

... ..
... ..
... ..

... ..

... ..

... ..
... ..

CR 4

36.1
MPV

ブラジル連邦共和国 クライスノボス地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 2 年 次

JICA LIBRARY



1111047151

25873

平成 3 年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団

25873

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、同国の北東部に位置するクライスノボス地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査及び地化学探査等の鉱床探査に関する緒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。本調査は平成元年度を第1年度とする2年次にあたり、金属鉱業事業団は4名の調査団を編成して平成2年8月3日から平成2年11月7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機関である鉱山動力省鉱産局及び鉱物探鉱公社の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、本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、在ブラジル日本大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成3年2月

国際協力事業団

総 裁 柳 谷 謙 介

金属鉱業事業団

理事長 福 原 元 一

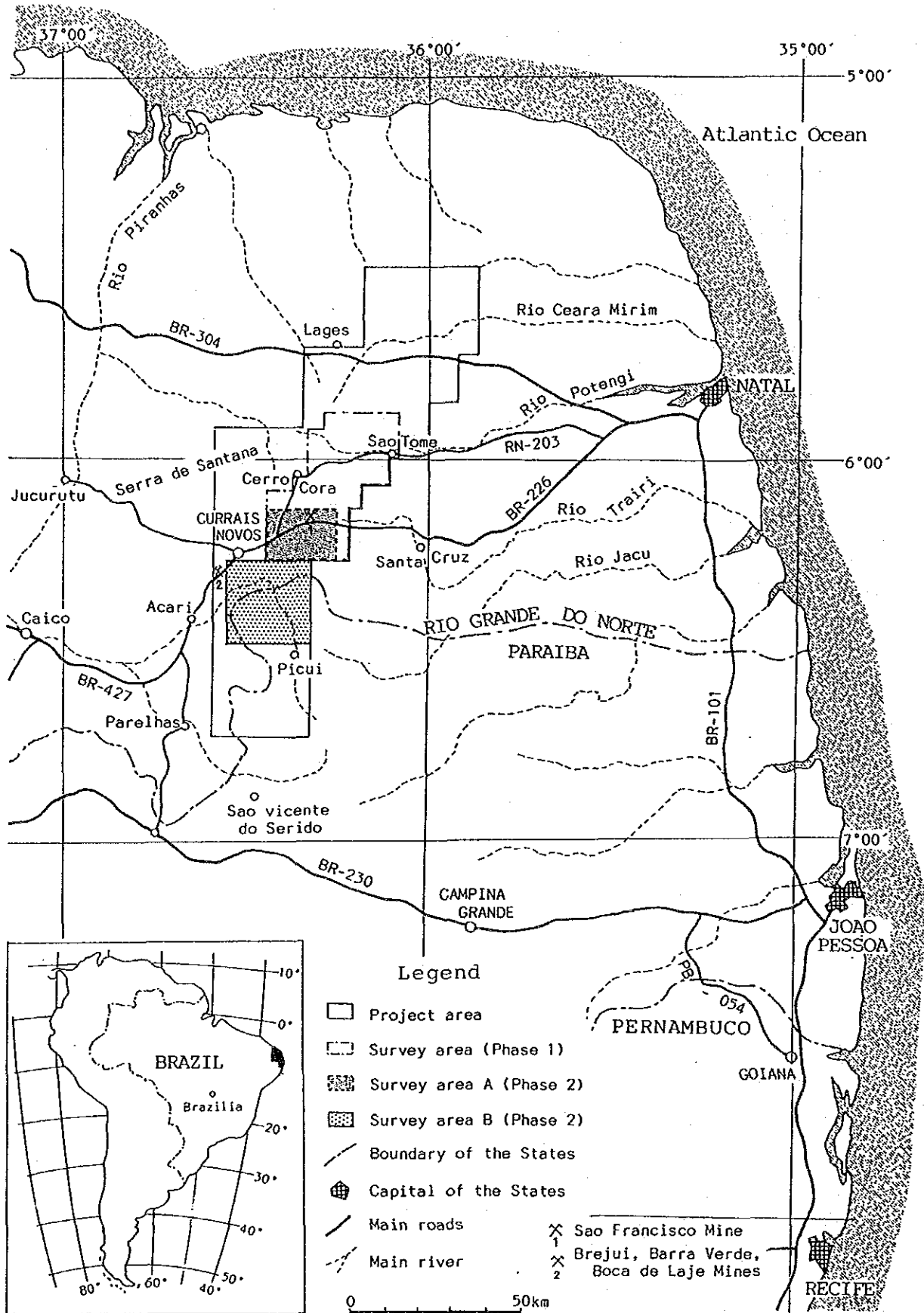


Fig.1 Location of the survey area

要 約

本調査は、ブラジル連邦共和国政府と日本国政府の間で 1989 年 7 月 11 日に取り決められた作業協定 (Scope of Work) に基づき、ブラジル連邦共和国リオグランデドノルテ州クライスノボス地域において実施されているものである。全体の調査面積は 5,910km² (Fig. 1), 調査期間は 3 年である。本年度は第二年次にあたり、調査はブラジル側及び日本側からそれぞれ人員を派遣して実施された。

本年度調査の内容は大きくふたつに分けられる。まず、昨年度調査域内で鉱床賦存有望地として選定された A 地区内での土壌及び植物地化探であり、次に昨年度調査域の南隣の B 地区における地質調査及び沢砂地化探である。面積はそれぞれ 25 km², 500 km² である。

A 地区の地化探に用いた元素は、土壌地化探では Au, As, Sb の 3 元素、植物では Au, As, Sb, Fe, Al の 5 元素である。B 地区の沢砂地化探に用いた元素は Au, Ag, Fe, Mn, Mo, W, Sn, Nb, Ta, Be, Li, As, Sb の 13 元素である。A, B 両地区の一部では沢砂のパンニングにより金粒の有無を調べるとともに Au, Ag, Mo, W, Sn, Ta, Nb の 7 元素の濃度も調査した。

(1) A 地区

A-I, A-II 地区において土壌及び植物地化探を、A-III, A-IV 地区では土壌地化探のみを実施した。Au, As, Sb の 3 元素の濃度は土壌中、植物中のいずれにおいても相関はなく、As, Sb と Au の鉱化作用との明瞭な関連性は指摘できなかった。また、土壌-植物間では As の濃度のみが正の相関を示した。しかしながら、植物中の Au の異常域と土壌中の Au の異常域を位置的、地形的に検討すると、Au の鉱化作用の調査には土壌及び植物中の Au が有効であると判断される。以上の検討から Au 鉱床が胚胎する有望地として A-I 地区の南東端、及び A-II 地区の東部を抽出した (Fig. 2-1 (1), (2))。

(2) B 地区

本地区には、昨年度の調査域と同様、主として先カンブリア紀の地層が分布し、その上に極く小規模に第三紀と第四紀の地層が載る。先カンブリア紀の地層は始生代のカイコ岩体と原生代のセリド層群からなる。セリド層群はさらに下位よりジュクルトゥ層、エクアドル層及びセリド層に細分される。カイコ岩体は花崗岩、ジュクルトゥ層は片麻岩で代表され、エクアドル層は珪岩、そしてセリド層は黒雲母片岩で代表される。カイコ岩体は本地区の南東端に、ジュクルトゥ層は北西端に局部的に分布する。エクアドル層は本地区の西部に小分布し、セリド層は中央部に広く分布する。地層はいずれも NNE-SSW 方向に延長している。セリド層はその岩相から昨年度 3 つに細分したが、本年度はさらに検討を加え、4 つに細分した。

調査域には NNE-SSW 及び WNW-ESE ~ ENE-WSW 方向の断層が多い。NNE-SSW の断層は南部で NS 方向に変化する。この方向の断層はいずれも本地域を含めた広域的な断層の一部であり、調査域全体を貫いている。特に東端の断層はブラジル北東部の広域地質構造区分上重要な断層で、ピックイ断層と称されている。WNW-ESE ~ ENE-WSW 方向の断層も調査地域全体に分布するが、NNE-SSW 方向の断層より小規模であり、新しい時期のものである。調査域の中央部セリド層の中には NNE

-SSW方向の断層と並行する幅約 3kmの褶曲帯がある。この褶曲帯も広域的なもので、調査域全体を貫いている。

B地区の南西端には Au 及び Ag を伴う石英脈がある。この石英脈の幅は 0.3~2.0 m で、走向延長は約 200 m、分析品位は Au: 0.2 g/t, Ag: 103 g/t である。賦存状態及び脈質から裂隙充填型の熱水性石英脈であるといえる。この石英脈の賦存状態を規制している構造は不明であるが、この石英脈が賦存している地域は周囲の地域と明瞭に異なった構造を示している。すなわち、周囲の地域においては片理の傾斜が一般的に 30 度以上の傾斜であるのに対し、ここでは 10 度以下の緩傾斜であり、ペグマタイトの延長方向が周囲の地域においては NNE-SSW方向であるのに対し、ここでは WNW-ESEあるいは ENE-WSW方向などと明らかに異なっている。

沢砂地化探によれば、Au, As, Fe, Mo, Nb等がまとまった異常域を形成する。Fe-Mn, Fe-Mo, Mo-Nb の元素間に正の相関が示され、いずれも岩石の成分に関連すると考えられる。また、Sn-Be, Fe-Mn-Mo, Li, Ta-Nb が因子分析により関連する元素として抽出された。Sn-Be 及び Ta-Nb は鉍化作用に関連し、他は岩石の成分に関連すると考えられる。昨年度は Au と As が関連する元素として抽出されたが、本年度は Au に関連する元素は何も抽出されなかった。

Au は異常域が散在し、しかもその異常域内では高異常点は数少なく、集中していない。比較的高異常点がまとまる場所は調査域東部のピメント川沿である (Fig. 2-2)。

以上の結果から次年度の調査として次のことを提言した。

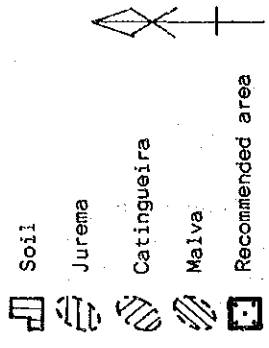
(1) A地区

A-I地区内、南東部の Au の異常域においてさらに詳細な調査を実施することにより、Au 鉍化作用の状況を把握すること。A-II地区の更に南方、及びサンフランシスコ鉍床の北方で、更に詳細な調査を実施し、Au の鉍化作用の状況を把握すること。調査の手法はいずれの地域に対しても植物及び土壌地化学探査、物理探査等を提言した。

(2) B地区

南東端のウンブラナ山中、石英脈胚胎位置の周囲で詳細な地質調査及び物理探査を実施して、Au 鉍化作用の状況を把握すること。

Gold anomalous area



Area A - I

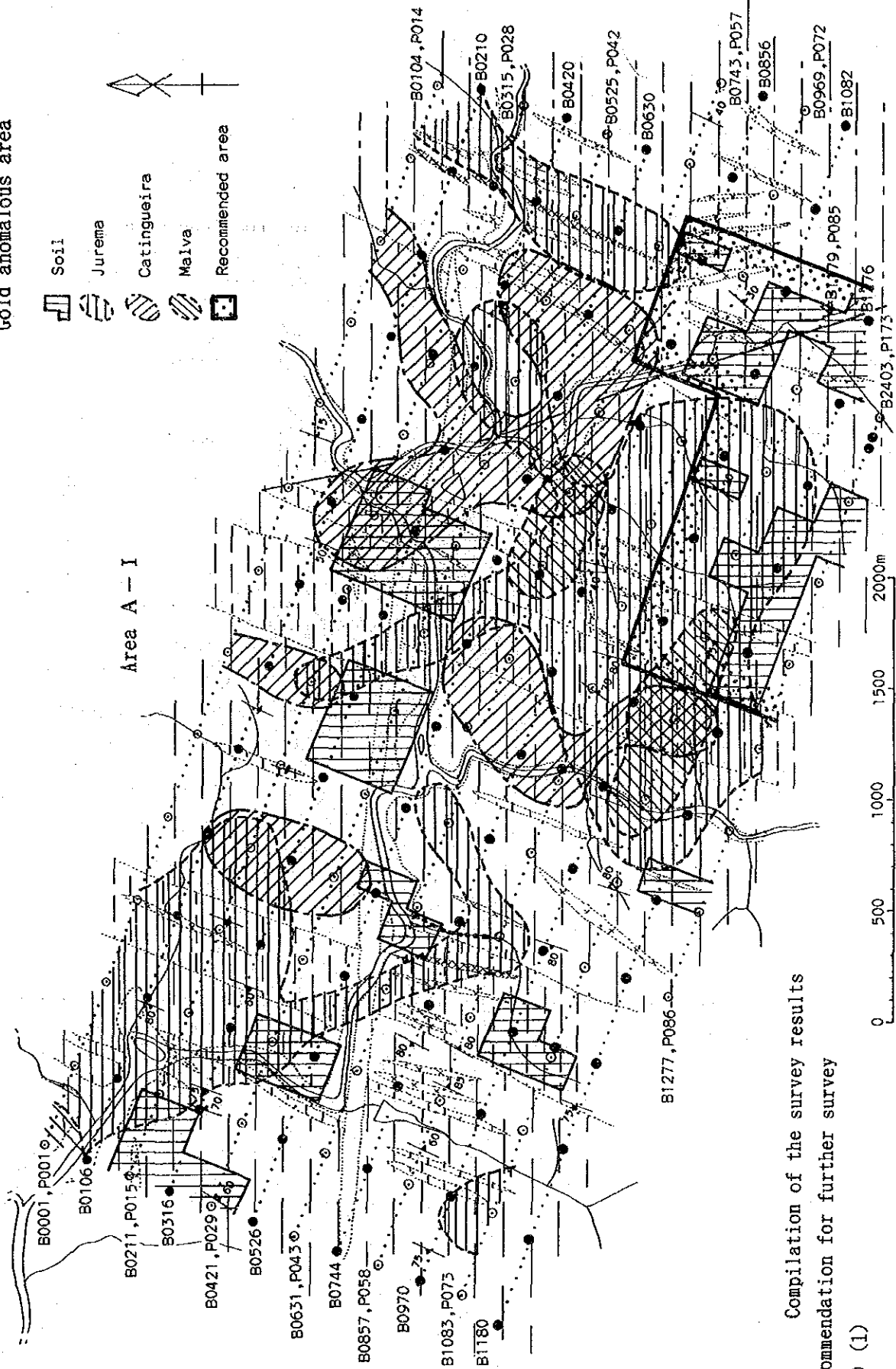


Fig. 2-1 Compilation of the survey results and recommendation for further survey (area A) (1)

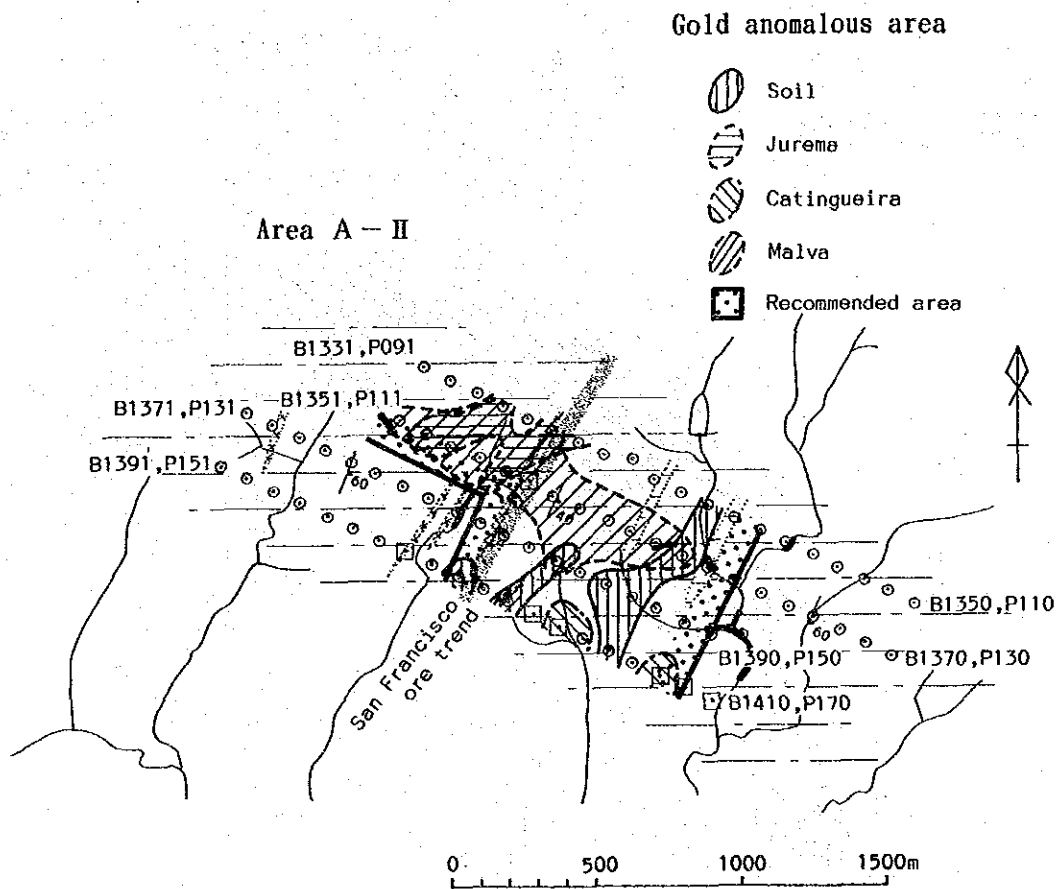


Fig. 2-1 Compilation of the survey results and recommendation for further survey
 (area A) (2)



0 1 2 3 4 5 10km

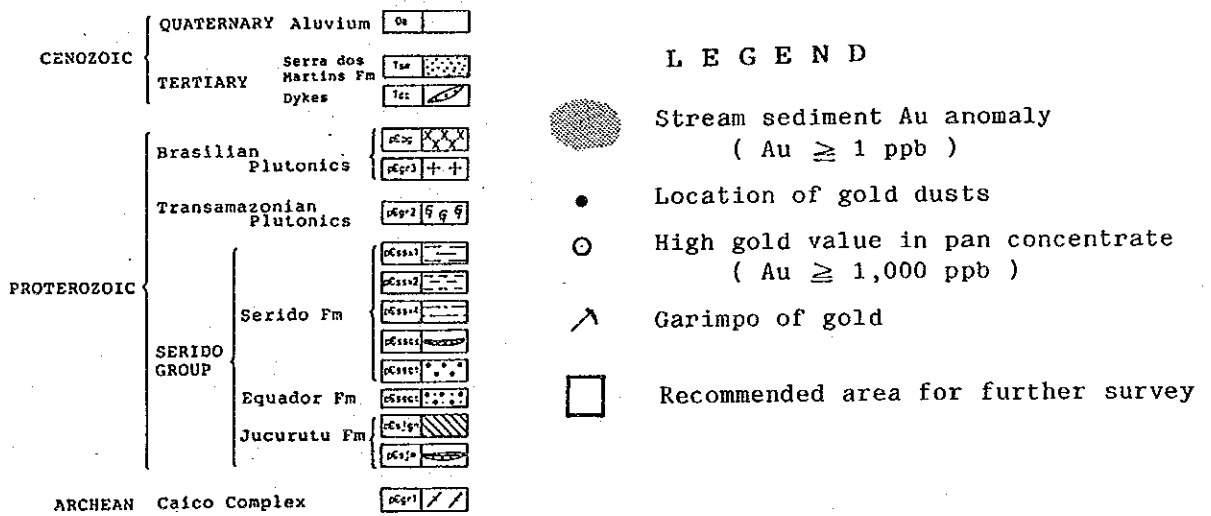


Fig. 2-2 Compilation of the survey results and recommendation for further survey (area B)

目次

はしがき

調査地域位置図

要約

目次

第I部 総論

第1章 序論	1
1-1 調査の経緯	1
1-1-1 調査の経緯	1
1-1-2 第1年次調査の結論	1
1-1-3 第2年次調査への提言	1
1-2 第2年次調査の概要	2
1-3 調査団の編成	4
1-4 調査期間	4
第2章 調査地域の地理	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	7
第3章 調査地域の地質的位置づけ	8
第4章 調査結果の総合検討	12
4-1 地質及び地質構造の特性	12
4-2 鉱化作用の特性と鉱化規制について	12
4-3 地化学異常と鉱化作用との関係について	13
4-4 期待鉱床賦存のポテンシャルについて	14
第5章 結論及び提言	15
5-1 結論	15
5-2 第3年次への提言	16

第II部 各論

第1章 A地区の地化学探査	17
1-1 地質鉱床概要	17

1-2	土壤地化学探査	17
1-2-1	探査目的	17
1-2-2	探査方法	20
	(1) 試料採取及び試料調整	20
	(2) 化学分析	20
	(3) データ処理	20
1-2-3	探査結果	20
	(1) 元素別地化学異常	20
1-3	植物地化学探査	32
1-3-1	探査目的	32
1-3-2	探査方法	32
	(1) 試料採取及び試料調整	32
	(2) 化学分析	33
	(3) データ処理	33
1-3-3	探査結果	33
	(1) 元素別地化学異常	33
	(2) 植物-土壌間の元素の相関関係	51
1-4	考 察	53
	(1) 土壤地化学探査と植物地化学探査の比較	53
	(2) 総合地化学探査異常帯の分布と地質・鉱化作用との関係	53
第2章	B地区の地質調査	59
2-1	調査目的及び方法	59
2-1-1	調査目的	59
2-1-2	調査方法	59
2-2	調査結果	59
2-2-1	地質層序	59
	(1) カイコ岩体	59
	(2) ジュクルトゥ層	62
	(3) エクアドル層	68
	(4) セリド層	69
	(5) 第三紀セハドスマルティンス層	73
	(6) 貫入岩類	74
2-2-2	地質構造	76
	(1) 地質構造の特徴	76
	(2) 地質構造と鉱化作用との関係	80
2-2-3	鉱化作用及び変質作用	80
	(1) B地区の鉱徴について	80

(2)	ランドサット画像の色調異常について	81
(3)	岩石の微量成分について	83
2-3	考 察	84
(1)	地質及び地質構造について	84
(2)	鉱化作用について	85
(3)	地質と鉱化作用について	86
(4)	探査指針	86
第3章	B地区の地化学探査	87
3-1	河川堆積物による地化学探査	87
3-1-1	探査目的	87
3-1-2	探査方法	87
(1)	試料採取及び試料調整	87
(2)	化学分析	87
(3)	データ処理	87
3-1-3	探査結果	96
(1)	元素別地化学異常	96
(2)	因子分析結果	104
3-2	河川堆積物パンニング試料による地化学探査	109
3-2-1	探査目的	109
3-2-2	探査方法	109
(1)	試料採取及び試料調整	109
(2)	化学分析	109
(3)	データ処理	109
3-2-3	探査結果	110
(1)	試料の肉眼鑑定	110
(2)	元素別濃度分布	110
3-3	考 察	113
第Ⅲ部 結論及び提言		
第1章	結 論	119
第2章	第3年次調査への提言	121
参考文献		123
図表一覧		131
付 録		

第 I 部 総論

第1章 序 論

1-1 調査の経緯

1-1-1 調査の経緯

本調査は、ブラジル連邦共和国政府と日本国政府の間で1989年7月11日に取り決められた作業協定 (Scope of Work) に基づき、ブラジル連邦共和国リオグランデドノルテ (Rio Grande do Norte) 州クライスノボス (Currais Novos) 地域において実施されているものである。調査の目的は、地質状況を解明することにより、金の賦存状況を把握することである。全体の調査範囲は5910 km² であり、予定の調査期間は3年である。

本年度は第2年次にあたり、調査は、日本側及びブラジル側からそれぞれ人員を派遣して実施された。

第1年次には、調査範囲全体の地質構造の外観を得るため、ランドサット画像 (TM画像) の解析を実施するとともに、調査範囲全体から鉱床、特に金鉱床賦存の有望地域を抽出するために、既存資料の解析によって現地調査範囲を1,000km² に絞り、地質調査、河川堆積物地化学探査 (以後、沢砂地化探と略する) を実施した。その結果、調査地域南部のサンフランシスコ鉱床から南方に異常が集中したため第2年次以降さらに詳細な調査を実施することを提言した。

第2年次には第1年次調査の結果をうけ、第1年次調査地域南部の異常域 (25km²) において有望地域をさらに絞るために、植物及び土壌地化探を実施するとともに、新たな鉱徴の発見を目的として南方の新地域 (500km²) において地質調査及び沢砂地化探を実施した。

1-1-2 第1年次調査の結論

第1年次調査地域には金の鉱床として稼行中のサンフランシスコ鉱床及びサントメ西方の小規模の石英脈鉱床がある。いずれも石英脈中で、黄鉄鉱、黄銅鉱などの硫化鉱物をとめない、熱水鉱脈鉱床の可能性もある。両鉱床ともその成因は地質構造に関連していると推定される。また沢砂地化探の結果、サンフランシスコ鉱床周辺、そして同鉱床の西～南西方及び南東方に金の異常が抽出された。サンフランシスコ鉱床の西～南西方の異常は地質構造に関連があると推定した。しかし、同鉱床南東方の異常は地質及び構造との関連が明確ではない。

既知鉱床と同タイプの新鉱床が存在すると仮定すると、上記の鉱床の特性及び地化探異常域の地質及び構造との関連から、サンフランシスコ鉱床の西～南西方の地化探異常域が同鉱床の南東～南方の異常域よりポテンシャルは高いと考えられる。また地質構造の連続性から、金鉱床賦存のポテンシャルの高い地域はさらに南方に延長する可能性がある。

河川堆積物中のパンニング試料 (以後パンニング試料と略する) の解析によれば、サンフランシスコ鉱床の周辺及び西北西方7～10 km に金の濃集が認められた。サンフランシスコ鉱床の西北西の金濃集はその源が不明であり、検討を要する。

1-1-3 第2年次調査への提言

第1年次調査の結果、下記事項が第2年次調査のために提言された。

- ①サンフランシスコ鉱床の西～南西方に検出された地化学異常域において、詳細な調査を実施することにより地質構造及び金鉱化作用の状況の解明をすること。
- ②第1年次調査域のさらに南方において地質調査及び地化学探査を実施することにより地質構造及び金鉱化作用の状況を解明すること。
- ③サンフランシスコ鉱床の西北西方に検出された金の濃集域において、さらに詳細な調査を実施することにより地質構造の解明及び金鉱化作用の状況を解明すること。
- ④サンフランシスコ鉱床の南東～南方で検出された異常域において、①と同様の詳細な調査を実施することにより地質構造及び金鉱化の状況を解明すること。

1-2 第2年次調査の概要

第2年次調査の範囲は大きく2つに分けられる。まず、A地区と称し、第1年次調査の結果により絞られたサンフランシスコ鉱床の西から南方にかけての地域である。A地区は、さらに小さく4つの地区に分けられ(A-I, A-II, A-III, A-IV)、4地区の合計面積は25 km²である(Fig. 1, Fig. II-1-1)。次に、B地区と称し、A地区のさらに南の地域で南緯約6° 17' ~ 6° 29'、及び西経36° 18' ~ 36° 31'の間に位置し、その中で面積は500 km²である(Fig. 1)。

第2年次調査の目的は、A地区とB地区で異なり、それぞれ以下の通りである。

A地区の調査の目的は、沢砂地化探により異常が検出された地区でのさらに詳細な異常部の追跡である。目的を達するため異常を示した河川の流域全体をカバーする地域で土壌地化探を実施した。また、A地区では同時に植物の地化探も実施した。植物の葉に濃集される元素と土壌に濃集される元素との相関、及びそれらと地下の鉱化作用との関連を調査し、将来の探査に役立てることとした。以上の地化探に使用した元素は土壌ではAu, As及びSbの3元素、植物ではAu, As, Sb, Fe及びAlの5元素である。

B地区の調査の目的は地質を解明するとともに、特に金の鉱化作用を把握することである。目的の達成のために昨年と同様の地質調査及び沢砂地化探を実施した。

B地区の地質調査では、踏査密度0.8 km/km²程度の調査をすることにより地層の分布、地質構造及びそれらと鉱床との関連を明らかにすることを目的とした。

地化探では、沢砂を採取密度約1.6個/km²で採取し、金を含む13元素(Au, Ag, Fe, Mn, Mo, W, Sn, Nb, Ta, Be, Li, As, Sb)の地域全体における分布状況、及びそれらの間の関連を解析し、金に関する地化学特性を明らかにすることを目的とした。また、今年度の地表調査の結果、及び過去の資料に金の異常が認められた場所で、沢砂中の重鉱物をパンニングによって採取し、金粒の存否を肉眼で確認するとともに、7成分(Au, Ag, Mo, W, Sn, Ta, Nb)につき化学分析をし、各採取場所の元素の濃集について検討した。

野外調査の調査量、室内作業における化学分析及び各種試験の件数をTab. I-1-1に示す。

Table I-1-1 Summary of field works and laboratory tests

Area A

Field works		Laboratory tests	
		Chemical analyses	
Survey area	25km ²	Plants (Au, As, Sb, Fe, Al)	510
Geochemical sampling		Soils (Au, As, Sb)	2400
Leaves of plants		Rocks (SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , FeO, MnO, MgO, CaO, Na ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅ , LOI, Au, Ag, Fe, Mn, Mo, W, Sn, Nb, Ta, Be, Li, As, Sb)	5
Jurema	173	Pan concentrates (Au, Ag, Mo, W, Sn, Ta, Nb)	19
Catingueira	172	Thin section observation	5
Malva	165	Ore assay (Au, Ag, As, Cu)	6
soils	2400	X-ray diffractometry	2
Pan concentrates	19		

Area B

Field works		Laboratory tests	
		Chemical analyses	
Survey area	500km ²	Stream sediments	811
Geological traversing	438km	Rocks (SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , FeO, MnO, MgO, CaO, Na ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅ , LOI, Au, Ag, Fe, Mn, Mo, W, Sn, Nb, Ta, Be, Li, As, Sb)	25
		Pan concentrates (Au, Ag, Mo, W, Sn, Ta, Nb)	62
Geochemical sampling		Thin section observation	25
Stream sediments	811	Ore assay (Au, Ag, As, Cu)	6
Pan concentrates	62	X-ray diffractometry	8
		Fluid inclusion study	3

1-3 調査団の編成

第2年次の現地調査に参加した調査団員は以下のとおりである。

日本側			ブラジル側	
升田 健蔵	金属鉱業事業団		Alarico Antonio Frota Mont Alverne	DNPM
	海外部 計画課		Jose Robinson Alcoforado Dantas	DNPM
向井 英昭	金属鉱業事業団		Roberto Batista Santos	DNPM
	リオデジャネイロ海外調査員		Mauro Caldas Lins	DNPM
川上 和夫	大手開発(株)		Antonio Honorio de Melo Junior	DNPM
池田 則生	大手開発(株)		Cicero Alves Ferreira	CPRM
小野寺政勝	大手開発(株)		Jorge Luiz da Costa	DNPM
番場 光隆	大手開発(株)			

DNPM: Departamento Nacional da Producao Mineral

CPRM: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

1-4 調査期間

第2年次調査の期間は以下のとおりである。

現地調査 平成2年8月3日 ~ 平成2年11月7日

(日本出発日から帰国日まで)

報告書作成 平成2年11月8日 ~ 平成3年2月20日

第2章 調査地域の地理

2-1 位置及び交通

調査範囲全体はブラジル連邦共和国東部のリオグランデドノルテ州の中央南部にあり、ほぼ北緯 $5^{\circ} 30'$ ~ $6^{\circ} 45'$ 及び西経 $35^{\circ} 50'$ ~ $36^{\circ} 35'$ の中に位置する (Fig.1)。第1年次の調査地域は、その中の南緯 $5^{\circ} 52'$ ~ $6^{\circ} 14'$ 及び西経 $36^{\circ} 4'$ ~ $36^{\circ} 25'$ の間であり、第2年次調査のA地区は第1年次調査地域の南部である。B地区はA地区の南隣部であり、ほぼ南緯 $6^{\circ} 17'$ ~ $6^{\circ} 29'$ 及び $36^{\circ} 18'$ ~ $36^{\circ} 31'$ の中である。

A地区の西方、またB地区の北西方に本地域最大で、人口約2万5千のクライスノボス市がある (Fig.1)。

クライスノボス市に至るには2つの経路がある。ひとつは、ペルナンブコ (Pernambuco) 州の州都レシフェ (Recife) まで空路、そこから自動車を利用する経路であり、もうひとつはリオグランデドノルテ州の州都ナタル (Natal) まで空路、そこから自動車を利用する経路である。レシフェークライスノボス間は、国道 BR-101, 230, 427 を通り、約 420 km、ナタルークライスノボス間は、国道 BR-226 を通り、約 190 km である。

A地区のほぼ中央を BR-226 が東西に横切る。B地区では地区内の西部を南北方向に未舗装道が通っており、それを經由するとクライスノボスから南隣のパライバ (Paraíba) 州のフレイマルティーニョ (Frei Martinho) を通り、ピクイ (Picuí) に至ることができる。

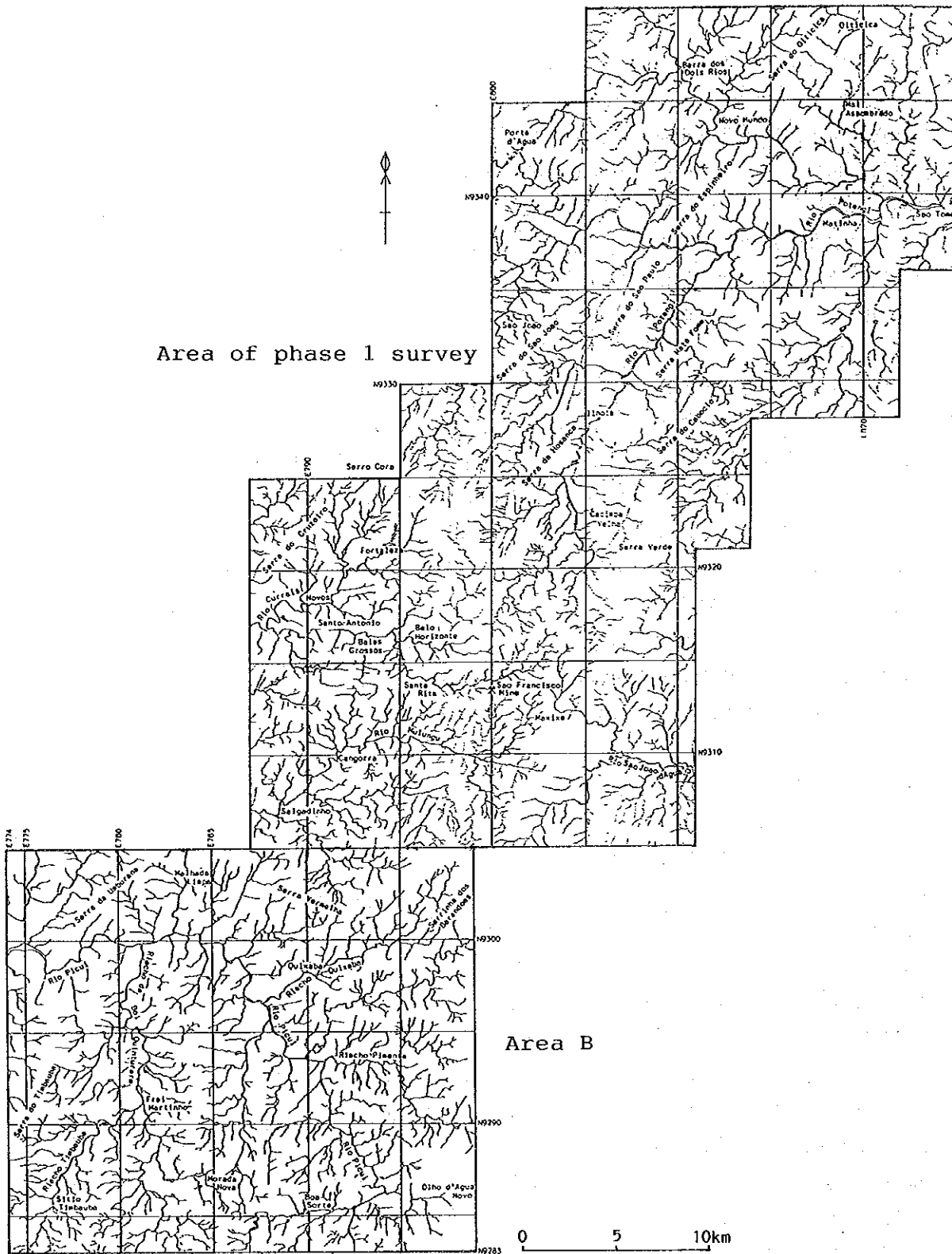
B地区内には未舗装道がよく発達している。作成した地形図は 1967 年に撮影された空中写真を基本にしているため、現在の道路の状況は地形図とは異なる。

