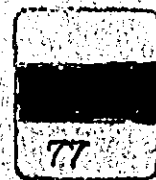


フィリピン共和国ルソン北部地区
鉱物資源開発基礎調査報告書

(第三年次)

昭和52年12月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



フィリピン共和国ルソン北部地区 鉱物資源開発基礎調査報告書

(第三年次)



昭和52年12月

国際協力事業団	
貸出 月日 53. 2. 23	219
登録No. 6608	512
	13-3

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団		
受入 月日	'84. 8. 29	118
登録No.	14462	66.1
		MPN

は し が き

日本政府はフィリピン共和国の要請に応え、同国ルソン北部地区の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質等の調査を実施することとし、この調査を国際協力事業団に委託した。事業団は、本調査の内容が地質および鉱物資源の調査という専門的な分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に依頼することとした。

本調査は3ヶ年にわたって行なわれるものであるが、本年はその最終年度にあたり、上記調査の一環として、大手開発株式会社淵本央氏を団長として28名からなる調査団を編成して、昭和52年1月18日から昭和52年6月23日まで現地に派遣した。現地調査は、フィリピン共和国政府関係機関の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は第3年度に実施した地質・地化学調査、物理探査および試錐探査の結果をとりまとめたものである。

おわりに本調査の実施にあたって御協力を頂いたフィリピン共和国政府・関係機関ならびに通商産業省・外務省および関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

昭和52年12月

国際協力事業団
総 裁 法 眼 普 作

金属鉱業事業団
理事長 平 塚 保 明

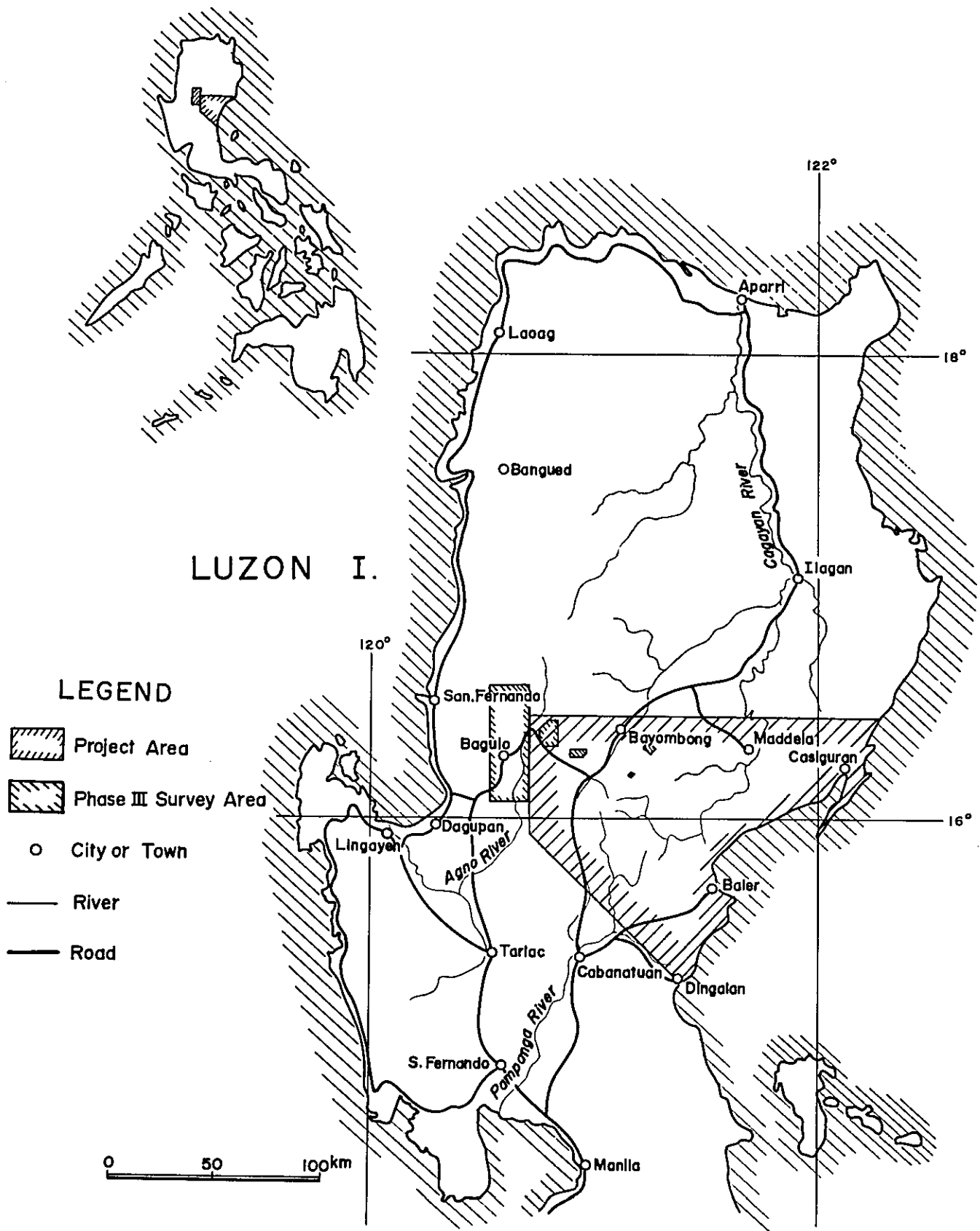


Fig. 1 Location map of the survey area (1)

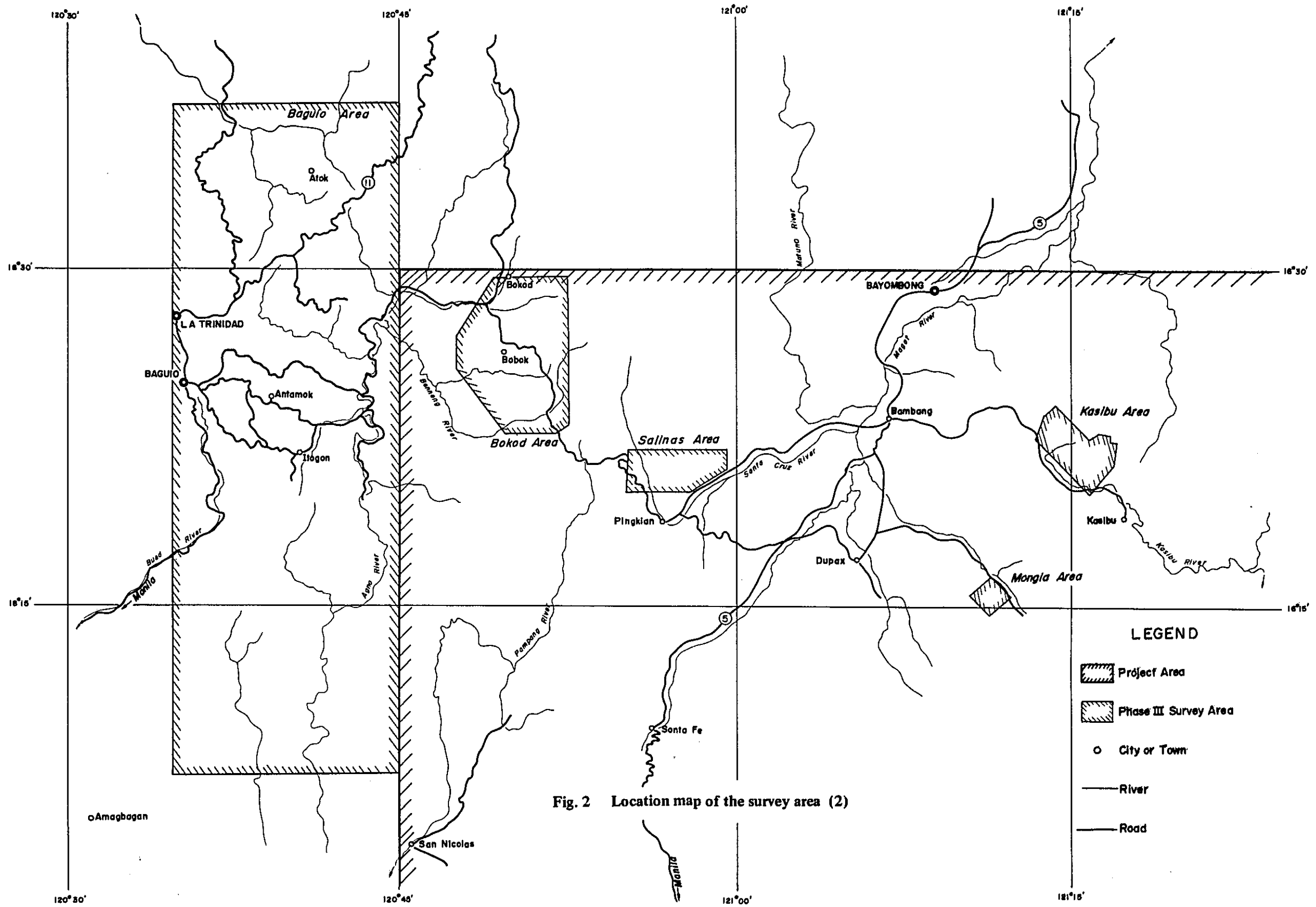


Fig. 2 Location map of the survey area (2)

目 次

は し が き	(1)
位 置 図	(2)
目 次	(4)
要 約	(14)

総 論

第1章 序 論	1
1-1 調 査 目 的	1
1-2 調 査 概 要	1
1-3 調 査 団 員	4
1-4 引 用 文 献	5
第2章 総 合 検 討	9
2-1 調 査 地 域 の 地 質 的 位 置 づ け	9
2-2 火 成 活 動	9
2-3 地 質 構 造	10
2-4 鉍 化 作 用	10
2-5 アグノバソリスに関係ある鉍床の特徴	11
第3章 結 論 お よ び 今 後 の 問 題	13

各 論

I 地 質 調 査

第1章 総 説	15
第2章 地 質	17
2-1 ボコッド地域	17
2-2 モンギア地域	42
2-3 サリナス地域	44
2-4 カシブ地域	51
2-5 バギオ地域	57

第3章 鉦 床	66
3-1 ボコッド地域	66
3-2 モンギア地域	77
3-3 サリナス地域	81
3-4 カシブ地域	87
3-5 バギオ地域	90
第4章 試錐の地質	103
4-1 概 要	103
4-2 各孔の地質	104
4-3 試錐結果のまとめ	106

Ⅱ 地化学調査

第1章 総 説	109
第2章 採試方法および分析方法	111
2-1 採 試 方 法	111
2-2 分 析 方 法	111
第3章 結果の処理とその検討	112
3-1 分析データの処理	112
3-2 各異常帯の検討	115

Ⅲ 物理探査

第1章 総 説	119
第2章 調 査 要 項	121
2-1 調 査 地 域	121
2-2 位 置 ・ 交 通	121
2-3 地 質 の 概 要	121
2-4 測 定 器 機	122
2-5 測 量	122
第3章 調 査 方 法	124
3-1 I P 法 概 要	124
3-2 磁気探査法概要	126
3-3 既存データのコンパイル	129

第4章 結果解析	130
4-1 断面解析	130
4-2 平面解析	135
4-3 物性測定結果	138
4-4 モデル計算結果	142
第5章 結 論	151
5-1 結 論	151
5-2 今後の問題	152

IV 試錐探査

第1章 総 説	153
第2章 試錐工法および使用機械	154
第3章 試錐作業	158
3-1 設管作業	158
3-2 移設作業	158
3-3 撤収作業	159
3-4 コアリングの状況と孔内保持	159
3-5 錐進状況	163

フィリピン共和国ルソン北部地区鉱物資源開発基礎調査報告書

正 誤 表
(第 三 年 次 報 告 書)

頁	行	誤	正	頁	行	誤	正
(15)	表, 中央, F3	PJ-2	PJ-1	62	下 5	-k-field-	-k-field-
2	上 4	15~20 ク/日	15~25 ク/日	69	上 2	他比少ない	他比例の少ない
9	下 7	石英閃緑岩	石英閃緑岩	79	f-317①品位中	As ab	As - ab
10	上 16	17~20 m.y.	17~25 m.y.	84	上 11	被覆岩体	被覆岩体
16	Table I-1 中	ポコッドではポコッド型合	ポコッドではポコッド型合	92	Fig. I-25 中	challcopyrite	challcopyrite
18	Table I-2 中	synclinerum	synclinerium	94	下 7	ケノン道路	ケノン道路
26	Fig. I-4 中	Mampalang	Mamparang	96	F 10 及び F 9	頁 科	頁 科
32	Fig. I-5 中	Mampalang	Mamparang	102	F 6	NW-SE系断層の上	NW-SE系断層と
34	Fig. I-6 中	REGEND	LEGEND	105	下 13	角礫主体	角礫主体
39	下 16	REGENG	LEGEND	124	上 11	$K=2\pi/\sqrt{G^2H^2+G^2L^2}$	$K=2\pi/\sqrt{G^2H^2+G^2L^2}$
43	Table I-8 中	Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	128	上 16	FEa	FE
48	上 10	量 化	量 比	129	Fig. III-4	in hole	in hole
49	上 18	basaltic	basaltic	130	上 3	MCPHAR	MCPHAR
51	上 16	枕 状	枕 状	130	下 4	DDH-BC 2, 3	BC-2, 3 孔
54	Fig I-15	微晶質	微晶質	131	上 5	DDH-BC 6	BC-6 孔
57	上 15	(Table I-10)	(Table I-11)	138	上 14	DDH-BC 3	BC-3 孔
58	Table I-12 中	Mampalang	Mamparang	141	下 2	物体測定結果	物体測定結果
60	下 14	Table I-16	Fig. I-16	142	上 3	60 gr	60 gr
61	上 4	結 果	結 果	149	Fig. III-8	dykes	dykes
62	下 12	である。因通	である因通	150	下 8	傾斜角(I)	傾斜角(I)
		Ormation	Formation			I=45°N	I=45°N
		Oluasar	Columnar				
		模式的	模式的				
		石英閃緑岩	閃緑岩				
		Birac	Virac				

LIST OF ILLUSTRATIONS

- Fig. 1 Location map of the survey area (1)
- Fig. 2 Location map of the survey area (2)
- Fig. I-1 Geological map of Bokod area
- Fig. I-2 Location map of tectonic area in Bokod area
- Fig. I-3 Pole of structure plane in Bokod area
- Fig. I-4 Geological map of Bobok plutonic-volcanic complex body
- Fig. I-5 Sample map of chemical analysis for whole rock and K-Ar dating
- Fig. I-6 Variation diagram of Bobok body
- Fig. I-7 A.F.M. diagram of granitic rocks in Cordillera Central
- Fig. I-8 Or-Ab-An diagram of granitic rocks in Cordillera Central
- Fig. I-9 Or-Ab-An diagram for each Japanese plutonics province
- Fig. I-10 Alteration map of Bobok body
- Fig. I-11 Geological map of Mongia area
- Fig. I-12 Geological map of Salinas area
- Fig. I-13 Correlation of profile and columnar section in Salinas area
- Fig. I-14 Geological map of Kasibu area
- Fig. I-15 Columnar section of Kasibu area
- Fig. I-16 SiO_2 -($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) diagram
- Fig. I-17 Geological map of Baguio area
- Fig. I-18 Mode; Q-Kf-Pl diagram
- Fig. I-19 Mode; (Q + Kf)-Pl-Mf diagram
- Fig. I-20 Location map of mineralized zones in Bokod area
- Fig. I-21 Location map of mineralized zones in Mongia area

- Fig. I-22 Location map of mineralized zones in Salinas area
- Fig. I-23 Location map of mineralized zones in Kasibu area
- Fig. I-24 Distribution map of Agno batholith, diorite porphyry and mines in Baguio area
- Fig. I-25 Sketch of PH-2 polished section
- Fig. I-26 Sketch of AC-3 polished section
- Fig. I-27 Compilation of core-logs
- Fig. II-1 Cumulative Frequency distribution of Cu and Zn in Bokod area
- Fig. II-2 Cumulative frequency distribution of Cu and Zn in Mongia area
- Fig. II-3 Cumulative frequency distribution of Cu and Zn in Salinas area
- Fig. II-4 Cumulative frequency distribution of Cu and Zn in Kasibu area
- Fig. III-1 Location map of the survey area
- Fig. III-2 An example of terrain correction for apparent resistivity on line 3
- Fig. III-3 Block diagram of terrain correction
- Fig. III-4 Diurnal variation in Bolo
- Fig. III-5 Result of in-site survey
- Fig. III-6 Block diagram of measurement of IP physical properties of rock samples
- Fig. III-7-1~5 Result of IP model calculation
- Fig. III-8 Magnetic anomaly due to two-dimensional dyke model at inclination of 20°
- Fig. III-9 Magnetic anomaly and magnetic body causing it at Que Sera
- Fig. IV-1-A~C Drilling progress of each hole

Table 1	Outline of field survey
Table I-1	Summary of geology, igneous activity and mineralization
Table I-2	Correlation of stratigraphic section in each area
Table I-3	Stratigraphic section of Bokod area
Table I-4	Interrelation among intrusive facies in Bobok body
Table I-5	Isotope age of K-Ar dating
Table I-6	Chemical composition of the granitic rocks
Table I-7	Assembly of alteration minerals
Table I-8	Stratigraphic section of Mongia area
Table I-9	Stratigraphic section of Salinas area
Table I-10	Interrelation among intrusive facies in Salinas area
Table I-11	Stratigraphic section of Kasibu area
Table I-12	Stratigraphic section of Baguio area
Table I-13	Summary of mineralized zones in Bokod area
Table I-14	Summary of ore deposits in Baguio area
Table II-1	Mean background and threshold value of each area
Table III-1	FE value and resistivity of rock samples
Table III-2	Magnetic susceptibility of rock samples
Table IV-1 A~C	Drilling equipment and consumed materials
Table IV-2	Details of moving operation
Table IV-3 A~C	Summary record of drilling results
Table IV-4	Generalized drilling results

LIST OF APPENDICES

Fig.	A-1	Microphotograph of thin section	
Fig.	A-2	Microphotograph of polished section	
Fig.	A-3	Chart of X-Ray diffractive analysis	
Table	A-1	List of microscope observation (Thin section)	
Table	A-2	List of microscope observation (Polished section)	
Table	A-3	List of X-Ray diffractive analysis	
Table	A-4	Metal content of ore sample	
Table	A-5	Metal content of geochemical soil sample	
Table	A-6	Specifications of diamond Bits, reaming shells and casing shoe bits	
Table	A-7	Drilling meterage by diamond bit, reaming shell and casing shoe bit	
Plate	I-1-1	GEOLOGICAL MAP AND COLUMNAR SECTION OF BOKOD AREA	1:25,000
Plate	I-1-2	GEOLOGICAL PROFILE OF BOKOD AREA	1:25,000
Plate	I-1-3	ALTERATION MAP OF BOBOK BODY	1:25,000
Plate	I-1-4	ROUTE MAP OF BOKOD SEMI-DETAILED SURVEY AREA	1:25,000
Plate	I-1-5-(1)	ROUTE MAP OF BOKOD DETAILED SURVEY AREA (NORTHERN PART)	1:10,000
Plate	I-1-5-(2)	ROUTE MAP OF BOKOD DETAILED SURVEY AREA (SOUTHERN PART)	1:10,000
Plate	I-2-1	GEOLOGICAL MAP WITH GEOLOGICAL PROFILE AND COLUMNAR SECTION OF MONGIA AREA	1:25,000

Plate	I-2-2	ROUTE MAP OF MONGIA DETAILED SURVEY AREA	1:10,000
Plate	I-3-1	GEOLOGICAL MAP AND GEOLOGICAL PROFILE OF SALINAS AREA	1:25,000
Plate	I-3-2	ROUTE MAP OF SALINAS SEMI- DETAILED AND DETAILED SURVEY AREA	1:25,000 and 1:10,000
Plate	I-4-1	GEOLOGICAL MAP AND GEOLOGICAL PROFILE OF KASIBU AREA	1:25,000
Plate	I-4-2	ROUTE MAP OF KASIBU SEMI- DETAILED AND DETAILED SURVEY AREA	1:25,000 and 1:10,000
Plate	I-5-1	GEOLOGICAL MAP AND GEOLOGICAL PROFILE OF BAGUIO AREA	1:100,000
Plate	I-5-2	ROUTE MAP OF BAGUIO RECONNAISSANCE SURVEY AREA	1:50,000
Plate	I-6-1	CORE-LOG OF EACH HOLE	1:500
Plate	I-7-1	GEOLOGICAL MAP	1:100,000
Plate	I-7-2	GEOLOGICAL MAP	1:100,000
Plate	I-7-3	GEOLOGICAL PROFILE	1:100,000
Plate	II-1-1	GEOCHEMICAL ANOMALIES OF SOIL IN BOKOD SURVEY AREA	1:25,000
Plate	II-1-2	GEOCHEMICAL ANOMALIES OF SOIL IN MONGIA SURVEY AREA	1:10,000
Plate	II-1-3	GEOCHEMICAL ANOMALIES OF SOIL IN SALINAS SURVEY AREA	1:25,000
Plate	II-1-4	GEOCHEMICAL ANOMALIES OF SOIL IN KASIBU SURVEY AREA	1:25,000

Plate	II-2-1	LOCATION MAP OF GEO-CHEMICAL SAMPLE IN BOKOD SEMI-DETAILED SURVEY AREA	1:25,000
Plate	II-2-2	LOCATION MAP OF GEO-CHEMICAL SAMPLE IN BOKOD DETAILED SURVEY AREA	1:10,000
Plate	II-2-3	LOCATION MAP OF GEO-CHEMICAL SAMPLE IN MONGIA DETAILED SURVEY AREA	1:10,000
Plate	II-2-4	LOCATION MAP OF GEO-CHEMICAL SAMPLE IN SALINAS SEMI-DETAILED AND DETAILED SURVEY AREA	1:25,000 and 1:10,000
Plate	II-2-5	LOCATION MAP OF GEO-CHEMICAL SAMPLE IN KASIBU SEMI-DETAILED AND DETAILED SURVEY AREA	1:25,000 and 1:10,000
Plate	II-3-1	GEOCHEMICAL ANOMALIES OF STREAM SEDIMENT AND SOIL	1:100,000
Plate	II-3-2	GEOCHEMICAL ANOMALIES OF STREAM SEDIMENT AND SOIL	1:100,000
Plate	III-1	LOCATION MAP OF SURVEY AREA	
Plate	III-2-1	IP LAYOUT AND GEOLOGIC MAP	BOLO AREA
Plate	III-2-2	IP LAYOUT AND GEOLOGIC MAP	ODING AREA
Plate	III-3-1~21	IP AND MAGNETIC PROFILE MAP	
Plate	III-4-1	EQUI-FREQUENCY EFFECT MAP	(BOLO AREA n=1)
Plate	III-4-2	EQUI-FREQUENCY EFFECT MAP	(BOLO AREA n=3)
Plate	III-5-1	EQUI-FREQUENCY EFFECT MAP	(ODING AREA n=1)
Plate	III-5-2	EQUI-FREQUENCY EFFECT MAP	(ODING AREA n=3)
Plate	III-6-1	FILTERED MAP	BOLO AREA
Plate	III-6-2	FILTERED MAP	ODING AREA
Plate	III-7-1	MAGNETIC SURVEY STATIONS AND TOTAL INTENSITY MAP	BOLO AREA

Plate	III-7-2	MAGNETIC SURVEY STATIONS AND TOTAL INTENSITY MAP	ODING AREA
Plate	III-8-1	MAGNETIC STRUCTURE MAP	BOLO AREA
Plate	III-8-2	MAGNETIC STRUCTURE MAP	ODING AREA
Plate	III-9-1	GENERAL INTERPRETATION MAP	BOLO AREA
Plate	III-9-2	GENERAL INTERPRETATION MAP	ODING AREA
Plate	III-10	IP PANEL DIAGRAM	

要 約

フィリピン共和国ルソン北部地区における第三年次（最終年度）の調査は、第二年次までの調査結果によって、鉛床賦存の可能性が最も高いとして選定された4地域（合計面積145km²）に対して、地質構造・火成活動・鉛化作用の相互の関係を把握する目的で、地質・地化学調査、物理探査および試錐探査が実施された。また本プロジェクト地区の西端に隣接し、バギオ鉛床区の中～南部を含むバギオ地域（面積980km²）が、広域的地質・鉛床の検討をより有効ならしめる目的で今年度新たに追加され、概査と既存資料の収集が実施された。

これらの調査結果を要約すると次の通りである。

1. 地質調査の結果

今年次の調査によって、コルデイレラ・セントラルの西翼部分の層序、構造、火成活動、鉛化作用などが明らかにされ、コルデイレラ・セントラルの東、西両翼では地質環境に大きな相異が存在することが判明した。この地質環境の相異は鉛床形成にも強く影響し、東部キャンプ地域では探鉛価値のある鉛床がみられないにもかかわらず、西部バギオ地域では稼行中の鉛床が多数集中し、鉛化作用においても著しい対照を示している。

調査地域にみられるポーフイリー・銅鉛床は、下部～中部中新世に進入したカルクアルカリ岩系のアグノパンリス（18m.y.±）を形成したマグマの、より末期の分化相の産物である閃緑斑岩～石英閃緑斑岩岩株（3～6m.y.）に伴うことが確認され、各鉛床は、規模、鉛化規制などに若干の相違はあるものの、極めてよく類似することが知られた。またポーフイリー・銅鉛床の配列はアグノパンリスの進入に伴う断層運動に規制され、これらの断層構造は岩株の貫入後も引続き活動し、鉛化作用、特に網状帯を主体とする鉛床においては富鉛部の形成をも規制していることが明らかとなった。

一方、東部のアルカリ岩分布地域では、今回の調査においても、見るべき鉛床は発見されず、且つアルカリ岩と鉛化作用との関係を検討するに足る十分な資料の入手ができなかったため、両者の関係の解明は今後の研究課題として残された。

モンギア地域については、小規模ながら亜鉛・銅を主体とする交代鉛床の存在が明らかにされ、第二年次の調査で得られた強い亜鉛異常帯はこの交代鉛床に起因することが結論づけられた。

2. 地化学調査の結果

今年度の地化学調査は、鉛化帯の範囲をよりの確に把握するため土壌を対象とし、指示元素はCu、Znが採用された。

調査の結果、ボコッド、モンギア、サリナスの3地域でCu、Znの強い異常帯が得られ、Cu異常帯はボコッド、サリナス両地域においてボーフィリー・銅鉱床の分布と、またZn異常帯はモンギア地域において亜鉛・銅鉱床の分布とそれぞれよく一致している。しかしながら、ボーフィリー・銅鉱床の場合、CuとZnの異常帯の分布にずれを生じ、Zn異常帯は常にCu異常帯の周囲を取り囲むように分布することが知られた。このような現象はミンダナオ・プロジェクト第三年次においても明瞭に認められ、ボーフィリー・銅鉱床におけるCu、Znの地化学的特徴を示していると考えられる。

カシブ地域については、Cuのバックグラウンドが200 ppmと異常に高く、このため異常帯は得られなかった。Znについても、バックグラウンドは75 ppmであるが異常帯は検出されない。Cuの高いバックグラウンドはアルカリ岩によるものと考えられる。

3. 物理探査の結果

第二年次の調査によって有望とされた4地域のうち、最も地化探異常の強いボコッド地域について、IP法電気探査を行ない、併せて、IP測線を利用した磁気探査を実施した。また、当地域について、少量ながら既存の物理探査データが入手できたため、これらをコンパイルして総合的に鉱化帯のひろがり調査した。本地域内のボロ地区では、銅鉱床の上流にみられた鉱兆は比較的浅いが、この周辺地域に優勢な深部示徴を検出することが出来た。ボロ地区における鉱化帯のひろがり、ほぼ石英閃緑斑岩の分布に一致し、東西の巾約2 kmで北限はボロ川にあるが、ボラノス、銅鉱床の上流では深部示徴がなく、マイディット沢東側に南北性の強い鉱兆を確認した。

また、オデイン地区では、ケセラ鉱体の南延長を捕捉し、南オデイン沢に広範なIP異常を確認した。ケセラ鉱体は、磁鉄鉱による磁気異常を伴うが、南オデイン沢の鉱兆は低磁気異常のため、強いIP異常は主に黄鉄鉱であることが判明した。

以上のように、本地域の硫化物は顕著なIP示徴源となるため、鉱化帯の外郭を捕捉することが出来たが、これらのIP示徴は比較的比抵抗が高いため、ボーフィリー・銅型鉱床上部の珪化帯中の主に黄鉄鉱々染によるFE異常と推定できた。

4. 試錐探査の結果

今年度の地質・地化学調査および物理探査の結果に基づいて、ボコッド地域内で3孔、1,002.55 mの試錐が実施され、平均96.3%のコア採取率を得た。

各孔の結果の概要は次の通りである。

No	P J - 1	P J - 2	P J - 3
位 置	ボロ鉱化帯、マイディット沢	北オデイン鉱化帯、稜線部	南オデイン鉱化帯、南オデイン沢
深 度	301.45 m	350.10 m	351.00 m
コア採取度	97.3%	95.5%	96.2%
岩 質	石英閃緑斑岩II型 石英安山岩岩脈	石英閃緑斑岩II型 石英安山岩岩脈	石英閃緑斑岩I II型 石英安山岩岩脈
鉱 況	21.30~27.20mでCu0.26% と銅の鉱化がみられるが、 50m以深では黄鉄鉱のみと なり、64mより石膏細脈が 発達、鉱化は次第に劣化する。	86.90~88.70mでCu0.70% と良好部があるほか、深部 でもCu0.1~0.2%と、 PJ-2, PJ-3に比較する とCu品位が高い。石膏細脈 は認められない。	140.80~149.10mでCu0.1~ 0.2%であるが、187mより石膏 細脈が発達、ボロの場合と同様 銅の鉱化は著しく劣化し、黄鉄 鉱の鉱染のみとなる。

総論

第 1 章 序 論

1-1 調査目的

フィリピン共和国ルソン北部地区における第三年次調査の目的は、第一年次並びに第二年次の調査結果に基づいて、鉱床賦存の可能性の最も高い地域として抽出された4地域(145km²)について、より詳細な地質・地化学調査、物理探査および試錐探査を実施し、各地域毎の地質構造、火成活動、鉱化作用の相互関係を明らかにするとともに、鉱床の規模・性状の確認と将来の探査指針を確立することにあつた。

更に、各地域間相互についての広域的な地質・鉱床の解明をより有効ならしめる目的で、現在稼働中の多数の鉱山を含む西部隣接地域(980km²)の地質、鉱床概査と同地域に関する既存資料の収集が実施され、4調査地域との比較検討が行われた。

1-2 調査の概要

今年次の調査は、第二年次までの調査結果によって最有望地域とされたボコッド(Bokod)、モンギア(Mongia)、サリナス(Salinas)およびカシブ(Kasibu)の4地域について、地質・地化学調査が全地域に、物理探査並びに試錐探査がボコッド地域にそれぞれ実施された。各地域の位置および交通は次の通りである。

ボコッド地域：バギオ市の東方25km、ベンゲット州(Benguet Prov.) ボコッド村に位置し、バギオ市より車で約2時間である。地域は北緯16°23'および16°30'、東経120°48'および120°52'で囲まれる87km²で、ベースキャンプを設営したロボック(Robok)は地域のほぼ中央部にある。

モンギア地域：第二年次調査のベースキャンプ地であつたドパックス・デル・スル(Dupax del Sul)の東方11km、車で約15分である。地域は北緯16°15'~16°16' 東経120°10'~120°12'の範囲内にあり、面積は5km²である。

サリナス地域：北緯16°20'および16°22'、東経119°55'および120°00'で、囲まれる28km²で、地域の東側半分は第二年次調査の精査地である。本地域はバンバン(Bambang)の西方15kmに位置し、車で40分を要する。カシブ地域：バンバンの東方15kmに位置し、北緯16°20'および16°24'、東経121°14'および121°17'の範囲内にある面積25km²で、バンバンより車で約1時間を要する。しかし雨期では通行不能となることがある。地質・地化学調査および物理探査の本調査に先立ち、フィリピン鉱山局との細部打合せ、各調査地域の市町村当局との折衝、道路状況のチェックなどの本調査隊受入準備が、先発隊によって約3週間にわたって実施された。本調査隊は現地からの受入準備完了の連絡を受けて、2月8日地質・地化学調査担当7名、物理探査担当8名が現地に向い、フィリピン側調査員と

合流， 2月12日主調査地であるボコッド地域のボボック（Bobok）に入り，ベースキャンプおよび地化学調査試料の簡易分析所の設営を開始した。

地質・地化学調査は地質構造， 釵化作用の重要度によって精査区域と準精査区域に分けられ， 精査区域は1/10,000の精度と15~20ヶ/km²の地化探試料密度で， また準精査区域は1/25,000， 5ヶ/km²で， 2月14日よりボコッド地域より開始された。調査の進展に伴いサリナス， カシブにもサブ・ベースキャンプが設けられ， 3月19日4地域の野外調査を終了した。地化学調査は土壌を対象として地質調査と併行して試料の採取が行われ， ボコッド， サリナス， およびカシブ各地域の試料はボボックに設けられた簡易分析所で銅の分析が， またモンギアの試料はフィリピン釵山局によって銅， 亜鉛の分析がそれぞれ実施され， 試錐位置の選定に供された。

本プロジェクト地区の西側に隣接するバギオ（Baguio）地域は西端にバギオ市を含む北緯16° 07' 30" および16° 37' 30" ， 東経120° 35' 00" および120° 45' 00" で囲まれる約980km²の範囲で， 火成岩体—所謂アグノバンリヌーと釵床との関係の検討を目的とし， 地質概査と既存資料の収集が4地域の調査結果の整理が終了したあと， 4月18日より日本側3名， フィリピン側2名の調査員によって開始され， 5月5日野外調査を完了した。

物理探査はボコッド地域の精査区域内において， 測線延長44kmのIP探査および測点数2,200点の磁気探査が2月13日より3月20日まで実施され， 引続き4月20日まで現地での解析， 作図作業が行われた。

試錐探査は地質・地化学調査と物理探査の結果から選定されたボコッド精査区域内の3地点において， 3孔， 1002.55mが3月21日より6月17日まで行われ， そのコアは地質調査員によって検討された。

現地調査の概要をTable 1に示す。

室内解析は現地調査終了後日本において， フィリピン側調査員2名（地質1名， 物探1名， 8月10日~11月9日）の来日を得て共同で実施された。

本報告書を作成するに当たり， 岩石， 変質について新潟大学吉村尚久教授， 秋田大学本多朔郎教授， 千葉大学久保和也博士より， 釵石釵物について秋田大学松隈寿紀教授よりそれぞれ有益な御助言を賜った。ここに明記し， 深謝の意を表明する。また現地調査の実施に当たっては， ボボックにおいて現在ポーフィリ・カッパー釵床の探釵を実施中のベンゲット・コンソリデイト社（Benguet Consolidated Inc.， 以下・BCI）より多大の便宜供与を得た。併せて謝意を表す。

Table 1 Outline of field survey

Name of area	Geological survey								Drilling exploration	
	Reconnaissance survey		Semi-detailed survey		Detailed survey		Total			Geophysical survey
	Area Km ²	Area Km ²	Number of geochemical samples Pcs	Area Km ²	Number of geochemical samples Pcs	Area Km ²	Number of geochemical samples Pcs	Area Km ²		
Bokod		57	282	30	455	87	737	IP survey 44Km Magnetic survey 2200stations	PJ-1 301.45 PJ-2 350.10 PJ-3 351.00	
Mongia				5	130	5	130			
Salinas		23	125	5	128	28	253			
Kasibu		20	107	5	131	25	238			
Baguio	980					980				
Total	980	100	514	45	844	1125	1358	44Km, 2200stations	1002.55	
Period of field survey	Apr.18-May 5	Feb.14 - Apr.17						Feb.13 - Apr.20	Mar.21 - Jun.17	

1-3 調査団員

この調査に参加した団員は下記の通りである。

1) 管理渉外関係

団 長	淵 本 決	大手開発株式会社	CONSTANTE B. BELANDRES	フィリピン鉱山局
	大久保 大	国際協力事業団	FEDERICO E. MIRANDA	"
	瓜 生 正 彦	"	"	"
	寺 島 進世意	金属鉱業事業団	"	"
	枝 隆	大手開発株式会社	"	"

2) 地質・地化学調査班

副団長	谷 口 洋 文	大手開発株式会社	FEDERICO E. MIRANDA	フィリピン鉱山局
	長 谷 政 弘	"	ROMEO L. ALMEDA	"
	中 野 啓 二	"	ANGEL A. BRAVO	"
	酒 井 正 嗣	"	EDWIN G. DOMINGO	"
	佐 藤 哲 男	"	"	"
	佐 藤 修 一	"	"	"
	後 藤 寿 幸	"	"	"

3) 物理探査班

	服 部 旭	大手開発株式会社	CALOL S. SAMONTE	フィリピン鉱山局
	柿 迫 明 夫	"	ORLANDO E. ABARQUES	"
	渡 辺 憲 生	"	JOSE N. ALMASCO	"
	又 坂 茲 雄	"	ARNULFO V. CABANTOG	"
	畠 山 勝	"	BENJAMIN S. CADAWAN	"
	杉 山 伸 一	"	"	"
	佐々木 裕	"	"	"
	賀 来 学	大手開発株式会社	"	"
	松久保 和 人	"	"	"

4) 試錐探査班

	加 藤 明 男	大手開発株式会社	CESAR L. LUCERO	フィリピン鉱山局
	吉 岡 康 宜	"	"	"
	新 村 拓	"	"	"
	小 原 政 雄	"	"	"
	中 山 勇	"	"	"
	神 成 総 二	"	"	"
	兎 沢 富 衛	"	"	"

1 - 4 引用文献

- ALEJANDER, H. L. (1974) Milling practice at Thanksgiving mine Benguet Exploration, Inc. Mineral Engineering Magazine, Mar.-Apr.
- ALMOGELA, D. (1977) The porphyry copper deposit in the Philippines
First National Mines Research Congress
- ARAMAKI, S.et.al. (1972) Chemical composition of Japanese granites, Part 2
Joul. Geol. Soc. Japan Vol. 78, p.39-49
- BROWN, A. S. (1969) Mineralization in British Columbia and the copper and molybdenum deposits
C.I.M. Bulletin, Jun., p.20-40
- BROWN, W. W.et.al (1967) Exploration for disseminated copper deposit in Humid, mountainous tropical terrain Sto. Niño, Mountain Province, Philippines
Report of Investigation No.77, Bureau of Mines, Philippines
- BRYNER, L. (1968) Notes on the geology of the porphyry copper deposits of the Philippines
Mineral Engi. Maga., Jun.-Feb.
- BRYNER, L. (1969) Ore deposits of the Philippines
Eco. Gel. Vol. 64, p.644-666
- BRYNER, L. (1970) Geology of the Sto. Nino copper prospect area
Journal of the Geological Society of the Phillipines, Vol. XXIV, No. 4
- BUREAU OF MINES (1962) Geological Map of the Philippines
- BUREAU OF MINES (1974) Geology and mineral resources of Benguet Province
Report of Investigation No. 77

- CALLOW, K. J. (1967) The geology of the Thanksgiving Mine, Baguio District, Mountain Province, Philippines
Eco. Geol. Vol. 62, p.472-481
- CALLOW, K. J., WORLEY, Jr., B. (1965) The occurrence of telluride minerals at the Acupan gold mine, Mountain Province, Philippines
Eco. Geol. Vol. 60, p.251-268
- FERNANDEZ, J. et.al. (1964) Preliminary report on the reconnaissance geology of Northern Luzon, Philippines
Bureau of Mines, Philippines
- FUJITA, Y., et.al. (1975) Structure and evolution of the earth crust
URBAN KUBOTA No. 12, p.15
- GERVASIO, F. C. (1977) Ore deposits of the Philippine Mobil Belt
First National Mines Research Congress
- GORAI, M. (1973) Magmatism
Kyoritsu Press, P.345
- HASHIMOTO, W. (1975) Large foraminifera from the Philippines (Part IV)
Geology and Paleontology of Southeast Area Vol. 16, p.127-139
- HATCHISON, R. D. (1958) Magnetic Analysis by Logarithmic Curves, Geophysics, Vol. 23, No.4, P.749-769
- HIDAKA, S. et.al (1965) Geology and ore deposit of the Santo Tomas Mine, Philippines
Min. Geol., Japan Vol. 15, No.70-71, p.83-91 (in Japanese)
- ISHIHARA, S. (1972) The world-wide occurrence of porphyry copper deposits and metaric water
Min. Geol., Japan, Spec. No. 4, p. 205-221 (in Japanese)

- KARIG, D. E. (1973) Plate convergence between the Philippines and Ryukyu Islands
Maline Geol., 14, p.153-168
- LOWELL, J. et.al. (1970) Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in porphyry ore deposit
Eco. Geol. Vol. 65, No.4
- LUTH et.al. (1964) The granite system at pressure of 4 to 10 kilobars
Jour Geophys. Res. Vol. 69, p.759-773
- MATSUKUMA, T. et.al (1974) Occurrence and recovering of Au, Ag, Bi, W of the Akagane mine
Mining and Metallurgical Institute of Japan congress (in Japanese)
- McPHAR GEOPHYSICS Ltd. (1970) Memorandum on the First IP Results from the Bolo Area Mountain Province, Philippines, for BCI.
- MIDDLEMOST, E.A.K. (1972) Classification of volcanic rocks
Bull. volcanol. Vol. 36, p.382-397
- MIYASHIRO-KUSHIRO (1975) Petrology II
Kyoritsu Press, p.171 (in Japanese)
- M.M.A.J. & J.I.C.A. (1975) Report on geological survey of Northeastern Luzon (Phase I)
- M.M.A.J. & J.I.C.A. (1976) Report on geological survey of Northeastern Luzon (Phase II)
- MOTEGI, M. (1977) Porphyry copper deposits in the Philippines
Their tectonic setting and present status of development
Eco. Geol., Japan, Vol. 27, p.221-230
(in Japanese)

- OBIAL, R. C. (1964) Geological and geochemical investigation of the Cu-Zn deposit at Dupax, Nueva Vizcaya
Report of Investigation No.53, Bureau of Mines, Philippines
- PEÑA, R (1970) Brief geology of a portion of the Baguio Mineral District
Joul. of the Geological Society of the Philippines, No.4, p.41-43
- QUINTO, Jr., P. T. (1970) Geology, mineralization and exploration program in Philex Mine, Tuba, Benguet
Joul. of the Geological Society of the Philippines, Vol. XXIV, No.4
- SATO, T. (1972) Metallogenic locality of green tuff region
Min. Geol., Japan. Spec. No.4, p.644-666 (in Japanese)
- S.E.G. (1966) Mining Geophysics, Vol. I, II.
- SHERIFF, R. E. (1973) Encyclopedic Dictionary of Exploration Geophysics, S.E.C.
- SHIBATA, S. (1966) On Japanese rocks II Plutonic rocks
Asakura Inc. p.377 (in Japanese)
- SUMNER, J. S. (1976) Principles of Induced Polarization for Geophysical Exploration, Elsevier.
- TUTTLE BOWEN (1958) Origin of granite in light of experimental studies
Min. Geol. Soc. Ame., p.74
- VAQUIER, V. et.al. (1951) Interpretation of Aeromagnetic Maps, G.S.A. Memoir 47.
- WAIT, J. R. (1959) Discussion on a Theoretical Study of Induced Electrical Polarization, Geophysics, Vol. 23, p.144-154
- WORLEY, JR., B. W. (1967) Geology of the Antamok and Acupan gold mines of Benguet Consolidated, Inc.
Mineral Engineering Magazine, Vol. XVIII, No.3

第 2 章 総 合 検 討

第三年次の調査の結果、地質構造、火成活動、鉍化作用の相互関係について多くの知見が得られ、またバギオ鉍床区の南部一帯を含むバギオ地域の概査により、調査地域内のポーフィリー、銅鉍床の概要を把握することが出来た。

各調査地域ごとの細部については、別項で詳述されるため、ここでは5調査地域の相互関係を主体に広域的な地質構造、火成活動、鉍化作用についての検討結果を述べる。

2-1 調査地域の地質的位置づけ

各調査地域の主要岩層の分布状態をみると、バギオ地域：基盤～鮮新世ミラドール層、ポコッド地域：カラバロ層群IおよびII層、サリナスおよびモンギア地域：カラバロ層群II層、カンプ地域：マンバラング層およびバラリ層、となっており、それぞれの岩層は地域内で背斜あるいは向斜構造を形成している。また東、西両端に向うほど相対的に若い時代の岩層が分布する。このような岩層の分布は、巨視的には基盤の分布するアンブクラウ西方、ポコッド付近などに頂部をもつ大規模な複背斜構造を示すと考えてよく、この背斜構造がコルディレラセントラルを形成している。従って第三年次の調査地域は、地質的にはコルディレラセントラルの西翼、頂部、東翼に位置づけられる。

このような構造的な位置づけから、両翼部の岩質を比較すると、漸新世以降の各層は時代とともにその性格を異にし、コルディレラセントラルの発達に伴ない堆積環境も変化したことが知られる。

2-2 火成活動

前述の堆積環境の変化は火成活動にも明らかな相異を示している。すなわち、漸新統以降東のカンプ地域ではアルカリ岩類が発達するのに対し、西のバギオ地域では安山岩～石英安山岩類が発達し、著しい対照を示す。さらに、中新世における深成作用においても、東部でアルカリ岩系のモンゾナイトーサイエナイトバソリスの進入（バラリバソリス）がみられるのに対し、西部ではカルクアルカリ岩系の石英閃緑斑岩～石英斑レイ岩より構成されるアグノバソリスの活動がみられる。またこれらの深成作用の時代は、バラリバソリスが第二年次調査におけるK-Ar デーティングにより17～20m.y.とされ、アグノバソリスは今回の調査により18m.y.±が得られたので、アグノバソリスとバラリバソリスはほぼ同時期の活動と見なしてよい。

このように、同時期の2つの深成作用が異なる岩系によって示されることは、佐藤（荘）（1972）が指摘している通り、ルソン島の東側にもプレートの沈み込みがあり、東西両側からの沈み込みに伴い生じた火成活動の差であろうと考えられる。また、RAGLAND他（1976）

によれば、海溝側から内陸に向かって次第にアルカリが増加することが示されており、コルディレラセントラルとシェラマドレには含まれる地域でのアルカリ岩の産出は、上述の考えで説明される。コルディレラセントラルの東西両翼における堆積環境の相異も、この大構造の支配を受けた結果であろう。

2-3 地質構造

広域的な地質構造としては大規模な複背斜構造とこの構造に伴うN-S系の断層およびフィリピン断層の一部（または分岐）と思われるNW-SE~N-S系断層（一部はNNE-SSWに分岐）があり、両者は相前後して活動している。地域的構造としてはバソリス或は岩株の貫入に伴うNE-SW系などの断層がみられる。これらのうちNE-SW系は最も新しい時期の活動で、前二者を切っている。

N-S系断層は調査地域一帯に最も顕著に発達し、アグノバソリスおよび岩株のうちのいくつかはこのN-S系断層に沿って進入或は貫入している。

アグノバソリスは、複背斜構造の1つの背斜軸部に生じた断層帯に進入したものであるが、同時にフィリピン断層系の断層にも規制され、このため両者の交差する部分で著しく絞り込まれ、より北部ではNW-SE、N-S、NNE-SSWの断層に規制されてブロック化し不規則な分布となっている。このほかN-S系の断層はポコッドではポコッド複合岩体の貫入を規制し、サリナス地域でもポーフィリー・銅型を伴ういくつかの閃緑斑岩小岩株の貫入を規制している。

NE-SW系はバソリス貫入後の活動によるもので、鉍床を伴う石英閃緑斑岩の貫入を規制すると共に岩体の貫入後も活動し、後述の通り鉍化規制をもたらしている。

2-4 鉍床作用

今年度の調査地域のうちカシブ地域を除く各地域にはそれぞれ鉍床が胚胎し、特に複背斜構造西翼部のアグノバソリス周辺部には多数の鉍床が集中分布する。鉍床は鉍脈型、交代型など多種にわたるが、主体をなすものはポーフィリー・銅型鉍床でバギオ地域4、ポコッド地域1、サリナス地域1の計6鉍床がある。

これら6つのポーフィリー・銅型鉍床は、地質的生成環境の差異により、細部の性質に多少の差があるものの全般的な性質は非常によく類似し、共に同質の石英閃緑斑岩岩株を母岩としている。これら岩株のうちポコッド岩体についての化学分析および顕微鏡観察の結果、アグノバソリスを形成したマグマの、より分化の進んだ(D.I 60~70)フェルシックマグマによって形成されたことが明らかとなったが、バギオ地域の岩株も岩質からは同一の性質をもつため同一の機構で形成されたと判断してよい。このことからバギオ地域およびポコッド地域の

ポーフイリー・銅-鉛-鋅床は、アグノバソリスと同一マグマであることおよび岩株の貫入位置規制の2面で関係していることが明らかとなった。

ボボック岩体のK-Ar デーティング結果は3~6 m.y.であったが、この数値はやや若過ぎることも考えられ、変質又は鋳化の時期を示すものかもしれない。

サリナス地域のポーフイリー・銅-鉛-鋅床は第二年次の調査によって 20.6 ± 1.1 m.y.と測定された閃緑斑岩に伴われ、時代的にボボック岩体と可成りの差が生じた。しかし第二年次の化学分析の結果を検討すると、この閃緑斑岩もボボック岩体と同様の性質を示し、アグノバソリスと同質の中新世の深成岩に関係あると言える。しかしアグノバソリス自体に関係あるか否かは確かではない。

カンプ地域のアルカリ岩と鋳化作用については、見るべき鋳床がないため今年次の調査においても解明することが出来なかった。第二年次の調査で、アルカリ岩に関係あると思われる金鋳床が同地域の北方に存在することが指摘されており、また今年次の調査においてもアルカリ岩に伴うポーフイリー・銅-鉛-鋅床（コルドン鋳床）の存在の情報は得た。しかしこれらの関係を検討するに足る資料の入手ができなかったため、今後の課題として残された。

モンギア地域については小規模な銅・亜鉛の交代鋳床が存在し、第二年次のZnの異常はこの鋳床によることが明らかとなった。

2-5 アグノバソリスに関係ある鋳床の特徴

アグノバソリスに関係あるポーフイリー・銅-鉛-鋅床（バギオ地域4，ボコッド1）の個々の性質はTable . I-13およびI-14の通り、中新世中~後期の石英閃緑斑岩類を母岩とし、鋳石鋳物は鋳染状~細脈網状に産するが良好部は網状部に多い傾向がある。これらの網状部は各鋳床が胚胎する付近一帯の地質構造の影響を強く受け、北部ではフィリピン断層系のNW-SE系が、南部ではより後期のNE-SW系が発達、ボコッドもNE-SW系の範囲内に相当する。

初生鋳石鋳物の累帯分布はいずれの鋳床においても明瞭ではないが、サント・トーマス鋳床について、中心より外方に向けて黄銅鋳・斑銅鋳→黄鉄鋳・磁鉄鋳の分布が指摘されており（茂木，1977）基本的には各鋳床とも同様の分布があるものと考えられる。

脈石鋳物として石膏が産することはボコッド，サント・トーマスで認められ、この部分で鋳化作用が劣化する。石膏が鋳床の下部或は周縁部に多産し、品位が劣化することはバギオ地域のサント・トーマスおよびケノン両ポーフイリー・銅-鉛-鋅床でも知られており、またアトラス（Atlas）鋳山にも認められている（BRYNER, 1968）。しかしながら、ミンダナオ・プロジェクト第三年次の試錐（DDH-161）では、孔底付近の黄銅鋳良好部が石膏の脈に切られることが観察されており、石膏の産出と鋳化作用の強度との関係は鋳化作用の全体的なす

う勢によって判断されるべきである。

一般のポーフリー・銅鉱床にみられる二次富化帯はいずれの鉱床にも認められないが、これは鉱床が急峻なコルディレラ山脈中に賦存し、常に激しい浸蝕にさらされているためである。

第3章 結論および今後の問題

第三年次ルソン北部地区において実施された地質、地化学調査、物理探査、試錐探査の結果を総合的に検討し、次の結論が得られた。

1. コルディレラセントラルに分布するポーフイリー・銅-鉛-亜鉛床は中新世中～後期に貫入した石英閃緑斑岩岩株に伴われ、これらの岩株はアグノバソリス（18 m.y.）で代表されるカルクアルカリ岩系の石英閃緑岩～石英斑レイ岩に成因的に関係する。即ち、岩株は組成上バソリスと同一マグマの分化過程における、より後期の産物であることが明らかとなった。それ故ポーフイリー・銅-鉛-亜鉛床はこの様なカルクアルカリ岩系の分化末期の産物である岩株に伴うと言える。
2. ボコッド地域のケセラポーフイリー・銅-鉛-亜鉛床も中新世後期（3～6 m.y.）に貫入した主として石英閃緑斑岩よりなる深成～火山複合岩体に伴われ、この岩体も上述の機構を通じてアグノバソリスに関係あることが明らかとなり、鉛-亜鉛床の諸性質はバギオ地域の鉛-亜鉛床に非常によく類似している。
3. サリナス地域のポーフイリー・銅-鉛-亜鉛床は中新世初期（ 20.6 ± 1.1 m.y.）に貫入した閃緑斑岩に伴うもので、ボコッド地域の鉛-亜鉛床より古い時代を示すが、組成的にはボボック岩体と同質で、本鉛-亜鉛床もアグノバソリスとの直接的関係は不明ながら中新世深成岩に伴うものである。鉛-亜鉛床の性質はボコッド、バギオ両地域のものと変りはないが、露頭の観察では酸化銅鉛物に富み、ボコッド地域の特にボロ鉛-亜鉛化帯に酷似する。
4. モンギアおよびカシブ地域は第二年次の調査によってそれぞれ Zn および Cu の強い異常帯が認められた地域で、今年度の調査の結果では、モンギア地域には閃亜鉛鉛-銅-鉛-亜鉛よりなる小規模な塊状交代鉛-亜鉛床が賦存し、過去企業探鉛の実績があることが明らかとなった。カシブ地域では鉛-亜鉛床の発見はなく、Cu の異常帯も得られなかったが、これは地域内に分布するアルカリ岩の Cu バックグラウンドが 200 ppm と異常に高いためで、岩質に起因するものと判断した。
5. 物理探査および試錐探査はボコッド地域で実施され、強い IP 異常が得られたため、主として深部示徴源に対して試錐を実施、部分的な黄銅鉛を伴う鉛-亜鉛帯と全般的な黄鉄鉛の鉛-亜鉛帯が確認された。このため少なくともこの種のポーフイリー・銅-鉛-亜鉛床においては、IP は硫化物の存否或は硫化物鉛-亜鉛帯の外郭把握には極めて有効であることが明らかとなった。
6. 以上のことから、ポーフイリー・銅-鉛-亜鉛床探査の留意点を挙げると次の通りである。
 - 1) ポーフイリー・銅-鉛-亜鉛床はバソリス或はそれに準ずる深成岩体には伴われず、それから派生した、より浅成の岩株に伴う。従って岩体内部或は周辺の岩株が探査の対象となる。
 - 2) 構造的には、岩株、岩脈の貫入の生じ易い背斜構造、断層構造の卓越する地帯が有望で、重力探査の併用は構造把握に効果的である。

3) 鉍床を伴う岩体の年令としては中新世以降なら特に制限はない。しかし現在のところルソン島において、先中新世の岩体に伴う鉍床で稼行されているものはないため、古い時代の岩体については注意を要する。

4) 広い調査範囲から鉍化範囲を限定するには河川堆積物を対象とする地化学探査が効果的であり、ある程度限定されたあとは土壤の地化探およびIP法、EM法などの伴用が有効である。

7. 今後の問題としては、カンプ地域一帯に広く分布するアルカリ岩類と鉍床との関係の解明がある。調査地域では両者の関係を明らかにする資料が得られなかったが、アルカリ岩に伴うポーフィリー・銅鉍床がプロジェクト地区の北方で探鉍されているのでこれらの資料から早急な検討が望まれる。

I 地質調査

第 1 章 総 説

第三年次の地質・地化学調査は、ボコッド、モンギア、サリナス、カシブの4地域で精査および準精査が、またバギオ地域について概査および既存資料の収集がそれぞれ実施された。

その結果、次のようなことが明らかとなった。

1. ボコッド地域の西部に分布する頁岩・砂岩互層は、石灰岩の礫を持つ礫岩の露頭が互層に挟在されるとの解釈に基づき、第二年次の調査報告書では、石灰岩礫からの化石によって、下～中部中新世とされた。しかしながら今年度の調査で、多くの場所で互層を観察したが、そのような礫岩は発見されず、このため当該露頭を再調査した結果、露頭は転石の可能性が強いとの結論となった。従って同互層は上下の岩相などから、今年度はカラバロ層群に含めた。
2. 第二年次の調査で閃緑岩質岩株とされたボコッド地域の岩体は、今年度の精査により深成一火山複合岩体であることが明らかにされ、その構成岩、化学組成、構造などが判明した。
3. バギオ地域の概査の結果、アグノパンリスの分布と地域内の層序が明らかとなり、また鉱床との関係も把握出来た。
4. 第二年次までの調査で、ボコッドおよびサリナス両地域にポーフィリー・カッパー型鉱床が賦存することが指摘されていたが、今年次の調査で鉱床の性状が明らかとなり、特にボコッド地域では物理探査および試錐探査の実施により、鉱床についての多くの資料が得られた。
5. 各調査地域の地質、構造、火成活動および鉱床について、極く簡単にまとめてTable I-1に示した。

以下地質、鉱床に分け、地域ごとに詳述する。

なおバギオ地域については、約2週間の野外調査、各鉱山の好意的な資料の閲覧、提供および収集された公表資料などとともにコンパイルしたものである。

Table I-1 Summary of geology, igneous activity and mineralization

Area	Geology	Position of geotectonics	Intrusives with mineralization	Ore deposits
Bokod	Intrusive complex, Andesite and Basaltic volcanics of Caraballo G.	Lifting zone of Cordillera Central	Qtz-dio porphyry (I,II) Dacite, Andesite and Qtz-diorite (Qtz-dio porphyry 3 - 6 m.y.)	Que Sera porphyry copper ore dep. Benneng pyrite-disseminated zone
Mongia	Basaltic volcanics of Caraballo G.	Wing of synclinorium	Dolerite dyke ?	Lugan Zn-Cu contact metamorphic ore deposit and disseminated zone
Salinas	Intrusives Basaltic volcanics of Caraballo G.	East wing of Cordillera Central	Qtz-dio porphyry Dio porphyry (Dio porphyry 20 - m.y.)	San Fabian porphyry copper ore dep. No.I - No.VI disseminated zone
Kasibu	Alkaline andesite and dacitic volcanics of Mampalang F.	Mampalang Mountain		
Baguio	Basement Eocene volcanics Oligocene volcanics Miocene normal sediments Pliocene limestone Agno-batholith Qtz-dio porphyry	West wing of Cordillera Central	Qtz-dio porphyry, Andesite and Dacite dyke (Agno batholith 18 m.y.)	Porphyry copper type: 4 mines Santo Tomas, Santo Nino, Boneng and Kennon Vein type: 5 mines Antamok, Acupan, Balatoc, Itogon and Atok Big Wedge Contact metamorphic type: 1 mine Thanksgiving

第 2 章 地 質

バギオ地域は今回新たに追加された地域であるため、層序はバギオ地方で広く使用されている地層名を使用し、プロジェクト地区との関係を知るため Table 1-2 に全調査地域の層序対比表を示した。

2-1 ポコッド地域 (Fig. 1-1 参照)

本地域は、ボロ (Bolo) 川とピト (Pito) 川にはさまれる地域で、主な水系は北からボロ川、北オディン (Oding) 沢、南オディン沢、そしてベネング (Benneng) 川と東西系の水系が発達し、これらの支流が南北系を示す。

この地域は、白亜紀後期から始新世にかけて堆積したと考えられるカラバロ層群と、中新世に貫入したと考えられるボボック深成一火山複合岩体 (以下ボボック岩体)、および若干の貫入火山岩類より構成され、面積約 18 km² のボボック岩体中には熱水変質と欽化がみられる。

2-1-1 層 序 (Table 1-3 参照)

この地域のカラバロ層群 (第二年次報告書参照) は、主に安山岩質火山岩類より構成されるカラバロ層群 I 層 (以下 C. I 層と呼ぶ) と、これを整合で覆う玄武岩質火山岩類と珪質な頁岩・砂岩・凝灰岩互層より構成されるカラバロ層群 II 層 (以下 C. II 層と呼ぶ) とから構成され、厚さは約 2,300 m である。

第二年次の報告書では、ボロ川付近の頁岩・砂岩互層部分が分布する場所で、化石を多産する石灰岩礫を含む露頭が発見され、この露頭が互層中に挟在されるものとの解釈から、化石により付近の地層は中新世下部とされた。しかしながら、本年度の調査では、互層がポコッド地域中に広く分布するにもかかわらず、石灰岩礫を含むものは全く認められなかった。そこで前記露頭の再調査を行ったところ、露頭は転石と考える方が妥当との結論となり、互層を含む全体の岩層は上下の関係からカラバロ層群とされた。

A カラバロ層群 I 層 (C. I 層)

この C. I 層はボボック岩体の西側および北のボロ地区、南側のベネング川周辺など、ボボック岩体を取り囲むようにドーム状背斜のコアとして南北に長く分布する。

ボロ地区では比較的広く分布し、この地区での C. I 層の厚さは約 1,500 m である。ボロ背斜の東部では北北西の走向で東へ 20° 前後の傾斜を示す。暗緑色～緑色の角礫化した安山岩質溶岩が卓越し、これに暗緑色の安山岩質凝灰角礫岩や 2 枚の薄い珪質砂岩・頁岩互層 (K₁, K₂) をはさむ。この 2 枚の互層はボボック岩体北部での鍵層となっている。この互層は 10～20 cm の単層の集合体である。一方ボロ背斜の西部では、構成岩はその東側と同様であるが、傾斜は西へ 20°～40° を示し、層厚は約 1,000 m で、東側に比べ火山性碎屑物が厚くなっている。

Table I-2 Correlation of stratigraphic section in each area

Geological Age	(Phase II)	Boked area	Mongia area	Salinas area	Kasibu area	Baguio area
Pleistocene	Terrace dep 100m	Terrace dep 50m			Terrace dep 100m	Terrace dep 100m
	Matano F. 1300m					Mirador F. 200m
Pliocene	Santa Fe F. 300m			Santa Fe F. 300m+		Klondyke F. 800m
	Natibona F. 1800m					Kenon F. 150m
Miocene	Palali F. 2000m				Palali F. 300m+	
	Dolanbus F. 300m					
Oligocene	Marpalang F. 4000m				Marpalang F. 3500m+	Zigzag F. 1500m+
	F. II 1700m					
Eocene	F. II 1300m	F. I 1000m	F. II 700m+	F. II 2000m+		
	Corbollo Group F. I 2500m	Corbollo G. F. I 1300m	Corbollo G. F. II 700m+	Corbollo G. F. II 2000m+		
U. Creta						
	Basement					Basement 500m+

Table I-3 Stratigraphic section of Bokod area

Geological Age	Group	Columnar Section	Rock Facies			
Quaternary	Terrace deposits		Gravel			
Eocene	2300m + Group	Formation II 1000 m	Blacky dark green amygdaroidal ba. 100m			
			Dark greenish basaltic tf bre. 50m			
			Gray alternation of ss. shale.tf 100m-			
			Dark green basaltic tf bre.			
			Blocky amygdaroidal and ophanitic ba. 400m-			
			500 m			
			ba. lap tf 200m			
			U. Creta	Caraballo Group	Formation I 1300 m	Gray shale amygdaroidal ba. 250m
						Intercalated ss. 250m
						amygd. ba.
Dark green brecciated andesite lava 200m-						
Green essential ~accidental andesitic tf bre 250m-						
Gray alternation ss and shale						
Green ~ pale green andesitic lap. tf. 200 m -						
Green andesitic 200m- tf bre						
Green brecciated andesite Lava ss 600 m -						
Green occidental andesitic tf bre						

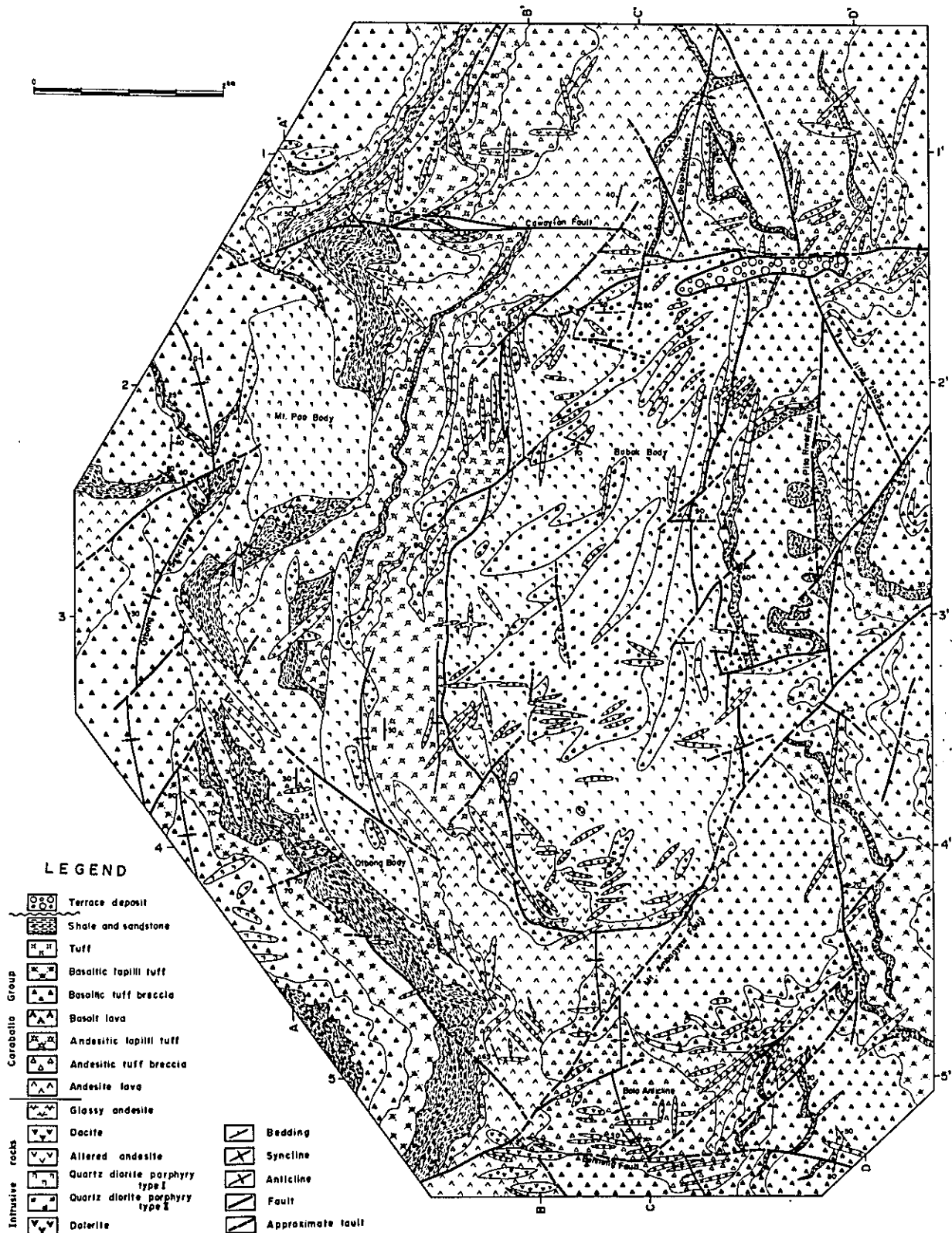


Fig. I-1 Geological map of Bokod area

この火山性砕屑物中の角礫は隠微晶質な変質安山岩からなり、方解石の細脈が発達している。このうちの火山礫凝灰岩では1 mオーダーの級化構造を示すことがある。この火山礫凝灰岩の上に珪質頁岩・砂岩互層(K₂)が重なり、南に連続する。

ボボック岩体の西側では、一般に南北の走向を示し、小さな褶曲構造を持っているが、大局的にはボボ背斜の西翼部をなし、西へ傾斜する(層厚約900 m)。この地区では、ボボ地区で非常に厚かった変質安山岩溶岩が厚さを急激に減じ、ついには尖滅し、凝灰角礫岩や火山礫凝灰岩に移化している。また、この地区でも、珪質頁岩・砂岩互層(K₂)は鍵層として連続し、厚さも増してくる。

ボボック岩体の南側、ベネング川地区では、西側から南側に行くに従って、頁岩・砂岩互層(K₂)は次第に薄くなり、尖滅してしまう。一方、火山砕屑岩は火山礫凝灰岩から凝灰角礫岩へ、凝灰角礫岩から変質安山岩溶岩へと変化し、その東側はアンバギョー山(Mt. Anbagyew)断層によって切られる。ベネング川地区でのC. I層の層厚は約500 mである。

以上の通り、ボボ背斜のコア部に変質安山岩溶岩が厚く、その翼部で火山砕屑岩や珪質頁岩・砂岩互層が厚くなる傾向があり、この褶曲構造の古さを示しているのかもしれない。

○変質安山岩質溶岩(C. I層)：(第二年次試料 L-63)

水冷破碎溶岩、ガラス基流晶質

斑晶；斜長石(長～短柱状、1.0～0.2 m/m)、有色鉱物不明

石基；ガラス(変質強)、他変質

変質；緑泥石、パンペリー石、方解石、一部緑レン石

B カラバロ層群Ⅱ層(C.Ⅱ層)

本地域のC.Ⅱ層は、ボボック岩体の東側と西側とに分布するもので、変質玄武岩質溶岩、玄武岩質火山砕屑岩および連続性の良い2枚の珪質頁岩・砂岩互層(K₃, K₄)からなる。このC.Ⅱ層はC.Ⅰ層を整合に覆い、大きくは南北性の走向を示している。この地域のC.Ⅱ層の層厚は1,300 mである。

ボボック岩体の西側では、本層は厚い珪質頁岩・砂岩互層(K₃)から始まる。この互層の模式地はトコッド(Tokod)からボボックに上がる道路沿いに見られ、平均約30 cmの単層の集合で、級化構造や葉理などの堆積構造が見られる。標式地での本層はゆるいねり構造を示すが、オトボン付近ではかなりの急傾斜を示す。この互層(K₃)の上には杏仁状玄武岩質溶岩や玄武岩質火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩がのる。その上には珪質頁岩・砂岩互層(K₄)、玄武岩質凝灰角礫岩が順にのり、一部変質安山岩質溶岩または安山岩質凝灰角礫岩をはさむ。この地区でのC.Ⅱ層は約1,000 mの層厚をもつ。

ボボック岩体の東側では、C.Ⅱ層は著しく玄武岩質溶岩が厚く、これに玄武岩質火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩および珪質頁岩・砂岩互層を何枚かはさむ。この地区のC.Ⅱ層の層厚は1,200

mであり、このうち玄武岩質溶岩が約1,000mの層厚を占める。ポポック岩体の西側で厚く発達していた鍵層(K₃)は、東側では、二枚の珪質頁岩・砂岩互層に分かれる。この地域の玄武岩質溶岩は枕状構造および塊状の2種類の産状を示す。

○玄武岩質溶岩(C.Ⅱ層)(第二年次試料B-244)

