

フィリピン共和国ルソン北西部地区

鉱物資源開発協力基礎調査報告書

第一年次

昭和54年9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
鉱物資源開発協力基礎調査報告書

第一年次

JICA LIBRARY



1046624E1J

昭和54年9月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団	
受入 月日 84.8.29	118
登録No. 14463	66.1 MPN

は し が き

日本政府はフィリピン共和国の要請に応え、同国ルソン北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、本年はその第一年次にあたり、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7名から成る調査団を編成して、昭和54年1月14日から昭和54年4月30日まで現地に派遣した。現地調査は、フィリピン共和国政府関係機関の協力を得て予定通り完了した。本調査報告書は第一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54年9月

国際協力事業団

総裁 法 眼 晋 作

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

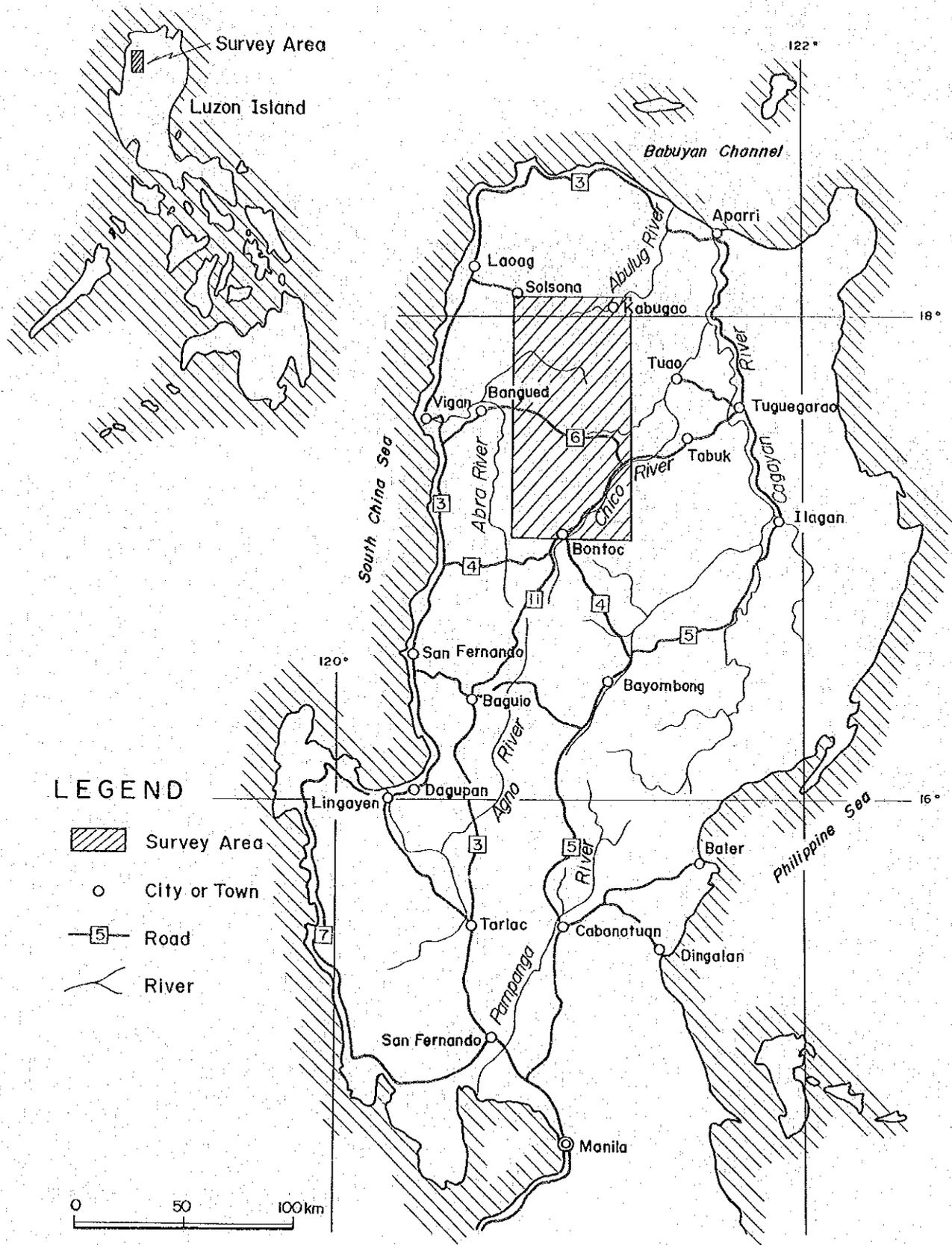


Fig. 1 Location Map of the Survey Area

目 次

は し が き
位 置 図
目 次
要 約

総 論

第1章 序 論	1
1-1 諸 言	1
1-2 本年度調査の内容	1
1-3 従来 of 調査	3
1-4 参 考 文 献	5
第2章 調査地域の概要	9
2-1 位置および交通	9
2-2 地 形	10
2-3 気候および植生	11
第3章 総 合 検 討	12
3-1 層序区分について	12
3-2 深成岩類の性質について	12
3-3 鉍化帯と地質構造との関係について	14
3-4 鉍化帯と地化学異常帯との関係について	15
3-5 要 約	15
第4章 結論および将来への展望	17
4-1 結 論	17
4-2 将来への展望	18

各 論

I 地 質 調 査

第1章 総 説	19
第2章 地 質	21

2-1	概 説	21
2-2	層 序	22
2-3	貫入岩類	31
2-4	深成岩類の化学組成	37
2-5	深成岩類の絶対年代	39
2-6	変質作用	40
2-7	地質構造および地史	41
第3章	鉍 床	43
3-1	概 説	43
3-2	鉍 化 帯	44

Ⅱ 地 化 学 探 査

第1章	総 説	52
第2章	試料の採取および分析	53
2-1	試料採取方法	53
2-2	分 析 方 法	53
第3章	結果の処理と検討	54
3-1	分析データの処理	54
3-2	異常帯の分布	55
3-3	土壌による地化学探査について	58

LIST OF ILLUSTRATIONS

- Fig. 1 Location Map of Survey Area
- Fig. 2 Physiographic and Structural Provinces of Northern Luzon
- Fig. 3 Recommended Area for Phase II Survey
- Fig. I - 1 Geological Map of Survey Area
- Fig. I - 2 Location Map of Rock Samples for Chemical Analysis and Dating
- Fig. I - 3 Variation Diagram of Plutonic Rocks
- Fig. I - 4 Normative Q-Kf-Pl Diagram of Plutonic Rocks
- Fig. I - 5 M.F.A. Diagram of Plutonic Rocks
- Fig. I - 6 Normative Or-Ab-An Diagram of Plutonic Rocks
- Fig. I - 7 Distribution Map of Mineralized Zones
- Fig. I - 8 Sketch of Vein in Layacan Mineralized Zone
- Fig. II - 1 Cumulative Frequency Distribution of Cu and Zn in Each Geological Unit
- Fig. II - 2 Cumulative Frequency Distribution of Cu and Zn in Whole Area
- Fig. II - 3 Distribution Map of Geochemical Anomalous Zones
- Fig. II - 4 Results of Geochemical Soil Survey
- Table 1 Outline of Field Survey in Phase I
- Table I - 1 Generalized Stratigraphy in Northwestern Luzon
- Table I - 2 Stratigraphic Correlation in Northern Luzon

Table	I - 3	Chemical Composition of the Plutonic Rocks
Table	I - 4	Results of K-Ar Dating
Table	I - 5	Summary of Mineralized Zones
Table	II - 1	Summary of Geochemical Survey Results
Table	II - 2	Mean Background and Threshold Values of Each Geological Unit
Table	II - 3	Regional Mean Background and Threshold Values in Whole Area

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 (Thin Section)	
Table	A-2-2	List of Microscopic Observations (Polished Section)	
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)	
Plate	I-1-1	Geological Map and Geological Profiles	(1:100,000)
Plate	I-1-2	Geological Map and Geological Profiles	(1:100,000)
Plate	I-2	Geological Map and Geological Profiles	(1:250,000)
Plate	I-3	Relation Map Between Mineralized Zones and Geological Structures	(1:250,000)
Plate	I-4-1	Location Map of Tested Rock Samples	(1:100,000)
Plate	I-4-2	Location Map of Tested Rock Samples	(1:100,000)
Plate	II-1-1	Location Map of Geochemical Samples	(1:100,000)

Plate	II-1-2	Location Map of Geochemical Samples	(1:100,000)
Plate	II-2-1	Geochemical Anomaly Map	(1:100,000)
Plate	II-2-2	Geochemical Anomaly Map	(1:100,000)
Plate	II-3	Relation Map Between Mineralized Zones and Geochemical Anomalous Zones	(1:250,000)

要 約

フィリピン共和国ルソン北西部地区における第一年次の調査では、地域内の層序、地質構造、火成活動、鉍化作用等の状況把握とこれらの相互関係を明らかにすることによって、鉍床賦存の可能性の高い地域を抽出することを目的とし、地質調査および河川堆積物を対象とした地化学探査が実施された。

地質調査の結果、層序区分においては、従来未区分白亜紀～古第三紀層として一括されていた変質火山岩類は、化石と岩質の差異から始新世の玄武岩質～安山岩質火山岩類と漸新世の石英安山岩質火山岩類とに区分され、地域内の層序・時代区分が確立された。また、地域内には深成岩類が広く分布するが、これらの深成岩類は顕微鏡観察、化学分析、年代の測定などから、斑レイ岩、石英閃緑岩、花崗閃緑岩に大別され、各岩相は南北方向に伸びる大規模な岩体をなして、地域の西から東に向かって塩基性から酸性の順に配列している。しかしながら、このような岩質の変化はマグマの分化過程の差によるものであって、いずれも一連の深成活動の産物であることが明らかにされた。各岩体の年代は、斑レイ岩については結果が得られなかったが、石英閃緑岩体が19.9～18.3 m. y., 花崗閃緑岩体が16.2～13.7 m. y., 深成岩類の侵入によって形成されたとみられる斑岩類が12.6 m. y.を示し、深成岩類の活動時期が明らかにされた。

本地域内に分布する深成岩類の諸性質は、同様の地質環境下にあるバギオ鉍床区内の深成岩類の性質と非常によく一致し、両者は同一深成活動によって形成されたと考えられる。

地域内にみられる鉍床はポーフィリー銅型と鉍脈型であり、本年度の調査の結果、2鉍山を含む18鉍化帯が調査地域内において確認され、その大部分が前者に属することも明らかとなった。これら多数の鉍床はいずれも石英閃緑岩体およびこれに関係ある石英閃緑斑岩岩体の内部またはその周辺の非貫入岩類中に形成されており、石英閃緑岩類と鉍床との密接な関係が判明した。

一方、地化学探査の結果、10箇所のCu・Zn異常帯が得られ、大部分の異常帯が鉍化帯と重複することから両者の間に強い相関関係が存在することが確認された。

以上の調査結果を総合的に判断すると、鉍床賦存の可能性が最も高い区域は、石英閃緑岩類の分布域において鉍化帯と地化学異常帯が重複する区域である。第二年次は、このような区域に対して詳細な地質調査、試料採取密度を高めた地化学探査（河川堆積物および土壌）、物理探査（IP法電気探査および地上磁気探査）を実施し、鉍化帯の詳細な状況把握を図るべきである。

總論

第 1 章 序 論

1-1. 諸 言

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地区において実施され、地質・鉱床に関する膨大な基礎資料を得たほか、フィリピン鉱山局(Bureau of Mines)自体のプロジェクトの選定・推進、同局地質技術者の技術向上にも多大の成果を収めた。

これらの成果に基づき、同鉱山局は鉱床賦存の可能性が高いにもかかわらず未だ断片的な調査しか行なわれていないルソン北西部地区を第3番目のプロジェクトに選定し、調査の実施を日本政府に強く要請した。日本政府はこの要請に応え、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、プロジェクト予定地域の予察を行なうとともに、調査地域・調査内容等についてフィリピン鉱山局と協議し、第一年次は次のような調査計画に基づいて昭和54年1月より現地調査を開始することで合意した。

