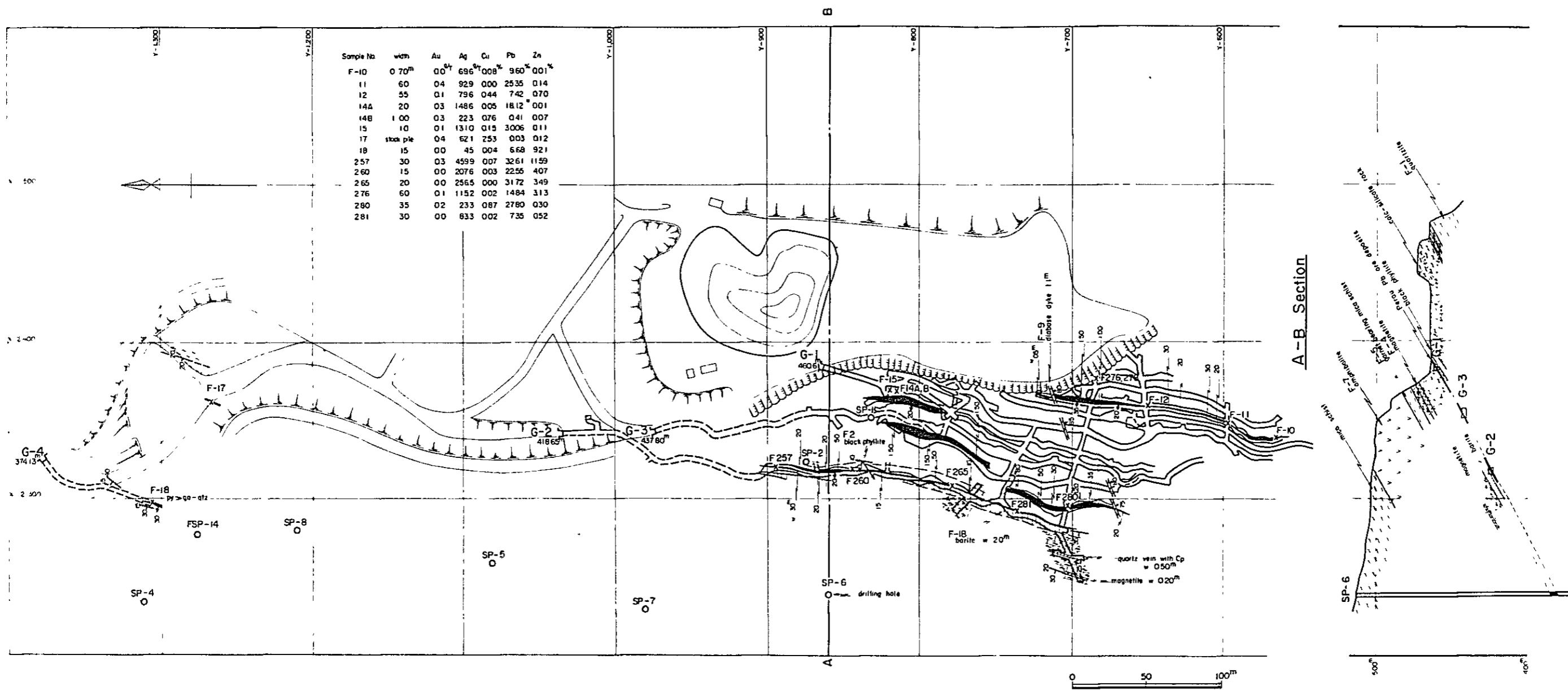


Fig. I-10 Geological Map of Perau Mine

石灰珪酸塩岩は淡緑灰色を呈する片岩で、厚さ約50mあり、ペラウ鉱床はこの岩層の上部境界付近に層状に胚胎している。この石灰珪酸塩岩の上位には含ザクロ石・黒雲母・白雲母片岩がくるが、この中には厚さ2mの磁鉄鉱層が含まれる。

ペラウ鉱床付近のアスンギ層の一般走向・傾斜は、すぐ東方を向・背斜軸が通るので一定しないが、鉱床付近ではN-S, 30Wの単傾斜で、S40~60W方向の線構造が発達している。火成岩として花崗岩があるが、鉱山より約7km離れており、その外には、アスンギ層及び鉱床をNE-S E方向に貫く輝緑岩の岩脈が数条認められる。

3) 鉱床 (Fig I-10 参照)

Fig I-10 に示すようにペラウ鉱床は、層状の鉛鉱床で、坑道間隔 (高さ) 20m毎に主要坑道 (上よりG-1, G-3, G-2と呼称) を設け、夫々300~400m錘押している。又G-2坑口より、水平距離で300m, 坑準差40mのG-4でも、同じ層準と思われる鉱床を80m南押している。

鉱床の約1~2m下盤には黒色千枚岩, 1.5m上盤には、磁鉄鉱層 (厚さ0.5~2.0m) があるので、採鉱上有力なガイドになっている。

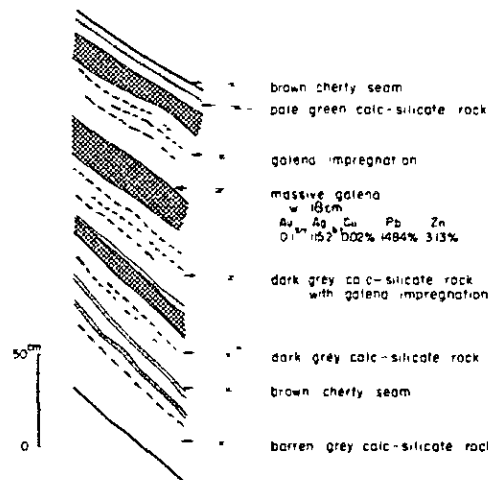


Fig. I-11 Sketch showing Ore Occurrence at G-1 Raise, Perau Mine

既設坑道でみられる鉱層は、Fig I-11 に示すように塊状部と鉱染状部から成り、層厚は0.10~1.50m以上 (平均0.50m?) 脈巾平均品位Pb 6%程度と推定される。地表からの試錐によれば、厚さ0.50~1.00mの塊状又は鉱染状鉱が中石を挟みながら数層あり、膨縮をくり返しをしながら上下、水平方向に連続している模様で、最厚の箇所では、9m中0.50m巾の鉱層が6層含まれている。

鉍石鉍物は、方鉛鉍・黄鉄鉍を主とし、ごく少量の黄銅鉍・閃亜鉛鉍を随伴している。脈石鉍物は全く欠くか、所により少量の石英又は重晶石が認められる。Fig 1-12 A・Bは鉍石の代表的産状を示すスケッチである。

黄鉄鉍は普通細粒で縞状構造をなし、母岩の層理に完全に調和的で、鉍質・産状ともキースラーガー型に酷似している。方鉛鉍は粗粒で、全体としては調和的であるが、局部的に、特に激しく微褶曲している所で、母岩の角礫や黄鉄鉍の円礫を含むことが多く、母岩の割れ目に沿って方鉛鉍の「はねこみ」もよく見られる。この現象は、黄鉄鉍が原構造を留めているのに対し、方鉛鉍は移動して割れ目を充填したことを示している。

代表的鉍石の性質は次の通りである。

方鉛鉍 - 黄鉄鉍鉍石 (F - 1 1) G - 1 Sublevel

肉眼的特徴：盤際に黄鉄鉍のバンドがあり、中心部の方鉛鉍は粗粒、中石や黄鉄鉍の割れ目を充填している。

鏡下の性質：大晶、多量の黄鉄鉍と、紐状、一部塊状の方鉛鉍から成る。方鉛鉍は黄鉄鉍の割れ目を充たし、且つ点滴状に見られ、後期晶出を示す。外に、閃亜鉛鉍・黄銅鉍が微晶且つ少量見られる。これらの晶出順序は、早期のものより、黄鉄鉍→方鉛鉍→閃亜鉛鉍→黄銅鉍の順である。

分析品位：

Sample No	Width m	Au g/T	Ag g/T	Cu %	Pb %	Zn %
F - 1 1	0.60	0.4	9.29	0.00	25.35	0.14

次の方鉛鉍と縞状黄鉄鉍の上下関係であるが、これは必ずしも一定していない。しかし重晶石は常に鉍床上盤に位置している。

4) 富鉍部の「落し」

ベラウ鉍床の「落し」は、現在よくわかっていない。鉍山で使用している緯度によると、G - 1 坑、G - 3 坑とも Y - 800 付近に「富鉍部」があり、鉍層の厚さが夫々 1.00 ~ 3.00 m に達していて、「落し」の方向が N 90 W のように見える。しかし 20 m 下の G - 2 の探鉍坑道では厚さ 0.10 ~ 0.30 m と特に肥大した所がないので、鉍層は下部に向かって急激に劣化していることがわかる。鉍山側では、G - 2 坑より 10 m 上部で着鉍している試錐結果 (S P - 2, 巾 3.5 m Pb 5.43%) を勘案して、N 25 W を「落し」の方向と考えている。

しかしながら、ベラウ鉍床は、短冊状又は笹の葉状の鉍体の連続のように見え、鉍床の下盤の黒色千枚岩のリネーションが S 40 ~ 50 W 方向を示している事から、この方向が「落し」の方向と一致する可能性も考えられるので、今後坑内の精査を行うのが望ましい。

次に G - 2 坑口より 300 m 北方の G - 4 坑の鉍層は、黒色千枚岩の上盤にあって本鉍床

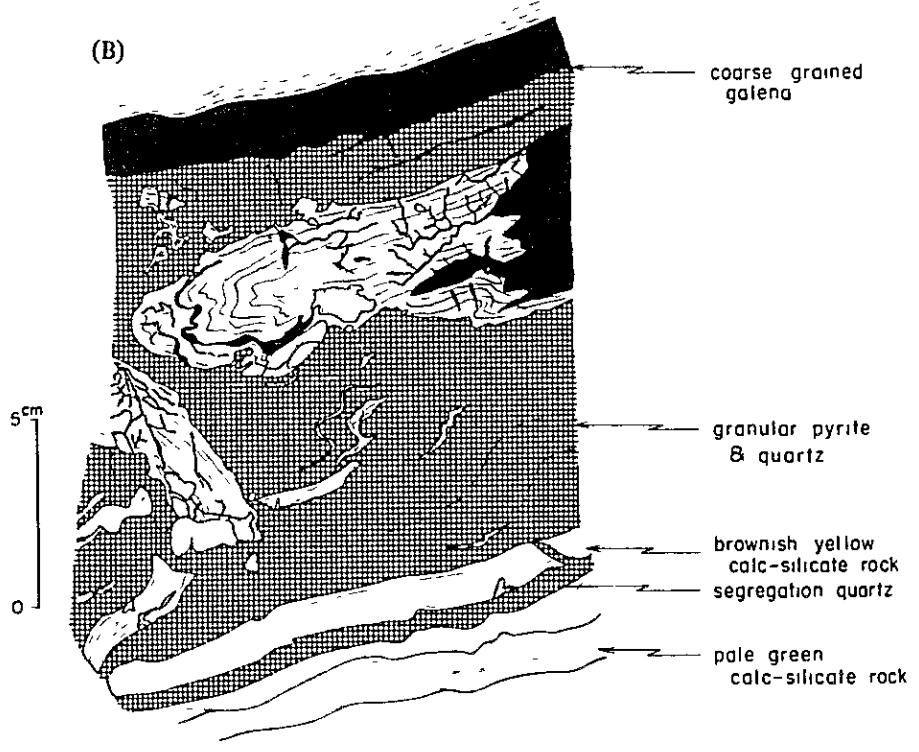
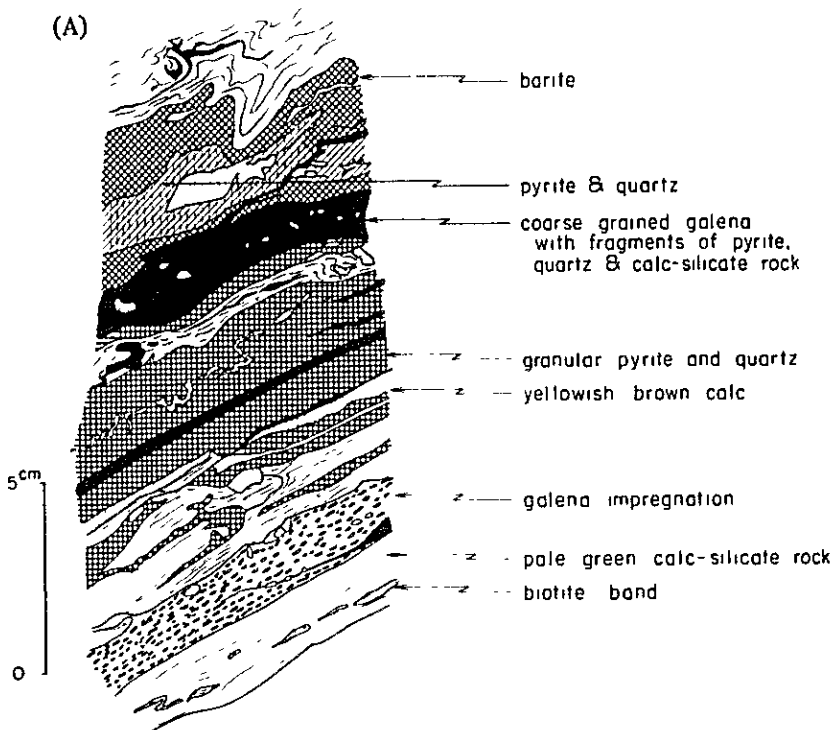


Fig. I-12 Typical Occurrence of Perau Ore

と同じ層準にある。この鉱層は、厚さ0.10～0.20 m、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱と少量の石英から成り、母岩の石灰岩の角礫を多量に含んでいる。

分析品位：

Sample No	Width m	Au g/T	Ag g/T	Cu %	Pb %	Zn %
F-18	0.20	0.1	4.5	0.04	6.68	9.21

又、ペラウ鉛鉱床の南部には、同じ層準に厚さ0.01～0.05 mの黄銅鉱、黄鉄鉱、石英の鉱層がGaleria da Azurita坑まで約1.7 kmにわたって断続している。Galeria da Azuritaは、苦灰岩中の巾0.10 mの藍銅鉱の鉱層を約30 m錘押ししたもので、鉱石中には透明石英の円礫や晶洞を多数含んでいる。方鉛鉱、閃亜鉛鉱はほとんど認められない。

分析品位：

Sample No	Width	Au g/T	Ag g/T	Cu %	Pb %	Zn %
F-269	0.10	0.3	116.2	29.90	0.04	0.09

(B) Agua Clara 鉱床

1) 鉱山概要

Agua Clara 鉱山は Tunas の北東6 kmに位置し、ペラウ鉱山から南南西に約10 km離れている。1974年1月～1976年1月Cuを対象として3つの坑道探鉱が実施され、1976年2月～1977年8月には、重晶石の探査を行ない180 T出鉱したが、その後いずれも休山中である。

2) 鉱床付近の地質

アスンギI層の最下部をなす珪岩と苦灰岩(厚さ50 m)、石灰質片岩(厚さ20 m)、石英-絹雲母片岩が分布している。この付近にはNE-SW方向の背斜軸と向斜軸が6本もあり、いずれもSW方向にブランジするので、地層の走向傾斜は一定しない。

3) 鉱床

鉱床は淡黄褐色の苦灰岩中に発達する黄銅鉱-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。鉱染状に含まれる黄銅鉱は、藍銅鉱や斑銅鉱に変化している。

Morro do Zinco の北斜面の露頭で採取した試料の分析品位は、次の通りである。

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

重晶石の鉱床は、銅鉱床の南西800 mの石英-絹雲母片岩中にあり、TaboaとPaiolの2坑道で探鉱している。重晶石の層準は、ペラウ鉱床と異なり、石灰質片岩中には胚胎せず、同岩の境界部より1 m上位にあつて、鉱層の巾は1 mである。同層は極く少量の黄銅鉱、黄鉄鉱を含んでおり、この重晶石のすぐ上、下盤には、いずれも数cmの縞状磁鉄鉱を伴っている。

(C) Pretinho 鋳床

1) 鋳床概要

Pretinho 鋳床はペラウ鋳山の東方約5kmに位置しており、ペラウ鋳山の支山である。この鋳床は、CPRMによって最近発見されたもので、現在8人の労働者により、採掘準備作業と一部採掘が行なわれている。1980年の年間出鋳量は140Tであった。

2) 鋳山付近の地質

鋳床付近には、アスンギI層の最下部である珪岩と石灰珪酸塩岩、黒雲母-石英片岩が分布している。Agua ClaraからNE-SW方向に伸びる背斜構造により、ペラウ鋳山付近と全く同じ岩相が繰り返している(Fig 1-9参照)。こゝでの地層の一般走向傾斜はN40E, 30~40Sである。

黒雲母-石英片岩は、緑泥石化により暗緑色を呈し、ザクロ石の変晶斑晶をかなり多量に含んでいる。この片岩層には、磁鉄鋳の鋳染帯と泥質石灰岩の薄層が挟在している。

3) 鋳床

重晶石の鋳層は石灰質片岩中に胚胎し、厚さが0.80~1.50mである。鋳層の位置は下部の珪岩から50m離れており、上位の黒雲母片岩まで5mあるので、ペラウ鋳層と全く同層準であると云える。この重晶石層には、巾数mmの黄銅鋳、方鉛鋳のバンドが含まれることがある。

分析品位:

Sample No	Width m	Ba SO ₄ %	S %	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
F-113	0.80	85.48	0.51	812	54	61

鋳層の水平的延長は、剝土作用によれば1,000m以上に及んでいる。

2-2-2 ホーシャ地域

本地域の鋳床ならびに鋳徴は、アスンギIII層に属するNE-SW~ENE-WSW方向に延びる3帯の石灰岩層中に胚胎し、延長5km間に50以上の含銀鉛の鋳床や鋳徴地が知られている。その内、主なものは次の通りである。

1. 西部石灰岩帯…… Rocha, Onca II, Quarenta Oito.
2. 中央部石灰岩帯…… Paqueiro, Bueno, Diogo Lotes.
3. 東部石灰岩帯…… Barrinha, Cecrisa Laranjal, Braz, Carumbe.

これらの石灰岩帯は、同一帯が褶曲により繰り返し露出したもので、各鋳床は、背斜構造の各軸部付近に胚胎する脈状又は層状の鋳床である。

(A) ホーシャ鋳床

1) 鋳床概要

ホーシャ鋳山はAdrianopolisの西南西14kmに位置する。AdrianopolisからTunas

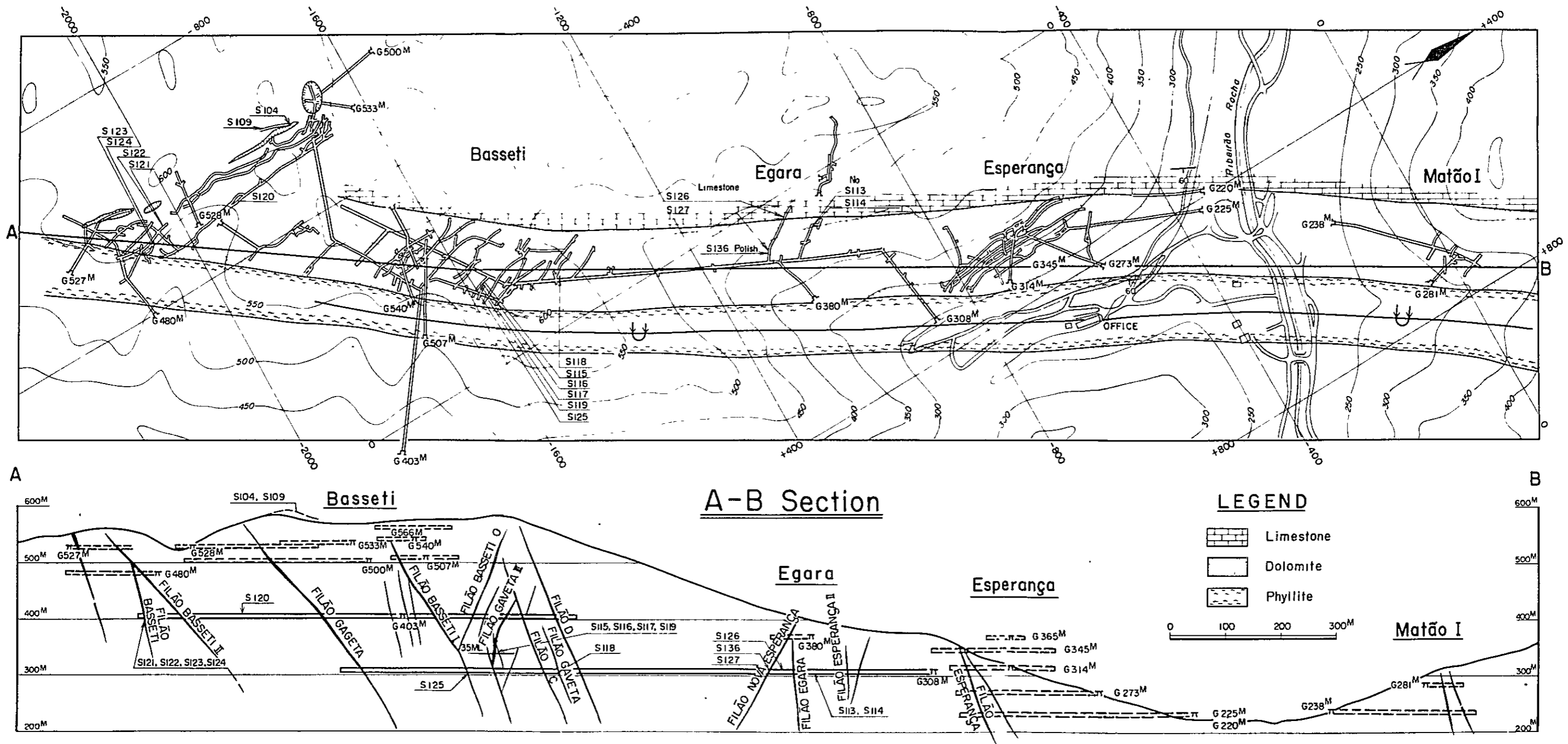


Fig. I-13 Geological Map of Rocha Mine

へ至る州道476号線の約4km地点から鉱山道路を約20km西行した所にあり、ヒベイラ河の支流ホーシャ川の上流で、標高200~600m付近に数ヶ所開坑している。

本鉱山は、1956年開山され、1979年より現権者Mineração Rocha社により稼行されている。現在主として、310m坑、403m坑の坑内採掘と、200m坑の探鉱を行なっているが、一部600m準では露天掘も実施中である。

粗鉱は山許で手選し、精鉱を40km離れたパネラス精錬所に売鉱している。月産精鉱量は2,500T、Pb 6.5% Ag 130g/Tである。

2) 鉱床付近の地質

鉱山付近を構成する岩石は、石灰質岩と泥質岩などから成るアスンギⅢ層で、白亜紀の輝緑岩の岩脈が多数貫入している。アスンギ層の一般走向はNE-SW、傾斜は70°S~70°Nを示し、ほとんど直立するような背斜・向斜構造の繰り返しがみられる。