塊状, 間粒状組織

斑晶; 斜長石(短柱状, 大きさ0.7m/m以下, 少量ほぼ完全に変質), 普通輝石(粒状, 大きさ1m/m以下, 少量ほぼ完全に変質)

石基; 斜長石(短ざく状, 大きさ0.2m/m以下, コア変質), 単斜輝石(粒状, 大きさ0.2m/m以下, 変質), 不透明鉱物(半自形粒状, 0.1m/m以下)

変質; 緑泥石(斜長石), 絹雲母(斜長石), 炭酸塩鉱物(輝石), 緑レン石

2-1-2 地質構造

本地域にはN-S, NE-SW, NW-SW, E-Wの構造要素が見られ、最も顕著な要素はN-S系である。

N-S系の構造としては、東からビト川断層, ポロ背斜, ポロ背斜に沿ったポポック岩体の長軸, オトボン向斜が見られる。ビト川断層にはメランジ(mélange)が伴われ、ポポック岩体東部の調査のメインルートであるビト川がメランジに沿っているため、東部地区の地質構造把握を困難にしている。このビト川断層は大局的には向斜軸付近に発生した東落ちの重力断層と考えられ、この断層はE-W, NE-SW系の断層により切られる。また西側に比較して玄武岩質溶岩の噴出が卓越している。

ポロ背斜では、その軸に沿ってポポック岩体の貫入があり、背斜軸付近ではC.I層の変質安山岩溶岩が厚くなっている。この背斜構造は、ポポック岩体の貫入のため、岩体を中心としてドーム状構造を形成している。

オトボン向斜中の珪質頁岩・砂岩互層(K₃)は非常な急傾斜を示しているが、これはこの互層が上下の火山岩類に対して、インコンピテントな挙動を示し、向斜軸部付近でフレキシユラル・フロー(flexural flow)褶曲を行なっているためである。このような現象は、第二年次の調査でも向斜軸部のC.Ⅱ層の珪質頁岩・砂岩互層中に観察された。またオトボン向斜付近では、C.Ⅱ層の珪質互層および火山碎屑岩類はともに厚くなり、カラパロ層群堆積時からの構造と考えられる。ビト川断層, ポロ背斜, オトボン向斜はこの地域第一級の構造で、南北への連続15km以上、波長約7.5km, 振幅約2.5kmの非対称褶曲を示すと考えられる。

これらN-S系の構造は、他の全ての構造によって切られ、岩相も南北に連続性が良いことから判断して、カラパロ層群の地質時代と同時代のものと考えられる。

E-W系の構造は、ポロ川北部のカワイアン断層, ベネング川沿いのベネング川断層および石英安山岩の小岩脈群によって示される。カワイアン断層とベネング川断層とはN-S系の構造

を切るが、他の構造に切られる。またベネング川周辺では東西性の石英安山岩の小岩脈が集中している。

NE-SW系構造は、アンバギョー山断層によって代表される断層群で、一般にはさほど大きくなく、連続性は2.5 km以下である。この方向の小さな断層はボボック岩体をも切っていて、比較的若い断層と考えられ、中程度の発達を示している。

NW-SE系構造は、サバト (Sapat) 断層、ボボック岩体から南西部にみられる断層、石英安山岩の小岩脈などによって示されている。しかし、この構造は顕著ではない。この構造とNE-SW系構造との関係は明らかでないが、N-S系構造やE-W系構造を切っている。

次にボコッド地域内をFig. 1-2に示したような9地区に分け、各地区中で実際に観察された断層面や貫入岩の貫入方向の極をシュミットネットに投影したものがFig. 1-3 a, bである。この図で特徴的なことは、ボコッド地域ではNE-SWの小構造が最も卓越しているということである。

2-1-3 貫入岩類

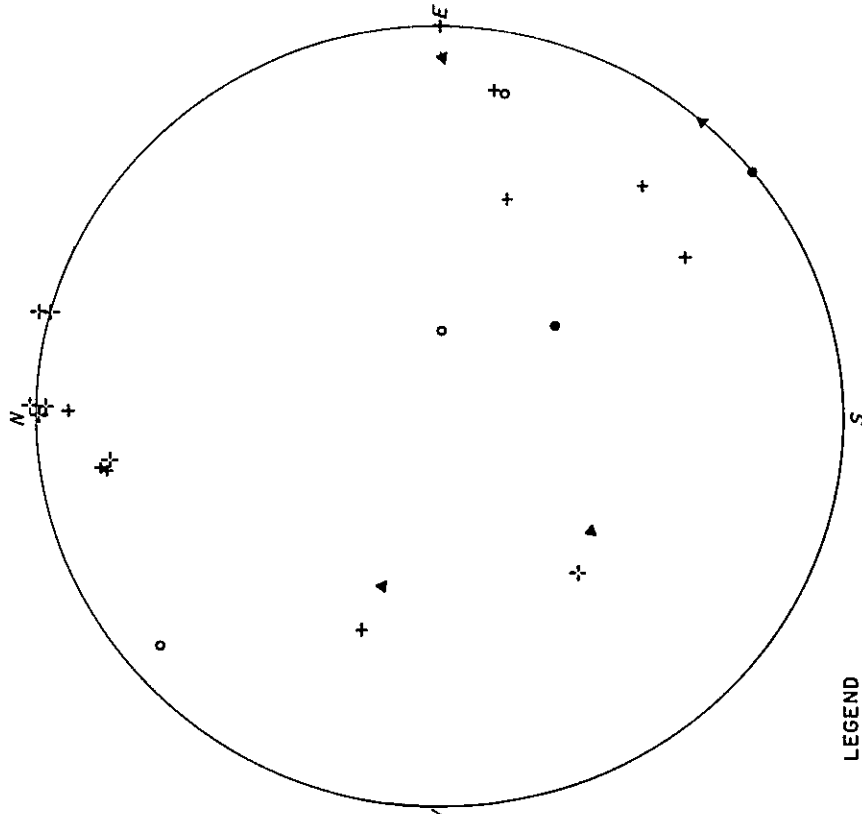
本地域の貫入岩類はボボック岩体、パオ山 (Mt. Pao) 岩体、オトボン岩体をはじめとし、大小様々な岩体、岩株、岩脈が観察される。これらの岩相も深成岩から半深成岩、火山岩と多岐にわたり、組成も中性から酸性までである。また、これら多数の貫入岩類は、後に述べるK-Ar デーティング結果より中新世以後のものと判断される。

A ボボック深成-火山複合岩体 (ボボック岩体)

ボボック岩体の規模は、南北約7 km、東西約2.5 km、面積約18 km²で、南北に伸長した長楕円形を示す (Fig. 1-4)。この岩体には強い珪化、粘土化および鉍化作用が見られ、岩相の識別を困難にしているが、石英閃緑岩、石英閃緑斑岩、デーサイト・ボーフィリー、角礫状石英閃緑斑岩、変質安山岩、ランプロファイアー、石英安山岩、ガラス質安山岩などの岩相に分けられる。このほか、上に述べた変質作用により、原岩不明の絹雲母-石英岩とも呼ぶべき、強変質岩も産する。

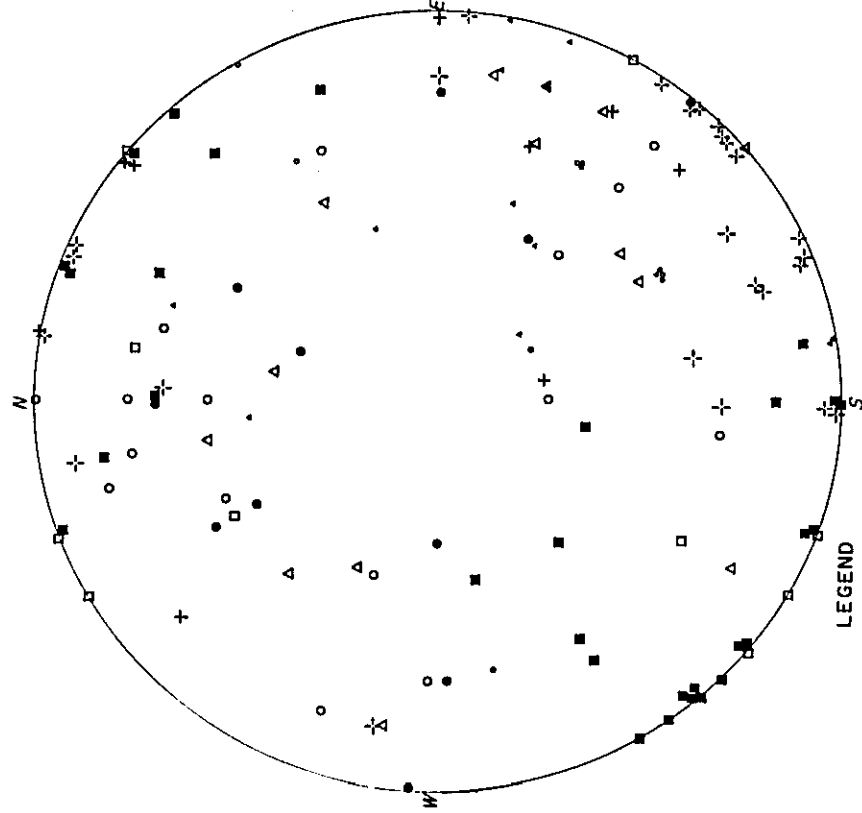
肉眼的には、新鮮な石英安山岩々脈、ガラス質安山岩々脈、緑レン石化および珪化を受けた変質安山岩、その他に大きく分類される。石英閃緑岩、石英閃緑斑岩、デーサイト・ボーフィリーは同じ貫入岩の岩相変化であり、分類は非常に困難である。この岩相には、石英の斑晶を含まないか、ごく少量のみ含む石英閃緑斑岩Ⅱ型 (以下Ⅱ型と呼ぶ) と石英の斑晶に富む石英閃緑斑岩Ⅰ型 (以下Ⅰ型と呼ぶ) とが見られる。有色鉍物においても、有色鉍物が角閃石のみのもので、角閃石と黒雲母からなるものとの二種類があるが、変質が強いためこの分類をボボック岩体全体に適用することは出来なかった。

a) Ⅰ型 : 石英の斑晶に富む黒雲母-普通角閃石石英閃緑岩、同石英閃緑斑岩、普通角閃石石英閃緑斑岩、黒雲母-普通角閃石デーサイト・ボーフィリー、普通角閃石デーサイト・ボー



LEGEND

- 1 ○ Fault in I area
- 2 ● Dyke
- 3 △ Fault in II area
- 4 ▲ Dyke
- 5 + Fault in III area
- 6 ⊕ Dyke



LEGEND

- 1 ○ Fault in ① area
- 2 ● Dyke
- 3 △ Fault in ② area
- 4 ▲ Dyke
- 5 □ Fault in ③ area
- 6 ■ Dyke
- 7 + Fault in ④ area
- 8 ⊕ Dyke
- 9 ⊙ Fault in ⑤ area
- 10 ⊖ Dyke
- 11 ⊗ Fault in ⑥ area
- 12 ⊘ Dyke

Fig. I-3 (b) Pole of structure plane in Bokod area
(Inside of Bobok body)

Fig. I-3 (a) Pole of structure plane in Bokod area
(Outside of Bobok body)

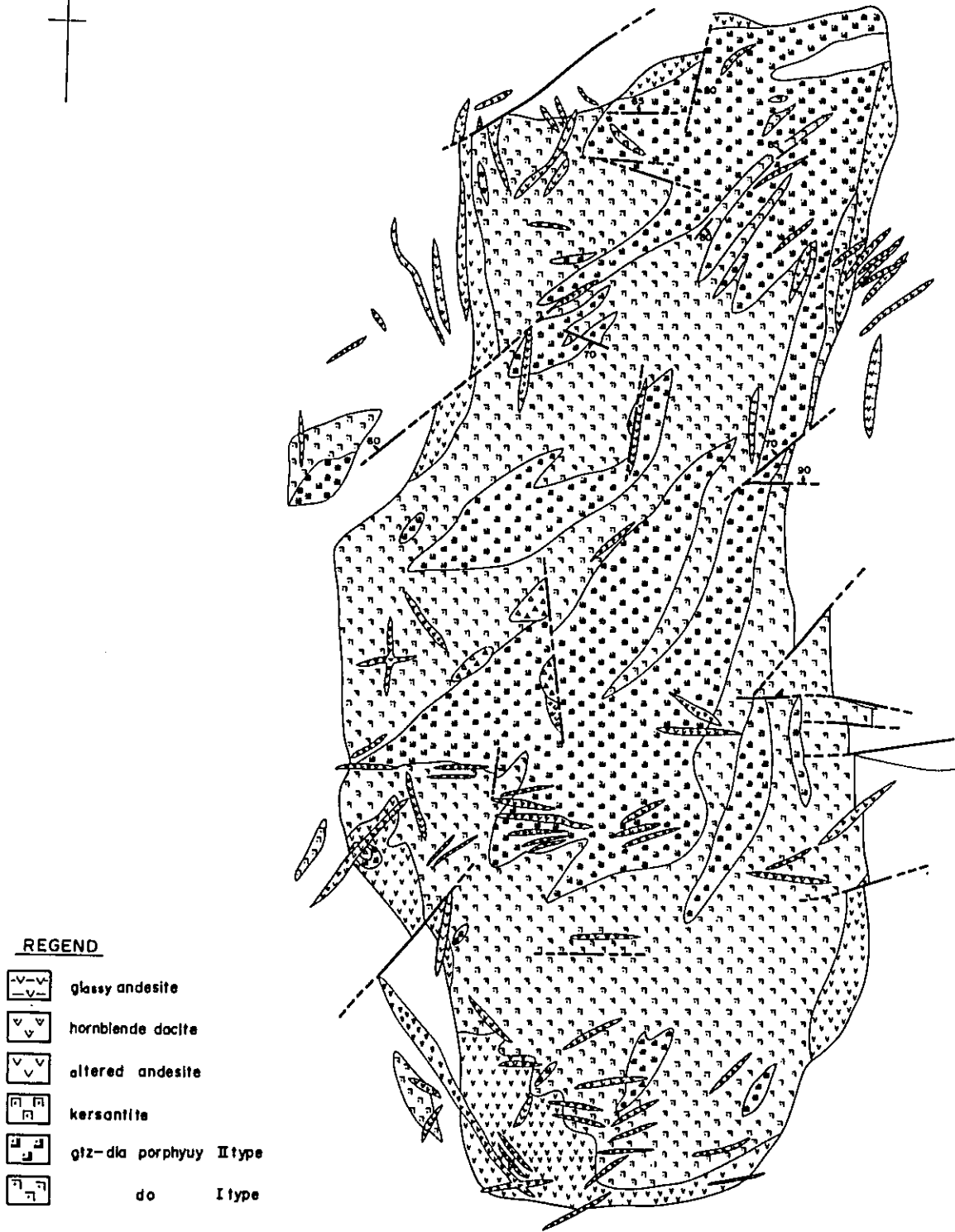
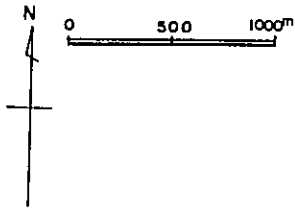


Fig. I-4 Geological map of Bobok plutonic-volcanic complex body

フィリーの岩相が鏡下で識別される。しかし、これらの岩相の境界は野外では不明瞭で、石英閃緑岩は石英閃緑斑岩に次第に移り変わり、石英閃緑斑岩も同様にデーサイト・ポーフィリーへと漸移する。南オディン沢の北側に分布する石英閃緑岩は、Ⅰ型のコアを示すと考えられ、Ⅰ型の岩相はポボック岩体全体では最も広い分布を示している。またⅠ型はマイディット沢、南オディン沢で、変質安山岩に貫かれているのが観察され、さらにマイディット沢、銅沢ではⅡ型によって貫かれている。

また、鉍化作用の強い所はⅡ型周辺のⅠ型中に見られる傾向が、マイディット沢、銅沢、南オディン沢で観察される。しかし、この鉍化作用の強い部分では変質も強く、岩相区分が困難な場合が多い。

- b) Ⅱ型：石英の斑晶を含まないか、少量である黒雲母—普通角閃石閃緑斑岩、普通角閃石石英閃緑斑岩、黒雲母—普通角閃石デーサイト・ポーフィリー、普通角閃石デーサイト・ポーフィリーの岩相が鏡下で識別される。これらの鏡下での岩相は、野外では互いに漸移している。

Ⅱ型の岩相は、マイディット沢、銅沢、ボラノス沢、ポボック周辺、北オディン沢、南オディン沢に見られる。ボラノス沢周辺、北オディン沢周辺では比較的大きな岩体を形成し、脈状の岩株によって互いに連結しているが、その他の部分では小さな岩株を形成している。この岩体の伸びは一般にNE—SWであるが、ポボック岩体の東部ではNNE—SSWを示している。

この型は、マイディット沢、銅沢、南オディン沢において、Ⅰ型を貫いているのが観察された。Ⅰ型とⅡ型の境界は多くの場合、珪化、粘土化、鉍化作用を受け、被貫入、貫入の関係が不明瞭であるが、一般にはⅡ型がⅠ型より変質程度が強いと見られる。Ⅱ型は石英安山岩の小岩脈によって貫かれており、この石英安山岩はガラス質角閃石安山岩により貫かれている。しかし、変質安山岩とⅡ型との直接の境界は観察されなかった。

- c) 変質安山岩：濃緑色を示し、緑レン石よりなる強い黄緑色の不規則なスポットを含むほか、微細な割目に沿ってフィルム状の黄鉄鉍を生じ、また著しい珪化作用を受けている。

この変質安山岩は、ポボック岩体の周辺部に分布している。マイディット沢下流では、この小岩脈がⅠ型の角閃石石英閃緑斑岩を貫いている所が観察された。また、ポボック岩体北東部では、石英閃緑斑岩Ⅱ型が、この変質安山岩の分布を若干えぐるように分布している。この変質安山岩は、前記Ⅰ型に比較して全般的に珪化作用および黄鉄鉍鉍染が著しい。また石英安山岩々脈によって貫かれている。以上の点から、変質安山岩はⅠ型の後、Ⅱ型の前に活動したものとする。

- d) ランプロファイアー：鏡下では斜長石と黒雲母を主体とし、角閃石、石英を伴う。これはケルサンタイトと判断され、変質は微弱である。

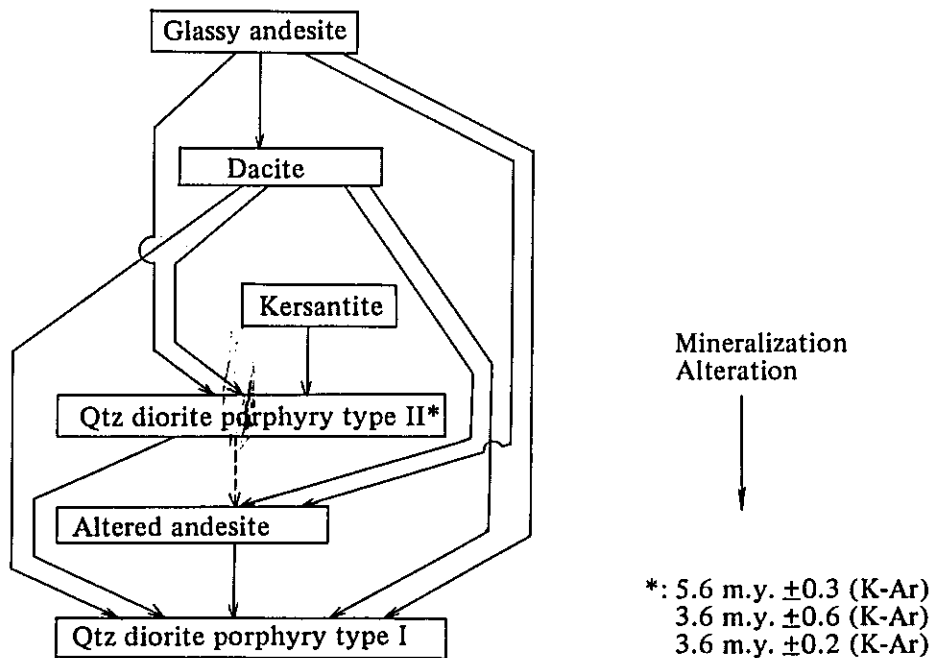
本岩は、カッパー沢下流で石英閃緑斑岩Ⅱ型を貫く岩脈としてのみ認められ、鉍化がみられないことから後鉍化作用の貫入である。

e) 石英安山岩：本岩は灰白色を呈し、一見新鮮な普通角閃石石英安山岩で、幅のせまい小岩脈をなしている。ポボッド地域全体に分布するが、特にポボック岩体南西部に集中している。変質も、初生的変質のみで、鉍化変質を受けておらず、後鉍化作用の貫入岩であり、石英閃緑斑岩Ⅰ型、Ⅱ型、変質安山岩を貫いている。しかし、ランプロファイアーとの直接の関係は不明である。

f) ガラス質角閃石安山岩：本岩は灰色多孔質、非変質の普通角閃石安山岩岩脈で、北東部の2地点でのみ観察され、ポボック岩体内では直接石英閃緑斑岩Ⅰ型を貫いている。ポボック岩体の外側では石英安山岩の小岩脈を貫いている。

以上のような貫入岩体が、ポボック岩体を構成し、この貫入関係は、Table I-4 に示されている通りである。

Table I-4 Interrelation among intensive facies in Bobok body



絹雲母化，珪化，鉍化作用は，各貫入岩の変質およびその分布から考えて，石英閃緑斑岩Ⅱ型によってもたらされ，Ⅱ型の周辺部付近に特に顕著な鉍化帯を形成している。また，K-Ar法によるボボック岩体の年代測定が，k-108，k-149，k-152について行なわれ，3.6～5.6 m. y.の結果を得た（Table I-5）。しかし，この結果は，岩石の変質からみて，実際より若い年代を示していると考えられる。

Table I-5 Isotope age of K-Ar dating

Area	Sample No.	Location	Rock Name	Isotope age m. y.	sec Ar ⁴⁰ /gms ¹⁰ ⁻⁵	Ar ⁴⁰ %	K %
Bokod	k-108	120° 52'E, 16° 28'N	Qtz dio-prophyry	5.6 ± 0.3	0.035	28.2	1.64
	k-149	120° 51'E, 16° 26'N	do	3.6 ± 0.6	0.020	19.7	1.72
	k-152	do do	do	3.6 ± 0.2	0.025	25.5	1.80
Salinas	J-595	120° 57'E, 16° 21'N	Alkaline gabbro	23.2 ± 1.2	0.198	67.9	2.18
Kasibu	g-711	121° 15'E, 16° 22'N	Syenite porphyry	20.8 ± 1.2	0.274	72.9	3.37
Baguio	N-76	120° 42'E, 16° 23'N	Qtz diorite	17.9 ± 0.9	0.045	36.5	0.65

B その他の貫入岩類

ボボック岩体以外の貫入岩類のうちで比較的大きなものは，バオ山岩体とオトボン岩体である。

バオ山岩体は，黒雲母—普通角閃石石英閃緑斑岩より構成され，ボボック岩体のⅠ型と同じものである。この岩体はバオ山付近に分布し，ラコリス状を示し，分布面積は約 4.5 km²を占める。鉍化は認められない。

オトボン岩体は，オトボン地区に分布し，南北に 3 km，東西に 700 m という細長い一種の岩脈である。これは，ボボック岩体の石英閃緑斑岩Ⅰ型を主体とし，そのⅡ型および閃緑岩の小さな岩株により構成されている。

その他，肉眼観察では閃緑岩の岩株，石英安山岩々脈，変質安山岩，ドレライトが観察された。

（ 検 鏡 ）

(a) 石英閃緑斑岩Ⅰ型

○石英閃緑岩（f-152） 斜長石>石英>角閃石>>カリ長石

組織； やや斑状，粒状

斑晶； 斜長石（自形，柱状，2 m/m，Au 40%，アルバイト双晶，変質），石英（他形，粒状，2 m/mと1 m/m以下），普通角閃石（自形，変質強），不透明鉍物，

アパタイト

石基 ; 斜長石, 石英, カリ長石

変質鉱物 ; 絹雲母, 緑泥石, 緑レン石, 石英, 方解石, 鉍石鉍物

○石英閃緑斑岩 (k-128b) 斜長石>石英

組織 ; 粒状, 石基は微晶質 (0.05 m/m 以上)

斑晶 ; 斜長石 (自形, 柱状, 3 m/m ~, Au 40 %, アルバイト双晶), 石英 (他形, 2 m/m ~), 有色鉍物 (変質で不明), アパタイト

石基 ; 斜長石, 石英, カリ長石

変質鉱物 ; 絹雲母, 加水雲母, 緑泥石, 石英, 鉍石鉍物

○デーサイト・ポーフィリー (g-134) 斜長石>>石英>普通角閃石>黒雲母

斑状, 石基は微晶質 (0.05 m/m 以下)

斑晶 ; 斜長石 (自形, 柱状~粒状, 3 m/m ~, Au 50 %), 石英 (他形, 粒状, 3 m/m ~), 普通角閃石 (自形, 4 m/m ~, 変質), 黒雲母 (自形, 2 m/m ~, 変質), 不透明鉍物, アパタイト

石基 ; 斜長石, 石英

変質鉱物 ; 緑泥石, 緑レン石, 絹雲母, 石英, 方解石

(b) 石英閃緑斑岩 II 型

○石英閃緑斑岩 (e-45) 斜長石>角閃石>黒雲母

斑状, 石基は微晶質 (0.05 m/m 以上)

斑晶 ; 斜長石 (自形, 柱状, 3 m/m ~, Au 40 %, アルバイト・カールスバド双晶), 普通角閃石 (半自形, 長柱状~粒状, 3 m/m ~), 黒雲母 (半自形, フレーク状, 2 m/m ~)

石基 ; 石英, 斜長石, カリ長石

変質鉱物 ; 緑泥石, 緑レン石, 絹雲母

○デーサイト・ポーフィリー (k-185) 斜長石>>石英

斑状, 石基は微晶質 (0.05 m/m 以下)

斑晶 ; 斜長石 (自形, 柱状~板状, 変質), 有色鉍物 (変質), 石英 (他形, 2 m/m ~), 不透明鉍物

石基 ; 斜長石, 石英, その他 (変質)

変質鉱物 ; 絹雲母, 緑泥石, 石英, 加水雲母, 緑泥石/絹雲母混合層粘土鉍物, 鉍石

(c) ランプロファイアー

○ケルサンタイト (k-111) 新鮮, 斜長石>黒雲母

ピロタキシチック組織

斑晶 ; 斜長石 (自形 ~ 半自形, $2m/m$ ~, Au 50 %, アルバイト双晶, ノーマルゾーニング)

石基 ; 斜長石, 黒雲母, 不透明鉱物, 石英

変質鉱物 ; 緑泥石, カオリン, 絹雲母, 加水雲母, 石英

C 化学組成について

ボコッド地域で, 全岩分析が行われた岩石試料は今年次 5 ケ (k-108, k-140, k-149, k-152, k-193), 第二年次に 3 ケ (B-251, L-74, L-76) の計 8 個である。

(Fig. 1-5, Table 1-6, 第二年次報告書参照)

これらのうち, B-251 を除いた 7 個はボボック岩体の石英閃緑斑岩 II 型である。B-251 は, 石英閃緑斑岩 I 型の岩脈である。この 8 個の岩石は, シリカ 55 % から 65 % の間に入り, 中性の性質を示している。

これらの岩石の分化指数 (D. I.) は, シリカが 55 ~ 63 % まで連続的であるにもかかわらず, 60 付近と 70 付近の 2 つのグループに分かれている (Fig. 1-6 参照)。これは D. I. が 70 付近に当る k-140, k-193 が可成り変質しており, D. I. 69.9 の B-251 がボボック岩体に隣接した I 型の岩脈であるためなのか, あるいは D. I. が 70 付近に来るものは鉱化が他のものより強いことと成因的に関係があるのか, 明らかではない。今後の多くの資料の蓄積が望まれる。

Fig. 1-6 の酸化物ダイアグラムで特徴的なことは, アルカリがほとんど変化せずに, 酸化第 1 鉄と酸化マグネシウムが, D. I. の増加と共に減少していることである。酸化カルシウムも D. I. の増加に対して減少しているように見えるが, 分析個数が不足していて, 確かなことは言えない。

さらに, ボボック岩体の分化過程を考察するために, A. F. M. 三角ダイアグラムに, コルディレラ・セントラルにおいて, このプロジェクトによって分析された全てのデータをプロットした (Fig. 1-7)。この図では, ボボック岩体が分化末期の産物であることを示している。少ない分析個数ではあるが, この図から考えると, コルディレラ・セントラルの新第三紀の花崗岩類は, 分化途中で急激にアルカリの濃集が始まると考えられる。

このアルカリ濃集過程とボボック岩体との関係を見るために, 上記のデータを Or-Ab-An 三角ダイアグラムにプロットしてみた (Fig. 1-8)。この図では, このマグマのアルカリ濃集は主にソーダであり, カリウムの濃集はさほど顕著ではないことを示している。このアルカリ濃集プロセスは, 日本のグリーン・タフ地域の深成岩類のそれと酷似している (Fig. 1-9)。

一方, コルディレラ・セントラルの花崗岩類の K-Ar デーティング (8 ケ) は, 全て中新世を示している (23 ~ 3 m. y.)。ボボック岩体の K-Ar デーティング結果は, 変質によりかなり若がえっていることが, デーティングを行なった岩石試料の岩相から考えられるが, 下部中

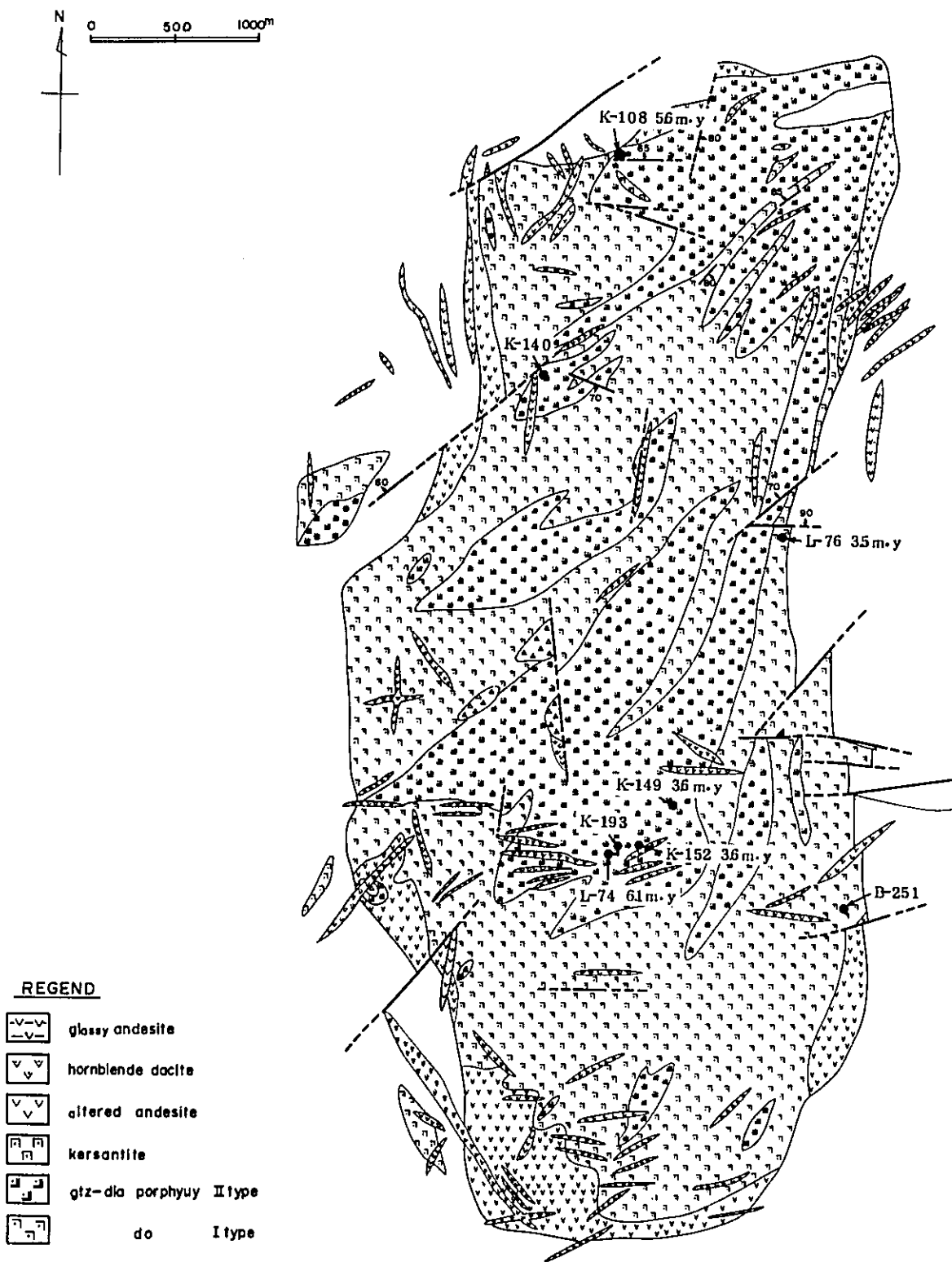


Fig. I-5 Sample map of chemical analysis for whole rock and K-Ar dating

Table I-6 Chemical composition of the granitic rocks

Sample No.	K-108	K-140	K-149	K-152	K-193	G-711	J-595	N-16	N-76
SiO ₂	55.71	61.54	59.29	58.66	61.73	45.30	56.79	58.29	62.50
TiO ₃	0.56	0.40	0.52	0.59	0.53	0.78	0.55	0.55	0.35
Al ₂ O ₃	17.22	16.90	17.79	17.79	16.25	19.93	17.64	17.61	17.48
Fe ₂ O ₃	1.44	1.19	2.11	2.39	1.04	4.26	3.00	2.75	2.47
FeO	3.59	2.37	3.77	3.81	3.13	3.84	3.70	3.99	2.73
Fe	—	0.44	—	—	0.69	—	—	—	—
MnO	0.25	0.23	0.14	0.13	0.10	0.28	0.17	0.16	0.10
MgO	2.35	1.65	2.52	2.66	2.34	3.22	3.06	3.27	1.80
CaO	5.55	3.72	4.56	5.37	3.33	9.37	6.98	6.04	6.01
Na ₂ O	3.85	4.14	4.70	4.61	3.37	2.52	3.66	3.22	3.88
K ₂ O	2.17	2.14	2.17	2.26	2.74	3.62	2.64	0.92	0.90
P ₂ O ₅	0.26	0.21	0.26	0.26	0.24	0.86	0.25	0.18	0.17
S	—	0.51	—	—	0.79	—	—	—	—
SO ₃	—	0.08	—	—	0.23	—	—	—	—
CO ₂	3.63	1.74	—	—	0.77	—	—	0.35	—
H ₂ O(+)	2.91	2.23	1.35	0.70	1.99	4.99	0.82	1.88	0.80
H ₂ O(-)	0.14	0.14	0.06	0.04	0.12	0.82	0.14	0.14	0.10
Total	99.63	99.63	99.24	99.27	99.39	99.79	99.40	99.35	99.29
FeO*	4.89	3.44	5.67	5.96	4.07	7.67	6.40	6.46	4.95
FeO*/MgO	2.08	2.08	2.25	2.24	1.74	2.38	2.09	1.98	2.75
Na ₂ O/CaO	0.69	1.11	1.03	0.86	1.01	0.27	0.52	0.53	0.65
Na ₂ O/K ₂ O	6.02	6.28	6.87	6.87	6.11	6.14	6.30	4.14	4.78
KaO+Na ₂ O+CaO/Al ₂ O ₃	1.09	0.94	1.03	1.11	0.90	1.31	1.22	0.98	1.05
Q	16.22	24.35	7.44	9.18	25.51	—	6.85	16.09	20.00
C	6.93	6.17	0.41	—	3.82	—	—	0.31	—
or	12.80	12.63	12.80	13.36	16.19	26.71	15.58	5.57	5.57
ab	32.51	34.50	39.85	38.80	27.00	3.15	30.93	27.26	33.03
an	4.45	4.67	22.53	20.86	11.38	29.76	23.92	30.04	27.54
ne	—	—	—	—	—	9.94	—	—	—
wo	—	—	—	2.32	—	4.64	4.53	—	0.93
di en	—	—	—	1.30	—	3.21	2.71	—	0.60
fs	—	—	—	0.79	—	1.06	1.58	—	0.26
hy en	5.82	4.11	6.33	5.52	5.82	—	4.92	8.13	3.91
fs	5.01	3.13	4.62	3.43	4.21	—	2.77	4.48	2.24
ol fo	—	—	—	—	—	4.82	—	—	—
fa	—	—	—	—	—	1.71	—	—	—
mt	2.08	1.74	3.01	3.47	1.50	6.25	4.40	3.94	3.70
il	1.06	0.76	0.91	1.06	1.00	1.52	1.06	1.06	0.61
hm	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ap	—	—	—	—	—	2.02	0.67	—	—
cc	8.31	3.95	—	—	1.75	—	—	—	—
pr	—	1.91	—	—	1.49	—	—	—	—
th	—	1.42	—	—	0.41	—	—	—	—
Total	95.19	99.34	97.90	100.09	100.08	94.79	99.92	96.88	98.39

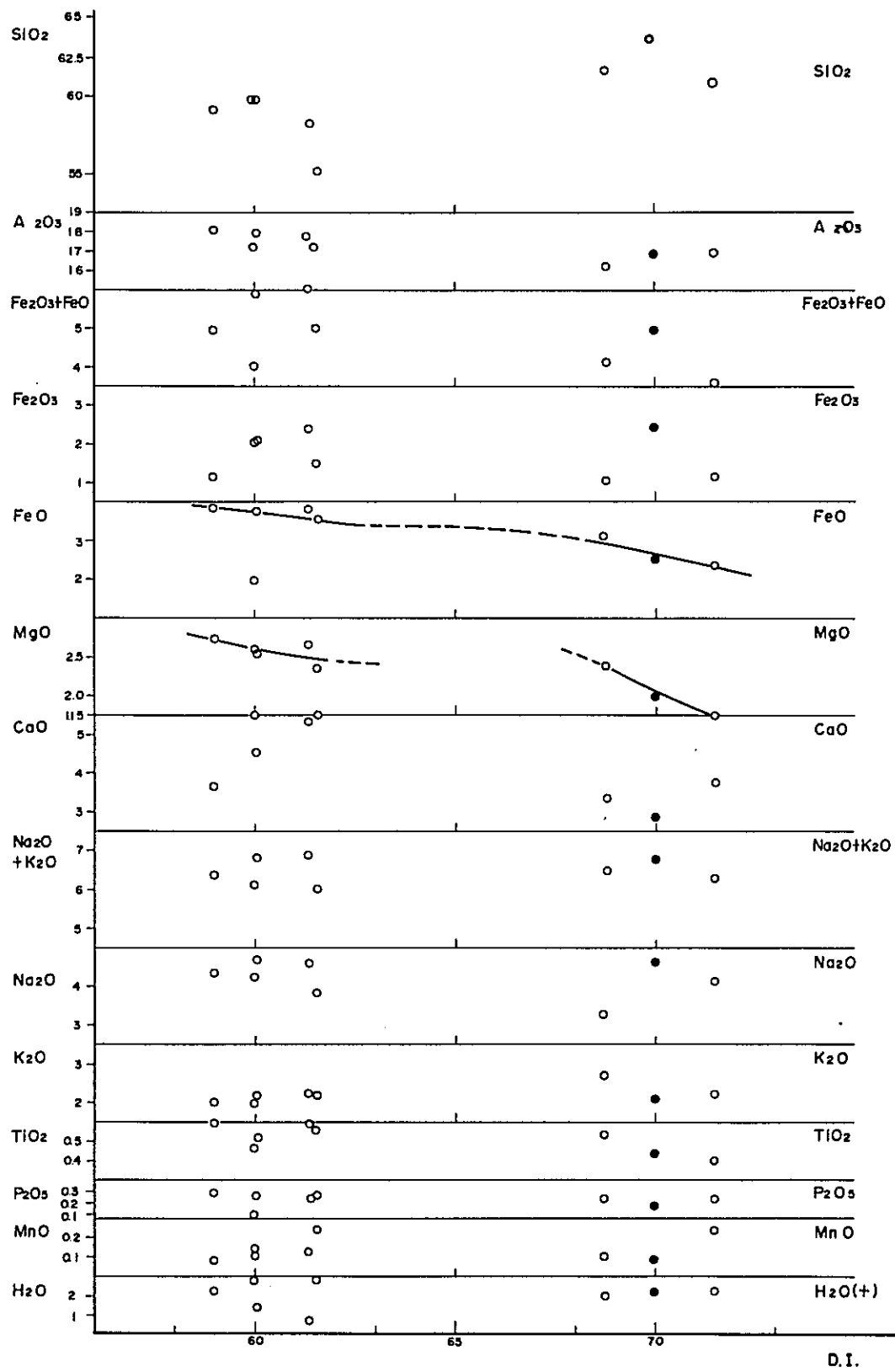


Fig. I-6 Variation diagram of Bobok body

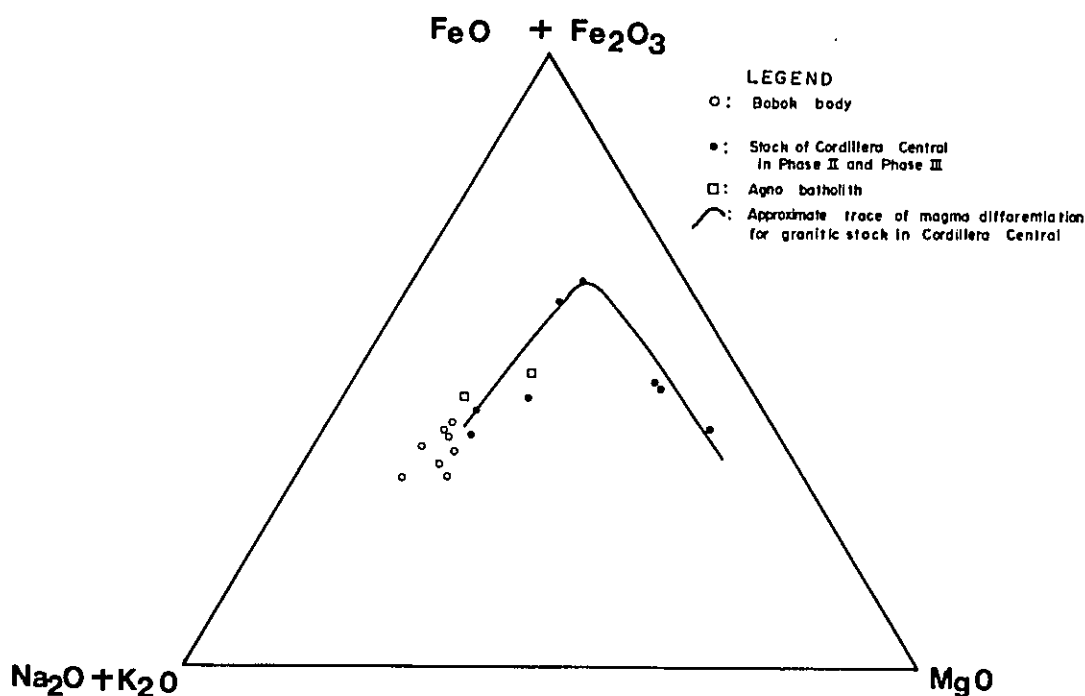


Fig. I-7 A.F.M. diagram of granitic rocks in cordillera central

新世にまで古くなる程とは考えられない。この K-Ar デーティングとコルディレラ・セントラルにおけるマグマ分化作用とから、分化末期の花崗岩類（ポボック岩体など）ほど新しい時代を示すという一般的傾向が見られる。

以上の通り、コルディレラ・セントラルにおける中新世のマグマ分化末期の貫入岩類であるポボック岩体が、ポーフィリー・銅床をもたらしていることは非常に興味深い。

2-1-4 変質作用

本地域にみられる鉱化、変質作用は大部分がポボック岩体内に限られる。そこで、ポボック岩体内の鉱化作用と変質作用の関係を考察するために、野外での観察とポボック岩体内の全岩粉末 X 線回析、薄片による変質鉱物の同定および産状の確認を行なった。なお、使用した X 線ディフラクトメーターは、理学電気製ガイガーフレックス 2034 型、Cu (Ni-filter) 30 kV, 15 mA, slit; $1^\circ - 0.3\text{mm} - 1^\circ$, full scall; 1000 cps, time constant; 1 sec, scan speed; $2^\circ/\text{min}$, chart speed; $2\text{ cm}/\text{min}$, Al-sample holder を使用した。

野外観察による変質は大きく、(1)新鮮なもの、(2)角閃石のみが変質し、緑泥石化しているもの、(3)緑レン石化が強く、これに緑泥石化、珪化、黄鉄鉱染がともなうもの、(4)白色粘土化、珪化が進み、既存の緑泥石が交代により減少、消滅するものに分けられる。しかし(2)と(4)とは漸移的であり、野外だけでの変質分帯は不可能である。また、白色粘土化と珪化が強くなるに

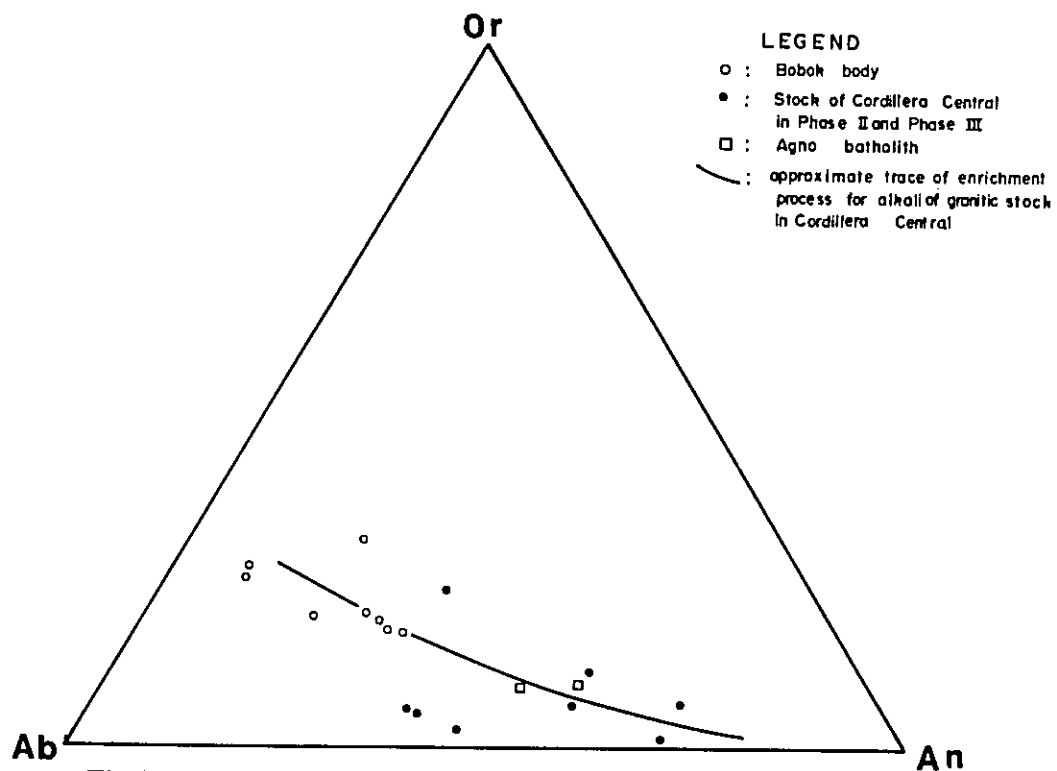


Fig. I-8 Or-Ab-An diagram of granitic rocks in cordillera central

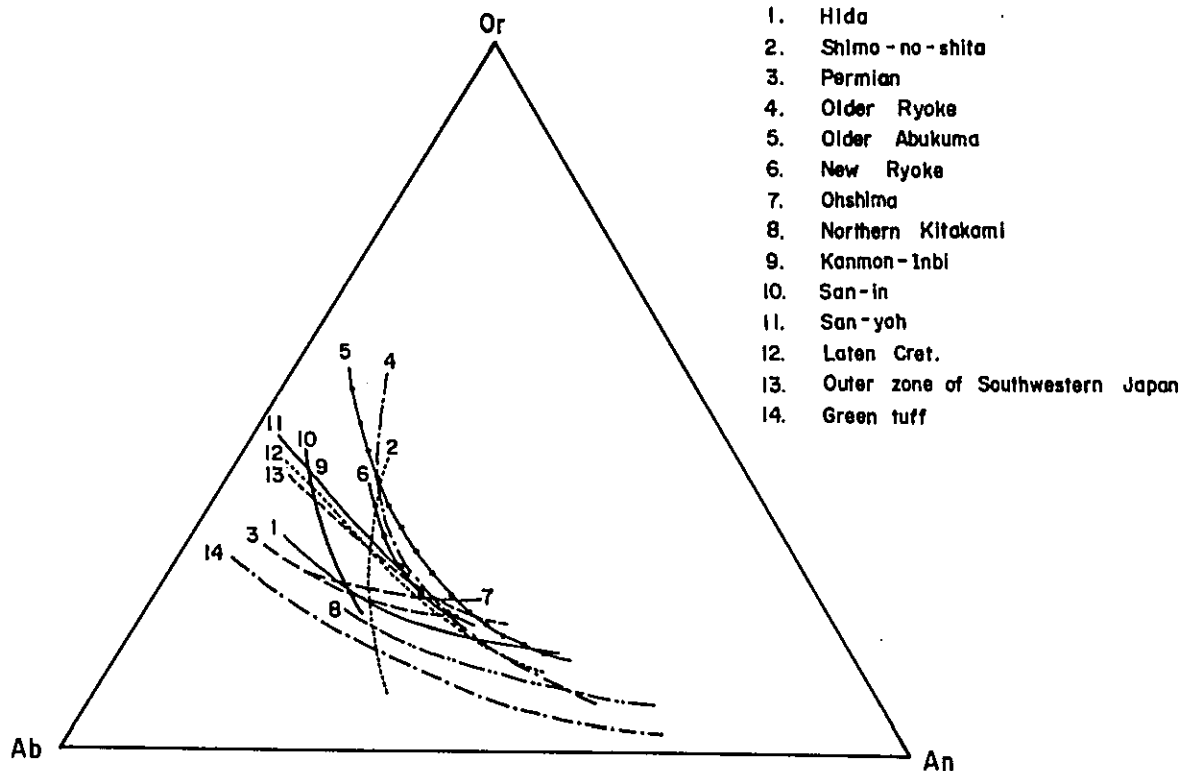


Fig. I-9 Or-Ab-An diagram for each Japanese plutonics province

従って、鉍化作用も強くなることが野外で観察された。これらの変質は、大きく初生変質と鉍化変質とに分けられ、X線回析データ、検鏡データを総合すると、

- ① 後鉍化作用の岩脈にみられる初生変質で、弱い緑泥石化作用および緑色粘土化作用。
- ② ボボック岩体の石英閃緑斑岩Ⅰ型、Ⅱ型に見られる緑泥石化作用を主とする初生変質で、方解石が緑レン石よりはるかに卓越するものと、その逆のものが認められる。これは温度条件の相違ではないかと考えられる。
- ③ ボボック岩体の変質安山岩中に見られ、これは②の一部と同質な変質作用であると考えられる初生的変質。
- ④ 石英閃緑斑岩Ⅰ型、Ⅱ型に見られる変質作用で、強度の差により3つの帯に分類される鉍化変質。

である。

A 変質 鉍物

この岩体内では、X線回析および検鏡により、次のような変質鉍物が認められた。すなわち、沸石、鉄サポーナイト、モンモリロナイト、緑泥石、絹雲母、加水雲母、カオリン、混合層粘土鉍物、黒雲母、石英、方解石、ドロマイト、緑レン石、鉍石鉍物、曹長石、石膏、電気石である。

(a) 沸石類

後鉍化作用の角閃石石英安山岩(m-34)中に検鏡により認められた。しかし、全岩粉末X線回析では検出されていない。沸石類は、ほぼ新鮮な斜長石斑晶の割れ目に沿って、針状結晶の束状集合体として生成しており、束沸石と同定した。

(b) 粘土鉍物

鉄サポーナイトは、後鉍化作用の石英安山岩々脈中に産し、普通角閃石の一部を交代して、モンモリロナイトと共生しており、初生的変質作用の産物である。

モンモリロナイトは、少数の試料に認められ、石英閃緑斑岩Ⅰ型、Ⅱ型中にも産し、角閃石を交代している場合と石基の一部を交代している場合との2種類の産状がある。緑泥石や方解石と共生しており、初生物質の産物である。この場合、角閃石は緑色粘土鉍物によってほぼ完全に交代されている。

緑泥石は、ボボック岩体の中では最も一般的な粘土鉍物の1つで、ガラス質角閃石安山岩以外のボボック岩体内の全ての岩相に見られる。ただし、絹雲母-石英岩とも呼ぶべき強変質岩中には、脈状以外には産出しない。通常、緑泥石は角閃石を全面的に置換し、石基にまでおよぶこともある初生変質にもなる。しかし、一部には、鉍化作用と密接な関係をもつ石英脈中に脈石として産することもある。

絹雲母も最も一般的な粘土鉍物で、黒雲母や斜長石の一部を交代して産する場合と、鏡下で

岩石全面に絹雲母を産し、大量の二次石英、加水雲母を伴う場合とがあり、石英閃緑斑岩Ⅰ型、Ⅱ型ともに見られ、前者は初生的変質によるものであり、後者は鉍化作用に伴うものと判断される。

加水雲母も絹雲母と同様である。加水雲母はX線回析資料では、絹雲母として同定されている。これも鉍化変質に伴うものと考えられる。

カオリンは、検鏡により、変質の程度の弱い石英閃緑斑岩Ⅰ型、Ⅱ型中に緑泥石と共生しているのが認められたが、絹雲母化、珪化の強い岩石には見られず、この地域では一般的な変質ではない。

混合層鉍物は、緑泥石との組合せで、緑泥石／モンモリロナイト、緑泥石／サポーナイト、緑泥石／絹雲母があり、珪化、絹雲母化作用の弱い石英閃緑斑岩Ⅰ型、Ⅱ型中にみられるが、一般的な変質鉍物ではない。この鉍物も初生変質に伴うと考えられる。

(c) 炭酸塩鉍物

ポポック岩体中には、炭酸塩鉍物として方解石とドロマイトがある。検鏡ではドロマイトと方解石の正確な同定は困難ではあるが、経験的に炭酸塩鉍物の複屈折と産状から方解石、ドロマイトの識別は可能である。しかし、検鏡ではポポック岩体の炭酸塩鉍物中にはドロマイトは認められず、全岩X線回析結果でのみ、2、3の岩石試料中に認められた。炭酸塩鉍物の産状には2種類があり、1つは角閃石を緑泥石が交代し、珪化、絹雲母化作用の弱い試料中に見られる炭酸塩鉍物で、有色鉍物や斜長石を交代している。他の1つは、絹雲母化、珪化を強く受けた試料中の石英脈中にみられるもので、鉍石鉍物とも共生している。

(d) 石英

二次石英は、ポポック岩体の中で最も一般的な変質鉍物である。野外観察では、石英の網状脈が発達し、鉍化作用を伴う珪化作用の強いものとその他に分けられた。検鏡では、後者の二次石英も、後鉍化作用の石英安山岩々脈では、斜長石の展開に沿って斜長石をわずかに交代しているものが多く、石英閃緑斑岩中では、上記の産状と同じものから、石英の斑晶が二次石英の集合体よりなり、石基全体が絹雲母と二次石英によって置換されているものまである。検鏡でも珪化作用の強さと鉍化作用の強さとの間に非常に密接な関係があることが明らかとなった。

(e) 緑レン石

緑レン石は、緑泥石が他の変質鉍物よりも卓越する岩石中に見られ、特に変質安山岩中に顕著である。この緑レン石には緑泥石が共生し、少量の方解石、絹雲母、二次石英などが伴う。

(f) 黒雲母

二次的な黒雲母は、ポポック岩体中では一般的な変質鉍物でなく、若干の試料中に観察されたに過ぎない。この黒雲母には、角閃石の一部を緑泥石とともに、交代しているものと、小片状の集合体をなして生成しているものがある。これらはいずれも、珪化、絹雲母化作用の弱

い試料中にみられる。

このように、黒雲母化作用はさほど強くなく、カリ長石脈なども観察されないことから、ポーフィリー・銅-鉛-鋳床でよく見られるカリウム変質は、このポコッド地域では微弱であり、鋳化作用との直接的関係は見当らない。むしろこの関係については否定的でさえある。

(g) 鋳石および脈石鋳物

鋳石鋳物として黄鉄鋳、黄銅鋳、磁鉄鋳、赤鉄鋳およびそれらの二次酸化鋳物が、また脈石として石英、方解石、緑泥石および極く少量の石膏、電気石がそれぞれ野外で観察された。このうち変質鋳物としては黄鉄鋳が広く産出し、変質安山岩ではフィルム状をなして微小割目中に、また緑泥石化の強い石英閃緑斑岩Ⅰ、Ⅱ型中では弱い鋳染状をなして生成している。また二次生成の磁鉄鋳もポロ地区で少量認められた。

石膏はポロ川沿いの露頭より採取された試料に、石英、緑泥石と共生しているのが鏡下で観察された。電気石は2試料(g-10, k-115)において石英脈中に産するが、このうちk-115では石英中に輝蒼鉛鋳もみられ、両者の共存は生成温度がそれほど低くないことを示唆するものとして興味深い。

B 変質分帯 (Table I-7, Fig. I-10)

Table I-7 Assembly of alteration minerals

	I	II	III _a	III _b	IV
Quartz	-----	-----			
Calcite	-----				
Saponite	-----				
Montmorillonite	-----	-----			
Chlorite					-----
Sericite	-----				
Hydromica	-----				
Chl./ser.mixed layer		-----	-----		
Chl./mon mixed layer	-----				
Kaoline					
Biotite		-----	-----		
Epidote		-----	-----		
Tourmaline				-----	
Ore		-----			
K-feldspar	-----	-----	-----	-----	

この地域の変質は、既述の通り、初生変質と鋳化変質との二種類が認められ、鋳物の量化、組合せにより4つに大別し、更にこの内の1つの帯を鋳化の強さという観点から2つに分帯した。Ⅰ帯、Ⅱ帯は初生変質作用による変質帯で、Ⅲ帯、Ⅳ帯は鋳化変質による変質帯である。このうちⅢ帯は鋳石鋳物の量比に不連続が見える(モードで数%と5%以上)ので、Ⅲ帯を2分し、Ⅲa帯とⅢb帯とに分けた。

(a) Ⅰ帯(緑泥石-緑レン石帯)

この帯は、緑泥石と緑レン石が優勢な変質帯である。変質鋳物としては、緑泥石、緑レン石が主体で、これらに方解石や少量の石英、絹雲母を伴う。

この帯には石英閃緑斑岩Ⅰ型、Ⅱ型の一部および変質安山岩の全てが属す

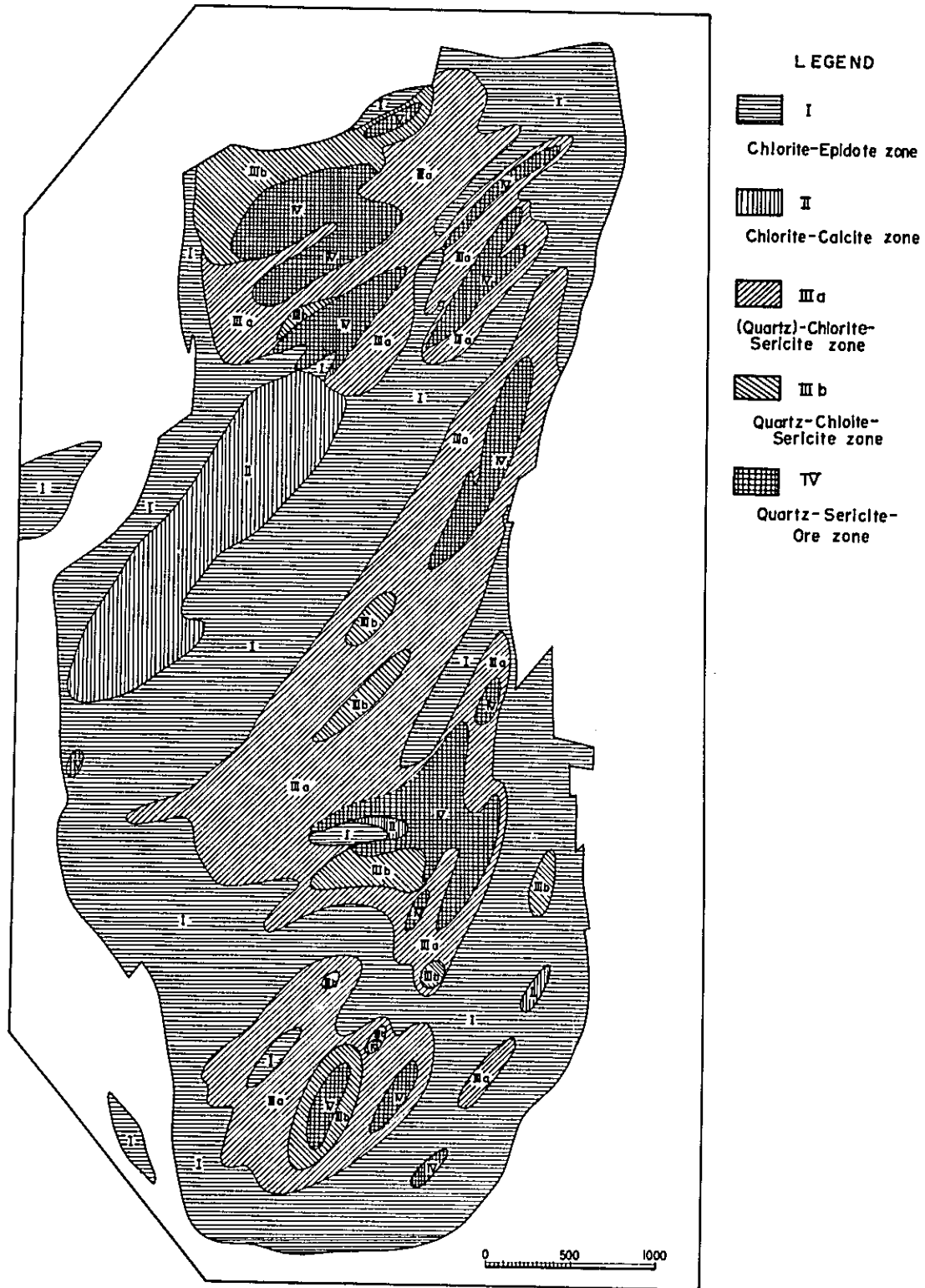


Fig. I-10 Alteration map of Bobok body

る。

この帯では、普通角閃石がほぼ完全に緑泥石により置換され、有色鉱物や斜長石の一部を緑レン石が交代している。また、方解石や絹雲母、石英が斜長石の一部を交代していることもある。この帯では、顕著な鉱化は認められない。

(b) II帯（緑泥石—方解石帯）

この帯は、緑泥石と方解石が卓越する帯で、変質鉱物としては、緑泥石と方解石を主とし、少量の斜長石や有色鉱物の一部を交代した緑レン石、絹雲母、石英を含んでいる。また、この帯の中には混合粘土鉱物相も含まれる。II帯の分布は、ポポック製材所付近に分布する石英閃緑斑岩II型にはほぼ一致し、I帯を切っているような分布を示している。

(c) III a帯（絹雲母—緑泥石帯）

この帯は、絹雲母と緑泥石が卓越する帯で、石英閃緑斑岩I型・II型中に見られる。

変質鉱物は、絹雲母、緑泥石、石英、加水雲母が普遍的に含まれ、ほかに少量の方解石および緑レン石を伴う。絹雲母は、斜長石を一部交代するだけでなく、石基中にも生成している。また普通角閃石は完全に緑泥石化し、一部では絹雲母も生成している。黒雲母も、絹雲母により交代されている。絹雲母と二次石英の生成に伴い、鉱石も少量（モード3%以下）生成している。

III a帯の分布は、石英閃緑斑岩I型・II型中に限られ、I帯を切り、後で述べるIV帯の外側に分布している。

この帯は、鉱化変質が、若干初生変質を置換し始めている変質相と考えられる。

(d) III b帯（絹雲母—緑泥石—鉱石）

この帯は、絹雲母、石英、加水雲母、緑泥石、鉱石（モード5%以上）が卓越する帯で、変質鉱物は、絹雲母、石英、加水雲母、緑泥石、鉱石が一般的であり、これらに方解石、緑レン石などを伴うことがある。III b帯の変質相を示す岩石では、有色鉱物の輪郭が変質によりくずれ、斜長石も多くの部分が絹雲母により交代されている。また、石基は二次石英が次第に増加し、絹雲母の生成も著しく、鉱石鉱物がかなり多くなっている。また石英の細脈も見られる。しかし、この帯とIII a帯とは漸移的で、鉱石の量比によって人為的に分けたものであり、III a帯より鉱化作用が若干進んだ変質相と見られる。

III b帯は、石英閃緑斑岩I型・II型中に小範囲に、IV帯と関連して分布している。

(e) IV帯（絹雲母—石英—鉱石）

この帯は、石英の細脈、著しい珪化、絹雲母化作用によって特徴づけられる。

この帯の変質鉱物は、絹雲母、石英、加水雲母、鉱石が主体をなし、石英脈に伴われて脈石鉱物として緑泥石、方解石が見られる。このほか、既に述べた通り、g-10およびk-115の2つの試料中の石英脈には電気石の生成が観察された。また、ボーリングコア中、および2

つの地表の岩石中に硬石膏および石膏が認められ、石英—石膏—(方解石)脈を形成している。この脈の石膏中には鉍石鉍物は生成せず、石英中に観察される。

Ⅳ帯の変質相を示す岩石では、有色鉍物は変質により形もくずれ、原鉍物の同定は困難となる。また、斜長石もほとんど絹雲母に交代され、絹雲母化が著しく進んでいる。石英脈も一般的となり、さらに変質が進んだものは、絹雲母—石英岩ともいべき強変質岩となる。野外でも、この帯の岩石には石英の網状帯がみられ、鉍化が一段と進み、黄銅鉍が観察される所もある。

この帯とⅢb帯とは、漸移的であり、Ⅳ帯はⅢb帯より強い鉍化変質を示すものと判断される。

これらⅠ～Ⅳ帯のうちⅡ～Ⅲb帯はいずれもNE—SWの方向をもつ長楕円～“さや (pod)”状をなして分布し、Ⅳ帯は主としてⅢa, b帯分布範囲中に不規則な形状をなして分布する。そしてこれらは鉍化帯の分布ともよく一致している。従って、ポボック岩体中の鉍化帯は、ポーフィリー・カッパー鉍床に一般に知られている内帯より外帯への珪化・絹雲母化・緑泥石化→緑泥石化・炭酸塩化・緑レン石化という基本的な累帯分布を示していると言える。

2-2 モンギア地域

この地域はカラバロ層群Ⅱ層と、これを貫く貫入岩類より構成される (Fig. 1-11)。

2-2-1 層序 (Table 1-8)

本地域のカラバロ層群Ⅱ層は、玄武岩質溶岩と玄武岩質凝灰角礫岩を主体とし、これに砂岩頁岩互層をはさむ。

玄武岩質溶岩は西部で厚く、東側では玄武岩質凝灰角礫岩に移化してゆく。この玄武岩質溶岩は、暗灰色～黒色を呈し、杏仁状組織をもつ角礫状溶岩である。また、玄武岩質凝灰角礫岩は一般に隠微晶質玄武岩の角礫と、同質の緑色変質した石基から構成される。

砂岩・頁岩互層は上, 中, 下 3枚あり、凝灰岩をはさみ、単層の厚さは、平均10 cm程度である。一般に強い珪化を受けており、固結度が高い。凝灰岩のはさみは、暗緑色の玄武岩質の物質から構成される。それぞれの層厚は、下部の互層が70 m弱、中部の互層が20 m弱、上部の互層が約100 mである。

2-2-2 地質構造

この地域では、走向は変化に富むが、ほぼ南北性を示し、傾斜も平均30°前後を示すが、調査地域西部では、10°～20°の緩傾斜を示している。

本地域の主な構造は南北性で、褶曲構造と貫入岩体により示される。褶曲は、キオン (Kion) 背斜とその東側に小さな向斜と背斜がみられる。キオン背斜は、この軸の東側だけが、曲り込むような形態をとり、軸の延長は約2.5 kmとみられる。また、キオン背斜の東側の小背斜の南

Table I-8 Stratigraphic section of Mongia area

Geological Age	Formation	Columnar Section	Rock Facies
U. Creta ~ Eocene	Caraballo Group Formation II		dark gray blacky brecciated basaltic lava 150m + dark green basaltic tf. bre 100m -
			alt. of ss. and shale intercalated cgl. and tf. 100m
			dark gray amygdaloid basaltic lava 80m -
			alt. of ss. and shale dark gray dark green basaltic basalt lava tf. bre. 150m - 250m -
			all. of siliceous ss. and shale intercalated tf. 70m -
			dark gray brecciated and amygdaloid basaltic lava 150m + dark green basaltic tf. bre 150m -

