

ペルー共和国  
鉱物資源開発基礎調査

第 1 卷

総合報告書

昭和47年11月

海外技術協力事業団  
金属鉱物探鉱促進事業団

ペルー共和国  
鉍物資源開発基礎調査

第 1 卷

総合報告書

昭和47年11月

海外技術協力事業団  
金属鉍物探鉍促進事業団

国際協力事業団

受入 月日 '84 3.15	709
登録No. 00272	66.1
	KE

# 目 次

## は し が き

要 約 .....	1
第 1 章 序 論 .....	5
1 - 1 調査目的 .....	5
1 - 2 調査概要 .....	5
1 - 3 調査団員 .....	6
1 - 4 文 献 .....	7
第 2 章 調査地域の一般概要 .....	9
2 - 1 位 置 .....	9
2 - 2 交 通 .....	9
2 - 3 気 候 .....	10
2 - 4 植 生 .....	10
第 3 章 地 形 .....	12
3 - 1 地形の区分 .....	12
3 - 2 西アンデス山地型地区 .....	12
3 - 3 東部ヤウリ盆地 .....	13
3 - 4 東端部断層山塊 .....	13
第 4 章 地 質 .....	14
4 - 1 研究の概要 .....	14
4 - 2 地質概要 .....	14
4 - 3 地質各論 .....	16
4 - 4 地質の問題点 .....	22
第 5 章 地質構造および地史 .....	24
5 - 1 地質構造 .....	24
5 - 2 地 史 .....	25

第 6 章	鉱物資源	27
6-1	侵入岩にともなう金属鉱物資源	27
6-2	火山岩にともなう金属鉱物資源	28
6-3	堆積岩にともなう金属鉱物資源	28
6-4	非金属資源	28
6-5	燃料資源	29
第 7 章	写真地質調査	30
7-1	調査概要	30
7-2	写真判定結果による地質	31
7-3	地質構造	34
7-4	今後の調査に対する意見	35
第 8 章	空中磁気探査	36
8-1	調査概要	36
8-2	本地域の磁気的特徴	37
8-3	浅部磁気異常について	38
8-4	深部磁気異常について	39
8-5	今後の調査に対する意見	40
第 9 章	有望地域の選択	41
9-1	地域選択の前提	41
9-2	地域選択の基礎資料	41
9-3	地域の選択	41
9-4	選択地域の概要	42
9-5	探査の方法	43
第 10 章	結論および将来への展望	45
10-1	結 論	45
10-2	将来への展望	45
APPENDIX		46

## は し が き

日本政府はペルー共和国の要請に応え、同国ヤウリ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、この調査を海外技術協力事業団に委託した。当事業団は、本調査の内容が地質および鉱物資源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物探鉱促進事業団に依頼することとした。

本調査は3カ年にわたって行なわれるものであるが、本年はその第1年次にあたり、上記調査の一環として、金属鉱物探鉱促進事業団、百石 浩を団長とし、8名から成る調査団を編成して、昭和46年10月22日から昭和46年11月17日まで現地に派遣した。現地調査は、ペ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1年次の調査結果をとりまとめたもので、今後行なわれる第2年次および第3年次の調査結果と併せて最終報告書の一部となるものである。

おわりに本調査の実施にあたって御協力を頂いたペルー共和国政府関係機関ならびに通商産業省、外務省、金属鉱物探鉱促進事業団およ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。

1972年11月

海外技術協力事業団

理事長 田村 景一

## 要 約

本調査は、ペルー共和国ヤウリ地区において、鉱物資源的に有望な地域を抽出することを目的としており、地表地質概査、写真地質調査、空中磁気探査および空中写真撮影等の各作業が実施された。本調査地域は、海拔4,000mを超える山岳地帯で、交通は不便であるが岩石露出は良好である。地表概査で地質を確認した範囲は極めて限られており、かつ、露出が良好なので地質状況の把握には写真地質解析結果を大巾に採用した。

本地域の地質は、第四紀火山岩類、第三紀火山岩類、堆積岩類、侵入岩類、中生代石灰岩類、砂岩類、古生代堆積岩類より成る。これらのうち、大規模な火山活動で厚く発達する第四紀火山岩、火山砕屑岩類および第三紀の火山砕屑岩類が広く全域を被覆しているため、下位の先第三紀の岩石は、主として調査地域の東部に露出し、その他の地域では、露出は極く限られた部分である。この中で、鉱床生成に関係があると思われる侵入岩類は、調査地域の東部ヤウリ・ベリリエ地区に露出し、ほぼE-W方向の延びを示している。西部地域には、ほとんど露出は見られないが、空中磁気探査によれば、いくつかの潜在岩体が予想される。

本地域を規制する主要な構造方向は、NNW-SSEで、ペルー共和国南部地域に共通した方向性を示しているが、ときにはNE-SW、M-S方向の構造もみられる。

調査地域の東部ヤウリ盆地には、既知の鉱床としてチンタヤ、アタラヤ、ケチャア等の銅鉱床が知られているが、これらは中生代石灰岩、珪岩類と、これらをつらぬく侵入岩類の接触部付近に胚胎する。すなわち、鉱床胚胎の場としては、上記のような石灰岩、珪岩類と侵入岩類の組合せが重要な地質条件と考えられ、このような地質条件をそなえた地域は、今回の調査地域の中では、主として東部のヤウリ・ベリリエの両図幅区域である。これらの両区域では、新規火山岩類の被覆は比較的薄いとみられる。これに反し西部地域は、新期火山岩類に厚く被われ、かつ、鉱床生成に関係のある侵入岩類の露出は、ほとんど見られない。

したがって、鉱物資源の有望地域選択にあたっては上記の地質条件を勘案し、ヤウリ・ベリリエの両図幅すなわち、西経71°00'より72°00'、南緯14°30'より15°00'の各線でかこまれた地域を、有望地域として抽出した。両地域は、被覆する新期火山岩類も比較的薄く、有望地域を発見した場合には、地表からの探査も可能と思われる。両地域の調査にあたっては、鉱床胚胎の場と考えられる石灰岩、珪岩等、受入れ母岩の分布および地質構造とともに、侵入岩類の形態、岩相、侵入機構などの調査が必要である。また、本地域は新期火山岩類に被覆された部

分もあるので、今後の地質精査にあたっては、地化学探査、物理探査を含む多様な探鉱技術を採用し、地質構造解明の補助手段とすることが望ましい。

LOCATION MAP OF THE YAURI AREA, SOUTHERN PERU

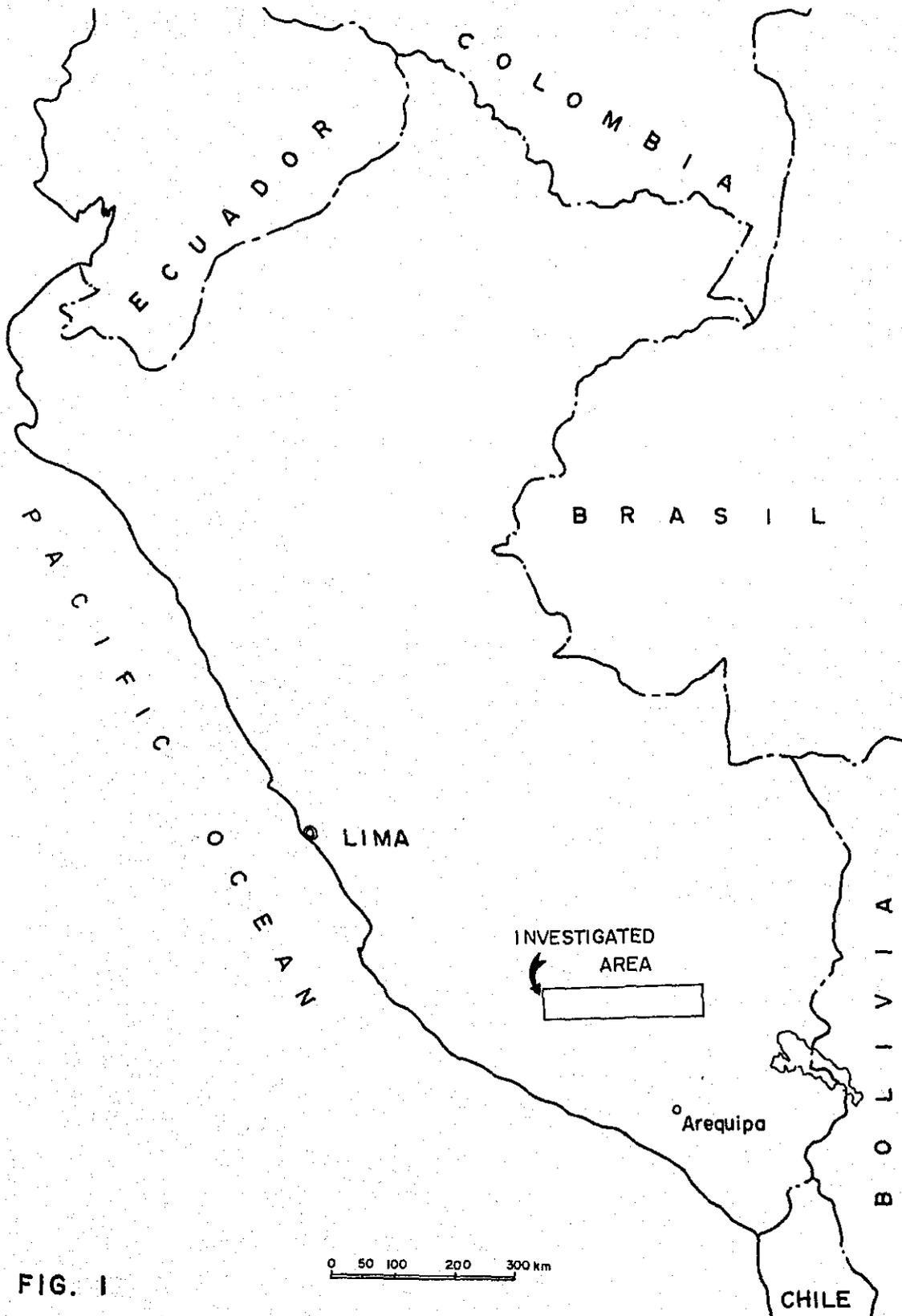


FIG. 1

# LOCATION MAP OF THE YAURI AREA, SOUTHERN PERU

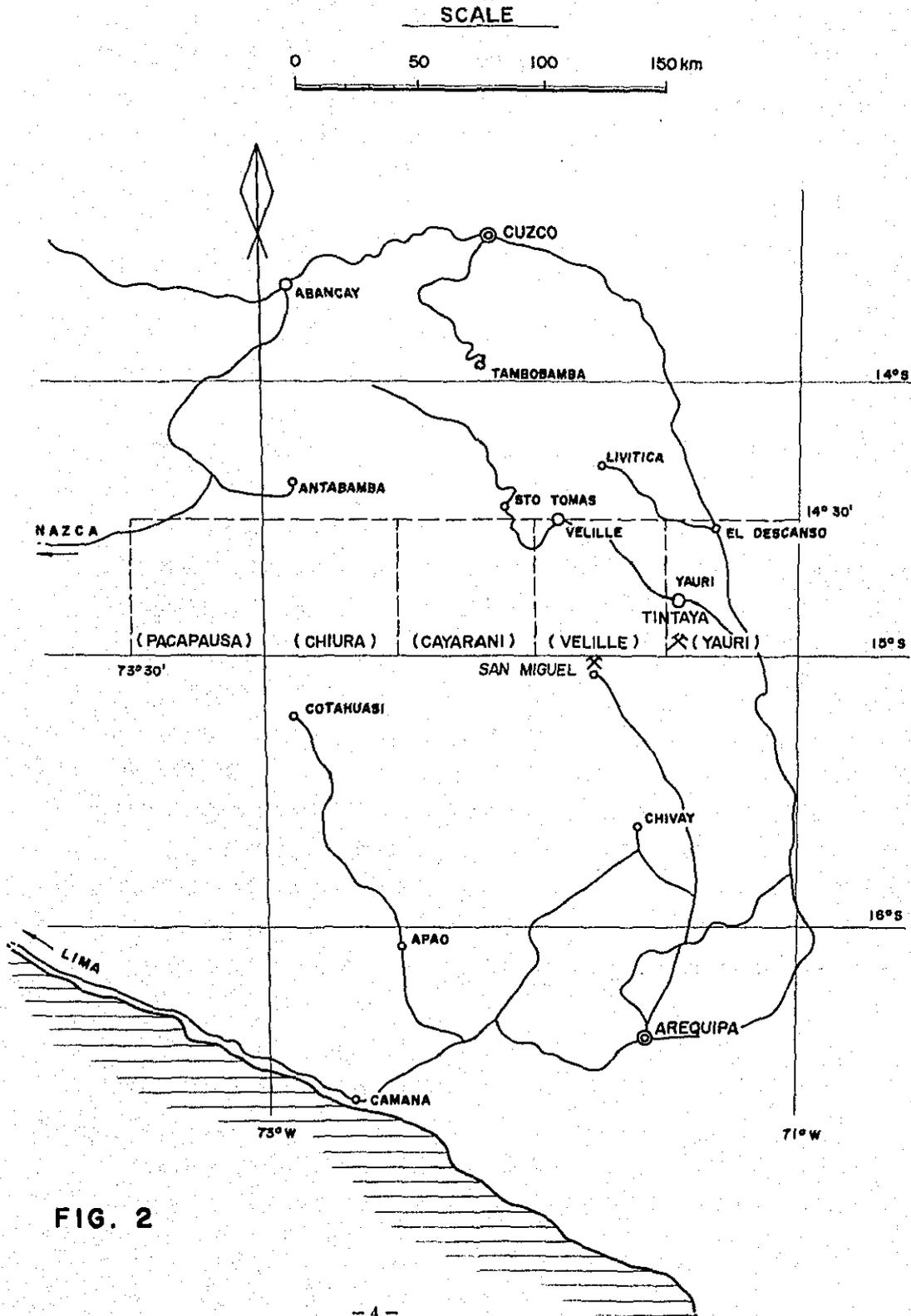


FIG. 2

# 第 1 章 序 論

## 1-1 調査目的

ペルー共和国ヤウリ (Yauri) 地区における調査の第 1 年度目の昭和 46 年度は、約 15,000 km<sup>2</sup> におよぶ広範囲な空中写真撮影、空中磁気探査、写真地質調査および一部の地表地質概査をおこない、この中から鉱物資源の有望区域の抽出を目的とした。

