

フィリピン共和国ルソン北西部地域  
資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

昭和 56 年 11 月

金属鉱業事業団  
国際協力事業団



フィリピン共和国ルソン北西部地域  
資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

JICA LIBRARY



1046631[6]

昭和56年11月

金属鉱業事業団  
国際協力事業団

國際協力事業團	
設立 年月 56.12.27	1180
登録No. 1(14021)	66.12
	MPN

## 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、同国ルソン島の北西部に位置するルソン北西部地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等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およ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とした。

本調査は昭和53年度から昭和55年度までの3ケ年にわたって実施され、フィリピン共和国政府関係機関、特に同国鉱山地球科学局の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は3ケ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、在フィリピン日本大使館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56年9月

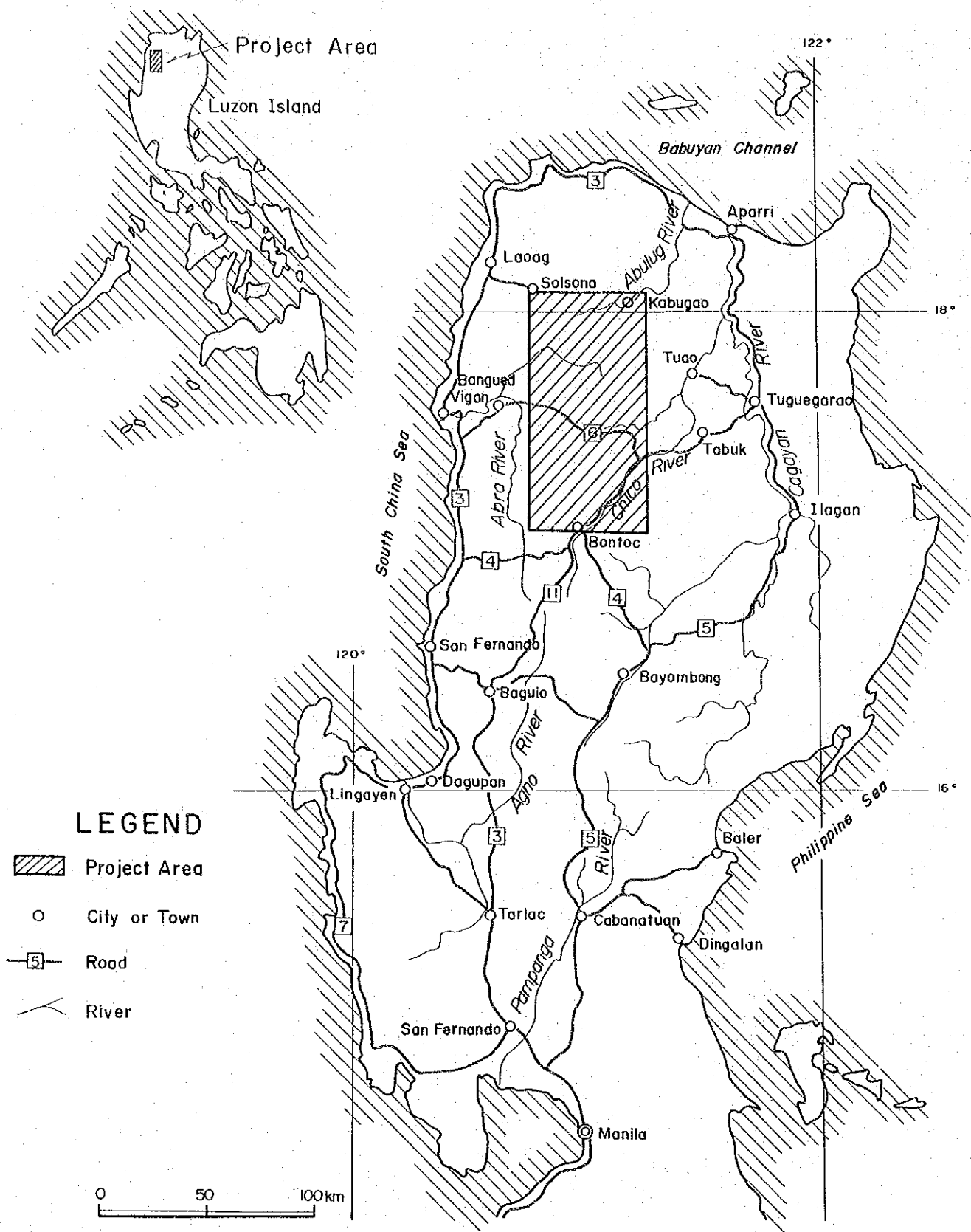
国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

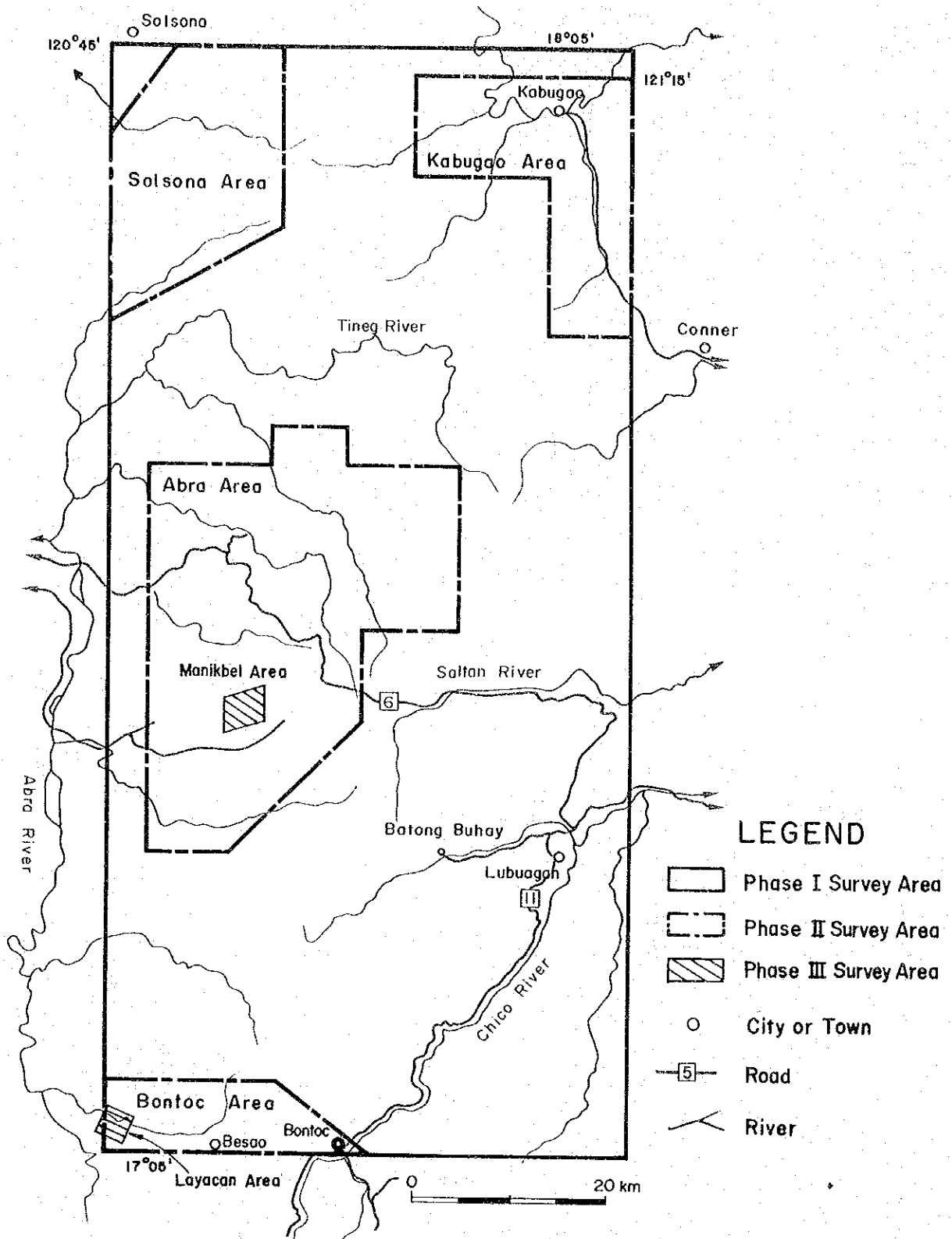




**Fig. 1** Location Map of Project Area







**Fig. 2** Location Map of Survey Area



# 目 次

は し が き	
位 置 図	
目 次	
要 約	

## I 序 論

第1章 調査の概要	1
1-1 調査の経緯および目的	1
1-2 調査の内容	1
1-3 調査団の編成	6
第2章 調査地域の概要	10
2-1 位置および交通	10
2-2 地 形	10
2-3 気候および植物	11

## II 地 質 調 査

第1章 総 説	12
第2章 地 質	15
2-1 層 序	15
2-2 貫入岩類	24
2-3 貫入岩類の化学組成と絶対年代	29
2-4 地質構造および地史	31
第3章 鉍 床	34
3-1 鉍 化 帯	34
3-2 鉍床の一般的特徴	46



### III 地化学探査

第1章 総 説 .....	48
第2章 河川堆積物による地化学探査 .....	49
2-1 探査方法とデータ処理 .....	49
2-2 探査結果 .....	50
第3章 土壌による地化学探査 .....	57
3-1 探査方法とデータ処理 .....	57
3-2 探査結果 .....	58

### IV 物理探査

第1章 総 説 .....	62
第2章 IP法電気探査 .....	64
2-1 探査概要 .....	64
2-2 探査結果 .....	64
第3章 スペクトルIP法電気探査 .....	67
3-1 探査概要 .....	67
3-2 探査結果 .....	68
第4章 磁気探査 .....	68
4-1 探査概要 .....	
4-2 探査結果 .....	

### V 試錐探査

第1章 総 説 .....	70
第2章 試錐結果 .....	71
2-1 R P J - 1 孔 .....	71
2-2 R P J - 2 孔 .....	72
2-3 R P J - 3 孔 .....	73



## VI 結 論

第1章 調査結果の総合検討 .....	75
第2章 結 論 .....	77
2-1 結 論 .....	77
2-2 将来への展望 .....	77
参 考 文 献 .....	79





## LIST OF ILLUSTRATIONS

Fig. 1	Location Map of Project Area
Fig. 2	Location Map of Survey Area
Fig. I-1	Physiographic and Structural Provinces of Northern Luzon
Fig. II-1	Geological Map of Project Area
Fig. II-2	Location Map of Rock Samples for Chemical Analysis and Dating
Fig. II-3	Variation Diagram of Intrusive Rocks
Fig. II-4	M-F-A Diagram of Intrusive Rocks
Fig. II-5	Normative Or-Ab-An Diagram of Intrusive Rocks
Fig. II-6	Normative Q-Kf-Pl Diagram of Intrusive Rocks
Fig. II-7	Distribution Map of Mineralized Zone
Fig. II-8	Distribution Map of Mineralized Outcrops in Manikbel Area
Fig. II-9	Distribution Map of Veins along Kawayen Creek in Layacan Area
Fig. III-1	Geochemical Anomaly Map in Bucloc and Ableg Areas (Soil)
Fig. III-2	Geochemical Anomaly Map in Lacub and Malibcong Areas (Soil)
Fig. III-3	Geochemical Anomaly Map in Manikbel and Layacan Areas (Soil)
Fig. IV-1	General Interpretation Map in Bucloc Area
Fig. IV-2	General Interpretation Map in Manikbel Area
Fig. V-1	Location Map of Drilling Sites
Fig. V-2	Compilation of Core Logs
Table I-1	Flow Chart of Exploration Program
Table I-2	Outline of Field Survey in Phase I
Table I-3	Outline of Field Survey in Phase II
Table I-4	Outline of Field Survey in Phase III
Table II-1	Generalized Stratigraphic Section of Project Area
Table II-2	Stratigraphic Correlation in Northern Luzon
Table II-3	Summary of Mineralized Zones
Table III-1	Details of Geochemical Surveys in Project Area
Table III-2	Regional Mean Background and Threshold Values in Phase I and II (Stream Sediments)
Table III-3	Regional Mean Background and Threshold Values in Phase II and III (Soil)



Table IV-1 List of Survey Line

Table IV-2 List of Survey Instruments



## LIST OF APPENDICES

Table A-1	List of Fossil	
Table A-2	Results of Chemical Analysis and K-Ar Dating	
PL. 1	Geological Map and Geological Profile	(1:250,000)
PL. 2	Location Map of Rock Samples for Chemical Analysis, K-Ar Dating	(1:250,000)
PL. 3	Geochemical Anomaly Map in Phase I (Stream Sediments)	(1:250,000)
PL. 4	Geochemical Anomaly Map in Phase II (Stream Sediments)	(1:250,000)



## 要 約

本調査は、ルソン北西部地域において、地質層序、地質構造、火成活動および鉍化作用の実態とそれらの相互関係を明らかにすることによって、鉍床賦存の状況の解明とその総合的評価を図ることを目的として実施されたものである。この目的のため、昭和53年度には地質・地化学概査が、昭和54年度には地質・地化学準精査・精査ならびに物理探査（IP法電気探査および磁気探査）が、さらに昭和55年度には地質・地化学精査、物理探査（IP法およびスペクトルIP法電気探査）ならびに試錐探査がそれぞれ実施された。

地質調査の結果、これまで未区分白亜紀～古三紀層として一括されていた変質火山岩類の時代区分が明らかにされ、調査地域の地質層序が確立された。また、多くの貫入岩類の化学分析とK-Ar法による絶対年代の測定が行われて貫入岩類の岩相区分・化学組成・貫入時期が明確にされた。さらに、地質調査によって多数の鉍床・鉍徴の存在が確認され、それらの規模・諸性質が解明された。

これらの調査結果から、本調査地域は主として古第三紀始新世以降の火山岩・火山砕屑岩類と、これらに進入した漸新世後期～中新世（26.3～9.7 m.y.）の大規模な塩基性～酸性深成岩・半深成岩類より構成され、地質的にはコルディレラセントラル隆起帯の中軸部を占めることが明らかとなった。鉍化作用は主として中性～酸性深成岩・半深成岩類の縁辺部およびそれらの周辺の被貫入岩を形成の場とする鉍染状ないし細脈網状型および鉍脈型として認められ、主要鉍石鉍物は初生的には黄銅鉍・斑銅鉍、黄鉄鉍であるが、露頭部では孔雀石、藍銅鉍などを二次的に生じている。

地化学調査は概査・準精査の段階では河川堆積物を対象として、精査の段階では土壤を対象として実施され、深成岩体の周縁部において多数の異常帯が検出され、鉍化帯の分布と地化学異常帯の分布が極めてよく一致することが判明した。このような結果から、広い範囲の未調査あるいは概査区域から鉍床賦存の可能性の高い有望区域を抽出するには河川堆積物を対象とした地区学調査が、概査によって抽出された区域では探試密度の高い土壤地化学調査が鉍化帯の範囲・鉍化作用の強度を把握する上でそれぞれ効果的であることが確められた。

物理探査は、地質・地化学調査で有望と判断された2地域で、IP法電気探査が実施され、鉍化帯分布域およびその周辺で高いF<sub>15</sub>異常帯が検出された。これらの地域のうち1地域は試錐による確認の結果、多量のフィルム状～毛状黄鉄鉍の網状帯であることが明らかにされ、IP法は総硫化物という観点から鉍化範囲を限定するのに有効である。スペクトルIP法はIP異常帯を誘起した硫化物集合体の鉍種判別—黄銅鉍・黄鉄鉍の判別—を目的として実施されたが、試錐の結果では黄銅鉍は極めて少なく、このため満足し得る結果は得られなかった。

試錐探査は鉍化帯の下部への連続性および鉍化帯の周辺で検出された深部まで続く高いIP





異常帯の下部を確認するため、3孔・総掘進長932.20mが実施された。結果は、第1孔目において鉍化帯の延長と考えられる少量の黄銅鉍を伴う黄鉄鉍鉍染帯を捕捉したが、他の2孔では鉍化帯は認められなかった。

上述のように、本調査は面積4,300 km<sup>2</sup>の地域に対する概査ではじまり、種々の方法・精度の調査によって順次有望区域を絞って、最終年度にあたる第三年次には2地域・面積25 km<sup>2</sup>の試錐を含む精査で終了することとなった。試錐が実施された鉍化帯は、露頭部では二次生銅鉍物によって富化し、良好な品位を示すが、深部では少量の初生銅鉍物がみられる黄鉄鉍鉍染帯であって、深部での好転はあまり期待できず、現状では開発の可能性は薄いとの結論を得た。



# I 序 論



## 第1章 調査の概要

### 1-1 調査の経緯および目的

フィリピン共和国における資源開発協力基礎調査は、これまでにミンダナオ東部地区(1972~1974)およびルソン北東部地区(1975~1977)の2地区で実施され、地質・鉱床に関する膨大な基礎資料が得られたほか、同国鉱山地球科学局(Bureau of Mines and Geo-Sciences)自体のプロジェクトの選定・推進ならびに同局地質技術者の技術向上にも多大の成果を収めた。特に、ルソン北東部地区の調査では多数の稼行鉱床が分布するバギオ鉱床区(Baguio Mineral District)が調査区域に含まれており、調査の結果各鉱床の形成の場とそのメカニズムが明らかにされ、探鉱上の基本的指針が確立された。

これらの成果に基づき、フィリピン鉱山地球科学局は地質的にバギオ鉱床区の北方延長上に相当し、鉱床賦存の可能性が高いと考えられているにもかかわらず未だ断片的な調査しか行われていないルソン島北西部を第3番目のプロジェクトの候補地としてとりあげ、日本政府に対して調査の実施を強く要請した。

この要請に応え、日本政府はプロジェクトの実現をはかるため、昭和53年7月金属鉱業事業団黒子孟夫海外部長を団長とする調査団を現地に派遣し、資源開発協力基礎調査実施の可否を検討・協議させるとともに、候補地の予察をも行わせた。その結果、同地域はバギオ鉱床区と極めて類似した地質環境にあり、ポーフィリー-銅型鉱床賦存の可能性が非常に高いことが判明した。そこで両国代表はルソン北西部地域を協力調査対象地域に選定し、昭和54年1月より第一年次の現地調査を開始することに合意した。

本調査は、ルソン北西部地域の広域的な層序、地質構造、火成活動および鉱化作用の実態とそれらの相互関係を把握することによって、有望な鉱床賦存区域を抽出し、鉱床の規模・性状を明らかにし開発の可能性の有無を検討することを目的とした。

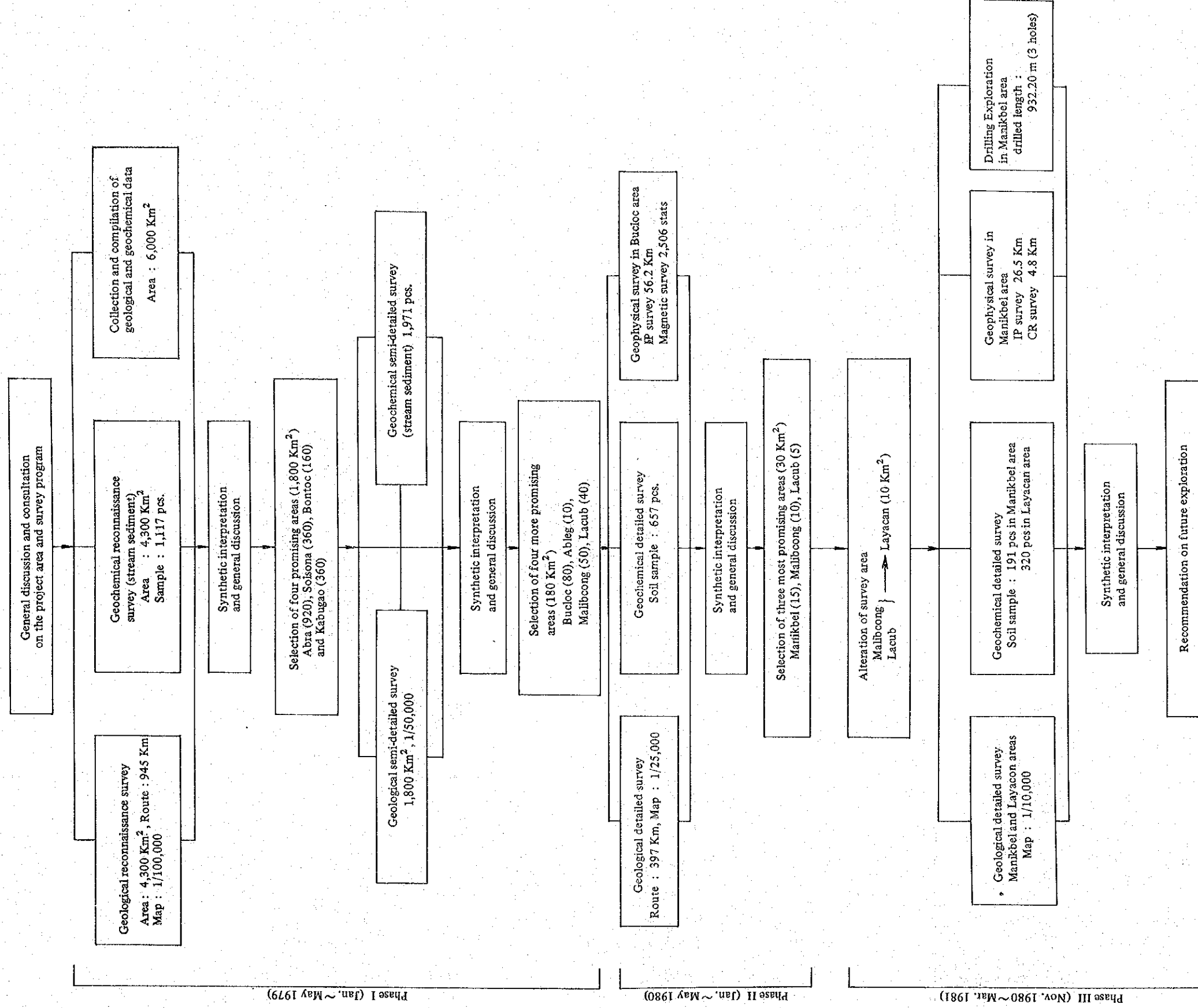
### 1-2 調査の内容

この調査は上記目的のため、Fig. 1に示された北緯 $17^{\circ}05'$ および $18^{\circ}05'$ 、東経 $120^{\circ}45'$ および $121^{\circ}15'$ で囲まれる面積約6,000Km<sup>2</sup>の範囲において、昭和53年度を第一年次とし、54年度(第二年次)・55年度(第三年次)の3ケ年にわたってフィリピン鉱山地球科学局と共同で実施された。

調査方法としては、Table 1-1に示すように、概査→準精査→精査によって順次有望区域を絞る段階的手法が採られ、地質調査、地化学調査、IP法およびスペクトルIP法電気探査、磁気探査および試錐探査が調査精度に応じた組合せのもとに実施された。

