

ペルー共和国ペルー南部地域
資源開発協力基礎調査報告書

(第1年次)

平成13年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

は し が き

日本国政府はペルー共和国政府の要請に応え、同国の南部地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、既存データ解析及び衛星画像解析などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、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 12 年度を第 1 年次とする初年度にあたり、金属鉱業事業団は 1 名の調査団を編成して平成 13 年 2 月 4 日から平成 13 年 2 月 18 日まで既存データ及び衛星画像の現地解析のため現地に派遣した。現地調査は、ペルー共和国政府機関、エネルギー鉱山省地質鉱物冶金研究所の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は第 1 年次の調査結果をとりまとめたもので、全ての調査を終了したときに作成される最終報告書の一部をなすものである。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたペルー共和国政府関係機関ならびに外務省、経済産業省、在ペルー日本国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 13 年 3 月

国際協力事業団

総 裁 齊 藤 邦 彦

金属鉱業事業団

理事長 田 代 直 弘

資源開発協力基礎調査報告書

(第1年次)

目 次

は し が き	
目 次	i
要 約	v
調査地域位置図	vii

第 I 部 序 論

第1章 調査概要

1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 第1年次調査の範囲及び作業の概要	1
1-3 調査団の編成	2
1-4 調査期間及び調査量	3

第2章 調査地域の地理

2-1 位置及び交通	4
2-2 地形及び水系	4
2-3 気候及び植生	4

第3章 調査地域の既存地質情報

3-1 既往調査の概要	5
3-2 地質概要	5
3-3 既知鉱床概要	7

第 II 部 各 論

第1章 衛星画像解析

1-1 解析の目的	17
1-2 画像処理	17
1-3 画像判読	25
1-4 GISデータの解析	38
1-5 考 察	40

第2章 既存データ解析	
2-1 解析の目的	87
2-2 地質	87
2-3 鉱床	95
2-4 考察	101
第3章 総合解析	109

第 III 部 結論及び提言

第1章 結論	115
第2章 将来への提言	118
参考文献及び収集データ	119

【挿入図目次】

第1図 調査地域位置図	vii
第2図 地質概略図及び地質構造概略図	9
第3図 模式地質層序図	11
第4図 中央アンデスの鉱床区	13
第5図 既知鉱床・鉱徴地分布図	15
第6図 衛星画像解析範囲図	19
第7図 JERS-1 SAR モザイク画像	43
第8図 LANDSAT TM モザイク画像	45
第9-1図 LANDSAT TM 比演算解析画像1 (酸化鉄帯抽出結果)	47
第9-2図 LANDSAT TM 比演算解析画像2 (粘土化帯抽出結果)	49
第10図 地質単元区分図	53
第11図 リニアメント解析図	55
第12-1図 Santo Tomas 図画 (29-r) JERS-1 SAR 画像	57
第12-2図 Santo Tomas 図画 (29-r) LANDSAT TM 画像	59
第12-3図 Santo Tomas 図画 (29-r) TM 比演算画像 (酸化鉄帯抽出結果)	61
第12-4図 Santo Tomas 図画 (29-r) 地質単元区分図	63
第12-5図 Santo Tomas 図画 (29-r) リニアメント図	65
第13-1図 Livitaca 図画 (29-s) JERS-1 SAR 画像	67
第13-2図 Livitaca 図画 (29-s) LANDSAT TM 画像	69
第13-3図 Livitaca 図画 (29-r) TM 比演算画像 (酸化鉄帯抽出結果)	71
第13-4図 Livitaca 図画 (29-s) 地質単元区分図	73

第 13-5 図	Livitaca 図画 (29-s) リニアメント図 -----	75
第 14 図	リニアメント密度分布図 -----	77
第 15-1 図	リニアメント・ローズダイヤグラム -----	79
第 15-2 図	地質別リニアメント・ローズダイヤグラム (オールドビス系～二疊系) -----	81
第 15-3 図	地質別リニアメント・ローズダイヤグラム (ジュラ系～白亜系) -----	83
第 15-4 図	地質別リニアメント・ローズダイヤグラム (古第三系～第四系) -----	85
第 16 図	解析結果総括図 -----	113

【挿入表目次】

第 1 表	事前協定・折衝調査団 -----	2
第 2 表	現地調査団 -----	2
第 3 表	調査期間 -----	3
第 4 表	調査数量 -----	3
第 5 表	使用衛星画像データ -----	21
第 6 表	地質単元総括表 -----	51
第 7 表	鉱床・鉱徴地一覧表 -----	102

【別添図】

別添図 1	総合解析図 (縮尺 50 万分の 1)
-------	---------------------

【巻末資料】

巻末資料 1	鉱床調査表
--------	-------

要 約

本報告書はペルー共和国ペルー南部地域を対象に実施した資源開発協力基礎調査鉱物資源広域調査の第1年次の調査結果をとりまとめたものである。本調査は対象地域において、衛星画像解析及び既存データ解析を実施し、得られた結果を総合的に解析して、短期的かつ効果的に広大な調査地域から鉱床賦存有望地区を抽出することを目的とする。

第1年次調査の対象地域は面積約 45,000km² で、ペルー共和国国土地理院 (Instituto Geográfico Nacional) 発行の10万分の1地形図18図画にまたがる地域である。地形的には、西部アンデス山脈、チチカカ湖盆地を含むインターアンデス溪谷帯、東部アンデス山脈にまたがるが、大部分は西部アンデス山脈の標高 4,500m 以上の高地に属している。

調査内容としては、JERS-1 SAR 画像及び LANDSAT TM 画像データの解析及び既存データ解析を実施した。同時に、相手国機関であるペルー共和国エネルギー鉱山省地質鉱物冶金研究所 (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico、以下、INGEMMET) に対して衛星画像解析の技術移転を実施した。また総合解析として、衛星画像解析と既存データ解析結果を合わせて調査対象地域全域の鉱床賦存ポテンシャル評価を実施し、有望地区を抽出した。

本調査の実施により以下のことが判明した。

(1) 衛星画像解析

1. 酸化鉄指標のアノマリーは、調査地域北西部及び北部に分布する第三紀貫入岩類とその周囲の堆積岩類 (シルル系～デボン系、石炭系、石炭系～二畳系) 中に主に抽出された。
2. 第三紀貫入岩類内のリニアメント密度は必ずしも高くはなく、岩体周囲の堆積岩類でリニアメント密度が高くなる傾向が認められる。
3. 調査地域内のリニアメントは一般に NW-SE 系が卓越しており、これはアンデス山脈の褶曲構造に伴って形成された衝上断層の存在を反映していると考えられる。
4. 時代区分ごとのリニアメント方位には顕著な傾向の違いは認められなかった。唯一地域北西部の 29-s 図画において、ジュラ～白亜紀までに NNW-SSE 及び NE-SW が発達し、古第三紀以降にアンデス方向に平行な NW-SE 系が発達したことを推察させる方位分布傾向の変化が認められた。

(2) 既存データ解析

調査地域には、古生代から第四紀までの堆積岩類が、北北西-南南東方向に伸張して分布する。これらを買いて、二畳紀および新第三紀の貫入岩類が分布する。本地域はペルー

の鉱床生成区分上、中央多金属帯、錫帯及び周縁多金属帯に属する。

本地域の鉱化作用として、古生層中の脈状 Au 鉱床、二畳紀の花崗岩類に伴う Sn-W-Cu 鉱床、三畳紀から白亜紀地層内の Ag-Pb-Cu-Zn 鉱脈及びスカルン鉱床、中新世花崗岩類に関連する Sn-W-Cu-Pb-Zn 鉱脈鉱床が知られている。また東部山脈からアマゾン平原にかけて Au 砂鉱床が分布するほか、中新世～鮮新世の火山砕屑岩に関連するウラニウム鉱化作用の存在が知られている。

調査地域の鉱化作用は以下のようにまとめられる。

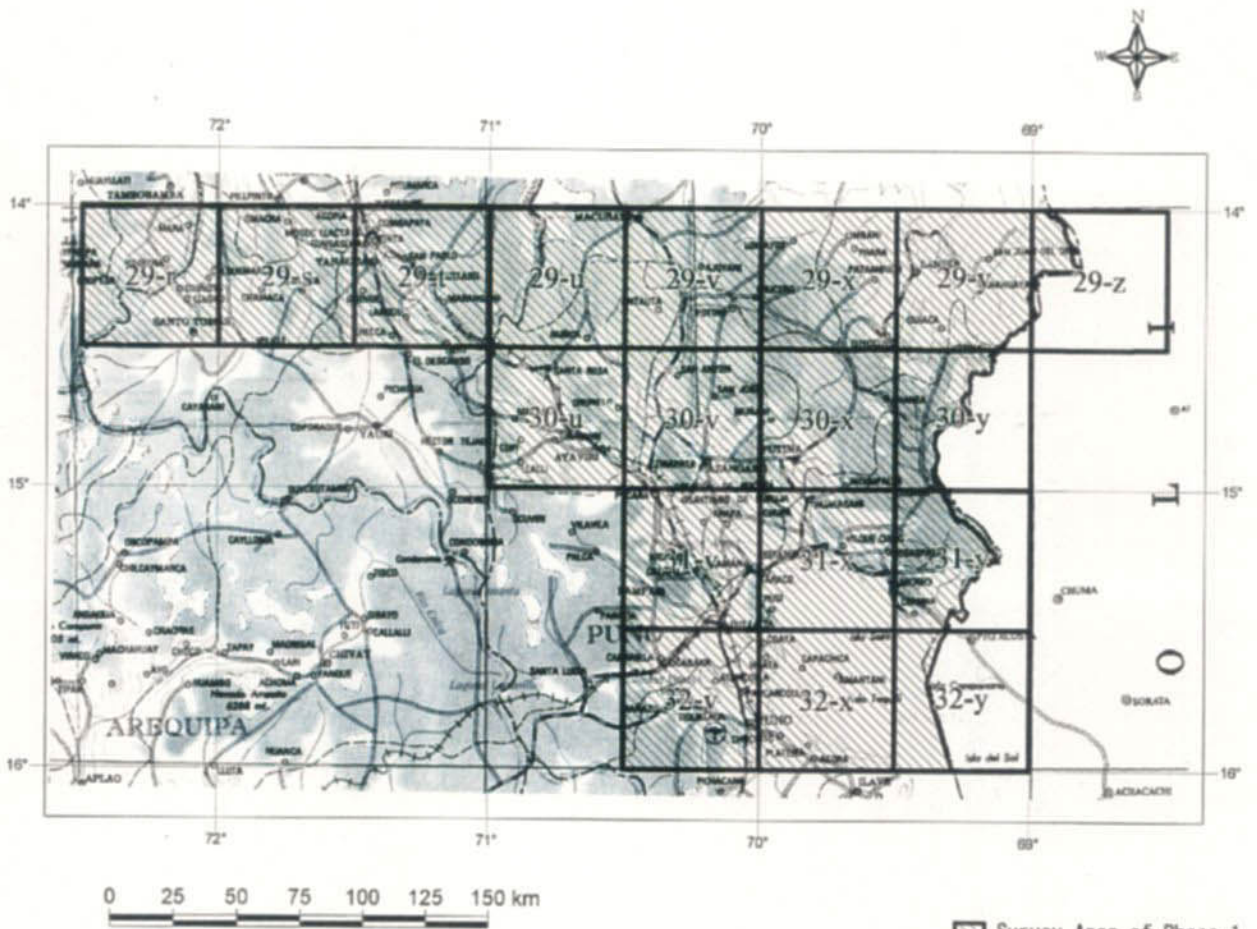
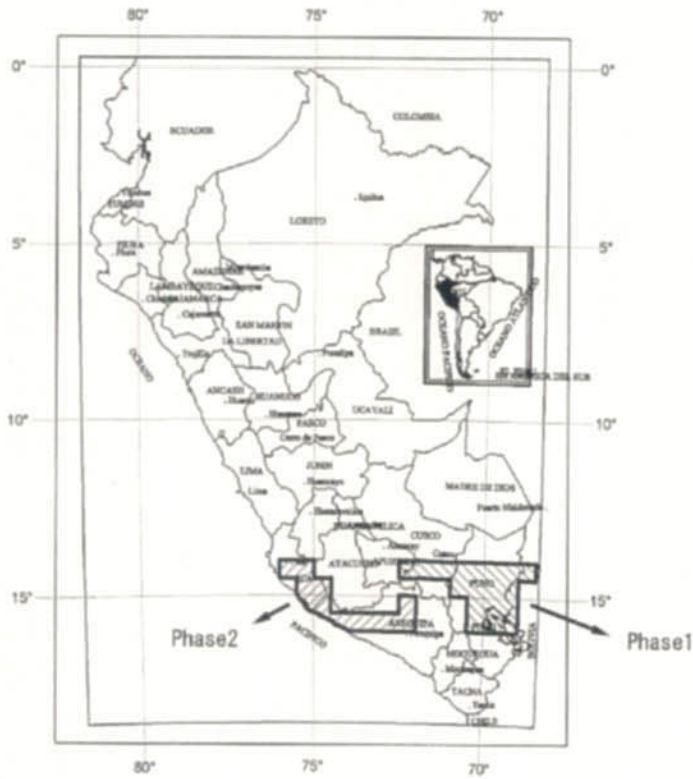
- ・古生層中の脈状 Au 鉱床
 - －Santo Domingo, Manco Capac, Candelaria, Benditani
 - －Gavilán de Oro, Untuca, Ana Maria, Carabarcuna
 - －La Rinconada
- ・二畳紀の花崗岩類に伴う Sn-W-Cu 鉱床
 - －Condoriquiña, Sarita
- ・三畳紀から白亜紀地層内の Ag-Pb-Cu-Zn 鉱脈及びスカルン鉱床
 - －Cerro del Inca Azur, Casa de Plata, Altura, Santa Ana
- ・中新世花崗岩類に関連する Sn-W-Cu-Pb-Zn 鉱脈鉱床
 - －San Rafael, Palca 11
- ・東部山脈からアマゾン平原にかけて Au 砂鉱床
 - －San Antonio de Poto, (Madre de Dios 川流域、Huaypwtuhe 川、Caichive 川)
- ・中新世～鮮新世の火山砕屑岩に関連するウラニウム鉱徴
 - －Macusani 周辺


(3) 総合解析及び提言

衛星画像解析及び既存データ解析の結果に基づく総合解析を実施した。総合解析により①衛星画像解析により抽出された酸化鉄指標アノマリー、②リニアメント存在密度、③鮮新世～中新世花崗岩類及びペルム紀花崗岩類の分布、④既知鉱徴地分布、を判断基準として調査地域から以下の5地区が有望地区として抽出された。

1. Calhuahuacho 地区
2. Livitaca 地区
3. Macsani 地区
4. Usicayos 地区
5. Vilque 地区

これらの地区を対象に、地質及び鉱化作用確認のための地質踏査を実施することが望ましい。



 Survey Area of Phase 1
 32-v Quadrangle numbers

第 1 図 調査地域位置図

第 I 部 序 論

第1章 調査概要

1-1 調査の経緯及び目的

ペルー共和国にとって鉱業は最も重要な基幹産業の一つであり、1999年の金属鉱産物の輸出額は30億US\$に達し、輸出総額の49.2%を占めている。ペルー共和国の国土は1,285,220 km²の広さを有し、太平洋側から東に向かって地形、地質区分及び金属鉱床生成区はおおむね北北西-南南東に平行な帯状の分布を示す。金属鉱床生成区は、太平洋側斜面の鉱脈型及び斑岩銅型銅鉱床生成区、アンデス西部山脈火山岩地帯の鉱脈型銀・鉛・亜鉛鉱床生成区、アンデス西部山脈堆積岩地帯の鉱脈型、鉱染型、スカルン型及びマント型銀・銅・鉛・亜鉛鉱床生成区、アンデス東部山脈の鉱脈型、鉱染型及びスカルン型金・銀・銅・鉛・亜鉛・錫・タングステン鉱床生成区、に大きく区分される。

調査地域は、ペルー南部の南緯14~16°の西経72°30'以東に位置し、地勢上は、アルチプレーノと呼ばれる高原状地形を形成するアンデス西部山脈と、アマゾン川最源流部のフットヒル帯を形成するアンデス東部山脈から構成される。上述の鉱床生成区との関連から、西部山脈には主に銀・銅・鉛・亜鉛鉱床の賦存が、東部山脈には主に金・錫・タングステン鉱床の賦存が期待される。

ペルー政府は、同地域における鉱業投資の促進に資するため、鉱床ポテンシャルの把握を目的とした協力調査の実施を日本政府に要請した。これを受け日本政府は2000年10月14日~同年10月21日、調査計画協議のための調査団を派遣し、同年10月18日にScope of Workに調印した。

Scope of Workに基づき、本調査は対象地域の衛星画像解析及び既存データ解析を実施し、得られた結果を総合的に解析することにより、短期かつ効率的に鉱床賦存有望地区を抽出することを目的とする。同時に、相手国機関であるペルー共和国エネルギー鉱山省地質鉱物冶金研究所（以下、INGEMMET; Instituto Geológico Minero y Metalúrgico）に対して調査・解析手法の技術移転を図ることを目的とする。

1-2 第1年次調査の範囲及び作業の概要

Scope of Workで合意された調査範囲は、10万分の1地形図30枚にまたがる地域であるが、本年度はその東部、南緯14~16°、西経72°30'以東の18図画（第1図参照）を対象としてJERS-1 SAR及びLANDSAT TM画像データの解析及び既存データ解析を実施した。

調査は以下の手順で実施した。

衛星画像データ処理及び判読作業はJERS-1 SARデータ、LANDSAT TMデータと縮尺10万分の1地形図を入手後、主として日本国内において実施した。一方、既存データ解析はペルー国内において地質情報と鉱山、鉱徴地の資料を入手した後、日本及びペルー国リマ市において実施した。なお、現地調査期間中にINGEMMET

において画像解析技術の移転を目的として、画像判読及び判読結果の解析の一部をINGEMMET技術者との共同で実施した。

衛星画像解析と既存データ解析を行うことにより、地質単元区分図、リニアメント図、スペクトル異常帯分布図、既知鉱徴地一覧、解析結果総括図等を成果物として作成した。

1-3 調査団の編成

調査団の編成は、事前協定・折衝調査団と現地調査団からなり、それぞれ第1表と第2表のとおりである。

第1表 事前協定・折衝調査団

日本側		ペルー共和国側	
(氏名)	(所属)	(氏名)	(所属)
横山 茂	金属鉱業事業団	Ing. Juan Mendoza Marsano	INGEMMET
萩尾憲三	経済産業省	Ing. Hugo Rivera Mantilla	INGEMMET
葛西雅史	国際協力事業団	Ing. Oscar Palacios Moncayo	INGEMMET
藤井 昇	金属鉱業事業団	Ing. José León Aparicio	INGEMMET
鳥澤由利	金属鉱業事業団	Ing. Manuel Paz Maidana	INGEMMET
塩川 智	金属鉱業事業団	Ing. Yorry Carrasco Pinares	INGEMMET

第2表 現地調査団

日本側			ペルー共和国側		
(氏名)	(役割)	(所属)	(氏名)	(役割)	(所属)
中村 廉	調査責任者 既存データ解析 衛星画像解析	MINDECO	Ing. Julio Sanchez Miliano	既存データ解析 衛星画像解析	INGEMMET
			Ing. Enzzo Viaccava	既存データ解析 衛星画像解析	INGEMMET

(略称) MINDECO : 三井金属資源開発株式会社

INGEMMET : Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

1-4 調査期間及び調査量

調査期間は第3表のとおりである。

第3表 調査期間

	2000年				2001年					
	11月		12月		1月		2月		3月	
計画・準備			11/29							
衛星画像解析										
画像作成										
画像判読										
データ入力(デジタイズ)										
既存データ解析										
動員撤収							2/4	2/18		
現地解析 (衛星画像及び既存データ解析)										
解析・報告書作成									2/23	

調査数量は第4表のとおりである。

第4表 調査数量

調査内容	調査数量	
既存データ解析	調査面積	45,000km ²
衛星画像解析	調査面積	45,000km ²

使用画像シーン数

JERS-1 SAR データ 25 シーン

LANDSAT TM データ 6 シーン

第2章 調査地域の地理

2-1 位置及び交通

調査対象地域は、首都リマの東南東に位置し東西は西経 75° 30' からボリヴィア国境までの約 400 km、南北は南緯 14° 00' から 16° 00' にかけての約 200km に広がり、面積は約 45,000 km²である (第1図)。

調査地域はプーノ (Puno) 県、クスコ (Cusco) 県およびアプリマック (Apurimac) 県の 3 県にまたがり、地域内の主要都市としてフリアカ (Juliaca、調査地域南部) とプーノ (Puno、調査地域南縁) がある。

首都のリマから調査地域へは、地域北方のクスコ市あるいは、南部のプーノ市まで航空機を利用し、それ以降は陸路による。所要時間はリマ-クスコ間が約 1 時間、リマ-プーノ間が約 1 時間 30 分である。自動車で、クスコ市から調査地域北縁まででは約 2 時間である。

2-2 地形及び水系

調査地域の地形区分は西から東に向かい、西部アンデス山脈、チチカカ湖盆地を含むインターアンデス溪谷帯、東部アンデス山脈に区分される。

調査地域西部は西部アンデス山脈の東部に位置し、アルチプラーノと称される標高 4,500m 前後の準平原が形成されている。チチカカ湖盆地から北西に細長く続くインターアンデス溪谷帯はアンデス西部山脈と東部山脈を境する。調査地域の北東部はアンデス東部山脈に含まれ、標高 1,000~2,000m 前後のいわゆるフットヒル帯が形成されている。

調査地域の北西~中央北部はアマゾン川水系の最源流部に位置しており、Apurimac 川支流の Santo Tomas 川などが概ね南から北に流れる。調査地域中央から東部にかけての帯には、チチカカ湖に注ぐ Azángaro 川などの小水系が発達し、概ね北西から南東に向かって流れる。地域北東部の東アンデス山脈はアマゾン水系の Manu 川支流 Inambari 川の源頭に位置し、概ね南南西から北北東に流下する。

2-3 気候及び植生

本地域の気候は、高地寒冷型の気候に区分され年間を通して変化に乏しいが、11 月から 3 月までが雨期、4 月から 10 月までが乾季とされている。年間降雨量は 900mm 程度で平均気温は 10℃前後であるが、特に乾季は気温の日変化が大きく、最高気温は 20℃以上に、最低気温は-10℃以下になることがある。

第3章 調査地域の既存地質情報

3-1 既往調査の概要

調査地域では、インカ文明以前から貴金属、銅等の採掘が行われていた。その後、植民地時代には貴金属を求めて鉱山の探査が組織的ではないが活発に行われ、多量の金、銀が産出された。

近代的な地質調査は1950年代にINGEMMETにより開始され、調査地域を含むペルー全土の100万分の1の地質図(INGEMMET, 1973)が編纂されている。地質図幅調査は1973年から1996年にかけて実施され、調査地域全18図面の10万分の1地質図が完成している。その他、局地的な地質・鉱床調査はINGEMMET、Banco Minero del Perú(バンコ・ミノ・デル・ペルー(ペルー鉱業銀行))、Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco(クスコ大学)、民間鉱山会社等により実施されている。

調査地域北東部の7図面(29-u,v,x,y,z, 30-x,y)では図幅調査と並行して沢砂地化探(10成分: Au,Ag,Cu,Pb,Zn,Sn,Mo,W,As,Sb)が実施されている。

地域東部のボリヴィア国境地帯では、1996~2001年の5ヶ年計画によりカナダ、アルゼンチン、ボリヴィア、チリ、ペルーの各国政府機関及び民間企業が参加した「多国間アンデスプロジェクト(Multinational Andean Project)」が実施されており、地質調査及び鉱床生成区図の作成が行われた。当該プロジェクトの成果は上述の10万分の1地質図の作成に使用されている。

調査地域の一般地質及び岩石学的研究として、INGEMMETによる上記地質図の他、Palacios, O. et al., 1978によるペルー南部地域の総括的研究などがある。

鉱床地質及び鉱床生成区についての過去の研究としては、Bellido, E. et al. (1972)によるペルーの鉱床生成区的一般状況、Chacón, N. et al. (1995)による金属鉱床探査指針としての鉱床生成区、Clark, A. et al. (1990)による斑岩銅型鉱床の地形学的環境及び二次富化作用、Fornari, M. et al. (1991)による東部山脈の下部古生界中の金の産状、Ponzoni, H. (1980)によるペルー全域の鉱床生成区、Rivera, H. (1986)による東部山脈の地質鉱床、Steinmuller, K. (1999)による鉱床生成区、生成モデル、探査及び環境などがある。

3-2 地質概要(第2図及び第3図参照)

本地域には、古生層から第四紀までの堆積岩類が、北西、南東方向に伸張して分布する。これらを貫いて、二畳紀、三畳紀および新第三紀の貫入岩類が分布する。地域北東部に、古生層が分布し、南西部に向かい次第に若い時代の堆積岩類が分布している。

本地域の構造発達史について概要を述べる。

(1) 古生代

600M.a.前後のBrasilida造山運動終息後に先カンブリア紀後期地形が浸食され、カン

ブリア紀以降のペルーでは、広範囲にわたって準平原が形成された。この準平原では、内陸性伸張環境のもとで火山砕屑岩類と大陸性火山岩類が集積した。

ヘルシニア造山運動の黎明期には山脈が形成され、その後の浸食を受けることになる。

(2) 古生代二畳紀～中生代ジュラ紀の火成活動

二畳紀後期からジュラ紀初期にかけて、ペルー南東部の内陸性伸張環境の場においてアルカリ岩質玄武岩、ショショナイト、過アルカリ岩質火山岩 (Kontak et al.,1985) が生成された。

二畳紀からジュラ紀 (240-190M.a.) にかけては花崗閃緑岩、モンゾニ花崗岩の広範な併入岩類 (Coasa 深成岩体、Limbani 深成岩体、Aricoma 深成岩体及び Carabaya バソリスの Limacpampa 深成岩体) 及びジュラ紀中期 (180-170M.a.) の Allincapac 複合岩体の過アルカリ岩質併入岩体が、火山岩類と密接に関連して形成された。

(3) アンデス造山期

アンデス造山期は、上部三畳紀に始まり上部白亜紀までの海洋性堆積作用によって特徴づけられる。引き続き、褶曲作用、火成活動、大陸性堆積作用がおこり現在まで続いている。

(4) 新生代第三紀

暁新世には陸成赤色層の堆積作用が隆起の増大につれて継続し、南東部では Puno 層群を、東部盆地では Huayabamba 層群を形成した。暁新世末期には Arequipa と Toquepara 地区で海岸バソリス形成後に岩株が形成された (Beckinsale et al.,1985)。

始新世の Inca 期には褶曲を伴う造山運動がおこり、始新世末期に頂点に達した。

南部や盆地域では陸成赤色層の堆積作用が継続した (Moquegua 層群、Puno 層群及び Huayabamba 層群)。

Inca 期の後、始新世後期から中新世前期にかけての期間に地上で火山活動が生じた。Arequipa, Moquegua, Tacna の各県では、Tacna 層群で知られており、これらは Moquegua 層群赤色層の上部層と指交している。

中新世中期 (17-14M.a.) には、火山活動は Quechua I 期の造山作用を受けて、東アンデス全域に隆起、断層、浸食を及ぼしている。東アンデスの地上に沿って火山岩類が中新世末期まで継続して形成された。主として、火山砕屑岩類、デイサイト質岩類、流紋岩質岩類から構成されている (Huaylillas 層及び Maure 層群)。

東アンデスでは漸新世から中新世にかけてモンゾニ花崗岩の岩株が形成された。さらに、10-4M.a.の年代を示す火山砕屑岩類 (Quenamari 層群) が形成された。

鮮新世中期～後期には南部で火山活動がおこり、Senca 層群 (3.5-2.5M.a.) の火山砕屑岩類が堆積した。その後湖成堆積物 (Capillune 層) の存在から火山活動が収まったことが判るが、その後極めて活発になり、安山岩質からデイサイト質組成までの溶岩及び火山

碎屑岩類が流出し、一連の火山円錐丘を形成した (Barrosa 層群)。

(5) 新生代第四紀

更新世にはアンデスが活発に隆起し続けた。東アンデスや西アンデスの高所では、広範囲に氷河が発生し、高地溪谷部にモレーンや融氷流水堆積層が形成された。それより低地では、河川流が大量の礫、砂、粘土などを下流の準平原に運搬し堆積した。南部では火山円錐丘に関連した火成活動が引き続き、Barroso 層群の溶岩流や火山碎屑岩類を生成している。

3-3 既知鉱床概要

中部アンデス山脈は、太平洋岸に平行に金属鉱床生成区が設定できる。Heuschmidt (1995) によれば、太平洋岸から南アメリカ大陸内部に向かって、銅帯-中央多金属帯-錫帯-周縁多金属帯に分類される (第 4 図)。本調査地域は、中央部南東よりに錫帯がボリビアに向かって伸び、その北東側に周縁多金属帯、南西側に中央多金属帯が分布する。

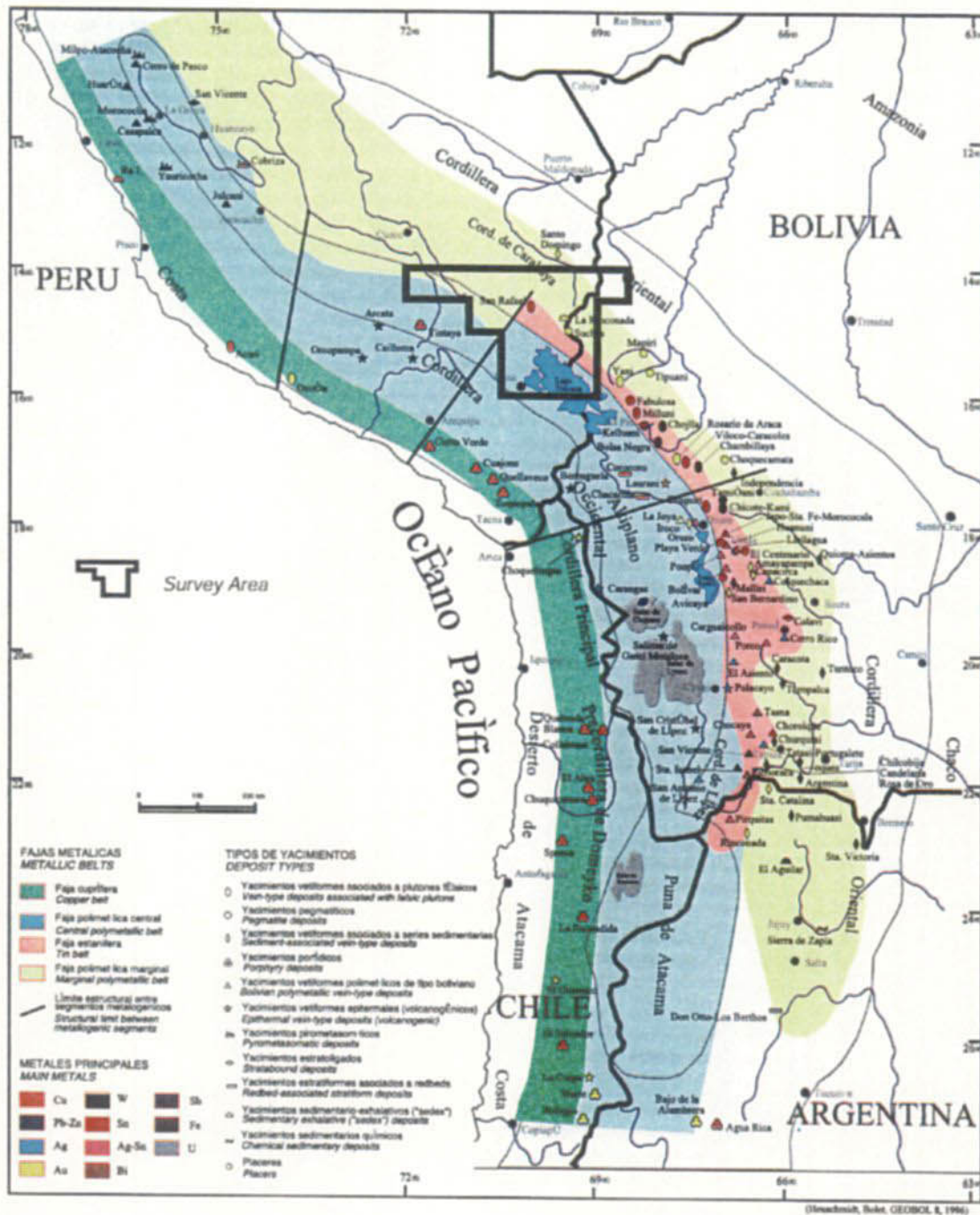
本地域の鉱化作用は、古生層中の脈状 Au 鉱床、二疊紀の花崗岩類に伴う Sn-W-Cu 鉱床、三疊紀から白亜紀地層内の Ag-Pb-Cu-Zn 鉱脈及びスカルン鉱床、中新世花崗岩類に関連する Sn-W-Cu-Pb-Zn 鉱脈鉱床に大きく分けられる。また東部山脈からアマゾン平原にかけて Au 砂鉱床が分布するほか中新世~鮮新世の火山碎屑岩に関連するウラニウム鉱化が知られている。