調査地域名 ルソン北西部地区

調査範囲 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 $6,000\text{ Km}^2$ (Fig. 1参照)。

調査内容 調査範囲の全域について地質・地化学(河川堆積物対象)調査を実施し、調査面積の30%に相当する鉱床賦存有望区域(面積約 $1,800\text{ Km}^2$)を抽出する。

なお、本プロジェクトの実施に先立ち、フィリピン鉱山局はプロジェクト地区を含むルソン北西部について空中磁気探査を実施し、その結果は同局担当者および国際協力事業団より派遣された専門家によって解析されており、第二年次に地上磁気探査結果と併せ総合検討を行う予定である。

1-2 本年度調査の内容

1-2-1 調査の目的

本プロジェクトの第一年次にあたる本年度は、調査地域全域について地質調査および地化学探査(河川堆積物対象)を実施するとともに、既存資料のコンパイルを行い、地域内の層序、地質構造、火成活動、鉱化作用の状況把握と、これらの相互関係の解明をはかることにより、鉱床賦存の可能性の高い区域30%(面積約 $1,800\text{ Km}^2$)を抽出することを目的とした。

1-2-2 調査の内容

フィリピン鉱山局との合意内容および上記目的に基づき、本年度は全域について野外調査が実施される予定であった。しかしながら、本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、地域の南東部を北流するチコ(Chico)川およびその支流パシル(Pasil)

川のダム建設に係る紛争が昭和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であることが明らかとなった。このため、フィリピン鉱山局と野外調査実施区域について再協議した結果、調査員の安全確保の上から、両河川を含む面積約1,700 Km²の範囲については治安の回復を待って第二年度以降に実施することとし、本年度は残る4,300 Km²に対して調査密度を当初の計画より高めて調査を行うこと、および野外調査不能区域は既存資料のコンパイルによってマッピングすることで合意した。

このような経緯から、本年度の調査内容はTable 1の通りである。

Table 1 Outline of Field Survey in Phase I

	Survey period	Area	Length of survey route	Number of samples
Preparatory survey	Jun. 14~Feb.6, 24 days			
Geological reconnaissance survey	Feb. 7~Apr. 14 67 days	4,300 Km ²	945 Km	164 pcs. of tested rock samples
Geochemical reconnaissance survey	Feb. 7~Apr. 14 67 days	4,300 Km ²	945 Km	1,117 pcs. of geochemical samples
Compilation of existing data	Apr.15~Apr.30 16 days	6,000 Km ²		

1-2-3 調査団の編成

本年度調査のための計画と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) 調査計画策定および折衝

団長	黒子孟夫	金属鉱業事業団	Juanito C. FERNANDEZ	フィリピン鉱山局
	金石興東	資源エネルギー庁	Francisco A. COMSTI	"
	諸星一彦	金属鉱業事業団	Oscar A. CRISPIN	"
	沢田賢治	"		
	高田武千代	"		
	秦野 裕	国際協力事業団		

淵本 決 大手開発株式会社

2) 現地調査

団長 谷口洋文	大手開発株式会社	Leonardo R. ANTONIO	フィリピン鉱山局
沢田賢治	金属鉱業事業団	Emil T. AVILA	"
林 育浩	大手開発株式会社	Donno G. CUSTODIO	"
清野忠義	"	Pablito ESCALADA	"
武山 真	"	Jessie S. MIGUEL	"
佐藤哲男	"	Edwin RILLON	"
柴田芳彰	"		

1-2-4 報告書の作成

野外作業終了後、調査結果の概略的な検討および既存資料の収集・コンパイルが現地において両国調査員によりなされた。また、本調査により採取された各種岩石試料および地化学試料は日本において測定・分析され、日本側調査員による詳細な解析作業が実施され、総合的に検討された。本報告書はこれらの検討結果をとりまとめたものである。

本報告書の作成にあたり、岩石・変質について地質調査所北海道支所成田英吉課長および秋田大学本多朔郎教授、鉱石鉱物について秋田大学松隈寿紀教授、化石について埼玉大学松丸国照教授、岩石の年代について東北大学植田良夫教授よりそれぞれ有益な助言を賜った。ここに明記し、深謝の意を表します。

1-3 従来の調査

フィリピンの地質については従来より多くの調査が実施され、それらの成果はフィリピン鉱山局によって編さんされた1/1,000,000地質図(1963)に示されており、概括的な知識を得るのに役立っている。調査地域を含む北部ルソンについては、Corby et al(1951)が石油探査を目的としてカガヤン(Cagayan)峡谷の地質概査を行ない、新第三紀中新世以降の層序を明らかにしたほか、Durkee, Pederson(1961)も北部ルソン全域について調査し、主としてカガヤン峡谷一帯の層序および地質構造を報告している。しかしながら、これらの調査はいずれも石油探査を目的としていることから、新第三系の層序に重点がおかれ、先新第三系については“基盤岩類”として一括されており、その層序・時代区分は明確にされていない。一方、Fernandez・Pulanco(1964)はルソン島北西部の広域調査を行ない、主としてコルディレラセントラル(Cordillera Central)の層序・地質構造・火成活動を総括的に報告している。この報文は北西部ルソン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、ここでも先新第三系は“白亜紀-古第三紀層”(いわゆる KPg, UV)として一括され、層序の細分は行なわれていない。本地域の地質

構造については上記報文のほか、Gervasio (1967, 1971), 橋本亘・佐藤正(1968, 1969, 1970)などがあり、フィリピン群島全域の地質構造と関連づけて論じられており、また古生物学的研究としては Hashimoto (1938, 1970, 1975)があり、層序区分に貢献している。

鉞床についての概括的な調査としては Bryney (1969), Almogera (1977), Gervasio (1977), Motegi (1975)などがあり、フィリピンにおける主要鉞床の形成の場、鉞床の性状などを知ることができる。

調査地域内に関しては、鉞山局をはじめ多くの鉞山会社によってスポット的な調査が実施されているが、大部分が未公表のため本調査では鉞山局の一部の資料がコンパイルに利用されたに過ぎない。

1-4 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
- BRYNER, L. (1969) Ore deposits of the Philippines - An introduction to their geology.
Eco. Geol. Vol.64, p.644-666
- 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 (1976) Geology and mineral resources of Abra Province.
- CAAGUSAN, L. (1969) Stratigraphy of the Cagayan Valley Basin. Report of Philippine National Oil Company
- CORBY, G. et al (1951) Geology and oil possibilities of the Philippines.
Dept. of Agric. and Nat. Res. Tech., Bull. 21, p.208-214
- 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
- GERVASIO, C. (1977) Ore deposits of the Philippine Mobile Belt. First National Mines Research Congress
- 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
- HASHIMOTO, W. & SATO, T. (1968) A contribution to the study of geologic structure of the Philippines (Part I). Jour. of Geogr. Vol. 77, p.18-56 (in Japanese)
- HASHIMOTO, W. & SATO, T. (1969) A contribution to the study of geologic structure of the Philippines (Part II). Jour. of Geogr. Vol.78, p.1-36 (in Japanese)
- IKEDA, Y. (1977) The foundation of the present economic geology. University of Tokyo Press, p.44-59 (in Japanese)

- LEPELTIER, C. (1969) A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation.
Econ. Geol. Vol.64, p.538-550
- MIRANDA, F. et al (1975) Data on Philippine mineral resources.
Bureau of Mines, Philippines
- 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. (1975) Mineralization of the Philippines - A geohistorical review - .
Geology and Palaeontology of Southeast Asia. Vol.15, p.393-417
- 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)
- PEÑA, R. (1970) Brief geology of a portion of the Baguio Mineral District.
Jour. Geol. Soc. Phil. Vol.24, p.41-43
- SATO, T. (1972) Metallogenic locality of green tuff region.
Min. Geol., Japan. Spec. No.4, p.644-666 (in Japanese)
- SHIBATA, S. (1966) On Japanese rocks II Plutonic rocks.
Asakura Inc. p.377 (in Japanese)
- SILLITOE, R. (1972) A plate tectonic model for the origin of porphyry copper deposits.
Econ. Geol. Vol.67, p.184-197
- TUTTLE-BOWEN (1958) Origin of granite in light of experimental studies.
Min. Geol. Soc. Ame., p.74

WOLFE, J. (1972)

Potassium-Argon dating in the
Philippines. Jour. Geol. Soc. Phil.,
Vol. 26, No. 2

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 に示す通り、ルソン島の北西部に位置し、

北縁：北緯 $18^{\circ} 05'$ 線

南縁：北緯 $17^{\circ} 05'$ 線

東縁：東経 $121^{\circ} 15'$ 線

西縁：東経 $120^{\circ} 45'$ 線

で囲まれる地域で、アブラ (Abra), カリंगा・アパヤオ (Kalinga - Apayao), マウンティンプロビンス (Mountain Province) 各州の大部分およびイロコスノルテ (Ilocos Norte), イロコススル (Ilocos Sul) 両州の一部を含む面積約 $6,000 \text{ Km}^2$ の範囲である。

地域内およびその周辺の主要な市街地としては、南端部にポントック (Bontoc, マウンティンプロビンス州都) が、東縁部にタブック (Tabuk, カリंगा・アパヤオ州都) およびカガヤン州都ツグエガラオ (Tuguegarao) があり、また西部にはバングェッド (Bangued, アブラ州都), ビガン (Vigan, イロコススル州都), ラオアグ (Laog, イロコスノルテ州都) などがあり、これらのうちポントック・バングェッドには調査期間中ベースキャンプが設置された。

首都マニラ (Manila) から調査地域への交通路としては、ルソン島の中央部を縦断し、ルソン北東部のプロジェクトの拠点となったバヨンボン (Bayombong) を経由し、ツグエガラオにつづく国道5号線 (マニラ～ツグエガラオ 482 Km), 西部海岸沿いに、北端部へ続く国道3号線 (マニラ～ビガン 408 Km , ビガン～ラオアグ 78 Km), 避暑地として有名なバギオ (Baguio) 市を經由し、ポントック・タブックを経てツグエガラオに至る国道11号線 (マニラ～ポントック 396 Km , ポントック～タブック 120 Km) などの主要道路があるほか、東・西両幹線を結ぶ国道6号線がバングェッド (マニラより3号線経由で 409 Km) を経て調査地域を横断している。一方、ラオアグおよびツグエガラオには空港があり、マニラより毎日定期便が運行されていて、調査地近辺までの交通は容易である。しかしながら調査地域内では急峻な山岳部が大部分を占め、かつ厚い樹林に被われるため道路の発達は極端に悪く、わずかに小径が局地的に設けられているに過ぎない。さらに、今年度の調査では治安上の問題から、調査地域内を横断する6号線および11号線の大部分は通行不能となっており、調査実施の上で大きな支障となった。

通信機関としては、ラオアグおよびツグエガラオからはマニラとの電話交信が可能であるが、他の都市では電話設備はなく、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並走する2つの山脈と2つの低地帯よりなり、これらの地形上の特徴と地質構造との組合せにより、Durkee, Pederson (1961) はルソン島北部をFig. 2のように細分している。すなわち、東から西に向って(1)シエラマドレ (Sierra Madre), (2)カガヤン峡谷, (3)コルディレラセントラル, (4)海岸褶曲帯の4帯である。これらのうち、(1)・(3)帯は隆起帯で山岳地形を示すのに対し、(2)・(4)帯は沈降帯で平地帯かゆるい丘陵地形を示す。