調査の経過および各年次の調査内容は次の通りである。

Table I-1 Flow Chart of Exploration Program



なお、第一年次調査の開始に先立って、フィリピン鉱山地球科学局は本プロジェクト地域を含むルソン島北西部一帯に空中磁気探査を実施し、その結果の解析は日本人専門家も加って共同で行われた。解析結果は昭和55年2月に中間報告書が、また56年3月最終報告書がそれぞれ公表され、それらの内容は第二年次に実施された地上磁気探査結果と併せて検討された。

#### 1-2-1 第一年次調査

第一年次の調査はプロジェクト地域の層序の確立、地質構造、火成活動の全貌の把握ならびに鉱化帯・鉱徴地の分布とそれらの諸性質を明らかにすることを主題とした。このため、プロジェクト地域全域について地質・地化学（河川堆積物対象）概査の実施および既存資料の収集コンパイルが計画され、予め日本国内において調査ルート・地化学試料採取地点の選定等の準備作業が進められた。

しかしながら、野外調査の開始に先立って昭和54年1月に実施した準備調査の結果、地域内東南部を北流するチコ（Chico）川およびその支流（Pasil）川のダム建設に係る紛争が53年11月より急激に悪化し、付近一帯の治安確保が極めて困難な状況にあることが明らかとなった。準備調査によって得られた情報によれば、野外調査のための立入が困難な区域は両河川流域を含む面積約1,700Km<sup>2</sup>にもおよぶと判断された。このため、フィリピン鉱山地球科学局と調査範囲について再協議した結果、調査員の安全確保の上から、1) 同区域の野外調査は治安の回復を待って第二年次以降に実施する、2) 第一年次は残る4,300Km<sup>2</sup>に対して調査ルート密度を当初計画より高めて調査する、3) 野外調査不能区域については既存資料のコンパイルによってマッピングを行うとの結論を得た。

現地調査はTable I-2に示される通り、昭和54年2月より4月まで実施され、それらの結果は<sup>1</sup>/100,000地質図および<sup>1</sup>/100,000地化学異常図にまとめられた。

第一年次の調査結果および収集された既存資料を総合的に解析・検討した結果、鉱床賦存の可能性が高いと想定される幾つかの区域が判明し、それらのなかからポテンシャルの高い順に、当初計画面積の30%に相当する4区域（合計面積1,800Km<sup>2</sup>）が第二年次の調査対象地域として抽出された。

#### 1-2-2 第二年次調査

第二年次の調査は、第一年次の調査によって鉱床賦存の可能性の高い区域として抽出されたアブラ（Abra, 920Km<sup>2</sup>）、ソルソナ（Solsona, 360Km<sup>2</sup>）、ボントック（Bontoc, 160Km<sup>2</sup>）およびカブガオ（Kabugao, 360Km<sup>2</sup>）の4地域（1,800Km<sup>2</sup>）に対して実施された。

この調査の目的は1,800Km<sup>2</sup>の区域から鉱床賦存のポテンシャルの高い順に約30Km<sup>2</sup>の範囲を抽出することである。このため調査方法としては、第1段階で上記4地域に対して地質・地化学（河川堆積物対象）準精査を実施し、ポテンシャルのあまり高くない区域を

Table 1-2 Outline of Field Survey in Phase I

	Survey Period	Area	Length of Survey Route	Number of Geochemical Sample
Preparatory Survey	Jan. 14 ~ Feb. 6, 1979			
Geological Reconnaissance Survey	Feb. 7 ~ Apr. 14, 1979	4,300 Km <sup>2</sup>	945 Km	
Geochemical Reconnaissance Survey	Feb. 7 ~ Apr. 14, 1979	4,300 Km <sup>2</sup>	945 Km	Stream Sediment 1,117 pcs.
Compilation of Existing Data	Apr. 15 ~ Apr. 30, 1979	6,000 Km <sup>2</sup>		

除外，第二段階で残余区域に対して地質・地化学（土壌対象）精査および物理探査（IP法電気探査および磁気探査）を行い，鉱床賦存の可能性の最も高い区域を抽出する方法がとられた。

地質・地化学準精査は昭和55年1月28日より4月6日までの70日間にわたって実施され，調査ルート総延長1,247kmについて<sup>1</sup>/25,000地質ルートマップが作成され，また同ルートに沿って1,971個の地化学試料が採取された。地化学試料は全てマニラにおいてCu・Znの分析が行われ，精査対象区域選定のための重要な判定基準の1つとして活用された。調査結果は<sup>1</sup>/50,000地質図および地化学異常図としてまとめられ，総合的な解析・検討の結果ボクロック（Bueloc，80Km）アブレグ（Ableg，10Km），ラクブ（Lacub，40Km）およびマリブコン（Malibcong，50Km）の4地域（180Km）が精査地域として抽出された。

地質・地化学精査は上記4地域について，4月7日より5月2日まで実施され，ルート延長397kmについて<sup>1</sup>/25,000地質ルートマップが作成された。また，同一ルートから合計657個の土壌地化学試料が採取され，全試料の分析はCu・Znについて日本国内で行われた。調査



結果は<sup>1</sup>/25,000地質図および地化学異常図としてまとめられた。

物理探査実施区域は、準精査4地域のうち最も有望とされたアブラ地域の地化学試料分析結果が判明した時点で、最も強いCu異常の得られたボクロック部落南部と定められ、IP法電気探査および磁気探査が3月1日より開始された。IP法電気探査は測線延長56.2km、測線間隔200m、電極間隔100mで、また磁気探査はIP測線沿いおよびその周辺部の2,056地点についてそれぞれ実施され、それらの結果<sup>1</sup>/10,000図にとりまとめられた。

Table I-3は第二年次の現地調査の概要を示したものである。

第二年次の全調査結果は国内において詳細に解析・検討され、その結果鉍床賦存上最も有望と考えられるマニクベル(Manikbel)鉍化帯、マリブコン鉍化帯、ラクブ鉍化帯をそれぞれ含む3地域(面積30Km<sup>2</sup>)が第三年次の調査対象地域として抽出された。

Table I-3 Outline of Field Survey in Phase II

	Name of Surveyed Area	Survey Period	Area	Amount of Survey Work	Number of Geochemical Sample
Preparatory Survey		Jan. 16 ~ Jan. 27, 1980			
Geological and Geochemical Semi-detailed Survey	Abra Solsona Bontoc Kabugao	Jan. 28 ~ Apr. 6, 1980	920 360 160 360 1,800 Km <sup>2</sup>	Length of Survey Route 1,247 Km	Stream Sediment 900 439 134 498 1,971 pcs.
Geological and Geochemical Detailed Survey	Bucloc Ableg Malibcong Lacub	Apr. 7 ~ May 2, 1980	80 10 50 40 180 Km <sup>2</sup>	Length of Survey Route 397 Km	Soil 333 32 170 122 657 pcs.
Geophysical Survey	Bucloc	Feb. 21 ~ May 19, 1980	30 Km <sup>2</sup>	IP Survey 56.2 Km Magnetic Survey 2,506 stations	

### 1-2-3 第三年次調査

本プロジェクトの最終年度に当る第三年次には、第二年次の調査で選出されたマニクベル鉍化帯地域(15Km<sup>2</sup>、以下マニクベル地域という)、マリブコン鉍化帯地域(10Km<sup>2</sup>)およびラクブ鉍化帯地域(5Km<sup>2</sup>)の3地域に対して

- 1) マニクベル地域：地質・地化学(土壌)精査、IP法・スペクトルIP法電気探査および

### び試錐探査

2) マリブコン鉍化帯地域：地質・地化学（土壌）精査およびIP法電気探査

3) ラクブ鉍化帯地域：地質・地化学（土壌）精査

の調査計画が策定され、先づマニクベル地域の地質・地化学精査およびIP法電気探査が昭和55年11月20日より開始された。

マニクベル地域の調査は計画通り進められたが、マリブコン・ラクブ両鉍化帯地域については、12月上旬より両地域を含む付近一帯の治安状況が共産系ゲリラの活発な活動により急激に悪化し、マニクベル地域の野外作業が終了した時点では両地域の調査は実施不可能であることが確実となった。このため、フィリピン鉍山地球科学局と調査計画について協議した結果、マリブコン・ラクブ両鉍化帯地域の地質・地化学精査および物理探査を中止し代って第二年次の調査において第4位にランクされていたポントック地域内のラヤカン（Layacan）鉍化帯とその周辺部（面積10Km<sup>2</sup>、以下ラヤカン地域という）の地質・地化学（土壌対象）精査を実施することとなった。

第三年次の地質精査は簡易測量によって1/5,000ルートマップを作成し、鉍化帯の規模・諸性質をより明確に把握することを主眼とした。そして調査結果は1/10,000および1/5,000（主要鉍化帯）の地質鉍床図としてまとめられた。

地化学精査は、マニクベル地域については第二年次に土壌による地化学精査が実施されていることから、異常帯分布範囲において60個/Km<sup>2</sup>の採試密度で、またラヤカン地域では第二年次に精査が行われていないため、32個/km<sup>2</sup>の密度でそれぞれ実施された。マニクベル地域の試料はマニラにおいてCuの分析が行われ、分析結果は試錐地選定の参考に供された。また、ラヤカン地域の試料は日本国内においてCuの分析が実施された。

IP法電気探査はマニクベル地域において測線延長26.5km、測線間隔250m、電極間隔100mで、またスペクトルIP法電気探査はIP測線を利用して延長1.6kmの測線3本、計4.8kmについて実施された。

試錐はマニクベル地域において、当初2孔・計600mが計画されたが、調査計画の変更に伴って1孔・300mが追加され、3孔・計932.20mが実施された。

Table 1-4は第三年次調査の概要をまとめたものである。

Table I-4 Outline of Field Survey in Phase III

	Name of Survey Area	Survey Period	Area	Amount of Survey Work	Number of Geochemical Sample
Preparatory Survey		Nov. 5 ~ Nov. 19, 1980			
Geological and Geochemical Detailed Survey	Manikbel	Nov. 20 ~ Dec. 30, 1980	15 Km <sup>2</sup>	Length of Survey Route 110.2 Km	Soil 191 pcs.
	Layacan	Feb. 5 ~ Mar. 20, 1981	10 Km <sup>2</sup>	162.8 Km	Soil 320 pcs.
Geophysical Survey				Length of Measured Line	
	IP Method	Nov. 20 ~ Dec. 30, 1980		26.5 Km	
CR Method	Manikbel	Jan. 3 ~ Feb. 7, 1981		4.8 Km	
Drilling Exploration	Manikbel	Jan. 6 ~ Mar. 31, 1981		RPJ-1 310.00 m RPJ-2 310.90 m RPJ-3 311.30 m Total 932.20 m	

1-3 調査団の編成

本調査に従事した団員は次の通りである。

昭和53年度

1) 調査計画策定および折衝

日本側	黒子 孟夫 (Takeo KUROKO)	金属鉱業事業団
	金石 興東 (Okiharu KANEISHI)	資源エネルギー庁
	諸星 一彦 (Kazuhiko MOROHOSHI)	金属鉱業事業団
	沢田 賢治 (Kenji SAWADA)	"
	高田 武千代 (Takechiyo TAKADA)	"
	秦野 裕 (Yutaka HATANO)	国際協力事業団
	渕本 決 (Hiroshi FUCHIMOTO)	大手開発株式会社
フィリピン側	Juanito C. FERNANDES	鉱山地球科学局
	Francisco A. COMSTI	"
	Oscar A. CRISPIN	"

2) 現地調査

日本側	団長(総括)	谷口洋文 (Hirofumi TANIGUCHI)	大手開発株式会社
	団員(地質・地化学)	林育浩 (Ikunhiro HAYASHI)	"
	" ( " )	沢田賢治 (Kenji SAWADA)	金属鉱業事業団
	" ( " )	清野忠義 (Tadayoshi SEINO)	大手開発株式会社
	" ( " )	武山真 (Atsushi TAKEYAMA)	"
	" ( " )	佐藤哲男 (Tetsuo SATO)	"
	" ( " )	柴田芳彰 (Yoshiaki SHIBATA)	"
フィリピン側	" (現地折衝)	Leonardo R. ANTONIO	鉱山地球科学局
	" (地質・地化学)	Emil T. AVILA	"
	" ( " )	Donno G. CUSTODIO	"
	" ( " )	Pablito P. ESCALADA	"
	" ( " )	Jessie S. MIGUEL	"
	" ( " )	Edowin M. RILLON	"

昭和54年度

1) 計画・折衝

日本側	中村三樹男 (Mikio NAKAMURA)	国際協力事業団
	沢田賢治 (Kenji SAWADA)	金属鉱業事業団
	谷口洋文 (Hirofumi TANIGUCHI)	大手開発株式会社
フィリピン側	Oscar A. CRISPIN	鉱山地球科学局
	Leonardo R. ANTONIO	"

2) 現地調査

日本側	団長(総括)	谷口洋文 (Hirofumi TANIGUCHI)	大手開発株式会社
	団員(地質・地化学)	鈴木強 (Tsuyohi SUZUKI)	"
	" ( " )	沢田賢治 (Kenji SAWADA)	金属鉱業事業団
	" ( " )	林育浩 (Ikunhiro HAYASHI)	大手開発株式会社
	" ( " )	武山真 (Atsushi TAKEYAMA)	"
	" ( " )	野並集 (Atsumu NONAMI)	"
	" ( " )	大地正高 (Masataka OCHI)	"
	" ( " )	中村貢 (Mitsugu NAKAMURA)	"
	" (物理探査)	佐々木進 (Susumu SASAKI)	"
	" ( " )	福田浩 (Hiroshi FUKUDA)	"

	団員(物理探査)松田陽一(Yoichi MATSUDA)	鉾山地球科学局
	" ( " )高橋郁夫(Ikuo TAKAHASHI)	"
	" ( " )田中富雄(Tomio TANAKA)	"
	" ( " )杉山伸一(Shinichi SUGIYAMA)	"
	" ( " )児玉晃(Akira KODAMA)	"
フィリピン側	団員(地質・地化学) Emil T. AVILA	鉾山地球科学局
	" ( " ) Donno G. CUSTODIO	"
	" ( " ) Rene B. DELOS SANTOS	"
	" ( " ) Pablito P. ESCALADA	"
	" ( " ) Jessie S. MIGUEL	"
	" ( " ) Cesar M. SAMANIEGO	"
	" (物理探査) Edgar M. MORANTE	"
	" ( " ) Abraham A. GATDULA	"
	" ( " ) Elias C. NACARIO	"
	" ( " ) Elmer C. ANTIOQUIA	"

昭和55年度

1) 計画・折衝

日本側	沢田賢治(Kenji SAWADA)	金属鉾業事業団
	谷口洋文(Hirofumi TANIGUCHI)	大手開発株式会社
フィリピン側	Oscar A. CRISPIN	鉾山地球科学局
	Leonardo R. ANTONIO	"

2) 現地調査

日本側	団長(総括) 谷口洋文(Hirofumi TANIGUCHI)	大手開発株式会社
	団員(地質・地化学) 林育浩(Ikuhiro HAYASHI)	"
	" ( " ) 武山真(Atsushi TAKEYAMA)	"
	" ( " ) 林克己(Katsumi HAYASHI)	"
	" (物理探査) 佐々木進(Susumu SASAKI)	"
	" ( " ) 横川勝美(Katsumi YOKOKAWA)	金属鉾業事業団
	" ( " ) 藤本俊昭(Toshiaki FUJIMOTO)	大手開発株式会社
	" ( " ) 田中富雄(Tomio TANAKA)	"
	" ( " ) 児玉晃(Akira KODAMA)	"
	" (試錐) 加藤明男(Akio KATO)	"

	団員 ( 試 錐 ) 畠山利雄 ( Toshio HATAKEYAMA )	大手開発株式会社
	" ( " ) 熊野初雄 ( Hatsuo KUMANO )	"
フィリピン側	団員 ( 地質・地化学 ) Donno G. CUSTODIO	鉱山地球科学局
	" ( " ) Rene B. DELOS SANTOS	"
	" ( " ) Jessie S. MIGUEL	"
	" ( 物理探査 ) Orland M. PINEDA	"
	" ( " ) Elias C. NACALIO	"
	" ( 試 錐 ) Cesar L. LUCERO	"
	" ( " ) Dionesio M. ALERIA	"

## 第2章 調査地域の概要

### 2-1 位置および交通

調査地域は、Fig. 1およびFig. 2に示す通り、ルソン島の北西部に位置し、

北縁 : 北緯 18°05' 線

南縁 : 北緯 17°05' 線

東縁 : 東経 121°15' 線

西縁 : 東経 120°45' 線

で囲まれる地域で、アブラ州、カリंगा・アバヤオ (Kalinga-Apayao) 州、マウンティンプロビンス (Mountain Province) 州のそれぞれ大部分およびイロコスノルテ (Ilocos Norte)・イロコススル (Ilocos Sur) 両州の一部を含む面積約 6,000 Km<sup>2</sup> の範囲である。

地域内および周辺の主要な都市としては、南端部にポントック (マウンティンプロビンス州都) が、東縁部にはタブック (Tabuk, カリंगा・アバヤオ州都) およびカガヤン (Cagayan) 州都ツグエガラオ (Tuguegarao) がある。一方、西部ではバンゲッド (Bangued, アブラ州都)、ビガン (Vigan, イロコススル州都)、ラオアグ (Laoag, イロコスノルテ州都) などがあり、それぞれ調査期間中はベースキャンプの設置など調査の拠点地となった。

首都マニラから調査地域への交通路としては、ルソン島中央部を縦断しツグエガラオに連絡する国道5号線 (マニラ～ツグエガラオ 482 km)、西部海岸沿いに北端部へつづく国道3号線 (マニラ～ビガン 408 km, ビガン～ラオアグ 78 km) の両幹線道路がある。また、バンゲッドへは国道6号線 (マニラ～バンゲッド 409 km) が、ポントックへはバギオ市より国道11号線 (マニラより 396 km) がそれぞれ連絡している。一方、ラオアグおよびツグエガラオにはそれぞれ空港があり、マニラより定期便が運航されている。

このように、調査地域近辺への交通は容易であるが、地域内では主要道路である6号線および11号線が共に治安不良区域を通るため全調査期間を通じて大部分が使用出来ず、さらに地域内が急峻な山岳地形であるため道路の発達は極端に悪く、調査実施の上で大きな支障となった。

通信機関としては、ラオアグ・ツグエガラオではマニラとの電話交信が可能であるものの、他の都市では電話設備がなく、無線に頼っている。

### 2-2 地 形

ルソン島北部の地形は、大局的にみると、ほぼ南北に平走する2つの山脈と2つの低地帯よりなる。このような地形上の特徴は同地域の地質構造をよく反映しており、Durkee・Pederson (1961) は地形的特徴と地質構造の組合をもとに、ルソン島北部を Fig. 1-1 のように細分

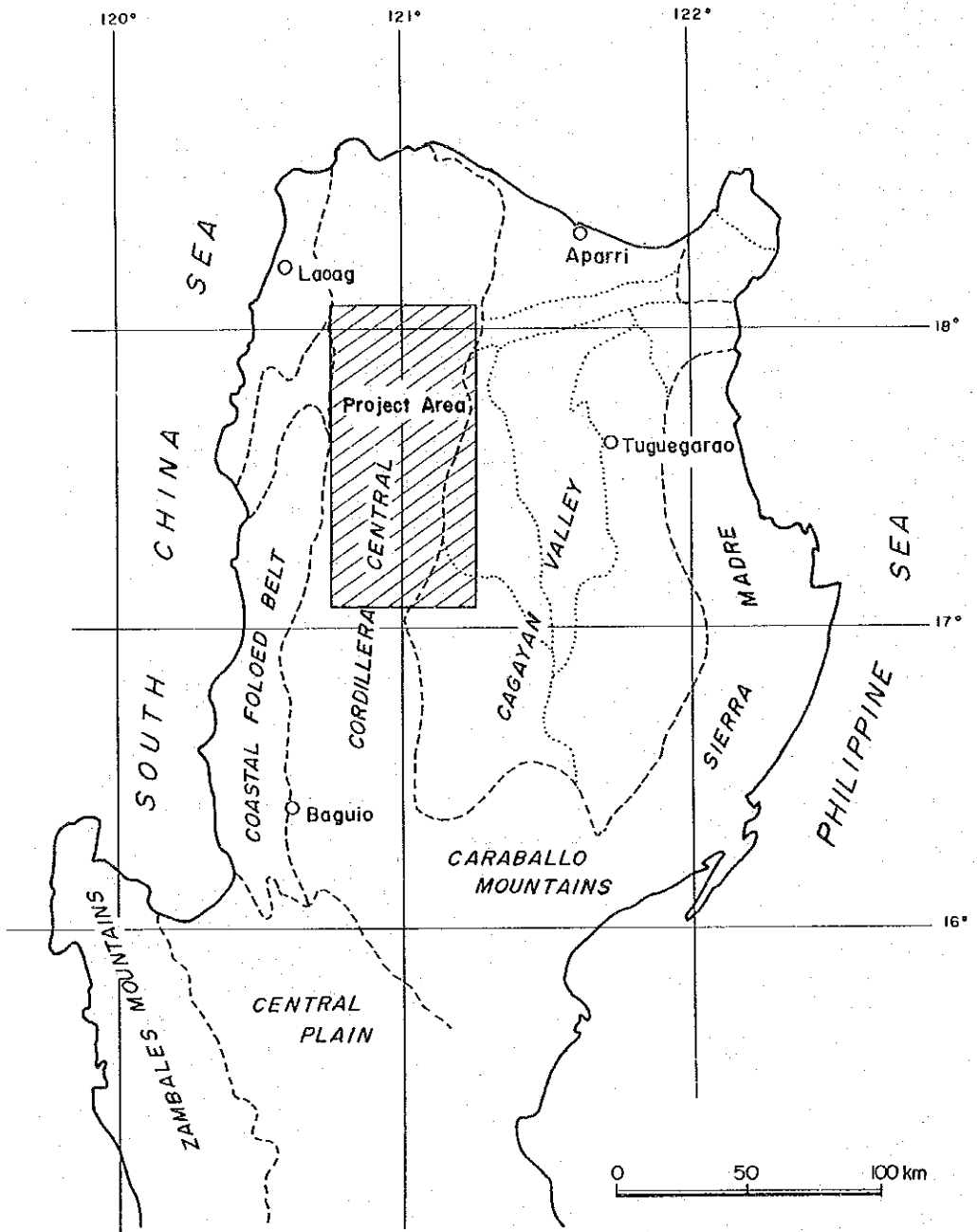


Fig. I-1

Physiographic and Structural Provinces of Northern Luzon



している。すなわち、東から西に向って (1) シェラマドレ (Sierra Madre) 山脈, (2) カガヤン峡谷, (3) コルディレラセントラル (Cordillera Central) 山脈, (4) 海岸褶曲帯の 4 帯である。これらのうち, (1)・(3) は隆起帯で急峻な山岳地形を呈するのに反して, (2)・(4) は沈降帯で平地帯～丘陵地形を示している。

