

インドネシア共和国

鉱物資源開発基礎調査

第 1 卷

総合報告書

JICA LIBRARY



1055331E1J

昭和46年6月

海外技術協力事業団

調 査 団 員

高 橋	久	金属鈦物探鈦促進事業団
太 田	垣 亨	日鈦探開株式会社
駒 井	二 郎	金属鈦物探鈦促進事業団
神 部	靖	金属鈦物探鈦促進事業団
鈴 木	宏 尚	海外技術協力事業団
高 橋	甫	日鈦探開株式会社
藤 岡	洋 介	日鈦探開株式会社
小 林	直 樹	日鈦探開株式会社囑託
篠 田	晃 一	日鈦探開株式会社囑託
綿 谷	好 修	日鈦探開株式会社囑託
川 合	正 和	日鈦探開株式会社囑託
湖 本	決	日鈦探開株式会社囑託
城 野	文 人	国際航業株式会社
清 水	徹 雄	国際航業株式会社
菊 田	武 保	国際航業株式会社
河 西	勝 行	国際航業株式会社囑託
堀 部	史 郎	国際航業株式会社囑託

国際協力事業団	
受入 月日 '87. 4. 10	108
登録 No. 08412	66-1 KE

は し が き

日本政府は、インドネシア共和国政府の要請に応え、同国スラウエン島中部の4鉱区の鉱物資源賦存の可能性を調査することとし、その実施を海外技術協力事業団に委託した。

本調査は、上記鉱区のうち鉱床賦存の可能性の高い有望地域（最大、全地域の30%）を選定して5万分の1の地形図を作成するものであって、このため海外技術協力事業団は、金属鉱物探鉱促進事業団、国際航業社、日鉱探開社及び相手国政府インドネシア地質調査所の協力を得て、現地調査を実施した。その概要は、次の通りである。

調 査 の 概 要

1. 位 置 インドネシア共和国中部スラウエン地区
 南緯 1° から南緯 2° まで
 東経 $120^{\circ} 28' 27.99''$ を東限とし西海岸線まで
2. 面 積 14,160 Km²
3. 現地調査期間 昭和45年9月21日から昭和45年12月1日まで
4. 調査方法 地表地質調査
 写真地質調査
 空中磁気探査
 空中写真撮影
 基準点測量
5. 現地調査人員 日本人調査班 17名
 インドネシア地質調査所班 6名

現地調査につづいて、一連の国内作業が行われ、この結果は、下記の3巻からなる報告書にとりまとめられた。

- 第1巻 総合報告書
- 第2巻第1部 空中写真撮影報告書

第2部 写真地質調査報告書

第3部 基準点測量報告書

第3巻 空中磁気探査報告書

本報告書は、今回の調査及び限られた既存の資料をもとに判断をなし、鉍床胚胎の有望地域を東経 $119^{\circ}30'$ から $120^{\circ}15'$ 、南緯 1° から $1^{\circ}30'$ までの区域と結論づけている。

終りに、私は、本調査の任に当られた団員各位の労をねぎらうとともに、調査に協力されたインドネシア共和国政府、インドネシア地質調査所、並にわが国の通産省、外務省、金属鉍物探鉍促進事業団、関係会社等の関係各位に対し、深甚の謝意を表明するものである。

1971年6月

海外技術協力事業団

理事長 田付景一

NIKKO EXPLORATION & DEVELOPMENT COMPANY, LTD.

3, Akasaka Aoi-cho, Minato-ku, Tokyo, Japan

Cable: EXPEVNIKKO, TOKYO

伝 達 状

海外技術協力事業団

理事長 田付景一 殿

インドネシア共和国スラウエン地区の鉍物資源開発基礎調査に関する本報告書の作成を完了し、ここにご送付の運びとなりましたことは誠に欣快の至りであります。

上記調査は、インドネシア共和国中部スラウエン地区における鉍物資源開発のため実施されたもので、昭和45年がその初年度に当たります。初年度の目的は調査地区から鉍物資源賦存の有望地域を抽出することで、このために、地表地質調査、写真地質調査、空中磁気探査、基準点測量、航空写真撮影等の諸手段を用い目的の達成に努めました。

スラウエン地区は既に知られているニッケル鉍床を始め、鉍物資源の賦存に富むと予測されている地域であります。しかしながら本地区の大半は急峻な地形と厚い密林のため、踏査が困難で、既存の資料、情報は乏しいものでありました。この様な地域の開発が、今回実施の運びとなりました事は、誠に意義深いことと申さねばなりません。

今回の調査は、先立って行なわれました金属鉍物探鉍促進事業団のインドネシア共和国スラウエン予備調査団報告書を基礎として計画の立案、調査の準備を進め、昭和45年9～11月に現地調査を実施致しました。全く初めての土地、限られた方法のため、予測されぬ困難もあるかと思いましたが、関係各位の努力によぬ支障なく調査を完了することが出来ました。この結果、本地域の鉍物資源の開発に第一歩を記すことが出来たと確信し、未開発のまま眠っている鉍物資源が次第に日の目を見ることを希望するものであります。

本調査はインドネシア共和国との協力調査として、海外技術協力事業団の御依命により、日鉍探開株式会社、国際航業株式会社が調査に当たり、本報告書のうち、第1巻 総合報告書は日鉍探開株式会社が、第2巻以下の空中写真撮影、写真地質調査、基準点測量、空中磁気探査報告書は国際航業株式会社の手により作成されました。

本調査に際しましては、現地におきましてインドネシア共和国鉍山省、インドネシア国地質調査所、中部スラウエン州政府、南部スラウエン州政府および現地住民の方々に多大のご協力、

ご援助を賜りました。

また本調査全般に亘りまして日本国外務省，通産省等関係官庁，海外技術協力事業団，金属
鉱物探鉱促進事業団の担当諸官のご指導を賜りました。

室内研究につきましては，東北大学，秋田大学はじめ各大学研究機関および地質調査所から
貴重なご教示を賜りました。また，住鉱コンサルタント株式会社，大手開発株式会社はじめコ
ンサルタント各社，日本鉱業株式会社をはじめとする金属鉱業各社には，多大の援助を頂きま
した。

さらに住友商事株式会社には，現地を中心に渉外，連絡など多くの便宜を計って頂き，朝日
ヘリコプター株式会社には，現地での輸送に協力して頂きました。今回の調査は上記各位の努
力の賜物の上に成り立つものであり，ここに明記して深甚なる感謝の意を表します。

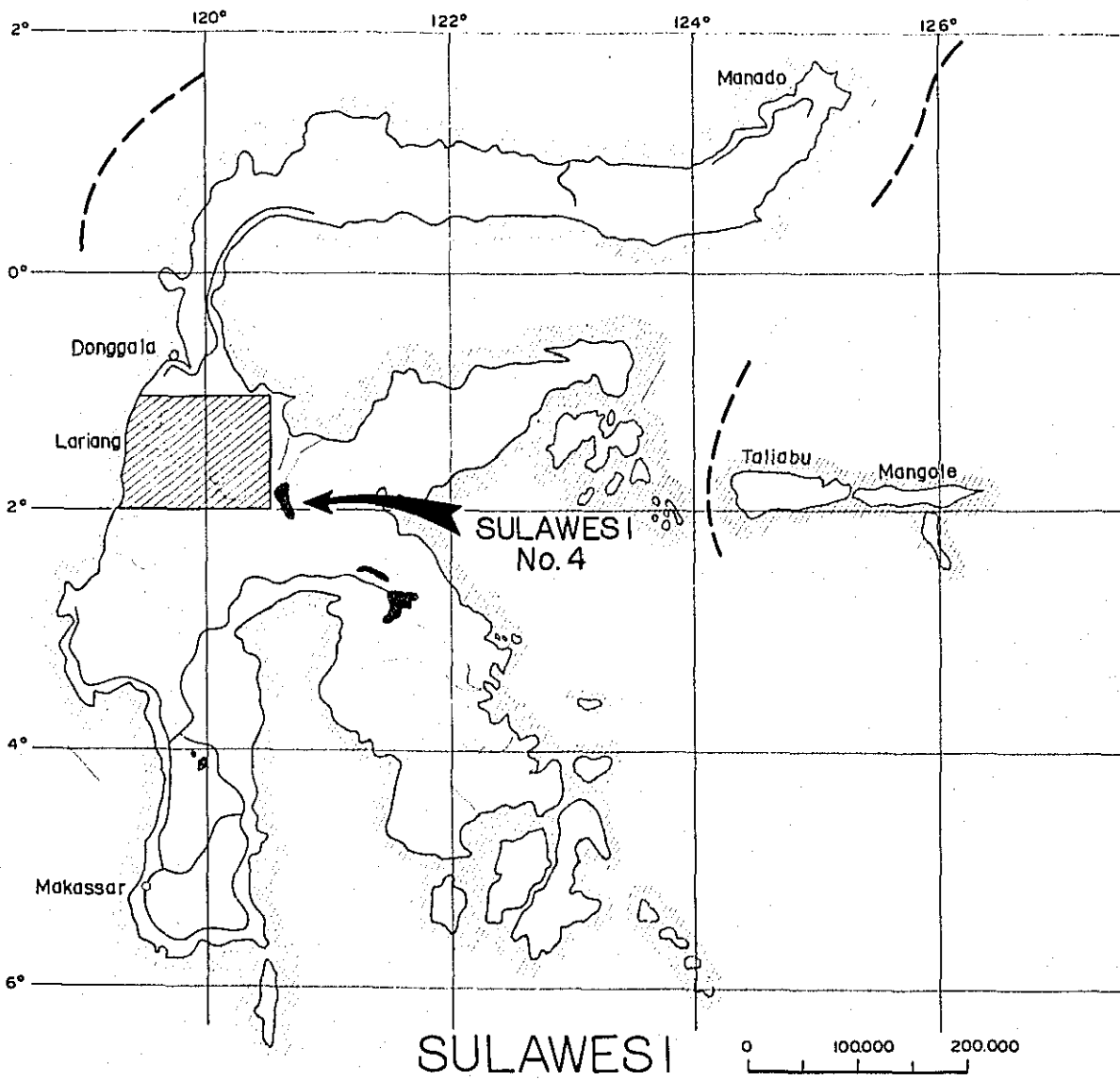
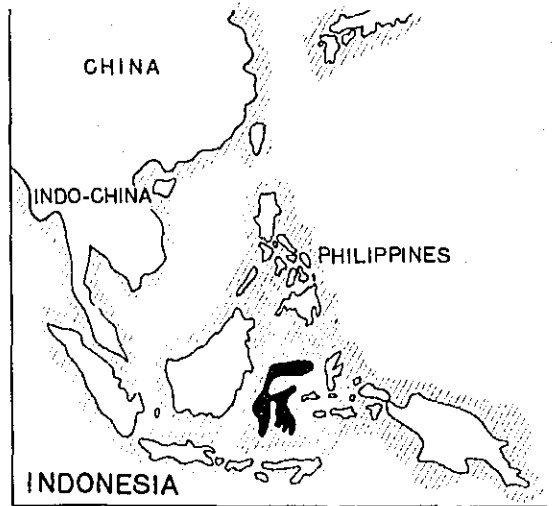
日 鉱 探 開 株 式 会 社
取 締 役 探 鉱 部 長
理 学 博 士

古田垣亨

昭和46年3月30日

KEY MAP AND LOCATION MAP

- LEGEND:
- ----- CITY
 - RIVER
 - ROAD



目 次

はしがき	1 頁
伝達状	3
位置図	5
目 次	6
要 約	8 頁
第1章 緒 論	9
1.1 調査目的	9
1.2 調査経緯	9
1.3 従来までの調査の概要	9
1.4 文 献	11
第2章 位置交通	13
2.1 位 置	13
2.2 交 通	13
第3章 地形気候	15
3.1 地 形	15
3.2 気 候	16
3.3 植 生	16
第4章 地 質	18
4.1 堆積岩類	18
4.2 火成岩類	22
4.3 変成岩類	27
4.4 層序関係	29
第5章 地質構造・地史	33
5.1 地質構造	33
5.2 地 史	33
第6章 応用地質	36
6.1 母岩の変質	36

6.2	金属鉱床および鉱化帯	37	頁
6.3	石油鉱床	39	
6.4	温泉	39	
第7章	写真地質解析	41	
7.1	地形概要の解析	41	
7.2	地質分布の解析	41	
7.3	地質構造の解析	43	
7.4	鉱床・鉱化帯・変質帯の解析	44	
第8章	空中磁探解析	45	
8.1	岩石の磁性	45	
8.2	高異常の解析	45	
8.3	地質構造の解析	46	
8.4	金属鉱床探鉱について	47	
第9章	有望地域の撰択	48	
9.1	本地域にみられる岩石，火成活動と鉱床	48	
9.2	本地域の地質構造と鉱床	50	
9.3	本地域の変質と鉱床	50	
9.4	既確認鉱床，鉱化帯	50	
9.5	写真地質解析結果，空中磁探解析結果と鉱床	51	
9.6	有望地域撰探方法	51	
9.7	有望地域	52	
第10章	結論および将来への展望	53	
10.1	結論	53	
10.2	将来への展望	53	

要 約

本調査は中部スラウェシ (Sulawesi) 地区に位置する調査地域の鉱物資源胚胎有望地域を抽出することを目的として行われた。用いられた方法は地表地質調査、空中磁気探査、写真地質調査と、これに付随する空中写真撮影、基準点測量である。

本調査地域の地質は、第四紀層、第三紀堆積岩層、中世代と推定される粘板岩層等の堆積岩類、第三紀鮮新世頃侵入、噴出した花崗岩、ケンタレナイト、斑斕岩、粗粒玄武岩、安山岩、石英安山岩等の火成岩類、時代未詳の結晶片岩、片麻岩等の変成岩類より成る。このうち花崗岩が本地域の半分を占め、また西海岸地区、パルー (Palu) 河沿いに第四紀層が広く分布する。

本調査地域を規制する方向は、東部にみられるタワエリア (Tawaëlia) 地溝帯 (ほぼ N ~ S)、中央部にみられるフォッサ・サラシナ (Fossa Sarasina) (NNW ~ SSE) の方向であり、各層の分布はほぼこの方向に平行し、また多くの火成岩の分布は両地溝帯とくに後者に密接な関係を持っている。

これら地溝帯の形成は、長期に互ったと推測されるが、完成は第三紀最末期と判断される。

本調査地域においては、既稼行の金属鉱床は確認されていないが、ソプ川 (Sopus) 上流部では黄鉄鉱を主とする鉱染帯が認められる。また、ラリアン (Lariang) 河河口付近で油徴が認められた。

今回の調査では地表踏査の精度に限度があるため、地質状況の把握には、写真地質解析結果を多く採り上げている。とくに第三紀堆積岩層、第四紀層の解明には写真地質解析が極めて有効である。

本調査地域では、空中磁気探査の結果、火成岩体に磁気異常が認められ、地質状況の解析に効果があった。

本調査地域において鉱床胚胎に有利な地質鉱床条件は岩種としては、花崗岩が挙げられ、特にその周縁部が興味ある所である。鉱床の分布は花崗岩体の構造、および本調査地域を規制する主構造帯方向に規制されよう。さらにホルンフェルスなどの変質帯の存在、既知鉱化帯の存在も鉱床胚胎に有利な条件である。

調査の結果、調査地域のうち、東経 $119^{\circ} 30'$ から $120^{\circ} 15'$ まで、南緯 1° から $1^{\circ} 30'$ までの地域を鉱床胚胎の有望地域として抽出した。

鉱床賦存の有無を判断することは、一般的に言って多くの日時と費用を必要とする。また本調査地域のように、既存資料に乏しい地域では、判断に精度を欠かざるを得ない。従って今後地質精査はじめ多様の探鉱技術を用い、鉱床胚胎の有無を追求し、鉱物資源の開発に努めるべきである。また同時に、地域開発を促進し、資源需要の拡大を目指すことが必要である。

第1章 緒 論

1.1 調査目的

中部スラウェシ地区における本年度の調査の目的は、調査地域内において鉱床の胚胎予想地域を抽出することである。抽出する地域の面積は調査地域全体の30%以内を標準としている。

1.2 調査経緯

現地作業の詳細は、各報告書に詳述されているので省略し、地表地質調査について作業内容を述べると次の通りである。

1.2.1 調査期間

現地滞在期間 昭和45年9月21日から12月1日まで 72日間

現地調査期間 昭和45年10月14日から11月16日まで 33日間

1.2.2 調査方法

主要ルート of 地質踏査

ヘリコプターを用いた地点調査

写真地質概査

なお地質踏査は徒歩により実施したが、調査地域とベースキャンプであるパルー市との間の交通手段は自動車およびヘリコプターによった。

1.2.3 主要踏査ルートの延長

①	パルー河ルート	{ シドンド (Sidondo) ~ クラウイ (Kulawi) }	45 Km
②	ラリアン河中流ルート	{ ギンプー (Gimpu) ~ バンガイバ (Banggaiba) }	80 Km
③	ラリアン河上流ルート	{ クラウイ (Kulawi) ~ ギンツ (Gintu) ~ マレイ (Marei) 川 }	90 Km
④	カラングナ (Karangana) 川ルート	{ ラリアン分岐点 ~ カラマンタ (Kalamanta) }	50 Km
⑤	ロンボ (Rompo) 川ルート	{ トリレ (Torire) ~ クラウイ (Kulawi) }	50 Km
⑥	ソブ川ルート	{ ボラ (Bora) ~ パルル (Palulu) ~ ソブ川上流 }	40 Km
⑦	リオ (Rio) 向ルート	{ バルアセ (Baluse) ~ リオ川 }	50 Km
⑧	リンドウ (Lindu) 湖ルート	{ リンドウ湖 ~ ウアサ (Wuasa) }	50 Km
	合 計		455 Km

1.3 従来までの調査の概要

中部スラウェシ地区に関する地質調査報告書の主なものは Brouwer, Hetzel, Straeter (1934, Stolley, Broili, de Beaufort, van der Vlerk, Dozy の協力による), Will-

ems (1937), Brouwer (1941, 1947) Egeler (1946, 1948), de Roever (1947), が挙げられ, これら報告書の集大成として van Bemmelen "The Geology of Indonesia" (1949) が刊行されている。

1929年, Brouwerらにより行なわれた地表踏査で, 本地区の地質に関する情報および考察は飛躍的に進歩したが, これ以前の資料としては次のようなものがみられる。

すなわち, 気候, 地形, 地質など総合的に論述したものとして,

Abendanon, m, i (1915/1918): Geologische en Geographische Doorkruisingen van Midden Celebes (1909/1910) がある。

また, Waterschoot van der Gracht (1915), Hövig & Ruffen (1918), Reyzer (1920) の三編は中部スラウエシ西部の地質について述べている。特に西海岸から山岳部にかけて分布する第三紀層について記述があり, さらに花崗岩類の貫入時期について言及している。

また, Abendanon, Hövig & Ruffen, Reyzer, の三者は, 本地区南部に広く分布する火砕岩の時期を決定している。

1929年, Brouwer をリーダーとし Hetzel, Straeter を伴って行なわれた地表踏査は, 中部スラウエシを中心としたもので, その結果は Brouwer により発表され, 中部スラウエシの地質構造解明に大きく貢献した。Brouwer は本地域を, コロノダル (Kolonodale), ポソ (Poso), パルー (Palu) の三帯並びに二つの亜帯 (タワエリア帯等) に区分し, また構造線 { メディアンライン (Median Line) についての考察を行っている。

1937年, Willems はポソ帯の結晶片岩についての研究結果として, 広域変成作用は低～中温の下で行なわれ, かつ東側より西側の方が低温であるとの結論を発表している。

Egeler (1946, 1948) および de Roever (1947) は Brouwer の採取試料を研究し, 同じ結論に達した。

この結晶片岩の時代について, 古くは1932年, Kündig の研究があるが, 1941年, Brouwer はこの研究結果についていくつかの問題を提出し, 結局1946年, Egeler はポソ帯の変成作用の時期を古生代後期のヘルシニアン造山運動期に帰している。

1934年, Brouwer はパルー帯の花崗岩類の貫入時期を後期中生代あるいは第三紀より古くないとし, また前に挙げた Waterschoot van der Gracht (1915), Hövig & Ruffen (1918), Reyzer (1920) は始新世以降であるとしており, ほぼ第三紀という点で一致している。

1934年, van der Vlerk, Dozy は中部スラウエシのパルー帯, タワエリア亜帯の堆積岩類についての考察を発表し, タワエリア亜帯の時代を上部中新世あるいはそれ以後とした。

1940年, Witkamp はラリアン河沿いの観察結果を発表し, ラリアン河中流部の堆積岩

類について、後期中世代～始新世と述べている。

以上簡単に地質関係資料についてふれたが、鉱床関係資料としては、中部スラウェシ南西部にみられる金鉱床について " Verslagen en Mededeelingen etc " № 1 2, Batavia (1920) の中で記述があるが、とるに足らぬものと述べている。

ラリアン河下流付近において1902年頃Doda Oil Co., Ltd. の手により、また隣接地域でBatavia Oil Co., Ltd. により、石油、天然ガスの探鉱、採掘が行なわれている。これらに関する資料は日本国内にはないので詳細を知ることは出来ない。

1.4 文献

1.4.1 文 献

1. Abendanon, m, i, (1915~18) : Geologische en Geographische Doorkruisingen van Midden Celebes.
2. 金属鉱物探鉱促進事業団 (1970) : インドネシア共和国スラウェシ予備調査団報告書
3. Ministry of Mines (1969) : Minerals and Mining in Indonesia
4. P. Marks (1957) : Stratigraphic Lexicon of Indonesia
5. Soetarjo Sigit (1962) : A Brief Outline of the Geology of the Indonesian Archipelago
6. Soetarjo Sigit (1964) : A Brief Explanatory Note to the Distribution map of Coal deposit, Industrial minerals and Rocks of Indonesia.
(Scale 1 : 5,000,000)
7. van Bemmelen (1949) : The Geology of Indonesia

1.4.2 図 表

1. Direktorat Topografi (1963) : SA 51-1, SA 50-8, SA 51-9
(Scale 1 : 250,000)
2. Djumhani (1968) : Metallic Mineral Map of Indonesia
(Scale 1 : 5,000,000)
3. Geological Survey of Indonesia : List and Index of Published and Unpublished Geologic Maps of Indonesia

4. Geological Survey of Indonesia : Geologic Map of Indonesia
& United States Geological Survey (Scale 1 : 2,000,000)
Survey (1965)

5. Geological Survey of Indonesia : Atlas, Stratigraphic Lexicon of Indon-
(1962) esia

第2章 位置・交通

2.1 位置

本調査地域はスラウエン島中部に位置し、中部スラウエン州、南部スラウエン州にまたがっている。経緯度は南緯 1° から南緯 2° まで、東経 $120^{\circ}28'27.99''$ 以西、海岸線に至る迄の区域で、面積は 14.160 Km^2 である。

行政区画上、本地域の大半は中部スラウエン州、ドンガラ (Donggala) 県 (県都ブルー市) およびボン県 (県都ボン市) に属するが西部および南端部は南スラウエン州マムジュー (Mamudju) 県 (県都マムジュー市) およびルウォー (Luw) 県 (県都パロポ (Palopo) 市) に属する。

中部スラウエン州の州庁は本調査地域北端より北方約 10 Km 余、ブルー湾に面したブルー市にあり、同市は今年度の調査のベースキャンプとなった。また南スラウエン州の州都はスラウエン島第一の都市であるマカッサル (Makassar) である。

2.2 交通

インドネシア国は数千の島しよから形成されており、人口密度が世界最高であるジャワ (Java) 島のような例があり、一方、標高 $5,000\text{ m}$ の高山、氷河を有する西イリアン (Irian) を領有し、交通の便は多種多様である。この中で本調査地域は、交通上中程度の便利さを有する。

首都ジャカルタ (Djakarta) より、ブルー市に至るには通常航空便による。現地調査時にはジャカルタよりマカッサル乗換えブルーに至る定期航空便が週2回、バリックパパン (Balik Papan) 経由ブルーに至る便が週1回運航されていた。ジャカルタからの所要時間は両者共約6時間であるが、接続便の都合で途中一泊を要する場合がある。

一方ブルー市の北約 30 Km のドンガラ港には月1~2回の定期貨客船がスラバヤ (Surabaya) 発マカッサル経由で就航しており、また月数回不定期貨物船が、マカッサル、バリックパパン方面から寄港している。ドンガラよりマカッサル、バリックパパンには約12時間を要する。

ブルー市より本調査地域中央部のクラヴィ (Kulawi) 迄はジープによる通行が可能である。またクラヴィ以遠ギンプー (Gimpu) まで、および本調査地域北西部のボラ (Bora) からパルル (Palulu) 郡ベルデイカリ (Berdikali) 迄は牛車による交通が可能である。この他主要河川沿いには人の歩行に足る小径がみとめられるが、地形の急峻さ、熱帯性の気候、人口の稀薄さなどのため発達していません、また既存の道路も荒廃している例が多い。

西海岸地方への交通は沿岸ぞいに小舟を用いて行われている。ラリアン河、パサンカユ

(Pasangkaju) 河などの大きな河川の下流部は小舟による通行が可能であるが、一般に本地域の河川は急流をなす場合が多いため、一部に限られている。

第3章 地形・気候

3.1 地 形

本地域の地形は、地質構造に規制され、西から東に次のように区分される。

1. 西部海岸平野地区
2. 中央山岳地区
3. フォッサ・サラシナ地区
4. 東部山岳地区
5. タワエリア地溝帯地区
6. ボン帯山岳地区

これらの地区はN～NNW方向からS～SSE方向に調査地域をよこぎり、帯状分布を示す。これらの地区の地形は概略次の特徴を有する。

西部海岸平野は主に沖積平野よりなり、標高は200m以下で氾原が点在する。この中に標高2～300mのなだらかな丘陵がみられる。河川は本地域を東から西に流れるが、本地区で蛇行が激しく、河道の変化による三日月湖がみられる。また海岸線にそい、海岸段丘、隆起サンゴ礁が一部にみられる。

中央山岳地区は、標高2,500m内外の高峯が連続し、特に東斜面は急峻な地形を示している。主山脈群はバルー河近くに位置し、海岸沿いには主山脈に平走する副山脈がみられ、河川の方角を規制している。すなわち、本地区における河川は、①山脈を横切るラリアン河、②山脈に平走しN～S方向を示す大きな河川（リオ川など）、③多様な方向を示す小河川に区分される。

フォッサ・サラシナ地区は本調査地区の中央部を占める地溝帯でNNW～SSE方向に位置する。北部では標高が低く沖積平野を形成し、中部以南では峡谷をなす。本地域はバルー河、ラリアン河等の大河がみられる。

東部山岳地区はほぼ南北に分布する標高2,500m前後の山脈より成り、主峯群をつなぐ稜線は、複雑である。このため水系は複雑な形をとり、①山脈を横切るラリアン河、②山脈に入り込み複雑な水系を示す大きな河川（ソブ川など）、③これに注ぐ小河川に区分され、また中央部にリンドウ湖がみられる。