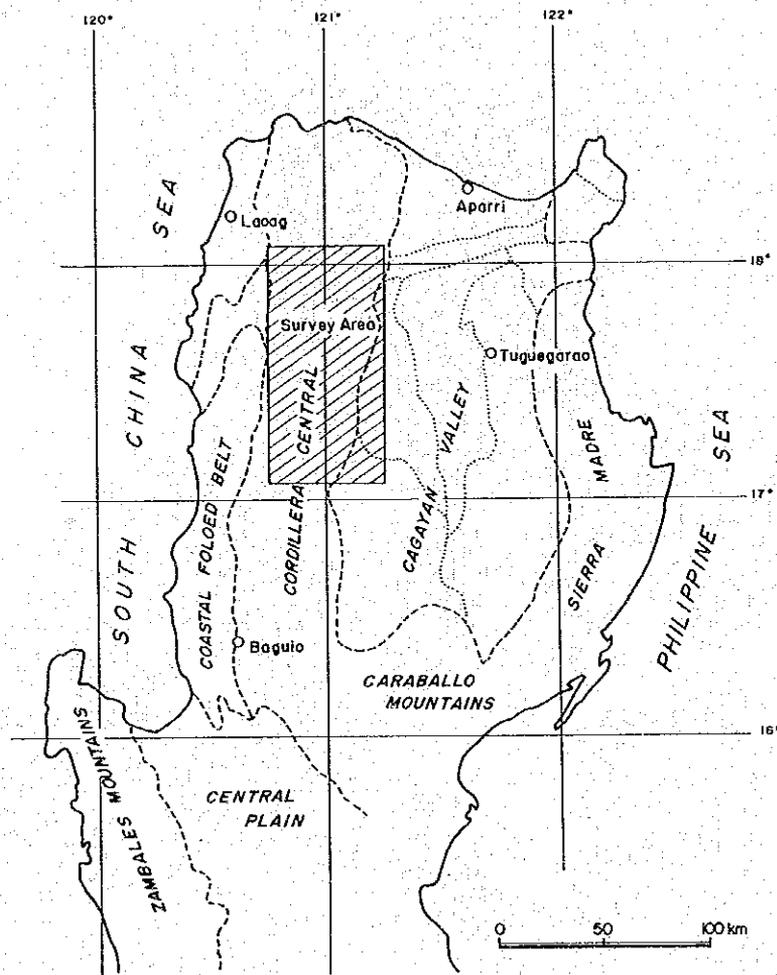


Fig. 2 Physiographic and Structural Provinces of Northern Luzon

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、その大部分は非常に急峻な山岳地形を示し、特に地域中央部は標高1,800~2,500 mの山稜が連続しており、北から南へシカパオ山 (Mt. Sicapao, 2,352 m), マンマノック山 (Mt. Manmanoc, 2,064 m), マラモ

ット山 (Mt. Malamot, 2,078 m), サポコイ山 (Mt. Sapocoy, 2,455 m), 地域内の最高峰であるカウイタン山 (Mt. Cautan, 2,597 m), メングメング山 (Mt. Mengmeng, 2,305 m), シピタン山 (Mt. Sipitan, 2,127 m) など 2,000 m を超える多数の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バブヤン (Babuyan) 海峡に注ぐフィリピン最大のカガヤン川の支流であるチョコ川の流域下であり, 主として NE-SW 系の多数の河川よりなる。一方西側の大半は南シナ海に注ぐアブラ川の流域に属し, 主として E-W 系の河川が発達する。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, 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・乾期の区別がなく, 年間を通じて雨が多く, さらにフィリピン近海で発生する台風の多くがこの地方に影響を与えるため, 地形急峻と相まってなお未開の状態である。一方, 西のコルディレラセントラル山脈とその西部の低地帯では雨期・乾期の区別が明瞭で, 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帯では両者の中間型の気候で, 雨期・乾期の区別はそれほど明瞭ではないが, 概して 11 月~4 月は雨量が少ない。

調査地域はコルディレラセントラルの中央部に位置しており, 河川が減水した 1 月~4 月が野外調査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 5,000 mm にも達することがある。また平均気温は 28.5°C である。

植生は, 総じて雨量の多い地域であるため, 地域内の山稜部では樹木が厚く密生しジャングルとなっているが, 中腹から低地帯にかけては伐採・開発が進み, かつ植林がなされていないためはげ山となっている。

第3章 総合検討

本年度の調査の結果、地域内の層序、火成活動、地質構造、鉍化作用等について多くの基礎的データが得られた。各項目については各論で詳述されるため、ここでは今後の調査に重要な意義をもついくつかの項目についての検討結果を述べる。

3-1 層序区分について

従来の調査資料によると、本地域は未区分白亜紀～古第三紀層（いわゆるKPgおよびUV）が広く分布する地域であるが、この先新第三系に対する層序区分の試みは全くなされておらず、わずかに調査地域の東・西両縁部に露出する新第三系について区分がなされているに過ぎない。そこで本年度は、地域内の層序、特に先新第三系の細分化が調査の主要目的の一つとしてとりあげられた。

調査の結果、先新第三系は岩質から玄武岩質～安山岩質溶岩およびこれらに伴われる火山砕屑岩類（リクアン層群I層およびII層）と石英安山岩質溶岩・火山砕屑岩類（ティネグ層）とに区分され、それぞれの時代は発見された化石から前者が後期始新世、後者が漸新世であることが明らかにされた。

これらの岩相・時代区分は、ルソン北東部地区における未区分先新第三系の区分とよく対応しており、ルソン島北西部に分布する未区分先新第三系の基本的な区分を示すものと考えられる。

一方、調査地域の最下位層をなすリクアン層群I層の主分布区域であるチョコ川流域については、本年度野外調査を実施することができず、I層に対する観察は必ずしも充分とは言えない。また、同II層についても、(1)同層を構成する安山岩溶岩と火山砕屑岩類との間には調査ルートによって発達の程度にかなりの差があること、(2)安山岩溶岩に玄武岩質安山岩相－非顕晶質安山岩相－斑状安山岩相の岩相変化が認められること、などの特徴がみられたが、本年度の調査ルートだけではこれらの特徴をII層の構造把握と細分化に役立たせることはできず、今後の検討課題として残された。第二年次の調査ではリクアン層群の岩相区分と地層の細分化について再検討を行いたい。

3-2 深成岩類の性質について

調査地域内には、ほぼ南北の伸びをもつ底盤状深成岩類と、深成岩類に成因的關係を有すると考えられる岩株状～岩脈状斑岩類が広い面積を占めて分布する。これらの岩類は鉍床、特にポーフィリータイプ型鉍床の形成に重要な役割りを果していることから、多くの試料の顕微鏡観察のほか深成岩類8試料、斑岩類2試料について化学分析および年代測定による詳細な解析・検討が行われ、次のような性質が明らかにされた。

(1) 深成岩類はNNE - SSW ~ N - Sの方向を示しながら調査地域内のほぼ全域に分布する。しかしながら、主要なものは中央部に近接して平行に連続する岩体と、その東・西両側の主として北部に露出する2つの岩体としてみる事ができる。進入の形態は産状から底盤と考えられ、少なくとも中央の2列の岩体は地下の比較的浅い部分で連続する可能性が強い。深成岩類の進入の場は明らかではないが、基盤岩類(先白亜紀の結晶片岩類と考えられる)の構造的弱線であろうと考えられる。

斑岩類は深成岩類の進入によって形成された断層などの弱線に規制され、小規模な岩株・岩脈状貫入岩として深成岩体またはその周辺に分布する。

(2) 野外観察および顕微鏡観察から、深成岩類は有色鉱物に富む斑レイ岩から有色鉱物の少ない花崗岩質岩までの岩相変化を示すが、分布状態と平均的な岩相から斑レイ岩、石英閃緑岩、花崗閃緑岩の3つのグループに分けられる。これらのグループの分布は中央2列が石英閃緑岩、その北西部が斑レイ岩、北東部が花崗閃緑岩となっており、西から東に塩基性→酸性の変化がみられる。

斑岩類は閃緑斑岩、石英閃緑斑岩、グラノファイヤーの3種類に分けられるが、分布上の規則性はみられない。

(3) 斑レイ岩体1試料、石英閃緑岩体5試料、花崗閃緑岩体2試料、斑岩類2試料の合計10試料について化学分析を行った結果、分化指数(D. I.)においてD. I. 22(1試料)、48~60(5試料)、72~73(2試料)、94(1試料)の4グループにわかれるが、M-F-Aダイアグラムでは各試料はほぼ同一線上にプロットされる。これらのことから、本地域に分布する深成岩類および斑岩類は同一マグマから形成されたと考えられ、分布と併せて考察すればマグマの分化初期の固結相が斑レイ岩体であり、中期の固結相が石英閃緑岩体および閃緑斑岩・石英閃緑斑岩、後期の固結相が花崗閃緑岩体、末期の固結相がグラノファイヤーである。従って、調査地域内でみる限り深成岩類の主進入の場はマグマの分化につれて西から東へ次第に移動したことが推定される。

(4) 深成岩類の年代測定は化学分析を行った試料と同じ試料について実施されたが、斑レイ岩と閃緑斑岩はK含有量不足のため結果は得られず、他の8試料から9.8m. y. ~ 19.9m. y. の結果が得られた。これらを岩体別にみると、石英閃緑岩体9.8m. y. (1試料)および18.3~19.9m. y. (4試料)、花崗閃緑岩体13.7~16.2m. y. (2試料)、グラノファイヤー12.6m. y. (1試料)となり、石英閃緑岩体の9.8m. y. を除けば化学分析結果から得られた岩体の形成順序と非常によく一致している。

(5) ルソン北東部地区の調査において、コルディラセントラルのなかでも特に鉱床が集中的に分布するバギオ鉱床区内のアグノバソリスから採取された2試料について化学分析が、またそのうちの1試料について年代測定が実施された。試料はともに石英閃緑岩で、その結果と本

地域の結果を比較すると、化学組成においては本地域の石英閃緑岩と全く同一の性質を示し、年代も $17.9 \pm 0.9 \text{ m. y.}$ で本地域の年代とよく一致している。このことから、本地域の深成岩類とアグノパソリスとは同一深成活動の産物であると考えられる。

(6) 以上が調査地域内に分布する深成岩類の性質のあらましであるが、ここで問題として残されたのは 9.8 m. y. という年代である。試料は、化学組成の上では他の石英閃緑岩と同様で、特に相違は認められず、また野外および顕微鏡観察でも差異は認められない。従って年代を除く他の諸性質からは同一岩体と考えるべきであるが、年代の上ではこの試料と他の4試料の間には約1,000万年の差があり、同一岩体とは考え難い。今後岩相区分をも含めた再検討が望まれる。

3-3 鉍化帯と地質構造との関係について

本年度の地質調査および既存資料のコンパイルの結果、調査地域内には多数の鉍床・鉍徴が分布することが確認され、そのうち主要なものは、現在操業中の2鉍山を含めると18箇所にのぼる。

これらの鉍化帯の分布を地質的にみると、石英閃緑岩体およびその周辺に14鉍化帯、石英閃緑斑岩に2鉍化帯、斑レイ岩体およびその周辺に1鉍化帯、火山岩類中に1鉍化帯となっているが、石英閃緑斑岩は石英閃緑岩体の進入に伴われたものであると考えられているため、ほとんどすべての鉍化帯が石英閃緑岩類に密接に関係しているとみなされ、鉍化作用が著しい岩質規制を受けていることが明らかである(PL. I-3参照)。

一方、本地域内にみられる最も支配的な構造はN-S系構造で、次いでNE-SW系構造である。前者は地域内の最も古い構造で、深成岩類の進入方向でよく表わされているほか、N-S方向の断層などとしてみられる。NE-SW系構造は多数の断層群として表わされ、最も新しい構造であると考えられているが、潜在的には深成岩類の進入に起因して形成された可能性がある。

これらの構造のうち、鉍化帯に最も密接に関係していると考えられる構造は深成岩類の進入の方向を規制したN-S系構造で、この構造によって鉍化帯の分布が明瞭に規制されている。本年度の調査では、調査の重点が広い未調査地域内における鉍化帯の広域的な分布状況の把握に置かれたため、個々の鉍化帯における構造規制などの細部についての十分な調査はできなかったが、鉍化帯の伸長方向や鉍化帯を構成する細脈などにはN-S方向やNE-SW方向が多くみられ、NE-SW系構造の規制をもを受けていることが推定される。