## 1-2 調査概要

( Fig 1, Fig 2 参照 )

### 1-2-1 調査範囲

南緯 14° 30' (北限) 15° 00' (南限)、西経 71° 00' (東限) 73° 30' (西限)、以上の経緯度で囲まれた面積 14,850 km<sup>2</sup> の範囲

### 1-2-2 調査方法および期間

空中写真撮影、写真地質調査、空中磁気探査を全地域に実施し、一部の地域に対し、地表地質概査を実施した。

#### (A) 空中写真撮影、空中磁気測定

全調査範囲に対し、空中写真撮影をおこない、カラー写真約 800 枚を作成した。

撮影期間 昭和 46 年 8 月～11 月 (4 カ月間)

また、全調査地域にわたり、空中磁気測定をおこない、空中磁気図を作成した。

測定期間 昭和 46 年 8 月～9 月 (2 カ月)

以上の作業は、ジオテレックス社が実施した。

#### (B) 写真地質解析

上記のカラー写真を使用して、写真地質解析を実施し、写真地質図、水系図を作成した。

解析実施期間 昭和 47 年 6 月～10 月 (5 カ月間)

本調査は、住鉱コンサルタント株式会社が実施した。

#### (C) 空中磁気図解析

上記の等磁力線図を使用し、空中磁気図解析をおこない、磁性体の構造解析図を作成した。

解析実施期間 昭和 47 年 6 月～10 月 (5 カ月間)

本調査は、住鉱コンサルタント株式会社が実施した。

#### (D) 地表地質概査

現地滞在期間 昭和 46 年 10 月 22 日より 11 月 17 日までの 27 日間

主要ルート of 地表地質概査は、ペルー地質調査所地質技師 3 名を含む A B C の 3 班

の調査班を編成してジープ，馬，および徒歩により2週間おこなわれた。

A班—チウラ (Chiura) 図幅内を南北方向にアンタバンバ (Antabamba) —コタワシ (Cotahuasi) 間，調査距離 80 km を8日間で調査した。

B班—ベリーリエ図幅内のベリーリエ (Velille) —サントトーマス (St. Tomas) —サンミゲル鉱山 (San. Miguel) 間 100 km およびチンタヤ鉱山 (Tintaya) 付近 90 km 間を9日間で調査した。

C班—ヤウリ図幅内のヤウリ周辺，およびエルデスカンソ (El Descanso) 間，190 km を13日間で調査した。

調査距離ルートの総延長約 460 km である。本調査により，地質ルートマップを作成した。

本調査は，三井金属エンジニアリング株式会社が実施した。

#### (E) 総合地質解析

上記A～Dの調査結果を総合し，地質学的見地より解析をこころみ，鉱物資源有望地域の抽出をおこなった。

解析実施期間 昭和47年9月～11月(3カ月間)

本解析は，三井金属エンジニアリング株式会社が実施した。

#### 1-3 調査団員

団 長	百 石 浩	金属鉱物探鉱促進事業団
団 員	新 家 義 雄	海外技術協力事業団
"	千 葉 信 正	金属鉱物探鉱促進事業団
"	吉 川 恵 章	三井金属エンジニアリング株式会社
"	掛 川 周 男	"
"	齋 藤 正 夫	"
"	柴 田 精 久	"
"	田 上 勇 吉	"
"	小 原 賢	"
カウンタート	Jorge Gardos	ペルー共和国地質調査所
カウンタート	Luis Reyes	"
カウンタート	Victor Pecho	"
	( 空中磁気測定 空中写真撮影 )	
		Geotrex Limited
	( 空中写真解析 )	住鉱コンサルタント株式会社
	( 空中磁気図解析 )	住鉱コンサルタント株式会社

1-4 文 献

当地域に関して、公刊されている文献は少なく、とくに西部山岳地帯については、ほとんど見あたらない。これは、本地域が人跡まれな高地であり、また、地質的には火山岩類を主とし、鉱床も未発見なので、従来から調査がおこなわれなかったためである。ヤウリからプノ(Puno)にかけての地域、およびチンタヤ鉱山については以下のごとく若干の調査文献が知られている。

William F. Jenks (1956)

Handbook of South American Geology  
The Geological Society of America, Memoir 65.

Eleodoro Bellido B. y Frank S. Simons (1957)

Memoria Explicativa del Mapa Geologico del Peru  
Boletin de 11, Sociedad Geologica del Peru Tomo 31

Alberto J. Terrones L. (1958)

Structure Control of Contact Metasomatic Deposits in the  
Peruvian Cordillera  
Mining Engineering, March.

Eleodoro Bellido B. (1969)

Sinopsis de la Geologia del Peru  
Servicio de Geologia Y Minería

E. Bellido, others (1969)

Aspectos Generales de la metalogenia del Peru  
Servicio de Geologia y Minería

Metallic Minerals Exploration Agency of Japan (1971)

Combined Airborne  
Geological and photogeological survey  
The Cuzco -- Apurimac Area South Perú

- Bosworth.T.O. (1922)  
 Geology of the Tertiary and Quaternary periods in the  
 northwest part of Peru  
 Macmillan and Co.,Ltd.London
- Iddings.H and Olsson A (1928)  
 Geology of northwest Peru  
 Amer.Assoc.Petrol.Geol.Bull.Vol. 12
- Harrison J.V. (1940)  
 Nota preliminar sobre la geologia de los Andes central del  
 Peru  
 Soc.Geolog.del Peru Bol. 10
- William F.Jenks (1948)  
 Geology of the Arequipa Quadrangle  
 Instituto Geologico del Peru. Boletin 9
- Norman D. Newell (1949)  
 Geology of the Lake Titicaca Region, Peru and Bolivia.  
 The Geological Society of America, Memoir 36.
- Peterson G. (1949)  
 Condiciones geograficas y geologicas de la cuencas del  
 rio Zarumilla  
 Soc.Geol.del Peru , Vol.Jubilar Parte II
- Robert G.Yates,Dean F.Kont & Jaime Fernandez Coneba (1951)  
 Geology of the Huancavelica Quicksilver District,Peru  
 Geological Survey,Bulletin 975-A
- Peterson G. (1954)  
 Informe preliminar sobre la geologica de la faja costamera  
 del Departamento de Ica  
 Emp. Pet.Fiscal.Bol.Tec.No. 7

## 第 2 章 調査地域の一般概要

### 2-1 位 置

調査地域は、ペルー共和国南部の西アンデス山地 (Western Mountains) 中にあり、前述のごとく、面積約 14,850 km<sup>2</sup> の地域である。( Fig 1 )

行政区画上では、本地域はクスコ (Cuzco) , アレキープ (Arequipa) , アプリーマック (Apurimac), アヤクチュ (Ayacucho) の 4 県にまたがり、その東端は一部プノ (Puno) , 県にも所属している。

また、ペルー共和国で発行、ないし、作成中の 1 : 100,000 地形図の区画にもとづけば、本地域は、東から西に向ってならぶヤウリ、ペリーリエ、カヤラニ (Cayarani) , チウラ、パカパウサ (Pacapausa) の 5 図幅を合せた範囲に一致する。

### 2-2 交 通

首都リマ (Lima) から、調査地域に至るには、通常クスコ市、またはアレキープ市を経由する。( Fig. 2 )

リマから上記両市へは、毎日 1 ~ 2 回の定期航空便が運航されており、所要時間 1 ~ 2 時間で到達する。また、リマ~アレキープ間は、完全舗装のパン・アメリカン・ハイウェイで結ばれており、約 1,000 km の道程を、自動車所要時間約 20 時間で到達する。アレキープ~クスコ両市間は、鉄道および数ルートの自動車道路が通じており、調査地域東部のヤウリへは自動車により到達できる。

ヤウリ経由のアレキープ~クスコ自動車ルートにおける道程、および所要時間は次のようである。

アレキープ	$\frac{320 \text{ km}}{9 \text{ 時間}}$	ヤウリ	$\frac{230 \text{ km}}{6 \text{ 時間}}$	クスコ
-------	---------------------------------------	-----	---------------------------------------	-----

調査地域内の交通事情は、ヤウリ周辺を除いて良好とはいいがたい。地域東部のヤウリ周辺にひろがる海拔 4,000 m 前後のゆるやかな平原部は、多くの自動車道路が通じており、西アンデス山地では、もっとも交通の便利が良い。これに反し、他の地区はいずれも海拔 4,000 m 以上の急峻な山岳地帯であり、交通、運搬ともに主として馬背に頼らざるを得ない。

本地域の地表調査に際し、もっとも困難な問題は東部と西部を結ぶ自動車道路が存在しないことであり、そのため、地域の東部から西部に入るには改めてクスコあるいはアレキパから迂回するほかはない。また、地域東部を除いて、一般に人家がまばらで、交通運搬に必要な馬の調達にもかなりの困難がともなりことである。

### 2-3 気 候

本地域の気候は、高地寒冷型に属し、また、季節風の影響をうけて雨期と乾期がある。

気温は、本地域の大部分が海拔4,000m以上の高所にあるため、年平均10°C以下となっているが、高度および地形によってかなりの差異がある。大半が4,500m以上の標高を示す地域中央部から西部にかけては、年間を通じて強風が吹き、日中でも10°Cを超えることは少ない。一方、標高4,000m前後の東部ヤウリ周辺では、夜間の冷え込みはかなり厳しいが、日中は暖かく、最高気温が20°Cを超えることもある。

雨期は、湿気を大量に含んだ季節風が、夏期には東風になり、アンデス山塊の東側斜面に衝突するために生ずるもので、本地域では、11月末から4月上旬にかけてかなりの降雨がある。降雨量は、1月～3月では月間平均100mm程度である。乾期には晴天が続き、とくに6月～7月にかけては良好である。

### 2-4 植 生

本地域の植生は、森林限界以上の草原区を主とする。

標高4,500m以上の高所では、まばらに雑草が生えているだけである。標高4,500m以下の所では、イチユ(ichu)、ケニョア(queñoa)などと呼ばれる木が時々見られるようになる。また、寒冷地向きのジャガイモなどの栽培が可能となり、ヤウリ周辺のような標高4,000m前後の広大な平原部では、さかんに栽培がおこなわれている。

