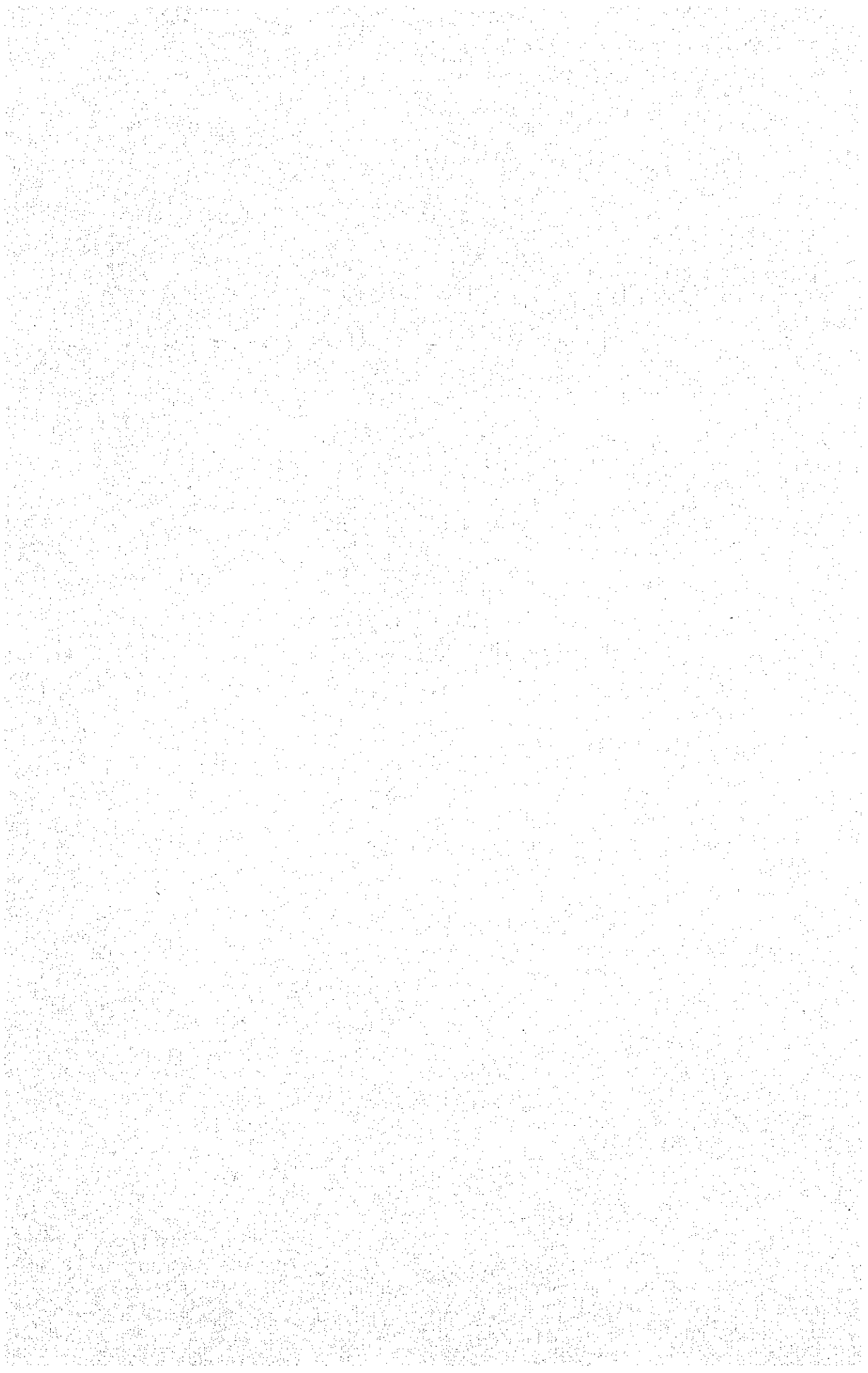


フィリピン共和国ルソン北西部地区
資源開発協力基礎調査報告書

第二 年 次

昭和 55 年 10 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



フィリピン共和国ルソン北西部地区
資源開発協力基礎調査報告書

第 二 年 次

JICA LIBRARY



104663018J

昭和 55 年 10 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団	
総計 84.8.27	1180
登録NO. 14024	60.1
	MPN

は し が き

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

本調査は3ヶ年にわたって行われる予定で、本年はその第二年次にあたり、上記調査の一環として、大手開発株式会社谷口洋文氏を団長として15名からなる調査団を編成し、昭和55年1月16日から昭和55年5月19日まで現地派遣した。現地調査は、フィリピン共和国政府関係機関の協力を得て予定通り完了した。

本調査報告書は第二年次の調査結果をとりまとめたものである。

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

昭和55年10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

[The page contains extremely faint and illegible text, likely due to low contrast or scanning quality. The text is arranged in multiple paragraphs across the page, but no specific words or phrases can be discerned.]

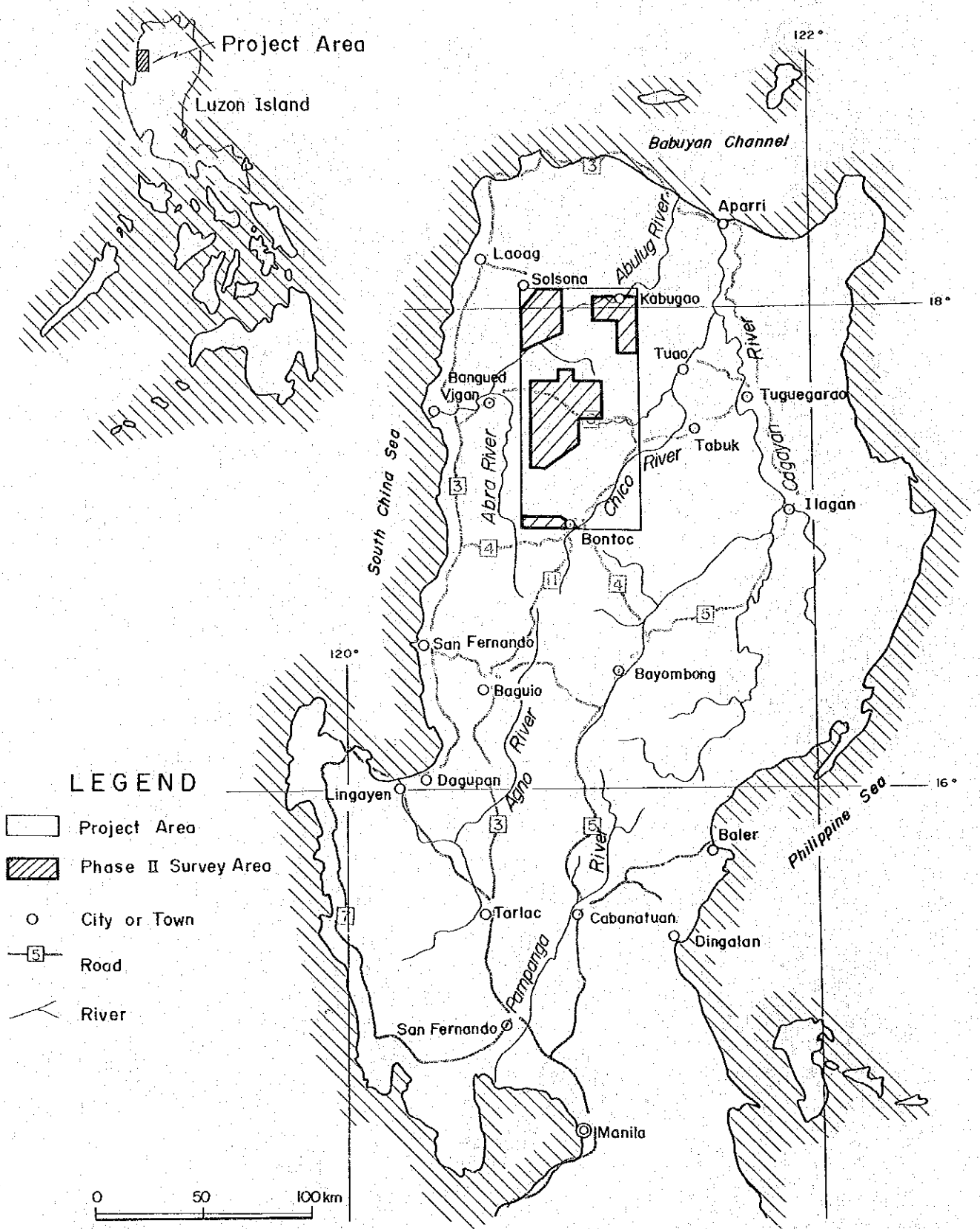
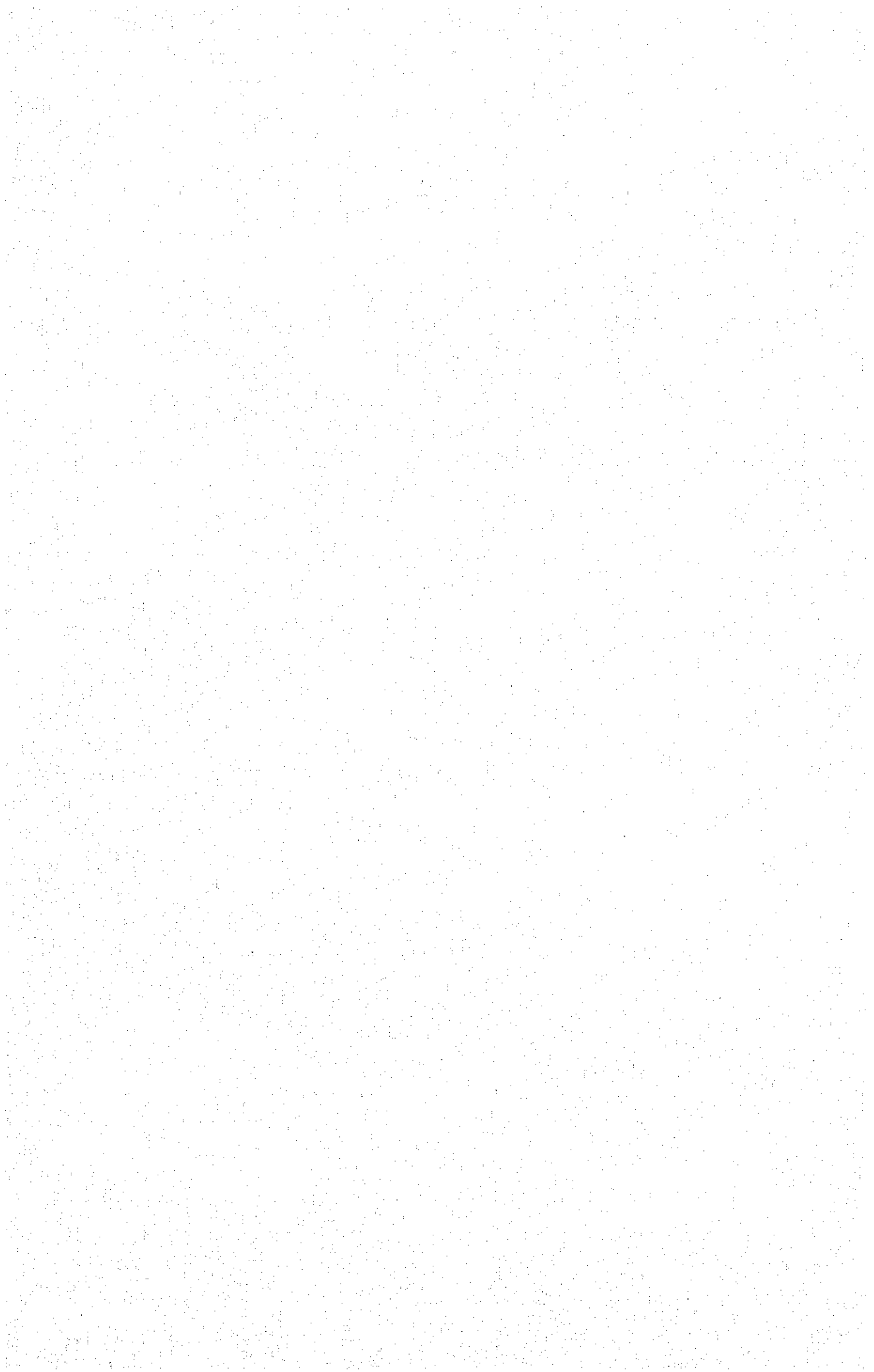


Fig. 1

Location Map of Project Area



目 次

は し が き
位 置 図
目 次
要 約

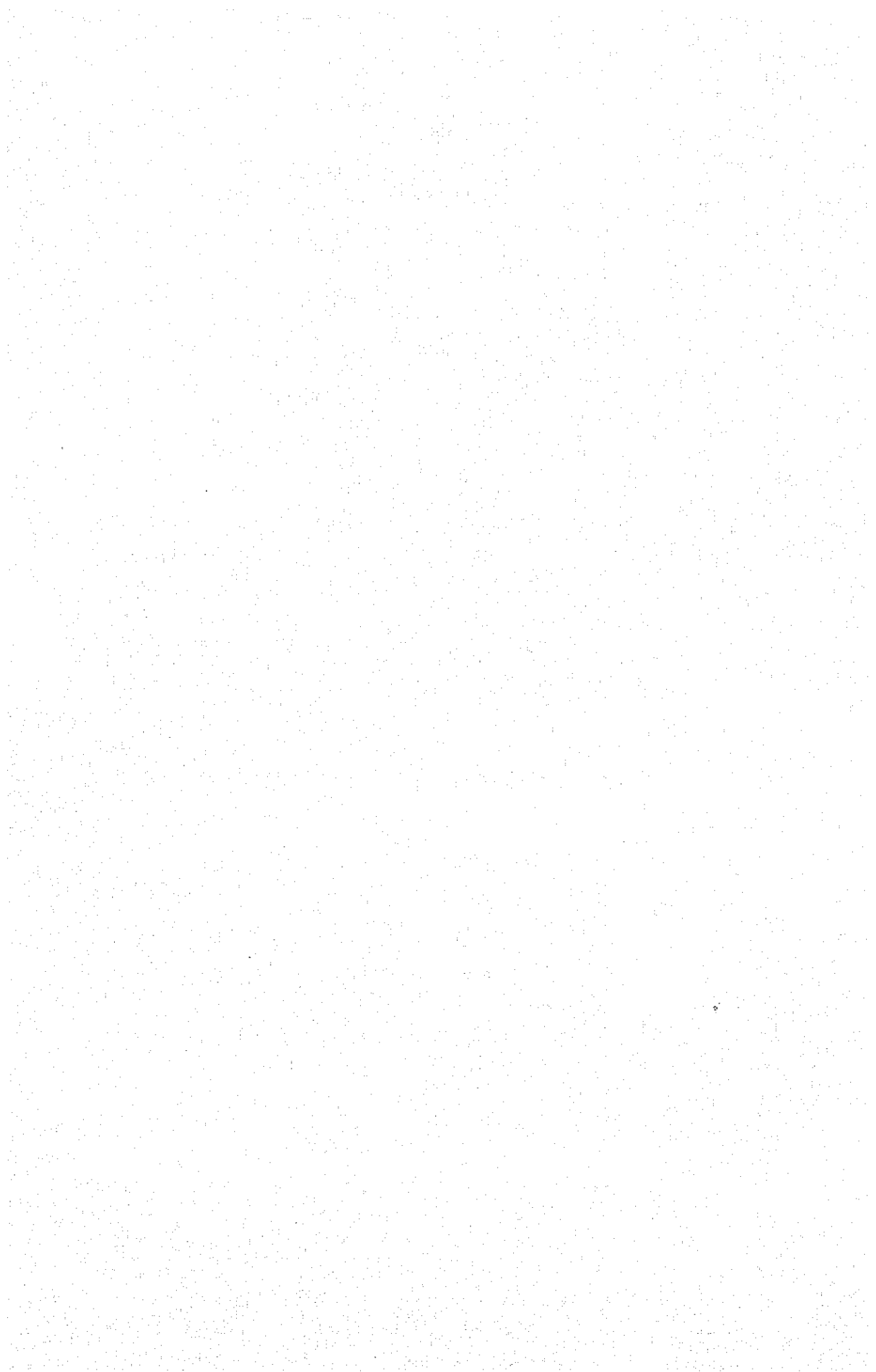
総 論

第1章 序 論	1
1-1 緒 言	1
1-2 調査の目的	1
1-3 調査地域	2
1-4 調査の概要	3
1-5 調査団の編成	4
1-6 参考文献	6
第2章 総合検討	10
2-1 調査地域の地質的位置づけ	10
2-2 地質構造・火成活動・鉍化作用の相互関係	11
2-3 地化学探査結果と鉍化帯との関係	12
2-4 物理探査結果と鉍化帯との関係	13
2-5 要 約	14
第3章 結論および将来への展望	15
3-1 結 論	15
3-2 将来への展望	16

各 論

I 地 質 調 査

第1章 総 説	18
第2章 地 質	19
2-1 概 説	19
2-2 層序および貫入岩類	19



2-2-1	アブラ地域	19
2-2-2	ソルソナ地域	23
2-2-3	ボントック地域	25
2-2-4	カブガオ地域	27
2-3	貫入岩類の化学組成	29
2-4	貫入岩類の絶対年代	31
2-5	地質構造	31
第3章	鉍床	35
3-1	概説	35
3-2	鉍化帯	36
3-2-1	アブラ地域	36
3-2-2	ソルソナ地域	45
3-2-3	ボントック地域	48
3-2-4	カブガオ地域	48
3-3	鉍床形成の場の一般的特徴	50

II 地化学探査

第1章	総説	52
第2章	河川堆積物による地化学探査	53
2-1	概説	53
2-2	試料の採取および分析	53
2-3	分析結果の処理	54
2-4	異常帯の分布	55
2-4-1	アブラ地域	55
2-4-2	ソルソナ地域	57
2-4-3	ボントック地域	58
2-4-4	カブガオ地域	58
2-5	異常帯と鉍化帯との関係	59
第3章	土壌による地化学探査	61
3-1	概説	61
3-2	試料の採取および分析	61
3-3	分析結果の処理	61

3-4 異常帯の分布	62
3-4-1 ボクロック地域	62
3-4-2 アブレグ地域	64
3-4-3 ラクブ地域	64
3-4-4 マリブコン地域	64
3-5 異常帯と欽化帯との関係	65

Ⅲ 物 理 探 査

第1章 総 説	67
第2章 調 査 要 項	68
2-1 測 定 機 器	68
2-2 測 量	68
2-3 地 質 概 要	69
第3章 調 査 方 法	70
3-1 I P 法概要	70
3-2 磁気探査法概要	72
3-3 ルソン北西部地区空中磁気探査結果について	73
第4章 結 果 解 析	75
4-1 断 面 解 析	75
4-2 平 面 解 析	79
4-2-1 I P 平面からの解釈	79
4-2-2 磁気平面図からの解釈	79
4-3 物性測定結果	80
4-3-1 概 要	80
4-3-2 岩石物性測定	80
4-4 モデル計算結果	83
4-4-1 I P モデル計算	83
4-4-2 磁気異常モデル計算	84
第5章 結 論	85
5-1 結 論	85
5-2 今後の問題	85

LIST OF ILLUSTRATIONS

- Fig. 1 Location Map of Project Area
- Fig. 2 Location Map of Semi-Detailed Survey Area
- Fig. 3 Location Map of Detailed Survey Area
- Fig. 4 Recommended Area for Phase III Survey
- Fig. I-1 Location Map of Rock Samples for Chemical
Analysis and Dating
- Fig. I-2 Variation Diagram of Intrusive Rocks
- Fig. I-3 M-F-A Diagram of Intrusive Rocks
- Fig. I-4 Normative Or-Ab-An Diagram of Intrusive Rocks
- Fig. I-5 Normative Q-Pl-Kf Diagram of Intrusive Rocks
- Fig. II-1-1 Cumulative Frequency Distribution of Cu in Semi-
Detailed Survey Area
- Fig. II-1-2 Cumulative Frequency Distribution of Zn in Semi-
Detailed Survey Area
- Fig. II-2-1 Cumulative Frequency Distribution Diagrams of
Cu and Zn in Bucloc and Ableg Area
- Fig. II-2-2 Cumulative Frequency Distribution Diagrams of
Cu and Zn in Lacub Area
- Fig. II-2-3 Cumulative Frequency Distribution Diagrams of
Cu and Zn in Malibcong Area
- Fig. II-3-1 Compilation Map of Geochemical Anomalies,
Mineralization and Geology in Bucloc and Ableg Area
- Fig. II-3-2 Compilation Map of Geochemical Anomalies,
Mineralization and Geology in Lacub and Malibcong
Area

[The page contains extremely faint and illegible text, likely due to low contrast or scanning quality. The text is arranged in several paragraphs, but the characters are too light to be transcribed accurately.]

