

フィリピン共和国カタンダウアネス地域  
資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

平成8年3月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

フィリピン共和国カタンダウアネス地域  
資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

平成8年3月

JICA LIBRARY



J 1128528 (5)

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

## は し が き

日本国政府はフィリピン共和国政府の要請に応え、同国の東部に位置するカタンドゥアネス地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、地化学探査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することにした。

本調査は平成5年9月より平成8年1月までの3ヶ年にわたって実施され、フィリピン共和国政府機関、環境天然資源省鉱山地球科学局の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は3ヶ年の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書となるものである。

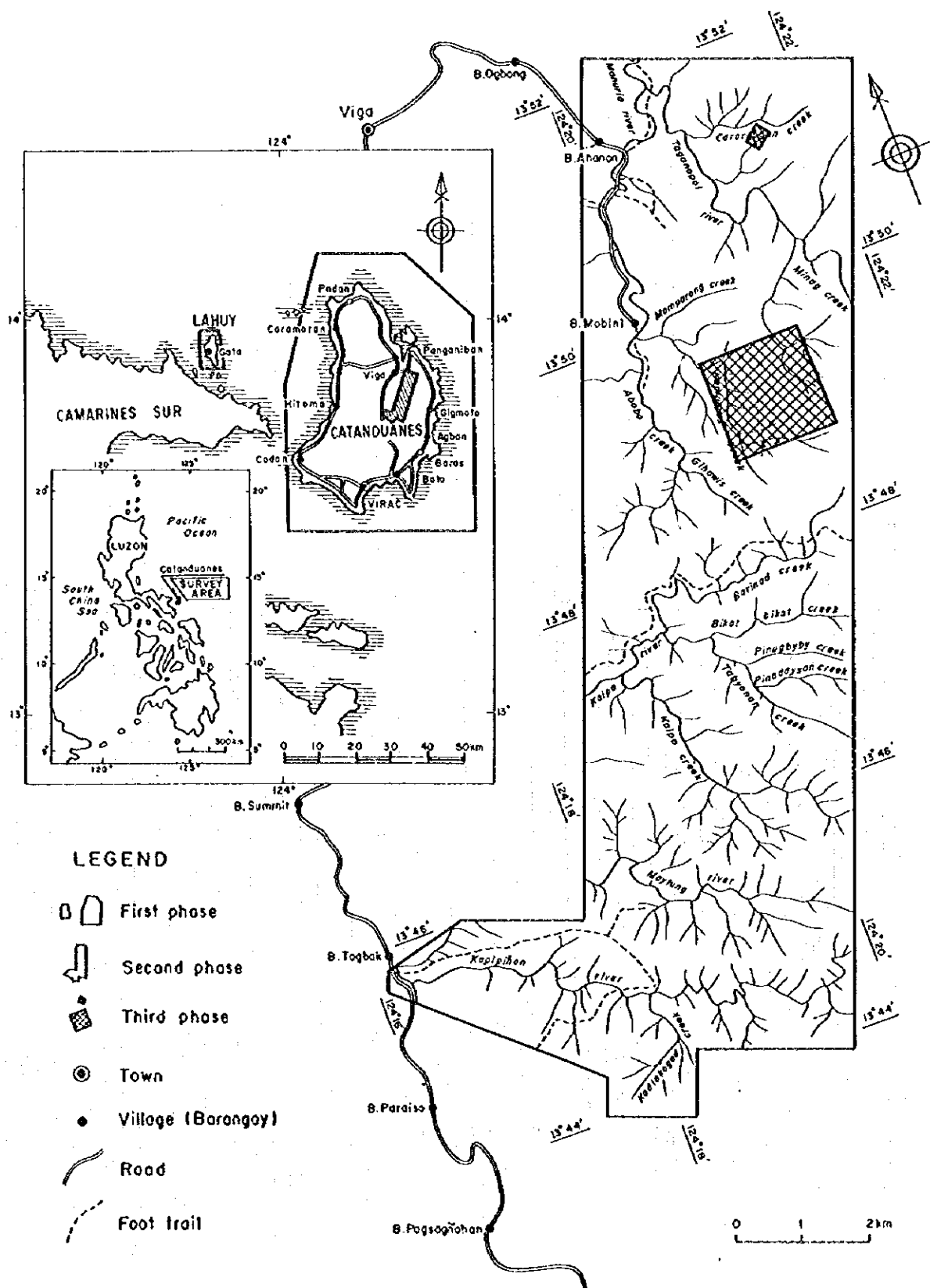
おわりに、本調査の実施に当たって御協力いただいたフィリピン共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在フィリピン共和国日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成 8年 1月

国際協力事業団  
総 裁 藤田 公 郎

金属鉱業事業団  
理 事 長 清瀧昌三郎

11285285



第 1 图 调查地域位置图

## 要 約

本調査は、フィリピン共和国カタンドゥアネス地域において、金・銅などの有用鉱物資源の賦存の可能性を確認することを目的として実施された。調査地域は、フィリピン共和国のカタンドゥアネス島及びラフィ島である。

調査地域の地質は、緑色片岩、超苦鉄質岩、変成火山岩類、白亜紀～第三紀の砕屑岩類及び石灰岩などで構成される。本地域の地質構造は、いくつかの衝上断層で特徴づけられ、これらは隣接するフィリピン海溝に平行する。調査結果は、以下のように要約される。

### 1. カタンドゥアネス島

第1年次調査の結果、カロロンガン地区、バト東方地区、ドゥグイトゥー地区及びバト川東方地区が有望地区として抽出された。

第2年次調査は、第1年次で有望地区とされたカロロンガン地区とバト川東方地区をまとめ、カロロンガン地域として調査を実施し、カロロンガン地区、タガノボル鉱微地、アナノン地区北部、カドラコゴッド地区及びカンバヤス地区が金鉱床の賦存ポテンシャルの高い有望地区として抽出された。

第3年次調査は、第2年次調査で抽出されたカロロンガン地区を対象にトレンチ調査及びボーリング調査、カンバヤス地区を対象に土地地化学探査を実施して次の結論を得た。

#### (1) カロロンガン地区

本地区の鉱床は、一部に高品位部が見られるものの全体としてはやや低品位で、かつ鉱化帯も小規模であり、現状では開発が難しいものと考えられる。しかしながら、本地区内においては、変斑れい岩が僅かな変質を被っただけで、0.1g/t以上の金品位に達しており、地域全体の金の賦存ポテンシャルは極めて高いと言える。

#### (2) カンバヤス地区

本地区において金の賦存ポテンシャルが最も高いのは、標高379mの山頂付近及びその南部のNNB-SSW系断層とE-W系断層の交差部付近と推定される。また、近傍には幅1mに達する優勢な石英脈が確認されており、金鉱床を形成する条件が揃っているため、物理探査並びにボーリング調査などの追加調査を実施することが望ましい。

さらに、本地区より東方のシクミル地域にかけては、金の地化学異常が広がっており、同様な鉱微地が賦存する可能性が極めて高く、引き続き地質精査及び地化学探査を実施することが望ましい。

### 2. ラフィ島

本調査では、第1年次に既知鉱微のある精査地域及び島全域を対象に地化学探査を実施し、次の結論を得た。

精査地域では、顕著な地化学異常が既知鉱微地に重複しており、金・銀・銅・鉛・亜鉛などの多金属鉱化作用の存在が推定される。しかしながら、鉱微地が海岸に接しているため、開発に際しては海水の侵入が予想される。

全島を対象とした調査では、ガタ東方、ゴゴン南西方及び本島南端部に地化学異常域が認められた。しかし、地化学探査の分析値は全体的に低く、コントラストが弱いため、地下浅所に稼行対象となるような鉱床が賦存する可能性は低い。

# 目 次

はしがき	
調査地域位置図	
要 約	
目 次	

## 第Ⅰ部 序 論

第1章 調査概要	1
1-1 調査地域及び調査目的	1
1-2 調査方法及び調査数量	1
1-3 調査期間及び調査員	6
第2章 従来 of 調査	8
2-1 既存調査結果	8
2-2 調査地域周辺の地質概要	9
第3章 調査地域の状況	10
3-1 位置及び交通	10
3-2 調査環境	10

## 第Ⅱ部 各 論

第1章 地質概説	15
第2章 カタンドゥアネス島	15
2-1 地 質	15
2-2 地化学探査	35
2-3 トレンチ調査	45
2-4 ボーリング調査	46
2-5 考 察	62
第3章 ラフィ島	66
3-1 地 質	66
3-2 地化学探査	70
3-3 考 察	72

## 第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結論 .....	74
1-1 カタンドゥアネス島 .....	74
1-2 ラフィ島 .....	76
第2章 将来への提言 .....	76
2-1 カタンドゥアネス島 .....	76
2-2 ラフィ島 .....	77
参考文献 .....	78

### 表

第 1 表 調査量一覧表 .....	4
第 2 表 カタンドゥアネス島の年間降水量 .....	11
第 3 表 カタンドゥアネス島の月別降水量 .....	11
第 4 表 カタンドゥアネス島の月別平均気温 .....	12
第 5 表 岩石の主成分及び微量成分分析結果 .....	28
第 6 表 火成岩類のK-Ar年代測定結果 .....	32

### 図

第 1 図 調査地域位置図 .....	2
第 2 図 カタンドゥアネス地域調査フローチャート .....	3
第 3 図 鉱床有望地区抽出フローチャート .....	11
第 4 図 カタンドゥアネス島の月別降水量の変化 .....	12
第 5 図 カタンドゥアネス島の月別平均気温の変化 .....	16
第 6 図 フィリピン群島における金鉱床区分分布図 .....	18
第 7 図 カタンドゥアネス島の地質図 .....	19
第 8 図 第2年次調査範囲の地質図 .....	20
第 9 図 カタンドゥアネス島の層序区分 .....	26
第 10 図 代表的な岩石試料の採取位置図 .....	29
第 11 図 T A S 図 .....	30
第 12 図 A C F 図 .....	30
第 13 図 M F A 図 .....	34
第 14 図 第2年次調査の鉱微地位置図 .....	38
第 15 図 第1年次調査の沢砂地化学異常値(Au)の区分 .....	39
第 16 図 第1年次調査の総合解析図 .....	39

第 17 図	第2年次調査の沢砂地化学異常値(Au)の区分	40
第 18 図	第2年次調査の総合解析図	41
第 19 図	第3年次調査(カンバヤス地区)の総合解析図	44
第 20 図	カロロンガン地区トレンチ及びボーリング調査位置図	47
第 21 図	トレンチ調査図(1)～(5)	48
第 22 図	カロロンガン地区の地質及び鉱微分布図	53
第 23 図	ボーリング孔の地質断面図(1)～(7)	55
第 24 図	ラフィ島の地質図	67
第 25 図	ラフィ島の精査地域地質図	68
第 26 図	ラフィ島の精査地域総合解析図	71
第 27 図	ラフィ島の概査地域総合解析図	73



# 第 I 部 序 論

# 第 I 部 序 論

## 第 1 章 調査概要

### 1-1 調査地域及び調査目的

日本国政府は平成5年から3年間にわたり、フィリピン共和国東部ビコール(Bicol)地方カタンドゥアネス(Catanduanes)県カタンドゥアネス島と、カムリネス南(Camarines Sur)県ラフィ(Lahuy)島において、資源開発協力基礎調査を実施した(第1図)。

カタンドゥアネス島は、ビコール半島北東沖に位置する南北60km、東西30km、面積1,550km<sup>2</sup>のイチジク型の島である。

ラフィ島は、ビコール半島北東沖に位置する南北9km、東西4km、面積20.1km<sup>2</sup>の南北に細長い小島である。

本調査は、調査地域の地質及び地質構造と鉱化作用並びに地化学特性との関係を総合的に把握することにより、金・銅などの鉱床を発見することを目的とした。

### 1-2 調査方法及び調査量

第1年次調査では、まず調査対象地域全体について、地質調査、沢砂・土壌による地化学探査を実施した。第2年次調査では、これらの結果から抽出された有望地域について、地質精査及び沢砂・土壌による地化学探査(精査)を行った。さらに第3年次調査では、有望地区を絞り込み、トレンチ、ボーリング及び土壌地化学探査(精査)を実施した。これらの作業内容及び鉱床有望地区の評価の流れは、第2図、第3図に示した。

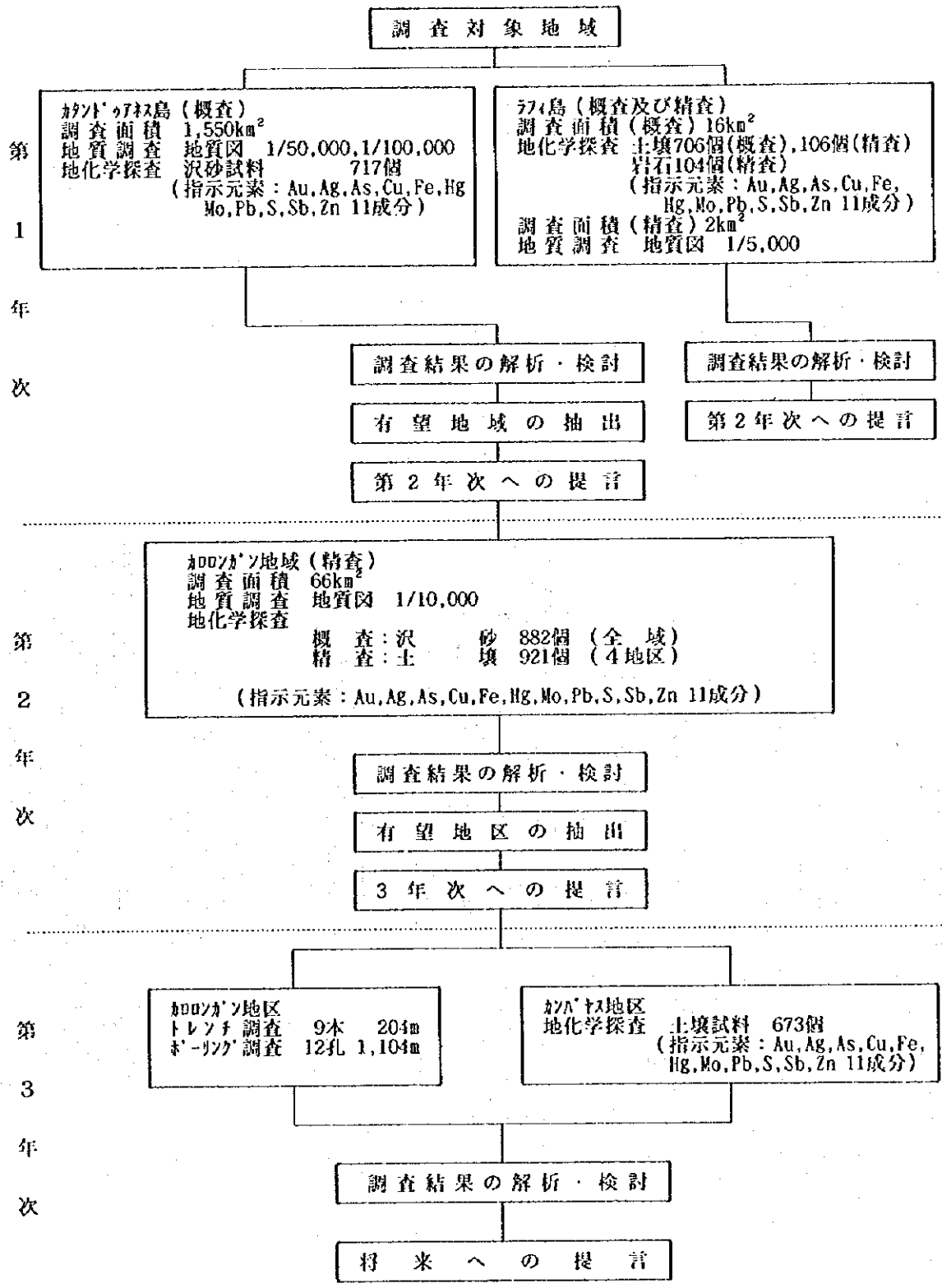
本調査は3ヶ年間にわたって行われたもので、各年次の調査内容及び調査量は以下の通りである。また、年次別の調査量は第1表に示した。

#### 1-2-1 第1年次調査(1993年)

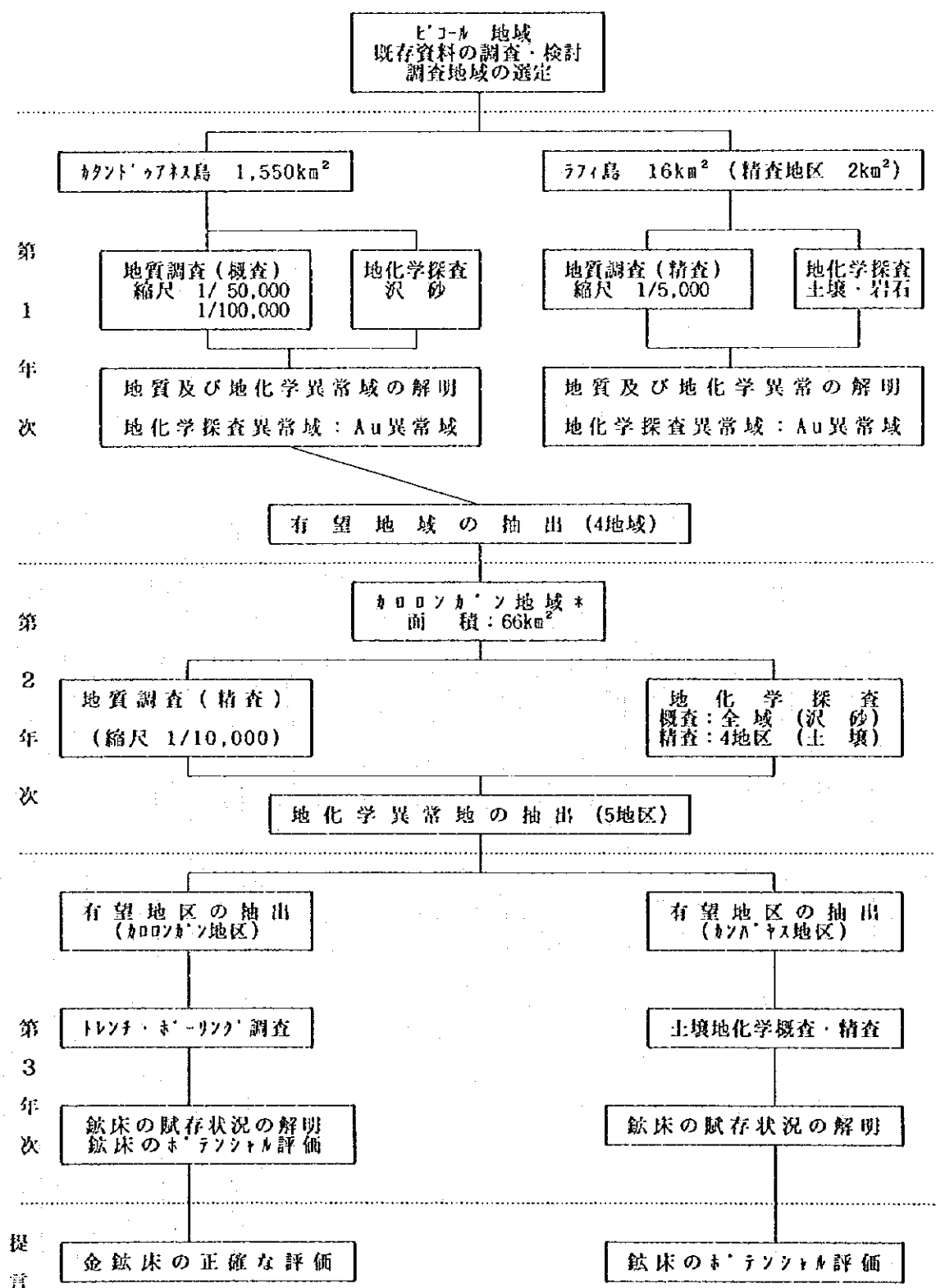
##### (1) カタンドゥアネス島(面積:1,550km<sup>2</sup>)

地質調査:調査ルートが片寄ることのないように十分配慮し、島全域を対象に実施した。調査結果として、既存の縮尺1/50,000地質図(MGB,1983a,b,c,d,e,f,g)に修正を加え、縮尺1/50,000地質図及び1/100,000地質図を作成した。

地化学探査:地質構造と鉱化作用の関係を明らかにするため、地質調査と並行して沢砂による地化学探査を実施した。沢砂試料は総数717個を採取した。これらの試料については、指示元素11成分の化学分析を実施した後、単変量及び多変量解析を行い、有望地を抽



第2図 カトンドゥアネス地域調査フローチャート



\*4地区を2地区にまとめ、カロロンガン地域とした。

第 3 図 鉱床有望地区抽出フローチャート

第 1 表 調査量一覧表

項目		第 1 年 次 (1993)			第 2 年 次 (1994)		第 3 年 次 (1995)		
調査目的		全島の地質調査・地化学探査から鉱床賦存の有望地域の抽出			1年次に抽出された有望地域の精査		2次鉱床のポテンシャル評価		
現地調査	調査区分	地質調査 地化学探査			地質調査 地化学探査		ボーリング・トレンチ調査 地化学探査		
	調査区域及び調査量	A:カントウ半島 1,550km <sup>2</sup> B:ラフイ島 16km <sup>2</sup>			カントウ半島 概査カロンカン地域 66km <sup>2</sup> 全域概査(沢砂) 4地区精査(土壌)		カロンカン地区 トレンチ 9ヶ所, 204m ボーリング 12孔, 1,104m	カバヤス地区 2.6km <sup>2</sup>	計
室内	岩石薄片	31	—	31	—	—	1	9	10
	鉱石研磨片	10	22	32	44	—	39	13	52
	X線回折	—	53	53	106	—	58	21	79
	年代測定	6	4	10	6	—	—	3	3
	E P M A	—	—	—	—	—	11	2	13
	比抵抗及び分極率	—	24	24	31	—	—	—	—
	流体包有物	—	23	23	31	—	34	6	40
内 試 験	沢砂	717	—	717	882	—	—	—	
	分析成分	Au, Ag, As, Cu, Fe, Hg, Mo, Pb, S, Sb, Zn			Au, Ag, As, Cu, Fe, Hg, Mo, Pb, S, Sb, Zn				
	土壌	—	812	812	921	—	673	673	
	分析成分	Au, Ag, As, Cu, Fe, Hg, Mo, Pb, S, Sb, Zn			Au, Ag, As, Cu, Fe, Hg, Mo, Pb, S, Sb, Zn		Au, Ag, As, Cu, Fe, Hg, Mo, Pb, S, Sb, Zn		
	R E E	—	—	—	11	—	9	3	12
	分析成分				Ba, Ce, Dy, Er, Eu, Gd, Ho, La, Lu, Nb, Nd, Pr, Rb, Sm, Sr, Tb, Tm, Y, Yb, Zr		Ce, Eu, La, Lu, Nb, Sm, Tb, Th, U, Yb		
	岩石	34	104*	138	42	—	9	8	17
	分析成分	SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, FeO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> O, MgO, MnO, Na <sub>2</sub> O, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , TiO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, LOI Au, Ag, As, Cu, Hg, Mo, Pb, S, Sb, Zn (* :Au以下10元素のみ)			SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, FeO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> O, MgO, MnO, Na <sub>2</sub> O, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , TiO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, LOI Au, Ag, As, Cu, Hg, Mo, Pb, S, Sb, Zn		SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, FeO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> O, MgO, MnO, Na <sub>2</sub> O, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , TiO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, LOI Au, Ag, As, Cu, Fe, Hg, Mo, Pb, S, Sb, Zn		
	鉱石	34	21	55	241	—	541	92	633
	分析成分	Au, Ag, Cu, Fe, Mo, Pb, S, Zn			Au, Ag, As, Cu, Fe, Hg, Mo, Pb, S, Sb, Zn		Au, Ag, Cu, Fe, Mo, Pb, S, Zn		

出した。

## (2) ラフィ島(面積:20.1km<sup>2</sup>)

地質調査:全島の地質調査を実施し、1/50,000地質図を作成した。また、既知鉱微地(精査地域)においては地質精査を実施し、縮尺1/5,000地質図を作成した。

地化学探査:全島を対象に土壌地化学探査、精査地域を対象に土壌・岩石地化学探査を実施した。採取した試料の総数は916個(土壌:812個、岩石:104個)である。これらの試料については、カタンドゥアネス島と同様の解析を行った。

なお、調査地域を取り巻く広域的地質環境及び鉱化作用の性質を把握するため、ピコール半島北部のパラカレ(Paracale)金鉱化帯を対象に地質巡検を実施した。

### 1-2-2 第2年次調査(1994年)

1年次調査により4地区が有望地区として抽出された。その中でも、金・銀・銅・モリブデン・アンチモニーの地化学異常域が重なっているビガ(Viga)東方に位置するカロロンガン(Carorongon)地区とバト(Bato)川東方の山岳地帯を1地区にまとめ、カロロンガン地域として調査を実施した。その面積は約66km<sup>2</sup>である。

地質調査:カロロンガン地域を対象に地質調査を実施し、縮尺1/10,000地質図を作成した。

地化学探査:カロロンガン地域を対象に地質調査と並行して沢砂による地化学探査を実施した。沢砂試料は総数882個を採取した。これらの試料については、指示元素11成分の化学分析を実施した後、単変量及び多変量解析を行い、有望地を抽出した。さらに、鉱化ポテンシャルが高いと判断されたカロロンガン鉱微地、タガノボル(Taganol)鉱微地、タグバク(Tagbak)地区、バリナド(Barinad)地区においては、土壌地化学探査(精査)を実施し、沢砂地化学探査と同様の解析を行った。土壌試料は総数921個を採取した。

### 1-2-3 第3年次調査(1995年)

第2年次調査の結果より抽出された2ヶ所の有望地区、カロロンガン地区とカンパヤス(Kampayas)地区についてトレンチ調査、ボーリング調査及び土壌地化学探査(精査)を実施した。

#### (1) カロロンガン地区

トレンチ調査:9ヶ所(T-1~T-9)で総延長204mのトレンチを掘削し、縮尺1/100のトレンチ調査図を作成した。

ボーリング調査：5ヶ所の試錐座で12孔、総掘進長1,104mのボーリング調査を実施した。  
調査結果としては、縮尺1/200の柱状図を作成した。

これらの調査結果をもとに、鉍化帯の規模、品位及び鉍床のポテンシャルを総合的に検討した。

## (2) カンバヤス地区

地化学探査：第2年次調査の沢砂地化学探査により抽出された金の異常域について、土壤地化学探査(精査)を実施した。土壤試料は総数673個を採取した。これらの試料については、指示元素11成分の化学分析を実施した後、単変量及び多変量解析を行った。

これらの調査結果をもとに、より正確な地化学異常の分布を把握し、有望地を抽出した。

なお、各年次の調査では、代表的な岩石及び鉍石について顕微鏡観察、X線回折試験、K-Ar年代測定、EPMA分析、比抵抗・分極率測定、流体包有物均質化温度測定及び主成分・微量成分の化学分析などを実施した。

## 1-3 調査期間及び調査員

### 1-3-1 第1年次調査(1993年)

(a) 期間 事前調査・協定折衝 平成 5年 7月19日～平成 5年 7月23日

現地調査期間 平成 5年 9月14日～平成 6年12月 7日

### (b) 調査団の編成

日本側		フィリピン側	
計画・折衝			
辻本 崇史	金属鉍業事業団	Joel D.Muyco	鉍山地球科学局(局長)
山田 仁	通商産業省	Salvador G.Martin	鉍山地球科学局(次長)
高橋 健一	金属鉍業事業団	Edwin G.Domingo	鉍山地球科学局
鈴木 哲夫	金属鉍業事業団(マニラ支所)	Romeo L.Almeda	鉍山地球科学局
企画・調整			
鈴木 哲夫	金属鉍業事業団(マニラ支所)	Joel D.Muyco	鉍山地球科学局(局長)
		Edwin G.Domingo	鉍山地球科学局
		Romeo L.Almeda	鉍山地球科学局

地質・地化学探査

崎元 雄厚	日鉄鉱コンサルタン株式会社	Alvin M.Matos	鉱山地球科学局
山沢 茂行	日鉄鉱コンサルタン株式会社	Eleazar C.Mantaring	鉱山地球科学局
伊藤 康則	日鉄鉱コンサルタン株式会社	Diosdado R.Dizon	鉱山地球科学局
堀内 浩久	日鉄鉱コンサルタン株式会社	Brian Esber	鉱山地球科学局
		Ariel Bien	鉱山地球科学局

1-3-2 第2年次調査 (1994年)

(a) 現地調査期間 平成 6年 7月18日～平成 6年10月 2日

(b) 調査団の編成

日本側

フィリピン側

企画・調整

大迫 次郎	金属鉱業事業団	Joel D.Muyco	鉱山地球科学局(局長)
宮内 東洋	金属鉱業事業団	Salvador G.Martin	鉱山地球科学局(次長)
西川 信康	金属鉱業事業団	Edwin G.Domingo	鉱山地球科学局
鈴木 哲夫	金属鉱業事業団(マニラ支所)	Romeo L.Almeda	鉱山地球科学局

地質・地化学探査

崎元 雄厚	日鉄鉱コンサルタン株式会社	Alvin M.Matos	鉱山地球科学局
高畑 裕之	日鉄鉱コンサルタン株式会社	Sevillo David Jr.	鉱山地球科学局
伊藤 康則	日鉄鉱コンサルタン株式会社	Emmanuel Santos	鉱山地球科学局
堀内 浩久	日鉄鉱コンサルタン株式会社	Brian Esber	鉱山地球科学局
町田 晶一	日鉄鉱コンサルタン株式会社	Diosdado R. Dizon	鉱山地球科学局