以上のことから、地域内の鉍化帯はN-S系構造によって分布上の規制を受け、鉍化帯自体はN-S系・NE-SW系両構造の規制を受けているものと考えられる。

3-4 鉍化帯と地化学異常帯との関係について

本年度の地化学探査は、Cu・Znを指示元素とし、河川堆積物を対象として、地質調査と同様4,300 Km²について実施された。試料は、より広い範囲からの情報を得るため、踏査される河川の主流を除き支流から採取された。

この結果、地域内には多数のCu・Zn異常が得られ、これらの異常のうち比較的近接して分布するいくつかの異常を異常帯としてまとめると、主として深成岩体の内部または周辺部に10異常帯が抽出された。

そこで、これら10異常帯と鉍化帯との関係をみると、6異常帯が鉍化帯の大部分または一部と重複して分布し、他の4異常帯も一部に局地的な黄鉄鉍あるいは黄鉄鉍・黄銅鉍を伴う鉍染帯が存在することが明らかとなった(PL. II-3参照)。従って、このような鉍化帯と異常帯の分布上の関係をみる限り、両者の間には明瞭な相関関係が認められ、河川堆積物を対象とする地化学探査が未調査地域から鉍化帯あるいは鉍化帯賦存の可能性の高い区域を抽出するうえで極めて有効な手段であることが確認された。

しかしながら、一方では鉍化帯が存在するにもかかわらずCu・Znがともに異常を示さない場合もあり、地化学異常が検出されないため鉍化帯が存在しないと結論づけることは早計である。特に、鉍化帯のハローが極めて小さい鉍脈型鉍床の場合は、探査密度の粗い地化学探査では鉍化帯の存在が異常帯として検出されないことの方が多いと考えられる。従って、未調査地域から鉍床賦存の有望地域を抽出するに当っては、地化学探査の結果が極めて重要な判定基準の一つとなり得ることは疑いのない事実であるが、同時に異常帯が検出されなかった区域に対しても地質・鉍床的に十分な検討を行い、次の段階の調査対象区域を決定すべきである。

3-5 要 約

これまで述べた点を深成岩類と鉍化帯・地化学異常帯との関係についてまとめると次のようである。

本地域にみられる深成岩類は大別すると斑レイ岩、石英閃緑岩、花崗閃緑岩の3岩相に区分されるが、これらは同一マグマの分化によって形成されたものと考えられ、一連の深成活動の産物である。また、この深成活動に伴って閃緑斑岩、石英閃緑斑岩、グラノファイヤーなどの半深成岩が形成され、深成岩類の岩体内あるいはその周辺に岩株・岩脈状をなして貫入している。

一方、地域内に分布する鉍床・鉍化帯(以下ここでは鉍床という)の大部分はこれら深成岩・半深成岩類の岩体内またはその周辺部に形成されており、鉍床が深成岩・半深成岩類と成因的に極めて密接な関係を示していることが明らかである。また、地化学異常帯は鉍化帯の分布とよく一致している。

各岩種別に鉍化帯・地化学異常帯との関係を要約すると次の通りである。

1. 斑 列 岩：分化初期の固結相。年代未詳（石英閃緑岩に貫かれる）。局部的にポーフイリーカッパー型鉱床を伴うが、小規模・少数である。1地化学異常帯を伴う。
2. 石 英 閃 緑 岩：分化中期の固結相。年代18.3～19.9 m. y.（4試料）と9.8 m. y.（1試料）で、前者はアグノボリスの石英閃緑岩の17.9 ± 0.9 m. y. とほぼ同じである。地域内のポーフイリーカッパー型・鉱脈型両鉱床の大部分は本岩体中、特に岩体の縁辺部に集中的に分布し、稼行中のアブラ鉱山も本岩体中にある。地化学異常帯は10異常体中6異常帯が本岩分布域またはその周辺に集中し、鉱床との強い相関関係を示している。
3. 花 崗 閃 緑 岩：分化後期の固結相。年代は13.7～16.2 m. y.である。ポーフイリーカッパー型鉱床の露頭が3箇所あるが極めて局部的・小規模である。1異常帯が周辺部に分布する。
4. 閃 緑 斑 岩：岩脈状。年代未詳。変質強く、ポーフイリーカッパー型鉱床を伴うが銅鉱物は極めて微量。石英閃緑岩体に伴う異常帯内にある。
5. 石 英 閃 緑 斑 岩：岩株状～岩脈状。年代未詳（花崗閃緑岩を貫く岩脈がある）。岩株状の本岩には操業中のバトンブハイ・ポーフイリーカッパー型鉱床と探鉱を完了したマウンティン鉱床を伴う。大規模ポーフイリーカッパー型鉱床の母岩として最も重要。岩脈状の本岩も同型の鉱床を伴うが、小規模。石英閃緑岩・花崗閃緑岩に伴う異常帯中にある。
6. グラノファイヤー：分化末期の固結相。岩脈状。年代12.6 m. y.。鉱化はほとんどみられない。

第4章 結論および将来への展望

4-1 結論

本プロジェクトの第一年次にあたる本年度は、6,000 Km² の調査地域から層序・地質構造・火成活動・鉱化作用等の総合的な解明により鉱床賦存の可能性の高い地域約30%を抽出することを目的として、地質調査、地化学探査（河川堆積物対象）および既存資料の収集・コンパイルが実施され、次のような結論が得られた。

1. 本地域内の最も広い範囲を占める未区分白亜紀～古第三紀層（KPgおよびUV）は、岩質の差異と化石の発見から、始新世の玄武岩質～安山岩質火山岩類と漸新世の石英安山岩質火山岩類とに区分され、それぞれの分布、岩相、構造などの解明により地域内の層序が確立された。
2. 調査地域を支配する主要構造としては、古いものから順にN-S系・NW-SE系・NE-SW系の3構造が認められる。これらのうち、最も重要な意味をもつ構造はN-S系で、この構造は深成岩類の進入方向を規制している。
3. 始新世～漸新世層中には大規模な深成岩類の進入があり、深成岩類はN-S系の強い構造規制を受けてほぼ南北に伸びる4列の岩体をなし、先新第三系に次ぐ広い範囲を占めて分布する。岩質的には斑レイ岩質から花崗岩質までがみられるが、これらは化学組成の検討結果から同一マグマの分化過程の差による岩相変化であることが明らかとなった。主要岩相は斑レイ岩、石英閃緑岩、花崗閃緑岩で、これらは西側に斑レイ岩、中央2列に石英閃緑岩、東側に花崗閃緑岩の順で分布する。年代はK-Ar デーティングによって、石英閃緑岩が19.9～18.3 m. y.、花崗閃緑岩が16.2～13.7 m. y. が得られたが、石英閃緑岩の1試料は9.8 m. y. を示した。
4. 深成岩類の進入に伴い閃緑斑岩、石英閃緑斑岩、グラノファイヤーなどの半深成岩が深成岩類の岩体内部あるいはその周辺に岩株状～岩脈状をなして貫入しているが、これらも深成岩類と同一のマグマから形成されたもので、グラノファイヤーは12.6 m. y. を示している。
5. 本地域内には多数のポーフイリー・銅型鉱床と2、3の鉱脈型鉱床が主として石英閃緑岩・石英閃緑斑岩の岩体内部またはその周辺部に分布している。特に、石英閃緑斑岩にはバトンプハイ鉱床のような稼行可能な大規模ポーフイリー・銅型鉱床が伴われ、重要な鉱床母岩となっている。このようなことから、地域内の鉱床は石英閃緑岩類に密接に関係していることが明らかであり、調査の対象地域も石英閃緑岩類の分布区域で鉱化帯あるいは地化学異常帯が抽出されている範囲が最も有望である。
6. 地化学探査の結果からCu・Zn異常帯が10箇所にわたって検出されたが、異常帯の大部分は石英閃緑岩体の分布域に集中し、また異常帯の大半は鉱化帯と重複した分布を示している。従って、石英閃緑岩類と鉱化帯との密接な関係は地化学探査によっても確認され、また河川堆積物を対象とした地化学探査が未調査地域から有望区域を抽出するための効果的な手段である。

ことも確認された。

7. 以上のような調査結果から、鉱床賦存の可能性が最も高い区域として、Fig.3に示された4地域(面積1,800 Km²)が選定された。

4-2 将来への展望

これまで述べた通り、本プロジェクト地域は主として先新第三系とこれに進入した中新世の深成岩類より構成され、深成岩類に閏係した多数の鉱床・鉱徴が分布している。このような地質環境は本地域の南方にあるバギオ鉱床区と極めてよく類似し、稼行可能な鉱床の賦存が強く期待される。

第一年次の調査によって鉱床賦存の有望区域として抽出された範囲は、主として石英閃緑岩分布域であって多数の鉱化帯が確認されており、かつCu・Zn地化学異常帯が鉱化帯と重複して分布する区域である。

従って、第二年次はよりルート密度を高めた地質調査と地化学探査(河川堆積物および土壌対象)によって深成岩類の分布状態、鉱化帯・地化学異常帯の平面的広がりの確認、鉱化帯の詳細な状況把握などを効果的に図るとともに、物理探査(IP法電気探査および地上磁気探査)により深成岩類と鉱化帯の地下深部への連続性を明らかにすることが望まれる。

さらに、第一年次の調査で十分な解明ができなかった深成岩類の岩相区分、大規模ポーフィリー銅型鉱床と最も密接な関係をもつ石英閃緑斑岩類の分布、先新第三系の細分化などについて再検討を行うとともに、第一年次調査に先立って実施された空中磁気探査の解析結果の検討、第一年次調査における野外調査不能区域に対する地質調査・地化学探査実施の検討とデータの収集などを行いたい。