稼行中の鉱山としては、San Rafael (Sn ; 鉱脈、第 5 図 No.148) が著名である。その他には Palca 11 (W ; 鉱脈、同 No.300)、La Rinconada (Au ; 鉱脈、同 No.283) の 2 鉱山のみがある。主な休止鉱山あるいは鉱徴地としては、Quenamari (多金属 ; 鉱脈、同 No.118)、Casa de Plata (鉛・銀 ; 鉱脈、同 No.144)、Cerro de Inca No.28 (鉛・銀 ; マント、同 No.131)、Esperanza de Potoni (鉛・銀 ; 鉱脈、同 No.108)、Marcia (多金属 ; 鉱脈、同 No.279)、Nicaragua (鉛・銀 ; 鉱脈、同 No.184)、Nilda (鉛・亜鉛 ; 脈状、同 No.261)、Sarita (銅・銀・モリブデン・タンクステン・錫 ; 脈状、同 No.187)、Tres Marias I,II (銅・銀 ; 鉱脈、同 No.114) などがある。

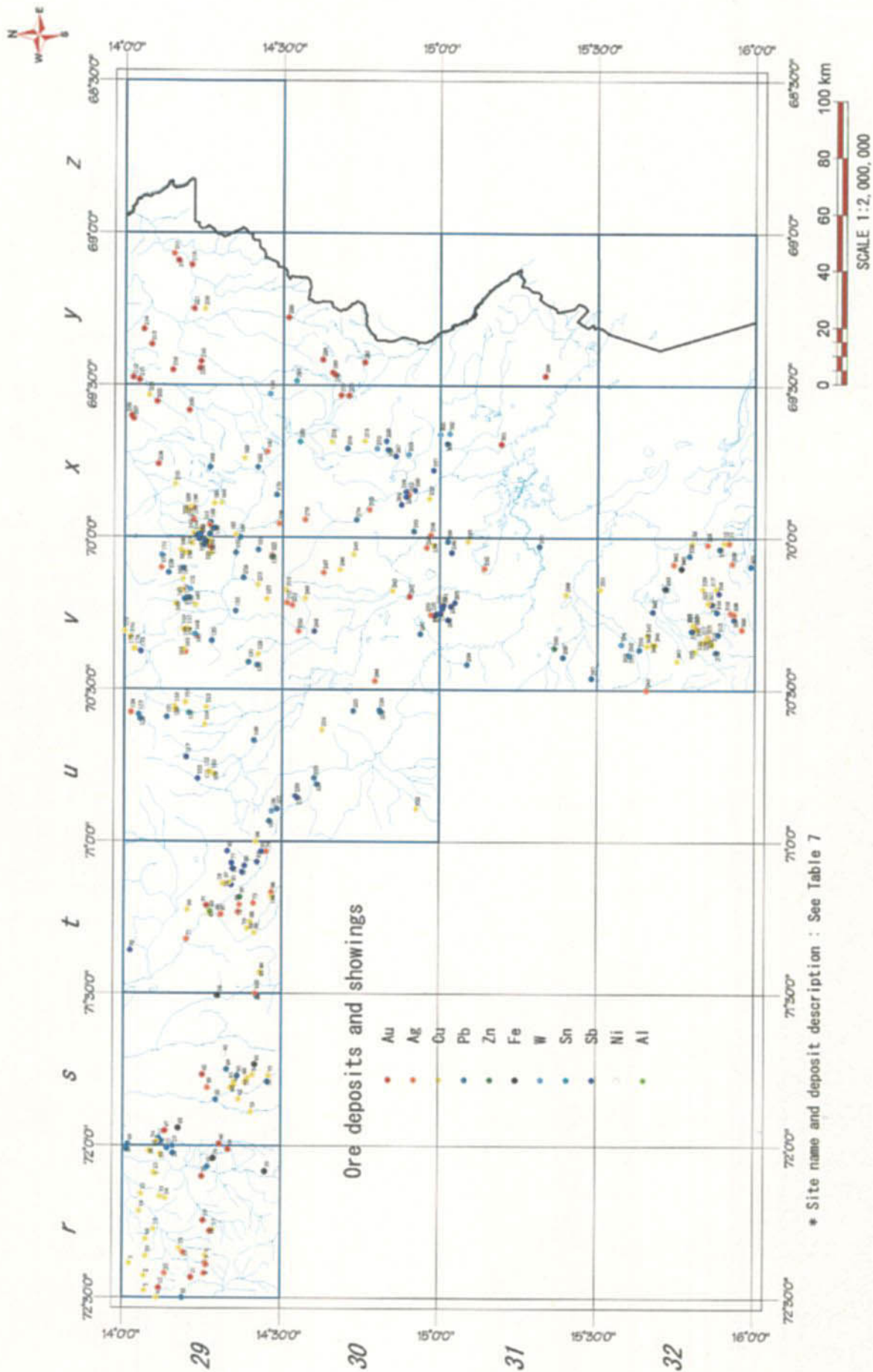
これらの鉱床はいずれも調査地域北部中央部に始まり、南東に向かってボリビアに至る錫鉱化帯に分布する。

時 界	地 層	岩 層	貫入岩 (年代)	備 考	鉱化作用	
新生界	第四系	砂礫				
	古第三系 - 新第三系	Azangaro 層	砂岩、シルト岩	新生界貫入岩		Au (砂鉱) U (網状鉱脈) Sn-W-Cu-Pb-Zn (鉱脈)
		Barroso 層群	溶岩、溶結凝灰岩			
		Quenamari 層	溶結凝灰岩			
		Senca 層群	凝灰岩			
		Palca 層群	溶結凝灰岩			
	Tacaza 層	砂岩、礫岩、凝灰質				
	古第三系	Puno 層群	頁岩、礫岩			
		Moho 層群	砂岩、礫岩			
	白堊系	Munani 層	砂岩、礫岩			Ag-Pb-Zn-Cu (鉱脈)
Vilquechico 層		頁岩、シルト岩、石灰岩				
Cotacuchos 層		砂岩、礫岩				
Huancane 層		砂岩				
中生界	Muni 層	泥岩				
	白堊系 - ジュラ系	Yura 層群	砂岩、頁岩、石灰岩			
		三畳系			Coasad 岩体 (238Ma)	
	上部			Huisaroque 岩体 (238Ma)	Tarma Copacabanaに貫入	Sn-W-Cu-Mo (鉱脈、スカム、グライゼン)
	中部			Limbani 岩体 (230Ma)	Chagrapi層に貫入	
	下部		Utccuccacca 花崗岩 (? Ma)	Ananea層に接触変成		
	二畳系	Iscaj 層群	溶岩、凝灰岩			
		Mitu 層群	砂岩			
	石炭系	Copacabana 層群	石灰岩			
		Tarma 層群	砂岩、石灰岩			
Ambo 層群		砂岩				
古生界	シルル系 - 子ボン系	Lampa 層	砂岩			
		Chagrapi 層	シルト岩、頁岩			
		Cabanillas 層群	砂岩、珪岩			
		Ananea 層	シルト岩、頁岩			
		Calapuja 層	頁岩、砂岩			
オルドビス系	上部	Sandia 層	珪岩、粘板岩		Au(鉱脈、マント)	
	下部	San Jose 層群	粘板岩、珪岩			

第3図 模式地質層序図



第4図 中央アンデスの鉱床区 (after Heuschmidt 1995)



第 5 図 既知鉛、鋅、銅地分布図

第 II 部 各 論

第1章 衛星画像解析

1-1 解析の目的

JERS-1 SAR 画像及び LANDSAT TM 画像を用いた判読作業により地質単元区分図及びリニアメント図を作成して広域的な地質構造を把握することにより、調査地域における鉱物資源賦存ポテンシャル評価のための基礎資料を提供することを目的とする。作成した判読図は、緯度・経度とも 30 分幅を 1 図画とする Instituto Geográfico Nacional（ベル国土地理院、以下 IGN という）10 万分の 1 地形図の 29-r, s, t, u, v, x, y, z、30-u, v, x, y、31-v, x, y、32-v, x, y の 18 図画である。

1-2 画像処理

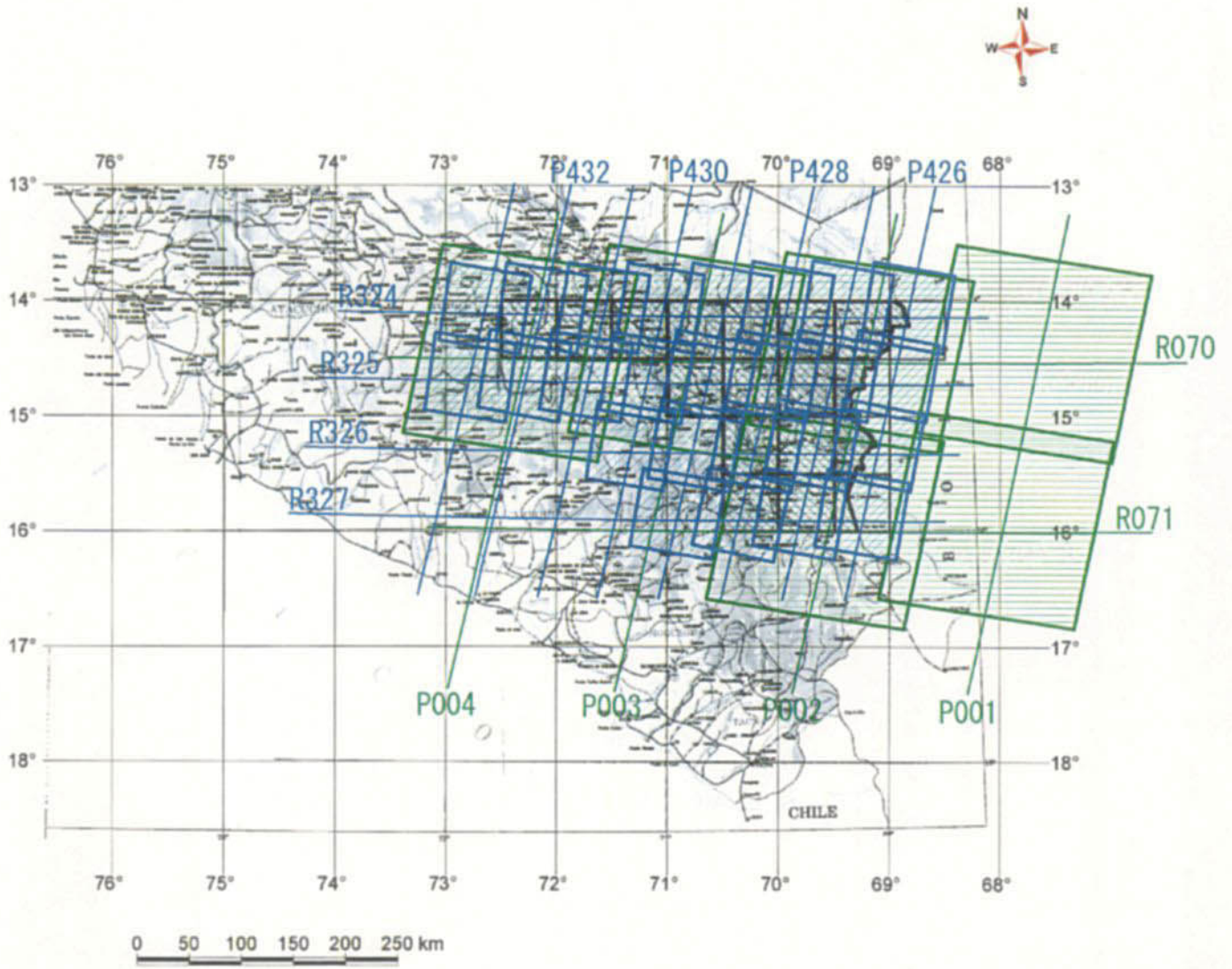
1-2-1 使用データ




衛星画像解析に使用した JERS-1 SAR データ 25 シーン及び LANDSAT TM データ 6 シーンを第 6 図及び第 5 表に示す。

1-2-2 JERS-1 SAR 画像作成手順

以下の手順に従い、判読用画像 18 枚を作成した。

1. データの読込：資源・環境観測解析センター（ERSDAC）から提供された JERS-1 SAR データが納められた 8mm 磁気テープから技術計算用ワークステーション（EWS）に接続されたハードディスク（HD）に全データを転送した。
2. ファイル変換：転送されたファイルに含まれる画像データをカナダ PCI 社製の画像処理ソフトウェア PCI/EASI-PACE の標準画像データベース・フォーマット（PCIDSK 形式）に変換した。
3. ビット数変換：16 ビット画像データを 8 ビット画像データに変換した。
4. 正規化：ビット数変換と同時に輝度値ヒストグラムを正規化した。
5. 画像回転：画像データを時計回りに 90 度回転した。
6. アンテナパターン再補正：JERS-1 SAR データのアンテナパターン特性（補正のかけすぎにより、ニアレンジが暗くなりファーレンジが明るくなる現象）を再補正するため、各シーンのアジマス方向の平均値を求め、平均値で各ピクセルの値を除算した。
7. 座標値の付与：各シーンの画像四隅の UTM 座標をヘッダー情報から読み取り画像データに付与した。
8. モザイク用画像データベースの作成：モザイク画像を作成するための、UTM 座標系を持つ PCIDSK を作成した。
9. 中心画像の張り付け：調査地域の中心に最も近いシーンをモザイク用画像データベースに



-  Survey Area
-  LANDSAT TM/ETM+
-  JERS-1 SAR

第 6 図 衛星画像解析範囲図

第5表 使用衛星画像データ

JERS-1 SAR DATA

	Path	Row	Date	Level
1	426	324	1995/10/31	2.1
2	426	325	1994/07/04	2.1
3	426	326	1994/07/04	2.1
4	426	327	1994/07/04	2.1
5	427	324	1992/07/31	2.1
6	427	325	1994/05/22	2.1
7	427	326	1996/01/28	2.1
8	427	327	1994/05/22	2.1
9	428	324	1992/08/01	2.1
10	428	325	1996/06/09	2.1
11	428	326	1996/06/09	2.1
12	428	327	1994/07/06	2.1
13	429	324	1996/12/03	2.1
14	429	325	1994/05/24	2.1
15	429	326	1996/12/03	2.1
16	429	327	1994/05/24	2.1
17	430	324	1992/08/03	2.1
18	430	325	1996/12/04	2.1
19	430	326	1992/08/03	2.1
20	431	324	1994/04/12	2.1
21	431	325	1996/12/05	2.1
22	432	324	1997/07/14	2.1
23	432	325	1997/07/14	2.1
24	433	324	1997/01/20	2.1
25	433	325	1997/01/20	2.1

LANDSAT DATA

	Path	Row	Date	Sensor
1	001	070	2000/07/28	ETM+
2	001	071	2000/05/25	ETM+
3	002	070	1990/09/21	TM
4	002	071	2000/09/05	ETM+
5	003	070	2000/06/24	ETM+
6	004	070	2000/08/02	ETM+

張り付ける。この時の張り付け位置はヘッダーの位置情報による。

10. モザイク：中心画像に隣接する画像から順次モザイクを実施した。この時、画像の重複部分でタイポイントを数十点設定し、画像間のズレが1ピクセル未満になるよう幾何補正をかける。同時に画像間に輝度差が生じないように輝度を調整した。
11. スペックルノイズの低減：Enhanced Lee フィルター (5×5) を適用し、スペックルノイズを低減させた。
12. ファイル変換：PCIDSK ファイルから TIFF 形式画像ファイルに変換の後、米国 Microimages 社製の統合型 GIS ソフトウェア TNTmips のデータ形式 (.rvc) に画像データをインポートした。
13. 地図投影：TNTmips の地図投影機能を用いて、インポートした画像データを地図投影した。この際、川の合流点や都市などのランドマークをコントロール・ポイントとして、IGN 発行の 10 万分の 1 地形図のスキャン画像を参照画像として用いた。地図投影法は UTM (zone=19)、地球楕円体モデルは 1956 Venezuela とした。
14. 図画毎の画像切り出し：地図投影データに基づき、調査範囲の図画毎のサブシーン画像 18 枚を作成した。
15. アノテーションの付与：それぞれのサブシーン画像に座標、スケール、図画名等のアノテーションを付与した。
16. ファイル形式の変換：出力機器に合わせて画像ファイルの形式を .rvc から TIFF 形式に変更した。
17. 画像解像度の変更：300dpi、縮尺 20 万分の 1 で出力するため、それぞれのサブシーン画像の解像度を調整した。この結果、画像の空間分解能は約 16.9 m/pix に変更された。
18. ハードコピー出力：デジタルフォトプリンター (ライトジェット 5000) により、各サブシーン画像を 2 枚ずつ、合計 36 枚の画像を 20 万分の 1 で出力した。作成した JERS-1 SAR モザイク画像を第 7 図に、同サブシーン画像の一部を第 12-1 図 (29-r 図画) 及び第 13-1 図 (29-s 図画) に示す。

1-2-3 LANDSAT TM カラー合成画像作成手順

以下の手順に従い、判読用画像 18 枚を作成した。

1. データの読込及びファイル変換：リモートセンシング技術センター (RESTEC) から購入した LANDSAT TM データ CD から技術計算用ワークステーション (EWS) に接続されたハードディスク (HD) にデータを転送した。この際、画像データの形式を PCIDSK に変換し、使用するシーン毎に 6 つの PCIDSK を作成した。転送したデータは熱赤外域バンド (band6) を除くバンド 1, 2, 3, 4, 5, 7 の各バンドのデータである。
2. 座標値の付与：各シーンの画像四隅の UTM 座標をヘッダー情報から読み取り画像データ

に付与した。

3. モザイク用画像データベースの作成：モザイク画像を作成するための、UTM 座標系を持つ PCIDSK を作成した。
4. 中心画像の張り付け：調査地域の中心に最も近いシーンをモザイク用画像データベースに張り付ける。この時の張り付け位置はヘッダーの位置情報による。
5. モザイク：中心画像に隣接する画像から順次モザイクを実施した。この時、画像の重複部分でタイポイントを数十点設定し、画像間のズレが 1 ピクセル未満になるよう幾何補正をかける。同時に画像間に輝度差が生じないようにバンド毎に輝度を調整した。
6. 輝度強調：モザイク済みのバンド 1, 4, 5 のそれぞれについて、ヒストグラム標準化処理を行い、輝度を強調した。
7. エッジ強調：ラプラシアン・フィルタ処理によりエッジを強調した。
8. ファイル変換：PCIDSK 形式から TIFF 形式に変換の後、.rvc 形式に変換した。
9. 地図投影：TNTmips の地図投影機能を用いて、インポートした画像データを地図投影した。この際、川の合流点や都市などをコントロール・ポイントとして、IGN 発行の 10 万分の 1 地形図のスキャン画像を参照画像として用いた。地図投影法は UTM (zone=19)、地球楕円体モデルは 1956 Venezuela とした。
10. 図画毎の画像切り出し：地図投影データに基づき、調査範囲の図画毎のサブシーン画像 18 枚を作成した。この時、バンド 1, 4, 5 をそれぞれ青、緑、赤に配色した。
11. アノテーションの付与：それぞれのサブシーン画像に座標、スケール、図画名等のアノテーションを付与した。
12. ファイル形式の変換：出力機器に合わせて画像ファイルの形式を.rvc から TIFF 形式に変更した。
13. 画像解像度の変更：300dpi、縮尺 20 万分の 1 で出力するため、それぞれのサブシーン画像の解像度を調整した。この結果、画像の空間分解能は約 16.9m/pix に変更された。
14. ハードコピー出力：デジタルフォトプリンター（ライトジェット 5000）により、各サブシーン画像を 2 枚ずつ、合計 36 枚の画像を 20 万分の 1 で出力した。作成した LANDSAT TM モザイク画像を第 8 図に、同サブシーン画像の一部を第 12-2 図（29-r 図画）及び第 13-2 図（29-s 図画）に示す。

1-2-4 LANDSAT TM 比演算画像作成手順

以下の手順に従い、比演算画像 18 枚を作成した。

1. マスクの作成：植生、水域+影+ブランク、雲+雪+沖積層に相当するマスクを作成した。各マスクの閾値は下記のとおりである。

植生：NDVI > 0.1

$$\text{NDVI (Normalised Differential Vegetation Index)} = (\text{Band4} - \text{Band3}) / (\text{Band4} + \text{Band3})$$

水域、影及びブランク：Band5 < 42

雲、雪、沖積層：Band1 > 120

2. 比演算：上記マスクに含まれない画素を用いて、酸化鉄帯の抽出を目的としたバンド (2-1) / (2+1) (以下、R21 と表記) 及び粘土化帯の抽出を目的としたバンド (5-7) / (5+7) (以下、R57 と表記) を計算し、それぞれを 32 ビット (実数) に書き出した。
3. アノマリー抽出：2つの比演算結果について単純統計値を計算し、平均値+標準偏差 (1σ) 及び平均値+2×標準偏差 (2σ) を算出した。それぞれの統計値は下表のとおりである。

	平均	標準偏差	1σ	2σ
R21	-0.563138	0.308633	-0.254505	0.054128
R57	-0.200122	0.646497	0.446375	1.092872

ここで、R21 については 1σ および 2σ を閾値としてアノマリーを抽出した。R57 については 2σ が最大値 (=1) を超えるため、1σ 及び 1.5σ (=0.7696235) を閾値としてアノマリーを抽出した。

4. 画像合成：抽出したアノマリー領域をバンド 5 モノクロ画像に合成表示した。この時、2σ 以上 (R57 は 1.5σ 以上) を赤、1σ 以上を黄色で表示した。
5. 図画毎の画像切り出し：地図投影データに基づき、調査範囲の図画毎のサブシーン画像 18 枚を作成した。
6. アノテーションの付与：それぞれのサブシーン画像に座標、スケール、図画名等のアノテーションを付与した。
7. ファイル形式の変換：出力機器に合わせて画像ファイルの形式を.rvc から TIFF 形式に変更した。
8. 画像解像度の変更：300dpi、縮尺 20 万分の 1 で出力するため、それぞれのサブシーン画像の解像度を調整した。この結果、画像の空間分解能は約 16.9m/pix に変更された。
9. ハードコピー出力：デジタルフォトプリンター (ライトジェット 5000) により、各サブシーン画像を 2 枚ずつ、合計 36 枚の画像を 20 万分の 1 で出力した。

1-2-5 比演算処理結果 (第 9-1 図及び第 9-2 図)

(1) R21 (酸化鉄指標)

調査範囲において、2σ 以上のアノマリーは北部の 29-u 図画北端にわずかに抽出された。アノマリーは第三紀貫入岩 (t) とその周囲の第三紀火山噴出物 (N) および上部白亜系 (K2) 中に点在する。

1 σ 以上のアノマリーは、①調査地域北西部（29-r 及び 29-s 図画）、②中央北部から南東のチカカ湖北岸にかけてのゾーン及び、③地域北部の 29-u 及び 29-r 図画に主に抽出された。これらの内、②及び③は NW-SE 方向に配列する傾向が認められる。①のアノマリーは 29-r から 29-s にかけて広く分布する t とその周囲に分布する傾向が認められる。②はシルル～デボン系（SD）、石炭系（C）とその周囲に分布する第四系（Q）中に分布する傾向があり、層準規制されていると考えられる。③は小規模な t 岩体とその周囲の堆積岩類（SD、C、CP など）に分布する傾向がある。

分布傾向から判断すると、①及び③は火成活動に関連した熱水変質帯の存在を示している可能性があると考えられる。一方②は堆積岩の岩相を反映したアノマリーである可能性がある。

(2) R57（粘土鉱物指標）

1.5 σ 以上のアノマリーは調査範囲においてほとんど抽出されなかった。

1 σ 以上のアノマリーは主に調査地域南部の 32-v,x,y 図画中に分布する。アノマリーはほとんど第四系（Q）中に抽出されており、風化生成物としての粘土鉱物がアノマリーとして抽出されたものと考えられる。

1-3 画像判読

1-3-1 作業方法

作成した縮尺 20 万分の 1 SAR 画像及び TM カラー合成画像の出力画像を用いて判読作業を実施した。判読結果をデジタル化し、米国 ESRI 社製の GIS ソフトウェア ArcInfo に互換の GIS データに変換した。作業は以下の方法により実施した。

1. 地質単元区分：地表テクスチャーの違い及び地形的特徴に基づき、地質単元を区分した。同時に、各地質単元の写真地質学的特徴と既存地質図との対比を一覧表にまとめた。地質単元区分には INGEMMET（1995）によるペルー全土の 200 万分の 1 地質図及び各図画毎の 10 万分の 1 既存地質図を参考資料とした。
2. リニアメント及び地質構造判読：微地形等を考慮し、断層・リニアメント及び褶曲構造等の地質構造要素を抽出した。
3. デジタル化：手書きの地質単元区分図及びリニアメント図をスキャニングしてラスターデータとしてコンピューターに取り込んだ後、ラスター／ベクター変換によりベクターデータを作成した。ベクターデータに含まれる面及び線をコンピューター画面上で手動で修正した上で、それぞれの図形に単元名、構造名等の属性を付与した。これら一連の作業には TNTmips を使用した。
4. GIS データセット作成：INGEMMET から提供された Arc/Info のカヴァレッジと呼ばれる

形式の地勢情報（水系、湖、道路、集落、国境等）を.rvc ファイルのベクターオブジェクトに変換し、判読結果と重ね合わせた後、凡例、縮尺、図画番号・名称等のアノテーションを付加して縮尺 20 万分の 1 で出力した。出力図面は、地質単元区分図とリニアメント図の 2 種類とした。 .rvc ファイルに含まれる、地質単元境界、断層・地質構造、リニアメントのそれぞれのベクターデータから、Arc/Info カヴァレッジ形式のファイルを作成し、それらを成果品とした。

1-3-2 地質単元区分結果

判読作業は、INGEMMET (1999) 「501 Cuadrangulos Geologicos Digitales de la Varta Nacional 1960-1999」および INGEMMET (1995) 「MAP GEOLOGICO DEL PERU 1:2,000,000」を参考として実施した。

判読した地質単元の一覧は第 6 表に示した。本表では「GEOLOGICAL CORRELATION」として INGEMMET (1999) および INGEMMET (1995) の地質単元との対比を示した。INGEMMET (1999) との対比については、主要な地層についてのみ第 6 表に示した。

本判読では、調査地域を下記に記す全 16 の地質単元に分類した。（第 10 図参照）

第四系として「Q」、古第三系～第四系（更新統）として「N」、「P」、「NQ1」および「NQ2」、白亜系として「K1」および「K2」、ジュラ系として「J」、石炭系～二畳系として「C」、「CP」、シルル系～デボン系として「SD」、オルドビス系として「O1」、「O2」さらに貫入岩類として「t」、「k」および「pm」に区分した。

第四系「Q」はチチカカ湖北西部に広く分布し、また河川や湖に沿って分布している。

判読範囲には南西から北東に向かって白亜系（K1、K2）、石炭系～二畳系（C、CP）、シルル系～デボン系（SD）、オルドビス系（O1、O2）の順で概ね分布している。ただし、チチカカ湖から西北西方向にのびるゾーンは大局的には背斜あるいは構造の高まりを成しており、軸部には西北西部でシルル系～デボン系（SD）が東南東部ではオルドビス系下部（O1）が分布している。判読範囲のチチカカ湖から西北西方向にのびるゾーンの南西側には古第三系～第四系の NQ1/NQ2、N および P が分布し主として白亜系（K1、K2）を覆っている。ジュラ系～白亜系下部（J）は西端部（28-u 図画）および南西端部（32-v 図画）において古第三系～第四系に覆われて白亜系の下位に分布している。上記ゾーン以東にはジュラ系～白亜系下部（J）は分布していない。

各地質単元の特徴について以下に述べる。

(1) 単元 Q

チチカカ湖北西部に広く分布し、また河川や湖に沿って分布している。これらは河川堆積

物、沖積層、湖沼堆積物であり、淡褐色を呈し肌理は滑らかで平坦である。山地では崖錐性堆積物、モレーン等の氷成堆積物として分布している。これらは淡褐色を呈し肌理は細～中である。図画 30-x 北東部および図画 30-y にはモレーンが広く分布している。

(2) 単元 NQ2

チチカカ湖北西部の河川流域、主に図画 30-u、図画 31-v、図画 32-v に比較的広く分布している。全体的には褐色～淡褐色を呈し、水系密度は低い。肌理は図画 30-u に分布するものは粗であるが、他の地域では中～細であった。鮮新統～更新統の礫層からなる **Azangaro** 層に相当する。

(3) 単元 NQ1

図画 29-r、図画 29-s、図画 32-v および図画 32-x に比較的広い分布が認められる。暗褐色～褐色あるいは青灰色を呈している。肌理は細～中で、水系密度は低～中である。侵食抵抗は比較的高い。全体的にはほぼ水平に近い分布を示し顕著な構造は認められない。鮮新世～更新世の火山噴出物である **Barroso** 層群に相当する。

(4) 単元 N

図画 29-u 北部、図画 30-x の河川沿い等に広く分布している。淡褐色～褐色あるいは褐灰色を呈している。肌理は細～中で、水系密度は中である。全体的にはほぼ水平に近い分布を示し顕著な構造は認められない。新第三紀火山噴出物の **Mouse** 層群、**Sillapaca** 層群、**Palca** 層群および **Tacaza** 層群等に相当する。

(5) 単元 P

チチカカ湖北西部の河川流域およびその西部に分布し、淡褐色を呈している。肌理は細～中で、**pinnate**、**sub-parallel** の水系が多く認められるところもある。チチカカ湖北西部の河川流域ではベディングトレースが顕著で褶曲していることが多いが、その西側では顕著なベディングトレースおよび褶曲は認められない。古第三紀の堆積岩類の **Puno** 層群に相当する。単元 **K1** およびそれより下位の単元を不整合で覆っている。

(6) 単元 K2

判読範囲の北東部および南部を除く多くの図画で確認できる。暗褐色～褐色を呈している。肌理は細～中、水系密度は低～中、侵食抵抗度は低～中である。北東部ではベディングトレースが顕著に認められるところが多い。単元 **K1** を伴い、波長の短い褶曲を多く形成している。

白亜紀後期の堆積岩類である **Arenisca Muriani** 累層、**Vilquechico** 累層、**Arenisca Cotacucho** 累層、**Moho** 累層等に相当する。

(7) 単元 K1

判読範囲の北東部を除く多くの図画で確認できる。褐色～灰褐色を呈している。肌理は中～粗、水系密度は中、侵食抵抗度は中～高である。北東部ではベディングトレースが顕著に

認められるところが多い。単元 K2 を伴い、波長の短い褶曲を多く形成している。白亜紀前期の堆積岩類である Huancane 累層、Muni 累層、Capachica 累層、Ayavacas 累層、Sipin 類層、Angostura 累層に相当する。

(8) 単元 J

本単元の分布は図画 29-r および図画 32-v に限られている。暗褐色～褐色を呈している。肌理は細～中、水系密度は中、侵食抵抗度は中である。ベディングトレースは少量認められるところがある。ジュラ紀～白亜紀前期の堆積岩類に相当する。図画 29-r では Yura 層群に、図画 32-v では Lagunillas 層群に相当する。

(9) 単元 CP

本単元は主として図画 29-t、図画 29-u、図画 29-v、図画 29-x、図画 30-x および図画 30-y で広く分布している。淡褐色～褐色を呈している。肌理は細～中、水系密度は低～中、侵食抵抗度は低～中である。ベディングトレースはわずかに認められる程度である。単元 C を伴い、波長の短い褶曲を多く形成している。石炭紀～二畳紀の火山噴出物である Iscay 層群等に相当する。

(10) 単元 C

本単元は主として図画 29-u、図画 29-v、図画 29-x、図画 30-x および図画 30-y に広く分布している。淡褐色～褐色を呈している。肌理は細～中、水系密度は低、侵食抵抗度は低～中である。ベディングトレースはほとんど認められない。単元 CP を伴い、波長の短い褶曲を多く形成している。石炭紀前期の堆積岩類である Ambo 層群に相当する。

(11) 単元 SD

本単元は判読範囲の西部を除く多くの図画で確認された。淡褐色～褐色あるいは灰色～褐灰色を呈している。肌理は中～粗、水系密度は中で Rectangular の水系が多く認められる。侵食抵抗度は中～高であり、急峻な地形を形成している。ベディングトレースはわずかに認められる程度である。全体的に褶曲構造が多く認められる。図画 29-t および図画 29-u では背斜軸の軸部を構成している。北東部の図画 29-x、図画 29-y、図画 29-z では波長の短い褶曲が発達している。シルル紀～デボン紀の堆積岩類である Ananea 類層、Lampa 累層、Cabanillas 層群等に相当する。