### 1-3-3 第3年次調査 (1995年)

(a) 現地調査期間 平成 7年 7月 4日～平成 7年10月10日

(b) 調査団の編成

日本側		フィリピン側	
企画・調整			
中村 研 治	金属鉱業事業団	Joel D. Muyco	鉱山地球科学局(局長)
西川 信 康	金属鉱業事業団	Salvador G. Martin	鉱山地球科学局(次長)
佐々木雄 一	金属鉱業事業団	Edwin G. Domingo	鉱山地球科学局
鈴木 哲 夫	金属鉱業事業団(マニラ支所)	Romeo L. Almeda	鉱山地球科学局

#### トレンチ・ボーリング・地化学探査

崎 元 雄 厚	日鉄鉱工業株式会社	Sevillo D. David Jr.	鉱山地球科学局
伊 藤 康 則	日鉄鉱工業株式会社	Joselito Velasquez	鉱山地球科学局
堀 内 浩 久	日鉄鉱工業株式会社	Emmanuel M. Carranza	鉱山地球科学局
三 好 誠	日鉄鉱工業株式会社	Jose Marcel S. Laud	鉱山地球科学局
古 野 正 憲	日鉄鉱工業株式会社		

## 第2章 従来の調査

### 2-1 既存調査結果

Philippine Bureau of Mines(現Mines and Geosciences Bureau, 以下MGBと略す)は、カタンドゥアネス島において精力的に鉱微地の調査を進めている。その初期の一端として、Capistrano(1951,1952)は、カタンドゥアネス島の石炭・銅・マンガン・大理石などの鉱微地の記載を行った。また、Crispin et al.(1955)は、パンガニバン(Panganiban)地域の石炭資源及びカタンドゥアネス島の層序について記載した。その後、Miranda and Vargas(1967)はカタンドゥアネス島全域の詳細な調査を実施し、現在の層序をほぼ確立した。また、本島全域の地質図を作成するとともに、石炭・銅・金・燐鉄・マンガン・重砂・粘土などの鉱微地についても記載した。MGB(1982a)は Miranda and Vargas(1967)をもとに、カタンドゥアネス島の地質及び鉱微地の記載を行った。さらに、これらを周辺地域と比較して、MGB(1982b)はカタンドゥアネス島の地質及び鉱微地を編集した。

調査地域の地質図は、カタンドゥアネス島の5万分の1地質図(MGB,1983a,b,c,d,e,f,g)がある。これらはMiranda and Vargas(1967)の地質図に若干の修正を加えたものである。

また、個々の鉱徴地についてはMGBレガスピ(Legazpi)支所による数件の調査報告がある(Angeles and Teodoro,1980; Angeles and Teodoro,1983; Teodoro et al.,1988)。

Rangin et al.(1988)はビコール地方の報告書の中で、カタンドゥアネス島の貫入岩類についての年代測定結果を報告した。

David Jr.(1994)はルソン(Luzon)島南東部のカラモアン(Caramoan)半島からカタンドゥアネス島に及ぶ地域について、フィリピン・変動帯東部の先新第三紀の構造運動と題して報告しており、その中でカタンドゥアネス島の層序、地質構造、年代及び地化学特性等を述べた。

ラフィ島では、Pan Philippine Corp.による金の採掘が、本島南西部のガタ(Gata)村鉱徴地で第二次世界大戦の直前まで続けられたことから、MGB and Lajah Lahuy Mining Companyによる数件の調査報告の記録がある。Torres(1978)はガタ村鉱徴地について地質及び鉱床の記載を行っている。調査地域をカバーする地質図としては、ギブゴス(Gibgos)地域の1/50,000地質図(MGB,1985)がある。

## 2-2 調査地域周辺の地質概要

フィリピン群島の中で、カタンドゥアネス地域は地質的にビコール地域に区分される。ビコール地域の地質は、緑色片岩、超苦鉄質岩、変成火山岩類、白亜紀～第三紀の砕屑岩類及び石灰岩などで構成される。本地域の地質構造は、いくつかの衝上断層で特徴づけられ、これらは隣接するフィリピン海溝に平行し、南西傾斜を示す(金属鉱業事業団,1992)。

特に、金・銅鉱徴地として知られるカラモアン半島とカタンドゥアネス地域は同様の地質からなるものと考えられている。

カタンドゥアネス島の地質は、東西(B-W)方向、南傾斜を示す2条の衝上新層で特徴づけられ、北から北部ブロック・中部ブロック・南部ブロックの3帯に分けられる。

各ブロックは、下位より変堆積岩類からなる先白亜系ないし白亜系のカタンドゥアネス層、玄武岩質火山岩類を主体とする白亜系ヨップ(Yop)層、白亜系ボナボナ(Bonagbonag)石灰岩、第三紀始新統パヨ(Payo)層、中新統ブチヒル(Buti Hill)石灰岩、サンビセンテ(San Vicente)層、中新統～鮮新統サントドミンゴ(Sto Domingo)層、更新統ビガ層より構成される(MGB,1983a,b,c,d,e,f,g)。また、貫入岩類としては、本島の金・銅鉱化作用との関連性が推定される白亜紀のドレイト～斑れい岩を主体とする塩基性貫入岩類、古第三紀漸新世のバタレイ貫入岩類(Batalay Intrusives)などが存在する。

ラフィ島の地質は、安山岩質火山岩類を主体とする白亜系ラフィ層からなり、これに凝灰岩質砂岩・頁岩・礫岩などが挟在する。ティラ(Tila)岬及びパニケ(Panique)岬には北東-南西(NE-SW)走向の安山岩質貫入岩が見られ、これらが本地域の欽化作用をもたらしたとされる。

### 第3章 調査地域の状況

#### 3-1 位置及び交通

調査対象地域は第1図に示す通り、フィリピン共和国ビコール半島北東沖に位置し、カタンドゥアネス島は東経124°02'~124°25'、北緯13°31'~14°06'の範囲に、ラフィ島は東経123°48'~123°51'、北緯13°53'~13°59'の範囲にある。

カタンドゥアネス島へは、マニラ(Manila)からレガスビまで飛行機で約1時間、レガスビからタバコ(Tabaco)港まで車にて約1時間、タバコ港からカタンドゥアネス県県庁所在地のピラク(Virac)へはフェリーにて約4時間で至る。また、マニラ~ピラク間の飛行機便が1日1便(水曜、土曜は1日2便)、レガスビ~ピラク間の飛行機便が週2便就航している。

県は本島内の道路整備に積極的に力を注いでおり、道路網は比較的良く発達している。本島を一周する道路と本島を縦断してピラクとピガを結ぶ道路、本島を横断してパンガニバンとダタッグ(Datag)を結ぶ道路がある。

ラフィ島へはカタンドゥアネス島西岸のコドン(Codon)よりバンカポートにて約3時間で至る。本島内には自動車は一台もなく、交通手段は徒歩あるいはバンカポートによる。また、本島の周囲には珊瑚礁の発達が著しく、大型船は近づけない。

#### 3-2 調査環境

##### 3-2-1 調査地域の地形

カタンドゥアネス島は南北60km、東西30kmのイチジク型の島で、パナイ(Panay)島、プランバネス(Plumbanes)島を含めて1,550km<sup>2</sup>の面積を持ち、フィリピン共和国で12番目に大きな島である。

カタンドゥアネス島の地形は、大きく北部、西部、東部の山地と南部の低地に分けられる。一般に山地は急峻な地形で、川は深いV字谷を形成し、数多くの滝が存在する。低地は極めて狭く、全面積の約7%を占めるに過ぎない。

海岸線は複雑に入り組んだ形態を示す東海岸と、比較的単調な西海岸とが対照をなしている。

ラフィ島は南北9km、東西4kmの南北に細長い小さな島で、面積は20.1km<sup>2</sup>である。本島の地形は西部を南北に走る脊陵で特徴づけられる。尾根の東側は比較的なだらかな丘陵地帯であるが、西側では山地が海岸線近くまで迫り、急峻な地形となっている。

### 3-2-2 調査地域の気候

調査地域を含む一帯は熱帯雨林気候に属し、フィリピン共和国の中で最も降雨量の多い地域である。また、この地域は台風の襲来を頻繁に受けることでも有名である。

調査地域のピラクにおける1984年～1991年までの8年間における年平均降雨量は2,500mmに達し、月平均降雨量は204.1mmである(第2表)。10月～12月は雨季であり、この時期の月別降雨量は10月412.3mm、11月401.1mm、12月333.2mmである(第3表)。第4図にカタンドゥアネス島の月別降雨量を示した。また、月別平均気温を第4表及び第5図に示した。これらに見られるように気温の変化は年間を通じて小さく、年平均気温は26℃である。年間平均湿度は80%である。

第2表 カタンドゥアネス島の年間降水量

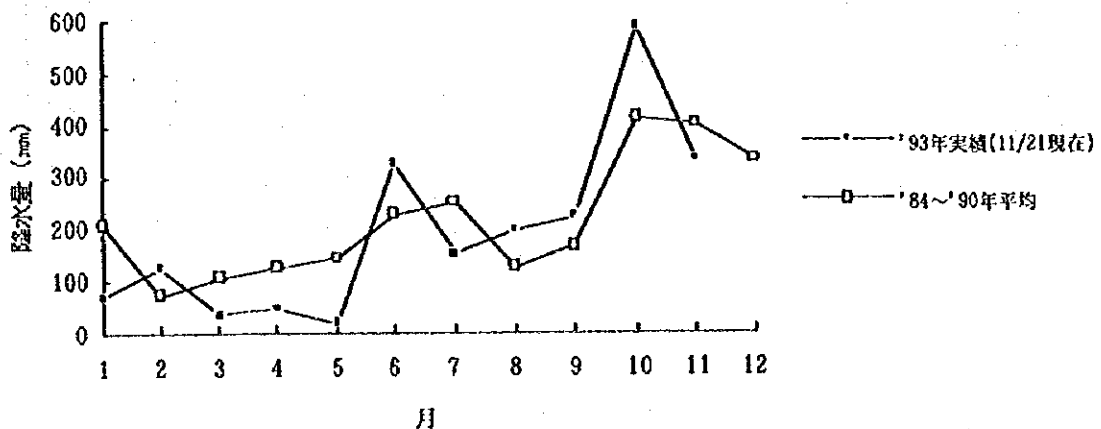
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	平均
年降水量	2119	3800	2353	2414	2615	2706	1943	1540	2579
月平均	177	325	196	201	218	225	162	128	204

第3表 カタンドゥアネス島の月別降水量

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
'93実績	69.1	126.8	34.3	47.6	20.9	324.9	151.6	196.4	226.0	585.7	334.1	—
平均	208.6	72.6	108.1	127.8	146.9	227.9	249.0	124.1	167.4	412.3	401.1	333.2

(但し、1993年実績は11月21日までの降水量、平均は1984～1990年の平均である。)

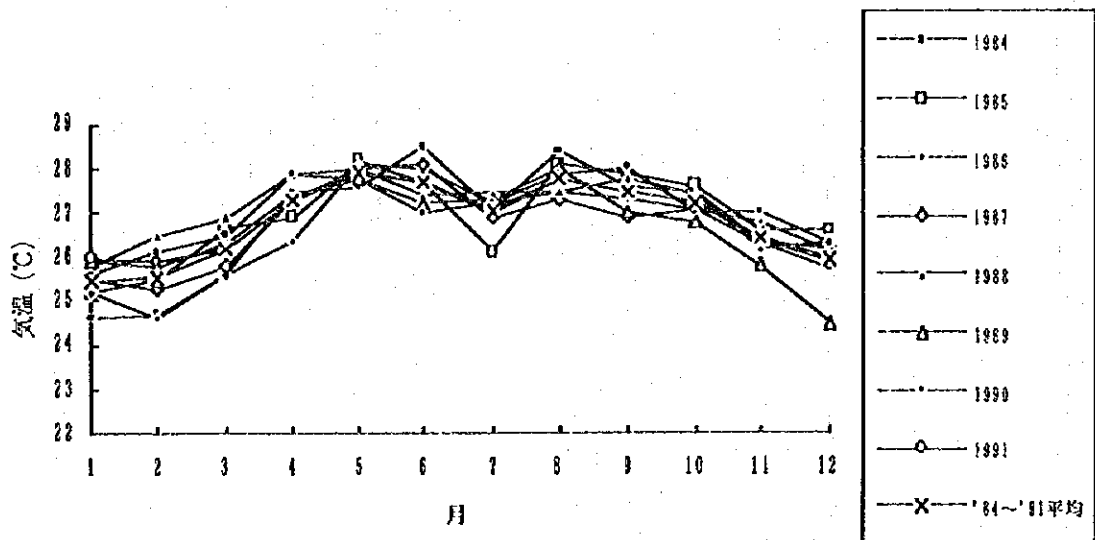
第4図 カタンドゥアネス島の月別降水量の変化



第4表 カタンドゥアネス島の月別平均気温

月	年								
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	平均
1	24.6	25.2	25.2	25.5	25.8	25.9	25.6	26.0	25.5
2	24.7	25.5	24.6	25.3	26.5	25.8	26.1	25.9	25.6
3	25.6	26.7	25.6	25.8	26.9	26.3	26.5	26.2	26.2
4	27.5	26.9	26.4	27.3	27.9	27.4	27.9	27.3	27.3
5	27.6	28.2	28.1	28.0	28.0	27.8	27.8	27.9	27.9
6	26.5	27.7	28.0	28.1	27.4	27.2	27.0	27.7	27.7
7	27.1	26.1	27.2	26.9	27.5	27.3	27.2	27.0	27.0
8	28.4	28.1	27.5	27.3	27.5	28.0	27.9	27.8	27.8
9	27.6	27.9	27.3	26.9	27.8	27.0	28.0	27.5	27.5
10	27.5	27.6	27.1	27.1	27.4	26.8	27.0	27.2	27.2
11	26.3	26.6	26.8	26.3	26.2	25.8	27.0	26.4	26.4
12	25.7	26.6	26.1	26.2	26.3	24.5	26.3	25.9	26.0

第5図 カタンドゥアネス島の月別平均気温の変化



### 3-2-3 調査地域の植生

カタンドゥアネス島の高地は典型的な熱帯雨林に覆われ、森林は全島の46%を占める。植生はフタバガキ、ラワンに覆われる地域が最も広く、竹林も民家の近くに見られる。本島の主要産業の一つであるアバカ、ココナッツのプランテーションとして利用される斜面も多い。バトやピガの低湿地にはニッパヤシが群生する。

ラフィ島は島全体の75%がカヤの草地となっており、熱帯雨林は島の南端部及び北端部に見られ、25%を占めるに過ぎない。熱帯雨林に覆われた地域は広葉樹の原生疎林が大部分を占めるが、下草にはラタン、蔓植物などが密生する。南西部の既知鉱微地では、多くの坑道、ピット、トレンチが掘られ、赤焼けした裸地となる部分が見られる。緩やかな斜面は畑作に利用されている。海岸近くの低湿地にはマングローブが群生する。また、本島の周囲には珊瑚礁の発達が著しい。

### 3-2-4 調査地域の一般情勢

カタンドゥアネス島は、1945年にアルバイ(Albay)県から独立してカタンドゥアネス県となった。カタンドゥアネス県は、ピラク、カラモラン、パングン(Pandan)、パンガニバン、サンアンドレス(San Andres)、ピガ、バガマノック(Bagamanoc)、バラス(Baras)、バト、ヒグモト(Gigmoto)、サンミゲール(San Miguel)の1市10町からなる。1990年現在、カタンドゥアネス島の人口は18.7万人である。県庁所在地であるピラク市は人口4.6万人で、県庁舎、病院、郵便局、銀行、小学校、中学校、高校、大学などの施設のほか、飛行場、港があり、カタンドゥアネス島の玄関口となっている。

主な産業は米作・アバカ・ココナッツ栽培などの農業のほか、漁業、林業がある。本島内には金・銅・マンガン・重砂・粘土・燐鉱・石炭などの鉱物資源鉱微地が知られ、過去に小規模に採掘されたものもあるが、現在は殆ど稼行されていない。

ラフィ島はカマリネス南県に属し、ガタ、オリン(Oring)、ダラガ(Daraga)、ゴゴン(Gogon)の4村から構成される。1990年現在、本島の人口は4,514人で、小学校、中学校、雑貨店がある。ベースキャンプを設置したガタには雑貨店があるが、日用品はほとんど入手できず、電気・水道設備もなく、生活環境は厳しい。大部分の住民は、自給自足の生活を営んでいる。

主な産業は漁業と牧畜(肉牛・水牛)・米作・ココナッツ栽培等の農業で、この他に本島南西部のガタ村にあるガタ鉱微地及びカンボ(Campo)鉱微地では、住民による金の小規模採掘が行われている。

### 3-2-5 調査地域の鉱業略史

#### (1) カタンドゥアネス島

カタンドゥアネス島はフィリピン断層からは若干離れた位置にあるが、白亜紀～古第三紀の火成活動が活発であった地域であり、地質的にもカラモアン半島などの金及び銅鉛微地と連続するものと考えられ、金・銅資源の賦存ポテンシャルが高い地域である。

島内では他に、重砂・マンガン・石炭・石灰岩・燐鉛・粘土などの多くの鉛微地が知られ、探鉛活動も比較的盛んに実施された。また、過去には鉛微地の一部で小規模な採掘が行われた。小規模採掘の行われた鉛微地は、アグバン(Agban)、カロロンガン、ドゥグイトゥー(Dugui Too)などの金・銅鉛微地である。

探鉛活動としては、現地企業のCanardico社が実施した、アグバン、ソロン(Solong)、リブホ(Libjo)及びサンペドロ(San Pedro)など、バタレイ貫入岩類模式地周辺の金・銅鉛微地における試錐探鉛がある。

また、MGBはギヤムロン(Guamlong)、ティロッド(Tilod)(Angeles and Teodoro, 1980)、ドゥグイトゥー(Teodoro et al, 1988)、カグラタワン(Kaglatawan)(Angeles and Teodoro, 1983)などにおいて、金・銅鉛微地の地質調査、地化学探査を実施したほか、石炭鉛微地の調査(Capistrano, 1951; Capistrano, 1952; Crispin, 1955)も実施した。

調査地域内では、現在、カドラコゴッド(Kadlakogod)砂金鉛床で小規模採掘が行われている。

#### (2) ラフィ島

ラフィ島では、本島南西部のガタ村に金の鉛微地がある。この鉛微地では、アメリカ資本のPan Philippine Corp.によって、金鉛採掘が1939年から第二次世界大戦の直前まで続けられた。

この鉛山の1940年における青酸処理施設の規模は200t/日であり、1941年現在の埋蔵鉛量は43,953t、品位はAu:13.5g/tであった。本地区の鉛山設備は、戦時中に日本軍によってラブラブ(Lapulapu)島へ移設された(Torres, 1978)。その後、1983～1984年にアメリカ資本が入り、約100本のピット、トレンチによる調査を実施したが、同資本の撤退以後、調査は中止された。

地元住民によれば、1987～1988年にオーストラリア資本のIsland Arc社が、同地区において約15本の試錐探鉛を実施したが、その結果は高品位だが小規模との評価であった。

現在も鉛微地では、地元住民による小規模な金鉛採掘が行われている。また、海浜砂からパンニングによる金の採集も行われている。

## 第Ⅱ部 各 論



## 第Ⅱ部 各 論

### 第1章 地質概説

フィリピン群島は、大きくパラワン(Palawan)～スル(Sulu)海の南西部安定地域と、ルソン島～ミンダナオ(Mindanao)島に至る北部から南東部にかけての変動帯とに分けられる。変動帯に属する地域は、地震・火山活動が活発で、その構造運動は変動帯の東西両側から内側に向かって沈み込む海洋プレートの活動によって規定される。変動帯中央部には、北北西-南南東(NNW-SSE)走向で左ずれを示すフィリピン断層が存在する。

変動帯は、地質的に西部、中央部、東部の3地域に区分され、さらに東部地域はシエラマドレ(Sierra Madre)、ピコール、サマール(Samar)、ディワタ(Diwata)に細分される。このうちカタンドゥアネス地域はピコール地域に属し、その地質は隣接するフィリピン海溝に平行する衝上断層で特徴づけられる。

フィリピンの閃緑岩質～花崗岩質貫入岩類の活動は、先第三紀、古第三紀及び新第三紀のものが知られており、白亜紀～古第三紀、新第三紀の貫入岩類が斑岩銅鉛床などの鉛床生成に関して重要視されている。

フィリピンには5つの主要な金鉛床地帯、バギオ(Baguio)、パラカレ(Paracale)、マスバテ(Masbate)、スリガオ(Surigao)及びマサラ(Masara)があり、それらはすべてフィリピン断層に沿った地域に集中している(第6図)。しかしながら、Mitchell and Balce(1990)のように浅熱水性鉛床の分布とフィリピン断層とは関係ないとする説もある。

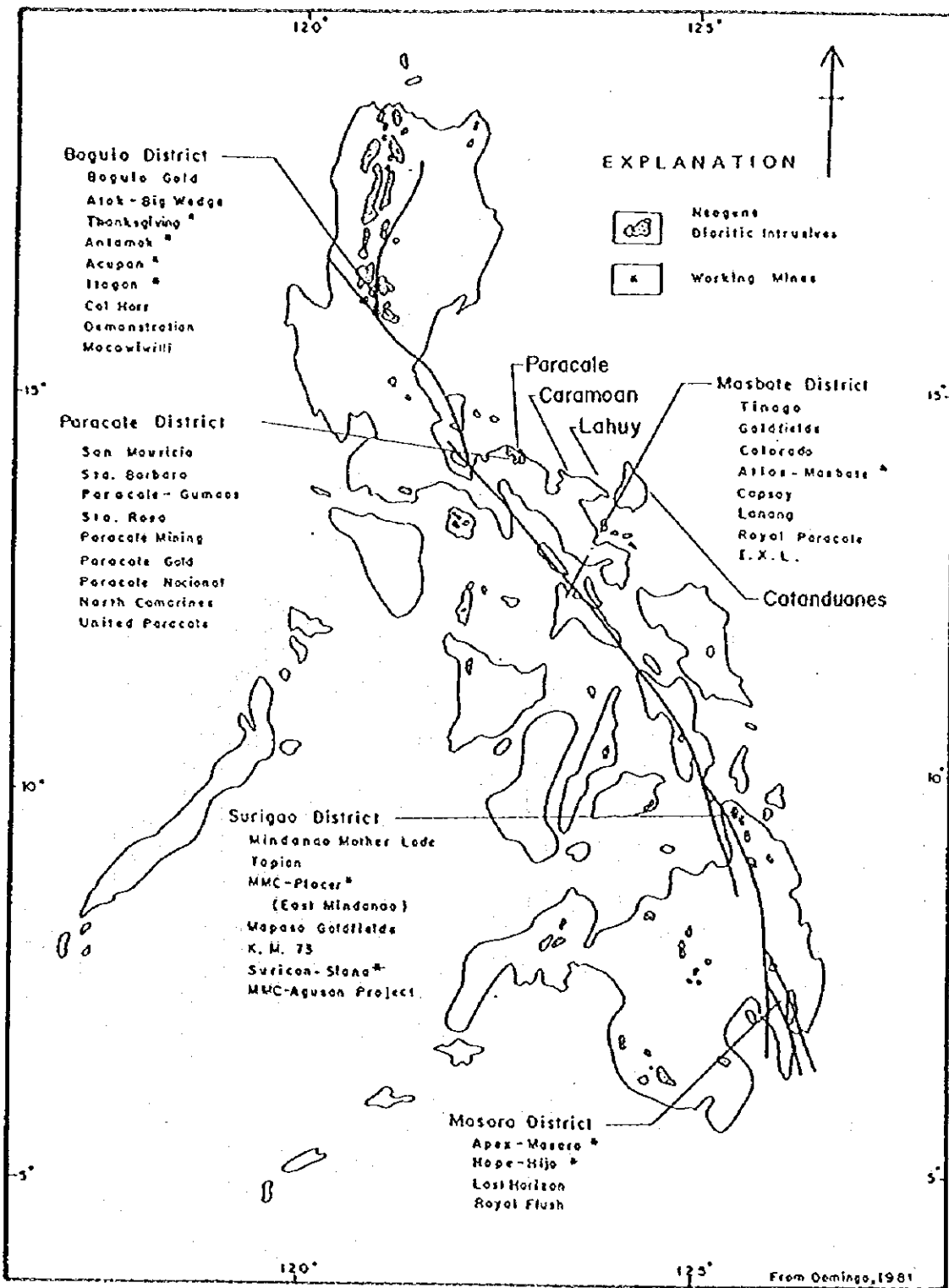
調査地域はフィリピン断層からは若干離れて位置するが、白亜紀及び古第三紀の火成活動が活発であった地域であり、地質的にカラモアン半島などの金及び銅鉛微地と連続するものと考えられ、金・銅資源の賦存ポテンシャルの高い地域と考えられる。これらのほか、カタンドゥアネス島では、マンガン・重砂・粘土・石炭・大理石・燐鉛などの鉛微地が知られる。

### 第2章 カタンドゥアネス島

#### 2-1 地 質

##### 2-1-1 地質概説及び地質構造

カタンドゥアネス島の地質は、東西(E-W)～西北西-東南東(WNW-ESE)走向、南傾斜を示す2条の衝上断層で特徴づけられ、北から北部ブロック・中部ブロック・南部ブロックの3



第 6 図 フィリピン群島における金鉄床区分布図 (MGB, 1982b)

帯に分けられる。

各ブロックは、下位より変堆積岩類からなる先白亜系ないし白亜系のカタンドゥアネス層、玄武岩質火山岩類を主体とする白亜系ヨップ層、白亜系ボナボナ石灰岩、第三紀始新統パヨ層(砂岩・礫岩・石灰岩など)、中新統プチヒル石灰岩、サンビセンテ層(礫岩)、中新統～鮮新統サントドミンゴ層、更新統ビガ層(礫岩)より構成される(MGB, 1983a, b, c, d, e, f, g)。また、貫入岩類としては、本島の金・銅鉱化作用との関連が推定される白亜紀のドレライト～斑れい岩を主体とする塩基性貫入岩類、古第三紀漸新世のバクレイ貫入岩類(閃緑岩質)などが存在する。

第7図にカタンドゥアネス島全域の地質図、第8図に第2年次調査範囲の地質図及び第9図に層序区分を示した。

#### (1) 北部ブロック

北部ブロックは、ダタッグよりパンガニバンに至る衝上断層より北側の地域に相当する。北部ブロックには、ヨップ層及びこれを不整合で覆うパヨ層が広く分布し、比較的緩やかな山地を形成している。

ヨップ層は、当ブロックの北端部及び西部にまとまった分布を示すほか、東部にも沢底などの低地にパヨ層に囲まれた内座層として地表に現出する。

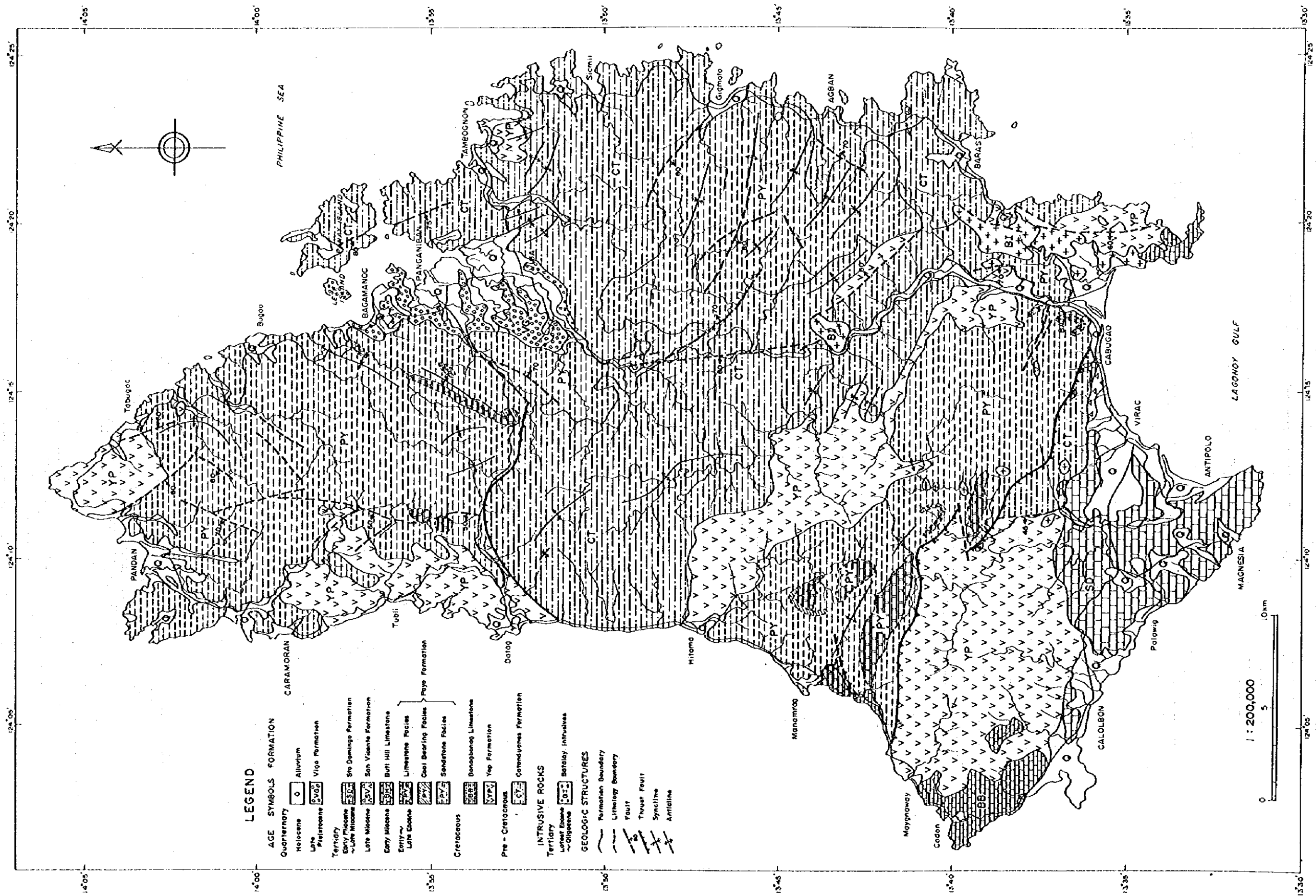
パヨ層は、中央部～東部に広い分布を示し、東端部で更新統ビガ層の礫岩に不整合で覆われる。