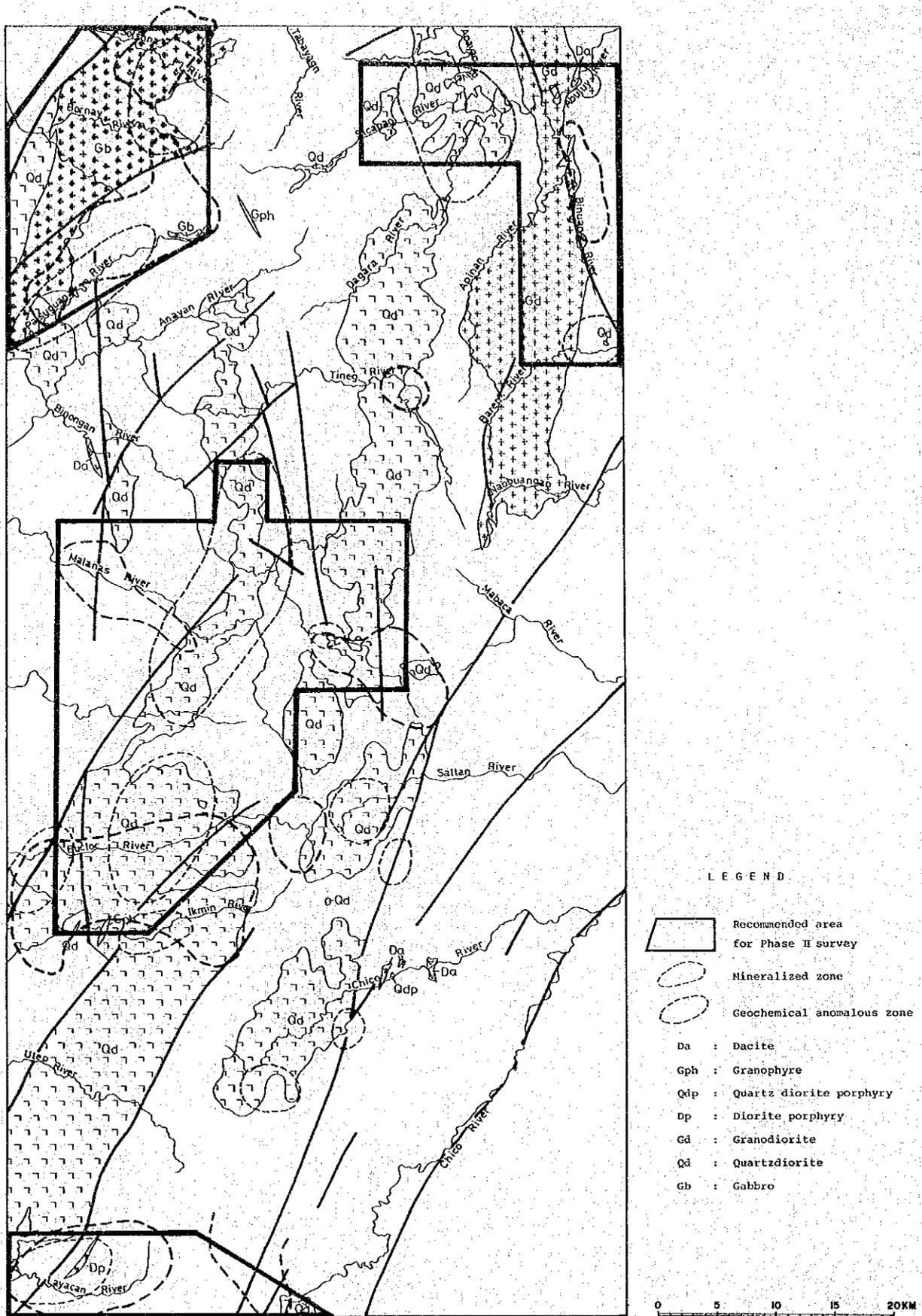


Fig. 3 Recommended Area for Phase II Survey

各 論
I 地質調査

第1章 総 説

本年度の調査結果および既存の文献・地質図から北部ルソンの地質を概括的にみると、この地域は東海岸沿いに断片的に分布する先白亜系を基盤とし、白亜紀以降の各種岩層がほぼ南北に伸びる4つの地質帯を形成している。これらの地質帯は既に述べた地形の分帯とほぼ一致しており、東から(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、これらに上部始新世～漸新世の花崗岩類(49～27 m. y.)が主として同隆起帯の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・西の隆起帯にはさまれた地域で、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・同砕屑岩類の上位に新第三紀の堆積岩が厚く堆積している。火成活動は南縁部において顕著で、上部漸新世～下部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、東のシェラマドレ隆起帯よりやや後期とみられる始新世～下部中新世の火山岩類と中部中新世以降の堆積岩よりなり、背斜軸部付近に下部～中部中新世の石英閃緑岩類(20～9 m. y.)が大規模に進入している。海岸褶曲帯は主として新第三紀の砕屑岩類よりなり、強い褶曲構造を示している。

これら4地質帯、特にシェラマドレ隆起帯とコルディレラセントラル隆起帯との間にみられる地質構造の発達過程および深成作用の岩質的・時代的相違は、両隆起帯がルソン島の東・西両側に存在すると考えられている、時代の異なる2つのプレートの沈み込みに無関係ではないことを示唆するものとする。

一方、北部ルソン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稼行されているが、これら主要鉱床の分布を地域的にみると明らかな偏在性が認められる。すなわち、シェラマドレ隆起帯では幾つかの鉱床はあるものの、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、特にバギオ地区には集中的に分布して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なく、わずかに南縁部でアルカリ深成岩に関係あるコルドン(Cordon)・ボーフィリーカッパー型鉱床が知られているにすぎない。

コルディレラセントラルに分布する主な金属鉱床は、ボーフィ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)、ボネン(Boneng)、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バン(Acupan)、アンタモック(Antamok)、レパント(Lepanto)、スヨック(Suyoc)、アブラ；接触交代鉱床としてサンクスギビング(Thanksgiving)、ラ

ミン（ Lammin ）などがあり、バトゥンハイ・アブラ両鉱床は調査地域内に位置する。

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体内およびその周辺に発達する構造的弱線に沿って、深成岩よりやや遅れて貫入した斑岩類の岩株、岩脈に成因的關係を有し、このような地質環境において鉱床賦存の可能性が最も高いことがルソン北東部地区の調査結果から推論されている。先に述べた鉱床の偏在性は深成岩類の岩質の差異と深成岩進入の場の地質構造的環境の相違に起因するものであると考えられる。

調査地域は、地質および地質構造の上からはバギオ鉱床区と同一環境にあるとみなされ、鉱床賦存の可能性は高い。以上に述べた地質・鉱床上の特性を背景として、次に調査地域内の地質・鉱床について詳述する。

第 2 章 地 質

2-1 概 説

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より構成される。火山岩・火山砕屑岩類の大部分は、これまで未区分白亜紀～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、本年度の調査によってこれらの地層中からいくつかの示準化石が発見され、調査地域内の層序は Fig. I-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。また深成岩類は岩質から花崗閃緑岩、石英閃緑岩、斑レイ岩の 3 種類に大別され、これらの進入の時期は K-Ar 法による絶対年代の測定結果から下部～中部中新世（20～9 m. y.）であることが明らかになった。Table I-1 は調査地域内の層序、地質構造、火成活動などを総括したものである。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避けるため、各地層がよく発達する地名、河川名などに基つて新たに命名したものである。

Table I-2 は調査地域とこれに関連ある地域の層序の対比を示したものである。ルソン北東部地区は調査地域の南方 60 Km 以南にあり、位置的にはかなりの隔りがあるが、コルディ

Geological Age	Northwestern Luzon Project (1979)	Northeastern Luzon Project (1975-1977)		Cagayan Valley (West) Burkee-Pederson (1961)	Baguio District Balce et al (1978)		
		Main Area	Baguio Area				
Quaternary	Alluvium Quaternary Volcanics	Terrace Deposit	Terrace Deposit		Alluvium		
Pliocene		Matuno F.	Mirador F.	Ilagan 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.		
		Matbang F.					
		Palali F.		Sicalao Limestone	Zigzag F.		
	Mabaca F.						
Oligocene	Tineg F.	Columbus F. Hamperang F.	Zigzag F.		Pugo F.		
Eocene	Licuan Group	F. II	F. III	Basement	Dalupirit Schist		
		F. I	F. II			Pugo F.	
Cretaceous		Caraballe Group F. I					
		Basement	Basement				

Table I - 2 Stratigraphic Correlation in Northern Luzon

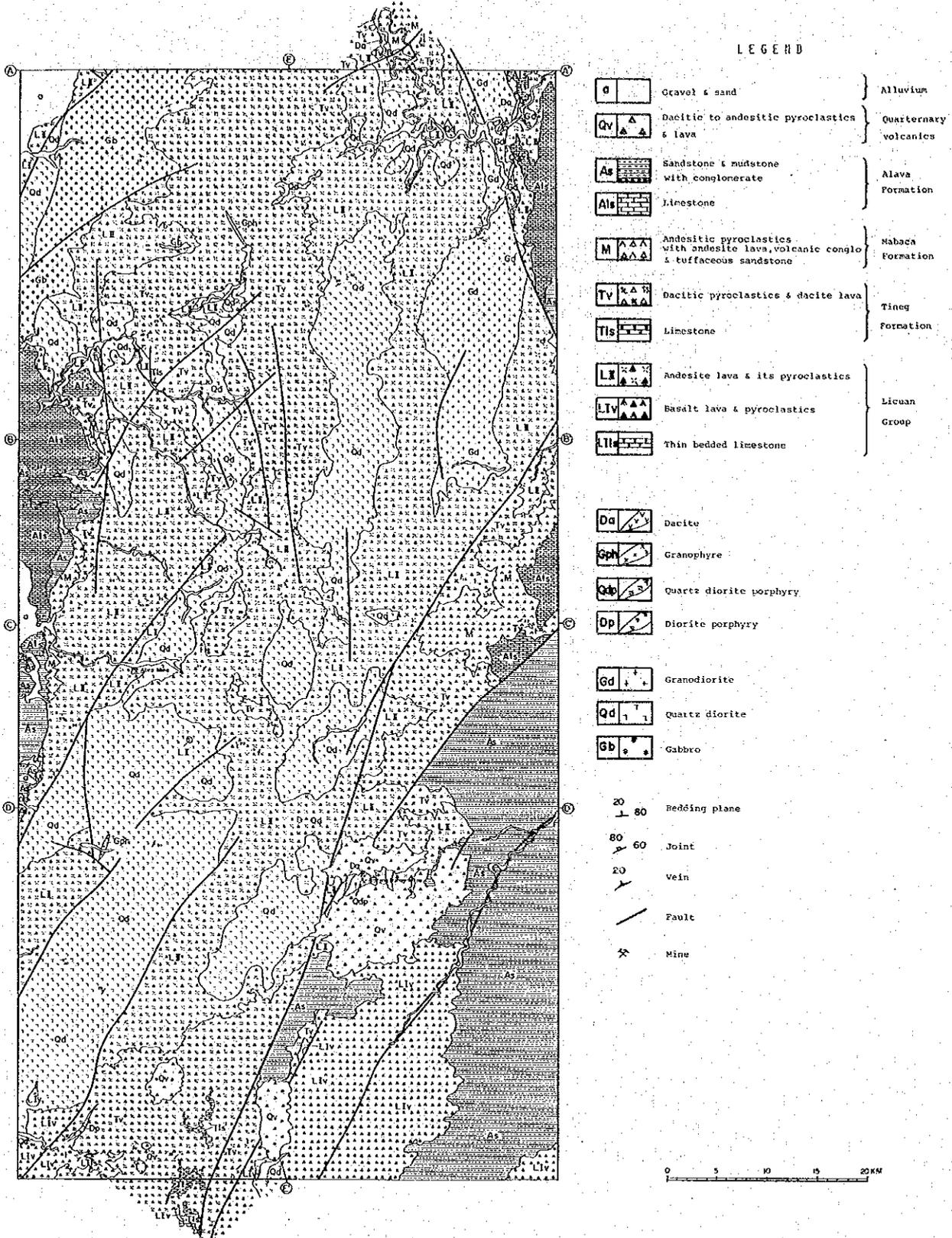


Fig. I - 1 Geological Map of Survey Area

Table I - 1 Generalized Stratigraphy in Northwestern Luzon

Geological Age	Group and Formation	Columnar Section	Rock Facies	Tectonics	Plutonism	Mineralization
Quaternary	Alluvium		gravel & sand	N-S fault NW-SE fault NE-SW fault		
	Quaternary Volcanics		da datic-tf antic tf an			
Tertiary	Pliocene	Alava Formation	alt of ss & ms	N-S fault NW-SE fault NE-SW fault	gabbro gtz diorite (19.9-18.3) granodiorite (16.2-13.7)	porphyry copper type vein type
			alt of ss & ms			
	Miocene	Mabaca Formation	antic vol br			
			alt of ss & ms			
Oligocene	Tineg Formation	antic tf-lap tf	antic vol br			
		antic tf-lap tf	antic vol br			
		antic tf-lap tf	antic vol br			
		antic tf-lap tf	antic vol br			
		antic tf-lap tf	antic vol br			
		antic tf-lap tf	antic vol br			
		antic tf-lap tf	antic vol br			
		antic tf-lap tf	antic vol br			
		antic tf-lap tf	antic vol br			
		antic tf-lap tf	antic vol br			
Eocene	Licuan Group	Formation II	datic tf	N-S fault NW-SE fault NE-SW fault	gabbro gtz diorite (19.9-18.3) granodiorite (16.2-13.7)	porphyry copper type vein type
			datic lap tf			
			da datic tf			
			datic lap tf			
			da datic tf			
		Formation I	da datic tf			
			datic lap tf			
			da datic tf			
			datic lap tf			
			da datic tf			

Abbreviation : ms : mudstone tf : 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

レラセントラル隆起帯を含むことおよび地層、特に未区分であった先新第三系の細分がなされているため対比の対象とした。Durkee・Pederson(1961)のカガヤン峡谷(西部)は調査地域東部のマバカ川流域一帯の層序を示したものであり、Balce et al(1978)はバギオ鉱床区についての最も新しい資料である。