調査地域は西部のコルディレラセントラル山脈中に位置しており, 地域の大部分は非常に急峻な山岳地形で, 特に中央部は標高 1,800 ~ 2,500 m の山稜が連続している。地域内の最高峰はカウイタン山 (Mt. Cautitan, 2,597 m) で, このほかシカパオ山 (Mt. Sicapao, 2,352 m), サボコイ山 (Mt. Sapocoy, 2,455 m), メングメング山 (Mt. Mengmeng, 2,305 m) ほかの 2,000 m を超える高峰が連座している。

本地域の水系は中央部を南北に縦断する稜線によって東西に分断され, 東側ではほぼ全域がチョコ川およびその支流の流域下にあり, 主として NE-SW 系の多数の河川が発達する。チョコ川はフィリピン最大のカガヤン川に合流し, 北流してバブヤン (Babuyan) 海峡に流入する。一方, 稜線の西側では主として E-W 系の河川が発達し, これらの河川は調査地域の西縁部で N-S 系のアブラ川と合流し, 南シナ海に注ぐ。しかしながら, 西北端部では NE-SW 系およびそれと直交する NW-SE 系の水系が目立ち, 異なったパターンを示している。各河川はしばしば断層などの地質構造に支配され, 激しい侵食と相まって大規模な急崖を伴う深い V 字谷を形成している。チョコ川・アブラ川はともに年間を通じて水量が豊富であり, 特にチョコ川は立地条件が良好なこともあって水力発電のためのダム建設が急がれている。

### 2-3 気候および植生

調査地域を含むルソン島北部の気候は大きく 3 帯に分けられ, それぞれは上述した地形の分帯にほぼ一致している。すなわち, 東部のシェラマドレ山脈では雨期・乾期の区分がなく, 年間を通じて雨が多い。また, フィリピン近海で発生する台風の多くがこの地方に大きな影響を与え, 同地域の開発は未だ充分でない。一方, 西部のコルディレラセントラル山脈およびその西側の低地帯では雨期・乾期の区分が明瞭で, 5月～10月が雨期, 11月～4月が乾期となっている。中央部のカガヤン峡谷低地帯は両者の中間型の気候を示し, 雨期・乾期の区分はそれほど明瞭ではないが, 11月～4月は概して雨が少ない。

調査地域はコルディレラセントラル山脈の中央部を占め, このため各河川が減水した 1月～4月が野外作業に最も適した期間である。地域内の年間平均雨量は 2,000 mm 前後であるが, 山間部では時に 5,000 mm にも達することがある。また, 平均気温は 28.5℃ となっている。

植生は, 総じて雨量の多い地域であるため, 山岳部では樹木が厚く密生しジャングルとなっているが, 中復部から低地帯では伐採・開発が進み, かつ植林が全くなされないためはげ山となっている。

## II 地質調査



## 第 1 章 総 説

本プロジェクト地域を含む北部ルソン島の地質・鉱床に関する調査・研究は鉱山地球科学局ほかによって多く実施され、それらの結果はフィリピン地質図 ( $1/1,000,000$ , 1963) としてコンパイルされており、地質鉱床についての概略的な知識を得るのに役立っている。

北部ルソン島の広域的な地質調査のうち主要なものとしては、Corby et al. (1951) によるカガヤン峡谷の地質概査、Durkee・Pederson (1961) による北部ルソン島全域の地質概査、Fernandez・Pulanco (1964) によるルソン島北西部の広域地質概査などの報告書があげられる。これらのうち、Corby et al. および Durkee・Pederson の調査はいずれも石油探査を目的として実施されたため、新第三系の層序に主眼がおかれ、先新第三系は“基盤岩類”として一括されている。Fernandez・Pulanco の報文は主としてコルディレラセントラルー帯の層序・地質構造・火成作用を総括的に報告したもので、ルソン島北西部に関する最も総合的な報文としてその後の地質・鉱床調査に大きな影響を与えているが、この報文でも先新第三系は“未区分白亜紀～古第三紀層” (いわゆる KPg, UV) とされ、細分化はなされていない。以上の報文のほか、フィリピン群島全域の地質・地質構造と関連づけて北部ルソンの地質を論じたものとして、Gervasio (1967, 1971), 橋本亘・佐藤正 (1968, 1969, 1970) など、また古生物学的研究として Hashimoto (1938, 1970, 1975) などもある。

一方、鉱床に関する概括的な調査としては Bryney (1969), Motegi (1975), Gervasio (1977), Almogela (1977), Balce et al. (1978) などがあり、北部ルソン島に分布する主要な鉱床の形成の場・諸性質を知ることが出来る。特に Balce et al. は本プロジェクト地域の鉱床調査を進める上で極めて有益である。

MMAJ・JICA (1975, 1976, 1977) は昭和49年度より51年度まで3カ年にわたって実施されたルソン北東部地区鉱物資源開発協力基礎調査の結果をまとめたもので、同調査はバギオ市から東海岸までの面積約11,200 Km<sup>2</sup>の広い範囲をカバーしており、同地域の層序区分、地質構造、火成活動の諸性質と時代、鉱床の分布と個々の鉱床の性状などについての膨大な基礎的データを提供している。

上述のような多数の既存資料の検討・コンパイルの結果から北部ルソン島の地質・鉱床を巨視的にみると、この地域は東海岸に沿って断続的に分布する先白亜紀の基盤岩類と、これを覆って南北方向に帯状に分布する白亜紀以降の各種岩層からなり、これらの岩層は岩質、地質構造、時代などから4つの地質帯に細分される。この分帯は既に述べた地形区分とはほぼ一致しており、東側から(1)シェラマドレ隆起帯、(2)カガヤン沈降帯、(3)コルディレラセントラル隆起帯、(4)海岸褶曲帯である。

シェラマドレ隆起帯は主に基盤岩類と白亜紀～古第三紀漸新世の火山岩・火山砕屑岩類より

なり、これらに始新世後期～漸新世の花崗岩類(49～27 m. y.)が同隆起帯の主として南部に進入している。新第三系は隆起帯の翼部にわずかに分布するに過ぎない。

カガヤン沈降帯は東・西両隆起帯には含まれる地域で、両隆起帯の上昇に伴う相対的な沈降の場として形成され、始新世～漸新世の火山岩・同質砕屑岩類の上位に累重する厚い新第三紀の堆積岩類より構成されている。火成活動は南縁部において認められ、漸新世後期～新第三紀中新世のアルカリ深成岩類(25～17 m. y.)の進入がみられる。

コルディレラセントラル隆起帯は東部のシェラマドレ隆起帯よりやや後期とみられる始新世～中新世前期の火山岩類と中新世中期以降の堆積岩類よりなり、背斜軸部付近に主として中新世の深成岩類(26～9 m. y.)の大規模な進入がみられる。この深成岩類は斑レイ岩から花崗閃緑岩まで巾広い岩相変化を示す。

海岸褶曲帯は主に新第三紀中新世およびそれ以降の堆積岩類よりなり、著しい褶曲構造を示すのが特徴である。

このように、北部ルソン島は地質構造発達過程の異なる2つの隆起帯と2つの沈降帯が南北方向に交互に整然と配列する特徴的な地質環境を示すが、特にシェラマドレ・コルディレラセントラル両隆起帯の間にみられる形成過程と深成作用の顕著な岩質的・時代的相違は興味深い。

一方、ルソン島北部には種々の型式の金属鉱床が多数知られており、大部分の鉱床が現在操業中または開発準備工事中である。これら主要鉱床の分布を地域的にみると明瞭な偏在性が認められる。すなわち、シェラマドレ隆起帯には幾つかの鉱床・鉱徴はあるものの、稼行可能な大規模鉱床は未だ知られていないのに対し、コルディレラセントラル隆起帯には北部ルソンにおける稼行鉱床の大部分が分布し、特にバギオ市周辺には集中的に分布し一大鉱床区を形成している。カガヤン沈降帯には火成活動がほとんどみられないこともあって金属鉱床は乏しく、わずかに南縁部でアルカリ深成岩に関係あると考えられるコルドン(Cordon)・ポーフイリーカッパー型鉱床が知られているに過ぎない。

コルディレラセントラル隆起帯に分布する主要な金属鉱床は、ポーフイリーカッパー型鉱床としてサント・トーマス(Santo Tomas)、サント・ニーニョ(Santo Niño)、ケノン(Kennon)、ボーン(Borneng)、タウイタウイ(Tawi Tawi)、バトンブハイ(Batong Buhay)；鉱脈型鉱床としてアクパン(Acupan)、アンタモック(Antamok)、レパント(Le-panto)、スヨック(Suyoc)、アブラ、ブリブエノ(Bully Bueno)；接触鉱床としてサンクスギビング(Thanksgiving)、ラミン(Lamin)などである。

これら主要鉱床、特にポーフイリーカッパー型鉱床は深成岩類の性質および深成岩体の縁辺部または岩体周辺の被進入岩中に貫入した斑岩類の岩株・岩脈に成因的關係を有し、このような地質条件において鉱床賦存の可能性が最も高いことが、多くの既存資料の検討から結論づけられている。先に述べた鉱床の偏在性は両隆起帯に進入した深成岩類の岩質など地質環境の相

違に起因するものと考えられ、これらの事実から、北部ルソン島における金属鉱床賦存の可能性の最も高い区域はコルディレラセントラル隆起帯中であつ深成岩類の進入の最も旺盛なところと考えてよい。

本プロジェクト地域は、上述のような地質的背景に基づいて選ばれた区域で、バギオ鉱床区の北方約70kmのコルディレラセントラル隆起帯中軸部に位置しており、地域内には古第三紀始新世～新第三紀中新世の火山岩・火山砕屑岩類とこれを貫く中新世の深成岩類が広範囲に分布している。また既知鉱床として、先に述べたコルディレラセントラル隆起帯中の主要鉱床のうちのバトンプハイ、アブラ、ブリブェノ、ラミンの各鉱床が調査地域内およびその近傍に賦存しており、総合的にみて鉱床賦存のポテンシャルはバギオ鉱床区に次いで高い区域と考えられる。以下、これらの地質的特性を踏まえて地質・鉱床について詳述する。

## 第 2 章 地 質

### 2-1 層 序

本調査地域の地質は古第三紀始新世以降の火山岩，火山砕屑岩，正規堆積岩および深成岩類ほかの貫入岩類より構成される。火山岩・火山砕屑岩類の大部分は従来より未区分白亜紀～古第三紀層（いわゆる KPg および UV）として一括されていたものであるが，この調査によって岩質の詳細な検討が実施されるとともに幾つかの示準化石も発見され，岩層の細分化が行われた。

この結果，地域内の層序は Table II-1 および Fig. II-1 に示す通り下位よりリクアン（Licuan）層群，ティネグ（Tineg）層，マバカ（Mabaca）層，アラワ（Alava）層および第四紀火山岩類に区分された。また，貫入岩類のうち深成岩類は岩質・化学組成から斑レイ岩，石英閃緑岩，花崗閃緑岩に大別され，それぞれの分布域が明らかにされた。貫入岩類の時代は K-Ar 法による絶対年代の測定結果から石英閃緑岩 26.3～9.8 m.y.，花崗閃緑岩 20.0～13.7 m.y.，斑岩類 18.3～9.8 m.y. であることが明らかとなった。

なお，本報告書で使用した地層名は，既存文献の地層名との混同をさけるため，各地層がよく発達する地名・河川名などに基づいて新たに命名されたものである。

Table II-2 は調査地域とこれに関連ある文献の層序との対比を示したものである。調査地域に直接関係ある Durkee・Pederson（1961）のほか，コルディラセントラル隆起帯の未区分先新第三系の細分を行った MMAJ・JICA（1975，1976，1977）およびバギオ鉱床区の最新の文献である Balce et al.（1978）をそれぞれ対比の対象とした。

リクアン層群は，玄武岩質岩類を主とするⅠ層と安山岩質岩類を主とするⅡ層とに分けられるが，Ⅰ・Ⅱ両層は岩質からルソン北東部地区のカラバロ（Caraballo）層群Ⅱ・Ⅲ層にそれぞれ対比される。ティネグ層は石英安山岩質岩類を主体とする岩層で，ルソン北東部地区のジグザグ（Zigzag）層に時代的に対比可能である。しかしながら，バギオ地区のジグザグ層は石英安山岩質岩を伴い岩質的にはティネグ層に類似するが時代が中新世とされており，ジグザグ層の時代については今後さらに検討が必要である。マバカ層は局地的な安山岩質火山活動の産物で，調査地域内でも分布が非常に限られ，かつ時代を決定するような積極的なデータは得られていない。本層は岩質的にはジグザグ層に対比可能と考えられるが，ジグザグ層には上に述べた通り時代的な問題が残されており，調査地域およびその周辺に限って分布するものと考えるのが妥当である。アラワ層は厚い石灰岩と砕屑岩よりなり，化石から中新世前期～鮮新世とされている。本層はカガヤン峡谷のシカラオ（Sicalao）石灰岩およびマバカ川層群に対比される。本層とルソン北東部地区およびバギオ地区との関係では，アラワ層の分布域が狭小で細分化が出来ないため両地域の個々の地層との対比は困難である。

Table II-1 Generalized Stratigraphic Section of Project Area

Geological Age	Group and Formation	Regional Section	Rock Facies	Tectonics	Plutonism	Mineralization
Quaternary	Alluvium		gravel & sand			
	Quaternary Volcanics		da datic tf antic tf an			
Pliocene	Alava Formation		alt of ss & ms cgl ls			
Miocene	Mabaca Formation		alt of ss & ms antic vol br tfs ss antic tf-lap tf an tfs ss antic vol br			
Oligocene	Tineg Formation		datic tf datic lap tf ls ms	N-S Fault NW-SE Fault NE-SW Fault	Gabbro Quartz diorite Granodiorite (Quartz diorite porphyry -Dacite dyke)	
Eocene	Licuan Group		da datic tf datic lap tf ba ls da datic lap tf ~ tf br			
Eocene	Formation II		antic tf antic lap tf antic tf br an antic tf an antic lap tf antic tf an			
Eocene	Formation I		ba ls tf ~ lap tf ba			

Abbreviation : ms : mudstone lf : tuff da : dacite tfs : tuffaceous  
s.s : sandstone lap tf : lapilli tuff an : andesite datic : dacitic  
cgl : conglomerate tf br : tuff breccia ba : basalt antic : andesitic  
ls : limestone vol br : volcanic breccia alt : alternation



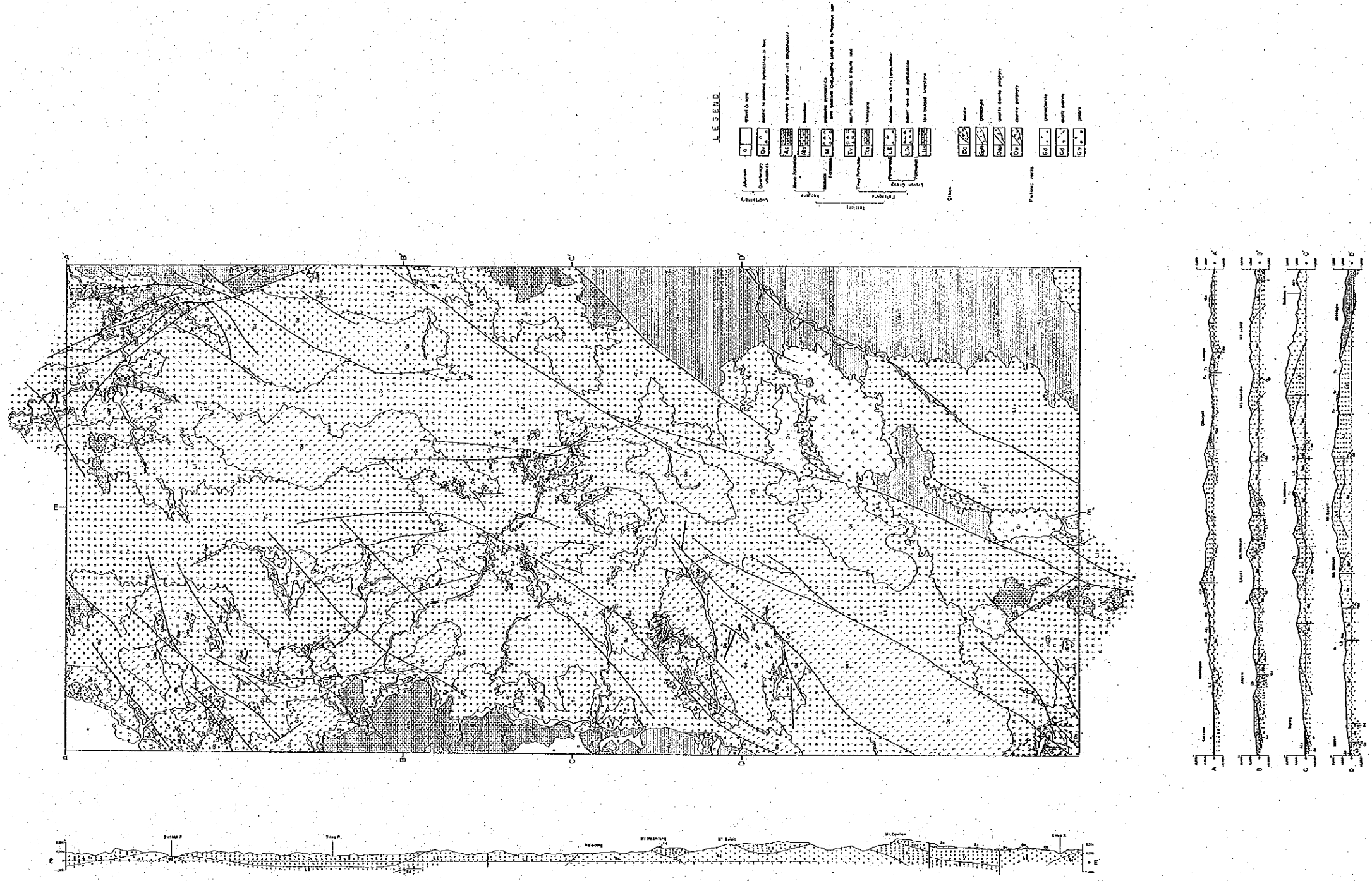


Fig. II-1 Geological Map of Project Area

Table II-2 Stratigraphic Correlation in Northern Luzon

Geological Age	Northwestern Luzon Project (1979~1981)	Northeastern Luzon Project MMAJ-JICA (1975~1977)		Cagayan Valley (Western part) Durkee-Pederson (1961)	Baguio District Balca et al. (1978)	
		Main Area	Boguis Area			
Quaternary	Alluvium	Terrace Deposit	Terrace Deposit		Alluvium	
	Quaternary Volcanics					
Pliocene		Matuno F.	Mirador F.	Iligan F.	Rosario F.	
Miocene	Alava F.	Aglipay F.	Klondyke F.	Mabaca River Group Buluan F. Balbalan Sandstone Asiga F.	Klondyke F.	
		Santa Fe F.	Kennon F.		Kennon F.	
		Natbang F.				
		Palali F.			Sicalao Limestone	Zigzag F.
Oligocene	Tineg F.	Columbus F.	Zigzag F.	Basement	Pugo F.	
		Mamparang F.				
Eocene	Licuan Group F. II F. I	Caraballo Group F. II F. II F. I	Pugo F.		Basement	Dalupirit Schist

調査地域内の各岩層の詳細は次の通りである。

2-1-1 リクアン層群

本層群は、Fig. II-1より明らかなように、調査地域内で最も広い分布範囲を占めている。本層群の大部分は安山岩溶岩および同質火山碎屑岩類よりなるが、地域内南部では玄武岩質溶岩が著しく卓越している。このため、玄武岩溶岩を主とする部分をI層、安山岩溶岩および同質火山碎屑岩類を主とする部分をII層として区分した。両者の層位関係は火山碎屑岩類の構造からI層が下位になるものとする。

(1) リクアン層群 I 層

分布：本層は調査地域南端部のポントック周辺およびベサオ (Besao) 西方のラヤカン川中～下流部に露出するほか、既存文献から調査地域の南東端のオボープ (Oboob) 付近にも小範囲に分布する。ポントック周辺の本層はポントック南方サバンガン (Sabangan) 付近から北方のバンガド (Bangad) までのチコ川流域に比較的広い範囲を占めて分布するが、野外観察ができたのはポントック南西部に限られ、北東部は野外調査不能区域であるため既存文献に基づいてマッピングされた。

層厚：調査地域内の最下位層で下限が観察されないことおよび断層や深成岩類進入の影響のため、層厚は確かではないが、観察された範囲で 500 m 以上、コンパイル区域を含めると 1,200 m 以上と推定される。

岩相：本層は玄武岩溶岩および玄武岩質安山岩溶岩を主とし、これらに玄武岩質～安山岩質火山砕屑岩を伴う。また、ラヤカン川中流部では火山砕屑岩中に石灰岩の薄層が認められる。石灰岩を除く各岩石はいずれも強い緑泥石化、緑レン石化を受けている。

玄武岩溶岩はラヤカン川の中～下流部によく発達しており、ここでは枕状構造のよく発達した杏仁状組織を示す暗緑色～暗緑灰色隠微晶質岩である。ポントック西方の本岩では枕状溶岩と柱状節理の発達する厚さ数メートルの塊状溶岩が互層状をなす部分も認められる。鏡下では曹長石化した自形～半自形の斜長石と半自形～他形の普通輝石が斑晶としてみられ、アミグダル組織が顕著である。石基は短柵状の斜長石・斜方輝石などよりなる。変質鉱物としては緑泥石、緑レン石、方解石、石英などが多くみられる。

玄武岩質安山岩は主としてラヤカン川下流部の玄武岩溶岩中にみられ、暗緑灰色～帯青暗灰色緻密岩で、一般に隠微晶質であるが細粒の斜長石・輝石の斑晶が肉眼で観察される。

火山砕屑岩類は安山岩質起源の砕屑物が優勢な凝灰岩、火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩よりなり、時に玄武岩～安山岩溶岩の薄層を伴うことがある。凝灰岩は緑色ないし暗緑色の粗粒凝灰岩を主とするが、ラヤカン川中流部、同下流部セグセグ (Segseg) 沢ではよく淘汰された細粒・粗粒凝灰岩の細互層が発達する。火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩はいずれも暗緑色～暗褐色の玄武岩～安山岩岩片と暗緑色偏平な安山岩質軽石を主とする。凝灰角礫岩中には稀に輪郭の不明瞭な石灰岩の同時礫を含むことがある。

ラヤカン川中流のよく成層した中粒～粗粒凝灰岩中には暗緑色凝灰岩片を多く含む石灰岩が厚さ 2 m 以下の小レンズとしてはさまれている。

化石および時代：ラヤカン川中流部のレンズ状石灰岩 (g-102) から

*Fabiania cassis* Oppenheim

*Pellatispira crassicolumnata* Umbgrove

*Biplanispira minabilis* Umbgrove

などの大型有孔虫が検出され、時代は後期始新世(Tb)と同定された。

地質構造：溶岩を主とし、かつ多数の断層に影響されているため構造は把握し難いが、碎屑岩類の層理から南北性の軸をもつ波状褶曲を繰り返しながら、全体として北西～北北西にゆるく傾斜する構造を示すと考えられる。