タワエリア地溝帯は標高600～800m内外の高原状地形を示し南北に延長する。本地溝帯は、フォッサ・サラシナと異り、急激な地形の変化を示していない。本地溝帯にそいラリアン河上流部が南流する。

ボン帯山岳地区は本調査地域の東端にわずかにみられるもので、比較的なだらかな山脈群が

南北に連らなる。

本調査地域における河川は上述の如く複雑な水系を示すが、大略は次の如く区分される。

- ① フォッサ・サラシナに沿い北流するバルー河
- ② 地溝帯ぞいに流れ、かつ山岳地帯を横切り西流するラリアン河
- ③ 中央山岳地区に発し、西海岸に至る河川（バサンカユ河など）
- ④ タワエリア地溝帯地区より北流し、ゴロンタロ（Gorontalo）湾に注ぐ河川

以上の中ではラリアン河水系がとびぬけて大きな区域を占める。これらの河川は地形・気候を反映し、水量が多く、また土砂搬出量が極めて多い。

以上の地形的特徴は本地域が青年期にあることを示しており、スラウエン島でも最も急峻な地形を示す区域の一つである。

3.2 気 候

本地域の気候は熱帯多雨林型に属し、高温多湿のところである。5～10月の東モンスーン期、11～4月の西モンスーン期に分れ、雨量は西モンスーン期の最中に多い。本地域の気候資料は入手出来なかったが、マカツサル、メナド（Manado）などの資料にもとづくと、気温は年平均25℃、最高30℃、最低22℃内外、湿度は年平均80%、最高89%、最低66%である。また雨量は11～4月に多く、年平均3,000mmのうち、75%がこれらの月に集中し、中でも12～2月に多い。降雨は熱帯型のスコールで、短時間に集中し、河川の氾濫を惹起する。また一年を通し風のあることが多く、平均風速は5で、月による変化は余りない。風向は5～10月頃が東、6～11月が西と分れる。

以上は海岸地域の気候であり、本調査地域の大半を山岳地帯が占めるため、気温は上記よりかなり低く、夜間は十数度まで下る。また局地的な気象変化、特に雷雨の発生が多くみられる。

3.3 植 生

熱帯の太陽と豊かな雨に恵まれ、本地域には植物の繁茂が盛んで、人口の少ないこともあり、多くの地域は人跡未踏のジャングルを形成している。密林は山岳地区の稜線にまで達し、多種類の潤葉樹、羊歯類がみられるが、通行不可能ほどの密度は示していない。

海岸地区にはマングローブの密林、かや類を主とする湿原が分布している。また湿原はリンドウ湖南西部にも発達している。

本地域の大半は自然林であるが、一部には焼畑農業により木が伐採され、その跡が草原をなしているのが認められる。海岸沿い、バルー河流域の沖積平野は、水田の他、ココナツ、バナ

ナ、コーヒーなどのプランテーションがみうけられ、特にパルー市付近のココナツは大きな規模である。

第4章 地 質

4.1 堆積岩類

4.1.1 粘板岩類

本岩は調査地域の西部リオ河よりラリアン河中流部をへてカランガナ川沿い迄分布する岩体および、マレイ川沿いに分布する岩体の2つに分れる。前者は、全体としての走向が北部でN-S、南部でNW-SEで、傾斜はSW45°であるが、部分的には変化が甚だしい。すなわちカランガナ川沿いのマム(Mamu)付近ではNW20°、傾斜40°W内外であるが、カラマンタ(Kalamanta)付近では走向は変わらず、傾斜が30~45°E方向に変わり、小規模な向斜をなしているのが見られる。このような走向変化はラリアン河沿いのカンテウ(Kantewu)、カヌナ(Kanuna)付近にもみられ、堆積後の構造運動を示唆している。またマレイ川沿いの岩層は、N-SないしNW-SE走向、20°~60°W傾斜を示す。両岩とも、全体としては、本地域に卓越する構造線方向すなわちN-SないしNW-SE走向に平行して分布し、ラリアン河の岩層は見掛け巾5~15km、マレイ川の岩層は見掛け巾5kmの層厚を示している。なお、ラリアン河などで花崗岩体中に本岩の小さな岩体を見ることが出来る。

4.1.1.1 粘板岩

本岩は肉眼的に黒色を示し、硬質緻密な岩相を示している。

鏡下では細粒石英の角礫を主とし、斜長石、炭質物がみられ、輝石を含む場合がある。二次的な鉱物としては絹雲母、緑泥石が普通に認められる。また硫化物を微量含み、黄鉄鉱が主である。

粒度は一般に細粒であるが、細粒部、粗粒部が縞状構造を示すのがしばしば見受けられる。

4.1.1.2 砂 岩

カランガナ川上流のカラマンタ付近に粘板岩中の挟在層として小分布する。肉眼上黄褐色をなす脆弱な岩質で、一般に粗粒である。

鏡下では0.1mm程度のソーティング不良の斜長石、石英、緑泥石、および少量の黒雲母と磁鉄鉱が見受けられ、斜長石の量が比較的多い。

本岩は粘板岩と整合的で、級化構造がみられる。

4.1.1.3 石灰岩

ラリアン河中流オヌ(Onu)付近、カランガナ川バナス(Banas)付近などで転石として認められ、粘板岩の挟在層の可能性が高い。転石の状況からみて大きな岩体とは考えられない。

灰白色ないし黄白色を呈し、硅質部を有する場合がある。

鏡下では、0.01mm程度の極めて細粒の方解石と、0.05mm以下の石英粒から成っている。

4.1.1.4 塩基性凝灰岩

ラリアン河中流モミ (Momi) 付近に認められ、肉眼上赤褐色を呈している。

緑泥石、斜長石の結晶がみられ基質は、絹雲母、緑泥石及びはり質部から成っている。また方解石細脈が多く見受けられた。組織からみて凝灰岩と判断され変質しているため、原岩の推定は困難であるが、変質鉱物の量、石英の欠除から推して、塩基性の成分をもつと考えられる。

4.1.1.5 絹雲母・緑泥石片岩および黒雲母千枚岩

粘板岩類は局部的に変成をうけ、千枚岩状、甚だしきは片岩状を呈している。これら変成部は周辺部と互層ないし漸移し、断層によるもみ込まれは認められず、また変成度が微弱であることから、局部的な片状構造を呈するものと解される。従って後述する片岩類と切り離し、本項で扱うが、一部には後述の片岩類と肉眼上区別しにくい場合もある。

分布は上記塩基性凝灰岩とほぼ同じで、肉眼上緑色、千枚岩状の片理を示し、脆弱である。

鏡下では、黒雲母、絹雲母、緑泥石、石英などが認められる。

4.1.1.6 チャート

ラリアン河、ギンツー (Gintu) 西部の花崗岩体にとり込まれて認められ、肉眼的に白色を示す。

鏡下では石英微粒より成り、炭酸塩鉱物が混在したり、網状脈をなしたりするのが認められる。

4.1.1.7 礫岩

本岩は、マレイ川の粘板岩中に層状の分布を示す。中央構造線に近くマレイ川粘板岩体の中で下位に位置するが基底礫岩でなく、層間礫岩である。礫種は多い順に、珪岩、砂岩、石灰岩で礫径は最大10cmである。また基質は砂質である。

本岩類は、花崗岩との接触部を中心としてホルンフェルス化を蒙っているが、詳細は後述する。

本岩類には化石を認められないので、時代は未詳であるが、分布状況、岩相、周辺他地域の状況などから推測して、中生代後期、恐らくは白亜紀の堆積物と解される。

4.1.2 第三紀層

本地域に分布する第三紀層は、フォッサ・サラシナ地区、タワエリア地溝帯地区、および中央山岳地区西麓に分けられる。これらのうち、フォッサ・サラシナ地区の大半は火山砕屑岩よりなり、本岩類については、火成岩の中に包括し後述する。またタワエリア地溝帯地区における本層の分布は写真地質判読結果に基づくため、岩相などの詳細は不明である。

中央山岳地区西麓部において、本層はN-S走向、傾斜 20° 以下の平坦な堆積状況を示し、標高200~400 mの位置を占める。またフォッサ・サラシナ地区ではパルー河バクリ(Pak-uli)付近で、河沿いに巾100 m以内の小帯状分布を示すほか、カラングナ川上流部などにも局部的にみられる。タワエリア地溝帯北部の分布は前二者とは異なり、500~1,000 mの山岳地域を占め、写真地質上背斜構造を指摘しているため、堆積後の隆起運動が推測されるが詳細は不明である。

次に本層を構成する岩石について記述する。

4.1.2.1. 砂岩

リオ河やカラングナ川上流部に認められるもので、肉眼上黄褐色、脆弱質である。粗粒部、細粒部の互層をなすことがみられ、細粒部はシルト岩と言ってよい。

鏡下では石英粒のほか、長石、角閃石、磁鉄鉱、粘土鉱物(緑泥石、絹雲母)が認められる。

4.1.2.2. 礫石

リオ河周辺に認められるものは、上記砂岩と同質で、肉眼上黄褐色、脆弱質である。

礫は円礫に限られ、最大径10 cm前後、礫種は花崗岩、粘板岩、砂岩等であり、基地は上記砂岩と同質である。

これに反しパルー河バクリ付近にみられる礫岩は肉眼上黄褐色緻密である。基地は極めて乏しく、殆んどが礫である。

礫は円礫、亜角礫、角礫など様々で、最大径30 cm以上に及び礫種は花崗岩および花崗岩質片麻岩を主とする。基地は砂質で、石英、褐鉄鉱、少量の粘土鉱物より成る。

リオ川、パルー河にみられる礫岩の型の異なるのは、堆積環境、および後背地の相違であり、前者が比較的地形のゆるやかな大河の付近にあるのに、後者はV字谷をなすパルー河の支流にあり、急激な出水により押し流された土砂類が堆積したと解された。従って、前者は遠距離からの搬出物であり、後者は原地堆積性を示している。また礫種は後背地の地質を表現しているものと解される。

4.1.2.3. シルト岩

リオ河周辺の砂岩層中に介在するもので、砂岩と同質である。産状、分布などは砂岩と同様である。

以上の第三紀層は、地形上の低地を埋めて堆積しており、粘板岩、花崗岩等を不整合で被い、全く変質を蒙っていない。従って本調査地域では第四紀層を除き最も新しい時代のものであり、フォッサ・サラシナなどの地溝帯形成後堆積したものである。

本層の時代はリオ河流域のシルト岩より介化石、有孔虫が確認され、これらの鑑定の結果で

は、第三紀最末期の鮮新世であり、第四紀更新世にわたることも示唆された。さらに有孔虫鑑定の結果では、時代決定には至らぬものの、一試料では浅海性内湾型の環境、他の試料では外洋性大陸棚の環境を示した。試料数は少いがこれら二試料が1 Km離れていないことから本層の堆積機構は、現在みられる状況と異り、局部的に激しい変化のあったことが推定される。

4.1.3 第四紀層

第四紀層の堆積物は、本調査地域の約30%を占め、タワエリア地溝帯地区、東部山岳地区のリンドウ湖周辺、ソブ川流域、フォッサ・サラシナ地区、および西部海岸地区に分布する。

堆積の型式により、湖成堆積物、段丘、沖積層、隆起さんご礁などに区分され、また時代も更新世、現世の双方が認められる。

本層は先第四紀の各地層から供給される砂、泥、礫よりなり、以下に詳述する。

なお本層の分布等は写真地質による解析が有効であり、その結果を随時引用した。

特に西海岸地区は地表踏査がラリアン河河口のヘリポート以外なされていず、写真地質解析結果により記載した。

4.1.3.1 湖成堆積物

タワエリア地溝帯西側ぞいに南北方向に点在する盆地群、ソブ河流域バルル、リンドウ湖南東岸に主に分布する。タワエリア地溝帯においては、ロノ (Rono) 湖を中心とする約200 Km²の盆地、バリリ (Bariri) を中心とする約50 Km²の盆地、パダ (Pada) を中心とする約90 Km²の盆地がみられる。これらの盆地は比較的解析が進み、他地域に比べ高度が高く、時代的に古期のものであり、更新世と推定される。なおロノ湖盆地からは植物化石が認められ、熱帯照葉樹であると鑑定された。

ソブ川、バルル地区では川沿いに約150 Km²の分布を示すが、全部が湖成かどうか疑わしく、一部扇状地の可能性がある。リンドウ湖南東岸では約50 Km²の湿原がみられる。両者共リンドウ湖に起因する現世の堆積物である。

これらの湖成堆積物は、先第四紀層を不整合に覆うが、他の岩石との境界が直線状をなすことがしばしば見られ、この場合には断層運動により陥没した凹地に、湖が生じ、本型式の堆積物をもたらしたと推定される。

4.1.3.2 扇状地堆積物および河岸段丘堆積物

本堆積物はバルー河、バクリ以北の支流、ソブ河流域の一部、ラリアン河ギンツーギンブー周辺部に認められ、規模は数~十数Km程度である。バルー川、ソブ川のは扇状地、ラリアン河のは段丘である。写真地質上、ガリーの形成程度、風化の度合いにより、両者とも新旧の二つに区分され、それぞれ、更新世、現世と推定されている。

4.1.3.3 崖錐堆積物

ソブ川バルル付近，カラングナ河上流部に小規模にみられるものである。このうち前者は花崗岩岩層とその風化土からなり，後者は安山岩岩層よりなる。一般に本地域では急峻な地形と豪雨のため，崖錐は大きく発達していない。

4.1.3.4 海岸段丘

西海岸地区，特にバサンカニ以北及びドダ（Doda）付近に認められ，高さ10～20mの低い崖を形成している。

4.1.3.5 沖積層

バルー河下流部および西海岸地区の主要河川沿いに広い公布を示している。本調査地域の最も低い部分を占め，厚い土壌層に覆われ，一部では人工的に利用されている。

4.1.3.6 隆起さんご礁

本調査地域の海は大河の河口周辺部以外さんご礁の発達が著しく，裾礁をなしている。これらのうち，一部が新期隆起さんご礁として汀線に認められる。

4.2 火成岩類

4.2.1 超塩基性岩類

本岩はリンドウ湖西岸トマド西方5kmで，巾数メートルの小岩株として花崗岩中へ貫入しているのが認められた。岩脈の走向はEW～NEで傾斜は 30° ～ 50° であり，岩石名は輝石である。また多少の粘土化を蒙っている。鏡下では径2～5mmの斜方輝石，少量の橄欖石より成る。前者は殆んど古銅輝石で，本岩の大半を占め，他にクローム鉄鉱を随伴する。また蛇紋岩が繊維状結晶をなし，網状に生成しているのが認められる。

しかしながら本地域で確認された超塩基性岩類は僅かにこゝだけであり，コロノダル帯にみられるような大規模な岩体は認められない。

4.2.2 斑斕岩

東部山岳花崗岩体中に巾2～3m程度の小岩株として，リンドウ湖東方，ナモ（Namo）付近，ギンツー西方およびトロ（Torro）東方に認められる。

肉眼的には優黒色，中粒緻密な完晶質岩で，多量の角閃石，斜長石，チタン石より構成される。

斜長石はカールスバッド，アルバイト両ツインを有し，角閃石は普通角閃石で，緑色，多色性を持ち，両鉱物は微文晶状構造を示すことから，同時晶出と推定される。他に磷灰石，硫化鉱物等を随伴し，一部に単斜輝石を含むものが認められる。

4.2.3 粗粒玄武岩

ラリアン河中流ボンバ (Bomba) 付近に径1 ~ 2 Kmの岩脈をなし粘板岩中に貫入する。

肉眼的には灰黒色緻密で、鏡下では灰曹長石、普通角閃石が主体をなし、等粒状組織を示す。また多量の磁鉄鉱が認められる。

本岩および次項のケンタレナイトの貫入時期については、正確には粘板岩より後期とだけしかわからない。しかしながら本岩が花崗岩体周縁部にありながら殆んど変質を蒙っていないため、花崗岩の進入より後期であると推定され、恐らく超塩基性岩類、斑岩と同時期であろう。

4.2.4 ケンタレナイト

ラリアン河中流のカンテウ付近に径5 Km前後の二岩体をなす。肉眼的には中粒、優黒色をなす完晶質アルカリ岩である。

鏡下では正長石、灰曹長石ないし中性長石、普通輝石 (異剝石)、輝石、黒雲母よりなり、随伴鉱物として磁鉄鉱、磷灰石が認められる。

本岩は粘板岩を貫いており、粗粒玄武岩の同一時期貫入の深成相と推定される。

4.2.5 安山岩、同質凝灰岩類

本岩類は、カラマンガナ川東岸沿いに延長20 Kmの岩脈 (一部熔岩) をなす他、フオッサ・サランナ沿いに小岩脈として、また本岩質の火山砕屑岩として数ヶ所に分布する。

鏡下では

1. 普通輝石黒雲母安山岩
2. 角閃石黒雲母安山岩
3. 角閃石安山岩
4. 安山岩質凝灰岩

に区分され、普通輝石黒雲母安山岩はギンブー付近の岩脈、角閃石黒雲母安山岩はカラマンガナ河沿いの岩脈および熔岩、角閃石安山岩はロンボ川片岩中、安山岩質凝灰岩はトロ西方に認められる。

なお、写真地質解析結果では本調査地域西端に安山岩質岩体の分布を認めているが地表踏査がなされていないため詳細は不明である。

次に岩相について記述する。

4.2.5.1 普通輝石黒雲母安山岩

肉眼上暗緑色ではり質の部分が認められる。鏡下では斑晶は、斜長石 (中性曹長石)、普通輝石、角閃石より成り、他に黒雲母、橄欖石を一部認められる。石基は斜長石、輝石、磁鉄鉱より成り、毛氈状組織を示し、斑晶、石基共緑泥石化を蒙っている。

4.2.5.2 角閃石黒雲母安山岩

肉眼上灰白色緻密細粒で、鏡下では斑晶として斜長石（中性長石）が最も多く、カールスパッド、アルバイト両ツイン、累帯構造を示す。また普通角閃石、黒雲母が普遍的に見られるが、一部では何れか一方を欠く場合がある。石基は斜長石、角閃石、黒雲母が主でピロタキシティック組織を有し、方解石、ジルコン、硫化鉍物などが認められる。

4.2.5.3 角閃石安山岩

本岩は肉眼上灰白色を呈し、白色長石斑晶による斑状構造を呈する。

鏡下においては、斑晶は斜長石、長柱状角閃石および磁鉄鉍で、前二者の殆んど全部は緑泥石、炭酸塩鉍物に変質している。石基は主として細粒のスフェルライトである。

4.2.5.4 安山岩質凝灰岩

本岩は凝灰角礫岩で、黒灰色ないし赤灰色を呈し基地は黄灰色である。

鏡下では角礫構造を有し、安山岩（角閃石黒雲母安山岩）の本質礫が最も多量であるが、花崗岩、輝岩などの異質礫を含む。また基地は斜長石、角閃石よりなる灰質物である。

なお一部には角礫質になった安山岩がみられるが、岩相は本安山岩と同一であり、破碎のため生じたと解される。

4.2.6 石英安山岩類

リオ川沿いに小岩脈として認められ、肉眼上黒色ないし灰色、はり質で堅硬緻密である。

鏡下では斑晶として、石英、斜長石、黒雲母、角閃石がみられ、また方解石、緑泥石、硫化鉍物が認められる。石基は石英が主でガラス基流晶質組織を示す。また緑泥石も見られる。

またカラマンガナ川上流には石英安山岩質角礫凝灰岩が小規模の分布を示す。灰白色を呈し、鏡下では角閃石、黒雲母、斜長石、石英、ガラスなどの破片を有する凝灰角礫岩である。

4.2.7 流紋岩類

フォッサ・サラシナ沿いのパンガナ（Pangana）、ギンブー（Gimpu）付近に流紋岩質凝灰岩が小規模の分布を示し、淡緑色緻密である。

鏡下では石英、正長石、斜長石、黒雲母、角閃石の破片を持つ凝灰岩ではり質部もみられる。

またブルー河バンガ（Bangga）付近には灰黒色、流状構造を示す流紋岩が巾10m内外の分布を示す。

鏡下では流理構造を有し、斑晶の斜長石は極めて少量で、石基が多く、石英、斜長石のマイクログラフィックないしマイクロオフィティック構造が見られるが全体としてガラスに富む。

4.2.8 花崗岩類

本調査地域のほぼ半分の面積を占めて、花崗岩の底盤が分布する。分布地区は大別して、東部山岳地区の大半を占める岩体、中央山岳地区ブルー河左岸を占める岩体、リオ川周辺の岩体、

およびラリアン河左岸に見られる岩体である。このうちラリアン河左岸岩体は写真地質解析結果によるもので、現地踏査は行っていない。

分布方向は本地域の主構造線方向すなわちN～NNW方向に沿って帯状の分布を示し、構造線と整合的に進入したことが推定される。

岩相上、本岩類は黒雲母花崗岩、角閃石黒雲母花崗岩、角閃石花崗岩、片麻岩状黒雲母花崗岩の四種を主体とし、黒雲母花崗閃緑岩、角閃石閃緑石、角閃石黒雲母石英閃緑岩を一部に含む。岩相と岩体との関係は大略次の通りである。

1. 東部山岳岩体は一般に細粒の花崗岩が多く、黒雲母花崗岩を主とする。粗粒のものもしばしばみられ、岩相上角閃石黒雲母岩花崗岩である。また片麻岩状黒雲母花崗は本岩体のみ認められる。
2. バルー河左岸岩体は東部岩体に比べ一般に粗粒であり、岩相上角閃石黒雲母花崗岩が優勢で、黒雲母花崗岩がこれに次ぐ。
3. リオ川岩体は角閃石花崗岩が主で、肉眼上流状の組織を示す特異な岩相である。
4. 石英閃緑岩、閃緑岩は一般に花崗岩体の周縁部に認められる。
5. ラリアン河左岸岩体については詳細不明である。

次に各岩相について記述する。

4.2.8.1 黒雲母花崗岩

東部山岳体の大半を占め、バルー河左岸岩体にも普遍的に見られる。肉眼的に細粒ないし中粒の優白色完晶質岩で緻密である。

鏡下では、正長石はカールスバッドツイン、パーサイト構造を示し斜長石はアルバイトツインをなし曹長石ないし灰曹長石である。

斜長石に富むためアダメライトと呼称される部分も認められる。

黒雲母は赤褐色で、多色性に富み普遍的に見られ、随伴鉱物としては、ジルコン、チタン石、磷灰石、磁鉄鉱が見られる。

また石英は一般に少量で長石の間隙をうめ、細粒であるが、時に自形の大きな大晶を見ることが出来る。

4.2.8.2 角閃石黒母花崗岩

本岩はバルー河左岸岩体に卓越し、東部山岳岩体にもしばしば認められる。肉眼的には一般に粗粒で特に長石の巨晶が多い完晶質岩である。

鏡下ではカールスバッドツインを示す0.5～1cmの正長石自形結晶が多く、次いで灰曹長石など斜長石が多い。石英は部分的にみられる場合もあり、また全く無い場合もある。黒雲母は普遍的にみられ、角閃石は普通角閃石である。

以上の鉱物は緑泥石、カオリン、緑簾石、チタン石などに部分的に変質しているのがみられる。なお随伴鉱物として方解石、磁鉄鉱、燐灰石、硫化鉱物が認められる。

4.2.8.3 角閃石花崗岩

リオ川周辺部に分布し、肉眼的に角閃石など有色鉱物の配列が流状を示している。

鏡下では、正長石および斜長石（灰曹長石）が主で、後者に富みアダメライトに近い。普通角閃石は0.5～1cmの巨晶をなし緑色、多色性に富む。随伴鉱物として磁鉄鉱、緑泥石が見受けられる。

4.2.8.4 片麻岩状黒雲母花崗岩

本岩は東部山岳岩体中にしばしば見受けられ、規模はふつう巾数メートル程度で、黒雲母花崗岩とは、漸移しており、断層は認められない。

鏡下では正長石および斜長石に富み、ラメラツインが見受けられる。また石英、黒雲母も普遍的で上記各種の鉱物は定方向配列をなす。他に、チタン石、カオリンなども認められた。

またソブ川下流のボラ東方では結晶片岩との境界に近く、花崗岩中に硅線石、ざくろ石を伴うものが観察され、ソブ川上流部のトンゴア（Tongoa）川分岐付近にも同じ現象が見受けられた。一部に絹雲母、緑泥石を多量に含んでおり、接触変質作用によるものと判断される。

4.2.8.5 黒雲母花崗閃緑岩

本岩の分布は、東部山岳岩体、パルー河左岸岩体にみられ、同一花崗岩体内における成分変化により生じたと判断される。肉眼上完晶質、細粒緻密で、花崗岩とは漸移関係にある。

鏡下では、石英、正長石、黒雲母が主要構成鉱物で斜長石に富み、随伴鉱物としては燐灰石、ざくろ石が認められ、また少量の輝石を伴う。硫化鉱物、炭酸塩鉱物も観察された。

なお本岩は一般的には花崗岩体周縁部に認められるが、例外もみられる。

4.2.8.6 閃緑岩および石英閃緑岩類

本岩の分布も上記花崗閃緑岩とは同一で、特に花崗岩体周縁部に多く認められる。

有色鉱物の量に増減があり岩相は変化が多い。肉眼的には完晶質、中ないし細粒でやや優黒色を示す。

鏡下ではラメラツイン、アルバイトツイン、累帯構造を示す中性長石、他結晶の間隙を埋める小結晶の石英、さらに黒雲母、普通輝石が主要造岩鉱物である。また正長石もしばしば認められ、随伴鉱物としてはチタン石、緑簾石、緑泥石などが変質鉱物として見受けられる。鏡下では、角閃石閃緑岩、角閃石黒雲母石英閃緑岩の二種と鑑定出来た。

4.2.8.7 アブライト

中央山岳体にて、リンドウ湖西岸のトマド（Tomado）付近で小岩脈として認められた。

本岩類の変質が岩相により差異があるかどうかをX線解析で実施してみたが、特に変化は認められない。磁氣的性質については別章にて報告する。

本岩類の一部についてK-A法による絶対年代測定を行った。試料数が少く、また諸条件があり断定的には言えないが、本花崗岩類の生成は約480万年前の鮮新世と推定され、場合によっては中新世末期に遡ることも考えられる。

また本測定により、フォッサ・サラシナに近い花崗岩の年代測定値は最も若く、従ってフォッサ・サラシナ沿いの岩体は、最も侵入の中心に近かったため、冷却が遅れたが、もしくは最も新しい侵入岩体であるかの何れかである。

花崗岩体の分布が、本地域の主構造線方向に沿うこと、構造線に伴い岩相が変ること、及び絶対年代測定の結果の推定などの資料から勘案して、フォッサ・サラシナは花崗岩の侵入と密接な関係を有すると判断される。