リクアン層群は玄武岩～安山岩溶岩およびこれらの火山碎屑岩類を主とし、主に玄武岩質岩類よりなるⅠ層と安山岩質岩類を主とするⅡ層とに細分されるが、Ⅰ層・Ⅱ層は岩質からルソン北東部地区のカラバロ(Caraballo)層群のⅡ層・Ⅲ層にそれぞれ対比される。カラバロ層群Ⅰ層および同地区で基盤岩類とされた片岩類は本調査地域には分布しない。カガヤン峡谷・バギオ地区では地層の細分は行なわれておらず、リクアン層群Ⅰ・Ⅱ層は基盤岩類の一部およびプゴ(Pugo)層にそれぞれ対比される。

ティネグ層は、漸新世の化石を含むレンズ状石灰岩を伴う石英安山岩質火山碎屑岩を主とし、アルカリ岩を特徴的に伴うマンバラング(Mamparang)層とは岩質的には異なるが、マンバラング層も漸新世の化石を含む石灰岩をはさみ、またコロンブス(Columbus)層も漸新世の化石を産する石灰岩層であることから時代的に同一層準と考えられる。バギオ地域のジグザグ(Zigzag)層はBalce et alによれば石英安山岩質岩を伴い、ティネグ層と岩質的に類似するが、ルソン北東部地区で漸新世としているのに対し、Balce et alは下部中新世と考えており、ジグザグ層の時代については今後検討が望まれる。カガヤン峡谷では、ティネグ層は岩質的・時代的に基盤岩類の一部に含まれているものと考えられる。

マバカ層は局地的な安山岩質火山活動の産物で、岩質的にはジグザグ層に対比されると考えられるが、ジグザグ層には先に述べた通り時代的な問題が残されており、一方パラリ(Palali)層とは岩質を異にすることから対比は困難である。従ってマバカ層はその産状などから調査地域内およびその周辺に限って分布するものと考えたい。カガヤン峡谷では本層もまた基盤の一部とされている。

アラフ層は石灰岩および碎屑岩よりなり、時代も下部中新世から鮮新世までを示す地層で、ルソン北東部地区のナトバング(Natbang)層以降の第三紀層、バギオ地区のケノン(Kennon)層以降の第三紀層にそれぞれ対比される。カガヤン峡谷ではシカラオ(Sicalao)石灰岩およびマバカ川層群に相当し、同地域のイラガン(Ilagan)層は本調査地域内には分布しない。

調査地域と既存資料による他地域との層序対比の概要は以上の通りであるが、細部についてはなお問題があり、今後地質構造発達史を加味した広域的な見地からの検討が望まれる。

2-2 層 序

2-2-1 リクアン層群

本層群は調査地域では最も広く分布する。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、地域の南部では玄武岩溶岩が著しく卓越しており、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考えられる。

(1) リクアン層群Ⅰ層

分布：本年度の調査によって明らかとなったポントック周辺およびベサオ（Besao）西方ラヤカン（Layacan）川中～下流部のほか、既存文献よりポントックからバンガド（Bangad）に至るチョコ川流域および地域東南端のオボーブ（Oboob）付近にも分布するものと考えられる。

層厚：本地域内の最下位層であり、断層・深成岩の侵入などもあって確かではないが、観察された範囲では、1,200 m以上と推定される。

岩層：本層は玄武岩溶岩を主とし、これに火山碎屑岩類を伴い、火山碎屑岩類中にはレンズ状石灰岩がはさまれる。

玄武岩溶岩は通常暗緑色あるいは暗緑灰色、時に暗赤紫色を呈し、杏仁状組織の顕著な細粒やや粗しょうな岩石で、枕状構造がよく発達するが、時に数メートル単位の柱状節理を示す溶岩が互層状にはさまれることがある。本岩は全般に強い緑泥石化、緑レン石化を受けている。

火山碎屑岩類は緑色～暗緑色の凝灰岩、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はさむ。凝灰岩は粗粒凝灰岩が最も多い。火山礫凝灰岩は暗緑色～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含む。凝灰角礫岩の礫は玄武岩が大部分を占めるが、時に輪郭の不明瞭な石灰岩の同時礫を含むことがある。

ラヤカン川中流では、よく成層した中粒～粗粒の凝灰岩中に厚さ2 m以下の淡緑灰色石灰岩がレンズ状にはさまれ、この石灰岩には暗緑色凝灰岩の破片が多く含まれている。

本層の玄武岩溶岩の検鏡結果は次の通りである。

玄武岩（e-119）

組織：アミグダル組織。

斑晶：斜長石、普通輝石。

斜長石は自形～半自形、径0.1～1 mmで曹長石化している。普通輝石は半自形～他形、中量。

石基：斜長石、斜方輝石、鉄鉱物。

斜長石は短柵状で径0.1 mm大。いずれも多量。

変質鉱物：緑泥石、緑レン石、方解石、石英、沸石。

化石および時代：ラヤカン川中流部のレンズ状石灰岩（g-106）から

Fabiania cassis Oppenheim

Pellatispira crassicolumnata Umbgrove

Biplanispira minabilis Umbgrove

などの大型有孔虫が検出された。これらはヨーロッパのプリアボナ (Priabonian) 期を示し、時代は上部始新世 (Tb) とされた。

地質構造：溶岩を主とするため明瞭な構造はみられないが、火山碎屑岩の層理から南北性の軸をもつ波状小褶曲を繰り返しながら、全体として北西～北北西方向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 I 層分布区域から調査地域の北端部まで、ほぼ全域にわたり広い面積を占めて分布する。

層厚：下位層の分布が南部に限るため確かではないが、2,300 m 以上と推定される。

岩相：I 層が玄武岩溶岩を主とする部分であるのに対して、本層は安山岩溶岩および同質の火山碎屑岩類を主とし、概して下部で溶岩が、上部で火山碎屑岩類が優勢である。

安山岩溶岩は全般に緑色～暗緑色、暗緑灰色、時に暗赤灰色を呈し、野外観察では玄武岩質安山岩相、非顕晶質安山岩相、斑状安山岩相の3岩相に大別される。玄武岩質安山岩は地域南部のウテップ (Utep) 川、北部のカブガオ (Kabugao) 周辺などによく発達し、杏仁状組織、枕状構造が顕著である。非顕晶質安山岩は最も広範囲にみられる岩相で、細粒～中粒の緻密塊状岩であるが、ボクロック (Bucloc) 川、マラナス (Malanas) 川などでは流理構造、角礫状構造が観察される。斑状安山岩は国道6号線沿い、リングス (Lingas) 川上流部、バアイ (Baay) 川中流部などに部分的にみられるもので、斜長石の巨晶を特徴的に含み、普通塊状であるが一部で自破砕構造を示す。

しかしながら、上述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、本年度の調査ではこの区分を一般化するまでには至らなかった。なお、玄武岩質安山岩溶岩中には一部玄武岩溶岩が含まれる。変質の種類・強度は各岩相とも同じで、強い緑泥石化と部分的な緑レン石化を受けている。

火山碎屑岩類は安山岩溶岩中に狭在されるものと、同溶岩の上位に重なるものがあるが、両者の間には岩質の差はなく、ともに淡緑色～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、凝灰角礫岩よりなり、凝灰角礫岩中には火山角礫岩が局部的に伴われる。凝灰岩は通常細粒～中粒で層理の発達がよい。ウテップ川中流部、ボクロック川上流部では砂岩、泥岩などと20～80 cm単位の互層をなす部分もある。火山礫凝灰岩は最も一般的な岩相で、層理を示す部分もあるが通常無層理塊状で、角～亜角礫状の安山岩・玄武岩本質火山礫を含むが、時に泥岩などの異質礫や、偏平化した軽石などを含むこともある。凝灰角礫岩は径5～10 cmの角～亜角礫状安山岩・玄武岩礫を主とし、バアイ川下流部ではこのほかに両錐石英の斑晶を含む石英安山岩礫を伴う火山角礫岩がみられる。層理は不明瞭で、多くは塊状である。

これら火山砕屑岩類も全般に強い緑泥石化・緑レン石化を受け、また深成岩類との境界付近では珪化・黄鉄鉱化が重複し、脱色して淡緑色～淡灰色を呈する。安山岩溶岩と安山岩質火山砕屑岩との分布上の規則性は、溶岩中にも相当量の火山砕屑岩が発達し、また火山砕屑岩中にも部分的に厚い溶岩を伴うことなどから明らかではないが、概してウテップ川～リクアン部落～カブガオ部落の区域に溶岩が卓越し、その北部で火山砕屑岩が発達する傾向が認められる。しかしながら、この傾向も溶岩の岩相区分と同様多分に主観的なところがあるため、第二年次の調査によって明確化するとともに、リクアン層群の細分化を試みたい。

主な岩石の検鏡結果は次のようである。

安山岩 (a - 519)

組織：斑状組織，ハリ基流晶質組織を示す。

斑晶：斜長石，普通輝石。

斜長石は自形，径 1 ～ 3 mm，中量，An 50 ～ 70。輝石は半自形，径 1 mm 以下，少量，緑泥石，方解石などに変っている。

石基：斜長石，鉄鋳物，ガラス。

半自形の微粒斜長石および中・多量の鉄鋳物・ガラスで，緑泥石，緑レン石，方解石に変っている。

変質鋳物：緑泥石，緑レン石，方解石，カオリン。

変質安山岩 (e - 304)

組織：斑状組織，ハリ基流晶質組織。

斑晶：斜長石。

自形，径 0.1 ～ 2 mm の斜長石で，変質が強い。

石基：鉄鋳物。

変質鋳物：石英，緑泥石，絹雲母，方解石，カオリン，珪酸塩鋳物。

斜長石・有色鋳物を交代して多量の二次石英，緑泥石を生じ強度の変質を受けている。

安山岩質凝灰岩 (f - 501)

組織：パイロクラスチック組織。

鋳物片：斜長石。

基質：斜長石。

変質鋳物：緑泥石，方解石，石英，珪酸塩鋳物。

化石および時代：本層からは化石は発見されていない。従って時代を決定する積極的な資料はないが，上，下位層の時代から上部始新世と考える。

地質構造：深成岩類の侵入や断層の影響によって構造は複雑となっているが，ほぼ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と考えられる。

下位層との関係：本層とⅠ層とが直接する部分が観察されていないため明らかではないが、既に述べた通りⅠ層、Ⅱ層は岩質からルソン北東部地区カラバロ層群Ⅱ層・Ⅲ層に対比され、Ⅱ・Ⅲ層が整合関係にあることから、本層と下位のⅠ層とは整合であると考えられる。

2-2-2 ティネグ層

分布：本層はポントック西方サガダ(Sagada)からラヤカン川上流部一帯、調査地域中央部東寄りのサルタン(Saltan)川中～上流部とその支流マバカ川中流部、リクアン部落北方から地域北端部にかけての稜線部に主として分布し、マラナス川下流部、パイ川最上流部にも小範囲に露出する。

層厚：1,500 m以上。

岩相：本層は石英安山岩質の火山活動で特徴づけられる。本層の主要構成岩は石英安山岩質火山砕屑岩および同質溶岩で、局部的に砂岩、泥岩、石灰岩を伴うほか、稀に玄武岩溶岩がみられる。石英安山岩質火山砕屑岩類は淡緑色～暗緑色、時に緑灰色を呈する凝灰岩・火山礫凝灰岩・凝灰角礫岩で構成され、相対的に上部に凝灰岩が、下部に凝灰角礫岩が多い。凝灰岩はよく成層し、固結度の高い細粒・粗粒凝灰岩で、全般に石英粒が多く、珪質である。また、しばしば泥岩や火山礫凝灰岩と互層をなす。ティネグ川上流部では火山礫凝灰岩中に、スランブ構造をもつ厚さ2～3 mの細粒凝灰岩層がみられる。火山礫凝灰岩は本層の主体をなす岩相で、石英安山岩、流紋岩、時に安山岩などの火山礫のほか淡緑色偏平化した軽石を普遍的に含み、基質には石英粒が多く認められる。また一部溶結構造をなし陸成部分もあることを示している。部分的には層理が発達するが無層理塊状が普通である。凝灰角礫岩は角～亜角礫状石英安山岩・流紋岩・安山岩礫よりなり、火山礫凝灰岩と同様しばしば偏平な軽石を含み、基質に石英粒を含むことが多い。礫径は最大10 cm程度である。ポントック西方およびビノンガン(Binongan)川下流部では主として石英安山岩塊で構成される火山角礫岩がみられ、ポントック西方の本岩中には花崗閃緑岩礫も認められた。