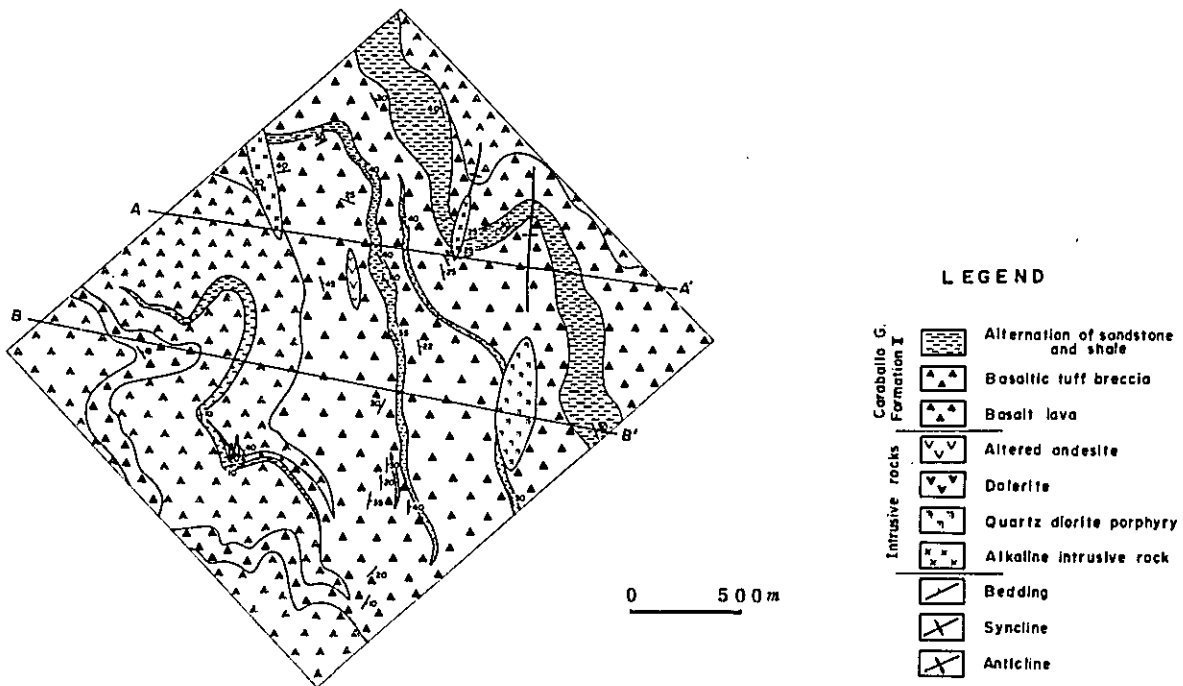


Fig. I-11 Geological map of Mongia area

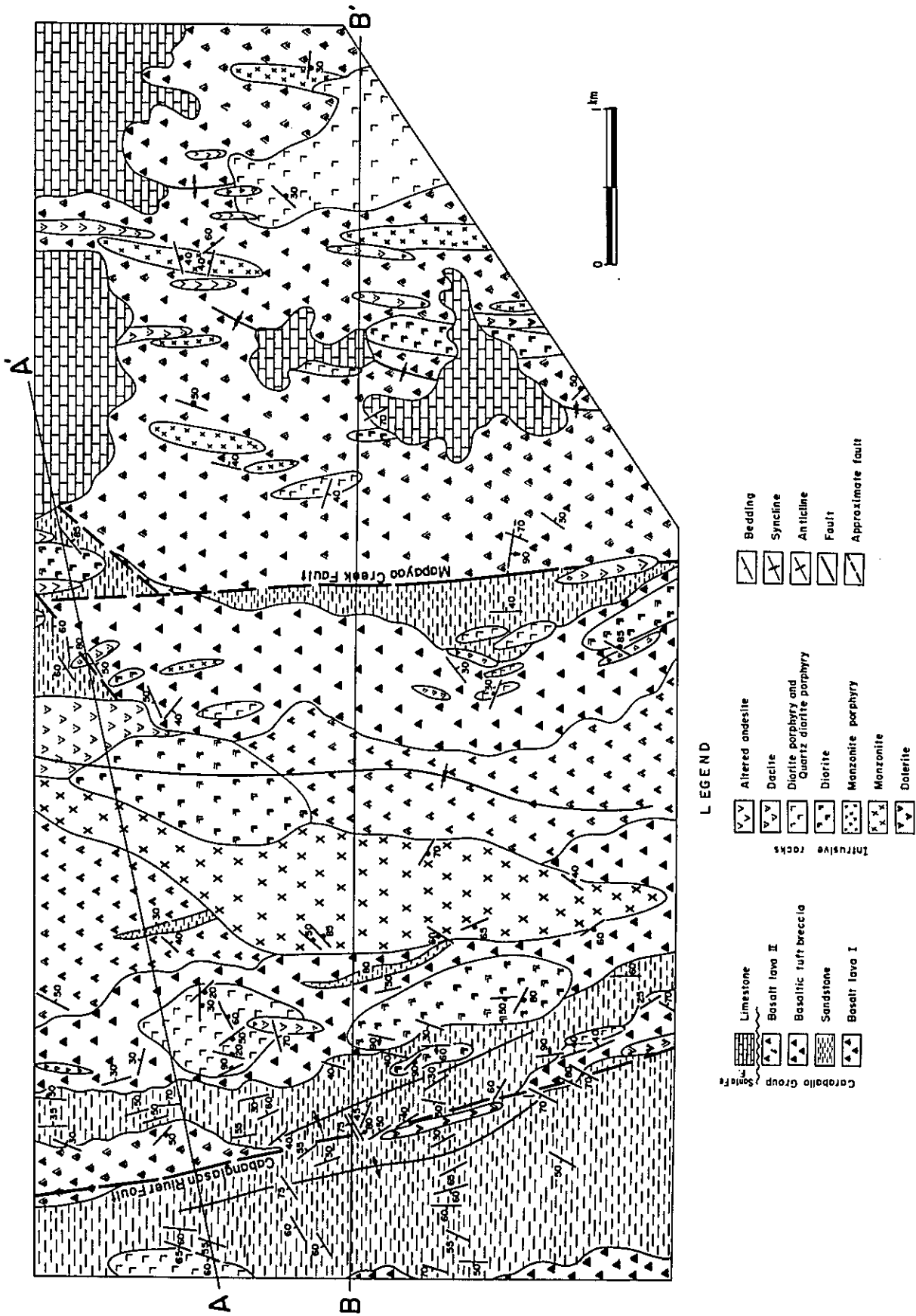


Fig. I-12 Geological map of Salinas area

Table I-9 Stratigraphic section of Salinas area

Geological Age	Group and Formation	Columnar Section	Rock Facies
Recent			Gravel
Miocene	Santa Fe Formation 300m±		Limestone 300m±
Middle ~ Upper Oligocene	Caraballo Group II 2000m+		Basalt Lava II
			Mudstone Siltstone Sandstone 50m
			Basalt Lava II 500m+
			Tuff 100m breccia
			Basalt Lapilli -tuff-tuff breccia 100m
			Basalt Lava
			Basalt Lapilli tuff -tuff breccia 500m+
			Basalt tuff 50m
			Sandstone 50m
			Mudstone Siltstone Basalt Lapilli tuff 50m
	Sandstone		
	Basalt tuff 50m		
	Sandstone 400m		
	Mudstone Siltstone 50m		
	50m - Basalt tuff breccia		
	Basalt Lava I 450m+		
	Basalt tuff breccia 30m		

玄武岩質溶岩 I は、カバングラサン川沿いと、マバヤオ沢中流部に分布している。岩相は、暗緑色から赤紫色、黒色を呈し、塊状のものと、角礫状、枕状をなすものがあるが、これらの関係は不明である。角礫状や枕状を示すものは、杏仁状組織を持ち、石英、方解石、緑泥石がそれを埋めている。この玄武岩質溶岩 I は本地域では最下位を占る。

玄武岩質溶岩 I の上には、層厚約 450 m の厚い成層する砂岩が整合的にのる。この砂岩は、褶曲および断層構造によって、カバングラサン川沿いおよびマバヤオ沢上流部の 2 つの帯に分かれ、それぞれ南北に細長く分布する (Fig. I-13)。この砂岩は、通常暗灰色から暗緑色を呈し、珪質である。また一般によく淘汰され、級化構造も認められる。この砂岩には、下部と上部に珪質黒色泥岩を、中部と上部に凝灰岩をはさむ。黒色泥岩は層理がよく発達し、葉理も認められる。また凝灰岩は暗緑色を呈し、玄武岩の岩片を主体とし、堆積岩々片も含んでいる。

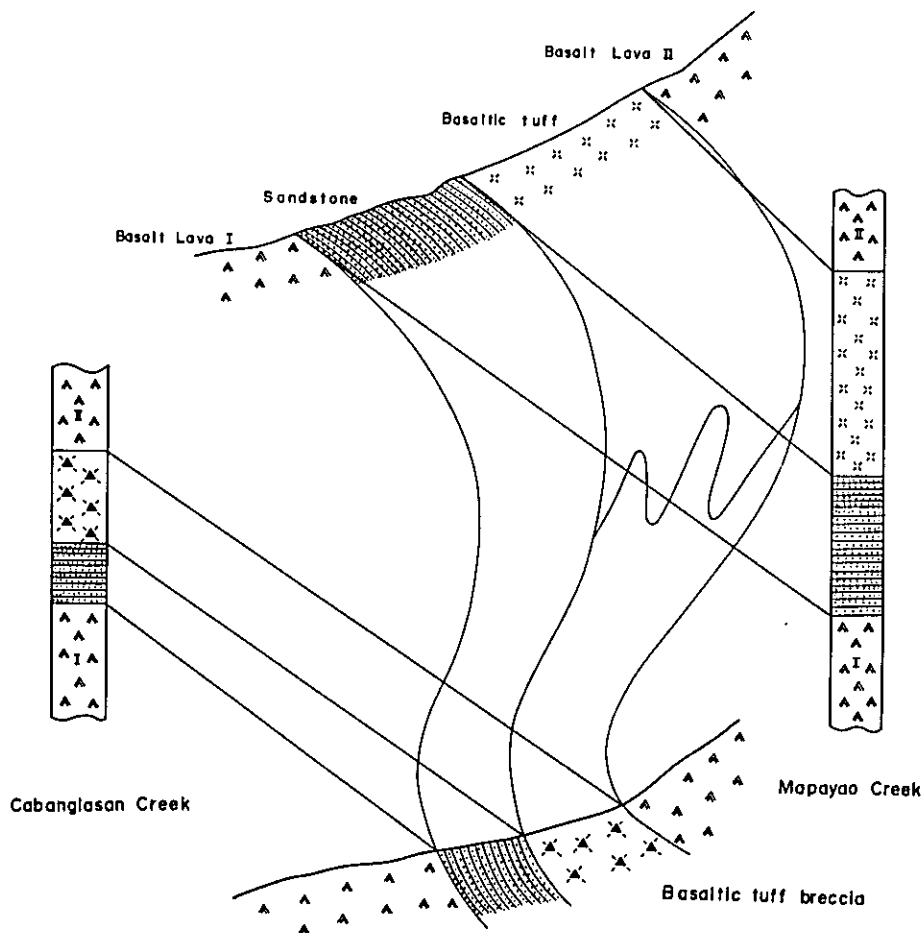


Fig. I-13 Correlation of profile and columnar section in Salinas area

砂岩の上にある玄武岩質凝灰角礫岩類は、カバングラサン川左岸の枝沢、サンタ・クルス川左岸の小さな支流中に観察される (Fig. I-12)。本岩類は緑色～赤紫色を示し、玄武岩質の角礫と基質により構成され、層厚約 500 m である。この玄武岩質凝灰角礫岩類は、凝灰角礫岩と火山礫凝灰岩を主体とし、一部玄武岩質溶岩を挟在する。

本岩類の上位には、玄武岩質溶岩Ⅱが整合関係で重なる。玄武岩質溶岩Ⅱは、カバングラサン川の東岸支流の上流部に発達し、層厚は約 500 m とみられる。この溶岩Ⅱは暗緑色～赤紫色で角礫状構造を有し、玄武岩質溶岩Ⅰと酷似している。この溶岩Ⅱには、下部に玄武岩質凝灰角礫岩 (層厚 100 m -) を、中部に堆積岩のはさみ (50 m -) をもっている。

○玄武岩質溶岩Ⅰ (e-526)

沈状構造，杏仁状構造，間粒状組織

斑晶；斜長石 (自形，パリオライト的，大きさ 1.5 m/m，一部変質)，普通輝石 (自形，粒状，大きさ 1 m/m)

石基；斜長石 (自形，拍子木状，1 m/m 以下)，単斜輝石 (自形～半自形，粒状，0.3 m/m，一部変質)，不透明鉱物 (他形，0.2 m/m)

変質鉱物；曹長石化，緑泥石，緑レン石，加水雲母，方解石，沸石

○玄武岩質溶岩Ⅱ (d-533)

角礫状構造，ポイキリチック，斑状組織

斑晶；斜長石 (自形，短柱状～板状，1 m/m，一部変質)，単斜輝石 (自形，短柱状～粒状，6 m/m～1 m/m，一部変質)

石基；斜長石 (自形，粒状，0.3 m/m，一部変質)，不透明鉱物 (他形～半自形，粒状，0.4 m/m)，ガラス (大部分変質)

変質鉱物；緑泥石，緑レン石，方解石，絹雲母，沸石，ブドウ石

B サンタ・フェ層

本層は、乳灰白を呈する石灰岩より構成され、マバヤオ沢北岸の稜線部と、稜線より南へたれ下がり斜面に乗るよう分布する。第二年次の調査および大型有孔虫によって、中～下部中新世とされた。

2-3-2 地質構造

この地域の地質構造は、カラパロ層群中では N-S 系の断層と褶曲で示される。この方向の断層にはカバングラサン川断層とマバヤオ沢断層とがあり、いずれも西側が落ち込むセンスを示し、前者の落差は 250 m 土、後者のそれは 300 m 土である。すなわち、本地域内では西側へステップしながら落ち込んでいるように見える。また、南北の軸を持つ褶曲が発達し、波長 2.5 km，振幅 700～800 m，軸長 3 km 以上と見られ、その軸部に若干の貫入岩がみられる。特に東側の背斜中に貫入している閃緑斑岩には銅の鉱化が見られるが、この閃緑斑岩が調査地域

内での最大の隆起部に貫入していることは興味深い。

2-3-3 貫入岩類

この調査地域内の貫入岩には、モンソナイト、モンソナイト・ポーフイリー、閃緑岩、閃緑斑岩、変質安山岩、ドレライトなどがある。これらはほとんどが南北に延びた岩株および岩脈をなしている。

(a) モンソナイト、モンソナイト・ポーフイリー

このモンソナイト、モンソナイト・ポーフイリーは、本調査地域全域に見られる。

モンソナイトは、カバンダラサン川左岸支流の上流部に分布し、南北に約3 km、幅500 m程の規模をもち、南北に細長い岩株を形成し、閃緑岩に貫かれていると考えられる。モンソナイトは完晶質、半透明質であり、肉眼的にも、カリ長石、角閃石、黒雲母が認められる。また岩体の一部にはアルカリ斑レイ岩を伴い、この斑レイ岩(j-595)のK-Ar デーティング結果は 23.2 ± 1.2 m. y. を示す。

モンソナイト・ポーフイリーは、東側に多く見られ、長さ1 km以下、幅200 m前後の南北に細長い岩株を形成する。

(b) 変質安山岩

本岩も調査地域全般に見られ、岩株、岩脈を形成している。特に、マバヤオ沢上流に比較的大きな岩株500 m × 800 mを形成しているが、一般には小岩脈をなす。本岩は暗緑色を呈し、塊状、微晶質であり、緑泥石化、緑レン石化、珪化が見られ、黄鉄鉱の鉱染を受ける。変質安山岩は閃緑斑岩を貫き、閃緑岩に貫かれている。また、ポボック岩体の変質安山岩と同様の岩相を示す。

(c) 閃緑斑岩

この岩相は、調査地域全般に見られ、一般に南北に長い岩株を形成する。肉眼的には角閃石閃緑斑岩に見えるが、少量の石英を含み、ポボック岩体の石英閃緑斑岩Ⅱ型に酷似する。本岩の一部は強い粘土化を受け、原岩不明の個所があり、このような部分には鉱化作用が認められ、特に東部のマバヤオ沢入口付近の閃緑斑岩には、且って探鉱されたポーフイリー・銅-鉛-亜鉛床が知られている。その他の岩株にも黄鉄鉱々染および粘土化作用が見られる。ポーフイリー・銅-鉛-亜鉛床の母岩をなす閃緑斑岩はK-Ar デーティングの結果、 20.6 ± 1.1 m. y. を示し(第二年次、D-18)、サイエナイト・ポーフイリーを貫き、変質安山岩により貫かれる。

(d) 閃緑岩

閃緑岩には、微晶質なものと同粒なものが見られ、5つの岩株がこの地域内に分布する。本岩も他の岩体同様南北に延びた形を示す。この岩相名は石英閃緑岩と閃緑岩両者の岩相について一括して付けたもので、普通角閃石閃緑岩および普通角閃石石英閃緑岩を含んでいる。一部の岩株は強い粘土化と黄鉄鉱々染を受けている。

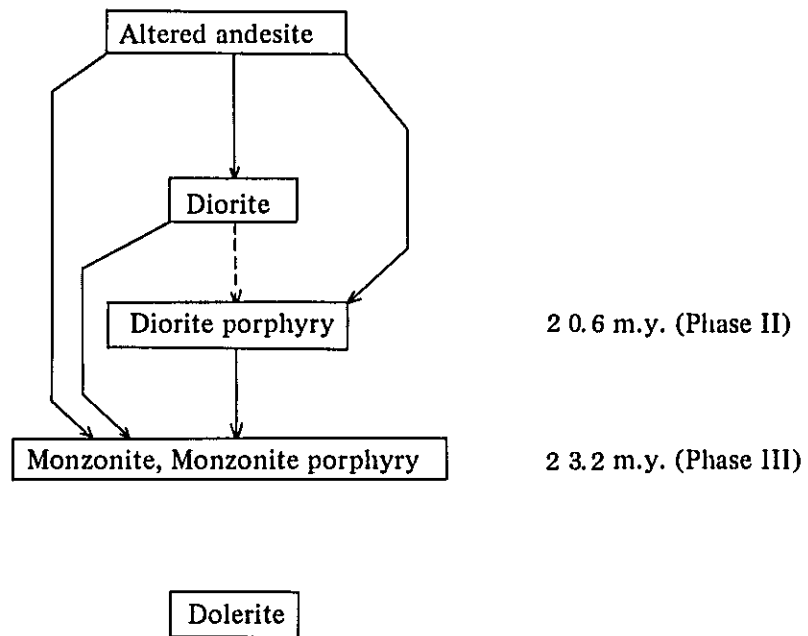
本岩相は、閃緑斑岩を貫いている。

(e) ドレライト

本岩は、カバングラサン断層付近の砂岩中に見られ、一部は岩脈、一部は岩床である。

本地域の貫入岩の相互関係は Table I-10 で示される通りで、ドレライトについては不明であるが、カラパロ層群堆積時の玄武岩質火山活動の産物と考えたい。

Table I-10 Interrelation among intrusive facies in Salinas area



(鏡 下)

○ モンゾナイト (e-535) 斜長石 > カリ長石 > 有色鉱物 > 石英

粒状, 完晶質

造岩鉱物 ; 斜長石 (自形, 柱状, 2 m/m), カリ長石 (半自形, 1 m/m 前後), 普通角閃石 (自形~半自形, 1 m/m), 普通輝石 (自形, 柱状, 1 m/m), 石英 (他形, 1 m/m 以下), チタンナイト, 不透明鉱物, アバタイト

○ 閃緑斑岩 (j-521) 斜長石 > 石英 > 普通角閃石

斑状,

斑晶 ; 斜長石 (自形, 長柱状, 2 m/m), 石英 (他形, 粒状, 1 m/m 以下), 普通角閃石 (自形, 柱状, 変質), 不透明鉱物

石基 ; 斜長石, 石英, カリ長石, 有色鉱物

変質鉱物 ; 緑泥石, 絹雲母, 緑レン石

(f) 化学組成について

本地域では, 第二年次 2 個 (D-18, F-102) と第三年次に 1 個 (j-595) の 3 個が全岩分析に供され, K-Ar デーティングは, D-18 (20.6 ± 1.1 m. y.) と j-595 (23.2 ± 1.2 m. y.) の 2 個が測定された (Table I-5)。

このうち j-595 はアルカリ岩であり, 鉍化に関係する証拠は見られない。F-102 は閃緑斑岩で, ポーフイリー・カップー鉍床の母岩となっている。この閃緑斑岩は, コルディレラ・セントラルの非アルカリ岩ではボボック岩体中の k-152 と類似した化学組成を持ち (第二年次報告書, Table I-5), A. F. M. ダイアグラム中でも, ボボック岩体のプロット点に近い場所にプロットされる。しかしながら, ボボック岩体は 3~6 m. y. を示しており, 両者の貫入の時期には可成りの差があり, サリナス地域の閃緑斑岩はドバックスパンリスに成因的關係をもつ可能性が強い。

2-4 カシブ地域

カシブ地域はマンバラング山地に位置し, マンバラング層, バラリ層および貫入岩類よりなる (Fig. I-14)。

2-4-1 層序 (Table I-10)

マンバラング層は上下 2 つの部層に分かれ, この上に不整合でバラリ層がのる。(Fig. I-15)

A マンバラング層

本層の下部には, 白色~黄白色の火山礫凝灰岩, 凝灰岩が発達し, 珪質な頁岩の薄層をはさむ。これをマンバラング層 I 部層 (以下 M. I 部層と呼ぶ) とし, この上位に整合で重なるアルカリ安山岩質火山岩類をマンバラング層 II 部層 (以下 M. II 部層と呼ぶ) とに分けた。

M. I 部層は, 調査地域北西部のパドン・ツボ沢周辺に分布し, 層厚 1,500 m + をもつ。本部層の下限は不明であるが, M. II 部層がこの上に整合にのり, カリ長石サイエナイト, サイエナイト・ポーフイリーにより貫かれ, バラリ層によって M. I, II 部層共に傾斜不整合で覆われる。

M. I 部層は白色の火山礫凝灰岩を主体とするが, 層理・葉理の発達する白色凝灰岩, 珪質な頁岩のはさみをもつ。この凝灰岩は上部ほど発達している。これらの火山礫凝灰岩, 凝灰岩は肉眼的には石英を含まず, また挟在される頁岩は化石を含んでいない。

この M. I 部層の走向は, 本部層分布区域の南部では, $N 45^{\circ} E \sim 20^{\circ} E$, 北部では南北から $N 40^{\circ} W$ を示し, 傾斜は西, 東両方あり, 一般に緩やかな褶曲構造を示している。

M. II 部層は, 調査地域の東部に広い分布を占め, 層厚 2,000 m + を示す。この部層は上限は不明であるが, バラリ層に不整合で覆われ, サイエナイト・ポーフイリーにより貫かれる。

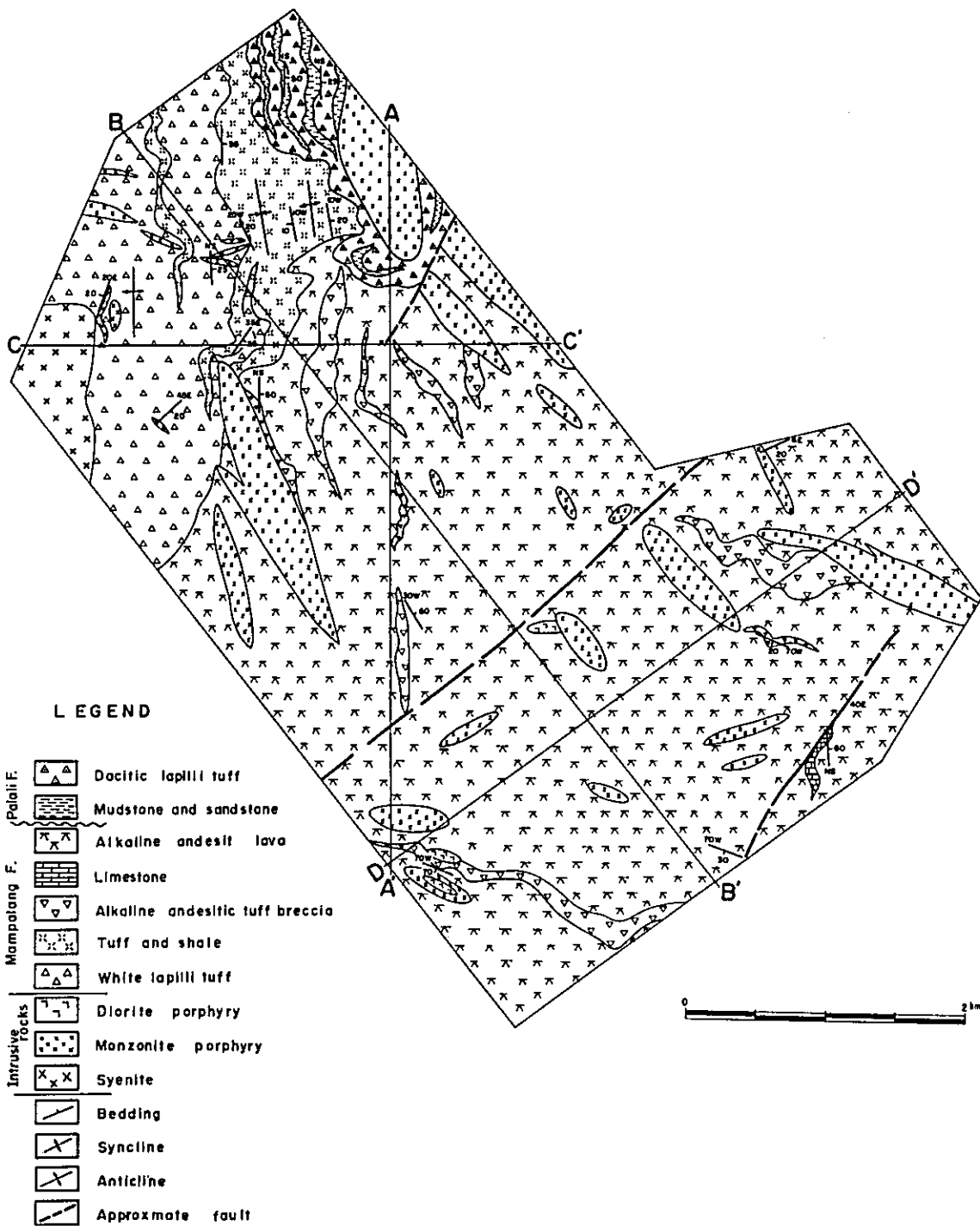


Fig. I-14 Geological map of Kasibu area

Table I-11 Stratigraphic section of Kasibu area

Geological Age	Formation	Columnar Section	Rock Facies
Quaternary	Terrace deposits		Gravel
Miocene	Palali Formation 300m+		White dacitic pumiceous lf. Black thinbedded mud st. White dacitic pumiceous lap lf Black thin bedded mud st with plant Black mud st s.s. fossil Basal cgl.
M. ~ U Oligocene	Mamparang Formation 3500m+	Member II 2000m 	Alkaline an. lf. bre Limestone Alkaline andesite lava 2000m lf. lf. lf. bre. lf. bre. lf. bre.
		Member I 1500m 	White sdy lf. 200m shale shale White dacitic lap lf. 300m- White sdy lf with white patch 100m White lf White lap lf 900m

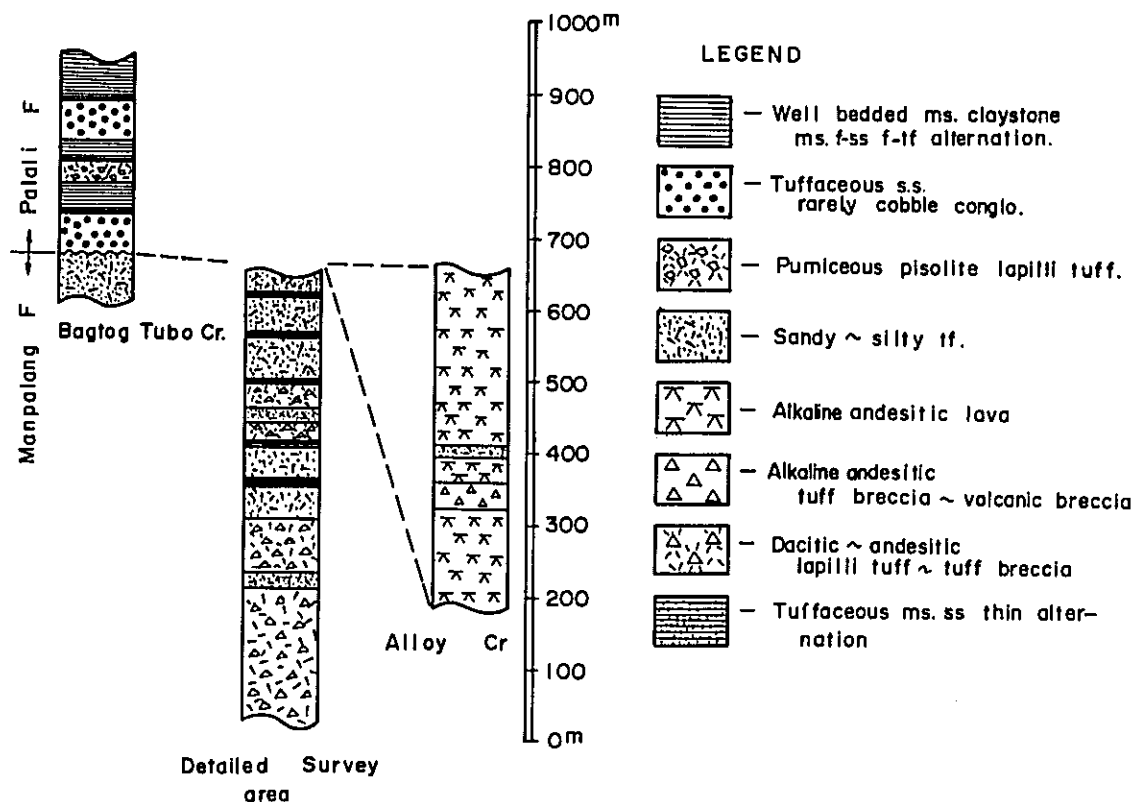


Fig. I-15 Columnar section of Kasibu area

M.Ⅱ部層はアルカリ安山岩質ないし玄武岩質の溶岩を主体とし、これにアルカリ安山岩質凝灰角礫岩および石灰岩のはさみをもつ。このアルカリ安山岩質凝灰角礫岩は連続性が悪い。また、一般に半透明質で、輝石を多産し、場所によりこれに黒雲母・角閃石を伴い、野外観察だけでも、石英が不飽和である可能性を示している。通常これらの溶岩は塊状であるが、一部角礫状の部分もある。石灰岩は雑色から暗灰色を呈する薄い単層から構成され、層理の発達が非常によい。この石灰岩は上部漸新世と同定されている（第二年次報告書参照）。

このM.Ⅱ部層は、全体的には層理があまり発達しないので、その走向、傾斜については不明な点が多い。

B バラリ層

本層は地域内北端部に小範囲を占めて分布し、マンパラング層を傾斜不整合で覆う。厚さは300m±である。バラリ層はまた、モンソナイト・ポーフイリーによって貫かれている。

ブット沢最上流に礫岩、パドン・ツボ沢上流にこの礫岩と同質の砂岩が見られ、バラリ層

の基底を構成している。この上位に、石英安山岩質軽石凝灰岩、火山豆石凝灰岩、石灰質砂岩、炭質泥岩がのる。転石ではあるが、穿孔具による穴を多数もつ凝灰岩が観察され、バラリ層が浅海性堆積物であることを示している。

走向はN10°Wから南北を示し、一般には20°の傾斜をもつ。褶曲構造かスランプ構造かは不明であるが、一部に湾曲した構造が見られた。

(検 鏡)

M.Ⅱ 部層

○強アルカリ玄武岩質溶岩 (g-734) 斜長石>単斜輝石>カリ長石>不透明鉱物>黒雲母

塊状, 填間状組織

斑晶 ; 斜長石 (自形, 柱状, 3 m/m, An 60%, アルバイト双晶, ノーマルゾーニング),
単斜輝石 (自形, 柱状~粒状, 4 m/m~, 分散強い)

石基 ; 斜長石, 単斜輝石, カリ長石, 不透明鉱物, 黒雲母

変質 ; サポーナイト

○アルカリ安山岩質凝灰角礫岩 (k-702)

本質凝灰角礫岩

礫 ; 角礫, 淘汰悪く1 cm 以上, アルカリ安山岩

基質 ; アルカリ安山岩質岩片, ガラス (変質)

変質 ; モンモリロナイト, 方解石, 石英, 沸石

2-4-2 地 質 構 造

この地域では、緩い南北性の小さな褶曲とNE-SW系の断層が見られる。

小さな褶曲は、M.Ⅱ部層中の比較的層理の発達する部分にみられる。また、NE-SW系の断層はバラリ層まで切っていると考えられる。しかし、この断層はM.Ⅱ部層中でも層理の発達の悪い部分にみられるため、詳細については不明である。

2-4-3 貫 入 岩 類

A 本調査地域に見られる貫入岩は、カリ長石サイエナイト、サイエナイト・ポーフィリー、モンソナイト・ポーフィリー、方沸石フォノライトなどのアルカリ岩より構成され、一般にNW-SEへ延びて貫入している。

カリ長石サイエナイトは、昨年度分析記載された通りである。サイエナイト・ポーフィリー、モンソナイト・ポーフィリー、アルカリ安山岩も岩相的には昨年と同じである。今年、方沸石フォノライトが見つかったのでこれについて記載する。

このフォノライトは、アルカリ安山岩質溶岩を貫いている。本岩は褐色、六角状で最大径8 m/mの方沸石を含むのが特徴的である。また、2~3 m/mの柱状輝石の斑晶が流状組織を示している。

(検 鏡)

○ 強アルカリ玄武岩質岩脈 (g-711) 斜長石 > カリ長石 > 単斜輝石 > ガラス

斑状, トラキチック組織

斑晶 ; 斜長石 (自形, 長柱状, $2m/m$, An 6%, アルバイト双晶, ノーマルゾーニング),

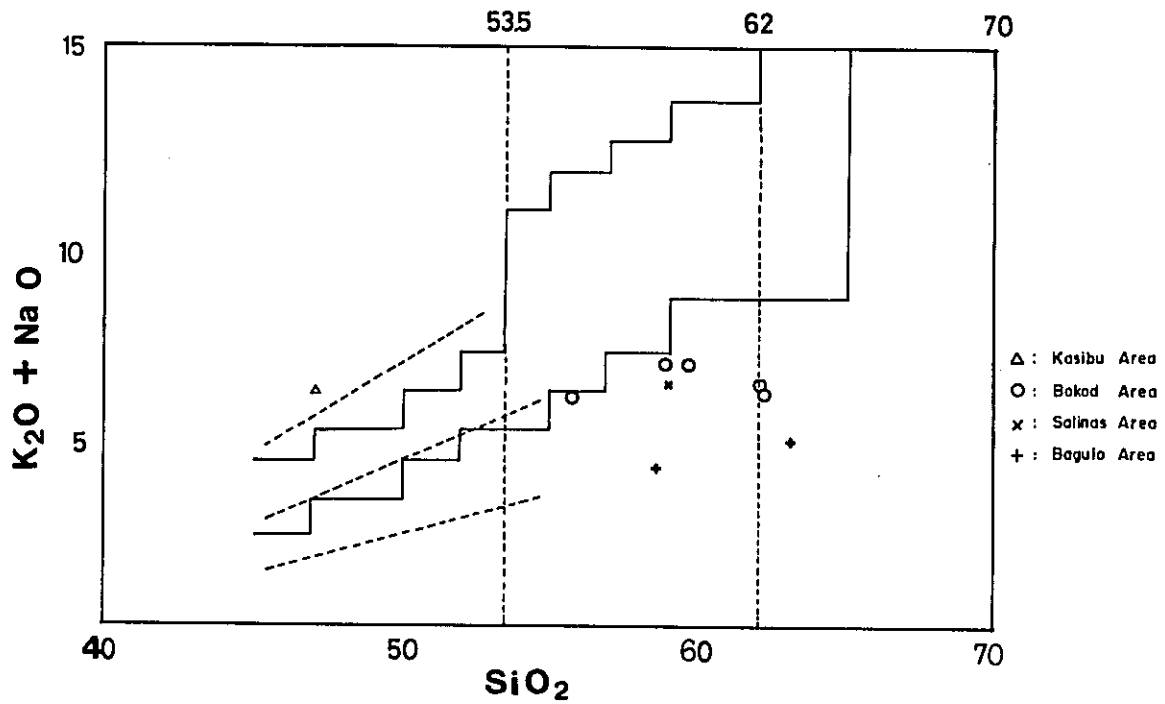


Fig. I-16 SiO₂ - (K₂O + Na₂O) diagram

エジリンオーシアイト(自形, 短柱状~長柱状, $3m/m$ ~, x' -淡黄緑色, z' -淡褐黄色), 不透明鉱物, アバタイト

石基 ; 斜長石, カリ長石, エジリンオーシアイト, 不透明鉱物

変質鉱物 ; 石英, 沸石

○方沸石フォノライト(g-736) 方沸石>カリ長石>エジリンオーシアイト>準長石
斑状, トラキチック組織

斑晶 ; 方沸石(半自形, 粒状, $4m/m$ ~), ネフェリン(自形, 六角柱状, $8m/m$ ~, 沸石に変質), エジリンオーシアイト(自形, 短柱状~長柱状, $3m/m$ ~, x' -淡黄緑色, z' -淡緑黄色)

石基 ; カリ長石, 方沸石, エジリンオーシアイト

B 化学組成について

本地域内では, 昨年度1個(L-115)と今年度1個(g-711)の全岩分析資料がある(第
二年次報告書, Table I-5 参照)。

今年度分析したg-711は, Table I-6より, ノルムネフェリンが10%近くもあるアルカリ
玄武岩であることがわかる。また, Table I-16の $SiO_2 - (K_2O + Na_2O)$ ダイアグラムで
も, g-711は強アルカリ玄武岩であることを示している。

C K-Ar デーティングについて

上記g-711についてK-Ar デーティングが行われ, 20.8 ± 1.2 m. y. の計果を得た。こ
の年齢は, 本地域の北方にみられるアルカリ深成岩よりなるバラリバソリスと同じである。
(Table I-5)

2-5 バギオ地域

本地域は, アグノ(Agno)川, ナブルゴ(Naburgo)川, ブエド(Bued)川, ナグイリア
ン(Naguilian)川水系が流れ, 2,000m以上の高度をもつ山岳地帯を含み急峻な地形を示
す。

この地域では, バギオ周辺では比較的道路が発達するが, 幹線道路である。国道11号線以
外の道路はポコッド方面への道路など数本に過ぎず, 特にアグノ川下流には, 道路は一本もな
い。

バギオ地域の地質は中世代の変動の産物と考えられる変成岩類, 始新世と考えられているプ
ゴ(Pugo)層, 漸新世と考えられているジグザグ(Zigzag)層, 中新世のケノン(Kennon)
石灰岩層, クロンダイク(Klondyke)層, 鮮新世のミラドール(Mirador)石灰岩層, 洪積
層およびアグノバソリスをはじめとする貫入岩類により構成される。

本地域の調査は, アグノバソリスの分布, 形状を把握し, アグノバソリスとバギオ周辺の既

知鉱床群との関係を考察し、プロジェクト地域内の鉱床との比較検討を行う目的で概査と既存資料の収集が行われた。

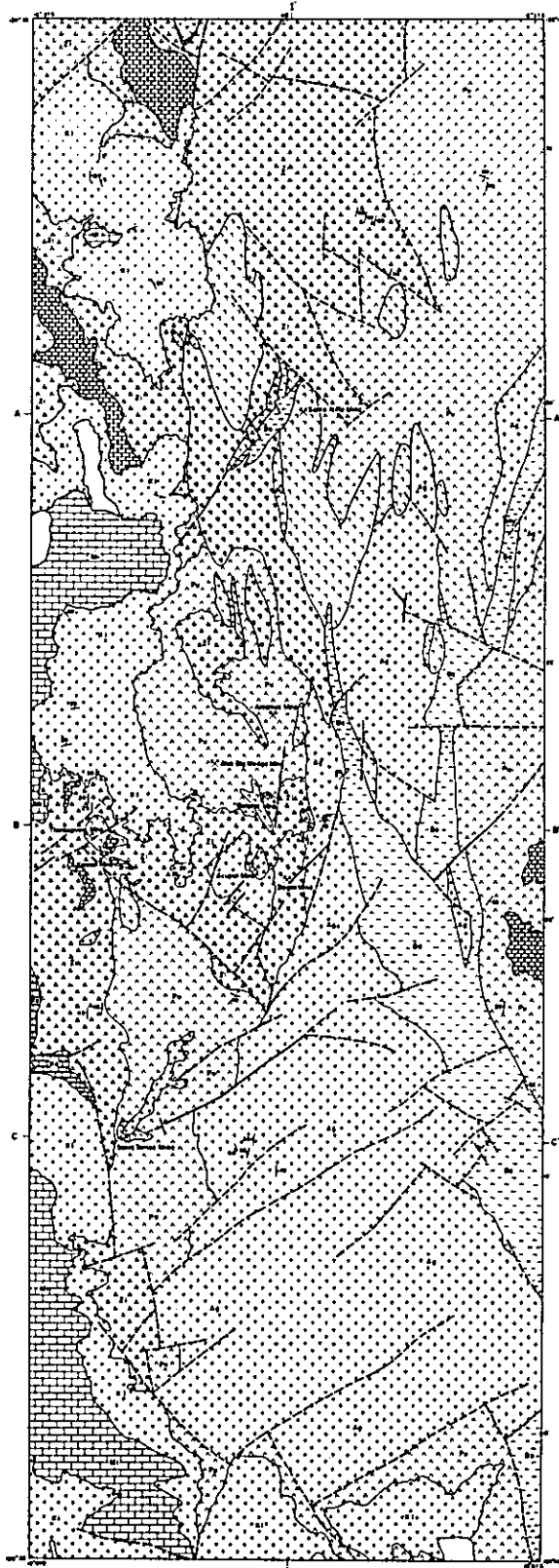
この地域については既に多くの研究が主として鉱山会社によって実施されており、いくつかの資料を入手することが出来た。

この項は、野外調査と収集資料および鉱山側より好意的に提供された資料などに基づいてコンパイルしたものである。地層名はPENNA (1970) に従った。(Fig. I-17)

2-5-1 層序 (Table I-12)

Table I-12 Stratigraphic section of Baguio area

Age	Formation	Columnar	Rock Facies	Tectonic	Intrusives	Mineralization
Pliocene	Mirador		light gray massive ls. gray banded ls. 200m-	NE-SW, NW-SE faulting ↑ lifting (Cordillera Central)	plug qtz di. porphyry di. porphyry	Gold porphyry copper contact meta.
UMiococene	Klondyke F.		cgl. dacitic t.b. 2000m			
MMiococene	Kahnon F.		light gray fossiliferous ls. 200m	NE-SW, NW-SE faulting	Agno batholith 18m.y.	Emerald andesite sheet
U. Oligocene	Zigzag F.		dark gray ls. dark gray ls. alternation of t.b., lava, tuff, s.s. and cgl. 1500m ±			
Eocene	Pugo F.		light gray ls. lense dark greenish andesitic lava and pyroclastics 3000m +	Sierra Madre mountain building NS ~ NE folding.		
Pre-Eocene	Basement		green and black schist			



0 5 km

LEGEND

- | | | | |
|--|--|--|-------------------|
| | Terrace deposit | | Bedding |
| | Pliocene Misaki Formation | | Paragneiss |
| | Upper Miocene Klamath Formation | | Schistosity |
| | Middle Miocene Kannon Formation | | Fault |
| | Lower Miocene Ziggag Formation | | Approximate Fault |
| | Eocene Paga Formation | | Operating Mine |
| | Cretaceous Basement Gneiss | | |
| | Tertiary Dacite | | |
| | Intrusive rock Plug | | |
| | Diatite porphyry and Quartz diorite porphyry | | |
| | Quartz gabbro | | |
| | Quartz diorite | | |
| | | | } Agno belt belt |

Fig. I-17 Geological map of Baguio area

A 変成岩類

本調査地域の基盤をなす岩石で、サンタ・マリア (Santa Maria, 第二年次調査範囲) から北北西へ延びてきた変成岩類は、イトゴン (Itogon) 東方 4 km 程の所から 2 つの枝状に北へ延び、1 つはアンブクラオ (Ambuclao) ダム付近へ、他の 1 つはサント・ニーニョ (Santo Niño) 鉱山付近まで、断続的に分布している。

本地域の変成岩類は、角閃石片岩、緑色片岩を主体とし、絹雲母片岩を伴う。

アグノ川沿いのカパリタン (Capalitan) 付近で数 m の破砕帯を伴って、カラバロ層群に断層で接するのが、第二年次の調査で観察された。この付近の緑色片岩の片理は $N 10^{\circ} \sim 20^{\circ} W$, $50^{\circ} \sim 60^{\circ} E$ という走向傾斜を示し、付近のアグノ断層 (第二年次にフィリピン断層と呼んだもの) と平行した走向を示す。アンブクラオ方向へ連続する変成岩類の片理は、ダム付近では走向 $N 35^{\circ} E$, 傾斜 $60^{\circ} W$ を示している。一方のサント・ニーニョ方向へ連続する変成岩類はリマン (Liang) 川とアンバランガ (Ambalanga) 川との合流部では角閃石片岩に絹雲母片岩を伴い、その片理は $N 15^{\circ} W$, 90° を示している。

この変成岩類は、アグノ川沿いでカラバロ層群に対比されるブゴ層と断層で接し、カラバロ層群が変成岩を不整合で覆う直接的証拠は観察されなかった。またアグノバソリスの石英閃緑岩により貫かれている。昨年の K-Ar デーティングでも緑色片岩は、約 83 m. y. を示している。

B ブゴ層

本層は、本調査地域の南北に広く分布し、サント・トーマス (Santo Tomas) 鉱山周辺が模式的で、層厚は 3,000 m 十ある。

このブゴ層は、緑色安山岩質溶岩を主体とし、これに緑色安山岩質凝灰角礫岩、珪質頁岩、石灰岩レンズを伴う。

橋本 (1975) によれば、ブゴ層中の石灰岩レンズは始新世を示すと述べている。

本層は、岩相から第二年次調査のカラバロ層群に対比されると考えられる。しかし、バギオ地域の調査と第二年次調査とは著しく調査精度が異なり、第二年次調査でカラバロ層群を三分しているような層群分けは、このブゴ層については出来なかった。今後の問題として、このブゴ層細分化およびブゴ層の構造について解明する必要がある。

なお、本層中の安山岩質溶岩とジグザグ層中のエメラルド (Emerald) 安山岩岩床との区別は、今回の調査では出来なかった。ブゴ層中に貫入しているエメラルド安山岩岩床、ブゴ層とジグザグ層の境に貫入しているエメラルド安山岩岩床は便宜上ブゴ層に含めた。

C ジグザグ層

本層は、ケノン (Kennon) 道路キャンプ 3 からキャンプ 2 にかけて模式的に発達し、層厚は約 1,500 m ある。

本層は互層した淡緑色火山礫凝灰岩，凝灰角礫岩，凝灰岩を主体とし，これに砂岩，淡緑色安山岩質溶岩，石灰岩をはさむ。また，本層中にはエメラルド安山岩と呼ばれる（WORLEY, 1967）貫入岩体が見られる。また本層中には，暗灰色のダイアトーム状の石灰岩レンズが見られ，サンクスギビング（Thanksgiving）鉱床では，この石灰岩中に石英閃緑斑岩による接触交代鉱床が見られ，糖状大理石となっている。これらの石灰岩は橋本（1975）のサガーダ（Sagada）石灰岩にあたと考えられ，橋本によれば，サガーダ石灰岩は漸新世である。このジグザグ層は，火成活動は全く異なるが，カンブ地域のマンバラング層に相当する。

本層の走向は，ケノン道路沿いでは，プゴ層分布と調和的であるが，フィレックス（Philex）道路沿いではプゴ層の層理と斜交し，プゴ層の上位に傾斜不整合で重なる形態を示す。本層はアグノパソリス，および石英閃緑斑岩類により貫かれている。サント・ニーニョ鉱山の北方では，本層はプゴ層と断層で接しており，フィレックス道路沿いではクロンダイク層に，またケノン道路キャンプ3付近ではケノン石灰岩層に，それぞれ不整合で覆われると考えられている（PEÑA, 1970）。

D ケノン石灰岩層

本層は，ケノン道路キャンプ3付近で見られ，プエド川の右岸によく発達している。層厚は約150mと見られる。

このケノン石灰岩層は，白色～明灰色の化石を含む層理の発達する塊状石灰岩と角礫状石灰岩とがある。

本層中の化石について，橋本（1975）はTf，中新世としている。

なお，キャンプ3の下流部のクロンダイク層中に，本層の円礫がみられ，クロンダイク層に不整合で覆われる。

E クロンダイク層

本層は，調査地域西部に点々と分布するほか，コルディレラ・セントラルがルソン・セントラルプレーン（Central Plain）に接する調査地域南端部にも分布する。層厚は約800mと見積られる。

本層は礫岩を主体とし，これに砂岩および一部に石英安山岩質凝灰角礫岩をはさむ。この礫岩中には，アグノパソリスや石英閃緑斑岩の礫を含み，鉱化した岩石の礫も含む。

本層は，ミラドール石灰岩層に不整合で覆われるのがトリニダード（Trinidad）付近の国道11号線で観察される。以上の点から，中新世末期と考える。

F ミラドール石灰岩層

本層はパギオ市北部に分布し，厚さ300mと考えられる。

この石灰岩層は，灰色の層理の発達する石灰岩と造礁石灰岩からなる。この石灰岩は，橋本（1975）による有孔虫の同定によって鮮新世とされている。

2-5-2 地質構造

この地域の地質構造には、N-S, NE-SW, NW-SEの方向のものがみられる。

N-S系の構造は、貫入岩体の分布の傾向と一致し、また、各岩層の分布も一般に南北の傾向をもつ。これは、コルディレラ・セントラルの伸長方向によく調和している。

NE-SWの方向は、断層構造によって示され、特にアグノバソリス南部で発達し、アグノバソリスをも切っている。サント・トーマス鉱床では、この方向の断層に規制されてポーフィリー・銅鉱床の母岩をなす石英閃緑斑岩が貫入している。

NW-SE系も断層構造で、その典型的なものにアグノ川断層がある。この方向の断層は調査地域中部～北部に発達し、カバリタン付近では基盤の変成岩とカラパロ層群との境界をなし、数mの破碎帯を伴う。この断層の南方への延長は第二年度の調査範囲のサンタ・マリア(Santa Maria)付近まで認められる。また、北方への延長は、2つに分岐し、1つは方向を南北から北東へ変えるものと、アグノバソリスの貫入によって詳細は不明であるが、サント・ニーニョ鉱山付近まで北西に延びるものがある。

これらの断層構造は、アグノバソリスおよび石英閃緑斑岩類の分布と非常に調和的であり、バギオ周辺部の鉱床を基本的に構造規制していると考えられる。

2-5-3 貫入岩類

バギオ地域の貫入岩類は、アグノバソリスと呼ばれる石英閃緑岩、花崗閃緑岩および石英斑レイ岩からなる完晶質バソリス、石英閃緑斑岩、デーサイト・ポーフィリーなどからなり、アントモック閃緑岩などと呼称される岩株、石英安山岩ドームなどが見られる。以下、各貫入岩およびいわゆるプラグと呼ばれる岩尖、プレッチャー・ダイクについて記載する。

a) いわゆるアグノバソリスについて

アグノバソリスは、地域によりイトゴン(Itogon)石英閃緑岩とかビラク(Birac)花崗閃緑岩などと呼ばれる粗粒から細粒までの酸性深成岩と、石英斑レイ岩からなる粗粒から中粒の塩基性深成岩とから構成される。これらの深成岩は、アクパン(Acupan)鉱山東方でくびれるような形をし、その南では西洋梨型(約250 km²)、また北ではいくつかの岩体に分かれている。一般に南北性の分布を取り、合計約350 km²の面積を占める。

この酸性深成岩は黒雲母-普通角閃石石英閃緑岩からトータル岩に属する(Fig. I-16, I-17)。従来ビラク花崗閃緑岩と呼ばれている岩体の岩石試料AC-2でもカリ長石のモードはQz-k-feld-Pl百分率で10%以下で、万国地質学会(1973)の分類では石英閃緑岩に分類される。他のモード測定を行なったイトゴン石英閃緑岩はトータル岩の領域にプロットされる。造岩鉱物は斜長石、石英、(カリ長石)、普通角閃石、黒雲母、不透明鉱物から構成され、岩石試料N-16, N-76では弱い圧砕組織を示している。N-76ではやや斑状組織を呈し、一般に中粒のものが多い。

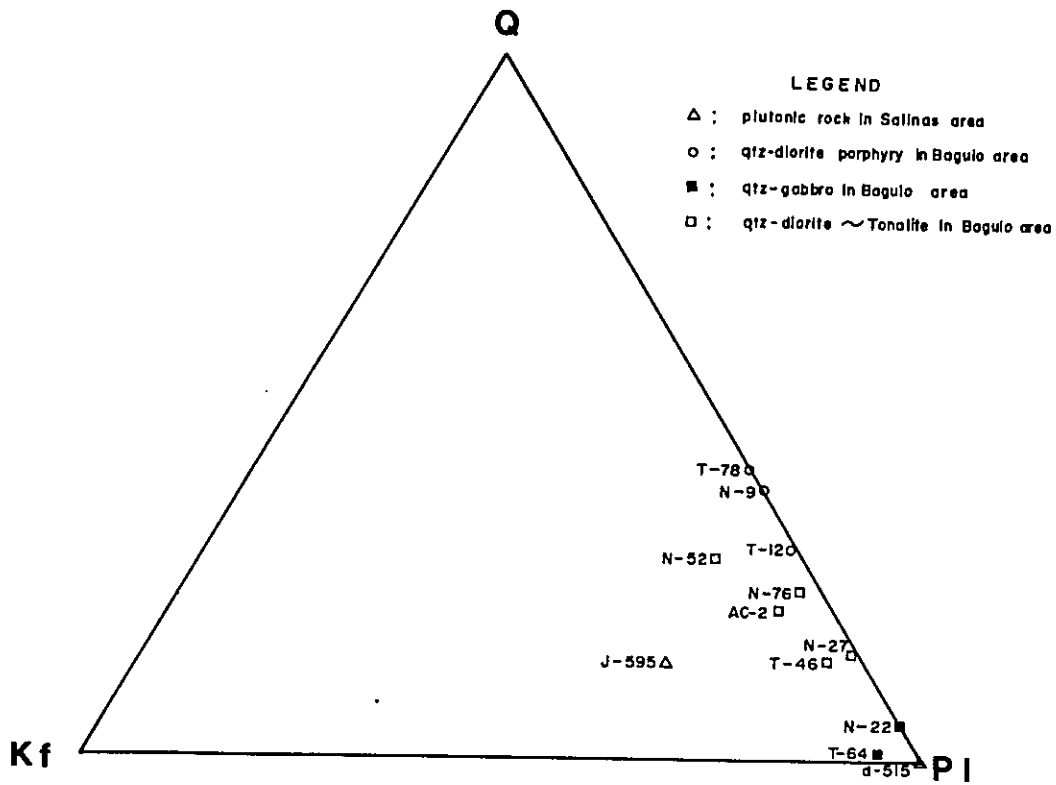


Fig. I-18 Mode; Q-Kf-Pl diagram

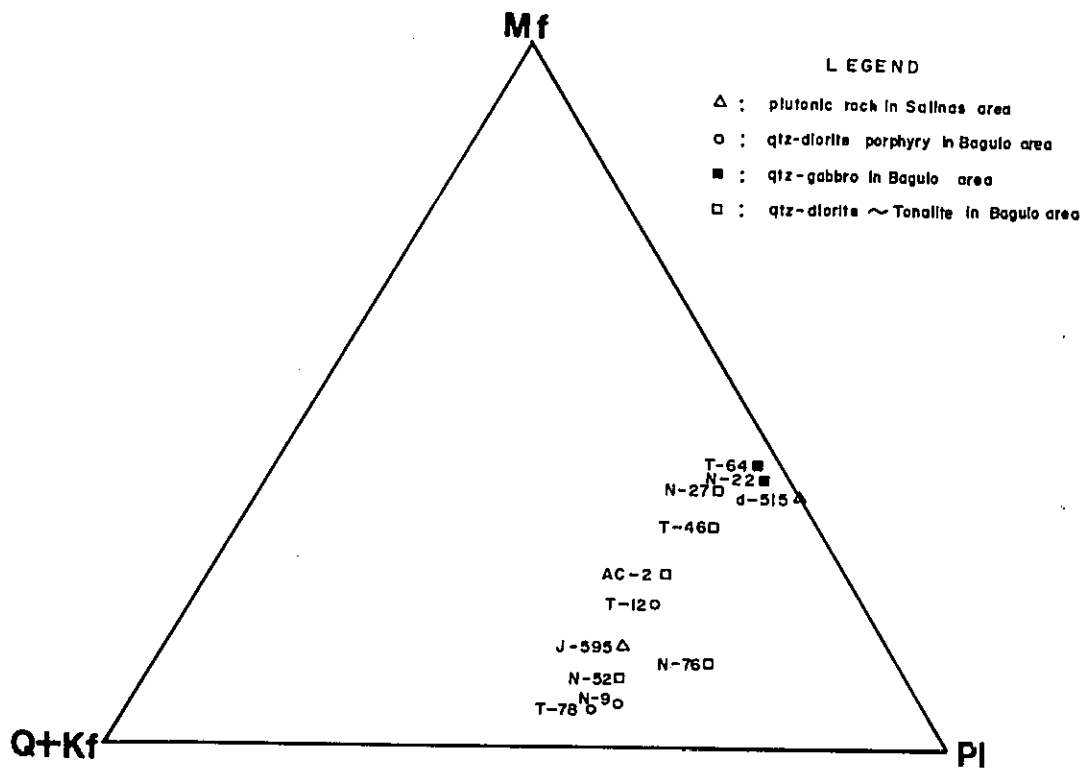


Fig. I-19 Mode; (Q + Kf) - Pl - Mf diagram

この酸性深成岩は、アグノバソリスの本体を形成する。またその枝はアクバン鉱山付近に見られる。さらに、このバソリスの一部はアンブクラウダム西方約5 kmに南北18 km、東西平均約4 kmの紡錘虫形をする岩体やその他細長い小岩体として分布する。

アグノバソリスは、ジグザグ層まで貫き、後に述べる塩基性深成岩および石英閃緑斑岩類に貫かれる。またクロンダイク層中に円礫として含まれている。N-76のK-Ar デーティング結果は17.9 ± 0.9 m. y.を示す (Table I-5)。

塩基性深成岩類は、普通角閃石斑レイ岩または黒雲母-普通角閃石斑レイ岩であるが、普通角閃石がほとんどで、黒雲母はないかあっても量的に非常に少ない。有色鉱物の量比 (Fig. I-19) は前述の石英閃緑岩と連続的に変化し、地質図中では、石英閃緑岩の有色鉱物量の多いものの一部をこの斑レイ岩として扱っている危険性がある。この造岩鉱物は斜長石、普通角閃石、石英、(黒雲母)、(カリ長石)、不透明鉱物などから構成され、一般に粗粒である。

この斑レイ岩は、サント・ニーニョ鉱山付近で南北に細長い岩体 (面積約50 km²) を、またイトゴン鉱山付近で15 km²の南北に長い岩体をそれぞれ形成している。

この斑レイ岩体は、石英閃緑岩体貫き、石英閃緑斑岩により貫かれている。

b) 石英閃緑斑岩類

本地域の斑岩類は、ボボック岩体と同じように、石英斑晶を有するものと、石英だけに石英を有するものがある。岩相的には、普通角閃石石英閃緑斑岩、黒雲母-普通角閃石石英閃緑岩、デーサイト・ポーフィリーがあり、ボボック岩体の岩相と全く同様である。これらの斑岩類は、サント・トーマス鉱床、サンクスギビング鉱床、ケノン鉱床、サント・ニーニョ鉱床の母岩となっており、肉眼的にもその変質はボボック岩体の変質と酷似している。

これらの斑岩類のうち、モード測定したものは、全てトータル岩の領域にプロットされ (Fig. I-18)、有色鉱物量も25%以下であった。

これら斑岩類はジグザグ層およびアグノバソリスを貫いているが、クロンダイク層との関係は観察されなかった。しかし、クロンダイク層中には鉱化した斑岩の礫が認められ、この礫がここで述べている斑岩類かどうかは不明であるが、この斑岩類の火成活動はジグザグ層堆積末期からクロンダイク層堆積前である可能性が強い。

本地域でプラグと呼ばれているものには、岩尖とブレッチャーダイクが含まれている。特にアクバン鉱山の鉱脈はプラグ中にも形成されている。アンタモック鉱山より提供された同鉱山の地質図と今年度の調査によって、3箇所の"プラグ"が本調査地域内で確認された。

アクバン鉱山でみられるブレッチャーダイクでは鉱脈を胚胎し、緑泥石、絹雲母化作用が見られ、従来第四紀の形成と考えられているが、その証拠は見つからない。また、現在の地熱地帯にも相当しない点などから、緑泥石化作用、絹雲母化作用を考慮すると、このブレッチャーダイクが新第三紀末期形成であると考えても不都合はない。

c) 貫入岩類の化学組成

本調査地域では、従来イトゴン石英閃緑岩体と呼ばれている岩体中の岩石試料2個(N-16, N-76)について全岩分析が行われた。

分析結果は、バギオ地域もコルディレラ・セントラルに属することから、他のコルディレラ・セントラルの分析資料とともにA. F. M.ダイアグラム (Fig. 1-7) およびOr-Ab-Anダイアグラム (Fig. 1-8) にプロットした。その結果については、一部ボコッド地域の項でも述べたが、イトゴン石英閃緑岩体から採取された岩石は、コルディレラ・セントラル中の新第三紀の火成活動分化過程の岩相であることを支持している。また、バギオ地域の石英閃緑斑岩の岩相がボボック岩体のそれと酷似することは、バギオ地域の斑岩類がアグノパソリスと同一マグマの、より末期の分化の産物である可能性を強く示唆する。しかし、バギオ地域の斑岩類の化学分析資料が公表されていないため、厳密な議論は出来ない。岩石の化学組成の比較検討は、バギオ周辺のポーフィリー・カッパー鉱床の形成と火成活動との関係の解明および探鉱指針の確立のために非常に重要と考える。

(検 鏡)

A アグノパソリス

a) 石英閃緑岩 (N-27) 斜長石>普通角閃石>石英>黒雲母>不透明鉱物

完晶質, 中~細粒

造岩鉱物 ; 斜長石 (自形~半自形, 3 m/m以下, An 40%, アルバイト双晶, 強ステップゾーニング, 変質), 普通角閃石 (自形~半自形, 4 m/m以下, 変質), 石英 (他形, 1 m/m以下, 変質), 不透明鉱物 (他形, 1 m/m以下)

b) 石英斑レイ岩 (T-64) 斜長石>角閃石>石英>鉍石鉱物>カリ長石

完晶質, 粗粒, オフィテック組織

造岩鉱物 ; 斜長石 (自形~半自形, 5 m/m以下, An 60%, アルバイト双晶, 強ステップゾーニング, 変質), 普通角閃石 (他形, 5 m/m以下, オフィテック, 変質), 石英 (他形, 1 m/m以下), カリ長石 (他形, 1 m/m以下), 不透明鉱物 (他形, 2 m/m以下)

B 石英閃緑斑岩類

a) 石英閃緑斑岩 (T-78) 斜長石>普通角閃石>石英>黒雲母>不透明鉱物>カリ長石 粒状組織

造岩鉱物 ; 斜長石 (自形~半自形, 5 m/m以下, An 40%, アルバイト・ペルクリン双晶, 強オツラトリーゾーニング), 普通角閃石 (変質), 黒雲母 (他形, 1 m/m以下, 変質), 石英 (他形, 3 m/m以下), 不透明鉱物 (他形, 1 m/m以下), カリ長石 (他形, 1 m/m以下)

第 3 章 鉍 床

3-1 ポコッド地域

本地域は、第二年次までの調査の結果、鉍床探査の上では北部ルソン・プロジェクト中最も重要な地域であり、地域内には現在BCIにより、同社のタウイタウイ・銅・プロジェクトとして、探鉍中のポーフィリー・銅・鉍床および2、3の鉍化帯が存在する。同鉍床は南北に伸びるボボック岩体中に形成された、公表鉍量1億7800万トン(Cu 0.393%)の大規模な鉍床で、鉍化作用は約7km×2.5kmの岩体の全域におよぶが、鉍化の強度、地化学異常などを基に便宜上北部よりポロ、北オディン、南オディンの3鉍化帯に分けた。地域内の主要な鉍化帯の分布は Fig 1-20 の通りである。以下各鉍化帯の状況を詳述する。

3-1-1 ポロ鉍化帯

ポロ川およびその南支流に分布し、範囲はほぼ東西2km、南北1.7kmの不規則長方形を呈し、北縁はポロ川に沿って走る断層に、また東縁は岩体の境界線によって明瞭に規制されるが、西部および南部の境界はやや不鮮明である。

鉍化帯の露頭はポロ川およびその支流のマイディット沢、銅沢、ボラノス沢でよく観察され、特にポロ川の両岸およびマイディット沢では酸化銅鉍物の汚染により一見して鉍化帯と判る外観を呈する。露頭でみられる初生鉍物は主として黄鉄鉍で、これに極く少量の黄銅鉍、磁鉄鉍を伴い、脈石は石英、方解石が主体である。二次鉍物としては孔雀石が最も普通で、他に藍銅鉍、銅藍がみられるがその産出は非常に少ない。

初生鉍物は、細粒鉍染状として普遍的に産するが、鉍化の強い部分では硫化物を含む石英、方解石細脈が発達し、銅品位を高める。この石英、方解石細脈は通常不規則網状をなすが、主要脈はN-S系およびNE-SW系の割目に沿って形成され、N-S系は岩体の周縁部に、NE-SW系は周縁部を除てほぼ全域にみられる。これらの割目はボボック岩自体および岩体を構成する個々の貫入岩体の貫入方向にそれぞれ一致し、特にNE-SW系はポコッド地域全般にみられる顕著な断層群の一つにも一致している。二次鉍物は主として露頭部に散点状、小割目や節理に沿うフィルム状、露頭表面を覆う薄膜状などとして産する。ポロ川に沿った岩体中の露頭から採取した8個の塊鉍試料の分析結果は、

	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	S %	Mo %
f-86	0.07	36.4	1.00	0.00	0.01	43.8	-
f-93	0.04	1.0	0.48	0.00	0.02	2.9	0.000
h-163	-	-	0.03	-	-	1.3	-
h-168	0.17	1.6	0.14	0.00	0.01	18.9	0.004
h-173	0.00	0.4	0.04	0.00	0.01	1.1	0.025
k-106	0.05	1.2	0.05	0.01	0.08	4.4	0.000
k-107	0.00	0.9	0.06	-	-	14.5	-
k-109	-	-	0.04	-	-	2.8	-

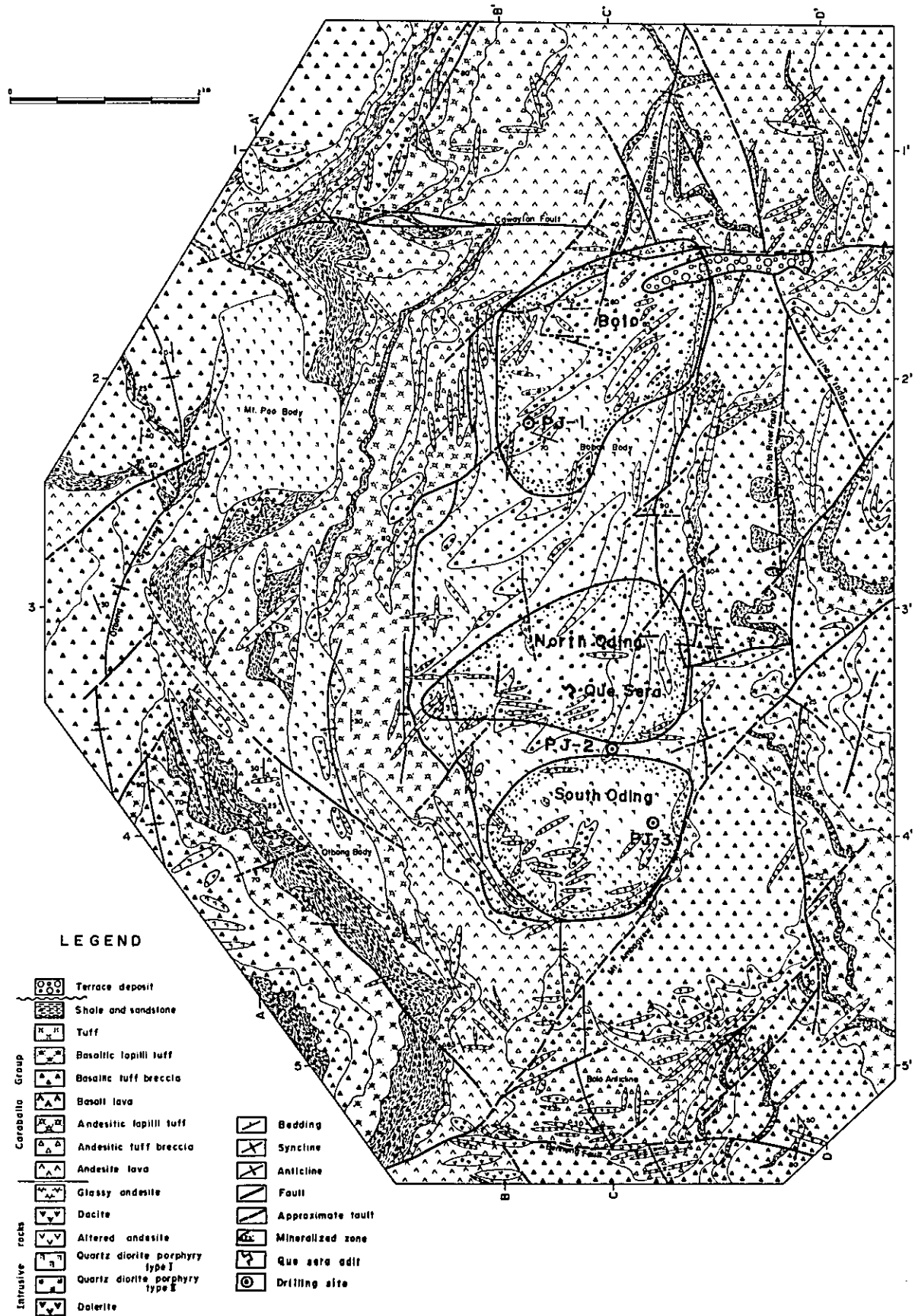


Fig. I-20 Location map of mineralized zones in Bokod area

の通りで、一部の試料を除けば銅品位は孔雀石が多いにもかかわらず低い。上記試料中の主なものの検鏡結果は次の通りである。

(1) f-86 (ポロ部落付近のポロ川北岸)

検体は粗粒黄鉄鉱石英脈のうちの黄鉄鉱良好部で、鏡下では多量の黄鉄鉱、磁赤鉄鉱、少量の黄銅鉱、磁鉄鉱、赤鉄鉱および極く少量の磁硫鉄鉱がみられる。黄鉄鉱は多数の包有物を含む不規則多角形の集合体として、磁赤鉄鉱は刃型～針状結晶をなして黄鉄鉱と密接に共生して多量に産する。また磁鉄鉱の周辺部が磁赤鉄鉱に交代されているものもみられ、初生鉱物として多量に生成した磁鉄鉱が酸化により磁赤鉄鉱に変わったものである。黄銅鉱は黄鉄鉱中の微粒包有物或は黄鉄鉱の周辺に縁取り状に産する。磁鉄鉱、赤鉄鉱は主として黄鉄鉱の包有物として、また磁硫鉄鉱も微粒包有物として極く少量みられる。この試料は多量の磁赤鉄鉱を産することが特徴で、強い酸化を受けたことを示している。

(2) h-168 (f-86の100m上流側)

不毛石英細脈によって網状に貫かれた粗粒黄鉄鉱を含む鉱石で、黄鉄鉱はf-86と異なり包有物の非常に少ない半自形～不規則他形結晶の集合体をなし、黄銅鉱は黄鉄鉱の亀裂、結晶粒間を充填する脈状および一部黄鉄鉱の包有物として産する。本試料の観察から、最初に晶出した黄鉄鉱のあと破砕化があり、その後銅主体の鉱化があったことが推定される。

(3) h-173 (ポロ川とカッパー沢との合流点付近)

少量の細粒黄鉄鉱を含む石英脈よりなる鉱石で、石英中に微粒の輝水鉛鉱を含む。輝水鉛鉱は石英中に彎曲した葉片状をなして黄鉄鉱と共生するもの、単独微細葉片状～刃型状をなすものおよび母岩と石英脈との境界に沿った微小粒とがみられる。黄鉄鉱、黄銅鉱、磁鉄鉱もみられるが、その産状は前記f-86, h-168と同様である。本試料は輝水鉛鉱が観察出来た数少ない試料の1つで、この資料の場合、輝水鉛鉱はより後期生成の石英脈中に限って産することが明らかである。