鉱床付近では、下位より上位に向かって、石灰岩層(層厚300m+)、苦灰岩層(150m±)、千枚岩層(50m)からなっている。

3) 鉱床

ホーシャ鉱床は、Fig 1-13に示すように、NE-SW方向に延びる苦灰岩中に限られ、④N20~30°W, 60~70°NE, ⑤N20~30°W, 60~70°SW, ⑥N60°W, 90°の3系統の割れ目を充填する鉱脈型である。現在10数条の鉱脈が発見されており、梯子状を呈する。鉱床の規模は最大走向延長350m、平均150m、脈巾は0.05~2.00mのレンズ状鉱体で、膨縮が著しい。

鉱床母岩である苦灰岩は、外観上石灰岩に酷似し、共に塊状であるが、割れ目は苦灰岩の中でよく発達している。308m坑のEgara鉱体のNW向錘押では、石灰岩中でのみ微褶曲が発達し、苦灰岩中で規則正しい鉱脈が、石灰岩との境界付近で馬尾状に尖滅している。このことは、石灰岩が変形に対し、よりインコンピテントであり、褶曲時に千枚岩同様、流動を生じて割れ目が出来なかったことを暗示している(Fig 1-14参照)。

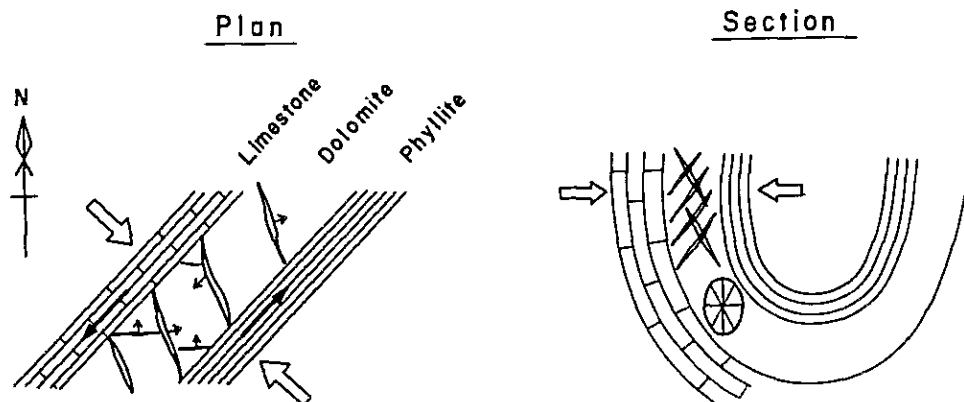


Fig. 1-14 Relation between Stress and Veins, Rocha Mine

この地域全体の褶曲構造がNE-SW系であることから、これと直交するNW-SE方向の圧縮力が作用した事は明らかであるので、ホーシャ鉱山で認められる3系統の割れ目の形成機構は、次のように考えてよいであろう。

- ① NW-SE方向の圧縮力により、地層の褶曲と共に、地層に沿った横づれ(NE-SW)が生じた。
- ② この動きにより張力裂か(N30°W 70°N, N30°W 70°S)が生じ、
- ③ これに付随して弱い二次剪断裂か(N60°W, 80°N)が発生した。

本鉱山の主体をなす張力裂かの間隔に、300m又はその倍数と云う規則性がみられる。ホーシャ鉱山の代表的石灰岩と苦灰岩の性質は次の通りである。

Table I-5 Characteristics of Limestone & Dolomite, Rocha Mine

Location	Magasopic Feature	Chemical Analysis					X-Ray Analysis				Microscopic Feature
		CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	M	Q	Cc	D	
Limestone S126 308 mL Egara ore body	grey, massive	% 41.29	% 2.32	% 0.09	% 0.67	% 19.84	△	○	◎	○	aggregate of mosaic calcite grains (0.2mm in diameter). a few anhedral quartz and muscovite are present.
Dolomite S127 308 mL Egara Ore body	grey, massive	25.13	16.72	0.44	1.32	16.56	•	○	◎	aggregate of dolomite (0.05~0.1mm) and quartz (0.1 mm). a few muscovite is present, with clear schistosity.	

M : Mica, Q : Quartz, Cc : Calcite, D : Dolomite
 • : very rare, △ : rare, ○ : common, ◎ : abundant

次に鉱石鉱物については、その組合せが単純で、今までのところ累帯分布は知られていない。すなわち、方鉛鉱を主とし、若干の輝銀鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱を伴っている。脈石鉱物は方解石、石英であるが、量的には非常に少ない。

代表的鉱石を鏡下で見ると、早期の黄鉄鉱の結晶(2mm)が粉粉に砕かれ、その割れ目を閃亜鉛鉱(方鉛鉱が埋めている。閃亜鉛鉱中には黄銅鉱のドットが認められ、方鉛鉱中には少量の輝銀鉱が含まれている。晶出順序は、黄鉄鉱→閃亜鉛鉱→黄銅鉱→輝銀鉱→方鉛鉱(S-119)である。

鉍脈の品位の一例を示せば、

310 mL Filão Egara 鉍脈 (S-113)

脈巾 80 cm Au 1.8 g/T Ag 470 g/T Cu 0.49% Pb 26.95% Zn 0.02%
である。

(B) Barrinha (バリニャ) 鉍床 (Fig I-15)

1) 鉍山概要

本鉍山は Adrianopolis 南方 10 km に位置し、標高 500 ~ 600 m 付近に旧坑や露頭が数箇所ある。主要鉍床である Quatro 露頭は露天掘りを実施中で、Oito 及び São Joaquim 露頭については、現在採掘準備中である。

2) 鉍床付近の地質

鉍床付近には、アスンギⅢ層に属する石灰岩・石灰質片岩と、千枚岩・絹雲母片岩が分布し、白亜紀の粗粒玄武岩が岩脈状に貫入している。

鉍床の母岩は、石灰岩及び石灰質片岩で、走向は一般に N70E、傾斜は西部で 40N、東部で 70S を示し、ENE-WSW 方向の褶曲軸をもつ背斜・向斜構造を造っている。褶曲軸は東又は西へ緩くブランチしている。

3) Fig I-13 に示す通り、中央部に Quatro 鉍床、西部に Oito, São Joaquim, 東部に Secrisa, Laranjal 鉍床があり、石灰岩層上部に層状に胚胎している。

Quatro 鉍床

褶曲構造に規制され、ENE 方向に 40° 傾斜している。鉍床規模は水平延長 70 m、厚さ 10 ~ 14 m。鉍石鉍物は、方鉛鉍、黄銅鉍、黄鉄鉍で、白鉛鉍、緑鉛鉍、褐鉄鉍等二次酸化物を伴う。

分析品位：

S-78 Au 0.0 Ag 153.3 g/T Cu 0.08% Pb 30.61% Zn 0.04%

Oito ~ São Joaquim 鉍床

走向 N70E、傾斜 40N で走向方向に 200 m 連続。層厚：0.4 ~ 1.0 m、鉍石鉍物は方鉛鉍で、石英、方解石を伴う。

露頭の分析品位：

Location	Sample No	Width m	Au g/T	Ag g/T	Cu %	Pb %	Zn %
Oito	S-72	0.50	0.7	199.5	0.26	15.20	0.05
São Joaquim	S-75	0.50	3.9	164.3	0.10	8.30	2.98

Secrisa ~ Laranjal 鉍床

Secrisa は上下 4 箇所て坑道探鉍が行なわれているが詳細不明。Laranjal は石灰質片岩中の層状鉍床で、走向 70E、傾斜 60°N である。

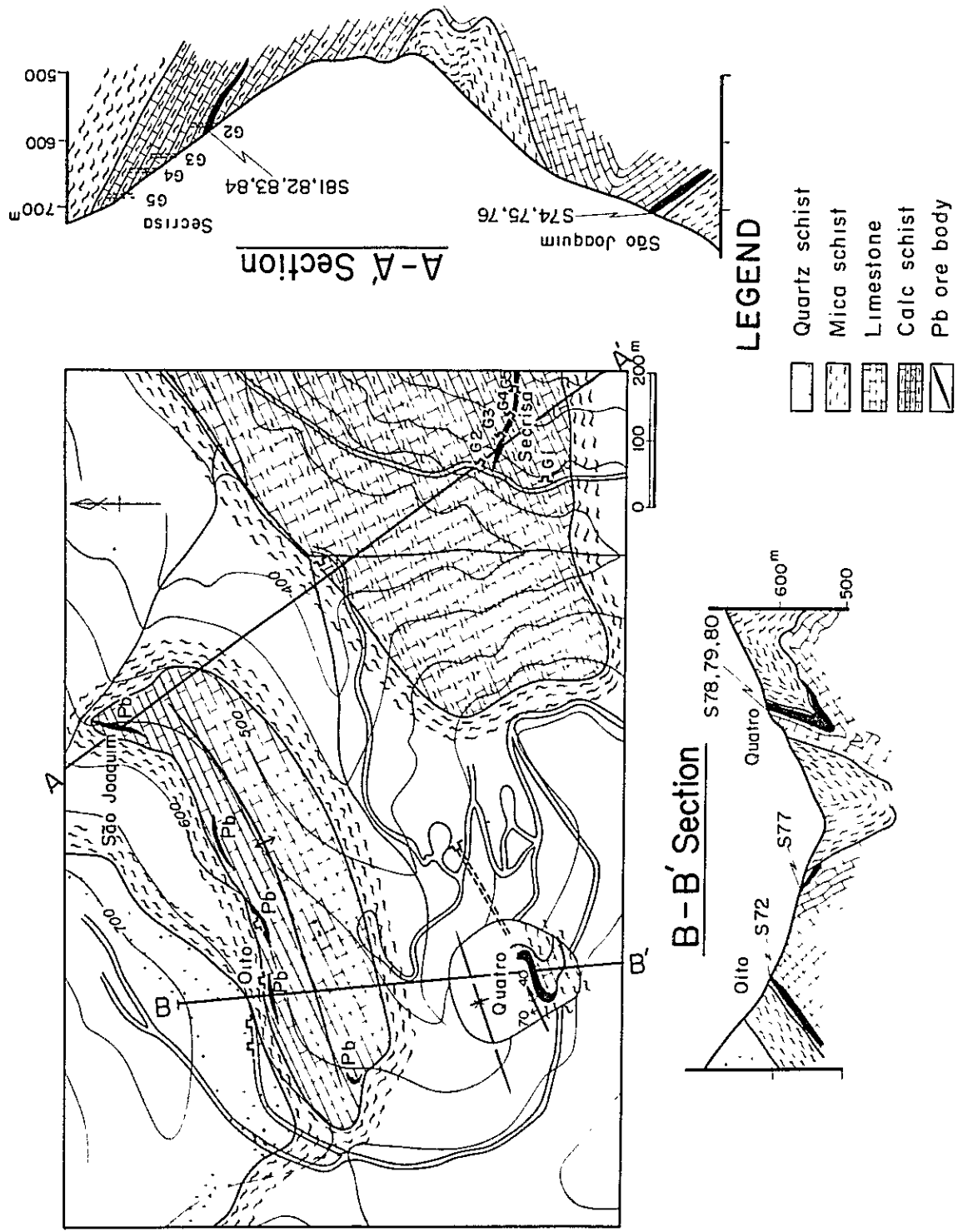


Fig. I-15 Geological Map of Barrinha Mine

分析品位：

Location	Sample No.	Width m	Au g/T	Ag g/T	Cu %	Pb %	Zn %
Laranjel	S-85	0.40	0.8	222.9	0.58	17.38	0.06
Secrisa G2	S-82	stockpile	0.1	187.1	0.09	7.86	0.01

(C) Paqueiro 鉱床 (Fig 1 - 1 6)

1) 鉱山概要

Paqueiro 鉱山は、Adrianopolis～ホーシャ 鉱山間のほぼ中間点にある。1953年
に開発、Plumbum SA 社により1957年～1971年間稼行されたが、現在休山中である。
全産出鉱量：16,300T, Pb 9%。

2) 鉱床付近の地質

石灰岩と絹雲母片岩がNE-SW系の軸をもつ褶曲を繰り返し、細長い帯状分布をしてい
る。走向断層が発達している。

3) 鉱 床

石灰岩と絹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鉱脈型。A, B,
C, Dの4鉱体があるが、最大のD鉱体は水没して入坑できない。鉱石鉱物は方鉛鉱、黄鉄
鉱で、石英・方解石を伴う。

各鉱体の規模と品位は次の通りである。

Ore Body	Scale	Sample No.	Au g/T	Ag g/T	Cu %	Pb %	Zn %
A	L=6, W=0.3m	S-63 (W=0.2m)	0.1	6.4	0.01	161	0.45
B	Lens (0.2×0.05m)	S-65 (W=0.2m)	0.1	84.5	0.06	5.95	0.01
C	L=700m echelon	S-62 (W=1.2m)	2.5	110.0	0.03	8.91	0.01
D	L=200m echelon	S-69 (W=0.2m)	0.4	656.5	0.09	21.83	0.01

(D) Bueno 鉱床 (Fig 1 - 1 7)

1) 鉱山概要

Paqueiro 鉱山の北東2kmに位置。標高550m, 572m, 600mの3坑準で探鉱し
ている。開山時期は明らかでないが、1971年以降休山中。全産出鉱量は66T, Pb10.6%。

2) 鉱床付近の地質

本鉱山はPaqueiro 鉱山の北東延長にあり、石灰岩・絹雲母片岩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) 鉱 床

石灰岩と絹雲母片岩の接触部付近に発達する断層に沿う脈状鉱床。鉱体は水平延長15m,
巾1.5mのレンズ状をなす。

鉱石鉱物は方鉛鉱、黄鉄鉱。脈石として石英・方解石を伴う。鏡下では、黄鉄鉱を黄銅鉱、

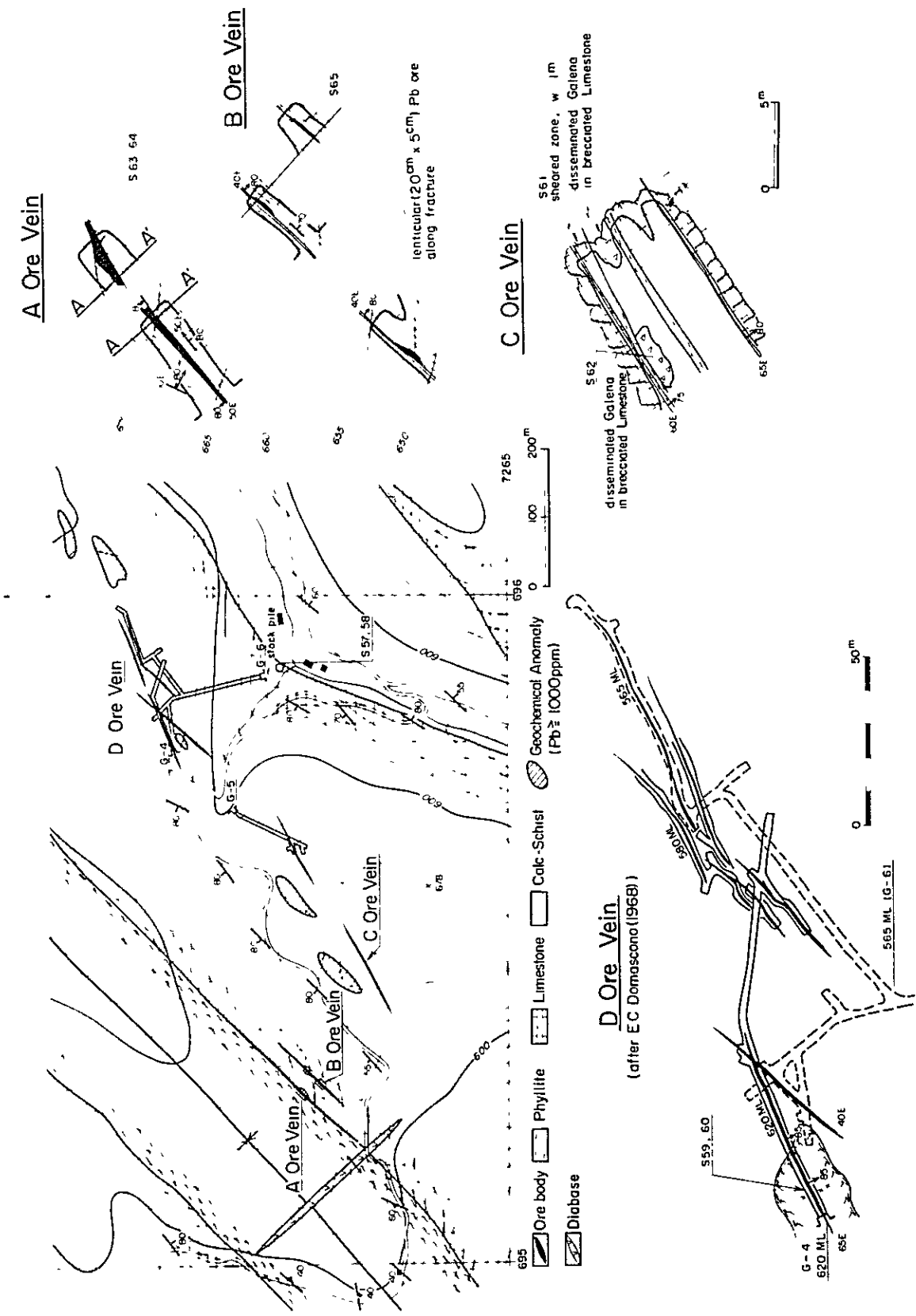
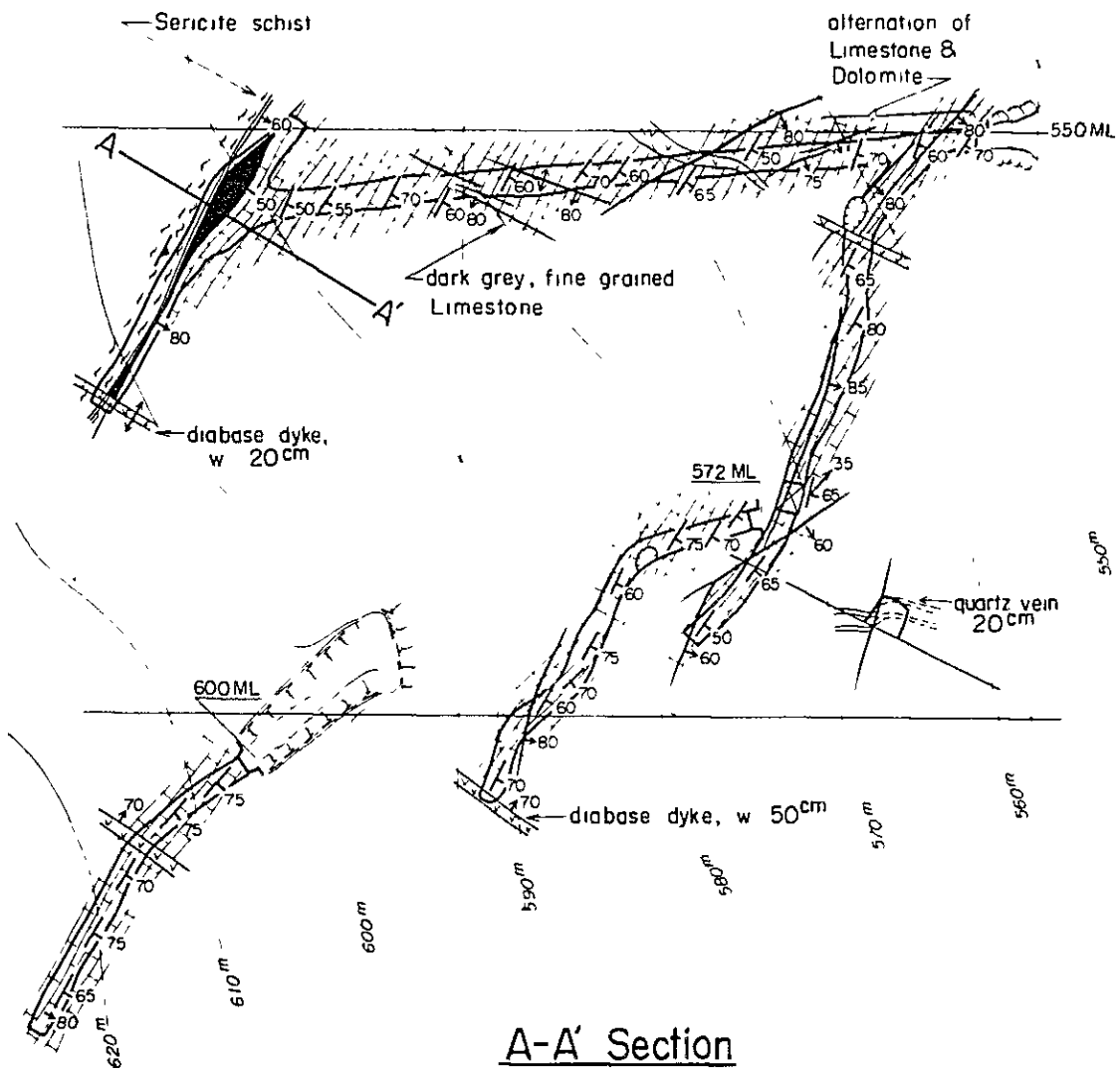


Fig. I-16 Geological Map of Paqueiro Mine



LEGEND

- Limestone
- Schist
- Diabase
- Pb ore

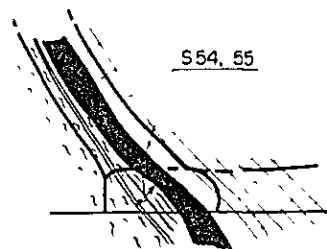


Fig. I-17 Geological Map of Buena Mine

方鉛鉱が脈状に貫ぬいている (S - 5 4)。

貯鉛品位は次の通り。

Sample No	Au g/T	Ag g/T	Cu %	Pb %	Zn %
S-55	0.5	70.2	0.18	23.45	0.01

(E) Diogo Lopes 鉛山 (Fig I - 1 8)

1) 鉛山概要

Adrianopolis 西南西 2 km に位置し、標高 4 4 5 m, 4 6 8 m, 4 7 0 m の 3 箇所に探鉛坑道がある。開坑時期は不明で、1 9 7 5 年以降休山中。全出鉛量は 1 4 4 T, Pb 9.7 2 % である。

2) 鉛床付近の地質

Paqueta, Bueno 鉛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る。断層に E - W 系と NW - SE 系があり、前者は剪断断層と考えられる。

3) 鉛 床

本鉛山の鉛床には、石灰岩と絹雲母片岩の境界部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。

鉛 脈 型

4 6 8 m 坑と 4 4 5 m 坑でみられ、前者は水平延長 5 0 m, 脈巾 0. 1 ~ 0. 5 m で膨縮が著しい。後者も延長 5 0 m, 脈巾 0. 1 ~ 0. 3 m のレンズ状を示す。