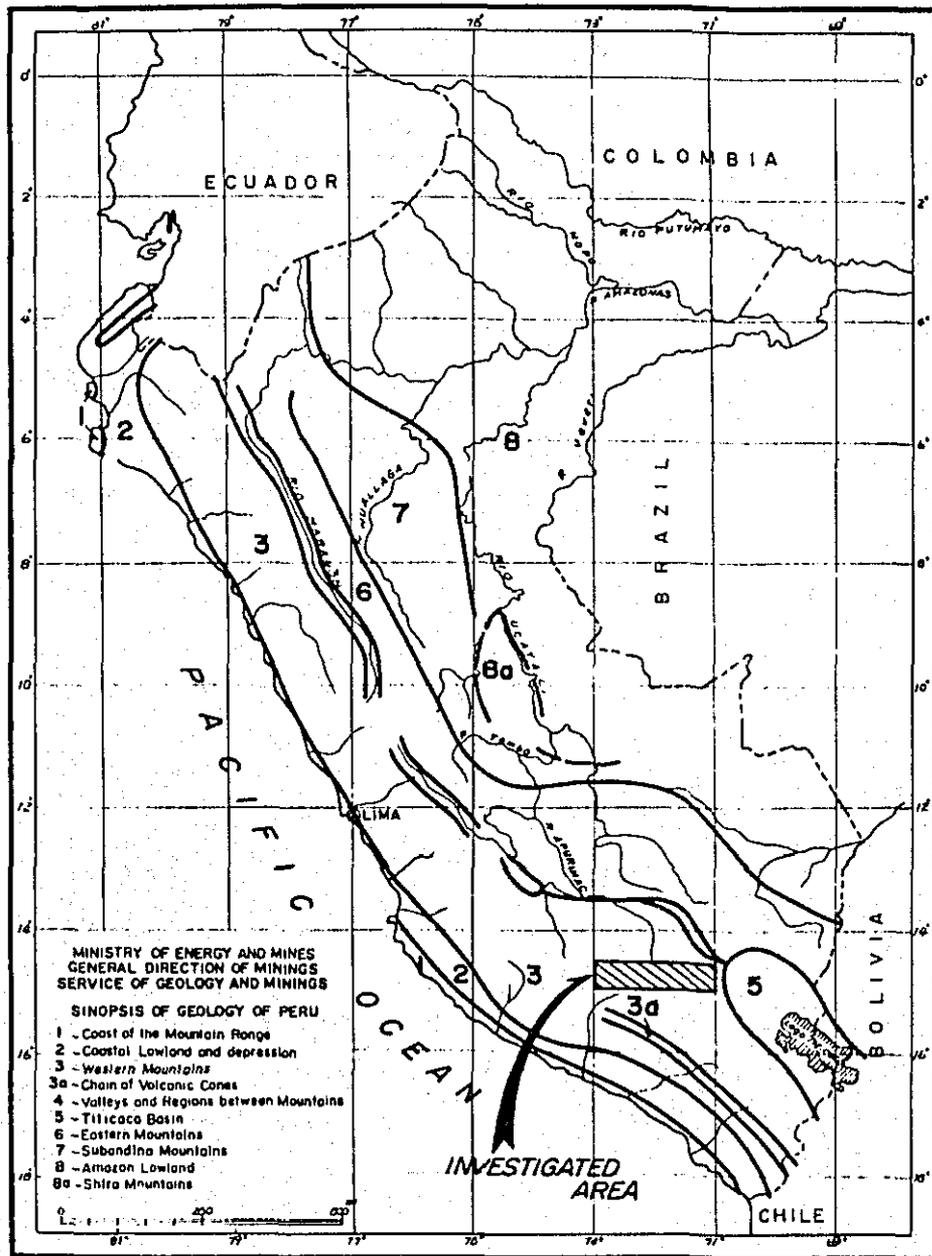


FIG. II THE MORPHOLOGIC-STRUCTURAL DIVISION OF PERU

( 'SINOPSIS DE LA GEOLOGIA DEL PERU' : 1969,  
REPUBLICA DEL PERU  
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS,  
DIRECCION GENERAL DE MINERIA  
SERVICIO DE GEOLOGIA Y MINERIA )

## 第 3 章 地 形

### 3-1 地形の区分

Bellido (1969) は、ペルーの地形および地質構造に関する従来の諸研究を総括し、Fig 11 に示すような“地形-地質構造区”(The Geomorphic-structural Divisions of Peru)を作成した。本調査地域は、上述の区分による“西アンデス山地”(Western Mountains)の南部に位置する。

西アンデス山地の南部では、アンデス全般の地形の基礎をなす“プナ侵蝕面”(Puna Surface)\*が第三紀末以降の新期火山噴出物によって厚く被われており、この地区の地形は、高い標高と、その後の少ない開析度によって特徴づけられる。

本地域の西側大部分(全体の約70%)は、前に述べたような、西アンデス山地型の地形を示している。これに対し、本地域の東部は東西両アンデスを分ける“インター・アンデス溪谷帯”(Interandean Valleys)の、“チチカカ盆地”(Titicaca Basin)に近接しており、その地形は中部および西部とは異なっている。すなわち、本地域は、地形的特徴から次の3地区に区分される。(Fig 3 参照)

- 1) 西アンデス山地型地区
- 2) 東部ヤウリ盆地
- 3) 東端部断層山塊

\* プナ侵蝕面とは、アンデスが上昇する前に形成された、きわめて広大な老年期の侵蝕平原で、チリー北部からペルーおよびボリビアにかけて標高のきわめて揃った高原や山頂群を形成した。その形成時期は、中新世後期から漸新世中期頃といわれる。

### 3-2 西アンデス山地型地区 (Fig 3 参照)

本地区は、前に述べたようにプナ侵蝕面の上に第四紀層のパロッソ(Barroso)火山岩類が厚く堆積した地区で、標高4,500m以上の高地が、この地区の約70%を占めている。とくに、チウラ図幅およびカヤラニ図幅にまたがる部分は、標高5,000m以上の高峰が多数存在し、最高峰のネバドワユンカ(Nevado Huayunca)は、標高5,494mに達する。

本地区の侵蝕作用は、パロツン中期火山岩類噴出時以降にとくにいちじるしくなっており、たとえば、多くの山頂部には黒色の玄武岩質熔岩流がのっているが、それらの岩体の多くは、その流理構造から侵蝕面に沿って流下したことを示唆している。また、もっとも新しい玄武岩質熔岩流は、まれに侵蝕谷中の沖積層(?)をも被っている(チウラ図幅南部 Laguna Ecema)。これらのことから、本地区の地形は、パロツン火山岩類の活動と、侵蝕作用の繰返しによって形成されたものと推察される。

### 3-3 東部ヤウリ盆地

本地区は、ベリ-リエ図幅の東部よりヤウリ図幅の西側を含む範囲で、海拔4,000m前後のゆるやかな起伏のある平地である。この盆地の縁辺部は図のごとく地形解析によれば、NW-S E方向の断層群と、それに直交する断層で囲まれている。この方向性については、この区域に例が多い。たとえば図幅中ベリ-リエ川とヤウリ盆地との分水嶺は、NE-SW方向に走る海拔4,500m以上の山地になっており、また、ヤウリ図幅のサラド川(Rio Salado)の方向は、平原部をSE-NWに流れている。これらの両方向は、上記の断層群の方向にほぼ一致している。

文献によれば、チチカカ湖(Lago Titicaca)盆地は断層の落込みにより形成されており、また、その他インター-アンデス溪谷帯のところどころに断層により形成された盆地が存在することから、本盆地は断層のブロック運動により、プナ侵蝕面が落込んで形成されたものと解釈する。

### 3-4 東端部断層山塊

調査地域の最東部(ヤウリ図幅東北部)に存在する標高4,500m以上の山地で、最高峰はセロ・ララマニ(Cerro Laramani)海拔4,937mである。これは沈降したヤウリ盆地とインター-アンデス溪谷帯の間にあり、山稜の方向は、NW-S Eを示している。この地域は、第三紀以前の地層より構成され、多くの断層と褶曲によって、地質構造が擾乱され複雑な地形を示すことから、東端部断層山塊と称して地形的に区別した。

## 第 4 章 地 質

### 4-1 研究の概要 (Fig 4. 5-A, 5-B, 6-A, 6-B 参照)

ペルー共和国における地質研究の概要は次のとおりである。

ペルー北西部の油田産地を含む海岸地域一帯は Bosworth, Iddings, Olsson, Peterson などの研究者および石油会社の地質技師により調査がおこなわれている。

中南部ペルーにおいては, Harrison, Newell, Chronic, Roberts, Jenks などの研究者および Cerro de Pasco 社などの鉱山会社所属地質技師による調査が, 部分的におこなわれてきた。一方, ペルー政府は未開発地域の地質図幅調査, および鉱産資源の開発に力を注ぎ, 地質調査所の地質技師により, 図幅調査が進められている。

これに反し, 本地域の文献は, 前述のごとくきわめて少なく, Newell のチチカカ湖周辺の研究, Jenks のアレキパ地方の研究などが知られているにすぎない。

### 4-2 地質概要 (Fig 4. 7. 参照)

本区域の地質については, 全区域に対しておこなわれた空中写真地質解析図を基礎とし, 局部地表地質概査により得られた事実により, これらをチェック修正して考察をこころみた。本区域は, 岩石の露出良好のため, 空中写真地質解析は甚だ有効と思われ, 短期間の調査であったが, Fig 4 のごとき写真地質図を作成することができた。なお, 地層名などについては, 既往の文献を参考とした。

本地域におけるもっとも古い地層は, 赤色砂岩, 頁岩を主とする古生代の地層である。ヤウリ図幅の東北部にあるララマニ山塊は, 写真地質の解析結果によれば, 赤色頁岩, 砂岩を主とし, 褶曲も激しく, おそらく, この地層が含まれると推定され, この地域の基盤をなすものと考えられる。上部白亜紀カパス・ロハス層 (Capas Rojas Formation) も, 赤色頁岩, 珪岩, 砂岩より成り, 写真地質解析では, 本層に対比されているが, 本報告では古生代ミツ層群 (Mitu Formation) を含む地層とした。両者の区別は, 写真解析のみでは区別困難である。

次いで, 中生代ジュラ紀-白亜紀層が存在する。これは, 黒色頁岩, 珪岩, 成層砂岩より成るユラ層 (Yura Formation) および, それを不整合に被り石灰岩を主とする白亜紀フェロバンバ層 (Ferrobamba Formation) より成る。主として, ヤウリ図幅, ベリーリエ図幅の基盤岩として分布し, チウラ図幅の北縁の谷部にわずかに分布している。花崗岩, 閃緑岩などの進

ERA	PERIOD	CORRELATION WITH PUBLISHED PAPERS	THICKNESS	COLUMNAL SECTION	PETROGRAPHY	INTRUSIVE ACTIVITIES	STRUCTURAL MOVEMENT		
CENOZOIC	Quaternary	Recent Dep.	350	o * v v v	Fluvial Dep. Basalt Lava Flow				
		Fluvia - Glac.	100	Δ Δ Δ Δ	Fluvia - Glacial Deposits				
		Middle	Barroso F.	Upper	550	v v v v	White Tuff Lava Flow or Tuff breccia of Andesite, Dacite, Basalt		Unconformity Folding
					50	— — — —	Tuff breccia of Andesite or Dacite.		
				150	" " " "	Glacial Deposits. Bedded Tuff, Sandstone. etc.			
				150	• • • •	White Massive Tuff			
				700	— — — —	White Tuff, Tuffaceous Sandstone, Tuffaceous Conglomerate etc.			
		Lower	Barroso F.	Lower?	1050	v v v v	Dacitic white Tuff, Tuff Breccia.		
					250	v v v v	Lava Flow, Tuff breccia and Tuff of Basalt, Andesite, Dacite. etc.		
					250	Δ Δ Δ Δ	Andesite or Dacite Lava Flow.	Puna	Surface Fault
		Tertiary	Lower	Sencca Tacaza F.	3000	— — — —	Andesitic Tuff breccia		Surface Fault
				Correlation Uncertain	400	o o o o	Bedded Tuff, Tuff breccia		Unconformity
40	v v v v				Permeable Sediments such as Sandstone, Conglomerate		Folding		
Puno F.	Upper			2550	— — — —	Andesite or Dacite		Unconformity	
				Lower	2700	o o o o	Alternation of Reddish-Brownish Sandstone, Conglomerate, Silt Stone.		
					?	v v v v	Reddish-Brownish Conglomerate		
MESOZOIC	Jurassic	Middle	Ferrobamba Formation	?	+ + + +	Reddish-Brownish Conglomerate		Fault Unconformity Folding	
			Yura Form	?	+ + + +	Grey-Black Limestone Remarkably Micro folded	Granitic Rocks	Unconformity	
PALAEOZOIC	Permian	Upper	Mitu F. (and/or Capas Rojas Formation)	?	+ + + +	Quartzite, Sandstone, Shale (Bedded)		Fault Unconformity Folding	
					+ + + +	Quartzite, Sandstone, Shale (Bedded)			
					3000	Massive Reddish Sandstone, Quartzite			
						Alternation of Reddish Sandstone, Shale.			

