

第4章 調査結果の総合検討

4-1 既存資料解析

既存資料の収集は、主に鉱山局(Servicio Geologico Minero Argentina: SEGEMAR)本部(ブエノスアイレス)、およびラ・リオハ、サン・ファン、メンドーサのSEGEMARの各支所において実施した。このほかにも、国際雑誌に掲載される研究論文、学会要旨を収集した。収集資料一覧表をTable II-1-1に示す。また情報収集にあたっては、インターネット・ウェブサイトを必要に応じて利用したほか、既往調査を知るSM担当者からの聞き取りを合わせて行い、資料に乏しい部分を補完した。鉱区情報についても、各州の鉱区管理機関を訪問し、できる限り入手するよう努めた。

収集したこれらの資料・情報の内容は、鉱床データベースの形式で整理した。データベース作成にあたっては、評価中の鉱床、鉱徴地、変質帯、既存探鉱地区など今までに記載・報告されたことがある135地区に対して行った。データベースとして整理した結果をAppendix IIに示す。またこれに対応する位置図をFig. II-1-1、一覧表をTable II-2-1に示す。

資料整理の一方、比較的刊行された資料が多いEl Indio Belt (El Indio), Castano Nuevo, Paramillos Sur, San Jorge, El Pachonらの記載、およびポーフィリー型鉱床一般の探査モデルを扱う文献を参照して、東部アンデス地域の調査有望地区を選定する着眼点として以下の事項を抽出した。広域的スケールでは、(1)第三紀貫入岩体、(2)二疊～三疊紀貫入岩体、(3)オルドビス紀層序、(4)環状構造、(5)断裂の交差部・錯綜部、(6)高磁気異常らが、また、プロジェクトスケールとしては、(1)ジャロサイト溶脱帯、(2)溶脱帯のモリブデン地化学異常、(3)微小割れ目の密度らが鉱徴地・変質帯の評価に有効と考えた。

4-2 衛星画像解析

衛星画像解析では、ポリヴィア国境からメンドーサに続く広範な範囲について23シーンのランドサット5 TM画像から1:250,000のBGR145フォールスカラー画像およびBGR 3/1 4/5 5/7 カラー比演算画像を用いて解析を行った。この結果、東部アンデス地域に限れば、大規模リニアメントであるRio Guandacol Lineamentのほか、多数の中小リニアメントが抽出された。リニアメントの方位は、N-S系、NW-SE系、NE-SW系がこの順に多く認められる。また東部アンデス地域の中で96カ所の熱水変質帯が抽出され、ポーフィリー型銅鉱床、浅熱水金銀鉱床らの熱水性鉱床の賦存が期待された。またとくにポーフィリー型鉱床分布の見地からMendoza Lineを規定し、この南部に多くの既存鉱徴が分布する傾向を認めた。以上の記載は別冊衛星画像解析報告書に詳述される。

衛星画像解析報告書で抽出された東部アンデス地域の96カ所の変質帯に対して、グランドトールスの結果を加味して詳細な評価を行った。評価事項は、貫入岩の有無(2点)、熱水変質の確からしさ(2点)、およびリニアメントの錯綜や環状構造など地質構造上の有望性(2点)であり、合計6点満点の採点を行った。この結果3点以上の比較的高い評価を得た46の変質帯は以下の地区に分布することが判明した：(1) Cordon de la Brea area, (2) Valle del Cura area, (3) Guachi area, (4) Rio Castano Viejo area, (5) El Pachon area, (6) Paramillos area。このうちRio Castano Viejo areaの中央部には最高得点(5点)を得た2カ所の変質帯が分布する。

4-3 グランドトールス

グランドトールスは代表的な鉱徴地と変質帯、および衛星画像から抽出した有望変質帯に対して実施した。調査地域西部は残雪のため多くが立ち入り不能であり、地域中央部～東部のPre-Cordillera主体の調査を実施した。調査地区は合計29カ所であった。露頭の観察や室内試験の結果から、San Francisco de los Andes およびその周辺(Tocota district), Chita, Guachi, Rio Gualcamayo～La Abundancia, Pampa Fria, La Negrita, San Benicio～Cortaderas, San Jorge, Paramillos Norte, Paramillos Sur, Grupo Oro del Sur(以上調査実施順)の11地域が探査余地が大きく、期待できる鉱徴地と評価された。また新規鉱徴地発掘を目的として、作業仮説をもとにCerro Negro, Granite, El Fierro Alterationらの既存情報を欠く変質帯を調査したが、これらのいずれにも鉱化作用は確認できなかった。

4-4 地質構造・鉱化作用の特性と鉱化規制

調査地域の総合解析図をFig. II-4-1に示す。

東部アンデス地域の既存鉱徴の分布様式は調査地域の西部と東部で相違が認められる。地域西部のCordillera FrontalおよびCordillera Principal地域の場合、チリとの国境に添って多数の変質帯や鉱徴がほぼ連続的に分布する。途中、南緯30度～31度の国境添いの部分に変質の空白部があるが、鉱化変質の連なりはここで東側に若干移動し、Rio Castano Viejo areaに連続する可能性が示唆される。一方、地域東部、Pre-Cordilleraの場合、変質帯や鉱徴地は連続性に乏しく、散点的に分布する。Paramillos area, San Jorge-Yarguaraz-Alcaparrosaの鉱化帯のように、南北に狭長な鉱化帯も認められるが、それぞれ南北延長20km, 110km程度であり、Cordillera FrontalおよびPrincipalに比較して、小規模な鉱化セグメントとみなせる。このような両ベルトの産状は鉱化帯の一般伸張方向がN-S系であることを窺わせる。

El Indio BeltおよびMaricunga Belt の鉱床分布についてDavidson and Mpodozis (1990)らは金に富むポーフイリー系鉱床は二疊～三疊紀の酸性基盤岩(Chiyoi group)中に第三紀貫入岩が分布する地域に胚胎する傾向があることを指摘した。東部アンデス地域に分布する比較的規模の大きい鉱床・鉱微地(El Pachon, San Jorge, Paramillos Sur)は全て、このChiyoi groupを基盤とする地域に分布しており、Davidson and Mpodozisが指摘する傾向が東部アンデス地域でも成立すると考えられる。おそらく酸性火成活動の重複域は、マグマの上昇がある程度フォーカスする深部断裂に相当しており、その多くは南北に伸長していたと考えられる(例：Pre-Cordilleraの鉱化帯)。またマグマ・ダイアピルの上昇・定置の過程で花崗岩質母岩との反応があり、母岩との元素の交換の結果、マグマあるいは既に分離していた一部の熱水はいっそう金属に富んだ可能性がある。

4-5 鉱床賦存のポテンシャル

初年度の調査結果・解析結果を総括すると、広域的には次のような地質環境がポーフイリー銅鉱床の賦存域として有望と結論づけられる。

地質： 酸性火成岩からなる基盤中に第三紀酸性半深成岩が貫入する地点。二疊～三疊紀貫入岩体はこれに次いで有望。またオルドビス紀層序中の第三紀貫入岩分布域も有望。

構造： 環状構造および断裂が錯綜。

変質： 衛星画像上ではやや小規模なスポット状の変質を形成。変質強度は大きい場合と小さい場合の両方がある。金・銀鉱床は大規模かつ変質強度の高い変質帯に付随する。

物理探査： 高磁気異常。しばしばbreccia pipeでより大きな異常が期待される。

配列： おそらくN-S系の分布を呈する。貫入岩露頭の南北の変質帯にはその下部にも貫入岩が伏在する可能性がある。

第5章 結論および提言

5-1 結論

初年度調査は現地の地質情報の収集と新規鉱微地の発見を目的に、既存資料の収集と解析、ランドサットTM画像データの解析、およびグランドトールズを実施した。解析の結果、東部アンデス地域の場合、酸性火成岩からなる基盤中に第三紀酸性半深成岩が貫入する地点、二畳～三畳紀貫入岩体が分布する地点、またオルドビス紀層序中の第三紀貫入岩分布地点が有望であり、ポーフィリー型金・銅・モリブデン鉱床とこれに関連する鉱化作用が期待されると結論づけた。

初年度グランドトールズは文献により判断された既存鉱微地のほか、カウンターパート(SEGEMAR)推薦の鉱微地、および衛星画像から抽出された既存情報を欠く変質帯を調査した。調査地域西部は残雪のため多くが立ち入り不能であり、地域中央部～東部のPre-Cordillera主体の調査を実施した。調査地区は合計29カ所である。露頭の観察や室内試験の結果から、San Francisco de los Andes およびその周辺(Tocota district), Chita, Guachi, Rio Gualcamayo～La Abundancia, Pampa Fria, La Negrita, San Benicio～Cortaderas, San Jorge, Paramillos Norte, Paramillos Sur, Grupo Oro del Sur (以上調査実施順)の11地域が探査余地が大きく、期待できる鉱微地と評価された。また新規鉱微地発掘を目的として、作業仮説をもとにCerro Negro, Granite, El Fierro Alterationらの既存情報を欠く変質帯を調査したが、これらのいずれにも鉱化作用は確認できなかった。

東部アンデス地域は広範であり、初年度調査では計画の一部の鉱化帯を訪れることができたに過ぎない。新規鉱微地の発掘には本格的には至っておらず、次年度の課題としたい。

5-2 第2年次調査への提言

東部アンデス地域は77,000km²と広大であり、ここに分布する鉱床タイプも多様である。初年度は調査地域全土の理解を目的に、包括的なまとめに重点をおいて調査を行った。残雪や限られた行程のため、予定した全ての地点を調査することはかなわず、2年次も引き続き初年度目的を捕捉する調査を実施したい。第2年次調査の補足調査地区としては、(1)Cordon de la Brea地区、(2)Calingasta - Tocota地区、(3)Las Openas～El Salado地区、(4)Valle del Cura地区、(5)Cordillera Principalのポーフィリー鉱床(特にEl Pachon)らが揚げられる。

一方本年度の調査結果から、複数の既存鉱微地・旧坑に共通する地質上の特徴が徐々に解明されつつあり、これらから作業仮説を起し、全体の中からこれにあてはまる地区を

選定し、鉱化作用の有無を確かめる現地調査を実施したい。以下に提案される現地調査対象地区と選定の観点を合わせて示す。

(1) 第三紀貫入岩体の周辺熱水変質

基本的に第三紀貫入岩とみなせる岩体の周辺に変質が生じている地域が重要である。数10km~100km程度のオーダーでは既存鉱徴はしばしばN-S方位に直線的な分布を呈するため、第三紀貫入岩露頭の同方向の延長部には貫入岩の伏在も十分予想される。この観点から、それぞれの変質帯の評価を考慮すると、El Pachon地区が選定される。アクセスや環境立地を考慮すれば、地域北部の若干国境から内側に入った地域に分布するAA8011, AA8013, AA8014, AA8015らを比較的到達しやすい地区として抽出できる。なお近接するAA8012はRTZが探鉱を行うRincones de Araya鉱徴地に相当。

(2) 古生代貫入岩体の周辺熱水変質

アルゼンティンに特有のChoiyoi groupに伴われるポーフイリー鉱床もまた有力な探査対象となる。このような変質帯としては、とくにリニアメントの錯綜の程度が大きいRio Castano Viejo areaのAA7065~AA7069の変質帯が選定される。このうち地域中央部のAA7066, AA7069は最高スコアを得た変質帯であり、有力な現地調査候補地域であると考えられる。

(3) オルドビス紀層序中の第三紀貫入岩

オルドビス紀の層序を母岩として第三紀貫入岩が分布する地域もまた有力な探査対象である。オルドビス系に含まれるオフィオライトを構成する塩基性岩類、石灰岩類は、いずれも熱水に反応し易い性状を有しており、しばしば特に金に富む鉱徴地を形成する(Guachi, Hualiran, Salamancaなど)。このような鉱徴地は金鉱床に関心の薄いPlan Cordillerano調査で見落とされている可能性があり、新規発見の可能性が高い調査対象と考える。具体的には、サンファン州Salamanca鉱床の南部延長上、Helvecia-Salamancaを胚胎するオルドビス系の一系列西側のオルドビス系、サンファン州Iglesia南東、Barreal東北東などが調査対象として揚げられる。

以上の現地調査に加えて、より鉱物認識能力の高い人工衛星データの解析についても実施したい。92年打ち上げのIERS-1 OPSセンサー、および98年6月打ち上げ予定のASTERらは2~2.4 μ mの近赤外領域のマルチバンド化を実現しており、変質の強弱の判定に加えて特定粘土鉱物の抽出まで可能な潜在能力を有しており、より詳細な変質帯の特徴付けが可能である。特にASTERでは遠赤外領域もマルチバンド化されており、状況によっては珪化変質の程度も合わせて記載可能である。ただしIERS-OPSはデータ取得期間が短く、また全体にデータの質にばらつきがあり、東部アンデス地域でどの程度利用できるか検討が必要である。またASTERについては、次年度利用はやや時間的に難しいと考えられる。

第 II 部

第II部 各論

第1章 既存資料解析

1-1 既存資料の収集と整理

既存資料の収集は、主に鉱山局 (Servicio Geologico Minero Argentina: SEGEMAR) 本部(ブエノスアイレス)、および ラ・リオハ、サン・ファン、メンドーサのSEGEMARの各支所において実施した。SEGEMARで収集した主な資料は、調査地域を含む1:500,000の地質図幅、鉱床調査レポート、投資ガイドである。また、このほかにも、国際雑誌に掲載される研究論文、学会要旨を収集した。収集資料一覧表をTable II-1-1に示す。

なおこのほかの情報源として、とくに新しい情報の収集にあたってインターネット・ウェブサイトを必要に応じて利用したほか、既往調査を知るSM担当者からの聞き取りを合わせて行い、資料に乏しい部分を補完した。また、鉱区情報についても、各州の鉱区管理機関を訪問し、できる限り入手するよう努めた。

収集したこれらの資料・情報の内容は、鉱床データベースの形式で整理した。データベース作成に当たっては、まず既知鉱床、鉱徴地、変質帯、既存探鉱地区など今までに記載・報告されたことがある全ての地区名を見出しとして抽出し、それぞれについて調査項目を設け記載を行った。項目の編集に当たっては鉱物資源探査の観点、特にグラスルーツに近い段階を意識して、主に地質情報に重点を置いた編集を行った。データベースとして整理した結果をAppendix Iに示す。またこれに対応する位置図をFig. II-1-1、一覧表をTable II-2-1に示す。

Table II-1-1 List of published geological, economical, and political reports about the East Andean area, reserved through this survey (1/8)

NO. ID	KEYWORD	TITLE	DATE	AUTHOR	SOURCE	LOCATION	NOTE	No.
001	AE01	feasibility study, investment, exploration, prospect, Tin industry	1993	Harwest mine services, Inc.	Secretaria de minera	Fig. 10-43		001
002	AE02	recent mining activities, investment circumstances	1994	Nacional Mining Secretariat				002
003	AE03	recent mining activities, investment circumstances	1996	Secretary of Mining and Industry				003
004	AE04	recent mining activities, investment circumstances	1996	Mining Journal	Mining Journal, April 19.			004
005	AE05	recent mining activities, investment circumstances	1996	Mining Journal	Mining Journal, October 4.			005
006	AE06	recent mining activities, investment circumstances	1995	Zappalini, E.O.	Mining Magazine, April, pp. 214-222.			006
007	AE07	recent mining activities, investment circumstances	1997	鈴木孝介 (Suzuki, Y.)	MRIIC出稼21頁 (MRIIC internal report on the survey)			007
008	AE08	Minerals Yearbook - Mineral industries of Latin America and Canada	1991		U.S. department of the interior, Bureau of mines.			008
009	AE09	Minerals Yearbook volume III: 1991 international review - Mineral industries of Latin America and Canada	1991		U.S. department of the interior, Bureau of mines.			009
010	AE10	Minerals Yearbook - Mineral industries of Latin America and Canada	1991		U.S. department of the interior, Bureau of mines.			010
011	AE11	Minerals Yearbook volume III: 1991 international review - Mineral industries of Latin America and Canada	1992		U.S. department of the interior, Bureau of mines.			011
012	AE12	Minerals Yearbook - Mineral industries of Latin America and Canada	1993		U.S. department of the interior, Bureau of mines.			012
013	AE13	Minerals Yearbook volume III: 1991 international review - Mineral industries of Latin America and Canada	1993		U.S. department of the interior, Bureau of mines.			013
014	AE14	Minerals Yearbook, area reports: international 1995, volume III - Mineral industries of Latin America and Canada	1995		U.S. department of the interior, Bureau of mines.			014
015	AE15	Minerals Yearbook volume III: 1991 international review - Mineral industries of Latin America and Canada	1995		U.S. department of the interior, Bureau of mines.			015
016	AE16	A mining strategy for Latin America and the Caribbean.			industry and mining division, Industry and energy department, The world bank.		The world bank technical paper No.345.	016
017	AE17	Argentina mining sector review.	1993				The world bank report No.1170-LAR.	017
018	AE18	Memorandum and recommendation of the president of the international bank for reconstruction and development to the executive directors on a proposed loan in an amount equivalent to US\$30 million to the Argentine republic for a mining development	1995				The world bank report No. P.4617-AR.	018
019	AO01	recent mining activities, investment circumstances	1996	Garnus, I., Utter, M.L., and Guoba, J.	SEG News letter, No.25.			019
020	AR01	geology, ore deposits	1997	JICAMMAU				020
021	AR02	geology, ore deposits	1997	JICAMMAU				021

Table II-1-1 List of published geological, economical, and political reports about the East Andean area, reserved through this survey (2/8)