4.3 変成岩類

4.3.1 片麻岩類

本地域において片麻岩類は花崗岩質のものが多く、産状、組織、構成鉱物より判断して片麻岩状花崗岩と見做され、花崗岩の項に記述した。

しかしながらソブ川上流部などには片麻岩（黒雲母角閃石片麻岩）が認められここに記述する。本岩は暗緑色ないし灰色を示す緻密な岩石で鏡下では石英、黒雲母、珪線石、角閃石よりなり角閃石相を示す低温低圧型変成岩に属する。調査箇所が、花崗岩との接触部のため、花崗岩による接触変質鉱物の生成（黒雲母、珪線石など）が推定され典型的な片麻岩ではない。しかしながら転石の分布から推定してソブ川上流部に広く分布することが考えられる。なお本岩について実施した絶対年代測定結果は花崗岩の項に述べた。

4.3.2 白雲母石英片岩

本岩はタワエリア地溝帯東部山岳地区を占め、地溝帯沿いに南北に分布するボソ帯の岩石である。走向はN15°~60°E、傾斜は一般にEであるが線構造は発達していない。

肉眼的には片状、微褶曲を示す緑白色の岩石で白雲母の多いため光沢を有する。

鏡下では石英と白雲母より成り、チタン石、硫化鉱物を少量含有する。

4.3.3 黒雲母片岩

ラリアン河中流トゥル付近を中心に見掛け巾10~20Km、延長30Km内外の分布を示す赤褐色ないし灰緑色の縞状構造を有する緻密質岩である。鏡下では、石英、斜長石（中性長石）よりなる優白色の縞と黒雲母を主とする優黒色の縞とに分かれ、他に磁鉄鉱、緑泥石、チタン石、燐灰石を随伴する。また正長石がみられることもある。

本岩を片麻岩とする意見もあり、また次項にのべる片岩類とは変成度を異にし、本岩の方が高度の変成を示している。

4.3.4 石英片岩，千枚岩類

本岩の分布は、バルー河左岸ロキロキ路付近，バルー河右岸シドンド（Sidondo）付近，トロ東方の東部山岳地区に広く，フォッサ・サラシナ沿いのカラングナ川分岐付近にも小分布を示す。

本岩は、一般に走向 $N 20^{\circ} E$ ないし W ，傾斜 $30^{\circ} E$ で本地域の主構造方向に沿い，何れの岩体も花崗岩中にルーペンダントをなしている。

岩種は多岐に亘り，また変成度からみて千枚岩と呼んだ方がよい所もあるが，一括して扱った。

変成相は主として緑泥石相であるが，一部には高温のため黒雲母がみられる所もあり，また緑簾石角閃石相に近い所もある。また花崗岩との接触部では，接触変成鉱物の生成や，ホルンフェルス化がみられる。一般に変成度は東部で高く，西部で低い。しかしながら全体としての変成度は低く，線構造は殆んど認められない。

トロ東方岩体およびフォッサ・サラシナ沿いの岩体は主として緑簾石緑泥石石英片岩，バルー河右岸岩体は黒雲母石英片岩，ロキロキ路にみられる岩体は絹雲母千枚岩より成る。

次に各岩種について記述する。

4.3.4.1 緑泥石石英片岩類

東部山岳岩体，フォッサ・サラシナ沿いの岩体の主体をなす他，他の岩体にも一部認められる。大別して絹雲母緑泥石石英片岩，緑簾石緑泥石石英片岩に二分される。

前者は肉眼上灰黒ないし灰白色の縞状構造を示し，鏡下では中ないし粗粒の石英粒，繊維状絹雲母，これら鉱物に伴なり緑泥石がみられ，炭酸塩鉱物，石英脈，硫化鉱物を随伴する。

後者は灰緑色で片状構造を示し一部では破碎構造を呈する。鏡下では一定方向に配列する石英，繊維状緑泥石，および粒状緑簾石より成る。随伴鉱物として炭酸塩鉱物，硫化鉱物がみられ，また一部では斜長石の含有，黒雲母の生成がみられる。

本岩は極めて低度の変成を示し，またロキロキ路にみられる以外にも，バルー河右岸シドンド岩体中にも一部分に認められる。

4.3.4.2 黒雲母石英片岩

本岩はバルー河右岸シドンド岩体の大半を占め，黒色を呈する。

鏡下では細粒の石英，黒雲母，斜長石より成り，これらの鉱物は定方向配列を示している。随伴鉱物として単斜輝石，硫化鉱物等を含み，花崗岩との接触部では緑簾石，角閃石なども認められる。

4.3.4.3 絹雲母千枚岩

本岩はロキロキ路にみられる岩体の主体をなし、黒色ないし暗緑色、千枚状構造の発達する脆弱な岩石である。

鏡下では石英、絹雲母、緑泥石よりなり、石英粒は細粗の縞模様を示している。またこの縞状構造には撓曲がみられる。

4.3.5. ホルンフェルス

花崗岩体の周辺部は一般に熱変質を蒙り、ホルンフェルス化が認められる。地表踏査結果では、粘板岩、片麻岩、石英片岩などにホルンフェルス化を認めた。

母岩により本岩の岩相は異なるが、粘板岩の場合、灰褐色ないし灰黒色の緻密岩質で、鏡下では石英、黒雲母より成り、他に緑泥石、斜長石、白雲母、硫化鉍物が認められる。また一部には珪線石、ざくろ石の形成を認めた。片麻岩の場合は既述の如く、珪線石、ざくろ石、黒雲母の生成を認めている。

ホルンフェルス化の範囲はまちまちで一概に言えない。

4.4 層序関係

本調査地域においては、花崗岩をはじめとする火成岩の分布、第四紀層の分布が広いため、堆積岩類が相対的に少く、かつその分布状況が部分的にしか把握されていないので、層序関係の解明は極めて困難である。また第三紀堆積岩層を除き、化石類の産出のないため時代の決定も、正しくはなし得ない。

得られた資料を基にして、推察した本調査地域の層序関係は下記のように考えられる。なお各層は現在みられる分布状況により、層名をつけたが、仮称にすぎず、今後調査の進展に伴い改めて行く必要がある。

4.4.1 ボソ結晶片岩

本地域東部に分布する白雲母石英片岩がこれに属し、ボソ帯を構成する層の一つである。本層はBrouwerによると、白雲母に富んだ結晶片岩で、東部に向うに従い、変成度を減じるとされており、時代についてはBemmelenの "The geology of Indonesia" の中では未詳としている。本岩は西縁をタワエリア地溝帯でよぎられ、本調査地域における分布のせまいこともあり、他岩、他層との関係は把握出来なかった。

4.4.2 ソブ川片麻岩

ソブ川上流部に分布する片麻岩がこれに属し、花崗岩体に囲まれ、ルーフペンダント状を示す。花崗岩質の所もみられ、また花崗岩体中に捕獲岩として見られることがしばしばあり、花崗岩進入に伴い影響を多く受けている。Egelerによる緑簾石-角閃石変成相・グラニュライ

ト相の変成岩が本岩に当たるものと推測される。Egeler は上記変成岩の時代を中生代の堆積岩より古く前期中生代または後期古生代より若くないとしており、ヘルシニア造山期の産物としているが、本地域の調査結果でも中生代と推測される粘板岩より更に時代は古いと判断される。

4.4.3 ラリアン河結晶片岩

ラリアン川中流，トウル付近を中心として発達する黒雲母片岩がこれに属し，一部は花崗岩体中に捕獲岩としても見られる。本岩は南部の粘板岩層と断層で接し，北部は花崗岩の進入を受けている。このため他層との累重関係は明らかでないが，変成度の高いことから，地質年代は古い公算で強い。Egeler は本岩を上記ソブ川片麻岩と同様に取扱っていると判断される。今回の調査でも，変成の時期は，ソブ川片麻岩と同様に取扱って不都合はないと考える。

4.4.4 ロンボ川結晶片岩

本岩は東部山岳地区中央部にみられる岩体の他，フォッサ・サラシナ沿いにも分布を示す。本岩は緑泥石石英片岩より成り，変成相は緑簾石角閃石相よりも，緑泥石相に入るものが多い。本岩は岩崗岩体に囲まれ，ルーフペンダント状をなし，他岩，他層との関係は不明である。本岩形成の時代を前述のソブ川片麻岩およびラリアン河結晶片岩と同一時期に扱うか，それとも後述するバルー河結晶片岩，千枚岩と同一に扱うかは，判断し難いが，変成度からみてより後者に近いと推測する。

4.4.5 バルー河結晶片岩，千枚岩類

本岩はバルー河の両岸に発達する絹雲母千枚岩，黒雲母石英片岩などよりなり，変成度が極めて低い。本岩体は花崗岩中にルーフペンダントをなし，他岩，他層との関係は不明である。

Bemmelen, Egeler によるティノンボ (Tinombo) 層に類似した岩相を示す部分もみられる。なおカロ川ぞいにみられる本岩を Bemmelem はティノンボ層としている。Egeler, de Roe-ver はボン，バルー両帯の変成岩を二区分し，新しい方を中生代の堆積岩類が変成しているため，中生代以降，少くとも一部は始新世と推測し，変成作用を花崗岩に関連ありとしている。

今回の調査においてみられる限りでは，本岩は上述のソブ川片麻岩，ラリアン河結晶片岩と同様に扱えず，中生代末期以降の変成と考えるのが妥当であろう。

4.4.6 カランガナ川層

本層は，カランガナ川よりラリアン河中流を通りリオ川にかけて分布し，粘板岩を主体とし，砂岩，凝灰岩，チャート等を挟在する。またマレイ川西岸にも分布する。カランガナ川付近に分布する本層は東部および南部で花崗岩，安山岩の進入を受け，北部ではラリアン河結晶片岩と断層で接し，またラリアン河下流部では第三紀層が本層を不整合におおっている。またマレイ川では東端をタワエリア地溝帯で区切られ西部は花崗岩の進入を受け，更に本層を粗粒玄武

岩が貫いている。本層の時代は花崗岩による変質を蒙っているため、花崗岩進入以前と考えられる。

本層は Bemmelen によるティノンボ層に類似した岩相もみられるが、正確に対比出来ず、中生代末期ないし第三紀の造構運動の影響を蒙っているため中生代堆積岩とするので妥当と考えられる。

4.4.7 ドダ層

本層は第三紀堆積岩類（砂岩、シルト岩、頁岩、礫岩）より成り、西部海岸地区、リオ川沿いおよびパルー川沿いなどに分布する。本層は Bemmelen によりマムジュードダ湾入と名付けられた第三紀海成層に対比される。しかしながら今の調査では、把握された区域が少いため層序の区分、正確な対比はなし得ない。本層は花崗岩等を不整合に被って分布することから、第三紀末期以降の堆積物と考えられ、一部は更新世に入ることが考えられる。本層にみられる化石が、この事実を裏付けている。なおタワエリア地溝帯北部にみられる本層類似層については、詳細不明である。

Witkamp はラリアン河中流のトビオラ (Touviora) 付近において、厚さ約 5,000 m に及ぶセレベスモラッセを認め礫岩、砂岩などより成るとしている。本岩については、現地調査を行っていないので、詳細な判断をし難く、ドダ層に含めた。

4.4.8 第四紀層

本層は、西部海岸地区、パルー河沿いおよびタワエリア地溝帯西部に分布し、洪積層および沖積層から成っている。分布は、タワエリア地溝帯において高地を占める他は、一般に低地を占め、前者が更新世、後者が現世と推定される。

4.4.9 花崗岩類

本岩類は、その分布する地域により中央山岳岩体 {ワウカラ (Waukara) 岩体} 東部山岳岩体 {ノキラ・ラキ (Nokila laki) 岩体}, リオ岩体, ラリアン河南西部岩体 {カロサ東 (K-rosa east) 岩体} に区分される。最後の岩体については現地踏査が行われていないため、詳細は不明であるが、他の三岩体については生成の時期はほぼ同一であり、岩相上、各岩体は特徴を持つものの、進入時による成分変化のためと考えられる。また本岩類は片麻岩質部を有し、古い地質時代の花崗岩などの捕獲が推定される。

本岩の進入期について Reyzer らは始新世以後 (パルー帯の花崗岩、内縁岩について) としており、また Brouwer は一部は少くとも始新世であるティノンボ層が、花崗岩により接触変質していると述べている。

今回の調査でも、本岩類はソブ川片麻岩、ラリアン河結晶片岩、ロンボ川結晶片岩、パルー河結晶片岩およびカラマンガナ川層を切っており、ドダ層に被覆されていること、絶対年代測定

結果より、中新世ないし鮮新世の進入と判断される。

4.4.1 0 ケンタレナイトおよび粗粒玄武岩

本岩類はカラマンガナ川層への貫入岩体であり、他層との関係は不明である。しかしながら、変質の程度などより考え次項と同じく花崗岩進入後の火成活動の産物と推測される。

4.4.1 1 斑励岩および超塩基性岩類

本岩類は花崗岩中に貫入しており、かつ、貫入方向が片麻岩状花崗岩の片理面にそっているのがみられることから花崗岩進入後の火成活動によるものであり、進入時期は第三紀最末期と推定される。

バルー河よりカロ川にかけてみられる斑励岩の分布は、資料に乏しいながらも NNW-SSE 方向を示しており、フォッサ・サラシナに平走している。従って本岩類の進入はフォッサ・サラシナに表現される造構運動と関係を有することが推測される。

なお本項および前項にのべた塩基性岩類について Bemmelen は特に言及していない。

4.4.1 2 安山岩類、石英安山岩類および流紋岩類

本岩類も、上記 10, 11 項に同じく、分布状況より判断して花崗岩進入後の火成活動によるものと思われる。特にフォッサ・サラシナ沿いに多く分布することから、これと密接な関係を有すると考えられる。

本岩の進入時期は、花崗岩への進入、産状から推測して鮮新世末期（一部更新世？）と思われる。

本岩類は Bemmelen による更新世？の酸性火山岩質バルブ（Barupu）凝灰岩類に対比されるものであろう。しかしながら、本岩類の噴出時期が第三紀末期なのか第四紀初頭なのかを判断することは、今回の資料ではなし得ず、またバルブ凝灰岩との対比も、標式地であるチャーレス（Charles）山脈とかけ離れており、正確といえない。

第5章 地質構造・地史

5.1 地質構造

5.1.1 一般構造

本調査地域の地質構造は次項にのべる二つの大きな断裂地溝帯すなわちフォッサ・サラシナ地溝帯，タワエリア地溝帯の方向に規制されている。前者は $N 20^{\circ} W - S 20^{\circ} E$ 方向，後者は $N - S$ 方向を示している。堆積岩および変成岩の分布は上記両方向にほぼ平行し，火成岩の進入も特にフォッサ・サラシナに密接な関係を有している。第三紀堆積岩類，および第四紀層は，地溝帯形成後の堆積であり，直接の関係を有しないが，これら地溝帯により形成された低地を埋め堆積したり，地溝帯を流下する河川により形成された部分があり，間接的に関係を持っている。

粘板岩，結晶片岩類および片麻岩類は一般に $N 20^{\circ} W \sim N 20^{\circ} E$ 方向， $45^{\circ} W$ の傾斜を示し，花崗岩に対しルーペンダントをなす。走向変化，局所的な向背斜が認められ，これらは花崗岩進入による擾乱を表現していると推察される。片岩類においては，大規模もしくは激しい褶曲構造は認められず，また低変成のため線構造の発達は極めて不良である。

火成岩の進入については，地質の項で述べた如く，花崗岩，安山岩類，一部の石英安山岩類および流紋岩類はフォッサ・サラシナに密接な関係を有し，本構造線ぞいの進入，噴出が予測される。塩基性岩類については，一部を除き構造線との関係を把握し難い。

第三紀堆積岩層，および第四紀層はほぼ平坦な傾斜を示している。両層の堆積までに本地域の造構運動は完了し，両層はこの結果生じた凹地をうめて堆積している。本層堆積以降多少の昇降運動はあったにせよ，大規模な地層の動きはみられない。

5.1.2 断 層

本調査地域には前述のタワエリア地溝帯，フォッサ・サラシナ地溝帯を形成する大きな断層と，これらに平走，斜交，直交する断層群が認められる。

タワエリア地溝帯を形成する断層（中央構造線と呼称する）は現地調査では直接確認されていないが，地層の分布状況から推測して本調査地域の東端部，タワエリア川からマレイ川沿いに $N - S$ 方向をなすと考えられる。なお本断層は写真地質上一直線ではなく幾つかの屈曲する断層の連鎖として表現されている。

フォッサ・サラシナ地溝帯を形成する断層（バルー断層と呼称する）も現地調査では直接認められないが，バルー川沿いの地層，岩石が破砕されていること，地形が断層地形を呈することにより，その存在が推定される。本断層の走向は $N 20^{\circ} W - S 20^{\circ} E$ で上記タワエリア地溝帯と斜交するが，交る点が本地域から外れており，両者の関係は知り難い。本断層は写真地質

上数本の平行断層群より成り、これら断層群に囲まれて、地溝帯が形成されている。

なお上記両断層は、落差等移動量を判断し難い。この理由は本調査地域においては、花崗岩底盤のため、移動量を判断する適当な鍵層に乏しいことである。

花崗岩の分布が、地溝帯の両側で異なること、地溝帯に沿い火山岩の噴出が著るしいこと、ドマ層が地溝帯を被覆することから推測し、これら地溝帯は花崗岩進入後、安山岩類などの火山岩の噴出時期を通じて形成されたと考えられる。種々の火成活動がこれら地溝帯に密接に関係していることから、形成の期間は長期に互ると推測される。

上記二断層は数百キロメートルの延長を有するが、これに対し数十キロメートル以下の断層群が本調査地域に認められる。これらの断層は地表踏査で確認されたもの、例えばラリアン河中流バンガイバを通るNNE-SW方向の断層もあるが、写真地質解析の結果推定されたものが多い。

これらの断層の方向は不規則であるが、いずれもバルー断層、中央構造線を切っていない。また花崗岩中に見られることから上記地溝帯形成時に、主断層と共役的に形成されたものと判断される。

本調査地域には褶曲構造は殆んど認められず、僅かに粘板岩中に小規模の向背斜構造を見掛けるのみである。この理由は、本地域に非火成岩の少いことに加えて、調査精度が低いためである。

5.2 地 史

本調査地域の地質が、鮮新世の花崗岩以降の時代のものが優勢のため、地質構造の発達過程を述べることは極めて困難である。得られた諸資料から推定した結果は次の通りであるが、再検討の余地が多い。

本地域の基盤をなすのは結晶片岩類、片麻岩で、その形成の時期は中生代以前と言われている。

基盤岩類に直接しカラマンガナ川層が不整合をなし堆積した。この時期は正確に決定出来ないが、周辺地域の状況などから推定し白亜紀と思われる。

新第三紀、おそらく中新世末期に本地域全体に大規模な造構運動が生じ、セレベス造山運動と呼称されている。この結果はほぼN-S方向の構造線群としてみられる。造構運動と共に火成活動が盛んになり、中新世末期～鮮新世にかけて花崗岩底盤の進入が行なわれた。進入の中心の一つはフォッサ・サラシナである。この進入運動により基盤岩類、粘板岩の一部は花崗岩体中にルーフベンダントをなしている。

上記構造線群の形成は長期に互り第三紀末期に完成し、現在みられるフォッサ・サラシナ地

溝帯，タワエリア地溝帯をなした。形成の末期にケンタレナイト，超塩基性岩，斑斕岩，粗粒玄武岩の貫入があり，また安山岩類，石英安山岩類，流紋岩類の噴出，貫入が行なわれた。

地溝帯形成により生じた凹地部には堆積岩類が形成された。また現在みられる河川の一部，リンドウ湖などはこの凹地部に見られるものである。

第四紀に入り本地域には昇降運動がみられるが，火山活動は認められていない。

第6章 応用地質

スラウエン島における鉄床は、コロノダル帯にみられる超塩基性岩中に伴うニッケル、クロム、鉄鉄床が最も有名である。

ブルー帯、ポソ帯においては銅、鉛、亜鉛、金、硫化鉄鉄床の分布が知られ、その数は多いが、大規模な鉄床はまだ把握されていない。

また第三紀層には石油、天然ガスの胚胎が知られているが、従来までの稼行状況は小規模なものに終わっている。

本調査地域には、既知の大鉄床は認められないが、ブルー帯、ポソ帯の地質のため、銅、鉛、亜鉛、金、硫化鉄鉄床の賦存が期待された。

しかしながら今回の調査では多少の鉄徴を把握したものの、大鉄床の発見には至っていない。本調査地域は、第四紀層等新しい時代の地層の被覆が多く、また露出も限られており、一方人口稀薄のため、鉄床に関する情報に乏しい。従って短日時の調査では鉄床賦存の可否を精査することは至難の業であり、更に長期間、多種の方法による調査を必要とされる。

6.1 母岩の変質

本調査地域の変質は一般に微弱である。各岩石の変質を現地における肉眼観察、顕微鏡観察、X線解析により検討した結果、次の各種変質が認められた。

6.1.1 緑泥石化

本変質は第三紀堆積岩類、粘板岩、花崗岩、火山岩類など広範囲に互り、通常有色鉄物を交代して緑泥石の生成がみられる。また特定の岩種、構造線との遠近などに関係なく本調査地域のいずれの場所にもみられる。しかしながら変質の程度は低く、量的にも少ない。

6.1.2 絹雲母化

本変質も、緑泥石化と同じく一般的に認められる。検鏡、X線解析結果では第三紀堆積岩、ラリアン河中流バンガイバ付近の粘板岩中、リオ川付近の頁岩中、中央山岳地帯の花崗岩中、ソブ川上流部の花崗岩、ホルンフェルス中など分布は広い。しかしながら殆んどの場合、初生鉄物の二次的変質物として部分的に認められるのみで、量的に少く、変質度も低い。

6.1.3 カオリン化

本変質も中央山岳地帯の緑泥片岩中、ブルー河下流バルアセ付近の花崗岩中、ソブ川下流ボラ東方の花崗岩中、ソブ川上流の片麻岩中、マレイ川東方の白雲母石英片岩中にみられるように広く分布している。通常粘土鉄物として局部的に存在し、量も少ない。

6.1.4 炭酸塩化

ラリアン河中流バンガイバ付近の粘板岩中、パルー河両岸の花崗岩、花崗閃緑岩中、緑泥石石英片岩および千枚岩類中などに広く分布している。ふつう鏡下でみられる程度の細脈を形成するくらいで、量が少く、変質程度は極めて微弱である。

6.1.5 褐鉄鉍化

本地域の気候風土を反映して褐鉄鉍化は表層においてしばしばみられ、岩石でも特に第三紀層の礫岩など脆弱な岩石に認められた。しかしながら、本作用も程度は低いものである。

以上の他には、ろう石化、ハロイサイト化、モンモリロナイト化、沸石化などは確認されていない。次に鉍化作用に関係のある変質について述べる。

6.1.6 ホルンフェルス化

花崗岩による接触部の変質は、ソブ川上流部の如く硅線石、ざくろ石を生じ、高温変成相を示している。しかしながら本変質帯の分布範囲は、今回調査では明らかでない。

6.1.7 スカルン化

ラリアン河中流部トゥル付近で採取した石灰岩は、花崗岩からの距離が遠いとは言え余り変質をうけておらず、スカルン化は全くみられない。

6.2 金属鉍床および鉍化帯

本調査地域における今回の調査で認められた鉍化作用は次の通りである。

6.2.1 黄鉄鉍鉍染

本地域の各岩石には硫化物の存在が鏡下で認められる。これらの多くは黄鉄鉍で、自、他形をなし1ミリメートル以下の細粒として岩石中に散在する。脈状、塊状をなさず、周辺鉍物に変質を全く与えていないこと、本地域において変質作用が一般に微弱なこと、分布が一般的であり、特定箇所には集まらずかつ量が少いことから推定して初生的な生成が推定され、量的にみて、また品位的にみて鉍床として取扱いに至らない。

6.2.2 ソブ川流域の鉍染帯

ソブ川上流部のソブ川、トンゴア川分岐点付近において、花崗岩、片麻岩接触部、特に花崗岩及び、接触変質を蒙ったホルンフェルス中に硫化物鉍染が認められる。本試料を湿式分析した結果は付表に掲げたが、品位は不良である。

検鏡の結果では、黄鉄鉍、黄銅鉍の他、輝モリブデン鉍が微量確かめられた。

本鉍染帯の分布は東西に1 Km以上、またリンドウ湖が東部で、同質の転石を確認していることから、南北に1.5 Kmの範囲が推定される。品位的にみて今回の調査結果からは稼行をうんぬん出来るものではないが、花崗岩中の鉍染状鉍であることから推して、規模が大きくなること

も予想さる。

6.2.3 カランガナ川マセオ付近の鉍染帯

粘板岩中に粘土を伴う脈状鉍染帯がみられる。鉍床は黄鉄鉍を主とし、黄銅鉍、内亜鉛鉍を随伴する。脈石鉍物は緑泥石、絹雲母などで、規模は巾1 m前後、 $N5^{\circ}E, 50^{\circ}W$ の走向傾斜をもつ。分析結果では、ソブ川上流部鉍染帯より品位的には良好であるが、規模に見るべきものがなく、また稼行出来るような品位ではない。本鉍床は花崗岩の後火成作用による裂か交填型熱水鉍床と推測され、この型の鉍床は、本地域周辺に更に発見されることが期待される。

6.2.4 カランガナ川バナス付近のラテライト

本鉍床は、黒雲母安山岩のラテライト化したものと考えられ赤褐色を示す土壌である。付近住民の話ではこのような土壌は所々に見受けられるところである。しかしながら規模が小さく、また本地域に塩基性火成岩の少いこと、地形の急峻なため現地残留鉍床の形成が難しいなどの理由から、本地域でのラテライト鉍床の発展は期待薄である。

6.2.5 ラリアン河トゥル付近の白雲母脈

黒雲母片岩中に、その層理に平行して、石英脈の進入がみられ、白雲母を含有する。石英脈の巾は5~10 cm、白雲母は板状、塊状をなして1~2 cmの巾で分布する。母岩は黒雲母石英片岩で、黒雲母は一部緑泥石に変質している。また白雲母鉍床には斜長石を随伴するのを認めた。本鉍床はかつて探鉍、稼行されたとの付近住民の話であるが、規模、品位に見るべきものはない。本鉍床は花崗岩進入に伴うペグマタイト型鉍床と解される。

本調査地域には上述の鉍床しか認められなかったが、本地域外南部にはサンカロビー鉍山を始め、金銀銅鉍山が認められ、また北部のバルー周辺にも鉍床の存在が知られる。今回の調査時に知りえたバルー市周辺の鉍床について次に記す。