Fig. III-1	Block Diagram of the Terrain Correction
Fig. III-2	An Example of the Terrain Correction for the Apparent Resistivity on Line-I
Fig. III-3	Aeromagnetic Interpretation Map
Fig. III-4-1	20 IP Profile
Fig. III-5	Block Diagram of the Measurement of IP Physical Properties of Rock Samples
Fig. III-6-1~5	Result of IP Model Calculation
Fig. III-7	Magnetic Anomaly and Magnetic Body Causing It

LIST OF TABLES

Table 1	Outline of Field Survey in Phase II
Table I-1	Generalized Stratigraphy in Survey Areas
Table I-2	Result of Chemical Analysis and Normative Mineral Composition of Intrusive Rocks
Table I-2	Result of K-Ar Dating
Table I-4	Relation between Phase I and Phase II Mineralized Zones
Table I-5	Summary of Mineralized Zones
Table II-1	Summary of Geochemical Anomalous Zones
Table III-1	FE, Resistivities and Magnetic Susceptibilities of Rock Samples
Table III-2	Remanent Magnetism of Rock Samples

LIST OF APPENDICES

Fig. A-1	Microphotography of Thin Section
Fig. A-2	Microphotography of Polished Section
Fig. A-3	Chart of X-ray Diffractive Analysis
Table A-1-1	List of Larger Foraminifera
Table A-1-2	List of Smaller Foraminifera
Table A-2-1	List of Microscopic Observations(Plutonic Rock)
Table A-2-2	List of Microscopic Observations(Lava and Dyke)
Table A-2-3	List of Microscopic Observations(Sedimentary Rock)
Table A-2-4	List of Microscopic Observations(Ore)
Table A-3	List of X-ray Diffractive Analysis
Table A-4	Metal Content of Ore Samples
Table A-5-1	Metal Content of Geochemical Samples (Stream Sediment)
Table A-5-2	Metal Content of Geochemical Samples (Soil)
Table A-5-3	Metal Content of Check Samples (Japan and Phillipines)
Plate I-1-1	Semi-Detailed Geological Map and Profiles of Abra Area (1:50,000)
Plate I-1-2	Semi-Detailed Geological Map and Profiles of Solsona Area (1:50,000)
Plate I-1-3	Semi-Detailed Geological Map and Profiles of Bontoc Area (1:50,000)
Plate I-1-4	Semi-Detailed Geological Map and Profiles of Kabugao Area (1:50,000)

[The page contains extremely faint and illegible text, likely due to low contrast or scanning quality. The text is arranged in a standard paragraph format but cannot be transcribed accurately.]

Plate I-2-1	Detailed Geological Map and Profiles of Bucloc and Ableg Area	(1:25,000)
Plate I-2-2	Detailed Geological Map and Profiles of Lacub and Malibcong Area	(1:25,000)
Plate I-3	Map Showing the Relationship Between Mineralized Zones and Geological Structure	(1:100,000)
Plate I-4-1	Location Map of Analyzed Rock Samples of Abra Area	(1:50,000)
Plate I-4-2	Location Map of Analyzed Rock Samples of Solsona Area	(1:50,000)
Plate I-4-3	Location Map of Analyzed Rock Samples of Bontoc Area	(1:50,000)
Plate I-4-4	Location Map of Analyzed Rock Samples of Kabugao Area	(1:50,000)
Plate II-1-1	Semi-Detailed Geochemical Anomaly Map of Abra Area	(1:50,000)
Plate II-1-2	Semi-Detailed Geochemical Anomaly Map of Solsona Area	(1:50,000)
Plate II-1-3	Semi-Detailed Geochemical Anomaly Map of Bontoc Area	(1:50,000)
Plate II-1-4	Semi-Detailed Geochemical Anomaly Map of Kabugao Area	(1:50,000)
Plate II-2-1	Detailed Geochemical Cu-Anomaly Map of Bucloc and Ableg Area	(1:25,000)
Plate II-2-2	Detailed Geochemical Cu-Anomaly Map of Lacub and Malibgong Area	(1:25,000)
Plate II-3-1	Detailed Geochemical Zn-Anomaly Map of Bucloc and Ableg Area	(1:25,000)

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that proper record-keeping is essential for transparency and accountability, particularly in the context of public administration and government operations. The text highlights how detailed records can help identify inefficiencies, prevent fraud, and ensure that resources are used effectively.

2. The second part of the document focuses on the role of technology in modern record-keeping. It explores how digital systems and software solutions can streamline the process of data collection, storage, and retrieval. The author notes that while technology offers significant advantages, it also presents challenges such as data security, system integration, and the need for staff training. The document suggests that a balanced approach, combining traditional methods with modern technology, is often the most effective.

3. The third part of the document addresses the legal and regulatory requirements surrounding record-keeping. It discusses various laws and standards that govern how records must be maintained, including issues related to data privacy, retention periods, and access rights. The text provides a comprehensive overview of these regulations, helping organizations understand their obligations and avoid potential legal pitfalls.

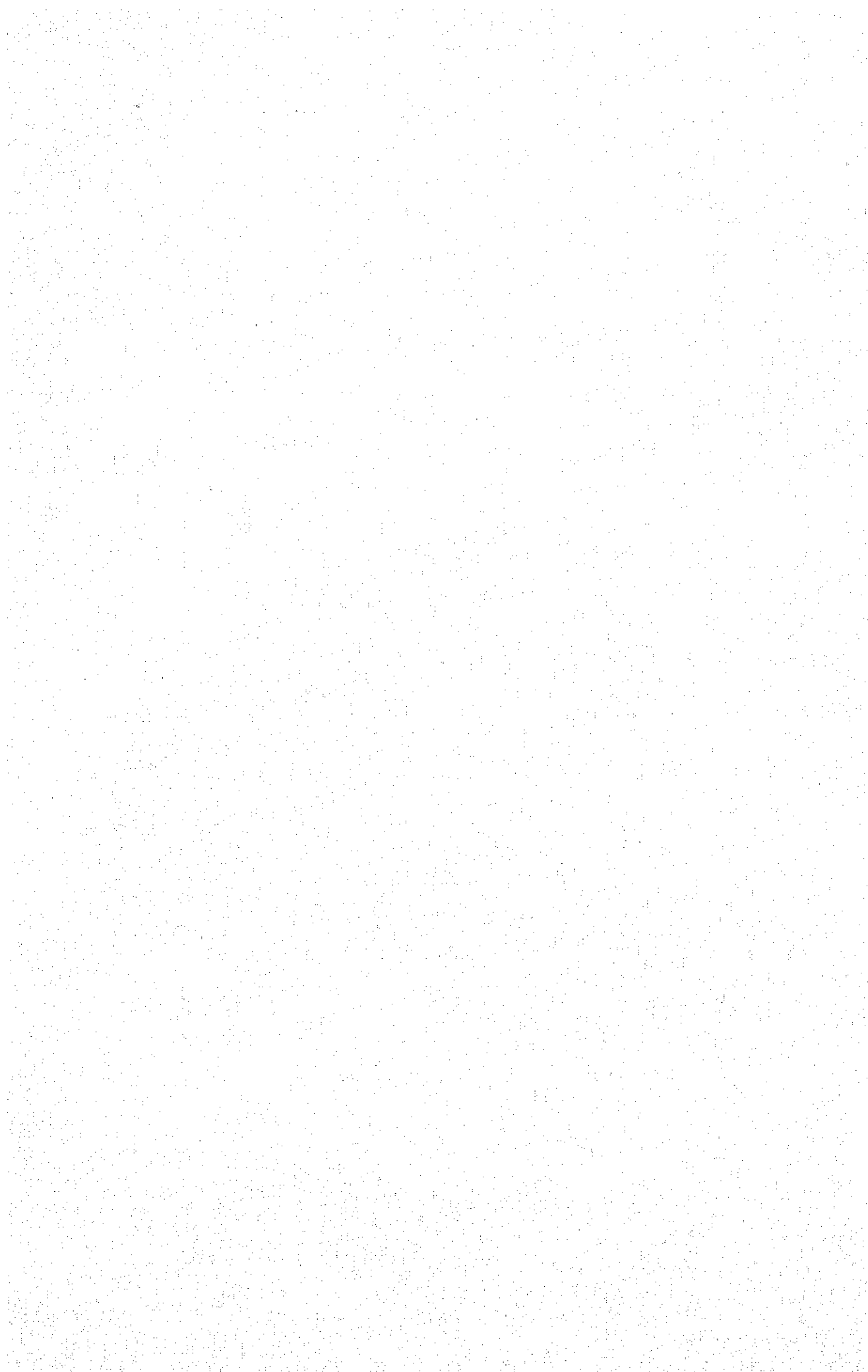
4. The fourth part of the document discusses the importance of regular audits and reviews of record-keeping systems. It explains that periodic audits can help ensure that records are up-to-date, accurate, and compliant with relevant laws. The document also outlines best practices for conducting these audits, including the selection of independent auditors and the use of standardized procedures.

5. The fifth part of the document concludes by summarizing the key points discussed and offering final recommendations. It reiterates that effective record-keeping is a critical component of any organization's operations and that a proactive approach to maintaining and improving record-keeping systems is essential for long-term success. The document encourages organizations to stay informed about the latest developments in record-keeping technology and regulations.

Plate II-3-2	Detailed Geochemical Zn-Anomaly Map of Lacub and Malibgong Area	(1:25,000)
Plate II-4	Map Showing the Relationship Between Mineralized Zones and Geochemical Anomalous Zones	(1:100,000)
Plate II-5-1	Location Map of Stream Sediment Samples of Abra Area	(1:50,000)
Plate II-5-2	Location Map of Stream Sediment Samples of Solsona Area	(1:50,000)
Plate II-5-3	Location Map of Stream Sediment Samples of Bontoc Area	(1:50,000)
Plate II-5-4	Location Map of Stream Sediment Samples of Kabugao Area	(1:50,000)
Plate II-6-1	Location Map of Soil Samples of Bontoc and Ableg Area	(1:25,000)
Plate II-6-2	Location Map of Soil Samples of Lacub and Malibgong	(1:25,000)
Plate III-1	IP Layout Geologic Map	
Plate III-2-1	Equi-Frequency Effect Map	(n=1)
Plate III-2-2	Equi-Frequency Effect Map	(n=3)
Plate III-2-3	Equi-Frequency Effect Map	(n=5)
Plate III-3-1	Apparent Resistivity Map	(n=1)
Plate III-3-2	Apparent Resistivity Map	(n=3)
Plate III-3-3	Apparent Resistivity Map	(n=5)
Plate III-4	Magnetic Survey Stations and Total Intensity Map	
Plate III-5	Filtered Map	

[The page contains extremely faint and illegible text, likely due to low contrast or scanning quality. The text is arranged in a single column and appears to be a continuous block of writing.]

- Plate III-6 Magnetic Structure Map
- Plate III-7 General Interpretation Map
- Plate III-8 IP Panel Diagram



要 約

フィリピン共和国ルソン北西部地区における第二年次の調査は、第一年次の調査結果にもとづいて鉱床賦存の可能性の高い地域として抽出された4地域(1800Km²)のなかから、地質構造・火成活動・鉱化作用等の実態把握とこれらの相互関係を明らかにすることによって、鉱床賦存の可能性の最も高い地域30Km²を抽出することを目的として、地質・地化学準精査および精査と物理探査が実施された。

地質調査の結果、地域内には第一年次の調査で確認されたものも含めて合計21の鉱化帯が分布することが明らかとなった。これらの鉱化帯の大部分は黄銅鉱・黄鉄鉱を主とする網状鉱染型鉱化帯で、いわゆるポーフリー・カッパー型鉱床である。そしてこの型の鉱化帯はいずれも地域内に広く分布する深成岩類および深成岩類に成因的に密接な関係をもつ半深成岩類の内部および周辺に形成されており、鉱床形成の場が明らかにされた。また、採取された多くの試料の検鏡結果および試料の化学分析・絶対年代の測定結果から深成岩類の岩相区分と時代決定が行われ、深成岩類は斑レイ岩、石英閃緑岩、花崗閃緑岩に区分され、その年代は第一年次の測定結果も含めると9.8 m.y.~26.3 m.y.となり、非常に長期にわたる深成活動であることが確められた。

地化学探査の結果、河川堆積物を対象とした準精査によって14のCu・Zn異常帯が抽出され、これらの異常帯のうちCuを主とする異常帯は全て鉱化帯と重複する分布をしており、鉱化帯の分布・その範囲の決定に極めて有効であることが確認された。土壌を対象とした地化学探査は主要鉱化帯および河川堆積物による地化学異常帯を含む精査地域(180Km²)に対して実施され、この結果Cuを伴う鉱化帯では高いCu異常帯が得られ、異常帯の範囲も鉱化帯の広がりとよく一致することが明らかとなった。

物理探査は、精査地域の中で最も広い鉱化帯をもつ区域において、IP法電気探査および磁気探査が実施され、その結果地質調査で確認された広範囲の黄鉄鉱・黄銅鉱帯とほぼ一致するFE5%以上の異常帯が得られ、この異常帯は深部にも連続しており、鉱化帯の深部への連続性が確かめられた。またこの異常帯は土壌による地化学異常ともよく一致した。

以上の調査結果を総合的に検討した結果、鉱床賦存の可能性の最も高い地域として黄銅鉱・黄鉄鉱・孔雀石よりなる網状鉱染型鉱化帯を含む3地域(30Km²)が選定された。第三年次はこれらの地域に対して精密な地質調査・地化学探査(土壌)・物理探査を行うとともに、最も有望な鉱化帯に試錐探査を行い、鉱床の総合評価を図るべきである。

總 論

第 1 章 序 論

1-1 緒 言

フィリピン共和国ルソン北西部地区における鉱物資源開発協力基礎調査の第二年次の調査は、第一年次の調査によって鉱物賦存の可能性の高い区域として選出された4地域（面積1800 Km²）について、地質・地化学準精査および精査ならびに物理探査を内容として、昭和55年1月16日より現地調査が開始された。この調査には日本側から17名、フィリピン共和国鉱山地球科学局（Bureau of Mines and Geo-Sciences）から12名の技術者がそれぞれ参加し、同局をはじめ、調査地の市町村当局ならびに政府関係各出先機関などの協力により予定通り同年5月19日全ての現地作業を終了した。

なお本年次の調査では、第一年次の調査において治安上の理由から野外調査の実施が保留されたプロジェクト地域南東部のチコ（Chico）川流域一帯約1700 Km²の区域について、治安が回復しておれば調査を実施する予定であった。しかしながら、同区域の治安は依然として険悪な状態下にあり、調査は勿論のこと情報の収集も不可能であった。

現地調査の結果は、野外作業終了後現地において、両国の調査員によって概略的に解析・検討されたあと、採取された岩石・地化学試料とともに日本に持ち帰られ、国内において詳細な測定・分析・解析作業が行われた。これらの解析結果はフィリピン側調査員の来日を得て総合的に検討され、報告書としてとりまとめられた。

本報告書の作成にあたり、秋田大学松隈寿紀・本多朔郎両教授、埼玉大学松丸国照助教授より鉱石・鉱物、変質、化石等に関して、それぞれ有益な御助言を賜った。ここに明記し、深謝の意を表します。

1-2 調査の目的

本地区における第二年次の調査は、第一年次の地質・地化学概査によって抽出された鉱床賦存の可能性の高い4地域から、第1段階として地質・地化学準精査により、より有望な区域180 Km²を選定し、第2段階ではこの区域のなかから地質・地化学精査および物理探査によって最も有望な区域約30 Km²を抽出することを目的とした。このため、野外調査や解析作業にあたっては、各地域ごとの地質構造・火成活動・鉱化作用の相互関係の解明および鉱化帯の地質環境・規模・性状の把握などを主要テーマとした。このほか、第一年次の調査報告書において、今後引き続き検討が望ましい事項として提起された先新第三系の細分化、深成岩類の岩相区分などについても第二年次の調査範囲内において検討がなされた。