#### (2) 中部ブロック

中部ブロックは、上記のE-W系衝上断層を境に北部ブロックに衝上し、その境界は北に傾斜した急崖となっている。当ブロックには、カタンドゥアネス層、これを不整合で覆うヨップ層、さらにこれを不整合で覆ってパヨ層が分布し、非常に急峻で深い山地を形成している。

カタンドゥアネス層は、当ブロックの北部～東部に広い分布を示し、その南部でヨップ層に、東部山間部でパヨ層に不整合で覆われるほか、キリキリハン(Kilikilihan)～シアイ(Siai)間のバト川東方4kmの付近でヨップ層に、中部ブロック北西部オグボン(Ogbong)でパヨ層に、北東部のブエナビスタ(Buena Vista)でヨップ層に、ビガ付近で更新統ビガ層に、それぞれ不整合で覆われる。また、本層は構造運動の影響を強く受け、著しく褶曲しており、地質構造は極めて複雑な様相を呈している。南東部はバクレイ貫入岩類の貫入を受けている。

ヨップ層は、カタンドゥアネス層を不整合で覆ってヒトマ(Hitoma)～サンミゲールにか



第 7 図 カタンドゥアネス島の地質図

PL-2

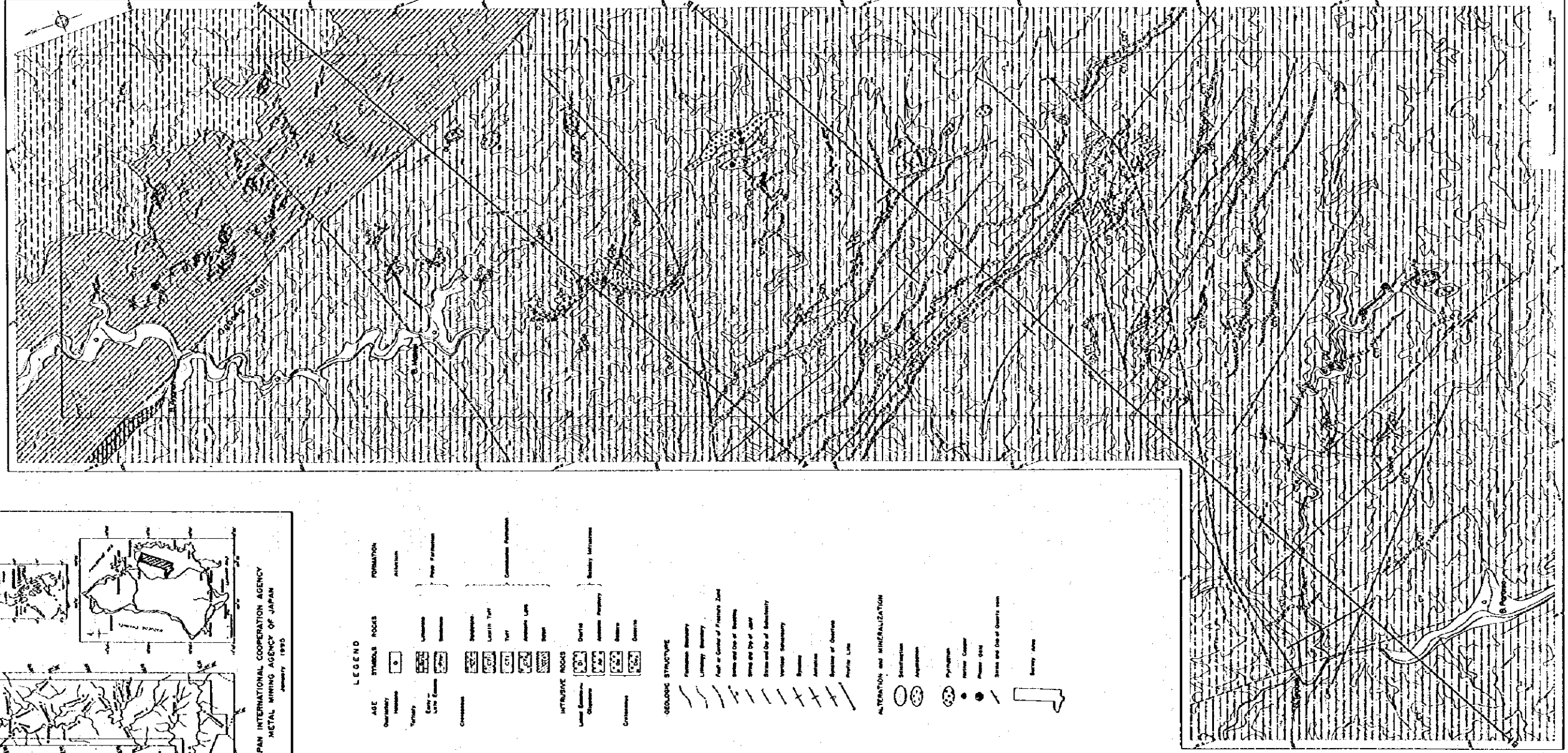
MINERAL EXPLORATION  
IN THE CATAGUANES AREA,  
THE REPUBLIC OF THE PHILIPPINES  
PHASE II

GEOLOGIC MAP

Scale 1:20,000

LOCATION INDEX

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
METAL MINING AGENCY OF JAPAN  
January, 1975



**LEGEND**

AGE	SYMBOLS	ROCKS	FORMATION
Quaternary	[Symbol]		Alluvium
Tertiary	[Symbol]	Limestone	Popo Formation
Early Tertiary	[Symbol]	Sandstone	
Quaternary	[Symbol]	Basalt	
	[Symbol]	Diabase	
	[Symbol]	Granite	
	[Symbol]	Quartzite	

**INTRUSIVE ROCKS**

Granite	[Symbol]
Diabase	[Symbol]
Andesite	[Symbol]
Basalt	[Symbol]
Quartzite	[Symbol]

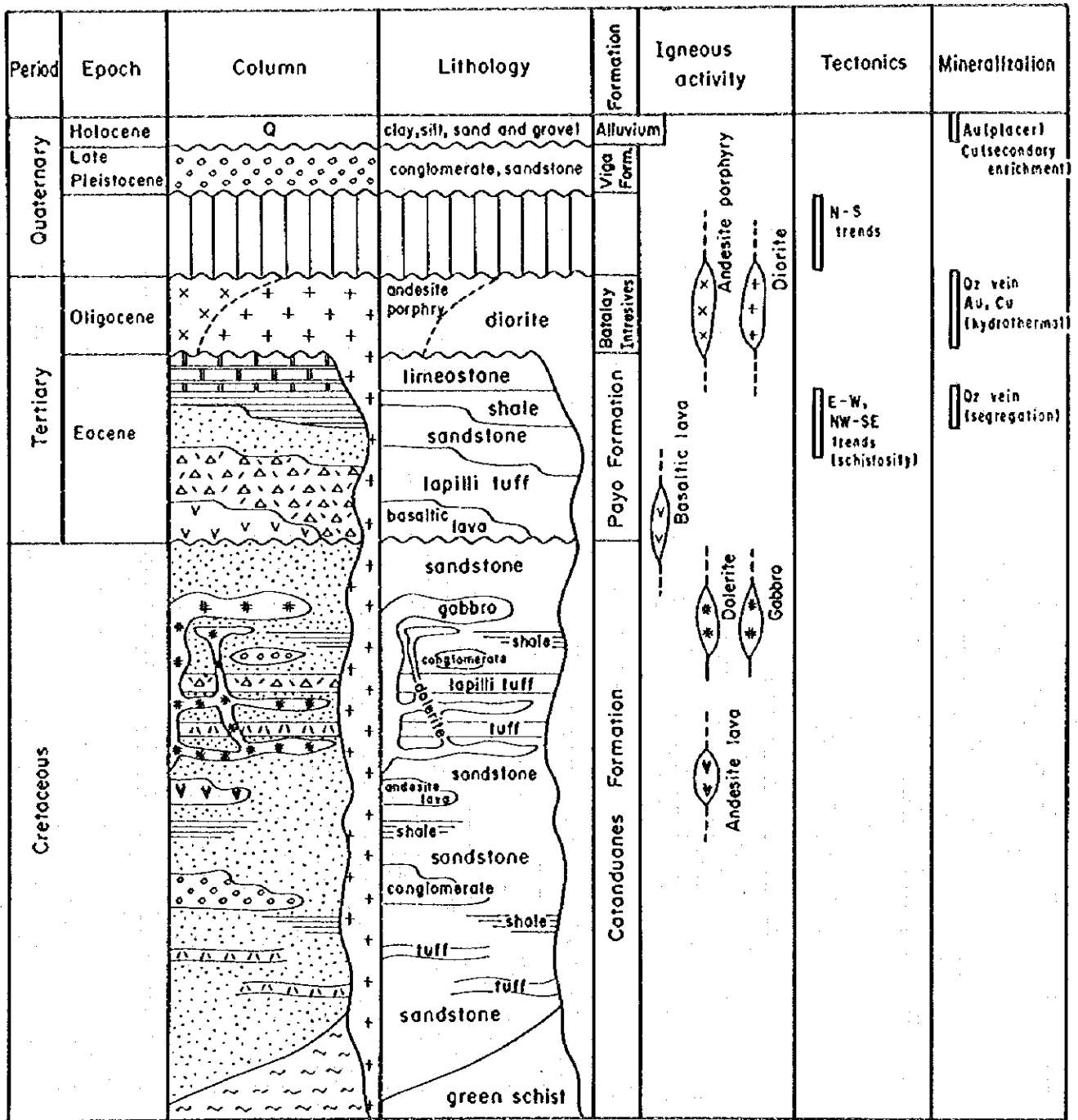
**GEOLGIC STRUCTURE**

- Formation Boundary
- Unconformity Boundary
- Age of Contact of Foreign Zone
- Strike and Dip of Strata
- Strike and Dip of Joint
- Strike and Dip of Schistosity
- Vertical Schistosity
- Normal Schistosity
- Reverse Schistosity
- Anticline
- Syncline
- Lineation of Quartzite
- Profile Line

**ALTERATION and MINERALIZATION**

- Alteration
- Mineralization
- Pyrite
- Native Copper
- Native Silver
- Native Gold
- Trace and Ore of Quartz vein
- Survey Area

第 8 区 第 2 年次調査範囲の地質図



第 9 図 カタンドゥアネス島の層序区分

けて北西-南東(NW-SE)走向の分布を示すほか、キリキリハン〜シアイ間のバト川東方4kmの付近、北東部のプエナビスタでカタンドゥアネス層を不整合で覆って分布する。本層は、南西部でバヨ層に不整合で覆われる。

バヨ層は、南西部にヨップ層を不整合で覆ってNW-SE方向の広い分布を示すほか、東部山間部でカタンドゥアネス層を不整合で覆って分布する。また、南東部はバタレイ貫入岩類の貫入を受けている。本層の地質構造は、大局的にはNW-SE〜WNW-ESE方向の軸を持つ褶曲に支配される。

バタレイ貫入岩類は、南東部に分布するほか、山間部の各地に小貫入岩体として分布する。

南東端には、ヨップ層、ボナボナ石灰岩を不整合で覆って、下部中新統のプチヒル石灰岩が分布する。

### (3) 南部ブロック

南部ブロックは、マイナワイ(Maygnaway)よりカブガオ(Cabugao)に至るWNW-ESE走向の衝上断層を境に中部ブロックに衝上する。当ブロックは主にカタンドゥアネス層、ヨップ層、バヨ層及びこれらを不整合で覆うサントドミンゴ層よりなる。

カタンドゥアネス層は、ヨップ層と断層関係で接し、ドゥグイトゥー以東に分布する。

ヨップ層は衝上断層を境に中部ブロックのバヨ層に接する。また、ヨップ層分布域にはヨップ層と整合あるいは指交関係でボナボナ石灰岩が分布する。

ヨップ層及びカタンドゥアネス層は、上部中新統〜下部鮮新統のサントドミンゴ層に不整合で覆われる。本地区南東部のサンビセンテでは、カタンドゥアネス層は上部中新統サンビセンテ層に不整合で覆われる。

当ブロックのカタンドゥアネス層、ヨップ層にはバタレイ貫入岩類に属する花崗閃緑岩及び安山岩質斑岩の小岩体が数多く貫入している。

なお、第2年次調査によって、明らかにされた白亜紀のドレライト〜斑れい岩を主体とする塩基性貫入岩類は、ヨップ層の玄武岩質火山岩類とオフィオライト累層を形成する可能性がある。また、David Jr.(1994)はカタンドゥアネス層とヨップ層とが指交関係にあることを指摘しており、第2年次調査以降はヨップ層をカタンドゥアネス層に含めて地質的な検討を行った。

## 2-1-2 地質各説

### (1) カタンドゥアネス層

Meek(1938)は、本層の一部をアグバン千枚岩(Agban Phyllites)と記載したが、その後、Capistrano(1951a)はこれをカブガオ砂岩部層(Cabugao Sub-greywacke)の細粒層と考へて先第三系とした。しかし、Miranda and Vargas(1967)はアグバン千枚岩が本層の一部であること、アグバン千枚岩を含む本層とカブガオ砂岩部層が層序的に区分可能なことから、本層をカタンドゥアネス層と再定義した。

カタンドゥアネス層は調査地域における最下位層をなし、変成作用を被った砂岩・泥岩及び礫岩からなり、中部ブロックの西海岸から東海岸にかけて広い分布を示すほか、南部ブロックの南東部のヨップ層とは断層で接する。また、カタンドゥアネス島北東に隣接するバナイ島も本層からなる。

Miranda and Vargas(1967)は、本層をミンドロ(Mindoro)島のマンサレイ(Mansalay)層(Teves et al, 1949)に対比し、ジュラ系としている。しかし、本層からの化石は見い出されておらず、時代については疑問の余地が残る。また、MGB(1981)は、ヨップ層に先行する先白亜系と述べている。David Jr.(1994)は、本層がヨップ層と指交関係にあることを指摘し、白亜系としている。

Miranda and Vargas(1967)によれば、層厚は約3,000mである。

### (2) ヨップ層

ヨップ火山岩類の名称は、Capistrano(1951a)が本島北端のヨップ(Yop)岬の火山岩に対して初めて用いたが、Miranda and Vargas(1967)はこの火山岩類に含まれるアルコース砂岩・凝灰質砂岩・チャートも含めてヨップ層とした。

本層はカタンドゥアネス層を不整合で覆い、ボナボナ石灰岩に整合あるいは指交関係で被覆される。また、北部ブロック及び中部ブロックではパヨ層に不整合で覆われ、南部ブロックではサントドミンゴ層に不整合で覆われる。また、本島東部のカタンドゥアネス層分布域や北部ブロックのパヨ層分布域でも部分的に認められる。

本層は主に海底に噴出した玄武岩質～安山岩質の溶岩・凝灰角礫岩・凝灰岩などの火山岩類からなり、アルコース砂岩・凝灰質砂岩・チャートなどを挟在し、各所で低品位マンガニ鉄床を伴う。

南部ブロックのヨップ層はメラランジェ堆積物とする説があり、それによればボナボナ石灰岩はヨップ層に取り込まれた異地性岩塊とされる。また、第2年次調査において明らかにされた後述のドレイイト～斑れい岩を主体とする白亜紀貫入岩類とは、オフィオライト



累層を形成する可能性がある。

### (3) ボナボナ石灰岩

Santos et al.(1955)は、この石灰岩を本島で最も古い地層として、模式地のボナボナ岬にちなんでボナボナ石灰岩と名付けた。

本岩は概ね珊瑚化石からなり、細粒～中粒の成層した石灰岩で、新鮮な部分では灰白色～淡褐色、風化部では赤褐色を呈する。

本岩は模式地のボナボナ岬付近で広い分布を示すほか、コマガイカイ(Comagaycay)川上流、中部ブロックのパヨ層分布域、南部ブロックのカタンドゥアネス層分布域で狭い分布を示す。

MGB(1982b)によれば、本層の下部から下部白亜紀を示すOrbitolina?が、本層の上部から上部白亜紀を示すGlobotruncanaが産する。Capistrano(1951a)は本層の層厚を300mとしている。

### (4) パヨ層

Miranda and Vargas(1967)は、本島に広く露出する第三紀最下位の地層をパヨ層と名付け、その時代を古第三紀始新世とした。模式地は本島北東部のパヨである。

本層は下位からカブガオ砂岩部層、ヒトマ-パヨ夾炭層(Hitoma-Payo Coal Measure)、シピ石灰岩(Sipi Limestone)の3部層からなり、北部ブロックに広く分布するほか、中部ブロックのヨップ層の南にWNW-ESE方向の分布を示す。また、中部ブロック東部の山間部ではカタンドゥアネス層を不整合で覆って広く分布する。パヨ層は北部ブロック東部で上部更新統のピガ層に不整合で覆われる。

なお、Meek(1938)によれば、本層の層厚は模式地のカタンドゥアネス島北東部で1,500mである。

### (5) ブチヒル石灰岩

Miranda and Vargas(1967)は、ナグンブアヤ岬(Nagumbuaya Point)北西のブチヒルに露出する珊瑚を含む石灰岩をブチヒル石灰岩と定義した。

本岩は淡灰色を呈して薄く成層しており、水平または緩傾斜を示す。また、珊瑚化石・有孔虫化石に富み、その時代は中新世前期である。模式地でボナボナ石灰岩、ヨップ層及びバタレイ貫入岩類を不整合で覆う。

Miranda and Vargas(1967)は本岩の層厚を100mとしている。

### (6) サンピセンテ層

Miranda and Vargas(1967)は、ピラクの3km東のサンピセンテに露出する礫岩・砂岩を

サンピセンテ礫岩と命名した。その後、1/50,000地質図(MGB,1983a,b)ではサンピセンテ層と改められた。

Miranda and Vargas(1967)及びMGB(1983b)はカロールボン西方のカブカブ(Cabcab)にサンピセンテ層の分布を報告している。

本層は連続性の悪いレンズ状岩体として分布し、バタレイ貫入岩類の花崗閃緑岩・シビ石灰岩・ブチヒル石灰岩・玄武岩・砂岩・チャートなどの礫を含む。本層はカタンドゥアネス層を不整合で覆い、サントドミンゴ層に不整合で覆われる。基底部が中新世上部のサントドミンゴ層に覆われることから、時代は中新世後期と推定される。

Miranda and Vargas(1967)は本層の層厚を50mとしている。

#### (7) サントドミンゴ層

本層はCapistrano(1951a)がマグネシア(Magnesia)石灰岩としたもので、Miranda and Vargas(1967)はこれを苦灰岩質石灰岩と混同する恐れがあるとし、サントドミンゴ層と改めた。

ビラク〜カロールボン(Calolbon)の南方に広がる緩やかな丘陵地帯は、本層によって形成されている。岩質は含珊瑚石灰岩、砂質〜泥灰質石灰岩からなり、上部で凝灰質・泥灰質頁岩に整合的に覆われる。Miranda and Vargas(1967)はこの頁岩に瀝青炭層が挟まれることを報告している。

本層はカタンドゥアネス層、ヨップ層を不整合で覆う。また、本層の石灰岩からは中新世後期を示す化石が、凝灰質頁岩からは鮮新世を示す化石が発見されている(Miranda and Vargas,1967)。

Miranda and Vargas(1967)によれば、層厚は変化に富むが、平均80mである。

#### (8) ビガ層

ビガ礫岩の名前は、Capistrano(1951a)、Crispin et al.(1955)が島の北東部ビガ周辺に広く分布する礫岩に対して使用した。1/50,000地質図(MGB,1983c)はこれをビガ層と改めている。

本層は中礫〜巨礫サイズの円〜亜円礫を砂質マトリックス中に含み、特徴的に赤褐色を呈する。また、礫岩には部分的に砂岩・シルト岩のレンズが挟在される。

本層はバヨ層、カタンドゥアネス層を不整合で覆っている。

Miranda and Vargas(1967),1/50,000地質図(MGB,1983c)では更新世後期とされている。

#### (9) 沖積層

沖積層は主要河川沿いや海岸部に発達し、未固結の礫・砂・シルト・粘土などからなる。

## (10) 白亜紀貫入岩類

本岩類は、第2年次調査地域中央部で新たに見出された貫入岩類である。K-Ar法年代測定により、 $95.35 \pm 5.7\text{Ma}$ (HR-028)、 $82.85 \pm 2.6\text{Ma}$ (ER-120)などの白亜紀の年代を示した。

本岩類は、アボボ(Abobo)沢及び東西に流れるバリナド沢流域にまとまった規模を持つ岩体として分布する。岩質はドレライト～斑れい岩からなり、一般には周辺部の岩石類に熱変成・熱水変質・スカルン化などは与えていない。しかし、バリナド沢では、本岩類は緑泥石化、緑れん石化及び絹雲母化を受け、カタンドゥアネス層の砂岩と同様な灰緑色を呈する。なお、野外においては、本岩類とバタレイ貫入岩類とを識別するのは困難である。

化学分析の結果、本岩類は $\text{SiO}_2$ が46.40%(ER-120)及び45.80%(HR-028)であり、塩基性岩類であることが判る(第5表)。

## (11) バタレイ貫入岩類

Miranda and Vargas(1967)は、カタンドゥアネス島南部のバト付近に分布する貫入岩類が組成的、組織的に閃緑岩・安山岩・デイサイトと多岐にわたることを指摘して、これらを併せてバタレイ貫入岩類とした。

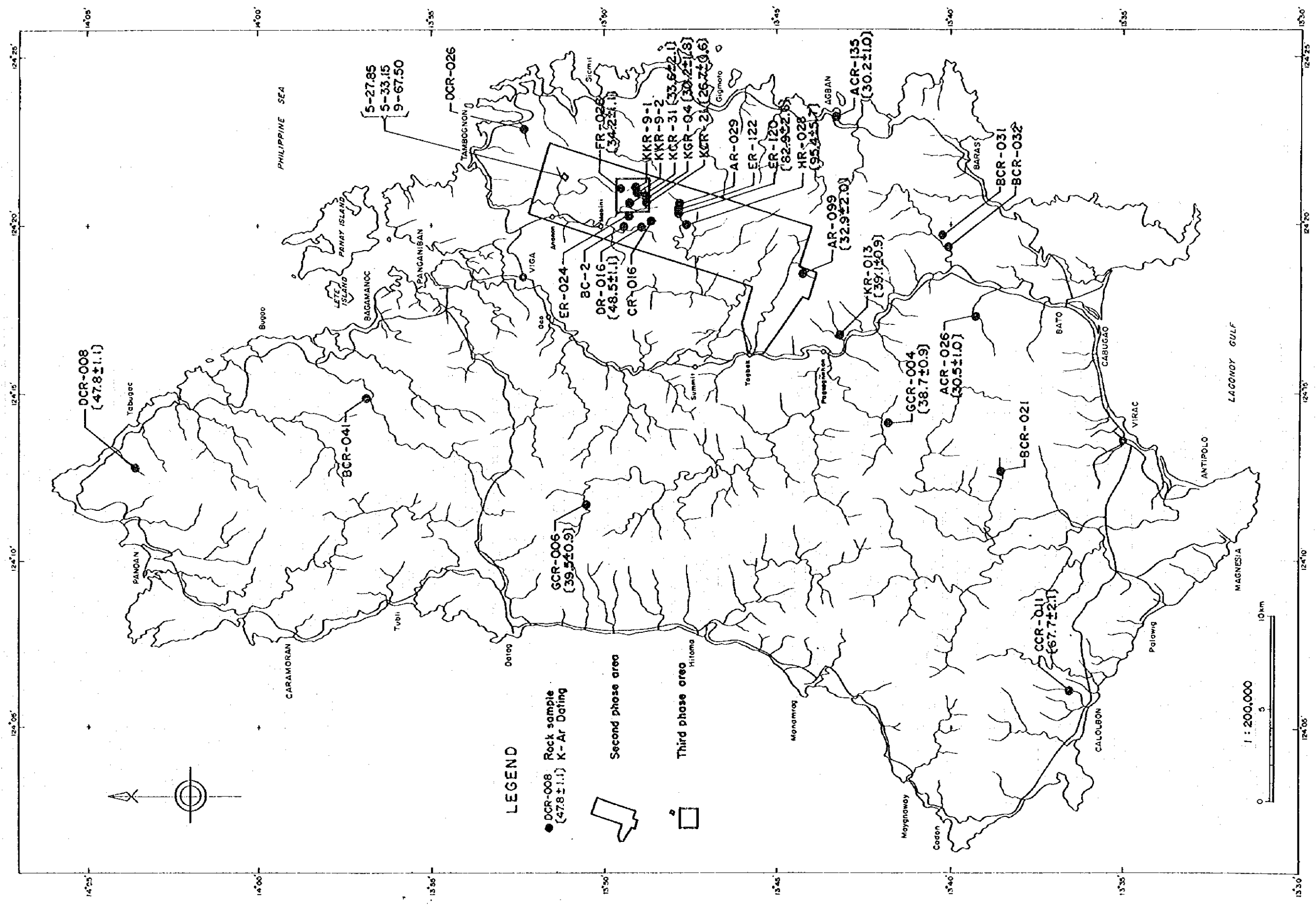
本岩類は岩質的には中粒～粗粒角閃石黒雲母閃緑岩・黒雲母花崗閃緑岩・角閃石斑岩・安山岩・玄武岩・アプライトからなり、本島の南部を中心に数多くの小貫入岩体として分布する。Miranda and Vargas(1967)は、本岩類が被貫入岩に熱変成を与え、本島の金及び硫化物鉱床をもたらしたとしている。被貫入岩に見られる主要な変質は、珪化・黄鉄鉱・緑簾石化・緑泥石化及び粘土化変質である。

模式地であるバト東方においては、本岩類が南北6.5km、東西1.5kmの範囲で大規模に分布する。アグバン、ピンチカヤン(Vinticayan)岬、ティロッド、サンベドロ、リブホ、アロヤオ(Ariyao)、サンミゲールなどの金・銅鉱微地は本貫入岩類に関係して生成されたものと考えられる(Miranda and Vargas, 1967)。

本調査において、バタレイ貫入岩類のK-Ar年代測定を実施したところ、 $39.5 \pm 0.9 \sim 26.7 \pm 0.6\text{Ma}$ の年代値が得られ、殆どが第三紀漸新世の年代を示した。

## 2-1-3 火成岩の化学分析

調査地域に分布する火成岩は、カタンドゥアネス層中の玄武岩質～安山岩質溶岩・白亜紀貫入岩類のドレライト・斑れい岩、変斑れい岩、バタレイ貫入岩類に属する安山岩質斑岩(andesite porphyry)及び閃緑岩等である。本報告書では、これらの代表的な試料について、主成分及び微量成分の化学分析の結果を示し、その性質を概説する。第10図に代表



第 10 図 代表的な岩石試料の採取位置図

的な岩石試料の採取位置図を示した。

なお、主成分及び微量成分の分析にはICP-AES法を用いた。ただし、FeOの分析は滴定法により、金の分析は中性子放射化分析法、硫黄の分析は高周波炉燃焼法で測定した。

#### (1) 火成岩の主成分組成

第5表に岩石の主成分及び微量成分分析結果を示す。また、以下のデータの表示にはTAS図(第11図)、ACF図(第12図)及びMFA図(第13図)を用いた。図表中の岩種は、1:玄武岩、2:変質玄武岩及び玄武岩質凝灰岩、3:ドレライト、4:斑れい岩、5:斑れい岩(Batalay Intrusives)、6:変斑れい岩(Carorongon Area)、7:安山岩質斑岩(Batalay Intrusives)、8:閃緑岩(Batalay Intrusives)に分類される。なお、5の斑れい岩は、現地の産状及びK-Ar年代測定からは、バタレイ貫入岩類に属すると判断されたが、主成分組成及び顕微鏡観察では、斑れい岩とすべき岩石であることから、4の斑れい岩と区別した。また、2:変質玄武岩及び玄武岩質凝灰岩は岩石学的検討からは除外した。

玄武岩：本岩類のSiO<sub>2</sub>含有量は46.20～55.10%の間にある。TAS図では玄武岩～粗面玄武岩～玄武岩質粗面安山岩の領域にプロットされる。MFA図ではカルクアルカリ岩系列のように見えるが、やや鉄に富んだものが存在する。ACF図ではIタイプに分類される。

ドレライト：ドレライトのSiO<sub>2</sub>は45.80～53.60%の間にある。TAS図では玄武岩～粗面岩質玄武岩の領域にプロットされる。MFA図ではほぼカルクアルカリ岩系列の分化経路を示すが、玄武岩同様、やや鉄に富んだものが存在する。ACF図ではIタイプに分類される。