層 状 型

4 7 0 m 坑でみられ、水平延長 1 0 m 厚さ 0. 1 ~ 1. 0 m でレンズ状を呈する。

両者とも鉛石鉛物に変わりはなく、方鉛鉱、黄鉄鉛から成り、脈石として方解石、石英を伴っている。

4 7 0 m 坑と 4 6 8 m 坑の代表的品位は次の通りである

Sample No	Width m	Au g/T	Ag g/T	Cu %	Pb %	Zn %
470mL S-68	0.50	0.9	424.9	0.07	31.83	0.38
468mL S-71	0.40	0.0	18.0	0.07	0.41	0.01

2 - 2 - 3 パネラス地区

本地区の鉛床は、アスンギ層の石灰岩中に限られるが、この中には、調査地域内最大のパネラス鉛床があり、タイプの異ったものとして、螢石鉛床も含まれている。

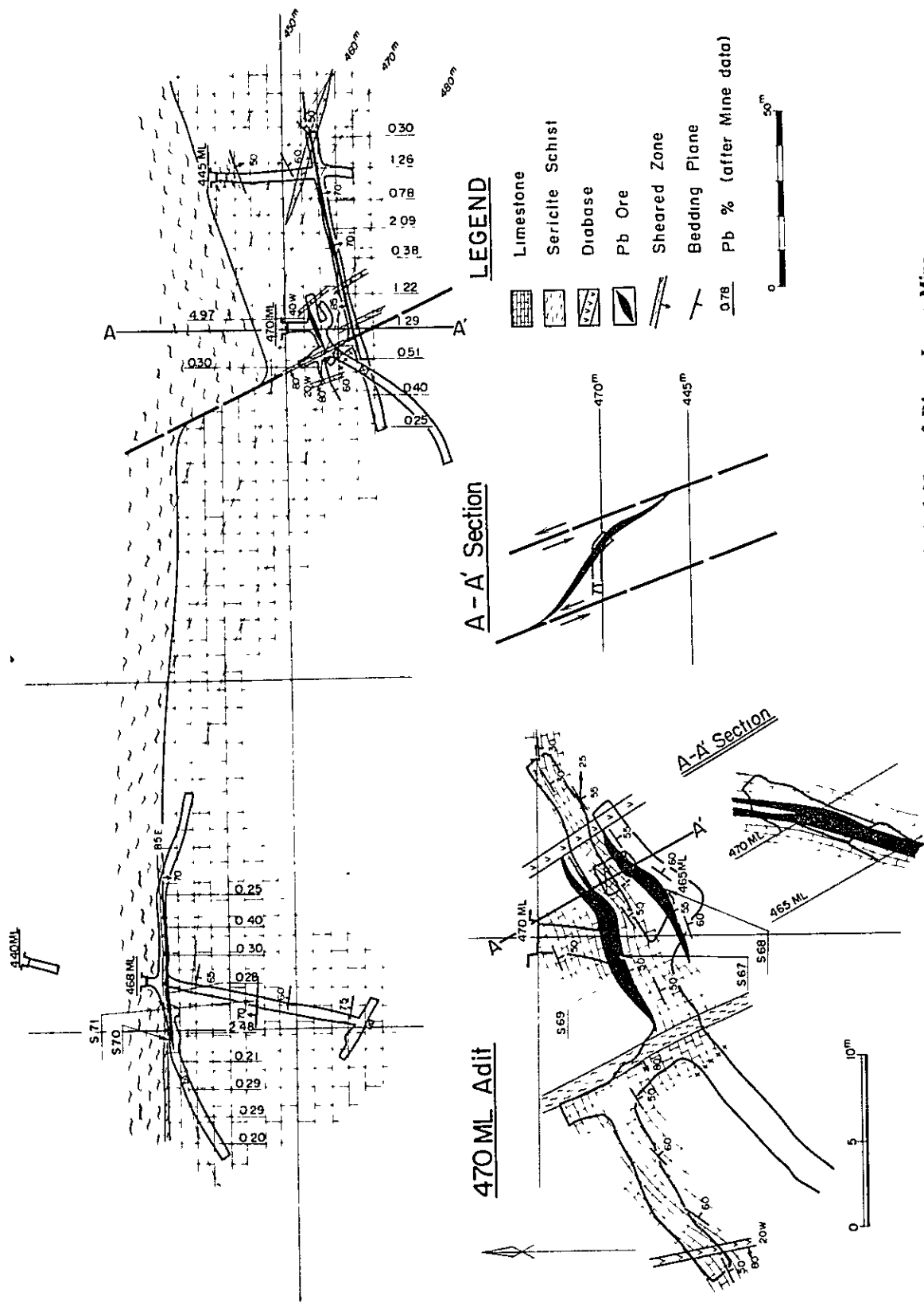


Fig. I-18 Geological Map of Diogo Lopes Mine

(A) パネラス鉱床

1) 鉱山の概要

パネラス鉱山はAdrianopolisの東方約14kmに位置し、Plumbum S.A. Industria Brasileira do Mineraçãoが稼行する鉛鉱山で、製錬所を有する。1936年発見。1954年選鉱場が建設された。現在までの採掘量は、1,200千トン、鉛生産量84.5トンに達している。鉱床の主要部はほとんど採掘済みで、現在月産粗鉱2,500トン(Pb 5.8%, Ag 100g/T), 採掘関係150人, 送鉱・製錬関係130人 合計380人の労務者がいる。選鉱は、周辺鉱山からの買鉱を含め7,000T/月処理しているが、その内訳は次の通りである。

パネラス鉱山	2,500 T/月	5.8 %
ホーシャ鉱山	2,500 T/月	6.5 %
ベラウ鉱山	1,500 T/月	8.5 %
合計	6,500 T/月	

製錬所は、Pb 1,800 T/月の処理能力があり、上記精鉱の外に、輸入鉱も処理している。

2) 鉱山付近の地質

鉱山付近に分布する岩石は、アスンギ層に属する石灰岩、雲母片岩と、これらを貫ぬく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50°Nであるが、西側ではNW-SE 50°Sを示している。

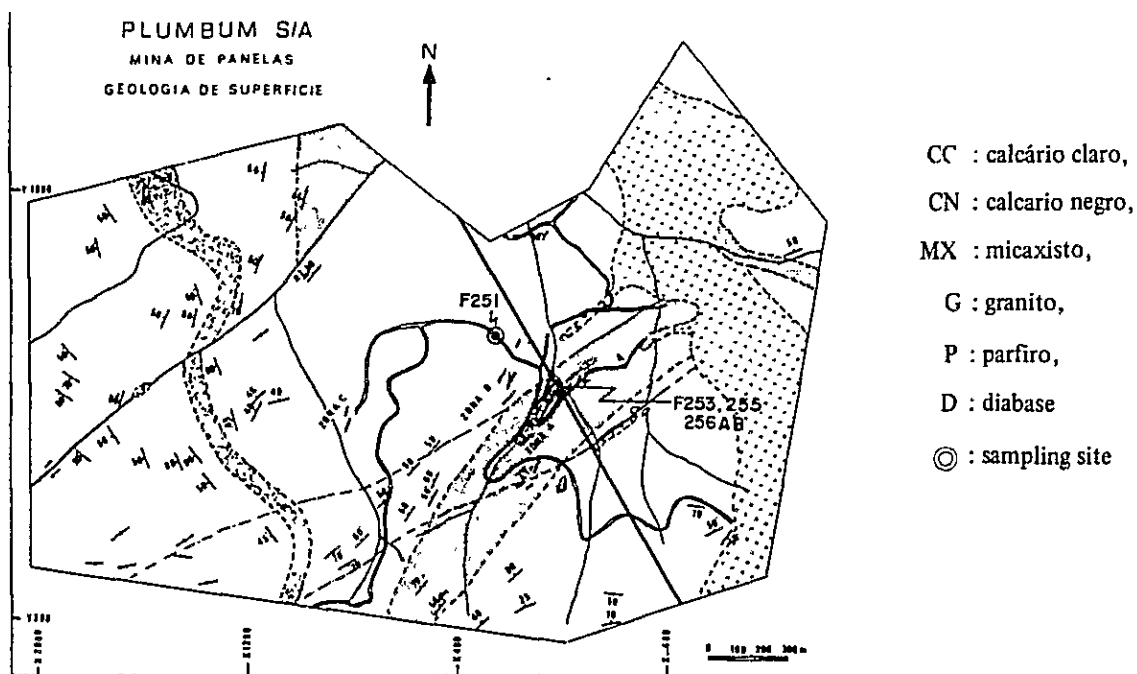


Fig. I-19 Geological Map of Panelas Mine Area (After Odan Y.)

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

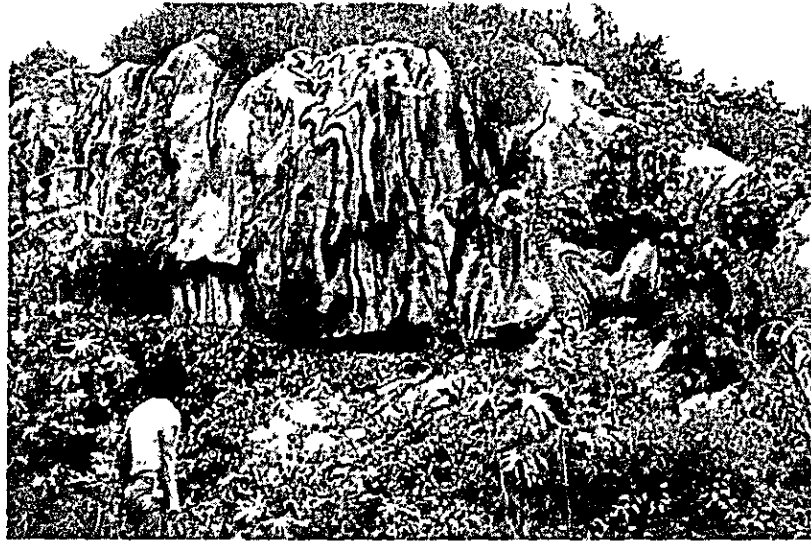


Fig. I-20 Flow Folding of Limestone, Panelas Mine

3) 鉈 床

パネラス鉈山は、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、パネラス鉈床には 90 の鉈体があり、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 の鉈体が賦存し、灰白色の石灰岩 B 帯 (20 鉈体)、C 帯 (2 鉈体) と著しい対照を示している。

単一鉈体は、一般に短冊状で、水平方向より「落とし」の方向に連続する傾向がある。平均巾は 0.30 m である。鉈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。

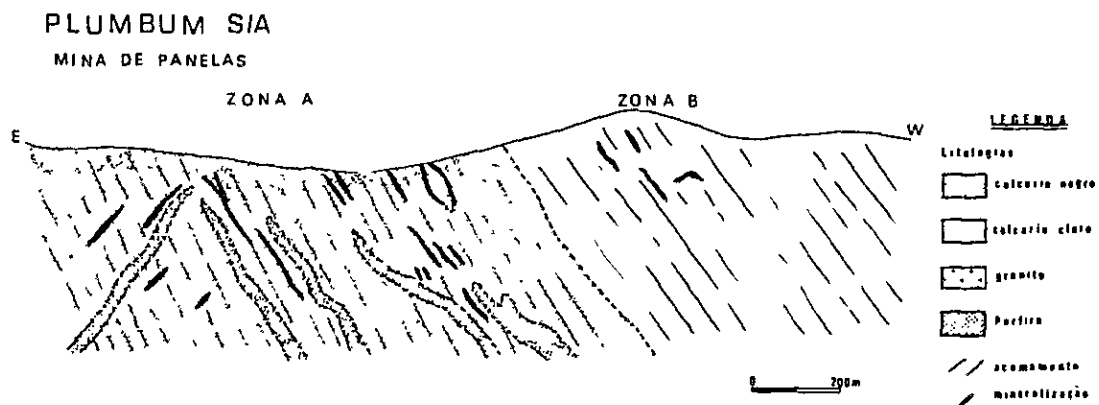


Fig. I-21 Schematic Profile of Panelas Mine (After Odan Y.)

Odan Y.によると、黒色石灰岩（A帯）は石炭に富み、 鉍石鉍物の組合わせは、方鉛鉍-磁硫鉄鉍が主体で、他方灰白色石灰岩（B帯）では、方鉛鉍-黄鉄鉍が優勢である。

今回、鉍床と母岩の関係を検討するため、150 m坑立入の石灰岩、及び鉍山事務所西方200 mの地表で採取（Fig I-19参照）した黒色バンドをもつ石灰岩につき各種試験を行なったが、その結果は次の通りである。

この立入では、F-225, F-230, F-234の地点に層状の方鉛鉍-磁硫鉄鉍がある。

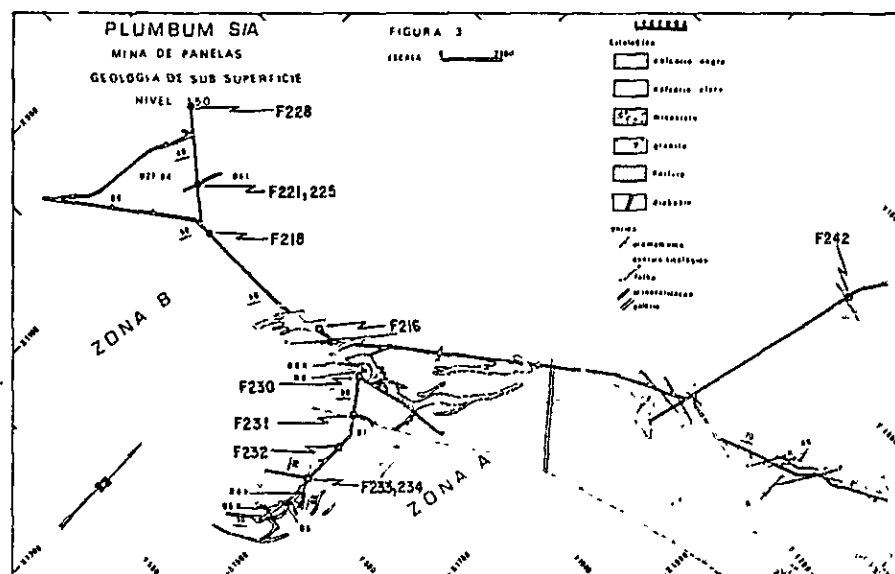


Fig. I-22 Location Map of Rock Samples (150 mL), Panels Mine

Table I-6 Chemical & X-Ray Analysis of Panels Limestone

150 mL		Chemical Analysis							X Ray Analysis				
	Megascopic Observation	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	C	CO ₂	IR	M	Tr	Q	Cc	D
I 216	fine black	38.39	3.36	0.21	1.07	-	-	22.58	*				
218	fine grey	15.39	5.27	0.48	1.76	-	-	56.52					*
225	coarse, grey	44.40	8.85	0.02	0.14	-	-	1.06	*		*		
228	fine black	42.92	2.96	0.17	0.61	-	-	15.62		*			
230	coarse, black	52.41	9.66	0.06	0.29	-	-	3.30			*		
231	fine black	45.16	1.21	0.08	0.56	0.76	30.20	15.22		*	*		
232	coarse, white	31.76	4.34	0.56	2.70	-	-	29.76					
234	coarse white	52.00	1.15	0.06	0.66	0.01	34.09	3.76			*		

Surface		Chemical Analysis							X Ray Analysis				
	Megascopic Observation	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	C	CO ₂	IR	M	Tr	Q	Cc	D
I 256A	fine, black	45.13	0.96	0.12	1.19	0.02	13.84	14.44	*				
256B	coarse white	50.67	0.76	0.08	0.94	0.03	21.05	4.84	*		*		

Chemical Analysis - no data
 X Ray Analysis M Mica (phlogopite) Tr Tremolite Q Quartz Cc Calcite
 D Dolomite, * very rare \ rare common abundant

顕微鏡下では、F-218を除いて、方解石の結晶から成るが、鉍体の近くでは粗粒(1×0.5mm)且つモザイク構造を示し、遠くでは細粒(0.5×0.2mm)で片理が明瞭になる傾向がある。これは、鉍体の近くが再結晶がより進んでいることを示している。又黒色石灰岩には、例外なくやゝ多量の微粒の黒点(炭質物?)が散在しており、分析結果では、炭質物の量は黒色石灰岩で0.76%、灰白色石灰岩で0.01%と明白な差がでている。Odan Y. (1978)も指摘しているように、この炭質物の存在が、鉍石鉍物の沈澱に影響を与えた可能性は高いと考えられる。

次に鉍石鉍物については、ほとんどの黄鉄鉍が磁硫鉄鉍によって交代されており、これは母岩の接触変成(Melcher 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。他鉍物の晶出順序は、黄鉄鉍→磁硫鉄鉍→黄銅鉍→四面銅鉍→方鉛鉍である。

A帯、B帯の鉍石の分析の一例を次に示す。

	Width m	Au g/T	Ag g/T	Cu %	Pb %	Zn %
Zone A 219mL G-27 (F-207)	0.10	0.0	0.9	0.20	24.46	0.04
Zone B 150mL B4L (F-221)	0.10	0.4	270	0.80	28.85	0.02

(B) Fluorita de Sete Barras 鉍床

1) 鉍山概要

この螢石の鉍山は、バオラス鉍山の東方約10kmの所にある。Itaoca花崗岩とアスンギⅢ層の石灰岩との接触部に螢石の網状脈があり、標高370mと395mの2箇所にて20~18mの立坑を設けて下部の探査を行なった。

2) 鉍床

螢石は、立坑のある周辺では、地表に露出せず、坑内より搬出した粗鉍中にも、微粒で識別が困難であった。この鉍体は、Itaoca花崗岩の接触部に沿って、N80Eの方向に約2km連続することが、トレンチにより確かめられており、そこでは、黄褐色の螢石が網状に母岩の割れ目を充たしているのが認められた。

代表的分析値は、

Sample No.	Sampling Width	F	
F-123	0.50m	24.64%	である。

2-2-4 フルナス-Lageado 地域

本地域の鉍床は、アスンギⅢ層の石灰岩中に胚胎する鉍脈型の鉛鉍床で、多数の鉍徴地が規則正しく配列している。この内フルナス鉍山だけが現在稼行中である。

(A) フルナス鉍床

1) 鉍山概要

フルナス鉍山はアビアイからIporangaに至る州道165号線沿いにあり、アビアイから

17 kmに位置している。1920年、Sociedade Mineração Ltd.が開山し、以来休山、再開を繰り返した。1978年からCia Argentifera Furnas Mineração, Indústria e Comerero Ltdaが経営している。出鉱量は500T/月、平均粗鉱品位Pb 7% Ag 3.000g/Tである。鉱石はほとんど酸化鉱のため、比重選鉱によりPb 20%程度に濃縮し、70km離れたパネラス製錬所にトラックで輸送している。

2) 鉱床付近の地質

アビアイ～Iporanga間には、アスンギⅢ層の砂質・泥質片岩層が分布し、NE-SW系の背斜・向斜構造の繰り返しがみられる。背斜部の頂部では、上位の石灰岩が削除され、下位の砂質・泥質片岩層が露出し、向斜部では、石灰岩層が広く分布している。フルナス鉱床は、この向斜部の石灰岩層中に胚胎している。この付近の石灰岩は、NE-SW系の走向を有し、60～70°N傾斜の過褶曲している。

今回の調査では、層理面と片理面（劈開面）の関係から、地層の上下を判定しようと試みた結果、フルナス鉱床の母岩をなす石灰岩層は逆転している可能性が強いことがわかった。すなわち、Fig I-23に示すように、フルナス鉱床のある石灰岩は大きな向斜構造を示す

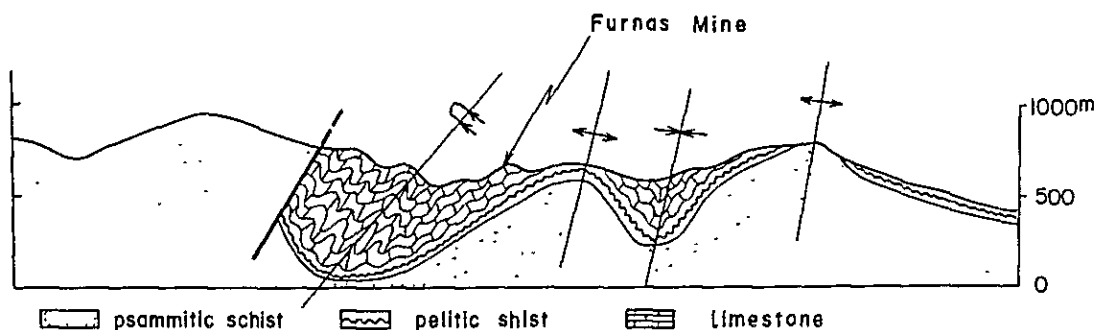


Fig. I-23 Cross Section (NW-SE) of Furnas Mine Area

が、内部では小規模の寄生褶曲が発達していることが予想される。

3) 鉱 床

フルナス鉱床は(1)石灰岩の層理面(N50～60E, 50～60N)に沿った鉱床と、(2)N70W～E-W, 80Sと層理面を切る鉱脈型の2種類があり、双方の交差部によく富鉱部が形成されている。鉱体はいずれも膨縮が著しく、脈巾は最大2m、平均0.2m、走向延長は最大100m以下である。鉱床は、下部の泥質片岩層からの距離が50～100m間の石灰岩に限られることが今回の調査で明らかになった。

鉱石鉱物は、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱を主とし、輝銀鉱を伴っている。二次鉱物としては、白鉛鉱、菱亜鉛鉱、褐鉄鉱が認められ、脈石鉱物は、石英、方解石である。