2-2 地形及び水系

調査範囲全域の地形は第1年次報告書に述べたように、その特徴から大きく3つに分けられる。まず、北端部の平坦地、次に調査範囲の大部分を占める標高 300m ~ 600m の起伏のある山岳地形、そして中央西部の標高約 700m のサンタナ山脈 (Serra da Santana) である。

このなかで第1年次の調査地域は標高 300m ~ 600m の山岳地形にあり (既に第1年次報告書で詳細に述べた)、当然第2年次のB地区も標高 300m ~ 600m の山岳地形に入る。

B地区は地形的にさらに小さく3つに分けられる。ひとつは標高 600m 及び 660m 付近でメサ状を呈する地形であり、調査地域の西端、中央北部、及び東端に見られる。前二者はその面積は小さいが、東端は調査地域外まで広く連続する。メサの頂部は第3系のセハドスマルティンス (Serra dos Martins) 層が占める準平原である。次は、B地区の西部で NNE-SSW 方向に延びる標高 400m ~ 650m の深く刻まれた山岳地形であり、エクアドル層の珪岩の分布と一致する。残りの地域は、標高 340m ~ 500m の起伏の緩やかな山岳地形である。これはセリド層の雲母片岩の分布に一致する。セリド層の中の起伏の緩やかな山岳地形でも中央北部のベルメリャ山 (Serra Vermelha) の西方に NNE-SSW に延びる急崖があるが、これは同じ雲母片岩中でも珪質な部分と泥質な部分との岩相の差が被浸蝕、被風化の差となって現れている。また同じベルメリャ山の西方 2.5



kmにも NNE-SSW方向に延びる東傾斜の急崖が見られるが、これは断層の存在による被風化、被浸蝕の差によりできたと考えられる。

その他、微小地形としてペグマタイトの存在による幅数m、高さ数m~10m程度の回廊状の凸出地形がある。これの方向は主として NNE-SSWであるが、一部 NE-SW~ E-W方向を示すものもある。

B地区の水系は、大部分がピクイ川 (Rio Picui)の流系に入り、大局的に南から北へ、あるいは東から西へ向かって流れる。B地区の北東部の一部にはムルング川 (Rio Mulungu)の流系があって、北方に流れる。これらはいずれも西の大きなピラニャス川 (Rio Piranhas) の流系である (Fig. 1)。B地区の流系をさらに細かくみると (Fig. I-2-1), その方向性が明瞭に判別される。調査地区中央北部のマリヤダリンパ (Malhada Limpa)から南南西方のボイキンツラレ川 (Riacho do Boi Quinturare)を経由し、ティンバウバ川 (Riacho Timbauba)にかけての NNE-SSWの方向性、及びウンブラナ山 (Serra da Umburana)の西に見られる NNE-SSWの方向はエクアドル層とセリド層の境界にあたり、明瞭な岩相の差を現わしている。この二つの境界に挟まれたエクアドル層の分布域では NNE-SSWの方向が卓越する。そのエクアドル層分布域を含め東部のセリド層分布域においては、その北半分で NNE-SSW方向が、南半分では NS 方向が卓越している。これは地層の分布形態、断層、片理等の方向を反映している。また、同じセリド層の分布域の中央部から西半分では WNW-ESE方向が、東半分では ENE-WSWの方向が卓越する。これも断層を反映している。即ち B地区を東西南北の4つの区域に分割すると、構造を反映したと思われるそれぞれ4種の構造線の組み合わせが生じている。

2-3 気候及び植生

本地域の気候は、気候帯から半乾燥 (Semi-arido) 地域に位置づけられ、ケッペンの気候帯区分では BShw に対応する。

本地域の1年間の気候は大きく2つに分けられる。2月~5月の雨季、他の乾季である (Tab. I-2-1, 第1年次報告書)。雨季には断続的に雨が降り、乾季になれば雨量は極端に少なくなる。気温は1年間を通じて大きな変化はなく、高い時には 40 ° Cに達し、低い時で 20 ° C程度である。

調査地域の水系には、雨季には水流があるが、乾季にはなくなる。乾季には沢底が表面に現れ、涸沢となる。第2年次の野外調査期間中は8月前半、9月末及び11月初めに若干の雨量があったが、ほとんどの沢が涸沢であった。

B地区の植生は、A地区同様ブラジル東部の乾燥地帯に特有のものでカチンガ (Caatinga) と称されている。調査地域全体に高さが 2~4m の灌木が生え、沢沿いには 10 m に達する喬木が生える。カチンガの代表的な植物種はジュレマ (Jurema), カチンゲイラ (Catingueira), マウバ (Malva), ペレイロ (Pereiro), マルメレイロ (Marmereiro), モレキドゥロ (Morequiduro), シキシキ (Xique-xique : サボテン) 等であり、前3者は後述する植物地化探に使用した。

第2年次の野外調査期間中は乾季であったが、雨が降った後、短時間で葉が繁ることがあった。

第3章 調査地域の地質的位置づけ

本調査範囲は、ブラジル北東部を占める大きな地質構造単元の一つに含まれ、その地質単元は、ボルボレマ地区と称されている (Fig. I-3-1)。ボルボレマ地区は、先カンブリア紀層を中心に片麻岩-ミグマタイト-花崗岩からなる地塊と、主として変火山岩-変堆積岩からなる褶曲帯に分けられている (Brito Neves, 1975, 1983; Almeida et al., 1976)。本調査範囲はこのうち主として変火山岩-変堆積岩が分布する褶曲帯にある。Brito Neves (1983) は褶曲の程度や変成の程度に基づき、ボルボレマ地区を5つの地質領域 (Geologic domain) に区分した。この区分によれば、調査範囲はセントラル領域内のセリド地区に位置する (Fig. II-3-1)。

セリド地区の先カンブリア系の層序は、下位より始生代のカイコ岩体、及び原生代のセリド層群からなる (Jardim de Sa & Salim, 1980)。カイコ岩体は片麻岩-ミグマタイト-花崗岩からなる地塊に相応し、セリド層群は変火山岩-変堆積岩からなる褶曲帯に相応する。セリド層群はさらに下位よりジュクルトゥ層、エクアドル層、そしてセリド層からなる。これらの先カンブリア系の上位は白亜系のジャンダイラ層、アス層、第三紀のセハドスマルティンス層、第四紀の崩積成堆積物及び河川堆積物である。

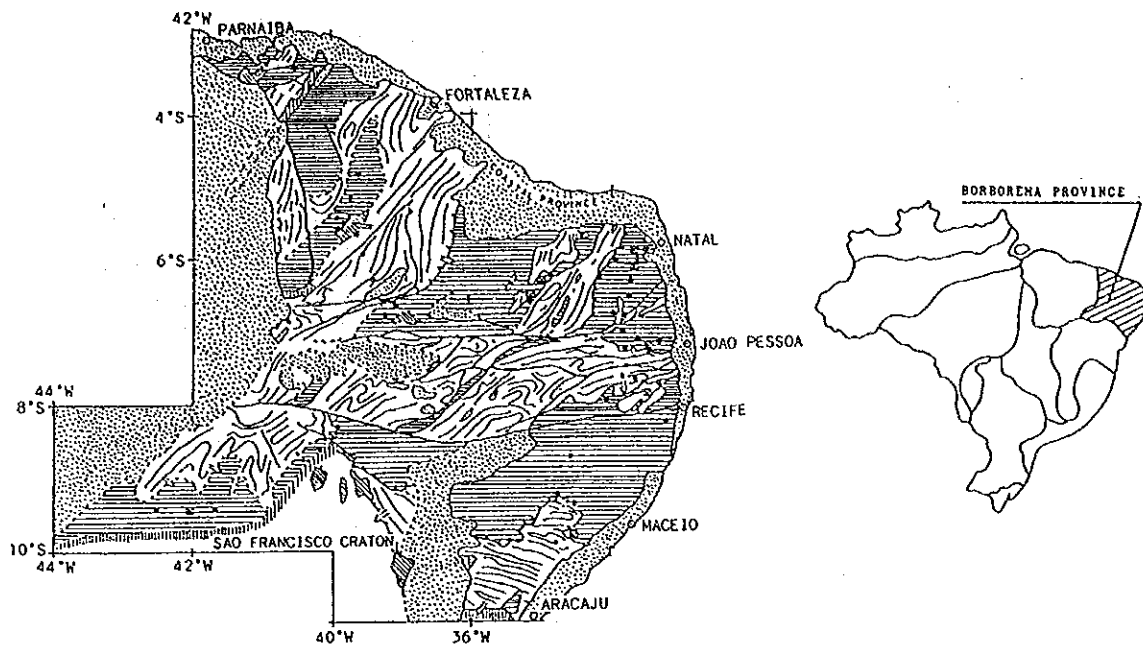
本調査範囲全域には、白亜紀のジャンダイラ層を除き上記すべての層準が分布する。カイコ岩体と上位のセリド層群、セリド層群とその上位のアス層、アス層とその上位のセハドスマルティンス層の間はいずれも不整合である。セリド層群の中のジュクルトゥ層、エクアドル層、セリド層の間はいずれも整合である。これら3つの層は場所により互いに接する (Fig. II-2-2)。






ボルボレマ地区はジェキエ造山輪廻 (2,900 ~ 2,600 Ma)、トランスアマゾン造山輪廻 (2,100 ~ 1,800 Ma)、及びブラジル造山輪廻 (700 ~ 450 Ma) の影響を受けている。特にセリド地区ではトランスアマゾン造山輪廻による2段階の造構運動とブラジル造山輪廻による3段階の造構運動が識別されている (Fig. II-2-2)。トランスアマゾン造山輪廻による造構運動は低角度の破碎帯で代表され、ブラジル造山輪廻による造構運動は高角度の破碎帯で代表される (Jardim de Sa et al., 1988)。いずれの造構運動においても変成作用における変成度は角閃岩相に達した。

これらの破碎帯に沿って様々な貫入岩が存在している。大きな構造としては各地質領域を分割する構造線があげられる (Fig. I-3-1) が、本調査範囲ではセリド地区が入るセントラル領域と東隣のセントローオリエンタル領域を区分する構造線 (ピクイ断層) がある (Fig. I-3-2)。

調査範囲全体の構造的な特徴としては Fig. II-3-1、及び Fig. II-3-2 から分かるように、東端及び西端にカイコ岩体が分布し、セリド層群はそれらの間で NNE-SW 方向に延長して分布することである。全調査範囲の北半分にはいずれも NNE-SSW 方向に延びるカイコ岩体とセリド層群が交互に配列する (Fig. I-3-2)。

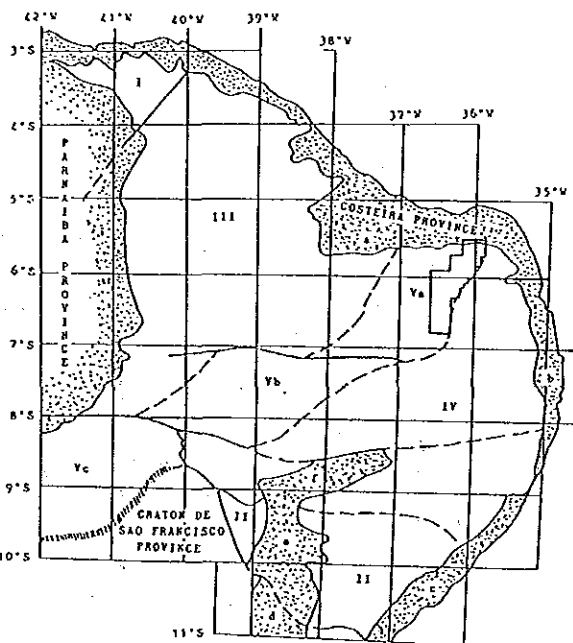
セリド層群のうちではセリド層が最も広く分布し、次にエクアドル層、ジュクルトゥ層の順である。エクアドル層は全調査範囲の南西部にやはり NNE-SSW 方向に延びて分布する。ジュクルトゥ層は調査範囲の南西端及び中央やや北部のカイコ岩体の周囲に小分布するにすぎない (Fig. I-3-2)。岩相上カイコ岩体は片麻岩-ミグマタイト-花崗岩で特徴づけられ、ジュクルトゥ層は石灰岩及び石灰珩酸塩岩を伴う片麻岩、エクアドル層は (白雲母) 珩岩、セリド層は (白雲母、堇青石、ザクロ石) 黒雲母片岩で特徴づけられる。セリド層の中にはジュクルトゥ層と同様の石



-  PHANEROZOIC SEDIMENTARY COVER
-  MOLASSES OF BRASILIANO CYCLE
-  SEDIMENTARY COVERS ASSOCIATED WITH THE FOLDED BELTS
-  PROTEROZOIC FOLD BELTS (BRASILIANO STRUCTURES)
-  GNEISS MIGMATITIC MASSIFS
-  SAO FRANCISCO (CRATON) PROVINCE

- ISOCHRONS CONVENTIONAL Rb/Sr OR K/Ar AGES OF THE TRANS-AMAZONIAN CYCLE-EARLY PROTEROZOIC
- CONVENTIONAL Rb/Sr AGES OF THE JEQUIE CYCLE-ARCHAEOAN (SOME FEW ISOCHRONS AND K/Ar AGES)

(a) Principal geologic elements, modified by Brito Neves in 1983



- I - Rio Coreau Domain
- II - Sergipano Domain
- V - Central Domain
- Ya - Serido
- Yb - Pianco-Alto Brigida
- Yc - Riacho Pontal-Rio Preto

CONVENTIONAL SYSTEMS (OROGENIC BELTS)

- III - Jaguaribano Domain
- IV - Centro-Oriental Domain

VESTIGIAL SYSTEMS and "MASSIFS"

SEDIMENTARY BASINS

PARNAIBA PROVINCE

COSTEIRA PROVINCE

- a - Apodi
- b - Pernambuco-Peraiba
- c - Sergipo-Alagoas
- d - Tucano Sul
- e - Tucano Centro
- f - Jatoba

(b) Geologic domains after Brito Neves, 1983

Fig. I-3-1 Principal geologic elements, (a); and geologic domain, (b); in the Borborema Province

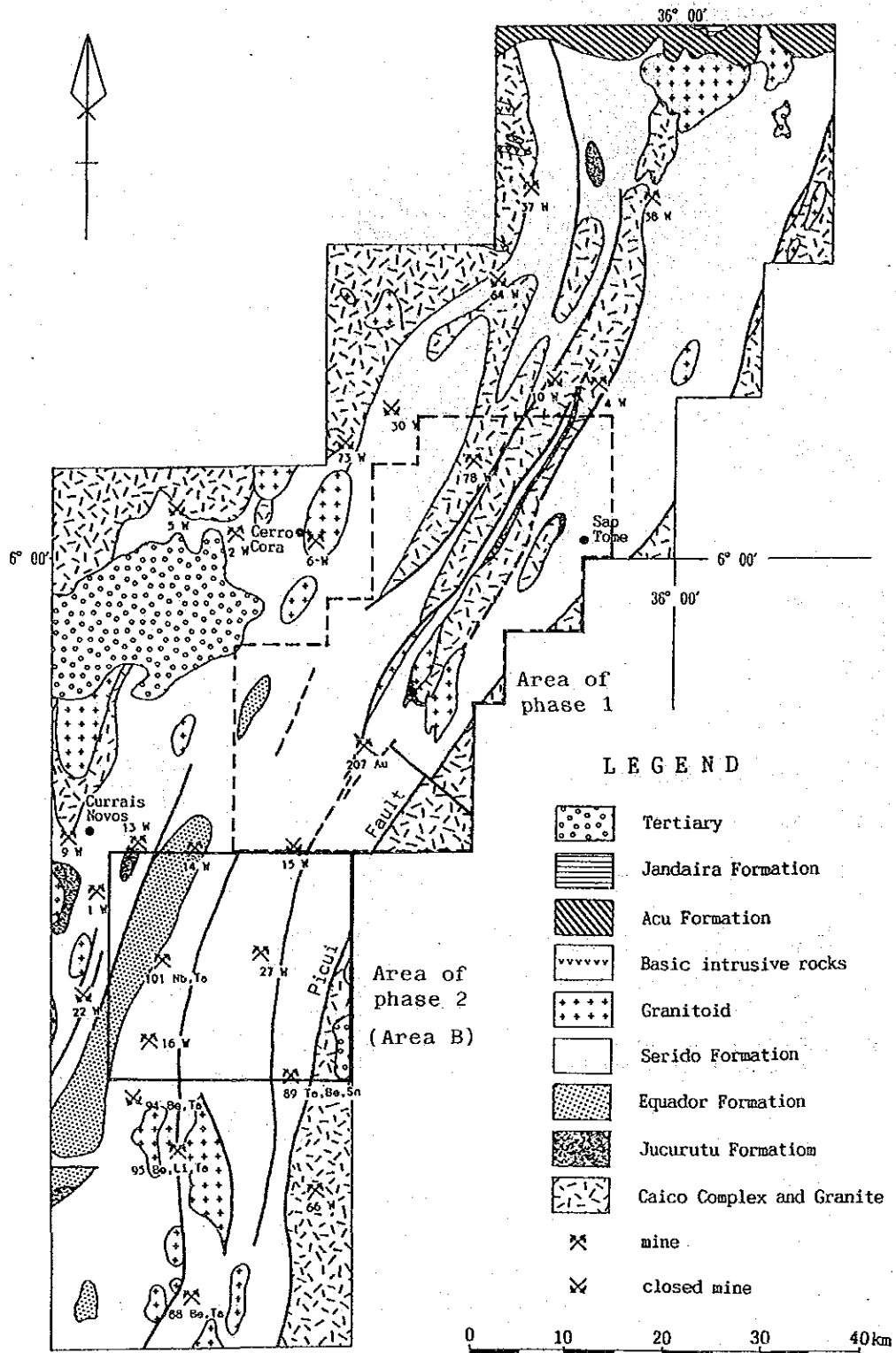


Fig. I-3-2 General geology and known mineral deposits in the project area

灰珪酸塩岩が小規模に分布する。

鉱床としては、本調査地域内にはスカルン型のタングステン鉱床、鉱脈型金鉱床、ペグマタイトのニオブ・タンタル鉱床がある (Fig. I-3-2)。

以上の一般的地質鉱床の背景の中で、第2年次調査地域はFig. I-3-2に示す通りであり、カイク岩体、セリド層群が露出分布するが、大半はセリド層群の分布域内である。調査地域内の東端にはセリド地区を含むセントラル領域とセントロ・オリエンタル領域を区分するピクイ断層がNNE-SSW ~ NS 方向に走る。

第4章 調査結果の総合検討

4-1 地質及び地質構造の特性

第2年次調査地域のうち、B地域の層序は下位より始生代のカイク岩体、原生代のジュクルトゥ層、エクアドル層、セリド層、新生代第三紀のセハドスマルティンス層、それに沖積層である。

以上の地層のうちセリド層が最も広く分布し、大半を占める。西北端にはジュクルトゥ層が小分布、同じく西側にエクアドル層が分布する。第三系は東端から地域外に向け広く分布、西端および中央北部にも局部的に小分布する。

カイク岩体は片麻状構造をもつ黒雲母花崗岩で、ジュクルトゥ層は石灰珪酸塩岩を伴う片麻岩及び石灰岩、エクアドル層は白雲母珪岩、そしてセリド層は（白雲母・董青石・柘榴石）黒雲母片岩で特徴づけられる。セリド層の岩相はほぼ中央部付近で東西の2種に別けられる。西半分は黒雲母片岩を主とし、微量の柘榴石、白雲母、董青石を伴う。東半分は董青石・柘榴石・黒雲母片岩、柘榴石・黒雲母片岩、黒雲母片岩の互層である。貫入岩体には始生代の黒雲母花崗片麻岩、原生代の眼球片麻岩、黒雲母花崗岩があり、新生代第三紀の玄武岩がEW系の岩脈状に全般に分布する。

本地域の地質構造は、主として NNE-SSW から N-S 方向に伸びる様々な要素によって構成されているが、これとほぼ直交する新しい構造も認められる。

まず、セリド層群の各層は、明瞭に NNE-SSW ~ N-S に伸びた分布を示す。断層もしかりである。調査地域の東端には大規模な構造線であるピクイ断層がある。エクアドル層とセリド層の西側の境界も断層であり、セリド層分布域のほぼ中央部にも断層がある。これらの断層は片岩の片理の方向とほぼ一致しており、調査地域の北部で NNE-SSW、南部で N-S に変化する。また、調査地域のほぼ中央部、セリド層の中を幅約 3 km で南北方向に延びる褶曲帯が在る。この褶曲帯は数多くの小波長の褶曲で構成され、その軸は断層、片理の方向と同様、北部で NNE-SSW、南部で N-S である。褶曲帯の西側境界は断層、東側は岩相の境界にあたる。この褶曲帯内には小規模の珪岩、および珪質片岩が南北方向に狭長に分布する。

これらに直交する構造として、調査域全般にわたり WNW-ESE から ENE-WSW 方向の断層が見られる。これは第三系の玄武岩岩脈の方向と一致する。これらはほぼ中央部を境に東西でその方向が変わる。西側では WNW-ESE、東側では ENE-WSW である。

4-2 鉍化作用の特性と鉍化規制について

A地区の鉍徴として、A-III地区に黒雲母片岩中の石英細脈群があげられる。各石英脈の幅は 1~5cm であり、全体で数 10 条が幅 5m のゾーンを形成している。このゾーンのなかに銅鉍物を伴う複数の石英脈がみられる。石英脈群は片理とほぼ平行であり、変成作用以前に形成されたと考えられる。鉍石分析の結果、金はトレースであった。

B地区では、砂鉍を除いた金の鉍徴は明らかなものは3か所に、孔雀石などの銅鉍物など金が随伴している可能性のある石英脈を含めると 10 数箇所に認められる。そのうちで規模の大きい

ものは調査地域南西端のウンブラナ山 (Serra do Umbrana) に認められるもので、セリド層中の石英脈である。本石英脈は幅が 0.3~2m で、走向延長は 200m 以上に達する。走向、傾斜はそれぞれ N5° E, 70° N である。これにたいし、セリド層の黒雲母片岩の片理 (本地域では片理と層理がほぼ平行である) の走向、傾斜はそれぞれ N-S, 5° E であり、石英脈と母岩の片理の傾斜は高角度で交差している。石英脈はその賦存形態から N-S 系の急傾斜の解放裂罅と考えられる。

この石英脈があるウンブラナ山付近は周囲とは異なった地質構造を示す。即ち、黒雲母片岩の片理は一般には 20° あるいは 30° 以上であるが、本地域では 10° 前後の非常に緩やかな波状を示し、大局的には東への単斜構造である。もうひとつこの地区の構造的特徴として、ペグマタイトの方向があげられる。すなわち、その方向は周囲及び地域全般でも言えるが、雲母片岩の片理の方向と平行か、低角度で交差する。本地区では高角度で交差する。その方向は E-W, ENE-WSW, NW-SE である。石英脈は地層 (片理) の傾斜がほぼ平坦な、あるいはごく緩い波状を示す所に、片理の走向と平行に、そしてペグマタイトの走向と高角で交差する形で存在する。

一方、第 2 章、2-2 地形及び水系の項で述べたように、水系の方向性を概略してみると NNE-SSW~N-S の方向がよく見られるので、地層の片理の他に同方向のなんらかの急傾斜の構造が潜在していることが推定される。

本石英脈は無色半透明で、晶洞があり、黄鉄鉱のほか二次鉱物として孔雀石、赤鉄鉱、褐鉄鉱などを伴っている。本石英脈 (試料 C147) を鉱石分析したところ、Au: 0.2 ppm, Ag: 103.8 ppm, As: 5 ppm を示した。

その他の石英脈はモラダノバ (Morada Nova), ボイキンツラレ川 (Riachdo da Boi Quinturar e) 北東, サルガディーニョ (Salgadinho), キシャバ (Quixaba) 等に見られる。これらの石英脈はいずれも片理と平行であり、もともとの層準内、あるいは最後の変成作用を受ける以前にできたものと考えられる。もうひとつペダセハ (Pe da Serra) にも孔雀石を含む石英脈があり、この脈はペグマタイト質である。

これらの石英脈を鉱石分析したところ、モラダノバの試料 (C120) では、Au: 0.1 ppm, Ag: 3.1 ppm, As: 4 ppm, ペダセハの試料 (C135) では、Au: 0.1 ppm, Ag: 9.6 ppm, As: 4 ppm であった (Tab. II-2-4)。

以上の分析値については、Au/Ag 値が非常に低いことなど、昨年度調査域のサオトメ西方の石英脈鉱床よりむしろサンフランシスコ鉱床の性格に類似する。Au, Ag の値にたいする As の値もサンフランシスコ鉱床に類似する。ウンブラナの石英脈は、黄鉄鉱などの硫化物を伴うこと、銅鉱物を伴うことなどの点でもサンフランシスコ鉱床と類似する。

4-3 地化学異常と鉱化作用との関係について

A 地区での土壌及び植物地化探の結果、植物種、特にジュレマ及びマウバは広範囲に土壌中の Au を吸収することが判明した。土壌中の Au とこの植物中の Au の位置関係については地形、土壌の発達状況等を加味し十分に検討せねばならないが、広域的に Au の賦存位置を発見するためには有効な手段と考えられる。

昨年度調査域内で As の高異常を示した 3 つの流系でパンニングを実施したところ、2 つの流

系、即ち昨年度調査域のほぼ中央のポテンジ川の流系では金粒が見つかり、また分析値にも Au の値が高いものがあつた。もうひとつの流系、即ちサオトメの南方では金粒も見つからず、分析値も特に高いものではなかつた。ここで、Auと As の正の相関を評価するためには試料の量は少ないのかもしれないが、すくなくとも調査の結果からは Au と As にはかならずしも正の相関があるとは言いがたい。Auと As はそれぞれ個別に岩相あるいは地質構造に関連しているのかも知れない。

Auを含む岩石は、昨年度及び今年度の岩石の分析結果から地層としてみた場合にはセリド層中に最も多い。そのなかで黒雲母片岩は 2~9 ppb であり、石灰珪酸塩岩はセリド層とエクアドル層との境界部あるいは東のピクイ断層の近くでは高く、35 ppb を示す所もある。

一方、Asは石灰珪酸塩岩の一部に多く含有する。このことは次の事実にも現われている。即ち、昨年度調査域で、沢砂に As の異常が見られ、NNE-SSW方向に延長しているゾーンは、石灰珪酸塩岩が集中しているゾーンと一致している。また、今年度の土地地化探においてもセリド層の一部 (pE sss4) で石灰珪酸塩岩が集中している地区には As の高い値が見られる。

サンフランシスコ鉱床、サオトメ西方の石英脈及びウンブラナ山の石英脈等の鉱石中の Au と As の関係を見ると、Auは母岩の 100倍程度に濃集しているのに対し、Asは高くとも 10 倍程度とあまり濃集していず、むしろ岩石中に多く含まれることがある。したがって、鉱化による As の地化学異常はあまり大きく出ないのかも知れない。

以上のことから、Auと As の地化学的異常域は一致する部分と一致しない部分がある。

サンフランシスコ鉱床が南に延長すると推定される場所には Au の異常は認められず、同方向で南にずれた位置に現れてい、また、B地区南東部で含金石英脈のあるウンブラナ山の付近には沢砂中に金の異常は見られない。前者は別の鉱化作用を現しているのかも知れないし、後者は鉱化作用が小規模であるためかもしれない。

4-4 期待鉱床賦存のポテンシャルについて

A地区では、A-I地区の南東部及び中央部、そしてA-II地区の中央やや東部の3地区が土地の異常により有望地として抽出された。異常値の大きさ、異常の分布の規模、地質構造との関連性等からA-II地区の中央やや東部が最も優先度が高く、次にA-I地区の南東部である。

B地区では南西部のウンブラナ山(ボケイラオガリンボ)の含金石英脈が最もポテンシャルが高い。この石英脈はサンフランシスコ鉱床及びサオトメ西方の石英脈のように断層との関連は指摘できないが、片岩の片理が緩傾斜であること、ペグマタイトの方向が周囲のそれと異なることなど、地質構造上他の地域とは異なった特異な位置に賦存している。石英脈の分析の結果は Au: 0.2ppm, Ag: 103.8ppmであった。しかもウンブラナ山の周囲では沢砂地化探の異常が少ないものの金粒がみられた所があり、重鉱物中の金の分析値の高い所も集中している。本石英脈はまだその全貌が明らかでなく、これに関する試料もない。しかし走向延長が 200m に達することを鑑みれば、今後詳細な調査を進め、鉱化の状態を明らかにしておくことが必要である。

B地区東部のピメンタ水系の上流には沢砂の金の高異常が集中するが、地質及び構造との関連性は指摘できず、ポテンシャルはやや低い。

第5章 結論及び提言

5-1 結論

(1) A地区

A-I, A-II地区で Au, As 及び Sb 元素を利用して植物・土地化探を実施した。土壤中では3元素は濃度が低いながらもそれぞれに異常域をもつが、3元素の相関関係がないために金鉱床の探査には Au のみが利用できる。植物中の3元素も濃度がごく低く、それぞれに異常域を示すが、やはり、植物でも3元素の濃度の相関関係はない。土壤と植物の間の各元素の濃度の関係は As のみが弱い正の相関を示した。しかしながら、土壤中の Au と植物中の Au の異常の位置関係及び地形等を加味すると両者とも関連のある場所に異常域が出ていると判断される。

以上から植物の異常域及び土壤中の Au の含有量を中心にして、その高さ及び高含有点のまとまりかた等から有望地をまとめると、A-I地区ではその南東部であり、A-II地区ではサンフランシスコ鉱床の南延長部及びそれから約 500m 東である。

A-III, A-IV地区では上記3元素を利用しての土地化探のみを実施した。3元素の相関関係はなく、Au の濃度もごく低い。従って、有望性に欠け、今後の調査は必要なしと考える。

(2) B地区

本地区には、昨年度の調査域と同様、主として先カンブリア紀の地層が分布し、その上に極く小規模に第三紀と第四紀の地層が載る。先カンブリア紀の地層は始生代のカイコ岩体と原生代のセリド層群からなる。セリド層群はさらに下位よりジュクルトゥ層、エクアドル層及びセリド層に細分される。カイコ岩体は花崗岩で、ジュクルトゥ層は片麻岩で、エクアドル層は珪岩で、そしてセリド層は黒雲母片岩で代表される。カイコ岩体は本地区の南東端に、ジュクルトゥ層は北西端に局部的に分布する。エクアドル層は本地区の西部に小分布し、セリド層は中央部に広く分布する。地層はいずれも NNE-SSW 方向に延長している。セリド層はその岩相から昨年度3つに細分したが本年度はさらに検討を加え、4つに細分した。

調査域には NNE-SSW 及び WNW-ESE 方向の断層が多い。NNE-SSW の断層は南部で NS 方向に変化する。この方向の断層はいずれも本地域を含めた広域的な断層の一部であり、調査域全体を貫いている。特に東端の断層はブラジル北東部の広域地質構造区分上重要な断層で、ピクイ断層と称されている。WNW-ESE 方向の断層も調査地域全体に分布するが、NNE-SSW 方向の断層より小規模であり、新しい。調査域の中央部セリド層の中には WNW-ESE 方向の断層と並行する褶曲帯がある。この褶曲帯も広域的なもので、調査域全体を貫いている。

本地区南東端のウンブラナ山の中央部に小規模に探査された石英脈がある。脈幅は 0.3~2 m、走向延長が 200 m、走向がほぼ NS、傾斜は 70° W である。石英脈の分析値は Au: 0.3 ppm、Ag: 103 ppm であった。この石英脈の賦存形態、黄鉄鉱などの硫化物を伴うことなどから熱水性鉱脈鉱床であると考えられる。

昨年度の調査域内における石英脈の賦存位置は、断層等の構造に関係があると推定したが、ここのウンブラナ山の石英脈は断層には関係ない。しかし片理の傾斜及びペグマタイトの方向など、

周囲の地質構造とは明らかに異なった位置に賦存している。

本地区の地質構造の解明、及び石英脈の成因の解明が必要である。

B地区の13元素を利用した沢砂地化探の結果、Au, As, Fe, Mo, Nb等にまとまった高異常域が抽出された。Fe-Mn, Fe-MO, Mo-Nbの元素間の正の相関が示され、いずれも岩石の成分に関連すると考えられる。またSn-Be, Fe-Mn-Mo, Li, Ta-Nbが因子分析により関連する元素として抽出された。Sn-Be及びTa-Nbは鉍化作用に関連し、他は岩石の成分に関連すると考えられる。昨年度はAuとAsが関連する元素として抽出されたが、本年度はAuに関連する元素は何も抽出されなかった。

Auは異常域が散在し、しかもその異常域内では高異常点は数少なく、集中していない。比較的高異常点がまとまる所は調査域東部のピメンタ川沿である。これらの異常域と岩相及び地質構造との関連は指摘できない。

5-2 第3年次調査への提言

第2年次調査の結果から、以下を提言する。

(1) A地区

- ① A-I地区内の南東部の異常域において、更に詳細な土壌及び植物地化学探査、あるいは物理探査を実施することによりAu鉍化作用の状況を把握すること。
- ② A-II地区の更に南方、及びサンフランシスコ鉍床の北方において、植物及び土壌地化学探査あるいは物理探査等を実施することにより本鉍化帯の延長部を探査すること。

