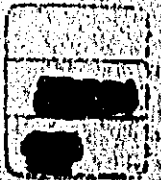


**フィリピン共和国ミンダナオ東部地区  
鉍物資源開発基礎調査報告書**

(第三年次)

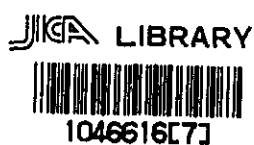
昭和49年7月

**海外技術協力事業団  
金属鉍業事業団**



**フィリピン共和国ミンダナオ東部地区  
鉍物資源開発基礎調査報告書**

(第三年次)



昭和49年7月

**海外技術協力事業団  
金属鉍業事業団**

国際協力事業団		
受入 月日	'84. 4. 23	118
登録No. 03868		66.1
		KE

## は し が き

日本政府はフィリピン共和国の要請に応え、同国ミンダナオ東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、この調査を海外技術協力事業団に委託した。当事業団は、本調査の内容が地質および鉱物資源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。

本調査は三ヶ年にわたって行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、金属鉱業事業団海外部計画課長丹羽鼎氏を団長とし19名から成る調査団を編成して、昭和48年9月18日から昭和49年2月25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。

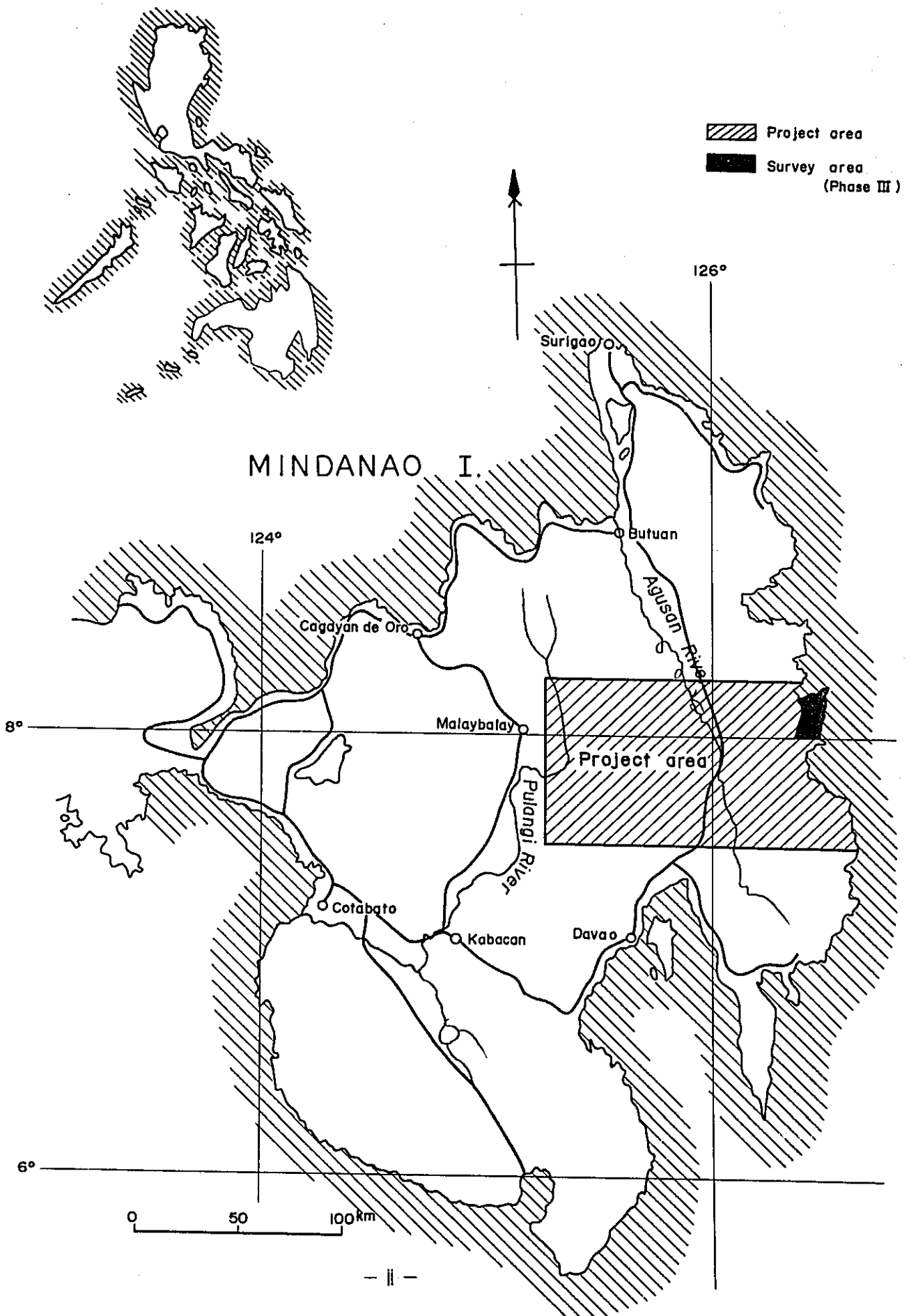
本報告書は第三年度の調査結果、および三ヶ年間の調査結果をとりまとめたものである。

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・金属鉱業事業団および関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

昭和49年7月

海外技術協力事業団  
理事長 田付景一

Fig. 1 Location map of the Survey area



# 目 次

は し が き .....	i
位 置 図 .....	ii
目 次 .....	iii
要 約 .....	1

## 総 論

第1章 序 論 .....	2
1-1 調 査 目 的 .....	2
1-2 調 査 概 要 .....	2
1-3 調 査 団 員 .....	3
1-4 文 献 .....	4
第2章 総 合 検 討 .....	5
第3章 結 論 .....	10

## 各 論

### I 地質調査

第1章 総 説 .....	11
第2章 地 質 .....	12
2-1 層 序 .....	12
2-2 貫 入 岩 類 .....	15
2-3 バルセロナ層群に関する2・3の検討 .....	16
2-4 地質構造および地史 .....	19
第3章 鉍 床 .....	23
3-1 鉍 化 帯 .....	23
3-2 土 壌 中 の Cu 含 有 量 .....	24
第4章 試 錐 の 地 質 .....	26
4-1 概 要 .....	26
4-2 各 孔 の 地 質 .....	27

4-3	試錐結果のまとめ	30
-----	----------	----

## II 物理探査

第1章	総説	32
第2章	IP法概略	33
2-1	測定法	33
2-2	表示	33
2-3	岩石の物性測定	34
第3章	IP電気探査結果	34
3-1	調査地域	34
3-2	調査期間	34
3-3	調査員	34
3-4	位置・交通	34
3-5	地質の概要	34
3-6	その他(S P法)	35
3-7	測定機	37
3-8	測量	37
3-9	調査結果解析	38
3-10	岩石物性測定結果	42
3-11	モデル計算とシミュレーション	45
第4章	結論および今後の問題	46

## III 試錐探査

第1章	総説	47
第2章	試錐工法および使用機械	47
第3章	試錐作業	52
3-1	設営作業	52
3-2	移設作業	52
3-3	撤収作業	53
3-4	コアリングの状況と孔内保持	53
3-5	錐進状況	54

## LIST OF ILLUSTRATIONS

Figure	1.	Location map of the survey area .....	ii
	2.	Compilation map of the detailed survey results, Bislig Area .....	6
	3.	Diagrams of Cu & Mo contents of drilling cores .....	8
	4.	Panel diagrams showing the relation between quartz diorite & mineralization .....	9
I-1		Columnar sections showing the relation between Barcelona G. & Mangagoy F. ....	14
	2	U:A:C ratios in the plagioclases of Barcelona Group .....	17
	3	Paleocurrent in Barcelona Group .....	18
	4	Dike, vein, fault swarms in the Bislig Area .....	20
	5	Schematic sections showing geologic development of the Bislig Area ...	22
	6	Compilation of core-logs .....	31
II-1		.Method used in plotting dipole-dipole IP results .....	33
	2	Schematic representation of circuitry .....	34
	3	Self potential produced by an oxidizing sulphide vein .....	36
	4	Vertical model of resistivity .....	41
	5	IP values from in-situ & laboratory measurement .....	42
	6	Correlation of resistivity and FE .....	43
	7	Time domain wave form (Sample 5-87) .....	43
	8	Two-dimensional resistance network for model calculation .....	45

## LIST OF TABLES

Table 1	Period of survey, length of survey route and drilling length .....	3
I-1	Generalized stratigraphic section in the survey area .....	11
	2 U:A:C ratios of twin forms in the plagioclases of Barcelona Group ....	17
II-1	<i>Physical properties of rock samples</i> .....	44
III-1	Drilling equipment and consumed materials .....	48
	2 Details of moving operation .....	53
	3 Summary record of drilling results, DDH-No. 1 .....	56
	4 do DDH-No. 2 .....	57
	5 do DDH-No. 3 .....	58
	6 do DDH-No. 4 .....	59
	7 do DDH-No. 5 .....	60
	8 Generalized results of diamond drilling .....	61



## LIST OF APPENDICES

	I.	Analytical method used for the geochemical survey .....	A-1
Table	I-1	Microscopic observations .....	A-8
	I-2	Chemical analysis of rock samples .....	A-36
	I-3	X-ray diffractive analysis .....	A-37
	I-4	Potash-Argon age on the quartz diorite .....	A-38
III-1		Specifications of diamond bits, reaming shells and casing shoe bits ....	A-39
	2	Drilling meterage by diamond bit, reaming shell and casing shoe bit ..	A-40
	3	Drilling progress of DDH-No. 1 .....	A-42
	4	do DDH-No. 2 .....	A-43
	5	do DDH-No. 3 .....	A-44
	6	do DDH-No. 4 .....	A-45
	7	do DDH-No. 5 .....	A-46
Plate	I-1	Geological map	1 : 50,000 (1 sheet in pocket)
	2	Route and sample map	1 : 25,000 (3 sheets in pocket)
	3	Columnar sections of local stratigraphy	1 : 10,000 (1 sheet in pocket)
	4	Geological map of the Bislig Area	1 : 10,000 (1 sheet in pocket)
	5	Route and sample map of the Bislig Area	1 : 5,000 (1 sheet in pocket)
	6	Results of geochemical survey for Cu, Bislig Area	1 : 5,000 (1 sheet in pocket)
	7	Compilation map of detailed survey result, Bislig Area	1 : 5,000 (1 sheet in pocket)
II-1		Topographic map of the Bislig Area	1 : 5,000 (1 sheet in pocket)
	2	IP profile map of the Bislig Area Line A	1 : 5,000 (1 sheet in pocket)
	3	do Line B	1 : 5,000 (1 sheet in pocket)
	4	do Line C	1 : 5,000 (1 sheet in pocket)
	5	do Line D	1 : 5,000 (1 sheet in pocket)
	6	do Line E	1 : 5,000 (1 sheet in pocket)
	7	do Line F	1 : 5,000 (1 sheet in pocket)
	8	do Line G	1 : 5,000 (1 sheet in pocket)
	9	do Line H	1 : 5,000 (1 sheet in pocket)
	10	do Base Line	1 : 5,000 (1 sheet in pocket)

	11	Equi-frequency effect map of the Bislig Area (-100m)	1 : 5,000 (1 sheet in pocket)
	12	Equi-apparent resistivity map of the Bislig Area (-100m)	1 : 5,000 (1 sheet in pocket)
	13	General IP interpretation map of the Bislig Area (-100m)	1 : 5,000 (1 sheet in pocket)
	14	Results of simulation of the Bislig Area Line A	1 : 5,000 (1 sheet in pocket)
	15	do Line B	1 : 5,000 (1 sheet in pocket)
	16	General IP interpretation map of the Bislig Area	1 : 10,000 (1 sheet in pocket)
III-1		Core log and assay DDH No. 1	(1 sheet in pocket)
	2	do DDH No. 2	(1 sheet in pocket)
	3	do DDH No. 3	(1 sheet in pocket)
	4	do DDH No. 4	(1 sheet in pocket)
	5	do DDH No. 5	(1 sheet in pocket)

## 要 約

フィリピン共和国ミンダナオ東部地域における第三次（最終年度）の調査は、第二年次の調査結果から、ポーフイリーカッパー型鉱床賦存の可能性が高いとして選定したビスリグ地区（面積約170 km<sup>2</sup>）について、地質構造の解明と鉱化帯の状況を明らかにするため、地質調査・物理探査（IP法）・試錐探鉱が行われ、一部地化学探査が併用された。

地質調査の結果、この地域全域を占める白亜系～古第三紀のバルセロナ層群の地質構造が明らかになり、ポーフイリーカッパー型鉱床をもたらしたと考えられる石英閃緑岩の貫入の場の問題が解決された。

タオン河上流の鉱化帯の南部につき実施されたIP法電気探査により、鉱化帯の北部で得られた異常は、南に向かって急激に消滅することがわかり、またこの傾向が地化学異常にも認められるので、南部の探鉱価値は低いと考えられる。

試錐探鉱は鉱化帯北部の異常について、深度各250 mの5本の垂直孔が実施され、最も北側のNo.1孔が、ポーフイリーカッパー型の鉱染帯に着鉱した。深度100 m～150 mの150 m間の品位は、Cu 0.397 %、良好部の224 m～250 mの26 mは、Cu 1.006 %を示し、深部に向かって、銅品位が増加する傾向がみられる。

この鉱染帯は、他の4孔の状況や物理探査、地化学探査の結果を総合すると、局部的なものと考えられるが、更に深く広がる可能性もあるので、今後鉱染帯の範囲を確認するために、No.1孔に近接して試錐探鉱を実施することが望ましい。

# 総論

# 第 1 章 序 論

## 1-1 調査目的

第三年次の調査は、第二年次の調査結果から、鉍床賦存の可能性が高いとして選定した面積約 170 Km<sup>2</sup>の地域において、金属鉍床の胚胎状況を明らかにすることを目的とした。このため第二年次に引き続き、地質調査・物理探査ならびに試錐探鉍を実施した。

## 1-2 調査概要

第三年次の調査地域は、その大部分が南部スリガオ ( Surigao del Sur ) 州にあり、一部が南部アグサン ( Agusan del Sur ) 州に及んでいる。この地域は PICOP ( Paper Industries Corporation of the Philippines ) の製紙工場のあるマンガゴイ ( Mangagoy ) 部落から、約 10 Km の近距離にあり、工場の木材運搬専用道路が地域内に多数発達している。車を駆使すれば日帰り調査が十分可能であったので、ベースキャンプを PICOP 工場内に置き、外に試錐機材保管管として、作業現場に最も近いマハボ ( Mahabo ) 部落に簡単な倉庫を建設した。

最初に現地入した地質調査班は 4 班から成り、2 班が鉍化帯を中心に調査し、他の 2 班は地質構造を明らかにするため、周辺の地質調査に重点を置いた。各班とも調査人員は、日本人地質技師 1 名とフィリピン人地質技師 1 名の計 2 名で構成した。

物理探査班は、地質調査終了後に作業を開始し、強制分極 ( IP ) 法により、鉍化帯の水平的および垂直的広がりを明らかにした。探査には、5 名の日本人物理探査技師と 3 名のフィリピン人物理探査技師の計 8 名が参加した。

試錐探鉍は、日本より搬入した試錐機 2 台を使って、地質調査と物理探査の結果から最も有望と考えられる 5 箇所において実施した。作業は 3 方操業で行われ、日本人試錐技師 6 名とフィリピン人試錐技師 2 名の計 8 名がこれを担当した。また、岩芯は、両国の地質技師各 1 名によって検討が加えられた。

地質調査と物理探査中は概して晴天に恵まれ、作業は順調であったが、試錐作業は後半になって雨期に入ったため、連日雨に悩まされ、No. 1 孔のように鉍化帯を錐進中に河川がはらんして、錐進を続けることが出来なくなったこともあった。また、調査期間中に生じた世界的石油危機で、試錐機用や車輛用の燃料の入手が困難となったが、関係機関の尽力により、作業には支障を来さなかった。

第三年次に実施した調査ルート of 延長と調査内容は次頁のとおりである。

本報告書をまとめるに当り、貫入岩の年代決定については、東北大学植田良夫教授にご教示をうけた。また、地質調査所小野晃司博士から、火山岩に就いての多くの有益な助言をいただいた。深く謝意を表したい。

Table 1 Period of survey, length of survey route and drilling length

	Stay in the Philippines	Actual field work	Length of survey route or Drilling length
Geological team	Sep.18 1973 ~ Feb.18 1974 154 days	Oct.12 1973 ~ Nov.6 1973 26 days	385 Km
Geophysical team	Oct.22 1973 ~ Dec.1 1973 41 days	Oct.26 1973 ~ Nov.26 1973 31 days	22 Km
Drilling team	Nov.28 1973 ~ Feb.25 1974 90 days	Dec.1 1973 ~ Feb.10 1974 72 days	1,253.10 m

なお、この調査から得られたすべての資料と、採取した岩石および試錐コアは均等に分割して、その半分をフィリピン鉱山局に提出してある。

### 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。

団長 丹羽 鼎 金属鉱業事業団 JUAN E. PILAC フィリピン鉱山局

管理 渉外関係

下田 道久 海外技術協力事業団

志賀 麗輔 金属鉱業事業団

枝 隆 大手開発株式会社

現地調査関係

(地質調査班)

副団長 瀧 本 決 大手開発株式会社 MAXIO V. GARCIA "

武田 晃 幸 " EMIL T. AVILA JR. "

林 育 浩 " BERNICITO BALLESTEROS "

中野 啓 二 " ALBERTO ISSAC "

JOSE N. ALMASCO "

(物理探査班)

服部 旭 " CESAR V. RAMOS "

日下 治 " MARIO TORRES "

藤本 俊 昭 " ELIGIO Z. ARLATE "

田中富雄	大手開発株式会社	
立川三郎	"	
(試錐探鉱班)		
加藤明夫	"	CESAR LUCERO フィリピン鉱山局
鈴木哥二	"	RUSTICO BAYON "
秋元武雄	"	
能村稔	"	
高橋幸男	"	
広野栄	"	
(輸送班)		

TEOFILO FRONDA	"
ROLANDO DESTACAMENTO	"

1-4 文献

- |    |                     |        |   |
|----|---------------------|--------|---|
| 1. | Ishihara S.         | (1970) | Porphyry copper deposits  |
| 2. | Fujita Y.           | (1973) | Geologic development of the Japanese Island<br>p. 56-61, p. 223-232   |
| 3. | Gorai M.            | (1951) | Petrological studies on plagioclase Twins Am.<br>Mineralogist, vol.36 p. 884-901  |
| 4. |                     | (1965) | Twinning in some artificial plagioclases Ind.<br>Mineralogist, vol.6 Nos.1 & 2 p. 51-54   |
| 5. | Kutsuzawa A. et al. | (1967) | Genesis of clastic dikes and planeless fault in<br>the Miocene deposits of Sendai District Jour.<br>Geol. Soc. Japan vol. 73 No. 1 p. 19-34 |
| 6. | Suwa K.             |        | Notes on plagioclase, with special reference<br>to its twinning Jour. Earth Sci. vol. 22 No. 3<br>p. 156-163                                |
| 7. | Turner F. J.        | (1951) | Observations on Twinning of plagioclase in<br>Metamorphic rocks Am. Mineralogist vol. 36<br>p. 581-589                                      |
| 8. | Yamauchi S. et al.  | (1971) | Paleocurrent systems in the Neogene deposits<br>of the Chichibu basin Jour. Geol. Soc. Japan<br>p. 37-46                                    |

## 第 2 章 総 合 検 討

第三次の地質調査により、バルセロナ層群の最上位層の形成時期が明らかになったことや、地質構造が解明されたことなど、大きな成果が得られた。しかし、この章では、鉍化帯を中心にして実施した各種探査の結果について総合検討を行い、合わせて今後の探査方針について触れてみたい。

### 2-1 第三年次精査地域

タオン河上流で見られる鉍化帯は、変質帯を含めると南北方向に 4 Km、東西方向に 1～2 Km に及ぶ大規模であったため、その範囲を二分し、第二年次に北半分の精査を行い、第三次に残りの南半分につき、地質精査・地化学探査・物理探査を行った。

今回の精査地域の大部分は、石英安山岩によって構成されており、この中には、高品位の Cu・Pb・Zn の貯鉍があるスリガオ鉍山、Cu を探鉍したと思われるシルバーベル鉍山が含まれている。

土壌による地化学探査では、石英閃緑岩の主岩体の東側に Cu の弱い異常帯が得られた。この異常帯は NE - SW 方向に伸張し、第二年次の地化探異常帯にスムーズに連続するが、含有量は南に向かって急激に低下している。すなわち、物探測線 Na 9 の基点付近を中心として測線沿いに 200 m 広がっていた、Cu 含有量 500 ppm 以上の異常帯は、300 m 離れた測線 A では存在せず、僅かに 200～250 ppm の弱い Cu 異常帯が約 200 m の巾で見られるに過ぎない。

この Cu 異常帯に重複して、物探の IP 異常帯が得られているが、測線 Na 4 から Na 9 まで連続した第二年次の異常に比較すると、急激に劣化し、測線 B 以南では IP 示徴は極めて弱く、興味あるとはいえない。また、測線 A の測点 40～46 間で得られた IP 異常は、この付近の川岸で見られる、玄武岩中の 20～30 cm 間隔の板状節理に沿う、フィルム状黄鉄鉍鉍染に起因すると考えられる。従って、Cu の鉍化作用は第二年次の精査地域内に限られるとみてよい。

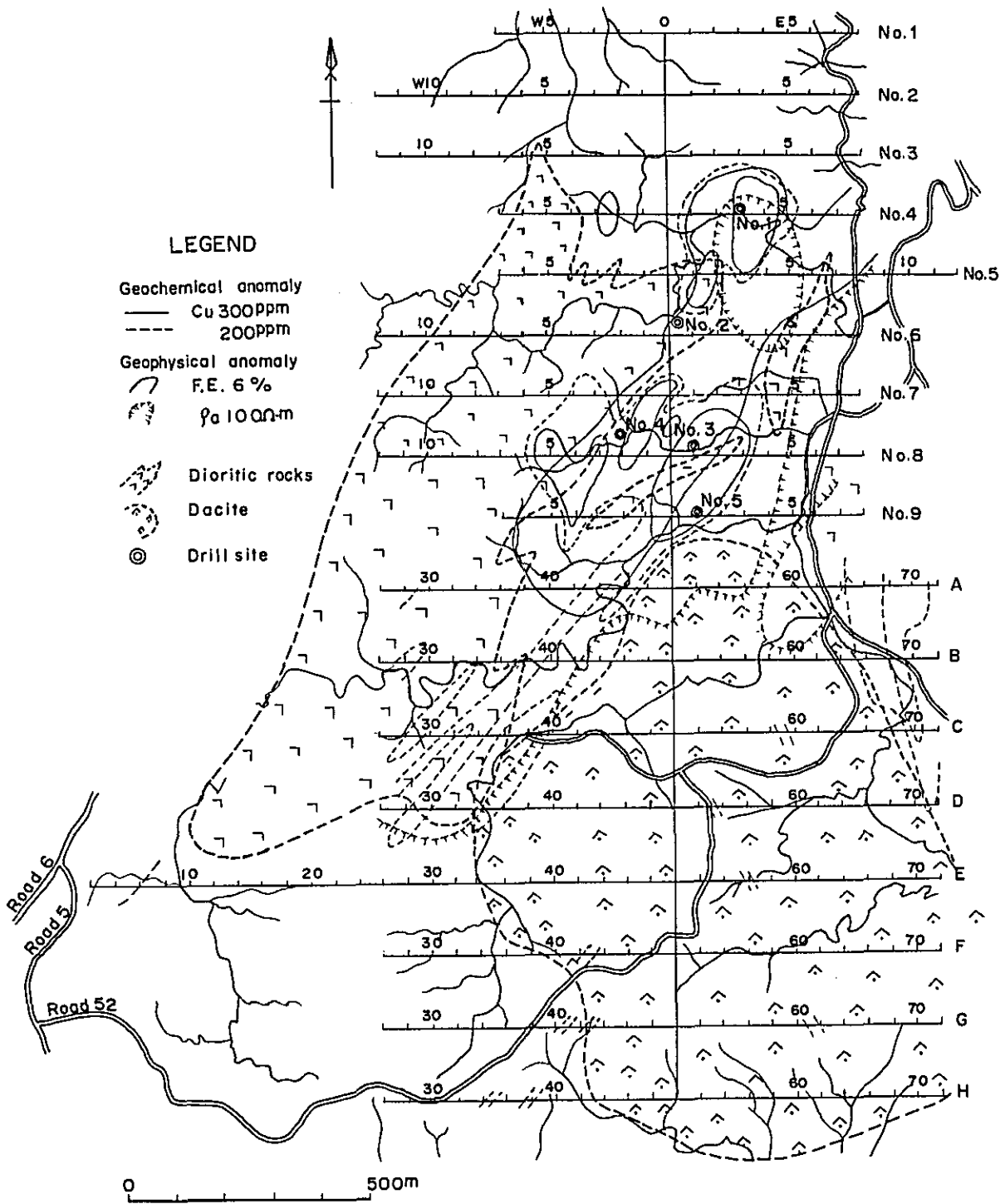
地化探異常帯は、以上の外には、スリガオ鉍山付近に狭い範囲で表われている。異常の伸びの方向は、鉍床のそれと一致すると思われるが、IP 異常がないので、多くを期待できない。シルバーベル鉍山付近では、地化探・物探とも異常帯が得られなかった。

以上のように、石英安山岩地域は粘土化・硅化が激しいにもかかわらず、地化探・物探異常がともに得られなかった。X線回析による粘土の組成がモンモリロナイトと低温型の石英であること、硅化岩として地表に多量に露出するものは、硫化物などを全く含まぬ非品質の石英であること、変質が主として石英安山岩に限られることなどから、この粘土化・硅化作用は、その大部分が、石英安山岩の自変質作用に関係し、それに多少の鉍化作用が重複したものと考えられる。

従って、第三年次の精査地域内に鉍床が賦存する可能性は低く、探鉍価値は少ないと思われる。



Figure 2. Compilation map of the detailed survey results, Bislig Area



## 2-2 第二年次精査地域

第二年次の精査によって得られた地化探・物探の異常帯に対して、5本の試錐探鉱を行った結果、最も北側のNa1孔が良品位のCuの鉱染帯に逢着した。

各試錐孔におけるCu及びMoの分析品位はFig3に図示してあるが、各孔の概況は次の通りである。

Na1孔………他孔に比しCu・Moとも高い品位を示す。Cuは深度100m付近に最初のピークがあり、200m付近から再び高品位になっている。これに対し、Moの傾向はCuに類似するが、全体として30m上部にずれた位置に表われている。また、Moは200m付近の石英閃緑岩の境界付近でも高い含有量を示し、Cuとは対照的に深所に向かって急激に減少している。

この孔では深度125m付近に2mの閃緑斑岩の岩脈があるので、最初のCuやMoのピークはこの岩脈に関係するものと思われる。変質は地表から100mまでは緑簾石-緑泥石変質であり、100m以深は石英-絹雲母変質が顕著である。

Na2孔………この試錐孔は石英閃緑岩の主岩体中であり、品位の変化は少ない。たゞ、Moは閃緑斑岩の岩脈が貫ぬく箇所でも局部的に高い値を示す。変質はほとんどない。

Na3孔………地表近くにCuの最高値があり、100m付近まで若干の含有を示し、Moもこの範囲で局部的異常を示している。この孔でも異常の範囲の中央付近を巾2mの閃緑斑岩が貫ぬいている。変質は部分的に弱い緑簾石-緑泥石が見られるだけで、石英-絹雲母変質はない。

Na4孔………深度91mで石英閃緑岩の主岩体に逢着。Cu・Moともに変化に乏しく、僅かにMoが主岩体の境界で高い値を示している。石英閃緑岩の境界部に狭い範囲の石英-絹雲母変質が見られる。

Na5孔………巾が140mの石英閃緑岩の岩脈を貫ぬいているが、Cu・Moとも岩脈の上部境界付近で高い値を示し、下部境界付近にはない。緑泥石化作用が所々に見られる。

閃緑岩類についてのNa2孔からNa5までの4孔の性質をまとめると、

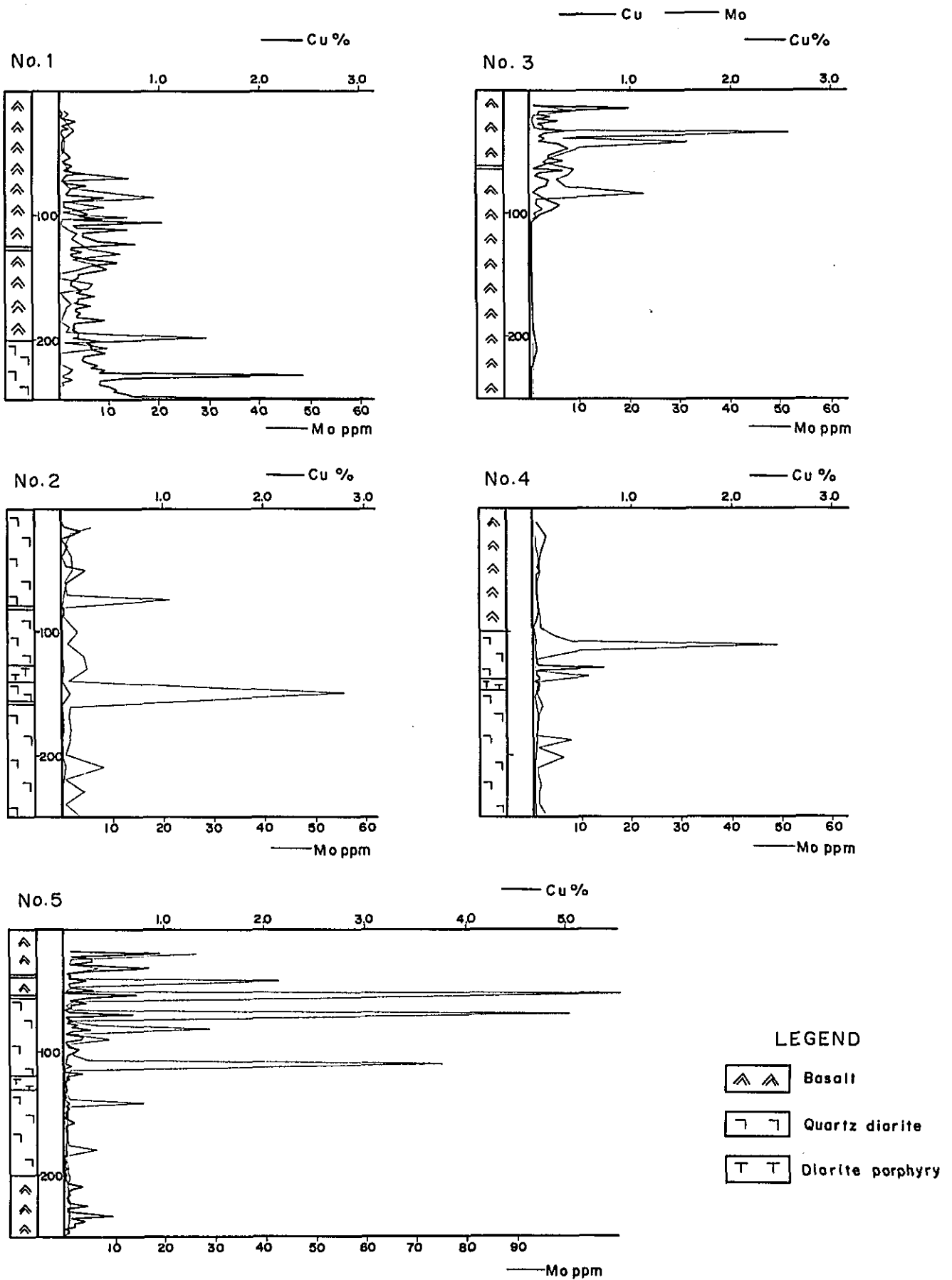
- (1) 主岩体については、Mo含有値は境界部で高い値を示し、珪化作用も見られるが、岩体の内部に向かって急激に減少する。
- (2) 岩脈の場合は、Cu・Moとも境界部で高い値を示すが、分散のハローが大きいため、内部に向かって急速には減少しない。変質は緑簾石-緑泥石変質であって石英-絹雲母変質は見られない。

これらの性質は、ピスリグ地域について普遍的なものとは思われないが、これら試錐孔付近の地下構造を推定する一つの手掛かりにはなり得るであろう。

Na1孔の石英閃緑岩は、境界付近で石英-絹雲母変質が顕著であること、Moが内部に向かって急速に減少していること、Na4孔によって確認された主岩体の傾きとも矛盾しないことなどから、主岩体の可能性が強い。

