

ペルー共和国
鉱物資源開発基礎調査

第 2 卷

- 第1部 空中写真撮影報告書
第2部 写真地質調査報告書

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

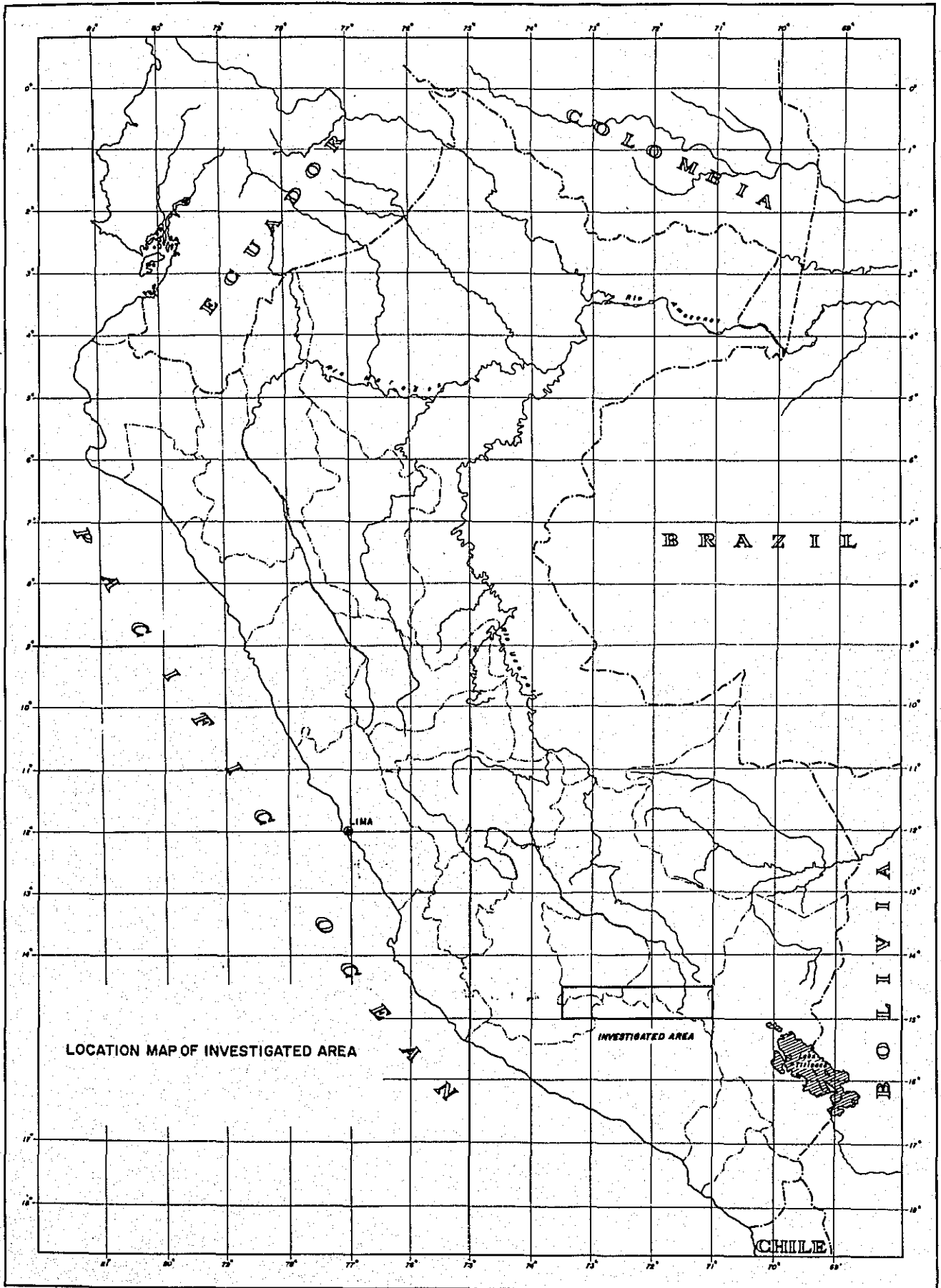
第 2 卷

- 第1部 空中写真撮影報告書
第2部 写真地質調査報告書

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. 00265	66.1
	KE



ペル-共和国鉱物資源開発基礎調査

第 2 卷

第 1 部 空中写真撮影報告書

目 次

1. 撮影区域	1 - 1
2. 撮影計画	1 - 1
2-1 基 地	1 - 1
2-2 飛行方向	1 - 1
2-3 航空カメラの選定	1 - 1
2-4 飛行高度	1 - 1
3. 撮影の実施	
3-1 基 地	1 - 1
3-2 使用器材	1 - 2
3-3 撮 影	1 - 2
4. 気象条件	1 - 2
5. フィルム処理	1 - 2

付 図

空中写真撮影標定図

別 冊

1. 撮影区域

撮影区域は、本調査地域全域にわたっており、下記のような各線に画される、約 15,000 km² の地域である。

北限	南緯	14°30′
南限	南緯	15°00′
東限	西経	71°00′
西限	西経	73°30′

2. 撮影計画

2-1 基地

撮影基地には、調査地域南部のアレキパー(Arequipa)を予定した。

2-2 飛行方向

本調査地域が、東西に細長い地域であるため、平均標高 4,800 m において、サイドラップを 32% にとると、必然的に東西方向に 10 本のコースが必要となった。

2-3 航空カメラの選定

地表の平均標高は、ほぼ 4,800 m である。しかるに撮影縮尺が 1:40,000 であるから、航空機の上昇能力を考慮する必要があり、結局、Turbo Aztec を撮影機に選び、カメラは、Zeiss RMK 8.5/23 の超広角カメラを使用することにした。

2-4 飛行高度

本調査地域は、高い尾根と峡谷が NNW-SSW 方向に走る著しい山岳地帯である。調査地域の東部は、ほぼ 3,900 m の標高を有した盆地となっている。調査地域の西部は、5,300 m におよぶような氷河で削られた尾根が分布する山岳地帯であり、深い峡谷が刻まれている。平均標高は 4,800 m であるから、飛行高度は 8,300 m が必要となる。

3. 撮影の実施

3-1 基地

計画どおり、撮影基地には、アレキパー(Arequipa) 空港を使用した。

3-2 使用器材

(1) 航空カメラ

名 称 : Zeiss RMK 8.5 / 23
レ ン ズ : 超広角
焦 点 距 離 : 85 mm
フ ィ ル タ ー : マイナス ブルー

(2) フィルム

Kodak Aero Color Negative No.2445

(3) 飛行機

Turbo Aztec OFULL

3-3 撮 影

計画どおりに、E-W方向に10コースを撮影した。

(1) 撮影延長

各コースすべて270 Kmで、総延長2,700 Kmである。

(2) 撮影縮尺

平均 1 : 40,000

(3) オーバーラップ 80%

(4) サイドラップ 32%

(5) 露出 : F 4 1/300 および 1/400

(6) 航法 : 有視界飛行

4. 気 象 条 件

撮影は、1971年8月10日に開始したが、当地域における撮影シーズンとしては、やや遅いといえよう。飛行機の方は1971年の7月20日には撮影できる状態にあったが、ペルー当局から撮影許可がおりるのが遅れた。従って作業の方も延びて、気象条件の悪い10月および11月にはいつてしまった。撮影した写真の中には、2個所に雲によるギャップがあるが、かかる撮影時期下においては、いたしかたのないことであろう。

5. フ ィ ル ム 処 理

撮影したフィルムは、カナダへ運び、Ontario の Rockcliff にある Canadian Forces Baseの、カナダ政府の写真室において処理した。この種の特殊フィルムを処理するのに適した地方の設備がないため、そうせざるを得なかった。焼付は、Geoterrex 社が行なった。

ペルー共和国鉱物資源開発基礎調査

第 2 卷

第 2 部 写真地質調査報告書

目 次

1. 結論および今後の調査に対する意見	2- 1
1- 1 結 論	2- 1
1- 2 今後の調査に対する意見	2- 1
2. 調査の方法	2- 4
2- 1 一般的方法	2- 4
2- 2 本調査における作業方法	2- 6
3. 地形の概要	2- 9
3- 1 西部～中部山岳地区 (I)	2- 9
3- 2 東部盆地地区 (II)	2- 9
3- 3 東部山岳地区 (III)	2- 9
4. 地質の概要	2-13
4- 1 地質分布	2-13
4- 2 地質構造	2-13
5. 空中写真判読結果からみた地質単元	2-22
5- 1 単元 1 (ユラ層の黒色頁岩, 砂岩)	2-22
5- 2 単元 2 (ユラ層の成層珪岩, 砂岩など)	2-22
5- 3 単元 3 (フェロパンパ層の灰色～黒色石灰岩)	2-23
5- 4 単元 4 (カパス・ロハス層の赤色砂岩と頁岩の互層)	2-24
5- 5 単元 5 (カパス・ロハス層の塊状赤色砂岩)	2-25
5- 6 単元 6 (ブノ層群の火山円礫岩～凝灰角礫岩部)	
単元 7 (ブノ層群の赤色～褐色礫岩部)	
単元 8 (ブノ層群の赤色～褐色砂岩, 礫岩, シルト岩等の互層)	2-25
5- 7 単元 9 (対比不明の安山岩, 石英安山岩等の火山岩類)	2-26

5-8	單元 10 (対比不明の砂岩, 礫岩など)	2-27
5-9	單元 11 (センカ火山岩類, もしくはタカサ層群の凝灰角礫岩類)	2-27
5-10	單元 12 (パロツ層群下部の安山岩凝灰角礫岩)	
	單元 13 (パロツ層群下部の安山岩, あるいは石英安山岩の溶岩流)	2-28
5-11	單元 14 (パロツ層群下部の玄武岩, 安山岩, 石英安山岩などの溶岩流, 凝灰角礫岩, 凝灰岩)	2-29
5-12	單元 15 (パロツ層群中部の白色~灰色凝灰岩, 凝灰角礫岩)	2-30
5-13	單元 16 (パロツ層群中部の白色凝灰岩~凝灰質砂岩)	2-30
5-14	單元 17 (パロツ層群中部の塊状白色凝灰岩)	2-31
5-15	單元 18 (パロツ層群中部の成層した白色凝灰岩, 砂岩, 礫岩)	2-32
5-16	單元 19 (パロツ層群上部の安山岩もしくは, 石英安山岩の凝灰角礫岩)	
	單元 20, 21	
	(パロツ層群上部の安山岩, 石英安山岩, 玄武岩などの溶岩流もしくは凝灰角礫岩)	2-33
5-17	單元 22 (水河堆積物および融水流水堆積物)	2-33
5-18	單元 23 (黒色玄武岩溶岩流)	2-34
5-19	單元 24 (段丘堆積物, 崖錐堆積物, 扇状地堆積物など)	2-35
5-20	單元 25 (いわゆる沖積層~現河床堆積物)	2-35
5-21	單元 26 (花崗岩質岩石)	2-35
5-22	單元 27 (玄武岩岩脈)	2-36
6.	地質構造	2-37
6-1	概 要	2-37
6-2	褶 曲	2-37
6-3	断 層	2-38
	参 考 文 献	2-41

插 圖

Fig. 1	Map showing the recommended area for further investigation (sheet No. 5)	2 - 3
Fig. 2	General flow chart for the photogeological investigation	2 - 5
Fig. 3	Flow chart for the photogeological procedures of this project	2 - 8
Fig. 4	The morphologic-structural division of Peru	2 - 11
Fig. 5	Topographic division of project area	2 - 12
Fig. 6	Schematic Representation of investigated area	2 - 15
Fig. 7	Geological map of project area	2 - 16
Fig. 8	Generalized columnar sections of Southern part of Peru	2 - 17
Fig. 9	Schematic stratigraphical columnar section of investigated area ..	2 - 18
Fig. 10	Generalized columnar section of sheet No. 1 - No. 3	2 - 19
Fig. 11	Generalized columnar section of sheet No. 4	2 - 20
Fig. 12	Generalized columnar section of sheet No. 5	2 - 21
Fig. 13	Map showing the distribution of folding axes in the eastern part of investigated area (sheet No. 5)	2 - 40

付 圖

Drainage pattern Maps (1 - 5)	1:100,000
Photogeological Maps (1 - 5)	1:100,000
Photogeological Map	1:200,000