No. ID	KEYWORD	TITLE	DATE	AUTHOR	SOURCE	LOCATION	NOTE	No.
022	AR03	geology, ore deposits	1997	Argentine Mining Compendium				022
023	AR04	geology, ore deposits	1964	Secretaria de Minería de la Nación	Geology, 17, pp.324-328			023
024	AR05	porphyry Cu	1997	Crown Resources				024
025	AR06	tectonic evolution, Cordillera	1980	Suzanne Halibur Kay, Victor A. Ramos, Constantino Jofrebits and Patricia Suoja	Economic Geology, 77, pp.99-109			025
026	AR07	dating, eastern Andes	1977	Sillitoe, R.H.	GSA Bulletin, 107, pp.253-273			026
027	AR08	tectonic evolution	1995	Asim, R.A., Benedetto, J.L. and Vaccari, N.E.	Forbode, L. et al. Ed. Stratobound Ore Deposits in the Andes, Springer-Verlag, Berlin.			027
028	CA01	SEDEX, Pb-Zn	1990	Sureda, R.J. and Martin, J.L.	Jour. Geochem. Expl., 38, pp.233-266.			028
029	CA02	SEDEX, Pb-Zn	1997	Minera Aguirre S.A.				029
030	CH01	porphyry Cu-Au	1991	Vila, T. and Sillitoe, R.H.	Econ. Geol., 86, pp. 1738-1760.			030
031	CH02	acid-sulfate Au deposit	1990	James, R.R., Beams, R. E., Altir S.A., and Bresnahan, D.R.	地質ニュース (Chishiku News)			031
032	CH03	acid-sulfate Au deposit	1993	佐藤真平 (Sato, K.)	Econ. Geol., 88, pp. 1761-1770.			032
033	CH04	acid-sulfate Au deposit	1991	Sillitoe, R. H., Mokee, E. H., and Vila, T.	Econ. Geol., 86, pp. 1153-1162.			033
034	CH05	acid-sulfate Au deposit	1991	Sillitoe, R. H.	Econ. Geol., 86, pp. 1174-1186.			034
035	CH06	acid-sulfate Au deposit	1991	Davidson, J. and Mpodozo, C.	Ministerio de Industria y Minería.			035
036	GM01	geologic map, Cerro la Balsa	1972	Guillermo Furque	Ministerio de Industria y Minería.	29°00'29"00"S, 67°00'49"15"W		036
037	GM02	geologic map, Cerro Rajado	1972	Carlos A. Genbi	Ministerio de Industria y Minería.	29°20'00"00"S, 67°45'48"30"W		037
038	GM03	geologic map, Vinchina	1964	Juan Carlos M. Turner	Ministerio de Economía de La Nación.	28°30'29"00"S, 67°45'48"30"W		038
039	GM04	geologic map, Guandacol	1963	Guillermo Furque	Ministerio de Economía de La Nación.			039
040	GM05	geologic map, Cerro Tupungato	1972	Polaris, J.	Ministerio de Industria y Minería.			040
041	GM06	geologic map, Jachal	1979	Furque, G.	Ministerio de Economía, Secretaría de Estado de Minería.			041
042	GM07	geologic map, Cienega de Guailán	1983	Furque, G.	Ministerio de Economía, Secretaría de Estado de Industria y Minería, Subsecretaría de Minería.			042

Table II - 1 - 1 List of published geological, economical, and political reports about the East Andean area, reserved through this survey

No. ID	KEYWORD	TITLE	DATE	AUTHOR	SOURCE	LOCATION	NOTE
043	CX03	geologic map, Rambon	1971	Harrington, H.J.	México de Industria y Minería, Subsecretaría de Minería.		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
044	LR01	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
045	LR02	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
046	LR03	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
047	LR04	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
048	LR05	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
049	LR06	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
050	LR07	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
051	LR08	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
052	LR09	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
053	LR10	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
054	LR11	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
055	LR12	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
056	LR13	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
057	LR14	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
058	LR15	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
059	LR16	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
060	LR17	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
061	LR18	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
062	LR19	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map
063	LR20	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaría de estado de minera	Subsecretaría de estado de minera		geology and sample locality in 1:50,000 drainage map

Table II - 1 - 1 List of published geological, economical, and political reports about the East Andean area, reserved through this survey (4/8)

No ID	KEYWORD	TITLE	DATE	AUTHOR	SOURCE	LOCATION	NOTE	No.
064	LR21	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaria de estado de minera	Subsecretaria de estado de minera	La Rioja	geology and sample locality in 1:50,000 drainage map	064
065	LR22	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaria de estado de minera	Subsecretaria de estado de minera	La Rioja	geology and sample locality in 1:50,000 drainage map	065
066	LR23	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaria de estado de minera	Subsecretaria de estado de minera	La Rioja	geology and sample locality in 1:50,000 drainage map	066
067	LR24	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaria de estado de minera	Subsecretaria de estado de minera	La Rioja	geology and sample locality in 1:50,000 drainage map	067
068	LR25	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaria de estado de minera	Subsecretaria de estado de minera	La Rioja	geology and sample locality in 1:50,000 drainage map	068
069	LR26	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaria de estado de minera	Subsecretaria de estado de minera	La Rioja	geology and sample locality in 1:50,000 drainage map	069
070	LR27	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaria de estado de minera	Subsecretaria de estado de minera	La Rioja	geology and sample locality in 1:50,000 drainage map	070
071	LR28	geological map, geochemical survey	1971	Subsecretaria de estado de minera	Subsecretaria de estado de minera	La Rioja	geology and sample locality in 1:50,000 drainage map	071
072	LR29	Informe geológico mina "El Cement"	1995	Crisnero, O. V.	Secretaria de minera		28°56'40"S, 68°10'45"W	072
073	LR30	Centro exploración La Rioja evaluation prems (anexo IV PEM)	1986					073
074	LR31	La Helvecia un depósito estratigráfico de Pb-Zn y barita, provincia de La Rioja	1979	Alejo Brostoff	Asociación Geológica Argentina, Revista XXXIV (4), pp.311-330.			074
075	LR32	Mina La Crotilla.		Crisnero, O. V.	Secretaria de minera internal report.			075
076	LR33	Las Carantás	1987	Fauque, L.S. and Nieto, D. S.	Secretaria de minera internal report.			076
077	LR34	Geología y prospección geoquímica de la Cordillera Frontal en la Provincia de La Rioja.		Oscar Marcos, Robert Farout, Mario Alderete, Miguel A. Guerrero and Robert Ziazzì			69°W to Chua, 27°50' to 28°25'S	077
078	LR35	Yacimiento Minero Rogatos Sociedad Anónima. Boletín Informativo Septiembre de 1997. (Brochure)	1997	YAMIRUSA	Brochure			078
079	LR36	one deposit, San Nicolas mine, Crotilla mine		Miguel A. Guerrero	Secretaria de Estado de Minera.		28°57'S, 68°35'W	079
080	LR37	Reconocimiento y prospección regional de la Sierra de la Punilla (Sector Septentrional), Provincias de La Rioja y San Juan.	1969	Hector Hasegawa	Secretaria de Estado de Minera.		29°14'-29°25'S, 68°45'-69°11'W	080
081	LR38	Cordon de la Brea	1969	H. M. Malzone and J. Guibou	Secretaria de Estado de Minera.			081
082	LR39	geology, Mueho Nuevo	1969	Juan Carlos M. Turner	Secretaria de Estado de Energía y Mineria.			082
083	LR40	Reconocimiento y prospección regional de la Sierra de la Baliza.	1969	Guibou, J.A.				083
084	LR41	Exploración geológica - minera de la Provincia de La Rioja (Plan La Rioja)	1973		Ministerio de Economía de La Nación, Subsecretaria de Minera, Servicio Nacional Minero Geológico.			084

Table II-1-1 List of published geological, economical, and political reports about the East Andean area, reserved through this survey

No. ID	KEYWORD	TITLE	DATE	AUTHOR	SOURCE	LOCATION	NOTE	No.
085	MZ01	porphyry Cu	1968		United Nations, New York			085
086	MZ02	porphyry Cu-Au	1987	Quin, S. P.	Prospectors and Developers Association Convention, Toronto, Canada			086
087	MZ03		1985	Gutierrez, C.A. and Gutierrez Plemming, A.R.				087
088	MZ04	field guide, Mendoza	1984	Ramos, A. Victor	Seminario de minería de la nación and asociación geológica argentina, p.30.	Mendoza to the border		288
089	MZ05							089
090	MZ06							090
091	MZ07							091
092	MZ08							092
093	MZ09							093
094	MZ10							094
095	MZ11							095
096	MZ12							096
097	MZ13							097
098	MZ14							098
099	MZ15							099
100	MZ16							100
101	MZ17							101
102	MZ18		1979					102
103	MZ19							103
104	MZ20							104
105	MZ21		1968	Muller-Kalle, E.	Gobierno Argentino, Dirección General de Fabricaciones Militares, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.			105

Table II - 1 - 1 List of published geological, economical, and political reports about the East Andean area, reserved through this survey

(6/8)

No. ID	KEYWORD	TITLE	DATE	AUTHOR	LOCATION	SOURCE	NOTE	No.
106	M222	Plan Cordillerano, Informe final, Zona "Paranillo Sur", area de Reserva No.38, Provincia de Mendoza, Republica Argentina.	1968	Romero, R.R.		Gobierno Argentino, Direccion General de Fabricaciones Militares, programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.		106
107	M223	Plan Cordillerano: Informe final, Zona "Yaguajay", area de Reserva No.2, Provincia de Mendoza, Republica Argentina.	1968	Muler-Kahle, E.		Gobierno Argentino, Direccion General de Fabricaciones Militares, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.		107
108	M224	Investigacion sobre mineral de cobre portofido en las Provincias de Mendoza, Neuquen y San Juan, Argentina, parte I; mapas	1968			Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.		108
109	M225	Geologia estructural de la zona Cordillerana de las Provincias Mendoza y Neuquen, Republica Argentina.	1964	Bragazoni, O.I.		Conferencia 1103 - Informe No.14, preparado para la Direccion General de Fabricaciones Militares.		109
110	M226	Areas y prioridades para la prospeccion.	1964	LaRoque, J.A.		Conferencia 1103 - Informe No.15, preparado para la Direccion General de Fabricaciones Militares.		110
111	M227	Plan Cordillerano: Informe final, Zona "Piramillas Norte", area de Reserva No.3N, Provincia de Mendoza, Republica Argentina.	1968	Naveiro, M.		Gobierno Argentino, Direccion General de Fabricaciones Militares, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.		111
112	M228	Informe preliminar sobre el reconocimiento explorativo del distrito polimetálico Mendoza Norte.	1966	Lavandero, E. and Fusan, C.				112
113	M229	Proyecto de exploracion mina la Negra, oro - plata, volumen I, II, III, IV.				Minera Cordillerana S.A.		113
114	M230	Argentina Mining '86 Field Emission: San Jorge, porphyry copper project, Mendoza - Argentina.	1986	Williams, W.C.		Grupo Minera Asociacion S.A.		114
115	M231	Proyecto Oro del Sur. De investigacion y exploracion geologico-minera, Departamento Las Heras, Provincia de Mendoza, Republica Argentina. Informe geologico-economico.	1983	Centro de Exploracion Mendoza de la D.N.M.		Direccion nacional de mineria cooperacion minera Argentina-Alemania, Direccion General de Minería		115
116	M232	Mineralizacion de Oro en el Area Cordillerana o San Benito, Departamento Las Heras, Provincia de Mendoza, Republica Argentina.	1991	Centro de Exploracion Mendoza de la D.N.M.		Direccion nacional de mineria cooperacion minera Argentina-Alemania, Direccion General de Minería de Mendoza		116
117	SJ01	porphyry Cu	1970			United Nations, New York.		117
118	SJ02	acid-sulfate Au deposit	1983	Jones, J. P., Gonzalez, R. D., and Russell, E. A.				118
119	SJ03	IPEEM	1987			Instituto provincial de exploraciones y explotaciones mineras, I.P.E.M., gobierno de la provincia de San Juan.		119
120	SJ04		1985			Secretaria de mineria de la nacion, Universidad nacional de San Juan and Consejo Profesional de Ciencias, Certificados, San Juan.		120
121	SJ05		1985	Mendez, V., Zanetti, J.C. and Zappetti		Asociacion Argentina de Geologos Economistas, Direccion Nacional del Servicio Geologico, Secretaria de Minería de la Nacion.		121
122	SJ06	Cordon de la Brea						122
123	SJ07		1986			Comiso C.F.I., Gobierno de San Juan.		123
124	SJ08	Quachi		Alberto Moncalabon				124
125	SJ09	Cuadrada de Agua Blanca	1985	Carlos E. Castro				125
126	SJ10	Caldaron - Caldronito	1982	Aldo L. Caronai and Benito E. Saborda		Department of Minería de la Provincia de San Juan.		126

Table II-1-1 List of published geological, economical, and political reports about the East Andean area, reserved through this survey

NO. ID	KEYWORD	TITLE	DATE	AUTHOR	SOURCE	LOCATION	NOTE	NO
127	SJ11	Prospección geológica - minería de la formación - San Juan, Provincia de San Juan, informe parcial No.1. cohorte UJA S.J. - Secretaría de Minería de la Nación.		Bellido, J.A., Buitas, H., Surro, G., Pugdomech, M., Weller, F., Olivi, J. and Barmonevito, A.		Instituto de investigaciones geológicas, U.N.S.J. Barmonevito, A.		127
128	SJ12	Hoja geológica 31:954V - San Juan, text explicativo.	1995	Victor Ramos, V.A., Wijnesh, G.J., Beronicki, F., Bordonaro, O. and Chemsdorf, J.				128
129	SJ13	Diagnóstico minero de la Provincia de San Juan. I (EPA) - 1985, mapa metalógico de la Provincia de San Juan, cohorte C.F.I. - Departamento de Minería.	1985	Moguer, M.P., Cerri, F., Simon, W., Gardaski, A. and Weismann, R.				129
130	SJ14	Area de alteración minílica, perfil económico minero.	1995	Raul Carro and Luis Pérez		Secretaría de Minería de la Nación, delegación San Juan.		130
131	SJ15	Area de Reserva Rio Castaño, Zona de Alteración El Ratónal, informe geológico minero, informe No. 84.		Palichotti, R., Carro, R., Pezzotti, N., Carullo, M. and Domsatt, E.		Ministerio de Economía de la Nación, Subsecretaría de Minería, Servicio Minero Nacional, Plan San Juan.		131
132	SJ16	Exploración preliminar sector Valadero Sur - Valle del Cura - Provincia de San Juan (I parte).	1989	Carro, R. and Itamas, D.		Secretaría de Minería de la Nación, delegación San Juan.		132
133	SJ17	Geología de Alta Cordillera de San Juan, su prospección y áreas con posibilidades mineras.	1968	Minera TEA		Minera TEA		133
134	SJ18	Evaluación previa - proyecto distrito de arsénico de Tocoque department, Ipeisa - San Juan.	1987	Palichotti, R. and Peña, G.		Departamento centro exploración minera San Juan		134
135	SJ19	Castaño Nuevo - zona de alteración las mineras, reconocimiento y nuevo, Dpto. Calingasta - San Juan.	1990	Carro, R.		Secretaría de Minería de la Nación, delegación San Juan.		135
136	SJ20	Relevamiento geológico y prospección del Área "Juguillo" Region - Valle del Cura, Cordillera Frontal - Provincia de San Juan.		Maros, O.R.				136
137	SJ21	cruso superior del Rio Castaño - Estudio geológico de semidatado en las rocas del curso superior del Rio Castaño - Calingasta, San Juan.	1984	Ropi, C.A. and Carro, R.		Nuevo congreso geológico Argentino, S.C. de Bahiada, 1984, ACTAS, V. 522-537.		137
138	SJ22	Huastlan Norte - Evaluación del yacimiento de oro "Huastlan Norte", Dpto. Ullum, Provincia de San Juan.		Carro, R. and Ropi, A.				138
139	SJ23	Plan Cordillerano Centro, San Juan, informes finales	1969			Dirección General de Fabricaciones Militares y Provincias de San Juan.		139
140	SJ24	Sección Norte I, Plan Cordillerano Centro	1969			Dirección General de Fabricaciones Militares y Provincias de San Juan.		140
141	SJ25	Cerro Mercediano, Plan Cordillerano	1969	Mazzato, A.M.		Gobierno Argentino Dirección General de Fabricaciones Militares, programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.		141
142	SJ26	Arroyo de los Tashinos, Arroyo de las Honda, Plan Cordillerano	1969	Mujica-Galhe, E.		Gobierno Argentino Dirección General de Fabricaciones Militares, programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.		142
143	SJ27	Leocota, Plan Cordillerano	1969	Barmonevito, L.A. and Revoren, O.V.		Gobierno Argentino Dirección General de Fabricaciones Militares, programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.		143
144	SJ28	El Valadero, Valadero Sur	1987	Martos, O.E. and Carro, R.		Secretaría de Minería de la Nación, delegación San Juan.		144
145	SJ29	Las Timbimbos	1982	Ropi, C.A.		Ministerio de Economía de la Nación, Subsecretaría de Minería, Servicio Minero Nacional, Plan San Juan.		145
146	SJ30	Chila, Agua Negra, Sección Norte I, Sección Norte II, Sección Norte III, Sección Centro, Sección Sur, Sección	1969			Dirección General de Fabricaciones Militares.	collation of figures	146
147	SJ31	Rio Castaño					figure	147

Table II - 1 - 1 List of published geological, economical, and political reports about the East Andean area, reserved through this survey (8/8)