(2) B地区

- ① 南東端ウンブラナ山の石英脈胚胎位置周囲で、詳細な地質調査及び物理探査を実施することによりAu鉍化作用の状況を把握すること。

第Ⅱ部 各論

第1章 A地区の地化学探査

1-1 地質鉱床概要

本地区の地質は、セリド層の片岩類から構成され、岩相は以下の5つに区分される。すなわち、黒雲母片岩を主体とし、若干の柘榴石-黒雲母片岩及び董青石-黒雲母片岩を挟在するゾーン（pC_{ssx1}）、珪質黒雲母片岩（pC_{ssx2}）、黒雲母片岩、柘榴石-黒雲母片岩、董青石-黒雲母-柘榴石片岩の互層（pC_{ssx4}）、石灰珪酸塩岩（pC_{sscs}）、及び角閃石片岩（pC_{ssaf}）である。

A-I~IVの各地区での分布状況は下記のとおりである（Fig. II-1-1）。

A-I地区は、pC_{ssx1}を主体とし、東端にpC_{ssx4}が分布する。前者にはpC_{ssx2}を挟在する。それらはいずれもNNE-SSW方向にのびるが、幅350~400mのものが2列、及び幅25~100mのものが数列である。pC_{ssx4}には小規模のpC_{sscs}及びpC_{ssaf}が挟在する。これらのなかには、NNE-SSW系の無数のペグマタイト岩脈及びWNW-ESE系の玄武岩岩脈（Tdb）が貫入している。

A-II地区は、pC_{ssx4}より成り、小規模のpC_{ssx2}及びpC_{sscs}を挟在する。

A-III地区は、大部分がpC_{ssx4}より成り、西端部にpC_{ssx1}が分布する。本地区ではpC_{ssx4}の中に小規模のレンズ状のpC_{sscs}を10数列挟在する。これらに、無数のペグマタイト岩脈が貫入する。

A-IV地区は、pC_{ssx4}より成り、幅300mのNNE-SSW系のpC_{ssx2}を挟在する。

本地区の片岩の片理面は、A-I地区の東部では走向NNE-SSW系で、東に緩傾斜、同箇所以外は走向が同じで東に急傾斜する。断層及び空中写真から抽出したリニアメントは、NW-SE系及びNE-SW系である。

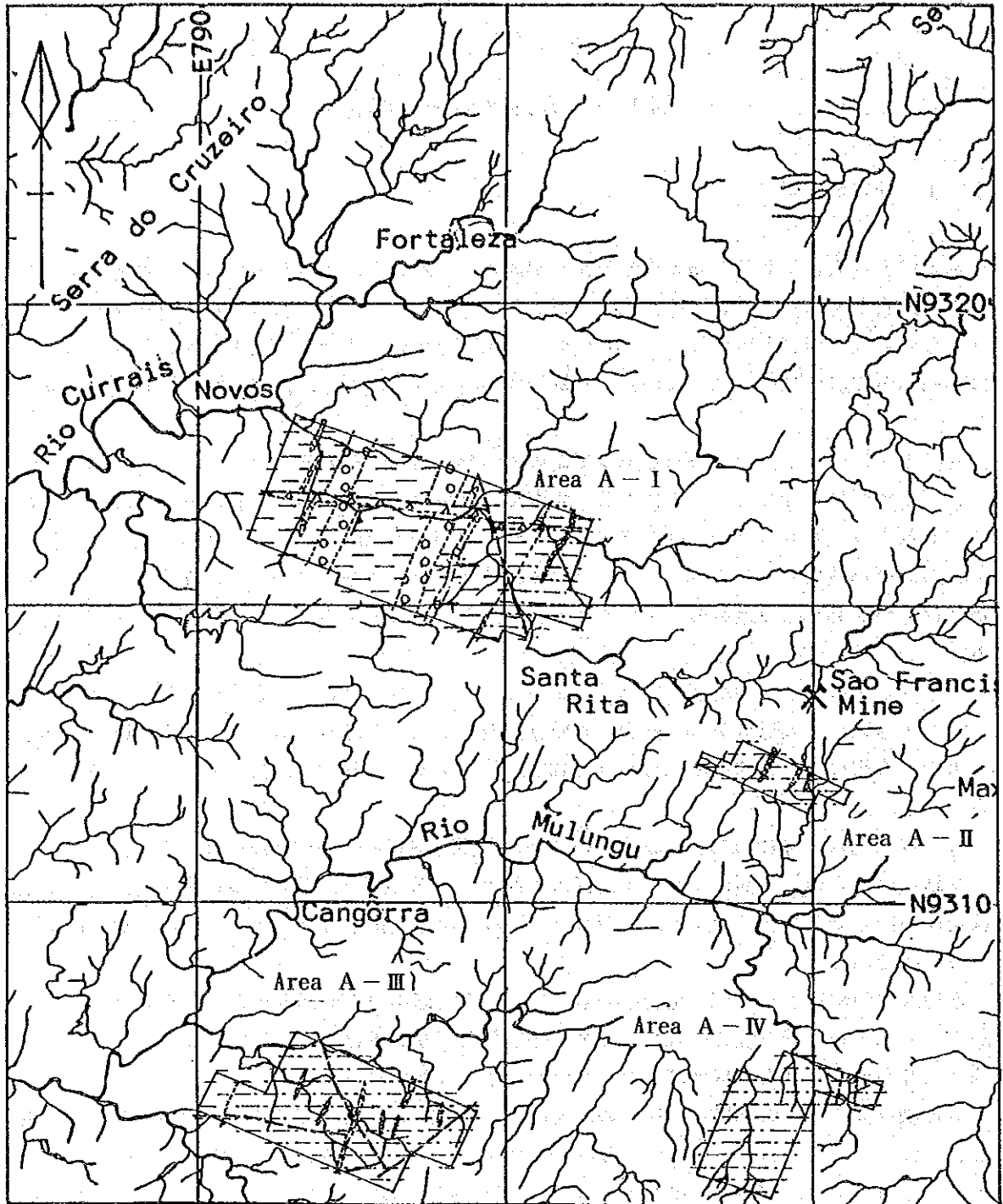
本地区内の鉱床としては、母岩中のものはA-I地区中央やや西部の銅鉱物を伴う石英脈だけが確認されている（Fig. II-1-2）。砂金を採取したガリンボはA-I地区東部に1か所、A-II地区に6か所、及びA-III地区中部に2か所確認された。

銅鉱物を伴う石英脈は黒雲母片岩の片理に沿って発達し、走向NNE-SSW、傾斜は80°N、走向延長400mである。石英脈は幅1~5cmで数10条認められ、石英脈をまとめた全体の幅はゾーンとして5mである。数10条の石英脈の中に、斑銅鉱等の鉱石鉱物が認められる幅2~10cmの3つのゾーンがある（Fig. II-1-2）。鉱石鉱物は斑銅鉱のほかに孔雀石があり、脈石鉱物は石英であるが、この中には緑レン石、黒雲母が認められる。鉱石分析の結果をTab. II-2-4に示す。

1-2 土壌地化学探査

1-2-1 探査目的

地化学探査の目的は、第1年次調査で抽出された探鉱有望地区（A-I~A-IV）において、鉱床胚胎有望地をさらに絞り込むことである。



LEGEND

- | | | | |
|--|--------|--|-------------------------|
| | Tdb | | Fault and/or linearment |
| | b6pg | | Geologic boundary |
| | p6ssx1 | | Quartz vein |
| | p6ssx4 | | |
| | p6sscs | | |
| | p6ssqt | | |

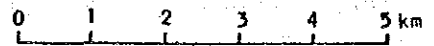


Fig. II-1-1 Geology of area A

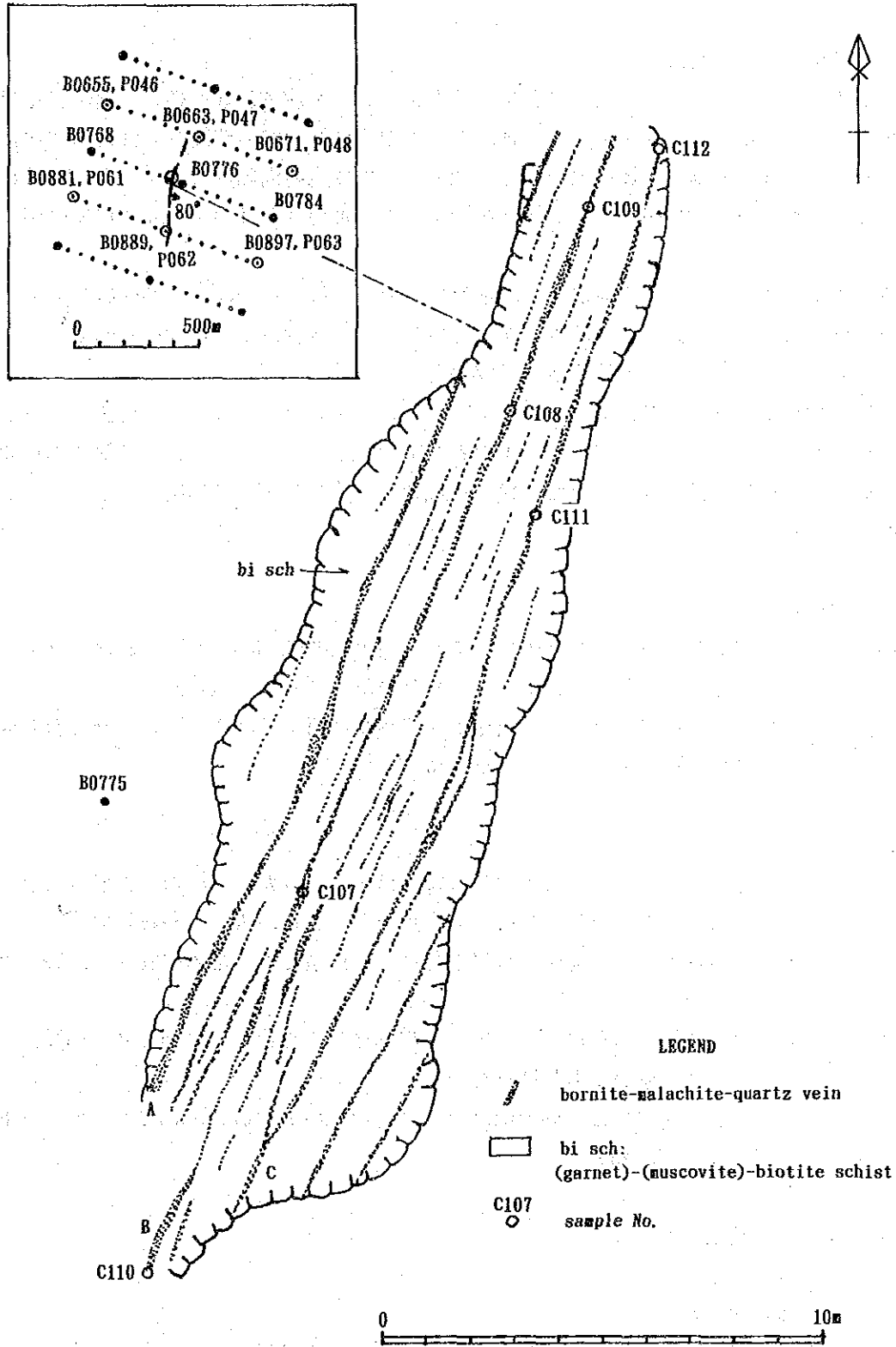


Fig. II-1-2 Sketch of the Copper showing in area A

1-2-2 探査方法

(1) 試料採取及び試料調整

地質構造に直交する方向の複数の試料採取線を設定し、全体で2,400個の土壌試料を採取した(P1. II-1-1)。すなわち、A-I、A-III、A-IV地区の採取線の間隔は200m、採取点の間隔は50mである。A-II地区の採取線の間隔は200m、採取点の間隔は100mである。試料の採取個数はA-I地区が1,318個、A-II地区が80個、A-III地区が664個、A-IV地区が338個である。

本地区では土壌そのものの発達が悪く、基盤までの深さは平均20cm~30cm程度である。土壌のA層はほとんどなく、試料は土壌B層から採取した。採取深度は平均10~15cmであるが、沖積層の厚い所や農牧地等ではより深くから採取した。

採取した試料は自然乾燥後、80メッシュアンダーに調整した。さらに、四分法により1試料につき50グラムを分析用とし、50グラムを予備として保存した。また、各試料の採取点情報として、地質状況、土壌層位、採取深度、土壌の色・構成物質・粒径、地形の傾斜、土壌湿潤状態及び植生等を記録した。

(2) 化学分析

試料は、現地にて概略秤量調整した後に、ブラジルのGEOSOL(Geologia e Sondagens Ltda)へ送付し、化学分析を行った。対象元素は、Au、As及びSbの3元素である。

各元素の化学分析法と検出限界値を、後述する植物及び河川堆積物試料のそれと合わせてTab. II-1-1に示す。化学分析の結果は、Appendix 1に示す。

(3) データ処理

得られた分析値をコンピューターに入力し、統計処理を行った。この際、処理の都合上検出限界値に満たないものは、検出限界値の半分の値を用いた。また、A-I~IV地区の地質は同じセリド層で構成されているので、4地区の試料を一括して処理した。基本統計量を、Tab. II-1-2に示す。

次に、各元素間の関連性を明かにするために、相関係数を算出した(Tab. II-1-3)。これによれば、いずれの3元素間においても相関はない。

異常を求めるしきい値の決定には、Kurzul, H. (1988) のExploratory Data Analysis (EDA)法を使用した(Fig. II-1-3, Tab. II-1-4)。

1-2-3 探査結果

(1) 元素別地化学異常

Auの濃度は、最小値0.5 ppb(検出限界)未満から最大値208 ppbの広がりを示す。検出限界未満の値を示す試料数は全体の93.1%と非常に多いので統計的な処理は意味をなさない。したがって、検出限界以上の値(0.5 ppb)を全て異常値として取り扱った。

Tab. II-1-1 Methods and detection limits of chemical analyses

Sample media	Elements	Method	Detection limits
Soil	Au	Emission spectrometry	0.5 ppm
	As	Atomic absorption spectroscopy	1 ppm
	Sb	ditto	1 ppm
Plant	Au	Instrumental neutron activation	0.2 ppb
	As	ditto	0.01 ppm
	Sb	ditto	0.005 ppm
	Fe	Inductively coupled plasma emission spectrometry	50 ppm
	Al	ditto	50 ppm
Stream sediment	Au*	Emission spectrometry	0.5 ppb
	Ag*	ditto	0.2 ppm
	Fe	X-ray fluorescence analysis and wet determination	10 ppm
	Mn	X-ray fluorescence analysis	5 ppm
	Mo*	Emission spectrometry	1 ppm
	W *	X-ray fluorescence analysis	10 ppm
	Sn*	Emission spectrometry	2 ppm
	Nb*	X-ray fluorescence analysis	10 ppm
	Ta*	ditto	10 ppm
	Be	Emission spectrometry	0.5 ppm
	Li	Atomic absorption spectroscopy	1 ppm
	As	ditto	1 ppm
	Sb	ditto	1 ppm

* These elements of pan concentrate samples are also analyzed the same method as those of stream sediment samples.
 Au of pan concentrate sample is analyzed by atomic absorption spectroscopy when the value is more than 500 ppb.

Tab. II-1-2 Summary of statistical studies of soil and plant analytical data

Sample media	Elements	Mean	Variance	Standard deviation	Minimum	Maximum	Below detection limit (%)	
Soil	Au (ppb)	0.237	0.095	0.308	0.200	208.000	93.1	
	As (ppm)	1.252	0.391	0.625	0.500	560.000	64.8	
	Sb (ppm)	0.512	0.003	0.058	0.500	2.000	96.7	
Plant	PA	Au (ppb)	0.562	0.290	0.538	0.100	11.200	23.1
		As (ppm)	0.015	0.489	0.699	0.005	2.410	60.7
		Sb (ppm)	0.004	0.187	0.432	0.002	0.175	61.8
		Fe (ppm)	101.930	0.118	0.343	25.000	1,550.000	15.6
		Al (ppm)	76.577	0.140	0.374	25.000	2,000.000	21.3
	PB	Au (ppb)	0.213	0.298	0.546	0.100	907.000	64.0
		As (ppm)	0.010	0.248	0.498	0.005	1.250	62.8
		Sb (ppm)	0.003	0.100	0.316	0.002	0.045	80.8
		Fe (ppm)	50.793	0.025	0.159	25.000	250.000	10.5, 89.5*
		Al (ppm)	33.002	0.041	0.204	25.000	300.000	68.0
	PC	Au (ppb)	0.874	0.258	0.508	0.100	46.000	9.1
		As (ppm)	0.014	0.360	0.600	0.005	5.110	47.3
		Sb (ppm)	0.004	0.202	0.449	0.002	0.055	55.8
		Fe (ppm)	223.712	0.047	0.217	100.000	1,000.000	none
		Al (ppm)	184.971	0.085	0.292	50.000	1,250.000	none

PA:Jurema Preta

PB:Catingueira

PC:Malva

* detection limit or less

Minimum values are half of detection
limite except for Fe and Al in PC

Tab. II-1-3 Correlation of three elements in soil geochemical data, and five elements in plant geochemical data

Sample media	Elements	Au	As	Sb	Fe	Al	
Soil	Au	1.000					
	As	0.032	1.000				
	Sb	0.006	-0.105	1.000			
Plant	PA	Au	1.000				
		As	-0.018	1.000			
		Sb	-0.047	-0.025	1.000		
		Fe	0.174	0.292	-0.054	1.000	
		Al	0.146	0.347	-0.092	0.905	1.000
	PB	Au	1.000				
		As	0.237	1.000			
		Sb	0.392	0.243	1.000		
		Fe	0.283	0.261	0.125	1.000	
		Al	0.118	0.248	0.009	0.663	1.000
	PC	Au	1.000				
		As	-0.068	1.000			
		Sb	0.039	0.106	1.000		
		Fe	0.366	0.080	-0.056	1.000	
		Al	0.344	0.075	-0.082	0.927	1.000

PA:Jurema Preta, PB:Catingueira, PC:Malva

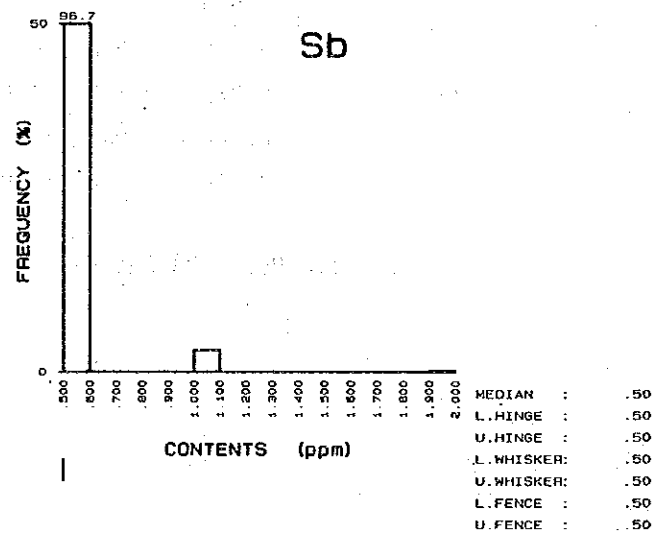
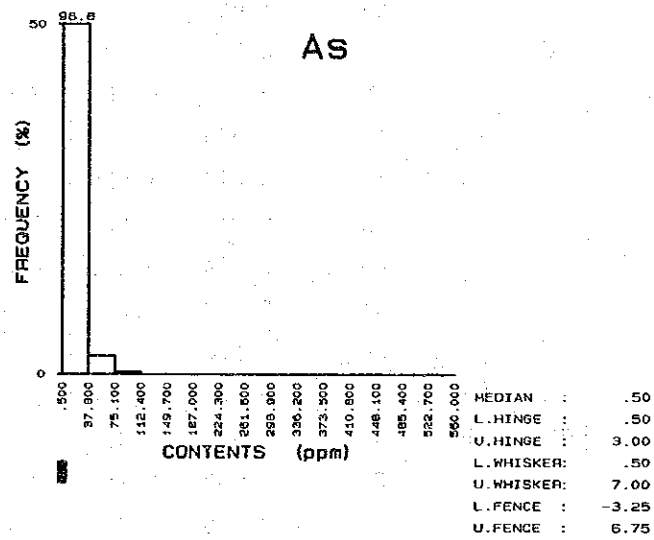
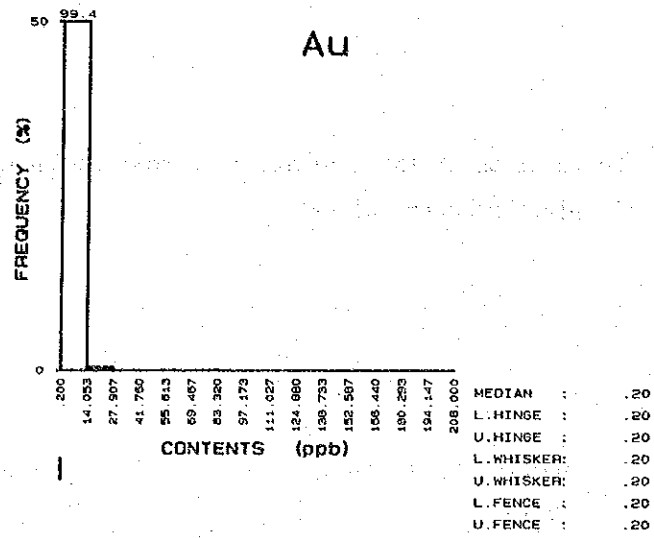


Fig. II-1-3 Histograms and boxplots for the elements in soil

Tab. II-1-4 Results of the EDA method analyses of soil and plant samples

Sample media	Elements	Median	Lower fence	Lower whisker	Lower hinge	Upper hinge	Upper whisker	Upper fence	Upper fence or more (%)	
Soil	Au (ppb)	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	6.9 *	
	As (ppm)	0.500	-3.250	0.500	0.500	3.000	7.000	6.750	19.3	
	Sb (ppm)	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	3.3*	
Plant	PA	Au (ppb)	0.600	- 1.900	0.100	0.200	1.600	1.800	3.700	3.5, 22.5**
		As (ppm)	0.000	- 0.060	0.000	0.000	0.040	0.070	0.100	16.8
		Sb (ppm)	0.002	- 0.002	0.002	0.002	0.005	0.010	0.009	21.4
		Fe (ppm)	100.000	25.000	50.000	100.000	150.000	200.000	225.000	12.1
		Al (ppm)	100.000	- 25.000	25.000	50.000	100.000	150.000	175.000	14.5
	PB	Au (ppb)	0.100	- 0.350	0.100	0.100	0.400	0.600	0.850	16.3
		As (ppm)	0.000	- 0.015	0.000	0.000	0.010	0.020	0.025	13.4
		Sb (ppm)	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	19.2 *
		Fe (ppm)	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	10.5 ***
		Al (ppm)	25.000	- 12.500	25.000	25.000	50.000	50.000	87.500	5.8
	PC	Au (ppb)	1.000	- 1.100	0.400	0.400	1.400	2.000	2.900	12.7
		As (ppm)	0.010	- 0.045	0.000	0.000	0.030	0.040	0.075	11.5
		Sb (ppm)	0.002	- 0.010	0.002	0.002	0.010	0.015	0.022	11.5
		Fe (ppm)	200.000	- 75.000	150.000	150.000	300.000	350.000	525.000	4.8
		Al (ppm)	200.000	-125.000	100.000	100.000	250.000	300.000	475.000	9.1

PA:Jurema Preta

PB:Catingueira

PC:Malva

* Detection limit or more

** Upper whisker or more (1.8 ppb<)

*** 100 ppm<

As の濃度は、最小値 1 ppm (検出限界) 未満から最大値 560ppm の広がりを示す。検出限界未満の試料数は全体の 64.8%である。upper fence 6.75 ppm以上を異常値とした。

Sb アンチモンの濃度は最小値 1 ppm (検出限界) 未満から 2 ppmまでである。検出限界未満の試料数は全体の 96.7%と非常に多いのでこれも統計的な処理は意味を成さない。これからここでも検出限界値以上の値を全て異常値として取り扱った。

各元素の異常値の分布は、以下のとおりである。

(i) A - I 地区

金 (Au)

0.5 ppb 以上の値の異常域はFig. II-1-4(1) に示すように、まとまったものとして、南東部に 2か所、中部に 3か所、西部及び南西部に 2か所ずつ抽出された。その他の箇所については点在するだけでまとまりに欠ける。これらの異常域のうち、面積が広く、分析値も高いものが南東部に 2か所存在する。これら 2か所の中には、最大値 208 ppbをはじめ、100ppbオーダーの点が 3地点、10 ppbオーダーの点が 6地点含まれ、異常を示す点の数は合計 27 点になる。

ヒ素 (As)

6.75 ppm以上の値の異常域はFig. II-1-4(1) に示すように、東端部約 1500mに集中する。この異常域は NNE-SSW方向に延長する。岩相区分では一部を除き pE sss4内に入る。pE sss1の東端にも小規模で NNE-SSWに延びる異常域があり、そのうち一点で92 ppmという高い値を示した。As の異常域は上記の Au の異常域とはほとんど重複しないが、南東端で一部 Au の異常域と重なる。ここでは Au の異常域の延長方向は NNW-SSEであるが、As の異常域は NNE-SSWに延びており、それらは交差している。

アンチモン (Sb)

1 ppm 以上の異常域をFig. II-1-4(1) に示す。1 ppm 以上とは言っても大部分が 1ppm で、2 ppm の点が 3点あるにすぎない。全体的に非常に低濃度である。異常は主として中央北部から北西部にかけて散在する。それぞれの異常のまとまりは小さく NNE-SSW方向にのびているが、全体としてそれらの異常域は WNW-ESE方向に並ぶ。異常は pE sss1及び pE sss2中にあり、ほとんどが WNW-ESE方向の玄武岩岩脈の北側に分布する。Au の異常域と As の異常域との位置的な関連性はほとんどない。

(ii) A - II 地区

金 (Au)

0.5 ppb 以上の値の異常域はFig. II-1-4(2) に示すように、まとまったものとしては中部に 2か所抽出された。ひとつはサンフランシスコ鉱床の南方推定延長部から約 500m 東に位置するもので幅 200m 程度以内でNNE-SSW に延長する。これは分析値が14.3 ppb, 19.2 ppb, 20.0 ppbと

高いことが特徴である。もうひとつはサンフランシスコ鉱床の南方推定延長部の東約 200m に位置するもので幅 100m 以内で、やはり NNE-SSW 方向に延長する。まとまった異常域ではないがサンフランシスコ鉱床の南方推定延長部上南部及び北部に異常が存在する。

ヒ素 (As)

6.75ppm 以上の値の異常域は Fig. II-1-4(2) に示すように、ほぼ 50 ~ 200m の幅で NNE-SSW 方向に延長する 2 つのゾーンがある。西側のゾーンはサンフランシスコ鉱床の南部延長に重なり、分析値は 54 ppm ~ 89 ppm と高い値を示す。もうひとつの東側のゾーンはサンフランシスコ鉱床の南方延長部の 500m 東に位置する。これは上記の金の異常域とほぼ一致し、分析値が最高 93 ppm を示したのをはじめ、ほとんど 10 ppm 以上の高い値を示す。地質上は全体的に pE ssx4 内に入る。

アンチモン (Sb)

試料は全て検出限界未満で、異常は検出できない。

(iii) A - III 地区

金 (Au)

0.5 ppb 以上の値の異常域は Fig. II-1-4(3) に示すように、スポット的に多数分散している。これらのうちいくらかまとまっているもの、及び 10 ppb 以上の高い分析値を示すものが、北部、東部、南西部及び南東部にある。

ヒ素 (As)

6.75ppm 以上の値の異常域は Fig. II-1-4(3) に示すように、広範囲にわたっている。この異常のゾーンは 2 列あり、東西に別れている。いずれも NNE-SSW 方向に延長する。西側のゾーンは幅 1 ~ 2km と広く、分析値は最大値の 560ppm をはじめ 100ppm 以上が 3 点、50 ppm 以上が 30 点含まれる。東側のゾーンは西側のゾーンから約 500m 離れているが、その幅が 150 ~ 500m で、242ppm、66ppm 及び 55ppm の異常点を含む。いずれのゾーンも pE ssx4 内にあり、特に pE sscs の多い地区に As の異常が見られる。

アンチモン (Sb)

試料は全て検出限界未満で、異常は検出できない。

(iv) A - IV 地区

金 (Au)

0.5 ppb 以上の値の異常域は Fig. II-1-4(2) に示すように、9 か所に点在する。これらのうち北部の 1 点のみが 10 ppb を越える。

ヒ素 (As)

6.75ppm 以上の値の異常域はFig. II-1-4(2) に示すように、ほぼ中央部を 50 ~100m程度の幅でNNE-SSW 方向に断続的に延長する。分析値は50 ppm以下であり、特に高くはない。地質及び岩相との関連性はなく、他の元素との関連性もない。

アンチモン (Sb)

試料は全て検出限界未満で、異常は検出できない。

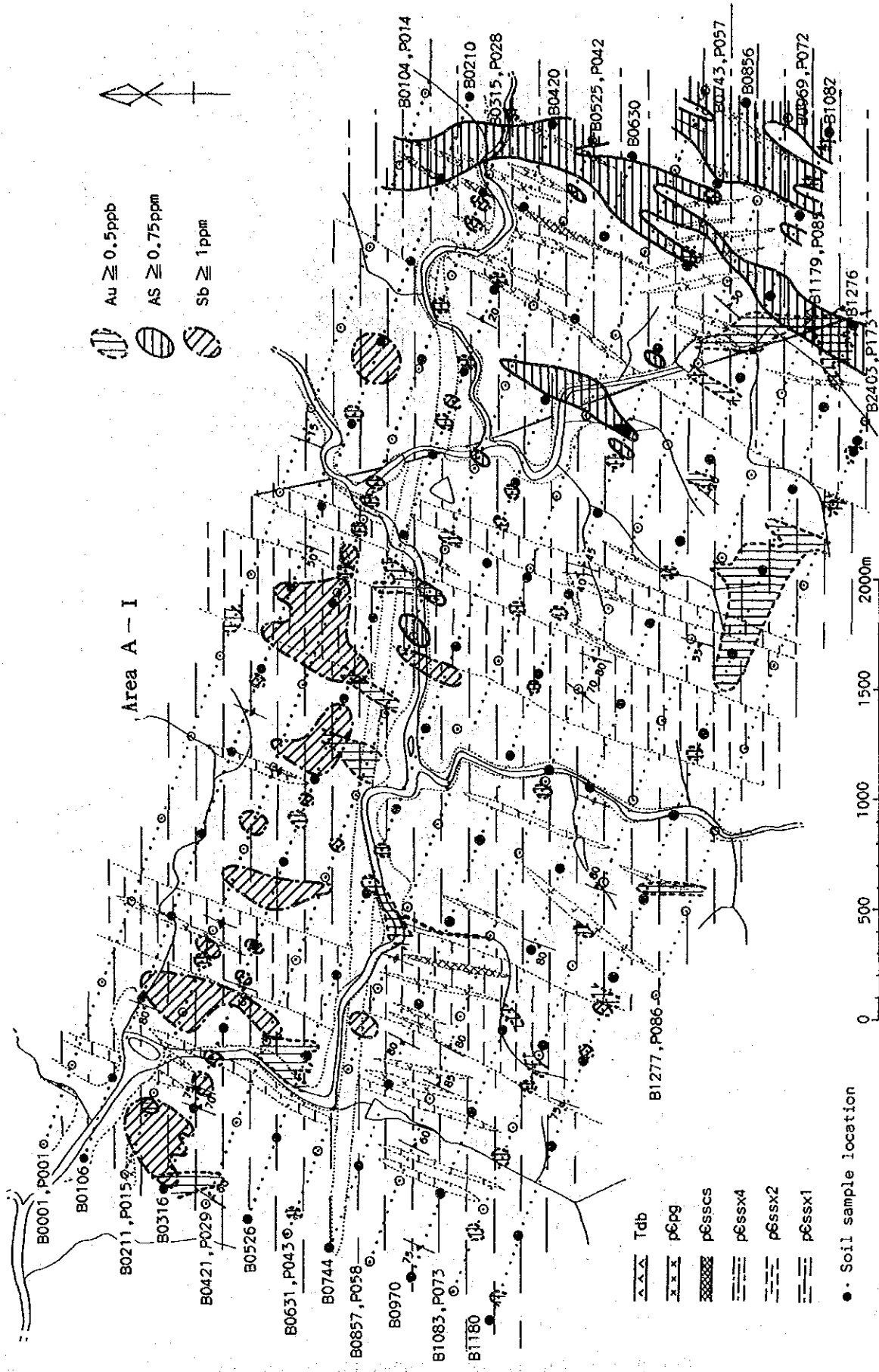


Fig. II-1-4 Au, As and Sb anomalies in soil (I)

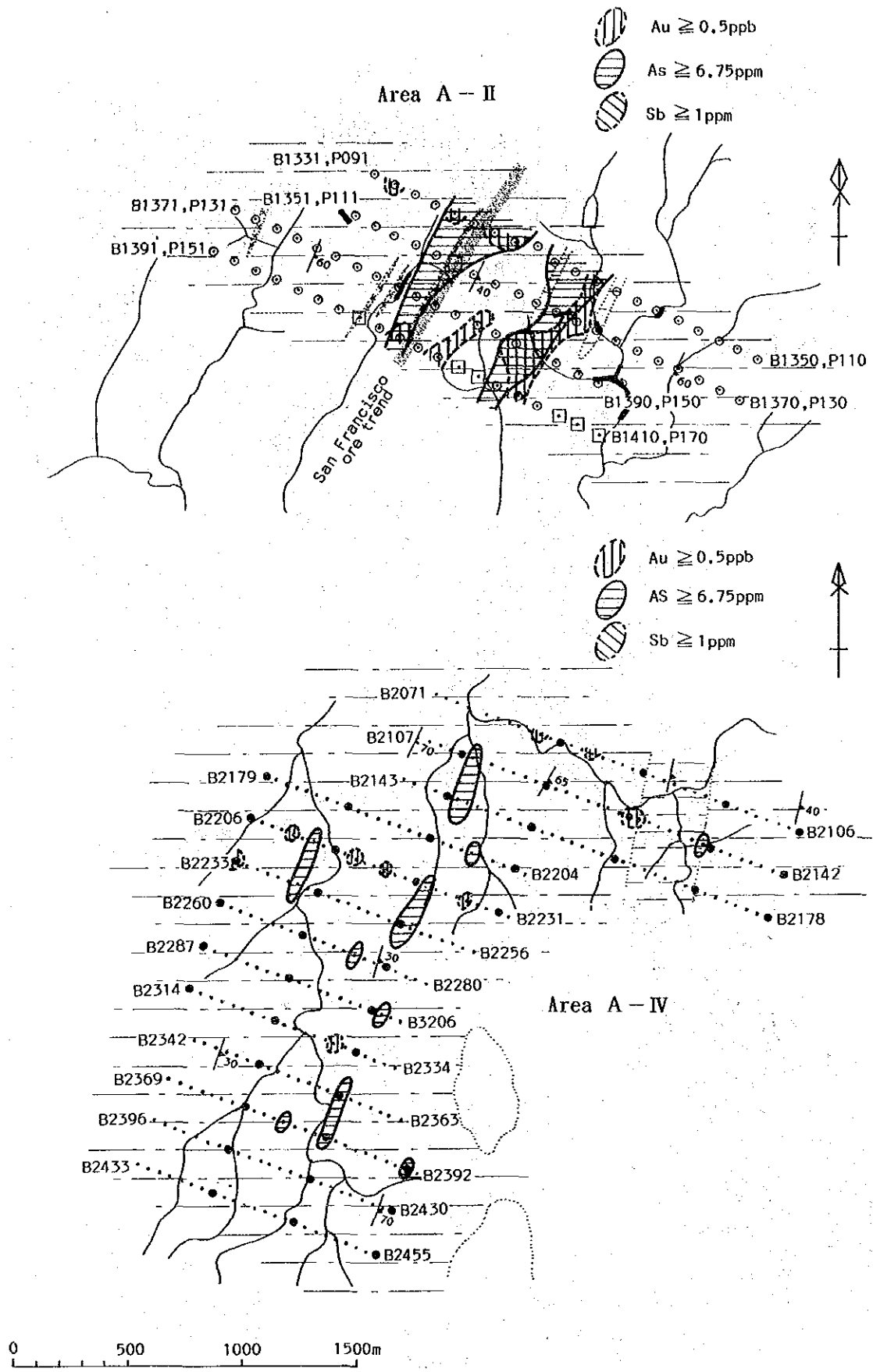


Fig. II-1-4 Au, As and Sb anomalies in soil (2)