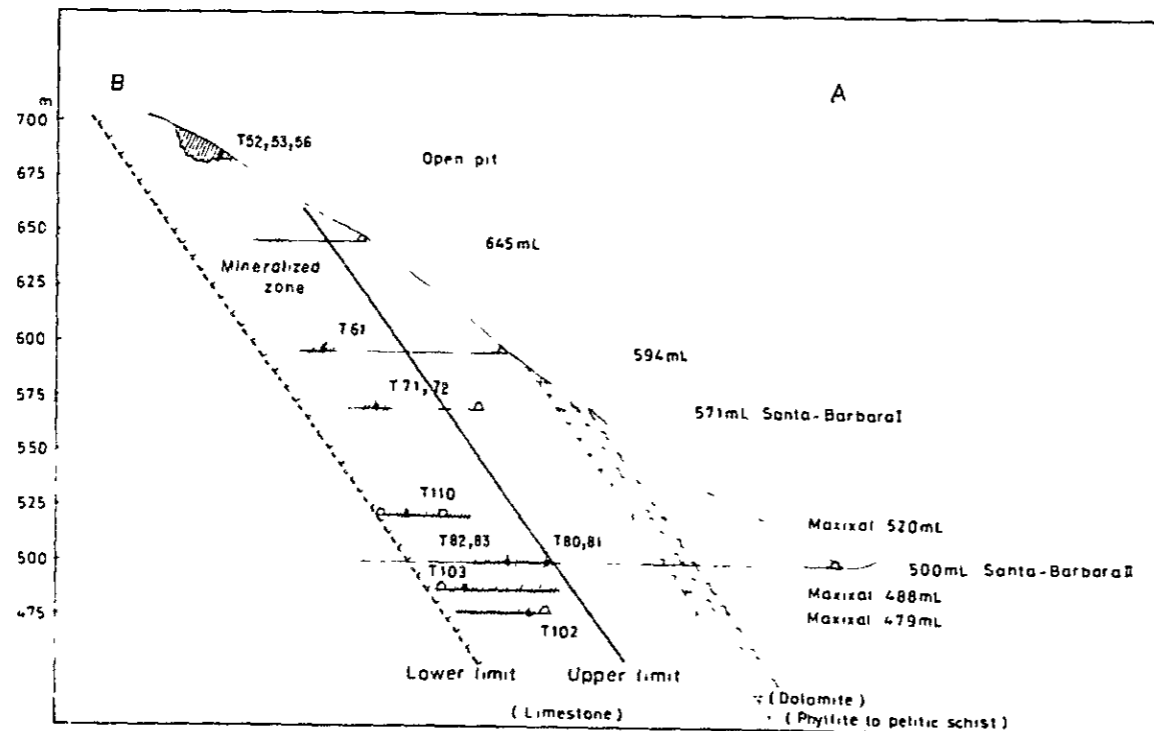
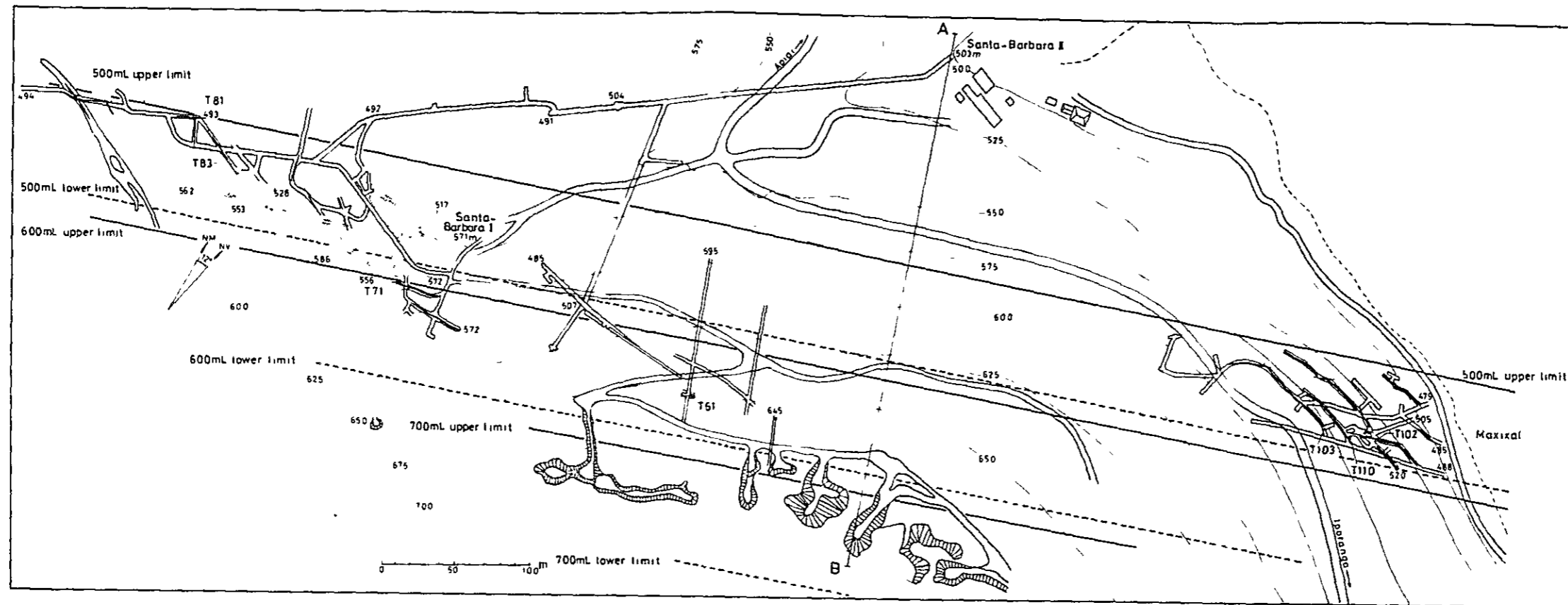


Fig. I-24 Geologic Plan and Section of Furnas Mine

Santa-Barbara II の 500 mL の代表的鉱石 (T-83) は鏡下では、自形の黄鉄鉱と、粒状の閃亜鉛鉱を輝銀鉱・方鉛鉱が紐状又は点滴状に貫いている。晶出順序は、黄鉄鉱→閃亜鉛鉱→輝銀鉱=方鉛鉱である。

分析品位は、

Sample No	Width m	Au g/T	Ag g/T	Cu %	Pb %	Zn %
T-83	0.20	0.0	311.9	0.07	17.26	27.31

である。

(B) Lageade 鉱床

1) 鉱床概要

本鉱床はフルナス鉱山の南東 5 km に位置し、巾 1.5 km × 延長 4 km の範囲に 16ヶ所の鉱床と鉱徴が知られている。これらはいずれも小規模で、個人や会社によって探鉱が進められたが、現在いずれも休山中。

2) 鉱床付近の地質

本地区もフルナス地区と同様に、アスンギ III 層の石灰岩層が向斜構造を示しているが、内部は更に小褶曲していると思われる。

3) 鉱床

鉱床は、Fig I-25 に示すように、向斜構造の軸に平行する NE-SW 方向に配列している。Melcher G.C. (1968) によれば、鉱床は鉱脈型と鉱のう型の形態を示し、平走する 6 つの鉱脈裂かを挙げている。すなわち北から、

1. N50E 80°S 20~30 m の延長がある。Lourenco Velho 鉱体、平均巾 0.30 m
2. N55E 75S 800 m の延長がある。Santa Velho 外小露頭
脈巾 0.30~1.00 m
3. N55E 2ヶ所の小露頭。小規模。
4. N50E, 50S 地区内最大の規模をもつ。Santana Nova, Mamangaba,
Porco do Mato 鉱体
5. N40E, 80S São Vicente 鉱体。脈巾 0.25~0.30 m。
6. N40~45E, 60~80S São Rafael, Jardim II, Bugios, Coqueiro
鉱体。脈巾 0.20~2.00 m

第 4 の Santa Nova 鉱体は、Lageado 鉱床の中で長年にわたって生産量の大部分を産出した。この鉱体は走向延長 600 m 以上、傾斜方向に約 200 m 連続することが確認されている。母岩の石灰岩の走向傾斜は、N50E, 5~20°N である。富鉱部は Fig I-27 に示すように鉱のう型を呈し、6 つの鉱のうが採掘された。それらの規模は水平方向最大 18

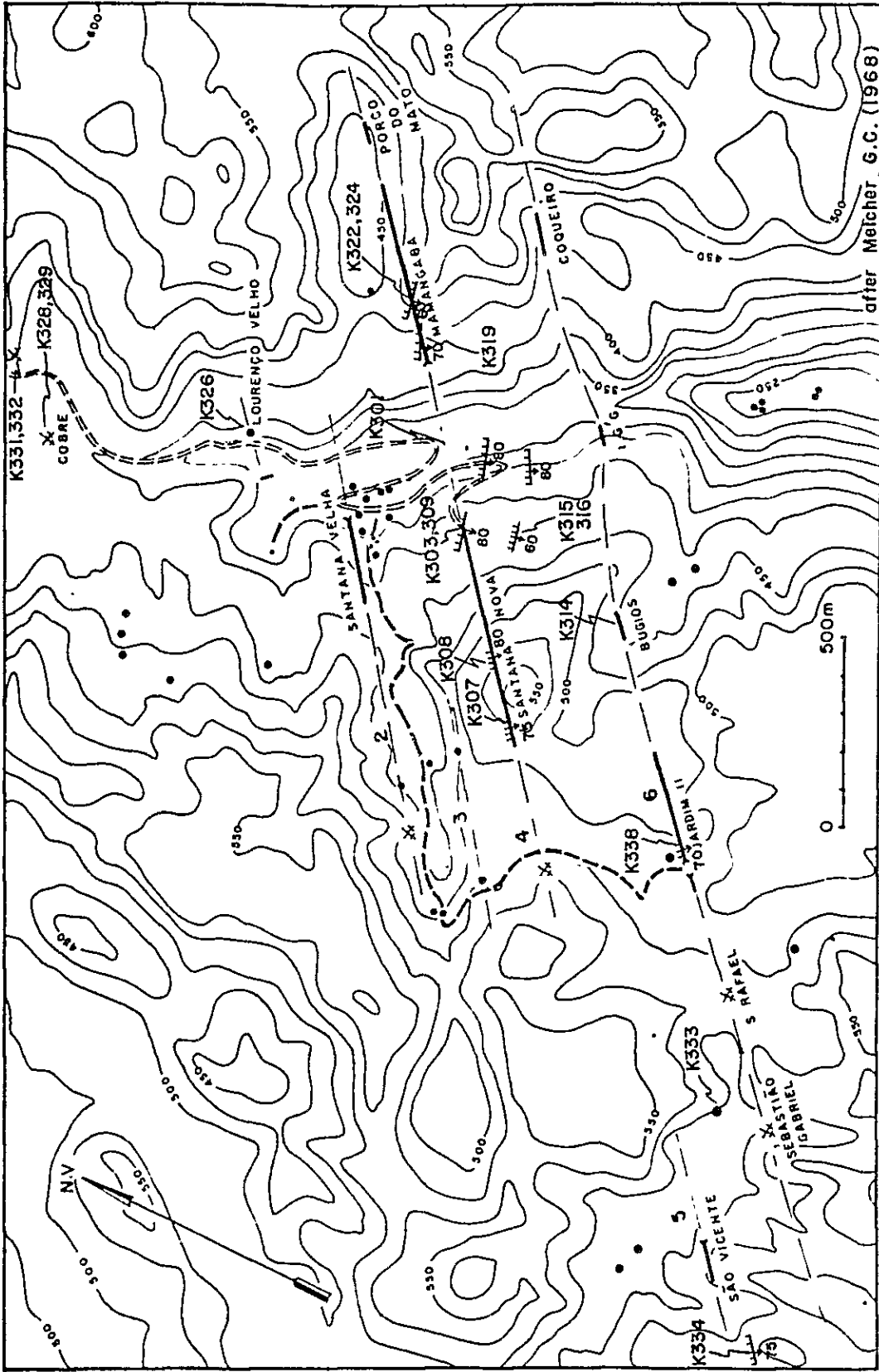


Fig. I-25 Mineralized Fractures and Deposits in Lageado Region

X abandoned Mine • Showing

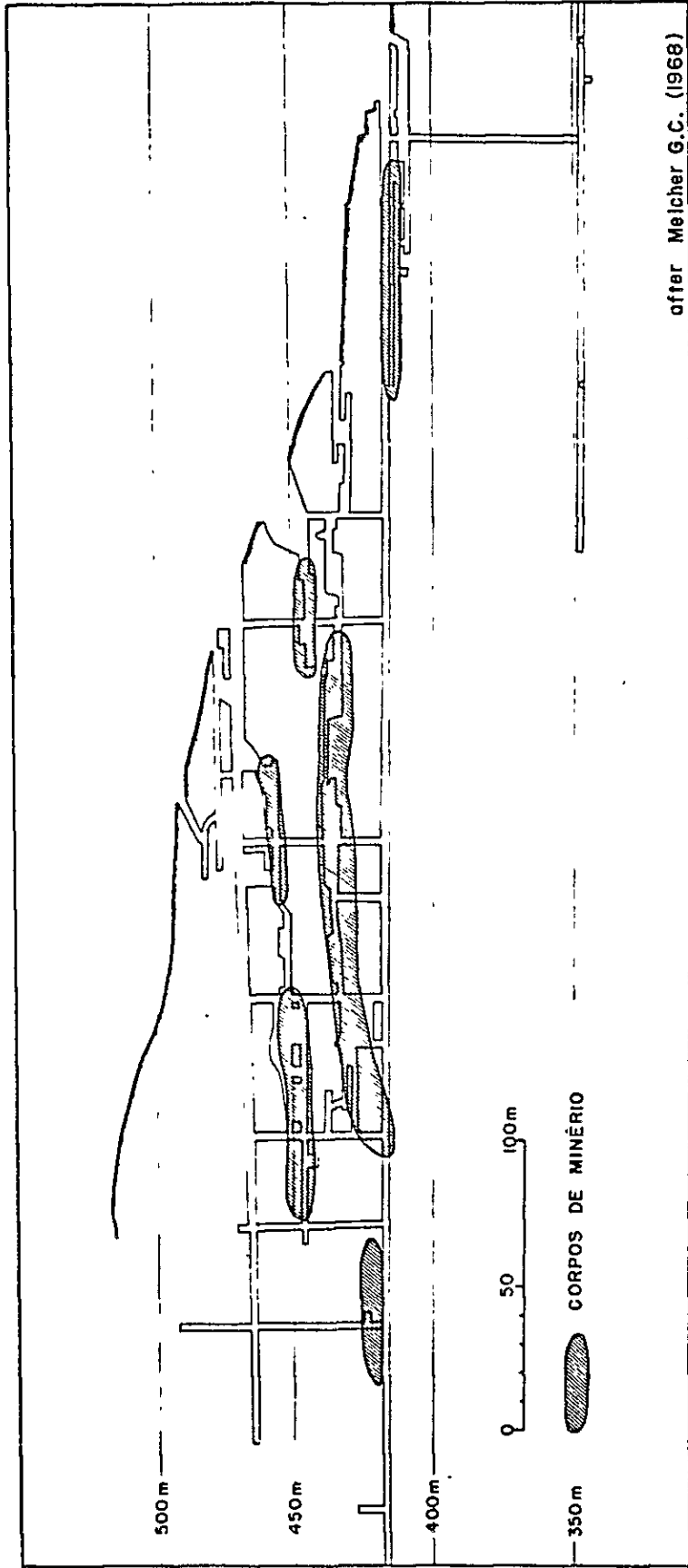


Fig. 1-26 Longitudinal Projection of Santana Nova Mine, Lageado

m。垂直方向2 m，平均脉巾0.20 mで，特異な形態を示している（ Fig I - 2 6 ）。
これは，石灰岩中に挟まれる石灰質片岩が一種のキャップロックの役割を果たした結果と思われる。

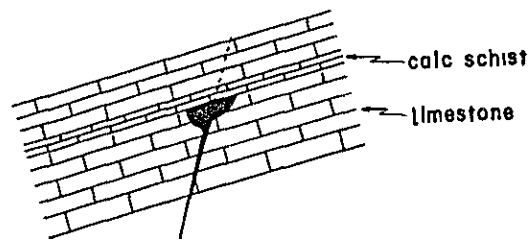


Fig. I-27 Ore Pocket in Lageado Deposits

Ⅱ 地化学探査資料の解析

第 1 章 アンタゴンダ地域及びその周辺地域における 地化学探査実施の経緯

本地域及びその周辺地域における地化学探査としては土壌による化学探査が1960年に G.C.Melcher により行われた。またアスンギ層群や花崗岩を対象とした岩石による地化学探査が多くの研究者により実施されている。

しかし組織的な川砂による広域的な地化学探査としては Projeto Sudelpa(1975)としてブラジル政府により実施された。その後、Projeto Geoquimica no Vale do Ribeira (1978)がSudelpa 地域と一部重複する地域に対して実施され、本アンタゴンダ地域は、Projeto Geoquimica no Vale do Ribeiraの調査範囲内にあつて、この資料が今回再検討の対象となったが、Projeto Sudelpaのデータも一部引用しているので、これら2つのプロジェクトの概要を下記する。

1-1 Projeto Sudelpaの地化学探査の概要

本調査は、サンパウロ州南部開発庁(SUDELPA)のプロジェクトでCPRMにより実施された。

サンパウロ州の西南部の17,000 km²を対象とし、採取試料は川砂841個、土壌17個、Pan Concentrate 4個、岩石3個が採取された。川砂の試料採取密度は20 km²に1個である。これら試料は、発光分光分析による半定量分析で30成分が分析され、その結果はコンピューターにより統計処理された。その解析の結果、アスンギ層群の分布地区に金属元素の銅、鉛、鉄、チタン、マンガン、コバルト、クロム、ニッケル、バナジウム等の高異常域が存在することが判明した。すなわち、

a) 銅、鉛はアスンギ層群の石灰岩に、また銅はその変砕屑堆積岩分布地区に興味ある異常域が抽出された。

b) 主として石灰岩地帯では銅は鉛の指示元素となり得る。

c) アスンギ層群の変堆積岩中での鉛-銅の関係は熱水性鉍化作用を暗示している。

d) 地域の西南部の花崗岩とアスンギ層群の岩石中に鉛のバックグラウンド値が高いことを示している。

e) Três Corregos, Itaóca, Agudos Grandes, Guaramの花崗岩ではバリウムが異常に高い。

f) ストロンチウムは花崗岩に多く含有される。

g) 本地域の川砂では地化学探査と発光分光分析による分析は有効である。既知鉍床地区は異常地区として再確認され、新たな異常地区も得られた。

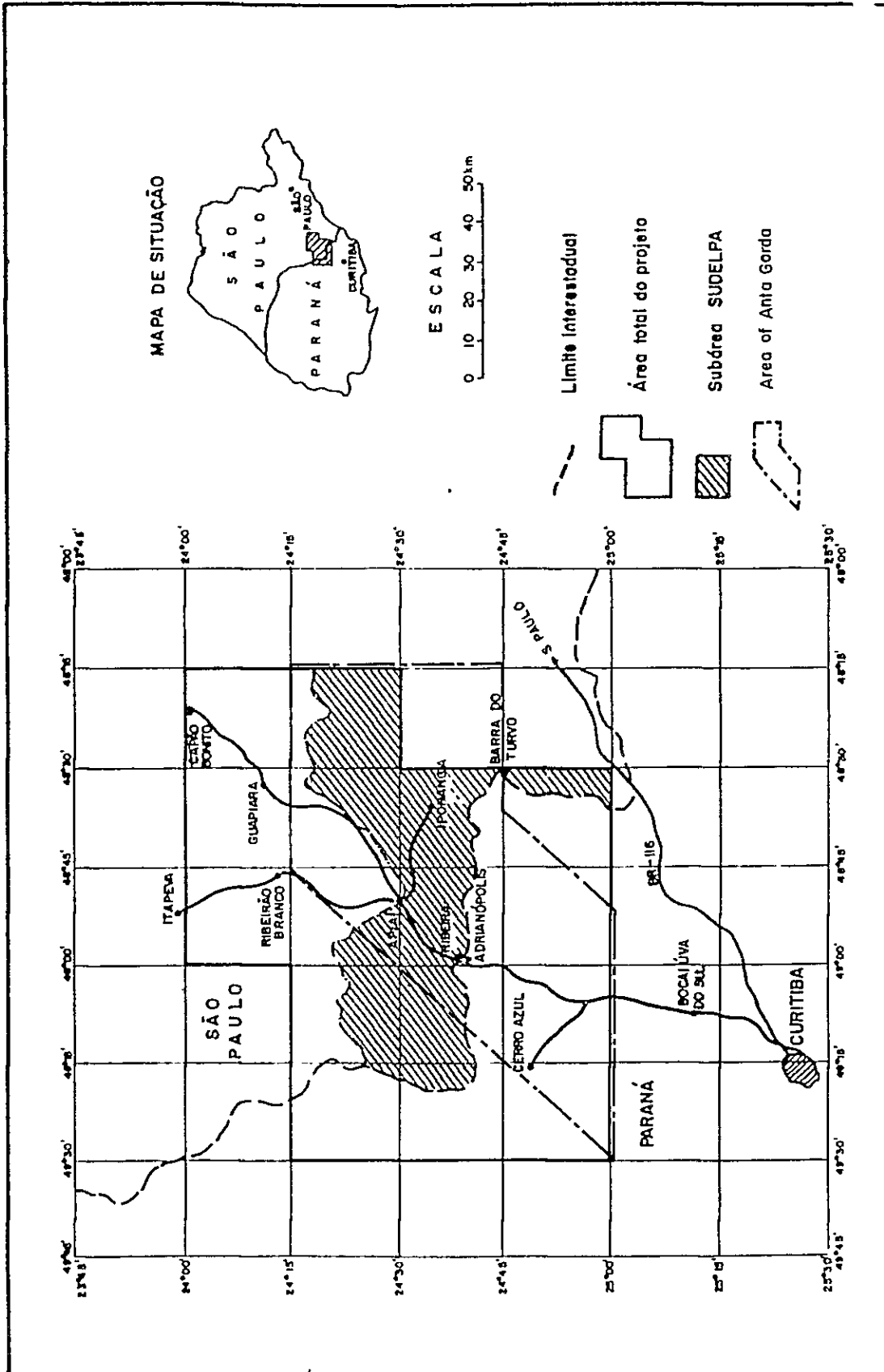


Fig. II-1 Location Map of Project Areas

h) しかし、金、銀、亜鉛、砒素、モリブデンについてはこの分析法では確認出来ず他の分析法を考慮する必要がある。

1-2 Projeto Geoquimica no Vale do Ribeiraの地化学探査の概要

本プロジェクトはDNPNにより計画されCPRMによって実施された。

1-2-1 調査面積

本プロジェクトの全地域11,200 km²のうちProjeto Sudelpaと重複する部分を除いた7,900 km²について広域地化学探査が計画された。しかしProjeto Sudelpaではその3,300 km²の50%をカバーしているに過ぎないことが判明したので、このうち900 km²について補足試料が採取された。従って試料採取対象範囲は8,800 km²となった。

1-2-2 試料採取密度(計画と実績)

試料採取に当ってはアスンギ層群の変堆積岩分布地区では5 km²その他の地区では5-10 km²について1個になるよう5万分の1地形図上で予め試料採取位置の計画をたてた。またこの地域の平均的流域面積を示す50 km²に1個の割合でPan Concentrateの採取を計画した。しかしRibeira de Iguape, Pardo, Açungui, Piedade, Apiai-Guaçuなどの河沿いでは流域面積が200 km²以上に達するので、この場合は複合試料を採用した。これは3 km²以下の流域を占める試料を2-4個混合して1個の試料とし採用し分析した。

この計画に基いて試料採取を行った結果、川砂試料は地域の8,102 km²について平均6.96 km²に1個の試料採取密度となり、これにProjeto Sudelpa地域を加えると9,750 km²となり探査計画地域の87%を占める。試料採取密度による試料分布は下表の如くである。