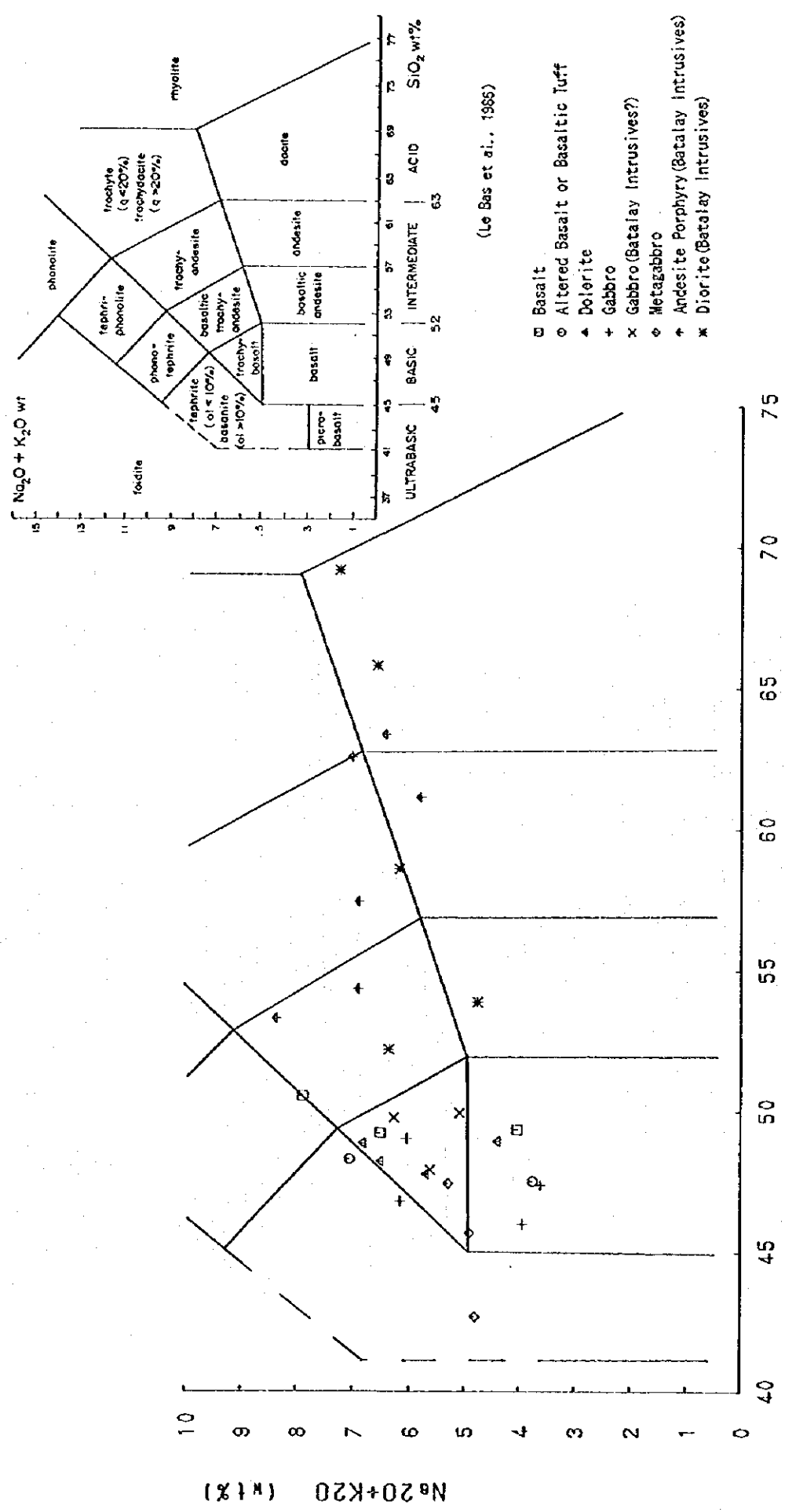
斑れい岩：斑れい岩のSiO<sub>2</sub>は41.20～54.60%の間にある。TAS図ではドレライト同様、玄武岩～粗面岩質玄武岩の領域にある。MFA図ではカルクアルカリ岩系列に含まれるものと、やや鉄に富むものがある。ACF図ではIタイプに分類される。

変斑れい岩：カロロンガン地区で認められる唯一の火成岩で、緑色片岩とともに顕著な片理を有することから、3年次調査で変斑れい岩(metagabbro)と記載した。これらの岩石のSiO<sub>2</sub>は41.96～50.75%の間にあり、TAS図による分類ではテフライト(tephrite)～粗面玄武岩の範囲にプロットされ、岩石組織は中粒～粗粒で完品質を呈することから、大部分は上記の斑れい岩と同時期(白亜紀)のものと判断される。しかしながら、マグネシウムに乏しく、鉄に富むものが多く、これまでの調査で確認されている斑れい岩とはやや性質を異にする。ACF図を考慮すると、シート状に侵入していることから、化学組成が周辺の堆積岩類に影響を受けている可能性もある。

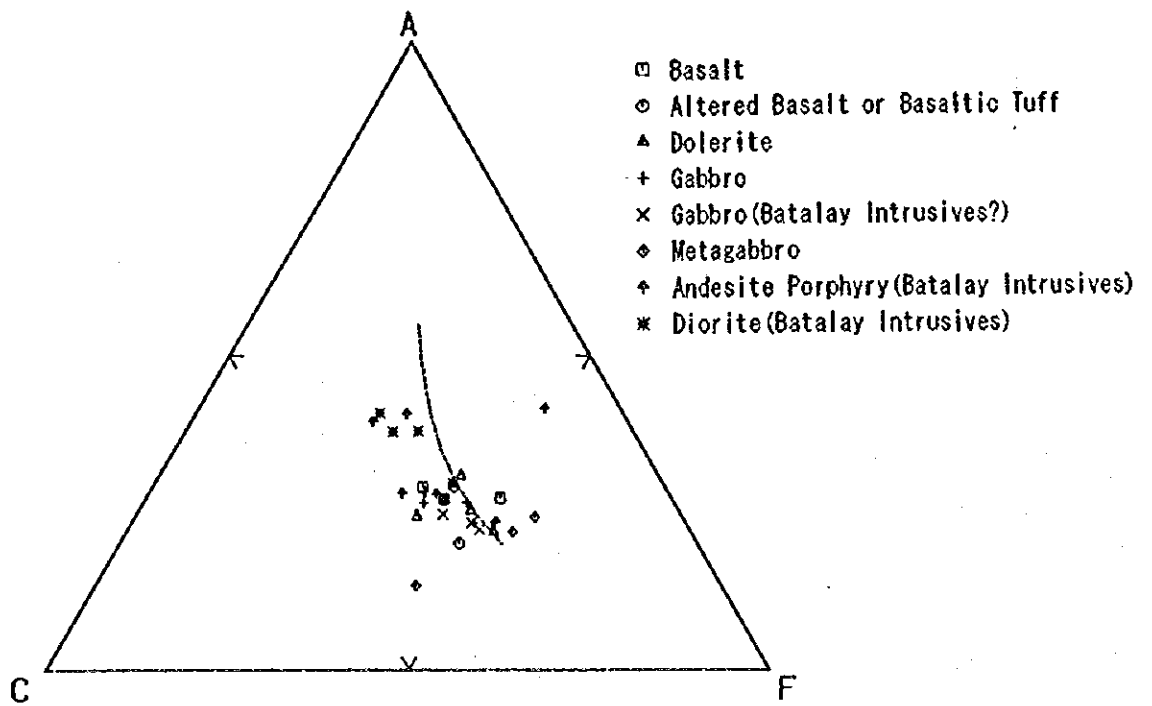
バタレイ貫入岩類：Drummond and Defant(1990)、Defant and Drummond(1990)、Defant et al.(1990)は沈み込み帯で産出する島弧系の岩石(安山岩・デイサイト・流紋岩)の化学

第 5 表 岩石の主成分及び微量成分分析結果

SAMPLE No.	ACR-026		ACR-195		BCR-021		BCR-032		GCR-006		BCR-031		BCR-041		CCR-011		DCR-008		DCR-026		GCR-004		ER-122		CR-016		DR-016		ER-024			
	ROCK TYPE	And. Po.	Diorite	And. Po.	Gabbro	Basaltic T. A.T. Basalt	Gabbro	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt	Basalt		
SiO2	63.40	64.80	65.84	62.80	47.94	48.33	47.94	49.06	50.53	49.80	49.80	49.25	49.80	49.80	49.80	49.80	49.80	49.80	49.80	49.80	49.80	49.80	49.80	49.80	49.80	49.80	49.80	49.80	49.80	49.80		
TiO2	0.33	0.25	0.25	0.38	1.26	1.01	1.01	0.80	0.90	1.13	1.13	1.01	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13		
Al2O3	18.25	16.23	16.89	16.70	15.87	18.03	13.79	18.10	18.23	17.98	18.23	17.56	18.23	18.23	18.23	18.23	18.23	18.23	18.23	18.23	18.23	18.23	18.23	18.23	18.23	18.23	18.23	18.23	18.23	18.23	18.23	
Fe2O3	2.27	1.53	1.48	0.73	4.98	5.81	4.92	4.31	4.28	4.12	4.31	4.67	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	
FeO	0.55	1.22	1.38	3.00	6.84	4.77	4.17	5.59	4.55	6.32	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	
MnO	0.05	0.04	0.08	0.10	0.23	0.21	0.21	0.29	0.29	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	
MgO	1.60	1.29	1.11	2.39	4.94	3.75	8.11	4.94	4.53	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	
CaO	5.15	4.89	3.23	3.49	4.84	6.32	10.27	7.28	4.82	7.71	7.71	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	
Na2O	1.28	2.36	1.13	2.86	2.19	2.21	1.02	2.25	3.74	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	
K2O	0.14	0.09	0.09	0.11	0.32	0.65	0.17	0.11	0.64	0.27	0.27	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	
P2O5	0.14	0.09	0.09	0.11	0.32	0.65	0.17	0.11	0.64	0.27	0.27	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	
LOI	1.56	0.84	3.10	2.42	2.45	3.10	2.75	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	
TOTAL	100.47	101.19	100.33	100.06	98.22	99.04	96.99	99.19	100.07	100.13	100.13	98.99	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
H2O+	0.92	0.67	1.30	1.48	2.24	2.78	1.61	2.72	2.72	3.28	3.28	2.11	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	
H2O-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ACR-026	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Ag (ppm)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	
As (ppm)	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Cu (ppm)	10	22	43	55	604	566	75	162	234	196	323	270	832	270	281	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Mo (ppm)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Pb (ppm)	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
S (%)	0.097	0.005	0.052	0.018	0.041	0.022	0.008	0.009	0.010	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	
Zn (ppm)	20	28	44	44	78	94	64	72	92	94	92	143	90	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	

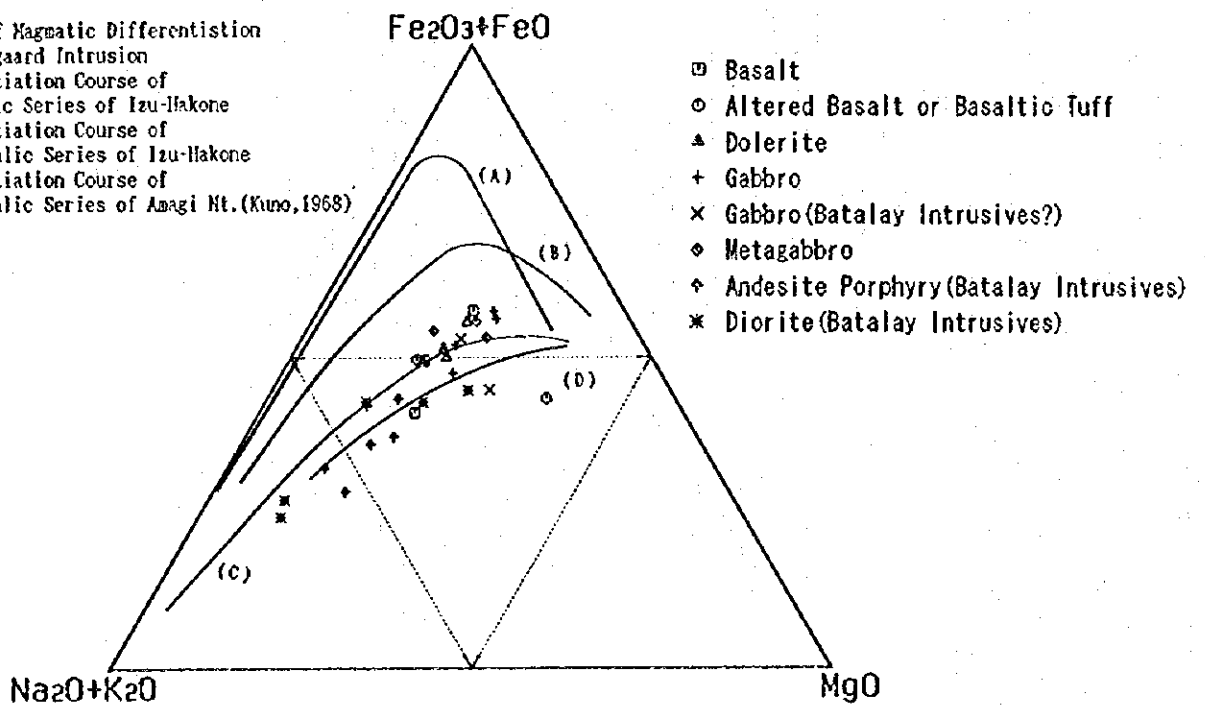


第 11 图 TAS 图



第 12 図 ACF 図

- (A) : Course of Magmatic Differentiation in Skaergaard Intrusion
- (B) : Differentiation Course of Tholeiitic Series of Izu-Hakone
- (C) : Differentiation Course of Calc-Alkalic Series of Izu-Hakone
- (D) : Differentiation Course of Calc-Alkalic Series of Amagi Mt. (Kuno, 1968)



第 13 図 MFA 図



的性質は、 $\geq 56\%$ の $\text{SiO}_2$ 、 $> 15\%$ の $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $< 3\%$ の $\text{MgO}$ に特徴があると述べている。

David Jr.(1994)は、バタレイ貫入岩類の閃緑岩・安山岩類の化学組成について、 $\text{SiO}_2$ は59~69%の範囲を示すとしている。

カタンドゥアネス地域の本岩類は、肉眼的に安山岩質斑岩・閃緑岩・アプライトよりなる。本岩類は $\text{SiO}_2$ が51.91~73.40%の間にあり、TAS図では広範囲の領域にプロットされる。MFA図では殆どがカルクアルカリ岩系列の分化経路を示す。ACF図では殆どがIタイプに分類される。

しかしながら、カンバヤス地区の本岩類は、 $< 56\%$ の $\text{SiO}_2$ 含有量を示すものが多く、 $\text{MgO}$ も3%を越すものが認められ、一般的なバタレイ貫入岩類の主成分組成とは異なっている。特にKCR-21試料は、鏡下で斑状組織を呈することから安山岩質斑岩と判断されるが、TAS図による分類では玄武岩質粗面安山岩領域にプロットされ、X線的に石英が認められずカリ長石に富むことからアルカリ岩的な性質を有する。

### (2) 鉍石成分分析

本分析の目的は、調査地域に分布する基盤岩中における有用金属の潜在含有量を確認するとともに、土壌分析値に与える影響を考慮することにある。

第5表に代表的な火成岩類の鉍石(微量)成分を示した。これによれば、白亜紀貫入岩類とバタレイ貫入岩類の微量成分含有量には明らかな相違が認められる。特に金含有量の差は明瞭で、一般に前者の方がかなり高い値を示す。一方、玄武岩及び安山岩溶岩と白亜紀貫入岩類は類似した微量成分の含有量を示した。

### (3) K-Ar法年代測定

火成岩類に対してK-Ar法による年代測定を実施した。試料は、現地で最も変質の少ないものを厳選したが、鏡下では中~強度の緑泥石化・セリサイト化・緑れん石化を受けている。その結果を第6表に示した。

白亜紀貫入岩類の試料BR-120, HR-028の年代は、 $82.9 \pm 2.6 \sim 95.4 \pm 5.7\text{Ma}$ であり、後期白亜紀の年代を示した。

バタレイ貫入岩類に属する試料からは、 $39.5 \pm 0.9 \sim 26.7 \pm 0.6\text{Ma}$ の値が得られ、殆どが漸新世の年代を示した。これはバタレイ貫入岩類に対して、Miranda and Vargas(1967)が層位的関係から示した年代と良好に一致する。

カタンドゥアネス本島において得られたその他の岩石類の年代値は、白亜紀に貫入したものが変質の影響で若返りを受けた可能性が高い。

なお、定数はSteiger and Jaeger(1977)により、

第 6 表 火成岩類のK-Ar年代測定結果

Sample No.	Rock Type	Sample Locality (latitude, longitude)	POTASSIUM (K wt%)	Rad. <sup>40</sup> Ar (10 <sup>-6</sup> cc/g)	K-Ar AGE (Ma)	AIR CONT. (%)	Average of K-Ar Age (Ma)
ACR-026	Amphibole Porphyry	Solong Prospect. (N13° 39' 31" , E124° 17' 32" )	1.14±0.03	135±2.0	30.3±1.0	13.0	30.5±1.0
				136±2.0	30.6±1.0	12.0	
ACR-135	Biotite Diorite	Agban Prospect. (N13° 43' 32" , E124° 23' 35" )	1.51±0.05	177±2.0	30.0±1.0	16.0	30.2±1.0
				180±2.0	30.4±1.0	15.4	
CCR-011	Gabbro	1.6Km north of Calolbon. (N13° 37' 12" , E124° 06' 15" )	1.42±0.04	382±5.0 378±5.0	68.0±2.2 67.4±2.1	8.3 9.0	67.7±2.1
DCR-008	Basalt	2.4Km northwest of Tabugoc. (N14° 04' 07" , E124° 13' 30" )	2.72±0.05	513±6.0 509±5.8	48.0±1.1 47.6±1.1	7.2 5.6	47.8±1.1
GCR-004	Plagioclase Porphyry	7.5Km northeast of Guiaalong. (N13° 42' 31" , E124° 14' 20" )	2.17±0.04	327±4.0	38.5±0.9	19.3	38.7±0.9
				330±5.0	38.9±0.9	19.9	
GCR-006	Diorite	Lower Stream of the Sunigin River. (N13° 50' 45" , E124° 12' 02" )	3.75±0.08	578±7.0 584±7.0	39.3±0.9 39.7±0.9	11.2 11.3	39.5±0.9
BLR-001	Dacite	Southern coast of Cata Prospect. (N13° 55' 20" , E123° 50' 38" )	0.75±0.05	197±3.0 199±3.0	66.4±4.1 67.2±4.1	30.1 34.5	66.8±4.1
BLR-028	Andesite	170m east of Matelhod Point. (N13° 56' 28" , E123° 49' 51" )	1.74±0.05	602±7.0 615±7.0	87.2±2.8 89.2±2.8	9.8 9.4	88.2±2.8
ALR-071	Andesite	420m southeast of Balong Point. (N13° 56' 53" , E123° 49' 04" )	1.55±0.05	571±7.0 577±7.0	92.5±2.9 93.4±3.0	12.6 13.0	93.0±3.0
ALR-075	Dacite	500m north of Gogon. (N13° 58' 04" , E123° 50' 30" )	2.38±0.05	380±5.0 384±5.0	40.7±1.0 41.2±1.0	14.5 13.9	41.0±1.0
AR-099	Andesite Porphyry	Kadlakogod creek. (N13° 44' 19" , E124° 18' 16" )	0.51±0.03	68.7±0.9	32.8±2.0	23.0	32.9±2.0
				69.2±1.0	33.0±2.0	22.4	
OR-016	Dolerite	Gihawis creek. (N13° 48' 52" , E124° 19' 55" )	2.89±0.06	553±6.0 550±6.0	48.6±1.1 48.4±1.1	6.3 6.2	48.5±1.1
ER-120	Gabbro	Barinad creek. (N13° 47' 53" , E124° 20' 17" )	1.47±0.04	481±5.0 483±5.0	82.7±2.6 83.0±2.6	8.7 7.2	82.9±2.6
FR-028	Diorite	Up stream of The Teganopol river. (N13° 49' 30" , E124° 21' 05" )	1.16±0.04	157±2.0 153±2.0	34.6±1.1 33.8±1.1	17.6 16.2	34.2±1.1
HR-028	Gabbro	Branch of Barinad creek. (N13° 47' 43" , E124° 19' 58" )	0.89±0.05	328±4.0 344±4.0	93.2±5.5 97.5±5.8	10.1 12.3	95.4±5.7
KR-013	Andesite dike	1.5Km southeast of Pagasagnahan Point. (N13° 43' 08" , E124° 16' 38" )	2.48±0.05	379±5.0	39.0±0.9	13.4	39.1±0.9
				380±5.0	39.1±0.9	13.6	
KCR-21	Porphyrite	Kampayas creek (N13° 49' 56" , E124° 20' 59" )	2.19±0.04	227±3.0	26.5±0.6	11.3	26.7±0.6
				229±3.0	26.8±0.6	11.9	
KCR-31	Gabbro	East of Kampayas creek (N13° 49' 53" , E124° 20' 59" )	0.68±0.04	89.5±2.0	33.8±2.1	26.5	33.6±2.1
				88.4±2.0	33.4±2.1	23.3	
KCR-04	Diorite	Kampayas creek (N13° 49' 15" , E124° 21' 00" )	0.91±0.06	109±2.0 106±2.0	30.5±1.9 29.8±1.8	19.7 19.2	30.2±1.8

- \* Dating was done bulk samples by Mitsubishi Material Co., Ltd. Central Laboratory.
- \* Decay Constant(after Steiger and Jaeger, 1977):  
 $\lambda_e = 0.581 \times 10^{-10} / \text{yr}$   
 $\lambda_\beta = 4.962 \times 10^{-10} / \text{yr}$
- \* <sup>40</sup>K content in K: <sup>40</sup>K/K=0.01167 atom%
- \* Error estimation was done after Nagao et al. (1984)

$$\lambda e = 0.581 \times 10^{-10}/Y, \quad \lambda \beta = 4.962 \times 10^{-10}/Y$$

とし、K中の $^{40}\text{K}$ の存在比を $^{40}\text{K}/\text{K}=0.01167 \text{ atom\%}$ とした。また、測定誤差の見積りは長尾ほか(1984)によった。

#### 2-1-4 鈹化作用

Miranda and Vargas(1967)は、本島の鈹微地として金(1ヶ所)、銅(5ヶ所)、マンガン(9ヶ所)、石炭(4ヶ所)、燐鈹(4ヶ所)、重砂(2ヶ所)、粘土(7ヶ所)をあげており、MGB(1986)は金(1ヶ所)、銅(29ヶ所)、マンガン(3ヶ所)、燐鈹(3ヶ所)及び粘土(1ヶ所)鈹微地を記載している。本調査では金及び銅を主たる対象とし、粘土を除く非金属鈹物・マンガン・燐鈹及び重砂は調査の対象外とした。

第2年次調査では、第1年次調査の地質・地化学調査で有望鈹微地として抽出され、かつMiranda and Vargas(1967)により最高Au品位:21.59g/tと報告された、カロロンガン鈹微地を含む66km<sup>2</sup>の範囲に対して、地質精査を実施した。その結果、以下の鈹化作用・鈹微を認めた。

- ① 石英脈：アナノン(Ananong)地区南部、カロロンガン鈹微地、タガノボル鈹微地
- ② 珪化帯：カンバヤス地区、ピナデイサン(Pinadaysan)地区、カイバ(Kaipa)地区、マイタング(Maytung)地区、カドラコゴッド地区
- ④ 砂金鈹床：アナノン地区北部、カドラコゴッド地区
- ③ 自然銅：バリナド地区
- ⑤ その他：カンバヤス地区、タグバク地区、バグサガハン地区

第2年次調査地域内の鈹微地位置図を第14図に示した。

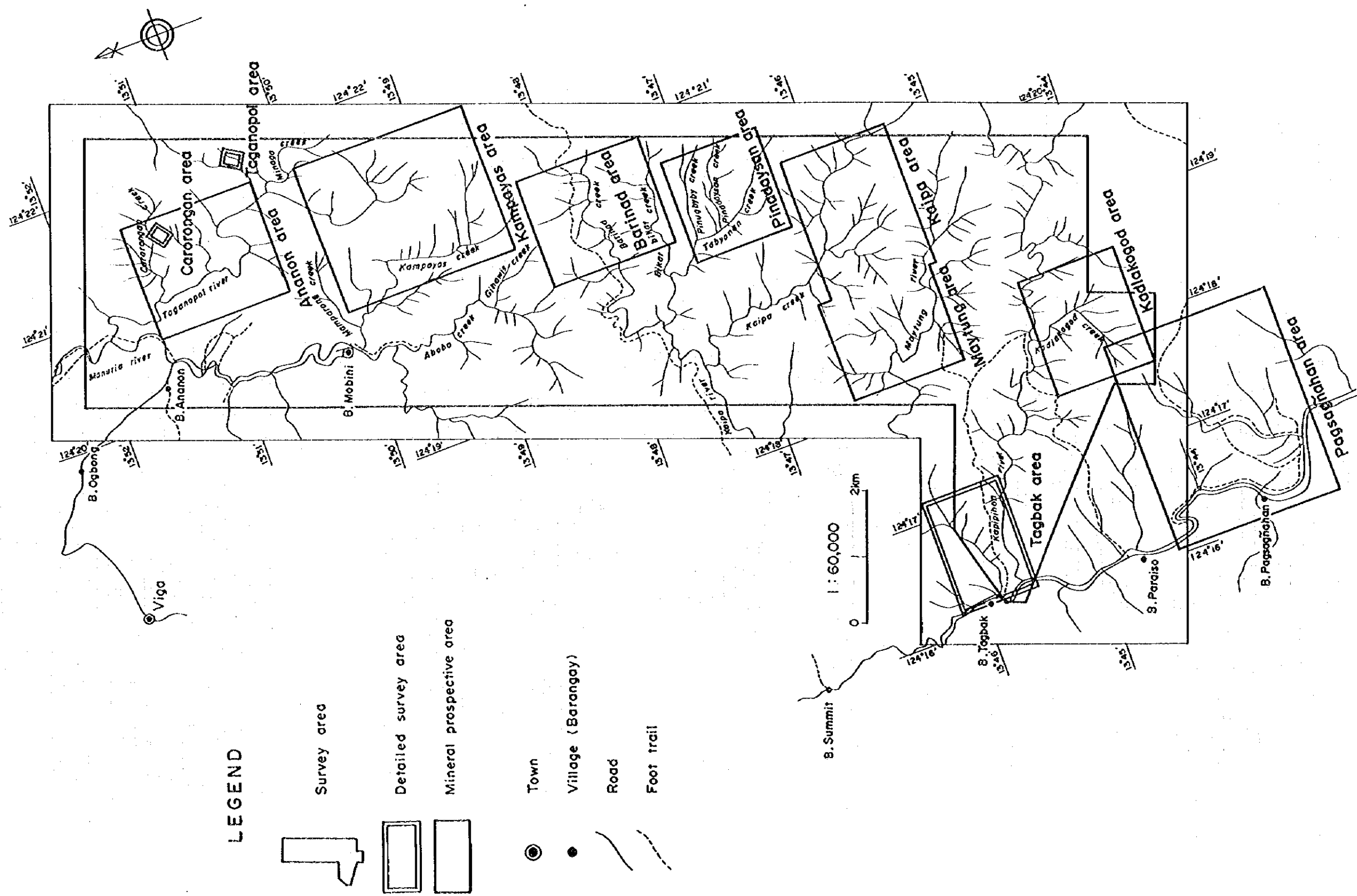
##### (1) 石英脈

石英脈はカタンドゥアネス層のうち、特に緑色片岩分布域で細脈として、あるいは緑色片岩分布域及びその周辺域に転石として認められる。それらはセグリゲーション石英脈と熱水性石英脈とに分けられる。

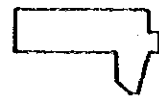






セグリゲーション石英脈：大半部分は、片理に平行する乳白色の石英脈で、変成作用により生成したものと推定され、主に緑色片岩地域に無数に分布する。脈幅は1~5cm(時に25cm)、延長は0.5~3mである。また、一般に脈の周辺部には熱水変質を伴わない。

熱水性石英脈：熱水性石英脈として確認された露頭は、アナノン地区南部・カロロンガン鈹微地及びタガノボル鈹微地に存在する。これらの地区では、黄鉄鈹の鈹染を伴った珪





**LEGEND**

-  Survey area
-  Detailed survey area
-  Mineral prospective area
-  Town
-  Village (Barangay)
-  Road
-  Foot trail

第 14 图 第2年次調査の鉱微地位位置図

化帯及び白色粘土化変質帯が認められる。脈幅は0.5~1m, 延長は約30mである。また、タガノボル沢沿いには、直径0.3~1m(最大2.5m)の乳白色不毛石英脈の転石が多数認められる。

## (2) 珪化帯

第2年次調査地域中央部及び南部において見られ、300×600mの珪化帯1ヶ所を除き、各々150×200m程度の分布を示す。原岩は砂岩が多く、灰色~淡緑灰色を呈し、珪化のため堅硬である。少量の黄鉄鉱、場所によっては石英細脈・方解石細脈を伴う。これらは地下深部に貫入した深成岩の上部現象と思われる。

## (3) 砂金鉱床

本鉱床は、アナノン東方及び南部のカドラコゴッド沢にある。鉱床は第四紀の砂礫層中に胚胎する砂金鉱床で、沖積層にはピット跡が多数認められる。現地情報によると、これらは第二次大戦前後に探鉱又は採掘されたい。本調査では、これらのピット跡でパンニングを行い、肉眼金を確認した。

## (4) 自然銅

自然銅の鉱徴は、バリナド沢の上流部に位置するバリナド地区に認められる。本地区の地質は、カタンドゥアネス層の砂岩類とそれに貫入した白亜紀貫入岩類よりなる。貫入岩類は、斑れい岩を主とするが、斑岩様の組織を示す部分も少なくない。この貫入岩類は、一般に周辺部には接触変成や粘土化変質を与えていない。沢本流沿いの斑れい岩中には、幅0.5~1cmの石英・方解石の細脈が発達する。自然銅は斑れい岩とその近傍の緑色砂岩の微小裂隙及び石英・方解石の細脈中に、フィルム状あるいは小脈状に認められる。

## (5) その他

カンバヤス地区及びバグサガハン(Pagsagnahan)地区では、バクレイ貫入岩類の周辺に黄鉄鉱の鉱染を伴った珪化・粘土化変質が認められた。また、タグバク地区の風化砂岩中に網状石英細脈帯を発見した。2年次調査では、これらをその他の鉱徴として取り扱った。

## 2-2 地化学探査

### 2-2-1 調査方法

#### (1) 試料採取

沢砂地化学探査の試料採取は、第1年次及び第2年次ともに主要河川及びその支流において予め調査地域全域を覆うように選定した地点で、地質調査と並行して実施した。各採取地点では、水流中央部の沢砂を篩分け、現地にて風乾後、80メッシュ以下の沢砂を約100g