1-3 調査地域

準精査の対象となった地域はアブラ (Abra), ソルソナ (Solsona), ポントック (Bontoc) およびカブガオ (Kabugao) の4地域で, 各地域相互の位置関係は Fig. 2 に示す通りである。

アブラ地域はプロジェクト地域の中央部を占める面積920Km²の範囲で, 第一年に報告したラクブ (Lacub), ドラオ (Dorao), ボクロック (Bucloc), イクミン (Ikmin), ボリネイ (Boliney) の5鉱化帯と休止中のアブラ鉱山を含み, 4地域中最も重要な地域である。地域内への交通は, アブラ州の州都バングッド (Bangued) と東部のカリंगा・アパヤオ (Kalinga-Apayao) 州を結ぶ国道6号線が地域のほぼ中央部を横断するほか, 南部ボクロック川沿いに車道があるものの, 全般的には地形急峻のため道路の発達は悪い。なお, 国道6号線は治安不良のため第一年次同様カリंगा・アパヤオ側は通行不能であった。

ソルソナ地域はプロジェクト地域の北西端に位置し, ソルソナ・パルスグアン (Palsuguan) 両鉱化帯を含む面積360Km²の範囲で, その大半はイロコス・ノルテ (Ilocos Norte) 州に属するが, 南部はアブラ州となっている。地域内の大部分は著しく急峻な地形を呈し, 車道は全く存在しない。

ポントック地域はプロジェクト地域の南西端, マウンティンプロビンス (Mountain Province) 州からイロコス・スル (Ilocos Sur) 州にかけて位置し, ラヤカン (Layacan) およびギトロン (Guitron) 両鉱化帯を含む面積160Km²の範囲である。

カブガオ地域はソルソナ地域の東方 約30Km, カリंगा・アパヤオ州のカブガオ部落を中心とする面積360Km²の区域で, 北部にアパヤオ鉱化帯を, 南部にタウイニ (Tawini) 鉱化帯を含む。

以上の4地域は東西約50Km, 南北約110Kmの範囲内にあるが, 地形的に標高800~2500mの急峻な山岳地帯に位置することから, 各地域を結ぶ最短道路はなく, ベースキャンプを設置したバングッドからソルソナ地域までは西海岸沿いの国道3号線を経由して約3時間半, ポントック地域へはバギオ (Baguio) 市経由国道11号線を利用して約10時間, カブガオ地域へはバギオ市・カガヤン (Cagayan) 州都ツグェガラオ (Tuguegarao) 経由で16時間をそれぞれ要する。

精査対象地域として選ばれたボクロック (80Km²), アブレグ (Ableg, 10Km²), ラクブ (40Km²), マリブコン (Malibcong, 50Km²) の4地域は, Fig. 3 に示す通り, いずれもアブラ準精査地域内にあり, これらのうちボクロックおよびアブレグ地域には道路が通じており交通の便は良いが, ラクブ・マリブコン両地域は国道6号線から小径が通じているだけで, 交通の便は極めて悪い。

物理探査はボクロック精査地域の南部, ボクロック川とイクミン川との分水嶺を含む約10

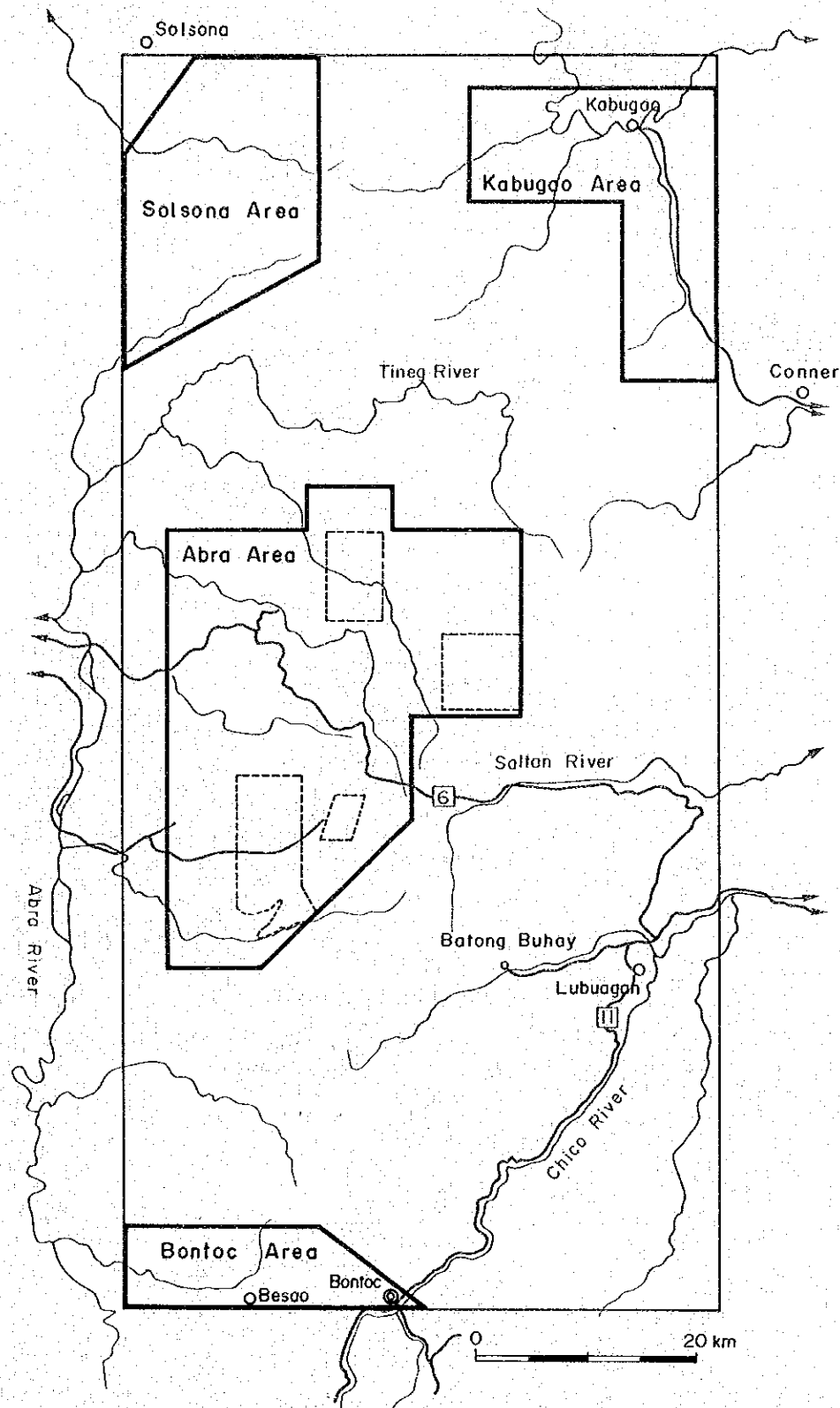


Fig. 2 Location Map of Semi-Detailed Survey Area

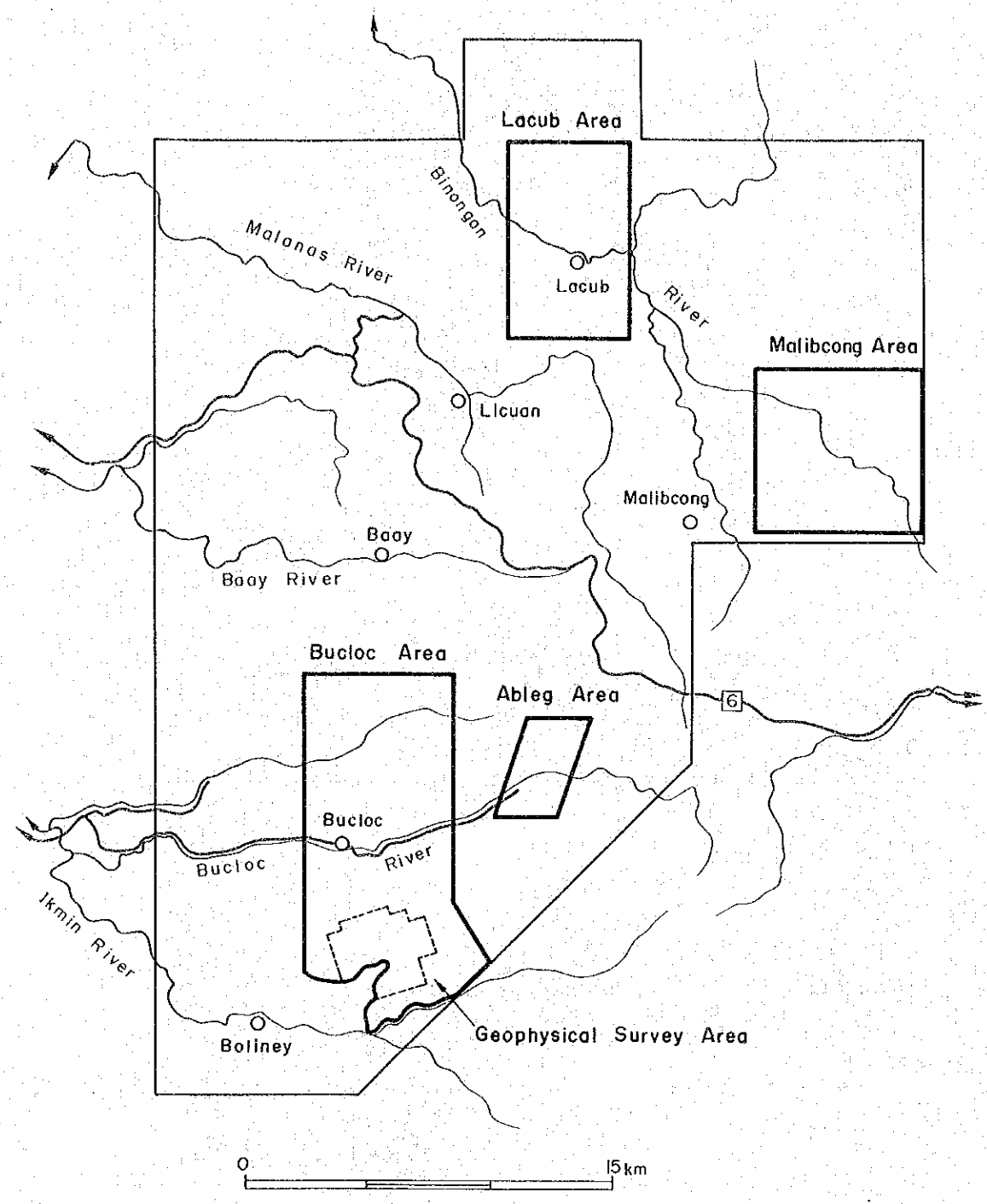


Fig. 3 Location Map of Detailed Survey Area

K₁の山稜部で実施された。付近一帯は濃密な竹林に覆われ、部落もボクロック・イクミン両河川の本流沿いに小規模に点在するだけで、未だ充分に開発されていない。バングッドから最寄りの部落ラマオ(Lamao)までは車で2時間半である。

1-4 調査の概要

本年度の調査は既に述べた通り、1800K₁の広い区域から約30K₁の最有望地域を抽出することを目的としているため、同一地域内において準精査、精査の2段階の調査が行われ、また調査対象地域もそれぞれに直結する道路を持たない4地域に分散したため、全体として広範囲・長期間の現地調査となった。

このため、準精査の開始に先立ち、1月16日より27日まで先発隊によってフィリピン鉱山地球科学局との調査実施についての細部打合せ、調査地の市町村当局および政府関係各出先機関との折衝、治安・道路状況についての情報収集など調査本隊受入れのための準備調査が実施された。また、現地調査期間中調査の拠点となるベースキャンプは、面積・鉱床賦存のポテンシャルの上からアブラ地域が最も重要であることから、この地域に最も近いバングッドに設置された。

地質・地化学調査本隊は受入れ準備の整った1月28日現地入りし、2月4日より4月6日まで準精査が実施された。この調査は、地質については1/50,000地質図の作成を、地化学については河川堆積物試料を、第一年次調査の試料採取地と重複することなく、平均1個/K₁の密度で採取することを内容とし、調査ルートを選定にあたっては各調査地域内で地化学試料採取地点が出来得る限り均一になるよう配慮された。また、この調査で採取された地化学試料はベースキャンプで自然乾燥されたあと順次マニラに送られ、原子吸光法によってCu・Znの定量分析が行われた。試料総数は1971個で、これらの分析結果は精査地選定のための重要な判定基準の1つとして活用された。

野外調査および分析の結果は調査の進行に応じて図化・検討されたが、準精査の全野外作業終了後ベースキャンプにおいて全地域について総合的な比較・検討が行われ、その結果鉱床賦存の可能性のより高い区域としてボクロック・アブレグ・ラクブ・マリブコンの4地域(面積180K₁)が選出された。これらの地域はいずれもアブラ準精査地域内にある。他の準精査地域内においても鉱化帯や地化学異常帯は認められたが、鉱化あるいは地化学異常の範囲・強度などから、精査の対象としては選ばれなかった。

地質・地化学精査は上記4地域について4月7日より野外作業が開始された。この調査では、地質については1/25,000地質図作成を、地化学探査については土壌試料を平均3個/K₁の密度で採取することを内容とし、調査ルートは準精査の場合と同様試料採取地点の分布が出来得る限り均一になるよう配慮された。また物理探査実施区域では、地化学・物理両探査結果の比

較・検討を行うため、測線を利用したグリッド探試が実施された。採取された試料は全て二分され、一方はフィリピン鉱山地球科学局へ、他方は日本に持ち帰られ分析された。

物理探査対象区域は、アブラ準精査地域の地化学試料分析結果が判明した時点で、最も強い地化学異常が得られたボクロック・イクミン両河川にはさまれる山稜部と決定され、3月1日よりIP法電気探査および磁気探査の野外作業が開始された。IP法電気探査は測線延長56.2 Km、測線間隔200 mで、磁気探査はIP測線沿いおよびその周辺の2506地点についてそれぞれ測定された。

以上に述べた現地調査の概要をまとめるとTable 1の通りである。

調査結果の概略的な解析・検討は調査の進行に応じてサブキャンプ、ベースキャンプで行われたほか、野外作業終了後マニラにおいて両国調査員によって実施され、併せて関係資料の収集も行われた。詳細な解析作業は、持ち帰った各種試料の測定・分析が終了した後日本側調査員によって実施され、その結果は研修のため来日した3名(地質2名、物探1名)のフィリピン側調査員によって総合的に検討された。

1-5 調査団の編成

今年次調査のための現地折衝および現地調査に参加した調査員は次の通りである。

1) 折衝関係

団長	谷口洋文	大手開発株式会社	Oscar A. CRISPIN	フィリピン 鉱山地球科学局
	中村三樹男	国際協力事業団	Leonardo R. ANTONIO	"
	沢田賢治	金属鉱業事業団		

2) 地質・地化学調査班

	谷口洋文	大手開発株式会社	Leonardo R. ANTONIO	フィリピン 鉱山地球科学局
	鈴木 強	"	Emil T. AVILA	"
	沢田賢治	金属鉱業事業団	Donno G. CUSTODIO	"
	林 育浩	大手開発株式会社	Rene B. DELOS SANTOS	"
	武山 真	"	Pablito P. ESCALADA	"
	野並 集	"	Jessie S. MIGUEL	"
	大地正高	"	Cesar M. SAMANIEGO	"
	中村 貢	"		

3) 物理探査班

	佐々木進	大手開発株式会社	Edgar M. MORANTE	フィリピン 鉱山地球科学局
	福田 浩	"	Abraham A. GATDULA	"
	松田陽一	"	Elias C. NACARIO	"

Table I Outline of Field Survey in Phase II

	Survey Period	Area (km ²)	Length of Survey Route	Number of Geochemical Samples (pcs)
Preparatory Survey	Jan. 16-17 (12 days)			
Geological and Geochemical Semi-detailed Survey	Jan. 28- Apr. 6 (70 days)	Abra 920 Solsona 360 } 1,800 Bontoc 160 Kabugao 360 }	1247 km	Stream sediment Abra 900 Solsona 439 } 1,971 Bontoc 498 Kabugaol 34 }
Geological and Geochemical Detailed Survey	Apr. 7- May 2 (26 days)	Bucloc 80 Ableg 10 } 180 Malibcong 50 Lacub 40 }	397 km	Soil Bucloc 333 Ableg 32 } 657 Malibcong 170 Lacub 122 }
Geophysical Survey	Feb. 21- May 19 (89 days)	Bucloc 30	IP Survey 56.2 km Magnetic Survey 2,506 stations	

高橋郁夫	大手開発株式会社	Elmer C. ANTIOQUIA	フィリピン 鉾山地球科学局
田中富雄	〃		
杉山伸一	〃		
児玉 晃	〃		

1-6 参考文献

- Almogela, D. (1977) The porphyry copper deposit in the Philippines.
First National Mines Research Congress
- Aramaki, S. et al (1972) Chemical composition of Japanese granites, Part 2.
Jour. Geol. Soc. Japan Vol. 78, p.39-49
- Balce, G. et al (1978) Geology of Baguio District and its implication : On the tectonic development of Luzon Central Cordillera.
Geology and palaeontology of Southeast Asia Symposium, Tsukuba, 78. p.115-116
- Baptista, A. (1972) Verification of copper mineralization within a portion of the Central Cordillera Forest Reservation at Ud-Udiao, Sallapadan. Abra covered by prospecting permit of Ud-Udiao Mining Co.
Bureau of Mines.
- Bureau of Mines (1962) Geological Map of the Philippines. (1:1,000,000)
- Bureau of Mines (1974) Mineral resources of Kalinga - Apayao Province.
- Bureau of Mines (1974) Preliminary report on the diamond drilling exploratory project at Ud-Udyao, Sallapadan.
- Bureau of Mines (1976) Geology and mineral resources of Abra Province.