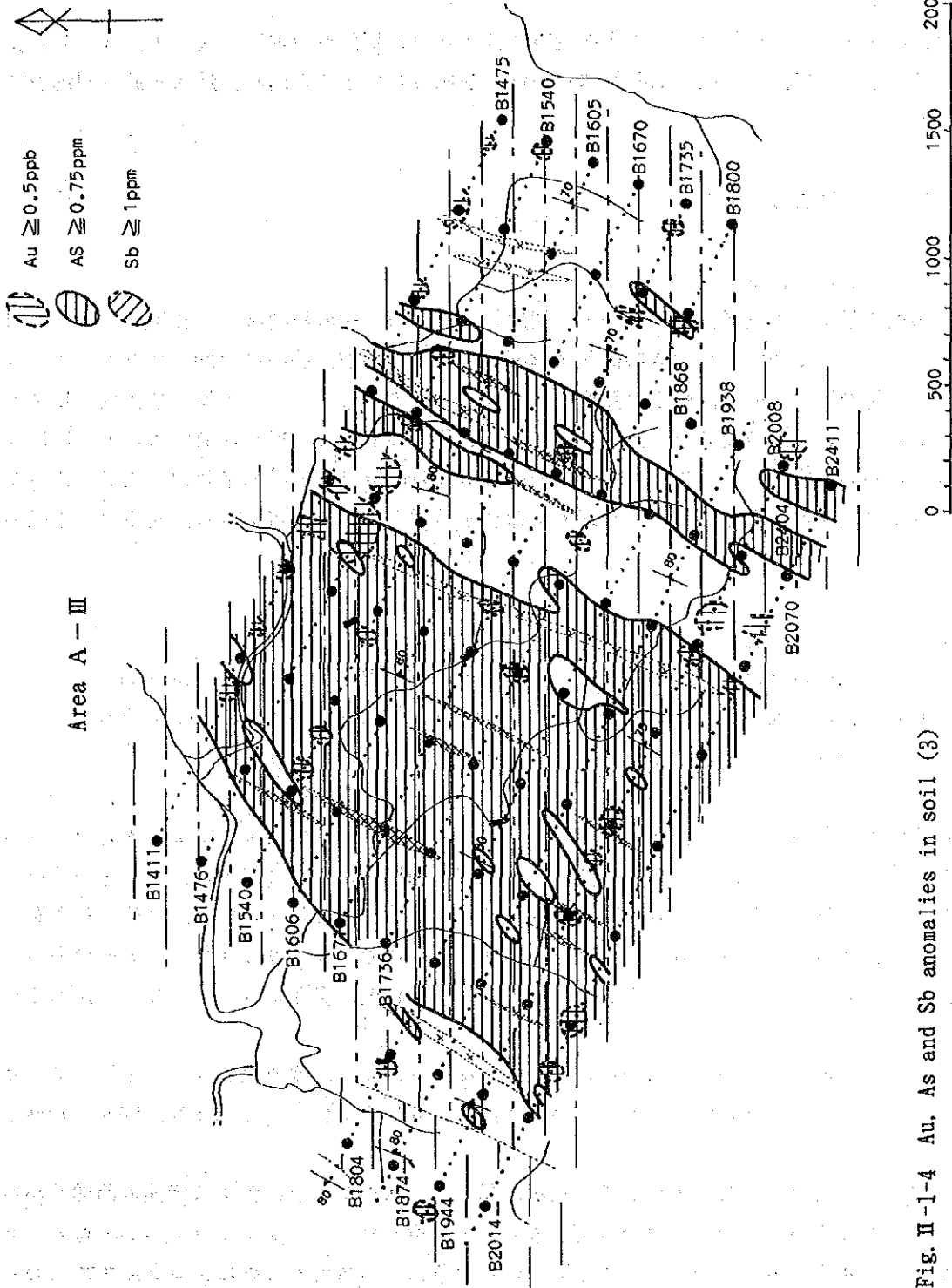


Fig. II-1-4 Au, As and Sb anomalies in soil (3)

1-3 植物地化学探査

1-3-1 探査目的

植物地化学探査の目的は、第1年次調査で抽出された探鉱有望地区(A-I, A-II)において、植物中の元素濃度と金の鉱化作用との関係を明らかにすると同時に鉱床胚胎有望地を絞り込むことである。

1-3-2 探査方法

(1) 試料採取及び試料調整

土壌地化学探査の試料採取線の一部を利用し、合計510個の植物試料を採取した(P1. II-1-1)。すなわち、A-I地区では採取線間隔が400m、線上の採取点間隔は400mであり、A-II地区では採取線間隔が200m、線上の採取点間隔は100mである。試料の採取位置は土壌試料採取地点から20m以内の範囲とし、1地点につき3種類の植物の試料を採取することを原則とした。植物の種類選定は、レシフェ大学 Oswaldo Carneiro de Lira 植物学教授の指導によった。植物種選定の条件は、上記2地区に普遍的に存在することである。選定された植物は、下記のとおりである。

コード	ブラジル名	科・亜科	学名
PA	Jurema Preta	マメ科ミミソウ亜科	Leguminosae <i>Mimosa acutistipula</i> Benth.
PB	Catingueira	マメ科カタグライボ亜科	Leguminosae <i>Caesapinia pyramidalis</i> Tul.
PC	Malva	アオイ科	<i>Malva Sida rhombifolia?</i>

いずれも広葉樹である。高さはジュレマ(Jurema Pretaをこのように略称する)が6~7m、カチンゲイラ(Catingueira)が4~5m、マウバ(Malva)は1.5mに達する。これらの葉を主体に試料の採取を実施した。ジュレマの葉はシダ様の細い葉の集まりからなり、全体の長さが5~6cm、表面はネバネバする。カチンゲイラの葉はほぼ円形で大きさは2cm程度、表面は滑らかである。マウバの葉は長楕円形で、大きさは最大2×5cm程度、表面はざらざらで、しかもネバネバする。

すべての採取点で3種類の植物が揃ってはいなかったため、採取件数はA-I地区でジュレマが93件、カチンゲイラが92件、マウバが92件、A-II地区ではそれぞれ80件、80件、73件となった。

試料はすべて葉とすることにしてしたが、葉の成育状態、採取に要する時間の問題等から、ジュレマ及びマウバについては茎の末端を混入して採取した。カチンゲイラについてはA-II地区ではすべて葉を採取したが、A-I地区では日照りによる落葉と降雨による葉の生え替わりのため一部新葉、新芽及び新茎を含めざるをえなかった。

採取した試料はその日のうちに水洗いし、天日で乾燥した。乾燥した試料は、30gを分析用とし、30gを予備として保存した。また、試料採取点の情報として、植物の高さ、茎の最大径、

土壌の発達状況、沢からの距離、地面の傾斜、及び地質状況等を記録した。

(2) 化学分析

試料は、現地にて概略秤量調整した後に、カナダのChemex Labs Ltd.へ送付し、化学分析を行った。対象元素は、Au, As, Sb, Fe及びAlの5元素である。Fe及びAlは探査そのものの目的ではなく、植物がどの程度空中の塵等により汚染されているかを検討するためである。

各元素の化学分析法と検出限界値を、Tab. II-1-1に、化学分析の結果は、Appendix 2に示す。

(3) データ処理

得られた分析値をコンピューターに入力し、統計処理を行った。この際、処理の都合上検出限界値未満のものは、検出限界値の半分の値を用いた。

ここでA-I, A-II両地区は約3 km離れているものの、同様の地質で構成されていること、両地区ごとの植物の基本統計量に明瞭な差が認められないこと等の理由から、土壌と同様両地区の試料を一括して処理した。

基本統計量をTab. II-1-2に示す。検出限界値未満の試料数が少ないものはマウバ、逆にすべての元素について検出限界値未満の試料数が60%を超えるものはカチンゲイラである。植物ごとの各元素の含有量の最小、平均、最大は以下のようなになる。

	Jurena Preta			Catingueira			Malva		
	MIN	AVE	MAX	MIN	AVE	MAX	MIN	AVE	MAX
Au	0.1	0.6	11.2	0.1	0.2	907.0	0.1	0.8	46.0
As	0.00	0.02	2.41	0.00	0.01	1.25	0.00	0.01	5.11
Sb	0.002	0.004	0.175	0.002	0.003	0.045	0.002	0.004	0.055
Fe	25	102	1,550	25	51	250	100	224	1,000
Al	25	77	2,000	25	33	300	50	185	1,250

unit: Au=ppb; As, Sb, Fe, Al=ppm

次に、各元素間の関連性を明かにするために、相関係数を算出し (Tab. II-1-3), 相関散布図を作成した (Fig. II-1-5), 3種すべての植物のFe-Alは0.6以上の強い相関がある。ジュレマのAs-Al, カチンゲイラのAu-Sb, そしてマウバのAu-Fe, 及びAu-Alの組み合わせには0.3以上の弱い相関がある。

異常を求めるしきい値の決定には、Kurzul, H. (1988) のEDA法を使用した (Fig. II-1-6)。

1-3-3 探査結果

(1) 元素別地化学異常

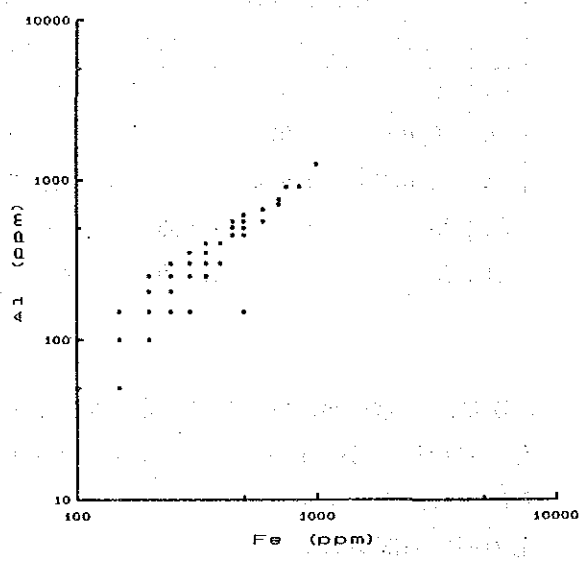
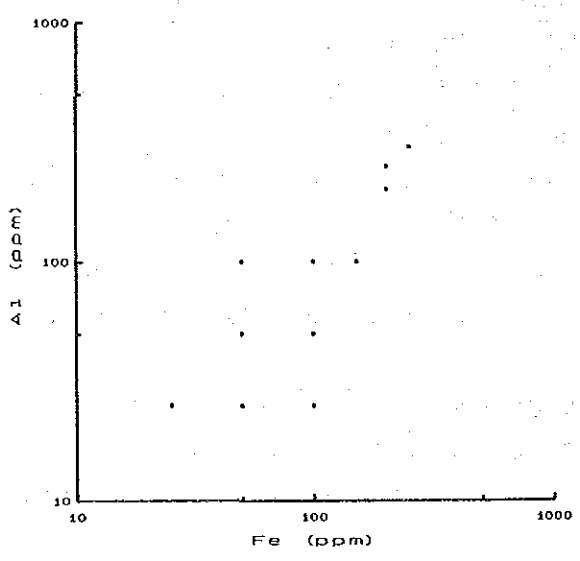
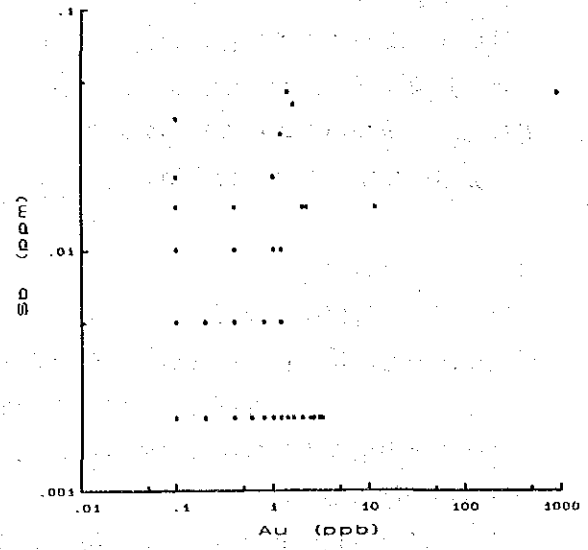
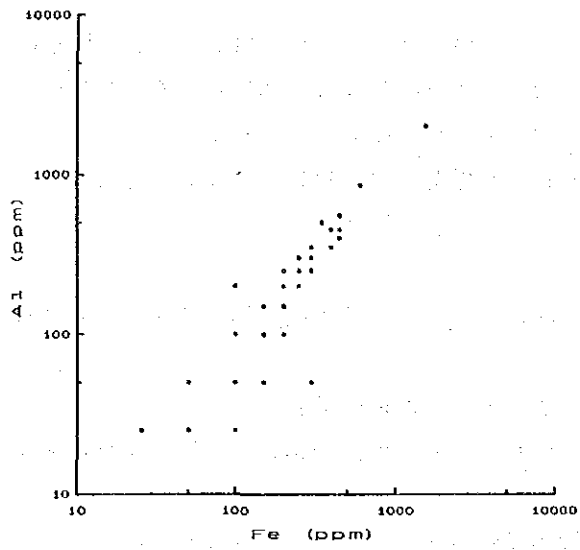


Fig. II-1-5 Diagrams showing correlation between elements concentrated in plants.

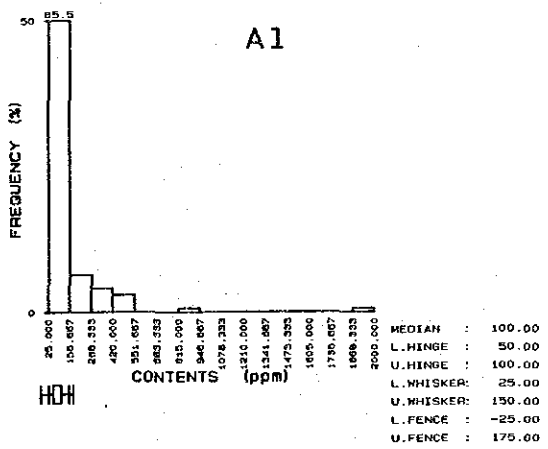
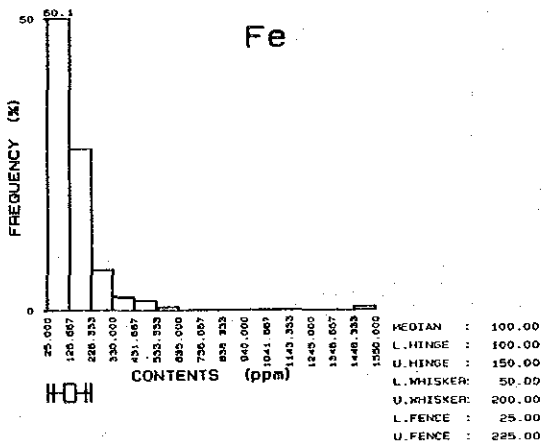
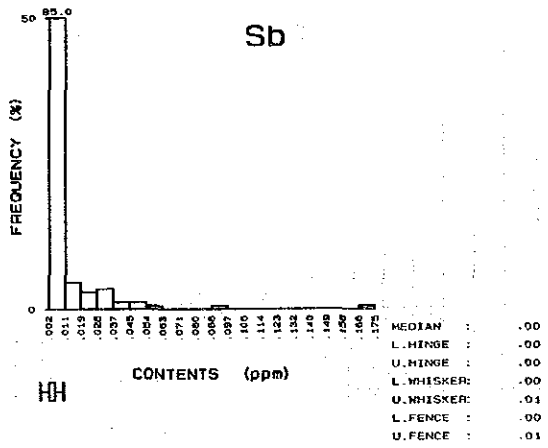
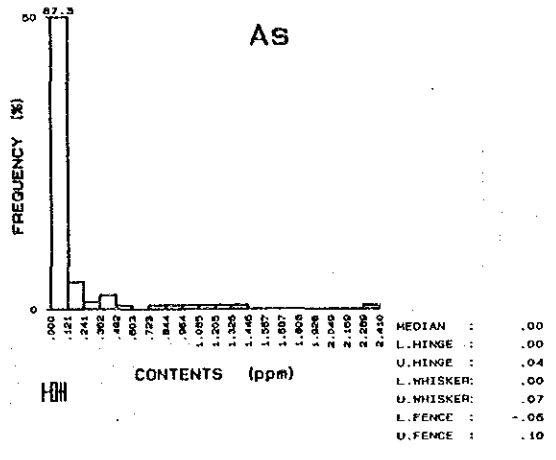
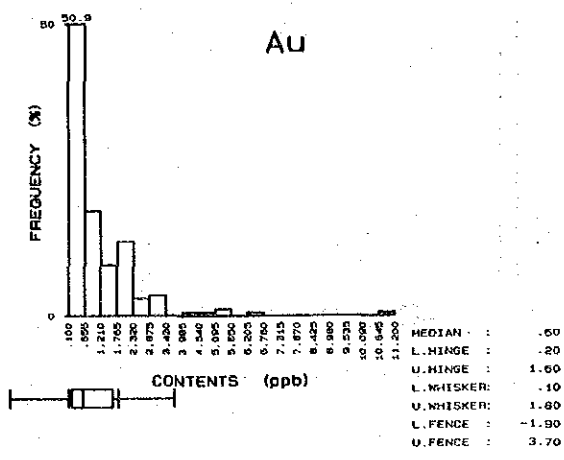


Fig. II-1-6 Histograms and boxplots for Au, As, Sb, Fe and Al in plants (1)

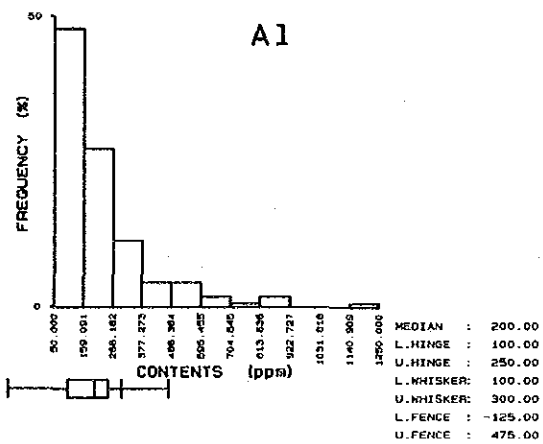
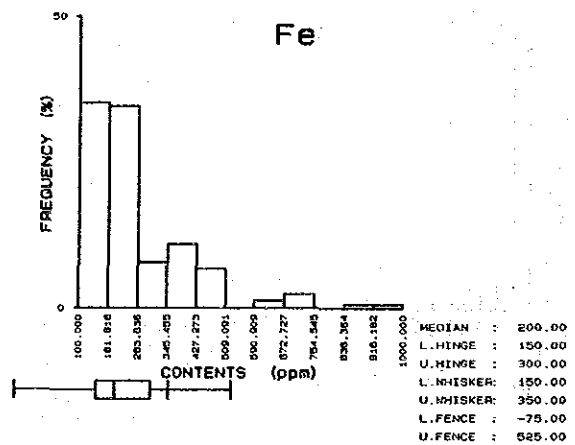
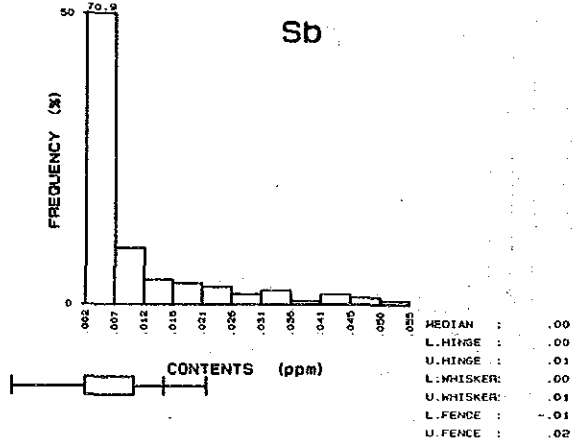
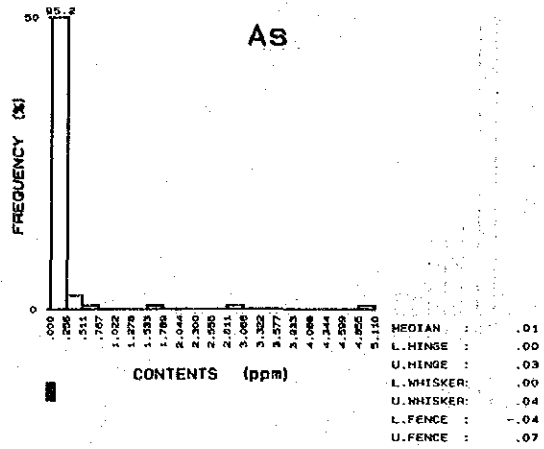
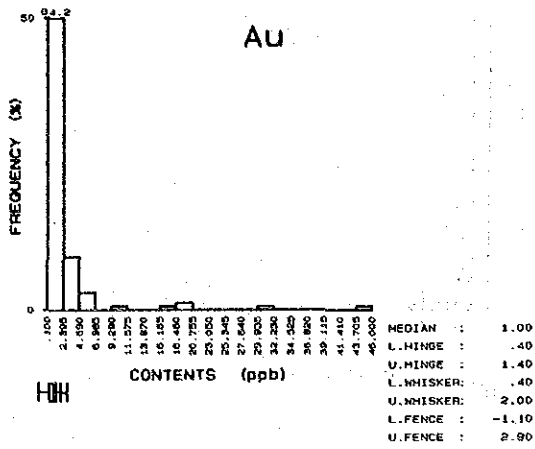


Fig. II-1-6 Histograms and boxplots for Au, As, Sb, Fe and Al in plants (2)

(i) ジュレマ

Au の濃度は、最小値0.2 ppb (検出限界) 未満から最大値11.2 ppbの広がりを示す。検出限界未満の試料数は全体の 23.1 %である。Upper whisker の1.8 ppb 以上を異常値とした。

As の濃度は、最小値0.01 ppm (検出限界) 未満から最大値2.41 ppmの広がりを示す。検出限界未満の試料数は全体の60.7%である。Upper fence の0.10 ppm以上を異常値とした。

Sb の濃度は、最小値0.005 ppm (検出限界) 未満から最大値0.175 ppm の広がりを示す。検出限界未満の試料数は全体の61.8%である。Upper fence の0.009 ppm 以上を異常値とした。

Fe 及び Al については後述する。

(a) A-I地区

金 (Au)

異常域はFig. II-1-7(1) に示すように、南東部～中部、北西部、南西部及び北東部の4か所にまとめられる。特に前2者は広範囲を占める。南東部～中部の異常域は、東西 2 km, 南北 1 km の広がりを持ち、1.8 ~5.2 ppb の値を示す。北西部の異常域は東西 1.5 km, 南北 1 km の広がりを持ち、1.0 ~11.2 ppbの値を示す。南西部では4.0 ppb, 北東部では2.2 ~6.4 ppb を示す。

ヒ素 (As)

異常域はFig. II-1-7(1) に示すように、南東部と中部にそれぞれ2か所、北西部と北東部に1か所ずつ、計6か所抽出された。上記の Au の異常域とは必ずしも一致しておらず、As の異常域は Au のその外側に分布する。南東部の異常値が最も高く、0.45 ppmである。中部にも 0.37 ppm の値が見られるが、その他は全て 0.1ppm 大である。

アンチモン (Sb)

異常域はFig. II-1-7(1) に示すように、北部に2か所と、北西部、北東部、東部及び南東部に1か所ずつ、計6か所抽出された。南東部が最も高く、0.06~0.175 ppm である。他はいずれも 0.05 ppm以下である。上記の Au 及び As の異常域とは必ずしも一致していない。

(b) A-II地区

金 (Au)

異常域はFig. II-1-7(3) に示すように、北部、中部及び南部の3か所にまとめられる。これらのうち、北部の異常域が最も広いが、3か所とも土壌の異常域とほとんど一致しない。北東部の異常域は 1.8~4.8 ppb を示す。他は 2.2 ppb以下である。

ヒ素 (As)

異常域はFig. II-1-7(3) に示すように、北部～南部、中部及び北西部にまとまったものとして

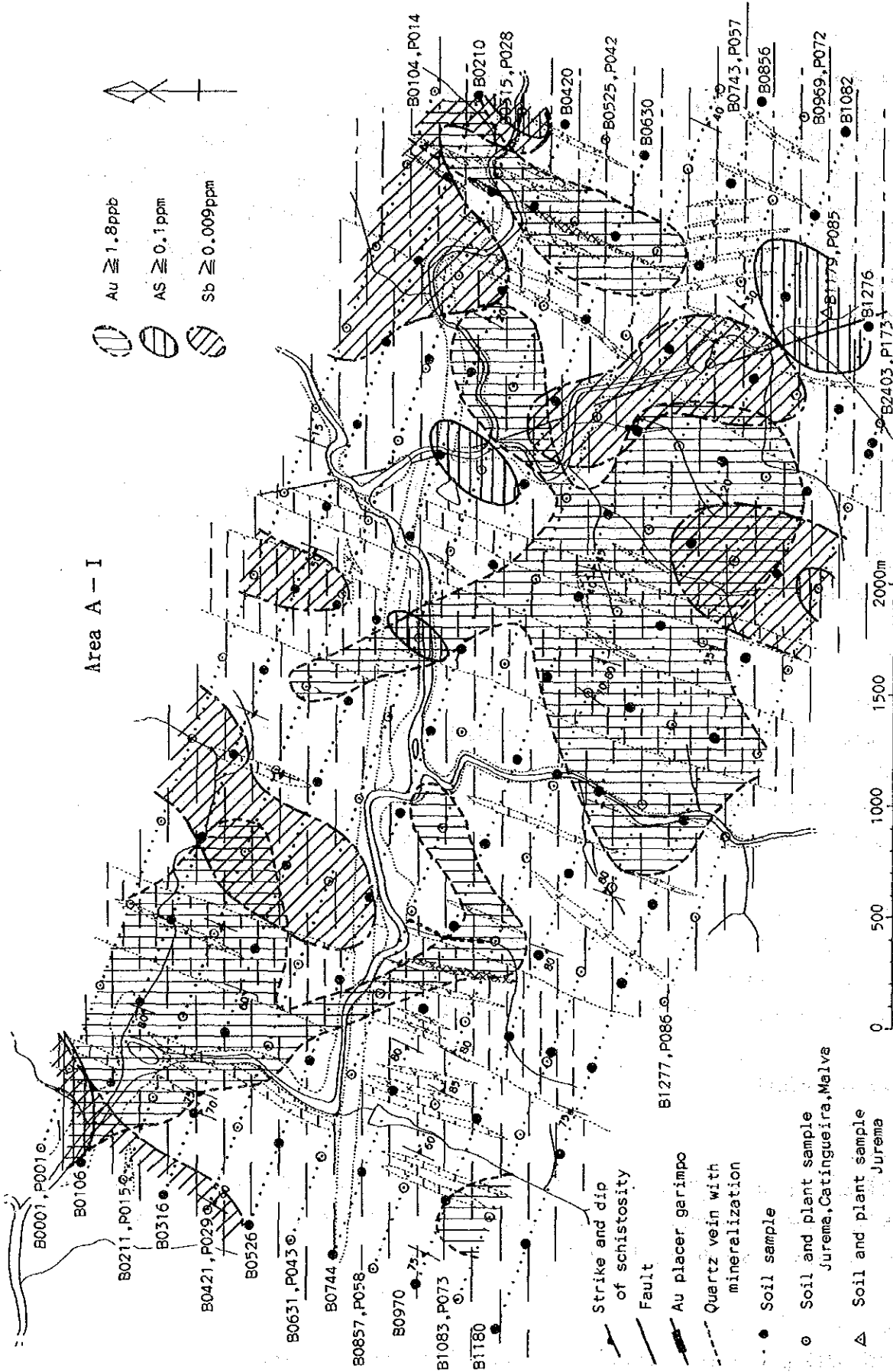


Fig. II-1-7 Au, As, Sb anomalies in three kinds of plants, Jurema (I)

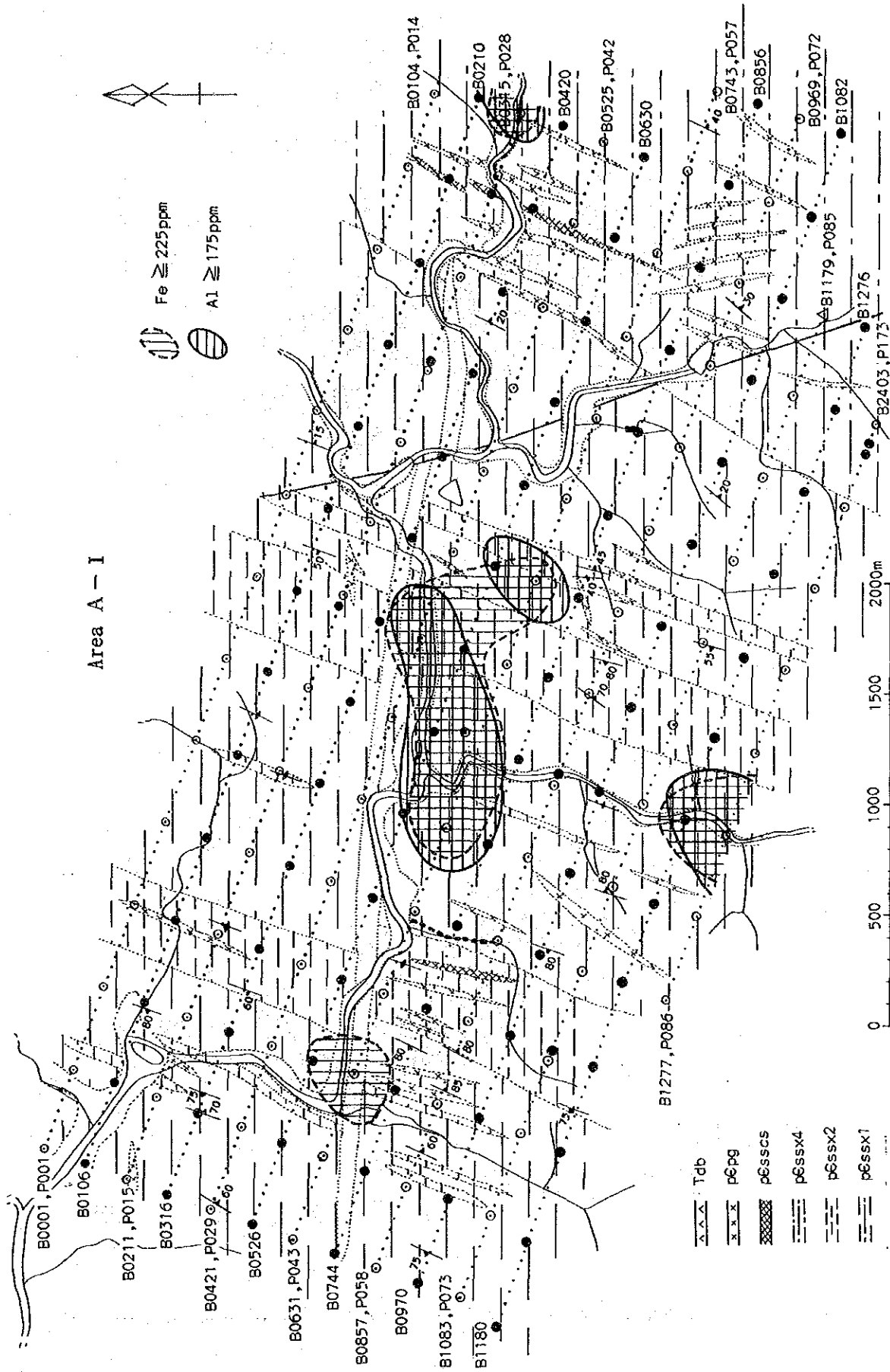


Fig. II-1-7 Fe and Al anomalies in three kinds of plants, Jurema (2)

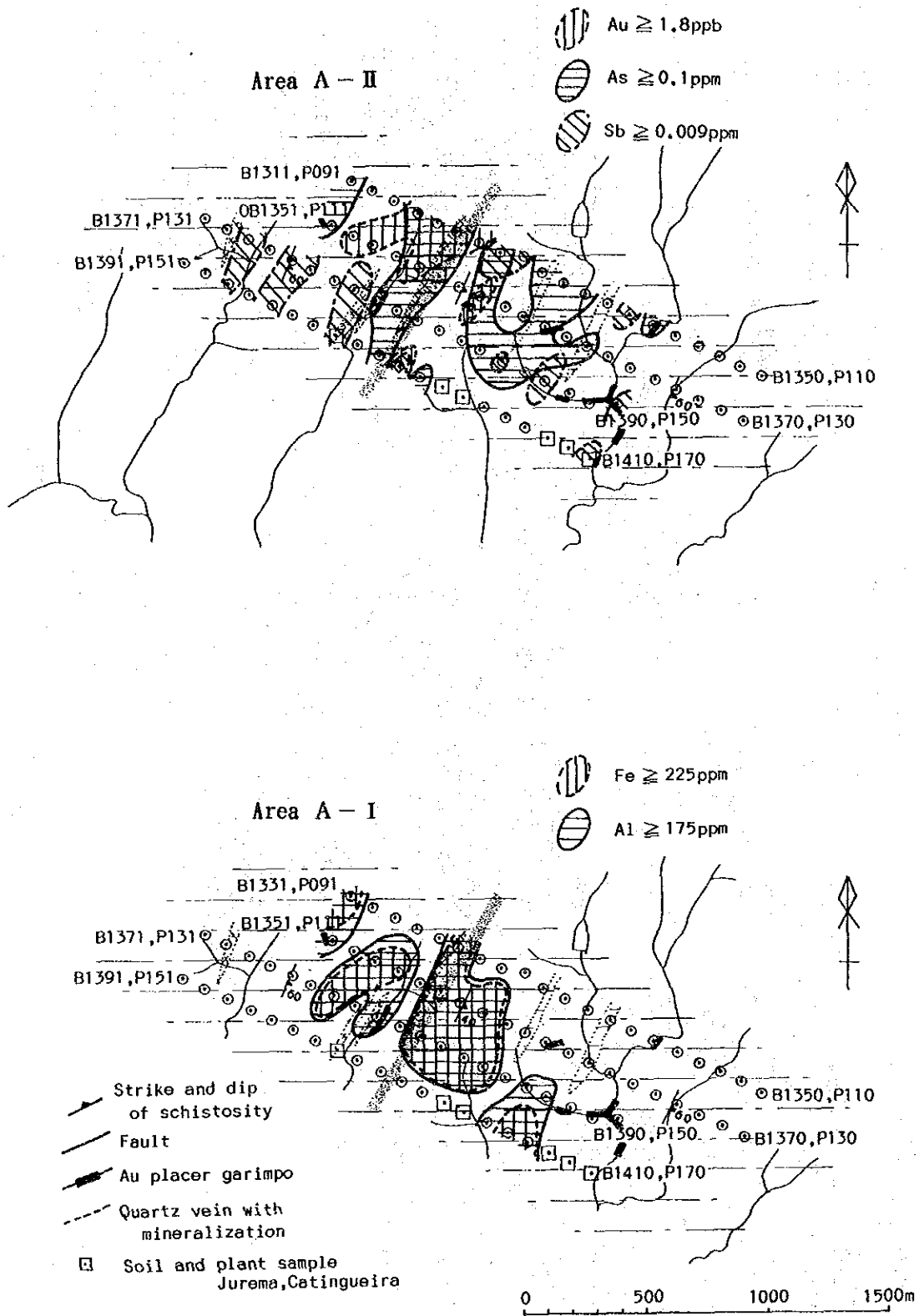


Fig. II-1-7 Au, As, Sb, Fe and Al anomalies in three kinds of plants, Jurema (3)