No. ID	KEYWORD	TITLE	DATE	AUTHOR	SOURCE	LOCATION	NOTE	No.
148	SJ02	Chita, IP	Indicaci6n polarizaci6n and resistivity survey, Chita grid, San Juan Province, Argentina for Minas Argentinas S.A.	1986	Itoia, R.J. ans Associates, Inc.	Minas Argentinas S.A.		148
149	SJ03	Chita, IP	Indicaci6n polarizaci6n and resistivity survey, West Chita grid, San Juan Province, Argentina for Minas Argentinas S.A.	1986	Itoia, R.J. ans Associates, Inc.	Minas Argentinas S.A.		149
150	SJ04	Chita	Summary of work performed on the Chita property (project number 3023), San Juan Province, Argentina; report for Minas Argentinas S.A.	1985	Rowell, W.F.	Minas Argentinas S.A.		150
151	SJ05	Chita	Summary report and exploration drilling proposal, Chita prospect	1986		Minas Argentinas S.A.		151
152	SJ06	Chita	Evaluaci6n preliminar de potencial aurifero de la Propiedad Chita de Rosa Amantia S.A., clasi "Quebrada los Caballos", Glacia, Provincia de San Juan, Argentina (report preliminary)	1980	Taner, M.F.	Exploration Barlow Inc. - Rosa Amantia S.A.		152
153	SJ07	Castano Nuevo	Castano Nuevo prospect, San Juan Province - Argentina, summary report	1987		SONOMA Resources de Argentina S.A.		153
154	SJ08	Toro	Toro project, San Juan Province - Argentina, summary report	1987		SONOMA Resources de Argentina S.A.		154
155	SJ09	Chita, IP	矿区中煤系岩层磁性地层学/3-1 (List of description of occurrences to be examined in the claims applied)					155
156	SJ40	Chita, IP	Estudio geofisico por polarizaci6n inducida, area de reservas, H, zona de Arroyo Chita, provincia de San Juan.	1976	Huggiero Gurcia	Direcci6n General de Fabricaciones Militares, Centro de Exploraci6n Geologica-Minera I.		156
157	SJ41	Chita, drilling	Informe de progreso No.1 to No.4, area de reservas, H, zona de Arroyo Chita, provincia de San Juan.	1976	Mario R. Chabert and Hugo S. Malimacci	Direcci6n General de Fabricaciones Militares, Centro de Exploraci6n Geologica-Minera I.		157
158	SJ42	Cordillera Principal, Pachon	El basaltico fosilifero de Pachon y su relaci6n con el Jurassi6o de la Cordillera Principal de San Juan	1993	Ramos, A. Victor, Aguirre-Lireta, M. Maria and Lantzas, Andres	XII Congreso Geologico Argentino y II Congreso de Exploraci6n de Hidrocarburos, 194-192		158
159	SJ43	Pachon, porphyry copper	La brocha tur del yacimiento de cobre porfirico de Pachon, San Juan, Republica Argentina	1993	Lemus, Andres and Torre, Mario	XII Congreso Geologico Argentino y II Congreso de Exploraci6n de Hidrocarburos, 204-207		159
								000
								000

0

0

0

1-2 既存資料にみる代表的な鉱床の産状

収集・整理された130強の鉱床・鉱徴地の様子を全て紹介することは困難であることから、その中の調査が十分行われ、かつ鉱化作用の詳細が公表されている鉱床の産状について詳しく記載したい。ここではEl Indio Belt (El Indio鉱床)のほか、Castano Nuevo, Paramillos Sur, San Jorge, El Pachonの各鉱床・鉱徴地を取り上げる。

(1) El Indio Belt

El Indio Belt (Sillitoe, 1991)は南緯約28度から31度のチリ～アルゼンティンの国境地帯に狭長に分布する金・銅鉱床区である(Fig. II-4-1)。El Indio Beltのアルゼンティン側は同国の鉱業法改正後注目を集めた新しい探査有望地域であり、現在操業中の鉱山は同国内に無いものの、主に金を対象とした多数の探鉱プロジェクトが進行中である。主要な探鉱プロジェクトとしては、Western Mining ArgentinaによるRio Frio (Au, Ag), およびZancarron (Au, Ag, Cu), Barrick Exploraciones de ArgentinaによるLa Ortiga (Au, Ag), Banados del Carmen (Au, Ag), およびArroyo de Alter (Au, Ag, Zn), Mina Penoles de ArgentinaによるJaguelito (Au, Ag)らがある。このような探鉱プロジェクトの場合、調査結果について公表された資料は現在のところほとんど無く、比較的資料のあるEl Indio鉱床の産状をこの地帯の代表例として紹介したい。なお以下の記載にあたっては、Jannas et al. (1990)を参照した。

El Indio鉱床

チリのEl Indio鉱床は、advanced argillic capに相当する酸性硫酸塩型金・銅鉱床の典型とみなされている。同鉱床は1980年より採掘が開始され、現在Barrick Gold社(100%所有)により操業される。同社web siteによれば、96年12月の時点で以下の残鉱量が計上されている。

	tonnes (1000t)	Grade (Au oz/t)	contained oz (1000oz)
proven and probable	8,101	0.145	1,173
mineralized material	38,206	0.095	3,631

El Indio鉱床を広域的に見た場合、二疊～三疊紀のChoiyoi Groupを基盤とし、ここに貫入した第三紀火成岩に伴って鉱床が生成している。El Indio BeltやMaricunga Beltの鉱床は、このChoiyoi Groupを基盤とする地域に集中することが指摘されている

(Davidson and Mpodozis, 1991)。El Indio鉱床の胚胎母岩は主に第三紀の安山岩質～流紋岩質の凝灰岩や集塊岩である。

稼行対象となる鉱脈は硫砒銅鉱脈と石英脈の2種からなる。硫砒銅鉱脈の主脈は鉱床中央のMula Muellaと呼ばれる鉱脈である。硫砒銅鉱脈は3~10mの脈幅、北東系の走向、中角~高角の北西落としての傾斜を呈する(Fig. II-1-2)。硫砒銅鉱脈は硫化物と硫酸塩鉱物の合計が容量比30~90%におよぶため、別名"massive sulfide"とも呼ばれている。銅品位は平均6-10%であり、およそ120g/lの銀を伴う。主要構成鉱物は硫砒銅鉱のほか、黄鉄鉱であり、黄銅鉱、石英、砒四面銅鉱、白鉄鉱、melnikovite (coroform状の黄鉄鉱)、明礬石を随伴する。しばしば、硫砒銅鉱+黄鉄鉱の部分と石英+明礬石からなる部分が縞をなす産状が観察される。砒四面銅鉱を産する部分では2-3g/lの金品位が得られる場合があり、一般に砒四面銅鉱の量は深部に向かい増加する。硫砒銅鉱脈は深部で石英脈を伴うInca Norte断層により切られる。

石英脈はより後期の生成で硫砒銅鉱脈を切る。一般に脈幅は0.2~5mであり、Inca Norte fault, Inca Sur faultに隣接した部分に選択的に胚胎される(Fig. II-1-2)。石英脈の平均品位は、Au: 18-25g/l, Cu: <2.5%, Ag: 40g/lであり、Au:100g/lを越える高品位部も普通に観察される。このような高品位部の場合、特に断層下盤倒の位置に、脈幅1m、平均30m程度伸長する規模で産する。石英脈は石英・カルセドニーらのシリカを70-90%含み、金鉱物として、エレクトラム、キャラペライト(AuTe₂)を含む、またその他の主要鉱物として四面銅鉱(硫砒銅鉱を交代した産物)、黄銅鉱、黄鉄鉱を含む。石英脈はいわゆる銀黒縞をしばしば伴うことが特徴で、開口割れ目を充填しながら徐々に成長したことを示す(Jannas et al., 1990)。とくに高品位の鉱石は鉱山でDSO(Direct Shipping Ore)と呼ばれており、大きな収益源として経営に貢献してきている。

El Indio 鉱床の場合、周辺に約30km²におよぶ顕著な粘土化変質帯が生成しており、衛星画像でも容易に抽出することが可能である。しかし経済性のある鉱化作用は、このうち150m×500mのごく限られた地表部分でしか認められない。変質帯は内側より順に明礬石-カオリナイト帯、石英-セリサイト-カオリナイト帯、緑泥石-モンモリロン石-カオリナイト帯の累帯がみられ、このうち硫砒銅鉱脈は明礬石-カオリナイト帯に、合金石英脈は石英-セリサイト-カオリナイト帯にそれぞれ胚胎されている(Fig. II-1-2)。

ランドサットによる1:250,000広域画像では本地域の断層系に相当するリニアメントを認識できないが、変質帯西部には連続性の良い北北東-南南西方位のリニアメントが観察される。

(2) Castano Nuevo

サンファン州Villa Nuevaの西方に位置するCastano Nuevoは、かつて小規模に金鉱が生産・青化精錬された旧坑地である。現在この周辺変質帯においてカナダ・Sonoma Resourcesにより金を対象とした探査が行われており、鉱床の詳細について数次にわたり報告されてきている。同社はCastano Nuevo鉱徴地について80年代中頃より予察調査を

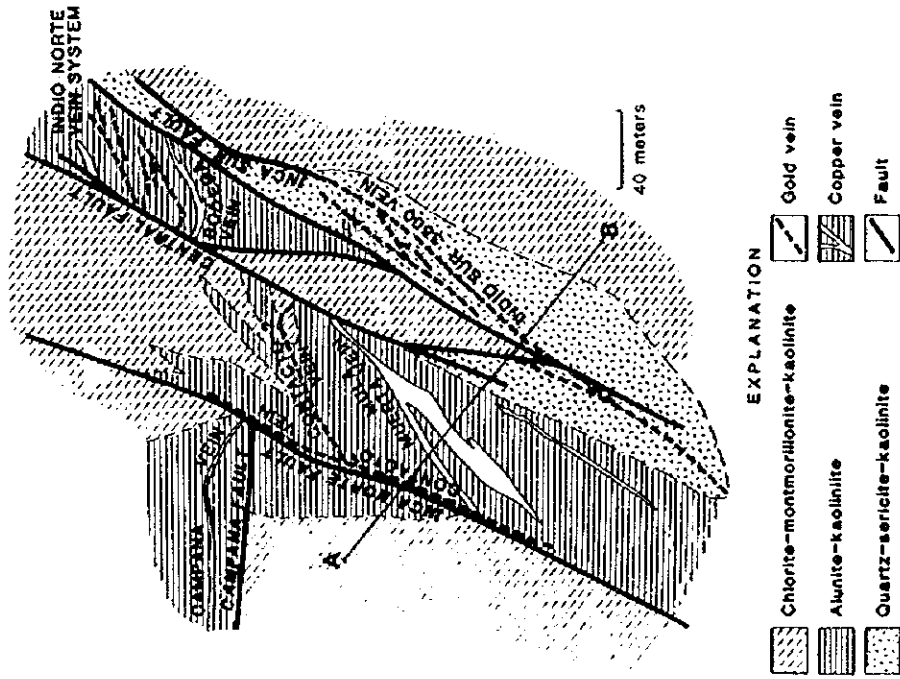


Fig. 5. Generalized geological map of the El Indio 4050 Mine Level (4050 m above sea level) showing veins and associated alteration. Line A-B defines the direction of the cross section shown in Fig. 4. Modified from Jannas (1987).

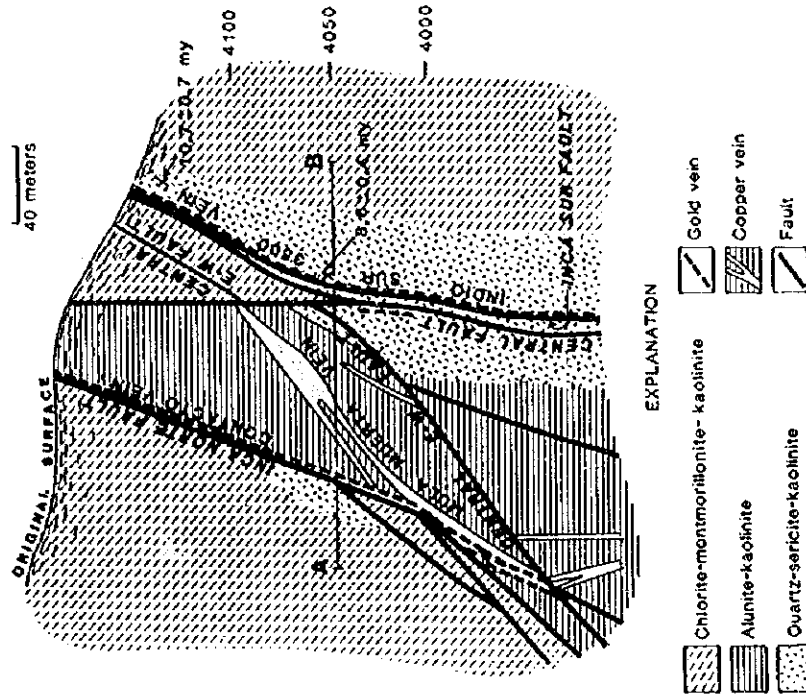


Fig. 4. Generalized geologic cross section looking northeast at El Indio showing veins, faults and alteration. Vertical and horizontal scales are the same. The 4050 Mine Level is shown by line A-B. Elevations are in meters above sea level. Modified from Jannas (1987).

Figure II-1-2 Generalized geologic map (a) at El Indio 4050 Mine Level, and its cross section (b) of the A-B line in Figure (a). (after Jannas et al., 1990, Fig. 4 and 5)

重ね、95年11月より本格調査に着手した。ここでは1997年1月に作成された“Castano Nuevo Prospect, San Juan Province, Argentina”を基に本地域の地質、鉱化状況を紹介します。

Castano Nuevoは、vuggy silica-明礬石からなる変質に特徴づけられる鉱微地である。周辺地質は二疊～三疊紀のChoiyoi groupに相当する安山岩およびデイサイトと、これに貫入する第三紀とみられる半深成岩類・噴出岩類、そしてこれらを部分的に覆う第四系により構成される (Fig. II-1-3)。貫入岩体は南北にやや伸長するドーム状の形態を呈する。岩体東部は北北東-南南西方位の直線的な境界を有することから、断層による分布規制を窺わせる。

本地域に認められる鉱化作用には、(1) 鉱脈、(2) 角礫岩体、および(3) 強珪化帯 (vuggy silica-明礬石) の3種があり、このうち後2者がSonoma Resources社の探鉱対象となっている。浅熱水性鉱脈(1)は1930年代に商業生産された鉱化タイプである。鉱脈は貫入岩体北西境界部付近のChoiyoi groupの安山岩中に多数胚胎する。これらの鉱脈の南端は貫入岩体との境界までおよぶが、貫入岩体を切る産状は知られていない。このうち主脈である“Dios Proteje”は平均脈幅0.6-1.0m、走行N10E、60-70度の西傾斜を呈する鉱脈であり、石英を主体とする含金・銀鉱脈である。Castano Nuevoの主坑道はRio Castanoから数m上がったレベルに540mひ押し展開しており、ここから85m上がったレベルから、ストーピング法により採掘された。主坑道より下部の採掘レベルについては不明である。鉱石はRio Castano沿いに隣接するミルにて処理、青化精錬が行われた。この青化精錬所は酸化鉱から金銀を回収するシステムであり、アルゼンティン最初の同タイプの施設といわれている。なお本鉱床の生産記録は残っていない。

角礫帯に伴う鉱化作用(2)はSONOMAの探鉱により明らかにされたもので、地化学異常レベルの金、銀、銅、鉛、亜鉛の濃集が認められる。このうち注目されるのは金含有量であり、予察的な46試料の角礫岩の分析結果は平均0.21g/lの金分析品位を示す。角礫帯は低品位ではあるものの、かなり均質な金品位を呈することが特徴で、SONOMAは大規模低品位鉱床への発展を期待している。

角礫鉱化帯は、“North zone”、“South zone”なる2カ所からなり、それぞれ第三紀貫入岩体の周辺部に現れる (Fig. II-1-3)。角礫部は周辺の塊状部に比較して剝離抵抗が低いため、一般に地形低所をなしており、多くの場合段丘堆積物や第四系により被覆されている。角礫化は極めて顕著であり、個々の岩片は径4-5cmを越えない場合が一般である。またそれぞれの岩片は褐鉄鉱やマンガン酸化物の薄膜に被覆される。角礫岩は全体に、緑色からピンク色の外観を呈しており、それぞれ基質の緑泥石化および顕著なカリ長石化を反映する。一部にはphyllitic変質が認められ、ここでは白色化、珪化する。またこのほかの変質として若干の電気石化を伴う場合がある。