Table II-1. Area of Drainage and Number of Samples

Type of Sampling	Area of Drainage (Km ²)	Number of Samples	Percentage %
Stream Sediments	< 5	467	40
	5 - 10	344	30
	10 - 20	203	17
	20 - 40	114	10
	> 40	36	3
Total	6.96	1,164	100
Pan Concentrats	< 50	38	21
	50 - 100	67	37
	100 - 200	56	31
	> 200	22	12
Total		183	100

また Projeto Sudelpe 地域における川砂試料の試料採取密度は平均 6.44 個/個である。

1-2-3 化学分析

試料は 80 mesh のフルイにかけ分析に供した。

川砂試料は銀, 銅, 鉛, 亜鉛, 鉄, マンガン, コバルト, ニッケルについて原子吸光分光分析 (AA 分析) により分析, Pan Concentrate は金, 銅, 鉛, 亜鉛について AA 分析により, また 30 成分について発光分光分析により半定量分析を行った。また Projeto Sudelpe の川砂試料は銅, 鉛, 亜鉛について AA 分析により再分析した。

1-2-4 分析結果の解析

Sudelpe 地域 1,648 個について採取された 257 個の川砂試料と本プロジェクト 8,102 個について試料採取した。1,288 個の川砂試料とを分けて各元素について統計的処理を加え, 各パラメーターを付表の通り算出した。

(Appendices A-8)

1-2-5 地化学異常地区の抽出

本プロジェクトの試料採取地域 (8,102 個) と Sudelpe 地域 (1,648 個) とを別個に検討を行なった。

a) Sudelpe 地域

257 個を付表に示すような 6 つの地質単元に区分して銅, 鉛, 亜鉛各元素の分布状態と共存関係を論じ異常地の抽出をおこなっている。銅はアスンギ層群の碎屑岩分布地区に異常がみられ, 平均値は 40 ppm でこの分布地区で 7 個所の異常地, またアスンギ層群の化学沈澱岩分布地区に 2 個所の異常地が抽出されている。この中で地質的に最も重要なのは JR-440, 450 で鉛, 亜鉛の高異常を伴い, 硫化鉱物の鉱化作用によると考えられる。鉛はアスンギ層群中の碎屑岩分布域に高異常がみられ, その平均値は 24 ppm である。鉛異常値は銅, 亜鉛異常を伴い, 既知鉱床の分布とよく対応している。亜鉛もアスンギ層群中の碎屑岩の分布域に高異常がみられる傾向がある。異常値はアビアイ図幅の東北部と Capão Bonito 図幅の西南部に存在する。

b) Geoquímica Regional (本プロジェクトの試料採取) 地域。

1,288 個について Fig II-2 の通り 10 地質区分に従い更にそれぞれの試料が代表する流域面積を < 5 個, 5-10 個, 10-20 個などに分けて元素別にパラメーターを算出している。

その結果, 銅はアスンギ層群下部層 ~ Setuva 層の分布地区で高異常を示し, 平均値 26 ppm を示す。一般的に亜鉛, 鉄コバルト, ニッケルなどと共存するが, 鉛との関連係数はやや低い。銅の異常値を示す試料は 37 個のうち 6 個がアスンギ層群下部層 ~ Setuva 層, 11 個が碎屑岩, 4 個が石灰岩, また 13 個が花崗岩地帯に存在している。Setuva 層は角閃岩, 角

閃石片岩、珪岩などからなり、同層分布地区は一般に銅に富み50—100 ppm に達する。これは角閃石片岩あるいはペラウ型の鉍化作用を反映していると考えられる。またアスンギ層群中の砕層屑岩中に認められる異常地は亜鉛、鉄、コバルト、ニッケル、マンガンの高値を伴い塩基性岩の存在が暗示される。

鉛はアスンギ層群中の化学沈殿岩中で最高値を示し平均品位は19 ppmである。亜鉛との共存が認められる異常値はアスンギ層群下部層～Setuva層中に5個、アスンギ層群中砕層岩中に22個、化学沈殿岩9個、などである。アスンギ層群中の砕層岩および化学沈殿岩中のPb異常は一般に銅、亜鉛を伴い、よく鉍床の存在を示している。亜鉛はアスンギ層群下部層～Setuva層中の分布地区で高異常を示す傾向があるが他元素ほど顕著ではない。27個の異常値が抽出され、その殆んどは鉛、亜鉛を伴っている。

1-3 “Projeto Geoquímica no Vale do Ribeira”の問題点

報告書では詳細に検討され、その解析手順としては問題はない。しかし地化学探査において基礎的な試料採取位置の選択、あるいはそれらが代表する流域面積のとり方などについての考慮に問題点があると思われる。

1-3-1 川砂の試料採取位置と密度

あらかじめ5万分の1地図上で試料採取位置をアスンギ層群地区では6km²に1個、その他では5～10km²に1個となるように計画した。その結果は1-2-2に示すように流域面積については全試料の70%がこの規準にかなっているように見える。しかし後述するように同一支流における重複する試料も含まれ、これを除けばこの規準に適合する試料は更に少なくなる。またSudelpa地域についてはあらかじめこれらの規準に合わせた検討はおこなわれていない。

1-3-2 データ処理

データの統計処理はSudelpaデータと本プロジェクトのデータを併せて取扱っている。あらかじめ試料採取が均質化するよう補足的作業をSudelpa地域に実施すればこれらを一括して処理することが可能であろう。

流域面積の広さの区分毎に統計値を算出しているが、これは最終目的である、異常値を抽出する作業にとって極めて複雑で、またその得られた結果がどれほど有意義なものかは疑問である。現在のところ代表流域面積が異なる場合どのような処理をすべきか適確な理論的根拠はないようである。

広域探査段階における地化学探査は地質鉍床学的及び経験的に各サンプルの代表する流域は10km²以下であることが望ましく、出来る限り統計的データ処理に適するようあらかじめ試料採取を均質化すべきである。

2-3-3 探 査 面 積

このプロジェクト地化学探査は、9,750 km²カバーされたこととなっているが上述の諸点を考慮して有効な探査面積を再検討すべきである。

第 2 章 アンダゴルダ地域地化学探査資料の再解析

本地域では前述のようにDNPN(及びCPRM)によってProjeto Geoquimica no Vale do Ribeiraとして広域地化学探査が1967~1977年に実施されており,1978年6月に最終報告書が公表されている。従って本プロジェクトでは,この資料の再解析を行って本地域の鉱化作用の解明に寄与することを目的としたものである。

DNPM-CPRMの報告書では全般的に詳細な検討が加えられているが,川砂の試料採取位置の選択に問題があり,有効な採取地点の試料も検討しなおす必要がある。

2-1 再解析の対象地域

再解析の対象とした範囲はFig II-1に示す如く,10万分の1地形図APIAI,CERRO AZULの全域,GUAPIARAとCAPÃO BONITOの一部の合計約7,600km²である。

2-2 川砂試料の選択

以下に述べるような理由から流域面積が10km²以下となるよう採用できる試料を抽出することとした。

2-2-1 流域面積-試料採取密度についての考察

Projeto Geoquimica no Vale do Ribeiraにおける地化学探査の目的は広域探査である。この探査段階に用いられる川砂地化学探査の場合,例えばUNDPの中米地域の実施例では試料採取密度は1km²に1個である。その地域の地形の緩急あるいはアクセスなどの条件あるいは地質単元の大きさなどの地質条件も考慮して決められるべきものである。

Brazilにおいては,1974~1978年に実施された“Projeto Geoquimica Regional no Centro-Oeste do Brazil-PGBC”があり,これはカナダの技術協力によって実施されたもので甚だ有意義なプロジェクトとして評価されている。このプロジェクトは216,700km²という広大な面積を対象とした極めて大規模な広域探査を目的とした川砂地化学探査である。その南部の約60,000km²では10~20km²の試料採取密度で,極めて明瞭適確に元素の分布異常地域を抽出することに成功している。その結果は各元素について大略の等値曲線図を描くことが可能で,これによって異常値が抽出されると共に地層との関係や元素分布の性状を直接読みとることが出来て,更にその周辺に対するfollow up探査計画を立てることが可能となった。この場合においても勿論,統計的手法によってthresholdが決定される。

しかしこの段階でそれ以上の数学的議論は,広域地化学探査の本来の目的からはあまり意味をもつものではない。それよりむしろ地質図上における異常値の指適とその解析が探査には重要である。

このPGBCの結果をふまえて“Um Novo Enforque da Programação da Prospecção de Minérios 1979”が日本ミッションから提出され、広大なBrazil全土について早急に地下資源のポテンシャル評価をくだすためにはその全土についてまず川砂による広域化探を10-20 km²の試料採取密度で実施すべきことが指適されている。この密度をこれ以上粗にするとプロジェクト対象地域北部のように(2.5~40 km²)その結果の解析は充分おこなえず再探試が必要となり、かえって探査経費が増大し、経済的ではない。

他方、一般に非鉄金属鉱床の胚胎する範囲は、その生成機構の如何にかかわらず、およそ数km²~10数km²ということが経験的に知られている。中でも鉛・亜鉛鉱床の場合は銅鉱床に比較して小規模である。

ヒベイラ地域の場合を考察すると、期待される鉱床は鉛・亜鉛(銅)が主体であること、この地域についてはかなり調査が進んでいること、地質単元は比較的小さいことなどから、試料採取密度は3~5 km²が望ましい。

しかし、試料採取が既に実施されたプロジェクトであるので、その再検討の基準は試料採取密度を最大10 km²とした。

これによって適正試料を選出したが結果として下記のような試料分布となった。流域面積10 km²以上の試料が37個あるのは10 km²にあまりこだわると探査面積が減少することなどを考慮して、基準をはずれるものも採用したためである。

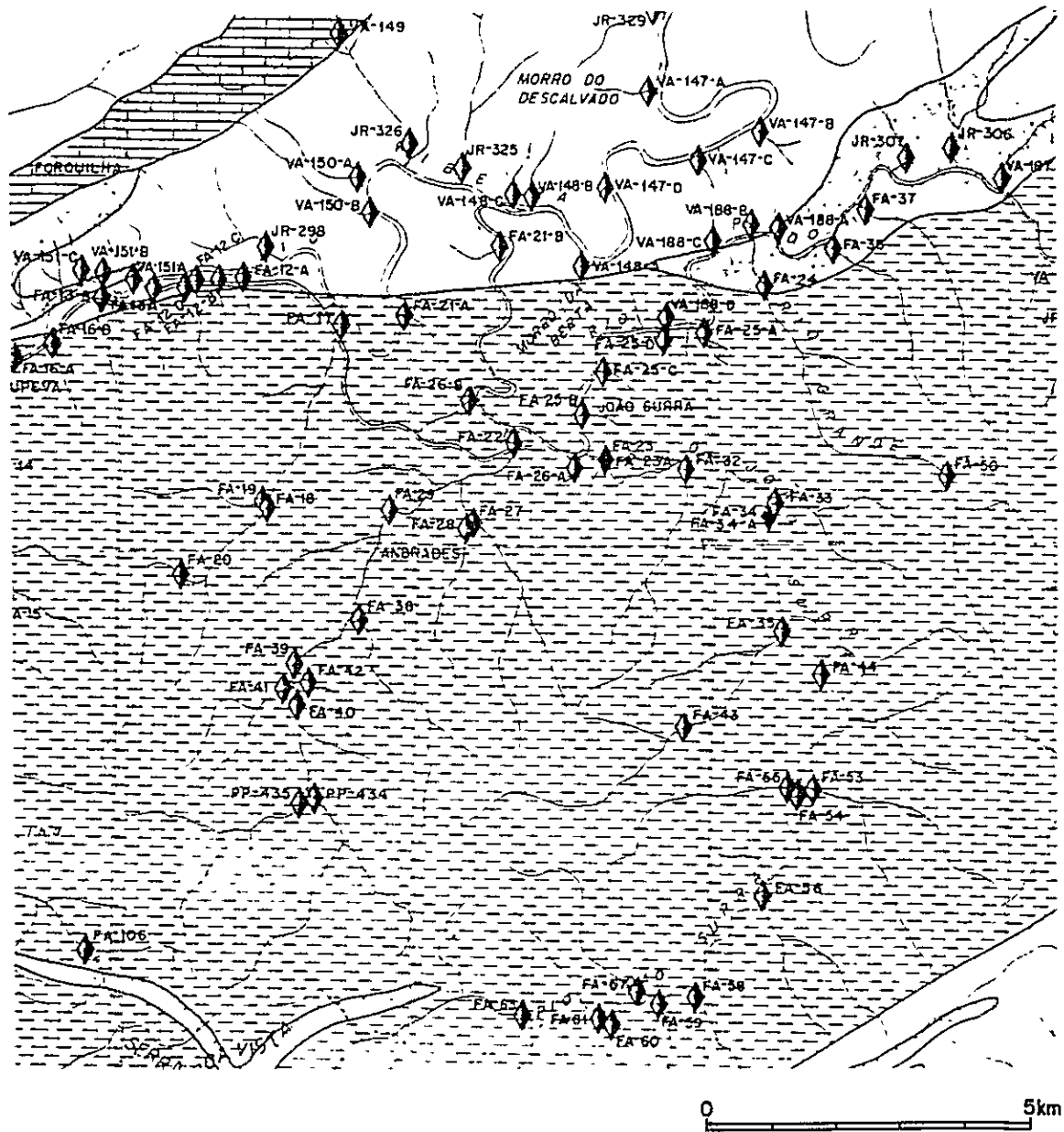
Table II-2 Sample Numbers approved for Interpretation

Drainage Area (km ²)	Sample Numbers (pcs)
1 - 5	435
6 - 10	271
11 - 15	35
16 -	2
Total	743

小沢が密集するところで各沢で試料を採取し、その2~4個を混合して分析している。これについては報告書の分析表には註釈がないが試料番号の末尾にMを附したものがこれに相当すると判断される。複合試料はこれら試料が代表する流域を総合した範囲の流域を代表する試料として考察する。ただしそのうち3沢以上の河川の両岸で採取され混合したものがあるのでこれは除外した。

2-2-3 重複試料の例と取扱い

同一支流で多くの試料が採取されている (Fig II-2)



JR-326
 ◆ sampling site and sample No.

Fig. II-2 Sampling Pattern in Ribeira Project

これらは夫々独立したデータとは見なすことは出来ないので流域面積が10 km²以下となるような試料1箇のみを選定することとした。

2-2-4 地質区分

Projeto Geoquímica no Vale do Ribeira においては、Fig II-3に示すように、下位より複合片麻岩—ミグマタイト岩類(10)、Setuva層(9)、珪岩層(8)、メタペーサイト及び角閃岩から成るアスンギ層群(7)、片岩、角閃岩より成るアスンギ層群(6)、碎屑岩類より成る中部アスンギ層群(5)、同上部アスンギ層群(4)、化学沈殿岩よりなるアスンギ層群(3)、花崗岩類(2)、塩基性複合岩類(1)に地質を区分し、データはこの区分に従って統計処理している。

今回の地質調査により、(9)、(10)は同質であり、アスンギ層群も、上部石灰岩(3)と、その他(4+5+6+7+8)の区分で十分であり、(1)の複合岩類は局所的な分布を示すため、特に細分する必要がないことがわかった。

種々検討を重ねた結果、最終的には、(2)花崗岩類、(3)アスンギ層石灰岩層(今回のアスンギⅢ層)、(4)~(8)アスンギ層片岩、千枚岩(アスンギⅡ+Ⅰ層)、(9)Setuva層の4つに区分し、統計処理を行なった。

2-3 データ処理

2-3-1 流域面積差の考察

個々の試料が代表する流域面積が上記の如く種々である場合にこの面積ファクターをデータ処理にどのようにもり込むかの問題を考察する。

Projeto Geoquímica no Vale do Ribeira においては、地質ユニット別に流域面積(AD)をAD<5 km², 5-10 km², 10-20 km²の区分で各パラメーターを求めている。Appendices A-8-7(Cu), A-8-9(Pb), A-8-11(Zn)の各表からMG, DG, MG×DG²をとり出して表にしたものがTable II-3である。

Table II-3 Statistical Parameters by Each Element

Geology & Area	Element Parameter N	Cu			Pb			Zn		
		MG	DG	MGx DG ²	MG	DG	MGx DG ²	MG	DG	MGx DG ²
		Açungui Setuva	197	26	1,904	92	12	1,773	32	58
AD < 5 Km ²	80	26	1,876	93	11	1,620	29	55	1,743	167
= 5 10 Km ²	53	26	1,773	81	12	1,576	31	61	1,576	153
= 10 20 Km ²	30	24	2,116	109	13	1,885	46	57	1,570	141
Açungui Clástico	509	23	2,151	105	16	1,860	55	52	1,869	182
AD < 5 Km ²	147	26	2,002	103	16	1,764	50	58	1,729	175
= 5 10 Km ²	129	22	2,234	108	15	1,861	53	50	1,879	177
= 10 20 Km ²	70	19	2,177	92	15	1,608	39	49	1,910	178
Açungui Químico	176	18	2,395	104	19	2,561	125	46	2,115	204
AD < 5 Km ²	61	19	2,056	120	20	2,564	144	43	2,061	183
= 5 10 Km ²	48	20	2,327	110	19	2,751	145	52	2,363	292
= 10 20 Km ²	30	16	2,434	93	16	2,235	79	44	1,852	152
Grupo Açungui	868	23	2,134	103	15	2,010	61	52	1,865	182
AD = 20 40 Km ²	69	22	2,422	129	14	1,701	40	46	1,986	183
> 40 Km ²	22	20	2,247	101	16	1,800	52	50	2,078	217
Granitos	345	11	1,976	43	17	1,636	45	40	1,521	92
AD < 5 Km ²	47	11	2,029	46	16	1,618	41	39	1,622	103
= 5 10 Km ²	95	12	2,213	60	17	1,758	51	41	1,505	92
= 10 20 Km ²	65	11	1,965	41	18	1,620	48	39	1,597	99

MG Background DG Standard Deviation

一般的に流域が大きくなれば当然堆積物の起源は広範囲になって、その性質は平均化され、MGはそのグループの平均値に近寄り、DGも小となり従って thresholdも原則的には低値となることが予想される。この傾向は Table II-3でも一部を除いて読みとることが出来る。しかし AD < 5 km² 及び AD = 5 ~ 10 km² の数値を比較してみると、アスンギ層化学沈澱岩の亜鉛、花崗岩の銅の場合を除いて殆ど有意差が認められない。従ってこの面積の区分は必要なく一括して取扱ってもよいようである。AD = 10 ~ 20 km² の場合は AD < 5 km²、AD = 5 ~ 10 km² に比較すると一般に差がかなり大きく、一括して取り扱うことは問題がある。

従ってここでは 10 km² 以上の流域面積を占める試料が 37 箇あるが全体に占める個数比率は 5% 程度で小さいのでこれらを一括してデータ処理を行なった。

2-3-2 再解析の方法

今回再解析の対象となった地域は 7,600 km² であるが、抽出した試料の代表する流域は 3,993 km² で、全体の 53% に過ぎなかった。しかもこの中には前項で述べたように、流域面積が 10 km² を越えるサンプルが 37 箇も含まれるので、データはかなり片寄っていて、詳細な検討は困

難である。

こゝでは、データの片寄りを無視してコンピューターによる統計処理を行なってみた。

まず抽出した全データに就いて、各成分毎、各岩相（4区分）毎にヒストグラムを作成し（Fig II-4-1~4-8）、各岩相毎に算出した平均値（ \bar{x} ）、標準偏差値（ σ ）等を算出し Table II-4、II-5 に示した。又各元素間の相関係数、相関図は Table II-6 と Fig II-5-1~5-5 に示してある。これらによると、鉛-亜鉛及び、亜鉛-銅の相関係数が高い反面、銅-鉛は石灰岩帯（岩相区分3）を除いて相関が非常に低い。

尚、鉛の分析値の中で、原資料リストでは Interferencia として含有量の記載がないのが多いが、この内、Projeto Geoquímica no Vale do Ribeira (Anexo N~X) 中にランク別表示があるものについては、ランクの中央値を代用した。

鉛含有量

ランク別表示	中央値（代用値）
< 15 ppm	7 ppm
15 - 30	22
30 - 60	45
60 - 120	90

Table II-4 Distribution of Geochemical Data

Lithology Area(Km ²)	Lithology										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1-5	3	116	60	146	47	18	0	5	25	15	435
6-10	4	87	36	95	19	3	0	1	21	3	269
11-15	0	12	3	14	3	0	0	0	1	2	35
16-	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Total	7	217	99	255	69	21	0	6	47	20	741

