

No. 6

フィリピン共和国
 鉱物資源基本図調査
 報告書
 第3年次(I)
 北シェラマドレ地区

昭和62年3月

国際協力事業団
 金属鉱業事業団

鉱計資
C R(5)
87-85

フィリピン共和国鉱物資源基本図調査報告書
 第3年次
 (I)

昭和六十二年三月

国際協力
 事業団
 JKCA
 118
 66-1
 MPN
 LIBRARY



フィリピン共和国鉱物資源基本図調査報告書

第三年次

(I)

昭和六十二年三月

フィリピン共和国 鉱物資源基本図調査 報告書

第3年次(I)

北シェラマドレ地区

昭和62年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

110
661
NPN
LIBRARY
87-35

鉱計資
C R(5)
87-35

フィリピン共和国

鉱物資源基本図調査

報告書

第3年次(I)

北シェラマドレ地区

JICA LIBRARY



1030429[3]

昭和62年3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	'87. 5. 9	118
登録 No.	16318	66.1 MPN

は し が き

日本国政府はフィリピン共和国の要請に応え、同国ルソン東部、ビサヤス及びパラワンの各地域において、鉱物資源賦存の可能性を確認するため、鉱物資源基本図調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査を金属鉱業事業団に委託することとした。

第3年次にあたる昭和61年度に金属鉱業事業団は北部シェラマドレ地区、セブ・バナイ・ロンブロン地区、パラワン地区及び西部ネグロス地区で河床堆積物による地化学探査、地質構造調査及び鉱徴地調査を実施した。これらの調査はフィリピン共和国政府関係機関、特に天然資源省鉱山地球科学局の多大の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は上記各地区のうち、北部シェラマドレ地区の調査結果の解析をとりまとめたものである。

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

昭和62年3月

国際協力事業団

総裁 有田 圭輔

金属鉱業事業団

理事長 佐藤 淳一郎

要 約

本報告書はフィリピン共和国鉱物資源基本図調査の第3年次分として調査された地区のうち、北部 Sierra Madre 地域（面積 9,856km²）の現地調査結果と各種室内解析の結果をとりまとめたものである。これらを総合した結果以下に述べる事項が明らかになった。

1) 調査地域は北部 Sierra Madre 山脈により東側構造区と西側構造区に2分される。前者は急傾斜の折畳み褶曲を示す暁新統とその東側に断層を以って接する先第三系のオフィオライト岩類及び玄武岩溶岩・チャート等を基盤とし、東海岸部ではこれらを不整合に覆って漸新統・鮮新～更新統の地層が分布するのに対し、後者では脊稜部のすぐ西側の暁新統中に巾10kmに及び南北140kmに亘り断続的に露出する広範囲な石英閃緑岩の貫入帯をへて南北系の褶曲を示しつつ漸次西へ傾斜する緩やかな構造を示し、東から西へ順次新期の地層が分布している。

2) 本地域内で知られている鉱化作用の種類は先第三紀のオフィオライトや玄武岩・チャート等に伴う正岩漿性のクロム鉱床・層状含銅硫化鉄鉱床・層状マンガングル鉱床、始新世の貫入とみられる石英閃緑岩体及びその周辺にみられる浅熱水性鉱脈鉱床及び新第三紀の堆積性鉱床及び露天化残留鉱床等である。

3) 地化学探査の解析は11成分の微量分析結果を統計処理し、単一変量解析の手法により異常値を抽出した。

4) 抽出された異常帯の内、地質構造、既知鉱床との関連からみて探鉱有望地として次の5箇所を選んだ。

- ① 地域南端の脊稜部に近い Dimakawal 鉱床地周辺の Cu, Pb, Zn, As, Hg, Mn 等の多金属異常帯
- ② Palanan 北方20kmの玄武岩・珪岩に伴う Bicobian 鉱床地周辺の Cu, Zn, Mn 等の異常帯
- ③ Divilican 湾南部の暁新統と先第三系間の断層に伴う Cr, Ni, Co の異常帯
- ④ 地域南端東部の Minuri 東北7kmの鮮新統中の Cu, Zn, As, Hg の異常帯
- ⑤ 地域北東海岸の Bolos Cove 西10kmの石英閃緑岩に伴う Cu, Pb, Zn, As, Mo の異常帯