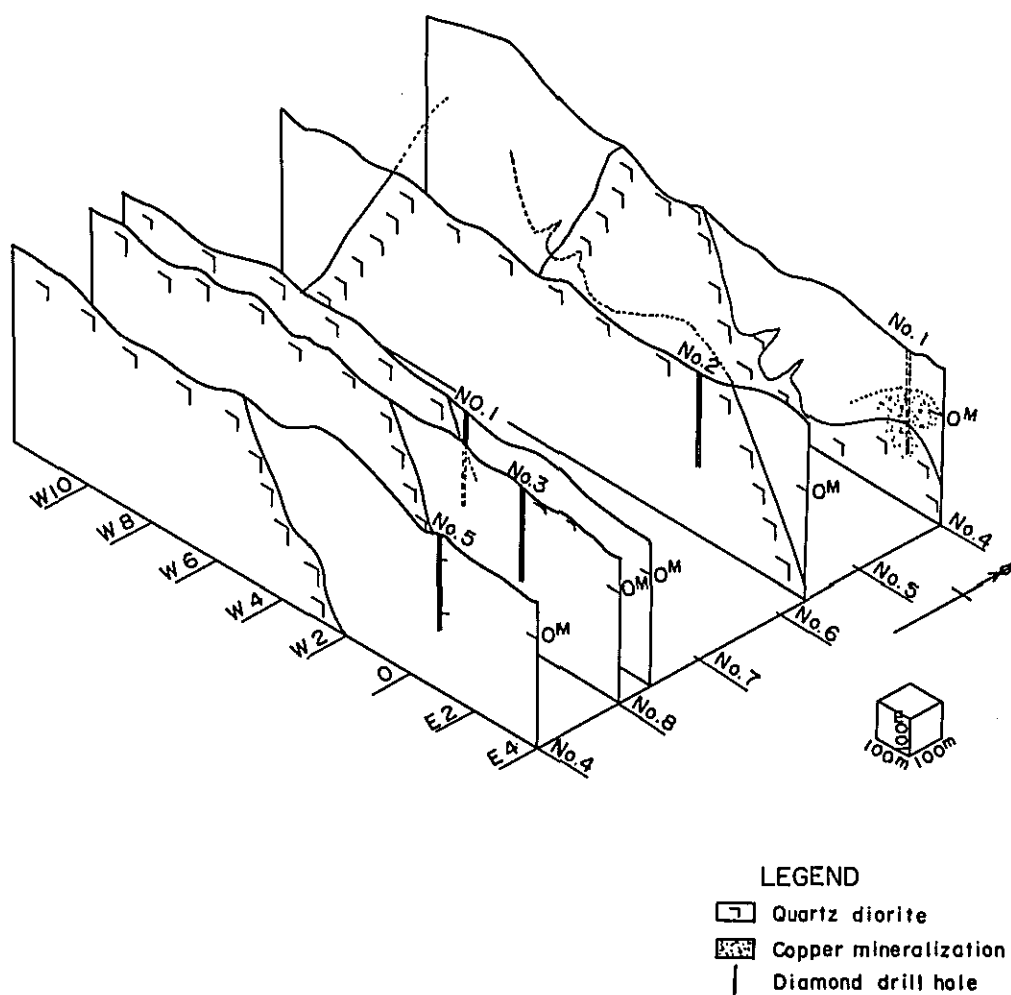
5本の試錐で得られた結果から、石英閃緑岩の地下の形態を推定してFig4に示した。

Figure 3. Diagrams of Cu & Mo contents of drilling cores



No. 1 孔の鉱染帯は、石英閃緑岩体の中でも優勢であり、Cu 品位は深さに比例して高くなる傾向が認められるが、No. 2 孔やその他 3 孔などは、いずれも低品位で変質も非常に弱いため、この鉱染帯は局部的なものと考えられる。しかし、最も顕著な鉱化作用が No. 1 孔付近から始まっている可能性もある。

Figure 4. Panel diagram showing the relation between quartz diorite & mineralization



### 第3章 結論および今後の問題

第三年次ピスリグ地域において行なった地質調査・物理探査・試錐探鉱の結果を総合的に検討して、次の結論が得られた。

1. パルセロナ層群は、火山活動の特徴から3層に大別することができた。いずれも陸上または浅海性の環境下で形成された、玄武岩または安山岩の溶岩および火砕岩から成り、その最上位層は第三紀漸新世中期と考えられる。
2. この層群には、NNE-SSW方向の褶曲軸をもつ背斜構造と向斜構造が認められ、また同方向の水平ズレ断層も認められる。石英閃緑岩と石英安山岩は、この断層または断層によって生じた裂かきに沿って貫入している。
3. 第二年次精査によって得られた物探・化探の異常帯は、南に向かって消滅し、鉱化帯は変質帯の北側だけに限られる。特に北側の測線No.4, No.5, No.6で検出された $100\ \Omega\ m$ 以下の低抵抗帯は、鉱化変質によると考えられ、興味深い。
4. 石英安山岩中のモンモリロナイト化帯は、おおよそその自変質作用に関係するとみられ、この地区の探鉱価値は低いと考えられる。
5. 試錐孔DDH-No.1で捕捉した鉱染帯は、黄銅鉱・黄鉄鉱から成るポーフィリータイプで、緑簾石-緑泥石帯、石英-絹雲母帯という帯状分布をしている。
6. 鉱染帯のCu品位は、224m~250m間で平均1,006%を示し、下部ほどCu品位が増加する傾向にある。
7. 地表調査や他の試錐孔の状況から、Cuの鉱化作用は石英閃緑岩の東縁部に集中していると考えられ、最も顕著な鉱化作用は、DDH-No.1付近から始まっている可能性もある。従って、今後DDH-No.1付近で追加試錐を行なうことが望ましい。

# 各 論

## I 地 質 調 查

## 第 1 章 総 説

本年次の地質調査は、第一年次・第二年次の調査から明らかになった、ポーフイリーカッパー型鉱化帯につき、その分布状況や地質構造の解明に重点が置かれた。

その結果、次の事実が明らかになった。

1. バルセロナ層群は、その大部分が枕状構造をもつ玄武岩と安山岩からなり、産状や組織からこれを3層に大別することができるが、成分的には類似しており、一連の火山活動によると考えられる。
2. いずれも陸上または浅海性の堆積環境下で形成されバルセロナ層群の最上位層はマンガゴイ層と整合関係にあるので、上限の生成時期が確定した。
3. この地域の地質構造が明らかになり、火成岩の貫入の機構が説明しやすくなった。
4. 試錐No.1孔で捕捉した鉱染帯のCu品位は、深度224m～250m間で平均1.006%を示し、下部に向かって黄銅鉱の量が増加する傾向にある。


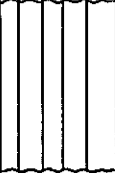
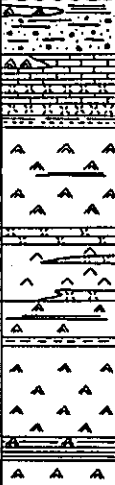
## 第 2 章 地 質

本年次の調査は、白亜系～古第三紀に属するバルセロナ層群が分布する地域に限られた。

### 2-1 層 序

本地区の地質総括表を Table I-1 に示す。

Table I-1. Generalized stratigraphic section in the survey area

Geological age		Group or Formation	Columnar section	Rock facies	Structural movement	Igneous activity	Mineralization
Quaternary	Recent	Alluvium			Epeirogenic movement ↑↓		
	Pleistocene	Agtuaganon F. (0~50m)		Coral reef Limestone			
Neogene Tertiary	Pliocene				Structural movement ↑↓		Porphyry copper type ↑↓
	Miocene	Upper					
		Middle					
	Lower	Bislig F. (20m)		Silt, Sandstone and Basalt Lava		Dacite Dioritic rocks ↑↓	
Paleogene - Cretaceous	Oligocene			Mangagoy F. (0~1,000m)	Limestones, Basalt Lava and Pyroclastics		
				Barcelona G. (III) (1,000m)	Basalt Lava, Small amount of Pyroclastics and Clastics		
				(II) (100~700m)	Andesite Lava, Dacite Lava and Pyroclastics	Andesite ↑↓	
		(I) (1,900m)	Basalt Lava, Sheet, Pyroclastics and Clastics	Basalt ↑↓			

#### 2-1-1 バルセロナ (Barcelona) 層群

この層群は、東海岸に沿って美事な露出があり、標式地のバルセロナ部落は本地区に含まれる。この層群には鍵層が少なく、そのうえ類似した火成活動によって形成されているため、細かく区分することは困難である。下位より次の3層に大別した。

I層……本層はバルセロナ部落からトムボグ (Tombog) 岬にかけて広く分布する玄武岩類で、



碎屑岩類を夾有するのが特徴である。バルセロナ部落の海岸・PICOP 工場裏の崖などが、その標式地である。本層の大部分は枕状構造または柱状節理をもつ溶岩流で、少量の火山礫凝灰岩～凝灰角礫岩および頁岩または泥岩が挟まれる。

玄武岩溶岩は、灰黒色～黒色を呈するち密塊状岩で、溶岩の1ユニットの厚さは通常15～20 mを有し、溶岩と凝灰岩または他の溶岩との境界で急崖をなすものが多い。

枕状溶岩は、短径が1 m、長径が2～3 mの楕円体をなし、枕の間隙はよく青緑色の泥質物で充填されている。枕の中心から放射状と同心円状の節理が発達し、ガラス質のち密な皮殻を持つ。顕微鏡下では、急冷を示す長い針状の斜長石（ほとんど曹長石化）と普通輝石（それぞれの長さ、2～3 mm）の斑晶が、斜長石・輝石・不透明鉱物・ガラスからなる極めてち密な石基中に見られるのが特徴的である。磁鉄鉱・イルメナイトもかなり含まれる。二次鉱物として、方解石・緑泥石・パンベリー石および、黄緑色の粘土鉱物（鉄サポナイト？）が認められ、稀に鮮かな緑色を呈するセラドナイトが存在する。

次に柱状節理の発達する溶岩は、枕状溶岩と共生する場合が多く、顕微鏡下では斑晶質で、枕状溶岩に比し石基が粗い。枕状溶岩と同様な二次鉱物を生じている。

火砕岩は、本質または異質礫を含む凝灰岩～凝灰角礫岩から成り、淘汰作用は比較的よい。タオン河下流では玄武岩質凝灰岩の中にピソライトが見出される。また1ユニットが数cmの凝灰岩・砂岩・珪質泥岩の互層が数層夾在する。化石は含まれない。

本層中には超塩基性岩や石灰岩を欠くが、玄武岩溶岩・粗粒玄武岩・珪質泥岩などから、一種のオフィオライトの可能性がある。

I層の層厚は1,900m<sup>+</sup>である。

II層……本層はI層の南側に分布し、比較的火砕岩が発達するのが特徴である。I層とは整合関係にある。この層を代表する岩石は普通角閃石・普通輝石安山岩であるが、場所によっては普通角閃石を欠き、また普通輝石玄武岩も一部認められる。I層と違って碎屑岩類は夾在しない。本層は、東海岸のアニブガン（Anibugan）部落の北側・アガミタン（Hagamitan）川中流、バハヤン（Bahayan）川中流に標式的分布を示す。本層の上限はソリアノ（Soriano）鉱山の石英安山岩質凝灰岩である。

安山岩は、灰色を呈するち密岩で、1 mm前後の斜長石と普通角閃石がよく含まれている。溶岩は柱状節理または自破碎構造をもつものが多い、枕状構造を示さない。また中には水冷破碎構造を示すものがある。

火砕岩は、同質または異質礫を含む凝灰角礫岩～火山礫凝灰岩が大部分であり、概して淘汰度・分級度は悪い。レバント鉱山付近より下流のアグミタン水系に露出している火砕岩は、粒径が100 mm以上もある安山岩質亜角礫～円礫で構成され、火山円礫岩と称すべきものである。これらの事から、この期の火山活動の中心は陸化していたような環境が推定され、火山円礫岩などがタービタイトとして、より深い海底へ運搬・堆積される図式が考えられる。

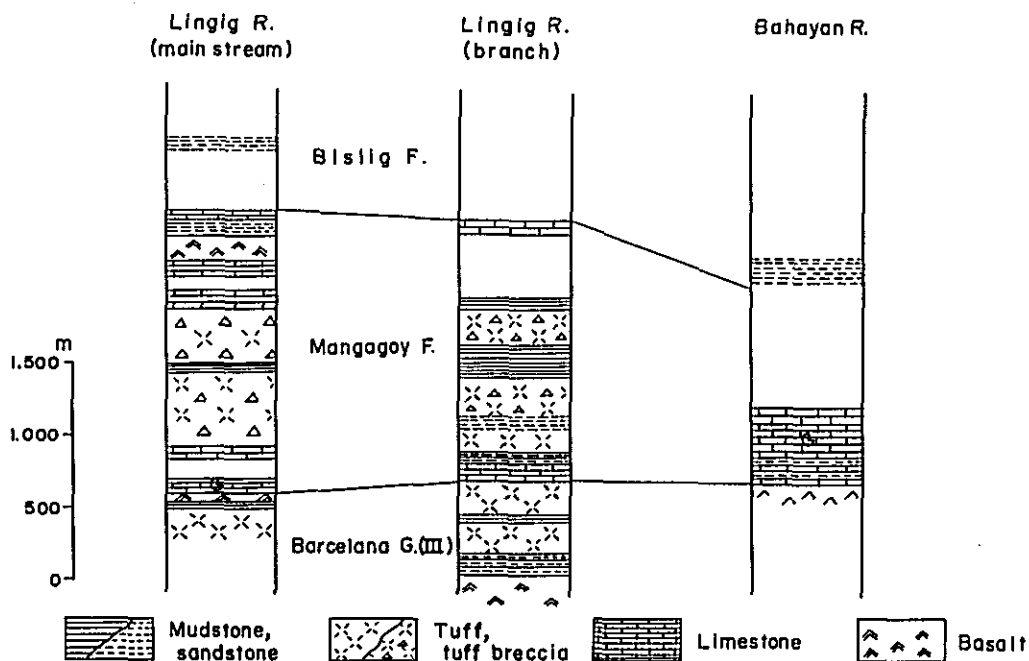
II層の層厚は、中央部で最大の厚さ(約700m)を示し、東海岸で500m、北側では100m前後と両側に向かって厚さを減じている。

顕微鏡下の観察では、安山岩は斑状組織をもつ。累帯構造や主にアルバイト双晶をなす、一辺の大きさが3mm前後の斜長石と、短柱状の普通輝石(一辺2~3mm)の斑晶が、短冊状の斜長石の微晶(一辺0.05mm)・不透明鉱物・ガラスから成る石基中に不規則に配列している。石基中の斜長石は毛せん状を呈する場合が多いが、粗面岩質組織を示す場合もあり、例外なく曹長石化作用を受けている。この安山岩には、自形の普通角閃石や場所によっては少量の融食した石英と雲母が斑晶として含まれるが、その分布は比較的上位層に限られる。

III層……本層はII層を整合に覆い、II層の南側に広く分布している。上限はマンガゴイ層の石灰岩層までである。玄武岩質の枕状溶岩を主とし、上位に砂岩・頁岩の細互層や凝灰角礫岩~凝灰岩を挟む。

マンガゴイ層との関係は、リンググ河とバハヤン川で観察できるが、双方とも両者の間に礫層など不整合を示すものはなく、整合関係の可能性が強い。すなわち、リンググ河では、マンガゴイ層の厚さ0.5~2mの石灰岩の薄層が、III層の凝灰角礫岩に平行して水平方向に1.5km連続している。第一年次の調査で、両者の間に礫層があるとして不整合を考えたが、礫層の発達はこの石灰岩より上位であり、両者間にはないことが判明した。これと全く同じ関係がリンググ河の南支流でも観察できる。バハヤン川では枕状溶岩が、マンガゴイ層の石灰岩に覆われるが、溶岩の流理構造と石灰岩の層理が全く平行し、こゝでも不整合は認め難い。マンガゴイ層の下位の石灰岩は、既に二年次の調査から漸新世中部であることがわかっているので、III層の上部は漸新世中部に属すると考えられる。両者の関係をFig I-1に示した。

Figure I-1. Columnar sections showing the relation between Barcelona G. & Mangagoy F.



玄武岩は、顕微鏡下ではI層の玄武岩と同じ組織をもつ。しかし中央部の石英閃緑岩より北部に分布するIII層は、玄武岩質というより安山岩質で、石基は、ハイアロピリチック組織を示す。石基中には輝石は含まれない。

III層の層厚は約1,000mである。

2-1-2 マンガゴイ層・ビスリグ層・アグツウガノン層・マンガゴイ層は調査地域の西側に広く分布し、ほぼN-S方向の走向をもち、 $20^{\circ}$ ~ $30^{\circ}$ 西へ傾斜している。前述のように、バルセロナ層群とは整合関係にあると考えられる。ビスリグ層は、タオン河の東側の台地を占め、帯青色の泥岩または砂岩から成る。ほとんど水平で、僅かに東へ傾斜していて、バルセロナ層群I層を不整合に覆っている。

サンコー岬やダヒカ(Dahica)部落にある石灰岩は、アグツウガノン層に対比され、第四紀更新世に属する。

## 2-2 貫入岩類

### (1) 斑れい岩

本岩はタオン河上流に岩脈状をなして数多く分布している。断層運動により生じた裂かに沿って貫入したと考えられ、巾は10~20mのものが多い。後記石英安山岩または石英閃緑岩を貫いている。灰黒色の中粒完晶質岩で、風化により表面が黄褐色を呈する。顕微鏡下では、一辺の大きさが4mmの長柱状の斜長石と、半自形~填間状普通輝石および完全に緑色粘土化したかんらん石から成る。黒雲母を伴うことが多い。変質作用は軽微で、二次鉱物としては、緑色粘土鉱物・絹雲母・カオリナイトなどが認められる。

調査地域北部のデニパス(Denipas)部落付近に露出する斑れい岩は、後記する粗粒玄武岩のグループに属するもので、黒雲母やかんらん石を含まない。優白質粗粒岩のため、外観は閃緑岩に類似する。顕微鏡下では、一辺の長さが2mmの柱状ないし板状の斜長石と、半自形~他形填間状の普通輝石から成り、二次鉱物として帯褐緑色の粘土鉱物を生じている。

### (2) 粗粒玄武岩

本岩は断層に沿って岩脈状をなして産する。顕微鏡下では、大きさが1mm前後の斜長石の斑晶が、板状または長柱状の斜長石と、填間状または、短柱状の普通輝石から成る石基中に集斑状に産する。二次鉱物として帯褐緑色の粘土鉱物と共にバンベリー石を生じている。

顕微鏡下の観察では、バルセロナ玄武岩類・粗粒玄武岩・斑れい岩の一部は、構成鉱物や組織に類似性が認められ、これらは成因的に同じものと考えられる。

### (3) 石英安山岩

本岩は二年次報告書の中で玢岩として記載したものである。タオン河上流に1カ所露出する。通常灰色を呈し、斜長石の大きな結晶(大きさ5mm~10mm)が変質して、粘土化した石基の中に残っているのが特徴的である。比較的新鮮な岩石は、斑晶として絹雲母化または炭酸塩化した

斜長石と、炭酸塩・緑泥石・絹雲母に変質した普通角閃石および融食された石英が認められ、石基は粒状の石英・絹雲母化した斜長石・緑泥石・不透明鉱物・チタン鉄鉱などで構成されている。

石英安山岩の岩体の規模は、2 Km×2 Kmで、ほぼ円形をなし粘土化の外に珪化作用が随所に認められる。X線回析では、モンモリロナイトと低温石英が検出された。この岩体はその分布状況から貫入岩（一部流動した？）と推定されるが、電気探査の比抵抗測定の結果から判断すると、北部では西側に急傾斜し、一部は溶岩流をなすものと思われる。

#### (4) 石英閃緑岩

本岩はタオン河上流に露出し、バルセロナ層群を貫く。同時期の貫入岩と考えられる閃緑斑岩が石英安山岩を貫ぬいているので、石英安山岩より後期の活動と考えられる。同岩は前記かんらん石、斑れい岩に貫かれる。

主岩体は、750 mの巾をもってNN E方向に2.5 Km連続し、外にこの岩体に平行する小規模岩脈と、NNW-SSE方向の岩脈がある。

本岩は中粒で優白質（色指数 15～20 %）であるが、場所によりかなり岩相の変化があり、ポーリングコアには細粒優黒色で斑礫岩に類似したもの（色指数 60 %）や、大きさが8 mmにもおよぶ斜長石の巨晶を含むものが得られた。しばしば節理に沿って黄鉄鉱の鉱染がみられる。

顕微鏡下では、この岩石は半自形等粒組織を示し、主成分鉱物として斜長石・普通角閃石・黒雲母・石英を含み燐灰石・くさび石・鉄鉱を伴っている。斜長石は、卓状ないし短柱状で、累帯構造やアルバイト双晶をなす。周囲をアルカリ長石で囲まれているものが多く、一部分析して絹雲母・緑泥石・カオリナイトなどを生じている。普通角閃石は半自形・柱状をなすが、場所によっては全く欠くことがある。カリ長石は、ほとんど含まれない。

この岩石の貫入時期は、K-Ar法による年代測定の結果  $447 \times 10^6$  年が得られ、第二年次の測定に続き非常に古い数値となった。既に2-1-1で述べたように、バルセロナ層群の最上部が漸新世中期に当たるので、バルセロナ層群をゼノリスとして捕獲している石英閃緑岩は、少くともそれ以降でなければならない。この報告書では、周辺の地質状況から同岩をビスリグ層堆積（中新世中期）後の造山運動に関係づけることが最も自然であると考えて、中新世後期とした。

### 2-3 バルセロナ層群に関する2, 3の検討

調査地域内のバルセロナ層群は、性質の類似した火山活動の繰り返しより成り、野外における観察だけでその差異を見いだすのはむずかしい。玄武岩類の性質や生成環境を知るために、採取した試料につき2, 3の検討を加えた。

#### 2-3-1 双晶法

斜長石の双晶の型式は、岩石の成因に深い関係をもっており、種々の双晶の占める割合からその岩石の成因や化学組成を論ずることができる。このために、通常斜長石の双晶はU（双晶していないもの）、A（アルバイトやベリクリンなどの双晶）、C（カルスバードやその他複合双

Table I-2. U:A:C ratios of twin forms in the plagioclases of Barcelona Group

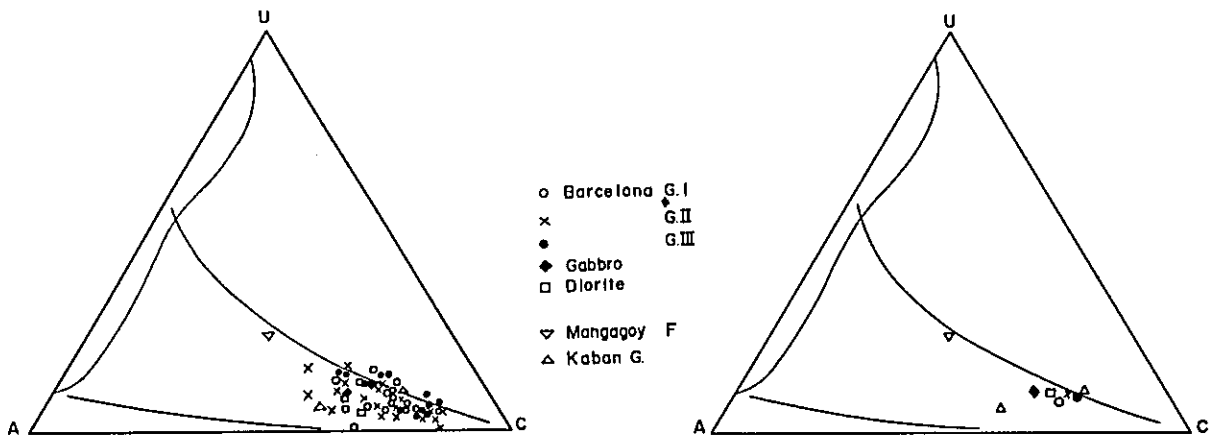
Sample No.	Formation	Total	C-twin	A-twin	U-twin	Remarks	Sample No.	Formation	Total	C-twin	A-twin	U-twin	Remarks
N- 3	Barcelona I	17 <sup>pcs</sup>	71%	24%	5%	ba G	F- 37	Barcelona II	19 <sup>pcs</sup>	74%	21%	5%	an P
- 10	I	14	71	21	8	ba G	- 42	II	18	67	22	11	an P
- 13	I	14	57	29	14	an P	- 43	II	20	85	15	0	dol
- 50	I	10	70	20	10	an tf	- 51	II	19	53	37	11	an P
- 62	I	14	71	21	8	dol	P- 4	II	17	65	24	11	an P
- 92	I	19	63	32	5	an P	- 15	II	28	71	21	8	an P
-155	I	16	75	19	6	ba P	H- 18	III	21	67	19	14	dol
-162	I	16	63	25	12	ba P	- 20	III	23	78	13	9	dol
-183	I	14	64	21	15	dol	- 21	III	19	79	16	5	ba P
H- 2	I	9	67	33	0	ba P	- 30	III	20	80	15	5	ba P
- 4	I	23	78	17	5	ba P	- 50	III	17	82	12	6	dol
- 12	I	16	75	19	6	ba G	- 51	III	18	78	17	5	dol
- 15	I	15	67	27	6		- 52	III	19	74	21	5	
H- 6	II	14	50	34	16	tf	- 56	III	16	63	25	13	an P
- 34	II	16	69	25	6	ba P	- 60	III	21	81	14	6	an P
- 36	II	17	71	24	5	ba P	F- 46	III	15	67	20	13	ba P
- 39	II	22	73	18	9	an P	- 70	III	14	57	29	14	ba P
- 40	II	21	81	14	5	an P	- 74	III	19	58	26	16	ba P
- 41	II	18	83	11	6	an P	F- 14	Gabbro	17	65	24	11	
- 42	II	20	75	20	5	an P	P- 2	Gabbro	20	60	30	10	
- 43	II	25	80	16	4	an P	F-411	Q-diorite	10	60	30	10	
- 48	II	23	65	26	9	an P	P2- 2	Q-diorite	27	70	19	11	
F- 5	II	19	58	26	14	an P	P2- 3	Q-diorite	21	67	29	4	
-17B	II	20	60	35	5	an P	F- 88	Mangagoy F.	24	38	38	25	tf
- 26	II	15	67	20	13	an P	G- 96	Kaban G.	21	71	19	10	ba P
- 32	II	20	70	20	10	an P	G-127	Kaban G.	19	58	37	5	an

ba- basalt      dol- dolerite      P- phenocryst  
 an- andesite      tf- tuff                      G- ground mass

Figure I-2. U:A:C ratios in the plagioclases of Barcelona Group

(A) Individual U:A:C ratio

(B) Average U:A:C ratios



晶)の三基準によって分類される(Gorai 1951)。

Table I-2, と Figs I-2 A, Bは, バルセロナ玄武岩類の各層について作成した岩石薄片の中から, 変質作用をあまり受けていない 52 枚を選んで測定した結果を示したものである。

これらの図表から次のことが言える。

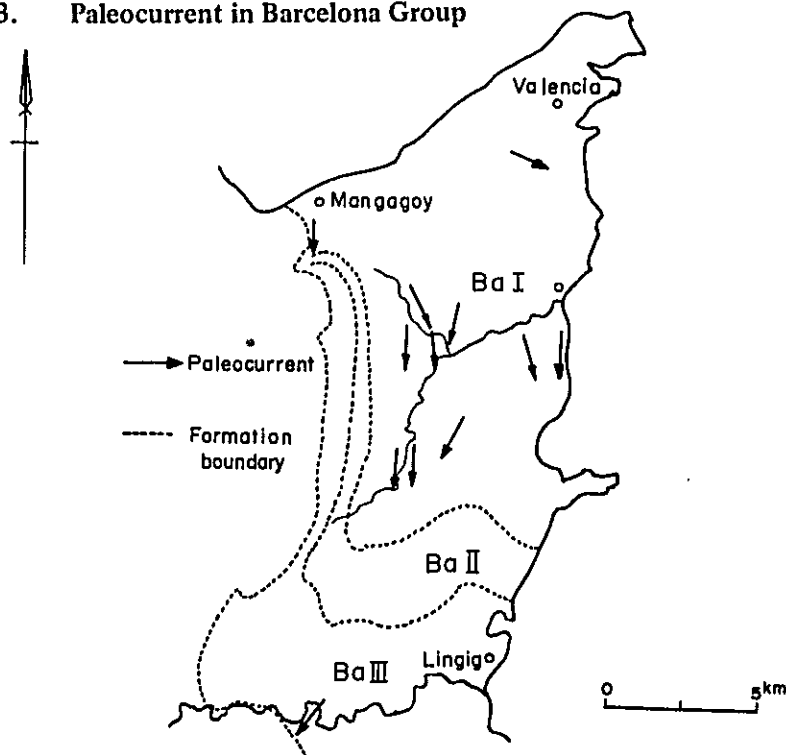
1. バルセロナ層群のすべての岩石は, 玄武岩・安山岩の領域にプロットされる。
2. 第II層は他層に比しパラツキが大きい。これは第II層の火成活動に, 普通輝石安山岩から石英安山岩に及ぶ多様性があったことを意味している。
3. 各層の平均値はほぼ同じ地点にプロットされ, 石英閃緑岩・斑禰岩の各点もその点の近くにある。換言すれば, すべての岩石は, 鉱物の組合わせ, 組織に多少の違いはあっても, 斜長石の成分は平均的にはほとんど変化がないことを示している。
4. C双晶%から斜長石の組成を考えると An が 50%~90%の範囲の曹灰長石~亜灰長石に相当し, 層序との関係も合わせ考えると, 中性より塩基性の噴出活動が繰り返されたものであろう。
5. マンガゴイ層の試料は, バルセロナ層群とはかけ離れた地点にプロットされる。このことは, バルセロナ層群の形成後, 火成活動の性質が変わったことを示すものであろう。

#### 2-3-2 バルセロナ層群における古流系

斜交葉理や堆積物の配列というような層内の流れ構造は, 地層を構成している堆積物を運んできた流れの方向を示すものといえる。

本地域の玄武岩中に夾在する砕屑岩にはよく斜交葉理が認められるが, そこから得られた定方位試料を三次元的に解析し, 流れの方向を求めた。結果は Fig I-3 に示されている。

Figure I-3. Paleocurrent in Barcelona Group



この図から明らかなように、古流系はN→S系を示している。たゞバレンシヤ (Valencia) 部落南方の砂岩・頁岩互層中の斜交葉理の方向だけが異なり、W→E系を示している。測定箇所が少ないのでその理由について論ずることはできないが、全体的にみて、下部層から最上部層まで、ほぼN→Sの古流系と考えるとよいように思われる。碎屑岩類が夾在することから、玄武岩質の火山活動が行われていた時期に、北側に陸地が存在し、碎屑物を供給していたことが推定される。

## 2-4 地質構造および地史

調査地域内に発達するバルセロナ層群は、東海岸沿いとリンググ・タオン河などの本流に沿って観察されるが、山地は厚い植生のため露出状況が悪く、かつ鍵層がないので、その構造の解析が一層困難になっている。しかしながら、玄武岩溶岩に顕著に発達する枕状構造と、数少ない火砕岩および碎屑岩類から、この地域の地質構造とその発達史を考察してみたい。

### 2-4-1 地質構造

この地域の褶曲構造は、次の3つの褶曲構造より成る。

すなわち、西側から東側に向かって

1. PICOP 工場の裏のベイ・グェウ・ヒル (Bay View Hill) からデニバス部落にかけてNNE-SW方向の褶曲軸をもつ向斜構造。
2. PICOP 林道 Road 55 と Road 55 B の交叉点からサンコー (Sanco) 岬に伸びる背斜構造。
3. リンググ (Lingig) 部落からN-S方向の褶曲軸をもつ向斜構造。

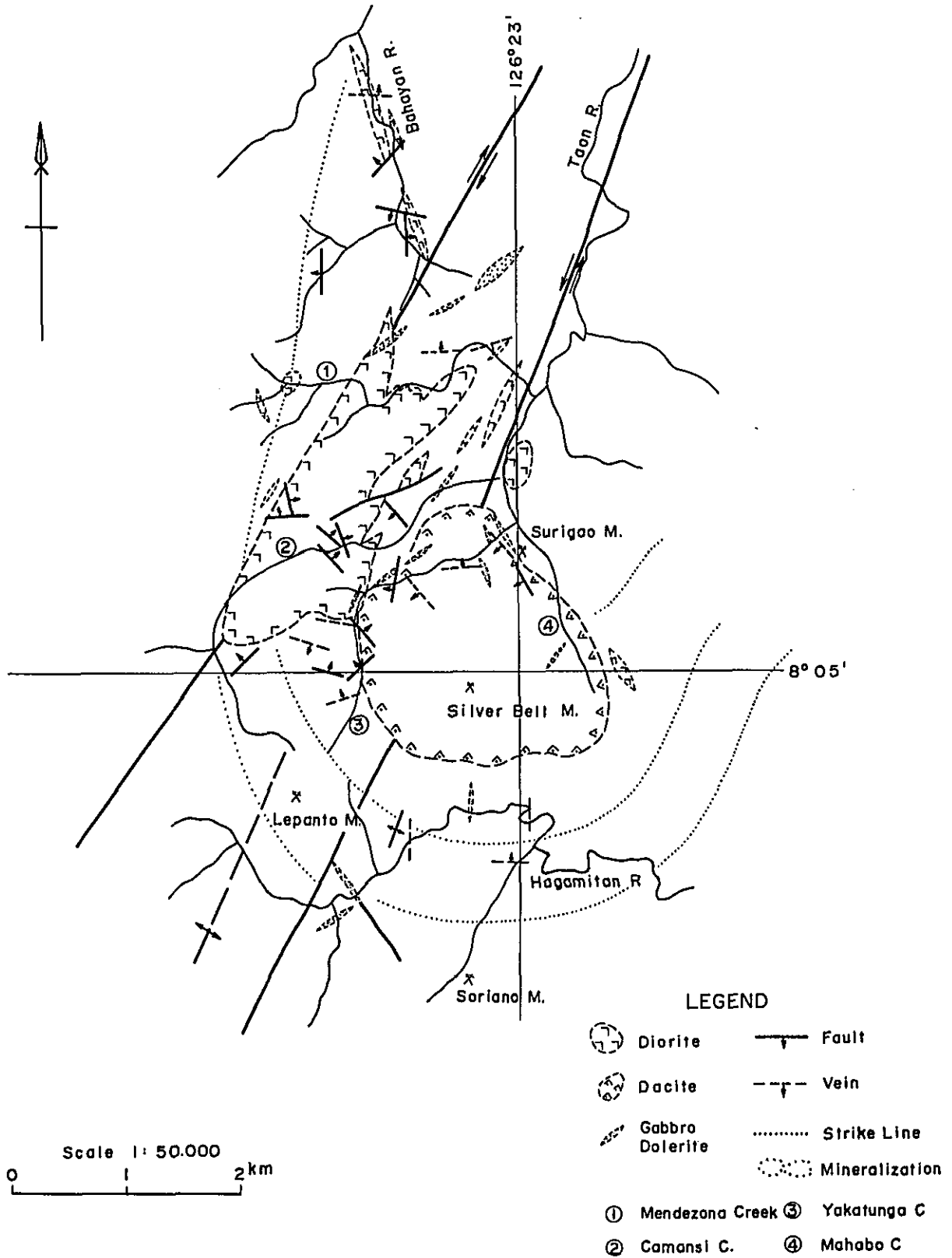
前二者は上位のマンガゴイ層でも容易に認めることが出来るが、更に上位のビスリグ層内では不明瞭である。この事は、この地域の褶曲運動の時期がビスリグ層堆積前後であることを暗示している。