石英安山岩溶岩はラヤカン川、マバカ川、ダガラ(Dagara)川、ティネグ川の各上流部の石英安山岩質火山礫凝灰岩中に薄層としてみられるが、ティネグ川上流部では厚さ150 mに達する。岩石は通常淡緑色～淡緑灰色を呈する多孔質塊状溶岩であるが流理構造はみられず、一部で角礫化が認められる。

玄武岩溶岩はマバカ川上流部で石英安山岩質火山礫凝灰岩中に薄いはさみとしてみられ、暗緑色非頭晶質で枕状構造を示す。

砂岩・泥岩はサガダ、マバカ川上流、カプガオ北方アパヤオ川で観察される。サガダでは石灰岩の下位によく成層した淡緑色～緑灰色粗粒の凝灰質砂岩がみられ、貝化石片や有孔虫を多く含むが、示準化石は検出できなかった。マバカ川上流では石英安山岩質凝灰岩と互層をなす

暗緑色石灰質泥岩が、またアパヤオ川上流では石英安山岩質火山礫凝灰岩中に層理のよく発達した石灰質砂岩・泥岩がそれぞれ認められる。

石灰岩はサガタ部落およびその周辺に厚く分布するほか、カプガオ北方バリワナン (Baliwanan) 川中流部、ティネグ川上流部に石英安山岩質火山礫凝灰岩中の薄層としてみられる。サガタ付近の本岩は大きく3箇所分布するが、このうちサガタ部落およびその北部の2岩体は同一層準と考えられ、乳白色～淡灰白色を呈し、部分的には弱い層理がみられるが全般には塊状である。サガタ部落南部マリテブ (Malitep) 沢に分布する本岩は淡灰色～黄灰色塊状で、層準的には前記2岩体の下位になると考えられる。バリワナン川中流部のものは石灰質泥岩とともに石英安山岩質火山礫凝灰岩中に狭まれる成層した淡灰色泥質石灰岩で、厚さ数メートルの薄層が泥岩をはさんで2枚みられる。ティネグ川上流部では厚さ2 mの灰白色成層石灰岩が石英安山岩質火山礫凝灰岩中にみられる。

凝灰岩、石英安山岩浴岩を鏡下でみると次の通りである。

石英安山岩質凝灰岩 (f - 318)

組織：パイロクラスチック組織。

鉱物片：斜長石、石英。

斜長石は半自形～他形、径0.1～1 mmでやや多量。石英は他形、径0.1～1 mm。

基質：微量の斜長石。

変質：絹雲母、緑泥石、方解石、石英、カオリン。

石英安山岩 (g - 529)

組織：斑状組織。

斑晶：石英、斜長石、普通輝石。

石英は極めて少量。斜長石は半自形、径1～3 mm。普通輝石は半自形、径0.1～1 mmで緑泥石ほかに変質している。

石基：斜長石、鉄鉱物。

斜長石は半自形、微粒 (0.1 mm以下) で多量。

変質鉱物：緑泥石、絹雲母、緑レン石、石英、珪酸塩鉱物。

化石および時代：サガタ部落で採取した石灰岩から

Eulepidina formosa (Schlumberger)

Nephrolepidina sumatrensis (Brady)

の大型有孔虫が検出され、上部漸新世 (Te 4) を示す。また、サガタ部落南部マリテブ沢の石灰岩からは

Eulepidina favosa Cushman

Nummulite fichteli (Michelotti)

の大型有孔虫が発見され、下部漸新世 (Td) と同定された。ティネグ川上流部のレンズ状石灰岩からは

Eulepidina formosa (Schlumberger)

E. gibbossa Yabe

Nephrolepidina sumatrensis (Brady)

が検出されて上部漸新世 (Te 4) と同定され、サガダ部落の石灰岩と同一層準であることが明らかとなった。これらの化石から、ティネグ層の時代は漸新世である。

下位層との関係：本層と下位のリクアン層群Ⅱ層とは断層接触あるいは深成岩類の進入のため明確ではないが、本層と下位層の間に構造的な不調和が認められ、不整合関係を示すものと考えられる。

なお、本調査においてティネグ層としたポントック南方バンタイ (Bantay) 付近の国道11号線沿いおよびサガダ道から、Hashimoto (1975) は火山碎屑岩中のレンズ状石灰岩より始新世の化石を報告している。本年度の調査ではその露頭は確認出来なかったが、付近のティネグ層中にリクアン層群が小規模な地窓として露出しており、Hashimotoのいう火山碎屑岩はリクアン層群であろうと考えられる。

2-2-3 マバカ層

分布：本層は局所的な火山活動の産物として形成されたものと考えられ、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、アバヤオ川、調査地域西部ボクロック川下流部からマラス川下流部一帯に分布する。

層厚：1,000 m 以下

岩相：本層の構成岩は大部分が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、泥岩を伴う。

安山岩質火山角礫岩・火山円礫岩は、マバカ川では暗褐色～黒灰色、アバヤオ川では暗緑色～暗赤灰色、国道付近では淡灰色～淡黄灰色と雑色であるが、岩質には変化なく、角閃石の斑晶に富む多孔質粗しょう・脆弱な角～垂角礫状の安山岩礫よりなる火山角礫岩であるが、アバヤオ川では局所的ながら石灰岩、成層凝灰岩の礫が観察された。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、火山角礫岩とは漸移あるいは混在し、両者の間に明瞭な境界はない。また、両者とも下位のリクアン層群・ティネグ層に比較して固結の程度は低い。

安山岩質凝灰岩・火山礫凝灰岩はアバヤオ川で火山角礫岩中の薄いはさみとしてみられ、緑灰色～赤灰色の中粒～粗粒凝灰岩と角稜ある安山岩片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所的にみられ、岩質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ろう。

凝灰質砂岩・泥岩も火山角礫岩中の薄層としてみられ、ともに淡灰色を呈して著しく凝灰質であり、砂岩は粗粒である。層理の発達は良好である。

本層にみられる変質は、下位のリクアン層群・ティネグ層に比較すると極めて微弱で、鏡下でも有色鉱物の一部がわずかに緑泥石化、緑レン石化している程度である。

安山岩溶岩の横鏡結果は次の通りである。

安山岩 (b - 313)

組織：流状組織，球顆状組織。

斑晶：斜長石，普通角閃石，普通輝石，鉄鉱物。

斜長石は自形，径 1 ~ 5 mm。普通角閃石も自形，径 1 ~ 3 mm。普通輝石は半自形，径 0.1 ~ 1 mm。いずれも少量。

石基：斜長石，ガラス。

斜長石は自形，径 0.1 mm 以下で短柵状をなし，著しい流状組織を示す。

変質鉱物：緑泥石，絹雲母，方解石，緑レン石。

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・下位層の時代から下部中新世と考えられる。

地質構造：分布地域に限られ，かつ範囲もせまいので特徴はみられないが，アバヤオ川では北東方に開くゆるい盆状構造が，またマカバ川ではゆるいうねりを示しながら東方へ急斜する構造が認められる。

下位層との関係：下位のティネグ層との関係は，露出が断続的であるため直接観察はされていないが，火山活動の著しい相違，両層の間の構造的不調和などから不整合と考えられる。

2 - 2 - 4 アラワ層

分布：本層は調査地域の東・西両縁辺部に限られており，東側ではボントック東方リアス (Lias) からマバカ川下流部に至る広い範囲およびカブガオ東部に，西側ではボクロック川下流部からティネグ川・ピノンガン川合流点付近にかけて分布する。これらのうち，最も広い範囲を占めるリアス～サルタン川一帯の本層については本年度野外調査を実施することができず，既存資料のコンパイルによってマッピングされた。

層厚：800 m 以上

岩相：本層は厚い石灰岩と，その上・下にみられる碎屑岩類より構成され，火山岩・火山碎屑岩類を含まないことを特徴とする。

石灰岩はバングッド郊外ドロレス (Dolores) からアラワ部落への道路において最もよく観察される。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，20 ~ 30 cm 単位で層理がよく発達する。マバカ川およびカブガオ東部の本岩も同質で，程度の差はあるが層理

の発達もよい。

砕屑岩類は、石灰岩の下位では砂岩、砂岩・泥岩互層より、また上位では礫岩、砂岩、砂岩・泥岩互層より構成されている。下位の砂岩は淡緑灰色淘汰不良の石灰質砂岩で、貝化石の破片を多く含む。層理の発達が悪く、塊状である。砂岩・泥岩互層はボクロック川下流で観察され、灰白色アルコース砂岩と灰色泥岩が細互層を形成している。上位の礫岩、砂岩、泥岩はアラウへの道路によく発達している。礫岩は流紋岩、石英安山岩、安山岩、酸性凝灰岩などの円礫を含み、礫径は3～5 cm、基質は石灰質砂岩である。石灰岩礫は認められない。厚さは約5 mである。砂岩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塊状の中粒砂岩などがある。泥岩は灰色を呈し明瞭な層理を示す。これらの砂岩、泥岩は小型有孔虫を多く含んでいる。マバカ川では灰白色粗粒石灰質砂岩と灰色泥岩とが泥岩優勢の互層をなす。砂岩は淘汰不良で多量の貝化石を含み、泥岩も黒色の炭質物を含む。

本層には変質は全く認められない。

化石および時代：アラウ道路から採取した石灰岩から

Miogypsina dehaartii Van der Vlerk

M. thecidaeformi Rutten

ほかの大型有孔虫が検出され、下部中新世 (Te₅ ~ 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、上部中新世 (N17 ~ 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。リアス～サルタン川一帯の本層は文献から中新世～鮮新世とされている。

このようなことから、本層の時代を下部中新世～鮮新世とした。

地質構造：東部に分布する本層は東方へ、西部のものは西方へ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頭は観察されていないが、本層の粗粒砕屑岩中にてマバカ層と同質の安山岩礫を含むこと、マラナス川で下位のマバカ層が30°～40°の傾斜を示すのに対して、本層の石灰岩は20°程度とゆるいこと、全般的に下位層との間に走向・傾斜など構造的に不調和であることなどから不整合と考えられる。

2-2-5 第四紀火山岩類

分布：チョコ川の支流パシル川中～上流部流域、特にパシル川南側のマシムス山 (Mt. Masimus 2,233 m) およびビヌラウアン山 (Mt. Binulauan, 2,322 m) 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と、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～西部に小範囲に分布するものがある。

層厚：300 m以上

岩相：この岩類には石英安山岩質なものと同安山岩質なもの2種類がある。石英安山岩質火山岩類はパシル川流域およびポントック北東部に分布する。最も広い範囲を占めるパシル川流域は本年度野外調査を実施することが出来ず、詳細については不明な点が多いが、昭和53年7月に実施した予察調査時の観察では、主として淡灰色～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、全体に粗しょう・軟弱である。ポントック北東部に分布する本岩類は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い、凝灰岩は部分的に溶結構造を示している。石英安山岩は観察されていないが、パシル川の上流バトンプハイ鉦山付近に分布することが同鉦山の未公表資料によって知られている。

安山岩はサベオの北～西部に分布し、赤褐色～暗灰色で、粗粒の角閃石・輝石を斑晶として含み、ベサオ・ベサオ北方アガワ（Agawa）では溶岩と火山砕屑岩よりなるプラグとして、またシピタン山付近では溶岩として産する。