Total Area = 3,993 Km²

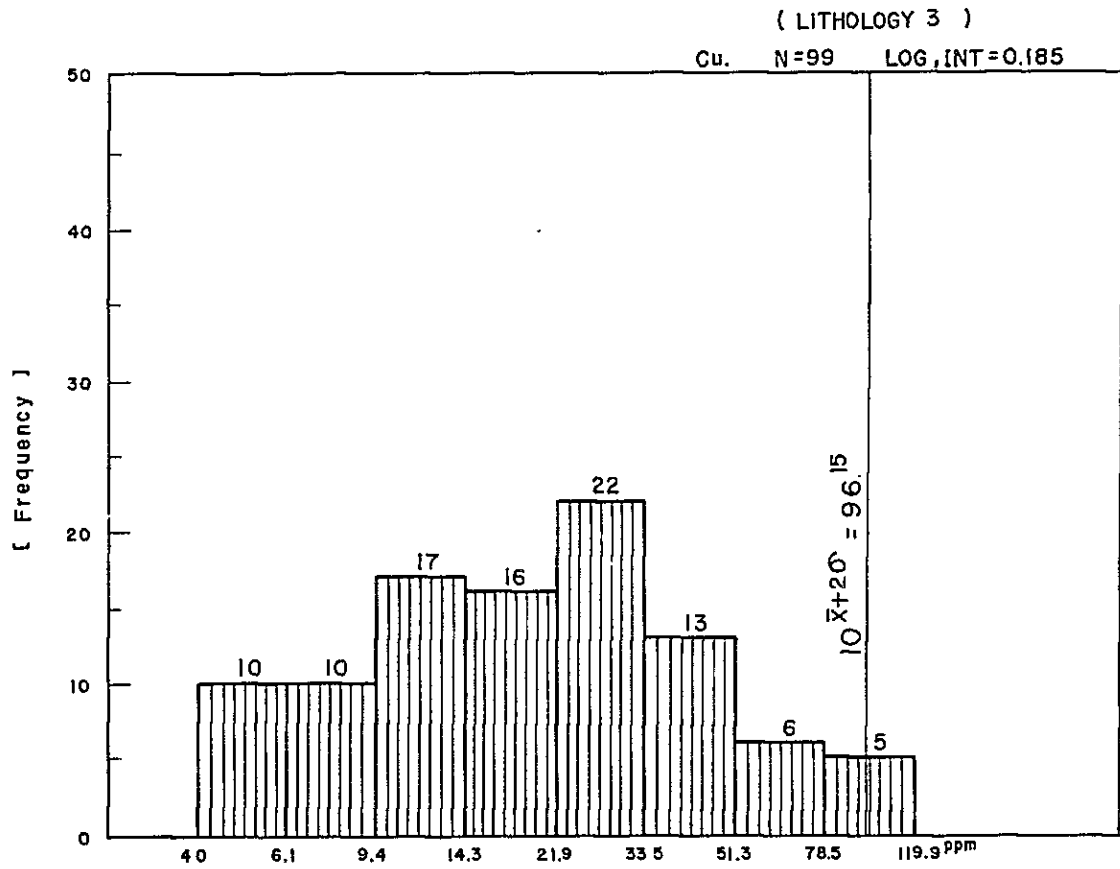
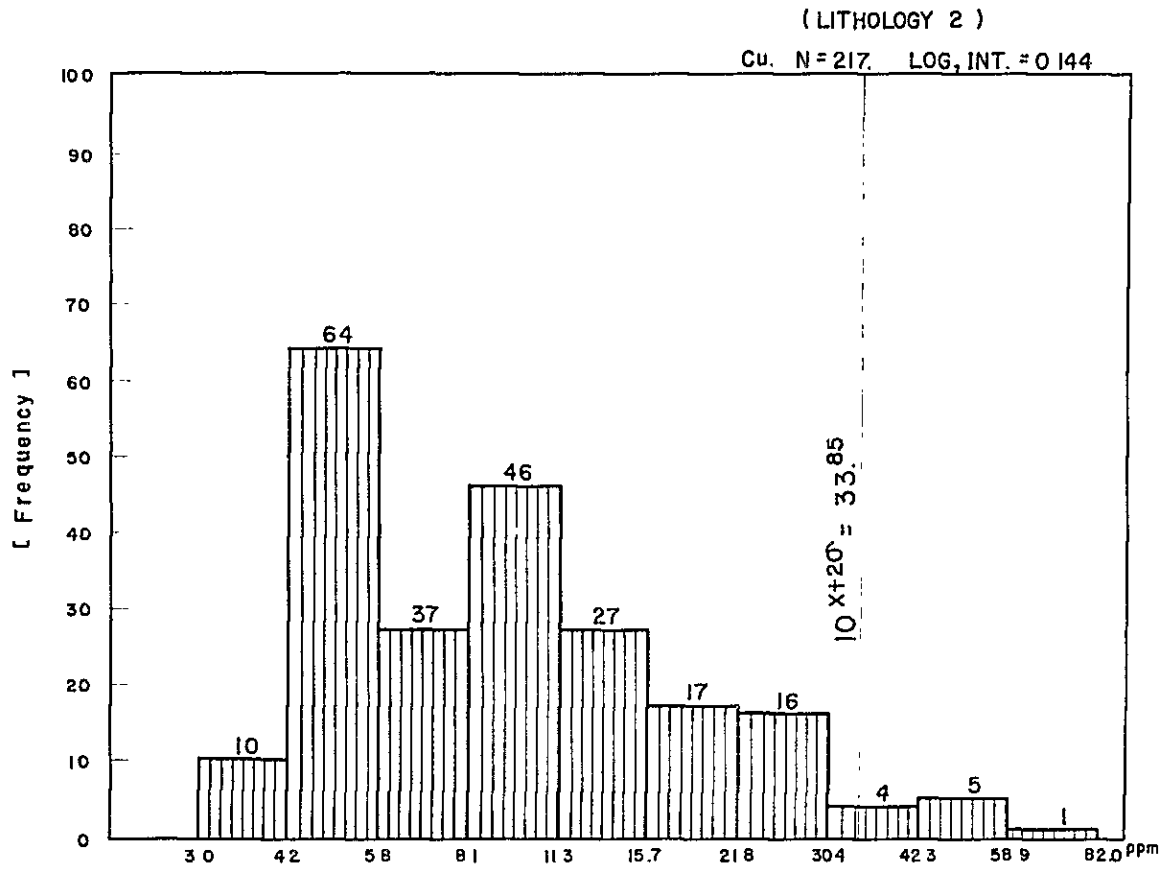


Fig. II-4-1 Histogram for Cu by Lithology

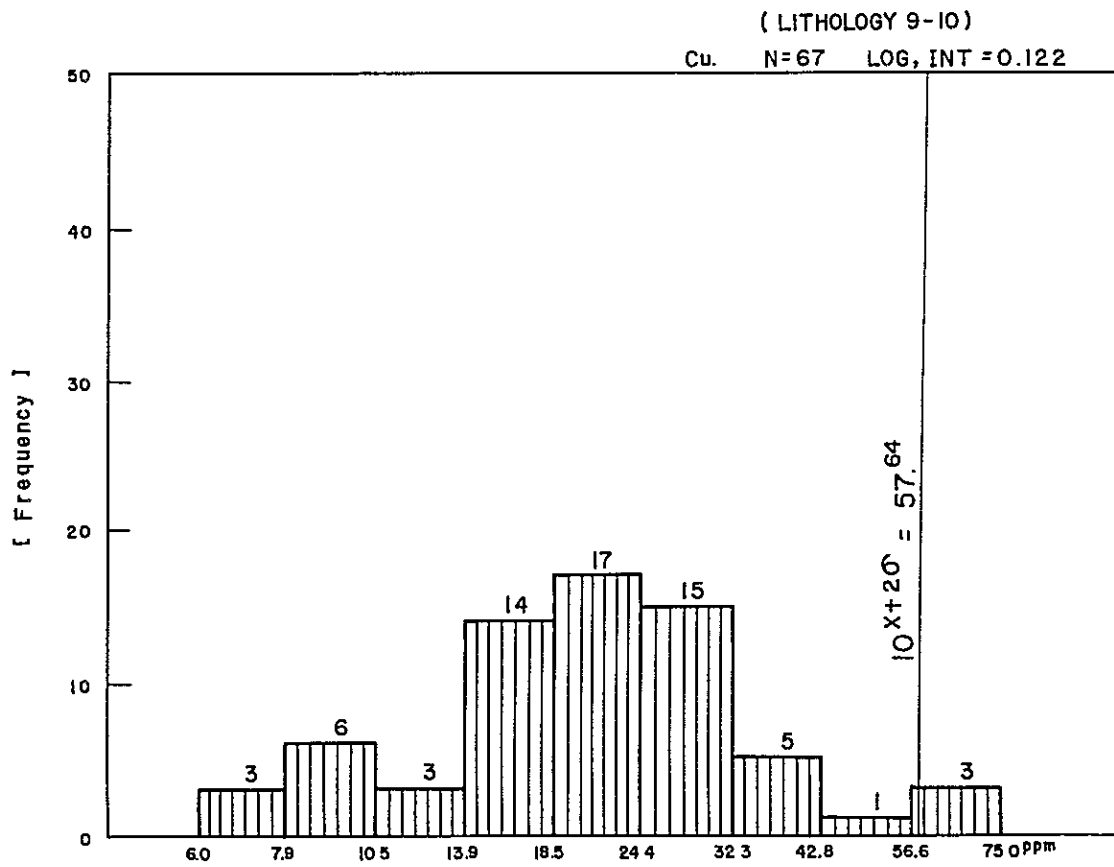
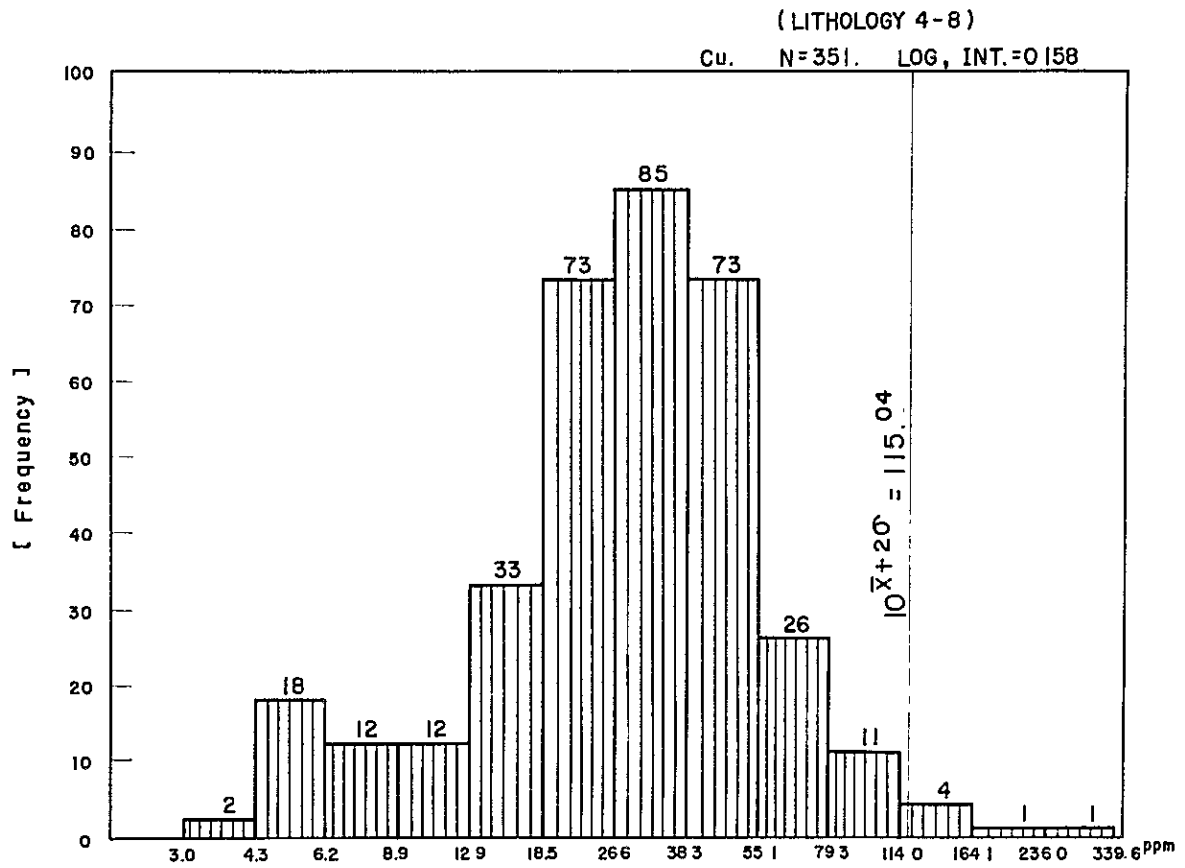


Fig. II-4-2 Histogram for Cu by Lithology

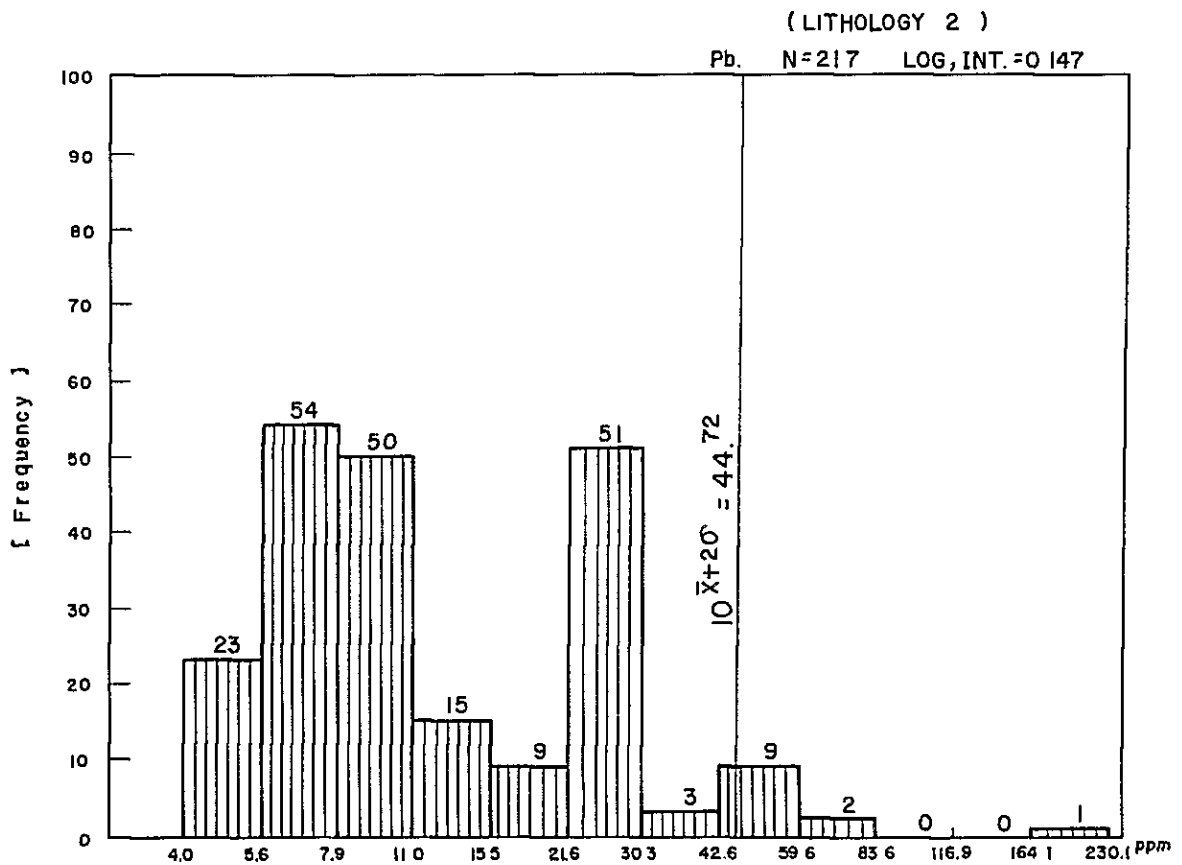
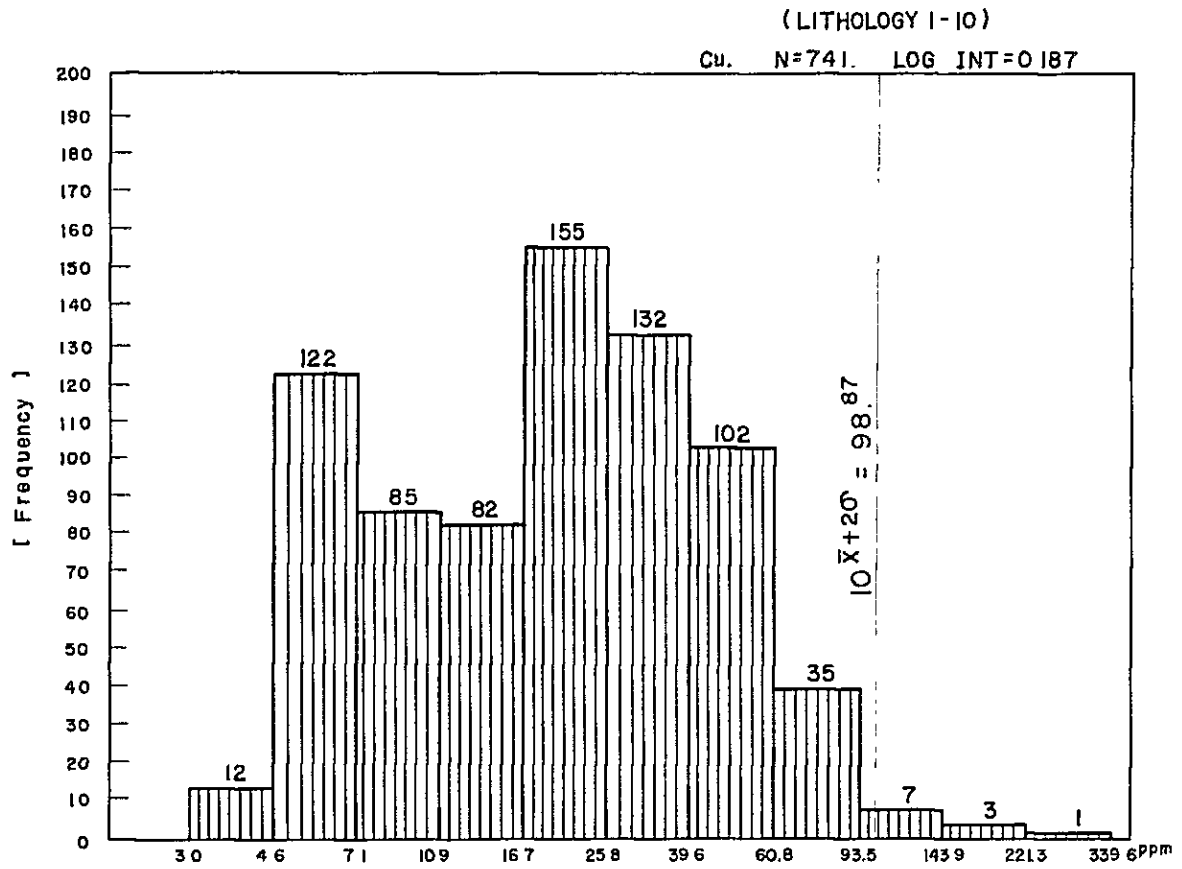


Fig. II-4-3 Histogram for Cu & Pb by Lithology

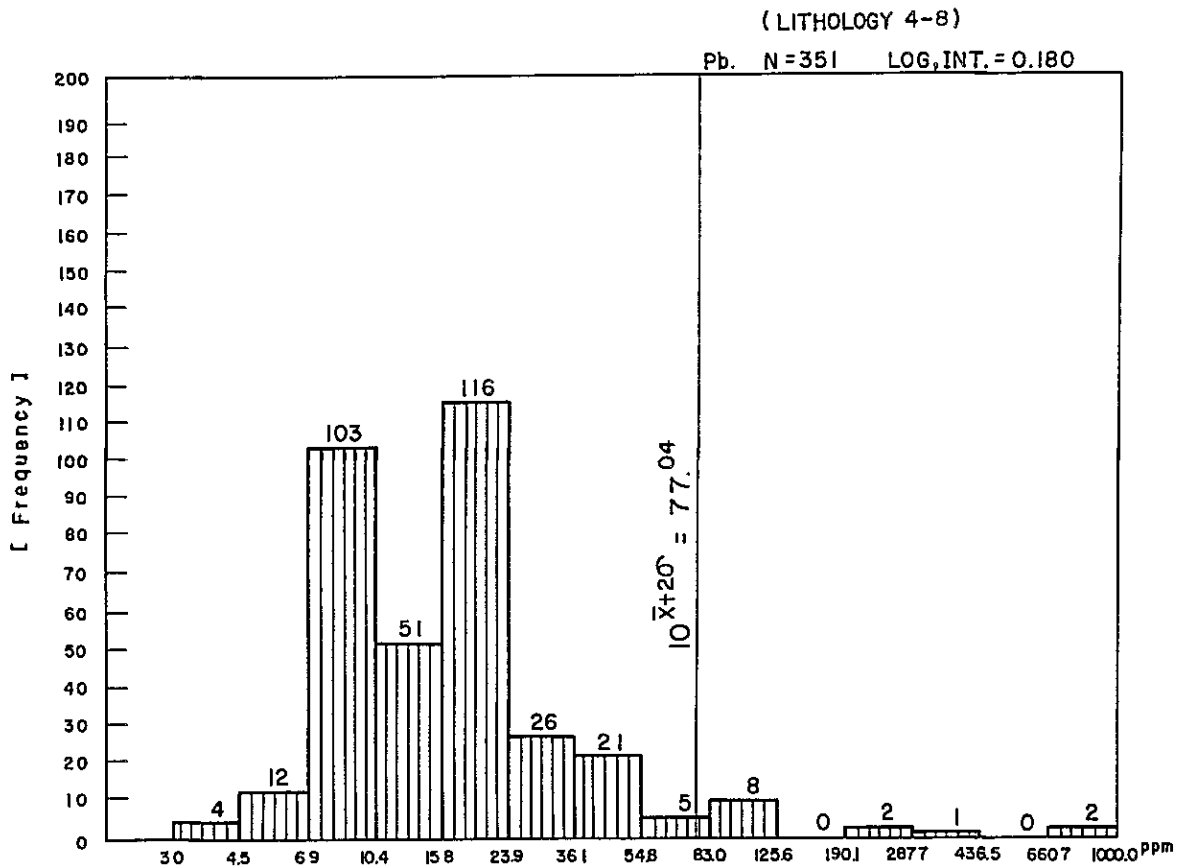
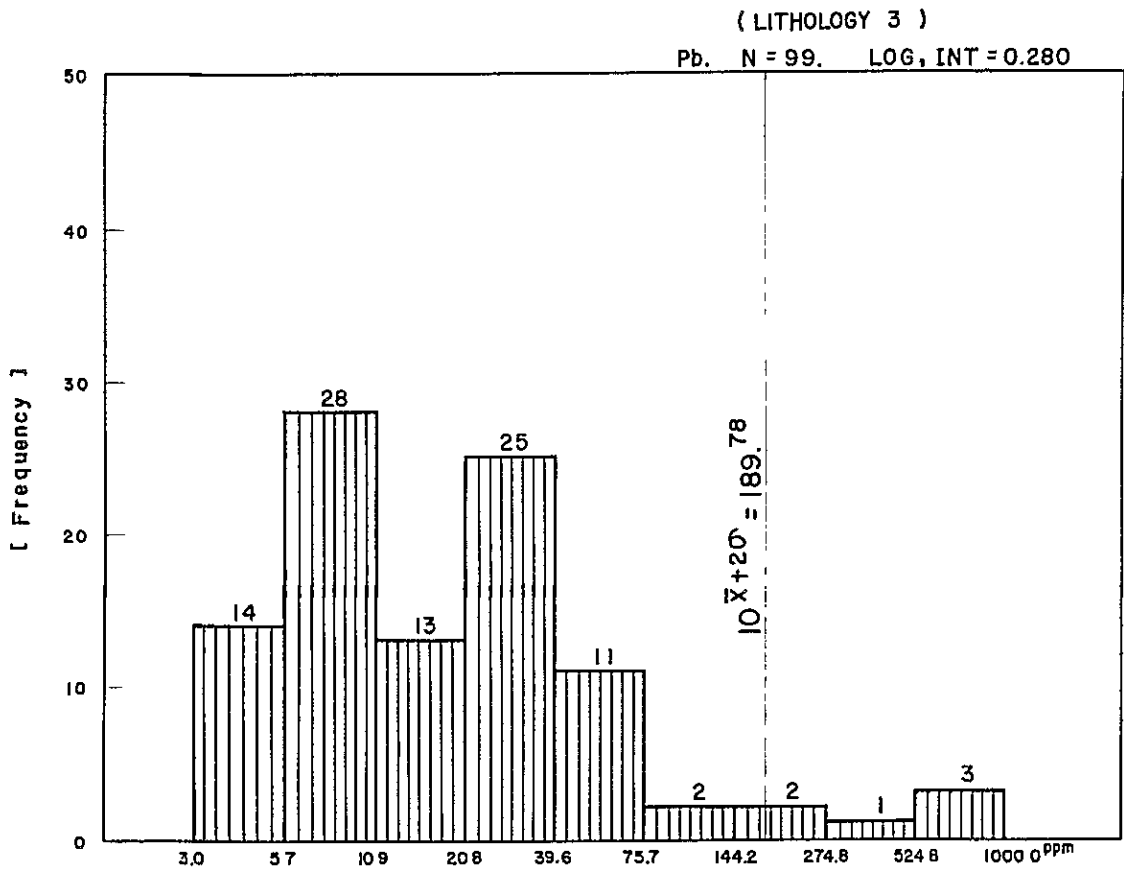