6.2.6 ウェウラ (Uwewla) 付近の鉛亜鉛脈

バルー市の西北西約10 kmに位置し、ウェウラ川の右岸、標高290 mの所にある。花崗岩中に30-80 cmの剪断脈をなす。脈の走向は $N40^{\circ}-50^{\circ}W$ 、傾斜 $15^{\circ}-30^{\circ}SW$ で、走向方向に7 m追跡される。鉍石鉍物は、主としてパッチ状の方鉛鉍よりなる。脈石は粘土鉍物、石英などである。本鉍床は花崗岩進入後生じた圧砕帯ぞいの熱水性鉍化作用と判断される。

6.2.7 ワニ (Wani) における鉍染銅鉍床

本鉍床から採取されたポーフィリー銅状鉍石は中部スラウエシ州庁の標本棚に展示してある。本鉍床は、バルー湾の東岸、タワエリ (Tawaeli) から10 kmのワニ付近の小川の左岸標高350 mの所に位置している。本鉍床に至る交通は、タワエリからワニまで国道ぞいに車により、ワニから2 kmまでは悪路をジープにより、それ以遠は軸道や小川ぞいに徒歩による。タワエリア帯またはこれに平行する断層帯が本地域近傍に位置すると推測される。

ワニ部落東方の丘陵地帯から本鉛床の40m手前まで、肉眼上鮮新世ぐらいの時代と思われる脆弱な泥岩が連続している。泥岩は鉛床母岩である細粒閃緑岩を覆っている。閃緑岩は小川ぞいに30-40mに互り粘土化を受けている。本粘土帯に黄鉄鉛を含む硅化岩塊が観察された。変質帯の南端の露頭において閃緑岩はN40°E走向、35°NWの傾斜をもって、変質した堆積岩により境されている。本変質帯において、肉眼上黄銅鉛は認められない。鉛化作用が黄鉄鉛化以外みられぬこと、変質帯の規模が巾5m、延長40-50m程度の小規模であるため、探鉛上本鉛床は価値に乏しい。

6.2.8 サウム・パリギ (Saum Parigi) 銅鉛脈

本鉛床はパルーより南西7.5kmのサウム・パリギに位置し、調査地域の北端より約4km北である。地質上本地域はフォッサ・サラシナの西部にある。粘板岩が主要岩種で、部分的に千枚岩がみられる。鉛石は脈巾5mmぐらいの黄銅鉛、孔雀鉛を含む転石がみられるのみである。露頭がみられず転石の数も多くないため、本鉛床の価値判断は今回調査では不可能である。なお本鉛床はフォッサ・サラシナの西部で認められた唯一の鉛床である。

6.3 石油および天然ガス鉛床

本地域の西海岸地区、ラリアン河河口北部には油徴が認められる。今回の調査では詳細は知りえなかったが、既存資料によると、1900年代初頭に本地域において試錐探鉛が行われ、若干の天然ガス、石油の産出があったとされている。

本地域からカリマンタン (Kalimantan) にかけては第三紀含油層の発達が予想され、現在カリマンタン側において探鉛活動が行われており、その成否如何では本地域および本地域西部マカツサル海大陸棚における石油資源の探鉛が注目を浴びるものと考えられる。しかしながら今回の調査地域では、第三紀層は鮮新世の堆積物であり、調査結果からは含油層の存在を認めがたかった。

6.4 温泉

調査地域内の数ヶ所に温泉の湧出が認められ、また住民の情報から他にも存在が予想される。今回の調査で認認したのは

ベバトゥア川トロ付近

ラリアン河バダ南方

ソブ川上流 (2ヶ所)

ガランガナ川マセオ付近

であった。これらは温泉40°以上、単純泉～硫化泉で、一部に硫化物の沈澱を認めた。本温泉は

花崗岩地帯に分布し，花崗岩のクラックからの湧出が予測され，また地質構造上断層帯周辺にみられること，周辺に火山の認められぬことから推定して，断層性の温泉と解される。

第7章 写真地質解析

今回の調査では地表調査に平行して写真地質調査を行ない本地域の総合的な地質状況の把握に努めた。

写真地質調査の方法は、現地において地表踏査以前に予備解析を行ない、地表調査中は予備解析結果との対比を絶えず実施し、更に日本において精密解析を行った。精密解析に際しては、地表地質班と精密解析班との間に幾度も検討会を持ち、意見の交換、修正を行った。

7.1 地形概要の解析

本地域の地形は、第三紀堆積岩層、第四紀層、および断層、地溝帯をよく反映している。また他の岩石類のうち、粘板岩、結晶片岩、花崗岩により地形の異なるのを読みとることが出来る。しかしながら地形の形成は地質のみを反映せず、本地域が熱帯多雨林型気候に属するためもあり、一層、気候による影響が大きい。

7.2 地質分布の解析

本地域の地層、岩石は第四紀層、第三紀堆積岩類、安山岩などの貫入岩体中大規模なものを除いて、写真地質上判読の難しい場合が多い。この理由は露岩の不良であること、気候の影響、岩石自体の区分が難しい（例えば片岩と片麻岩）などであり、このため現地踏査による岩石名を写真地質解析では引用している。

7.2.1 ボソ帯の白雲母片岩類 (S₁)

本岩類の分布する地域がなだらかな地形を呈しているのは岩石自体が脆弱質であることが主であると推定される。しかしながら本岩類の分布地域に対する地表踏査密度の低いため、ボソ帯を構成する岩石についての詳細は不明である。

またタワエリア地溝帯は、余り明白な形で表われていないが、この理由は、一つには第四紀層に被覆された部分が多いことが挙げられる。地溝の定義からすれば典型的とは言い難いが、第四紀層がタワエリア地溝帯およびその西側に、南北方向に分布することから、地形上の凹地帯が推定され、それを広いいみで地溝と呼称したことも考えられる。

7.2.2 パルー帯の黒雲母片岩類 (S₂)

本岩類はロンボ川の岩体を除いて他岩と識別しにくいとしている。この理由は花崗岩と互層状の分布をなし岩体が小さいため識別が難しい、および花崗岩中に片麻岩質部が存在するなどを挙げる事が出来る。

7.2.3 片麻岩または片麻岩質花崗岩 (G_n)

本岩のうちラリアン河トウルにみられる岩体は第4章において黒雲母片岩としたものである。

本岩には特筆すべき写真地質上の特徴がみられないと記述されているので、本岩について写真地質上区分することは困難であろう。事実東部山岳地区にみられる花崗岩は片麻状組織を示し、本岩と見誤る場合が多いのである。また前項の黒雲母片岩類も一部を除き写真地質上の特徴を示していないと述べてある通り、本岩と片岩、さらに一部粘板岩（特にラリアン河中流部で片状組織を示す部分）との区分は本地域では極めて困難ないし不可能と考えられる。

なお写真地質報告書中フォッサ・サラシナ沿いの岩体南半部で写真地質上流紋岩の分布を推定していると述べてあるが、これが事実ならば本岩は流紋岩とも類似した写真地質上の特徴を持つと言える。

7.2.4 粘板岩 (SI)

本岩のうち、バサンカユ川上流部（リオ川）に分布するものは岩相の識別が困難としている。この理由としては粘板岩の変質、分布範囲の複雑さ、リオ川東部ロキロキ路に沿いみられる千枚岩との識別の困難さが原因ではないかと考えられる。

なおホルンフェルスは写真地質解析では把握されていない。この理由は植生によると思われる。

なお断層接触、不整合関係については地質構造解析の項でふれる。

7.2.5 花崗岩質岩石ⅠおよびⅡ (G₁, G₂)

写真地質報告書に述べているG₁, G₂の区分は、地表調査班も現地踏査前の写真解析においても差のあることを認めたが、現地において全く同一岩石であることを確認している。写真地質報告書に述べているように、G₁, G₂の分布は地形的に高低の差が認められ、これに伴う侵蝕過程の差と推定される。また片麻岩質花崗岩との分帯は現地では困難でむしろ写真地質解析結果を期待したぐらいである。花崗岩と花崗閃緑岩、閃緑岩との区分は、これらの岩石が同一岩体における成分変化により生成しており、産状も全く同じであり、区分出来なくて当然である。

7.2.6 花崗岩質岩石Ⅲ (G₃)

本岩については地表踏査を行っていないため、詳細は不明であるが、カロ川における転石の状況からみて花崗岩と推定される。

7.2.7 岩脈類 (Dy)および粗粒玄武岩 (D₀)

まとまった規模をなす粗粒玄武岩を写真地質上同定出来ないのは、塩基性岩のため周辺岩と同程度に風化をうけやすく、このため識別が難しいと推定される。

7.2.8 火山岩 I および II (V₁, V₂)

本岩はフォッサ・サラソナ形成の最終期における噴出物であり、第三紀堆積岩層、第四紀層を除いては最も若い地質年代のものである。しかし噴出箇所が地溝帯周辺であること、岩質脆弱なこと、規模の小さなことなどにより侵蝕を受け易く、一部地域の写真の判読を困難にしている。またフォッサ・サラソナ沿いの火山岩には火山砕屑岩の他に安山岩、石英安山岩などの岩脈が広く分布している。

7.2.9 火山岩 III および IV (V₃, V₄)

本岩については地表踏査がなされておらず詳細な解析は不可能である。しかしながら写真地質報告書および空中磁気探査の結果から推定して安山岩ないし流紋岩質の火山岩および火山砕屑岩が推定され、一部に頁岩など堆積岩の分布があるかもしれない。

7.2.10 火山岩 V (V₅)

本岩は熔岩状のところと、貫入岩状のところがあり火山砕屑岩を全く伴っていない。本岩のごとき火山岩が下部で貫入岩、上部で熔岩になる例は普遍的にみられ、熔岩、岩脈の区分が必ずしも判然としない場合も多い。

なお火山岩体の境界の明瞭、不明瞭の差は、種々の原因があり一義的に断じ得ない。

7.2.11 第三紀層 I (T₁)

本層は中世代と推定される粘板岩層であり、次項以下とは時代を異にしている。本層に関する写真地質報告書中の問題点は主に地質構造について触れたものであり、地質構造の項で触れる。なお Brouwer らの報告しているタワエリア地溝帯東縁部でボン帯結晶片岩類の上に不整合に分布する礫岩、砂岩、粘土質岩については、地表調査密度の低いため存在の有無は不明である。

7.2.12 第三紀層 II および III (T₂, T₃)

写真地質報告書の問題点中 G₁ と T₂ との関係は T₂ が G₁ を不整合におよっていることが推定され、断層や貫入の関係で接するのではないと思われる。理由は地質構造の項に記述する。

7.2.13 第三紀層 IV, V, VI, および VII (T₄, T₅, T₆, T₇)

本層と花崗岩との関係は不整合と解される。

7.2.14 湖成堆積物 I および II, 扇状地および段丘堆積物 I および II, 崖錐堆積物, 沖積層 (L₁, L₂, F₁, F₂, T_a, A₁)

本地層について、問題のある所を踏査していないため、詳細な解析は出来ない。

7.3 地質構造の解析

7.3.1 断層接触, 不整合関係について

写真地質報告書中地質分布の項に断層接触と表現される所があるが、この中には正しく断層で接触する場合と、見掛け上接触部が直線をなす場合がある。例えばラリアン河中流部における粘板岩と黒雲母片岩（写真地質報告書では片麻岩）との関係は前者、また花崗岩と第三紀堆積岩との関係は後者である。後者の場合花崗岩進入時又は以後の構造運動により生じた地形上の凹地に第三紀層が堆積した場合、および進入岩体（底盤）の境界が不規則な場合一見断層の如くみえるのである。

7.3.2 中央構造線およびタワエリア地溝帯について

写真地質報告書では中央構造線の位置をマレイ川に置いてある。マレイ川を境とし、地質上ボソ帯の結晶片岩とバルー帯の粘板岩が分布することから上記は理解出来ることである。しかしながら、写真地質報告書で指摘していることは、中央構造線の位置のずれだけであり、これだけでは特に地質構造上大きな問題かどうか疑問である。なお地溝堆積物とされているT₁は粘板岩であり、またミロナイトの存在は今回の調査では確認されていない。

7.3.3 フォッサ・サラシナについて

写真地質報告書に述べてある如く、フォッサ・サラシナによる構造運動については現在の資料からは詳細を推定することは困難である。

7.4 鈳床・鈳化帯・変質帯の解析

写真地質報告書においては本項については詳しい記載が無い。本地域が厚い森林に覆われているため実際には、鈳床、鈳化帯、変質帯を把握することは困難と思われる。また南スラウエシに見られるような規模の大きな含ニッケルラテライト鈳床などは、写真地質上は本地域には期待薄と言えよう。

第8章 空中磁探解析

8.1 岩石の磁性

本地域内における地表岩石の磁性測定結果が、直ちに空中磁探における高異常に結びつくことは、直接的にはありえない。高異常は岩石の磁性鉱物の量のほか、岩石自体の質量、分布状況により左右され、また地表における試料の採取が直ちにその岩種の標準となるかどうかとも疑問である。しかしながら、高異常解析時の重要な参考資料になることは明らかであり、野外踏査時および室内作業時に帯磁率を測定した。この結果、本地域において磁性を示したのは

1. 安山岩類, 粗粒玄武岩, ケンタレナイト, 斑斕岩などの塩基性火成岩
2. 角閃石花崗岩 (リオ岩体)
3. 角閃石黒雲母花崗岩, 黒雲母花崗岩の一部
4. 粘板岩層中に挟在する凝灰岩, チャートなど
5. ホルンフェルス化した片麻岩および結晶片岩の一部
6. トダ層砂岩

であり、このうち安山岩類が $2,000 \times 10^{-6} \text{ e} \cdot \text{m} \cdot \text{u}$ 、粗粒玄武岩が $1,000 \times 10^{-6} \text{ e} \cdot \text{m} \cdot \text{u}$ 、ケンタレナイト、斑斕岩が $700 \times 10^{-6} \text{ e} \cdot \text{m} \cdot \text{u}$ 、花崗岩の一部には $600 \sim 800 \times 10^{-6} \text{ e} \cdot \text{m} \cdot \text{u}$ 、結晶片岩の一部には $1,700 \times 10^{-6} \text{ e} \cdot \text{m} \cdot \text{u}$ を示す部分がみられホルンフェルスは $100 \sim 200 \times 10^{-6} \text{ e} \cdot \text{m} \cdot \text{u}$ の比帯磁率を示している。

注目すべきことは、花崗岩に強い磁性を示す部分がみられることであり、本地域における強磁性体岩石としては、分布状況も考慮して、塩基性火成岩および花崗岩が第一挙げられる。しかしながら、ほとんどすべての地層、岩種に磁性がみられ、また各岩石の比帯磁率の値が接近したり、重なっていることは、磁探結果の解析上困難な問題の一つである。

8.2 高異常の解析

写真地質報告書中に総括されている異常値を表出し地質上の検討を行った結果を次に記す。

8.2.1 超塩基性岩

空中磁探にて超塩基性岩としている強磁性体は地質上次のように考えられる。

№	位置	空中磁探解析	地質解析
UB1 ($\mu 2$)	リオ	超塩基性岩	花崗岩
UB2 ($\mu 5,6$)	バンガイバ北部	同上	花崗岩の可能性がよい
UB3 ($\mu 18a$)	クラツイ	同上	安山岩?
UB4 ($\mu 31$)	シウオギ (Siwogi)	同上	不明

No	位置	空中磁探解析	地質解析
UB 5 (mu15)	トロ	超塩基性岩	花崗岩又は結晶片岩
UB 6 (mu24)	カンテウ	同上	ケンタレナイト
(mu24a)	コジャ (Kodja)	同上	ケンタレナイト
(mu26)	カンテウ南西部	同上	不明
UB 7 (mu34)	モラ (Mora)	同上	不明
UB 8 (mu28a)	カラマンタ	同上	安山岩
UB 9 (mu22)	アウ (Au)	同上	花崗岩
UB10 (mu19)	パダ	同上	粗粒玄武岩
UB11 (?)	トリレ (Torire)	同上	不明

以上の結果からはいずれが正しいとも言えないが、本地域には超塩基性岩が磁探の異常帯に分布する公算は非常に薄いと考える。この理由は、直接には今回の調査で超塩基性岩の分布が極めて限られ、産状からみて、大規模なものに発展する可能性が考えられないことである。また本地域外のバルー帯にも超塩基性岩の広い分布は認められていない。更に超塩基性岩が、鮮新世の花崗岩の活動以後に大規模な分布を示すところは、少なくとも本地域周辺部には見当たらない。従って、他の火山岩ないし花崗岩とするのが妥当と考える。

8.2.2 片麻岩ないし角閃岩帯

本異常帯は、地表踏査結果では主として花崗岩帯に属し他に片麻岩、黒雲母石英片岩などが分布している。片麻岩は本異常帯のごく一部を占めるに過ぎず、また他に大規模な塩基性火成岩もみられぬ点からみて、本異常も花崗岩による公算が強い。

8.2.3 タワエリア地溝帯

本地溝帯において南北方向の火山岩の分布がみられる。本地域の地表踏査密度の足りぬ点もあるといえ、この様に広い火山岩の分布は地表では想定されず、また地溝帯堆積物が強磁性を有するとも考えにくい。本地溝帯の場合、第四紀層など新期堆積物の被覆が多いため、地下に潜在する塩基性火山岩あるいは花崗岩が高異常帯として表現されていると考えられる。

8.3 地質構造解析

空中磁探の結果、地質構造上明白に表現されている構造帯は

1. フォッサ・サラシナ
2. タワエリア地溝帯
3. ドダ層東域部の断層群
4. 上記三つの構造線に斜交、平走する断層群（小断層群）

である。このうち4の小断層群については、地表踏査、写真地質判読結果と合致する場合もあり、そうでない場合もある。この大きな原因の一つに、地表調査、写真地質、空中磁探で用いる断層という語自体が各々ニュアンスを異にすることが挙げられる。すなわち、地表調査の場合、地層の転移が明確であることが必要であるのに対し、写真地質の場合、フォト・リニアメントによる判断をもとにし、また空中磁探の場合、磁気異常体の分布の不連続線を基にするからである。従って磁氣的に同一のポテンシャルをもつ岩体の移動は把握出来ず、逆に磁力線傾度の大きな所では、たとえ断層がなくても断層と判断する可能性がある。本地域の場合、これら小断層群については、それらが何れの地区にも認められ、かつ主要構造線を切っていないところから、主要構造線に共役的な断層群と判断される。しかしながらタワエリア地溝帯をよぎる断層については、タワエリア地溝帯の形成が他より早期のためか、またはこのような地溝帯後の断層が判読の誤りによるのか定め難い。ドタ層東縁部の断層群は、フォッサ・サラシナ、タワエリア地溝帯と異なり不連続性を有し、花崗岩底盤の不規則な分布を表現するか、もしくは局地的な花崗岩体の断層による転移を表わすものと解される。フォッサ・サラシナおよびタワエリア地溝帯については、Bemmelenなどが想定した結果にほぼ一致し、また今回の地表踏査の結果にも合致する。特に写真地質上判読が難しかったタワエリア地溝帯が明白に把握されているのが注目される。

8.4 金属鉱床探鉱について

空中磁探報告書は金属鉱床探鉱のための条件として、超塩基性岩類の進入、蛇紋岩化を伴う変質帯の存在、タワエリア地溝帯に表現される断層、剪断帯を挙げている。確かに超塩基性岩の分布が地表にあり蛇紋岩化がみられる場合、ニッケル鉱床の可能性は高いと考えられる。

しかしながら、本地域の場合、高異常帯が直接超塩基性岩類に結びつかず、また仮に結びついたにしても、超塩基性岩類が鉱床そのものではない。一方磁性を全く有しない岩種、岩体に伴う鉱床も数多く存在するのである。ここに鉱床探査の難しい問題があるのであるが、今回の調査では本地域の磁氣的異常帯が明白に把握出来、その結果が今後の探鉱の基礎資料として有用なものであると判断する。

なお今後の本地域における物理探鉱方法については第10章に詳述するが、ヘリボーンEM方法は本地域の探鉱に適応性が高いと考える。

第9章 有望地域撰択

本調査地域から鉱床胚胎の有望地域を撰択するに際し、判断の資料としたのは今回の調査結果が主である。従って他の調査方法を採った場合、また調査の精度を高めた場合、判断が異なることは十分考えられるところである。本調査地域の如く、既存資料、文献に乏しく、また既稜行鉱床の無い場合今後の調査により、地域の有望度評価が異なることは銘記せねばならない。また有望度は、調査地域内においての相対的な比較であり、他地域との比較ではない。何故なら本地域についての資料が未だ不十分であるからである。

以上の前提条件のもとに、本調査地域における有望箇所を検討した。

9.1 本地域にみられる岩石、火成活動と鉱床

本地域の約半分の地域に分布する花崗岩類は、ペグマタイト型鉱床、ボーファイリー・銅型鉱床の母岩であり、また本岩類の進入に伴う火成作用は多種の鉱脈型鉱床の形成に関与した。従って本地域に鉱床が存在するとすれば、本岩類に関係あることが第一に考えられる。

ペグマタイト型鉱床は本地域では鉱床の項に述べた白雲母脈がこれに該当するものであるが、本調査地域では他にも存在が予想される。しかしパルー河西岸の花崗岩体の如く巨晶を示す部分はしばしば認められるが何れも不毛であり、また脈状、または晶洞状ペグマタイトは認められず、今回の調査では地表におけるペグマタイト鉱床の存在には否定的要素が多い。

本岩が中新世の花崗岩であるとすれば、本岩の延長はフィリピン以北にみられる花崗岩と類似と判断され、フィリピンに見られる如くボーファイリー・銅型鉱床の胚胎は有望である。しかし、本地域の花崗岩は時代的にはフィリピンの花崗岩に比べやや若いので、類似性に多少の疑問が残る。ソブ川における鉱染帯は本型鉱床の存在を示唆する可能性が十分あるが、確実とは言えない。

本岩進入時の火成作用による気成鉱床、接触交代鉱床は十分考えられるものの今回の調査では鉱徴を認めていない。前者鉱床については、これに伴う諸変質作用、すなわちグライゼン化、電気石化の認められぬこと、後者鉱床については本地域に石炭岩など炭酸塩質岩石に乏しいこと、およびスカン化の認められぬために両型鉱床共存在については否定的要素が多い。

熱水型鉱床はパルー帯、ボソ帯共他地域でその存在が多く認められており、また一般的に花崗岩周辺部に認められるものである。特に金銀などの貴金属鉱床、銅鉛亜鉛など卑金属鉱床が本地域にみられるような花崗岩にしばしば見受けられる。本地域における今回の調査では有望な鉱徴の把握には至らなかったが、前述のボーファイリー・銅型鉱床と共に本地域において存在が有望視される型の鉱床である。

またスラウスン島が超塩基性岩類に伴うニッケル、クロームなどの鉱床で著名であることから、本地域においてもこれら鉱床の存在が期待されたが、本地域において超塩基性岩が殆んど存在しないため、本型鉱床の存在は期待薄である。

安山岩、石英安山岩など火山岩類に伴う火山底鉱床および火山性鉱床は、世界諸地域で一般に広い分布を示し、本地域においても存在を全く否定することは出来ない。しかしながら本地域においては、火山岩類自体の分布が限られており、かつ小規模のため、本型鉱床の存在は少くとも大規模に期待し難い。

粘板岩等堆積岩中におけるマンガン、鉄、アルミニウムなどの鉱層は存在を考え得る。しかしながら、本地域においては鉱徴を把握していない。これら鉱層の発達が生層堆積岩に多いこと、マンガン鉱床に通常伴うチャートの分布が本地域に少いことなど鉱床存在に否定的な要素もみられる。

また西海岸地区などにみられる第三紀堆積岩層および第四紀層には漂砂鉱床の存在が考えられる。しかしながら本地区の調査が殆んど行われていないため、存在の有無について判断を下すことは出来ない。また本型鉱床についての有望な情報は今回調査では得られなかった。

変成岩とくに結晶片岩中には層状含銅硫化鉄鉱床、片岩式鉄鉱床の存在が世界的に知られている。本地域で地質上期待出来るのは前者であり、緑色片岩などに胚胎が考えられる。しかしながら今回調査で鉱徴を認められなかったこと、本地域にみられる結晶片岩類が地向斜形成時の海底火山活動によるものと判断出来ぬため、積極的に本型鉱床の存在を肯定することは難しい。

なお本地域における放射性鉱床は、花崗岩を中心に存在が予想されたが採取試料について測定した限りでは、どの岩石も異常放射能を示さず、期待薄である。

西海岸地区からカリマンタンにかけては石油、天然ガス鉱床の存在が予想される。ラリアン河河口付近に油徴がみられ、既稼行を示す資料も見受けられ、またカリマンタン側では現在も探鉱が続けられている。しかしながらこれら含油層について今回調査の諸方法では情報が得にくく、含油層が何処まで陸地にのびているかを判断し難い。中央山脈地区西麓部（リオ川）にみられる第三紀層には油徴が見られぬが、この事実からだけではどのような判断もし難い。

本調査地域における非金属鉱床については、石油、天然ガスを除き現在のところ特に有望なものは確かめられない。石炭類については、堆積岩にその鉱徴が認められずまた情報も得られなかった。石灰岩類については本調査地域外のブルー湾沿いにおいて分布、産出が見られるが、本調査地域では大規模なものは認められていない。また石膏、岩塩など化学薬品原料となるもの、珪岩、石英脈などガラス原料となるもの、陶土など陶磁器原料となるものはすべて分布しないか、または小規模にしか認められない。

しかしながら土木建設用岩石としての花崗岩類など、また美術工芸用岩石、観賞用岩石としての各種岩石は多く見受けられる。本用途は産業の発展に伴い需要が生じるのであるため、本項では深くは検討しない。

以上を総括すると本地域で鉱床賦存に関係の深い岩石、地層は、関係の深い順に、花崗岩類結晶片岩類、粘板岩類であり、第三紀堆積岩層、第四紀層については石油、天然ガス鉱床を除き、関係の有無を判断し難い。また本地域に賦存を期待される鉱床の型式は、ポーフィリー・カッパー型、鉱脈型、および石油、天然ガス鉱層を第一にし、他に含銅硫化物鉱床、マンガンなどの鉱層を第二とする。

9.2 本地域の地質構造と鉱床

一般的に鉱床が大きな構造帯を直接的に関係を持つことは少なく、本地域においても地溝帯と鉱床が直接的に関係があることは推測し難い（断層性温泉を除く）。また本地域には褶曲構造、盆状構造など各種の地質構造は大規模にみられず花崗岩底盤により本地域の地質構造が規制されている。

花崗岩体と鉱化作用との関係は、一般に大きな底盤の中心部は鉱化作用に乏しく、岩体周縁部又は底盤から派生した岩株、ボスなどが鉱化作用に関係の深いことが知られている。本地域でもこの関係はソブ川鉱染帯に認められ、鉱化帯は花崗岩底盤の周縁部で、花崗岩体の構造に規制されて分布することが予想される。また花崗岩体の構造は大局的には本地域の主構造線方向に規制されるため、鉱化帯の分布も間接的には上記構造線方向に規制されることが考えられる。