(12) 単元 O2

本単元は図画 29-x、図画 29-y、図画 29-z および図画 30-y で確認された。淡褐色～褐色を呈している。肌理は中、水系密度は低～中であるが trellis の水系が特徴的である。侵食抵抗度は中～高であり、急峻な地形を形成している。ベディングトレースはほとんど認められない。全体的に波長の短い褶曲を形成している。オルドビス紀後期の堆積岩類である Sandla 累層等に相当する。

(13) 単元 O1

判読範囲で確認された単元のうち最下位層に相当する。本単元は主に、判読範囲北東部の図画 29-x、図画 29-y およびチチカカ湖北西部の河川流域の図画 30-u および図画 31-v で確認された。淡褐色～褐色を呈している。肌理は中、水系密度は低～中であるが Rectangular および trellis の水系が特徴的である。侵食抵抗度は中～高であり、急峻な地形を形成している。ベディングトレースはほとんど認められない。図画 29-x、図画 29-y では波長の短い褶曲を形成している。オルドビス紀前期の堆積岩類である San Jose 層群、Calapuja 累層等に相当する。

(14) 単元 t

主に図画 29-r および図画 29-s に広く分布している。暗褐色～褐色を呈している。肌理は中～粗、水系密度は中～高である。侵食抵抗度は低～高と場所によって異なっている。第三紀貫入岩類に相当する。

(15) 単元 k

図画 30-u の南西部に小規模に分布するのみである。暗褐色～褐色を呈している。肌理は細～中、水系密度は低～中である。侵食抵抗度は中である。白亜紀貫入岩類に相当する。

(16) 単元 pm

主に図画 29-v の北東部から図画 29-x にかけて比較的広く分布している。褐色を呈している。肌理は中～粗、水系密度は中である。侵食抵抗度は中～高である。二疊紀貫入岩類に相当する。

各図画の判読結果について以下に述べる。

(1) 29-r (第 12-1、12-2、12-3 及び 12-4 図参照)

本図画には中央部から北東部にかけてジュラ系～白亜系下部 (J) および白亜系上部 (K2) が分布している。両者にはベディングトレースが少量認められ、これらによると北東部では東西走向、中央部では北北西走向である。J と K2 は一部で西北西走向の断層により接している。第三紀貫入岩類 (t) がこれらに貫入しており、特に北西部と南東部で広く分布している。南部では J および K2 を覆って古第三系 (P) が分布し、南西部ではこれらを覆って鮮新統～更新統 (NQ1) が広く分布している。NQ1 は、河川に沿った小高い所に多く認められ、ほぼ水平に近い分布を示している。

酸化鉄指標アノマリーは主に図画南東部の t 岩体の周辺及び NQ1 中に抽出された。なお、当図画中に粘土鉱物指標アノマリーは抽出されなかった。

本図画の地形は起伏に富み、谷部分と尾根部分の標高差は 2,000m に達する。そのため、SAR 画像ではフォアショートの影響が大きく、山頂部は最大で約 1.5km 東側に位置がずれている。SAR 画像の判読結果は、地形的特徴に基づいて手作業により位置を補正した

上で解析に用いた。

(2) 29-s (第 13-1、13-2、13-3 及び 13-4 図参照)

本図画の西部では第三紀貫入岩類 (t) が広く分布し、白亜系上部 (K2) がその中に点在している。t の東縁に沿っては、白亜系下部 (K1) および K2 が分布し、その東側には古第三系 (P) が分布している。さらに、その東、図画北東端部では K2 が分布しており、P および K2 は北北西にのびた開いた向斜構造を形成している。P 分布域東部ではベディングトレースが確認され、西南西方向の傾斜が確認できた。図画北東部では、これらを覆って鮮新統～更新統 (NQ1) が分布している。

酸化鉄指標アノマリーは主に図画中央部付近の t 岩体縁辺付近に抽出された。粘土鉱物指標アノマリーは抽出されなかった。

本図画においても、地形は起伏に富み、SAR 画像ではフォアショートニングの影響が大きいため、判読結果は地形的特徴に基づいて手作業により位置を補正した上で解析に用いる必要があった。

(3) 29-t

本図画は大局的には西北西～北北西方向にのびた 2 つの向斜構造とそれらに挟まれた背斜構造をなしている。北東側の向斜構造は軸部に白亜系上部 (K2) が分布し、両翼に向かって白亜系下部 (K1)、石炭系～二畳系 (CP)、シルル系～デボン系 (SD) が分布している。K2 および K1 分布域には波長が短い褶曲が非常に発達しており、INGEMMET (1999) によると転倒褶曲が発達している。南西側に分布する SD は、北西方向にのびる背斜構造の軸部に相当している。その南西側に北北西方向にのびる向斜構造が分布しており、軸部には古第三系 (P) が分布し両翼に向かって K2、K1、CP が分布している。P にはベディングトレースが顕著に認められ向斜構造を確認することができる。さらにその南西側には、主に断層を境にして P が分布している。

(4) 29-u

本図画は大局的には西北西方向の向斜構造とその南西側に分布する背斜構造をなしている。これらの構造は図画 29-t から連続している。図画のほぼ中央を横切る西北西方向の向斜構造の軸部は白亜系下部 (K1) および白亜系上部 (K2) が分布し、波長が短い褶曲が非常に発達している。INGEMMET (1999) によると転倒褶曲が発達している。K2 にはベディングトレースが比較的多く認められ、これらの構造の一部を確認することができる。これらの南西側には西北西方向にのびる背斜構造があり、軸部にシルル系～デボン系 (SD) が、両翼に石炭系～二畳系 (CP) が分布している。向斜構造の北東翼側は、北東に向かって石炭系下部 (C)、CP、SD の順で概ね分布しているが、この C および CP 分布域でも比較的波長の短い褶曲構造が多く認められる。図画北部は新第三系 (N) に覆われている。N は水平に近い分布をしている。

(5) 29-v

本図画には石炭系下部 (C) および石炭系～二畳系 (CP) が広く分布しており、比較的波長の短い褶曲構造が発達している。褶曲の走向は多くは北西方向であるが、北東方向のものも多く認められる。INGEMMET (1999) によると転倒褶曲も分布している。C および CP 分布地ではベディングトレースがほとんど認められないが、一部で確認することはできる。図画南西部には白亜系下部 (K1) および白亜系上部 (K2) が分布しており、これらも波長が短い褶曲を多く形成している。ここではベディングトレースが比較的多く認められ、これらの構造の一部を確認することができる。図画の北東部では二畳紀貫入岩類 (pm) が分布している。

(6) 29-x

本図画では、概ね北西走向で北東から南西に向かって新しい地層が分布している。分布する主な地層は下位からオルドビス系下部 (O1)、オルドビス系上部 (O2)、シルル系～デボン系 (SD)、石炭系下部 (C) および石炭系～二畳系 (CP) である。これらの単位には波長の短い褶曲構造が多く認められ、INGEMMET (1999) によると転倒褶曲も分布している。また、O1 と O2、O2 と SD は北西走向の断層で接しており、これらは衝上断層と推定される。SD およびそれより下位の地層は、侵食抵抗度が高く比較的急峻な地形を形成している。C より下位の地層は二畳紀貫入岩 (pm) に貫入されている。図画北東部には河川沿いに第四系 (Q) が分布し、さらにその周辺に新第三系 (N) が分布している。これらの地層には顕著な褶曲構造は認められていない。

(7) 29-y

図画の南東端部はボリビア領である。本図画に分布する地層は概ね北西走向であり、北東部はオルドビス系上部 (O2) が、中央部ではオルドビス系下部 (O1) が南西部には O2 およびシルル系～デボン系 (SD) が主に分布している。北東部および中部は植生に覆われている。INGEMMET (1999) によると、これらの地層には波長の短い褶曲構造が多く認められ、一部では転倒褶曲も分布している。顕著なベディングトレースなどは認められていないが、地層の分布からこれらの褶曲構造を確認することができる。これらの地層は侵食抵抗度が高く比較的急峻な地形を形成している。また Rectangular あるいは Trellis の水系も多く認められる。

(8) 29-z

本図画は植生地域であり、北西部を除く大部分がボリビア領である。本図画にはオルドビス系上部 (O2) およびシルル系～デボン系 (SD) が分布している。INGEMMET (1999) によると、これらの地層には波長の短い褶曲構造が多く認められている。顕著なベディングトレースなどは認められていないが、SD の分布域が向斜の軸部に相当しており、この分布から褶曲構造を確認することができる。

(9) 30-u

本図画の中央部には南東方向に向かって SANTA ROSA 川が流れており、この周辺は広く第四系 (Q) で覆われている。この流域周辺には古第三系 (P) および新第三系 (N) が点在し、流域北部では鮮新統～更新統 (NQ2) の分布も認められる。図画の南部および西部には白亜系下部 (K1) およびこれを覆って古第三系 (P)、N が分布している。INGEMMET (1999) によると、K1 には褶曲構造が認められている。この構造は画像では分布域が小規模であり不明瞭である。P には一部でベディングトレースが多く認められ、北北西走向で西に傾斜しているのが確認できる。SANTA ROSA 川流域より北東側では、北北西の走向で北東に向かってオルドビス系下部 (O1)、シルル系～デボン系 (SD)、K1 および白亜系上部 (K2) の順で概ね分布している。

(10) 30-v

本図画では、北西の走向で北東に向かってシルル系～デボン系 (SD)、石炭系下部 (C)、白亜系下部 (K1) および白亜系上部 (K2) の順で概ね分布している。K1 および K2 は図画中部～南東部にかけて広く分布し、INGEMMET (1999) によると、波長の短い褶曲構造が認められ、転倒褶曲も多く認められている。K1 および K2 にはベディングトレースが多く認められ、この褶曲構造の一部を確認することができる。南西端部の河川流域には古第三系 (P) が分布している。

(11) 30-x

本図画では、北西走向で南西から北東に向かって白亜系下部 (K1) および白亜系上部 (K2)、石炭系下部 (C) および石炭系～二畳系 (CP)、シルル系～デボン系 (SD) の順で概ね分布している。図画中央部では K2 と CP が西北西～北北西方向の断層で接している。南西部に分布する K1 および K2 にはベディングトレースが多く認められている。ここには INGEMMET (1999) によると波長の短い褶曲構造が発達している。C および CP 分布域南東部には南東方向にプランジした向斜構造を形成しており、軸部には K2 が分布している。また、北西部には河川流域に第四系 (Q) が広く分布している。これらは主としてモレーンである。ここにはさらに新第三系 (N) も分布している。

(12) 30-y

本図画の東側半分はボリビア領である。ペルー領内でも半分近くはモレーンを主とした第四系 (Q) で覆われているが、南西から北東に向かって白亜系上部 (K2)、石炭系下部 (C) および石炭系～二畳系 (CP)、シルル系～デボン系 (SD)、オルドビス系上部 (O2) の順で概ね分布し、これらはほぼ北西走向である。SD と O2 は断層で接しているところもある。INGEMMET (1999) によると、これらの地層には波長の短い褶曲構造が多く認められている。SD と O2 は侵食抵抗度が比較的高く急峻な地形を形成している。また、trellis 状の水系

が特徴的である。

(13) 31-v

図画中央部は広く第四系 (Q) に覆われている。ここには、鮮新統～更新統 (NQ2) も比較的広く分布している。図画西部は主にオルドビス系下部 (O1)、シルル系～デボン系 (SD)、石炭系下部 (C)、石炭系～二畳系 (CP)、白亜系下部 (K1) および白亜系上部 (K2) で構成されている。この南部では南東方向にプランジする向斜構造が認められ、軸部には CP が分布している。これらは第三紀貫入岩により貫入され、西端部でさらに新第三系 (N) が覆っている。ここに分布する O1 にはベディングトレースが多く認められている。図画北東部では、北西走向で南東から北西に向かって SD、K1 および K2 が概ね分布している。これらを N および古第三系 (P) が覆っている。ただし、これらの南西側にも、一部断層を境にして K1 が分布している。図画南東部はこの延長部にあたり、主として K1 が分布し、その北東側に SD が接している。

(14) 31-x

図画南部はチチカカ湖が分布している。チチカカ湖の北西部には第四系 (Q) が分布している。その南西部にはほぼ北西走向でシルル系～デボン系 (SD) および古第三系 (P) が分布し、さらにその南西部に白亜系下部 (K1) および白亜系上部 (K2) が分布している。また、チチカカ湖の北東側にはほぼ西北西走向で K1 および K2 が広く分布しており、Q 分布域との境界付近には SD の分布も認められる。すなわち、チチカカ湖およびその北西部近傍に SD が分布し、その北東側および南西側に K1 および K2 が分布している。INGEMMET (1999) によると、K1 および K2 分布域には全体的に褶曲が発達しているが、特にチチカカ湖およびその北西部に広がる第四系の北東縁に沿って分布する K1 および K2 では褶曲構造が発達している。ここではベディングトレースも顕著であり、画像でも褶曲構造の一部を確認することができる。さらに、北西～西北西方向の断層も多く認められ、これらの多くは衝上断層と推定される。

(15) 31-y

本図画の東側半分はボリビア領である。ペルー領内では白亜系下部 (K1) および白亜系上部 (K2) が分布している。概ね西北西走向である。南部ではベディングトレースが比較的多く見られており、衝上断層により K1 および K2 が繰り返し分布している。中部～北部にかけては K2 が広く分布している。ここではベディングトレースが明瞭でなく、顕著な構造は認められなかったが INGEMMET (1999) によると、波長の短い褶曲が多く認められている。

(16) 32-v

図画の中央部から北東にかけては、第四系 (Q) および鮮新統～更新統 (NQ1、NQ2) に広く覆われている。西部には主としてシルル系～デボン系 (SD)、白亜系下部 (K1)、古第三系 (P) が分布している。これらは概ね東西走向であり北から南に向かって上位が重な

っている。ただし、この南部では東西方向で南傾斜の衝上断層により P に K1 が衝上し、さらに K1 にジュラ系～白亜系下部 (J) が衝上している。ここではベディングトレースが不明瞭であるが、INGEMMET (1999) によると、波長の短い東西方向の褶曲が多く認められている。さらにその南側は NQ1 に覆われている。この NQ1 には顕著な構造は認められない。南東部にも NQ1 がほぼ水平に分布している。

(17) 32-x

本図画は大部分がチチカカ湖で占められており、その他の地域も大半は第四系 (Q) で覆われている。主に分布する地質単元は、白亜系下部 (K1) および古第三系 (P) である。P にはベディングトレースが顕著に認められるところがあり、これらは主に北北西走向である。南部ではこれらを新第三系 (N) および鮮新統～更新統 (NQ1) が覆っている。NQ1 はほぼ水平に分布している。

(18) 32-y

本図画の中央～東側半分はボリビア領であり、さらに大部分がチチカカ湖で占められている。地質単元は、チチカカ湖の北側に白亜系下部 (K1) および白亜系上部 (K2) が、島にシルル系～デボン系 (SD) が、南側に第四系 (Q) および鮮新統～更新統 (NQ2) がわずかに分布している。

1-3-3 地質構造判読結果 (第 11 図参照)

白亜系 (K1、K2)、石炭系～二畳系 (C、CP)、シルル系～デボン系 (SD)、オルドビス系 (O1、O2) が分布する判読範囲中央部から北東部にかけて西北西～北西方向の褶曲が発達している。これらに伴い、西北西～北西方向の衝上断層やリニアメントが多く認められた。衝上断層は主として北東傾斜である。この地域には北東～北北東方向のリニアメントも比較的多く認められた。特に、チチカカ湖の北から北北西方向にのびる K1 及び K2 分布域では波長が短い褶曲が非常に発達している。INGEMMET (1999) によると転倒褶曲も多く分布している。リニアメントの密度もチチカカ湖の北から北北西方向にのびる K1 及び K2 周辺で比較的高く、判読範囲北東部の SD、O1、O2 分布域では低い。

チチカカ湖から西北西方向にのびるゾーンの西側に位置しジュラ系～白亜系下部 (J) が分布する北西部および南西部の構造はこれらと若干異なっている。これらの地域では、リニアメント密度は中位～低であり、東西～東南東方向の構造が多く認められる。

北西端部 (29-r 図画北部) の K2 および J の褶曲構造は東西方向である。

南端部 (32-v 図画西部) の SD、K1 および J は東西方向に伸長した分布を示し、褶曲および衝上断層の走向も東西方向となっている。なお、衝上断層は南傾斜である。

古第三系以降の単元は主としてチチカカ湖から西北西方向にのびるゾーン付近から南西側に広く分布している。29-t 図画ではこのゾーン内に分布している古第三系 (P) が K1 及び K2 と調和

的に褶曲を形成しているが、このゾーンより西では古第三紀以降の地層には顕著な褶曲構造は認められない。

新第三系 (N) 以降分布域に比較的多く認められるリニアメントは西部の 29-r 図画、29-s 図画で北西～北北西走向および東北東走向、30-u 図画で北北東および東北東～東西走向、南西部の 31-v 図画、32-v 図画および 32-x 図画で西北西～東南東走向となっており、全体的に東西系のリニアメントが多く認められる。

以上の様に、大局的な背斜の軸部あるいは構造の高まりに相当するチチカカ湖から西北西方向にのびるゾーンを境に、地層の分布および地質構造が若干異なっている。

上記ゾーンを含みその北東側では J を欠き、P とその下位の単元に西北西方向の波長の短い褶曲、衝上断層が発達している。K1 及び K2 とその下位の地層では転倒褶曲も多い。特に、このゾーンの北東縁に沿って西北西方向にのびる K1 及び K2 分布域付近ではリニアメントや褶曲、衝上断層が発達し他の地域に比べ強い変形を被っている。

上記ゾーンより南西側の 29-r 図画や 32-v 図画では J が堆積しており、K1 より下位の地層は東西方向の構造を形成し、P は波長の長い褶曲が認められる程度で、鮮新統～更新統 (NQ1) には顕著な地質構造は認められていない。

また、対象地域東部の 30-x 図画、30-y 図画、31-x 図画北東部、31-y 図画および南西部の 32-v 図画では南北系のリニアメントも多く認められる傾向がある。

以下では各図画のリニアメント解析結果について述べる。

(1) 29-r (第 12-1、12-2、12-4 及び 12-5 図参照)

リニアメント密度は第三紀貫入岩類 (t) 分布域ではやや低いが、他の分布域では中位である。北西方向のリニアメントが比較的多く認められている。ジュラ系～白亜系下部 (J) と白亜系上部 (K2) は一部でこの方向の断層により接している。さらに、鮮新統～更新統 (NQ1) 分布域でも北西方向のリニアメントが比較的多く認められている。その他、J、K2 および t 分布域で北北西方向が、また t、古第三系 (P) および NQ1 分布域で東北東方向のリニアメントが認められた。

(2) 29-s (第 13-1、13-2、13-4 及び 13-5 図参照)

リニアメント密度は第三紀貫入岩類 (t) 分布域ではやや低いが、他の分布域では中位～低である。本図画では、東北東方向、南北および北北西方向のリニアメントが比較的多く認められている。これらのリニアメントは鮮新統～更新統 (NQ1) でも多く認められている。

(3) 29-t

リニアメント密度は鮮新統～更新統 (NQ1) では低いが、他の分布域では中位である。本図画には西北西～北北西方向のリニアメントが発達しており、連続性も良い。これらは本地

域に分布する褶曲構造と調和的であり、多くは褶曲構造に伴って形成された衝上断層であると推定される。この他には東北東～北東方向のリニアメントが比較的多く認められる。

(4) 29-u

図画のほぼ中央を横切る西北西方向の向斜構造軸部の白亜系下部 (K1) および白亜系上部 (K2) 分布域で、リニアメント密度は比較的高い。一方この向斜構造の北東側での密度は比較的低い。特に新第三系 (N) 分布域では低くなる。本図画には西北西～北北西方向のリニアメントが非常に発達しており、連続性も良い。これらは本地域に分布する褶曲構造と調和的であり、多くは褶曲構造に伴って形成された衝上断層であると推定される。この他には東北東～北東方向のリニアメントが比較的多く認められる。

(5) 29-v

リニアメント密度は全体的には中位であるが北側で比較的低くなっている。本図画には西北西～北北西方向のリニアメントが非常に発達しており、連続性も良い。これらは本地域に分布する褶曲構造と調和的であり、多くは褶曲構造に伴って形成された衝上断層であると推定される。この他には東北東～北東方向のリニアメントが比較的多く認められる。

(6) 29-x

リニアメント密度は全体的に比較的低い。本図画には北西～北北西方向のリニアメントが多く認められ、連続性が良い。これらは本地域に分布する褶曲構造と調和的であり、多くは褶曲構造に伴って形成された衝上断層であると推定される。また、北東部では地層を帯状にブロック分けする同方向の衝上断層が推定される。

(7) 29-y

全体的にリニアメント密度は低い。北西方向のリニアメントが多く認められ、連続性が良い。これらは本地域に分布する褶曲構造と調和的であり、多くは褶曲構造に伴って形成された衝上断層であると推定される。その他には北東方向および東西方向も比較的多く認められる。

(8) 29-z

全体的にリニアメント密度は低い。北北西方向のリニアメントが連続性良く認められる。これらは本地域に分布する褶曲構造と調和的であり、多くは褶曲構造に伴って形成された衝上断層であると推定される。その他には北東方向のリニアメントも比較的多く認められる。

(9) 30-u

全体的にリニアメント密度は比較的低い。特に SANTA ROSA 川より南西側ではより低くなっている。SANTA ROSA 川周辺から北東側にかけては、北北東方向のリニアメントが比較的多く認められ連続性もよい。次いで多く認められるリニアメントは東北東～東西方向である。これら方向は本地域に分布する褶曲構造とは調和的ではない。褶曲構造と調和的な北西方向のリニアメントは認められるが多くはない。

SANTA ROSA 川流域に分布する鮮新統～更新統 (NQ2) には比較的多くのリニアメントが認められており、主要な方向は北北東方向および東北東～東西方向である。

(10) 30-v

リニアメント密度は、南西部のシルル系～デボン系 (SD) 分布域では低い、中部～北東部の白亜系下部 (K1) および白亜系上部 (K2) 分布域では中位から比較的高い。K1 および K2 分布域では北西方向のリニアメントが多く認められ連続性も良く認められる。これらは本地域に分布する褶曲構造と調和的であり、多くは褶曲構造に伴って形成された衝上断層であると推定される。その他には北東～北北東方向のリニアメントが認められる。

(11) 30-x

リニアメント密度は、石炭系下部 (C) および石炭系～二畳系 (CP) の分布域で中位～比較的高く、北東部のシルル系～デボン系 (SD) 分布域では低い。全体的に北西方向のリニアメントが多く認められる。これらは本地域に分布する褶曲構造と調和的であり、多くは褶曲構造に伴って形成された衝上断層であると推定される。ついで北北東方向のリニアメントも多く認められる。北東部に分布する新第三系 (N) にも両方向のリニアメントが認められているが、ここでは北北東方向のリニアメントがやや卓越している。

(12) 30-y

リニアメント密度は中位である。全体的に北西方向のリニアメントが多い。これらは本地域に分布する褶曲構造と調和的であり、多くは褶曲構造に伴って形成された衝上断層に関連していると推定される。その他には北東方向のリニアメントも認められる。第四系 (Q) 分布域には南北方向のリニアメントが少量認められている。

(13) 31-v

本図画は第四系 (Q) 分布域ではほとんどリニアメントは認められないが、新第三系 (N) から古第三系 (P) 分布域では少量、その下位の単元の分布域でのリニアメント密度は中位である。全体的に北西～北北西方向のリニアメントが卓越しており、次いで西部において東北東方向のリニアメントが多く認められる。鮮新統～更新統 (NQ1) 分布域にもリニアメントが比較的多く認められており、その方向は西北西方向である。

(14) 31-x

リニアメント密度は TITCACA 湖北西にひろがる第四系 (Q) 分布域では認められないが、その北東部の白亜系下部 (K1) および白亜系上部 (K2) 分布域では中位であり、南東部の K1 および K2 分布域では低い。全体的に西北西方向のリニアメントが卓越している。北東部では南北方向のリニアメントが多く認められる。

(15) 31-y

リニアメント密度は比較的高い。西北西方向のリニアメントが非常に卓越している。これらは本地域に分布する褶曲構造と調和的であり、多くは褶曲構造に伴って形成された衝上断層

層に関連していると推定される。その他には南北方向のリニアメントも多く認められる。

(16) 32-v

第四系 (Q) 分布域ではリニアメントはほとんど認められないが、他の単元の分布域でのリニアメント密度は中位である。卓越する方向は分布する地域および単元で若干異なっている。

主としてシルル系～デボン系 (SD)、白亜系下部 (J)、白亜系下部 (K1) および古第三系 (P) が分布する地域では東北東方向および南北方向が多く認められる。新第三系 (N) および鮮新統～更新統 (NQ1、NQ2) の分布域では東西および北北西方向のリニアメントが多く認められる。

(17) 32-x

第四系 (Q) 分布域ではリニアメントはほとんど認められないが、他の単元の分布域でのリニアメント密度は中位である。卓越する方向は分布する地域および単元で若干異なっている。図画北西部から南部にかけて分布する白亜系下部 (K1) および古第三系 (P) には北北西方向のリニアメントが多く認めら、連続性も比較的良い。図画南西部の新第三系 (N) および鮮新統～更新統 (NQ1) の分布域では北北東～南北方向が卓越し、西北西方向のリニアメントも連続性良く認められる。

(18) 32-y

本図画の中央～東側半分はボリビア領であり、さらに大部分がチチカカ湖で占められており、陸地が限られている。したがって、リニアメントは北側の白亜系下部 (K1) および白亜系上部 (K2) 分布域にわずかに認められるのみである。

1-4 GIS データの解析

1-4-1 解析方法

判読結果から作成した GIS データセットを用いて、地区毎のリニアメント密度の違い、及び、地質単元毎のリニアメント方位の傾向の違いを明らかとするため、以下の解析を実施した。

1. リニアメント密度解析
2. リニアメント方位解析

解析方法を以下に述べる。

1. リニアメント密度解析

- 1) 図画毎に作成されたリニアメントデータを統合して一つの MOSS (Map Overlay and Statistical System (米国地質調査所による GIS 標準フォーマットの一つ)) 形式ファイルに変換した。

- 2) 5 km×5 km の単位グリッド中に含まれるすべての断層・リニアメントの延長を累積することで、単位グリッドのリニアメント密度 (m/km²) を計算し、最大値を 1 として標準化した。密度計算には MINDECO 社製解析ツールを使用した。
- 3) CSV 形式で出力された計算結果を TNTmips .rvc ファイルのベクターデータ (点) に変換した。
- 4) 上記ベクターから、TIN (Triangular Irregular Network) データを作成した。
- 5) TIN に対して最適な 3 次元モデルを作成し、これを 16 ビットのラスターデータとして出力した。
- 6) ラスターから等高線図を作成し、オリジナルの CSV データによるリニアメント密度の単純統計値に基づき 2σ 以上をアノマリーとして抽出した。

2. リニアメント方位解析

- 1) リニアメント図と地質単元区分図を重ね合わせ、同一地質単元に含まれるリニアメントを抽出し、地質単元毎のリニアメント図を作成した。
- 2) 各リニアメントの方位データから、ローズダイアグラム (RD) を作成した。RD 作成には TNTmips の Directional Analysis を使用した。
- 3) 同様に各図画毎のリニアメントについてローズダイアグラムを作成した。
- 4) 地質時代ごとのリニアメントの方位傾向を明らかにするため、オールドビス系～二畳系、ジュラ系～白亜系、古第三系～第四系の 3 つの時代区分で、それぞれが分布する地域に含まれるリニアメントを抽出した。
- 5) 次に、全体のリニアメントについて行ったのと同様の手法により、図画ごとの RD を作成した。

1-4-2 解析結果

(1) リニアメント密度解析結果 (第 14 図)

調査地域全域のリニアメント密度分布には、卓越するリニアメントの方位を反映して、NW-SE 及び NE-SW に高密度帯が連続する傾向が認められる。地区ごとにリニアメント密度に大きな違いはないが、チチカカ湖周辺から北西に伸びるインターアンデス溪谷帯及び、地域北東部の東部アンデス山脈ではリニアメント密度が低い傾向がある。

図画単位でリニアメント密度を詳細に見たとき、地域とそこに分布する地質単元によって、リニアメント密度に差異が生じていると考えられる。主な傾向は以下のとおりである。地域北西部の 29-r 及び 29-s 図画においては単元 t (第三紀貫入岩類) の分布域の周辺でリニアメント密度が高くなる傾向がある (第 12-4~5 図及び第 13-4~5 図参照)。調査地域北部の 29-t, 29-u 及び 29-v では単元 CP (石炭系～二畳系火山噴出物) においてリニアメント密度が高い傾向が認

められる。地域東部の 31-y 図画においては、単元 K2（上部白亜系堆積岩類）中でリニアメント密度が高い傾向が認められる。

(2) リニアメント方位解析結果（第 15-1～15-4 図）

調査地域全域において NW-SE のアンデス方向がリニアメントの卓越方向である。ついで、N-S 系及び NE-SW 系のリニアメントがやや卓越する。

地区ごとの傾向には顕著な特徴が認められた。北西部の 29-s 図画では NE-SW 系のリニアメントが卓越し、ついで N-S 系がやや顕著である。調査地域中央の 30-u 図画においては、N-S 系が卓越する。

時代ごとのリニアメント方位の傾向には顕著な違いが認められなかった。唯一調査地域北西部の 29-s 図画において、ジュラ～白亜系では NNW-SSE、NE-SW、NW-SE がほぼ均等に発達するのに対して、古代三系～第四系中では NW-SE 系が卓越する傾向が顕著である。当図画の全時代のリニアメント方位の傾向は、この古代三系～第四系の方位傾向によって決定されていることがわかる。

1-5 考察

本年度の衛星画像解析の主要結果は以下のようにまとめられる。

1. R21（酸化鉄指標）アノマリーは、調査地域北西部（29-r 図画（第 12-3 図参照）及び 29-s 図画（第 13-3 図参照））に分布する第三紀貫入岩類とその周辺、同じく北部（29-u 及び 29-v 図画）に分布する同岩類の小岩体とその周囲の堆積岩類（シルル系～デボン系、石炭系、石炭系～二畳系）中に主に抽出された。
2. 第三紀貫入岩類内のリニアメント密度は必ずしも高くはなく、岩体周囲の堆積岩類中でリニアメント密度が高くなる傾向が認められる。
3. 調査地域内のリニアメントは一般に NW-SE 系が卓越しており、これはアンデス山脈の褶曲構造に伴って形成された衝上断層の存在を反映していると考えられる。
4. 時代区分ごとのリニアメント方位には顕著な傾向の違いは認められなかった。唯一、地域北西部の 29-s 図画において、ジュラ～白亜紀までに NNW-SSE 及び NE-SW が発達し、古第三紀以降にアンデス方向に平行な NW-SE 系が発達したことを推察させる方位分布傾向の変化が認められた。