採取した。

土地化学探査は、第2年次にカロロンガン鉱微地及びタガノボル鉱微地を対象として、それぞれ300×250m、300×240mの範囲で、バリナド地区及びタグバク地区を対象として、それぞれの地区内の任意の各点で、第3年次にカンバヤス地区を対象として、1.6×1.6 kmの範囲で実施した。ただし、土壌試料は原則としてB層準の土壌をを対象に約1kg採取した。試料は風乾後、篩分けした80メッシュ以下の試料100gをフィリピン側と日本側で折半し、日本側試料を化学分析に供した。

## (2) 指示元素

本調査では賦存の期待される金・銀・銅のほか、それらの鉱化作用と密接に関係すると考えられる砒素・鉄・水銀・モリブデン・鉛・硫黄・アンチモニー・亜鉛の11元素を指示元素とした。分析方法は、金については中性子放射化分析法を用い、硫黄については高周波炉燃焼法、それ以外の9元素についてはICP-AES法を用いた。各元素の検出限界値は、金が1ppb、銀が0.2ppm、砒素・鉛・アンチモニー・亜鉛が2ppm、銅・水銀・モリブデンが1ppm、鉄・硫黄が0.001%である。

## (3) データ解析

地化学データ処理に当たっては、分析値の常用対数を用いた。検出限界値未満のデータは検出限界値の1/2の値を便宜的に統計計算に使用した。

地化学異常のしきい値の決定には、平均値と標準偏差を用い、これに頻度分布及び累積頻度分布曲線を加味して決定した。分布の性格上から異常値と後背値の境界を示すしきい値のほかに、特に高い異常を示す値を区分するため、複数のしきい値を設けた。

解析にあたっては、最初に各元素の単独の異常値分布図を作成した(単変量解析)。次に、指示元素同士が相関をもって挙動しているか、また、相関の強いグループがあるとするればどのような因子によって支配されているのかを検討するため、主成分分析(多変量解析)を行った。

## 2-2-2 沢砂地化学探査の結果

### (1) 第1年次調査

第1年次にカタンドゥアネス本島で実施した沢砂地化学探査では、金単一元素の異常域は、ドゥグイトゥー地区とカロロンガン地区にまとまったものが見られた。バクレイ貫入岩類の模式地近くのティロッド、サンベドロ、リブホ、アロヤオ、ソロン付近には、小規模な異常域が見られた。また、中部ブロックのバト川東方の山中にも、散発的な異常値の

分布が広範囲に認められた。小規模なものは東海岸のヒグモト北方、西海岸のギャムロン川、北部ブロックのマビル(Mabil)粘土鉱微地付近にも分布する(第15図)。

これらの異常域のうち、ドゥグイトゥー地区のものが最大で、次にカロロンガン地区の異常域が大きい。

主成分分析では、説明量の大きい主成分は見い出されなかったが、第1主成分に銅鉱化作用が、第3、第4及び第5主成分に金鉱化作用が表現された。

第1主成分の高得点域は、本島中央部のバグサガハン周辺及びバグサガハンでバト川に合流するバト川支流に沿った地区に集中している。この地区における鉱微としては、カグラタワン川上流における銅鉱化作用が知られる。

第3、第4、第5主成分の高得点域は、カロロンガン鉱微地、バト東方鉱微地帯、ドゥグイトゥー鉱微地、バグサガハン北東の山間部などにも認められた。

第1年次調査の総合解析図を第16図に示した。

## (2) 第2年次調査

第2年次調査の沢砂試料の分析の結果、最大値と平均値はそれぞれ金で15,980ppb, 288.7ppb, 砒素で88ppm, 4.3ppm, アンチモニーで18ppm, 3.3ppm, 銅で776ppm, 130.7ppm, 鉛で26ppm, 5.0ppm, 亜鉛で218ppm, 99.4ppmである。これらの元素の平均値と地殻存在度(Levinson, 1974)を比較すると、金で72.2倍、砒素で2.4倍、アンチモニーで17倍、銅で2.4倍、鉛で0.4倍、亜鉛で1.4倍であり、金の異常が突出している。

金は、第17図に示すように、タガノボル川流域及びカンバヤス沢右岸域を最高に、バリナド沢・タビオナン沢流域、カドラゴゴッド沢流域、カイバ沢中流域、マイタング沢上流域での高濃度域が認められた。

オグボン断層を境として、緑色片岩分布地区(A地区)、砂岩分布地区(B地区)に分けて行った主成分分析の結果は、以下の通りである。

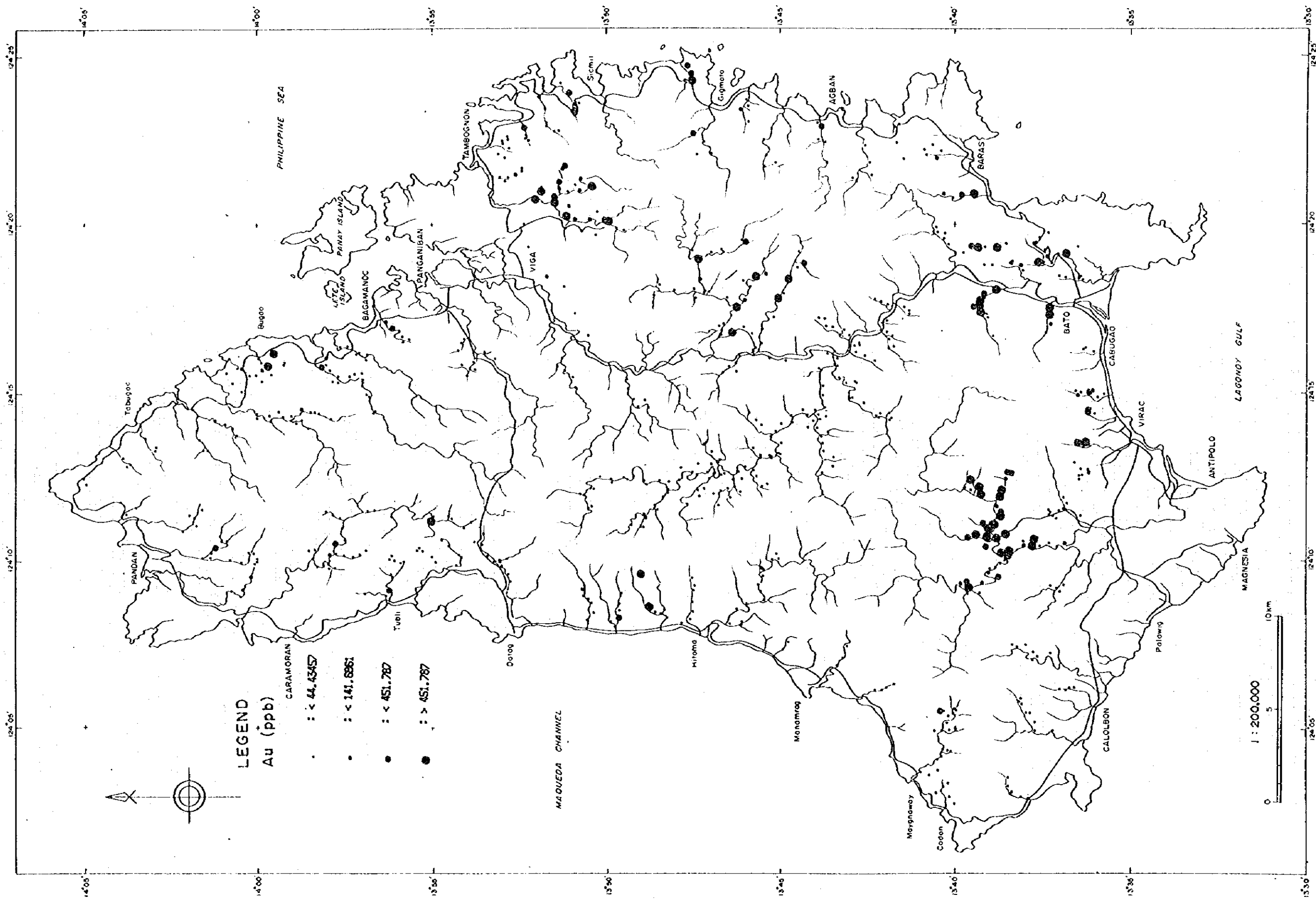
第2年次調査の総合解析図を第18図に示した。

A地区では第1主成分に、B地区では第2、第4及び第5主成分に金関連の鉱化作用が表現された。これらの因子を総合的に解釈すると、タガノボル川上流域からカンバヤス沢にかけての広い範囲が、顕著な高得点域、即ち金鉱床の賦存ポテンシャルの高い地区として抽出された。この他、B地区のバリナド沢の下流域からタビオナン沢の中流域にかけての範囲、マイタング川とE-W系断層の会合部付近にも高得点域が認められた。後者の高得点域の周辺には断層や珪化帯が存在する。

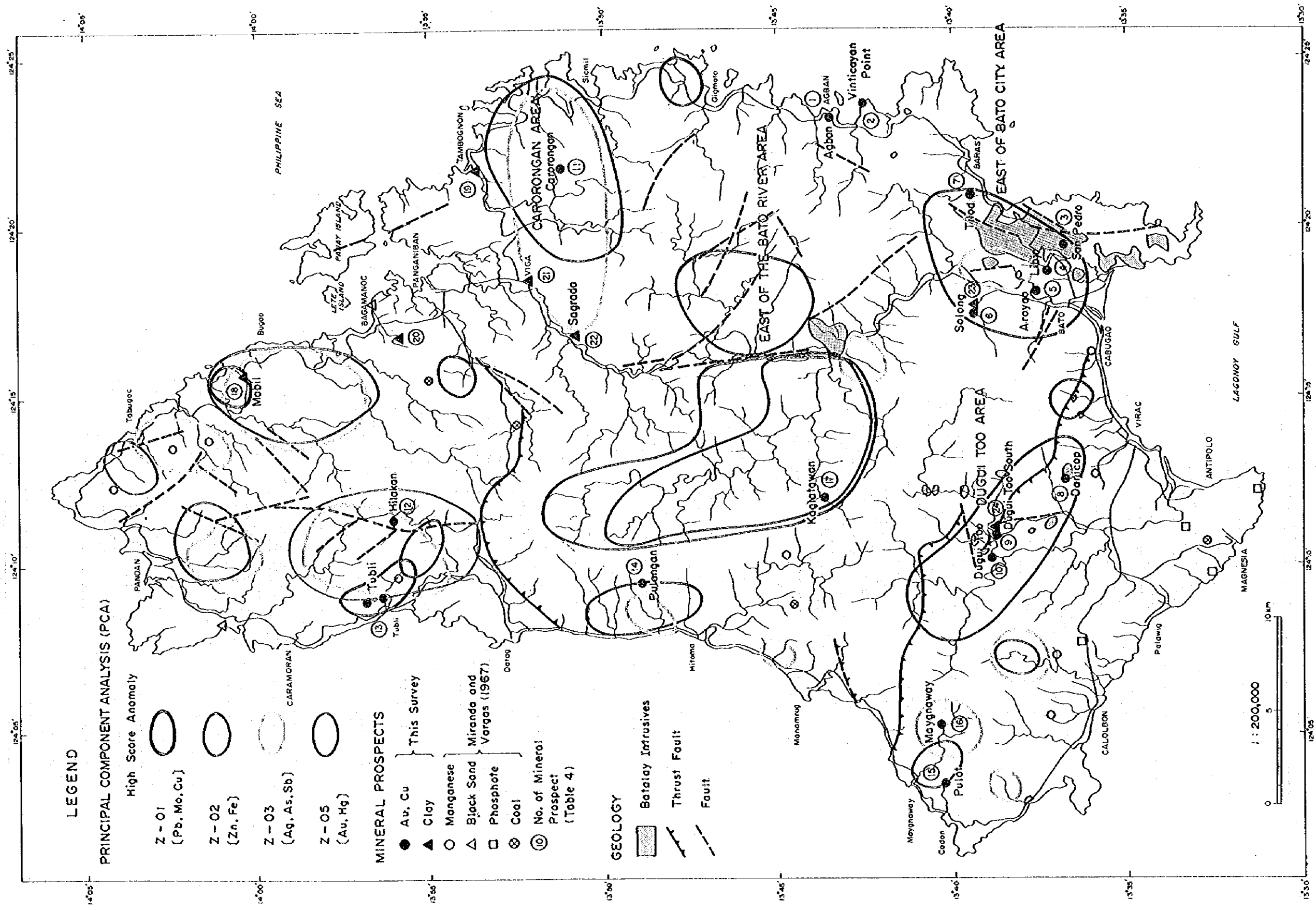
タガノボル川流域には石英脈の転石が多数分布しており、同川上流には黄鉄鉱の鉱染を



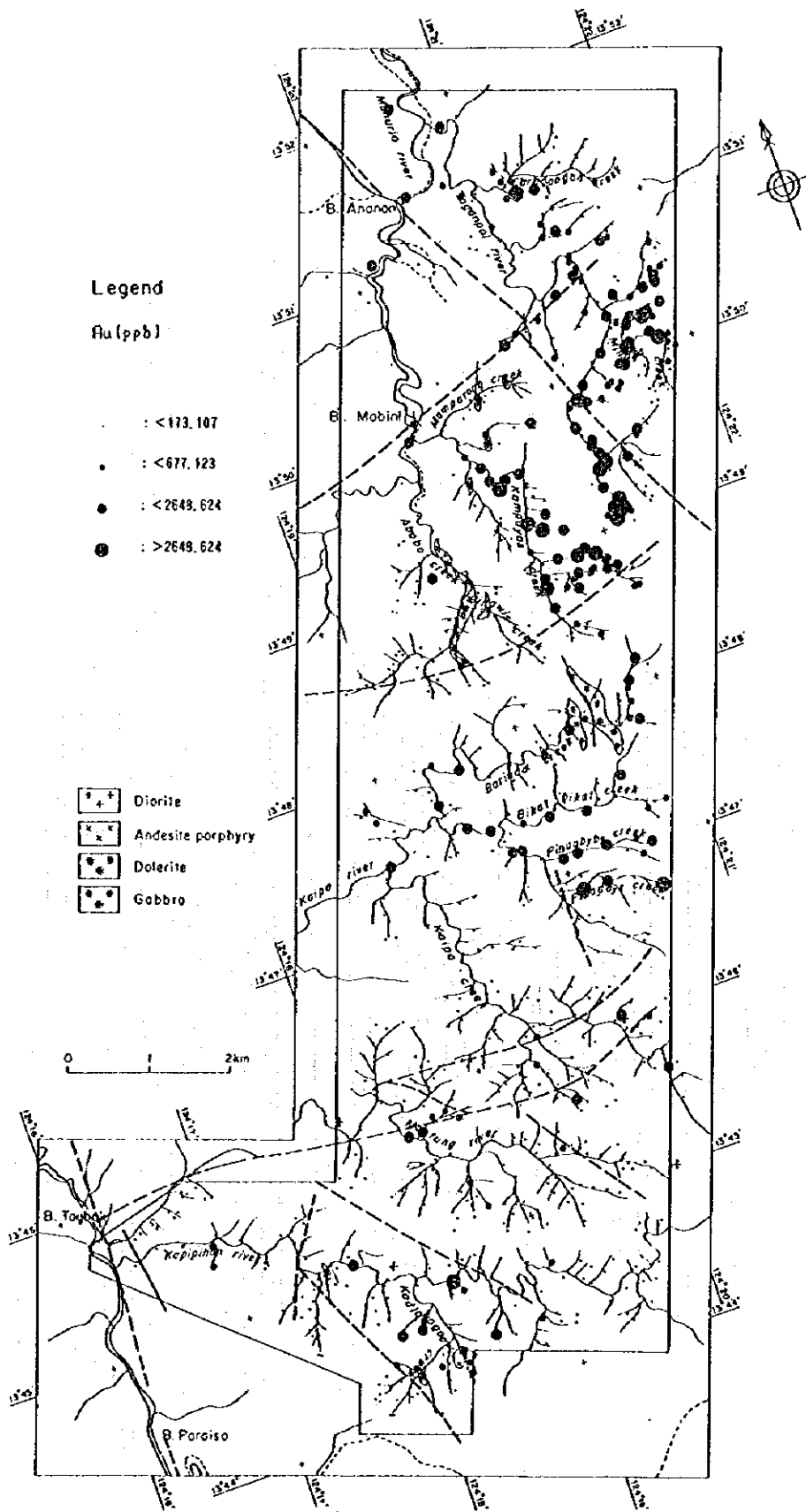




第 15 図 第 1 年次調査の沢砂地化学異常値 (Au) の区分

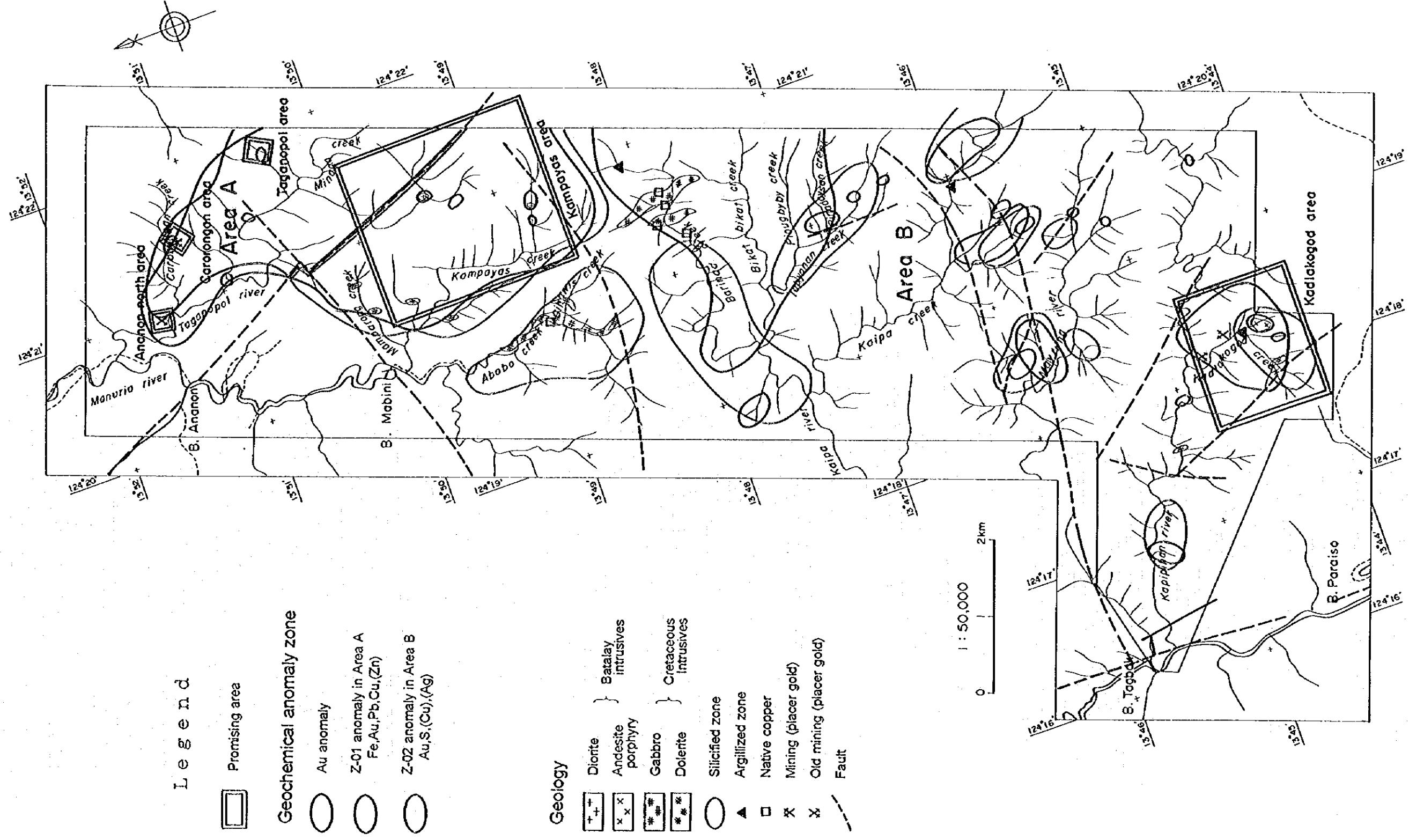


第 16 図 第1年次調査の総合解析図



第 17 図 第2年次調査の沢砂地化学異常値(Au)の区分



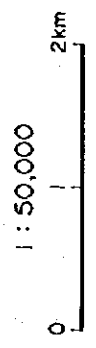


Legend

- Promising area
- Geochemical anomaly zone**
- Au anomaly
- Z-01 anomaly in Area A  
Fe, Au, Pb, Cu, (Zn)
- Z-02 anomaly in Area B  
Au, S, (Cu), (Ag)

Geology

- + + Diorite
- x x Andesite porphyry
- \* \* Gabbro
- \* \* Dolerite
- Silicified zone
- Argillized zone
- Native copper
- Mining (placer gold)
- Old mining (placer gold)
- Fault



第 18 図 第 2 年次調査の総合解析図

作った珪化帯も存在する。一方、カンバヤス沢では石英脈の転石は少ないものの、バタレイ貫入岩類の小岩体があり、その周辺域では珪化や黄鉄鉱の鉱染が認められる。

このほか、B地区のバリナド沢周辺においては、亜鉛・鉄・アンチモニー・鉛・銅の因子負荷量が大きな第1主成分の高得点域が抽出された。この高得点域には金鉱化作用に関連した第2、第4及び第5主成分の高得点域も散在している。また、バリナド沢流域には地質調査により斑れい岩類の露頭の分布が確認されている。

### 2-2-3 土地化学探査の結果

#### (1) 第2年次調査

第2年次調査において、地質調査後に鉱化ポテンシャルの高い地点を選定し、土地化学探査を実施した。対象地区は、カロロンガン鉱微地、タガノボル鉱微地、バリナド地区及びタグバク地区である。

カロロンガン鉱微地では、金は最大1,870ppb、平均で155.9ppbの値が得られ、地殻存在度と比較しても極めて高い値を示した。他の元素の値は、アンチモニーを除き3倍以下であり、本鉱微地の主要な鉱化作用としては金のみが挙げられる。金単一元素の異常域の分布及び主成分分析結果から、金の高異常域は緑色片岩とパヨ層の境界部付近に集中している。これは地質調査で見出された地表鉱微地の分布とよく一致する。

タガノボル鉱微地では、金は最大504ppb、平均で50.9ppbの値が得られ、地殻存在度と比較しても高い値を示した。一方、他の元素の値はアンチモニーを除き3倍以下であった。したがって、本鉱微地の主な鉱化作用も金鉱化作用と言える。ただし、本鉱微地ではパヨ層の影響が強く、地化学異常域を明瞭には把握できなかった。

バリナド地区では、斑れい岩の周辺において鉄・銅・アンチモニー・(亜鉛)・(硫黄)の因子負荷量の大きな第1主成分の高得点域が抽出された。また、この付近には金・砒素の因子負荷量の大きな第3及び第5主成分の高得点域も認められた。

タグバク地区では、金の分析値は非常に低く、銅・鉛・亜鉛の存在度を地殻存在度と比較しても高く3倍程度であった。

#### (2) 第3年次調査

第2年次の沢砂地化学探査により抽出された異常域について、カンバヤス地区を対象に土地化学探査を実施し、より正確な地化学異常の分布状況を把握するとともに、探鉱有望域を抽出した。

カンバヤス地区は、カロロンガン地区の南方に位置し、両地区はNW-SE系のオグボン断

層によって境される。

当該地区の地質は、主にカクンドゥアネス層の塩基性火砕岩類を起源とする層理の不明瞭な暗緑色の中～粗粒砂岩から構成され、これに白亜紀のドレライト、斑れい岩及び漸新世のバタレイ貫入岩類が貫入している。

調査地域の地質構造は、カンバヤス沢及び標高379mの頂部を通る2本の北北東-南南西(NNE-SSW)系断層によって大きなブロック運動を受けており、両断層間に挟まれる範囲は広域的な一般走向(NW-SE系)とは異なる北東-南西(NE-SW)走向を示す。また、標高379mの山頂付近及びその南部では、本地域の欽化作用に関連したと思われるバタレイ貫入岩類に属する安山岩質斑岩及び細粒閃緑岩の露頭や転石が数多く認められる。

欽化作用としては、調査地区の中西部に多量の黄鉄鉱で特徴づけられる強珪化帯が分布するほか、数ヶ所で黄鉄鉱の欽染を伴う珪化帯が認められる。また、当地区にはNW-SE系とNE-SW系の共役的な方向を示す石英脈が観察され、特に地区南東部のNNE-SSW系断層近傍では $N30^{\circ}E/65^{\circ}NW$ の走向傾斜を示す幅約1mの石英脈が確認された。

カンバヤス地区における金単一元素の異常は、標高379mの山頂部に分布する閃緑岩岩体の周辺ないしはNNE-SSW系断層沿いに広がっている。また、西部のカンバヤス沢東岸に分布する珪化帯付近や南部のカンバヤス沢上流沿いにもややまとまった高濃度域が認められる。

主成分分析の結果、各々の主成分には以下のような特徴を示す因子が含まれていると考えられる。

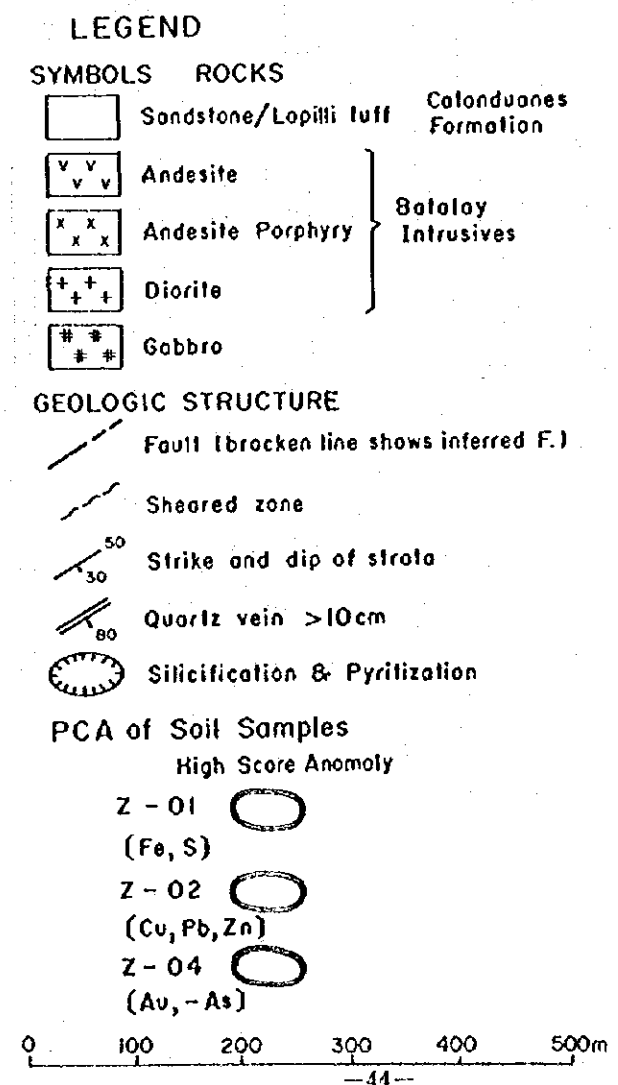
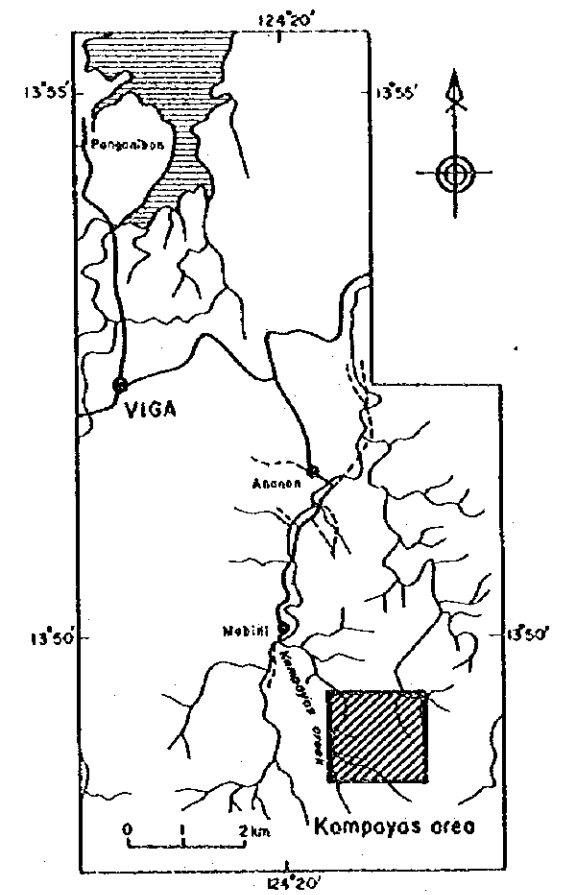
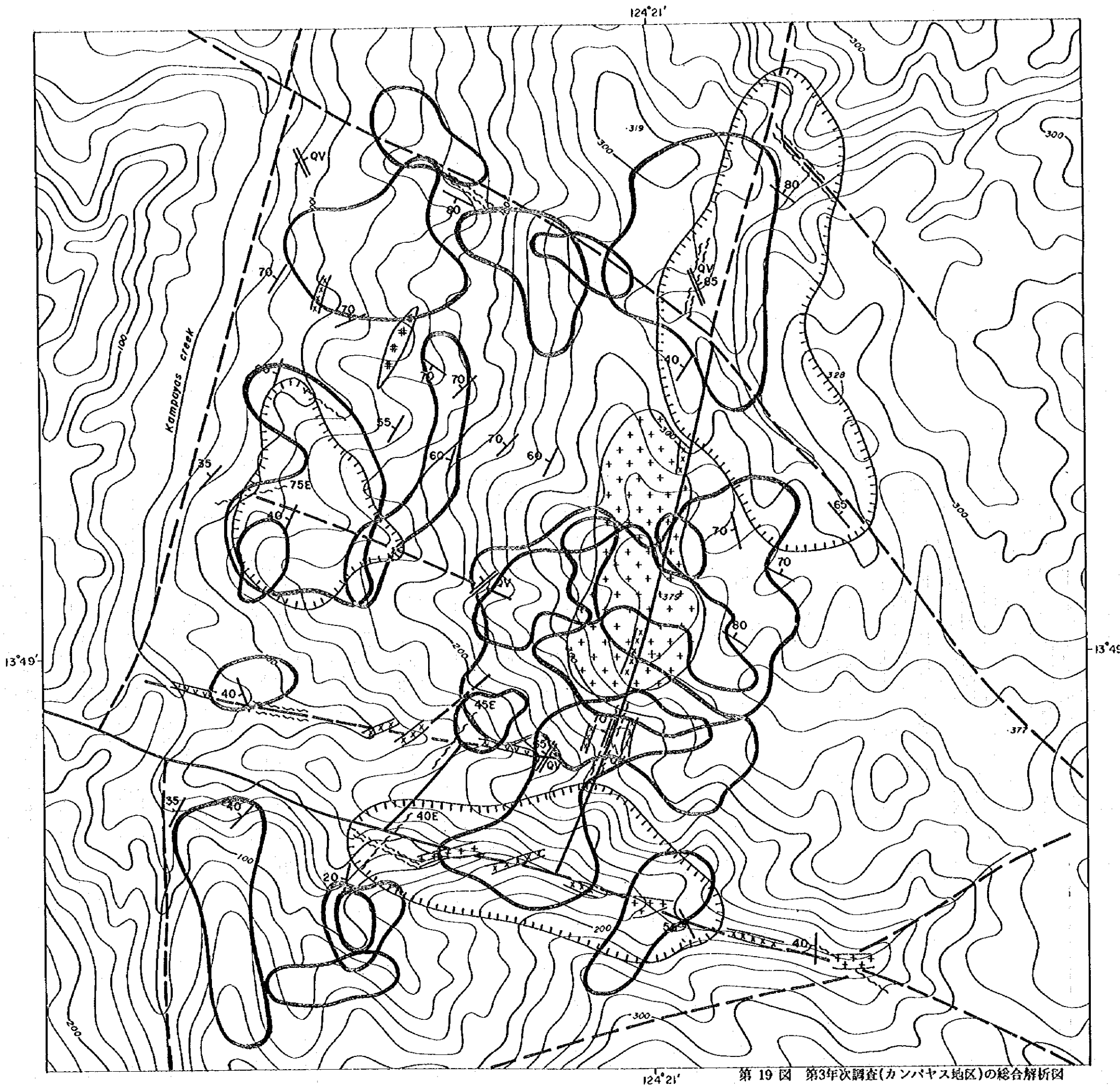
第1主成分：鉄と硫黄の因子負荷量が大きくなっており、緑色変質による黄鉄鉱化作用との関連が推定される。主成分得点分布図では、高得点域が標高379mの山頂部及びその北東部、カンバヤス沢東岸沿いの珪化変質帯付近に認められる。