FIG. 7 GENERALIZED COLUMNAR SECTION

入岩は、これらの先第三紀岩層をつらぬき、ヤウリ図幅の西部および南部、ペリーリエ図幅の北部および東部に広く分布し、カヤラニ、チウラ図幅の北部に小さな分布を示す。これらは、ブノ層以降の地層をつらぬくところは見あたらないので、白亜紀末の進入と考えられる。金属鉱床は、これらの火成岩進入に関係があると考えられ、したがって本地域では、フェロバンバ層、ユラ層と進入岩の組合せが金属鉱床探査上重要と思われる。

第三紀初期には、ヤウリ図幅東北部に広く分布する赤褐色礫岩および砂岩を主とするブノ層が形成された。本層は、ララマニ山塊の西縁部に沿い、NNW-SSEの方向に走り、東は断層をもって前述のミツ層群を含む地層と接し、西は第四紀火山岩と断層で接するかあるいは、それに被われる。

中期～晩期には、火山活動が活発となり、凝灰岩、角礫凝灰岩および酸性火山岩の噴出がおこなわれ、タカサ層(Tacaza Formation)が形成された。このうち、酸性火山岩の一部は、第三紀晩期のセンカ層(Sencca Formation)も存在すると思われるが、写真では岩質的に区別困難なため、一括、タカサ層とされた。この地層は、褶曲および断層作用を受けており、ペリーリエ、カヤラニ図幅では進入岩周縁、チウラ図幅では一部の溪谷沿い、バカパウサ図幅では南西部などの低地帯に分布している。第三紀末期に至り、強い侵蝕作用がおこなわれ、ブナ侵蝕面が形成された。

第四紀には、バロソ層(Barroso Formation)の厚い堆積がおこなわれた。この地層は、調査区域の大半を占め、海拔4,000m以上の高地に広く分布する。下部はおもに安山岩類の凝灰岩、熔岩流、中部は酸性白色凝灰岩、上部は安山岩、玄武岩および凝灰角礫岩より成る。化石が発見されていないため、時代未詳であるが、第四紀洪積統といわれている。末期には、氷河による侵蝕堆積および玄武岩の熔岩流活動がおこなわれ、熔岩流は時として、現地形の氷河溪谷にまで流下したところが見られる。これは西部山岳地帯では、最近まで火山活動がおこなわれたことを示している。

本地域の古生層より第四紀層に至る地質層序をFig 7に模式的に示した。

### 4-3 地質各論

#### 4-3-1 ミツ層群を含む先第三紀層

この地層は、ヤウリ図幅のララマニ山塊地域に分布する。本層は未調査区域であり写真地質解析および文献“チチカカ湖周辺の地質”(Newell 1949)などより考察をこころみた。写真地質的特性は次のとおりである。

(A) 本地層は写真地質的外観から、2つのタイプに分類できる。タイプIは無層理で鮮明な

赤色ないし帯赤褐色の堆積岩，タイプIIは層理が顕著な暗赤褐色の堆積岩，両岩層ともに，赤色砂岩および頁岩と推定される。

- (B) これらの岩石は，NWW~SEEの方向を軸として褶曲しており，また，多くの断層で切られている。
- (C) タイプIは，こまかく互層しており，タイプIIより新しい。
- (D) タイプIIは，その内部の地層がおのおの非整合構造を示し，3つ以上の異なった時代に区分される。
- (E) 地層の厚さは，おおむね3,000m以上の堆積と解析上推定される。

以上の特性から，本地層は異なった2~3の時代の堆積物の組合せより成ると考えられる。一方，ペルー地質図 (Mapa Geologico de Perú 縮尺百万分の1. 1960)によれば，この地域は，二疊紀ミツ層群から白亜紀モオ層群 (Moho Formation) (Newell 1949) に至る地層とされており，厚さ約3,000mにおよぶ。Newellによれば，この地塊の近傍にあるチチカカ湖付近に，白亜紀のモオ層が分布しているので，その連続部が本地塊に延びている可能性が多い。

以上の考察，とくに赤色を示すこと，および褶曲，断層の激しいことなどにより，本地層は第三紀以前の地層と考えられ，当面，ミツ層群を含む地層として取扱った。今後の地質精査により明らかとなろう。

#### 4-3-2 ユラ層

上部ジュラ紀-下部白亜紀に至る地層で，上部の珪岩を主とするワルアニ層 (Hualhuani Formation)相当と，下部の砂岩と黒色頁岩を主とするラブラ層 (Labra Formation)相当よりなる。

ラブラ層はテウラ図幅北辺のモリエバンバ川 (Rio Mollebamba) 上流，およびバカパウサ図幅北辺のウカナ川 (Rio Hucana) 上流に分布している。これらは黒色頁岩および暗灰色砂岩の互層より成り，走向NW-SEおよびSW-NEの2方向があり傾斜は南である。この地層は，調査区域の北部に広く分布するユラ層群中のラブラ層に対比される。

ワルアニ層は白色珪岩を主とし，時にうすい灰色ないし黒色頁岩，灰色砂岩，灰色珪岩との互層よりなる。この地層は，チンタヤ鉱山近辺 (ヤウリ図幅)，ペリーリエ部落付近 (ペリーリエ図幅)，テウラ図幅北縁部などに小さく露出している。後二者は分布が狭いため，地質構造は明らかでないが，チンタヤ鉱山周辺のものにはN-S方向を軸とする背斜構造を示し，石

英モンゾニ岩，花崗岩につらぬかれている。

#### 4-3-3 フェロバンバ層

延長250 km以上にわたり，調査区域の北部フェロバンバ地域よりカタンガ(katanga) 鉱山，チンタヤ鉱山を経て，チチカカ湖付近まで分布する中部白亜紀の地層である。主として粗粒白色石灰岩および暗灰色縞状の斑状石灰岩より成り，時に薄い頁岩，砂岩の互層を含む。本層はヤウリ図幅南西部およびベリーリエ部落南西部に小さく露出し，近傍にユラ層をともない，進入岩類により進入を受けている。本層および前述のユラ層は花崗岩類の進入を受け，両者の接触部付近にスカルン鉱床～鉱染鉱床が生成されている。すなわち，調査区域内では，チンタヤ，アタラヤ，ケチュア等の銅鉱床が知られており，地域外にもフェロバンバ，チャルカス(Charcas)，チャルコバンバ(Chalcobamba)，スルホバンバ(Sulfobamba)，カタンガ等の銅鉱床がある。

本層は，ヤウリ地域ではN-S方向を主軸とする背斜および向斜構造を示し，下位のユラ層珪岩とは断層または不整合をもって接する。

アタラヤ鉱山北方2 kmの石灰岩中には，日本地質調査所鑑定によれば，小型有孔虫の類のPolymorphininae(三畳紀より現代)およびOolininae(ジュラ紀より現代)を含有し，またテンテイノイド類(Tintinoids)のCarpionellaを含有し，欧州アルプス山地では上部ジュラ紀-下部白亜紀に含まれることより，本層は白亜紀の地層と考えられる。

#### 4-3-4 進入岩類

当地域内にはバソリス状の花崗岩体が以下に述べるごとくところどころに分布している。

- (1) チウラ図幅内の北端ヤナマ川(Rio Yanama)の溪谷に，タカサ層に被われて，細粒閃緑岩，花崗閃緑岩が分布し，一部石灰岩，珪岩をつらぬいて北西方向に延長している。
- (2) カヤラニ図幅東北端およびこれにつづくベリーリエ図幅北部には，珪岩および石灰岩をつらぬく花崗岩および閃緑岩があり，一部は閃緑岩質斑岩-花崗閃緑岩質斑岩となり，黒雲母および角閃石をともなり。
- (3) ベリーリエ図幅中央部には，花崗岩が分布し，これはヤウリ図幅西側に続き，ヤウリ図幅内では石灰岩，珪岩類をつらぬく直径数キロにおよぶ大岩体となる。モンゾニ岩，石英モンゾニ岩，トーナライト，花崗岩などの中性-酸性進入岩よりなる岩脈，岩株をともない顕著な鉱床帯を形成する。

これらの酸性進入岩は，鉱床作用と密接な関係を有するが，第三紀のブノ層群をつらぬく

この種の侵入岩は見られず、したがって白亜紀末の火成活動によるものと考えられるが、絶対年代測定等がおこなわれていないので正確にはわからない。

#### 4-3-5 プノ層

本層はヤウリ図幅東部に、幅5-10km NNW-SSEの方向に分布する。東側は前述ミツ層群を含む地層と、断層をもって接し、西側はバロン層の白色凝灰岩により、不整合または断層をもって接する。フェロバンパ層との関係は本調査地域では明らかではないが、調査地域北部において、フェロバンパ層の上に不整合に載り、Jenksによればタカサ火山岩類によって被われた所があり、またアレキープ地方のウワンカ(Huanca)層に対比されている。

本層はGabrera, Peterson(1936)により命名された第三紀層下部相当の地層で、とくに赤褐色層の存在が重要な特徴であり、白亜紀赤色岩より更に暗色である。下部は火山性礫岩、角礫凝灰岩を含む地層および赤褐色礫岩よりなり、厚さは2,700m程度、上部は赤褐色砂岩と礫岩、シルト岩の互層よりなり、約2,500mと写真解析されている。

地表概査では、ヤウリ図幅内のエルデスカンソ付近で良く観察され、礫岩(礫種は石灰岩、珪岩、安山岩の1cm大以下の円礫)および礫岩砂岩互層、凝灰質砂岩、赤色凝灰岩、泥岩頁岩互層(砂岩は2cm×2cmの小礫を含む)より成る。走向NNW-SSE、傾斜は60~30度SWを示し、部分的にはさらに緩傾斜を示すことがある。

本層は、本地域東南部プノ地方に典型的に発達し、火山性物質を含むことから、二疊紀-白亜紀頁岩砂岩とは区別でき、上位タカサ層の下部に類似層をとまうことがあるが、タカサ層中のものは凝灰質物を欠いたものが多いことから区別できる。

なお、本層はボリビアのコロコロ(Corocoro)鉱床におけるコロコロ層に対比されるもので、コロコロ型層状銅鉱床胚胎の可能性を有する地層である。

#### 4-3-6 タカサ層(断面図 Fig 6-B参照)

南部ペルーに広く分布する火山岩類より成る岩層でJenksによりヤウリ南方タカサ鉱山近傍にある火山岩の古い岩層に対し命名されたもので、時代は第三紀中期といわれる。火山碎屑岩を主とし、一部は凝灰質礫岩、酸性火山岩類を含み、白黄色-灰緑色を示し層理が発達する。文献によれば、この上位には酸性-中性凝灰岩類より成るセンカ火山岩類(Senca Volcanics)が上部に堆積する。すなわち本岩層は、流紋岩-石英安山岩質であり、白色~黄色緻密なものから多孔質のものまで不均質岩石より成り、タカサ層との区別は困難で、一括してタカサ層として図示してある。

本岩層はベリーリエ図幅北西部において、フエロパンバ層石灰岩、ユラ層珪岩を被って露出し、主として安山岩質凝灰角礫岩と砂質凝灰岩の互層より成る。カヤラニ図幅では北東端に閃緑岩体を囲んで、角礫凝灰岩と砂質凝灰岩の互層として分布し、厚さ400m程度と見積られる。テウラ図幅では、北端部の閃緑岩類およびユラ層珪岩類の周辺に厚さ200m以上を示しながら分布する。また、中央南端部のチュンパヨロマス(Chumpayo Lomas)付近では、溪谷沿いに分布し、ここでは砂質凝灰岩の層理が発達している。パカパウサ図幅では北縁の溪谷の一部、および南部のパカパウサ川一帯の厚さ300m以上を示して分布する。

断面検討および地表概査によれば、北部コルカパンバ川沿い海拔4,000m付近に露出していた本層は、南部パカパウサ川沿い海拔3,600m付近に露出するものに連続する。ヤウリ図幅中、ブノ層群の上部に不整合に載る透水性砂岩礫岩および安山岩、石英安山岩より成る火山岩類は、他地層との関連が無いために時代不詳であるが、本層あるいはそれ以降のものである。

#### 4-3-7 ブナ侵蝕面 (Fig 6A~B参照)

断面図に示したごとく、地域東部の先第三紀岩類は最東端ではララマニ山塊として露出するが、ヤウリ盆地では大部分第四紀火山岩に被われる。地域西部の先第三紀岩類および第三紀タカサ層は、第四紀火山岩類の下部に大部分潜在し、一部溪谷等の低地に露出する。タカサ層および先第三紀層の上面は、ほぼ海拔4,000m前後の一平面を成している。この平面は侵蝕による平面でありブナ侵蝕面と呼ばれている。タカサ火山岩類の堆積後比較的浅い海浸により、アンデス山塊上昇前に形成された広範囲の準平原-老年期侵蝕平原であり、上部は第四紀の火山岩に厚く被われている。ブナ侵蝕面は、断面研究によれば調査地域内では西方および南方にゆるく傾斜すると思される。

#### 4-3-8 パロツン層

南部ペルーに広範囲に分布する石英安山岩-玄武岩の熔岩流および火山砂屑岩より成り、アンデス山脈の現在の高峻な地形を形成している。これらの火山岩類は、写真地質解析の結果より、8種類に大別される。

下部層 安山岩~石英安山岩、玄武岩およびその凝灰角礫岩、凝灰岩および熔岩流  
安山岩~石英安山岩およびその熔岩流、安山岩質凝灰角礫岩

中部層 層状白色凝灰岩、砂岩、礫岩  
白色塊状凝灰岩  
白色凝灰岩、凝灰質砂岩、凝灰質礫岩  
白色~灰色石英安山岩質凝灰岩、凝灰角礫岩

上部層 安山岩，石英安山岩，玄武岩およびその凝灰角礫岩，熔岩流  
安山岩～石英安山岩およびその凝灰角礫岩

この中で，中部層の白色凝灰岩類は厚く成層し，ほぼ全域に分布するため火山岩類の分類の鍵層として有効である。

(A) 下部層

安山岩質凝灰角礫岩はヤウリおよびベリーリエ図幅にまたがって分布し，暗褐色～灰褐色で層理が明瞭である。安山岩～石英安山岩の熔岩流はベリーリエ図幅の東端に見られるのみである。安山岩，玄武岩，石英安山岩の熔岩流，凝灰岩類はベリーリエ図幅以西の各図幅中に広く分布する厚さ200m～1,000mの岩層であり，西部は厚く東部は薄い。

(B) 中部層

白色を呈する凝灰岩類で全域にわたり厚く発達する。パカパウサ図幅の高所，チウラ図幅の高所，チウラ図幅の高所全域，カヤラニ図幅の西側，ベリーリエ図幅のほぼ全域に分布し，いずれも上記下部層を被い，厚さは100m～300mである。東部では薄くなり，山頂は勿論溪谷中にも分布する。