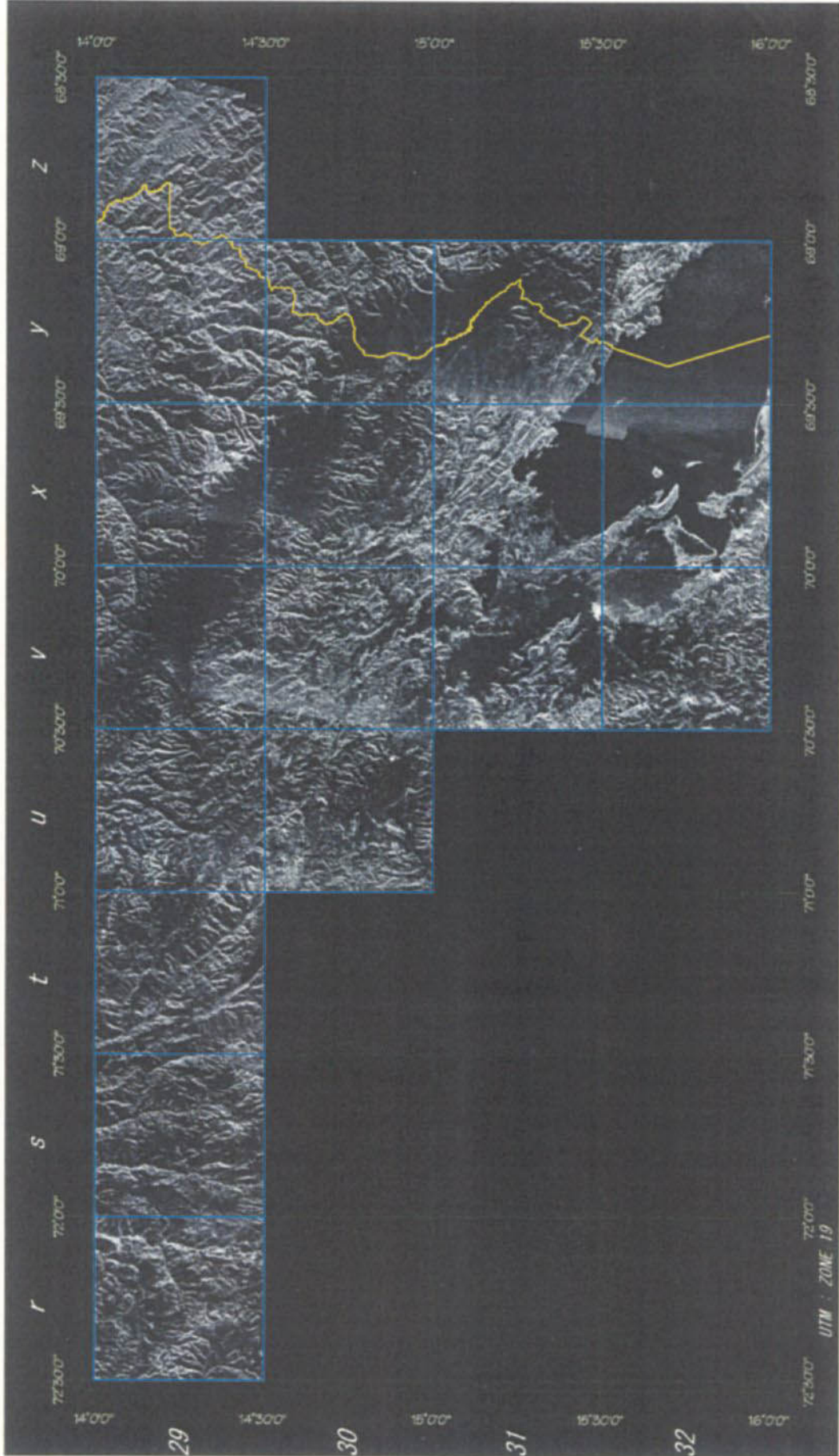
上記の結果から、以下の解釈が可能である。

第三紀の花崗岩類（既存資料によると花崗閃緑岩、トーナライト等）の貫入に伴い、岩体の周囲に分布する堆積岩類には断裂が発達しやすいと考えられる。リニアメント高密度帯のうちのい

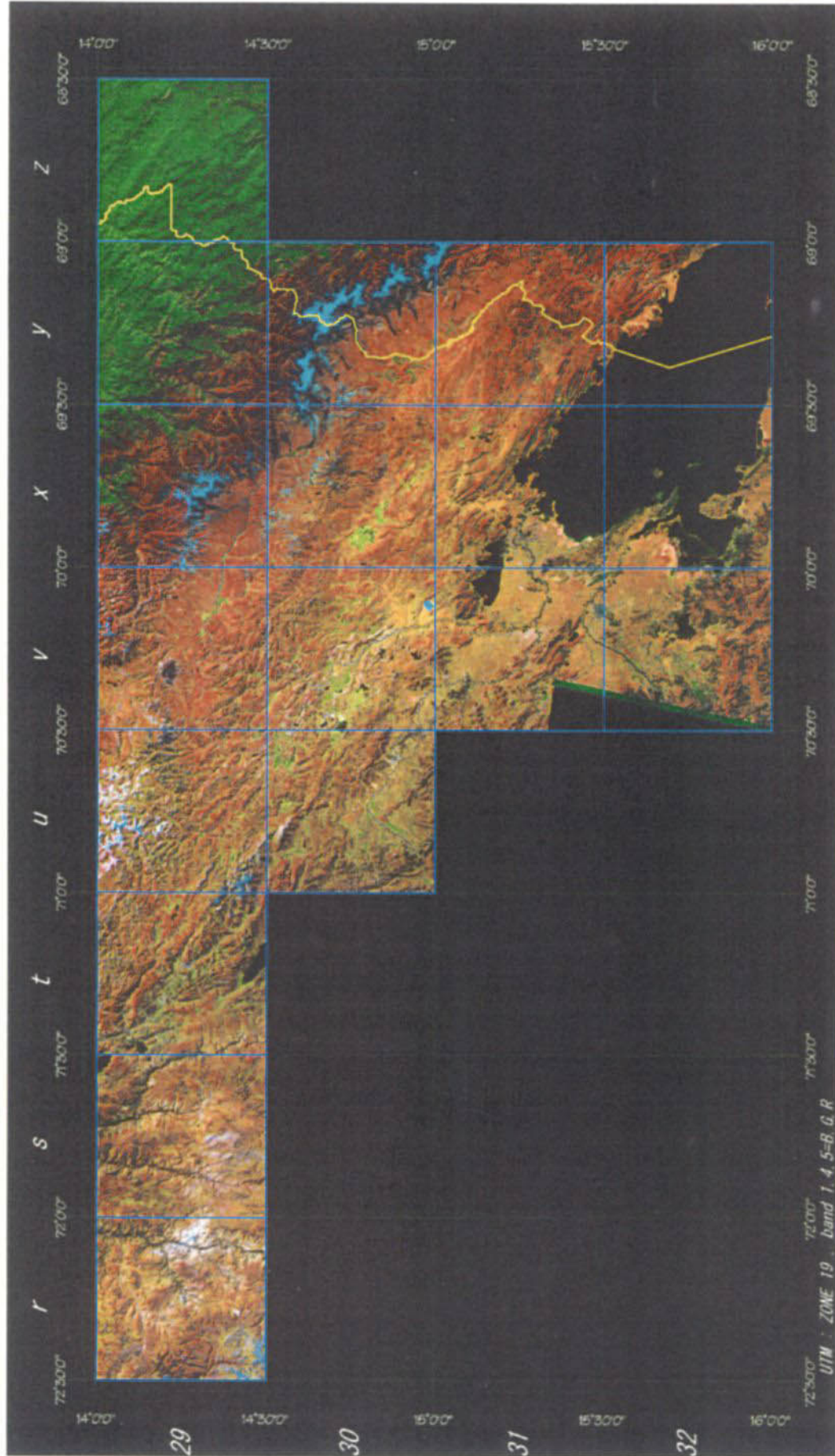
くつかはこうした花崗岩体の貫入による断裂の発達を反映した可能性がある。

貫入岩の周囲に発達した断裂は、貫入岩自体あるいは、より後期の火成活動を熱源とした熱水循環の通路となりうる。仮に、熱水循環が生じた場合、地表付近に酸化鉄鉱物を濃集させると考えられる。比演算処理による酸化鉄指標アノマリーのうちいくつかは、この様にして生じた酸化鉄帯の存在を示している可能性がある。

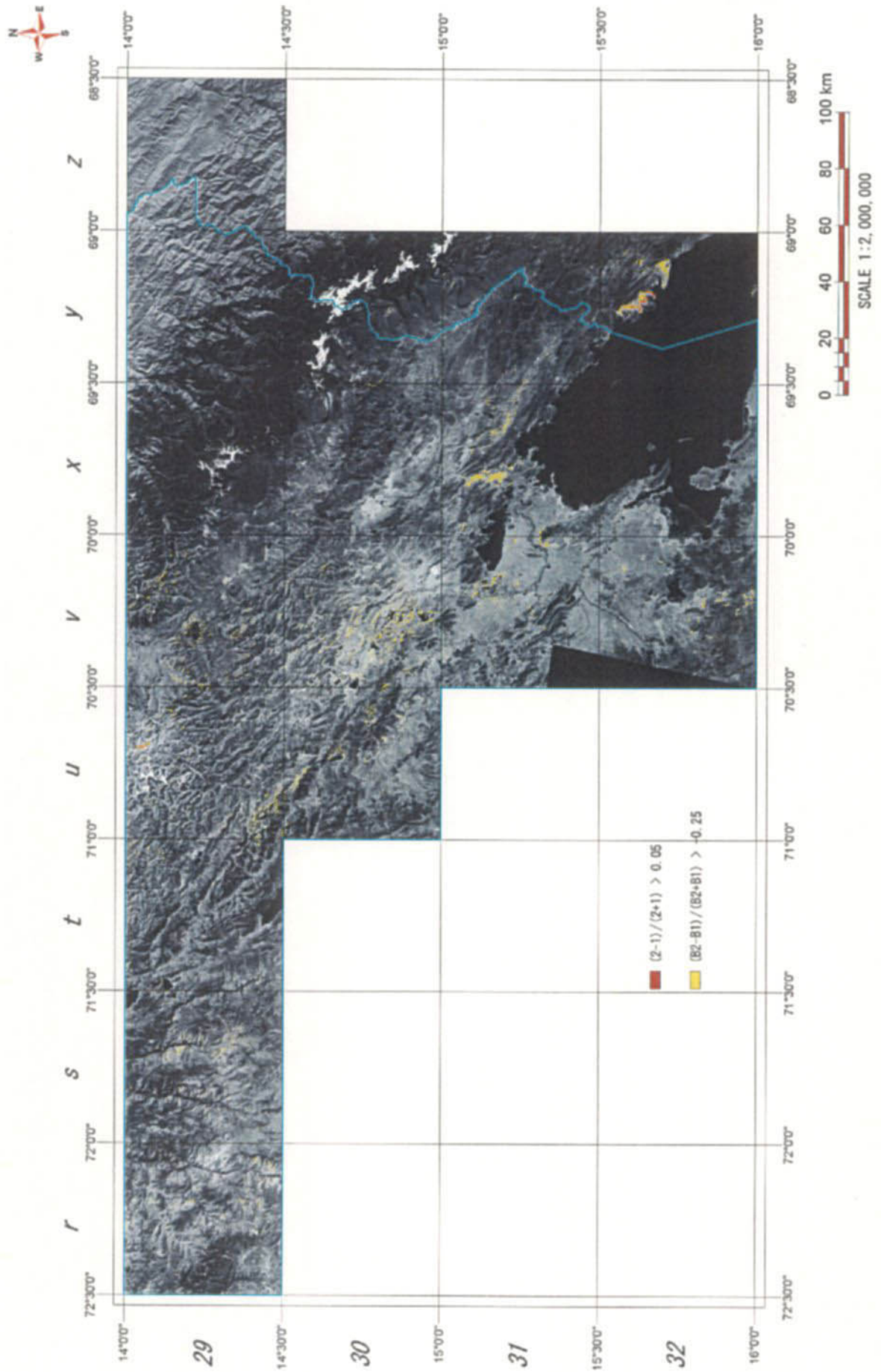
上記のような地質環境には有用金属の沈澱が生ずる可能性があり、鉱床探査上重要と考えられる。すなわち、第三紀貫入岩体の周辺で、リニアメント密度が高く、かつ酸化鉄指標アノマリーが抽出された地域は鉱床ポテンシャルが高いと考えられる。



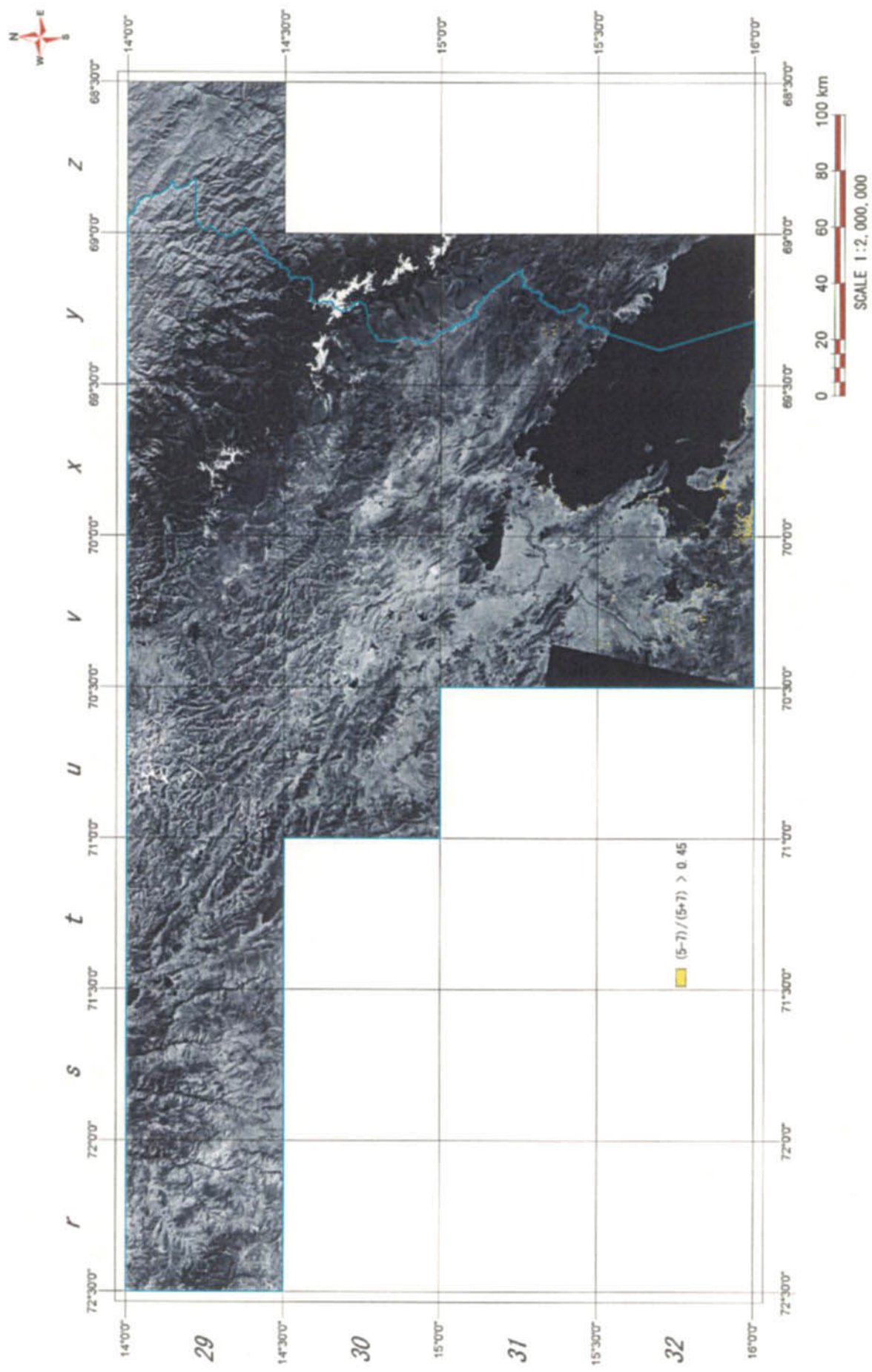
第 7 図 JERS-1 SAR モザイク画像



第 8 図 LANDSAT TM モザイク画像



第 9-1 図 LANDSAT TM 比演算解析画像 1 (酸化鉄帯抽出結果)

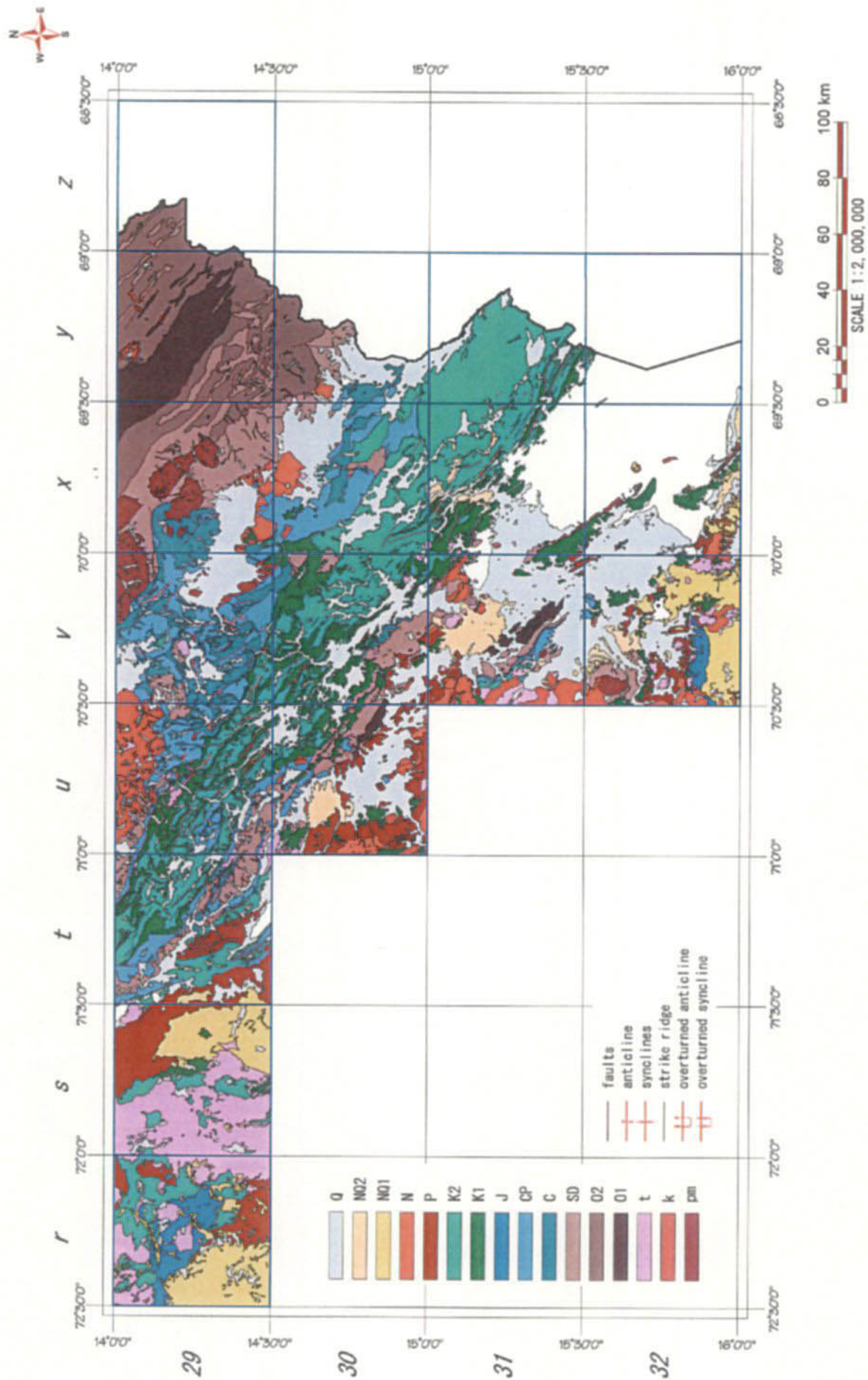


第 9-2 図 LANDSAT TM 比演算解析画像 2 (粘土化帯抽出結果)

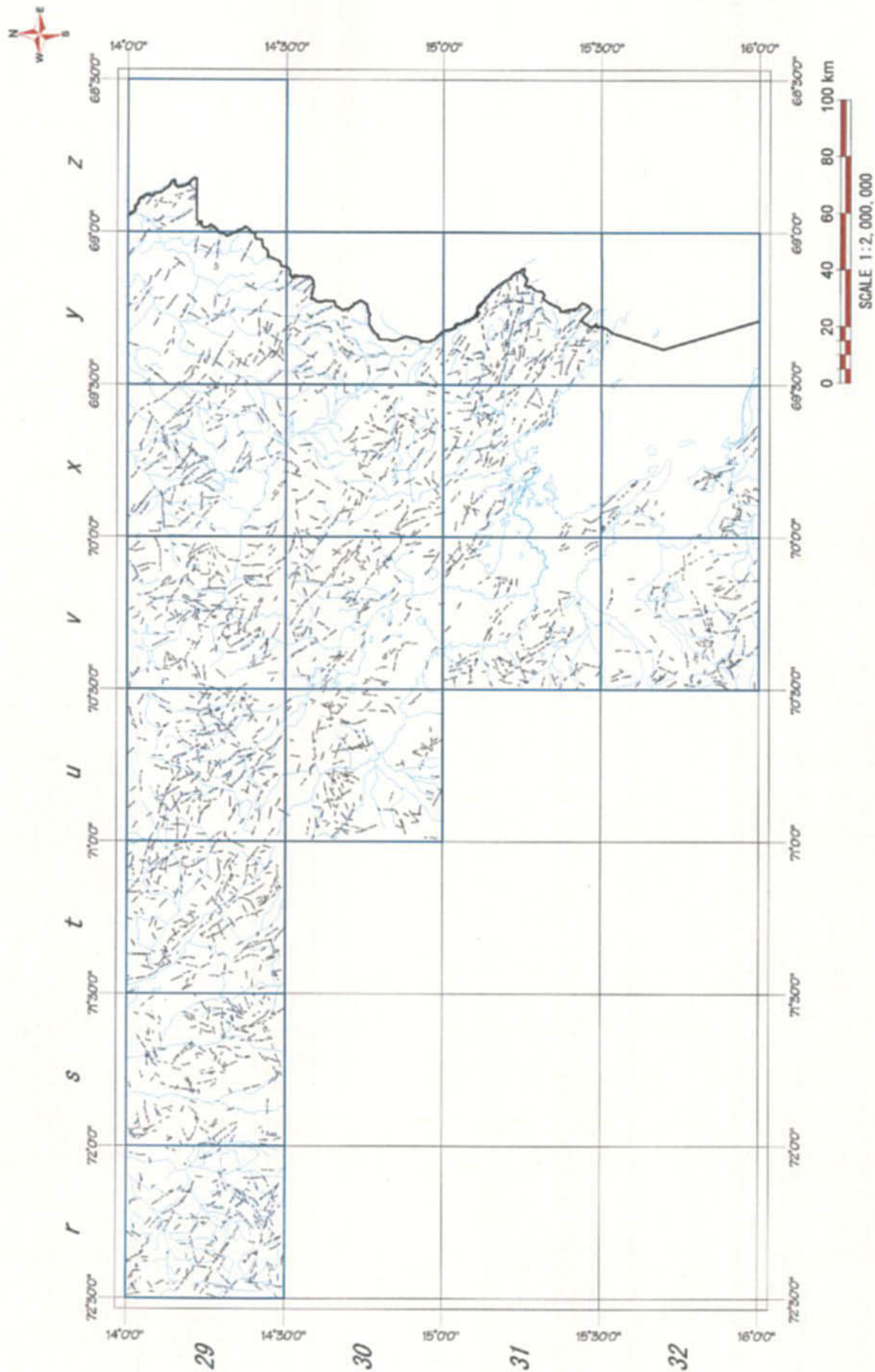
第6表 地質單元總括表

GEOLOGIC UNIT	COLOR	TEXTURE	DRAINAGE PATTERN		ROCK RESISTANCE	BEDDING	LINEAMENT DENSITY	LITHOLOGY	GEOLOGICAL CORRELATION	
			PATTERN	DENSITY					1	2
Q	pale brown	fine	sub-dendritic	low	low	-	low	堆積岩類(第四系)	Oh, Opl	
NG2	brown ~ pale brown	fine - coarse	sub-dendritic, pinnate	low	low	-	low - middle	礫 (鮮新統~更新統)	NQ	Azangero系層
NQ1	dark brown ~ brown, blue gray	fine - medium	sub-parallel	low - middle	middle - high	-	low	火山噴出物 (鮮新統~更新統)		Barroso層群
N	pale brown ~ brown, brownish gray	fine - medium	sub-dendritic	middle	low - middle	poor bedded	low	火山噴出物(新第三系)	Nvs	Mouse層群, Silapaca層群, Paica層群, Tacaza層群
P	pale brown	fine - medium	sub-dendritic, pinnate, sub-parallel	low - high	middle	bedded - well bedded	middle	堆積岩類(古第三系)	P	Puno層群
K2	dark brown ~ brown	fine - medium	sub-dendritic	low - middle	low - middle	poor bedded	low - middle	堆積岩類(白堊系上部)	Ks	Arenisca Murisani系層, Ylquechico系層, Arenisca Cotacoto系層, Mono系層
K1	brown ~ grayish brown	medium - coarse	sub-dendritic	middle	middle - high	poor bedded	low - middle	堆積岩類(白堊系下部)	Ki	Huancane系層, Muni系層, Capachica系層, Ayavacas系層, Spintillo層, Angostura系層
J	dark brown ~ brown	fine - medium	sub-dendritic	middle	middle	poor bedded	low	堆積岩類 (ジュラ系~白堊系下部)	Js	Yura層群, Lagunillas層群
GP	pale brown ~ brown	fine - medium	sub-dendritic	low - middle	low - middle	poor bedded	low - middle	火山噴出物 (石炭系~二疊系)	Ps/CP	Iscay層群
C	pale brown ~ brown	fine	sub-dendritic	low	low - middle	poor bedded	low	堆積岩類(石炭系下部)		Anbo層群
SD	pale brown ~ brown, gray ~ brownish gray	medium - coarse	sub-dendritic, Rectangular	middle	middle - high	poor bedded	low - middle	堆積岩類 (シルル系~デボン系)		Ananea層群, Lampa系層, Cabanillas層群
O2	pale brown ~ brown	medium	Rectangular, trellis	low - middle	middle - high	poor bedded	low	堆積岩類 (オルトビス系上部)	Pi	Sandia系層
O1	pale brown ~ brown	medium	sub-dendritic, Rectangular, trellis	low - middle	middle - high	poor bedded	low	堆積岩類 (オルトビス系下部)		San Jose層群, Calapua系層
t	dark brown ~ brown	medium - coarse	sub-dendritic	middle - high	low - high	-	low	第三紀層入岩	C	
k	pale brown ~ brown	fine - medium	sub-dendritic	low - middle	middle	-	-	白堊紀層入岩		
pm	brown	medium - coarse	sub-dendritic	middle	middle - high	-	low	二疊紀層入岩		

*GEOLOGICAL CORRELATION 1: I-501 Cuatrecasillas Geologica Digital de la Yerta Nacional 1980-1993
2: MAP GEOLOGICO DEL PERU 1:200,000



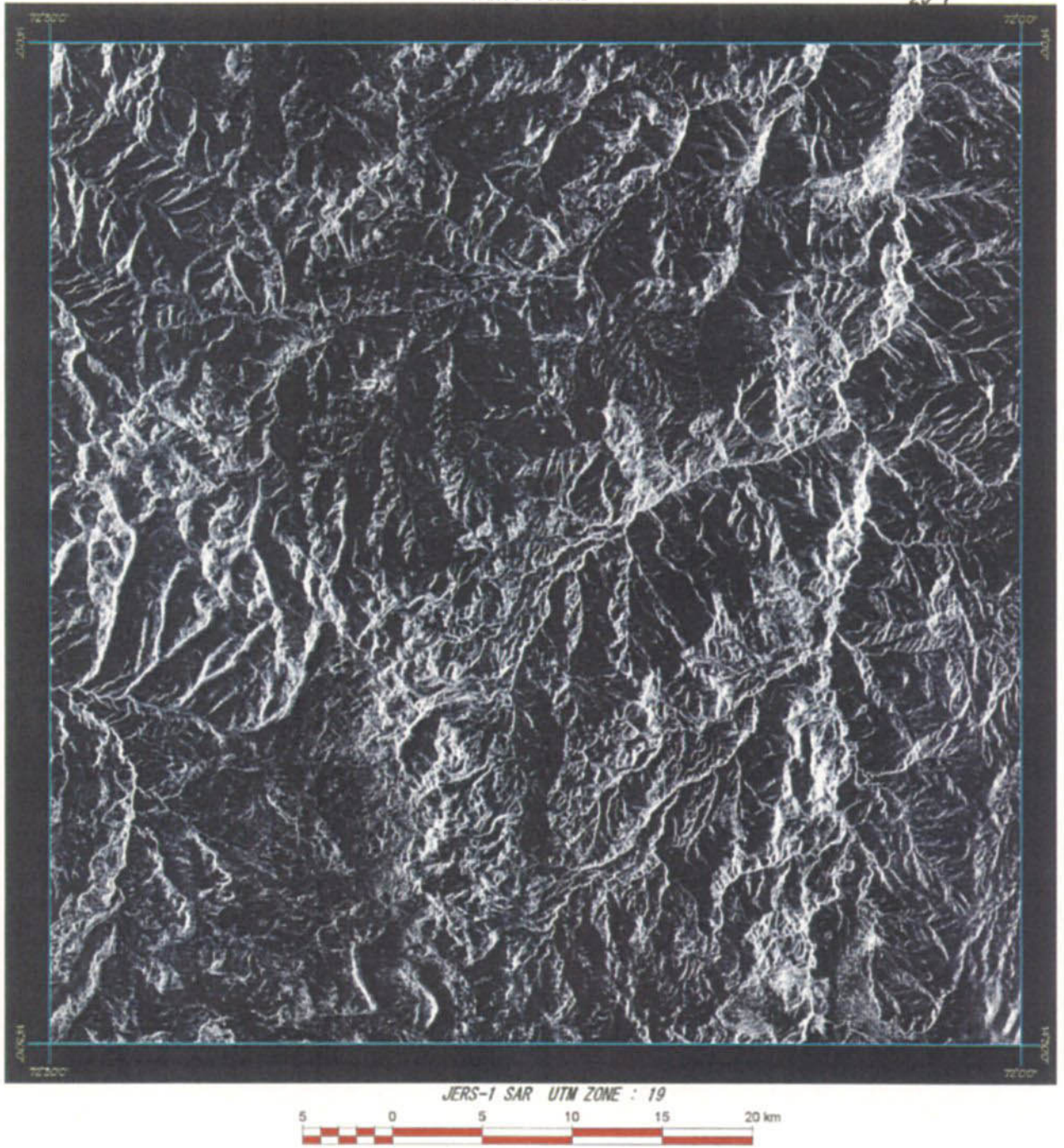
第 10 図 地質單元区分図



第 11 図 リニアメント解析図

SANTO TOMAS

29 r



第 12-1 図 Santo Tomas 図画 (29-r) JERS-1 SAR 画像

SANTO TOMAS

29 r

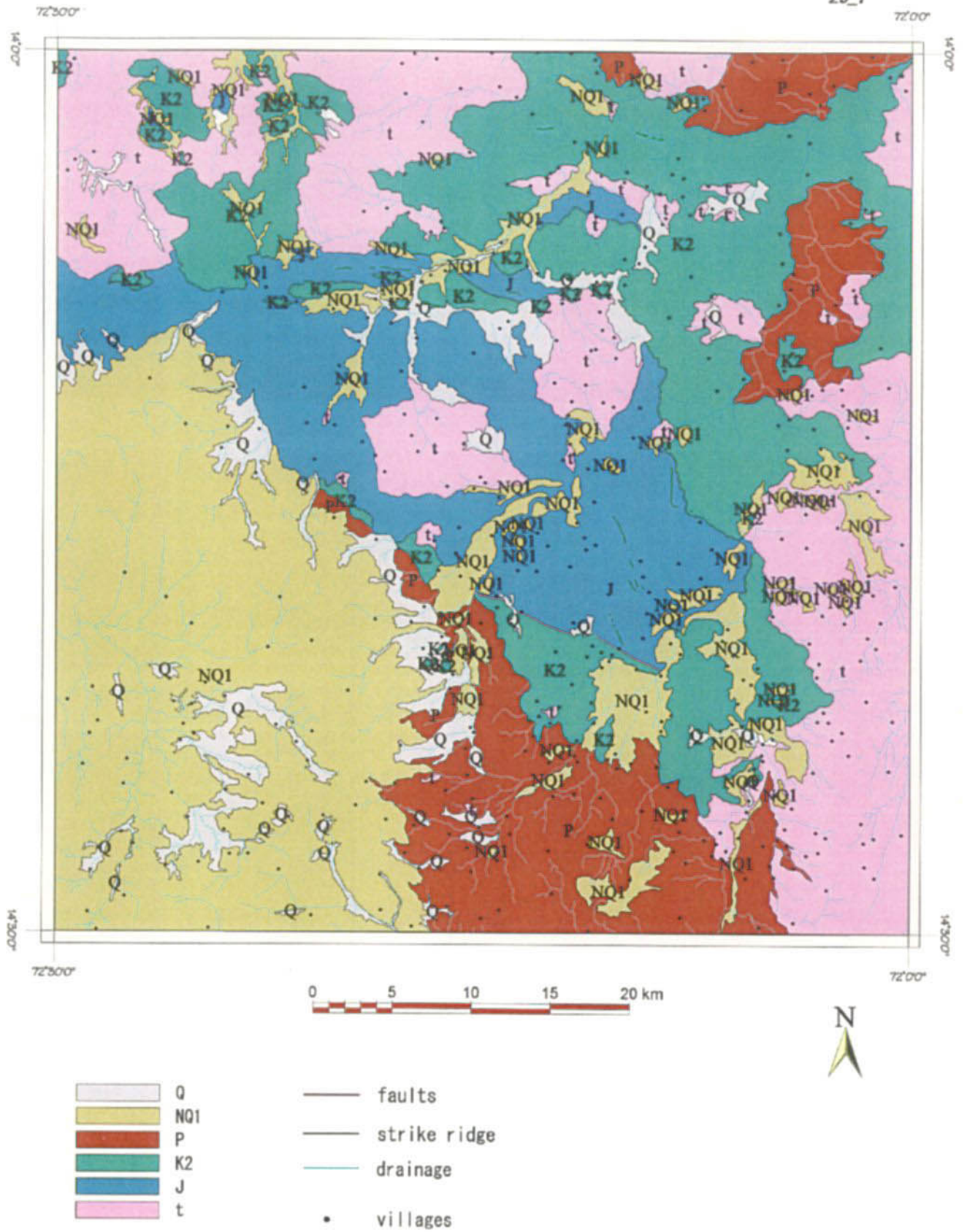


第 12-2 図 Santo Tomas 図画 (29-r) LANDSAT TM 画像



-  $(b2-b1)/(b2+b1) > 0.05$
-  $(b2-b1)/(b2+b1) > -0.25$

第 12-3 図 Santo Tomas 図画 (29-r) TM 比演算画像 (酸化鉄帯抽出結果)