第2主成分：銅・鉛・亜鉛の因子負荷量が比較的大きくなっており、貴金属元素の高濃度域に対応する。高得点域は、標高379mの山頂部に分布する閃緑岩岩体の周辺部に分布する。また、同山頂部を通るNNE-SSW系断層の西側は高得点を示す試料が多く、対照的に東側は負の得点を示す試料が多い。

第3主成分：アンチモニーが負の因子負荷量として現れているが、地質的な意味はないものと判断される。

第4主成分：金の因子負荷量が大きく、金に関係の深い砒素が負の因子負荷量となっている。高得点域は、標高379mの山頂部とその南方に広がっており、金の高濃度域及びバタレイ貫入岩類の露頭ないしは転石が多く認められる地域に対応している。





第 19 図 第3年次調査(カンパヤス地区)の総合解析図

カンバヤス地区の総合解析図を第19図に示した。

## 2-3 トレンチ調査

### 2-3-1 調査方法

トレンチ調査は、第2年次調査で確認されたカロロンガン地区の石英脈の転石(0.5~1.0 m)、珪化帯の連続露頭及び地化学異常域について、それらの鉱徴の広がりと品位を確認するために実施された。以下に、その調査方法を記述する。

- (1) 調査数量は、9ヶ所(T-1~9)で総延長204mを実施した。
- (2) トレンチは幅1.5mで、岩盤が露出するまで掘削した。
- (3) 地質及び鉱化状況を詳細に観察し、縮尺100分の1のトレンチ調査図を作成した。
- (4) 地質状況及び鉱化作用の性質を明らかにするため、鉱石分析、X線回折、研磨薄片、流体包有物の均質化温度測定等の室内試験試料を十分な配慮を持って採取した。
- (5) 現地調査終了後は、現状復帰を行った。

### 2-3-2 調査結果

カロロンガン地区の地質は、カクンドゥアネス層の緑色片岩及び変斑れい岩より構成される。緑色片岩及び変斑れい岩は、一般にNW-SE走向の片理を有し、鉱化帯付近では珪化・粘土化変質を被っている。熱帯風化により母岩の判定は困難であるが、緑色片岩と比較して変斑れい岩の方が強い変質を被っており、石英脈の発達も顕著である。

調査地域の地質構造は、広域的には先行するNW-SE系の断層及び褶曲と、これらを切るN-E-SW系及びE-W系の断層によって特徴づけられる(第2年次調査)。この傾向は、今回のトレンチ調査でも認められ、主な破碎帯や珪化帯の伸長方向はNW-SE方向を示すものの、一部の金品位の高い石英脈でE-W走向を有するものが存在する。また、Trench-3,4,6には粘土化作用の著しい箇所が認められ、裂罅や石英脈が様々な方向に発達して複雑な様相を呈している。

鉱化作用としては、Trench-1からTrench-9までのすべてのトレンチにおいて、熱水変質及び石英脈の生成に伴う金の鉱徴を確認した。石英脈は、量的にはNW-SE系の石英脈が圧倒的に多く、N-S系、E-W系、NE-SW系の順に続くが、高い金含有量を示すのはNW-SE系とE-W系のものに多い。特にTrench-3においては、幅約4m、Au:4.2g/tの珪化帯を捕捉した。この珪化帯はN50°W方向に連続し、Trench-1においても、幅約3.5m、Au:1.3~4.7g/tの珪化帯が存在する。しかしながら、Trench-3中の珪化帯内では走向:N75°E、傾斜:85°NW、脈幅15

cm, Au:58.8g/lの石英脈が認められ、Trench-5及びTrench-6の状況を加味すると、金の異常域はE-W方向にも連続する。このほか、顕著な金の鉱徴としては、Trench-4における幅2m, Au:1.5g/lの粘土化帯、Trench-6における幅1m, Au:30.3g/tの石英細脈帯などが挙げられる。なお、カロロンガン地区トレンチ及びボーリング調査位置図を第20図、代表的なトレンチ調査図を第21図、カロロンガン地区の地質及び鉱徴分布図を第22図に示した。

石英脈は透明なもの和不透明なものがあり、後者は白色～帯褐白色を呈する。その中でも、黄鉄鉱が酸化して褐鉄鉱・赤鉄鉱によるヤケを伴った帯褐白色の石英脈に、金含有量の高いものが多い。X線回折試験によれば、石英、カオリナイト、絹雲母、曹長石、緑泥石、ギブサイト、褐鉄鉱、赤鉄鉱、混合層粘土鉱物等が検出された。

トレンチから得られた石英脈の流体包有物の均質化温度は、全体的に200°C前後にピークを有する。また、数ヶ所で石英脈よりも周囲の粘土化部分の方で高い金含有量を有する。

鉱石分析の結果、銅、亜鉛で若干の高濃度を示す試料が認められるものの、顕著な異常を示したのは金のみであった。

## 2-4 ボーリング調査

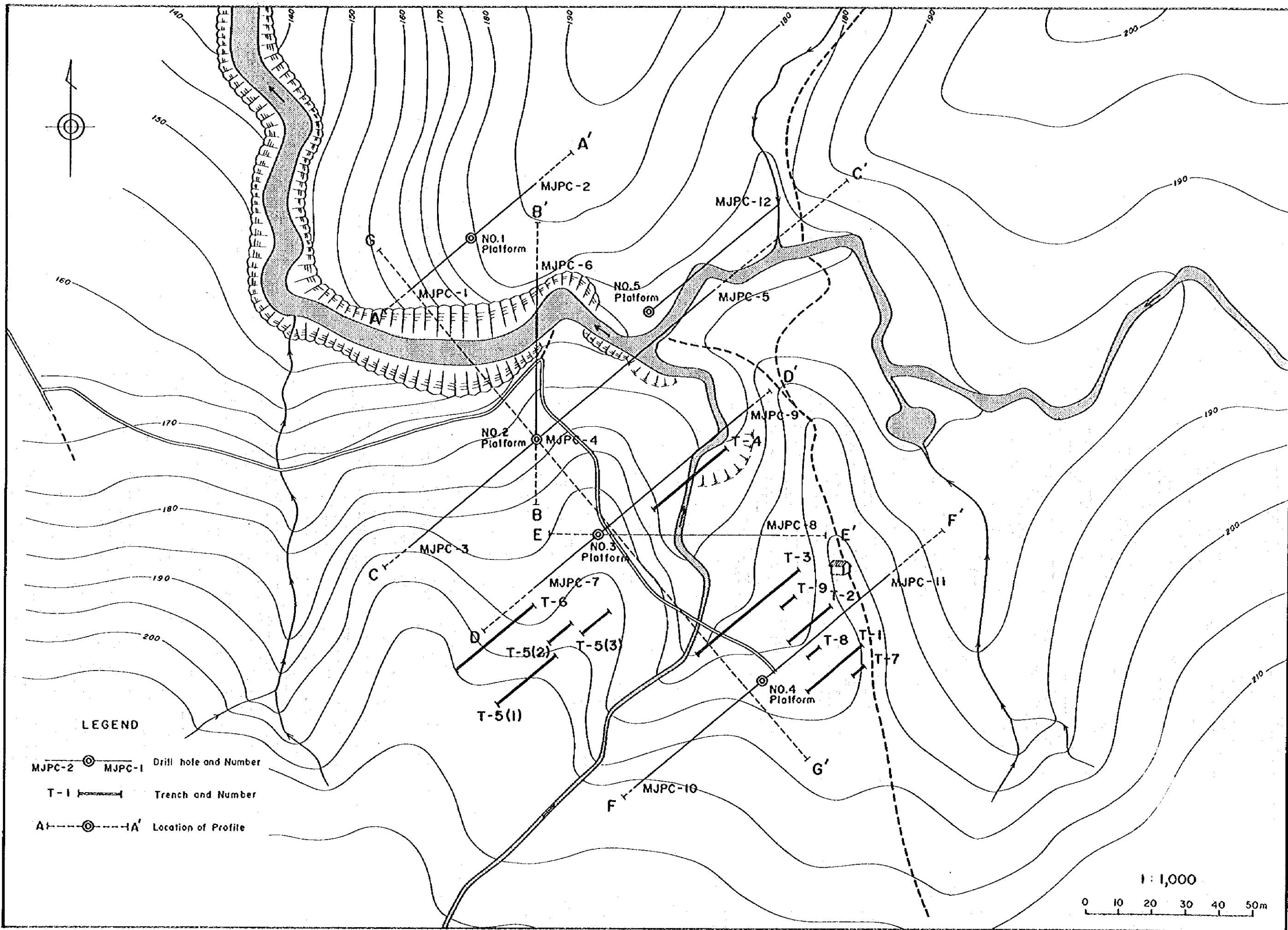
### 2-4-1 調査方法

ボーリング調査は、第2年次の調査結果から有望地区として抽出されたカロロンガン地区において、詳細な地質状況の把握、鉱徴の確認、鉱床賦存状況の把握などを目的として実施された。本調査では5ヶ所の試錐座から12孔のボーリングが実施され、その総掘進長は1,104mであった。各孔の掘進長は50.20～132.70mであり、各々の深さは主に地質及び変質状況により決定された。また、鉱石分析、X線回折試験、研磨薄片などの室内試験用試料を約400個採取した。工事は、掘進実績に示したように孔径NQとBQで実施され、90%以上のコア採取率が達成された。掘進能率は地質状況、特に粘土化帯での孔の崩壊、破碎帯付近での逸水等により大きく変動し、孔別掘進能率は3.88～12.53m/全作業日、12孔の平均は7.72m/全作業日であった。採取したコアは、MGBのレガスビ支所に格納した。

### 2-4-2 調査結果

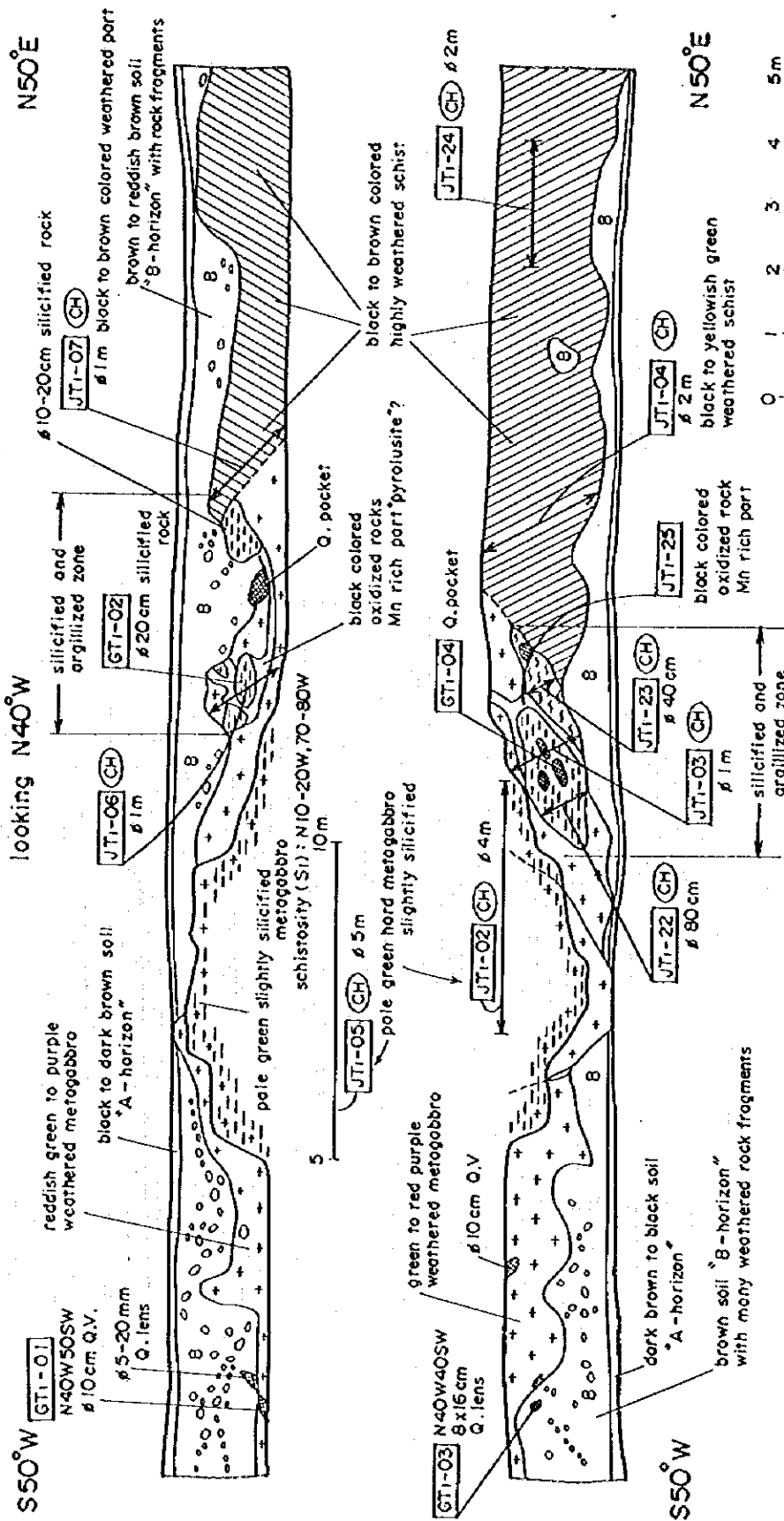
#### (1) 地質

地表調査、トレンチ調査及びボーリング調査により得られたデータに基づくと、本地域には少なくとも2種類の主要岩相が存在することが分かる。ひとつは、片理の発達した火山礫凝灰岩、砂岩、シルト、頁岩等を母岩とする緑色片岩類であり、もうひとつは菱鉄鉱



第 20 図 カロランガン地区トレンチ及びボーリング調査位置図

# TRENCH - 1

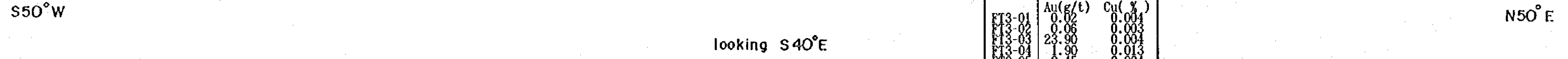
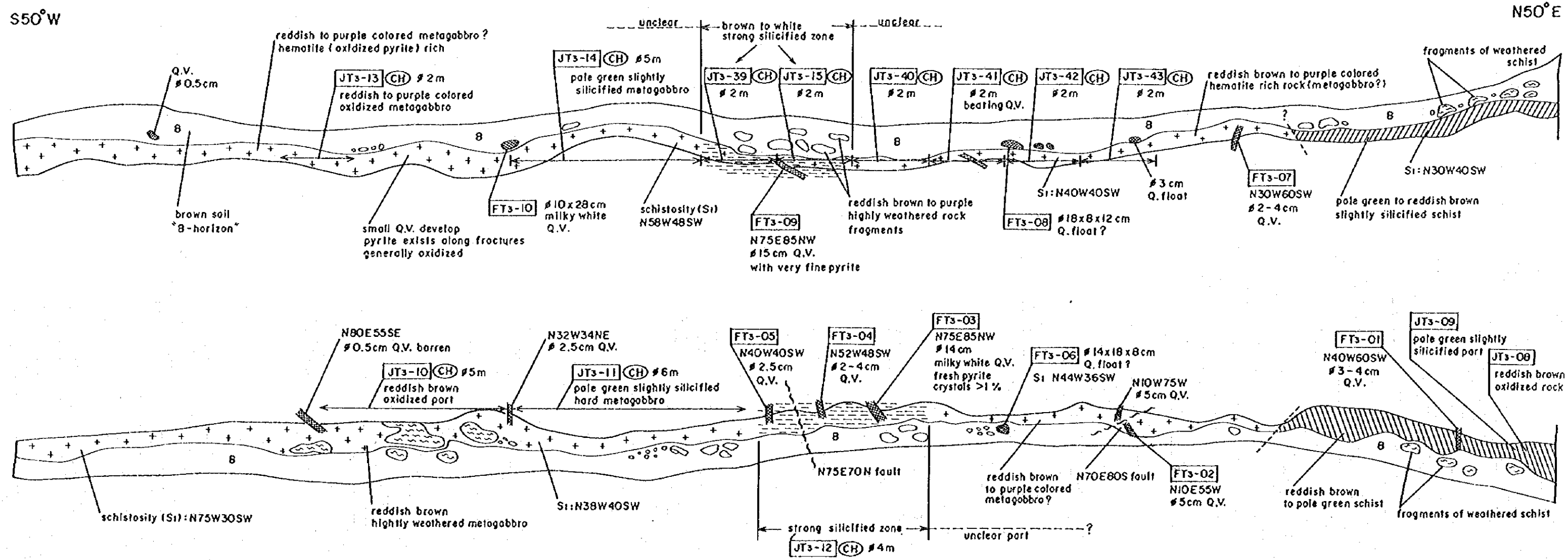


第 21 図 トレンチ調査図(1)



# TRENCH - 3

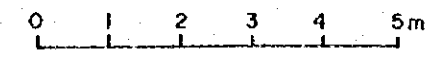
looking N40°W



### LEGEND

- B B-horizon (reddish brown ~ brown) soil
- Schist
- Metagabbro
- Silicification (Strog part)
- Argillization
- Quartz vein
- JT1-02 Rock sample
- CH Channel sample

	Au (g/t)	Cu (%)
FT3-01	0.02	0.004
FT3-02	0.06	0.003
FT3-03	23.96	0.004
FT3-04	1.90	0.013
FT3-05	0.45	0.004
FT3-06	56.60	0.008
FT3-07	6.50	0.022
FT3-08	1.80	0.005
FT3-09	58.80	0.009
FT3-10	44.60	0.006
JT3-08	0.02	0.049
JT3-09	<0.01	0.024
JT3-10	0.10	0.027
JT3-11	0.38	0.036
JT3-12	4.20	0.023
JT3-13	0.11	0.020
JT3-14	0.45	0.024
JT3-15	2.25	0.018
JT3-39	2.30	0.017
JT3-40	0.09	0.023
JT3-41	0.50	0.017
JT3-42	0.15	0.013
JT3-43	0.08	0.019



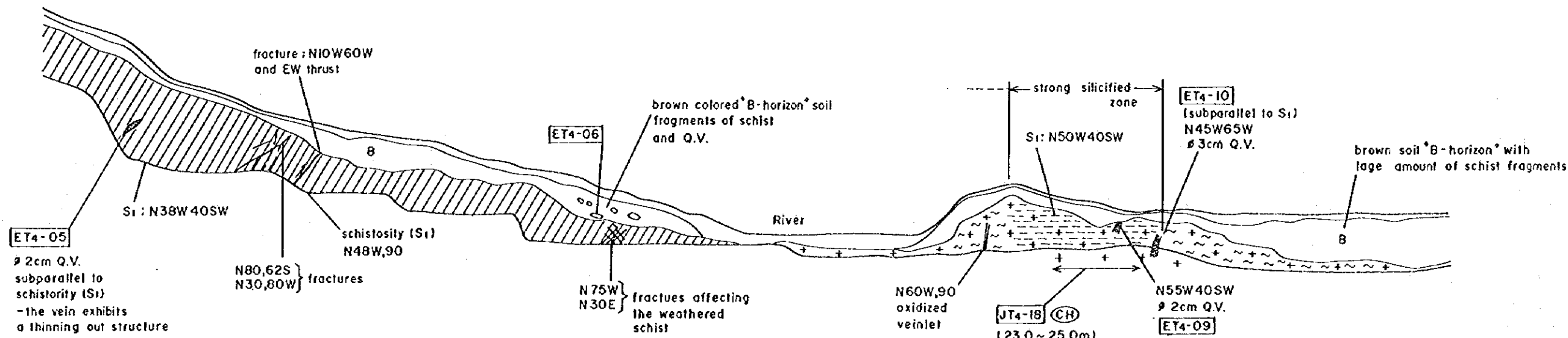
第 21 図 トレンチ調査図(2)

TRENCH -- 4

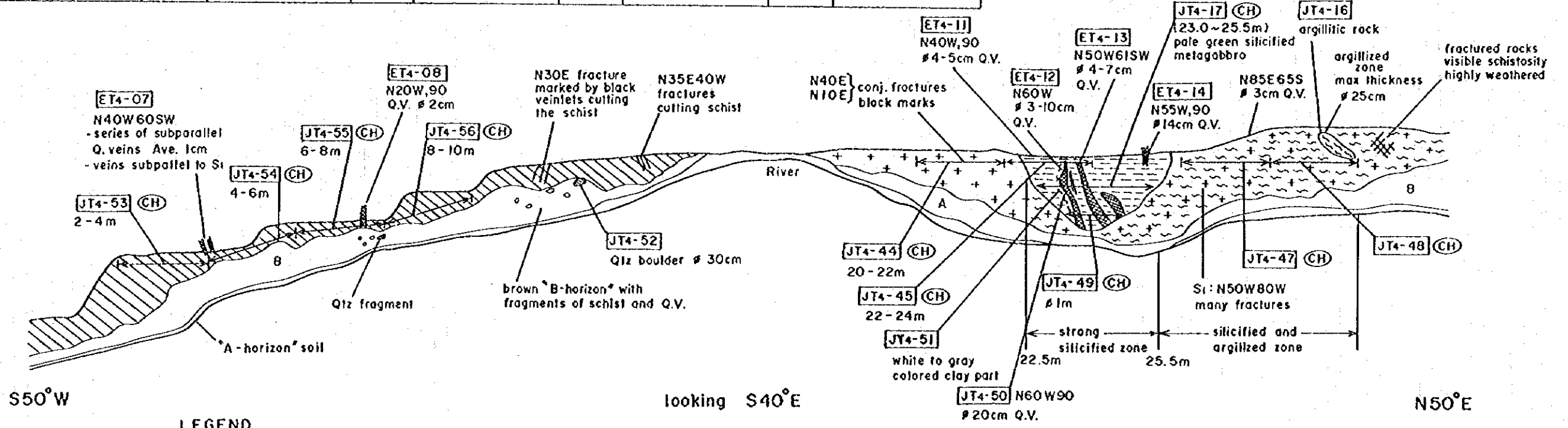
looking N40°W

S50°W

N50°E

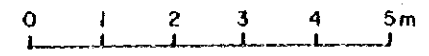


Sample ID	Au(g/t)	Cu (%)	Sample ID	Au(g/t)	Cu (%)	Sample ID	Au(g/t)	Cu (%)	Sample ID	Au(g/t)	Cu (%)	Sample ID	Au(g/t)	Cu (%)
ET4-05	0.04	0.003	ET4-10	0.04	0.002	JT4-16	2.80	0.011	JT4-47	0.09	0.022	JT4-52	0.06	0.005
ET4-06	0.41	0.006	ET4-11	0.07	0.001	JT4-17	0.70	0.024	JT4-48	1.50	0.016	JT4-53	0.32	0.019
ET4-07	0.75	0.012	ET4-12	0.15	0.002	JT4-18	0.62	0.022	JT4-49	0.95	0.023	JT4-54	0.34	0.023
ET4-08	1.00	0.004	ET4-13	0.34	0.004	JT4-44	0.14	0.019	JT4-50	0.04	0.002	JT4-55	0.41	0.024
ET4-09	0.08	0.005	ET4-14	0.15	0.002	JT4-45	0.21	0.019	JT4-51	1.70	0.012	JT4-56	0.15	0.023



LEGEND

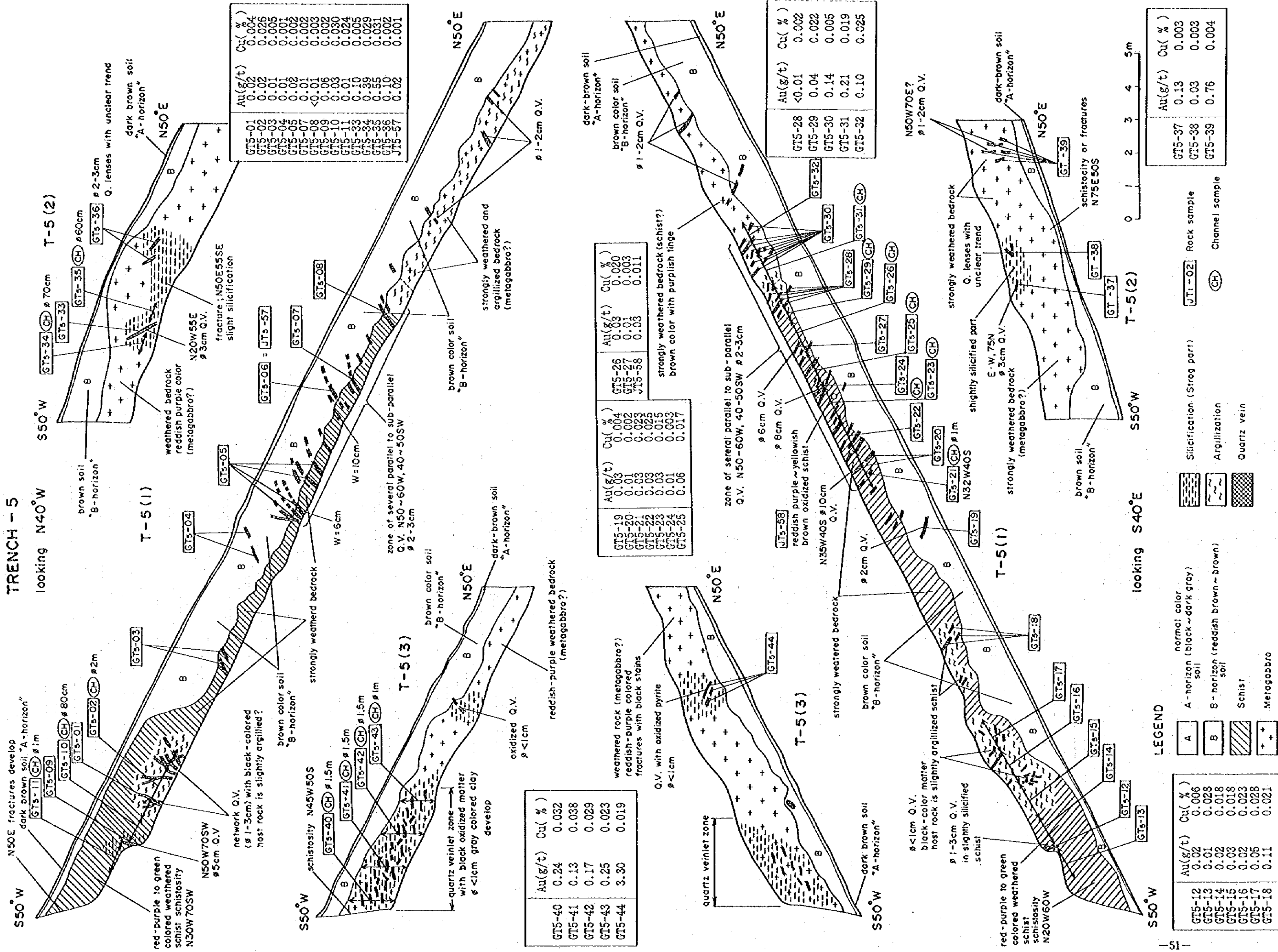
- A A-horizon (black~dark gray) soil
- B B-horizon (reddish brown~brown) soil
- + Schist
- + Metagabbro
- + Silicification (Strog part)
- + Argillization
- + Quartz vein
- + JT1-02 Rock sample
- + (CH) Channel sample