1. 結論および今後の調査に対する意見

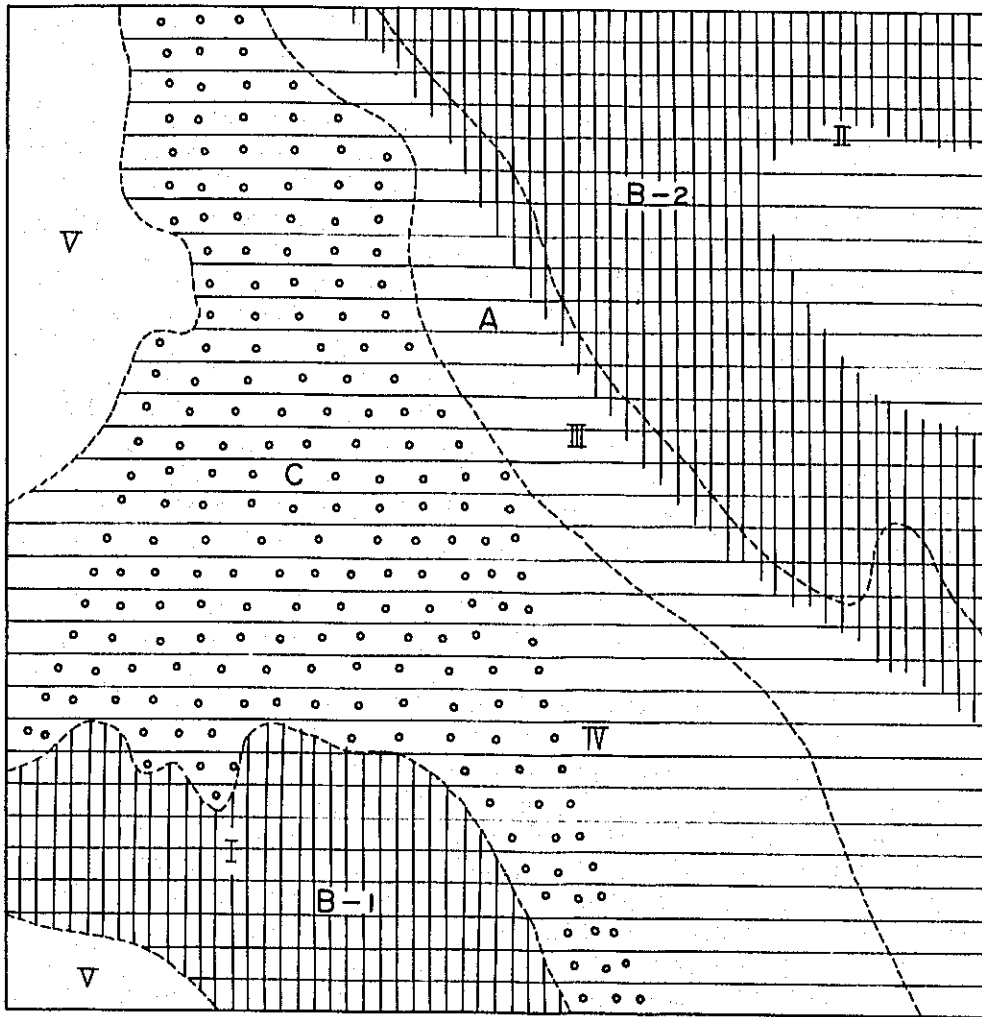
1-1 結論

- 1) この調査は、ペルー共和国ヤウリ地区約 15,000 Km² における、鉱物資源開発のための基礎資料を得るために行なわれたものである。この調査における主な作業は、基本地形図の代用となる水系図の作成と、写真地質図の作成である。
- 2) ペルー南部は、地形的・構造的にみて、(1)海岸山脈、(2)海岸低地部、(3)西部山脈、(3a) 火山錐嶺部、(4)山脈間谷部、(5)チチカカ盆地部、(6)東部山脈などに区分され、当地域はこのうち(3)の西部山脈部に位置する。
- 3) 当地域は、主として、上部ジュラ～白亜紀の堆積岩類、白亜紀末期～第三紀初期の深成岩類、第三紀～第四紀の堆積岩類、第三紀～第四紀の火山岩類および火山砕屑岩類などからなり、このうち、第三紀～第四紀の火山岩類および火山砕屑岩類が、西～中部では 95% 以上、東部では 70% 以上を占めている。そのほか、氷河堆積物もしくは融水流水堆積物が各地に分布する。
- 4) 深成岩体は、主として、調査地域東部に露出しており、中生代の堆積物の一部（石灰岩を主とする）を、ルーフ・ペンダントとして、含有している。調査地域中～西部には、玄武岩質の岩脈が、第三紀～第四紀の火山岩中に貫入している。
- 5) 本調査地域は、ペルー全土に特徴的な、NNW-SS E 方向の地質構造に支配されている。すなわち、当地域における(1)岩相配列、(2)断層の伸長方向、(3)褶曲軸の伸長方向、および(4)細かい破砕線の方向などが、主として、NNW-SS E 方向を示すことは、当地域における地質構造上、重要なことである。
- 6) しかしながら、褶曲軸の方向は、堆積物の形成時代により差異がある。このことは、当地域では地質時代によって、造構造運動に特徴的な差異があったことを暗示している。
- 7) 当地域に分布する断層は、走向断層が多く、褶曲軸と同様 NNW-SS E 方向のものが卓越するが、やはり堆積岩の形成時代によって多少伸長方向に差異があり、6) で述べたことを裏付けている。

1-2 今後の調査に対する意見

- 1) 本調査の結果からすると、調査地域の中～西部（シート No. 1～No. 3）は、大部分が第三紀～第四紀の火山岩よりなり、鉱床賦存の可能性はひじょうにうすい。一方、東部には、石灰岩類やそれを貫く花崗岩質岩石類などが分布しており、鉱床賦存の可能性はつよい。すなわち、シート No. 5（ヤウリ）、No. 4（ペリーリエ）、No. 3（カヤラニ）、No. 2（チウラ）、No. 1（パカパウサ）の順に可能性は低下するとみてよい。従って、今後の調査地域を、本調査地域の東部（主としてシート No. 5 とシ

- ート№4の東部の地域)にしぼるのが得策であろう (Fig.1)。
- 2) すなわち、本調査地域東部—主としてシート№5の全地域(少なくとも Fig. 1 におけるAの地域)—については、準広域的な地表踏査を行なうのが望ましい。
 - 3) 上部ジュラ～中部白亜紀の堆積岩類中に、火成岩の貫入がみられる地域 (Fig.1 B-1) や、白亜紀の堆積岩中、断層の分布が多い地域 (Fig.1 B-2) などについては、さらに詳しい現地踏査を行ない、地質図を作成する必要がある。とくに、大きな断層にそう調査は、めんみつに行なうのが望ましい。
 - 4) 単元16(白色凝灰岩など)中にみられる褶曲構造が、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。従って、B-1につづく単元16の地域については、基盤が何からなり、その深さはどうか等を、空中磁気探査その他の方法により明確にしておく必要がある。
 - 5) 単元4と単元5との関係が、本調査では明確にできなかったし、また、単元5の岩相も今回の踏査では確認されていないから、B-2 (Fig.1) の北部における準広域的踏査 (Semi - regional investigation) は、欠くことのできないものと思われる。



Geology

I	Upper Jurassic - Middle Cretaceous Area	} Sedimentary Rock Area
II	Upper Cretaceous Area	
III	Tertiary Area	
IV	Quaternary Area	
V	Volcanic or Intrusive Rock Area	

Recomendation

- A Semi-regional Investigation Area
- B Detailed Field Mapping Area
- C Area where Basal Rocks should be Clarify by Airbone Magnetics etc.

Fig. 1 MAP SHOWING THE RECOMMENDED AREA FOR FURTHER INVESTIGATION (SHEET NO.5)

2. 調査の方法

2-1 一般的方法

空中写真判読は、地質調査の一つの手段として用いられ、広域にわたる地質調査においては、一般に、現地踏査に先だつ予察的調査として、非常に有効である。この方法は普通、(1)地質に関する既存資料(文献あるいは調査データなど)の収集、(2)空中写真の判読、(3)現地における判読事項のチェック、および(4)地質図および報告書のまとめなどのプロセスに分かれる。

空中写真を使った地質調査(一般に写真地質-Photogeologyと称される)では、岩相の特徴とその分布、および地質構造などに関する情報を得るために、写真の色調、色調構造、色、線状模様、微地形などの要素が詳しく読みとられる。

しかしながら、いかに専門化された写真地質の作業過程をとろうとも、その成果は(1)既存資料の質と量、(2)空中写真自体の有する情報量(これは、写真の良し悪し、写真スケール、被写体の特性などにより著しく左右される)、および、(3)判読者の経験、などによって、著しく規制される。また室内作業と野外踏査の均衡も、これらの要素と調査の目的により変わるが、これを効果的に遂行するために、一般にFig. 2に示すような作業工程がとられている。

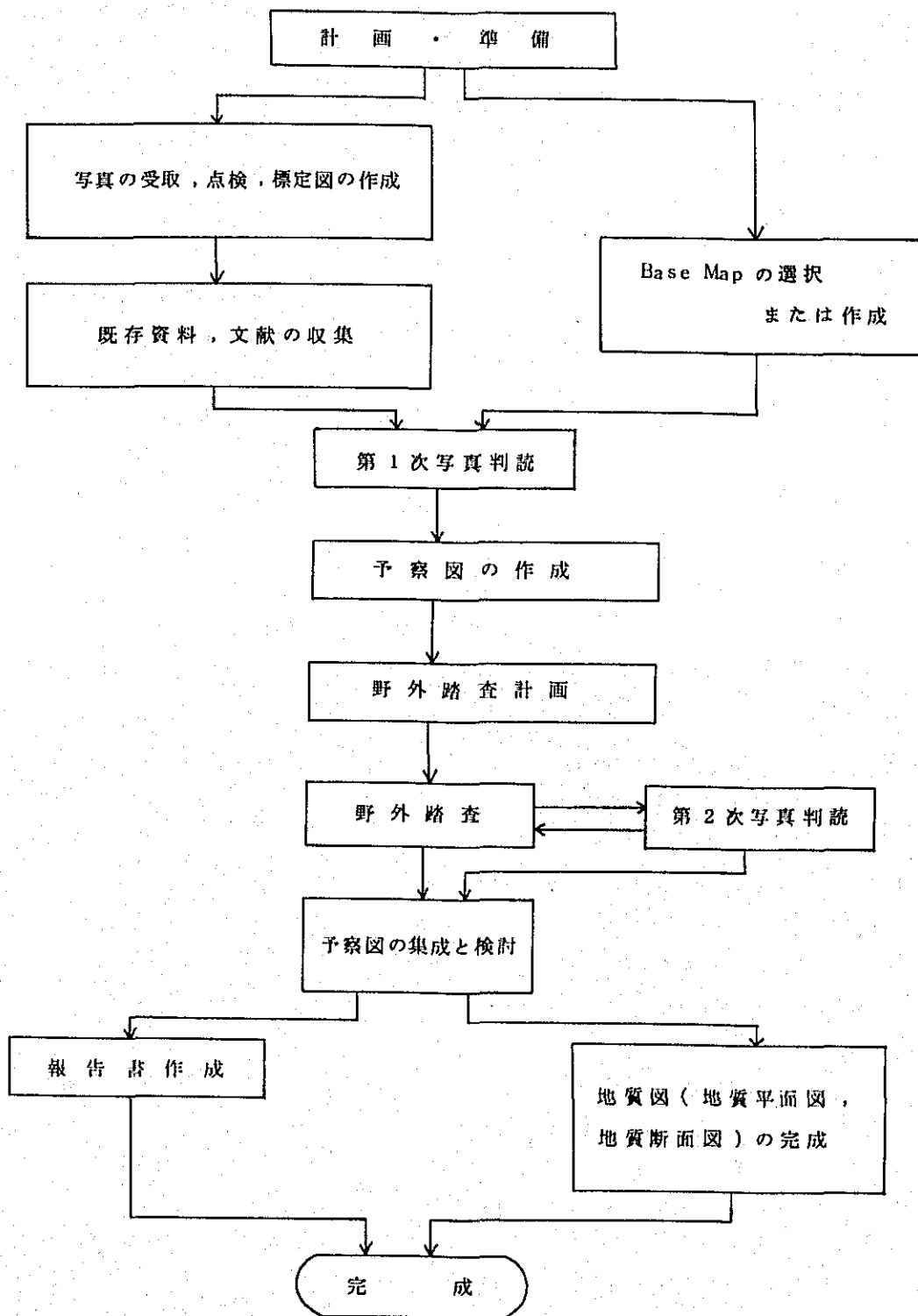


Fig.2 写真地質解析の一般的工程

2-2 本調査における作業方法

2-2-1 調査範囲

本調査地域は、下記のような地域で、ほぼ15,000 Km²の広さを有する。

北限：南緯 14° 30'

南限：南緯 15° 00'

東限：西経 71° 00'

西限：西経 73° 30'

2-2-2 使用写真および地形図

本作業では、下記のような空中写真(カラー)および地形図を使用した。

(1) 空中写真

撮影年月 1971年8月～11月

縮尺 約1/40,000

使用枚数 約800枚

(2) 地形図

1) 1/100,000

発行年月 1969年

枚数	3枚	}	Pacapausa (W73°00'～73°30')
			(S14°30'～15°00')
			Velille (W71°30'～72°00')
(S14°30'～15°00')			
Yauri (W71°00'～71°30')			
(S14°30'～15°00')			

発行機関 INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR, PERU

2) 1/200,000

発行年月 1941年 1947年 1965年

枚数	5枚	}	Coracora (W73°12'～73°48')
			(S14°24'～15°12')
			Alca (W72°36'～73°12')
			(S14°24'～15°12')
			Sto Tomas (W72°00'～72°36')
(S14°24'～15°12')			
Yauri (W71°24'～72°00')			
(S14°24'～15°12')			
Macari (W70°48'～71°24')			
(S14°24'～15°12')			

発行機関 INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR, PERU

(3) モザイク写真

発行年月 1968年、1969年

縮 尺 1 : 1 0 0, 0 0 0

Cayarani (W72°00'~72°30')
(S14°30'~15°00')

枚 数 3枚 Velille (W71°30'~72°00')
(S14°30'~15°00')

Yauri (W71°00'~71°30')
(S14°30'~15°00')

発行機関 INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR, PERU

本作業に先立ち、空中写真の撮影、現地踏査および空中磁気探査が他の調査班によって行なわれており、本作業では現地踏査によって作成されたルートマップを使用することができた。

本作業は、ふつう一般に行なわれるような写真地質の方法はとられなかった。すなわち、Fig.3に示すように、Fig.2に示したような一般的な方法と、主として次のような点で異なる。

- 1) 本調査地域には、前述のごとく1/100,000地形図が全調査地域の3/5をカバーしているが、残りの2/5の地域には1/200,000地形図しかないため、この部分については、既製のモザイク写真および新たに作成したモザイク写真を地形図のかわりに用いた。
- 2) 写真地質図の基図には、上記モザイク写真を使って作成した水系図を使用した。
- 3) 本作業では、この地域についての断片的な記載や小縮尺の地質図(1:1,000,000)を参考文献として使用した。しかしながら、もっとも有効に使用できたのは、現地踏査により作成されたルートマップである。

当調査地域は全域が高標高地域であるため、植生がほとんどない。このことは、写真判読の精度を非常に高めており、写真判読によって作成された写真地質図の精度も、この種のスケールとしてはひじょうに良好なものとなった。