マイディット沢は、ポロ鉱化帯が最も南へ伸びる位置にあり、下～中流部より採取した7個の試料の分析結果は、次の通りである。

	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	S %	Mo %
e-81	-	-	0.01	-	-	3.3	-
e-82	0.51	0.4	0.06	0.00	0.01	11.3	0.003
g-12	-	-	0.21	-	-	2.1	-
j-5	-	-	0.24	0.00	0.06	1.3	-
k-128b)	0.04	2.8	0.40	-	-	2.9	-
k-129	0.01	0.8	0.33	-	-	3.4	-
k-130	0.14	2.5	0.16	-	-	-	-

上記の試料の内、e-82は破砕化された石英閃緑斑岩中の幅0.2~0.3mの小レンズ状粗粒黄鉄鉱、磁鉄鉱濃集部という他に少ない鉱石で、塊状磁鉄鉱中に黄鉄鉱の微細脈が網状をなす。鏡下では、多角粒状黄鉄鉱が脈状集合体を形成し、母岩中に多量に生成する磁鉄鉱を切るほか、黄鉄鉱自体も多量の磁鉄鉱を包有物として含む。磁鉄鉱は粒状、長柱状をなして母岩中に濃集し、黄銅鉱は母岩中に小粒状単体、或は黄鉄鉱との共生、時に微細脈などをなして少量認められ、また稀れに二次生成の銅藍が黄銅鉱の周縁を交代しているのがみられる。

鉱化帯中央部を横切るカッパー沢でも中~下流部の約1.5kmの間で強い鉱化がみられ、旧坑も多数存在する。下流部の4個の試料の分析結果は、

	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	S %	Mo %
k-113	-	-	0.19	-	-	-	-
k-114	0.06	0.8	0.17	0.00	0.01	1.1	0.001
k-115	0.13	1.3	0.20	0.00	0.01	2.8	0.029
k-126	0.19	9.0	0.00	0.04	0.05	3.8	0.000

の通りで、銅品位は低いが、k-115のモリブデンの品位は全分析試料中最も高い値である。

k-115は石英閃緑斑岩中の石英網状帯より採取した中~細粒の黄鉄鉱の鉱糸を含む石英脈で、鏡下では、輝水鉛鉱は母岩との境界付近の石英中に微細な葉片状として単独に産する。また斑銅鉱は黄鉄鉱中の包有物としてのみ産する。この試料は脈石として電気石を産する。

ボラノス沢では下流部で著しい鉱化がみられ、旧坑が多いが、中~上流部では鉱化は次第に劣勢となっている。中流部の石英細脈を含む鉱石の分析結果は、Cu 0.04%、S 0.1%である。

ボロ鉱化帯に対しては、今年次マイディット沢中流部において試錐1孔(PJ-1, 30145m)が実施されたが、BCIでも既にカッパー沢を中心に多数の試錐を実施している。PJ-1孔の結果は後で詳述されるが、銅硫化物を伴う部分(Cu 0.4以上)は、30mまでの浅い部分に限られ、60mを超えると石膏の細脈が発達して鉱化は次第に劣勢となり、100mより深部では局部的に黄鉄鉱の鉱染が認められるに過ぎない。銅鉱化部はカッパー沢下流部およびボラノス沢入口付近のレベルに相当する。一方、BCIの試錐結果からも銅の鉱化部分は厚さ10~30m程度の単位で、PJ-1孔とほぼ同じ水準までの間にあり、それより深い部分は黄鉄鉱主体となり、銅の深部への連続性は弱い。

以上の結果から、ボロ鉱化帯は黄鉄鉱-磁鉄鉱を主とする鉱染部と黄鉄鉱-黄銅鉱を伴う石英、方解石細脈の網状部より成り、両者の重複部分に良好部が形成される傾向がみられる。鉱染部と網状部の重複部分は、NE-SW方向に伸長した長楕円~帯状をなし、その伸長方向は、石英、方解石脈の主走向に一致するとともに岩体を含む付近一帯の広い範囲の構造によく調和しており、顕著な構造規制を示している。

鉍化に伴う変質は珪化、絹雲母化、緑泥石化が普遍的で、特に珪化および絹雲母化が著しい部分で鉍化も強い。このほか炭酸塩化、緑レン石化、粘土化もみられるが、局部的である。またボロ川沿いの一部では二次的黒雲母が生成している。これらの変質の組合せおよび分布状況は地質の項の変質帯の分帯に示された通りで、NE-SW方向の長軸をもつ細長い帯状をなし、また試錐の結果から深部に向っても同一の分布様式が認められ、鉍化帯の伸長方向によく一致している。

3-1-2 北オディン鉍化帯

中央部にケセラ (Que Sera) 鉍体を含む鉍化帯で、ボボック岩体中央のやや南側を占め、北オディン沢流域のほぼ全域を包含する南北 1.6km、東西 2.5kmの東に開いた半長円形をなす。鉍化帯の北部および東部の境界は明瞭であるが、南部は不明瞭で、地化探の異常によって南オディン鉍化帯とに分割したが本来は一連のものであろう。

鉍化露頭は北オディン沢本流およびその南北両支流でよくみられ、外観はボロ鉍化帯の場合と同様であるが、酸化銅鉍による汚染はボロ鉍化帯ほど強くはない。構成鉍物およびその産状もボロ鉍化帯と同じである。しかしながら、石英細脈を伴う割目の走向はボロ鉍化帯に比較してN-S系が弱くなり、代ってE-W系が発達、NE-SW系とE-W系の組合せに変わっている。E-W系は岩体を貫く後期の小貫入岩の方向からも明瞭である。石英、方解石細脈はこれらの割目に沿って生成しているが、周辺部に多くみられ、且つボロ鉍化帯ほど顕著ではない。

本鉍化帯の露頭部より採取した塊鉍試料の分析結果は次の通りで、いずれも銅品位は低い。

	Au ‰	Ag ‰	Cu ‰	Pb ‰	Zn ‰	S ‰	Mo ‰
b- 84	-	-	0.01	-	-	3.8	-
k- 56	0.00	0.0	0.01	0.00	0.01	2.4	0.000
k-143	-	-	0.15	-	-	3.3	-
k-155	0.04	0.8	0.36	-	-	0.9	0.002
k-156	0.00	0.2	0.05	-	-	4.8	0.014
e- 55	6.35	90.1	0.87	0.72	9.47	8.9	-

このうち e-55 は走向 N 80° E、傾斜 80° N、幅 0.5 m の粘土質破砕帯中に形成された 2cm 前後の黄銅鉍、閃亜鉛鉍、黄鉄鉍細脈で、ポーフィリー・カッパー鉍床とは異質のものであり、この種の脈は北オディン沢最上流部の道路付近でも認められる (k-142: Au 0.00 ‰, Ag 2.6 ‰, Cu 0.03 ‰, Pb 0.44 ‰, Zn 1.22 ‰, S 2.4 ‰, Mo 0.000 ‰)。

上記試料のうち、k-156 は北オディン沢本流、ケセラ坑坑口のやや下流で採取した中～粗粒の黄鉄鉍と少量の斑点状孔雀石を含む鉍石で、鏡下での鉍石鉍物の産状としては、黄鉄鉍は包有物や微小穴の多い粗粒不規則多角形として多量に産し、黄銅鉍は母岩中に微粒単体で晶出したものと、粗粒の黄鉄鉍中の包有物として産するものがあり、いずれも少量である。磁硫

鉄鉱，磁鉄鉱，赤鉄鉱は主として黄鉄鉱中の包有物として産する。

e-55 の研磨片は固結した粘土と脈との接触部で多量の閃亜鉛鉱と少量の黄銅鉱，方鉛鉱，黄鉄鉱，赤鉄鉱および自然金（エレクトラム）よりなる。鏡下では，閃亜鉛鉱は不規則粗粒の集合体および粘土中の微粒鉱染状として産し，黄銅鉱は閃亜鉛鉱中の点滴状微小粒および一部方鉛鉱と相互境界をなし，方鉛鉱は不規則脈状および閃亜鉛鉱の縁に沿ってそれぞれ産する。エレクトラムは，粘土との境界部の閃亜鉛鉱の縁に長径 20μ の半長円粒として1粒のみ観察された。

本鉱化帯の中心をなすケセラ鉱体は地表からの試錐探鉱を終了し，現在北オディン沢本流に坑口を有する4100坑およびこれより約120m下部の3700坑により探鉱が実施されている。両坑は平面的に重複する位置関係にある。坑内における銅品位はBCIによると下部坑道の方がはるかに高く，その範囲も広い。坑内を調査する機会が得られなかったため鉱床の状況は明らかではないが，坑口で採取した坑内より搬出された塊鉱および破砕機によって砕鉱された鉱石の分析結果は次の通りで，露頭部の試料に比較して銅品位は高い。しかしながらモリブデンはほとんどみられない。

	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	S %	Mo %
k-193 (塊 鉱)	2.94	3.5	1.58	0.00	0.01	1.7	0.000
k-194 (")	3.39	0.8	0.46	0.00	0.01	0.8	0.002
k-195 (")	12.71	0.4	0.24	0.00	0.02	2.4	0.001
k-196 (")	0.10	1.2	0.49	0.00	0.01	1.3	0.000
k-197 (破砕鉱)	0.44	0.6	0.28	0.00	0.01	0.8	0.000
k-199 (")	0.26	1.7	0.78	0.00	0.01	1.3	0.000

試料はいずれも肉眼的には毛状石英脈を伴う黄鉄鉱，黄銅鉱鉱染鉱で，代表的なk-194およびk-197の検鏡結果では黄銅鉱，黄鉄鉱，磁鉄鉱を主とし，k-194では輝水鉛鉱が，k-197では斑銅鉱がそれぞれ微量認められた。黄銅鉱は微小粒～不規則脈状で母岩および石英中に単体として産し，一部は黄鉄鉱と共生する。黄鉄鉱は包有物の多い他形細粒として，磁鉄鉱は黄鉄鉱および黄銅鉱中の包有物として少量みられる。輝水鉛鉱は微細な葉片状結晶として石英中に，斑銅鉱は黄鉄鉱中の包有物として含まれる黄銅鉱に接して産する。黄銅鉱中の磁鉄鉱は黄銅鉱による直接的な交代或は，磁鉄鉱粒を含む黄鉄鉱の黄銅鉱による完全な交代の産物で，主要鉱物の晶出順序は黄鉄鉱・磁鉄鉱→(黄鉄鉱)・黄銅鉱→(黄銅鉱)・輝水鉛鉱とみなされる。

以上のような鉱石鉱物の産状はポロ鉱化帯と変らないが，ケセラ鉱床の著しい特徴は今回の調査でみた限り，石英脈がいずれも毛状微細脈であって，幅5mmを超えるような明瞭な石英脈がないことと，母岩中への黄銅鉱の鉱染が強いことで，ポロ鉱化帯とは対照的である。従って坑内試料におけるモリブデンの低品位は劣勢な石英脈に起因するものと考えられる。ケセラ鉱

体は黄銅鉱に富む、より密度の高い鉱染部を主体とし、外方に向って次第に黄鉄鉱主体と変化している。

本鉱化帯に対しては、既にBCIによってケセラ鉱体周辺部を中心に40本以上の試錐が実施されており、これらの結果からケセラ鉱体は南北に伸長し、南側に開いた細長い馬蹄形をなし、最大外径は南北約800m、東西約600m、鉱体の幅平均200m程度と推定され、また深度は4100坑より900m下部まで連続しているものもあるが、平均すると400m程度である。

鉱化に伴う変質作用はポロ鉱化帯と同様珪化、絹雲母化、緑泥石化が一般的で、部分的に粘土化がみられる。珪化、絹雲母化は特にケセラ鉱体からその北東部にかけて著しく、ポロ鉱化帯におけるような明瞭なNE-SW方向の帯状分布はみられないが、全般的な方向としては鉱化帯の北部でNNE-SSW、南部でNE-SW~E-Wを示す。また鉱化帯内の一部で二次的な黒雲母を多量に生じているところがあるが、黒雲母の産出は鉱化の強度とは必ずしも一致せず、概して鉱化の強い部分で生じ易い傾向がみられる程度である。通常ポーフィリー・カップル鉱床では鉱化の中心部に生じることが多いが、本鉱化帯においては二次的黒雲母の産出そのものが極めて少なく、鉱化との関係は不明瞭である。

3-1-3 南オディン鉱化帯

ポボック岩体の南端を占め、南オディン沢上流部のほぼ全域に分布し、鉱化帯の範囲は径約1kmの北東部に張り出した円形である。露頭は主として黄鉄鉱の鉱染と二次生成の孔雀石よりなり、南オディン沢本流部を中心に孔雀石汚染が著しい。

鉱化帯の中心部と思われる本流部露頭から採取した塊鉱の分析結果は、

	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	S %	Mo %
e-77	-	-	0.10	-	-	1.6	-
k-173	-	-	0.04	-	-	1.9	-
k-177	0.98	3.8	1.02	-	-	0.9	-
k-179	0.06	1.4	0.24	0.01	0.02	1.9	0.006
k-180	-	-	0.01	-	-	1.8	-

の通りで、銅品位の高いk-177は孔雀石の多い鉱染状鉱石である。k-177の西50mで採取した試料(k-176)の検鏡結果では、母岩中に微粒単体として産する黄銅鉱が可成り認められるほか、母岩中に輝水鉛鉱が長柱状~葉片状として2粒認められた。黄銅鉱の一部は黄鉄鉱を完全に取り囲み、また赤鉄鉱を脈状に貫く。この赤鉄鉱は初期生成の磁鉄鉱が酸化によって変化したもので、ポロ、北オディン鉱化帯の西部でみられた黄鉄鉱・磁鉄鉱の早期晶出を裏付けている。しかしながら、輝水鉛鉱の母岩中の産出は、ポロ、北オディンでは見られない現象で、大部分のモリブデンは後期生成の石英にくるが、ごく一部は銅の主鉱化期にも黄銅

鉍と共に晶出することを示している。

南オディン沢から北部に分岐した支流での鉍染状鉍石は、

	Au %	Ag %	Cu %	Pb %	Zn %	S %	Mo %
j-149	0.00	0.1	0.01	-	-	6.2	0.000
j-150	-	-	0.00	-	-	1.8	-
j-151	-	-	0.00	-	-	1.2	-
j-152	-	-	0.01	0.00	0.01	0.8	0.000
j-154	0.00	0.5	0.07	-	-	0.6	0.003

の品位で、銅はほとんどみられず、j-149およびj-154の検鏡でも極く少量の黄銅鉍がみられるのみである。鉍化帯の外帯に当る露頭からの鉍石は、

	Au %	Ag %	Cu %	Pb %	Zn %	S %	Mo %
k-167	0.03	0.2	0.00	0.00	0.01	3.3	0.000
k-168	0.24	0.4	0.01	-	-	16.8	0.000
k-170	-	-	0.01	-	-	1.9	-
k-183	16.32	0.8	0.01	-	-	-	-

の通りの品位で、このうちk-183は鉍染部と石英細脈よりなり、小試料のため検鏡は出来なかったが、金は石英脈中に産するものと考えられる。

本鉍化帯での石英脈の発達はポロ鉍化帯と同程度で、主な方向はE-W系、NW-SE系であり、岩体の外縁部に集中し、岩体の境界と調和的である。

この鉍化帯に対しては、鉍化帯北限の北オディン鉍化帯との境界付近、および南オディン沢本流上流部において2本の試錐(PJ-2, 350.10mおよびPJ-3, 351.00m)を実施し、一方、BCIも過去に5孔の試錐を行っている。PJ-2孔は孔底まで黄鉄鉍鉍染および石英細脈(一部網状)が断続してみられるが、銅品位が0.4%を超えるのは87~89m間で、その他の鉍化部では黄銅鉍は鉍染状にみられても極く少量である。PJ-3孔もPJ-2孔と同様黄鉄鉍の鉍染は諸所にみられるものの、黄銅鉍は更に減少し、分析結果でCuが0.2%を超える部分はない。しかも187mより下部では石膏の細脈が多く鉍化作用は次第に劣化している。PJ-2孔でみられなかった石膏帯がPJ-3孔のやや浅い部分にみられることは、石膏帯がほぼ水平と考えた場合、両孔の標高差約100mを考慮しても浅過ぎる位置となる。このことは鉍化帯全体が南に向って次第に浅くなっていることを示唆するものである。BCIの試錐については黄鉄鉍の鉍染が認められただけとのことで、詳しい資料は得られなかったが、PJ-3孔と同様の結果であろうと思われる。

鉍化に伴う変質はポロおよび北オディン鉍化帯と同様であるが、二次的な黒雲母の生成は野外調査でも薄片観察でも認められなかった。

3-1-4 ベネング鉍化帯

調査地域の南端、南オディン鉍化帯の南限により2.5km南方のベネング川にみられる黄鉄鉍の鉍染帯で、その分布範囲はベネング川本流に沿って約1.5kmおよび南向支流に沿って約1kmにおよぶ。鉍化は安山岩質および玄武岩質火砕岩類を貫く多数の東西性の石英安山岩小岩脈に伴うもので、岩体中に細粒黄鉄鉍の鉍染、黄鉄鉍を伴う石英・方解石細脈の網状帯、石英細脈などをなし、一部で少量の孔雀石を生じているが、初生銅鉍物は認められない。また母岩の変質も珪化、緑泥石化、緑レン石化作用が主体で、一部貫入岩体の周辺で弱い粘土化がみられる程度である。本鉍化帯とポボック岩体中の鉍化作用との関係は明らかではないが、ポボック岩体中に貫入する同質の小岩脈がほとんど鉍化していないことから特に直接的な関係はなく、この範囲内の局所的な鉍化であって、探鉍価値は非常に少ないと考えられる。

3-1-5 その他の鉍化帯

上記4鉍化帯のほか精査区域内では区域西縁のオディン川支流、ポロ川北岸、マイデット沢上流部に、また準精査区域ではポロ川上流部、ビト川上流部などに鉍染帯或は石英・方解石細脈の網状帯がみられる。しかしいずれの鉍化帯も露頭部は黄鉄鉍のみで銅はみられず、ポボック岩体中の鉍化作用に伴う一種のハローとみなされる。

3-1-6 まとめおよび考察

ポボック岩体中の鉍化帯については、BCIによって試錐および坑道探鉍が実施され、鉍量も算定されていることは既に述べた。従って、ここでは鉍床の評価には触れず、第三年次の調査によって明らかとなった鉍床の概要を若干の考察を加えて述べる。

本地域内の主要4鉍化帯の状況を要約してTable 1-13に示したが、これらの鉍化帯はバギオ地域内のポーフィリー・銅鉍床と酷似している。このうちポロ、北オディン、南オディンの3鉍化帯は石英閃緑斑岩Ⅱ型に関係した同一鉍化作用によって形成されたもので、特にポロおよび南オディン鉍化帯は共通の性質を有し、探鉍中のケセラ鉍体を含む北オディン鉍化帯を中心に対称的な関係を示している。これらの相互関係を踏まえた上でポコッド地域のポーフィリー・銅鉍床像をまとめると次の通りである。

鉍床はポボック岩体中の主として石英閃緑斑岩Ⅱ型を母岩とする鉍染～網状鉍床で、平面的には径2km以下の不規則楕円形の3つの鉍化帯としてみられる。しかしながら、ポロ鉍化帯と北オディン鉍化帯との間には鉍化の空白部が存在し、一方北オディン鉍化帯と南オディン鉍化帯とは深部で連続していることが、地化学調査および物理探査の結果から、それぞれ明らかとなった。従ってポボック岩体中の鉍化作用はポロ川中流部、特にポロ川と銅沢の合流点付近を中心とするものと、北オディン沢中流部を中心とし南オディン沢南部まで広がる2つの

Table I-13 Summary of mineralized zones in Bokod area

	Bolo	North Odong (Que Sera)	South Odong	Benneng	Remarks
Horizontal scale of mineralized zone	E-W N-S 2 km x 1.7 km	E-W N-S 2.5 km x 1.6 km	1 km in diameter	E-W N-S 1.5 km x 1.0 km	
Host rock	q-dio-porp II > q-dio-porp I	q-dio-porp II > q-dio-porp I	q-dio-porp I	basaltic rocks, dacite dykes	
Occurrence of primary minerals	diss. stockwork mainly stockwork	mainly diss. partially stockwork	diss. stockwork	diss. (partially stockwork)	
Primary ore mineral	Py, Mag, Mgh, Cp, Hem, Bor, Moly	Py, Cp, Mag, Hem, Bor, Moly	Py, Mag, Cp, Hem	Py, Mag	
Secondary mineral Gangue mineral	Mal, (Azul), (Cov) Q, Cal, (clay), (Gy)	Mal, (Azul), (Cov) Q, Cal	Mal, (Azul) Q, Cal, (clay), (Gy)	(Mal) Q, Cal, (cal > Q)	only on outcrop
Mineral sequence	(1) Py-Mag (Mgh) → (2) Py-(Cp) → (3) Cp-Moly-Bor-Q	(1) Py-Mag → (2) (Py) Cp → (3) (Cp)-Moly-Bor	(1) Py-Mag → (2) Py-(Cp)-(Mo) → (3) (Cp)-(Moly)-(Bor)		sometimes overlapping
Zoning of ore mineral (From center)	invisible	(Bor)-(Mo)-Cpy → Cp-Py → Py-Mag (?)	invisible	invisible	
Controlling of mineralization lithologic structural	edge of host rock NE-SW > N-S fracture	E-W > NE-SW fracture?	NW-SE > NE-SW > E-W fracture	E-W fracture?	
Zoning of alteration mineral (From center)	(1) Sil-Ser-Chl → (2) Ser-Chl-(Ag) → (3) Chl-Cal-Agl → Chl-Epi	(1) Sil Ser-(Bio)-Chl → (2) Ser-Chl-(Ag) → (3) Chl-Cal-Agl → (4) Chl-Epi	(1) (Sil-Ser-Chl) → (2) Ser-Chl-(Ag) → (3) Chl-Cal-Agl → (4) Chl-Epi	Sil-Chl → Chl-Epi-(Ag)	
Expansion of mineralized zone for depth	Shallow in Cp and Py Gy predominant in deeper part	very deep in Cp and Py	shallow in Cp deep in Py	unknown	based on the result of drilling exploration of phase III and BCI

Abbreviation :

- q-dio-porp I : quartz diorite porphyry type I
- q-dio-porp II : quartz diorite porphyry type II
- diss : dissemination
- Py : pyrite
- Mag : Magnetite
- Mgh : maghemite
- Moly : molybdenite
- Cp : chalcopyrite
- Hem : hematite
- Bor : bornite
- Mal : malachite
- Azu : azurite
- Cov : covellite
- Sil : silicification
- Ser : sericitization
- Bio : secondary biotite
- Chl : chloritization
- Ag : argillization
- Cal : calcite
- Epi : epidotization

鉍化帯にまとめることができ、両者の分布は主要母岩となる石英閃緑斑岩Ⅱ型の分布と非常によく調和している。

両鉍化帯の露頭より採取した多数の試料の分析結果では、鉍化帯ごとの品位の差はほとんどなく、いずれも銅は極めて低品位であった。このことは露頭の諸所に褐鉄鉍汚染がみられることなどから酸化、溶脱が激しいことと、一方急峻な地形の影響を受けて二次富化作用が生じ得ないことに原因すると考えられる。酸化、溶脱帯下では初生銅鉍物の濃集がみられるが、PJ-1 試錐の結果ではポロ鉍化帯の銅良好部は浅い部分に限られ、深部では石膏の細脈が多く鉍化は劣化している。北オディン鉍化帯では、ケセラの坑内試料の分析結果から明らかな通り、銅の濃集はポロ鉍化帯に比較すると著しく高く、最も南のPJ-3 試錐ではPJ-1 と同様の結果であったが、PJ-2 試錐では石膏帯はみられず、ケセラ鉍体が深部に連続することを示している。このような鉍化帯の深部への連続状態はBCI による試錐によっても確かめられている。

このような銅の著しい偏在の理由としては、ポロ鉍化帯が岩体の末端部にあること、ケセラ鉍体付近よりも裂かの発達著しいこと、主要母岩である石英閃緑斑岩の規模がケセラ鉍体より小さいこと、石膏細脈が発達すること、などが可能性として考えられるが、確かな理由は明らかでない。

初生鉍石鉍物は黄銅鉍、黄鉄鉍、磁鉄鉍(一部、磁赤鉄鉍)を主とし、少量の斑銅鉍、輝水鉛鉍、赤鉄鉍、極く少量の磁硫鉄鉍などで、これらは鉍染状～網状として産する。脈石としては石英、方解石、緑泥石で、一部石膏および電気石がみられる。鉍染部は、鉍化の中心部では黄銅鉍、黄鉄鉍、磁鉄鉍を主とするが、周縁部では黄銅鉍が著しく減少し品位の低下を来す。網状部は少量の黄銅鉍、黄鉄鉍、赤鉄鉍、磁鉄鉍と微量の輝水鉛鉍、斑銅鉍、磁硫鉄鉍を含む石英、方解石細脈よりなり、中心部では毛状細脈であるが、周縁部では網状帯中に幅2cmにも達する脈が多数みられ、時に銅の品位を高める。

初生鉍石鉍物の晶出順序は、多数の試料の検鏡結果から基本的には早期より、(1)黄鉄鉍・磁鉄鉍、(2)黄鉄鉍・(黄銅鉍)、(3)黄銅鉍・(輝水鉛鉍)・(斑銅鉍)、と考えられ、北オディン鉍化帯では、(2)期の黄銅鉍が、ポロおよび南オディン鉍化帯では(3)期の黄銅鉍が主体となっている。鉍石鉍物の累帯分布は明らかに出来なかった。

鉍化規制としては、岩体の外縁による規制と構造による規制が認められる。岩体外縁による規制はポロ鉍化帯の北縁と東縁で明瞭に認められ、岩体周辺に貫入岩中では鉍化は急激に劣化する。このことは物理探査の結果からも明らかである。構造規制は鉍化帯ごとに異なり、ポロではNE-SW系およびN-S系、中心部ではE-W系およびNE-SW系、南オディンではNW-SE、NE-SW、E-Wの3系がそれぞれ顕著であるが、これらの方向はポロック岩体の貫入方向、地域全般にみられる断層方向、岩体の境界に平行な方向などとよく一致し、構造による著しい鉍化規制を示す。裂かのこの様な分布は鉍化後の小岩脈類によっても明瞭に

示され、また裂かの発達は岩体中央部で弱く、周縁部で著しい。ボロと北オディンの中間部がほとんど鉍化を受けていないのは割目の発達が悪いためと考えられ、小岩脈も非常に少ない。これらの裂かはボボック岩体の貫入に起因するものであろう。

鉍化に伴なり変質作用は3鉍化帯とも同様で、基本的には鉍化の中心部から外方に向って、(1)珪化・絹雲母化・緑泥石化；(2)絹雲母化・緑泥石化・（粘土化）；(3)緑泥石化・炭酸塩化・粘土化；(4)緑泥石化・緑レン石化，の累帯分布が認められ、このほか二次的黒雲母の生成も検鏡結果で明らかであるが、その産出は一定せず概して鉍化の強い部分に多産する傾向がみられる。しかしながら鉍化の弱い部分でも産出が確められており、鉍化の強度との関係は明らかにすることができなかつた。

以上のことから、ボボック岩体を母岩とするポーフィリー・銅鉍床は、岩体の一つの構成岩である石英閃緑斑岩Ⅱ型の後火成活動によって形成されたもので、このマグマは全岩分析の結果、分化作用末期の性質を有することが明らかとなり、アグノパソリスの分析結果から、起源をアグノパソリスに求めることができた。従って、ボボック岩体中のポーフィリー・銅鉍床もバギオ地域内の多数の鉍床と同様、成因的にアグノパソリスと関係があると結論される。

地域内には、Ⅰ型に相当する石英閃緑斑岩岩株をなすバオ山岩体と、Ⅰ型、Ⅱ型の複合岩株よりなるオトボン岩体があるが、鉍化は非常に弱く、北オディン鉍化帯の一種のハローかも知れない。また、ベネング鉍化帯はボボック岩体中で後鉍化作用の貫入とされる石英安山岩小岩脈が鉍化したもので、生成時期はポーフィリー・銅鉍床よりもやや遅れ、直接関係のない局部的なものであろうと考える。

3-2 モンギア地域

本地域にはかつて探鉍が行われたルガン鉍床と数ヶ所の黄鉄鉍鉍染帯がみられる。

(Fig. 1-21)

3-2-1 ルガン鉍床

本鉍床はベトノン (Betnong) 川支流キオン (Kion) 沢の西側に分岐するルガン沢の上流部に位置し、今年次の調査で少量の探鉍研、鉍石積込漏斗、事務所跡などを確認した。しかし露頭は深いやぶのため発見出来ず、漏斗内より数個の鉍石試料を採取したにとどまった。

フィリピン鉍山局の資料 (OBI AL, 1964) によると、本鉍床は、付近の農夫によって露頭が発見されたのがはじまりで、1962年にフィリピン鉍山局によって実施された地化学探査でその有望性が明らかにされ、1963年レバント社 (Lepanto Consolidated Mining Co.) により総合探鉍が開始された。探鉍はルガン沢を中心として南北約600m、東西約150mの範囲内に、坑道探鉍3ヶ所、トレンチ開さく5ヶ所が実施され、更に試錐探鉍も行われた

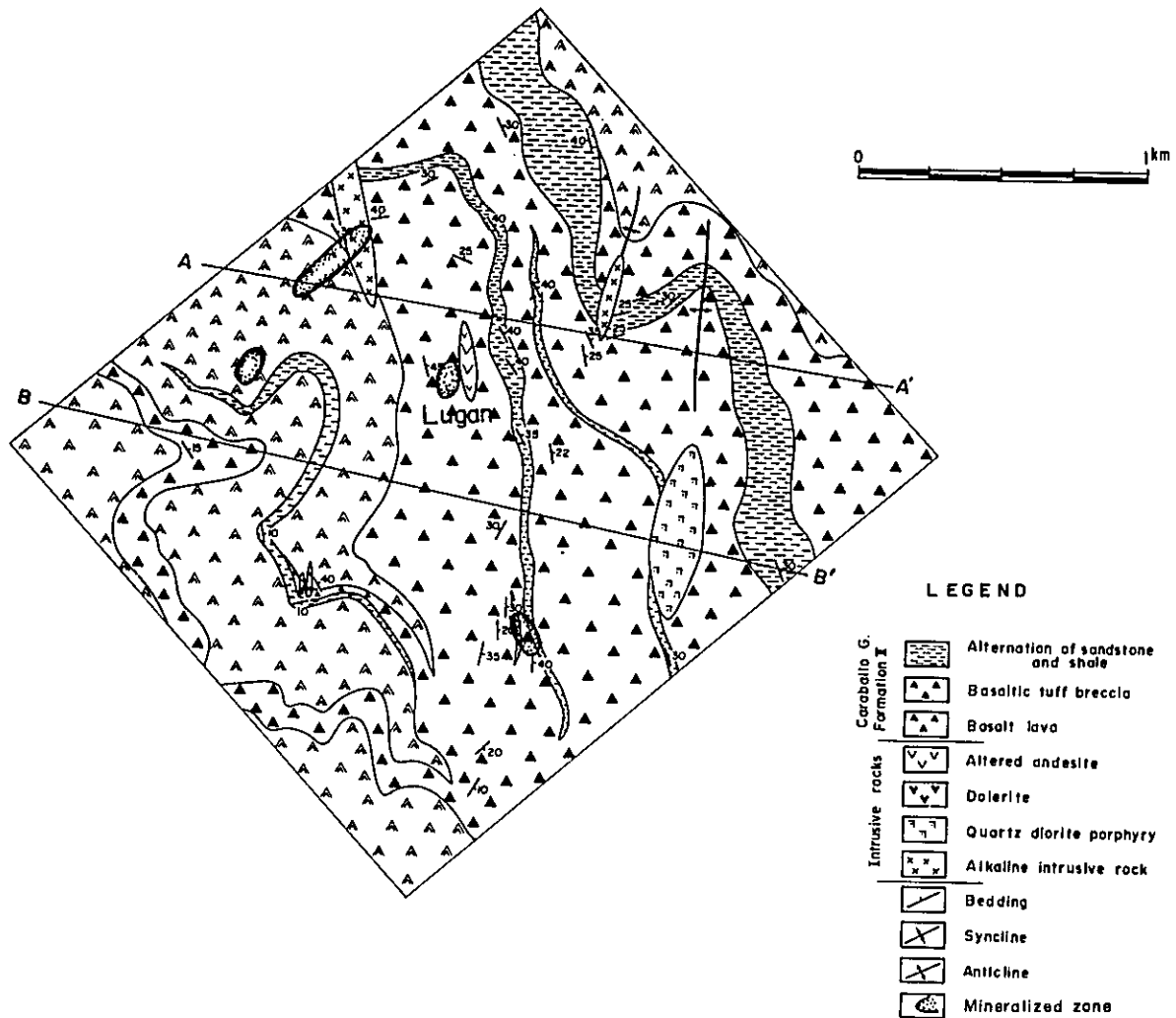


Fig. I-21 Location map of mineralized zones in Mongia area

が開発には至らず、探鉱は中止された。

付近の地質は、カラバロ層群Ⅱ層の玄武岩溶岩および同質凝灰角礫岩類とこれらに挟在される細粒凝灰岩～頁岩の薄層より成り、概ね $N30^{\circ}\sim 40^{\circ}W$ 、 $40^{\circ}NE$ の走向傾斜を示す。鉱床は上記資料によると、細粒凝灰岩中の凝灰角礫岩を交代した走向 $N70^{\circ}W$ 、傾斜 $70^{\circ}NE$ の塊状～鉱染状銅・亜鉛鉱床で、鉱化帯は弱い鉱染部も含めると断続的ながら $600m \times 150m$ の範囲にわたるが、高品位鉱はルガン沢上流部の $50m \times 50m$ というごくせまい範囲に、長径 $6\sim 7m$ 、短径 $2m$ 程度の単位の小塊状鉱体として局部的にみられるだけである。また、鉱化作用に伴う母岩の変質も、鉱体にごく近い部分では強い珪化作用と黄鉄鉱化作用が認められるものの全体的には弱い。

漏斗より採取した鉱石は、少量の黄鉄鉱を鉱染状に含む珪化鉱塊1個($f-317(1)$)と、肉

眼的にほとんど脈石を含まない銅亜鉛高品位鉱塊4個(f-317(2)~f-317(5))で、このうち高品位鉱は「黒鉱鉱石」と全く同様の外観を呈するが、部分的に鉱物粒度が極めて粗いことと石膏、重晶石などがみられない点で黒鉱型鉱床とは異なる。

5個の試料の分析結果は、

	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	S %	Mo %	As %	Sb %
f-317 (1)	0.35	50.5	0.05	0.01	0.07	5.0	-		
(2)	7.80	10.7	18.49	8.54	11.51	9.0	-	0.130	0.011
(3)	4.50	0.2	4.33	0.06	27.86	33.5	-	0.042	0.010
(4)	0.20	511.5	5.10	0.05	34.52	23.8	0.000	0.209	0.053
(5)	0.04	2.9	11.00	0.00	33.26	31.1	0.000	-	-

の通りで、著しく亜鉛に富む鉱石であることのほか、f-317(4)には多量の銀が含まれ、且つそのAg/Au比が非常に大きいことが特徴である。

構成鉱物は、試料(3)(4)(5)の検鏡結果から、初生鉱石鉱物としては閃亜鉛鉱、黄銅鉱、四面砒銅鉱、黄鉄鉱、方鉛鉱で、二次成生鉱物としては少量の銅藍、孔雀石が認められ、脈石鉱物は少量の石英および粘土である。このほかOBIALは露頭部で藍銅鉱、マンガンを報告しているが、その産状は明らかでない。

鏡下では、閃亜鉛鉱は粗粒不規則他形として石英中に黄銅鉱と密接に共生して産し、しばしば四面砒銅鉱、黄鉄鉱、少量の方鉛鉱を伴い、時に黄銅鉱-四面砒銅鉱の微細脈或は点滴状黄銅鉱の微粒を包有する。

黄銅鉱、四面砒銅鉱は微粒~他形をなして石英中にそれぞれ単体で産するが、多くは閃亜鉛鉱と共生し、また一部の試料では黄鉄鉱を細脈網状に貫き、また黄鉄鉱の粒間を充填する特徴的な産状を示す。

黄鉄鉱は粗粒多角粒状の集合体として産するが、一部は破碎され、割目は黄銅鉱で充填される。更にもその周辺部が黄銅鉱、四面砒銅鉱に交代され、或は閃亜鉛鉱などで囲まれるものもあり、最も早期に晶出したことを示している。

方鉛鉱、銅藍は極く少量みられるだけで、方鉛鉱は主として閃亜鉛鉱に共生し、銅藍は主として黄鉄鉱の周縁部および黄銅鉱中の微細な割目などに沿って産し、明らかな二次的交代組織を示す。

金銀鉱物、特に銀鉱物は品位が高いにもかかわらず検鏡試料中には認められなかった。試料中に極めて多量の四面砒銅鉱がみられ、Ag/Au比が大きいことから銀は四面砒銅鉱に由来するものと考えられる。

鉱床の産状は、露頭を観察することが出来ないため明らかではないが、上述の観察結果と

OBIAL の報文から判断すると、比較的透水性の高い凝灰角礫岩を選択的に交代した熱水性塊状交代鉱床で、良好部は母岩の規模に規制されて断続的な小塊状鉱体を形成したものと考えられる。一方、本鉱床の生成に関係あると思われる火成岩も明らかにすることは出来なかったが、付近にドレライトの小岩脈がみられることから、この岩脈に関係ある鉱床かもしれない。

3-2-2 黄鉄鉱鉱染帯

ルガン沢北西部のベトノン沢支流カディディグタナン沢 (Kadidigtanan Creek) の中流部と上流部にみられる。

中流部の鉱染帯は、アルカリ岩脈付近の珪化した玄武岩質凝灰岩が局部的な黄鉄鉱の鉱染を受けたもので、採取した塊鉱の分析結果は、Cu 0.28%, Pb 0.01%, Zn 1.10%, S 23% で少量ながら亜鉛を伴い、ルガン鉱化作用に関係したものと考えられる。上流部のものは、珪化した玄武岩中の弱い黄鉄鉱鉱染帯で、品位は、Cu 0.01%, Pb 0.00%, Zn 0.09% と低い。

上記のほかキオン川中～上流部にも若干の鉱染帯がみられるが、いずれも黄鉄鉱のみである。

3-2-3 まとめおよび考察

ルガン鉱床は既述の通り、不透水性の泥岩、細粒凝灰岩中に挟在または相接する比較的透水性に富む凝灰角礫岩を、金属元素に富む鉱液が優先的に交代して形成されたものである。このことは透水層と不透水層との共存および鉱液上昇の通路の存在が鉱床形成の不可欠条件であって、地質的には極めて限定された生成環境と言える。特に富鉱部は、鉱床形成の場となる透水層の規模、連続性に直接規制され、場の外側では品位は急激に低下する。

ルガン鉱床の場合、鉱液中の金属量が高いにもかかわらず凝灰角礫岩の発達が悪いため、小規模なレンズ状鉱体を形成するにとどまった。更に、ルガン鉱床の北部にみられる亜鉛を含む鉱染帯は、ルガン鉱床と同一起源の鉱化でありながら、鉱床形成のための適な場が存在しないため母岩中への拡散に終わったことを示すものであろう。

一方、鉱床形成のもう一つの重要な要素は鉱液の起源の問題である。ルガン鉱床の場合、鉱床形成に関係ある火成岩を明らかにすることが出来ず、一つの可能性として2、3の火成岩体のうち、鉱床に最も近い分布を示すドレライト岩脈にその起源を求めたことは既に述べた。しかしながら、アルカリ岩の可能性或は酸性火成岩の潜頭岩体の存在なども考えられ、今後の検討課題である。

以上のことから、ルガン鉱床の発展性および本地域内の今後の探鉱について考察すると次の通りである。

- 1) ルガン鉱床の発展性は特異な地質環境における鉱床の形成、母岩の規模、鉱化および変質の強度などから判断して、多くを期待することは困難である。企業探鉱が十分な成果をあげ得ず中止されたのも、稼行可能な良好部が局部的であったことによると考えられる。

- 2) 今後の探鉱余地として最も興味のあるのは、凝灰角礫岩を挟在する堆積岩の周辺部で、特にカディディグタナン沢中流部の少量の亜鉛を含む鉱染帯およびキオン沢中流部の鉱染帯を中心に探鉱することにより、小規模な鉱床を発見出来る可能性は残されている。
- 3) しかしながら鉱床生成機構から、ルガン鉱床に匹敵するような鉱床を発見することは非常に困難である。
- 4) 玄武岩中の黄鉄鉱鉱染帯の探鉱価値はない。

3-3 サリナス地域

本地域には、且つて探鉱が実施されたサン・フアビアン鉱床および3ヶ所の鉱染帯(Na I~Na III)が準精査区域内に、また同じく3ヶ所の鉱染帯(Na IV~Na VI)が精査区域内にそれぞれ分布する。これらの鉱床および鉱染帯の状況は次の通りである。(Fig. 1-22)

3-3-1 サン・フアビアン鉱床

本鉱床は、フィレックスマイニング社(Philex Mining Corp)により、同社のサン・フアビアン・カッパー・プロジェクトとして探鉱が実施されたもので、調査地域東端部、サンタクルス川支流マバヤオ沢入口付近に位置する。現在は探鉱諸設備は全て撤去されており、2, 3の坑口或はビットと少量の研がみられるだけであり、且つ探鉱区域内への立入が禁止されているため十分な調査は出来なかったが、概要は次の通りである。

鉱床付近は、カラバロ層群II層の厚い玄武岩溶岩および同質火砕岩と、これを貫く閃緑斑岩よりなり、鉱化帯の東部には閃緑斑岩に貫かれるアルカリ岩岩脈がほぼ南北方向に貫入している。玄武岩類は全般に強い緑泥石化作用を受け暗緑色であるが、鉱床付近では著しく珪化脱色して淡色を呈する。閃緑斑岩は南北に伸びる背斜軸に沿って貫入した岩株で、斑状組織が顕著であるが、一部ではより完晶質な閃緑岩相、或は石英斑晶の明瞭な石英閃緑斑岩相などがあり、岩相の変化が激しい。

鉱床は主として閃緑斑岩中に形成された鉱染~細脈網状のポーフイリー・カッパー型鉱床である。鉱床付近が緩い丘陵地のため露出は悪いが、探鉱用に設けられた道路に沿って鉱化帯の露頭が断続し、周辺の調査結果と併せて判断すると、鉱化帯はNE-SW方向に伸びる長楕円形を示し、その規模はおよそ1300m×300mにおよぶ。しかし、この鉱化帯のうち閃緑斑岩が分布するのは南側半分であって、鉱化作用はこのうち約400m×400mの範囲で優勢である。

露頭でみられる鉱石鉱物は孔雀石が主体で、黄鉄鉱、黄銅鉱は極めて少ない。しかし坑内からの研のなかには硫化鉱物を含むものが可成り多く、初生的には硫化物が主体をなし、孔雀石は地表付近の浅所に二次的に生成されたものである。鉱石鉱物の産状は鉱染状が主体を占めるが、鉱体内にはN80°W~N80°EおよびNE-SWの微細な割目や節理が発達し、これらの割

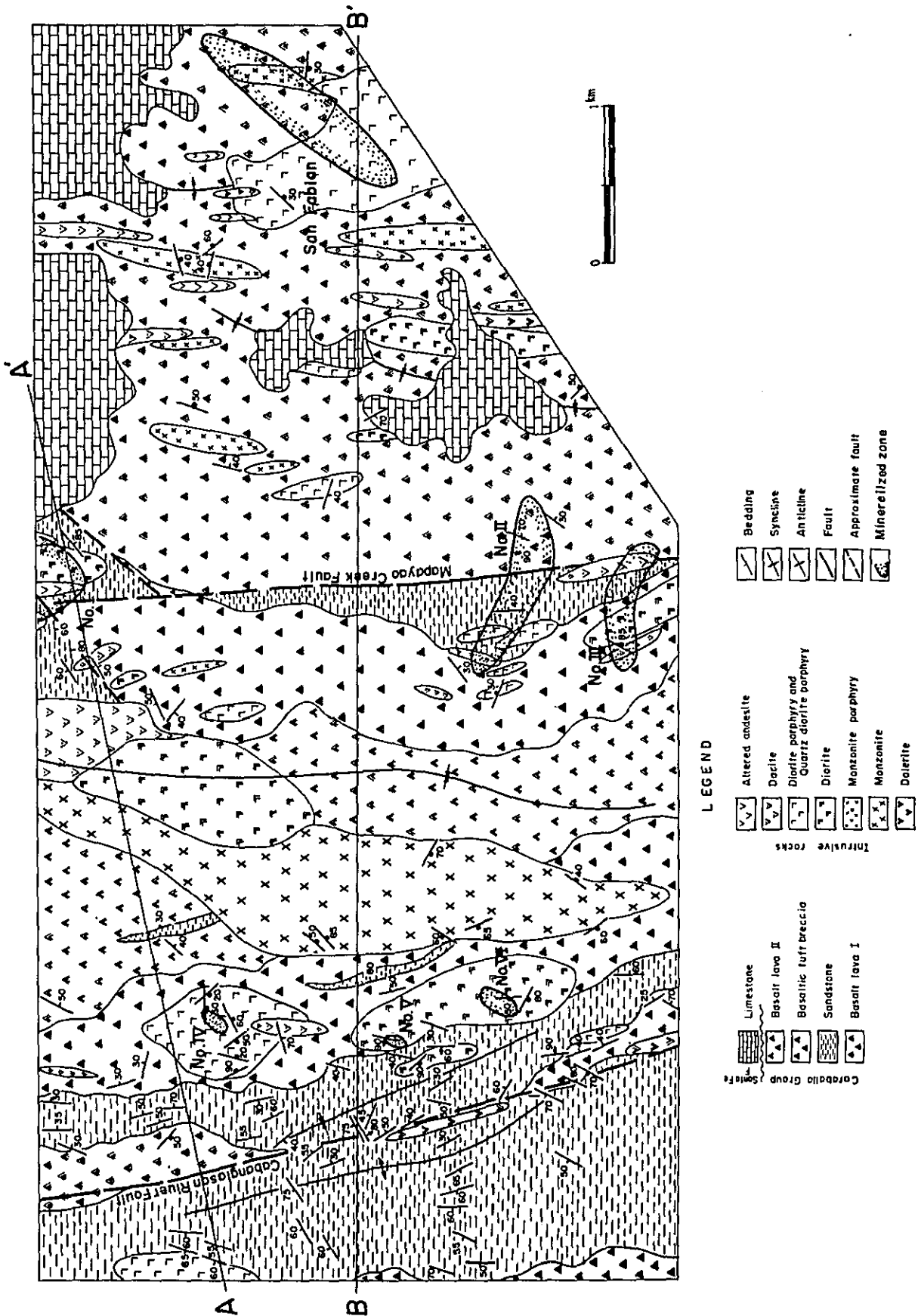


Fig. I-22 Location map of mineralized zones in Salinas area

目にフィルム状に産するもの或は割目を充填する石英，方解石の微細脈に伴うものなどがある。特に北部の玄武岩中の鉍化帯では石英，方解石細脈が多い。尚調査地域東境界付近を南北に流れる支流で，付近の住民多数がパンニングを行い，粗粒肉眼金が採取されているが，この金は玄武岩中の石英，方解石細脈に伴われるものであろう。

鉍化に伴う変質作用としては珪化および粘土化が特に顕著で，鉍化帯内部では原岩の識別が困難な強珪化岩がみられ，また割目に沿って絹雲母化など粘土化が発達する。また緑泥石化，緑レン石化もしばしば認められ，特に玄武岩類中で多量の緑泥石，緑レン石を生じている。

閃緑斑岩中の鉍化帯から採取した6個の試料の分析結果は次の通りである。

	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	S %	Mo %
e-503	-	-	0.70	0.00	0.01	0.1	-
e-504	-	-	0.80	-	-	0.1	-
e-506	0.22	1.8	0.88	-	-	0.1	0.000
e-508	11.43	0.6	-	-	-	-	-
e-509	0.77	0.3	1.28	0.00	0.01	0.1	0.000
j-519	0.52	0.3	0.35	0.00	0.01	0.1	-

試料はいずれも孔雀石を主とし，極く少量の藍銅鉍を含む鉍石で，銅品位のほとんどはこれら酸化銅鉍によるものであり，S品位でも明らかな通り硫化物は極めて少ない。また銅品位の高い2試料についてMoを分析したが結果は上記の通りで，少なくとも採取試料中にはMoは認められない。以上から本鉍床の現表層部はポコッド地域よりも一段と酸化が進行しており，このことは地形の相異に起因するものと考えらる。

試料j-519は緑泥石化の著しい母岩中に孔雀石が散点状に生じ，これを不毛石英細脈が切るもので，検鏡の結果では微粒の磁鉄鉍，赤鉄鉍が少量認められるのみで，硫化鉍物は全く認められなかった。本鉍床の鉍量は未公表であるが，800万トン(Cu:0.4%)との情報が第一年次の調査において得られている。

3-3-2 No I 鉍染帯

マバヤオ沢上流部およびその北側支流に分布する鉍染帯で，マバヤオ沢および約100mの間隔で平行に流れる2つの支流のそれぞれ合流点より約400m間に数ヶ所の鉍染帯がみられ，その広がりには600m×300mである。しかし，この鉍化帯の主要部は調査区外となっている。

付近は急傾斜の堆積岩類と，これを貫くほぼ南北方向の閃緑岩，閃緑斑岩，変質安山岩の小岩株或は岩脈よりなり，構造的には調査地域の中央部をほぼ南北に走る断層とN40°E方向の断層との交差部にあたり，特に南北性の弱線が発達，貫入岩類はこの弱線に沿って活動している。

各鉍染部は貫入岩体中にみられ、構成鉍物は細粒の黄鉄鉍および少量の孔雀石、藍銅鉍、磁鉄鉍、赤鉄鉍である。黄鉄鉍は鉍染状、一部石英・方解石細脈に伴い、孔雀石、藍銅鉍は二次鉍物として散点状或は母岩中の微細割目、節理に沿いフィルム状に産する。母岩の変質は珪化作用が特に顕著で、しばしば原岩の判別を困難にする。また緑泥石化作用も強く、安山岩岩脈では緑レン石が著しい。第一年次の調査でマバヤオ川鉍化帯としたのはこの鉍染帯で、サン・フアピアン鉍床に次ぐ鉍化帯である。

3-3-3 Na II 鉍染帯

サンタクルス西支流の中流部に位置し、沢沿い約900mの間に断続的に多数の鉍染部が分布する。付近は中央部の南北断層を境に東側に玄武岩類が、西側に頁岩を主とする堆積岩類がそれぞれ分布し、この堆積岩類中に南北性の閃緑斑岩、変質安山岩が小岩株、岩脈をなして貫入し、黄鉄鉍の鉍染は貫入岩体と被貫入岩体の両者に認められる。鉍物は主として黄鉄鉍で、部分的に少量の黄銅鉍が散点状にみられ、また石英細脈の多い部分にも石英に伴って微粒黄銅鉍がみられる。黄鉄鉍の強い部分では褐鉄鉍汚染が著しい。

断層に近い強珪化玄武岩中の微粒黄鉄鉍部の試料の分析結果は、Cu:0.01%, Pb:0.00%, Zn:0.01% で、銅はほとんど含まれない。この試料の検鏡結果では、硫化鉍物は半自形または多角形の黄鉄鉍のみで、黄鉄鉍中の包有物として極く微量の黄銅鉍がみられるに過ぎない。磁鉄鉍、赤鉄鉍は黄鉄鉍中の包有物か母岩中の有色鉍物を交代する弱い鉍染状をなして産する。

本鉍染帯は見掛上東西にのびる分布を示すが、個々の鉍染部は断層および岩体の方向に一致し、岩質および構造規制が明らかである。また鉍化に伴う変質は強い珪化作用のほか諸所に粘土化、緑泥石化作用が認められ、特に珪化の強い部分に鉍染部が発達する傾向がみられる。鉍染帯の全体的な規模、強度はNa I 鉍染帯に次ぐ。

3-3-4 Na III 鉍染帯

Na II 鉍染帯の南600m、サンタクルス川の西小支流にみられ、東西性の沢沿い約700mの範囲に4ヶ所の鉍染部が分布する。母岩は玄武岩溶岩および同質凝灰角礫岩とこれらを通る閃緑岩、変質安山岩で、貫入岩類は共に断層と平行な南北の伸びを示す小岩株、岩脈をなす。鉍染は主として閃緑岩体中に発達し、微粒黄鉄鉍で銅鉍物は肉眼的には認められない。変質作用としては強度の珪化、緑泥石化作用が認められ、母岩中の有色鉍物の大部分は緑泥石に変わっている。また玄武岩中では緑レン石も可成り生じている。

閃緑岩中の鉍染部より採取した微粒および毛状黄鉄鉍を含む試料の分析結果は Cu:0.01%, Pb:0.00%, Zn:0.02% で、検鏡結果でも細粒、多角粒状の黄鉄鉍と微細粒赤鉄鉍がみられるだけで、黄銅鉍は黄鉄鉍中の微小包有物として生成しているに過ぎない。

この鉍染帯も岩質規制を受けて南北方向の伸びを示し、Na II 鉍染帯に連続する模様である。また南側についても本鉍染帯の南600m 付近にある閃緑岩中の黄鉄鉍鉍染帯に連続するもの

と考えられ、巨視的には、南北性の貫入岩体が断層に沿って密集する南北1600m、東西700mの範囲が鉍化帯と見なされる。

3-3-5 NaⅣ 鉍染帯

カバングラサン川東側支流中流部の玄武岩質凝灰角礫岩を貫く閃緑斑岩中にみられ、南北に伸びる長円形岩体を横切る沢沿い250mにわたって分布する。肉眼的構成鉍物は黄鉄鉍のみで、部分的に褐鉄鉍汚染を伴うが銅鉍物はみられない。黄鉄鉍の量は東部の各鉍染帯に比較すると少なく、母岩の変質も緑泥石化が主体で東部の場合ほど強くはない。緑レン石は被貫入岩中の閃緑斑岩に近い部分に少量認められる。鉍化規制としては岩質規制が顕著で、鉍染帯は閃緑斑岩岩体内に限られ、従って鉍染帯の広がりも岩体の範囲を超えることはない。

3-3-6 NaⅤ 鉍染帯

カバングラサン川東小支流の中～上流部の閃緑岩中にみられる黄鉄鉍鉍染帯で、沢沿いに約60mと分布範囲は地域内では最もせまい。しかしながら変質は東部の鉍染帯と同様強度の珪化、粘土化作用を伴い、鉍化の強度としては東部のものに劣らない。構成鉍物は黄鉄鉍のみで、銅鉍物としては極く少量の孔雀石の散点が認められる程度である。母岩の変質としては上記のほか緑泥石化、緑レン石化作用も強く、一部で蛇紋石様鉍物がみられる。また母岩は強い破碎作用を受け、割目に沿って石英、方解石微細脈を生じ、一方破碎化と粘土化のため鉍染帯の上流部には広範囲の地這りが発生している。

3-3-7 NaⅥ 鉍染帯

NaⅤ鉍染帯の南約800m、カバングラサン川東支流中流部の閃緑岩中の黄鉄鉍鉍染帯で、この閃緑岩はNaⅤ鉍染帯を含む岩体と同一である。鉍染帯の分布範囲は沢沿い約150mで、構成鉍物、変質はNaⅤと全く同様である。本鉍染帯とNaⅤ鉍染帯との間にはピアス沢が岩体を横断しているが、この沢でも岩体の東縁辺部に弱い黄鉄鉍の散点が認められる。従って両鉍染帯は岩質規制を受けながら断続的に分布する同一鉍化帯と見なされ、その規模はサン・ファビアン鉍床にも匹敵するが、露頭では銅鉍物がほとんどみられず、鉍化および変質の強度は同鉍床にははるかにおよばない。

以上のほかにも鉍兆はあるが、いずれも微弱である。

3-3-8 まとめおよび考察

本地域にみられる鉍化作用はサン・ファビアン鉍床で代表されるポーフイリー・カッパー型鉍床で、地域中央部および西部に南北に配列する各鉍染帯も銅鉍物はみられないが、産状からこの型の鉍床と見なしてよい。これらの鉍化帯はいずれも閃緑岩或は閃緑斑岩の岩株(時に岩脈)を主要母岩とし、サン・ファビアン鉍床および一部の鉍化帯で鉍化作用が周囲の被貫入岩におよぶが、この場合も優勢な部分は岩体内にあり、鉍化作用は貫入岩体内部に限られる。このことは岩質による顕著な鉍化規制を示す。

次に鉍化帯の分布をみると、Fig. 1-22の如く、東部のサン・フアビアン鉍床、中央部のNa I～Na III鉍染帯、西部のNa IV～Na VIとほぼ等間隔に配列し、且つサン・フアビアン鉍床を除けば、南北性の2つの大断層にそれぞれ近接した岩体のみが鉍化を伴うという興味深い分布を示している。このような分布は鉍化作用が決して断層活動と無縁でないことを示し、広い意味の構造による鉍化規制を表しているといえる。

一方各鉍化帯の鉍物組成をみると、サン・フアビアン鉍床-銅・(硫化鉄)、中央部3鉍化帯-少量の銅・硫化鉄、西部3鉍化帯-硫化鉄の組合せとなっており、この鉍物組成の変化は、ポーフィリー・銅鉍床において同一鉍化帯内で広く認められる黄銅鉍・(斑銅鉍)→黄銅鉍・黄鉄鉍→黄鉄鉍の累帯分布と全く同様の傾向を示すもので、鉍化帯の一種の広域的累帯分布と考えられ、鉍床探査上有益な情報を与えるものである。

鉍化帯の深部への変化、特に鉍化の主体をなす銅硫化物の挙動については、サン・フアビアン鉍床の下部についての資料が得られず明らかではないが、坑内からと思われる研に黄銅鉍、黄鉄鉍を含む鉍塊があり、酸化帯下部は黄銅鉍-黄鉄鉍帯となる。しかし銅品位については、露頭部でのCu:0.7%以上の品位が酸化銅鉍による富化であるため硫化銅鉍帯での品位の低下は充分予想される。サン・フアビアン鉍床が情報通り800万トン前後の鉍量であるとすれば、鉍化帯の平面的広がりから、その深さは恐らく数10m程度と推定され、硫化銅鉍帯の品位は決して高いものではないであろう。このことから地域中央部および西部の各鉍染帯の深部への発展性を考えると、表層部に酸化銅鉍帯がみられず、深部における硫化銅鉍帯での富化を示す積極的資料もないため多くを期待することは出来ない。稼行の対象としては表層部の酸化銅鉍帯が主力となることを前提に探鉍開発を進めるべきである。

本地域内の今後の探鉍余地としては、サン・フアビアン鉍床の周辺および同鉍床から中央部鉍染帯までの間、即ち累帯分布でいう銅・(硫化鉄)帯～(銅)・硫化鉄帯が鉍床賦存のポテンシャルが最も高いと考えられ、既知鉍床の母岩と同性質の貫入岩体も多く分布することから、サン・フアビアン鉍床と同様の鉍床が期待される。今年次の調査において、特に鉍染帯として記載はしなかったが、この範囲内に数ヶ所の小規模な鉍染が認められており、今後更に精密な調査が望まれる。各鉍染帯についてはNa I鉍染帯が鉍化、変質の強度、規模および銅の強い地化学異常から最も有望で、異常帯もサン・フアビアン鉍床と同等の値を示し、今後の探鉍次第では第二のサン・フアビアン鉍床への可能性が大である。また地域外を含めた広域的探鉍としては、鉍化帯が南北性の構造支配を受けていることから既存鉍床の南、北両地域が重要探鉍地で、Na IIおよびNa III鉍染帯が南に伸びることは既述の通りである。

サン・フアビアン鉍床北方の金の産出については、石英、方解石細脈に伴い、同鉍床と成因的に関係あると考えているが、詳しい産状は明らかでなく、同一鉍化帯内での累帯分布によるものか、或は母岩の相異による金の選択的沈澱なのか、地域内の鉍化作用の貫入岩体外部での

挙動と併せて検討を要する課題である。

3-4 カシブ地域

本地域には、精査区域内に2ヶ所（ブット沢北部鉍染帯、カシブ川北部鉍染帯）および準精査区域内に2ヶ所（アロイ沢鉍染帯、ブット沢南部鉍染帯）の鉍染帯がみられる。またこのほか、地域の中央南寄りの顕著な断層付近にみられる閃緑斑岩小岩株にも微弱な鉍染帯が認められる。

主要4鉍染帯の状況は次の通りである。（Fig. 1-23）

3-4-1 ブット沢北部鉍染帯

ブット沢上流部のモンソナイト・ポーフィリー中にのみみられる黄鉄鉍の鉍染帯で、沢沿いに約400mにわたって断続的に分布する。構成鉍物は細粒黄鉄鉍のみで部分的に褐鉄鉍汚染が強いが銅鉍物は認められない。母岩は全般的に珪化、緑泥石化作用を受けるほか部分的に粘土化作用も認められる。本鉍染帯は地域内では最も優勢であるが、銅の鉍化作用を伴わず、探鉍価値は極めて薄い。

3-4-2 カシブ川北部鉍染帯

カシブ川上流部の東支流入口付近にみられるアルカリ安山岩質凝灰岩を貫くモンソナイト・ポーフィリーの小岩脈中の局所的な鉍染帯で、強い珪化作用を受けた岩脈中に黄鉄鉍が鉍染状または節理に沿ったフィルム状にみられるが、ここでも銅鉍物は全く認められない。珪化作用も極めてせまい範囲に限られている。

3-4-3 アロイ沢（Alloy Creek）鉍染帯

カシブ川支流アロイ沢中流部のアルカリ安山岩およびこれを貫くモンソナイト・ポーフィリー岩脈中にみられる。主として鉍染状であるが、一部岩脈に平行な微細な割目に沿って、アロイ沢沿いおよびその小支流にそれぞれ500～600mにわたって断続的に分布する。構成鉍物は黄鉄鉍で、一部では褐鉄鉍を生じ、アロイ沢とその小支流との合流部では幅20cmに達する褐鉄鉍脈もあるが、銅鉍物はいずれの場所にもみられない。変質作用としては珪化、緑泥石化が普通で、部分的に強い粘土化が認められる。鉍染および変質作用の強さはブット沢北部鉍染帯に次ぐものである。本鉍染帯の東端部には断層があるが、鉍化作用との関係は特に認められなかった。

3-4-4 ブット沢南部鉍染帯

調査地域南東部、カシブ川中流部東支流のアルカリ安山岩とこれを貫くモンソナイト・ポーフィリー小岩脈中の両者にみられる極めて局所的な黄鉄鉍鉍染帯で、強い緑泥石化、珪化、粘土化を伴う。鉍染の強度は4鉍染帯中最も微弱である。

3-4-5 まとめおよび考察

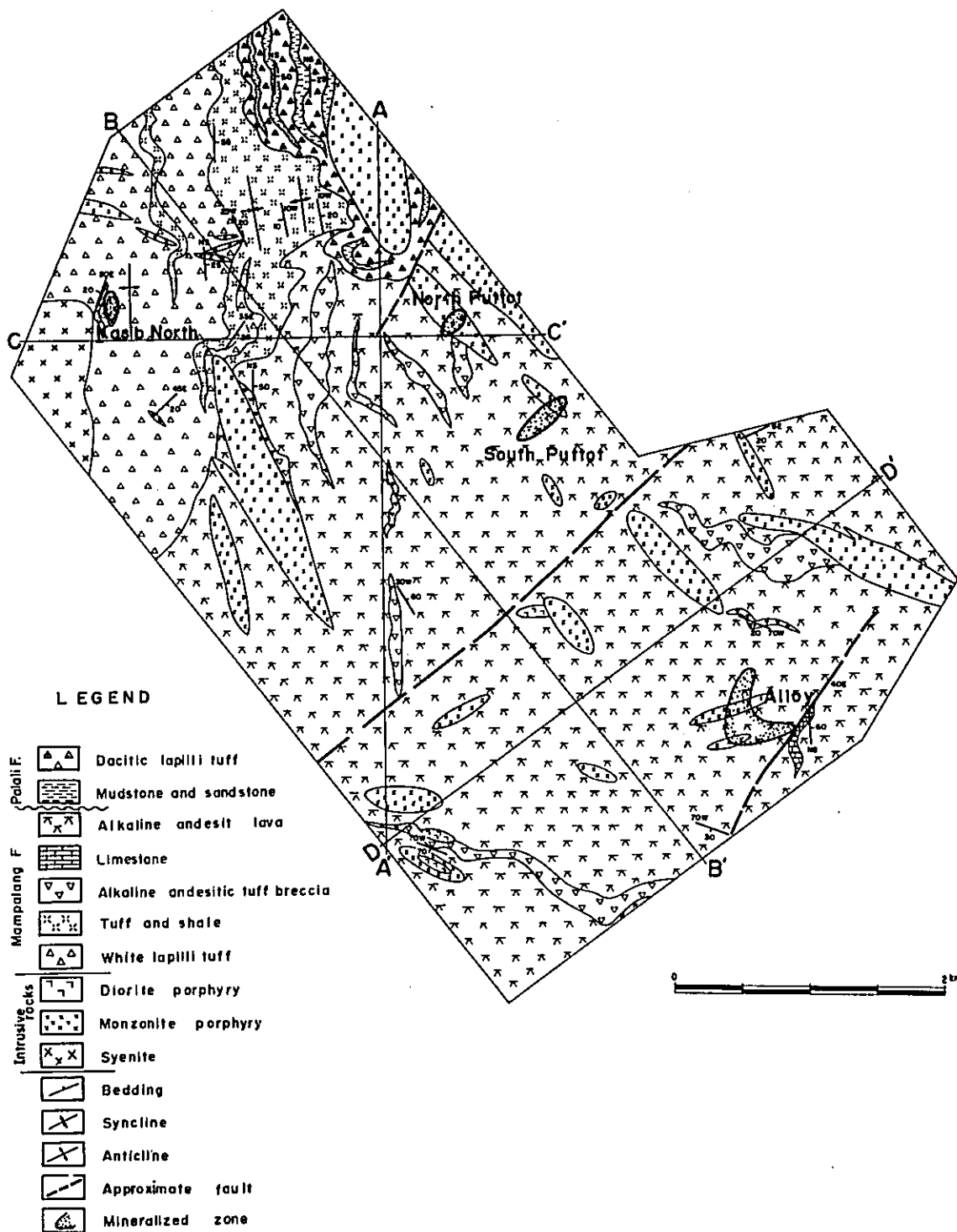


Fig. I-23 Location map of mineralized zones in Kasibu area

上述の通り、本地域内には4ヶ所の鉱染帯が確認されたが、いずれも黄鉄鉱のみで銅鉱物は認められず、その規模、鉱化の程度、変質作用の強度はポコッド地域やサリナス地域の鉱化帯に比較すると非常に微弱である。また構造的にも鉱化作用との密接な関係は認められない。一方、鉱化帯と地質との関係をみると、各鉱染帯の母岩はアルカリ安山岩およびこれ貫くモンソナイト・ポーフイリーの小岩株または岩脈で、鉱化作用はこれらアルカリ岩類と密接に関係する分布を示している。

一般にアルカリ岩系に伴うポーフイリー・銅鉱床の例は極めて少なく、BROWN (1969) がカナダのブリディッシュ・コロンビア鉱床地域に、モンソナイト-サイエナイト系岩類に伴うスティキン (Stikine) 鉱床、カリボー・ベル (Cariboo Bell) 鉱床、インガー・ベレー (Inger Belle) 鉱床ほかの鉱床の存在を挙げ、石原 (1972) もこれらの鉱床がモリブデンや石英細脈を伴わない特徴を有することを指摘している。

フィリピンにおけるアルカリ岩類に伴うポーフイリー・銅鉱床としては、プロジェクト地域の北部約30kmにあるコルドン (Cordon) 鉱床があげられる。しかしながらこの鉱床については、モンソナイトに伴う鉱染鉱床で、鉱量5,000万トン、Cu 0.35~1.70% (ALMOGELA, 1977) であり、現在探鉱が継続されているとの情報を得ているだけで、鉱床の状況は明らかでない。

カシブ地域は、広大な範囲を占めるアルカリ岩類の分布によって特徴づけられ、第二年次の調査の結果、これらの岩類は北方にさらに広がり、一部で金鉱床を伴うことが指摘されているが、コルドン鉱床もこの岩相の延長に位置するものと考えられ、少なくともアルカリ岩類の一部は金属元素に富むマグマによって形成されたことが知られる。地域内の各鉱染帯も、このようなマグマによって形成されたアルカリ貫入岩に伴うもので、確証はないが十分な金属元素の濃集が得られなかったため、微弱な鉱染にとどまったものであろうと推定される。今後コルドン鉱床との比較により、本地域を含む広い範囲に分布するアルカリ岩中のポーフイリー・銅鉱床の存否が検討されることを望みたい。

第二年次の調査によって認められたコンコン谷の大規模な銅の異常は、今年度の調査の結果明瞭な鉱化帯によるものではなく、全般的にやや多い金属量を含むマグマによって形成されたアルカリ岩類に起因するとの結論を得た。このことはアルカリ岩類の銅のバックグラウンドが異常に高いことから明らかである。

以上のことから、カシブ地域については、直ちに探鉱を必要とする程の鉱化帯は認められない。従って当面探鉱中の鉱床の資料に基づいて、アルカリ岩類と鉱床との関係を検討することが最も必要であると考えられる。今年次の調査では、金鉱床については検討しなかったが、ポーフイリー・銅鉱床と併せて検討されるべきである。

3-5 バギオ地域

本地域は中央コルディレラ・セントラルの西翼部にあたり、バギオ鉱床区 (Baguio Mineral District) と呼ばれている地域の中央部から南にかけて広い範囲を占める。

バギオ鉱床区は、金属鉱床賦存地区としては、フィリピン最大の規模と生産能力を有し、形態、産出鉱物の異なる多数の鉱床を胚胎し、その特異な地質環境と相まって、極めて特徴的な性格を呈している。本鉱床区内には、操業中または採鉱中の鉱山、鉱床は20箇所にもものほり更に未着手鉱床も多く知られている。操業中の鉱山の型態別内訳はポーフィリー・銅型4鉱山、鉱脈型7鉱山、接触交代型1鉱山となっている。

以上の鉱山のうちバギオ地域内に分布するものは、ポーフィリー・銅型としてサント・トーマス、サント・ニーニョ、ケノンの3鉱山、鉱脈型として、アクバン、アンタモック、イトゴン、バラトック、アトクビッグウエッジの5鉱山、接触交代型としてサンクスギビングの計9鉱山がある。各鉱山の位置は Fig. 1-24 に示した。

本地域の調査は、アグノバソリスの分布と鉱床との関係を概略的に把握し、前記4地域との比較検討を目的とした。このため個々の鉱床について詳しく調査することは出来なかったが、幸い鉱山について若干の資料を入手することが出来たので、野外での観察と資料に基づいて代表的な7鉱山についての地質鉱床を述べ、アグノバソリスとの関係を考察する。尚、生産量および鉱量は全て ALMOGELA (1977) によった。

3-5-1 サント・トーマス鉱山 (Santo Tomas, Philex Mining Corp.)