9.3 本地域の変質と鉱床

今回の調査で確認した各種変質作用は一般的に程度が弱く、かつまとまりを示さぬため、鉱床を示唆する鍵として変質が極めて重要なものであるにかかわらず、有望地域撰択の資料として用い難い。しかしながらホルンフェルス化が鉱化作用に関係のある変質として重要であり、本変質の認められる花崗岩周辺部が鉱床胚胎の場として有望である。

9.4 既確認鉱床、鉱化帯

今回の調査では、稼行に堪えうるような大規模、高品位鉱床は把握していません、また本調査地域には既稼行鉱床は石油、天然ガスを除いて確認出来なかつた。一般に既知鉱床の存在は、その地域での鉱床賦存についての有力な資料を提供することから、本地域についてこの資料に乏しいことは、有望地域撰択を困難にしている。今回の調査で得た鉱徴のうち最も有力なものは

ソブ川流域の鉍染帯であり、次に挙げられているものはカラマンガナ川マセオ付近の鉍染帯である。

9.5 写真地質解析結果、空中磁探解析結果と鉍床

今回の写真地質報告書は鉍床、鉍化帯については詳しく述べていない。また空中磁探報告書で挙げている超塩基性岩類、変質帯およびタワエリア地溝帯については、事実関係の精度に問題があり、また仮に事実としても、鉍床胚胎を直接示すものでない。従って両報告書から有望地域の示唆を得ることは困難である。

以上の検討を総括すると、本調査地域における有望地域撰択において重要な地質鉍床上の要素としては下記が挙げられる。

1. 花崗岩の存在、特に岩体周縁部、岩株やボスの周縁部
2. 花崗岩底盤周縁部の構造および本地域の主構造線方向
3. ホルンフェルス化など変質帯の存在
4. 既知鉍床、鉍化帯の存在

9.6 有望地域撰探方法

有望地域は以上に述べた地質鉍床上の諸要素を基礎にして評価すれば良いが、この結果は、地層、岩石の境界線沿いや、鉍徴周辺に不規則な範囲が撰択されることになる。本来はこの様にして得られた区域が最も正確であるが、今回の調査が既査であるため、用いた資料と得られた結果の精度との均衡がくずれるため、また更に継続される諸調査、特に地形図作成に便ならしめるため、有望地域の区画を出来る限りインドネシア国地形図区画に合せて撰択した。

すなわち区画は経度に関しては東経 120° 線を基線として 15' 毎に、緯度に関しては南緯 1° 線を基線として 15' 毎にほぼ正方形のブロックを区分し、各図面は次のように仮称した。

東経 120°

パサンカユ (Pasangkaju)	リオ北部 (Rio north)	ボラ (Bora)	パルル (Palulu)	ウアサ北部 (Wuasa north)
ラリアン (Lariang)	リオ南部 (Rio south)	ナモ (Namo)	リンドウ (Lindu)	ウアサ (Wuasa)
ブルボンジュ (Bulu pondju)	バンガイバ (Banggaiba)	トゥル (Towulu)	ギンブー (Gimpu)	トリレ (Torire)
カカリ (Kakali)	カロサ東部 (Karosa east)	カラマンタ (Kalamanta)	バナス (Banas)	パダ (Pada)

南緯 1°

南緯 2°

上記の各図面を更にこまかいブロックに分け、各ブロックについて鉱床胚胎のポテンシャルを地質鉱床上の諸要素より評価した。更にこまかいブロックの評価の合計をもって一図面の評価値を算出した。もとよりポテンシャルの評価を客観的かつ絶対値をもって定めることは不可能であり、また使用資料の質量により評価は規制されるため、絶対的な評価ではない。

なお評価に当っては地質鉱床上の各要素に対し別箇に評定し、地質条件が全く不明であり、推定も出来ぬ所は評価をゼロとした。また、隣接する他地域に鉱床がみられ、本地域内に鉱床胚胎層が延長している場合や、本地域内に類似の地質条件がある場合、当然評価の対象とした。

9.7 有望地域

以上の方法により評価した区画を級別に区分すると下記の如くなる。

Aクラスにランクされるもの パルル図幅

Bクラスにランクされるもの リンドウ、ボラ図幅

Cクラスにランクされるもの リオ北部、バナス図幅

Dクラスにランクされるもの リオ南部、ナモ、ギンブー、カラマンタ、トゥル図幅

ただしC、D両クラスは余り差を認められない。

上記図幅のうち、5～6図幅が全調査地域の30%を満足する。

爾後の作業を勘案し、A、B両クラスの図幅、すなわちパルル、リンドウ、ボラの各図幅、およびCクラスのうちリオ北部図幅、Dクラスのうちリオ南部、ナモの両図幅合計6図幅の有望地域とした抽出した。もし必要ならバナス図幅を加え、リオ南部、ナモの両図幅のうち片方または両方を外すのが妥当と考える。

この様にして抽出された区域は東経119°30'から120°15'まで、南緯1°から1°30'までの区域である。

第 10 章 結論および将来への展望

10.1 結 論

今回の調査で抽出された鉱床胚胎の有望地域は東経 $119^{\circ} 30'$ から $120^{\circ} 15'$ まで、南緯 1° から $1^{\circ} 30'$ までの区域である。

本抽出に当っては、種々の条件が付帯している。その主なものは、判断の基準を今回の調査においたため、限られた方法、限られた精度でしか判断をなし得ないことである。また本地域においては既存資料に乏しいことも判断を困難にしている。しかしながら正確な判断のために、どれだけの資料が必要かと考えると、絶対正確であるためには無限の資料が必要であるのに気が付く。従って精度を上げ調査し、多種の方法を採ることは有望地域抽出のため有効であるが、どれだけの精度が必要かを定量的に把握することは極めて困難である。

更にもう一つは、今後の作業などを勘案し抽出する区域の区画を地形図幅の区画になるだけ合致させることである。

鉱物資源開発において、最も難しいことの一つは、鉱床賦存の有無を判断することであり、特に無いことを断言することは極めて難しい。この理由は、一つには判断の基礎となる地質資料、物探資料など多くの手法を用いて集積した資料自体が 100% 完全なものでないこと、一つには鉱床探査は上記諸資料を解析、応用する総合技術であり、技術的にはまだまだ完成されたものでないこと、一つには有無の基準が必ずしも具体的なものでないこと、更に鉱物資源の価値が経済的、技術的要因により変化してゆくことである。例えば、直径 100 m の潜頭性塊状鉱体を地下 500 m 以内の深度で探すこと、品位は問わないという条件を与えられれば、地質調査、物化探により存在の有無はある程度判明し、最終的には 100 m 格子の試錐又は坑道探鉱により有無を断定出来よう。

しかしながら、通常目的は漠然としており、かりに具体的であっても上記最終的手段をすべての区域について行うことは経済的に成立せず、多少の危険はあっても、より安価で、時間的にも早い、他の方法（例えば地質調査、物化探）により最も有望な地域を撰出して行くのである。

今回の場合も、有望か否かの判断においては有望でないと言い切るのが一層難しく更に調査を進め、資料の集積を図るのが望ましいのである。

10.2 将来への展望

10.2.1 探鉱の方法

有望鉱床の発見の確率は、当該地域における鉱床賦存の確率と、発見しうるか否かの確率の

相乗積である。本報告書ではこれまで前者を問題にしてきたので本項では後者について触れた
い。

探鉱の方法は既実施の地質調査，空中磁探，写真地質調査の他にも，種々の地球化学探鉱，
および重力探鉱，地震探鉱，電気探鉱，磁気探鉱，放射能探鉱などの物理探鉱，トレンチ，ピ
ットイングなどの剝土を行う方法，試錐探鉱，坑道探鉱が挙げられる。主な方法の特色と，本
調査地域に対する適用方法の概略を記すと次の通りである。

No	方法名	期待される結果	単位区域当り コスト	本地域への適用 について	備 考
A	地質調査	地質状況の把握， 鉱徴，鉱化変質帯 の確認	精査，概査で 異なるが一般に 低廉	本地域は地質調 査密度が未だ小 さいため精査が 必要	本方法は他の諸方法 の基礎となるもので あり，何れの場合で も必ず実施するもの である。但し沖積層 の場合，目的により 他方法併用が必要
B	写真地質調 査	Aに同じ	写真の入手が 出来れば低廉	本地域のごとく 地表踏査の困難 な所では，利用 度が高い	一段にAと併用した 場合成果が倍增する また地表踏査の困難 な場合利用価値高い なお精度は，区域に より大きく異なる
C	地化学探鉱	鉱徴を把握	低廉	本地域に対する 適応性は高い	目的により種々の方 法があり指示元素の 撰択を誤らぬことが 必要
D	重力探鉱	地質構造の把握	区域，精度に より変化はあ るがA，B， Cより高価 一般に広域探 鉱の場合が多 く，この場合	本地域において は地質構造，地 層単元の単純さ から推し不適當 たゞし沖積層に おける石油，天 然ガス探鉱には	地質調査で推定する ことが困難な地下構 造の解明に有益，ま た沖積層の下部の地 質の解明にも用いら れる

№	方法名	期待される結果	単位区域当りコスト	本地域への適用について	備考
			単位当りコストは低廉	有益 なお地形条件不良で、コストが高くつき経済性は不良	
E	地震探鉱	地質構造の把握	精密構造調査に用いられ、単位当りコストは物理探鉱中最大	ほぼDと同じ適応性を示す	Dと同じ
F	電気探鉱Ⅰ 自然電位法 比抵抗法	電氣的異常体の把握 例えば鉱床、地下水、地層境界線など	一般に低廉	適応性皆無とは言わぬが、本方法は鉱床探査において良い精度を示さぬため、経済効果に乏しい	地表直下の鉱徴には有効であるが深部の場合、他要素が入るため、精度不良 なお比抵抗法は地下水探査など用途により重用される
G	電気探鉱Ⅱ E. M. 法 I. P. 法	鉱徴の把握を主とするが、一般的には電氣的異常を捕捉しうる	空中、地表により異りまた地形条件により差が大きい が一般に物理探鉱法の中では高価	本地域の地形条件から考えて、空中電磁法が広範囲をカバー出来、適応性が高い 地表電磁法はコストが高いため経済効果に疑問があるが、他方法により抽出された狭い有望地域に対する探鉱	E・M法はI・P法に比べコストは低い が精度が下るため、E・M法により広域探鉱を行い、把握された異常を対象にI・P法を行うのも一つの良い方法である なお金属鉱床の直接探鉱のためにはI・P法が最も優れた物探の手段である

No	方法名	期待される結果	単位区域当り コスト	本地域への適用 について	備 考
				方法としては有効	
H	磁気探鉱	磁性鉱物を主とする鉱床の把握 地層分布，地質構造の解析	空中・地表に より異なる 地表の場合比較的低廉	本地域の地形条件，調査目的より考え，第一段階では空中磁探に適應性が高く，この結果得られた磁気異常のうち鉱床に関連するものが推定されれば，地表磁気探鉱が有効と考えられる	空中，地表調査共物探の方法としてはポピュラーなものであるが，磁性鉱物のある鉱床としか結びつかぬのが欠点である しかし空中物探は地質調査の補助手段としての利用が出来る
I	放射能探鉱	放射能鉱物を主とする鉱床の把握地層分布，地質構造の解析	空中・地表に より異なる コストはほぼHに同じ	磁気異常を放射能異常と読み，かえればHとほぼ同一の適應性を示す	磁性を放射性と読みかえればHとほぼ同じ なお本方法は放射線原により種々の方法がある
J	トレンチ・ビットイング	一般に鉱化帯の規模鉱況を確認するのに用いるのが，地質調査の補助手段として用いるケースも多い	ケース・バイ・ケースである	本地域では露出の分布が必ずしも良いと言えないので地質調査の補助手段として有効，また鉱化帯を捕捉した場合にも適用性有り	本方法は地表直下に限られるのが難点である

No	方法名	期待される結果	単位区域当りコスト	本地域への適用について	備考
K	試錐探鉱	すべての目的に有効	一般に高価だが、方法その他の条件による差が大きい	一般に適応性を有するが、高価のため、経済効果を慎重に検討する必要がある	本方法は精度が高く、地下情報の把握にも有用であるが、コストの高い欠点があり、使い方を検討することが大切である。通常は他方法で解決されぬ時、精度を高める必要のある場合に実施する
L	坑道探鉱	すべての目的に有効	Kとほぼ同一	Kとほぼ同一	本方法は各方法のうち最も精度が高いがコスト、時間共大きいのが特徴で使用法を検討の要がある。通常探鉱においては、最終段階において用いる

10.2.2 本地域における今後の探鉱

抽出された鉱床賦存の有望地域については今後次の方法の一部もしくは全部を用い、更に調査を行う必要がある。

1. 地質精査を全抽出地域について実施し、地質状況の把握を図ることが第一に必要である。
2. 鉱徴把握のために、全抽出地域について地化探を実施することが有効で第一段階として概査を行いたい。
3. 鉱徴把握のために、全抽出地域について空中電気探鉱概査を実施することが有効である。
4. 上記三方法で更に狭められた鉱床賦存有望地域については、第二段階として、地化探精査、地表電気探鉱、試錐探鉱の一部または全部の方法により鉱床の把握を図りたい。
5. 鉱床が把握された場合、鉱床規模、鉱況の確認のため、トレンチ、ピット、試錐探鉱、坑道探鉱を必要に応じ実施したい。これは第三段階の探鉱である。

なお上記各方法の実施に先立ち、目的に応じた精度の地形図をとり揃えることが必要である。

また本地域の探鉱を3年間で完了させるためには、第二年度において1,2,3,までを行うことが必要である。第三年度の探鉱については、第二年度の結果を再検討して定めたい。

また既に述べた如く、有望地域の撰択は必ず精度を有するものであるから、将来精度の向上が必要とされる場合、また従来 of 判断を覆えすような地質上の新事実が判明した場合、探鉱技術が進歩し、有望か否かの価値判断がより正確に行われるようになった場合には、本調査地域全域について再調査、再検討を行う必要のあることは言を俟たない。

10.2.3 地域開発

元来、鉱床という語の定義には経済的要素を多分に含んでおり、現在稼行の対象とならず捨てられている岩石・鉱物も将来市況の変化、技術の進歩、用途の拡大により有用なものになることは十分考えられる。この問題について本項で詳細を述べることは本題に外れるので、言及を避けるが、本調査地域内のみの問題として扱うとき、地域開発とくに下部構造が重要な問題となって来る。

すなわち本地域全般において、交通手段の確保、通信網の発達、電力など基幹動力源の確保が第一に図られ、これに伴ない産業の隆盛、教育・医療設備の充実、農漁業の効率化が進むならば、鉱物資源の開発も更に容易となって来るであろう。実際に鉱物資源開発と地域開発は表裏一体をなすのである。

本地域は自然の恵みをうけ、未開発の資源が至る処にみられる。これら資源の開発と利用こそ、本地域にとり最も必要であり、また本地域発展の基礎となるものである。

APPENDIX

Appendix

		Page
Table	1. Fossil	A - 1
	2. Dating by Potash-Argon Method	A - 3
	3. Microscopic Observation	A - 4
	4. List of Mineral Resources	A - 18
	5. Chemical Assay	A - 20
	6. X-ray Diffractive Analysis	A - 21
	7. Stratigraphical Relation Map	A - 26
	8. Compiled Columnar Section Map	A - 27
	9. List of Sample	A - 29
Figure	1. Fine Location Map Scale 1 : 250,000	1 set (1 sheet)
	2. Geological Map 1 : 250,000	1 set (1 sheet)
	3. Geological Section Map 1 : 250,000	1 set (1 sheet)
	4. Route Map 1 : 100,000	1 set (4 sheets)
	5. Location Map of Sample 1 : 100,000	1 set (4 sheets)
	6. Local Columnar Section Map 1 : 5,000	1 set (1 sheet)
	7. Tectonic Map 1 : 250,000	1 set (1 sheet)
	8. Relation Map between Mineral Resources & Tectonics 1 : 250,000	1 set (1 sheet)
	9. Location Map of Aeromagnetic Anomaly 1 : 250,000	1 set (2 sheets)

TABLE 1 Fossil

(Molluscs)

Sample No : II-24
Location : the river of Rio.
Formation : Doda formation
Rock name : siltstone
Species : Gastropoda : Strombus (Labiostrombus) canarium (LINNE)
Scaphopoda : Dentalium (Paradentalium) hexagonum GOULD
Explanation : These fossils are kinds of Molluscs and abiogenesis.
There are fine shells in this rock but determination is impossible. The age suggested from these fossils is Pliocene (or Pleistocene).

Sample No : II-27
Location : the river of Rio
Formation : Doda formation
Rock name : siltstone
Species : Gastropoda : Strombus (Labiostrombus) canarium (LINNE)
Glabinassa sp.
Explanation : Same as above II-24

(Flora)

Sample No : III-19
Location : near Torire
Formation : Lake deposit
Rock name : Unconsolidated mud.
Species : Pasionia n.s.p.
Explanation : This fossil flora is of recent. It grows thick in tropical oah laurel forest.

(Foraminifera)

Sample No : II-24
Location : the river of Rio
Formation : Doda formation
Rock name : siltstone

(Foraminifera)

Species & quantity :	Fissuvina sp.	1	Pararotalia sp.	1
	Lenticulina spp.	2	Elphidium crispum (Linne)	7
	Bolivina cf. striatella Cushman	2	Elphidium cf. decipiens (Costa)	5
	Loxostomoides carinatum (Millet)	16	Elphidium reticulosum (Cushman)	1
	Rectobolivina sp.	1	Elphidium spp.	4
	Siphouvigerina cf. ampullacea (Brady)	7	Nonion cf. grateloupi (d'Orbigny)	18
	Angulogerina angulosa (Williamson)	1	Nonion japonicum Asano	3
	Rosalina bradyi (Cushman)	1	Astrononion sp.	1
	Buccella sp.	1	Cibicides pseudoungerianus (Cushman)	3
	Epistominella sp.	1	Cymbaloporetta bradyi (Cushman)	1
	Ammonia spp.	8	<hr/>	
			Benthonic total	85

Globigerina spp. 7

Explanation : Same as II-27 undermentioned

Sample No : II-27
Location : the river of Rio
Formation : Doda formation
Rock name : siltstone

Species & quantity :	Triloculina sp.	77	Rosalina sp.	1
	Miliolids gen. sp. indet.	146	Ammonia cf. beccarii (Linne) var. A	75
	Fissurina spp.	17	Ammonia cf. beccarii (Linne) var. B	5
	Dentalina sp.	1	Elphidium spp.	10
	Bolivina spp.	5	Nonion cf. grateloupi (d'Orbigny)	3
	Bulimina sp.	2	Cymbaloporetta bradyi (Cushman)	1
	Cassidulina sp.	6	<hr/>	
			Benthonic total	349

Globigerina spp. 6

Explanation : Foraminifera of the above two samples are poor in planktonic one and rich in benthonic, which shows shallow sea. But these samples suggest different circumstance each other. In II-27 sample, Miliolids (a kind of Quinqueloculina) and Ammonia beccarii are predominant which shows very shallow sea and somewhat embayment degree. On the contrary in II-24, Loxostomoides in Nonion, and Elphidium are abundant and Siphouvigerina which indicates somewhat deep sea is observed although small quantity. As a whole, this sample shows open sea character and inner or middle shelf. About the age of this rock, decision is uncertain, but it will be presumed to be late Miocene or Pliocene.

TABLE 2 Dating by Potash-Argon method

Table of measurement

Sample No	Location	Rock name	Index mineral	Potash contents per cent	Air contamination per cent	Absolute age year
I - 5	Mapahi	Biotite granite	Biotite	7.19	82.77	1.62×10^6
II - 5	Bakubakuru	Biotite sheared granite	Biotite	4.87	91.26	1.68×10^6
II - 6	Berdikari	Garnet sillimanite biotite hornfels	Biotite	3.74	87.70	4.80×10^6
II - A - 2	Saluwa	Biotite schist	Biotite	7.51	78.46	2.97×10^6
III - 11B	Rundo	Biotite granite	Biotite	7.22	77.68	3.35×10^6

Explanation : All of these samples were able to be measured corretly. Considering the result, II-6 sample shows the oldest age. This age is the nearest value of granitic intrusion. After the crystallization of igneous magma, the temperature of rock is gradually decreasing. It is reported that when it reaches about 300°C, ⁴⁰Ar (Argon) by the disintegration of ⁴⁰K (Potash) is held in crystal, but if more than 300°C, ⁴⁰Ar cannot remain in potash bearing crystal and in part it is scattered from the crystal. Therefore it must be noticed, that the value of above absolute age does not show correct age of intrusion and biotite near the margin of grainte is concluded to show the closest age of intrusion.

Reference : About the period of cooling, some reports were described. By the book written by Daly, the necessary time for cooling from 1100°C to 750°C of acidic magma which contacts with open air is as follows :

Depth	1 m	10 m	100 m	1,000 m	10,000 m
Time required	12 days	3 years	300 years	30,000 years	3,000,000 years

By Larsen, H.H. (1945) the time required for the crystallization of the great batholith of southern and lower California is as follows :

Width of dyke	1 m	1 km	10 km	100 km
Time required for complete crystallization	2.5 days	7,000 years	700,000 years	70,000,000 years

TABLE 3 Microscopic Observation

Sample No	Location	Formation or group name	Rock name	Macroscopic observation	Microscopic observation	Remarks.
I - 2	South of Gimpu	Rhyolite group	Rhyolitic tuff	Pale greenish compact rock	A fine-grained mixture of quartz and glassy materials. Contains many crystal fragment of quartz, orthoclase, plagioclase, biotite and hornblende.	
I - 3	South of Gimpu	Granite group (Nokila laki massif)	Hornblende biotite granite	Coarse grained holocrystalline rock	Principal minerals are orthoclase, plagioclase, hornblende, biotite & quartz. Orthoclase has euhedral shape (0.5-1.0 cm long) and shows carlsbad twinning. Plagioclase, showing albite twinning, is almost andesine. Hornblende and biotite are altered to chlorite, calcite, and magnetite. There is a little sphene.	
I - 5	Mapahi	Granite group (Waukara massif)	Biotite granite	Fine grained holocrystalline rock	Orthoclase, quartz, oligoclase (some of which shows carlsbad or albite twinning and zonal structure) and biotite are the principal constituents. Small granular crystals of quartz, oligoclase, and biotite are irregularly scattered in a large orthoclase crystal showing poikilitic texture. Apatite, magnetite and zircon in biotite are accessory minerals.	
I - 6	Banas	Andesite group	Hornblende biotite andesite	Gray, fine grained compact rock containing many euhedral hornblende and a little biotite.	Phenocrysts of plagioclase (andesine), hornblende and biotite in the matrix of plagioclase laths with chlorite patches, magnetite and carbonate. Hornblende and biotite are altered to aggregate of magnetite and chlorite.	
I - 7	Masewo	Karangana river formation	Biotite hornfels	Brownish dark gray compact rock	Flakes of biotite is associated with quartz, chlorite, muscovite and plagioclase. It shows traces of foliation but biotite has a decussate texture. Opaque mineral may be pyrite.	
I - 9	Mamu	Karangana river formation	Slate	Black, hard, pelitic rock	A little quartz, feldspar, chlorite and patches of mica. This rock has not been thermally metamorphosed.	See PL 1
I - 10	Kalamanta	Dacite group	Dacitic tuff breccia	Brownish gray rock having green and yellow patches. Many biotite crystals are observed.	Fragment of plagioclase (andesine), quartz, hornblende, biotite occur in a mixture of fine plagioclase laths, quartz and glassy matrix.	
I - 12	Kalamanta	Karangana river formation	Sandstone	Yellowish gray loose rock Graded bedding is distinguishable.	Angular grains (about 0.1 mm long) of plagioclase, quartz, hornblende (almost altered to chlorite) and magnetite. More than 30% of grains is plagioclase, so it may called to be arkose sandstone.	

Sample No	Location	Formation or group name	Rock name	Macroscopic observation	Microscopic observation	Remarks
I - 13	Kalamanta	Andesite group	Hornblende biotite andesite	Grey, fine-grained rock having fine crystals of hornblende and biotite (1 mm long).	Phenocryst of zoned plagioclase, green hornblende and biotite in a matrix of glass with many tiny plagioclase (oligoclase) microlites. Plagioclase, showing carlsbad and albite twinning is almost andesine. Hornblende has euhedral shape and some part of it are chloritized. Magnetite and apatite are accessories.	
I - 14	Kalamanta	Andesite group	Hornblende biotite andesite	Dark green glassy rock having biotite and plagioclase phenocryst.	Very similar to I-13, but plagioclase lath in a matrix of this section is richer than I-13. There is small amount of zircon in biotite.	See PL 5
I - 18	Banas	Andesite group	Crushed biotite andesite	Fine grained, gray rock with biotite and elongated plagioclase phenocryst.	Crystals of zoned plagioclase showing carlsbad and albite twinning, biotite and hornblende are enclosed in a matrix of plagioclase laths and fibrous chlorite. It shows traces of strain.	
I - 21	Banas	Andesite group	Hornblende biotite andesite	Dark gray fine grained compact rock with tiny biotite.	Modal ratio of phenocrysts is plagioclase >> biotite > hornblende. Plagioclase, 1-2 mm long, is almost andesine and chlorite and many magnetite take the place of biotite and hornblende. Intersertal texture is partly observed.	
I - 22	Mapahi	Granite group (Waukara massif)	Hornblende biotite quartz diorite.	Melanocratic, medium grained compact rock.	More than 80% of crystals are twinned plagioclase (andesine) which has euhedral form and about 5 mm length. Hornblende is the major constituent of mafic mineral. Also biotite is present. Both minerals are mostly altered to chlorite, calcite and magnetite. A few apatite grains are recognized in and near mafic minerals. Quartz grains fill the space of other crystals but its amount in few.	
I - 23	Banas	Karangana river formation	Limestone	Prismatic calcites in the yellowish siliceous matrix. It shows vermicular-like pattern.	Crystallized calcite prisms are cemented by small quartz grains, carbonate and cherty material.	
I - 24	Banas	Karangana river formation	Hornblende biotite hornfels	Dark brownish gray sandy compact rock	Chlorite flakes (altered from hornblende) are scattered in fine grained matrix of quartz and plagioclase. Brown biotite newly recrystallized, is as vague more or less irregular patches.	
I - 25	Banas	Granite group (Waukara massif)	Hornblende biotite quartz diorite	Fine grained melanocratic rock	The major constituents are twinned plagioclase (andesine) in euhedral to subhedral form, hornblende, biotite, and quartz. Hornblende is partially altered to chlorite but biotite is fresh. Modal ratio is plagioclase >> hornblende > biotite > quartz. Magnetite and sphene are also present.	

