

ペルー共和国中部地区

鉱物資源開発基礎調査報告書

第 5 卷

JICA LIBRARY



1006187(2)

昭和52年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団	
受入 期 '84. 3. 16	709
登録No. 00631	66.1
	MPN

は し が き

日本政府はベルー共和国政府の要請に応え、同国中部地区の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質等の調査を実施することとし、この調査を国際協力事業団に委託した。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的な分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に依頼することとした。

本調査は4ケ年にわたって行われるものであるが、本年はその第2年次において、上記調査の一環として、三井金属エンジニアリング株式会社吉川恵章氏を団長として16名からなる地質・地化学調査団を編成して、昭和51年5月25日から昭和51年10月23日まで現地へ派遣した。現地調査は、ベルー共和国政府関係機関の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は第2年次実施した本調査地域北半部における地質・地化学予察調査、同地域南半部における地質・地化学精査、及び空中写真撮影の結果をとりまとめたものである。

おわりに本調査の実施にあたって御協力をいただいたベルー共和国政府・関係機関並びに通商産業省、外務省、及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

昭和52年3月

国際協力事業団

総裁 法眼晋作

金属鉱業事業団

理事長 平塚保明

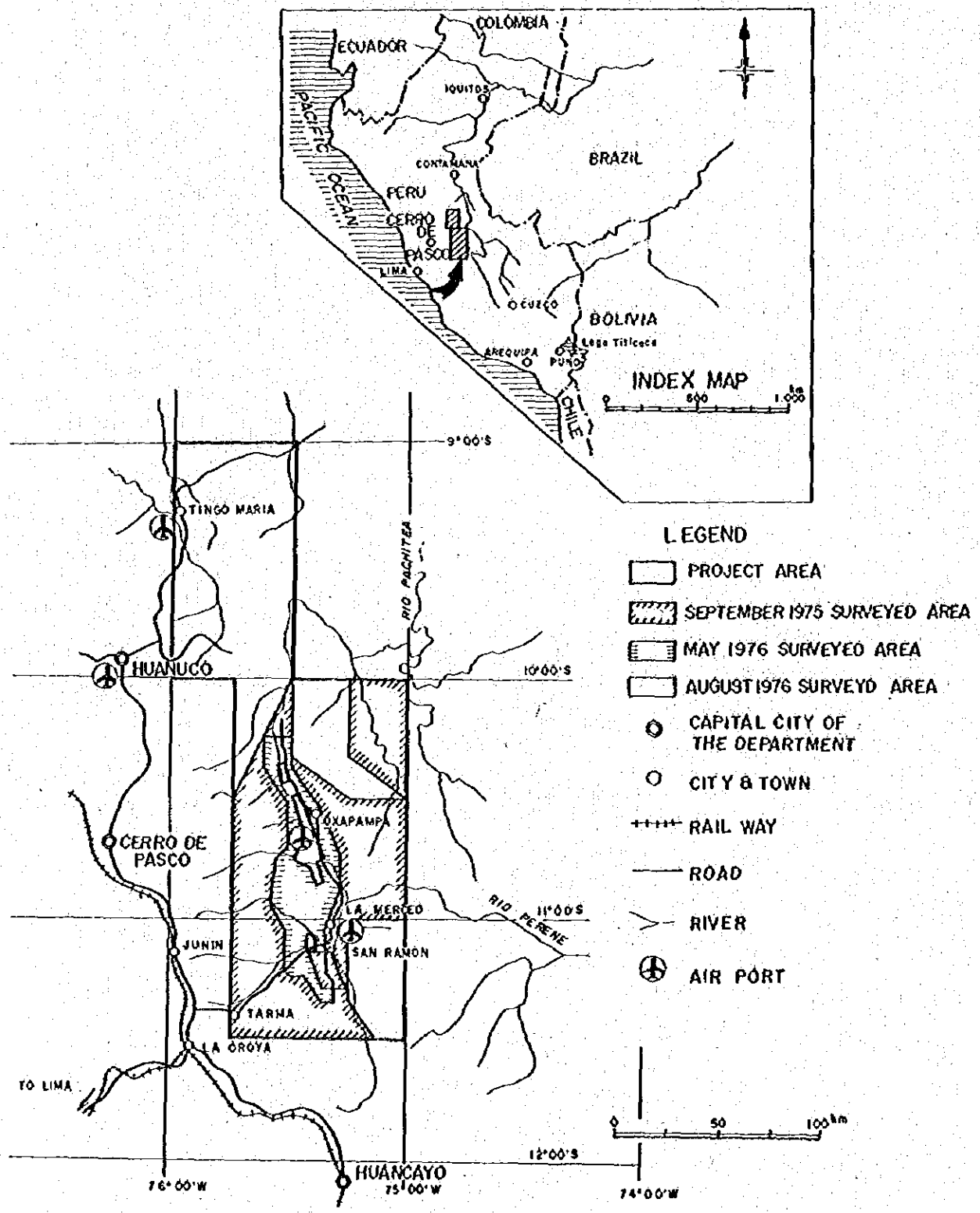


Fig. 1 Location Map of the Surveyed Area

総 合 目 次

はしがき

位置図 (Fig 1)

要 約	II
総 論	1

各 論

第1部 地質予察調査	I-1
第2部 地質精査	II-1

APPENDICES

空中写真撮影

APPENDICES

要 約

この調査は、ペルー共和国中部地区における鉱物資源開発基礎調査の一環として実施された調査の目的は

- (1) 層状鉛・亜鉛鉱床の賦存が期待される Pucara 層群の分布を明らかにし、鉱床賦存の可能性の高い地域を抽出すること、
- (2) 層状鉛・亜鉛鉱床に対する最も適当な探査方法ならびに方針を明確にすることにあつた。

現地調査は、昭和51年8月から10月にいたる期間に、地質調査、地化学探査、空中写真撮影が行なわれ、室内解析は、昭和51年11月から、昭和52年3月にいたる期間に、それぞれ実施された。

調査地域内に分布する岩層類は、先カンブリア紀の変成岩類、古生代デボン紀より新生代第三紀まで断続しながら堆積した堆積岩類、さらに古生代末期から中生代および新生代第三紀までの間断続的に活動した火成岩類がある。これらの岩層類は、基本的に NNW-SSE 方向を示し、主として西部に火成岩類・変成岩類が、東部に堆積岩類が分布している。堆積岩類のうち Pucara 層群は、調査地域において主として火成岩帯の東側に分布している。この NNW-SSE 方向は、この地域における地質構造の主要方向であり、この方向を軸とする向斜構造および背斜構造が発達し、さらに同方向の断層（正断層および逆断層）とこれらの構造を切る NWW-SEE 方向および NEE-SWW 方向の断層も発達している。

調査地域には、主として南部において層状鉛・亜鉛鉱床、鉛染状鉛鉱化示徴、スカルン型銅鉛亜鉛鉱床、脈状銅鉛・亜鉛鉱床、および斑岩銅型鉛化示徴などがあるが、これらのうち Pucara 層群の中に胚胎する層状鉛床および鉛染状鉛化示徴が最も重要である。両者はいずれも Pucara 層群の中の特にドロマイト層に沿って胚胎しており、下位の Chambara 果層には San Vicente 鉛床、Pichita Caluga 鉛床および Tambo Maria 鉛化示徴などの層状鉛化作用があり、中位の Aramachay 果層のドロマイトには Oxapampa 鉛染状鉛化示徴が認められる。また、これらの鉛化作用はドロマイト中の縞状構造または角礫状構造の発達するところに認められる特長がある。

石灰岩・ドロマイトなどの炭酸塩岩中に含有される銅・鉛・亜鉛の微量成分の百分比（以下 α -比率と称する）から、Pucara 層群は概ね一定比率を示す銅・鉛・亜鉛値を示しており、調査地域南部の Oxapampa、Tambo Maria 付近において鉛化示徴が見出されたところ、および Pusaguno 付近における炭酸塩岩は、この一定の比率から外れた異常な比率を有することが明らかになった。これは、特に鉛・亜鉛元素に関して移動があったこと、その移動には Pucara 層群の褶曲・断層構造の形成などの変動、近接して貫入する火成岩の影響も見逃せないことなどが考察され、炭酸塩岩の微量成分の解析は今後の調査方針を明確にし、より詳細な調査が必要な地域の抽出に有効であった。

また、調査地域における土壤による地化学探査の結果によれば、Pucara 属群の中に顕著な亜鉛異常帯が確認され、閃緑岩・斑岩および脈状鉄床の存在するところに銅異常帯があり、さらに変成岩類や閃緑岩の分布域においてニッケルの異常帯が分布していた。この結果、亜鉛は層状鉛・亜鉛鉄床の探査に有効であり、銅・ニッケルは、岩相の区分と一部鉄化示徴の検討に有効であることが判明した。

以上のような、調査結果の検討により、Pucara 属群中の層状、鉛・亜鉛鉄床の賦存の可能性の高い地域は調査地域の南部の Oxapampa 西部、Tambo Maria および Pusaguno 付近であり、北部地域においても、地化学探査による亜鉛異常帯のあつた Tingo Maria 付近、Monopampa 付近が、今後の調査結果によつては、有望地域となりうる事が明らかになった。また、これらに対して、下記の探査方法をとることが有効であることも明らかとなった。

- (1) Pucara 属群の層序、とくにドロマイト層の分帯調査および構造調査
- (2) 銅・鉛・亜鉛を対象とした地化学探査、とくに炭酸塩岩に対する微量成分調査
- (3) 地質構造、とくに火成岩類の地質構造との関係など、地下構造把握のための物理探査（重力探査および磁気探査）

したがって、今後の調査方針として

- (1) Oxapampa, Tambo Maria および Pusaguno などの潜頭鉄床賦存の可能性が高い地域に対しては、先づ第 1 段階の調査として、
 - ① 地質調査および微量成分の分布調査
 - ② 重力探査および磁気探査
 - ③ 構造試錐を実施すべきである。
- (2) 一方、北部地域については、今ここで調査を続けるのではなく、(1)の調査結果に基づき、最も有効な調査方法を見出してから実施すべきである。

総論

総 論

総 論

第 1 章 結 論	1
1 - 1 地質予察調査結果	1
1 - 2 地質精査結果	3
1 - 3 将来への展望	5
第 2 章 序 論	8
2 - 1 調査の目的	8
2 - 2 調査の経緯	8
2 - 3 調査の概要	8
2 - 4 調査地域の一般概要	10
REFERENCES	14

第 1 章 結 論

1-1 地質予察調査結果

今回実施した調査地域の主として北部の現地地質調査と、これまで実施したすべての調査結果を含めた総合解析の結果は下記の通りである。

1-1-1 地 質

- ① 調査地域には、主として西部に火成岩類および変成岩類が、東部には堆積岩類が分布している。
- ② これらの岩層類の分布は、ペルー中部地域の一般的な地質構造の方向である NNW - SSE 方向に一致している。
- ③ 変成岩類は、片岩類および片麻岩類から成り、主として調査地域の西部において堆積岩類の基盤として、また古生代末期に貫入した花崗岩類のルーフペンダントとして分布する。
- ④ 西部に分布する火成岩類には
 - ・古生代末期に貫入した花崗岩類
 - ・中生代ジュラ紀に古生代末期の花崗岩類の東縁付近に貫入した閃緑岩類および花崗岩類
 - ・中生代白亜紀末期に古生代の花崗岩類の東縁付近に貫入した花崗斑岩・石英斑岩などの斑岩類
 - ・新生代第三紀に主として古生代花崗岩類の分布域に噴出した火山岩類などがあり、また中央部の Pucara 層群の分布域の東側を NNW - SSE 方向で通る断層に沿って堆積岩類を貫く新生代第三紀のモンゾニ岩類がある。
- ⑤ 堆積岩類は巨視的に見て、西部にはより古い地層が分布し、東部にかけてより新しい地層が順次分布する傾向にある。
- ⑥ 堆積岩類は、古生代デボン紀から新生代第三紀まで、断続しながら堆積しているが、
 - 中生代中部三疊紀以前
 - 中生代中部ジュラ紀以前
 - 新生代古第三紀の 3 回にわたり、造山運動に伴う主要な堆積作用の中断があった。
- ⑦ 中生代三疊紀からジュラ紀にかけて堆積した Pucara 層群は、調査地域のほぼ中央部を NNW - SSE 方向で細長く Mitu 層群の上位に不整合関係をもつて分布している。西側では古期花崗岩類と断層で境するところもあるが、概ね新期火成岩類に貫かれ、東側では断層または不整合関係で新期堆積岩類と境している。
- ⑧ Pucara 層群は、Chambara, Aramachay および Condorsinga 累層に分けられ、頁岩・

砂岩をはさむ石灰岩・ドロマイト質石灰岩およびドロマイトなどの炭酸塩岩を主とする地層である。

- ⑨ ドロマイト層は、南部地域においてChambara累層に2層、Aramachay累層に2層、Condorsinga累層に1層の計5層認められた。北部においても数層のドロマイトを認めたが、その順序関係は明らかに出来なかった。南部地域のChambara累層の中のドロマイト層は、San Vicente鉄床・Pichita Caluga鉄床やTambó Maria鉄徴を胚胎している。
- ⑩ 調査地域には、NNW-SSE方向を軸とする背斜構造と向斜構造とが発達しており、この地域の地質構造の基本をなしている。断層構造は褶曲構造と同方向に走る正断層逆断層と、これらを形成したNEE-SWW方向の横圧力に関連するNNW-SEE系とNNE-SSW系の裂かたが発達している。

1-1-2 鉄化作用

調査地域の南部には、Pucara層群中の層状鉛・亜鉛鉄床と鉄染状鉛鉄徴、Pucara層群の炭酸塩岩を交代した銅・鉛・亜鉛スカルン鉄床、Pucara層群および花崗岩類の中の銅・鉛・亜鉛脈状鉄床、第三紀の斑岩類に伴われた、斑岩銅型鉄化示徴などが認められたが、北部ではPucara層群の中に微細な銅鉛・亜鉛鉄床示徴が見出されただけであった。

これらのうち、Pucara層群の中に胚胎する層状鉛・亜鉛鉄床が最も重要である。

1-1-3 地化学探査

- ① Cuの異常帯は、Pucara層群および花崗岩の中に発達する脈状鉄床付近や、ジュラ紀の閃緑岩類や第三紀のモンゾニ岩類など、Cuの鉄化示徴が見出されたところの付近において、認められた。
- ② Znの異常帯は、ほぼPucara層群の分布する範囲に限られ、しかもドロマイト質石灰岩の分布とはほぼ一致して認められた。
- ③ Niの異常帯は、片麻岩類やジュラ紀の閃緑岩などが分布するところ、高い値が集中していた。
- ④ 以上の地化学探査の結果から、この地域において層状鉛・亜鉛鉄床の捕捉を目的とした調査は、Pucara層群の分布域において実施すべきであることが明らかになった。

1-2 地質精査結果

地質精査における現地調査および解析の結果は、下記の通りである。

1-2-1 地 質

- ① 調査地域に分布する岩石は、堆積岩類がその大部分を占め、火成岩岩類が地域の西縁沿い

に分布している。堆積岩類のうち Pucara 層群はほぼ中央部に、また (Pucara 層群以降) の新期堆積岩類が地域の東側に分布している。

② 火成岩類は

- ・ Pichita Caluga 地域の中生代ジュラ紀の閃緑岩類および白亜紀の花崗斑岩類
- ・ Oxapampa 地域の中生代ジュラ紀、閃緑岩類および花崗岩類、中生代白亜紀末の斑岩類、および新生代第三紀のモンゾニ岩類が分布し
- ・ Huancabamba 地域には分布していない。

③ 調査地域の Pucara 層群は、2枚の黒色石灰岩部層、3枚の石灰岩・ドロマイト部層および3枚の砂岩部層の合計8部層により構成されている。

④ 下部砂岩層の上位にあたる石灰岩・ドロマイト部層からジュラ紀 Hettangian 期を示す化石が発見されたことから、調査地域と San Vicente 鈹床層準との対比ができた。

また、中部砂岩層からは、ジュラ紀 Sinemurian 期を示す化石が発見された。以上の結果、下部砂岩層から中部砂岩層の下位の中部石灰岩・ドロマイト層までは、Pucara 層群の中部である Aramachay 累層に対比できた。

⑤ 石灰岩、ドロマイト部層は、石灰岩、ドロマイト質石灰岩、およびドロマイトを主とし、調査地域では4枚のドロマイト層が確認された。(前節参照) また、ドロマイトは縞状構造(セブラドロマイト)や角礫状構造の発達するところもあった。

⑥ 石灰岩およびドロマイトなどの炭酸塩岩は、生物源のもので、ドロマイトは堆積後の焼成作用によって形成されたものと考察された。ドロマイトのMg含有量は10~14%で、4枚のドロマイトのうち最下部層が最も均質で他の3枚はやや不均質であった。

⑦ 調査地域には、NNW-SSE方向(一部N-S方向)を軸とする複合背斜構造が認められ、この地域の地質構造の基本をなしている。断層構造も褶曲構造と同方向の断層のほか、NEE-SSW、NWW-SEE方向の断層があった。

1-2-2 地化学探査

① 調査地域内の土壌中のPb・Znは平均値121ppm、329ppmと極めて高く異常の殆んどは、調査地域の西側に偏って分布していた。この異常は、概ねドロマイトの分布域と一致しており、しかもその走向方向に沿っての伸長性も見られる。

② しかし、Tambo Mariaの鈹礫地は、今回の地化学探査では抽出できなかったが、地形的影響により、溶出したZnが流出したためと考察された。

③ Cuは、Pichita CalugaおよびChurmazu付近のように、脈状鈹化が認められたところの周辺において、高い値が認められた。

1-2-3 鉍化作用

① 調査地域には

- ・ Pucara 層群の中の層状鉍化作用
- ・ Pucara 層群の中の鉍染状鉍化作用
- ・ 第三紀モンソニ岩に伴われた高温交代鉍化作用および斑岩銅型鉍化作用
- ・ 脈状鉍化作用などが認められた

② Tambo Maria 付近に認められた層状 Pb・Zn 鉍化作用は、縞状ドロマイトと角礫状ドロマイトの境界部付近において、平均幅 30cm、延長約 2m にわたり認められた。閃亜鉛鉍を主とする鉍石部は、白色ドロマイトと灰色ドロマイトとから成る縞状構造の白色ドロマイト寄りに胚胎していた。

③ 炭酸塩岩が含有する Cu・Pb・Zn は、平均 37 ppm, 121 ppm, 329 ppm, 最大 2785 ppm, 1873 ppm, 5528 ppm であり、これらのうち特に Pb・Zn の異常値はドロマイト層に沿った鉍化示徴付近に分布していた。

④ この 3 成分の比率は、その含有量に拘らずほぼ同一であり、しかも調査域全域について、また上下層においても一定していた。しかし、Tambo Maria および Oxapampa などの鉍徴地付近では Zn の割合の高い異常と Zn の低い (Pb の高い) 異常とが接近して存在しており、特に Pb・Zn 元素について移動があったことが考察された。

⑤ 3 成分の比率の異常を示す付近には火成岩類が貫入しており、Pb・Zn 元素の移動には火成岩による影響の大きいことが考察された。

⑥ ドロマイトは、構造運動の中で生じた空隙沿いに縞状ドロマイト (ゼブラドロマイト) を形成したと考察されたが、Pb・Zn の移動も縞状ドロマイトの形成の際に行われたものと考察された。

⑦ また、この種の鉍床の探査として、土壌による地化学探査はそれぞれの元素の溶脱後の分散が著しいが、逆に炭酸塩岩による地化学探査は各サンプルの含有量および比率を比較することにより元素の移動を類推することができる。また、土壌による地化学探査で捕捉できなかった Tambo Maria 示徴も異常帯として抽出できた。したがって、炭酸塩岩による地化学探査は効果的な方法と判断された。

1-3 将来への展望

これまでの調査によって、調査目的である San Vicente 型の層状鉍床は

- ① ドロマイト層が鉍床の胚胎の場として重要である。
- ② 炭酸塩岩が含有する Cu・Pb・Zn の 3 成分比は概ね一定しているが、3 成分比に異常の見出されるところに鉍徴がある。

③ 異常の要因は、炭酸塩岩がもつ元素の移動および火成活動に伴われた後生的添加が考えられる。

などの今後の調査の指標として、重要な点が判明した。すなわち、

- (1) 土壤による地化学探査異常、炭酸塩岩の3成分比の異常は、概ねドロマイト層に沿って分布し、鉱床もまた、ドロマイト層の中の縞状構造、角礫状構造など、構造的擾乱の見られるところに胚胎していた。従って、ドロマイト層の層序関係を明白にするためのPucara層群の層序調査は鉱床層準を検討するうえで極めて有効な調査であった。
- (2) 土壤による地化学探査は、適確な各元素の分布を知るうえにはある程度有効であったが、炭酸塩岩に含有する微量成分の分布を知ることは、鉱床賦存域を考察することも可能で、極めて効果的な探査法と思考される。
- (3) 火成岩は、San Vicente型鉱床の鉱化作用においても重要な役割りを果していることは先の調査によっても考察されており、今回の調査によってもその可能性が高まって来たので、地質構造上の位置、その貫入形態を把握することが重要となって来た。このため、火成岩の年代測定や化学成分を知ることなどのほか、微量成分の検討や、重力測定および磁気測定なども効果的であると考えられる。
- (4) ドロマイトの中の縞状構造および角礫状構造は、構造的要因によると解釈された。主として縞状構造に濃集するSan Vicente型鉱床もこの時期に関連して胚胎したと考察されるので火成活動と関連し、広域的な構造運動の果たした役割の解明が重要であることが判明した。
- (5) 炭酸塩岩中に含有されるCu・Pb・Znの動向が、San Vicente型鉱床に結びつくかどうか、系統的・組織的な関係の把握が必要であり、この様な見地でのSan Vicente鉱床との比較検討は効果的と考える。
- (6) この地域の炭酸塩岩は、概ね同一比率でのCu・Pb・Znを含んでおり、平均Pb 121 ppm, Zn 329 ppmと高い値であった。これらの元素が炭酸塩岩中に如何なる形で含有されているのか、その起源についての鉱物学的検討も鉱床成因の解明さらに探鉱域を予測するうえで重要であると思われる。

以上のことから、今後の調査は次の様に行うことが望ましい。(Fig. 2参照)

調査地域の南部では、1976年5月調査報告でも指摘しているようにOxapampa西方, Tambo Maria および Pusaguno 付近などにおいて、潜頭鉱床賦存の可能性が高まって来たので、これらの地域において鉱床胚胎層の構造を解明するため、以下の調査を実施すべきである。

地質調査：重力磁気探査・構造試錐の結果を解明するための地質調査および微量成分の分布状況の把握

重力探査・磁気探査：鉱床胚胎層の地下構造の把握

Oxapampa 西方・Tambo Maria および Pusaguno 付近を含む約 200 km²(200 点)

構造試錐：鉄床胚胎層の層序の確立およびその構造の把握，Oxapampa 西方および Tambo Maria において，深部構造ボーリング数本

一方，調査地域の北部では，地化学探査により 2~3 の異常帯の存在することが確認されたが，今直ちに次の調査を続行するのではなく，南部地域の調査を先行させ，最も効果的な探鉄方法を見出してから着手すべきだが，初期段階の調査としては次のように実施することが望ましい。

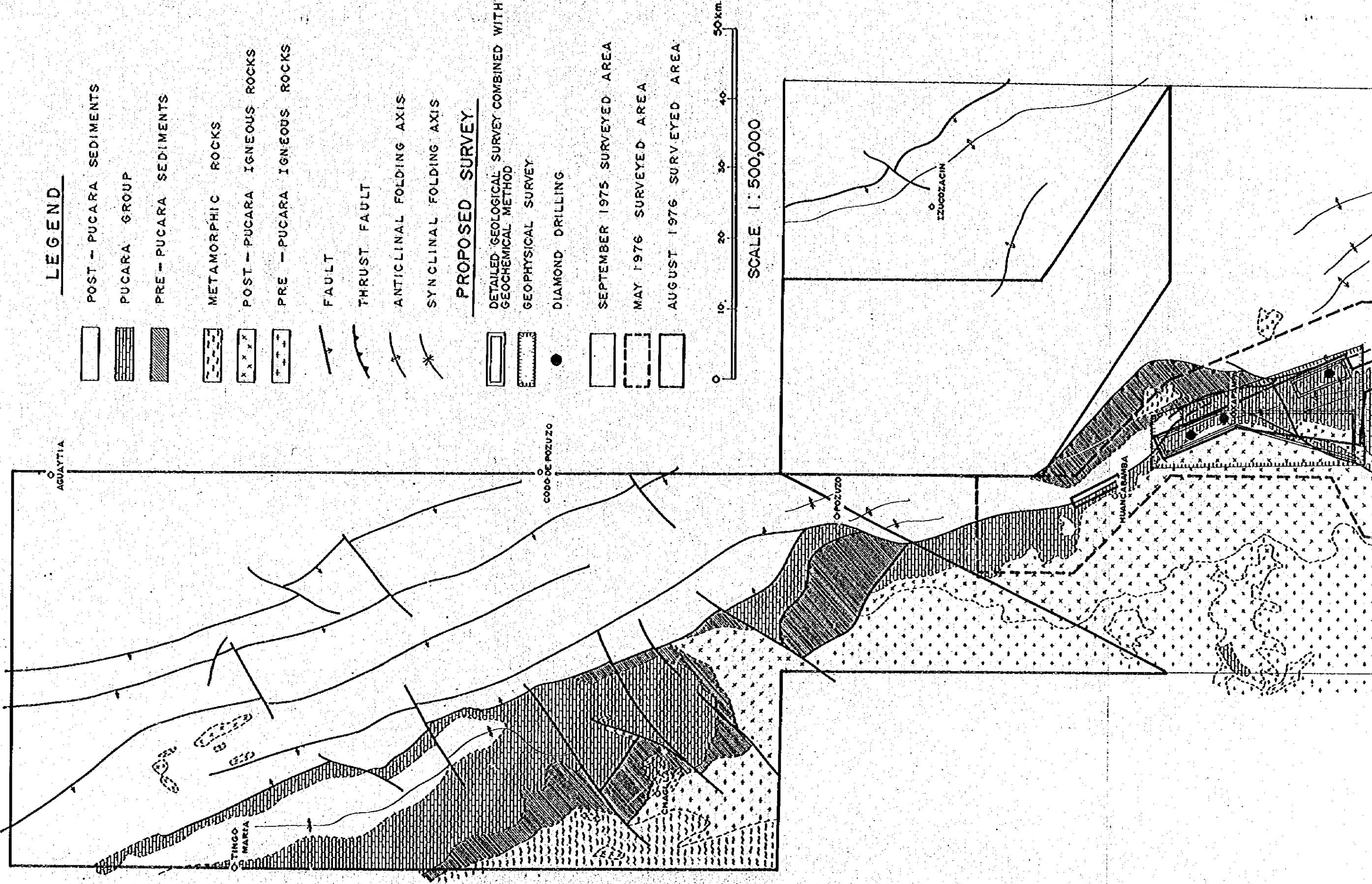
(1) 第 1 段階

鉄床胚胎層であるドロマイト層の分布・構造およびドロマイト層の分帯調査，

Cu・Pb・Zn を主対象とした炭酸塩岩の地化学的探査，

火成岩体の分布および構造と，地質構造との関係把握，

(2) 第 2 段階としては，南部地区での調査により判断される最も有効な調査方法により，北部調査を実施すべきである。

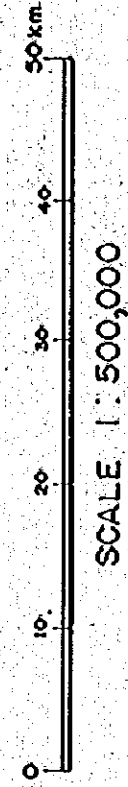


LEGEND

- POST - PUCARA SEDIMENTS
- PUCARA GROUP
- PRE - PUCARA SEDIMENTS
- METAMORPHIC ROCKS
- POST - PUCARA IGNEOUS ROCKS
- PRE - PUCARA IGNEOUS ROCKS
- FAULT
- THRUST FAULT
- ANTICLINAL FOLDING AXIS
- SYNCLINAL FOLDING AXIS

PROPOSED SURVEY

- DETAILED GEOLOGICAL SURVEY COMBINED WITH GEOCHEMICAL METHOD
- GEOPHYSICAL SURVEY
- DIAMOND DRILLING
- SEPTEMBER 1975 SURVEYED AREA
- MAY 1976 SURVEYED AREA
- AUGUST 1976 SURVEYED AREA



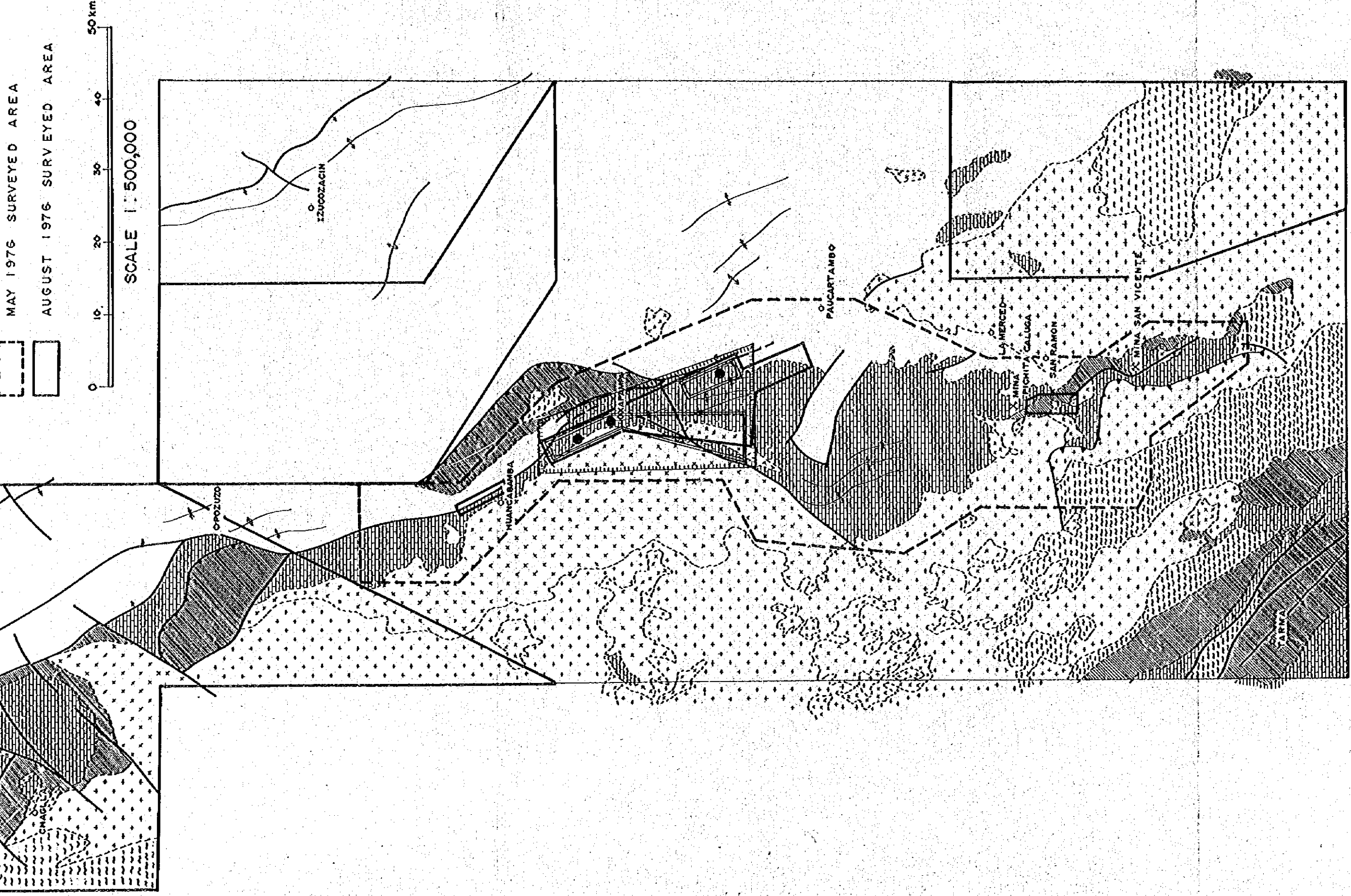


Fig.2.. Geological Structure and Recommendation Map of the Surveyed Area

第 2 章 序 論

2-1 調査の目的

この調査は、ペルー共和国中部Junin・Pascon・Huanuco各界の東部地方における鉱物資源開発基礎調査として計画された、約20,000km²の範囲において実施されたものである。(Fig.1) 調査は、調査地域において地質調査及び地化学調査を実施するとともに、ペルー共和国地質調査所から提供されたSide Looking Airborne Radar (SLAR)に関する資料をも併せて検討してこれの再解析を行い、鉱床賦存が期待されるPucara層群の分布を明らかにし、鉱床賦存の可能性の高い地域を抽出すること、賦存が期待される層状の鉛・亜鉛鉱床に対する最も適当な探査手法を明らかにすることなどを目的とした。

2-2 調査の経緯

調査は、1975年に開始された。1975年は、調査地域の南半部の約10,000km²に対し地質予察調査と、San Vicente 鉱山付近の100km²に対し、地質精査と地化学探査とを併用しながら実施した。この調査は、1975年9月より11月までの間実施された(以後、1975年9月調査という)。

1976年には、先づ1975年9月調査により、明らかにされた調査地域の南半部のPucara層群の分布域を中心とする2,000km²に対し、地質精査と地化学探査を実施した。この調査は1976年5月より7月までの間に実施された。(以後、1976年5月調査という)

更に、1976年8月以降には、1976年5月調査により抽出されたPucara層群の中の亜鉛高濃集帯に対し、地質精査を実施するとともに、調査地域の北部及び南部の一部に対し、地質予察調査を行った(以後、1976年8月調査という)。

この報告書は主として、1976年8月調査の結果をまとめたものであるが、全地域の予察調査を終了した段階でもあるので、1975年9月調査、1976年5月調査の結果などを含め、総合的な検討を加えたことによるものである。

2-3 調査の概要

2-3-1 調査範囲 (Fig.2)

調査地域は(9°00'S, 75°30'W)(9°00'S, 76°00'W)(10°00'S, 76°00'W)(10°00'S, 75°45'W)(11°30'S, 75°45'W)(11°30'S, 75°00'W)(10°00'S, 75°00'W)(10°00'S, 75°30'W)の8点を結んだ面積約20,000km²の範囲で、1976年8月、調査の地質予察調査は、主として北部の(9°00'S, 75°30'W)(9°00'S, 76°00'W)(10°00'S, 76°

00'W) (10°00'S, 75°45'W) (10°30'S, 75°45'W) (10°00'S, 75°30'W)の6点を結んだ面積約7,000km²の範囲、(10°00'S, 75°30'W) (10°20'S, 75°30'W) (10°30'S, 75°15'W) (10°30'S, 75°00'W) (10°20'S, 75°15'W) (10°00'S, 75°15'W)の6点を結んだ面積約1,570km²の範囲および(11°00'S, 75°15'W) (11°15'S, 75°15'W) (11°30'S, 75°10'W) (11°30'S, 75°00'W) (11°00'S, 75°00'W)の5点を結んだ面積約1,430km²の範囲合計約10,000km²の範囲の調査と、その残りの地域に対し補足的調査とを実施した。

1976年8月調査の地質精査は(10°22'07"S, 75°31'51"W) (10°22'32"S, 75°32'34"W) (10°26'28"S, 75°30'26"W) (10°26'07"S, 75°29'43"W)の4点を結んだ面積約12km²の範囲、(10°28'41"S, 75°27'00"W) (10°29'32"S, 75°28'46"W) (10°35'04"S, 75°26'22"W) (10°44'48"S, 75°27'27"W) (10°45'08"S, 75°23'28"W) (10°49'28"S, 75°21'36"W) (10°48'42"S, 75°19'47"W) (10°44'11"S, 75°21'42"W) (10°43'46"S, 75°20'33"W)の9点を結んだ面積約226km²の範囲、および(11°05'24"S, 75°24'10"W) (11°05'24"S, 75°25'16"W) (11°09'24"S, 75°25'16"W) (11°09'24"S, 75°23'37"W) (11°06'30"S, 75°23'37"W)の5点を結んだ面積約21km²の範囲の3地域合計259km²の範囲において実施した。

2-3-2 調査方法および期間

(1) 現地調査

現地調査は、北部を主とした予察調査地域では既刊の地形図がないため、縮尺1:100,000のSLAR mosaic図に基づいて実施し、細部の位置確認のため既刊およびこの調査に先行して撮影した空中写真を補助的に利用した。

精査地域では、既刊およびこの調査に先立って図化した縮尺1/25,000及び1/10,000地形図を使用して行った。現地調査には、昭和51年8月8日より10月27日までの81日間を要した。

(2) 総合解析

現地調査により、得た諸資料と既存の関連資料にもとづき調査地域の総合的な解析を行うとともに、今後の最も効果的なより精密な調査の方法を考察した。調査資料の整理および解析には、昭和51年11月から昭和52年3月までの5ヶ月を要した。

2-3-3 調査団の編成

現地調査および解析作業は、ペルー共和国地質調査所(Instituto de Geología y Minería)の協力を得て、三井金属エンジニアリング株式会社が実施した。

現地調査団の編成は下記の通りである。

団 長	吉 川 恵 章	三井金属エンジニアリング株式会社
総括渉外	萩 原 弘 尚	国際協力事業団

	宮 副 信 隆	金属鉱業事業団
団 員	佐 藤 弘	三井金属エンジニアリング株式会社
	斉 藤 信 雄	"
	田 上 勇 吉	"
	林 育 浩	"
	藤 岡 洋 介	"
	福 迫 宜 弘	"
	柴 田 芳 彰	"
	池 田 則 生	"
	佐 藤 哲 男	"
	菅 原 一 安	"
総括渉外	Benjamin Morales A.	ペルー共和国地質調査所
Counterpart	Salvador Mendivil E.	"
	Carlos Guevara	"
	Julio Caldas	"
	Victor Pecho	"
	Oscar Palacios	"
	Javier Barreda	"
	David Davila	"
	Oscar La Torre	"
	Felix Portilla	"

2-4 調査地域の一般概況

2-4-1 位 置

これまで調査を実施した地域は、ペルー共和国の中央部にあり、地勢的に東部山脈 — 中間盆地 — サブアンデス山脈 — アマゾン平野に及ぶ変化に富む地勢的にまたがっている。その範囲は、前節のように面積約20,000km²の地域である。

行政区画上この地域は、北方よりLoyola, Huanuco, Pasco および Junin の4県にまたがっている。既刊地形図は、調査地域の南西部の一部をカバーしているのみで、その他の地域では空中写真も系統的に撮影されたものはなく、従って1976年の調査のため北部地域の一部に対し、特に空中写真撮影を必要とする程であった。

2-4-2 交 通 (Fig. 3)

調査地域へは、首都Lima市より自動車によるのが最も普通である。南部地域の主要都市である

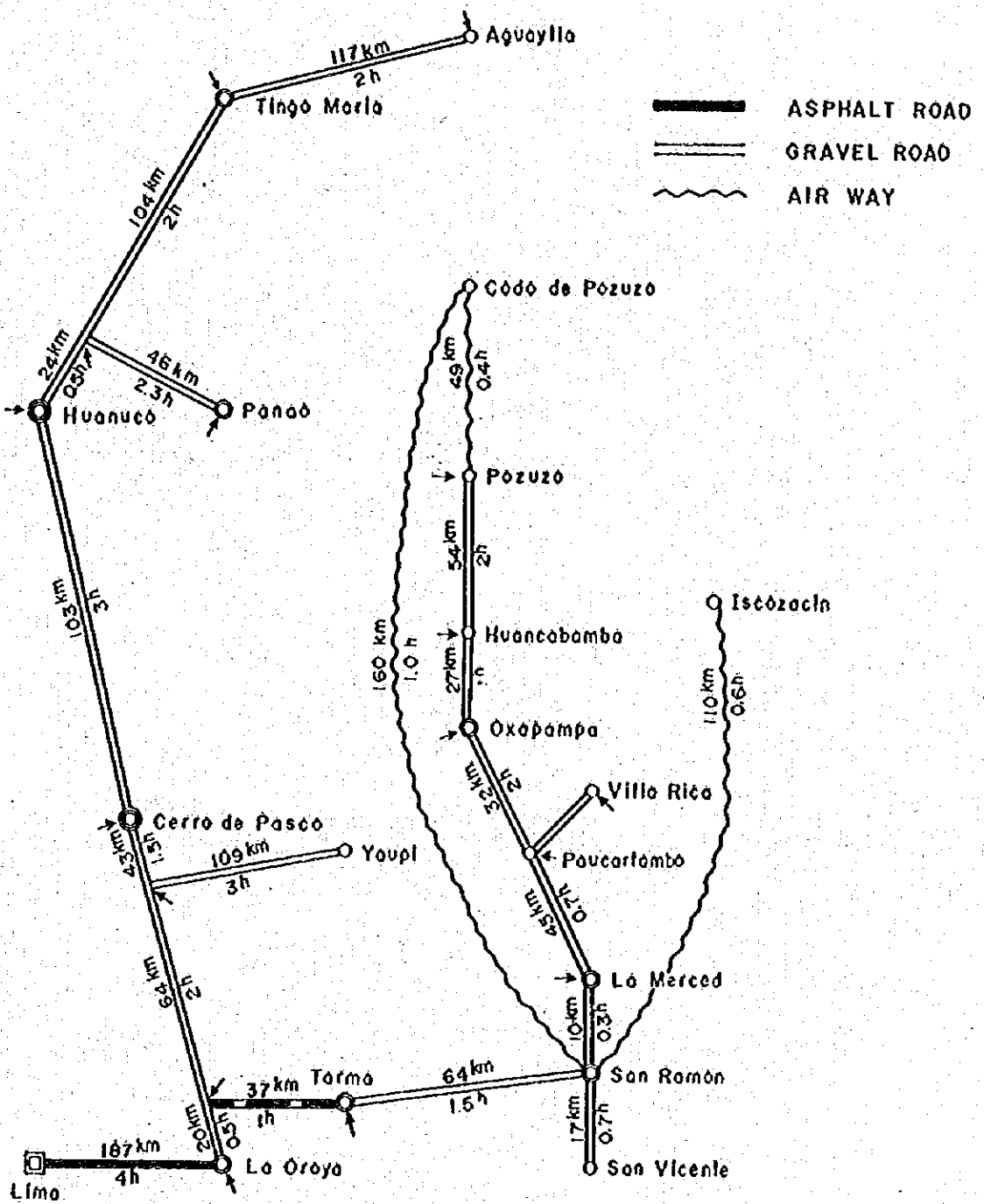


Fig. 3 Accessibility Map of the Surveyed Area

San Ramon 市へは、首都 Lima 市より、アンデス高原にある La Oroya 市を経て距離 308 km、所要時間約 7 時間で達する。一方北部の Tingo Maria 市へは La Oroya 市より、アンデス高原を北上し、アマゾン平野への横断ルートをとって、距離 545 km、所要時間約 13.5 時間で達する。これらの両部市へは Lima からの定期航空路も開かれている。

調査地域内では南部の中間盆地沿いに San Ramon 市から Oxapampa 市を経て、Pozuzo 村まで 168 km の縦断道路と、この幹線から若干の枝線が延びているだけで、それ以外のところには道路の発達はない。特に北部では Tingo Maria 市から Aguaytia 村までの横断道路 117 km があるだけで道路状況は極端に悪い。これを補う馬道・人道もそれぞれの人口密度や産業の発達などにより、過疎の差が激しく北部中央部のように 3,000 km² 以上にわたる未踏の地も残されているところもある。

アマゾン平野部の奥地、Izucozacin, Codo de Pozuzo などへは、San Ramon, Tingo Maria を基地として定期或は不定期の航空路の利用が可能だが、そのほかのところへは大河口沿いに一部ボートの使用が出来るのみであった。

2-4-3 気 候

調査地域は、後述する地形的環境とはほぼ一致し、西部の高地寒冷型・中央盆地付近の亜熱帯多雨型、東部の熱帯多雨型に大別出来る。

高地寒冷型の西部高地は季節風の影響をうけて雨季と乾季とがある。地形の高度差により、また日中と夜間とで気温の変化は激しいが、全体としては日本中部の晩秋の気候に似ている。

亜熱帯多雨型の中間盆地付近でも 4 月から 10 月までが乾季、11 月から 3 月までが雨季とあるが、高地寒冷型程、明瞭でなく、場所により相当の変動があり、さらに 9 月ごろに小雨季と称する多雨期があり 1975 年 9 月調査および 1976 年 8 月調査はこの時期と合致したため、調査の進行に大きな支障を来たしたほどである。この地帯はアマゾン平野から流れて来る湿度の高い空気が、アンデス山脈に衝突し、その前面に大量の雨を降らせるところで常に雲量多く、特に大平洋からの気圧が弱くなる雨期には曇天が続く。乾季の日中最高気温は 30°C 位までさがる。湿度は特に高く、全体として日本南部の初夏の気候に似ている。熱帯多雨型の北東部は、年間を通じて暑く、平均気温は 28°C 位である。湿度も極めて高く特に雨量の多い 10 月から 4 月頃まで高温多湿となる。

2-4-4 植 生

高地寒冷型気候の西部は、標高 4,500 m 以上の高所ではまばらに雑草が生えているのみで、ほとんど不毛の地となっている。標高 4,500 m 以下は草原となっており、時にユーカリなどの喬木が河川沿いに見られる。標高 4,000 m 以下では寒冷地向きのジャガイモなどが栽培されているほか、草原は放牧地として利用されている。亜熱帯多雨型気候の中間盆地付近は広葉樹を中

心とする森林が繁茂している。これらの森林のうち道路沿いは伐採されリマへ搬出されている。山裾から平坦地にかけては開墾され、バナナ、パイナップル、パイナップル、オレンジなどの果樹園となっており、リマで消費される果物の重要な供給地となっている。

熱帯多雨型気候の北東部は密生ジャングル地帯となっており、大河川沿いの一部が開墾され、放牧地として利用されているほかは全くの原始林となっている。

2-4-5 地 形

(1) 地形区分

調査地域はその地形的特徴から西部高地、中間盆地、東部高地、東部低地に大別することができる。これらの各地形区はそれぞれ異なった地質や地形の歴史に基づいて形成されており、それらは次のような特徴を示している。

(2) 西部高地

西部高地は東部アンデス山脈の東縁に当る部分と東部アンデス山脈と中間盆地との間に発達する急斜面の部分に分けられる。東部アンデス山脈の東縁の部分は古生代の岩石類からなっており、アマゾン川へそそぐ河川群により鋭く分断され、細長い連山となっている。標高4,000 m以上にはカールも多く見られるほか新期の火山活動による火口などが湖となっている。これらの連山の谷間を新第三紀の火山岩類や氷河堆積物が埋め、準平原となっている部分も見られる。中間盆地との間の急斜面の部分は、河川による侵蝕が極めて強く、花崗岩類地帯は稜線が鋭角をなすV字谷が発達し、樹枝状水系をなしている。変成岩類・堆積岩類地帯は山頂に稜線斜面を持ち急崖をなす地形が一般的である。特に石灰岩地帯にはU字谷が発達し、各地に急崖が見られる。

(3) 中間盆地

中間盆地は東部アンデス山脈に連なる斜面部分・盆地部分・サブアンデス山脈に連る斜面部分に分けることができる。東部アンデス山脈に連なる斜面部分は石灰岩を主とする中生代の堆積岩類よりなり、石灰岩の部分は急崖を形成しU字型の急傾斜谷が発達している。

盆地部分は、花崗岩類および礫岩・砂岩などからなり比較的緩傾斜地形を示す。この中央部を南-北方向に流れる大河川沿いには河岸段丘の発達も認められるが、調査地域の屋根に相当するChaglla付近では、東部山脈とサブアンデス山脈とは接して中間盆地の発達はしない。この盆地部分の平坦地とそれに連なる緩傾斜地は開墾され、プランテーション農耕地となっている。

サブアンデス山脈に連なる斜面部分は、石灰岩を主とする中生代の堆積岩類および花崗岩類よりなり、石灰岩の部分は急崖を形成している。

(4) 東部高地

サブアンデス山脈部分は、中生代と新生代の堆積岩類よりなり、比較的急傾斜の中生代の砂岩層により特長的なV字谷NNW-SSEの方向に発達している。この部分は雨量も多く植物の繁茂が著しいところで岩石の露出は少い。

(5) 東部低地

標高500m以下の低地が大部分を占め、特に東部は地形平坦で、河川は蛇行する密生ジャングルとなっている。主として新生代の堆積岩および中生代の堆積岩から成る部分では、やや急峻な地形を示すところもある。

REFERENCES

- Bellido, E. B. (1969)
Sinopsis de la Geologia del Peru
Servicio de Geologia y Minería Boletín, No. 22 (in Spanish)
- Bellido, E. B. et al (1972)
Aspectos Generales de la Metalogenia del Peru
Servicio de Geologia y Minería, Peru (in Spanish)
- Capdevila et al.
L'age Permien du Granite de La Merced Peru Central : Observations
de Terrain et Isochloñe Rb/Sr. (handwriting unpublished) (in French)
- Dalmayrac, B.
Estudio Geologico Preliminar de la Cordillera Oriental Servicio
de Geologia y Minería (in Spanish)
- Heyl, A. V. et al (1974)
Isotopic Evidence for the Origin of Mississippi Valley-Type Mineral
Deposits: A Review. Economic Geology, Vol. 69
- Kullerud, G. (1953)
The FeS-ZnS System. A Geological Thermometer.
Norsk. Geo. Tid. 32, 61-147
- Levin, P. M. (1973)
Nota Preliminar Acerca del Granito de San Ramon
Boletín de la Sociedad Geologia del Peru, No. 43 (in Spanish)
- Levin, P. M. & Samaniego, A. A. (1975)
Los Sedimentos del Grupo Pucara en el Area de Chanchamayo-Peru
Centro Oriental. Boletín de la Sociedad Geologia del Peru, No. 45
(in Spanish)
- Lipeltier, C. (1969)
A Simplified Statistical Treatment of Geochemical Data by Graphical
Representation. Economic Geology, Vol. 64
- Megard, P. (1968)
Geologia del cuadrangulo de Huancayo
Servicio de Geologia & Minería Boletín, No. 18 (in Spanish)

Megard, F. (1973)

Etude Geologique D'une Transversale des Andes au Niveau du Perou
Central
Universite des Sciences et Techniques du Languedoc pour obtenir le
grade de Docteur es Sciences Naturelle (in French)

Morales, B. A. (1977)

Sinopsis Explicativa del Mapa Geologico del Peru
Instituto de Geologia y Minería, Boletín No. 28 (in Spanish)

Pardo, A. A. etc. (1973)

Estratigrafia Evolucion Tectonica del Mesozoico y Cenozoico de la
Region de la Selva del Peru
II Congreso Latinoamerica de Geologia Caracas, Venezuela (in Spanish)

Pardo, A. A. etc. (1973)

Estratigrafia y Evolucion Tectonica del Mesozoico de la Region
de la Selva del Peru
II Congreso Latinoamericano de Geologia Caracas, Venezuela
(in Spanish)

Schulz, G. G. (1973)

Die Schicht gebundene Zinkblendelagerstätte San Vicente in Peru
Erzmetall 26 (6) (in Germany)

Szekely, T. S. & Grose, L. T. (1972)

Stratigraphy of the Carbonate, Black Shale and Phosphate of the
Pucara Group. (Upper Triassic-Lower Jurassic). Central Andes
Peru. Geol. Soc. Amer. Bull., No. 18

LIST OF ILLUSTRATIONS

- Fig. 1. Location Map of the Surveyed Area.
- " 2. Geological Structure and Recommendation Map of the Surveyed Area.
- " 3. Accessibility Map of the Surveyed Area.
- " 4. Schematic Diagrams of Geological Relation in the Reconnaissance Area.
- " 5. Ternary Diagram of Normative Quartz-Plagioclase-Kalium Feldspar.
- " 6A. Cumulative Frequency Diagram and Histogram for Cu, Zn and Ni on Soils in the Reconnaissance Area.
- " 6B. Cumulative Frequency Diagram and Histogram for Cu, Zn and Ni on Soils in the Pucara Group.
- " 6C. Cumulative Frequency Diagram and Histogram for Cu, Zn and Ni on Stream Sediments in the Reconnaissance Area.
- " 7. Geological Columns of the Detailed Survey Area.
- " 8A. Cumulative Frequency Diagram and Histogram for Cu, Pb and Zn on on Soils in the Detailed Survey Area.
- " 8B. Cumulative Frequency Diagram and Histogram for Cu, Pb and Zn on Carbonate Rocks in the Detailed Survey Area.
- " 9. Geological Sketch of Mineral Indications (Pb, Zn) of the Tambo Maria District.
- " 10. Ternary Diagrams of Minor Elements Ratio (π -ratio) on Carbonate Rocks.
- " 11. Geochemical Anomalous Area of π -ratios in the Detailed Survey Area.
- " 17A. Relation of Geochemical Values between Mg and Zn Contents on Carbonate Rocks.
- " 17B. Relation of Geochemical Values between Mg and Sr Contents on Carbonate Rocks.
- " 17C. Relation of Geochemical Values between Sr and Zn Contents on Carbonate Rocks.
- " 17D. Histogram of Zn and Sr Contents on Carbonate Rocks.
- " 17E. Histogram of Mg Contents on Carbonate Rocks.

LIST OF TABLES

- Table 1. Generalized Geological Columns of the Entire Surveyed Area.
- 2A. Statistical Analysis of Geochemical Samples (Cu, Zn, Ni) in the Reconnaissance Area.
 - 2B. Statistical Analysis of Geochemical Samples (Cu, Pb, Zn) in the Detailed Survey Area.
 - 3A. Numbers of Anomalous Samples on Soils Classified by Each Formation and Lithology in the Reconnaissance Area.
 - 3B. Numbers of Anomalous Samples on Soils Classified by Each Formation and Lithology in the Detailed Survey Area.
 - 4. Geochemical Anomalous Area by Soil Samples in the Detailed Survey Area.