本鉱山はバギオ市の南方直距離16kmに位置し、バギオ市より良好な道路が通じており、車で1時間を要する。鉱山は1957年に生産が開始され、現在日産約27,000^T、鉱量1億4000万トン、Cu 0.44%である。

鉱山付近の地質は、安山岩溶岩および同質火砕岩よりなるブゴ層とこれを貫く石英閃緑岩、閃緑斑岩およびこれらを不整合に被覆する礫岩からなるクロンダイク層より成る。石英閃緑岩はアグノバソリスの一部で、中～粗粒完晶質黒雲母・角閃石・石英閃緑岩相を示す。閃緑斑岩は、鉱床形式に重要な役割を果たしたと考えられる岩体で、径1km以下の小岩体をなし、斑状組織が明瞭であるが、岩相変化が激しい。

地質構造としてはN60°E方向の断層が顕著で、閃緑斑岩はこれらの断層に沿って貫入し、鉱床もこの断層の規制を受けている。

鉱床は閃緑斑岩とブゴ層安山岩類の接触部に発達する網状細脈～鉱染鉱床で、規模は平面的には東西500m、南北400mのほぼ円形を呈し、下部は試錐探鉱により600m以上連続することが確かめられている。構成鉱物は初生鉱物として黄銅鉱、黄鉄鉱、磁鉄鉱を主とし、少量の輝水鉛鉱、斑銅鉱を伴い、二次生鉱物として孔雀石、藍銅鉱、輝銅鉱、銅藍、などが現地表面数10m以内に認められる。また脈石鉱物は大部分が石英で、他に少量の方解石、絹雲母、

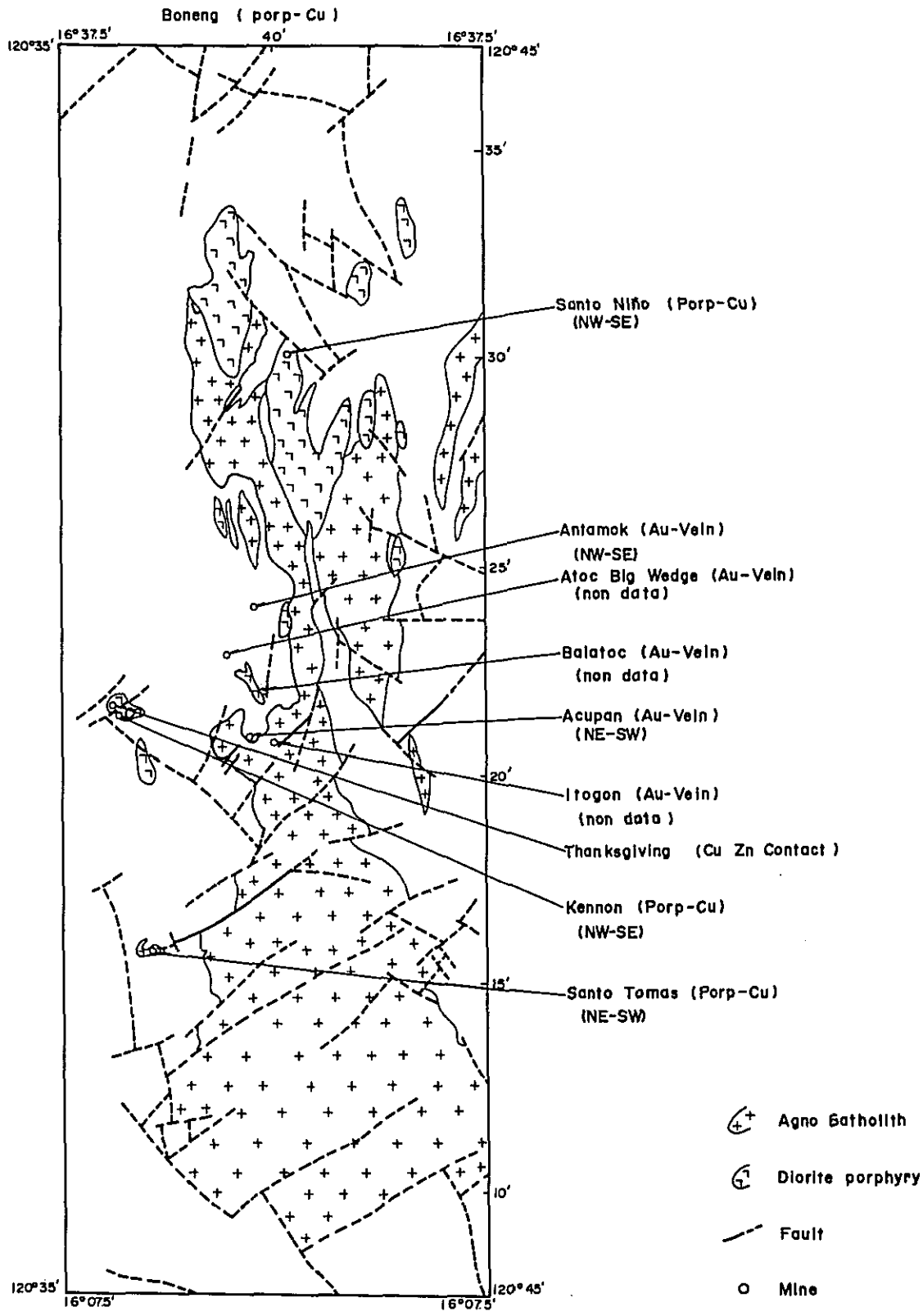


Fig. I-24 Distribution map of agno batholith, diorite porphyry and mines in Baguio area

緑泥岩などがみられる。黄銅鉱，黄鉄鉱は石英細脈に多く産するが，母岩中にも微粒鉱染状としてみられる。輝水鉛鉱および斑銅鉱は，主として石英脈中に産する。鉱床下部では細脈状の石膏，硬石膏がみられ，この部分では品位は低い。

鉱山より採取した黄銅鉱-石英脈を含む小塊鉱の分析結果は，Cu:1.28%，Pb:0.00%，Zn:0.00%，S:1.1%，Au:0.04 $\frac{g}{t}$ ，Ag:1.8 $\frac{g}{t}$ を示し，鏡下では，石英脈中に多量の粗粒黄銅鉱，斑銅鉱が細脈状をなして濃集し，また母岩との境界付近にも微細粒の黄銅鉱，斑銅鉱，閃亜鉛鉱が毛状をなす。母岩中には黄銅鉱と微量の閃亜鉛鉱が鉱染状にみられるが，斑銅鉱はない。黄鉄鉱，磁鉄鉱，輝水鉛鉱は検体中にはみられなかった。細脈状黄銅鉱-斑銅鉱の共生は共融組織で，両者が同時に晶出したことを示している。各鉱物の共生状態を研磨片でみると Fig. I-25 の通りで，鉱条毎に組合せが異なる。

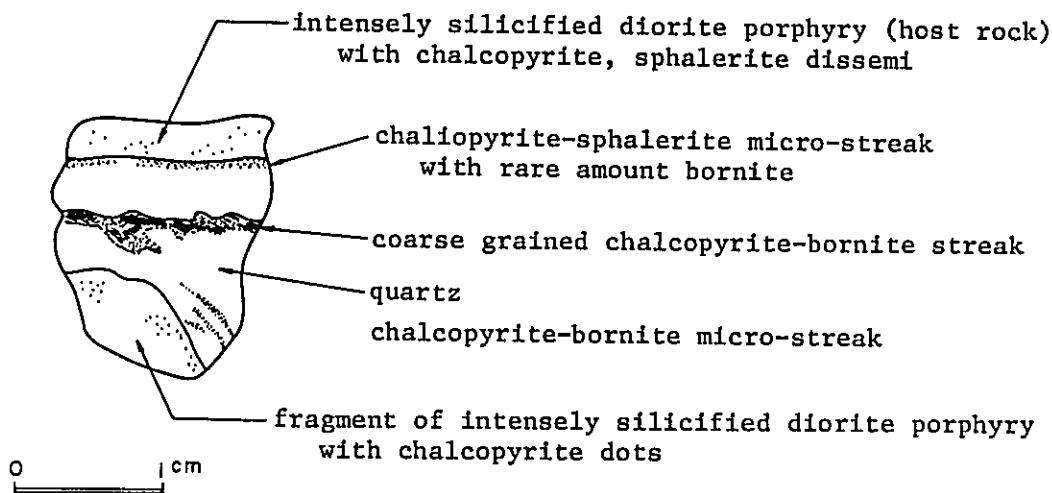


Fig. I-25 Sketch of PH-2 polished section

鉱物の生成順序は，(1)少量の黄銅鉱，閃亜鉛鉱，(黄鉄鉱)の生成；(2)石英脈の形成と共に少量の黄銅鉱，斑銅鉱，閃亜鉛鉱の晶出；(3)引続いて多量の黄銅鉱，斑銅鉱；(黄鉄鉱)の濃集沈澱と考えられ，輝水鉛鉱は(3)の時期の末期に，また磁鉄鉱は(1)の時期に主として生成している。

以上のことから，本鉱山の鉱化作用は付近一帯に顕著なN60°E方向の断層の一つに沿って貫入した閃緑斑岩によってもたらされ，断層や岩体貫入に伴う横圧力によって岩体および被貫入岩中に生じた裂か或は岩体の固化に伴う節理や割目などを形成の場として拡散，充填し，裂

かの最もよく発達した岩体と被貫入岩との接触部を中心に円筒状の細脈網状～鉍染鉍床を形成したものである。特に鉍化の後期に黄銅鉍・斑銅鉍が濃集し、富鉍部を形成した。黄銅鉍、斑銅鉍が主として石英細脈中に濃集することから鉍体は石英脈形成の場となった裂かひの生成に規制され、岩体内部に向うほど品位は劣化する。

鉍化作用に伴う母岩の変質は、鉍化帯内部では珪化、絹雲母化、緑泥石化、二次的黒雲母の生成が顕著で、特に珪化作用は鉍化と密接な関係を示し、最も強い部分に富鉍部を形成する。鉍化帯外部では緑泥石化、緑レン石化、炭酸塩化、黄鉄鉍化作用が認められる。

3-5-2 サント・ニーニョ鉍山 (Santo Niño, Baguio Gold Mining Co)

サント・ニーニョ鉍山はバギオ市の北東約13kmに位置し、バギオ市からは国道11号線に沿って21km、車で30分である。現在、生産量は4000t/日、現保有鉍量は5,200万トン、Cu:0.38%である。

鉍山付近の地質はバギオ地域の基盤をなす片岩類、フゴ層、堆積岩を主とするジグザグ層およびこれらを通る閃緑岩、閃緑斑岩よりなる。閃緑岩はアグノパソリスの一部で、ここでは細粒～中粒の閃緑岩相、石英斑レイ岩相を呈する。閃緑斑岩はアグノパソリスの進入方向と同じほぼ南北に伸長する2岩体として分布し、その活動時期はサント・トーマス鉍山の閃緑斑岩と同時期と考えられる。地質構造としては地域内にはNNW-SSE系、NE-SW系およびNW-SE系の急傾斜断層がみられるが、このうち特にNW-SE系はフィリピン断層の分岐断層とも考えられ、また鉍床形成上重要な意味をもつ。

鉍床は閃緑斑岩岩体と石英斑レイ岩との境界付近に主として閃緑斑岩を母岩とする鉍染～細脈網状鉍床で、サント・ニーニョ鉍化帯(主鉍化帯)と、その東方約2kmにあるウルマン(Ulman)鉍化帯よりなる。サント・ニーニョ鉍化帯はWNW-ESE方向に伸びる330m×200mの長円形をなし、ESE方向に急斜し、約300m確認されている。構成鉍物はサント・トーマス鉍山の場合と同様で黄鉄鉍、磁鉄鉍は主として母岩中の有色鉍物を交代して鉍染状に産し、硫化物中では最も早期の晶出を示す。黄銅鉍は主として石英脈中に単体または硫化物と共生し、時に黄鉄鉍を交代或はその微細な割目、結晶粒間などを埋めて産する。輝水鉛鉍、斑銅鉍はより後期生成の石英脈中に産するが、量的には極めて少ない。これらの産状から鉍石鉍物の晶出順序は黄鉄鉍・磁鉄鉍→黄銅鉍・閃亜鉛鉍・黄鉄鉍→輝水鉛鉍・(黄銅鉍)・斑銅鉍と考えられる。

鉍山で採取した試料のうち、黄銅鉍・黄鉄鉍が鉍染する試料を分析した結果は

Au:0.13g/t, Ag:0.8g/t, Cu:0.45%, S:1.0%, Mo:0.000% であって、同試料の検鏡結果もサント・トーマス鉍山の場合とほぼ同様で、主要鉍物である黄銅鉍は石英中に不定形粒状、母岩の構成鉍物粒間を充填する不規則脈状などを示すほか、閃亜鉛鉍中の微小包有物としてみられる。斑銅鉍は検体中では認められなかった。鉍物の晶出順序は黄鉄鉍が最も早い晶出

を示す。

鉍化規制は岩種と構造の両方にみられ、銅の鉍化作用は閃緑斑岩に優先的に伴い、安山岩中では鉍床の発達に極めて悪い。構造的には各系の断層帯に規制されるが、鉍化作用は特にNW-S E系の断層に密接に関係し、主鉍化帯の伸長方向とその下部への連続性はこの方向の断層に沿っている。又鉍化帯の水平的広がりもそれぞれ断層で規制される。鉍化作用に伴う母岩の変質は、鉍化の強い部分で著しい珪化、緑泥石化、絹雲母化、炭酸塩化、粘土化作用がみられ、二次的な黒雲母、方解石細脈も生成している。また鉍化帯周縁および外部では緑レン石化、黄鉄鉍化、緑泥石化、炭酸塩化、粘土化がハローとして認められる。

3-5-3 ボーネン鉍山 (Boneng, Western Minolco Corp.)

本鉍山は調査地域外に位置するが、調査の機会を得たので略記する。

ボーネン鉍山はバギオ市の北北東直距離27km、サント・ニーニョ鉍山の北方16kmに位置し、バギオ市より車で約2時間を要する。

地質はジグザグ層のやや変質した安山岩、玄武岩およびそれらの火砕岩類よりなり、これを閃緑斑岩が小岩株状に貫いている。鉍床は主として細粒～中粒の閃緑斑岩中に形成された細粒鉍染～網状鉍床で、ボーネンおよびロボ (Lobo) の2鉍体よりなる。構成鉍物は他の同種の鉍床と同じで、斑銅鉍がやや多く認められる。銅の鉍化作用は、多数の断層が集合あるいは交差する割目の発達した部分に強くみられ、サント・ニーニョ鉍山と同様の構造による鉍化規制が認められる。構造要素としてはE-W系およびN-S系の急傾斜断層が卓越する。鉍化に伴う変質としては珪化、黄鉄鉍化、粘土化作用が普通であるが、鉍化作用の強い部分では珪化作用が著しいほか二次生の黒雲母を多産する。

鉍山から採取した細粒黄鉄鉍-磁鉄鉍と石英とが縞状をなす試料は、

Au:0.12g/t, Ag:0.5g/t, Cu:0.15%, Pb:0.00%, Zn:0.01%, S:0.3%, Mo:0.000%の品位で、検鏡の結果では多量の磁鉄鉍のほか少量の単体黄銅鉍、閃亜鉛鉍よりなり黄鉄鉍は認められなかった。現在生産量は13,000 t/日、保有鉍量はボーネン・ロボ両鉍体合せて1億300万トン、Cu:0.35%である。

3-5-4 ケノン鉍山 (Kennon, Black Mountain Inc.)

本鉍山はバギオ市の南方7kmに位置し、マニラとバギオを結ぶケノン通路沿いにあり、アクパン鉍山の西方5kmにあたる。付近は、プゴ層およびジグザグ層より成り、これを閃緑斑岩の小岩株が貫く。この閃緑斑岩は、サンクスギビング鉍山のものと同質と考えられる。鉍床は主として閃緑斑岩中に形成された網状～鉍染状鉍床で、規模は東西230m、南北450mの長円形を呈し、深度150m程度である。主な構成鉍物は、黄銅鉍、黄鉄鉍、磁鉄鉍で、鉍体中心部は黄銅鉍、黄鉄鉍、石英の細脈網状帯で品位は高いが、周縁部では黄鉄鉍の鉍染となり劣化する。この部分では石膏などもみられる。変質としては珪化、緑泥石化がみられ、中心部で珪化

が、周縁部で緑泥石化が顕著である。現在生産量は $3,300\text{T}/\text{日}$ 、鉱量 $2,500$ 万トン、 $\text{Cu}:0.45\%$ である。

3-5-5 アクバン鉱山 (Acupan, BCI)

本鉱山は鉱脈型鉱体で、バギオ市の東南約 9km に位置し、バギオ市より車で 30 分である。鉱山は 1909 年の鉱区設定に始まり、 1929 年より 1958 年までパラトック・マイニング社 (Balatoc Mining Co.) が操業していたが、同年BCI社が全権利を取得し、現在に至っている。

鉱山付近の地質は堆積岩を主とするジグザグ層、石英閃緑岩類、安山岩類およびパラトックプラグよりなる。石英閃緑岩類はアグノパンリスを構成するもので石英閃緑岩、閃緑岩よりなり、アクバン鉱床の主要な母岩である。安山岩はジグザグ層中にシルを形成するものと、アグノパンリス、パラトックプラグを貫く最も新しい岩脈の二種類がある。パラトックプラグは鉱床地域内の北部にジグザグ層、アグノパンリスを貫く径 1km の火山角礫岩の円筒状岩体として産し、礫の大部分は石英閃緑岩で他に少量の安山岩、石英安山岩、頁岩などがみられる。本岩も鉱床の母岩となっている。

鉱床は石英閃緑岩類、安山岩、パラトックプラグ中の割目を充填する金銀銅脈鉱床で、東西 2km 、南北 3km の範囲に数 10 の脈が分布するが、これらは割目の平均走向、傾斜から、張力割目のE-W系と剪断割目のNE-SW系に分けられ、前者は後者よりも早期の生成と考えられている。このうちNE-SW系はアクバン鉱山から南部一帯の広い地域に卓越する断層とも一致する。

鉱化作用はNE系を主体に割目の分布する全域におよび、主要脈は走向延長 2000m を超える。脈は金銀銅物を主とし、少量の銅、鉛、亜鉛硫化物および一部の脈でテルル化合物を多産する。脈石は大部分が石英、方解石で、少量の菱マンガン鉱、パラ輝石、石膏、硬石膏を伴う。

金は大部分自然金で石英、方解石中に遊離金として産し、一部は他の硫化物或はテルル化合物と密接に共生、微細な割目や空洞を充填して晶出する。銀は自然銀のほか濃紅銀鉱、淡紅銀鉱、テルル銀鉱などがみられるが、銀銅物はそれほど一般的ではない。

硫化物は黄鉄鉱、黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、四面銅鉱、白鉄鉱、硫砒鉄鉱、斑銅鉱、輝安鉱などで黄鉄鉱および少量の黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱はほとんどの脈にみられるが他の鉱物は限られた場所に稀に産するのみである。

テルル化合物はヘッス鉱、ベッツ鉱、テルル鉛鉱、針状テルル鉱、カラベラス鉱よりなり、特定の脈の金銀高品位部に限って産出する。

今回の調査でアクバン鉱山から代表的標本として提供された 3 個の試料のうち、 1 個 (AC-1) は、方解石中の微晶洞中に毛状自然金が肉眼で認められ、他の 1 個 (AC-2) は、微粒硫化物が石英、方解石、菱マンガン鉱と縞状を形成し、残りの 1 個 (AC-3) は、石

英細脈中に硫化物が細条を作る。AC-2の分析結果は、Au:0.07%, Ag:77.0%, Cu:0.04%, Pb:0.01%, Zn:0.02% で、金銀の品位は低い。しかしながらAC-3の検鏡結果では相当量の金粒が認められた。

AC-3は、Fig. I-26の通り石英脈中に巾1mmの黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄鉄鉱の

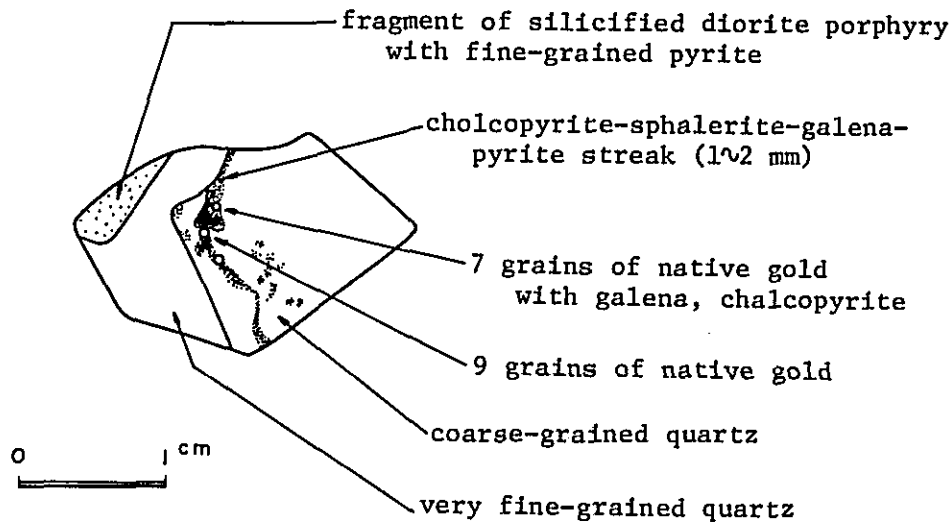


Fig. I-26 Sketch of AC-3 polished section

鉱条を含むもので、自然金はこの鉱条を構成する黄鉄鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱に共生する。自然金の形状は大部分丸味ある粒状を示すが、鉱物の粒間を埋める不規則多角形或は縁取り状など不定形を呈し、より後期の晶出を示す。大きさは10~150 μ である。この資料は小試料のため分析出来なかったが、検鏡結果から判断すると金品位はこの資料では100%を超えると思われる。

3-5-6 アンタモック鉱山 (Antamok, BCI)

本鉱山もアクバン鉱床と同様含金銀銅脈鉱床で、バギオ市の東方直距離7km、アクバン鉱山の北方6kmに位置し、車で約20分という交通至便の地にある。1907年よりBCIにより生産が開始され、現在同社のアクバン鉱山と併せた産金量はフィリピン最大である。

付近の地質は安山岩熔岩、同火砕岩、堆積岩などよりなるジグザグ層とこれを通るアグノバソリスの岩相変化と考えられる閃緑岩或は花崗閃緑岩よりなる。

鉱床は安山岩質火砕岩を主要母岩とし、脈数は200以上にのぼるが、鉱山ではこれら多

数の脈はその方向と性質によって4つのグループに分けられている。第1のグループは、NE-SW系の割目で、次のグループのNW-SE系の割目を相互に連絡するかのようになり、落合部では多数の小割目を形成して鉱床生成の恰好の場となっている。第2のグループは、NW-SE系の割目で、多数の平行割目を擁し、地域内では、最大の延長と巾をもち、変位量も各グループ中最大で剪断裂かの性質を有し、鉱床形成上最も重要なものである。第3のグループは雁行配列を特徴とするE-W系割目で張力割目の性質を有し、NW-SE系割目との組合せによってループ構造を形成する。第4のグループは変位量の小さい走向、傾斜の不規則な割目で、浅い部分で卓越し、地表付近では鉱床を伴うが深部では極めて弱い鉱化作用が認められるに過ぎない。

主要鉱石鉱物はアクバン鉱山と同様自然金、テルル金(銀)鉱で、少量の黄銅鉱、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱を伴い、脈石は石英と極く少量の方解石、バラ輝石、菱マンガン鉱で下部では石膏もみられる。これらの鉱物は初期のものより、(1)石英、バラ輝石および少量の黄鉄鉱の晶出；(2)金、銀を伴う黄銅鉱、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、石英の主鉱化期；(3)微粒石英、方解石、菱マンガン鉱を主とし少量の銅鉛亜鉛硫化物および金の沈澱の順に形成され、金は(2)の時期に生成したものが最も重要である。

鉱山より採取した石英脈を含む小塊鉱2個の分析結果は、

Au	Ag	Mo
1.33%	6.4%	- %
0.05	4.7	0.005

の通りで、金銀の品位は低い。両試料の検鏡結果でも黄鉄鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱のみで、金、銀鉱物は認められなかった。

3-5-7 サンクスギビング鉱山(Thanksgiving, Benguet Exploration Co.)

サンクスギビング鉱山は、ケノン鉱山の北方1kmに位置し、バギオ市より11km、車で15分である。1957年生産が開始され、当初は金銀のみが回収されていたが、現在は全有効金属が回収されている。

鉱床付近の地質は、ブコ層、ジグザグ層とこれらを通る小岩株状(一部岩脈状)の閃緑斑岩および安山岩岩脈よりなる。

この閃緑斑岩とボーフィリー・カッパー鉱床に密接な関係をもつ閃緑斑岩類とは同一活動の産物であると考えられる。

鉱床はジグザグ層中の厚いレンズ状石灰岩とこれを通る閃緑斑岩との接触部のスカルン帯中に形成された接触交代鉱床で、接触部に沿って伸びるレンズ状、不規則脈状、また時に石灰岩を切る脈状の硫化鉱体をなす。構成鉱物は閃亜鉛鉱、黄鉄鉱が主体で、少量の黄銅鉱、方鉛鉱、

磁鉄鉱，赤鉄鉱と極く少量の自然金およびテルル化合物を伴う。脈石鉱物は石英，方解石，緑泥石，ざくろ石などである。テルル化合物はテルル鉛鉱，ヘッツ鉱，ベッツ鉱，針状テルル鉱で，硫化物，緑泥石，方解石中に不規則な単体又は硫化物との共生体として産し，多くの場合黄銅鉱，黄鉄鉱を交代する。鉱物の晶出順序は，(1)スカルン鉱物形成；(2)黄鉄鉱，閃亜鉛鉱の晶出；(3)黄銅鉱，方鉛鉱の晶出；(4)テルル化合物の沈澱と考えられる。

さて本鉱山の鉱物組成について，CALLOW(1967)は，次の2つの特異点を指摘している。第1は金，銀の品位が極めて高いこと，第2はこれらの金，銀がテルル化合物として産することである。

一般に接触交代鉱床における金，銀品位は極めて低いと考えられており，我が国の例でも，金，銀品位が高いためにその産状が検討された神岡鉱山の場合で平均Ag:29% (1976)，また赤金鉱山で Au:1% , Ag:10% (1974)程度で，1965年における本鉱山の Au:33% , Ag:156% は異常に高いといえる。一方，サンクスギビング鉱山の金，銀は金銀テルル鉱物として産するが，通常接触交代鉱床中に金銀テルル化合物が産する例は非常に少なく，赤金鉱山において松隈(1974)がヘドレイ鉱(hedleyrite, Bi₇Te₃)の産出を報告している如く，僅かにみられるテルルはビスマスとの化合物として産するにすぎない。サンクスギビング鉱山における相当量の金銀テルル鉱物の産出は少なくとも鉱床の一部は比較的低温の熱水交代作用によって形成されたことを示唆するものと考えられる。

3-5-8 まとめおよび考察

各鉱床の状況を要約して Table 1-14 に示したが，個々の鉱床は細部において，多少の相異はあるものの，同じ型の鉱床の間には著しい類似性があり，従来概念的に認められていた共通性を具体的に示すことが出来た。

ここではポコット，サリナス両地域のポーフィリー・銅鉱床との比較のためバギオ地域の平均的ポーフィリー・銅鉱床像，アグノパソリスと鉱化作用との関係，ポーフィリー・銅鉱床と他の鉱床との関係などについて述べる。

1. バギオ地域の平均的ポーフィリー・銅鉱床像

閃緑斑岩(石英閃緑斑岩を含む)を主要母岩とする鉱染～網状鉱床で，一部被貫入岩中にも鉱化はみられるが，岩体に近接した部分に限られ，通常被貫入岩中では岩種に関係なく鉱化は急激に劣化する。このことは母岩の外縁による鉱化規制で，当然のことながら鉱床の成因に関係している。鉱体は概ね円～長円形筒状で，その規模は最も大きいサント・トーマスの場合で長径500m，短径400m，深度600mである。鉱体の形状は貫入岩体があまり大きくない場合(長径2km以内)は，貫入岩体の形状にほぼ一致するが，サント・ニーニョのような大規模な岩体では構造による鉱化規制に基づく任意の形状となり，必ずしも円筒状とはならない。このことはポコッド地域のケセラ鉱体が細長い馬蹄形を示すことでも明らかである。

Table I-14 Summary of ore deposits in Baguio area

	Santo Tomas	Santo Niño	Boneng	Kannon	Acupan	Antamok	Thanksgiving	Remarks
Location	120°-37', 16°-16'	120°-40', 16°-29'	120°-11', 16°-38'	120°-37', 16°-21'	120°-39', 16°-21'	120°-39', 16°-24'	120°-36', 16°-22'	ALMOGELA (1977)
Production	27,000 t/day	4,000 t/day	13,000 t/day	3,300 t/day				
One reserve (grade)	140 mt (Cu 0.44%)	52 mt (Cu 0.38%)	203 mt (Cu 0.35%)	25 mt (Cu 0.45%)				
Number of ore body	1	2 (Santo Niño, Ullman)	2 (Boneng, Lobo)	1				
Occurrence	dis - stockwork high grade in stockwork E-W NS depth 500 m x 400 m x 600 m Pugo F. Small dip-porp stock	dis - stockwork E-W NS depth 330 m x 200 m x 300 m Pugo F., ZigZag F. big dip-porp stock	dis - stockwork high grade in dis Boneng 150 m x 200 m (?) ZigZag F. dip-porp stock	dis - stockwork high grade in stockwork E-W NS depth 230 m x 450 m x 150 m Pugo F., ZigZag F. small dip-porp stock	vein mineralized area E-W 2 km x NS 3 km Q-dio (Agnio), andesitic, Babotec plug	vein ZigZag F., dio (Agnio)	contact metamorphic massive (= vein) limestones of ZigZag F. dip-porp	
Structural control	shattered zone along cont. NE-SE fracture	edge of host rock NW-SE fracture	edge of host rock NW-SE, NS fracture	NW-SE fracture	NE-SW > E-W	NW-SE > NE-SW, E-W	limestone	
Primary ore mineral	Py, Cp, Mag, Bor (Moly), (Ga)	Py, Cp, Mag, (Bor), (Sph), (Moly), (Hem)	Py, Cp, Bor, (Mag), (Moly), (Hem)	Py, Cp, Mag	Gold, Silver, Tell. base metal sulfides	Gold, Silver, Tell. base metal sulfide	Sph, Py, Cp, Mag, Ga, Tell.	
One mineral zoning (From center)	Q, Cal, Ser, Chl, Gy (deeper part)	Mal Q, Cal, Chl, Clay	Q, Cal	Q, Cal	Q, Cal, Rd, Rdch, Gy	Q, Cal, Rd, Rdch, Gy	Stann mineral, Q, Cal Chl	
Secondary mineral		(1) Py-Mag - (2) Py-Cp Sph - (3) (Cp)-Bor-Moly	intersection of faults and shattered zone	central portion of dip-porp			(1) Skarn mineral (2) Py-Sph (3) Cp-Ga (4) Tell	
Mineral sequence	shattered zone of andesitic rock (Pugo)	contact between Q-dio and dip-porp (especially dip-porp)						
Hypogene enrichment								
Alteration	inner zone: Sil, Ser, Bio, Chl outer zone: Chl, Ep, Carb, Pyri	inner zone: Sil, Chl, Ser, Bio, Agl, Carb outer zone: Epi, Chl, Carb, Agl	Sil, Pyri, Agl, Bio Bio: intensely mineralized zone.	inner zone Sil dominant outer zone: Chl dominant				
Breccia pipe	Cu-bearing (Cu 3.0%)	barren breccia pipe						

Abbreviation :
 mt : million tons
 dis : dissemination
 Q dip-porp : quartz diorite porphyry
 dip-porp : diorite porphyry
 Q : quartz
 Cal : calcite
 Sil : silicification
 Ser : sericite and/or sericitization
 Bio : biotite
 Chl : chlorite and/or chloritization
 Pyri : pyritization
 Gy : gypsium
 Carb : carbonization
 Epi : epidotization
 Agl : argillization
 Rd : rhodochrosite
 Rdch : rhodochrosite
 Moly : molybdenite
 Tell : telluride minerals
 Mag : magnetite
 Hem : hematite
 Bor : borate
 Atax : arsenite
 Coy : covellite
 Py : pyrite
 Cp : chalcopyrite
 Sph : sphalerite
 Ga : galena
 Bor : bornite
 Mal : malachite

主要な初生鉱石鉱物は黄銅鉱，黄鉄鉱，磁鉄鉱，時に斑銅鉱で，少量の閃亜鉛鉱，方鉛鉱，輝水鉛鉱，赤鉄鉱を伴い，通常微量の金を随伴する。脈石鉱物は石英，方解石が大部分を占め，少量の緑泥石，粘土などがみられる。また鉱体の下部や周縁部では石膏が細脈状にみられ，銅品位は低下する。二次鉱物としては孔雀石と少量の輝銅鉱，藍銅鉱，銅藍がみられるが，いずれも現地表から極く浅い部分にのみ産し，いわゆる二次富化帯は認められない。これは著しく急峻なコルディレラ山脈中に鉱床が胚胎し，常に激しい浸蝕にさらされているためである。

初生鉱物は母岩中の微粒鉱染状およびこれを網状に切る石英，方解石脈に伴われて産し，鉱染部は黄鉄鉱，磁鉄鉱および少量の黄銅鉱より，また脈は黄銅鉱，斑銅鉱，黄鉄鉱，輝水鉛鉱よりなるが，黄銅鉱の鉱染部と脈中での量比は鉱床によって大きく異なり，サント・トーマス，サント・ニーニヨ，ケノンでは脈中に，ポーネンでは鉱染部中に多い。少量ながら普遍的にみられる輝水鉛鉱は脈中に限って産する。鉱物の晶出順序は早期晶出のものより，(1)黄鉄鉱・磁鉄鉱・(黄銅鉱)；(2)黄銅鉱・(斑銅鉱)・黄鉄鉱；(3)(黄銅鉱)・斑銅鉱・輝水鉛鉱で，(2)期の黄銅鉱が鉱山操業にとって最も重要である。鉱体中に極く微量認められる閃亜鉛鉱，方鉛鉱は(2)期に産する。鉱石鉱物の累帯分布については資料がなく明らかにすることが出来なかったが，MOTEGI(1977)によればサント・トーマスでは中心から外に向って黄銅鉱・斑銅鉱→黄鉄鉱・磁鉄鉱が，また垂直的には深部より浅部に斑銅鉱→黄銅鉱がそれぞれ認められており，他の鉱床も基本的にはこの様式の累帯分布を示すと考える。

鉱化規制は既述の母岩の外縁による規制のほか構造規制があり，大部分の硫化銅鉱物が石英，方解石脈に伴うことから，脈の形成の場となる割目の生成を支配する構造規制は富鉱部形成上非常に重要である。各鉱床の最も卓越した割目をみると，ポーネン：E-W系およびN-S系，サント・ニーニヨ：NW-SE系，サント・トーマス：NE-SW系，ケノン：NW-SE系となり，鉱床ごとに異なっていて全体的には一見規則性がないかのように見える。しかし各鉱床の地質的背景をみると，いずれの鉱床の主要割目も付近の地質構造，特に顕著な断層の方向に非常によく一致している。これは鉱化帯を含む付近一帯に生じた応力を解消すべく生じた断層運動によって断層に平行し或は共役する多数の割目を生じ，この割目に岩体の冷却に伴う割目や節理，岩体のマグマストーピングに付随して生じる割目，岩体の貫入に伴う被貫入岩中に生ずる割目などが重複して岩体内部および周辺に著しい裂か群を形成，これらの割目を通路として熱水鉱液の上昇により硫化銅鉱物を含む石英，方解石の網状帯を形成した。例えばサント・トーマス鉱床では鉱床付近にみられるN60°E方向の大断層に平行な裂かが岩体および周辺の被貫入岩中に発達し，この割目に岩体の冷却に伴って生じた岩体周縁部の節理や割目，岩体の貫入応力によって生じた被貫入岩中の岩体境界に平行な割目が加って岩体の周縁部および被貫入岩中の岩体に近い部分に多数の割目が形成され，これが恰好の“場”となり富鉱部を形成，割目の少ない岩体中心部に向うに従い鉱化は劣化するという，構造規制の標式的な一例である。

鉍化に伴う変質作用は、鉍体の中心部では珪化、絹雲母化、緑泥石化、二次的黒雲母の生成などがみられ、鉍体の周縁部では緑泥石化、緑レン石化、粘土化、炭酸塩化となる。これらの変質作用の平均的な組合せは鉍床の中心から外方に向けて二次的黒雲母生成・絹雲母化・珪化→絹雲母化・珪化・緑泥石化→珪化・緑泥石化・粘土化・黄鉄鉍化→緑泥石化・黄鉄鉍化・緑レン石化・炭酸塩化のような累帯分布を示すかにみえるが、しばしば重複或は欠除のため明瞭ではない。

ポーフイリー・銅鉍床に伴う角礫パイプについては野外で直接観察することは出来なかったが、ALMOGERA(1977)は、サント・トーマス鉍体中に3.0%の銅を含むパイプとサント・ニーニョに不毛のパイプが存在することを指摘しており、この角礫パイプはパラトックプラグと同質のものと考えられる。

2. アグノバソリスと鉍化作用との関係

アグノバソリスはバギオ地域中央部にほぼ南北方向に伸長する大岩体で、バギオ鉍床区に分布する鉍床の成因に関係あると考えられている。アグノバソリスはコルディレラ・セントラルを形成する複背斜の1つの軸部に進入し、閃緑斑岩類はアグノバソリスの進入に関係ある構造弱線或は、進入によって形成された弱線部に沿って、バソリスの周辺部に岩株状(一部シル)をなして貫入している。斑岩類は、岩質的にはポック岩体と全く同質である。従って閃緑斑岩の形成は、既に述べたごとく、同一火成活動で且つより分化の進行したマグマによると考えている。閃緑斑岩の貫入の場となった構造弱線は岩体南部では、NE-SW系が、北部ではN-SおよびNW-SE系が卓越し、その活動は閃緑斑岩自体の貫入の影響もあって貫入後にまで及び、貫入岩体内部にも同一方向の裂かを形成、鉍化規制を示している。

次にバギオ地域内の主要7鉍床の地質的背景をみると、ポーフイリー・銅型4鉍床は全て閃緑斑岩を母岩とし、また接触鉍床は閃緑斑岩の貫入によって形成されたことが明らかである。鉍脈型の2鉍床は被貫入岩を主要母岩とするほか一部はアグノバソリス中にも形成されているが、アグノバソリス或は閃緑斑岩との直接的な関係は不明確である。これらの事実から少なくともポーフイリー・銅鉍床および接触交代鉍床は閃緑斑岩に直接的関係を有し、鉍床は閃緑斑岩がアグノバソリスと同一起源のマグマ-鉍化作用の根源-であること、および貫入の場-鉍床の位置-を規制することの両面でアグノバソリスと密接な関係を有すると結論づけられる。

次に Fig. I-24 からも明らかであるが、本地域内の鉍床の大部分は、アグノバソリスの西側に分布し、東側には稼行中の鉍床はない。このような特徴的な分布の原因は明確ではないが、今回の調査結果から判断すると、鉍床に最も密接な閃緑斑岩が中央から南には全く分布しないことおよびアグノバソリスの東側には基盤の片岩類が直接接するという地質的環境の差によるものと考えられ、探鉍上極めて興味深い現象である。第一、二年次の調査においても基盤

をなす片岩中には稼行可能な鉱床は認められておらず、好ましい母岩ではないようである。

3. ポーフイリー・銅鉱床と他の鉱床との関係

ポーフイリー・銅鉱床(ケノン)と接触交代鉱床(サンクスギビング)との間には、同一起源の閃緑斑岩によって鉱床が形成されたという共通点があるが、一方被貫入岩はケノンでは安山岩類でありサンクスギビングでは石灰岩という岩質の相異および構成鉱物においても前者は銅を主とし、後者は亜鉛を主とし金銀テルル化合物を伴うという著しい相異点を有する。この様な鉱床の例は北～中南米のポーフイリー・銅鉱床帯にも知られており、例えばワーレン鉱床(Warren, 北米アリゾナ州)では、鉱染状銅鉱床を含む岩株が被貫入岩中の石灰岩との接触部で銅に富む交代鉱床を形成し、またカナネア鉱床(Cananea, メキシコ共和国)ではやや離れた位置に銅を主とする鉱染鉱床と、銅・亜鉛を主とする交代鉱床が存在する(石原, 1969), これらのことからケノン鉱床とサンクスギビング鉱床は同一マグマから形成された同質の2つの岩株が1kmという極く近い距離ながら被貫入岩の相異によって異なる鉱床を形成したものと考える。一方サンクスギビング鉱床における金銀テルル化合物の産出は、アクバンおよびアンタモック鉱床との密接な関係を示唆するが、これらの関係については、今回の概査では明らかには出来なかった。

ポーフイリー・銅鉱床と金銀脈鉱床との間には、接触交代鉱床との間にみられるような明確な関係は認められない。しかし脈鉱床の付近にも閃緑斑岩の小岩株がみられ、これらの鉱床もまた閃緑斑岩と成因的に、特に鉱液の起源という点から、密接に関係していることは十分に考えられる。脈鉱床は、Fig. 1-24にみられる通り、北部のNW-SE系断層の南のNE-SW系断層交差部分のアグノパソリスが最も絞られた位置に集中するが、この部分はアグノパソリスの周辺では最も裂かが発達しており、ポーフイリー・銅鉱床中に充分晶出し得なかった金属元素が、破碎帯を通じて浸透した地表水の混入などによって生じた多量の熱水中に濃集し、広い意味でのポーフイリー・銅鉱床の累帯分布の一種として裂かの卓越する比較的せまい範囲のなかに集中的に脈鉱床を形成したものであろうと考える。

第 4 章 試錐の地質

4-1 概 要

第二年次までの調査の結果、プロジェクト地域中には、ボコッド地域とサリナス地域にそれぞれポーフィリー・カッパー鉱床が賦存或は賦存の可能性があることが明らかとなり、特にボコッド地域は、化探の広範囲にわたる異常からも、大規模な鉱床であることが予測された。そこで第三年次はボコッド地域 87km² について地質・地化学準精査および精査が実施され、主として石英閃緑斑岩よりなるボボック岩体と、岩体に伴うポーフィリー・カッパー型の鉱化帯ーボロ、北オディンおよび南オディンの 3 鉱化帯ーが確認された。これらの鉱化帯は物理探査の結果、ボロ鉱化帯は浅部に強い異常が認められ、南に向って深くなる傾向があることと、南北オディン両鉱化帯は広範で、特に深部で極めて強い異常が認められた。そこで試錐探鉱はボコッド地域内で、これら鉱化帯の深部の状態を確認する目的で実施された。

上記目的のため、今年次の試錐探鉱は、ボロ川支流マイディット沢中流部 (PJ-1)、北、南オディン沢間の稜線部 (PJ-2)、南オディン沢上流部 (PJ-3) の 3 地点でそれぞれ 300 m、350 m、350 m の予定で実施された。

各孔の位置および選定理由は次の通りである。

PJ-1 孔

この試錐位置は、ボロ川支流マイディット沢中流部の標高 1,060 m、IP 測線、Line 8-10 S 付近で、この点を中心とする一帯には黄鉄鉱の鉱染帯が沢沿いに広がるほか、現地での半定量分析による高い Cu 地化探異常と、南北性の強い IP 異常とが重複して分布する。しかし IP 異常は深部でやや劣勢となる傾向があるため予定深度を 300 m として、異常帯の確認を行った。

PJ-2 孔

北オディン沢と南オディン沢との分水界をなす稜線上のオディン地区の IP Line 13-4 E と Line 14-4 E との中間付近で、標高は 1,460 m である。試錐地付近は北オディンと南オディンの鉱化帯の境界部に当り、地化探の異常は認められないが、IP 異常が浅部では弱い深部において非常に強く、しかもケセラ鉱体を含む異常帯の延長であることから、深部における鉱化帯の状態を明らかにする目的で選定された。深度は使用機械の最大能力である 350 m が予定された。

PJ-3 孔

この試錐は南オディン沢の上流部の Cu 地化異常と、地表部より深部まで連続し、且つ広範囲にわたる IP 異常の下部の確認と示微源の鉱種の判定を目的としたもので、位置は IP Line 17-10 E 付近で、標高は PJ-2 より 90 m 低い。この IP 異常はケセラ鉱体付近から

PJ-2 地点を通過して南に延びるものである。予定深度はPJ-2 同様350mとした。付近は強い珪化を受けた石英閃緑斑岩I型が分布し、黄鉄鉱の鉱染が著しい。

以上の試錐位置は、現地でのCuの半定量分析に依る地化探異常との重複部で、地質調査の結果からも、深部の状況を明らかにしたい場所でもある。また、BCIによる試錐との接近を極力避けるよう努めて選定された。

4-2 各孔の地質

各孔の詳細な地質は、PL I-6-1に示されているので、ここでは各孔毎に概況を述べる。

PJ-1 (深度 301.45m)

深度7.15mで着盤し、以降孔底までは石英閃緑斑岩II型が続き、81.10~88.50m, 108.60~112.80m, 114.30~124.30m, 131.30~136.70m, 175.80~229.80m, 253.10~257.00mで、それぞれ後鉱化作用の石英安山岩岩脈の貫入がみられる。石英閃緑斑岩は淡灰白色、斑状で、石英、斜長石の斑晶が顕著であるが、珪化の強い部分では一見無斑晶に見える。60m付近までは石英の細脈が多く、粘土化も強くコアは細破している。257.00mより孔底までは粗粒で、やや完晶質的である。

鉱化作用は235m付近まで認められるが、鉱染状黄鉄鉱が主体で、Cu品位が0.4%を超えるのは、24.80~27.20m間だけである。この部分は黄鉄鉱の鉱染のほか、黄鉄鉱、黄銅鉱の微粒を含む石英細脈も多く、黄銅鉱は石英中のものが重要である。57.50~58.00mの間は石英脈中に方鉛鉱、閃亜鉛鉱が散点し、この脈は北オデイン沢でみられた後期の銅、亜鉛脈と同質と考えられる。64mからは石膏の細脈が認められ、深度が増すにつれて増加する傾向がある。石膏細脈は大部分不毛であるが、時に少量の黄鉄鉱を含むことがある。石膏細脈の増加に伴って鉱化は次第に劣化し、235m以深では石膏細脈のみとなっている。

変質作用としては珪化、絹雲母化、緑泥石化、粘土化が認められ、これらは地表における分帯と同様の組合せで、鉱化の強い部分では変質分帯のIV~III型が、弱い部分ではII型が基本的にみられ、60m付近までは粘土化が強い。また石英安山岩との境界部にはしばしば粘土化が認められる。主な鉱化部の分析品位は下記の通りである。

No	深 度 (m)	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Mo %	S %
PJ-1-1	21.30-24.80	0.02	0.05	0.14	N.A	N.A	0.001	2.0
4	24.80-27.20	N.A	N.A	0.44	N.A	N.A	N.A	1.8
6	57.50-58.00	0.83	14.9	0.07	1.37	1.08	0.001	6.3
14	97.30-97.70	N.A	N.A	0.04	N.A	N.A	N.A	5.0

N.A : 分析せず(以下同じ)

PJ-2 (深度 350.10 m)

本孔は稜線部のため表土が厚く、26.00 mにて石英閃緑斑岩Ⅱ型に入り、6.50～103.10 m、106.30～112.50 m、137.50～145.10 m で石英安山岩岩脈がみられるほかは孔底まで石英閃緑斑岩Ⅱ型が続く。84.60 mまでは強い緑泥石化を受けるほか緑レン石もみられ、緑灰色を呈するが、それ以深では淡灰～灰色となる。岩質はPJ-1と同様である。石英安山岩岩脈はPJ-1に比較すると非常に少なく、このことは地表においても認められており、岩体中心部のため裂かの発達が発達が充分でなかったためと考えている。鉍化作用は85 m付近より孔底まで認められ、主な鉍化部分の分析結果は次の通りである。

No	深 度 (m)	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Mo %	S %
PJ-2-4	86.90～88.40	N.A	N.A	0.65	N.A	N.A	N.A	3.6
5	88.40～88.70	0.34	7.3	0.98	0.04	0.70	0.000	5.2
6	88.70～90.35	N.A	N.A	0.18	N.A	N.A	N.A	3.3
7	90.35～91.50	0.02	0.9	0.13	N.A	N.A	N.A	2.7
9	91.50～92.30	N.A	N.A	0.22	0.02	0.11	N.A	4.1
10	146.60～149.10	N.A	N.A	0.04	N.A	N.A	N.A	2.8
15	182.40～184.60	N.A	N.A	0.05	N.A	N.A	N.A	3.3
19	275.70～279.00	0.09	1.8	0.11	N.A	N.A	N.A	3.1
20	279.00～281.20	N.A	N.A	0.12	N.A	N.A	N.A	2.8
24	331.70～333.45	N.A	N.A	0.16	N.A	N.A	N.A	3.8
25	341.65～344.30	N.A	N.A	0.04	N.A	N.A	N.A	2.4

以上の結果から明らかな通り、Cuは92 m付近までで、それより深部では黄鉄主体となる。Cu品位の高い86.90～88.70 m間は黄銅鉍を含む石英、方解石微細脈を伴う鉍染帯で石英、方解石脈はPJ-1に比較すると非常に弱い。146 m以深の鉍化部分は黄鉄鉍の鉍染が大部分で、一部石英細脈やフィルム状の黄鉄鉍、黄銅鉍、閃亜鉛鉍がみられる(272 m付近)が、非常に局部的である。これらの鉍石の産状はケセラ鉍体の産状に類似しているが石英細脈の発達が比較的強い。

変質作用はPJ-1と同様で、鉍化の強い部分では珪化作用が著しい。PJ-1で見られた石膏は、この試錐では認められず、Cu品位は低い鉍化は尚深部まで連続するものと考えてよい。

PJ-3 (深度 351.00 m)

この試錐は4.80 mで石英閃緑斑岩Ⅰ型に着盤、64.00 mより94.70 mまでは石英安山岩で、そのあと289 mまでは石英閃緑斑岩Ⅱ型に連続する。この間160.30～187.65 m、234.40～253.20 mで石英安山岩の岩脈に貫かれ、289 mから孔底までも同様の岩脈で

ある。本孔にみられる石英閃緑斑岩は、64 mまでは緑灰色を呈し、著しく珪化、緑泥石化し、部分的に緑レン石もみられる。94 mから289 mまでは珪化がより強くなる代りに緑レン石は減少し、また鉍化部分では絹雲母化も観察され、相対的に変質は強くなっている。

主な鉍化部の分析品位は、

No	深 度 (m)	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Mo %	S %
PJ-3-1	12.60~ 14.40	0.02	0.6	0.02	0.01	0.01	N.A	2.8
2	19.45~ 22.10	N.A	N.A	0.00	N.A	N.A	N.A	4.1
3	22.10~ 25.30	N.A	N.A	0.04	N.A	N.A	N.A	3.8
8	99.20~103.00	N.A	N.A	0.02	0.00	0.00	N.A	6.0
12	140.80~142.25	1.04	18.1	0.16	0.37	1.67	0.001	3.4
14	142.25~143.95	N.A	N.A	0.10	N.A	N.A	N.A	3.6
15	143.95~145.15	2.02	43.2	0.11	0.36	1.13	0.001	3.7
16	145.15~147.05	N.A	N.A	0.11	0.43	1.20	N.A	3.4
19	147.05~149.10	N.A	N.A	0.12	N.A	N.A	N.A	3.0

の通りで、103 m までの鉍化帯は鉍染状黄鉄鉍を主とし、黄銅鉍は時に斑点状に認められるが非常に少ない。石英、方解石細脈も13 m付近の浅い部分でよくみられ、稀に方鉛鉍、閃鉛亜鉛の微粒を伴うが、全般には弱い。141~150 mの鉍化部は、浅部のものより黄銅鉍が強く、また石英細脈も発達していて、方鉛鉍、閃鉛亜鉛を斑点状に伴う。150 m以深でも鉍化は認められるが、黄鉄鉍の弱い鉍染となり浅部での鉍化より更に劣勢である。また187 mよりは石膏の細脈が次第に増加し、深度を増すにつれて石膏細脈も増加する傾向が明らかである。この石膏細脈にも微量の黄鉄鉍が随伴している。

4-3 試錐結果のまとめ

第三年次の地質・地化学調査および物理探査の現地解析結果に基づいて抽出された、地化探およびIP各異常帯の重複部分並びにIP異常のうち特に深部に強い異常がみられる部分に対して、3孔1002.55 mの試錐を実施し、次のことが明らかとなった。

1. Cu品位の高い部分 (Cu 0.4%以上) は2~3 m程度の単位では認められるが、比較的浅い部分で、且つ局部的であり、全般的にはCu品位は0.2%以下の低品位である。
2. 地表調査では、ボロ川沿いの一部でのみ認められた石膏が、試錐ではPJ-1 およびPJ-3 の両孔の深部で細脈として多産しており、且つ石膏の増加に伴い鉍化作用が劣化する傾向が明らかに認められる。
3. 地化探の強いCu異常帯では、極く浅い部分にCu品位の相対的に高い部分が存在し、PJ-2 のようにCu の高い部分がやや深い場合は、地表での異常はそれほど顕著ではない。

4. IP異常については、浅部で強く深部で弱まるマイデイト沢一帯の異常帯は試錐の結果とよく一致しており、南、北オディン沢付近の深部で優勢となる異常帯も、黄鉄鉱、黄銅鉱の区別を考えず硫化鉱物として見た場合試錐の結果と一致する。
5. 鉱床の母岩をなす石英閃緑斑岩、鉱石鉱物の組成、産状などは、地表下350m程度の深度では、地表での観察結果と変わらない。
各孔の柱状図を Fig. 1-27 に示した。

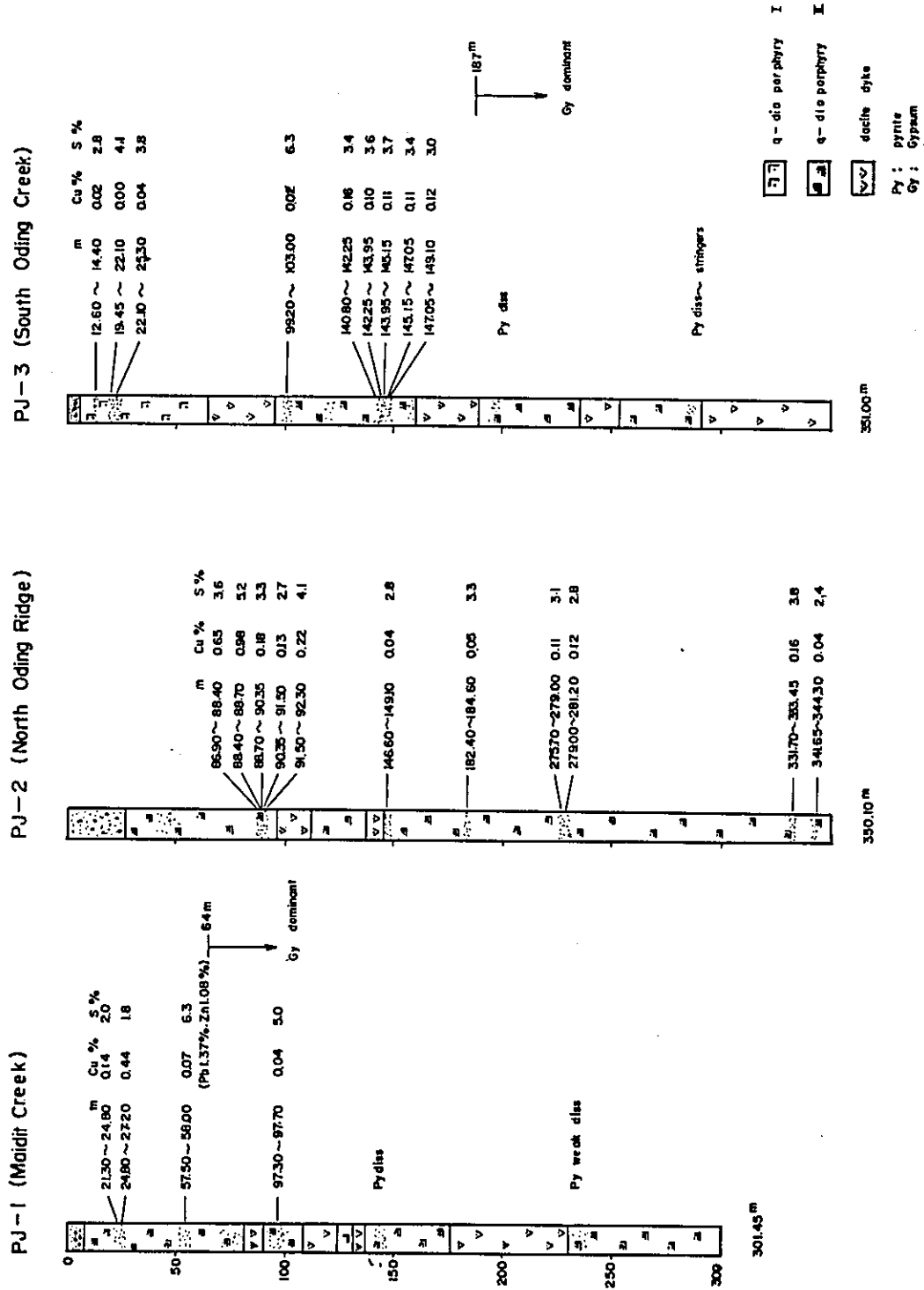


Fig. I-27 Compilation of core-logs

II 地化学調査

第 1 章 総 説

第二年次までの地化学調査は河川堆積物を対象として実施されたが、第三年次は、調査地域が鉍化帯または河川堆積物地化学調査における異常帯に絞られたため、土壌を対象とした。また指示元素として、Cu・Znの2元素が選ばれた。

試料の採取は、精査、準精査と調査精度の相違に応じて採取密度を増減し、ボコッド、モンギア、サリナス、カシブの4地域について実施された。また、試錐位置の選定に供するため、ボコッド、サリナス、カシブの3地域の全試料については現地でCuの半定量分析が実施され、モンギア地域の全試料はフィリピン鉍山局の分析室でCu・Znの定量分析が実施された。

今年次の地化学調査から得られた調査地域ごとの主な結果は次の通りである。

1. ボコッド地域

精査地区内ではボロ川及びその支流のボラノス沢、カッパー沢一帯、北オディン沢中流部の北岸、南オディン沢中～上流部でCuの強い異常帯が得られ、このうちボロ地区の異常帯は25 km×1.5 kmの広大な面積を占める。またZnはボロ川北岸及びマイデット沢、北オディン沢下流部及び上流部、南オディン沢中～上流部にそれぞれ認められ、一部はCu異常帯と重複するが、巨視的には、Cu異常帯を取り囲むように分布している。

準精査地域では、調査地域の南端部、ベネング川北岸及びビト川上流部でZnの小規模な異常帯が認められるに過ぎない。

2. モンギア地域

本地域は、第二年次の地化学調査において強いZn異常が認められたため、今年次の調査対象地域に選ばれたもので、今回の調査においてもルガン鉍床を中心とする広い範囲に顕著なZn異常帯を確認した。この異常帯は明らかに閃亜鉛鉍を主とするルガン鉍床に起因する。Cu異常はルガン鉍床付近のZn異常帯と重複して局部的に認められた。

3. サリナス地域

準精査地区内マバヤオ沢入口付近及び上流部にCuの強い異常帯が認められ、入口付近のものはサン・ファビアンポーフィリー・カッパー鉍床、また上流部のものは、Na I 鉍染帯によるものである。Znはマバヤオ沢上流部に認められ、Cu異常帯の南側を取り囲むように分布する。

しかし、サン・ファビアン鉍床付近でのZn異常はあまり強くない。いずれにしても、Cu・Zn各異常帯の分布上のずれはボコッド地域と全く同じパターンであって、ポーフィリー・カッパー鉍床特有の性質を示すものと考えられる。

精査地域内でのCu・Zn異常帯は極めて局部的で見べきものはない。

4. カシブ地域

本地域では、他の3地域とは非常に異なるパターンを示し、異常帯と呼ぶべきものはない。特にCuについてはバックグラウンドが200 ppmで他地域に比較して異常に高く、異常の“しきい値”（t, 380 ppm）を超える試料は孤立した3地点のみである。Znもほぼ同様の傾向を示す。

第2章 採試方法および分析方法

2-1 採試方法

本調査は地質調査と併行して行われ、試料の平均採取密度は、ボコッド精査地区では $15 \frac{\text{kg}}{\text{km}^2}$ 、その他の精査地域では $25 \frac{\text{kg}}{\text{km}^2}$ とされ、準精査区域では $5 \frac{\text{kg}}{\text{km}^2}$ で、主として調査ルート沿いに採取されたが、ルート間隔が大きい場合は尾根に沿っても採取され、採試間隔の均等化を図った。

土壌は主として集積層（B層）から取られ、ビニール袋に入れてボボックベースキャンプへ送られた。ベースキャンプでは試料を天日によって自然乾燥したあと、篩によって-80メッシュに調整され、分析試料とされた。

2-2 分析方法

試錐位置選定のため、調整された全試料はボボックベースキャンプにおいてCuの半定量分析が実施された。このうちモンギア地域の試料のみは、フィリピン鉱山局においてCu、Znの定量分析がなされた。現地調査終了後、試料は日本において原子吸光法によりCu、Znの定量分析が行われた。

分析方法は次の通りである。

2-2-1 Cu半定量法

試料0.2gに0.6gのピロ硫酸カリを加え、溶融後稀塩酸（1%）4mlを加え、加熱溶解する。次にケノ緩衝液10mlを加えPH5.0を確認後、2mlのバイキノリン溶液を加える。強振して、発色した赤色の濃さを標準系列と比色する。

2-2-2 Cu、Zn定量法

試料1gに濃硝酸5mlと過塩素酸3mlを加えサンドバス上で白煙が上るまで加熱する。放冷後、稀硝酸（1+2）5mlを加え溶解し、水を加えながら全量を20mlに調整し、その溶液を原子吸光光度計で測定する。測定波長は、Cu：3247Å、Zn：2139Åである。

第3章 結果の処理とその検討

3-1 分析データの処理

得られた分析データについて、次のような統計処理を行った。

前述のように各調査地域が分離、独立しているため、データの処理は各地域ごとに精査、準精査の総試料について実施した。統計処理に当っては、モンギア地域の試料数が130個と少ないため、処理結果に多少問題があるかもしれないが、鉍化帯の性質が他地域とは著しく異なるため、他地域との統合処理はしなかった。また統計処理に当っては、試料密度が均等であることが前提となるが、実際の採試位置は主に調査ルート沿いとなっているため部分的な不均等は免がれない。

結果の処理方法は、データの累積度数分布をグラフに表現することによって、バックグラウンド(b)および異常の“しきい値”(t)を決定した。(Fig II-1.2.3.4.参照)

上記の t 値をもとに地化学異常図(PL II-1-1~4)を作成したが、 t 値だけでは全体の傾向が不明瞭であるため、 $2t$ 、 $3t$ などを異常の程度に応じて補助的に使用した。

各地域ごとの b 、 t 、 $2t$ をTable II-1に示した。

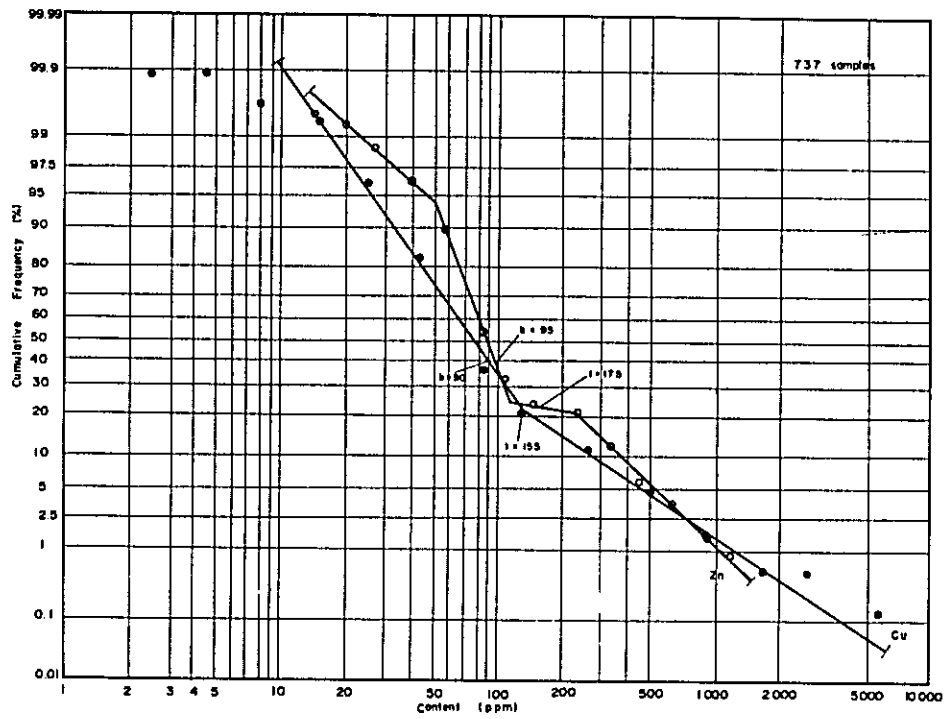


Fig. II-1 Cumulative frequency distribution of Cu and Zn in Bokod area

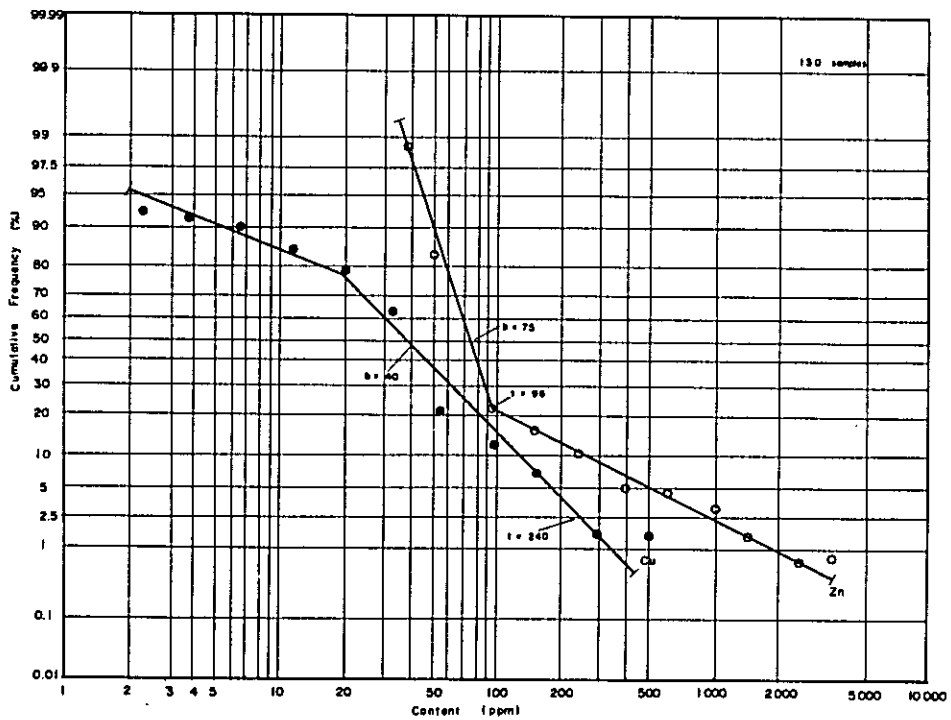


Fig. II-2 Cumulative frequency distribution of Cu and Zn in Mongia area

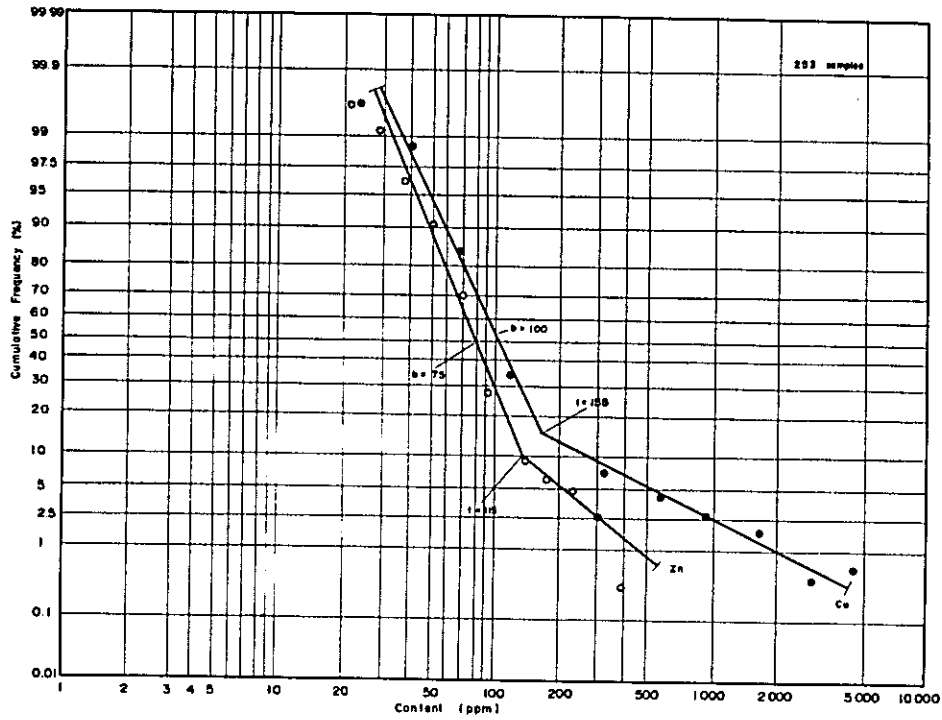


Fig. II-3 Cumulative frequency distribution of Cu and Zn in Salinas area

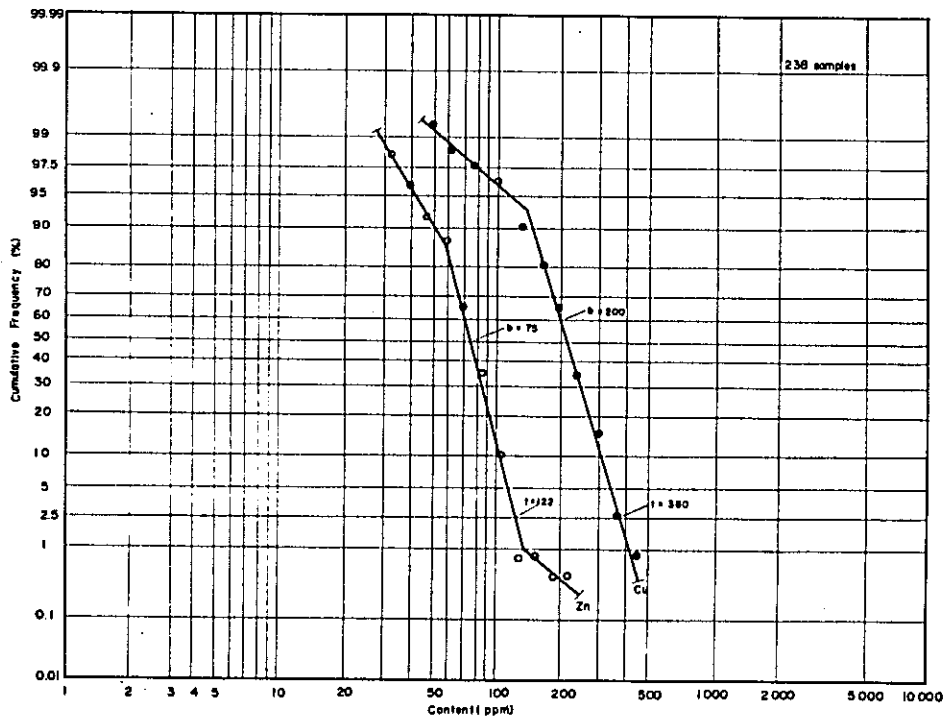


Fig. II-4 Cumulative frequency distribution of Cu and Zn in Kasibu area

Table II-1 Mean background and threshold value of each area

		b	t	2t	Coefficient of correlation (Cu-Zn)	Number of observations
Bokod area	Cu	95 ppm	155 ppm	310 ppm	0.370	737 pcs
	Zn	90	170	340		
Mongia area	Cu	40	240	480	0.544	130
	Zn	75	96	192		
Salinas area	Cu	100	155	310	0.273	253
	Zn	75	115	230		
Kasibu area	Cu	200	380	760	0.493	238
	Zn	75	122	244		