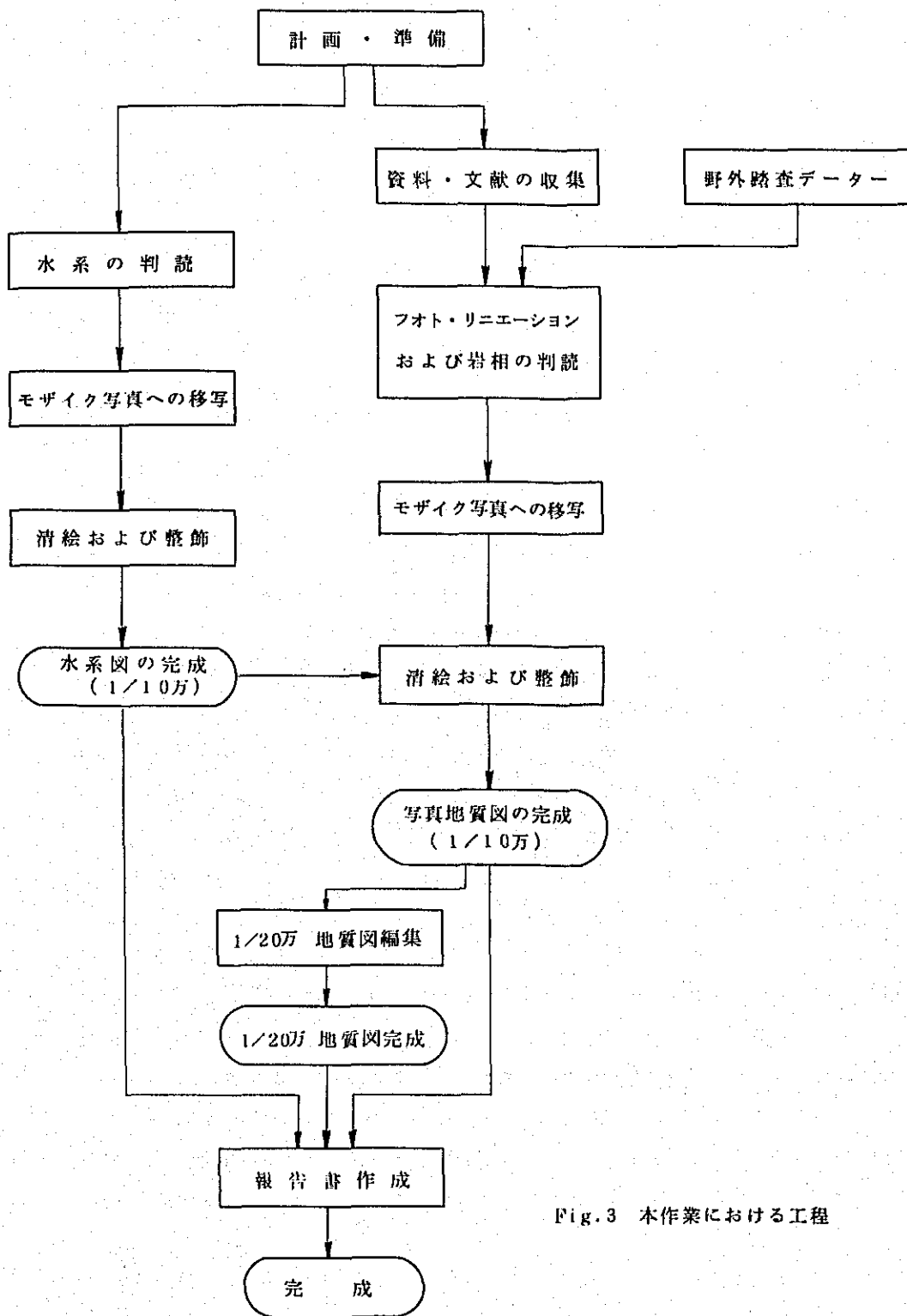


Fig. 3 本作業における工程

3. 地形の概要

ペルーは、地形的・構造的にみて、次のように区分される (Ministerio de Energia y Minas: 1969)。

(1)海岸山脈 (2)海岸低地部 (3)西部山脈 (3a)火山錐鎖部 (4)山脈間谷部
(5)チチカカ (Titicaca) 盆地部 (6)東部山脈 (7)スバンディナ (Subandina) 山脈
(8)アマゾン盆地 (8a) シラ (Shira) 山地 などである。

本調査地域は、ペルーの南部に位置しており (Fig. 4), 上記の区分では (3) の西部山脈部に相当するもので、地形的にみると、大きく次のように区分される (Fig. 5)。

- (1) 西部-中部山岳地区
- (2) 東部盆地地区
- (3) 東部山岳地区

3-1 西部-中部山岳地区 (I)

調査地域西部-中部すなわち、ベリーリュ川 (Rio Velille) 流域より西部は、コンドリリヨ山 (Co. Condorillo-4679m), パベリヨネス山 (Co. Pabellones 4943m), タンタハラ山 (Co. Tantajara-5201m), クラスマ山 (Co. Curasma-5336m) 等, 4600~5300m の標高を有した山からなる高標高地域である。この地区は主として第三紀-第四紀の火山岩類より形成されており, 主要な河川ぞいには, ジュラ紀-第三紀の堆積岩類が分布する。山地は起伏にとむが, 全体としてみると, 5000m 前後の高山地域を形成している。

高地の最高部には, たいてい黒色を呈した玄武岩が分布しており, それらの岩体の多くは, まだ流下した時の形態を残存させている。侵食が進んだ部分では, 尖塔状の地形を呈する。

3-2 東部盆地地区 (II)

ヤウリ (Yauri) を中心とした東部盆地は, 主として (1) 第三紀層のプロ層群 (2) 第四紀層と推測される白色凝灰岩 (3) 白色塊状凝灰岩, などからなり, 標高 3900~4000m, 起伏量 100m 前後を有する丘稜性山地からなる地域である。この盆地の主要部分は, (2)(3) などの堆積時には, すでに形成されていたものと推測される。当地区の南-南東部には, 石灰岩および珪岩等を主とした中生層とこれらに貫く貫入岩体等が, 内座層 (Inlier) として分布しており, 盆地上に突出した地形を呈している。

3-3 東部山岳地区 (III)

前述盆地の東側すなわち調査地域の北東部は, 最高 5000m におよぶ山岳地帯と

なっており、主として白亜紀の堆積岩類よりなる。山稜は、当地域の主要地質構造に反映されて、NNW-SSE方向に連なっている。山腹には、層理を反映した微地形を認めることができ、これらの存在により、堆積岩中の走向方向を容易に知ることができる。起伏量は非常に大きく、概して山稜がシャープである。

なお、各写真地質上の單元ごとの特徴は5章において述べる。

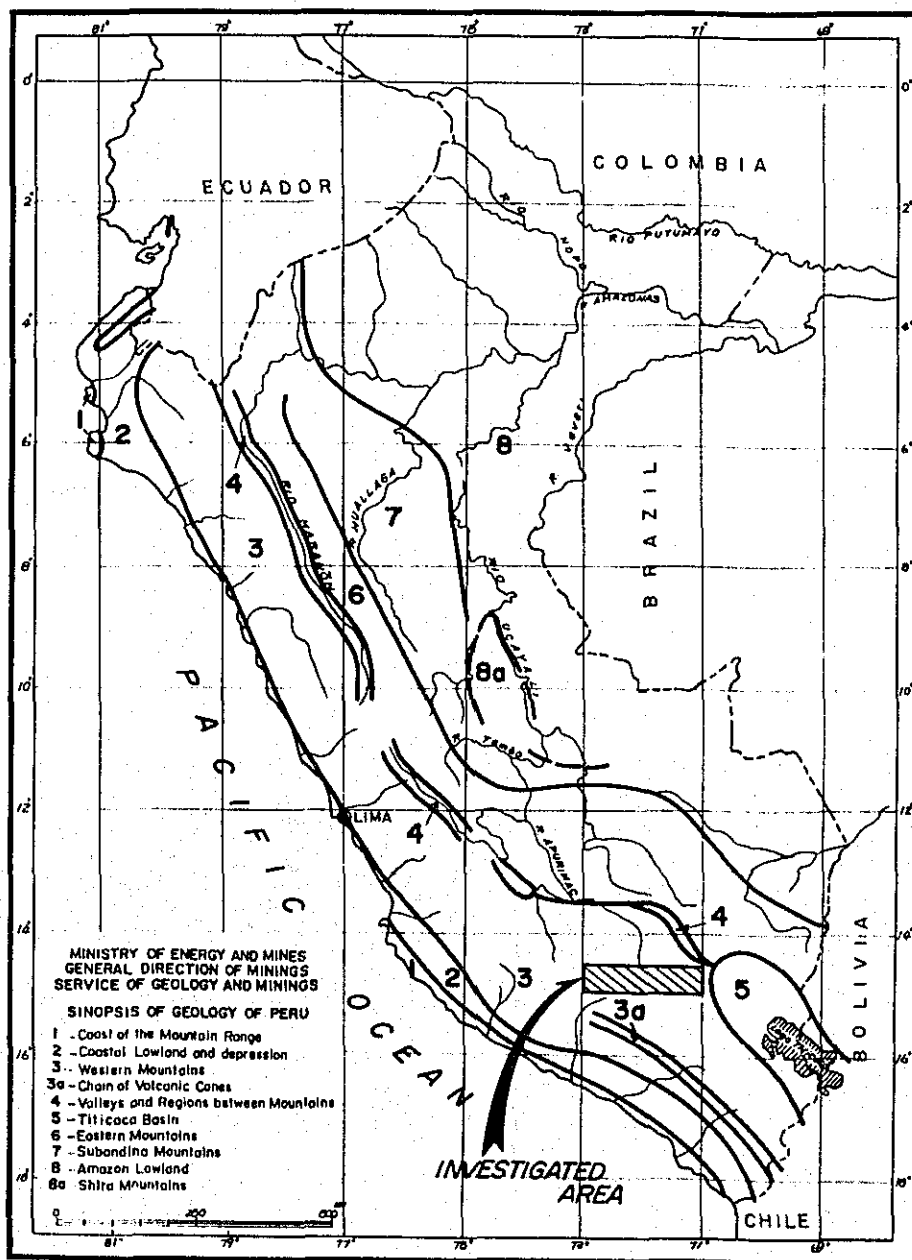
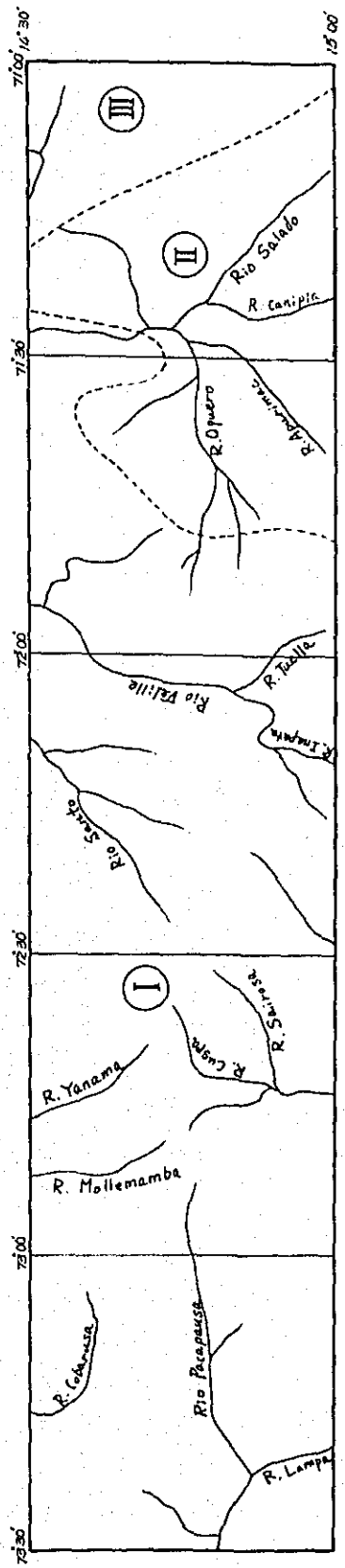


FIG.4 THE MORPHOLOGIC-STRUCTURAL DIVISION OF PERU

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



- I. Western - Central Mountainous Division
- II. Eastern Basin Division
- III. Eastern Mountainous Division

FIG.5 TOPOGRAPHIC DIVISION OF PROJECT AREA

4. 地質の概要

4-1 地質分布

- 1) 本調査地域は、写真地質的に大きくみて、東部の中生代～第四紀の堆積岩類を主とした盆地地域と、中～西部の第三紀～第四紀の火山岩類を主とした高標高地域（標高4000～5000m）にわけられ、地質構造はPeru全土に特徴的なNNW-SSEの方向性に著しく支配されている。
- 2) 東部の堆積岩類を主とした地域は、(1)下部～中部白亜紀の珪岩（Yura F.）および石灰岩（Ferrobamba F.）(2)上部白亜紀の赤色砂岩と頁岩等の互層（Capas Rojas F.）(3)下部第三紀の火山岩、火山性礫岩、砂岩およびシルト岩（Puno Group etc.）(4)第四紀の凝灰岩、凝灰質砂岩および礫岩などの堆積岩類（Barroso Group）と、(5)前二者に貫入する花崗岩質岩石（花崗閃緑岩、閃緑岩、トーナライトなど）などからなる。このうち(1)は海成層であり、(5)の中にループベンド状に分布する。(2)～(4)の堆積岩類はいずれも火山性の堆積物を主とした大陸棚堆積物（Continental）で、NNW-SSE方向に帯状の分布をなす。
- 3) 中～西部は、主に花崗岩質岩石を基盤とし、その上に第三紀の火山岩類（安山岩、玄武岩などの凝灰岩～凝灰角礫岩を主とする）と、第四紀の火山岩類（石英安山岩、玄武岩などの溶岩流・凝灰岩・凝灰角礫岩、石英安山岩および安山岩の溶岩流、石英安山岩質の凝灰岩～凝灰角礫岩、玄武岩、安山岩、石英安山岩などの溶岩流、凝灰角礫岩などからなる Barroso Group）などが重なり、さらに氷河の堆積物、融氷流水堆積物、河成堆積物などが重なる。また北部の谷部に、上部ジュラ～下部白亜紀の黒色頁岩および砂岩（Yura F.）などの堆積岩類が、狭小のはんに分布する。
- 4) 第四紀の火山岩類（Barroso Group）中には、白色～灰白色を呈した石英安山岩質の凝灰岩～凝灰角礫岩などからなる厚い層が、ほぼ全調査地域にわたって分布しており、これが火山岩類を区分する際の鍵層（Key-bed）として、非常に有効である。東部の白色凝灰岩～凝灰質砂岩を主とした第四紀の堆積岩は、前記凝灰岩～凝灰角礫岩の2次堆積物と推測される。