抽出された。最前者はサンフランシスコ鉱床の南部推定延長上に位置すること、また、北部、中部及び南部において、上記の Au の異常域のほとんどを包含することが特徴である。サンフランシスコ鉱床の南部推定延長上に位置する異常域では最も高い値を示し、特に鉱床の推定延長上では 0.14 ~ 2.41 ppm の値である。中部の異常は 0.20 ~ 1.30 ppm である。北西部は 0.1 ~ 0.41 ppm である。

アンチモン (Sb)

異常域は Fig. II-1-7(3) に示すように、北部~南東部に 6 か所と、南西部~南部に 4 か所、計 10 か所分散して抽出された。上記 Au 及び As の異常域とは必ずしも一致していない。異常の値は全て 0.02 ppm 以下である。

(ii) カチンゲイラ

Au の濃度は、最小値 0.2 ppb (検出限界) 未満から最大値 907.0 ppb の広がりを示す。検出限界未満の試料数は全体の 64.0% である。Upper fence の 0.85 ppb 以上を異常値とした。

As の濃度は、最小値 0.01 ppm (検出限界) 未満から最大値 1.25 ppm の広がりを示す。検出限界未満の試料数は全体の 62.8% である。Upper fence の 0.025 ppm 以上を異常値とした。

Sb の濃度は、最小値 0.005 ppm (検出限界) 未満から最大値 0.045 ppm の広がりを示す。検出限界未満の試料数は全体の 80.8% である。検出限界の 0.005 ppm 以上を異常値とした。

Fe 及び Al については後述する。

(a) A-I 地区

金 (Au)

異常域は Fig. II-1-7(4) に示すように、中部~北東部にまとまったものとして 4 地域が抽出されたが、土壌の異常域とは必ずしも一致しない。最も突出した値を示すのは北東部のまとまった異常域の北西端にあり、907 ppb を示す。北東部のまとまった異常域では他の値は 2.2 ppb 以下である。次に高い値を示すのは中部の異常域で、1.2 ppb ~ 3.0 ppb である。他はまとまりがない。値は 2.6 ppb 以下である。

ヒ素 (As)

異常域は Fig. II-1-7(4) に示すように、中部~北東部及び西部に、計 6 か所抽出された。これらのうち、北東部のものは上記の Au の異常域に含まれ、その値は 0.03 ~ 0.85 ppm である。最高値は Au の 907 ppb を示す位置と一致する。また、後述する Fe 及び Al の高濃度域とも重複する。他は点在し、0.03 ~ 0.06 ppm の低い値である。

アンチモン (Sb)

異常域は Fig. II-1-7(4) に示すように、まとまったものとして北東部、中部及び北西部に抽出された。これらは上記の Au 及び As の異常域と、ある程度一致する。北東部の最も広くまとま

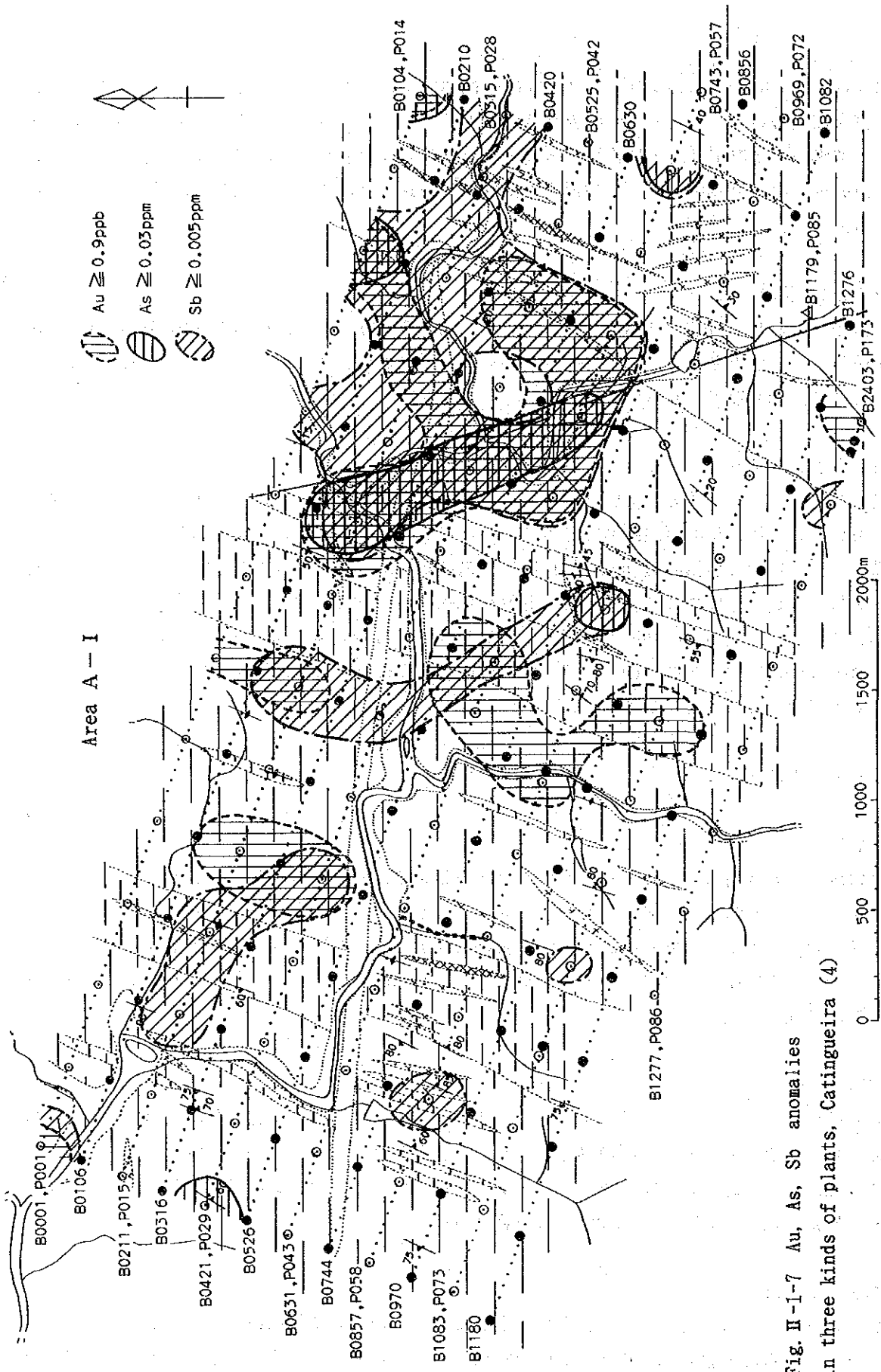


Fig. II-1-7 Au, As, Sb anomalies in three kinds of plants, Catingueira (4)

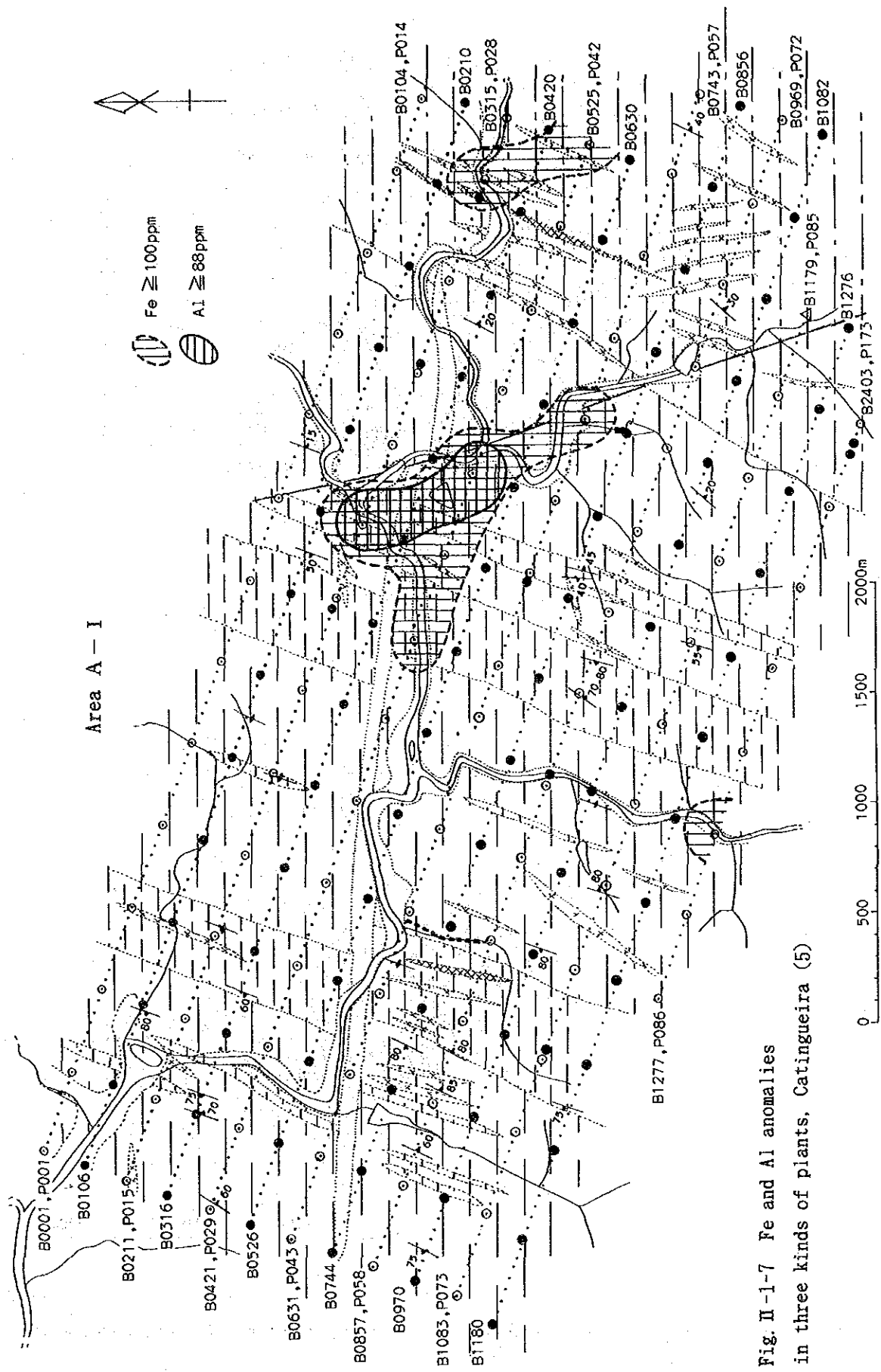


Fig. II-1-7 Fe and Al anomalies in three kinds of plants, Catingueira (5)

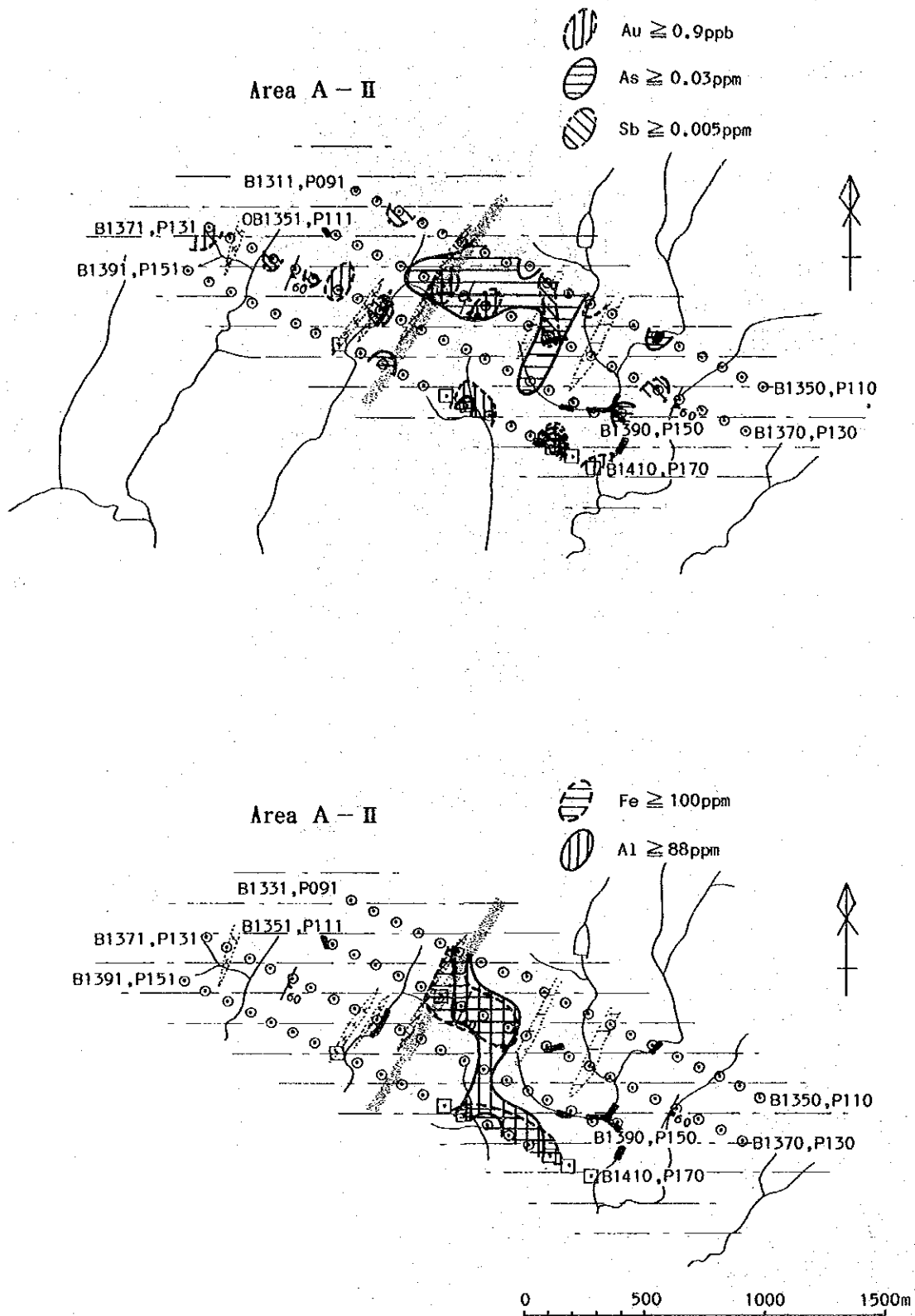


Fig. II-1-7 Au, As, Sb, Fe and Al anomalies in three kinds of plants, Catingueira (6)

った異常域では 0.002~0.045 ppm を示し、最高値は Au の907 ppb を示す位置と一致する。他は大きなまとまりを示さない。また、相対的に高い値を示すのは玄武岩岩脈の北側である。これは土壤の結果と一致する。

(b) A-II地区

金 (Au)

異常域はFig. II-1-7(6) に示すように、7か所抽出されたが、分散しておりまとまっていない。南東部には相対的に高い値があり、2.0 ~ 11.4 ppb を示す。サンフランシスコ鉱床の推定延長上では 1.2 ppbを示すのみである。

ヒ素 (As)

異常域はFig. II-1-7(6) に示すように、6か所抽出された。これらのうち北部のものが最大のまとまりがあり、Au 及び Sb の異常域の一部を包含する。そこでの値は 0.05 ~1.25 ppmである。サンフランシスコ鉱床の推定延長上では 1.25 ppm の最高値を示す。その他の点在する異常は 0.03 ~0.1 ppm である。

アンチモン (Sb)

異常域はFig. II-1-7(6) に示すように、南部の採取線を除いて6か所分散して抽出された。上記の Au 及び As の異常域とは必ずしも一致していない。値は低く、0.005~0.02 ppmである。

(iii) マウバ

Au の濃度は、最小値0.2 ppb (検出限界) 未満から最大値46.0 ppbの広がりを示す。検出限界未満の試料数は全体の 9.1%である。Upper fence の2.9 ppb 以上を異常値とした。

As の濃度は、最小値0.01 ppm (検出限界) 未満から最大値5.11 ppmの広がりを示す。検出限界未満の試料数は全体の47.3%である。Upper fence の0.075ppm以上を異常値とした。

Sb の濃度は、最小値0.005 ppm (検出限界) 未満から最大値0.055 ppm の広がりを示す。検出限界未満の試料数は全体の55.8%である。Upper fence の0.022 ppm 以上を異常値とした。Fe 及び Al については後述する。

(a) A-I地区

金 (Au)

異常域はFig. II-1-7(7) に示すように、中央やや南東部に2か所、北西端部に1か所抽出された。これらはジュレマの Au の異常域に包含される。異常値は 3.0~4.0 ppb である。中央やや南東部に2か所は小さなまとまりである。

ヒ素 (As)

異常域はFig. II-1-7(7) に示すように、北西部から東部にかけて8か所抽出された。いずれも点在する。これらは土壌や他の植物のいずれの元素ともほとんど一致しない。高い値は中央やや西に位置し、その値は 1.70 ~5.11ppm である。他は 0.11 ~0.27 ppmである。

アンチモン (Sb)

異常域はFig. II-1-7(7) に示すように、北西部から東部にかけて7か所抽出された。上記 Au 及び As の異常域とは一部を除いて一致していない。その値は 0.025~0.045 ppm で、主として玄武岩岩脈の北側に位置する。

(b) A-II地区

金 (Au)

異常域はFig. II-1-7(9) に示すように、北西部から中部にかけてWNW-ESE 方向に延びたまとまりを持つ。この異常域は試料採取点14点からなり、分析値は4.0 ~46.0 ppbと高い。この内、10 ppb オーダーの試料は6個である。土壌及び他の植物の Au の異常域の一部を包含するが、大概は独立している。最高値の 46.0 ppb はサンフランシスコ鉱床の南推定延長上に位置する。

ヒ素 (As)

異常域はFig. II-1-7(9) に示すように、6か所に点在する。異常の最高値は 3.00 ppm で、サンフランシスコ鉱床の南推定延長上に位置する。他は 0.13 ~0.67 ppmである。

アンチモン (Sb)

異常域はFig. II-1-7(9) に示すように、5か所に分散して抽出された。上記の Au 及び As の異常域とは必ずしも一致していない。異常の値は 0.025~0.055 ppm である。

以上のように、3種の植物について Au, As 及び Sb の異常を検討したが、Au の異常はマウバにおいてその値が最も高い。各植物種それぞれの Au の異常域はかならずしも重ならないが、A-I地区の中央やや南部及び中央やや東部、またA-II地区のサンフランシスコ鉱床の推定南部延長上では3种植物の Au の異常域は重なっている。A-II地区のサンフランシスコ鉱床の推定南部延長上では3種の植物いずれにおいても Au と As の異常は重なっている。

ジュレマおよびマウバ中の Au 含量を試料採取線上にプロットしてみた (Fig. II-1-8)。これによればサンフランシスコ鉱床のトレンド部が周囲より高い値をしめしていることがわかる。

(iv) 3种植物中の鉄及びアルミニウムについて

ジュレマ中の Fe の濃度は、最小値50 ppm (検出限界) 未満から最大値1,550 ppm であり、検出限界未満の試料数は全体の15.6%である。同じく Al の濃度は、最小値50 ppm (検出限界) 未満から最大値2,000 ppm であり、検出限界未満の試料数は全体の21.3%である。

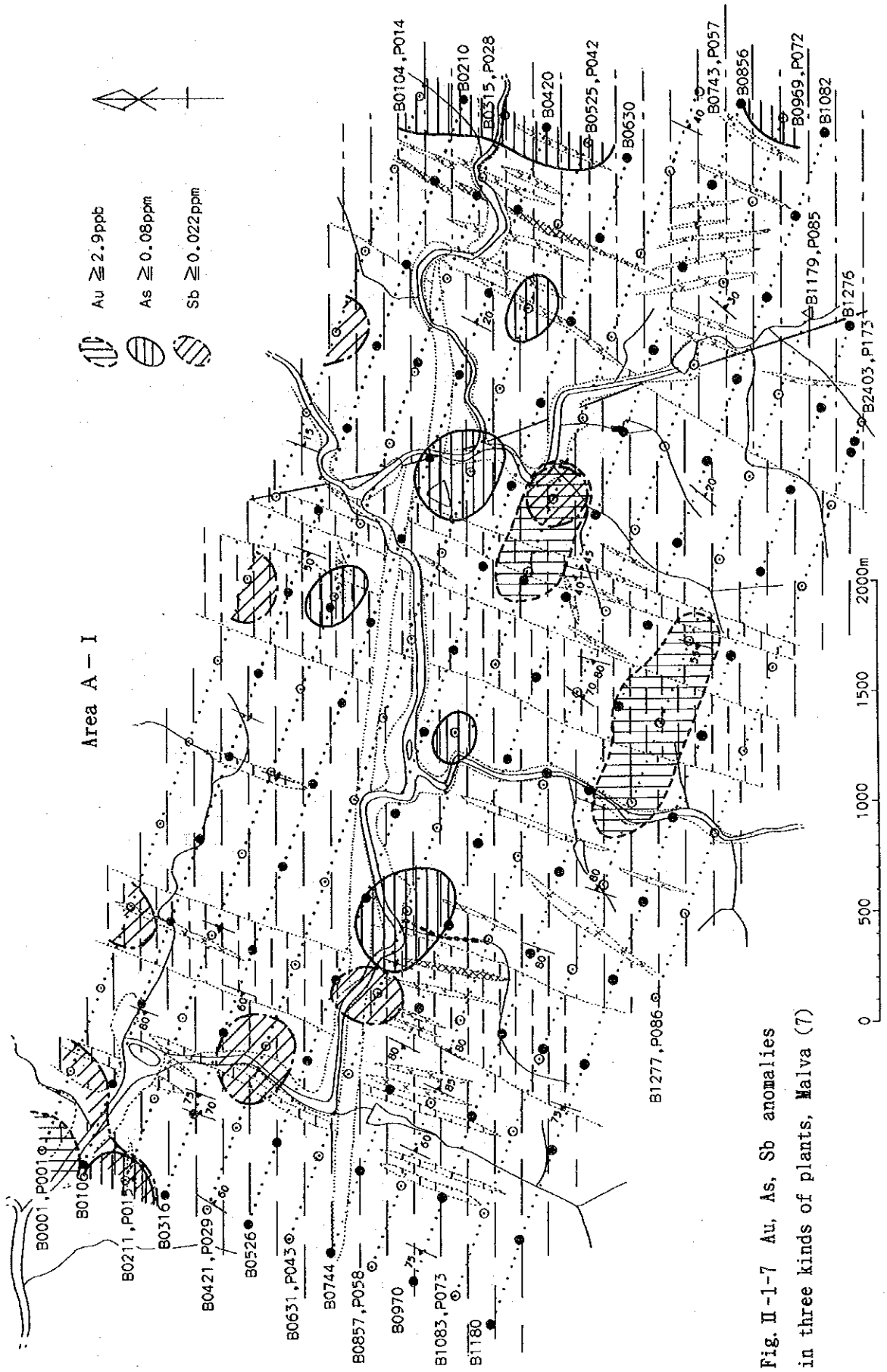


Fig. II-1-7 Au, As, Sb anomalies in three kinds of plants, Malva (7)

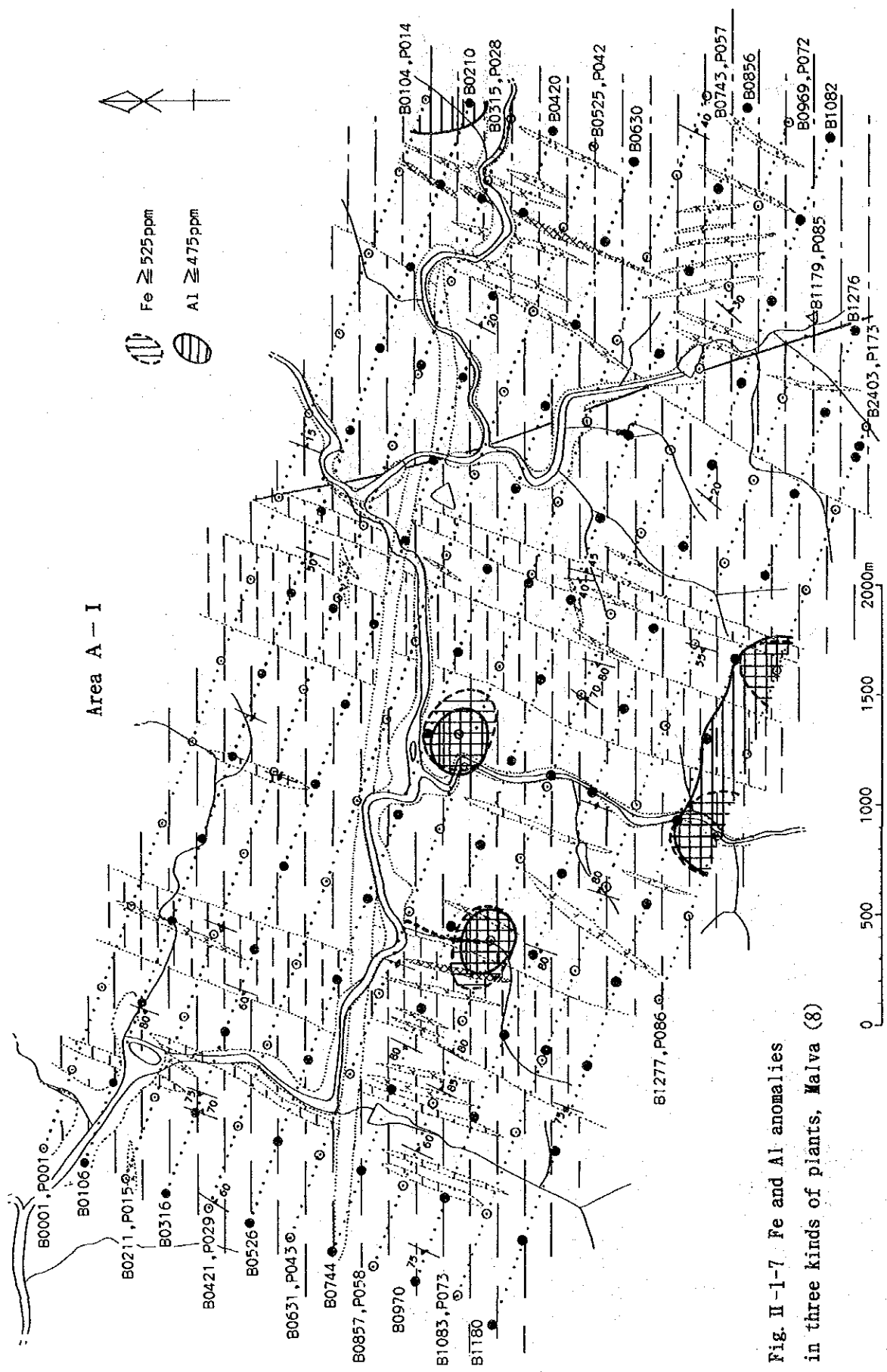


Fig. II-1-7 Fe and Al anomalies in three kinds of plants, Malva (8)

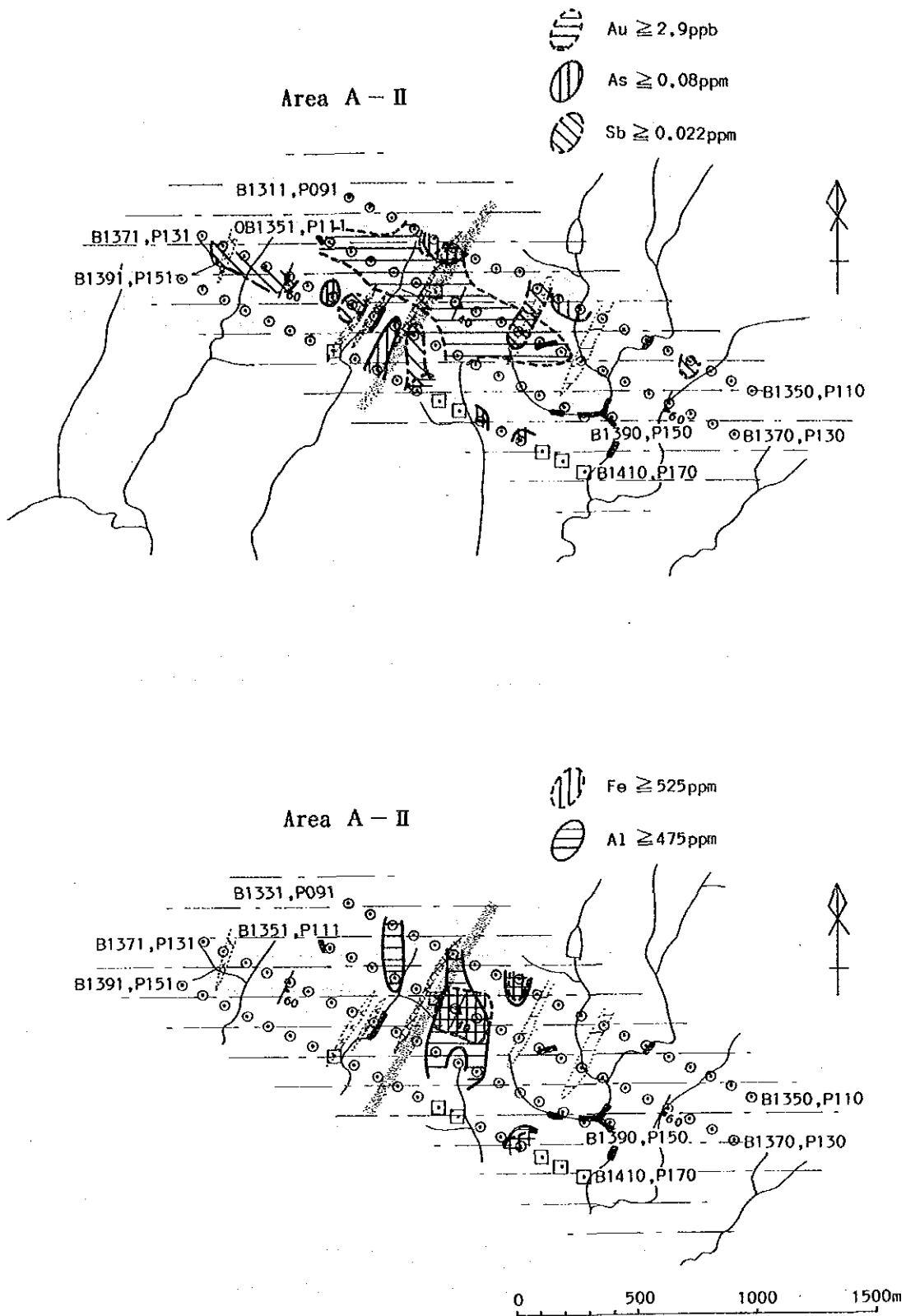


Fig. II-1-7 Au, As, Sb, Fe and Al anomalies in three kinds of plants, Malva (9)

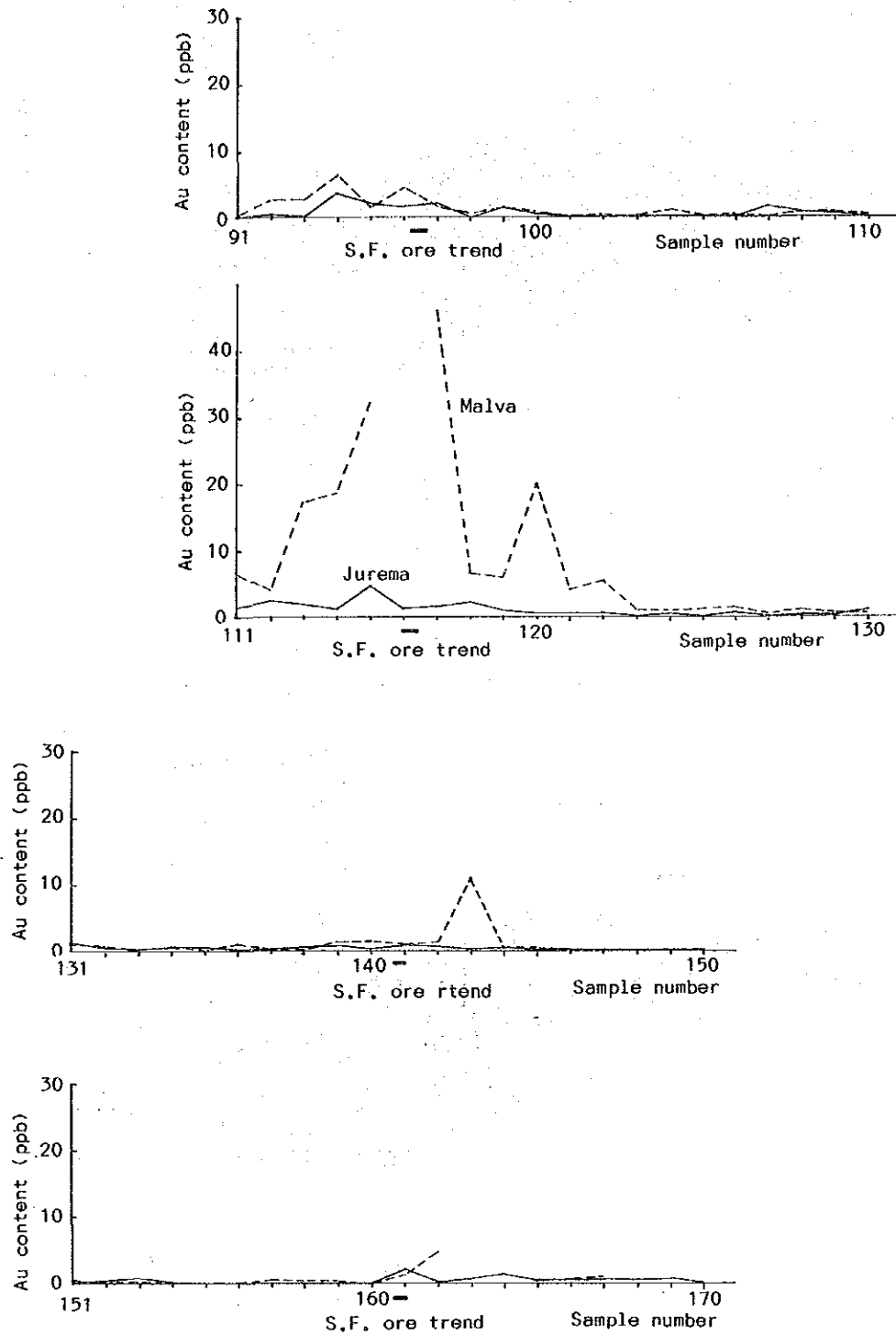


Fig. II-1-8 Diagrams showing Au content in Jurema and Malva along sampling lines

カチンゲイラ中の Fe の濃度は、最小値50 ppm未満（検出限界未満）から最大値250 ppm であり、検出限界未満の試料数は全体の89.5%である。Al の濃度は、最小値50 ppm未満（検出限界未満）から最大値300 ppm で、検出限界未満の試料数は全体の68.0%である。