(C) ヤウリ図幅内の中部層

地表概査によれば，図幅中央部の低地には白色凝灰岩が広く分布する。この岩層は，湖沼堆積物で植物化石も稀に産するといわれる。またアタラヤ鉱山付近に多い石灰質凝灰岩は，この付近にある石灰岩および火山岩侵蝕物と，降下火山灰が混合したものと考えられる。一部に泥質砂質を混えたり，雲母のはいる軟質のものがあり，塊状帯赤色，南緩傾斜を示す。本岩層の厚さは60m～70mで，おおむね幅9km，延長25kmの分布を示す。

(D) 上部層

パカパウサ図幅北部コルコバンパ川西側，チウラ図幅ワルカヤ川西側，カヤラニ図幅東側山地付近，ベリーリエ図幅のほぼ全域の高地などに分布する。地表概査によれば，本岩層の一部は流理の明らかな緑灰色安山岩，紫灰色安山岩，灰色硬質安山岩であり，時代は第四紀更新世とされている。

4-3-9 氷河堆積物

調査地域全域にわたり氷河作用による氷河堆積物や氷河の融水流水による堆積物が小さく分布する。チウラ図幅西部フイサ溪谷(Ouebrada Fuisa)，サラカイラ川(Rio Saracaira)，およびブンコ湖(Laguna Punco)を中心とする東側山地各所，ベリーリエ図幅チャカチャワルーネ川(Rio Ohacachahuallune)およびハロマーヨ川(Rio Jaro Mayo)沿い，ヤウリ図幅のウイルカラニ川(Rio Huilcarani)，ララマニ山塊周辺などに分布し，厚さは

数m～数10m程度である。

#### 4-3-1.0 玄武岩流

調査地域各所の高地に分布する熔岩流である。パカパウサ図幅の一部，チウラ図幅全域の高所，カヤラ＝図幅南部，ペリーリエ図幅西部などに厚さ数10mの熔岩流が分布する。一部に氷河地形の細長い溪谷に流れこんだ熔岩流があり(Laguna Ecema)，最近の火山活動によりもたらされたことを示す。

#### 4-3-1.1 段丘堆積物

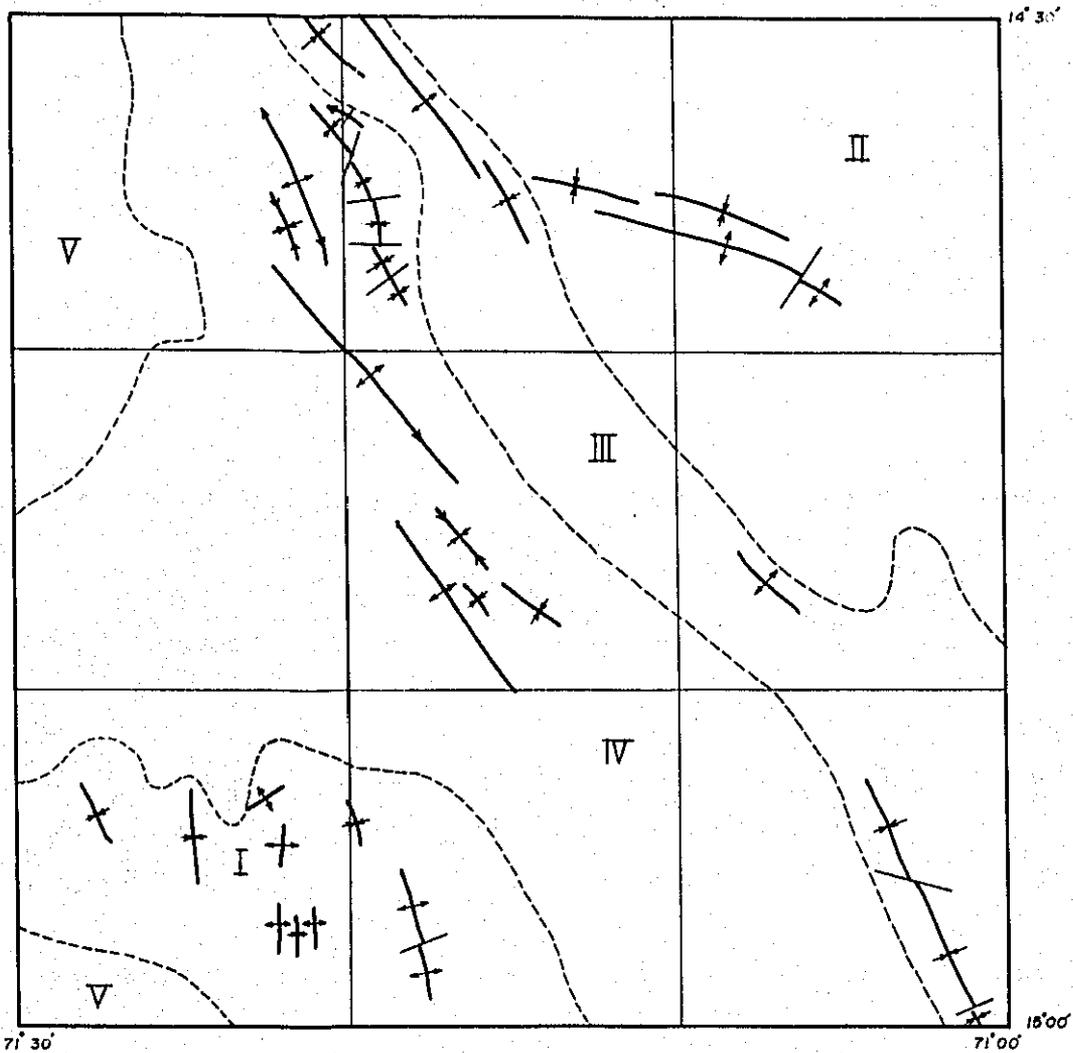
西部山地にも散点するが，顕著なものはヤウリ地区に多く，厚さ数10mに達する。

#### 4-4 地質の問題点

本調査は前述のごとく，写真地質解析による解明を主とし，これらをチェックのため，きわめて限られた範囲に地質概査がおこなわれたのみであるから，今後検討を要する問題が多い。以下に問題点を列挙する。

- (A) ミツ層を含む先第三紀層は，ララマニ山塊に分布しているが，未調査のため岩相，構造，時代などが不明である。
- (B) ユラ層およびフェロバンバ層は，ヤウリおよびペリーリエ地区に分布し，その間は新規火山岩に被われているため，両者の関係が明らかでない。さらにこれらの地層は，鉍床胚胎の母岩となるので重要であるが，その分布，地質構造などが明らかでない。
- (C) 进入岩類は，鉍化作用と密接な関係があるので重要であるが，それらの分布，形態および进入機構，岩質，岩相，地質年代，鉍化変質などが大部分明らかでない。
- (D) プノ層は，コロコロ型層状鉍床胚胎の可能性を有するが，調査不十分なので鉍兆，地質構造などが不明である。
- (E) ヤウリ盆地東側に分布するパロツン中部層の下部には，地質構造上，鉍床胚胎の可能性のあるプノ層，先第三紀層，进入岩類が推定される。この地層の地質構造が不明であり，したがって基盤岩までの厚さが不明である。
- (F) パロツン層は，きわめて多種の岩質岩相に富む火山岩類であり，一応写真地質解析にしたがい，前述のごとく分類できるが，これらの相互関係はあまり明らかでない。

**MAP SHOWING THE DISTRIBUTION OF FOLDING AXES  
IN THE EASTERN PART OF INVESTIGATED AREA  
( THE YAURI QUADRANGLE )**



- I. Upper Jurassic — Middle Cretaceous Area
  - II. Pre-Tertiary Area
  - III. Tertiary Area
  - IV. Quaternary Area
  - V. Volcanic or Intrusive Rocks Area
- } Sedimentary  
Rocks Area

**FIG. 8**

## 第5章 地質構造および地史

### 5-1 地質構造 (Fig 4 Fig 8 参照)

調査地域は、大部分新規の火山岩に厚く被われており、比較的基盤岩類の露出する地域東部をのぞいては、全体の地質構造判定は困難である。東部ララマニ山塊地区、ヤウリ盆地地区、西部山岳地区の3地区に分けて考える。

#### 5-1-1 東部ララマニ山塊地区 (Fig 4 ヤウリ図幅参照)

写真地質解析によれば、この山塊を占める地層は、主としてE-W方向に近い軸で、細かく褶曲する赤色砂岩、頁岩よりなるが、これはさらにN-S方向およびNE-SW方向に断層により切れ、多数のブロックに細分化されているため地質構造は複雑である。詳細は今後の調査によらねばならないが、解析図では上部層と下部層の方向性に差異が認められ、地層のブロック化は明らかである。

山塊の西側にあるブノ層とは、NNW-SSE方向の断層をもって接し、これに平行な多数の断層がヤウリ盆地各所に見られる。この方向は、ペルー全土の特徴的な方向であり、この地域もNNW-SSE方向の地質構造に支配されているといえる。

ブノ層はNNW-SSE方向を軸とする褶曲構造を示しつつ、ヤウリ盆地底へ沈下してくるが、詳細な構造は不明である。

#### 5-1-2 ヤウリ盆地地区

この地区における先第三紀層は、ヤウリ周辺、コボラケ周辺、ベリーリエ周辺にほぼNW-SSE方向に配列している。これ等の周囲は、NW-SSEおよびNE-SW方向の断層によってブロック化されている。

ヤウリ周辺のブロックはN-S方向を軸とする褶曲構造を示し、このブロックの東側はサラド川の流れるNW-SSE方向の構造線により規制されると考えられ、これより以東には先第三紀層はあらわれず、東方ララマニ山塊との間は、落込んだ地溝帯と解することもできる。

コボラケ周辺のブロックは、NW-SSE方向の断層により規制されており、ベリーリエ周辺のブロックは、NW-SSEおよびNE-SW方向の構造線により規制されて分布する。両ブロックの間は、NE-SW方向に走る山地があり、先第三紀層の露出は見られないが、これは、

この間がブロック運動により沈下し、その沈下部が後の新規火山岩により被覆されたものと考えられる。この部分に対し、空中磁探の結果では、深部海拔1000m-3000m付近に侵入岩類の存在を予想しておくことは、このことを裏付けていると思う。

この地域には各所に侵入岩類が見られるが、これは写真地質図に見られるような分布状況から、NNW-SSEないしNW-SE、およびこれにほぼ直交するNE-SW方向の構造線に沿って侵入したものと考えられる。

### 5-1-3 西部山岳地区

この地区は海拔4500mを超える調査困難な地区であるとともに、新規火山岩類に厚く被われているため、基盤の構造を推定することはきわめて困難である。わずかにチウラ、パカバウサ各図幅の各北端部に先第三紀ユラ層が見られ、そこではN-S方向で西傾斜の構造が判明しているだけである。しかし、先第三紀岩類の露出部をつらねると、ほぼNNW-SSE方向となり、これは海拔3000m~3600m付近に、ほぼ上記の方向に侵入岩類の分布を予想する空中磁探解析結果とおおむね一致することから、基盤の構造は、ほぼE-W方向の規制を受けて分布すると考える。

パカバウサ図幅南西部には、ほぼNW-SE方向の低地にタカサ層が分布しており、海拔2100m~1400m付近に、NW-SE方向の侵入岩体を予想する空中磁探解析結果も考え合わせれば、この地域では比較的地下浅所に、NW-SE方向の基盤を予想することができる。

第四紀火山岩類は、NW-SEおよびE-W方向の構造線に規制されている所が多い。

## 5-2 地 史

当地域の地史は、古生代オルドビス紀、シルル紀、デボン紀の堆積および古生代末造山運動に引続く準平原化より始められる。ララマニ山塊には、古生代ミッ層以降の地層が分布しておりと考えられ、これらの地層がいったん褶曲、断層運動を受けた後、準平原化が起ったと思われる。

引続き中生代には、ユラ層群、フェロバンバ層の堆積がおこなわれ、これらの地層は褶曲運動を受けるとともに、花崗岩類の侵入を数回にわたり受け、地殻変動は白亜紀までおよんだ。この地域に存在する金属鉱床はこれらの中生層、侵入岩類にともなうものが甚だ多く、白亜紀末の火成活動に関連して生成されたものと考えられる。

第三紀初期には、ブノ層の浅海性堆積がおこなわれ本層は前述古期岩石を不整合に被つた後、

造山運動を受け、NNW-SSE 方向を軸とする褶曲構造が生成された。ついで、おそらく中新世頃に、本地域は火山活動の激しい地域となり、中性-塩基性岩類およびそれらの熔岩火山碎屑物（タカサ層又はセンカ層相当）の堆積がおこなわれた。この火山活動は地域的には、厚さ 1,000 m を超える大規模なものであり、中新世より鮮新世に至るものである。その後、海没による侵蝕作用が広範囲に起り、タカサ層以前の地層は、現在の海拔 4,000 m 前後に見られる広大な侵蝕平原を形成するに至った。（この地域では特異な侵蝕平面であり、ブナ侵蝕面と称している）

第四紀には、再び火山活動が活発となり、中性-塩基性火山岩およびその熔岩、凝灰岩類など各種の岩相を示す火山岩類の噴出、堆積が広範囲におこなわれ、現在のアンデス山脈の高地がほぼ形成された。氷河による侵蝕がおこなわれてからも、玄武岩熔岩流の噴出がおこなわれたところが見られ、これらの火山活動は引続き現世にもおよんでいる。