角礫帯には多量の黄鉄鉱が伴われることが普通で、黄鉄鉱は石英・方解石細脈に伴われる脈状の産状、および鉱染状の産状を呈する。一般に少量の輝水鉛鉱を伴い、黄銅鉱は希

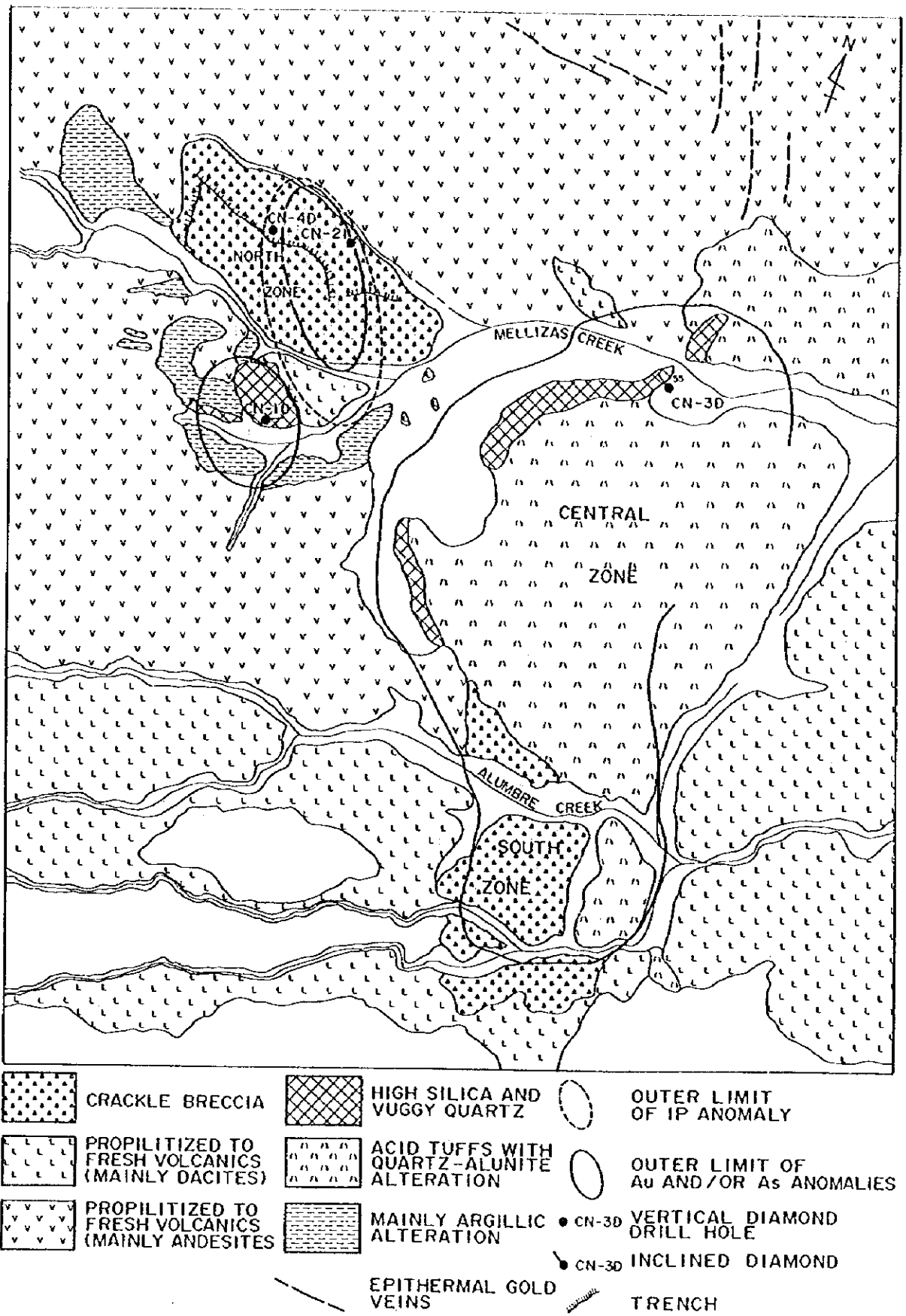


Figure II-1-3 Comprehensive map of Castano Nuevo prospect. (after Sonoma Resources Corporation, 1997, Fig.1)

である。角礫岩の硫化鉱物の含有量は平均5 - 10%, 部分的には20%におよぶ。なお、比較的調査が進んでいるNorth Brecciaの場合、50m×50mグリッドの地化学探査、および計600mのトレンチ調査が実施されている。これによれば、Fig. II-1-3に示す金の地化学異常の範囲でほとんどの試料がAu: 0.10 - 0.30g/lの品位を示し、最高でAu: 0.80g/lの分析値が得られたという。また砒素の含有量も金の地化学異常に対応して大きくなり100-200ppmの幅の値を示す。

North Brecciaでは地化学異常域に対し、CN2-D (-90, 151.5m), CN4-D (-90, 201.5m)のコア・ポーリング2孔が掘削された。いずれのコアも黄鉄鉱染の著しい角礫岩からなり、それぞれ計60m、計11mの幅で0.11g/lを超える金分析値(最高0.28g/l、幅1.7m)が得られたほか、とくにCN2-Dでは高いモリブデン含有量(最高511ppm)、亜鉛含有量(平均350ppm、最高750ppm)が確認された。一方、銅(<100ppm)、水銀(<1ppm)の含有量は低い。ポーリング調査後、SonomaはさらにIP調査を実施した(Fig. II-1-3)。IP異常は地化学異常の位置と一致する範囲に現れ、地表下50m程度までの浅部の示徴を示した。

Vuggy silica-明礬石の組み合わせで特徴づけられる珪化帯(3)は"Central Zone"に分布する。Central Zoneは主として酸性凝灰岩からなり、広範なシリカ+明礬石からなる変質を被る。この変質帯は磁気調査の低異常部を形成する。とくに溶脱・珪化の著しいvuggy silica-明礬石変質帯はCentral Zoneの北西縁に帯状に分布する。この強珪化岩はかなり直線的な分布を呈することから、断層などの熱水通路に相当すると推定されている。強珪化岩は強い酸性溶脱を反映して、boxwork状の黄鉄鉱の仮像空隙が特徴的に発達し、褐鉄鉱やマンガン酸化物のステインが生成する。

Central Zone強珪化帯の東縁で実施されたコアポーリング(CN-3D、掘進長102m、傾斜55度)によれば、凝灰岩が著しく角礫化、褐鉄鉱化する断層帯が補足されたほか、孔底付近では螢石細脈を伴う珪化・粘土化岩の分布が確認された。また孔底では斑状組織を呈するデイサイトが捕捉されており、この岩株が上位の酸性凝灰岩類に変質を与えたことを窺わせる。ポーリングの分析品位は計18mの掘進間隔でAu: 0.19g/lであり、全体に高い砒素濃度(平均210ppm)、モリブデン濃度(230ppm)を呈する。なお銅品位について、幅約15mにわたってやや高い部分(207ppm)が認められたのを除けば、全体に品位は低い。

Central Zoneの強珪化岩のほか、North Brecciaの南にも同様の珪化岩が分布する(Fig. II-1-3)。South Brecciaの珪化帯で採取されたほとんどの試料はAu: 0.1-0.5g/lの分析品位を示し、最高0.94g/lにおよぶという。この珪化帯においてもポーリング1孔が掘削されており(CN-1D、掘進長93.7m、傾斜55度)、幅25cmの石英脈(0.11g/l)が捕捉されたほか、計3.1m間でAu: 0.13g/lの鉱化帯が捕捉された。ベースメタル、砒素、アンチモンの品位は深部にむけて増加する傾向がある。

(3) Paramillos Sur

メンドーサ州Uspallata北東に位置するParamillos Sur鉱床は、UNDPおよびFM実施によるPlan cordilleranoにより発見されたアルゼンティン最初のポーフイリー銅鉱床である。主として資金的な問題や最近の鉱業権を巡る係争により、UNDPおよびFMの調査の後、現在に至るまで、本格的な探鉱は実施されておらず、地質情報に関して当時のレベルからほとんど変化がない。したがって、ここでは主に1970年発行のUNDPレポートからParamillos Surに関する知見をまとめ紹介することとしたい。Plan cordilleranoにより実施された調査量は、コアボーリング32孔、計6355m（鉱床近傍では25孔）、および周辺を広範囲に覆うIP法物理探査である。なお鉱業権を巡る係争の後、本地区の鉱業権を97年9月に取得した個人は、既にGrupo Minero Aconcaguaと探鉱契約を締結、同社は現在探査計画を策定中と思われる。

Paramillos Sur周辺の地質をFig. II-1-4に示す。本地域の地質は古生代の基盤岩類とこれを不整合に覆う上部三疊紀陸成堆積岩類、およびこれらに貫入し鉱化をもたらした第三系の安山岩質斑岩岩株より構成される。基盤岩類は頁岩・グレイワッケ(graywacke)、およびこれらの再堆積により生成した礫岩からなる。また上部三疊系は主として礫岩・グレイワッケ・泥岩から構成されるが、地域西部および南部には石灰質分に富む同岩相が卓越する。また一部で玄武岩および輝緑岩のシル、酸性火砕岩類を挟む。第三紀貫入岩体はモンゾ花崗岩質ないし閃緑岩質の組成を有し、浅所貫入の岩株および岩脈として産する。鉱床中央部は強い珪化のため小丘として残存し、ポーフイリー貫入岩体を含めた鉱床分布面積の90%以上を第四系により被覆される。第四系の平均層厚は約50mである。

Paramillos Sur周辺にみられる顕著な地質構造として、第三紀のカルデラ構造が揚げられる(SEGEMAR Lavandao氏聞き取り)。カルデラは径約6kmの環状を呈し、Paramillos Surポーフイリー鉱床をおよその中心とする(Fig. II-1-5)。カルデラの外周は、南部ではおおそ第四系と堆積岩類の境界に一致し、Paramillos Centroの北東-南西系のリニアメントを経て、東西に配列する三疊紀岩脈の分布に連続すると考えられている。カルデラ外縁部では、Paramillos de UspallataやGrupo Oro del Surといった東西ないし西北西に伸長する開口割れ目を充填する鉱脈型鉱床が卓越する。一方、カルデラの中心部近くのParamillos Sur周辺の断裂は高密度のストックワークにより特徴づけられ、特定方向の構造要素を把握しにくい。なお、Plan cordillerano調査は、鉱床全域にわたって新生代のブロック断層系が存在するとし、互いに直交する北西-南東方位および北東-南西方位の垂直断層により鉱床地域は16程度の小区画に分割され、それぞれ差別的に上下動(differential movement)したと推定している。

小丘をなす露頭は地表では幅400m、長径900mの規模を呈する(Fig. II-1-6)。小丘頂部付近には塊状の珪化岩が分布しており、ここから周辺に向かって徐々に珪化の程度は減少し、石英細脈のストックワーク帯に移化する。ストックワーク帯は珪化のほか、セリサイト化を伴っており、全体にクリームないしピンクの色調を呈する。石英脈は0.5-

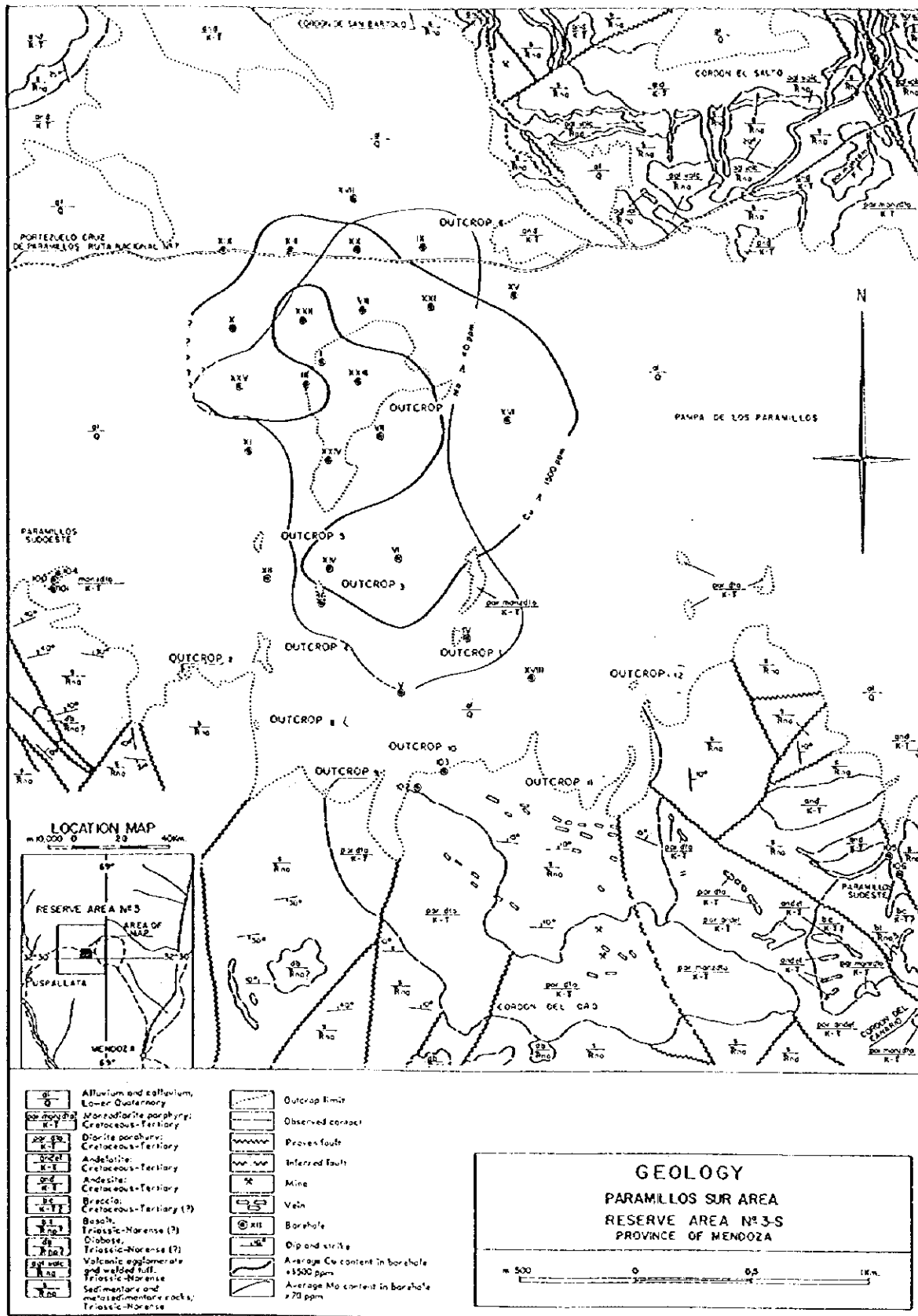
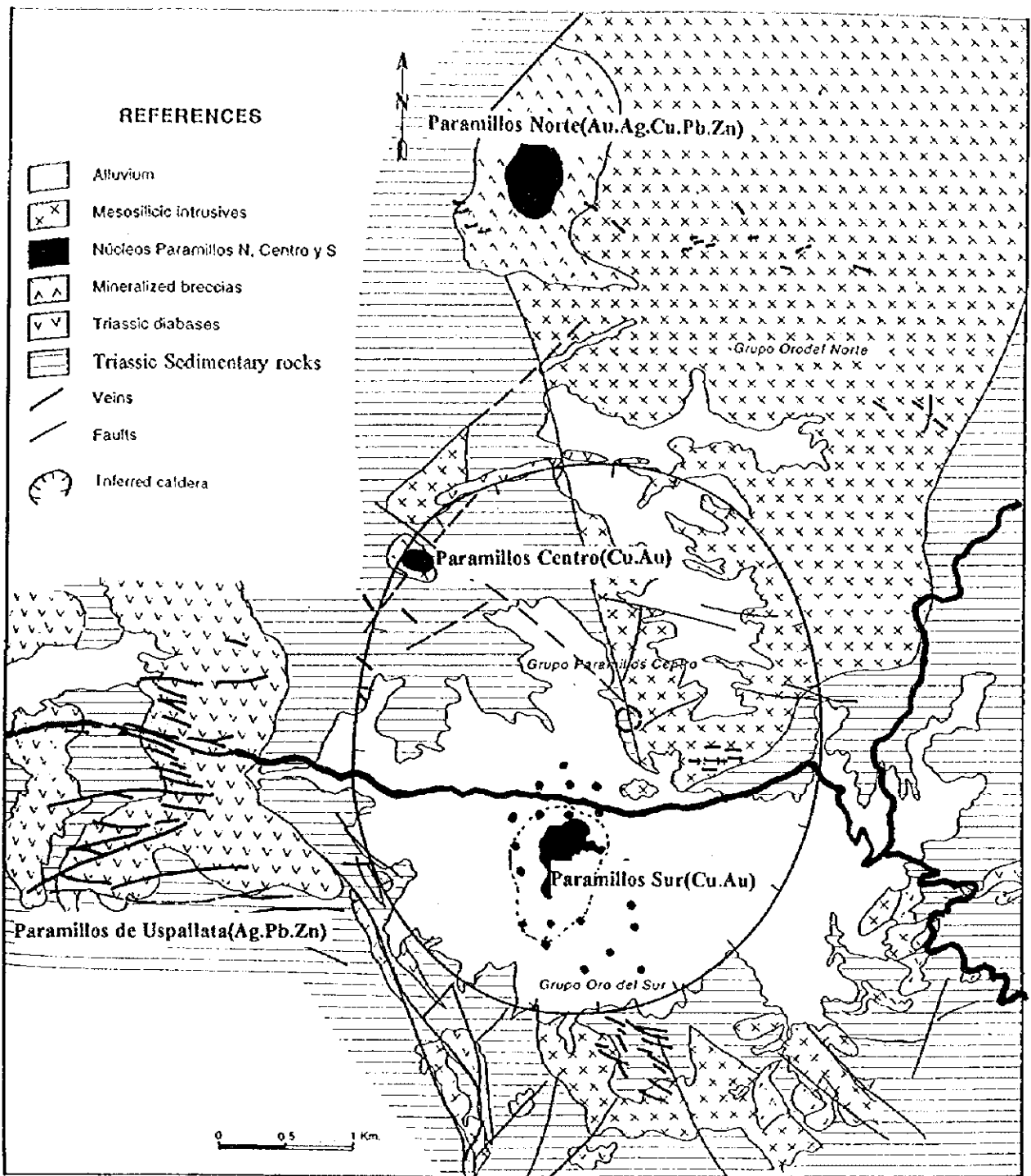


Figure II-1-4 Geologic map of Paramillos Sur prospect. (after U.N., 1970, Fig. 31)



Mendoza - Geology of the Paramillos District.