断層には、NNE-SW方向、E-W方向およびNNW-SSE方向の3系統がある。この内、この地域の地質構造を特徴づけているのは、NNE-SW系統で、タオン河付近に2つの断層がある。いずれも上記褶曲構造の翼部を切る水平ズレの断層で、2つの断層ではさまれたブロックが、SSW方向に約1~2 Km移動したように見える。このため、上記の褶曲構造が一層顕著になっている。

中央部の鉍化帯では、Fig I-4に示されるように、岩脈・断層・石英脈が密集しているが、それらの方向に規則性があり、その大部分が水平ズレによって生じた裂かに関係している。すなわち、石英閃緑岩の主岩体を始めとして、NNE-SWの方向をもつ小岩脈は、せん断裂かに沿って貫入したものであり、バハヤン川沿いのNNW-SSE方向の岩脈は、張力裂かを満たしたと考えられる。

また、石英安山岩の周囲の岩脈・断層・石英脈の方向は、地層と直交する傾向にあり、これらは、褶曲運動によって生じた張力裂かに関係すると推定される。

Figure 1-4. Dike, vein, fault swarms in the Bislig Area





このように、火成岩が特に多く分布するタオン河上流地区は、断層と褶曲が重複した場所であり、火成岩の貫入は、この構造に大きく支配されたとみられる。

#### 2-4-2 地 史

本地域のバルセロナ層群は、今回の調査から3層に大別されたが、いずれも化石を含まぬため各層の生成時期はなお不明である。従って本年次の地史は二年次のそれと大差がないが、得られた野外のデータからこの地域の火成活動の変遷について触れてみたい。

この地域の造山運動は、他の地域と同じくジュラ紀末にその動きを開始し、ドーム運動に続いて陥没が起こり、この地域の堆積盆地はこの期に形成されたと思われる。

バルセロナ層群I層の性質として ①玄武岩は発泡しており、その大部分が枕状構造を呈すること ②枕状団塊が南北に引き伸ばされていること、③柱状節理をもつ溶岩が枕状溶岩と共存していること、④急冷を示す組織をもち、セラドナイトが存在すること、⑤一部の玄武岩質凝灰岩中にピソライトが含まれること、⑥玄武岩と同じ鉱物の組合わせをもち、類似の組織を示す粗粒玄武岩が数多く存在すること、⑦面なし断層の走向は東西系が多く、南傾斜で、すべて正断層であること、⑧碎屑岩の堆積構造から古流系は北→南であったこと、⑨I層内では上位から下位まで、岩石の性質や産状が変らぬこと。⑩埋没変成を示す変成鉱物が認められること。⑪砂岩・泥岩の細互層が挟まれること。

などが挙げられるが、これらの事実は、I層が浅い海底で一部爆発を伴う割れ目噴出によって形成され、沈降運動の移動に伴って堆積盆が北から南へ移動したことを意味し、I層の形成中、当時北側にあった陸地から泥や砂の供給があったと思われる。

第II層は、普通輝石安山岩と普通角閃石安山岩の活動によって形成されたもので、一部輝石玄武岩の活動も伴っている。

特徴として、①柱状節理の発達する溶岩が多く、水冷破碎溶岩が夾在すること。②淘汰作用の悪い火山円礫岩を含むこと、③分級作用・淘汰作用とも良好な降下軽石堆積岩が含まれること、などが挙げられる。

従って、この時期の火成活動は、一部陸上・一部浅海下で行われたことになり、末期には石英安山岩質に変っている。堆積性の重晶石の鉱床(ソリアノ鉱山)はこの時期に生成されたものである。

その後のIII層形成時の火成活動は、第I層と全く同じ状況下で行なわれたもので、最後には、火砕岩が主体となり、第三紀漸新世中期の石灰岩が堆積するまで継続した。

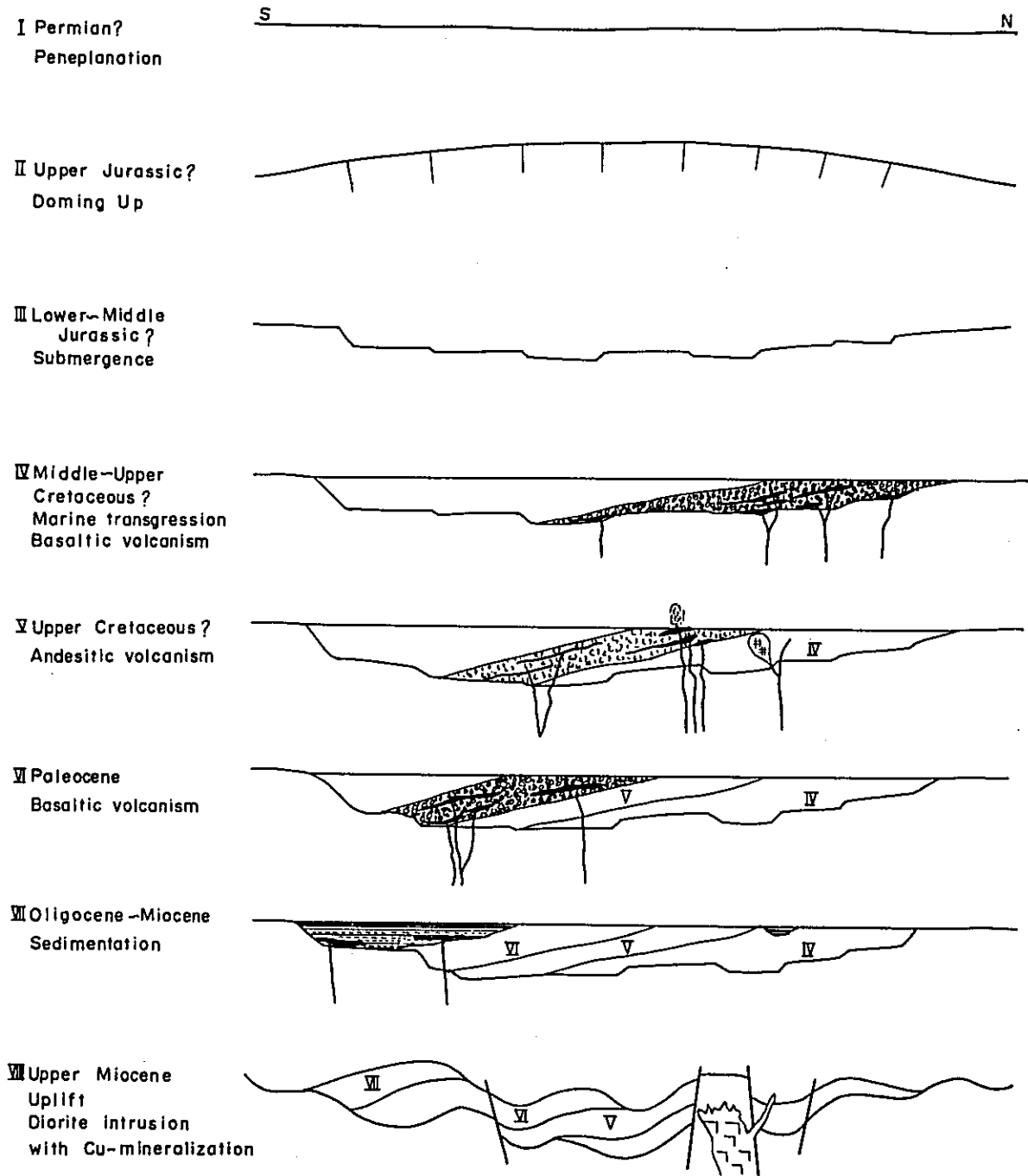
このようにバルセロナ層群の火成活動は、白亜紀ごろから始まり、漸新世中期まで単調に連続し、その厚さが3,500mに及ぶ溶岩を噴出したことになるが、漸新世中期には、地域全体が緩慢な上昇を続け、西側が沈降したので、マンガゴイ層は西側にのみ発達した。中新世中期になると、局所的な沈降運動が起って、ビスリグ層の堆積をみたが、中新世末期に造構運動を受けた。すなわちE-W方向の圧縮力によって、褶曲・断層・断裂などが生じ、引き続き石英安山岩・石

英閃緑岩・斑れい岩の貫入が行なわれた。タオン河上流の鉍化帯はこの時期に形成されたと考えられる。

その後地域全体は上昇を続けたため、海成の堆積岩は生じなかったが、第四紀になって石灰岩が堆積し、海退によって陸化したので、東海岸沿いに小規模の石灰岩が露出している。

バルセロナ層群の形成を模式的に示すと Fig I-5 のようになる。

Figure I-5. Schematic sections showing geologic development of the Bislig Area



## 第3章 鉍 床

調査地域のほぼ中央のタオン河上流には、バルセロナ層群中に石英閃緑岩の貫入があり、この岩体の東縁部に、ポーフイリーカッパー型の鉍化帯がある。

二年次の調査は、この鉍化帯の北半分について、地質・化探・物探の精査を実施したが、三年次は、残りの南半分について、同様な精査を行った。今回は、精査終了後直ちに試錐探鉍が予定されていたので、精査結果につき現地で検討を重ねた。

### 3-1 鉍 化 帯

Fig.I-4に示したようにタオン河は、上流でカマンシー(Camansi)川・ヤカツンガ(Yakatunga)川・マハボ(Mahabo)川の3つに分流するが、カマンシー川からリンググ河にかけて、巾2Km、長さ2Kmにわたる大規模な変質帯が広がっている。安山岩～石英安山岩が著しく粘土化・硅化作用をうけて軟弱化し、このため変質帯中央部を横断しているPICOP林道52号線(Road 52)は、雨期には通行不能となる。

この変質帯の中に、既報のスリガオ(Surigao)・シルバーベル(Silver Bell)・レバント(Lepanto)の3鉍山が知られており、今回の調査で更に2～3の探鉍坑道やトレンチ跡が発見された。いずれも石英脈を探鉍したもので、所によっては石英脈の中に、黄銅鉍・閃亜鉛鉍・方鉛鉍・黄鉄鉍・重晶石等が見いだされることがある。

二年次の記載と多少重複するが、主な鉍化帯は次の通りである。

#### 3-1-1 カマンシー川鉍化帯

この鉍化帯は、ポーフイリーカッパー型で物探測線No.9のE-1近くの川底にある。こゝでは、石英閃緑岩が約10m露出し、巾10～20cm毎に発達した節理に沿って、黄銅鉍・輝水鉛鉍・黄鉄鉍がフィルム状に鉍染している。平均品位はCu 0.1～0.3%、Mo 0.02～0.05%；良好部ではCu 3.10%の含有を示した。

母岩の石英閃緑岩は、みかけ上非常に新鮮で、顕微鏡下では、斜長石の一部が絹雲母に、有色鉍物が緑泥石・緑簾石等に変化し、又濁沸石も少量生成されている。X線回析では、カオリンが検出されたが、全般に変質作用は弱い。

この石英閃緑岩の露頭は川底に限られ、両側の山地にはないので、岩脈の頂部だけが露出したように見える。この地点から北方には、Cu・Mo・Agの化探異常と、物探のIP異常が得られているが、第三年次の探査では南側に異常帯は表われなかった。

川沿いの地質調査では、玄武岩又は石英閃緑岩中の節理に沿う、黄鉄鉍鉍染が認められるのみで、銅鉍物は含まれず、鉍化変質作用も微弱である。従って、メンデソナ(Mendezona)川か

ら S S W の方向に 1.5 Km 連続する地化探・物探の異常帯は、カマンシー川付近から急激に消滅することが推測される。

### 3-1-2 ヤカツンガ川鉍化帯

ヤカツンガ川には、かつて探鉍を行った水平坑が 2 ケ所ある。1 つはマハボ川との合流点近くであり、他は石英閃緑岩の主岩体近くに位置する。

合流点近くの水平坑は、変質した石英安山岩中を 25 m 立入掘進し、巾 1 m の石英脈に着脈している。石英脈は乳白色の不毛脈であり、含有量は Au 0.1 g/T, Ag 2 g/T, Cu 0.03 %, Zn 0.04 % に過ぎない。坑口付近には、更に巾 0.35 ~ 1.0 m の石英脈が数条あるが、いずれも低品位で、Au 0.1 ~ 0.2 g/T, Ag 2 ~ 4 g/T, Cu 0.01 ~ 0.24 %, Zn 0.06 ~ 0.07 % を示している。

母岩の石英安山岩は、激しい変質作用を受け、原岩の構造として僅かに粘土化した斜長石の斑晶が残っている。この変質岩の中には、微粒の閃亜鉛鉍の鉍染がみられ、分析では、Cu 0.04 %, Zn 0.09 %, S 3.2 % の結果を得た。

他の坑道は、剪断帯中の巾 0.2 m の石英脈を追ったもので、硫化物を欠き永続性はない。母岩は退色した石英安山岩より成っている。

### 3-1-3 スリガオ鉍山

この鉍山は、マハボ川の西岸に開坑し、白色粘土中の良質鉛・亜鉛のレンズ状または脈状鉍体を探鉍したものである。斜坑が水没し詳細は不明であるが、土壤化探結果によれば、斜坑を中心として N N E - S S E の方向に細長く伸びる Cu 異常 (200 ~ 450 ppm) が得られた。しかしこの箇所には、I P 異常が表われなかったので、小規模鉍床の可能性が高い。

### 3-1-4 シルバーベル鉍化帯

この鉍化帯は林道 52 号線に接近した位置にあり、モンモリロナイト化した石英安山岩中の硅化帯を数箇所トレンチしている。硅化帯のあるものには、黄銅鉍・閃亜鉛鉍・方鉛鉍の鉍染がみられるものもあるが、概して不毛のものが多く、かつまとまりを欠くので、期待出来ないと思われる。

化探では、Cu 含有量が 65 ~ 78 ppm と低く、物探でも異常は得られなかった。

この鉍化帯の最良部と平均の分析値を下に示す。

	Width	Cu	Pb	Zn	S
f - 100	0.50 <sup>m</sup>	0.14 <sup>%</sup>	2.1 <sup>%</sup>	5.9 <sup>%</sup>	- <sup>%</sup>
T - 18	1.00	0.18	tr	tr	4.36

## 3-2 土壌中の Cu 含有量

物探測線が変質帯のほとんど全域をカバーしているので、測線に沿って 50 m 毎に土壌を採取

し、現地でCuの分析を行った。分析はルビアン酸法で行ない、さらにその全箇数について、 $\alpha$ - $\alpha'$ バイキノリン法で含有量をチェックした。分析方法は、Appendices 1 を参照されたい。

分析結果は、PL I-6 に示されており、この外に第二年次の結果と共に PL I-7 にまとめられている。

これらの図から明らかのように、全域についてCuの含有量は低く、特に粘土化と珪化作用の激しい区域は、50 ppm以下であった。

物探測線の東端に表われた異常帯は、スリガオ鉱山の鉱化作用によるものと思われ、N-S方向に約500 m連続している。異常帯の形は鉱脈のパターンを示し、Cuの最高値は450 ppmであった。

他の異常は、物探測線No 9の基点付近からSWの方向に続いている。200 ppm以上のゾーンは巾300 mあり、南端はD測線まで及んでいる。このゾーンは石英閃緑岩と玄武岩類との境界付近に位置し、二年次の化探異常帯に無理なく連なるが、Cuの含有量は南に向って急激に低下することを示している。

測線Eの西端の異常帯は、III層の普通輝石玄武岩が分布する地域で、露岩は極めて新鮮であり、鉱化変質が認められないので、Cu 200 ppmは岩石の差による影響がかなり含まれると思われる。

シルバーベル鉱化帯上では、Cuの含有量は50 ppm以下であり、G測線No 42地点で得られた異常は、細粒の黄鉄鉱が鉱染した巾数mの珪化帯(Cu 0.03%, S 6.8%)の影響と考えられる。

## 第4章 試錐の地質

### 4-1 概要

第二年次の調査結果を総合すると、タオン河上流にみられる鉍化帯はポーフイリーカッパー型で、中でも石英閃緑岩の東縁に沿って細長く表われたCu・Moの地化探異常帯は、物探のIP異常帯とも一致していて、深部への連続が期待された。これらの異常は、第三年次の調査から水平的には南方に広がらないことが判明したので、試錐探鉍は第二年次の地化探・物探の精査区域内に限って実施した。

本年次の試錐探鉍は、この鉍化帯の性質を解明することを目的としたため、試錐位置は一ヶ所に集中させず300mずつ離して選定し、5孔とも深度250mの垂直孔とした。

各孔の位置および選定理由は下記の通りである。

#### DDH-No.1

この試錐は、物探測線No.4のE-3付近にある地化探異常を探査することを目的とした。この異常帯は小さく孤立しており、Cuの含有量も300~400ppmで決して高いとは云えないが、近くの玄武岩中に、黄鉄鉍が鉍染した粘土化帯がみられるので、異常帯の北端を確認する意味も含めて実施した。こゝで得られた物探異常は、地表付近の鉍化帯に起因すると考えていた。

#### DDH-No.2

この位置は、物探測線No.6のE-1の北方約75mにあり、石英閃緑岩の東縁に近い所である。この付近にはCuの地化探異常は表われていないが、物探結果から最も有望視されたので、その解明を目的とした。

#### DDH-No.3

この位置は、物探測線No.8のE-1に近接している。物探基線の東側に、測線No.9からNo.8にかけて顕著なCuの異常帯があり、これは、物探異常帯ともよく一致するので、下部の情報を得るため実施した。付近の川岸では、玄武岩が部分的に緑簾石化作用を受け、また節理に沿ってフィルム状の黄鉄鉍々染が認められる。

#### DDH-No.4

試錐位置は、物探測線No.7のW-2とNo.3のW-2を結ぶ中間点にあり、石英閃緑岩の境界に近い玄武岩中にある。この試錐は、両岩の境界に沿って広がるCuの地化探異常を探査することを目的とした。こゝでもCu異常は物探異常と一致しており、地質的にはDDH-No.1に類似した位置にある。

#### DDH-No.5

この位置は、物探測線No.9のE-1上にあり、上記DDH-No.3で探査したCuの地化探異常

帯に含まれ、この付近ではMoの%も高い値を示している。物探結果からは、DDH-No.1のように、地表近くの異常によるものと考えられた。しかし、この近くの川沿いに小規模岩脈をなす石英閃緑岩が数mの巾で露出し、この中に発達する節理に沿って、輝水鉛鋳を伴う黄銅鋳・黄鉄鋳がフィルム状に鋳染しているのが見られるので、その広がりを確認するため試錐探鋳を行なった。

以上のように、試錐位置は地化探・物探の両異常が重複して表われたところを網らしたのみならず、地質的条件がそれぞれ違う地点を選定したことになる。

#### 4-2 各孔の地質

各孔の詳細についてはPL III-1~5に示されているが、ここではその概況について述べる。

##### DDH-No.1 (深度 250.00 m)

この試錐孔は深度 13.40 m で着盤し、粗粒玄武岩~玄武岩を経て 197.50 m で石英閃緑岩となり、鋳化作用を受けた同岩が孔底まで連続した。また深度 166 m ~ 217 m 間は断層帯であった。

粗粒玄武岩~玄武岩は、暗灰色~黒色を呈するち密堅硬岩で、ドレリチック組織をもち、流理構造などを示さない。

石英閃緑岩は、灰白色を呈し、強い鋳化変質を受けているため、肉眼による判定が困難となっている。粗粒玄武岩との境界は、断層帯中であって、コアが破砕しているので、石英閃緑岩の貫入角度がはっきりしない。しかし粒度や地表の分布状況から、この試錐孔で得られた岩石は、石英閃緑岩の主岩体の一部をなすと考えられる。

岩石の熱水変質作用として、地表から深度 200 m 付近までは、緑泥岩・緑簾石・方解石の鋳物組合せをもつ、いわゆるプロピライト化変質作用が顕著にみられ、また深度 100 m から 170 m までは、これに珪化作用が重複している。200 m から孔底までの石英閃緑岩にはプロピライト化変質は認められず、その代り、強い石英・絹雲母変質作用が観察され、また弱いカオリン化も伴われている。孔底付近では、せん断作用を受けて生じた岩石の割れ目を、方解石・石膏が充填している。

この孔では、黄鉄鋳が全般にわたって鋳染しており、また巾数mmの黄鉄鋳の細脈が、試錐孔に斜交(40°~60°)して、数cm~10cm間隔で発達する節理に沿って各所にみられる。黄銅鋳は、黄鉄鋳に随伴している場合が多いが、時に単独で細脈または網状脈をなすことがある。脈状をなす場合は、玄武岩中では、黄鉄鋳-緑簾石の鋳物組合せと、黄銅鋳-緑泥石の組合せが多い。

深度 220 m 付近から下部でみられる黄銅鋳の鋳染帯では、鋳物の粒径が0.05 mm 以下という微粒の黄銅鋳が、黄鉄鋳とともに多量鋳染しており、その量は深度が増すにつれて増加している。孔底で着脈した網状脈は、ほとんど黄銅鋳のみから成り、顕微鏡下では、破砕された黄銅鋳の割れ目を、石英・石膏・方解石が充填しているのが観察できる。

この試錐孔でみられる鉍石鉍物は非常に単純であり、黄銅鉍・黄鉄鉍・磁鉄鉍に過ぎない。まれに閃亜鉛鉍が顕微鏡的存在を示すが、二次酸化鉍物は認められない。

主な鉍化ゾーンの分析品位は下記の通りである。

深 度	巾	Cu	Mo	Au	Ag	Zn
100 m ~ 106 m	6 m	0.53 %	< 0.001 %	0.0 g/T	0.6 g/T	— %
110 m ~ 124 m	14 m	0.40 %	< 0.001	0.0	0.0	0.00
134 m ~ 146 m	12 m	0.40 %	< 0.001	0.0	0.2	0.14
200 m ~ 212 m	12 m	0.35 %	< 0.001	0.0	0.4	—
224 m ~ 248 m	24 m	0.68 %	< 0.001	0.1	2.2	0.06
248 m ~ 250 m	2 m	4.93 %	< 0.001	0.4	10.0	0.01

また 100 m ~ 250 m 間の 150 m 平均品位は、Cu 0.397 % となる。

#### DDH—No 2 ( 深度 250.60 m )

この試錐は深度 11.00 m で着盤し、孔底まで石英閃緑岩が続いた。この石英閃緑岩は、巾 2 ~ 10 m の閃緑斑岩によって数ヶ所貫ぬかれている。

石英閃緑岩は、中粒の優白質岩で色指数は 15 ~ 20 % である。地表から孔底まで、岩質に特に変化はなく、部分的に 1 辺の長さが 8 mm に及ぶ斜長石を有することがある。

閃緑斑岩は灰白色を呈し、比較的大きな斜長石の斑晶を含む。例外なく急冷縁を有する。

変質作用は、全体を通じて非常に弱いプロピライト化変質が認められ、斜長石と有色鉍物の一部が絹雲母・カオリナイト・緑簾石・緑泥石に変化しているに過ぎない。

鉍化作用は、試錐孔に斜交 ( 60° ~ 70° ) する 20 ~ 25 cm 間隔の節理に沿って行なわれ、フィルム状の黄鉄鉍—石英がその割れ目を満たしている。しかしその量は、DDH No 1 に比較すると、はるかに少なく、1/4 以下である。黄銅鉍は前記フィルム状細脈の中にまれに認められるが、鉍染状のものはほとんどない。

分析品位は、深度 16 ~ 20 m 間で Cu 0.16 % , Mo < 0.001 % ; 48 m ~ 50 m 間で Cu 0.24 % , Mo < 0.001 % を示す外は Cu は 0.1 % 以下の低品位で、Mo も特に高い所はなかった。

#### DDH—No 3

この試錐は深度 9.00 m で着盤し、孔底まで玄武岩が続いたが、深度 60 m で閃緑斑岩、110 m ・ 120 m ・ 130 m の 3 箇所粗粒玄武岩、200 m で石英閃緑岩のいずれも巾 1 ~ 10 m の小規模岩脈に低角度 ( 約 20° ) で貫かれている。

玄武岩は、やや粗粒の黒灰色を呈するち密岩で、DDH—No 1 と同じような組織をもつ。全体に弱いウラル石化作用を受けているが、No 1 のような多量の緑簾石・緑泥石を伴わない。

閃緑斑岩は、灰白色の完晶質岩で斑状組織をもつ。石基は変質して、曹長石・緑簾石・石英・不透明鉍物の集合体となり、この中に非常に新鮮な斜長石・普通角閃石・石英の斑晶が含まれて



いる。この岩石は石英閃緑岩に関係する岩脈と考えられるが、他孔にみられるような黄鉄鉱の鉱染は少ない。

石英閃緑岩は細粒の優黒質岩で、組成鉱物の 60 %が普通角閃石、残りが緑簾石化または絹雲母化した斜長石で構成されている。

粗粒玄武岩は、黒色～灰黒色を呈し、外観は上記玄武岩に類似している。有色鉱物が全体の 50 %を占め、完全に緑泥岩・陽起石に変質している。

全般を通じて、変質作用のタイプは一様であり、下部に向かって変質が強くなる傾向は認められない。

鉱化作用は、ほとんどが節理に沿う黄鉄鉱の鉱染であり、地表から 80 m間に比較的濃集している。地化学探査では、この付近で最高の Cu 含有値が得られているが、コアでは黄銅鉱の鉱染は少なく、肉眼的には数 mごとに黄鉄鉱－黄銅鉱の細脈が認められるに過ぎない。分析品位は、このような箇所では僅かに高い値を示している。この試錐孔では、深度 12 m～14 m間で Cu 0.99 %の最高値をとったが、他の部分は低く、全長の平的品位は 0.1 %であった。Au, Ag, Mo は、いずれも痕跡であった。

#### DDH-No.4 (深度 251.20 m)

この試錐は、深度 7.50 mで着盤し、96 m付近まで玄武岩～粗粒玄武岩、その後孔底まで石英閃緑岩が続いた。

前者は灰黒色ち密岩で、DDH-No.3で得られた玄武岩と同じ組織を有する。所々に試錐孔と 45°～60°で交わる節理に沿って黄鉄鉱－石英の細脈がみられ、局部的に弱い緑泥石化・緑簾石化作用を受けている。他孔に比し、節理の発達が悪く、Cu品位は一般に低い。

石英閃緑岩は、中粒の等粒組織を有し、色指数約 15 %を示す。この岩石は、玄武岩との接触部で巾 0.50 m位の急冷周縁相を有し、珪化作用を受けている外は、岩相に特に変化はない。

閃緑斑岩は、深度 138 m, 216 mの 2箇所、細い岩脈をなして、石英閃緑岩を貫ぬいている。岩質は DDH-No.3と同様で、石基の部分に少量の二次石英が認められる。

分析品位は、深度 126 m～128 m間で、Cu 0.69 %, Mo tr, Au 0.0 g/Tを得た外は低品位で、Cu 0.1 %以下であった。

石英閃緑岩の主岩体は、二年次の物探結果から東へ傾斜することが予想されたが、この試錐により、60°～70°東傾斜であることが確認された。

#### DDH-No.5 (深度 250.50 m)

この試錐は、深度 15.20 mで着盤し、粗粒玄武岩を経て、69 mで石英閃緑岩となり、同岩が 207 mまで続いて再び粗粒玄武岩となった。

粗粒玄武岩は、灰黒色を呈し、顕微鏡下では、粒径が 0.05 mm程度の等粒の斜長石・陽起石・緑泥石の集合体から成る石基の中に、斜長石・輝石・角閃石の斑晶が含まれている。変質は、ブ

ロビライト化変質作用であり、その強さは、DDH-Na3, DDH-Na4と同じ程度である。

石英閃緑岩は、色指数が10～20%の岩石で、所により普通角閃石を欠く。変質作用は非常に弱く、斜長石のごく一部が絹雲母・カオリナイトに変っているに過ぎない。

鉍化作用は、着盤後約10mほど黄鉄鉍・黄銅鉍の鉍染がみられ、さらに40m～54m, 67m～80mにおいて、局所的な黄銅鉍鉍染がある。深度100m以下では、試錐孔と60°～70°をなして交わる節理に沿って、脈巾1～2cmの黄鉄鉍—緑簾石細脈がみられ、脈の周辺0.5～2.0mが緑泥石化している。黄銅鉍の鉍染はほとんど認められない。

分析品位は

深 度	巾	Cu	Mo	Au	Ag
15.20 m ~ 34 m	18.80 m	0.34 %	< 0.001 %	0.0 g/T	1.4 g/T
52 m ~ 54 m	2 m	0.69	0.034	0.0	1.6
68 m ~ 70 m	2 m	0.69	0.010	0.0	0.6
230 m ~ 234 m	4 m	0.34	< 0.001	—	—

他はCu 0.10%以下。Moは痕跡であった。

#### 4-3 試錐結果のまとめ

二次・三年次の調査結果にもとづき、有望地点5箇所を選んで試錐探鉍(250m×5本=1,250m)を行なった結果、DDH-Na1がポーフィリー—銅型のカッパー型の鉍染帯を捕捉した。この鉍染帯は、石英閃緑岩と玄武岩の境界付近からCu品位が高くなり、母岩も著しく変質作用を被っている。

すなわち、地表から深度100mまでは、緑簾石—緑泥石の鉍物組合せをもつプロビライト化変質作用が見られ、100m以下は石英—絹雲母化変質作用が卓越している。

黄銅鉍の鉍染は、石英—絹雲母化帯にはいる付近から強くなり、200m以後は深度と共に増加する傾向にあるので、さらに深部への期待が持てる。

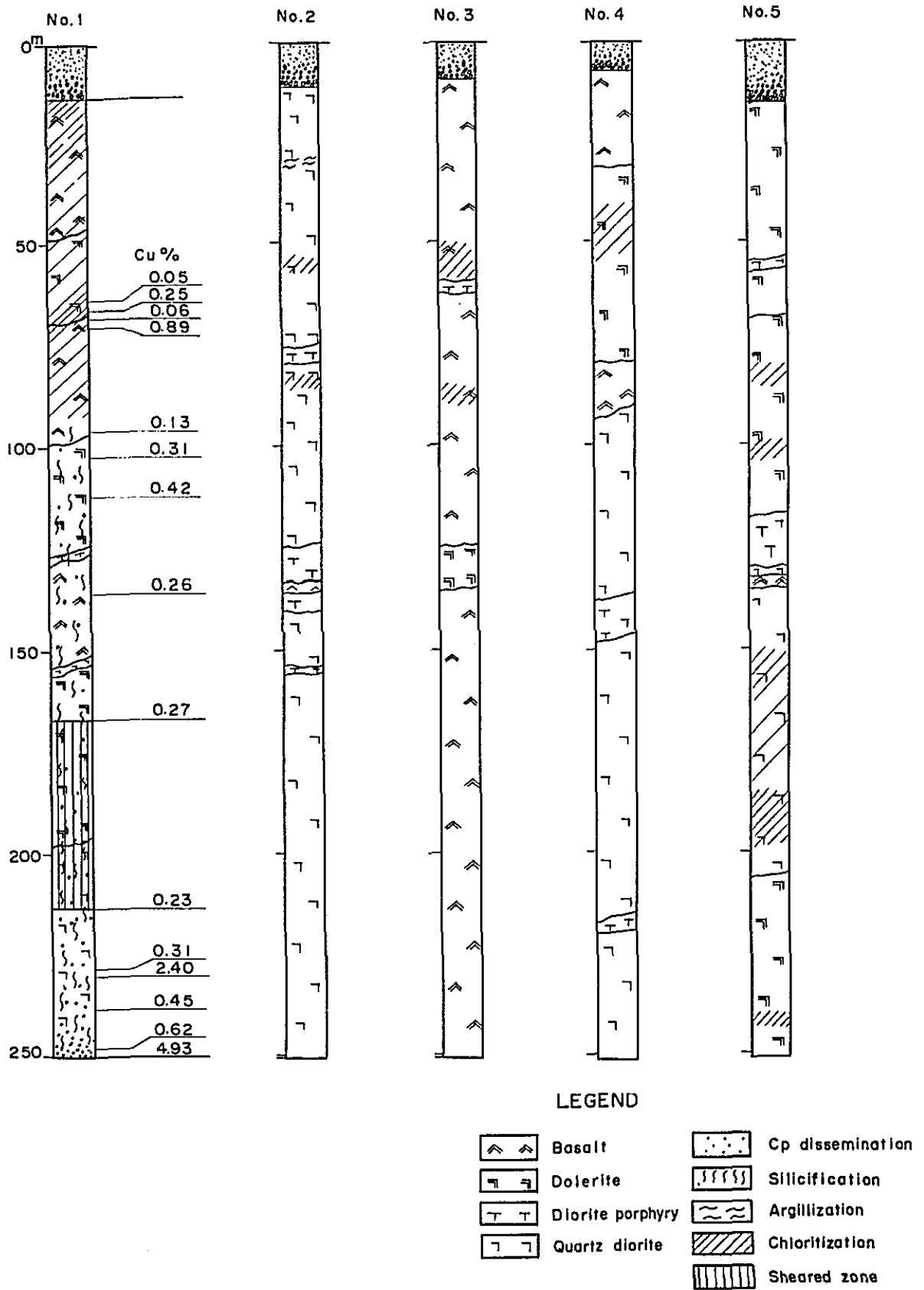
深度を種々変えて平均したCu品位は次の通りである。

深 度	巾	Cu
全 長 平 均	236 m	0.313 %
100 m ~ 250 m	150 m	0.397 %
224 m ~ 248 m	24 m	0.679 %
248 m ~ 250 m	2 m	4.93 %