LIST OF PLATES (in the associated case)

- PL. I-1. (1)-(5) Route Maps of the Reconnaissance Area.
- PL. I-2. (1)-(5) Geological Maps of the Reconnaissance Area.
- PL. I-3. Geological Profiles of the Reconnaissance Area.
- PL. I-4. (1)-(5) Geochemical Maps of the Reconnaissance Area (Cu).
- PL. I-5. (1)-(5) Geochemical Maps of the Reconnaissance Area (Zn).
- PL. I-6. (1)-(5) Geochemical Maps of the Reconnaissance Area (Ni).
- PL. I-7. Correlation Map between Mineralized Zone and Geological Structure of the reconnaissance Area.
- PL. II-1. (1)-(19) Route Maps of the Detailed Survey Areas.
- PL. II-2. (1)-(9) Geological Maps of the Detailed Survey Areas.
- PL. II-3. Geological Profiles of the Detailed Survey Areas.
- PL. II-4. (1)-(9) Geochemical Maps of the Detailed Survey Areas (Cu).
- PL. II-5. (1)-(9) Geochemical Maps of the Detailed Survey Areas (Pb).
- PL. II-6. (1)-(9) Geochemical Maps of the Detailed Survey Areas (Zn).
- PL. II-7. (1)-(9) Correlation Map between Mineralized Zone and Geological Structure of the Detailed Survey Area.

各 論

第 1 部 地質予察調査

各 論

第 I 部 地質予察調査目次

第 1 章 調査の概要	1 - 2
1 - 1 調査の目的	1 - 2
1 - 2 野外作業	1 - 2
1 - 3 室内作業	1 - 2
第 2 章 地質および地質構造	1 - 4
2 - 1 地質概要	1 - 4
2 - 2 変成岩類	1 - 4
2 - 3 火成岩類	1 - 4
2 - 4 堆積岩類	1 - 8
2 - 5 地質構造および地史	1 - 16
第 3 章 鈹 床	1 - 19
3 - 1 金属鈹床	1 - 19
3 - 2 非金属鈹床	1 - 21
第 4 章 地化学探査	1 - 22
4 - 1 目的および方法	1 - 22
4 - 2 解 析	1 - 22
4 - 3 結果の検討	1 - 24

第 1 章 調査の概要

1-1 調査の目的

ペルー共和国、中部地区資源開発協力基礎調査の1976年8月調査は、調査地域の南部を対象とした1975年の地質調査に引続き、調査地域の北部および南部の一部に対しての地質調査および地化学探査と全調査地域を対象とした、SLAR資料の再解析を行った。その目的は鉛床賦存が期待されるPucara層群の分布を明らかにすることと層状の鉛・亜鉛・鉛床の賦存する可能性の高い地域を抽出することであった。

1-2 野外作業

(1) 地質予察調査

地質予察調査地域は、調査地域の北部および南部の一部であって、これに対する調査ルートはこの地域の主要な地質構造に直交するように配置した。ルート調査は、位置確認に空中写真を使用し、地質などの記載にはSLAR mosaic図を使用した。

今回の調査地域の道路事情は、先きのべたように極めて悪く、わずかにTingo Maria - Aguaytia間の横断道路と、調査地域の外辺に位置するPanao付近およびPozuzo付近に達する道路が存在するだけで中央部への道路は全くない。これを補う馬道・人道もRio Huallaga流域およびPanao, Chaglia付近からPozuzo付近の間には存在するだけで、中央山地に対しては急峻な地形、濃厚な植生さらに極変の多雨地域などの自然条件から、人跡未踏の地域となっており、このため調査は極めて困難で一部を除いて進入不可能であった。

一方、アマゾン平野部では、二三の河川沿いにボートを使用し調査を行ったが、水量の多い降雨期には困難であった。

(2) 地化学探査

この調査は広範囲なペルー中部の調査地域において、鉛床に関する情報を得るため、土壌および河川堆積物を対象として実施したものである。土壌は調査ルートにおいて、B₁層を採取し、河川堆積物は地質調査時に遭遇した川や沢で採取した。これらの試料は、調査ルート1kmにつき2個程度となるように努めた。

1-3 室内作業

- | | |
|----------------|------|
| (1) 岩石薄片顕微鏡観察 | 105枚 |
| (2) 鉛石分析 | 9個 |
| (3) 鉛石研磨片顕微鏡観察 | 9枚 |

- (4) X線分析 14個
- (5) 化石鑑定 14個(内7個は地質精査で採取したもの)
- (6) 花粉分析 5個
- (7) 年代測定 6個
- (8) 岩石分析 6個
- (9) 地化学探査試料分析 4,297個
(土壌 2,892個, 河川堆積物1,405個)
- (10) 炭酸塩岩微量成分分析 31個
- (11) 空中写真およびSLAR Mozaicによる地質解析

Table 1. Generalized Geological Columns of the Entire Surveyed Area
Southern Block Northern Block

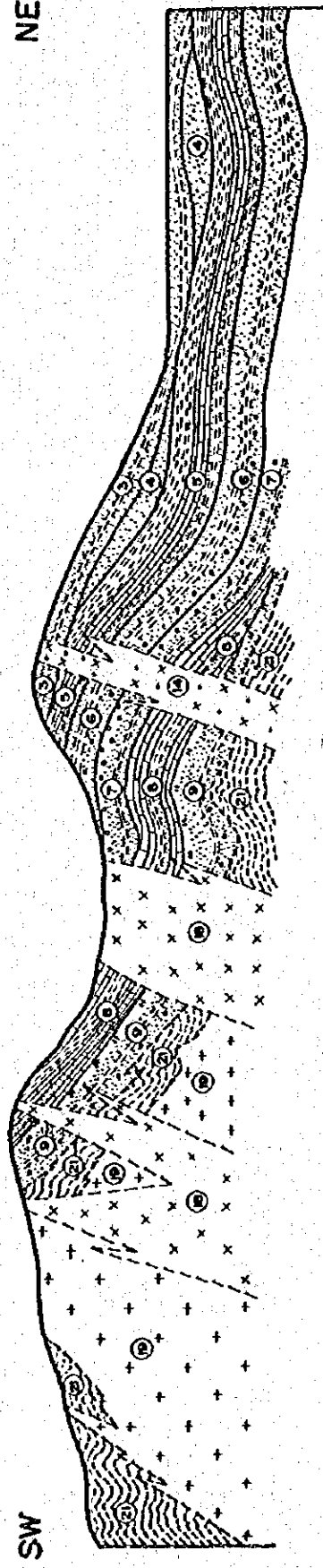
AFTER BELLIDO, E (1969)

GEOLOGICAL AGE	GEOLOGICAL UNITS	COLUMNAR SECTION	GNEISS & SCHIST	DESCRIPTIONS		GEOLOGICAL UNITS	COLUMNAR SECTION	GNEISS & SCHIST	DESCRIPTIONS						
				SEDIMENTARY & METAMORPHIC	IGNEOUS				SEDIMENTARY & METAMORPHIC	IGNEOUS					
CENOZOIC	QUATERNARY	HOLOCENE ALLUVIUM				ALLUVIUM									
	TERTIARY	PLEISTOCENE DILUVIUM				GRAVEL, SAND & CLAY					1 VOLCANIC BRECCIA: ANDESITIC, DACITIC ANDOLMERATE	DILUVIUM	GRAVEL, SAND & CLAY	1 MONZONITE PORPHYRY: MONZONITE & MONZONITE PORPHYRY	
		PLIOCENE MERCED FORMATION				CONGLOMERATE, SANDSTONE & MUDSTONE					2 MONZONITE PORPHYRY: MONZONITE & MONZONITE PORPHYRY	HUAYABAMBA FORMATION 1,400m	RED TO BROWN SANDSTONE WITH SHALE, MUDSTONE AND CONGLOMERATE		
		MIOCENE				UPPER PART: BROWN SHALE WITH SANDSTONE & MUDSTONE LOWER PART: RED SHALE, SANDSTONE & MUDSTONE WITH GREY LIMESTONE					3 RHYOLITE & DACITE: RHYOLITE & DACITE COMPLEX				
		CRETACEOUS				OLIGOCENE CONTAMANA GROUP					UPPER PART: RED SHALE WITH SANDSTONE MIDDLE PART: GREY LIMESTONE LOWER PART: RED SHALE WITH SANDSTONE & SHALE	4 QUARTZ PORPHYRY & GRANITE PORPHYRY: GRANITE PORPHYRY, APLITE & QUARTZ PORPHYRY COMPLEX	VIVIAN FORMATION 300m	WHITE SANDSTONE WITH SHALE	
						Eocene					RED TO WHITE SILICIOUS SANDSTONE WITH SHALE & CONGLOMERATE	5 GRANITE: GRANITE	CHONTA FORMATION 2,500m	UPPER PART: RED SHALE & SANDSTONE MIDDLE PART: GREY LIMESTONE LOWER PART: RED SANDSTONE & SHALE	
						PALAEOCENE					UPPER PART: SANDSTONE MIDDLE PART: SHALE & SANDSTONE LOWER PART: CONGLOMERATE WITH SHALE		SARAYACULLO FORMATION 1,200m	UPPER PART: PERLE CONGLOMERATE AND SANDSTONE & SHALE LOWER PART: WITH TOP BED OF CALCAREOUS SANDSTONE	
		MESOZOIC				LATER SARAYACULLO FORMATION					UPPER PART: SANDSTONE MIDDLE PART: SHALE & SANDSTONE LOWER PART: CONGLOMERATE WITH SHALE	6 DIORITE: DIORITE, GRANODIORITE PORPHYRY & MICRO GRANODIORITE COMPLEX	ORIENTE GROUP 1,800m	UPPER PART: SANDSTONE MIDDLE PART: ALTERNATION OF SANDSTONE & SHALE LOWER PART: SANDSTONE WITH CONGLOMERATE	2 DIORITE: MICRODIORITE, GRANODIORITE AND GRANITE
						MIDDLE PUCARA GROUP					GREY TO BLACK LIMESTONE & GREY DOLOMITE WITH THIN BEDS OF SHALE & SANDSTONE		SARAYACULLO FORMATION 1,200m	UPPER PART: PERLE CONGLOMERATE AND SANDSTONE & SHALE LOWER PART: WITH TOP BED OF CALCAREOUS SANDSTONE	
						EARLIER					UPPER PART: GREY TO BLACK LIMESTONE WITH DOLOMITE & DOLOMITIC LIMESTONE MIDDLE PART: BITUMINOUS LIMESTONE, SHALE AND ALTERNATION OF CALCAREOUS SHALE & SANDSTONE LOWER PART: GREY TO BLACK LIMESTONE WITH DOLOMITE & SHALE		PUCARA GROUP 4,400m	UPPER PART: SANDSTONE & SHALE MIDDLE PART: SANDSTONE & SHALE WITH LIMESTONE CONGLOMERATE LOWER PART: CONGLOMERATE WITH SANDSTONE & SHALE	
TRIASSIC	LATER MITU GROUP		UPPER PART: SANDSTONE & SHALE MIDDLE PART: SANDSTONE & SHALE WITH LIMESTONE CONGLOMERATE LOWER PART: CONGLOMERATE WITH SANDSTONE & SHALE	3 GRANITE: GRANITE, GRANODIORITE AND DIORITE	MITU GROUP 2,500m	UPPER PART: ACESITIC & DACITIC LAVA AND TUFF (PARTLY WELDED) WITH TUFFACEOUS SANDSTONE & CONGLOMERATE MIDDLE PART: SANDSTONE WITH SHALE & CONGLOMERATE LOWER PART: CONGLOMERATE WITH SANDSTONE & SHALE									
PALAEZOIC	MIDDLE COPACABANA-TARMA GROUP	GREY TO DARK GREY LIMESTONE & PHYLLITIC SHALE, PARTLY RED CALCAREOUS SHALE DOMINANT	4 GRANITE: EASTERN PART: RED GRANITE WITH GREY GRANODIORITE WESTERN PART: GREY TO GREEN GRANODIORITE												
	EARLIER AMBO GROUP	COMPACT GREY SANDSTONE WITH BLACK SHALE													
	EARLIER EXCELCOR GROUP	GREY SANDSTONE WITH GREY TO BLACK SHALE													
	EARLIER														
	EARLIER														
PRECAMBRIAN	BASAL COMPLEX	GNEISS & SCHIST WITH SERPENTINITE		BASAL COMPLEX	GNEISS & SCHIST										

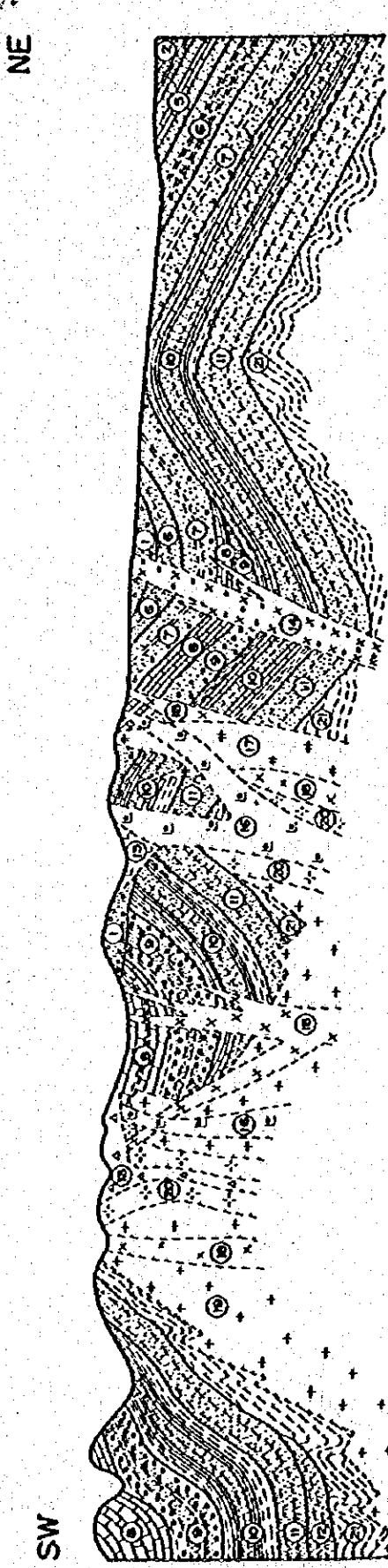
LEGEND

SAND	VOLCANIC BRECCIA
GRAVEL	MONZONITE & MONZONITE PORPHYRY
SHALE & PHYLLITIC	RHYOLITE & DACITE
SANDSTONE	QUARTZ PORPHYRY & GRANITE PORPHYRY
CONGLOMERATE	DIORITE
LIMESTONE	GRANITE
METAMORPHIC ROCK	ANDESITIC TO DACITIC LAVA AND TUFF
GNEISS & SCHIST	UNCONFORMITY
	CONFORMITY

(NORTHERN BLOCK)



(SOUTHERN BLOCK)



SEDIMENTARY ROCKS

- LAVA & PYROCLASTIC ROCK
- SANDSTONE
- CONGLOMERATE
- SHALE
- LIMESTONE

GEOLOGICAL UNITS

- ① MERCED (TERTIARY) FORMATION
- ② CONTAMANA (TERTIARY) GROUP
- ③ HUAYABAMBA (TERTIARY) GROUP
- ④ VIVIAN (CRETACEOUS) FORMATION
- ⑤ CHONTA (CRETACEOUS) GROUP
- ⑥ ORIENTE (CRETACEOUS) GROUP
- ⑦ SARAYAQUILLO (JURASSIC) FORMATION
- ⑧ PUCARA (TRIASSIC ~ JURASSIC) GROUP
- ⑨ MITU (PERMIAN ~ TRIASSIC) GROUP
- ⑩ COPACABANA-TARMA (CARBONIFEROUS ~ PERMIAN) GROUP
- ⑪ AMBO (CARBONIFEROUS) GROUP
- ⑫ EXCELCIOR (DEVONIAN) GROUP

INTRUSIVE ROCKS

- VOLCANIC BRECCIA _____ ⑬ (TERTIARY)
- MONZONITE PORPHYRY _____ ⑭ (TERTIARY)
- RHYOLITE & DACITE _____ ⑮ (TERTIARY)
- QUARTZ-PORPHYRY & GRANITE-PORPHYRY _____ ⑯ (CRETACEOUS ~ TERTIARY)
- GRANITE _____ ⑰ (CRETACEOUS)
- DIORITE COMPLEX _____ ⑱ (JURASSIC)
- GRANITE & GRANODIORITE COMPLEX _____ ⑲ (PERMIAN ~ TRIASSIC)
- GRANODIORITE COMPLEX _____ ⑳ (PERMIAN ~ TRIASSIC)

- GNEISS & SCHIST _____ ㉑ (PRECAMBRIAN)
- UNCONFORMITY _____ ㉒

Fig. 4. Schematic Diagrams of Geological Relation in the Reconnaissance Area

第2章 地質および地質構造

2-1 地質概要 (Fig. 2, 4 Table 1 および PL. 1-1, 1-2, 1-3)

調査地域の地質は、この地域の一般的地勢および地質構造が持つ NNW-SSE の方向に強く支配されて分布していると概観することが出来る。すなわち、東部山脈は主として上部古生界の堆積岩類が片麻岩類を基盤として分布し、東部山脈から中間盆地にかけて中生界中期までの堆積岩が分布し、更に中間盆地の東縁から東方のサブアンデス山脈、アマゾン平野まで中生界中期以降、新生界の堆積岩類が分布する。これらは Tingo Maria 東方から Oxapampa を経て La Merced 東方まで NNW-SSE の方向で走る顕著な構造線（以後 Tingo Maria-Merced 線と呼ぶ）を境にし、西側が古生界を中生界中期まで、東側が中生界中期以降新生界の堆積岩が分布していると要約することができる。

堆積岩類のうち今回の調査の主要目的の一つであった中生代 Pucara 層群の分布は、Tingo Maria - Merced 線以西において中間盆地を中心に NNW-SSE の方向で認められ、同線以东では極くわずかの分布を示すのみであった。

火成岩類もサブアンデス山脈を中心に分布し、古生代後期から第三紀まで断続的な活動があった。しかし Tingo Maria - Merced 線以东では白亜紀末から古第三紀の比較的新しい火成活動がところどころに認められた程度であった。

2-2 変成岩類

変成岩類は南西部 Tarma-San Ramon 間の高地および北部 Pano 付近の高地において花崗岩類のルーフベンダント状に、また中央部 Oxapampa 付近、San Ramon 付近にも小分布をしていてこの地域の堆積岩類の基盤を形成している。

変成岩類は片麻岩および片岩よりなるが、時に塩基性または超塩基性岩の貫入岩や花崗岩類を伴うこともある。片麻岩類は黒雲母片麻岩～白雲母片麻岩を主とし、ミロナイト化を受け両雲母花崗岩や、変成を受けた花崗岩を伴うところもある。片岩類は南西部においては角閃石-石英片岩、白雲母石英片岩および緑泥石片岩を主としており北部では石英片岩・緑れん石・石英片岩などから成る。変成岩中には特に南西部高地において超塩基性の貫入岩類が見られる。

2-3 火成岩類

調査地域における火成岩の分布は、東部山脈沿いに南部 Tarma, San Ramon 付近から Oxapampa 西方を経て、Chagila 付近まで NNW-SSE の方向をもって認められる。これらの火成岩類は、古生代末期の貫入岩類、中生代の閃緑岩類、花崗岩類及び斑状岩類及び新生代第三紀

の火山岩類及び貫入岩類に分類される。

2-3-1 古生代末期の貫入岩類

南部 Tarma, San Ramon 付近から Oxapampa 西方を経て北部 Chaglla 付近までバンド状に露出し、この地域の火成岩類の中で最も広い分布をしている。

Tarma 付近から Oxapampa 西方にかけて露出する花崗岩類は、Tarma 花崗岩或は“白い花崗岩”とも呼ばれている。全般に白色を呈し粗粒ないし中粒の完晶質岩で主要構成鉱物は石英、斜長石、アルカリ長石、黒雲母、角閃石であり、白色鉱物に比べ有色鉱物は少ない。San Ramon 付近には“白い花崗岩”と対照的に“赤い花崗岩”が露出し San Ramon 花崗岩とも呼ばれている。白い花崗岩と同様に粗粒ないし中粒の完晶質岩で、橙色のアルカリ長石、石英、斜長石とわずかの黒雲母、角閃石からなる。

一方北部の Rio Santa Cruz 流域から Chaglla にかけて露出する花崗岩類は、花崗岩から花崗閃緑岩ないし閃緑岩までにわたり岩相変化し、概して正長石がやや少く有色鉱物がやや多い。岩相変化も南部地区の花崗岩類に比較して著しいようである。Chaglla 付近では優白色中粒で石英・斜長石・カリ長石・黒雲母・角閃石などを主成分鉱物としており、有色鉱物はしばしば集合体として存在し片状組織を呈するところもある。Rio Santa Cruz 流域では花崗閃緑岩・閃緑岩・微閃緑岩など岩相の変化は特に著しく、花崗閃緑岩が微閃緑岩ないし微斑れい岩を Xenolith 状に取り込むところも見られる。

このような岩相上の特長は化学組成 (Table 9) から見ても明らかで、南部は比較的均質であるのに対し北部は不均質であることが考察される。すなわち SiO_2 の量は南部では多いが北部ではやや少くなり、 $\text{MgO} + \text{FeO}$ に対する $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ の割合も南部では Sample No. 93 を除き極めて多く 90% 以上に達するのに対し、北部では MgO , FeO とともに増加している。またノルム鉱物による石英-斜長石-カリ長石の成分比を三角ダイアグラムに示すと (Fig. 5), 南部の花崗岩類はすべて石英モンソニ岩の範囲に集中しているのに対し、北部の花崗岩類は花崗閃緑岩寄りとなり更に斑れい岩質のもの (Sample No. 287) も存在している。

K-Ar 法による年代測定の結果 (Table 10) によれば“白い花崗岩”は古生代二疊紀中期 (244m.y.) “赤い花崗岩”は中生代三疊紀後期 (195m.y.)、また、北部の花崗岩類は古生代二疊紀前期 (282m.y.) から二疊紀後期 (208m.y.) に貫入したことを示している。さらに“赤い花崗岩”は野外では“白い花崗岩”を貫くのが観察されており、San Ramon 南方での“赤い花崗岩”を貫く安山岩々脈も二疊紀後期 (216m.y.) を示していることなどから、これらの花崗岩類は主として二疊紀前期から後期にかけて、またその一部は三疊紀までわたる断続的なマグマ活動により形成されたものと解釈される。

SAMPLES OF SEPTEMBER 1976 SURVEY.

SAMPLE NO.	ROCK NAME
5	META ANDESITE
8	MICRODIORITE
18	DACITE
93	WHITE GRANITE
208	MICROGRANODIORITE
218	RED GRANITE

SAMPLES OF AUGUST 1976 SURVEY

229	DIORITE PORPHYRY
271	MICRODIORITE
287	SHISTOSE DIORITE
301	DIORITE
320	GRANITIC ROCK
324	PORPHYRITIC DIORITE

SAMPLES OF MAY 1976 SURVEY

Field NO. OF MAY 1976 SURVEY	ROCK NAME
A - 011	RED GRANITE
H - 011	DIORITE
H - 013	MICROGRANODIORITE
H - 014	PINK GRANITE
K - 264	MONZONITE
K - 265	"
S - 062	MICROGRANITE
T - 013	GRANODIORITE
T - 044	DACITIC TUFF
T - 054	PINK GRANITE

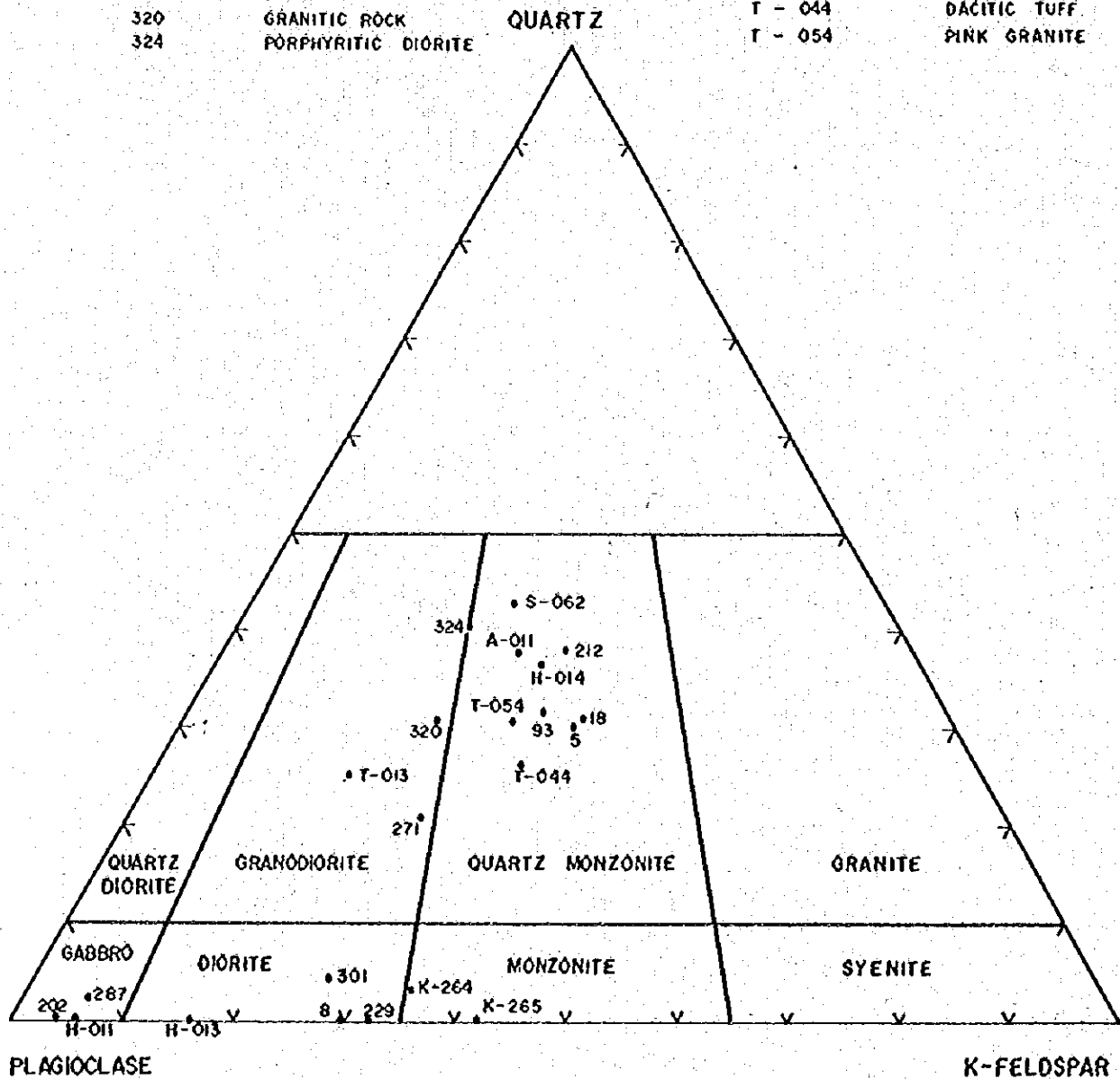


Fig. 5 Ternary Diagram of Normative Quartz-Plagioclase-Kalium Feldspar

2-3-2 中生代の貫入岩類

中生代には東部山脈の両側で厚い中生層の堆積作用があったが、そのころ主に古生代貫入岩類の東縁沿いに火成活動があった。これらはその活動時期、岩相などから閃緑岩類、花崗岩類及び花崗斑岩・石英斑岩などの斑状岩類の三つの岩体に分類される。

(1) ジュラ紀閃緑岩類

北部 Chaglla, Pillaq 付近, 中部 Oxapampa 付近及び南部 San Vicente 欽山付近において片麻岩類, Mitu および Pucara 層群などを買いて岩株状ないし岩脈状で露出している。全般に粗粒ないし中粒で斜長石・角閃石を主体とし少量の黒雲母, 石英, カリ長石を含んでいるが, 北部では微閃緑岩・花崗閃緑岩, 中部では石英閃緑岩・花崗閃緑岩, 南部では閃緑岩・斑れい閃緑岩など岩相の変化が著しく, 超塩基性岩, 角閃石岩の捕獲岩を取込んでいるのも全体的な特長である。

これらを化学組成的に見ると SiO_2 は概して少く MgO , FeO を比較的多く含み, ノルム鉱物による石英-斜長石-カリ長石の三角ダイアグラムで示すと花崗閃緑岩, 閃緑岩及び斑れい岩の範囲にまたがっており組成的に極めて不均質な岩体である。なお北部 Tomay Rica 東方の閃緑岩は化学組成的にはむしろ古生代末期花崗岩類に加えられるべき性質のものであるが, その産状, 及び以下にのべる年代測定の結果からジュラ紀の閃緑岩の一異相としてこれに含めておいた。風化による変質度の高いところで判然としない部分もあるが今後の調査により検討の必要な課題の一つである。

K-Ar 法による年代測定によれば北部のは 170m. y., 中部のは後述の中生代花崗岩類 (125 m. y.) を買いて 115m. y., 南部のは 155m. y. の貫入を示しており概ねジュラ紀の活動によると言える。しかし南部 San Ramón 付近に露出する花崗閃緑岩は 239m. y. を示していたが, 野外では中生層を買っているのが確認された。

(2) ジュラ紀～白亜紀 花崗岩類

本岩類は Oxapampa 付近を中心に古生代末期の貫入岩類の東縁沿いに露出する。粗粒ないし中粒で全体的に淡桃色を呈し石英・カリ長石・斜長石を主成分鉱物とし黒雲母, 鏡鉄鉱を伴う。岩石学的, 化学組成的特長は古生代末期の貫入岩類に酷似しているが, K-Ar 法による年代測定の結果は, 125, 130m. y. を示したのでジュラ紀～白亜紀に貫入した花崗岩類として分類した。

(3) 花崗斑岩・石英斑岩などの斑岩類 (白亜紀)

Oxapampa から Huancabamba 北西方まで古生代貫入岩類の東縁沿いを岩株状に買いて分布するやや細粒の斑状岩で, 鏡下でも斑状組織ないしセリイット組織を示している。構成鉱物は石英・カリ長石およびわずかの斜長石を主成分鉱物とし黒雲母角閃石を副成分とするが場所に

よりわづかながら鉱物組合せを異にし流紋岩・石英斑岩・花崗斑岩およびモンゾニ斑岩などが認められた。それぞれの関係は漸移的のように見えるがなお調査の必要はある。

これらの斑岩類の年代測定は今回は行わなかったが、Huancabamba付近での前出のジュラ紀～白亜紀花崗岩と極めて漸移的關係にあり、中生代白亜紀のOriente層群をHuancabamba西北方、Oxapampa西方の各地において貫いているのでその貫入時期は中生代白亜紀以降ないし新生代第三紀前期と考察される。

またこの貫入岩体は微弱ではあるが石灰岩に対しスカルン化、大理石化を与えており、Oriente層群の凝灰質岩に対しては微弱ではあるが若干のホルソフェルス化を与えている。

2-3-3 新生代の貫入岩類

Oxapampa付近、Tingo Maria付近において、小岩株で中生代Chonta層群（白亜紀中紀）を貫き、一部は新生代第三紀Merced累層に覆われて露出している。（Huayabamba層群との直接の關係は今回は認められなかった。）肉眼的には中粒ないし細粒で斜長石・カリ長石・角閃石を主成分鉱物とし弱い斑状組織を示し鏡下では副成分鉱物として古銅輝石・ソーダ輝石・黒雲母・緑れん石を伴うモンゾニ岩ないしモンゾニ斑岩である。

化学組成的には珪酸分に対しアルカリ（ $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ）が非常に多く全鉄量・マグネシウムが少いのが特長である。またその分布はTingo Maria-Merced線の東部に限られているのも特長である。

また、K-Ar法による年代測定は、14m. y., 22m. y., 27m. y. など新生代第三紀、中新世の貫入であることを示した。このように化学組成での特長やこの地域で最も若い火成活動の産物であることは、その分布が限定的であることとあわせTingo Maria-Merced線の形成に関連したこの地域の特異な火成活動であることを示唆しているものと考察される。

この岩体のもう一つの特長は、貫入時に母岩へ以下のような接触変成や重金属を添加していることである。

- (1) Oxapampa南方のTambo MariaではPucara層群を貫くところでCu, Znなどを鉱染したスカルン化がありモンゾニ岩自体もCuなどを鉱染している。
- (2) Pozuzo付近ではChonta層群赤色砂岩を幅3mの岩脈として貫いており、母岩に弱い接触変成を与えている。
- (3) Tingo Maria付近でもChonta層群を小岩株として貫いており、ここでは弱い接触変成が認められた。土壌による地化学探査の結果からはこの付近だけにCu, Znの高いサンプルがあったが、このモンゾニ岩による影響かどうかははっきりはわからない。

なおOxapampa東方にもChonta層群を貫くモンゾニ斑岩が露出しているが、変質状況などはよくわからなかった。

2-3-4 新生代の火山岩類

第3紀火山岩類には、酸性噴出岩類および酸性火山砕屑岩類があり、古期の花崗岩類などを買いて、または覆って分布している。

(1) 酸性噴出岩類は、Oxapampa西方から南西方Yaupiを中心に露出している石英安山岩質岩であり、北部では溶岩を主とするが、南部では熔結凝灰岩の組織をもつところもある。火山砕屑岩を主とする。鏡下では火山砕屑岩は亜角稜～円稜状の流紋岩ないし石英安山岩の岩片や斜長石・石英などの斑晶を含み、流理線構造の明瞭なガラス質石基から成る。石英粒は破壊され融蝕されている。K-Ar法によりこの火山岩の噴出年代は新生代第三紀始新世(46m.y.)であった。なお、前年度の調査により、古生代貫入岩を貫く石英安山岩の岩脈の年代は40my.であった。

(2) 酸性火山砕屑岩類

本岩類は調査地域の西側を占める東部山脈を中心に分布している。構成岩石は、安山岩質・石英安山岩質の火山砕屑岩および凝灰質岩・堆積岩類である。全体に緑灰色および赤灰色を呈し稀に石灰岩などの堆積岩類を内層として露出させることもある。

これらは、この地域のすべての火成岩類を被っていて火成活動の最終期のものであり、Huancabamba付近ではMerced累層の上位にあること、調査地域外のアンデス山間地の高地一帯に分布する火山岩類に対比されることなどから新第三紀に形成されたものと推察される。

2-4 堆積岩類

2-4-1 堆積岩類の分類

調査地域の堆積岩類は、南西部の狭い地域と中央部から北部にかけての広い地域とに分布している。南西部では古生界から中生界が分布しており、中央部から北部にかけては、一部の地域で古生界が認められるが、大部分が中生界から新生界までの一連の堆積岩類から成っている。

これらの堆積岩類はTable 1. に示すように下位よりExceleior層群, Ambo層群, Copacabana-Tarma層群, Mitu層群(以上古生界) Pucara層群, Sarayaquillo累層, Oriente層群, Chonta層群, Vivian累層(以上中生界)およびContamana層群, Huayabamba層群, Merced累層[※], 第四紀堆積層(以上新生界)に区分される。

これらの層群名, 累層名はBellido, E.B.(1969)がJunin県, Pasco県およびHuanuco県一帯を対象として命名したものを踏襲したが一部はその後の研究論文に使用された名称や今回新たに命名した名称を使用した。

なお, Exceleior層群, Ambo層群, 及びCopacabana-Tarma層群については1975年

※ 第1巻ではLourdes累層とした。

9月調査報告の記載と同一であるのでここでは省略する。

2-4-2 Mitu層群

(1) 分布：地域南部 Tarma 付近ではNW-S E方向で、San Ramon 付近ではN-S 方向で分布し Oxapampa 付近から Pozuzo 付近にも地窓状で、また北部 Chaglla 付近までNNW-SSE方向を示して分布している。

(2) 構成および岩質：赤褐色ないし褐色の礫岩・砂岩および頁岩からなり、火山岩（溶岩及び火山砕屑岩）を伴うところもある。岩相上三つの累層にわけられる。

下部累層は礫岩を主としところどころに砂岩をはさむもので全域に分布する。礫岩は花崗岩類変成岩類のはかわずかの堆積岩類などどぶし大ないし入頭大の比較的円磨度のよい礫を含み、褐色ないし赤褐色の砂質膠結物の量は概して少い。

中部累層は砂岩を主としわずかの頁岩・礫岩をはさみ北部では Pozuzo 西方にまた南部では San Vicente 鉱山付近などに分布する。暗褐色ないし淡褐色を呈している中粒ないし細粒砂岩である。層理面が比較的良好に発達し凝灰質のところもある。また Chaglla 東方の Monopampa 付近には下部累層に類似した礫岩層が分布するが中部累層の一部が発達したものと見られる。

この中部累層は上部にて漸移的に赤褐色～緑色の安山岩質溶岩・凝灰岩などからなる上部累層へと変っている。この累層は主に北部の Rio Santa Cruz から Chaglla 付近に分布する。

Rio Santa Cruz では主として石英安山岩質凝灰岩で普遍的に溶結されている。

Chaglla 付近における安山岩質岩は溶岩を主とし、曹長石を多く含むクラトファイア-安山岩および石英安山岩など岩相変化に富み、下位クラトファイア-、上位安山岩の傾向にある。

Megard, F. (1968) はアンデス高原の Huancayo 地方での Mitu 層群は横への岩相変化や堆積岩の層厚の変化が激しく、火山岩類を欠くところもあると記載している。今回の調査地域内での上部累層は、南部地区には存在しても薄い、Monopampa 付近での中部累層は礫岩が優勢である、など Huancayo 地方と同様の傾向がうかがわれる。

(3) 層厚：南部 1,300m +

北部 2,500m +

(4) 下位層との関係：南部では下位の Copacabana - Tarma 層群と斜行不整合関係にあり、Oxapampa 付近以北では、先カンブリアン紀の変成岩類と斜交不整合の関係にある。

(5) 化石および層序対比：この地層からは、化石は発見されなかったが上位の Pucara 層群に不整合をもって被われ下位の Copacabana-Tarma 層群とも斜交不整合の関係にあること、およびその構成岩類の2点より Bellido, E.R. (1969), Megard, F. (1968) のいう Mitu 層群に対比できる。

2-4-3 Pucara 層群

(1) 分布：調査地域の中央部をN-S方向(南部)ないしNNW-SSE方向(北部)をもって分布する。南部ではほぼ一列状に露出しOxapampaの南で最大幅約20Kmを示しているがOxapampa以北で細くなり一時消滅するところもある。Tingo Maria付近ではPucara層群以降の堆積岩類のため二列に分断されて露出している。

また南西部Tarma付近にもNW-SE方向をもって露出している。

(2) 構成、岩質および層序対比：石灰岩・ドロマイト質石灰岩・ドロマイトからなる石灰質岩でわずかの砂岩・頁岩を含む。石灰岩は明灰色・暗灰色さらに黒色で瀝青質、珪質および砂質など岩相変化に富んでいる。ドロマイトも同様の色調で、局部的に縞状構造(セブラ構造)や角礫状構造を示すところもある。石灰岩とドロマイトとの野外での識別は容易ではないが、比重や塩酸による反応度から大別は可能である。このドロマイト層は南部Oxapampa周辺における精査で4層確認され、さらにSan Vicente鉄床層準の下盤にも1層存在しているので計5層挟在していることが明らかになった(第2部2-3)。しかし北部ではTingo Maria, Río Huallaga流域, Monopampa 付近などに確認されたが、それらの層序関係は明らかに出来なかった。

Pucara層群に関しては、Megard, F. (1968), Szekely, T.S. et al (1972) などにより標式地のHuancayo, Cerro de Pasco 地方で種々研究されている。それによると堆積岩の岩相、産出化石などから三つの累層に分けられており、それらは下位よりChambara累層, Aramachay累層およびCondorsinga累層でそれぞれの累層の特長を要約すると以下のごとくである。

1) Chambara 累層

- 石灰岩・頁岩および瀝青質石灰岩などからなる。
- 三疊紀後期
- 層厚はCerro de Pasco付近で2,930mであり東方へ向うにつれて薄くなっている。
- 全体に均質で深海堆積相である。

2) Aramachay 累層

- 瀝青質石灰岩・砂岩及び珪質石灰岩などからなる。
- ジュラ紀前期(Lias 統下部)
- 層厚はJunin湖付近で600mであり、周辺へ薄くなっている。
- 堆積環境に変化の多い深海堆積盆に堆積したものと思われる。

3) Condorsinga 累層

- 石灰岩, 石灰質頁岩, 砂質石灰岩およびチャート質石灰岩などから成る。

○ジュラ紀前期(Lias 統上部)

○層厚は Huancayo 地方で 1,500m, Tarma 地方で 1,200m であり, 東へまた北へ薄くなっている。

○均質で浅海海底での堆積相である。

これまでの調査の結果によると北部の Rio Huallaga 沿いに瀝青質石灰岩や頁岩層が厚さ 100m ないし 400m で分布し, 南部の Oxapampa 付近でも砂岩・頁岩をはさむ地層が厚さ, 約 600m でよく連続して分布している。

南部におけるこの準層からは, Hettagian 階の示時化石である *Psiloceras Planorbis* (Sample No. 581) が発見された。従って本層は Megard, Szekely らのいう Aramachay 累層に対比できる。従ってその上位が Condorsinga 累層であり, 下位が Chambara 累層に相当するが, 今回の北部地域の調査では調査不十分で分帯出来なかった。

(3) 層厚:		南 部	北 部
Chambara 累層		1,060m +	
Aramachay 累層		600m +	
Condorsinga 累層		1,080m +	
合 計		2,740m +	4,400m +

(4) 下位層との関係: Pucara 層群は下位の Mitu 層群に対し弱い斜交不整合とところにより平行不整合関係にあり, 古生代末期の貫入岩類(花崗岩類)とは斜交不整合または断層で接している。

(5) 化石 (Table 11, Fig. 13)

これまでの調査で発見された化石は次のようである。

二枚貝は(鑑定: 熊本大学 田村 実教授)

Bivalve Gen et Sp

Pectinid? Gen & Sp.

Schafhautlia astatiformis muster.

を産する。これらは三畳紀またはジュラ紀のどの世に相当するか決定できるようなものではないが既存資料およびヨーロッパに産する類似種との比較により Ladinian-Carnian 期のものと見られる。

またアモンナイトは(鑑定: 熊本大学 村田正文教授) Oxapampa 南方(1976年8月調査)および San Vicente 鉱山西方(1975年9月調査)

において

Psiloceras planorbis (Sowerby)

が発見され、さらに Oxapampa 付近および北部の Rio Huallaga 流域において

Euasteroceras ? Sp.

Metoploceras Sp.

Arnloceras.

Epammonites cf. *latisulcatus*. (Quenstedt)

などが発見された。このうち *Psiloceras* はジュラ紀 Hettangian 期の示時化石として知られており、その他は Sinemurian 期のもつと見られている。

この結果、これらのアンモナイトを含む地層はジュラ紀下部の Aramachay・Condorsinga 累層に相当することが確認されるとともに層序の対比上極めて有効であった。

このほか海百合、おうむ貝、腕足類などの化石が採取されたがジュラ紀のどの世・期に属するものであるかは決定できなかった。

2-4-4 Sarayaquillo 累層

(1) 分布：北部では Tingo Maria から Pozuzo までと Previsto 付近とに帯状で、南部では中央部を東へ流れる Rio Perene の流域から Paucartambo 付近などに分布する。

(2) 構成および岩質：三つの部層より構成され、それらを便宜上、下部層・中部層および上部層と呼ぶ。

下部層は基底礫岩で、南部 Rio Perene の東部に分布し、北部には分布していない。花崗岩類の亜角礫を主とし花崗岩や石灰岩から成る淡～濃紫色の粘土サイズのものを含む砕屑物により膠結されている。Rio Perene における層厚は約 100 m でゆるい小褶曲を繰り返して連続性に乏しい。

中部層は、北部に分布し、南部では Rio Perene から Paucartambo にかけて分布している。下部は赤褐色～赤紫色の細粒砂岩と頁岩とからなり一部には石灰質砂岩を伴う。上部は白色～淡赤色から赤褐色（主として北部）の斜層理の発達する細粒砂岩から成り頁岩・礫岩の挟みを伴うところもある。この部層は本累層の中で最も厚く分布し南部で 900 m、北部で 1000 m に達する。

上部層は北部 Previsto 付近だけに発達しており、礫岩を主とし砂岩の薄層を挟在する。礫は拳大～半身大と種々あるが、円磨度は比較的良く、礫種は花崗岩類・石灰質岩が多いが、そのほかの火成岩類や堆積岩類も認められる。層厚は 200 m 程度である。

(3) 層厚：南部 1000 m +

北部 1,200 m +

(4) 下位層との関係：下位の Pucara 層群とは平行不整合関係にある。

(5) 化石および層序対比：化石は産出しなかったが Pucara 層群の上位に平行不整合関係で発達することおよびその構成岩質より Bellido, E. B. (1969) のジュラ紀後期 Sarayaquillo

累層に対比される。

なお、北部 Tingo Maria 付近の本層からの泥岩により花粉分析を行った。それによると (Table 12) 第三紀には認められない中生代の孢子類があり、しかもジュラ紀に特長的なものが発見されぬことから白亜紀ではないかと推定しているが、決定できるものではなかった。したがって本層は上述のようにジュラ紀後期としておく。

2-4-5 Oriente 層群

(1) 分布：Rio Perene 流域から Paucartambo 付近の Sarayaquillo 累層分布域周辺に、また Oxapampa 付近にそれぞれ分布し、さらに東部の Izueozacín 付近から北部の Tingo Maria, Previsto 方面へは NNW-SSE 方向で帯状に分布している。

(2) 構成および岩質：白色、淡赤色ないし赤色の硬質砂岩を主とする層群で三つの累層からなる。

下部累層は石英粒に富んだ灰白色粗粒砂岩が主で中粒礫岩や黄灰色頁岩の薄層を挟在する。層厚は南部で 800 m 北部で 600 m である。

中部累層は層理の発達した黄灰色ないし緑灰色の頁岩を主とし、灰白色細粒砂岩と互層をなすところも見られる。層厚は約 200 m である。

上部累層は主として北部に分布し灰白色粗粒ないし中粒の石英質砂岩で灰色頁岩を挟在している。砂岩は稀れに 1 cm 大の石英粒を含むところもある。層厚は約 400 m である。

(3) 層厚：南部 1,000 m+

北部 1,200 m+

(4) 下位層との関係：下位の Sarayaquillo 累層とは整合関係である。

(5) 化石および層序対比：本層群の砂岩中より Rhynchonellidae (腕足類) (鑑定：熊本大学 田村 実教授) を産出するが、時代決定の根拠とはならない。しかし下位のジュラ紀 Sarayaquillo 累層とは整合関係にあることと、石英質砂岩を主とする構成岩類とから Bellido, E.B. (1969) の Oriente 層群に対比され、さらに下部累層は Cushabatay 累層に、中部累層は Aguanuya, Esperanza 累層に、上部累層は Agua Caliente 累層に相当する累層であると考察される。

2-4-6 Chonta 層群

(1) 分布：調査地域の東半部の広い範囲に分布する。

(2) 構成および岩質：赤色ないし赤紫色の頁岩、砂岩および灰色石灰岩から成る地層で全較に砂岩・頁岩は石灰質膠結物を多く伴っているのが特長である。調査地域では、岩相上の特長から上部、中部、下部の三つの累層に分類される。

下部層は主に赤色ないし赤褐色の細粒ないし中粒の砂岩と頁岩層とからなり稀にパッチ状の

石灰岩礫を少量含有する粗粒砂岩や白色石英質砂岩を挟有し安山岩々床を伴うところもある。

中部層は明灰色ないし暗灰色の均質な石灰岩を主体とし白色石英質砂岩を挟むところ、また暗灰色～灰緑色石灰質砂岩および頁岩と互層をなすところもある。

上部層は赤色ないし赤褐色の頁岩および細粒ないし中粒の砂岩からなり、一部では白色石英質砂岩を伴う。

以上の三つの累層より構成される本層群は南部の Paucartambo から Villa Rica を経て Vocas に到る自動車道路において、また Tingo Maria から Aguaytia までの間において連続的に観察することが出来る。

(3) 層厚：南部で 1,900m⁺、北部では上部累層が厚く 2,300m⁺ に達する。

(4) 下位層との関係：下位の Oriente 層群と漸移関係にある。

(5) 化石および層序対比：南部では中部累層の石灰岩より上部白亜紀に含まれる二枚貝化石 *Anomia Argentaria* (鑑定：熊本大学 田村 実教授) が発見され、北部でも中部累層の石灰岩および石灰質頁岩に二枚貝・うに類・腕足類などの上部白亜系に属する化石が発見された。この化石から明確な世は決定できなかったが、その構成岩類より Bellido, E.B. (1969) の Chonta 層群に対比できる。

2-4-7 Vivian 累層

(1) 分布：北部 Previsto 付近で NNW-SSE 方向で細い带状に、また Pozuzo 北方で地形的上位を占め、局所的な分布をしている。

(2) 構成および岩質：白色ないし帯褐白色の石英質砂岩で淡緑色の頁岩薄層をわずかに挟有している。岩相的に Oriente 層群上部累層と酷似しているが本層のものがより石英質で時に黒雲母を濃集する縞状部が認められることで区別される。

(3) 層厚：300m⁺

(4) 下位層との関係：下位の Chonta 層群との直接的関係は認められないが、両者は調和的關係にあり、模式地でも整合関係とされている。

(5) 化石および層序対比：今回の調査では化石は発見されていないが、Chonta 層群の上位にあることおよびその構成岩質とから Bellido, E.B. (1969) のアスーカル砂岩累層に対比されるが本報告ではペルー東北部で一般的な Vivian 累層とした。

2-4-8 Contamana 層群

(1) 分布：東部 Izuozacin 付近の低地帯に広く分布する。

(2) 構成および岩質：アンデス東側に堆積したモラッセで上部・下部の二層に分けることが出来る。下部層は頁岩を主とし砂岩・泥岩をはさんでいて全体に暗灰色を呈する。下部層の上部は灰色や紫色を呈する砂岩・泥岩が主体で一部に灰色の石灰岩薄層を挟んでいる。上部層は頁

岩・砂岩を主とし、その下部は全体に赤色または紫色を呈し上部は褐色～淡褐色を呈している。

(3) 層厚：1,400 m +

(4) 下位層との関係：下位の Chonta 層群とは平行不整合または弱い斜交不整合にあると見られるが明確ではない。

(5) 化石および層序対比：岩石中の花粉分析により本層群は新生代第三紀前期のことが明らかとなった。また Chonta 層群の上位地にあり、その岩相上の特長から Bellido, E. B. (1969) の Contamana 層群に対比できる。

2-4-9 Huayabamba 層群

(1) 分布：北部 Tingo Maria から Aguaytia にかけてまた Río Huallaga 沿いの Las - Palmas 東方にも分布している。

(2) 構成および岩質：赤褐色ないし灰褐色細粒砂岩を主とし頁岩・泥岩および石灰質細粒砂岩薄層を挟在する。細粒砂岩は石英粒および白雲母粒を富むものが多い。また Tingo Maria 付近では細粒ないし中粒礫岩と互層をなすところがある。この礫岩に含まれる礫は垂角礫状で黒色頁岩、赤褐色砂岩などの堆積岩が多い。

(3) 層厚：1,400 m +

(4) 下位層との関係：下位の Vivian 層ないし Chonta 層との直接の関係は認めないが、下位の中生界とは不調和的であり、不整合関係にあるものと推察される。

(5) 化石および層序対比：本層の泥質部の花粉分析により Contamana 層群と同様の新生代第三紀前期の堆積岩であることが明らかとなった。従って Contamana 層群と呼ぶべきかも知れないが、両者の直接的関係が見出せないこと、岩相がやや異なることから調査地域の北部を模式地とする Huayabamba 層群に対比させた。なお花粉分析により古第三紀に属すると思われる孢子化石が発見されている。

2-4-10 Merced 累層

(1) 分布：San Ramon から Tambo Maria 付近まで、N-S 方向で帯状に分布している。

(2) 構成および岩質：中礫ないし大礫サイズの礫岩、粗粒アルコーズ砂岩および灰色泥岩よりなる。礫種は花崗岩類・安山岩・石灰岩・変成岩類など基盤のすべての岩石よりなり、基質は固結度の弱い花崗岩質砂よりなる。粗粒アルコーズ砂岩は、礫岩の中にレンズ状で存在することが多い。本累層は、部分的に急傾斜のところもあるが、全体には緩傾斜で褶曲構造が発達している。

(3) 層厚：400 m +

(4) 下位層との関係：下位の中生代堆積岩類とは不整合関係にある。

(5) 化石および層序対比：泥岩中には植物化石 *Dietyledon* (鑑定：国立科学博物館古生物研

究部)を産するが、時代決定の根拠にはならない。しかし中生代堆積岩類とは不整合関係にあること、その岩石固結度が弱いこと、さらに Huancabamba 付近での新生代新第三紀の酸性火山砕屑岩の下位に位置することなどから、火山砕屑岩よりやや古い堆積岩と推察される。

2-4-11 第四紀堆積層

北部 Aguaytia 付近, Tingó Maria 付近および南部 San Ramon, Oxapampa 付近などアマゾン平原や大河川の流域に発達する。これらを構成する堆積層は河川成および湖沼成で、礫・砂および粘土からなり水平堆積している。また山地からこれらの大河川への傾斜面には大規模な崖錐堆積層が見られる。

2-5 地質構造及び地史

2-5-1 褶曲構造

調査地域の主要褶曲軸・断層の方向・大規模貫入岩類の伸長方向および火山岩類の分布などの広域的構造は全て NNW-SSE の方向を示している。これらの広域的構造は古生代・中生代および新生代に起った数回の造山運動により形成されたものですべて NEE-SWW 方向の横圧力に起因したものと考へられる。

南西部に分布する変成岩類および古期堆積岩類は背斜と向斜がくり返す構造帯の一部を占めており、主要構造線は NW-SSE 方向を示している Tarma 付近においては NW-SSE 方向を軸とする複合向斜が東側にまた同方向の軸をもつ複合背斜が西側に見られ、これらの組合せによって先カンブリアン紀から古生代までの堆積岩類が帯状に分布している形態をとっている。

中央部に分布する古生代から中生代中期におよぶ堆積岩類には NNW-SSE 方向の背斜構造と向斜構造が多く発達するが、Pucara 層群の西部の大向斜構造と東部の大背斜構造が全体の構造を支配している。これらのうち前者は Pozuzo 付近で一時的に消滅するところもあるが北部の Tingó Maria 付近以北へも連続している大規模なものである。

東部には中生代中期から新生代におたってモラッセ質の堆積岩が分布するが、これも背斜構造と向斜構造をくり返している。NNW-SSE 方向の軸をもち、西側の向斜構造と東側の背斜構造とが支配的である。これらのうち西側の向斜構造は南部から北部まで連続している。また両翼の傾斜はゆるく向斜軸部では盆状構造も認められる。