## 第 6 章 鋳 物 資 源

本地域および周辺地域は、ペルー共和国においては有数の金属鋳物胚胎地域に属し、Bellidoの鋳床区分によれば、「西アンデス高原部多金属鋳床帯」の南部に相当する。したがって地域内には多数の金属鋳床の存在が知られている。

### 6-1 进入岩にともなう金属鋳物資源

金属鋳物資源の多くは、白亜紀末の火成活動に関連して、进入岩および被进入岩である中生層を母岩として生成されている。

おもな既知鋳床および鋳床示徴を次表に示す。

◎印 調査地域内

鋳 床 名	鋳床タイプ	母 岩
◎チンタヤ (Tintaya)	スカルン (銅)	石灰岩 (石英モンゾニ岩)
チャルコバンバ (Chalcobamba)	# (銅・鉄)	#
フェロバンバ (Ferrobamba)	# ( # )	#
◎アタラヤ (Ataraya)	# (銅)	#
カタンガ (Katanga)	# ( # )	#
◎カタルセ (Cataruse)	# (鉄)	?
◎ケチュア (Quechua)	ポーフィリー・銅	石英モンゾニ岩, 珪岩
27, デ・エネロ (27 de Enero)	鋳染 (モリブデン)	モンゾニ岩
◎チエカ (Checca)	鋳脈 銅 鉛 亜鉛	花崗閃緑岩
パンチータ (Panchita)	#	#
カバクマルカ (Capacmarca)	スカルン (鉄)	石灰岩
リビタカ (Livitaca)	# ( # )	#
コルケマルカ (Colquamarca)	# ( # )	#

チンタヤ鋳床は、閃緑岩、モンゾニ岩に进入されたルーフペンダント状に残った石灰岩 (フェロバンバ層) が鋳化されたもので、磁鉄鋳、緑れん石、ざくろ石等のスカルン鋳物をともなったスカルン鋳床である。酸化帯は数10mの深さに達し、孔雀石、珪孔雀石、輝銅鋳、自然銅などにより、二次富化を受けているが、下部は不変帯となり、黄銅鋳、輝銅鋳を含む鋳床となる。

アタラヤ鋳床も同種のスカルン鋳床であり、磁鉄鋳がやや少なく銅鋳物が多い。形状は火成

岩と石灰岩の接触部沿いに脈状である。堅坑により坑内採掘中で、硫化鉄を対象とする浮遊選鉄場(300T/日)が稼働中である。

ケチュア鉄床は、チンタヤ南方約10kmに位し、中生代石灰岩、珪岩をつらぬく石英モンソニ斑岩にもなり銅、モリブデンの低品位鉄染鉄床(ポーフイリー-カッパー型)であり、最近発見され探鉄が進められている。

チャルコバンパ—カタンガ—チンタヤなどの各鉄床を結ぶと、NW—SE方向250kmにわたり、一つの鉄床帯を形成していることが考えられる。これらの鉄床帯には、銅(鉄)—スカルン型、鉄—スカルン型、銅—モリブデン型などのタイプがある。鉄床にもなり火成岩の岩種は、パソリス型閃緑岩、花崗岩および岩株状、岩脈状のモンソニ岩類、斑岩類などがあるが、詳細は調査不十分のため不明である。Terronesによれば、これらの鉄床の胚胎条件は、フェロバンパ層の石灰岩の存在(とくに層準の下部が有利な場である)、進入する石英モンソニ岩またはモンソニ岩が小岩株状または大きい閃緑岩塊の分岐として存在すること、地域方向性とこれにまじわるCross foldの存在することなどを鉄床胚胎の条件としているが、甚だ参考となる意見と思う。

#### 6-2 火山岩にもなり金属鉄物資源

ペル—南部では、第三紀中期の火山活動にもなり金属鉄物の鉄化作用が認められているが、本地域にはこれらに関する鉄床示徴はほとんど認められない。この鉄化作用は第三紀中期のタカサ火山岩活動までであり、それ以降の第四紀火山岩類には金属鉄物資源はほとんど期待し難いと思われる。

#### 6-3 堆積岩にもなり金属鉄物資源

ヤウリ東方に分布するブノ層は、岩質的にポリビヤ国コロコロ層に対比されている。チチカカ湖周辺のブノ層中には、コロコロ型層状鉄床が若干知られていることから、本地域のブノ層に対しても同種の鉄床胚胎の可能性は有るといえるが、目下のところこの地域の鉄兆は知られていない。

#### 6-4 非金属資源

この地域の石灰岩(フェロバンパ層)は、一般に不純物を含み、当面、非金属資源としての価値は少ない。

#### 6-5 燃料資源

Newell によれば、白亜紀層と第三紀層の不整合面付近より石油、天然ガスの産出することが知られておりチチカカ湖北辺のピリン(Pirin)を中心とする区域には若干の産出実績がある。また、白亜紀層中に石油と天然ガスの油井記録がある。白亜紀層以下の地層は岩質と構造によっては、石油地帯となる可能性がある。

本地域では、ララマニ山塊に白亜紀層が延びて来ている可能性があり、エクトール・テハダ(Hector Tejada) 東北15kmに位するルーズベルト(Roosevelt) 付近よりガスの徴候が知られていることから、この地域は燃料資源の興味がある。

## 第 7 章 写真地質調査

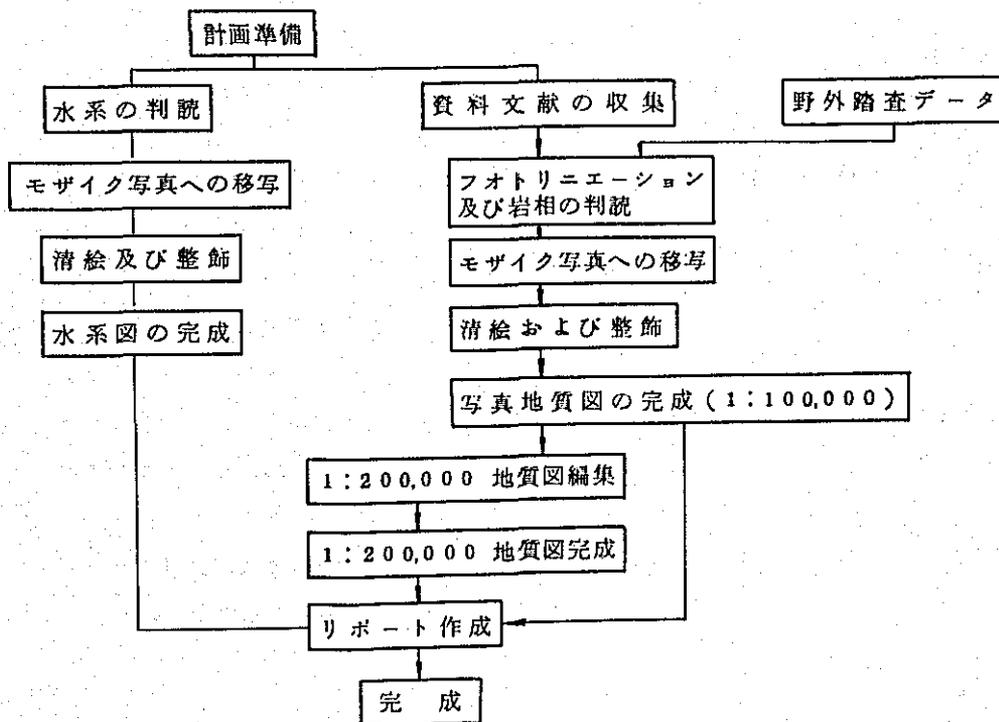
詳細は別冊報告書に述べられているので、ここでは要旨のみを記載し、とくに地表概査との関連性について述べることにする。

### 7-1 調査概要

写真地質の解析作業は、空中写真撮影作業によって撮影された約 800 枚のカラー空中写真ならびにベルー陸軍地理調査所 (Institute Geographico Militar) 発行の 1:100,000 および 1:200,000 地形図を使っておこなわれた。

調査地域は、極めて植生が少なく、したがって写真判読も良好におこなわれた。写真上からだけでは判読しがたい部分については、地表地質概査で入手した諸資料および既存の文献などを参考にして、この解析作業を補い、あるいはまた両調査結果の比較照合をおこなって、別添のとおり精度の高い写真地質解析図が作られた。

この作業工程を示すと次のとおりである。



## 7-2 写真判読結果による地質 ( Fig 4 参照 )

### 7-2-1 ミツ層を含む地層 ( 单元 4, 5 )

ララマニ山塊を形成する岩石の主体は層理の顕著な暗赤褐色岩石 ( 单元 4 ) である。

断層の発達多く北部では E-W 方向の褶曲構造の存在が判読される。

この岩石の北側にある赤色岩 ( 单元 5 ) は幅 10 km, 長さ 34 km にわたり分布し, ( 单元 4 ) に漸移的に変化する。本岩は鮮やかな赤色～赤褐色を呈するが, その山腹面に見られる明暗の縞模様は層理を示すものと判読され, そのほか微地形からみて, かすかな層理が読みとられることなどをより, 層理の発達の悪い赤色砂岩と推定される。

本地層を写真解析では, 白亜紀上部カバス, ロハス層に対比しているが, 付近の地質文献によれば古生代ミツ層とも考えられ, さらに検討を要する問題が残されている。

### 7-2-2 ユラ層 ( 单元 1, 2 )

下部層 ( 单元 1 ) は, バカパウサ図幅およびチウラ図幅北端部の溪谷に小さく分布し, 暗灰色-黒色を呈し, 節理または層理を反映した割目の発達が著しいことから頁岩, 砂岩と判読される。

走向, 傾斜の関係より次の ( 单元 2 ) よりも下位と推定される。

上部層 ( 单元 2 ) の中で, ヤウリ図幅南部のものは幅 3 km, 長さ 14 km をもって南北方向に分布し, 明るいカーキ色を呈し, 山腹表面の凹凸は少ないが, 略 N-S にのびるかすかな縞状模様があり, 山稜はかなりシャープであることから, 珪岩, 珪質砂岩よりなり, 背斜構造が認められる。( 地表概査により確認 )

ベリ-リエ周辺の岩体は灰色を呈し, 走向 NNW-SSE, 傾斜  $40^{\circ}$ ~ $70^{\circ}$  NE の層理を示す砂岩である。( 確認 )

チウラ図幅北部のものは赤色-赤褐色で, 走向 N-S 傾斜  $60^{\circ}$ ~ $70^{\circ}$  W を示し, 山腹は頁岩よりもなめらかで凹凸少なく, 砂岩または珪岩である。( 確認 )

### 7-2-3 フェロバンバ層 ( 单元 3 )

本層はヤウリ図幅南部, ベリ-リエ周辺, チウラ図幅北端に見られる。本岩は写真地質的

に特徴があり、山稜が丸味をおび、表面はなめらかで細かい凹凸がなく、暗灰色～黒色を呈する。この他明暗の縞模様による層理が認められる。この縞模様は屈曲著しく小褶曲が多い、水系の発達は悪い、分布が断続的である等、石灰岩としての特徴を備えている。これは地表概査によっても各所に確認され、写真解析の正しいことが立証された。

#### 7-2-4 进入岩類(单元26)

ヤウリ図幅、ベリ-リエ図幅、カヤラニ図幅北東隅、チウラ図幅北端に分布する。

本岩は写真上で淡青灰色～淡緑灰色を呈し、節理を反映するフォト・リネーションが発達する岩石である。山腹表面は比較的スムーズで非常に堅硬な感じをもつ。

岩質を写真上で区別することは困難であるが、ヤウリおよびベリ-リエ図幅中の一部の进入岩については、地表概査により花崗岩および花崗閃緑岩であることが判明した。

#### 7-2-5 ブノ層(单元6,7,8)

ヤウリ図幅中央部に分布しNNW～SSE方向の走向、SW方向傾斜の層理を示すことから、東部のものほど下位、すなわち单元6が最下位で单元8が最上位となる。单元6は褐色～暗褐色、起伏にとみ、礫質岩。单元8は赤色～赤褐色、層理は明瞭であり、砂岩、礫岩、シルト岩の互層と判断されたが、事実地表概査でも確認された。

この層の上部にのるもので、赤褐色を呈し单元6～8に類似するが、層理を示さず、表面は比較的なめらかで、頂部は平坦な岩石(单元9)がある。ヤウリ図幅東方に数ヶ所に分れて小さく分布している。

地表概査の結果では、安山岩～石英安山岩であるが、その分布は写真解析図とかなりの喰違いがあり、今後検討を要する。

#### 7-2-6 タカサ層(单元11)

パカパウサ図幅、チウラ図幅、カヤラニ図幅の北東部、ベリ-リエ図幅の北西部に見られ、灰褐色～暗褐色を呈し、層理が観察され、また表面には細かい凸地形が発達する。以上のことから凝灰角礫岩～凝灰岩と判断された。(確認)