Figure II-1-5 Areal geology of the Paramillos district, Mendoza. (Modified from National Mining Secretariat, 1994, p.189)

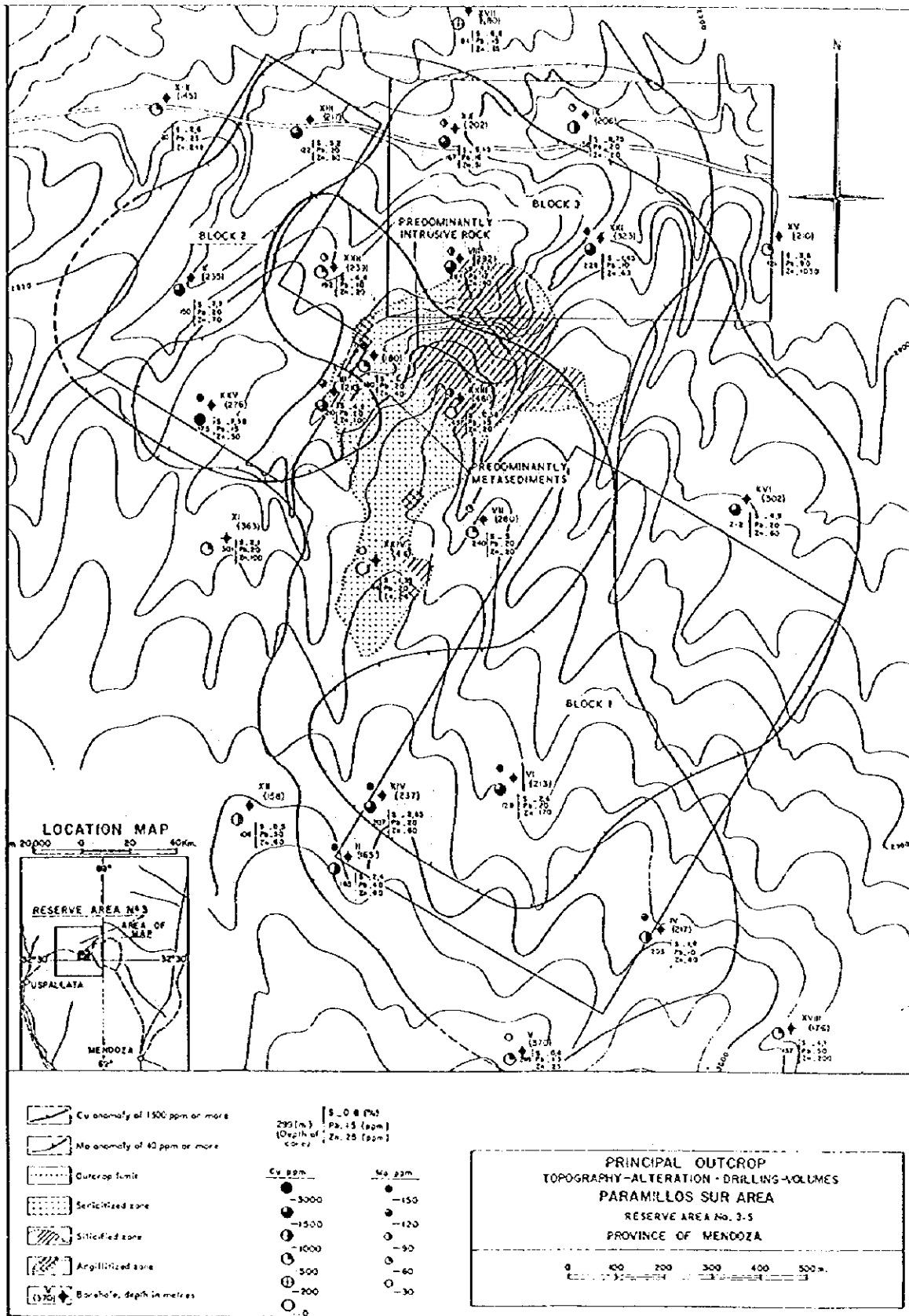


Figure II-1-6 Principal outcrops, topography, mineralized zones, and drilling results at Paramillos Sur prospect. (after U.N., 1970, Fig. 33)

3cmの幅をもち、十字に交差する場合、不規則に相互の脈を切る場合など様々で一定の方向を示さない。ただし、およそ90%以上の石英脈は傾斜75度～90度のほぼ一定の高角傾斜を呈する。石英脈のほか小規模な断裂も露頭地域には分布するが、石英脈と同様の分布密度の変化がみられ、多くの場合、褐鉄鉱により充填される。珪化・セリサイト化の外縁部には散点状に粘土化変質帯が分布する。

Paramillos Surの鉱化帯は上記露頭地域の周辺に南北に若干扁平な径約2kmのドーナツ状の形態で分布する(Fig. II-1-4, II-1-6)。銅・モリブデン鉱化部のほとんどは第四系の被覆を被り、ボーリングによってのみ鉱化状況が把握されている。Paramillos Sur地域には、初生鉱化帯のほか二次富化帯が発達しており、経済評価上、後者の重要性が大きい。初生鉱化を特徴づける黄銅鉱の最も一般的な産状は、黄鉄鉱を伴って鉱染状に分布する産状であり、細脈はこれに比較すると少ない。初生鉱化帯の場合、分析品位上、S:Cu比は一般に20:1から30:1の間で変化する。一方surpergene変質を被る部分ではこの比は10:1から20:1の間の値をとるため、単純に分析値から両者の区別が可能である。このほかの経済性が期待される鉱石鉱物として輝水鉛鉱、エレクトラムが揚げられる。輝水鉛鉱は特徴的に石英脈に伴って産する。また自然金は、地域南東のボーリング18で捕捉された鉱化帯で最も有望な結果が得られ、幅60mにわたりAu:0.42g/lの分析品位を示した。これ以外の微量に含まれる鉱石鉱物としては、磁硫鉄鉱、キューバ鉱、斑銅鉱、マッキーナ鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、白鉄鉱、磁鉄鉱、鏡鉄鉱、およびチタン鉄鉱がある。

二次富化帯にみられる経済的に重要な鉱石鉱物は、輝銅鉱、藍銅鉱である。Paramillos SurにみられるCu:1%以上の高品位部は二次富化帯に一致しており、DDH-25にみられる鉱化状況(Fig. II-1-7)をこの代表とみなせる。小丘状の露頭の西部で行われたDDH-25は、厚さ100mの第四系砂礫層を抜き、貫入岩体に着岩、上部約30mの酸化溶脱部とこれに続く厚さ40m強の二次富化帯を捕捉している。DDH-25上部の溶脱帯はジャロサイト、針鉄鉱からなる酸化鉄を特徴的に含んでおり、低品位である。この間の銅品位は0.1%を下回り、モリブデン品位も1つの分析区間を除けば、銅とほぼ同程度の値を示している。一方、130m-170m間に現れる二次富化帯では、初生鉱化の上に二次銅鉱物が生成(overprint)した結果、Cu:1.1%、Mo:0.5%の高品位帯を形成している。さらにこの下部から孔底まで続く部分は、初生鉱化だけがみられる部分であり、Cu:0.2-0.4%、Mo:0.1-0.3%程度の低い値を示している。

Paramillos Surの鉱床近傍で掘削された25孔のコアボーリングに基づいて、およその鉱床規模が推定されている。鉱量評価はFig. II-1-6における3ブロックについて実施され、全体で187百万t、Cu:0.58%が計上される。なお銅品位は $Cu\% + (5 \times Mo\%)$ の換算品位である。各ブロックの鉱床規模の詳細はTable II-1-2のとおり。

PARAMILLOS SUR
 ORIENTATION: Vertical
 DATE BEGUN: 14 September 1967

BOREHOLE 25
 DEPTH: 276 metres (904 feet)
 COMPLETED: 16 October 1967

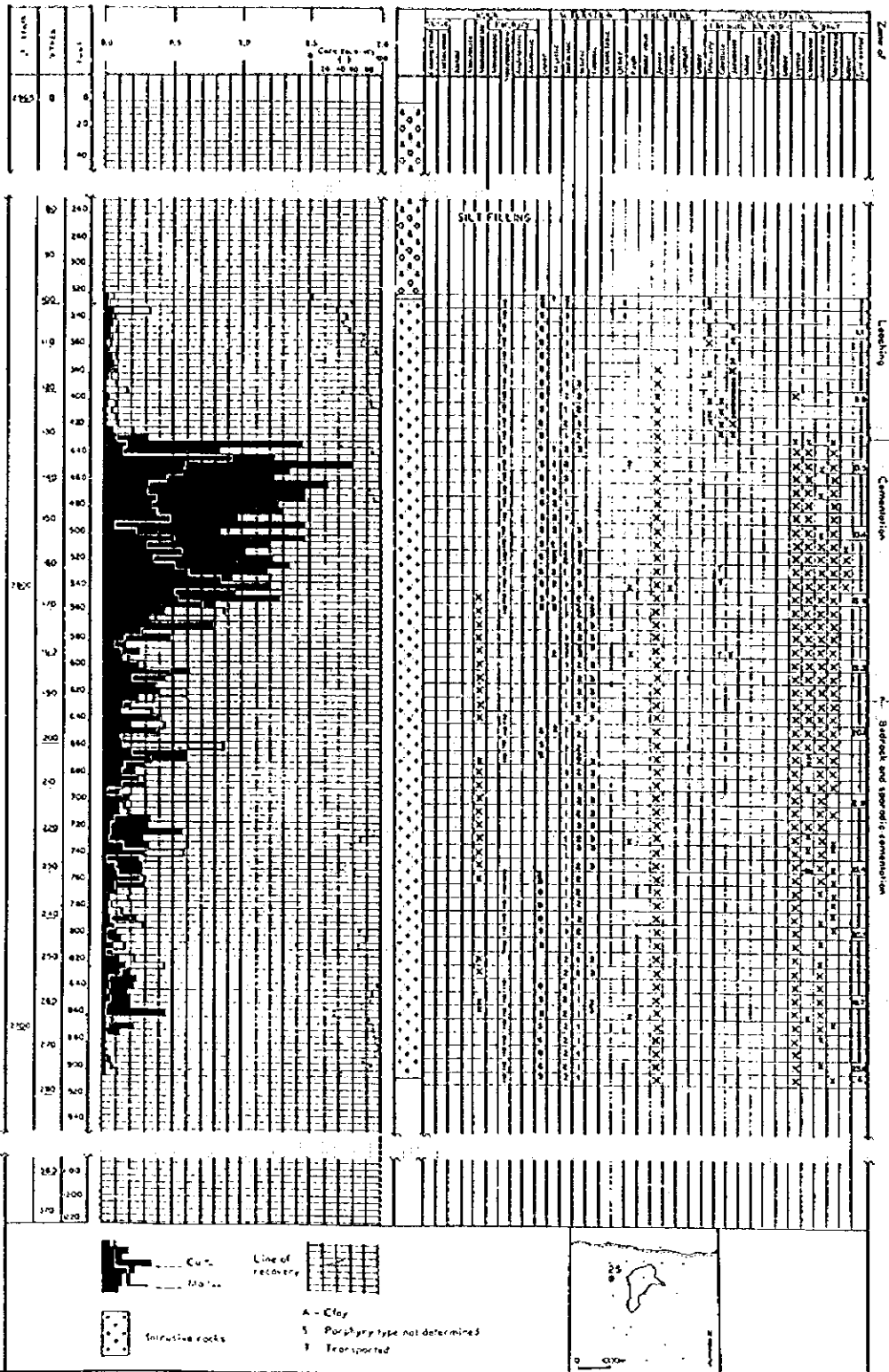


Figure II-1-7 Drilling log of borehole 25 at Paramillos Sur prospect. (after U.N., 1970, Fig. 34)

Table II -1-2 Summary of ore estimation in Paramillos Sur prospect. (after U.N., 1970, Table 22)

Block	Area (sq m)	Reserve (tons)	Cu% +/- 5 x Mo%	Overburden (tons)	Ore	Ore-type	Base eleva- tion
1	650,000	82,000,000	0.6	165,000,000	2:1	Probable	2,755
2	285,000	33,000,000	0.95	71,000,000	2.20:1	Probable	2,700
3	400,000	72,000,000	0.4	110,000,000	1.54:1	Probable minimum	2,650

(4) San Jorge

本鉱床はカナダ・バンクーバー所在のNorthern Orion社のアルゼンティン子会社であるGrupo Minero Aconcaguaにより調査が行われており、現在Pre-PS段階にあるプロジェクトである。この調査成果の一部は1996年に実施されたArgentina Mining '96野外巡検資料(Williams, 1996)としてまとめられており、これを基に鉱床の様子を紹介することとした。

San Jorge鉱床は1964年のAguilar社の探鉱を手始めに、現在まで以下の変遷を遂げながら、調査が行われてきた鉱徴地である。上記レポート刊行時までのボーリング調査量は、コアボーリング58孔、計11,857.35m、RCボーリング146孔、計21,317.75mである。鉱床規模は、埋蔵鉱量146,000,000t、Cu:0.5%、Au:0.2g/t、Ag:3.5g/tである。

<u>Survey Period</u>	<u>Company</u>	<u>Major Work</u>
1964-1968	Minera Aguilar	Discovery of porphyry mineralization. DDH: 32 holes (4894.5m) IP survey: 11 lines (111km)
1973-1974	Falconbridge	DDH: 6 holes (1126.15m) IP: re-interpretation
1992-1993	Recursos Americanos Argentinos	RC 45 holes (5518.4m) DDH: 2 holes (165m) Metallurgical test of Oxide Ore
1994-1996	Grupo Minero Aconcagua (GMA)	RC: 43 holes (3942.0m), IP: 8 lines (17.6km)

(Northern Orion takeovered the GMA in June, 1995.)

San Jorge周辺の地質はデボン紀堆積岩類と石炭紀海成堆積岩類を基盤とし、これらを不整合に覆う二疊-三疊系Choiyoi酸性火山岩類からなる(Fig. 11-1-8)。鉱化作用を与えた同じくChoiyoi系の半深成岩体はこの両者に対して貫入する。半深成岩体は石英閃緑岩質ないし花崗閃緑岩質の組成であり、porphyriticないしaphanitic組織を呈する。後期第三紀にはアンデス造山により地域東部にUspallata grabenが生成し、未固結砂礫がここに堆積した。なおUspallata grabenの深度はその中央部で200m以上と推定されている。

地質構造・鉱化作用を支配する最も重要な構造線は、地域の東に分布するFalla Gorda断層である(Fig. 11-1-8)。Falla Gorda断層は南北ないし北北東-南南西に伸長する幅約10mの左横ずれセンスの断層であり、地表に露頭を欠き、ボーリングのみにより分布が確認されている。この断層は鉱化をもたらしたChoiyoi group貫入岩の生成当時には既に存在していたと考えられており、初生鉱化作用の分布を規制したほか、その後の二次富化体の生成に関わる酸化溶脱、再堆積にも天水通路として機能したと推定されている。

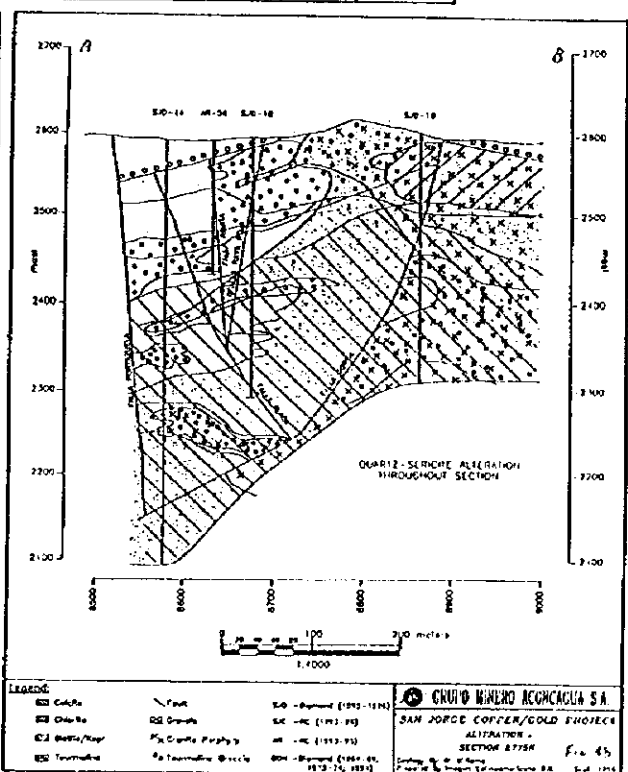
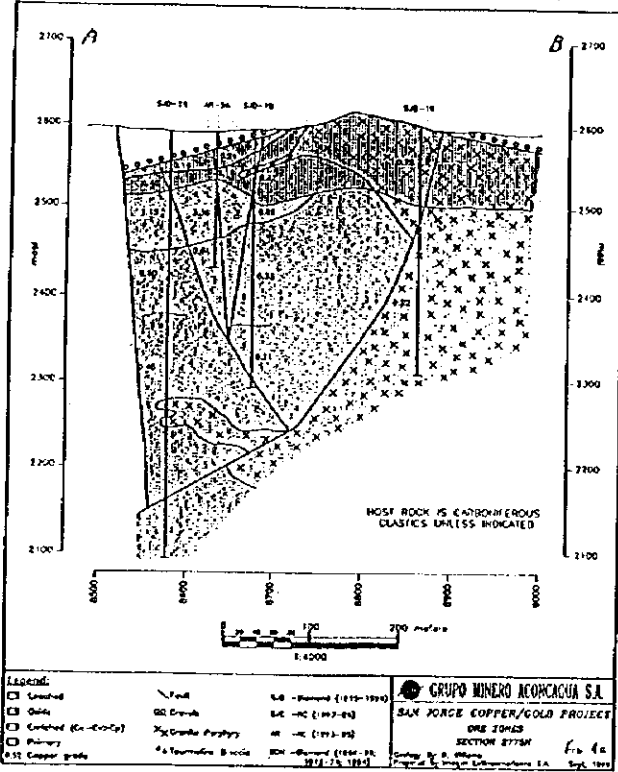
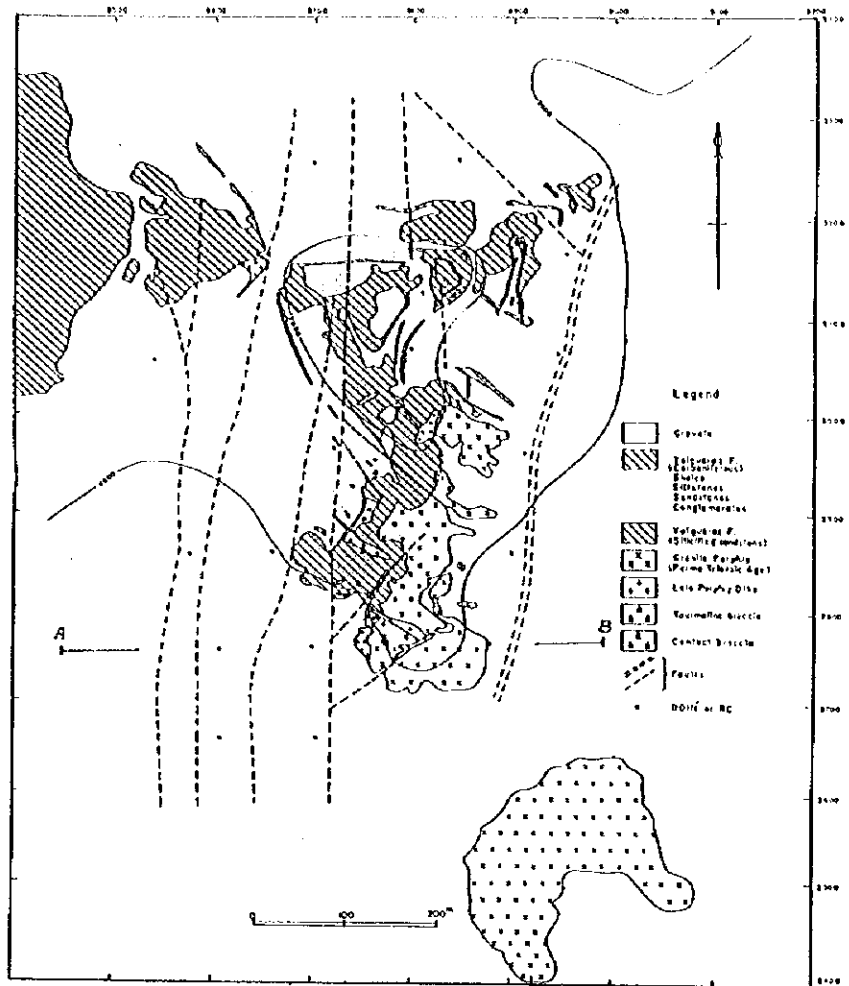