南部地域北東部に分布している中生代後期から新生代までの堆積岩類の傾斜は, Izucozacín 東方のサブアンデス山脈の稜線に位置する背斜構造付近においてやや急傾斜であるほかは全体には W 又は E へ緩い傾斜を示している。

このような NNW-SSE 方向を基調とする褶曲構造の中で、大規模貫入岩類や火山岩類も同様の方向で活動しているが、その主要なものは東部山脈の東縁に沿っており、深部に達する構造線

に支配されたものであってその西側のジュラ紀の地背斜構造にも関連しているものと考察される。

2-5-2 断層構造

調査地域の主要断層はNEE-SWW方向の横圧力に関係して生じたもので、以下の方向のものが顕著である。

- 1) NNW-SSE系でW傾斜の逆断層ないし衝上断層
- 2) E急傾斜の正断層
- 3) NWW-SEE系とNNE-SSW系の急傾斜断層
- 4) NEE-SWW系の急傾斜断層

これらのうちNNW-SSE系はこの地域の地質構造を顕著に規制する。逆断層は特に北部のTingo Maria, Boquerón間に数本発達し、衝上断層はSan Ramon付近においてPucara層群とこれに載りあげた花崗岩類との境界、Oxapampa, Pozuzo 付近において中生代の地層に載りあげたMitu層群との境界の両境界に見られる。更に正断層はTingo Maria東方からOxapampa 付近まで連続し更に南のMerced東方へも連続が予想される大規模のもので、Pucara層群の分布さらに火成岩類の分布をも規制している。(本報告ではTingo Maria-Merced線と仮称している)

これらのNNW-SSE系の断層を切る走向NWW-SEE及びNNE-SSW系の断層も普遍的であるが、大規模のものは少い。

南西部には、走向NW-SE系の急傾斜の断層が発達し、地畳・地溝を形成している。これはジュラ紀のこの付近の地背斜運動に伴って形成されたものと考察される。

東部アンデス山脈の東縁には古生代より新生代にいたる長い時代の間に断続的に火成活動があったが、それぞれの火成岩類は概ねNNW-SSE方向に点在して配列しているのでこれらの火成活動も地域的なNNW-SSE方向の構造線に関係して活動したことは前々節(2-3)で考察した通りである。

2-5-3 地史

調査地域には先カンブリア紀の変成岩類・デボン紀から第三紀まで断続して堆積した堆積岩類、古生代・中生代および新生代に貫入した火成岩類など多岐にわたる岩種が分布する。変成岩類は先カンブリア紀の造山運動の過程で形成されたとも考へられているが、古生代前期の堆積作用および造山運動の過程で形成されたとの見方もある。すなわちペルー南部では同種の変成岩類に伴われる赤色花崗岩の年代測定の結果は460m.y. ※ と報告されており、調査地域西方にあるHuanuco 付近の片麻岩中のペグマタイトも467m.y. ※※ と報告されているが、ここでは

※ Bellido, E.B. (1969) による。

※※ Dalmausac, B. による。

Bellido, E. B. (1969) に従い先カンブリア紀とする。

西南部に分布する古生界は先カンブリア紀の造山運動によって形成された変成岩類を基盤として堆積した。先づオルドビス紀に形成された地向斜にデボン紀の Excelesior 層群が堆積を開始し弱い造山運動や海進・海退を繰返しながら古生代二疊紀前期に造山運動の活発化するまで Ambo 層群, Tarma-Copacabana 層群などの堆積作用が継続した。この造山運動に伴われ二疊紀に火成活動がありこの地域の基盤をなす花崗岩類が貫入した。K-Ar 法による年代測定の結果によるとこの火成活動は三疊紀後期まで断層的に引続いたものと思われる。二疊紀前期の造山運動はこの地域の NNW-SSE 方向の基礎を形成したものであるが、ブロック隆起、断層運動に伴いその後の侵蝕作用の産物として二疊紀中期の Mitu 層群を堆積させた。

中生代三疊紀に到りこの地域に地向斜が形成され Pucara 層群の海成堆積が開始された。その後東部山脈の西部高地および火成岩帯に地背斜の形成が始り、Pucara 層群の堆積盆は西側(Cerro de Pasco - Huancayo 堆積盆)と東側(Tingo Maria - Oxapampa 堆積盆)との二つに分かれ始めた。ジュラ紀中期には一部地域で造山運動が活発化し閃緑岩類の活動があり、この造山運動と火成活動により生じた山脈は削割され Sarayaquillo 層群が堆積した。

ジュラ紀後期には東部山脈の地背斜は完全に形成されその両側には再び地向斜が形成されている。東側の地向斜では白亜紀前期に Oriente 層群がまた中期～後期には比較的深海環境である Chonta 層群が堆積した。白亜紀後期には堆積盆地は海成環境から陸成環境に変わり北部の Vivian 累層を最後に中生代の堆積を完了している。

新生代に入り調査地域西方のアンデス山脈地方では、火成活動を伴う激しい造山運動があったが、東側では酸性斑岩類の活動があっただけで更に沈降を続け第三紀晩新世～漸新世の Contamana 層群及び Huayabamba 層群を白亜系と平行的に堆積させた。漸新世から中新世のころ、この地域でもアンデス造山運動の第2期活動が活発化するとともに堆積作用を終了し、褶曲断層運動があり、中新世には酸性火山砕屑岩の活動が東部山脈の東縁にまたアルカリ質貫入岩の活動が Merced-Tingo Maria 構造線沿いに行なわれた。

第3章 鉛 床

3-1 金属鉛床

調査地域には主として南部において数箇所金属鉛床の分布が知られているが1~2の鉛床を除き、ほとんど地質的検討はなされておらず、また北部では今回の調査により2箇所において鉛床を見出したにすぎない。一方、1925年9月調査の結論に基づいて実施した1976年5月調査では、Oxapampa付近などで新たな鉛床が発見されている。これらの金属鉛床はその成因と鉛種により次のように区分される。

- (1) Pucara 層群の中の層状鉛・亜鉛鉛床
- (2) Pucara 層群の中の鉛染状・鉛・亜鉛鉛床
- (3) Pucara 層群の炭酸塩岩と貫入岩との接触部に形成された銅・鉛・亜鉛接触交代鉛床
- (4) Pucara 層群および中生代閃緑岩の中の脈状銅・鉛・亜鉛鉛床
- (5) 第三紀モンゾニ岩の中の斑岩銅型鉛床

これらの鉛床についてはすでに第1巻第8章および第4巻第4章などで詳述したものであるので、ここでは重複を避け総括的に記述し、またこの地域で最も重要なPucara 層群の中の層状鉛・亜鉛鉛床などについては、さらに第II部でくわしく述べることにする。

3-1-1 Pucara 層群に胚胎する層状の鉛・亜鉛鉛床

このタイプの鉛床には南部のSan Vicente鉛床およびPichita Caluga 鉛床があり、さらに1976年5月調査によってTambo Maria 示徴も発見された。これらの鉛床についての、これまでの調査の結果を要約すると以下のようなものである。

- (1) 鉛床帯の分布はPucara 層群のドロマイト層準に限られており、しかも結状ドロマイト（セブラドロマイト）や角礫状ドロマイトが発達する構造的擾乱帯において大規模になっている。
- (2) 鉛化帯の近くには火成岩類が貫入しているが、これらの火成岩類は炭酸塩岩に対し何らかの交質作用も与へていないことが肉眼的にもまたX線解析の結果から判明している。しかしSan Vicente 鉛床群の中の閃緑岩体に近いところに位置するSiote Jeringas鉛床では後生的と思われる閃亜鉛鉛の細脈が認められるが、閃亜鉛鉛やドロマイトの液体包有物は70°~150°Cの充填温度を示しており、火成岩が関係あるとしてもかなり低温性の生成であることを示唆している。
- (3) 鉛石鉛物は閃亜鉛鉛を主とし、わずかな方鉛鉛・黄銅鉛を伴う。黄鉄鉛は極めて少く

San Vicente 鉛床の中心付近では閃亜鉛鉛の包有物として認められたが、Tambo Maria では閃亜鉛鉛の中には殆んど認められず、逆に独立した黄鉄鉛レンズとして認められた。このよ

うな閃亜鉛鉱と黄鉄鉱との関係は鉍化作用が後生的であったことを示唆している（第4巻第4章参照）

(4) 以上のように、かなり低温の条件下でもたらされた鉍化作用であり、それらの諸性質は Mississippi Valley 型鉛・亜鉛鉱床に類似しているが、火成活動の影響も無視出来ないタイプの鉱床ともいえる。

3-1-2 Pucara 層群の中の鉍染状鉛・亜鉛鉱床

1975年5月調査でQuillazu西方に発見された新鉍徴である。

西側に分布する中生代白亜紀以降の斑岩類や花崗岩類によりもたらされたものとも思考される鉛を主とした鉍染鉱床であるが、3-1-1で述べた層状鉍化作用との関連性も重視しておく必要がある。これに関しては、第II部第4章において考察した。（第4部第4章参照）

3-1-3 その他の鉍化作用

(1) 銅・鉛・亜鉛接触交代鉱床は南部地域の San Ramon 東方において二疊紀末期に貫入した花崗岩類とルーフペンダント状をなす Pucara 層群との接触部付近に形成されている。Santos 鉱床と Soldad 鉱床とが知られているがいずれも両者の接触部付近に貫入した小規模の斑岩脈に沿って形成された高熱交代鉱床である。鉍石鉍物は方鉛鉱・閃亜鉛鉱を主とし黄銅鉱を伴うが Santos 鉱床では磁硫鉄鉱も認められる。スカルン鉍物としては、ざくろ石・緑れん石を主とする。現在いずれも休止中であるが、Soldad 鉱床は幅 5 m、延長 100 m の規模を有しており、付近にはルーフペンダント状の石灰岩も多いのでこれらを含め組織的調査が必要であるといえよう。

(2) 脈状の銅・鉛・亜鉛鉱床はいずれも小規模のもので Tarma 東方の La Olividada 鉱床のほか今回の調査で新たに発見された Chaglia・Pichita Caluga 南部の鉍徴がある。La Olividada は Pucara 層群石灰岩に発達した網状方解石脈に伴われた鉱床で藍銅鉱・孔雀石などの酸化銅を主とする鉱床である。（第1巻第8章）北部地区 Chaglia 付近でも Pucara 層群の石灰岩の中の2ヶ所において2~3の方解石細脈に微量の孔雀石・方鉛鉱の伴われるのが認められた。また Pichita Caluga 南部ではジュラ紀の閃緑岩の中に幅 2.5 cm の石英脈がありわづかな黄銅鉱・黄鉄鉱が認められた。さらに Pichita Caluga 北部や Churmazu 付近にも最大幅 20 cm の赤鉄鉱焼けを伴う石英・方解石および粘土脈があり、わづかの Pb・Zn を検出したが肉眼的には鉍石鉍物は確認出来なかった。これらの鉍化作用はいずれも微弱なもので大きな鉱床に発達する可能性は極めて少ないものと思われる。

第4巻4-2で述べたように第三紀のモンゾニ岩は、Pucara 層群との接触部に銅を伴う微弱なスカルン型鉍化を伴い、モンゾニ岩自体にも銅鉍化が認められた。この岩体の中の銅の鉍化作用は極めて微弱ではあったが、第三紀モンゾニ岩に伴われた鉍化作用の存在を確認したことは重要であった。

3-2 非金属鉱床

調査地域の非金属鉱床は Huancabamba 北部に石膏鉱床が知られている程度である。

(第1巻第9章参照)

第4章 地化学探査

4-1 目的および方法

この探査は調査地域の鉱床に関する情報を得るため土壌および河川堆積物を対象として実施したものである。土壌試料は調査ルート上にて、河川堆積物試料は調査時に遭遇した川や沢で採取した。

試料は1975年9月時調査において2595個、1976年8月調査において1702個合計4297個(土壌2892個、河川堆積物1405個)を採取した。土壌試料は調査ルート上において腐植土直下のB1層を重量約1kg採取し、河川堆積物は地質調査時に遭遇した川や沢において原則として川底の細砂に富む所から採取した。採取した試料は、自然乾燥し80メッシュふるいを用いて約100gをとり、四分法により約10gの分析試料に調整した。

調整された試料はこの地域の鉱床調査に有効と考察された指示元素3成分(Cu・Zn・Ni)[※]の化学分析を原子吸光法により日本にて行った。3成分の分析フローシートはTable 14に、分析結果はTable 16Aに示した。

4-2 解析 (Table 2A, 3A, Fig. 6A, 6B, 6C, およびPL, I-4, I-5, I-6)

分析値は電算機(IBM 370-145)により統計処理を行った。土壌試料は採取地点に対応する分析値を示すものであると考へられるサンプル集団であるので、全体(2892個)を同一母集団として処理し、さらに地層別または岩相別に分類して解析を行った。しかし河川堆積物試料は、採取地点の地質に直接対比出来ない場合も多いことから地質との対比は行わなかった。これらの解析はLepeltier, C (1969)の方法に従った。

(i) 土壌: Table 2Aは全体を同一母集団として平均値・偏差などを表示したものである。分散のパターンを調べるためヒストグラムと正規確率対数紙を用いて累積度数曲線で表わすとFig. 6Aのようになる。

これによるとNiは各点がほぼ直線上にプロットされ正規対数分布をすることが明らかにされたが、CuおよびZnはそれぞれ2直線および3直線の組合せからなり2~3個の母集団からなると考えられる。

Cuの累積度数曲線は70 ppmのところで品位の高い方へ折れ曲る高位値異常型を示している。これは母集団の中に高い値が多いことによるもので折れ曲った部分は母集団の中の何らかの外因による異常が現わされていると考察される。一方Znはヒストグラムに見られる如く2つの

※ 1975年9月調査レポート 41頁参照

Table 2A. Statistical Analysis of Geochemical Samples (Cu, Zn, Ni) in the Reconnaissance Area

Soils (Numbers of treated samples : 2,892)

	Cu-log (ppm)	Zn-log (ppm)	Ni-log (ppm)
Maximum	3.162 (1,453)	3.715 (5,193)	2.730 (537)
Minimum	-0.301 (1)	-0.301 (1)	-0.301 (1)
Average (M)	1.099 (13)	1.805 (64)	1.273 (19)
Standard Deviation (σ)	0.4270	0.3919	0.3985

Stream Sediments (Numbers of treated samples : 1,405)

	Cu-log (ppm)	Zn-log (ppm)	Ni-log (ppm)
Maximum	2.193 (156)	3.315 (2,064)	2.155 (143)
Minimum	-0.301 (1)	-0.523 (0)	-0.301 (1)
Average (M)	1.008 (10)	1.618 (41)	1.085 (12)
Standard Deviation (σ)	0.3893	0.3456	0.3542

Table 3A. Numbers of Anomalous Samples on Soils Classified by Each formation and Lithology in the Reconnaissance Area

	QU	MS	CO	HU	VI	CH	OR	SA	FU	MI	TA	AN	EX	BC	TV	TH	TIL	MP	CC	MD	PG	PC	TOTAL	
Cu (ppm)																								
0 - 34	222	26	9	47	9	769	119	106	530	137	44	3	0	75	29	17	31	24	27	54	147	15	2544	
35 - 57	5	0	0	5	0	23	5	3	56	19	9	1	0	32	0	4	0	1	0	4	4	22	6	175
58 - 94	1	0	0	1	0	17	5	1	17	8	1	1	0	23	0	1	0	0	0	7	10	2	95	
95 - 155	1	0	0	1	0	3	2	2	9	4	0	0	0	3	0	1	0	0	3	2	1	0	32	
156 - 257	2	0	0	0	0	1	1	1	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0	14	
258 over	0	0	0	0	0	0	0	1	4	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	1	12	
TOTAL	231	26	9	94	9	813	132	114	637	172	54	5	0	138	29	23	31	29	30	69	223	24	2492	
Zn (ppm)																								
0 - 157	222	23	9	91	9	801	124	110	422	154	47	3	0	124	26	23	31	27	29	66	214	24	2543	
158 - 247	1	0	0	1	0	2	1	0	45	5	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0	64
248 - 344	5	0	0	0	0	5	3	3	73	7	1	1	0	3	2	0	0	1	0	1	0	0	109	
349 - 609	3	3	0	1	0	3	1	0	43	1	3	0	0	3	1	0	0	0	0	1	1	0	64	
610 - 956	0	0	0	1	0	1	1	1	30	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	37	
957 over	0	0	0	0	0	1	2	1	24	5	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	39	
TOTAL	231	26	9	94	9	813	132	114	637	172	54	5	0	138	29	23	31	29	30	69	223	24	2492	
Ni (ppm)																								
0 - 47	223	24	9	87	9	786	125	102	431	144	46	4	0	91	29	23	31	24	27	59	214	23	2517	
48 - 74	4	1	0	6	0	21	6	9	114	20	6	1	0	32	0	0	0	1	0	2	7	1	231	
75 - 114	2	1	0	1	0	4	1	3	59	4	0	0	0	10	0	0	0	0	2	1	2	0	90	
119 - 146	1	0	0	0	0	2	0	0	28	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	37	
147 - 294	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3	0	0	32	
295 over	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	5	
TOTAL	231	26	9	94	9	813	132	114	637	172	54	5	0	138	29	23	31	29	30	69	223	24	2492	

Sedimentary rocks

- Q1: Quaternary (gravel & sand)
- MS: Mesozoic Formation
- CO: Cretaceous Group
- HU: Huaybamba Group
- VI: Vivian Formation
- CH: Chonila Group
- OR: Orante Group
- SA: Saryquillo Formation
- FU: Fucara Group
- MI: Mishu Group
- TA: Copacabana - Tarra Group
- AN: Aabo Group
- EX: Eboador Group
- BC: Basement Complex (gneiss & schist)

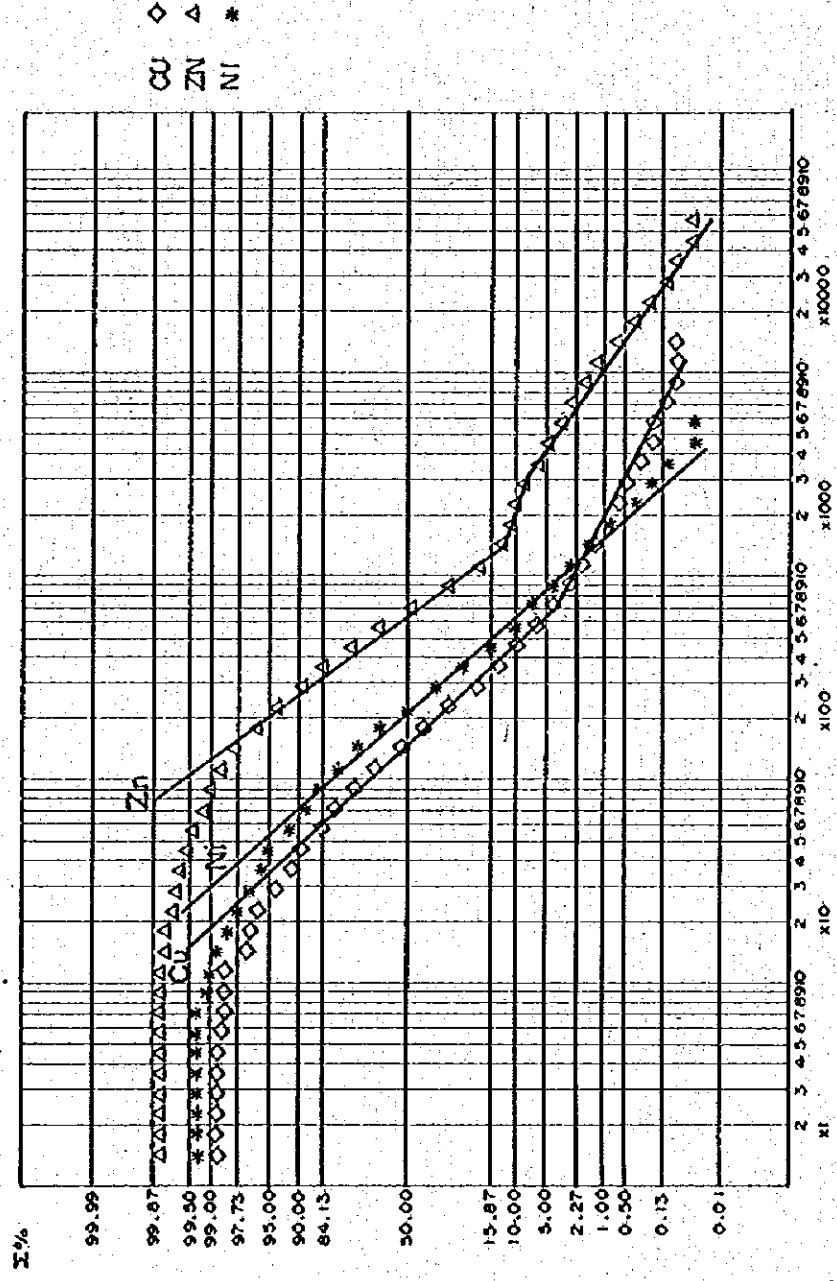
Geological Index

- TV: Tertiary
- TH: Tertiary
- MP: Miocene
- CC: Cretaceous
- MD: Jurassic
- PG: Permian - Triassic
- PC: Permian - Triassic

Igneous rocks

- Volcanic breccia
- Monsenite porphyry
- Phyllite & Basite
- Quartz - porphyry & Granite - porphyry
- Granite
- Diorite complex
- Granite & Gneissiorite
- Granodiorite complex

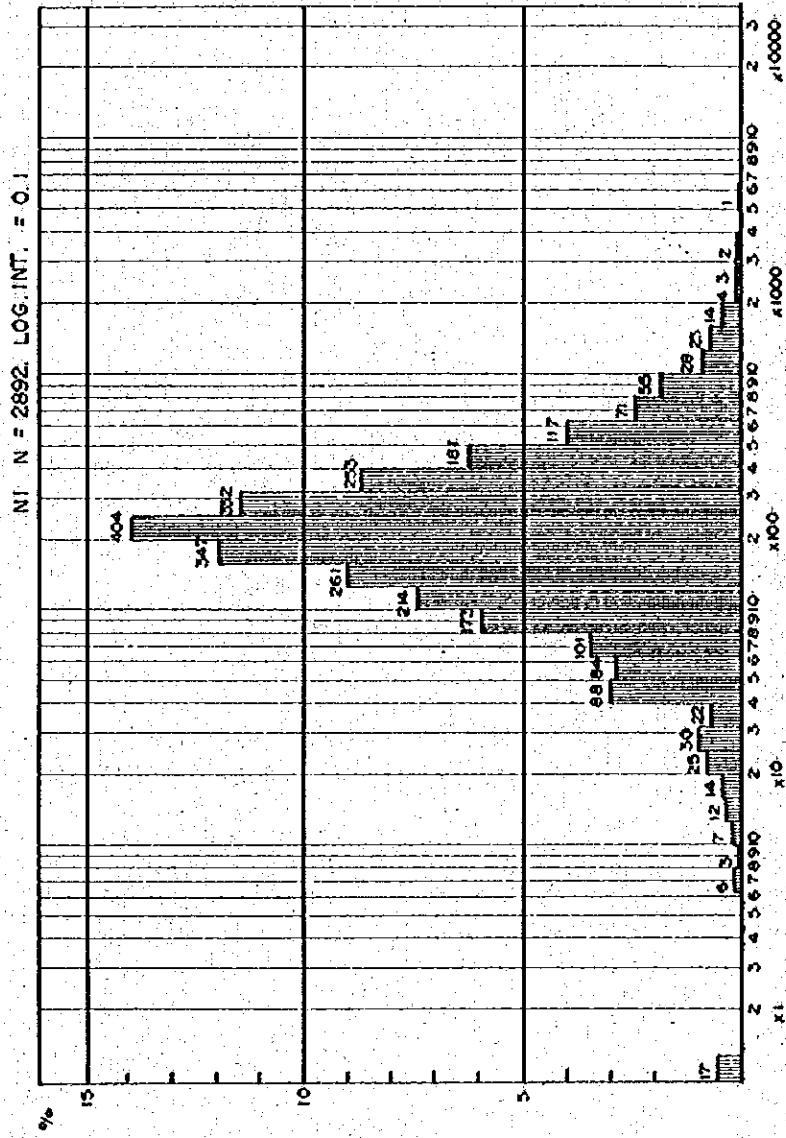
CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION FOR CU, ZN AND NI (Soil)



Threshold by Cumulative Frequency Line: Cu Zn Ni (ppm)

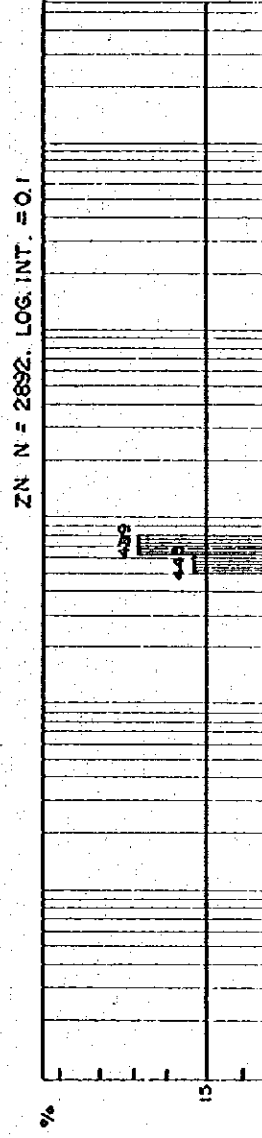
PPM x10

HISTOGRAM FOR NI



PPM x10

HISTOGRAM FOR ZN



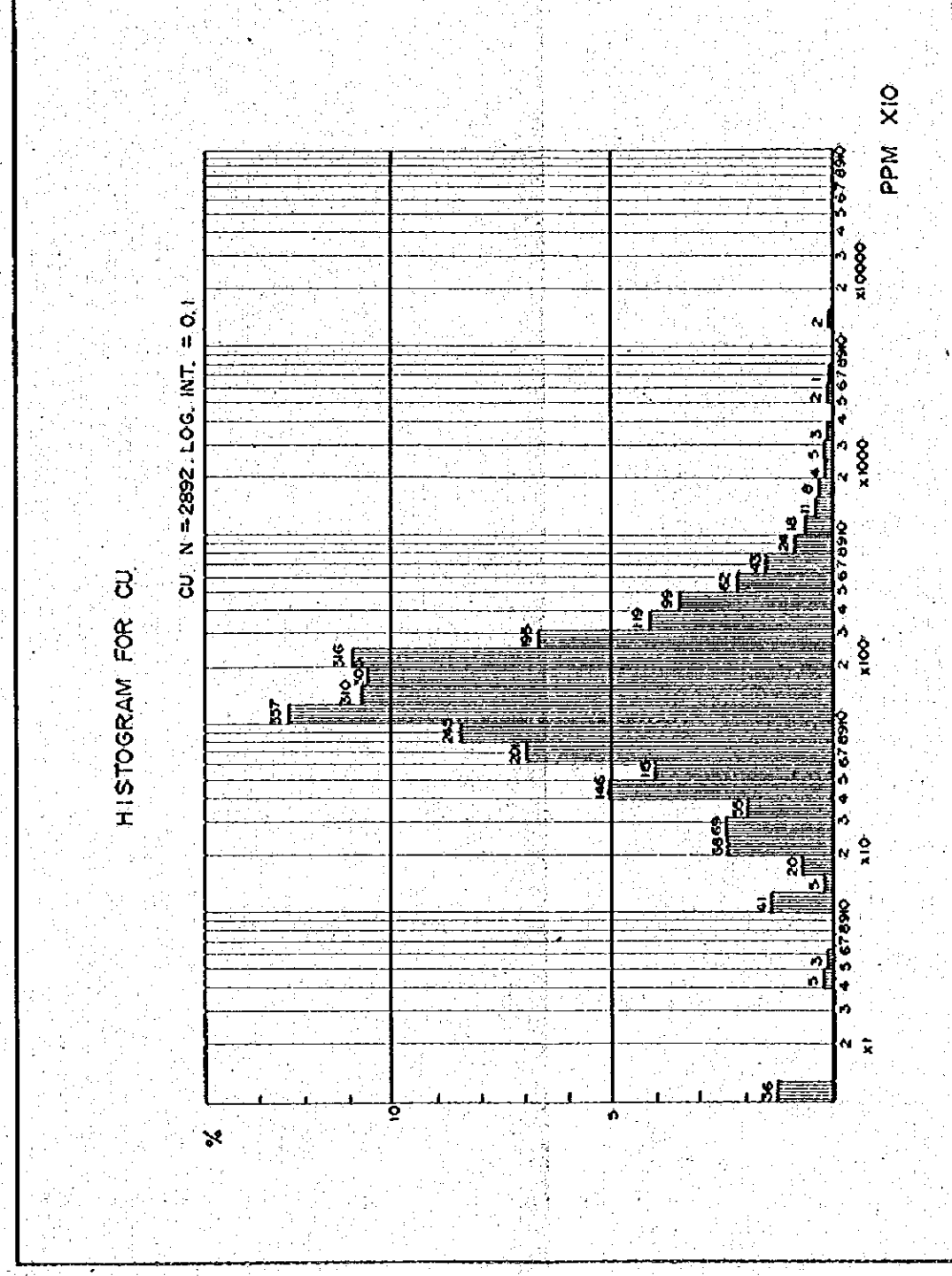
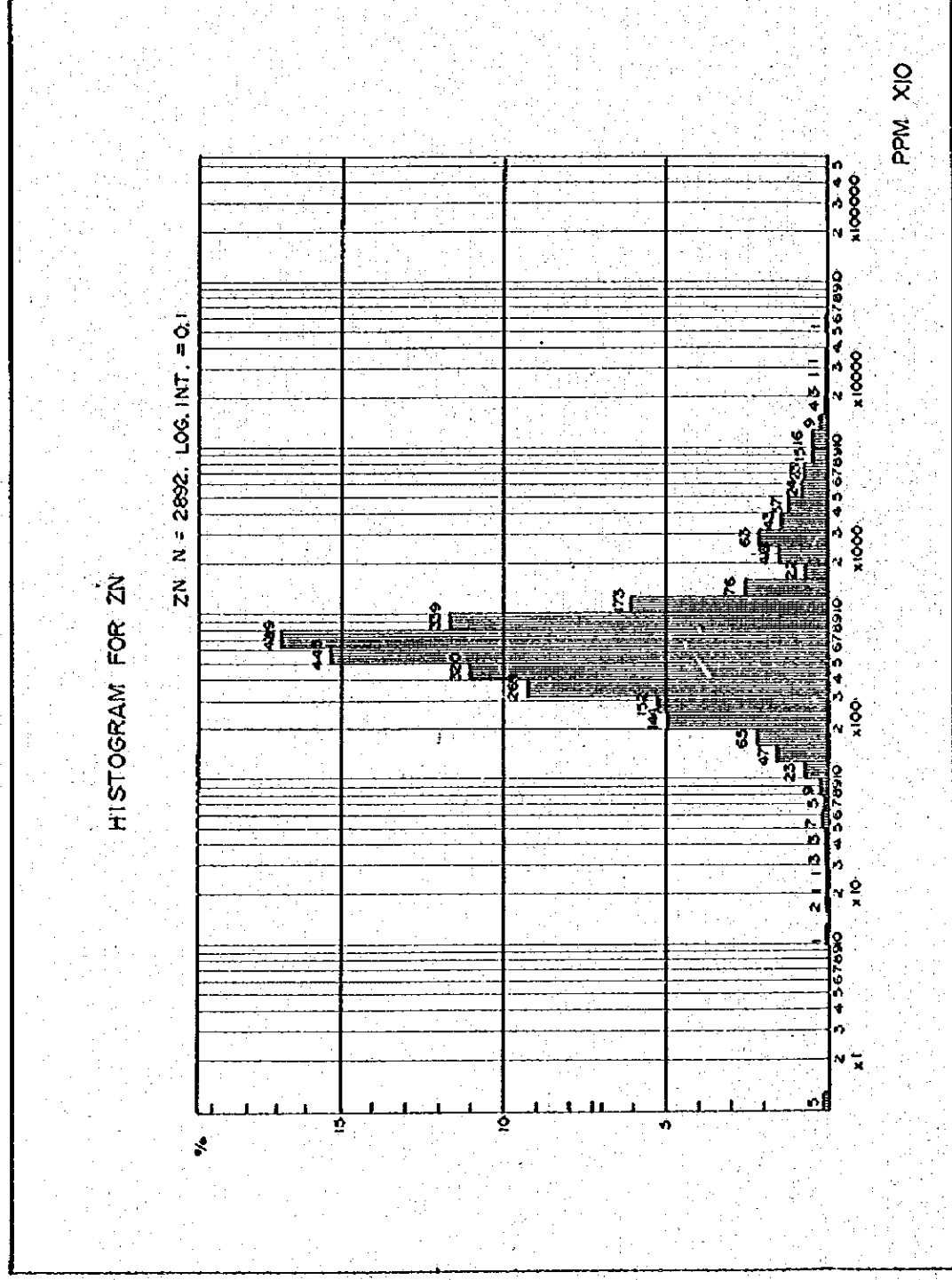
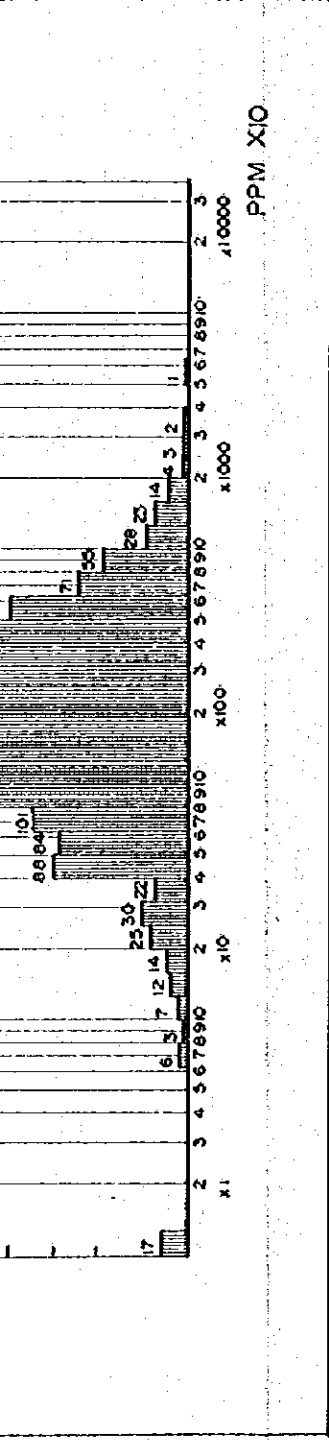
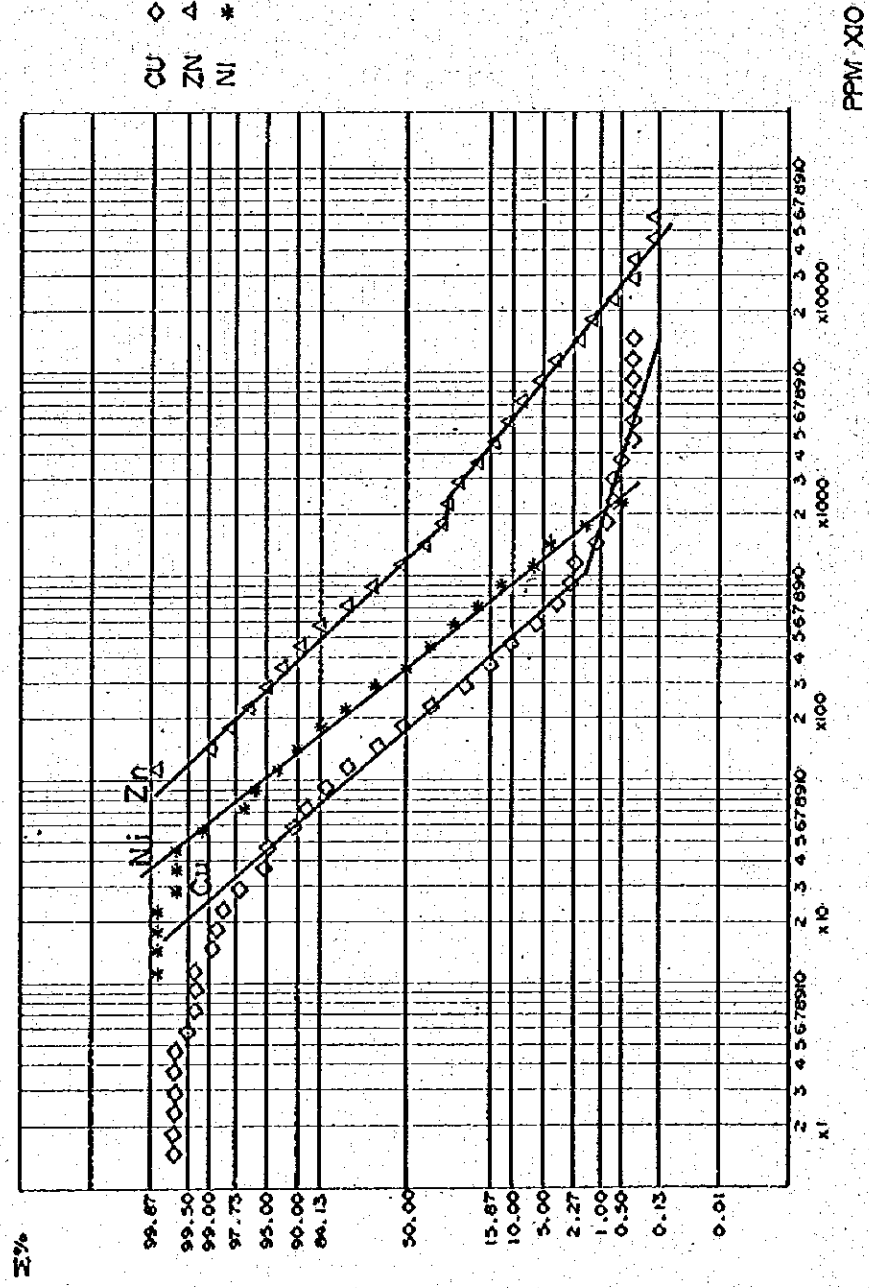


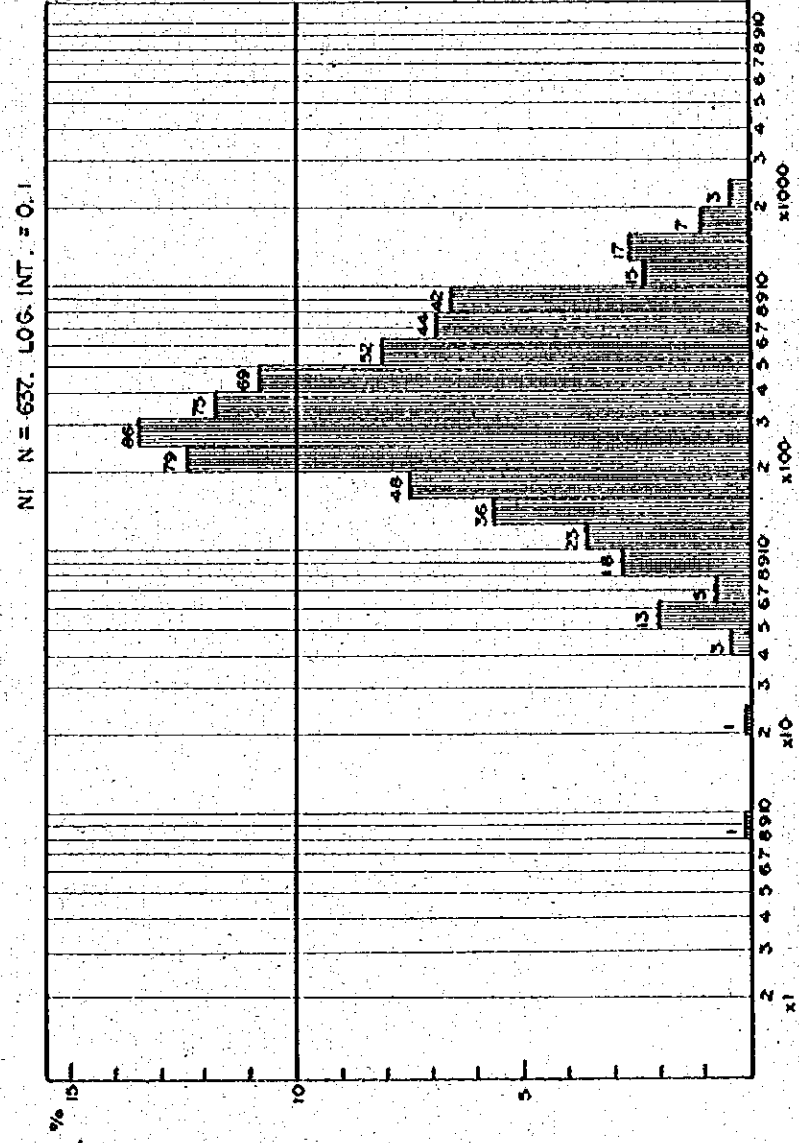
Fig. 6A. Cumulative Frequency Diagram and Histogram for Cu Zn and Ni on Soils in the Reconnaissance Area

CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION FOR CU, ZN AND NI (Soil-Pucara Group)



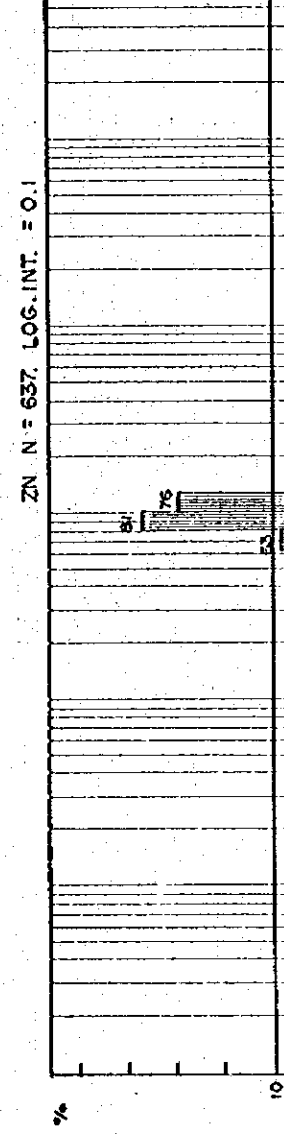
PPM x10

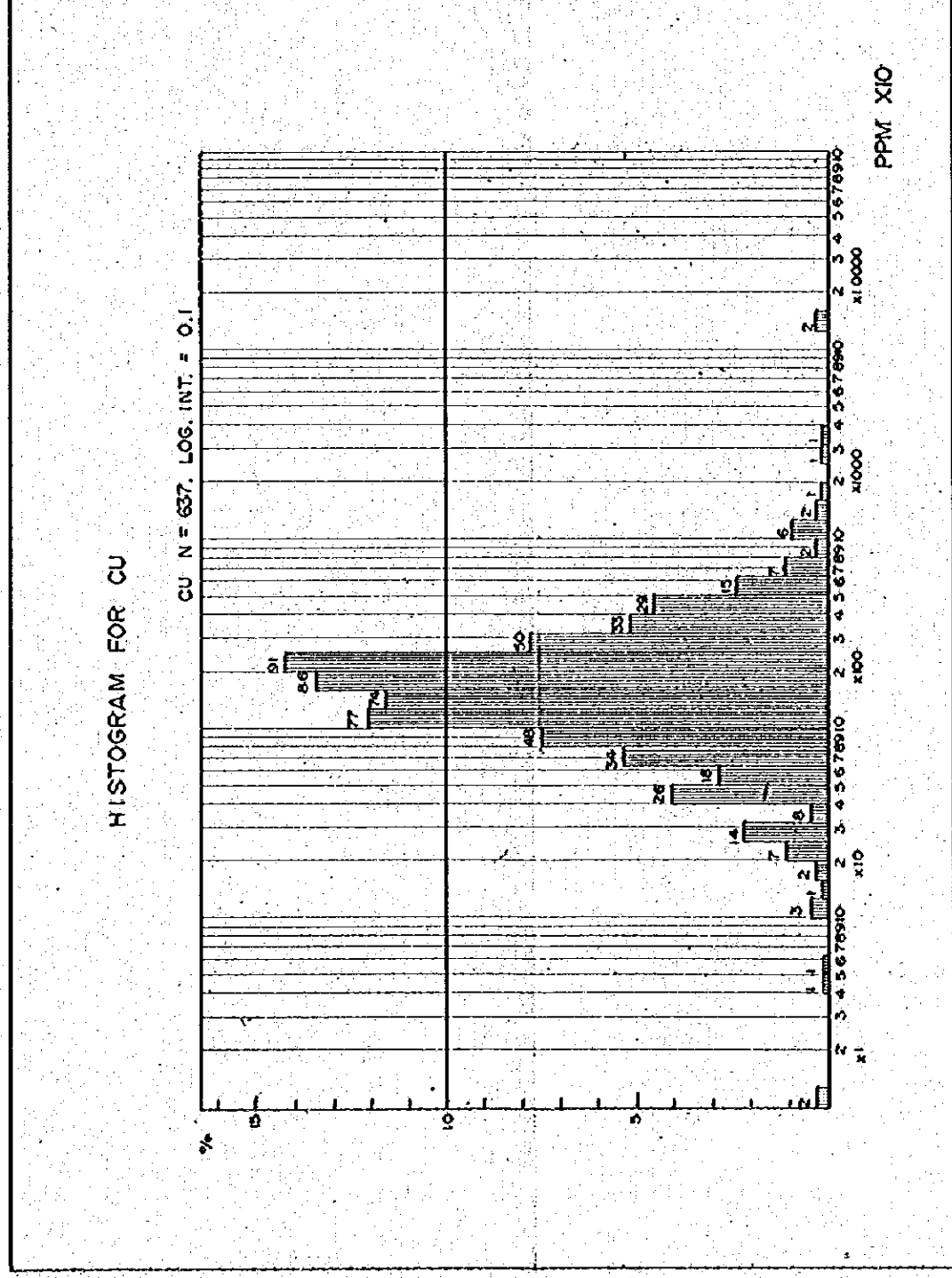
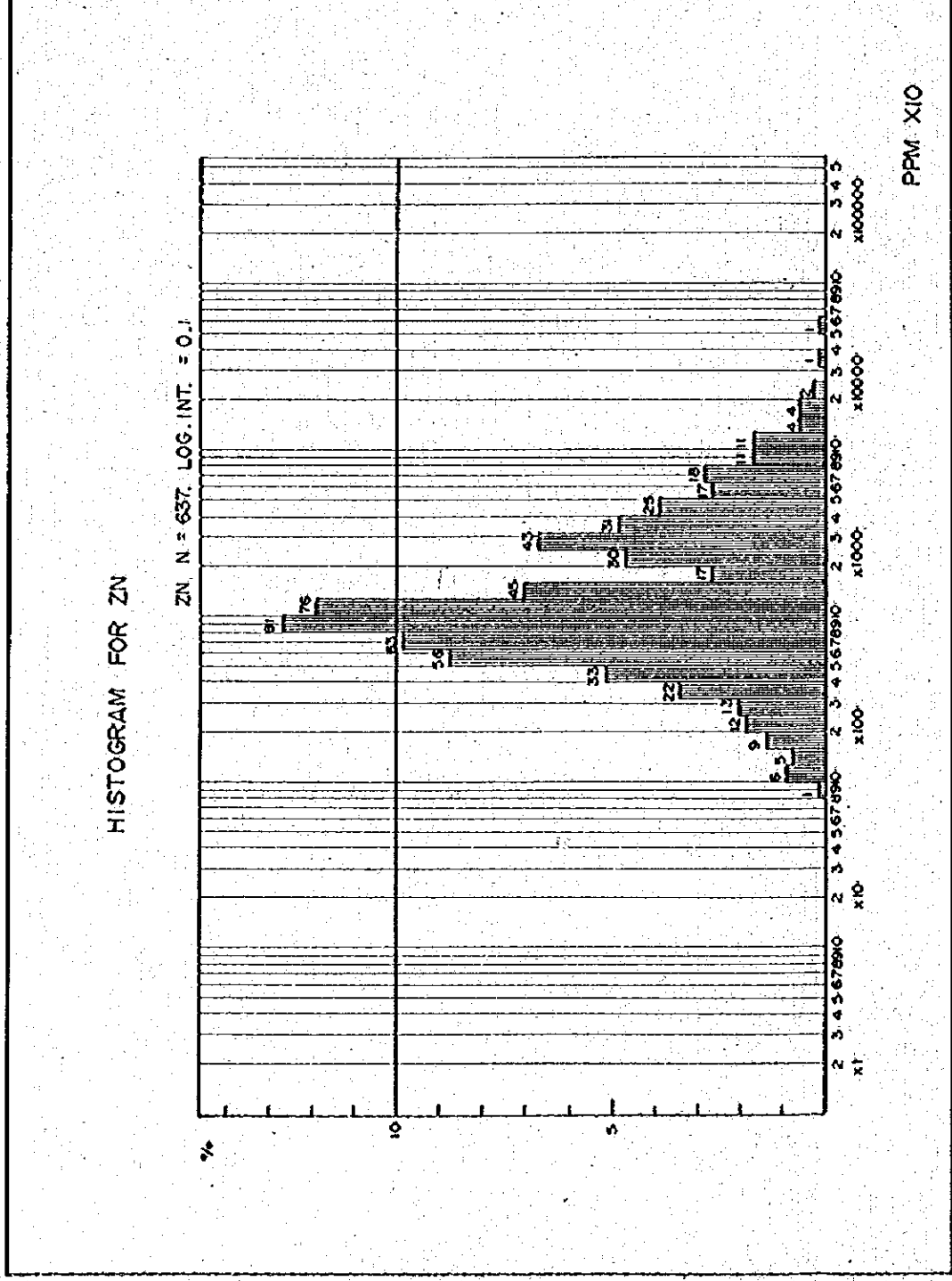
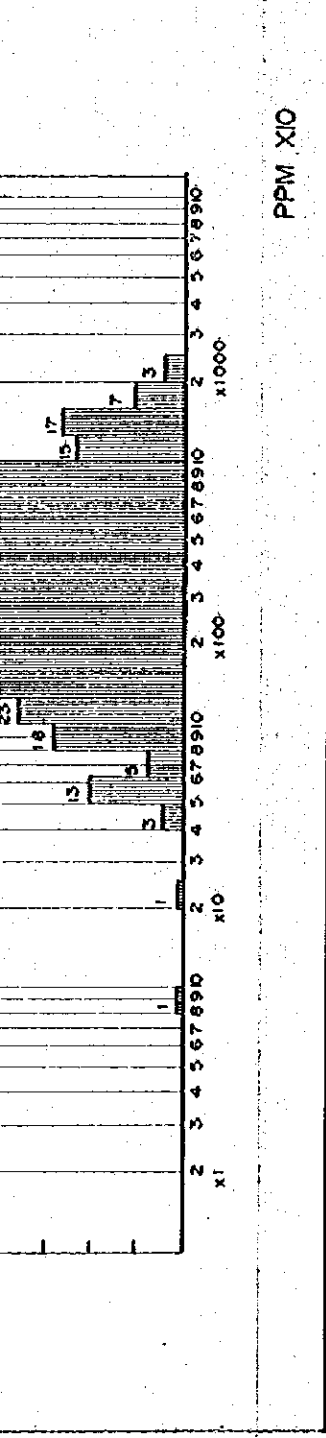
HISTOGRAM FOR NI