4-2 地質構造

- 1) 本調査地域の地質構造は全て、ペルー全土に特徴的なNNW-SSE方向に支配されている。
- 2) 東部の堆積岩地域において、第四紀バロソ層群の白色凝灰岩～凝灰角礫岩と第三紀プノ層群の火山性堆積岩類とは一部不整合で接しているが、大部分の地域ではNNW-SSE方向にのびる断層により接する。またこの第三紀層とカパス・ロハス層（Capas Rojas Formation）の赤色砂岩、頁岩の互層も、同方向

の断層によって接する。そのほかの主要な断層も、これらに平行する方向もしくは共やぐ的な方向の、伸びを示すものが卓越する。これらの断層は、地質的な分布からみて、いずれも西落ちを示している。

- 3) 下部白亜紀のユラ層 (Yura F.) およびフェロバンパ層 (Ferrobamba F.) 中に見られる褶曲軸は、N-S系の伸びを示し、上部白亜紀のカパス・ロハス層 (Capas Rojas F.) 中に発達する褶曲軸はWNW-ESE方向が卓越する。一方、第三紀層 (Puno Group) および第四紀の凝灰岩～凝灰岩質砂岩 (Barroso Group に属する) 中の褶曲軸は当地域の構造線 (Tectonic Line) にほぼ平行してNNW-SSE方向のものが卓越する。

このように、堆積物の形成時代によって褶曲軸の伸長方向に特徴的な差異がある。

- 4) 中～西部の火山岩地域の地質構造 (主として断層の分布) も、根本的には東部と同じくNNW-SSE方向が支配的であるが、概して断層の分布は少ない。
- 5) しかしながら、最上部にのる現世の玄武岩溶岩流の噴出口の分布は、ほぼNNW-SSE方向に配列し、当地域の地質構造を如実に反映しているといえよう。
- 6) 中生代～第三紀の堆積岩類は、急傾斜をなしているが、第三紀の火山岩～火山砕屑岩類および第四紀層は、ひじょうに緩傾斜かもしくは水平である。

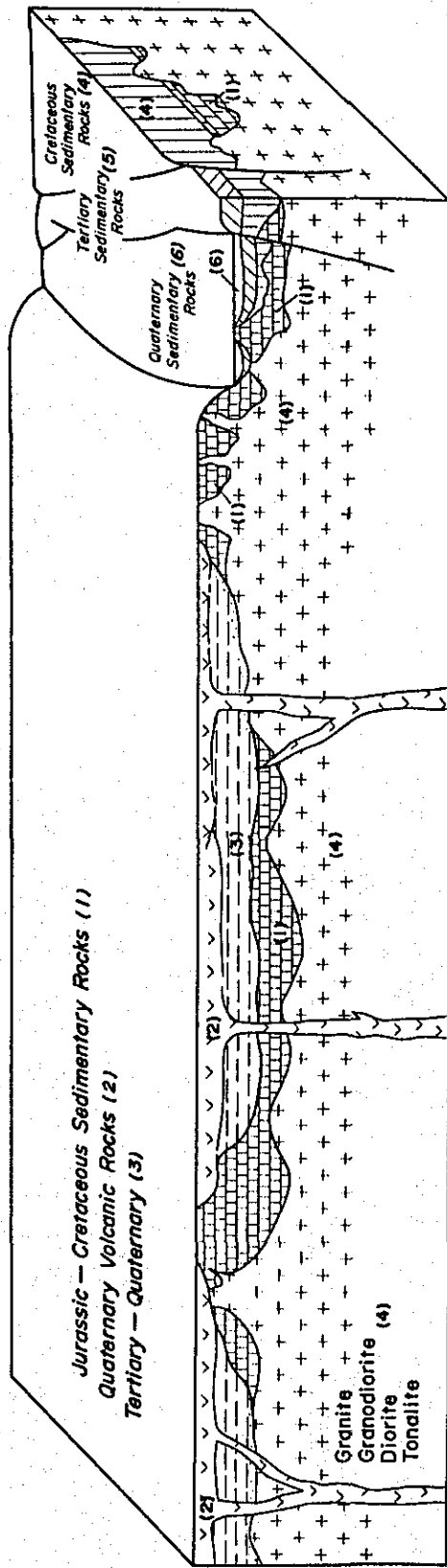
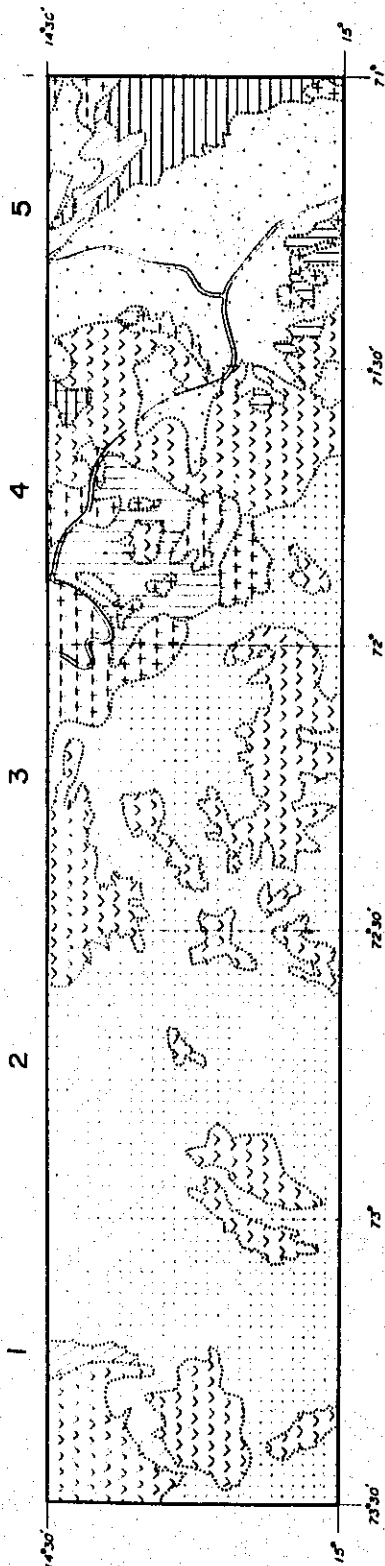


Fig.6 SCHEMATIC REPRESENTATION OF INVESTIGATED AREA



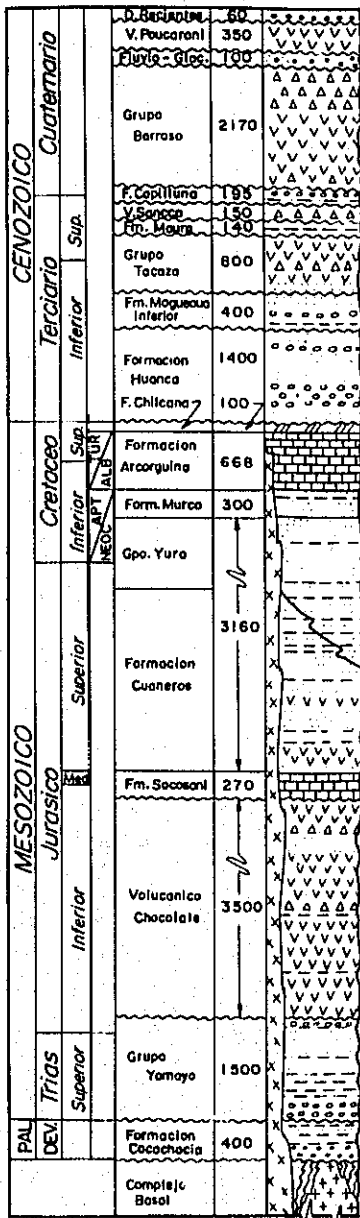
REGEND

ERA	SYSTEM	FORMATIONS *	INTRUSIVE ROCKS
Cenozoic	Quaternary	Alluvial Deposits, Volcanic Ashes, Fluvial Deposits, Fluvio-Glacial Deposits,	[Symbol: Dotted pattern]
	Tertiary Quaternary Volcanics	Barroso, Capillune, Chachani, Maure, Sencca, Upper Volcanic Series,	[Symbol: Wavy pattern]
	Tertiary Continental and/or Upper Cretaceous	Huanca, Moquegua, Puno,	[Symbol: Horizontal lines]
	Tertiary and/or Cretaceous Volcanics	Tacaza,	[Symbol: Dotted pattern]
Mesozoic	Cretaceous	Arcuquina, Ayabacas, Huancane, Moho, Muni, Muñani Murco, Sipin, Vilquechico,	[Symbol: Diagonal lines]
	Jurassic	Chocolate, Guaneros, Socasani, Yura,	[Symbol: Vertical lines]
Paleozoic	Upper Paleozoic	Cocochacra,	[Symbol: Grid pattern]
			Granodiorites Granites - Diorites Andesites - Dacites

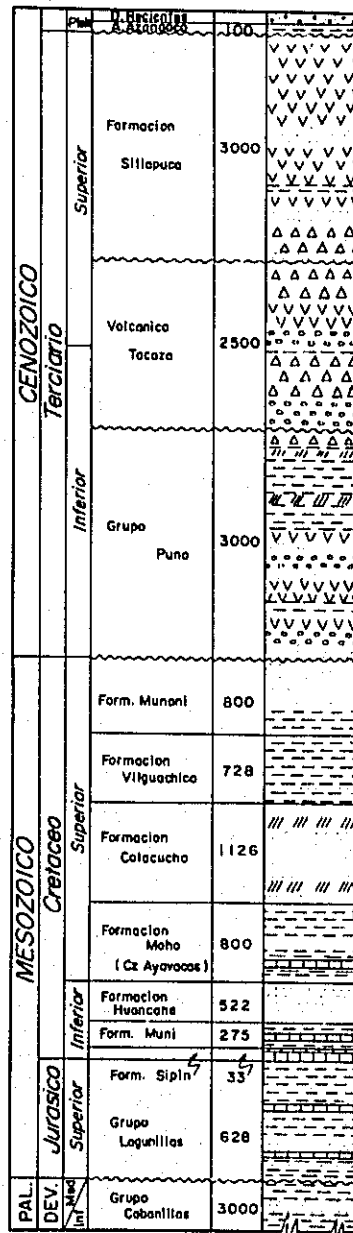
* The formation names concerned with investigated area are extracted in this table.

Fig.7 GEOLOGICAL MAP OF PROJECT AREA

(SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA : 1969)



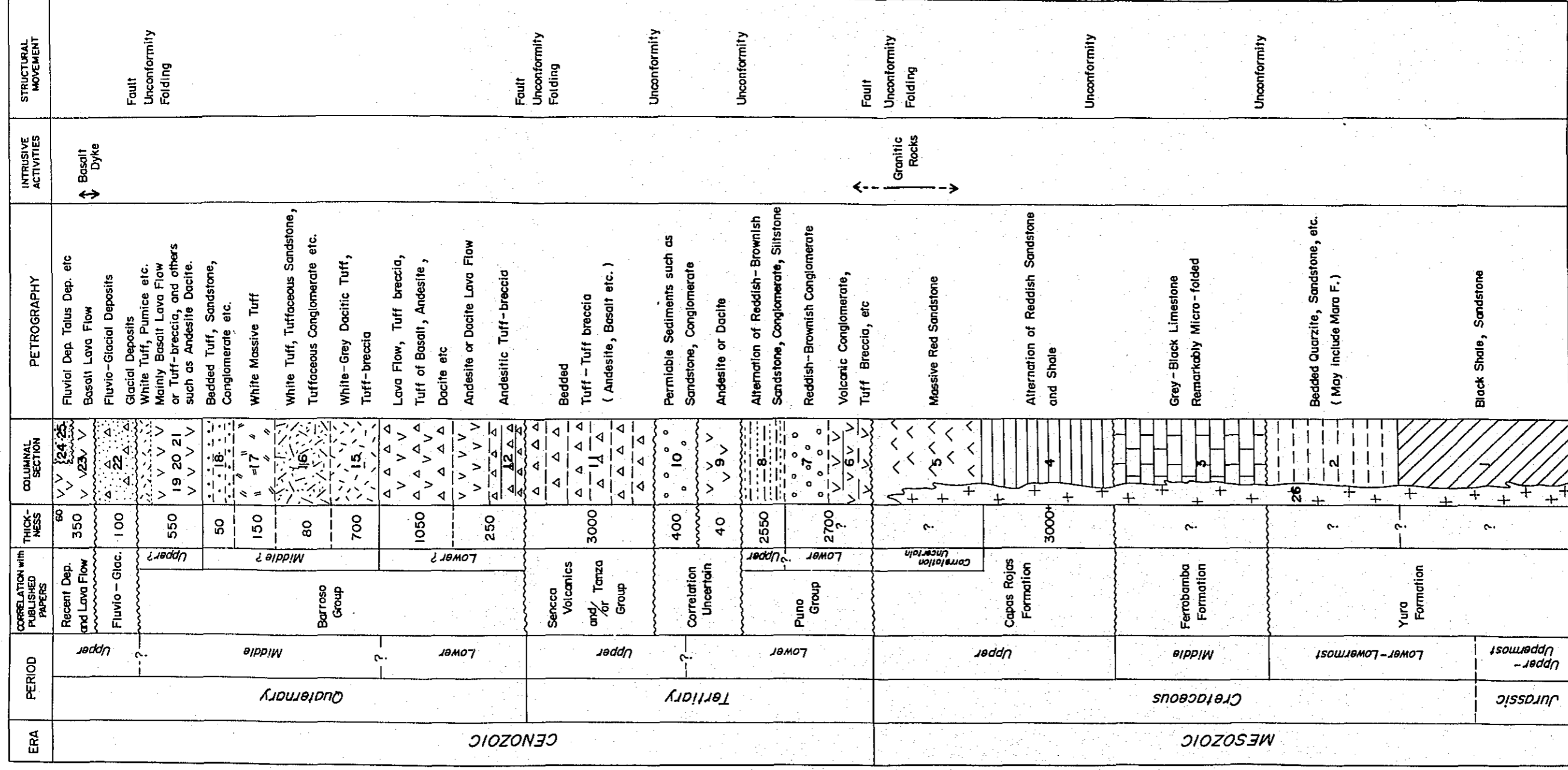
MOLLENDO-VALLE DEL TAMBO-
AREQUIPA Jenks(1948), Benavides
(1962), Bellido y Guevara(1963),
Guevara(inedito), Vargas(inedito)



CUENCA DEL TITICACA
Newell(1948), Emp Pat Fiscal(1969)

Fig.8 GENERALIZED COLUMNAR SECTIONS OF
SOUTHERN PART OF PERU

('SINOPSIS DE LA GEOLOGIA DEL PERU',
BOLETIN NO.22, 1969 REPUBLICA DEL PERU,
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS)



*Numbers correspond to one of photogeological maps.