第 21 図 トレンチ調査図(3)



TRENCH - 5



**LEGEND**

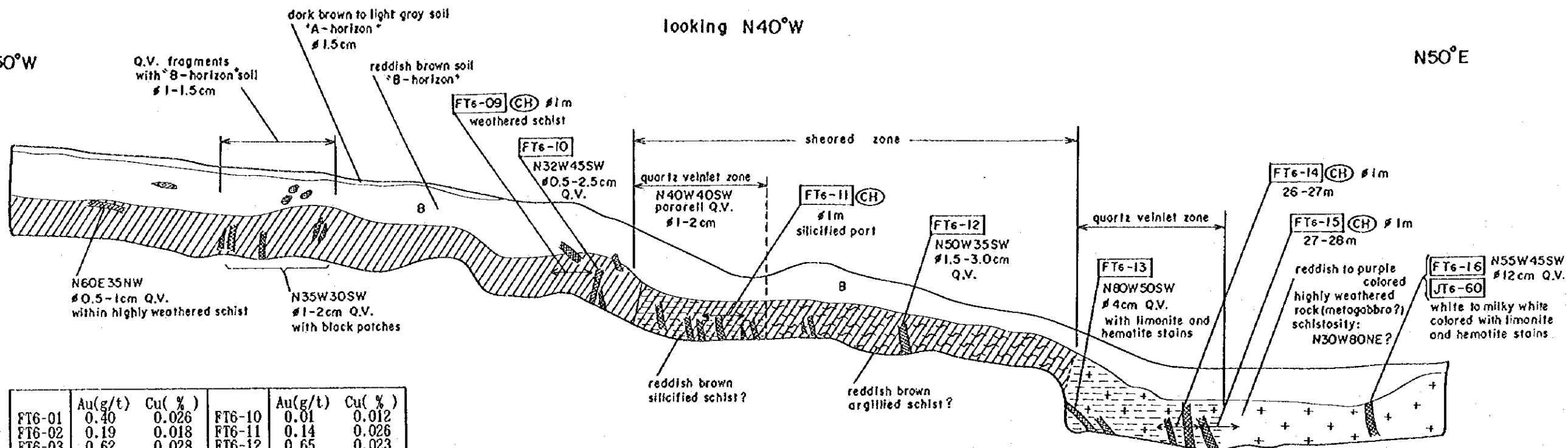
- A: A-horizon soil (normal color)
- B: B-horizon soil (black ~ dark gray)
- Schist: Schist (reddish brown ~ brown)
- Metagabbro: Metagabbro
- Silicification (Strog part): Silicification (Strog part)
- Argillization: Argillization
- Quartz vein: Quartz vein

# TRENCH - 6

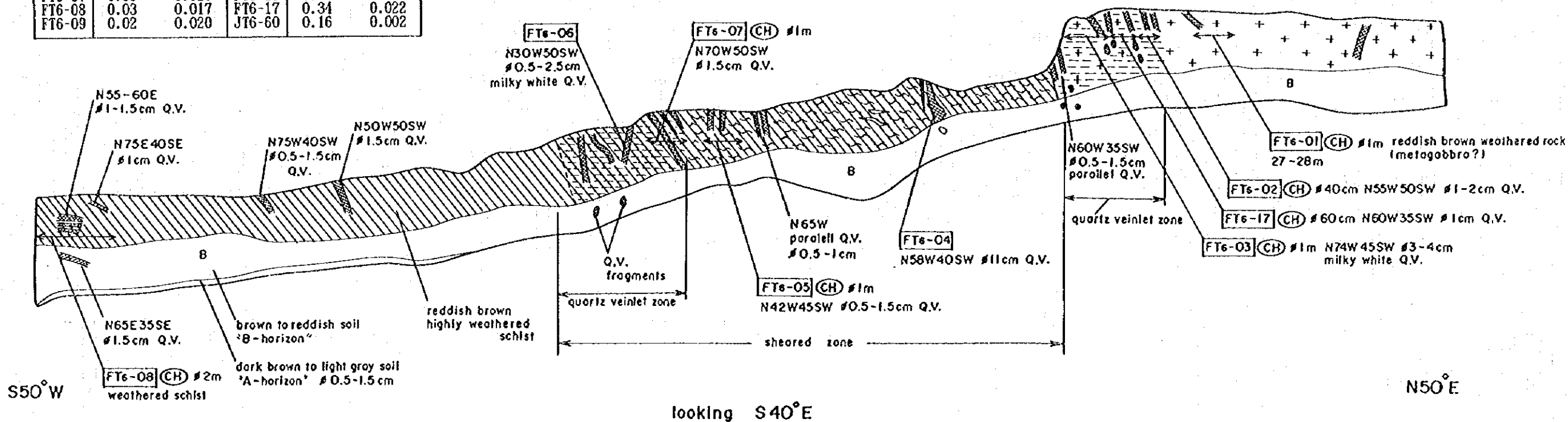
looking N40°W

S50°W

N50°E



FT6-01	Au(g/t)	Cu(%)	FT6-10	Au(g/t)	Cu(%)
FT6-01	0.40	0.026	FT6-10	0.01	0.012
FT6-02	0.19	0.018	FT6-11	0.14	0.026
FT6-03	0.62	0.028	FT6-12	0.65	0.023
FT6-04	0.02	0.003	FT6-13	0.01	0.016
FT6-05	0.03	0.020	FT6-14	30.30	0.015
FT6-06	0.02	0.010	FT6-15	0.03	0.005
FT6-07	0.03	0.020	FT6-16	0.38	0.002
FT6-08	0.03	0.017	FT6-17	0.34	0.022
FT6-09	0.02	0.020	JT6-60	0.16	0.002



S50°W

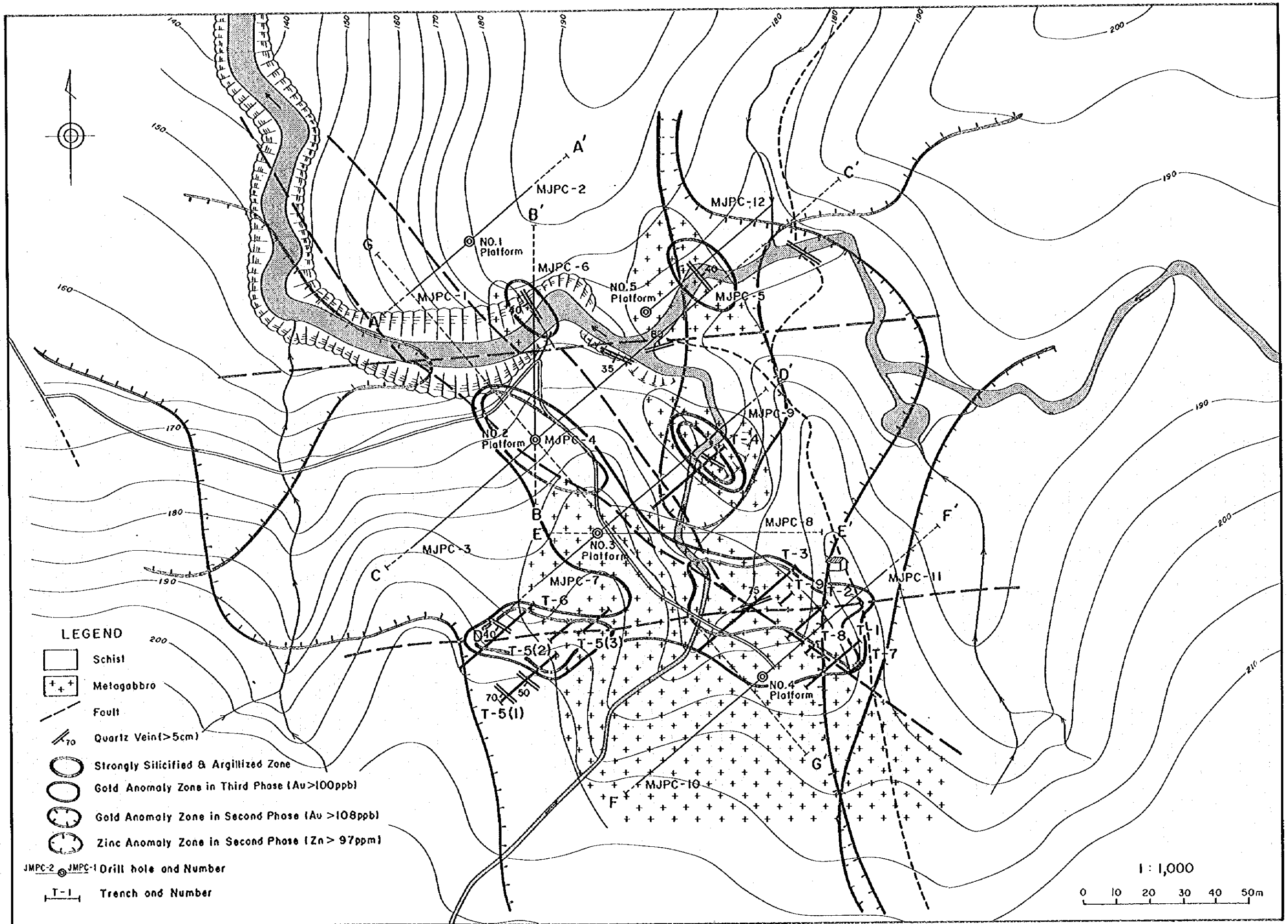
N50°E

looking S40°E



## LEGEND

- |            |  |                             |       |                |
|------------|--|-----------------------------|-------|----------------|
| A          | A - horizon (black~dark gray) soil     | Silicification (Strog part) | JT-02 | Rock sample    |
| B          | B - horizon (reddish brown~brown) soil | Argillization               | (CH)  | Channel sample |
| Schist     | Schist                                 | Quartz vein                 |       |                |
| Metagabbro | Metagabbro                             |                             |       |                |



第 22 図 カロロンガン地区の地質及び鉱微分布図

の鉄染で特徴づけられる緑灰色の変斑れい岩である。変斑れい岩は、緑色片岩と同様に片理を有することから、変成作用以前にすでに進入していたようである。また、変斑れい岩は、恐らくバタレイ貫入岩類に関連した新期の火成活動による鉄化作用を被っており、多量の石英・炭酸塩鉄物・黄鉄鉱等を生じている。

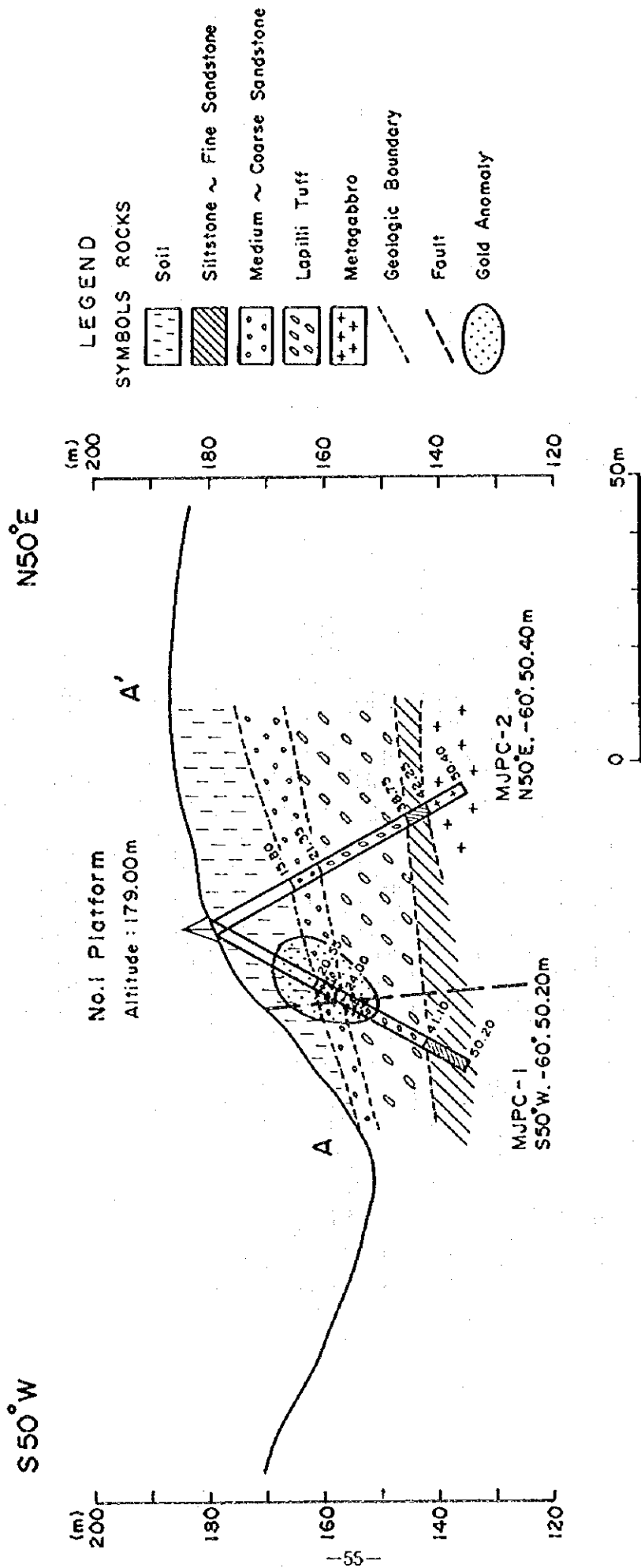
## (2) 鉄 床

ボーリング調査の結果、地表付近に認められる珪化帯が地下深部にまで連続することが確認された。特に、第2試錐座から実施した4本のボーリング(MJPC-3,4,5,6)では、地表部から地表下約30mまで強珪化帯が連続する。また、第3試錐座から実施したMJPC-8,9においては、上記の珪化帯より深部(地表下44~86m間)に発達する珪化帯が捕捉された。また、珪化帯の多くは、主に変斑れい岩と緑色片岩の境界部及び変斑れい岩自体に発達する。

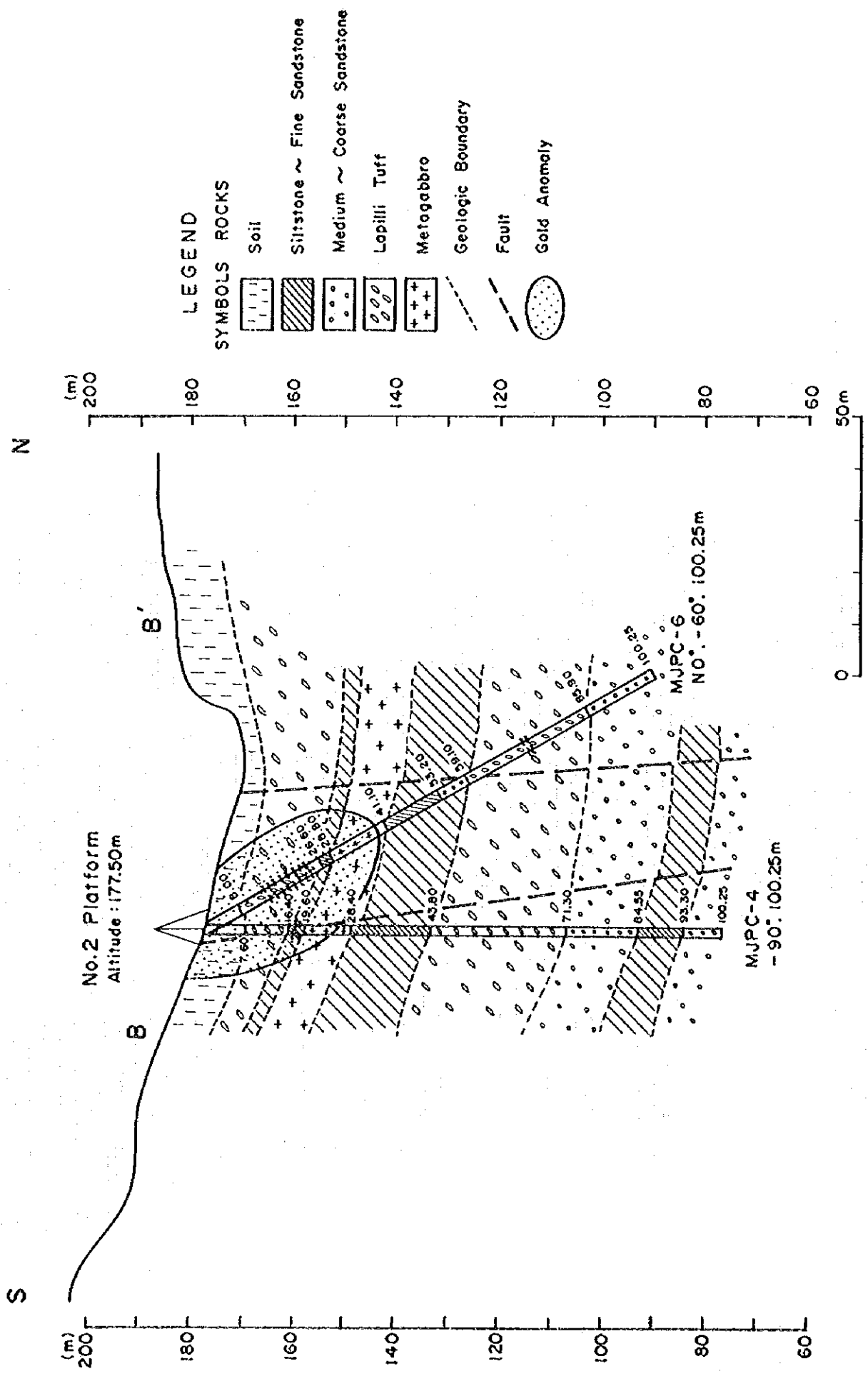
鉄分析の結果、銅、亜鉛で若干の高濃度を示す試料が認められるものの、顕著な異常を示したのは金のみであった。金品位については、前者の浅部珪化帯で幅約4m、Au:1.5g/t(MJPC-5,26.80~30.85m)、後者の深部珪化帯で幅1m、Au:1.2g/t(MJPC-8,83.20~84.20m)等の値が得られた。なお、ボーリング孔の地質断面図を第23図に示した。

本地区の鉄化作用は、珪化とともに炭酸塩化・絹雲母化及び黄鉄鉱化が顕著なことで特徴づけられ、一般に珪化帯の周辺部、特に下部は緑簾石化作用が認められる。また、鉄鉱物と炭酸塩鉄物の産状に大きな違いがあり、金の高濃度域では鉄鉱物は黄鉄鉱、炭酸塩鉄物はドロマイト-アンケライト系鉄物、金品位の低濃度域では鉄鉱物は磁鉄鉱ないし赤鉄鉱、炭酸塩鉄物は方解石が主体となる。全岩分析の結果、珪化の顕著な範囲でもSiO<sub>2</sub>の重量%は僅か(10%程度)しか増加しておらず、その他の元素の移動も比較的少ない。したがって、熱水によって鉄化帯に付加されたのは、主に炭酸ガスや硫化水素に由来する硫黄であったことが窺われる。

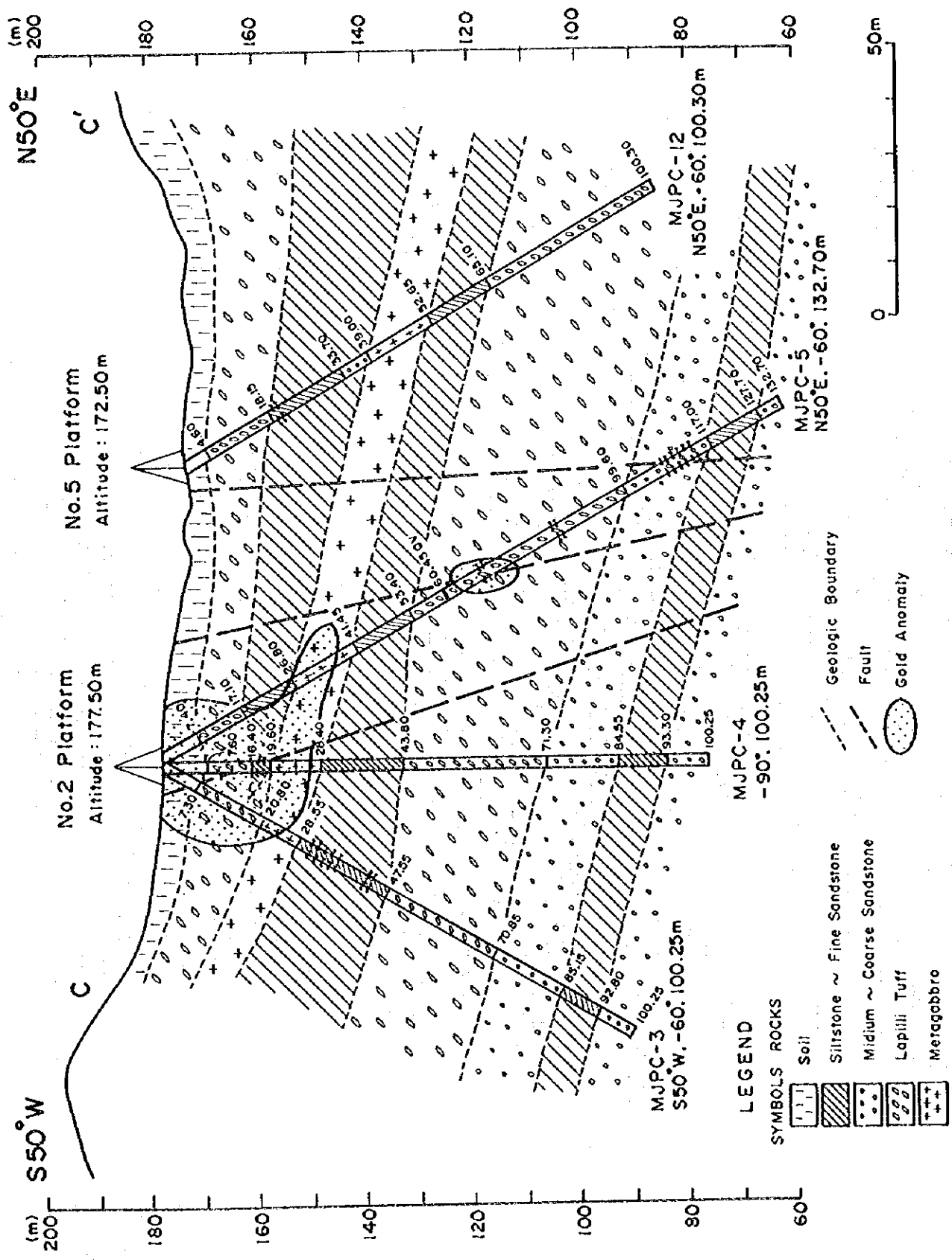
流体包有物の均質化温度は、250~300°C程度にピークを有するものが多く、地表のトレンチと比較すると50°C程度高い傾向にある。



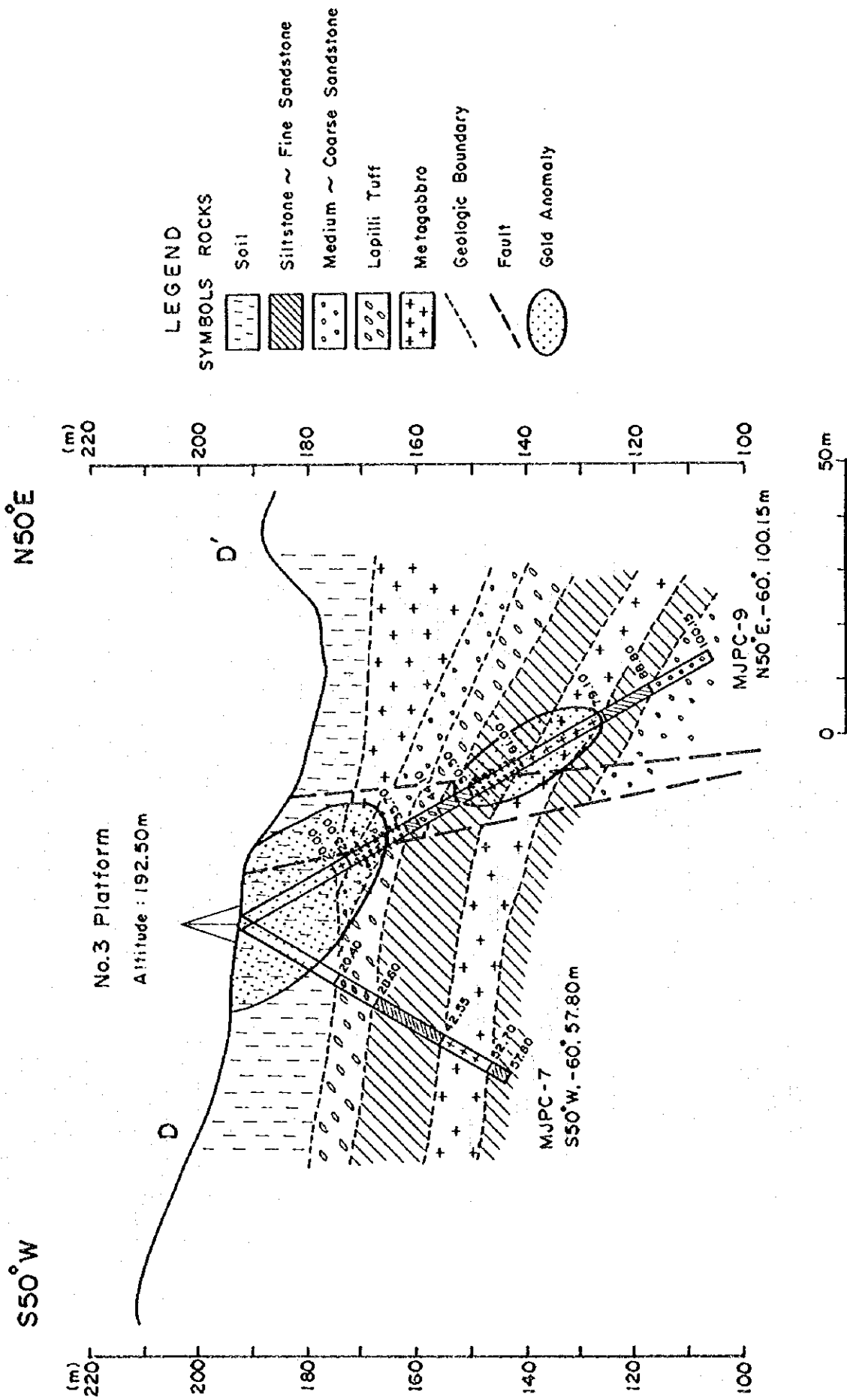
第 23 図 ボーリング孔の地質断面図(1)



第 23 図 ボーリング孔の地質断面図(2)

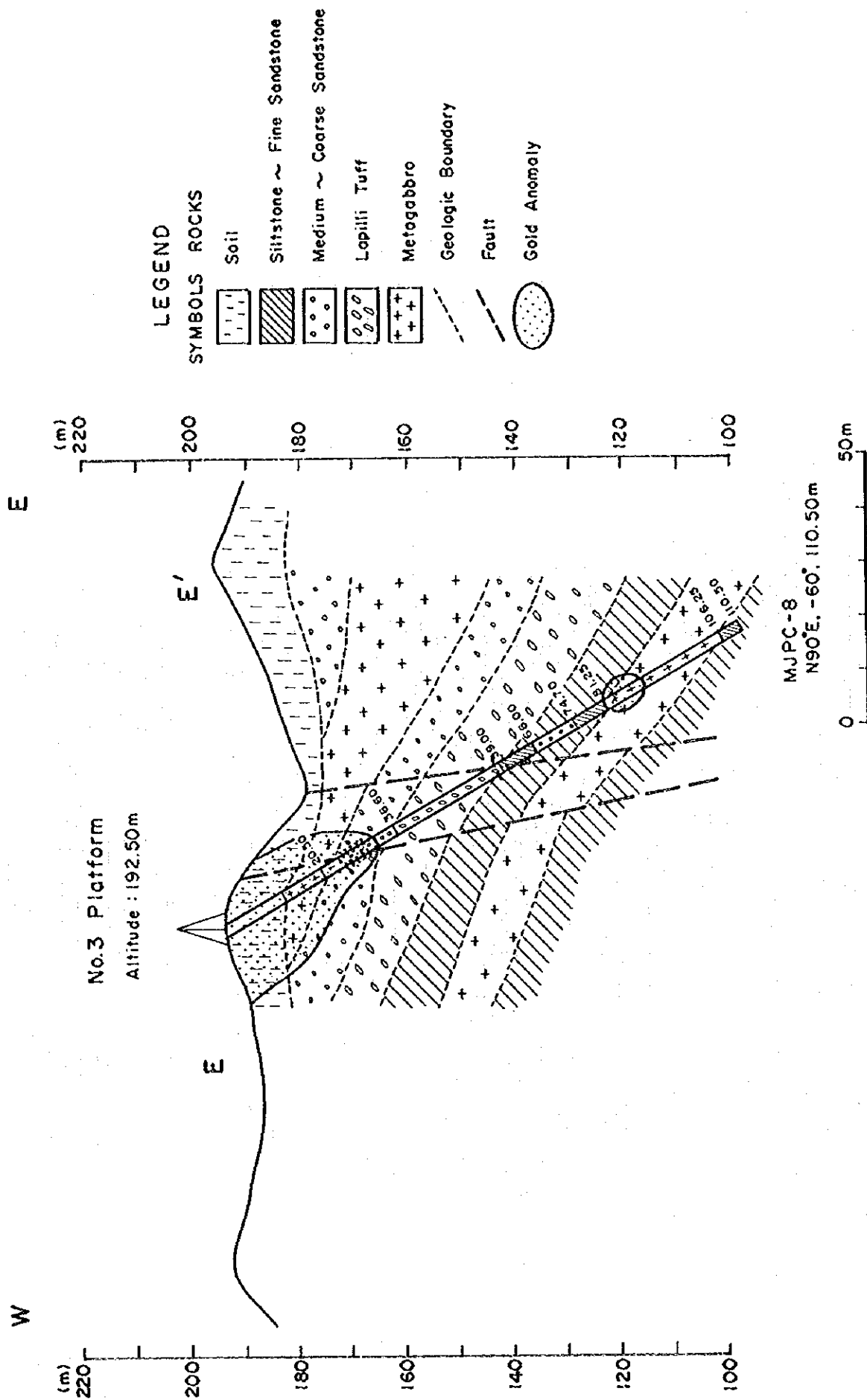


第 23 図 ボーリング孔の地質断面図(3)