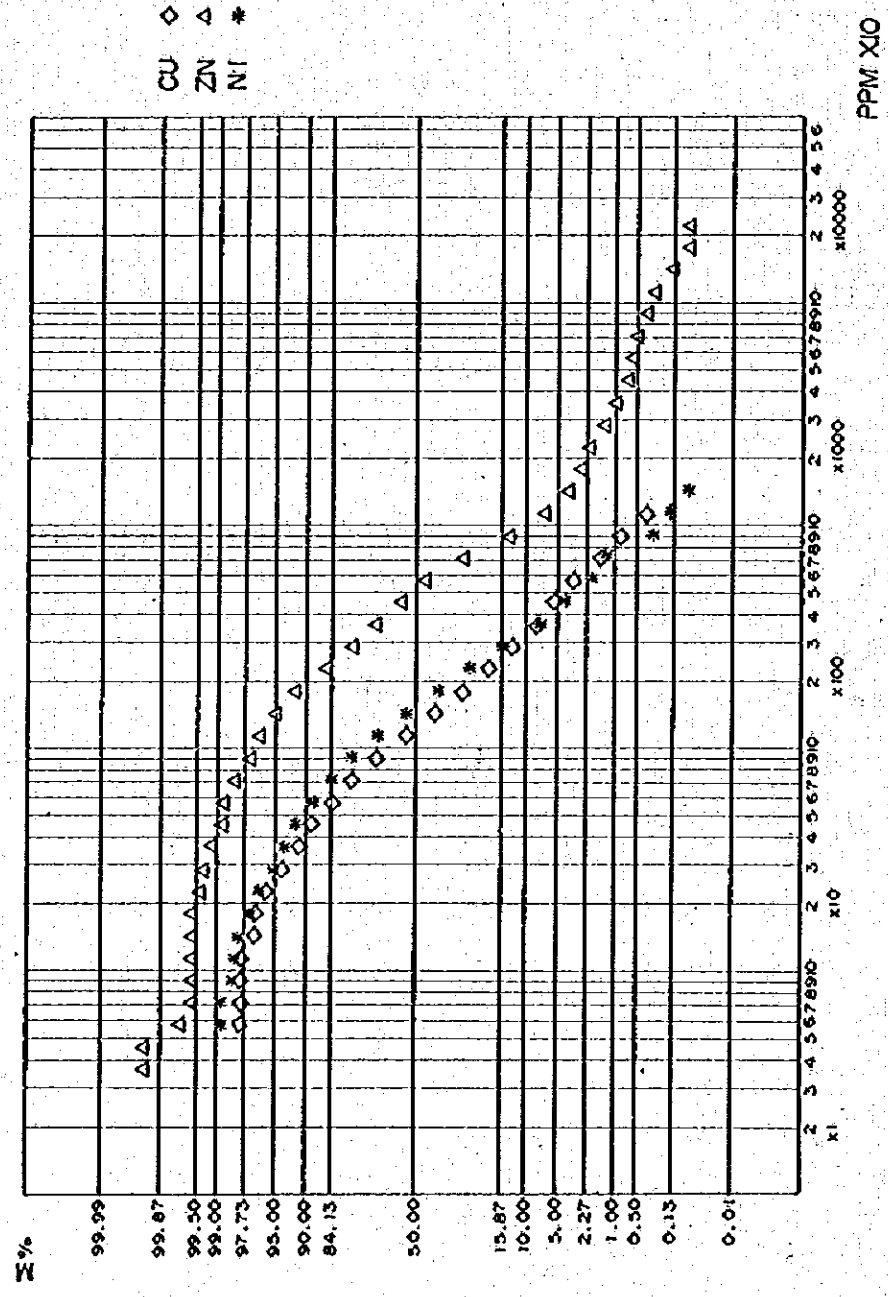
PPM x10

HISTOGRAM FOR ZN

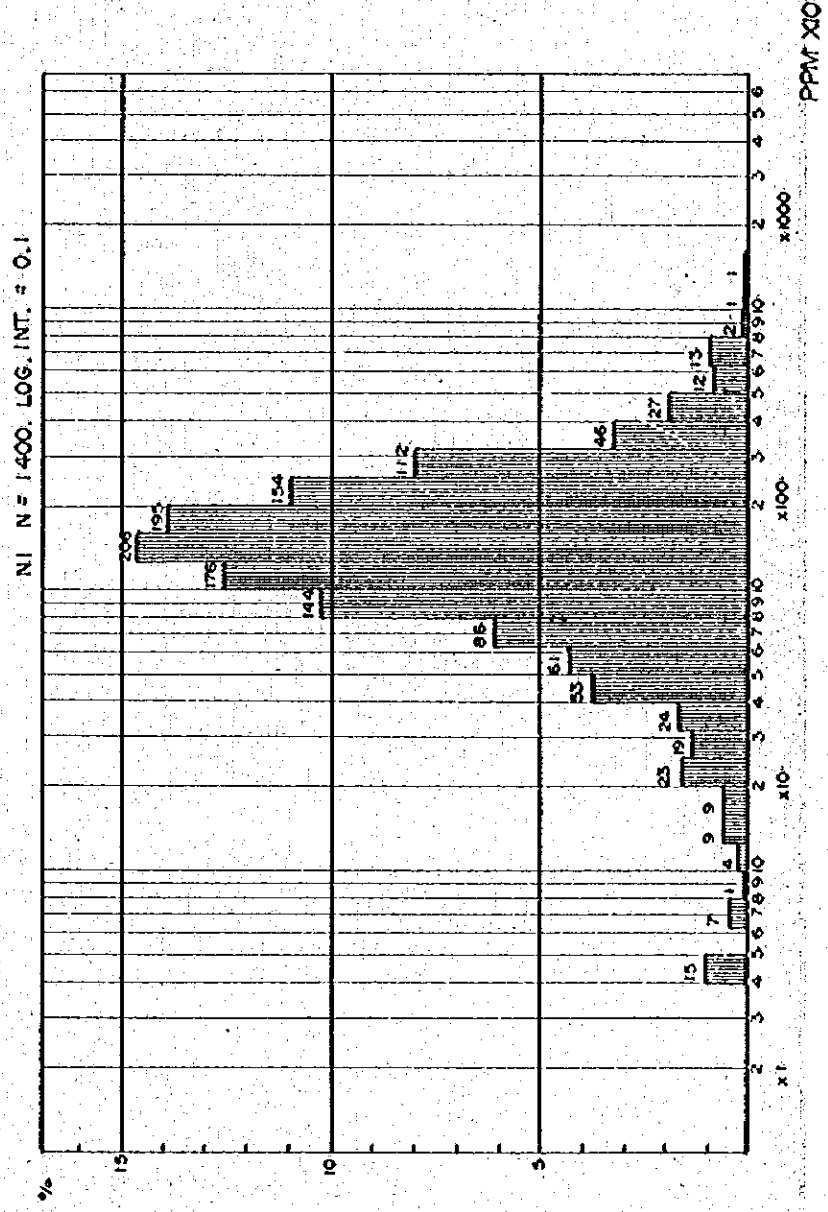




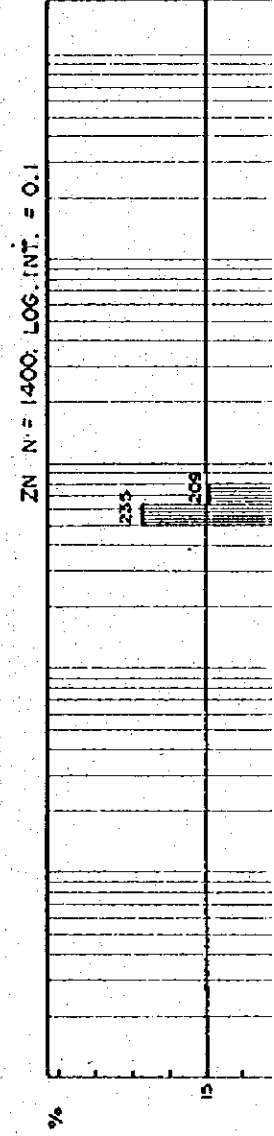
CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION FOR CU, ZN AND NI (Stream Sediments)



HISTOGRAM FOR NI



HISTOGRAM FOR ZN



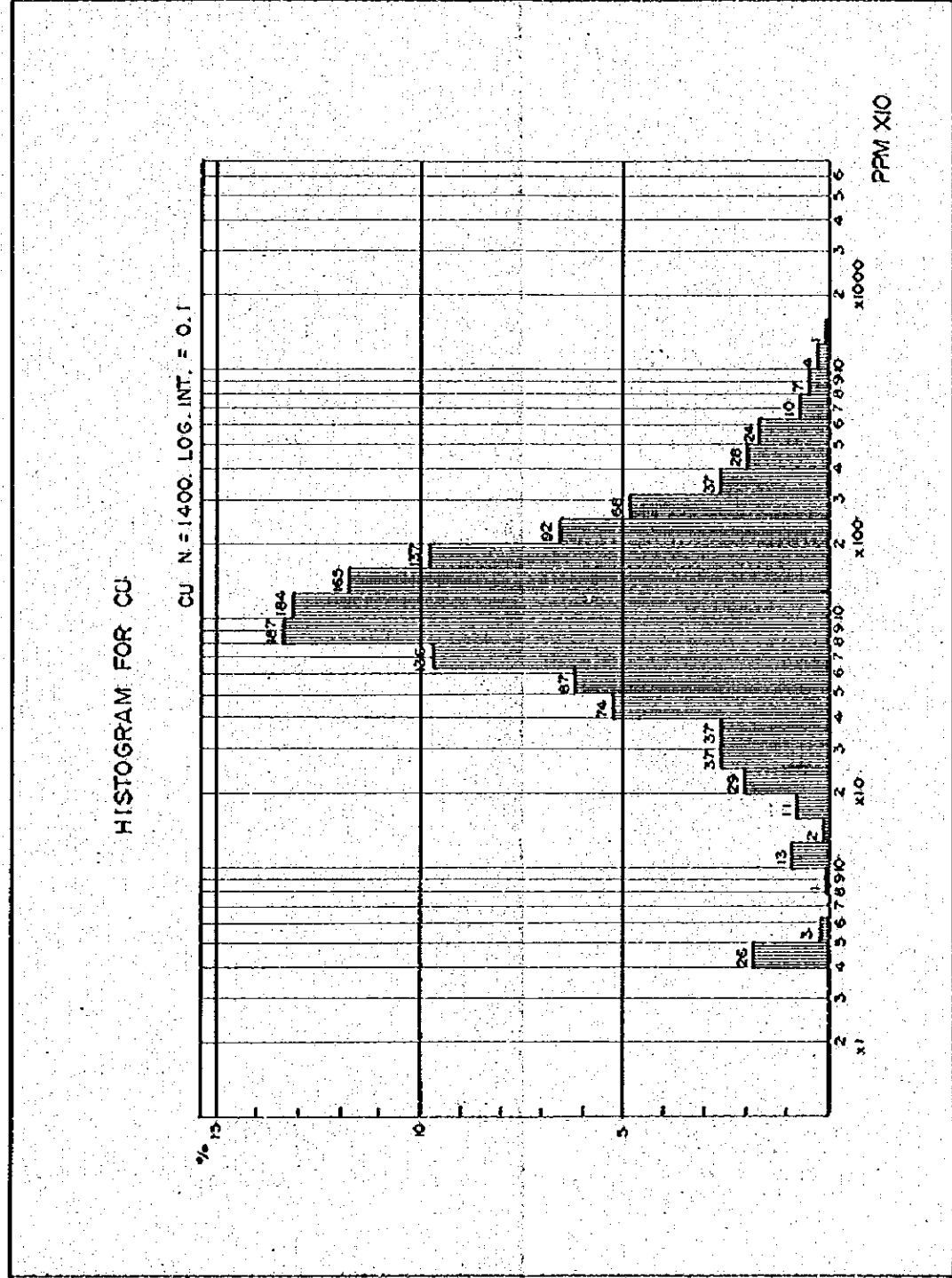
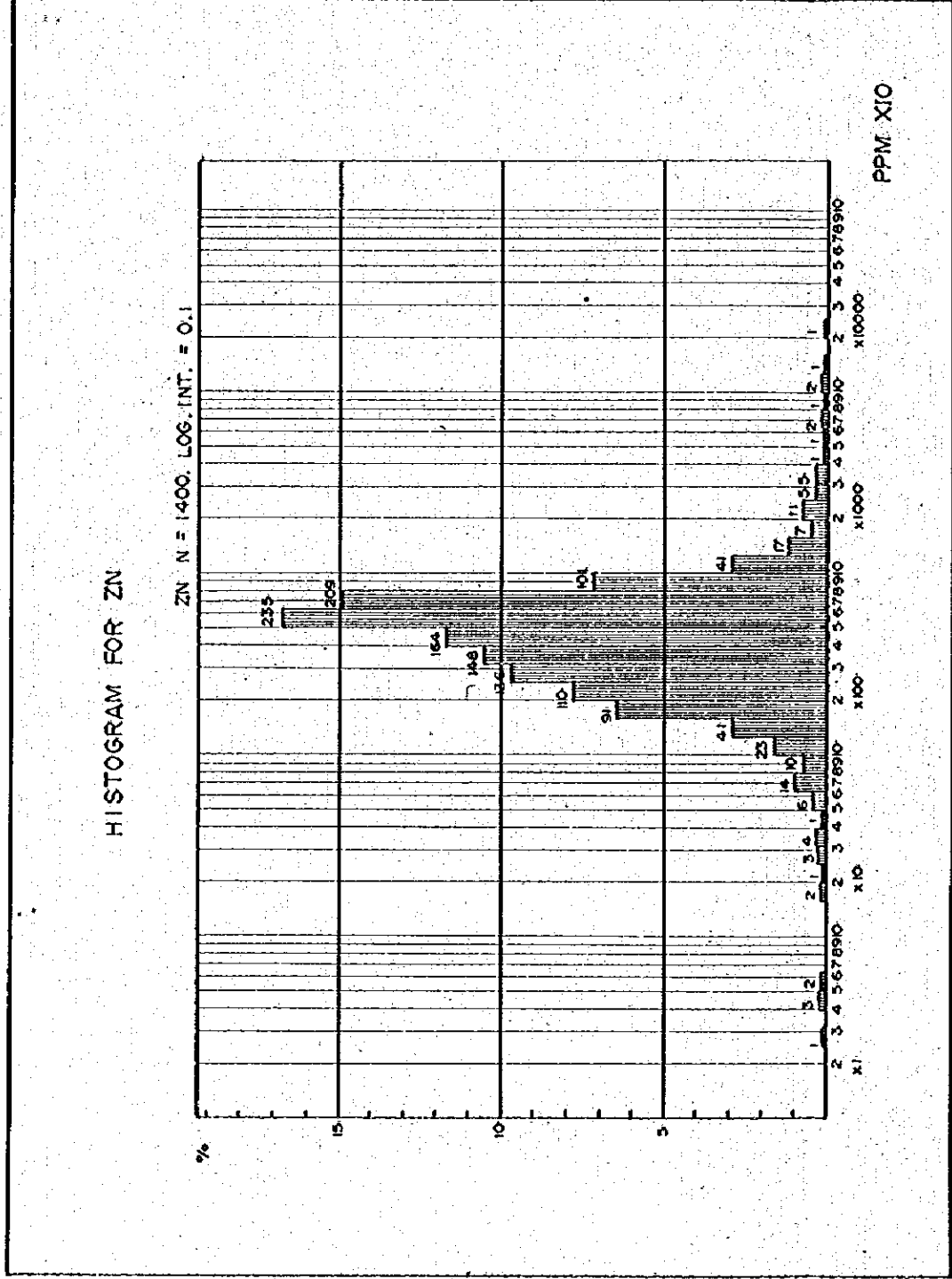
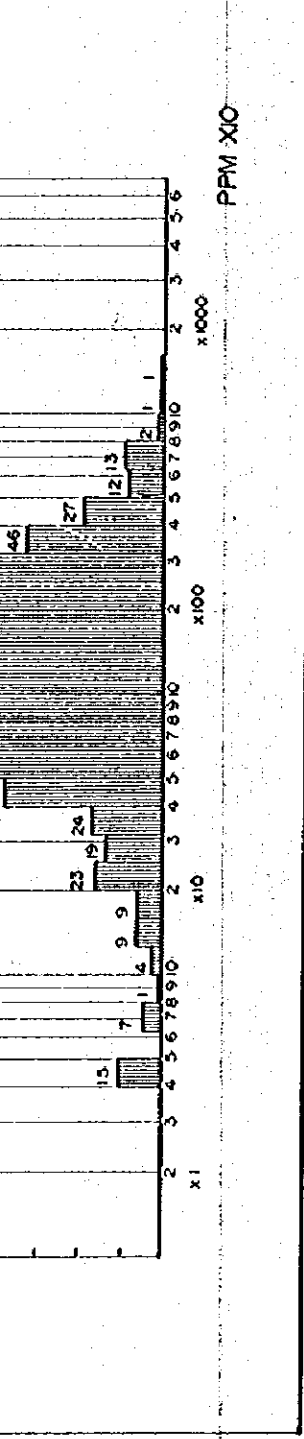


Fig. 6C. Cumulative Frequency Diagram and Histogram for Cu, Zn and Ni on Stream Sediments in the Reconnaissance Area

母集団から成っていることが考えられ、130ppmまでが正常な集団、300ppm以上は異常な集団であり、130~300ppmは両方の母集団の混在したところとなる。この様な場合 Threshold (しきい値)は、累積度数曲線からCuの場合は折れ曲った点を、Znの場合は両方の母集団の混在した部分の中央値を読みとるのが適当である。すなわち、

	Cu ppm	Zn ppm	Ni ppm
バックグラウンドのしきい値(M)	14	63	23
異常帯のしきい値 (t)	70	200	105

となる。また土壌については地層別または岩相毎に分類しての統計処理を行ったが、層状鉛・亜鉛鉱床の胚胎層準であるPucara層群についてヒストグラムおよび累積度数曲線 (Fig. 6B)を見ると、Cu・Zn・Niについて全体を同一母集団とした場合と完全に一致した傾向にあり、累積度数曲線から読みとった数値は、

	Cu ppm	Zn ppm	Ni ppm
バックグラウンドのしきい値(M)	19	105	34
異常帯のしきい値 (t)	125	200	150

である。従って地化学探査異常値の抽出は異常値の大部分がPucara層群からのサンプルに集中していることを考慮し、次の区分によった。

	Cu ppm	Zn ppm	Ni ppm
バックグラウンドのしき値(M)	20(x)	100(x)	30(x)
弱異常帯のしきい値 (t)	70	200	100
強 , , (2t)	140	400	200
特強 , , (3t)		600	

(x) 図示せず

なお地層別または岩層毎の異常値の分散の状況をTable 3Aに示した。

(2) 河川堆積物：Table 2Aに河川堆積物による試料の平均値と偏差を表示した。また正規確率対数紙にて累積度数曲線で表わすと Fig. 6C. のようになる。これによるとCu・Zn・Niともに正規対数分布をしていると見做すことが出来る。このことから河川堆積物を対象とした異常値の抽出は統計計算の結果から (Table 2A) 次の区分によって行った。

	Cu ppm	Zn ppm	Ni ppm
バックグラウンドのしきい値(M)	10 [x]	41 [x]	12 [x]
弱異常帯のしきい値 (t)	61 [60]	204 [200]	62 [60]
強異常帯のしきい値 (2t)	122 [120]	408 [400]	124 [120]

[] 内採用値, xは図示せず, $t = M + 2\sigma$

4-3 結果の検討 (PL. I-7)

(1) Cu の異常は土壤について総合的に見ると (Table 3A) 先カンブリア紀の片麻岩類に高い値を示すサンプルが多く、次いで花崗岩類、ジュラ紀の閃緑岩類や Pucara 層群にもところどころ高い値が見られ、中生代以降の酸性火成岩類には第三紀モソソニ斑岩を除いて殆んど高い値は見られない。

これを地質調査の結果と対照して見ると、土壤試料の Cu 異常部は花崗岩や変成岩中に発達する脈状鉄床付近が高く、その中で顕著なものは南部の Huasahuasi 付近、Palca 付近および Chaglla 付近の酸化示徴付近である。またジュラ紀の閃緑岩類、特に San Vicente 付近の岩株状閃緑岩にも高い値が認められる。しかしこれらが稼行の対象となるような鉄床に発達する可能性は小さいが、1976年5月調査ではこれまでの予察では見出せなかったモソソニ斑岩中の斑岩型鉄床の酸化を見出したことでもあり、今後の検討課題として留意しておく必要がある。

一方河川堆積物試料による Cu 異常は、土壤試料の Cu の高い値のところに関連するものが殆んどである。Huancabamba 東方では弱異常が広範囲に及んでいるが、これらは片麻岩類あるいは Mitu 層群が、本源的に含んでいる Cu に起因したもので、先の調査で予想された酸化した斑岩岩株によるものではなかった。

(2) Zn は Pucara 層群に殆んどの高い値を示すサンプルが集中し、そのほかでは片麻岩類、Mitu 層群にわずかに集り、Chonta 層群でも局部的に高い値を示した。

Pucara 層群の中の高い値の集った地化学的な異常帯の主なものは以下の如くである。

	分布の状況	最高値 ppm
San Vicente 付近	特強異常 4~5 箇所	2,027
Pichita Caluga 付近	・ 2 箇所	5,193
Paucartambo 西方	強異常 散在	2,190
Oxapampa 西方	・ 3 箇所	1,336
Huancabamba 付近	・ 散在	2,464
Monopampa 付近	特強異常 3~4 箇所	3,217
Tingo Maria	強異常 散在	1,680

これらの異常帯では上記の最高値を除くといずれも 1000ppm 前後の値であった。またこれらの異常帯は殆んどが Pucara 層群の中のドロマイト或はドロマイト質石灰岩の分布と一致していることが確認されているが、数箇所の異常により構成される異常帯の鉄床との関連性は今回までの予察調査の段階では明らかでない。しかしその後のくわしい調査により、新たな亜鉛の示徴や地化学探査による異常が発見された。これらの示徴や異常は、いずれもドロマイト層に沿って分布しているので、上記のような強異常帯に対しては何らかの調査を継続してゆくこと

が望ましいといえる。

その他のZn異常は主として南部の鉛・亜鉛脈状鉱床に関連するものである。

河川堆積物試料による異常は土壌試料により抽出された異常部付近およびその下流に分布する。

(3) 土壌中のNiの強異常部は、片麻岩類とMi lu層群に集中し火成岩ではジュラ紀の閃緑岩類の露出するところに沿ってやや高い値が見られる、またPucara層群の中では北部においてZnの強異常と一致してNiの弱異常が分布する。

河川堆積物では全般に低く、その中でも顕著なものとして南部の片麻岩類の分布域に弱異常が認められる。

(4) 以上の結果Znは層状Pb・Zn鉱床の探査に有効であり、Cu・Niは岩相の区分と一部鉱化示徴の検討に有効であることが判明した。

第II部 地質精査

第 II 部 地質精査目次

第 1 章 調査の概要	II - 2
1 - 1 調査の目的	II - 2
1 - 2 野外作業	II - 2
1 - 3 室内作業	II - 2
第 2 章 地質および地質構造	II - 4
2 - 1 地質概要	II - 4
2 - 2 火成岩類	II - 4
2 - 3 Pucara 層群	II - 5
2 - 4 そのほかの堆積岩類	II - 9
2 - 5 地質構造	II - 10
第 3 章 地化学探査	II - 11
3 - 1 目的および方法	II - 11
3 - 2 解 析	II - 11
3 - 3 地化学的異常域	II - 13
3 - 4 結果の検討	II - 14
第 4 章 Pucara 層群中の鉍化作用	II - 15
4 - 1 Pucara 層群中の層状鉍化作用	II - 15
4 - 2 鉍染状鉍化作用	II - 15
4 - 3 モンゾニ岩に伴われる斑岩銅型鉍化作用	II - 16
4 - 4 炭酸塩岩の中の微量成分	II - 16
4 - 5 鉍床生成機構についての考察	II - 18
第 5 章 炭酸塩岩の物性測定	II - 19

第1章 調査の概要

1-1 調査の目的

1976年8月調査の地質精査は調査地域の南部において、総論2-3-1に記した範囲に対して実施した。この調査は1975年9月の予察調査、1976年5月のPucara層群を対象とした地質概査・地化学探査に引続いて行われたもので、これまでの調査、特に1976年5月調査で最も重要と判断され抽出された3地域において、鉛・亜鉛層状鉱床の賦存状況を明らかにするため、調査地域内のドロマイト層の分布、層序、構造をより明確にすること、その中で重金属元素の分布状況ならびに層序・地質構造との関係を明確にすること、さらに今後の調査の方法ならびに方針を明確にすることを目的として実施した。

1-2 野外作業

(1) 地質精査

地質精査は、Huancabamba地域面積12Km²、Oxapampa-Churmasu地域226Km²、およびPichita Caluga地域21Km²の3地域(合計面積259Km²)において実施した。

調査ルートは、これら地域の地質構造の主要な方向である。NNW-SSEないしN-S方向に対し直交するように配置した。これらの調査地域内には、地域を縦貫するSan Ramon-Oxapampa-Pozuzo間の道路に沿って到達される。この道路から調査地域の奥部へは、木材搬出用の道路がわずかに存在するが、それを補う人道馬道も一部存在するだけであった。従って原始林を伐採しながらの調査が殆んどであった。更にPucara層群の分布域は、地形急峻であり、折からの小雨の影響もあり、調査は極めて困難な状況の中で進められた。

ルート調査は予め準備した縮尺1/10,000および1/25,000地形図を使用して行った。

(2) 地化学探査

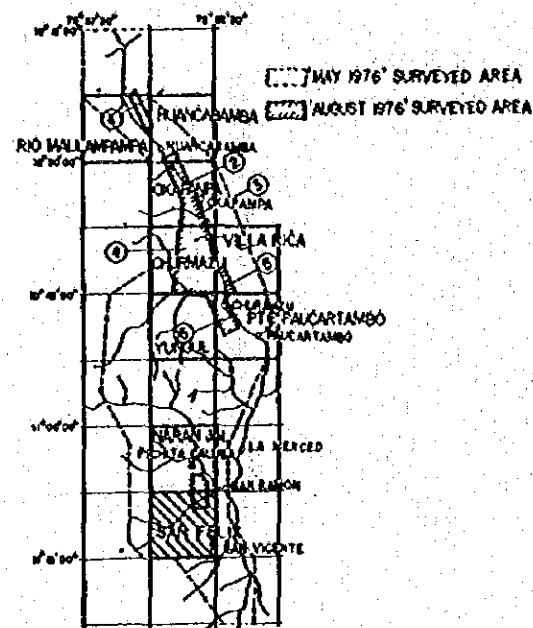
この調査地域での地化学探査は、土壌と炭酸塩岩を対象にして実施した。土壌は調査ルートにおいて腐植土直下のB1層を採取し、炭酸塩岩は遭遇した露岩より採取した。これらの試料は1Km²につき10ヶ程度となるように努めた。

1-3 室内作業

野外作業により得られた資料および試料を検討するため次のような室内作業を行った。

- | | |
|----------------|-----|
| (1) 岩石薄片顕微鏡観察 | 62個 |
| (2) 鉱石分析 | 32個 |
| (3) 鉱石研磨片顕微鏡観察 | 23個 |

(4) X線分析	130個
(5) 碳酸塩岩微量成分分析(Mg, Zn, Sr, F)	327個
(6) 地化学探査試料分析(Cn, Pb, Zn)	1840個
	194個
(7) 物性測定	63個



LEGEND

- Limestone
- Dolomitic limestone
- Dolomite
- Zebra and breccia dolomite
- Sandstone
- Shale
- Fossil
- Ore body

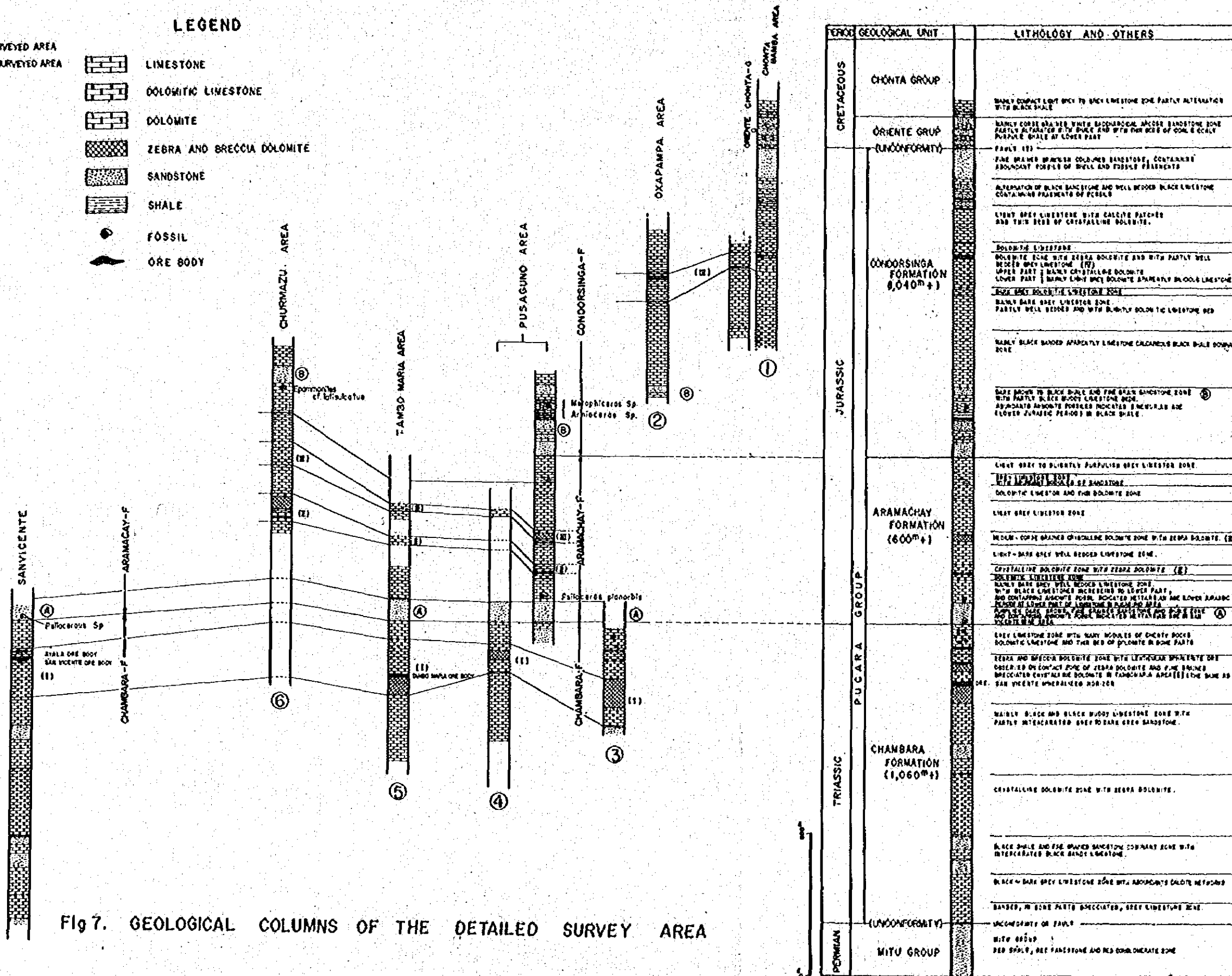


Fig 7. GEOLOGICAL COLUMNS OF THE DETAILED SURVEY AREA

第2章 地質および地質構造

1976年8月調査における地質調査はPucara層群の層序関係とその構造を明確にすることを主目的の一つとして実施した。このため現地調査はPucara層群の分布域を中心に進められた。従ってこの章ではPucara層群の層序および構造などを中心として記述することとし、その他の堆積岩類および火成岩類については、1976年5月調査報告および本巻第1部にも記述してあるので概要だけに留める。現地調査の結果をFig.7, Pl. II-1, II-2, II-3などに示す。

2-1 地質概要

調査地域は地勢区分上中間盆地に位置しており(総論2-4-1)、調査地域を縦貫してNNW-SSE方向に流れるRio Huancabamba, Rio PaucartamboおよびRio Chanchamayo沿いにある。概ねこれらの河川を境いとし東側にPucara層群以降の堆積岩類、中央部にこの調査の主対象となったPucara層群が、さらに、Pucara層群の西側には火成岩類が分布している。またこれらの岩石類は概ねNNW-SSEまたはN-S方向をとり、Pucara層群とそれ以降の堆積岩類との境界である前記の河川沿いには、この地域の主要構造線であるTingo Maria-Merced線が発達している。断層構造はこのほかPucara層群を切ってNEE-SWW, NNE-SSW方向のものが認められる。

2-2 火成岩類

(1) 中生代の閃緑岩類

Pichita Caluga地域およびOxapampa地域内Pusaguno付近に分布している。Pichita Caluga付近ではTarma川の両岸にMitn層群およびPucara層群を貫いて露出しており、北部の閃緑岩は南部のものよりやや塩基性の斑れい岩質岩である。

一方、Pusaguno付近では後述する白亜紀花崗岩類の縁辺部に沿い南北方向に細長く連って分布する中粒ないし細粒の斑れい岩質岩である。この付近ではPucara層群を貫き、さらに白亜紀花崗岩類をも貫いているのが観察されている。

K-Ar法による年代測定の結果により(第1部2-3-2)、本岩は中生代ジュラ紀を中心にかなり長期間にわたって同一岩漿から分化した火成活動の産物と考察された。

(2) 白亜紀花崗岩類

1976年5月調査によりPusaguno花崗岩体と呼ばれたもので、Pusaguno付近およびQuillazu北西方に岩株状をなして露出する。粗粒で桃色のカリ長石を多く含み、そのほか石英・斜長石および黒雲母からなる花崗岩で、Pucara層群を貫き、またPucara層群の石灰岩

を捕獲岩としてとりとむところもある。

K-Ar 法による年代測定によればジュラ紀後期ないし白亜紀前期(125, 130m. y) を示し、また前項の閃緑岩により貫かれているところもある。

(3) 白亜紀花崗斑岩および石英斑岩

1976年5月調査で Oxapampa 貫入岩体と呼ばれたもので、調査地域では Oxapampa 西方の花崗斑岩および石英斑岩と、Pichita Caluga 付近の花崗斑岩とがある。また後述するが Pucara 層群の中の鉛の鉱染状鉱化はこの斑岩類および前項の花崗岩類の近隣に位置している。

(4) 第三紀貫入岩類

Tambo Maria 付近で Pucara 層群および Chonta 層群を岩株状をもって貫くモンソニ岩ないしモンソニ斑岩である。年代測定の結果は 22my すなわち第三紀中新世ごろの年代を示し調査地域では最も若い火成岩である。また周辺の Pucara 層群に対し弱いスカルン化と Cu 鉱化を与えていることは本報告第1部においても述べた通りであり(第1部2-3-3)このことに関しては、第4章において詳述する。

(5) 第三紀酸性砕屑岩類

Quillazu 西方でわずかに露出しているが、調査地域では中礫ないし大礫より構成される礫岩である。これはこの西方に分布する酸性砕屑岩類に挟在している礫岩の一部で、今回の調査では、酸性砕屑岩に挟在する礫岩だけが認められたものと考えられる。

2-3 Pucara 層群

2-3-1 層序

調査地域の Pucara 層群は下位より上位にむかい

下部黒色石灰岩層

下部石灰岩・ドロマイト層

下部砂岩層

中部石灰岩・ドロマイト層

中部砂岩層

上部黒色石灰岩層

上部石灰岩・ドロマイト層

上部砂岩層

に大別される。

(1) 下部黒色石灰岩層

下部黒色石灰岩層は、この調査地域における Pucara 層群の最下部層に相当し、Oxapampa 地域内 Oxapampa 南部から Tambo Maria 付近、Rio Santa Cruz 左岸を経て Pusaguno 付

近まで地形的低所をほちまき状に取囲んで分布している。泥質な部分を含む黒色石灰岩を主とし灰色石灰岩のはさみを有しているが、下部程泥質のようである。調査地域内では層厚約250mである。

(2) 下部石灰岩・ドロマイト層

下部黒色石灰層の上位にあたり、Pusaguno付近から Rio Santa Cruzにかけて分布する。この部層の露出状況はあまりよくないが転石の分布および上部層との関係などからほぼ上地区間に連続して分布しているものと見られる。

下部の黒色石灰岩層に接するところは層厚150m前後のドロマイトで、その上位が石灰岩である。ドロマイト(Ⅰ層)は概ね再結晶しており縞状構造(セブラ構造)または角礫状構造がところどころに認められた。さらに Tambo Maria 付近では縞状ドロマイトと角礫状ドロマイトの境界部付近にレンズ状ないし縞状の閃亜鉛鉱が認められている。またこのドロマイトの上部では二枚貝の化石が発見された。

上位の石灰岩は、100~150mの厚さの灰色石灰岩を主とし、Oxapampa 付近では、ドロマイト質でチャート質物質のノジュールを多く含み、さらに二枚貝やアンモナイトの破片を産出する。

(3) 下部砂岩層

下部石灰岩・ドロマイト層の上位に層厚約70mで連続性よく分布する。白色~淡灰色の細粒アルコーズ質砂岩を主としわづかの頁岩を挟有する。

(4) 中部石灰岩・ドロマイト層

Oxapampa以南に分布する。Pusaguno 付近および Churmazu 付近でよく観察され Tambo Maria 付近ではその露出はあまりよくない。灰色、所により暗灰色のよく成層した石灰岩を主とし、最上部では砂岩質ノジュールを多く含んでいる。この部層の特長はドロマイトおよびドロマイト質石灰岩を挟んでいるところである。ドロマイトは下部の方に2層(ドロマイトⅡ層、Ⅲ層)あり、結晶質で淡褐色および白色の縞状構造が顕著のところもある。Churmazu 付近では角礫状構造も認められる。上部のドロマイト質石灰岩はわづかに縞状構造を認めるところもあるが概ね灰色~暗灰色の緻密質岩である。Pusaguno 付近では凝灰質砂岩をはさむところもあり、比較的岩相変化に富んでいるといえる。3層のドロマイトないしドロマイト質石灰岩はいづれも50~70mの厚さを有し、この部層全体では約500mの層厚に達する。

また、Pusaguno 付近における最下部石灰岩からジュラ紀下部 Illetagian 期の示時化石である *Psiloceras planorbis* が発見され、またこの化石の発見によりこの部層が Arama-chay 累層の最下部であることが確認出来た。

(5) 中部砂岩層

Oxapampa 付近から Pusaguno 東方の地形的上位と Oxapampa から Quillazu への道路沿いに NNW-SSE ないし N-S 方向をもって細長く分布している。Oxapampa 以北での Pucara 層群の最下部層である。

暗褐色頁岩・砂岩を主とし黒色泥質石灰岩のはさみを有し、その上位の黒色石灰岩層とは漸移している。最もよく発達している Pusaguno 東部では下部は砂岩と黒色石灰岩の互層からなり中部は緑青質頁岩が優勢である。上部は細粒砂岩から成る。また Pusaguno, Oxapampa 南部での本層の中部からは Sinemurian 期(ジュラ紀下部)のアンモナイトを多産する。また Churmazu における本部層の下部は縞状ドロマイトを伴うところもある。本部層の厚さは約 250 m である。

(6) 上部黒色石灰岩層

主として Oxapampa 以北および Huancabamba 地域において、また Oxapampa 以南では地形的最上位を占め中部砂岩層の上位に分布している。

黒色ないし暗灰色石灰岩を主とし、上部は暗灰色ないし明灰色緻密質で、ややドロマイト質のところもある。なお、Oxapampa 以南にはこの部層の岩相と酷似した下部黒色石灰岩層があるが、Pusaguno 付近で発見された含化石砂岩層との上下関係から明瞭に区別できた。本部層の層厚は約 200 m である。

(7) 上部石灰岩・ドロマイト層

Huancabamba および Oxapampa 付近以北において上部黒色石灰岩の上位に分布する。よく成層した灰色の石灰岩を主とし中位に灰色緻密質のドロマイト(N層)を挟む。このドロマイトは下部のドロマイト層とやや異り、そのところどころに縞状構造を認めるが結晶度はやや弱いようである。上部の石灰岩も灰色緻密質である。本部層の厚さは約 450 m である。

(8) 上部砂岩層

調査地域に分布する Pucara 層群の最上部に相当し Huancabamba 地域の最北部に分布する。下部は黒色砂岩と黒色石灰岩の互層であり、上部の細粒砂岩と漸移している。本部層の砂岩からは Pusaguno, Oxapampa 南部および Quillazu 付近で二枚貝の化石を多産する。

なお Pichita Caluga 地域の Pucara 層群は暗灰色緻密な石灰岩で、縞状構造を有するドロマイトをとところどころに認めるが、上記の層序関係のどの部層に相当するかは明らかに出来なかった。しかし下部層のうちのいつれかに相当するものと思われる。

2-3-2 調査地域の Pucara 層群の対比

前項の各部層は、砂岩層ないし石灰岩層の 2 層準にわたって発見された化石 (Table 11, Fig

13)とその層序関係から対比し分類したが、更にこれらの化石と、Megara Szekolyなどの報告を対照すると Hettangian 期の示時化石 *Psiloceras planorbis* を産する。下部砂岩層ないし中部石灰岩・ドロマイト層の最下部は Aramachay 累層の下部に対比でき種々の Sinemurian 期のアンモナイトを含む。中部砂岩層は Condorsinga 累層の最下部に対比できる。

Aramachay 累層は標式地では、凝青質石灰岩・砂岩などから成り堆積環境に変化の多いことが推測されているので、本地域の下部砂岩層から中部石灰岩・ドロマイト層までが堆積性に変化の多いことより Aramachay 累層に対比できる。

さらに先きのべたように、中部石灰岩・ドロマイト層内下部に発見された *Psiloceras* は、1975年9月調査によっても San Vicente 鉱山付近の Pucara 層群の最上部からも発見されており、従って Oxapampa 付近における下部石灰岩・ドロマイト層と San Vicente 鉱床を胚胎する石灰岩・ドロマイト層と対比することができた。これにより San Vicente 鉱山付近の Pucara 層群は Chambara 累層が主として分布すると考察された。

この結果、Chambara 累層の層厚は San Vicente 鉱山付近で 1,060m+, Aramachay 累層は Pusaguno 付近で 600m+ また上部黒色石灰岩より上位の Condorsinga 累層は Oxapampa, Huancabamba 付近で 1080m+ となり調査地域付近での Pucara 層群の層厚は合計 2740m+ に達することが考察された。

2-3-3 ドロマイトの分布とその成因

調査地域内では、4層のドロマイト層が識別された。すなわち Chambara 累層中に一層、Aramachay 累層中に二層、さらに Condorsinga 累層に一層である。またこれ以外にもドロマイト質石灰岩に薄いドロマイト層が存在し、薄層状または小規模なレンズ状の分布を示している。

なお Chambara 累層のドロマイトの下位に更に一層のドロマイト層の存在することが San Vicente 付近で確認されており、従って全調査地域に分布する Pucara 層群の中のドロマイト層は合計5層である。

ドロマイトはいつでも概ね結晶質であり、多くの場合縞状構造(セブラ構造)や角礫状構造を伴っている。ドロマイトと石灰岩との野外における識別は、塩酸による反応度の差異と比重の差異とにより行った。この野外での結果をチェックするための X線による解析(130個)とマグネシウム(以下 Mg と記す)ストロンチウム(以下 Sr と記す)および弗素(以下 F と記す)含有量の分析(327個)を行ったが、その結果は Table 13, 15 および Fig. 14, 17 に示した。

炭酸塩岩に関する Mg の Sr および F の分析結果からは、次のようなことが考察された。

- ① ドロマイト1層は比較的均質であり、特に Oxapampa から Tambo Maria 付近にかけての層準は Mg 含有量は常に 10% から 14% を有し大きな変化はない。しかし西部 Pusaguno 付近では、やや不均質のところもあり Mg 10% 以下のところもある。なお Tambo Maria の亜鉛鉱の露頭付近における Mg 含有量は 6% を示しているが、Zn (平均 29.2%) を除き、造

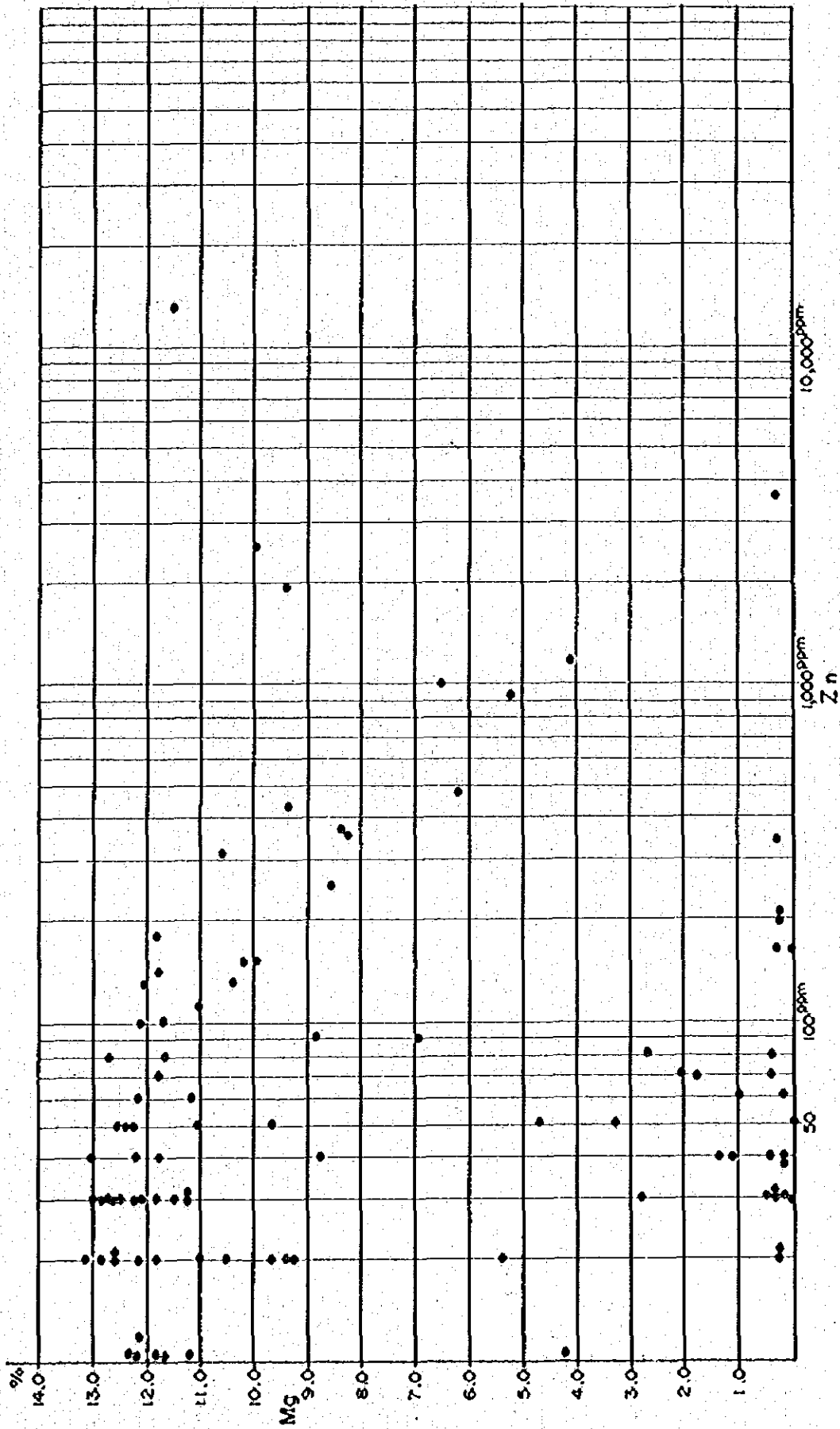


Fig. 17A Relation of Geochemical Values between Mg and Zn contents on Carbonate Rocks

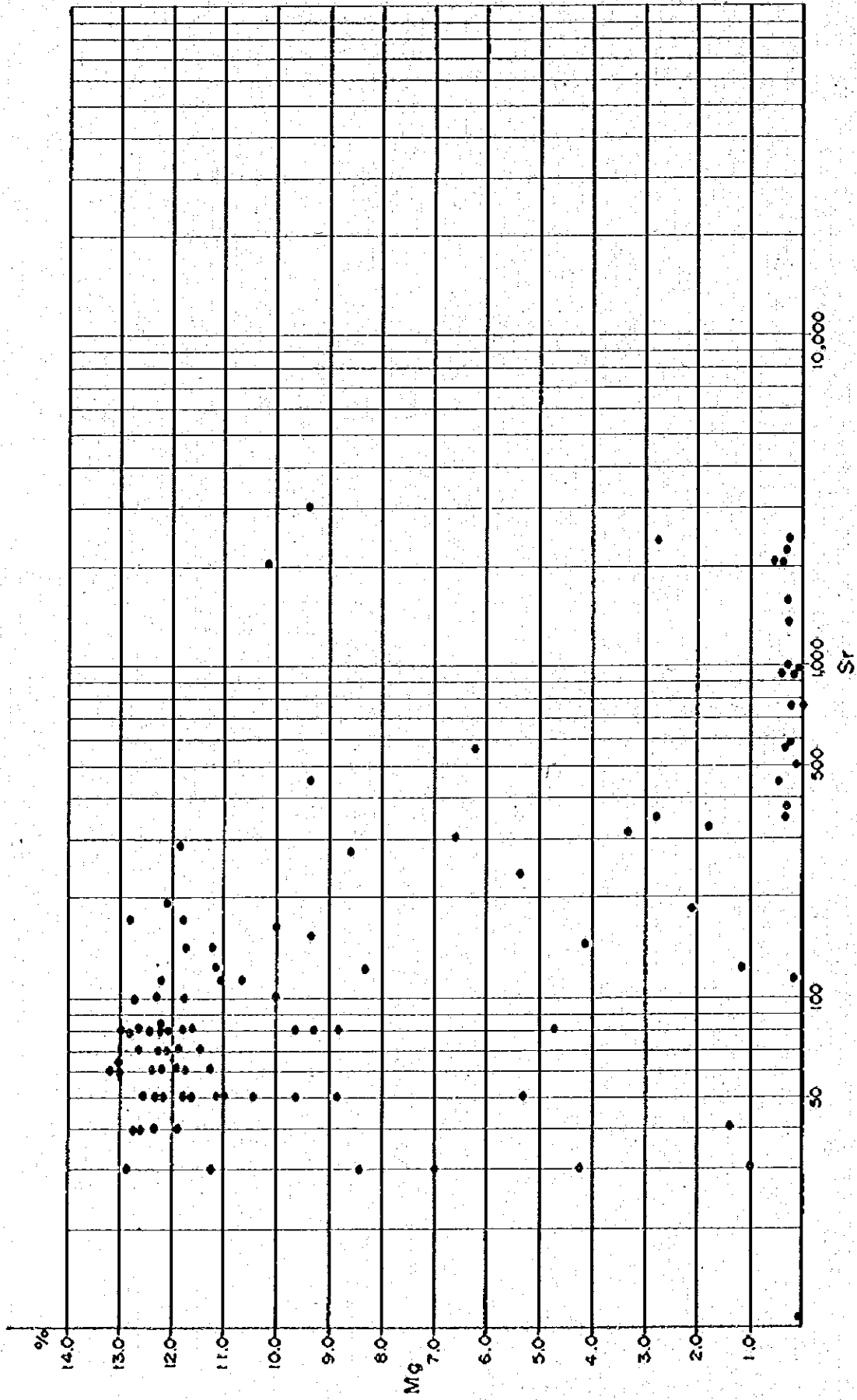


Fig. 17 B Relation of Geochemical Values between Mg and Sr Contents on Carbonate Rocks

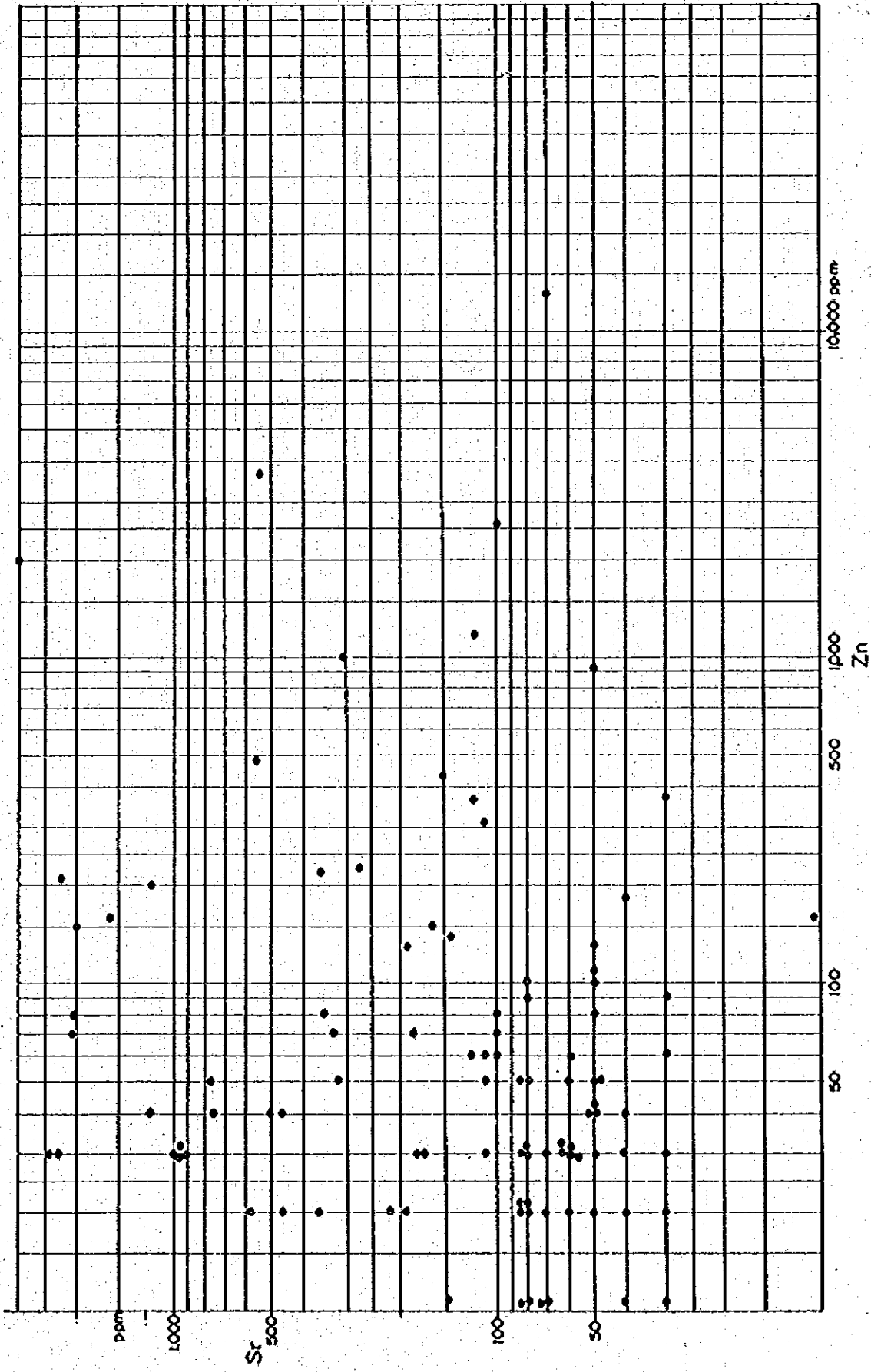


Fig. 17C Relation of Geochemical Values between Sr and Zn Contents on Carbonate Rocks