Sample No	Location	Formation or group name	Rock name	Macroscopic observation	Microscopic observation	Remarks
I - 26	Tompi	Andesite group	Augite biotite andesite	Purplish gray glassy rock	Phenocryst of euhedral plagioclase (andesine), subhedral augite and biotite are in a matrix of plagioclase laths, magnetite and glass. The size of phenocryst is less than 0.5 mm.	
I - 27	Tompi	Karangana river formation	Limestone	Grayish white rock	Pellets of small size (less than 0.01 mm) of calcite and very small amount of quartz. (nearly 0.05 mm size) Opaque mineral may be pyrite.	
I - 28	Tompi	Karangana river formation	Sheared quartzite	White hard rock with ferruginous streaks	Strained quartz shows traces of flowage. It contains angular feldspar chips, (oligoclase and orthoclase) pyrite, and interstitial chlorite.	
I - 29	Kodja	Lariang river schist	Biotite schist	Greenish foliated rock	Biotite bands (almost altered to calcite aggregate and chlorite) and leucocratic band which is composed of plagioclase and quartz.	
I - 31	Kodja	Rhyolite group	Rhyolitic tuff	White soft rock having 2-3 mm long quartz grain	Clips of quartz and feldspar (alkali-feldspar), flakes and patches of chlorite and brownish mica are visible in a less clearly defined glassy fragments	
I - 32	Lonebasa	Grante groups (Waukara massif)	Hornblende biotite granite	Mesocratic medium grained rock	Modal ratio of constituent minerals is feldspar > quartz > biotite > hornblende. Feldspar, including orthoclase, albite and plagioclase (oligoclase) is altered to kaoline and calcite. Biotite and hornblende are also decomposed to chlorite, epidote, calcite and magnetite throughly. There is a little cubic pyrite and prismatic apatite.	
I - 33	Lonebasa	Karangana river formation	Biotite phyllite	Brownish yellow hard compact schistose rock	Flakes of biotite and chlorite and irregular grains of quartz with a distinct fissility.	
I - 34	Kantewu	Andesite group	Andesitic intrusive breccia	Fine grained green rock with white spots	Fragment of plagioclase (oligoclase to andesine), alkali feldspar, hornblende and a little chlorite in a matrix of pilotaxitic texture. Sphene and magnetite are accessory minerals. Calcite is seen as secondary mineral.	
I - 35	Kantewu	Kentallenite	Kentallenite	Melanocratic medium grained rock. Colour index is about 70.	Grains of euhedral augite showing diallage parting (2 to 3 mm), biotite, olivine and prismatic twinned plagioclase (oligoclase to andesine) in orthoclase (poikilitic texture). Accessories are magnetite and apatite.	

Sample No	Location	Formation or group name	Rock name	Macroscopic observation	Microscopic observation	Remarks
I - 36	Kantewu	Kentallenite	Kentallenite	Melanocratic medium grained rock. Colour index is 80-85.	The constituent minerals and texture are the same as I-35. The amount of plagioclase and magnetite (chiefly in mafic minerals) are larger than I-35.	
I - 37	Onu	Karangana river formation	Chlorite sericite schist	Green compact rock.	Flakes of chlorite and sericite with a distinct schistosity.	
I - 40	Kanuna	Karangana river formation	Basic tuff	Reddish brown colored rock.	A little plagioclase, chlorite, sericite and patches of opaque minerals (some of them are magnetite) are distinguishable. There are many calcite veinlets.	
I - 42	Towulu	Lariarg river formation	Muscovite bearing (in pegmatite vein) schist	Platy muscovite (1 to 2 cm long in quartz vein. Country rock is dark greenish schistose rock.	Large platy muscovite and feldspar crystals (alkali feldspar) are surrounded by a mosaic of quartz grains. Country rock is made up principally of flaky biotite (partially altered to chlorite), muscovite and quartz with a distinct schistosity.	
I - 43	Mapahi	Karangana river formation	Epidote chlorite quartzite	Siliceous hard rock.	Epidote grains are scattered in aggregation of irregular quartz grains. Very little amount of plagioclase is recognized.	
II - 1	Bora	Grainite group (Nokila laki massif)	Biotite granite	Fine grained compact rock	Somewhat coarse grained feldspar (andesine, orthoclase) showing perthitic texture in part. Also biotite is main component mineral.	
II - 2	Bora	Palu river schist	Hornblende chlorite schist	Dark gray - greenish colored compact rock. Alteration is observed.	Elongated hornblende (common hornblende), quartz and plagioclase make low grade schist. Chlorite and epidote are observed in common. Mafic mineral will be made by the contact metamorphism with granite.	
II - 3	Bora	Palu river schist	Epidote bearing phyllite	Dark gray colored fragile rock at the contact margin with granite	By the contamination, epidote makes veinlet and granularly scattered. Common hornblende is seen and dusty quartz is also main constituent.	
II - 4	Bora	Granite group (Nokila laki massif)	Biotite granite	Leucocratic fine grained rock	Biotite, orthoclase and plagioclase (andesine) are main constituent minerals. Chlorite, sericite and magnetite are scarcely observed. Biotite has some orientation which will be explained as marginal facies of granite.	
II - 5	Bakubakuru	Granite group (Nokila laki massif)	Biotite sheared granite	Medium grained leucocratic rock	Medium grained orthoclase and plagioclase are main components. Biotite, chlorite and sericite as secondary mineral are abundant. Garnet and sillimanite are seen a little. Other accessories are magnetite, apatite and titanite.	

Sample No	Location	Formation or group name	Rock name	Macroscopic observation	Microscopic observation	Remarks
II - 6	Berdikari	Palu river schist	Garnet sillimanite biotite hornfels	Somewhat melanocratic compact rock.	Medium - grained orthoclase and plagioclase are abundant, showing perthitic texture and albite twinning. Biotite and chlorite are abundant. Therefore original rock is considered to be granitic rock. Quartz is seen as secondary products. Garnet, sillimanite, sericite are observed a little. Also sulfide minerals are seen in common.	
II - 7	Berdikari	Granite group (Nokilalaki massif)	Gneissose biotite granite	Medium - fine grained leucocratic rock	Grain size is rather small and granular in this rock. Orthoclase, plagioclase, biotite are main constituents. Gneissosity is obscure. Sulfide minerals are seen granularly but they give no effect to the country minerals.	
II - 8	Berdikari	Granite group (Nokilalaki massif)	Biotite granite	Fine grained compact leucocratic rock	Except very few crystal of biotite, this rock consist of only orthoclase and plagioclase, showing perthitic texture in part. So, it may be well to say, a kind of anorthosite.	
II - 9	Berdikari	Sopu river gneiss	Garnet sillimanite biotite gneiss	Medium - fine grained, dark green compact rock	The main components of this rock are plagioclase, garnet, biotite, sillimanite, epidote and quartz. Plagioclase shows fine grained granular crystal. Garnet is common showing granular occurrence and sillimanite fibrous interstitial texture. By the reason of such mineral's existence, this rock will be affected by the granitic contamination.	
II - 10	Berdikari	Granite group (Nokilalaki massif)	Biotite granodiorite	Fine grained compact rock	Plagioclase (oligoclase-andesine) and orthoclase showing zonal structure are main constituent minerals except biotite. Apatite, chlorite are sometimes observed, and only two pieces of common hornblende are observed.	
II - 11	Berdikari	Granite group (Nokilalaki massif)	Biotite garnet granodiorite.	Fine grained compact rock	Plagioclase (oligoclase - andesine), orthoclase and garnet are recognized commonly. Crystal size is small and form is granular. Accessory minerals are similar to II-10.	
II - 12	Berdikari	Grainite group (Nokilalaki massif)	Biotite hornblende gneissose granite	Dark green, melanocratic compact rock	Plagioclase (andesine), orthoclase and quartz are main components. Biotite flakes and hornblende prismatic crystals are observed in common. Sulfide minerals are sometimes recognized which are thought to be pyrite. Other accessories are chlorite, sericite and titanite.	
II - 13	Berdikari	Granite group (Nokilalaki massif)	Biotite granite	This rock is characterized by fine grained feldspar and biotite crystals. Leucocratic, compact rock	The mafic mineral is only biotite. Plagioclase and orthoclase are main constituent. The grain size is rather small and granular.	

Sample No	Location	Formation or group name	Rock name	Macroscopic observation	Microscopic observation	Remarks
II - 14	Berdikari	Granite group (Nokilalaki massif)	Biotite gneissose granite	Somewhat melanocratic, compact fine grained hard rock	This rock is chiefly composed of quartz, plagioclase, orthoclase, and biotite. Garnet, common hornblende are considerably observed.	
II - 16	Baluase	Grainite group (Waukara massif)	Hornblende biotite granite	Coarse grained leucocratic rock. Pegmatitic crystal of feldspar is distinguishable.	Plagioclase (andesine), orthoclase and biotite are rich in this rock. Perthitic texture is common in feldspar. Hornblende is recognized generally but the amount is less than biotite. Apatite and titanite are observed scarcely.	
II - 18	Baluase	Granite group (Waukara missif)	Biotite granodiorite	Fine grained compact rock	It consists mainly feldspar, (oligoclase, andesine and orthoclase) Biotite is observed a little amount. Other accessories are scarce.	
II - 19	Waukara	Palu river schist	Sericite phyllite	Bedded fragile rock of dark greenish gray color.	It consists of sericite, carbonate and quartz which shows similar texture as II-20, grain size of quartz is usually very fine but in some part, coarse crystal is observed.	See PL 3
II - 20	Waukara	Palu river schist	Sericite phyllite	Bedded fragile rock with black to dark gray color.	Main constituents are quartz and sericite. Both minerals show microfolded texture. It divided into sericite rich band and fine grained quartzose band which changes gradually from fine to coarse grained part. No recrystallization is observed and above texture shows the condition of sedimentation.	
II - 21	Waukara	Palu river schist	Felsic aggregates in phyllite.	White colored, porous hard rock, which is shown as aggregate in phyllite.	Main constituents are plagioclase and quartz of medium grain. In some part fibrous aggregate of chlorite is observed.	
II - 23	Rio	Granite group (Rio massif)	Hornblende granite	Mafic mineral (hornblende) shows the flow texture. Compact rock.	Very large crystal (0.5 - 1 mm) of common hornblende and feldspar are main constituents. In feldspar plagioclase (andesine) to oligoclase) is richer than othoclase, so it may be said to be adamellite. Chlorite, magnetite are observed.	See PL 6
II - 25	Rio manta	Granite group (Rio massif)	Hornblende granite	Almost same as II-23	Almost same as II-23.	
II - 26	Rio manta	Karangara river formation	Biotite hornfels	Dark gray colored, silicified, very hard rock	Main constituents are biotite and quartz. Quartz is medium grain size and thought to be secondary mineral judged from the equigranular shape and size.	
II - 29	Rio manta	Karangana river formation	Siliceous slate	Gray to brown colored very hard rock.	Main constituents are medium grained quartz and biotite. Chlorite and sericite are observed.	

Sample No	Location	Formation or group name	Rock name	Macroscopic observation	Microscopic observation	Remarks
II - 30	Rio manta	Dacite group	Hornblende dacite	Pale gray to brown colored, very hard compact rock	Phenocryst consists of albite twinned plagioclase, hornblende and biotite. Quartz is scarcely observed. Groundmass is of quartz and plagioclase. Accessories are magnetite and chlorite.	
II-A-1	Saluwa	Granite group (Nokila laki massif)	Biotite granite	Holocrystalline fine grained rock	It consists chiefly quartz and biotite. Apatite is included in quartz and biotite. Few crystal of augite is recognized.	
II-A-2	Saluwa	Palu river schist	Biotite schist	Schistose rock showing biotite-rich band and leucocratic mineral band.	Modal ratio of this rock is plagioclase > quartz > biotite. Plagioclase shows subhedral, lamella twinning, quartz of subhedral form. Biotite is altered to chlorite. A little amount of titanite is observed in biotite. Other accessory mineral is apatite.	
II-B-1	Saluwa	Granite group (Waukara massif)	Biotite granite	Fine grained leucocratic rock	Principal minerals are orthoclase (somewhat zoned), subhedral twinned plagioclase (oligoclase to andesine) and quartz. Biotite (in part altered to chlorite) is the only ferromagnesian in this rock. There is some magnetite, apatite and sphene. Modal ratio of constituent is orthoclase > plagioclase	
II-B-2A	Saluwa	Granite group (Waukara massif)	Hornblende Diorite	Fine grained melanocratic rock	More than 70% of this rock is hornblende (in most part altered to chlorite). Another principal minerals are plagioclase (andesine) and orthoclase.	
II-B-2B	Saluwa	Granite group (Waukara massif)	Hornblende biotite quartz diorite	Medium grained mesocratic rock showing somewhat gneissose texture.	Plagioclase (andesine) » biotite > hornblende > quartz is the modal ratio. Plagioclase (in euhedral to subhedral shape) shows albite twinning and its crystal length is 1 cm ⁺ . Strained quartz is embedded in anhedral form.	
II-B-3	Namo	Lariang river schist	Biotite schist	Reddish brown banded rock.	Melanocratic band, chiefly composed of flakes of biotite and leucocratic band which is made up of quartz and plagioclase (andesine). A little magnetite and chlorite are in melanocratic band.	See PL 2
II-B-4	Namo	Granite group (Waukara massif)	Biotite granite	Fine grained leucocratic rock. Its appearance is very similar to that of I-5.	Equigranular holocrystalline rock. Zoned oligoclase to andesine, orthoclase, quartz and biotite are the principal minerals. Accessories are apatite, magnetite and well formed allanite.	
II-C-4	Balongga	Granite group (Waukara massif)	Biotite schist	Fine grained, leucocratic rock.	In feldspar, main constituent mineral, plagioclase is richer than orthoclase. So, the accurate name of this rock is adamellite. Mafic mineral is only biotite.	

Sample No	Location	Formation or group name	Rock name	Macroscopic observation	Microscopic observation	Remarks
II-C-6	Balongga	Granite group (Waukara massif)	Hornblende biotite granite	Coarse grained feldspar crystal is characteristic. Generally coarse grained, holocrystalline rock.	The main constituents of this rock, are orthoclase (microcline) and plagioclase (andesine) which shows more than 1 cm large crystal. Hornblende and biotite are rich in this rock. Other accessories are little apatite and titanite.	
II-D-2	Sidondo	Palu river schist	Biotite quartz schist	Grayish black colored rock. Brownish biotite band is observed.	Quartz and biotite show banded texture and definite arrangement. Also sulfide mineral and ferrous oxide altered from the former show definite arrangement.	
II-D-5	Pasaku	Grante group (Waukara massif)	Hornblende biotite quartz diorite	Holocrystalline, medium grained, massive rock	It consists chiefly plagioclase, biotite, hornblende and intersertal quartz. Plagioclase shows lamella twinning and zonal structure. Accessories are titanite and epidote.	
II-D-6	Pasaku	Palu river schist	Biotite schist	Compact schistose rock showing banded structure of grayish black and grayish green.	In this rock, crystals show definite arrangement. Quartz, plagioclase (showing lamella twinning), biotite, clinopyroxene. sulfide minerals are recognized in fine part and coarse part. Also segregations of quartz and plagioclase, biotite, clinopyroxene are observed. Quartz vein of coarse crystal is observed including clinopyroxene.	
II-D-7	Bangga	Rhyolite group	Felsic rhyolite	Grayish compact part and porous part show zonal arrangement which suggest lava.	It shows flow texture consisting of very little phenocryst and much groundmass. Phenocryst is very small size of plagioclase. Groundmass is quartz feldspathic of 0.5 to 1.0 mm long, showing micrographic to micro-ophitic texture in some part.	
III-1A	Au	Andesite group	Hornblende biotite andesitic tuff breccia	Size of breccia is several mm to several cm, showing blackish red to reddish gray color. Cementing materials are yellowish.	Accidental breccia of plutonic rock, namely, granite, pyroxenite, and essential breccia of andesitic rock, namely, hornblende, biotite andesite, porous pumice fragment, glassy hornblende andesite fragment, (the last is accidental) Cementing material is volcanic ash including plagioclase and hornblende.	
III-2A	Au	Rompo river schist	Chlorite quartz schist	Dark green colored, compact schistose rock. White colored vein intrudes in this rock.	Main components are quartz, chlorite, epidote and carbonate. Quartz shows lenticular form and definite orientation. Also comparatively large crystal aggregation is observed. Fibrous chlorite, granular or veinlet-like epidote, fine grained calcite arrange regularly. Calcite veinlet is observed.	
III-2	Au	Rompo river schist	Epidote chlorite quartz schist	Grayish black colored compact rock. Schistosity develops in some parts.	Quartz, plagioclase, chlorite, epidote, sulfide and carbonate arrange at definite direction. Moreover carbonate vein including quartz is observed. Quartz shows lenticular small flakes, plagioclase carlsbad and albite twinning. Chlorite is observed intersertally.	

Sample No	Location	Formation or group name	Rock name	Macroscopic observation	Microscopic observation	Remarks
III-3	Au	Pyroxene andesite	Pyroxene andesite	Dark green, porphyritic massive rock.	It shows porphyritic texture. Phenocryst consists of plagioclase, clinopyroxene, olivine and opaque minerals. Plagioclase includes chlorite, pyroxene and in some part, sericite along the cleavage. Much clinopyroxene and little olivine is observed. Almost all part of opaque minerals are magnetite, some part of which altered to limonite. Groundmass is plagioclase lath, granular pyroxene, which changes to chlorite in part, fine grained magnetite and chlorite.	
III-4	Au	Rompo river schist	Epidote chlorite quartz schist	Dark green colored compact hard rock. In some part, schistose or brecciated.	Quartz, epidote, chlorite, calcite and little opaque mineral arrange at definite direction, showing schistose texture. Quartz shows irregular form, plagioclase, carlsbad twinning and chlorite, green patch. Calcite vein shows cross intrusion to the schistosity.	
III-5	Sabulu	Rompo river schist	Epidote chlorite quartz schist	Dark green compact rock. White colored veinlet is observed.	Quartz, feldspar, chlorite, epidote and opaque minerals are main constituents, which shows lenticular or irregular form, and plagioclase has carlsbad twinning. Opaque mineral which arranges parallel to schistosity is sulfide mineral. Carbonate vein and quartz vein are seen at any place.	
III-6	Tuare	Karangana river formation	Carbonatized chert	White colored siliceous rock which is intruded by carbonate network-like vein	Extremely fine grained quartz (0.02 mm) is the main component. Fine grained carbonate (0.01 mm) mixes to the quartz grain. Also medium grained carbonate network is recognized all over the rock.	
III-9	Kagero	Gabbro group	Hornblende gabbro	Grayish black colored compact rock	Hornblende, plagioclase, titanite and opaque mineral compose this rock. Hornblende is green colored common hornblende and anhedral (rounded in part) plagioclase shows carlsbad and albite twinning. Opaque mineral is sulfide.	
III-11-B	Rundo	Granite group (Nokila laki massif)	Biotite granite	Holocrystalline, medium grained leucocratic rock	Quartz is usually interstitial and orthoclase has large crystal of carlsbad twinning or perthitic texture in part. Plagioclase is albite showing lamella twinning. Other main component is biotite and accessories are apatite and titanite.	
III-12	Pada	Dolerite group	Hornblende dolerite	Grayish black colored compact hard rock	Phenocryst consists of micro-phenocryst of plagioclase and shows porphyritic texture. Plagioclase shows carlsbad twinning. Groundmass is plagioclase lath, hornblende and magnetite, showing intergranular texture.	
III-12B	Pada	Dolerite group	Hornblende dolerite	Grayish black colored compact rock	Details are as similar as III-12. But grain size is somewhat larger than III-12. Texture is from intergranular to gabbroic one.	
III-14	Pada	Karangara river formation	Sandstone	Dark grayish black colored compact rock	Coarse grained and fine grained part show alternated layer. Coarse part consists of much amount of quartz and chlorite, little amount of plagioclase, hydro-mica, pyroxene and sulfide. Fine part is mainly quartz and pyroxene.	

Sample No	Location	Formation or group name	Rock name	Macroscopic observation	Microscopic observation	Remarks
III-20	Kato	Rompo river schist	Sericite chlorite quartz schist	Gray colored micro-folded Schistose rock	This rock consists of fine grained or medium grained quartz, fibrous sericite and chlorite. All of them show schistose texture. Quartzose part and sericite chlorite rich part show banded texture.	
III-21	Kato	Rompo river schist	Sericite chlorite quartz schist	Grayish white and grayish black colored parts show banded texture.	It consists quartz, sericite and chlorite. Quartz is equigranular in general, sericite is fibrous and chlorite is combined with quartz especially. Quartzose part and mafic part show banded texture.	
III-22	Kato	Andesite group	Hornblende andesite	Grayish white colored porphyritic rock. Phenocryst of white feldspar and black needle-like mineral are observed.	Phenocryst consists of plagioclase, hornblende and opaque mineral. Plagioclase is altered to chlorite and carbonate in general. Hornblende is also altered to chlorite, titanite and carbonate. Opaque mineral is sulfide. Groundmass shows spherulitic texture and consists of micrographic intergrowth of quartz and feldspar.	
III-24	Kato	Gabbro group	Hornblende gabbro	Gray to black colored compact rock. Grayish white veinlet is observed commonly as reticulated vein.	This is holocrystalline rock including much subhedral little lamella twinned plagioclase and titanite. Epidote veinlet is observed commonly.	
III-25	Kato	Granite group (Nokila laki massif)	Hornblende biotite granite	Holocrystalline leucocratic rock	It consists of quartz, orthoclase, plagioclase, biotite hornblende, titanite and opaque mineral. Quartz is observed interstitially as fine crystal and orthoclase shows comparatively coarse grained, carlsbad twinning. Plagioclase is altered to sericite in part, and biotite to chlorite and titanite mostly. Chlorite veinlet is abundant making network.	
III-26	Torro	Sopu river gneiss	Biotite granitic gneiss	Holocrystalline, gneissose rock	It consist chiefly much quartz, lamella twinned plagioclase, biotite, little orthoclase and sphene as inclusion into biotite. All of them show definite orientation.	
III-27	Torro	Rompo river schist	Biotite chlorite bearing sericite quartz schist	Grayish white and grayish black colored part show banded texture.	Main constituents are irregular formed quartz, biotite fibrous sericite, chlorite, sulfide and little lamella twinned plagioclase. Chlorite network is observed commonly.	
IV-2	Namo	Gabbro group	Augite hornblende microgabbro	Mediumgrained, holocrystalline compact rock	Plagioclase, hornblende, augite, titanite and opaque mineral are constituents. The most abundant is hornblende showing subhedral to granular form. Plagioclase shows subhedral to fine grained form, and augite is usually anhedral. Opaque mineral is both oxide and sulfide.	

Sample No	Location	Formation or group name	Rock name	Macroscopic observation	Microscopic observation	Remarks
IV-3	Namo	Ultrabasic rock	Chromite bearing pyroxenite	Dark grayish green colored, holocrystalline rock.	Bronzite of 2-5 mm size is the main component. A little amount of olivine and chromite is observed. Serpentine is recognized in bronzite and olivine as network. Few crystal of magnetite is seen.	see PL 4
IV-4	Kalamea	Gabbro group	Hornblende gabbro	Dark gray, holocrystalline rock.	Plagioclase and augite show micrographic intergrowth including comparatively much sulfide and apatite.	
IV-5	Rio	Palu river schist	Sericite chlorite quartz phyllite	Grayish black colored, fragile and schistose rock	It consists of lenticular quartz, fibrous chlorite, sericite and sulfide. Carbonate and quartz veinlet are common all over the rock.	
IV-6	Rio	Dacite group	Biotite dacite	Somewhat melanocratic, compact hard rock	This shows porphyritic texture. As phenocryst, little quartz, zoned biotite which altered to chlorite and carbonate and plagioclase are observed. Sulfide and carbonate are seen also. Groundmass consist of mozaic quartz and plagioclase, chlorite, biotite and sulfide.	
IV-7	Pakuli	Granite group (Nokila laki massif)	Biotite granodiorite	Holocrystalline, leucocratic rock	Main constituents are interstitial quartz, perthitic orthoclase, plagioclase, biotite, much apatite, sulfide and carbonates. Also observed veinlet of carbonate which is altered from plagioclase.	
(Polished Section)						
II-5	Bakubakuru	Granite group (Nokila laki massif)	Biotite sheared granite		Massive pyrite about 100 μ is observed in common. Granular zinblende, covellite and chalcopyrite show poor existence. Molybdenite is recognized by the fluorescent X-ray analysis.	
II-6	Berdikari	Palu river schist	Garnet sillimanite biotite hornfels		Very fine grained pyrite and zinblende of 10 to 30 μ are observed but their amounts are little.	

Remarks : In the above description, quartz and cristobalite are treated as same.