マウバ中の Fe の濃度は、最小値100 ppm から最大値1,000 ppm である。同 Al の濃度は、最小値50 ppm（検出限界）から最大値1,250 ppm である。

以上の分析値については、Au, As, Sb と同様の処理を実施し、カチンゲイラの Fe を除いて、upper fence 以上の値を高濃度として検討した。カチンゲイラの Fe については 100ppm 以上を高濃度として検討対象とした。

各植物種中の Fe 及び Al の濃度には強い正の相関があるのでまとめて取り扱った。

A-I 地区では、ジュレマとマウバの高濃度域は一部重なるが、カチンゲイラの高濃度域は他とは全く重ならない (Fig. II-3-7(2), (5), (8))。カチンゲイラは東部に高濃度域が位置し、ジュレマとマウバの高濃度域は中央部に位置する。これらの高濃度域と地質あるいは岩相との関連性は考えられない。地形上から見ると、沢沿あるいは谷間に高濃度域が存在する。この沢は幅が広く、沢底には水がなく、ここでは砂及び土壌が露出している。これから、A-I 地区での Fe 及び Al の高濃度は地下水により低地へ移動し、濃集した元素を吸収したことが考えられる。

A-II 地区では、サンフランシスコ鉱床のトレンドの東では3植物の高濃度域はほぼ完全に重なる。トレンドの西側ではジュレマとマウバの高濃度域は一部重複するのみである (Fig. II-3-7(3), (6), (9))。ここでも地質あるいは岩相との関連性は考えられなく、地形との関連性がある。すなわち、サンフランシスコ鉱床のトレンドの東では谷間及びそこから連続する斜面に高濃度域があり、トレンドの西側では谷間に高濃度域がある。しかもこれらの高濃度域いずれの場所でも近くを未舗装道路が通っている。これらのことから、A-I 地区でも Fe 及び Al の高濃度は地下水による低地への元素の移動による影響が考えられる。

(2) 植物-土壌間の元素の相関関係

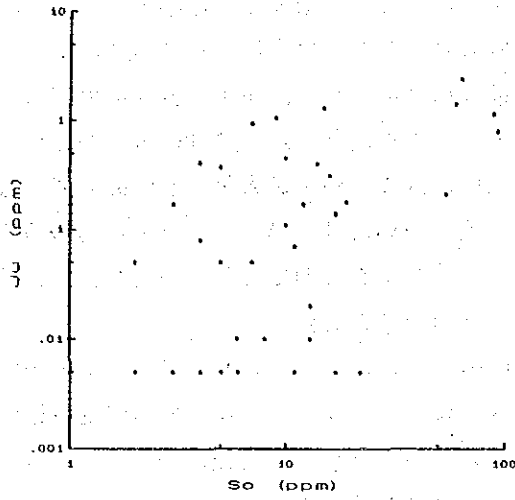
植物-土壌間の同一元素の相関を検討してみた (Tab. II-1-5)。これによれば、Au 及び Sb の含量については植物と土壌の間には相関はないといえる。As の含量については土壌とジュレマの間に弱いながら正の相関が認められる。土壌中のヒ素含量と3種の植物中の As 含量の相関散布図を Fig. II-1-9 に示す。

次に、植物別、元素別の生物学的吸収係数 (Biological absorption coefficient: A_x = 土壌中のある元素の含有量に対する、植物中のその元素の含有量) を計算した (Appendix 3)。これによれば、Au の生物学的吸収係数は他の As 及び Sb より高く、3種の植物は Au をより吸収しやすいことがわかる。次は As であり、最も低いのは Sb である。A-II 地区内のサンフランシスコ鉱床のトレンド付近の試料について検討してみると、即ち試料番号 B1334~B1337 及び B1354~B1357 の間ではスポット的ながらジュレマとマウバの生物学的吸収係数の高い値が得られている。そしてこの位置は植物中の Au の高含量を示す位置とも重なっている。この位置では土壌中の Au の含量がとくに高くはなく、土壌の発達程度、土壌の採取方法等ともかみあわせ今後の検討を要するところである。カチンゲイラの試料 PB023 の値 4535 は植物そのものの吸収係数と言うよりも、植物の外から Au が加わったためかもしれない。

So-Ju
SCATTER DIAGRAM

X=So (ppm)
Y=Ju (ppm)

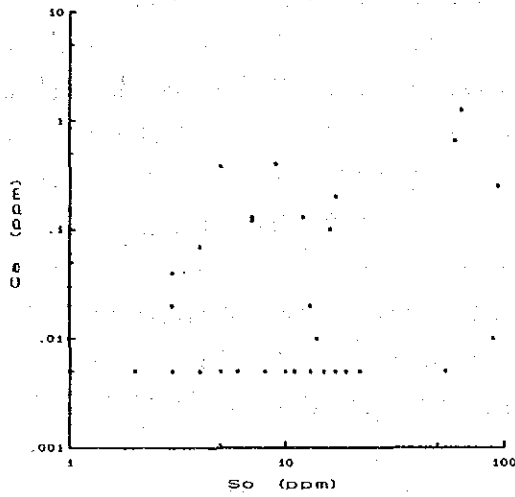
	So	Ju
max	93	2.41
min	1	.00
n =	175	
r =	.579	



So-Ca
SCATTER DIAGRAM

X=So (ppm)
Y=Ca (ppm)

	So	Ca
max	93	1.25
min	1	.00
n =	175	
r =	.372	



So-Ma
SCATTER DIAGRAM

X=So (ppm)
Y=Ma (ppm)

	So	Ma
max	93	5.11
min	1	.00
n =	175	
r =	.280	

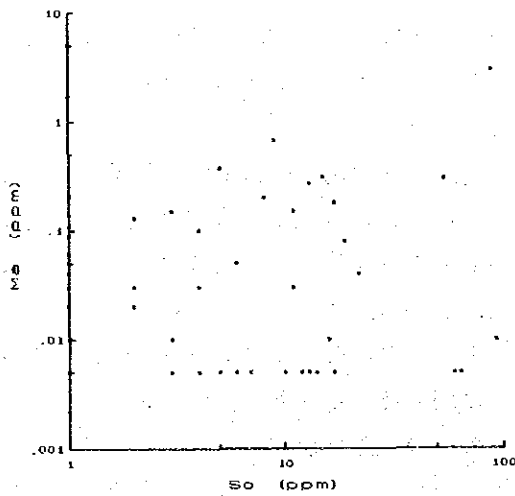


Fig. II-1-9 Diagram showing As correlation between soil and plant

1-4 考 察

(1) 土壌地化学探査と植物地化学探査の比較

生物学的吸収係数の測定は、世界でも例が少なくソ連の例では、As が $0.1 \sim 1$, Fe が 0.1 , Al が $0.1 \sim 0.01$ とわかっている。また、植物の種類によってこの係数は異なっている。Masuda, F. et al (1990) によれば、本地域の更に東部（パライバ州のカンピナグランジの西及び同州パトスの北西）で植物の茎を採取し、植物の分配係数（partition coefficient: 生物学的吸収係数と同義）を求めている（Masuda, et al, 1989）。それによれば、分配係数と元素のイオン半径との関係は植物の種類によって幅があるものの、ある周期と振幅による曲線を示す（Fig. II-1-10）。これによれば As が 0.1 , Fe 及び Al が 0.001 となっている。Au 及び Sb についてはデータはないが、イオン半径（Au: 1.37 \AA Sb: $0.62 \sim 0.76 \text{ \AA}$ ）から Au が $0.1 \sim 1$, Sb が $0.01 \sim 0.1$ と推定できる。

本地区の葉の平均の分配係数は、Au はジュレマが 2.37, カチンゲイラが 0.90, マウバが 3.69, As はジュレマが 0.0048, カチンゲイラが 0.0032, マウバが 0.0045, Sb はジュレマが 0.002, カチンゲイラが 0.0015, マウバが 0.002 となり、As が 2 桁小さいが、Au 及び Sb は同じオーダーとなっている。

植物が土壌から元素を吸収しやすい条件として、可溶性の元素及び土壌のコロイド粒子上に付着した元素が必要である。したがって、本地区の土壌中の As は植物にとって吸収しにくい形態であったのかもしれない。

(2) 総合地化学探査異常帯の分布と地質・鉱化作用との関係

A-I 地区では、Au の異常帯は植物-土壌間で一致していない（Fig. II-1-11(1)）。特に南東部の土壌の異常帯ではクラーク数の 3~50 倍の含有量があるにもかかわらず、植物の異常帯とはジュレマの一部を除き、重なっていない。しかしながらこの土壌の異常域では残念ながら植物試料を採取しておらず、正当な評価は出来ない。一方、ジュレマの異常域を地形的に詳しく見ると、その異常域は該当する土壌の異常帯からより低い所、すなわち下流の方に認められる。これから、もし土壌の異常帯が実際の鉱化作用を現しているとすれば、ジュレマの異常はそれを広範囲に捕らえていると解釈することができる。このことは A-I 地区の北西部の Au と As の異常域の関係にも認められる。記述した 3 種植物の Au の異常が重なる点もこの範疇に入るかもしれない。

植物の分析値も分配係数から土壌と同程度あってもおかしくないが、最大クラーク数の 2 倍程度と低い。この理由としてこの箇所の土壌中の Au は植物にとって吸収しにくい形態であったと考えられる。

また、Au との相関が認められる元素は、土壌にはなく、カチンゲイラの Sb と、マウバの Fe 及び Al であるが、3 元素とも植物の分配係数から土壌の含有量を推定すると、クラーク数のオーダーとなり、Au の鉱化作用には関係ないと考えられる。土壌の As に関しては、岩相を示唆するだけなのか、Au の鉱化作用との関係を示唆するのか、現在のところ明らかではない。

以上から、A-I 地区では土壌中の Au の異常が鉱化作用によるものかどうか未だ不明ではあ

Tab. II-1-5 Elemental correlation between soil and plant samples

	1	2	3	4
1	1.000			
2	-0.100	1.000		
3	-0.125	0.054	1.000	
4	0.029	0.320	-0.074	1.000

	1	2	3	4
1	1.000			
2	0.579	1.000		
3	0.372	0.399	1.000	
4	0.280	0.174	-0.017	1.000

	1	2	3	4
1	1.000			
2	0.000	1.000		
3	0.000	0.075	1.000	
4	0.000	0.202	0.114	1.000

- 1: Soil
- 2: Jurema
- 3: Catingueira
- 4: Malva

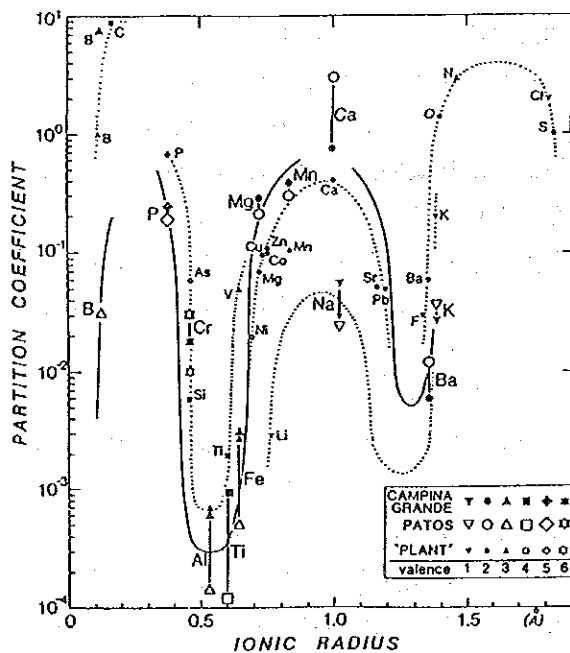


Fig. II-1-10 Partition coefficient - ionic radius diagram for tree and soil system

Gold anomalous area

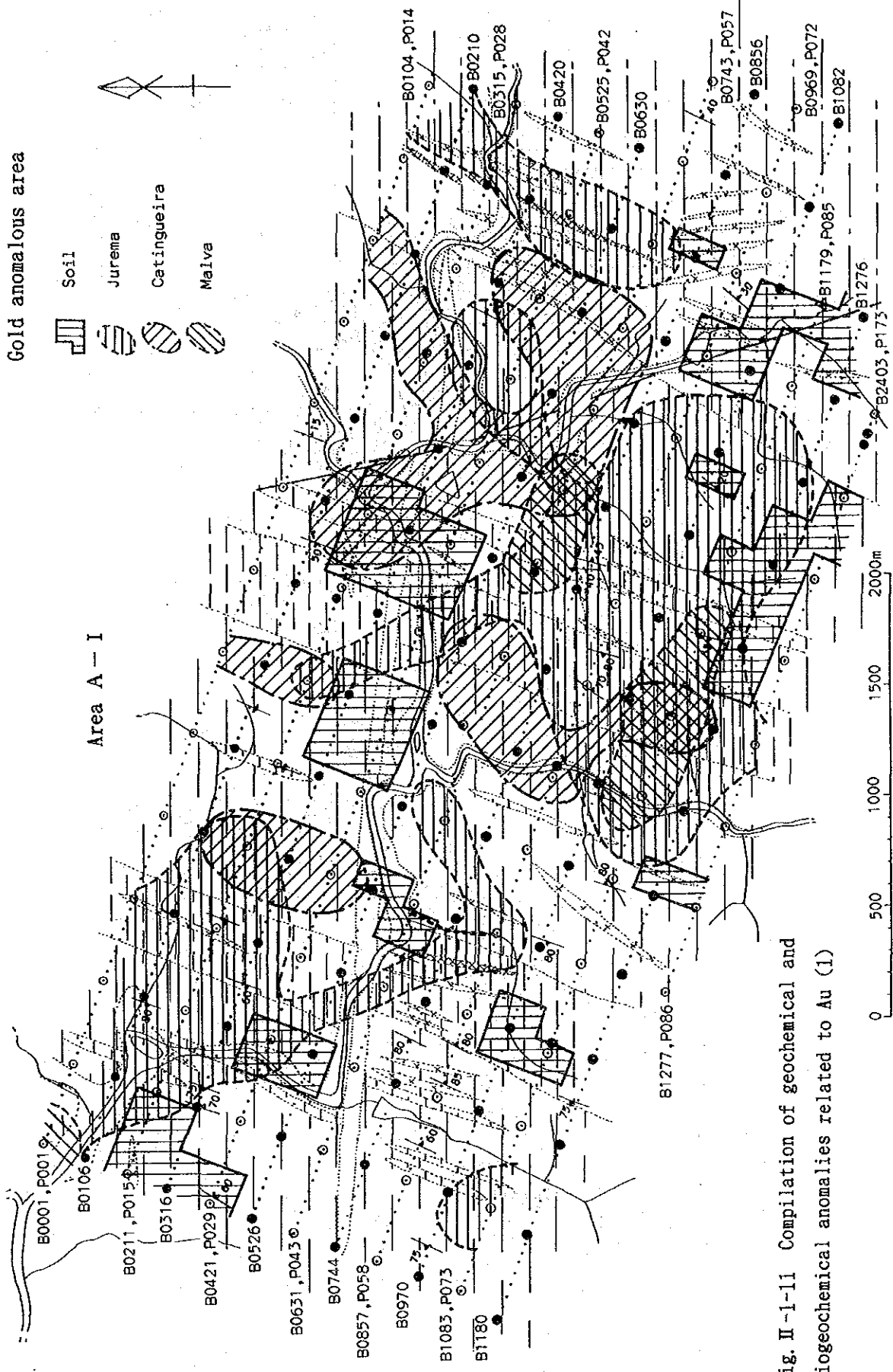


Fig. II -1-11 Compilation of geochemical and biogeochemical anomalies related to Au (1)

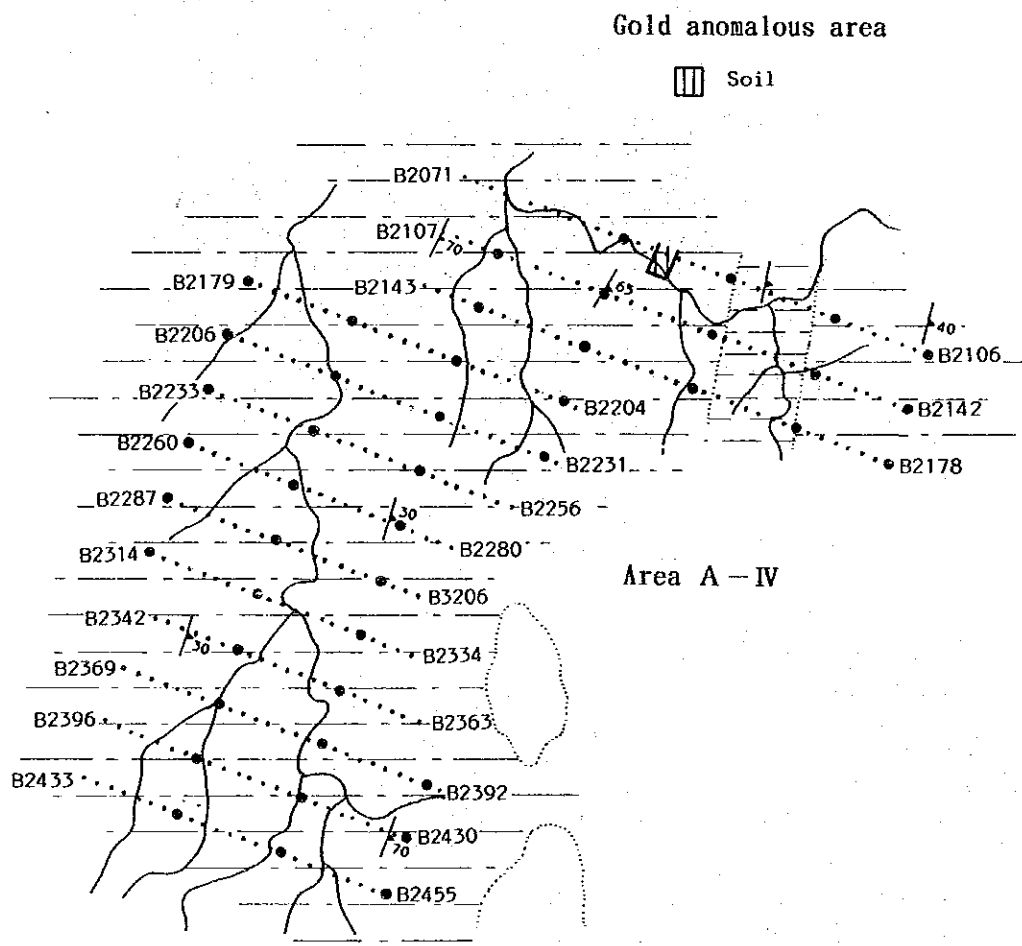
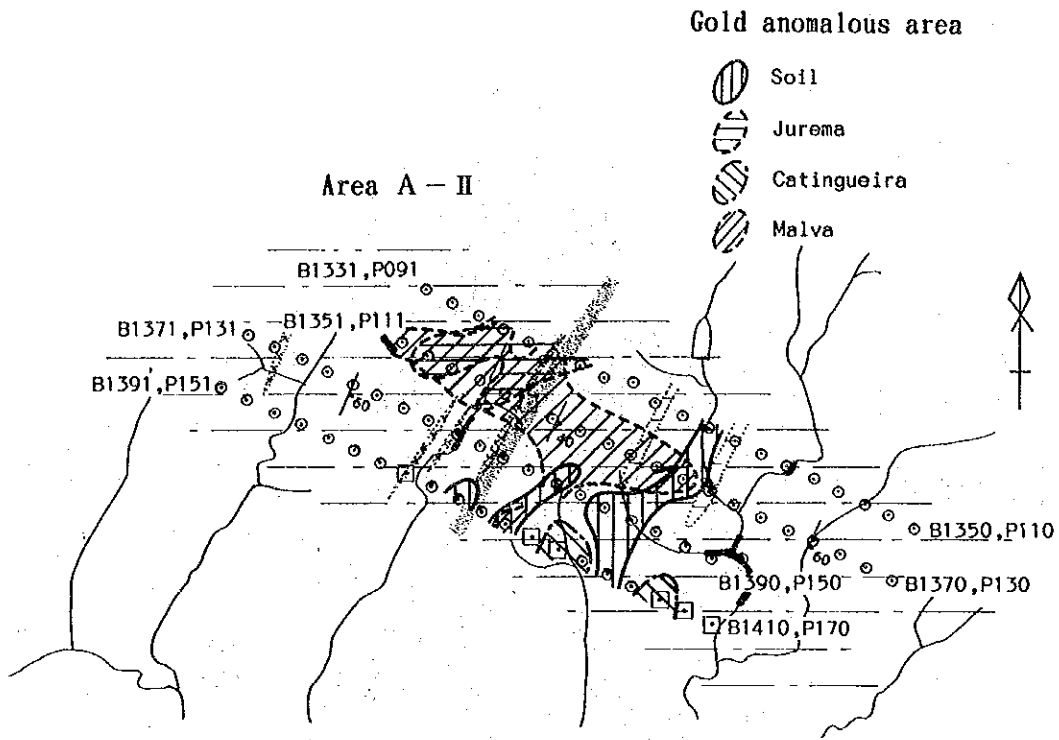


Fig. II-1-11 Compilation of geochemical and biogeochemical anomalies related to Au (2)

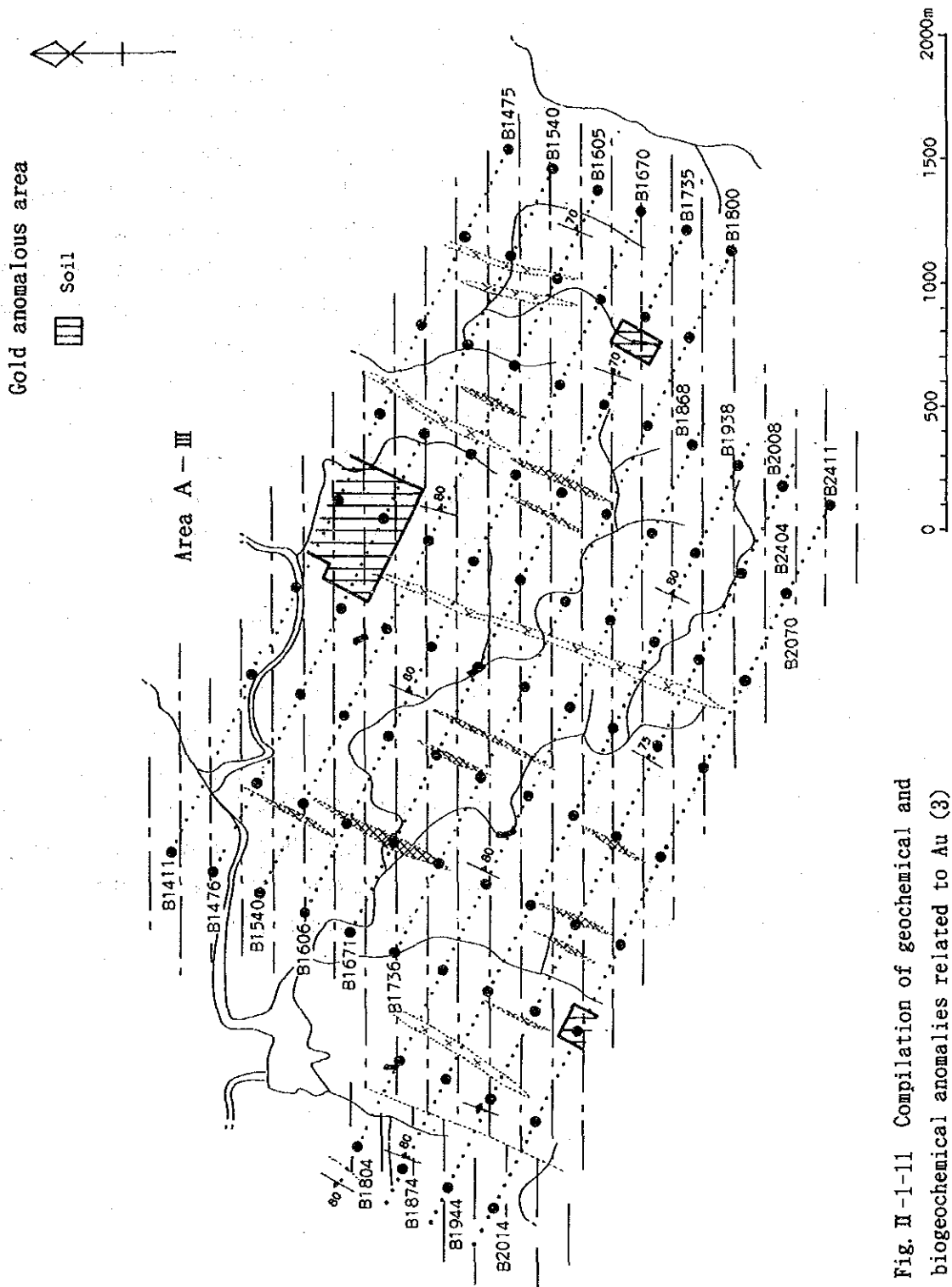


Fig. II-1-11 Compilation of geochemical and biogeochemical anomalies related to Au (3)

るが、土壌中の Au の広がりを探り、Au の探鉱有望地を抽出するには植物、特にジュレマとマウバ中の Au を対象とすることも有効であることが判明した (Fig. 2-1 (1))。

A-II 地区では、植物が示す Au の異常帯と土壌が示す Au の異常帯は完全に一致しているわけではない (Fig. II-1-11(2))。しかしながら、サンフランシスコ鉱床の南推定延長上では3種のいずれの植物においても Au と As の異常帯が重複しており、鉱床の位置を明瞭に現わしていると推定することが出来る。これはジュレマとマウバの Au の分析値を採取線上にプロットした図 (Fig. II-1-8) にも良く表れている。A-II 地区で土壌中の Au の異常帯が NNE-SSW 方向のトレンドを持つこととマウバの Au の異常帯が WNW-ESE 方向のトレンドを持つことは、サンフランシスコ鉱床付近の地質構造が NNE-SSW 方向と WNW-ESE 方向の構造要因で形成されることと関連させて考えると興味のあるところではある。しかし、本地域の鉱徴の一般的な方向性を鑑みれば、WNW-ESE 方向の Au の鉱化作用を仮定することは疑問の残るところである。

以上の結果をまとめると A-I、A-II 地区の探鉱有望地は、Fig. 2-1 (2) のようになる。

A-III、A-IV 地区では、土壌地化学探査のみ実施した。Au との相関が、As 及び Sb ともに得られなかったため、総合地化学異常図には Au だけを図示した (Fig. II-1-11(3), (2))。ここで、土壌中の As の異常帯はセリド層の pE_{ssx4} 中で特にレンズ状の石灰珪酸塩岩 (pE_{sscs}) を挟在するゾーンに多く抽出され、分析値も最大クラーク数の300倍に達する。また、岩石中の微量元素の含有量に関し、Au 及び As については pE_{ssx4} よりも pE_{sscs} が高い結果が得られている (Tab. II-2-1)。したがって、今後石灰珪酸塩岩と Au の鉱化作用との関係を検討する必要がある。

本地区における土壌及び植物地化学探査の実施は、今年度がはじめてであり、しかも開発中のサンフランシスコ鉱床直上でのデータを得ることが出来ず、鉱床直上での異常のパターンと調査地区での異常のパターンとの比較検討は出来ない。しかしながら、土壌中の Au を吸収しやすい植物種があり、サンフランシスコ鉱床の南推定延長上である種の植物の Au の異常パターンが鉱床の位置を現している等の理由から、本地区で金探査に地化探を実施する場合には、土壌の他に、ジュレマ及びマウバ中の Au をトレーサ元素として利用するのが有効であると結論される。Au の鉱化作用を現す植物中の他のトレーサ元素についてはさらに検討を要する。

第2章 B地区の地質調査

2-1 調査目的及び方法

2-1-1 調査目的

本調査の目的はB地区(500 km²)の地質状況を解明することにより、金鉱床の賦存状況を把握することである。

調査においては、上記の目的を達成できるように下記を主眼点とした。

- ①調査地域の岩石の分布の把握、及び層序の確認
- ②調査地域の地質構造の把握
- ③鉱床とその胚胎岩との関係の把握
- ④含金石英脈の把握、及びその追跡
- ⑤広域的観点からの鉱床と地質構造との関係の把握

2-1-2 調査方法

野外調査における踏査ルートは調査地域全域を平均的にカバーするようにし、ルート密度を0.8 km²以上とした。調査ルートは河川沿いに選定した。後述するが、地質調査と同時に、地化学探査用の河川堆積物及び河川堆積物中の重鉱物(パンニング試料)も採取した。

現地調査を開始する前に、B地区を含めた調査範囲約550km²につき1/60,000の空中写真(1967年撮影)から1/50,000の地形図を日本で作成した。現地調査にあたっては、この地形図をさらに1/25,000に拡大してルートマップ用に使用した。調査結果は1/50,000にまとめ、地質図を作成した。

2-2 調査結果

2-2-1 地質層序

本地区には、始生代のカイク岩体、原生代のセリド層群、そして新生代第三紀のセハドスマルティンス層が分布する。原生代のセリド層群は下位よりジュクルトゥ層、エクアドル層、そしてセリド層に区分される。本調査においては Jardim de Sa and Salim (1978), Jardim de Sa (1982) の層序を適用している (Fig. II-2-2)。

(1) カイク岩体

(i) 分布 (PL. II-2-1, Fig. II-2-1)

調査地域の南東端のサンタルチアドピクイ (Santa Luzia do Picui) の北方、サコドジラウ川 (Riacho Saco do Jirau) の最上流部に局部的に露出する。

(ii) 岩相

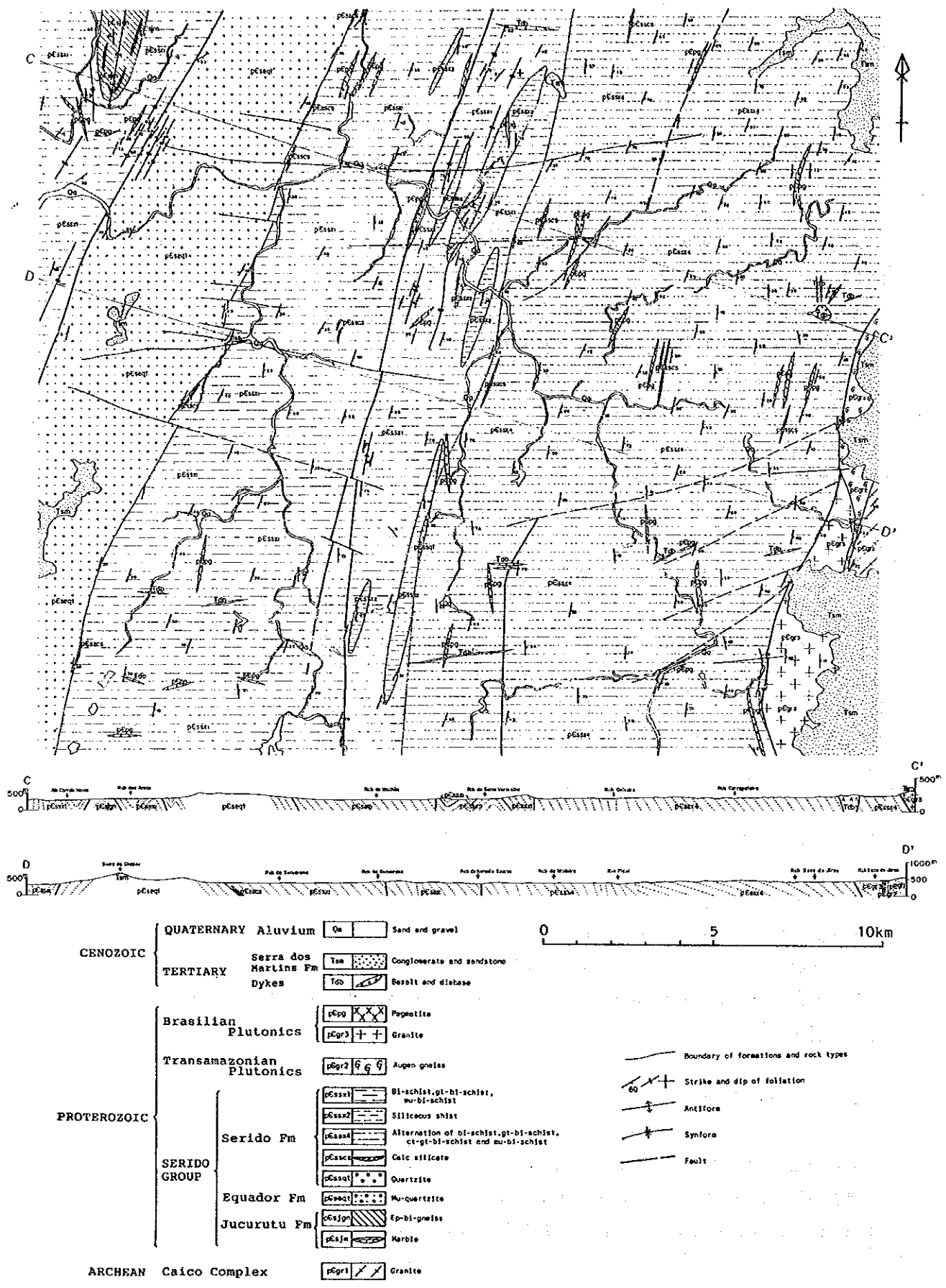
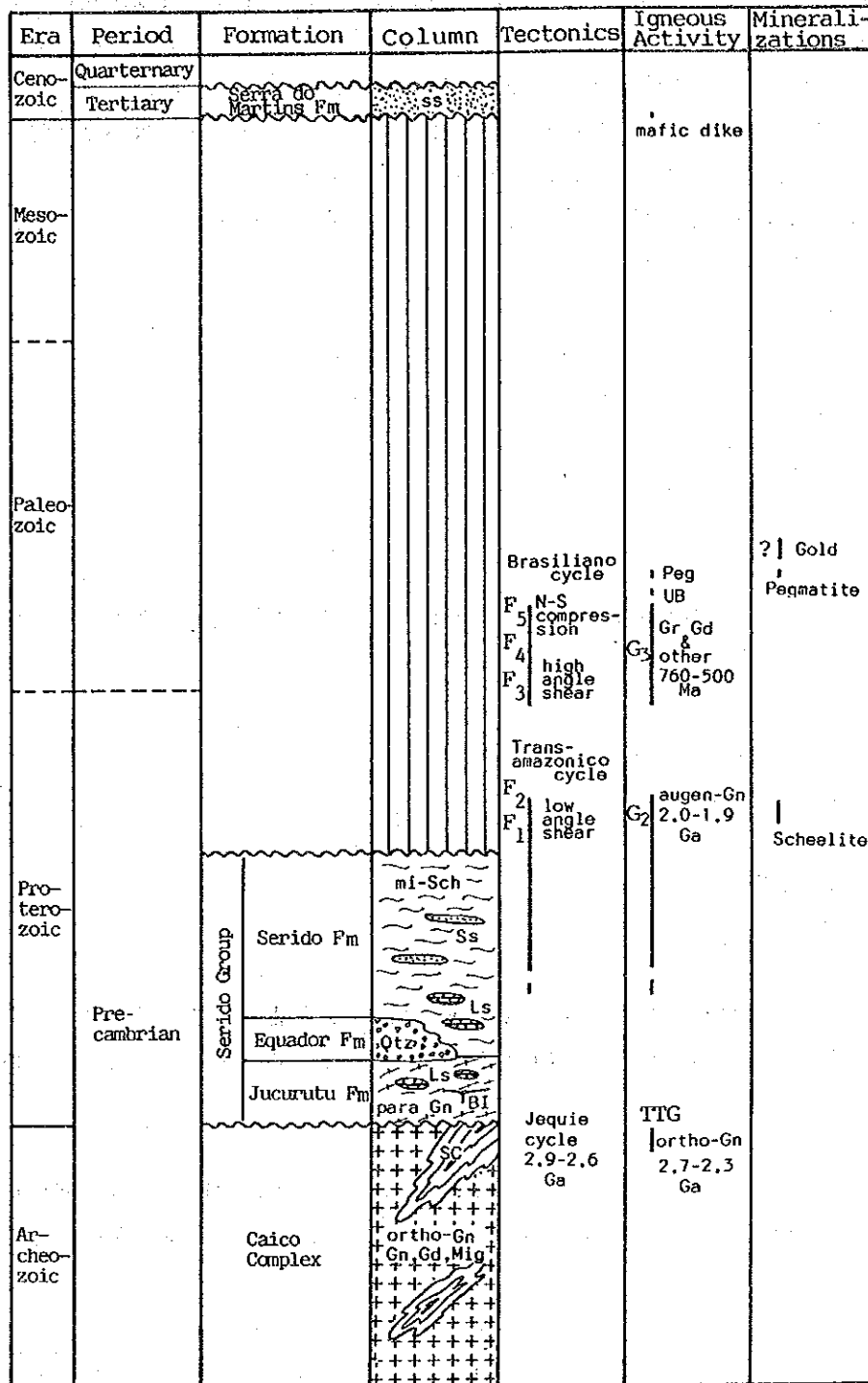