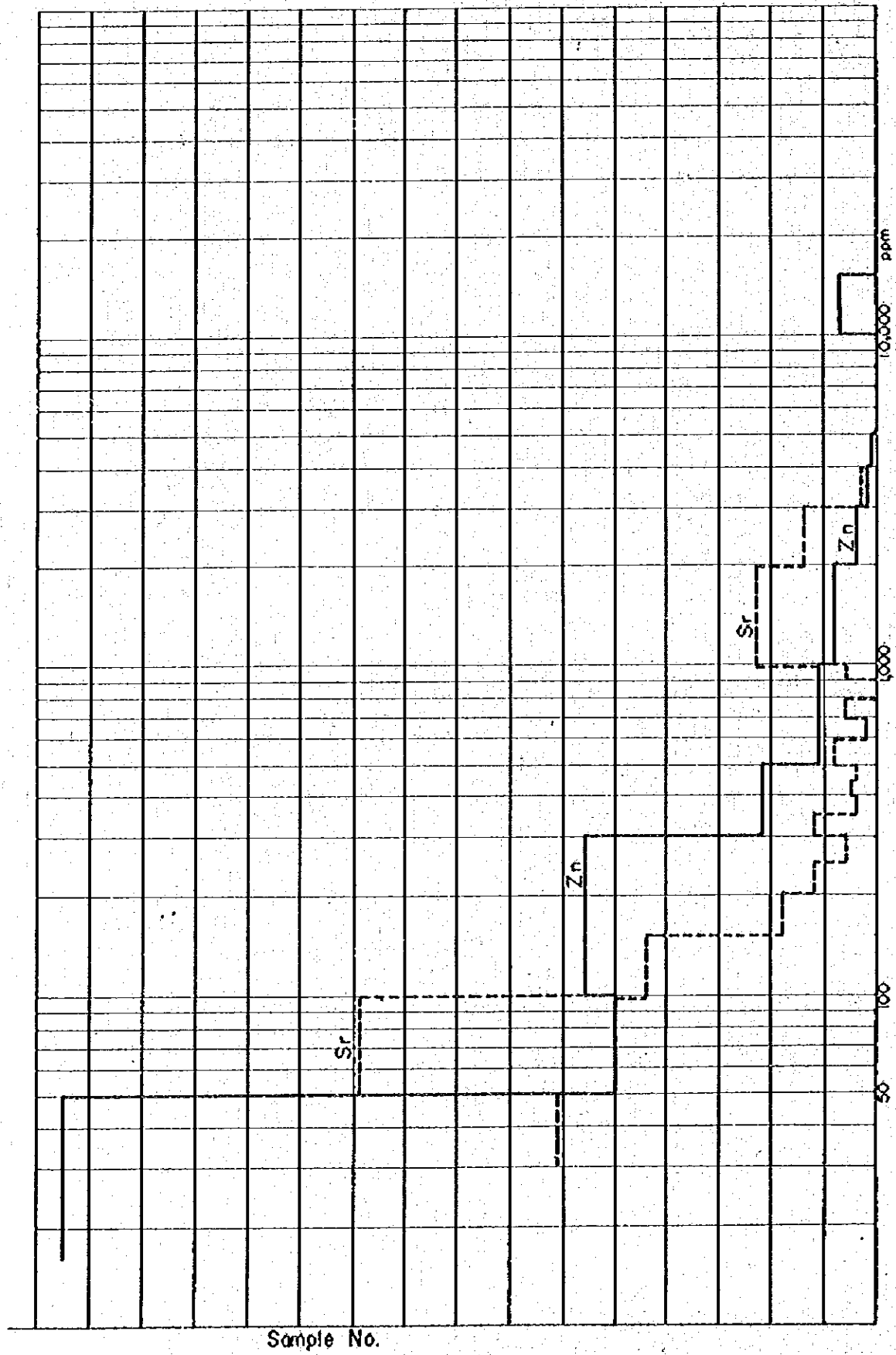


Fig. 17D Histogram of Zn and Sr Contents on Carbonate Rocks

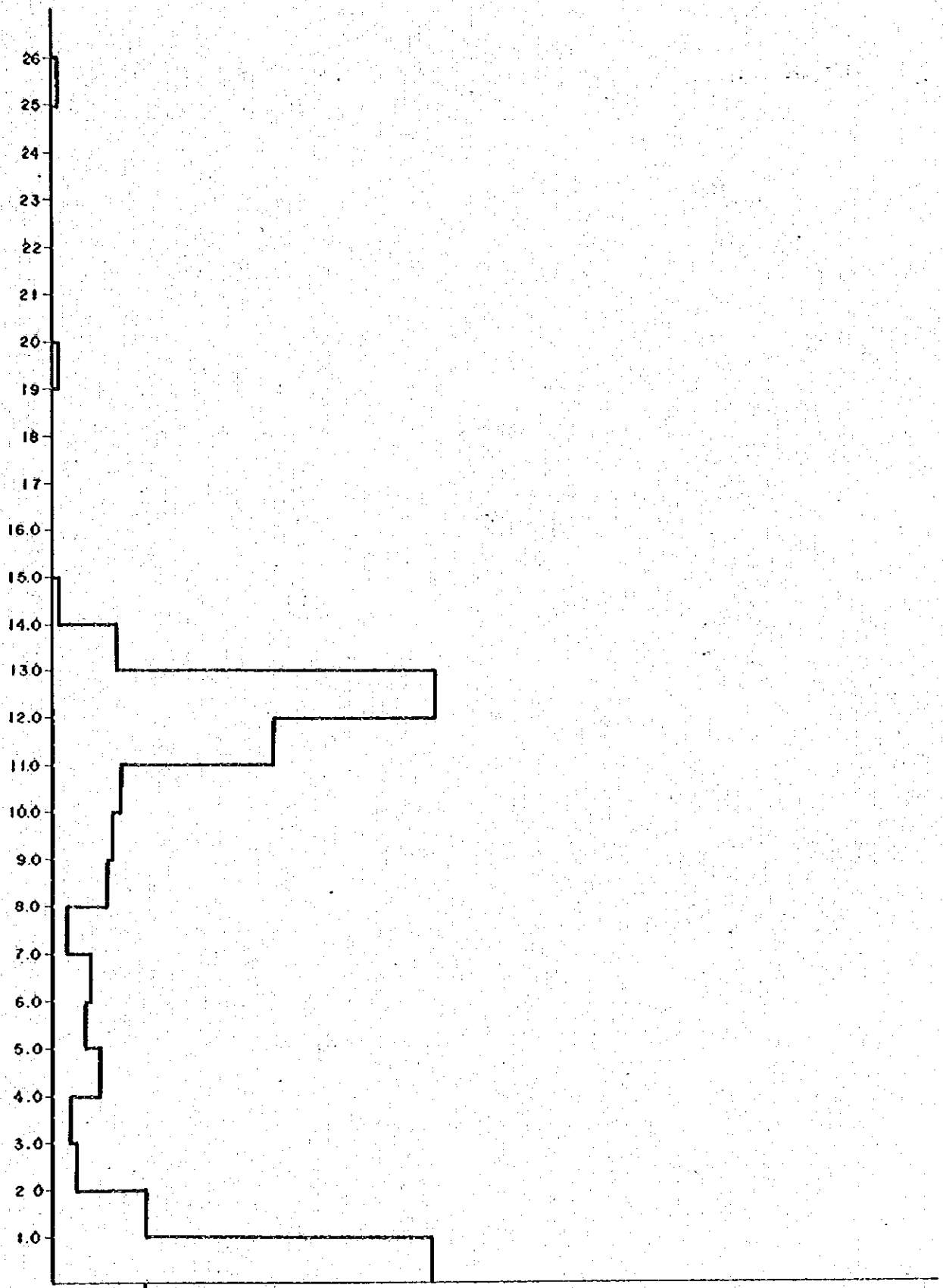


Fig 17E Histogram of Mg Contents on Carbonate Rocks

岩鉄物成分のみ凡例計算をしないおすと Mg 11.7% となり、上記の範囲内に入りやほり均質といえるドロマイトである。

② そのほかのⅠ層からⅣ層までのドロマイトはⅠ層に比べやや Mg 含有量が少く不均質であり、特に Oxapampa 以北に著しい。

③ ドロマイトⅠ～Ⅳ層の上下盤は石灰岩であるが局部的に Mg 10%～12% を含有しているところもある。

一方炭酸塩岩などの顕微鏡観察の結果は Table 6 に示したが石灰質岩はマイクライト組織が優勢であり、さらに貝の破片・有孔虫・放射虫或は藻類などの生物の化石が多量に発見された。現在すでにドロマイト化し、化学分析により 10% 前後の Mg が検出されているものもある。従ってドロマイトは、初生的には生物源の石灰岩として堆積し、固結するまでの続成作用の期間に海水中の Mg 成分と堆積した Ca 成分との間の交代作用により形成されたものと考察される。

④ 一方 Sr は最高値 3,200 ppm, 通常 200 ppm 以下の個数はほぼ 68% を占め、Zn と同様何れも高い値が散在し、低い値の方に大多数が集合する形を示している。指示元素 Mg, Sr, および Zn 相互の関係は Fig17A, Fig17B, Fig17C に夫々示したが、Mg-Zn, Sr-Zn, Mg-Sr 相互に顕著な関連は見られない。従って、Sr は鉱微地探査の指示元素としては不適當である。

2-4 その他の堆積岩類

(1) Mitu 層群

調査地域では Pichita Caluga 地域にのみ分布する。赤色ないし赤褐色の礫岩・砂岩より成り、Mitu 層群の下部累層に対比できる。この調査地域内の本層と上位の Pucara 層群とは東側において断層関係にあり、また西側では不整合関係を示して本層群は下位にある。

(2) Sarayaquillo 累層

Churmazu 南方にわづか分布しており、そのほかの調査地域内には認められない。ここでは赤褐色の中粒砂岩から成る。

(3) Oriente 層群

調査地域の中では Huancabamba 地域および Oxapampa 地域の Quillazu 付近および Churmazu 付近にわづかに分布をしている。

本層は白色ないし灰白色の中粒ないし粗粒の砂岩から成り、Huancabamba 地域では、下部において炭質頁岩または灰緑色頁岩の薄層を伴うところもある。西側の Pucara 層群とは、直接の関係は認めなかったが Huancabamba 付近では Sarayaquillo 累層を欠き Pucara 層群と直接的に不整合関係にあり、その他の地点では、断層関係にあるものと考察される。

なお、1976年5月調査で Oxapampa 南西部において、白色の中粒ないし細粒の砂岩の転

石の多い部分をOriente層群として分類した。しかし今回の調査によりPucara層群の層序関係およびこの地域の地質構造的関係からPucara層群の一部と見た方が良いのでこの報告では、Pucara層群に含めた。

(4) Chonta層群

Huancabamba地域とOxapampa地域のTambo Maria付近からChurmazu付近にかけて、Pucara層群の西側に分布する。赤色ないし赤褐色の頁岩・砂岩互層とその上位の暗灰色ないし灰白色の緻密な石灰岩とから成る。Oriente層群とは広域的には整合関係にあるがHuancabamba付近では不整合関係にあるものと考察され、そのほかのところでは下位層と断層関係にある。

(5) Merced累層

Tambo Maria付近からChurmazu西方にかけてChonta層群と断層で接して分布する。中礫ないし大礫を有する陶汰の悪い礫岩から成り礫種は花崗岩質岩・堆積岩など種々である。

2-5 地質構造

広域的に見て褶曲構造や断層構造などの調査地域の主要構造は概ねNNW-SSE方向を示しており、古生代から新生代までに数回にわたって起った造山運動に支配されていることは既に述べた。

調査地域の大部分を占めているPucara層群について見ると複合向斜構造が支配的でありその東側に一部の地域において背斜構造が配列している。これらの褶曲軸はすべてNNW-SSE方向を示し、Oxapampa付近で、ややN-S方向をとるところも見られるが、基本構造は調査地域外の北部へも続いている。褶曲軸の落しは概ね水平もしくは若干北へ傾いており、このための調査地域の北部ではPucara層群の上部が出現する形となっている。

断層構造は地域の東端をNNW-SSE方向をもって走る断層(Tingo Maria-Merced線)が最も顕著で東側沈降、西側隆起の動きを示しており、さらにNEE-SWW、およびNW-SEE方向の断層を伴いこの地域に顕著な地塊構造をもたらしている。NNW-SSE方向の断層は広域的に見てPucara層群とそれ以降の新期堆積岩類の分布を規利しており、後の二つの断層は概して北側沈降の傾向を示し、これによってOxapampa以北でのPucara層群の上部層出現の傾向が強められている。

火成岩類は調査地域の西側には、古生代から新生代までの活動が見られるが、いずれも古生代の火成活動をもたらしたNNW-SSE方向の裂かきに支配されたものと考察される。

一方東側のNNW-SSE方向の断層に沿って新生代のモンゾニ岩が貫いているが、岩相的にまたその貫入位置に関して調査地域内において特筆されることは先にも述べた。

第3章 地 化 学 探 査

3-1 目的および方法

この探査は精査地域において、地質調査と並行し重金属元素に関する情報を得て金属鉱床の賦存の最も有望な地域を抽出する目的で土壌および炭酸塩岩を対象として実施した。

土壌試料は調査ルート上の各地点においてB1層から、炭酸塩岩は遭遇した露岩から採取した。試料数は土壌1,840個、炭酸塩岩193個計2,033個を採取し、その密度は面積1 Km²に対し10個程度となるように採取した。採取した試料は土壌(約1 Kg)は風乾し、炭酸岩(約200 g)は粉砕し、それぞれ80メッシュふるい下を四分法により10 gの分析試料となるように調整した。

調整された試料は、この地域の鉱床探査に有効と考察された指示元素3成分(Cu, Pb, Zn)の化学分析を原子吸光法により、日本にて行った。3成分の分析フローシートはTable 14C、分析結果はTable 16Bに示した。

3-2 解 析

解析には土壌と炭酸塩岩の露岩との二種類の試料による分析データの統計処理をおのおの実施した。

(1) 土 壌

土壌について全サンプルとPucara層群のうちドロマイトおよび石灰岩が分布している地点から採取した土壌サンプルについての解析結果をTable 2B, 3BおよびFig.8Aのヒストグラムと累積度数曲線に示した。

これによるとCu(分析値)の分散のパターンは概ね対数正規分布を示し、Pbはやや折れまがった高値過剰型の傾向がうかがわれるが対数正規分布に近い分散を示している。さらにZnもやや高値過剰型ではあるが、その曲線はゆるやかで更に正負に折れまがりの多いジグザグ型であり、やはり対数正規分布に近い分散を示すといえる。従って異常値のしきい値はTable 2Bの計算値より示した。

Table 2Bから3元素の平均値(M)と弱異常帯のしきい値($t=M+1\sigma$)および強異常帯のしきい値($t=M+2\sigma$)は、

全土壌	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
バックグラウンドのしきい値(M)	9	32	99
弱異常帯のしきい値(t)	25	118	458
強 / / (t)	66	435	2,130

**Table 2B. Statistical Analysis of Geochemical
Samples (Cu, Pb, Zn) in the Detailed Survey Area**
Soils (Numbers of treated samples : 1,840)

	Cu-log (ppm)	Pb-log (ppm)	Zn-log (ppm)
Maximum	2.978 (950)	3.778 (6,000)	4.647 (44,370)
Minimum	0.0 (1)	0.477 (3)	0.301 (2)
Average (M)	0.974 (9)	1.509 (32)	1.994 (99)
Standard Deviation(σ)	0.4219	0.5645	0.6672

Soils of Pucara dolomite (Numbers of treated samples : 185)

	Cu-log (ppm)	Pb-log (ppm)	Zn-log (ppm)
Maximum	2.210 (162)	3.778 (6,000)	4.243 (17,500)
Minimum	0.0 (1)	0.699 (5)	0.301 (2)
Average (M)	1.043 (11)	1.915 (82)	2.343 (220)
Standard Deviation(σ)	0.3797	0.6253	0.7469

Soils of Pucara Limestone (Numbers of treated samples : 798)

	Cu-log (ppm)	Pb-log (ppm)	Zn-log (ppm)
Maximum	2.978 (950)	3.720 (5,250)	4.647 (44,370)
Minimum	0.0 (1)	0.477 (3)	0.301 (2)
Average (M)	1.002 (10)	1.616 (41)	2.184 (153)
Standard Deviation(σ)	0.4157	0.5688	0.6467

Carbonate Rocks (Numbers of treated Samples : 193)

	Cu-log (ppm)		Pb-log (ppm)		Zn-log (ppm)	
Maximum	3.445	2,785	3.273	1,873	3.743	5,528
Minimum	1.000	10	1.079	12	1.813	65
Average (M)	1.563	37	2.084	121	2.517	329
Standard Deviation (σ)	0.3421		0.2969		0.3593	

Pucara dolomite (Numbers of treated Samples : 113)

	Cu-log (ppm)		Pb-log (ppm)		Zn-log (ppm)	
Maximum	2.338	218	2.829	675	3.364	2,311
Minimum	1.000	10	1.398	25	1.813	65
Average (M)	1.508	32	2.044	111	2.449	281
Standard Deviation (σ)	0.2869		0.2548		0.3130	

Pucara Limestone (Numbers of treated Samples : 75)

	Cu-log (ppm)		Pb-log (ppm)		Zn-log (ppm)	
Maximum	3.445	2,785	3.273	(1,873)	3.748	5,528
Minimum	1.041	11	1.716	(52)	1.954	90
Average (M)	1.649	45	2.158	(144)	2.623	420
Standard Deviation (σ)	0.4030		0.3259		0.4036	

Table 3B. Numbers of Anomalous Samples on Soils Classified by Each Formation and Lithology in the Detailed Survey Area

	P00	PLS	PSS	QU	ME	CH	OR	NI	TY	TR	MP	CO	MO	TOTAL
Pb (ppm)														
0 - 25	153	671	126	118	27	138	98	30	11	1	74	82	4	1557
26 - 40	21	79	18	19	2	7	3	9	0	3	4	5	7	177
41 - 66	6	30	2	9	0	1	1	6	0	0	1	3	5	64
67 - 107	3	9	2	0	1	0	1	3	0	0	0	0	5	24
108 - 176	2	5	1	0	0	0	0	3	0	1	0	0	1	13
175 over	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5
TOTAL	185	798	149	146	30	167	103	51	11	5	79	90	26	1840
Zn (ppm)														
0 - 118	122	644	132	138	30	161	102	44	9	5	63	87	24	1561
119 - 237	15	65	9	7	0	4	1	6	0	0	5	1	2	115
238 - 454	20	42	5	1	0	2	0	1	2	0	9	2	0	87
455 - 831	11	26	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	41
832 - 1592	10	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
1593 over	4	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
TOTAL	185	798	149	146	30	167	103	51	11	5	79	90	26	1840
Zn (ppm)														
0 - 458	118	632	128	137	30	159	102	50	9	5	71	88	24	1763
459 - 948	30	86	2	7	0	6	1	1	1	0	3	2	1	140
949 - 2150	13	48	6	2	0	2	0	0	0	0	5	0	1	77
2151 - 4592	19	18	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	41
4593 - 9499	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
9500 over	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
TOTAL	185	798	149	146	30	167	103	51	11	5	79	90	26	1840

Geological Index

Sedimentary rocks

P00: Dolomite
 PLS: Pucara Group
 PSS: Limestone
 Sandstone
 QU: Quaternary (gravel & sand)

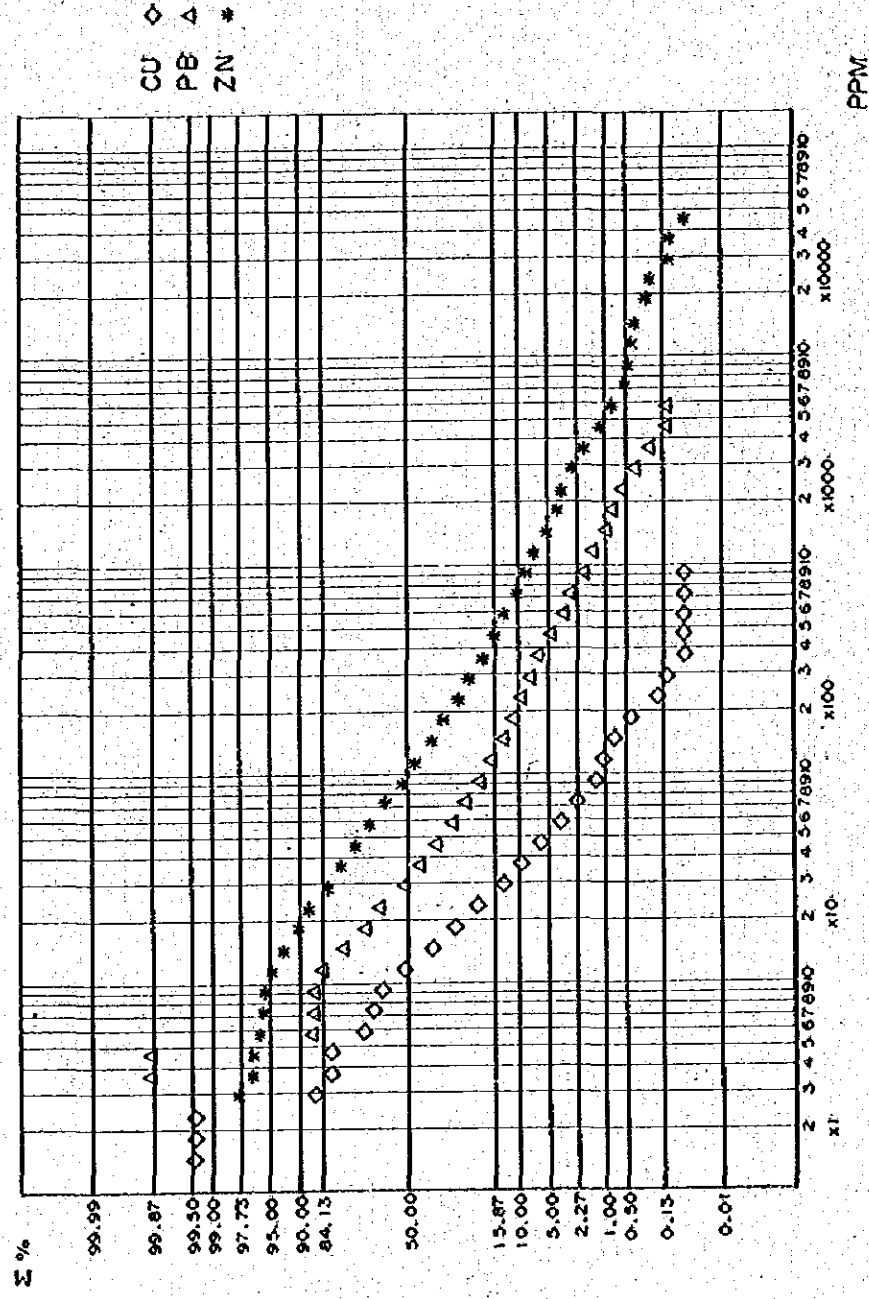
ME: Nerved Formation
 CH: Chonta Group
 OR: Oriente Group
 NI: Niua Group

TY: Tertiary
 TR: Tertiary
 MP: Cretaceous

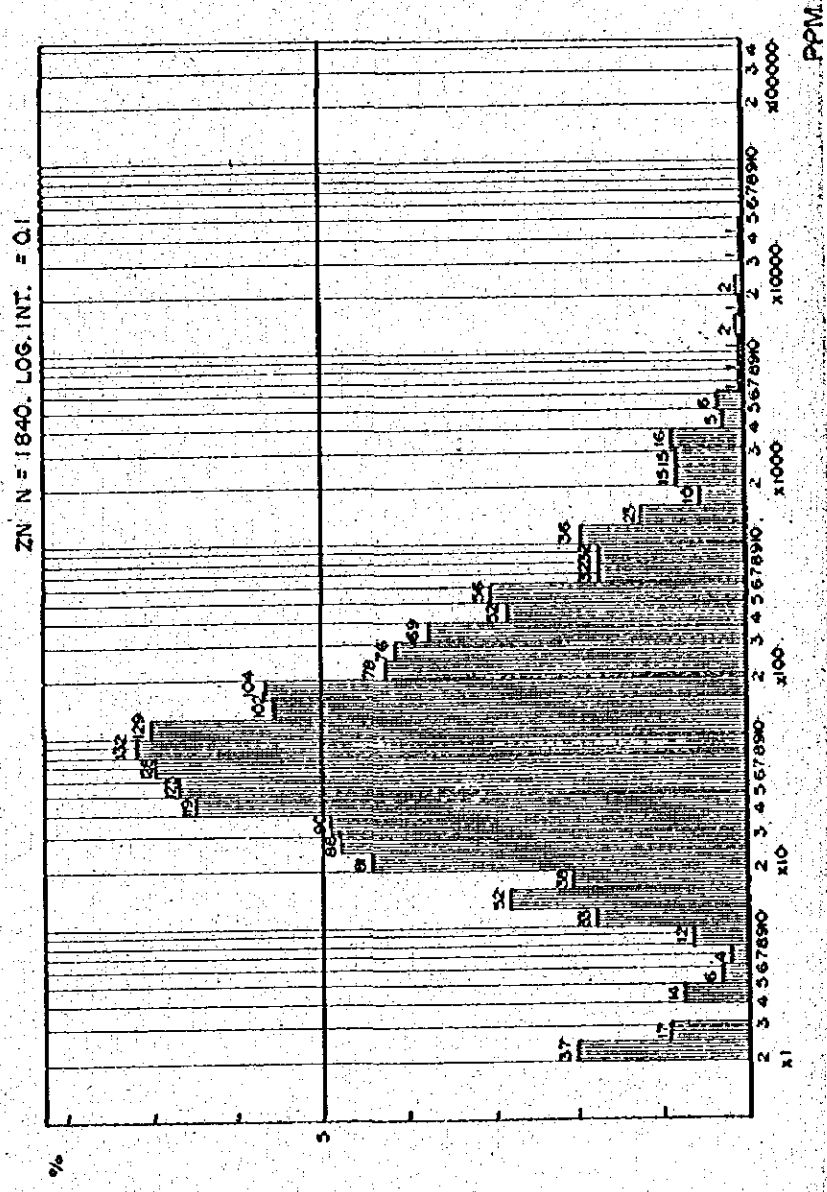
CO: Cretaceous
 MO: Jurassic
 DI: Diabase complex

Volcanic Breccia
 Monzonite porphyry
 Quartz - porphyry
 & Granite - porphyry

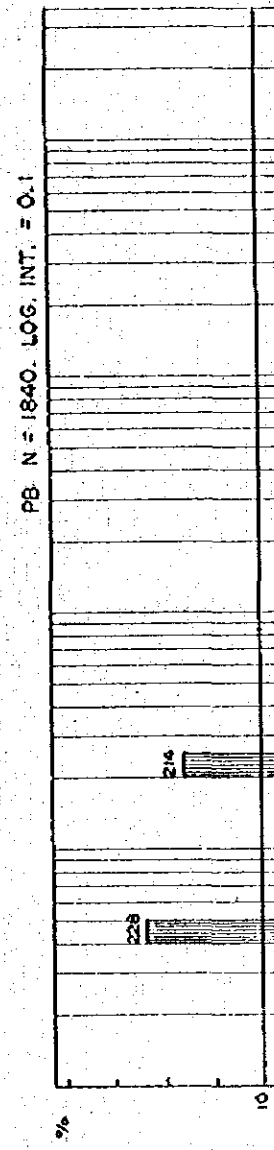
CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION FOR CU, PB AND ZN (Soils)



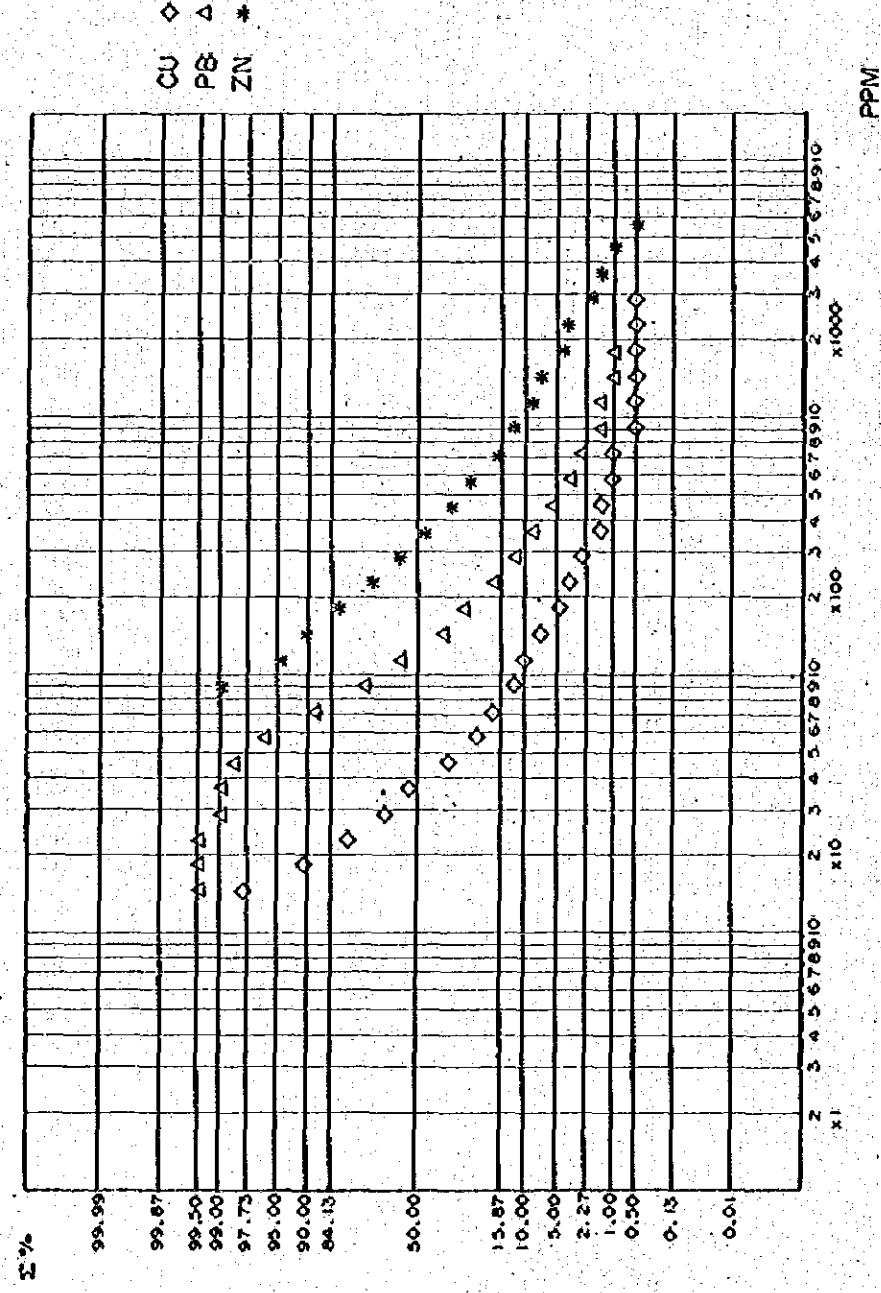
HISTOGRAM FOR ZN



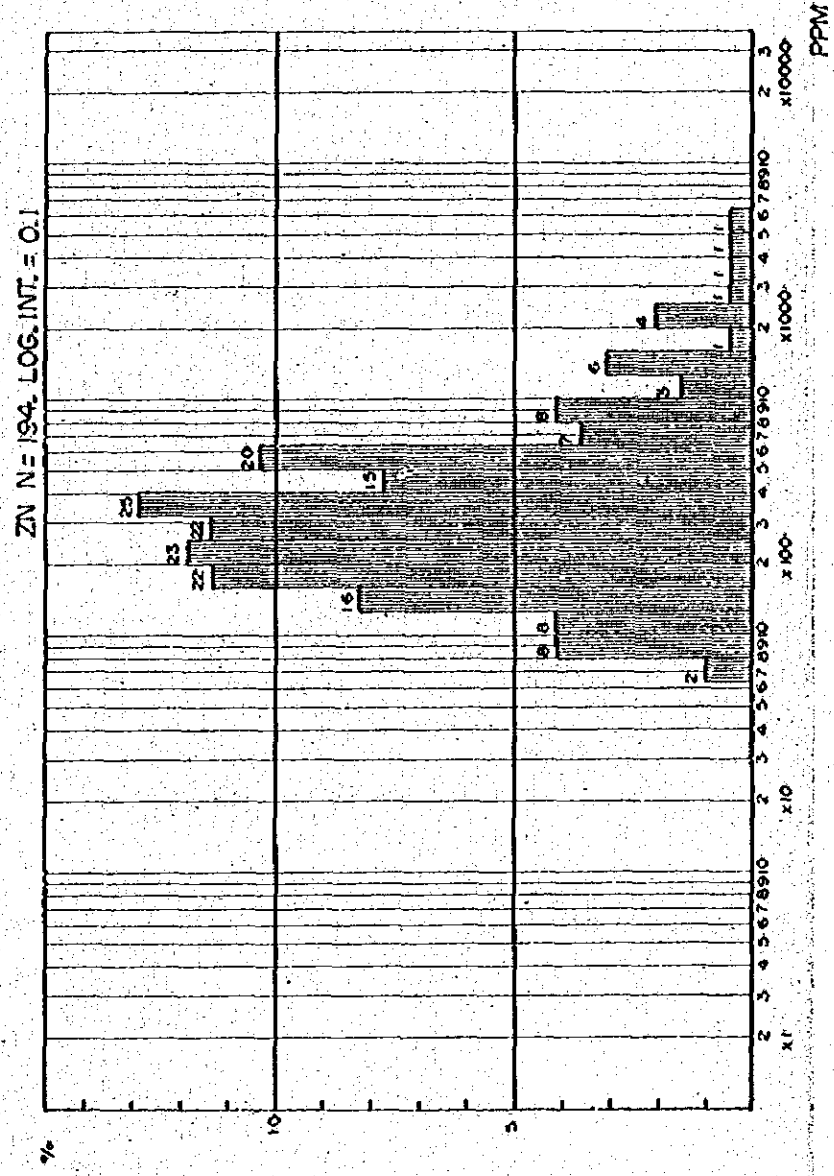
HISTOGRAM FOR PB



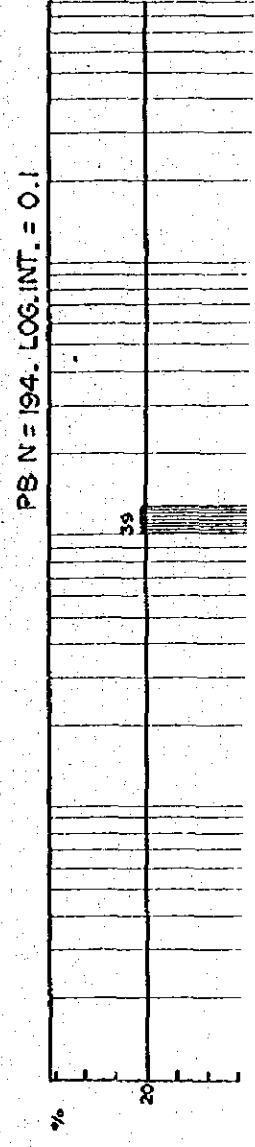
CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION FOR CU, PB AND ZN (Carbonate Rocks)



HISTOGRAM FOR ZN



HISTOGRAM FOR PB



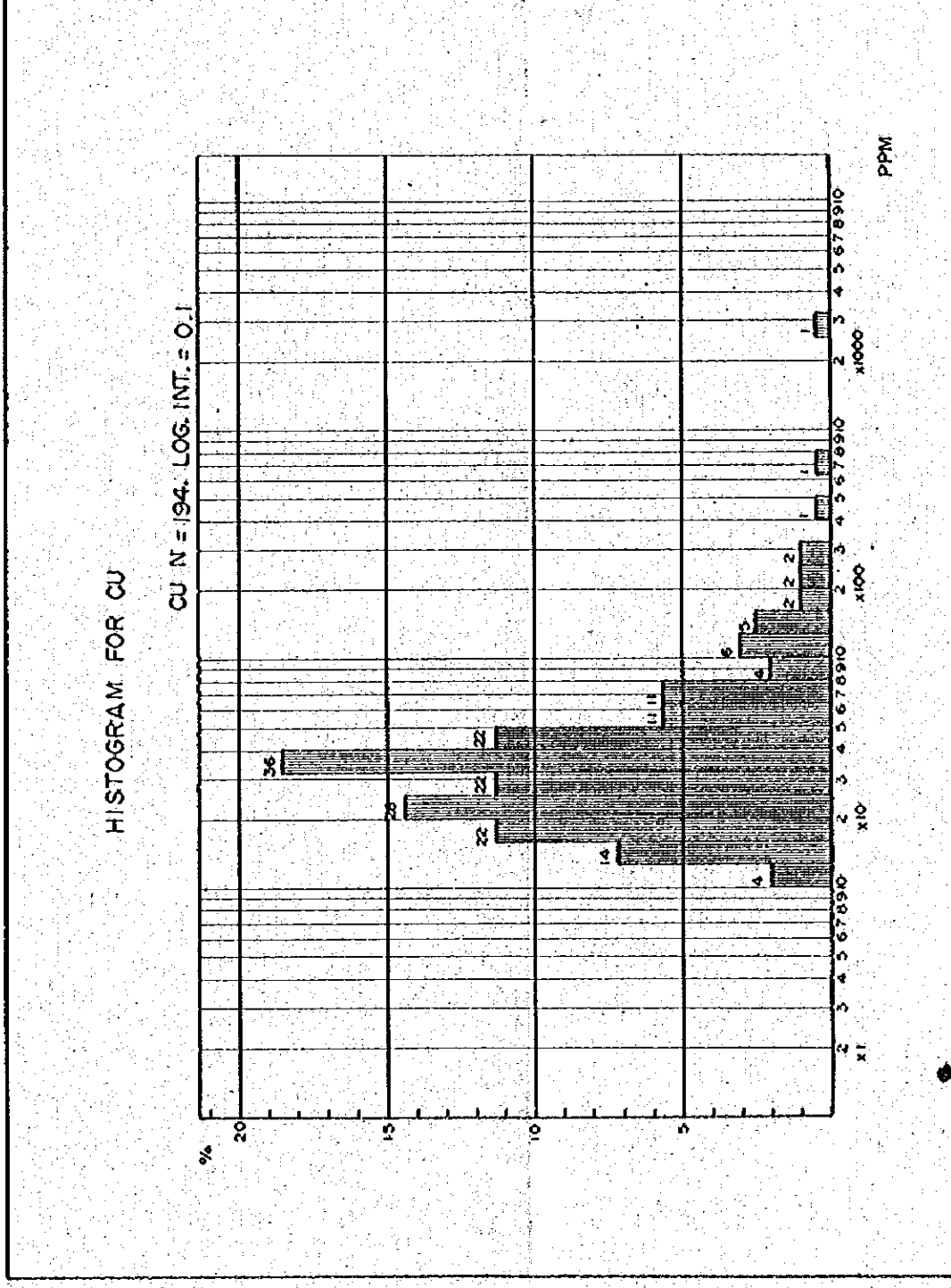
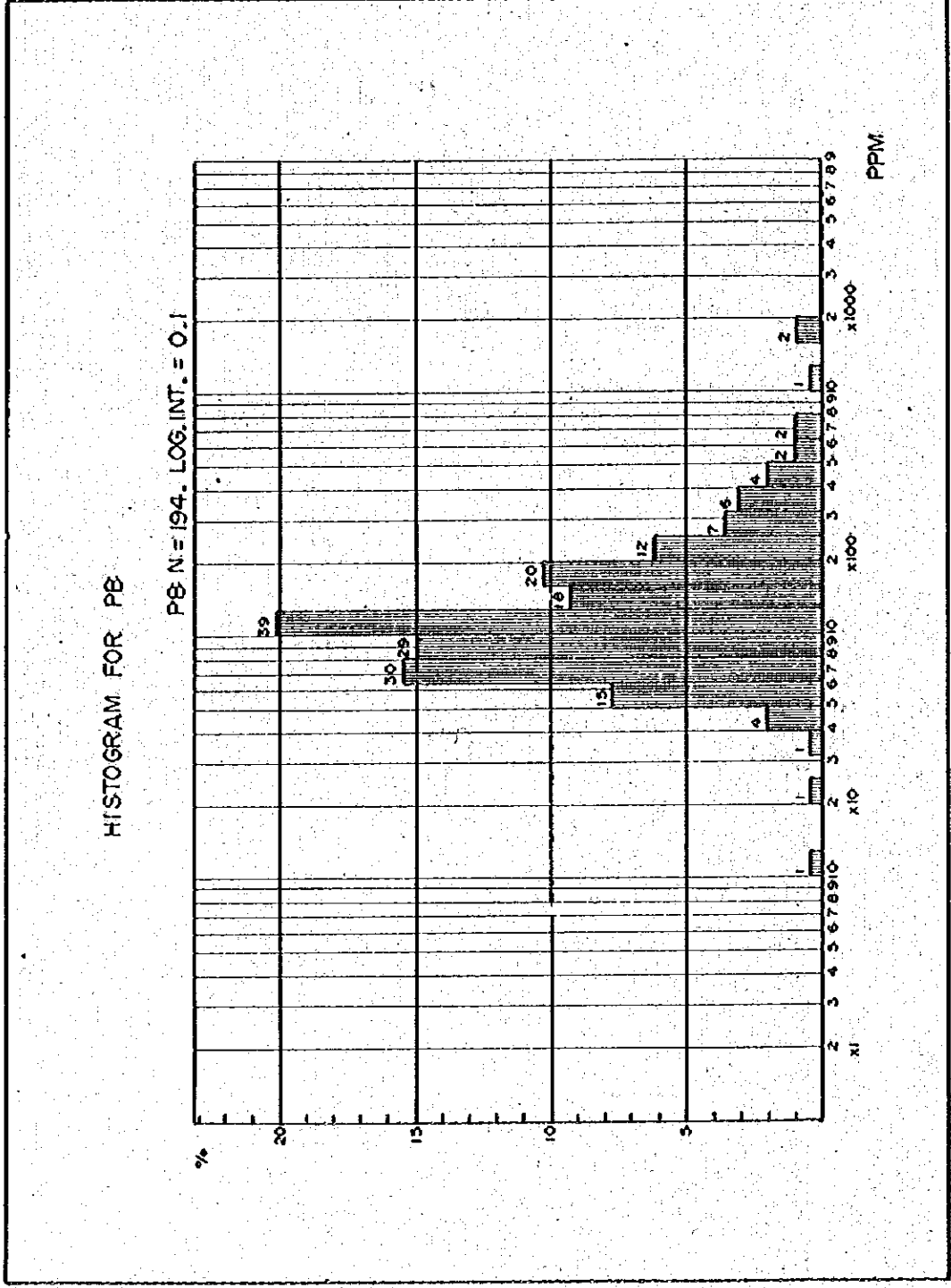
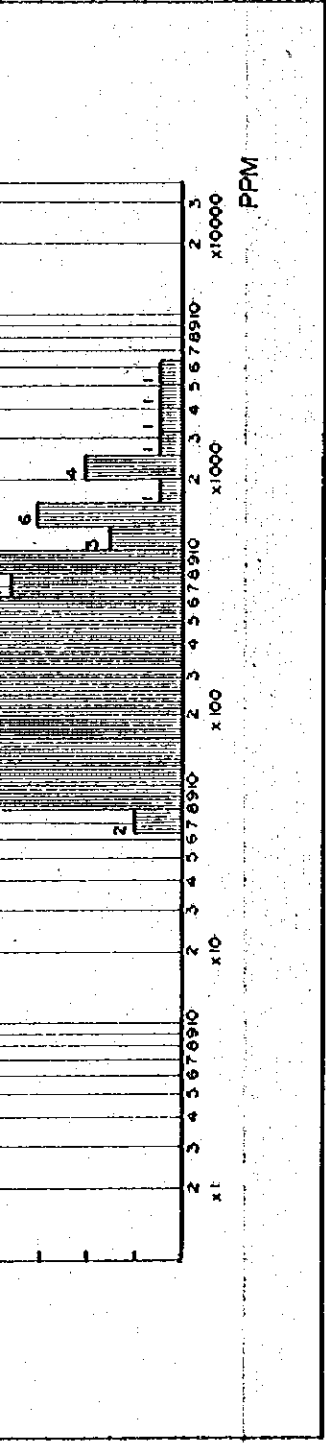


Fig. 8B Cumulative Frequency Diagram and Histogram for Cu, Pb and Zn on Carbonate Rocks in the Detailed Survey Area

Pucara ドロマイトからの土壤	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
バックグラウンドのしきい値(M)	11	82	220
弱異常帯のしきい値	26	344	1,230
強 # #	63	1,464	6,866
Pucara 石灰岩からの土壤			
バックグラウンドのしきい値(M)	10	41	153
弱異常帯のしきい値	26	153	677
強 # #	68	567	2,802

となり、異常値の抽出は上表にもとづき以下の値とした。

	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
弱異常帯のしきい値 (i')	30	120	400
強異常帯のしきい値 (t)	70	450	2,000
特強異常帯のしきい値 (2t)	140	900	4,000
補助しきい値 (t'')	—	—	1,000

ここでZnの弱異常帯のしきい値400ppmは、1975年、1976年にわたって行われた予察調査の強異常帯のしきい値に対応している。予察調査とこの地質精査とのしきい値の差は、サンプルングの対象が異なることによるものである。

なお、Znについては補助しきい値として $M+1.5\sigma$ に相当する1,000ppmを置いた。

また、地層別または岩相別の異常値の分散の状況をTable 3Bに示した。

(2) 炭酸塩岩

炭酸塩岩の解析結果も土壤のようにTable 2BおよびFig. 8Bに示した。これらによるとCuおよびPbは高値異常型の傾向が、特にPucara層群の石灰岩において認められる。一方Znも弱い高値異常型を見せているが、対数正規分布に近い。したがって、炭酸塩岩のしきい値累積分布曲線より求めた。

計算表から求められた平均値(M)と弱異常帯および強異常帯のしきい値($M+1\sigma$, $M+2\sigma$)は、

全炭酸塩岩	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
バックグラウンドのしきい値(M)	37	121	329
弱異常帯のしきい値 (i')	80	240	752
強 # # (t)	177	476	1,720

Table 4. Geochemical Anomalous Areas by Soil Samples in the Detailed Survey Areas

Name	Cu		Pb		Zn		Remarks	
	Classifi- cation	Area km ²	Number of Anomalous Samples		Area km ²			Classifi- cation
			>t	>2t	>t	>2t		
Huacabamba	-	-	-	-	-	-	-	
Quillazu	-	-	-	-	-	-	-	
Oxapampa - A	VV	0.2	1	1	0.8	16	Dolomite II, III.	
" - B	VV	0.1	1	1	1.5	10	Between Dolomite II, III and quartz porphyry	
" - C	-	-	-	-	1.4	22	Dolomite II	
" - D	-	-	-	-	1.3	21	Dolomite IV	
" - E	-	-	-	-	2.3	21	"	
Pucagano - A	-	-	-	-	0.5	15	Dolomite I, II and III.	
" - B	-	-	-	-	0.2	3	Dolomite I	
Churmuza	M	1.0	5	-	0.1	5	Along the mineralized fissure in Pucara Group	
Pachita, Calaya	M	1.5	8	1	0.4	12	"	

S: STRONG ANOMALY
M: MODERATE ANOMALY
V: VEAK ANOMALY
VV: VEERY VEAK ANOMALY

Pucara ドロマイト	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
バックグラウンドのしきい値(M)	32	111	281
弱異常帯のしきい値(t')	62	199	578
強 # # (t)	121	358	1,186
Pucara 石灰岩			
バックグラウンド (M)	45	144	420
弱異常帯のしきい値(t')	113	305	1,063
強 # # (t)	285	645	2,693

であり、異常値の抽出は上表にもとづき以下の値とした。

	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
弱異常帯のしきい値(t')	80	240	700
強異常帯の # (t)	180	500	1,700
特強異常帯 # (2t)	360	1,000	3,400

3-3 地化学的異常域

前節に示した土壌サンプルのしきい値によって、地化学的異常域を抽出した。それらはPLII-4, 5, 6, 7およびTable 4に示した。異常域の抽出の場合の強度は、それぞれの異常域に含まれる点の数により以下の如く定めた。

鉛・亜鉛の場合

	t'	t	2t
強異常域	10	5	2
中異常域	5	2	-
弱異常域	3	-	-

銅の場合

	t	2t
強異常域	10	5
中異常域	5	2
弱異常域	3	

但し銅の場合、弱異常のしきい値(t') 30 ppmは予察調査でのしきい値(t) 70 ppmより劣るので強異常のしきい値(t) 以上を対象として抽出した。

3-4 結果の検討

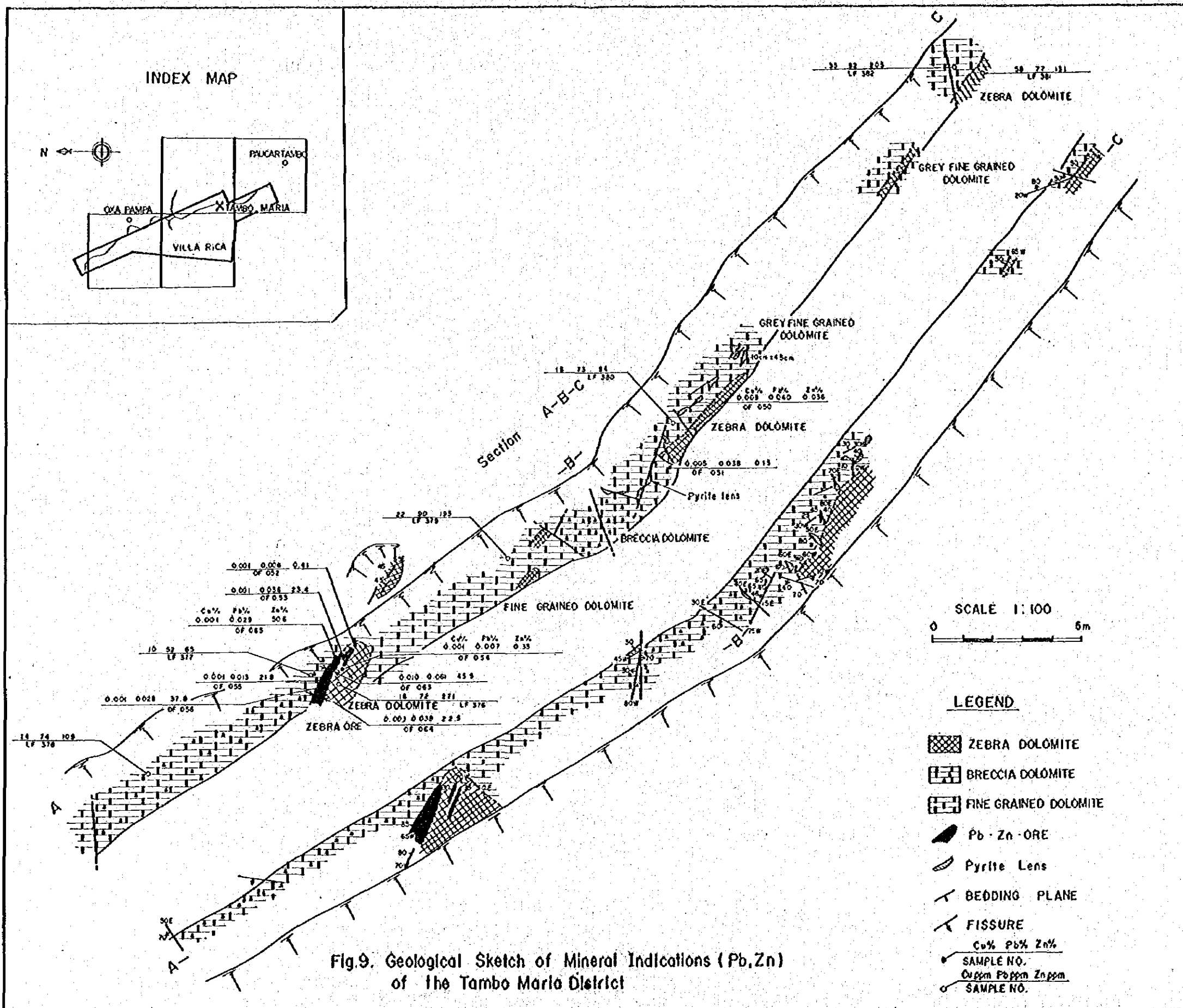
(1) 土壌サンプルによるCuの高異常は大部分がPucara層群中に集中し、そのほかではMita層群とジュラ紀の閃緑岩にやや高い値が見られる。(Table 3B) 地域的にはいづれも銅鉱化や鉄化作用による焼けが見出されるところの周辺である。Pichita Caluga 地域の北部では、Mitu層群・Pucara層群の中の断層沿いに幅20cmの銅鉄化が認められ、その周辺には銅を含む鉛・亜鉛の脈状鉄化の転石も認められる。またChurmazu付近でもNWW-SEE方向の断層周辺には赤鉄鉄焼けた転石も認められる。

したがってこれらの地域において、高い値を示すサンプルは熱水性の鉄化作用のあったことを表わしているものと考察される。また、Tambo Maria 付近では第三紀のモンソニ岩がPucara層群を貫いておりおづかの銅を伴うスカルン化、そしてモンソニ岩自体Cuを伴うことは先にも述べたが、この岩体およびその周辺で高い値を示すサンプルがあった。Cu鉄化を直接見出さなかったところでは、Oxapampa 北西部のドロマイトが分布するところで、Pb・Znの異常とともにやや高い値が認められた。

(2) 鉛および亜鉛の異常はPucara層群に高い値が極めて多く、次いで花崗斑岩石英斑岩などの白亜紀～第三紀の斑岩類に比較的高い値の多いことが明らかになった。

地質調査の結果と対照すると、Pucara層群の中の異常はその殆んどが調査地域の西側に偏っており、Oxapampa 以北ではドロマイトの走向に沿って比較的伸長性があり、Oxapampa 以南でも小さい異常の集合体から構成される異常域は、ドロマイト層中に分布している。さらにこれらの異常域は西側に分布する火成岩体から水平的に2Km以内のところに対応している。

一方、Tambo Maria で発見されたZn示徴は今回の地化学探査サンプルの解析結果のしきい値以下のサンプルが殆んどであった。これについては露頭が直接頭われている場合、非常に溶けにくいこと、特にTambo Maria の示徴のように黄鉄鉄を余り伴わないような場合、さらに溶けにくいことによるものと思われる。また西部の高い異常域では地形的にやや平坦であるが、ここでは比較的急峻であることから溶解したZnの濃集がなかったことにはなるのではないかと考察される。このことは、鉄床露頭があり、地形的により急峻であるSan Vicente鉄山付近でも言えることで、稼行中の鉄床付近に横って見るとZnの最高値1322ppmを示すサンプルもあったが、そのほかのサンプル13個の平均は89ppmにすぎないことでもうらやけられよう。



第4章 Pucara 層群中の鈳化作用

調査地域内には、(1) Pucara 層群中の層状鈳化作用、ならびに(2)鈳染状鈳化作用があり、そのほか第三紀のモンゾニ岩に伴われて(3)斑岩銅鈳化と、数地点における(4)脉状鈳化とがある。(4)については、第1部で総括しておいたので、ここでは省略し主として(1)、(2)、(3)について考察する。

4-1 Pucara 層群中の層状鈳化作用

1976年5月調査では、Oxapampa 南方の Tambo Maria 付近において、ドロマイト中の層状鈳化作用を確認し、1976年8月調査ではその付近を含めて精査を行った。(Fig. 9)

Tambo Maria 付近における層状亜鉛鈳は、細粒ドロマイト中に発達した角礫状ドロマイトと縞状ドロマイトとの境界部付近において、縞状ドロマイト寄りのところに幅2.5cm~3.5cm、延長約2mで胚胎されていることが確認された。縞状ドロマイトは、セブラドロマイトと呼ばれているもので白色と灰色~暗灰色との縞をなした結晶質ドロマイトである。このセブラドロマイトはこの付近では細粒のドロマイトの中において一様に発達するのではなく、細粒のドロマイトの中でところどころに発達し、時に細長くレンズ状に伸長しているところもあるが、鈳微発見地の如く塊状で存在するところもある。