Fig. II-4-4 Histogram for Pb by Lithology

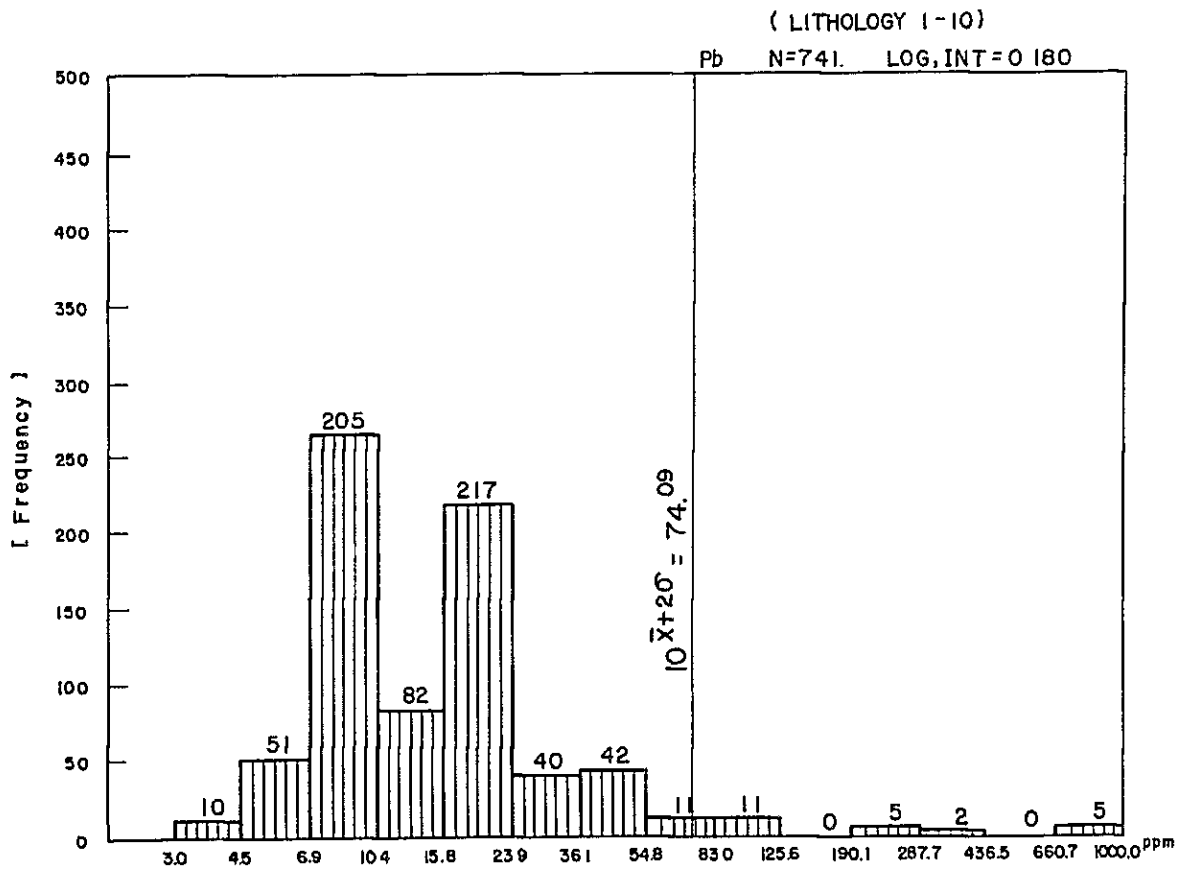
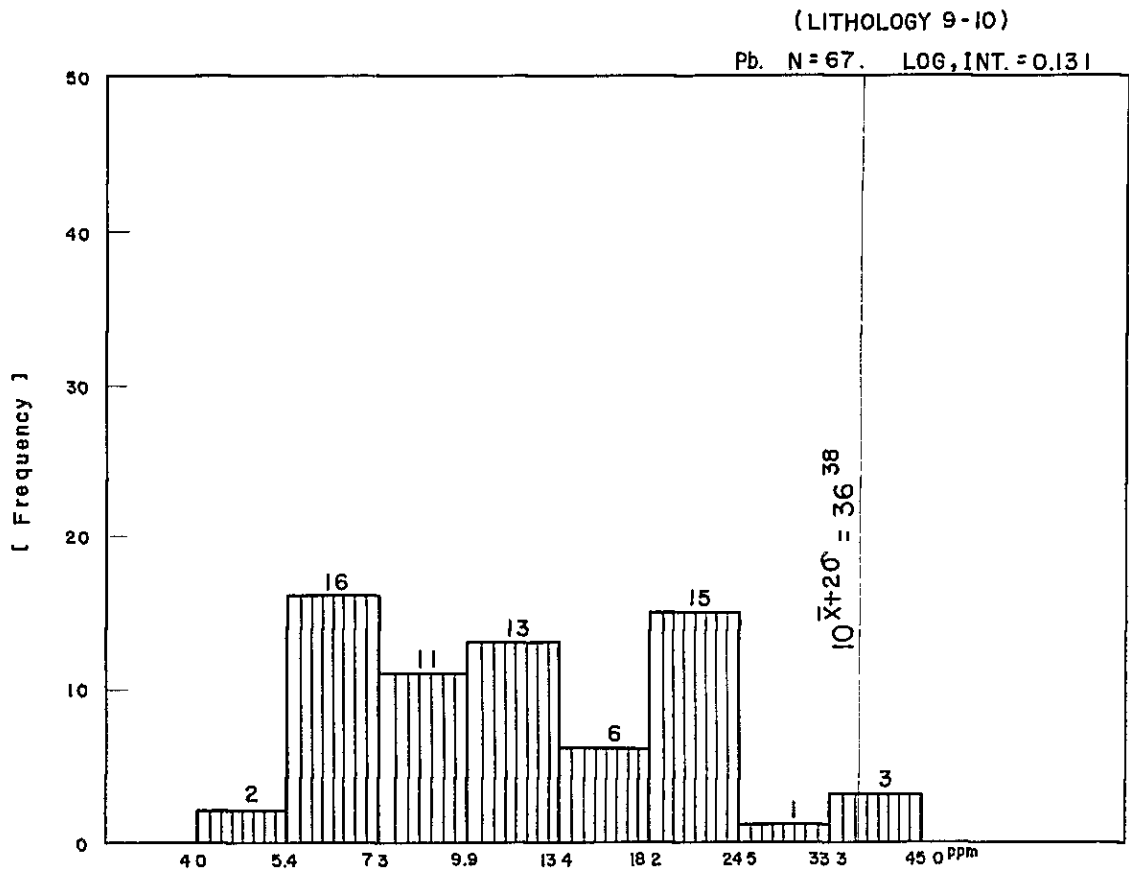


Fig. II-4-5 Histogram for Pb by Lithology

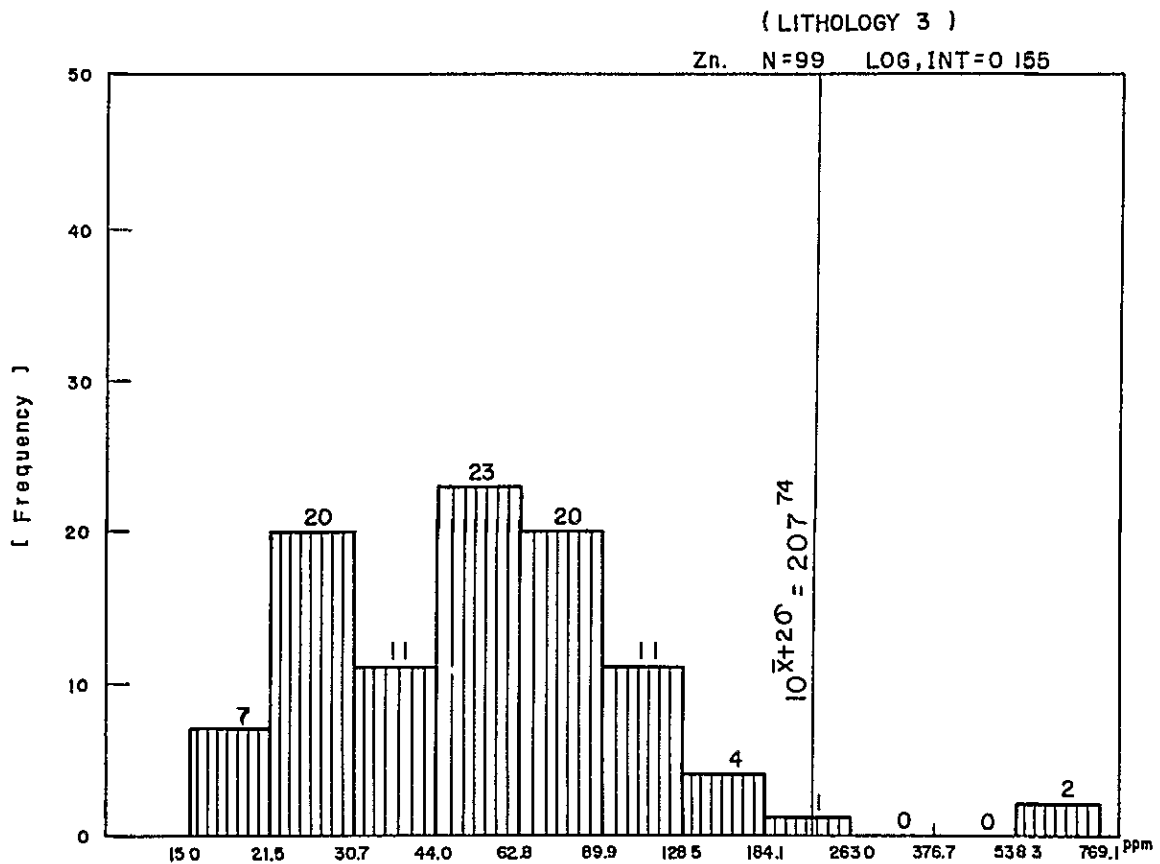
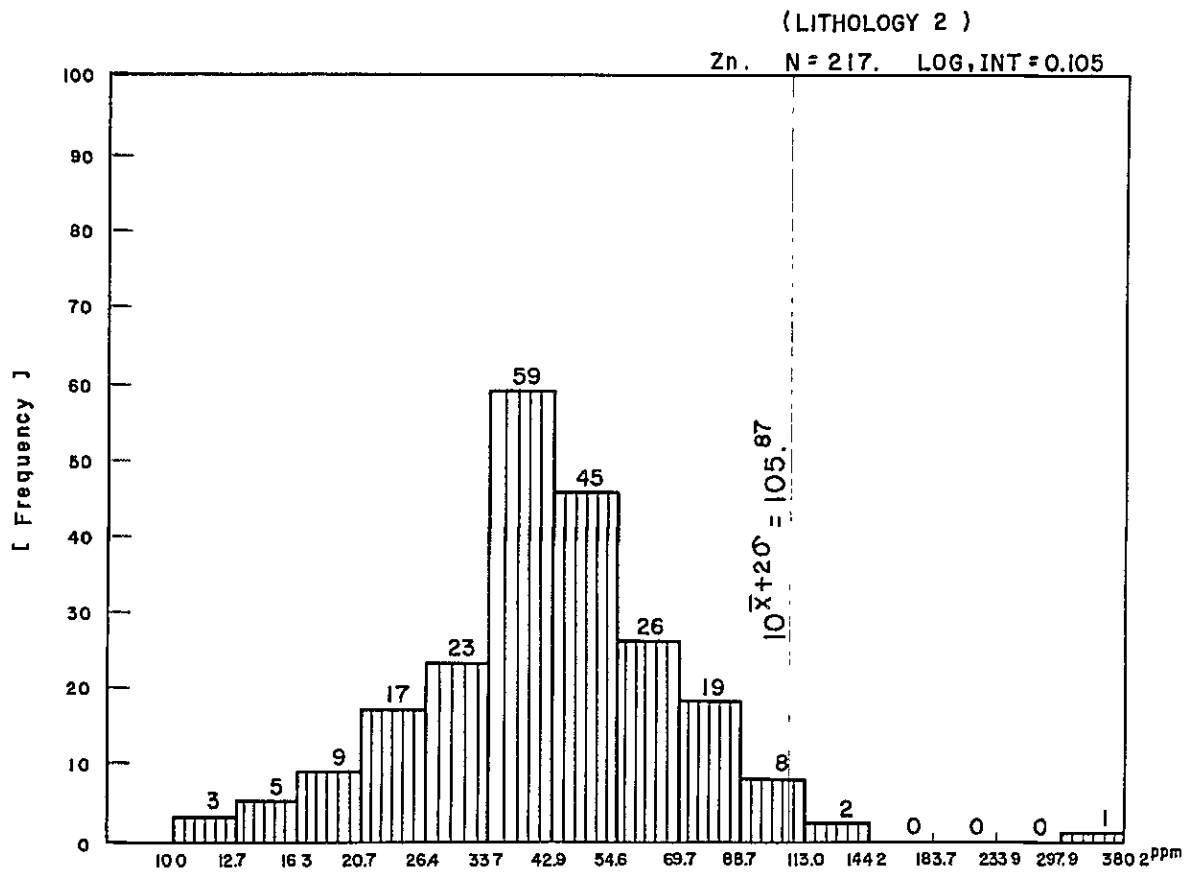


Fig. II-4-6 Histogram for Zn by Lithology

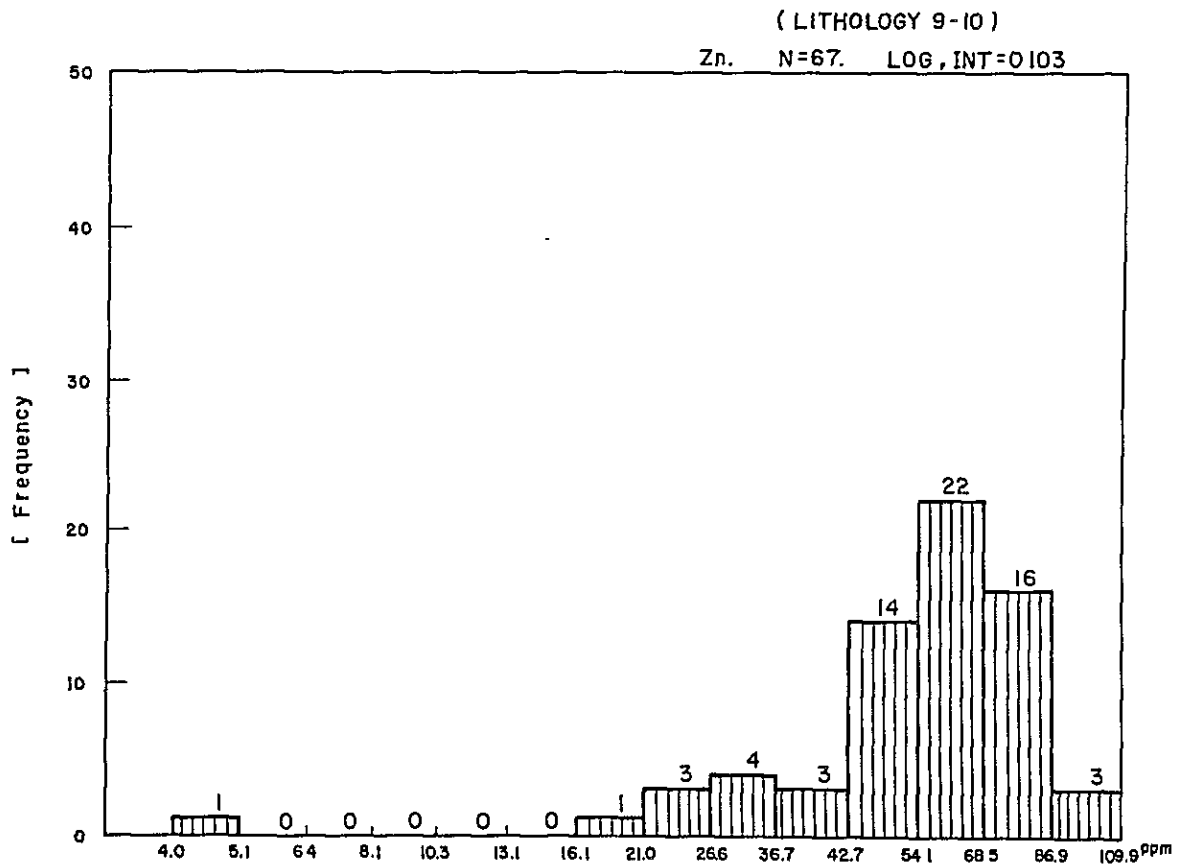
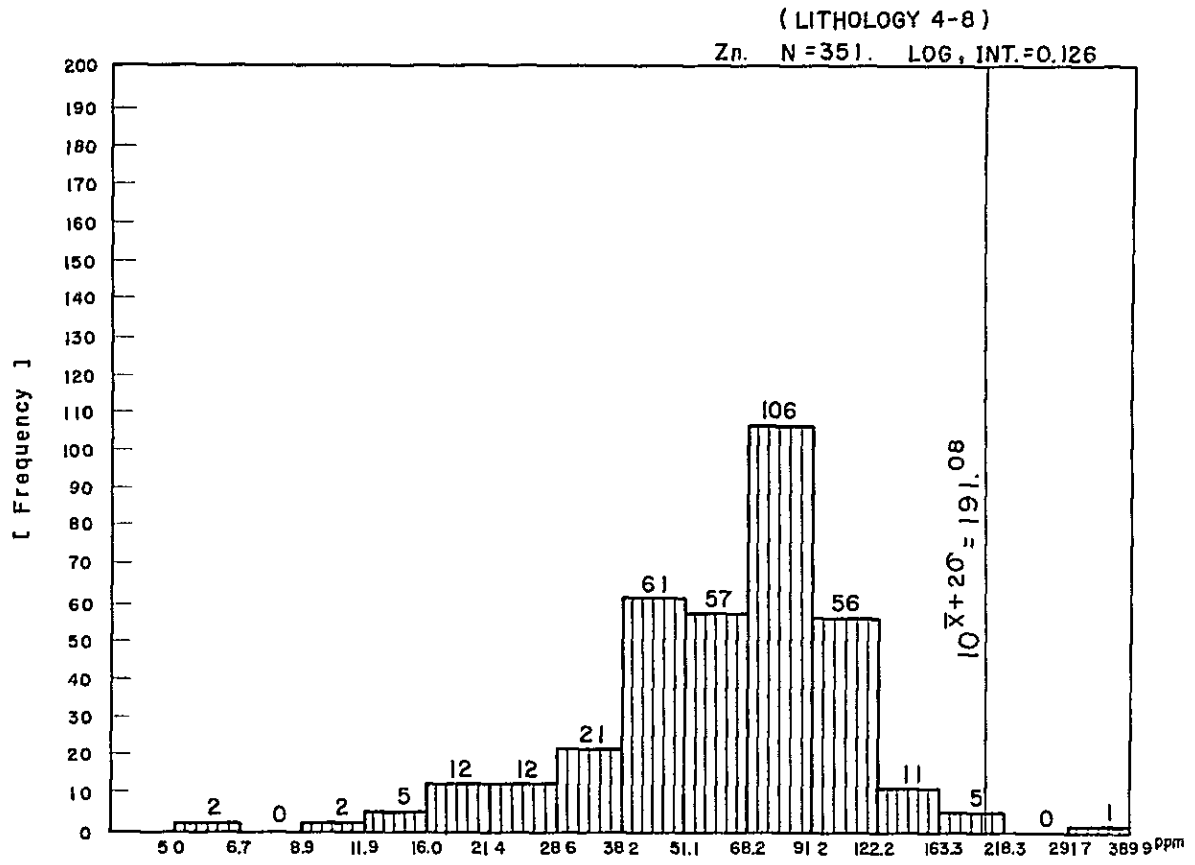


Fig. II-4-7 Histogram for Zn by Lithology

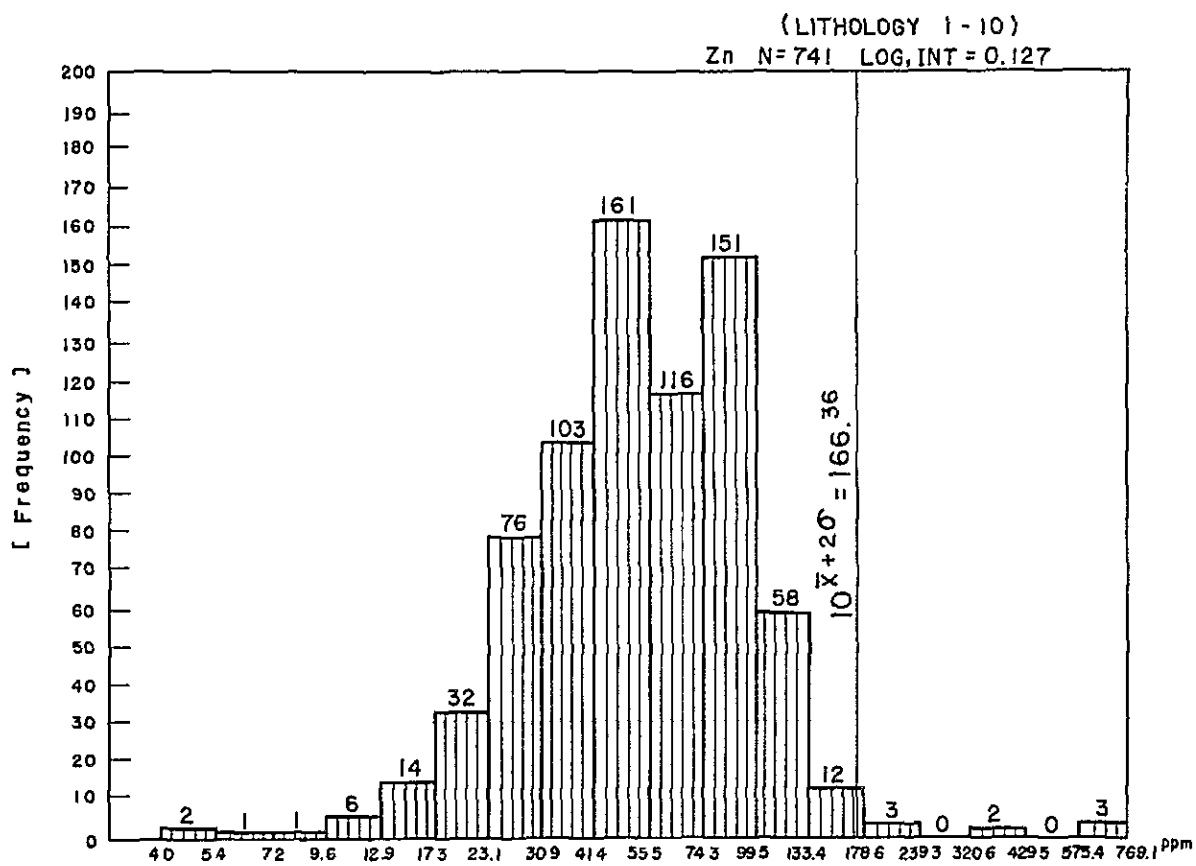


Fig. II-4-8 Histogram for Zn by Lithology

Table II-5 Mean and Standard Deviation of Stream Sediment Samples by Lithology

Element	Lithology	Number	Max (ppm)	Min. (ppm)	Mean $10^{\bar{x}}$	S.D. 10^{σ}	$10^{\bar{x}+\sigma}$	$10^{\bar{x}+2\sigma}$
Cu	2	217	82	3	9.27	1.91	17.71	33.85
	3	99	120	4	19.23	2.23	17.71	33.85
	4-8	351	340	3	27.23	2.06	43.00	96.15
	9-10	67	75	6	20.09	1.69	34.04	57.64
	1-10	741	340	3	18.49	2.31	42.74	98.78
Pb	2	217	230	4	11.97	1.93	23.14	44.72
	3	99	1,000	3	17.46	3.30	57.53	189.78
	4-8	351	1,000	3	16.11	2.19	35.24	77.04
	9-10	67	45	4	11.78	1.76	20.71	36.38
	1-10	741	1,000	3	14.52	2.26	32.80	74.09
Zn	2	217	380	10	41.30	1.60	66.09	105.87
	3	99	770	15	52.48	1.99	104.41	207.74
	4-8	351	390	5	61.38	1.76	108.36	191.08
	9-10	67	110	4	52.36	1.60	83.94	134.43
	1-10	741	770	4	52.84	1.77	93.72	166.36