第 12-4 图 Santo Tomas 图 (29-r) 地质单元区分图

SANTO TOMAS

29_r



第 12-5 図 Santo Tomas 図画 (29-r) リニアメント図

LIVITACA

29 s



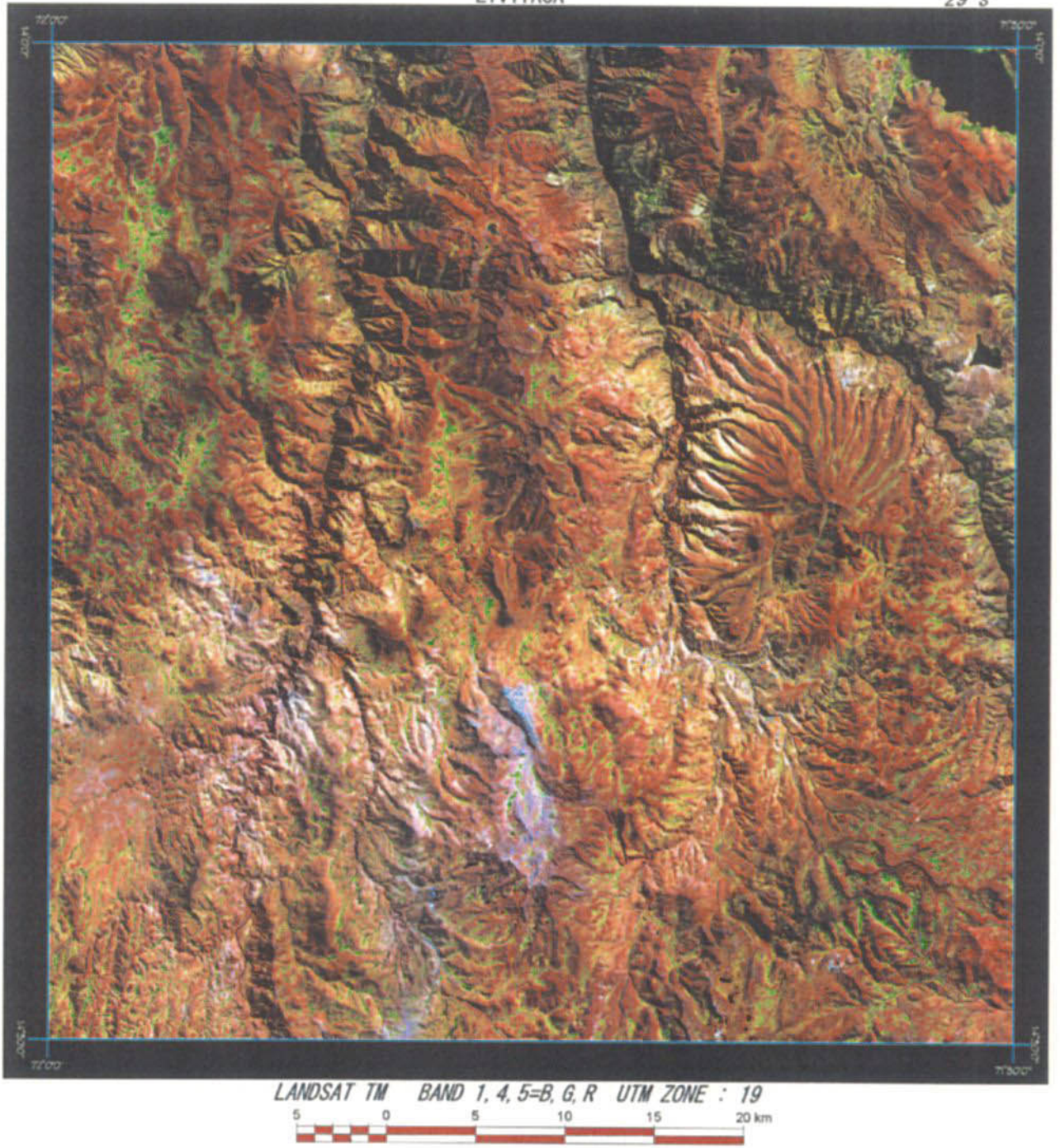
JERS-1 SAR UTM ZONE : 19



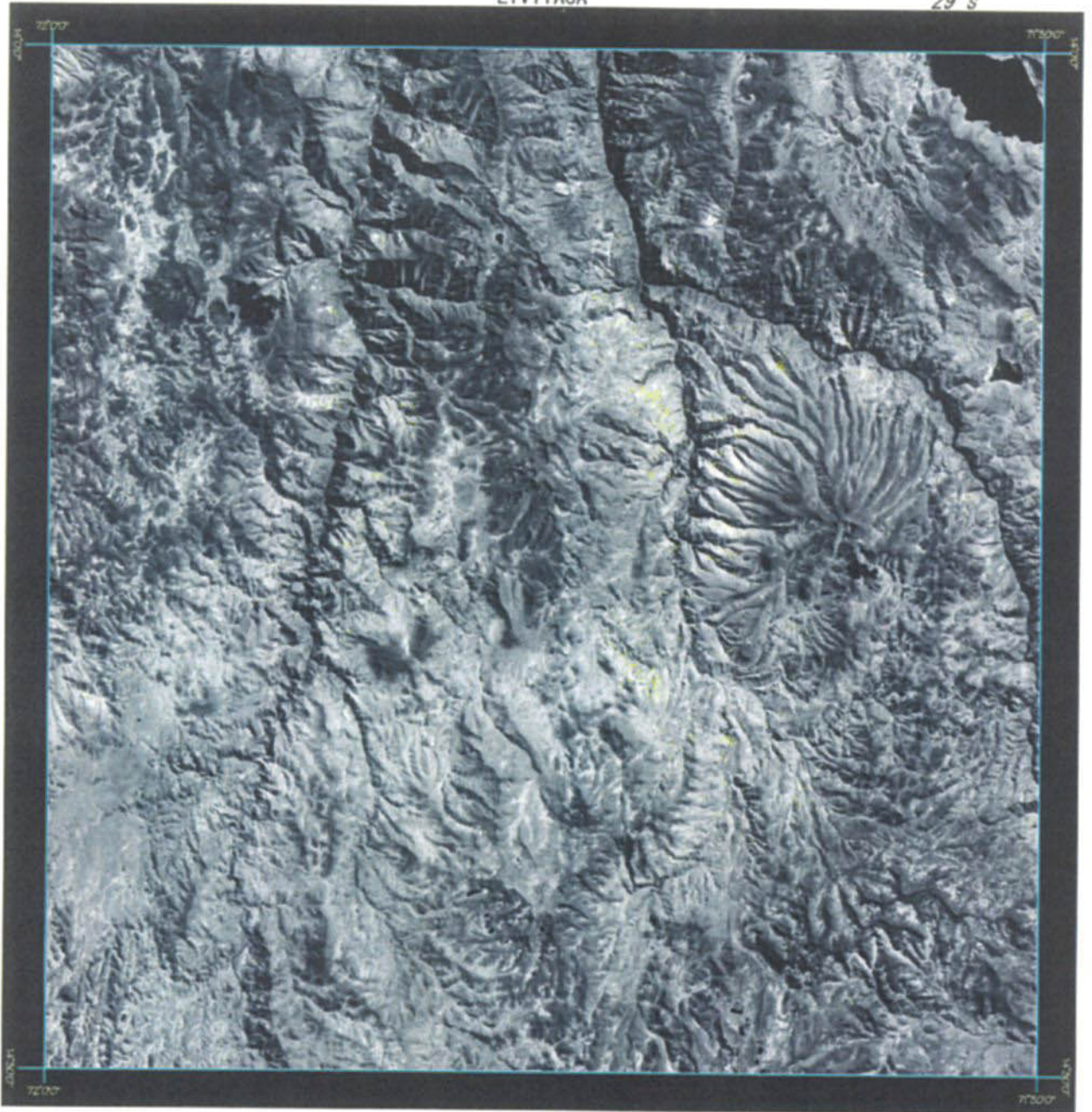
第 13-1 図 Livitaca 図画 (29-s) JERS-1 SAR 画像

LIVITACA

29 s

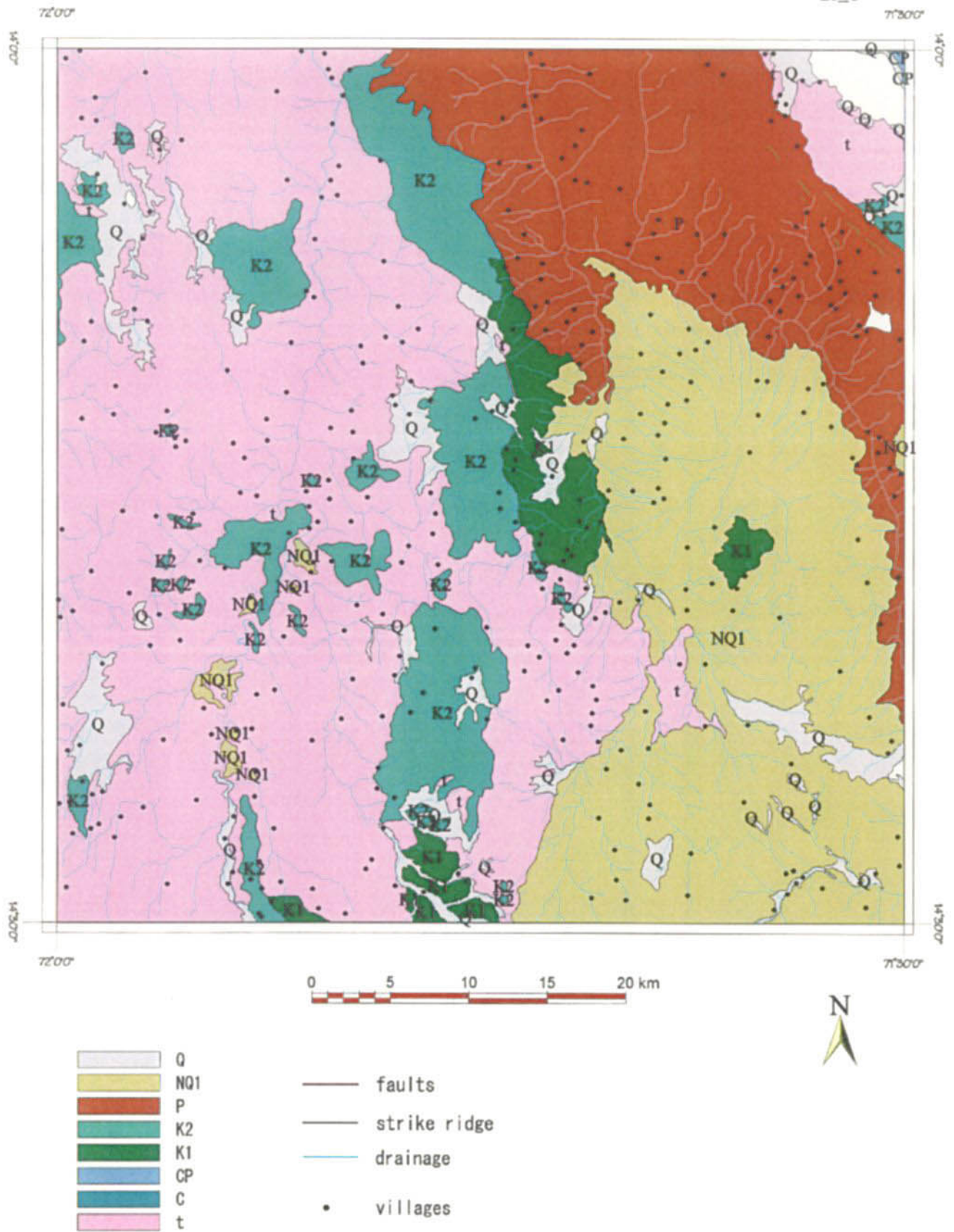


第 13-2 図 Livitaca 図画 (29-s) LANDSAT TM 画像



- $(b_2 - b_1) / (b_2 + b_1) > 0.05$
■ $(b_2 - b_1) / (b_2 + b_1) > -0.25$

第 13-3 図 Livitaca 図画 (29-s) TM 比演算画像 (酸化鉄帯抽出結果)



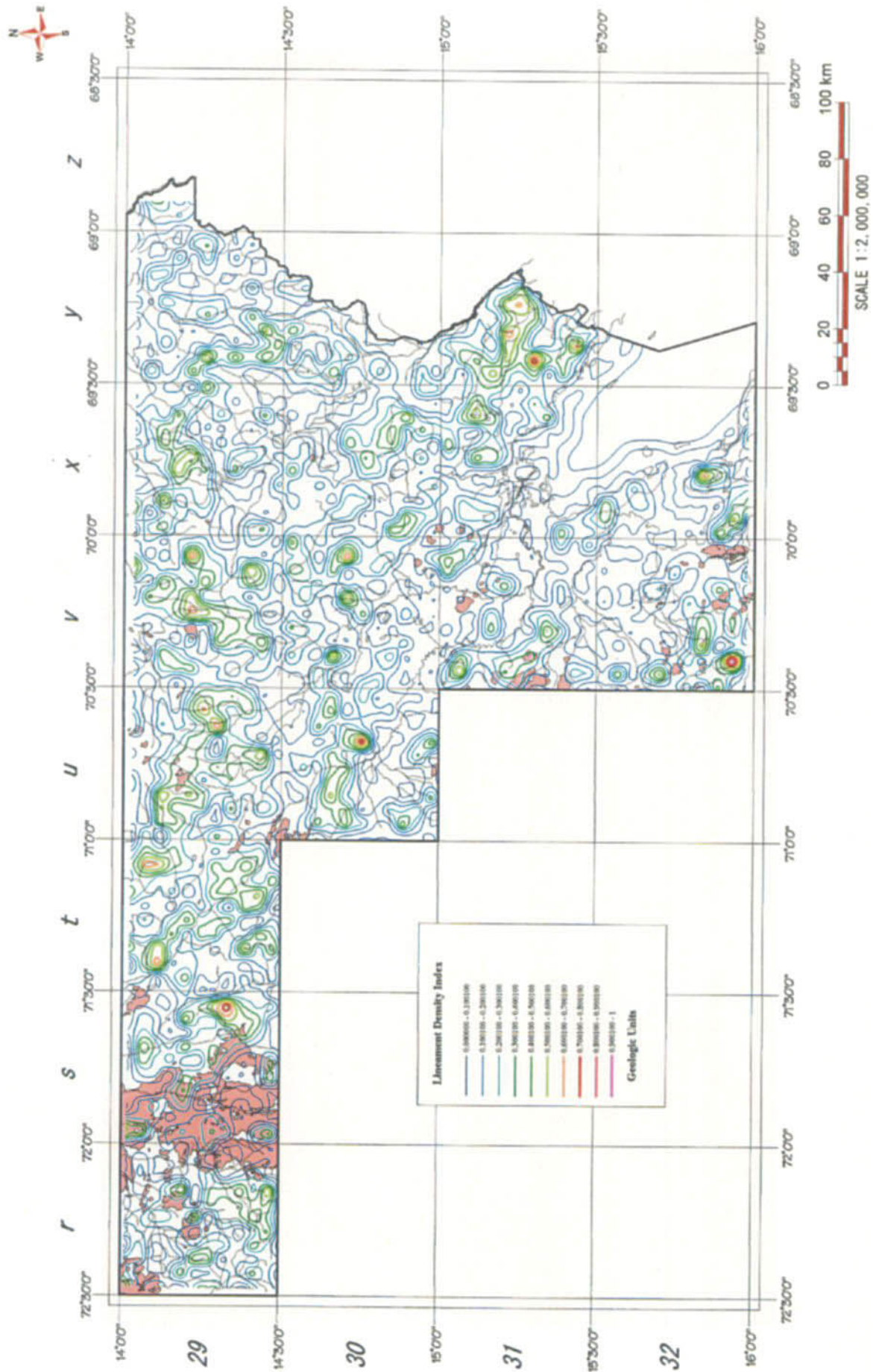
第 13-4 图 LIVITACA 图画 (29-s) 地质单元区分图

LIVITACA

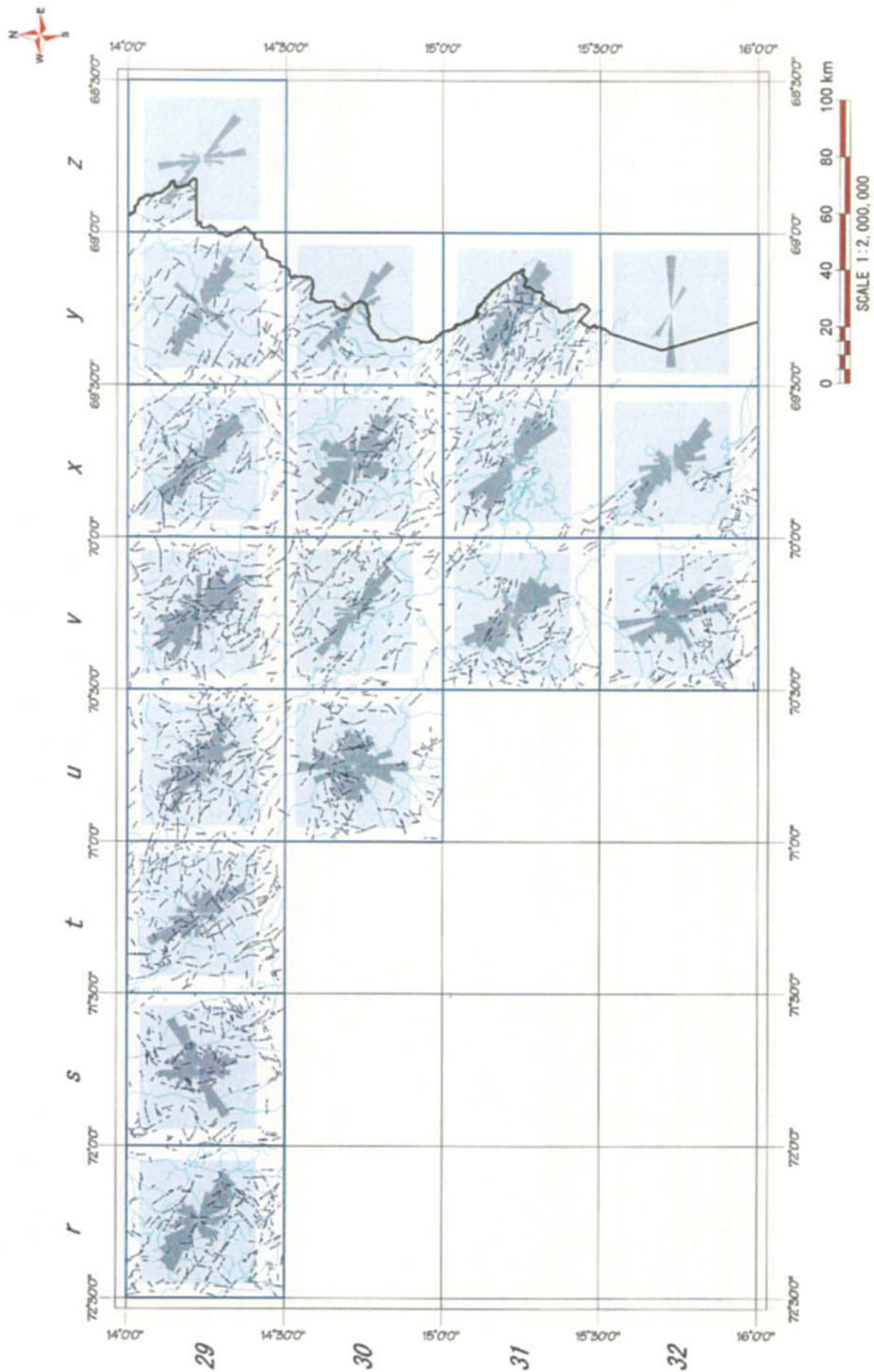
29_s



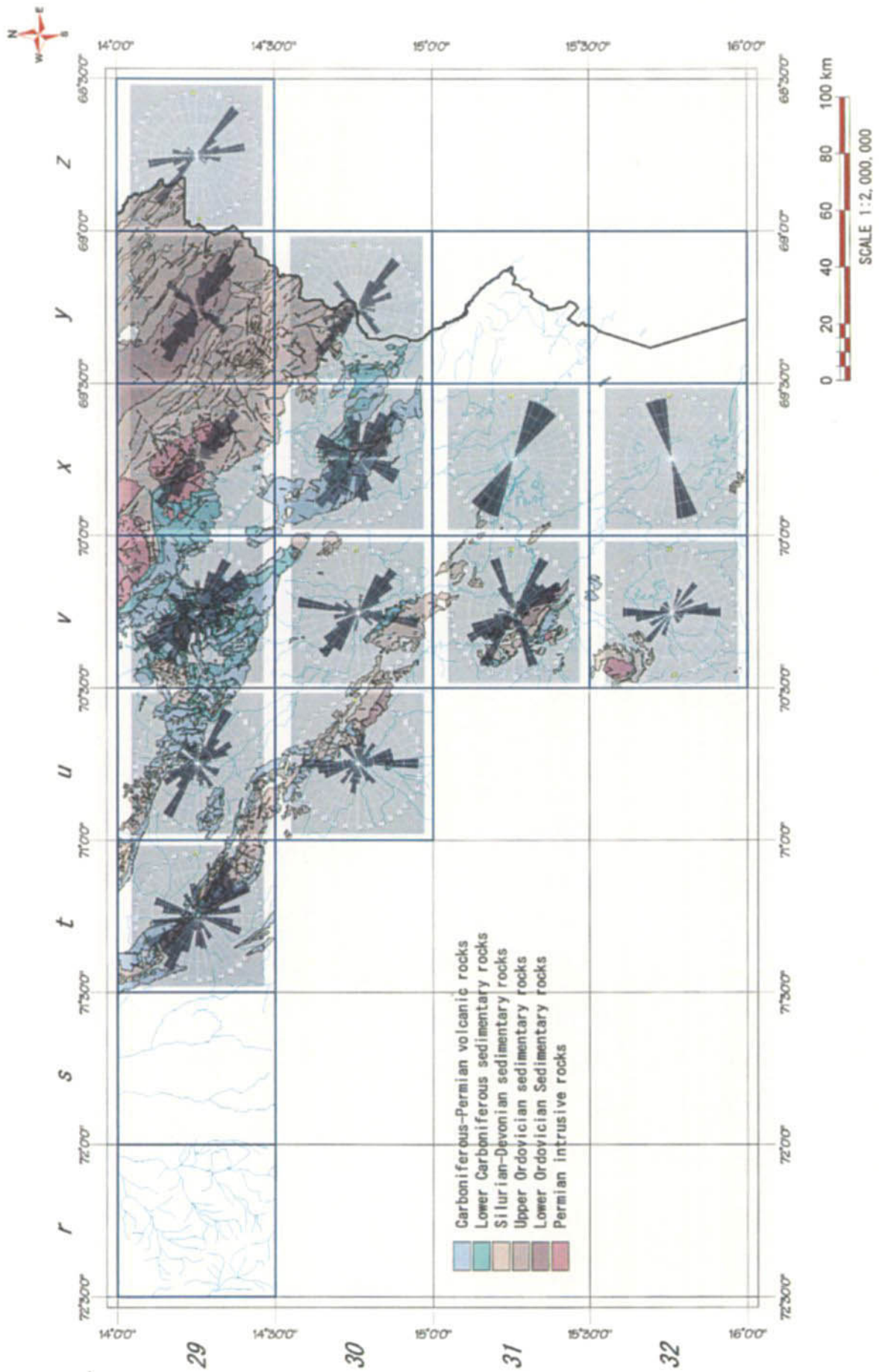
第 13-5 図 LIVITACA 図画 (29-s) リニアメント図



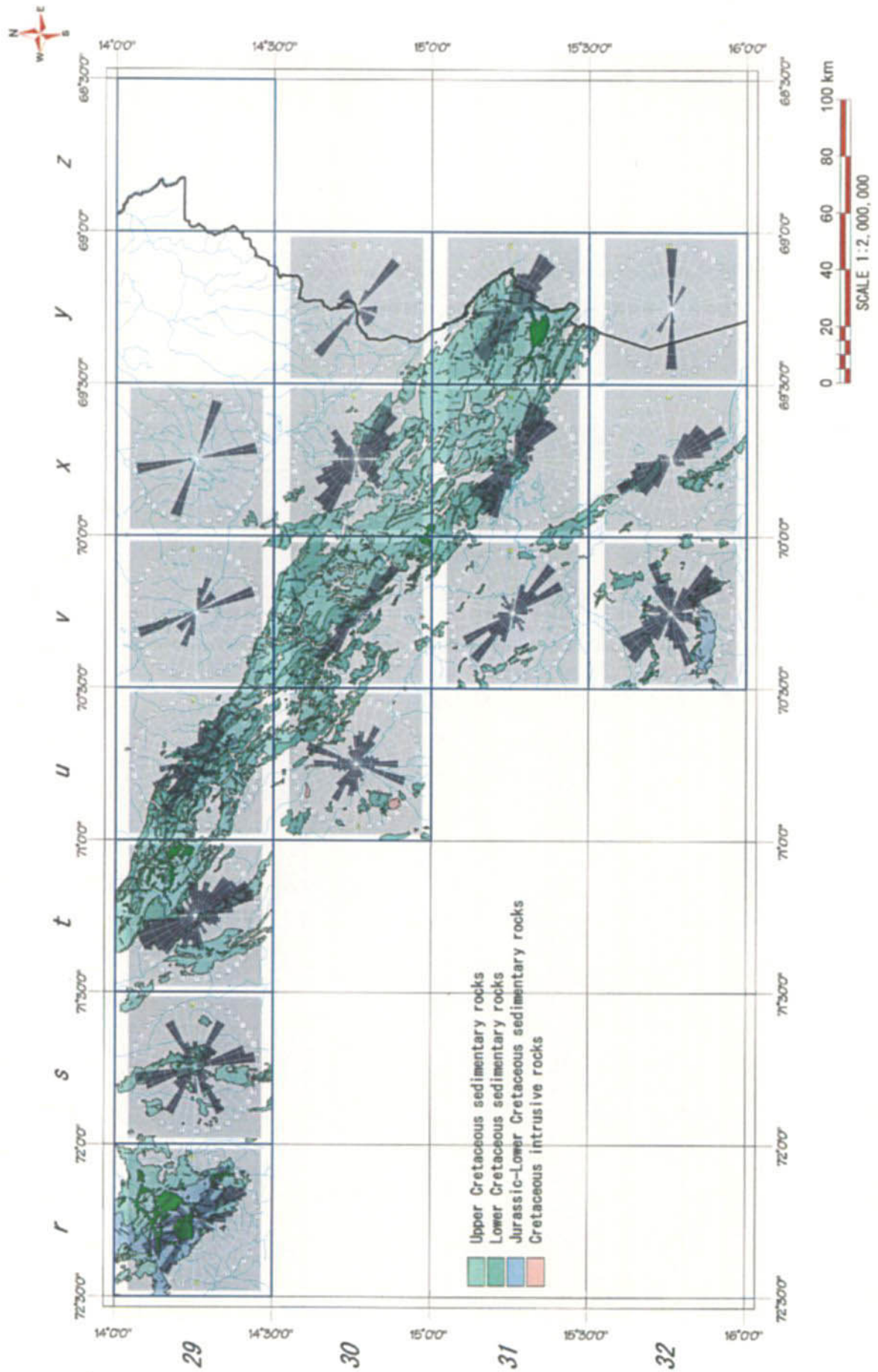
第 14 図 リニアメント密度分布図



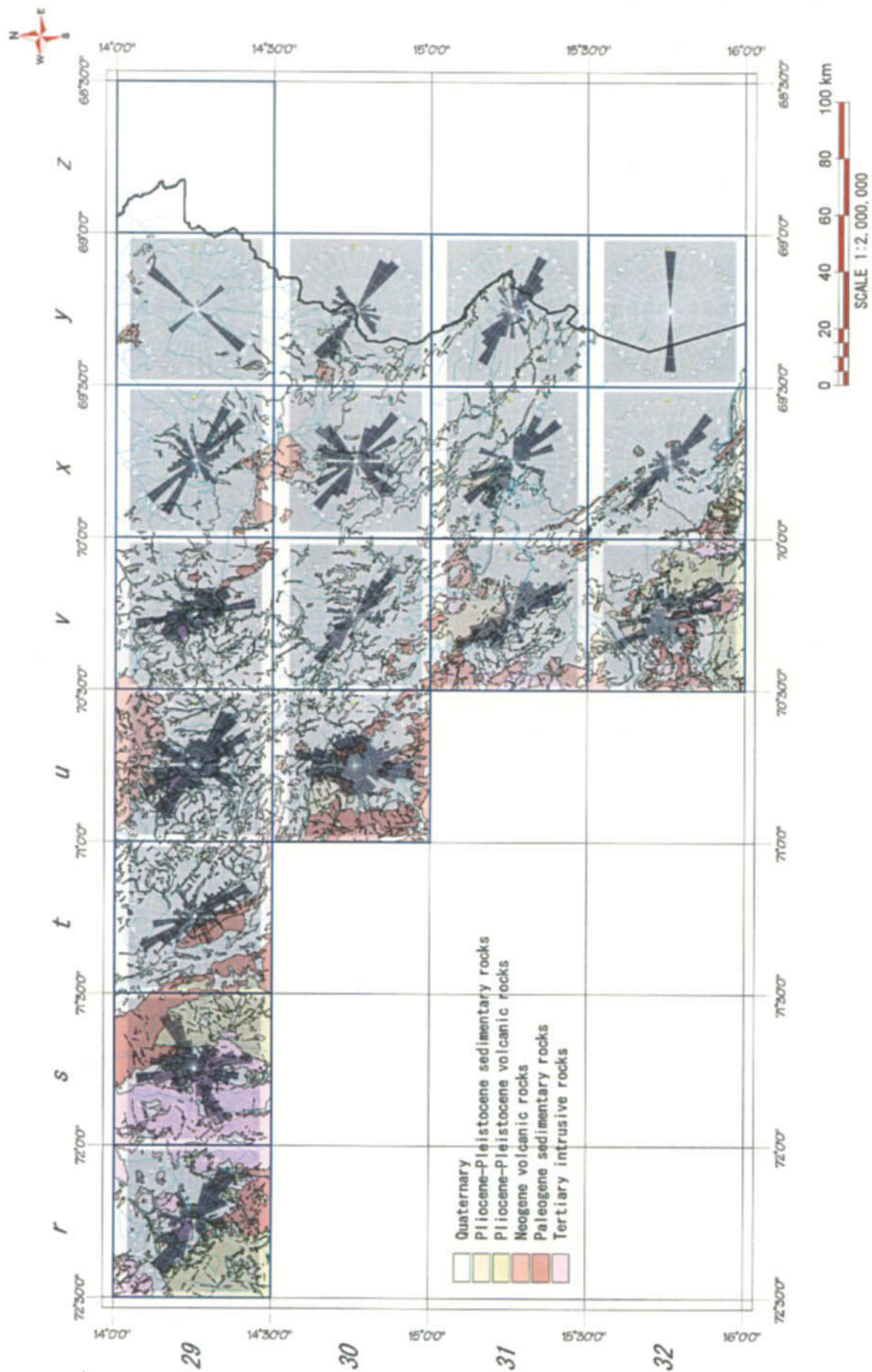
第 15-1 図 リニアメント-ローズダイヤグラム



第 15-2 図 地質別リニアメント-ローズダイアグラム (オルドビス系~二畳系)



第 15-3 図 地質別リニアメント-ローズダイアグラム (ジュラ系-白亜系)



第 15-4 図 地質別リニアメント-ローズダイヤグラム (古第三系~第四系)

第2章 既存データ解析

2-1 解析の目的

既存資料を収集、整理、解析することにより、調査対象地域内の鉱床及び鉱徴地の概要及び賦存状況を把握することを目的とする。

2-2 地質

本地域には、古生層から第四紀までの堆積岩類が、北西、南東方向に伸張して分布する。これらを買いて、二疊紀、三疊紀および新第三紀の貫入岩類が分布する。地域北東部に、古生層が分布し、南西部に向かい次第に若い時代の堆積岩類が分布している。