閃亜鉛鈳は、淡褐色を呈し比較的粗粒(2~3mm)で白色と灰色のドロマイトの縞の部分の白色ドロマイト寄りのところにある。鈳石部(平均幅3.0cm)の平均品位は、Cu 0.005%, Pb 0.048%, Zn 32.1%であった。

また亜鉛示徴の南方約15mのところには、細粒ドロマイトの中と、その中に小裂か沿いに種々の方向性をもった黄鉄鈳のレンズ群(最大4.5cm×1.0cm)があったが、閃亜鉛鈳など鈳石鈳物は全く認められなかった。

一方、San Vicente鈳床での鈳石部の産状は、1975年9月調査の調査報告にくわしく述べられているが要約すると、前述の Tambo Maria 示徴とやや異つていえる。縞状ドロマイトに作られる閃亜鉛鈳は、白色から暗灰色のドロマイトに向って結晶の粒径は除々に小さくなり黒色ドロマイトの中心では微細な鈳染状となっている。また Tambo Maria のように鈳体近くに黄鉄鈳を見出すようなところもなく、黄鉄鈳は閃亜鉛鈳の包有物として含まれるに過ぎない。

4-2 鈳染状鈳化作用

このタイプの鈳化帯は調査地域では Oxapampa 西部から Pusaguno にかけて分布する石英斑岩・花崗斑岩などの斑岩類と花崗岩類など白亜紀以降に貫入した火成岩の周辺の Pucara 層群の中に認められた。Quillazu 西方では、花崗斑岩との接触部およびやや離れたところのドロマイト

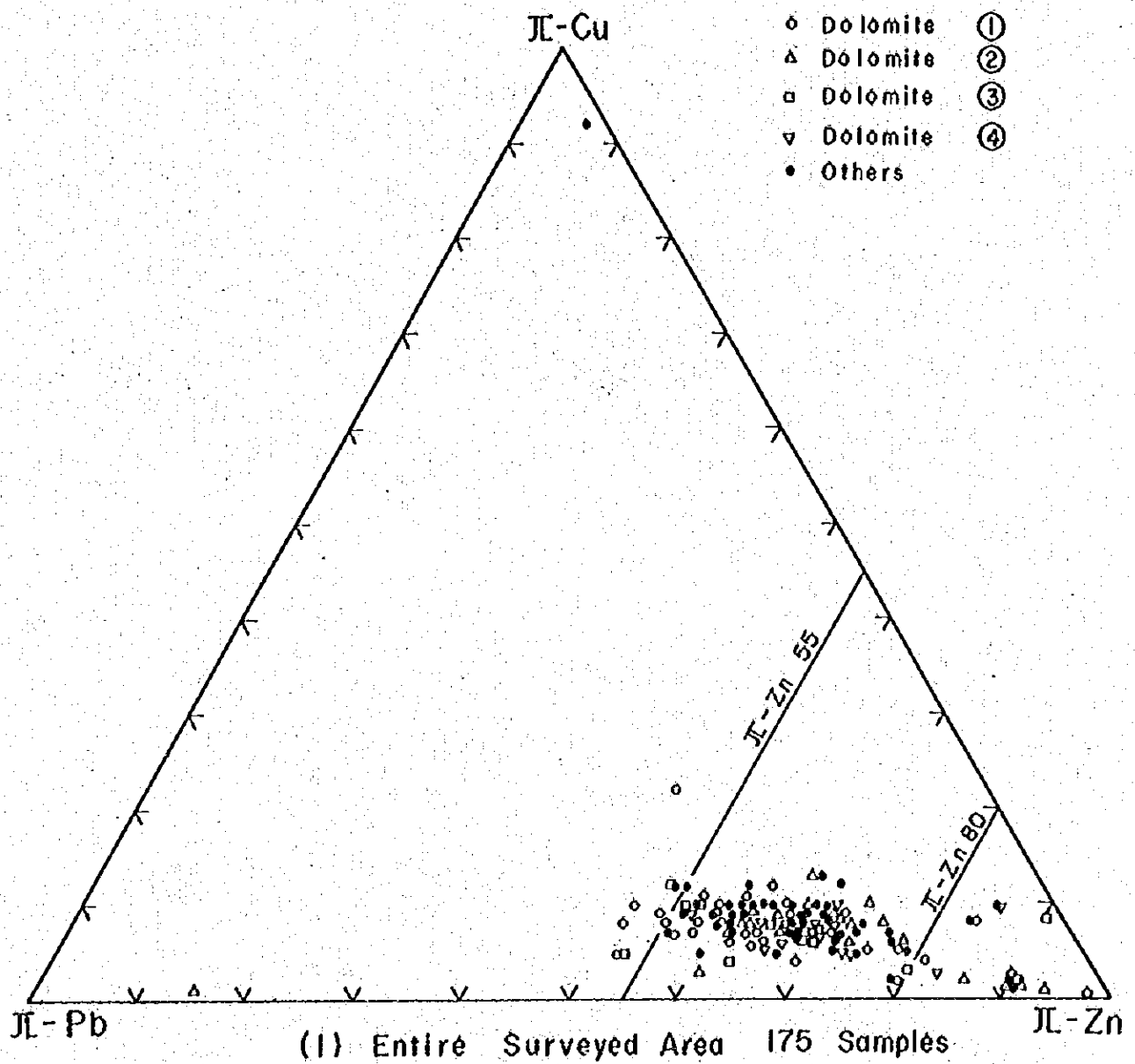
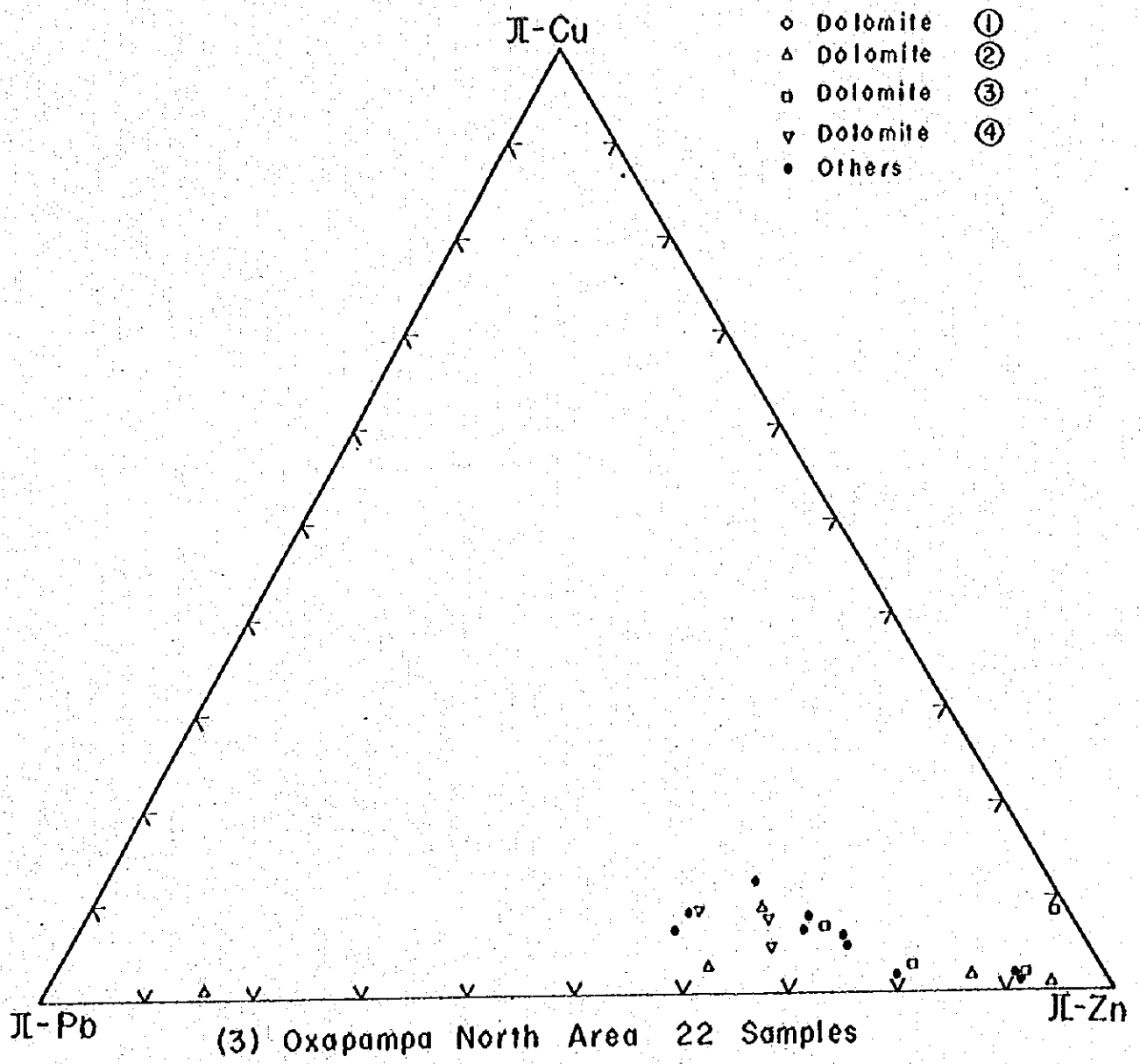
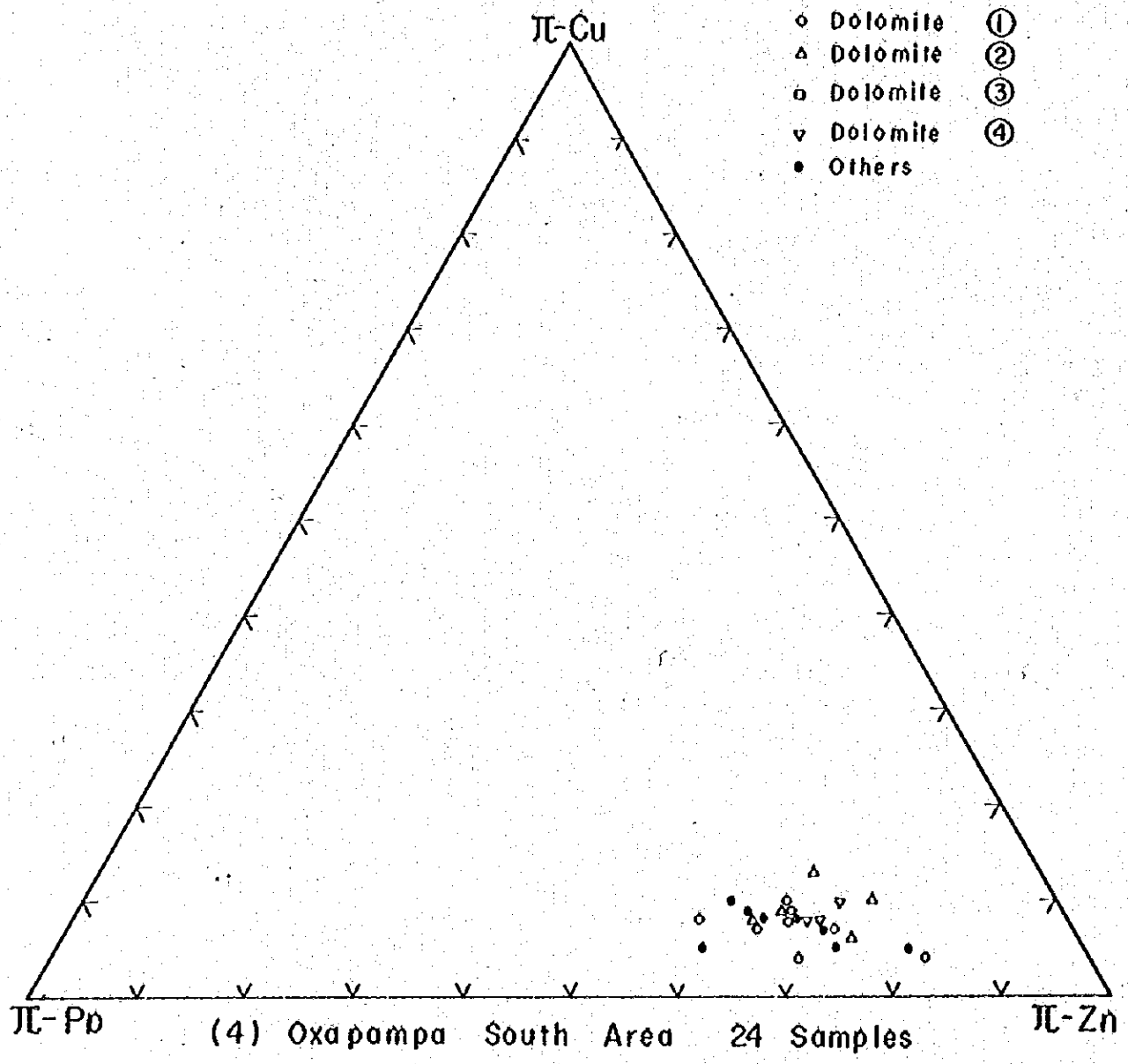
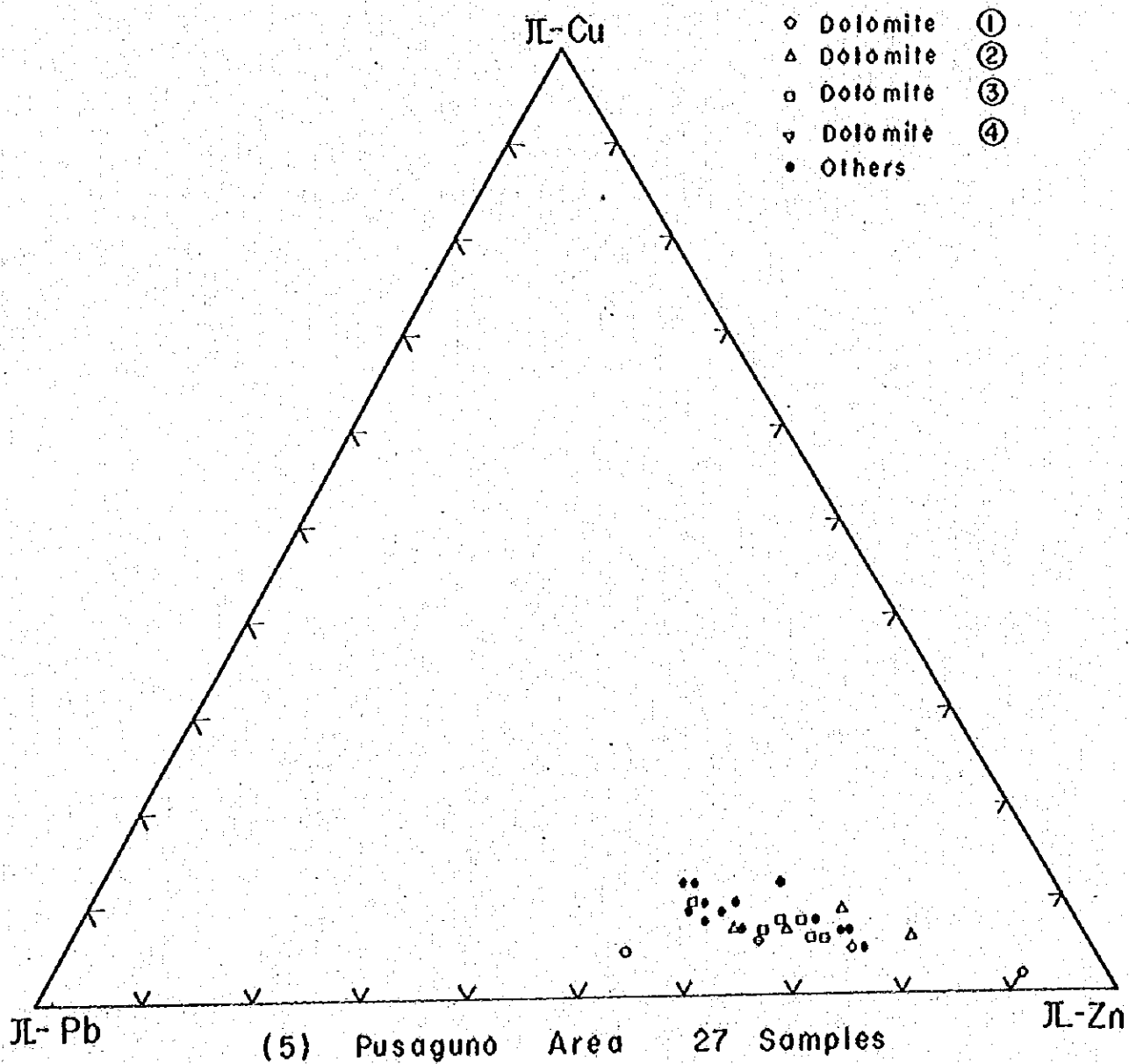
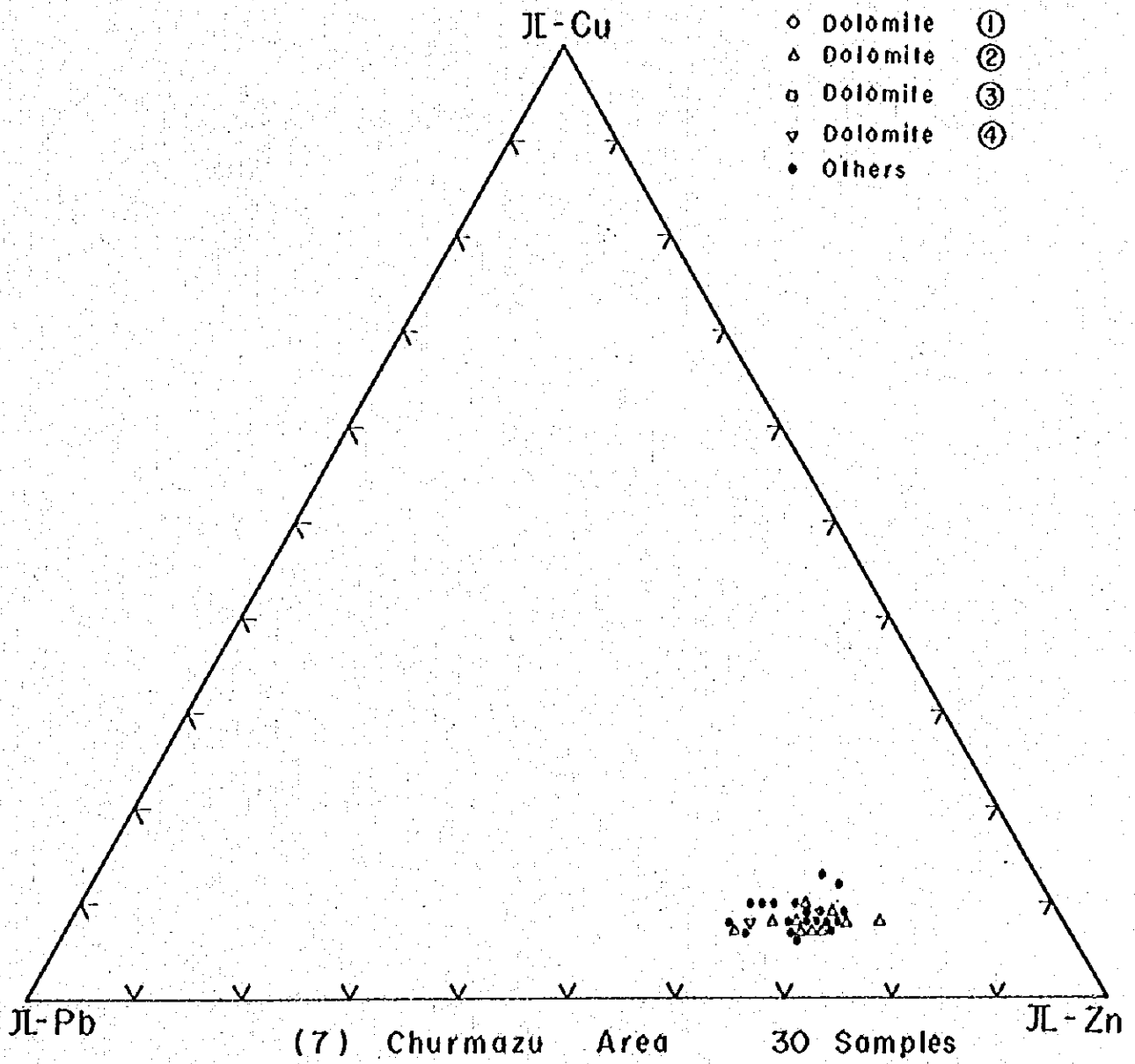


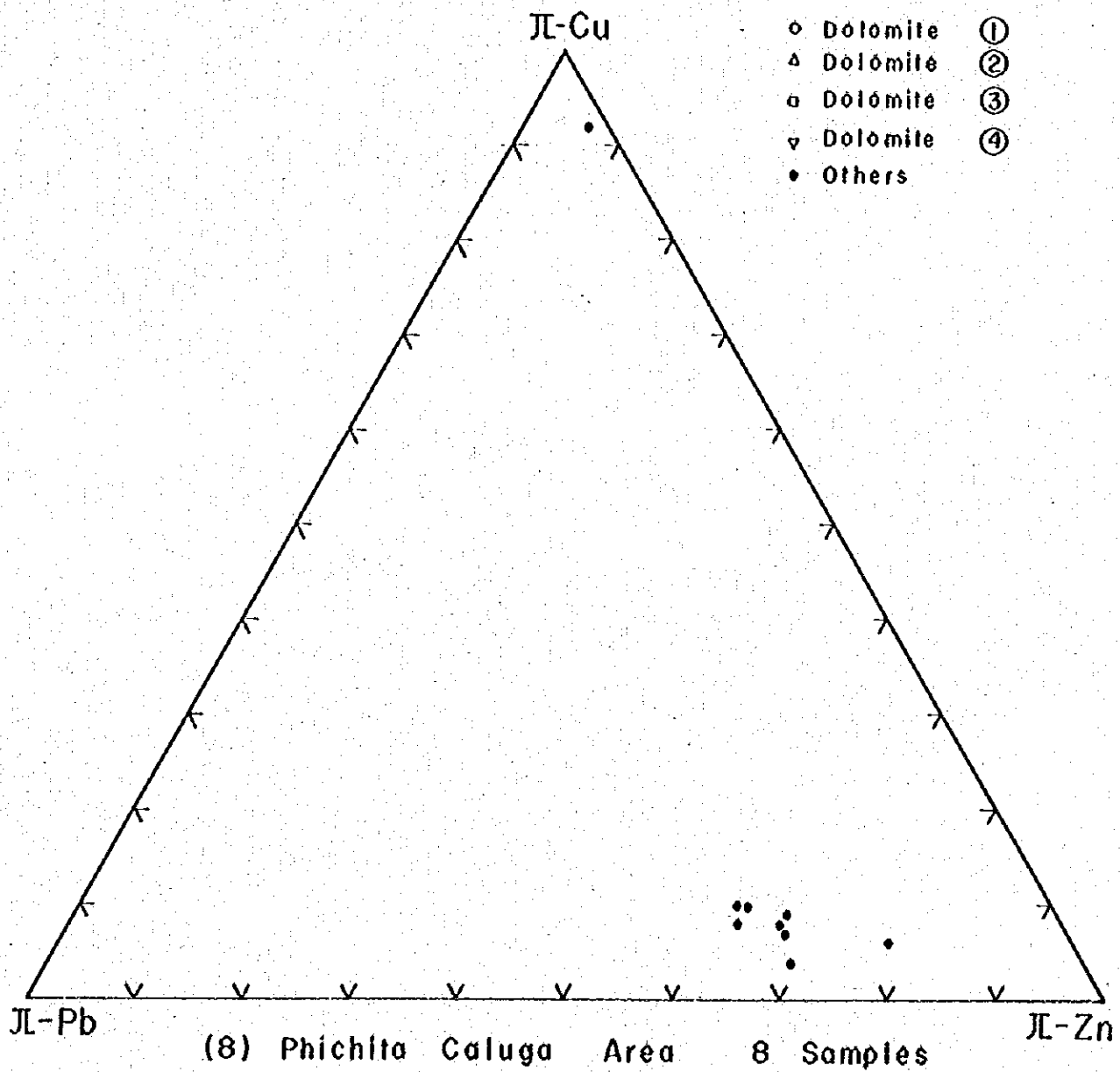
Fig.10 Ternary Diagrams of Minor Elements Ratio (Cu-Ratio) on Carbonate Rocks











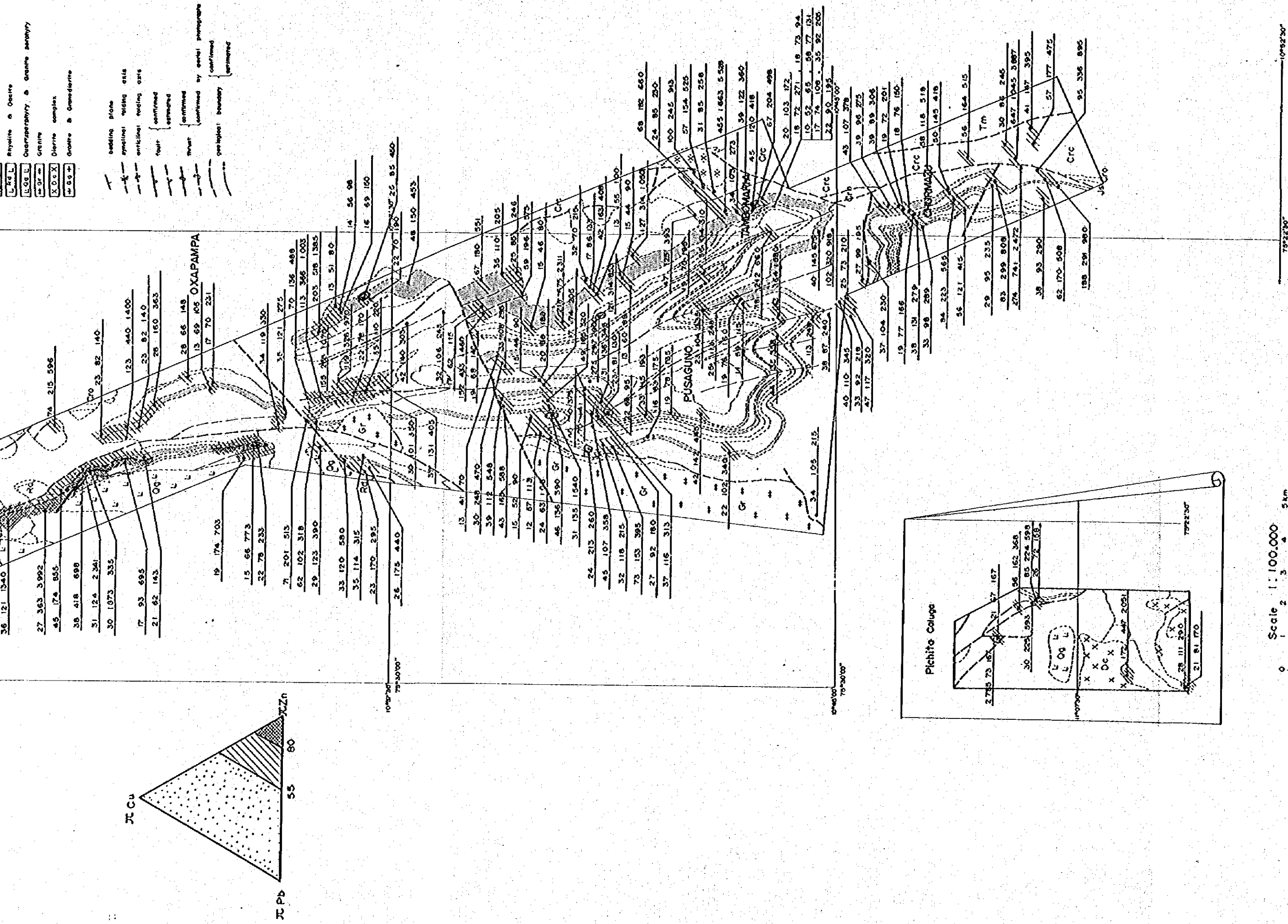


Fig. 11 Geochimical Anomalous Area of J1-Ratios in the Detailed Survey Area

中に方鉛鉱を主体とした鉛微が見出された。いずれも方解石の細脈またはベッチに伴われたものである。この火成岩類の貫入に伴って、被貫入岩である Pucara 層群は全く変質を蒙っておらず、また鉛微を認めた石灰岩やドロマイトも変質していない。また転石ではあるがドロマイト中の方解石細脈に閃亜鉛鉱を認めた。

これらの鉛化示徴を発見したところは、概ね中部ドロマイト石灰岩層のドロマイト層および層に沿ったところで、土壌による地化学探査異常も調査地域の中で最も高いところであるが、前述のような微弱な示徴を認めただけであった。

4-3 モンゾニ岩に伴われる斑岩銅鉛化作用

この鉛化作用は、Tambo Maria 付近において、1976年5月調査で発見されたものでその内容は、調査報告4-2-1にくわしく述べられている。この鉛化作用は、第三紀のモンゾニ岩類(第一部2-3-3)と Pucara 層群との接触部に黄銅鉛と若干の閃亜鉛鉛を含む高温型の鉛化作用を伴いモンゾニ岩体にも磁鉄鉛・黄鉄鉛のほか若干の赤鉄鉛および銅藍を認めた。黄鉄鉛には稀れに閃亜鉛鉛の包有物が認められた。

このモンゾニ岩は Oxapampa 東方では Chonta 層群を貫く岩株として認められたが、ここでは鉛化・変質などは、はっきりしなかった。

4-4 炭酸塩岩中の微量成分

4-4-1 微量成分の分布傾向

土壌のほか主として Pucara 層群中の炭酸塩岩試料も採取し、銅・鉛・亜鉛3成分の分析を行いこれらの結果を Table 16B に示した。炭酸塩岩中の各元素の挙動を見ると、

- (1) Cu は 400 ppm 以上の値を示すサンプルが数個あったのみで他は低く大部分の分析値は 80 ppm 以下であり。
- (2) Pb も 600 ppm 以上がところどころにあったが、概して 200 ppm 以下であった。
- (3) Zn についても Tambo Maria 付近における鉛化示徴の平均 21.4% を最高位とし、そのほかは 1000 ppm 以上を示すサンプルが Tambo Maria や Oxapampa 西部などに認められたが大半は 300 ppm 以下であった。

炭酸塩岩の層準内において、また上下層準間における微量成分の分布傾向を把握するため Cu, Pb, Zn の分析値の百分比を求め三角ダイアグラム (Fig. 10) に示した。三元素の分析値の百分比は、炭酸塩岩に含まれる元素の濃度を量比に変えそれによりそれぞれの元素の濃度の変化を表現しようとし試みた。これらの比率を π Cu, π Pb, π Zn と呼ぶこととする。

これによると大部分のサンプルは π Cu : π Pb : π Zn 比率において 5 : 15 : 85 と 10 : 35 : 55

の2点を長軸とする楕円形状の範囲内(通常範囲と呼ぶ)の比率を有し、通常範囲より $\pi Z n$ の高いサンプルが、また $\pi Z n$ の低いサンプル(これらを異常値と呼ぶ)が10数個認められた。この傾向を地域別に見ると、(Fig. 11)

(1) Tambo Mariaの鉄微地付近では、ドロマイトI層中に胚胎するZn示徴は異常値の中心となっており、その上盤側の示徴と直接接したところからやや離れたところまで $\pi Z n$ の低い異常があった。

(2) これに対し、Oxapampa西部ではZnの異常の頂点、地点には鉄微は見出せなかったが、2300 ppm, 4000 ppmと極度に濃集した $\pi Z n$ の高い異常は3ヶ所に認められ、またその中には πPb の高いところもあり前述のような鉄微も認められた。これらの異常なサンプルは概ねドロマイトI層およびII層に集中していた。

(3) Pusaguno付近でも $\pi Z n$ の高い異常がドロマイトI層の中に1箇所あったほか $\pi Z n$ の低い異常値も2ヶ所に見出された。

(4) そのほかHuancamba, Churmaz および Pichita Calugaでは πCu の高いのが1例あっただけで殆んどすべて通常範囲の値であった。

4-4-2 微量成分の分布についての地質的考察

炭酸塩岩に含まれるCu, Pb, Znの分布傾向を地質的に考察すると以下の如くである。

(1) 炭酸塩岩の多くの分析値は通常範囲内の π 比率を示していた。

これは、この地域の炭酸塩岩が含有する重金属は量的にはかなり差もあるが、常に同じ比率を有するバックグラウンドのような固有の値と見做される。しかも調査地域内においてHuancabambaとPichita Calugaとの間のように約60 Kmの巨難的差異があっても、またドロマイトのI層とII層という様に堆積時代に差異があっても、同一の割合にあることは興味深い。この炭酸塩岩の中で、3元素がどのような形で存在するかについては、今回の調査では明らかに出来なかった。

(2) 異常はその殆んどがドロマイト層準の分布と重複していた。これはドロマイトの大半が再結晶しており、更に後述する縞状構造や角礫状構造の構造的要因による形成と関連し金属元素が移動しやすかったため、主としてドロマイトの中において選択的に濃集したものと考察される。

(3) Tambo Maria, Oxapampa付近における異常値の分布からPb, Zn元素は、狭い範囲内における鉄石の帯状分布的傾向の存在がうかがわれた。これはその付近において明らかにPb, Zn元素に添加逸脱の移動があったことを示唆している。この移動には炭酸塩岩が元来含有していたPb, Znの移動と、火成活動に起因した添加とが考えられる。火成岩との関連性については、1975年9月調査によってSan Vicente鉄床は近接して買入した閃緑岩によって影

響を受けた富化作用が存在することを示唆しているが、Tambo Maria, Oxapampaにおいても異常値周辺には火成岩が存在しており、前述の状況や火成岩との位置的關係からその影響は無視出来ない。前述の如くTambo Maria付近のモンソニ岩は、明瞭な鉍化作用を伴っておりOxapampaにおいても斑岩類に接して鉛鉍染が認められており、火成岩類がSan Vicente型鉍床の形成に大きな役割を果していることは充分考え得ることである。

したがってこれらの火成岩類の活動の傾向を把握し、潜在を予測することは新しい鉍化帯の発見のためにも重要となって来た。いずれにしろ、狭い範囲内における炭酸塩岩中の微量成分の変動が潜在的な鉍床に結びつくものであるかどうか、今後の調査研究が必要である。その意味において既知鉍床のSan Vicenteが如何なる微量成分の変動を示しているか、比較対象として検討してゆくことも重要である。

なお、Oxapampaにおける鉛鉍染はSan Vicente縞状鉍を載って鉛脈の存在することが知られているので、San Vicente型鉍床形成の際鉛だけが鉍体中心部から外側域への移動ということも考えられる。

4-5 鉍床生成機構についての考察

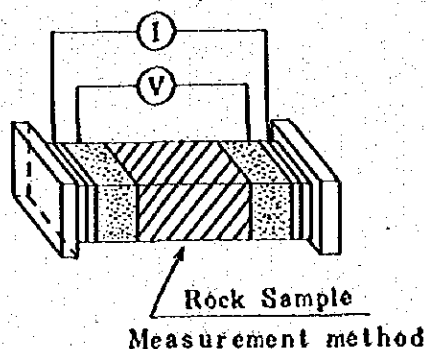
ドロマイトの中の縞状構造の形成は、1976年5月調査報告で考察したように、堆積後のダイアセネシスの一過程として形成されたもので構造運動の中で生じた空隙に沈澱した可能性が強い。方鉛鉍・閃亜鉛鉍としての鉛・亜鉛の濃集は、この縞状構造を形成した空隙沿いに黒色ドロマイトの周辺から沈澱したものである。鉛・亜鉛は炭酸塩岩が含有していたものの移動と火成岩からの添加によるものと考察したが、火成岩からの場合、硫化物として沈澱したものであろう。また炭酸塩岩の場合、元素含有されていたもののあり方が明らかでないので推定の域を脱しないが、仮りに炭酸塩或は、方解石・ドロマイトなどのCa成分を一部置換してあるような場合、必要な硫黄分は炭酸塩岩が持つ硫黄が供給されたものと思われる。

第5章 炭酸塩岩の物性測定

調査地域において今後の調査の一手法としての酸化帯の電気探査を実施する場合の適応性を調べるため調査地内より採取された岩石資料の電気比抵抗とIP効果の測定を実施した。測定岩石資料は63個であり、これらの岩石はドロマイト20個、石灰岩30個、縞状ドロマイト8個等の炭酸塩岩類で鉱石は炭酸塩岩中のほとんど鉄分を含まない閃亜鉛鉱を含むものの6個であった。

(1) 測定方法

岩石試料の物性測定は小型のIP発信機と受信機を用い下図に示すような配置で測定を行った。



使用周波数は2.5 Hzおよび0.3 Hz比抵抗値は2.5 Hzで測定した。岩石資料は成形後24時間水道水に浸した後に測定した。この方法による長所は当該岩石そのものを取り出して測定できるため当該岩石以外の要素は考えなくてよいことである。

しかし岩石を地層中から取り出して測定するため、地層内にある時と異った状態での測定となり物性測定上好ましい方法とはいえない。

したがってこの方法で得られた物性のデータは岩石間の相対的比較値として使われるべきものとする。

(2) 測定結果

岩石別比抵抗値・FE値をFig 15に示し、FE値、比抵抗値の関係を岩石別にFig 16に図示した。

測定結果より ①比抵抗については石灰岩、ドロマイトおよび縞状ドロマイト共に非常に高い類似した比抵抗値を示し、比抵抗値によってこれらの岩石を区別することは困難である。鉱石試料についても非常に高い比抵抗値を示しており、鉱石と他の岩石試料との区別もつけがたい。

②FE値については石灰岩で最高2.5のFE値を示した外は全般的に低いFE値を示し、さらに閃亜鉛鉱を含んだ鉱石・岩石共に低いFE値を示している。

(3) 測定結果の考察

以上の測定結果より鉱石がほとんど鉄分を含まない閃亜鉛鉱であり、他の硫化鉱物はごく少量含有するものであれば、このような地質的環境の中で電気的物性を利用する方法では探鉱することがむづかしいと云える。

一方、地表を覆う岩石が高比抵抗、低DEであることは、若しこの下部に閃亜鉛鉱以外の硫化鉱物が潜在しているとすれば、このような地域は電気探査により探鉱するのに最も適した地域であると云える。

現時点までの調査では、今回測定した岩石および鉱石がこの地域に分布している主なものと考えられ、これらがこの地域の代表的な母岩、鉱石の物性であり、この他に新しい事実が見出されなければ電氣的に鉱化帯を抽出することは不適當と考えられる。しかし現段階では未だこの地域での有望な鉱化地帯が必ずしも狭い範囲に絞られておらず、鉱化可能性の地域の抽出の段階とも云える。

また地質調査の結果この地域の鉱化は進入岩に関連することが考えられているので、堆積岩に覆われた地域に潜在する進入岩の形態を密度および磁性を利用して推定できるとすれば、有望な鉱化地帯の抽出に最も有効と考えられるのでさし当り電気探査を採用するより重力および磁気探査の採用を検討すべきと考える。

なお参考までに、1976年5月および8月調査にて採取した代表的岩石の密度の測定結果をTable 18に示した。この結果を岩相別に大別すれば、

噴出岩	斑岩	$\rho = 2.55$
	砂岩	$\rho = 2.60$
堆積岩	石灰岩	$\rho = 2.69$
	ドロマイト	$\rho = 2.79$
進入岩	花崗岩	$\rho = 2.60$
	閃緑岩	$\rho = 2.88$

となり、噴出岩、堆積岩、閃緑岩（中性～塩基性進入岩）の順に密度が大きくなる傾向が認められる。さらに、これらの岩相の中では、閃緑岩の磁性の強い事が予想されることから、重力および磁気探査の併用により上述した通り閃緑岩の分布形態を明きらかにすることが可能であろう。

APPENDICES

LIST OF APPENDICES

- Table 5. List of Rock Samples.
6. Microscopic Observation of the Thin Sections.
7. Microscopic Observation of the Polished Sections.
- Fig. 12. Microphotographs of Rocks and Ores.
- Table 8. Chemical Composition of Ore Samples.
- " 9. Chemical and Normative Composition of Igneous Rocks.
- " 10. Radiometric Ages of Igneous Rocks.
- " 11. List of Fossils.
- Fig. 13. Photographs of Fossils.
- Table 12. Results of Pollen Analysis.
- Table 13. Results of X-Ray Diffraction Test.
- Fig. 14. Chart of X-Ray Diffraction Test.
- Table 14. Flow Sheets of Chemical Analysis.
- " 15. Contents of Minor Elements.
- 16A. Contents of 3-Elements in Soil and Stream Sediments of the Reconnaissance Area.
- 16B. Contents of 3-Elements in Soil and Carbonate Rocks of the Detailed Survey Area.
- Table 17. Resistivities and Frequency Effects of Rock Samples in the Surveyed Area.
- Fig. 15. Distributions of Resistivities and Frequency Effects by Laboratory Measurement.
- Fig. 16. Correlations between Resistivity and Frequency Effects in Laboratory Measurement.
- Table 18. Density Measurements of Rock Samples in the Surveyed Area.

Table 5. LIST OF ROCK SAMPLES

<u>Geological Index</u>	
<u>Sedimentary rocks</u>	<u>Igneous rocks</u>
Quarternary (gravel & sand)	QU
Merced Formation	ME
Contamana Group	CO
Huayabamba Group	HU
Vivian Formation	VI
Chonta Group	CH
Oriente Group	OR
Sarayaquillo Formation	SA
Pucara Group	PU
Mitu Group	MI
Copacabana - Tarma Group	TA
Ambo Group	AM
Excelcior Group	EX
Basement Complex (gneiss & schist)	BC
	TV
	TM
	TR
	MP
	CG
	MD
	PG
	PC

Volcanic Breccia
 Monzonite porphyry
 Rhyolite & Dacite
 Quartz-porphyry & Granite porphyry

Tertiary

Cretaceous

Jurassic

Permian - Triassic

Granite

Diorite complex

Granite & Granodiorite

Granodiorite complex

(Samples of the Reconnaissance Area)

(1)

Sample No.	Field No.	Location	Geological Unit	Rock Name	Thin section	Polished section	Chemical analysis (ore)	X-ray	Dating	Chemical analysis (whole rock)	Fossil	Fallen	Minor element	Resistivity
214	S003	183	OR	Sandstone	○									
215	S004	183	CH	Limestone	○								○	
216	S006	186	CH	Shale	○									
217	S008	186	CH	Shale	○									
218	S012	186	PU	Dolomite	○			○					○	
219	S013	186	PU	Crystalline Dolomite	○			○					○	
220	S014	186	PU	Crystalline Dolomite	○			○					○	
221	S015	186	PU	Limestone	○								○	
222	S017	186	CH	Limestone	○								○	
223	S019	196	RU	Coarse Sandstone	○								○	
224	S022	206	RU	Banded Coarse Sandstone	○									
225	S027	123	CH	Sandstone	○									
226	S030A	123	TH	Mica-schist	○									
227	S030B	123	TH	Hornblende Gneiss	○									
228	S031	97	DC	Hornblende Gneiss	○									
229	S001	70	TH	Diorite Porphyry	○				○					
230	S002	200	RU	Sandstone	○									
231	S003	14C	PU	Limestone							○			
232	S004	200	VI	Sandstone	○									
233	S005	200	CH	Sandstone	○									
234	S008	200	OR	Sandstone	○									
235	S009	200	SA	Sandstone	○									
236	S012	19C	CH	Limestone	○								○	
237	S013	186	PU	Limestone	○								○	
238	S014	186	PU	Dolomite (Zebra)	○									
239	S015	15C	PU	Sandstone	○									
240	S018	14C	XD	Diorite	○									
241	S019	14C	MC	Micaite	○									

(2)

Sample No.	Field No.	Location	Geological unit	Rock name	Thin section	Polished section	Chemical analysis (ers)	X-ray	Dating	Chemical analysis (whole rock)	Fossil	Fallen	Minor element	Resistivity
242	B050	14C	MC	Dacite	○									
243	B052	14C	MD	Diorite	○									
244	B052	14B	MD	Diorite	○									
245	B053	14B	MC	Muscovite Gneiss	○									
246	B054	14B	MD	Perphyrite	○									
247	B055	14B	MI	Conglomerate	○									
248	B056	15C	MI	Perphyrite	○									
249	B058-1	16B	PU	Dolomite (Zebra)	○			○					○	
250	B058-2	14C	PU	Dolomite (Zebra)	○			○					○	
251	B059	140	VI	Sandstone	○									
252	B070	15C	FU	Limestone	○						○			
253	C002	200	OR	Sandstone	○									
254	C004	19C	TM	Hornblende Andesite	○									
255	C006	19C	GR	Limestone	○								○	
256	C007	19C	VI	Sandstone	○									
257	C010	19C	TM	Diorite Perphyry	○									
258	C011	19C	RU	Siliceous Rock	○									
259	C013A	16A	PU	Dolomite (Zebra)	○		○	○					○	
260	C014	17B	PU	Dolomite (Zebra)	○		○	○					○	
261	C015	100	PO	Granite Perphyry	○								○	
262	C017	17B	CR	Limestone	○									
263	C020	14C	PU	Fine Sandstone	○									
264	C021	13C	PU	Dolomite (Zebra)	○		○	○					○	
265	C022	15C	MI	Andesitic Lapilli Tuff	○									
266	C023	13D	MC	Shale	○									
267	C024	100	PO	Muscovite	○									
268	C025	12D	PO	Quartz Diorite	○									
269	C026	12D	MI	Andesitic Coarse Tuff	○									

(3)

Sample No.	Field No.	Location	Geological unit	Rock name	Thin section	Polished section	Chemical analysis (one)	X-ray	Dating	Chemical analysis (whole rock)	Fossil	Minor element	Resistivity
270	0027	12D	MI	Andesitic Lapilli Tuff	○				○	○			
271	0028	21D	PG	Microdiorite	○								
272	0029	12D	MI	Andesitic Tuff	○								
273	0030	12D	MI	Volcanic Tuff	○								
274	0031	12D	MI	Volcanic Tuff	○								
275	0032	12D	MI	Debris Rock	○								
276	0033	12D	MI	Coarse Sandstone	○								
277	0034	12D	PU	Dolomite (Zebra)	○			○				○	
278	A001	19B	PU	Dolomite (Zebra)	○			○				○	
279	A002	19B	PU	Dolomite (Zebra)	○			○				○	
280	A003	19C	CH	Bandstone (Calcareous)	○								
281	A007	19B	HU	Mudstone	○								
282	A008	13B	PG	Gneissic Diorite	○								
283	A010	14B	MI	Conglomerate	○								
284	A011	14B	MI	Sandstone	○								
285	A013	14B	MI	Conglomerate	○								
286	A014	14B	MI	White rock	○								
287	A016	14B	PO	Schistose Diorite	○								
288	A017	14B	PG	Quartz	○								
289	A018	14B	PG	Schist	○								
290	A019	13B	PG	Schistose Diorite	○								
291	A020	13B	PG	Gneissic Granite	○								
292	A023	14C	PU	Limestone (PB)	○								
293	A024	14C	-	Copper Oxide	○								
294	A025	14C	PU	Limestone (Copper Oxide)	○								
295	A026	17E	CK	Limestone	○								
296	A027	17E	CK	Oryxum	○								
297	A028	17E	CH	Shale	○								

(4)

Sample No.	Field No.	Location	Geological unit	Rock name	Thin section	Polished section	Chemical analysis (are)	X-ray	Dating	Chemical analysis (whole rock)	Fossil	Pollen	Miner. element	Resistivity
298	A029	177	CK	Sandstone	○									
299	A033	17D	VI	Sandstone	○									
300	A034	13D	VI	Fine Sandstone	○									
301	A037	198	TM	Diorite	○				○	○				
302	A038	17E	CK	Limestone	○									
303	B003	198	FC	Tuffaceous Fine Sediment	○									
304	B004	198	FU	Shale (Calcareous)	○									
305	B006	198	FU	Limestone	○	○		○					○	
306	B009	198	FU	Dolomite (Zebra)	○								○	
307	B012	198	SA	Shale	○									
308	B017	18D	SA	Shale	○							○		
309	B029	17C	CK	Limestone	○							○		
310	B030	17C	CK	Sandy Conglomerate	○									
311	B039	198	KU	Mudstone	○							○		
312	B045	12E	CK	Limestone	○								○	
313	B058	12B	BC	Mudstone Schist	○									
314	B060	12B	FC	Granite	○									
315	B061	12B	FC	Granite	○									
316	B063	12B	-	Limestone	○					○				
317	B064	12B	BC	Schistose Rock	○									
318	B065	12B	BC	Microdiorite	○									
319	B066	12B	BC	Schistose Rock	○									
320	B069	12B	FO	Granite Rock	○					○				
321	B073	12C	MD	Diorite	○									
322	B074	12C	KI	Andesitic Rock	○									
323	B075	12C	MD	Granite	○									
324	B079	12C	MD	Porphyritic Diorite	○					○				
325	B081	12C	MD	Microdiorite	○									

Sample No.	Field No.	Location	Geological unit	Rock name	Thin section	Polished section	Chemical analysis (core)	X-ray	Dating	Chemical analysis (whole rock)	Fossil	Pollen	Minor element	Resistivity
326	D082	12C	MD	Granitic Rock	○									
327	D086	13D	MD	Granitic Rock	○									
328	D087	13D	MD	Granitic Rock	○									
329	D089	13D	MI	Coarse Sandstone	○						○			
330	D020	18B	CK	Shale										
331	D003	20C	CH	Calcareous Sandstone									○	
332	C0138	16A	FU	Dolomite (Zebra)									○	
333	D027	15B	FU	Dolomitic Limestone									○	
334	D020	15A	FU	Limestone									○	
335	EW006	3F	FU	Dolomitic Limestone									○	
336	EW007	3F	FU	Crystalline Limestone									○	
337	EW095	6P	FU	Dolomite (Zebra)									○	
338	EW098	6P	FU	Sandstone									○	
339	EW099	6P	FU	Dolomitic Limestone									○	
340	EW100	6P	FU	Dolomitic Limestone									○	

(Samples of New Deal-List Survey Area)

(6)

Sample No.	Field No.	Location	Geological unit	Rock name	Thin section	Polished section	Chemical analysis (ore)	X-ray	Dating	Chemical analysis (whole rock)	Fossil	Pollen	Minor element	Resistivity
341	RP001	6	RP	Quartz porphyry	○									
342	RP002	6	RP	Quartz porphyry	○									
343	06011	11	CO	Spinelite bearing pegmatite			○							
344	RP012	10	CO	Micro diorite	○									
345	06024	15	CH	Limonite gossan			○							
346	06029	16	FU	Galena bearing limestone			○						○	
347	RP040	16	CH	Mudstone	○									
348	06050	16	FU	Limonite gossan		○								
349	06287	18	FU	Pb ore (Pichita calgo mine)		○								
350	06288	18	FU	Copper oxide (" ")		○								
351	RP286	18	FU	Zn ore (" ")		○								
352	06290	16	CH	Limonite vein		○								
353	13021	9	FU	Breccia dolomite				○					○	○
354	13195	15	FU	" "				○					○	○
355	13216	15	FU	Dolomitic limestone				○					○	○
356	13242	16	CH	Grey limestone										
357	13247	15	FU	Breccia dolomite				○						
358	13254	15	FU	" "				○						○
359	13256	16	CH	Grey limestone										
360	13280	18	FU	Grey limestone										
361	RP006	4	FU	Light grey dolomite	○									
362	07007	4	FU	Galena bearing limestone		○								
363	RP013	6	FU	Light grey dolomite	○									
364	RP015	6	FU	Crystalline dolomite	○									
365	RP016	6	FU	Dark grey limestone	○									
366	07017	6	FU	Pb-Zn ore (Quintana mine)		○								○
367	07018	6	FU	Pb-Zn ore (Quintana mine)		○								○
368	RP019	4	FU	Volcanic conglomerate	○									

Sample No.	Field No.	Location	Geological unit	Rock name	Thin section	Polished section	Chemical analysis (gr)	X-ray	Dating	Chemical analysis (whole rock)	Fossil	Minor element	Resistivity
349	CP00	1	FU	Dolomitic limestone									
370	CP03	11	FU	Crystalline dolomite	○			○				○	
371	EP04	11	FU	Grey dolomite	○							○	
372	EP08	18	FU	Dark grey limestone	○							○	
373	EP09	18	FU	Grey dolomite	○							○	
374	EP02	13	FU	Black limestone	○							○	
375	EP03	9	FU	Crystalline dolomite	○							○	
376	EP04	9	FU	Grey dolomite	○			○				○	
377	EP07	9	FU	Grey dolomite	○			○				○	
378	EP07A	11	FU	Black shale							○		
379	EP07B	11	FU	" "							○		
380	EP09	11	FU	Crystalline dolomite	○							○	
381	OP00	15	FU	Pyrite dissemination		○	○						○
382	OP01	15	FU	Sphalerite ore		○	○						
383	OP02	15	FU	" "		○	○						
384	OP03	15	FU	" "		○	○						
385	OP04	15	FU	" "		○	○						
386	OP05	15	FU	" "		○	○						○
387	OP06	15	FU	" "		○	○						○
388	OP07	15	FU	" "		○	○						○
389	OP08	15	FU	" "		○	○						○
390	EP09	15	FU	Fine grey dolomite	○							○	
391	EP02	15	CH	Red sandstone	○								
392	OP03	15	FU	Sphalerite bearing matrix			○						
393	OP04	15	FU	" "			○						
394	OP05	15	FU	" "			○						
395	EP07	18	FU	Light grey limestone	○			○					○
396	OP07	16	FU	Cr-oxide bearing limestone				○					○

(8)