- Custodio, D. (1976) Geological investigation of Inco Mining Corporation mineral property in the Central Cordillera Forest Reservation in Barrio Talapak, Lacub, Abra. Bureau of Mines.
- Durkee, E. & Pederson, S. (1961) Geology of Northern Luzon. Philippines Bull. of Ame. Asso. of Petro. Geol. Vol. 45, p.137-168
- Fernandez, J. & Pulanco, D. (1964) Preliminary report on the reconnaissance geology of Northwestern Luzon. Philippines. Bureau of Mines, Philippines
- Gervasio, C. (1966) The age and nature of orogenesis on the Philippines. Phil. Geol., Vol. 20, p.121-140
- Gervasio, C. (1971) Geotectonic development of the Philippines. Jour. Geol. Soc. Phil., Vol.25, No.1
- Hanzawa, S. & Hashimoto, W. (1970) Larger foraminifera from the Philippines (Part I). Geology and Palaeontology of Southeast Asia. Vol. 3, p.187-230
- Hashimoto, W. (1975) Larger foraminifera from the Philippines (Part IV). Geology and Palaeontology of Southeast Asia Vol.16, p.127-139
- Hashimoto, W. & Matsumaru, K. (1978) Larger foraminifera from the Philippines (Part IX). Geology and Palaeontology of Southeast Asia Vol.19, p.89-96
- Hatchison, R.D. (1958) Magnetic Analysis by Logarithmic Curves, Geophysics, Vol.23, No. 4, p.749-769.
- Kalinisan, L.B. (1980) Aeromagnetic Data Processing and Interpretation : Northwestern Luzon, Bureau of Mines and Geo-Sciences and NACOMESO.

- Lepeltier, C. (1969) A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation. Econ. Geol. Vol. 64, p. 538-550
- Miyashiro, A. & Kushiro, I. (1975) Petrology II. Kyoritsu Press. p. 171 (in Japanese)
- M. M. A. J. & J. I. C. A. (1977) Report on geological survey of Northeastern Luzon (consolidated report).
- Motegi, M. (1977) Porphyry copper deposits in the Philippines - Their tectonic setting and present status of development - Min. Geol. Japan, Vol. 27, p. 221-230 (in Japanese)
- Santiago, N. & Velasques, C. (1978) Geological verification for lease of 26 claims in the Bully Bueno Project of Tirad Minerals in Bo. Cacaupan, Marcos, Ilocos Norte. Bureau of Mines.
- S. E. G. (1976) Mining Geophysics Vol. I and II
- Shibata, S. (1966) On Japanese rocks II Plutonic rocks. Asakura Inc. p. 377 (in Japanese)
- Sumner, J. S. (1976) Principles of Induced Polarization for Geophysical Exploration, Elsevier.
- Vaquier, V. et al. (1951) Interpretation of Aeromagnetic Maps, G. S. A. Memoir 47.
- Velasques, C. (1977) Geological verification of mineralization of mining claims in Maliblibeg, Cacaupan, Ilocos Norte. Bureau of Mines.
- Wait, J. R. (1959) Discussion on a Theoretical Study of Induced Electrical Polarization. Geophysics, Vol. 24, p. 144-154.

M.M.A.J. & J.I.C.A.(1979)

Report on geological survey of
Northwestern Luzon (Phase I).

第2章 総合検討

本年度実施された地質調査・地化学探査・物理探査の結果、地域内の地質・鉱床に関する多くの基礎データと幾つかの新しい事実・解釈が得られた。本年度の調査対象地域が、プロジェクト地域の中央部、北縁部の東・西両端、南縁部の西端という分断された4地域であるため、調査によって得られた新データ・解釈を基に全域について再検討を行うことは困難であるが、今後の調査に重要な意義をもつ幾つかの項目について、第一年次の調査結果をも含め総合的な検討を試みた。

2-1 調査地域の地質的位置づけ

本年度の調査地域は第一年次の調査結果に基づいて、鉱床賦存の可能性の高い地域として抽出されたもので、これらの地域はそれぞれ地質的な特徴をもっている。

本プロジェクト地域は第一年次で報告した通り、コルディレラセントラル (Cordillera Central) 隆起帯にあり、始新世およびそれ以降の累層と、それを貫く中新世の深成岩類が大規模に侵入した地域である。4調査地域のうち、アブラ地域はコルディレラセントラルの中心部に位置し、始新世・漸新世の地層に中新世の酸性深成岩が底盤状に侵入した区域で、深成作用の最も活発なところである。北西端のソルソナ地域はコルディレラセントラルの西翼部に位置し、始新世後期の地層と塩基性～中性の大深成岩体が分布する区域で、プロジェクト地域のなかで塩基性深成岩の大規模な侵入がみられるのはこの地域だけである。北東端に位置するカブガオ地域は、コルディレラセントラルの東翼部にあたり、始新世後期および中新世後期の地層と前者を貫く中新世の中性～酸性深成岩よりなる。このうち、中性深成岩は岩体全般にわたって著しい変質作用を受けており、深成岩体がこのように広範囲にわたって強い変質を受けている地域は他にはない。さらに、南西端に位置するポントック地域は始新世前期および漸新世の地層が地域の大部分を占め、深成岩は地域の東端部に小規模に露出するものと、西部で岩株状をなして貫入しているのが認められるのみである。また、始新世前期の地層はプロジェクト地域中最古の地層である。

このように、調査地域相互の位置としてはいずれも20～25 Kmとさして離れてはいないにもかかわらず、各調査地域がそれぞれ特徴的な地質環境を示し、さらにポテンシャル性に差はあるものの、鉱床賦存の可能性の高い区域として抽出された地域であるということは非常に興味深い。

そこで、調査地域相互の地質を第一年次の調査結果と併せて検討すると、ポントック地域を除く他の3地域はコルディレラセントラル隆起帯の中軸をなす深成岩体が、その分布上の特徴を示す位置にそれぞれ相当している。すなわち、調査地域南西端からNNE-SSWのトレンドをもってアブラ地域内まで伸びる延長40 Km以上、最大幅16 Kmの石英閃緑岩～花崗閃緑岩底

盤は、アブラ地域内においてそのトレンドをN-Sに変え、同時に見掛上小規模な露出面積をもつ複数の岩体に分かれ、さらに北部では中軸部では岩体はみられなくなり、代って東・西両翼部に化学組成の異なる深成岩体が分布することとなる。このように、底盤状大岩体がその分布態様を急激に変えるという特徴的な現象がプロジェクト地域の中央部から北部にかけて観察され、アブラ地域はその変転部にあり、カブガオ・ソルソナ両地域はそれぞれ東・西両翼部に相当する位置にある。ポントック地域は深成岩とは直接的な関係はないが、最も古い地層が露出することから、コルディレラセントラル隆起帯の一種のコア一部を示すものと考えられ、しかも底盤状深成岩体が地域の西方に連続していることが推定され、底盤の進入環境を考える上で極めて重要な意味をもつ地域である。

上述のように、本年度の調査地域は地質構造、地質環境の点で極めて特徴的な位置にある。そして後述の通り、このような地質環境が鉱床賦存のうえから最も期待出来る地域である。

2-2 地質構造・火成活動・鉱化作用の相互関係

調査地域内の地質構造としては、本年度の調査地域が既に述べた通り分断された小地域となったため、各地域ごとには多数の断層が認められたものの、全域の地質を左右するような大構造については新しい事実はない。

調査地域内にみられる主要な構造はN-S系およびNE-SW系の断層群で、次いでNW-SE系およびE-W系の断層が局地的ながら発達する。これらのうち、鉱化作用と密接な関係があるとみられるのはN-S系・NE-SW系・E-W系の構造である。N-S系構造は最も古い構造で、深成岩類の進入方向でよく示されている通り、深成岩類の進入を規制したと考えられる。NE-SW系、E-W系の構造は多くの断層で表わされるほか、半深成岩類の貫入方向や鉱脈の方向としてもよくみられる。

地域内にみられる火成活動としては、始新世およびそれ以降の厚い累層を形成した玄武岩質～安山岩質～石英安山岩質火山活動と漸新世末期から中新世にかけて大規模な進入岩体を形成した塩基性～酸性の深成作用、さらにこれら深成作用の後火成活動とみられる中性～酸性の半深成岩類の活動があげられ、特に半深成岩の活動も含めた深成作用は鉱化作用と密接な関係を示している。

一方、地域内にみられる鉱化作用は銅を主とする網状鉱染型・鉱脈型・スカルン型の鉱床・鉱化帯を形成するもので、第一年次・第二年次の調査によってアブラ地域内に12鉱化帯、ソルソナ地域に4鉱化帯、ポントック地域に2鉱化帯、カブガオ地域に3鉱化帯の計21鉱化帯が確認された。

これらの鉱化帯の「形成の場」をみると、(1)深成岩の大岩体の中央部であり、かつ半深成岩の活動がみられないか、あっても非常に小規模な区域にあるものが2鉱化帯、(2)深成岩の大岩体の主として周縁部で、かつ半深成岩の活動があまり活発でない区域にあるものが6鉱化帯、

(3)比較的規模の小さい深成岩体の中央～周縁部で、半深成岩の活動の活発な区域に7 鉱化帯、(4)小規模な岩株状深成岩～半深成岩体の内部およびその周辺の区域に5 鉱化帯、(5)深成岩・半深成岩に直接関係ないとみられる区域に形成されたものが1 鉱化帯となっており、21 鉱化帯のうち20 鉱化帯が深成岩あるいは半深成岩に密接に関係していることが明らかにされた。特に、現在探鉱が実施されている2 鉱化帯、現在休止しているが昨年まで操業を実施していたアブラ鉱山の鉱床、また過去に探鉱されたことのある鉱化帯などはいずれも(3)または(4)のグループに属しており、地域内の鉱床は深成岩および深成岩に関係した半深成岩と非常に密接な関係を示している。

以上のことから調査地域内における地質構造・火成活動・鉱化作用の相互関係を考察すると、主としてN-S系の構造に支配されてN-S～NNE-SSWのトレンドをもつ深成岩の進入が起り、深成岩の進入に伴って生じたN-S系、NE-SW系などの構造弱線に沿って後深成活動として半深成岩類が深成岩体の縁辺部およびその周辺の非進入岩類中に貫入。深成岩・半深成岩の活動と岩体の冷却によって、岩体周辺に生じた断層・割れ目・節理などによって鉱化作用が行われ、鉱染状～網状鉱染状～脈状の鉱床・鉱化帯を形成するというパターンが考えられる。この鉱床形成のパターンは稼行可能な鉱床が集中的に分布するバギオ鉱床区でも広く認められている。

本プロジェクト地域では、構造的に最も不安定であったアブラ地域一帯に、上述のパターンに従って多数の鉱化帯が形成されたものと考えられる。

2-3 地化学探査結果と鉱化帯との関係

本年度の地化学探査はアブラ・ソルソナ・ポントック・カブガオの4地域(1800 Km²)について河川堆積物を対象として実施され、その結果有望として抽出されたアブラ地域内のボクロック・アブレグ・マリブコンの4地域(180 km²)について土壌を対象として実施された。指示元素はともにCu・Znである。

河川堆積物による地化学探査の結果、4地域から合計14 異常帯が得られ、その内訳はCuを主とする異常帯が8、Znを主とする異常帯2、Cu・Znの異常がほぼ同等のもの4となっている。得られた異常帯と鉱化帯との関係をみると、Cuを主とする8 異常帯のうち、ソルソナ地域内の1 異常帯を除く7 異常帯が鉱化帯と重複している。Znを主体とする2 異常帯はいずれも鉱化帯とは重複しない。他の4 異常のうちCu異常がZn異常よりやや優る1 異常帯は鉱化帯と重複するが、Znが優る3 異常帯は鉱化帯とは重ならない。

このように、Cuを主とする異常帯は鉱化帯の分布と非常によく一致し、特にポテンシャルが高いとみられる有望鉱化帯ではCuの中～高異常が得られ、ルート密度の高い河川堆積物対象地化学探査は鉱化帯の存否あるいはその輪郭を明らかにするうえで極めて有効である。ただ

河川堆積物を試料とするため、採試位置は水系によって完全に規制される。従って、試料採取に当っては位置の選定に特に十分な配慮を要する。

土壤を対象とした地化学探査においても、実施した各地域から Cu, Zn の異常帯が得られた。対象となった地域には合計 6 鉱化帯があるが、露頭で銅鉱物がよくみられる 3 鉱化帯では、露頭を中心に Cu の強い異常帯が得られ、異常の範囲も鉱化帯とよく一致している。しかしながら、Zn については鉱床がポーフィリー-カッパー型で亜鉛鉱物をほとんど含まないこともあって、異常帯と鉱化帯との関係はあまりよく一致していない。

土壤地化学探査によって得られた Cu 異常帯は鉱化帯の広がり、鉱化の強さなどについて非常に有効な情報を提供してくれる。従って、探鉱の初期～中期のように広い範囲から鉱化についての情報を得ようとする場合は河川堆積物を対象として、また中期～後期では鉱化帯の範囲をより正確に把握出来る土壤による地化学探査が効果的である。

2-4 物理探査結果と鉱化帯との関係

物理探査はボクロック精査地域の南部で、河川堆積物による Cu の高い異常帯が広い範囲を占めて分布する区域で実施された。今回行われた方法は I P 法電気探査および磁気探査である。

I P 法電気探査の結果、実施区域の西側半分に大規模な強 I P 異常が確認されたほか、区域南東部にも小規模な F E 異常帯が多数検出された。強 I P 異常帯は N-S ~ NNW-SSE 方向の伸びをもって北部と南部に連続するが、北部では次第に弱く、かつ深くなっている。南側では徐々に強かつ深くなり、深部にまで達する異常帯であることが知られる。しかしながら、ボクロック川と南部イクミン川との分水界の南側は地元民の反対で調査を実施することが出来ず、この異常帯が南側でどのように挙動するかは明らかでない。

一方、ボクロック地域に分布する鉱化帯は黄鉄鉱を主とする鉱染状鉱化帯で、物理探査実施区域のなかにも黄鉄鉱が鉱染（一部微細脈の網状帯）する露頭が多数認められる。しかしながら、銅鉱物はほとんどみられない。

I P 法によって得られた異常帯と鉱化帯との関係をみると、区域中央部北側では地表で露頭が多く認められるにもかかわらず I P 異常は得られていない。しかしながら、中央南部の稜線付近から北西部に広がる強い I P 異常帯の分布は露頭の分布と非常によく一致しており、強珪化帯に多量の黄鉄鉱が鉱染するところでは、強い I P 異常帯が検出されており、I P 異常帯は鉱化帯をよく表していると言える。この結果は、黄銅鉱など銅の硫化物に富む露頭の場合でも、ルソン北部地区プロジェクトの経験から同様の I P 異常が得られることは明らかで、硫化鉱物に富む鉱化帯についてはその範囲、深部への連続性などが I P 法を行うことによって、より正確に把握出来ると思われる。

なお、空中磁気探査結果の入手に努めたが、解析作業が終っておらず、中間報告書が得られ

ただけである。不十分ではあるが、これに検討を加えた結果を要約すると次の通りである。ソルソナ地域を除くプロジェクト地域全域は、正異常分布域であり、NNE-S SW方向の構造線（Geotectonic Lineament）が卓越しており、中性～酸性の深成岩類の分布はこれらの構造線に規制されていると考えられる。一方、プロジェクト地域北西端のソルソナ地域では、磁性の強い塩基性岩体が、NE-SW方向およびこれに斜交する構造線により、その分布を規制されていると考えられる。

2-5 要 約

これまで述べた点を「鉍床形成の場」という問題に絞ってまとめると次のようである。

本プロジェクト地域内には多数の鉍床・鉍徴が確認され、本年度の調査地域内に限ってみても幾つかの露頭・鉍徴よりなる鉍化帯が21箇所にもおよんでいる。これら多数の鉍化帯の地質環境—形成の場—を検討するとそのほとんどすべてが深成岩類とそれらに密接な成因的關係を有するとみられる半深成岩類に関係していることが明らかにされている。特に、深成岩の大岩体のなかよりも岩体の周縁部か周辺の非侵入岩類中の深成岩～半深成岩の岩株に形成されたものが確認されている鉍化帯の半数以上を占めている。21の鉍化帯のうち現在探鉍が実施されているものが2鉍化帯、昨年まで操業していたが今回の調査時には休止しているもの1鉍化帯、過去に探鉍されたことのあるもの3鉍化帯と計6鉍化帯はその有望性が確認されて探鉍の手が加っているが、これらもすべて大規模な岩体の縁辺部か、周辺部に貫入した深成岩～半深成岩岩株に形成されている。

このように、主要鉍化帯の大部分が、深成岩の侵入に伴って生じた構造弱線に沿って貫入した深成岩の小岩株や半深成岩の岩株・岩脈に形成されていることは、深成岩の侵入→侵入に伴う構造弱線の形成→弱線に沿う半深成岩の貫入→断層・割れ目・節理の形成→鉍化作用というパターンによるもので、このようなパターンはプロジェクト地域のみならず、同じ地質環境下にあるバギオ鉍床区でも多くの事例から帰納的に認められている。

従って、この地域において鉍床賦存が最も期待出来る地質環境—鉍床形成の場—は、比較的小規模に露出する深成岩体および岩株状深成岩体が多く分布する範囲で、かつ半深成岩類の活動の旺盛な部分であり、断層などの構造弱線の発達した区域と言える。具体的には、底盤状深成岩体が急激にその分布態様を変えるアブラ地域が構造的に最も不安定であり、旺盛な半深成岩類の活動とそれに伴う鉍化作用が期待出来る区域である。

第3章 結論および将来への展望

3-1 結 論

本プロジェクトの第二年次にあたる本年度は、第一年次の調査結果に基づいて、鉱床賦存の可能性の高い区域として抽出された4地域(1800km²)から、より有望な区域30km²を抽出する目的で地質・地化学準精査および精査並びに物理探査が実施された。この目的を果たすため、調査の主題は地質構造・火成活動・鉱化作用の相互関係を解明することによって、第一年次の調査で確認されている各地域内の鉱化帯との関係などを出来る限り明確にし、鉱化帯のポテンシャルをより正確に評価することに置かれた。本年度の調査結果から得られた結論は次の通りである。