## (2) リクアン層群Ⅱ層

分布：本層はリクアン層群Ⅰ層の分布区域から調査地域の北端まで、ほぼ全域にわたって広範囲に分布する。

層厚：下位層の分布が調査地域の南部に限られること、本層分布域の中心部に大規模な深成岩類の進入がみられること、などから層厚は確かではないが、2,000m以上と推定される。

岩相：Ⅰ層が玄武岩を主体とするのに対し、本層は安山岩溶岩および同質火山碎屑岩を主とし、石灰岩を挟在する。

安山岩溶岩は本層の下部に卓越しており、全般に緑色～暗緑灰色、時に暗赤灰色を呈する。野外では肉眼的特徴から玄武岩質安山岩相、隠微晶質安山岩相、斑状安山岩相が識別されるが、これらの岩相区分はそれほど厳密なものではなく、しばしば2～3種の岩相が混在し、地質図上で区分することは困難である。玄武岩質安山岩は調査地域北部のソルソナ、カプガオなどのほか、南部のウテップ(Utep)川などによくみられ、枕状構造、杏仁状組織が発達している。隠微晶質安山岩は最も一般的な岩相で、細粒ないし中粒の緻密塊状岩であるが、時に流理構造・角礫状構造も認められる。斑状安山岩は地域中央部によくみられる岩相で、斜長石の巨晶を多量に含むのが特徴である。鏡下では斑状組織、ハリ基流晶質組織を呈し、斑晶として自形の斜長石、自形～半自形の細粒普通輝石を含む。石基は通常半自形微粒の斜長石、ガラス、鉄鉱物などからなる。斜長石はいずれも変質して緑泥石、緑レン石、方解石に代っていることが多い。

安山岩質火山碎屑岩類は、主として安山岩溶岩の上位に発達するが、溶岩中にも薄層として多くみられる。全般に淡緑色～暗緑色、暗緑灰色を呈する固結良好な凝灰岩、火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩などからなり、凝灰角礫岩中には火山角礫岩を局所的に伴う。凝灰岩は通常細粒～中粒でよく淘汰され、明瞭な層理を示す。また、ウテップ川中流部、ボクロック川上流部などでは砂岩・泥岩などと20～80cm単位の互層をなす部分が観察される。火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩は亜角礫～角礫状の安山岩質岩片を本質礫として含む無層理塊状岩であるが、しばしば凝灰岩の薄層を挟在し、層理を示す礫のなかには、泥岩などの異質礫や扁平化した軽石などが含まれることもある。

安山岩溶岩および同質火山碎屑岩類は、いずれも強い緑泥石化作用を受けるほか、深成岩類との境界部では熱変質を受け珪化、ホルンフェルス化が著しい。この部分では、しばしば

強い黄鉄鉱化作用も認められる。

石灰岩は第二年次の調査によって、マリブコン川下流およびボクロック川上流アブREG部  
落付近において確認されている。前者は暗緑色成層凝灰岩に伴われ、走向N87°E、傾斜  
37°S、厚さ約50mの灰色マイクライト質石灰岩である。後者はアブREG北方の小尾根の  
頂部付近に突出して露出しており、産状は明らかではないが安山岩溶岩中のレンズ状はさみ  
の一部と考えられる。この石灰岩は花崗閃緑岩による熱変質を受け、スカルン化している。  
化石および時代：本層中からは化石は発見されていないが、第二年次の調査においてマタラガ  
ン(Mataragan)川上流部で本層中のものと考えられる含石灰岩礫凝灰角礫岩の転石が発見  
され、その石灰岩礫(b-2155)から

*Amphistegina radiata* (Fichtel and Moll)

*Gypsina vesicularis* (Parker and Jones)

*Gypsina globulus* Reuse

など始新世(Ta<sub>3</sub>~Tb)を示す大型有孔虫が検出され、リクアン層群Ⅱ層の時代は始新世か、  
それより若いと推定される。

地質構造：深成岩類の旺盛な進入や多数の断層の影響により、構造は極めて複雑であるが、巨  
視的には南北性の軸をもつ小波状褶曲を繰返しながら、北東部では東方へ、西部では北西～  
西方へゆるく傾斜する構造を示すものと考えられる。

下位層との関係：本層と下位のⅠ層とが直接する部分が観察されないため、確かではないが両  
層の地質構造、分布状態などから整合関係にあるものと推定される。このことは、本層とⅠ  
層が既に述べた通りルソン北東部地区のカラバロ層群Ⅱ・Ⅲ層に岩質的・時代的に対比可能  
で、同層群Ⅱ・Ⅲ層が整合関係にあることと矛盾しない。

## 2-1-2 ティネグ層

分布：本層はポントック西方サガダ(Sagada)周辺～ラヤカン川中・上流部一帯、調査地域  
東縁部のサルタン(Saltan)川およびその支流マバカ川流域、ティネグ川中～上流部から  
地域北端までの山稜部などに主に分布し、地域西縁中央部にも小範囲に露出する。

層厚：1,500m以上と推定される。

岩相：本層は石英安山岩質火山活動によって特徴づけられる。主要構成岩は石英安山岩質火山  
碎屑岩類・同質溶岩で、石灰岩、砂岩、泥岩が火山碎屑岩中のはさみとして局所的に認めら  
れる。

石英安山岩質火山碎屑岩類は淡緑色～暗緑色、時に緑灰色を呈する凝灰岩、火山礫凝灰岩、  
凝灰角礫岩、火山角礫岩で構成される。凝灰岩は固結度の高い細粒・粗粒凝灰岩で層理の発  
達も良い。全般に石英粒を多く含むほか軽石を伴うものもあり珪質である。また、砂岩、泥

岩と互層をなすこともある。火山礫凝灰岩は本層の主休をなす岩相で、石英安山岩、流紋岩、時に安山岩の火山礫のほか偏平化した淡緑色軽石を普遍的に含み、基質には石英粒を多く含む。全般には無層理塊状であるが、しばしば凝灰岩薄層をはさみ層理を示す。また、一部では溶結構造が認められ、陸成部分もあることが知られる。凝灰角礫岩および火山角礫岩は、亜角礫～角礫状の石英安山岩、流紋岩、安山岩などの岩片を主とし、軽石を含む。基質には石英粒が多い。火山角礫岩中には上記岩片のほか花崗閃緑岩礫が認められた。

石英安山岩溶岩は、ポントック西方ラヤカン川中上流部およびその支流、マバカ川上流部、オゾガオ西方ダガラ (Dagara) 川上流部、テイネグ川上流部などで小規模な露出としてみられる。石英・斜長石の斑晶が目立つ淡緑色、淡緑灰色、淡灰色を呈する多孔質塊状岩で、火山碎屑岩中に薄層として挟在するが、テイネグ川上流部では厚さ150mに達する。流理構造はほとんどみられず、一部に角礫構造が認められる。鏡下では斑状組織が明瞭で、斑晶として石英、斜長石～普通輝石を含み、石基は斜長石、鉄鉱物よりなる。一般に斜長石、普通輝石は変質して緑泥石、絹雲母、緑レン石、二次石英などを生じている。

石灰岩はサガダ部落およびその周辺、テイネグ川上流部、カブガオ北方バリワナン (Baliwanan) 川中流部などで、火山碎屑岩とともに産する。サガダ部落の石灰岩はサガダ部落南方マリテブ (Malitep) 沢から、同部落北西方のラヤカン川支流アムルソン (Amlusong) 沢上流部まで比較的広い範囲に分布する。通常乳白色～淡灰白色を呈し、塊状であるがアムルソン沢ではよく成層している。テイネグ川上流部では石英安山岩質火山礫凝灰岩中に厚さ2m程度の薄い灰白色成層石灰岩が、またバリワナン川中流部では石灰質泥岩・石英安山岩質火山礫凝灰岩に伴われる厚さ数メートルの淡灰色泥質石灰岩が、それぞれレンズ状はさみとしてみられる。

化石および時代：第一年次の調査によってサガダ部落付近の石灰岩 (j-106 $\ell$ , j-116) から

*Eulepidina formosa* (Schlumberger)

*Nephrolepidina sumatrensis* (Brady)

が検出され、後期漸新世 (Te<sub>4</sub>) を示すことが明らかとなった。また、サガダ部落南方マリテブ沢の本岩 (b-128, b-130) からは

*Eulepidina favosa* Cushman

*Nummulite fichteli* (Michelotti)

が発見され、前期漸新世 (Td) と同定された。第二年次の調査でもサガダ部落および同部落北方アムルソン沢から採取された試料 (h-2506, h-2511, k-2505) から

*Eulepidina formosa* (Schlumberger)

*Heterostegina borneensis* Van der Vlerk

*Amphistegina radiata* (Fichtel and Moll)

*Cycloclypeus* sp.

が検出され、漸新世 (Tc・Te<sub>1~4</sub>) とされた。一方、テイネグ川上流部のレンズ状石灰岩 (g-528) から前期漸新世 (Te<sub>4</sub>) を示す

*Eulepidina formosa* (Schlumberger)

*E. gibossa* Yabe

*Nephrolepididina sumatrensis* (Brady)

が検出され、これらの化石からテイネグ層の時代は漸新世であることが明らかにされた。

地質構造：調査地域の東・西両縁部に分布する本層は、東縁部のものは東方へ、西縁部のものは西方へそれぞれ緩く傾斜する単斜構造が明らかである。しかしながら、ポントック西方およびテイネグ川以北に広く分布する本層では明瞭な構造は認められず、小規模な波状褶曲を繰り返しながら、全体としてはほぼ水平に地形の高所を占めると考えられる。

下位層との関係：本層と下位のリクアン層群Ⅱ層とが直接する露頭は観察されていないが、本層の分布形態から不整合と考えられる。

### 2-1-3 マバカ層

分布：本層は局部的な火山活動の産物で、サルタン川中流部およびその支流マバカ川中～下流部一帯、カプガオ北西部アバヤオ川沿い、ボクロック川・マラナス (Malanas) 川合流点付近の3箇所分布する。

層厚：1,000 m以下

岩相：本層の主要構成岩は安山岩質火山角礫岩・火山円礫岩で、これらに同質の凝灰岩・火山礫凝灰岩薄層、安山岩溶岩、砂岩、泥岩などを伴う。

安山岩質火山角礫岩・火山円礫岩は淡灰色～暗緑色～暗赤灰色など雑色を呈する角礫～亜角礫状の多孔質粗しょう・脆弱な角閃石安山岩礫よりなるが、アバヤオ川では石灰岩、成層凝灰岩の礫も認められる。基質は淘汰の悪い安山岩の細粒碎屑物を主とし、砂質である。マバカ川では円磨された同質の安山岩礫よりなる火山円礫岩がみられるが、本岩は火山角礫岩と混在することが多く、明瞭な境界はない。両岩とも固結の程度は下位のリクアン層群、テイネグ層に比較して低い。

安山岩質凝灰岩・同質火山礫凝灰岩はアバヤオ川において火山角礫岩中に薄層として挟在されており、淡緑色～赤灰色中粒～粗粒凝灰岩と角稜ある安山岩を含む火山礫凝灰岩で、ともに淘汰は悪いが層理を示す。

安山岩溶岩は火山角礫岩中に局部的にみられ、岩質的には火山角礫岩の礫と同質で、両者は同一火山活動によって形成されたものである。鏡下では流状組織、球顆状組織が明瞭であ

る。斑晶として斜長石、普通角閃石、普通輝石が、また石基としては斜長石が一般的で、これらの鉱物の一部は弱い変質を受け少量の緑泥石、絹雲母、方解石などを生じている。

砂岩・泥岩も火山角礫岩中の薄いはさみとして産し、ともに淡灰色で著しく砂質である。層理の発達が良い。

化石および時代：本層からは化石は発見されていない。時代は上・下位層の時代から前期中新世と考えられる。

地質構造：分布域がせまく、かつ限定されているため構造的特徴は認められないが、アバヤオ川では北東方に開くゆるい盆状構造が、またマバカ川ではゆるいうねりを示しながら東方へ急傾する構造がみられる。

下位層との関係：本層と下位のテイネグ層との間には、火山活動の著しい相違および両層の間の構造的不調和から不整合と考えられる。

#### 2-1-4 アラワ層

分布：本層は主として調査地域の東・西両縁辺部に分布する。すなわち、東部ではチョコ川・サルタン川流域一帯の広い範囲およびカプガオ東方ビヌアン(Binuan)川東部流域に露出し、西部ではイクミン(Ikmin)・ボクロック・バアイ(Baay)・テイネグ各河川の下流部に分布する。このほかソルソナ川中流部にも小範囲に露出する。なお、これらのうち最も広い範囲を占めるチョコ川～サルタン川一帯の本層は、3ヶ年の調査期間中野外作業は実施できず、既存資料をもとにマッピングされた。

層厚：800 m以上と推定される。

岩相：本層は厚い石灰岩とその上・下部にみられる正規堆積岩類より構成され、火山岩・火山碎屑岩類を含まないことを特徴とする。

石灰岩は、西部ではバンゲッド郊外ドロレス(Dolores)からアラワ部落への道路でよく観察され、ここでは淡クリーム色、一部淡赤褐色を呈するサンゴ石灰岩で化石に富み、明瞭な層理を示す。東部ではサルタン川支流マバカ川およびビヌアン川によく発達する。岩質的にはアラワ道路の本岩と同質で、大型有孔虫を多産する。層理の発達もよい。ソルソナ川の本岩は乳白色塊状である。

正規堆積岩類は、石灰岩の上位にも認められるが、通常石灰岩の下位によく発達している。下位の本岩類は淡緑灰色無層理石灰質砂岩および同色成層石灰質砂岩を主とし、ボクロック川下流では灰白色アルコース砂岩と灰色泥岩の細互層もみられる。いずれも固結の程度低く、また多くの貝殻片を含む。石灰岩の上位では礫岩、砂岩、泥岩が発達する。礫岩は流紋岩、石英安山岩、安山岩、凝灰岩などの円礫よりなり基質は石灰質砂岩である。礫径は3～5 cm。石灰岩礫は発見されていない。砂岩にはよく成層した淡黄色細粒～中粒石灰質砂岩と暗緑色



無層理中粒砂岩とがある。泥岩は灰色を呈し、明瞭な層理を示す。マバカ川では石灰質砂岩と泥岩の互層もみられる。この砂岩には多くの貝化石が含まれ、また泥岩も黒色炭質物を含むことが多い。

化石および時代：第一年次の調査においてアラワ道路より採取した石灰岩 (g-517, g-518) より

*Miogypsina dehaartii* Van der Vlerk

*Miogypina thecidaeiformi* Rutten

ほかの大型有孔虫化石が検出され、前期中新世 ( $Te_5 - Tf$ ) と同定された。また、上位の砂岩・泥岩からは

*Globorotaria tumida* (Brady)

ほかの浮遊性有孔虫が検出され、後期中新世 ( $N17 \sim N18$ ) と考えられるが、一部鮮新世の可能性を示すものもある。

第二年次の調査では、マラナス川下流の砂岩 (b-2165) から主な小型有孔虫として

*Elphidium rugosum* (d'Orbiguy)

*Nonion grate Coupi* (d'Orbiguy)

*Nonion labradridum* (Dawson)

が確認され、後期中新世～鮮新世であることが判明した。ソルソナ川の石灰岩 (g-2321) からは

*Miogypsina* sp.

*Amphistegina radiata* (Fichtel and Moll)

*Nephrolepidina* sp.

*Gypsina globulus* Reuss

などの大型有孔虫が検出され、前～中期中新世 ( $Te_5 \sim Tf_2$ ) とされた。更に、ピヌアン川東方の石灰岩 (g-2321) からは大型有孔虫の

*Miogypsinoidea dehaartii* Van der Vlerk

*Nephrolepidina sumatrensis* (Brady)

*Miogypsina miniacea*

が検出され、前期中新世 ( $Te_5$ ) と同定された。これら多数の化石の同定からアラワ層の時代は、中新世～鮮新世と考えられる。なお、チコ川流域の本層は文献から中新世～鮮新世とされている。

地質構造：本層は隆起帯の東・西両翼部に分布し、東部のものは東方へ、西部のものは西方へそれぞれ傾斜する単斜構造が明瞭である。

下位層との関係：不整合関係を示す露出は観察されていないが、本層の粗粒碎屑岩中にマバカ

層と同質の安山岩礫を含むこと、下位層との間に構造的な不調和が明瞭であることなどから不整合と考えられる。

#### 2-1-5 第四紀火山岩類

分布：本岩類は調査地域の南部に限って分布する。即ち、バトンプハイ鉾山周辺のマシムス山 (Mt. Masimus, 2,233m) およびビヌラウアン山 (Mt. Binulauan, 2,322m) などの高所に特異な台地状地形をなして広範囲に分布するもののほか、ポントック北東部のチョコ川からパトック山 (Mt. Patoc) 一帯およびベサオの北・西部に小露出がみられる。

層厚：300m以上

岩相：この岩類には石英安山岩質なものと同質のものがある。石英安山岩質火山岩類は、バトンプハイ鉾山周辺およびポントック北東部パトック山に分布し、バトンプハイ鉾山周辺では淡灰色～灰白色の固結程度の低い石英安山岩質溶結凝灰岩よりなる。溶結の程度は弱く、全般に軟弱・粗しょうである。パトック山周辺のものも淡灰色石英安山岩質凝灰岩を主とし、本質礫を含む凝灰角礫岩を伴う。凝灰岩は部分的に溶結構造を示す。石英安山岩溶岩は観察されていないが、バトンプハイ鉾山の未公表資料によれば同地域に分布することが知られている。

安山岩質火山岩類はベサオの北部および西部に分布し、斑晶として粗粒の角閃石・輝石を含む赤褐色～暗灰色安山岩溶岩を主とし、一部同質火山砕屑岩を伴う。溶岩は小規模な溶岩ドームを形成していると考えられ、また砕屑岩は産状からプラグとみなされる。

化石および時代：本層からは化石は発見されていない。時代については、本岩類が第四紀であるとする積極的な事実はないが、分布形態、産状、凝灰岩の固結の程度、岩石の変質などから第四紀とした。

下位層との関係：分布状態、産状などから不整合関係と考える。

#### 2-1-6 沖積層

沖積層はソルソナ付近一帯および地域西縁部パイ川入口付近の低地帯に広く分布するほか、主要各河川に沿ってみられる。構成物は未固結の砂、礫である。

#### 2-2 貫入岩類

調査地域内にみられる貫入岩類には、底盤状の塩基性～酸性深成岩類、深成岩類の進入に伴って形成されたとみられる中性～酸性の岩株・岩脈状半深成岩類および塩基性～酸性の岩脈類がある。深成岩類は地域南東部チョコ川流域を除くほぼ全域に広く分布して、コルデイレラセントラル隆起帯の骨格を形成するもので、岩質から斑レイ岩、石英閃緑岩、花崗閃緑岩に大別され

る。半深成岩としては閃緑斑岩，石英閃緑岩，グラノファイヤーが，また岩脈類として粗粒玄武岩，安山岩，石英安山岩などがみられる。

## 2-2-1 深成岩類

### 1) 斑レイ岩

分布および産状：本岩は調査地域の北西部，第二年次調査のソルソナ地域内およびその周辺に限って分布し，このほかにはマラナス川下流部において2つの岩株状小岩体が認められるにすぎない。北西部の本岩はソルソナ川からマドンガン (Madongan)川にかけてNE-SWの伸びをもつ大規模な底盤状岩体として分布するほか，パルスグアン (Palsuguan)川流域にもいくつかの岩体がみられる。

岩相：通常暗灰色～暗緑灰色を呈する中粒～粗粒完晶質岩であるが，一部は淡灰色の優白質岩相を示すものもある。肉眼的には斜長石，輝石を主要構成鉱物とし，時に角閃石，カンラン石，黒雲母，稀に石英などを伴う。鏡下では等粒状組織を示し，有色鉱物が角閃石のみからなる角閃石斑レイ岩，角閃石のほか輝石を伴う普通輝石-ツツ輝石-角閃石斑レイ岩，カンラン石を含むカンラン石-普通輝石斑レイ岩などの岩相が識別される。斜長石は一般に自形～半自形を呈し，An成分70～90を示す。有色鉱物は半自形～他形をなす。斜長石，角閃石，輝石の多くは変質して絹雲母，緑泥石，カオリンなどになっている。

### 2) 石英閃緑岩

分布および産状：本岩は調査地域の南西端から北端までの広い範囲に，主としてリクアン層群，テイネグ層および斑レイ岩岩体を貫く大・小多数の岩体として諸所に露出する。しかしながら，本岩と被貫入岩との境界が一般に極めて緩い傾斜であることが，野外観察の結果から明らかにされており，このことから多数の岩体のうちかなりのものは，地表下の比較的浅い部分で連続し，全体として後述の花崗閃緑岩とともに大規模な底盤を形成していると考えられる。本岩の分布上の規則性は特に認められないが，概して調査地域の南部および北部に多く，中央部では少ない。進入の方向としては，断層による転移などの影響はあるが，NNE-SSW～N-S方向と考えられる。また，岩体の周辺部では小規模な岩株・岩脈状の本岩も認められる。

岩相：一般に淡灰白色～淡緑灰色を呈する中粒～粗粒優白質完晶質岩で等粒状組織が明瞭であるが，岩体の縁辺部ではしばしば細粒となり，局部的に斑状組織を示すことがある。また，部分的にカリ長石に富み淡桃灰色を呈するもの，細粒の有色鉱物を多量に含んで暗灰色優黒質となるものなども認められる。

主要構成鉱物は石英，斜長石，普通角閃石で，このほかカリ長石，黒雲母，普通輝石，

シソ輝石などが伴われる。本岩はこれらの鉱物の組合せ・量比によって岩質的には花崗閃緑岩に近いものから閃緑岩に近いものまで連続的に変化し、詳細な岩質区分は困難である。また、本岩の一部は化学組成の上からはトータル岩に分類されるべきものもあるが、ここでは一括して石英閃緑岩とした。鏡下では等粒状組織のほか微文象組織もみられ、自形一部半自形の斜長石 (An 50~70)、他形石英、半自形~他形の普通角閃石、普通輝石、また時に少量の他形カリ長石などが観察される。斜長石、角閃石、輝石などの一部は変質して緑泥石、絹雲母、方解石、カオリンなどを生じている。

本岩は全般に新鮮で変質は弱く、部分的に緑泥石化・緑レン石化を受けているにすぎないが、カブガオ西方アバヤオ川下流部に分布する本岩は広範囲にわたる強い珪化・絹雲母化・緑泥石化作用を受け、他地域の本岩とは著しい対照を示している。また、本岩体中、特に岩体の縁辺部には節理や微小割目が発達し、これらの割目に沿って石英細脈が生じており、本岩は鉍化帯の主要母岩の1つとなっている。