Sample No.	Field No.	Location	Geological unit	Rock name	Thin section	Polished section	Chemical analysis (ore)	X-ray	Dtling	Chemical analysis (whole rock)	Fossil	Pollen	Minor elements	Reactivity
397	LP070	16	FU	Pb ore (float)		○								
398	RP075	11	FU	Sandy shale	○									
399	LP001	4	FU	Grey limestone									○	
400	LP002	4	FU	Dark grey limestone				○					○	
401	LP010	4	FU	Dark grey limestone				○					○	
402	LP012	4	FU	Light grey dolomite				○					○	
403	LP017	4	FU	Dark grey limestone				○					○	
404	LP025	7	FU	Black limestone				○					○	
405	LP040	6	FU	Crystalline dolomite				○					○	
406	LP051	6	FU	Crystalline dolomite				○					○	
407	LP087	7	FU	Black limestone				○					○	
408	LP090	7	FU	Black limestone				○					○	
409	LP096	9	FU	Crystalline dolomite				○					○	
410	LP098	9	FU	" "				○					○	
411	LP109	9	FU	" "				○					○	
412	LP110	9	FU	Zebra dolomite				○					○	
413	LP112	9	FU	" "				○					○	
414	LP124	1	FU	Crystalline dolomite				○					○	
415	LP158	10	FU	Tuffaceous shale				○					○	
416	LP160	10	FU	Grey limestone				○					○	
417	LP172	11	FU	Crystalline dolomite				○					○	
418	LP174	11	FU	Crystalline dolomite				○					○	
419	LP175	11	FU	Grey limestone				○					○	
420	LP176	11	FU	" "				○					○	
421	LP200	16	FU	Dark grey limestone				○					○	
422	LP201	16	FU	Zebra dolomite				○					○	
423	LP202	18	FU	Grey dolomite limestone				○					○	
424	LP265	14	FU	Crystalline dolomite				○					○	

(9)

Sample No.	Field No.	Location	Geological unit	Rock name	Thin section	Polished section	Chemical analysis (core)	X-ray	Detung	Chemical analysis (whole rock)	Fossil	Pollen	Minor element	Reactivity
425	LP279	11	FU	Black limestone				○					○	○
426	LP205	14	FU	Dark grey limestone									○	
427	LP207	9	FU	Crystalline dolomite				○					○	
428	LP209	9	FU	"				○					○	
429	LP218	9	FU	"				○					○	
430	LP225	11	FU	"									○	
431	LP227	14	FU	Dark grey limestone				○					○	
432	LP232	14	FU	Grey limestone									○	
433	LP235	14	FU	Black limestone				○					○	
434	LP240	15	FU	Crystalline dolomite				○					○	
435	LP242	15	FU	Brecciated dolomite				○					○	
436	LP276	15	FU	Zebra dolomite				○					○	
437	LP277	15	FU	Fine brecciated dolomite									○	
438	LP278	15	FU	"									○	
439	LP279	15	FU	Fine grey dolomite									○	
440	LP280	15	FU	"									○	
441	LP281	15	FU	Zebra dolomite				○					○	
442	LP282	15	FU	Fine grey dolomite				○					○	
443	LP288	16	FU	Crystalline dolomite				○					○	
444	LP290	16	FU	Crystalline dolomite				○					○	
445	LP292	16	FU	Crystalline dolomite				○					○	
446	LP293	16	FU	Dark grey limestone				○					○	
447	LP295	16	FU	Crystalline dolomite				○					○	
448	LP298	16	FU	Light grey dolomite				○					○	
449	LP435	18	FU	Grey dolomite				○					○	
450	LP436	18	FU	Light grey limestone				○					○	
451	PO003A	4	FU	Black limestone							○			
452	PO003B	4	FU	"							○			

(10)

Sample No.	Field No.	Location	Geological unit	Rock name	Thin section	Pollished section	Chemical analysis (ore)	X-ray	Dating	Chemical analysis (whole rock)	Fossil	Pollen	Minor element	Resistivity
453	RG005	4	FU	Dolomitic limestone	○								○	
454	RG009	4	NP	Andesite tuff	○									
455	RG011	4	FU	Light grey dolomite	○			○					○	
456	RG021	6	FU	Siliceous dolomite	○			○					○	
457	GG027	7	FU	Zn-Pb ore		○								
458	RG042	1	FU	Siliceous dolomite	○			○					○	
459	RG072	12	FU	Black limestone	○									○
460	RG075	12	OR	Arkose sandstone	○									
461	GG079	18	ND	Zn ore		○								
462	RG087	13	CS	Granite	○									
463	RG089	13	FU	Silicified limestone	○								○	
464	RG091	13	FU	Silicified limestone	○								○	
465	RG105	14	FU	Black limestone	○								○	
466	RG106	14	FU	Siliceous rock	○								○	
467	RG111	14	FU	Dark grey limestone	○								○	
468	GG116	16	FU	Dolomite (Zebra)		○		○					○	
469	RG118	16	FU	Green tuff	○									
470	RG120	19	FU	Siliceous dolomite	○			○					○	
471	GG125	19	ND	Cosean										
472	GG119	9	FU	Light brownish dolomite										○
473	GG124	9	FU	Dolomite (Zebra)									○	
474	GG136	9	FU	Dolomite									○	
475	GG151	9	FU	Dolomite									○	
476	GG166	1	FU	Dolomite									○	
477	GG177	1	FU	Light grey dolomite									○	
478	GG186	9	FU	Dark grey limestone									○	
479	GG200	11	FU	Dolomite									○	
480	GG249	10	FU	Black limestone									○	

(11)

Sample No.	Field No.	Location	Geological unit	Rock name	Thin section	Polished section	Chemical analysis (ore)	X-ray	Dating	Chemical analysis (whole rock)	Fossil	Pollen	Minor element	Resistivity
441	L0231	10	PU	Dolomite										
442	L0239	11	PU	Dolomite										○
443	L0206	10	PU	Dolomite										○
444	L0278	13	PU	Black limestone										○
445	L0284	11	PU	Dolomite										○
446	L0286	11	PU	Dolomite (Zebra)										○
447	L0293	10	PU	Dolomite										○
448	L0226	11	PU	Dolomite										○
449	L0330	9	PU	Breccia dolomite										○
450	L0341	14	PU	Dolomite										○
450	L0341	14	PU	Black limestone										○
451	L0360	16	PU	Dolomite										○
452	L0363	16	PU	Dolomite										○
453	L0366	16	PU	Dolomite										○
454	L0460	19	PU	Dolomite										○
455	L0461	19	PU	Dolomite (Zebra)										○
456	RH001	7	PU	Dolomite	○									○
457	RH002	7	PU	Light grey limestone	○									○
458	RH019	8	PF	Quartz porphyry	○									○
459	OH000	8	PU	Pb ore (float)			○							
500	RH028	8	OR	Sandstone (float)	○									
501	RH004	10	CG	Granite	○									
502	RH008	10	CG	Granite	○									
503	OH038	12	PU	Cu ore	○		○							
504	OH039	12	PU	Fe-Pb ore	○		○							
505	RH040	12	TM	Porphyry	○									
506	RH050	18	NI	Red sandstone	○									
507	RH051	15	CH	Red sandstone (calcareous)	○									
508	LH006	7	PU	Dolomite										○

Sample No.	Field No.	Location	Geological unit	Rock name	Thin section	Polished section	Chemical analysis (ore)	X-ray	Dating	Chemical analysis (whole rock)	Fossil	Minor element	Resistivity
509	LH011	7	FU	Dolomitic limestone									
510	LH018	4	FU	Dolomite (Zebra)				○				○	○
511	LH051	6	FU	Dolomite				○				○	
512	LH077	7	FU	Crystalline dolomite				○				○	
513	LH081	7	FU	Stalactite				○				○	
514	LH100	9	FU	Dolomite								○	
515	LH103	9	FU	Dolomite				○				○	
516	LH123	6	FU	Limestone								○	
517	LH126	6	FU	Dolomite								○	
518	LH130	6	FU	Limestone								○	
519	LH132	8	FU	Siliceous limestone				○				○	○
520	LH134	8	FU	Dolomitic limestone				○				○	○
521	LH160	8	FU	Limestone				○				○	○
522	LH163	8	FU	Limestone								○	○
523	LH169	8	FU	Limestone								○	○
524	LH171	9	FU	Dolomite (Zebra)				○				○	○
525	LH179	9	FU	Dolomitic limestone				○				○	○
526	LH187	9	FU	Limestone				○				○	○
527	LH189	2	FU	Dolomite				○				○	○
528	LH196	2	CR	Limestone				○				○	○
529	LH211	2	FU	Dolomite								○	○
530	LH214	2	FU	Crystalline dolomite				○				○	○
531	LH223	2	FU	Limestone								○	○
532	LH260	11	FU	Limestone				○				○	○
533	LH261	11	FU	Dolomite				○				○	○
534	LH299	11	FU	Limestone				○				○	○
535	LH300	11	FU	Dolomite								○	○
536	LH301	11	FU	Limestone								○	○

Sample No.	Field No.	Location	Geological unit	Rock name	Thin section	Polished section	Chemical analysis (ore)	X-ray	Dating	Chemical analysis (whole rock)	Fossil	Minor elements	Mineralogy
537	LM303	11	PU	Limestone									
538	LM310	11	PU	Dolomitic limestone									○
539	LM325	11	PU	Limestone				○					○
540	LM326	11	PU	Limestone									
541	LM328	11	PU	Dolomite									
542	LM329	11	PU	Crystalline dolomite				○					○
543	LM332	11	PU	Breccia dolomite				○					
544	LM333	11	PU	Dolomite									
545	LM335	11	PU	Dolomite									○
546	LM338A	11	PU	Dolomite (Zebra)				○					○
547	LM348B	11	PU	Siliceous limestone				○					○
548	LM340	11	PU	Dolomite				○					○
549	LM344	11	PU	Sandy limestone				○					○
550	LM366A	12	PU	Limestone									
551	LM368B	12	PU	Dolomite									
552	LM355	12	PU	Dolomite									
553	LM359	15	PU	Limestone									
554	LM367	15	PU	Limestone									
555	LM369	15	PU	Limestone									
556	LM375	15	PU	Limestone									
557	LM380	14	PU	Siliceous limestone				○					○
558	LM387	14	PU	Dolomite				○					
559	LM388	14	PU	Dolomite									
560	LM389	14	PU	Crystalline dolomite				○					○
561	LM393	14	PU	Limestone									
562	LM396	14	PU	Limestone									
563	LM399	14	PU	Limestone				○					○
564	LM402	14	PU	Limestone									

(14)

Sample No.	Field No.	Location	Geological unit	Rock name	Thin section	Polished section	Chemical analysis (ore)	X-ray	Dating	Chemical analysis (whole rock)	Fossil	Pollen	Minor element	Resistivity
565	LH004	16	FU	Black limestone				○					○	○
566	LH009	16	FU	Limestone									○	○
567	LH022	16	CH	Dolomitic limestone				○					○	○
568	RI005	4	02	Argillaceous sandstone	○									
569	RI012	5	FU	Grey sandstone	○									
570	RI003	7	FU	Dolomitic limestone	○			○					○	○
571	RI045	7	FU	Grey dolomite	○								○	○
572	RI044	7	FU	Dolomite (Zebra)	○								○	○
573	RI044	7	FU	Black limestone	○								○	○
574	RI049	9	FU	Breccia dolomite				○					○	○
575	RI058	1	FU	Black limestone				○					○	○
576	RI002B	1	FU	Dolomitic limestone	○								○	○
577	RI005	1	CH	Dolomitic limestone	○								○	○
578	RI008B	1	CH	Purplish shale										
579	GI082	19	ND	Cu-Zn ore			○							
580	RI006	19	ND	Phosphate	○									
581	RI009	11	FU	Black limestone							○			
582	RI091	11	FU	Black limestone									○	○
583	RI096	13	FU	Black limestone									○	○
584	RI100	12	FU	Light grey dolomite									○	○
585	RI102	15	CH	Siliceous sandstone	○									
586	RI105	15	CH	Porphyrite	○									
587	RI109	15	FU	Dolomite (Zebra)									○	○
588	RI122	15	FU	Black limestone	○								○	○
589	RI131	16	FU	Dolomite (Zebra)	○								○	○
590	RI133	16	FU	Grey limestone	○			○					○	○
591	RI134	16	CH	Light grey dolomite	○								○	○
592	RI141	19	FU	Brecciated limestone	○								○	○

Sample No.	Field No.	Location	Geological unit	Rock name	Thin section	Polished section	Chemical analysis (ore)	X-ray	Dating	Chemical analysis (host rock)	Fossil	Pollen	Minor element	Microviscosity
592	LI001	4	PU	Limestone				○					○	
594	LI002	4	PU	Limestone				○					○	
595	LI005	9	PU	Limestone									○	
596	LI006	1	PU	Dolomite									○	
597	LI007	1	PU	Limestone									○	
598	LI008	1	PE	Limestone									○	
599	LI009	9	PU	Dolomite									○	
600	LI011	10	PU	Dolomite				○					○	
601	LI012	10	PU	Dolomite				○					○	
602	LI013	10	PU	Brown dolomite				○					○	
603	LI014	10	PU	Limestone									○	
604	LI015	19	PU	Limestone				○					○	
605	LI016	10	PC	Limestone									○	
606	LI017	10	PU	Grey limestone				○					○	
607	LI018	13	PU	Grey limestone				○					○	
608	LI019	13	PU	Dolomite				○					○	
609	LI021	15	PU	Limestone				○					○	
610	LI022	15	PU	Black limestone				○					○	
611	LI023	15	PU	Limestone				○					○	
612	LI024	14	PU	Dolomite				○					○	
613	LI025	15	PU	Limestone				○					○	
614	LI026	15	PU	Dolomite				○					○	
615	LI027	11	PU	Limestone				○					○	
616	LI028	16	PU	Grey limestone				○					○	
617	LI029	16	PU	Dolomite				○					○	
618	PC001	16	PU	Black limestone							○		○	
619	LC011	16	PU	Limestone									○	
620	LC01A	16	PU	Limestone									○	

Sample No.	Field No.	Location	Geological unit	Rock name	Thin section	Polished section	Chemical analysis (one)	X-ray	Dating	Chemical analysis (whole rock)	Fossil	Pollen	Minor element	Metastability
621	LCF002	16	FU	Limestone									○	
622	LCF004	16	FU	Limestone									○	
623	PCF003	15	FU	Limestone									○	
624	ZDS 1	9	FU	Dolomite (sebra)							○		○	
625	ZDS 2	9	FU	Dolomite (sebra)									○	
626	ZDS 3	9	FU	Crystalline dolomite									○	
627	ZDS 4	9	FU	Dolomite (sebra)									○	
628	ZDS 5	9	FU	Dolomite (sebra)									○	
629	ZDS 6	9	FU	Dolomite (sebra)									○	
630	ZDS 7	9	FU	Breccia dolomite									○	
631	ZDS 8	9	FU	Dolomite (sebra)									○	
632	ZDS 9	9	FU	Breccia dolomite									○	
633	ZDS 10	9	FU	Dolomite									○	
634	ZDS 11	9	FU	Dolomite									○	
635	ZDS 12	9	FU	Dolomite (sebra)									○	
636	ZDS 13	9	FU	Dolomite									○	
637	ZDS 14	9	FU	Dolomite (sebra)									○	
638	ZDS 15	9	FU	Dolomite (sebra)									○	
639	ZDS 16	9	FU	Dolomite (sebra)									○	
640	ZDS117	9	FU	Dolomite									○	
641	ZDS 18	9	FU	Dark grey limestone									○	
642	RC005	1	FU	Dolomitic limestone									○	
643	RC001	9	FU	Dolomite (sebra)									○	
644	RC002	9	FU	Dolomite (sebra)									○	
645	RC003	9	FU	Dolomite (sebra)									○	
646	RC004	9	FU	Dolomite (sebra)									○	
647	RC005	9	FU	Dolomitic limestone									○	
648	RC006	9	FU	Dolomite (sebra)									○	

Sample No.	Field No.	Location	Geological unit	Rock name	Thin section	Pelleted section	Chemical analysis (core)	X-ray	Dating	Chemical analysis (whole rock)	Fossil	Pollen	Minor element	Mass:vol%
649	RK007	9	FU	Dolomitic limestone									○	
650	RK008	9	FU	Dolomitic limestone									○	
651	RK009	9	FU	Limestone									○	
652	RK010	9	FU	Limestone									○	
653	RK011	9	FU	Dolomitic limestone									○	
654	RK012	9	FU	Limestone									○	
655	RK013	9	FU	Limestone									○	
656	RK014	9	FU	Limestone									○	
657	RK015	9	FU	Limestone									○	
658	RK016	9	FU	Limestone									○	
659	RK017	9	FU	Limestone									○	
660	RK018	9	FU	Limestone									○	
661	RK019	9	FU	Limestone									○	
662	RK020	9	FU	Limestone									○	
663	RK021	9	FU	Limestone									○	
664	RK022	9	FU	Dolomitic limestone									○	
665	RK023	9	FU	Limestone									○	
666	RK024	9	FU	Dolomitic limestone									○	
667	RK025	9	FU	Dolomitic limestone									○	
668	RK026	9	FU	Limestone									○	
669	RK028	19	FU	Dolomite (sobre)									○	
670	RK029	19	FU	Dolomite (sobre)									○	
671	RK029	9	FU	Dolomite (sobre)									○	
672	RK030	9	FU	Dolomite									○	
673	RK031	9	FU	Limestone									○	
674	RK032	9	FU	Dolomite									○	
675	RK034	9	FU	Dolomite (sobre)									○	
676	RK039	9	FU	Dolomite (sobre)									○	

(18)

Sample No.	Field No.	Location	Geological unit	Rock name	Thin section	Polished section	Chemical analysis (core)	X-ray	Dating	Chemical analysis (whole rock)	Fossil	Pollen	Minor elements	Reactivity
677	80223	11	PU	Dolomitic limestone									○	
678	80272	7	PU	Dolomite (asbre)									○	
679	85015	15	CH	Dolomite									○	
680	85023	15	PU	Dolomite (asbre)									○	
681	85024A	15	PU	Dolomite (asbre)									○	
682	88026	18	PU	Dolomite (asbre)									○	
683	88074	18	PU	Dolomite (asbre)									○	
684	88078	18	PU	Dolomitic limestone									○	
685	88038	18	PU	Grey limestone									○	

Table 6. Microscopic Observation of the Thin Section

(1)

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
214	S003	18B	OR	Sandstone	The rock shows medium grained, well-sorted and mainly composed of quartz, cherty rock fragments and feldspars with accessory sericite. The grains are subrounded in shape. Small biotite grains (less than 0.2mm in diameter) also are contained.
215	S004	18B	CH	Limestone	The rock shows microcrystalline ("micritic") texture and contains several percent of quartz and feldspar, being less than 0.2mm in size and subrounded to subangular in shape. Some foraminifera are recognized in the section.
216	S006	18B	CH	Shale	Subangular to subrounded small grains (less than 0.07mm in diameter) of quartz, potash feldspar, sericite and opaque minerals are cemented by carbonate mineral (probably, calcite). The rock is well sorted.
217	S008	18B	CH	Shale	The rock is composed of quartz, potash feldspar, plagioclase, sericite and argillaceous matters. The grains are somewhat coarser than S006 specimen and are angular to subrounded in shape. Cement is calcite. Calcite vein (about 0.1mm in width) is observed.
219	S013	18B	FU	Dolomite	The rock shows coarse (up to 1.00mm in maximum diameter) crystalline (sparitic) texture and is composed of mosaic of carbonate(dolomite) anhedral. Other minerals such as opaque minerals also are contained very rarely.
220	S014	18B	FU	Dolomite	The rock is the same as S013 composed of mosaic of dolomite anhedral, and shows sparitic texture.
221	S015	18B	FU	Limestone	The rock shows micritic texture and contains a few percent of small (less than 0.02mm in size) quartz and feldspar. Some feldspar grains are replaced by carbonate minerals (calcite).
222	S017	18B	CH	Limestone	The rock is the same as S015 specimen. Some fissures (less than 0.4 mm in width) are filled up with spary calcite.
223	S019	19B	HU	Sandstone	The rock shows medium to coarse grained and moderately sorted. Subangular to subrounded grains of quartz, potash feldspar, plagioclase and opaque minerals are well cemented by carbonate mineral (probably calcite). The grains composed of mosaic quartz and sericite also contained slightly.
224	S022	20B	HU	Sandstone	The rock shows very coarse to coarse grained and moderately sorted. The grains are subangular to subrounded in shape and well cemented with carbonate mineral (calcite). Main component is quartz, potash feldspar and plagioclase. Opaque minerals and sericite also occur as accessory minerals.
225	S027	12E	CH	Sandstone	The rock shows fine grained and moderately sorted, and contains up to 30 percent of argillaceous matrix. Angular to subrounded grains of quartz, feldspars and opaque minerals are cemented with carbonate mineral (calcite).

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Macroscopic Observation
226	S030A	L2E	TN	Altered dolerite	Strongly altered rock. Although the relics of medium grained subophitic texture are observable in some parts, original minerals are completely altered to the aggregates of cryptocrystalline low index material (probably of feldspathic composition), calcite and/or dolomite. Opaque minerals, such as ilmenite, hematite and limonite are abundant. Some aggregates surrounded by polygonal framework of opaque minerals seem to be relic of mafic minerals. Constituent minerals are cryptocrystalline feldspathic mineral, relic plagioclase, calcite, ilmenite, hematite, limonite.
227	S030B	L2E	TN	Altered doleritic breccia	Strongly altered red colored breccia and matrix. The breccia may originally be fine-grained dolerite, suggested from the relic ophitic texture, but the constituent minerals are completely altered to irregular calcite patches, clay minerals, and minor amount of reddish brown, strongly pleochroic phyllosilicate mineral, probably pseudomorph of olivine. Vein-like red colored matrix is composed of angular quartz and feldspar grains of silt size, pseudomorph of mafic minerals, calcite patches, and opaque minerals. Calcite also occurs as thin veinlets. Constituent minerals are calcite, clay minerals, quartz, feldspar, pseudomorph of olivine (?) (reddish brown phyllosilicate mineral) and other mafic minerals, opaque minerals.
228	S031	9P	PC	Garnet muscovite biotite gneiss	Medium grained gneissose texture. Major constituent minerals are quartz, alkali feldspars (mostly microcline) biotite and muscovite. Minor constituent minerals are grossular garnet, epidote, sphene, magnetite and hematite. Quartz and alkali feldspar (mostly microcline) grains show wadulatory extinction. Rounded quartz grains are sometimes included in microcline. Grossular garnets are small, rounded and colorless crystals with slight anisotropism. Irregularly oriented deep olive-green small biotite flakes line up to form gneissosity.
229	B001	7C	TN	Soda-augite hornblende monzonite porphyry	This rock shows fine grained, weakly porphyritic texture. Main constituent minerals are plagioclase, alkali feldspar, hornblende, soda-augite and biotite. Porphyritic larger crystals in this rock are mainly plagioclase. It shows weakly zoning, and is altered to epidote and sericite. Alkali feldspar exists interstitially among other minerals. Hornblende shows distinct pleochroism and remarkable zoning, and its marginal part is weakly riebeckitic in composition. Soda-augite is partly replaced by hornblende, and its pleochroism is not so weak. Biotite occurs in hornblende crystals. Minor constituents are sphene, apatite and ore mineral. As secondary minerals, sericite and considerable amounts of epidote are present.
230	B002	20D	RU	Sandstone	The rock is medium to fine grained and moderately sorted. The rock is mainly composed of quartz, potash feldspar and plagioclase with accessory opaque minerals and sericite. Grains are angular to subrounded in shape and cemented with carbonate mineral (calcite). Argillaceous matters are contained up to 20 percent. Feldspars are altered partly to sericite and replaced by calcite.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
232	B004	20D	VI	Sandstone	The rock shows medium grained and well sorted. The rock is not altered and contains less than several percent of argillaceous matrix (pure sandstone—arenite type). Subangular to subrounded grains are composed of quartz, potash feldspar and plagioclase.
233	B005	20D	CE	Sandstone	The rock shows cross lamination, fine to very fine grained, and moderately sorted. Angular to subangular grains of quartz, potash feldspar and plagioclase are cemented with carbonate mineral (calcite). Opaque minerals are partly arranged along lamina.
234	B008	20D	OR	Sandstone	The rock shows medium grained and well sorted. Grains are subangular in shape and composed mostly of quartz. A few feldspar and sericite also are contained. The rock is arenite type sandstone as B004 specimen.
235	B009	20D	SA	Sandstone	The rock is poorly sorted and composed of quartz, potash feldspar, plagioclase, sericite, and opaque minerals. Feldspars altered to sericite. Argillaceous matters are contained up to 30 percent. Grains are subangular to subrounded in shape.
236	B012	19C	CK	Limestone	The rock shows micritic texture and contains rarely subangular to subrounded small (less than 0.1mm in diameter) grains of quartz.
238	B014	16B	PU	Dolomite	The rock shows sparitic texture and is composed of mosaic of dolomite anhedral. Very small (less than 0.05mm in maximum diameter) grains of opaque minerals also occur very rarely.
239	B015	15C	PU	Sandstone	The rock is very fine grained and poorly sorted, and composed of quartz, potash feldspar, and plagioclase. Iron minerals and opaque minerals observed in matrix. Calcite filled up some fissures.
240	B018	14C	MD	Metadolomite	Cataclastic medium grained biotite bearing metadolomite of ophitic texture. Major constituent minerals are plagioclase (labradorite), uranite, brown hornblende and biotite. Minor constituent minerals are actinolite, chlorite, prehnite, epidote, calcite, apatite, sphene, ilmenite, magnetite, leucoxene and hematite. Plagioclase crystals are subhedral and often show monotonous normal zoning from labradorite core to oligoclase rim. Some augites are unaltered or completely altered to brown hornblende, but the others are fresh and rarely show sector zoning. Biotite is often associated with hornblende and commonly replaced by chlorite. These minerals are crushed to fragments along several fractures.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
241	B019	14C	MI	Altered porphyritic andesite	Phenocryst consists of plagioclase (andesine), sanidine and pseudomorph of mafic mineral. Groundmass consists of plagioclase, analcite, epidote, sericite, apatite, sphene, ilmenite, magnetite, leucoxene and hematite. Plagioclase and sanidine occur as euhedral or subhedral phenocryst of 1/2 to 2mm in diameter. Plagioclase phenocrysts are andesine composition and not zoned. Groundmass is filled with microclines of sodic plagioclase in fely texture. Small subhedral crystals of analcite, sphene and epidote are disseminated in the groundmass. The aggregate composed of sericite, epidote and hematite in a magnetite framework occur as corroded subhedral pseudomorph of mafic mineral.
242	B020	14C	MI	Keratophyre	Aphyric fely texture. Major constituent mineral is sodic plagioclase. Minor constituent minerals are quartz, biotite, muscovite-apatite, limonite, hematite, sericite. Groundmass is composed of sodic plagioclase and quartz microclines with small amounts of minute sericite and leucoxene. Local difference in crystallinity even cryptocrystalline in some parts, causes spotted appearance. Quartz and small micas form veinlets and patches everywhere. Many irregular limonite veins are probably generated by weathering.
243	B021	14C	MD	Altered andesite	Fine grained porphyritic texture. Phenocryst consists of quartz and alkali feldspars. Groundmass consists of quartz, alkali feldspars, sericite, sphene, sillimanite(?), magnetite and other opaque minerals. Quartz and alkali feldspars occur as phenocryst. Quartz is subhedral to anhedral corroded crystal of 0.4mm in diameter. Alkali feldspars are hardly altered to the aggregate of sericite, sometimes rimmed by opaque minerals. Groundmass shows fely texture and filled with microclines of quartz, alkali-feldspar, sericite and opaque minerals. Trace amounts of sillimanite(?) occur.
244	B022	14B	MD	Metadolomite	Medium grained aubophitic texture. Major constituent minerals are plagioclase (labradorite), and augite. Minor constituent minerals are actinolite, epidote, pumpellyite, chlorite, ilmenite and leucoxene. Plagioclase is relatively fresh and shows weak normal compositional zoning. Augite is partly altered to very pale green amphibole with slight pleochroism, probably of actinolitic composition. Secondary pumpellyite shows characteristic blue-green color. Ilmenites of needle-like or hexagonal form are abundant, and some of them are altered to leucotene.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
245	B023	14B	BC	Biotite-muscovite gneiss	Coarse grained granoblastic texture. Major constituent minerals are quartz, potash feldspar and muscovite. Minor constituent minerals are biotite, chlorite, apatite, zircon, sphene, opaque minerals and sillimanite(?). Some quartz grains measure up to 10mm. Quartz grains show strong cataclastic features as cracks, marginal granulation and undulatory extinction. Potash feldspar is mostly altered to sericite. Sodic plagioclase is not detected. Biotite is partly altered to chlorite. Cleavages of muscovite are sometimes filled with opaque mineral (hematite?). Trace amount of sillimanite(?) occurs.
246	B024	14B	MD	Porphyrite	Fine grained intersertal texture. Phenocryst is plagioclase (andesine). Groundmass consists of plagioclase (andesine), green hornblende, quartz, biotite, epidote, chlorite and opaque minerals (ilmenite, magnetite, etc.). Plagioclase (andesine?) partly altered to sericite and chlorite rarely occurs as phenocryst of 1mm in diameter. Major portion of the rock is homogeneous intersertal groundmass composed of subbedral to euhedral plagioclase, anhedral green hornblende, interstitial quartz, minor biotite and opaque minerals (probably ilmenite is dominant).
247	B025	14B	XI	Conglomerate	The rock is poorly sorted and composed mainly of plagioclase, potash feldspar, and quartz with small amount of sericite and opaque minerals. Grains are subrounded to subangular in shape. Quartz vein also is observed. Feldspars are altered partly to sericite.
248	B026	15C	XI	Porphyritic keratophyre	Phenocryst is albite. Groundmass is composed of albite, chalcedony(?), epidote, chlorite, sphene, leucokene and opaque minerals. Fresh euhedral albite phenocrysts of 1-3mm in diameter are scattered in spherulitic groundmass. Various kinds of twin are developed in albite phenocrysts. Spherules composed of radial aggregate of minute fibrous felsic mineral (chalcedony?), about 1/2mm in diameter, are widespread in groundmass. The other part of groundmass shows felsitic texture and is stained by minute chlorite and leucokene. Small patches of chlorite associated with opaque minerals are common.
249	B028-1	16B	PV	Dolomite	The rock shows mosaic texture and is composed mostly of dolomite anhedral. Small (less than 0.1mm in size) euhedral crystals of dolomite also are recognized rarely.
250	B028-2	14C	PV	Dolomite	As well as B028-1, the rock is composed of mosaic of dolomite anhedral. But this rock is somewhat different from B028-1 as regards crystal size. Dolomite crystals in this rock are poorly sorted and up to 5mm in the maximum diameter. The rock contains a little terrigenous grain (less than 0.05mm in size) of quartz in pore.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
251	B029	14D	VI	Sandstone	The rock shows medium to coarse grained and well sorted. This rock contains little argillaceous matrix and is composed mainly of quartz. Accessory minerals are zircon and sericite. Grains are angular to subangular in shape.
253	C002	20D	OR	Sandstone	The rock shows medium to fine grained and moderately sorted. The rock contains 10 percent or more argillaceous material and is composed mainly quartz and feldspars. Grains are subrounded to subangular in shape. Sericite also occurs as secondary minerals.
254	C004	19C	TM	Altered porphyritic andesite	Altered porphyritic interstitial texture. Phenocrysts are composed of plagioclase, sanidine, and hornblende pseudomorph. Groundmass is composed of plagioclase, quartz, calcite, opaque minerals, apatite, epidote and chlorite. Mafic mineral (hornblende?) now completely altered to calcite-epidote-chlorite-quartz aggregate, relatively fresh plagioclase and sanidine occur as phenocryst. Plagioclase crystals generally show strong normal compositional zoning from andesine core to more sodic rim. Groundmass is filled with microclites of plagioclase, quartz, calcite, and opaque minerals.
255	C006	19C	CM	Limestone	The rock is composed mainly of microcrystalline (micritic) carbonate mineral (calcite), and contains a little small (0.1mm or less in grain size) quartz, plagioclase, and opaque minerals. Long dimensions of most detrital grains lie roughly parallel to bedding (?).
256	C007	19C	VI	Sandstone	The rock shows fine grained and well sorted. Subrounded to subangular grains of quartz, plagioclase, potash feldspar, opaque minerals and sericite are cemented with carbonate mineral (calcite). Some fissures are filled up with calcite. About 10 or more percent of argillaceous material is contained.
257	C010	19C	TM	Porphyritic biotite keratophyre	Porphyritic texture. Phenocrysts are composed of albite, biotite, pseudomorph of mafic minerals (calcite, chlorite, and iron ore). Groundmass is composed of albite, apatite, calcite, mica, sphene, limonite and other opaque minerals. Subhedral albite, biotite, and pseudomorph of mafic mineral occur as phenocrysts up to 2mm in diameter. Pseudomorph of mafic mineral is composed of calcite, chlorite and iron ore. Euhedral apatite up to 1/2mm, indeterminate minute opaque minerals, calcite and mica are disseminated among microclites of albite, the main constituent of pilotaxitic groundmass. Calcite occur also as thin veinlets. Quartz is absent.
258	C011	19C	HU	Sandstone	The rock is poorly sorted and composed quartz, cherty rock fragments and feldspars. Sericite of the secondary origin and opaque minerals are contained. Grains are angular to subrounded in shape.
259	C013A	16A	FU	Dolomite	The rock shows sparitic texture and is composed of mosaic of dolomite anhedral. Fissure (0.1mm or less in width) also is filled up with carbonate mineral.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
260	C014	17B	PU	Dolomite	As well as C013 specimen, the rock shows sparitic texture, and is composed of mosaic of dolomite anhedral. Small (less than 0.1mm in size) opaque minerals occur.
261	C015	10D	PG	Biotite granodiorite	Medium grained subbedral granular texture. Major constituent minerals are quartz, oligoclase and biotite. Minor constituent minerals are microcline, chlorite, epidote, sphene, apatite and magnetite. Grain size is variable as to cause porphyritic appearance. Quartz Crystals occur rather interstitial to feldspars and show moderate cataclastic features as cracks and undulatory extinction. Oligoclase is far abundant than microcline, and shows weak compositional zoning. Biotite is partly altered to chlorite and epidote.
262	C017	17B	CH	Limestone	The rock shows micritic texture. A little terrigenous grains of quartz and feldspars are contained. One large (up to 1mm in maximum diameter) grain of altered plagioclase is recognized in this specimen.
263	C020	14C	PU	Sandstone	The rock is very fine grained. Subangular to subrounded grains of quartz and plagioclase are well cemented with carbonate mineral (calcite). Most grains are altered to be identified, too.
264	C021	13C	PU	Dolomite	The rock shows sparitic and mosaic texture, and is composed of anhedral dolomite crystals. Other minerals such as quartz are recognized rarely.
265	C022	13C	MI	Dacitic lapilli tuff	Major constituent minerals are alkali feldspars, quartz and clay minerals. Minor constituent minerals are calcite, zircon and opaque mineral. Crystal ejecta are richer than lithic ejecta. Alkali feldspars are generally angular fragments, but quartz is rather rounded. Two types of lithic ejecta present; the one is the fragments of dark colored glass with plagioclase microclites, and the other is the aggregate of plagioclase microclites. Calcite fills up vesicles or scattered among silty matrix as well as opaque minerals. Minute zircon is detected.
266	C023	12D	MI	Shale	The rock shows laminated texture and contains large (8mm in the maximum diameter) sandstone rock fragment and subangular to subrounded grains (0.5mm or less in size) of plagioclase and potash feldspar. The rock is wholly composed of fine grained quartz mosaic.
267	C024	10D	PG	Porphyrite	Fine grained intergranular texture. Plagioclase is partly altered to epidote, prehnite, chlorite and clay minerals. Augite is strongly unaltered. Two species of amphibole present. Colorless hornblende (tremolite ?) generally encloses brown hornblende. Small amounts of primary quartz also present. Major constituent minerals are plagioclase (altered), brown-hornblende, tremolite and augite. Minor constituent minerals are epidote, quartz, sphene, clay minerals, leucosene, hematite and pyrite.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
266	0025	12D	PC	Biotite-bearing quartz diorite	This rock shows hypidiomorphic, equigranular texture, and is coarse grained. Main constituent minerals are quartz and plagioclase. Quartz shows remarkable undulatory extinction; dust inclusions are common. Plagioclase is moderately sericitized, and shows commonly lamellar twinning, partly sericitized, sometimes mantled by thick sodic rim. Minor constituent minerals are biotite, sphene and potash-feldspar. Biotite is completely altered to chlorite. Potash-feldspar is interstitially present with sphene. As secondary epidote and sericite are present. The former mineral occurs either in plagioclase, or along grain boundary, or rarely as vein. Major constituent mineral is alkali feldspars. Minor constituent minerals are calcite, chlorite, pumpellyite, apatite and opaque minerals. Visible grains are mostly poorly rounded crystalline ejecta of alkali feldspars or the aggregate of them. The rest of them are made of calcite, opaque minerals or chlorite. Alkali feldspars are partly altered to chlorite and calcite. Matrix is composed of microclites of alkali feldspars, calcite, chloritic clay minerals, minor pumpellyite and sphene. Small subhedral apatite is also detected.
269	0026	12D	MI	Dacitic coarse tuff	Major constituent mineral is sodic plagioclase. Minor constituent minerals are epidote, iron ore, sphene, clay minerals, potash-feldspar (?) and zeolite (?). The rock is rich in essential lithic ejecta of several kinds; (1) holocrystalline aggregate of subhedral plagioclase, (2) pilotaxitic or Nyalopilitic andesite lapilli with or without plagioclase phenocryst, (3) dark colored glass with minute plagioclase laths, (4) lapilli wholly made of volcanic glass. The matrix is composed of minute lithic or crystalline fragments, anhedral epidote, iron ore and clay minerals. The abundance of epidote is characteristic. Zeolite also may be present.
270	0027	12D	MI	Andesitic lapilli tuff	This rock shows hypidiomorphic fine grained, equigranular texture. Main constituent minerals are plagioclase, hornblende, biotite and small amount of quartz and potash-feldspar. Plagioclase is prismatic in shape and moderately sericitized, and shows moderately zoning. Hornblende is present as fibrous crystal of greenish color, sometimes "uralitic", and as single crystal of brown color. Biotite is mostly altered to chlorite. epidote and ore mineral (probably, ilmenite). A small amount of quartz and potash - feldspar occur, interstitially. Minor constituent minerals are ore minerals and apatite. Ore mineral is probably magnetite, and occurs in contact with hornblende. Apatite shows long prismatic to acicular in shape, and it occurs not rarely. As secondary minerals, sericite, chlorite, epidote and calcite are present.
271	0028	11D	PC	Biotite hornblende diorite	Major constituent mineral is plagioclase (andesine). Minor constituent minerals are quartz, sericite, epidote, chlorite, calcite, sphene, opaque minerals and clay minerals. The rock is rich in crystalline ejecta. Andesine crystals are dominant and quartz crystals are subordinate. Most of them are poorly rounded, moderately weathered fragments of about 1mm in diameter. Some quartz crystals show corroded form. Anhedral small epidote, calcite and sericite are disseminated among cryptocrystalline matrix. Epidote often forms small amygdaloidal aggregate. Chlorite patches, opaque minerals and sphene also occur.
272	0029	12D	MI	Andesitic coarse tuff	

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
273	C030	12D	MI	Dacitic welded tuff	<p>Major constituent mineral is sodic plagioclase. Minor constituent minerals are quartz, epidote, chlorite, calcite, sericite, apatite, zeolite and clay minerals.</p> <p>Both lithic and crystalline ejecta occur as their long axis parallel to lamination. Crystalline ejecta are composed of sodic plagioclase and quartz, the former is partly altered to epidote, sericite and zeolite. Lithic ejecta are fragments of dark colored glass with minute plagioclase laths. Matrix is microcrystalline and thin films of limonite form lamination. Calcite, epidote, chlorite, sericite and opaque minerals are disseminated in the matrix.</p>
274	C031	12D	MI	Dacitic welded tuff	<p>Major constituent mineral is plagioclase (andesine). Minor constituent minerals are epidote, chlorite, apatite and iron ore.</p> <p>Relatively fresh andesine, up to 2mm in diameter, occur abundantly as crystalline ejecta. Kyalopilitic andesine fragments of the same size occur as lithic ejecta. Crystalline matrix is scattered with epidote and thin films of iron ore to form lamination. Small chlorite patch also occur in the matrix.</p>
275	C032	12D	MI	Dacitic coarse tuff	<p>Major constituent minerals are quartz, sodic plagioclase and clay minerals. Minor constituent minerals are epidote, chlorite, calcite, apatite, sphene and hematite.</p> <p>Crystalline ejecta are richer than lithic ejecta. Crystalline ejecta are composed of quartz, alkali feldspars and mafic minerals now completely altered to epidote aggregate. Plagioclase is partly altered to chlorite, epidote and calcite. Pseudomorphs of biotite sometimes occur. Epidote, calcite and hematite are disseminated in clayey matrix.</p>
276	C033	12D	MI	Sandstone	<p>The rock shows very coarse to coarse grained and poorly sorted, and contains 10 percent or less argillaceous matrix. Grains are subangular to subrounded in shape and composed of quartz, potassium feldspar, plagioclase and opaque minerals. Feldspars are altered partly to sericite. This rock is cemented with carbonate mineral (calcite).</p>
278	A001	19B	PV	Dolomite	<p>The rock shows sparitic texture and is composed of mosaic of dolomite anhedral. Dolomite crystals are variable in size partially (from up to 1mm to less than 0.2mm).</p>
279	A002	19B	PU	Dolomite	<p>The rock shows sparitic and mosaic texture, and is composed of dolomite anhedral, as well as A001 specimen.</p>
280	A005	19C	CK	Sandstone	<p>The rock is medium to fine grained and well sorted. Main components are quartz, potash feldspar, plagioclase and calcite as cement. Sericite and opaque minerals also occur as accessory minerals. Grains are subrounded to subangular in shape.</p>