Fig.9 SCHEMATIC STRATIGRAPHICAL COLUMNAR SECTION OF INVESTIGATED AREA

ERA	PERIOD	CORRELATION with REPUBLISHED PAPER	THICKNESS	COLUMNAL SECTION	PETROGRAPHY	INTRUSIVE ACTIVITIES	STRUCTURAL MOVEMENT		
CENOZOIC	Quaternary	Recent Dep. and Lava Flow	60	V V 24.25	Fluvial Dep. Talus Dep. etc.	Basalt Dyke	Fault. Unconformity (Folding ?)		
			350	V V 23 V	Basalt Lava Flow				
		Fluvio- Glac.	100	Δ Δ 22 Δ Δ	Fluvio-Glacial Deposits				
					Glacial Deposits				
		Middle	Barrso Group	Upper ?	500			V V 20 V 21 V	White Tuff, Pumice etc.
				Middle ?	700			15	Basalt, Andesite, Dacite Lava Flow, Tuff breccia
	Lower	Barrso Group	Lower ?	1050	Δ Δ Δ Δ	Lava Flow, Tuff breccia,			
				~ 550	Δ Δ Δ Δ	Tuff of Basalt, Andesite Dacite etc.			
			200	Δ Δ 2 Δ Δ	(Very thick Bed)				
					Andesitic Tuff breccia				
Tertiary	Upper	Sencca Volcanics (and/or Tacaza) Group ?	3000	Δ Δ Δ Δ T Δ Δ Δ Δ Δ Δ Δ Δ	Bedded Tuff - Tuff breccia (Andesite, Basalt etc.)	Fault. Unconformity			
MESOZOIC	Cretaceous	Lower - Lowermost	?	2	Reddish Sandstone (May include Mara F.)	Granitic Rocks	Fault. Unconformity (Folding ?)		
	Jurassic	Upper - Uppermost	?	26	Black Shale Sandstone				

* Numbers correspond to one of photogeological maps.

Fig.10 GENERALIZED COLUMNAR SECTION OF SHEET NO.1 - NO.3

ERA	PERIOD	CORRELATION with REPUBLICAN PAPER	THICKNESS	COLUMNAL SECTION	PETROGRAPHY	INTRUSIVE ACTIVITIES	STRUCTURAL MOVEMENTS				
CENOZOIC	Quaternary	Recent Dep. and Lava Flow	60	24 25	Fluvial Dep. Talus Dep. etc.	Basalt Dyke	Fault Unconformity				
			350	23	Basalt Lava Flow						
		Fluvia-Glac.	100	22	Fluvia-Glacial Deposits Glacial Deposits White Tuff, pumice etc.						
			550	19 20 21	Basalt, Andesite, Dacite, Lava Flow, Tuff breccia						
		Barroso Group	Middle	100	17			White Massive Tuff			
				50	16			White Tuff, Tuffaceous Sandstone, Tuffaceous Conglomerate			
			Lower	200	15			White-Grey Dacitic Tuff, Tuff breccia			
				550	14			Lava Flow, Tuff breccia and Tuff of Basalt, Andesite Dacite etc.			
		Tertiary	Upper	Sencca Volcanics (and Tacaza Group)	3000			13	Andesite or Dacite Lava Flow Andesitic Tuff breccia	Granitic Rocks	Fault Unconformity (Folding?)
					?			12	Beded Tuff breccia (Andesite, Basalt etc?)		
?	11				Grey-Black Limestone						
MESOZOIC	Cretaceous	Ferrobomba Formation	?	10	Quartzite, Sandstone (May include Mara F.)		Unconformity				
			?	9							
	Lower-Lowermost	Yura Formation	?	26							
				25							
				24							
				23							
				22							
				21							
				20							
				19							
				18							
				17							
				16							
				15							
				14							
				13							
				12							
				11							
				10							
				9							
				8							
				7							
				6							
				5							
				4							
				3							
				2							
				1							

* Numbers correspond to one of photogeological maps.

Fig. 11 GENERALIZED COLUMNAR SECTION OF SHEET NO. 4

ERA	PERIOD	CORRELATION with PUBLISHED PAPERS	THICKNESS	COLUMNAL SECTION	PETROGRAPHY	INTRUSIVE ACTIVITIES	STRUCTURAL MOVEMENT			
CENOZOIC	Quaternary	Recent Dep.	60	24, 25	Fluvial Dep. Talus Dep. etc.		Fault Unconformity Folding			
		Fluvio-Glac.	100	22	Fluvio-Glacial Deposits.					
		Middle	Middle?	50	18			Glacial Deposits.		
				80	17			Bedded Tuff, Sandstone. etc.		
			Barroso Group	150	16			White Massive Tuff		
				200	14			White Tuff, Tuffaceous.		
	Lower	Lower?	250	13	Sandstone, Tuffaceous.					
			200	14	Conglomerate. etc.					
	Tertiary	Lower	Correlation Uncertain	400	10		Lava Flow, Tuff breccia and Tuff of Basalt, Andesite, Dacite. etc.	Granitic Rocks	Fault Unconformity Folding	
			Correlation Uncertain	40	9		Andesite or Dacite			
			Puno Group	Upper	2550		8			Alternation of Reddish-Brownish Sandstone, Conglomerate, Silt Stone.
					Lower		2700?			7
Lower			2700?	6		Volcanic Conglomerate, Tuff breccia, etc.				
				Capas	Correlation Uncertain	?	5			Massive Red Sandstone
?	5	Massive Red Sandstone								
MESOZOIC	Cretaceous	Upper	Rojas Formation	3000+	4	Alternation of Reddish Sandstone and Shale	Granitic Rocks	Fault Unconformity Folding		
			Ferrobamba Formation	?	26	3			Grey-Black Limestone Remarkably Micro-folded	
	Lower	Yura Formation	?	?	1	Quarizite, Sandstone, etc. (Bedded)		Unconformity		
			?	?	1	Quarizite, Sandstone, etc. (Bedded)				

* Numbers correspond to one of photogeological maps.

Fig.12 GENERALIZED COLUMNAR SECTION OF SHEET NO.5

5. 空中写真判読結果からみた地質単元

5-1 単元1 (ユラ層の黒色頁岩, 砂岩)

1) 本単元は, (1)シートNo.2の北西部および(2)調査地域の北西部などの谷部に狭小な範囲で分布する。

(1)では本岩体は単元11によっておおわれて谷部に露出している。(2)では上を単元15 (白色~灰色の凝灰岩~凝灰角礫岩)の厚い層におおわれる。

2) 本単元は, 写真上では暗灰色~黒色を呈する。山腹表面は細かく鋭利な凹凸にとみ, 節理もしくは層理などを反映した割目の発達ที่著しいことを暗示している。また(2)では, NE-SWの走向, SE方向へ70°前後の傾斜を有しており, 層理の発達が著しい。このような写真地質的特性を考えると, 単元1のうちこれらの岩体は, 黒色頁岩もしくは砂岩などの海成層からなり, 単元2よりも下位のものとして推測される。

5-2 単元2 (ユラ層の成層珪岩, 砂岩など)

1) 本単元は, (1)調査地域南東部のカニピア川(Rio Canipia)とサラド川(Rio Salado)の間の部分(シートNo.5の南西部)(2)ベリーリエ(Velille)付近(シートNo.4), などに分布するほか, (3)シートNo.2の北西部に狭小に分布する。

(1)では, 幅3 Km, 長さ1.4 Kmをもって, NNW-SSE方向に分布する。岩体は, 東西2カ所に分かれて分布しており, 西側の大きい岩体は, 最南端で幅約1.8 Kmを有するが, 北部では3.3 Kmとなる。北端は断層により単元26の花崗岩質岩石と接しており, 西部は単元3の石灰岩と, 断層もしくは不整合によって接する。東部は断層により花崗岩質岩石もしくは石灰岩に接する。

東側の小岩体は, 大岩体の北部から1.5 Km東方, すなわちサラド川左岸に, 最大幅2 Km, 長さ4.7 KmをもってNW-SE方向に分布している。西部は石灰岩と不整合的にまた, 花崗岩質岩石とは断層により接している。東部は単元16および単元24によりおおわれる。

2) (2)の岩体は最大幅8 Kmほどを有し, 南部を単元11(層理の発達した厚い凝灰岩~凝灰角礫岩)もしくは単元13(凝灰角礫岩, 凝灰岩, 溶岩流などからなる厚い地層)によって不整合的におおわれ, 東側および西側は, 単元26(花崗岩質岩石)による貫入を受けている。

3) (1)における本単元は, 空中写真(カラー)では明るいカーキ色を呈し, 山腹表面の凹凸は少ない。しかしながらNNW-SSE方向にのびるかすかな線状模様(層理を示すと考えられる)を認めることができる。山稜はかなりシャープである。水系の発達はよくない。全体として単元7の礫層(?)の写真上のきめを弱くしたような感じをもつが, 色は単元7と著しく異なる。以上の特徴のみから岩相を決定するこ

とはできないが、現地踏査により、単元2はユラ層相当の珪岩もしくは珪質の砂岩であることが確認されている。

- 4) 前述(2)の岩体(ベリリーユ付近に分布する岩体)は、空中写真上では灰色を呈しNNW-SSEの走向、NE方向へ40~70°の傾斜を有した層理が判読される。この岩体も現地踏査班により砂岩を主とした堆積物(Yura R)であることが確認されている。
- 5) シートNo2の岩体(3)は、赤色~赤褐色を呈し、N-Sの走向、W方向へ60-70°程度の傾斜を示す層理を有しており、現地踏査班により、赤色砂岩・石灰岩などからなることが確認されている。山腹は、付近の頁岩と思われるものよりも滑らかで凹凸も少ない。
- 6) (1)における本単元の傾斜は、東側の岩体および西側の岩体の東部では、明らかに東方に傾いている(40-50°程度)。しかしながら、西岩体の西部では西方へ40°位傾いているようであるから、この岩体のほぼ中央部に、NNW-SSE方向にのびる背斜軸が考えられる。単元2を切る断層群ではN-S系のものとはW-E系のものがあり、後者の方が新しい。
- 7) 現地踏査によるルートマップでは、(1)の西部岩体中に黒色頁岩層がはさまれることが示されているが、写真判読ではそれらを同定することはできなかった。

5-3 単元3(フェロパンパ層の灰色~黒色石灰岩)

- 1) 本単元は、調査地域南東部(シートNo5)に断続的に分布する。すなわち、大きくみて(1)カニピア川左岸部、(2)カニピア川~サラド川間、(3)サラド川右岸の三カ所に分布する。(1)および(2)は、単元26の花崗岩質岩石中に、ルーフ・ペンダント状に分布する。(3)も根本的には(1)・(2)と同じであろうが、地表では第四紀の堆積岩中に残丘状に残存している。
- 2) 本単元は、写真地質的にひじょうに特徴的な容相をもっている。すなわち(1)山稜が非常に丸味をおびる。(2)表面は非常に滑らかで細かい凹凸がない。(3)暗灰色~黒色を呈する。(4)暗色の地表上にそれよりもやゝ明るい色の縞模様-層理を示す一が認められる。(5)縞模様は著しく屈曲しており小褶曲の存在を暗示している。(6)水系の発達是非常に悪い。(7)分布が非常に断続的である。以上のような写真地質的な特徴から、本単元が石灰岩であることは明白で、このことは、現地踏査によっても確認されており、フェロパンパ層に相当するものと推測されている。
- 3) 本単元中に認められる比較的明るい縞状模様の存在により、本単元中の褶曲構造を明確に把握することができる。写真判読結果によると、褶曲はかなり複雑で細かいことがわかる。褶曲軸の方向は、N-S系が卓越しており、単元1の褶曲軸の方

向とほぼ一致する。このことは、両者が同一営力によって形成されたことを示唆している。

- 4) 現地踏査がさらに詳しく行なわれた場合、もっと複雑な褶曲構造が明確になるであろうことは十分に推測される。
- 5) また、山腹に、ふつう石灰岩において特徴的なシンクホール類の分布がないことから、本単元の石灰岩が、かなり不純な石灰岩（泥質もしくは苦灰岩質）であることが推測される。

5-4 単元4（カバス・ロハス層の赤色砂岩と頁岩の互層）

- 1) 本単元は、調査地域北東部（シート№5）に広く分布しており、南西側は、単元8（プノ層群の赤褐色砂岩と礫岩、シルト岩などの互層）と明確なる断層で接している。この単元の南側は、単元6（プノ層群の火山円礫岩、および凝灰角礫岩などと推測される）、単元7（プノ層群の赤褐色礫岩）、単元8などと断層によって接する。東端付近すなわち単元6および単元7との境界は、ひじょうに不明瞭であるが、空中写真判読により一応、シート№5に示すように区分した。
- 2) 本単元は、単元5（対比不明—赤色を呈した塊状砂岩と推測される）とシート№5の北西部（Rio Jerama上流部）において接する。単元5と単元4との関係は明確でない。一見単元5は単元4の中に貫入しているかに見えるが、部分的にごくかすかではあるが層理が観察されるから、単元5は火成岩ではない。また単元4と単元5の間に明確な不連続性も見いだせない。このような状態を考えると、単元5は単元4の同時異相（contemporaneous heterotopic facies）的なものであろうと推測される。
- 3) 本単元は、やや暗い赤褐色を呈し、層理の発達が顕著である。水系は走向方向に形成されたものと、傾斜方向に形成されたものが、卓越する。山稜部はややシャープであるが、前述の単元2の黒色頁岩ほどではない。以上のような写真地質的な特徴から、本単元は、赤色砂岩と頁岩の互層と推測される。
- 4) しかしながら、写真地質図上三角印であらわしたような部分は、細かい地形的凹凸が著しく、火山円礫岩～礫岩と推測されるような部分であり、写真上の容相が単元6とよく似る。
- 5) この単元中には断層の発達が著しく、単元8との境をなす主断層は、NNW-SSW方向を有する。そのほかの諸断層は、主断層に対し斜交、もしくは平行しており、それらは概して走向断層の場合が多い。
- 6) 本単元の中央部付近には、NNW-SSW方向にのびる断層帯（もしくは破碎帯—FZで示されている）があり、この部分では地層は著しく破碎を受けている。