#### 7-2-7 バロツ層(单元12～21)

##### (A) バロツ層下部

最も下部のもの(单元12,13)は、ヤウリおよびベリ-リエ図幅の境界付近に見ら

れ、暗褐色-灰褐色を呈し、多少ルーズで層理が可成り明瞭である。地表概査により、その一部は安山岩質凝灰角礫岩類と確認された。

その上部の単元14は、ヤウリ、ペリーリエ両図幅北部にまたがって分布する。真黒の部分、赤褐色、灰白色-帯緑灰色の非常に明るい色調の部分が複雑に重なり合い、各岩石を区別することは困難であった。各種の熔岩、凝灰角礫岩、凝灰岩の重なり合ったもので西部に厚く、東部に薄くなる傾向が判明した。(確認)

単元12~14はパロツン層下部に一括される。

#### (B) パロツン層中部

単元15はほとんど全域に厚く発達し、白色-淡黄灰色を呈し、山稜もシャープでなく、軟かみを有し、細粒の物質よりなる。しかし部分的には、灰色-暗灰色を呈する部分や、黒色部も層状に見られ、地表概査により、部分的には安山岩または玄武岩質の凝灰角礫岩であることが判明した。

西部に厚く、東部に薄くまた堆積当時の溪谷を埋めて堆積し谷の低地に分布している所もある。侵蝕され易い軟弱凝灰岩である。

単元16は、ハロ、マーヨ川付近より、ヤウリ盆地中央でNE-SW方向に広く分布する。特徴的な白色を呈し、水系の発達密で、細粒均質な堆積物からなる。起伏量100~150mの丘陵を形成し、浅海性の堆積物である白色凝灰岩~凝灰質砂岩である。(確認)

単元17は、主としてアブリマック川沿いに分布し、白色の地に砂状の黒褐色のものが散在した色を示し、ほぼ均質で表面は非常に平坦であり、川沿いでは垂直に近い断崖を形成する。本岩は白色塊状凝灰岩である。(確認)

単元18は、ヤウリ図幅サラド川、カニビア川流域などに小さく分布し、縞模様により層理が明らかな白色凝灰岩である。(確認)

以上、単元15~18はパロツン層中部に対比される。

### (C) バロツソ層上部

単元 19, 20, 21 は、ペリーリエ図幅、カヤラニ図幅の山頂付近に分布しており、色調および一部の地表調査から下位は、安山岩、石英安山岩およびその角礫凝灰岩、上位は安山岩、石英安山岩、玄武岩熔岩流より成ることがおおむね判明している。

単元 19 ~ 21 はバロツソ層上部に対比される。

### 7-2-8 氷河堆積物等

氷河堆積物(単元 22)は、褐色-暗褐色を呈しており、表面が滑らかでソフトな感じを持つ。平野に近いところは段丘堆積物との区別が困難になる。

黒色玄武岩熔岩流(単元 23)は、調査地域の西部-中部にかけての高所を占め、噴出時期によって大きく3つに区別されるが、写真地質図では、3者を区別して表現しなかった。黒色~黒褐色を呈し水平に流れているところが見られることから、粘性の小さい火成岩であり、おそらく玄武岩熔岩流と思われる。

侵蝕谷の中に流れこみ、沖積層をも被っているものもあり、極めて最近の活動を物語るものもある。

### 7-3 地質構造

空中写真で判読される線状模様は、現地踏査によるチェックをうけない限り、Lattman (1958)の指摘したような区分にしたがい、連続性にとむ“フォトリニアメント”を断層とし、連続性に乏しいものは、破碎線として、層理、片理、節理などの方向を反映するものとして図示した。

本地域はペルー全土に特徴的な NNW-SSE 方向の地質構造に支配されていることが顕著に示された。しかし、ジュラ紀下部~白亜紀中部の堆積岩(単元 1, 2, 3)では N-S 方向の褶曲軸が認められ、白亜紀上部の堆積岩(単元 4, 5)では NNW-SSE 方向の、それが見られるなど、地質時代によって主要な褶曲軸の方向が異なることを示している。

第三紀(単元 6, 7, 8)と第四紀(単元 16)の堆積岩の褶曲軸はほとんど同じ方向 NNW-SSE を示し、両紀の褶曲運動は、ほぼ同一方向をもっておこなわれたと解する。

断層については、古い時代のもの程多く、新しいもの程少なく、火成岩地域には少ないとい

う常識的結論をえた。单元1～3の中ではNNW-SSE, NE-SW方向の断層が多く、单元4～5の中では、NNW-SSE方向およびそれらに共やく的な方向の断層群が見られ、单元6～8の中では、走向方向およびこれを斜に切るものがある。单元16の中では、この層の褶曲軸を切るような方向の断層が示され、褶曲運動が断層運動に先行したことを暗示している。

单元4,5の地質時代については、地質文献よりの検討では問題があり、さらに検討を要する。

#### 7-4 今後の調査に対する意見

写真地質調査の結果からすると、調査地域の西部は第三紀～第四紀の火山岩や火山砕屑岩が多く、東部は石灰岩や花崗岩類が分布し、鉱床賦存の可能性が強いので、今後の調査地域を東部（ペリーリエ、ヤウリ図幅）にしぼるのが得策と思う。

单元16の中に見られる褶曲構造は何に由来するのか疑問があり、基盤の地形に支配されている可能性もある。したがってなんらかの方法により基盤までの深さおよび構造を調査することが望ましい。单元4と5の関係およびこれらと他の地層との関係が本調査では明らかにできなかったので、ラマニ山塊部の地質精査が必要である。

## 第 8 章 空 中 磁 気 探 査

詳細は別冊報告書に述べられているので、要旨のみを記載し、とくに空中磁気探査と地表概査の関連性について述べることにする。

### 8-1 調査概要

フリアカ空港およびアレキバ空港を飛行基地として、DC-3型航空機にデジタル記録計付セシウム蒸気高感度磁力計（感度0.01ガンマ，測定精度0.1ガンマ）を搭載し、次の測定パターンにより磁気測定をおこなった。

主測線はN-S方向で、平均測線間隔は1km

測線長  $5.5\text{km}/\text{本} \times 270\text{本} = 1,485.0\text{km}$

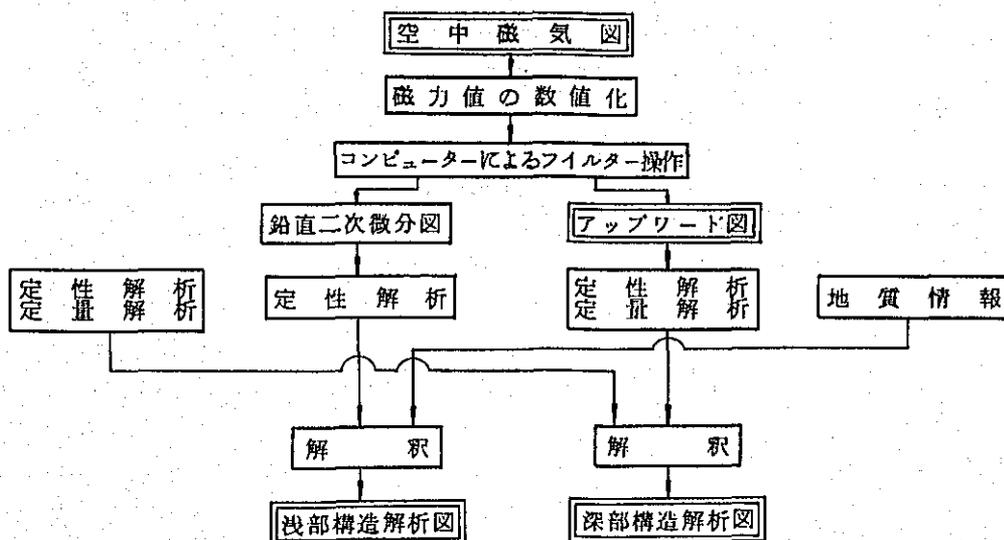
交叉測線はE-W方向で、平均測線間隔は9km

測線長  $2.69\text{km}/\text{本} \times 7\text{本} = 1.883\text{km}$

合計測線長 1,673.3km

平均飛行高度は5,650mで、ローズマウント高度計で飛行高度を記録，また航路はドップラーシステムにて決定した。一方，地磁気の日変化は飛行基地にて，機上磁力計と同精度の磁力計を設置して記録した。これらによって測定されたデータにもとづき，縮尺1:50,000の等磁力線図（コンター間隔0.5ガンマ）を作図し，それらを写真縮尺によって，1:100,000 および1:200,000の等磁力線図にとりまとめた。

空中磁気解析は，これらの等磁力線図と諸データにもとづき，浅部および深部構造による成分を分離し，定性的ならびに定量的解析をおこない1:100,000 および1:200,000の各成分図ならびにその解析図にとりまとめた。解析作業工程を示すと次のとおりである。



## 8-2 本地域の磁気的特徴

空中磁気探査の解析により、磁性岩体の立体的分布が明らかとなり、浅部あるいは深部の地下構造が推定されるにいたった。

本地域の磁気的特徴は次のとおりである。

本地域には、極めて多くの磁気異常が複雑なパターンを示して存在し、一見して本調査地域が火山岩地帯であることを示唆している。このパターンは、浅部に存在する磁性岩体が原因となって生ずる異常が大部分であり、これらの異常は地形と対応関係を有するものが多い。

深部に存在する磁性岩体の異常は、浅部に存在する磁性岩体の異常にかくされており、容易に識別できる深部磁性岩体に起因する異常は少ない。

浅部に存在し、磁気異常の原因となっている磁性岩体は、第四紀の火山岩類が大部分であるが、他に第三紀上部の火山岩類および中生代進入岩類に起因する異常も若干存在する。これは地質概査によっても立証されている。

これら磁性体のみかけ帯磁率 (Susceptibility Contrast) の岩層別数値は次表のとおりである。

Susceptibility Contrast		
		( $\times 10^{-3}$ c.g.s.e.m.u./cc)
Barroso Group	Recent lava flow (Black basalt)	6.3
	Upper (Lava flow or Tuff-breccia of Andesite, Dacite, Basalt, etc.)	2.1
	Middle { (White Tuff, Tuffaceous sandstone, Tuffaceous conglomerate, etc.)	1.8
		(white-grey Dacite tuff, Tuff-breccia)
	Lower { (Lava flow, Tuff-breccia and Tuff of Basalt, Andesite, Dacite, etc.)	2.7
(Andesitic tuff-breccia)		3.5
Sencca Volcanics and/or Tacaza Group	(Bedded tuff, Tuff-breccia of Basalt, Andesite, etc.)	3.0
	Granitic Rocks	2.9

8-3 浅部磁気異常について ( Fig 9-A 9-B 参照 )

"鉛直二次微分"により抽出された浅部に存在する磁気異常は、断層構造線または磁気的不連続線によってA, B, C……Hの各ブロックに分割される。これらのブロックは、それらの磁気異常の方向により、次のようなグループに分けられる。

- グループ I N W W - S E E 方向が多く、岩体配列に規則性が見られる。
- グループ II N E E - S W W 方向が多く、岩体配列に規則性が見られる。
- グループ III N W W - S E E 方向および N E E - S W W 方向が相なかばし、岩体配列に規則性が見られる。
- グループ IV 岩体の配列に規則性が見られない。

これらのグループを構成するブロックと、各ブロックに推定される断層の数に次表のとおりである。

グループ	ブロック名	断層構造の多少
I	B <sub>2</sub>	中
	C <sub>1</sub>	多
	C <sub>6</sub>	多
	E <sub>1</sub>	多
	E <sub>3</sub>	多
II	C <sub>3</sub>	中
	C <sub>4</sub>	中
	D <sub>2</sub>	中
	E <sub>2</sub>	少
III	B <sub>3</sub>	中
	C <sub>5</sub>	多
	D <sub>4</sub>	多
IV	G	多
	A	少
	B <sub>1</sub>	少
	C <sub>2</sub>	少
	D <sub>1</sub>	少
	D <sub>3</sub>	少
	F	少
H	多	

これらのブロックのうち、調査地域東部にあるFおよびHは、調査地域西部に比し浅部磁気異常が少ない。これは、FおよびHブロックには比較的新期火山岩が少ないためと考えられ、地表概査によりその事実も確かめられている。また、これら両ブロックには、侵入岩類の露出も知られているが、これが必ずしも浅部異常を示さないことは、侵入岩類はその帯磁率が高いものもあるが、多くは火山岩類の帯磁率に比し低いことが、その原因と考える。

#### 8-4 深部磁気異常について (Fig 10-A, 10-B参照)

アップワード法により抽出された深部磁性岩体の異常の数は、図に示したように26ケあるが、このうち17ケは、調査地域の東部に存在している。

東部のものは、東西方向につらなり岩体の規模も比較的大きいが、西部のものは、規模が小さく孤立して分布している。

これらの岩体について、推定された諸元は次表のとおりである。

Rock No.	Situation(in meters)		Susceptibility Contrast $\times 10^{-3}$ C.G.S.e.m.u./CC Calculated Value	Notes
	Depth from the surface	Elevation		
1	1300-2300	2,100	3.6	Dioritic Rock
2	1000-3200	1,400	2.0	"
3	400	3,600	2.0	Plutonic Rock
4	1,000	3,600	3.0	"
5	1,000	3,000	8.5	Basic Rock
6	0-200	5,000	1.4	Volcanic Rock
7	1,100	3,100	2.0	Plutonic Rock
8	400	4,400	2.2	"
9	450	4,200	7.5	Basic Rock
10	1,500	3,100	2.6	Plutonic Rock
11	3,000	1,200	1.5	Granitic Diorite
12	Difficult to define	the boundary of magnetic body		"
13	3,000	1,400	1.2	"
14	3,500	1,100	2.0	"
15	800	3,800	2.0	"
16	2,000	2,200	3.1	"
17	2,700	1,100	2.6	Dioritic Rock
18	3,100	900	2.6	"
19	3,500	500	0.7	Granitic diorite
20	2,100	1,900	1.4	"
21	2,300	1,100	1.4	"
22	900	3,700	4.5	"
23	400	3,600	2.1	"
24	4,500	0	0.3	"
25	900	3,700	2.8	"
26	800-1,000	3,200-3,450	0.3-1.3	"