3-2 各異常帯の検討

3-2-1 ボゴッド地域

本地域の精査地区には、強い鉍化作用を受けたボボック岩体が分布し、大規模なCu異常帯がボロ川南岸、北オディン沢北岸、南オディン沢中流～上流部の3ヶ所に認められ、これらの異常帯の分布は鉍化帯の分布と非常によく一致している。

ボロ川南岸の異常帯は、マイディット沢、カッパー沢、ボラノス沢を中心に分布し、その範囲は東西約2.5 km、南北約1.5 kmで、マイディット沢ではボロ川との合点から沢沿いに約2.3 km南まで連続する。この異常帯のなかには、4t (620 ppm) 以上の高い値が最高値7455 ppmを含めて15地点もあり、これらはボラノス沢とカッパー沢との間の稜線部によって東西に二分され、東側がより強い異常帯となっている。これらの強異常帯が分布する範囲は、露頭でも初生、二次生の銅鉍物が鉍染或いは石英細脈の網状帯中に産し、鉍化の状況とよく一致している。またボラノス沢とカッパー沢との間にある低含有範囲は、稜線部のための厚い表土及び一部鉍化作用後の石英安山岩岩脈の影響であろうと考える。

北オディン沢北岸のCu異常帯は、ケセラ鉍体を含むもので主として北オディン沢中流部の北岸に東西方向に伸びる分布を示し、その範囲は東西約2.3 km、南北平均0.8 kmである。この異常帯はボロ異常帯よりやや劣勢で4t 以上は最高値1790 ppmを含めて6地点あるものの、うち3地点は互いに孤立している。鉍化との関係はボロの場合と同様よく一致している。ケセラ鉍体は、この異常帯の東端部で4t 以上が3地点集まる範囲の西端付近に位置する。従って鉍体の露頭部は強異常帯とはなっていないが、このことはケセラ4100坑道の坑口付近の銅品位が低く、奥部で好転するという理由によるものと考えてよい。

北オディン沢最上流部にも、ほぼ沢沿いに1 km × 0.3 kmのCu異常帯があるが、この異常帯は

強い Zn 異常帯とも一致し、より後期生成の鉛・亜鉛脈によるものであろう。

南オディン沢 Cu 異常帯は、本来北オディン異常帯の一部が稜線部の低値帯のため見かけ上分割されたものと思われる。この異常帯は、東西 2 km、南北約 1 km の範囲の中に 3 個の異常帯が近接して配列するもので、東側の異常帯が最も優勢で最高値 3,893 ppm を有するが、孤立した地点となりその面積も小さい。異常帯が 3 個の小異常帯に分割されているのは鉍化後の岩脈の影響によると考えている。

精査地区内の Zn 異常帯は Cu 異常帯ほどまとまらず、大小さまざまな異常帯が地区内全般に島状に分散している。このうち代表的なものは、マイディット沢下流部からボロ川北岸にかけて分布する約 2 km × 1 km の異常帯、北オディン沢下流部北岸の約 1.7 km × 1 km の異常帯、北オディン沢最上流部の 2.3 km × 0.5 km のもの及び南オディン沢中流～上流部のもので、これらのうち面積ではボロ川付近のものが最大であるが、最高値は 920 ppm で、異常の強さは、北オディン沢最上流部のものが 1,000 ppm 以上を 5 地点含み優勢である。

Zn 異常帯と Cu 異常帯との分布を比較すると、部分的な重複はあるが、大局的には Cu 異常帯の周辺部に Zn 異常帯が形成されていることが明らかである。このことは小さい単位での累帯分布を示しているのかもしれない。Cu・Zn の相関係数が 0.370 と極めて悪いことも、両者の分布上のずれを示している。

準精査地区内では、Cu 異常はなく Zn 異常帯が調査地域南端部ベネング川北岸及びビト川最上流部にみられる。ベネング川北岸の異常帯は、東西約 1.2 km、南北 1.2 km の台形状を成し、その北東端に 2t (340 ppm) を超える 2 地点を有する弱い異常帯で、地表調査では変質安山岩中に局所的な黄鉄鉍の鉍染がみられたに過ぎない。また、ビト川最上流部の異常帯は、t (170 ppm) ～ 2t の値を有する 5 地点より成るものである。

以上のことから、少なくともボコッド地域ではポーフィリー・カッパー鉍床は鉍化帯とほぼ同一地帯に広範囲且つ強度の Cu 異常帯を形成し、またその周辺部に Zn 異常帯を形成するということが明らかとなった。また Cu 異常の強度は比較的浅い部分における鉍化の程度に左右されると言える。

3-2-2 モンギア地域

本地域には、顕著な Zn 異常帯が認められた。この異常帯はルガン鉍床を中心とし、キオン沢とカディディダタナン沢に囲まれる南北約 1.5 km、東西約 0.6 km の範囲を占め、3t (384 ppm) を超える高い値を 10 地点含む。最高値は 4,995 ppm である。本異常帯が著しく閃亜鉛鉍に富むルガン鉍床によってもたらされたことは明らかで、カディディダタナン沢の異常帯も Zn 品位が 1% を超える鉍染帯によるものである。しかし、キオン沢の上流部については、鉍化帯は認められていない。

Cu 異常帯としては、ルガン鉍床付近の Zn 異常帯と同一部に、t (240 ppm) ～ 2t が 1 地点、

2t以上が1地点認められただけで、異常帯と言える程のものではなく、Znとは著しく対照的な結果となった。これはデータ中に低い母集団があるため、バックグラウンド(40 ppm)に比較して“しきい値” t が240 ppmと異常に高いことによる。相関係数は0.544で4地域中最も高い値である。

3-2-3 サリナス地域

準精査地区内において、それぞれ3ヶ所のCu, Zn異常帯が確認された。Cuの最も強い異常帯は、サン・ファビアン鉱床を含むマバヤオ沢入口一帯に位置し、異常帯の北限は試料がないため確かではないが、中～下部中新世のサンタ・フェ石灰岩層が不整合に分布する範囲となることから、急激に消滅することが予想される。この異常帯は長径約2 km, 短径0.7 kmの長円形で、NNE-SSW方向に伸長するが、2t(310 ppm)以上の地点はマバヤオ沢の両岸に分かれ、南の異常帯中にサン・ファビアン・ポーフイリー・カッパー鉱床が胚胎する。北岸の異常帯については、地表では石英、方解石の細脈が顕著である。異常の強さは1,000 ppmを超える地点が、両岸とも3地点あり、最高値は5,910 ppmで、南岸側にある。

マバヤオ沢上流部のCu異常帯は調査地域の外側に伸びるため範囲は明らかではないが、最高値は2,024 ppmに達し、マバヤオ沢入口の異常帯に匹敵する。この異常帯中には、少量の二次生成の藍銅鉱、銅藍を伴うポーフイリー・カッパー型のNa I 鉱染帯があり、この鉱染帯によるものである。その他のCu異常帯としてはサン・ファビアン鉱床の西方に小規模なものがあり、より西側の異常帯は、Na II 鉱染帯によるものである。

Zn異常帯は、マバヤオ沢上流部のCu異常帯の南側に認められ、SW方向に約1.5 km連続する。 t (115 ppm)を超える地点は最高値(452 ppm)を含めて7地点である。このほか、マバヤオ沢入口のCu異常帯に重複するように小規模な異常が認められるが、いずれもそれ程強いものではない。Zn異常帯は大部分がCu異常帯の周辺に形成され、ポコッド地域と同様Cu異常帯を取り囲むように分布する。このことは、サリナス地域でのCu・Znの相関係数が0.273で4地域中最も悪い相関であることから明らかである。

精査地域内のCu, Zn異常値は大部分が孤立しており、顕著な異常帯は存在せず、僅かに区域南端部に、2地点よりなるCu異常帯が見られる程度である。精査地区内には、地表調査の結果では弱い黄鉄鉱の鉱染帯(Na IV～VI)がみられただけで、地化学調査の結果とよく一致している。

3-2-4 カンプ地域

本地域では、Cu“しきい値”($t=380$ ppm)を超える値は精査地区内で2地点、準精査地区内で1地点の合わせて3地点のみであり、Znについても $t=122$ ppmを超える値は準精査地区内の2地点に過ぎない。しかも、各異常値地点はそれぞれ孤立しており、異常帯は存在しない。このことは、Cuについてはバックグラウンド($b=200$ ppm)が異常に高いため

あり、Znについては、最高値（251 ppm）とバックグラウンドとの差が非常に小さいことなどによると考えられる。

本地域は、その大部分がアルカリ岩類より構成され、他地域とは岩質的に著しく異なる。地化学調査の結果が、他の3地域にみられないパターンを示すことは、このような岩質の相異によるものである。また、本地域内には黄鉄鉱染帯が数ヶ所知られているが、地化学調査結果では、その存在を示すCu又はZnの異常は現われていない。

Cu . Zn の相関係数は0.493である。

III 物理探査

第 1 章 総 説

第一年次に、ルソン北部地区の14,500Km²の地域について、地質概査および11,244 Line-Kmの空中磁気探査が実施され、このうち30%の地域について、第二年次の地質調査、地化学探査が行なわれた。また、第一年次の空中磁気探査の結果について定量解析を行ない、複合岩体の深度分布を求めた。さらに第三年次には、有望地域としてボコッド、モンギア、サリナスおよびカンプの4地域が選定され、このうち最も地化探異常が強いボコッドについて物理探査を実施することとなった。

本地域は、Benguet Consolidated Inc., (BCI)の探鉱地域であり、1968年以来、IP法電気探査が小規模ながら実施されている。BCIが既知鉱体(Que Sera)上で実施したIP法電気探査によれば、15%の強いFE異常が検出されているが、これらのデータを解析した報告は見当たらない。IP法に対する強い示徴が予想される一方、この地域には、Que Sera 鉱体を含む3つの鉱化帯の存在が予想されており、貫入岩体の分布からその一つは北部ボロ(Bolo)地区に、他の一つは南部オディン(Oding)地区にあると考えられている。本調査では、ボロ地区とオディン地区にIP法電気探査を実施し、鉱体上で既に実施された結果と併せコンパイルを実施した。*

また、BCIの実施した地表磁気探査によれば、既知鉱体の直上に顕著な磁気異常が確認されており、磁鉄鉱に富む石英閃緑斑岩によるものと考えられている。この磁気異常の周辺の磁力分布をIP測線を利用して測定し、BCIのデータと併せて解析を行なった。

以上の如く本調査では、ボロ地区とオディン地区にIP法電気探査を実施し、鉱化帯の分布とその規模を知り、併せて磁気探査を実施することにより、磁鉄鉱を伴う貫入岩体の分布および硫化物の鉱種を考察し、総合的に鉱体の分布、形態を検討し、有効な試錐探鉱位置を選定することを目的とした。

* 本調査で実施したIP測線は、合計21本、44,000 mであり、ボロ地区に10本、23,200 m、オディン地区に12本、20,800 mを設定した。

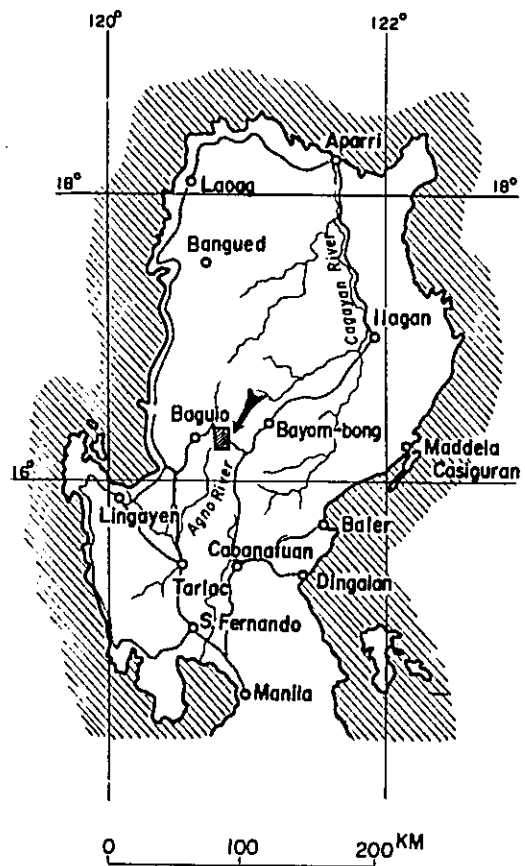
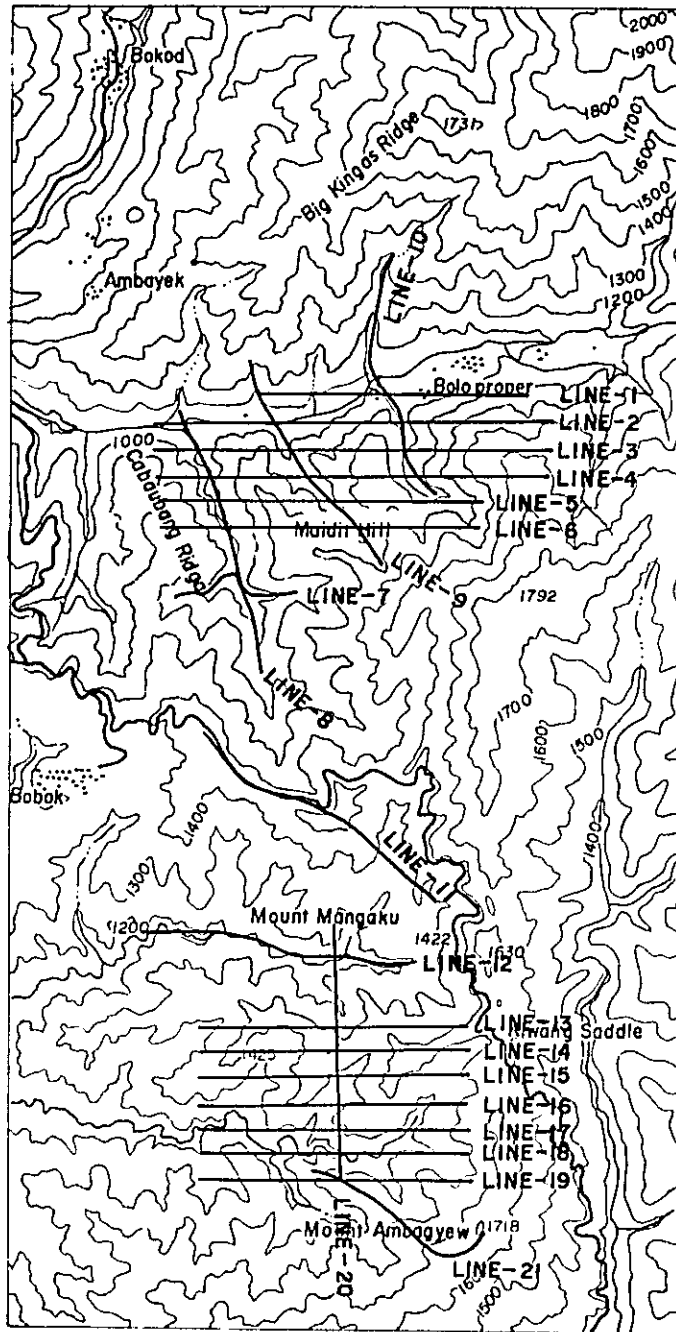


Fig. III-1 Location map of the survey area

第 2 章 調 査 要 項

2-1 調査地域

ルソン島 ベンゲット (Benguet) 州, ボコッド (Bokod) に位置し, 調査範囲は

北 緯 16° 24' 44" ~ 16° 28' 39" 南北約 7 Km

東 経 120° 50' 00" ~ 120° 51' 42" 東西約 3 Km

で囲まれる部分である。

調査地域は, ボコッド地域内の地質精査区域内にあり, 大別すれば北部のボロ地区と南部のオディン地区に 2 分される。

2-2 位置・交通

本調査地域は, バギオ (Baguio) 市の東方 25 Km にある。バギオ市は, マニラ市の北 300 Km にある山間都市であり, マニラよりバスにて 5 時間, フィリピン航空の国内線を利用すれば 1 時間を要する。

バギオからベースキャンプのあるボボック (Bobok) までは, 未舗装ながらバス道路が通っており, 途中当地域の電力をまかなうアンブクラウ (Ambuklao) ダムを経て, ジープにて約 2 時間の山岳道路がある。

調査地域中央には, BOI のボボック製材所 (Bobok Timber Project) があり, 周辺の主に松材の集材所となっている。このため, 急峻な地形にもかかわらず, 尾根沿いの道路は発達している。しかし, 北部ボロへの車道はなく, バス道路よりボロ川沿いに徒歩にて約一時間を要する。このためボロにはサブ・ベースキャンプが設置された。

2-3 調査地域の地質

物理探査が実施されたボコッド地域は, 白亜紀～古第三紀始新世のカラバロ層群と, これを貫く新第三紀中新世後期のボボック石英閃緑斑岩岩体よりなる。カラバロ層群は安山岩質岩類の I 層と, その上位の玄武岩質岩類よりなる II 層とに分けられ, 岩体周辺には主として I 層が分布する。ボボック岩体は石英斑晶の顕著な石英閃緑斑岩 I 型と, 石英斑晶の非常に少ない II 型および後鉍化作用の活動である石英安山岩岩脈より構成される。

鉍床は主として石英閃緑斑岩 II 型に伴うポーフィリー銅鉍床で, 鉍化作用は 7 Km × 2.5 Km の岩体のほぼ全域に広がるが, まとまった部分は大きくボロ地区とオディン地区に分けられ, 物理探査はこの両地区内で実施された。ボロ地区は鉍染状および網状石英細脈に伴う黄鉄鉍を主とし, 銅は少ないが, オディン地区では鉍染状黄鉄鉍と共に黄銅鉍を多産し, 良好部はケセラ鉍体と言われ, 現在 BOI によって坑道探鉍が実施されている。

物理探査実施範囲に分布する岩層は、ボロ地区ではボボック岩体とカラパロ層群I層、オディン地区ではボボック岩体のみである。

2-4 測定機器

I P 送信機	千葉電子研究所製	OH-505	1 セット
		OH-509	1 セット
		最大出力	2.5A, 800V
発 電 機	米国Geotronics 社製	Model 421	3 セット
		最大出力	2.0kW, 400Hz, 115V
I P 受信機	横浜電子研究所製	YDO-434B	
		YDO-441	
		7505-B	
	米国Geotronics 社製	R401	以上4セット
I P チェッカー	横浜電子研究所製		
トランシーバー	日立製作所製	OH-1330	500mW 10台
	ソニー製	IOB-350	500mW 5台
磁 力 計	米国Geometrics 社製	G-816	精度±1r 1セット

2-5 測 量

ボロッド地域にみられる石英閃緑斑岩の分布から、これに伴う鉍化帯の分布は南北に延びると予想されたため、測線は主に東西方向に計画し、測線間隔は200mとした。ボロ地区では、異常の南北への伸展をみるため、マイディット沢 (Maidit Creek) 沿いのLine-8、カッパー沢 (Copper Creek) 沿いのLine-9、ポラノス沢 (Polanos Creek) 沿いのLine-10およびオディン地区ではタイライン (Line-20) を設定した。また、測線の西半分が道路に沿うLine-11は、ボロ、オディン両地区の中間の空白地であるため、鉍化帯の連続性を確認するために設定した。北オディン沢に沿うLine-12は、既知鉍床の直上を通り、BOIのIP測線とも重複するため、沢沿いに2,000mの測線を設定した。

沢沿い測線を除く各測線は、当地域の偏角が西偏 $0^{\circ}45'$ であるため、磁針により東西、南北方向に設定された。測量には、牛方ポケットコンパスと50mエスロンテープを用い、開放トランス測量を実施し、測点は水平距離50m間隔に設定された。

測点番号は測線の中心を0とし、東西測線については……4W, 3W, 2W, 1W, 0, 1E, 2E, 3E, ……と50m毎に連続番号を付した。

ボロ地区の基点は、カバウバン沢 (Oabaubang Creek) とボロ沢との交点とし、これを

Line-2 の 20 W として 90° (磁針東) へ測線を展開した。基点の標高 (920 m) は 5 万分の 1 地形図から読みとった。

また、オディン地区の基点は、BOI 探鉱試錐の DDH-5 孔とし、これを南北タイライン Line-20 の 0 として 180° (磁針南) へ測線を展開した。Line-13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 の 0 は、それぞれ Line-20 の 14 S, 20 S, 24 S, 28 S, 32 S, 36 S, 40 S と一致している。なお、IP を測定した結果、異常帯の南限を捉えるため Line-21 を追加している。これは、Line-20 の 40 S を 0 とし、アンバギョー (Ambagyew) 山頂 (1,718 m) に至る 1,600 m の測線である。

第 3 章 調 査 方 法

3-1 IP法概要

本調査に適用されたIP法は、通常フィリピン国内のポーフィリー・銅型鉱床の調査に用いられている周波数法IPであり、電極配置は双極子法 (Dipole-Dipole Array) を採用している。

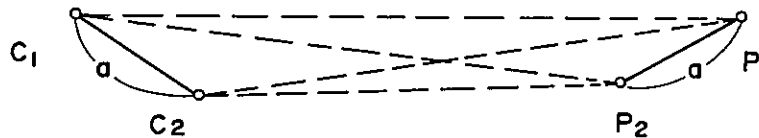
IP法では、一対の電流電極 (C_1, C_2) から大地に交流電流 I_{AO} を供給し、他の一対の電位電極 (P_1, P_2) にて電位 V_{AO} を測定する。このとき、大地の見掛比抵抗 ρ_{AO} は、次式により算出される。

$$\rho_{AO} = K V_{AO} / I_{AO}$$

ここに、 K は電流電極と電位電極のなす相互距離函数であり、電極間隔を a とすれば、

$$K = 2 \pi a / \left(\frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_1 P_2} - \frac{1}{C_2 P_1} + \frac{1}{C_2 P_2} \right)$$

となる。



測定器により電位 V_{AO} が読まれたのち、電流を一定にしたまま、その周波数を直流に近い低周波数に切りかえることにより、見掛比抵抗の周波数による偏差を直読することが出来る。これを周波数効果 FE (Frequency Effect) と称し、次式で定義される。

$$FEa = \frac{V_{DC} - V_{AO}}{V_{AO}} \times 100 (\%) = \frac{\rho_{DC} - \rho_{AO}}{\rho_{AO}} \times 100 (\%)$$

今回の調査では、周波数を 3.0 Hz および 0.3 Hz としている。BCI は、MOPHAR 社の測定システムを使用したので、周波数は 2.5 Hz および 0.3 Hz であり、これによる FE は、3.0 / 0.3 の場合の 0.92 倍となる。FE 異常のきわめて大きい本地域では、測定システムの違いによる FE の差は、解析上大きな問題にはならないため、これを無視して両データをコンパイルした。

FE は、見掛比抵抗の偏差であるため、地形の影響を受けることは少ないが、比抵抗は、電極函数 K が半無限平地を仮定しているため、電極の位置により地形の影響を受け易い。即ち、谷の下では見掛比抵抗が低く、山体の下では高い。これを定量的に補正することはきわめて困難であるため、地形変化の少ない点での比抵抗値、In-Situ 調査の測定結果および岩石物性測定結果を参考にして定性的に決定した。

見掛比抵抗の定量的補正法の一つに、抵抗紙 (アナコンペーパー) による補正がある。これ

は、一様な比抵抗をもつ炭素塗布紙を縮尺地形に沿って切断し、この擬似断面上に微弱電流を流してその電位分布を測定する。

この補正は、地形が2次元半無限と仮定してなされるものであるため、尾根沿い、沢沿いや小規模な地形変化および地表附近の比抵抗変化による影響は除去しえない。

しかし、ポロ地区の如く、山体が測線方向にほぼ直交している地域では、傾向的に地形の影響を除去することが出来る。ポロ地区のLine-3に対する補正結果は以下の通りである。

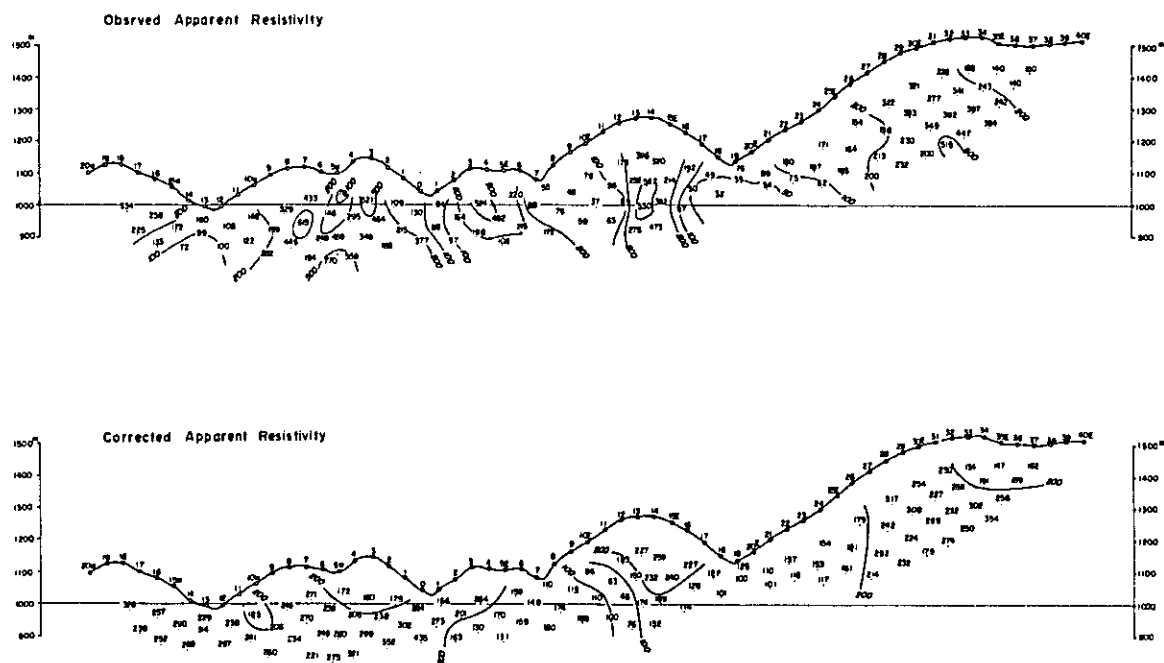


Fig. III-2 An example of the terrain correction for the apparent resistivity on line 3

これによると、例えば14E深部にみられた $567\Omega m$ の高抵抗は、地形補正により $232\Omega m$ となり、ポラノス沢の影響による18E下方の $32\Omega m$ の低比抵抗は、地形補正により $101\Omega m$ となった。この様に、山体の下部の高比抵抗及び沢の下の低比抵抗は、すべて補正され、 $200\sim 400\Omega m$ の比抵抗分布を得ることが出来た。測線中央部の5E~26Eでは、 $200\Omega m$ 以下の比抵抗分布がみられ、ほぼFE5%以上の地域に一致している。即ち、鉍化帯が、不明瞭なが

ら低比抵抗帯にみられることが、地形補正をほどこすことによって判明した。

幸い、Line-3 は、きわめて急峻な地形を呈するにもかかわらず、山体及び沢が測線と直交するため2次元補正が有効であったが、地形変化が複雑であるため必ずしも本補正法を全測線にほどこす必要はない。

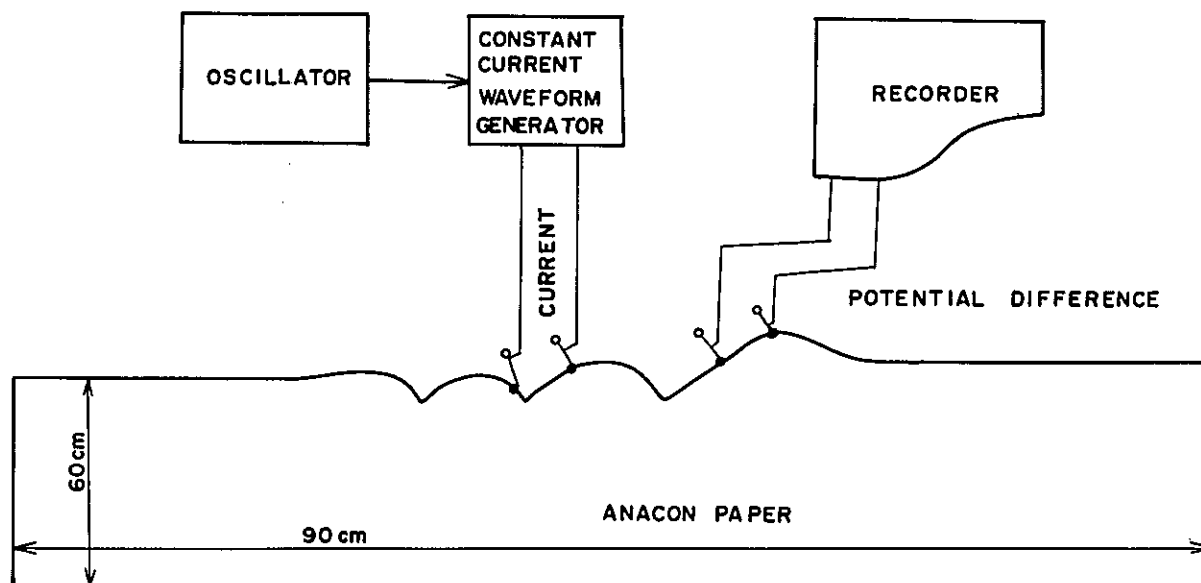


Fig. III-3 Block diagram of the terrain correction

3-2 磁気探査法概要

原理

地球磁界の測定に核磁気共鳴型磁力計が用いられるようになって久しいが、近年計器の小型化、デジタル表示化などにより、急峻地形の野外調査に好能率で利用されるようになった。

核磁気共鳴型磁力計は、水素の原子核 (Proton) の磁気回転特性を利用したものであり、プロトンが地球磁界の中でコマのような動き (自由才差運動) をするときの周期を測定することによって、地球磁界の強さを測定しようとするものである。

プロトンは水、ケロシン、アルコールなどに豊富に存在するため、これを封入した容器にコイル (検出素子又は励起コイル) を巻き、一時的に地球磁界より大きな磁界 (励起磁界) を加えるとプロトンは励起磁界の方向に整列する。次に、電流を切り、励起磁界をとり去ると、地球磁界の中で才差運動を行なう。このときの才差運動の周波数 f と、外部磁界の強さ H_0 との間には次の式が成り立つ。

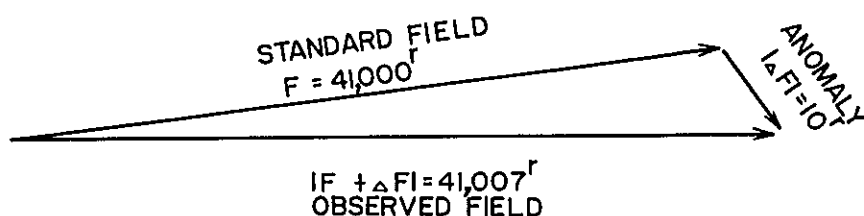
$$H_0 = 2\pi f / \gamma$$

ここに、 r は磁気回転比（磁気能率／角運動量）と呼ばれ、核の種類によってきまる物理常数である。（プロトンでは0.26752）

このようにして、同一の励起コイルにより、地球磁場に比例した周波数を測定することができる。

全磁力

測定される地球磁界の強さは、方向に無関係な地球磁界ベクトルの大きさ（スカラー量）であり、その点での標準磁力と、真の磁気異常とのベクトル合成を意味している。



特に、地表磁気探査の場合で、磁気異常が測定器に近く、かつ強い場合には、全磁力の偏倚は全磁力の異常に対応しないが、磁気異常物体による非対称アノマリーの解析により、十分に分布形態を考察することが出来る。

異常の波長が長い場合は、異常物体の頂部の深度が深いか、その巾が広い場合であり、磁気異常の変化から、その深度、形態、帯磁率の差を定量的に算出することが出来る。

一方、異常の波長が短いものは、地表附近の異常物体によるものが多く、特に急変する場合は、人工構築物の影響を注意しなければならない。

（今回の調査では、探鉱坑道の周辺および材木運搬用索道の周辺にて局所的な高磁気異常がみられた。

なお、実測値から短波長のものをいくらかでも除去するために磁気異常値は、25 m 間隔にて読みとられた実測値を3点平均して平断面図を作成した。）

日変化

地表磁気探査では、日変化と短周期変化の補正が必要なことがある。即ち、調査地域が広大で異常が小さい場合とか、磁気高緯度帯でオーロラによる磁気パルスが生じる場合などである。本調査では、数100ガンの異常を対象としたうえ、基準点を定めて朝夕定点測定を実施し、長周期の変化、磁気嵐を監視したため、特に毎日の定点観測は実施していない。3月16日のポロにおける日変化は、次図の通りである。

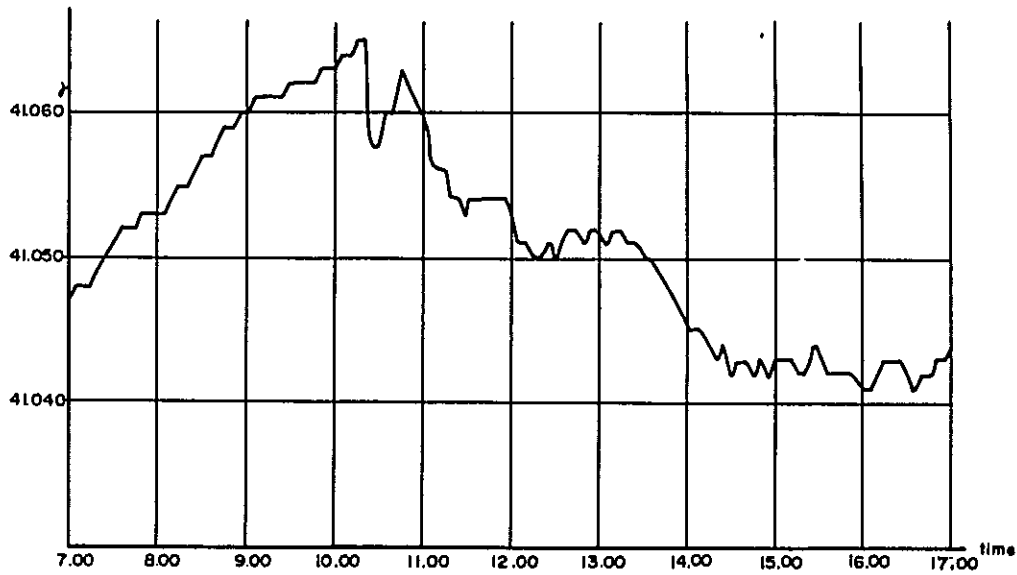


Fig. III-4 Diurnal variation in bolo

月日	時刻	全磁力(γ)
3/9	13:20	41.049
	16:40	41.027
3/10	7:30	41.026
	15:40	41.023
3/11	7:20	41.033
	16:55	41.039
3/12	7:20	41.032
	17:30	41.019
3/13	7:20	41.025
	15:00	41.036
3/14	7:00	41.029
	16:00	41.026
3/15	7:40	41.048
	15:50	41.039

また、ボロ地区における磁力変化は次の通りであり、20 γ を越える変化はみられなかった。

以上の如く、日変化、経時変化とも大きな変動（磁気嵐など）は観測されなかったため、本調査の目的には、日変化補正は不必要と考え、補正を施していない。

3-3 既存データのコンパイル

本調査に先立ち、調査地域の探鉱権をもつBOIより、ボロ及びオディン地区で過去に実施された物理探査資料の提供を受けた。1968年に、MOPHAR社がボロ地区で実施したIP法電気探査の概報によれば、ボロ地区でも7本のIP法電気探査が実施され、ポーフィリーカッパータイプの鉱染による強いIP異常が検出されたと記載されている。しかし、これに対応する測線位置図も断面図もなく、正式の調査報告書もみられなかった。また、沢沿いに実施されたSP電気探査の平面図も発見されたが、きわめて小範囲の調査であり、特に強いSP異常はみられなかった。

オディン地区では、鉱体上で比較的小規模なIP法電気探査を実施しており、Plate III-4-1にその位置を記した。測線間隔は200 feet (約66 m)を原則としているが、南オディン沢の南側のLine-2000S~Line-2800Sは、地形急峻のため実施出来なかったらしく、データが欠如している。また、測点間隔については、水平距離をとらず、斜距離にて設点しているため、地形に合わせてコンパイルした。

平面図のコンパイルには、 $a = 200 \text{ feet}$ の $n = 2$ および $n = 5$ が $a = 100 \text{ m}$ の $n = 1$ および $n = 3$ に対応している。

第 4 章 結果解析

4-1 断面解析

Line-1

測線中央部にて、ボロ沢を横断するこの測線では顕著な浅部示徴が6W~2Wにみられる。これは、ボロ沢北岸に孔雀石の露頭のある周辺であり、東西の巾約200mに強い鉍染があることを示している。N=1で9%以上のFEを示しているが、深部に向かって減少する傾向があり、深度100mより浅い鉍染によるものと思われる。比抵抗は、ボロ沢周辺で100~150Ωm、周辺では150~200Ωmであり、特に熱水変質による顕著な低比抵抗は認められない。

IP異常に対応して8W~0で、低磁気異常が捕捉されている。これは、母岩である石英閃緑斑岩が黄鉄鉍化作用により消磁されたためと思われる。

Line-2

ボラノス沢西方の6E~16Eには6%を越える異常帯があり、なかでも12E~14Eは深度約100~150mに強い鉍染帯があると思われる。この異常は、南方のLine-3にも明瞭に検出されているが南に深くなる傾向を示している。ボラノス沢以東は、24Eまで深部示徴として弱い異常が認められるが、24E以東は全く鉍染はなく1.0%以下の低いバックグラウンドを示している。

カッパー沢の沢口にあたる0附近にも、深度約200mに深部示徴があり、南に向って優勢になる傾向を示している。

この測線でもIP異常は低磁気異常の中にあり、16E附近には低磁気異常の中心がみられる。測線西端では急激な高磁気異常があり、カラバロ層群に対応する。

Line-3

10W~8Wに検出された5~6%のFE異常はマイディットヒル西斜面にみられる浅部示徴によるものであり、マイディット沢(Line-8)より西側には全く鉍兆はない。

2W~1Eのカッパー沢深部には典型的なFE異常がみられる。鉍染の頂部は沢よりおよそ150mと思われる。

一方、6E~10Eの沢の深部にも同様の示徴があり、カッパー沢の異常より規模が大きいと思われる。両者はさらに深部で同一の鉍体になると思われるが、2E付近で鉍化後の貫入岩体により切られているため、2つの異常帯となって観測されたものであろう。共に地表浅所には鉍染が弱く、BCIのDDH-BC2, 3によって100~150m以深にて優勢な鉍染に移化することが判明している。

ボラノス沢周辺には広く弱い鉍染があるが特にまとまりのあるものはない。

25Eを境界としてこれより東側では鉍兆はみられず、磁力値は急激に減少する。ここには、

南北に伸びる石英閃緑斑岩とカラバロ層群との境界が存在し、東部にカラバロ層群が広く分布する。

Line-4

カッパー沢の東側、3E~5Eでは、浅所に異常源をもつハの字型示徴がみられる。ここには、BCIの探鉱試錐DDH-BC6が掘さくされており、100mより浅いところのみ銅の鉍化作用がみられるが深部では着鉍していない。

ボラノス沢の東側、20E~22Eの深部約150mにも同様の示徴がみられるが規模の大きなものではない。

マイディットヒル西斜面の10W~7Wには、5~6%の広いFE異常が捕捉されている。これより南側にさらに顕著になり、浅くなる傾向を示している。

磁気異常はカッパー沢で周辺より低い以外は変化に乏しい。

Line-5

カッパー沢周辺では、鉍兆のない上位層が厚くなり、N=3, 4にのみ5%以上のFE異常がみられる。潜頭性の広い鉍化帯が期待される場所である。この異常に近い探鉱試錐DDH-BC3でも、比較的浅い部分で銅を含む鉍染帯が認められている。

マイディットヒルの西斜面の異常は、地表からの深度100~150mより鉍染が強く、特に8W~2Wの広い斜面に分布している。磁気は変化に乏しく特筆すべきものはない。

Line-6

マイディットヒル西斜面の異常が最も強く検出されている。6W~3Wにかけて、ほぼ鉛直に強い鉍染があると思われる。マイディット沢に沿ってNNW~SSEの断層がみられるところからこの断層に沿うものと思われる。マイディット沢より西側10W以西には全く鉍兆はない。

6Eの深部200mにも潜頭性鉍兆が捕捉されており、南西~南南西への伸展が期待される。

カッパー沢附近の示徴は、Line-5に比較して浅く、弱くなっている。これより東側に鉍兆はみられない。磁気変化は100 γ 以内で変化に乏しい。

Line-7

本測線は、全測線を測定後、アノマリーの南延長をみるために追加測定された沢沿いの測線で延長1,100mである。

マイディット沢より西側の0~10Wには異常はみられないが、沢に沿う0~6Eに浅所から強い異常が観測された。Line-8の北にのびる広い異常と一致するため試錐探査候補地として挙げたい。

Line-8

ボロ川との合流点を北限として、マイディット沢に沿って測定した結果、2S~10Sに広範なFE異常6~8%が観測された。マイディット沢の東側斜面にみられたアノマリーの西限を

なすものと思われる。

2 S ~ 4 S では深部で強く、8 S ~ 12 S は 100 m 以浅で強い示徴を呈している。14 S 以南に延びることはない。

一方、Line - 3 ~ 4 間の 10 N ~ 14 N には浅部に強い示徴がみられる。低磁気異常に対応しているため浅部の黄鉄鉱に起因する可能性が強いが、12 N には 100 Ωm 以下の低比抵抗が認められている。

Line - 9

カップー沢沿いの本測線では予想外に異常が弱く、0 ~ 8 W および 8 S ~ 15 S の浅部示徴のみが注目される。このうち 8 S ~ 10 S は、BCI の坑道探鉱地区に一致しているものの、深度 200 m 以深には富鉱部は期待できない。

0 ~ 2 N の浅部示徴は同様に磁気異常と一致しており磁鉄鉱の鉱染が予想される。

Line - 10

鉱化帯の北限を知るためにポロ川より沢沿いに 1 Km の測定をした結果、2 N 以北(ポロ川以北)には全く鉱兆がないことが判明した。この意味で、ポロ川は断層にそうものであるといえることができる。

一方、ポロ川より南へは、ボラノス沢にそって 1 Km 南へ測定した。この結果、2 S の深部約 150 m には鉱兆が予想される。Line - 3 と交叉する 15 S 付近では浅い異常が認められる。Line - 3 にも確認されているが、本測線のアノマリーの方がまとまりがあるため、沢沿いの浅部示徴とみられる。

磁気探査では、ポロ川をはさんで北側は低磁性体、南側にはいくつかの高磁性体がみられる。

Line - 11

既知鉱体(ケセラ)の北延長を調査し、もし顕著な異常が検出されれば、北側(El Torro)へ測線を追加する目的でこの空白地帯に測線を設定した。

異常は規模の大きいものではないが、測線中央の 4 W ~ 2 W に 4 ~ 6 % の深部示徴を確認した。深度約 150 m に頂部をもつ巾約 50 m の鉱染が予想され、北オディン沢にみられる広い異常帯の北延長と思われる。

Line - 12

ケセラ鉱体の上を横切る北オディン沢沿いの測線である。鉱体による異常を確認し、あわせて BCI が実施した IP との比較を目的に設定した。

この結果、鉱体直上の 20 W ~ 4 E にかけて 10 % を越える顕著な広い異常が確認された。西限は 24 W で、これより西側には鉱化後の貫入岩体があるものと思われる。

4 W ~ 2 E には、局部的に鉱染のない貫入岩が介在し示徴が弱められている。鉱兆の東限は明瞭ではないが、6 E より東側では異常が減少する。また、BCI の FE 値との比較によれば、

傾向的な変化は一致するものの、本調査によるFEの方がいくらか高く、殊に、鉍体縁辺の値はその差が大きい。これは、主に電極間隔の差によるものであり、電極間隔のせまいBCI(200 feet)の測定では、規模の小さい貫入岩の影響が大きく作用するためであろう。

また、使用周波数が異なる(BCIの場合2.5~0.3 Hz)のも原因である。

磁気異常は10W~6Eにかけてきわめて大きい。坑口周辺で高いのは、この周辺にBCIがBiotite type IVと呼称する変質を受けた閃緑岩が広く分布し、これが7%の磁鉄鉍を含有し、かつ、坑内から搬出されたBiotite type IIIにも4%を越える磁鉄鉍が含有されているためである。尚、坑道および選鉍機等人工構築物によるじょう乱のため、異常に高い磁気異常が観測されている。(8W~4W)

Line-13

既知鉍体の南側を東西に切る本測線は、BCIが1970年に実施したIP測線のうち南側の3600Sと一致している。いくつかの顕著な異常が検出されたが、この地域の特性として、全く鉍染のない被り、又は貫入岩体による無異常帯が、顕著なアノマリーに混合してみられることであり、複雑な断面を呈している。

8W~10Wには7%を越える山形の異常があり、浅部から深部に続く巾約100mの鉍染が考えられる。

7W~4W間の浅部には全く鉍染はないが、この深部には強い示徴があり鉍兆の頂部は約200mである。

1W~2Eにも浅部示徴があるが、0~8Eの深部示徴は規模が大きくその中心は4E~6Eと考えられる。ここにも、鉍染のない被りが厚く、少なくとも100m以深に頂部が予想される。

12Eの深部には鉍化後の貫入岩が深部にあるため示徴を弱めていると思われるが、10E~12Eの地表から50m程度には弱い鉍染が来ていることが認められる。

磁気断面には、索道によるノイズが6W~4Wにみられる以外はきわめて変化に乏しく、岩相変化による帯磁率の有意差は認められない。

Line-14

Line-13の測線西方で巾広くみられた深部異常は、標高が約100m下方にある本測線では、地表示徴(8W~10W)に急変した。9Wの地表附近にある鉍染によるものであり、典型的なハの字型示徴となっている。

1E~8Eにみられる深部示徴は、巾300mを越える広範な鉍染によるものであり、中でも3E~4Eの深部約100~200mには強い硫化物の存在が推定できる。

0~2Wの磁気変化は、1Wが索道の中継点であるため、ワイヤロープ等によるノイズと考えられる。6Wの低磁気異常は、Line-15の高磁気異常と対応し、両測線間にかなり規模の大きい磁性岩体を想定することができる。

Line-15

10Wの地表から深度約50mには弱い鉍染があり、5%を超えるアノマリーが検出されたが深部には全く異常はない。これは沢の東側に沿って北にのびる鉍染であり、これより南側では見ることができない。

一方、2E~4Eには浅部から顕著な異常が検出されている。4E~8Eの浅部に鉍兆のない被り(厚さ約100m)をはさんで、9E~11Eにも同様の異常がある。2E~4Eの異常は深部で広くかつ優勢であるのに対し、9E~11Eの異常は深度約150m附近が高品位で、深部に弱くなる傾向を示している。磁気異常は、11W~3Wに長周期の高磁気異常があり、Line-14の低磁気異常と対をなして、深部に続く広い磁性体を反映しているものと思われる。しかし、浅部には全くIP異常のないところであり、鉍化作用後の貫入岩体によるものであろう。

Line-16

測線の西半分には、ほとんど異常はみられない。2W~4Eにかけて、深さ約200m以下に深部示徴があり東側の異常帯に連続している。

7E~11Eには深度150mに頂部をもつ富鉍帯があり深部に続いている。

13Eには浅部示徴があるが、沢の近くの露頭の示徴であろう。15Eにみられる異常は、深さと共に増大する傾向をしめしている。

6E~8Eに小規模な高磁気異常があるが、平面的な広がりは見られない。

Line-17

測線東端の10E以東には、6~10%の強い異常が検出された。地表から深部に到る広く強い鉍染であり、未探鉍地域でもあるので試錐探鉍により硫化物の鉍種を確認したい。

この周辺の2Eより東側にも、弱い鉍染が広くみられる。8W~4Wの深さ約150mにはまとまりのある鉍兆がある。測線東半分にみられた鉍染と同一のものが44W~0附近で鉍兆のない貫入岩体により2分されている。

10W~6Wにみられる大きな低磁気異常が何に起因するものか不明であるが、2Wより東側には全く鉍兆がなく、波形を異にしているのは興味深い。

Line-18

南オディン沢を南に越えたこの測線では、Line-17の異常と様相を異にし、測線の西端をのぞくほぼ全測線に、強く広範で深部にまでのびる異常が検出されている。

最も強い異常を示すのは、8E~12Eであり深度約150mに最も強い鉍染が考えられる。0~2Wも強い中心を示しているが、これより西では多くの小規模な貫入岩体により鉍染体が寸断され、総合的な示徴を弱めている。12W以西には全く鉍兆がない。

測線東側で確認された広い異常は、磁気異常が小さく、変化に乏しいため、地表附近は黄鉄鉍が主体であろうと考えられる。

Line-19

8%以上の広いFE異常が観測されたが、特に鉍兆が強いのは4Wの深度100m, 8E~10Eの浅所である。2W~2Eにかけては厚さ約50mの被りがあり、また6W~8Wには貫入岩体により、局部的な低いFEが記録されている。

8Wより西側は、全くIP異常はみられない。この地域は、調査地域南西端に分布する玄武岩溶岩により誘起された40,800r以上の高磁気異常に対応している。

Line-20

本調査地域を南北に切るタイラインで測線長は2000mである。北オディン沢から南にのびるケセラ鉍体を示す異常が、6%以上のFEで明瞭に示されている。即ち、Line-13を境界として、北側に強いIP異常がみられる。ことに、6附近で最も強く、かつ浸蝕により、浅部より鉍兆が確認できる。南オディンの異常は、Line-18と交叉する34~37で最も強く、これも沢に露出していることが判読できる。しかし、ケセラ鉍体が高磁気異常を示すのに対し、北オディンは局所的な高磁気異常しかもたらさないため、鉍体に関連深いBiotite type III (磁鉄鉍の含有率4%以上)は地表附近にはみられないといえることができる。

Line-21

Line-19, 20において優勢な鉍兆が確認されたため、これの南限を確認する目的で、アンバギョー山頂より、Line-20南端に至る測線を追加測定した。これによると、6S以北にはきわめて強い異常が確認されたのに対し、8S以南には全く鉍兆がみられず、1%以下の明瞭なコントラストを示すことが判明した。鉍染の南限は、ほぼ等高線に沿って東西に延び、Line-19の東端を北に延びると思われる。

4-2 平面解析

4-2-1 IP平面図からの解釈

IP法による本調査の目的は、予想される鉍化帯の平面的ひろがりをとらえ、出来うればこの異常帯の中で鉍化の方向、傾斜を考察することである。

ボロ地区では、BCIが実施したIPデータが紛失していたため、最も有望とみられたカッパ沢を中心とする地域についてIP法電探を計画した。

また、オディン地区については、BCIが実施した9測線分のIP断面がみつかったため、これらのうち、南端の測線を本調査測線と重複させ、南北測線を追加することによって、既知鉍床と南オディン沢の鉍化帯との関連をとらえることを目的とした。

各測線のIP断面より、N=1およびN=3の値をとり出し、二種の平面図を作成した。しかし、地形がきわめて急峻であるため、これらの平面図は同一水準面を示すわけではなく、地表

からおおよそ100mまでとおおよそ200mまでの平面を表現している。

ボロ地区

本地区ではマイディット沢、カッパー沢及びボラノス沢がボロ川にそそぎ、これらの沢に囲まれた高地はきわめて急峻な地形を呈している。

N=1の平面図には、FE=3%のコンターが鉍化帯の外郭をよく示しており、その西縁はマイディット沢の西側、その北限はほぼボロ沢にあり、また東限はボラノス沢東方約200mを南北に切る岩相境界に一致している。鉍化帯は明らかではないが明らかに鉍兆のない被りがLine-5およびLine-6の所々にみられ、Line-9の南端には異常はみられない。

一方、最も強い示徴はFE5%以上の3つのコンターによってとり囲むことが出来る。

1つはマイディット沢に沿う南北にのびる鉍染帯であり、沢沿いにも黄鉄鉍鉍染がみられる。ここには南北方向の岩質の境界がみられ、これらに沿いかなりの鉍染があるものと思われる。この異常帯の南限に近いLine-8の2S~10Sに6~8%のFE異常がみられたため、Line-7を測定しこの異常帯の中を確認した。東限は明らかでなく深部に鉍染が続く傾向がみられるが西限はマイディット沢の西方約100m程度と思われる。Line-7およびLine-8の交点周辺でPJ-1孔が掘さくされた。

第2の鉍化体としては、カッパー沢からボロ川にのびるものがあり、ことにLine-2に巾広い異常が確認された。地化探のアノマリーとも一致しているので今後の探鉍を期待したい。

第三鉍化帯の中心は小規模ながらカッパー沢上流のLine-6との交点附近にみられる。これは深部に続かない地表附近の示徴であり、BOIの探鉍坑道がこの附近に実施されたのも主にこの浅部鉍化帯を重点に探鉍をしたためと思われる。

N=3のIP平面図ではNE-SW方向の鉍化帯がみられ、深部で前述の鉍化帯が一体となることを示している。Line-9の南方およびLine-6の東方に異常がみられないため、深部示徴の中心はLine-2およびLine-3の10E附近およびマイディット沢東側と考えられる。

オディン地区

N=1の平面図には2つの大きな鉍化体を確認された。一つはいわゆるケセラ鉍体によるものであり、他の一つは南オディン沢に沿うものである。

ケセラ鉍体は、探鉍坑道の西側に中心をもつ巾約600mの異常を呈し、さらに北にのびる傾向がみられる。

また、南方には2つの浅部示徴があり、Line-15にのびている。Line-13の8Wおよび2Eにみられるごとく、西側の異常は沢に沿ってLine-15まで顕著な浅部示徴となっているがLine-16以南にはみられない。一方、Line-13, 2Eの異常帯は、Line-15, 3Eまで南にのびLine-16では、浅部示徴としては消滅する。

南オディン沢には広く強い異常域があり、測線の東端にまでひろがっている。南限はLine

- 21によりアンバギョー山の斜面にあることが確認された。

Line-18の10WとLine-19の7Wをむすぶ沢の西側には鉱兆はみられない。

N=3の平面図では、ケセラ鉱体の深部示徴と南オディン沢の異常とが深部でつながることが判る。この示徴の中にも鉱化後の貫入岩体による空白がみられる。

4-2-2 磁気平面図からの解釈

ボロ地区

磁気変化は、ボラノス沢東方の40,720rを最低にし、ボロ川下流にみられる41326rを最高にして比較的規模の小さい異常が卓越している。石英閃緑斑岩の帯磁率に変化が乏しいためと思われる。

調査地域中央のIP異常検出域では広い低磁気異常がみられる。ことに、Line-1ではIP異常と低磁気異常の対応が明瞭である。これは、黄鉄鉱を主とする鉱化作用による消磁効果によるものと思われるが、Line-8の南側測線やカッパー沢の坑道探鉱地域は40,900rを越える高磁気異常帯をなしており、必ずしもIP異常が低磁性帯と一致しているわけではない。フィルター図にみられる如く、Line-1の5Wよりカッパー沢を経てLine-8の10Nに至る長波長の低磁気異常が本地域の鉱化と関連があるように思われる。磁気異常があり、磁鉄鉱を伴うと思われるLine-7とLine-8の交点附近やLine-9、5S附近では、浅部にのみ黄銅鉱があり、小規模な鉱兆に対応している模様である。

オディン地区

ケセラ鉱体の周辺で、2つの磁気異常が検出された。1つは、Line-20とLine-12交点附近の鉱化帯の中心に位置するものであり、暗褐色に変質を受けた石英閃緑斑岩により誘起されたものである。この変質部には数%の磁鉄鉱を伴う。他の1つは、Line-11と12の中間に東西に広く分布する磁気異常であり、磁鉄鉱に富む貫入岩体が深部に続くことを暗示している。

Line-14と15の中間の6W付近およびLine-18の8W付近にも比較的まとまった磁気異常がみられ、比較的浅部の磁性の高い貫入岩体の存在を示唆している。

Line-16～18の西端で高磁気異常がみられる。これは、石英閃緑斑岩体と安山岩質の強磁性岩体とが接する位置にあり、この強磁性岩体により誘起されたものである。

一方、強いIP異常の検出された南オディン沢上流では広い低磁気異常帯を形成しており、地表付近には磁鉄鉱を伴うような岩体はなく、主に黄鉄鉱の鉱染により消磁された結果と考えられる。

アンバギョー山付近では急勾配に磁力値が低下しているが、残留磁気が強いためと考えられる。

4-3 物体測定結果

4-3-1 概要

地表で測定された物理量は、岩体、鉱床などの真の物性を直接示すことは少なく、表土、風化帯、地下水等の影響を受けた総合的な情報であることが多い。このため、地下の物性を出来るだけありのまま知ることは、物理探査にとって重要である。

これには、調査地域において露出する岩石を自然状態のまま測定する方法（In-Site 調査）と、比較的風化、変質の少ない岩石試料を実験室内で測定する方法がある。本調査では、この両方法を併用するため、最も強い IP 異常のみられた Line-12, 5W 附近の岩盤にて、In-Site 測定を実施し、併せて、47 個の岩石試料について、20 個については、比抵抗および FE の物性測定を行ない、27 個については帯磁率の測定を行なった。

4-3-2 In-Site 調査

北オディン沢の坑口の南側（Line-12, 5W）には、肉眼でも鉱染のみられる岩盤がみられたため、これに沿って、電極間隔 1 m の In-Site IP 法を実施した。岩盤に打ち込んだ 1 本の針金電極より 0.2~0.5 A の電流を供給し、地表 IP 法と同一の手順で表層の物性を測定した。

測定結果は以下の通りである。

強い FE は、測点 2~3 にみられる 10~13% のものであり、この地域の IP 異常の中心をなすものである。また、測点 5~6 の間、11~12 の間にも局所的な強い鉱化帯があつて、10% を越える異常をもたらしている。しかし、特に高い FE と低比抵抗との対応はみられず、母岩の比抵抗は 100~300 Ωm と考えられる。（見掛比抵抗の加算平均は 207 Ωm ）

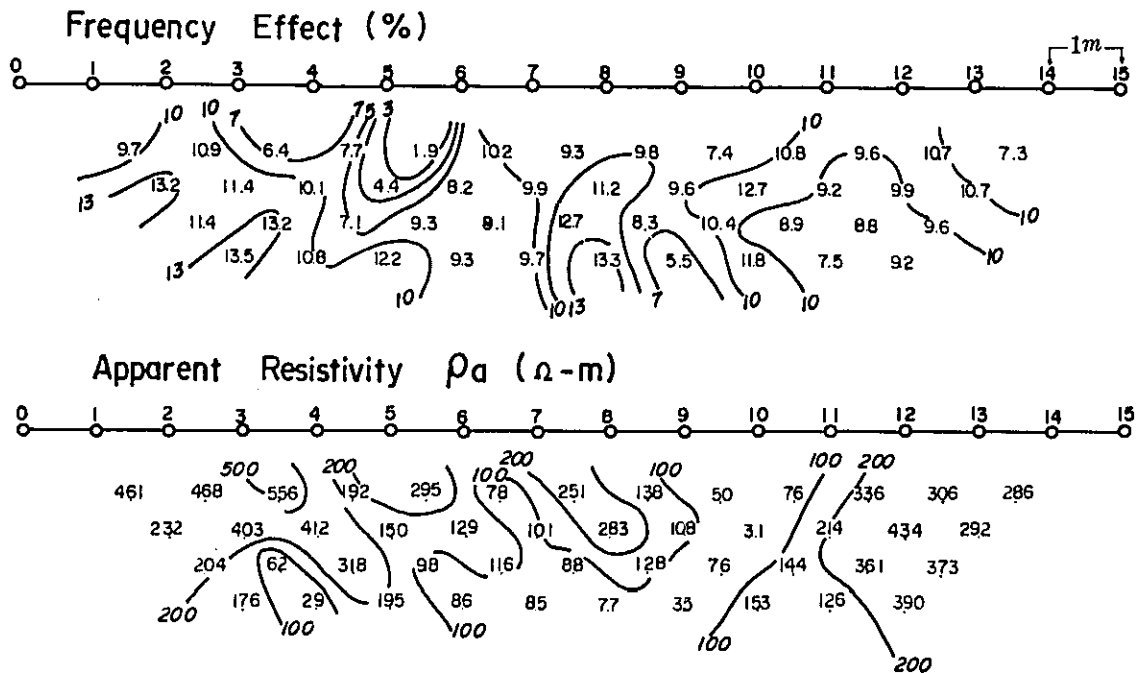


Fig. III-5 Result of the in-site survey

4-3-3 岩石物性測定

実験室でのIP物性測定用岩石試料は、測定前に直方体に成形した。測定は採取時の状態に近い方が望ましいが、採取後日本に持ち帰り、試料も乾燥するため、今回の測定では減圧水槽を利用して試料を飽和状態にし、すべての試料が同一条件下で測定できるように配慮して実施した。

恒温槽は試料が地下にある状態にできるだけ近づけて測定し、かつ、測定値の変動を防ぐために使用している。恒温層は内径30×50×30cmの鉄製で、内部を減圧するための真空ポンプ水蒸気を発生するためのヒーター入り水槽および温度計が付属している。試料ホルダーは2種類の試料サイズが使用できるように接触部の径3.0, 2.5cmとし、恒温槽内に収められている。

測定装置全体の概要を下図に示す。

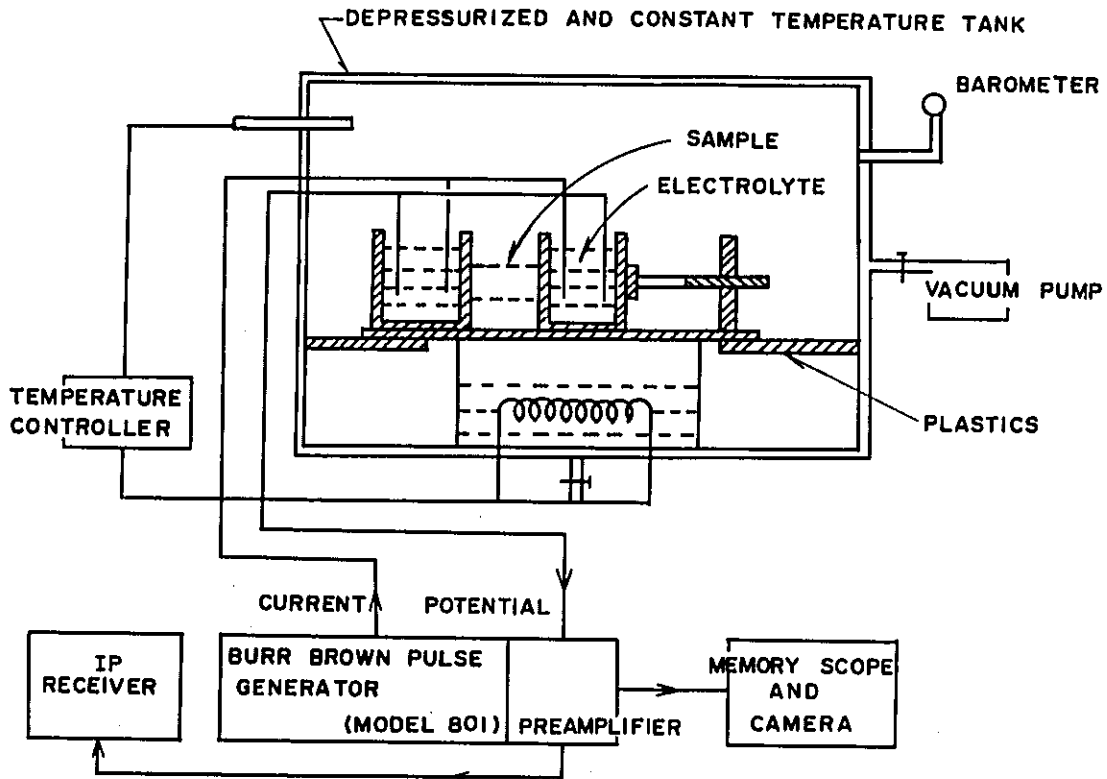


Fig. III-6 Block diagram of the measurement of IP physical properties of rock samples

使用した送信器は米国 Burr Brown 社製の Model 1801 型定電流パルス発生器および前置増巾器から構成され、時間領域法、周波数領域法の両方式で測定できるように設計されている。なお、周波数は 0.3 と 3.0 Hz を使用した。

受信器は野外測定用の IP 受信器を使用した。本測定では次の測定器を使用した。

型 名 Model YDC-443

製 作 所 横浜電子研究所

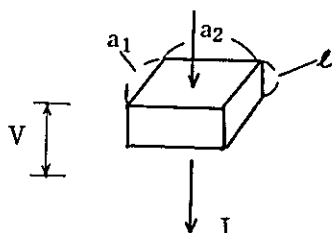
使用周波数 0.3, 3.0 Hz

なお、比抵抗 ρ は次式により求められる。

$$\rho = \frac{a_1 \times a_2}{l} \times \frac{V}{I}$$

ここに l : サンプルの長さ

a_1, a_2 : 長方形サンプル辺の長さ



測定結果

○ 岩石試料の比抵抗は、岩石の孔隙率、風化、割れ目の状態などにより変化にとみ、数 $10 \Omega m$ より数 $1000 \Omega m$ に変化している。

○ Line-13 で採取された PO-5, 6 は、風化された閃緑斑岩で $100 \Omega m$ 前後の低比抵抗を示している。このうち PO-6 は 5.7% の高 FE を示し、Line-13, 8W~10W にみられる浅部異常と同一の鉱兆によるものである。

○ 北オディン沢沿いで採取された 4 個の試料のうち、露頭のある 5W の試料 (PO-3) のみが 16.5% の強い FE 異常を示した。In-Site を実施した岩盤より採取されたものであり、肉眼でも黄銅鉱、黄鉄鉱の鉱染がみられる。緻密堅硬な石英閃緑斑岩のため、 $981 \Omega m$ の高比抵抗を示している。PO-1, 2, 4 はほぼ平均的な比抵抗 ($200 \sim 400 \Omega m$) を示すが、鉱染がなく 2~3% の FE が測定されている。

○ オディン地区で採取された試料は、比抵抗変化に富み、殊に既知鉱体周辺部の比抵抗が低い。

○ ポロ地区の試料のうち、Line-3, 18E で採取した PB-2 は 18% の強い FE を示した。ここは、Line-3 とカッパー沢の交点であり、鉱染のある露頭がみられる。Line-3 で測定された地表 IP では 5~6% の FE を検出しているにすぎないが、示徴源の FE は 18% 以上であることが判明した。

○ Line-6, 11Eで採取されたPB-7は5.9%のFE異常を示している。これは、ボラノス沢より西側で採取されたものであり、鉍化帯の西限に位置している。

○ ポロ地区で採取された試料は、上記2個以外に異常はみられない。FE異常が小さく、かつ比抵抗は高い。オディン地区の平均比抵抗が900Ωm以下であるのに対し、ポロ地区の平均比抵抗は1,900Ωm以上である。これは、既知鉍体周辺の比抵抗が比較的低いことに起因しているが、地表電気探査ではその差を見ることは出来ない。

Table III-1 FE value and resistivity of the rock samples

Sample No.	Location	Rock Name	FE(%)	Resistivity (Ωm)
PO-1	Line 12 10E	Quartz diorite porphyry	2.8	260
PO-2	Line 12 2E	Quartz diorite porphyry	3.0	493
PO-3	Line 12 5W	Quartz diorite porphyry	16.5	981
PO-4	Line 12 25W	Quartz diorite porphyry	2.0	320
PO-5	Line 13 7W	Quartz diorite porphyry	3.0	133
PO-6	Line 13 13W	Quartz diorite porphyry	5.7	66
PO-7	Line 15 13W	Quartz diorite porphyry	2.3	664
PO-8	Line 18 15E	Dacite	1.0	2,421
PO-9	Line 18 4W	Quartz diorite porphyry	1.8	624
PO-10	Line 19 8E	Quartz diorite porphyry	1.4	2,903
PB-1	Line 1 3E	Quartz diorite porphyry	2.1	877
PB-2	Line 3 18E	Quartz diorite porphyry	18.0	2,419
PB-3	Line 5 20E	Altered andesite	1.9	1,556
PB-4	Line 6 20E	Altered andesite	2.0	5,631
PB-5	Line 4 3E	Quartz diorite porphyry	1.5	3,511
PB-6	Line 5 6E	Quartz diorite porphyry	1.0	1,271
PB-7	Line 6 11E	Quartz diorite porphyry	5.9	655
PB-8	Line 3 14W	Quartz diorite porphyry	1.1	757
PB-9	Line 5 11W	Quartz diorite porphyry	2.3	275
PB-10	Line 6 9W	Quartz diorite porphyry	1.6	2,425

帯磁率測定

採取された試料は、ハンマーおよび鉢により、鉄粉が混入しないよう十分に配慮され、めこの乳鉢によって80メッシュに粉碎された。この試料約60grはプラスチックの容器(内径1インチ、長さ3インチの円筒状)に入れ、BISON3101システムにより、帯磁率が求められ

た。

測定結果は、Table III-2 に示す通りである。

最も強い帯磁率を示すものは、No 4 の $4.140 \times 10^{-3} \text{ emu}$ である。これは、北オディンの Line-12 で採取されたものであり、定量解析による $4 \times 10^{-3} \text{ emu}$ の磁性体とよく一致している。

ボロ地区で採取された試料のうち磁性の強い PB-1, PB-3 は、共に Line-5 の東端で採取されたもので、地表磁気探査の小規模磁気異常帯の示徴源をなすものであり、磁鉄鉱を伴う石英閃緑斑岩によるものと思われる。

Table III-2 Magnetic susceptibility of the rock samples

Sample No.	Mass (Gr.)	Susceptibility ($\times 10^{-6} \text{ emu}$)	Sample No.	Mass (Gr.)	Susceptibility ($\times 10^{-6} \text{ emu}$)
MO- 1	55.00	44	MB- 1	55.23	1,850
MO- 2	56.40	51	MB- 2	60.17	392
MO- 3	57.68	2,537	MB- 3	59.20	2,457
MO- 4	49.55	4,144	MB- 4	50.19	834
MO- 5	55.47	113	MB- 5	52.66	532
MO- 6	51.59	69	MB- 6	56.03	708
MO- 7	57.09	82	MB- 7	56.90	188
MO- 8	50.99	455	MB- 8	61.68	131
MO- 9	57.63	1,083	MB- 9	58.89	257
MO-10	56.38	195	MB-10	45.52	586