- 7) 本単元の北部には、2、3の断層に平行する方向、すなわちWNW-ESE方向にのびる褶曲構造が観察される。

5-5 単元5 (カパス・ロハス層の塊状赤色砂岩)

- 1) 本単元は、調査地域の北東部すなわち、単元4の北側(シート№5)に最大幅約10Km、長さ約34Kmにわたって分布する。前項で述べたごとく、単元4とは、同時異相的な関係にあるものと推測される。本岩体の西半部では、その南縁はWNW-ESE方向の走向断層により単元4と接するが、東半部では漸移的に単元4へと変化するように判読される。
- 2) 本岩体の西部には、単元4の岩体が島状に分布する。しかし、本単元と単元4との間に、明確な境界は見られない。本単元の西部北縁は、単元4と断層で接するが、他の北縁は、単元16(パロン層群の白色凝灰岩、凝灰質砂岩など)および氷河堆積物(モレイン)などにより、不整合におおわれる。
- 3) 本単元は、あざやかな赤色~赤褐色を呈し(部分的には赤紫色を呈する)、大きい起伏はみられるが、概して山腹面は滑かである。その滑かな山腹面に灰色~灰白色を呈し、やや硬く突出した岩石が、層理をあらわすかのように、ひじょうに断続的に分布する。また、滑らかな赤色斜面上に、やや明るい色あるいはやや暗い色を有した、屈曲のある縞模様を判読され、層理を示すものと推測される。このような部分では石灰岩の岩肌を思わせる。山稜はすべて丸味をおびるが、単元3の石灰岩ほど、起伏が少なく丸味を帯びるものではない。そのほかにも、微地形からみてかすかに層理を示すと考えられる部分が各所にある。以上のような写真上の特徴から、本単元は、層理の発達のわるい(すなわち塊状の)赤色砂岩であろうと推測される。
- 4) 本単元の南部には、細かい凹凸がはげしく、赤紫色をおびた部分(礫岩もしくは火山円礫岩からなる部分と推測される)があり、褶曲構造(向斜)がみとめられる。

5-6 単元6 (ブノ層群の火山円礫岩~凝灰角礫岩部)

単元7 (ブノ層群の赤色~褐色礫岩部)

単元8 (ブノ層群の赤色~褐色砂岩、礫岩、シルト岩等の互層)

- 1) 単元6、単元7、および単元8は、ほぼ同時代の一連の大陸棚堆積物で、これらはもともと単元6、7、8の順に、整合的に重なるものと推測される。これら一連の単元は、単元4の外側すなわちSW側に、最大幅約12Km(3つの単元がそろっているバルパタマイヨ川(Rio Pallpatamayo)上流部)をもって、調査地域北端から南端まで、NNW-SSE方向に帯状に分布する。これらの単元はいずれもNNW-SSE方向の走向、SW方向傾斜の層理を示すから、東部のものほど下位ということになる。すなわち、単元6が最下位で、単元8が最上位であろう。

- 2) 単元6は褐色～暗褐色を呈し、ひじょうに細かい凹凸にとみ、起伏量も大きい。山腹はひじょうに急傾斜を示し、山稜はすべてシャープで、もろい感じを持つ。単元6の全城にわたってNNW-SSE方向にのびる層理を示す線状模様は判読されるが、単元8ほど明瞭でない。以上のような写真上の特徴からみて、単元6は火山円礫岩～凝灰角礫岩など、礫質の岩石と推察される。
- 3) 単元8は赤色～赤褐色を呈し、層理の非常に細かく明瞭な地層である。本単元の全城にわたってNNW-SSEの走向、SW傾斜(40°-70°)を示す。単元8は単元6や7よりもコンパクトで侵食に対する抵抗力が大きく、水系の発達も非常に細かい。このような写真上の特徴からみて、単元8は赤色-褐色を呈した砂岩、礫岩、シルト岩等の互層からなるものと推測され、その一部は調査地城南東部(シート№5)において確認されている。
- 4) 単元8の下部(すなわち単元4との間の断層に近い部分)には、白色を呈した地層(厚さ数10mを有する凝灰岩と推測される)が、分布する。
- 5) 単元7は、単元8と単元6との中間的な特徴を示し、層理の発達も単元6より明瞭だが、単元8よりも不明瞭である。
- 6) 単元8と単元7との間は、断層接触(とくに北部において)もしくは一部整合的である。
- 7) 単元8中にはNNW-SSE方向にのびる褶曲構造が発達する。単元8と単元16とは、もともと不整合関係にあるが(分布北部においてみとめることができる)、現在大部分の地域で、断層接触をなしている。

5-7 単元9(対比不明の安山岩、石英安山岩等の火山岩類)

- 1) 本単元は、調査地南東部(シート№5南東部)に、第三紀層の単元6および単元7をおおって4カ所に分布する。すなわち(1)ハルマ川(Rio Jaruma)左岸の単元8の上位、(2)パルパタマヨ川(Rio Palpatamayo)上流左岸の単元7のうえに1カ所(3)同川右岸の単元8上に1カ所、および(4)チャルタ川(Rio Chaltuta)左支川の上流両岸の単元8上などに、おのおの狭小の範囲に分布する。
- 2) これらの分布地域のうち(1)および(3)は現地踏査班により、石英安山岩もしくは安山岩であることが確認されている。
- 3) 現地踏査では、空中写真判読によって存在が認められた岩体よりも、多数の岩体が確認されている。しかしながら写真地質図には、写真判読でよみとりえたもののみを図示した。
- 4) 現地踏査によるルートマップと写真判読結果からすると、単元9の一連の岩体は、当地域に支配的なNNW-SSEの方向性をもって、単元7もしくは単元8のうえに、

断続的に分布するものようである。

- 5) 写真上でみた本単元の色は、単元7あるいは単元8とあまりかわらない。しかしながら、これら両者では、層理の発達に明瞭なのに対し、本単元は全く層理を示さない。表面は比較的なめらかでしかも頂部は平坦なことが多い。水系はほとんど発達しない。
- 6) 本単元が、当調査地域に広く分布する諸火山類の、いずれに対比されるのかは、全くわからない。しかしながら、4)において述べたごとく、これらが構造的な配列をなすことを考えると、本単元は他の火山岩類と異なる火山活動(おそらく、断層運動に関係しておこされた小規模の活動と推測される)によって噴出したものと考えられる。

5-8 単元10(対比不明の砂岩、礫岩など)

- 1) 本単元は、調査地域東北部—ウァクラ・ウァチャ川(Rio Huacra Huacho)上流右岸エル・デスカンソ(El Descanso)の西側付近に、最大幅2.5 Km、最大長5.5 Kmをもって分布する。
- 2) 本単元は、赤褐色を呈する点では、単元6~8などと類似するが、層理がほとんど発達しない点で、それらと著しく異なる。水系は斜面の傾斜方向に細かい平行性のもので発達する。山体の全体的な侵食は、単元6~8などほど著しくはない。このため本単元の岩体の部分だけが、まわりよりも地形的に高い山地を形成している。
- 3) 本単元はNW—SEの走向とSW側へ30°前後の傾斜を有した単斜構造をなし、前述のごとく、層理が非常に不明瞭である。
以上のような写真的特徴から、本単元は透水性のよい砂岩、礫岩などの堆積物からなるものと推測される。
- 4) 本単元は、褶曲構造を示す単元8を明らかに不整合的におおうものであるから、単元8よりも新しい堆積物であることは疑いない。また全体的な標高と、岩体の色からみて、近接する単元16(白色凝灰岩—凝灰岩質砂岩など)よりも古い時代のもので推測されるが、単元16と直接に接している部分は観察されない。
- 5) このようなことから、本単元がこれまでの文献のどの地層に対比されるのかは、現在のところ不明である。

5-9 単元11(センカ火山岩類、もしくはタカリ層群の凝灰角礫岩類)

- 1) 本単元は、(1)西経72°付近の、ベリーリエ川(Rio Vellille)流域およびサント川(Rio Santo)の流域(シートNo 4 およびNo 3)(2)ヤナマ川(Rio Yanama)左岸

(3) チュンパヨ・ロマス (Chumpayo Lomas) 付近, (4) ヤナウアラヨ川 (Rio Ynahuarako) ~ モリエバムバ川 (Rio Mollebamba) 付近 (以上いずれもシート№2) (5) パカパウサ川 (Rio Pacapausa) 流域, (6) ハクルタ川 (Rio Jaculta) と コルカアンベ川 (Rio Colcahambe) には含まれた部分 (以上いずれもシート№1) などに分布する。本単元はこれらいろいろの流域においても、主として谷部に分布する。

- 2) 本単元は、灰褐色~暗褐色を呈し、他の凝灰角礫岩類よりも、コンパクトな感じで、層理が観察されることがある。本岩体の表面には細かい凸地形 (写真上で見たかぎりでは侵食による削り残しと考えられる部分) が発達するのが特徴的で、他の岩石に見られない外見である。また本単元からなる山腹斜面は、傾地としても利用されることが多い。とくに特徴的な大地形を形成することはないが、分布地域全域にわたって、ほぼ均質な感じをうける。このような写真上の特徴から、本単元は、センカ火山岩類 (Sencca Volcanics) もしくはタカサ層群 (Tacaza Group) に属する (あるいはその両者の) 凝灰角礫岩~凝灰岩から成るものと推測される。
- 3) ベリーリュエ川の中流部 (分布(1)の地域) では、本単元はほぼNW-S Eの走向、SW方向へ10~40°の傾斜を示す。(1)地域における平均傾斜を20°と仮定すると、この地域での厚さは3,000 m近いことになる。前述(5)のパカパウサ川流域では、層理が不明瞭であるが、水平に堆積しているとしても、単元11の厚さは1100 mをこえる。このように、単元11は全調査地域にわたって、ひじょうに厚い層をなしているといえよう。
- 4) 本単元の一部は、現地踏査班により、ベリーリュエ川流域において火山角礫岩~凝灰角礫岩、および砂質凝灰岩の互層からなることが確認されている。
- 5) (1)の地域で本単元中に内層として単元26 (花崗岩質岩石) の小分布がみられるが、これは突出した花崗岩類の山をとりかこむようにして本単元が堆積したため、本単元が単元26の貫入を受けたものではない。

5-10 単元12 (パロツ層群下部の安山岩凝灰角礫岩)

単元13 (パロツ層群下部の安山岩、あるいは石英安山岩の溶岩流)

- 1) つぎに述べる単元15より下位で、単元11よりも上位の写真地質的単元を、単元12、単元13、単元14の3つに区分した。これら3者のうち最も下位にくる単元12は、(1)ヤウリ地方-アブリマック川 (Rio Apurimac) 左岸、(2) オケロ川 (Rio Oquero) 右岸、(3) サス川 (Rio Sanu) 両岸、(4) アブリマック川 (Rio Apurimac) 両岸、(5) ヤウリ南方の ウァイルマヨ川 (Rio Huayllunayo) 上流部などに、単元26 (花崗岩質岩石) をおおって分布する。

- 2) 単元12は、暗褐色～灰褐色を呈し、この点で単元11と多少似たところがある。しかしながら単元11よりもルーズな感じで、さらに最も特徴的なことは、層理がかなり明瞭に観察されることであろう。これらの特徴のゆえに、単元12が(1)においてはNW方向へ20°前後、(5)においては南方へ10°前後それぞれ傾斜しており、(2)～(4)においては、ほぼ水平であることが容易に判読される。水系はとくに特徴ある形状を示すことはなく、概して“かたばさみ状(dendritic)”のことが多い。山稜はあまりシャープではないが、層理の影響で多少段状を呈することがある。
- 3) 単元13は、安山岩もしくは石英安山岩質の溶岩流からなるものと推測され、単元12をおおうものである。しかし、もともと単元12とほぼ同一の活動の産物である可能性がたつと、単元12の一部と考えた方が妥当であろう。単元14との上下関係は明白でない。

5-11 単元14 (パロン層群下部の玄武岩、安山岩、石英安山岩などの溶岩流、凝灰角礫岩、凝灰岩)

- 1) 本単元はヤウリ以西の全域にわたって広く分布するもので、単元15(白色～灰白色の石英安山岩質凝灰岩、凝灰角礫岩など)のすぐ下位に位置する。調査地域東部のオケロ川(Rio Oquero)右岸、サヌ川(Rio Sanu)左岸、ハロ・マヨ川(Rio Jaro Mayo)左岸部など(いずれもシートNo4)で、本単元は、単元12を広くおおっている。調査地域中～西部では、主要な深い谷部で単元11をおおう。
- 2) 調査地域東部(シートNo4およびシートNo5)では、水河等の侵食があまり進んでいないし、また、侵食により山腹斜面上に形成された岩屑も、河川へと流出しやすいため、単元15の白色凝灰岩類の岩屑が、本単元の山腹斜面上に残存して、判読を混乱させることはない。ところが調査地域中部～西部では、上位の単元15の白色凝灰岩類の侵食により形成された岩屑が、本単元の山腹斜面上をおおっているため、判読が邪魔されがちである。
- 3) 本単元は真黒の部分(玄武岩を主とする地域と考えられる)、赤褐色の部分(安山岩質の部分、もしくは玄武岩質の部分であろう)、灰白色～帯緑灰色などひじょうに明るい色調の部分(石英安山岩質、もしくは火山変質部分と推測される)などが複雑に重なりあっており、全体として烏糞様の色を呈しているから、これらを写真判読のみによって区分することは、ひじょうに困難である。本調査では、このような部分の全てを一括して、単元14として表現し、パロン層群の下部に相当するものと考えた。
- 4) 本単元はこのように各種の溶岩、あるいは凝灰角礫石、凝灰岩等が重なり合ったものであるため、全体の層は非常に厚い。調査地域全体としてみると西部に厚く、

東部にやゝ薄くなる傾向にある。すなわち西部(シートNo 1)では最大1,050 m以上あるが(たとえば, パリャンカタ川(Rio Pallancata)で1,050 m, ビスキコーチャ川(Rio Pisquiccocha)で900 m), 東部(シートNo 4)では厚いところでも, 550 m程度(たとえば, Rio Callarayof 流域)である。