### 3) 花崗閃緑岩

分布および産状：本岩は調査地域の主として中央部、すなわちイクミン川中流部からピノンガン川中~上流部にかけての区域、およびカブガオ南部に広く分布し、調査地域南端ポントック周辺にも小岩体が露出している。しかしながら、斑レイ岩の分布するバルスグアン川~ソルソナ川一帯では本岩の分布は確認されていない。本岩も石英閃緑岩と同様NNE-SSW~N-S方向の底盤状岩体と形成していると考えられる。また、岩株状~岩脈状小岩体も大岩体の周辺部によくみられる。

岩相：淡灰白色~淡緑灰色を呈する中粒ないし粗粒の優白質完晶質岩であるが、多量のカリ長石のため淡桃灰色を呈するもの、有色鉍物を多く含んで灰色~緑灰色を呈するものなどがある。主要な造岩鉱物は石英、斜長石、黒雲母、カリ長石で、これに普通角閃石、普通輝石を伴う。これら鉱物の組合せと量比に応じて本岩も局部的には花崗閃緑岩から石英モンゾニ岩まで種々の岩相を呈するが、岩相変化は漸移的で明瞭な境界はなく、花崗閃緑岩として一括した。本岩も一般に変質は弱く、部分的な緑泥石化・緑レン石化作用、時に絹雲母化作用がみられる程度である。鏡下では等粒状組織、微文象組織を呈し、他形の石英、自形~半自形の斜長石 (An 30~50)、半自形~他形のカリ長石が、また有色鉍物として半自形~他形の黒雲母、普通角閃石、普通輝石がそれぞれ観察される。斜長石および有色鉍物の一部は変質して絹雲母、緑泥石、緑レン石、カオリンなどを生じている。

本岩も前述の石英閃緑岩と同じように岩体中および岩体縁辺部には微細な割れ目が発達し、鉍化帯の主要母岩の1つである。

## 2-2-2 半深成岩類

本岩類にはリクアン層群，テイネグ層および深成岩類を貫く閃緑斑岩，石英閃緑斑岩およびグラノファイヤーがあり，これらは成因的に深成岩類に密接な関係をもち，一連の深成活動の産物と考えられている。

### 1) 閃緑斑岩

分布および産状：本岩は調査地域の南西端，ラヤカン川下流北支流にテイネグ層を貫くNE-SW系の岩脈としてみられるのみで，他の地域には分布しない。

岩相：針状ないし長柱状角閃石および斜長石を斑晶とする淡緑色～緑灰色細粒～中粒斑状岩である。一般に変質弱く新鮮であるが，岩体の南東側縁辺部では緑泥石化・緑レン石化作用が著しく，一部では黄鉄鉱染帯を生じている。鏡下では明瞭な斑状組織を示し，粗粒自形の斜長石と少量の自形～半自形普通角閃石よりなり，変質鉱物として緑泥石，緑レン石，絹雲母，方解石，二次石英などが認められる。

### 2) 石英閃緑斑岩

分布および産状：半深成岩類のうち最もよくみられる岩種で，ソルソナ南東部のマドンガン川上流部，パルスグアン川中～上流部，マニクベル川上流部，ボクロック南方，マリブコン川上流部，バトンプハイ鉱山周辺，ラヤカン川下流部などに分布する。本岩はいずれも小規模な岩株ないし岩脈として，多くの場合石英閃緑岩・花崗閃緑岩岩体の内部またはその周辺部のリクアン層群あるいはテイネグ層中に貫入している。貫入方向には一定の規則性はみられないが，NE-SWまたはNW-SE方向が多い。

岩相：石英，斜長石，時に緑泥石化した角閃石，輝石を斑晶とする中粒～粗粒斑状岩で，通常灰白色～灰色を呈するが，淡緑色～淡緑灰色を示すものもある。鏡下では明瞭な斑状組織を示し，斑晶として自形～半自形の斜長石，他形石英，自形～半自形の普通角閃石および普通輝石を含む。バトンプハイ鉱山周辺の本岩では，このほかに黒雲母が認められる。石基は細粒の石英，斜長石を主とし，時にカリ長石を含む。

本岩もまた主要な鉱床母岩のひとつで，全般に著しく変質しており，構成鉱物の大部分は緑泥石，緑レン石，絹雲母などになっている。特にバトンプハイ鉱山周辺，マニクベル川上流部などでは強度の珪化・緑泥石化のため，原岩の組織が失われ識別が困難なことが多い。

### 3) グラノファイヤー

分布および産状：本岩はイクミン川中流部およびテイネグ川支流アナヤン（Anayan）川最上流部の2箇所に分布する。イクミン川中流部の本岩は花崗閃緑岩を貫くNNE-SSW方向の小岩株として，またアナヤン川のもはテイネグ層を貫くNNE-SSW方向の岩脈としてそれ

ぞれ産する。

岩相：両岩体とも同一の岩相で、淡桃灰色粗粒優白質完晶質岩である。構成鉱物は斜長石、石英、カリ長石で有色鉱物として微量の黒雲母がみられる。イクミン川の本岩を鏡下でみると他形粗粒の石英、自形斜長石（An 成分10以下）、半自形カリ長石を主とし、半自形細粒の黒雲母が少量認められ、これらは明瞭な微文象組織を示す。

本岩はいずれも新鮮で、ごく部分的に緑泥石化作用を受けているにすぎない。

### 2-2-3 小規模岩脈類

本地域内にはリクアン層群、テイネグ層および深成岩類を貫く多数の小岩脈（一部岩床状）が各所に分布する。岩質的には粗粒玄武岩から石英安山岩までであるが、大部分は安山岩・石英安山岩である。貫入方向は不定で、断層など貫入場所の地質構造に規制されていることが多い。岩体の規模は石英安山岩を除けば、いずれも極めて小さく地質図には表示されていない。

#### 1) 粗粒玄武岩

ピノンガン川下流部およびアナヤン川上流部にみられる。いずれも暗緑色塊状粗粒玄武岩で、厚さは3m以下である。境界部では弱い緑泥石化・緑レン石化作用が認められる。

#### 2) 安山岩

最も多くみられる岩脈で、リクアン層群、テイネグ層および深成岩類を貫いて諸所に分布する。本岩は一般に緑色～暗緑色の緻密塊状岩で、肉眼的に輝石などの有色鉱物が識別されるものもあるが、概して非頭晶質である。イクミン川、バレン（Baren）川などでは、斜長石・角閃石の巨晶を含む斑状安山岩岩脈もみられる。岩脈の厚さは数メートル程度である。全般に変質弱く、部分的に緑泥石化・緑レン石化が認められるにすぎない。

#### 3) 石英安山岩

本岩も安山岩岩脈と同様各所に分布するが、これらのうち比較的規模の大きい岩脈がマニクベル川上流部、ボクロック南部、ピノンガン川下流部、テイネグ川上流部、ラヤカン川下流部、バトンプハイ鉱山周辺部などに露出している。産状はいずれも岩脈状で、テイネグ川上流部では厚さ3～5m（最大12m）の多数の岩脈がE-W系の平行岩脈群を形成して、石英閃緑岩を貫いている。

本岩は斜長石・石英斑晶を普遍的に含む淡灰白色～灰色塊状岩で、時に角閃石斑晶もみられるが一般に有色鉱物に乏しい。ピノンガン川下流の本岩では、石英の巨晶を含み斑状組織が明瞭である。変質は通常微弱であるが、ピノンガン川などの本岩は著しい珪化・黄鉄鉱化作用を受けている。

## 2-3 貫入岩類の化学組成と絶対年代

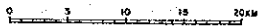
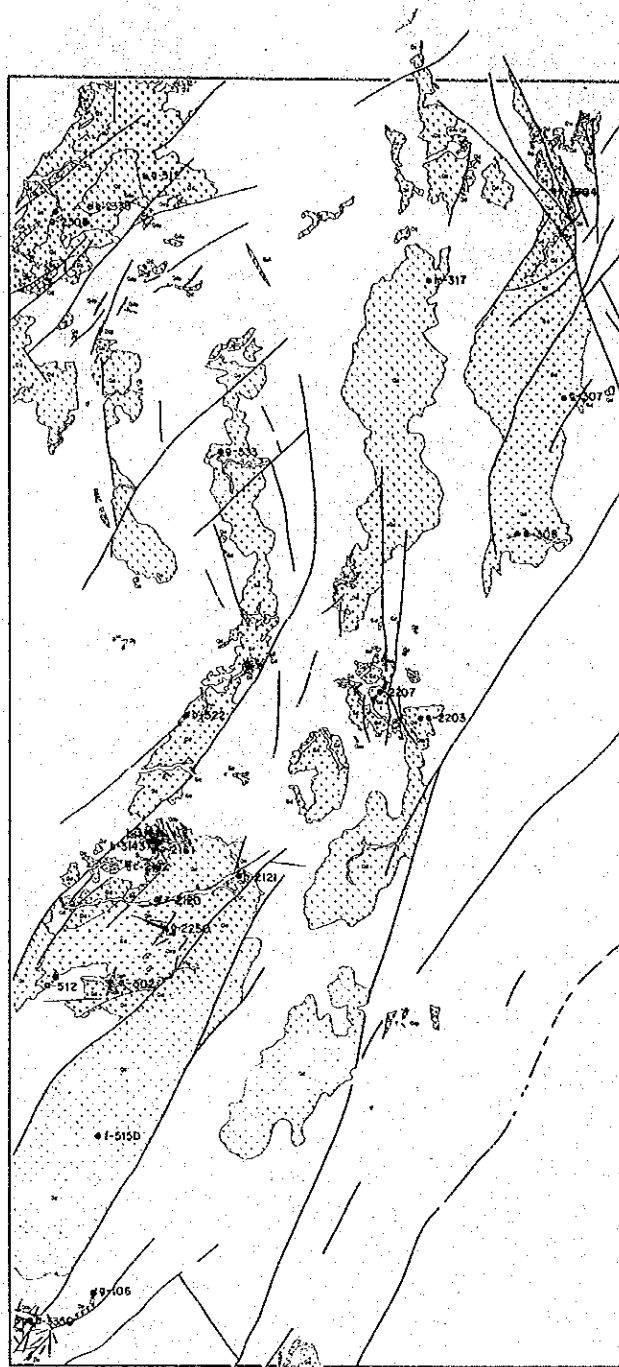
### 2-3-1 貫入岩類の化学組成

本調査地域内に分布する貫入岩類の化学組成を検討するため、Fig. II-2に示されている位置から第一年次に10試料、第二年次10試料、第三年次3試料の合計23試料が採取され化学分析が行われた。Table A-2は各試料の分析結果を示したもので、この表から貫入岩類は $\text{SiO}_2$  41.62% ~ 76.36%の範囲にあり、塩基性から酸性までの広い領域にあることを示しているが、大部分の試料は中性岩の組成である。酸性岩に相当するa-502およびb-2338と塩基性岩であるg-512およびa-2306は、Fe・Mg・Ca各含有量においても著しい対照をなし、前者が有色鉱物に乏しく優白質であるのに対し、後者は多量の有色鉱物を含むことを示している。

Fig. II-3は各試料の酸化物と分化指数(D.I.)との関係を示したものである。各試料の酸化物はD.I.に対してほぼ直線的な変化を示し、マグマの進化が進む(D.I.が増加する)につれて、 $\text{SiO}_2$ は増すがFeOは減少するという一般的なカルクアルカリ系列の分化の特徴を示している。このことはFig. II-4のM-F-A図によってもよく表わされている。即ち、マグマの分化が進む( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ が増加する)につれてFeOが連続的に減少し、上に述べたカルクアルカリ系列の分化の一般的経路を明瞭に示している。また、Fig. II-3およびFig. II-4から分析に供された試料の大部分は、マグマ分化過程における分化中期ないし後期の固結相であるが、g-512およびa-2306は分化初期の、a-502は分化末期のそれぞれ固結相であることが知られる。

Fig. II-5はノルム正長石-曹長石-灰長石図で、この図では灰長石に富み正長石に乏しい領域から、正長石に富み灰長石に乏しい領域に至る一連のトレンドが明瞭に示されている。しかしながら、b-2338およびe-2203の2試料はこのトレンドからはずれ、曹長石に富む領域にある。この2試料が別のトレンドを示すものかどうかは試料数が少なく判断できない。なお、Fig. II-5にはルソン北部地区の調査によって採取・分析されたポーフィリー銅型タウイタウイ鉱床(鉱量17,800万トン、Cu 0.399%)の母岩である石英閃緑斑岩およびバギオ鉱床区内に分布する底盤状石英閃緑岩(アグノソリス)の分析結果が記されている。図から明らかなように、アグノソリスは本調査地域の試料の示すトレンドによく一致するが、石英閃緑斑岩は異なるトレンドを示し、分化末期におけるアルカリの濃集が本地域ほど強くない。

Fig. II-6は花崗岩質深成岩類の分類によく用いられるノルム石英-斜長石-カリ長石図で、25試料のうち花崗岩の領域に入るa-502、石英モンゾニ岩領域にプロットされるe-308、モンゾニ閃長石-モンゾニ斑レイ岩領域のe-308および斑レイ岩領域に相当するa-2306の4試料を除く他の試料はすべて花崗閃緑岩・トータル岩・石英モンゾニ閃長岩・



**LEGEND**

● Rock Samples for K-Ar Dating and Chemical Analysis

**Fig. II-2 Location Map of Rock Samples for Chemical Analysis and Dating**



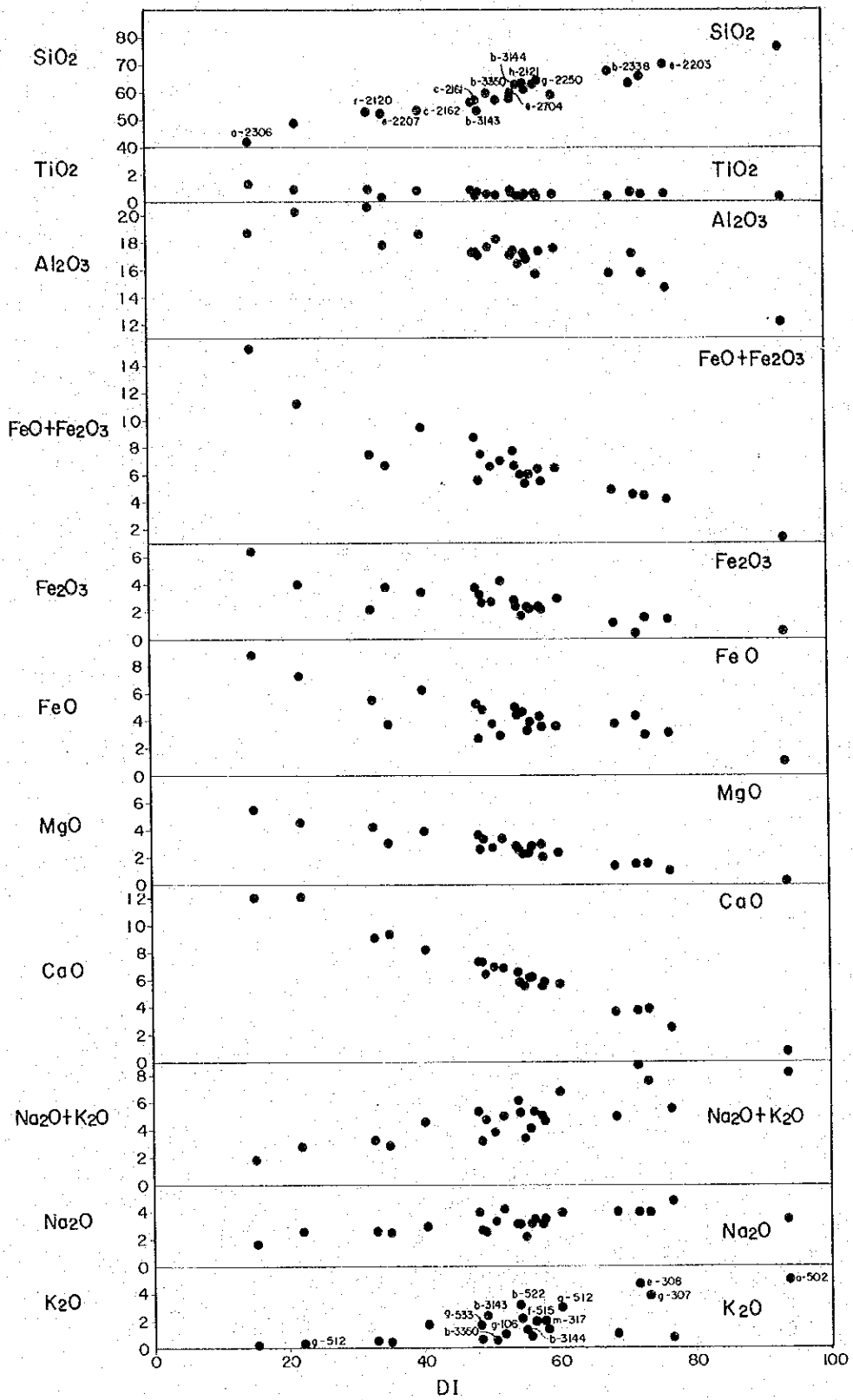


Fig. II-3 Variation Diagram of Intrusive Rocks

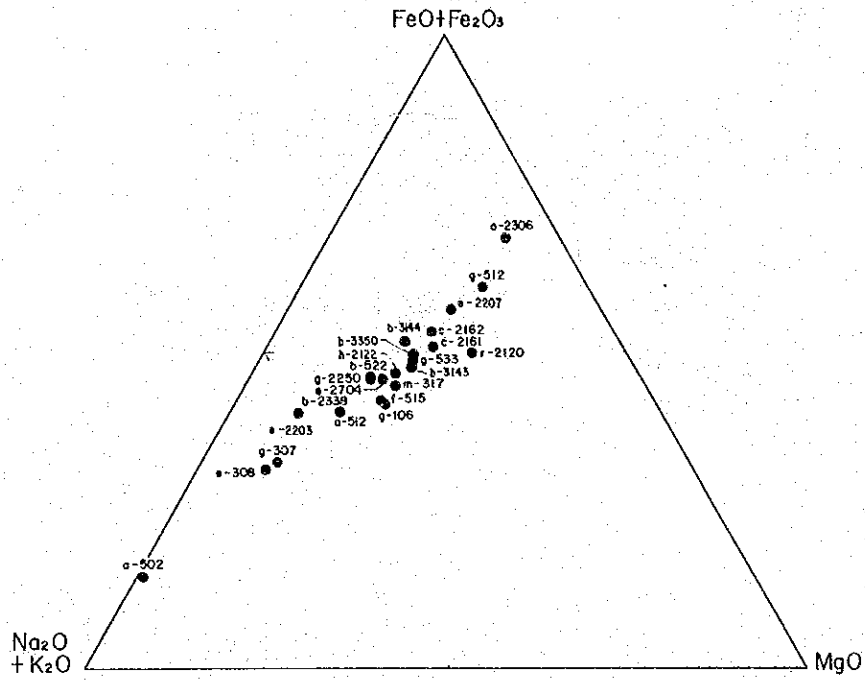


Fig. II-4 M-F-A Diagram of Intrusive Rocks

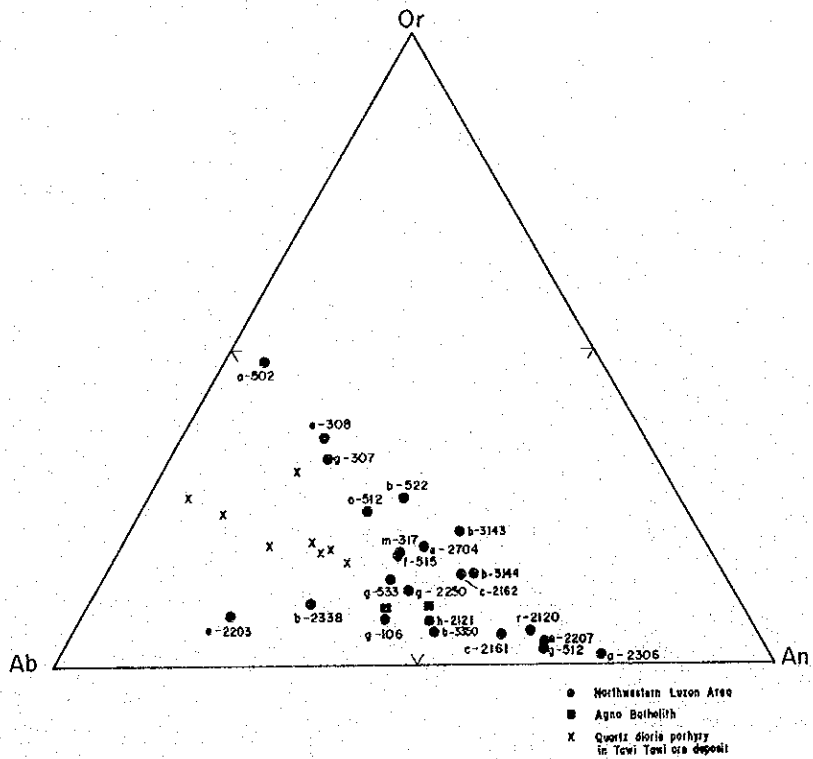


Fig. II-5 Normative Or-Ab-An Diagram of Intrusive Rocks

石英閃緑岩の領域にプロットされる。

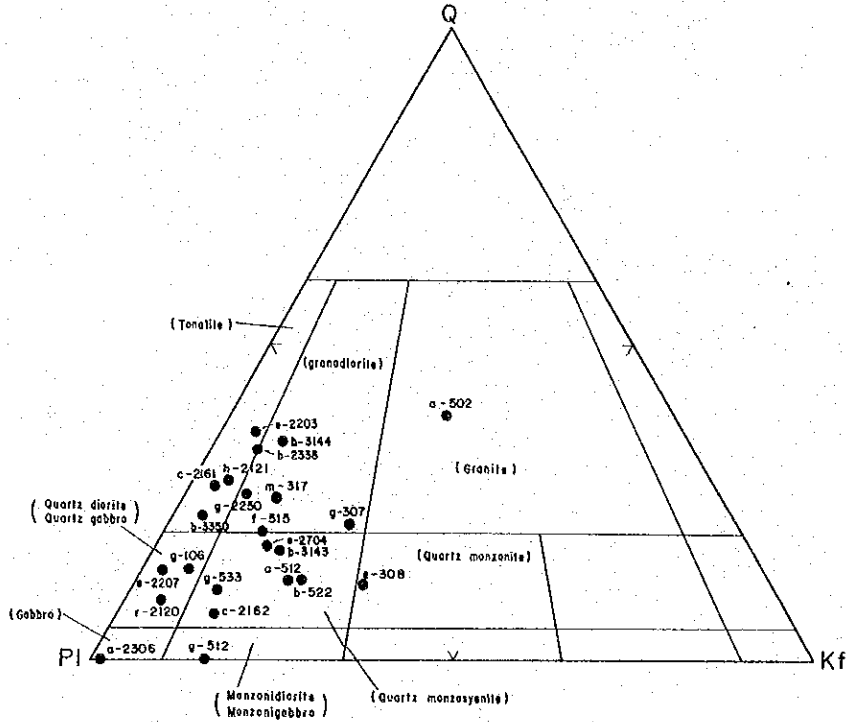


Fig. II-6 Normative Q-Kf-Pl Diagram of Intrusive Rocks

以上の検討結果から本地域に分布する深成岩・半深成岩を主とする貫入岩類は一連の深成活動によって、同一のマグマから形成されたものと考えられる。貫入岩類は塩基性の斑レイ岩から酸性のグラノファイヤーまで種々の岩相を示すが、これはマグマの分化過程の差異に起因すると考えられる。