Figure II-1-8 Geology, alteration, and mineralization of San Jorge prospect. (after SONOMA resources, 1997)

Williams (1996)によれば、San Jorge鉱床はポーフイリー銅鉱床の典型であり、ポーフイリーシステムに一般にみられる変質累帯が観察できるとされる (Fig. II-1-8)。potassic変質は花崗斑岩 (granite porphyry) の中心部と堆積岩の接触部付近に分布する。鉱染状 (? ママ) の2次黒雲母は貫入岩中、あるいは母岩となる堆積岩中に、比較的短い不連続な細脈として産する。貫入岩にみられる黒雲母の場合、しばしば半自形の六方の光沢のある産状をとり、一見火成ステージの産物とみまがうが、これらは細粒の二次黒雲母の集合体であるという (Williams, 1996)。また花崗斑岩にはカリ長石化がみられる。カリ長石は石英とともに細脈として産するほか、斜長石を交代する産状を呈する。細脈の場合、幅2mm程度でサーモンピンクの色調を呈し、容量比12%までの硫化物を含む。

珪化・セリサイト化で特徴づけられるphyllitic変質は地域全域に広範に分布する。珪化は最も一般的な変質であり、様々な量のセリサイトを伴って地域の全ての岩相に発達する。花崗斑岩が珪化をうけた場合、基質のほとんどが石英により交代されるため、塊状珪岩のような外観を呈する。また、堆積岩も岩石の90%以上が注入・再結晶した石英により占められる場合がある。このほか乳白色石英の細脈や空隙の充填がみられることがあり、とくに地表付近に多く発達している。セリサイトの産状には、細脈、石英+カリ長石脈の周辺ハロー、鉱染状の3種類がある。セリサイト脈は一般に幅2mmを越えない細脈として産し、若干の硫化物を含む。セリサイト・ハローの場合、不連続かつ幅1mmを越えない程度の規模で産することが一般である。また、鉱染状の場合、極めて細粒であり、ルーペでこれを認識することは困難である。なお本地域にはpropylite変質はほとんど発達しない。

このほかの本地域の變質として、電気石化、方解石細脈の発達が認められる (Fig. II-1-8)。電気石は熱水角礫岩の基質部、細脈、あるいは鉱染状に含まれる。細脈の場合、熱水角礫岩付近の堆積岩中および花崗斑岩中に発達しており、幅2mm以下の不連続な脈として産する。鉱染状の産状の場合、放射状に電気石が集合する径1-5mmの小球をなし、貫入岩および堆積岩中に広範に分布する。Williams (1996)は、このような産状、とくに細脈の産状から、電気石化はpotassic変質と同時期ないしこれに先立つエピソードと推定している。一方、方解石脈は最末期の生成と考えられ、前述の全ての構造を切って分布する。方解石脈は主として鉱床の周辺部に分布するほか、黒雲母の風化に伴って産する。

San Jorge鉱床の鉱化作用は、比較的銅品位の高い初生鉱化帯の存在と、地表下約100mに分布する二次富化帯の存在により特徴づけられる。初生鉱化帯は鉱染状およびストックワーク状の産状を呈し、平均初生銅品位は0.3%、硫化物の含有量は2-4%、黄鉄鉱:黄銅鉱比は0.5-2である。ストックワークの分布密度は母岩により差が認められ、砂岩の場合、1m間には約60-70本、より細粒の砂岩・シルト岩・泥岩でこれより乏しくなる。また貫入岩の場合、約40本/m程度である。これを反映して、銅品位が0.5%を越える高品位部は堆積岩に限って認められ、400m²程度の分布面積をもつ鉱化帯が地域に2カ所認められる。貫入岩の場合、銅品位は0.3%に満たないことが普通である。

鉱石鉱物としては、黄銅鉱、黄鉄鉱のほか、キューバ鉱、マッキーナ鉱、白鉄鉱らを主要硫化鉱物として含む。また磁硫鉄鉱、硫酸鉄鉱、閃亜鉛鉱、輝水鉛鉱のほか、ごく微量の方鉛鉱および斑銅鉱を伴う場合がある。金品位は全鉱床を通じて平均0.2g/tであり、エレクトラムとして含まれる。なお輝水鉛鉱は特徴的に乳白色の石英脈に伴われており、これがいわゆるB-veinに相当する。輝水鉛鉱を産する脈は花崗斑岩に最も多く現れ、モリブデンの分析品位は150ppmを越えない程度である。なお、これら初生鉱の分布はFig. II-1-8に"Primary"として示される。

Primary鉱化帯に含まれる黄鉄鉱は地表の酸化的な環境の下分解し、これに伴い生成した硫酸酸性の溶液が周囲の黄銅鉱を浸食する。銅に富む酸性溶液は地下深所ないし側方へと移動し、銅を沈殿させるに足る還元的な環境で二次富化帯を形成する。本地域の二次富化帯は北東に伸長する800m×400m、厚さ80m-90mの規模を呈し、石炭系堆積岩類と花崗斑岩の境界部付近に位置する(Fig. II-1-8)。ここでは鉱石鉱物としてマラカイト、クリソコラ、輝銅鉱、ダイジェナイト、コペリン、ピッチリモナイトのほか、微量のキューブライト、自然銅が認められる。また黄銅鉱、黄鉄鉱らの初生硫化鉱物も残存する。酸化鉱はその産状から3つのカテゴリーに分類されており、未固結堆積物に酸化銅が付着する"Gravel"、酸に対し可溶性で銅0.20%程度がほぼ完全に湿式回収できる"Oxide"、および二次富化により品位が上昇した"Enriched"である(Fig. II-1-8)。一方、黄鉄鉱の崩壊が生じた酸化溶脱帯は、主鉱化帯の西端に沿った部分のほか、断層周辺に発達する。この鉱石はFig. II-1-8に"Leached"として示されており、銅品位は0.20%未満、酸に難溶性である。

(5) El Pachon

サンファン州のチリとの国境地帯に位置するEl Pachon鉱床は1970年代に発見されたポーフィリー銅・モリブデン鉱床である。鉱化作用は知られていたものの、しばらくの間調査は中断されており、90年代になってMinera Aguilar S.A. (ポリビア企業、RTZが30%の権益保有)により本格的に再開された。同鉱床地質の詳細や調査量はLencinas and Tonel (1993)に詳しい。論文発表当時までにMinera Aguilar社が投じた探鉱費は27百万US\$ (総ボーリング掘進長30,000m)であり、これにより埋蔵鉱量890百万t (Cu: 0.61%)が確認された(96年終了の最新のPre-FS結果では687百万t、第3-2章参照)。このうち銅品位1%以上を示す高品位鉱は186百万tである。この高品位鉱の大部分はEl Pachon鉱床内の2カ所の鉱体から計上されており、それぞれ、輝銅鉱のブランクセット(二次富化帯)が分布する"Sector Norte"、および熱水角礫岩に伴う初生鉱化作用が重要な"Sector Sur"あるいは"Breccia Sur"と称される。ここでは本地域の地質の概略およびBreccia Surとよばれる高品位鉱化帯についてLencinas and Tonel (1993)の記載を基に紹介する。

El Pachon周辺の層序は、下位より、基盤となる二疊-三疊紀のChoiyoi groupの花崗岩類および酸性火山岩類、これを不整合に覆うジュラ紀の海成層、さらにこれらを不整合に覆う白亜紀の安山岩・流紋岩類(El Pachon Formation)からなる(Fig. II-1-9)。これらに貫入した第三紀の火成岩体には2種があり、早期の鉍床をもたらした閃緑岩-トータル岩体、および晩期の無鉍化のポーフイリーデイサイト岩体が識別されている。閃緑岩体は隣接するチリのLos Pelambres鉍床と同一の岩型であり、その生成年代は、フラットストラブ化が進行し始めた時期にあたる17-14Ma頃と考えられている。

El Pachon鉍床は典型的なポーフイリー銅鉍床に相当し、potassic-phyllie-propyriticなる変質累帯が明瞭に観察できる(Fig. II-1-10)。potassic変質は東西に狭長な分布を呈する貫入岩体の縁辺に限り現れており、これに広範な石英-セリサイト-黄鉄鉍変質(phyllie)が重複する。propyrite変質は鉍化帯の外側に形成されており、Lencinas and Tonel(1993)らは、システムの温度が低下したかなり晩期の生成と解釈している。このうちBreccia Surはpotassic変質帯の南東端に位置を占める(Fig. II-1-10)。

Breccia Surは、閃緑岩質貫入岩が含む揮発性物質の爆発的な封圧解放により生成した角礫パイプである。角礫岩の透水性は極めて高いため、その後の大量の熱水の流入と鉍石鉍物の沈殿を許す“器”の役割を果たしたと考えられる。この角礫パイプは、地表で西北西-東南東に伸長する径350m×240mの規模で現れ、ほぼ垂直方向の傾斜に沿って、少なくとも深部340mまで連続する(Fig. II-1-11)。この角礫パイプは、その周囲で変質したEl Pachon層の安山岩に接するほか、北部でポーフイリーデイサイトと接する(Fig. II-1-11)。ポーフイリーデイサイトはBreccia Surの生成以後貫入した無鉍化の岩型で、低品位の電気石に富む角礫パイプを派生している。

Breccia Surにみられる角礫岩片の多くは径1-5cmの大きさを呈している。一般に角礫岩片は顕著な珪化-セリサイト化を被っており、源岩の認定は困難である。基質部は粉状に破砕されており、顕著な珪化を被る。一般に角礫岩には容量比約2-5%程度の不定形の空隙が残存している。

Breccia Surの鉍石鉍物はとくに角礫基質部に多く産し、黄銅鉍、斑銅鉍、黄鉄鉍、輝水鉛鉍、磁鉄鉍、および鏡鉄鉍が主な鉍石鉍物である。このほか微量の閃亜鉛鉍を含む場合がある。黄銅鉍は主に基質部に産するが、角礫岩片にも鉍染状に含まれており、一般に0.1-5mmの粒径を呈する。また部分的に10mm程度のaggregateとして産する場合がある。斑銅鉍は黄銅鉍に比べかなり量的には少なく、黄銅鉍に密接に伴って産する場合と、磁鉄鉍中に包有される産状が認められる。磁鉄鉍はBreccia Surの角礫岩に最も多く含まれる鉍石鉍物であり、角礫岩全体の20%ないし40%の量比に達する場合がある。鏡鉄鉍は磁鉄鉍を交代した鉍物であり、磁鉄鉍仮像部に小粒径のaggregateとして産することが普通である。輝水鉛鉍は石英細脈に伴って現れ、しばしば黄銅鉍を伴う。

以上の初生鉍化作用のほか、角礫帯には輝銅鉍、ダイジェナイトを主体とする二次富化が浅所に生じている。輝銅鉍は黄銅鉍を交代する産状をとり、約100mの深部まで分布

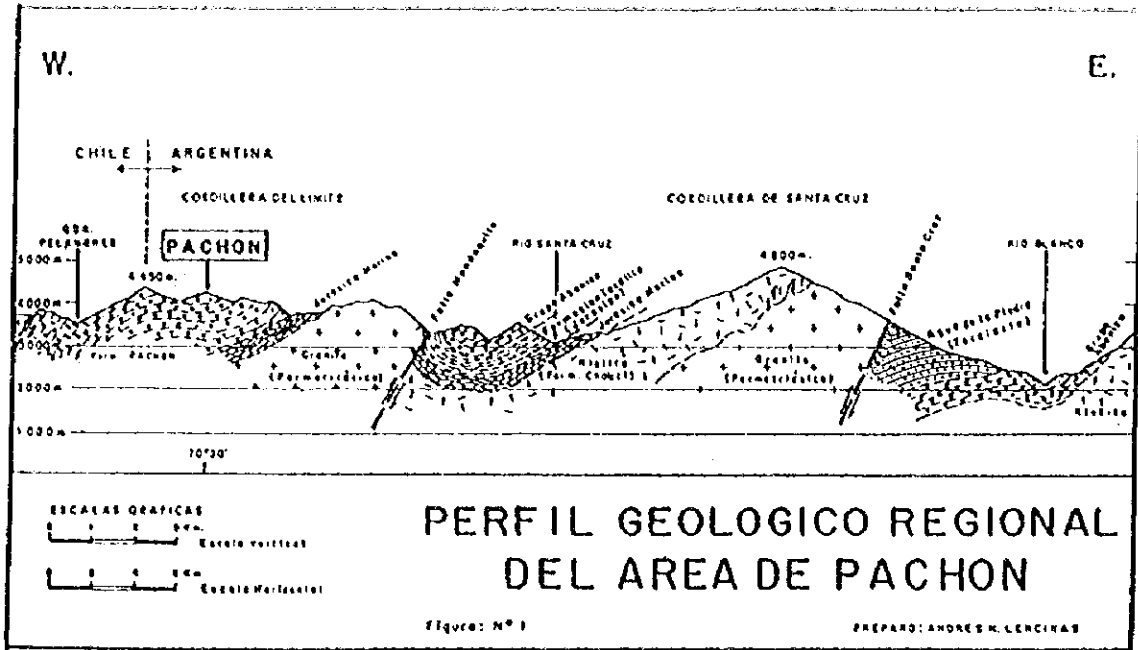


Figure II-1-9 Regional geologic profile of El Pachon prospect.
(after Lencinas and Tonel, 1993)

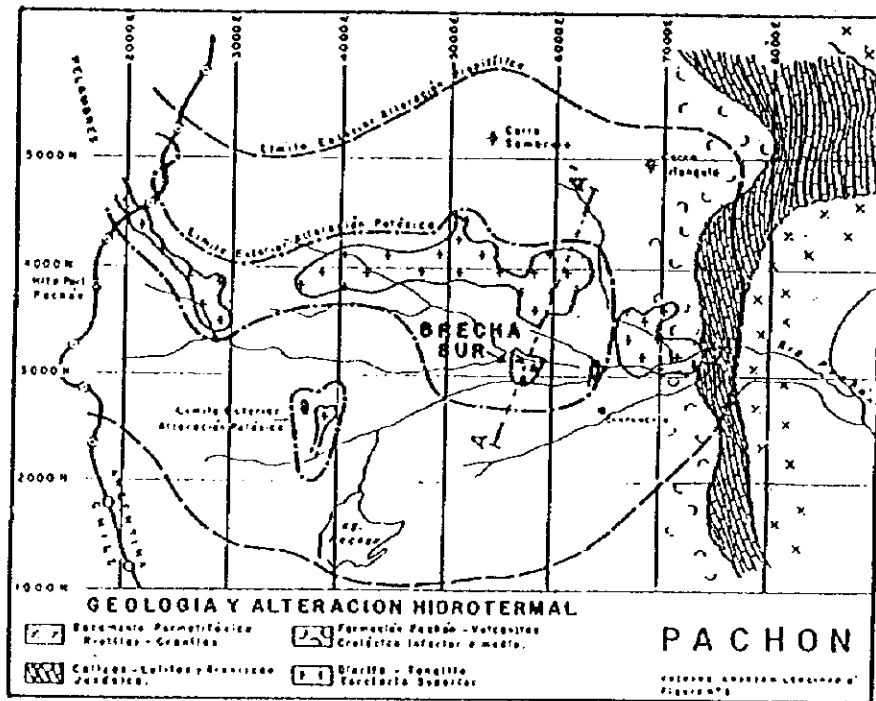


Figure II-1-10 Geology and alteration of El Pachon prospect. (after Lencinas and Tonel, 1993)