Table II-6 Correlation Coefficient among Three Elements

Lithology N	2	3	4-8	9-10	1-10
	217	99	351	67	741
Cu - Pb	0.35	0.61	0.28	-0.02	0.36
Pb - Zn	0.59	0.71	0.49	0.43	0.59
Zn - Cu	0.58	0.79	0.65	0.22	0.65

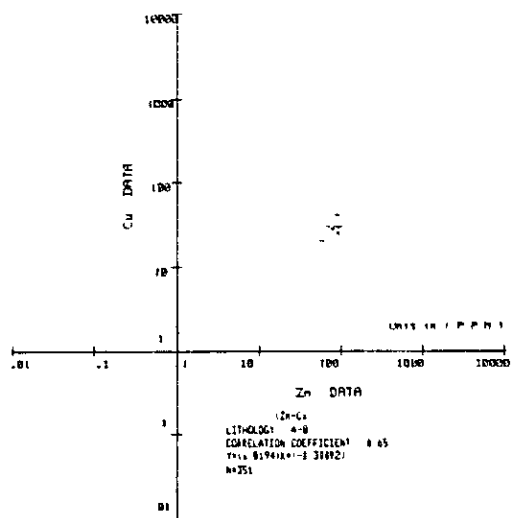
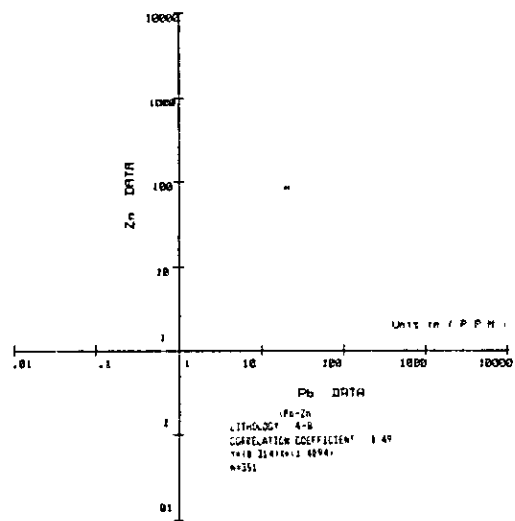
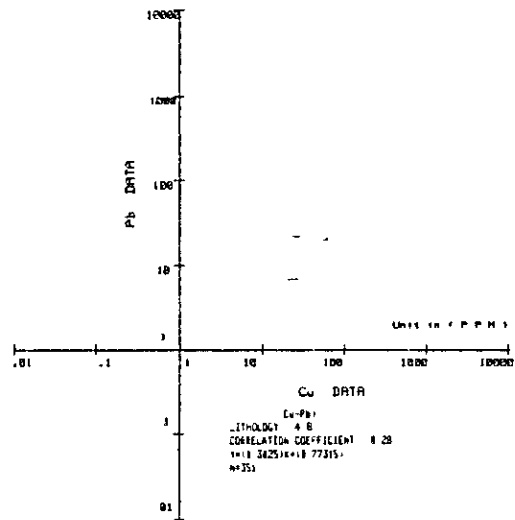


Fig. II-5-1 Correlation Diagrams (Lithology 2)

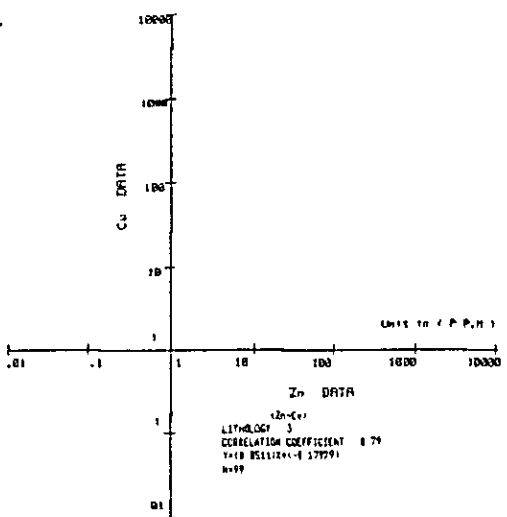
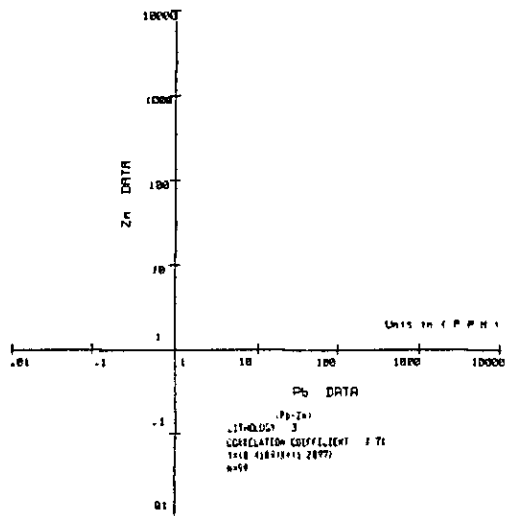
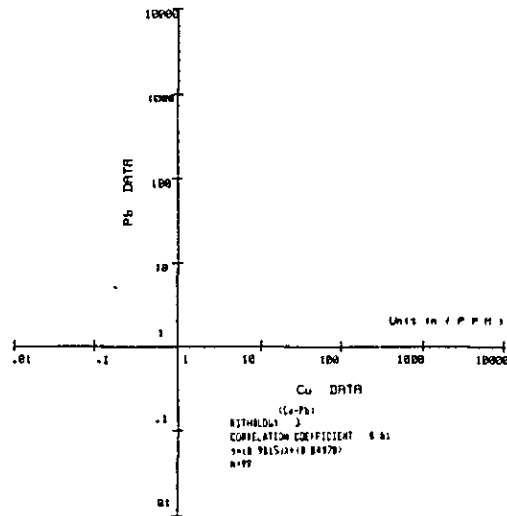


Fig. II-5-2 Correlation Diagrams (Lithology 3)

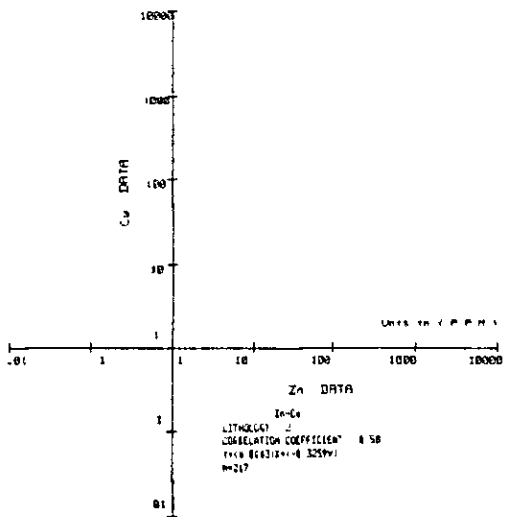
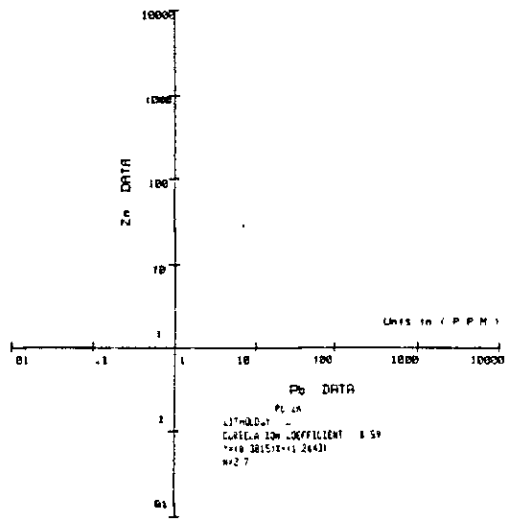
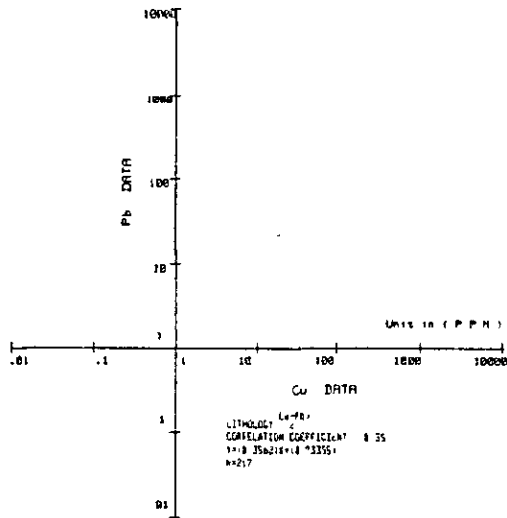


Fig. II-5-3 Correlation Diagrams (Lithology 4-8)

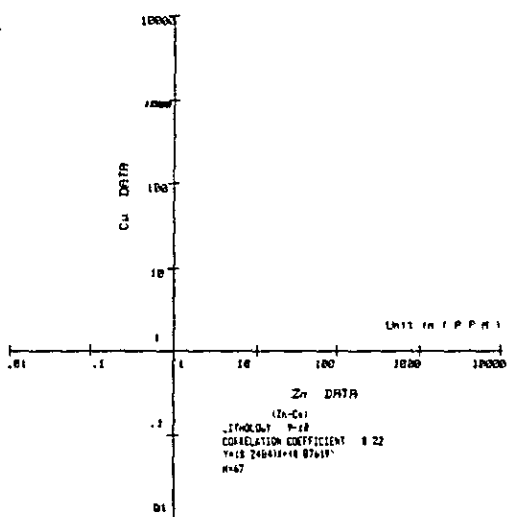
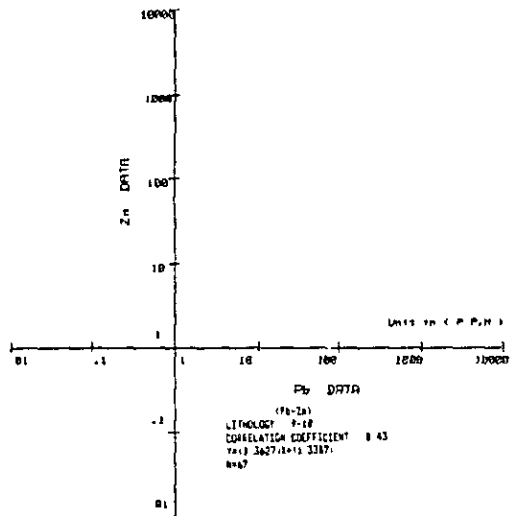
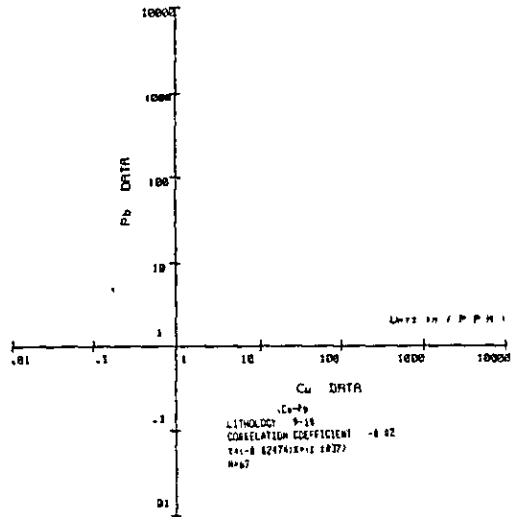


Fig. II-5-4 Correlation Diagrams (Lithology 9-10)

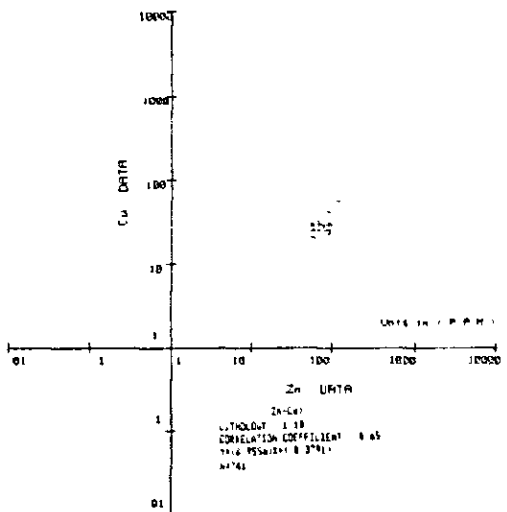
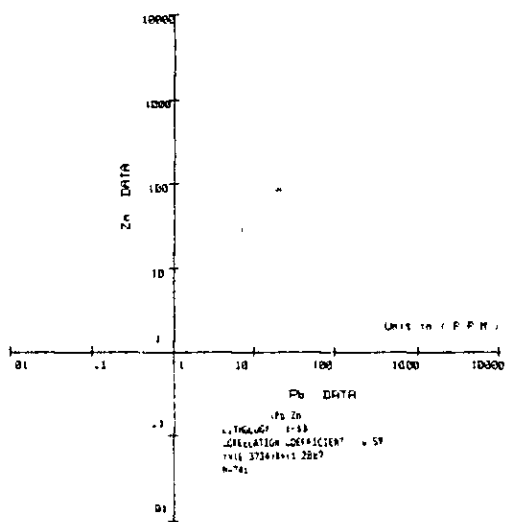
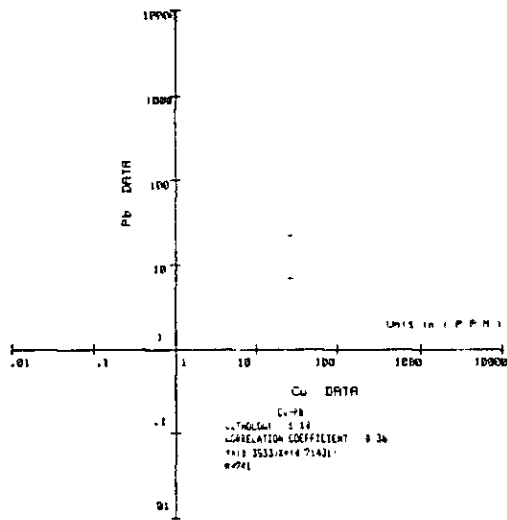


Fig. II-5-5 Correlation Diagrams (Lithology 1-10)

第3章 異常域の解析

3-1 各異常意の検討

各元素毎の異常値として $10^{\bar{X}+2\sigma}$ を採用したが、全体的な傾向をみるため、元素別異常域を示す図面 (PL II-2-1, 2, 3) には、 $10^{\bar{X}+\sigma}$ と $10^{\bar{X}+2\sigma}$ を表示、総合図 (PL II-3) には重複を避けるため、 $10^{\bar{X}+2\sigma}$ だけを示した。

銅：

銅の $10^{\bar{X}+2\sigma}$ を越える異常域は、花崗岩類中に5ヶ所あり、東側から Agudos Grande 1箇所、Espírito Santo 1箇所、Morro Agudo 1箇所、Três Coórregos 2箇所である。含有量は35～82 ppmであって、特に高い値はない。石灰岩が発達する(3)帯では、フルナス鉱山を含む南西流域 (IP-473) とその北部 (VA-171, 172) に異常域があり、前者が120 ppm、後者が190, 340 ppmの含有を示している。フルナス鉱床が微量の銅 (鉱石分析の例では0.07%) を伴っているため、この影響によると思われる。

アスンギ層群の(4)～(8)帯では、異常域が、3箇所あり、Tunasの東北東30 km地点の140～150 ppmを示す銅異常域 (AG-126, 129) は、石灰岩中の銅鉱化帯の存在が予想される。ベラウ鉱山の西側で62～90 ppmと弱い異常が表われているが、これは角閃岩に関係すると考えられる。

Setuva層(9)内では、gneissの分布する周辺に60～75 ppmの含有を示す異常が得られているが、AG-156がPretinhoe (Ba) 鉱山の重晶石に伴う黄銅鉱の影響と考えられるので、この層準が連続している可能性がある。

鉛：

鉛は全域内で1,000 ppmを越える測定値が5箇所存在する。これらはすべて鉛鉱床又は鉛微地として知られている所である。

花崗岩帯中の鉛異常は2 σ を越える箇所が12も得られたが、含有量は45～230 ppmに過ぎず、地域的まとまりを欠いている。230 ppmの最高値を示す流域は、Cerro Azulの北方15 kmにあり、すぐ近くに閃長岩の小岩体が知られている。

次に石灰岩帯は、鉛鉱床が密集したゾーンであるため、 $10^{\bar{X}+2\sigma}$ 値は190 ppmと高く花崗岩又は他のアスンギ層のそれの2～3倍に当たっている。2 σ を越えるものを抽出してみると、既知の代表的鉛床とよく一致している。

- 1 VA-167 (420 ppm) …… Espírito Santo.
- 2 IP-473 (1,000 ppm) …… フルナス鉱山
- 3 VA-130 (1,000 ppm) と IP-508 (235 ppm) …… Lageado 鉱山
- 4 AM-30 (1,000 ppm) …… Barrinha 鉱山

- 5 TB- 59 (1,000 ppm) ……ホーシヤ鉱山
6 TB-126M(1,000 ppm) ……Quarenta Oitavos

しかしながら、調査地内の最大の鉛鉱山であるパネラス鉱山付近に40～60 ppm 程度の異常しか得られていないのは、採試等に問題があったためと考えられる。

アスンギ層群(4-8)内では、Agudos Grande花崗岩帯の西縁部に100,210 ppmの鉛異常が得られた外、Iporanga南方3 kmの地点で、4 km²の流域で1000 ppmの異常があり、銅の異常とも重複している。Projeto Leste do Parana(1977)の縮尺1:100,000の地質図によると、この付近には石灰石の薄層と鉄の休山表示があるので、チェノクを要する箇所であろう。又同じくIporangaの南西15 kmのVA-150Mは380 ppmの含有を示しているが、これは分水嶺付近の石灰岩(中の鉛)に起因するものであろう。

前述のようにパネラス鉱床付近で鉛異常が出なかったが、この層群に含まれるペラウ鉱床付近でも、上流で採掘と選鉱が行なわれているにも拘らず、異常が表われていない。

Setuva層と結晶複合岩類(9-10)中では $10^{\bar{x}+2\sigma}$ が36 ppmと低く、2～3異常が表われているが問題にはならない。

亜鉛:

亜鉛は、銅、鉛に比べるとより正規分布に近い形をとるため、 $10^{\bar{x}+2\sigma}$ の値をとれば、異常域は全体で9箇所だけである。

花崗岩類(2)中では、Cerro Azulの北15 kmに、Pbの異常域と重複して表われていおり、最高値(380 ppm)を示している。

石灰岩層(3)中では、フルナス鉱床付近(IP-473, 770 ppm)及びLageado鉱床付近(VA-130, 710 ppm, IP-508, 230 ppm)でPbの異常域と重複して、亜鉛異常が表われているが、パネラス、ホーシヤ地域では異常が得られていない。これはフルナス、Lageado両鉱床に閃亜鉛鉛が伴われるのに、対し、パネラス、ホーシヤ地域の鉱床では認められなかったこととも一致している。

次にアスンギ層群中で、Iporanga南方3 kmの位置で得られている亜鉛異常は銅、亜鉛の異常とも一致しており、その含有量は390 ppmである。

Setuva層及び結晶複合岩類中には、特に目立った異常は得られていない。

3-2 異常区域の抽出とCPRMデータとの比較

DNPM-CPRMが実施した「Projeto Geoquimica no Vale do Ribeira」の地化学探査データから均一な試料密度を示すような地点を選択し、従来の各岩相別(10区分)を花崗岩、アスンギ石灰岩、(今回区分のアスンギⅢ層に相当)、アスンギ片岩、(アスンギI+II層に相当)、Setuva層の4区分に統合して、コンピューター処理を行なった。

抽出できた試料の代表する面積が、全体の半分程度であり、1試料当たりの流域面積がまちまちで、且つ分析品位も推定値をかなり使用せざるを得なかったため、両者の異常域に余り大きな差は出ない筈である。

すなわち、3成分とも高異常域は従来報告書と一致するが、各区分における平均値、標準偏差値が変わったため、新しく異常域として浮かび上がったものは下記の通りである。

- 1 AG - 44 (銅)
- 2 AG - 156 (銅)
- 3 AG - 37 (銅)
- 4 PP - 08 (鉛)
- 5 VA - 60 (銅)

前章で論じたように、AG-44, AG-157, AG-37はSetuva層の眼球片麻岩をとり囲むように表われており、ペラウ鉱床と同層準であるPretinhoe(重晶石)鉱山の延長線に当たるので、今後チェックすることが望ましい。

次にTunasの西北西15kmのMorro Agudo花崗岩帯中の鉛異常(PP-08:45 ppm)は、CPRMによる解析では亜鉛異常域として示されたものである。この流域の東側には銅の異常域(TB-27:55 ppm)があるので、これらの異常は、花崗岩自体によるものでなく、弱い鉱化作用が及んでいる可能性がある。

同じ花崗岩体中であるが、本調査地域の南西端で銅異常(VA-60:35 ppm)が浮かび上がったが、重要性はないと考えられる。