### 2-3-2 貫入岩類の絶対年代

貫入岩類の活動時期を明らかにするため、化学分析を行った23個の全試料についてK-Ar法による絶対年代の測定を実施した。この結果、K含有量の著しく少ないg-106（閃緑斑岩）、g-512（斑レイ岩）およびa-2306（斑レイ岩）については年代決定に必要な量のKを抽出することができず、測定結果は得られなかったが、他の20試料についてはTable A-2に示すような結果が得られた。

この表から、年代は26.3 m.y. から9.8 m.y. の範囲にあり、ほぼ連続的にみえる。これらを岩種別にみると

石英閃緑岩（8試料）26.3~9.8 m.y. { 26.3~15.9 m.y.（6試料）（漸新世~中期中新世）  
12.0~9.8 m.y.（2試料）（中期中新世）

花崗閃緑岩 ( 6 試料 ) 20.0~13.7 m.y. ( 前期~中期中新世 )

石英閃緑斑岩 ( 2 試料 ) 15.4~12.6 m.y. ( 中期中新世 )

グラノファイヤー ( 1 試料 ) 12.6 m.y. ( 中期中新世 )

石英安山岩 ( 3 試料 ) 18.3~9.8 m.y. { 18.3 m.y. ( 1 試料 ) ( 前期中新世 )  
10.5~9.8 m.y. ( 2 試料 ) ( 中期中新世 )

となっており、新しい時期の石英閃緑岩と古い時期の石英安山岩を除けば、全体として深成岩→半深成岩→岩脈と順次年代が若くなる傾向が認められる。18.3 m.y. を示す石英安山岩は Fig. 1-2 から明らかなように 18 m.y. ~ 20 m.y. を示す花崗閃緑岩を貫き、またこの石英安山岩の東部には調査地域内で最も古い時期を示す石英閃緑岩が分布しており、先に述べた傾向とは矛盾しない。さらに、各試料の分布状態から古い時期の深成岩類には比較的古い半深成岩・岩脈が、若い時期を示す深成岩類には若い半深成岩・岩脈がそれぞれ分布する傾向も認められ、全体的に調和のとれた測定結果といえる。

石英閃緑岩にみられる新・旧2つの時代グループについては、両者が複数の活動を示すのか、あるいは一連の活動における時期の差であるのかは明らかでない。また、斑レイ岩の活動時期は K-Ar 法による年代測定からは明らかにすることはできなかったが、野外観察の結果から本岩が 23.0 m.y. を示す石英閃緑岩によって貫かれていると考えられ、斑レイ岩の進入時期は少なくとも 23.0 m.y. 以前と考えられる。

#### 2-4 地質構造および地史

本調査地域の地質構造は、ほぼ南北方向に進入した大規模な底盤状深成岩類と多数の断層とによって特徴づけられ、これらの構造の主要方向は(1)N-S方向、(2)NE-SW方向、(3)NW-S-E方向の3系統からなっている。

##### (1) N-S系構造

この方向の構造は深成岩類の進入方向で代表的に示されるほか、N-S~NNW-SSE方向の断層などが含まれる。深成岩類の進入方向は基盤岩類(調査地域内には分布しないが、先白亜紀の結晶片岩類と考えられる)の構造を反映したもので、地域内では最も古い構造である。N-S系の断層は深成岩類の進入・上昇に伴って形成されたもので地域内の中央部から西部にかけて発達するが、一部はカブガオ東方にもみられ、ここではアラワ層をも切っている。また、この構造は石英安山岩岩脈などの貫入方向としてもみられる。

深成岩類の進入によって、コルディラセントラルの中央部を中心とするN-S構造は一層支配的となり、地域の東西両縁部に分布するマバカ・アラワ両層の分布はこのN-S構造に規制されている。

##### (2) NE-SW系構造

この構造は地域の北西部および中央部から南部に至る区域によく発達しているが、北西部にみられる構造と中央部～南部にみられる構造とは運動時期に差がみられる。すなわち、北西部のこの系の構造は古い運動時期の構造で、規模は中央部～南部のものより小規模であるが、斑レイ岩および石英閃緑岩の進入を規制している。中央部から南部にかけてみられるこの系の構造はN-S系の断層を切り、いずれも極めて長い走向延長をもち、深成岩類の進入後に主として活動したもので、北西部のものよりは後期の運動である。

### (3) NW-S E系構造

本地域内に発達するNW-S E系の断層には規模とその運動時期の異なる2つの種類がある。1つはアブラ地域の北部などに発達する比較的規模の小さいもので、NE-S W系と共役関係にあるとみられる断層である。他の1つはカブガオ地域に卓越する走向延長の長い大規模な断層で、その運動時期は前者よりもはるかに後期のもので、プロジェクト地域内では最も新しい時期に形成されている。

褶曲構造としてはリクアン層およびティネグ層にみられる波状褶曲と深成岩類を中心とする波長の長い背斜構造のほかには顕著なものはない。

既に述べた地質構造、各地層の分布状態、深成岩類の年代などに基づいて地域内の地史を構造発達史の見地から概略的にみると次のようである。

白亜紀末から古第三紀始新世にかけては、調査地域を含む北部ルソンのほぼ全域が海底下にあり、はじめに主として玄武岩質、後に安山岩質の海底火山活動が大規模に生じ、この地域にはこれらの火山活動の産物である溶岩や火山砕屑岩類が厚く堆積した(リクアン層群)。この火山活動が玄武岩質から安山岩質に変化するにつれて、活動の中心は地域の南東部から北西部へと徐々に移動し、海底は南東部から緩慢な上昇をはじめた。

漸新世になると、海底はさらに浅くなり、浅海環境下で旺盛な石英安山岩質の火山活動が行われて石英安山岩溶岩や同質の火山砕屑岩類が少量の砕屑物を伴って堆積した(ティネグ層)。この間、陸起運動は連続的に進行し、溶結凝灰岩の存在などから一部は陸化していたと考えられる。火山活動の休止期には局地的に礁性石灰岩が形成された。

一方、漸新世の後期から、基盤の構造に支配されて斑レイ岩-石英閃緑岩-花崗閃緑岩からなる深成岩類がN-S系の断層運動を伴いながら大規模な底盤をなして進入をはじめ、地域の中央部は山地化してDurkee-Pederson (1961)の言う“古コルディレラセントラル”が形成された。この結果、本地域一帯に広がっていた堆積盆は古コルディレラセントラルによって東・西2つの堆積盆に分断された。古コルディレラセントラルの両翼部ではN-S系の断層に沿って局地的な安山岩質の火山活動があり、溶岩・火山砕屑岩を噴出・堆積した(マバカ層)。

中期中新世の末から鮮新世にかけて、東西両堆積盆には砂岩・泥岩・礫岩からなる厚いモラッセが連続的に堆積するとともに、堆積盆の縁辺部では珊瑚礁が発達し、礁性石灰岩が形成さ

れた（アラワ層）。

漸新世後期に始まった深成活動は、マグマの分化に応じた岩相変化を示しながら中期中新世の末頃に終期を迎えたが、この間斑岩類の貫入を伴い、岩体周縁部や斑岩類の一部に鉱床を形成した。

第四紀には石英安山岩質・安山岩質の局地的火山活動が小規模に生じ、溶岩や火山砕屑岩類が形成された（第四紀火山類）。

## 第3章 鉍 床

3年間にわたる調査の結果、本プロジェクト地域内には、現在開発準備工事が進められている2鉍床をはじめ多数の鉍床、鉍化帯が分布することが明らかにされた。これらの鉍化帯は、Fig II-7に示される通り、プロジェクト地域の北端から南端まで広範囲にわたってみられるが、その分布には明瞭な規則性が認められ、ほぼ全ての鉍化帯が深成岩岩体の縁辺部あるいはその周辺部に集中している。そして、鉍化帯のタイプとしては鉍染ないし網状型、鉍脈型、接触交代型などさまざまであるが、形成環境には著しい類似性が認められている。

以下、主な鉍床・鉍化帯の概要と本プロジェクト地域における鉍床の一般的な特徴について述べる。

### 3-1 鉍 化 帯

第三年次までの調査によって確認された主要鉍化帯の状況は次の通りである。これらの鉍化帯のうちチョコ川流域に分布する幾つかの鉍化帯については、現地調査が不可能であったため、鉍山地球科学局ほかの資料にもとづいて記述した。

#### 1. ソルソナ鉍化帯

本鉍化帯は第一年次のソルソナ鉍化帯の北半分に相当するもので、調査地域の最北端、ソルソナ川上流部に位置する。鉍化帯の範囲は東西約6 km、南北約4 kmの広い区域で、この中に11箇所の鉍脈露頭と5箇所の鉍染状露頭が分布する。

鉍脈は一般にE-W系またはNNW-SSE系の走向を示す脈幅1~3 cm、最大10 cmの細脈で、黄鉄鉍と少量の磁鉄鉍を含む石英脈である。黄銅鉍はほとんどみられないが、鉍化帯東南端にある幅1.0 mの黄鉄鉍鉍染鉍化帯中には幅1.5 cmの黄鉄鉍・黄銅鉍良好部があり、Cu 19.90%、S 19.31%、Au 0.0 g/t、Ag 31.0 g/tの品位を示した。母岩は斑レイ岩で、大部分の露頭は斑レイ岩体の縁辺部に集中している。

鉍染状露頭は鉍化帯の中央から北部にかけて、斑レイ岩・石英閃緑岩両岩体中に発達している。鉍石鉍物は黄鉄鉍で、時に少量の磁鉄鉍を伴うことがあるが、黄銅鉍はみられない。

以上のように、ソルソナ鉍化帯は露頭の分布範囲は極めて広く、露頭の数も多い。しかしながら、個々の露頭の規模、鉍化の強度、母岩の変質の程度はいずれも小規模・微弱で、特に銅の鉍化作用が極めて局地的である。

#### 2. マドンガン鉍化帯

この鉍化帯は、第一年次のソルソナ鉍化帯の南半分に当るもので、マドンガン川の最上流部、上述のソルソナ鉍化帯の南方5 kmに位置する。鉍化帯の範囲はほぼ南北3.5 km、東西3 kmで、このなかで3箇所の脈状露頭と4箇所の鉍染状露頭が分布する。

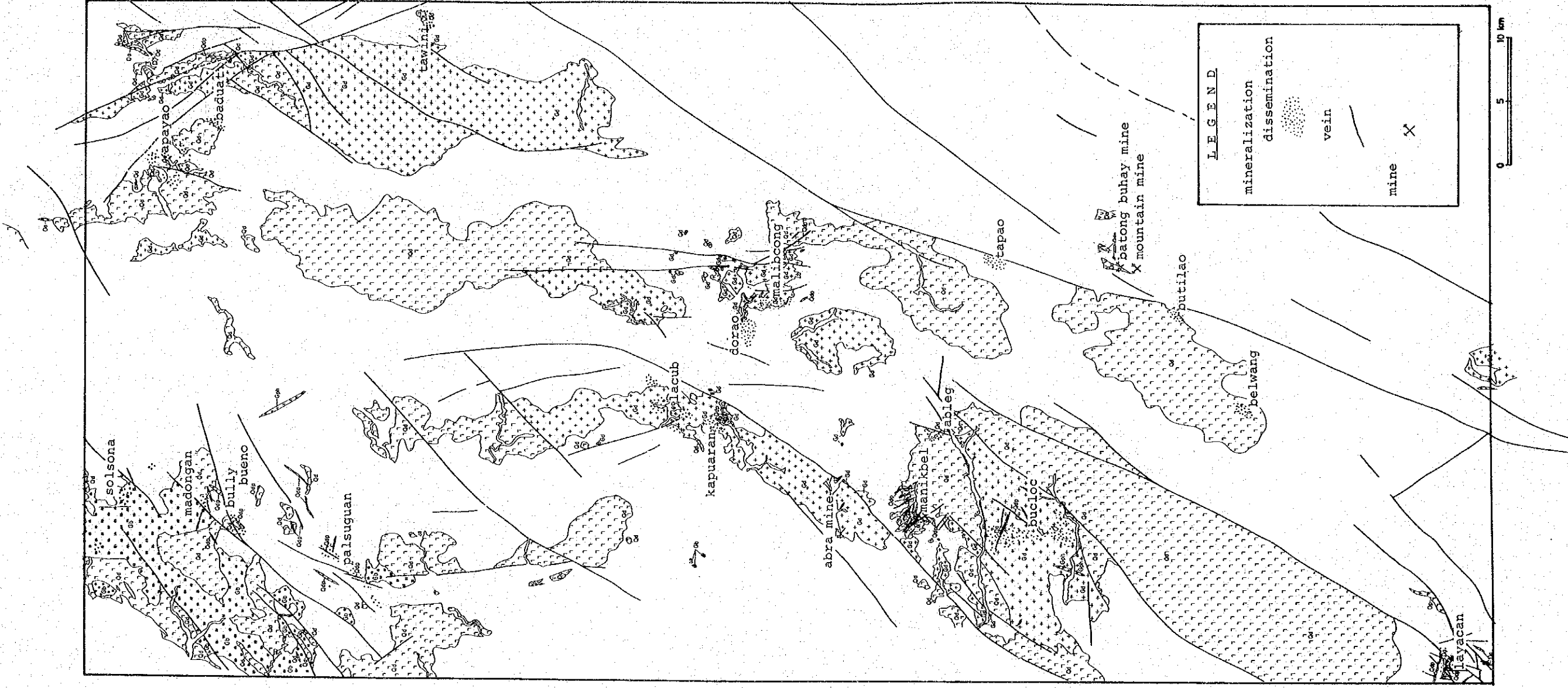


Fig. II-7 Distribution Map of Mineralized Zone



鉍脈露頭は鉍化帯の北縁に沿って、斑レイ岩中および斑レイ岩と石英閃緑岩との境界部にあり、走向はNW-S E, NE-S W, N-Sの3方向がある。NW-S E系の脈は黄鉄鉍を伴う石英細脈が幅20 cmの網状帯を形成し、脈の周辺に黄鉄鉍の鉍染を伴っている。黄銅鉍は認められない。NE-S W系およびN-S系の脈はともに幅10~30 cmの黄鉄鉍石英脈である。

鉍染状露頭は鉍化帯の南縁に沿って、リクアン層群Ⅱ層の安山岩溶岩・同質火山砕屑岩とこれを貫く石英閃緑岩との境界付近および斑レイ岩中に形成されている。構成鉍物は黄鉄鉍と少量の磁鉄鉍で黄銅鉍は観察されていない。個々の露頭の鉍化範囲は200~400 mである。

本鉍化帯も黄鉄鉍のみで銅鉍物はほとんど認められず、しかも、各露頭の鉍化範囲は孤立かつ小規模で、全体として鉍化作用は微弱である。

### 3. ブリブエノ (Bully Bueno) 鉍化帯

この鉍化帯はマドンガン鉍化帯のさらに南方2 km, 標高1,600 m付近の地形高所にあり、本鉍化帯の南400~600 mにはイロコス・ノルテ州とアブラ州との州界がある。鉍化帯への道路は現在未完成で、イロコス・ノルテ州ヌエバ・エラ (Nueva Era) より稜線沿いの小径を利用して3.4 km, 2日を要する。

この鉍化帯を含む付近一帯は、ティラド鉍業社 (Tirad Minerals, Inc.) が探鉍鉍区を設定し、現在ヘルクレス社 (Hercules Minerals and Oils, Inc.) によって開発準備工事が進められている。鉍床はリクアン層群Ⅱ層の安山岩質火山砕屑岩とこれを貫く石英閃緑斑岩岩株との境界付近に形成された脈状~網状鉍床で、斑岩岩株は1 kmの距離をおいて大小2岩体があり、両岩体に鉍化がみられる。脈幅は通常30~50 cm, 時に1 mに達する。構成鉍物は黄銅鉍, 斑銅鉍, 黄鉄鉍で少量の輝銅鉍を伴う。露頭では孔雀石, 藍銅鉍が多量に生じている。脈石は石英を主とするが、時に重晶石を伴うことがある。鉍山地球科学局によれば10箇所の露頭のCu品位は、0.37% (脈幅30 cm) から10.16% (脈幅20 cm) まで変化はあるが、Cu 1.0% 以下の露頭は1箇所で、鉍脈型鉍床としてはやや細脈であるが、高品位鉍床である。ヘルクレス社は1977年までに60本以上の試錐探鉍を実施して、647万トン (Cu 1.08%) の埋蔵鉍量を算定している。

### 4. バルスグァン鉍化帯

バルスグァン川上流部の本流および支流に分布する多数の露頭よりなり、その範囲はNE-S W方向に5 km, NW-S E方向に2.5 kmである。

露頭群は分布状態から、北側と南側に大別され、前者はリクアン層群Ⅱ層の安山岩溶岩・同質火山砕屑岩を母岩とする脈状~鉍染状露頭の集合で、この区域には鉍化帯の伸長方向と同じNE-S W系の岩脈状石英閃緑斑岩がみられる。鉍脈はN-S系の黄鉄鉍脈~黄鉄鉍石英脈で、脈幅は3~5 cm程度である。銅鉍物はほとんど認められない。しばしば網状帯を形成し、黄鉄鉍鉍染を伴うことがある。鉍染状露頭も黄鉄鉍のみで、局部的である。後者の南側では鉍化帯

の境界に沿って斑レイ岩・石英閃緑岩岩体がリクアン層群Ⅱ層を貫いて分布し、脈状～鉍染状露頭が両岩体の周縁部および同層安山岩類中に形成されている。構成鉍物、脈幅あるいは鉍染の範囲などは北側と同様で、いずれも銅鉍物を欠き、露頭の数は多いがみるべきものはない。

このように、本鉍化帯もソルソナ鉍化帯と同様鉍化帯としての区域は広いが、鉍化帯を構成する個々の露頭の範囲は小規模、狭小であり、銅鉍物がほとんどみられず全体的なポテンシャルは低い。

#### 5. アバヤオ鉍化帯

カブガオ部落の西方4 km、アバヤオ川とその支流ダガラ川との合流点付近に位置する東西4 km、南北5 kmの範囲で、このなかに10個以上の鉍染帯が分布する。これら多数の鉍染帯は主としてリクアン層群Ⅱ層の安山岩・同質火山砕屑岩類を貫く石英閃緑岩体の縁辺部にあり、一部が岩体の中央部に形成されている。個々の鉍染帯の規模は200～500 m程度である。構成鉍物は黄鉄鉍で、黄銅鉍はごく一部の鉍染帯で少量みられるのみである。孔雀石など二次銅鉍物も非常に少ない。黄鉄鉍は、鉍脈状に散点するものが多いが、しばしばフィルム状～細脈状を呈し、小規模な網状帯をなすこともある。主要母岩である石英閃緑岩は他地域の石英閃緑岩に比較して全般に著しく珪化、緑泥石化しており、鉍化部では粘土化もみられる。

#### 6. バドゥアット (Baduat) 鉍化帯

カブガオの南方3.5 km、バドゥアット部落北西部に分布する3箇所の鉍染状露頭よりなる。露頭はほぼ東西に並び、西端の鉍染帯は花崗閃緑岩と安山岩とを境する断層付近にあり、黄鉄鉍とごく少量の黄銅鉍よりなる。中央のものは花崗閃緑岩中の黄鉄鉍・黄銅鉍鉍染帯で、多量の孔雀石を伴う。この露頭から採取した鉍石はCu 6.92%、S 6.47%、Au 0.2 g/t、Ag 65.5 g/tの品位を示した。母岩は強度の珪化・絹雲母化作用を受け、部分的に粘土化を生じている。ゆるい丘陵地にあるため付近一帯は露出が悪く、鉍化帯の範囲は明らかでないが、露頭の品位・母岩の変質は後述べるマリブゴン鉍化帯に酷似し興味深い。東端の露頭は石英閃緑岩とこれを貫く石英閃緑斑岩岩脈との境界付近にある黄鉄鉍と微量の斑銅鉍・黄銅鉍の鉍染帯である。

#### 7. タウイニ (Tawini) 鉍化帯

調査地域の南東端タウイニ部落の北西部に位置する南北2 km、東西1.6 kmの鉍化帯で、現在マルカッパー社 (Marcopper Mining Corporation) によって採鉍が実施されている。

本鉍化帯は長径1 km、短径0.5 kmの岩株状石英閃緑岩体を中心に、その内部および周辺部のリクアン層群Ⅱ層の安山岩類中に形成されたボーファイリーカッパー型鉍床で黄銅鉍・黄鉄鉍を主とし、少量の斑銅鉍を伴う。第一年次の調査時には土壌地化学採鉍を実施中であったが、1979年より試錐採鉍に移り、第三年次の調査時には11孔を終了 (最大深度314 m)、第12、13孔を掘進中であった。試錐の結果では岩株はいくつかの岩枝をもち、主として岩体の縁辺

部および岩枝に鉍化作用が認められる。品位的には部分的に良好部もあるが、全般にはやや低調であるとのことである。岩体北部の安山岩中の露頭および岩体西部の安山岩中の露頭の分析結果は

	Cu %	S %	Au(g/t)	Ag(g/t)
岩体北部	1.97	0.12	0.8	1.1
岩体西部	0.43	1.83	0.5	2.0

の通りである。岩体西部の鉍石は鏡下では酸化のみられない鉍石で、赤鉄鉍粒を包有する黄銅鉍が多く認められ、少量の黄鉄鉍が散在する。黄銅鉍の縁はわずかに銅藍に交代されている。

#### 8. ラクブ鉍化帯

本鉍化帯は第一年次に報告したラクブ鉍化帯の中央部に相当し、ラクブ部落を中心にほぼNNE-SW方向に伸長した8km×2kmの広い鉍化帯で、大別すると(1)ラクブ部落北方に分布する黄鉄鉍網状鉍染鉍床(主鉍化帯)、(2)主鉍化帯の東部にみられる黄鉄鉍鉍染帯、(3)さらにその東部の小稜線に沿って分布するスカルン型の鉍化変質帯、(4)ラクブ部落から南方に広がる黄鉄鉍鉍染帯の4グループより構成される。