1. 調査地域内の層序は第一年次の調査によって区分されたものを踏襲したが、層序の変更を要するところは全くなく、第一年次の層序がプロジェクト地域の標準層序であると考えてよい。なお、第一年次の報告書で先新第三系の地層の細分化を提起したが、本年度の調査地域は互にはなれた4地域で、かつ深成岩類が卓越し、十分な検討は出来なかった。しかし、リクアン層群II層およびティネグ層については溶岩主体部分と火山砕屑岩主体部分とが地質図の上でそれぞれ区分された。また、本年度も地層の時代区分を明確にするため化石の採取・鑑定が試みられ、8件の試料の時代が決定されたが、従来の時代区分の変更を要するような新事実はなかった。
2. 各調査地域はいずれも深成岩類と構造要素に乏しいリクアン層群が広く分布するため、地質構造の解明は充分とは言えないが、第一年次で示された基本構造に変わりはない。また、多くの断層が確認されたが、支配的なものはN-S系およびNE-SW系で、NW-SE系はカブガオ地域ではよく発達するが全般に少なく、E-W系は稀れである。
3. 深成岩～半深成岩の化学組成、絶対年代についても今年度新たなデータが追加された。化学組成については多くの試料の検鏡結果と併せて深成岩類の岩相区分の検討が行われ、基本的には斑レイ岩、石英閃緑岩、花崗閃緑岩の3岩相であるが、一部で花崗閃緑岩であったものが再検討の結果石英閃緑岩に再区分されるなど、第一年次の区分と異なるものが出た。年代測定は花崗閃緑岩2試料、石英閃緑岩4試料、斑レイ岩1試料、石英閃緑斑岩2試料、石英安山岩岩脈1試料の計10試料についてK-Ar法によって行われたが、斑レイ岩はカリウム含有量が不足で年代決定は出来なかった。花崗閃緑岩は $20.0 \pm 1.0 \sim 19.4 \pm 1.0$ m.y. を、石英閃緑岩は $26.3 \pm 1.8 \sim 12.0 \pm 0.8$ m.y.、石英閃緑斑岩は $15.4 \pm 1.5 \sim 12.6 \pm 0.6$ m.y.、石英安山岩岩脈は 18.3 ± 2.0 m.y. を示しており、今年度の結果によって深成岩類の活動は第一年次に与えられた期間よりもさらに広いものとなった。
4. 調査地域内の鉱化帯は第一年次に確認されたものと今年度の調査で新たに確認されたもの

とを併せると21箇所になる。これらの鉍化帯はタイプ別では鉍染～網状鉍染型18，鉍脈型2，スカルン型1となっており，鉍染型のなかには現在民間企業が探鉍中である2鉍床が含まれ，また鉍脈型には昨年まで操業を行っていたアブラ鉍山が含まれる。なお，18鉍化帯のうち精査の対象となったものは鉍染～網状鉍染型の5鉍化帯とスカルン型の1鉍化帯である。鉍化帯はいずれも深成岩の内部または周辺部に形成され，特に主要鉍化帯は深成岩体の縁辺部あるいは岩体付近に貫入する半深成岩岩株にみられ，深成岩体の縁辺部でかつ半深成岩の活動の旺盛なところが鉍床形成の場として最適な環境であることが明らかとなった。

5. 河川堆積物を対象とした地化学探査ではCuを主とする異常帯が8，Znを主とする異常帯が2，Cu・Znがほぼ同程度の異常帯が4の計14異常帯が得られ，Cuを主とする7異常帯およびCu・Zn異常帯のうちCuがやや優る1異常帯が鉍化帯と重複する分布を示し，Cu異常帯は鉍化帯と非常によく一致している。特にポテンシャルの高いと思われる鉍化帯はいずれもCuの中～高異常を示し，両者の間の明瞭な相関が明らかとなった。土壌の地化学探査においても鉍化帯はいずれもCuの高い異常帯と一致し，その有効性が確認された。

6. 物理探査結果のうちI P法電気探査では5%以上のF E異常帯が得られ，この異常帯は地表で確められている黄鉄鉍鉍染露頭群の分布と極めてよく一致し，硫化物に富む鉍化帯の探鉍には非常に効果的であることが明らかとなった。なおI P法電気探査結果と土壌地化学探査の結果を比較するとF E5%以上の異常帯はCuの高異常帯の分布と非常によく一致し，明瞭な相関が得られた。磁気探査の結果は測定区域内が一様な花崗閃緑岩からなり，花崗閃緑岩の帯磁率が比較的高いこと，鉍化帯中の磁鉄鉍がそれほど多くないなどの理由から，良好な結果は得られなかった。

7. 以上のような調査結果を総合的に検討し，鉍床賦存の可能性の最も高い区域として，Fig. 4に示された3地域（面積30km²）が選定された。

3-2 将来への展望

これまで述べてきた通り，ルソン北西部地区は大規模な深成岩類および深成岩類に成因的關係を有する半深成岩類に伴う鉍化作用によって特徴づけられた地域で，第一，二年次の調査によって多数の鉍化帯・鉍徴が確認され，それらの一部は民間企業による探鉍・開発準備が進められている。また，幾つかの鉍化帯は過去に探鉍が実施されながら，開発されることなく放置されているものもある。

本プロジェクトは，多数の鉍化帯のなかから前項で述べたように，マニクベル・ラクブ・マリプコンの3鉍化帯を第三年次の調査対象地域として抽出した。これらの鉍化帯は次年度の詳細な調査によって鉍床の実態が明らかにされ，開発の可否が検討される予定である。しかしながら，調査の対象とならなかった鉍化帯のなかにも，今後より精度の高い調査が必要であると

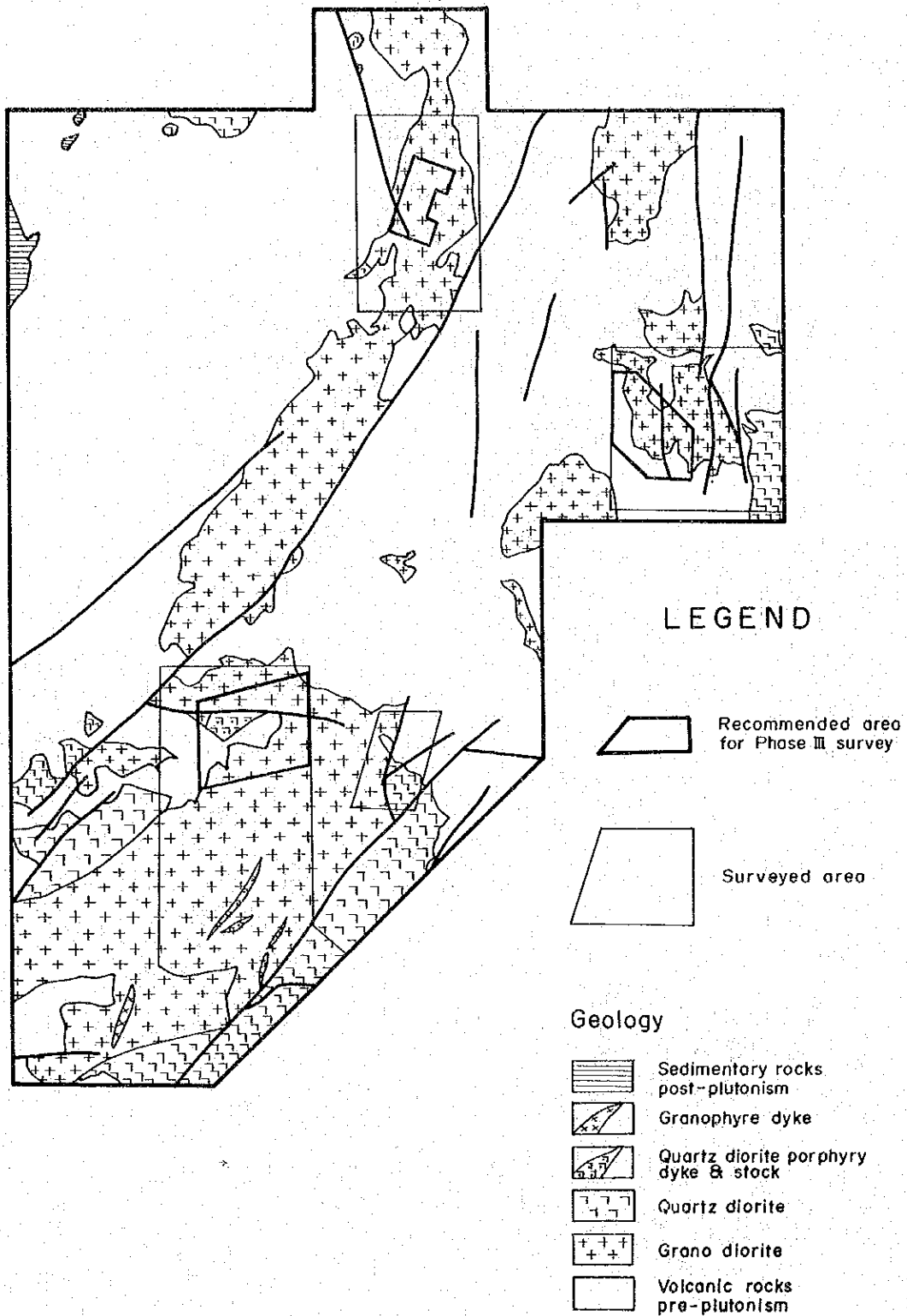


Fig. 4

Recommended Area for Phase III Survey

考えられる鉍化帯がある。一方、プロジェクト地域の地質についても、塩基性深成岩の絶対年代など若干の課題が残された。これらをまとめて列記すると次の通りである。

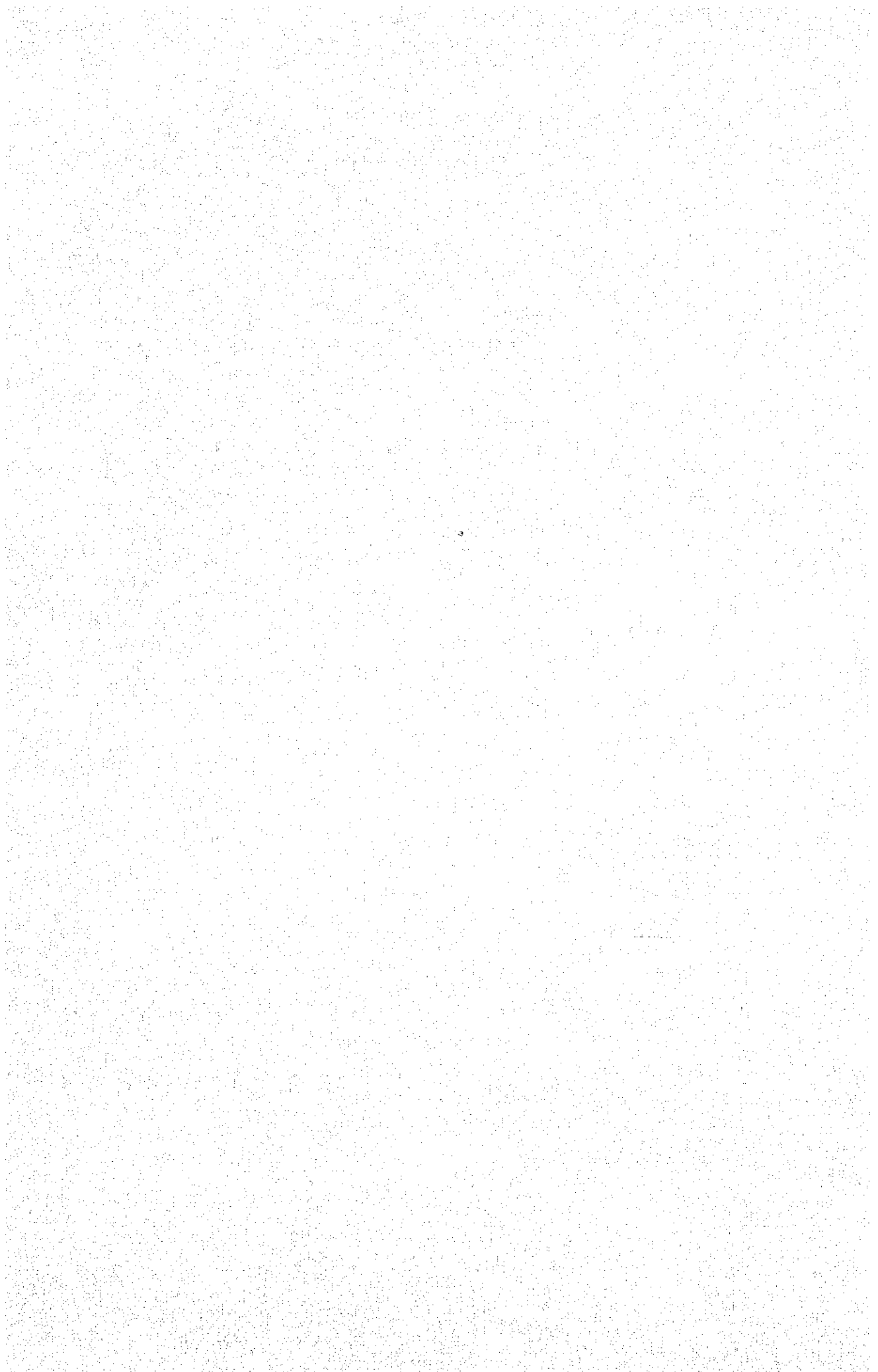
1. 本年度までの調査結果によって鉍床賦存の最有望区域として抽出された3地域の鉍化帯については、鉍化帯の最終評価を行うため特に深部への連続性が問題となる。そこで次年度では変質帯の分帯、旧坑の取明けなどを含む地質・地化学（土壌）精査によって平面的な規模・性状の把握を図るとともに、物理探査・試錐探鉍によって深部への連続性・品位変化などを明らかにし、開発の可否を含む総合的な評価が必要である。また、3地域のうち2地域の鉍化帯は過去に探鉍が行われており、第二年次にそれらのデータ収集が行われたが充分ではない。そこで次年度でも引き続きデータ収集を図り、調査結果と併せて解析を行う必要がある。

2. 次年度の調査の対象とはならなかった鉍化帯のうちボクロック鉍化帯については引き続き探鉍資料の収集を行い、本年度の調査結果と併せ総合評価を行いたい。また、ポントック地域のラヤカン鉍化帯は本年度精査を実施することが出来なかったが、細脈ながら初生銅鉍物を含む銅の高品位脈を伴っており、近い将来フィリピン鉍山地球科学局によるフォローアップ調査の実施が望まれる。

3. 地域内に分布する深成岩類の絶対年代について、中～酸性深成岩では第一年次7件、第二年6件の計13件について測定され、 $9.8 \sim 2.63$ m.y.の結果を得ているが、塩基性深成岩については2件試みたがいずれもK含有量の不足から年代決定には至らなかった。しかしながら、地域内の深成作用を論ずるうえで、その年代は是非とも明らかにしたい事項であり、広くコルディレラセントラルの深成作用を理解するためにもその意義は大きい。従来はK-Ar法によっていたが、今後方法を変えるなどによって引き続き年代決定を試みることを望ましい。

4. 第一・二年次とも調査が出来なかったチョコ川流域については地質・鉍床とも重要な意義をもつ地域であるため、治安が回復しておれば、次年度パトンプハイ鉍山周辺およびチョコ川本流の概査だけでも実施し、既存資料のコンパイルによって作成された同地域の地質のチェックを行いたい。

各 論
I 地 質 調 查



第 1 章 総 説

本プロジェクト地域を含む付近一帯はコルディラセントラル隆起帯に属し、主として始新世～中新世の火山岩類、火山砕屑岩類および堆積岩類よりなり、これに漸新世後期～中新世中期の深成岩類が大規模に侵入する地域である。プロジェクト地域はコルディラセントラルのなかでも特に深成岩類の活動が活発で、塩基性から酸性までの幅広い岩質変化を示す深成活動で特徴づけられる地域である。

一方、コルディラセントラル隆起帯はまた多数の金属鉱床を産することでも特徴的な地質体で、プロジェクト地域南方70 kmにあるバギオ市を中心とする地域には、アグノ・バソリス (Agno Batholith) と呼ばれる中性～酸性の大深成岩体があり、その周辺にポーフリーカッパー型鉱床を主とする多数の稼行可能な金属鉱床が集中的に分布し、一大鉱床区を形成している。これら多数の鉱床は岩体の内部にはあまり分布せず、岩体縁辺部の被侵入岩類中にあり、特にこのような位置に貫入した中性の半深成岩類の内部および周辺部に選択的に分布していることが多くの文献およびルソン北部地区プロジェクトによって明らかにされている。

これまでの調査の結果、本プロジェクト地域にも多数の鉱床・鉱徴が分布することが確認されている。これらの鉱化帯の大部分は黄銅鉱・黄鉄鉱を主とする網状鉱染鉱床で、それらの形成の場は深成岩体の縁辺部およびその周辺で、かつ中性半深成岩の岩株・岩脈が活発に貫入している区域が最も多い。プロジェクト地域内最大の鉱床とみられるバトンプハイ (Batong Buhay) 鉱床は、石英閃緑岩岩体の近くに貫入した石英閃緑斑岩を主要母岩とする黄銅鉱・斑銅鉱・黄鉄鉱網状鉱染鉱床で、典型的なポーフリーカッパー型鉱床である。地域内の他の鉱化帯も、規模、鉱物の組合せなどに差があるものの、基本的には同鉱山の鉱床と同じ形成の場・性質をもつと考えられる。

本年度の調査の主題は、上に述べたような地質・鉱床の背景と第一年次の調査結果にもとづいて、各調査地域に分布する鉱化帯・鉱徴の実態を出来得る限り詳細に把握して各鉱化帯の地質環境とその形成機構を明らかにし、各鉱化帯の相対的な評価を行うことにある。本年度の調査結果は次章以降で詳述されるが、結果としては上に述べた地質鉱床の特性がより一層明確にされ、鉱床探査上の1つの基本法則が得られた。

第 2 章 地 質

2-1 概 説

本プロジェクト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を主とする貫入岩類より構成され、貫入岩類を除く各岩層は第一年次の調査の結果、下位よりリクアン (Licuan) 層群 I・II 層、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・半深成岩は K-Ar 法による絶対年代の測定の結果 19.9~9.8m.y. が得られ、中新世の活動であることが明らかにされていた。

第二年次の調査地域にはマバカ層を除く各地層が分布し、これらの地層は一年次の層序区分の細分化を図るため岩相区分・時代区分に重点をおいて調査された。調査地域が鉱床との関係から貫入岩類の発達する区域に絞られたため、地層の分布範囲は狭く、十分に観察することは出来なかったが、調査の結果および発見された幾つかの示準化石はいずれも第一年次の層序区分とよく一致しており、第一年次の層序はプロジェクト地域の標準層序と考えてよいことが明らかとなった。地層の細分化、特に第一年次の報告書で提起した先新第三系の細分化については、リクアン層群 II 層とティネグ層の溶岩主体部分・火山砕屑岩主体部分がそれぞれ地質図上で区分されたが、地層の細分化は困難であった。