パシル川流域の本岩の検鏡結果は次のようである。

石英安山岩質溶結凝灰岩（p-121）

組織：溶結構造。

鉱物片：石英，斜長石，普通角閃石，鉄鉱物。

石英片は、径0.1～1mmで中量。斜長石片は径0.1～5mmで多量。普通角閃石は径0.1～5mmで中量存在する。いずれも変質はない。

基質：ガラス。

化石および時代：本岩類からは化石は産しない。時代については、本岩類が第四紀の火山活動であるという積極的な資料はないが、分布の状態，産状，凝灰岩の固結の程度などから第四紀と考えた。

下位層との関係：本岩類の主分布地域が調査不能区域であり、明らかな関係は観察されていないが分布状態，時代から不整合と考えた。

2-2-6 沖積層

沖積層は地域の北西端ソルソナ付近および西縁部バアイ川入口付近の低地帯に広く分布するほか、チコ川・アパヤオ川・ティネグ川・バアイ川・ピノンガン川など主要河川沿いに分布する。本層は未固結の砂・礫で構成される。

2-3 貫入岩類

本地域内の貫入岩類には底盤状の塩基性～酸性深成岩類，深成岩類に伴なわれるとみられる岩株～岩脈状半深成岩類および粗粒玄武岩から石英安山岩までの岩脈類がある。

2-3-1 深成岩類

深成岩類は岩質的に斑レイ岩質から花崗岩質まで巾広い変化を示すが、分布状態と代表的な

岩質によって斑レイ岩、石英閃緑岩、花崗閃緑岩の3つのグループに大別された。しかしながら、これらのグループ分けは厳密なものではなく、1つのグループの中に2種またはそれ以上の岩種がみられることがあり、岩相変化は複雑である。

(1) 斑レイ岩

分布：本岩は調査地域の北西部ソルソナ川からマドンガン川を経てパルスグアン川に至る地域に、主としてリクアン層群II層とティネグ層を貫くNNE—SSW系の伸びをもつ岩体として分布するほか、パルスグアン川最上流部の本流沿いにも地窓状をなして小範囲に分布する。

岩相：肉眼的には通常暗灰色ないし暗緑灰色の中粒～粗粒完晶質岩であるが、一部は淡灰白色を呈し俊白質斑レイ岩相を示す。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—シソ輝石—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があり、ごく少量の石英を含むことが多い。

岩体内におけるこれらの岩相分布は必ずしも一定ではなく、調査ルートだけについてみても複雑な分布のため岩相区分は困難で、ここでは一括して斑レイ岩とした。代表的な試料の検鏡結果は次の通りである。

普通輝石—シソ輝石—普通角閃石斑レイ岩 (g-512)

組織：等粒状組織。

構成鉱物：斜長石、普通輝石、シソ輝石、普通角閃石、黒雲母、鉄鉱物。

斜長石は半自形、径0.1～1mm、多量、An成分70～90。普通輝石は半自形、径0.1～3mm、中量。シソ輝石も半自形、径0.1～1mmで少量みられ、緑泥石化している。普通角閃石は他形を示し、径0.1～2mmで、多くは緑泥石に変わっている。黒雲母は径1mm以下で他形を示し、ごく少量認められる。

変質鉱物：緑泥石、カオリン。

普通角閃石斑レイ岩 (g-539)

組織：オフィチック組織。

構成鉱物：斜長石、普通角閃石、石英、鉄鉱物。

斜長石は自形～半自形、径0.1～1mm、多量、An成分70～90、変質して絹雲母、方解石などを生じている。普通角閃石は他形、径0.1～1mm、多量で緑泥石化が著しい。石英は他形としてごく少量認められる。

変質鉱物：緑泥石、絹雲母、方解石、カオリン。

(2) 石英閃緑岩

この岩石は地域内に分布する深成岩類中最も一般的な岩相で、コルディラセントラル山脈の中央部にほぼ南北方向に伸びる大規模な底盤状をなして侵入し、山脈の骨格を形成している。分布：本岩はほぼ平行な2列の岩体として断続的に露出しており、東側の岩体はアバヤオ川下流からダガラ川中流、ティネグ川上流、ピノンガン川上流、サルタン川上流を経て、バトンプ

ハイ以西のバシル川上流部にかけて分布する。西側の岩体はアナヤン川上流からティネグ川・ピノンガン川・マラナス川各中流部、パアイ川中～上流部、ボクロック川・イクミン川・ウテップ川各中流部を経てラヤカン川下流にかけて、N-S～NNE-SSW方向に分布している。しかしながら、このような分布は、しばしば本岩体と非貫入岩類との境界が極めて緩傾斜である事実が野外観察から認められ、2列の岩体が地下の比較的浅い部分では連続した1つの岩体になることが推定されることから、進入後の断層による転移および侵食作用の地域差に起因するものと考えられる。

これらのほかに、地域北西部の斑レイ岩体の西～南縁部、ポントック南方などにも露出する。岩相：通常淡灰白色～淡緑灰色を呈し、中粒～粗粒で等粒状組織をもつ優白質完晶質岩であるが、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ものがみられる。また部分的にカリ長石に富み淡桃灰色を呈するもの、細粒の有色鉱物が多量に含まれ、暗灰色優黒質となる場合もある。

主要構成鉱物は斜長石、石英、普通角閃石で、このほかにカリ長石、黒雲母、普通輝石、シソ輝石などを伴う。岩質的には、これらの構成鉱物の組合せ・量比によって石英、斜長石、黒雲母を主とする花崗岩質岩から斜長石、普通角閃石、輝石類を主とする石英閃緑岩までの岩相変化がみられ、石英閃緑岩相が最も一般的である。このような岩相変化は同一露頭においても観察されるが、変化は連続的で、2種の岩相の間には明瞭な境界が認められない場合が普通である。従って本岩体中にはあとで述べる花崗閃緑岩が諸所に認められるが、最も平均的な岩相に基づいて石英閃緑岩として一括した。詳細な岩相区分は今後の調査の主要な課題の1つである。

本岩は一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過ぎないが、アバヤオ川流域一帯に分布する本岩は広範囲にわたる強い珪化・絹雲母化・緑泥石化を受けており、他の本岩とは著しい対照を示している。

代表的な試料の検鏡結果は通のとおりである。

黒雲母－普通角閃石－普通輝石石英閃緑岩（f-549）

組織：等粒状組織。

構成鉱物：斜長石、石英、カリ長石、黒雲母、普通角閃石、普通輝石、鉄鉱物。

斜長石は自形、径0.1～5mm、多量、An成分50～70、変質し絹雲母などを生じている。石英は粒間を充填する他形を示し、径1mm以下、少量。カリ長石も他形で少量。

黒雲母は他形、径1mm以下、少量、緑泥石化。普通角閃石は半自形、径0.1～1mm、中量、緑泥石化が著しい。普通輝石は半自形、径0.1～1mm、少量。

変質鉱物：緑泥石、絹雲母、方解石、緑レン石、二次石英。

角閃石石英閃緑岩（g-544）

組織：等粒状組織。

構成鉱物：石英，斜長石，普通角閃石，鉄鉱物。

石英は他形，径1～5mm，中量。斜長石は半自形，径1～5mm，多量，一部変質し絹雲母を生じている。普通角閃石は半自形～他形，径1～5mm，中量，わずかに緑泥石化している。全般に粗粒である。

変質鉱物：緑泥石，絹雲母，カオリンで，いずれも少量。

角閃石花崗閃緑岩（a-512）

組織：等粒状組織，微文象組織。

構成鉱物：斜長石，石英，普通角閃石，鉄鉱物。

斜長石は自形～半自形，径0.1～5mm，多量，An成分30～50。石英は他形，径0.1～1mm，少量，新鮮。普通角閃石は半自形～他形，径0.1～5mm，中量で緑泥石化が認められる。

変質鉱物：緑泥石，絹雲母，方解石でいずれも少量，ほかにカオリン。

花崗岩（m-533）

組織：等粒状組織，微文象組織。

構成鉱物：斜長石，カリ長石，石英。

いずれも径1～5mmと粗粒で，斜長石は自形，多量。カリ長石・石英は他形，中量。

斜長石は曹長石化している。

変質鉱物：絹雲母，曹長石，珪酸塩鉱物で，いずれも少量。

石英閃緑岩体中，特に岩体の縁辺部には，しばしば小割れ目が発達し，これらの割れ目に沿って石英細脈の網状帯～鉄染帯などの鉄化作用が各所に認められ，本岩体は鉄化帯の主要母岩の1つとなっている。

(3) 花崗閃緑岩

分布：本岩は調査地域の北東部，カプガオ部落北部からアピナン（Apinan）川中～下流部，バレン（Baren）川中流部を経てナブアンガン（Nabbuangan）川中～上流部に至る区域に，石英閃緑岩体に平行して南北に伸びる大岩体をなして分布する。

岩相：一般に淡灰白色～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，有色鉱物が増加し，灰色～緑灰色を示すものもある。主要構成鉱物は斜長石，石英，普通角閃石，黒雲母でカリ長石を伴う。岩質的には，構成鉱物の量比により黒雲母，普通角閃石，カリ長石よりなる花崗閃緑岩，カリ長石の少ない石英閃緑岩が一般的で，花崗閃緑岩相が優勢であるが，ナブアンガン川上流部ではカリ長石に富む淡桃灰色石英モンソニ岩もみられ，岩相変化に富む。しかしながら，本岩体の場合も前記石英閃緑岩体と同様，岩相変化は漸移的で，明瞭な境界は認められない。本岩体の花崗閃緑岩は，石英閃緑岩体中の花崗閃緑岩に比較して，黒雲母を多く含み，カリ長石が少ない。本岩も一般に変質は弱く，部分的に緑泥石化・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。

代表的な試料を鏡下でみると次のようである。

黒雲母—普通角閃石花崗閃緑岩 (g-307)

組織：等粒状組織。

構成鉱物：石英，斜長石，カリ長石，黒雲母，普通角閃石。

石英は他形，径 0.1~1 mm，多量，新鮮。斜長石は半自形，径 0.1~3 mm，多量，An 成分 30~50，部分的に絹雲母化している。カリ長石は他形を示し，径 1 mm 以下で少量みられる。黒雲母は半自形~他形，径 1 mm 以下，中量。普通角閃石も他形，径 0.1~2 mm，中量でわずかに緑泥石化している。

変質鉱物：緑泥石，絹雲母，カオリン。

黒雲母—普通角閃石—普通輝石石英モンゾニ岩 (e-308)

組織：等粒状組織。

構成鉱物：斜長石，石英，カリ長石，黒雲母，普通角閃石，普通輝石，鉄鉱物。

斜長石は自形~半自形，径 0.1~1 mm，多量，An 10~30。石英は他形，径 0.1~1 mm，中量。カリ長石は半自形~他形，径 0.1~2 mm，中量。黒雲母および普通角閃石はいずれも半自形，径 0.1~1 mm，少量。普通輝石は他形，径 0.1 mm 以下，少量である。

変質鉱物：緑泥石，絹雲母，カオリン。

2-3-2 半深成岩類

本岩類にはリクアン層群，ティネグ層および深成岩類を貫く岩株状~岩脈状の閃緑斑岩，石英閃緑斑岩，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る。

(1) 閃緑斑岩

分布：ラカヤン川中流部の北側支流に，リクアン層群 I 層およびティネグ層を貫く NE-SW 系の岩脈としてみられる。

岩相：針状~長柱状角閃石と斜長石を斑晶とする緑灰色細粒ないし中粒の斑状岩である。一般に変質弱く新鮮であるが，岩体縁部では緑泥石化，緑レン石化が著しく，一部黄鉄鉱染鉱化帯を生じている。鏡下では次のようである。

普通角閃石閃緑斑岩 (g-106)

組織：斑状組織。

構成鉱物：斜長石，普通角閃石，鉄鉱物。

斜長石は自形，径 1~5 mm，中量，An 成分 50~70。普通角閃石は自形~半自形，径 0.1~3 mm (1 mm 以下が多い) 少量。ともに変質している。

変質鉱物：緑泥石，緑レン石，絹雲母，方解石，カオリン，二次石英。