主鉍化帯は、ラクブ部落の北方1km付近から小尾根に沿って北方へ広がる南北約2km、東西約0.6kmの範囲を占め、著しく変質した花崗閃緑岩中に形成された黄銅鉍・黄鉄鉍網状鉍染鉍床である。主要構成鉍物は黄鉄鉍、黄銅鉍で、これに極く少量の斑銅鉍、輝銅鉍を伴い、また露頭表面には多量の孔雀石を生じている。初生硫化鉍物は母岩中の有色鉍物を交代して鉍染状に生じたもののほか、母岩の微小割れ目、節理などに沿って細脈〜フィルム状に晶出し、網状帯を形成している。鉍化帯南端付近の露頭から採取された2個の鉍石試料の分析結果は

Cu (%)	S (%)	Au(g/t)	Ag(g/t)
2.26	0.12	0.0	2.7
0.39	0.10	0.0	4.4

の通りで、Cu品位に比較してS品位が低く、Cu品位は孔雀石など酸化銅鉍に負うところが大きいと考えられる。一方、この鉍化帯については鉍山地球科学局でも調査しており、同局の報告書によれば、露頭から採取された7試料のCu品位は0.05%~2.87%を示している。母岩の変質は強度の珪化・絹雲母化を主とするが、最も変質の強い部分では二次的な黒雲母が形成されており、高度の変質作用を蒙ったことを示している。このような、構成鉍物の組成・産状・変質作用から、この鉍化帯は規模は小さいが、典型的なポーフィリー銅型鉍床であると考えられる。なお、本鉍化帯はかつてインコ社(Inco Mining Corporation)、CDCP社などによって探鉍された実績があり、現在でもトレンチ跡、坑口の崩壊した坑道らしき跡などが認められる。

主鉍化帯の東方約1kmにある小沢には、弱い珪化作用を受けた花崗閃緑岩中に黄鉄鉍の鉍染

～細脈網状帯が断続的ながら沢沿い約1.2 kmにわたって諸所に認められる。しかしながら、各露頭でみられる鉍化の程度は微弱で、少量の黄鉄鉍とその酸化による褐鉄鉍ヤケがみられるにすぎない。

上記鉍化帯のさらに東方0.8～1.0 kmし小稜線部付近には、ほぼ南北方向に連続する花崗閃緑岩とリクアン層群Ⅱ層の安山岩との境界があり、この境界付近の安山岩中には鉍染状黄鉄鉍と多量の灰鉄輝石を伴うスカルン型の鉍化帯が約400 mの距離をおいて2箇所分布する。鉍化の範囲は両者とも約500 m程度で、鉍石鉍物としては少量の黄鉄鉍が認められるにすぎない。

ラクブ部落の南方に広がる黄鉄鉍鉍染帯はNE-SW方向に約3 km、NW-SE方向に1.2 kmの広範囲を占め、このなかに大小多数の露頭が沢沿いおよび両岸に集中的に分布している。母岩は珪化・絹雲母化した花崗閃緑岩および花崗閃緑岩に貫かれたリクアン層群Ⅱ層の安山岩・同質火山碎屑岩で、鉍化帯は両者の境界付近に顕著に発達している。各露頭はいずれも鉍染状の黄鉄鉍よりなり、黄銅鉍は認められない。

以上がラクブ鉍化帯の大要であるが、この鉍化帯中には小規模ながら典型的なポーフイリー・カッパー型の銅鉍床と、その周辺部に主鉍床のハローとも言える広範囲の黄鉄鉍鉍染帯がみられることから、第三年次の精査対象地域として選出されていた。しかしながら、治安問題が生じて調査は実施できず、今後のフォローアップ調査を待つこととなった。

#### 9. カプアラン (Kapualan) 鉍化帯

本鉍化帯はラクブ部落の南方3 km、マラナス川中流部カプアラン部落を中心に分布し、上に述べたラクブ鉍化帯の南端に近接する位置にある。鉍化帯の範囲は東西・南北各1 kmと狭く、このなかに4箇所の露頭がみられる。この4露頭のうち西端部の1露頭はリクアン層群Ⅱ層の安山岩中に、他の1露頭は花崗閃緑岩体中に、そしてほかの2露頭は花崗閃緑岩を貫く石英閃緑斑岩中にそれぞれ胚胎する。

安山岩中にみられる露頭は小規模な黄鉄鉍の鉍染帯で銅鉍物は認められない。花崗閃緑岩体中の露頭はE-W系およびN-S系の3条の黄鉄鉍鉍染珪化帯で、巾は20～30 cmである。銅鉍物は認められない。石英閃緑斑岩中の2露頭は、長径約1 kmの小岩株の中央部と西縁部に形成された黄鉄鉍鉍染帯で、中央部の露頭では少量の黄銅鉍が認められるほか露頭表面には多量の孔雀石を生じている。この露頭から採取した塊鉍の分析結果はCu 1.68%, S 0.32%, Au 0.0 g/t, Ag 11.1 g/tと銅品位が高い。しかしながら、鉍化の範囲はいずれも200～300 m程度で小規模である。

#### 10. アブラ鉍山

バイ部落の西方2 km、バイ川中流部に位置する鉍山で、銅および金を対象として粗鉍量50 t/日、品位Cu 0.88%, Au 3.8 g/tで操業されていたが、1980年休止された。

鉍床は花崗閃緑岩体の縁辺部に形成された鉍脈鉍床で、主要脈としてピアス(Pias)・ナルバガン(Nalbagan)・バクトク(Patoc)の3条がある。脈の状況は次のようである。

ピアス脈：走向E-W，傾斜70°S。脈幅1.2~2.2m，規模は走向延長550~600m，品位はCu 0.3~6.4%，Au 2~8 g/t，Ag 16~25 g/t。

ナルバガン脈：走向N10°E，傾斜70°~80°W。走向延長800m。

バクト脈：走向N45°E，傾斜80°SE。走向延長は試錐で確認された部分を見込むと800~900m。

調査で確認されたピアス脈の露頭は黄銅鉍・方鉛鉍・黄鉄鉍の良好部を含む粘土脈で少量の石英を伴っている。この露頭から採取した黄銅鉍に富む塊鉍，石英質塊鉍および鉍山から提供されたバクト脈の方鉛鉍・閃亜鉛鉍・黄銅鉍に富む縞状鉍の分析結果は

	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	S(%)	Au(g/t)	Ag(g/t)
黄銅鉍塊鉍	11.34	0.55	0.34	28.07	11.1	122.1
石英質塊鉍	0.02	0.00	0.01	2.20	0.2	0.7
縞状鉍	0.73	6.81	4.36	37.04	42.1	266.0

の通りで、石英質鉍石を除けばいずれも高い品位であった。特に、縞状鉍は金銀に富む鉍石である。

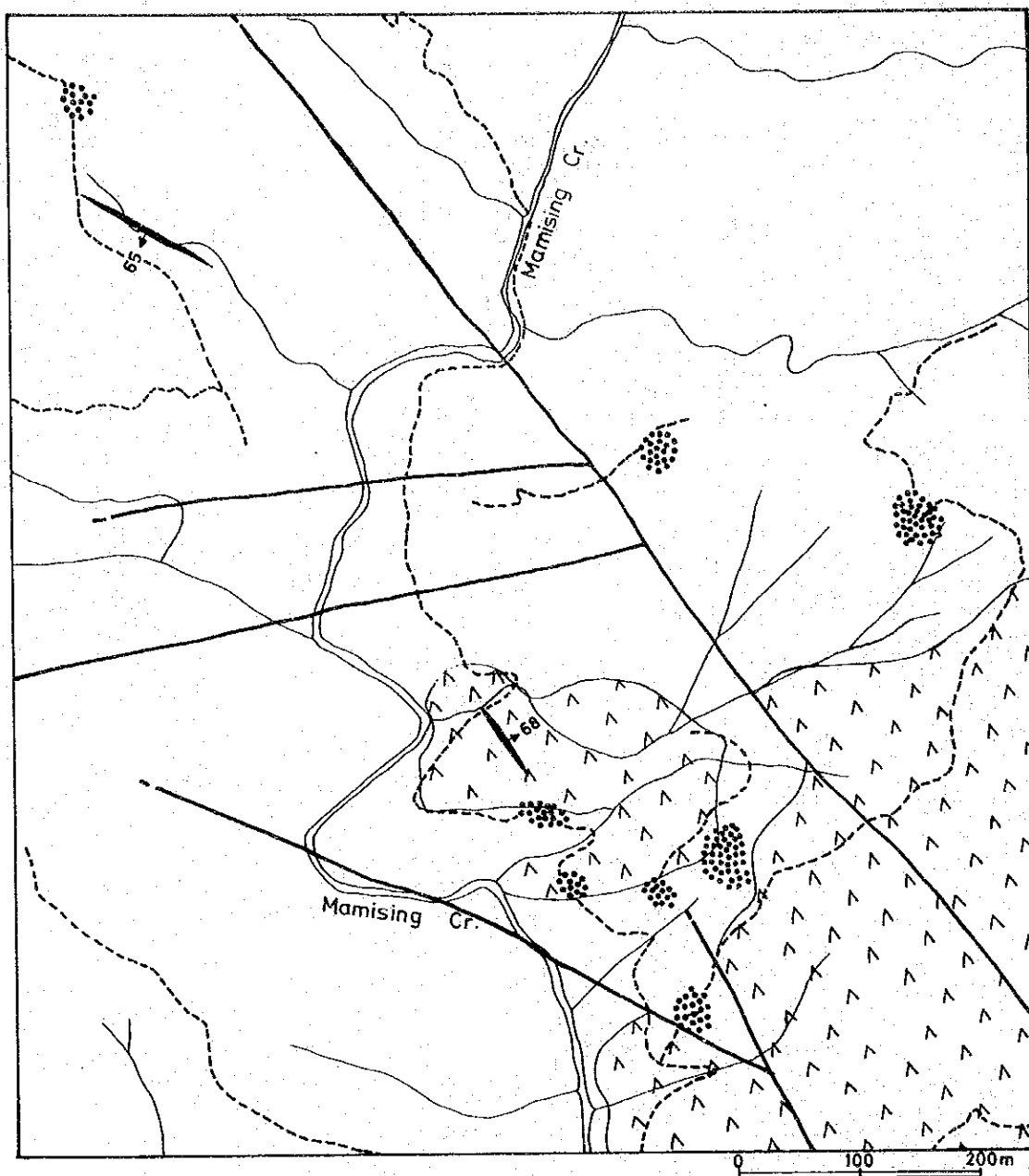
黄銅鉍塊鉍を鏡下で観察すると次のようであった。構成鉍物は黄鉄鉍，硫砒鉄鉍，黄銅鉍，閃亜鉛鉍，方鉛鉍であるが，作成した4研磨片のうちの2個からは多量の自然金が認められた。黄鉄鉍・硫砒鉄鉍には著しい破碎組織が認められ，細・粗不定の割れ目が縦横に生じている。この組織は黄銅鉍・閃亜鉛鉍・方鉛鉍には認められないため，鉍脈形成の初期に外圧を受けたことが知られる。自然金は濃黄色を呈し，黄鉄鉍・硫砒鉄鉍中の割れ目を充填する方鉛鉍細脈中の包有物，黄鉄鉍・硫砒鉄鉍の割れ目を直接充填するものなどが多い。観察された自然金の最大径は200μである。黄銅鉍は脈石鉍物中に単独粒としてみられることが多いが，時にその外縁部に硫砒鉄鉍を縁どり状に伴うことがある。硫砒鉄鉍は上記のほか石英脈中に带状包有物としても産する。銀鉍物は認められず，方鉛鉍に含まれているものと考えられる。

#### 11. マニクベル鉍化帯

この鉍化帯は調査された区域のなかでは最も有望な鉍化帯の1つとして，最終年度では地質・地化学調査，物理探査および試錐探査が実施された。

鉍化帯はマニクベル川上流のウドゥディアオ(Ud-Udiao)部落北方マミング(Maming)沢に分布する鉍染ないし網状露頭群，同部落西方にみられる数条の鉍脈群およびウドゥディアオの東方ナガササン(Nagasasan)部落付近の小規模な脈状露頭より構成されている。

マミング沢流域に分布する露頭群は，Fig 11-8に示すように，リクアン層群Ⅱ層の安山岩溶岩とこれに底盤状に侵入した石英閃緑岩との境界付近の，主として石英閃緑岩中に集中



LEGEND

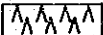




- |   |                           |   |                    |
|---|---------------------------|---|--------------------|
|  | Licuan Group Formation II |  | Fault              |
|  | Intrusive                 |  | Cu - dissemination |
|   |                           |  | Cupreiferous vein  |

Fig. II-8 Distribution Map of Mineralized Outcrops in Manikbel Area

的に分布する黄鉄鉱・藍銅鉱染帯で、一部は脈状をなしている。鉱石鉱物は黄鉄鉱と少量の黄銅鉱で、これに多量の孔雀石・藍銅鉱を二次的に生じている。第二年次の調査では、これらの露頭から5箇の試料が採集・分析され、品位はCu 1.46～3.51%、S 0.11～0.31%、であり、このうち2箇の試料でAg 10.1 g/tおよび47.1 h/tが得られている。第三年次の調査でも主な露頭から20箇の試料が集められ、分析の結果Cu 0.14～1.15%、S 0.03～5.38%の品位が得られた。これらのうちCu品位の高い試料ではS品位は1%を越えることはなく、第二年次の分析結果とも併せて考えると銅の大部分は非硫化銅鉱物に負っていると考えられる。

この露頭群に対しては、後で述べるように物理探査と試錐探査が実施された。物理探査の結果では露頭分布域の直下ではIP異常は得られなかったが、分布域の東部にIP高異常帯が深部まで連続して検出された。試錐探査はこのIP異常帯に対して実施され、露頭群の延長部とみられる少量の黄銅鉱を伴う黄鉄鉱・藍銅鉱染帯が捕捉された。この部分の銅品位は0.2～0.3%程度で低い。これらの結果から、本鉱化帯は石英閃緑岩体の最外縁部に沿って形成された皮殻状～層状の黄鉄鉱・藍銅鉱染帯で、初生銅鉱物として黄銅鉱を伴うが品位は低く、また鉱化帯の厚さも100mを超えることはないと考えられる。

ウドゥディアオ部落の西方にみられる鉱脈群は安山岩溶岩中に形成されたENE-WNWないしE-W系の黄鉄鉱・藍銅鉱脈で、主脈は脈幅80cm Cu 4.82%、S 5.30%、Au 0.2 g/t、Ag 38.6 g/tである。この脈から採取された黄銅鉱に富む塊状藍銅鉱はCu 16.39%、S 16.56%、Au 2.4 g/t、Ag 64.4 g/tを示し、鏡下では黄銅鉱は細柱状の脈石鉱物に規制された鉱染状として多量に産し、粒状あるいは脈石の亀裂を埋める不規則形状の磁鉄鉱を伴っている。黄銅鉱は微細粒の閃亜鉛鉱を包有し、この閃亜鉛鉱はさらに極微細粒の黄銅鉱を包有している。他の2条の脈は立入坑道内にみられ、脈質は主脈と同じであるが幅は25～45cmとせまく、品位も低下している。

ナガササン部落付近の脈は石英閃緑岩中の珪化帯あるいは破碎帯に産する幅5～20cmの黄鉄鉱脈で孔雀石を伴い、銅品位は1.32～2.98%と高いが小規模である。

マニクベル鉱化帯のうち、マミソク沢流域の露頭群に対しては鉱山地球科学局が1973年から1974年にかけて6孔の試錐探査を実施しているほか、民間鉱山会社でも探査を実施している。

## 12. アブレグ鉱化帯

第二年次の調査で発見された鉱化帯で、ボクロック川上流アブレグ部落の北方1.5km付近に位置する。この鉱化帯は主としてリクアン層群Ⅱ層の安山岩溶岩中に形成された網状鉱染帯とリクアン層群Ⅱ層の石灰岩と石英閃緑岩との接触部に形成されたスカルン鉱床とから成る。前者は沢沿いに3箇所の露頭をもち、下流側の露頭は走向N40°W、傾斜85°SW、最大脈幅1.0mの黄銅鉱・黄鉄鉱細脈網状帯で、周辺に黄鉄鉱の鉱染を伴っている。石英は非常に少なく、

褐鉄鉱汚染が著しい。中央の露頭は黄鉄鉱鉱染帯で黄銅鉱はほとんどみられず、規模も小さい。上流側の露頭も黄鉄鉱鉱染帯で、沢に沿って約1 kmの間連続的に露出し、範囲は広いが、黄銅鉱は認められない。各露頭から採取した試料の分析結果は次の通りである。

	Cu (%)	S (%)	Au (g/t)	Ag (g/t)
下流側露頭	0.53	15.52	0.1	3.7
中央露頭	0.02	12.35	0.0	0.8
中央露頭	0.03	14.63	0.0	0.7
上流側露頭	0.00	0.18	0.0	0.0

スカルン型鉱床の露頭は、上記網状鉱染帯の西側にある小高い山稜の頂上付近に露出しており、石英閃緑岩に貫かれた石灰岩中に形成されている。接触部の石灰岩は石英閃緑岩との境界から4~5 mまで強いスカルン化作用を受け、ザクロ石、灰鉄輝石、バラ輝石、緑レン石など生じている。このうちザクロ石が多量に生成した部分に粒状の黄銅鉱、黄鉄鉱、磁硫鉄鉱が散在する。露頭は山稜に沿って約50 m露出し、露頭から採取した鉱石はCu 0.88%、S 0.26%、Mn 0.25%、W 0.00%であった。

本鉱化帯のうち、特にスカルン鉱床はCu品位のうえからも興味深い鉱床であるが、母岩となる石灰岩の分布が局限されており、第二年次の調査でみる限り周辺には石灰岩は分布していない。また、スカルン帯は石英閃緑岩との境界から5 mを超えることはない。従って、この鉱化帯は極めて小規模であると考えられる。

### 13. ボクロック鉱化帯

本鉱化帯は、第一年次のボクロック鉱化帯の中央部分と同ポリネイ鉱化帯を含む東西約5 km、南北9 kmの広大な面積を占め、大小多数の露頭を有する。これらの露頭は分布状態から(1)ボクロックの中心部落であるラマオ(Lamao)の南側に分布する鉱染状~細脈状露頭群、(2)ラマオの南方2 km付近からボクロック川とイクミン川との分水界にかけて分布する網状鉱染露頭群、(3)イクミン川流域に分布する脈状~鉱染状露頭群に大別される。

ラマオの南側に分布する露頭群は、花崗閃緑岩中に形成された黄鉄鉱鉱染帯と、黄鉄鉱粘土質細脈よりなる。鉱染状露頭は3箇所あるが、いずれも黄鉄鉱のみで、少量の孔雀石のほかは銅鉱物は認められない。脈状露頭は2箇所あり、走向はともにE-Wで、いずれも黄鉄鉱のみで銅鉱物は認められない。ラマオの南東1 kmの小稜線部には少量の黄銅鉱、黄鉄鉱、多量の孔雀石を含む鉱石が転石として尾根沿い約50 m間に多数みられる。付近一帯は露出状況悪く、露頭であるのか、他の場所から運搬されてきたものか明らかではない。転石のなかから採取した鉱石塊の分析結果はCu 4.23%、S 1.02%、Au 0.5 g/t、Ag 1.8 g/tで、酸化銅鉱物に富む鉱石である。

ラマオの南方2 km付近から西に向って広がる露頭は花崗閃緑岩とこれを貫くNE-SW系の



小岩脈状石英閃緑斑岩を母岩とする黄鉄鉱網状鉍染帯で、黄鉄銅は多くの場合母岩中の有色鉍物などを交代して晶出し、鉍染状を呈するが、母岩の割れ目、小破碎帯などを埋めて脈状に産するものも多い。鉍石鉍物は黄鉄鉍で銅鉍物はほとんど認められない。この鉍化帯に対しては第二年次に物理探査が実施され、広範囲かつ深部まで連続する強いIP異常帯が検出されている。

イクミン川西岸には、著しく珪化した花崗閃緑岩中に広い範囲にわたって黄鉄鉍鉍染帯が分布している。この鉍染帯は第二年次のポリネイ鉍化帯の主要部分をなすもので、鉍山地球科学局の資料によれば諸所に黄銅鉍を伴ない、Cu品位は0.11~6.20%であると報告されている。この区域は住民の強い反対によって第一年次、第二年次とも野外調査を実施することができず、ボクロック鉍化帯の南部に大きな空白部を残すこととなっているが、物理探査地域内に分布する鉍染帯の産状、地化学および物理探査の結果などから、両鉍染帯は連続した同一鉍化帯であると判断される。

ボクロック鉍化帯は、上述の通り鉍化範囲はプロジェクト地域中最大の規模をもつが、調査された区域内に限ってみれば銅を伴ない鉍化作用は極めて局地的であり、また、母岩の変質も弱く、ラクブ鉍化帯あるいは後述するマリブコン鉍化帯で見られるような強度の変質を伴ない銅の鉍化作用は認められない。しかしながら、鉍化帯南部の調査不能区域およびその周辺に対しては、かつてマルカッパー社によって土壌地化学探査および試錐探査が実施された。同社の未公表資料によれば、イクミン川本流部から稜線を越えて北側までCu 1,000 ppm以上の強い異常帯が得られ、この異常帯に対して20孔以上の試錐を実施した結果、数孔で銅の中~高品位鉍を確認したものの全般的には低品位である。結果およびマルカッパー社の探査結果から総合的に判断すると、ボクロック鉍化帯の中心部は現鉍化帯の中央より南寄りのマルカッパー区域内にあり、観測された多数の黄鉄鉍鉍染帯および地化学探査・物理探査で得られた異常帯は、鉍床の一種のハローに相当するものと考えられる。

#### 14. ラヤカン鉍化帯

ラヤカン川下流(別名バラシアン川という)の本流部およびその支流カワエン(Kawayen)沢などに露出する鉍脈鉍床とそれらの南方セグセグ(Segseg)沢にみられる粘土脈~珪化帯よりなる。

バラシアン川本流部にはリクアン層群I層の玄武岩~塩基性安山岩溶岩とこれを貫く石英閃緑斑岩岩株を母岩とする多数の黄鉄鉍粘土脈が分布する。脈は走向N60°EからN60°Wで北または南に急斜する。脈幅は30cmから1.5mで変化するが、30~60cmが多い。構成鉍物は黄鉄鉍のみで、銅鉍物は認められない。粘土は主として絹雲母・緑泥石であるが、一部で明バン石・モンモリロン石・カオリンが認められる。第三年次の調査で採取された多くの試料の分析結果ではCuの品位は0.01~0.21%であったが、一部の脈でAu 1.3~12.2g/t, Ag 5.6~18.6g/tの品位が得られている。