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
282	A008	13B	PC	Muscovite-biotite gneiss	Medium grained anhedral granoblastic texture. Major constituent minerals are quartz, alkali feldspars, biotite, muscovite and sericite. Minor constituent minerals are chlorite, zircon, leucosene and hematite. Gneissosity is not distinct under microscope. Alkali feldspars are completely altered to sericite aggregate. Biotite is partly altered to chlorite. Quartz crystals are broken into fragments by many small cracks, and each fragment is the aggregate of interlocking minute quartz grains showing strong undulatory extinction.
283	A010	14B	MI	Conglomerate	The rock is very poorly sorted and composed of volcanic rock fragments, plagioclase, quartz and potash feldspar with accessory opaque minerals and sericite. Grains are angular to subrounded in shape. Feldspars are altered to sericite.
284	A011	14B	MI	Sandstone	The rock is medium to fine grained, well sorted, and composed of subangular to subrounded grains of quartz, potash feldspar, plagioclase, opaque minerals and sericite. Argillaceous matrix is about 10 percent in volume.
285	A013	14B	MI	Conglomerate	The rock shows very poorly sorted and is composed mainly of quartz grains and mosaic quartz grains. Potash feldspar also is contained, but it is altered partly to sericite and small size (less than 0.3mm in the maximum diameter). Iron minerals fill into matrix portion. Opaque minerals and secondary sericite occur as accessory minerals.
286	A014	14B	MI	Sandstone (?)	The rock shows very poorly sorted and is composed of irregular shaped (angular to subangular) grains. Grains are quartz, potash feldspar, plagioclase, opaque minerals and sericite. Feldspars are generally altered to sericite.
287	A016	14B	PC	Biotite hornblende diorite	This rock shows hypidiomorphic medium grained and equigranular texture. Main constituent minerals are plagioclase, hornblende, biotite, and one mineral. Plagioclase shows commonly lamellar twinning, and is mostly altered to epidote, chlorite and sericite. Hornblende is mostly chloritized. Biotite mostly chloritized and opacitized. One mineral generally occurs in contact with mafic silicates. Minor constituent minerals are apatite and quartz. As secondary mineral, a large amount of chlorite, epidote and sericite occurs.
288	A017	14B	PC	Garnet-biotite-muscovite gneiss	Medium grained lepidoblastic texture. Major constituent minerals are quartz, albite, potash feldspar, muscovite, and chlorite. Minor constituent minerals are garnet, biotite, epidote, zircon, sphene, calcite, apatite, ilmenite and hematite. Quartz grains show moderate undulatory extinction. Potassium feldspar grains are stained by numerous minute sericite flakes. Garnet and biotite are partly altered to chlorite.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
289	A018	14B	BC	Garnet-chlorite-muscovite schist	Fine grained lepidoblastic texture. Major constituent minerals are quartz, albite, muscovite and chlorite. Minor constituent minerals are garnet, epidote, sphene and opaque minerals. Garnet is colorless under open nichol, and some of them form porphyroblasts up to 1mm in diameter, though the average is about 0.4mm. Flakes of chlorite, muscovite and films of limonitic iron ore form distinct schistosity.
290	A019	13B	PC	Cataclastic metadiorite	Major constituent minerals are plagioclase (labradorite), brown hornblende, green hornblende and epidote. Minor constituent minerals are albite, chlorite, calcite, sphene, apatite, leucosene and pyrite. All crystals are more or less deformed and set apart to fragments showing undulatory extinction. Plagioclase crystals are of labradoritic composition and their cracks are sometimes filled with albite. Brown and green hornblendes are often associated in complicated manner.
291	A020	13B	PC	Cataclastic muscovite-biotite granite	Medium grained cataclastic texture. Major constituent minerals are quartz, microcline, sodic plagioclase, biotite and muscovite. Minor constituent minerals are epidote, garnet (?), sphene and magnetite. Directional cataclasis causes gneissose appearance. Quartz "porphyroclasts" are broken into small granules, but feldspar grains are relatively less deformed. Cleavages of some biotite grains are strongly banded. Completely granulated fine grained matrix is composed of granoblastic aggregate of minute quartz, alkali feldspars and sericite. Small grains of sphene, epidote, magnetite and garnet (?) are scattered in the matrix.
292	A023	14C	PU	Limestone	The rock shows micritic texture and is composed of microcrystalline calcite mosaic. A little (less than several percent) opaque minerals and quartz (showing wavy extinction) also are contained.
294	A025	14C	PU	Limestone	The rock shows sparitic texture and is composed of mosaic of carbonate mineral. Small (less than 0.05 mm in size) quartz grains (subrounded in shape) also are contained.
295	A026	17E	CH	Limestone	The rock shows sparitic texture and is composed of mosaic of carbonate mineral anhedral. In this section, terrigenous grains of quartz and feldspars also are contained. Feldspars are altered partly to be replaced with carbonate mineral.
297	A028	17E	CH	Shale	The rock shows lamination and is composed of subangular to subrounded grains and altered feldspars. Opaque minerals and sericite occur as accessory minerals. The rock contains up to 20 percent of argillaceous materials and is cemented with carbonate mineral (calcite).
298	A029	17E	CH	Sandstone	The rock is medium grained, moderately sorted, and composed mainly of quartz, potash feldspar and plagioclase. Opaque minerals and sericite of secondary origin occur as accessory minerals. Grains are rounded to subangular in shape.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
299	A033	150	VI	Sandstone	The rock is medium grained, moderately sorted, and contains little or no argillaceous matrix. The rock is contained of angular to subrounded grains of quartz, potash feldspar, plagioclase with accessory opaque minerals and sericite.
300	A034	150	VI	Sandstone	As well as A033 section, the rock is composed of subrounded to subangular grains of quartz, potash feldspar and plagioclase. Opaque minerals and sericite also are recognized as accessory minerals. This rock shows fine grained and moderately sorted.
301	A037	19B	TM	Soda-augite hornblende monzonite	The texture of this section is hypidiomorphic medium grained, weakly porphyritic and protoclastic. Main constituent minerals are plagioclase, myrmekite, potash feldspar, quartz, hornblende, soda-augite and biotite. Minor constituent minerals are sphene, apatite, ore minerals and magnetite. Plagioclase is prismatic and partly sericitized, its zoning is moderate. Myrmekite is common along contacts between potash feldspar and plagioclase. Potash feldspar commonly shows perthite structure. Small granular crystals of quartz occur in small amount. Hornblende shows green to deep green color; in this mineral, inclusions of magnetite are common, augite not rarely occurs in core. Soda-augite shows pleochroism not so weakly, and is sometimes surrounded by hornblende. Biotite occurs not commonly. Well formed sphene and granular apatite, not rarely aggregated, are present in considerable amount. Ore minerals, probably magnetite, occur in contact with hornblende or augite. As secondary mineral, sericite is present.
304	D004	19B	FU	Shale	The rock shows laminated texture clearly and cemented with carbonate mineral (calcite). Grains up to 0.05mm in diameter also are observed, but most of all is occupied with argillaceous materials.
305	D008	19B	FU	Dolomite	The rock shows sparitic texture and is composed of mosaic of carbonate mineral (dolomite) anhedral. Other minerals also are contained but all of them are too altered to be identified.
306	D009	19B	FU	Dolomite	The rock is composed of mosaic of dolomite anhedral, and shows sparitic texture. Small (less than 0.05mm in size) opaque minerals are contained very rarely.
307	D012	19B	SA	Shale	The rock shows laminated texture and contain less than 10 percent of subangular to subrounded quartz grains (0.05mm or less in size). Sericite is also recognized rarely. Other portions are composed of argillaceous materials.
308	D017	18B	SA	Shale	The rock consisting of microcrystalline clay minerals is oriented so that tiny flakes are roughly parallel to lamination. Some subrounded silt-size grains of quartz are recognizable.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
309	D029	17C	CK	Limestone	As the whole, the rock shows microcrystalline (micritic) texture. A fissure (about 2mm in width) is filled up with sparitic carbonate minerals. Iron minerals are recognizable along some fissures, and terrigenous grains of quartz and feldspar also are contained. Fossils as foraminiferas, molluscs, and calcareous algae are recognizable.
310	D030	17C	CK	Conglomerate	The rock is composed of limestone granules, quartz grains and altered feldspars. Grains are generally rounded to subrounded in shape. In limestone granules, quartz grains are recognizable. Limestone granules are composed of mosaic of fine grained calcite anhedral.
311	D039	19E	HU	Mudstone	Angular to subangular grains of quartz, altered feldspars, and sericite are recognizable in argillaceous materials. The maximum diameter of quartz grains is about 0.3mm. Opaque minerals are contained rarely.
312	D045	13E	CK	Limestone	Carbonate mineral (calcite) occurs as microcrystalline mosaic and/or cement of silt-size grains of subrounded to subangular quartz, potash feldspar and plagioclase. As the whole, detrital grains account for up to 20 percent. The rock is considered to be impure limestone.
313	D058	13B	PC	Quartz schist	Fine grained lepidoblastic texture. Major constituent minerals are quartz, muscovite and clay minerals. Minor constituent minerals are feldspars, opaque minerals, zircon and sphene. Original structure of sandstone is well preserved. Subrounded to subangular quartz grains showing cataclastic features comprise 40% of the rock and the remainder is composed of lepidoblastic muscovite, minute quartz, feldspars, various clay minerals and opaque minerals. Trace amounts of zircon and sphene also occur.
314	D060	13B	PC	Biotite Granite	Medium grained anhedral granular texture. Major constituent minerals are quartz, sodic plagioclase, microcline and biotite. Minor constituent minerals are sericite, epidote, chlorite, zircon, sphene, magnetite and hematite. Quartz grains show weak undulatory extinction. Albite twin is developed in sodic plagioclase. Some microcline grains are stained with minute sericite, epidote and sphene. Biotite is partly replaced by chlorite.
315	D061	13B	PC	Biotite Granite	Medium grained subhedral granular texture. Major constituent minerals are quartz, microcline, oligoclase and biotite. Minor constituent minerals are sericite, epidote, chlorite, garnet, sphene, magnetite and hematite. Quartz grains show moderate undulatory extinction. Biotite grains often include magnetite, epidote and minor amounts of colorless garnet but chloritization is slight. Microcline is richer than oligoclase, and often includes small oligoclase and quartz. Some of them are perthitic.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
317	D064	13B	BC	Weathered phyllite	Fine grained lepidoblastic texture. Constituent minerals are quartz, muscovite, limonitic iron ore and clay minerals. Angular quartz grains, about 0.1mm in diameter, are distributed between films of muscovite and limonitic iron ore, and the latter two minerals form distinct foliation. Quartz grains show weak undulatory extinction. This sample is moderately weathered.
318	D065	13B	BC	Epidote amphibolite	Fine grained, subhedral granular texture. Major constituent minerals are sodic plagioclase, green hornblende and epidote. Minor constituent minerals are biotite, sericite, garnet, sphene and magnetite. Schistosity is not distinct. Green hornblende and sodic plagioclase are the major constituents and anhedral epidote is also abundant. Very small (0.01mm) yellowish garnet (?), biotite, sericite, sphene and magnetite are disseminated among them. Epidote occurs also as veinlets.
319	D066	13B	BC	Epidote-quartz semischist	Major constituent minerals are quartz and epidote. Minor constituent minerals are biotite, microcline, sodic plagioclase, chlorite, zircon, sphene, clay minerals, magnetite, hematite and limonite. Fine grained poorly recrystallized rock of sandstone origin. Almost all clastic grains are made of quartz of about 0.2mm in average diameter. They show cataclastic features as cracks and undulatory extinction. Small amounts of alkali feldspars are recrystallized in the matrix. The abundance of small epidote grain is characteristic. Biotite is partly altered to chlorite.
320	D069	13B	FC	Sheared biotite granodiorite	The texture of this rock is hypidiomorphic fine grained; weakly porphyritic, protoclasic, partly cataclastic. Main constituent minerals are quartz, plagioclase, potash feldspar and biotite. As minor constituents, muscovite occurs. Quartz shows remarkable undulatory extinction. Plagioclase shows lamellar twinning commonly, and is moderately sericitized. Potash feldspar shows microcline structure not so uncommonly, and is scarcely sericitized. Biotite is completely altered to chlorite with sphene. As secondary mineral, calcite, sericite, chlorite and sphene are present. Along shear plane, calcite vein occurs.
321	D073	13C	XD	Biotite-hornblende quartz diorite	Medium grained anhedral granular texture. Major constituent minerals are plagioclase (andesine), quartz and hornblende. Minor constituent minerals are biotite, epidote, chlorite, apatite, calcite, ilmenite and magnetite. Quartz occurs as large interstitial crystal. Plagioclase is of andesine composition and hornblende is brownish green. Biotite is partly replaced by chlorite.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
322	D074	13C	NI	Decitic fine tuff	Major constituent minerals are alkali feldspars and quartz. Minor constituent minerals are sphene, clay minerals and opaque minerals. Lithic ejecta are rare. Crystalline ejecta are mainly alkali feldspars, up to 2mm in diameter, generally stained with clay minerals. Quartz (chalcedony ?) occurs as patch like aggregate of minute anhedral crystals. Matrix is cryptocrystalline and opaque minerals are disseminated in it. Quartz veinlets are abundant.
323	D075	13C	MD	Biotite granite	Medium grained anhedral granular texture. Major constituent minerals are quartz, microcline, sodic plagioclase and biotite. Minor constituent minerals are muscovite, sericite, chlorite, magnetite and pyrite. Quartz grains show moderate undulatory extinction. Microcline grains are generally stained with minute sericite flakes. Biotite is partly altered to chlorite.
324	D079	13C	MD	Muscovite-bearing biotite micro-adamellite	Main constituent minerals are plagioclase, quartz, potash feldspar and biotite. As minor constituents, muscovite occurs. Plagioclase is moderately zoned, partly sericitized, especially in core. Quartz shows undulatory extinction very commonly. Potash feldspar commonly shows perthite structure rarely microcline structure is present. Biotite is sometimes altered to chlorite, inclusion of ore minerals and apatite is common. As secondary minerals, sericite, chlorite and epidote are present.
325	D081	13C	MD	Altered dacite	Very fine grained aphyric texture. Major constituent minerals are quartz, alkali feldspars, chlorite and sericite. Minor constituent minerals are epidote, sphene and hematite. Quartz and mafic mineral microphenocrysts of about 0.2mm in diameter are scattered in pilotaxitic groundmass. Microphenocrysts of mafic minerals are now completely altered to chlorite, or chlorite and hematite. The chlorite is light pale green or almost colorless under open nicol and is dark under crossed nicol. Alkali feldspars are altered to sericite aggregate.
326	D082	13C	MD	Hornblende (?) - muscovite-biotite granite	Medium grained subhedral granular texture. Major constituent minerals are hornblende (?), muscovite, sericite, epidote, chlorite, zircon, sphene, apatite, calcite and leucokene. Quartz grains are almost undeformed. Microcline are generally stained with sericite, calcite and leucokene. Biotite is partly altered to chlorite. Subhedral pseudomorph, now composed of epidote and quartz may have originated in hornblende.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
327	D086	13D	ND	Altered biotite granite	Medium grained subhedral equigranular texture. Major constituent minerals are quartz, microcline, plagioclase (oligoclase) and biotite (altered to chlorite). Minor constituent minerals are chlorite, muscovite-sericite, sphene, zircon, calcite and magnetite. Some quartz grains show weak undulatory extinction. Microcline is generally stained with sericite flakes. Plagioclase is of oligoclase composition. Biotite is completely altered to chlorite, which shows purplish abnormal interference color. Thin calcite veinlets occur.
328	D087	13D	ND	Quartz porphyry	Phenocrysts are composed of quartz, sodic plagioclase, microcline, biotite(?) and hornblende (?). Groundmass is composed of sodic plagioclase, microcline, sericite, quartz, epidote, chlorite, sphene, leucokene, magnetite and hematite. Quartz, sodic plagioclase, microcline, minor amounts of completely altered biotite (?) and hornblende (?) occur as phenocryst of 1mm in diameter. Subhedral to subhedral, in some cases corroded or embayed, quartz phenocrysts are dominant among them. Biotite is altered to the aggregate of chlorite, epidote and sphene, but hornblende is altered to that of epidote and minor amounts of quartz. Microclines of sodic plagioclase, microcline, sericite and quartz comprise the groundmass of felty texture.
329	D089	13D	MI	Sandstone	The rock is coarse grained, poorly sorted, and is composed mainly of quartz, potash feldspar, plagioclase and cherty rock fragment. Accessory minerals, opaque minerals, carbonate mineral (calcite), and sericite of secondary origin are recognizable. Feldspar are altered partly to sericite or to be replaced with calcite.
341	RE001	6	MP	Biotite granite	The rock is hypidiomorphic and composed of plagioclase, potash feldspar, small quartz and biotite with accessory iron ore, apatite and sphene. Almost feldspar (potash feldspar and plagioclase) altered to kaolin by common decomposition. But, potash feldspar is recognized as orthoclase and perthite. Plagioclase shows albite twin. Quartz shows cataclastic figure. Fresh biotite is brown, with intense pleochroism. Along the basal cleavage, biotite changes to chlorite.
342	RE002	6	MP	Sandstone hornfels	The rock may be coarse to very coarse grained quartzose sandstone originally, composed mainly of subangular quartz grains. They lack or thread like sericite, occurs reticulately by the thermal effect. A small quantity of sulfide mineral also occur irregularly.
344	RE012	10	CC	Hornblende augite gabbro	The rock shows hypidiomorphic texture. The main constituent minerals are plagioclase (subhedral, up to 1.5mm mainly labradorite), augite (subhedral, up to 0.4 mm. CAZ 42° - 46°), brown hornblende (subhedral, up to 0.6mm, observed frequently in the marginal part of augite, with a pleochroism of Zonedish brown, Xspale brown) and black magnetite (subhedral, up to 0.3mm). As the secondary mineral, fibrous epidote is recognized.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
347	RF040	16	CK	Dolomite	Very finely crystalline dolomite with subangular to angular silt-size grains of quartz less than 5% and a few per cent of iron minerals. Original sediments may be lime mud with several per cent of silt.
361	RF006	4	PU	Dolomite	Very finely to finely crystalline dolomite. Pellet ghosts remain sporadically. Original sediments may be pelmicrite. The rock is crushed rather distinctly, and fractures filled by calcite and silica veins.
363	RF013	6	PU	Dolomite	Very finely crystalline dolomite with several per cent of subangular silt-size quartz and iron minerals. Original sediments may be micritic limestone with several per cent of silt.
364	RF015	6	PU	Dolomitized calcareous chert	Composed mainly of medium grained micro-quartz but retaining fossil remains of foraminifera sporadically. Therefore, the rock is nodular or lenticular chert which was changed by replacement from foraminiferal micritic limestones. But calcite is wholly replaced by fine to medium grained rhombs of dolomite. Small amounts of iron minerals are also observed sporadically.
365	RF016	6	PU	Dolomitic limestone with chert nodules	Composed mainly of very fine to fine grained anhedral mosaic of dolomite, but retaining of structure of the original radiolarian biomicrite with foraminiferal tests. Nodular chert, composed of medium grained micro-quartz, replaced irregularly with original radiolarian biomicrite.
368	RF019	4	TV	Biotite quartz porphyry	The rock shows porphyritic texture, but the groundmass is wholly glass. The constituent minerals are quartz (subhedral bipyramid, up to 0.8mm) and altered alkali - feldspar (up to 0.7mm, fine aggregate with kaoline and sericite). A few small biotite occurs as opacite. The pale green groundmass shows fluidal structure, and consists of fine thin iron ore, glass and skeletal crystal (may be quartz).
371	RF034	11	PU	Dolomitized calcareous chert	The rock is composed mainly of coarse to medium grained anhedral mosaic of dolomite. Irregular chert, composed of fine to very fine grained micro-quartz, which was changed from limestones by replacement, occurs sporadically. Medium grained mosaic of dolomite also replaces with the calcareous part in the irregular chert.
372	RF038	18	PU	Radiolarian biomicrite	Composed mainly of very finely crystalline micrite with radiolarian remains and a few per cent of silt-size detrital quartz. Micritic limestone is replaced by very fine grained micro-quartz irregularly and sporadically.
373	RF039	18	PU	Dolomitized biomicrite	The rock consists more than 50% of allochem grains of brachiopod shell, crinoid and bryozoan fragments, cemented by micro crystalline calcite, but fine grained anhedral mosaic and rhombus of dolomite occurs sporadically and irregularly.
376	CF033	11	PU	Dolomite	Fine to medium grained anhedral mosaic of dolomite in which are small amounts of the ghosts of fossil remain. The ghosts of fossil remain are composed of coarsely crystalline calcite.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
374	RF042	13	PU	Phyllitic limestone	The rock shows distinct schistose structure and recrystallized limestones, but remains partly micritic texture. Secondary calcite grains are coarse to very coarse anhedral mosaic.
375	RF043	9	PU	Dolomite	The rock composed of coarsely crystalline dolomite, scattered throughout anhedral coarse mosaic of calcite.
376	RF044	9	PU	Dolomitic limestone	Medium crystalline dolomite scattered throughout anhedral coarse to medium mosaic of calcite.
377	RF047	9	PU	Micrite	The rock composed wholly of very finely crystalline calcite, but sporadically scattered coarse sparry calcite. The original sediments may be diamicrite.
380	RF050	11	PU	Dolomite	Medium to coarsely crystalline dolomite with coarsely recrystalline mosaic of calcite.
390	RF059	15	PU	Dolomitic oolite	The rock composed wholly of medium to coarsely recrystallized mosaic of calcite, but original structure of oolitic limestone is remained, and finely crystalline rhombus of dolomite occurs between oolites irregularly.
391	RF061	15	CR	Reddish silty sandstone	Very fine grained angular to subrounded quartz and small amounts of feldspar are cemented by calcite and clay minerals. Clayey matrix is colored by hematite.
395	RF071	18	PU	Recrystallized limestone	The rock is composed wholly of very fine to coarse grained mosaic of calcite. It seems that the variation of grain size of mosaic is due to the difference in original grain of limestone, such as micrite, sparry calcite and fossil remains.
398	RF075	11	YU	Sandy siltstone or shale	Very fine subangular to subrounded grains of quartz and small amounts of feldspar are cemented by clayey matrix. Rich carbonaceous matter is observed in clayey matrix. Sand-size grain less than 3%.
453	RG005	4	YU	Pelaparite	Rounded aggregates of "algal" pellets in various size are cemented by medium crystalline sparry calcite. The specimen is somewhat recrystallized and dolomitized.
454	RG009	4	MP	Tuff	Subhedral β -quartz (up to 0.6mm), anhedral plagioclase (Oligoclase - Andesine, up to 0.35mm), irregular formed pyrite (up to 0.7mm) and small irregular pebble of andesite are in a fine volcanic ash. Constituent minerals are quartz and plagioclase. Andesite pebble is pyroxene andesite. The part of this specimen shows tiny fluidal texture as like as welded tuff.
455	RG011	4	PU	Dolomitic biomicrite	The rock shows incipient dolomitization of crystalline limestone. The limestone is composed largely of finely to medium crystalline calcite, but remains ghosts of shell fragments and micritic structure sporadically. Very finely crystalline dolomite occurs in micritic matrix and along the margin of shell fragments by replacement.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
456	RC021	6	PU	Dolomitic limestone	Aphanitic to very finely crystalline dolomitic micrite with several per cent of very fine grained detrital quartz.
458	RC062	1	PU	Dolimitised radiolarian micrite	Containing abundant radiolaria with a micrite matrix. Radiolarian remains are entirely replaced by micro-quartz. Aphanitic to very fine dolomite crystals are disseminated in the micrite.
459	RC072	12	PU	Calcareous silt stone	Containing abundant radiolarian remains and very fine grained detrital quartz with calcareous silt matrix. Radiolarian remains are entirely replaced by calcite. Detrital quartz are angular to subrounded and poorly sorted. Matrix consists of aphanitic to very finely crystalline calcite and clayey matter.
460	RC073	12	OR	Arkose sandstone	Coarse grained sandstone is composed chiefly of quartz (more than 80%) and lesser amounts of potash feldspar (less than 10%), cemented with secondary quartz and clayey minerals. Quartz grains in coarser facies show secondary rim. A few per cent of recrystallized quartz grains are observed. Clayey materials change to thread like sericite.
462	RC087	13	CC	Biotite granite	The rock shows a medium grained granular texture. The main constituent minerals are quartz (subhedral, up to 1.3mm), alkali feldspar (subhedral, up to 1.0mm) twinned after Carlsbad law, microcline and perthite, some of them show granophyric texture), biotite (subhedral, up to 0.5mm, including magnesian and sphene, at the marginal part and along cleavage it changes to pale green chlorite). A quantity of plagioclase (subhedral, up to 0.4mm, oligoclase) is small. Sphene is seen as accessory mineral. Chlorite after biotite and clay mineral, and sericite after feldspar are seen as the secondary mineral.
463	RC089	13	PC	Dolomitic limestone	The rock consists mainly of coarsely recrystallized calcite with medium grained detrital quartz, but finely to medium crystalline dolomite replaced about 60% of calcite.
464	RC091	13	PU	Crystalline limestone	The rock shows distinct schistose structure, and consists of finely recrystalline calcite and numerous calcite vein.
465	RC105	14	PU	Calcareous silt stone	The rock shows nearly same character as RC 072, but more coarsely recrystallized.
466	RC106	14	PU	Silicified rock	The original rock is acidic volcanic ash or acidic tuff. The rock is perfectly gotten the silicification, and consists of very small quartz grain, sericite and clay mineral. A small quartz vein is recognized.
467	RC111	14	PU	Biomicrite	Rounded shell fragments of bivalves, gastropods and other fossil remains are cemented by muddy micrite originally, but changed to very finely to finely crystalline calcite by recrystallization.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
469	RH118	16	PU	Tuff	The rock is gray in colour and consists of very fine volcanic substances. They are quartz, volcanic ash and glass. Phenocrystic fragments, such as quartz, feldspar etc., are not seen. After alteration, a small quantity of sericite occurs along the space.
470	RH120	19	PU	Glauconitic dolomite	Very fine to fine grained porphyroblasts of dolomite scattered throughout anhedral mosaic of calcite in which are numerous glauconite grains and about 10% of detrital quartz. Glauconite granules, altered to brown color, show partial replacement by dolomite.
496	RH001	7	PU	Silicified conglomeratic limestone	Consists of subangular to rounded granule and very coarse sand - size grains of orthoquartzite, recrystallized chert and a few of much altered andesite with very coarsely crystallized sparry calcite matrix. The matrix is replaced partly by micro-quartz by silicification. Tiny lath shaped sericite is scattered in matrix of micro-quartz. Sericite and chlorite are also scattered in volcanic fragments.
497	RH002	7	PU	Brecciated biomiorite	The rock is composed of very finely crystallized mosaic of calcite with fossil remains of gastropod and crinoid, and crushed distinctly. The fractures are filled by coarsely crystallized calcite.
498	RH019	8	MP	Biotite quartz porphyry	The rock is porphyritic. Phenocrysts of quartz (subhedral, 0.65 - 2.20 mm long, quartz partly corroded and contains gas cavity), alkali feldspar (subhedral or subhedral, up to 1.0 mm, sanidine, almost altered to sericite and clay mineral) and biotite (subhedral subhedral, up to 0.20 x 0.45 mm, perfectly altered to opacite or chlorite). The groundmass is fine texture and consists of very small quartz grain and glass. A narrow quartz vein is seen one. The rock altered by thermal effect slightly.
500	RH028	8	OR	Medium sandstone	Well sorted, subangular to rounded medium grains of quartz, chert and silt stone are cemented with a very small quantity of micro-quartz and clay mineral. Tiny lath shaped sericite is scattered in the detrital silt stone grain and matrix. The rock may be originated from quartzose sandstone and silt stone.
501	RH030A	10	CG	Biotite granite	The rock shows a medium grained and granular texture. The main constituent minerals are quartz (subhedral-subhedral, up to 0.65 x 0.85 mm, rarely showing the very extinction), alkali feldspar (subhedral-subhedral, perthite and microcline, up to 0.25 x 0.55 mm, often showing as the marginal part of plagioclase), plagioclase (subhedral, up to 1.60 x 0.70 mm, all alters to the fine mixture of kaolinite and sericite, albite twin is slightly recognized), and biotite (subhedral, up to 0.37 x 0.67 mm, perfectly altered to clinzoisite, small irregular black magnetite is seen as inclusion). Apatite, zircon and iron as like accessory minerals are very poor.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
502	EH030B	10	CC	Micro muscovite granite	The rock shows a fine grained and micro granular texture. The main constituent minerals are quartz (anhedral, up to 0.18 x 0.25 mm, often showing the very extinction, corroded), alkali feldspar (subhedral-subhedral, up to 0.30 x 0.25 mm, often showing the exsolution phenomenon, some of them altered to clay mineral and sericite), plagioclase (subhedral-subhedral, up to 0.25 x 0.18 mm, main part is oligoclase, some of them altered to clay mineral and sericite) and muscovite (anhedral and small lenticular form, up to 0.33 x 0.10 mm, altered to chlorite). Iron ore (magnetite) is seen. Accessory minerals can not be seen. Chlorite, sericite, clay minerals and limonite occur as the secondary mineral.
503	OR038	12	FU	Silicified rock	The original rock is andesitic tuff. Silicification is perfect. Phenocrystic volcanic fragment is only pyroxene and calcite. Very fine volcanic substances are quartz grain, subhedral plagioclase, volcanic glass and black iron ore.
505	EH040	12	TM	Hornblende porphyrite	The rock is porphyritic. Phenocrysts of plagioclase (subhedral-subhedral, up to 0.7 x 0.2 mm, altered to clay minerals perfectly) and hornblende (subhedral, 0.1 x 0.2 - 0.45 x 1.60 mm, altered to calcite perfectly). Very small sericite occurs in the groundmass as secondary mineral.
506	EH050	18	MI	Arkose sandstone	Rather well - sorted, angular to subrounded, medium to coarse grained fragments of quartz, alkali feldspar (perthite and microcline), plagioclase (oligoclase), small amounts of chert are cemented by silty matrix and limonite. Kaolinite, sericite and very small quantity of chlorite occur in feldspar grains and matrix by alteration.
507	EH051	15	CH	Calcareous sandstone	Poorly sorted, fine to medium grained, angular to subrounded fragments of quartz, small amounts of plagioclase and chert are cemented with coarsely crystallized calcite and clayey matrix. Clayey matrix is colored to reddish brown by limonite.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
568	K1005	4	OR	Pelospirite	Poorly sorted pellets, foraminifera and algal debris are cemented irregularly by fine to medium grained mosaic of sparry calcite. Pellets of diverse size are present throughout the slide, ranging from 0.02mm to 1.0mm or more.
569	K1012	5	PU	Tuffaceous sandstone	Poorly sorted medium to coarse grained sandstone with tuffaceous silt matrix. Sand grains consists mainly of quartz, a small amount of plagioclase and much altered adesite fragments. Fine matrix, like a clay paste, composed of comminuted mineral grains and devitrified glass.
570	K1033	7	PU	Dolomitic limestone	Coarsely recrystallized mosaic of calcite is replaced wholly by fine to medium grained dolomite. A few per cent of angular detrital quartz is observed sporadically. The rock is intruded irregularly by quartz vein.
571	K1043	7	PU	Dolomitic limestone	The rock is composed mainly of very coarsely recrystallized mosaic of calcite, more or less dolomitized.
572	K1044	7	PU	Dolomitic limestone	The rock composed of rather uniformly recrystallized medium grained mosaic of calcite, and is changed to fine grained dolomite selectively along a layer of finer mosaic of calcite. Original rock can be considered to a laminated limestone, consists of micrite and sparite. Dolomitization was progressed selectively in the micritic layer.
573	K1048	7	PU	Dolomitic limestone	The rock consists mainly of finely recrystallized mosaic of calcite, but about half of them are changed to very fine subhedral mosaic of dolomite by replacement. Numerous coarse grains of calcite are observed sporadically. They seem to be the ghosts of fossil fragments.
578	K1068B	1	CK	Silty sandstone	About 65% of angular to subrounded very fine grains of quartz (more than 85%), feldspar (potash - feldspar and plagioclase, about 10%) and fragments of chert and andesite are cemented with rather coarse silt matrix. Tiny lath like sericite and chlorite are scattered in the matrix. Matrix is colored to reddish brown by hematite.
576	K1068B	1	PU	Cataclastic quartzose sandstone	The rock consists of distinctly crushed very coarse grains of quartz and a few of recrystallized chert fragments, which show very extension, with micro-quartz matrix. Tiny lath like sericite is scattered in the matrix. Origin of micro-quartz can not be decided to fault clay, siliceous sediments or secondary silicification.

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock Name	Microscopic Observation
580	RI086	19	ND	Quartz augite hornblende diorite	The rock shows a medium grained and hypidiomorphic texture. The main constituent minerals are quartz (anhedral, up to 0.2mm), plagioclase (up to 0.3 mm, mainly andesine, almost changes to kaolinite and sericite, subhedral), brown hornblende (subhedral, up to 0.6 mm, pleochroism weak) and augite (subhedral, prismatic, up to 0.4 mm, marginal part changes to hornblende, CAZ 38 - 42). Apatite is common and small magnetite grain is rare as accessory mineral. The rock is not fresh and is accepted thermal effect.
585	RI102	15	CH	Muscovite biotite bearing granite	The rock shows a medium grained and hypidiomorphic texture. The main constituent minerals are quartz (anhedral, up to 0.3 mm, often shows the wavy extinction), and alkali feldspar (subhedral, up to 0.35 x 0.40 mm, almost changes to clay mineral). Muscovite and biotite are the minor or accessory mineral. Some part of biotite change to chlorite. Apatite occurs in alkali feldspar as an inclusion. A few magnetite is recognized.
586	RI103	15	CH	Biotite hornblende porphyrite	The rock is porphyritic. Phenocrysts of plagioclase (subhedral and subhedral, up to 0.8 mm long, distinctly zoned, mainly andesine but having the core of labradorite, twinned after albite and carlsbad law), biotite (anhedral, up to 0.5 mm with a pleochroism of X-yellow, Y2-pale green, partly altered to chlorite), hornblende (subhedral, up to 0.15 x 0.40 mm, almost altered to biotite and chlorite) and dark orange sphene (subhedral, up to 0.05 mm, max=0.7 mm long). Slender needle limonite and irregular magnetite are small. The groundmass is holocrystalline with a fine texture, and consists of only lath shaped plagioclase. In general, very small sericite as the secondary minerals is scattered.
588	RI122	15	PU	Echinoidal biomicrite	Consists almost wholly of crystalline erinoid and echinoid debris cemented by very finely crystallized mosaic of calcite.
590	RI133	16	PU	Dolomitic pelmicrite	Consists almost of ghosts of pellets, varying in size and shape, and of small amounts of foraminifera with very fine micritic matrix. Fine rhombs of dolomite is scattered in the ghosts of pellets selectively.
591	RI134	16	CH	Dolomite	Very finely crystalline anhedral mosaic of dolomite in which are remained ghosts of pellets and coarsely recrystallized cinnoid debris. A few per cent of angular fine grained detrital quartz is observed.
592	RI141	19	PU	Conglomeratic limestone	Consists of angular to subrounded, pebble to granule sized intraclasts, andesite and andesitic tuff fragments with very coarsely crystalline sparry calcite matrix. Intraclasts include oomicrite, radiolarian biomicrite, algal biomicrite and crinoidal bioparite. Detrital grains of andesite and andesitic tuff are altered distinctly. Coarse grained subrounded detrital quartz and chert are observed.

Table 7. Microscopic Observation of the Polished Section

Sample No.	Field No.	Locality	Type of Mineralization	Reflecting Microscopic Observation
Pb Ore				
349	OE 287	18	Floot of silicified limestone with dissemination galena.	<p>The specimen is composed mostly of galena as ore mineral accompanying with some gangue minerals.</p> <p>Galena shows clear white in reflecting color, isotropic, and associates closely with fine bladed shaped gangue minerals as shown in Fig. 12-1. Typical triangular cleavage pits seen generally in galena are not developed in this specimen. Fine idiomorphic cubic crystals of pyrite, maximum about 50 μ and usually 10 to 20 μ in size, are observed among both galena and gangue minerals. Sometimes they aggregate each other to form cluster grains of pyrite as large as 0.4 mm in size.</p> <p>In this specimen several small galena grains are observed megascopically on the polished surface.</p> <p>Under the ore microscope, tiny pyrite grains and galena in various sizes are observed through out the polish surface.</p> <p>Galena occurs irregular shape, about 1 mm in maximum size and 30 to 200 μ in general size, and shows pure white color. Outer part, near grain boundary of galena masses are replaced by dark gray colored fine gangue minerals(?) and then shows like dendritic or dusted textures as shown in Fig. 12-1. This dark gray non-opaque mineral is also found among true gangue minerals, might be dolomite, and it usually contains very fine dusty galena less than 1 μ. This mineral shows nodulate reflecting pleochroism and distinct anisotropism under closed nicola. The mineral could not identified certainly, but it might be in high possibility terrussite because of the similar occurrences to that of antimonite in zinc ore mentioned below.</p> <p>Pyrite, occurs as cube or subhedral crystal in size of 5 to 50 μ. So many fine pyrite grains disseminated through out the specimen but their occurrence and distribution are in close relation with dark gray anisotropic non-opaque minerals mentioned above. Pyrite is also found in galena, and sometimes observed as aggregate grains of several hundreds microns.</p>
351	OE 289	18	Galena ore of Pichita Caluga Mine.	<p>Among dark brown colored rock specimen the clear galena masses as large as 3 to 5 mm are observed megascopically.</p> <p>Galena occurs as interstitial filling forms among idiomorphic gangue minerals as shown in Fig. 12-2. Reflecting color is pure white and no alternation and no inclusion mineral are found in galena.</p> <p>Pyrite is not so many in this specimen but several iron hydroxide might be goethite. Grains which replaced former pyrite crystals are found in gangue. They show various tint of gray in heterogeneous color, 0.1 mm in maximum and 20 to 50 μ in general sizes, and contain tiny pyrite grain within them in most cases.</p> <p>A small amounts of sphalerite are also observed as irregular shape of 0.6 to 0.8 mm in size among gangue minerals.</p>
366	OP 017	6	Galena ore of Pichita Caluga Mine.	<p>The specimen is massive galena ore.</p> <p>Except some small gangue masses, galena does not contain any other ore minerals even pyrite in this specimen. Several veinlet of non-opaque minerals, 10 to 30 μ in width, cut across galena and galena is replaced slightly around the veinlet.</p>
367	OP 018	6	Galena ore of Pichita Caluga Mine.	

Sample No.	Field No.	Locality	Type of Mineralization	Reflecting Microscopic Observation
397	OP 073	16	Floot of galena ore.	This specimen is also massive galena ore. Galena crystals in the specimen OP 073 show a deformation texture under the ore microscope. It is observed that a regular arrangement of well developed typical triangular cleavage pits is disturbed and beated as shown in Fig. 12-2. No gangue and no other sulfide minerals are found in galena.
457	OC 027	7	Floot of grey dolomite with spotted galena and sphalerite in calcite vein.	Several fine veinlets of galena and gangue minerals run nearly in parallel among dark color rock specimen. The veinlets consist mainly of galena accompanying with sphalerite and gangue minerals and their width are 0.2 to 0.3 mm in general and 1 mm in maximum. Among gangue matrix subhedral crystals of pyrite, 20 to 50 μ in size, are found and they sometimes rimmed or replaced irregularly by goethite. Goethite shows gray in reflecting color and reddish to brownish internal reflection.

Zn Ore

393	OP 064	15	Partly limonitised zebra dolomite with very weak dissemination sphalerite.	Over a half area of the polished surface is occupied by dull brownish colored sphalerite. Under the ore microscope sphalerite in the specimen OP 064, as same as that in other specimens, has a rather higher reflectivity than usual sphalerite and then it shows extremely light color, pale grayish white with a little brownish tint. Reflecting pleochromism is not observed but milky grayish white to yellowish or pale brownish color of internal reflections are usually observed between closed nicols. It was difficult to identify the mineral at first because of its light color, but results of X-ray diffraction studies showed the mineral to be surely sphalerite. After qualitative analyses by a electron probe microanalyser this sphalerite contains little iron. Grain boundary with gangue minerals is mostly sharp, however, when light gray non-opaque minerals, might be smithsonite, contact with sphalerite the former often replaces the later slightly. And some grain boundary of sphalerite is rimmed by fine grains of secondary crystallized pyrite as shown in Fig. 12-4. Pyrite disseminates as fine grains in gangue matrix, 5 to 20 μ in general size, but several large or aggregated crystals as large as 160 μ are also found. They are mostly replaced by goethite and/or siderite. Goethite shows grayish color with various tint and usually presents internal reflection of reddish to brownish color between closed nicols. Smithsonite occurs as veinlet of 30 to 100 μ in width cutting across sphalerite and as granular masses in gangue matrix. Color is light brownish gray, lighter than true gangue and reflecting pleochromism can be recognised. A distinct internal reflections of milky white, fancy yellow or brownish color are generally observed under closed nicols.
-----	--------	----	--	--

Sample No.	Field No.	Locality	Type of Mineralization	Reflecting Microscopic Observation
384 386 387 388 389	OP 053 OP 055 OP 056 OP 057 OP 058	15 15 15 15 15	Partly limonitized zebra dolomite with very weak dissemination sphalerite.	<p>These five specimens of OP 053, OP 055, OP 056, OP 057, and OP 058 are almost similar to the specimen OP 064 mentioned above in mineral assemblage and their occurrences. Only sphalerite is main opaque mineral in these samples and their optical properties are identical. They occur as vein like or granular masses in several millimeter size and any other mineral inclusions is not found inside sphalerite grains. They show light grayish white with a little brownish tint in reflecting color without pleochroism. Internal reflections are usually observed. In many cases they are replaced by light brownish gray non-opaque mineral, smithsonite, and show "scratched dirty" or like mylonitic texture as shown in Fig. 12-3.</p> <p>X-ray studies were carried on the non-opaque mineral, scratched out by a needle point from the polished surface of the specimen OP 054, then they were identified to be smithsonite. Smithsonite is lighter than other true gangue in reflecting color and presents characteristic internal reflections of fancy milk white with brownish yellow color. It contains often fine dusty inclusions of sphalerite.</p> <p>Replacement texture is well observed on the specimens of OP 055 and OP 056. Except sphalerite fine grains of pyrite and tiny iron hydroxide, formed after results of secondary replacements of pyrite are found among gangue matrix. In the specimen OP 056 some sphalerite grains are rimmed by fine pyrite crystals. Relative amount of sphalerite is much larger in the specimens OP 055 and OP 058 and the specimen OP 055 is abundant in smithsonite.</p> <p>Sphalerite, galena, arsenopyrite, and chalcocopyrite are observed under the ore microscope but sphalerite most abounds among them and arsenopyrite follows next. Sphalerite in this specimen shows graycolor with some bluish tinge as same as usual sphalerite containing some iron. Many exsolved fine chalcocopyrite dots, 5 to 10 μ in general size, are found through out sphalerite and small grains galena also contained in sphalerite.</p> <p>Arsenopyrite occurs as separate grain in size of 0.1 to 2.0 mm in general, but sometimes contact with sphalerite.</p> <p>Chalcocopyrite and galena are not found except in sphalerite.</p>
461	00-079	18	Floot of pinkish silicified rock with dissemination pyrite and sphalerite.	
Cu Ore				
293	A 024	14C	Quartz veinlets in limestone.	<p>Under the ore microscope several grayish white mineral of 600 to 300 μ in maximum and 100 to 200 μ in average size are found. Constituent elements of this mineral were determined as Cu, As, and S including slight quantity of Fe and Zn as a result of quantitative analysis by electron micro probe analyzer and it is supposed to be tennantite.</p> <p>Tennantite has well polished smooth surface and occurs as irregular shaped grains in gangue matrix. Its color is light white with slightly yellow or olive tint and neither anisotropism and internal reflection is observed. Some gangue mineral and subhedral crystal of arsenopyrite are sometimes included in tennantite, and chalcocite and flake crystal of covellite often replace partially tennantite in near grain boundary.</p> <p>Arsenopyrite is also observed as idiomorphic grains, sometimes in beautiful hexagonal form, of 5 to 20 μ in size. Pyrite is not found frequently by sometimes it occurs as radial aggregate again of 0.1 to 2 mm and very often replaced secondary by iron hydroxide. Chalcocopyrite is not many but a few grains of below 100 μ, replaced by secondary chalcocite are observed.</p>

Sample No.	Field No.	Locality	Type of Mineralization	Reflecting Microscopic Observation
350	OE 288	18	Green oxidized copper ore (Pichita Caluga Mine).	<p>The specimen is an oxidized copper ore, and green and blue mineral such as malachite and azurite are observed megascopically. Irregular shaped grains of chalcocopyrite and tennantite are seen scattering in gangue matrix under the microscope. Tennantite has very smooth polished surface and shows white with yellow tint as the specimen A 024 in color. It often contains very small or reasonable sized grains of chalcocopyrite. As mentioned above chalcocopyrite occurs associated with tennantite but often separately observed in gangue as grains below 300 μ. It is replaced by chalcocite without exception and it often occurs that only small chalcocopyrite remains in bluish gray chalcocite grains.</p> <p>Two sulfide grains of about 1 mm size are observed megascopically among the smoky grayish white rock specimen. At preliminary microscopic observation the sulfide grains looks white or bluish white but under observation in detail it is distinguished the color is changing from white at the outer part through pale bluish white to light orange at the inner part of the grain. White part shows weak or moderate anisotropism of which color changes bluish gray to pinkish gray, but bluish white and orange parts are nearly isotropic. Under the qualitative analysis by electron probe microanalyzer the outermost white part contains only Cu and S, and Fe content increases with the color gradually change from bluish to orange. From these data it seems that these white, bluish, and orange phases correspond to chalcocite, digenite and bornite like minerals respectively. Some of the small grains of pyrite are observed in gangue matrix but no other sulfide such as chalcocopyrite is found.</p>
396	OP 072	18	Dissemination copper oxide in silicified limestone.	<p>The sulfide grain about 2 mm in size is seen in the pale yellowish green rock with the unaided eye. The largest ore mineral under the microscope is arsenopyrite, about 1.5 to 2 mm, which has irregular shape filling up interstitially the subhedral crystals of gangue minerals. Its color is creamy white and reflection pleochroism is scarcely observed. Under closed nicols rather strong anisotropism changing color from bluish gray to reddish brown is observed. Chalcocopyrite is separately found among gangue as a very fine grain.</p>
504	OE 039	12	Flot of blue green altered limestone with dissemination pyrite and Galena.	<p>The yellow sulfide grains below 3mm in size are found megascopically on the polished surface of the brownish rock specimen. The sulfide grains mainly composed of chalcocopyrite, and are classified into two types: the grain being consist of only chalcocopyrite or chalcocopyrite replaced by chalcocite and the grain of chalcocopyrite and pyrite. An independent chalcocopyrite grain, in general, is replaced at the outer zone of the grain by chalcocite and/or is cut across by chalcocite-covellite veinlet. When the veinlet has considerable width a center part of the vein is replaced by goethite and fine covellite flake crystals are found near the replacement front. Smaller grains are almost completely replaced by chalcocite and sometimes only tiny relict of chalcocopyrite is found. The grain of chalcocopyrite coexisting with pyrite is usually not replaced. Pyrite is rather round subhedral crystal of 50 to 300 μ and chalcocopyrite cements interstitially pyrite grains. Small separate pyrite is sometimes observed among gangue but often it is partly replaced by iron hydroxide as goethite.</p>
579	OI 082	19	Dissemination of chalcocopyrite, malachite and sphalerite.	

Sample No.	Field No.	Locality	Type of Mineralization	Reflecting Microscopic Observation
292	A 023	14C	Dissemination in limestone.	No sulfide is found megascopically among the dark brown fine rock specimen but under the ore microscope various type of small sulfide grains of 300 μ in maximum and several tens microns in general size are observed, though the quantity is not much. They are chalcocyanite-pyrite grain, tennantite-chalcocyanite-arsenopyrite grain, sphalerite-chalcocyanite grain, galena grain, chalcocyanite-chalcocite grain, spherical pyrite grain, etc. Chalcocyanite-pyrite, and tennantite-chalcocyanite grains are the richest among them. Sphalerite pyrite scatterers in gangue matrix and its size is 27 μ in maximum and 3 to 10 μ in general size. Optical properties of the individual minerals are the same as mentioned before.
Limonite gossan				
316	D 063	13B	Limonite vein in schist.	These three specimens of D 063, OE 050, and OF 050 are limonite gossan and a texture and optical properties are almost identical. They consist of mostly low grade crystallized iron hydroxide minerals and then it hard to identify individual minerals. They show generally gray color with various tone of brownish tint and partly light color to white. At the limited portion, goethite needle crystals, skeletal texture of hematite, or some network structure are observed. They show also distinct internal reflections of reddish to brownish color under closed nicols. No sulfide minerals is found.
348	OE 050	16	Limestone gossan in the pucara group.	
381	OF 050	15	Pyrite lens in brecciated fine grained dolomite.	
Rocks with little (or a little) ore minerals				
220	S 014	13B	Crystalline dolomite.	Any ore minerals are not recognized in the specimen.
259	C 013A	16A	Zebra dolomite.	The specimen is composed iron hydroxides (might be goethite) and some pyrite grains of under 100 μ in diameter. Pyrite rarely occurs irregular shape and as relict mineral of alteration in iron hydroxide minerals.
264	C 021	19C	Zebra dolomite.	The 1 μ grained pyrite like minerals are only recognized in the small amounts.
279	A 002	19B	Zebra dolomite.	The 1 μ grained pyrite like minerals are only recognized in the small amounts.
294	A 025	14C	Vein in limestone.	The very few amounts of subradial pyrite crystals are recognized in gangue. The grain is 5 to 10 μ in general size, and rarely 30 μ in maximum size. Large crystals of pyrite are rimmed or replaced irregularly by goethite.
306	D 009	19B	Zebra dolomite.	Pyrite grains of several microns in size are rarely recognized in gangue.
362	OF 007	4	Dark gray limestone with impregnation galena.	Pyrite grains of under 10 μ in size scatter in gangue. At the center of goethite grain of several tens microns in size, pyrite grains are recognized as the relict after alteration.
383	OF 052	15	Limonitized zone in zebra dolomite.	Goethite grains of several hundreds microns in maximum size are recognized in gangue. Some goethites are replaced by siderite along the cracks, that seem like a veinlet.
385	OF 054	15	Limonitized zone in zebra dolomite.	Pyrite and goethite grains of 5 to 10 μ in general and 30 μ in maximum size are recognized.
468	00 116	16	Zebra dolomite.	Any ore minerals are not recognized.

Fig 12 Microphotographs of Rocks and Ores

Thin sections

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock name
215	S003	18B	CH	Limestone
224	S022	20B	HU	Sandstone
229	B001	7G	TM	Soda-augite hornblende monzonite porphyry
240	B018	14C	MD	Metadolerite
243	B021	14C	MD	Altered andesite
246	B024	14B	MD	Porphyrite
249	B028-1	16B	PU	Dolomite
251	B029	14D	VI	Sandstone
254	C004	19C	TM	Altered porphyritic andesite
261	C015	10D	PG	Biotite granodiorite
266	C023	13D	MI	Shale
271	C028	11D	PG	Biotite hornblende diorite
273	C030	12D	MI	Dacitic welded tuff
283	A010	14B	MI	Conglomerate
287	A016	14B	PG	Biotite hornblende diorite
288	A017	14B	PG	Garnet biotite muscovite gneiss
294	A025	14C	PU	Limestone
301	A037	19B	TM	Soda-augite hornblende monzonite
309	D029	17C	CH	Limestone
312	D045	13E	CH	Limestone
313	D058	13B	BC	Quartz shist
318	D065	13B	BC	Epidote amphibolite
320	D069	13B	DG	Sheared biotite granodiorite
324	D079	13C	MD	Muscovite bearing biotite microadamellite
329	D089	13D	MI	Sandstone
341	RE001	6	MP	Biotite granite
342	RE002	6	MP	Sandstone hornfels
344	RE012	10	CG	Hornblende augite gabbro
368	RF019	4	TV	Biotite quartz porphyry

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Rock name
454	RG009	4	MD	Tuff
462	RG087	13	CG	Biotite granite
466	RG106	14	PU	Silicified rock
469	RG118	16	PU	Tuff
496	RH001	7	PU	Silicified conglomeratic limestone
498	RH019	8	MP	Biotite quartz porphyry
501	RH030A	10	CG	Biotite granite
502	RH030B	10	CG	Micro muscovite granite
503	OH038	12	PU	Silicified rock
505	RH040	12	TM	Hornblende porphyrite
506	RH050	18	MI	Arkose sandstone
568	RI005	4	OR	Pelsparite
580	RI086	19	MD	Quartz augite hornblende diorite
586	RI103	15	CH	Biotite hornblende porphyrite
588	RI122	15	PU	Echinoidal biomicrite
592	RI141	19	PU	Conglomeratic limestone

Abbreviations

o Minerals

af : alkali feldspar	ap : apatite	au : augite
bi : biotite	c : calcite	ch : chlorite
d : dolomite	ep : epidote	g : glass
ho : hornblende	k : kaoline	mg : magnetite
ms : muscovite	pf : potash feldspar	pl : plagioclase
q : quartz	s : sericite	sd : sanidine
sp : sphene	spr : sparite	

o Fossils

al : calcareous algae	fo : foraminiferas
-----------------------	--------------------

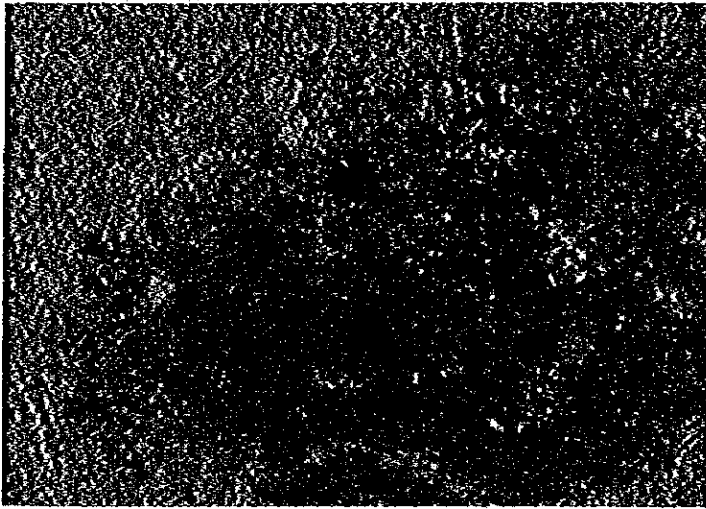
Polished Sections

Sample No.	Field No.	Locality	Formation	Ore
349	OE 287	18	PU	} Pb-ore
351	OE 289	18	"	
366	OF 017	6	"	
397	OF 073	16	"	
457	OO 027	7	"	
384	OF 053	15	"	} Zn-ore
388	OF 057	"	"	
393	OF 064	"	"	
461	OG 079	18	MD	
293	A 024	14C	-	} Cu-ore
579	OI 082	19	MD	
350	OE 288	18	PU	
396	OF 072	"	"	
579	OI 082	19	MD	
292	A 023	14C	PU	
316	D 063	13B	-	} Limonite gossan
381	OF 050	15	PU	

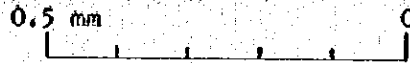
215-S003, 18B,

CH

Limestone



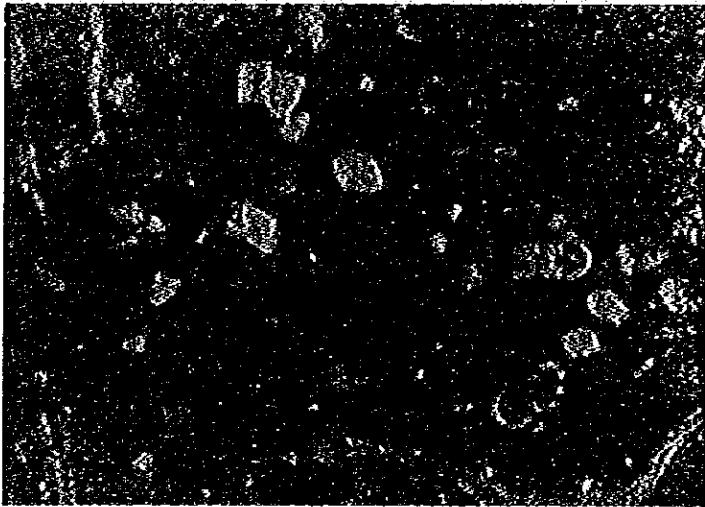
x 100



Microcrystalline texture

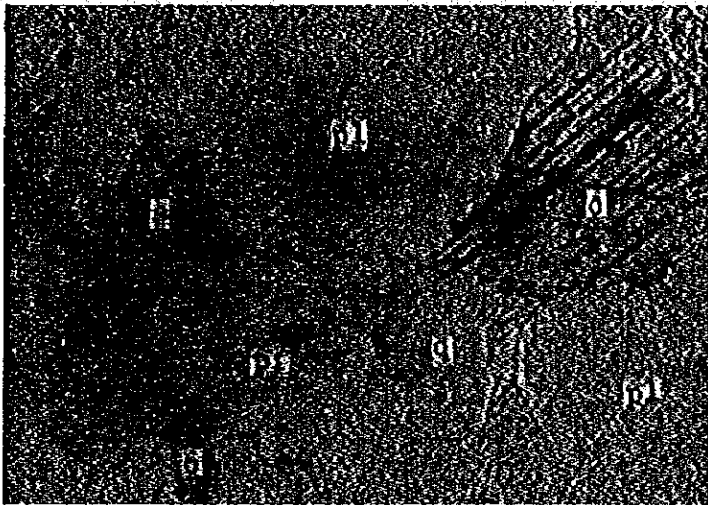
Minerals : quartz feldspar

Fossils : foraminiferas

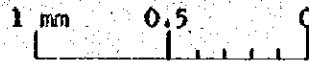


Crossed nicols

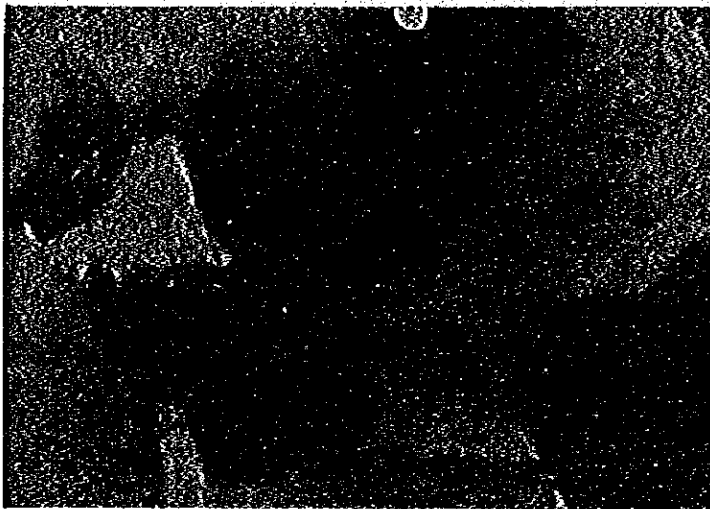
224-S022, 20B,
HU
Sandstone



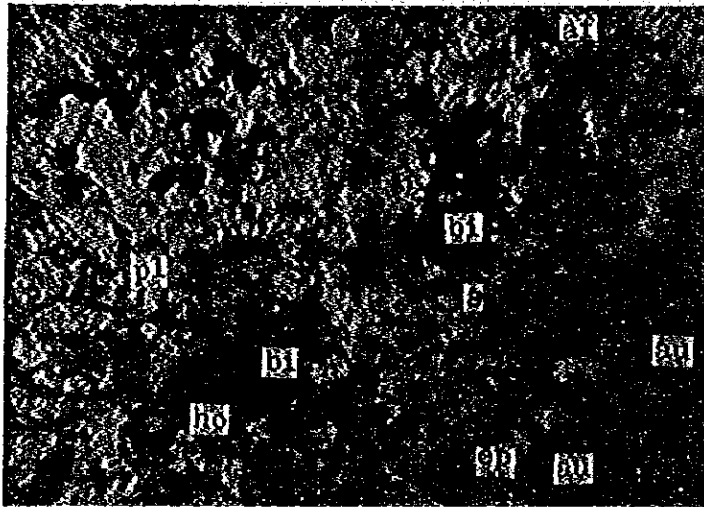
x 40



Very coarse to coarse grained sandstone
Minerals : Quartz, potash feldspar, plagioclase, sericite,
calcite

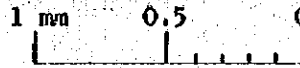


Crossed nicols



229-B001, 7G,
TM
Soda-augite hornblende
monzonite porphyry

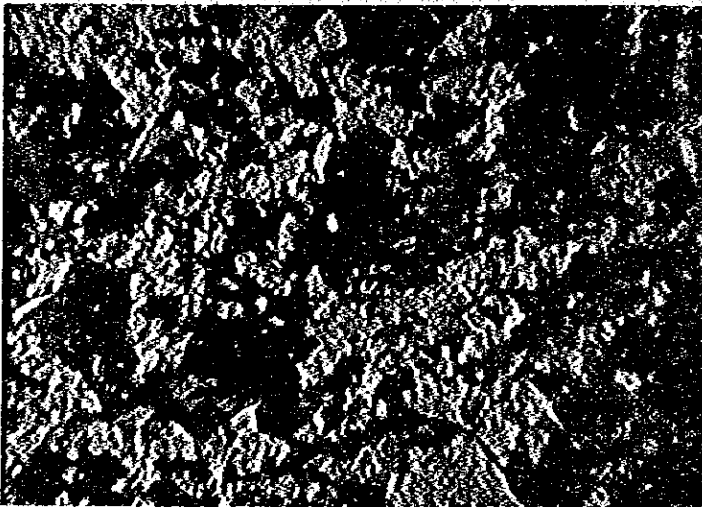
x 40



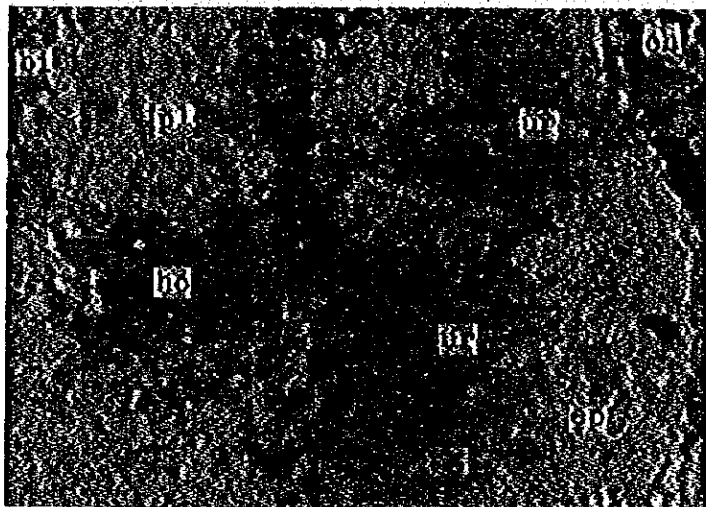
Porphyritic texture

Minerals : Plagioclase, alkali feldspar, hornblende
soda-augite, biotite

Alteration minerals : epidote, sericite



Crossed nicols

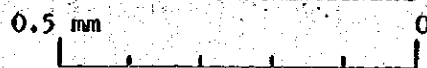


240-B018, 14C,

MD

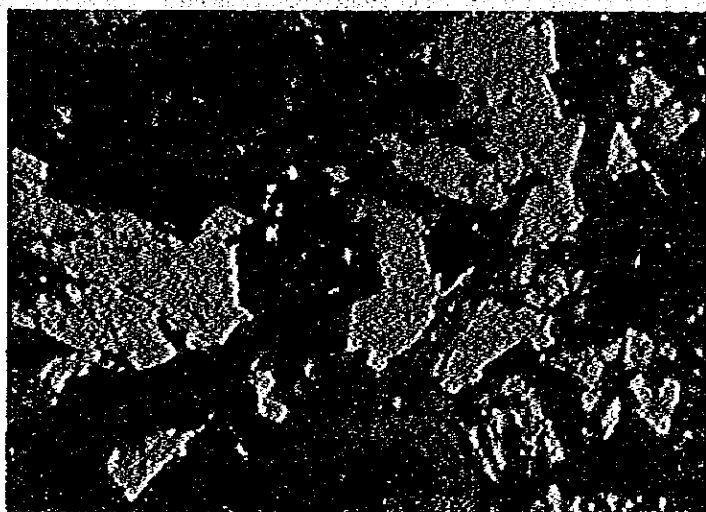
Metadolomite

x 100

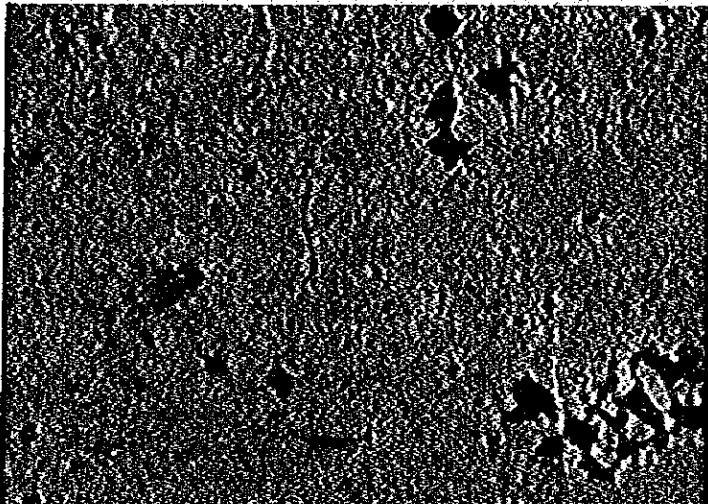


Ophitic texture

Minerals : plagioclase, uralite(actinolite), hornblende, biotite
accessory minerals : chlorite, prehnite, epidote,
calcite, apatite, sphene, ilmenite, magnetite,
leucocene, hematite.

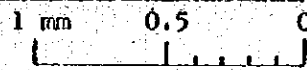


Crossed nicols



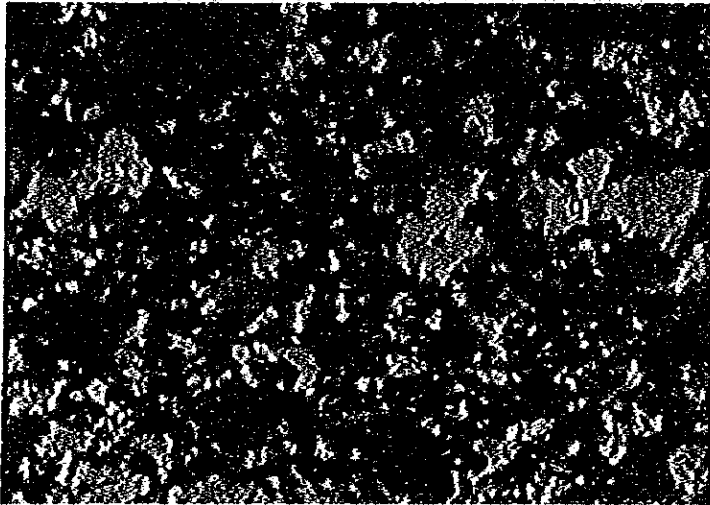
243-B021, 140
MD
Altered andesite

x 40



Porphyritic texture

Minerals : Quartz, alkali feldspar
accessory minerals : sericite, sphene,
silimanite (?), magnetite



Crossed nicols