以下に、堆積岩類および貫入岩類について、時代順に述べる。

2-2-1 古生界

(1) 下部オルドビス系

1) San José 層群

おもに泥質粘板岩の厚いシーケンスと、若干の珪岩からなる。この地層は、二層に分けられ、上部はより細粒である。また筆石類の化石相によって時代区分が可能である。これら2層は、Iparo 層、及び Purumpata 層と呼ばれる。東アンデス山脈に分布する。

(2) 上部オルドビス系

1) Sandia 層

珪岩と粘板岩質千枚岩の著しく褶曲したシーケンスであり、その下部層には多数の乳白色石英細脈や石英脈 (5-10cm) が存在する。微量の自然金が鉱染状に認められる。東アンデス山脈に分布する。

2) Calapuja 層

本層は、Juliaca 図幅に分布が認められ、北西方向の走向を示す。主として層厚変化の著しい砂岩層を挟在する砂質頁岩で、上部層では厚さ 50~100m の珪質砂岩層と互層する。アルティプラーノに分布する。

(3) シルル系-デボン系

1) Ananea 層

東アンデス山脈の高峰群の西側支脈を形作っている地域で、浅成変成片岩で構成されている。

おおむね粘板岩状の粘土質シルト岩、粘板岩状のシルト岩 (層厚 20-80cm) および珪質砂岩 (層厚 20-40cm) の地層になっており、暗灰色、青灰色および黒色を呈する。東

アンデス山脈に分布する。

この時期の化石としては、次が認められる。

- *Heterophrentis* sp. 上部シルル紀—下部デボン紀

2) Cabanillas 層群

黄緑灰色の珩質砂岩と淡褐色の粘土質珩岩の薄層を挟在する灰色頁岩層が卓越する。局部的に鉄分を含む石灰岩のノジュールを包含する。アルティプレーノに分布する。

3) Chagrapi 層

主として基底に黒色頁岩が分布する他、層厚の薄い単層からなる、葉理の発達した泥質砂岩の薄層を挟在する雲母質シルト岩が分布する。普遍的に極細粒の褐鉄鉱ノジュールを産する。アルティプレーノに分布する。

次の化石が認められる。

- *Clarkeia antisimensis*
- *Harrignotia acutiplicata*
- *Armosina fuertensis*
- *Heterothella freitana*
- *Pleurothyrella* sp
- *Orbiculooides* cf. *Baini*
- *Aushelospirefer* cf. *Antarticus*
- *Chonetes Falklandicus*
- *Metacryphacus convexus*
- *Conularia* cf. *Apicana*

4) Lampa 層

単層の層厚 10—70cm のシルト質珩質砂岩で構成されている。シルト岩と泥の細かな並行成層と泥質岩からなる並行成層、あるいは場所によっては交差成層がみられる。アルティプレーノに分布する。

認められる化石相は、次のとおり。

- *Scaphiocoelia* sp.
- *Crytonella* sp.
- *Australocoelia tourteloni*

(4) 下部石炭系

1) Ambo 層群 (ミシシッピ亜紀)

第1層は、層厚 2~4cm で、粒径 0.5 から 1cm の亜角礫を含有する礫岩層からなる。層厚 1~2m の交差成層した砂岩と斜交成層をなす。

第2層は、0.5-1mの中粒塊状砂岩の層厚0.5-1mの単層からなり、厚さ1-5cmの黒色頁岩の薄層を挟在する。

第3層は、黒色および帯紫色頁岩層からなり、雲母（絹雲母および白雲母）を多量に含有する。

第4層は、大部分が層厚10-15cmの灰色中粒砂岩層からなり、黒色頁岩を挟在する。この層群を特徴づける化石は、次のとおり。

- *Calamites* sp.
- *Rhacopteris* sp.
- *R. ovata*、
- *Rhynchonellacea* ind.
- *Hemiple Thorhynchus* cf. *Hallani*

(5) 上部石炭系

1) *Tarma* 層群

中粒から粗粒の長石質の砂岩層（層厚10-15m）を主とし、白色ないし緑色石灰岩薄層を挟在する。上部に向かい灰色および赤色の石灰岩と石灰質砂岩の互層が連続する。

(6) 下部二畳系

1) *Copacabana* 層群

クリーム色及び暗灰色の石灰岩からなり、大部分、珪化、ドロマイト化している。ドロマイト質石灰岩、灰色粘土質ないしシルト質泥岩及び紫灰色ないし赤灰色の頁岩を挟在している。

(7) 上部二畳系

1) *Mitu* 層群

この層群は主に、グレイワッケや石灰質礫岩及び、細粒または中粒のアルコース砂岩で構成されている。

2) *Iscay* 層群

本層は、火山岩からなるシーケンスである。下部の溶岩流と、上部の凝灰岩層の2層に分けられる。

2-2-2 中生界

(1) 白亜系～ジュラ系

1) Yura 層群

海成堆積岩類で構成されている。調査地域では、下部の **Chuquibambilla** 層と上部の **Soraya** 層に分けられる。

Chuquibambilla 層は暗灰色の細粒ないし粗粒砂岩が卓越する。本層は層厚 **50m** に達するレンズ状をなし、すべての層は著しく褶曲している。上部の石灰質層はその上位に砂岩を挟在する黒色及び淡灰色の石灰岩からなる。

Soraya 層は灰白色からピンク色を呈し、石灰岩と粗粒石英を含む中粒ないし粗粒珪質砂岩からなる。これらの層は塊状緻密で **0.3～5m** の厚さを示す。層厚 **10cm** の黒色頁岩と灰色砂岩を挟在する。

(2) 下部白亜系

1) Muni 層

泥岩と暗赤色のアルコース砂岩を挟在するシルト質泥岩からなる。この地層は厚さ **40cm** の単層をなし、交差成層を示す。チチカカ湖地区に分布する。

2) Huancane 層

白色ないし黄白色及び暗赤色の中粒石英を含み、アルコース質の砂岩で構成されている。この地層は **30-60cm** の厚さの層で認められる。またこの地層の中には、礫岩に近い砂岩の厚い層と、灰色、赤みがかつたあるいは緑色っぽいシルト質泥岩の挟在も認められる。

(3) 中部白亜系

1) Moho 層群

砂岩、赤色頁岩、シルト質泥岩および石灰岩で構成される。調査地域ではこの層群は以下の三つの地層に区分される。

2) Cotacuchos 層

三層に細区分される。下部層は石英質で花崗岩質の中粒及び粗粒砂岩、及び礫岩で構成されている。中部層は丸い中粒の花崗岩質砂岩のみで構成される。上部層は中粒から細粒の砂岩で構成されている。

3) Vilquechico 層

三層に細区分される。下部層は葉理の発達した赤および緑色の頁岩で構成され、**2-5cm** のサイクルの極細粒の砂岩と互層をなす。中部層は緑色の頁岩、シルト岩、ドロマイト化

石灰岩でできている。上部層は厚さ 1-2m の中粒から粗粒の砂岩で構成されている。

4) Muñani 層

三層に細区分される。下部層は粗粒砂岩と乳白色の石英と石灰岩からなる礫岩で構成されており、厚さ 2-4m の層からなる。中部層はピンクと赤味がかかった中粒砂岩の厚さ 0.50-1m のサイクルを示す層で構成され、中粒砂岩層は極細粒の砂岩と赤色頁岩と互層をなす。上部層は厚さ 20-30cm の中粒の砂岩からなる。

2-2-3 新生界

(1) 古第三系

1) Puno 層群

この層群の下部層は頁岩と様々な色の中粒砂岩との互層で、各所で細粒から中粒礫岩を挟在する。中部層は、層厚 2~8m で赤味がかかった頁岩と礫岩を挟在する淡灰色から褐色のアルコース砂岩で構成されている。上部層は褐色、淡灰色の礫岩の厚い層からなる。(漸新世)

(2) 古第三系-新第三系

1) Tacaza 火山岩

下部層には珪岩と石灰岩の亜角礫からなる粗粒礫岩がみられる。中部層では灰色、緑色から赤色の粗粒ないし中粒の砂岩が、紫赤色の凝灰岩質泥岩の薄層と互層している。上部層は再び基質が凝灰岩質の厚い礫岩層で構成されている。(漸新世・中新世)

2) Palca 層群

本層の下部層は黄褐色ないし灰褐色の強く溶結したイグニブライトで構成され、中部層は帯灰ピンク色のハイアロクラスタイト(非溶結)からなり、上部層は徐々に細粒となる碎屑粒を含んだ最大厚 10cm の層状イグニブライトからなる。(下部~中部 中新世)

3) Senca 火山岩 (西アンデス)

組成はデイサイト質を示すが、岩石学的には流紋岩質および流紋デイサイト質の凝灰岩で構成されており、レンズ状の角礫質凝灰岩層を挟在する。石英結晶、長石、黒雲母、ガラス片も見られる。(中部鮮新世)

4) Quenamari 層 (東アンデス)

本層は調査地域では二つの部層に区分できる。Chacacuniza 部層は石英、斜長石、サニディン、黒雲母、ガラスおよび岩石片を含み、基質は隠微晶質である。流紋岩組成のレー

タイト質凝灰岩が累重する。Yupamayo 部層は、白色又は灰白色イグニブライトの 3m の厚い層が累重し、流紋岩質レータイトのイグニブライト厚層と互層をなす。(中新世、鮮新世)

5) Barroso 層群

おもに安山岩質、粗面岩質および粗面安山岩質の溶岩と火山砕屑岩からなる火山岩類全体の総称である。調査地域では Mendivil 層と呼ばれ、二つに細区分できる。Chila 火山に対応するのが Malmaya 火山岩、Barroso 火山に対応するのが Vilcanari 火山岩である。

Malmaya 火山岩は安山岩質、デイサイト質、粗面安山岩質、及び流紋デイサイト質の溶岩からなる。その上部では角礫岩と凝灰質礫岩が互層をなし、硬度の変化が著しい。

Vilcanari 火山岩は火山砕屑物（イグニブライト、集塊岩、灰）のシーケンスと安山岩質、デイサイト質の溶岩流からなる。(鮮新世、更新世)

6) Azangaro 層 (チチカカ湖)

細粒砂岩、シルト岩からなる。これらの地層はベージュないし赤色を呈し、層の厚さは 30-40cm、最大 1m を示す。シルト岩と炭質黒色頁岩を挟在する。(更新世-鮮新世)

(3) 第四系

第四紀の堆積物が谷、盆地、平原を満たしている。調査地域では氷堆石、氷河堆積物、沖積層が分布する。

2-2-3 貫入岩類

調査地域に露出している貫入岩類は二疊系から鮮新世に属する。その年代と組成から以下のように区分できる。

(1) 古生代貫入岩類

1) Coasa 深成岩体 (プルトン)

本岩体は調査地域においては、Macusani (NE) 及び Limbani (NW) 図幅内に露出している。東アンデスの一部を形成する急峻で目立つ地形によって特徴づけられる。

この貫入岩体は、斑状花崗岩からなる。本岩は不規則粒状の優白質岩で、双晶の著しい巨晶正長石、緑泥石に変質した黒雲母とで構成されている。リン灰石とジルコンを含んでいる。化学分析では K_2O/Na_2O の比率が約 1:2 を示すが、CaO の割合は低い。

この岩体は Ambo 層群の砂岩と Ananea 層の粘板岩に貫入し、母岩に接触変成を起こしている。Ambo 層群の場合には珪岩中に多量に鉍染する黄鉄鉱の原因となっている。Tarma 層群と Copacabana 層群の炭酸塩岩の地層中にスカルンが形成され、数箇所では採掘がおこ

なわれている。

K-Ar および Rb-Sr 法の年代は $238 \pm \text{Ma}$ を示し、貫入は中部三畳紀と判断される。

2) Limbani 深成岩体 (プルトン)

この岩体は Limbani 図幅の中央部に露出し、アンデス方向に延びている。この岩体は等粒状を呈し、花崗閃緑岩から細粒ないし中粒の等粒状モンゾニ花崗岩へと移行している。

主要鉱物は、斜長石、石英、長石で、随伴鉱物は黒雲母、白雲母、緑泥石、絹雲母、角閃石、褐鉄鉱である。

調査地域では、この岩体は Ananea 層に貫入し、片岩に接触変成を与えている。この接触変成によって、NW-SE および NE-SW 方向の非常に密度の高い節理と裂罅のネットワーク帯を生じた。この岩体は U-Pb 法で年代が $230 \pm 10 \text{Ma}$ と測定され、上部三畳紀に貫入したと判断される。

3) Aricoma 深成岩体 (プルトン)

この岩体は Limbani 図幅の中央左部分に他の岩体に近隣して露出し、アンデス方向に調和的に連続する。岩相は花崗閃緑岩からモンゾニ花崗岩への漸移を示す。

組織は Coasa 岩体の組織と類似している。Aricoma 花崗岩類は黒雲母を唯一の苦鉄質鉱物として含むが、初生の白雲母は見られない。

この岩体はイルメナイトとその酸化物で特徴づけられる。主要な鉱物としては斜長石、石英、長石で、随伴鉱物は黒雲母、角閃石、粘土鉱物、絹雲母、不透明鉱物、緑泥石、緑簾石、ジルコンなどがある。

この岩体は Ambo 層群と Ananea 層に貫入しており、K-Ar 法による測定年代は $212 \sim 217 \text{Ma}$ (Kontak, D. et al., 1985) を示す。しかし、Dalmayrac, B. et al. (1980) によれば、年代は $234 \pm$ となり、上部二畳紀と判断される。

4) Utccuccacca 花崗岩

Rinconada 図幅の NW 地区に露出しており、おそらく広域的な NW-SE 方向の断層システムによるものであろう。

構成鉱物は正長石、微斜長石、石英、斜長石、白雲母、黒雲母である。正長石と斜長石はわずかに変形している。この岩体の貫入により紅珪石相の接触変成帯が成長した。花崗岩から遠ざかるに従い弱くなる。

この花崗岩体は Sandia 層に貫入し、貫入岩に取り囲まれた巨大な砂岩ブロックが存在する。さらに断層も横切っており、これにより本岩体の貫入時期は上部二畳紀と推定される。

5) San Judas Tadeo 岩体

この岩体の貫入は Puno 図幅の Cabanillas 村の北西にみられる。またこの貫入岩体は、

Camallata 山でもみられ、淡灰色中粒のモンゾニ花崗岩で構成されている。鏡下では弱く変形した不規則状石英が 25%、同じ割合の正長石、部分的に絹雲母化作用を被った斜長石が含有されたものが見られる。苦鉄質鉱物としては部分的に緑泥石や緑簾石に変化している黒雲母が見られる。

モンゾニ花崗岩は Cabanillas 層群の珪岩と頁岩に貫入しており、ここではホルンフェルスの接触帯が見られる。K-Ar による年代測定は 270Ma を示し、下部二畳紀と判断される。

(2) 中生代貫入岩類

1) Huisaroque 岩体

本貫入岩体の組成はトーナライトで、Juliaca 北部に露出している。この岩体は塩基性で、最大 8mm の斑晶を有し、黒雲母は 2mm の板状となっている。赤色の花崗岩が、板状から楕円形で灰色、中粒閃緑岩の最大 20cm のゼノリスを含有しているのが観察される。この貫入岩の周縁では狭い接触変成帯が認められる。

この岩体は Chagrapi 層に貫入しており、Huisaroque 山の試料からは、K-Ar 法で 236 ± の年代が得られ、中部三畳紀と判断される。

(3) 新生代貫入岩類

Santo Tomas、Livitaca 図幅内には、Apurimac バソリスを構成する貫入岩体がいくつか認められる。それらは花崗閃緑岩、トーナライト、閃緑岩の巨大な岩体である。

Santo Tomas 図幅の東端や Livitaca 図幅の西端に露出する閃緑岩は、粗粒から中粒の斑状組織から粒状組織を呈し、30-60%の苦鉄質鉱物を含有している。主要構成鉱物は斜長石及び微量の石英である。随伴鉱物として青緑色角閃石、赤褐色雲母がある。

調査地のトーナライトは優白質中粒で、主要鉱物は自形及び双晶を示す斜長石および石英である。トーナライト岩体は、アプライトやペグマタイト及び半深成岩の様な組成の異なった無数の岩脈類に切られている。

花崗閃緑岩はマクロ的にはトーナライトと同じ特徴を有し、カリ長石の組成が変化する。

Juliaca 図幅に分布がみられ一連のプルトンを形成している。

2-3 鉍床

中部アンデス山脈は、太平洋岸に平行に金属鉍床生成区が設定できる。Heuschmidt (1995) によれば、太平洋岸から南アメリカ大陸内部に向かって、銅帯-中央多金属帯-錫帯-周縁多金属帯に分類される(第4図)。本調査地域は、中央部南東よりに錫帯がボリビアに向かって延び、その北東側に周縁多金属帯、南西側に中央多金属帯が分布する。第5図に既知鉍床・鉍徴地分布図を、第7表に一覧表をそれぞれ示す。

各種の鉍化作用について、胚胎層別に述べる。

2-3-1 古生代の鉍床

(1) 下部古生層の脈状及び層状 Au 鉍床

ペルー南東部、Macusani の東で、低変成度の下部古生層中に金鉍床が見られる。Fornari et al (1988) によれば、オールドビス系片岩中の含金石英脈およびシルル系とデボン系の片岩に胚胎する層状含金レンズ状石英層 (Ana María 鉍床など)、含金塊状硫化物の層状鉍床 (La Rinconada 鉍床) が知られている。これら両タイプの同生鉍床も早期ヘルシニア造山運動の作用によるものである。

これらの鉍脈型鉍床は平均幅 1.2m を呈し、石英、金、輝安鉍、黄鉄鉍、及び少量の方鉛鉍、硫砒鉄鉍からなる。金は硫化物中に存在している。レンズ状の石英鉍体は最大厚さ 20cm、長さ数メートルで構成鉍物は緑泥石、緑簾石、硫砒鉄鉍、磁硫鉄鉍、黄鉄鉍、方鉛鉍、黄銅鉍からなり、金を平均 10~25g/t 含む。塊状硫化物の層状鉍床は厚さ 1~2m である。緑泥石を含む黒色片岩において顕著な鉍化作用が見られ、磁硫鉄鉍、黄鉄鉍、硫砒鉄鉍を含む。金平均含有量は 2g/t 以下である。顕著な鉍化作用の周縁部では、局部的に石英、緑泥石、硫化物の網状鉍化作用を呈している。Fornari et al (1988) によると、この顕著な鉍化作用は、As、Sb、Ag の高い含有と、わずかではあるが Pb、Zn、Cu、Sn、W の含有も見られる。

初生の金の濃集は下部古生代に起きた火成活動に関連した海中の熱水作用により生じた(塊状硫化物鉍床) (Fornari et al., 1988)。その後、早期ヘルシニア期に、金は変形、変成作用によって移動し、好都合な構造線(鉍脈・レンズ状鉍体) 中や岩石中に濃集した。

(2) 二畳系-ジュラ系の花崗岩貫入に関連する Sn-W-Cu 鉍床

Coasa、Limbani、Aricoma、Limacpampa の深成岩体を構成する、東アンデス山脈の Carabaya バソリス複合岩体には Sn-W-Cu-Mo の脈状鉍床、グライゼン、スカルンが見られる。このタイプの最も重要な例としては Condoriquiña と Sarita の鉍山があげられる。Condoriquiña では、Limacpampa の花崗岩体と関連したスズ石、鉄マンガン重石、閃亜鉛鉍、硫砒鉄鉍を含む一連のグライゼンと緑泥石-石英の鉍脈がある。Aricoma の花崗岩岩体 (Clark et al., 1990) が分布する Sarita 鉍山は、灰重石、スズ石、モリブデナイト (Candiotti & Guerrero, 1983) を随伴する黄銅鉍が鉍染した多数のグライゼン鉍体で

できている。Lancelot et al (1978)、および Clark et al (1990) によると Carabaya バソリスに関連した Sn-W-Cu-Mo 鉱床は二畳紀からジュラ紀の年代を示す。鉛同位体元素の研究では鉱床の金属元素は陸成起源であることが判明している (Kontak et al., 1990)。

2-3-2 中生代の鉱床

中生代の金属鉱床は鉱脈状と層状鉱床の特徴を有する。

従来から層状鉱床は、白亜紀—新生代の貫入岩類に関連する鉱脈鉱床とスカルン鉱床が共存していることから熱水交代作用で生成されたと解釈されている。

しかし、詳細な鉱床成因の調査では、金属鉱床生成には同生鉱床が重要な役割を担っていることが認められる。鉱床生成には2つのプロセスが考えられる。ひとつはアンデス盆地(三畳系上位地層—白亜系上位地層)内部の火山性堆積岩類の発達に関連する鉱化作用、もうひとつは沿岸バソリスと東アンデス山脈(上部白亜系)の岩株に関連するものである。

(1) 上部白亜系の貫入岩類に関連する Ag-Pb-Cu-Zn 鉱脈

Clark et al (1990)は、Carabaya の Precordillera と Cordillera の間に位置する Crucero 盆地地帯にある Ag-Pb-Cu-Zn 鉱脈に言及している。

これらのうち重要なものは Cerro del Inca Azul、Casa de Plata、Santa Ana である。これらの鉱脈鉱床は Tarma 層群と Copacabana 層群(上部石炭系から下部二畳系)の岩石と上部白亜系の花崗閃緑岩の岩株中に存在する。

脈は石英が卓越し、炭酸塩岩、黄鉄鉱、黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、針銀鉱を含有する。胚胎する母岩には角礫化作用、珪化作用、緑泥石化作用がみられる。

鉛同位体元素の研究で、鉛の一部はマントに起源があることが示されている。

2-3-3 新生代の鉱床

この時代の金属鉱床の生成には主に二つの要因が認められる。ひとつはバソリス形成に関連するもの、もうひとつは地上火山活動構成による半火山岩岩株の貫入に関連するものである (Steinmüller, 1999)。

(1) 漸新世—中新世花崗岩岩株に関連する Sn-W-Cu-Zn-Pb 鉱床

Carabaya の Precordillera と Cordillera の間で Sn-W-Cu-Zn-Pb の鉱床がいくつかみられる。

このなかで最も重要な鉱床として San Rafael と Palca XI (Clark et al., 1983, Clark et al., 1990、および Farrar et al., 1990) があげられる。

これらの鉱床は沈殿作用が何度も生じた痕跡を示す多金属鉱脈で構成されている。脈の

走向は北西—南東を示し、下部古生代の粘板岩、千枚岩、珪岩の中に貫入するモンゾニ花崗岩岩株に関連して存在する。

これらの鉱床は 25—23Ma (上部漸新世) に形成され、火山底の貫入岩に関連している。San Rafael 鉱床は 5.2~6.5% の Sn を含有し、鉱石鉱物は主に錫石及び黄銅鉱からなり、脈石鉱物は石英、緑泥石、方解石からなる。

一方 Palca XI 鉱床は主に鉄マンガン重石、灰重石からなり、 WO_3 は平均 1.3% 含有する。流体包有物研究 (Palma, 1981) から、この種の鉱床は古地表面下約 1,000m の深度で 390~220°C の温度で形成されたと推定される。

鉛同位体元素研究 (Kontak et al., 1990) ではこれらの金属は陸成起源と推定される。

(2) 中新世—鮮新世火山砕屑岩に関連するウラニウム鉱床

Macusani 地区では、Quenamari 層の厚い流紋岩質火山砕屑岩中に多数のウラニウム鉱床が存在する。この鉱化作用は、火山砕屑流に近接して瀝青ウラン鉱—黄鉄鉱の細脈からなる網状鉱床を形成している。ウラニウムを含有する鉱化のほかに、火山砕屑岩には Sn、W、Be、F、Li、P、B の高い含有が認められる。Clark et al (1990) によれば、大部分のウラニウムの鉱化年代は 8 から 6Ma を示す。ウラニウムを含んだ鉱化作用が、火山岩類と非常に強い地化学的類似性を有する流紋岩岩株に近接して認められるので、珪長質岩の貫入に伴う熱水活動に関連する鉱化作用であると推定される。

(3) 東アンデス山脈における金の砂鉱床

この種の重要な鉱床としては東アンデスの南東部にある砂金鉱床で、その地形学的な位置から判断して三つのタイプに区分できる。まず最初の二つのタイプとして東アンデスの高地にある砂鉱床とアマゾン平原の砂鉱床があげられる (Fornari et al., 1988)。この二つのタイプではそのほとんどが更新世に形成された氷河堆積物および融氷流堆積物中に金が存在する。このタイプの重要な鉱床として San Antonio de Poto があげられる。第三のタイプとしては完新世の河川堆積物中の金である。この種の重要な鉱床は Madre de Dios 川流域と Huaypetuhe 川と Caichive 川にある。Fornari et al (1988) によれば東アンデスの高地や低地の砂金鉱床は下部古生代の含金鉱脈やマントに起源を持つと推定される。一方、アマゾン平原の砂鉱床の含金物質は氷河と融氷流砂鉱床の度重なる再移動の結果によるものである。

2-3-4 鉱床各論

添付資料に鉱山・鉱床調査表を付した。

調査範囲内に、鉱徴地やかつての鉱山跡は多数知られているが、現在稼行中の鉱山は比較的少ない。現在採掘中のものは、日産 500t の San Rafael 鉱床 (錫；鉱脈) と月産 7,900t (日産約 300t) の Palca 11 鉱床 (タングステン；鉱脈)、及び小規模に La Linconada (金；マント) 鉱床であり、いずれも坑内堀である。

本調査地域に分布する鉱床のうち、主要なものについて以下に述べる。北西から南東の順に掲載した。

(1) **Esperanza de Potoni 鉱床** (図画 29-u ; Nuñoa、第 5 図 No.108)

Puno 県 Asangaro 郡の標高 4,400m、Crucero から 32km に位置する。

Copacabana 層中の鉛・銀鉱脈鉱床である。鉱脈は背斜構造の軸部近くにあり、水平延長 100m (うち高品位部 25m)、走向 N30-60° 傾斜垂直を示す。鉱石鉱物は、白鉛鉱、若干の方鉛鉱と孔雀石からなる。

25t/月と少量生産実績があるが、現在は採掘休止中である。高品位部では Pb20%、Ag6oz/st を示す。

(2) **Tres Marias I, II 鉱床** (図画 29-u ; Nuñoa、第 5 図 No.114)

Puno 県 Melgar 郡の標高 4,600m、Macusani から 27km に位置する。

灰色砂岩を母岩とし、銅、銀を産する。鉱脈はレンズ状で、並行して配列し、走向 N24° E、傾斜 70° SE を示す。鉱石鉱物は黄銅鉱。脈石鉱物は石英、黄鉄鉱、鉄水酸化物からなる。

坑内堀を行っていたが現在は採掘休止している。月産 4t の操業時は、Cu21%、Ag7.5oz/st を産した。

(3) **Quenamari 鉱床** (図画 29-u ; Nuñoa、第 5 図 No.118)

Puno 県 Carabaya 郡の標高 4,500m、Macusani から 35km に位置する。

銅、鉛、亜鉛、銀鉱床で、4 鉱脈ある。頁岩、礫岩、石灰岩中に珪化モンズナイトのストックと岩脈が貫入し、裂罅が多数発達している。鉱脈の走向は NW-SE、平均脈幅は 0.60m であり、鉱石鉱物は黄銅鉱とコペリンである。

過去に探鉱実績あり。現在探鉱中。

(4) **Cerro de Inca No.28 鉱床** (図画 29-v ; Macusani、第 5 図 No.131)

Puno 県 Azangaro 郡の標高 4,200m、Crucero から 24km に位置する。

4 層のマントからなる層状鉛・銀鉱床で、鉱体は不規則レンズ状をなす。石灰岩、頁岩互層中に産し、鉱脈の走向傾斜は N15° W、25° SW である。鉱石鉱物は方鉛鉱、白鉛鉱、脈石は石英、黄鉄鉱からなる。

坑内堀実績はあるが、出鉱量不明で採掘休止中。貯鉱品位は Pb38.8%、Ag0.8oz/st を示す。

(5) **San Rafael 鉱床** (図画 29-v ; Macusani、第 5 図 No.148)

Puno 県 Azangaro 郡の標高 4,800m の高地、San Jose から 44km に位置する。

裂罅充填型熱水鉱床で一部交代型を示す、錫・銅鉱床である。砂岩、頁岩、粘板岩から

なる Ambo 層に貫入する、5×7.5km の範囲に広がる San Rafael モンゾニ斑岩が関係火成岩である。

平均脈幅 5m の鉱脈中の石英—電気石細脈からなる。鉱石鉱物は錫石、黄銅鉱、若干の方鉛鉱、閃亜鉛鉱、四面銅鉱、脈石鉱物は石英、方解石、黄鉄鉱、螢石である。鉱脈の内外に緑泥石化、弱いカオリン化が認められ、粘板岩は、僅かに珪化している。

調査地域内では最大の鉱山で、坑内堀にて日産 500t を採掘中である。

(6) Santa Ana 鉱床 (図画 29-v ; Macusani、第 5 図 No.136)

Puno 県 Carabaya 郡の標高 4,500m、Crucero から 127km に位置する。

走向 N85° E、傾斜 30° SE を示す砂岩中に閃緑岩岩体が貫入している。貫入岩体中の開放裂隙系に、銅鉱化が認められる。脈際の母岩には、珪化と若干の黄鉄鉱化、カオリン化が認められる。鉱脈は平均脈幅 0.80m を示し、鉱石鉱物は黄銅鉱、脈石鉱物は石英、鉱染状黄鉄鉱、重晶石からなる。

かつて 3 レベルの坑道により、坑内堀を行ったが現在は採掘休止中である。品位は Cu0.7%程度で、小規模と考えられている。

(7) Casa de Plata 鉱床 (図画 29-v ; Macusani、第 5 図 No.144)

Puno 県 Carabaya 郡の標高 4,800m、Crucero から 25km に位置する。

鉛、銀の鉱脈型鉱床で、鉱脈は走向 N30° W、傾斜 75° NE と SW、平均脈幅 0.50m を示す。鉱石鉱物は含銀方鉛鉱、脈石は重晶石、方解石、黄鉄鉱、石英である。

採掘休止。過去に 10t/月程度で坑内堀の生産実績あり。埋蔵鉱量 11,000t 計上。Pb13.8%、Ag8.6oz/st。かつて広範囲に稼行されたが、現状は崩落あるいは水没している。

(8) Nicaragua 鉱床 (図画 29-x ; Limbani、第 5 図 No.184)

Puno 県 Azangara 郡の標高 4,400m、Rosario から 38km に位置する。

Copacabana 層の石灰岩と礫岩を母岩とする鉱脈及びレンズ状鉱体からなる鉛、銀鉱床である。鉱石鉱物は白鉛鉱、少量の方鉛鉱と閃亜鉛鉱、脈石は石英、黄鉄鉱、方解石、バライトからなる。

現在採掘は休止している。過去に月 20t 程度の生産実績があり、埋蔵鉱量は僅かで、品位は Pb20~25%、Ag1.2~1.6oz/st を示す。

(9) Sarita 鉱床 (図画 29-x ; Limbani、第 5 図 No.187)

Puno 県 Carabaya 郡の標高 4,700m、Curusero から Limbani を経由して 22km に位置する。

Ambo 層群に、Aricoma 花崗岩体と安山岩岩脈が貫入している。鉱床は裂隙あるいは安山岩岩脈中に産し、銅、銀、モリブデン、タングステン、錫を胚胎するグライゼン型である。鉱体は板状不規則で厚さは 6~12m を示す。鉱石鉱物は黄銅鉱、斑銅鉱、孔雀石、珪

孔雀石、少量の輝水鉛鉱、タングステン及び錫鉱物。黄銅鉱は粒間、気孔、劈開を充填して産する。

現在、採掘は休止中である。157 千 t、Cu3.0%、Ag0.96oz/st の採掘実績があり、埋蔵鉱量は2 百万 t が計上されている。

(10) Nilda 鉱床 (図画 29-x ; Putina、第5 図 No.261)

Puno 県 Azangaro 郡の標高 4,800m、Crucero から 37km に位置する。

Ayavacas 層中の頁岩、砂岩、礫岩を挟在する石灰岩を母岩とする構造角礫帯中の鉛・亜鉛鉱床である。平均幅 4.35m の角礫帯中の鉱染鉱床で長さ 150m、幅 25m を示す。鉱石鉱物は白鉛鉱、含銀方鉛鉱、閃亜鉛鉱である。

トレンチ探鉱の段階であるが、予想鉱量は 12 千トン、Ag0.6oz/st、Pb8.5%、Zn11.6% が計上されている。

(11) Marcia 鉱床 (図画 29-x ; Putina、第5 図 No.279)