Fig. II-2-1 Geologic map of area B



F2: Phases of the structural events mi: mica Sch: schist
 TTG: Plutonic rocks in the Caico Complex SS: sandstone BI: basic intrusion
 G2: Transamazonian plutonic rocks LS: limestone Gn: gneiss
 G1: Brazilian plutonic rocks Qtz: quartzite SC: supracrustals

Fig. II-2-2. Generalized columnar section of area B

Jardim de Sa (1987) はこの岩体を、TTG (Tonalite-Trondhjemite-Granite) と略称される深成岩起源でミグマタイトを伴う片麻岩、及び角閃岩-片岩-珪岩-超塩基性岩-大理石などで構成される変堆積岩の2つに大別されるとしている。

本年度調査域に露出する岩体は花崗岩(pGgnl)であり、TTGに入る。

本岩体から試料を1個(A117)採取し(Fig. II-2-3)、化学分析及び薄片の検鏡を行った(Tab. II-2-1, Tab. II-2-2)。検鏡の結果は以下のとおりである。

本岩は肉眼的には淡褐色、細粒、等粒状で、片麻状構造を呈する。

岩石名：片麻状黒雲母花崗岩

組織：片麻状

構成鉱物：主成分；石英、カリ長石、黒雲母、斜長石

副成分；緑泥石、チタン石、燐灰石、ジルコン

不透明鉱物；有

二次鉱物；細粒白雲母

(iii) 時代

本地域からは時代を示す直接の証拠はでていないが、岩相の特徴からカイク岩体に対比した。Jardim de Sa (1984a)によれば始生代とされている。

(iv) 層序関係

本地域における最下位層である。

(2) ジュクルトゥ層

(i) 分布 (Pl. II-2-1, Fig. II-2-1)

調査地域北西端のサオセバスチャン (Sao Sebastiao)から北方のクライスノボス市近くまで延長して露出する。南北に延びた楕円形の分布をし、その幅は約2 km、延長は8 kmである。

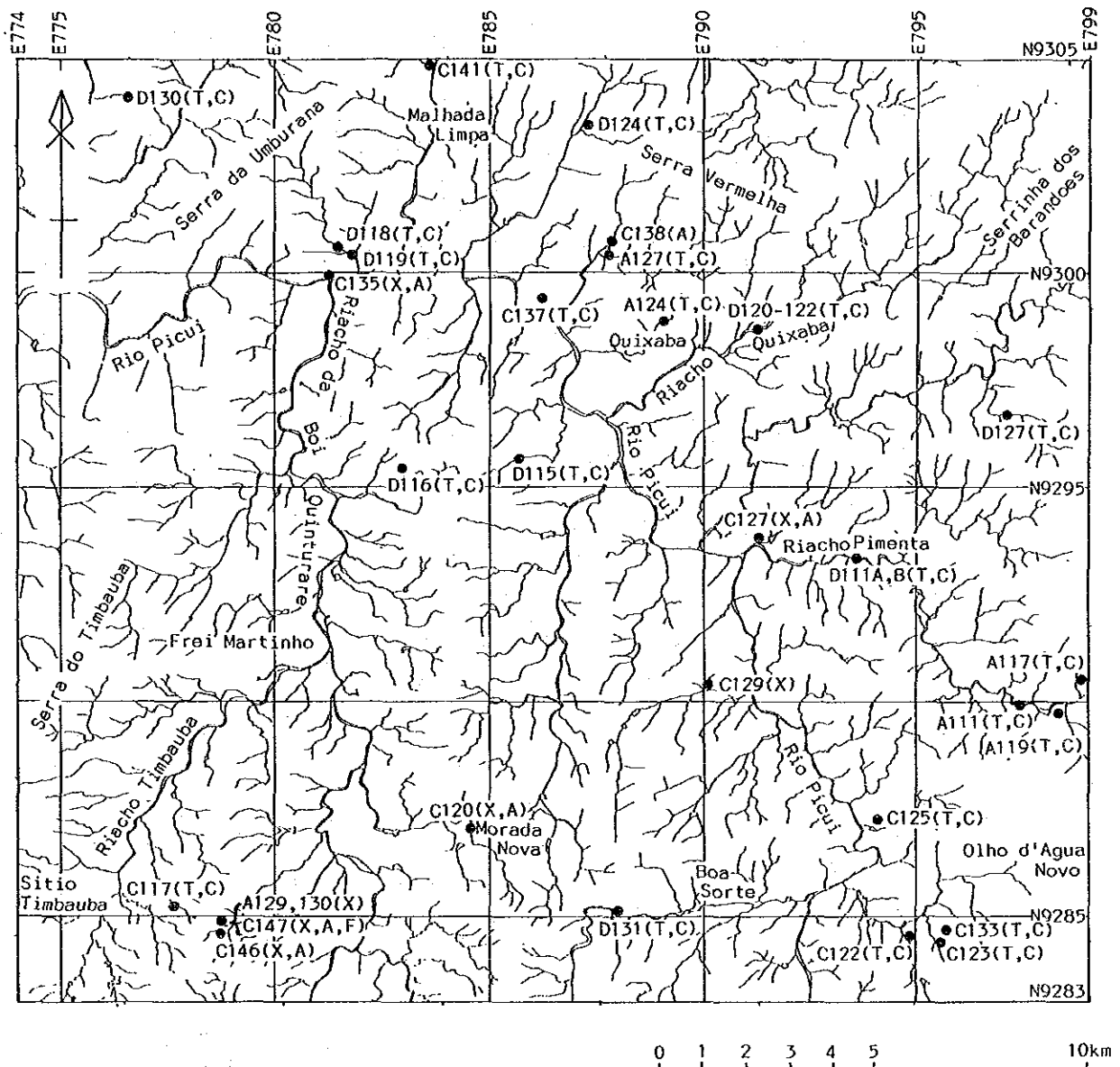
(ii) 層厚

Torres et al. (1973)によれば、リオグランデドノルテ州の中央南部では300m以上とされているが、本地域では、本層が背斜構造の軸に沿って露出し、見掛上下位層が露出していないため不明である。

(iii) 岩相

Lima (1986)によれば、ジュクルトゥ層は主として黒雲母片麻岩から成り、黒雲母片岩、角閃岩、ホルンフェルス、珪岩、石灰珪酸塩岩を伴うが、本地域では黒雲母、角閃石を含む石英長石質片麻岩(pGsjgn)である。厚さ2~3mの連続する大理石層が狭在する。

試料1個(D130)について、化学分析、薄片の検鏡を行なった。採取位置はFig. II-2-3に示す。化学組成はTab. II-2-1の通りであり、カイク岩体と類似の組成を持つ。ACF図上では塩基性



- C117; Sample number
 T; Thin section observation
 C; Chemical analyses for whole rock
 X; X-ray diffractometry
 A; Ore assay
 F; Fluid inclusion study

Fig. II-2-3 Location of samples for laboratory tests

Tab. II -2-1 Analytical data of rock samples from areas A and B

Sample No.	A101	C112	D101	A105	D102	A127	C117	C137	D111A	D111B	D115	D119	D120	D121	D122
Coordinates	E793.87	E792.55	E794.02	E792.03	E791.72	E787.75	E777.75	E786.25	E793.65	E793.65	E785.65	E781.75	E791.10	E791.10	E791.10
of location	N9316.88	N9316.29	N9317.05	N9306.37	N9306.98	N9300.55	N9285.25	N9299.25	N9293.35	N9293.35	N9295.65	N9300.45	N9298.65	N9298.65	N9298.65
Lithology	bi-ms-Sch	bi-ms-Sch	hb brg bi-Sch	ep-gt-st Rock	Cataclast- ic Rock	bi-ms-Sch	gt-bi-Sch	bi-ms-Sch	gt-bi-Sch	ct-bi-Sch	bi-ms-Sch	gt-bi-Sch	bi-ms-Sch	gt-bi- ms-Sch	gt-bi-Sch
SiO2 %	73.60	74.00	72.50	58.50	68.10	71.10	50.40	72.40	68.70	66.40	72.60	67.60	69.30	69.00	69.30
TiO2 %	0.72	0.67	1.00	0.62	0.78	0.85	1.10	0.94	0.77	0.92	0.83	0.81	0.81	0.77	0.79
Al2O3 %	11.20	11.50	10.30	15.60	14.10	12.20	22.80	11.40	14.10	16.70	11.90	14.40	14.50	14.40	14.30
Fe2O3 %	2.80	3.00	2.50	2.90	1.40	2.70	3.40	3.70	1.10	2.60	3.10	1.40	1.10	2.70	1.90
FeO %	1.60	1.10	2.90	2.90	3.50	2.40	6.10	1.80	4.20	4.20	1.80	4.20	4.50	2.70	3.50
MnO %	0.08	0.10	0.12	0.90	0.21	0.10	0.21	0.10	0.11	0.19	0.11	0.09	0.09	0.11	0.21
MgO %	2.50	2.20	2.80	2.90	2.70	3.00	4.70	2.30	2.80	3.90	2.30	3.10	2.60	2.40	2.20
CaO %	2.10	2.70	3.40	14.00	1.10	2.50	2.90	2.80	1.90	1.10	2.80	2.50	1.60	1.80	2.50
Na2O %	2.60	2.60	2.10	0.74	2.10	2.30	3.90	1.90	3.60	1.60	2.00	3.10	2.70	3.40	2.60
K2O %	2.20	1.40	1.70	0.10	3.10	2.20	4.00	1.90	2.00	1.70	1.90	2.20	2.20	2.10	1.70
P2O5 %	0.18	0.12	0.19	0.32	0.23	0.15	0.15	0.17	0.14	0.20	0.14	0.21	0.18	0.05	0.40
LOI %	0.00	0.01	0.00	0.00	2.14	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
total %	99.58	99.40	99.51	99.48	99.46	99.50	99.67	99.41	99.43	99.52	99.49	99.62	99.59	99.44	99.41
Au ppb	5.0	33.0	L 0.5	13.0	L 0.5	L 0.5	L 0.5	L 0.5	1.0	L 0.5	L 0.5	L 0.5	L 0.5	L 0.5	L 0.5
Ag ppm	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2
Fe %	3.2	2.9	4.0	4.3	3.7	3.8	7.1	4.0	4.1	5.1	3.6	4.3	4.3	4.0	4.1
Mn ppm	620	770	930	6970	1630	770	1630	770	850	1470	850	700	700	850	1630
Mo ppm	5	2	3	4	L 1.0	L 1.0	L 1.0	11	3	3	2	3	2	2	2
W ppm	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10
Sn ppm	5	L 2	L 2	4	L 2	L 2	L 2	2	L 2	L 2	2	2	2	L 2	2
Nb ppm	24	14	L 10	34	L 10	14	L 10	30	L 10	13	24	24	19	15	20
Ta ppm	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10
Be ppm	2	1	L 0.5	L 0.5	1	2	2	1	L 0.5	2	2	L 0.5	L 0.5	2	0.5
Li ppm	29	23	11	L 5.0	29	34	46	23	29	97	29	17	11	23	11
As ppm	L 1	L 1	L 1	82	36	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	5
Sb ppm	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1

Tab. II -2-1 Analytical data of rock samples from areas A and B (continued)

Sample No.	D124	D131	A124	C122	C125	C141	D116	D118	D130	A111	C123	C133	A119	A117	D127
Coordinates	E787.20	E788.05	E789.10	E794.85	E794.30	E783.65	E783.00	E781.45	E776.75	E797.50	E795.55	E795.60	E798.40	E798.85	E797.15
of location	N9303.40	N9285.10	N9298.90	N9284.50	N9287.30	N9304.85	N9295.50	N9300.60	N9304.20	N9289.90	N9284.40	N9284.75	N9289.80	N9290.45	N9296.70
Lithology	bi-ms-Sch	ct-bi- ms-Sch	gt brg am-Sch	gt brg am-Sch	gt-ep- st Sch	ep-st-Sch	gt brg am Sch	hb-ep- st Rock	hb-bi-Gt	hb-bi Gd	hb-bi Gt	hb-bi Gt	bi Gt	bi-Gt	Basalt
SiO ₂ %	72.80	61.70	58.20	62.60	60.20	49.10	69.30	51.00	74.60	62.60	66.90	64.70	69.50	68.60	47.30
TiO ₂ %	0.66	0.92	0.89	0.82	0.72	1.10	0.66	1.60	0.63	0.69	0.32	0.47	0.27	0.23	1.90
Al ₂ O ₃ %	12.50	17.70	16.80	14.00	13.10	21.60	11.40	7.60	10.70	16.60	16.20	16.30	14.80	15.00	11.00
Fe ₂ O ₃ %	2.60	2.40	2.50	2.90	1.20	1.20	1.40	1.60	2.50	3.50	1.30	2.60	1.40	1.30	6.60
FeO %	1.60	5.30	4.80	4.20	5.10	1.90	3.80	5.00	1.10	2.40	2.00	2.00	1.40	1.40	4.20
MnO %	0.10	0.14	0.66	1.10	1.10	0.10	0.33	0.22	0.12	0.11	0.12	0.09	0.08	0.08	0.20
MgO %	1.70	3.40	3.20	3.30	2.40	3.80	2.70	9.20	1.20	2.70	0.84	1.40	0.71	0.38	13.10
CaO %	2.20	2.20	11.40	9.20	14.70	19.20	7.30	22.60	3.00	5.80	2.70	3.40	2.20	1.40	10.00
Na ₂ O %	2.60	2.90	0.77	0.91	0.61	1.20	0.71	0.59	3.80	2.80	4.00	4.10	4.10	4.10	3.40
K ₂ O %	2.70	2.70	0.07	0.21	0.10	0.15	1.80	0.08	2.50	2.40	5.10	4.30	4.80	6.00	1.20
P ₂ O ₅ %	0.13	0.12	0.16	0.29	0.30	0.15	0.19	0.16	0.14	0.21	0.14	0.15	0.16	0.07	0.55
LOI %	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
total %	99.60	99.49	99.45	99.54	99.54	99.51	99.60	99.66	99.50	99.61	99.62	99.51	99.42	99.56	99.46
Au ppb	L 0.5	L 0.5	7.0	35.0	6.0	9.0	L 0.5	L 0.5	L 0.5	L 0.5	L 0.5	L 0.5	L 0.5	L 0.5	2.0
Ag ppm	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2	L 0.2
Fe %	3.1	5.8	5.5	5.3	4.8	2.3	3.9	5.0	2.6	4.3	2.4	3.4	2.1	2.0	7.9
Mn ppm	770	1080	5110	8520	8500	770	2560	1700	930	850	930	700	620	620	1550
Mo ppm	2	2	2	4	5	5	1	5	1	6	4	2	1	1	5
W ppm	L 10	L 10	L 10	700.0	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10
Sn ppm	2	2	6	23	73	6	2	L 2	L 2	L 2	6.0	6.0	2.0	2.0	8.0
Nb ppm	23	14	11	24	28	17	15	28	12	14	20	20	10	10	21
Ta ppm	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10	L 10
Be ppm	1	L 0.5	L 0.5	10	18	4	1	3	0.5	0.5	2	1	1	1	0.5
Li ppm	23	40	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	L 5	11	L 5	116	60	40	48	8
As ppm	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1
Sb ppm	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1	L 1

Tab. II-2-2 Mineral assemblages of the rocks taken from areas A and B, determined by thin section observation

Sample	Rock name determined by thin section observation	structure	Rock forming minerals														Secondary minerals			Remarks					
			Quartz	Potash feldspar	Plagioclase	Biotite	Muscovite	Hornblende	Salite	Pyroxene	Cordierite	Sphene	Apatite	Zircon	Chlorite	Epidote	Calcite	Tourmaline	Opaque minerals		Fine-grained muscovite	Ulexite			
A101	Biotite-muscovite schist	Schistose	●	○	○	○	○																	Granular, partly with preferred orientation	
A105	Epidote-garnet-salite rock	Granular	○		○			○	○						○	Cz									
A111	Schistose hornblende biotite grano diorite	Schistose	●	○	○	○	○																		
A117	Gneissose biotite granite	gneissose	●	●	○	○																			
A119	Gneissose biotite granite	gneissose	○	●	○	○	○																		
A124	Garnet-bearing amphibolite schist	Schistose	○		○		●	○																	Garnet porphyroblast
A127	Biotite-muscovite schist	Schistose	●	○	○	○	○																		
C112	Biotite-muscovite schist	Schistose	●	○	○	○	○																		
C117	Garnet-biotite schist	partly Schistose	○	○	○	●		○								Cz									Coarse grained biotite Garnet porphyroblast
C122	Garnet-bearing amphibolite schist	Schistose	●		○		○	○							○	○									Garnet parphyroblast
C123	Gneissose hornblende-biotite quartzite	Granular	●	○	○	○	○																		
C125	Garnet-epidote-salite schist	partly Schistose	○		○		○	○							○	○									
C133	Gneissose hornblende-biotite granite	Granular	●	○	○	○	○																		
C137	Biotite-muscovite schist	Schistose	○		○	○																			
C141	epidote-salite schist	Schistose	○		●		○								●	○									
D101	Hornblende-bearing biotite schist	Schistose	●		○	○	○								○	○									
D102	Cataclastic rock	Cataclitic	●		○			○						○											Wavy extinction distinct (θ)
D111A	Garnet-biotite schist	Schistose	●	○	○		○	○																	
D111B	Cordierite-biotite schist	Schistose	●		○	○		○																	
D115	Biotite-muscovite schist	Schistose	●		○	○																			
D116	Garnet-bearing amphibolite schist	Schistose	○		○		●	○							○	Cz									
D118	Hornblende-epidote-salite rock	Granular	○		○		○	○							●	Cz									Prehnite veinlet ?
D119	Garnet-biotite schist	Schistose	●		○	○		○																	
D120	Biotite-muscovite schist	Schistose	●	○	○	○																			
D121	Garnet-biotite-muscovite schist	Schistose	●	○	○	○		○																	
D122	Garnet-biotite schist	Schistose	●	○	○	○		○																	
D124	Biotite-muscovite schist	Schistose	●	○	○	○	○																		
D130	Hornblende-biotite gneiss	Schistose	●	○	○	○	○								○										Hbl-b+ Gneiss Granodiorite
D131	Cordierite-biotite-muscovite schist	Schistose	●		○	○		○																	
D127	Basalt	Porphyritic	Phenocryst : augite, olivine groundmass : augite, hypersthene, magnetite, plagioclase, ilmenite. Secondary minerals : chlorite, quartz, clinozoisite																						

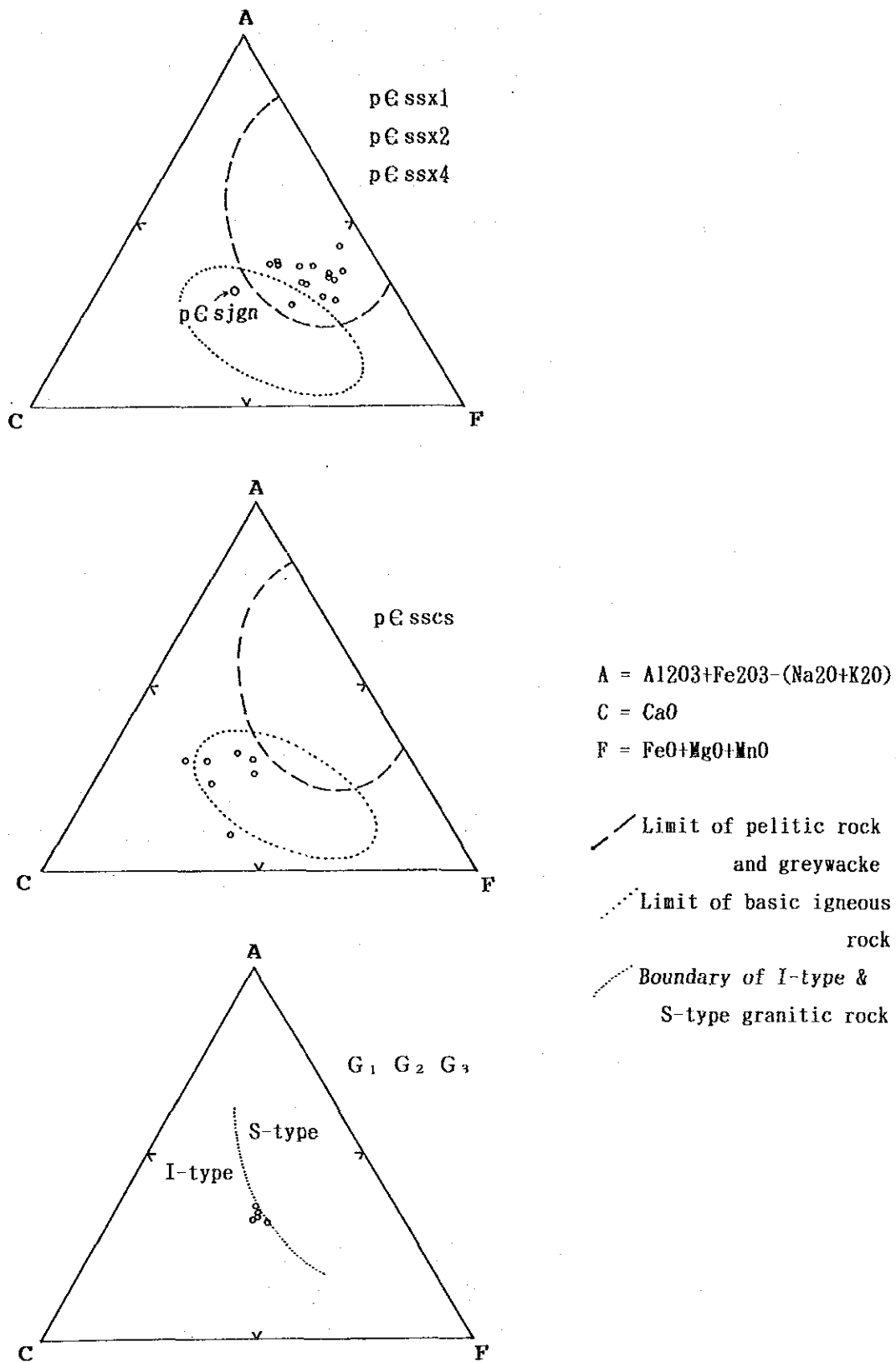


Fig. II-2-4 ACF diagrams drawn from the analytical data of rock samples, area B

岩の範囲に入る (Fig. II-2-4) . 検鏡結果は Tab. II-2-2 の通りである。本試料は肉眼的には灰白色マダラ状、細粒～中粒で、片状を呈する。ルーペでは緑色鉱物が点在しているのが見える。薄片の観察によれば構成鉱物、組織から G_1 及び G_2 とほとんど同様とみなされる。

岩石名：角閃石－黒雲母片麻岩

組織：片麻状

構成鉱物：主成分；石英、黒雲母、カリ長石、斜長石、角閃石

副成分；緑泥石、チタン、燐灰石、ジルコン、緑簾石

不透明鉱物；有

二次鉱物；方解石

(iv) 時代

今回の調査では放射年代の測定、化石などの資料は見出だされていないが、岩相の特徴から本層に対比した、Lima (1986) によれば、原生代初期とされている。

(v) 層序関係

カイコ岩体が本岩体と接していないため、これら2者の関係は本地域では見られない。層序的に上位のエクアドル層とは接せず、さらに上位のセリド層の黒雲母片岩と接する。黒雲母片岩との境界部には断層が存在する証拠は見つからず、構造的にも、空中写真等からも推定されない。ほぼNS走向で、南にプランジする背斜軸にそって露出しており、セリド層の黒雲母片岩の下に潜る形である。

過去の資料 (DNPM/CPRM, 1980など) で、調査域西部に NNE-SSW 方向に延長して分布するエクアドル層の北～東縁に薄く分布するとされていたジュクルトゥ層は、今回の調査では認められなかった。マリアダリンパ (Malhada Limpa)、シティオチンバウア (Sitio Timbauba) 等のスカルンに伴うタングステン鉱床は、以前このジュクルトゥ層中に胚胎するとされていたが、今回の調査では、ジュクルトゥ層の典型的な岩相も分布せず、スカルンはセリド層中の黒雲母片岩中に、あるいはこれとエクアドル層との境界部に胚胎することが確認された。

(vi) 堆積環境

石灰質岩を含むなどの岩相から、浅海堆積物とされている。

(3) エクアドル層

(i) 分布 (PL. II-2-1, Fig. II-2-1)

調査域西部に、NNE-SSW 方向に延びて分布する。分布域の幅約 5km で、調査域の北から南までつきぬけている。本岩体は後述する特徴的な岩相及び構造のため標高 600m 台の、深く刻まれた山脈を形成している。本層の分布域には北からウンブラナ山 (Serra do Umburana)、シャペウ山 (Serra do Chapéu)、チンバウバ山 (Serra do Timbauba) 等がある。

(ii) 層厚

リオグランデドノルテ州中央南部では 800m (Ebert, 1968) とされているが、本地域では上位のセリド層と接するものの、下位層との接点がみられず、層厚は不明である。

(iii) 岩相

珪岩、白雲母珪岩、白雲母長石質珪岩等からなる。場所によっては黒雲母も少量認められる。セリド層の黒雲母片岩よりは固く、風化に強い。層理面・片理面で、数 cm の厚さに割れることが多い。分布域の西端には、NNE-SSW 方向の軸をもつ波長の短い褶曲がよく発達している。ここでは、波長が数 cm ~ 数 10cm 大の上記褶曲軸に交差する小褶曲も認められる。

(iv) 時代

時代を示す資料は見付からないが、他の地層との層序上の関係から原生代初期とされる。

(v) 層序関係

下位のジュクルトゥ層とは整合であるが、本地域ではその接点は見られない。

(vi) 堆積環境

先造山期の堆積物であるとされている。

(4) セリド層

(i) 分布 (PL. II-2-1, Fig. II-2-1)

調査地域内に広く分布する。北西部のシチオアレイアス (Sitio Areias) とアバダセハ (Aba da Serra) を結ぶ NNE-SSW 線の西側に、そしてマリャダリンパ (Malhada Limpa)- ベダセハ (Pe da Serra)-シチオチンバウバ (Sitio Timbauab) を結ぶ NNE-SSW 線の東から調査地域の東端まで約 20km 間に広く分布する。セリド層の分布は全調査範囲全体にわたり NNE-SSW の方向性をもっている。

(ii) 層厚

平均層厚は 300m のオーダーとされている (Ferran et al, 1973) が、本地域では不明である。

(iii) 岩相

主として雲母片岩からなり、珪質片岩、石灰珪酸塩岩、それにごく微量の珪岩を伴う。

本年度調査域では、雲母片岩を 3 種 (pE sss1, pE sss2, pE sss4) に分けた。 pE sss2 は昨年度の定義と同じであるが、 pE sss1 は昨年度の定義と異なる。昨年度の pE sss1 は下記するように、岩相により pE sss1 と pE sss4 に分割した。調査域の西半部は主として黒雲母片岩で構成されるが、その中に微量の柘榴石を含む柘榴石・黒雲母片岩、また、微量の董青石を含む董青石・黒雲母片岩が局部的に介在する。これを pE sss1 とした。 pE sss1 の東端の幅約 3km の NNE-SSW

方向に伸びるゾーンには微量の白雲母を含む白雲母・黒雲母片岩が見られる。この白雲母は肉眼的には他の造岩鉱物より大きく、 $1\text{mm}\times 3\text{mm}$ 程度であり、その伸びの方向は大部分の試料で黒雲母等の他の鉱物の伸びの方向と交差している。このことから、白雲母は後退変成作用の産物の可能性がある。

前述の pE sssx1の東端部の幅3 kmのゾーンには小規模の黒雲母珪質片岩 (pE sssx2) が数多く露出する。いずれもゾーンの伸びの方向と同様、NNE-SSWに細長く延長する。本ゾーンは NNE-SSW方向の軸を持つ数100mあるいはそれ以下の波長の褶曲が数多く見られる褶曲帯であり、pE sssx2は pE sssx1の下から覗いている形である。pE sssx2は pE sssx1に比較し、緻密で固く、黒雲母の含量が少なく、珪質である。この褶曲ゾーンの西端は北のモシラ (Mochila) からスクアラナ山 (Serra da Sucuarana) を通り、南のバルゼアベルデ (Varzea Verde) にぬける NNE-SSWの断層である。東の境界はベルメリヤ山 (Serra Vermelha) から、カウアスデバイショ (Cauacu de Baixo) を通り、モラダノバ (Morada Nova) の東方を南にぬける NNE-SSWの線である。この境界の東には pE sssx4が分布する。

セリド層分布域の東半分、即ち pE sssx1の東側には黒雲母片岩、柘榴石・黒雲母片岩、董青石・柘榴石・黒雲母片岩の互層が分布する。それぞれの片岩の厚さは10cm ~ 2m程度である。この互層を pE sssx4とした。柘榴石は必ずしも多くはないが、董青石は多量含まれている。pE sssx1と pE sssx4の境界は明瞭である。

以上のように、セリド層は岩相から pE sssx1と pE sssx4に大別され、pE sssx1の東部の褶曲帯に pE sssx2が局在するという形になる。この pE sssx2の中に珪岩 (pE sssqt) がカウアスデシマ (Cauasu de Sima)の南に小さく露出する。

石灰珪酸塩岩層 (pE sscs) は厚さが数10m、露頭延長が数m ~ 数10mといずれもごく小規模であるが、セリド層全体に散在する。とくに多いのは調査域中央北部のベルメリヤ山 (Serra Vermelha) の東部からキシバ (Quixaba) に至る幅約4kmの NNE-SSWに伸びる地域であり、pE sssx4の西端にあたる。ここの北北東方の昨年度の調査域内でも pE sscsが数多く認められた。構造的に連続する地域である。

この石灰珪酸塩岩には灰重石を伴うことがあり、それらはエクアドル層との境界部付近に集中する。有名なものは、北からマリヤダリンパ、ペダセハ、シチオチンバウバである。セリド層分布域の中央部付近のカウアス付近でも灰重石が採掘されたという報告があるが、現在はわからなくなっている。

セリド層全体として片理がよく発達している。調査域中央部などの NNE-SSW方向の断層があるところでは黒雲母片岩の一部がマイロナイト化している。また、セリド層分布域東端のピクイ断層の所では雲母片岩がマイロナイト化するとともに柘榴石斑状変晶が破碎されているのが認められる。

セリド層分布域から、肉眼的に異なる試料23個を採取し、化学分析及び薄片の検鏡を行なった。試料は pE sssx1から5個、pE sssx2から4個、pE sssx4から7個、pE sscsから7個である。本年度は特に石灰珪酸塩岩の試料を多く採取した (Fig. II-2-3)。

化学分析の結果はつぎの通りである (Tab. II-2-1)。ACF図では pE sscsの7個を除いた残りの16試料はいずれも泥質岩-グレイワッケの組成を示す範囲内におさまっている (Fig. II-2

-4) . しかしながら、今年度調査域内からの試料は昨年度調査域内からの試料に比較しF頂点からAC線の方にシフトしている。すなわち、(FeO + MgO + MnO)がより少なくなっている。昨年度の試料はF頂点の近くに集中していた。またこの16試料の微量成分の含量をみると、Auは昨年度の調査域に比較し、より少なく0.5ppb未満のものが多い。Liは石灰珪酸塩岩に比較し多い。これは雲母類の量が多いためであろう。Mnはおそらく柘榴石に入っていると考えられる。柘榴石の多いセリド層の雲母片岩中には多い。

pE sscsはACF図上では、2試料を除き他は全て塩基性の範囲に入る(Fig. II-2-3)。2試料とはACF図内の塩基性火成岩分布範囲の左上外にプロットされたC141及び左下外にプロットされたD118である。いずれもセリド層とエクアドル層の境界部から採取したものである。C141はマリヤダリンパからの試料であり、D118はペダセハからの試料である。CaOの量は19.2%、22.6%といずれも他に比較して多く、元来石灰質な岩石であったと推定される。塩基性岩の範囲に入る残りの5試料はフィールド名として石灰珪酸塩岩(pE sscs)を使用しているものの、本来は塩基性岩であった可能性がある。すなわち、層序的にセリド層を考える場合、セリド層は大局的に雲母片岩を主とし、そのなかに石灰珪酸塩岩を介在するとしていたが、石灰珪酸塩岩ではなく塩基性岩が介在するという層序になるかも知れない。そのためにはフィールド名を石灰珪酸塩岩とした岩石をさらに多く採取し、化学分析により検討する必要がある。構成鉱物も塩基性岩のそれとごく類似している。A105, C122, C125はAsの付加あるいはMo, Sn, Be, Au等の付加があり、いわゆるタクタイト(tactite)とも称されるように花崗質岩からの成分の注入があったとも考えられる。