他の4孔は、いずれもCuの品位は低く、変質も非常に弱いプロビライト化変質のみが認められることや、物探・地化探では、DDH-Na1付近に大きな異常が得られていないことなどから、上記鉍染帯は局所的広がりをもつ可能性が強い。

また D D H-№ 4 から推定して、石英閃緑岩の主岩体は、東へ 60° 傾斜しているといえる。

Figure I-6. Compilation of core-logs



## II 物理探査

## 第 1 章 総 説

第二年次の物理探査（I P法電気探査）の結果、ピスリグ地域の鉍化帯は、顕著なI P異常を呈し、異常帯の巾は約400mで、N N E方向に1500mの帯状分布をしていることが判明した。この異常帯はさらに南西方向に伸展することが予想されたため、本年次は、第二年次の調査地域を南方に延長し、I P法電気探査により鉍化帯のひろがりを追跡調査した。\*

調査の結果、顕著な異常帯はさらに南西方向に300～400m確認され、閃緑岩体の東縁に沿って弱異常が500～600m検出されたが、閃緑岩の分布の南限で異常も消え、石英安山岩や角閃石安山岩の分布する他の地域には、全く異常は検出されなかった。

強いF E異常は、玄武岩や閃緑岩の高比抵抗帯と一致しており、第二年次の如く熱水変質又は、鉍染による低比抵抗は検出されなかったため、特に有望な地域は今回の調査地域にはみられなかった。

異常源の鉍種については、地表およびボーリングコアの鉍染から、主に黄鉄鉍によるものと思われるが、深部で黄銅鉍に変る場合もあり、これを区別することはできない。しかし、きわめて低品位の鉍化帯に対して、顕著なF E異常帯が把握され、試錐探鉍位置を選定することができたことは大きな成果と考えられる。

---

\* 調査測線は、合計9本22,000mであり、調査地域は東西約2,300m 南北2,400mの約6 km<sup>2</sup>の地域である。

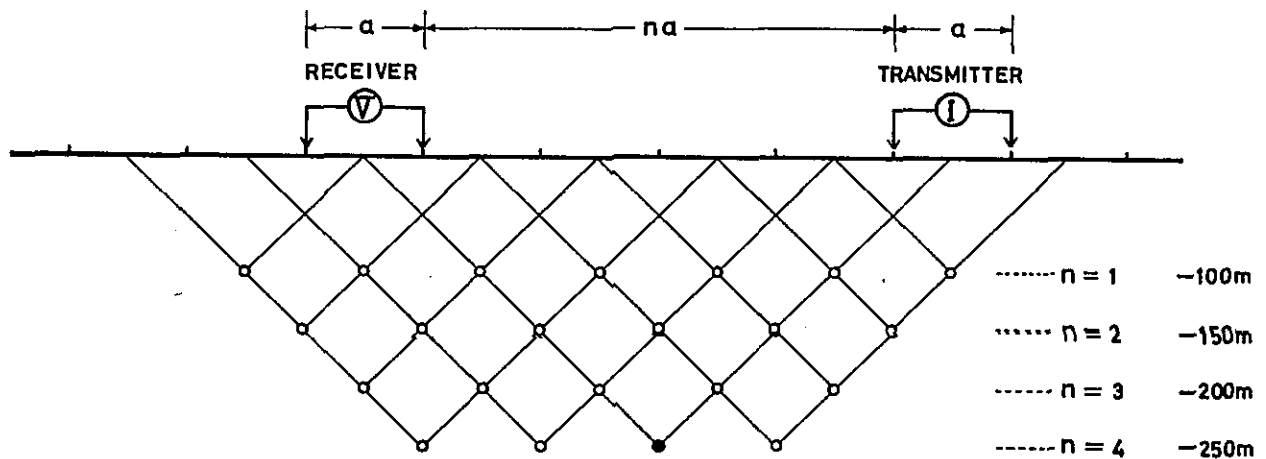
## 第 2 章 I P 法 概 略

本年次の I P 法は、第二年次に実施した測定法、表示法と同一であり、兩年次の調査結果を総合的に比較検討することができる。

### 2-1 測定法

測定は、可変周波数法 I P にて、電極配置は双極子法 (Dipole-Dipole) を用い、電極間隔  $a = 100\text{m}$  で隔離係数  $n = 1, 2, 3, 4$  まで測定したため、探査深度  $h$  は、 $h = \frac{a}{2}(n+1) = 250\text{m}$  である。

Figure II-1. Method used in plotting dipole-dipole IP results



### 2-2 表示

本年次の調査地域は、比較的地形がゆるやかであるため、調査結果は Fig II-1 の方法で表示し、地形断面図は上段に掲載した。

周波数効果

$$FE = \frac{\rho_{DC} - \rho_{AC}}{\rho_{AC}} \times 100 (\%)$$

$$= AFE - (TD_{0.3} - TD_3) - RD - CAL$$

ここに、

$\rho_{DC}$  — 0.3 Hz に対する見掛け抵抗

$\rho_{AC}$  — 3.0 Hz に対する見掛け抵抗

AFE — IP レシーバーで読みとられた 0.3 Hz における見掛け周波数効果 (%)

$TD_{0.3}$  — 0.3 Hz における送信機のデビエーション (%)

$TD_3$  — 最後に 3 Hz にもどしたときの送信機のデビエーション (%)

RD—最後に 3Hz にもどしたときの受信機のデビエーション (%)

CAL—送受信機の組み合わせによるキャリブレーション補正 (%)

見掛比抵抗

$$\rho = \pi a n(n+1)(n+2) \frac{V}{I} \quad (\Omega\text{-m})$$

a — 電極間隔 100 m

n — 隔離係数 1, 2, 3, 4

V — 受信機の入力電位差 (Volt)

I — 送信機からの出力電流 (Amp)

金属伝導係数

$$\text{MCF} = \frac{FE}{\rho_{0.3}} \times 1000 \quad (\text{V/m})$$

### 2-3 岩石の物性測定

岩石の物性測定には、時間領域法 (タイムドメイン) と可変周波数法を併用し、アナログレコーダに波形を記録した。

岩石に流した電流は、定電流回路により 1  $\mu\text{A}$  とし測定器は YDC-441 およびタイムドメイン用アナログレシーバーである。

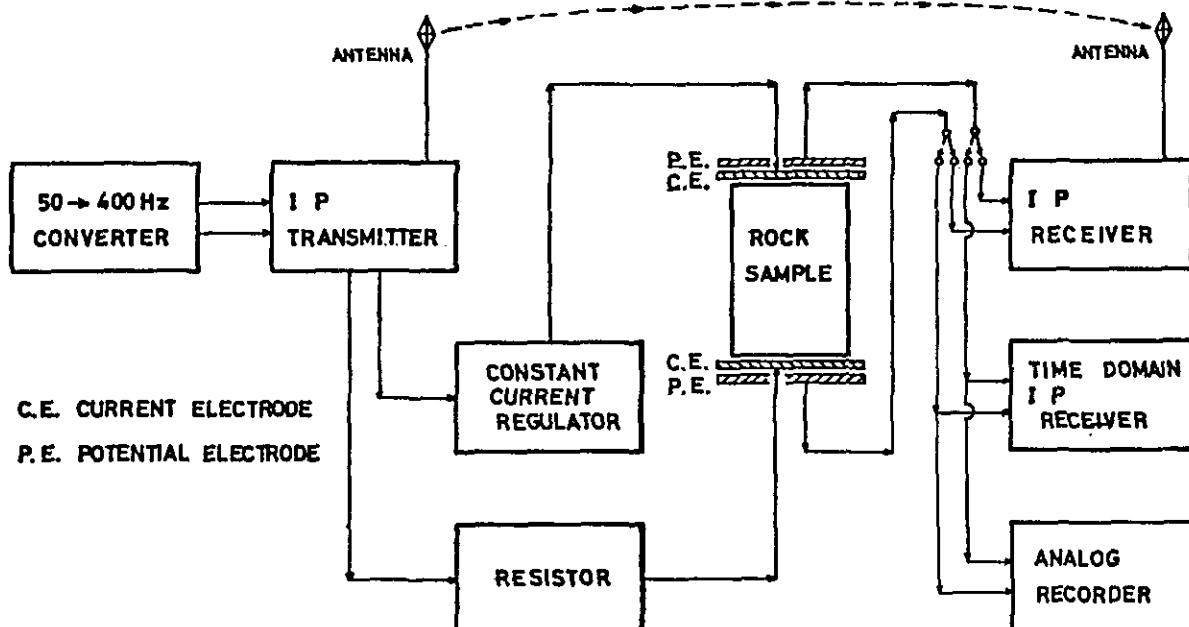
タイムドメイン法では、ON TIME, OFF TIME とともに 1250 msec, 周波数法では、0.3, 3 Hz とした。

Chargeability m は、電流切断後 300 msec 後の二次電位  $V_s$  をアナログ記録より読みとり、一次電位  $V_p$  との比を % で表示した。

$$m = V_s / V_p \times 100 \quad (\%)$$

観測結果の解析は、第 3 章 9 項に示した。

Figure II-2. Schematic representation of circuitry



## 第 3 章 I P 法電気探査結果

### 3-1 調査地域

ミンダナオ島，スリガオ (SURIGAO del SUR) 州，ビスリグ南方，マンガゴイ (MANGAGOY) ~ リンギグ (LINGIG) 間，タオン (TAON) 河上流地域  
第二年次物理探査，東部班調査地域の南方

### 3-2 調査期間

昭和 48 年 10 月 22 日 ~ 昭和 48 年 12 月 1 日

現地滞在 10 月 26 日 ~ 11 月 26 日

実作業 10 月 28 日 ~ 11 月 24 日 ( 28 日間 )

### 3-3 調査員

服部	旭	CESAR	V. RAMOS
日下	治	MARIO	TORRES
藤本	俊昭	ELIGIO	ARIATE
田中	富雄		
立川	三郎		

### 3-4 位置・交通

調査地域は，第二年次の調査地域の南方に隣接しているため，前年度同様ベースキャンプは，PICOP (PAPER INDUSTRIES Co. of PHILIPPINES) STATION OFFICE に設定した。ここより調査地域までは，車で約 20 分である。調査地域の東端には，リンギグへの道路があり，西端には Road 5 が南北に走っている。調査地域中央には，両道路を結ぶ旧木材運搬道路 (Road 52) があり，各測線へはこの道路を活用することができた。

### 3-5 地質の概要

調査地域に分布する主な岩石は，白亜紀から第三紀漸新世にわたって活動した，バルセロナ層群第 I 層の玄武岩 ~ 粗粒玄武岩・第 II 層の安山岩と，これらを通る中新世後期の石英安山岩・石英閃緑岩・斑れい岩である。

第 I 層の玄武岩質岩は，カマンシー川より北側に分布する暗灰岩のち密岩で，第二年次精査区域の玄武岩類と同じものである。この岩石には，板状の節理がよく発達し，各所にフィルム状の黄鉄鉱染がみられる。



第Ⅱ層の安山岩は、調査区域の西半分を占める。この岩石は、帯青灰色の普通輝石安山岩溶岩で、普通角閃石を伴うことが多い。凝灰角礫岩～凝灰岩が数層夾在している。この地域は、褶曲構造と断層が交錯したため、走向・傾斜とも一定しない。弱い黄鉄鉱化や粘土化・珪化が全般に及んでいる。

調査区域の東半分を占める石英安山岩は、断層に沿って貫入したものと考えられ、一部溶岩流とみなされる。分布するすべての範囲にわたって、モンモリロナイト化作用を受け、低温型石英を多量に晶出している。この岩体の中には、Cu・Pb・Znを採鉱したスリガオ鉱山、Au・Agを対象としてトレンチ探鉱を行ったシルバーベル鉱山が含まれている。

石英閃緑岩は、NNE—SSW 方向に伸びる岩体で、その巾は約 700 m を有しているが、物探 E 測線には達していない。この岩体の東側境界側で、若干の黄鉄鉱鉱染があるだけで、黄銅鉱は認められない。また鉱化変質もほとんど受けていない。

一番最後の貫入とみられる斑れい岩は、閃緑岩や石英安山岩を貫ぬいて、小規模に岩脈状に分布している。それらの方向は NNE(または NE) 系、NNW 系のものが多く、断層運動によって生じた裂かに沿って貫入したと考えられる。変質作用はみられない。

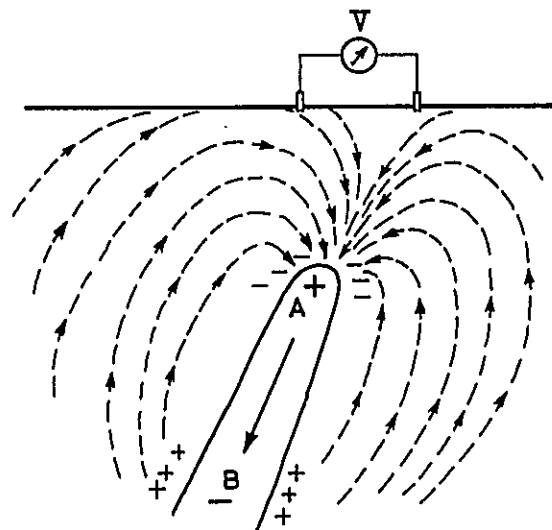
### 3-6 その他(SP法)

SP法電気探査は、浅所に鉱化帯をもつポーフリークタイプ銅床や脈状鉱床に対して、顕著な負電位異常を呈するため、古くから用いられてきた。特に、硫化物の場合には、地下に浸透した雨水や地表水による硫化物の酸化が原因となり、常に化学変化が進行する。この現象は、電池と同じ原理によって地表に電流を生じる。

図Ⅱ-3に示されたような数メートルの表土を被る硫化脈 AB の場合を考える。雨水や地表水が大地に浸透し硫化物の表面で酸化帯を生ずる。脈の上部は下部より化学変化が激しい。化学変化の最もさかんな上部 A が負電極、下部 B は正電極となる。

この電位差は 300 mV 以上になることもあり、電流は鉱体の良導体中を上から下へ、母岩の不良導体中を逆に流れて電池の如き閉回路をつくる。地表では、鉱体の上部が負電位となり、いわゆる負中心を生じる。この他、多孔質岩石や表土の流動電位によっても SP を発生し、地形により山頂にて負電位、谷にて正電位を生ずることが多いため、地形の影響

Figure II-3. Self potential produced by an oxidizing sulphide vein



響を考慮しなければならない。

本調査では、I P異常の顕著な地域につき、Cu-Cu SO<sub>4</sub>による無分極性電極と高感度ソリッドステート化S P測定機を用いて、大地の自然電位を測定した。

PL II-2のA-LiNE断面図には、3点平均法によって平滑化されたS P電位を表示した。

### 3-7 測定機

#### I P送信機

千葉電子研究所製 506型  
最大出力 2.5A, 800V

#### 発電機

米国ブリグス・ストラトン社製 421型  
最大出力 3.9HP (3428 RPM)  
発電機 115V, 17.3A, 400Hz,  
2kW

#### I P受信機

横浜電子研究所製 YDC-441  
YMO-605

#### S P電位差計

横浜電子研究所製 YM-501, 精度1mV

#### トランシーバー

日立製 CH-1330 500mW 10台

### 3-8 測量

#### 測線・基準点

I P法電気探査の測線は、第二年次の物理探査と、第三年次の地質精査の結果から、第二年次の調査地域を南方に伸展することになり、同一ベースラインを南へ延長した。基準点は、 $\#9$  LINEの測点0、海拔高度118mとし、磁針角180(南)にてベースラインを展開した。

第二年次は、測線間隔が250mであったが、今回はRood 52を利用して南方の概査を行うため、測線間隔はすべて300mとした。各測線はベースラインに直交している。

各測線の長さは次の通りである。

A, B, C, D, F, G, H	7 測線	各 2,300 m	16,100m
E-LiNE			3,500m
BASE LINE			2,400m
合 計			22,000m

調査地域の地形は、比較的ゆるやかで海拔標高 90～260 m の位置にあるが、樹木が繁茂しているため、全測線について伐開を要した。

測点の呼称は、ベースラインについては、基準点を 20 とし、他の測線については、すべてベースラインとの交点を 50 とし、水平距離 50 m 毎に整数番号を附した。

使用機器は、牛方式ポケットコンパス S-25 と 50m エスロンテープの組み合わせとし、精度は 1/50 以上である。

### 3-9 調査結果解析

各測線の調査結果は、PLⅡ-2～PLⅡ-10 に、地形、地質、周波数効果、見掛比抵抗および金属伝導係数各断面として表示した。金属伝導係数については、FE異常が高比抵抗層と一致しているため、特に意味のあるパラメーターにはならず、以下には言及していない。

#### 3-9-1 各測線別断面解析

##### A測線(PLⅡ-2)

前年度 49 LINE の西側で検出された顕著な IP 異常が、この測線の西側にも広く分布している。その巾は、測点 34 から 47 に至る約 650 m であり、見掛比抵抗 400 Ωm 以上の地帯とよく一致している。このうち、強い鉍化帯は 45～47 にあり、地表から深部にかけて西傾斜に分布していると予想される。

高比抵抗、高 FE のこの地帯は、主に玄武岩、閃緑岩からなり、特に、石英安山岩に接する玄武岩の中に、黄鉄鉍を主とする強い鉍化帯があり、測点 47 の沢には黄鉄鉍のフィルム状鉍染がみられる。

この異常域につき、SP法の測定を行ない、A測線の地形断面図上に三点平均法で表示した。これによると、最も IP の強い 46 附近は、比較的 SP が弱く、測点 34、42 附近で SP の強い負異常が検出された。これは、46 附近の鉍染がきわめて浅く、西に深くなっているためと、34、42 では、山の頂上が流動電位による地形の影響のため負電位として重畳されているためであろう。

この地形の影響を除去しても、異常源は 45～47 できわめて浅く、34～43 で広く深いと考えられる。

測線東部の石英安山岩および玄武岩(バルセロナ層群 BA-1)の中には全く鉍兆はないが、リング道路周辺では粘土化がみられ、地表附近に低比抵抗が検出されている。

### B 測線 (PL II-3)

測点 38 ~ 42 に 3 ~ 4 % の F E 異常がみられるが、A 測線と比較して異常も弱く、巾も小さい。第二年次の物理探査により検出された I P 異常帯は、この測線より南側で急激に弱まっている。これは、測線西端 35 以西の閃緑岩に鉍染がなく、玄武岩の分布に沿って N E - S W 方向に延びてきた鉍化帯が、この測線以南で急激に弱くなったことを示している。

石英安山岩 ( $100 \Omega \text{ m}$  以下) と玄武岩 ( $100 \sim$  数  $100 \Omega \text{ m}$ ) との境界は、測点 44 付近であり、PL II-15 のシミュレーションの結果にも見られる如く、典型的な鉛直に近い境界面が予想される。

### C 測線 (PL II-4)

弱い F E 異常が測点 36 付近にあり、高比抵抗異常とよく一致している。3 ~ 4 % の F E 異常は、玄武岩と閃緑岩との境界 (測点 35 ~ 38) にみられる鉍染によるものであり、示徴源は浅いと思われる。閃緑岩は一般に高比抗 ( $400 \sim 1000 \Omega \text{ m}$ ) であるが、局部的なはんれい岩はさらに高比抵抗 ( $1000 \Omega \text{ m}$  以上) で、測点 39 以西に顕著な高比抵抗異常をもたらしている。

測点 42 の深部約 200 m にも、閃緑岩と思われる高 F E、高比抵抗が検出されている。

測点 56 にみられる高比抵抗は、B-C 測線にみられるはんれい岩によるものであろう。

測点 60 ~ 62 の深度約 150 m には、弱い F E 異常がみられ、潜頭の脈状鉍染の予想される場所である。

### D 測線 (PL II-5)

測点 34 以西の閃緑岩の中に 4 ~ 5 % の F E 異常がみられるが、鉍化帯は 100 m 以浅の場所に限られ、規模も小さい。測点 50 ~ 62 の石英安山岩の中には、2 ~ 3 % の弱示徴がみられるが、弱い鉍化帯を反映しているものと思われる。

閃緑岩の比抵抗は一様に  $50 \sim 100 \Omega \text{ m}$  を示している。

### E 測線 (PL II-6)

この測線は、調査地域の西方 Road 5 に到る最も長い測線であり、N-E 系異常の伸展を確認するため延長したものである。しかし、異常帯の南方に相当する測点 26 付近には、何ら異常は検出されず、閃緑岩や玄武岩に相当する高比抵抗帯も認められない。

測点 16 以西は、 $50 \Omega \text{ m}$  以下の低比抵抗帯となり、変質を受けた安山岩が分布している。100

$\Omega\text{m}$ 以上の比抵抗は、地形の影響によるものであり、石英安山岩は一様に50~100 $\Omega\text{m}$ を示している。

#### F測線 (PL II-7)

特に異常は認められないが、石英安山岩中の弱い示徴として、測点40の深度200m, 55の150mがあげられる。

この測線では、安山岩および石英安山岩ともに60~90 $\Omega\text{m}$ で、有意差はない。

#### G測線 (PL II-8)

測点33附近には、20 $\Omega\text{m}$ 以下の低比抵抗帯が検出され、角閃石安山岩中の凝灰岩のはさみによるものと思われるが、FE異常は全く検出されていない。

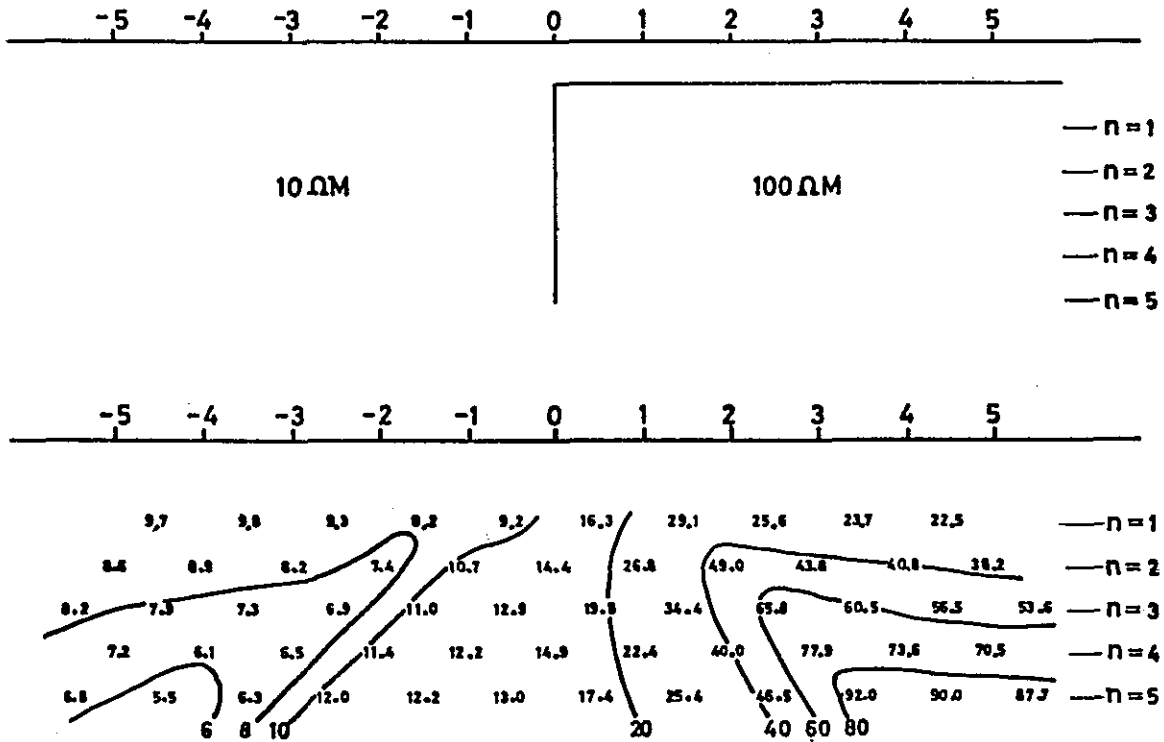
測点46~54については、表層0~100mが50 $\Omega\text{m}$ 以下、100m以深は50~100 $\Omega\text{m}$ のほぼ二層構造を示す。これは、表層の石英安山岩が変質を受け、孔隙率に富むためと思われる。50~100 $\Omega\text{m}$ の測線東側は、石英安山岩の広く分布するところである。

#### H測線 (PL II-9)

黄鉄鉱の弱い鉱染による弱示徴が、測点42周辺にみられるが、全測線にわたりIP異常は全く認められない。50 $\Omega\text{m}$ を境とする普通角閃石安山岩と石英安山岩の境界は、測点44附近と思われる。

Fig II-4には、鉛直の境界をもつ比抵抗のモデル計算結果を示した。

Figure II-4. Vertical model of resistivity



BASE LINE(PLII-10)

測線北端の $\#9$  LINEとの交点には、硫化鉄鉱を主とする浅部の鉱染があり、弱いFE異常が検出されたが、これ以外は、石英安山岩を南北に横切るため、全くIP異常は検出されなかった。

地形の影響による高比抵抗部をのぞき、すべて $50 \sim 100 \Omega m$ の低比抵抗を示すが、石英安山岩の岩頸(ネック)については不明である。

3-9-2 平面解析

深度 $100 m (n=1)$ に対する見掛比抵抗平面図および周波数効果平面図をPLII-11, PLII-12に示す。

第二年次、 $\#9$  LINEのW1附近に検出された強いFE異常は、南西に延びるに従い弱くなり、その異常帯の中心は、A-44, B-40, C-35を経てD-31の地表示徴となり、E測線では全く異常はみとめられない。

また、見掛比抵抗平面図でも、上記異常帯は高比抵抗( $300 \Omega m$ 以上)分布と重複しており、鉱化帯が主に、玄武岩の中に分布していることが判る。また、はんれい岩は緻密で含水率は少なく、局所的高比抵抗を示している。

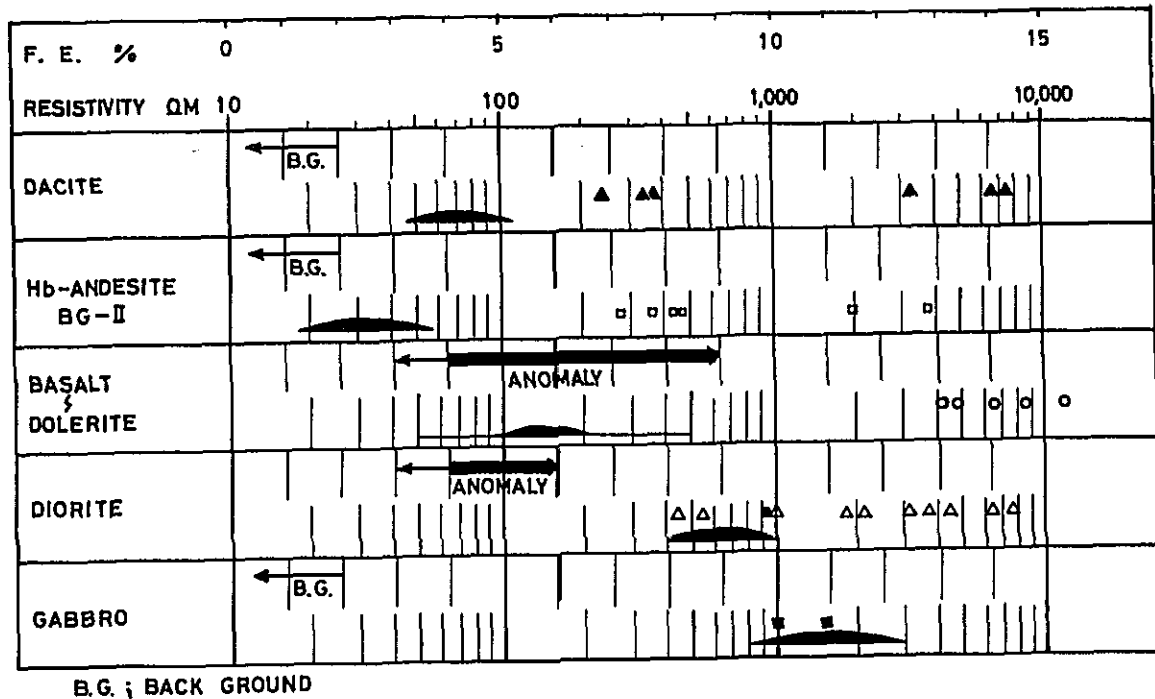
一方、 $50 \Omega m$ 以下の低比抵抗域は、調査地域南西に広く分布し、バルセロナ層群BA-IIの角閃

石安山岩の分布とほぼ一致している。

石英安山岩の広く分布する調査地域中央部は、比抵抗は一様に70~100Ωmで、FEも2%以下であり、変化に乏しい。

当地域にみられる岩相と比抵抗、FEの変化は比較的明瞭に区分され、Fig II-5に図示した。岩石の比抵抗の室内測定結果は、各欄に記号で示したが、一般に、地表電気探査の結果よりも一桁高く、ばらつきも大きい。

Figure II-5. IP values from in-situ & laboratory measurement



### 3-10 岩石物性測定結果

地表にて採取された19ヶの岩石と、ボーリング孔の岩芯21ヶを整形後、24時間浸水し比抵抗およびFEとChargeabilityを測定した。その結果を横軸に比抵抗の対数、縦軸にFEをとり、FE-比抵抗相関図として、Fig II-6に示す。

FE異常を示すものは、主にボーリングコアの閃緑岩であり、比抵抗の変化もきわめて大きい。(Table II-1)

安山岩と石英安山岩には物性の有意差はなく、全般にFE異常はみられない。安山岩は、一部珪化を受けて高比抵抗を示す。

玄武岩も比較的高比抵抗で、4%以上のFE異常をもたらすが、閃緑岩、玄武岩ともにFE異常源は黄鉄鉱によるものである。

ChargeabilityとFEは正の相関関係にあり、鉱染のみられる岩石につき記録された典型的な過渡波型をFig II-7に示す。

Figure II-6. Correlation of resistivity and FE

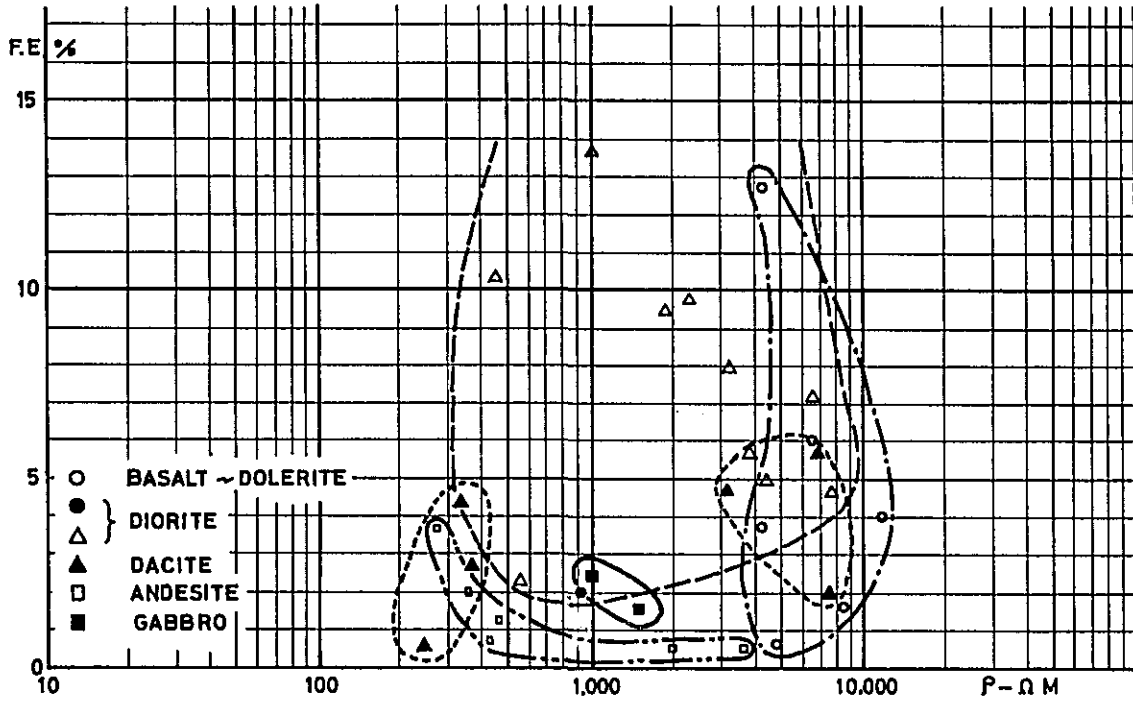


Figure II-7. Time domain wave form (Sample 5-87)