Puno 県 Azangaro 郡の標高 4,400m、Crucero から 45km に位置する。

礫岩中のに胚胎する脈状の鉛、銀、亜鉛鉱床である。鉱脈の走向 N67° W、傾斜 60° NE、幅 0.65m を示す。鉱石鉱物は含銀方鉛鉱、閃亜鉛鉱、脈石鉱物は石英、酸化鉄からなる。

現在は採掘休止している。貯鉱品位は Ag0.7oz/st、Zn10%、Pb9.9%を示す。

(12) San Antonio de Poto 鉱床 (図画 29-x ; Putina、第5 図 No.277)

Puno 県 Sandia 郡の標高 4,600m、Putina から 65km に位置する。

氷河後退後に残された円礫を主体とする礫層中の金鉱床で、氷堆積型金鉱床に分類される。金は糸状、まれにナゲット、粉状鉱染として産する。

1962 年から 1971 年に、ドレッジャーにより、粗鉱 3 百万 t、金品位 0.26g/t が採掘された。埋蔵鉱量は 170 百万 t が計上されているが、現在は採掘休止中である。

(13) La Rinconada 鉱床 (図画 29-y ; Rinconada、第5 図 No.283)

Puno 県 Sandia 郡の標高 5,000m の高地、Ananea から 15 km に位置する。

Ananea 層の黒色粘板岩中の鉱脈鉱床でマント型の構造を充填する。塊状石英に金を産する。硫砒鉄鉱と黄鉄鉱の微細結晶を随伴する。

坑内堀で小規模に採掘中だが埋蔵鉱量は明確ではない。

(14) Condoriquiña 鉱床 (図画 29-y ; Rinconada、第5 図 No.285)

Puno 県 Sandia 郡の標高 5,000m の高地、Ananea から 17 km に位置する。

Carabaya バソリス複合岩体中の Limacpampa の花崗岩体と関連した、Sn-W-Cu-Mo の脈状鉱床である。スズ石、鉄マンガン重石、閃亜鉛鉱、硫砒鉄鉱を含む一連のグライゼ

ンと緑泥石—石英の鉍脈がある。鉍化作用は二疊紀からジュラ紀の年代を示す。

(15) Palca 11 鉍床 (図画 31-x ; Huancané、第 5 図 No.300)

Puno 県 Huancane 郡の標高 4,600m、Putina から 45km に位置する。

鉍脈型タングステン鉍床である。鉍脈は板状構造で走向 N20° W、傾斜 50° NE を示し、逆断層の近くに平行して存在する。鉍石鉍物は鉄重石、灰重石。脈石鉍物は石英、カオリン、鏡鉄鉍、黄鉄鉍、磁硫鉄鉍、炭酸塩鉍物である。

カットアンドフィル法で採掘中で月産 7,900t の粗鉍を生産している。1.10%WO₃、20 万トンの鉍量が計上されている。

2-4 考 察

調査地域には、古生代から第四紀までの堆積岩類が、北北西—南南東方向に伸張して分布する。これらを買いて、二疊紀および新第三紀の貫入岩類が分布する。本地域はペルーの鉍床生成区分上、中央多金属帯、錫帯及び周縁多金属帯に属する。

本地域の鉍化作用として、古生層中の脈状 Au 鉍床、二疊紀の花崗岩類に伴う Sn—W—Cu 鉍床、三疊紀から白亜紀地層内の Ag—Pb—Cu—Zn 鉍脈及びスカルン鉍床、中新世花崗岩類に関連する Sn—W—Cu—Pb—Zn 鉍脈鉍床が知られている。また東部山脈からアマゾン平原にかけて Au 砂鉍床が分布するほか、中新世～鮮新世の火山砕屑岩に関連するウラニウム鉍化作用の存在が知られている。

調査地域の鉍化作用は以下のようにまとめられる。

- ・ 古生層中の脈状 Au 鉍床
 - Santo Domingo, Manco Capac, Candelaria, Benditani
 - Gavilán de Oro, Untuca, Ana Maria, Carabarcuna
 - La Rinconada
- ・ 二疊紀の花崗岩類に伴う Sn—W—Cu 鉍床
 - Condoriquiña, Sarita
- ・ 三疊紀から白亜紀地層内の Ag—Pb—Cu—Zn 鉍脈及びスカルン鉍床
 - Cerro del Inca Azur, Casa de Plata, Altura, Santa Ana
- ・ 中新世花崗岩類に関連する Sn—W—Cu—Pb—Zn 鉍脈鉍床
 - San Rafael, Palca 11
- ・ 東部山脈からアマゾン平原にかけて Au 砂鉍床
 - San Antonio de Poto, (Madre de Dios 川流域、Huaypwтуhe 川、Caichive 川)
- ・ 中新世～鮮新世の火山砕屑岩に関連するウラニウム鉍徴
 - Macusani 周辺

第7表 鉱床・鉱微地一覽表 (1)

No.	NAME	QUAD-RANGLE	LATITUDE	LONGITUDE	EASTING	NORTHING	ELEMENT	WALL ROCK
1	CRISTO DE LOS ANDES	29-r	14-06-06S	072-05-29W	166161.7	8438834	CU	CUARCITAS INTERESTRATIFICADAS CON LUTITAS Y ARENISCAS MARGOSAS
2	AZULCACA	29-r	14-04-08S	072-25-40W	129745.8	8441960	CU AG AU	CALIZA, CUARCITA
3	FOCOMARCA	29-r	14-01-16S	072-23-10W	134175.7	8447318	CU AG AU	CALIZA
4	COCHASAYHUAS	29-r	14-06-24S	072-30-00W	121998.7	8437660	CU AG AU PB	CUARCITA, LUTITAS PIZARROZAS
5	LA SORPRESA	29-r	14-04-12S	072-28-33W	124551.8	8441761	CU AG	CALIZA
6	CRISTO DE LOS ANDES No1	29-r	14-15-40S	072-21-30W	137561.0	8420777	CU PB AG	CALIZAS.
7	PALAO No11	29-r	14-15-50S	072-23-30W	133963.6	8420417	AG PB	CALIZAS.
8	PALAO No12	29-r	14-15-30S	072-25-10W	130954.3	8420988	AG PB	CALIZAS.
9	PALAO No13	29-r	14-15-40S	072-23-00W	134860.0	8420738	AG PB	CALIZAS.
10	JUANITA No1 AL No4	29-r	14-03-30S	072-09-30W	158862.0	8443637	CU	CALIZAS.
11	AMERICO DARIO	29-r	14-07-00S	072-10-00W	158048.3	8437064	CU AG	CALIZAS.
12	UNION CERROPATAS	29-r	14-06-56S	072-28-05W	125496.5	8436758	AU AG	
13	SANTO CRISTO	29-r	14-10-45S	072-20-10W	139831.1	8429888	CU AU	
14	CHALCOBAMBA	29-r	14-03-10S	072-12-55W	152897.1	8444099	CU	CALIZAS
15	FERROBAMBA	29-r	14-05-54S	072-16-24W	148490.6	8438937	CU	CALIZAS
16	SULFOBAMBA	29-r	14-04-21S	072-18-24W	142847.0	8441748	CU	
17	CRISTO REY	29-r	14-17-00S	072-16-24W	148777.9	8418447	CU AU	
18	ESPERANZA	29-r	14-16-34S	072-16-45W	146136.2	8419238	AU	
19	OSCOLLO	29-r	14-15-18S	072-14-42W	149793.8	8421628	AU	ALUMALES
20	CHARCAS	29-r	14-04-24S	072-21-44W	136841.6	8441570	CU AG AU	CALIZAS
21	HUANZO	29-r	14-13-00S	072-25-54W	129686.7	8425684	AU AG	
22	SAN ANTONIO	29-r	14-07-59S	072-25-08W	130810.3	8434866	AG AU CU PB ZN	
23	TAYA	29-r	14-11-31S	072-21-02W	138290.6	8428450	AG AU	
24	MALLMANLLA	29-r	14-08-00S	072-10-20W	157472.1	8435211	CU	INTRUSIVAS, SEDIMENTARIAS
25	CRISTO DE LOS ANDES 1	29-r	14-05-51S	072-05-18W	166486.3	8439300	CU	ARENISCAS, LUTITAS
26	PODEROSA I	29-r	14-00-39S	072-00-40W	174710.2	8449005	PB AG	
27	CERRO PUYANI	29-r	14-08-20S	072-00-30W	175191.7	8434829	PB AG	
28	SAN SEBASTIANO	29-r	14-09-25S	072-01-29W	173448.7	8432807	PB ZN CU	
29	20 DE ENERO	29-r	14-09-25S	072-00-03W	176027.7	8432840	PB ZN CU AG	
30	IMPERIAL	29-r	14-27-00S	072-05-00W	167544.8	8400271	FE	GRANODIORITA, CALIZA
31	CERRO DE PASCO	29-r	14-17-08S	072-02-30W	171801.7	8418541	FE	GRANODIORITA, CALIZA
32	DOLORES JATUN PUYANI	29-r	14-11-17S	072-30-00W	122133.5	8428644	PB AG	CALIZAS
33	SANTA JUDITH	29-r	14-16-01S	072-04-06W	168894.0	8420564	PB AG	CALIZA
34	CARMEN ALTO 1	29-r	14-19-56S	072-00-43W	175077.5	8413446	AU CU	DIORITA
35	PODEROSA	29-r	14-00-39S	072-00-40W	174710.2	8449005	PB	SEDIMENTARIA
36	JARMAHUACHO	29-r	14-05-00S	072-01-00W	174211.6	8440969	CU	INTRUSIVAS, SEDIMENTARIAS
37	HUINCHOS	29-r	14-07-03S	072-01-40W	173069.7	8437170	CU AU	
38	LA GRAN PIRAMIDE	29-r	14-15-00S	072-06-00W	165449.4	8422396	AU	
39	CALIZA AZUL	29-s	14-15-58S	071-48-34W	844307.4	8420479	AG PB	SEDIMENTARIAS
40	QUIMBALETE	29-s	14-20-22S	071-48-34W	844196.6	8412367	CU	CALIZAS
41	PROVIDENCIA D	29-s	14-20-55S	071-47-26W	848221.3	8411314	CU AG	CALIZAS
42	SILVIA I	29-s	14-21-49S	071-50-51W	840049.9	8409737	CU AU	VOLCANICAS
43	AUREA	29-s	14-21-00S	071-48-00W	845199.3	8411174	CU AG	SEDIMENTARIA, INTRUSIVO
44	UREL PRIMERO	29-s	14-25-16S	071-30-33W	876487.1	8402841	PB AG ZN CU	INTRUSIVAS
45	SAN MARTIN	29-s	14-19-00S	071-42-00W	856050.5	8414714	NI CU	CALCAREO FERRUGINOSO
46	EMPERATRIZ	29-s	14-18-16S	071-59-36W	824392.0	8416498	AU	CALIZA, CUARCITA, LUTITA
47	CARMEN ALTO NUEVO	29-s	14-07-55S	071-56-66W	829140.8	8435542	AU	
48	SAN MARCELO	29-s	14-06-36S	071-59-27W	824939.2	8438027	PB ZN AG	
49	CARMELITANA	29-s	14-00-58S	071-59-43W	824591.9	8448429	PB ZN AG	
50	LUCIUS	29-s	14-21-39S	071-46-18W	848302.1	8409931	PB CU ZN	
51	PODEROSA	29-s	14-06-46S	071-58-36W	826466.4	8437699	PB AG	SEDIMENTARIAS
52	MARCELO	29-s	14-07-07S	071-59-03W	825647.6	8437064	PB AG	CALIZA
53	BRILLANTE AZUL	29-s	14-27-21S	071-47-23W	846146.2	8398437	PB ZN CU	

第7表 鉱床・鉱徴地一覽表 (2)

No.	NAME	QUAD-RANGLE	LATITUDE	LONGITUDE	EASTING	NORTHING	ELEMENT	WALL ROCK
54	IRIS	29-s	14-06-20S	071-59-10W	825455.9	8438512	CU	DIORITA, CALIZA
55	VELASCO 1	29-s	14-27-35S	071-46-10W	848327.9	8398976	CU	DIORITA, CALIZA
56	TORO SENTADO	29-s	14-24-30S	071-46-03W	848617.9	8404664	CU PB	DIORITA, CALIZA
57	MONTE ROJO	29-s	14-23-06S	071-47-25W	846196.6	8407283	CU	CALIZA, DIORITA
58	SAN MARTIN No 37 AL 64	29-s	14-17-50S	071-30-27W	876874.4	8416563	FE	CALIZAS
59	EXALTACION	29-s	14-24-15S	071-53-20W	836521.7	8405307	CU	SEDIMENTARIAS
60	MONTE ROJO #2	29-s	14-23-35S	071-46-40W	847532.3	8406372	CU	INTRUSIVAS
61	HURANIO	29-s	14-25-00S	071-44-00W	852293.8	8403689	FE CU	SEDIMENTARIAS, INTRUSIVAS
62	LIVITACA	29-s	14-15-00S	071-46-00W	848952.9	8422199	AU FE	SEDIMENTARIAS
63	SAN MARTIN	29-s	14-10-30S	071-56-30W	830159.4	8430760	FE	SEDIMENTARIAS, INTRUSIVAS
64	LOMAS DE ORO	29-s	14-19-34S	071-44-56W	850755.9	8413743	PB AG ZN CU	
65	CUMBRE ROJA	29-s	14-17-30S	071-50-54W	840068.8	8417706	PB AG ZN CU	
66	LAS FLORES No3	29-l	14-24-47S	071-18-00W	899086.3	8403380	CU AG	ARENISCAS ARCOSICAS
67	CARMEN	29-l	14-16-09S	071-14-10W	906245.9	8419212	CU AG	SEDIMENTARIO (LUTITA Y ARENISCAS).
68	WILLY	29-l	14-23-56S	071-15-50W	903012.3	8404887	CU AG	SEDIMENTARIO (ARENISCAS ARKOSICAS)
69	ROCIO DEL CARME	29-l	14-24-43S	071-18-00W	899088.3	8403503	CU AG	SEDIMENTARIO-ARENISCA ARCOSICA.
70	CLARA LUZ	29-l	14-23-24S	071-17-11W	900597.4	8405911	CU AG	ARENISCA
71	CAYMA	29-l	14-11-52S	071-19-20W	897065.9	8427271	AG CU	ARENISCAS Y LUTITAS
72	ELIANA	29-l	14-21-37S	071-13-55W	905632.4	8409109	AG CU	SEDIMENTARIO-ARENISCAS Y LUTITAS.
73	GIOVANA	29-l	14-24-33S	071-12-12W	909633.9	8403641	AG CU	ARENISCAS GRISES Y LUTITAS MARRONES
74	MARIA DORA	29-l	14-27-00S	071-02-00W	927818.1	8398806	AG CU AU	PIZARRAS Y ARENISCAS CUARCITICAS.
75	PORVENIR	29-l	14-22-25S	071-06-04W	920641.4	8407397	SB	PIZARRAS Y ARENISCAS CUARZOSAS
76	POTOSI No1	29-l	14-20-00S	071-08-15W	916785.4	8411926	AG SB	PIZARRAS, LUTITAS Y ARENISCAS.
77	ESPERANZA AURORA No	29-l	14-20-24S	071-04-17W	923916.1	8411067	SB	PIZARRAS Y LUTITAS
78	FE Y ESPERANZA	29-l	14-01-13S	071-21-36W	893287.0	8447002	SB PB AG	PIZARRAS AMARILLAS Y NEGRAS.
79	JESUS NAZARENO No6	29-l	14-18-43S	071-08-20W	916674.9	8414299	CU AG PB	CALIZAS
80	REBUSCADA No1	29-l	14-22-52S	071-04-51W	922818.1	8408528	SB PB CU	PIZARRAS PRINCIPALMENTE, CON ALGO DE CUARCITAS, ARENISCAS Y LUTITAS.
81	MODESTIA	29-l	14-20-21S	071-08-37W	916114.3	8411291	SB	PIZARRAS, CUARCITAS Y ARENISCAS.
82	AUGUSTA V	29-l	14-19-36S	071-01-57W	928143.5	8412473	SB CU	PIZARRAS Y CUARCITAS
83	FRANCISCA No1	29-l	14-25-52S	071-25-51W	884927.4	8401603	CU AG	ARENISCAS
84	FRANCISCA No2	29-l	14-25-50S	071-25-50W	884958.0	8401664	CU AG	ARENISCAS
85	FRANCISCA No3	29-l	14-25-15S	071-04-02W	924213.3	8402101	SB	PIZARRAS
86	SAN JUAN DE HERCCA	29-l	14-21-54S	071-12-30W	909073.9	8408544	AG CU	ARENISCAS
87	SANTA ROSA	29-l	14-18-23S	071-14-26W	906699.1	8415096	AG CU	ARENISCAS
88	LEILA	29-l	14-18-20S	071-14-26W	906700.6	8415188	AG CU	ARENISCAS
89	MACUSANI	29-l	14-16-18S	071-13-44W	907022.2	8418923	AL	
90	SACSAYHUAMAN	29-l	14-20-35S	071-05-25W	921869.3	8410763	SB	CUARCITA, ESQUISTOS, ARENISCA
91	GILDA	29-l	14-15-39S	071-12-40W	908962.9	8420092	AU CU	LUTITA, ARENISCA
92	AMPARO LUCIA	29-l	14-15-39S	071-12-40W	908962.9	8420092	AU	ARENISCA
93	LAURA JESUS	29-l	14-15-39S	071-12-40W	908962.9	8420092	AU CU	ARENISCA
94	VILCANOTA	29-l	14-25-00S	071-00-00W	931482.7	8402437	CU ZN PB AG	SEDIMENTARIAS
95	SAN RAMON	29-l	14-26-00S	071-02-00W	927850.1	8400652	SB CU	
96	PATANZA	29-l	14-12-00S	071-13-30W	907571.5	8426857	CU	
97	MARIA DE FATIMA	29-l	14-20-00S	071-08-00W	917235.5	8411919	CU AU	PIZARRAS, CUARCITAS Y ARENISCAS
98	CHANCHAN	29-l	14-26-00S	071-10-00W	913387.7	8397203	AG CU SB AU	
99	U.E.A. ANDERREAL	29-l	14-22-00S	071-11-00W	911771.7	8408315	ZN PB	
100	REMIGIA No 1	29-l	14-25-00S	071-30-00W	877483.9	8403318	AG PB ZN	INTRUSIVAS-DACITAS Y LUTITAS PORFIRITICAS
101	URIEL PRIMERO	29-l	14-25-00S	071-30-00W	877483.9	8403318	AG PB ZN AU	INTRUSIVAS
102	MALENA SEGUNDA	29-l	14-25-00S	071-30-00W	877483.9	8403318	AG PB ZN	INTRUSIVAS-DACITAS Y LUTITAS PORFIRITICAS
103	ANDERREAL No3	29-l	14-22-00S	071-11-00W	911771.7	8408315	CU AU	
104	COBRE INCA	29-l	14-28-00S	071-11-00W	911587.6	8397233	CU AU	PIZARRAS, CUARCITAS Y ARENISCAS
105	OFLIA II, MINA	29-u	14-29-00S	070-53-33W	296021	8397957	PB AG ZN	ESQUISTOS PIZARRSOS
106	REYNA DE LOS ANGELES, MINA	29-u	14-28-00S	070-54-00W	295197	8399794	W	

第7表 鉱床・鉱徴地一覧表(3)

No.	NAME	QUAD-RANGLE	LATITUDE	LONGITUDE	EASTING	NORTHING	ELEMENT	WALL ROCK
107	OFELIA I, MINA	29-u	14-27-32S	070-56-00W	291596	8400625	PB AG ZN	ESQUISTOS PIZARRSOS
108	ESPERANZA DE POTONI, MINA	29-u	14-24-36S	070-40-00W	320309	8406260	PB AG	ARENISCA
109	OSINOCCA DEL INCA No34, MINA	29-u	14-16-58S	070-46-40W	308219	8420247	CU AG	
110	OSINOCCA DEL INCA No35, MINA	29-u	14-16-36S	070-46-29W	308543	8420956	CU AG	GRANITO
111	CHIHUISCALLANI DEL INCA, MINA	29-u	14-16-10S	070-46-15W	308957	8421728	CU AG	PIZARRAS
112	SANTA ELENA No 100, MINA	29-u	14-16-06S	070-46-06W	309226	8421853	CU AG	PIZARRAS
113	CARABAYA, MINA	29-u	14-15-30S	070-33-30W	331879	8423121	CU PB ZN	SEDIMENTARIAS, METAMORFICAS
114	TRES MARIAS, MINA	29-u	14-15-12S	070-36-54W	325760	8423633	CU AG	METACUARCITAS, CUARCITAS, PIZARRAS
115	VIRGEN DEL CARMEN No 6, MINA	29-u	14-13-54S	070-47-36W	306496	8425889	SB	DACITA
116	SAN RAFAEL II, MINA	29-u	14-12-10S	070-34-40W	329739	8429254	SN CU	FILITAS, CUARCITAS
117	CINCO HERMANTOS, MINA	29-u	14-11-42S	070-43-21W	314112	8430004	SB	RIOLITA
118	QUENAMARI, MINA	29-u	14-11-30S	070-32-30W	333629	8430509	CU SN	PIZARRAS, ARENISCAS, CALIZAS
119	MINSUR LLOCCESA II, MINA	29-u	14-09-30S	070-33-20W	332105	8434187	CU SB	SEDIMENTARIAS
120	MINSUR LLOCCESA I, MINA	29-u	14-09-30S	070-34-00W	330905	8434179	CU SN	SEDIMENTARIAS
121	CORANI, MINA	29-u	14-08-00S	070-35-30W	328188	8436926	PB ZN AG	TUFOS RIOLITICOS
122	MERCEDES, MINA	29-u	14-03-00S	070-35-53W	327435	8446141	PB ZN AG	ARENISCAS
123	LOLA, MINA	29-u	14-02-40S	070-35-00W	329021	8446767	PB AG ZN	ARENISCAS
124	FIDEL, MINA	29-u	14-01-12S	070-34-36W	329723	8449476	AG SB	ADAMELITA
125	CECILIA, MINA	29-v	14-27-54S	070-03-33W	385843	8400564	AG PB ZN	
126	CECILIA 7, MINA	29-v	14-27-54S	070-03-51W	385304	8400561	ZN PB AG	LUTITAS PIZARRSOS, ARENISCAS, CUARCITAS, CALIZAS
127	TRES AVENTUREROS, MINA	29-v	14-26-58S	070-12-05W	370504	8402209	CU PB AG	ARENISCAS, CALIZAS
128	SAN ANTONIO, MINA	29-v	14-25-18S	070-23-02W	350810	8405171	CU AG	ARENISCAS
129	SAN ANTONIO No9, MINA	29-v	14-25-18S	070-02-28W	387768	8405366	PB AG ZN	ARENISCAS, CALIZAS
130	LEONOR, MINA	29-v	14-25-09S	070-25-09W	347005	8405424	PB AG ZN	CALIZAS
131	CERRO DEL INCA No 28	29-v	14-23-30S	070-24-36W	347975	8408473	PB AG	CALIZAS
132	PICHICAPA, MINA	29-v	14-21-00S	070-14-30W	366102	8413187	PB ZN AG	ARENISCAS
133	GENCHURUNI, MINA	29-v	14-21-00S	070-03-00W	386773	8413289	PB AG CU	ANDESITAS, CALIZAS, ARENISCAS
134	DON ARTURO, MINA	29-v	14-17-04S	069-58-11W	395400	8420578	PB AG CU	ARENISCAS, LUTITAS, CALIZAS, DIORITA
135	ROSA DE BUENA ESPERANZA No4, MINA	29-v	14-16-30S	070-20-24W	355449	8421424	PB AG	CALIZA, ARENISCA
136	SANTA ANA 1, MINA	29-v	14-16-15S	070-02-05W	388382	8422054	CU AG	DIORITA
137	CERRO BLINDADO, MINA	29-v	14-16-13S	070-03-12W	386374	8422106	CU AG	CALIZAS, LUTITAS, PIZARRAS
138	CERRO DEL INCA No27, MINA	29-v	14-16-12S	070-02-00W	388531	8422146	AG PB	ARENISCAS, PIZARRAS
139	ALI BABA, MINA	29-v	14-16-00S	070-01-00W	390328	8422523	CU AG	CUARCITAS
140	SORPRESA, MINA	29-v	14-16-00S	070-01-00W	390328	8422523	PB AG	ARENISCA
141	SANTA ANA DOS, MINA	29-v	14-15-54S	070-00-00W	392125	8422715	CU AG	ARENISCAS
142	COLQUIHUASI, MINA	29-v	14-15-12S	070-00-42W	390861	8424000	PB AG	ARENISCAS
143	EL ESPAÑOL, MINA	29-v	14-15-01S	070-01-30W	389421	8424332	PB AG	ARENISCAS
144	CASA DE PLATA, MINA	29-v	14-14-18S	069-59-27W	393101	8425669	PB AG	ARENISCA
145	NO SEAS ENVIDIOSO, MINA	29-v	14-13-35S	070-19-30W	357036	8426811	AG PB ZN SN	CUARCITAS
146	LUCILA DEL INCA No 3, MINA	29-v	14-13-28S	069-59-30W	393005	8427205	PB AG	ARENISCAS
147	QUENAMARI, PROSPECTO	29-v	14-13-24S	070-13-20W	368126	8427210	CU AG	LUTITA
148	SAN RAFAEL, MINA	29-v	14-13-20S	070-19-06W	357753	8427276	SN CU	CUARCITAS
149	SAN LUIS 1, MINA	29-v	14-12-59S	069-59-10W	393801	8428099	CU PB AG	ARENISCAS
150	SAN MARTIN, MINA	29-v	14-12-45S	070-01-15W	389852	8428513	CU AG	PIZARRAS Y ARENISCAS
151	LA REYNA, MINA	29-v	14-12-45S	070-01-15W	389852	8428513	CU AG	ARENISCAS, PIZARRAS
152	PRECOS, MINA	29-v	14-12-24S	070-10-14W	373692	8429082	W AU	TONALITA
153	SAN JUAN BAUTISTA No11, MINA	29-v	14-12-15S	070-11-57W	370603	8429343	PB AG	ARENISCAS
154	UNION, MINAS	29-v	14-11-57S	070-18-09W	359448	8429836	CU AG PB SN	
155	NAZARETH No29, MINAS	29-v	14-11-57S	070-18-09W	359448	8429836	CU AG SN	PIZARRAS, MONZONITA
156	SAN JUAN No 100, CONCESION	29-v	14-11-54S	070-03-03W	386608	8430065	CU PB AG	ARENISCA
157	EL CONDOR, MINA	29-v	14-11-50S	070-18-00W	359716	8430053	CU AG	GRANITO
158	SAN JUAN BAUTISTA, MINA	29-v	14-11-42S	070-12-00W	370507	8430357	PB AG	ARENISCAS
159	NAZARETH, MINA	29-v	14-11-42S	070-18-00W	359715	8430299	CU AG	PIZARRAS

第7表 鉱床・鉱微地一覽表 (4)

No.	NAME	QUAD. RANGLE	LATITUDE	LONGITUDE	EASTING	NORTHING	ELEMENT	WALL ROCK
160	NAZARETH 17, MINA	29-v	14-11-30S	070-22-35W	351468	8430620	AG PB ZN	PIZARRAS, ESQUISTOS, CUARCITAS
161	SAN FROILAN No 1, MINA	29-v	14-11-20S	070-03-06W	386513	8431110	CU AG	ANDESITA
162	SAN JUAN BAUTISTA No 1, MINA	29-v	14-11-18S	070-12-09W	370234	8431093	PB AG	ARENISCA
163	ROSARIO DE ANTAUTA, MINA	29-v	14-11-10S	070-22-05W	352364	8431240	CU ZN PB AG	PIZARRAS, ESQUISTOS, CUARCITAS
164	CONDE DE MONTECRISTO, MINA	29-v	14-11-02S	070-06-09W	381024	8431637	PB AG	ARENISCAS, PIZARRAS
165	IRMA DEL INCA No 19, MINA	29-v	14-11-00S	070-08-12W	377336	8431681	CU AG	ARENISCAS
166	NAZARETH 27, MINA	29-v	14-11-00S	070-18-10W	359408	8431588	CU AG AU	PIZARRAS
167	VIRGEN DE CHAPI, MINA	29-v	14-10-53S	070-10-18W	373558	8431878	CU AG PB	ARENISCAS
168	ROMMEL II, CONCESION	29-v	14-10-36S	070-02-30W	387586	8432466	CU PB AG	ARENISCA
169	SILVIA PRIMERA, MINA	29-v	14-09-39S	070-13-12W	368329	8434125	CU AG	CUARCITAS, CALIZAS
170	VOLVEREMOS, MINA	29-v	14-08-18S	070-07-02W	379411	8436669	PB AG	ARENISCAS
171	MINERA LOS CORAJE, MINA	29-v	14-07-00S	070-03-30W	385757	8439065	W CU	GRANITO, GRANODIORITA
172	CHICASCO No 4, MINA	29-v	14-06-54S	070-06-00W	381258	8439259	AG CU	ARENISCAS
173	LA FABULOSA, MINA	29-v	14-03-03S	070-22-30W	351527	8446201	SB	PIZARRA
174	UNION S.A., MINA	29-v	14-02-00S	070-22-00W	352416	8448142	CU AG	METAMORFICAS, SEDIMENTARIAS, VOLCANICAS
175	VIRGEN DE ASUNTA No 2, MINA	29-v	14-01-42S	070-22-00W	352412	8448695	CU AG	ARENISCAS
176	SUSUYA, MINA	29-v	14-01-06S	070-19-36W	356726	8449826	CU AG AU	GRANITO
177	MIGUEL ANGEL No 1, MINA	29-v	14-00-00S	070-18-32W	358635	8451865	CU AG	ANDESITAS
178	PRINCESA, MINA	29-x	14-29-17S	069-57-18W	397082	8398063	AG PB MN	ARENISCAS
179	JAIME, MINA	29-x	14-28-48S	069-51-39W	407227	8398994	PB CU AG	CALIZA
180	PUNO 27, MINA	29-x	14-27-30S	069-31-44W	442997	8401499	W SB	IGNEAS, METAMORFICAS
181	SANTA ROSA DE PATAMBUCCO, MINA	29-x	14-26-58S	069-43-09W	422485	8402426	AG PB CU	PIZARRAS
182	DIONICIA I, MINA	29-x	14-25-12S	069-46-09W	417085	8405666	PB CU	ARENISCA, PIZARRA
183	JUAN-PEPE-MANUEL, MINA	29-x	14-22-39S	069-44-24W	420214	8410377	CU AG AU	PIZARRA
184	NICARAGUA, MINA	29-x	14-21-55S	070-00-00W	392173	8411623	PB	CALIZAS
185	CERRO VERDE, MINA	29-x	14-21-00S	069-59-30W	393064	8413317	CU	ANDESITAS
186	ROSARIO DE CRUCERO X, MINA	29-x	14-18-18S	069-53-15W	404279	8418340	CU AG	GRANODIORITA
187	SARITA No 1, MINA	29-x	14-16-54S	069-53-18W	404179	8420921	CU AG	VOLCANICAS Y SEDIMENTARIAS
188	DOÑA ELVIRA, MINA	29-x	14-16-12S	069-57-06W	397342	8422184	PB AG CU	ARENISCA
189	MILAGRO DE CANCHARANI, MINA	29-x	14-16-06S	069-46-09W	417029	8422441	PB ZN CU	GRANODIORITA
190	CERRO DEL INCA AZUL, MINA	29-x	14-16-00S	069-59-24W	393205	8422535	PB ZN AG	ARENISCAS
191	MAYCITA I, MINA	29-x	14-16-00S	069-57-30W	396821	8422550	AG CU PB	CALIZAS, ANDESITAS, ARENISCAS
192	PILCO DEL INCA, MINA	29-x	14-14-18S	069-58-32W	394750	8425676	CU AG	DACITA
193	REY DEL PLOMO, MINA	29-x	14-14-06S	070-00-21W	391481	8426031	PB AG	CALIZAS, LUTITAS, PIZARRAS
194	BOTARICA, MINA	29-x	14-14-00S	069-59-24W	393189	8426223	PB	ARENISCAS
195	INCA No 2, MINA	29-x	14-13-00S	069-56-30W	398397	8428088	AG PB	CALIZAS, ARENISCAS, PIZARRAS
196	JERUSALEN 12, MINA	29-x	14-12-57S	069-54-12W	402533	8428196	AG CU	GRANODIORITA
197	CERRO DEL INCA No 25, MINA	29-x	14-12-57S	069-54-12W	402533	8428196	CU	PIZARRAS
198	CERRO DEL INCA No 26, MINA	29-x	14-12-57S	069-54-12W	402533	8428196	CU AG	PIZARRAS
199	CERRO DEL INCA No 35, MINA	29-x	14-12-30S	069-54-01W	402859	8429027	CU	PIZARRAS
200	ZONA AURIFERA DE PACOPACUNI	29-x	14-12-05S	069-35-00W	437057	8429904	AU	PIZARRA
201	CERRO DEL INCA No 1, MINA	29-x	14-12-00S	069-54-43W	401597	8429944	CU	ARENISCAS
202	TUTUNCHI, MINA	29-x	14-11-57S	069-54-12W	402525	8430040	CU	ARENISCAS
203	SAN JOSE, PROSPECTO	29-x	14-09-30S	069-49-30W	410963	8434588	CU AG	PIZARRAS
204	SALVADOR DE CARCEL PUNCO, MINA	29-x	14-06-18S	069-45-36W	417959	8440510	AU	PIZARRAS Y LUTITAS
205	SEÑOR DE CCAPAZO No 1, MINA	29-x	14-06-00S	069-33-15W	440178	8441125	AU	PIZARRAS
206	CORDOVA A, MINA	29-x	14-04-29S	069-31-58W	442481	8443926	CU AU	TONALITA
207	ALPACATO, BANCO	29-x	14-01-35S	069-36-42W	433949	8449252	AU	MATERIAL ALUVIAL
208	SANTA MARIA, BANCO	29-x	14-01-12S	069-36-06W	435027	8449961	AU	MATERIAL ALUVIAL
209	ANTONIO 1, MINA	29-y	14-15-00S	069-15-00W	473031	8424592	CU AG	GRANODIORITA
210	FLOR DE JESUS, MINA	29-y	14-14-19S	069-25-19W	454479	8425825	AU	CONGLOMERADO
211	SALVADOR, MINA	29-y	14-09-12S	069-04-06W	492625	8435296	AG CU	GRANODIORITA
212	LUCKY STRIKE, MINA	29-y	14-01-30S	069-28-30W	448707	8449439	AU	MATERIAL ALUVIAL