薄片の検鏡結果はTab. II-2-2の通りであり、以下のようにまとめられる。

① pE ssx1の雲母片岩

これは肉眼的には灰色～暗灰色、中粒～粗粒で、片状を呈する。柘榴石の斑状変晶を含むものもある。微量の白雲母も他の鉱物の伸びの方向と交差して出現する。

岩石名：黒雲母－白雲母片岩、柘榴石－黒雲母片岩

組織：片状

構成鉱物：主成分；石英，黒雲母，（カリ長石），（斜長石），（白雲母），（董青石）

副成分；燐灰石，ジルコン，（クリノゾイサイト），（電気石），（緑泥石）

不透明鉱物；有

二次鉱物；（細粒白雲母）（ ）内の鉱物は試料により欠如するものもある。

② pE ssx2の雲母片岩

これは肉眼的には灰色、細粒～中粒で、片状を呈する。pE ssx1の雲母片岩より緻密で固く、1～3mm単位の黒白の縞状構造をもつ。微量の白雲母を含むものもある。

岩石名：黒雲母－白雲母片岩

組織：片状

構成鉱物：主成分；石英，黒雲母，（斜長石），（カリ長石），（白雲母）

副成分；燐灰石，（チタン石），（ジルコン），（クリノゾイサイト），

(電気石)

不透明鉱物；有

二次鉱物；(細粒白雲母)

③ p€ssx4の雲母片岩

これは肉眼的には灰色～茶灰色，中～粗粒で，片状を呈する，黒白のごま塩状を呈するものも在る。D102, D111A, D121, D122, には径 2 mm 以下の柘榴石の斑状変晶が散在する。D111B, D131には董青石の斑状変晶が入っている。D120, D121には黒白の縞状構造が発達している。

岩石名：柘榴石－黒雲母片岩，董青石－黒雲母片岩，黒雲母－白雲母片岩，柘榴石－黒雲母－白雲母片岩，董青石－黒雲母－白雲母片岩，カタクラスティック岩(D102)

組織：片状

構成鉱物：主成分；石英，黒雲母，(カリ長石)，(白雲母)，(柘榴石)，(董青石)
(斜長石)

副成分；ジルコン，(燐灰石)，(電気石)，(チタン石)

不透明鉱物；有

二次鉱物；(細粒白雲母)，(緑泥石)

④ p€sscsの石灰珪酸塩岩

これは肉眼的には緑灰色，細粒～粗粒，グラノネマトプラスチックである。C141を除いて全ての試料に柘榴石が認められる。

岩石名：緑簾石－柘榴石－サーラ輝石岩，含柘榴石－角閃石片岩，緑簾石－サーラ輝石片岩
角閃石－緑簾石－サーラ輝石岩

組織：粒状，片状

構成鉱物：主成分；石英，斜長石，(角閃石)，(クリノゾイサイト)，(柘榴石)

副成分；(チタン石)，(燐灰石)，(ジルコン)，(緑泥石)，(方解石)

不透明鉱物；(有)

二次鉱物；(細粒白雲母)

(iv) 時代

トランスアマゾン造山運動 (2,200 ~1,800 ma, Brito Neves, 1983)の造構運動を受けていることから，原生代前期とされる。

(v) 層序関係

下位のエクアドル層とは整合に接する。調査地域西部のベダセハの西にエクアドル層とセリド層の指交関係の境界が見られる。エクアドル層とセリド層の境界には前述したように石灰珪酸塩岩が来ることもある。調査地域北西端のジュクルトゥ層とセリド層の境界は直接見ることはできないので，不明であるが，構造的には調和的である。

(vi) 堆積環境

フレッシュ堆積物で、グレイワッケ～アージライト・タービダイトのサイクルで構成される深海堆積物とされている。

(5) 第三紀セハドスマルティンス (Serra dos Martins) 層

(i) 分布 (PL. II-2-1, Fig. II-2-1)

調査地域東端の標高 600m 以上の所、西部のエクアドル層分布域の標高 620m 以上の所にメサ状に分布する。中央部のベルメーリャ山 (Serra Vermelha) の標高 600m 以上の頂部にも小分布する。

(ii) 層厚

本地域では 30 m 程度であるが、上部が削剥されているため、実際の厚さではない。

(iii) 岩相

本地域では珪岩礫を主とする礫岩、砂岩、それに粘土質の頁岩からなる。

(iv) 時代

化石はないが、本地域周囲の地層との対比から新生代第三紀とされている。

(v) 層序関係

本地域では始生代、原生代の地層の上に直接不整合に載る。

(vi) 堆積環境

Bigarella (1975) (in Santos et al, 1984) によれば、ペディプレーン上に堆積した陸上堆積物であるとされている。

(6) 貫入岩類

本地域の貫入岩類は、トランスアマゾン造山輪廻期の貫入岩 (G_2)、ブラジル造山輪廻期の貫入岩 (G_3)、およびその後の原生代-古生代の貫入岩、そして第三紀の貫入岩 (Tdb)に分けられる。 G_2 、 G_3 の命名は Jardim de Sa (1981)による。

(i) G_2 岩体

調査地域の南東端、サンタルチアドピクイ (Santa Luzia do Picui) の北方、サコドジラウ川 (Riacho Saco do Jirau) の最上流にNS方向に延びて分布している(PL. II-2-1, Fig. II-2-1)。本岩体の西側はセリド層および G_3 岩体に接し、東側はカイコ岩体に接する。セリド層とはピクイ断層で接する。断層は、記述のセントラル領域とセントロオリエンタル領域を分割する第1級の構造線である。

岩相は花崗岩の組成を持つ眼球片麻岩である。本岩中には5cm×50cm程度の黒雲母片岩のゼノリスおよび幅約50cmのアプライト岩脈等が見られる。

本地域には放射年代等のデータはないが、岩相の特徴から G_2 岩体に対比している。また、黒雲母片岩のゼノリスが見られることから、セリド層堆積以後の岩体である。

試料1個(A119)を採取し、化学分析および薄片の検鏡を行った(Tab. II-2-1, Tab. II-2-2)。試料の採取位置はFig. II-2-3に示す。化学分析の結果はTab. II-2-1の通りであり、ほぼ花崗岩の組成を示す。薄片の検鏡結果は以下の通りである。

本岩は肉眼的には、カリ長石の眼球構造がある淡褐色～肌色の粗粒片麻岩である。

岩石名：片麻状黒雲母花崗岩

組織：片麻状

構成鉱物：主成分；石英、カリ長石、黒雲母、斜長石、角閃石

副成分；チタン石、燐灰石、ジルコン、緑泥石、クリノゾイサイト

不透明鉱物；有

二次鉱物；細粒白雲母

(ii) G_3 岩体

調査地域南西端のサコドジラウ川 (Riacho Saco do Jirau)、オリョダグア川 (Riacho Olho d'Água) の上流から、サコドウンブラナ (Saco do Umburana) にかけて北南方向に分布する。

本岩体は第三紀セハドスマルティンス層に覆われている。東側は G_2 岩体と接し、西側はピクイ断層でセリド層と接する。ピクイ断層沿にはペグマタイトが数多く貫入している。

岩相は、灰色～淡褐色、細粒～粗粒、等粒状の花崗閃緑岩である。灰色の部分にはレンズ状の優白部があたかも溶結凝灰岩の溶結部かのように認められる。

本地域の本岩体には放射年代等のデータはないが、岩相の特徴から G_3 とした。

試料 A111, C123, C133を採取し (Fig. II-2-3)、化学分析および薄片の検鏡を行った (Tab. II-2-1, Tab. II-2-2)。

これらは、肉眼的には灰色あるいは淡褐色、中粒～粗粒で片状を呈する。試料 (A111) は緻密

で固く、一見セリド層中の珪質黒雲母片岩と類似している。

岩石名：角閃石-黒雲母花崗閃緑岩

組織：片麻状，あるいは片状

構成鉱物：主成分；石英，カリ長石，黒雲母，角閃石，（斜長石）

副成分；ジルコン，チタン石，（燐灰石），（緑泥石），（緑簾石）

不透明鉱物；（有）

二次鉱物；（褐鉄鉱？）

(iii) ペグマタイト

調査地域全域にわたり密度高く分布する。個々の岩体の幅は数 cm から厚いもので 10 m 程度に達する。また走向延長は一般に短く，最大で 2 km 程度と推定される。ペグマタイトの延長方向は一般に片岩の片理の方向と一致し，調査地域北半部では NNE-SSW，南半分では N-S 系となる。調査域南東部には ENE-WSW のものも認められ，ペグマタイトの貫入時にこの方向の弱線があったことが伺われる。また調査域南西部のキントゥラレ (Quinturare) からウンブラナ山 (Serra do Umburana) にかけての南北 5 km，東西 3 km 程の地域には N-S 系走向のペグマタイトはほとんど見られなく，ENE-WSW，NW-SE，E-W 等の走向であり，この地域もペグマタイト貫入時に他とは異なった造構運動をしていたことがわかる。全地域におけるペグマタイトの傾斜は一般に急であるが，緩傾斜の物も見られる。

以上のペグマタイトは第三系を除いた地層，岩体に貫入しているが，調査地域内の G₂ およびジュクルトゥ層内では確認していない。

組成鉱物は主としてカリ長石，石英，斜長石，白雲母，黒雲母，電気石などであり，場所によっては緑柱石，コロンバイト-タンタライト等を含む。白雲母，緑柱石，コロンバイト-タンタライトの多い所では，小規模に採掘されていることが多い。

時代は，貫入母岩からセリド層堆積以後の貫入である。

(iv) 第三紀玄武岩

本調査地域内では，全てセリド層の内部，特に南部に多い，岩脈として露出するのが大部分で，その走向は WNW-ESE ~ E-W ~ ENE-WSW 方向で，急傾斜である。幅は数 10 cm ~ 1 m 程度であり，数条の岩脈で構成されていることが多い。調査地域東端のサコドインフェルニニョ (Saco do Inferninho) には，直径 500 m 程度のストック状貫入岩とそれの北方にそれを中心として放射状に配置する岩脈が見られる。

この放射状岩脈から試料 D127 を採取し (Fig. II-2-3)，化学分析，薄片の検鏡を行った (Tab. II-2-1, Tab. II-2-2)。これからカルクアルカリ岩であることが分かる。試料は肉眼的には黒色，細粒，塊状で，直径 1 cm 大のかんらん石斑晶が見られる。

検鏡の結果は以下の通りである。

岩石名：玄武岩

組織：斑状，基質は間粒状

構成鉱物：斑晶；普通輝石，かんらん石

基質；普通輝石，しそ輝石，磁鉄鈦，斜長石，イルメナイト
二次鈦物；緑泥石，石英，クリノソイサイト

2-2-2 地質構造

(1) 地質構造の特徴

広域的な構造状の位置づけについては，昨年度の報告書，および本報告書の第I部・第3章に記述した。

本調査地域では全体にわたり，地層の分布，ペグマタイトの分布，断層，岩石の片理などの方向が強く現れている。その方向は北半部では NNE-SSW が強く，南半部では N-S が強い。

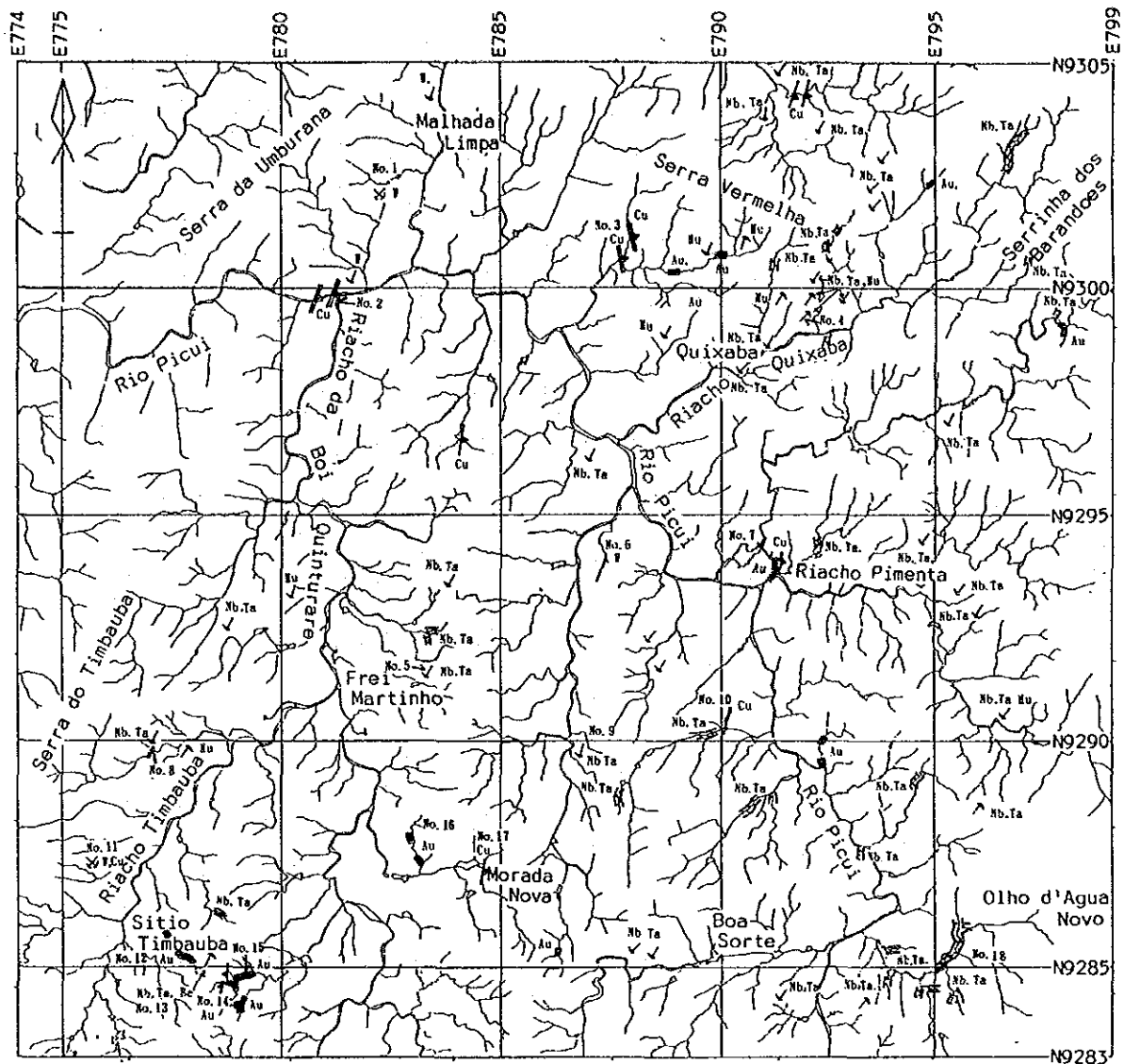
まず断層であるが，調査地域東端でのセリド層と G₂，G₃ 岩体を分けるピクイ断層は大きな構造单元（地質領域）であるセントラル領域とセントローオリエンタル領域を分ける構造線であり，東に傾斜する逆断層である。調査域西部でエクアドル層とその西側のセリド層を分ける境界も NNE-SSW の断層である。これは西傾斜の正断層と推定されるが，明瞭ではない。

調査地域のほぼ中央部，セリド層の pE_{ssx1} 内にも NNE-SSW~N-S 方向の断層が通る。これも調査地域全体を貫いており，大規模な断層である。その他，同系統で小規模な断層として，調査域北東部のカルナウバ (Carnauba) 付近を通る NNE-SSW 断層があるが，これは第1年次調査範囲のサンフランシスコ鈦床付近から SSW 方向に延長する断層と同一のものである。また，調査地域南央部のディビサオ (Divisao) 付近から南へ延びる N-S 系の断層がある。

さらに，この大局的な構造と交差する新しい構造も見られる。上述の断層を切り，またはそれらと交差する WNW-ESE~ENE-WSW 方向の断層も地域全体に見られる。特に WNW-ESE 系は西半分に，ENE-WSW 系は東半分に顕著である。これらの断層の走向は第三紀玄武岩岩脈の走向とほぼ一致する。しかしながら，調査地域南東部の ENE-WSW の複数の推定断層は，それらとほぼ並行するペグマタイト等が存在することから，ペグマタイトが貫入した時期に既にその構造が存在していたと推定され，時代的には WNW-ESE のものより古くから活動していたものと推定される。調査地域南西端のウンブラナ山付近では，ペグマタイトの走向は一般的傾向とは異なり，ENE-WSW，NW-SE，及び E-W 等である。このことは，少なくともペグマタイト貫入時には，他の地域とは異なった造構運動をしていたと推定することができる。

片理の走向も大きな構造と平行で，上述の通りであるが，傾斜は褶曲ゾーンを除けば，局部的に緩傾斜はあるものの一般に 30° 以上の東傾斜である。しかしながら，南西端のウンブラナ山付近では，10° 以下の緩傾斜になっており，ペグマタイトの方向の異常とあわせ，構造的に特異な場所となっている。後述する含金石英脈はこの位置に賦存する。

褶曲ゾーンも大構造と平行で，セリド層の pE_{ssx1} の東端部に幅 3 km で NNW-SSE~N-S 方向に延長する。この中には波長が短いところで数 100m のアンチフォーム，シンフォームが発達している。軸はいずれも NNE-SSW 方向である。また，エクアドル層とその西のセリド層の境界部付近にも NNE-SSW 方向の軸をもつアンチフォーム，シンフォームが集中する。これらの褶曲ゾーンは北部の昨年度の調査地域から延長する。pE_{ssx2} は主としてこの褶曲ゾーン内に分布する。北西端のジュクルトゥ層は背斜軸に沿い，N-S 方向にのびて露出する。



L E G E N D

- | | | |
|---|-----------------------------------|--------------|
| ✕ | :Closed mine | Au:Gold |
| ♣ | :Garimpo of Au(placer) | Cu:Copper |
| ♣ | :Garimpo of Nb & Ta(placer) | W:Tungsten |
| ♣ | :Operating garimpo | Ta:Tantalum |
| ✓ | :Closed garimpo | Be:Beryllium |
| ♣ | :Malachite-(pyrite)-quartz vein | Mu:Muscovite |
| ♣ | :Malachite-pegmatitic quartz vein | |

Fig. II-2-5 Location of mines and mineral showings in area B

Tab. II-2-3 Mines and mineral showings in area B

No.	Name of mineral showing	Coordinate		Host rock	Occurrence	Size	Description			Remarks
		E	N				Type	Alteration		
1	Malhada Limpa	782.20	9302.20	Calc-silicate rock (*)	sh-gt-ep-gp-carbonates spots	5mx50m	W skarn	carbonization		
2	-	781.15	9299.90	mu-gt schist(Souder Fm.)	mal-py qt v	2 veins of w : 2	Au-Ag-Cu bearing qtz	-	C135	
3	-	787.80	9300.70	siliceous bi Schist (*)	mal qt v	do.	Cu bearing qt v	-	C138	
4	-	791.70	9299.35	Pegmatite	cl in pegmatite	-	ta-cl	-		
5	-	783.35	9291.55	do.	do.	-	do.	-		
6	-	787.40	9293.85	Calc-silicate rock (*)	sh-gt-ep-carbonates spots	-	W skarn	carbonization silicification		
7	-	791.20	9293.80	ct-gt-bi Schist(*)	mal-lm-g v	400m along river, W:2-5cm, L:10m+	Au placer, cu bg qt v	-	C127,paning ;10g Au/week	
8	-	777.35	9290.05	Pegmatite	cl in pegmatite	-	Nb-Ta vein	-		
9	-	786.80	9289.95	do.	do.	-	do.	-		
10	-	790.10	9290.35	ct-bi Schist (*)	mal-py-lm qt v	W=10cm	Cu bg q v	-	C129	
11	Mina Timbauba	775.70	9287.20	Calc-silicate rock (*)	sh-mal-az-ep-carbonates-spots	3mx50m	W-Cu skarn	carbonization silicification		
12	-	777.75	9285.25	-	-	900m along river	Au placer	-	C117	
13	Morro do Garrapato	778.20	9285.05	Pegmatite	up:py in pegmatite low:ta-cl in pegmatite	W:5m, L:100m, D:30m	Cl-ta-by Nb-Ta-Be v	-		
14	Garimpo do Boqueirao	778.75	9284.85	bi Schist(*)	mal-py qt v	W:2m, L:350m+	Au-Ag-Cu bg q v	-	A129130,C146 147	
15	-	779.00	9284.75	-	-	700m & 200m along river	Au placer	-		
16	-	783.15	9287.25	-	-	200m & 200m along river	do.	-		
17	-	784.60	9287.05	bi-gt Schist(*)	mal-py qt v	W:10cm, L:5m+	Au-Ag-Cu bg q v	-	C120	
18	-	795.50	9285.50	-	-	1.2km along river	Nb-Ta placer	-		

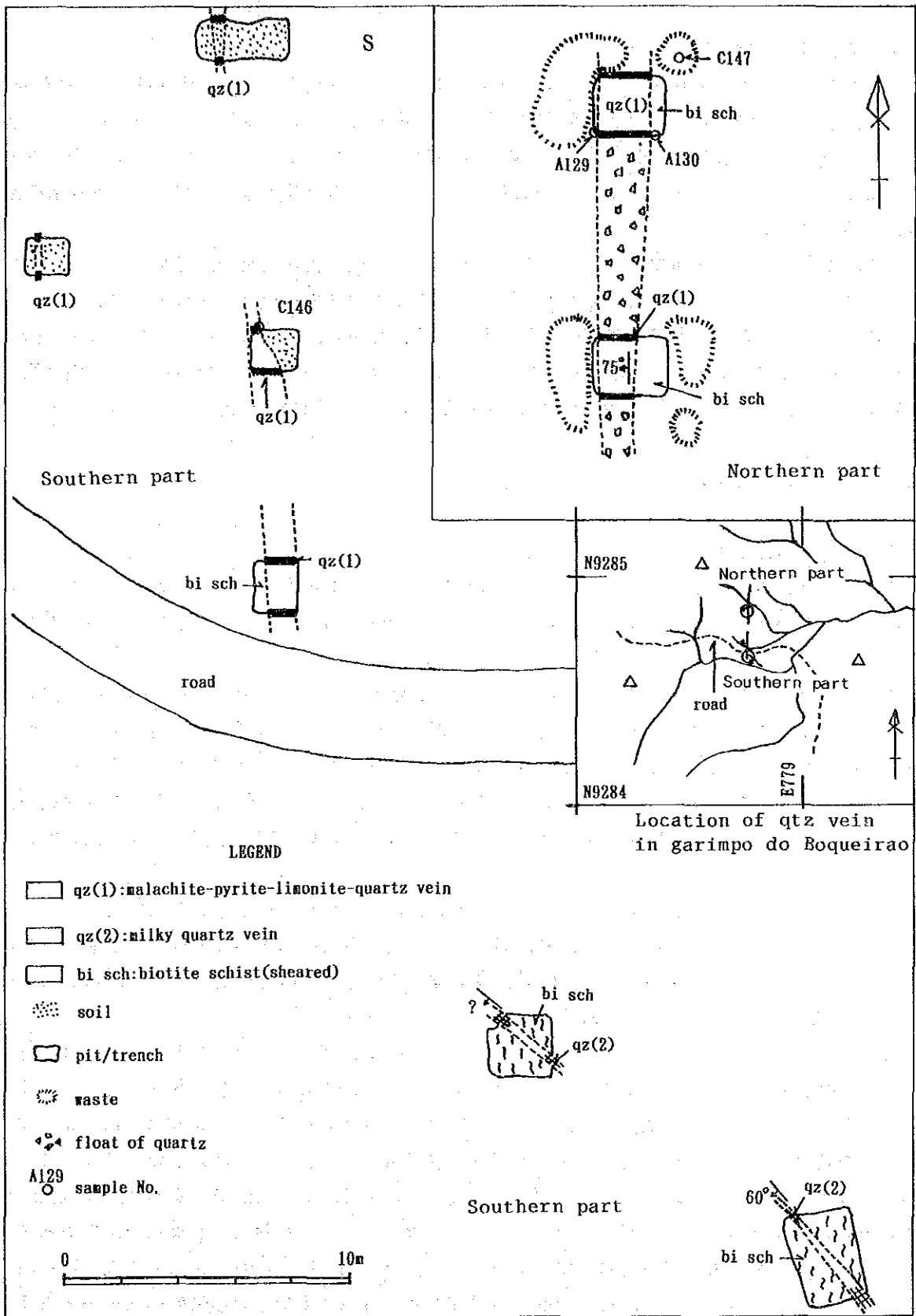


Fig. II-2-6 Exploration pits and quartz veins in Au showing in Serra do Umburana, Garimpo do Boqueirao

(2) 地質構造と鉍化作用との関係

昨年度の調査結果によれば、サンフランシスコ鉍床はセリド層中にあり、広域的には NNE-SSW の断層及び WNW-ESE の走向の断層が交差する付近に位置する。また、同鉍床の北部ではセリド層中の片理の走向が一般的な NNE-SSW とは異なって ENE-WSW になっている。このことから当該地域の造構運動時の基盤の動きの一般方向との違いを推定し、金の鉍化の場は断層等による構造の乱れに関係ありと推定した。

本年度調査地域では南西端のウンブラナ山付近に N-S 走向の含金石英脈が胚胎している。この地域では、ペグマタイトの走向、黒雲母片岩の片理の傾斜が他の地域とは異なっており、それから造構運動は他の地域とは異なっていたと考えられる。しかし、本地域では含金石英脈を胚胎する地域の造構運動は他の地域とは異なっていたと推定されるものの、その構造運動の要因は明らかにすることはできず、昨年度調査域のように断層と鉍化との関係等は推定されない。

2-2-3 鉍化作用及び変質作用

(1) B 地区の鉍徴について

本地域にはスカルンに関連するタングステン鉍床、ペグマタイトに関連するニオプータンタル鉍床、含金石英脈、それに金砂鉍、ニオプータンタル砂鉍がある。これらの主な鉍床の分布を Fig. II-2-5, Tab. II-2-3 に示す。

ここでは金の鉍徴について砂鉍と母岩中の金とに分けて述べる。砂鉍は実際に小規模に採掘されている場所(ガリンボ)を主として調査した。ガリンボはいずれもごく小規模だが、調査地域南西端のウンブラナ山、その北東約 5 km のカペソペラダ (Cabeco Perada) 西方に集中している。また、さらに小規模なものとしてフレイマルティーニョ (Frei Martinho) の東方、調査地域中央部のサルガディーニョ (Salgadinho) その他に見られる。いずれも調査期間中には稼働しておらず、また産金量も極少ない。

母岩中の金鉍床は主として黒雲母片岩中の石英脈を対象とした。黄鉄鉍等の硫化物あるいは孔雀石等の銅鉍物を随伴する石英脈を対象に調査した。硫化物及び銅が伴う石英脈を対象とした理由はサンフランシスコ鉍床の生成が黄鉄鉍、黄銅鉍等の硫化物と関係があるので、本地域にも同様の鉍床が生成している可能性があるかと仮定するためである。

B 地区の石英脈は大きく 3 種に分けられる。ひとつはウンブラナ山のセリド層中のものであり、ひとつはペダセハのエクアドル層に貫入したペグマタイト質のものであり、もうひとつはセリド層の黒雲母片岩中で片理面にほぼ平行に入る小規模の石英脈である (Fig. II-2-4, Tab. II-2-3)。

以上の石英脈の中で規模の大きいものは調査地域南西端のウンブラナ山のものであり、これについてはスケッチを行った (Fig. II-2-6)。石英脈は幅が 0.3m ~ 2m で、走向延長は 200m 以上に達する。走向傾斜はそれぞれ N 5° E, 70° W である。これに対し、石英脈の母岩であるセリド層の黒雲母片岩の片理の走向、傾斜はそれぞれ N-S, 5° E であり、母岩の片理と石英脈の傾斜は高角度で交差している。石英脈はその賦存形態から N-S 系で、急傾斜の解放裂罅と考えられる。本石英脈は無色透明で、晶洞があり、黄鉄鉍の他に二次鉍物として孔雀石、赤鉄鉍、褐鉄鉍などを伴っている。本石英脈からの試料(C147)を鉍石分析したところ、Au: 0.2 ppm, Ag: 103

ppm, Cu:3.76%, As:5 ppmを示した。

その他のセリド層中の石英脈はFig. II-2-5及びTab. II-2-3に示すようにモラダノバ (C120), ベルメリヤ山南西 (C138), 及びサルガディーニョ (C127) 等に見られ, 孔雀石, 黄鉄鉱, 褐鉄鉱等を随伴する。これらの石英脈はいずれも片理と平行であり, もととの層準内, あるいは最後の変成作用を受ける以前にできたものと考えられる。C120の石英脈は幅が 10 cm, 長さが 5 m, C138の石英脈は幅 2~5 cm, 長さ 10 m の 2本からなり, C127は幅 2~5 cm, 長さ 10 m の数本の石英脈である。これらの 3 試料についての鉱石分析の結果, モラダノバの石英脈 (C120) で Au: 0.1ppm, Ag: 3.1 ppm を示した (Tab. II-2-4)。

最後に, ペグマタイト質の石英脈であるが, これはペダセハのセリド層とエクアドル層の境界近くのエクアドル層中に産する石英脈で, 既述の石英脈と同様に孔雀石, 黄鉄鉱を随伴する。本石英脈は幅 2~5 cm, 長さ 10 m の 2本の脈からなる。本石英脈を分析した結果, Au: 0.1ppm, Ag: 9.6 ppm を示した。

以上に述べる石英脈はウンブラナ山のものを除けば, いずれもごく小規模である。しかしながら, 分析値から鉱化の性格についてみると, Au: 0.1ppm 及び 0.2ppm, Ag: 3.1ppm及び 103ppm, As: 2~8 ppm であること, Au/Ag値が非常に低いことなど, サンフランシスコ鉱床を形成した鉱液に類似する。またこの石英脈は黄鉄鉱などの硫化物を伴うこと, 銅鉱物を伴うことなどの点でもサンフランシスコ鉱床と類似する。昨年度調査地域内のサオトメ西方のカイコ岩体中の石英脈と比較すると, B地区の石英脈は Au の分析値が低く, Au/Ag比もサオトメ西方では 1以上の高い値がでていいるなど異なっている。

以上の石英脈, 及び石英脈近くの粘土についてさらに変質の特徴等をみるためにX線回折を実施した。その結果はTab. II-2-5に示す通りである。石英脈及び脈際の粘土には絹雲母, カオリン及びモンモリロナイトが生じている。これらの鉱物は本地域の変成作用 (角閃岩相) 中に達した温度である 600° (Lima, E. S., 1987) では消失する。従ってこれらの鉱物は変成作用後に形成されたと考えられる。またこれらは通常熱水により生成される変質鉱物であり, 石英脈が熱水作用によって生成されたことを物語っている。

また本調査範囲全体の鉱床成因の解明のためにサンフランシスコ鉱床の石英脈について 2件, ウンブラナ山の石英脈について 1件, 流体包有物の均質化温度の測定を試みた。サンフランシスコ鉱床の石英脈のひとつでは, 流体包有物の大きさは 0.001mm大、初生包有物はCO₂ に富む、この包有物は小さすぎて均質化温度を測定できなかった。もうひとつは大きさが 0.01mm 以下で、やはりCO₂ に富む。これも小さすぎることで、CO₂ に富むことから均質化温度を測定できなかった。ウンブラナ山のボケイラオガリンボの石英脈では、流体包有物の大きさは 0.005~0.015mm、二次包有物が圧倒的に多く、かつ大きい。これにたいし初生包有物はごく希で、小さい。初生包有物と思われるものについて温度を測定したところ、130° ~ 140° C の温度が得られた。しかしながら、この温度は金の鉱化にとっては低すぎると考えられるので、鉱化後の二次的な石英脈形成時の流体包有物について測定したのかも知れない。

(2) ランドサット画像の色調異常について

昨年度調査のランドサット画像解析において、色調異常地域を抽出し、粘土化等の変質が存在

Tab. II-2-4 Assay data of ore samples taken from areas A and B

Sample No.	Location		Au (ppm)	Ag (ppm)	As (ppm)	Cu (%)	Remarks
	E	N					
C107	792.55	9316.29	Tr	Tr	5	0.50	Bn-mal-qtz v
C108	"	"	Tr	Tr	3	0.09	do.
C109	"	"	Tr	Tr	8	0.06	do.
C110	"	"	Tr	Tr	7	0.13	do.
C111	"	"	Tr	Tr	3	0.04	do.
C112	"	"	Tr	Tr	3	0.10	do.
C120	784.60	9287.05	0.1	3.1	4	0.13	py-mal-qtz v
C127	791.20	9293.80	Tr	Tr	6	0.06	mal-qtz v from Au showing
C135	781.15	9299.90	0.1	9.6	4	0.86	mal-peg qtz v in Ecuador Fa.
C138	787.80	9300.70	Tr	Tr	8	0.03	mal-peg qtz v in Serido Fa.
C146	778.75	9284.65	Tr	Tr	2	0.01	qtz v from Au showing
C147	778.75	9284.85	0.2	103.8	5	3.76	py-mal-qtz v from Au showing

Tab. II-2-5 Mineral assemblages of samples taken from areas A and B, determined by X-ray diffraction

Sample No.	Coordinates of sample location		Description	RFM										clay minerals				OAM	Fe minerals				Cu minerals			Remarks	
	E	N		gt	pg	Kf	bi	pre	sps	dr	fap	kl	sc	mm	ch	nja	py	ht	mt	cp	bn	at					
C107	792.55	9316.29	bn-mal-qtz v	⊗	⊗			?	○																		Area A-I
C108	792.55	9316.29	bn-mal-qtz v	⊗	○			?																			"
C146	778.75	9284.65		⊗																							Garimpo do Bogueirao
C147	778.75	9284.85		⊗					○																		"
A129	778.75	9284.85	clay(H.W.)	⊗	○	*			○		○	○													?	"	
A130	778.75	9284.85	clay(F.W.)	⊗	○	○		?		*	○	○	○														"
C120	784.60	9287.05	py-mal-qtz v	⊗		*						*				*	*	*	?								Area B
C127	791.20	9293.80	mal-qtz v	⊗	○	*	○									*	*	*									Au showing. Area B
C129	790.10	9290.35	py-mal-qtz v	⊗	○		○							*		*	*	*									Area B
C135	781.15	9299.90		⊗	○	○				*		○															Ecuador Fa.

H.W. : hanging wall of py-qtz vein
 F.W. : foot wall of py-qtz vein
 B.M. : black mineral
 R F M : rock forming minerals
 OAM : other altered minerals

qt : quartz
 pg : plagioclase
 Kf : K-feldspar
 bi : biotite
 kl : kaolinite
 sc : sericite
 mm : montmorillonite
 ch : chlorite

nja : natrojarosite
 pre : prehnite
 sps : spessartine
 dr : dravite
 fap : fluorapatite
 py : pyrite
 ht : hematite
 mt : magnetite
 cp : chalcopryrite
 bn : bornite
 at : atacamite