PL 1. Slate (Sample No. I-9)

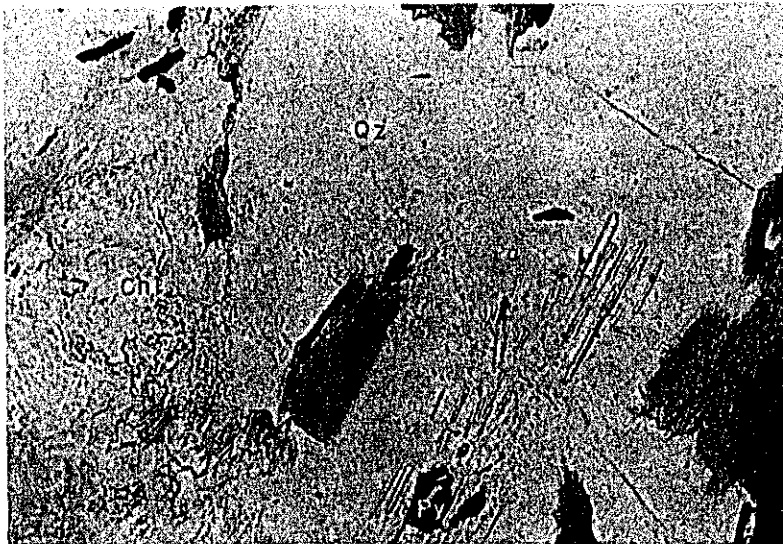


0 0.1mm

Nicol not crossed

Pl : Plagioclase Qz : Quartz
Ser: Sericite Py : Pyrite

PL 2. Biotite Schist (Sample No. II-B-3)



0 0.1mm

Nicol not crossed

Qz : Quartz Chl : Chlorite
Biot: Biotite Py : Pyrite

PL 3. Sericite Phyllite (Sample No. II-19)



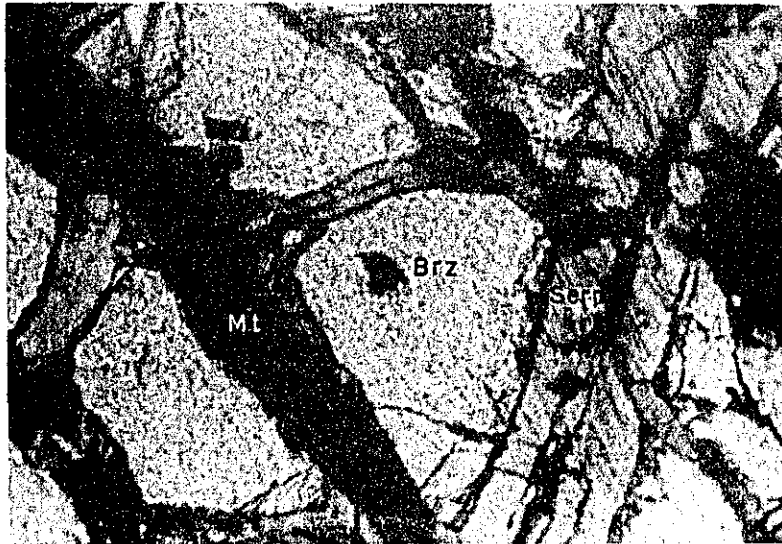
0 ————— 0.1 mm

Nicol crossed

Qz : Quartz

Ser: Sericite

PL 4. Pyroxenite (Sample No. IV-3)



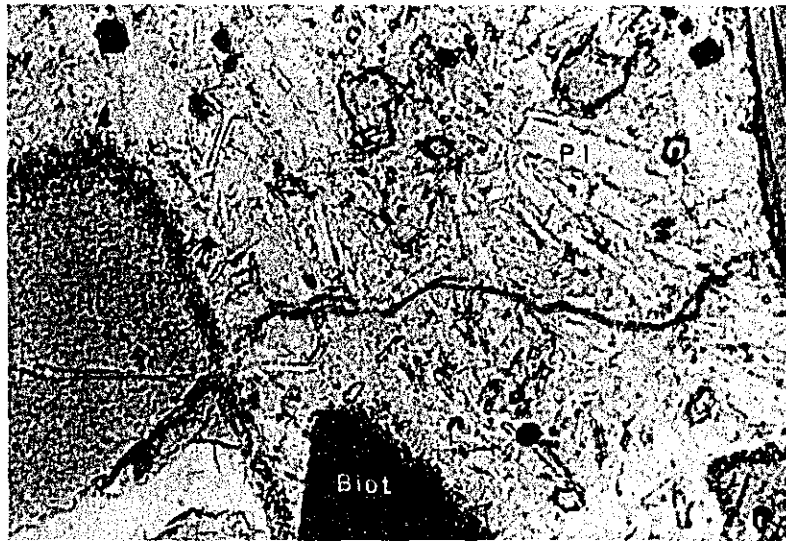
0 ————— 0.1 mm

Nicol not crossed

Brz Bronzite Mt : Magnetite

Serp Serpentine

PL 5. Hornblende Biotite and Esite (Sample No. I-14)



0 0.1 mm

Nicol not crossed

Pl : Plagioclase

Hb : Hornblende

Biot : Biotite

PL 6. Hornblende Granite (Sample No. II-23)



0 0.1 mm

Nicol crossed

Orth : Orthoclase

Hb : Hornblende

Mt : Magnetite

TABLE 4 List of mineral resources.

(In the survey area)

Name	Location	Country rock	Alteration	Scale & Orientation		Ore mineral	Gangue mineral	Explanation & Remarks	
Sopu river disseminated zone	Upper stream of the Sopu	Biotite granite and biotite gneiss (at the margin of granite)	Contact metamorphism is occurred at the margin of granite. No argillaceous alteration	Confirmed scale E-W direction 1 KM N-S direction 2 KM Presumed scale E-W direction over 1 KM N-S direction over 15 KM	Dissemination into the country rock	Pyrite Chalcopyrite Zinblende Covellite Molybdenite Pyrrhotite	—	Contents of sulfide minerals are extremely low but this deposit has possibility of porphyry copper type ore deposit.	
Masewo disseminated zone	Masewo along the Karangana	Slate	Argillaceous alteration is observed in vein	Strike N 5°E Dip 50°W Width 1 m Extension is not able to follow	Hydrothermal vein	Pyrite Chalcopyrite Zinblende	Chlorite Sericite	As the scale is small and quality is low, it is estimated to have less economic value.	
Banas laterite deposit	Near Banas along the Karangana	Biotite andesite	Weathering	From several to several tens meters Scattered in country rock	Eluvial deposit	Heavy minerals Limonite	—	Economically this is estimated very low.	
Towulu muscovite deposit	Towulu along the Lariang	Biotite schist	Chloritization Silicification (in parts)	Width of quartz vein 5 - 10 cm width, of muscovite platy or massive part 1-2 cm	In quartz vein (parallel to schistosity) Presumed to be pegmatitic vein	Muscovite	Biotite Quartz Chlorite Plagioclase	It is said that this deposit was explored in the past.	
Lariang petroleum deposit	Near the mouth of the Lariang	By the lack of the field survey and condition of the method, details are uncertain.							This deposit was explored and mined in the past in a small scale.

(Out of the survey area)

Name	Location	Country rock	Alteration	Scale & Orientation	Occurrence	Ore mineral	Gangue mineral	Explanation & Remarks
Uwewla river deposit	Along Uwewla river of Silae at 10 km north-west from Palu. 290 m from sea level	Granite	Silicification	Width 30 - 80 cm (sheared zone) Strike N40°W - 50°W Dip 15° - 30°SW Extension 7 m along the strike	Fissure-filling vein (in the sheared zone of granite)	Galena (concentrated as patch like form) Zinc Pyrite	Quartz, Clay minerals	
Wani disseminated copper deposit	Near Wani, at the eastern shore of the Palu bay	Diorite	Argillaceous alteration Silicification	Strike N 40°E Dip 35°NW Scale width 5 m Extension 40 - 50 m	Uncertain	Pyrite (chalcopyrite is not observed)	Clay minerals Quartz	
Saum parigi copper deposit	Saum Parigi at 7.5 km Southwest from Palu	Slate Phyllite (in part)	Uncertain	Width 0.5 cm	Veinlet in slate	Chalcopyrite Malachyte	Quartz	Only one boulder is observed. This is the deposit situated at the west side of Fossa Sarasina.

TABLE 5 Chemical assay

Sample No	Location	Rock name	Copper Contents per cent	Lead Contents per cent	Zinc Contents per cent	Sulfur Contents per cent	Remarks
II - 5	Bakubakuru	Biotite sheared granite	0.01	0.01	0.01	0.29	Contact zone with crystalline schist
II - 6	Berdikari	Garnet sillimanite biotite hornfels	0.01	0.01	0.01	0.15	Contact zone with gneiss
II - 7	Berdikari	Gneissose biotite granite	0.01	0.01	0.01	0.02	
II - 11	Berdikari	Garnet biotite granodiorite	0.01	0.01	0.01	0.10	
II - 12	Berdikari	Biotite hornblende gneissose granite	0.08	0.01	0.01	4.10	
II - 14	Berdikari	Biotite gneissose granite	0.01	0.01	0.01	0.68	
II - 15	Upper stream of the Sopu	Sand	nd	nd	nd	0.02	Hot spring deposit
I - 8	Masewo	Slate	0.18	0.10	0.25	6.11	

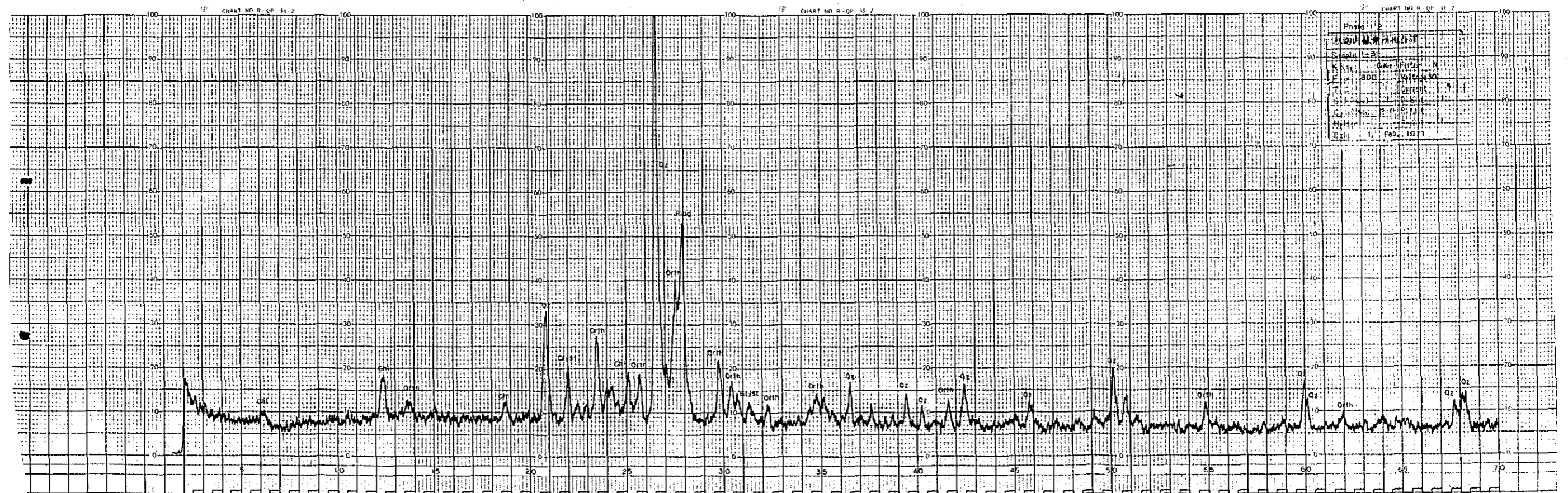
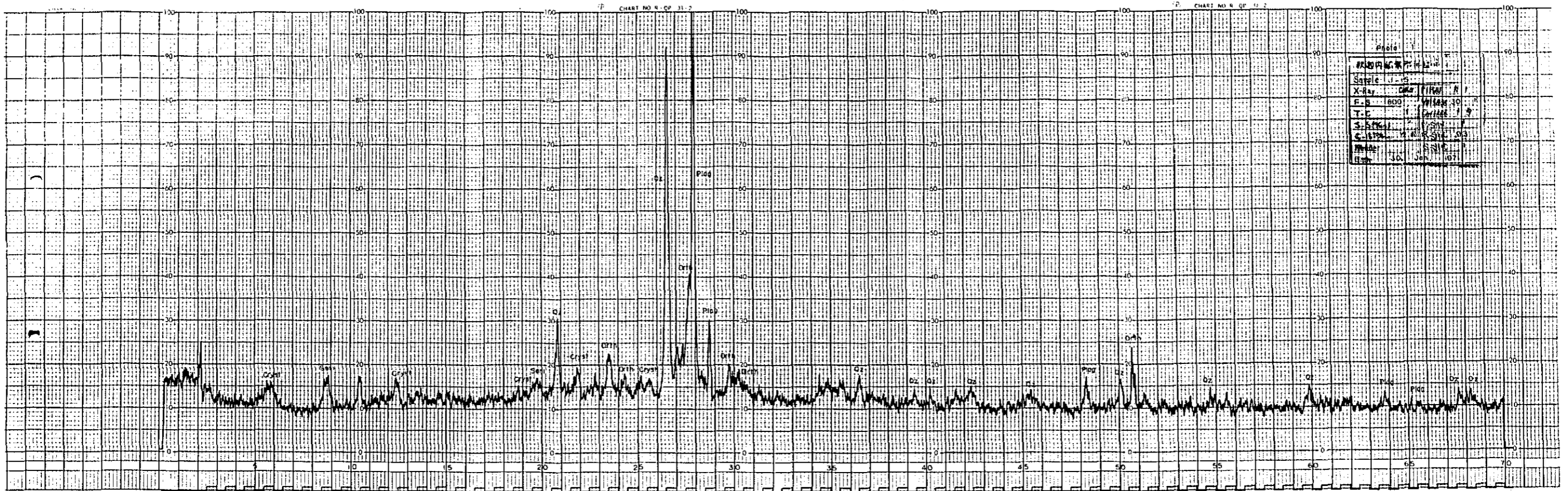
Remarks : nd means unenforcement

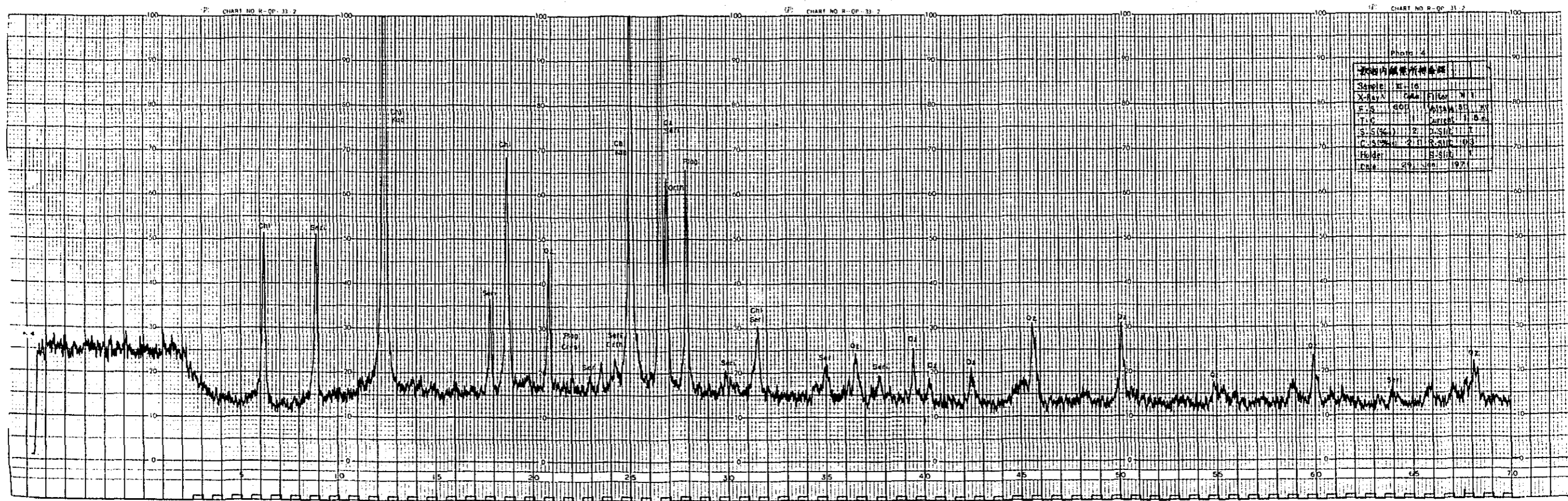
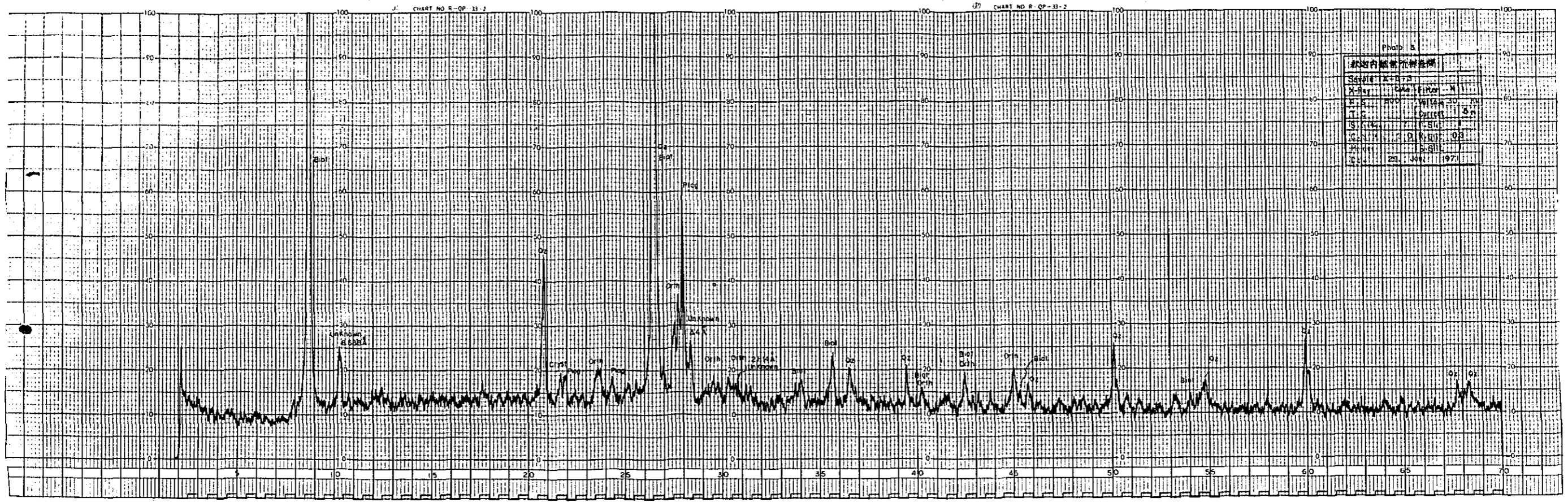
TABLE 6 X - ray diffractive analysis

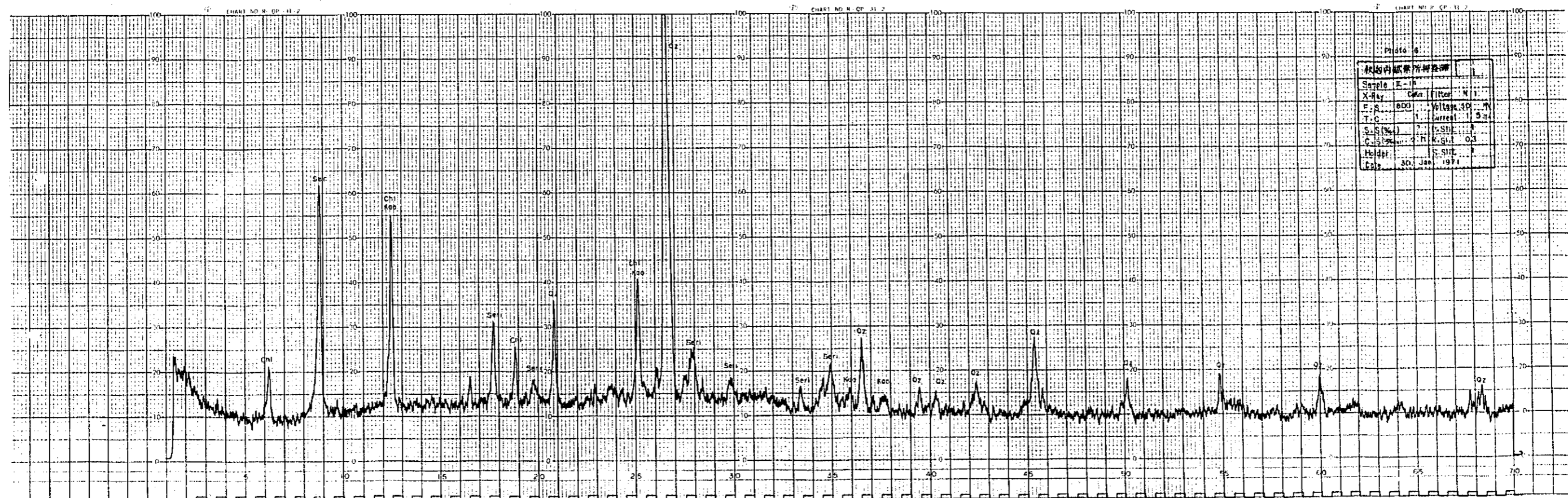
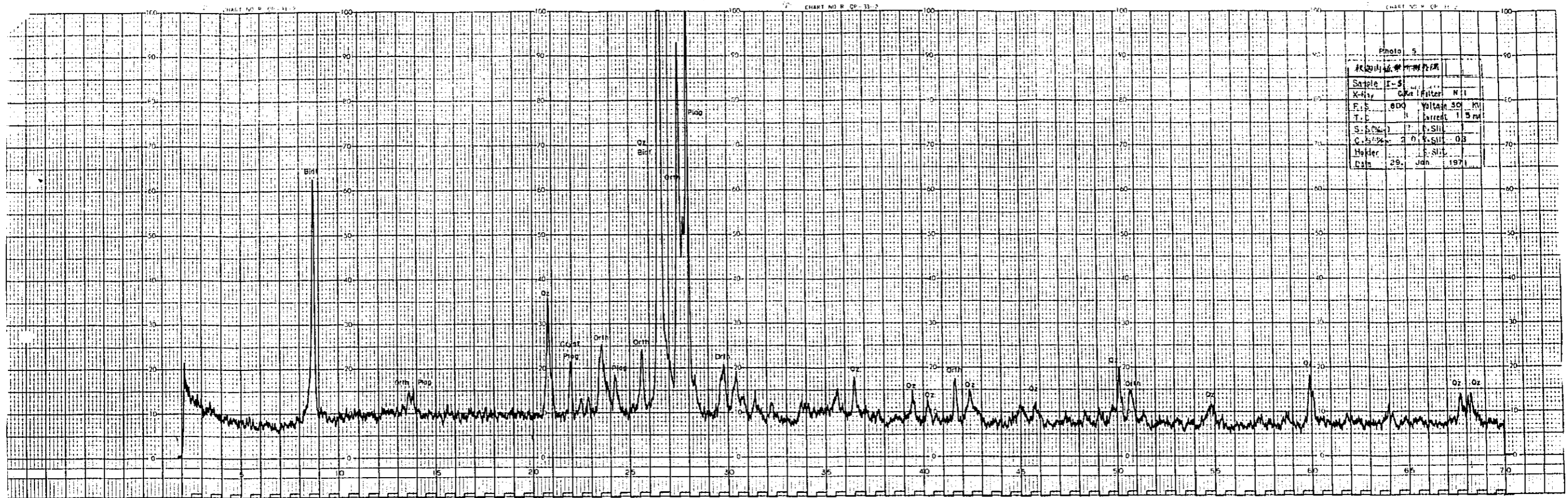
Mineral Composition by X-ray diffractive analysis

Group	Sample No	Location	Rock Name	Clay mineral										Zeolite			Silica		Felds		Sulfate		Carb		Sulfide			Remarks									
				Kao	Pyrophy	Halloy	Vermi	Mont	Seri	1 M	2 M	Chl	Hyd	Mix	Mor	Anal	Clp	Qz	Cryst	Plag	Orth	Gyp	Anhy	Cal	Py	Gal	Sph		Biot								
Alluvium	I - 1	Gimpu	Silt (Quaternary)							+								π	τ	π	τ																
	I - 15	Manu	Sand (Quaternary)							+								π	τ	π	τ																
	II - 15	Berdikari	Sand (Quaternary)															π	τ	π	π															Hot spring deposit	
Sedimentary rock including pyroclastics	II - 27	Rio Manta	Siltstone (Doda formation)							+Δ								+																			
	I - 31	Kodja	Rhyolitic tuff (Rhyolite group)															π	+	π	τ																
	I - 39	Kanuna	White clayey rock (Karangana river formation)	+?						+		+						π																			
	I - 28	Tompi	Sheared quartzite (Karangana river formation)															π	+	π	τ																
Metamorphic rock	II - 22	Rio	Argillaceous phyllite (Palu river schist)	+Δ														π																			
	II-B-3	Namo	Biotite schist (Iariang river schist)															π	+	π	τ															π	
	III-16	Pada	Muscovite schist (Poso schist)	ππ						ππ								π	τ	π	π																
	II - 6	Berdikari	Garnet sillimanite biotite hornfels (Palu river schist)															π		π	π															π	
Granite	I - 5	Mapahi	Biotite granite (Nokila laki massif)															π	+	π	π															π	
	II-B-1	Saluwa	Biotite granite (Waukara massif)															π	+	π	π															π	
	II-B-4	Namo	Biotite granite (Waukara massif)															π	τ	π	π															π	
	II-C-4	Balongga	Biotite granite (Waukara massif)															π		π	π															π	
	III-11-B	Rundo	Biotite granite (Nokila laki massif)															π	τ	π	π																
	II-11	Berdikari	Garnet biotite granite (Nokila laki massif)								+							π	+	π	π																π
	II-5	Bakubakuru	Biotite sheared granite (Nokila laki massif)	+														π		π	τ															π	
	II-14	Berdikari	Biotite gneissose granite (Nokila laki massif)	π?							ππ							π																			
	II-D-5	Pasaku	Hornblende biotite quartz diorite (Waukara massif)															π	τ	π	π																π
	II-17	Baluase	Hornblende biotite granite (Waukara massif)									+						π	+	π	π																+
	II-C-6	Balongga	Hornblende biotite granite (Waukara massif)	π Δ														π	τ	π	π																π
	II-23	Rio	Hornblende granite (Rio massif)																π		π	π															τ

Remarks
 Kao : Kaoline Halloy : Halloysite Seri : Sericite 2 M : 2 M peak type of sericite Hyd : Hydromica Mor : Mordenite Clp : Clinoptilolite
 Pyrophy : Pyrophyllite Vermi : Vermiculite 1M : 1 M peak type of sericite Che : Chlorite Mix : Mixed layer minerals Anal : Analcite Qz : Quartz
 Cryst : Crystobalite Felds : Feldspar Anhy : Anhydrite Cal : Calcite Gal : Galena Biot : Biotite
 Plag : Plagioclase Gyps : Gypsum Carb : Carbonate py : Pyrite Sph : Sphalerite
 ++ abundant + common + little Δ wide peak (showing ill crystallization) ? uncertain