5-12 单元15 (パロツ層群中部の白色~灰色凝灰岩, 凝灰角礫岩)

- 1) 本单元は, 調査地域西部から東部まで单元14をおおって, 広い地域にわたって断続的に分布する。しかも白色を呈して判読しやすいから, 当調査地域に分布する火山岩類を区分するための鍵層(Key Bed)として, 非常に有効である。当初は单元14をおおって全域に分布したのと考えられるが, 現在主として, 第四紀最上位の玄武岩類が上をおおう地域を中心に, 残存している。
- 2) 本单元15は, 白色~淡黄灰色を呈するのが特徴で, 山稜もシャープでなくやわらかみを有しており, 非常に細粒の物質からなることは明白で, 石英安山岩質の凝灰岩を主とし, その他凝灰角礫岩からなるものと推測される。現地踏査班によって各地で観察されている“石英安山岩質凝灰岩(Dacitic tuff)”は, 本单元の一部であろうと推測される。
- 3) 写真でみると, 本单元も全層全て同一の色を呈するのではない。部分的に灰色~暗灰色を呈する部分や, 玄武岩質岩石をあらわすと考えられるような, 黒色部も層状にみられる。このことは, 本单元が石英安山岩質凝灰岩のみからなるのではなく, 部分的には, 安山岩もしくは玄武岩質の凝灰角礫岩あるいはスコリアのような火山噴出物を含む可能性があることを示している。
- 4) 本单元のなす地層は比較的厚く, 西部に厚く東部に薄くなる傾向を示す。すなわち, 西部(シートNo 1)のハクルタマヨック川(Rio Jacultamayoc)流域では最大約700 mの厚さを有するのに対し, 東部(シートNo 4の東端)のアブリマック川(Rio Apurimac)の流域では最大200 m程度となる。
- 5) 本单元は, その堆積当時の地形をうめ2次堆積したものであるため, 場所によっては谷底の部分に分布することもあるし(シートNo 2), また, 本单元の二次的な堆積物と考えられるものが谷に分布することも多い。
- 6) 本单元は侵食されやすく, しかも, 調査地域西部~中部では侵食された本单元の岩層が, 下位の单元14をおおっていることが多い。

5-13 单元16 (パロツ層群中部の白色凝灰岩~凝灰質砂岩)

- 1) 本单元は, 西はオケロ川(Rio Oquero)兩岸, その北のハロ・マヨ川(Rio Jaro Mayo)兩岸などの地域(いずれもシートNo 4)から, 東は, 調査区域最

東部の単元8にいたる地域まで、広い地域にわたって分布する。

- 2) 本単元は、分布地域の東部においては、主として、断層によって単元8(ブノ屑群の赤褐色砂岩と礫岩の互層)と接すると考えられるが、局部的に(北部境界付近10Km)不整合と考えたほうが良い地域がある。また、両者の境をなす断層の外側(すなわち単元8側)でも、カイラウレ川(Rio Cayrahuire)上流部におけるごとく、本単元が単元8上に明らかに不整合に乗っているところがある。

調査地域西部では、単元26の花崗岩(コルパマヨ川(Rio Collpamayo)流域あるいはサラド川(Rio Salado)流域右岸など)、あるいはその上位の単元12の安山岩質凝灰角礫岩(コルパマヨ川(Rio Collpamayo)上流部、オクエロ川(Rio Oguero)两岸、その北のハロ・マヨ川(Rio Jaro Mayo)两岸など)を不整合におおう。一方単元17(白色塊状凝灰岩)、単元18(成層した凝灰岩、砂岩、礫岩など)、および単元24(段丘堆積物)などにより、おおわれる。

- 3) 本単元は、全城にわたって特徴的な白色を呈しているため、他の単元と混同することは、まずあり得ない。とくに、流れに接する崖の面はほとんど風化を受けない新鮮な面が露出しており、輝かしい白さをみせている。本単元は起伏の非常に小さい丘陵性地形を形成しており、また水系の発達が非常に密で、しかもいわゆる“かにはさみ状(dendritic)”の模様を呈するのが特徴で、明らかにこの単元が非常に細粒で、しかも全城にわたり相当に均質な堆積物からなることを示している。山稜は比較的シャープである。以上のような写真上の特徴から、本単元はパロソ屑群中部に位置する、白色凝灰岩~凝灰質砂岩と推測される。

- 4) 本単元は前述のごとく、起伏量100~150m程度の丘陵性の地形を形成するもので、層の厚さはせいぜい150m程度であろう。おそらく前述の単元15が侵食され、浅海盆地に運ばれて堆積した、ごく浅海性の堆積物と考えられる。

- 5) 本単元中には、特に著名な断層は存在しないが、第三紀屑の単元8との境をなす主断層に近い地域に多少みられる。

- 6) 本単元の分布地域-特にその北半部-には、NNW-SSW方向にのびる軸を有した褶曲構造が発達しており、背斜軸、向斜軸が計8カ所に観察される。これらの褶曲軸は、最も長いものでは17Kmにおよび、短いものは2.3Km程度である。褶曲軸は各所で断層によって切られているから、主要な断層活動以前に、褶曲運動が行なわれたことがわかる。

5-1.4 単元17(パロソ屑群中部の塊状白色凝灰岩)

- 1) 本単元は主として、調査地域東部の(1)ウァイルマヨ川(Rio Huayllumayo)流域と(2)アプリアマック川(Rio Apurimac)流域に盆状に分布する。(1)では最大幅約

4.5 km, 最大長約 10 km を有し, 単元 3, 単元 12, 単元 26 などをおおっており, 北端を単元 18 によっておおわれている。(2)では最大幅約 9 Km, 長さ 25 Km を有し, 北東端を単元 18 および単元 24 (段丘堆積物) などにより, おおわれる。さらに, (2)では本単元は調査地域の南側へと続いており, 全体の分布形としては, (1)におけるものと類示した形を呈するものと推測される。

- 2) 本単元は, 写真上で白色の生地に砂状の黒褐色のものが散在した, 特徴ある色を呈しており, 全分布地域にわたってほぼ均質で, 他の単元と最もよく区別できる。その表面は非常に平坦であるが, 川ぞいでは垂直にちかい崖を形成する。また, 本単元と本単元の基盤として分布する周囲の岩石との境付近も, 侵食が進んでおり, 両者の境界が一そう明確となっている。

以上の様な写真上の性格から, 本単元は白色を呈した, ほぼ均質な, しかも比較的もろい火山性堆積物, たぶん軽石流堆積物を多少含んだ, 白色の凝灰岩であろうと推測される。

- 3) 本単元は(1)においては約 80 m, (2)においては 100 m 前後の厚さを有する。写真上では, ほとんど水平に見えるが, 現地で観察すれば, おそらく河川の下流側へごくゆるい傾斜 (3°以内) を示すものと推測される。
- 4) 本単元はアプリアック川 (Rio Apurimac) 中流において, 現地踏査班によりチェックされており, そこでの観察では塊状白色凝灰岩 (Massive White Tuff) とされている。

5-15 単元 18 (パロソ層群中部の成層した白色凝灰岩, 砂岩, 礫岩)

- 1) 本単元は, (1)サラド川 (Rio Salado) 両岸, (2)カニピア川 (Rio Canipia) 両岸および (3) ウァイルマヨ川 (Rio Huayllumayo) 両岸などに, 各々狭小な範囲で分布する。
- 2) 本単元は(1)では単元 3 (石灰岩) および単元 16 (白色凝灰岩) などを, 不整合におおう。(2)では, 単元 26 (花崗岩質岩石), 単元 3 (石灰岩), 単元 16 (白色凝灰岩) 単元 12 (安山岩質凝灰岩) 等を不整合におおい, 単元 24 におおわれる。(3)では, 単元 26, 単元 3 および単元 16 をおおうほか, 単元 17 をもおおっている。すなわち, 単元 18 は単元 17 よりも上位の堆積物であることがわかる。
- 3) 本単元は白色凝灰岩を含む点など, 単元 16 と類似したところもあるが, 層理の発達が顕著な点で著しく異なる。すなわち写真上では, 白色物質と暗褐色物質, 黄褐色物質などのつくる縞模様 (層理) が, 特徴的に観察される。本単元は, いずれの地域においても, ほとんど水平に堆積しているが, 一部カニピア川左岸などで, 山腹傾斜方向に, わずかに傾斜しているようである。

以上のような写真上の特徴から、本単元は、白色凝灰岩、および砂岩などの互層からなるものと推測される。

5-16 単元19 (パロソ層群上部の安山岩もしくは、石英安山岩の凝灰角礫岩)

単元20, 21

(パロソ層群上部の安山岩、石英安山岩、玄武岩などの溶岩流もしくは凝灰角礫岩)

- 1) 本調査では層序的にみて、前述した単元15の白色凝灰岩と、最上部で最新の玄武岩溶岩流との間に位置する写真上の単元(全て火山岩類)を、大きく3つに区分した。これらのうち最下位の単元は、安山岩もしくは石英安山岩の凝灰角礫岩と推測されるもので、中位(単元20)と下位はいずれも、安山岩、石英安山岩、玄武岩などの溶岩流もしくは、凝灰角礫岩などからなると推測される。単元20は実際には部分的にさらに3つの単元に区分することが可能である。
- 2) 単元19はトケパラ川(Rio Toquepala)左岸(シート№4)およびオケロ川(Rio Oquero)の支川、アルタッカッカ川(Rio Altaccacca)上流部(シート№4)などに、白色の石英安山岩質凝灰岩(単元15)をおおって分布するもので、上を単元20および21によりおおわれる。本単元の表部すなわち単元21との境界付近には、白色凝灰岩のような白色の細粒物質からなる薄層が、断続的に分布する。
- 3) 単元20は、前述のごとくオケロ川(Rio Oquero)右岸では、さらに3つの亜単元に区分することができるが、左岸側の山地ではこのような区分が困難である。本単元の一部は、現地踏査班により、コパケ(Copaque)からベリリー(Velille)へ通じるルートで、灰色安山岩(Grey andesite)であることが確認されている。
- 4) 単元19、単元20、あるいは単元15をおおって分布する単元21は、凝灰角礫岩を主とする火山岩類で、そのほか、溶岩流の部分もあるものと思われる。主として、高い地域に、平坦な地形を形成することが多い。
- 5) オケロ川(Rio Oquero)上流では単元20から下の部分が、NNE-SSW方向にのびる東落ちの断層により切られており、このため断層よりも西部ではかなり高所にある単元15が、断層の東側では、カンガリエ川(Rio Cangalle)やアレナス川(Rio Arenas)—いずれもオケロ川支川—の河岸に分布するようになる。

5-17 単元22(水河堆積物および融氷流水堆積物)

- 1) 調査地域全域にわたって、氷河作用によるモレーン(Glacial Morain)を主とし

た氷河堆積物や、氷河の融氷流水による堆積物 (Fluvio Glacial Deposits) などが、各々狭小な範囲で分布する。

- 2) これら、氷河に關係する堆積物は、写真上では褐色～暗灰褐色を呈しており、表面が非常に滑らかで、ソフトな感じをもつ。このため、時には凝灰岩とまぎらわしいことがあり、また、平野に近いところでは、段丘堆積物との区別が困難となる。
- 3) (1)調査地域北東端のPAYACCHUMA川 (Rio Payacchuma) 上流に分布するもの、(2)チャリュタ川 (Rio Challuta) 両岸に分布するもの (以上シート No 5) および (3) ハロ・マヨ川 (Rio Jaro Mayo) 左岸側に分布するもの (シート No 4) などが、比較的広い分布面積を有する。
- 4) このうち(1)は側堆石 (Lateral Morain) を主とした氷河堆積物、(3)は最大幅 2Km、長さ 10Km を有した中堆石 (Medial Morain) である。一方、(2)は明らかに融氷流水成の堆積物 (Fluvio Glacial Deposits) であり、段丘状を呈する。
- 5) そのほか、カールが見られる地域には、長さ 2Km 前後、幅 300m 前後の小規模なモレーン (主として側堆石 (Lateral Morain)) が諸所に分布する。
- 6) また、カールにつづく谷底には、氷河作用によって形成された氷河擦痕、氷河階段などの特徴ある氷河の地形が認められる。

5-18 単元 23 (黒色玄武岩溶岩流)

- 1) 本単元は、主として調査地域中部～西部の高標高地域に、単元 15 もしくは単元 14 をおおって、断続的に分布する。
- 2) 本単元は、その噴出時期によって、大きく 3 つに区分することができる。すなわち、(1)その表面に灰白色～黄灰白色を呈したごく薄い凝灰岩質物質をのせた岩体、(2)表面に凝灰岩質物質をのせてはいないが、かなり侵食をうけている岩体、(3)表面に凝灰岩質物質もなく、地形が、溶岩流出時そのまま、生々しく残っているものに区分できよう。このうち(3)は侵食谷の中に流れこんでおり、沖積層さえもおおいつくしているから、おそらく有史活動の産物もある。 (2)の活動の初期に、火山灰もしくは軽石などの噴出があり、それらが(1)を形成したと推測される。
- 3) しかしながら、写真地質図上では、これら 3 者を区別しては表現しなかった。本単元は(1)～(3)の場合とも、地形的な容相が完全であるか不完全であるかは別としても、溶岩流々出の流下構造をかなり明確に残している。
- 4) 本単元は、黒色～黒褐色を呈し、ほぼ水平的に流れやすいところから、非常に粘性の小さい火山岩であることは明白で、おそらく玄武岩の溶岩流であろうと推測される。
- 5) これらの玄武岩の噴出口のうち明確なものは、ほぼ NNW-SS E 方向に配列し

ており、このことは、当地域を支配する主要地質構造の方向と非常に調和的である。

5-19 単元24(段丘堆積物、崖錐堆積物、扇状地堆積物など)

- 1) 本単元は主として調査地域東部の、(1) オケロ川 (Rio Oquero) 左岸、(2) アブリマック川 (Rio Apurimac) 流域、(3) ウァイルマヨ川 (Rio Huayllumayo) 右岸、(4) カニピア川 (Rio Canipia) 流域、および(5) サラド川 (Rio Salado) 流域などに分布する。
- 2) 本調査地域の段丘は、主として、いわゆる“侵食段丘”的性格のものが多いから、段丘堆積物の厚さは普通、非常にうすく、ヤウリ (Yauri) 付近などのごとく、ほとんど堆積物がなく、下位の堆積物 (単元16の白色凝灰岩のことが多い) が地表にあらわれていることが多い。
- 3) 崖錐堆積物は、比較的大規模のもののみを図示した。