4-4 モデル計算結果

観測された物理探査結果から地下の異常源の形態、強さを解析する場合、通常多くのモデル計算結果と照合比較し、地質構造を考えて仮定を行なう。IP法電気探査では、ダイポール・ダイポール電極配置による各種のモデル計算が実施されているが、実際に観測されたデータには各種の異常が重複しているのでこれを考慮して仮定を行なった。

また、磁気探査の異常に対しては、これが単に地球磁場によって帯磁したために生じた異常として解析した。

4-3-1 IPシミュレーション

21測線の中から、ボロ地区ではLine-2およびLine-6、オディン地区ではLine-12、Line-13およびLine-16を選出した。これらの測線では強いアノマリーが検出されたため、Line-6、Line-16およびLine-13の近くで試錐が実施された。Line-12で検出された異常は、典型的な強いIP示徴であり、化探の異常とよく一致している。この測線は、既知鉱床、ケセラを切っているため、モデル計算を実施した。

観測されたIP断面から、各断面の地下構造モデルを考察した。この仮定された構造に、FEと比抵抗値をあてはめ、出来るだけ実測値に近くなるよう仮設した。

計算は、各断面を1,400の格子に分割し、各格子に仮定されたFEと比抵抗をわりあてた。この抵抗網に対しGauss-Seidelの反復計算法により、IBM-360-195を用いて計算した。

アウトプットには、仮定したモデルの型、FE、比抵抗およびメタルファクターが打ち出される。このアウトプットと実際の断面の比較は、特にFEについてのみ検討され、パラメーター又は鉱体の型を変えることにより更に実測に近づくよう計算された。これにより、おおよその傾向に近づくよう改良された。これにより、おおよその傾向、パターンは近似することが出来たが、地下構造は実際には複雑であり、これらの物性の組み合わせも無限に存在するため、理想的なシミュレーションを行なうことはきわめて困難である。FEと比抵抗の近似はほぼ実測に近づいたと思われる。10種のコードに対して仮定が可能であるが、本計算には3～5種のコードを使用した。各測線の仮定モデルは幾可学的な単純な鉱体を仮定した。

4-4-2 磁気モデル計算

磁気探査で観測される磁力値はポテンシャルであるので、磁気異常を誘起する磁性岩体のモデルは無限に存在する。これらの無限個のモデルから、対象とする地域の地質構造に対して妥当なモデルを選択することが必要である。

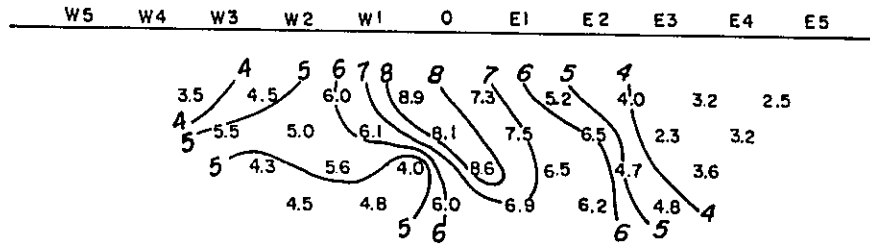
磁気探査の定量解釈は、角柱状構造、断層状構造、ダイク状構造などの単一構造およびこれらを組み合わせた構造を仮定して行なわれ、地質構造に矛盾のないモデルが導きだされる。

本調査では、測線方向が主に東西であることから磁気異常のパターンを把握することが困難なこと、および、地上磁気探査で地形の起伏が大きく地形の影響による短波長の磁気異常が多数あらわれていることなどにより、個々の磁気異常に対する定量解釈は容易ではなかった。

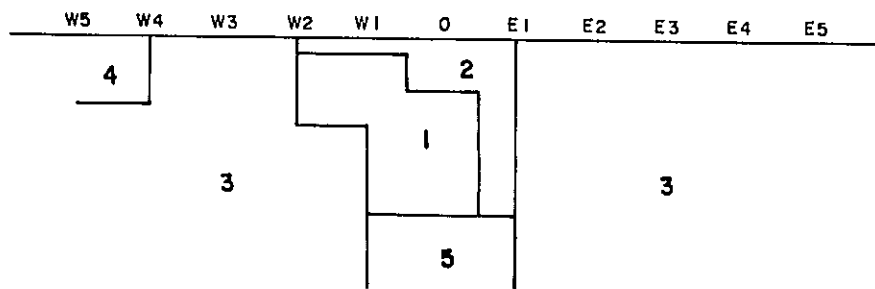
ケセラにみられる磁気異常がかなりまとまったコンターパターンを示しているので、これに対する定量解釈を行なった。定量解釈の方法として、ダイク状構造を利用した曲線照合法を採用した。ダイク状構造のような2次元モデルを採用した理由としては、(1)地上磁気探査であり測定周辺の影響が大きいと考えられること、(2)本調査地域のような低(磁気)緯度での磁気異常のコンターパターンの特性として、角柱状構造のようなモデルでも東西方向にコンターが広がるパターンをとり、ダイク状構造とあまり変らないコンターパターンをとること、などがあ

LINE - 6

Observed Value



Assumption of the Model



Code	F.E. (%)	ρ (a-m)
1	10	150
2	6	160
3	3.5	150
4	3.5	200
5	6	250

Calculated Value

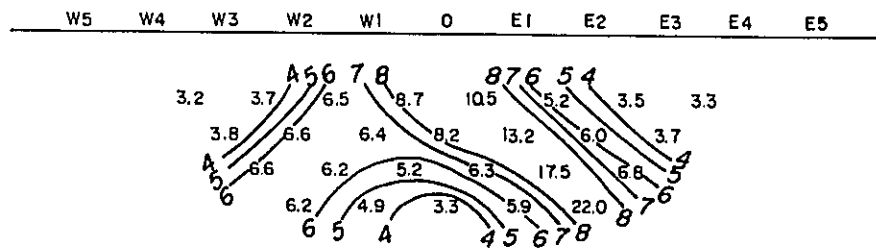
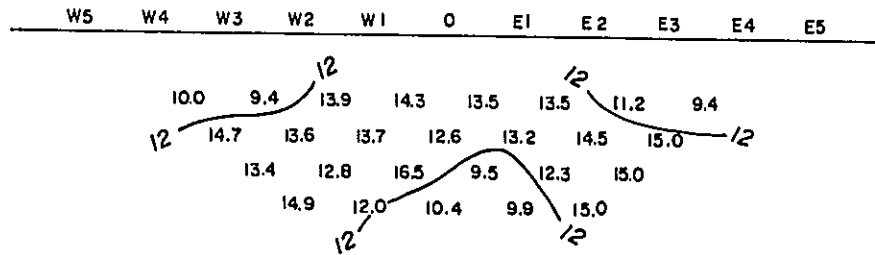


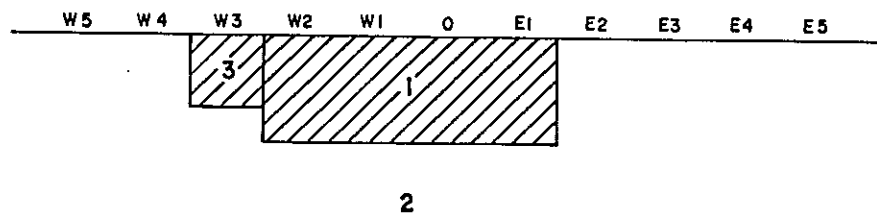
Fig. III-7-2 Result of IP model calculation (Line-6)

LINE - 12

Observed Value



Assumption of the Model



Code	F.E. (%)	ρ (a-m)
1	15	100
2	10	170
3	15	50

Calculated Value

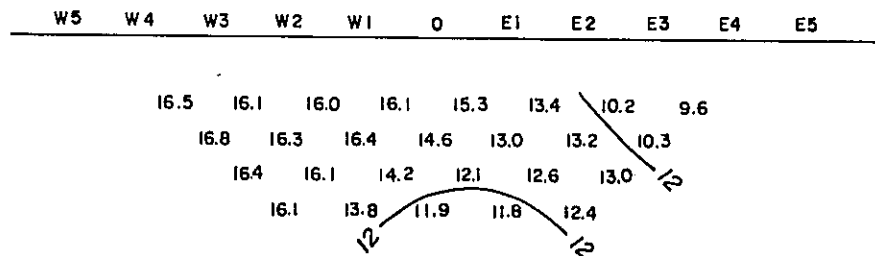
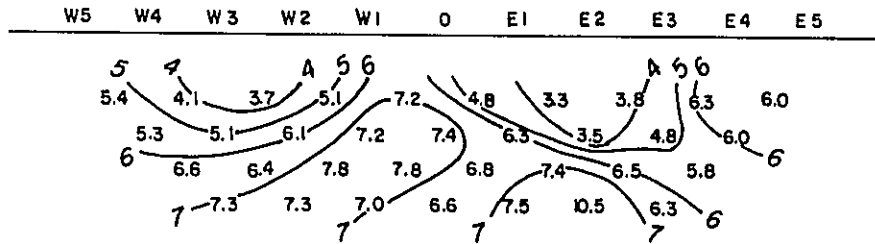


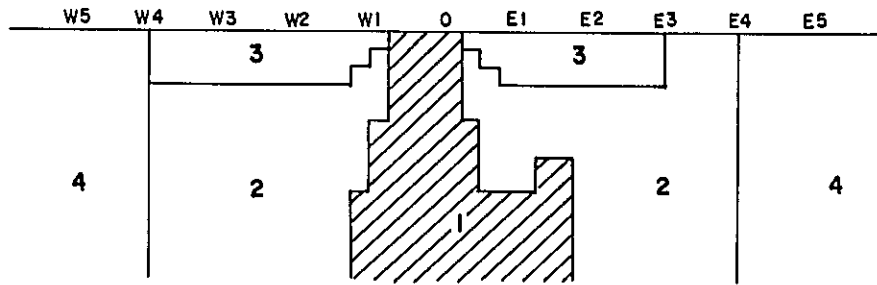
Fig. III-7-3 Result of IP model calculation (Line-12)

LINE - 13

Observed Value



Assumption of the Model



Code	F.E. (%)	ρ (a-m)
1	20	100
2	6	300
3	3	300
4	6	130

Calculated Value

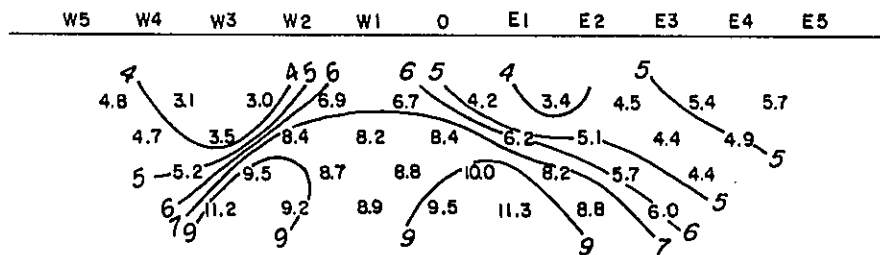
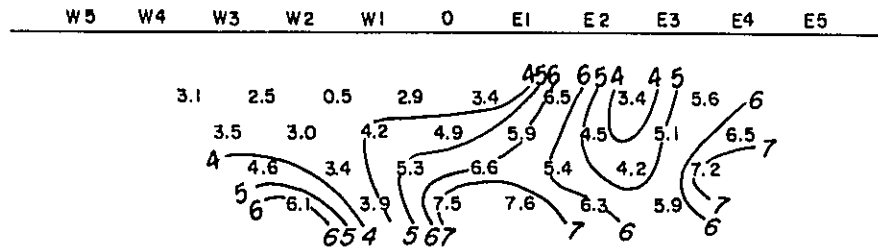


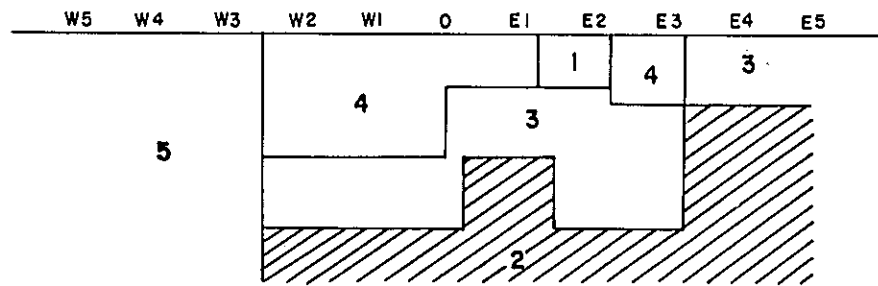
Fig. III-7-4 Result of IP model calculation (Line-13)

LINE - 16

Observed Value



Assumption of the Model



Code	F.E. (%)	ρ (m-m)
1	7	200
2	15	200
3	6	300
4	0.5	300
5	3	500

Calculated Value

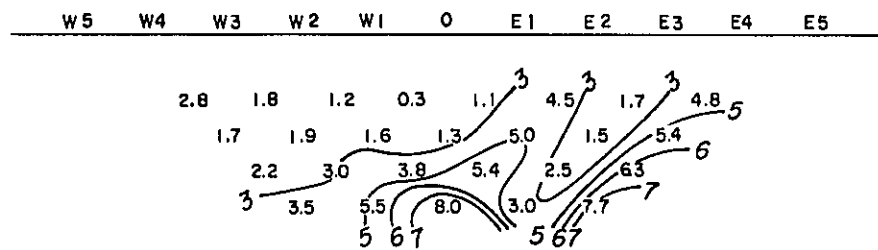


Fig. III-7-5 Result of IP model calculation (Line-16)

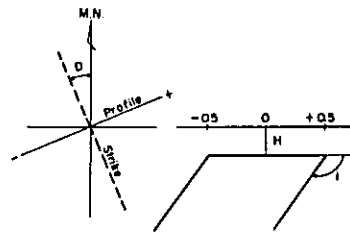
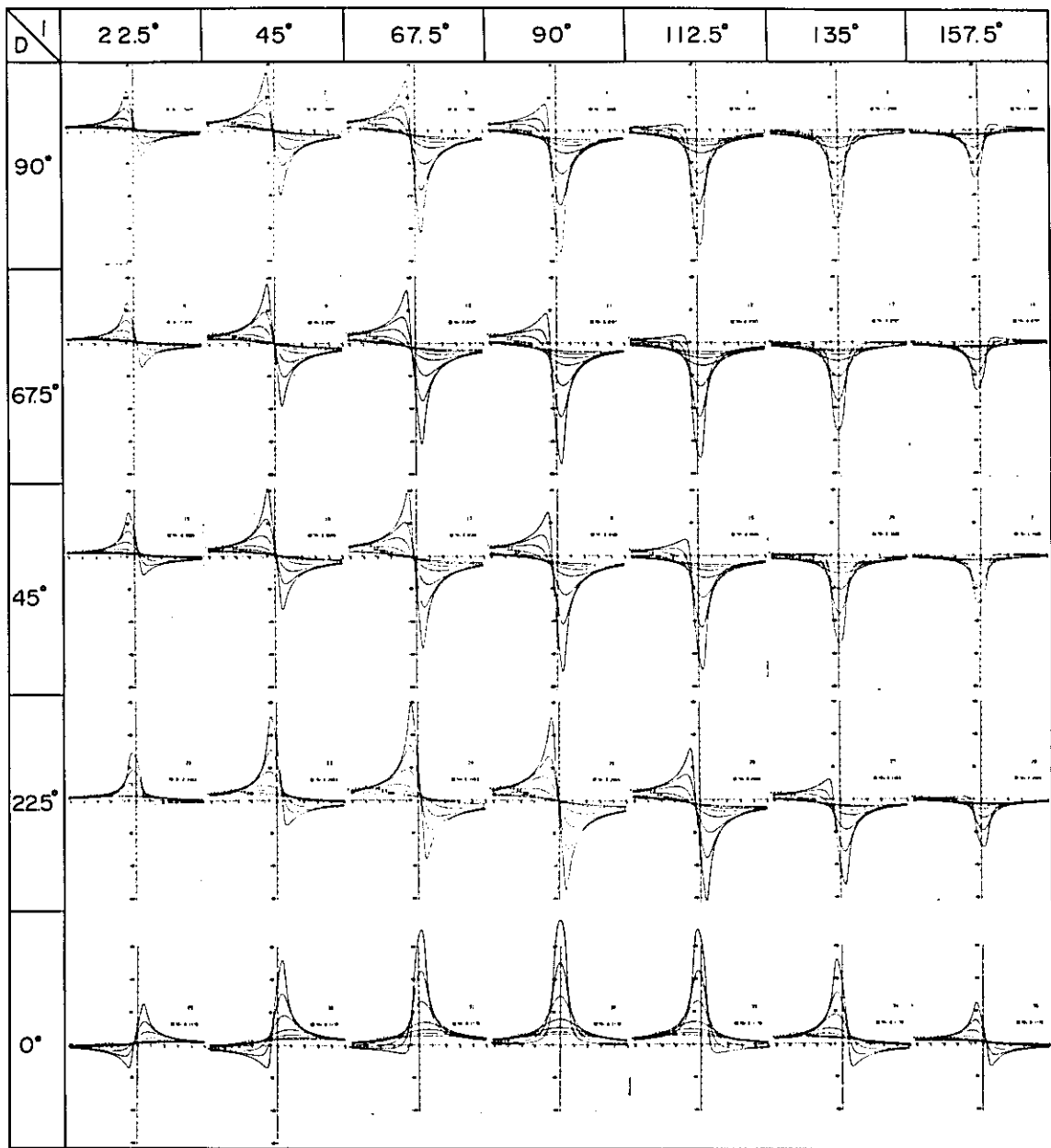


Fig. III-8 Magnetic anomaly due to the two dimensional dyks model at the inclination of 20°

げられる。

ケセラ磁気異常の南北方向の磁気断面及び解析結果を下图に示す。

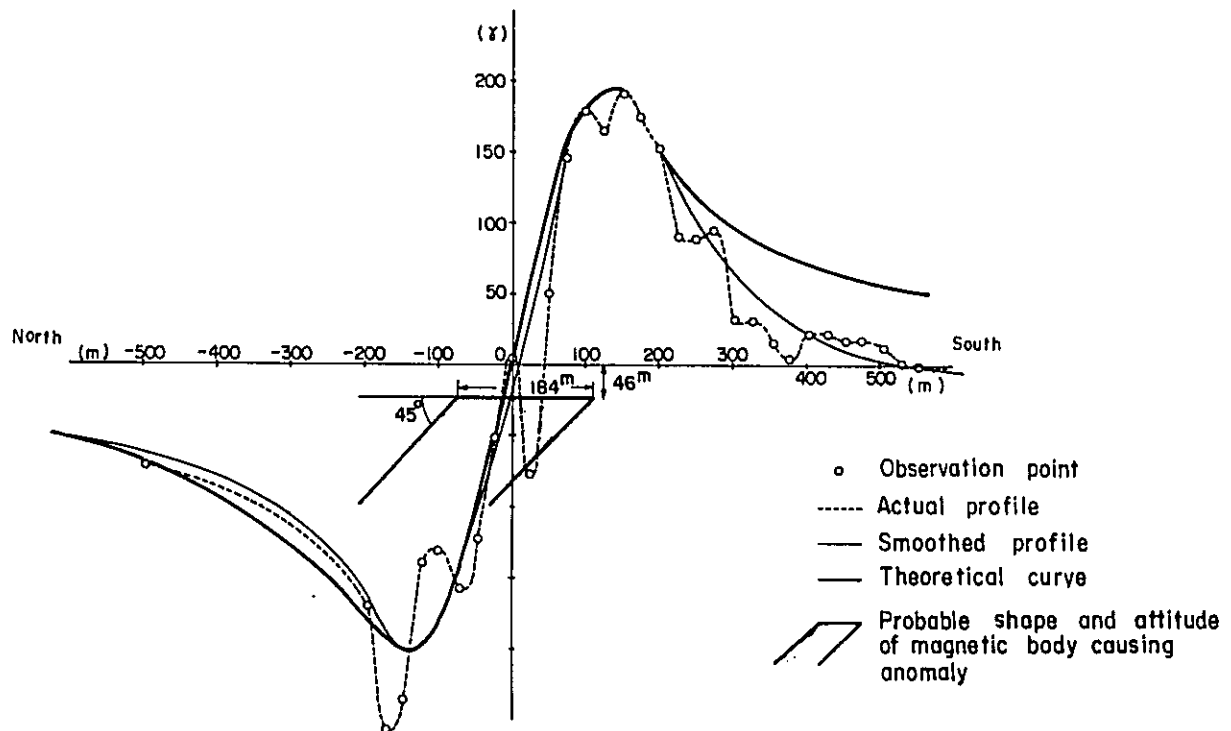


Fig. III-9 Magnetic anomaly and magnetic body causing it at Que Sera

磁力変化図でみると、ケセラ磁気異常はほぼ $N 65^{\circ} W \sim S 65^{\circ} E$ の走行をもっているが、コンターパターンは平滑後得られたものであり、かつこれに直交する方向に測線を設定していないことから、ケセラ磁気異常を南北に切る測線上の観測値を利用した。この断面は、 $N 25^{\circ} E \sim S 25^{\circ} W$ の断面を南北断面に投影したものであり、この角度を補正すれば磁気異常を誘起した磁性岩体の真の深度および幅が求められる。

解析結果によれば、磁性岩体の帯磁率 (K)、幅 (W)、深度 (D) および傾斜角 (i) は以下の通りである。

$$K = 4.3 \times 10^{-3} \text{ emu}$$

$$W = 184 \text{ m}$$

$$D = -46 \text{ m G.L}$$

$$i = 45^{\circ} N$$

ケセラ磁気異常付近で採取された岩石試料の帯磁率測定結果 ($4.1 \times 10^{-3} \text{ emu}$) とかなり良い一致がみられる。

従って、ケセラ磁気異常は石英閃緑斑岩体内に伴なり磁鉄鉱により、誘起されたと考えられる。

第 5 章 結 論

5-1 結 論

ポーフリー-銅型鉱床に代表される鉱染状鉱床は、IP法電気探査の最も良い対象の一つであり、フィリピン各地の鉱山においても、周波数法によるIP法電気探査が実施されてきた。

BCIは、1968年よりIP法による探査を開始し、ボロ地区および北オディン地区で顕著なIP異常を捕捉している。続く試錐探鉱により鉱兆を確認したものの、物理探査資料は未解析であり、周辺探鉱を残したまま現在に至っている。

本調査では、既知データとのコンパイルを行ない、予想される鉱化帯の外郭を確認し、他の調査結果と総合的に検討をして試錐位置を決定した。

○ボロ地区では、銅沢に予想された示徴の他に新たに2地域に強いIP異常を確認した。既に、Line-2, 6E~12EにみられるFE異常は地化探異常とも一致しており、浅部から深部に続く強い異常が確認された。隣接する測線にも異常がみられるが、この地域は磁気探査の低磁気異常域であり、黄鉄鉱による消磁効果による可能性が高い。

マイディット沢東側に南北に延びる強いIP異常はこの地域の鉱化帯の西限に近く、南北性の岩相変化に沿って分布しているものと思われる。これは、南北方向に南に延びる可能性があり、かつ消磁現象もみられなかったため、本地区における試錐候補地区とした。

Line-8, 10S付近で実施されたPJ-1によれば、浅部から孔底まで黄鉄鉱の鉱染が強く、結果的には優勢な硫化物による示徴であり、50m以浅にのみ黄銅鉱がみられた。

○両地区とも地形急峻のため、見掛比抵抗は地形の影響を大きく受けている。Line-3に対して実施した2次元地形補正の結果、ボロ地区の石英閃緑斑岩の比抵抗は100~300Ωmであり、鉱染帯ではやや比抵抗が低い。しかし、他のポーフリー-銅型鉱床にみられる様な低比抵抗(100Ωm以下)は認められないことから、本地域は粘土化変質がきわめて弱く、高比抵抗の原因となる硅化作用が強いことが判明した。オディン地区の比抵抗はややボロ地区より低比抵抗であるが、特に鉱染に対応する顕著な低比抵抗はみとめられない。

○以上の如く、ボロ地区では、硫化鉄鉱染の外郭は東西の巾約2kmで、ボロ川を北限とし、ほぼ石英閃緑斑岩の分布に近いことが判明した。ボラノス沢および銅沢上流のIP異常は浅部示徴であり、深部には優勢な鉱染はないと思われる。

○オディン地区では、ケセラ鉱床の南方延長を確認した。いくつかの新期貫入岩体に切られ、きわめて変化に富む異常が確認され、深部で南オディン沢に広く認められた鉱化帯に続くことが判明した。

南オディン沢の広く強いIP異常は、低磁気異常を伴うところから黄鉄鉱々染によるものと

考えられる。

北および南オディン沢をつなぐIP異常を確認するためPJ-2,南オディン沢の鉱種を知るためPJ-3の試錐を実施した。共に、Cu品位はきわめて低いものの硫化鉱染は強く、IP示徴とよい対応を示している。

○BCIの実施したケセラ鉱体上の磁気探査により、典型的な磁気異常が捕捉されていたため、IP測線を利用して地表磁気探査を併用した。この結果、ケセラ鉱体周辺の磁気変化を調査し、この結果を利用して南北断面上の磁気定量解析を実施した。数%の磁鉄鉱を含有するこの磁性体は、およそ 4×10^{-3} emuの帯磁率を有することが、岩石物性及び理論計算の両面から確認された。しかし、この磁気異常同様の顕著な異常は他に検出されず、磁鉄鉱をわずかに含有する小規模な磁性岩体をいくつか見ることが出来る。

また、IP異常と低磁気異常の重複から、地表附近の鉱種を黄鉄鉱と考えることにより解釈しきわめて有効な情報を得ることが出来た。南北方向の測線を追加し、さらに残留磁気の測定を行えば、より詳細な解釈が出来たものと思われる。

5-2 今後の問題

本調査では、ケセラ鉱体の北方延長を確認するため、Line-11を測定したが、広い異常はみられなかったため、ケセラ鉱体は北に向って深くなるか、又は、尖波すると思われる。なお、ケセラ鉱体の北限は本調査で把握することが出来なかったため、将来BCI測線2700Sの北方に平行測線を計画するのが望ましい。

一方、ボロ地区では、急峻な地形にもかかわらず東西方向の測線により、鉱化帯の輪郭をとらえることが出来た。今後、出来れば、さらに南方への伸展をとらえるため、Line-6以南に平行測線を数本実施するのが望ましい。これらにより、ボロ地区とオディン地区の関連を知ることが出来よう。

以前の調査の電極間隔は200 feet(約66m)であり、小規模貫入岩の多い本地域では、電極間隔がせますぎることによる異常値のバラツキが認められた。今後、さらに深部に有望鉱兆が期待されるので、電極間隔を100m及び200mにして、深部探査を実施すべきであろう。

本調査では、地表磁気探査を併用することにより、帯磁率の高い岩体の分布をとらえ、鉱兆に関連の深い磁鉄鉱を確認した。また、強いFE異常と広範な低磁気異常の検出から、黄鉄鉱による消磁効果を予想することが出来た。今後とも、火成岩体の分布および鉱兆を知るうえで地表磁気探査を併用し、多角的探査をすることが必要であろう。なお、IP測線を利用した磁気探査であるため主に東西方向の磁気変化のみを観測したが、測線間の磁気変化が不明であったため数本の南北測線を計画するべきであった。

IV 試錐探查

第 1 章 総 説

第三年次調査における試錐探査は、第一年次、第二年次および第三年次の地質、地化学調査および物理探査によって明らかにされた鉱化帯の状況把握を目的とし、昭和52年3月中旬に作業を開始し6月中旬に全作業を終了した。この期間に実施した孔数は3孔で、総試錐延長は1,002.55 mである。

作業は日本側管理者1名と技術者6名、それにフィリピン鉱山局側代表者1名と技術者6名により、2台の試錐機（TFM-2A型、TGM-2C型）を使用し、3交代操業で実施された。

工法は着盤以降ワイヤーライン工法を適用した。

工事期間は当地域における乾期の終りから雨期の始まりにかけての時期ではあったが、特別の事故もなく、フィリピン鉱山局および関係各位の協力により、無事所期の成果をあげることが出来た。

第2章 試錐工法および使用機械

当地域周縁における資料より，試錐孔においては破碎帯の掘さく部分が多いことから，コア採取率の向上，逸水防止対策，孔内抵抗等の防止を対象とした工法を用いた。

使用した機種およびその仕様は Table IV-1 の通りである。

Table IV-1 Drilling equipment and consumed materials

A. Model "TFM-2A"

Article	Model	Specifications	Quantity
Drilling Machine	Model "TFM-2A" (Tone Boring, Co.)	Capacity: 400 mm	1 set
		Dimensions: Height 1,400 mm Length 1,800 mm Width 1,000 mm	
		Weight (without Power Unit): 1,080 kg	
		Swivel Head Spindle Speed: 125, 304, 600, r.p.m.	
Hoist	Type: Planetary Gear Hoisting Capacity: 2,000 kg		
Oil Pump	Type: Gear Type, Two-steps Variable Delivery Vane Type Capacity: 60 /min Pressure: Max. 30kg/cm ² Ord. 20kg/cm ²		
Motor	Model "F3L 812" (Mitsui Deuts, Co.)	Diesel Engine: 4 Cycle Air-cool Type Revolution: 1,500~2,000 r.p.m. Related Power: 31.5 41 P.S.	1 set
Drilling Pump	Model "NES-100B" (Tone Boring, Co.)	Duplex Cylinder Double Action Weight (without Power Unit): 325 kg Piston Diameter: 60, 70 mm Stroke: 50 mm Max. Capacity: 71, 100 /min Max. Pressure: 50, 35.5kg/cm ²	1 set
Water Supply Pump	Model "NS-110"	Diesel Engine (Yanmar Diesel Co.) Revolution: 2,200 r.p.m. Related Power: 11 P.S.	1 set
Derrick	Iron Square pod	DRP-9	1 set
Winch	Model "K-1" (Nansei Kikai Co.)	Capacity: 750 kg Variable Type: Four-steps normal & reverse	1 set
Motor	Model "F-7"	Diesel Engine: 7 P.S. Water-cool Type	1 set
Drill Rod		NQ-3 m	45 pcs
		NQ-1.5 m	1 pc
		BQ-3 m	100 pcs
		BQ-1.5 m	1 pc
Casing Pipe		112 mm - 1 m	7 pcs
		NX - 3 m	20 pcs
		NX - 1 m	10 pcs
		NX - 0.5 m	10 pcs
		BX - 3 m	50 pcs
		BX - 1 m	5 pcs
Wireline Hoist		Attached to Drilling Machine	1 set
Rod Safety Clamps		RH-85 Type	1 set
Water Swivel		DH Type	1 set
Travelling Block			15 pcs
Hoisting Swivel		B Type	1 set

B. Model "TGM-2C"

Article	Model	Specifications	Quantity
Drilling Machine	Model "TGM-2C" (Tone Boring, Co.)	Capacity: BQ-WL 550 m	1 set
		Dimensions: Height 1,520 mm	
		Length 2,430 mm	
		Width 0.990 m	
		Weight (without Power Unit): 1,200 kg	
	Swivel Head	Spindle Speed: 140 340 530 700 r.p.m.	
	Hoist	Type: Planetary Gear Type (Power Up) Capacity: 4,500 kg	
	Oil Pump	Type: Gear Type, Two-steps Variable Delivery Vane Type Capacity: 60 /min Pressure: Max. 30kg/cm ² Ord. 20kg/cm ²	
Motor	Model "F3L-812" (Mitsui Deuts, Co.)	Diesel Engine: 4 Cycle Air-cool Type Revolution: 1,500~2,000 r.p.m. Related Power: 31.5~41 P.S.	1 set
Drilling Pump	Model "NES-100B" (Tone Boring, Co.)	Duplex Cylinder Double Action Weight (without Power Unit): 325 kg Piston Diameter: 60, 70 mm Stroke: 50 mm Max. Capacity: 71, 100 /min Max. Pressure: 50, 35.5 kg/cm ²	1 set
Water Supply Pump	Model "NS-110"	Diesel Engine (Yanmar Diesel Co.) Revolution: 2,200 r.p.m. Related Power: 11 P.S.	1 set
Derrick	Iron Square pot Type	DRP-9	1 set
Winch	KK-1A (Nansei Kizai Co.)	Capacity: 1000 kg Variable Type: 4 steps Normal & Reverse	1 set
Motor	NS-130C (Yanmar Diesel Co.)	Diesel Engine for Winch 13 P.S. Water-cool Type	1 set
Drill Rod		NQ - 3 m	45 pcs
		NQ - 1.5 m	1 pc
		BQ - 3 m	100 pcs
		BQ - 1.5 m	1 pc
Casing Pipe		112 mm - 1 m	7 pcs
		NX - 3 m	20 pcs
		NX - 1 m	10 pcs
		NX - 0.5 m	10 pcs
		BX - 3 m	50 pcs
		BX - 1 m	5 pcs
Wireline Hoist		Attached to Drilling Machine	1 set
Rod Safety Clamps		RH-85 Type	1 set
Water Swivel Travelling Block Hoisting Swivel		DH Type	1 set
		B Type	15 pcs 1 set

C. Consumed Materials

Article	Specification	Unit	Quantity			
			DDH-No. 1	DDH-No. 2	DDH-No. 3	Total
Gasoline	Jeep	L	1060	620	720	2,400
Light Oil	Engine	L	1000	1360	1400	3,760
Mobil Oil	Engine	L				200
Misson Oil	Gear	L				60
Turbine Oil	Oil Pressure	L	80	150	50	280
Grease		kg				60
Cutting Oil			200	400	300	900
Metal Crown	HX	pcs	2	2	1	5
Single Core Tube	116m/m x 0.5 m	set				2
Double Core Tube	NQ-WL	set				4
do	BQ-WL	set				4
Wire Cutter	12m/m	pg				1
Core Tube Head	HX	pcs				1
Casing Head	NX	pcs				3
do	BX	pcs				3
Casing Metal Shoe	112m/m	pcs	1	1	1	3
do	NX	pcs	1	1	1	3
do	BX	pcs	1	1	1	3
Cement		pack	5	0	2	7
Rag		kg				100
Core Box		pcs	45	67	65	177
Board	20m/m	m ³				3
Wire	# 10	kg				80
do	# 12	kg				80
Nail	75m/m	kg				30
do	38m/m	kg				30
Wire Rope	19m/m x 1000 m	vol				1
do	10m/m x 1000 m	vol				4
Manila Rope	19m/m x 100 m	vol				2
do	19m/m x 50 m	vol				2
Binyl Rope	8m/m x 250 m	vol				2
V-Belt	Engine	set	2	0	2	4
do	Pump	set	2	2	2	6
Wire Rope	5m/m x 350 m	vol				2
Core-Lifter	NQ-WL	pcs				12
do	BQ-WL	pcs				15
Core-Lifter Case	NQ-WL	pcs				5
do	BQ-WL	pcs				6
WL-Accessory	NQ-WL	set				1
	BQ-WL	set				1
Working Dress	M, L	set				18
Working Gloves		pair				120
Lighting Fixture	12V - 60W	set				30
Working Shoes	25 ~ 27 cm	pair				16
Pressure Gauge	100 kg/cm ²	pcs				2
Bentnite		t		0.7	0.3	1
Carriage	A-101	pcs	1		1	2
Loading Block	B106 (with A-hock)	pcs	1		1	2
Main Rope Holder	S-3 Type	pcs	1		1	2
Snatch Block	E-08	pcs	4		4	8
do	E-06	pcs	20		15	35
Heel Block		pcs	2		2	4
Saddle Block	C-0	pcs	2		2	4
Main Crank	J-22 Type	pcs	1		1	2
Shackle	10m/m	pcs				10
Clip	20, 10m/m	pcs				110
Puller	500 kg	pcs				1

第 3 章 試 錐 作 業

3-1 設営作業

事前の現地予備調査結果より、試錐予定地への機材搬入は索道による方法とヘリコプターによる方法とを想定し、各々の方法に対処した準備を整えて現地入りをした。先行していた地質、物探班による調査結果より、試錐位置は索道による搬入個所が2ヶ所、トラック道路沿いに1個所選定された。

1号孔(PJ-1)はトラック道路よりTFM-2A機の自走により約1km北上したのち索道により約800m南東へ運搬した所に位置したマイディット沢の中に選定された。

2号孔(PJ-2)は現在探鉱の進められているケセラ坑より南方約800mに位置したトラック道路脇に選定された。

3号孔(PJ-3)は2号孔の南東700mに位置した南オディン沢の中に選定され、約400m間を索道使用により機材搬入を行った。

試水用水は1, 3号孔については、付近の沢より自然流下水をポリパイプにて導水し、2号孔については近くの沢よりポンプアップにより現場へ導水した。

3-2 移設作業

各孔の移動作業は次の通りである。

Table IV-2 Details of moving operation

Item		Hole No.		1		2		3		Total	
		In	Out	Day	Man-day	Day	Man-day	Day	Man-day	Day	Man-day
Moving Operation				MaMar. 21, '77		May 3, '77		Apr. 10, '77			
				Apr. 23, '77		May 21, '77		Apr. 24, '77			
				May 11, '77		Jun. 12, '77		May 16, '77			
				May 21, '77		Jun. 17, '77		May 23, '77			
Preparation	Road Reinstatement			12	84	2	20	4	34	18	138
	Haulage			10	441	7	58	8	259	25	758
	Installation			5	55	3	39	2	36	10	130
	Test Run, etc.			7	56	7	27	1	13	15	96
	Total			34	636	19	144	15	342	68	1,122
Removal	Dismounting			0.5	22	0.5	18	1	12	2	52
	Pull out of casing pipes			0.5	18	1	25	1	8	2.5	51
	Haulage			7	738	0.5	22	2	46	9.5	806
	Road Reinstatement										
	Others			3	275	2	25	2	16	7	316
Total			11	1,053	4	90	6	82	21	1,225	
Grand Total				45	1,689	23	234	21	424	89	2,347

3-3 撤収作業

TFM-2A型機

52年5月10日、1号孔の掘進終了後直ちにケーシングパイプの抜管、試錐機、櫓等の解体作業を行ない、索道による機材の運搬を開始したが、荷上索と引戻索に関わるトラブルのため数日間機材撤去に遅れを取った。しかし解消後は順調な機材搬出作業に入った。

索道による搬出後、再度試錐機の組立を行ない、道路までの約1kmを自走により試錐機およびポンプの撤収を計った。なお集材機は独自のウインチによる自走で、パイプ類および他の部品類は人力によって、索道基点より道路まで運搬され、5月26日撤収作業を終了した。

TGM-2C型機

52年6月11日、2号孔の掘進終了後、ケーシングパイプの抜管、櫓等の解体後トラックにより機材の撤収作業に取掛り、6月17日、全機材をバギオ市に運搬して終了した。

3-4 コアーリングの状況と孔内保持

今回対象となったボボック地域の表土、礫層の厚さは、沢沿いの場所で5~7m、尾根部で26mの範囲であり、この部分の掘さくは116m/mメタルクラウンを使用した。次いで112m/mケーシングパイプを所定深度まで挿入後、101m/mメタルクラウンにて岩盤の安定した深度まで掘さくしたのち、NXケーシングパイプを挿入し、以下、NQ、BQのワイヤーライン工法により掘さくを行なった。尚NXケーシングパイプ挿入後、下部に粘土挟みの破砕帯の存在が認められた場合には、NXケーシングパイプの回転により、所定深度への追行を計った。

NQ-WLの錐進深度範囲は131.15m~178.95mの範囲であり、平均深度は、148.25mであった。実施した3孔のコアーリング深度は4.80m~351.00mの範囲であり、後述するように、1、3号孔においては着盤以降45m~60mの範囲に粘土混りの破砕帯を挟み、2号孔では孔全体が著しく破砕性に富んだ地層を呈したが、ケーシング工法により無事予定深度まで掘進することが出来た。

泥水材の使用については、2号孔において81m~210m区間で一部ベントナイト泥水を使用し、スライム排除に効果を示したが、他では、孔内抵抗の減少、ツールの磨耗対策および潤滑性の向上による孔壁保護の目的で、カッピングオイルを循環水へ1~3%添加して使用した。掘進成績はFig・IV-1(A~C)の通りで、総実掘進方数における1方当りの掘進長は、5.86mであった。又コアー採取率は平均96.3%であった。

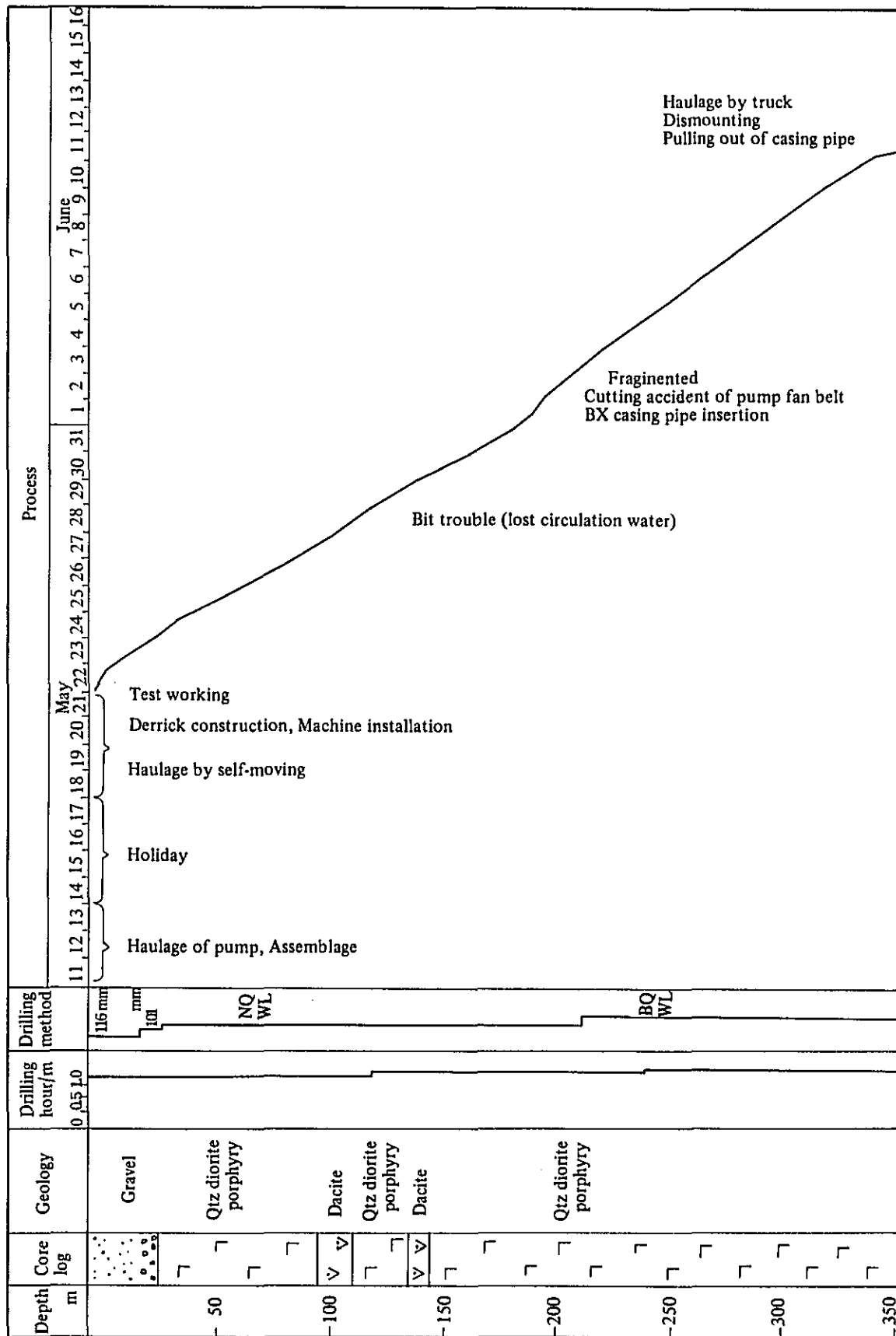


Fig. IV-1-B Drilling progress of each hole (PJ-2)

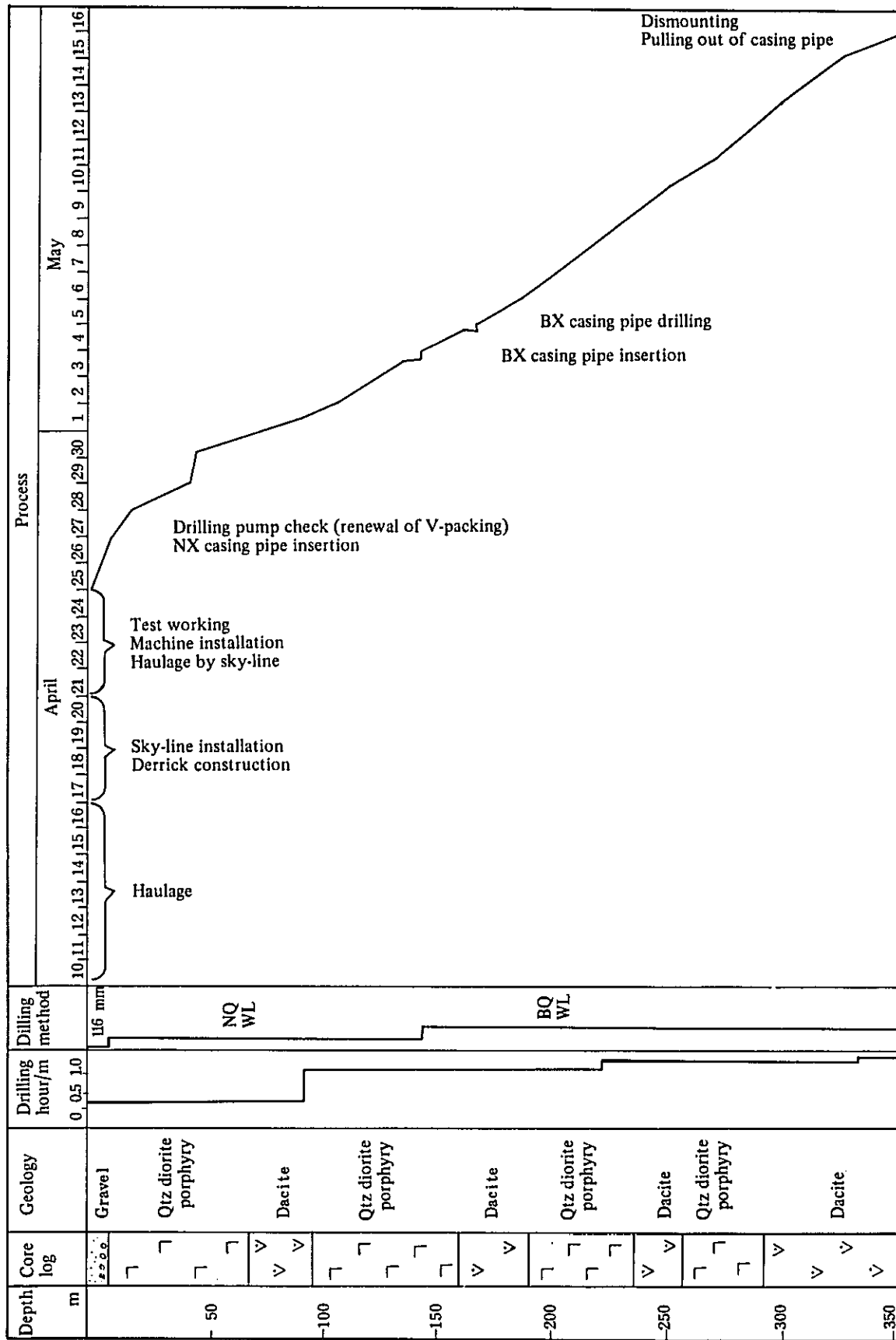


Fig. IV-1-C Drilling progress of each hole (PJ-3)

35100

3-5 掘進状況

実施した各孔の掘進状況は次の通りである。

3-5-1 1号孔(PJ-1)

116^m/_mメタルクラウンにて掘進を開始したが、6.70 mにて安山岩質の礫層に達したので、112^m/_mケーシングパイプを挿入してD-14型、101^m/_mダブルコアチューブに切替えた。

101^m/_mにて掘進開始後まもなく7.15 mで着盤したが、地層の崩落が激しく、ダブルコアチューブが抑えられる状態が続いたので、12 mより利根D-N型76^m/_mダブルコアチューブに切替えた。しかし同じ様な地層、孔内抵抗が続いたので6.70 m以深へセメンチングを実施したのち、NXケーシングを15 mまで挿入して、NQ-WL工法に切替えた。WL工法により60 mまで掘進したが、湧水と粘土を挟む石英閃緑斑岩の著しい崩落により、これ以上の掘進は困難と判断しNXケーシングパイプを65 mまで追行し、孔内の安定に努めた。

65 m以深からは安定した岩盤となり、134 mにて、BXケーシングを挿入しBQ-WL工法に切替えた。134 m以降は非常に安定した石英閃緑斑岩が連続し、301.45 mまで無事掘進を完了することが出来た。

6.70 m以深よりカッティングオイルを使用し孔内の安定に努めた。

3-5-2 2号孔(PJ-2)

116^m/_mメタルクラウンにて掘進を開始、25.75 mまで無水掘を行ない表土におけるコアの安全採取に努めた。26 mにて着盤を確認したので、NXケーシングパイプを挿入してNQ-WL工法に切替えた。岩石は石英閃緑斑岩で、81 m以深より逸水を伴ないはじめた。またコアも亀裂に富み採取状況も多少低下すると共に、孔内スライムの排出状況も悪くなり抵抗も出始めてきた。逸水防止対策は、おがくずをベントナイト泥水へ混入し、逸水層への圧入を再三試みたが、いずれも失敗したので、210 mまで逸水状態で掘進したのちBXケーシングパイプを挿入し、BQ-WL工法に切替えた。NQ-WL使用区間におけるコア採取率は94.7%、方当り平均掘進長は、6.37 mであった。BQ-WLに切替後もコアは亀裂の発達した砕け易い岩石の連続のため棒状のものはほとんど採取されず、245 mより再度全量逸水層に遭遇した。逸水防止対策は主として、おがくずをベントナイト泥水と混ぜて圧入する方法を採ったが、あまり効果的ではなかったので、逸水状態のまま掘進を続けた。またスライム排除のため定期的にベントナイト泥水を使用し、孔底付近のスライムを逸水層へ排除させる方法をとった。また、この逸水層付近には崩落層を挟在していたが、深度が深くなるに従って、孔内は安定してきた。BQ-WLによる掘進期間中は、上記の様なトラブルの連続ではあったが、どうにか予定深度350.10 mまで掘進することが出来た。

27 mまでカッティングオイルを使用して、孔内の安定に努めた。BQ-WL使用区間におけるコア

一採取率は96.6%，方当り平均掘進長は5.38 mであった。又全体におけるコア採取率は95.5%，方当り平均掘進長は5.93 mであった。

3-5-3 3号孔(PJ-3)

116 m/mメタルクラウンにて掘進を開始，4.80 mにて着盤を確認したので112 m/mケーシングパイプを挿入し，101 m/mダブルコアチューブにて6 mまで掘進後，NXケーシングパイプを挿入し，NQ-WL工法に切換えた。

NQ-WL工法にて掘進後，36 mより45 m間において粘土を挟んだ崩れ易い石英閃緑斑岩となったので，NXケーシングを45 mまで追行し，孔内の安定を計った。45 m以深からは，比較的安定した石英閃緑斑岩で，149 mにてBXケーシングパイプを挿入してBQ-WL工法に切換えた。

BQ-WLに切換直後，脆弱な岩石のため152 mまでケーシングを追行し，孔内の安定を計った。152 m以深は比較的安定した石英閃緑斑岩で，順調に掘進を完了することが出来た。

6 m以深よりカッピングオイルを使用し，孔内の安定に努めた。

Table IV-3 (A~C)に各孔の掘進総括表を，Table IV-4に掘進成績表を示した。

Table IV-3-A Summary record of drilling results ; PJ-1

Drilling Period	Periods			Number of Days	Actual Working Days	Pay off	Total Number of Workers
	Mar. 21, 1977 - Apr. 23, 1977	Apr. 24, 1977 - May 10, 1977	May 11, 1977 - May 21, 1977				
Preparation	Mar. 21, 1977 - Apr. 23, 1977			34	34	0	636
Drilling	Apr. 24, 1977 - May 10, 1977			17	17	0	256
Removing	May 11, 1977 - May 21, 1977			11	11	0	1,053
Total	Mar. 21, 1977 - May 21, 1977			62	62	0	1,945
Planned Length	300.00 m	Overburden	7.15 m	Core Recovery for Each 100 m Section			
Increase or Decrease in Length	+ 1.45 m	Core Length	289.45 m	Depth m	Section %	Total %	
Drilled Length	301.45 m	Core Recovery	97.3%	0-100	92.4		
Drilling	199°00'	51%	25%	100-200	100	96.3	
Accompanying Works	163°00'	42	20	200-300	100	97.3	
Repairing	28°00'	7	3	300-400			
Total	390°00'	100		Drilling Efficiency			
Preparation	124° 0'		15	301.45 m/62 days (Total Length (m) / Drilling Period)		4.86 m/Day	
Moving	135°00'		17	301.45 m/62 days (Total Length (m) / Working Days)		4.86 m/Day	
Others	160°00'		20	301.45 m/17 days (Total Length (m) / Net Drilling Days)		17.73 m/Day	
Grand Total	809°00'		100	256 men/301.45 m (Net Drilling Workers, Total Length (m))		0.85 men/m	
Pipe size & Inserted Length (m)	Inserted Length x100% / Drilling Length	Recovery of Casing Pipe (%)	Remarks				
112 mm C.S.G. 6.70 m	2.2	100					
NX C.S.G. 65.00 m	21.6	100					
BX C.S.G. 150.00 m	49.8	100					

Table IV-3-B Summary record of drilling results ; PJ-2

Drilling Period	Periods		Number of Days	Actual Working Days	Pay off	Total Number of Workers	
	May 3, 1977 - May 21, 1977	May 22, 1977 - Jun. 11, 1977					
Preparation			19	13	6	144	
Drilling			21	21	0	322	
Removing			4	4	0	90	
Total			44	38	6	556	
Planned Length	350.00 m	Overburden	26.00 m				Core Recovery for Each 100 m Section
Increase or Decrease in Length	+ 0.10 m	Core Length	334.95 m				
Drilled Length	350.10 m	Core Recovery	95.5%				
Drilling	171°00"	87%	46%				
Accompany Works			200-300				
Repairing	16°00"	13	3				
Total	197°00"	100	300-400				
			Drilling Efficiency				
Preparation	88°00"		350.10 m/44 days (Total Length (m) / Drilling Period)				7.96 m/Day
Moving	40°00"		350.10 m/38 days (Total Length (m) / Working Days)				9.21 m/Day
Others	59°00"		350.10 m/21 days (Total Length (m) / Net Drilling Days)				16.67 m/Day
Grand Total	374°00"		322 men/350.10 m (Net Drilling Workers / Total Length (m))				0.92 men/m
Pipe size & Inserted Length (m)	Inserted Length x100% Recovery of Drilling Length Casing Pipe (%)		Remarks				
112 mm C.S.G. 5.50 m	5.5	0					
NX C.S.G. 7.70 m	7.7	100					
BX C.S.G. 60.10 m	60.1	91.4					

Table IV-3-C Summary record of drilling results ; PJ-3

Drilling Period	Perios		Number of Days	Actual Working Days	Pay off	Total Number of Workers
	Apr. 10, 1977 - Apr. 24, 1977	Apr. 25, 1977 - May 15, 1977				
Preparation			15	15	0	342
Drilling			21	21	0	290
Removing			6	6	0	82
Total			42	42	0	714
Planned Length	350.00 m	Overburden	4.80 m	Core Recovery for Each 100 m Section		
Increase or Decrease in Length	+ 1.00 m	Core Length	336.90 m	Depth (m)	Section (%)	Total (%)
Drilled Length	351.00 m	Core Recovery	96.2%	0-100	94.7	
Drilling	268°00"		55%	100-200	91.9	93.2
Accompanying Works	212°00"		44	200-300	100	95.5
Repairing	3°00"		1	300-400	100	96.2
Total	483°00"		100	Drilling Efficiency		
Preparation	69°00"					8.36 m/Day
Moving	40°00"					8.36 m/Day
Others	46°00"					16.71 m/Day
Grand Total	638°00"					0.83 men/m
Pipe size & Inserted Length (m)	Inserted Length x 100% Recovery of Drilling Length Casing Pipe (%)		Remarks			
112 mm C.S.G. 3.00 m	0.9	100				
NX C.S.G. 45.30 m	12.9	100				
BX C.S.G. 152.00 m	43.3	84.2				

Table IV-4 Generalized drilling results

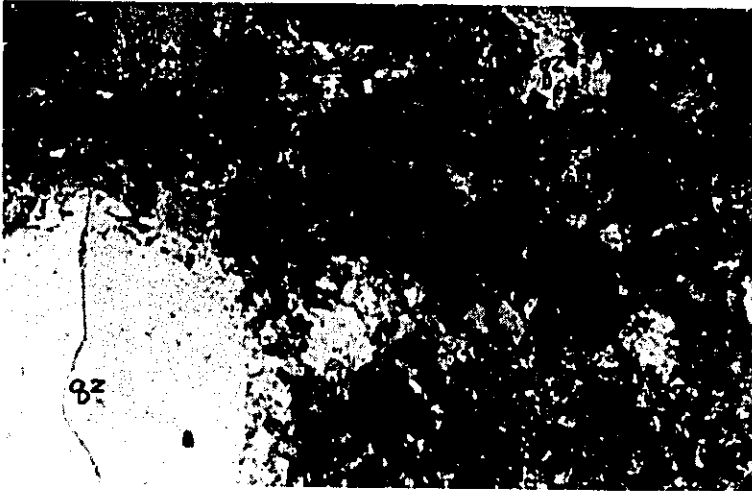
Drill Hole No.	Machine Type	Drilling Period	Drilled Length	Core		Number of Drilling Shift			Drilling Speed		Remarks
				Length	Recovery	Drilling	Casing etc.	Total	m/shift*	m/shift**	
1	TFM-2A	Mar. 21, '77 - May 21, '77	301.45 m	289.45 m	97.3%	49	1	50	6.03	6.15	
2	TGM-2C	May 10, '77 - Jun. 17, '77	350.10	334.95	95.5	59	2	61	5.74	5.93	
3	TGM-2C	Apr. 10, '77 - May 23, '77	351.00	336.90	96.2	58	2	60	5.85	6.05	
Total			1002.55	961.30	96.3	166	5	171	5.86	6.04	

Notes: * Drilling Length per one shift covering total works operated

** Drilling Length per one shift covering net drilling operations

APPENDICES

Bakod



j-152

Quartz diorite

(Cross)

0 0.5 $\frac{m}{m}$

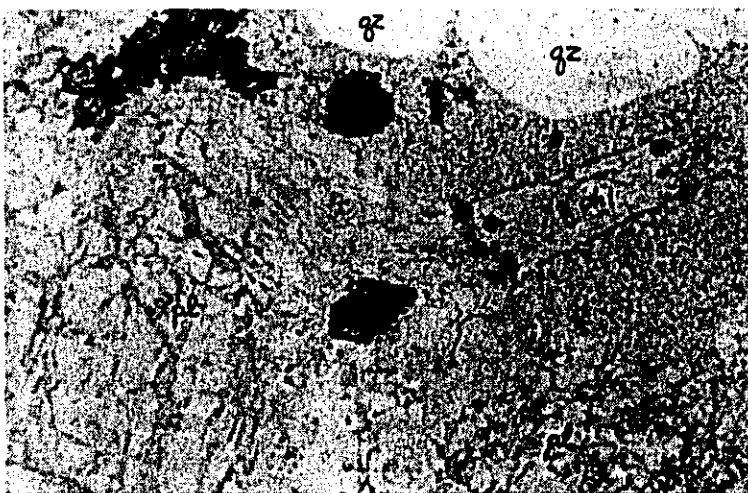


k-128b

Quartz diorite porphyry

(Cross)

0 0.5 $\frac{m}{m}$



g-134

Dacite porphyry

(Open)

0 0.5 $\frac{m}{m}$

Fig. A-1 Microphotograph of thin section

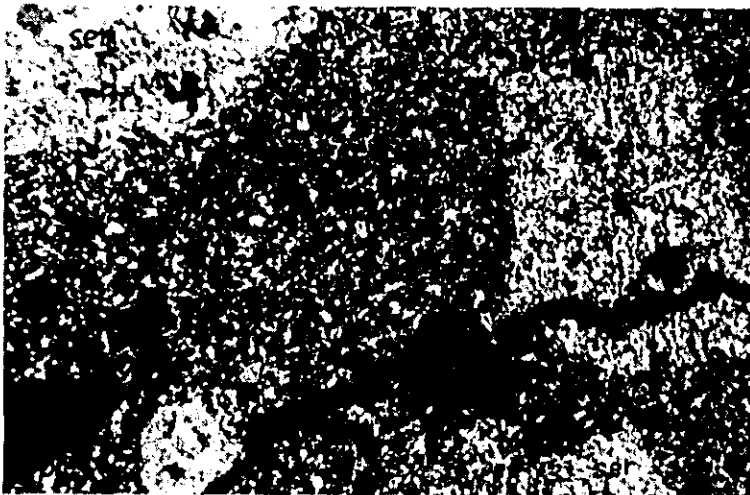


e-45

Quartz diorite porphyry

(Cross)

0 0.5^m/_m



k-185

Dacite porphyry

(Cross)

0 0.1 0.2^m/_m



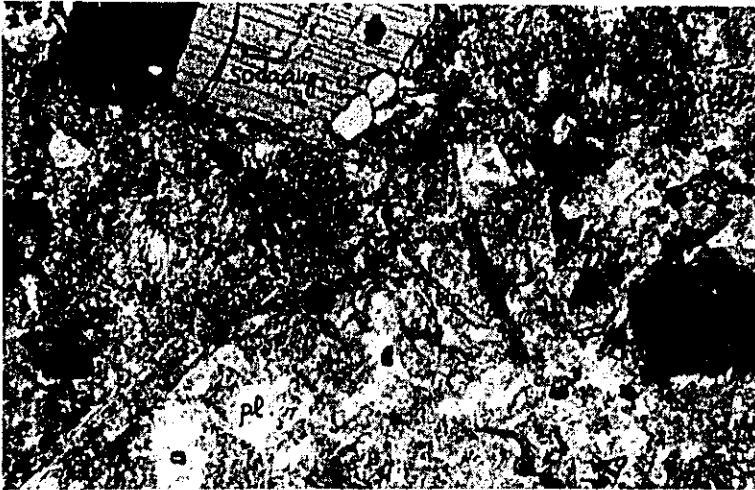
k-111

Kersantite

(Open)

0 0.5^m/_m

Mongia



j-304

Haüyne monzonite porphyry

(Open)

0 0.5 mm

Salinas



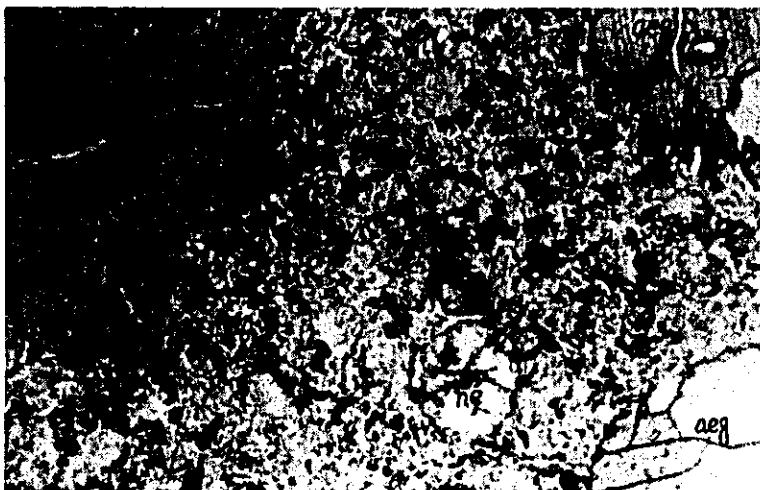
d-533

Basalt

(Open)

0 0.5 mm

Kasibu



g-736

Analcite phonolite

(Open)

0 0.5 mm

Baguio



N-27

Quartz gabbro

(Cross)

0 0.5 $\frac{m}{m}$

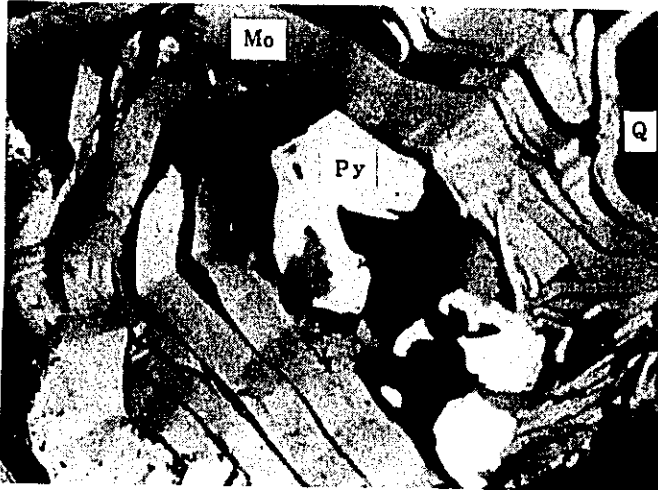


T-64

Quartz diorite

(Cross)

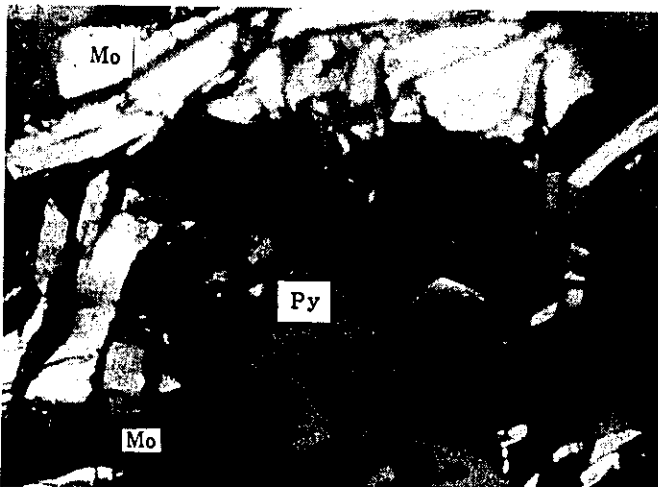
0 0.5 $\frac{m}{m}$



Sample No. : h-173
 Name of area : Bokod
 Locality : Bolo River
 Type of ore : Q-network

Molybdenite occurs in quartz vein as curved foliated crystals. Pyrite occurs as irregular anhedral grains and includes fine-grained molybdenite.

Mo : Molybdenite Open Nicol
 Py : Pyrite
 Q : Quartz



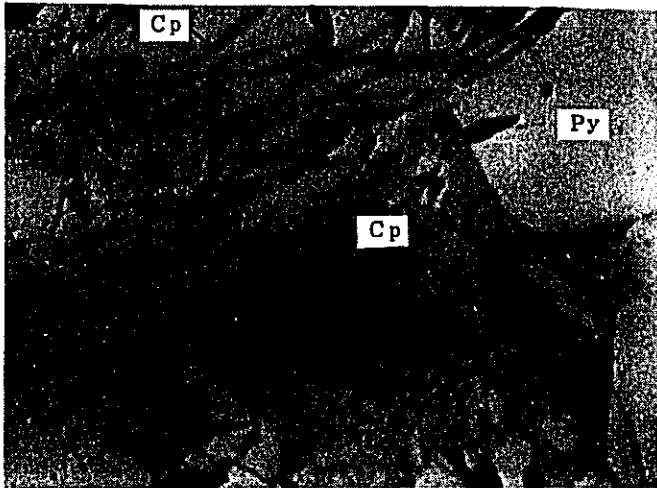
Sample No. : h-173
 Name of area : Bokod
 Locality : Bolo River
 Type of ore : Q-network

This is same as the above. Molybdenite shows intense anisotropy (white - dark gray in color).

Cross Nicol

0 0.1 0.2 mm

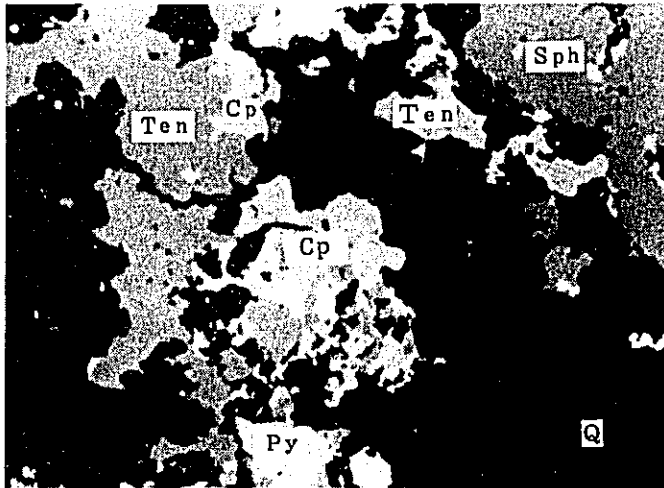
Fig. A-2 Microphotograph of polished section



Sample No. : f-317(3)
 Name of area : Mongia
 Locality : Lugan ore deposit
 Type of ore : Massive replacement

Irregular veinlets or network of chalcopyrite filling interstices of pyrites. Chalcopyrite shows later stage deposition.

Cp : Chalcopyrite Open Nicol
 Py : Pyrite

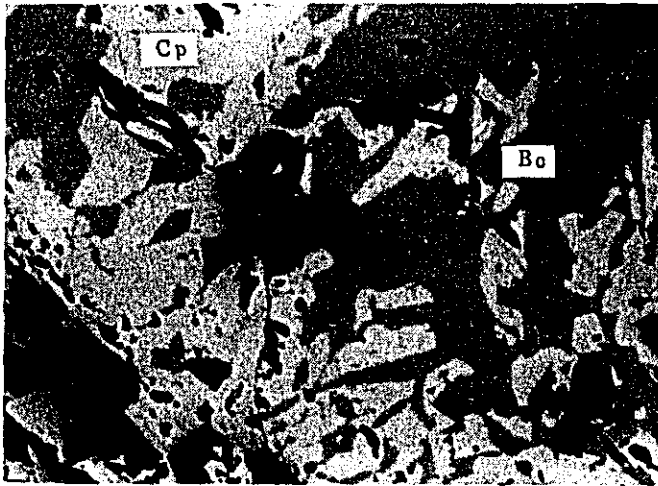


Sample No. : f-317(4)
 Name of area : Mongia
 Locality : Lugan ore deposit
 Type of ore : Massive replacement

Lugan ore is composed of fine-grained pyrite, tennantite, chalcopyrite and coarse-grained sphalerite.

Sph : Sphalerite Py : Pyrite Open Nicol
 Ten : Tennantite Q : Quartz
 Cp : Chalcopyrite

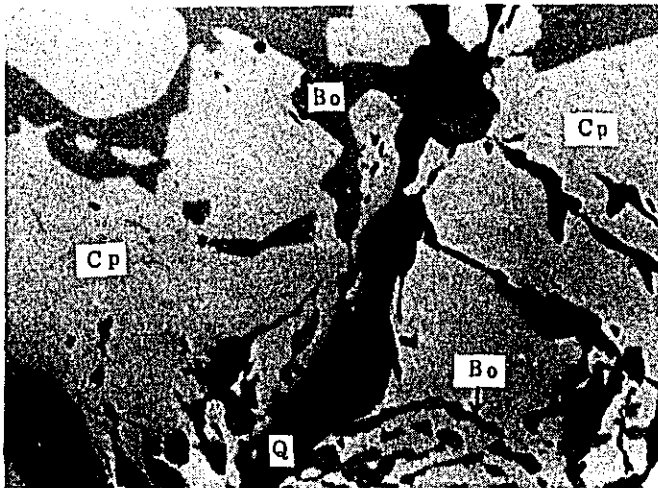
0 01 02 $\frac{m}{m}$



Sample No. : PH-2
 Name of area : Baguio
 Locality : Santo Tomas mine
 Type of ore : Q-veinlet

Bornite occurs in coarse-grained
 chalcopyrite streak and shows
 eutectic texture with chalcopyrite.