一方、深成岩類の岩相区分について第一年次の報告書で再検討が提起されており、本年度の調査において岩石の化学分析結果と多数の検鏡結果をもとに検討が行われ、斑レイ岩・石英閃緑岩・花崗閃緑岩の基本的区分には変りはないが、一部で岩種の区分が変更され、全体として深成岩類の進入関係が明瞭となった。またそれらの絶対年代についても新しいデータが得られ、深成岩類の活動時期は 9.8~26.3 ± 1.8m.y. とさらに広がり、漸新世後期にはすでに深成活動が起っていたことが明らかとなった。

Table I-1 はプロジェクト地域および第二年次の調査地域の層序・地質構造・火成活動などをまとめたものである。

2-2 層序および貫入岩類

2-2-1 アブラ地域

アブラ地域には、安山岩溶岩および同質火砕岩類を主とするリクアン層群 II 層が、北西部および中東部に広く分布しており、北西縁には、石英安山岩溶岩および同質火砕岩類からなるティネグ層が、リクアン層群 II 層の上位に不整合での上っている。主として花崗閃緑岩および石英閃緑岩からなる深成岩類は、これら火山岩類を貫いて、北部中央から南西部にかけてと、東部のピノンガン川上流および南部のボクロック地域に分布している。また、この地域の北西端に

Table I-1 Generalized Stratigraphy in Survey Areas

Geological Age	Group and Formation	Regional Section	Rock Facies	Local Columnar Section				Tectonics	Plutonism	Mineralization
				Abra Area	Solsono Area	Bontoc Area	Kabugao Area			
Quaternary	Alluvium		gravel & sand							
	Quaternary Volcanics		da datic tf antic tf an							
Pliocene	Alava Formation		alt of ss & ms							
			cg1 ls							
Miocene	Mabaca Formation		alt of ss & ms							
			antic vol br tfs ss antic tf-lap tf tfs ss an antic vol br							
Oligocene	Tineg Formation		datic tf							
			datic lap tf ls da datic tf datic lap tf ba da ls datic lap tf ~ tf br							
Eocene	Licuan Group		antic tf antic tf br antic lap tf an antic tf antic lap tf antic tf an							
			ba ls ba tf ~ lap tf ba							

Abbreviation : ms : mudstone ff : tuff da : dacite tfs : tuffaceous
s.s : sandstone lap ff : lapilli tuff an : andesite datic : dactitic
cg1 : conglomerate tf br : tuff breccia ba : basalt antic : andesitic
ls : limestone vol br : volcanic breccia alt : alternation

N-S Fault
NW-SE Fault
NE-SW Fault

Gabbro
Quartz diorite
Granodiorite
(Quartz diorite porphyry
~Dacite dyke)

は、凝灰質シルト岩、砂岩および石灰岩からなるアラワ層が小範囲に分布している。

1) リクアン層群II層

分布：本層はこの地域に最も広く分布しており、ピノンガン川、バアイ（Baay）川下流などに主として露出している。

層厚：本層の最下部の地層が露出していないこと、および深成岩類によって貫れたり、随所で断層によって切られていることなどから、層厚の推定は困難であるが、少なくとも1,000m以上はあるものと思われる。

岩相：安山岩溶岩および同質火砕岩類を主とし、一部石灰岩レンズを挟んでいる。

安山岩溶岩は、本層の下部において卓越しており、暗緑色隠微晶質なものが一般的であるが斜長石の斑晶を多量に有する淡緑色で緑泥石化の著しいものなどがある。安山岩溶岩は、深成岩類と接する付近では、しばしばホルンフェルス化を受け、暗赤褐色で硬質になる。

安山岩質火砕岩類は、凝灰岩から火山礫凝灰岩・凝灰角礫岩・時に火山角礫岩まで様々である。火山礫凝灰岩および凝灰角礫岩は淘汰不良で、その中に凝灰岩の薄層を有しており、地層面の走向、傾斜は、この凝灰岩層によって測定される。凝灰岩は安山岩溶岩中にもしばしば挟まれている。

石灰岩はマリブコン川下流に露出している。そこでは灰色マイクライト質石灰岩であり、層厚約50m、走向N87°E、傾斜37°Sで、暗緑色成層凝灰岩上に乗っている。また、ボクロック川上流アブレグ部落の北方1.5km付近にも石灰岩の露頭がある。そこでは、下位の花崗閃緑岩による熱変質を受けて、スカン化している。この石灰岩は断層によって境されているため、その東側の安山岩溶岩との関係は不明であるが、おそらく安山岩溶岩中のレンズ状挟みの一部と考えられる。

化石および時代：本層の露頭からは、化石は発見されなかったが、本地域北東部のマタラガン（Mataragan）川上流において、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得られ、その石灰岩礫からTa₃～Tb（始新世）を示す有孔虫化石が発見された。したがって、本層の時代は、始新世かそれより新しいと考えられる。

下位層との関係：本地域には下位の地層は露出していない。

2) ティネグ層

分布：本層はこの地域北東部から西縁にかけてと、マラナス（Malanas）川中流および上流ならびにマリブコン部落北東方マドカイ山（Mt. Madocay）の山頂付近に露出している。

層厚：300～400m以上と推定される。

岩相：石英安山岩質火砕岩類を主とし、石英安山岩溶岩を介在する。

火砕岩類は、偏平な淡緑色軽石および淡赤灰色の珪質岩礫を多量に含む火山礫凝灰岩で、時に、石英粒を含む石英安山岩質粗粒凝灰岩の薄層を介在する。火山礫凝灰岩は淘汰不

良で、所により弱溶結構造を示すものもある。この火砕岩類は、しばしば、粗粒玄武岩の岩脈あるいは岩床に貫かれている。

石英安山岩溶岩は、マドカイ山の山稜部に小規模露出しているほか、マラナス川下流にも、上述した火砕岩類中にレンズ状に介在する（分布が狭いので、地質図には表示されていない）。化石：本地域のティネグ層からは、化石は発見されていない。

下位層との関係：下位のリクアン層群Ⅱ層と直接する露頭はないが、その分布形態から、不整合と考えられる。

3) フラワ層

分布：本地域では、北西端マラナス川下流などに小範囲に分布するのみであるが、西側地域外には広く分布している。

層厚：200m以上と推定される。

岩相：本層の下部は凝灰質シルト岩および砂岩からなり、上部は石灰岩からなる。凝灰質シルト岩および砂岩は、層理明瞭であるが、固結は弱い。貝殻片をしばしば多量に包有しており、小型有孔虫も多産する。石灰岩は多量のサンゴからなるサンゴ石灰岩である。本地域北西端の山稜部では、この石灰岩が、ティネグ層の石英安山岩質火砕岩類の上に直接のり、シルト岩・砂岩を伴わない。

化石および時代：石灰岩中にはサンゴ化石を、シルト岩・砂岩中には、貝殻片および小型有孔虫を多産する。これら多量の小型有孔虫から、

Elphidium rugosum (d'Orbiguy)

Nonion grateloupi (d'Orbiguy)

Nonion labradricum (Dawson)

その他が同定され、後期中新世～鮮新世であることがわかった。

下位層との関係：下位のティネグ層とは、アバット状の不整合関係にある。

4) 貫入岩類

本地域に分布する貫入岩類には、花崗閃緑岩、石英閃緑岩および斑レイ岩からなる深成岩、そして石英閃緑斑岩、石英安山岩その他の半深成岩がある。

花崗閃緑岩は、主として本地域の北部中央のラクブ部落付近からリクアン部落を通り、バアイ部落付近に至る範囲に細長く、そして、ボクロック川からイクミン川にかけて広く分布するほか、ピノンガン川上流一帯およびマリブコン部落周辺、マラナス川最上流部にも分布する。その岩質は、粗粒ないし中粒の完晶質岩で、有色鉱物として角閃石と黒雲母をほぼ等量含み、無色鉱物として斜長石を多量に含むほか、石英、カリ長石も普通に含む。岩石記載学上は、おそらく石英モンゾ閃長岩の分類に入るものが大部分と考えられるが、ここでは、フィールド名“花崗閃緑岩”を使用した。

ボクロック部落付近の代表的な岩石を鏡下で見ると次のようである。

花崗閃緑岩 (b - 2106)

組織：完晶質・微文象組織。

構成鉱物：斜長石・石英・カリ長石・普通角閃石・黒雲母・シソ輝石。

斜長石は自形で多量。石英は他形ないし半自形で多量。カリ長石は他形で中量。

普通角閃石，黒雲母は中量。シソ輝石は微量。

変質鉱物：緑泥石・緑レン石・カオリン。

石英閃緑岩は，先の花崗閃緑岩分布域の東西両側にみられ，主として，ビノンガン川最上流マニクベル (Manikbel) 川上流，ボクロック川中下流，イクミン川上流に分布する。その岩質は，粗粒ないし中粒の完晶質岩であり，有色鉱物は普通角閃石，無色鉱物は斜長石および石英からなっているが，少量の黒雲母，カリ長石を含むこともある。本岩は，岩石記載学上は，トータル岩から石英閃緑岩の分類に入ると思われるが，ここでは，すべてフィールド名“石英閃緑岩”と呼称した。

代表的な石英閃緑岩を鏡下で見ると次のようである。

石英閃緑岩 (f - 2113)

組織：微文象組織。

構成鉱物：斜長石・石英・普通角閃石。

斜長石は自形で多量。石英は半自形で中量。普通角閃石は自形～半自形で中量。

変質鉱物：緑泥石・緑レン石・カオリン。

斑レイ岩はマラナス川下流部の南側に小岩株状にみられるにすぎない。

石英閃緑斑岩は，マニクベル川上流のアガササン (Agasasan) 部落西側，マラナス川中上流カプアラン (Kapualan) 部落北側において，岩株として分布するほか，ボクロック部落南方やビノンガン川上流などでは，岩脈としてみられる。

その岩質は，斜長石・角閃石の斑晶が目立ち，石英斑晶を伴う淡緑色斑状岩である。一般に変質が強く，緑泥石化，緑レン石化が著しい。アガササン部落西側の岩株状岩体は，特に変質が著しく，原岩の組織が失われたものもある。この地域では，本岩が鉱床の主要な母岩となっている。

代表的な石英閃緑斑岩を鏡下で見ると次のとおりである。

石英閃緑斑岩 (b - 2126)

組織：斑状組織。

斑晶：斜長石・角閃石・石英。

斜長石，角閃石は多量。石英は少量。

石基：石英・斜長石・カリ長石。

大半は石英で，斜長石，カリ長石は少量含まれるにすぎない。

変質鉱物：緑泥石・緑レン石・不透明鉱物。

石英閃緑斑岩（b-2153）

組織：斑状組織。

斑晶：石英・斜長石・角閃石。

石英，斜長石は多量。角閃石は少量。

石基：石英・斜長石。

石英は多量。斜長石は中量。

変質鉱物：緑泥石・緑レン石・不透明鉱物。

いずれも多量。

石英安山岩はボクロック南方やビノンガン川上流などに分布している。岩質は，斜長石，時に石英，角閃石の斑晶を有する斑状岩で，一般に新鮮である。花崗閃緑岩や石英閃緑岩中に岩脈として産する。ボクロック南方では，NW-SE方向を示す岩脈が多く，新鮮で，鉱化作用後に貫入したものと考えられている。

代表的な岩石を鏡下で見ると次のとおりである。

石英安山岩（b-2116）

組織：斑状組織。

斑晶：斜長石・角閃石。

石基：石英・斜長石。

微細な結晶である。

変質鉱物：カオリン。

斜長石中に一部認められる。

その他の貫入岩類として，安山岩や粗粒玄武岩の小岩脈がみられるが，いずれも小規模なため，地質図には示していない。

2-2-2 ソルソナ地域

ソルソナ地域には，東部から南東部にかけて，リクアン層群Ⅱ層の安山岩溶岩および同質火砕岩類が広く分布しており，中央部から北西部にかけては，斑レイ岩と石英閃緑岩からなる深成岩類が広く分布している。本地域には，ティネグ層は分布せず，アラワ層の石灰岩が，地域の北東端において，リクアン層群Ⅱ層の安山岩溶岩および深成岩類上に直接のっている。

1) リクアン層群Ⅱ層

分布：ソルソナ川上流，マドンガン（Madongan）川上流支沢，パルスグアン（Palsuguan）川流域に広く分布している。

層厚：1,500m以上あると推定される。

岩相：安山岩溶岩および同質の火砕岩類からなる。

安山岩溶岩は下部に卓越し、主として、パルスグアン川流域に分布しており、大半が暗緑色緻密な隠微晶質岩で、比較的塩基性の安山岩である。

安山岩質火砕岩類は、層理不明瞭で淘汰の悪い淡緑色の火山礫凝灰岩および凝灰角礫岩からなり、本層の上部において卓越しているが、下部の安山岩溶岩中にも、しばしば薄層として挟まれている。この火砕岩類を構成する礫は、ほとんど下部の安山岩溶岩に由来するものである。

2) アラワ層

分布：本地域の北東部のソルソナ川中流北側に分布する。大規模な露頭は1ヶ所のみであるが、転石は多量に見られる。

層厚：200m以上と推定される。

岩相：石灰岩のみからなる。乳白色の石灰岩で大型有孔虫を多産する。

化石および時代：石灰岩中に多量に認められる大型有孔虫のうち、その主なものは次のとおりである。

Miogypsina sp.

Amphistegina radiata (Fichtel and Moll)

Nephrolepidina sp.

Gypsina globulus Reuss

これらの大型有孔虫から、この石灰岩の時代は $Te_5 \sim Tf_2$ (前～中期中新世)と推定される。

下位層との関係：下位のリクアン層群II層の安山岩溶岩および斑レイ岩岩体上に不整合にのっている。

3) 貫入岩類

この地域に分布する貫入岩類には、斑レイ岩および石英閃緑岩からなる深成岩類と、石英閃緑斑岩の岩株および岩脈がある。

斑レイ岩および石英閃緑岩からなる深成岩類は、本地域の中央部から北西部にかけて広く分布する。

代表的な斑レイ岩は、斜長石、普通輝石からなり、時に石英、カンラン石、黒雲母、普通角閃石を少量含む暗緑色の粗粒完晶質岩で、代表的な石英閃緑岩は、斜長石、普通角閃石、石英からなり、少量のカリ長石を含む中粒～粗粒の完晶質岩である。両者は漸移的に変化し、中間的な組成を有する岩石もある。

代表的な斑レイ岩および石英閃緑岩を鏡下で見ると次のとおりである。

斑レイ岩 (b - 2311)

組織：オフィチック組織。

構成鉱物：斜長石・普通輝石。

斜長石は自形、普通輝石は他形でいずれも多量。

変質鉱物：緑泥石・カオリン・不透明鉱物。

石英閃緑岩 (b - 2338)

組織：微文象組織。

構成鉱物：斜長石・石英・普通角閃石・カリ長石。

斜長石は自形で多量。石英は他形～半自形で中量。普通角閃石は半自形で中量。

カリ長石は他形で少量。

変質鉱物：緑泥石・緑レン石・カオリン・不透明鉱物。

石英閃緑斑岩は、マドンガン川上流、パルスグアン川中～上流に分布する岩脈あるいは岩株で、斜長石斑晶の目立つ淡緑灰色の斑状岩である。マドンガン川上流支沢に見られるものは、珪化・黄鉄鉱化・緑泥石化が著しいが、パルスグアン川中上流に分布するものは、比較的新鮮である。

2-2-3 ポントック地域

ポントック地域には、主として玄武岩溶岩からなるリクアン層群I層が、西部のラヤカン川流域および東部のポントック町の西側に露出している。そして、それを被覆して、石英安山岩質火砕岩類優勢で石灰岩および石英安山岩溶岩を伴うティネグ層が調査地域の大半を占めて分布している。そのほか花崗閃緑岩からなる深成岩類が東端に、石英閃緑斑岩からなる岩株が西部のラヤカン川下流南側に、閃緑斑岩の岩脈が西部のダンドナック (Dandanac) 部落北方の沢沿いに、それぞれ分布しており、また、ベサオ (Besao) 部落付近およびアガワ (Agawa) 部落付近には、第四紀の火山岩類が小規模に分布している。リクアン層群II層は分布しない。

1) リクアン層群I層

分布：本層は、この地域西部のラヤカン川流域に、地窓状に露出しているほか、東部のポントック町西側にも小規模な露出がある。

層厚：本層の下限は露出していないが、500m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、安山岩質火砕岩類を伴う。

玄武岩溶岩は、ラヤカン川中流において優勢であり、そこでは枕状構造のよく発達した杏仁組織を呈する暗緑灰色隠微晶質岩である。

玄武岩質安山岩溶岩は、ラヤカン川下流において優勢に発達するち密な暗緑灰色隠微晶質岩である。

安山岩質火砕岩類は、緑色ないし暗緑色の凝灰岩、火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩からなり、時に玄武岩溶岩の薄層をはさむ。ラヤカン川中流の中～粗粒凝灰岩層中には、厚さ2 m以下の小規模な石灰岩レンズがはさまれている。

化石および時代：昨年度、本層の石灰岩レンズから大型有孔虫を検出し、その時代は Tb（後期始新世）であることがわかっている。

2) ティネグ層

分布：本層は、この地域の大半を占め広範囲に分布している。

層厚：1,500 m以上と推定される。

岩相：本層は主として石英安山岩質火砕岩類からなり、石灰岩および石英安山岩溶岩を伴なう。

石英安山岩質火砕岩類は、軽石質火山礫凝灰岩および石英安山岩質凝灰角礫岩からなり、淡緑色細粒～粗粒軽石凝灰岩の薄層をはさむほか、次に述べる石英安山岩溶岩の直上・直下では、石英安山岩礫を多量に含む火山角礫岩もみられる。軽石質火山礫凝灰岩は、石英安山岩、流紋岩などの珩質岩礫のほか、淡緑色偏平な軽石を含み、基質の部分に石英粒を含んでいる。石英安山岩質凝灰角礫岩も火山礫凝灰岩と同様の組成を示し、淘汰不良、無層理の火砕岩である。

石英安山岩溶岩は、ラヤカン川上流やアムルサン（Amulusang）沢、バリリアン（Babililian）川などに露出している。この岩石は、斜長石斑晶と石英斑晶の目立つ淡褐色ないし淡灰色の斑状珩質岩である。ラヤカン川上流では、火山礫凝灰岩中に数枚の溶岩が互層状に整然とはさまれている。東部のアムルサン沢では、この溶岩の上部は角礫化し、火山角礫岩に漸移している。