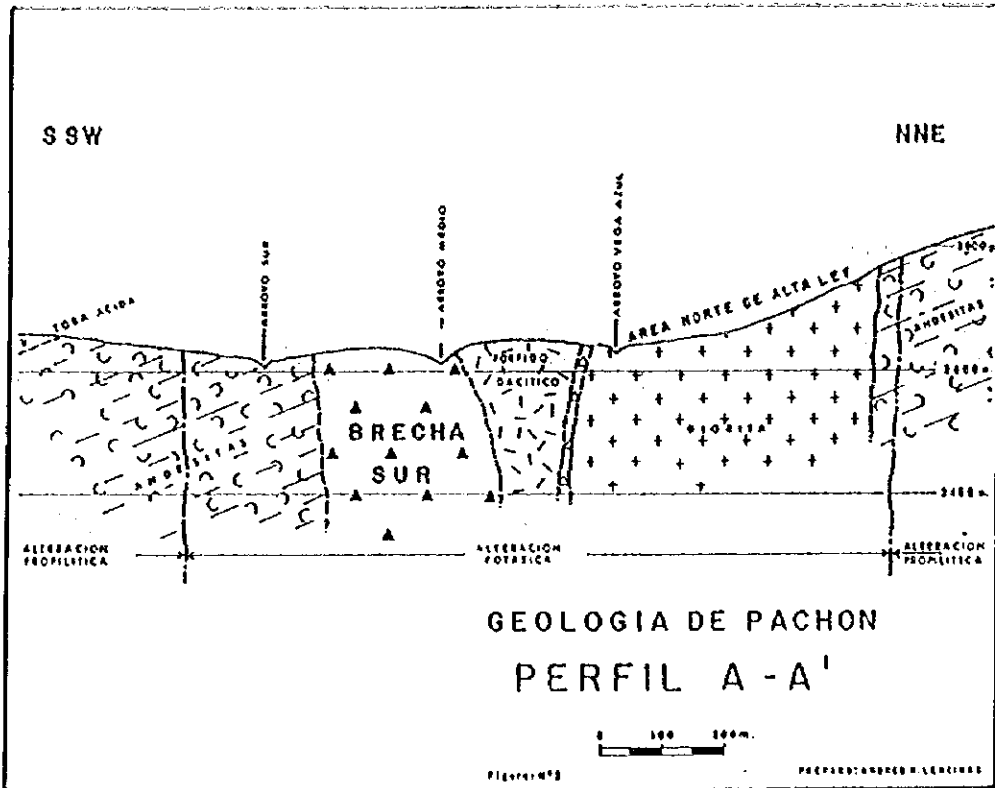


Figure II-1-11 A profile of geology and alteration of Breccia Sur, El Pachon prospect.
 (after Lencinas and Tonel, 1993)

が認められるが、最も量的に多いレベルは地表下30mから50mの間の、かなり地表に近い部分である。

広域調査の上で参考になるポイントとしては、Breccia Sur鉱床の場合、磁鉄鉱の含有量が多く、1300gammaまでの顕著な高磁気異常を形成すること、また、衛星画像からは、チリのLos Pelambres鉱床へと連続する径約8kmの環状構造が明瞭であることが揚げられる。

1-3 考察

鉱床概要で述べたよう本地域で最も注目すべき金属鉱物資源は、ポーフイリー型金・銅・モリブデン鉱床、およびこれに付随する酸性硫酸塩型金鉱床であると結論づけられる。既存の同タイプ鉱床は、多くは探鉱段階であるが、しばしばワールドクラスと言うべき規模を備えており、その他タイプと比較して抜きん出た経済価値を持っていること、全体に探鉱が手薄な現状では新たな鉱床の発見も期待できること、また開発を考えても、集落や農林資源を欠く山岳地域にほとんどが位置するため、比較的環境負荷の大きいこの種の鉱床の開発・操業も低コストで賄える可能性が高いことが理由である。企業による探鉱投資の実態はこれを物語っており、現在の比較的大きな資本による探鉱は、このタイプに集中しているといつてよい。

以下に、調査の着眼点を整理する目的で、既存資料から判読される本地域のポーフイリーシステムに認められる地質上の特徴を掲げる。また、ポーフイリー鉱床の一般的な探査モデルと本地域の地質・鉱床を照らし合わせ、鉱床胚胎の可能性が高い地質状況の抽出を試みるほか両者の相違点についても触れたい。なお以下の広域的スケールとプロジェクトスケールの別は、前者がグランドトルース地区の選定に関わるもの、後者が現地踏査の際に考慮すべき事項にそれぞれ相当する。

(1) 広域的スケール

第三紀貫入岩体 : El Pachon, Paramillos Sur, Bajo de Alumbrella, Sistema de Famatina など本地域および地域外に分布する既にある程度評価の定まった大規模ポーフイリー金・銅・モリブデン鉱床は、いずれも第三紀の半深成岩体がその生成に関与しており、最も重要な調査対象地質と考えられる。またEl Indio Bellにみられるように、Choiyoi Group中に貫入した第三紀ポーフイリーは特に有望と思われる。なお第三紀の半深成岩体は地域内に広範に点在しており、分布の規則性は判読しづらい。

二疊-三疊紀酸性深成岩体分布域の東縁 : San Jorge, Yalguaraz, Alcaparrosaらの二疊-三疊紀Choiyoi groupのポーフイリーに伴う鉱床・鉱微地は、規模の点で第三紀生成の鉱床群に劣るものの、中規模ポーフイリー銅鉱床の有力な調査対象地域とみなせる。鉱床分布地域は南北に伸長する幅およそ10kmの帯状の範囲で、Choiyoi group深成岩体分布域の東縁に一致する。

オルドビス紀石灰岩体 (San Juan層) : Grassberg(PNG), Bingham (USA), OK Tedi (PNG) など世界の巨大ポーフイリー鉱床はしばしば陸棚をなす石灰岩層(shell carbonate)に胚胎される。一般に石灰岩はそのreactiveな性状から、鉱床の器として望ましい岩相と考え

られる。本地域の場合、石灰岩体(San Juan層)はオルドビス系に胚胎されており、とくに第三紀貫入岩を伴う石灰岩体の鉱化状況が注目される。なお、本地域の場合、石灰岩体は陸棚の産状を留めておらず、南北に伸長する高傾斜の構造帯中のブロックとして産する。現在のところSan Juan層には小規模のスカルン鉱床の分布が知られているが(Abundancia, Salamanca: 第3章2節 鉱床概要参照)、ポーフィリー型鉱石の発見にはおよんでいない。

環状構造: 環状構造は、El Retamal, El Pachon, Castano Nuevo, Paramillos Surなどの鉱床において認められる。なお以上の第三紀の火成活動に伴う鉱床以外にも、二畳-三畳紀のChoiyoi Groupの分布域にも一部に環状構造が残存するという記載がある。

断裂の交差部・錯綜部: 既存の2つの基礎調査(U. N., 1970; Norwest Mine Services, 1993)はいずれも断裂(線構造)の交差部が鉱床胚胎場として重要であることを指摘している。Paramillos-San Jorge Beltにみられるように、大局的には、南-北方位の構造と北西-南東の構造が鉱床分布を規定しており、同構造の交差する部分あるいは錯綜する部分に対し選択的に鉱化をもたらしたマグマが定置したことを窺わせる。

高磁気異常: 鉱床を伴うポーフィリー岩株はI-typeないし磁鉄鉱系列の酸性火成岩体であり、しばしば多量の磁鉄鉱染を伴う。また一部の鉱化を伴う角礫パイプも多量の磁鉄鉱を含有する(Breccia Sur)。このような磁鉄鉱に富む岩体は強い高磁気異常を形成し、空中磁気探査により抽出可能である。なお、ポーフィリーシステム上部ないし周辺の酸性変質帯の場合、磁鉄鉱が残存しないため、この傾向を欠く(例えばCastano Nuevo)。

衛星画像による溶脱帯の認識: ポーフィリー鉱床は酸化溶脱の結果、しばしば褐鉄鉱に富む"leached cap"を作っている。褐鉄鉱は可視光の青色に相当する波長0.4-0.5 micrometerのエネルギーの吸収が顕著であるため、衛星画像データおよび一部の航空写真から異常を抽出可能である。

(2) プロジェクトスケール

溶脱帯の意義: 褐鉄鉱化を被る溶脱帯の場合、直接銅鉱物が観察されなくても、その下部に二次富帯が存在する可能性を考慮する必要がある。褐鉄鉱とは針鉄鉱・赤鉄鉱・ジャロサイトなどの総称である。このうちとくに注目されるのはジャロサイトであり、Sillitoeによる目安では、黄鉄鉱/(黄銅鉱+斑銅鉱) > 8のような黄鉄鉱に富む条件で表層に残留しやすいと考えられている。この場合、黄鉄鉱の分解により硫酸酸性の溶液が発生、酸性水は周囲の黄銅鉱を溶解して下方ないし側方へ移動、十分還元的な環境で輝銅鉱などからなる高品位のブランケットを形成する。

溶脱帯の地化学示徴：このような二次富化のプロセスが顕著なチリ・エスコンディージャ鉱床 (Escondida) においては、銅に比べ溶脱を受けにくいモリブデンが溶脱帯に残留しており、モリブデンの地化学異常の認識が鉱床発見に寄与した (Lowell, 1991)。しかし本地域の Paramillos Sur にみられる溶脱帯の場合、モリブデンも銅とともに移動しており (Fig. 5-6)、同元素の濃度がそのまま二次富化を示唆する地化学示徴とみなせるかどうか疑問がある。

微小割れ目：プロジェクトスケールにおける有望性の判断材料として、微小割れ目の密度が注目される。貫入岩の定置後、温度の低下に伴ってマグマから金属に富む蒸気が分離、更なる温度と低下と蒸気の供給により封圧は上昇し、この結果、とくに上部の母岩に対して鉛直方向のおびただしい数の微小割れ目が形成されると考えられている (例えば Burnham and Ohmoto, 1980)。この微小割れ目の分布密度は、鉱床近傍で最も大きく、離れるに連れ小さくなるため、調査ターゲットとの位置的關係を知ることができる (例えば Titley, 1993)。なお、Paramillos Sur でみられるよう、システムの中心点ではストックワークの分布密度は比較的粗となり、やや外側で高い。この原因として、鉱床生成後に貫入した無鉱化の岩体とこれに伴う熱水が既存鉱床を破壊した可能性が考えられるが、既存資料の記載からは特定不能である。このような貫入岩の重複はポーフイリーシステムでは普通に生じる。

第2章 グランドトルース

2-1 調査対象地域の選定

グランドトルース地区の抽出にあたっては、各論第1章第3節に示す地質状況を備えた地区を抽出したほか、既存文献から判断される有望鉱微地区、カウンターパートである SEGEMARの推薦地区に対して現地調査を行った。また目的とする調査対象地域の周辺に位置する旧坑、鉱微地、変質帯もできる限り観察できるよう努めた。

具体的には、既存資料整理を行った135の鉱微地の記載を基に、周辺地質や鉱化作用のタイプを判読した (Table II-2-1, 第4列 "Based on reference...")。調査対象地区の絞り込みにあたっては、とりわけ第三紀の貫入岩体の存在とポーフィリー型鉱化作用あるいは金鉱化作用の有無を重視し、これらを優先して現地調査の候補地区とした (第5列 "candidate area")。またこれ以外にも比較的高い分析品位の報告がある地域も候補地区として抽出した。この候補地区リストをカウンターパートである SM に提示、アクセスや有望性について協議の上、29地域のグランドトルース対象地区を決定した (Table-II-2-1の影部, Fig. II-2-1)。この協議では残雪のためアクセス不能の地区、またアクセスが悪く調査工程上無理がある候補地区が除かれたほか (第6列 "conduct...")、SMの考える有望地区の提示、あるいはアクセスの制限による代替地域の提示がなされた。グランドトルースを実施した29地区のうち20地区は当調査団の候補地、残り9地区が追加地区に相当する。現地調査の実施にあたっては、ほとんどの調査地区で約半日程度の調査を行ったに過ぎないが、San BenicioおよびPampa Friaではやや詳細な地質記載と地化学探査を実施した。

グランドトルース地区のランドサットTMデータによる1:250,000地質判読図をFig. II-2-2、現地の写真、露頭スケッチ、および簡易地質図などをFig. II-2-3以下に示す。採取試料の一部の分析値については本文中に記載したが、詳細はAppendix 2を参照されたい。なお、Table II-2-1の整理番号136-139の行には既存資料を欠く調査実施地区が記載されているが、Appendix 1あるいはFig. II-1-1には現れない。

Table II-2-1 Summary of mineralized area, evaluation, and the area ground truth conducted, Eastern Andean area

No.	Provincia	Morphotectonic provinces	Name of prospects and mines	elements	Based on the references/the existing data				candidate areas for field work	conduct of field work	Based on the field work	
					Tertiary Intrusives	potential for porphyry style mineralization	potential for epithermal style mineralization	potential for Carlin style mineralization			existence of grade data	evidence of porphyry style mineralization
1	LR	Pre-Cordillera	Yegua Pircada	Pb,Zn,Ag								
2	LR	Pre-Cordillera	La Verdiona and La Estrella	Cu								
3	LR	Pre-Cordillera	Cerro Bonete	Au	○	○ low-S		○	snow			
4	LR	Cordillera Frontal	Cerro Colorado	Au, Cu	○							
5	LR	Cordillera Frontal	El Petro	Au, Cu	○	○ high-S		○ Au:15g/t	snow			
6	LR	Pre-Cordillera	La Criollita and La Ramada	Cu, Au	○			○				
7	LR	Cordillera Frontal	Rio Blanco	Au	○	○		○	snow			
8	LR	Cordillera Frontal	Rio Belmejo	Au(?)		○						
9	LR	Cordillera Frontal	Cerro Caserones	Cu, Au	○	○		○				
10	LR	Cordillera Frontal	La Vicunita	Cu, Au	○	○		○	snow			
11	LR	Cordillera Frontal	Rio las Tamberias, La Ollita	Cu, Au	△ possible in deeper part of epithermal	○ high-S		○	snow			
12	LR	Cordillera Frontal	Rio las Tamberias, Tamberias	Cu, Au		△		○	snow			

Table II-2-1 Summary of mineralized area, evaluation, and the area ground truth conducted, Eastern Andean area

No.	Province	Morphotectonic provinces	Name of prospects and mines	elements	Based on the references/the existing data						candidate areas for field work	conduct of field work	Based on the field work	
					Tertiary Intrusives	potential for porphyry style mineralization	potential for epithermal style mineralization	potential for Carlin style mineralization	existence of grade data	evidence of porphyry style mineralization			evidence of epithermal mineralization	
13	LR	Cordillera Frontal	Carmiento	Au(?)										
14	LR	Cordillera Frontal	Pastos Largos	Au,Ag								low-S?	low-S?	
15	LR	Cordillera Frontal	Ranchillos (Quebrada de Ranchillos)	Au,Ag									low-S?	
16	LR	Pre-Cordillera	Cajón de la Brea	Cu									low-S?	
17	LR	Cordillera Frontal	Corda de la Brea (Cordon de la Brea)	Au,Cu									low-S?	
18	LR	Cordillera Frontal	Laguna de las Huaycas	Au,Ag									low-S?	
19	LR	Pre-Cordillera	Las Aguaditas	Au									low-S?	
20	LR	Pre-Cordillera	Helvecia	Pb,Zn,Ag,Au									low-S?	
21	SJ	Cordillera Frontal	Las Sapositas	Au,Ag									low-S?	
22	SJ	Cordillera Frontal	Barrales de Ranchillos	Au,Ag									low-S?	
23	SJ	Cordillera Frontal	Rio la Flecha (Las Flechas)	Au(?)									low-S?	
24	SJ	Cordillera Frontal	Bordo Atravezado, (Portezuelo del Inca)	Au(?)									low-S?	