Cp : Chalcopyrite Open Nicol
 Bo : Bornite
 Q : Quartz

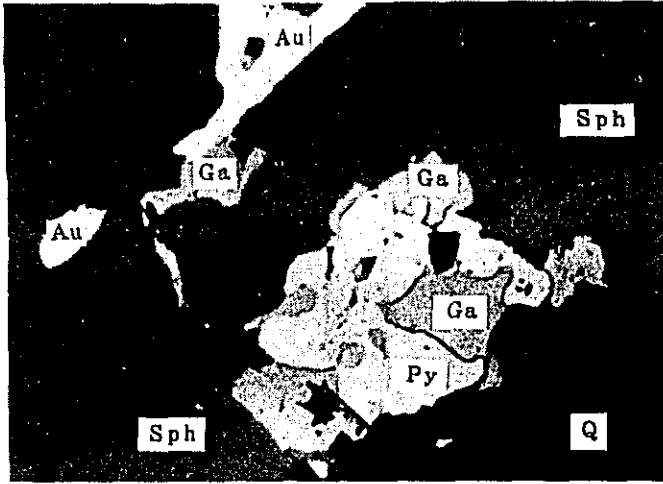


Sample No. : PH-2
 Name of area : Baguio
 Locality : Santo Tomas mine
 Type of ore : Q-veinlet

This is same as the above
 polished section.

Cp : Chalcopyrite Open Nicol
 Bo : Bornite
 Q : Quartz

0 0.1 0.2 mm

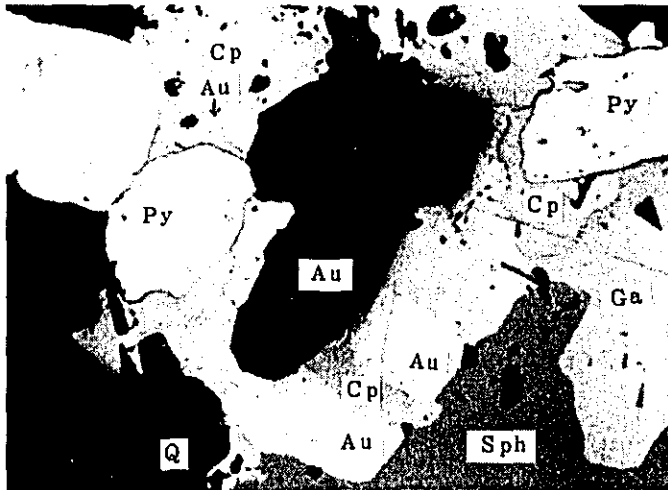


Sample No. : AC-3
 Name of area : Baguio
 Locality : Acupan mine
 Type of ore : Au-Q-vein

Native gold (electrum) is formed in coarse-grained sphalerite with galena. Native gold usually shows rounded granular grain but some of gold show irregular shape. Maximum length of irregular shaped gold is about 120 μ .

Open Nicol

Au : Native gold Py : Pyrite
 Ga : Galena Q : Quartz
 Sph : Sphalerite



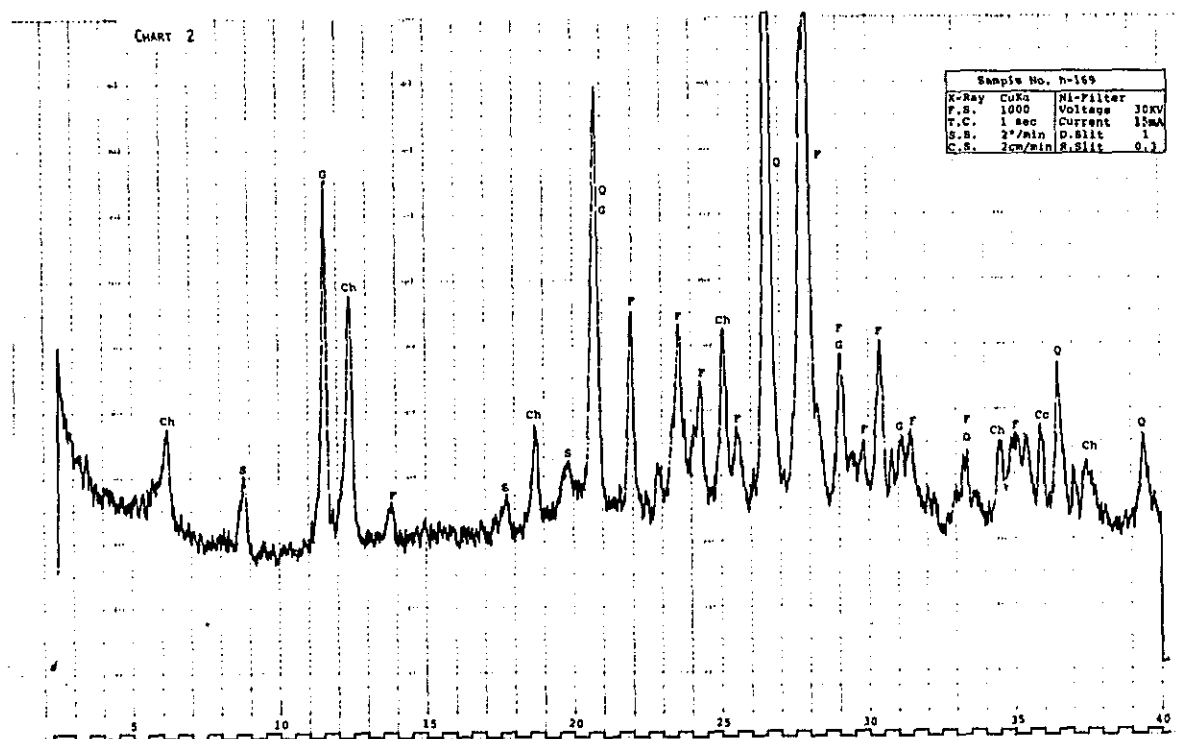
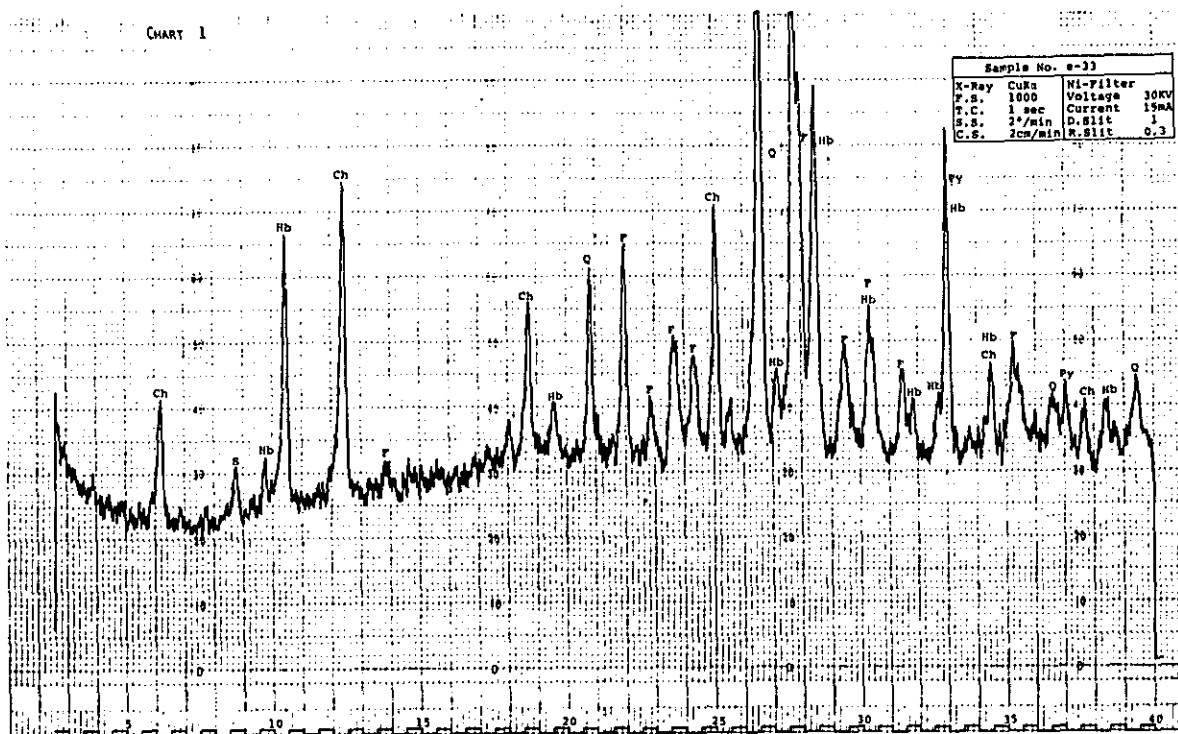
Sample No. : AC-3
 Name of area : Baguio
 Locality : Acupan mine
 Type of ore : Au-Q-vein

This microphotograph is taken from the above polished section. In this case, native gold occurs as rounded grains with galena.

Open Nicol

Au : Native gold Sph : Sphalerite
 Ga : Galena Py : Pyrite
 Cp : Chalcopyrite Q : Quartz

0 0.1 0.2 μ m



Abbreviation
 Ch : Chlorite Hb : Hornblende Q : Quartz S : Sericite F : Feldspar Py : Pyrite
 Ep : Epidote Cc : Calcite Do : Dolomite Bi : Biotite Kf : K-feldspar G : Gypsum

Fig. A-3 Chart of x-ray diffractive analysis

Table A-1 List of microscope observation (Thin section)

Abbreviation:

Rock name					
lmy s.s.	limy sandstone	vol s.s.	volcanic sandstone	vit tf	vitric tuff
cry tf	crystal tuff	sdv tf	sandy tuff	bi-hb da	bio-hb dacite
bi-hb an	bio-hl andesite	bi an	bio andesite	q-b an	quartz bearing andesite
hb an	hl andesite	alt an	altered andesite	alt ba	altered ba
ak an	alkaline andesite	ana pho	analcite phonolite	ak dol	alkaline dolerite
alt dol	altered dolerite	kers	kersantite	f q di-por	fine quartz diorite porphyry
q di-por	quartz diorite porphyry	dio-por	diorite porphyry	q mon-por	quartz monzonite porphyry
gra-dio	granodiorite	qtz-dio	quartz diorite	m q-dio	micro quartz diorite
gab	gabbro				
Texture					
porp	porphyritic	mi gra	micrographic	granu	granular
mosa	mosaic	graph	graphic	blast por	blast porphyritic
por-gra	porphyro granular	holo	holocrystalline	eq-gro	equigranular
poiki	poikilitic	katacl	kataclastic	oph	ophitic
hyalopi	hyalopilitic	pilot	pilotaxitic	felt	felty
int-ser	intersertal	int-gra	intergranular	hy-cry	hypocrystalline
tra	trackytic	amy	amygdaloidal		
Mineral					
q	quartz	k-f	k-feldspar	pl	plagioclase
bio	biotite	hb	hornblende	au	augite
hy	hypersthene	ol	olivine	op	opacite
gl	glass	si	silica minerals	cc	calcite
ser	sericite	sap	saponite	mon	montmorillonite
chl	chlorite	kao	kaoline	il	illite
hyd	hydromica	act	actinolite	epi	epidote
pum	pumpellyite	pre	prehnite	zeo	zeorite
mi	mixed-layer mineral	ti	titanite	hm	hematite
oli	oligoclase	tou	toumarine	gy	gypsum
ch/sa	chlorite/saponite mixed layer	se/mo	sericite/montmorillonite mixed layer		

Table A-2 List of microscope observation (Polished section)

Area	Sample No	Location	Occurrence	Ep	Bor	Ten	Chc	Mal	Cov	Sph	Gal	Hol	Au	Py	Pyh	Mag	Item	Hgh	Remarks
Bokod	d- 12	Bolo	diss	△										⊙	×	△	△		
	e- 55	N-Oding	vlet	△						⊙	△		×	○					
	82	Bolo	do	△					×					⊙	⊙				
	f- 82	do	do	△										⊙	×	○	△		
	86	do	do	○										⊙	×	△	△	⊙	
	93	do	do	△			△			×				⊙	×	×			
	g-137	S-Oding	diss~vlet	×			×							○	×	×	×		
	h- 17	Bolo	diss	×										○	×	×			
	163	do	do	×										○	×	×	×		
	168	do	vein	△										⊙	×	×			
	173	do	do	×							○			△	×	×			
	177	do	diss	×										○	△	×			
	j- 5	do	vlet~diss	△				○						○	△	×	×		
	8(b)	do	diss	△										○	△	×	×		
	11	do	do	△			×							⊙	×	×	×		
	94	N-Oding	do	×				△						○	×	×			
	145	S-Oding	do	×										⊙	×	×			
	149	do	vlet~diss	×										○	×	×			
	154	do	do	×										△	△	×			
	k- 18	Bolo	diss	×										⊙	×	×	×		
	73	N-Oding	do	△										⊙	×	×	×		
	106	Bolo	do	×										△	×	×	×		
	107	do	vlet~diss	×										⊙	×	×			
	113	do	do					△						×	×	×			
	114	do	do	×			×							○	×	×	×		
	115	do	do	△	×		×				△			○	×	×	×		
	124	do	diss					○						○	×	×			
	136(a)	do	do	△										⊙	×	×	×		
	142	Natio Road	do	×				×		×	×			△	×	×			
	143	N-Oding	do	×				⊙						△	×	×	×		
	145	do	do	×										○	×	×	×		
	156	do	do	×				○						○	×	×	×		
	167	S-Oding	diss~vlet					×						○	×	×	×		
	168	do	do	×										⊙	×	×	×		
	176	do	diss	△							×			×	×	×	×		
	180	do	do					×						○	×	×	×		
	193	Que Sera	diss (-vlet)	⊙					×					×	○	○			Under ground
	194	do	do	○							×			△	△				do
	196	do	do	○				⊙						○	×	△	×		do
	197	do	do	△	×			⊙						△	×	×			do
Mongia	f-317(3)	Lugan	massive ore	⊙	○			×	⊙	×				⊙					Lugan ore dep
	(4)	do	do	⊙	⊙			×	⊙	×				○					do
	(5)	do	do	⊙	○			△	○	×				⊙					do
Salinas	531	Mapayao	diss											△					×
	j-519	do	diss~vlet					⊙							×	×			
	539	Cabanglasan	diss	×										△	×	△			
Baguio	WN- 3	Boneng	diss~vlet	×						○				⊙	△				porphyry copper
	SN- 3	Santo Niño	do	○				×		△				⊙	×	×			do
	AC- 3	Acupan	Py-Q vein	○						○	△		○	×					Au-Q vein
	4	do	Py-Rho-Q vein	△						×	×			⊙	×				do
	AT- 2	Antamok	Py-Q vein	△				△		×	×			△	×				do
	3	do	do	×						△	×			△					do
	PH- 2	Santo Tomas	vlet in diss	⊙	⊙					△	×			×					porphyry copper

Remarks : ⊙ : Abundant, ○ : Common, △ : A little, × : Rare

Abbreviation :

N-Oding : North Oding mineralized zone diss : disseminaton
 S-Oding : South Oding mineralized zone vlet : veinlet
 Que Sera : Que Sera ore body py : pyrite
 Lugan : Lugan ore deposit Q : quartz

Table A-3 List of X-Ray diffractive analysis

Area	Sample No.	Minerals														
		montmorillonite	saponite	chlorite	sericite	epidote	biotite	hornblende	K-feldspar	plagioclase	quartz	calcite	dolomite	pyrite	gypsum	anhydrite
Bokod	a- 46			○	●						○	○				
	a- 48			○					●	○	○	○				
	b- 68			●	●					○	○					
	b- 81			○	●					○	○	○	●			○
	b- 82			●	●				○	○	○	○				○
	b- 84			●	○			○		●	○	○				●
	b- 92			○	○				○	○	○	○				○
	d- 10			○	●					○	○	○				
	d- 12			●	○					○	○	○				●
	e- 5			○	●					○	○	○				●
	e- 31			○	○					○	○	○				○
	e- 33			○	○					○	○	○				○
	e- 34			○	●					○	○	○				○
	e- 45			●	○					○	○	○				●
	e- 48			○	●					○	○	○				●
	e- 68			●	●					○	○	○				●
	e- 72			○	○		●			○	○	○	○			
	e- 75			○	●					○	○	○				●
	e- 83			○	○					○	○	○				●
	f- 9			○	●					○	○	○				
	f- 11			●	○					○	○	○				○
	f- 41			○	○					○	○	○				○
	f- 45		○	○	●					○	○	○				●
	f- 49			○	○					○	○	○				
	f- 82			○				○		○	○	○				○
	f- 87			○	○					○	○	○				○
	f- 92			○	●					○	○	○				●
	f- 94			○	●					○	○	○				●
	f- 97		○	○						○	○	○				
	g- 10			●	○					●	○	○				
	g- 45a			●	○					○	○	○				
	g- 50			●				○		●	○	○				●
	g- 99		○	●	●					○	○	○				●
	g-102			●	●					○	○	○				●
	g-133				○						○	○				○
	g-134			●	●					○	○	○				●
	g-136			●	○					○	○	○	●	●		●
g-137			●	○					○	○	○				○	

Legend; ○: abundant ○: common ●: a little or rare

Area	Sample No.	Minerals													
		montmorillonite	saponite	chlorite	sericite	epidote	biotite	hornblende	K-feldspar	plagioclase	quartz	calcite	dolomite	pyrite	gypsum
Bokod	q-141			○	○				⊙	⊙	⊙	●			
	h- 17			○	○				⊙	⊙	⊙	●			
	h- 24			○	●				⊙	⊙	⊙				
	h- 26			○	○				⊙	⊙	⊙				
	h- 67			⊙	●				⊙	⊙	●				
	h- 70			●	○				⊙	⊙	⊙				
	h- 72			○	⊙					○	⊙				
	h- 76			○	○					⊙	⊙	○			
	h- 79			●	○					○	⊙	⊙			
	h- 97			○	●					⊙	⊙	●			
	h- 99			●	○					⊙	⊙	⊙			
	h-103			○	●					⊙	⊙	⊙			
	h-131			●	●					⊙	⊙	○	⊙		
	h-162			○			○		⊙	⊙	⊙	○	○		
	h-163			⊙	●				●	⊙	⊙	●			
	h-164			○	●					⊙	⊙			○	
	h-166			⊙						⊙	○			⊙	
	h-169			○	○					○	⊙	●			⊙
	h-171			○	●		●		○	⊙	⊙	●			
	h-175			●	○		○			⊙	⊙	○			
	h-177			○	●					⊙	⊙	○			
	j- 2			●	○					⊙	⊙	⊙			
	j- 5			⊙	○					○	⊙	⊙			
	j- 8			⊙	○					●	⊙	⊙			
	j- 11			●	⊙					○	⊙	⊙			
	j- 12			○	●					○	⊙	⊙			
	j- 17			●	●		●			⊙	⊙	⊙			
	j- 18			●	○					⊙	⊙	⊙			
	j- 21			⊙	○	●				⊙	⊙	○			
	j- 24			●	●					⊙	⊙	⊙			
	j- 47			○					○	⊙	⊙	⊙			
	j- 89			○	○					⊙	⊙				
	j- 91			⊙	●					⊙	⊙	●			
	j- 92			○	●					⊙	⊙				
	j- 94			●	●					⊙	⊙				
	j- 96			⊙	●				○	⊙	⊙	⊙			
	j- 98			○	●					⊙	⊙	○			
	j-100			○	●					⊙	⊙	○			

legend; ⊙: abundant ○: common ●: a little or rare

Area	Sample No.	Minerals														
		montmorillonite	saponite	chlorite	sericite	epidote	biotite	hornblende	K-feldspar	plagioclase	quartz	calcite	dolomite	pyrite	gypsum	anhydrite
Bokod	j-101			●	○					⊙						
	j-102			○	○					⊙						
	j-105			○	●					⊙						
	j-145			⊙	●					⊙						
	j-148			●	○					⊙				○		
	j-151			●	○					⊙				○		
	j-152			○	○					⊙				●		
	j-154			⊙	○				○	⊙			●	●		
	j-156			⊙	○				○	⊙			○	●	●	
	m- 34		⊙		●			●	○	⊙				●	●	
	k- 10				○	○				⊙				⊙		
	k- 11				○	●				⊙				⊙		
	k- 12				⊙	●			○	⊙			○	○		
	k- 14				●	●			○	⊙			○	○	●	
	k- 16				○				○	⊙				○	●	
	k- 17				○				○	⊙				○	●	
	k- 18				○	●				⊙			○	○		
	k- 19				⊙				○	⊙			○		○	
	k- 35				○	●			○	⊙				○	●	
	k- 37				○	○				⊙				○	●	
	k- 41				●	●				⊙				○	○	
	k- 46				○	●				⊙			●	○	●	
	k- 48				○	●			●	⊙				○	●	
	k- 50				○	○			○	⊙				○	●	
	k- 54				○	●			⊙	⊙				○	○	
	k- 57				○	○				⊙				○	●	
	k- 58				●	○			○	⊙				○	○	
	k- 60				○	○				⊙				○	●	
	k- 61				●	●				⊙				○	○	
	k- 65				○	●				⊙			⊙		○	
	k- 69				○	●				⊙			⊙		○	
	k- 76				○	○				⊙				○	●	
k- 80				○	●			●	⊙			○		○		
k-103				●				⊙	⊙			○		○		
k-107				⊙			○		○			○	○	○		
k-108				⊙	○				⊙			⊙		○		
k-109				●	●			●	⊙			○		○		
k-111				⊙				○	⊙					○		

legend; ⊙: abundant ○: common ●: a little or rare

Area	Sample No.	Minerals														
		montmorillonite	saponite	chlorite	sericite	epidote	biotite	hornblende	K-feldspar	plagioclase	quartz	calcite	dolomite	pyrite	gypsum	anhydrite
Bokod	k-115			⊙	⊙											
	k-120			⊙	⊙											
	k-124			⊙	⊙											
	k-128			⊙	⊙											
	k-128b			⊙	⊙											
	k-128c			●	⊙											
	k-131			●	⊙											
	k-132			●	⊙											
	k-133			⊙	●				○	⊙			○			
	k-136a			●	⊙					○					⊙	
	k-137			⊙	●				⊙	⊙						
	k-140			●	○					⊙			⊙			
	k-141				⊙					●						
	k-142			○			○			●			○		●	
	k-144			○	○					⊙			○		●	
	k-145			●	○					⊙			○		●	
	k-147			⊙	●					⊙					●	
	k-148			⊙	⊙					⊙					●	
	k-149				○	○			●	⊙					●	
	k-152				○	●				⊙					●	
	k-153				⊙	⊙			●	⊙					⊙	
	k-154		○		⊙	●				○			○		●	
	k-155				○	○				○					○	
	k-156				●	⊙				○					⊙	
	k-157				⊙	●				⊙					●	
	k-158				●	●				○			⊙		○	
	k-159		●		○	○				⊙					○	
	k-163				○	○				⊙					○	
	k-165				○	○				○			●	○		
	k-166				○	○				⊙			●		●	
k-168				○	⊙							⊙				
k-171				⊙	○				⊙					⊙		
k-172				○	○				⊙					○		
k-173				○	○				⊙							
k-174				●	●				⊙							
k-176				○	○				⊙					●		
k-179				○	○				⊙			●		●		
k-180				⊙	●				●			⊙		○		

Legend; ⊙: abundant ○: common ●: a little or rare

Area	Sample No.	Minerals														
		montmorillonite	saponite	chlorite	sericite	epidote	biotite	hornblende	K-feldspar	plagioclase	quartz	calcite	dolomite	pyrite	gypsum	anhydrite
Bokod	k-181			●	○				◎	◎	◎	●				
	k-182			●	○				◎	◎	◎	●				
	k-183			●	◎				○	◎	◎					
	k-184			○	◎				◎	◎	◎					
	k-185			●	◎					◎	◎					
	k-186			◎	○					◎	◎					
	k-187			●	○					◎	◎					
	k-188			●	○					◎	◎					
	k-189			○	◎					○	◎					
	k-190			●	◎						◎					
	k-191			◎	○					◎	◎			◎		
	k-193			○	◎				○	◎	◎	○				
	k-194			●			◎		◎	◎	◎	◎				
	k-195			○	●					●	◎	◎				
	k-196			●	◎					◎	◎	◎				
	k-197			○	◎					◎	◎	◎	●			
	Mongia	e-308							◎	◎	◎					
Salinas	e-504			◎	○				◎	◎						
	e-509			◎	○				◎	◎						
	e-521			◎	○				●	◎	◎				●	
Bokod Drill hole	PJ-1-2			●	◎					◎	◎					
	PJ-1-10			●	○				○	◎	◎	○			◎	
	PJ-1-19			●	◎					◎	◎				◎	
	PJ-1-21			●	○					●	◎				◎	
	PJ-1-23			○	◎					◎	◎	○			●	
	PJ-1-26			○	●					◎	◎	◎			●	
	PJ-2-1			◎	●					◎	◎				○	
	PJ-2-8			●	○					◎	◎				●	
	PJ-2-11			○	●					◎	◎	◎			●	
	PJ-2-13			○	◎					◎	◎	●			●	
	PJ-2-21			○	○					◎	◎	○			●	
	PJ-3-4			●	◎					●	◎	◎			●	
	PJ-3-10			●	◎					●	◎	◎			○	
	PJ-3-18				◎						◎	◎			●	
	PJ-3-21			○	○					◎	◎	○			◎	●
	PJ-3-22			●	○					◎	◎	◎			◎	◎
	PJ-3-24			○	◎					◎	◎	◎			●	

Legend; ◎: abundant ○: common ●: a little or rare

Table A-4 Metal content of ore sample

No.	Area	Sample No.	Occurrence	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	zn %	Mo %	S %	Remarks
1	Bokod	b- 84	Py diss in q-dio-porp	N.A	N.A	0.01	N.A	N.A	N.A	3.8	North Oding Creek
2	"	e- 55	Sph-Cp-Ga-Py vlet	6.35	90.1	0.87	0.72	9.47	N.A	8.9	do
3	"	77	Py diss with Fe-gossan in q-dio-porp	N.A	N.A	0.10	N.A	N.A	N.A	1.6	South Oding Creek
4	"	81	Weak Py diss	N.A	N.A	0.01	N.A	N.A	N.A	3.3	Maidit Creek
5	"	82	Mag-Py massive ore in q-dio-porp	0.51	0.4	0.06	0.00	0.01	0.003	11.3	do
6	"	f- 82	Py-q Vlet in altered basalt	N.A	N.A	0.02	0.00	0.02	N.A	2.3	Bolo River
7	"	86	Py-q-Mal Stockwork in q-dio-porp	0.07	36.4	1.00	0.00	0.01	N.A	43.8	do
8	"	93	Py diss--stockwork with Mal Stain	0.04	1.0	0.48	0.00	0.02	0.000	2.9	do
9	"	g- 12	do	N.A	N.A	0.21	N.A	N.A	N.A	2.1	Maidit Creek
10	"	142	Weak Py diss in q-dio-porp	N.A	N.A	0.00	N.A	N.A	N.A	0.3	South Oding Creek
11	"	h-163	do	N.A	N.A	0.03	N.A	N.A	N.A	1.3	Bolo
12	"	168	Massive Py-q vein	0.17	1.6	0.14	0.00	0.01	0.004	18.9	do
13	"	173	Py-Mal-q vlet in q-dio-porp	0.00	0.4	0.04	0.00	0.01	0.025	1.1	do
14	"	j- 5	Py diss with Mal stain	N.A	N.A	0.24	0.00	0.06	N.A	1.3	Maidit Creek
15	"	149	Strongly Py diss in q-dio-porp	0.00	0.1	0.01	N.A	N.A	0.000	6.2	South Oding Creek
16	"	150	Weakly Py diss in q-dio-porp	N.A	N.A	0.00	N.A	N.A	N.A	1.8	do
17	"	151	do	N.A	N.A	0.00	N.A	N.A	N.A	1.2	do
18	"	152	do	N.A	N.A	0.01	0.00	0.01	0.000	0.8	do
19	"	154	Py-q stockwork in q-dio-porp	0.00	0.5	0.07	N.A	N.A	0.003	0.6	do
20	"	m- 33(B)	Py diss in basalt	N.A	N.A	0.01	N.A	N.A	N.A	1.6	North Oding Creek
21	"	k- 17	Py diss in q-dio-porp	N.A	N.A	0.04	N.A	N.A	N.A	0.1	Polanos Oding Creek
22	"	56	Strongly Py diss	0.00	0.0	0.01	0.00	0.01	0.000	2.4	North Oding Creek
23	"	106	Py diss--stockwork in dio-porp	0.05	1.2	0.05	0.01	0.08	0.000	4.4	Bolo River
24	"	107	Py-q vlet in altered andesite	0.00	0.9	0.06	N.A	N.A	N.A	14.5	do
25	"	109	Py diss in q-dio-porp	N.A	N.A	0.04	N.A	N.A	N.A	2.8	do

Remarks: N.A means no-analysis. q-dio-porp : quartz diorite porphyry Py : Pyrite Cp : chakopyrite Ga : galena
diss : dissemination q : quartz Mag : Magnetite
vlet : veinlet Mal : Malachite Sph : Sphalerite

No.	Area	Sample No.	Occurrence	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	zn %	Mo %	S %	Remarks
26	Bokod	k-113	Py diss with Mal. Stain in q-dio-porp	N.A	N.A	0.19	N.A	N.A	N.A	N.A	Copper Creek
27	"	114	Py diss-stockwork in q-dio-porp	0.06	0.8	0.17	0.00	0.01	0.001	1.1	do
28	"	115	do	0.13	1.3	0.20	0.00	0.01	0.029	2.8	do
29	"	126	do	0.19	9.0	0.00	0.04	0.05	0.000	3.8	do
30	"	128(B)	do	0.04	2.8	0.40	N.A	N.A	N.A	2.9	Maidit Creek
31	"	129	q-Py stockwork in q-dio-porp	0.01	0.8	0.33	N.A	N.A	N.A	3.4	do
32	"	130	do	0.14	2.5	0.16	N.A	N.A	N.A	N.A	do
33	"	142	Spl-Ga-Py spotted in q-dio-porp	0.00	2.6	0.03	0.44	1.22	0.000	2.4	North Odling Creek
34	"	143	Py diss in q-dio-porp	N.A	N.A	0.15	N.A	N.A	N.A	3.3	do
35	"	155	q-py stockwork in q-dio-porp	0.04	0.8	0.36	N.A	N.A	0.002	0.9	do
36	"	156	do	0.00	0.2	0.05	N.A	N.A	0.014	4.8	do
37	"	167	Py diss in q-dio-porp	0.03	0.2	0.00	0.00	0.01	0.000	3.3	South Odling Creek
38	"	168	do	0.24	0.4	0.01	N.A	N.A	0.000	16.8	do
39	"	170	do	N.A	N.A	0.01	N.A	N.A	N.A	2.0	do
40	"	173	do	N.A	N.A	0.04	N.A	N.A	N.A	1.9	do
41	"	177	Py diss with Mal. Stain in q-dio porp	0.93	3.8	1.02	N.A	N.A	N.A	0.9	do
42	"	179	do	0.06	1.4	0.24	0.01	0.02	0.006	1.9	do
43	"	180	Weakly Py diss	N.A	N.A	0.01	N.A	N.A	N.A	N.A	do
44	"	183	Py diss-stockwork in q-dio-porp	16.32	0.8	0.01	N.A	N.A	N.A	1.8	
45	"	185	do (with Fe-goss)	3.23	2.4	0.01	N.A	N.A	N.A	N.A	Maidit Creek
46	"	186	Py diss in (silicified) q-dio-porp	0.14	0.7	0.05	N.A	N.A	N.A	N.A	do
47	"	190	Py diss with Mal stain	N.A	N.A	0.31	N.A	N.A	N.A	1.7	do
48	"	193	Py-(Cp) diss in q-dio-porp	2.94	3.5	1.58	0.00	0.01	0.000	1.7	Que Sera (underground)
49	"	194	do	3.39	0.8	0.46	0.00	0.01	0.002	0.8	do (do)
50	"	195	do	12.71	0.4	0.24	0.00	0.02	0.001	2.4	do (do)

No.	Area	Sample No.	Occurrence	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Mo %	S %	Remarks
51	Bokod	k-196	Py-Cp diss in q-dio-porp	0.10	1.2	0.49	0.00	0.01	0.000	1.3	Que Sera (underground)
52	"	197	do	0.44	0.6	0.28	0.00	0.01	0.000	0.8	do (do)
53	"	199	do	0.26	1.7	0.78	0.00	0.01	0.000	1.3	do (do)
54	Mongla	f-317(1)	Lugan Cu-Zn Ore (Silicified zone)	0.35	50.5	0.05	0.01	0.07	N.A	5.0	do (do)
55	"	317(2)	do (Massive ore)	7.80	10.7	18.49	8.54	11.51	N.A	9.0	As 0.130%, Sb 0.011%
56	"	317(3)	do (do)	4.50	0.2	4.33	0.06	27.86	N.A	33.5	As 0.042%, Sb 0.010%
57	"	317(4)	do (do)	0.20	511.5	5.10	0.05	34.52	0.000	23.8	As 0.209%, Sb 0.053%
58	"	317(5)	do (do)	0.04	2.9	11.00	0.00	33.26	0.000	31.1	
59	"	j-303	Pyrite disseminated zone	N.A	N.A	0.28	0.01	1.10	N.A	2.3	
60	"	306	do	N.A	N.A	0.01	0.00	0.09	N.A	N.A	
61	Salinas	f-531	Py diss	N.A	N.A	0.01	0.00	0.02	N.A	N.A	
62	"	e-503	San Fabian porphyry copper ore	N.A	N.A	0.70	0.00	0.01	N.A	0.1	
63	"	504	do	N.A	N.A	0.80	N.A	N.A	N.A	0.1	
64	"	506	do	0.22	1.8	0.88	N.A	N.A	0.000	0.1	
65	"	508	do	11.43	0.6	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	
66	"	509	do	0.77	0.3	1.28	0.00	0.01	0.000	0.1	
67	"	j-519	Py diss with Mal.	0.52	0.3	0.35	0.00	0.01	N.A	N.A	
68	"	539	Pydiss	N.A	N.A	0.01	0.00	0.01	N.A	N.A	
69	Baquoio	WM-3	Boneng mine (Western Minalco)	0.12	0.5	0.15	0.00	0.01	0.000	0.3	
70	"	SN-3	Santo Niño mine (Baquoio Gold)	0.13	0.8	0.45	N.A	N.A	0.000	1.0	
71	"	AC-4	Acupan mine (BCI)	0.07	77.0	0.04	0.01	0.02	N.A	N.A	
72	"	5	do (do)	0.12	5.0	0.02	0.06	0.09	0.001	N.A	
73	"	AT-2	Antamok mine (do)	1.33	6.4	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	
74	"	3	do (do)	0.05	4.7	N.A	N.A	N.A	0.005	N.A	
75	"	PH-2	Santo Tomas mine (Philex)	0.04	1.8	1.28	0.00	0.00	N.A	1.1	

No.	Area	Sample No.	Occurrence	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	zn %	Mo %	S %	Remarks
76	Baguio	IS- 1	Itogon mine (Itogon Suyoc Mining)	0.00	14.2	0.01	N.A	N.A	N.A	N.A	
77	Bokod	PJ-1- 1	21.30 ~ 24.80 m 3.50 m	0.02	0.5	0.14	N.A	N.A	0.001	2.0	
78	"	4	24.80 ~ 27.20 2.40	N.A	N.A	0.44	N.A	N.A	N.A	1.8	
79	"	6	57.50 ~ 58.00 0.50	0.83	14.9	0.07	1.37	1.08	0.001	6.3	
80	"	14	97.30 ~ 97.70 0.40	N.A	N.A	0.04	N.A	N.A	N.A	5.0	
81	"	PJ-2- 4	86.90 ~ 88.40 1.50	N.A	N.A	0.65	N.A	N.A	N.A	3.6	
82	"	5	88.40 ~ 88.70 0.30	0.34	7.3	0.98	0.04	0.70	0.000	5.2	
83	"	6	88.70 ~ 90.35 1.65	N.A	N.A	0.18	N.A	N.A	N.A	3.3	
84	"	7	90.35 ~ 91.50 1.15	0.02	0.9	0.13	N.A	N.A	N.A	2.7	
85	"	9	91.50 ~ 92.30 0.80	N.A	N.A	0.22	0.02	0.11	N.A	4.1	
86	"	10	146.60 ~ 149.10 2.50	N.A	N.A	0.04	N.A	N.A	N.A	2.8	
87	"	15	182.40 ~ 184.60 2.20	N.A	N.A	0.05	N.A	N.A	N.A	3.3	
88	"	19	275.70 ~ 279.00 3.30	0.09	1.8	0.11	N.A	N.A	N.A	3.1	
89	"	20	279.00 ~ 281.20 2.20	N.A	N.A	0.12	N.A	N.A	N.A	2.8	
90	"	24	331.70 ~ 333.45 1.75	N.A	N.A	0.16	N.A	N.A	N.A	3.8	
91	"	25	341.65 ~ 344.30 2.65	N.A	N.A	0.04	N.A	N.A	N.A	2.4	
92	"	PJ-3- 1	12.60 ~ 14.40 1.80	0.02	0.6	0.02	0.01	0.01	N.A	2.8	
93	"	2	19.45 ~ 22.10 2.65	N.A	N.A	0.00	N.A	N.A	N.A	4.1	
94	"	3	22.10 ~ 25.30 3.20	N.A	N.A	0.04	N.A	N.A	N.A	3.8	
95	"	8	99.20 ~ 103.00 3.80	N.A	N.A	0.02	0.00	0.00	N.A	6.0	
96	"	12	140.80 ~ 142.25 1.45	1.04	18.1	0.16	0.37	1.67	0.001	3.4	
97	"	14	142.25 ~ 143.95 1.70	N.A	N.A	0.10	N.A	N.A	N.A	3.6	
98	"	15	143.95 ~ 145.15 1.20	2.02	43.2	0.11	0.36	1.13	0.001	3.7	
99	"	16	145.15 ~ 147.05 1.90	N.A	N.A	0.11	0.43	1.20	N.A	3.4	
100	"	19	147.05 ~ 149.10 2.05	N.A	N.A	0.12	N.A	N.A	N.A	3.0	

Table A-5 Metal content of geochemical soil sample

(ppm)

Ser.No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
1	Bokod	A- 1	108	117
2		3	72	156
3		4	67	215
4		5	88	202
5		6	199	120
6		8	94	123
7		10	46	186
8		11	130	98
9		12	89	137
10		13	133	80
11		14	246	19
12		15	48	105
13		16	41	156
14		17	29	112
15		18	46	59
16		19	80	75
17		21	63	69
18		22	27	45
19		23	43	107
20		24	47	60
21		25	52	71
22		27	57	79
23		28	49	44
24		29	68	67
25		30	41	68
26		31	24	59
27		32	28	52
28		33	418	87
29		34	182	98
30		36	129	91
31		37	272	90
32		38	128	119
33		39	98	69
34		40	137	64
35		41	96	48
36		42	199	164
37		44	57	30
38		45	82	55
39		46	82	49
40		47	37	76
41		48	77	61
42		49	157	63
43		50	97	69
44		52	78	60
45		54	125	95
46		56	572	387
47		57	65	121
48		59	66	62
49		62	35	102
50		63	149	303
51		64	57	83
52		65	67	103
53		67	73	142
54		69	55	61
55		70	87	242
56		71	98	51
57		72	690	331
58		73	384	15
59		74	71	94
60		75	43	50

Ser.No.	Area.	Sample No.	Cu	Zu
61	Bokod	A- 76	38	69
62		77	65	62
63		78	24	93
64		79	59	40
65		80	98	53
66		81	103	89
67		82	78	74
68		83	67	32
69		84	75	46
70		85	14	25
71		86	52	77
72		87	62	98
73		88	56	59
74		89	90	56
75		90	42	81
76		91	49	60
77		93	41	53
78		94	46	67
79		95	512	411
80		97	1613	444
81		B- 1	364	618
82		2	38	59
83		3	48	72
84		4	19	59
85		5	19	47
86		6	62	63
87		7	36	47
88		8	42	72
89		9	33	8
90		10	78	371
91		11	54	69
92		12	58	96
93		13	341	68
94		14	25	93
95		15	96	15
96		16	77	111
97		17	36	72
98		18	34	67
99		19	29	304
100		20	29	74
101		21	27	72
102		22	38	53
103		23	14	42
104		24	71	51
105		25	48	56
106		26	1	24
107		28	44	72
108		29	44	66
109		30	40	54
110		31	26	47
111		32	41	81
112		33	102	115
113		34	91	473
114		35	44	479
115		36	86	366
116		37	31	245
117		38	246	99
118		39	163	30
119		40	125	75
120		41	115	75

Ser.No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
121	Bokod	B- 42	321	25
122		43	35	82
123		44	23	70
124		45	23	45
125		46	250	277
126		47	313	52
127		48	124	215
128		49	146	231
129		50	85	481
130		51	154	263
131		52	624	164
132		53	188	133
133		54	442	183
134		55	72	366
135		56	49	30
136		57	56	34
137		58	311	333
138		59	13	79
139		60	11	55
140		62	94	114
141		63	202	258
142		64	150	376
143		65	190	161
144		66	8	42
145		67	81	71
146		68	53	73
147		69	52	64
148		70	60	68
149		72	48	63
150		73	59	73
151		74	72	153
152		75	53	108
153		76	87	113
154		77	76	355
155		78	50	65
156		79	67	71
157		80	71	69
158		81	88	76
159		D- 1	96	299
160		2	97	297
161		3	61	79
162		4	178	709
163		5	50	501
164		6	55	367
165		7	47	67
166		8	42	71
167		9	68	42
168		10	128	88
169		11	288	86
170		12	302	92
171		13	22	59
172		14	52	70
173		15	57	57
174		16	43	57
175		17	72	71
176		18	29	41
177		19	38	67
178		20	45	50
179		21	93	101
180		23	43	72

Ser.No.	Area.	Sample No.	Cu	zn
181	Bokod	D- 25	64	89
182		27	37	57
183		29	38	86
184		32	54	525
185		33	101	828
186		34	66	66
187		35	78	94
188		36	75	80
189		37	86	92
190		38	75	69
191		39	83	223
192		43	21	67
193		44	437	196
194		45	342	121
195		46	215	120
196		47	118	377
197		48	93	540
198		49	62	356
199		50	97	736
200		51	107	828
201		52	74	300
202		53	62	282
203		54	42	202
204		55	66	78
205		56	3893	115
206		57	173	243
207		58	33	101
208		59	50	211
209		60	30	73
210		61	30	65
211		62	29	77
212		63	45	56
213		64	44	62
214		65	64	59
215		66	38	49
216		70	47	76
217		71	64	89
218		72	61	67
219		73	50	71
220		74	59	73
221		E- 1	46	56
222		2	29	56
223		3	54	58
224		4	64	63
225		5	491	267
226		6	117	920
227		7	58	200
228		8	35	99
229		9	26	118
230		10	112	309
231		11	18	116
232		12	35	318
233		13	49	638
234		14	240	727
235		15	82	74
236		16	48	57
237		17	54	83
238		18	48	68
239		19	111	395
240		20	176	332

Ser.No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
241	Bokod	E- 21	33	112
242		23	19	84
243		24	36	359
244		26	24	297
245		27	1657	72
246		28	496	69
247		29	760	211
248		30	45	67
249		31	47	67
250		32	51	70
251		33	52	61
252		34	47	66
253		37	62	223
254		38	42	291
255		39	49	243
256		41	112	700
257		42	278	305
258		44	684	113
259		46	460	110
260		47	325	113
261		48	275	300
262		49	276	237
263		50	152	90
264		51	928	72
265		52	970	63
266		53	71	338
267		54	67	294
268		55	25	288
269		56	214	35
270		57	72	61
271		58	33	62
272		59	38	80
273		60	228	282
274		61	625	887
275		62	156	294
276		F- 1	121	338
277		2	117	671
278		3	183	543
279		4	196	689
280		5	194	89
281		6	474	85
282		7	111	322
283		9	22	50
284		10	50	61
285		11	40	69
286		12	87	77
287		13	64	64
288		14	44	55
289		15	47	69
290		16	111	139
291		17	146	200
292		18	12	50
293		19	47	69
294		20	172	101
295		21	263	200
296		22	79	103
297		23	54	58
298		24	53	243
299		25	49	81
300		27	35	63

Ser.No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
301	Bokod	F- 29	105	424
302		30	56	232
303		31	85	186
304		32	73	134
305		33	38	54
306		35	125	37
307		36	23	139
308		37	55	27
309		39	48	67
310		40	34	54
311		41	30	48
312		42	23	55
313		43	44	65
314		44	48	57
315		45	46	58
316		46	57	71
317		51	57	191
318		52	65	317
319		53	59	79
320		54	52	175
321		55	52	94
322		56	64	101
323		57	55	56
324		G- 1	77	72
325		2	26	50
326		3	48	54
327		4	265	94
328		5	230	65
329		6	150	94
330		7	52	71
331		8	49	67
332		9	40	109
333		12	39	49
334		13	70	59
335		15	55	56
336		16	54	52
337		17	34	61
338		18	60	60
339		19	63	52
340		20	85	53
341		21	42	47
342		22	50	66
343		23	37	58
344		25	85	70
345		27	76	63
346		29	52	95
347		33	15	78
348		34	47	48
349		35	42	63
350		36	30	55
351		37	44	75
352		38	57	66
353		39	62	84
354		41	92	108
355		45	99	87
356		46	45	58
357		47	43	106
358		48	43	220
359		49	26	336
360		50	44	296

Ser.No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
361	Bokod	G- 51	127	1570
362		52	41	41
363		53	25	106
364		54	70	20
365		56	8	82
366		57	159	10
367		58	143	38
368		60	58	46
369		61	47	62
370		62	66	97
371		63	25	45
372		65	76	215
373		66	101	269
374		67	29	68
375		68	30	57
376		69	30	76
377		70	40	199
378		71	23	58
379		72	47	75
380		73	38	74
381		74	48	75
382		75	83	92
383		76	59	77
384		79	50	108
385		80	56	226
386		81	50	99
387		H- 1	51	62
388		2	74	91
389		3	216	190
390		4	37	50
391		5	64	55
392		6	85	615
393		7	156	249
394		8	365	265
395		9	468	72
396		10	335	150
397		11	189	71
398		12	638	50
399		13	1020	83
400		17	53	58
401		18	38	37
402		19	45	66
403		20	24	47
404		22	53	72
405		24	117	94
406		27	54	55
407		28	56	59
408		29	95	71
409		30	31	88
410		31	36	74
411		32	69	65
412		33	32	69
413		36	298	1421
414		37	105	102
415		39	168	543
416		40	50	218
417		41	118	188
418		42	658	286
419		43	54	73
420		44	65	213

Ser.No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
421	Bokod	H- 45	161	62
422		46	67	75
423		47	79	25
424		48	37	47
425		49	20	33
426		50	49	217
427		52	310	215
428		53	261	190
429		54	350	311
430		55	80	73
431		56	52	68
432		57	59	68
433		58	86	91
434		59	82	90
435		60	45	74
436		61	45	73
437		62	41	64
438		63	48	81
439		64	43	64
440		67	52	69
441		68	42	57
442		69	51	64
443		70	51	67
444		71	33	68
445		72	80	68
446		77	69	152
447		78	65	150
448		79	61	198
449		80	107	144
450		82	58	91
451		83	44	204
452		84	52	94
453		J- 1	330	557
454		2	791	449
455		3	219	294
456		4	357	231
457		5	310	251
458		6	331	266
459		7	119	243
460		8	28	64
461		9	29	64
462		10	39	69
463		11	29	81
464		13	250	320
465		14	271	274
466		15	227	107
467		17	91	81
468		18	67	103
469		20	103	51
470		23	102	77
471		26	88	81
472		28	52	76
473		29	59	57
474		30	50	67
475		33	56	115
476		34	54	119
477		35	50	111
478		36	55	119
479		37	92	397
480		39	48	117

Ser.No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
481	Bokod	J- 40	50	107
482		42	54	119
483		43	61	101
484		44	45	117
485		45	42	116
486		46	40	110
487		47	38	86
488		48	19	95
489		49	24	114
490		50	32	122
491		51	50	87
492		52	5	91
493		53	52	75
494		54	49	77
495		60	58	115
496		62	36	73
497		63	56	91
498		64	59	107
499		65	61	93
500		67	48	79
501		68	179	25
502		69	286	68
503		71	286	46
504		72	942	46
505		73	39	60
506		74	39	46
507		75	38	11
508		76	62	460
509		77	67	603
510		78	49	254
511		80	55	61
512		81	46	69
513		82	51	59
514		83	67	78
515		84	53	85
516		85	55	73
517		87	46	94
518		88	42	66
519		89	37	64
520		90	45	74
521		92	64	59
522		93	33	63
523		95	88	70
524		100	60	108
525		101	65	209
526		102	58	217
527		103	63	191
528		104	72	99
529		105	47	86
530		106	48	58
531		107	52	59
532		108	42	66
533		K- 1	57	63
534		2	47	66
535		3	63	67
536		4	49	57
537		5	53	59
538		7	50	50
539		8	33	50
540		9	57	55

Ser.No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
541	Bokod	K- 10	39	75
542		11	21	42
543		12	100	811
544		13	117	319
545		14	291	295
546		15	38	50
547		16	41	83
548		17	86	62
549		18	56	237
550		19	51	84
551		20	97	57
552		21	46	49
553		22	18	242
554		23	151	636
555		25	51	60
556		26	28	51
557		27	22	40
558		28	35	45
559		29	42	22
560		31	12	77
561		33	68	40
562		34	376	41
563		35	913	55
564		36	308	713
565		37	2911	646
566		38	741	269
567		39	857	412
568		40	406	202
569		41	7455	791
570		42	81	535
571		43	153	881
572		44	88	277
573		45	77	85
574		47	306	1093
575		49	80	94
576		50	95	103
577		51	121	93
578		52	89	73
579		59	52	58
580		60	68	253
581		61	69	84
582		62	54	78
583		64	61	77
584		65	165	91
585		66	57	95
586		67	52	86
587		68	66	17
588		69	169	229
589		70	257	194
590		71	164	64
591		72	91	100
592		73	97	80
593		74	126	64
594		75	108	79
595		77	17	52
596		79	22	75
597		80	11	57
598		82	40	50
599		83	72	70
600		84	89	103

Ser. No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
601	Bokod	K- 85	99	227
602		86	53	87
603		87	42	446
604		88	57	493
605		89	19	283
606		90	40	93
607		92	44	58
608		94	57	50
609		96	57	55
610		97	61	103
611		98	60	269
612		100	138	70
613		101	45	59
614		103	54	74
615		104	55	78
616		105	69	82
617		107	60	65
618		108	66	66
619		109	57	58
620		110	19	29
621		112	40	64
622		M- 1	74	55
623		2	57	56
624		3	39	49
625		4	81	78
626		5	96	115
627		6	75	47
628		8	74	65
629		9	51	55
630		11	31	93
631		12	35	343
632		14	38	115
633		15	50	95
634		16	39	65
635		17	39	61
636		18	29	88
637		19	26	83
638		20	53	46
639		21	47	83
640		22	93	82
641		24	93	114
642		25	59	202
643		26	51	82
644		27	48	100
645		29	50	85
646		30	28	43
647		31	12	24
648		32	49	72
649		33	48	235
650		34	119	726
651		35	242	1327
652		36	228	1476
653		38	158	1402
654		39	217	1147
655		40	284	1618
656		41	129	573
657		42	522	88
658		43	22	54
659		44	15	61
660		45	41	35

Ser. No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
661	Bokod	M- 48	41	37
662		51	26	41
663		53	20	37
664		54	17	30
665		56	20	30
666		57	13	66
667		58	21	36
668		59	109	79
669		61	60	64
670		64	18	53
671		67	27	38
672		68	181	41
673		69	17	62
674		71	19	71
675		73	15	87
676		75	45	113
677		76	43	172
678		78	39	194
679		79	64	34
680		81	153	89
681		82	239	62
682		83	40	33
683		84	38	62
684		85	39	56
685		88	37	53
686		89	26	41
687		90	36	45
688		91	30	51
689		92	39	53
690		94	29	45
691		96	20	41
692		97	58	55
693		98	30	36
694		99	62	51
695		102	44	54
696		103	437	244
697		104	57	49
698		106	51	64
699		107	54	59
700		108	101	40
701		110	54	54
702		111	64	79
703		112	73	57
704		119	41	68
705		120	47	53
706		121	52	72
707		123	69	65
708		124	79	64
709		125	97	73
710		126	72	71
711		127	56	72
712		128	75	64
713		129	98	71
714		130	142	194
715		132	107	90
716		S- 3	26	46
717		4	30	40
718		5	15	43
719		6	148	68
720		7	62	102

Ser.No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
721	Bokod	S- 8	22	89
722		12	43	23
723		14	67	98
724		15	56	310
725		16	68	629
726		23	30	55
727		24	255	77
728		25	367	41
729		26	155	39
730		27	108	19
731		28	74	42
732		29	147	28
733		30	530	77
734		31	276	68
735		32	559	39
736		33	791	332
737		34	691	88
738	Mongia	A-301	43	64
739		302	48	105
740		303	57	782
741		304	29	58
742		305	29	76
743		306	6	46
744		307	1	76
745		308	1	55
746		309	1	53
747		310	39	51
748		311	34	33
749		312	48	64
750		313	151	184
751		314	39	492
752		315	29	175
753		316	39	60
754		317	29	73
755		318	34	76
756		319	24	48
757		320	24	51
758		321	24	47
759		B-302	38	57
760		303	23	48
761		304	33	65
762		306	3	34
763		308	8	39
764		309	8	44
765		D-301	28	42
766		302	28	71
767		303	3	51
768		304	33	37
769		305	33	84
770		306	23	49
771		307	28	74
772		308	18	49
773		309	8	42
774		310	23	56
775		311	18	47
776		312	33	44
777		313	33	42
778		314	33	40
779		315	10	62
780		316	34	53

Ser.No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
781	Mongia	D-317	10	65
782		318	1	49
783		319	76	47
784		320	10	65
785		321	1	44
786		E-301	23	46
787		302	33	227
788		303	33	53
789		304	28	53
790		305	43	55
791		306	18	60
792		307	8	42
793		309	48	87
794		310	47	68
795		311	43	55
796		312	48	62
797		F-301	29	51
798		302	43	56
799		303	39	51
800		304	405	1021
801		305	76	183
802		306	645	4995
803		307	29	74
804		308	57	80
805		309	29	78
806		310	10	124
807		311	1	67
808		312	76	65
809		313	24	42
810		314	29	53
811		316	29	57
812		317	29	60
813		318	34	56
814		319	24	33
815		320	29	38
816		321	34	76
817		322	43	76
818		323	34	51
819		324	34	67
820		G-301	1	44
821		302	24	45
822		303	1	60
823		304	29	65
824		305	34	49
825		306	10	35
826		307	1	26
827		308	24	48
828		310	1	31
829		311	10	35
830		312	39	49
831		313	34	49
832		314	29	107
833		315	48	69
834		316	43	80
835		H-301	24	54
836		302	24	87
837		303	24	65
838		304	24	65
839		305	10	58
840		306	29	58

Ser. No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
841	Mongia	H-307	10	44
842		308	29	62
843		309	29	49
844		J-301	43	76
845		302	198	506
846		303	123	238
847		304	132	258
848		305	151	155
849		306	170	437
850		307	170	209
851		308	118	125
852		309	81	78
853		310	34	51
854		311	39	60
855		312	57	35
856		313	43	65
857		314	10	37
858		315	29	46
859		316	76	231
860		317	71	209
861		318	170	1812
862		319	31	40
863		320	76	19
864		321	10	56
865		322	24	60
866		323	3	42
867		324	23	96
868	Salinas	A-502	240	220
869		503	166	331
870		504	59	290
871		506	136	124
872		507	127	452
873		509	140	159
874		510	83	59
875		512	38	57
876		514	45	113
877		516	385	89
878		517	280	67
879		519	137	124
880		521	205	145
881		522	114	151
882		523	53	105
883		524	51	83
884		525	50	70
885		526	71	84
886		528	50	80
887		529	329	159
878		533	32	86
879		535	43	78
890		537	77	74
891		538	83	111
892		539	94	81
893		540	60	68
894		541	61	73
895		542	70	58
896		543	74	298
897		544	81	71
898		545	62	66
899		546	96	88
900		547	91	91

Ser. No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
901	Salinas	A-549	42	66
902		550	77	67
903		551	159	79
904		552	51	72
905		553	97	79
906		554	140	269
907		556	53	91
908		557	62	67
909		558	74	69
910		559	80	91
911		560	71	56
912		D-501	11	14
913		505	46	69
914		506	191	82
915		507	2024	93
916		508	345	79
917		511	76	51
918		513	80	46
919		515	79	62
920		516	64	53
921		517	110	46
922		518	72	42
923		519	118	66
924		521	83	47
925		523	71	61
926		525	73	48
927		528	84	70
928		547	78	63
929		549	98	75
930		551	88	61
931		553	86	61
932		554	142	75
933		555	84	45
934		556	81	74
935		557	91	93
936		558	178	54
937		559	46	42
938		560	44	42
939		562	77	33
940		563	127	113
941		564	98	73
942		E-501	659	65
943		502	1455	78
944		503	1161	25
945		504	5910	33
946		506	1817	42
947		507	50	69
948		508	62	73
949		509	70	72
950		510	75	77
951		511	44	52
952		512	82	68
953		513	85	75
954		514	67	71
955		515	69	75
956		516	85	63
957		517	74	74
958		519	68	75
959		521	87	56
960		522	171	96

Ser.No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
961	Salinas	E-523	113	60
962		524	110	91
963		525	85	69
964		526	51	68
965		527	91	66
966		528	92	175
967		529	133	229
968		530	95	47
969		531	56	61
970		532	133	83
971		533	66	58
972		534	72	45
973		535	35	32
974		F-502	84	60
975		503	96	66
976		504	69	61
977		505	91	71
978		506	86	97
979		508	155	94
980		509	71	65
981		510	230	78
982		512	79	80
983		514	70	39
984		515	88	81
985		516	81	73
986		522	105	99
987		524	56	84
988		526	84	78
989		528	45	65
990		529	711	234
991		531	44	110
992		534	73	65
993		536	66	70
994		537	60	69
995		538	71	62
996		539	40	66
997		540	41	38
998		541	51	40
999		542	73	64
1000		543	52	51
1001		544	91	64
1002		545	77	57
1003		546	98	66
1004		547	113	68
1005		548	127	56
1006		549	53	45
1007		550	132	55
1008		551	105	67
1009		552	99	63
1010		553	124	52
1011		554	313	37
1012		555	133	60
1013		556	84	44
1014		557	47	46
1015		558	185	216
1016		559	100	55
1017		560	73	90
1018		561	88	76
1019		562	61	89
1020		564	49	74

Ser.No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
1021	Salinas	F-565	73	91
1022		566	70	64
1023		567	69	82
1024		568	77	58
1025		J-501	209	93
1026		502	294	93
1027		503	257	96
1028		504	131	57
1029		505	106	85
1030		506	82	68
1031		508	33	214
1032		510	27	46
1033		511	88	68
1034		512	82	74
1035		513	118	89
1036		514	139	72
1037		516	137	90
1038		517	130	64
1039		518	171	74
1040		519	156	88
1041		520	546	53
1042		521	566	75
1043		522	1131	75
1044		523	1169	329
1045		524	153	85
1046		525	169	90
1047		526	67	60
1048		527	82	67
1049		528	81	62
1050		529	34	58
1051		530	68	111
1052		532	37	60
1053		533	73	107
1054		534	65	85
1055		536	79	80
1056		538	66	84
1057		539	77	81
1058		540	94	70
1059		541	93	80
1060		542	71	64
1061		543	67	75
1062		544	94	62
1063		545	71	66
1064		546	71	57
1065		547	73	62
1066		548	90	54
1067		549	88	67
1068		550	104	53
1069		551	74	64
1070		552	79	54
1071		553	84	45
1072		554	37	42
1073		558	93	66
1074		559	81	65
1075		560	84	72
1076		561	50	56
1077		562	77	59
1078		563	67	56
1079		564	38	36
1080		565	42	35

Ser. No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
1081	Salinas	J-566	56	51
1082		567	56	54
1083		568	124	62
1084		569	64	55
1085		570	116	67
1086		571	89	68
1087		572	137	67
1088		573	82	61
1089		574	118	64
1090		575	88	59
1091		576	73	52
1092		577	52	49
1093		578	73	51
1094		579	91	64
1095		580	57	61
1096		581	84	64
1097		582	70	66
1098		583	101	81
1099		584	80	60
1100		585	90	57
1101		586	126	32
1102		587	68	28
1103		588	103	77
1104		589	87	73
1105		590	37	23
1106		591	79	66
1107		592	131	55
1108		593	78	65
1109		594	72	69
1110		596	72	67
1111		597	35	46
1112		598	69	44
1113		599	48	35
1114		600	27	46
1115		601	27	43
1116		602	67	72
1117		603	55	59
1118		604	77	60
1119		605	39	45
1120		606	34	49
1121	Kasibu	B-705	170	80
1122		707	180	82
1123		708	180	84
1124		709	190	78
1125		710	153	76
1126		712	157	67
1127		714	166	61
1128		716	170	62
1129		719	196	80
1130		720	180	86
1131		722	207	75
1132		724	196	86
1133		726	186	60
1134		727	310	62
1135		729	185	63
1136		731	256	61
1137		734	181	34
1138		736	192	72
1139		740	237	66
1140		741	171	56

Ser. No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
1141	Kasibu	B-743	174	56
1142		745	249	69
1143		747	240	83
1144		748	303	52
1145		749	245	56
1146		751	262	61
1147		752	179	69
1148		754	246	62
1149		755	201	61
1150		757	163	73
1151		758	180	77
1152		760	172	63
1153		761	165	50
1154		764	257	58
1155		765	162	50
1156		766	292	51
1157		767	201	66
1158		768	273	36
1159		769	256	70
1160		770	188	77
1161		771	196	50
1162		772	186	50
1163		773	196	65
1164		774	215	47
1165		775	169	55
1166		776	188	53
1167		777	210	59
1168		778	208	37
1169		779	162	69
1170		781	121	61
1171		782	170	59
1172		783	149	40
1173		784	148	40
1174		785	200	41
1175		786	110	48
1176		787	185	67
1177		788	166	79
1178		789	181	35
1179		790	133	70
1180		791	115	33
1181		793	105	33
1182		794	119	37
1183		796	177	63
1184		797	260	72
1185		799	181	77
1186		G-706	77	63
1187		708	274	80
1188		709	310	70
1189		713	194	55
1190		714	298	64
1191		716	191	86
1192		717	259	54
1193		718	260	53
1194		719	281	72
1195		720	161	71
1196		721	138	84
1197		723	157	74
1198		724	203	69
1199		725	195	76
1200		726	311	92

Ser.No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
1201	Kasibu	G-727	121	65
1202		729	207	53
1203		730	141	68
1204		731	113	67
1205		732	139	82
1206		733	210	81
1207		737	198	72
1208		736	202	97
1209		738	151	109
1210		739	177	56
1211		740	180	87
1212		741	233	82
1213		742	215	75
1214		743	99	53
1215		747	175	86
1216		749	188	74
1217		750	181	77
1218		751	152	48
1219		753	212	76
1220		756	150	72
1221		758	303	88
1222		759	295	94
1223		760	148	88
1224		762	45	24
1225		763	198	95
1226		764	143	70
1227		765	163	61
1228		767	162	53
1229		768	160	70
1230		769	141	71
1231		770	236	103
1232		771	254	96
1233		772	241	100
1234		773	158	66
1235		774	150	63
1236		775	233	60
1237		776	282	100
1238		777	208	77
1239		778	280	100
1240		779	328	77
1241		780	146	79
1242		H-701	192	93
1243		703	229	90
1244		704	109	98
1245		705	249	93
1246		708	340	72
1247		709	178	90
1248		710	282	88
1249		711	202	71
1250		712	290	84
1251		715	183	100
1252		716	188	93
1253		717	222	90
1254		718	167	77
1255		719	76	59
1256		720	238	152
1257		721	300	90
1258		722	218	83
1259		723	330	104
1260		724	197	88

Ser.No.	Area.	Sample No.	Cu	Zn
1261	Kasibu	H-725	183	102
1262		726	169	99
1263		727	182	99
1264		728	202	94
1265		730	219	56
1266		731	220	76
1267		732	196	85
1268		733	227	79
1269		734	222	72
1270		735	214	95
1271		736	157	81
1272		737	187	84
1273		738	225	72
1274		740	184	86
1275		741	206	100
1276		742	199	77
1277		743	126	94
1278		744	136	85
1279		745	137	94
1280		746	134	76
1281		747	97	84
1282		748	36	27
1283		749	141	111
1284		750	145	78
1285		751	96	96
1286		752	133	103
1287		753	186	66
1288		754	117	96
1289		755	144	62
1290		757	254	66
1291		758	260	57
1292		759	184	79
1293		760	224	72
1294		761	238	71
1295		762	147	58
1296		763	202	84
1297		764	275	95
1298		765	260	79
1299		766	197	88
1300		767	168	61
1301		768	243	76
1302		770	232	101
1303		772	116	68
1304		773	105	88
1305		774	96	86
1306		775	130	92
1307		776	95	56
1308		777	142	54
1309		778	210	106
1310		780	506	251
1311		782	103	52
1312		783	127	63
1313		784	59	47
1314		K-701	211	70
1315		702	164	86
1316		704	210	57
1317		705	217	78
1318		706	266	76
1319		707	224	78
1320		709	291	77

Ser.No.	Area.	Sample No.	Su	Zn
1321	Kasibu	K-710	225	64
1322		711	391	70
1323		712	236	73
1324		713	266	76
1325		714	212	76
1326		715	447	79
1327		716	309	78
1328		717	189	87
1329		718	146	59
1330		719	201	80
1331		721	223	64
1332		722	136	81
1333		723	111	79
1334		724	110	55
1335		725	106	49
1336		726	132	73
1337		727	124	67
1338		728	127	71
1339		729	134	58
1340		730	103	63
1341		731	225	57
1342		734	81	51
1343		736	102	68
1344		737	45	32
1345		738	96	26
1346		739	150	85
1347		740	321	53
1348		741	92	43
1349		745	68	83
1350		747	179	88
1351		749	41	30
1352		750	114	40
1353		751	161	44
1354		753	148	41
1355		754	177	27
1356		755	270	84
1357		756	127	43
1358		758	170	49

Table A-6 Specifications of diamond bits, reaming shells and casing shoe bit

Item	Size	Type	Carts	Matrix	Diamond size	Water-way	Quantities (pcs)
Bit	101 m/m	D-14	60 ^{Cts}	E.Z.T ₁	1/20	6	2
	75 m/m	D-N	60	E.Z.T ₁	1/20	4	3
	N	NQ-WL	450	E.Z.T ₁	1/20	4	15
	B	BQ-WL	380	E.Z.T ₁	1/20	4	19
	Total		950				39
Reaming -shell	101 m/m	D-14	8	D.Y.T ₀	1/15~ 1/20		1
	76 m/m	D-N	6.6	D.Y.T ₀	1/15~ 1/20		1
	N	NQ-WL	72	D.Y.T ₀	1/15~ 1/20		9
	B	BQ-WL	48	D.Y.T ₀	1/15~ 1/20		8
	Total		134.6				19
Casing -shoe	N	NX	60	D.Y.T ₀	1/20	0	3
	B	BX	45	D.Y.T ₀	1/20	0	3
	Total		105				6
Grand Total			1,189.6				64

**Table A-7 Drilling meterage by diamond bit, reaming shell
and casing shoe bit**

Item	Size	Bit No.	Drilling Meterage				Remarks
			PJ-1	PJ-2	PJ-3	Total	
Bit	D-14, 101m/m	1162	5.25		5.25	10.50	Resetting
	do	1163		6.35		6.35	do
	D-N, 76 m/m	0710	3.35			3.35	do
	do	0711		5.35		5.35	do
	do	0712	4.35			4.35	do
	NQ-WL	865			32.40	32.40	do
	do	866	27.40			27.40	do
	do	867		17.15		17.15	Abandonment
	do	868	14.40			14.40	do
	do	869			32.10	32.10	do
	do	SNQ 201		36.20		36.20	do
	do	202	33.55			33.55	do
	do	203			26.30	26.30	do
	do	204	28.50			28.50	do
	do	205		26.45		26.45	do
	do	C 3307	26.50			26.50	do
	do	3308		46.85		46.85	do
	do	3309			48.15	48.15	do
	do	3310		35.50		35.50	do
	do	3311		16.80		16.80	do
	BQ-WL	7320			7.80	7.80	do
	do	7321	38.50			38.50	do
	do	7322			15.50	15.50	do
	do	7323	26.50			26.50	do
	do	7324			17.80	17.80	do
	do	7325	37.90			37.90	do
	do	7326			23.30	23.30	do
	do	SBQ 312			20.20	20.20	do
	do	313	43.35			43.35	do
	do	314			15.30	15.30	do
	do	315			23.60	23.60	do
	do	316		21.30		21.30	do
	do	317		36.60		36.60	do
	do	A 5703			27.80	27.80	do
	do	5704		16.85		16.85	do
	do	5705		42.90		42.90	do
	do	5706			35.20	35.20	do
	do	5707			15.50	15.50	do
	do	5708		21.50		21.50	do
	Total		289.55	329.80	346.20	965.55	

Item	Size	Bit No.	Drilling Meterage				Remarks
			JP-1	JP-2	JP-3	Total	
Reaming shell	D-14, 101m/m	R 5104	5.25	6.35	5.25	16.85	Resetting
	D-N, 76m/m	R 4797	7.70	5.35		13.05	do
	NQ-WL	80010	41.80			41.80	do
	do	80011		89.50		89.50	do
	do	80012			32.40	32.40	do
	do	SNQR204	62.05			62.05	do
	do	205			32.10	32.10	do
	do	206			26.30	26.30	do
	do	AG11945		89.45		89.45	do
	do	AG11946	26.50			26.50	do
	do	AG11947			48.15	48.15	Abandonment
	BQ-WL	700625			58.50	58.50	Resetting
	do	700626	61.20			61.20	do
	do	700627		57.30		57.30	do
	do	R 3160	37.90		59.30	97.20	do
	do	R 3161		10.45		10.45	do
	do	R 3162		71.40		71.40	do
do	NESR4	47.15			47.15	do	
do	NESR5			84.20	84.20	do	
Total			289.55	329.80	346.20	965.55	
Casing shoe bit	NX	SCNCP3	o			1	Resetting
	do	4		o		1	do
	do	5			o	1	do
	BX	SCBCP1	o			1	Abandonment
	do	CI-2		o		1	Resetting
	do	D8415			o	1	do
Total			2	2	2	6	