石灰岩は、サガダ（Sagada）部落からアムルサン沢中流にかけて分布しており、また、転石の分布からアムルサン沢東側の山稜部にも分布しているものと推定される。この石灰岩は、層厚約200 mを有する乳白色～淡灰色成層石灰岩である。この石灰岩中には有孔虫を多産する。

化石および時代：本層石灰岩中から多量の大型有孔虫が検出された。その主なものは次のとおりである。

Eulepidina formosa (Schlumberger)

Heterostegina borneensis Van der Vlerk

Amphistegina radiata (Fichtel and Moll)

Cycloclypeus sp

これらの有孔虫から、本層石灰岩が、 T_{e1-4} （漸新世）の時代であることがわかった。
下位層との関係；下位のリクアン層群Ⅱ層とは傾斜不整合関係にある。

3) 第四紀火山岩類

第四紀火山岩類は、ベサオ部落付近とアガワ部落付近で、小規模な溶岩ドームを形成しており、赤褐色～暗灰色の角閃石・輝石を斑晶とする安山岩である。

4) 貫入岩類

本地域に分布する貫入岩類は、花崗閃緑岩からなる深成岩、石英閃緑斑岩岩株および閃緑斑岩岩脈である。

花崗閃緑岩は、本地域の東端のポントック町周辺に分布する。本岩は石英・斜長石を多量に含み、カリ長石・黒雲母を中量、時に角閃石を含む優白質完晶質岩である。

石英閃緑斑岩は、本地域西部のラヤカン川南側に2ヶ所分布する岩株状岩体である。本岩の周辺には、黄銅鉱・斑銅鉱に富む細脈のほか黄鉄鉱を主とする鉱染・細脈が多く、本岩はこれらの鉱化作用に関係すると考えられている。

代表的な石英閃緑斑岩を鏡下で見ると次のとおりである。

石英閃緑斑岩（c-2502）

組織：斑状組織。

斑晶：斜長石・石英。

斜長石は多量。石英は中量。

石基：石英・斜長石・カリ長石。

石英は多量。斜長石・カリ長石は中量。

変質鉱物：方解石・緑泥石・不透明鉱物。

閃緑斑岩は、ラヤカン川北方支沢のダンダナック北部に分布している岩脈であり、斜長石の小斑晶と針状の角閃石斑晶を含む淡緑色斑状岩である。

2-2-4 カブガオ地域

カブガオ地域には、安山岩溶岩および同質火砕岩類からなるリクアン層群Ⅱ層が北半部一帯と南東端に主として分布する。そして、ティネグ層は分布せず、石灰岩および凝灰質砂岩からなるアラワ層が、直接リクアン層群Ⅱ層を被覆して、主として東部に露出している。

深成岩類は、花崗閃緑岩および石英閃緑岩からなり、リクアン層群Ⅱ層を貫いて、広く分布している。

1) リクアン層群Ⅱ層

分布：主として、アバヤオ（Apayao）川流域のシカパオ（Sicapao）川、ダガラ（Dagara）川、マラバニグ（Malabanig）川、ラコ（Laco）川沿いに分布している。

層厚：本層の下限は露出していないが、500 m以上と推定される。

岩相：安山岩溶岩が優勢で、その中に一部同質の火砕岩類をはさむ。

安山岩溶岩は、暗緑灰色の密塊状岩である。本岩は、随所で次に述べる深成岩類に貫れており、程度の差はあるが、その影響を受けていると考えられる。とくに、接触部付近約500 m以内は、珪化・緑泥石化・黄鉄鉱化が著しく、原岩の識別が困難なものもある。

安山岩質火砕岩類は、安山岩溶岩にはさまれており、主として北部のアバヤオ川本流沿いに分布する。緑灰色を呈する火山礫凝灰岩ないし凝灰角礫岩からなり、しばしば、細粒凝灰岩の薄層をはさむ。

化石および時代：本層からは、化石は発見されていない。

下位層との関係：本地域には下位層は露出していない。

2) アラワ層

分布：本地域東部のビヌアン (Binuan) 川の東側に主として分布し、北西端の山頂部にも小範囲に分布する。

層厚：250 m以上と推定される。

岩相：下部は凝灰質砂岩からなり、上部は石灰岩からなる。

凝灰質砂岩は、本地域の南東端の南北性の沢沿いに、石灰岩の下位に地窓状に露出している成層した岩石である。

石灰岩は、ビヌアン川沿いに走るNNW-SSE方向の断層の東側では、石灰岩台地を形成している。乳白色～灰色で成層しており、大型有孔虫を多産する。本地域北西端の石灰岩の分布は、転石から推定したものである。

化石および時代：本層石灰岩から、多量の有孔虫が検出されたが、その主なものは次のとおりである。

Miogypsinoides dehaartii Van der Vlerk

Nephrolepidina sumatrensis (Brady)

Miogypsina miniacea

これらの大型有孔虫から、この石灰岩の時代は、Te₅ (前期中新世) であることがわかった。

3) 貫入岩類

本地域に分布する貫入岩類には、花崗閃緑岩と石英閃緑岩からなる深成岩類、および石英閃緑斑岩と石英安山岩の岩脈がある。

花崗閃緑岩は、本地域南西部に広く分布し、北西部アバヤオ川中流にも小範囲に分布する。ピンク色のカリ長石および黒雲母を特徴的に含む中～粗粒優白質完晶質岩である。

代表的な花崗閃緑岩を鏡下で見ると次のとおりである。

花崗閃緑岩 (e - 2704)

組織：微文象組織。

構成鉱物：石英・カリ長石・斜長石・黒雲母・角閃石。

石英，カリ長石は他形で多量。斜長石は自形で多量。黒雲母，角閃石は自形で中量。

変質鉱物：緑泥石・緑レン石・不透明鉱物。

石英閃緑岩は，アパヤオ川下流，ナグバユガノ (Nagbayugano) 川下流，およびシカバオ川下流に分布する。カリ長石・黒雲母をほとんど含まない中～粗粒優白質完晶質岩である。

石英閃緑斑岩は，カブガオの南南東 5 km の道路沿いで石英閃緑岩を貫く幅 200 m 前後の岩脈で NNE - SSW 方向を示している。本岩中には，微量ではあるが，黄鉄鉱・黄銅鉱・斑銅鉱が鉱染している。

石英安山岩岩脈は，アパヤオ川下流において，リクアン層群 II 層の安山岩溶岩を貫いている石英斑晶の目立つ斑状岩である。

2-3 貫入岩類の化学組成

本年度の調査地域 (アブラ，ソルソナ，ポントックおよびカブガオの各地域) に分布する深成岩および半深成岩 10 試料について，化学分析を行ない，その結果について検討した。

Fig. 1-1 は，分析した試料の採取位置を示している。そして，Table 1-2 は，得られた分析値および分析値から算出したノルム鉱物の重量%を示したものである。それによると，深成岩類は SiO_2 41.65% から 69.66% の範囲にあり，塩基性から酸性の岩石であることを示している。

Fig. 1-2 は，各試料の酸化物の重量%と分化指数 (D. I.) との関係を示している。この図から，マグマの分化が進む (D. I. が増加する) につれて， SiO_2 は増すが， FeO は減少する一般的なカルク・アルカリ系列の分化の特徴を示している。また，Fig. 1-3 は，酸化物のうち， MgO ， $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ，および $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ 三者の関係を昨年度の試料とともに示した M-F-A 図である。この図からも，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 が連続的に減少するというカルク・アルカリ系列の一般経路を示している。

Fig. 1-4 は，ノルム正長石，曹長石および灰長石の三者の関係を昨年度の試料も含めて示してある。この図から，灰長石に富み正長石・曹長石に乏しい領域から，正長石と曹長石とがほぼ等量となる領域に向うトレンド (主として昨年度の試料による) を示している。ところが，e-2203 および b-2338 の二試料は，このトレンドからはずれ，曹長石に富む領域にある。これらの試料が別のトレンドを示しているものかどうかは，二試料だけでは判断できない。

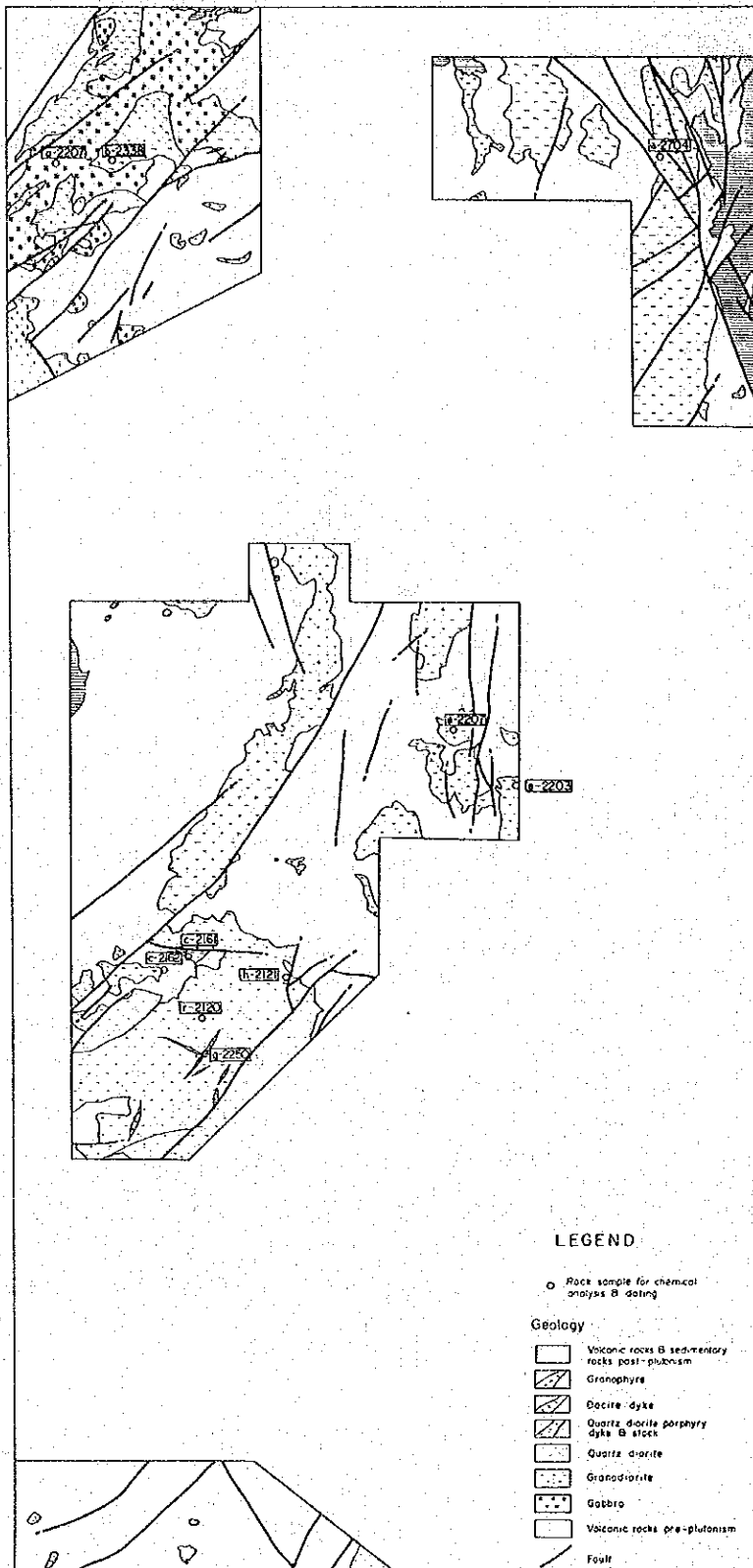


Fig. I-1

Location Map of Rock Samples for Chemical Analysis and Dating

Table 1-2 Result of Chemical Analysis and Normative Mineral Composition of Intrusive Rocks

Sample No.	c-2161	c-2162	e-2203	e-2207	g-2250	h-2121	r-2120	a-2306	b-2338	e-2704		
Location	Manikbel R.	Manikbel R.	Binongan R.	Binongan R.	Bucloc R.	Bucloc R.	Bucloc R.	Burnay R.	Burnay R.	Binuan Valley		
Rock Name	Quartz diorite porphyry	Granodiorite	Quartz diorite	Dacite dyke	Quartz diorite porphyry	Quartz diorite	Quartz diorite	Gabbro	Quartz diorite	Granodiorite		
Chemical Composition	SiO ₂ %	58.38	52.95	69.66	52.20	63.50	63.03	52.92	41.62	67.23	59.54	
	TiO ₂	0.45	0.70	0.42	0.53	0.39	0.42	0.87	1.21	0.39	0.68	
	Al ₂ O ₃	17.50	18.67	14.65	20.65	17.21	17.19	20.67	18.78	15.65	17.72	
	Fe ₂ O ₃	3.08	3.34	1.28	3.79	1.95	2.20	2.07	6.38	1.16	2.35	
	FeO	2.59	6.11	3.02	3.81	3.56	3.23	5.39	8.70	3.81	4.35	
	MnO	0.13	0.18	0.07	0.16	0.10	0.13	0.13	0.18	0.11	0.12	
	MgO	2.56	3.79	1.00	2.96	2.07	2.31	4.27	5.41	1.48	2.76	
	CaO	7.29	8.12	2.47	9.42	5.66	6.05	9.17	12.02	3.59	5.77	
	Na ₂ O	2.51	2.92	4.70	2.41	3.35	3.22	2.56	1.62	3.99	3.12	
	K ₂ O	0.48	1.65	0.72	0.41	1.23	0.73	0.65	0.16	0.92	2.12	
	P ₂ O ₅	0.15	0.27	0.13	0.16	0.12	0.13	0.17	0.02	0.08	0.19	
	H ₂ O(+)	4.42	0.81	1.10	2.91	0.24	0.86	0.88	3.54	1.08	0.88	
	H ₂ O(-)	0.24	0.04	0.04	0.36	0.20	0.16	0.12	0.24	0.32	0.18	
	Total	99.78	99.55	99.26	99.77	99.58	99.66	99.87	99.88	99.81	99.78	
CIPW Norm	Q	22.18	5.08	31.36	11.26	22.40	23.80	7.12	—	28.28	14.99	
	C	—	—	1.96	—	0.36	0.41	—	—	1.75	0.26	
	or	2.84	9.75	4.25	2.42	7.27	4.31	3.84	0.95	5.44	12.53	
	ab	21.24	24.71	39.77	20.39	28.35	27.25	21.66	13.71	33.76	26.40	
	an	35.07	32.96	11.40	44.32	27.30	29.16	42.99	43.50	17.29	27.38	
	di	wo	0.05	2.32	—	0.57	—	—	0.58	6.68	—	—
		en	0.04	1.24	—	0.37	—	—	0.34	3.82	—	—
		fs	0.01	1.00	—	0.16	—	—	0.22	2.57	—	—
	hy	en	6.34	8.20	2.49	7.00	5.16	5.75	10.30	3.36	3.69	6.87
		fs	1.70	6.63	3.92	3.12	4.47	3.66	6.77	2.26	5.60	5.15
	ol	fo	—	—	—	—	—	—	—	4.41	—	—
		fa	—	—	—	—	—	—	—	3.26	—	—
	mt	4.47	4.84	1.86	5.50	2.83	3.19	3.00	9.25	1.68	3.41	
	il	0.85	1.33	0.80	1.01	0.74	0.80	1.65	2.30	0.74	1.29	
	ap	0.35	0.63	0.30	0.37	0.28	0.30	0.39	0.05	0.19	0.44	
	Total	95.12	98.70	98.12	96.50	99.14	98.64	98.87	96.10	98.41	98.72	
Q+or+ab	46.25	39.54	75.39	34.08	58.01	55.36	32.63	14.65	67.48	53.92		
D. I.	48.62	40.06	76.83	35.32	58.51	56.12	33.00	15.25	68.57	54.62		