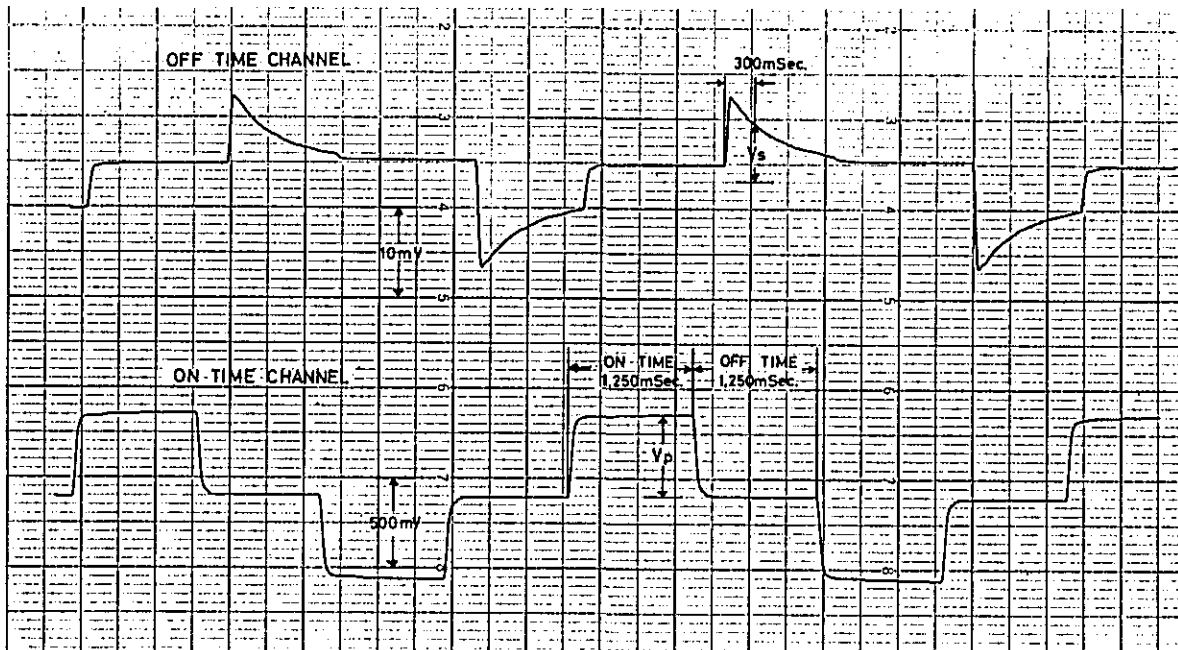




Table II-1. Physical properties of rock samples

Sample No.	Rock	Resistivity ( $\Omega$ m)	FE (%)	Chargeability (%)	Remarks
P-1	gabbro	991	2.3		Line C-39
P-2	gabbro	1483	1.7	0.84	Line B-38
P-3	quartz diorite	916	2.0		Line B-28
P-4	andesite	274	3.8	1.8	Line E-3
P-5	altered andesite	1961	0.7		Line E-10
P-6	silicified rock	3931	0.7		Line E-28
P-7	dacite	7508	2.0		Line E-48
P-8	andesite	363	1.3		Line D-28
P-9	altered dacite	3669	0.5		Line C-44
P-11	basalt	324	0.8		Line A-66
P-12	dolerite	11600	4.0		Line A-44
P-13	dacite	389	2.8		Line F-48
P-14	andesite	7050	5.7		Line H-28
P-15	andesite	368	2.0		Line H-42
P-17	dacite	243	0.8	1.9	Line H-63
P-18	dacite	329	4.5		Line F-59
P-19	dacite	3096	4.8	1.2	Line D-61
F-126	gabbro	3064	8.0		Line B-57
1-1	dolerite	271	100	25.0	Drilling core; DDH-1 50.0m
1-2	dolerite	210	3.1		125.0m
1-3	diorite	462	10.3	4.3	245.0m
1-81	basalt (py)	1544	28.0	5.1	89.0m
2-1	quartz diorite	4315	5.0		DDH-2 40.3m
2-2	diorite porphyry	2250	9.8		137.0m
2-3	quartz diorite	14230	7.0		191.2m
3-1	diorite porphyry	7613	4.8	2.1	DDH-3 60.2m
3-2	dolerite	4263	3.8		110.5m
3-3	basalt	8408	1.7	4.7	174.05m
3-4	dolerite	6446	6.0		244.5m
4-1	dolerite	5065	43.5	39	DDH-4 77.0m
4-2	quartz diorite	1897	9.7	10.5	95.5m
4-3	quartz diorite	1019	13.7		166.0m
4-4	quartz diorite	3891	5.8	2.2	250.0m
4-5	basalt	1253	34.5	52	15.4m
5-1	dolerite	4190	12.8		DDH-5 29.0m
5-2	quartz diorite	549	2.2	3.6	200.05m
5-3	dolerite	802	1.7		220.7m
5-52	quartz diorite	6283	7.2		
5-87	quartz diorite	549	18.0	1.36	78.0m

### 3-11 モデル計算とシミュレーション

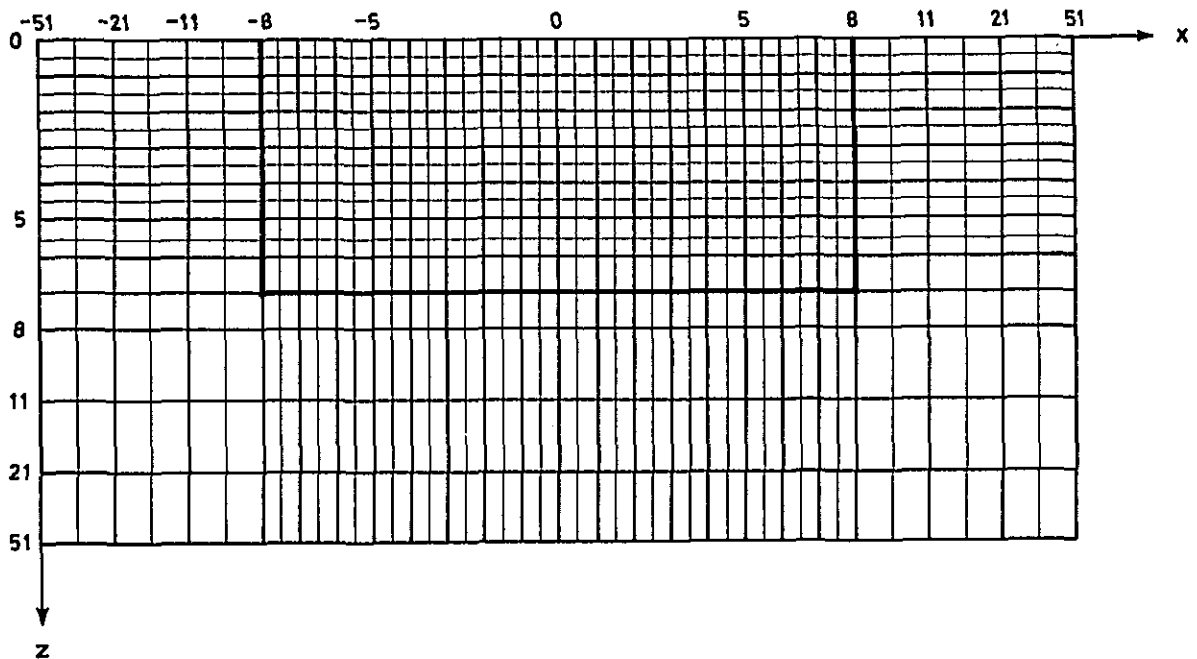
顕著な I P 異常の検出された A および B 測線につき，抵抗格子網による二次元モデル計算を行った。

地下の比抵抗分布を，Fig II-8 に示す如き格子に分割し，地表に電流電極を与えたときの電位分布を，414 個の格子点における差分方程式をくみ合せた連立方程式を解くことにより求めるものである。

計算には，高速電子計算機 IBM 360 MODEL 195K を用い，実測値にできるだけ近づけるよう反復計算をくり返した。

Fig II-14, 15 によれば，両測線とも F E 異常のみられる部分は高比抵抗帯 ( $400\Omega\text{m}$  以上) にあり，コードナンバー 8 又は 9 で表示されている。また，コードナンバー 2 は，F E の弱い異常と高比抵抗域に属し，鉱染を受けた閃緑岩に対応する。

Figure II-8. Two-dimensional resistance network for model calculation



## 第4章 結論および今後の問題

第二年次に検出されたNE系の顕著な異常帯は、今年次のIP電気探査によりさらに南西に300~400m(A測線附近まで)のびていることが確認された。しかし、B測線より南方では、次第に異常が弱まり、D測線では浅所示徴となって、E測線には全く検出されていない。これは、主に閃緑岩の東側に接する玄武岩中の黄鉄鉱染によるものであろう。

調査地域の東方および南方の石英安山岩、角閃石安山岩の中には、顕著な異常は全く観測されなかった。

比抵抗は各岩相により比較的有意差が明瞭であり、はんれい岩、閃緑岩は400 $\Omega$ m以上の高比抵抗を示し、玄武岩は、熱水変質を受けた地域は特に低く数10 $\Omega$ m、一般的には100~200 $\Omega$ mで、局部的に珪化を受けると300~500 $\Omega$ mに変化する。一方、石英安山岩は数10 $\Omega$ mと低く、角閃石安山岩および凝灰岩はさらに10~50 $\Omega$ mの低比抵抗を示す。

本調査地域内で試錐探鉱を実施する場合には、B測線46の北100mの沢又が推薦できる。なお、今後試錐探鉱を実施する場合には、比抵抗、放射能等物理検層を行い、解析に役立てるのが望ましい。

### III 試錐探查

## 第1章 試錐の概要

今回の試錐は、第一年次・第二年次・第三年次の調査によって明らかになった鉍化帯の状況把握を目的とし、1973年12月1日に作業を開始、1974年2月10日に全作業を終了した。この期間に実施した孔数は5孔で、総試錐延長は1253.10mである。

作業は日本人技術者5名と管理者1名を加え掘進班と移設班の2班編成とし、2台の試錐機（TFM-2A, Longyear-34）を3交代で交互に使用した。工法は着盤以降ワイヤーライン工法を適用した。

工事期間中は当地域に於ける雨期と重なり連日の大雨に遭遇したが、団員の一致団結とフィリッピン政府側・関係者の協力によって、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

当地域に於ける調査から対象岩石を閃緑岩とし、逸水層・破砕帯・一部粘土化帯の存在を予想して工法を策定した。また孔内抵抗の減少、ビットライフの向上および掘進能率向上のためカッテングオイルを使用した。使用した機種およびその仕様はⅡ-1表の通りである。

Ⅱ-1表 使用試錐機および使用消耗物品

### A. TFM-2A型

名 称	機 種	公称能力, 型式, 規格, 仕様	数 量
試 錐 機	TFM-2A (利根製)	掘進能力 400m 機体寸法 高 1,400mm 長 1,800mm 巾 1,000mm  重 量 (除原動機) 1,080kg  スイベルヘッド スピンドル回転数 125, 304, 600, r.p.m.  捲揚装置 型 式 プラネタリーギヤー式 捲揚能力 2,000kg  オイルポンプ 型 式 ギヤー式 2段変量油圧式 吐出量 60ℓ/min 圧 力 最 高 30kg/cm <sup>2</sup> 常 用 20kg/cm <sup>2</sup>	1 台
原 動 機	F3L 812 (三井ドイツ)	ディーゼルエンジン 3サイクル 空冷式 回 転 数 1,500 ~ 2,000 r.p.m. 定格出力 31.5 ~ 41 P.S.	1 台
試 錐 ポンプ	NES-100B (利根製)	横型復動二連式 重 量 (除原動機) 325kg ピストン径 60 70mm ストローク 50 mm 最大吐出量 71 100 ℓ/min 最大圧力 50 35.5 kg/cm <sup>2</sup>	1 台
ポンプ用エンジン	NS-110	ヤンマーディーゼルエンジン 回 転 数 2,200 r.p.m. 定格出力 11 P.S.	1 台
試 錐 槽	木製4脚式	現 地 調 達	1 台
ドリルロッド		NTQ - 3m BTQ - 3m	35 本 83 本

名 称	機 種	公称能力, 型式, 規格, 仕様	数 量
ケーシングパイプ		NX-1.5 m NX-1.0 m NX-0.5 m BX-3.0 m BX-1.0 m BX-0.5 m	5 本 10 本 10 本 45 本 15 本 5 本
ワイヤーラインホイスト ロッドホルダー ウオータースイベル トラベリングブロック ホイスタングスイベル		本体組込 RH-85型 DH型  B 型	1 台 1 台 1 台 2 個 1 台

B. L - 34型

名 称	機 種	公称能力, 型式, 規格, 仕様	数 量
試 錐 機	L-34 (ロングイヤー製)	掘進能力 410 m 高 1,450 mm 機体寸法 長 2,150 mm 巾 1,170 mm 重 量 (除原動機) 1,110 kg	1 台
	スイベルヘッド	スピンドル回転数 236 490 900 1510 r.p.m. 22 45 82 139 r.p.m.	
	捲揚装置	油圧拡張式 捲揚能力 2,460 kg	
	オイルポンプ	型式 可変吐出量ポンプ 吐出量 56 ℓ/min (1200 r.p.m.) 圧力 最高 70 kg/cm <sup>2</sup> 常用 40 kg/cm <sup>2</sup>	
原 動 機	F3L 912 (三井ドイツ)	ディーゼルエンジン 3サイクル 空冷式 回転数 1,800 ~ 2,000 r.p.m. 定格出力 33 ~ 36 P.S.	1 台
試 錐 ポンプ	NES-100 B (利根製)	横型復動二連式 重 量 (除原動機) 325 kg ピストン径 60 70 mm ストローク 50 mm 最大吐出量 71 100 ℓ/min 最大圧力 50 35.5 kg/cm <sup>2</sup>	1 台
ポンプ用エンジン	NC-110	ヤンマーディーゼルエンジン 回転数 2,200 r.p.m. 定格出力 11 P.S.	1 台
試 錐 檣	木製4脚式	現地調達	1 台
ドリルロッド		NTQ-3m	35 本

名 称	機 種	公称能力, 型式, 規格, 仕様	数 量
ケーシングパイプ		BTQ-3m	83 本
		ATQ-3m	83 本
		NX-1.50m	5 本
		NX-1.00m	10 本
		NX-0.50m	10 本
		BX-3.00m	45 本
		BX-1.00m	15 本
		BX-0.50m	5 本
		AX-3.00m	45 本
AX-1.00m	2 本		
ワイヤーラインホイスト	WLH-3B (利根製)	捲揚能力 300m	1 台
ホイスト用エンジン	NS-50	ヤンマーディーゼルエンジン 回転数 2,200 r.p.m. 定格出力 5 P.S.	1 台
ロッドホルダー		RH-85型 RH-45型	1 台 1 台
ウォータースイベル ヘッドシーブ ホイストリングスイベル		DH型 DRP-9.5型 B型	1 台 1 車 1 台

### C. 消耗品

品 名	仕 様	単 位	数 量					合 計
			1号孔	2号孔	3号孔	4号孔	5号孔	
ガソリン		ℓ						3,500
軽油		ℓ	940	745	760	715	765	3,925
モービルオイル	エンジン用	ℓ	40	30	40	40	50	200
ミッションオイル	ギヤ用	ℓ	10	10	10	10	20	60
タービンオイル	油圧用	ℓ	130	70	30	40	40	310
カップグリス		kg	10	10	5	5	10	40
カッピングオイル		ℓ	280	350	390	450	200	1,670
メタルクラウン	HX	個						5
シングルコアチューブ	92.1 $\frac{mm}{in}$ × 0.5 m	本						2
ダブルコアチューブ	NTQ-WL	組						2
〃	BTQ-WL	組						2
〃	ATQ-WL	組						2
コアチューブヘッド	HX	個						4
ケーシングヘッド	NX	〃						2
〃	BX	〃						2
〃	AX	〃						2
ケーシングメタルシュー	NX	〃						3
〃	BX	〃						2



品名	仕様	単位	数					合計
			1号孔	2号孔	3号孔	4号孔	5号孔	
セメント		袋						15
ウエス		kg						100
コアー箱		箱	28	36	36	36	36	172
板材	20 $\frac{m}{m}$	m <sup>3</sup>						5
鉄線	# 10	kg						80
〃	# 12	kg						80
釘	2	kg						150
〃	1	kg						40
ワイヤーロープ	15 $\frac{m}{m}$	m						700
〃	18 $\frac{m}{m}$ × 25m	本						5
マニラロープ	19 $\frac{m}{m}$ × 50m	巻						4
ビニールロープ	8 $\frac{m}{m}$ × 250m	〃						2
Vベルト	エンジン用	組						3
〃	ポンプ用	〃						4
ワイヤーロープ	5 $\frac{m}{m}$ × 500m	巻						2
コアーリフター	NTQ - WL	個						17
〃	BTQ - WL	〃						25
〃	ATQ - WL	〃						13
コアーリフターケース	NTQ - WL	〃						8
〃	BTQ - WL	〃						12
〃	ATQ - WL	〃						6
テンションピン	N, B, A 各サイズ	〃						5
スプリングロールピン		〃						6
リング	NTQ . WL	〃						4
〃	BTQ . WL	〃						4
〃	ATQ . WL	〃						4
ロッドインサイドタップ	ATQ	〃	2					2
作業服上・下	大・中	着						40
作業用手袋		足						120
照明用具	12V - 60W	式						1
圧力計	80kg/cm <sup>2</sup>	個						3
作業靴	25. 26 cm	足						30

## 第3章 試錐作業

### 3-1 設営作業

これまでの情報に基づき、試錐機材の搬入は機械の自走による方法をとるべく現地入りしたが、試錐予定位置を視察した結果、自走のみによる搬入では予定工期内での作業終了は不可能と判断し、急きよ索道による搬入を計るべく索道機材の準備を行った。

それと同時に、自走により最も早く搬入の出来る5号孔へ、TFM-2A型機の搬入作業に着手し、約10日間にて掘進開始にこぎつけることが出来た。尚5号孔はビスリグからリンググに至る自動車道路より約1kmの山間部に位置している。

5号孔より3号孔へは自走により約300m、3号孔より4号孔へは索道により約400m奥地へ移動した。

他の1号孔及び2号孔へのL-34型試錐機材の搬入は、自動車道路より1号孔までワイヤーラインホイストのみを使用、約17日間を費して運搬した。又1号孔より2号孔へは現地購入の簡易索道により、約10日間を要したが、各孔共パイプ類はほとんど人力によって運搬した。地形は1号孔、2号孔共急峻な沢の中にあり距離は道路より1号孔まで約1.5km、2号孔までは約2.5kmである。

試錐用水は、各孔共周辺沢より自然流下水をポリパイプにて導入するか、掘進用ポンプを近くの川床へ設置して使用した。

### 3-2 移設作業

各孔の移設作業は次の通りである。

Ⅰ-2 移設作業明細表

項目		試錐機		1号孔		2号孔		3号孔		4号孔		5号孔		計	
		準備	撤去	日数	工数	日数	工数	日数	工数	日数	工数	日数	工数	日数	工数
移設作業	準備			48.12.03		48.12.29		48.12.18		49.1.20		48.12.1			
				48.12.21		49.1.18		49.1.07		49.1.25		48.12.12			
	撤去					49.1.26				49.2.03		48.12.23			
				49.1.08		49.2.04		49.1.19		49.2.10		48.12.28			
準備				日数	工数	日数	工数	日数	工数	日数	工数	日数	工数	日数	工数
		整地道路補修		4	140	6	71	4	80	1	14	3	68	18	373
		機材運搬		11	252	11	213	3	44	4	77	4	80	33	666
		据付		2	28	0.5	22	2	30	0.5	27	3	64	8	171
		試運転・その他						1	11			1	46	2	57
	計		17	420	17.5	306	10	165	5.5	118	11	258	61	1,267	
撤去		解体				1	15			1	12	1	18	3	45
		ケーシング抜管		2	9	0.5	4	0.5	4	0.5	7	3	45	6.5	69
		機材運搬				7	112			5.5	120			12.5	232
		道路補修													
		その他					0.5	12						0.5	12
	計		2	9	9	143	0.5	4	7	139	4	63	22.5	358	
合計			19	429	26.5	449	10.5	169	12.5	257	15	321	83.5	1,625	

### 3-3 撤収作業

#### L-34型機

49年1月25日、2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、槽等の解体作業を行ない、次いで索道用ワイヤーの張り付けを行った。道路までの索道運搬は、2号孔より最短距離を選んだため搬入路とは異なり、直線距離にて約600m間にて行なわれた。全機材が索道終点に集結したのち組立て、道路まで自走させ、そこよりトラックで2月4日機材仮倉庫へ運搬、梱包作業を行った。

#### TFM-2A型機

49年2月3日4号孔の掘進終了後、たゞちにケーシングパイプの抜管、試錐機、槽等の解体作業を行ない、次いで索道用機材の準備に取り掛かった。

4号孔より3号孔跡までは索道による撤収を行ない、3号孔より道路までは、搬入路を経て、機械の自走により搬出、2月10日機材仮倉庫へ運搬して、梱包作業を行った。

### 3-4 コアリングの状況と孔内保持

先に工法の項で述べたように、錐進の対象岩石として閃緑岩を主とした工法を策定したが、結

果は略満足する成績を得ることが出来た。一般的に今回対象となったリング地区の表土の厚さは、7.5m～15.2mの範囲であり、この部分の掘さくはHサイズのメタルクラウンを使用した。次いでNX径のケーシングパイプを所要深度まで挿入し、以下NTQ、BTQおよびATQのワイヤーライン工法で掘さくを行った。

NTQ-WLの錐進深度範囲は86.8m～103.1mで平均深度は96.7mであった。実施した5孔のコアーリング深度は7.5m～251.20mの範囲であり、3-5に詳述する様に、1号孔で134m附近および167m～216m間に於て破碎帯に遭遇し、著しいコアー採取率の低下、孔内崩落および湧水により錐進作業に困難をきたしたので、予備品として持参していたATQ-WL工法に切換え、どうにか予定深度まで錐進することが出来た。

孔内保持のため泥水剤の準備を行ったが、上記1号孔に於ては、湧水量(約100ℓ/min)が多く、泥水効果は期待出来なかったため、現地で求めたカッティングオイルを循環水へ1～3%添加し、孔内抵抗の削減及びツールの磨耗対策として使用した。他の4孔に対しても、抵抗の減少、磨耗対策および潤滑性の向上による孔壁保護の目的で、カッティングオイルを使用した。

錐進成績はfig 3-7の通りで、総実掘進方数に於る1方当りの掘進長は9.21mであった。又コアー採取率は平均96.3%であった。

### 3-5 錐進状況

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

Hサイズメタルクラウンにて掘進を開始したが、深度11.00mにて玄武岩質の硬い礫層に達し、メタルクラウンでは錐進困難となったため、NXケーシングパイプを挿入してNTQ-WL工法に切換えた。コアーリングの状況から13.70mで着盤と判断されたが、17.00mまで岩盤が安定せず、リーミングによりNXケーシングを17.00mまで追行して孔内の安定を計った。11.00mより90mまでNTQ-WL工法にて錐進し、深度90mにてBXケーシングパイプを挿入した。BTQ-WL工法にて掘進中、深度134.0m付近より破碎帯に遭遇、孔内抵抗の増大、パイプの一時抑留と難行した結果、136.40mまでAXケーシングパイプを挿入することにした。AXケーシング挿入後167mまでは安定した岩盤であった。167m～216m間は、前述同様の破碎帯に湧水を伴ない難掘したが、216m以降岩盤が安定するに従いそれ程の支障もなく、250mまで錐進を完了することが出来た。

11mより250mまでカッティングオイルを使用し孔内の安定に努めた。この孔に於ては、深度200mに達する頃から豪雨が降り続き、急激に川水が増水した。そのため川岸に設置したポンプが水没しそうになり、また作業道路も決壊したため、止むなく250mで錐進を中止した。

#### 3-5-2 2号孔

Hサイズメタルクラウンにて錐進を開始、11mにて着盤したので、NXケーシングパイプを挿

入したが、ケーシング尻に於て崩落を認めたので、11.50 mまでケーシングを追行、孔内の安定を計った。11 m～101.10 m間はNTQ-WL工法にて掘進し、深度101.1 mまでBXケーシングパイプを挿入し、BTQ-WLに切替えた。岩質は亀裂の少ない緻密な閃緑岩で、101.1 mより250.60 mまでBTQ-WLにて順調に錐進を完了した。また11 mよりカッティングオイルを使用して孔内の安定に努めた。

### 3-5-3 3号孔

Hサイズメタルクラウンにて錐進を開始したが、深度9 mにて着盤したのでNXケーシングパイプを挿入、NTQ-WL工法に切替えた。岩質は亀裂の発達した玄武岩でコア詰りは激しかったが、孔内は安定していた。100 m付近で湧水層(100 ℓ/min)に遭遇したが、プログラム通り102.7 mで挿入したBXケーシングパイプにより抑えることが出来た。102.7 mより目的深度までBTQ-WL工法によったが、トラブルもなく順調に250.5 mまで錐進を行った。9 m以深よりカッティングオイルを使用して孔内の安定に努めた。

### 3-5-4 4号孔

Hサイズクラウンにて錐進を開始し、7.5 mにて着盤したのでNXケーシングパイプを挿入、NTQ-WL工法に切替えた。岩質は90 m付近まで玄武岩が続き、それ以降は閃緑岩が連続したが、一般に硬質で他孔と比較してビットを多く消費した。錐進作業は順調に行なわれ、7.5 m～103.1 mまでNTQ-WL工法にて掘進、BXケーシングパイプを103.1 m挿入して、その後BTQ-WL工法に切替えた。103.1 m以降は岩石が硬質であるということを除けば、これといった問題もなく、251.2 mまでの錐進を無事完了することが出来た。

7.5 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。

### 3-5-5 5号孔

Hサイズメタルクラウンにて掘進を開始、15.2 mにて着盤したのでNXケーシングパイプの挿入を行ないNTQ-WLに切替えたが、ケーシング尻が安定せず、リーミングにより18 mまでケーシングパイプを追行した。15.2 m～86.8 mまでNTQ-WL工法にて掘進したのち、BXケーシングパイプの挿入を行ないBTQ-WL工法に切替えた。深度70 m以下は閃緑岩が主となり孔内も安定してきたが、下部では再び玄武岩となり、亀裂の多い不安定な岩質となったが、250.8 mにて無事掘進を完了することが出来た。

15.2 m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, ■-4, ■-5, ■-6, ■-7表に各孔の掘進総括表を、■-8表に掘進成績表を示した。

■-3表 1号孔掘進総括表

工 事 期 間	区 分	工 事 期 間		工 事 期 間 内 訳			延 入 数		
		期 間	延 日 数	実働日数	休業日数				
掘 進 期 間	掘進準備	48年12月 3日~48年12月21日		19 日	17 日	2 日	420人		
	掘 進	48年12月22日~49年 1月 7日		17	13	4	179		
	撤 収	年 月 日~49年 1月 8日		1	1	0	9		
	計	48年12月 3日~49年 1月 8日		37	31	6	608		
掘 進 深 度	予定深度	250m	表土・砂 (第四紀層)深度 13.70m	100m 区 間 毎 の 岩 芯 採 取 率					
	増減掘長	0m	岩 芯 長 201.40m	深度(m)	区 間 (%)	累 計 (%)	深度(m)	区 間 (%)	累 計 (%)
	実掘進深度 (検尺深度)	250m	岩 芯 採 取 率 85.2 %	0~100	95.8		600~700		
作 業 時 間	区 分	時間	%	%	100~200	79.9	87.3	700~800	
	掘 進	123;05	42.5	28.1	200~300	77.7	85.2	800~900	
	ロッド揚降	30;05	10.4	6.9	300~400			900~1,000	
	インターチューブ 揚 降	47;35	16.4	10.9	400~500			1,000~1,100	
	附帯作業	53;45	18.5	12.3	500~600			1,100~1,200	
	事故回復作業	11;50	4.1	2.7	能 率				
	そ の 他	23;30	8.1	5.4	250.00 延m/工事期間			6.76 m/日	
	小 計	289;50	100		250.00 延m/実働日数			8.06 m/日	
	移 準 備	132;00		30.1	250.00 延m/掘進期間			14.71 m/日	
	転 撤 収	16;00		3.6	250.00 延m/実掘進日数			19.23 m/日	
合 計	437;50		100	608 延工数/延m			2.43 N/m		
使 用 ケ ー シ ン グ パ イ プ	口径別挿入深度(m)	挿入深度 掘進長	×100(%)	回収率(%)	179 掘進工数/延m		0.72 N/m		
	NXC,S,G 17.00m	6.8		100	ロッド揚降回数延 21回	インターチューブ揚降回数延 195回			
	BXC,S,G 90.00	36		100	備 考				
	AXC,S,G 136.40	54.6		100					

Ⅱ-4表 2号孔掘進総括表

工 事 期 間	区 分	工 事 期 間			工事期間内訳			延 人 数		
		期 間	延 日 数	実働日数	休業日数					
掘 進 期 間	掘進準備	48年12月29日~49年1月18日		21日	18日	3日	316人			
	掘進	49年1月18日~49年1月25日		8	8	0	89			
	撤収	49年1月26日~49年2月4日		10	10	0	143			
	計	48年12月29日~49年2月4日		39	36	3	548			
掘 進 深 度	予定深度	250.00m	表土・砂 (第四紀層)深度	11.00m	100m区間毎の岩芯採取率					
	増減掘長	0.60m	岩 芯 長	238.60m	深 度 (m)	区 間 (%)	累 計 (%)	深 度 (m)	区 間 (%)	累 計 (%)
	実掘進深度 (検尺深度)	250.60m	岩 芯 採 取 率	99.6 %	0~100	98.9		600~700		
作 業 時 間	区 分	時間	%	%	100~200	100	99.5	700~800		
	掘 進	94;05	59.9	24.5	200~300	100	99.6	800~900		
	ロッド揚降	11;20	7.2	2.9	300~400			900~1,000		
	インナーチューブ 揚 降	27;05	17.2	7.0	400~500			1,000~1,100		
	附帯作業	17;10	10.9	4.5	500~600			1,100~1,200		
	事故回復作業	0	0	0	能 率					
	そ の 他	7;30	4.8	2.0	250.60 延m/工事期間			6.43 m/日		
	小 計	157;10	100		250.60 延m/実働日数			6.96 m/日		
	移 準備	143;00		37.2	250.60 延m/掘進期間			31.3 m/日		
	転 撤収	84;10		21.9	250.60 延m/実掘進日数			31.3 m/日		
合 計	384;20		100	548 延工数/延m			2.19 N/m			
使 用 ケ ー シ ン グ バ イ ブ	口径別挿入深度(m)	挿入深度 掘進長	×100(%)	回収率(%)	89 掘進工数/延m			0.36 N/m		
	NXC,S,G 11.50m	4.6		100	ロッド揚降回数延 9回	インナーチューブ揚降回数延 116回				
	BXC,S,G 101.10	40.3		100	備 考					

Ⅱ-5表 3号孔掘進総括表

工 事 期 間	区 分	工 事 期 間		工事期間内訳			延 人 数			
		期 間	延 日 数	実働日数	休業日数					
掘 進 期 間	掘進準備	48年12月18日~49年 1月 7日		21 日	10 日	11 日	165 人			
	掘 進	49年 1月 8日~49年 1月18日		11	10	1	125			
	撤 収	年 月 日~49年 1月18日		0.5	0.5	0	4			
	計	48年12月18日~49年 1月18日		32.5	20.5	12	294			
掘 進 深 度	予定深度	250m	表土・砂 (第四紀層)深度 9.00 m	100m 区 間 毎 の 岩 芯 採 取 率						
	増減掘長	0.50m	岩 芯 長 237.50 m	深 度 (m)	区 間 (%)	累 計 (%)	深 度 (m)	区 間 (%)	累 計 (%)	
	実掘進深度 (検尺深度)	250.50m	岩 芯 採 取 率 98.3 %	0~100	97.7		600~700			
作 業 時 間	区 分	時間	%	%	100~200	98.1	97.9	700~800		
	掘 進	114;40	52.6	37.7	200~300	100	98.3	800~900		
	ロッド揚降	16;30	7.6	5.4	300~400			900~1,000		
	インナーチューブ 揚 降	38;00	17.4	12.6	400~500			1,000~1,100		
	附帯作業	22;00	10.1	7.2	500~600			1,100~1,200		
	事故回復作業	10;20	4.7	3.4	能 率					
	そ の 他	16;30	7.6	5.4	250.50 延m/工事期間			7.7 m/日		
	小 計	218;00	100		250.50 延m/実働日数			12.2 m/日		
	移 準備	80;00		26.3	250.50 延m/掘進期間			22.8 m/日		
	転 撤収	6;00		2.0	250.50 延m/実掘進日数			25.1 m/日		
合 計	304;00		100	294 延工数/延m			1.2 N/m			
使 用 ケ ー シ ン グ バ イ ブ	口径別挿入深度(m)	挿入深度 掘進長 ×100(%)	回収率(%)	125 掘進工数/延m			0.5 N/m			
	NXC.S.G 9.00m	3.6	100	ロッド揚降回数延 14 回		インナーチューブ揚降回数延 184 回				
	BXC.S.G103.20	41.2	100	備 考						