第7表 鉱床・鉱徴地一覧表 (5)

No.	NAME	QUAD-RANGLE	LATITUDE	LONGITUDE	EASTING	NORTHING	ELEMENT	WALL ROCK
213	EL REBELDE, MINA	29-y	14-05-00S	069-22-00W	460445	8424575	AU	CONGLOMERADO
214	DELFI MARINA, MINA	29-y	14-03-30S	069-19-00W	465810	8445781	AU	CONGLOMERADO
215	SAN MIGUEL I, MINA	29-y	14-02-40S	069-29-00W	447812	8447287	AU	PIZARRAS
216	ESTRELLA DEL SUR, MINA	29-y	14-09-00S	069-27-00W	451433	8435619	AU	CONGLOMERADO
217	BUEN SUCESO, MINA	29-y	14-10-00S	069-05-30W	490108	8433821	AU	CONGLOMERADO
218	CERRO DEL INCA No3, MINA	29-y	14-16-00S	070-01-00W	390328	8422523	PB AG	ARENISCA
219	SERPIENTE DE ORO, MINA	29-y	14-12-30S	069-06-20W	488611	8429212	AU	CONGLOMERADO
220	MONTEBELLO, PROSPECTO	29-y	14-14-08S	069-26-40W	452051	8426158	AU	
221	NUEVO HORIZONTE, MINA	29-y	14-13-00S	069-15-00W	473027	8428278	AU	DACITAS, ANDESITAS, GRANODIORITAS
222	PUCASAYA, MINA	30-u	14-55-30S	070-53-30W	296521	8349084	CU AG	ARENISCAS, CUARCITAS
223	NAPOLEON BONAPARTE III, MINA	30-u	14-48-41S	070-34-25W	330652	8361921	PB AG	CALIZAS
224	SANTA ROSA DE QUIVES A, MINA	30-u	14-48-30S	070-34-00W	331397	8362264	PB AG	ARCILLAS
225	SANTA TERESA DE JESUS No1, MINA	30-u	14-43-30S	070-34-15W	330884	8371481	PB	CALIZAS, ARENISCAS
226	SANTA MARTHA No1, MINA	30-u	14-37-30S	070-38-00W	324074	8382498	CU AG	ARENISCAS
227	OFELIA No1 Y No2; DENUNCIO	30-u	14-36-34S	070-48-39W	304937	8384074	PB ZN	
228	RAYA BLANCA, MINA	30-u	14-36-05S	070-47-30W	306995	8384981	PB AG	PIZARRAS
229	CHOLINA TULA, MINA	30-u	14-32-50S	070-51-21W	300032	8390920	SB W	PIZARRAS
230	CHOLINA DE VIZCACHANI, MINA	30-u	14-32-30S	070-51-00W	300655	8391540	SB W	PIZARRAS
231	ANTONITO, MINA	30-v	15-00-39S	070-13-24W	368480	8340112	SB	PIZARRAS
232	DEFENSA No2, MINA	30-v	15-00-27S	070-14-03W	367314	8340474	SB	PIZARRAS, LUTITAS
233	GERMANIA, MINA	30-v	15-00-21S	070-13-42W	367940	8340662	SB	PIZARRAS, LUTITAS
234	SANTA ROSA DE CHAPIOCOCHA, MINA	30-v	15-00-00S	070-15-00W	365606	8341295	SB CU AG PB	PIZARRAS
235	SEÑOR DE LOS MILAGROS DEL SANTUARIO, MINA	30-v	14-59-18S	070-15-03W	365509	8342585	SB	PIZARRAS
236	SAN ANTONIO No 2, MINA	30-v	14-59-06S	070-15-15W	365149	8342951	SB	PIZARRAS, LUTITAS
237	CHAPI 4, MINA	30-v	14-58-54S	070-15-18W	365057	8343320	SB	PIZARRAS
238	MACAYA II, MINA	30-v	14-58-40S	070-01-30W	389788	8343877	CU AG AU	ARENISCAS
239	VICTORIA I, MINA	30-v	14-58-15S	070-15-15W	365140	8344519	AG PB CU	ARENISCAS
240	SURUPANA No2, MINA	30-v	14-57-27S	070-02-00W	388882	8346116	AG PB CU	ARENISCA, CUARCITAS
241	LILIANA MAURILIA No 3, MINA	30-v	14-56-15S	070-18-57W	358486	8348168	PB SB AG	PIZARRAS
242	BENDITANI, PROSPECTO	30-v	14-54-14S	070-11-37W	371613	8351960	AU	
243	SAN RAFAEL, MINA	30-v	14-50-55S	070-10-28W	373642	8358086	CU	ARENISCA
244	TITIÑAHUI B, MINA	30-v	14-47-36S	070-28-18W	341619	8364013	AG PB	ARENISCAS, CALIZAS
245	JUAN FRANCISCO, MINA	30-v	14-43-30S	070-03-18W	386430	8371824	CU	ARENISCAS
246	ASUNTA, MINA	30-v	14-40-54S	070-06-21W	380934	8376591	CU PB	ARENISCAS
247	SURUPANA, MINA	30-v	14-37-48S	070-06-55W	379889	8382302	AG CU	ARENISCA, DIQUE ANDESITICO
248	REVANCHA, MINA	30-v	14-36-00S	070-18-30W	359076	8385509	SB PB	GRANODIORITA, BRECHA VOLCANICA
249	NAZARETH No27, PROSPECTO	30-v	14-34-18S	070-12-00W	370730	8388708	CU AG AU	CALIZA
250	LOS TRES AVENTUREROS, DENUNCIO	30-v	14-33-00S	070-18-30W	359044	8391041	AG PB	CALIZA, ANDESITA
251	ROSA TINGACHA-DOS, MINA	30-v	14-31-50S	070-13-24W	368191	8393243	AG PB CU	DIORITA
252	CANUNI, MINA	30-v	14-30-48S	070-12-55W	369049	8395152	AG PB ZN SB	CUARCITAS
253	JUAN JOSE, MINA	30-v	14-30-42S	070-10-21W	373658	8395361	CU PB ZN AG AU	RIOLITA
254	FORTALEZA, MINA	30-v	14-30-42S	070-10-21W	373658	8395361	CU PB ZN AG AU	RIOLITA
255	SAN ANTONIO No 2, MINA	30-v	14-25-15S	070-09-21W	375404	8405418	CU AG	PIZARRAS
256	POMASI DEL INCA, MINA	30-v	14-22-30S	070-08-00W	377804	8410500	PB AG	CALIZAS
257	LUIS CARLOS, MINA	30-x	14-58-42S	069-46-42W	416313	8343924	SB PB ZN	PIZARRAS
258	CARCOUTA, MINA	30-x	14-58-12S	069-59-30W	393369	8344754	AG PB SB	ARENISCAS Y LUTITAS
259	4 DE JULIO, MINA	30-x	14-57-54S	069-52-18W	406271	8345361	CU	ARENISCAS
260	CONCEPCION DOS, MINA	30-x	14-55-13S	069-50-40W	409171	8350319	SB AU	ANDESITAS PORFIRITICAS, CALIZAS
261	NILDA, MINA	30-x	14-54-58S	069-58-45W	394687	8350721	PB ZN AG	CALIZAS
262	LA SUERTE RM UNO, MINA	30-x	14-54-00S	069-51-30W	407677	8352557	AG PB ZN	CALIZAS
263	REGINA, MINA	30-x	14-53-57S	069-43-36W	421840	8352699	W	
264	SUMA ARUMA, MINA	30-x	14-53-30S	069-51-00W	408570	8353482	SB	
265	NATTY, MINA	30-x	14-53-30S	069-52-00W	406777	8353475	SB	

第7表 鉱床・鉱徴地一覧表 (6)

No.	NAME	QUAD-RANGLE	LATITUDE	LONGITUDE	EASTING	NORTHING	ELEMENT	WALL ROCK
266	SAN ISIDRO, MINA	30-x	14-52-36S	069-53-33W	403991	8355123	SB	PIZARRAS
267	SAN PEDRO, MINA	30-x	14-51-30S	069-44-00W	421108	8357213	SB AG	PIZARRAS, CALIZAS
268	CECILIA 9, MINA	30-x	14-50-00S	069-42-42W	423430	8359986	PB AG	CALIZA
269	CECILIA 5, MINA	30-x	14-49-39S	069-40-58W	426536	8360641	PB ZN AG	ARENISCAS, CUARCITAS
270	QUIETA NEGRA, MINA	30-x	14-47-50S	069-42-30W	423776	8363982	W ZN PB AG	CALIZAS, ANDESITAS
271	CONCEPCION DOS, MINA	30-x	14-47-50S	069-42-30W	423776	8363982	SB	CALIZAS, ANDESITAS
272	MATIAS I, MINA	30-x	14-46-30S	069-54-30W	402242	8366362	AG PB ZN	PIZARRAS, ARENISCAS, LUTITAS
273	RECUPERADA DOS, MINA	30-x	14-45-30S	069-41-00W	426453	8368291	CU AG	PIZARRA, ESQUISTOS
274	SANTA ANITA, MINA	30-x	14-44-00S	069-56-30W	398635	8370956	PB ZN	ARENISCAS, CUARCITAS
275	VIZCACHANI, MINA	30-x	14-42-30S	069-32-00W	442585	8373865	AU	
276	ALEJANDRITO 2, MINA	30-x	14-42-15S	069-42-30W	423743	8374274	PB AG ZN	ARENISCAS
277	SAN ANTONIO DE POTO, MINA	30-x	14-41-00S	069-32-00W	442578	8376631	AU	CONGLOMERADO
278	SEÑOR DE LOS MILAGROS No1, MINA	30-x	14-39-12S	069-41-06W	426239	8379905	CU PB AG ZN	CUARCITAS
279	MARCIA, MINA	30-x	14-34-12S	069-56-30W	398560	8389023	AG PB ZN	CONGLOMERADO
280	ANCOCCALA, MINA	30-x	14-33-12S	069-41-06W	426205	8390966	SN AU	PIZARRAS, ARENISCAS, CUARCITAS EN FRAGMENTOS DENTRO DE MATERIAL DETRITICO
281	TRAPICHE No3, MINA	30-y	14-45-30S	069-25-30W	454258	8368360	AU	PIZARRAS
282	ANA MARIA, MINA	30-y	14-39-50S	069-27-55W	449901	8378797	AU	PIZARRAS
283	LA RINCONADA, MINA	30-y	14-39-24S	069-27-30W	450648	8379598	AU	ARENISCAS CUARZOSAS, ESQUISTOS NEGROS ARENOSOS
284	MARIBEL DE ORO, MINA	30-y	14-37-30S	069-25-00W	455128	8383109	AU	LUTITAS
285	CONDORQUIÑA, MINA	30-y	14-32-30S	069-29-10W	447629	8392311	SN	PIZARRAS, CUARCITAS
286	SUCHES, MINA	30-y	14-31-00S	069-15-99W	471298	8395115	AU	PIZARRAS
287	SEÑOR DE LOS MILAGROS, PROSPECTO	31-v	15-28-51S	070-27-39W	343291	8287957	PB AG	PIZARRAS, CUARCITAS
288	TONALITA NAHUIRA, PROSPECTO	31-v	15-24-00S	070-11-12W	372657	8297081	CU AU	
289	EL COFRE, MINA	31-v	15-23-30S	070-23-30W	350649	8297872	PB AG ZN	ANDESITAS, BRECHAS
290	ELBA, MINA	31-v	15-21-49S	070-21-45W	353760	8300996	ZN	
291	AHI NOMAS, MINA	31-v	15-18-57S	070-01-42W	389605	8306479	PB ZN CU AG	CALIZAS
292	LA MINERA, MINA	31-v	15-08-30S	070-06-04W	381694	8325708	AG CU	ANDESITA
293	URANO, MINA	31-v	15-05-18S	070-00-45W	391189	8331654	CU AG	CUARCITAS, ARENISCAS
294	CARMEN, MINA	31-v	15-05-12S	070-25-00W	347746	8331596	PB AG CU	ARENISCAS
295	PALOMA AZUL, MINA	31-v	15-02-50S	070-12-50W	369519	8336092	SB AG PB	CALIZAS, ARENISCAS, PIZARRAS
296	SANTA SOFIA, MINA	31-v	15-02-15S	070-02-57W	387221	8337258	SB PB	PIZARRAS
297	ELSSA Y LA URVIOLA, MINA	31-v	15-02-00S	070-13-30W	368315	8337622	SB	PIZARRAS, DACITAS
298	SAN MARTIN DE ANTAÑA, MINA	31-v	15-01-33S	070-16-12W	363472	8338424	SB	ESQUISTOS PIZARROSOS
299	SALOMON, MINA	31-v	15-01-30S	070-00-48W	391067	8338659	PB AG	ARENISCAS
300	PALCA 11, MINA	31-x	15-00-00S	069-39-38W	428981	8341548	W	CUARCITAS
301	EL DORADO No1, MINA	31-x	15-11-38S	069-41-33W	425614	8320091	AU	MATERIAL ALUVIAL
302	SARA ISABEL, MINA	31-x	15-01-45S	069-39-30W	429230	8338323	W AG AU	SEDIMENTARIAS, INTRUSIVAS
303	SANTA CRUZ DE HUANCANE No2, MINA	31-x	15-01-15S	069-41-30W	425643	8339234	PB AG	PIZARRAS, LUTITAS
304	ANANEA, PROYECTO	31-y	15-20-00S	069-28-05W	449757	8304731	AU	
305	PROGRESO III, MINA	32-v	15-59-12S	070-05-36W	383009	8232232	PB AG	ARENISCAS, CUARCITAS
306	URANO UNO, MINA	32-v	15-57-30S	070-18-00W	360872	8235240	AG PB CU	CALIZAS, ARENISCAS, SIENITA
307	PEDRO NOLASCO, PROSPECTO	32-v	15-56-00S	070-16-00W	364423	8238027	PB CU	
308	CHUPICA, PROSPECTO	32-v	15-56-00S	070-15-00W	366207	8238038	AG PB ZN	CALIZA
309	ARENALES, MINA	32-v	15-55-38S	070-05-02W	383985	8238814	AG	ANDESITA
310	ENRIQUE Y JESSICA, MINA	32-v	15-55-18S	070-14-45W	366646	8239332	AG PB ZN	ARENISCAS
311	POMPERIA, DEPOSITO	32-v	15-55-00S	070-01-00W	391175	8240018	AG PB	LUTITAS
312	RICARDO, PROSPECTO	32-v	15-54-00S	070-01-00W	391166	8241861	CU PB AG	
313	PUNO, AREA	32-v	15-53-14S	070-02-10W	389078	8243265	PB AG ZN	VOLCANICAS
314	TALISMAN, MINA	32-v	15-53-06S	070-10-54W	373492	8243428	SB PB AG	DACITA
315	SANTA MESTRES, MINA	32-v	15-53-00S	070-19-00W	359036	8243526	PB AG ZN	ARENISCAS, LUTITAS
316	SAN FRANCISCO No2, MINA	32-v	15-52-42S	070-14-36W	366885	8244127	PB AG	
317	ADELANTE ENA No2, MINA	32-v	15-52-30S	070-10-00W	375092	8244543	CU AG	ARENISCA, RIOLITA
318	LA UNION, MINA	32-v	15-52-30S	070-22-30W	352783	8244408	PB AG ZN	ROCAS VOLCANICAS

第7表 鉱床・鉱徴地一覽表 (7)

No.	NAME	QUAD-RANGLE	LATITUDE	LONGITUDE	EASTING	NORTHING	ELEMENT	WALL ROCK
319	LUZ DE ORO, MINA	32-v	15-51-50S	070-20-52W	355691	8245656	CU AU	ARENISCA
320	SANTA BARBARA, MINA	32-v	15-51-40S	070-13-00W	369729	8246050	PB AG AU	CALIZAS
321	LA VIRGEN DE LA CANDELARIA, MINA	32-v	15-51-12S	070-12-51W	369992	8246912	AG PB	ANDESITA
322	ALADINO, MINA	32-v	15-51-10S	070-20-12W	356873	8246893	CU AU AG	ARENISCA
323	CONCEBIDA, MINA	32-v	15-51-00S	070-12-48W	370079	8247281	CU AU AG	ARCOSAS
324	CERRO DEL INCA No 17, MINA	32-v	15-50-56S	070-01-20W	390544	8247513	AG	ANDESITA
325	SANTA MESTRES, MINA	32-v	15-50-54S	070-19-27W	358208	8247394	AG PB ZN	ARENISCA
326	LULITA, MINA	32-v	15-50-54S	070-19-27W	358208	8247394	CU AG AU	PIZARRA
327	ALADINO SEIS, MINA	32-v	15-50-48S	070-19-39W	357850	8247576	CU AG	ARENISCA
328	BOLSA DE MERCURIO, MINA	32-v	15-50-12S	070-20-33W	356236	8248672	CU HG	ARENISCAS
329	CRISTOBAL CINNABAR, PROSPECTO	32-v	15-50-03S	070-10-00W	375067	8249061	CU HG	
330	SANTIAGUITO, MINA	32-v	15-50-00S	070-20-30W	356323	8249041	CU AG AU	DIORITAS, FANGOLITOS, CONGLOMERADOS
331	LOS ROSALES No 4, MINA	32-v	15-48-52S	070-17-52W	361011	8251161	CU AG AU	ARENISCAS
332	SAN MARTIN, MINA	32-v	15-48-33S	070-17-42W	361305	8251746	CU AU	ARENISCAS
333	SANTA ROSA DE MORGADO, MINA	32-v	15-48-33S	070-22-15W	353182	8251695	CU AG	CALIZA
334	SAN MARTIN ERES TU, MINA	32-v	15-48-27S	070-17-15W	362107	8251936	AG PB ZN	ARENISCA
335	LOS ROSALES, MINA	32-v	15-48-12S	070-17-12W	362194	8252397	CU AG AU	ARENISCAS
336	SANTIAGUITO, MINA	32-v	15-48-12S	070-17-12W	362194	8252397	CU AG AU	ARCOSAS, LUTITAS
337	INMACULADA, MINA	32-v	15-48-05S	070-17-10W	362252	8252613	CU AU AG	ARCOSA, LUTITAS
338	LA VIRGEN DE LA CANDELARIA, MINA	32-v	15-47-54S	070-18-20W	360167	8252938	PB AG	ANDESITA
339	SILVIA PRIMERA, MINA	32-v	15-47-28S	070-03-33W	386556	8253885	PB CU AG	ARENISCAS, ANDESITA
340	COMPENSACION, PROSPECTO	32-v	15-46-00S	070-06-00W	382167	8256567	FE	CALIZAS
341	SAN MARTINCITO I, MINA	32-v	15-45-06S	070-24-12W	349658	8258034	CU AU	ARENISCAS
342	HUASCAR DOS, MINA	32-v	15-44-30S	070-05-16W	383463	8259340	AG PB	CALIZAS, ARENISCAS, ROCAS VOLCANICAS
343	UMAYO, PROSPECTO	32-v	15-43-00S	070-10-00W	374995	8262060	FE	ARENISCAS
344	PUCACANCHA, MINA	32-v	15-41-00S	070-20-58W	355384	8265632	CU AG	CALIZAS
345	PALOMA BLANCA, MINA	32-v	15-40-30S	070-14-30W	366931	8266624	SB AG PB	PIZARRAS, LUTITAS, ARENISCAS
346	CANCHARANI, MINA	32-v	15-40-18S	070-21-06W	355138	8266921	CU AG	ARENISCAS, CUARCITAS
347	SANTA ANA No 6, MINA	32-v	15-39-24S	070-19-09W	358611	8268602	CU AG	CALIZAS
348	MINSUR 31, MINA	32-v	15-39-21S	070-21-17W	354799	8268671	CU PB	CALIZAS, LUTITAS
349	MINA CINCO, DENUNCIO	32-v, 32-u	15-39-15S	070-30-00W	339224	8268750	AG PB ZN CU AU	ANDESITA, RIOLITA, INTRUSIVOS
350	TIO JUANITO, MINA	32-v	15-37-54S	070-22-00W	353501	8271336	PB AG	LUTITAS
351	ROSA CARELA I, MINA	32-v	15-36-02S	070-23-09W	351424	8274765	W	ARENISCAS, PIZARRAS, CUARCITAS
352	TUNGSTENO, MINA	32-v	15-36-00S	070-23-00W	351692	8274828	W	ARENISCA, LUTITA
353	SAN JUDAS TADEO, MINA	32-v	15-35-54S	070-22-59W	351720	8275013	W	ARENISCAS, PIZARRAS, CUARCITAS
354	MILAGRO DE SAN JUDAS TADEO No 1, MINA	32-v	15-34-35S	070-20-57W	355339	8277464	W MO	ARENISCAS, CUARCITAS
355	SANTA ELENA DE COBREMANI, MINA	32-v	15-30-33S	070-10-06W	374690	8285015	CU AG	ANDESITAS
356	CERRO AZOQUINE, PROSPECTO	32-x	15-48-00S	070-01-00W	391113	8252924	CU HG	SEDIMENTARIAS, VOLCANICAS

第3章 総合解析

衛星画像解析結果及び既存データ解析結果を GIS を用いて統合することにより、総合解析図を作成した。総合解析図を用いて金属資源探査上の重要地区を選定した。総合解析図には以下の各解析結果を表示した。(第16図参照)

- ① 既知鉱床・鉱徴地の位置
- ② 鉱床関係火成岩及び鉱床胚胎母岩の分布
- ③ リニアメント
- ④ リニアメント密度分布
- ⑤ R21 (酸化鉄指標) 値アノマリー

上記解析結果に基づき、調査地域全域における探鉱有望地区の抽出を行った。抽出の基準として次の要素が強いものをより有望と判断した。

- ① 衛星画像解析により抽出された酸化鉄指標アノマリーの集中する地区。
- ② リニアメントの存在密度の高い地区。
- ③ 鉱化作用に関係があるとされる鮮新世～中新世の花崗岩類、およびペルム紀の花崗岩類の分布する地区。
- ④ 既知鉱徴地の分布する地区。

この結果、北西から南西に順に下記の5つの有望地区が抽出された。

- ① Calhuahuacho 地区
- ② Livitaca 地区
- ③ Macsani 地区
- ④ Usicayos 地区
- ⑤ Vilque 地区

有望地区一覧を次頁に示す。

有望地区一覧表

地区名	中心点座標	R21 (酸化鉄指標)	リニアメント密度	貫入岩類 (時代、岩相)	既知鉱徴地	地質 (時代、地層名)
① Calhuahuacho	14°15' S 72°10' W	強	密	中新世 花崗閃緑岩	付近にフェロバンバ(Cu、層状)など	白亜紀 ユラ層群 プエンテピエドラ層 モホ層群
② Livitaca	14°15' S 71°40' W	強	やや密	鮮新世 石英斑岩 粗面岩 安山岩	付近にカタンガ(Cu、スカルン)など	白亜紀 ムニ層 ワンカネ層 モホ層群
③ Macsani	14°15' S 70°20' W	強	北部やや密 南部密	鮮新世 石英斑岩 粗面岩 安山岩	サンラファエル(Sn、Cu、鉱脈)他多数のCu、Pb、Zn、Sn、Sb 鉱床	石炭紀 アンボ層群 二畳紀 ミツ層群
④ Usicayos	14°10' S 70°10' W	強	やや密	ペルム紀 モンゾニ花崗岩 花崗岩	サリタ(Cu、Ag、Mo、W、Sn鉱染)他多数のAg、Cu、Pb、Zn、Sn 鉱床	石炭紀 アンボ層群 タルマ層群 コパカバナ層群
⑤ Vilque	15°50' S 70°15' W	中	北西部で密	中新世 安山岩 流紋岩	サンマルティン(Cu、Au)などCu、Ag、Au或いはCu、Pb、Zn 鉱床多数	白亜紀 モホ層群 鮮新世 パロツン層群

① Calhuahuacho 地区

当地区の北縁部近傍には Ferrobamba、Chalcobamba、Christo de los Andes などのスカルン～熱水性の層準規制型 Cu (-Fe) 鉱床が分布する。また、東西縁辺には砂金鉱徴地が分布する。

これらの Cu 鉱床は、ジュラ系～白亜系中の石灰岩と第三紀花崗閃緑岩、閃緑岩及びモンゾナイトなどの接触部に形成されており、小規模ながら熱水変質帯を伴うことが確認されている(三井金属鉱業, 1997)。

当地区中央北部及び南部に分布する第三紀貫入岩類の周辺部には R21 (酸化鉄指標) ノマリーが点在しておりこれらは熱水変質帯の存在を示している可能性がある。また、当地区はリニアメント密度も高いことから、熱水流動が生じやすい環境にあると判断される。従って、既知鉱床に類似したスカルン～熱水性鉱床ポテンシャルが高いと考えられる。

② Livitaca 地区

当地区内には Livitaca、San Martin などのスカルン型 Fe (-Cu) 鉱床がまた、南西近傍には Lomas de Oro などの Cu-Pb-Zn 鉱床 (タイプ不明) が分布する。

Calhuahuacho 地区と同様に第三紀貫入岩類の周辺部に R21 アノマリーが集中する傾向が認められ、リニアメント密度も高いことから、Cu, Pb, Zn などのスカルン型あるいは鉱脈型鉱床の賦存ポテンシャルが高いと考えられる。

③ Macsani 地区

当地区内には San Rafael 鉱床などの Sn-Cu 鉱脈型鉱床が第三紀貫入岩中に胚胎する。また、Cerro del Inca No.28 等のマント型鉛鉱床、Quenamari 等の Cu-Pb-Zn-Ag 鉱脈型鉱床が、主に貫入岩周囲の堆積岩中に多数胚胎する。Quenamari 鉱床の鉱脈は NW-SE 走向を示す。

当地区では北西部及び中央北東部の第三紀貫入岩類の周囲や中央南よりに分布する二疊紀貫入岩類の周囲に R21 アノマリーがやや集中する傾向が認められる。リニアメント密度は南部で特に高く、NW-SE 系が卓越する。

第三紀貫入岩周囲の R21 アノマリーは鉱化変質帯の存在を示している可能性があり、探査上の指針となると考えられる。

④ Usicayos 地区

当地区は前出 Macsani 地区の北東部に隣接して NW-SE 方向に伸びた形状を示す。地区内には、Sarita 等の Cu-Ag-Mo-W-Sn 鉱染 (またはストックワーク) 状鉱床の他多数の Cu-Pb-Zn 及び Cu-Ag 鉱床・鉱徴地 (鉱床タイプ不明) が分布する。

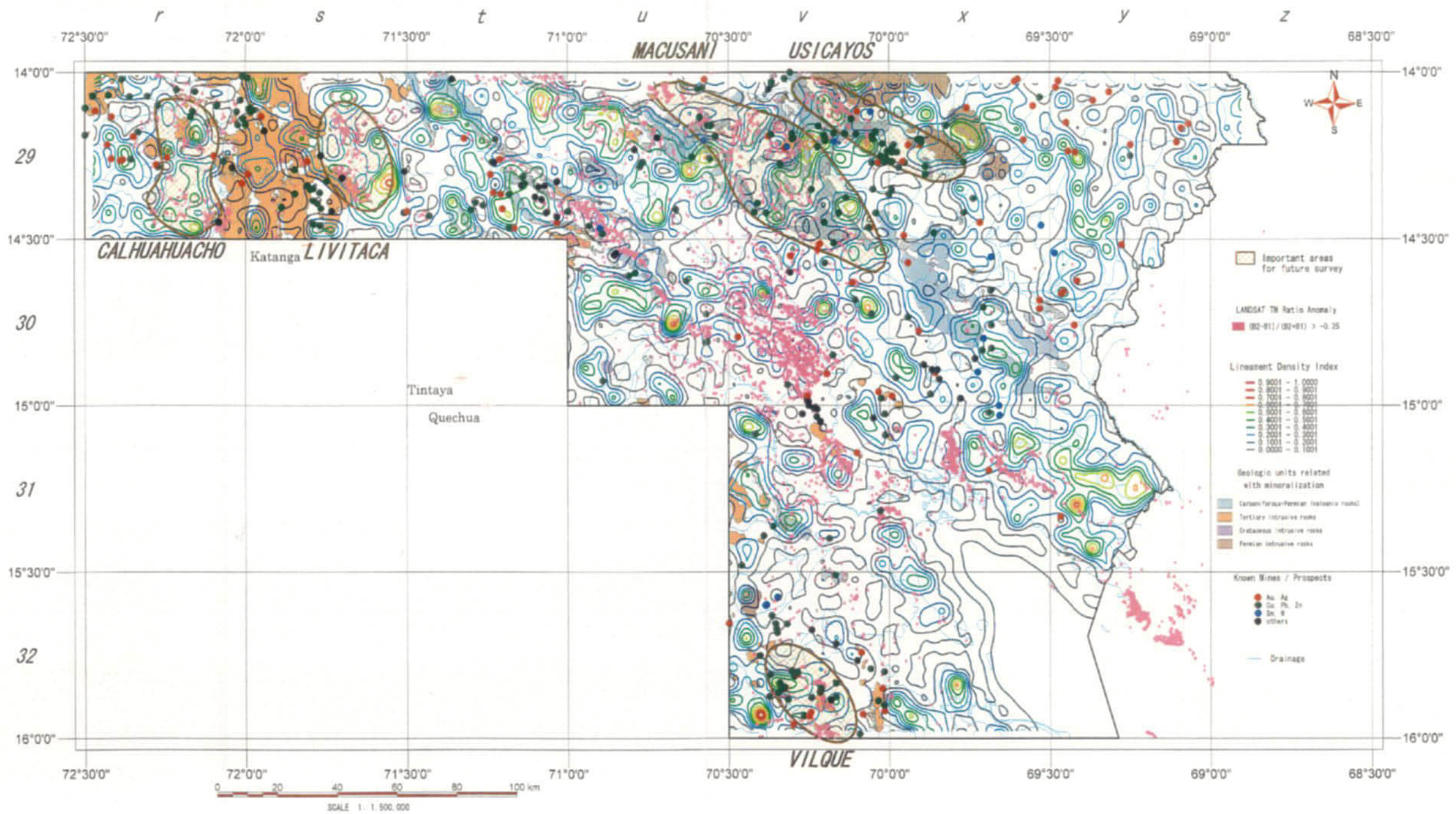
R21 アノマリーは北西部の石炭系～二疊系中に集中し、鉱床・鉱徴地は主に中央から南東寄りに分布しており相関は認められないが、既存資料によれば地区の北部から南東に分布する二疊系貫入岩類が関連火成岩とされており、リニアメント密度もやや高いことから有望地区として抽出した。

⑤ Vilque 地区

当地区では第三紀貫入岩類中及びその周辺に Cu-Ag (-Au) あるいは Cu-Pb-Zn 鉱床・鉱徴が分布するが、既存資料ではそれらの鉱床タイプは不明である。

同様に第三紀貫入岩及びその周辺に R21 アノマリーが集中する傾向がある。リニアメント密度は地区北西部でやや高い程度である。鉱床タイプは不明であるが、第三紀貫入岩周辺に抽出された R21 アノマリーは鉱化変質を示唆している可能性があるため要調査地区として抽出した。

既存の広域地化学探査データの解析結果も考慮した上、これらの地域について地質及び鉱化作用確認のための現地調査を実施することが望ましい。



第 16 图 解析結果総括図