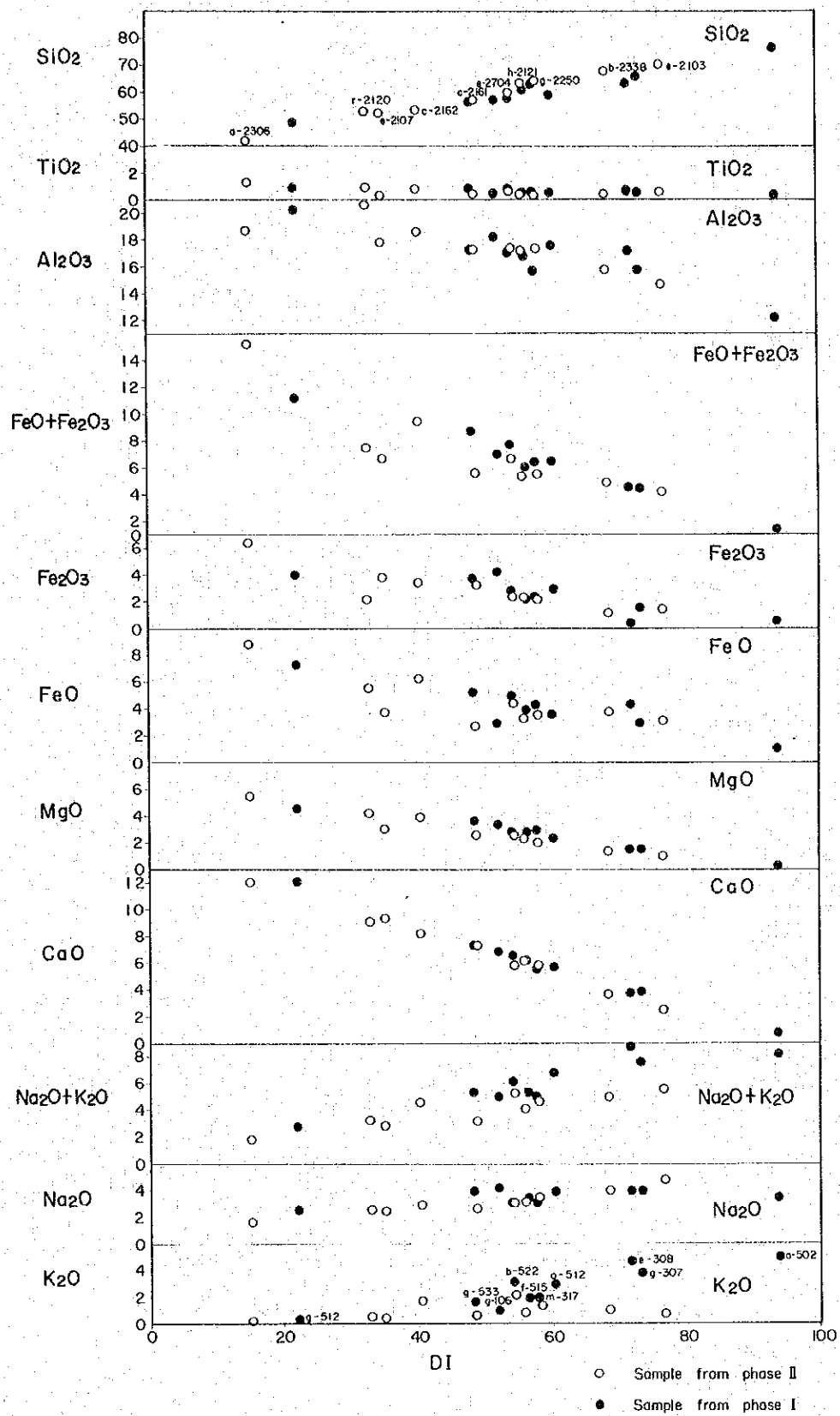
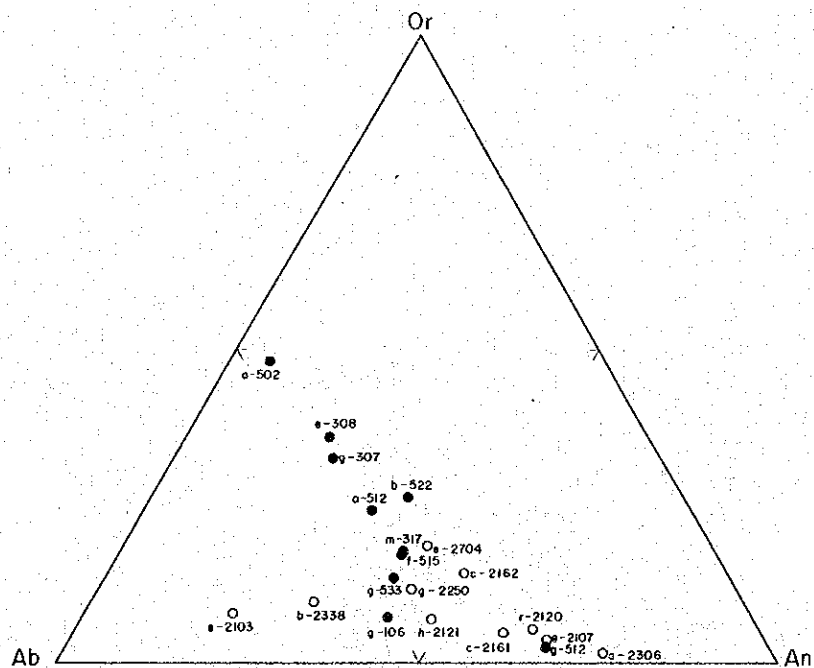
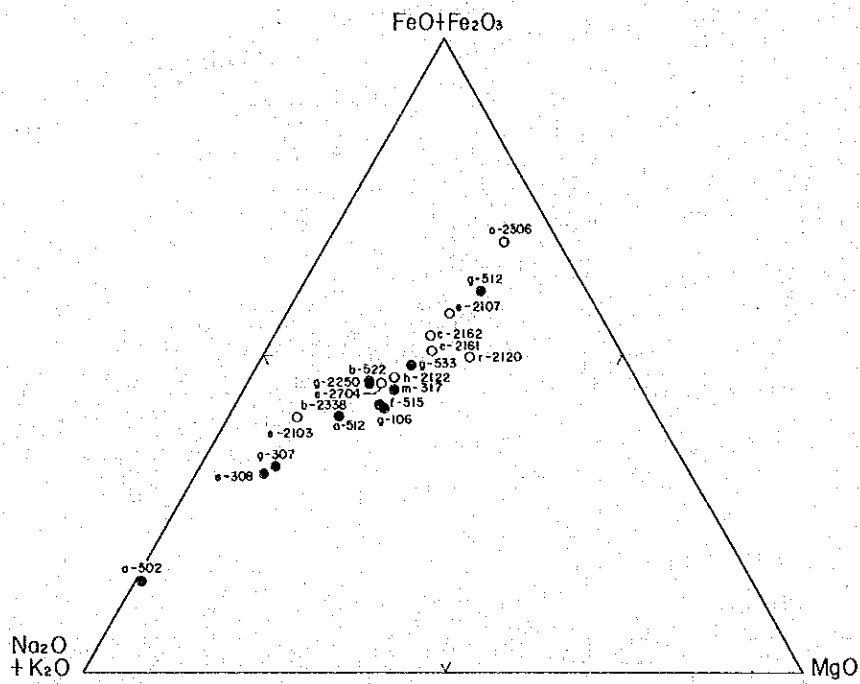


Fig. I-2

Variation Diagram of Intrusive Rocks



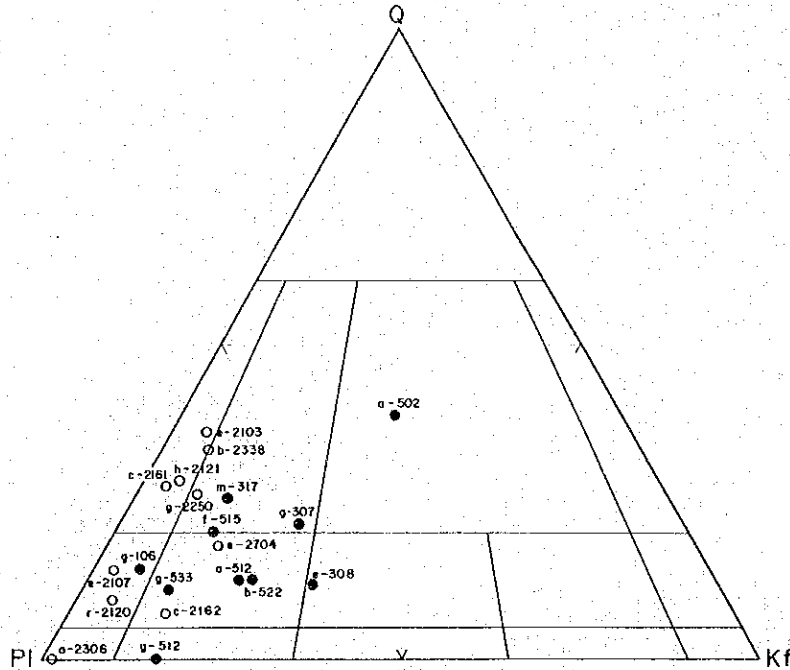


Fig. I-5 Normative Q-Pl-Kf Diagram of Intrusive Rocks

Fig. I-5は、ノルム石英，斜長石およびカリ長石三者の関係を昨年の試料も含めて示している。この図は，花崗岩質深成岩類の分類によく用いられる。この図によると，c-2161，e-2203，h-2121およびb-2338は，トータル岩の領域に，g-2250は，トータル岩寄りの花崗閃緑岩の領域にプロットされる。そして，e-2207およびr-2120は石英閃緑岩・石英斑レイ岩の領域に，e-2704およびc-2162は石英モンゾ閃長岩の領域にプロットされる。また，a-2306は斑レイ岩の領域にプロットされる。

前項で使った深成岩類の名称は，主として検鏡結果を基にしたものであり，Fig. I-5から得られた名称と必ずしも一致しない。すなわち，トータル岩，トータル岩寄りの花崗閃緑岩および石英閃緑岩の領域にあるものは，すべて石英閃緑岩（カリ長石，黒雲母を含まないか，含んでいても少量である）とし，石英モンゾ閃長岩，花崗閃緑岩および石英モンゾ閃長岩寄りの石英モンゾニ岩の領域にあるものは，すべて花崗閃緑岩（カリ長石，黒雲母のどちらか一方を多量に含むか，両方を普通に含んでいる）とした。

2-4 貫入岩類の絶対年代

昨年度のK-Ar法による絶対年代測定により8試料の貫入岩類の年代が明らかになったが、本年度は、さらに10試料の貫入岩類を年代測定に供し、カリ含有量が少なくて測定不能となった1試料(a-2306)を除く9試料の絶対年代測定結果が得られた(Table 1-3)。

Table 1-3によると、9試料の貫入岩類の年代は、12.0m.y.から26.3m.y.までの範囲にある。これらをさらに岩石別にみると、石英閃緑岩は、12.0m.y.の若い時期のものと、23.0m.y.と26.0m.y.の比較的古い時代のものとに分れる。また、花崗閃緑岩は、19.4m.y.と20.0m.y.を示している。そのほか、石英閃緑斑岩は、12.6m.y.と15.4m.y.を示し、石英安山岩岩脈は、18.3m.y.を示した。

これら貫入岩類の絶対年代を昨年度のものと一緒にTable 1-1の深成活動のところに表示している。それによると、石英閃緑岩の活動期は、19.9m.y.から9.8m.y.すなわち、前～中期中新世のものと、23.0m.y.から26.0m.y.すなわち、漸新世のものがあり、両者の活動が、26.0m.y.から9.8m.y.まで連続的であったか否かは、明らかでない。花崗閃緑岩の活動時期は、20.0m.y.から13.7m.y.すなわち、前～中期中新世であることがわかる。そのほか、主としてソルソナ地域に露出する斑レイ岩の活動時期は、K-Ar年代測定法からは明らかでないが、先に示した23.0m.y.の石英閃緑岩によって貫れている可能性が強いため、おそらく、23.0m.y.以前と考えられる。

2-5 地質構造

本プロジェクト地域は既に述べた通りコルディレラセントラル隆起帯にあり、旺盛な深成岩類の活動によって特徴づけられている。そして地域内の地質構造は、第一年次の調査によって、N-S系、NW-SE系、NE-SW系の断層群によって支配されることが明らかにされた。すなわち、N-S系は基盤構造の1つでもあり、深成岩類の進入方向を規制する最も主要な構造で、3系統のなかでは最も古いと考えられている。NW-SE系は小規模・局地的で、その主活動期はN-S系に次ぐものである。NE-SW系は最も新しい時代の断層で、深成岩類を切るが、この系のうちでも走向延長の長い大規模断層は深成岩類の進入方向と調和的であり、潜在的には深成岩類の進入に伴って形成されたものと考えられている。

本年度の調査は互に孤立した4地域で実施され、各調査地域ごとに、次に述べるように詳細なデータが得られた。また、プロジェクト地域全域についても、本年度の調査結果が第一年次に報告された地質構造と基本的には矛盾するものではないことが明らかになった。調査地域ごとの地質構造は次のようである。

1) アブラ地域

アブラ地域の地質構造は、主として深成岩類進入以前の火山活動の産物であるリクアン層群

Table I-3 Result of K-Ar Dating

Sample No.	Rock Name	% K	% $^{40}\text{Ar}^{\text{Rad}}$	scc $^{40}\text{Ar}^{\text{Rad}}/\text{gm} \times 10^{-5}$	Isotopes Age (m.y.)
c-2161	Quartz diorite porphyry	0.58 0.60	50.5 14.6	0.039 0.032	15.4±1.5
c-2162	Granodiorite	1.50 1.49	54.7 64.6	0.121 0.112	20.0±1.0
e-2203	Quartz diorite	0.68 0.69	35.3 31.4	0.075 0.066	26.3±1.8
e-2207	Dacite dyke	0.21 0.20	14.5 10.0	0.017 0.013	18.3±2.0
g-2250	Quartz diorite porphyry	1.05 1.04	42.1 55.6	0.050 0.053	12.6±0.6
h-2121	Quartz diorite	0.60 0.59	18.7 25.7	0.030 0.026	12.0±0.8
r-2120	Quartz diorite	0.55 0.55	40.4 42.2	0.037 0.032	16.1±1.1
a-2306*	Gabbro	0.11 0.10	— —	— —	—
b-2338	Quartz diorite	0.79 0.79	40.9 29.0	0.070 0.072	23.0±1.1
e-2704	Granodiorite	2.05 2.04	55.1 65.5	0.160 0.150	19.4±1.0

Remarks: Isotopes Age (m.y.) = $\frac{1}{\lambda\epsilon + \lambda\beta} \ln \left[\frac{\lambda\epsilon + \lambda\beta}{\lambda\epsilon} \times \frac{^{40}\text{Ar}^{\text{Rad}}}{^{40}\text{K}} + 1 \right]$

$\lambda\epsilon = 0.581 \times 10^{-10} \text{yr}^{-1}$

$\lambda\beta = 4.962 \times 10^{-10} \text{yr}^{-1}$

$^{40}\text{K} = 1.167 \times 10^{-4}$ atom per atom of natural potassium

* K-content in this rock was too little to date

およびティネグ層の分布および走向・傾斜，深成岩類の分布形態，岩脈の方向および断層方向からなっている。

深成岩類は，地域北部のラクブ部落付近から中央部のバアイ部落付近までN-SないしNE-SW方向に分布するもの，地域南部ボクロック部落を中心として広範囲に分布するもの，および地域東部のビノンガン川上流一帯からマリブコン部落付近にかけて数ヶ所に分布するものに大別される。これらの分布の方向は，一見，NE-SW系であるが，これは後述する深成岩類侵入後の断層によるもので，オリジナルな分布はむしろラクブ部落付近からカプアラン部落付近へのN-S方向と考えられ，深成岩類侵入の方向と考えられる。

リクアン層群は，地域東部および北西部に主として分布しており，それぞれ，深成岩類の侵入によって形成された地背斜帯の両翼となっていると考えられる。すなわち，その西翼では西傾斜，その東翼では東傾斜を示している。

ティネグ層は，地域北西部では西に緩傾斜しており，東部では地形的高所に不規則な波状構造を示している。

岩脈類の方向には，NNE-S SWないしNE-SW，NW-SE，およびWNW-ESEの方向があり，ボクロック地域の鉱床に関係すると思われる石英閃緑斑岩の貫入方向は，NE-SW方向である。

本地域に発達する断層のうち，主要な方向は，NE-SW，N-S，およびE-Wの各方向である。

NE-SW系の断層は，地域中央部にあり，深成岩類の分布を大きく規制し，走向延長20 kmにも及ぶ大断層である。この方向の断層は，深成岩類侵入後に活動したものと考えられる。N-S系の断層は，地域東部において顕著に発達しており，主として走向延長10 km以下であり，上述したNE-SW系の断層に切られている。この系統の断層は深成岩類の侵入に伴って形成されたものと考えられる。E-W系の断層は地域の南部にみられ，深成岩類の分布を規制しており，NE-SW系の断層に切られる。

このほか，NNW-SSE系の断層が，地域北部のラクブ部落西方にみられる。この断層の性格は不明であるが，先に述べたNE-SW系の断層と共役関係にあり，E-W方向の圧縮応力によりNE-SW方向の断層と共に形成されたものかもしれない。

2) ソルソナ地域

深成岩類は，地域北西半分を占めて広く分布し，南東部では地窓状に分布している。アブラ地域の深成岩類と同様に，NE-SW系の断層によってその分布が規制されており，断層形成以前の分布の方向は推定しにくい。深成岩類の西縁がNE-SW方向でリクアン層群と直接していること，および深成岩類内部の構造（斑レイ岩と石英閃緑岩との分布の相互関係）が不明瞭ながらNE-SW方向であることから，オリジナルな分布もNE-SW方向であると推定される。

リクアン層群は、主として地域南部に広く分布し、北東部の比較的高所および北西端にも分布する。この地域のリクアン層群は成層した火砕岩類をほとんど伴わないため、本層内部の構造把握は困難である。

岩脈類は、そのほとんどが、NNE-S SWないしENE-WSWの方向である。

断層は、NE-SW系のものが極めて優勢に発達し、ほとんど全域で見られる。この方向はこの地域の深成岩類進入の方向と一致しており、おそらく貫入活動に伴って形成されたものと考えられる。そのほか、E-WおよびNW-SE方向の断層もあるが、局部的であり、構造的に重要な意味をもたないものと思われる。

3) ポントック地域

ポントック地域には、深成岩類進入以前の主として火山活動の産物であるリクアン層群とティネグ層が広く分布し、深成岩類は東端に小範囲の露出をみるのみである。

リクアン層群とティネグ層は、局部的に50°近くの傾斜を示すところもあるが、大局的には特定の方向性をもたない緩い波状構造を形成していると考えられる。したがって、これらの地層は、東端にある深成岩類および北方にあると予想される深成岩類の進入による大規模な構造的影響をほとんど受けていないと考えられる。

本地域の断層は、NE-SW方向が卓越しており、NW-SE方向も認められる。両者は共役関係にあると考えられる。

4) カブガオ地域

この地域の地質構造は深成岩類の分布形態、深成岩類進入後の堆積物であるアラワ層の分布状態、断層の方向などで示されている。

深成岩類は地域中央部に広範囲に分布するほか、地域西部にも数箇所分布している。これらの深成岩類は断層によって切られてはいるが、その分布形態は明らかにN-S方向を示している。

断層としてはNE-SWないしNNE-S SW方向のものと、NW-SEないしNNW-SSE方向のもの二系統が顕著である。前者は主として地域南西部にあって、深成岩類を切っている。またこの断層はアラ地域と同系統の断層の北東延長上にあり、後者に切られている。後者は地域中央部を北流するピヌアン川沿いにみられ、数本の派生断層を伴う走向延長25 Km以上の大規模な断層である。アラワ層はこの断層の東側に分布しており、西側にはほとんどみられない。おそらく、この断層によって東側が落ち込み、アラワ層の堆積盆が形成されたものであろう。

以上が各地域にみられる主要な地質構造であるが、これらを総合的にみると、プロジェクト地域の地質構造は基本的には第一年次に報告した内容とよく一致しており、かつ次の点について新しい解釈が得られた。

1) 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-SW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。

2) 上に述べたようなことはNE-SW系の断層においても認められる。1つはソルソナ地域でよく発達する古い運動期の断層で、規模は他の1つよりは小さいが、斑レイ岩および石英閃緑岩の進入を規制している。他の1つはアブラ地域やカブガオ地域によく発達する極めて長い走向延長を示すもので、前者より新しく、深成岩類の進入後に主として活動したものと考えられ、半深成岩類の貫入や鉱化帯の形成に影響を与えている。