Table II-2-1 Summary of mineralized area, evaluation, and the area ground truth conducted, Eastern Andean area

No.	Province	Morphotectonic provinces	Name of prospects and mines	elements	Based on the references/the existing data					candidate areas for field work	conduct of field work	Based on the field work	
					Tertiary Intrusives	potential for porphyry style mineralization	potential for epithermal style mineralization	potential for Carlin style mineralization	existence of grade data			evidence of porphyry style mineralization	evidence of epithermal mineralization
25	SJ	Cordillera Frontal	Margarita	Cu		△ Andina, El Teniente type?							
26	SJ	Cordillera Frontal	Los Mogotes	Cu		○	○			○	snow		
27	SJ	Cordillera Frontal	Los Mogotes West	Cu									
28	SJ	Cordillera Frontal	Las Carachas Mine	Pb, Zn, Ag		△ peripheral vein min. of porphyry system?				○	snow		
29	SJ	Cordillera Frontal	Las Carachas Alteration (Portezuelo del Inca)	Au, Cu		△ peripheral vein min. of porphyry system?				○	snow		
30	SJ	Pre-Cordillera	Salamanca - San Barrera	Au, Cu		△ skarn related to porphyry system?				○			△ possibility of Carlin style mineralization
31	SJ	Pre-Cordillera	Rio Gualcamayo	Au		△ skarn related to porphyry system?				○ Au: 13 g/t			○ skarn type mineralization possibility of Carlin style mineralization
32	SJ	Pre-Cordillera	5km al sur del Gualcamayo	Pb, Zn, Ag		△ porphyry style alteration exist or not?							
33	SJ	Pre-Cordillera	Cerro Pescado (El Pescado)	Au									
34	SJ	Pre-Cordillera	Los Caballos	Au		○ deeper part of low-S?				○ Au: 13 g/t			
35	SJ	Pre-Cordillera	Guachi / Huachi	Au, Ag		△ porphyry style alteration exist or not?				○ Au: 14.9 g/t ○ Cu: 6%			○ possibility of porphyry style mineralization
36	SJ	Pre-Cordillera	Al oeste de las minas de Oro de Guachi	Cu		△ porphyry style alteration exist or not?				○ Cu: 6% Au: 15 g/t			

Table II-2-1 Summary of mineralized area, evaluation, and the area ground truth conducted, Eastern Andean area

No.	Province	Morphotectonic provinces	Name of prospects and mines	elements	Based on the references/the existing data						candidate areas for field work	Based on the field work	
					Tertiary Intrusives	potential for porphyry style mineralization	potential for epithermal style mineralization	potential for Carlin style mineralization	existence of grade data	conduct of field work		evidence of porphyry style mineralization	evidence of epithermal mineralization
37	SJ.	Pre-Cordillera	Las Tolas, 5km al oeste de Huachi.	Pb, Zn, Ag		Δ							
38	SJ.	Pre-Cordillera	Quebrada de Varela.	Fe, Cu.		Δ			○				
39	SJ.	Pre-Cordillera	Quebrada del Rodeo.	Mo.		Δ			○				
40	SJ.	Pre-Cordillera	La Punilla / Despreciada.	Au(Cu,Pb,As)		Δ			○				
41	SJ.	Pre-Cordillera	San Juan Formation.	Au.				○	Au 5.2g/t				
42	SJ.	Pre-Cordillera	(El Inca 名称なし)	Cu.				○					
43	SJ.	Pre-Cordillera	El Fierro, El Fierro Alto.	Pb,Zn,Ag (Cu,As).	Δ	Δ			○		○	no	
44	SJ.	Pre-Cordillera	El Fierro Bajo.	Pb,Zn,Cu,Ag	○	Δ			○		○	no	pluton-related vein type mineralization
45	SJ.	Pre-Cordillera	El Fierro Alteration.	(Cu).		Δ			○		○	Δ a few sulfides and Cu minerals	no
46	SJ.	Cordillera Frontal	Cerro Amarillo (Los Amarillo, Filo Amarillo, Rio del Inca)	Cu,Au.		○		○	High-S		○	no	
47	SJ.	Cordillera Frontal	El Soberano.	Au,Ag.									
48	SJ.	Cordillera Frontal	Manifestacion N. N.	Au.									

Table II-2-1 Summary of mineralized area, evaluation, and the area ground truth conducted, Eastern Andean area

No.	Province	Morphotectonic provinces	Name of prospects and mines	elements	Based on the references/the existing data				candidate areas for field work	conduct of field work	Based on the field work	
					Tertiary intrusives	potential for porphyry style mineralization	potential for epithermal style mineralization	potential for Carlin style mineralization			existence of grade data	evidence of porphyry style mineralization
49	SJ.	Cordillera Frontal	Los Amarillos	Au, Ag								
50	SJ.	Cordillera Frontal	Arroyo Batedero	Au, Ag								
51	SJ.	Cordillera Frontal	La Ortiga	Au, Ag								
52	SJ.	Cordillera Frontal	Lama	Au, Ag, Cu								
53	SJ.	Cordillera Frontal	Los Desdoblados	Au, Ag								
54	SJ.	Cordillera Frontal	Guanaco (Guanaco Zonzo)	Au, Ag								
55	SJ.	Cordillera Frontal	Veladero	Au, Ag								
56	SJ.	Cordillera Frontal	Veladero Sur	Au, Ag								
57	SJ.	Cordillera Frontal	Rio Frio	Au, Ag								
58	SJ.	Cordillera Principal	Zancarron	Au, Ag, Cu, S, Ba								
59	SJ.	Pre-Cordillera	Sierra del Tantal	Pb, Ag, Zn								
60	SJ.	Cordillera Frontal	Rio Tatora de Callingasta	Ba, Au								

Table II-2-1 Summary of mineralized area, evaluation, and the area ground truth conducted, Eastern Andean area

No.	Province	Morphotectonic provinces	Name of prospects and mines	elements	Based on the references/the existing data					candidate areas for field work	conduct of field work	Based on the field work	
					Tertiary intrusives	potential for porphyry style mineralization	potential for epithermal style mineralization	potential for Carlin style mineralization	existence of grade data			evidence of porphyry style mineralization	evidence of epithermal mineralization
61	SJ.	Cordillera Frontal	Jaguelito	Au, Ag, S	○								
62	SJ.	Cordillera Frontal	Los Puentes	Ag, Pb, Zn									
63	SJ.	Pre-Cordillera	El Salado	Pb, Zn, Ag, Cu, Ba			○ deeper part of low-S?		○	logistics			
64	SJ.	Cordillera Frontal	Quebrada Las Openas	Au					○ Au 5~ 20g/t	logistics			
65	SJ.	Pre-Cordillera	Chinguillos	Sb, As, Pb									
66	SJ.	Pre-Cordillera	Andacollo	Ba, Pb									
67	SJ.	Cordillera Frontal	Cordon del Limite	S, Au?									
68	SJ.	Pre-Cordillera	Maria Marta Circo, others	Pb, Zn, Ag					○				
69	SJ.	Cordillera Frontal	El Carrizal	Au, Ag (U)						○		no	△ deeper part of Low-S?
70	SJ.	Cordillera Frontal	Banados del Carmen	Au, Ag	△								
71	SJ.	Cordillera Frontal	Agua Blanca	Au, Ag, Cu	△				○				
72	SJ.	Cordillera Frontal	San Lorezo	Au, Ag	△								

Table II-2-1 Summary of mineralized area, evaluation, and the area ground truth conducted, Eastern Andean area

No.	Province	Morphotectonic provinces	Name of prospects and mines	elements	Based on the references/the existing data					candidate areas for field work	Based on the field work	
					Tertiary Intrusives	potential for porphyry style mineralization	potential for epithermal style mineralization	potential for Carlin style mineralization	existence of grade data		conduct of field work	evidence of porphyry style mineralization
85	SJ	Cordillera Frontal	Castano Viejo (12km West)	Pb, Ag, Zn		Δ peripheral vein min. of porphyry system?				○	logistics	
86	SJ	Cordillera Frontal	Castano Viejo (4km North East)	Pb, Ag, Zn		Δ peripheral vein min. of porphyry system?			○	○	logistics	
87	SJ	Pre-Cordillera	Cerro Negro de la Cortadera	Pb, Ag, Zn					○			
88		Pre-Cordillera	Quatro Amigos	Pb, Zn, Au, Ag	Δ							
89	SJ	Cordillera Frontal	Aveztruces	Au, Ag, Cu								
90	SJ	Cordillera Frontal	Marque	Au, Ag								
91	SJ	Cordillera Frontal	Pontezuelo de Las Burras	Au, Ag								
92	SJ	Pre-Cordillera	Castano Nuevo	Au, Cu	○	Δ possible in deeper part of epi- mesothermal	○ deeper part of high-S? & low-S?	○	○ Au8 - 15g/t	○		○ possibility of porphyry mineralization around high-S alt.
93	SJ	Cordillera Principal	Rincones de Araya	Au, Ag, Cu								
94	SJ	Cordillera Principal	Calderon	Au, Ag, Cu	Δ							
95	SJ	Cordillera Principal	Arroyo de Alter (El Alter - Rincon del Cemecero)	Au, Ag, Zn	Δ			○				
96	SJ	Cordillera Frontal	La Alumbra de Arriba	Cu, Mo		Δ				○	Δ Bajo	Δ

Table II-2-1 Summary of mineralized area, evaluation, and the area ground truth conducted, Eastern Andean area

No.	Provinces	Morphotectonic provinces	Name of prospects and mines	elements	Based on the references/the existing data					candidate areas for field work	Based on the field work	
					Tertiary Intrusives	potential for porphyry style mineralization	potential for epithermal style mineralization	potential for Carlin style mineralization	existence of grade data		conduct of field work	evidence of porphyry style mineralization
97	SJ.	Cordillera Frontal	El Pachon	Cu,Mo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Andina, El Teniente type?	<input type="checkbox"/>	Cu:0.61%	<input type="checkbox"/>	snow	snow
98	SJ.	Cordillera Principal	Yunque	Cu,Au	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	snow	snow
99	SJ.	Cordillera Principal	Valle de los Patos Norte	Au,Ag								
100	SJ.	Cordillera Principal	Cerro Mercedario	Cu,Mo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	snow	
101	SJ.	Cordillera Frontal	Leoncito	Cu,Mo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	Δ	could not reach the alteration zone
102	SJ.	Cordillera Principal	Quebrada de la Honda	Cu, Au, Ag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Δ					
103		Cordillera Frontal	Manuel	Pb,Zn								
104	SJ.	Cordillera Frontal	San Santiago	Pb,Zn, (Ni, U)								
105	SJ.	Pre-Cordillera	Hualilan, Gualilan	Au,Ag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	skarn related to porphyry system?	<input type="checkbox"/>	Au 5~30 g/t	<input type="checkbox"/>		
106	SJ.	Pre-Cordillera	Santa Elena / Quebrada de la Alcaparrosa	Pb,Zn,Ag,Au						<input type="checkbox"/>		
107	SJ.	Pre-Cordillera	Alcaparrosa	Cu,Mo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		
108	SJ.	Pre-Cordillera	San Jorge (La Toya)	Pb, Zn, Cu								

Table II-2-1 Summary of mineralized area, evaluation, and the area ground truth conducted, Eastern Andean area

No.	Province	Morphotectonic provinces	Name of prospects and mines	elements	Based on the references/the existing data					candidate areas for field work	Based on the field work	
					Tertiary intrusives	potential for porphyry style mineralization	potential for epithermal style mineralization	potential for Carlin style mineralization	existence of grade data		conduct of field work	evidence of porphyry style mineralization
109	SJ.	Pre-Cordillera	Agua Blanca and Mondaca Area	Au,Ag,Cu*								
110	MZ.	Pre-Cordillera	San Jorge	Cu,Au*		Andina, El Teniente type?			○ Cu>0.5%	○	○	○
111	MZ.	Pre-Cordillera	Yaguazay	Cu,Mo(Zn,Au,W)		○				○	○	○
112	MZ.	Pre-Cordillera	Paramillos Sur	Cu,Au*	○	○			○ Cu:0.58%	○	○	○
113	MZ.	Pre-Cordillera	Paramillos Norte	Au,Ag,Cu,Pb,Zn*	○	○				○	○	○
114	MZ.	Pre-Cordillera	Paramillos Centro	Cu,Au*	○					○	○	○
115	MZ.	Pre-Cordillera	Uspallata-Paramillos (Paramillos de Uspallata)	Ag,Pb,Zn*		△ peripheral vein min. of porphyry system?	△ deeper part of Low-S?		○	○	○	△
116	MZ.	Pre-Cordillera	Grupo Oro del Sur	Au,Ag*	○	△ peripheral vein min. of porphyry system?			○ Au:8g/t	○	○	△
117	MZ.	Pre-Cordillera	Rio de las Penas	Cu,Pb,Zn*								
118	MZ.	Pre-Cordillera	La Negra	Au,Ag*	○				○	○	○	△
119	MZ.	Pre-Cordillera	Cortaderas - San Benicio	Cu*			△			○	○	○
120	MZ.	Pre-Cordillera	Pampa Fria	Cu,Au*		△				○	○	○

Table II-2-1 Summary of mineralized area, evaluation, and the area ground truth conducted, Eastern Andean area

No.	Province	Morphotectonic provinces	Name of prospects and mines	elements	Based on the references/the existing data				candidate areas for field work	conduct of field work	Based on the field work	
					Tertiary Intrusives	potential for porphyry style mineralization	potential for epithermal style mineralization	potential for Carlin style mineralization			existence of grade data	evidence of porphyry style mineralization
121	MZ	Pre-Cordillera	Puesto la Pena	Cu	○							
122	MZ	Cordillera Principal	Rio de las Vacas	Cu, Mo	○	△						
123	MZ	Cordillera Principal	Cajon del Rubio	Cu	○							
124	MZ	Cordillera Principal	Centro de los Dedos	Cu, Mo (Pb, Zn)	○							
125	MZ	Cordillera Principal	Las Cuevas (Mina San Jose)	Cu, Pb, Zn								
126	MZ	Pre-Cordillera	Punta de Vacas	Cu, Pb, Zn, Mo		△				○	logistics	
127	MZ	Cordillera Principal	Mina Mantos Preciosos	Cu								
128	MZ	Pre-Cordillera	Polvaredos	Cu		△						
129	LR	Cordillera Frontal	Santa Rita and Poncho	Pb, Zn		△				○		
130	LR	Sistema de Famatina	Famatina (Mejicana, Ofir, La Estrechura, Los Bayos, Las Encrucijadas)	Cu, Au, Mo	○	○						out of the survey area
131	LR	Sistema de Famatina	Famatina Oeste	Cu, Au, Co, U	○							out of the survey area
132	LR	Sistema de Famatina	Sierra de las Minas	Au, Ag								out of the survey area

Table II-2-1 Summary of mineralized area, evaluation, and the area ground truth conducted, Eastern Andean area

No.	Province	Morphotectonic provinces	Name of prospects and mines	elements	Based on the references/the existing data				candidate areas for field work	Based on the field work		
					Tertiary intrusives	potential for porphyry style mineralization	potential for epithermal style mineralization	potential for Carlin style mineralization		existence of grade data	conduct of field work	evidence of porphyry style mineralization
133	LR	Sistema de Famatina	Mina el Oro, Los Bayitos, (El Oro)	Au, Cu					○ Au8g/t		out of the survey area	
134	LR	Sistema de Famatina	La Vegueta, La Aragonesa	Pb, Zn								
135	LR	Sistema de Famatina	Cerro Negro (同名の鉱床が27ヶ所に存在)	Au, Pb, Zn	○				○			
136	LR	Pre-Cordillera	Cerro Negro?	Au?						○		
137	LR	Pre-Cordillera	Granite?							○	no	no
138	SJ	Cordillera Frontal	Cerro Blanco						○	○	no	○ shallow environment
139	MZ	Pre-Cordillera	Creston Amarillo	Au						○		△

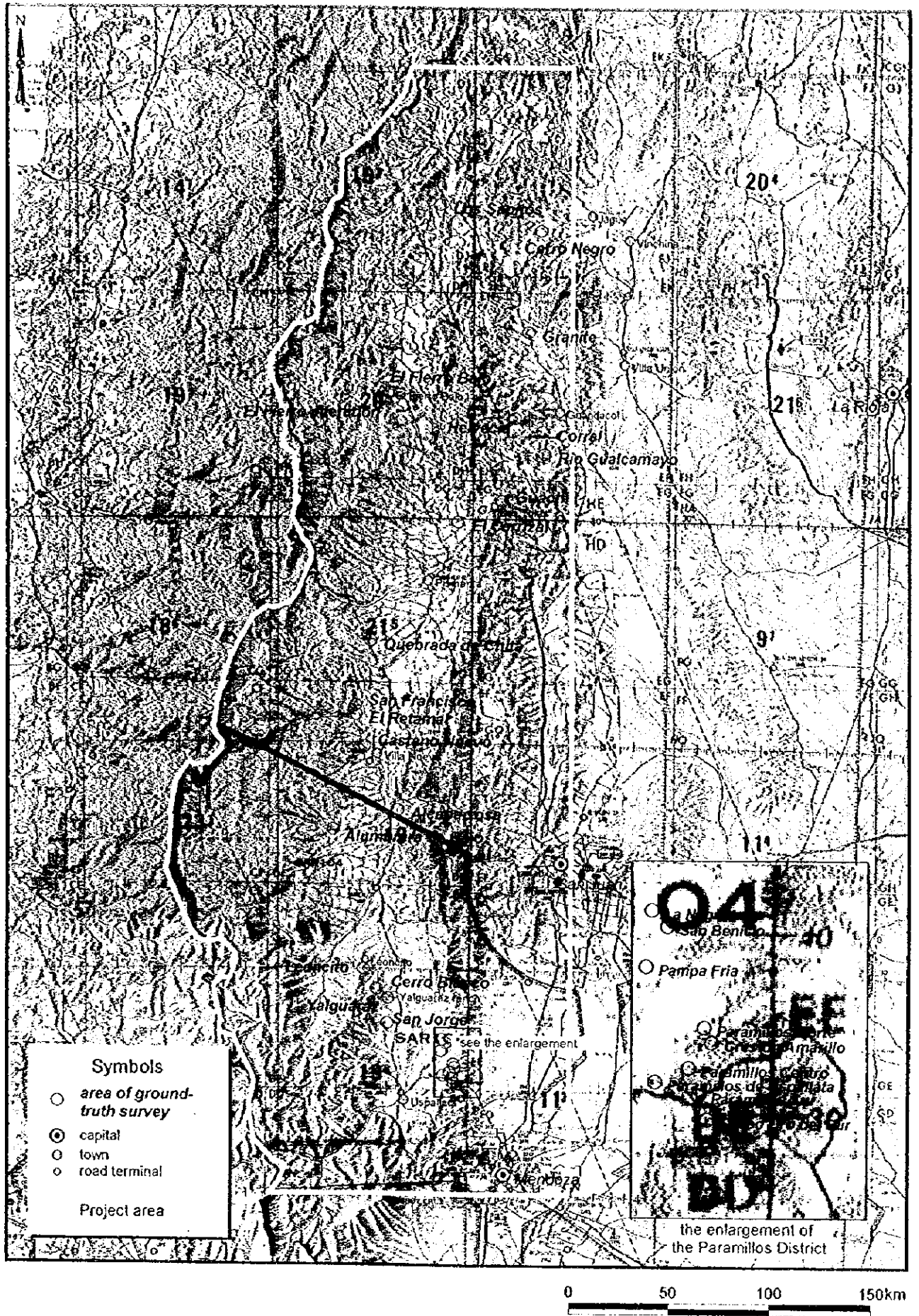


Fig. II-2-1 Location map of ground-truth survey