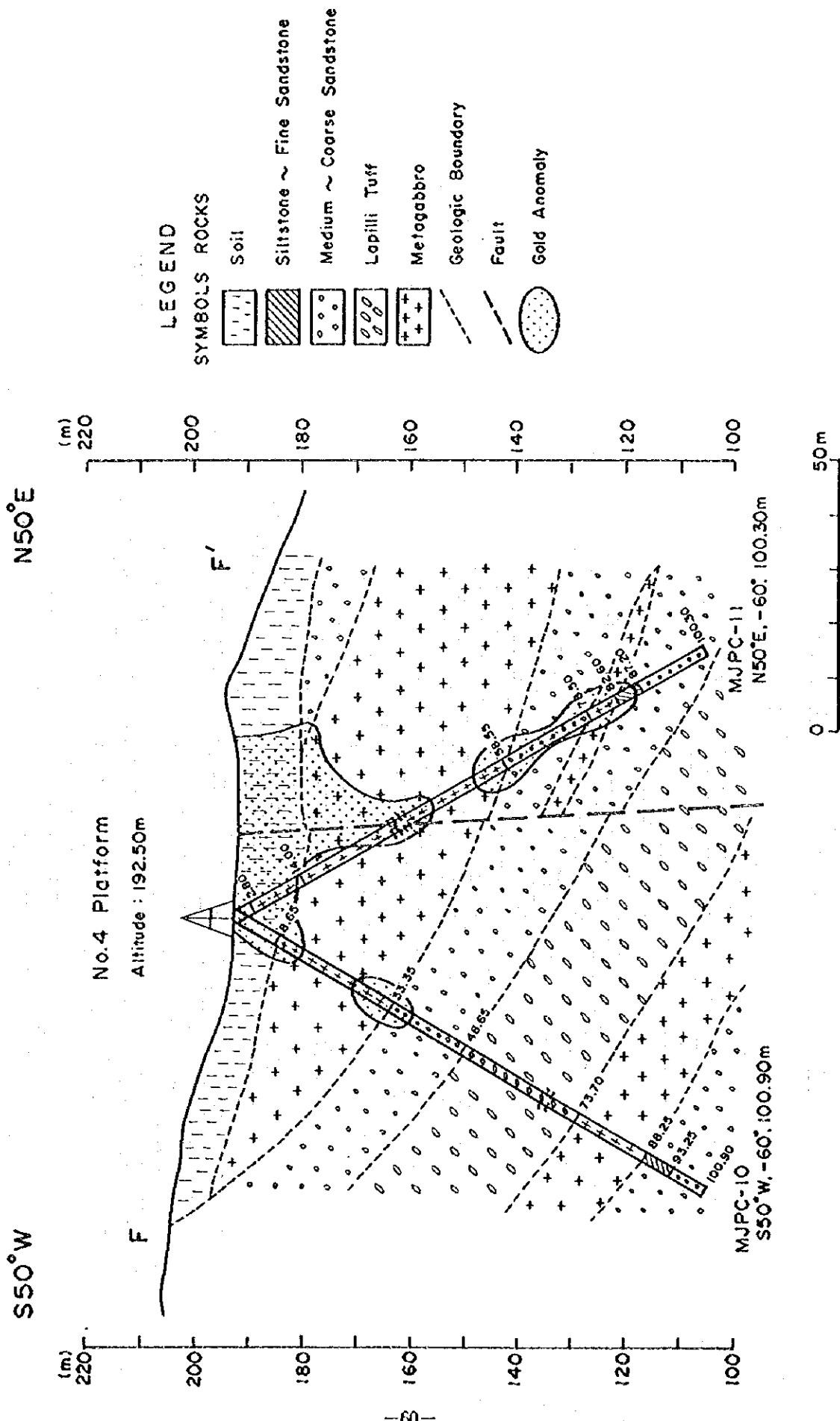


第 23 図 ボーリング孔の地質断面図(4)

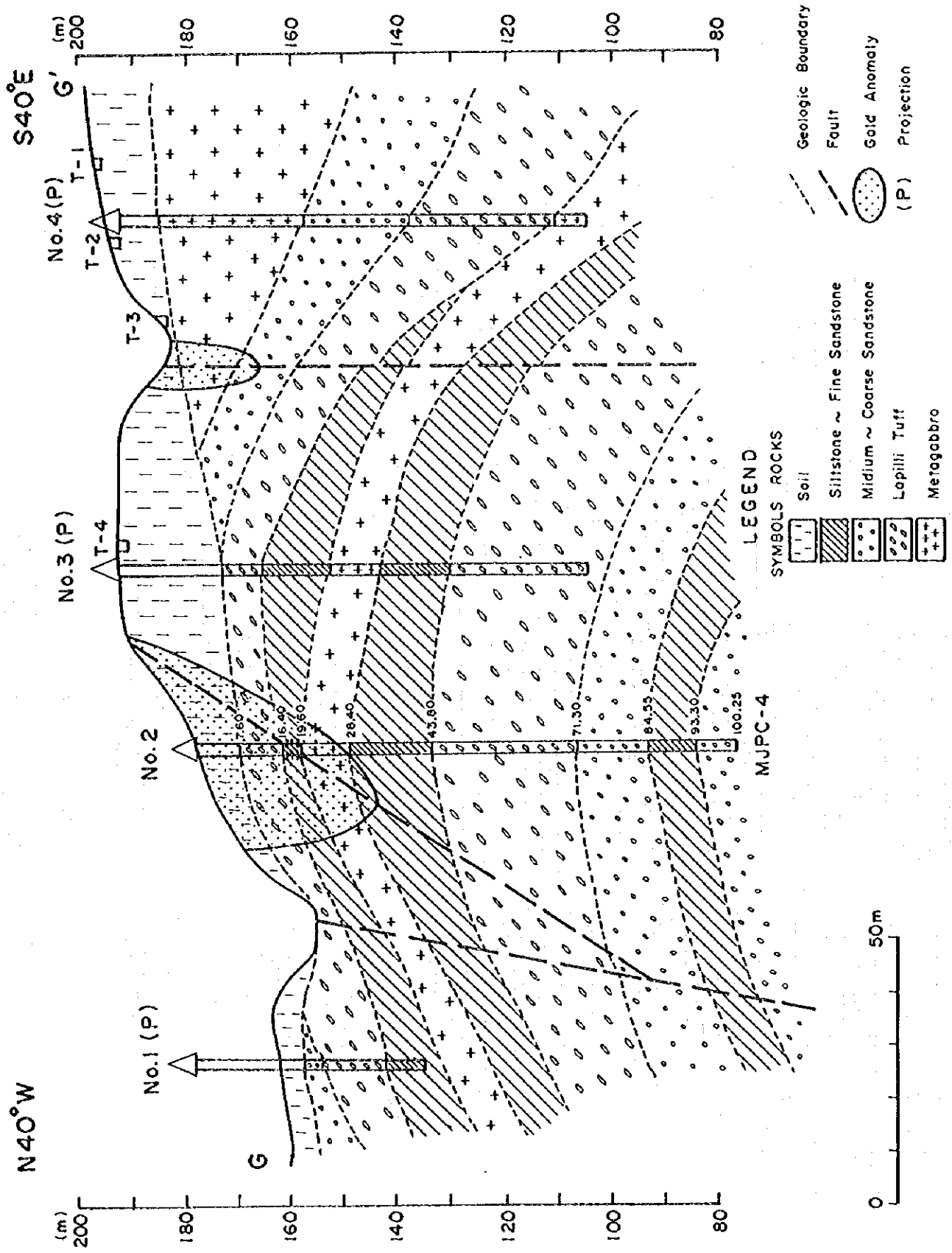




第 23 図 ボーリング孔の地震断面図(5)



第 23 図 ボーリング孔の地質断面図(6)



第 23 図 ボーリング孔の地質断面図(7)

## 2-5 考察

### 2-5-1 第1年次調査

沢砂地化学探査において金異常が最も優勢なドゥグイトゥー地区には、金のほかに鉄・硫黄・銀の異常が重なっているが、金・硫黄以外の異常は比較的小さい。しかし、主成分得点分布を見ると、金の鉍化作用を示す第5主成分の得点が非常に高い値を示しており、有望な地区の一つに数えられる。また、本地区にはバタレイ貫入岩類に属する小貫入岩体が数多く分布し、被貫入岩に熱水変質を与えていることが確認されている。

沢砂地化学探査において、ドゥグイトゥー地区の次に金異常の優勢なカロロンガン地区にはモリブデン・アンチモニー・銅・銀の異常が重なっており、本地区が鉍化ポテンシャルの高い地区であることを物語っている。主成分分析の結果でも、第3、第5両主成分の高得点域が重なっており、カタンドゥアネス島で最も金鉍床が賦存する可能性の高い地区と判断される。また、本地区東方のティナガには金・砒素・銅の異常域が重なっており、カロロンガン地区からティナガにいたる範囲を総合的に評価する必要がある。

バタレイ貫入岩類の模式地を囲む、サンベドロ、リブホ、アロヤオ、ティロッドの各鉍微地周辺(バト東方地区)には、沢砂地化学探査の金・銀・砒素・銅・モリブデン・アンチモニーの異常域が点在している。主成分分析の結果からも、本地区には第3、第5主成分の高得点域が重複あるいは隣接して分布しており、鉍床の賦存ポテンシャルは比較的高い。

バト川中流のバグサガハン北東方の山中には沢砂地化学探査における金の異常が点在するほか、砒素・モリブデン・鉛・アンチモニーの異常が重なっている。この地区ではこれまでに鉍微の記載は全くなされておらず、今後調査を進めることで新たな鉍微が発見される可能性が高い。

### 2-5-2 第2年次調査

第2年次調査の沢砂地化学探査の結果を元素の地殻存在度と比較すると、本地域の指示元素含有量は地殻の値に対して、金で72倍、アンチモニーで17倍、水銀で7倍、そのほかの元素では3~0.4倍である。したがって、この地域で最も有望な鉍床の賦存する可能性の高い元素は金である。

主成分分析の結果、A地区では第1主成分が、B地区では第2、第4、第5主成分が金の鉍化作用に関連した因子と判断される。これらから、A地区ではタガノボル川流域、B地区ではタガノボル川上流域~カンバヤス沢右岸域にかけての広範囲に金を主とする鉍化作用が期待される。

このほか、B地区ではバリナド沢の下流域〜タビオナン沢の中流域にかけての範囲、マイタング沢とE-W系断層の会合部に見られる珪化帯の分布域も、小規模ながら金のポテンシャルが高いと考えられる。珪化帯周辺部や断層近傍に見られる親金元素の異常域の分布は、珪化帯の地下深部に火成岩が貫入し、断層が鉱化作用に関係した。

土壌地化学探査の結果より有望な鉱微地ないしは地区から並べると、カロロンガン鉱微地、タガノボル鉱微地、バリナド地区、タグバク地区の順であると判断される。

カロロンガン鉱微地では、金は緑色片岩とパヨ層の境界部付近に高異常域が集中している。これは地質調査で見出された地表鉱微地の分布とよく一致する。

タガノボル鉱微地では、パヨ層の影響が強く地化学異常域を明瞭には把握できなかった。

タグバク地区は、金の含有量は前2鉱微地に対して極端に低い。銅・鉛・亜鉛の存在度を地殻存在度に比較すると、高くても3倍程度である。地表には網状石英細脈帯が散在するが、地化学探査結果からは、地下浅所に稼行対象となるような鉱床の存在する可能性は低い。また、貫入岩があっても地下のかなり深部と判断される。

バリナド地区では、斑れい岩の周辺において鉄・銅・アンチモニー・(亜鉛)・(硫黄)の因子負荷量の大きな第1主成分の高得点域が抽出された。この付近には金・砒素の因子負荷量の大きな第3及び第5主成分の高得点域も認められた。このような斑れい岩と金鉱化作用の関連性は、第3年次調査のカロロンガン地区での結果と類似する。

### 2-5-3 第3年次調査

カロロンガン地区：本地区のトレンチ調査では、ほとんどのトレンチで珪化帯及び石英脈が確認された。熱帯風化及変質により母岩の判定は困難であるが、ボーリング調査結果も併せて考えると、主に変斑れい岩あるいは変斑れい岩と緑色片岩の境界部が断層活動により破碎され、その後、熱水変質が生じて珪化帯が形成されたものと推定される。石英脈の金品位は、脈の方向性によって差異が見られるものの、概ね地化学異常値に対応しており、地化学異常が石英を主とする珪化帯に由来することを示している。調査結果でも述べたように、高い金含有量を示す石英脈は、NW-SE系とE-W系のものが多い。特にTrench-3においては、幅約4m、Au:4.2g/tの珪化帯がN50°W方向に連続し、Trench-1においても、幅約3.5m、Au:1.3~4.7g/tの珪化帯が存在する。しかしながら、Trench-3中の珪化帯内では走向:N75°E、傾斜:85°NW、脈幅15cm、Au:58.8g/tの石英脈が認められ、Trench-5及びTrench-6の状況を加味すると、金の異常域はE-W方向にも連続する。これらの事実は、Trench-3付近がNW-SE系とE-W系の断層が交差するような複雑な環境にあった可能性を示唆する。ま

た、トレンチで採取された鉍石分析試料は、褐鉄鉍や赤鉄鉍の生成によるヤケが著しいものが多く、2次富化作用の影響による金の濃集も考慮する必要がある。

本地域に存在する2種類の主要岩相のうち、一般に緑色片岩類よりも変斑れい岩の方が、金鉍化作用を伴った強い熱水変質を被っている。これは、変斑れい岩の物理的に砕けやすい性質が構造運動において容易に破碎帯を形成し、鉍化作用の影響を受けやすかったものと解釈される。また、いくつかの珪化帯中には、高角度の破碎構造が観察されることから、断層の一部が鉍液通路として重要な役割を果たしたのであろう。

金の起源については、現段階で論ずるにはデータが不足しているものの、上記の事実を考慮すると、大部分は周辺母岩である苦鉄質物質を主体に構成されるカクンドゥアネス層自体、あるいは白亜紀活動の斑れい岩類がその起源と推定される。ただし、変斑れい岩自体が著しい熱水変質を被っていることから、恐らくバタレイ貫入岩類に関連した新期の火成活動によって熱水系が形成され、最終的な金鉍化作用をもたらしたものである。

本年次の調査により捕捉した鉍床は、一部に高品位部が見られるものの、全体としては品位がやや低く、かつ鉍化体も小規模であり、現状では開発が難しいものと考えられる。

しかしながら、本地区内においては、変斑れい岩が僅かな変質を被っただけで、0.1g/t以上の金品位に達しており、地域全体の金の賦存ポテンシャルは極めて高いと言える。特にこれまでの調査では、当該地区が金鉍化作用をもたらした熱水活動の中心であったか否かの判断は難しく、依然として有望な未探鉍地域が残されている。

カンバヤス地区：地化学探査の結果、顕著な金の地化学異常が認められるのは標高379mの山頂付近及びその南部のNNB-SSW系断層とE-W系断層の交差部付近であることから、金の濃集に関わったのはバタレイ貫入岩類に属する安山岩質斑岩～閃緑岩と推定される。したがって、金の賦存ポテンシャルが最も高いのも、上記の金の地化学異常が認められる範囲と思われる。特に上記の断層の交差部には、幅1mでN30°E/65°NWの走向傾斜を示す石英脈や幅20cm(Au:0.3g/t)でN25°E/50°NWを示す石英脈など優勢な脈が確認されており、金鉍床を形成する条件は揃っている。

また、標高379mの山頂付近及びその南部では、土壌試料でAu:0.1~2.6g/lを示すものが多数存在すること、同山頂の東部沢においては第2年次調査の沢砂地化学探査でAu:10.0g/t以上の金異常が確認されたこと、標高200m付近で幅1mの石英脈(KCR-08)から得られた石英の流体包有物均質化温度が203~285°C(平均248°C)を示し、金品位(Au:0.02g/t)が低いものに対して、標高270m付近の幅20cmの石英脈(KCR-09)から得られた石英の流体包有物均質

化温度が189~262°C(平均217°C)を示し、金品位(Au:0.3g/t)が高いことなどから推定して、金の鉱徴部は比較的高所(標高200m以上)に存在する可能性が高い。

さらに、本地区より東方のシクミル(Sicmil)地域にかけては、第1年次及び第2年次調査において沢砂地化学探査の金異常が広がっており、同様な鉱徴地が賦存する可能性が極めて高く、引き続き地質精査及び地化学探査を実施することが望ましい。

## 第3章 ラフィ島

### 3-1 地質

#### 3-1-1 地質概説

ラフィ島の地質については、Torres(1978)がガタ村鉍微地の地質、鉍床の記載を行っている。また、本調査地域を含むギブゴス地域について1/50,000地質図(MGB,1985)がある。

1/50,000地質図(MGB,1985)によれば、本島の地質は第三紀後期中新世のラフィ層よりなる。しかし、本調査において採取した岩石試料4個のK-Ar年代測定の結果は、安山岩試料3個が $93.0 \pm 3.0 \sim 66.8 \pm 4.1$ Maの白亜紀後期～暁新世初期の年代を示した。さらに、本島北東部で採取した石英安山岩試料については、 $41.0 \pm 1.0$ Maの始新世後期の年代が得られており、ラフィ層の時代は中新世よりも古い。したがって、本論ではラフィ層の時代を白亜紀後期として記載した。

ラフィ島の地質は、安山岩質火山岩類を主体とする白亜系ラフィ層からなり、これに凝灰質砂岩・頁岩・礫岩などが挟在する。

火山岩類は溶岩、凝灰角礫岩及び凝灰岩からなり、組成的には安山岩質のものが主体であるが、一部に石英安山岩質溶岩あるいは玄武岩質凝灰角礫岩を含む。

凝灰質砂岩・頁岩・礫岩は上記火山岩類に挟在され、本島の東海岸ではNE-SW～NW-SE走向を示し、東に緩く傾斜する構造が観察される。

南西部のガタ村は1930年代から産金地帯として知られており、戦前にアメリカ資本のPan Philippine Corp.によって金の採掘が大規模に行われた。今回、この既知鉍微地を精査地域として、地質並びに地化学探査を実施した。精査地域のラフィ層は強い熱水変質を被っており、珪化・粘土化が著しい。

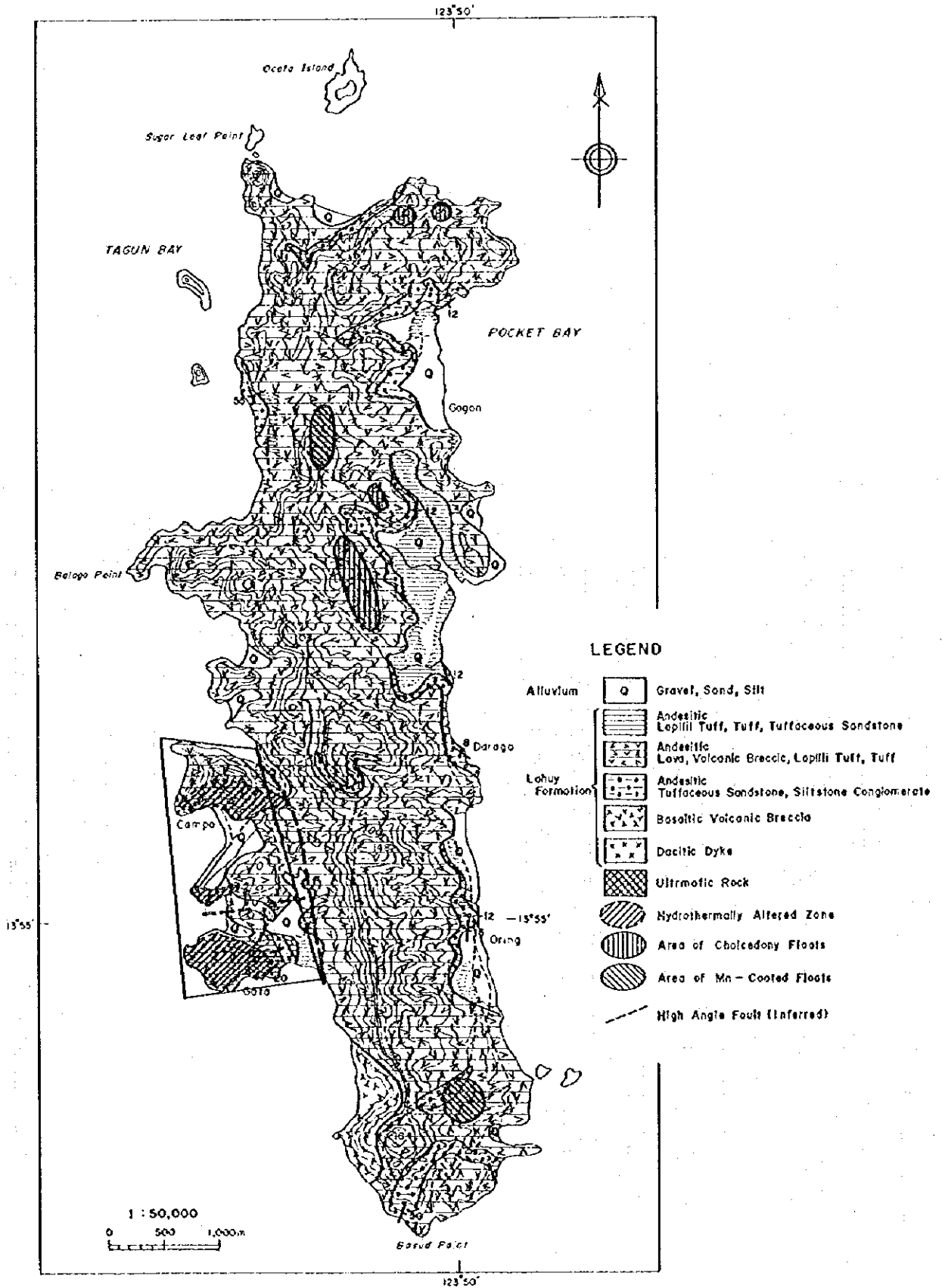
熱水変質を被った既知鉍微地と、その東方の新鮮な岩石類との間には、地質的に明らかな差異が認められ、既知鉍微地の地質がその東側に比べ、断層により上昇した構造が想定される。ラフィ島の地質図を第24図に示した。

#### 3-1-2 精査地域の地質

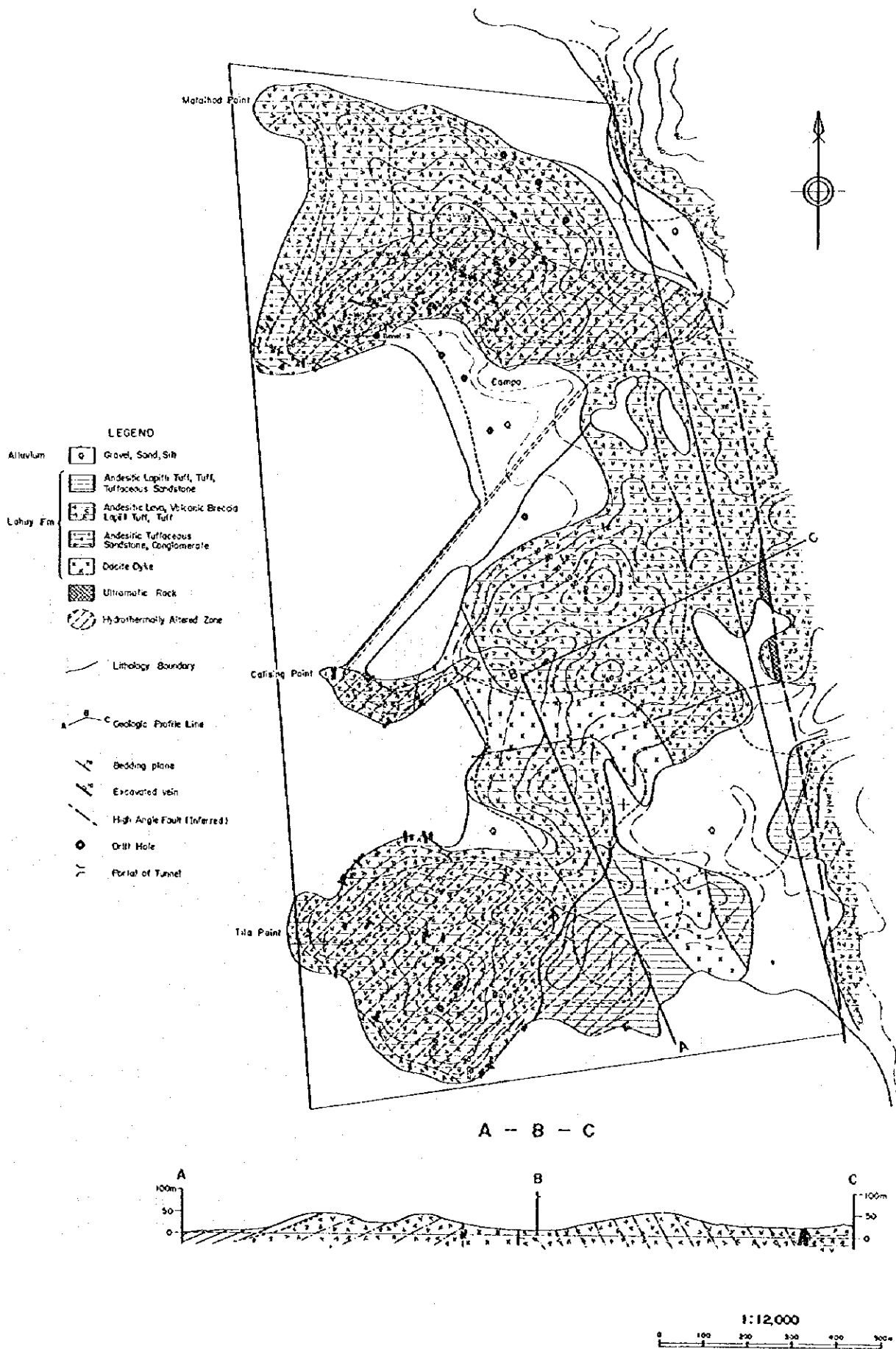
精査地域のラフィ層は、南東部に露出する凝灰質砂岩及び凝灰岩からなる部分、北部から南西部に広く分布する安山岩質火砕岩類、北西部に分布する凝灰質砂岩・礫岩、さらにこれらを切って分布する石英安山岩質貫入岩とに分けられる。第25図に精査地域の地質図を示す。

精査地域南東部のガタ集落付近にはNE-SW走向、南東に緩傾斜する凝灰質砂岩及び火山





第 24 図 ラフィ島の地質図



第 25 図 ラフィ島の精査地域地質図

礫凝灰岩、一部に凝灰角礫岩からなる地層が露出している。これらの地層は灰色～緑灰色を呈し、節理に沿って熱水変質を被っており、その北側で安山岩質火砕岩類を整合的に覆う。安山岩質火砕岩類は溶岩及び凝灰角礫岩などからなり、ティラ(Tila)岬北東の海岸で凝灰質砂岩・頁岩の上に凝灰角礫岩が、凝灰角礫岩の上に溶岩が緩い南傾斜をもって重なる。地域中西部のカリシン(Calising)岬には顕著な流理構造の発達する安山岩質溶岩が分布する。溶岩及び凝灰角礫岩は、海岸付近の未変質の部分では灰緑色を呈するが、ガタ集落北方の丘陵部では節理を中心に著しい熱水変質を受けて、白色の珪化・カリ長石化・粘土化を被っている。

カリシン岬東方の丘の北斜面では凝灰角礫岩と溶岩の少なくとも2回のサイクルが観察され、これらの地層はNNW-SSE走向、東に急傾斜を示す。

地域北方のカンボ集落西方には、灰緑色を呈する凝灰質砂岩と礫岩の互層がNW-SE走向で概ね垂直の傾斜を示して分布する。カンボ集落南部の岩石は熱水変質が著しく、その組織は明らかではないが、北方の海岸には安山岩質溶岩が広く分布する。

地域南部のガタ集落東方から、地域中西部のカリシン岬東方にかけて、石英安山岩質貫入岩が安山岩質火砕岩類、凝灰質砂岩及び火山礫凝灰岩を切って分布する。この貫入岩は肉眼的には暗灰色を呈し、長石・角閃石・石英の斑晶を含む斑状岩石で、比較的新鮮な岩質を示す部分が多い。しかし、貫入岩自体がカリシン岬東方で熱水変質を被って白色粘土化しているのが観察される。

既述のように、地層は精査地域南部ではNE-SW走向の南東緩傾斜を示し、地域北～中部ではNW-SE～NNW-SSE走向、垂直～東に急傾斜を示す。従って、地域南部と地域北～中部では構造的に大きく異なっている。この南部と北～中部の間にはE-W走向の断層の存在が推定され、石英安山岩質貫入岩の一部はこの断層に沿って貫入したものと考えられる。また、精査地域の東縁で、超塩基性岩の転石を採取しており、精査地域とその東側のブロックを分ける断層が存在し、これによって精査地域が突き上げられているものと推察される。

### 3-1-3 鈹化作用

精査地域では、第二次世界大戦以前に盛んに金の採掘が実施され、その後も数度探鈹が実施されている。現在もガタ鈹微地、カンボ鈹微地を中心に地元住民による小規模採掘が行われており、海浜砂から猫流しによる金の採集も行われている。

本地域のガタ集落、カリシン岬付近、カンボ集落では岩石が強い熱水変質を被って、白色化しており、Pan Philippine Corp.による坑道、地元住民による採掘跡、外国資本で実