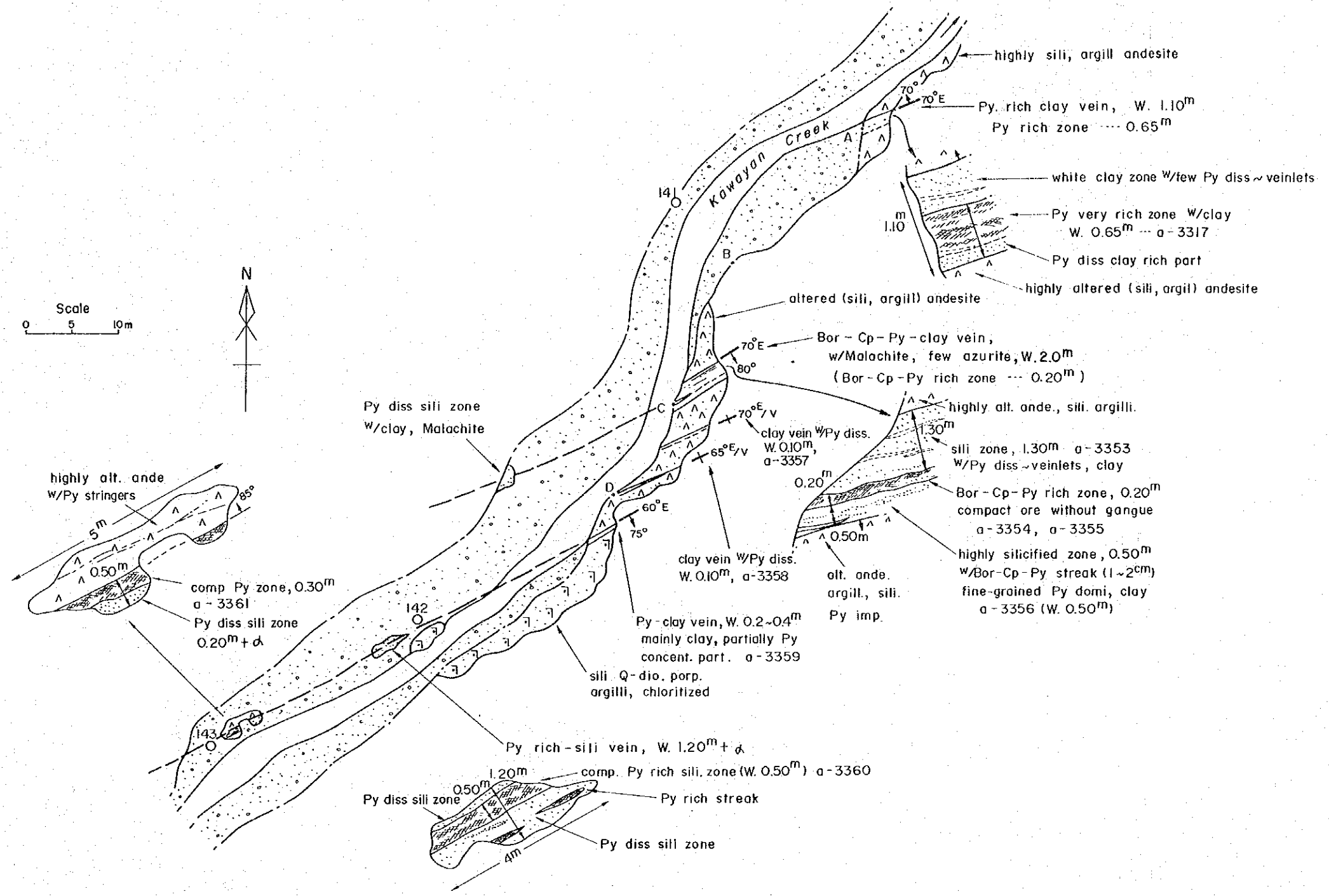


Fig. II-9 Distribution Map of Veins along Kawayan Creek in Layacan Area

バラシアン川南側支流のカワエン沢最下部には、Fig II-9に示されるように、塩基性安山岩中にN60°~70°Eの走向を示す5条の黄鉄鉱粘土脈が集中して形成されており、これらのうち最も幅の広い粘土脈中には幅20cmの黄銅鉱・斑銅鉱・黄鉄鉱良好部を伴っている。この脈は上盤から下盤に向って、幅1.3mの黄鉄鉱鉱染を伴う珪化粘土質部、幅20cmの銅高品位部、幅50cmの珪化帯となっており、各部分から採取した試料および銅高品位部の塊状鉱石の分析結果は次の通りである。

	採試幅(m)	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
上盤側粘土質部	1.30	0.1	6.4	0.04	—	—
銅高品位部(全幅)	0.20	0.5	41.4	25.25	0.01	0.04
銅良好部(塊鉄)	—	0.4	11.6	26.01	0.01	0.07
下盤側強珪化帯	0.50	0.0	0.8	0.20	0.00	0.00

銅に富む塊状鉱石を鏡下でみると、初生的には黄銅鉱と黄鉄鉱よりなる鉱石であるが、黄銅鉱は二次生の斑銅鉱およびダイジェナイトに代っていることが観察された。

セグセグ沢でみられる粘土質珪化帯は、リクアン層群I層の玄武岩溶岩およびティネグ層の石英安山岩溶岩を母岩としており、ともに硫化鉱物をあまり含まず、現在は金・銀を目的としてごく小規模な抜き掘りが実施されている。

上述のように、ラヤカン鉱化帯は黄鉄鉱と粘土を主とする鉱脈群より構成され、ごく一部の脈では多量の銅鉱物が認められるものの、大部分の脈は銅鉱物を欠き、また規模の点からも大きな期待はもてない。

#### 15. ドラオ(Dorao)鉱化帯

マリブコン部落北方5km、ピノンガン川上流ドラオ部落付近に位置する東西1.5km、東北0.5kmの鉱化帯で、ピノンガン川に沿って多数の露頭がみられる。この鉱化帯はリクアン層群II層の安山岩とこれを貫く花崗閃緑岩との境界部一帯に発達した黄鉄鉱鉱染帯で、大部分の露頭は花崗閃緑岩体中にあるが、安山岩中にも認められる。主要鉱石鉱物は黄鉄鉱で、主として鉱染状に産するが、一部は微細脈状~フィルム状をなす。黄銅鉱は局部的に認められるものの、全般的には非常に少ない。

本鉱化帯は次に述べるマリブコン鉱化帯の北西部に近接しており、両者の間には成因的に関係があるものと考えられる。

#### 16. マリブコン鉱化帯

本鉱化帯は第二年次の調査において新たに確認されたもので、マリブコン部落の北東4km、ピノンガン川の南斜面にあり、南北2km、東西0.8kmの範囲を占めている。この鉱化帯もリクアン層群II層の安山岩溶岩とこれを貫く花崗閃緑岩との境界部に位置し、鉱化帯を構成する5箇所の露頭のうち、3露頭は花崗閃緑岩体中にあり、他の2露頭は境界部の安山岩中に胚胎す

す。

岩体中の露頭は著しい珪化・絹雲母化作用を伴う黄銅鉱・黄鉄鉱染帯で、多量の孔雀石と少量の銅藍を生じている。黄銅鉱・黄鉄鉱は母岩中の有色鉱物を交代し、あるいは微細な割れ目に沿ってフィルム状に産し、また黄鉄鉱細脈が網状をなすこともある。岩体のやや中央寄りにある露頭から採取した鉱石試料と岩体縁辺部の露頭から採取した試料の分析結果は次の通りである。

	Cu (%)	S (%)	Au (g/t)	Ag (g/t)
岩体中央部	3.65	0.16	0.0	1.0
岩体縁辺部	0.87	0.17	0.0	0.9

岩体縁辺部の試料を鏡下でみると、黄銅鉱を多く含む鉱石で、酸化強く、黄銅鉱の縁辺部は赤銅鉱、銅藍によって交代されているのがよく観察される。

安山岩中の露頭は鉱染状のものと脈状のものがある。前者は鉱染状～微細脈状の黄鉄鉱よりなる露頭で、部分的に少量の孔雀石がみられるが、黄銅鉱は含まれない。後者は走向  $N 26^{\circ}W$ 、傾斜  $86^{\circ}E$  の多数の石英細脈の集合体で、全幅は  $70\text{ cm}$  に達するが、鉱石鉱物としては僅少の黄鉄鉱が認められるにすぎない。

本鉱化帯は過去に探鉱された実績がなく、また露頭の品位・母岩の変質などからも前に述べたラクブ鉱化帯に酷似することから、第三年次において地質・地化学精査と物理探査の実施が予定されていた。しかしながら、ラクブ鉱化帯と同様治安上の理由で調査は中止された。治安回復後早急に精査を行うことが望ましい。

#### 17. タバオ (Tapao) 鉱化帯

バルバラサン部落の南方  $5\text{ km}$  に位置し、リクアン層群Ⅱ層とみられる安山岩質岩類中に形成された黄鉄鉱染帯である。鉱化帯は  $N 60^{\circ}E$  方向の伸びをもつ最大  $1\text{ km}$  の範囲で、このなかで5箇所の露頭がみられる。部分的に黄銅鉱がみられるが、Cu品位は最高  $0.63\%$  で、それほど高くはない。この鉱化帯の  $2\text{ km}$  南方には  $3.6\text{ km} \times 1.5\text{ km}$  の Cu-Zn 地化学異常帯（河川堆積物対象）が確認されている。Cuの含有量は  $40 \sim 120\text{ ppm}$ 、Znは  $105 \sim 350\text{ ppm}$  である。

#### 18. バトンブハイ (Batong Buhay) 鉱山

チコ川の支流バシル川中流にあるバトンブハイ部落に位置している。本鉱山は、このプロジェクト開始前に実施された予察調査（1978年）時には、粗鉱  $3,000\text{ t/日}$ 、粗鉱品位 Cu  $0.5\%$ 、Au  $3\text{ g/t}$  で試験操業が実施されており、1980年より本操業に入る予定のところであった。しかしながら、1978年11月頃より付近の治安が悪化したため工事は遅延し、現在はフィレックス社（Philex Mining Corp.）によって本格操業のための工事が進められている。

鉱床は石英閃緑岩体の近傍に貫入した石英閃緑斑岩岩株に形成された鉱染ないし網状のポーフイリー・カッパー型鉱床で、主要鉱石鉱物は黄銅鉱、黄鉄鉱であり、これに少量の自然金を伴っている。自然金は網状部の石英細脈に多い。変質作用としては珪化・絹雲母化・粘土化が顕著である。埋蔵鉱量はAlmogela(1977)によれば9,000万トンで銅の品位は0.599%となっている。

#### 19. マウンティン(Mountain)鉱山

バトンブハイ鉱山の西部に隣接する本鉱床は、マウンティン鉱山社(Mountain Mine Incorporated)によって坑道・試錐探鉱が実施され、探鉱段階を終了している。鉱床は主として石英閃緑斑岩中に形成された網状～鉱染鉱床で3km×4kmの範囲内に5箇所の鉱化帯が確認されている。鉱化帯の伸びはほぼN10°~20°Eである。主要鉱石鉱物は黄銅鉱・黄鉄鉱・斑銅鉱で、石英細脈に伴うものと母岩中に鉱染するものがある。Cu品位はピットからの37試料が0.05~2.14%、ボーリングコアの12試料が0.17~4.09%、探鉱坑道からの11試料が0.21~1.60%を示している。鉱化変質としては珪化・絹雲母化・粘土化が著しい。

#### 20. ブチラオ(Butilao)鉱化帯

バシル川の上流、バトンブハイ鉱山の南7kmに位置する黄鉄鉱・黄銅鉱・斑銅鉱・石英細脈の網状鉱床で、鉱染帯を伴う。鉱化範囲は石英閃緑岩とリクアン層群Ⅱ層とみられる安山岩類との境界に沿って、南北900m・東西400mとなっている。この鉱化帯はレパント社(Lepanto Mining Corp.)によって探鉱が完了しており、埋蔵鉱量は3,000万トン(Cu 0.6%)とされている(Almogela, 1977)。鉱化変質としては珪化と部分的なカオリン化である。

#### 21. ベルワング(Belwang)鉱化帯

ブチラオ鉱化帯の西南約10km、バシル川上流部に位置する。1.5km×0.5kmの範囲内に分布する2箇所の黄鉄鉱鉱染帯と4箇所の黄鉄鉱・石英細脈網状帯よりなり、網状帯はほぼNE-SW方向に配列するが、個々の石英脈の方向はN-S系が多い。鉱石鉱物は黄鉄鉱のほか黄銅鉱・斑銅鉱がみられ、Cu品位は0.21~1.60%である。母岩は石英閃緑岩で、強い珪化を受けている。

以上が本プロジェクト地域内に分布する主要な鉱化帯であるが、これらのほかにもマドンガン川、シカパオ(Sicapao)川、ティネグ川上流部、イクミン川最下流部、ポントック南方などにも局所的な鉱化帯がみられる。これらのうち、一部の鉱化帯では黄銅鉱も認められるが大部分は黄鉄鉱を主とし、鉱化の程度は一般に微弱である。

なお、以上に述べた21鉱化帯について、各鉱化帯の要約をTable II-3に示した。

Table II-3 Summary of Mineralized Zones

(1)

No.	Name	Location	Type	Scale	Hostrock	Mineral	Alteration	Occurrence	Remarks
1	Solsona	Upstreams of Solsona River	Diss, Netwk.	6.0 km x 4.0 km	Gabbro, Q-dio	Py, (Mag)	Sil, Epi	5 disseminated and 11 Q-veinlets networked outcrops are found in gabbro and Q-dio. Width of each vein is 1 ~ 3 cm (max. 10 cm). Main ore minerals are Py and Mag, but one veinlets contains Cp (19.90 % Cu).	
2	Madongan	Upstreams of Madongan River	Vein, Diss	3.0 km x 3.5 km	Gabbro, Q-dio, Q-dio-porp, Licuan F.II	Py, (Mag), (Cp)	Sil	3 Q-veins and 5 disseminated outcrops are distributed. Veins consisting of Py, (Mag) and (Cp) occur in gabbro and Q-dio. Their width are 10 ~ 30 cm. All of disseminated outcrops contain Py and Mag. No Cu minerals are found.	
3	Bully Bueno	Headwaters of Madongan River	Netwk. ~ diss	1.5 km x 0.5 km	Q-dio-por, Licuan F.II	Cp, Bor, Py Mal, Azu	Sil, Ser, Epi	Ore deposits consist mainly of network-shaped Q-veins containing Cp. Bor and Py in Q-dio-porp and its periphery. Generally vein width ranges 30 ~ 50 cm but occasionally 100 cm. Cu contents of 10 outcrops ranged 0.37 ~ 10.16 % on the basis of BMG report.	Under prospecting by Hercules Minerals and Oil Inc.
4	Palsuguan	Upper stream of Palsuguan River	Diss ~ Vein	5.0 km x 2.5 km	Licuan F.II, Q-dio	Py	Sil	Mineralized zone occurs as Py-Q-veinlets network with disseminated Py in Licuan F.II and marginal parts of Q-dio masses. This zone is accompanied by geochemical anomalous zones of Cu, but no Cu minerals are observed in outcrops.	
5	Apayao	4 km west of Kabugao	Diss	4.0 km x 5.0 km	Q-dio, Licuan F.II	Py, (Cp)	Sil, (Ser), (Arg)	This zone is composed of over 10 Py-disseminated outcrops around contact between Q-dio and Licuan F.II. Main ore mineral is Py but Cp is found in only one outcrop.	
6	Baduat	3.5 km south of Kabugao	Diss	3.0 km x 0.3 km	G-dio, Q-dio, Licuan F.II	Py, Cp, (Bor), Mal	Sil, Ser, Arg	Mineralized zone consists of 3 outcrops containing dissemination of Py, Cp and a rare amount of Bor. Outcrop in central part of this zone gave 6.92 % Cu, 6.47 % S and 65.5 g/t Ag.	
7	Tawini	Northwestern vicinity of Tawini	Diss	1.6 km x 2.0 km	Q-dio	Py, Cp, Mal, (Bor)	Sil, Arg, Ser	This ore deposit is formed in marginal part of Q-dio stock and its periphery, and it occurs as dissemination of Py, Cp and Bor with Q-veinlets. Two samples from this deposit show 0.43 % Cu and 1.97 % Cu.	Under prospecting by Marcopper Mining Corp.

Abbreviation

Diss	: Dissemination	G-dio	: Granodiorite	Bor	: Bornite	Mal	: Malachite	Ser	: Sericitization
Netwk	: Network	Q-dio	: Quartz diorite	Cc	: Chalcocite	Azu	: Azurite	Kao	: Kaolinitization
Licuan I	: Licuan Group Formation I	Q-dio-porp	: Quartz diorite porphyry	Sph	: Sphalerite	Sil	: Silicification	Zeo	: Zeolitization
Licuan II	: Licuan Group Formation II	Q	: Quartz	Pyh	: Pyrrhotite	Arg	: Argillization	Pyro	: Pyrophyllite
		Py	: Pyrite	Mo	: Molybdenite	Chl	: Chloritization	Dia	: Diaspor
		Cp	: Chalcopyrite	Mag	: Magnetite	Epi	: Epidotization		

8	Lacub	Lacub and its vicinity	Diss ~ netwk	8 km x 2 km	G-dio, Licuan F.II	Cp, Py, Mal, (Bor), (Cc)	Sil, Ser, Arg, K-alteration	This zone is divided into 4 sub-zones. Main zone consists of dissemination of Py, Cp and Bor, and its Cu contents range 0.05 % to 2.87 %. Other 2 zones are composed of Py-disseminations and rest one is skarn.	Main zone had been prospected by Inco Mining Corp.
9	Kapuaran	3 km south of Lacub	Diss ~ Vein	1.0 km x 1.0 km	G-dio, Licuan F.II	Mal, Py	Sil, Ser.	This mineralized zone consists of 4 outcrops composed of dissemination of Py and Py-veinlets. One of them contains Mal and Cu content is 1.68 %.	
10	Abra mine	Western vicinity of Baay	Vein and Diss	0.8 km x 0.8 km	G-dio, Licuan F.II	Cp, Py, Sph	Sil, Arg	Ore deposit of Abra mine is composed of 3 principal veins with Cp, Py, Sph in marginal part of granodiorite. Cu contents ranged 0.73 ~ 14.87 %. Around Abra deposit, 4 disseminated outcrops of only Py are exposed.	This mine had been operated by Abra Mining Corp.
11	Manikbel	Northern vicinity of Ud-Udiao	Diss and Vein	2.0 km x 1.2 km	Q-dio, G-dio, Licuan F.II	Cp, Py, Mal, Azu	Sil, Ser, Arg, Zeo	Mineralized zones are mainly distributed in Mamising Creek and they occur as dissemination of Cp and Py with Mal and Azu. Cu contents of outcrops ranged 0.03 % ~ 11.15 %. Some vein type deposits are also found along Manikbel River, and their Cu contents ranged 0.16 % ~ 16.39 %.	Mineralized zone in Mamising River had been drilled by BMG in 1973-1974.
12	Ableg	Northern portion of Ableg	Skarn and Diss	1.5 km x 1.0 km	Q-dio, Licuan F.II	Py, Cp	Sil, Skarn mineral	Skarn deposit occurs in contact between Q-dio and limestone and consists of garnet, hedenbergite and other skarn minerals with Cp, Py, and Pyh. Py-disseminated outcrops with lesser Cu are found near skarn deposit.	
13	Bucloc	Southern portion of Bucloc	Diss ~ Netwk	5.0 km x 9.0 km	G-dio, Q-dio-porp, Licuan F.II	Py, (Cp), (Mal)	Sil, Ser, Arg	More than 20 outcrops are exposed in this zone, and they consist mainly of dissemination of abundant Py with minor amounts of Cp and Mal. Some of them occur as network of Q-veinlets with Py.	This had been prospected by Mar-copper Mining Corp.
14	Layacan	Lower stream of Layacan River	Diss ~ Vein	2.0 km x 1.0 km	Q-dio-porp, Licuan F.I, Tineg F.	Py, Cp, Bor, (Mal), Au-minerals	Sil, Arg, Ser, Pyro, Dia	This mineralized zone consists of sulfide rich veins and gold one. The former is mainly distributed along Balasian River, and it is composed of Py and clay. But one vein contains abundant Cp and Bor. Gold veins are found along Segseg Creek. All of them are very thin and show low Au content.	Some of gold veins are stopped locally.

15	Dorao	Upper stream of Binongan River	Diss	1.5 km x 0.5 km	G-dio, Licuan F.II	Py, (Cp)	Sil, Arg	Many outcrops occur in contact between granodiorite and volcanic rocks of Licuan F.II as dissemination of Py accompanied by a minor amount of Cp.	
16	Malibcong	4 km east of Malibcong	Diss and Vein	0.8 km x 2.0 km	G-dio, Licuan F.II	Py, Cp, Mal	Sil, Ser, Arg	This mineralized zone consists of 4 disseminated outcrops. 3 of them occur in granodiorite and contain Py, Cp and Mal. Rest one is composed of only Py. This zone also contains one barren Q-veinlets networked outcrop.	
17	Tapao	5 km south of Balbalasang	Diss	1.0 km x 1.0 km	Licuan F.II	Py, (Cp)	Sil, Chl, Arg	Py-disseminated zones with minor amount of Cp occur along minor fractures and joints. Maximum Cu content of zones is 0.63 %.	Unsurveyed area. This had been prospected by Inco Mining Corp.
18	Batong Buhay mine	Batong Buhay, middle stream of Pasil River	Diss ~ Netwk	Ore reserve : 90 Mts, 0.599 % Cu	Q-dio-porp, Licuan F.II	Cp, Bor, Py	Sil, Ser, Arg	Ore deposits of this mine consist of dissemination of Cp, Bor and Py with network of Q-veinlets accompanied by Cp, Py, Bor and gold minerals. These deposits occur in quartz diorite porphyry and andesitic rocks of Licuan F.II	Unsurveyed area. Presently under constructing by Philex Mining Corp.
19	Mountain mine	Western vicinity of Batong Buhay mine	Stockwork	3.0 km x 4.0 km	Q-dio-porp, Licuan F.II	Py, Cp, Bor	Sil, Ser, Arg	Mineralized zones occur as dissemination of Cp, Py and Bor with networked Q-veinlets. General trend of zones is N10° ~ 20° E. Cu contents of 37 test pits, 12 drilling holes and 11 adits ranged 0.05 ~ 2.14 %, 0.17 ~ 4.09 % and 0.21 ~ 1.60 %, respectively.	Unsurvey area. Explored by Mountain Mine, Incorp.
20	Butilao	7 km south of Batong Buhay mine	Stockwork	0.9 km x 0.4 km Ore reserve : 30 Mts, 0.60 % Cu	Q-dio, Licuan F.II	Cp, Py, (Mal), (Mo)	Sil, Kao	Stockworked zone of Q-veinlets with Cp, Py and rare amount of Mo occur in contact between quartz diorite and andesitic rocks of Licuan F.II.	Unsurvey area. Explored by Lepanto Mining Corp.
21	Belwang	Upper stream of Pasil River	Diss, Netwk	1.5 km x 0.5 km	Q-dio	Py, (Cp), (Bor)	Sil	2 disseminated zones of Py and 4 networked zones of Py-Q veins are distributed in NE-SW direction. They occur in marginal part of quartz diorite mass. Cu contents ranged 0.21 ~ 1.60 %.	Unsurveyed area. Explored by Bengued Corp.