5-20 単元25(いわゆる沖積層 — 現河床堆積物)

- 1) 現在の河道ぞいに分布する最も新しい堆積物を、単元25(沖積層)として図示した。
- 2) 本単元は、主として本調査地域東部のサラド川流域、カニピア川流域、アブリマック川流域、オケロ川流域などに分布する。そのほか、全調査地域にわたって、各々、狭小な範囲に分布する。
- 3) 本単元は、全く平坦な一つの面からなるものでなく、細かくみると、2、3段の段を有する。しかしながらそれらは、ごく局部的な広がりしかもたず、段丘堆積物として表現するほどの意味はない。
- 4) 本単元中を流下する河川はいちぢるしく蛇行しており、その攻撃斜面には下位の岩石が露出していることが多い。

5-21 単元26(花崗岩質岩石)

- 1) 本単元は、(1) 調査地域北東部 (シートNo 5の北東端)、(2) サラド川、カニピア川、オケロ川などの流域、(3) チロロラ川 (Rio Chillorolla) 流域およびベリーリエ (Velille) 西方などに分布する。
- 2) (1)の岩体は、調査地域よりも東側へ大きい広がりをもつもので、本調査地域には、その西端部が観察されるにすぎない。

- 3) 本単元は、(2)においては単元1(珪岩、珪質砂岩など)および単元3(石灰岩)などを、ルーフ・ペンダント(Roof Pendant)状に含有しており、部分的に断層により上記両単元と接している。一方、単元12(安山岩質凝灰角礫岩)、単元16(白色凝灰岩)、および単元17(白色塊状凝灰岩)などによりおおわれる。コポラケ(Coporaque)西方では、単元12、単元14、単元16などと、断層により接しているものと考えられ、山の頂上付近まで、本単元が分布する。また、オケロ川(Rio Oquero)左岸に、本岩が単元12に貫入したような分布を示すが、これは本岩体のまわりを単元12が埋めて流下したもので、両者の間に、貫入関係はないものと推測される。
- 4) 本単元は、(3)においては単元2(黒色頁岩、砂岩など)中に貫入しており、一方、単元11(凝灰岩～凝灰角礫岩)、単元12(安山岩、凝灰角礫岩)および単元14(安山岩、石英安山岩、玄武岩等の溶岩流、凝灰角礫岩、凝灰岩)などによりおおわれる。(3)の場合も、(2)におけると同様に、本岩体の山地をとりかこむようにして、火山岩類が流出したと思われる個所がある。
- 5) 本単元は、写真上で淡青灰色～淡緑灰色を呈し、節理を反映すると考えられるフォトリニエーションの発達する岩石で、特に岩体(3)において顕著である。山腹表面は比較的スムーズで、非常に堅硬な感じをもつ。(3)の岩体は調査地域の北方へ大きい広がりをもっており、細かい“かにはさみ状”の水系を示す。以上の様な写真上の性質から、本単元は花崗岩質岩石であろうと推測される。
- 6) 本単元のうち(2)の一部は、現地踏査班により、閃緑岩および花崗閃緑岩であることが確認されているし、(3)の一部は、花崗岩であることが確認されている。しかしながら写真判読により、それらの間の差異を判定することはできなかった。

5-22 単元27 (玄武岩岩脈)

- 1) 調査地域東部には、数カ所にわたって黒色を呈した岩脈が分布する。このような部分を単元27として表現した。
- 2) 黒色～黒褐色を呈すること、単元14、単元15などを貫いていること、などからみて、本単元は玄武岩の岩脈であろうと推測される。

6. 地 質 構 造

6-1 概 要

空中写真上で判読される線状模様は、厳密には、それらの存在や性状、規模等が、現地踏査によるチェックを受けない限りでは、Lattman (1958)が指摘したような区分をするのが望ましい。すなわち、

- (1) 断層または断層破碎帯を示すと思われる、連続性に富む(長さ1マイル以上)線状を“フォトリニアメント(Photolineament)”とする。
- (2) 層理、片理、および節理などの方向を反映していると思われる、連続性に乏しい(長さ1マイル以下)線状模様を、“破碎線(Fracture Trace)”とする。しかしながら、(1)に対しては、慣例的な“断層”(厳密には“写真地質的断層”と称すべきであろう)という言葉を使った方が多くの人に判りやすいので、この報告書では一応、“フォトリニアメント”のかわりに、“断層”という言葉を使うことにした。

本調査地域は、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。すなわち、当地域における(1)岩相的配列、(2)断層の伸長方向、(3)褶曲軸の伸長方向、(4)細かい破碎線の方向などが、主として上記NNW-SSEの方向を示していることは、当調査地域における地質構造上、もっとも重要なことであろう。

しかしながら、褶曲軸や断層の伸長方向は、堆積岩の形成時代によって差異があり、当地域における造構造運動(Leotectonic Movement)が、時代によって多少差異があったことを暗示している。

6-2 褶 曲

写真判読により判読された褶曲軸の位置は、写真地質図上に(a)(b)……(g)を付して表現されている。また、その概略はFig.13に示されている。

これらの図類から一見してわかる通り、当調査地域で観察される褶曲軸の方向は、前述したごとく、ペルー全土に特徴的なNNW-SSE方向の地質構造にほぼ、支配されている。しかしながら、地質時代べつに褶曲軸の分布をみると、次のような著しい差異が認められる。

- (1) ジュラ紀下部～白亜紀中部の堆積岩類(単元1, 2, 3)では、褶曲軸の方向はほぼN-S方向が卓越し、その各々の褶曲軸は短い。
- (2) 白亜紀上部の堆積岩(単元4, 単元5)では褶曲軸の方向はWNW-WSWに限られる。
- (3) 第三紀(単元6, 単元7, 単元8)および第四紀の堆積岩類(単元16)では、NNW-SSE方向(すなわちこの地域に支配的な地質構造の方向に最も近い方向)が卓越する。

以上のような差異の存在は、地質時代によって主要な褶曲活動の方向性が異なることを示している。

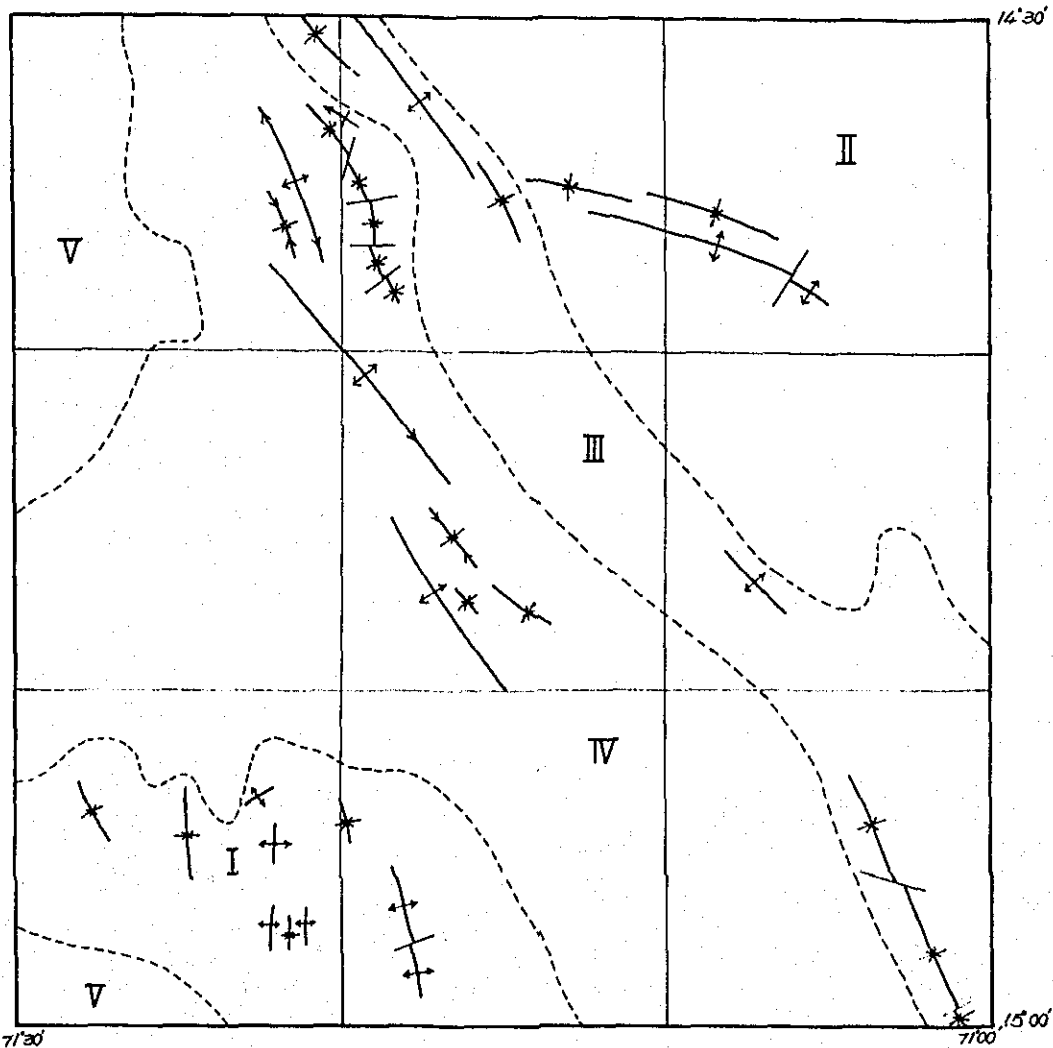
第三紀（単元 6，単元 7，単元 8）と第四紀の堆積岩類（単元 16）では、褶曲軸の伸長方向がほとんど同じである。この理由としては、次のようなことが考えられる。

- (a) 第三紀における褶曲運動と第四紀のそれがほとんど同方向をもって、行なわれた。
- (b) 第三紀層中の褶曲も、第四紀層中の褶曲も、同時代すなわち第四紀 — 単元 16 の堆積の後 — に、同一の褶曲活動により形成された。
- (c) 単元 6，単元 7，および単元 8 中の褶曲も、単元 16 中の褶曲も同時代に形成された。すなわち、これらの単元は、いずれも（つまり単元 16 も）第三紀の堆積物である。しかしながら、(1) 単元 8 と単元 16 とは明らかに不整合関係にあること、(2) 単元 8 よりも新しく、単元 16 よりも古い堆積物である単元 10 が、明らかに褶曲した単元 8 を不整合におおうこと、(3) 単元 16 は層序的に単元 15 よりも新しいとみる方が妥当であること、などの理由から、前にあげた(b)、および(c)の理由は不適當で、(a) の考え方が妥当であろうと考えられる。ただ、層厚のうすい単元 16 の場合、このような褶曲軸の方向が、基盤岩中の地形的な影響をうけている可能性もないとはいえない。

6-3 断 層

- 1) 写真判読によって判読された断層と推測されるフォトリニアメントの位置は写真地質図上に①②……のNoを付して表現されている。
これらの断層の分布頻度は、多い方から(1)上部ジュラ紀～中部白亜紀地域、(2)上部白亜紀地域、(3)第三紀地域、(4)第四紀地域の順となる。すなわち、古い時代のものほど多く、新しいものほど少ないという、ごく常識的な結論がえられた。また、火山岩地域には、ひじょうに断層の分布が少ない。
- 2) 堆積岩類の時代を大きく分けるような断層群（たとえば単元 4 と単元 8 との間の断層群、あるいは単元 8 と単元 16 の間の断層群など）は、NNW—SSW方向に卓越した配列を示す。
- 3) 上部ジュラ紀～中部白亜紀の堆積物からなる地域では、(1) NNW—SSW方向を有した断層と、(2) NE—SW方向にのびる断層が卓越しており、概して(2)の方が(1)よりも新しい。
- 4) 単元 4 中の断層群は、(1) 主要地質構造すなわち NNW—SSW方向に平行した断層群と(2) それらに共やく的な方向の断層群（Conjugate Faults）との発達が著しい。特に断層⑩と⑪に挟まれた部分は、その両方のブロックによる圧縮を受け、非常に強く破碎された幅広い断層破碎帯（DZ）を形成しているように見える。
- 5) 単元 6，単元 7，および単元 8 等のプロ層群中の断層群は、(1) 走向方向のもの

- (2)これを斜めに切るものにと区分され、概して(2)の方が(1)よりも新しいようである。
- 6) 第四紀の堆積物と推測される、単元16中に発達する断層群は、同層中の褶曲軸を切るような分布を示している。このことは、単元16の堆積以後の造構造的な運動では、大まかにみて、褶曲運動の方が断層運動に先行したことを暗示している。



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

FIG.13 MAP SHOWING THE DISTRIBUTION OF FOLDING AXES
IN THE EASTERN PART OF INVESTIGATED AREA
(SHEET NO.5)

References

- 1) Blanchet, P. H., (1957) "Development of Fracture Analysis as Exploration Method"
Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Vol. 41, No. 8, PP. 1748-1759
- 2) Lattman, L. H., (1958) "Technique of Mapping Geologic Fracture Traces and Lineaments on Aerial Photographs"
Photogram. Engn. Vol. XXXIV, PP. 568-576
- 3) Lattman and Nickelsen, R. P., (1958) "Photogeologic Fracture Trace Mapping in Appalachian Plateau"
Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Vol. 42, No. 9, PP. 2238-2245
- 4) Kupsh and Wild, (1958) "Lineament in Avonlea Area Saskatchewan"
Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Vol. 42, No. 1, PP. 127-134
- 5) Von Bandad, (1960), "Aerogeology"
Gulf Publishing Company Houston, Texas
- 6) Miller, (1961), "Photogeology"
McGRAW-HILL BOOK Company, Inc.
- 7) Hisaya Matsuno, (1965), "Photogeology"
Jitsugyokohosha Company in Tokyo Japan (Written in Japanese)
- 8) Servicio Nacional de Geologia y Minería, (1969)
"Peru Mapa Metalogenetico 1:1,000,000"
- 9) Servicio de Geologia y Minería (1969)
"Sinopsis de la Geologia del Peru"
Republica del Peru, Ministerio de Energia y Minas