これら深部磁性岩体は全体として、ほぼ東西方向をもってつらなり、西端に向い漸次深度を深めていくものと推定される。

西部地域の深部磁性岩体は、互いに孤立して分布しているので、各岩体の関係はよくわからないが、おおむねNW-W-S-E-Eの方向に配列しているものと思われる。

大部分の深部磁性岩体は、それらのみかけ帯磁率から閃緑岩質岩石または花崗岩質閃緑岩と推定され、その一部が地表付近に貫入して、小規模の浅部磁気異常を起しているものと考えられる。

調査地域東部の、ヤウリ地区においては、深部磁性岩体の存在が西側に比して非常に多く、これは鉱床に関連している深成岩を示すものと思われ、地表概査によってもこの地区に進入岩の存在が確認されていることから、磁性岩体が深部から地表につながっていることを示していると解される。

#### 8-5 今後の調査に対する意見

測定された磁気異常の解析結果によれば、鉱床生成に関係の深いと考えられる深成岩の分布は、Fig 10-B に示した“II区域”(ヤウリ、ベリ-リエ図幅内)に卓越している。この区域には、深部構造解析によって多くの深部磁性岩体が考えられ、空中写真地質および地表概査によってもこれらの磁性岩体の多くは、進入岩に対応することが認められている。

“II区域”の他にFig 10-A に示した“I区域”(バカバウサ図幅内)にも深部に大規模の磁性岩体が予想されるが、この場合は地表には進入岩類との対応は確認されていない。

今後の調査の方針としては、先ず“II区域”の中において鉱床生成に関係あると考えられる進入岩類が分布するFig 10-B に示す“1~4”地区を中心とする区域が要精査区域と思われる。

これらの進入岩類は、矢印で示したようにヤウリ盆地の沖積層および新期火山岩類に被われている部分にも延びていくことが考えられる。これらのより詳しい構造を把握するためには、今後前記の被われている部分に対し重力探査および深部電気探査をおこなうことが望ましい。

## 第9章 有望地域の選択

昭和46年実施された空中写真地質調査，空中磁気探査および地表概査より得られた各種のデータを用いて，前述のごとく詳細な地質学的解明をおこなった結果，以下述べるごとく本調査地域から，鉱物資源胚胎の有望地域選択をおこなった。

### 9-1 地域選択の前提

地域の選択に当っては，以下の事項を前提として考えた。

第1に，鉱物資源賦存の可能性がより高い地域であること。

第2に，地域の区画はベトナム共和国政府の要望の一つである，まとまった地域の地質図幅作成を満足せしめるような区画であること。

第3に，地域の面積は，昭和46年度の調査範囲の略3分の1の面積とすること。

### 9-2 地域選択の基礎資料

本地域は，地域全体の主なるルートの地表概査をおこなっているが，短期間のため充分でないので，地質検討は大部分写真地質解析による地質図に基いて検討した。写真地質の精度は，現地地表調査の地質と照合したが，本地域の岩石は良好な露出を示すため，極めて信頼のおける結果を有している。

また，空中磁探の結果は磁性の高い火山岩特に玄武岩が地表に分布している所では浅部磁気異常を多く生じており，また，侵入岩類の分布している所では，深部磁気異常がよく認められるなど，地表地質と良く対比され，空中磁探の結果も相当信頼がおける結果を示した。

したがって，これらのデータに基き総合的に検討すると共に，既往の鉱山，鉱徴地の地質データ，地質文献なども参考として，地域選択の基礎資料とした。

一方では，今後の調査により有望地域が発見された場合，現在の探査技術により探査可能な範囲内であること，即ち有望地域があまり深部に潜在するような地質を示す区域は除外することも考慮した。

### 9-3 地域の選択

本地域に期待される最も有望な資源は，火成岩の侵入にともなり金属鉱物資源である。それらの大部分は，白亜紀末の火成岩侵入活動に関連して，侵入岩および被侵入岩である中生代堆積

岩類を母岩として形成されたものである。調査地域をペルー地質図幅作成計画の区分にしたがった図幅に分け、各図幅を構成する岩石の分布比率および既知鉛床ないし示徴を、地表概査および写真地質解析の結果よりまとめると次表のとおりとなる。

項 目	図 幅 名					計
	ヤウリ	ペリーリエ	カヤラニ	チウラ	バカパウサ	
進 入 岩 (k <sub>1</sub> )	156	177	60	2	0	395
%	( 5)	( 6)	( 2)	( 0)	( 0)	( 3)
堆 積 岩 (k <sub>2</sub> )	1,015	37	0	9	5	1,066
(第三紀初まで)%	( 34)	( 1)	( 0)	( 1)	( 0)	( 7)
火 山 岩 (k <sub>3</sub> )	1,804	2,761	2,915	2,964	2,970	13,414
～ 碎屑岩 %	( 61)	( 93)	( 98)	( 99)	(100)	( 90)
計 (k <sub>1+2+3</sub> )	2,975	2,975	2,975	2,975	2,975	14,875
%	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
鉛 床 ないし示徴	Tintaya (Cu) Ataraya (#) Quechua (#) Checca (#) Roosevelt (ガ)	Alca(Au)				

鉛床賦存の可能性は、鉛化を与えた進入岩および鉛床胚胎の場となった堆積岩のそれらが存在する地域に対し、どの程度の割合を示すかの分布比率により推定可能であり、更にその地域の鉛化の強さは既知の鉛床の存在状態が一つの尺度となり得る。前表によれば西部地域は、火山岩類が広く分布し、進入岩、堆積岩の露出は極めて僅かである。空中磁探解析の結果によれば、これら火山岩類の下部に進入岩、堆積岩が潜在することが推定されるが、いずれも地表からの深度が深いことが判明している。これに対し、東部地域のヤウリ、ペリーリエ図幅内 Fig 10-B に示す「II区域」には、E-W方向に広く連続する深部磁性岩体が認められ、これらは写真地質調査、地質概査により確認された進入岩体に連続することが予想される。

以上の考察により、ヤウリ地区は最も鉛床胚胎の可能性が高く、次いでペリーリエ地区がこれに次ぐことは明らかであり、両地区を有望地域として選択した。

#### 9-4 選択地域の概要

今回抽出した地域は、西経 71°00' から 72°30' まで、南緯 14°30' より 15°00' までの区

域であり、原調査地域の5分の2の範囲、10万分の1地形図ヤウリ図幅、ペリーリエ図幅に相当する。

本地域の地質鉱床学的特徴は以下のとおりである。

- (A) ユラ層およびフェロバンパ層の中生代堆積岩が比較的広く露出し、鉱床胚胎の場を提供し、またこれらをつらぬく鉱化作用をもたらした侵入岩類が各所に見られる。
- (B) 現在稼行中または探鉱中のチンタヤ、アタラヤ、ケチュア等の銅鉱床が多数知られた区域である。
- (C) 火山岩類の分布は相当広く、選択地域の西側は次第に厚く発達するが、東側ヤウリ盆地周辺は火山岩類の下に先方三紀層が多く露出している場所がかなり存在し、また火山岩類に被われる部分でも、地質構造から考えて、被覆火山岩類の厚さは比較的薄いとみられる。
- (D) この地域は、コロコロ型層状銅鉱床を胚胎する可能性のあるプノ層を含んでいる。
- (E) 東側ララマニ山塊は、先第三紀堆積岩が分布し、鉱床胚胎の可能性なしとしない。
- (F) 空中磁探解析の結果によれば、比較的浅所に侵入岩類が広く分布することが予想される。
- (G) ルーズベルトの天然ガス油徴など燃料資源胚胎の可能性を有する地層も分布する。

以上述べたような各観点よりみて、本地域は鉱床胚胎の条件を備えた区域であり、西部に比べ、鉱床発見の可能性は大きいと判断される。

#### 9-5 探査の方法

有望鉱床の探査を目的とするのはいうまでもないが、同時にこの範囲の地質図幅作成も大切な目的である。このため、以下に述べるような点に注目して、今後の調査を進めるべきと思う。

- (A) 先づ、選択地域内において出現する各種堆積岩の地質分布、地層の相互関係、侵入岩類については、それらの岩相変化、侵入機構、鉱化作用、変質作用などについて、地質調査をおこなう。
- (B) 有望鉱徴地を選択する迅速な方法として、全域の沢、河川の流砂堆積物を組織的に採集

し、地化学探査を実施する。

- (C) 基礎的な地質データとして、化石の採集および岩石類の絶対年代の測定を必要に応じておこない、時代区分を明らかにする。
- (D) 有望鉱徴地が発見された場合には、その地域の鉱化作用の強度、変質作用、鉱床胚胎母岩の地質構造、鉱床品位等を把握するため、一定の範囲を選び、地質精査をおこなうと共に、サンプリングは勿論、必要に応じてトレンチ、物化探なども実施する。
- (E) 侵入岩体の地表における形態追求と共に、深部への拡がり具合、また浅所に潜在する侵入岩の有無の探査、更に先第三紀堆積岩類の地下深部の分布を類推するため、重力探査およびこの精度をさらに高める観点から、一部に深部電気探査を併用する。

## 第10章 結論および将来への展望

### 10-1 結 論

昭和46年度においては、空中写真地質調査、空中磁気探査とともに、主要ルートの地表概査が実施された。写真地質解析は、近づき難い地域を短時間の間に、地質状況を解明した点できわめて有効であった。また空中磁気探査により、深部の火成岩侵入体の予測ができた点も甚だ有効であり、これらの方法は、この地域の調査方法としては、最も適合した方法と思われる。

調査された区域は、面積14,850km<sup>2</sup>の広大な山岳地帯であり、西部地域は第三紀以後の火山岩類が分布し、東部地域には、中生代ユラ層、フェロバンバ層および両層をつらぬく侵入岩類第三紀ブノ層、古生代ミツ層(時代未決定)などが分布する。

金属鉱物資源は、上記中生代をつらぬく白亜紀末期の侵入岩類に関連して生成されたものであり、これらの岩石が多く分布するヤウリ、ペリーリエ両図幅の範囲を、鉱物資源胚胎の有望区域として選択した。この範囲には、チンタヤ、アタラヤ、ケチュア等の既知鉱床が分布しており、この点からも興味ある地域である。また、層状銅鉱床胚胎が予想されるブノ層、および燃料資源の可能性もある地域でもある。

### 10-2 将来への展望

昭和47年度においては、抽出した地域に対して、能率的に調査の目的である鉱物有望地域の抽出を達成するためには、全域の地質調査および河川堆積砂の地化学探査をおこなうとともに、侵入岩類や先第三紀層の深部の形態等を知るために、物理探査を実施することが望ましい。発見された有望鉱徴地に対しては、地質精査をおこない、有望鉱床地域をさらにせばめていくことが望ましい。

昭和48年度以降は、これらの調査によって得られた鉱床地域に対し、地質精査、物化探査、トレンチ、試錐、さらに必要に応じ坑道掘進をおこない、有望鉱床地域の具体的地質データを集積すべきと思う。

これらの調査を続行していくことにより、幸いにして、有望な鉱床を把握し、開発へ移行することができれば、この地域の開発に貢献することとなる。一方これらの調査により、地質状況が明確となり、本地域の地質図幅が完成されることとなる。

## A P P E N D I X

- oFig.1 Location Map of the Yauri Area, Southern Peru (Page 3)
- oFig.2 Location Map of the Yauri Area, Southern Peru (Page 4)
- Fig.3 Geomorphic Divisions of the Yauri Area
- Fig.4 Photogeological Map of the Yauri Area, South Peru
- Fig.5A Route Map & Location Map of Samples
- Fig.5B Route Map & Location Map of Samples
- Fig.6A East-West Geological Profiles of the Yauri Area  
"Estimated mainly from "Photogeological Data"
- Fig.6B North-South Geological Profiles of the Yauri Area  
"Estimated mainly from "Photogeological Data"
- oFig.7 Generalized Columnar Section (Page 15)
- oFig.8 Map Showing the Distribution of Folding (Page 23)  
Axes in the Eastern Part of Investigated Area(The Yauri  
Quadrangle)
- Fig.9A Interpretation Map of Near-Surface Magnetic Component  
(Western Part)
- Fig.9B Interpretation Map of Near-Surface Magnetic Component  
(Eastern Part)
- Fig.10A Interpretation Map of Deep Magnetic Component  
(Western Part)
- Fig.10B Interpretation Map of Deep Magnetic Component  
(Eastern Part)
- oFig.11 The Morphologic-Structural Division of Peru (Page 11)