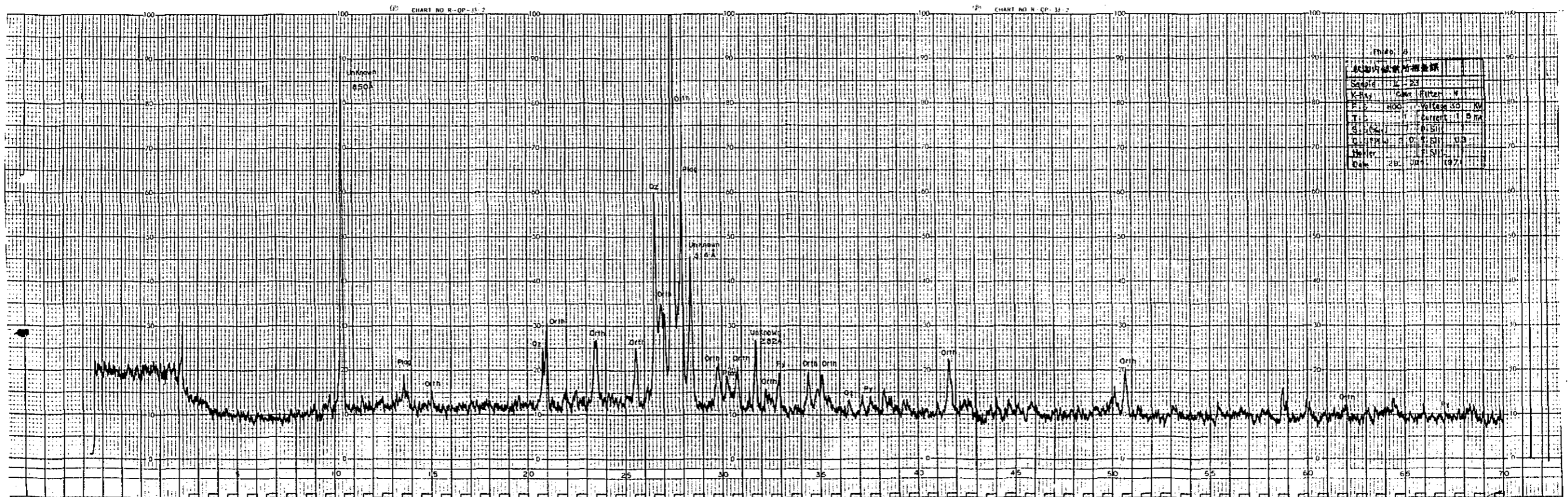
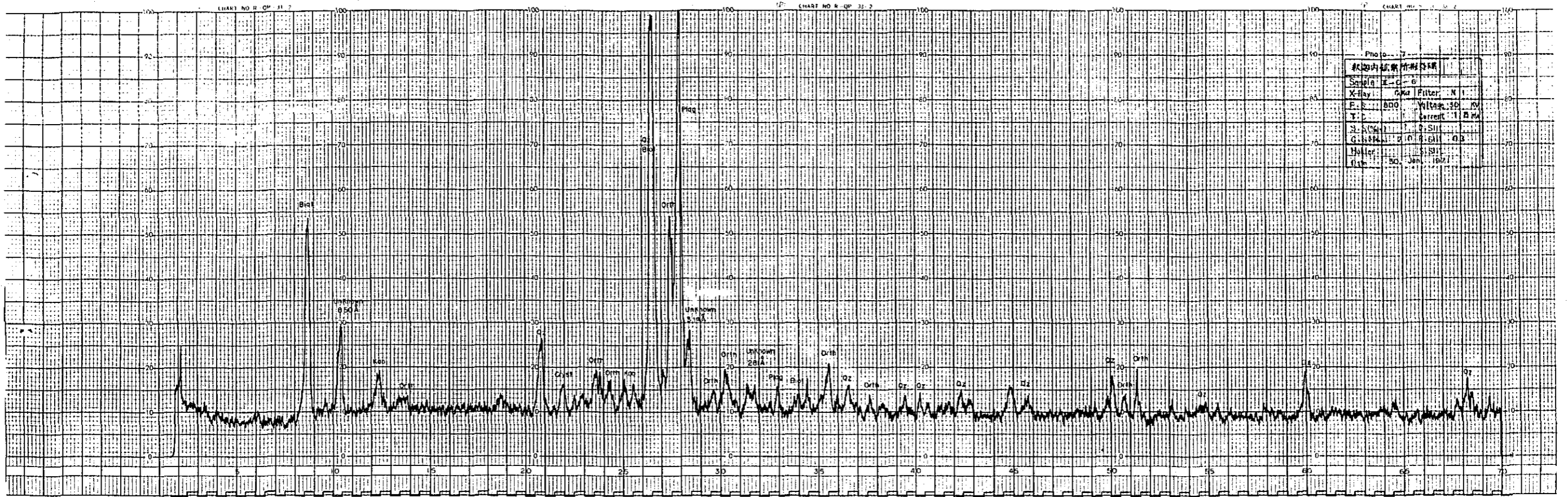


TABLE 7 Stratigraphical Relation Map

Geological Age.		Previous definition (by Bemmelen etc)		Stratigraphy	Rock facies	Stratigraphical relation
		Stratigraphy	Rock facies			
Quaternary	Recent	Alluvium	Consolidated sediments	Quaternary deposits Alluvium Lake deposit Terrace deposit Fan deposit Talus deposit	Unconsolidated sediments Sand Gravel Silt Mud	
	Pleistocene	Barupu tuff	Acidic tuff			
Tertiary	Pliocene	Celebes molasse	Conglomerate sandstone shale etc		① ② Disconformable with Quaternary desposit ③ Relation is uncertain, presumed to be the same age ④ Disconformable ⑤ Small intrusive body in granite or slate ⑥ Schist shows roof- pending in granite or xenolith in granite ⑦ Age of these schist are unknown but suffered granitic intrusion ⑧ Miocene-pliocene intrusion as batholithic body ⑨ Disconformable ⑩ Disconformity or fault	
		Mamudju- Doda embayment marine sediment	Sandy shale limestone etc			
	Miocene	Sediments in Tawaëlia graben	Conglomerate shale dacite andesite lava mylonite			
		Grainite intrusion	Volcanic pyroclastic rock			
	Oligocene	Volcanic pyroclastic layer	Granite			
	Eocene	Limestone layer	Phyllitic shale Graywacke			
Paleogene	Tinombo formation	Conglomerate Limestone Glaucophane schist				
Mesozoic	Mesozoic sedimentary rocks	Chert Radiolarite				
Paleozoic	Metamorphic rock	Amphibole epidote facies	Poso schist	Muscovite quartz schist		
		Granulite facies	Sopo river gneiss	Biotite gneiss		
		schist & gneiss	Lariang river schist	Biotite schist		

TABLE 8-1 Compiled columnar section map

Geological age		Stratigraphy	Columnar section	Rock facies	Structural movement	Igneous activity	Metamorphism	Mineralization
Quaternary	Recent	Quaternary deposits		Unconsolidated sediments	Tectonic Movement	Granite, Granodiorite Diorite, Quartz diorite	Regional metamorphism	Sopu river disseminated zone
	Pleistocene	{ Alluvium Lake deposit Terrace deposit Fan deposit Talus deposit }		{ Sand Gravel Silt Mud }				
Tertiary	Pliocene	Doda F		Sandstone Conglomerate Siltstone	Fossa Sarasina & Tawaëlia graben	Old granite G.	Contact metamorphism	Banas laterite deposit
		Andesite G. Dacite G. Rhyolite G.		Andesite Dacite Rhyolite				
	Granite G.	Granite Granodiorite	Chlorite-sericite-phyllite Biotite quartz schist etc					
	Basic intrusion	Diorite Quartz diorite						
	Kentalenite Dolerite Gabbro, Pyroxenite	{ Kentalenite Dolerite Gabbro Pyroxenite } dyke						
Miocene								
Oligocene								
Eocene								
Paleogene								
Mesozoic		Karangana river F.		Slate Sandstone Chert Basic tuff Conglomerate Limestone	(Alps)			
Paleozoic		Poso crystalline schist G. Sopu river gneiss G. Lariang river crystalline schist G.		Muscovite quartz schist Biotite greiss Biotite schist	(Hercynian)			Towulu muscovite deposit Lariang petroleum deposit

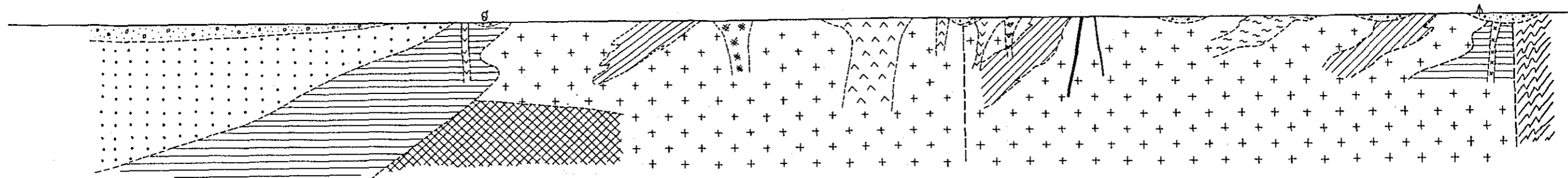
Remarks : F : Formation
G : Group
? : Uncertain

~~~~~ Disconformity  
----- Unknown relation

Table 8-2 Compiled columnar section map

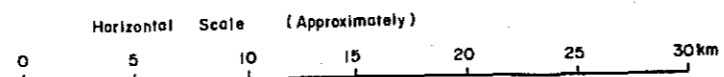
West East

Dodo Rio Kantewu Fossa Sorasina Lindu Pada Tawaölia graben



Legend

- |                                         |                      |                |                         |       |
|-----------------------------------------|----------------------|----------------|-------------------------|-------|
| Quaternary deposit                      | Lariang river schist | Dolerite       | Dacite group            | Fault |
| Dodo formation                          | Sopa river gneiss    | Kentallenite   | Rhyolite group          |       |
| Karangana river formation               | Poso schist          | Granite group  | Fossil plant            |       |
| Palu river schist<br>Rompo river schist | Gabbro & Pyroxenite  | Andesite group | Molluscs & Foraminifera |       |



Longitudinal Scale : Indefinite

TABLE 9 List of Sample

| Sample No | Location * 1              | Formation or group name   | Rock name * 2               | Determination of Fossil | Manu-<br>facture<br>of Thin<br>section | Manu-<br>facture<br>of Polished<br>Section | Analysis<br>by<br>X - ray | Chemical<br>Assay | Dating<br>by<br>K - A<br>method | Magnetic Measure-<br>ment |                      | Presented<br>with<br>report | Remarks<br>* 3 |
|-----------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------|
|           |                           |                           |                             |                         |                                        |                                            |                           |                   |                                 | Suscep-<br>tibility       | Remnant<br>magnetism |                             |                |
| I - 1     | Gimpu (the Karo)          | Alluvium                  | Silt                        |                         |                                        |                                            | * Y                       |                   |                                 |                           |                      |                             |                |
| I - 2     | South of Gimpu (the Karo) | Rhyolite group            | Rhyolitic tuff              |                         | Y                                      |                                            |                           |                   |                                 |                           |                      | Y                           |                |
| I - 3     | South of Gimpu (the Karo) | Granite group             | Hornblende biotite granite  |                         | Y                                      |                                            |                           |                   |                                 |                           |                      | Y                           |                |
| I - 5     | Mapahi (the Karangana)    | Granite group             | Biotite granite             |                         | Y                                      |                                            | Y                         |                   | Y                               | Y                         |                      |                             | X-ray chart    |
| I - 6     | Banas (the Karangana)     | Andesite group            | Hornblende biotite andesite |                         | Y                                      |                                            |                           |                   |                                 |                           |                      | Y                           |                |
| I - 7     | Masewo (the Karangana)    | Karangana river formation | Biotite hornfels            |                         | Y                                      |                                            |                           |                   |                                 |                           |                      | Y                           |                |
| I - 8     | Masewo (the Karangana)    | Karangana river formation | Slate                       |                         |                                        |                                            |                           | Y                 |                                 |                           |                      | Y                           | Ore sample     |
| I - 9     | Mamu (the Karangana)      | Karangana river formation | Slate                       |                         | Y                                      |                                            |                           |                   |                                 |                           |                      | Y                           |                |
| I - 10    | Kalamanta (the Karangana) | Dacite group              | Dacitic tuff breccia        |                         | Y                                      |                                            |                           |                   |                                 |                           |                      | Y                           |                |
| I - 12    | Kalamanta (the Karangana) | Doda formation            | Sandstone                   |                         | Y                                      |                                            |                           |                   |                                 |                           |                      | Y                           |                |
| I - 13    | Kalamanta (the Karangana) | Andesite group            | Hornblende biotite andesite |                         | Y                                      |                                            |                           |                   |                                 |                           |                      |                             |                |
| I - 14    | Kalamanta (the Karangana) | Andesite group            | Hornblende biotite andesite |                         | Y                                      |                                            |                           |                   |                                 |                           |                      |                             |                |
| I - 15    | Mamu (the Karangana)      | Alluvium                  | Sand                        |                         |                                        |                                            | Y                         |                   |                                 |                           |                      |                             | X-ray chart    |
| I - 18    | Banas (the Karangana)     | Andesite group            | Crushed biotite andesite    |                         | Y                                      |                                            |                           |                   |                                 |                           |                      | Y                           |                |
| I - 20    | Banas (the Karangana)     | Karangana river formation | Sandstone                   |                         |                                        |                                            |                           |                   |                                 |                           |                      | Y                           |                |
| I - 21    | Banas (the Karangana)     | Andesite group            | Hornblende biotite andesite |                         | Y                                      |                                            |                           |                   |                                 | Y                         | Y                    | Y                           |                |

\* 1 ( ) shows the basin of river.

\* 2 rock name is determined microscopically or macroscopically

\* 3 Fossil samples, Ore samples are shown in this column.

\*Y Shows offirmation.

| Sample No | Location * 1           | Formation or rock group name | Rock Name * 2                     | Determination of Fossil | Manufacture of Thin section | Manufacture of Polished Section | Analysis by X - ray | Chemical Assay | Dating by K - A method | Magnetic Measurement |                   | Presented with report | Remarks * 3 |
|-----------|------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------|----------------|------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|-------------|
|           |                        |                              |                                   |                         |                             |                                 |                     |                |                        | Susceptibility       | Remnant magnetism |                       |             |
| I - 22    | Mapahi (the Karangana) | Granite group                | Hornblende biotite quartz diorite |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| I - 23    | Banas (the Karangana)  | Karangana river formation    | Limestone                         |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| I - 24    | Banas (the Karangana)  | Karangana river formation    | Hornblende biotite hornfels       |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| I - 25    | Banas (the Karangana)  | Granite group                | Hornblende biotite quartz diorite |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| I - 26    | Tompi (the Lariang)    | Andesite group               | Augite biotite andesite           |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| I - 27    | Tompi (the Lariang)    | Karangana river formation    | Limestone                         |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| I - 28    | Tompi (the Lariang)    | Karangana river formation    | Sheared quartzite                 |                         | Y                           |                                 | Y                   |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| I - 29    | Kodja (the Lariang)    | Lariang river schist         | Biotite schist                    |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| I - 31    | Kodja (the Lariang)    | Rhyolite group               | Rhyolitic tuff                    |                         | Y                           |                                 | Y                   |                |                        |                      |                   | Y                     | X-ray chart |
| I - 32    | Lonebasa (the Lariang) | Granite group                | Hornblende biotite granite        |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| I - 33    | Lonebasa (the Lariang) | Karangana river formation    | Biotite phyllite                  |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| I - 34    | Kantewu (the Lariang)  | Andesite group               | Andesitic breccia                 |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| I - 35    | Kantewu (the Lariang)  | Kentallenite                 | Kentallenite                      |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| I - 36    | Kantewu (the Lariang)  | Kentallenite                 | Kentallenite                      |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| I - 37    | Onu (the Lariang)      | Karangana river formation    | Chlorite sericite schist          |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| I - 38    | Lawe (the Lariang)     | Karangana river formation    | Slate (alternated with sandstone) |                         |                             |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| I - 39    | Kanuna (the Lariang)   | Karangana river formation    | white clayey rock                 |                         |                             |                                 | Y                   |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| I - 40    | Kanuna (the Lariang)   | Karangana river formation    | Basic tuff                        |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| I - 41    | Siwagi (the Lariang)   | Karangana river formation    | Sandstone                         |                         |                             |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| I - 42    | Towulu (the Lariang)   | Lariang river schist         | Suscovite bearing biotite schist  |                         |                             |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     | Ore sample  |
| I - 43    | Mapahi (the Karangana) | Granite group                | Riotite granite                   |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |

| Sample No | Location *1            | Formation or rock group name | Rock Name * 2                        | Determination of Fossil | Manufacture of Thin Section | Manufacture of Polished Section | Analysis by X - ray | Chemical Assay | Dating by K - A method | Magnetic Measurement |                   | Presented with report | Remarks * 3        |
|-----------|------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------|----------------|------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|
|           |                        |                              |                                      |                         |                             |                                 |                     |                |                        | Susceptibility       | Remnant magnetism |                       |                    |
| II - 1    | Bora (the Palu)        | Granite group                | Biotite Granite                      |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |                    |
| II - 2    | Bora (the Palu)        | Palu river formation         | Hornblende chlorite schist           |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |                    |
| II - 3    | Bora (the Palu)        | Palu river formation         | Epidote bearing phyllite             |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |                    |
| II - 4    | Bora (the Palu)        | Granite group                | Biotite granite                      |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |                    |
| II - 5    | Bakubakuru (the Palu)  | Granite group                | Biotite sheared granite              |                         | Y                           | Y                               | Y                   | Y              | Y                      | Y                    | Y                 | Y                     |                    |
| II - 6    | Berdikari (the Sopu)   | Palu river schist            | Garnet sillimanite biotite hornfels  |                         | Y                           | Y                               | Y                   | Y              | Y                      | Y                    | Y                 | Y                     |                    |
| II - 7    | Berdikari (the Sopu)   | Granite group                | Gneissose biotite granite            |                         | Y                           |                                 |                     | Y              |                        |                      |                   | Y                     |                    |
| II - 8    | Berdikari (the Sopu)   | Granite group                | Biotite granite                      |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |                    |
| II - 9    | Berdikari (the Sopu)   | Sopu river gneiss            | Garnet sillimanite biotite gneiss    |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |                    |
| II - 10   | Berdikari (the Tongoa) | Granite group                | Biotite granodiorite                 |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |                    |
| II - 11   | Berdikari (the Tongoa) | Granite group                | Garnet biotite granodiorite          |                         | Y                           |                                 | Y                   | Y              |                        |                      |                   | Y                     |                    |
| II - 12   | Berdikari (the Tongoa) | Granite group                | Biotite hornblende gneissose granite |                         | Y                           |                                 |                     | Y              |                        |                      |                   | Y                     | Ore Sample         |
| II - 13   | Berdikari (the Tongoa) | Granite group                | Biotite granite                      |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |                    |
| II - 14   | Berdikari (the Sopu)   | Granite group                | Biotite gneissose granite            |                         | Y                           |                                 | Y                   | Y              |                        |                      |                   | Y                     |                    |
| II - 15   | Berdikari (the Sopu)   | Alluvium                     | Sand                                 |                         |                             |                                 | Y                   | Y              |                        |                      |                   | Y                     | Hot spring deposit |
| II - 16   | Baluase (the Palu)     | Granite group                | Hornblende biotite granite           |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |                    |
| II - 17   | Baluase (the Palu)     | Grante group                 | Hornblende biotite granite           |                         |                             |                                 | Y                   |                |                        |                      |                   | Y                     |                    |
| II - 18   | Baluase (the Palu)     | Granite group                | Biotite granodiorite                 |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |                    |
| II - 19   | Waukara (the Lariang)  | Palu river schist            | Sericite phyllite                    |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |                    |
| II - 20   | Waukara (the Lariang)  | Palu river schist            | Sericite phyllite                    |                         |                             |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |                    |
| II - 21   | Waukara (the Lariang)  | Palu river schist            | Felsic aggregate                     |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |                    |

| Sample No. | Location * 1             | Formation or rock group name | Rock Name * 2                     | Determination of Fossil | Manufacture of Thin Section | Manufacture of Polished Section | Analysis by X - ray | Chemical Assay | Dating by K - A method | Magnetic Measurement |                   | Presented with report | Remarks * 3   |
|------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------|----------------|------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
|            |                          |                              |                                   |                         |                             |                                 |                     |                |                        | Susceptibility       | Remnant magnetism |                       |               |
| II - 22    | Rio (the Rio)            | Palu river schist            | Argillaceous phyllite             |                         |                             |                                 | Y                   |                |                        |                      |                   |                       |               |
| II - 23    | Rio (the Rio)            | Granite group                | Hornblende granite                |                         | Y                           |                                 | Y                   |                |                        |                      |                   | Y                     | X --ray chart |
| II - 24    | Rio Pontroveti (the Rio) | Doda formation               | Siltstone                         | Y                       |                             |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     | Fossil sample |
| II - 25    | Rio manta (the Rio)      | Granite group                | Hornblende granite                |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |               |
| II - 26    | Rio manta (the Rio)      | Karangana river formation    | Biotite hornfels                  |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |               |
| II - 27    | Rio manta (the Rio)      | Doda formation               | Siltstone                         | Y                       |                             |                                 | Y                   |                |                        |                      |                   | Y                     | Fossil sample |
| II - 28    | Rio manta (the Rio)      | Rhyolite group               | Glassy rhyolite                   |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |               |
| II - 29    | Rio manta (the Rio)      | Karangana river formation    | Siliceous slate                   |                         |                             |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |               |
| II - 30    | Rio manta (the Rio)      | Dacite group                 | Hornblende dacite                 |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        | Y                    | Y                 | Y                     |               |
| II - 31    | Rio manta (the Rio)      | Doda formation               | Conglomerate                      |                         |                             |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |               |
| II-A-1     | Saluwa (the Palu)        | Granite group                | Biotite granite                   |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        | Y                    | Y                 | Y                     |               |
| II-A-2     | Saluwa (the Palu)        | Palu river schist            | Biotite schist                    |                         | Y                           |                                 |                     |                | Y                      | Y                    | Y                 | Y                     |               |
| II-B-1     | Saluwa (the Palu)        | Granite group                | Biotite granite                   |                         | Y                           |                                 | Y                   |                |                        | Y                    | Y                 | Y                     |               |
| II-B-2A    | Saluwa (the Palu)        | Granite group                | Hornblende diorite                |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |               |
| II-B-2B    | Saluwa (the Palu)        | Granite group                | Hornblende diorite                |                         |                             |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |               |
| II-B-3     | Namo (the Pebatua)       | Lariang river schist         | Biotite schist                    |                         | Y                           |                                 | Y                   |                |                        | Y                    | Y                 | Y                     | X - ray chart |
| II-B-4     | Namo (the Pebatua)       | Granite group                | Biotite granite                   |                         | Y                           |                                 | Y                   |                |                        |                      |                   | Y                     |               |
| II-C-4     | Balongga (the Ombi)      | Granite group                | Biotite granite                   |                         | Y                           |                                 | Y                   |                |                        |                      |                   | Y                     |               |
| II-C-6     | Balongga (the Ombi)      | Granite group                | Hornblende biotite granite        |                         | Y                           |                                 | Y                   |                |                        | Y                    | Y                 | Y                     | X- ray chart  |
| II-D-2     | Sidondo (the Palu)       | Palu river schist            | Biotite quartz schist             |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |               |
| II-D-5     | Pasaku (the Palu)        | Granite group                | Hornblende biotite quartz diorite |                         | Y                           |                                 | Y                   |                |                        |                      |                   | Y                     |               |
| II-D-6     | Pasaku (the Palu)        | Palu river schist            | Biotite schist                    |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |               |
| II-D-7     | Bangga (the Palu)        | Rhyolite group               | Felsic rhyolite                   |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |               |

| Sample No | Location * 1         | Formation or rock group name | Rock Name * 2                             | Determination of Fossil | Manufacture of Thin Section | Manufacture of Polished Section | Analysis by X - ray | Chemical Assay | Dating by K - A method | Magnetic Measurement |                   | Presented with report | Remarks * 3 |
|-----------|----------------------|------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------|----------------|------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|-------------|
|           |                      |                              |                                           |                         |                             |                                 |                     |                |                        | Susceptibility       | Remnant magnetism |                       |             |
| III-1     | Au (the Lariang)     | Andesite group               | Hornblende biotite andesitic tuffbrecca   |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| III-1-A   | Au (the Lariang)     | Andesite group               | Hornblende biotite andesitic tuff breccia |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| III-2     | Au (the Lariang)     | Rompo river schist           | Epidote chlorite quartz schist            |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| III-2A    | Au (the Lariang)     | Rompo river schist           | Chlorite quartz schist                    |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| III-3     | Au (the Lariang)     | Andesite                     | Pyroxene andesite                         |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| III-4     | Au (the Lariang)     | Rompo river schist           | Epidote chlorite schist                   |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| III-5     | Sabulu (the Lariang) | Rompo river schist           | Epidote chlorite quartz schist            |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| III-6     | Tuare (the Lariang)  | Karangana river formation    | Carbonatized chert                        |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| III-7     | Tuare (the Lariang)  | Karangana river formation    | Hornfels                                  |                         |                             |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| III-9     | Kagero (the Lariang) | Gabbro group                 | Hornblende gabbro                         |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| III-10    | Rundo (the Panpolea) | Granite group                | Biotite granite                           |                         |                             |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| III-11B   | Rundo (the Panpolea) | Granite group                | Biotite granite                           |                         | Y                           |                                 | Y                   |                | Y                      | Y                    |                   | Y                     |             |
| III-12    | Pada (the Banbuno)   | Dolerite group               | Hornblende dolerite                       |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| III-12B   | Pada (the Barbuno)   | Dolerite group               | Hornblende dolerite                       |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| III-14    | Pada (the Marei)     | Karangana river formation    | Sandstone                                 |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| III-15    | Pada (the Marei)     | Poso schist                  | Muscovite sericite schist                 |                         |                             |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| III-16    | Pada (the Boro)      | Poso schist                  | Muscovite sericite schist                 |                         |                             |                                 | Y                   |                |                        |                      |                   |                       | X-ray chart |
| III-17    | Pada (the Boro)      | Poso schist                  | Muscovite sericite schist                 |                         |                             |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| III-17B   | Pada (the Boro)      | Poso schist                  | Muscovite sericite schist                 |                         |                             |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| III-18    | Bomba (the Banbuno)  | Karangana river formation    | Sandstone                                 |                         |                             |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |

| Sample No | Location * 1          | Formation or rock group name | Rock name * 2                     | Determination of Fossil | Manufacture of Thin Section | Manufacture of Polished Section | Analysis by X - ray | Chemical Assay | Dating by K - A method | Magnetic Measurement |                   | Presented with report | Remarks * 3 |
|-----------|-----------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------|----------------|------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|-------------|
|           |                       |                              |                                   |                         |                             |                                 |                     |                |                        | Susceptibility       | Remnant magnetism |                       |             |
| III-19    | Torire (the Tawaelia) | Lake deposit                 | Mud                               | Y                       |                             |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| III-20    | Kato (the Rompo)      | Rompo river schist           | Sericite chlorite quartz schist   |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| III-21    | Kato (the Rompo)      | Rompo river schist           | Sericite chlorite quartz schist   |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        | Y                    | Y                 | Y                     |             |
| III-22    | Kato (the Rompo)      | Andesite group               | Hornblende andesite               |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| III-23    |                       |                              |                                   |                         |                             |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| III-24    | Kato (the Rompo)      | Gabbro group                 | Hornblende gabbro                 |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| III-25    | Kato (the Rompo)      | Granite group                | Hornblende biotite granite        |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| III-26    | Torro (the Palu)      | Sopu river gneiss            | Biotite granitic gneiss           |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| III-27    | Torro (the Palu)      | Rompo river schist           | Sericite quartz schist            |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| IV-2      | Namo (the Palu)       | Gabbro group                 | Augite hornblende microgabbro     |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| IV-3      | Namo (the Palu)       | Ultrabasic group             | Pyroxenite                        |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| IV-4      | Kalamea (the Bomba)   | Gabbro group                 | Hornblende gabbro                 |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| IV-5      | Rio (the Watapusampu) | Palu river schist            | Sericite chlorite quartz phyllite |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |
| IV-6      | Rio (the Watapusampu) | Dacite group                 | Biotite dacite                    |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   | Y                     |             |
| IV-7      | Pakuli (the Palu)     | Granite group                | Biotite granodiorite              |                         | Y                           |                                 |                     |                |                        |                      |                   |                       |             |