■-6表 4号孔掘進総括表

工 事 期 間	区 分	工 事 期 間		工 事 期 間 内 訳			延 人 数		
		期 間	延 日 数	実 働 日 数	休 業 日 数				
掘 進 期 間	掘進準備	49年 1月20日~49年 1月25日		6 日	6 日	0 日	118人		
	掘 進	49年 1月25日~49年 2月 3日		10	10	0	107		
	撤 収	49年 2月 3日~49年 2月10日		10.5	10.5	0	139		
	計	49年 1月20日~49年 2月10日		26.5	26.5	0	364		
掘 進 深 度	予定深度	250m	表土・砂 (第四紀層)深度 7.50m	100m 区間毎の岩芯採取率					
	増減掘長	1.20m	岩 芯 長 243.60m	深 度 (m)	区 間 (%)	累 計 (%)	深 度 (m)	区 間 (%)	累 計 (%)
作 業 時 間	実掘進深度 (検尺深度)	251.20m	岩 芯 採 取 率 99.9 %	0~100	100		600~700		
	区 分	時間	%	%	100~200	99.9	99.9	700~800	
	掘 進	120;35	56.9	35.0	200~300	100	99.9	800~900	
	ロッド揚降	30;10	14.2	8.7	300~400			900~1,000	
	インナーチューブ 揚 降	30;05	14.2	8.7	400~500			1,000~1,100	
	附帯作業	10;40	5.0	3.1	500~600			1,100~1,200	
	事故回復作業	4;00	1.9	1.2	能 率				
	そ の 他	16;30	7.8	4.8	251.20 延m/工事期間			9.48 m/日	
	小 計	212;00	100		251.20 延m/実働日数			9.48 m/日	
	移 準備	48;00		13.9	251.20 延m/掘進期間			25.12 m/日	
転 撤収	85;00		24.6	251.20 延m/実掘進日数			25.12 m/日		
合 計	345;00		100	364 延工数/延m			1.45 N/m		
使 用 ケ ー シ ン グ バ イ ブ	口径別挿入深度(m)	挿入深度 掘進長 ×100(%)	回収率(%)	107 掘進工数/延m			0.43 N/m		
	NXC.S.G 7.50m	3.0	100	ロッド揚降回数延	20回	インナーチューブ揚降回数延	152回		
	BXC.S.G	41.0	100	備 考					

■ - 7 表 5 号 孔 掘 進 総 括 表

工 事 期 間	区 分	工 事 期 間		工 事 期 間 内 訳			延 人 数		
		期 間	延 日 数	実 働 日 数	休 業 日 数				
掘 進 期 間	掘進準備	48年12月1日~48年12月12日		12日	11日	1日	258人		
	掘進	48年12月13日~48年12月22日		10	10	0	149		
	撤収	48年12月23日~48年12月28日		6	4	2	63		
	計	48年12月1日~48年12月28日		28	25	3	470		
掘 進 深 度	予定深度	250m	表土・砂 (第四紀層)深度 15.20m	100m 区 間 毎 の 岩 芯 採 取 率					
	増減掘長	0.80m	岩 芯 長 230.45m	深 度 (m)	区 間 (%)	累 計 (%)	深 度 (m)	区 間 (%)	累 計 (%)
実 掘 進 深 度 ( <small>検尺深度</small> )	250.80m	岩 芯 採 取 率 97.8 %	0~100	98.4		600~700			
	区 分	時 間	%	%	100~200	96.7	97.5	700~800	
作 業 時 間	掘進	109;15	52.5	33.3	200~300	99.0	97.8	800~900	
	ロッド 揚降	25;00	12.0	7.6	300~400			900~1,000	
	インナーチューブ 揚	27;55	13.4	8.5	400~500			1,000~1,100	
	附帯作業	27;50	13.4	8.5	500~600			1,100~1,200	
	事故回復作業	0	0	0	能 率				
	その他	18;00	8.7	5.5	250.80 延m/工事期間			8.96 m/日	
	小計	208;00	100		250.80 延m/実働日数			10.0 m/日	
移 転	準備	88;00		26.8	250.80 延m/掘進期間			25.1 m/日	
	撤収	32;00		9.8	250.80 延m/実掘進日数			25.1 m/日	
合 計	328;00		100	470 延工 数/延m			1.87 N/m		
使 用 ケ ー シ ン グ バ イ ブ	口径別挿入深度(m)		挿入深度 掘進長 ×100(%)	回収率(%)	149 掘進工数/延m			0.59 N/m	
	NXC.S.G	18.00m	7.2	61.1	ロッド揚降回数延 17回		インナーチューブ揚降回数延 138回		
	BXC.S.G	86.80	34.6	100	備 考				

Ⅱ-8表 掘進成績表

試錐 番号	試錐機型式	開始 年月日 終了	掘進延長 m	岩芯採取		掘進方数			総掘進 方当り m	実掘進 方当り m	備考
				岩芯長 m	率 %	実掘進	ケーシング 等	計			
1号孔	L-34	48.12.22 49.1.7	250.00	201.40	85.2	34	2	36	6.94	7.35	
2号孔	L-34	49.1.18 49.1.25	250.60	238.60	99.6	20	1	21	11.93	12.53	
3号孔	TFM-2A	49.1.8 49.1.18	250.50	237.50	98.3	26	1	27	9.29	9.63	
4号孔	TFM-2A	49.1.25 49.2.3	251.20	243.60	99.9	26	0	26	9.66	9.66	
5号孔	TFM-2A	48.12.13 48.12.22	250.80	230.80	97.8	26	0	26	9.65	9.65	
合計			1,253.10	1,151.90	96.3	132	4	136	9.21	9.49	

# APPENDICES

**I. Analytical method used for the geochemical survey**

Copper analysis by  $\alpha$  -  $\alpha'$  Biquinoline method

a) Sample Attack

1. Weigh 0.2 gr. (-80 mesh) into Pyrex test tube.
2. Add 3 scoops (0.6 gr. ) of Pyrosulphate  $K_2S_2O_7$ .
3. Fuse them above propene torch.
4. Add 4 ml of 1% HCl.
5. Dissolve residue by heating.

b) Cu -- Determination

6. Add Keno Buffer Solution 10 ml and make pH 5.0.
7. Add 2 ml Biquinoline.
8. Compare with standards.

Keno Buffer Solution

150 gr. Sodium Acetate (Anhydrous) if it is a crystal, 250 gr. and Hydroxylamine hydrochloride (10 gr. ) make up Keno Buffer with 500 mls of demineralized water.

0.4 gr. Biquinoline in 2 l of Amyl Alcohol.

Preparation : Warm up 800 mls of Amyl Alcohol to dissolve Biquinoline properly. Let it cool and make up to 2,000 ml with further addition of Amyl Alcohol.

Barcelona Group I

PL- 1

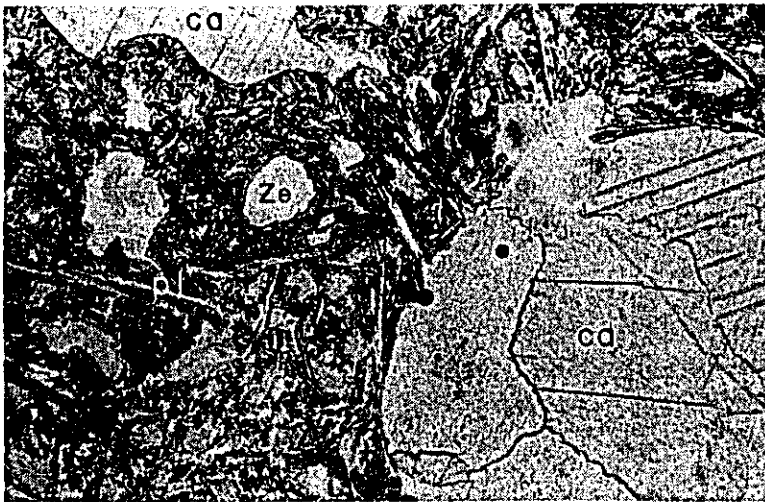


**A: Andesitic tuff breccia**  
(Sample No. N-43)

Lithic fragments of porphyritic augite (and) and crystal fragment of augite (au) are welded with chlorite and tuffaceous material.

X-nicols

x 70

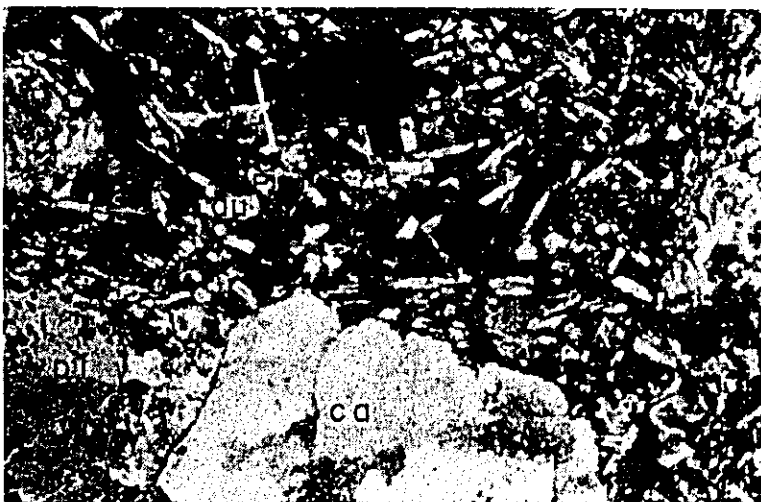


**B: Aphyric andesite**  
(Sample No. N-177)

Secondary calcite (Ca) occurs in a matrix of acicular plagioclase (pl), brown glass and minute ilmenite. Amygdals are filled with zeolite (ze).

X-nicols

x 70

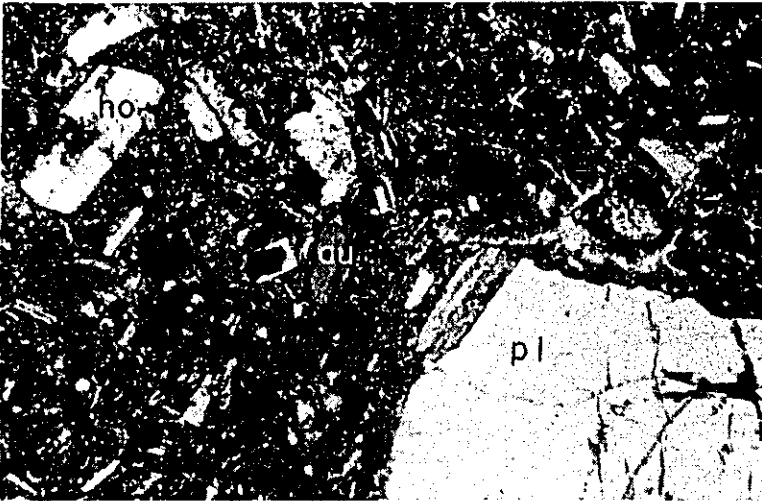


**C: Augite basalt**  
(Sample No. 192)

Phenocrysts of plagioclase (pl) and augite (replaced by calcite) occur in a matrix of prismatic plagioclase (pl) and augite (au).

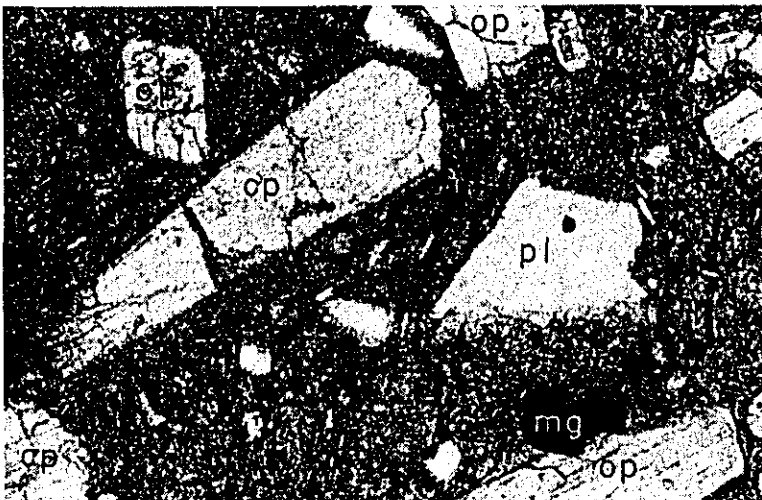
X-nicols

x 70



**A: Hornblende augite andesite (Sample No. H-42)**  
Phenocrysts of plagioclase (pl), augite (au) and hornblende (ho) are distributed in a hyalopilitic matrix.  
X-nicols

x 70



**B: Two-pyroxene andesite (Sample No. F-5)**  
Phenocrysts of orthopyroxene (op) clinopyroxene (cp) and plagioclase (pl) in a matrix of plagioclase microlites and glass.  
X-nicols

x 70

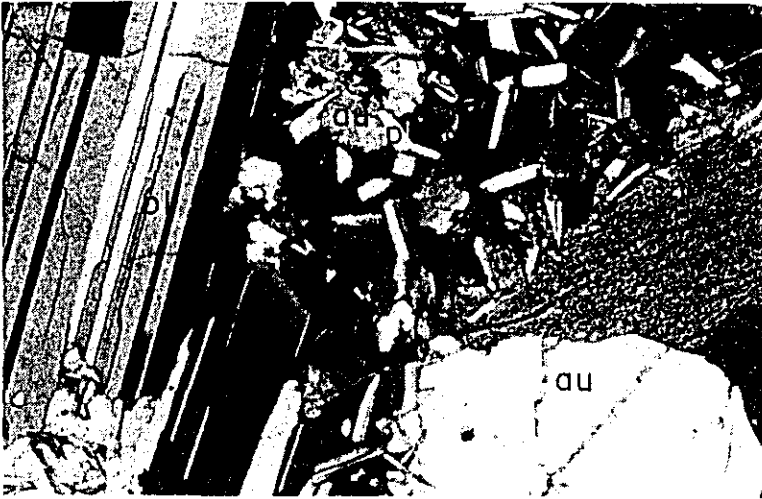
Barcelona Group III



**C: Augite basalt (Sample No. H-53)**  
Phenocrysts of euhedral augite (au) and plagioclase (pl) occur in a matrix of plagioclase laths, acicular augite and a few glass.  
X-nicols

x 70

PL-3



**A: Dolerite**  
(Sample No. H-21)  
Large crystals of plagioclase (pl) and augite (au) are enclosed in a fine grained holocrystalline matrix showing ophitic texture.  
X-nicols

x 70

### Bislig Formation



**B: Augite basalt**  
(Sample No. F-93A)  
Tabular plagioclase (pl) and granular augite (au) occur in a glassy matrix which is full of acicular plagioclase and ilmenite.  
X-nicols

x 70

### Intrusive Rocks

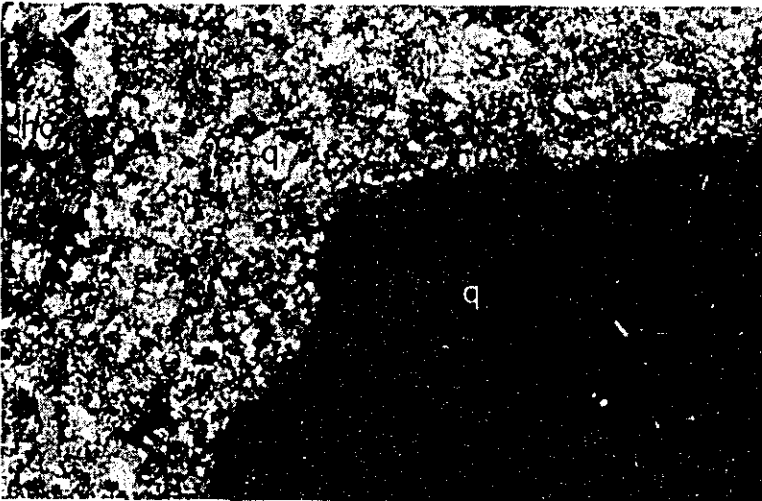


**C: Dolerite**  
(Sample No. N-93)  
Laths of plagioclase (pl) and ophitic augite (au) are the principal minerals.  
X-nicols

x 70



PL-4



**A: Altered hornblende dacite  
(Sample No. T-13)**

Coroded quartz (q) and chloritized, sericitized hornblende (ho) crystals are distributed through a matrix of sericite, chlorite and quartz.

X-nicols

X 70



**B: Quartz diorite  
(Sample No. D-2-40)**

Quartz (q), plagioclase (pl), hornblende (ho) and biotite (bi) are the main constituents. Alkali-feldspar rims on plagioclase crystals.

X-nicols

x 70



**C: Olivine augite gabbro  
(Sample No. F-14)**

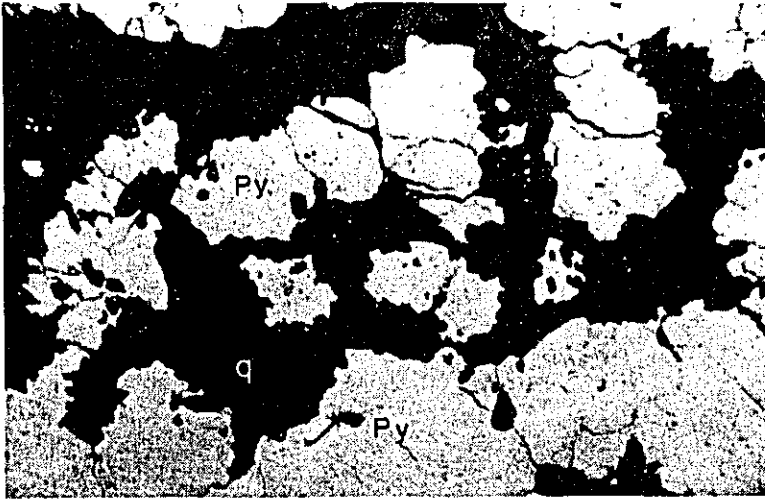
The essential minerals are plagioclase (pl), augite (au) and olivine (out of this field). A little amount of magnetite (m).

X-nicols

x 70

PL-5

Ore



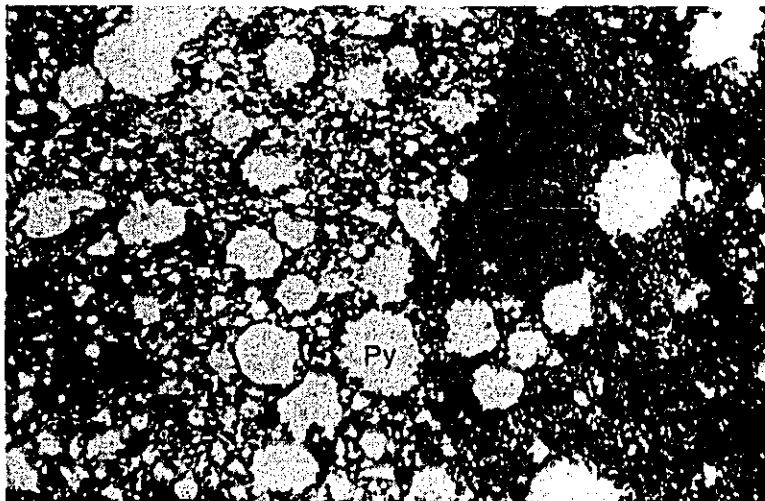
**A: Pyrite-quartz**  
**(Sample No. T-11)**  
Aggregates of pyrite (Py)  
grains in quartz (q) vein.  
//—nicols

x 40



**B: Disseminated chalcopyrite-  
sphalerite-galena**  
**(Sample No. T-14)**  
Chalcopyrite (Cp), sphalerite  
(Sph) and galena (Ga) are in a  
silicified matrix.  
//—nicols

x 40



**C: Disseminated pyrite**  
**(Sample No. T-21)**  
Pyrite (Py) is disseminated in  
grey muddy matrix.  
//—nicols

x 40

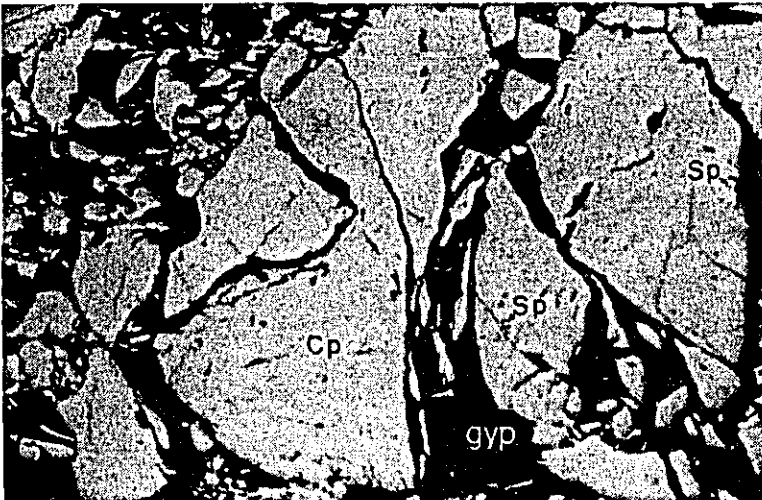


**A: Chalcopyrite-galena-pyrite  
(Sample No. T-27)**

Chalcopyrite (Cp) is enclosed  
in galena (Ga). Weak pyrite (Py)  
dissemination is also observed.

//-nicol

x 40



**B: Chalcopyrite-sphalerite  
(Sample No. D-1-250)**

Fractured and brecciated chal-  
copyrite (Cp) is healed with gypsum  
(gyp). A few sphalerite (Sp) are  
visible.

//-nicol

x 40

Table I-1. Microscopic observations

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
N-3	Barcelona	Barcelona G. I.	Augite basalt	Dark green, glassy rock with large plagioclase prisms.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (max 7mm in length) occur in a felty matrix of minute acicular clinopyroxene, plagioclase, opaque minerals and glass. In this section, there is a partially coarse grained matrix composed of prismatic ~ tabular plagioclase (0.4mm in length), acicular ~ granular clinopyroxene (0.2mm ~ 1.0mm in size) and opaque minerals.	
N-4	do	Intrusives	Micro-gabbro	Yellowish green, coarse grained rock.	Yellowish green, coarse Holocrystalline. Main constituents are prismatic ~ tabular twinned plagioclase (max 3mm length), hypidiomorphic ~ interstitial clinopyroxene (max 1mm in size) and magnetite. Brownish green clay minerals are accessories.	
N-9	Eastern coast	Barcelona G. I.	Andesitic coarse tuff	Yellowish grey, rock. Well sorted.	Lithic fragments of andesitic rocks and crystal fragments of plagioclase and clinopyroxene occur in a black ~ brown ground mass. The grains are max 2mm in size. Laumontite and chlorite are also recognized.	
N-10	Salvacion	do	Augite-basalt	Fale yellowish grey rock with white spots. Hard.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (max 3mm in length), prismatic ~ granular clinopyroxene (max 5mm in size) and magnetite occur in a matrix of plagioclase laths, granular or acicular, altered clinopyroxene (max 0.3mm in size), opaque minerals and glass. Most of plagioclase phenocrysts are dirty because of secondary albite and epidote.	
N-13	Taon R.	do	Porphyritic andesite	Fale greenish grey rock with white spots.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (1mm in length) are scattered glomeroporphyritically in a matrix of brown glass, a few acicular plagioclase (0.1mm in length), granular clinopyroxene and dusty opaque minerals. Chlorite and pumpellyite occur secondarily.	
N-15	do	do	Lapilli tuff or tuff breccia	Greenish grey, poorly sorted.	Lithic fragments of several kinds of andesite and crystal chips of plagioclase and clinopyroxene make up this rock. Calcite and chlorite are secondary minerals.	
N-20	do	do	Andesitic fine tuff	Greenish grey rock with pisolite (5mm in diameter)	Crystal fragments of plagioclase and hornblende occur in a muddy matrix. Well sorted. Pumpellyite and zeolite are recognized.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
N-28	Taon R.	Intrusives	Micro-gabbro	Grey holocrystalline.	Holocrystalline. Prismatic ~ tabular, idiomorphic plagioclase (2mm in length) and hypidiomorphic ~ intersertal clino-pyroxene (0.5mm in length) are main constituents. Strong pleochroic, green ~ pale yellowish green clay minerals and opaque minerals are secondarily recognized.	
N-41	do	do	Micro-gabbro	Dark green grey rock with pyrite dissemination.	Holocrystalline. Plagioclase and uraltitized augite are main components. Mean grain size is 0.3mm. Epidote, actinolite, chlorite and opaque minerals are recognized as secondary minerals. Some of actinolite are very close to hornblende in chemical composition from strong pleochroism.	
N-43	do	Barcelona G. I.	Andesitic tuff breccia	Poorly sorted. Greenish grey, soft rock.	Abundant lithic fragments of andesitic rock and a few crystal fragments of plagioclase and clino-pyroxene compose this rock. The biggest fragment in this section is porphyritic augite andesite (20mm in size). The sorting is poor.	See PL-1 A
N-46	Salvacion	do	Andesitic coarse tuff	Grey, poorly sorted rock with pyrite dissemination.	Lithic fragments of andesite and augite basalt occur in a muddy matrix.	
N-48	do	do	Augite basalt	Dark green, hypocrystalline rock with pyroxene needles.	Holocrystalline and glomeroporphyritic textures are observed in this section. The former is composed of prismatic ~ tabular plagioclase (max 3mm in length), prismatic or xenomorphic clino-pyroxene (max 1mm in length) and opaque mineral (0.5mm in size). The latter occur in a felty matrix. Calcite, chlorite, albite and epidote are recognized as secondary products.	
N-50	do	do	Glassy tuff	Black glassy rock with rounded lithic fragments.	Abundant glass with perlitic texture and a bit of fragment (max 2mm in size). Druses develop in this rock.	
N-56	do	do	Fine grained Crystal tuff	Dark green, fine grained rock.	Crystal fragments of feldspar and clino-pyroxene (max 0.2mm in size) are welded with few argillaceous materials.	
N-57	Taon R.	Intrusives	Micro-gabbro dolerite	Greyish green rock with zeolite veinlets.	Idiomorphic plagioclase (max 2mm in length) and hypidiomorphic ~ intersertal clino-pyroxene (fair green) show almost holocrystalline texture. The grain sizes are not equal. Greenish brown clay minerals and laumontite are secondary produced.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
N-62	Taon R.	Intrusives	Micro-gabbro dolerite	Greyish green, holocrystalline. White acicular crystals.	Grain sizes vary very much. Holocrystalline. Main constituents are tabular, idiomorphic plagioclase and hypidiomorphic ~ intersertal clino-pyrite (augite). Much pumpellyite.	
N-74	do	Barcelona Group I.	Augite basalt	Pale greenish grey rock with pyroxene needles.	Prismatic plagioclase (1mm in length) and augite are scattered in a matrix of prismatic ~ clappers-like plagioclase (0.3 ~ 0.5mm in length), prismatic, pleochroic clino-pyroxene and glass. Much greenish brown clay minerals and a few zeolite (stilbite) are secondarily observed.	
N-76	do	do	Augite basaltic andesite	Grey, compact rock with white spots.	Polyporphritic. Phenocrysts of tabular plagioclase (1mm in length) and clino-pyroxene (6mm in length) occur in a matrix of plagioclase laths (max 0.5mm in length), weak pleochroic clino-pyroxene and dark green glass. A few ilmenite and magnetite. Laumontite and fair green fibrous mineral replace the glass and mafic mineral.	
N-79	do	do	Basic coarse tuff	Greenish grey rock with reddish brown lithic fragments.	Lithic fragments of basalt ~ andesite with phenocrysts of augite and ilmenite, and much crystal fragments of augite are welded with tuffaceous material.	
N-82	do	do	Lapilli tuff	Brownish grey rock with rounded lithic fragments.	Most of lithic fragments are tracky andesite and basalt. A matrix is very few.	
N-92	do	do	Porphyritic augite andesite	Black hard glassy rock with plagioclase phenocrysts.	Phenocrysts of tabular plagioclase (max 3mm in length) and augite (max 2mm in length) occur in a matrix of microcrystalline plagioclase, glass and opaque minerals. This rock is very fresh, as a whole, except that plagioclase is partially altered to brownish green clay mineral.	
N-93	do	Intrusive	Dolerite	Grey rock with pyroxene needles.	Phenocrysts of plagioclase (1mm $\pm$ in length) and clino-pyroxene (0.5mm in length) occur glomerophyritically in a matrix of tabular or prismatic, euhedral plagioclase (0.5mm in length) and intersertal, prismatic augite. Texture is holocrystalline. Secondary fibrous, brownish green clay mineral occurs.	See PL-3C

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
N-103	Eastern coast	Barcelona G. I.	Basic coarse tuff	Yellowish grey, soft rock with rounded lithic fragments.	Most of lithic fragments consist of basalt with intergranular texture. They are cemented by abundant carbonate.	
N-105	do	do	Andesitic ~ basaltic coarse tuff	Greyish green rock with angular lithic fragments.	Lithic fragments (max 6mm in size) mainly composed of trachy andesite and basalt are cemented by much carbonate and zeolite. Poorly sorted.	
N-106	do	do	Augite basalt	Yellowish green rock with calcite stringers.	Similar to N-110.	
N-110	do	do	Basaltic augite andesite	Dark grey rock with pyroxene needles.	Polyphyritic. Phenocrysts of plagioclase (max 3mm in length) and clino-pyroxene (max 2mm in length) occur in a matrix of acicular plagioclase (0.2mm in length) prismatic ~ granular clino-pyroxene (0.1 ~ 0.3mm in length), opaque minerals and glass. Clino-pyroxene has weak pleochroism. Brownish green clay minerals occur abundantly.	
N-112	do	do	Andesitic coarse tuff	Yellowish green, soft rock. Poorly sorted.	This rock is composed of several kinds of andesite fragments accompanying crystal fragments of augite. Most of matrix are altered to much zeolite.	
N-114	Salvacion	do	Andesitic fine tuff	Dark greenish grey rock with hematite bands.	Glassy material and crystal fragments of plagioclase are embedded in a tuffaceous matrix.	
N-118	do	do	Augite basalt	Dark grey, porphyritic rock.	Phenocrysts of plagioclase (max 4mm in length) and augite (max 0.7mm in length) are observed in a matrix of prismatic plagioclase (max 0.5mm in length), acicular pleochroic clino-pyroxene (quenched), magnetite, ilmenite and glass. It shows glomeroporphyritic texture. Greenish brown to greenish yellow clay mineral (Fe-saponite?) and calcite are also observed.	
N-119	do	do	Augite basalt	Dark greenish grey rock with pyroxene needles.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (max 2mm in length) and clino-pyroxene (2mm ± in length) occur in a matrix of acicular ~ prismatic plagioclase (max 0.3mm in length), prismatic ~ granular clino-pyroxene (max 0.3mm in size) and glass. Secondary minerals are albite, chlorite and brown glass.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
N-125	Salvacion	Barcelona C. I.	Augite basalt	Pale grey rock Abundant black columnar minerals.	Large phenocryst of columnar and platy plagioclase (1.5mm in length) and micro-phenocrysts of augite are scattered in a plagioclase laths (max 0.5mm in length) acicular clinopyroxene, ilmenite and glass. Pumpellyite and clay minerals are observed as secondary minerals.	
N-128	Taon R.	do	Basaltic andesitic coarse tuff.	Greyish green rock.	Similar to N-105.	
N-130	do	do	Augite basalt	Grey compact rock with gas pores.	Phenocrysts of columnar plagioclase and augite (max 1mm in length) are scattered in a glassy matrix.	
N-135	do	do	Aphyric andesite	Dark grey, compact rock.	Very few phenocrysts of augite (max 1mm in length) and plagioclase. Matrix is composed of plagioclase lath (0.2 ~ 0.3mm in length) altered glass, magnetite and ilmenite. Secondary minerals are epidote, actinolite and chlorite.	
N-139	Bahayan R.	do	Andesite	Bluish grey, aphyric rock with calcite stringers.	A few prismatic crystals (max 2mm in length) are scattered in a matrix of plagioclase laths (0.2 ~ 0.3mm in length, arranged regularly), minute granular magnetite and ilmenite. Although the crystals are thoroughly altered to calcite and chlorite, they are probably plagioclase.	
N-142	do	do	Andesite	Grey, rock with calcite network.	Phenocrysts are not so large that it is difficult to distinguish them from matrix. Larger crystals (1mm in length) of plagioclase, smaller prismatic plagioclase (0.5mm in length), glass (completely altered) and magnetite are constituent minerals. Secondary calcite, chlorite and albite are also observed. Calcite networks develop.	
N-145	do	Barcelona C. III	Andesite	Dark grey rock. Weakly chloritized.	Short columnar phenocrysts (1mm in length, plagioclase?) are completely altered to chlorite and calcite. A matrix is composed of plagioclase laths (0.2mm in length, mostly altered to calcite) and brown glass. Secondary minerals are chlorite, calcite and albite.	



Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
N-147	Bahayan R.	Barcelona G. III.	Aphyritic andesite	Partly grey rock with chlorite & calcite spots.	Phenocrysts are a few and tiny. They (plagioclase?) are altered to calcite and albite. A matrix consists of interwined plagioclase laths (max 1mm in length), altered glass and minute ilmenite. The plagioclase crystals show partly a radial aggregate. Secondary chlorite, calcite and albite are observed.	
N-155	Taon R.	Barcelona G. I.	Augite andesite	Grey compact rock.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (max 4mm in length) and prismatic ~ granular, weakly pleochroic clinopyroxene (max 0.4mm in length), acicular or granular clinopyroxene, opaque minerals (ilmenite and magnetite) and brown glass. Secondary calcite also exists.	
N-157	do	Intrusives	Dolerite	Dark grey medium grained rock.	Similar to N-110 but a little bit finer. A little amount of glass are observed.	
N-158	do	do	Micro-gabbro	Greenish grey, holocrystalline.	Similar to N-28	
N-162	do	Barcelona G. I.	Augite andesite	Greenish grey, porphyritic rock.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclases (1.5mm in length) and clinopyroxene (augite) occur in a matrix of prismatic clappers-like plagioclase (0.1 ~ 0.4mm in length), yellowish brown glass and ilmenite. Brownish green clay minerals are recognized as secondary mineral. Phenocrysts of plagioclase are mostly altered except the rim of the crystal.	
N-166	Mangagoy	do	Aphyritic andesite	Brownish grey rock with calcite druses.	Similar to N-147	
N-167	do	do	Basaltic coarse tuff	Brown, fragile rock with lithic fragments.	This rock is mainly composed of essential fragments of basalt ~ dolerite. Limestone fragments are also observed.	
N-171	Bislig Bay	do	Basaltic coarse tuff	Pale greenish grey. Well sorted.	Similar to N-167.	
N-177	Denipas	do	Aphyritic andesite	Darkgreen, glassy rock with much amygdals.	Similar to N-147 but amygdals are more than in N-147.	See PL-1B

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
N-183	Denipas	Intrusives	Gabbro ~dolerite	Greyish green, holo crystalline rock.	Holocrystalline rock composed of prismatic ~ tabular, strongly idiomorphic plagioclase (max 2mm in length), hypidiomorphic ~ intersertal clino-pyroxene and a few biotite. It shows an ophitic texture. Brownish green clay minerals are recognized.	
N-188	Eastern coast	do	Gabbro	Grey, holocrystalline rock.	Coarse grained holocrystalline. Main constituents are prismatic ~ tabular idiomorphic plagioclase (2mm in length) and hypidiomorphic ~ intersertal clino-pyroxene. Brownish green clay minerals occur as secondary minerals.	
N-192	do	Barcelona C. I.	Augite basalt	Black compact rock with white and black needles.	Phenocrysts of plagioclase (1mm ± in length) and colorless clino-pyroxene (max 3mm in length) are observed. A matrix consists of prismatic ~ clappers-like plagioclase (0.1 ~ 0.2mm in length) and intersertal clino-pyroxene. The texture is almost holocrystalline. The clino-pyroxene is probably Ti-ferous because of brown in color and hour-glass structure. Calcite, chlorite and pumpellyite are recognized as secondary minerals.	See PL-1C
F-3	Alteration zone	Intrusives	Dolerite	Dark grey, holocrystalline rock.	Crystals of plagioclase (4mm in length) occur in a matrix of feldspar laths with intersertal augite, magnetite and biotite. Secondary minerals are pale green clay mineral, sericite, zeolite and chlorite.	
F-5	do	Barcelona C.II.	Two pyroxene andesite	Dark green, hypocristalline rock.	Phenocrysts of euhedral plagioclase (An 45 ~ 50), augite and hypersthene are in a felt matrix of plagioclase laths (0.1mm in length) with magnetite and glass.	See PL-2B
F-7	do	Intrusives	Altered dacite	Grey siliceous rock with pyrite grains.	Phenocrysts of plagioclase (altered partially to calcite), mafic minerals (altered completely to calcite and chlorite) and corroded quartz are in an aggregate of alkali feldspar, quartz and calcite.	
F-13	do	do	Olivine augite gabbro	Greenish grey, holocrystalline rock.	Holocrystalline. Euhedral plagioclase, intersertal augite and granular olivine (altered to chlorite) are the main constituents. Similar to F-3. Secondary minerals are pleochroic green-colored clay mineral, sericite and kaolinite.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
F-14	Alteration zone	Intrusives	Olivine augite gabbro	Greenish grey, holocrystalline rock.	Similar to F-13. There is a small amount of biotite. Two type of clay minerals, that is dark green colored and yellowish brown colored minerals, can be observed.	See PL-4C
F-16	do	do	Olivine augite gabbro	do	Similar to F-13. Plagioclase is partially altered to kaolinite and alkali feldspar.	
F-17A	do	Barcelona G.II.	Andesitic tuff	Grey rock with lithic fragments.	Subangular grains of trachy andesite and amygdaloidal andesite (1 ~ 2mm in diameter) are cemented by argillaceous material.	
F-17B	do	do	Augite andesite	Dark green, hypocrystalline rock.	Texture is quite similar to F-5. Hypersthene is absent.	
F-25	do	Intrusives	Hornblende dacite	Grey compact rock with white spots.	Phenocrysts of plagioclase (8mm in length), hornblende (2mm in length) and rounded quartz (0.5mm in diameter) are in an altered matrix composed of plagioclase, quartz, chlorite and opaque mineral. Green colored clay mineral is observed in shape of feather.	
F-26	Alteration zone	Barcelona G.II.	Augite andesite	Grey, altered hypocrystalline rock.	Similar to F-17B but a little bit coarser. Phenocrysts of plagioclase 4mm in length are in a felty matrix which is composed of plagioclase microlite, opaque and glass. Few secondary minerals.	
F-27	do	do	Altered andesite	Pale grey, altered porphyritic rock.	Strongly altered. Phenocrysts are completely changed to calcite and sericite. Matrix is an aggregate of 0.02mm sized quartz, clay mineral and opaques (mostly pyrite).	
F-32	do	do	Augite andesite	Bluish grey, altered rock.	Phenocrysts of zoned and twinned plagioclase (3mm in length), granular augite (2 ~ 3mm in size) and opeque are in a felty trachytic matrix of plagioclase laths (0.05mm in length), glass and opaque minerals. Texture is like to F-5. Pleochroic, green mineral occurs as a secondary product.	
F-35	do	do	Augite basalt	Grey rock.	Phenocrysts of plagioclase (maximum 4mm in length), granular augite and mafic minerals (completely replaced by calcite) are in a matrix of plagioclase laths, granular augite, magnetite, ilmenite and glass. Plagioclase is partially decomposed to calcite and sericite.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
F-37	Alteration zone	Barcelona G. II.	Augite andesite	Brownish grey, porphyritic rock.	Phenocrysts of plagioclase (1 ~ 4mm in length), augite (partially altered to calcite and chlorite) and quartz occur in a matrix of plagioclase laths, brown glass and magnetite. Texture shows felty and resembles F-5.	
F-41	do	Mangagoy F.	Limestone	Ocher rock.	Chips of andesite, clay and coral are cemented by calcite.	
F-42	Hagamitan R.	Barcelona G. II.	Augite basalt	Dark green, rock.	Phenocrysts of zoned and twinned plagioclase (An55) and augite (0.5mm in size) occur in a matrix of plagioclase laths and glass. Texture is rather andesitic than basaltic.	
F-43	do	Intrusives	Dolerite	Dark green, rock.	HolocrySTALLINE. Euhedral plagioclase (0.2mm in length), granular or intersertal augite, chlorite and opaque minerals are main constituents. Some plagioclase crystals are replaced by pleochroic green colored clay mineral (Fe-saponite?).	
F-44	do	Mangagoy F.	Limestone	Pale brown, rock.	Chips of plagioclase and pyroxene crystals are cemented by calcite. The crystals are also replaced by calcite. No visible fossils.	
F-46	do	Barcelona G. II.	Augite basalt	Green and red, altered rock.	Very few phenocrysts of rectangular plagioclase and granular augite are in a matrix of plagioclase lath (0.1mm in length), granular or intersertal augite and brown glass. Ilmenite and magnetite are accessories. Pale yellowish green, pleochroic clay mineral occurs as a secondary mineral.	
F-48	Alteration zone	Barcelona G. I.	Altered andesitic rock	Greenish grey, altered rock.	Secondary quartz, alkali feldspar, calcite, chlorite, epidote, magnetite and ilmenite make up this rock. Alteration is too strong to distinguish original minerals. Some epidote-calcite-quartz stringers exist.	
F-49	do	Intrusives	Dolerite	Grey, holocrySTALLINE rock.	Fine grained holocrySTALLINE rock. Sericitized plagioclase, intersertal augite, magnetite and biotite are essential minerals. Secondary minerals are calcite, chlorite and sericite.	
F-50	do	Barcelona G. I.	Altered basalt	Dark green, compact rock.	Aggregate of pyrite, sericite and chlorite. A few amounts of epidote is also visible.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
F-51	Alteration zone	Barcelona G.II.	Augite andesite	Grey, porphyritic rock.	Phenocrysts of chloritized and sericitized plagioclase (5mm in length) and augite (1 ~ 2mm in size) are in a matrix of plagioclase laths, intersertal augite and magnetite. Flakes of biotite are arranged regularly in the matrix. Secondary minerals are calcite, chlorite and pumpellyite.	
F-52	Lingig R.	Barcelona G.III.	Andesitic tuff	Dark grey, coarse grained rock.	Well sorted tuff. Grains (1 ~ 2mm in size) of glassy andesite, clinopyroxene and opaque minerals are cemented by secondary calcite and chlorite.	
F-62A	do	do	Augite basalt	Greyish green, altered rock.	The matrix is composed of lath-shaped plagioclase (less than 0.3mm in length), needle-like augite and fair green clay mineral (celadonite). Phenocrysts are abundant plagioclase crystals (2mm in length) and a few amount of broken augite. Acicular ilmenite is also present.	
F-63	do	do	Sheared andesitic tuff	Dark brown rock with white patches.	Rock fragments of trachy andesite, glassy andesite, amygdaloidal basalt and chips of plagioclase, quartz and augite are enclosed in an argillaceous matrix.	
F-70	do	do	Augite basalt	Dark grey, porphyritic rock.	Euhedral plagioclase crystals (An 70, 2mm in length) occur in a felt matrix of needle-like augite, plagioclase (both less than 0.1mm in length), brownish clay and magnetite. Brownish green clay mineral fills the crack of augite. This rock is very fresh and resembles F-62A in texture.	
F-73	do	do	Dolerite	Dark grey, porphyritic rock.	Glomerophyritic plagioclase crystals (1mm in length) are in a matrix of plagioclase laths (0.5mm in length) and intersertal augite which show a doleritic texture. Brownish green clay minerals replace pyroxene along fissures. Fe-saponite also exists.	
F-74	do	Intrusives	Augite basalt	Dark grey, porphyritic rock.	Large plagioclase phenocrysts (An55, 4mm in length) are in a matrix of plagioclase laths (0.3mm in length), mafic minerals (altered to chlorite and ceradonite) and glass.	
F-75	do	do	do	Grey, compact rock.	Phenocrysts of plagioclase (4mm in length) and granular augite (0.4mm in size) occur in an altered matrix of plagioclase laths (0.3mm in length), granular augite, chlorite and magnetite. Secondary minerals are calcite and chlorite.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
F-81	Lingig R.	Mangagoy F.	Dolerite	Reddish grey, porphyritic rock.	Phenocrysts are composed of tabular plagioclase and augite. Plagioclase laths (0.3mm in length), brown clay mineral after pyroxene?, and magnetite make up this groundmass.	
F-84	do	do	Hornblende dacite	Dark green, altered rock.	Brownish green clay mineral (Fe-saponite) has replaced phenocrysts of plagioclase (2mm in length) and hornblende. The matrix of plagioclase laths (0.5mm in length) and brownish green clay mineral and a few quartz shows pilotaxitic texture.	
F-85	do	do	Pumice tuff	Yellowish white, poorly sorted rock.	Fragments (2 ~ 4mm in size), of tuff, plagioclase and pumice are embedded in an argillaceous materials.	
F-88	do	Barcelona C. III.	Andesitic tuff	Well sorted, yellowish grey rock.	Angular chips of plagioclase, hornblende and pyroxene, and rock fragments of limestone and aphyric andesite are enclosed by brown clay mineral. Well sorted.	
F-89-93A	Road	Bislig F.	Augite basalt	Greyish brown, porphyritic rock.	Large phenocrysts of tabular plagioclase (10mm in length) and granular augite (4mm in size) occur in a matrix of acicular plagioclase, augite and brown glass. The texture shows this rock was quenched by water.	See PL-3B
F-93B	do	do	Siltstone	Greenish blue, compact rock.	Aggregate of very fine grained particles (less than 0.01mm in diameter).	
F-93C	do	do	Augite basalt	Greyish brown, glassy rock.	Phenocrysts of plagioclase (An60) occur in a matrix of tabular albite grains with intersertal augite and brown glass.	
F-126	Alteration zone	Intrusives	Micro-gabbro	Dark green rock.	The main constituents are plagioclase (3 ~ 4mm in length, An55), granular or anhedral augite (1mm in size). Biotite and magnetite are accessories. Secondary minerals are chlorite and brownish yellow clay mineral.	
P-1	do	do	Biotite gabbro	Dark green, medium grained rock.	Holocrystalline. Tabular plagioclase (An50 ~ 55, 4mm in length), ophitic augite and a little biotite. Granular opeque minerals are also present. Secondary minerals are brownish green clay mineral. Alteration is very weak.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
P-2	Alteration zone	Intrusives	Biotite gabbro	Greenish gray, medium grained rock.	Holocrystalline. Similar to P-1. Plagioclase (An65 ~ 70, maximum 4mm in length), ophitic augite and a little biotite are main constituents. Green clay mineral is also observed.	
P-4	do	Barcelona C.III.	Augite andesite	Yellowish green rock with zeolite lens.	Very fresh. Phenocrysts of twinned plagioclase (2mm in length), bipyramidal augite (1mm in size) are in a matrix of plagioclase microlites, opaque mineral, chlorite and brownish glass. Acicular ilmenite can be seen.	
P-5	do	Barcelona C.II.	Altered andesite	Yellowish grey rock.	Phenocrysts of plagioclase are changed to alkali feldspar. Ground mass, composed of plagioclase laths (0.2mm in length), glass and clay minerals, is strongly altered. Zeolite and sericite are secondary products.	
P-11	do	Barcelona C. I.	Augite andesite	Dark, glassy rock with white spots.	Similar to P-4. Augite and plagioclase phenocrysts are embedded in a matrix of plagioclase microlite and glass. Some amygdules in the matrix are filled with calcite. Secondary minerals are calcite, chlorite and pumpellyite.	
P-12	do	do	Dolerite	Dark grey, coarse grained rock.	Plagioclase (0.5mm in length), ophitic augite and abundant opaque minerals. Fleochroic, yellowish brown colored clay mineral and a few epidote are present. Secondary minerals are chlorite, epidote and brown clay minerals.	
P-13	do	Intrusives	Altered dacite	Greenish gray, soft rock with white & green spots	There is a few phenocrysts of plagioclase (4mm in length, altered to sericite and alkali feldspar completely) and granular quartz (2mm in size) in a matrix of secondary alkali feldspar, opaque minerals and glass.	
P-15	do	Barcelona C.II.	Augite andesite	Black, glassy rock.	Phenocrysts of zoned and twinned plagioclase and granular augite are scattered in a felty matrix of plagioclase microlite and glass. Very few secondary minerals.	
P-17	do	Intrusives	Altered dacite	Greyish green, soft rock with pinkish white clay.	Strongly altered. Secondary minerals are kaolinite, sericite, calcite, chlorite and quartz. Corroded quartz (2mm in size) is present.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
P-18	Alteration zone	Barcelona G.II.	Altered dacite	Grey, hard rock with white spots.	Strongly altered. Sericite, calcite and kaolinite occur as secondary products.	
P-19	do	do	Altered dacites	Grey, hard rock with white spots.	Strongly altered. Plagioclase and mafic minerals are replaced by sericite kaolinite and calcite.	
T-5	do	Intrusives	Altered hornblende dacite	Grey, porphyritic rock with brown druses.	Porphyritic texture. Phenocrysts are composed of corroded quartz, plagioclase (partially altered to sericite and carbonate), hornblende (completely altered to carbonate, chlorite and partially sericite) and opaque minerals accompanying with titanite. A matrix consists of micro-granular quartz showing a mosaic texture, prismatic plagioclase (mostly altered to sericite), granular opaque minerals and a few titanite.	
T-6	do	do	Altered hornblende andesite	Green, porphyritic rock with weak pyrite dissemination.	Porphyritic texture. Phenocrysts are composed of plagioclase (partially altered to carbonate and sericite), hornblende (mostly altered to chlorite and sericite) and a few opaque mineral. A matrix consists of prismatic plagioclase (partially altered to sericite and carbonate), a few quartz, chlorite and opaque minerals.	
T-8	do	do	Altered hornblende dacite	Green andesitic rock.	Similar to T-5.	
T-10	do	do	Altered dacite	Gray hard rock with silicification and pyritization.	Strongly altered porphyritic rock. Silicification, sericitization and sulfide dissemination. Phenocrysts of sericitized plagioclase (max 1mm in length) are in a matrix of irregularly shaped quartz with mosaic texture and intersertal sericitized plagioclase. Quartz veinlets (1mm ~ 2mm in width) and pyrite dissemination are commonly observed.	
T-11	do	Ore	Dacite	Dense aggregates of pyrite grains.	Aggregates of anhedral pyrite grains in quartz. In pyrite grains, irregularly spaced shrinkage cracks are developed suggesting the colloidal deposition. No other sulfides are present.	See PL-5A
T-12	do	Intrusives	Altered dacite	Gray, strongly altered, porphyritic rock.	Porphyritic texture. Phenocrysts of corroded bipiramidal quartz, plagioclase (completely altered to sericite, max 5mm in length), mafic minerals (altered to sericite and opaque minerals), opaque mineral (cubic in shape) and a few titanite (rhombic, brown, very high in interference color) occur in a matrix of abundant granular quartz, intersertal plagioclase (altered to sericite) and opaque mineral (pyrite).	



Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
T-13	Alteration zone	Intrusives	Altered hornblende	Gray, strongly altered, porphyritic rock.	Porphyritic texture. Phenocrysts are composed of sericitized plagioclase, corroded quartz (2mm in diameter) and chloritized hornblende. A matrix consists of much micro-granular quartz showing mosaic texture and plagioclase (mostly altered to sericite), chlorite (after mafic minerals) and a few granular opaque mineral.	See PL-4A
T-14	do	Ore	Dacite	Dissemination of sulfide minerals in white, siliceous rock.	Very fine cubic pyrite crystals and aggregates of anhedral galena, sphalerite and chalcopyrite are disseminated.	See PL-5B
T-18	do	Ore	Mudstone?	Poor dissemination of very fine-grained pyrite in dark grey muddy material.	Very fine grained pyrite crystals are disseminated in quartzose matrix. Pyrite crystals are locally gathered to form the skeletal aggregates. No other sulfides are present.	
T-19	do	Intrusives	Altered hornblende dacite	Greenish grey, porphyritic rock.	Similar to T-5	
T-21	do	Ore	Dacite	Very fine sulfide grains of white to creamy yellow color are disseminated in grey muddy matrix.	Sulfide minerals comprise pyrite and marcasite. Pyrite is very fine grained, while marcasite forms radial, rounded aggregates of elongated crystals.	See PL-5C
T-22	do	Barcelona G.II	Andesitic tuff breccia	Dark grey rock.	Main constituents are crystal fragments, lithic fragments and cementing material. Crystal fragments: plagioclase (max 1mm in length, showing Calsbat or albite twinning) and short prismatic clino-pyroxene (showing relatively large extinction angle). Lithic fragments: several kinds of andesites such as porphyritic andesite and perlitic andesite. The cementing material is glassy (completely devitrificated to granular, colorless minerals).	
T-24	do	Intrusives	Altered dacite	Milky white compact rock with reddish brown limonite.	Phenocrysts of sericitized plagioclase (max 1.5mm in length) and mafic minerals (completely altered to sericite, muscovite and opaque minerals, max 0.6mm in length) occur in a matrix of irregular shaped quartz showing mosaic texture, intersertal sericitized plagioclase and opaque minerals.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
T-25	Alteration zone	Intrusives	Altered dacite	Grey, compact rock with goethite-quartz veinlets.	Altered porphyritic rock with quartz and goethite veins. Phenocrysts of sericitized plagioclase (max 2mm in length) are in a matrix of irregularly shaped quartz with mosaic texture, much intersertal plagioclase and tiny opaque minerals (granular to cubic in shape).	
T-27	do	Ore	Dacite	Pyrite and sphalerite are disseminated in a grey to white siliceous material.	Aggregate of anhedral crystals of sphalerite, galena and chalcopyrite are disseminated in a quartzose material. Cubic pyrite of very fine grain are also dispersed.	See PL-6A
T-28	do	do	Altered augite andesite	Green porphyritic rock.	Porphyritic texture. Twinned plagioclase (altered to chlorite and epidote) and mafic minerals (completely altered to chlorite, epidote and carbonate) are phenocrysts. A matrix is composed of prismatic plagioclase (arranged regularly), abundant granular opaque minerals and chlorite (pale green, after mafic minerals) accompanying irregular-shaped druses filled with chlorite and partially secondary quartz.	
T-30	do	do	Altered hornblende dacite	Greenish grey, porphyritic rock.	Similar to T-5.	
T-31	do	Barcelona C.II.	Sandy tuff	Green altered rock.	Crystal fragments are cemented by green colored mineral (chlorite or glauconite). They are composed of subrounded plagioclase (max 0.5mm in length), clino-pyroxene, biotite and chloritized hornblende.	
H-2	Lingig	Barcelona C.III.	Porphyritic augite basalt	Dark green, porphyritic rock.	Phenocrysts of corroded plagioclase (5 ~ 7mm in length) and glomeroporphyritic clino-pyroxene (max 1mm in size) occur in a matrix of acicular feldspar and clino-pyroxene (max 0.5mm in length). Secondary minerals are chlorite and brownish yellow clay minerals.	
H-3	Hagamitan R.	do	Augite basalt	Reddish grey rock.	Phenocrysts of plagioclase (1mm ± in length) and smaller clino-pyroxene occur in a matrix of needle-like or minute prismatic clino-pyroxene, intersertal feldspar (may be alteration product after glass) and needle-like ilmenite. Secondary minerals: albite, opaque mineral and pale brown clay minerals.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
H-4	Hagamitan R.	Barcelona G.III	Augite Basalt Doleritic basalt	Dark green rock	Phenocrysts of plagioclase (max 2mm in length) and smaller clinopyroxene, showing a glomerophyritic texture, occur in a matrix of plagioclase laths, needle-like or granular clinopyroxene and a bit of glass, accompanying needle-like ilmenite. Secondary minerals are chlorite, albite and brown clay minerals.	
H-5	do	Barcelona G.II	Augite basalt	Dark grey, hard rock.	Phenocrysts of plagioclase (max 3mm in length) and a few clinopyroxene with glomerophyritic texture occur in a matrix of prismatic ~ tabular plagioclase (0.1mm ± in length), needle like clinopyroxene and a bit of glass. A secondary mineral is chlorite.	
H-6	do	do	Lapilli tuff	Greenish grey, coarse grained rock.	Lithic fragments of perlite and several kinds of andesite (max 10mm in diameter), and crystal fragments of plagioclase and clinopyroxene make up this rock.	
H-7	Taon R.	Barcelona G. I	Augite basalt	Grey compact rock.	Except a few prismatic clinopyroxene (pleochroic, max 1mm in length), most of the phenocrysts which are prismatic and granular (1mm ± in length) in shape are thoroughly altered to albite, calcite and chlorite. The original minerals may be plagioclase and clinopyroxene. A matrix consists of tabular feldspar, needle-like clinopyroxene and a bit of glass. In addition to above mentioned minerals, pumpellyite and brownish clay minerals are also recognized as secondary minerals.	
H-8	do	do	Augite basalt	Grey amygdaloidal rock.	A few phenocrysts of plagioclase (max 1.5mm in length), clinopyroxene (max 1mm in length) and triangular or hexagonal shaped opaque mineral (max 0.3mm in diameter) occur in a matrix of prismatic plagioclase, needle like clinopyroxene and intersertal glass. Abundant amygdals filled with zeolite are also observed. Pumpellyite and brownish clay minerals are recognized as secondary minerals.	
H-11	Anibungan	Barcelona G.II	Fine grained crystal tuff	Greyish green rock	This rock consists of crystal chips (max 0.3mm in diameter) such as feldspar, pleochroic clinopyroxene and opaque minerals. They are cemented by brownish clay.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
H-12	Dahican	Barcelona G. I.	Augite basalt	Greyish brown rock.	Phenocrysts of plagioclase (2mm $\pm$ in length) and weakly pleochroic clinopyroxene (1mm $\pm$ in length) occur in a matrix of prismatic plagioclase (0.2 ~ 0.5mm in length), intersertal or granular clinopyroxene (0.2 $\pm$ in diameter) and glass accompanying minute needle-like clinopyroxene. As secondary mineral, brown colored clay mineral is recognized.	
H-13	do	do	Augite basalt	Pale brown weathered rock.	Similar to H-12.	
H-15	do	do	Amygdaloidal basalt	Dark green amygdaloidal rock.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (max 3mm in length) and short prismatic clinopyroxene (up to 2mm in length) occur in a matrix of minute clinopyroxene and glass. Secondary minerals are chlorite, calcite and pale ~ dark brown clay minerals. Abundant amygdals filled with greenish clay mineral are also observed.	
H-16	Tambog Point	do	Porphyritic augite basalt	Dark grey porphyritic rock.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (max 10mm in length) and tabular ~ granular clinopyroxene (max 1mm in diameter) with glomeroporphyritic texture occur in a matrix of lath-shaped plagioclase, granular or lath-shaped clinopyroxene (max 0.5mm in length), granular or needle-like opaque minerals (may be magnetite and ilmenite) and minute, needle-like clinopyroxene. A little chlorite is recognized.	
H-17	Lingig	Barcelona G. III	Doleritic augite basalt	Dark green rock.	It is micro-holocrystalline rock. Euhedral plagioclase (0.2 ~ 0.5mm in length), granular ~ intersertal clinopyroxene and opaque minerals are main constituents. Some parts are coarser grained (about 1mm in length). Some calcite, chlorite and epidote occur.	
H-18	do	do	Doleritic augite basalt	Dark green porphyritic rock.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (max 8mm in length) is recognized. A matrix is holocrystalline, consists of idiomorphic plagioclase (0.3mm $\pm$ in length), hypidiomorphic ~ intersertal clinopyroxene and opaque minerals. Secondary minerals of chlorite, pumpellyite and epidote are also recognized.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
H-19	Lingig	Barcelona C.III	Augite basalt	Greenish grey, hard rock.	Phenocrysts of plagioclase (max 3mm in length) and a few granular clino-pyroxene (about 0.3mm in length) occur in a matrix of lath-shaped plagioclase (max 0.2mm in length), lath-shaped or granular clino-pyroxene and abundant minute opaque minerals. Chlorite and pale brown clay minerals occur as secondary minerals.	
H-20	Mandug R.	do	Augite basalt	Dark grey, aphanitic rock.	Phenocrysts of prismatic plagioclase (up to 1.5mm in length), prismatic ~ granular clino-pyroxene (up to 1mm in length) and opaque mineral, partially showing glomeroporphyritic texture, occur in a matrix of needle-like or minute granular clino-pyroxene, intersertal feldspar (alteration product?) and glass. A bit of chlorite and brown clay minerals are secondarily produced.	
H-21	do	do	Dolerite	Dark green rock.	The phenocrysts consists of prismatic plagioclase (0.5 ~ 4mm in length), weakly pleochroic clino-pyroxene and ortho-pyroxene. A matrix consists of lath-shaped plagioclase (0.2mm ± in length), granular or intersertal clino-pyroxene and opaque minerals, and shows optitic texture. Brown clay minerals and a bit of chlorite are observed as secondary minerals.	See PL-3A
H-22	do	do	Augite basalt	Grey, amygdaloidal rock.	As phenocrysts, a few plagioclases (1 ~ 2mm in length) altered to albite are observed in a matrix of lath-shaped plagioclase (0.3mm ± in length) and opaque minerals. A matrix is almost holocrystalline. Secondary minerals are chlorite, albite, brown colored clay minerals and zeolite. Zeolite fills up amygdals scattered in the matrix.	
H-23	Hagamitan R.	Barcelona C.II.	Micro gabbro ~ dolerite	Yellowish grey, holocrystalline rock.	This rock is holocrystalline and consists of larger crystals (2mm ± in length) and smaller crystals (0.1mm ± in length) of plagioclase, clino-pyroxene and opaque minerals. In some parts it shows a gabbroic texture, in the other parts, a doleritic texture.	
H-24	do	do	Augite basalt	Greenish grey rock.	As phenocrysts, plagioclase (max 2mm in length) mostly altered to albite, and weakly pleochroic clino-pyroxene occur in a matrix of plagioclase laths (0.1 ~ 0.2mm in length), lath-shaped or granular clino-pyroxene, opaque minerals and glass. Secondary minerals are albite, calcite, chlorite and brown minerals. Zeolite also occurs in amygdals and veinlets.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
H-28	Hagamitan R.	Barcelona G.II.	Coarse grained tuff	Greenish grey, coarse grained rock.	Crystal fragments of clino-pyroxene, plagioclase and opaque minerals, and lithic fragments of several kinds of andesitic rocks make up this rock. The grains (0.5mm ± in diameter) are cemented by zeolite and the other clay minerals.	
H-30	do	Barcelona G.III.	Augite basalt	Dark grey aphanitic rock.	Phenocrysts of prismatic plagioclase (0.5 ~ 2m in length), granular clino-pyroxene (0.5 ~ 1.0mm in diameter) and opaque mineral (may be magnetite) occur in a matrix of needle-like or granular clino-pyroxene and intersertal feldspar. As secondary minerals are pumpellyite and chlorite.	
H-31	do	do	Augite basalt	Brownish grey altered rock.	Similar to H-30.	
H-34	Handamayan R.	Barcelona G.II.	Microgabbro ~ dolerite	Yellowish grey, altered holocrystalline rock.	Similar to H-23.	
H-36	do	do	Porphyritic augite basalt	Dark brown, porphyritic rock.	Similar to H-16.	
H-39	Hagamitan R.	do	Hornblende augite andesite	Pale green siliceous rock.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (0.5 ~ 3mm in length), strongly pleochroic hornblende (0.5 ~ 1mm in length, mostly altered to pumpellyite and the other minerals), weakly pleochroic clino-pyroxene, opaque minerals (0.5mm ± in diameter) and a bit of corroded quartz (1mm ± in diameter) are observed in a matrix of prismatic plagioclase (0.1 ~ 0.2mm in length), hornblende (up to 0.2mm in length), granular clino-pyroxene and glass (mostly altered to feldspar).	
H-40	Soriano Mine	do	Augite andesite	Dark grey, aphanitic rock.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (max 3mm in length) and clino-pyroxene (0.5mm in length) are observed. Partially they show a glomero-porphyrific texture. The matrix consists of minute clino-pyroxene, plagioclase (max 0.1mm in length) and glass, and shows a felty texture. As secondary minerals, chlorite and albite are recognized.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
H-41	Soriano Mine	Barcelona G. II.	Augite andesite	Dark green rock.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (2mm ± in length) and prismatic ~ granular clino-pyroxene (0.5 ~ 1mm in length) occur glomeroporphyritically. A matrix shows a felty texture composed of a bit of clino-pyroxene, feldspar and glass. Many amygdals (0.5 ~ 3mm in diameter) filled with chlorite and brownish clay minerals occur in this rock. Secondary minerals are chlorite and albite.	
H-42	do	do	Hornblende augite andesite	Pale blue, altered rock with hornblende phenocrysts.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (0.5 ~ 3mm in length), strongly pleochroic hornblende (0.5 ~ 1mm in length), weakly pleochroic clino-pyroxene, opaque minerals (0.5mm in diameter) and a bit of corroded quartz are observed in a matrix of prismatic plagioclase (max 0.2mm in length), hornblende (max 0.2mm in length), clino-pyroxene and glass. Some phenocrysts of plagioclase are partially altered to albite.	See PL-2A
H-43	do	do	Augite andesite	Reddish green, hypocrystalline rock.	Prismatic ~ tabular plagioclase (max 4mm in length) and prismatic ~ granular clino-pyroxene (max 1mm in diameter) are observed as phenocrysts. A matrix shows a felty texture composed of minute prismatic plagioclase, minute opaque minerals and glass. Secondary minerals of albite and calcite are recognized. Calcite veinlets are also observed.	
H-44	Hagamitan R.	do	Hornblende augite andesite	Greenish grey, porphyritic rock.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (max 2mm in length), clino-pyroxene (max 1mm in length), chloritized hornblende (max 1mm in length) and a bit of corroded quartz (max 2mm in diameter) are observed in a matrix of prismatic plagioclase, clino-pyroxene, hornblende and glass. Chlorite and albite are secondary minerals.	
H-45	do	do	Andesitic tuff breccia	Greenish grey, coarse grained rock.	This rock consists of lithic fragments (maximum 25mm in diameter) and cementing material. Several kinds of andesite make up the lithic fragments. The cementing material is fresh green mineral (may be glauconite).	
H-46	do	Intrusives	Augite dolerite	Greenish grey, hypocrystalline rock.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (3mm ± in length) and weakly pleochroic clino-pyroxene (max 1mm in length) are observed in a matrix of prismatic ~ tabular plagioclase (0.2mm ± in length), granular ~ intersertal clino-pyroxene and granular opaque minerals. The matrix is almost holocrystalline. Albite and chlorite are recognized as secondary minerals.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
H-47	Hagamitan R.	Barcelona C.II.	Strongly altered andesite site	Bluish grey, altered rock.	Phenocrysts of prismatic plagioclase (completely altered to calcite and albite, max 1mm in length), a bit of clino-pyroxene (0.3mm $\pm$ in length) and quartz (max 0.3mm in diameter) are observed in a felty matrix. Secondary calcite, albite and opaque minerals are recognized.	
H-48	do	do	Augite andesite	Dark green rock.	Phenocrysts of prismatic $\sim$ tabular plagioclase (max 1mm in length) and prismatic $\sim$ granular clino-pyroxene (max 2mm in length) occur in a matrix. Partially, they show a glomeroporphyritic texture. The matrix shows felty texture and consists of minute plagioclase and glass. Secondary albite is recognized.	
H-50	do	Barcelona C.III.	Doleritic basalt	Pale green, altered rock.	Phenocrysts of prismatic $\sim$ tabular plagioclase (0.5 $\sim$ 1mm in length) partially showing a glomeroporphyritic texture and a bit of prismatic clino-pyroxene are observed in a matrix of lath-shaped plagioclase and granular or needle like clino-pyroxene. Secondary minerals are albite and pumpellyite.	
H-51	Hanipa'an R.	do	Augite basalt	Greenish grey rock.	Phenocrysts of prismatic $\sim$ tabular plagioclase (1 $\sim$ 2mm in length) and clino-pyroxene occur in a matrix of prismatic or needle-like plagioclase and needle-like or granular clino-pyroxene (0.5mm $\pm$ in length). Small amygdals filled with zeolite are recognized abundantly.	
H-52	do	do	Augite basalt	Brownish grey rock.	Phenocrysts of prismatic $\sim$ tabular plagioclase (0.5 $\sim$ 2mm in length) and clino-pyroxene (0.5 $\sim$ 2mm in length) occur in a matrix, partially showing glomeroporphyritic texture. The matrix consists of prismatic $\sim$ needle-like plagioclase (max 0.2mm in length), needle-like or granular clino-pyroxene and glass. Secondary minerals are Chlorite, pumpellyite and albite.	
H-53	do	do	Two-pyroxene basalt	Greenish grey rock.	Phenocrysts of prismatic $\sim$ tabular plagioclase (0.5 $\sim$ 2mm in length), clino-pyroxene (0.5 $\sim$ 2mm in length) and pleochroic orthopyroxene (0.5 $\sim$ 2mm in length, mostly altered to pale brown clay mineral) occur in a matrix, partially showing glomeroporphyritic texture. The matrix consists of prismatic plagioclase, needle-like or granular augite, cubic opaque mineral and glass. Pumpellyite, chlorite, albite and pale brown clay mineral are recognized as secondary minerals.	See PL-2C



Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
H-54	Hanipa'an R.	Barcelona G. III.	Augite basalt	Greenish grey rock.	Similar to H-52.	
H-55	do	do	Augite basalt	Dark grey, compact rock.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (1 ~ 2mm in length) and prismatic ~ granular clino-pyroxene (1 ~ 3mm in length) occur in a matrix. The matrix consists of prismatic plagioclase, granular ~ intersertal clino-pyroxene, granular opaque mineral. There is no needle-shaped clino-pyroxene. Secondary minerals are chlorite, pumpellyite and albite.	
H-56	do	do	Augite basalt	Greenish grey rock.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (0.5mm ~ 3mm in length) and prismatic clino-pyroxene (0.5 ~ 1mm in length) occur in a matrix of needle-like clino-pyroxene (max 1mm in length), intersertal feldspar and a bit of opaque minerals. Epidote, pumpellyite and brown clay minerals are also recognized.	
H-59	Lingig R.	Barcelona G. III.	Augite basalt	Dark grey, hypocrySTALLINE rock.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase and prismatic granular clino-pyroxene (max 1mm in length, partially altered to calcite) occur in a matrix of needle-like plagioclase, needle-like or granular clino-pyroxene and glass.	
H-60	do	do	Augite basalt	Dark grey, compact rock.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (1mm ± in length) occur in a matrix. Partially they show glomeroporphyritic texture. The matrix consists of prismatic plagioclase (0.2mm ± in length) and needle-like or intersertal clino-pyroxene. Secondary minerals are albite, chlorite and pumpellyite. Fracture filling veinlets which are composed of zeolite and green clay mineral are also present.	
H-64	do	do	Augite basalt	Dark brown, porphyritic rock.	Phenocrysts of prismatic plagioclase (max 6mm in length, partially altered) occur in a felty matrix of needle-like or intersertal clino-pyroxene and other minute minerals. Chlorite and pale brown clay minerals are secondary minerals.	
H-65	do	do	Dolerite	Greenish grey, micro-holocrySTALLINE rock.	Fine grained holocrySTALLINE rock composed of prismatic ~ tabular plagioclase (0.5mm ± in length), granular or intersertal clino-pyroxene and intersertal opaque mineral. A secondary greenish yellow clay mineral is recognized.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
H-66	Lingig R.	Barcelona G. III.	Doleritic basalt	Greenish grey, amygdaloidal rock.	This rock consists of lath-shaped plagioclase (0.2mm in length) and lath-shaped or intersertal clino-pyroxene. In this rock, some amygdals (2mm $\pm$ in diameter) with zeolite are recognized. A pale brownish green colored clay mineral is secondary observed.	
H-67	do	do	Crystal tuff	Bluish grey rock.	This rock consists of crystal fragments such as plagioclase and clino-pyroxene. The sorting is very poor. Abundant amygdals (0.1mm $\pm$ in diameter) of zeolite occur in this section.	
H-69	do	do	Crystal tuff	Greenish grey, fine grained rock.	Similar to H-67.	
H-71	Pagangnan R.	do	Augite basalt	Bluish grey rock.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (partially altered to calcite, 1mm $\pm$ in length) and altered clino-pyroxene occur in a matrix of prismatic ~ tabular plagioclase (0.3mm $\pm$ in length) and intersertal clino-pyroxene. Calcite and chlorite are also recognized.	
H-72	do	do	Augite basalt	Dark grey, fine grained rock.	Phenocrysts of prismatic plagioclase ( $\pm$ 1mm in length, mostly altered to albite and chlorite) and prismatic ~ granular clino-pyroxene (max 1mm in length) are observed in a matrix of needle-like or granular clino-pyroxene and intersertal, pale green clay mineral (secondary product). The matrix is affected by weak abtltization.	
H-73	do	do	Augite basalt	Dark grey, aphanitic rock.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (strongly altered, 1.5mm $\pm$ in length) and granular clino-pyroxene (0.5mm $\pm$ in length, partially altered to calcite) occur in a matrix of lath-shaped plagioclase and needle-like or intersertal clino-pyroxene (altered to calcite and yellowish brown clay mineral).	
H-75	do	do	Augite basalt	Greenish grey, altered rock.	Similar to H-72. Yellowish brown clay mineral is recognized.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observation	Remarks
H-77	Hanipaan R.	Intrusives	Dolerite	Greenish grey, altered rock.	Strongly altered rock. Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase ( $\pm$ 2mm in length, mostly altered to prehnite, calcite and albite) and granular clino-pyroxene ( $\pm$ 0.5mm in diameter, relatively fresh), showing glomeroporphyritic texture, are observed in a matrix of prismatic plagioclase (completely altered to albite and the other secondary minerals) and intersertal clino-pyroxene (relatively fresh). The matrix shows holocrystalline texture. Other secondary mineral is brown colored clay mineral.	
H-78	do	Barcelona G. III	Dolerite	Dark green, doleritic rock.	Holocrystalline rock with some larger crystals. This rock consists of idiomorphic plagioclase (1mm $\pm$ in length), hypidiomorphic ~ intersertal clino-pyroxene and opaque minerals. Secondary mineral are calcite and green clay mineral.	
H-79	do	do	Dolerite	Brownish grey, amygdaloidal rock.	Phenocrysts of prismatic ~ tabular plagioclase (2mm $\pm$ in length, altered to albite) and granular clino-pyroxene (1mm $\pm$ in diameter) occur in a matrix showing doleritic texture) of lath-shaped plagioclase (0.5mm $\pm$ in length) and lath-shaped or intersertal clino-pyroxene. As secondary minerals, albite, prehnite, zeolite and brown clay minerals are observed.	
H-80	do	do	Dolerite	Grey rock.	Similar to H-78. Secondary mineral are much calcite.	
D1-37	DDH-No. 1 core	Barcelona G. I	Altered dolerite	Dark grey, compact rock with epidote stringers.	Plagioclase phenocrysts (altered to calcite, chlorite and epidote) are in a matrix of tabular plagioclase (0.4mm in length, An45 ~ 55), intersertal augite and opaque minerals. Much epidote and chlorite occur in massive or vein form.	
D1-50	do	do	Altered basalt	Greyish white rock with pyrite & epidote stringers.	Euhedral or subhedral crystals of plagioclase are embedded in a mesostasis of actinolite after pyroxene. Chlorite, a few epidote and calcite are secondary minerals.	
D1-95	do	do	Dolerite	Dark grey, compact rock with pyrite-quartz stringers	Ophitic texture. Ilmenite is an accessory. Actinolite (after pyroxene), chlorite, calcite and epidote are observed.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observation	Remarks
D1-115	DDH-No. 1 core	Barcelona G. I.	Dolerite	Grey, compact rock	Euhedral plagioclase (An45 ~ 50) and ophitic pyroxene (altered to actinolite, chlorite and epidote) are main constituents of this rock.	
D1-125	do	do	Dolerite	Dark grey, compact rock.	Ophitic texture. Actinolite after pyroxene, epidote, chlorite, calcite and brownish clay mineral. Resembling to D1-115.	
D1-133	do	do	Aphyric basalt	Greenish grey, fine grained rock with a few pyrite stringers	Aggregate of tabular plagioclase (0.2mm in length) and foliated or lamellar chlorite. Much chlorite, quartz, epidote and a few calcite occur as secondary products.	
D1-163	do	do	Dolerite	Dark green, a little bit coarser rock.	Euhedral plagioclase (An65, 1mm in length) and ophitic pyroxene or hornblende (altered to actinolite). Alteration minerals are chlorite, epidote and calcite. A few quartz-chlorite-calcite stringers.	
D1-177	do	do	Dolerite	Dark green, a little bit coarser rock.	Holocrystalline. Plagioclase and ophitic pyroxene or hornblende. Mafic minerals are altered to chlorite, actinolite and few carbonate.	
D1-195	do	do	Dolerite	Dark green, a little bit coarser rock.	Fine grained holocrystalline. Tabular plagioclase (less than 0.5mm in length) and chloritized ophitic pyroxene. Quartz, chlorite, calcite and pyrite are secondary minerals.	
D1-223	do	Intrusives	Quartz diorite	Greyish white, silicified rock with calcite stringers.	Euhedral plagioclase (An30, altered to sericite and kaolinite), chloritized biotite and anhedral quartz are main constituents. More than 50% of the field is occupied by granular quartz (0.02mm in size). Secondary minerals are sericite, kaolinite, chlorite and quartz.	
D1-245	do	do	Quartz diorite	Greyish white, silicified rock.	Subhedral plagioclase, granular quartz (1 ~ 1.5mm in size), foliated chlorite and secondary, irregular quartz. Accessory: sphene. Secondary minerals are sericite, kaoline and quartz which are derived from plagioclase.	
D1-250	do	do	Quartz diorite	Greyish white, strongly silicified.	Subhedral potash feldspar, plagioclase, quartz, pleochroic biotite and anhedral quartz are main constituent minerals. Gypsum fills up the fissures in these crystals. Secondary minerals are calcite, sericite, quartz and gypsum.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
D1-250	DDH-No. 1 core	Ore	Quartz diorite	Brecciated, chalcopyrite-gypsum network.	Fractured and brecciated chalcopyrite healed with gypsum.	See PL-6B
D2-40	DDH-No. 2 core	Intrusives	Quartz diorite	Medium grained, leucocratic rock.	Euhedral ~ subhedral zoned and twinned plagioclase (An50 average 1mm, maximum 8mm in length), biotite (partially altered to chlorite and epidote) and hornblende (weakly chloritized). Alteration is very weak.	See PL-4B
D2-106	do	do	Quartz diorite	Grey, fine grained rock.	Fine grained holocrystalline. Tabular plagioclase (An40, 0.5 1mm in length), foliated biotite and prismatic hornblende are essential minerals. Very weak alteration.	
D2-115	do	do	Quartz diorite	Leucocratic, medium grained rock.	The main minerals are plagioclase, quartz and mafic minerals. Plagioclase is partially altered to sericite, calcite and kaolinite, and mafic minerals to calcite and chlorite completely.	
D2-137	do	do	Diorite porphyry	Greenish grey, compact rock with green hornblende needles.	Large phenocrysts of plagioclase (8mm in length and altered to kaolinite, calcite and sericite) are in a fine grained mixture of secondary plagioclase. Alkali feldspar rims on plagioclase phenocrysts.	
D2-191	do	Intrusives	Quartz diorite	Medium grained, leucocratic rock.	Plagioclase (4 ~ 5mm in length), biotite and quartz. Hornblende is absent. Plagioclase has zoning and twinning textures and is partially altered to kaolinite and sericite.	
D3-61	DDH-No. 3 core	do	Diorite porphyry	Grey porphyritic rock.	Porphyritic texture. Phenocrysts consists of zoned and twinned plagioclase (An35 5mm in length) and hornblende (2mm in length). Groundmass is composed of plagioclase laths, epidote and quartz. Secondary minerals are calcite chlorite and epidote.	
D3-110	do	do	Dolerite	Dark grey compact rock.	Ophitic texture. Plagioclase (altered to alkali feldspar, 0.3mm in length), actinolite after augite, epidote and opaque minerals. Weak epidote-chlorite alteration.	
D3-174	do	Barcelona G. I.	Augite basalt	Dark green compact rock.	Phenocrysts of plagioclase (5mm in length, altered to alkali feldspar, actinolite and opaque) are in an altered matrix which is composed of alkali feldspar, chlorite and opaque minerals.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
D3-201	DDH-No. 3 core	Intrusives	Hornblende quartz diorite	Medium grained, leucocratic rock.	The main minerals are plagioclase (partially altered to sericite and epidote) and chloritized hornblende. Biotite is absent. Weak epidote-chlorite alteration.	
D3-244	do	Barcelona C. I.	Doleritic basalt	Dark grey.	Similar to D3-174 but a little bit coarser.	
D4-15	DDH-No. 4 core	do	Doleritic basalt	Dark grey compact rock.	Plagioclase (1mm in length) is altered to alkali feldspar, sericite and chlorite; mafic minerals to chlorite perfectly. Moderate chlorite-epidote alteration.	
D4-77	do	do	Dolerite	Coarse grained, grey rock.	Coarser than D4-15. Weak chlorite-epidote alteration.	
D4-96	do	Intrusives	Quartz diorite	Leucocratic, pyrite disseminated rock.	Subhedral plagioclase (3 ~ 4mm in length, partially altered to sericite), anhedral quartz and foliated biotite (partially altered to chlorite). No visible hornblende.	
D4-166	do	do	Porphyritic quartz diorite	Leucocratic I. C. =5%	Glomero-porphyrictic texture. Large plagioclase phenocrysts (3mm in length) occur in a fine grained matrix which is composed of plagioclase laths (0.5mm in length), biotite flake and anhedral quartz. Some plagioclase are partially altered to sericite, and kaolinite, and are rimmed by alkali feldspar.	
D4-142	do	do	Diorite porphyry	Grey porphyritic rock.	Similar to D3-61. Secondary quartz is observed.	
D4-186	do	do	Quartz diorite	Pinkish white rock.	Plagioclase, hornblende, quartz and biotite are principal minerals. Few secondary minerals.	
D5-28	DDH-No. 5 core	do	Altered dolerite	Greenish grey, compact rock.	Strongly altered. Plagioclase changes to an aggregate of alkali feldspar, actinolite and chlorite; mafic minerals to chlorite and actinolite.	
D5-77	do	do	Diorite porphyry	Medium grained, leucocratic rock.	A few large plagioclase phenocrysts (2mm in length) occur in an equigranular groundmass (0.5mm in size). Plagioclase (altered to sericite and kaolinite), brownish green hornblende and foliated biotite make up the groundmass. Color index is around 20%.	

Sample No.	Location	Group or Formation	Rock	Macroscopic features	Microscopic observations	Remarks
D5-147	DDH-No. 5 core	Intrusives	Quartz diorite	Greenish grey, fine grained rock.	Similar to D5-77. Large phenocrysts of plagioclase (An55, 13mm in length) and smaller crystals of plagioclase (0.5 ~ 1mm in length), brown biotite and anhedral quartz are main minerals. Plagioclase is partially altered to sericite, chlorite and kaolinite, and is rimmed by alkali feldspar. C. I. is less than 10%.	
D5-200	do	do	Quartz diorite	Fine grained, leucocratic, C. I. =25%	Similar to D5-77. A few part of plagioclase is altered to kaolinite. Hornblende is absent.	
D5-221	do	Barcelona G. I	Altered dolerite	Greenish grey, coarse grained rock.	Fine grained holocrystalline. Similar to D5-28. Mafic minerals are altered to chlorite, actinolite and epidote.	

Table I-2. Chemical analysis of rock samples

(A) Rock

Sample No.	Location	Formation	Rock	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	Total	
				%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
N-130	Taon R.	Barcelona Group (I)	Augite basalt	64.34	0.76	12.72	2.62	5.96	0.25	1.76	3.02	3.68	1.16	0.28	0.57	2.05	0.48	99.75	
P-15	Hagamitan R.	B.G. (II)	Augite andesite	56.65	0.69	15.45	2.03	4.78	0.12	4.84	8.09	2.20	1.06	0.22	-	2.87	0.86	99.86	
H-4	Lingig	B.G. (III)	Augite basalt	51.03	1.03	18.11	4.41	5.10	0.20	3.00	8.24	2.89	1.98	0.42	-	1.68	1.68	99.77	
P-19	Mahabo C.	Intrusives	Dacite	59.51	0.50	14.70	1.20	3.66	0.13	3.17	5.97	2.50	1.37	0.15	3.37	3.23	0.20	99.66	
D-5-52	Drill Hole No.5	do	Quartz diorite	64.34	0.50	15.71	1.88	3.34	0.07	2.58	3.92	3.91	1.09	0.18	-	2.24	0.14	99.90	
P-2	Camansi C.	do	Biotite gabbro	49.45	1.02	17.78	3.56	7.55	0.28	3.96	7.78	3.47	1.70	0.34	-	2.78	0.18	99.85	

(B) Mineralized rock

Sample No.	Location	Country rock	Au	Cu	Pb	Zn	BaSO <sub>4</sub>	SO <sub>3</sub>	S	Remarks
			%	%	%	%	%	%	%	
T-3	Mahabo R	Dacite	-	0.085	-	-	0.18	-	6.45	Very fine grained pyrite dissemination
T-4	do	do	-	0.094	-	-	-	-	9.04	Fine grained pyrite-quartz lens
T-11	do	do	0.1	0.16	-	tr	-	-	28.25	Pyrite dissemination, strongly silicified
T-14	do	do	0.2	0.02	0.05	0.37	-	-	0.50	Strongly silicified
T-17	Hagamitan R.	do	-	0.028	tr	tr	1.06	1.48	6.80	Pyrite-quartz stringers (float)
T-18	do	do	-	0.18	tr	tr	-	-	4.36	Strongly silicified and argillized
T-20	do	Augite andesite	-	0.14	-	-	0.10	-	5.68	Pyrite dissemination
T-21	do	do	-	0.56	-	tr	-	-	21.93	Strongly silicified, pyrite dissemination
T-27	do	do	0.2	0.12	0.30	0.32	-	-	1.82	Strongly silicified. Cp-Ga-Sph-Py dissemination



Table I-3. X-ray diffractive analysis

Sample No.	Location	Group of Formation	Rock	Mont	Mus.	$\alpha$ -Qz	Adul	Plag	Mag	Remarks
F-39	Alteration zone	Intrusives	Dacite	○		○	○			Strongly argillized
F-45	do	do	Dacite	○		○		○	○	do
P-10	do	do	Dacite	○		○				do
D-2-66	Drill Hole No. 2	do	Quartz diorite		○	○				Weak argillized

Remarks:

Mont : Montmorillonite  
Mus : Muscovite

$\alpha$ -Qz :  $\alpha$ -Quartz  
Adul : Adularia

Plag : Plagioclase  
Mag : Magnetite

Table I-4 K-Ar Age on the quartz diorite (DDH-No. 2 core)

Analytic No.	Mineral	K %	Sample wt. g	$^{36}\text{Ar}^T / ^{38}\text{Ar}$	$^{40}\text{Ar}^{\text{air}} / ^{38}\text{Ar}$	$^{40}\text{Ar}^R / ^{38}\text{Ar}$	$^{40}\text{Ar}^R / ^{40}\text{K}$	Air contamination %	Age M. Y.
1204	Hr + Bi	0.70	1.0281	0.01116	3.18792	5.68466	0.029983	35.76	454 ± 35
1222	Hr + Bi	0.75	0.8525	0.01029	2.93040	5.88017	0.033382	32.90	499 ± 34

Hr : hornblende,  $^{36}\text{Ar}^T$  : total argon 36,  $^{40}\text{Ar}^R$  : radiogenic argon 40,

Bi : biotite,  $^{40}\text{Ar}^{\text{air}}$  : atmospheric argon 40,

$$\lambda_e = 0.584 \times 10^{-10} \text{ yr}^{-1}, \quad \lambda\beta = 4.72 \times 10^{-10} \text{ yr}^{-1}.$$

Note: The K-Ar ages on quartz diorite in this hole are  $454 \pm 35 \times 10^6$  (late Ordovician) and  $494 \pm 34 \times 10^6$  (early Ordovician) years. Both figures are unexpectedly too old. In the case of that Ar in the hydrothermal solution or gas was trapped in the sample at the alteration time, the K-Ar age is measured older than true age. As the period of quartz diorite intrusion is very important to clarify the features of mineralization, further study will be desirable.

表Ⅲ-1 ダイヤモンドビット, リーミングシエル, ケーシングシュュービット仕様書

名称	サイズ	タイプ	植込量	マトリックス	ダイヤサイズ	ウォーターウェイ	個数	記	事
ビット	N X	NTQ・WL	750.00	E, Z, T <sub>1</sub>	1/8	6	25		
	B X	BTQ・WL	700.00	全上	1/8	4	35		
	A X	ATQ・WL	240.00	全上	1/8	4	20		
	計		1,690.00				80		
リーミングシエル	N X	NTQ・WL	52.80	D, Y, T <sub>0</sub>	1/8 ~ 1/8	6	8		
	B X	BTQ・WL	66.00	全上	1/8 ~ 1/8	4	11		
	A X	ATQ・WL	31.50	全上	1/8 ~ 1/8	4	7		
	計		150.30				26		
ケーシングシュュービット	N X	NX	100.00	D, Y, T <sub>0</sub>	1/8		5		
	B X	BX	75.00	全上	1/8		5		
	A X	AX	50.00	全上	1/8		5		
	計		225.00				15		
	合計		2,065.30				121		

表Ⅲ-2-1 ダイヤモンドビット使用状況表

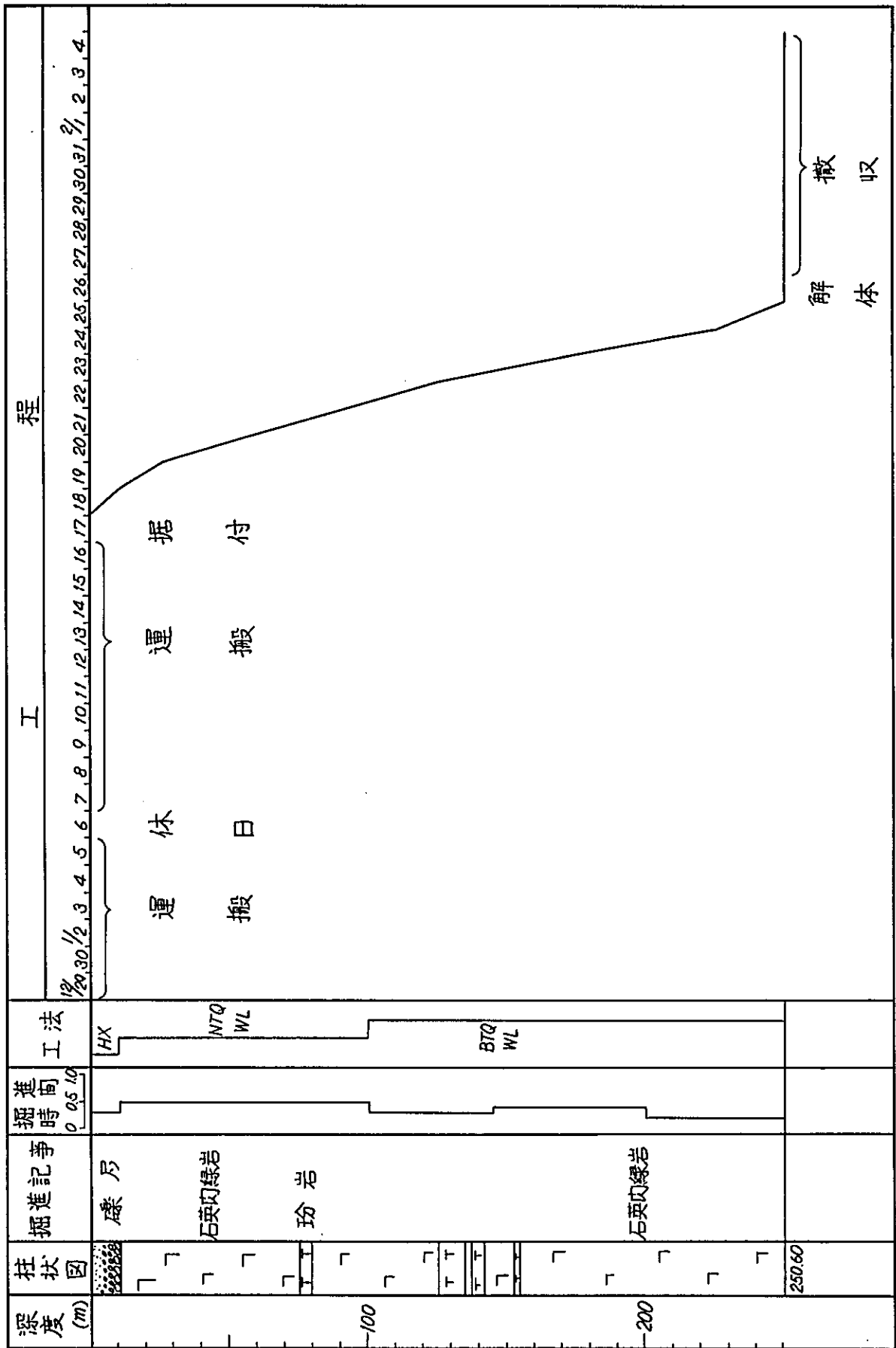
名称	サイズ	ビット No.	使用状況					計	記事
			1号孔	2号孔	3号孔	4号孔	5号孔		
ビット	NTQ・WL	8965		20.10				20.10	リセット
	"	8969				11.40		11.40	"
	"	8970		0.50	27.30			27.80	"
	"	8971			22.10			22.10	"
	"	8972				33.60		33.60	"
	"	8973				17.30		17.30	"
	"	8974			15.20			15.20	"
	"	8975	78.50				10.50	89.00	"
	"	8976				17.00		17.00	"
	"	8978			4.60		11.25	15.85	"
	"	V 5303				0.50	17.75	18.25	"
	"	V 5304					32.20	32.20	"
	"	V 5305		16.20				16.20	"
	"	V 5306			25.00			25.00	"
	"	V 5307		53.20				53.20	"
	"	SCTN 6				15.80		15.80	"
	BTQ・WL	V 5308					13.20	13.20	"
	"	V 5309				14.50		14.50	"
	"	V 5310				33.50		33.50	"
	"	V 5314					40.20	40.20	"
	"	V 5316			41.40			41.40	"
	"	V 5317					28.30	28.30	"
	"	V 5318	1.80					1.80	"
	"	U13942	44.60					44.60	放棄
	"	72391		65.90				65.90	リセット
	"	72397				20.80		20.80	"
	"	72398				19.90		19.90	"
	"	7916 - 1					49.90	49.90	"
	"	SCTB - 7					27.40	27.40	"
	"	AB - 2		51.90				51.90	"
	"	AB - 5			2.70			2.70	"
	"	AB - 6			52.00			52.00	"
	"	AB - 7				11.40		11.40	"
	"	AB - 8			51.20			51.20	"
	"	AB - 10		31.80				31.80	"
	"	AB - 12				48.00		48.00	"
	"	AB - 13					5.00	5.00	放棄
	ATQ・WL	V 5253	12.80					12.80	リセット
	"	U 13957	25.10					25.10	"
	"	U 13961	27.40					27.40	"
	"	CNC 1581	11.00					11.00	"
	"	MCAT 140-1	19.00					19.00	"
	"	U 13959	8.30					8.30	放棄
	"	U 13956	10.00					10.00	"
	計		238.50	239.60	241.50	243.70	235.70	1,199.00	

表Ⅲ-2-2 リーミングシエル, ケーシングシュービット使用状況表

名 称	サイズ	ビット No.	使 用 状 況						記 事
			1号孔	2号孔	3号孔	4号孔	5号孔	計	
リーミング シエル	NTQ・WL	V 3298		90.00	94.20	95.60		185.60	リセット
	"	V G 5331						94.20	"
	"	SCTNR-5	78.50				71.70	150.20	"
	BTQ・WL	700475		149.60				149.60	"
	"	SCR- 2			147.30			147.30	"
	"	SCR-12				148.10		148.10	"
	"	SCTBR-4	46.40				164.00	210.40	"
	ATQ・WL	SCTAR-2	68.50					68.50	"
	"	SCTAR-3	45.10					45.10	"
			238.50	239.60	241.50	243.70	235.70	1,199.00	
ケーシング シュービット	N X	SCNCP-2	0					1	リセット
	"	SCNCP-5					0	1	放 棄
	B X	SCBCP-4	0					1	リセット
	A X	SCACP-4	0					1	"
	計		3				1	4	



表 III - 4 2 号孔掘進実績表



表Ⅲ-5 3号孔掘進実績表

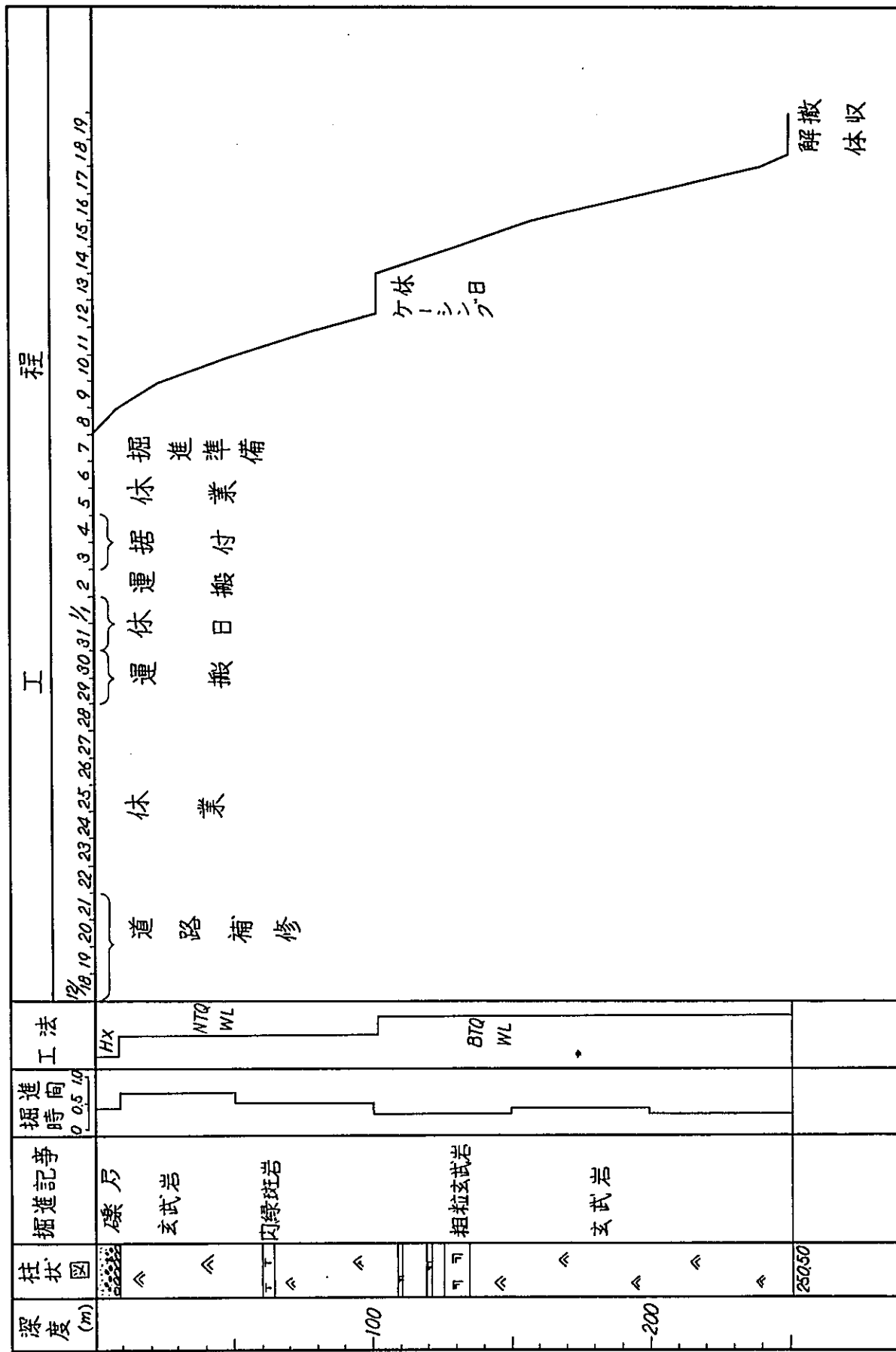




表 III - 6 4 号孔掘進史續表

深度 (m)	柱状图	掘進記号	掘進時間	工法	工程
			0.05.10	HX	1/20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	礫石	礫石			道路補修
	玄武岩	玄武岩		NTQ WL	運搬 据付
-100	肉緑岩	肉緑岩			
	玢岩	玢岩			
	肉緑岩	肉緑岩		BTQ WL	
-200	玢岩	玢岩			
	肉緑岩	肉緑岩			
251.20					解体 運搬

表 III-7 5号孔掘進実績表