これらの異常帯の位置と既知鉱床との関連を付図-5に示す。

フィリピン共和国鉱物資源基本図調査

第3年次報告書(其の1)

北部シェラマドレ・カウアヤン地区, イラガン地区,
パラナン地区, ツゲガラオ地区

はしがき
要 約
目 次
図表一覧

1. 序 論	1
1-1 調査の背景と目的	1
1-2 調査内容	1
1-3 調査団の編成・調査行程	4
2. 調査地域の地形・地質・鉱床概要	7
2-1 地形区と地質	7
2-2 地質構造	7
2-3 鉱 床	10
3. 地質・鉱床調査結果	11
3-1 北部シェラマドレ地域東部の地質と鉱床	11
3-1-1 一般概要	11
3-1-2 層 序	11
3-1-3 地質構造	17
3-1-4 鉱 床	18
3-2 北部シェラマドレ地域西部の地質と鉱床	21
3-2-1 一般概要	21
3-2-2 層 序	22
3-2-3 地質構造	27
3-2-4 鉱 床	27
4. 地化学探査	33
4-1 調査方法	33

4-1-1	試料採取位置	33
4-1-2	試料採取方法	33
4-1-3	室内試験の方法	35
4-2	北部シェラマドレ地域の地化学探査解析	37
4-2-1	基本的統計データ	37
4-2-2	重鉍物サンプル解析結果	44
4-2-3	異常値の地域的分布	46
5.	総括と考察	49
5-1-1	地質及び構造	49
5-1-2	鉍化作用	49
5-1-3	地化学探査結果と鉍化作用の関連	49
5-1-4	結 語	50
参考文献		巻末
巻末資料		巻末

図 表 一 覧

第1図	調査範囲図	2
第2図	北部シェラマドレ地域総合模式柱状図	8
第3図	北部シェラマドレ造山活動の年代別模式断面図	9
第4図	北部シェラマドレ地域東部模式柱状図	12
第5図	北部シェラマドレ地域東部鉍徴地位置図	19
第6図	北部シェラマドレ地域西部模式柱状図	23
第7図	北部シェラマドレ地域西部鉍徴地位置図	28
第8図	地化学探査フィールドデータシート	34
第9図	分析流れ図	35
表-1	北部シェラマドレ地区現地調査及び解析日程	6
表-2	北部シェラマドレ地域東部鉍徴地調査結果概要	20
表-3	北部シェラマドレ地域西部鉍徴地調査結果概要	29
表-4	AAS分析における各元素の検出限界値	36
表-5	各元素相関係数表	44
表-6	北部シェラマドレ地域重鉍物地化探統計量一覧表	44
表-7	重鉍物サンプル構成鉍物順位	45

添付図面目録

付図-1 北部シェラマドレ地域地質図・断面図 (1/250,000)

付図-2-1～2-32

北部シェラマドレ地域水系図, サンプル採取位置, pH値, 電気伝導図 (1/50,000)

付図-3-1～3-2

北部シェラマドレ地域河床堆積物地化探異常値分布図(単一変量解析) (1/250,000)

付図-4 北部シェラマドレ地域重鉍物地化探異常値分布図(単一変量解析) (1/250,000)

付図-5 北部シェラマドレ地域鉍徴地・探鉍有望地位置図 (1/250,000)

卷 末 資 料

- Appendix 1. Microphotograph. (Thin Section)
- " 2. Microphotograph. (Polished Section)
- " 3. Microfossil Correlation Table.
- " 4. Time Determination Data of K-Ar method.
- " 5. X-Ray Diffraction Chart.
- " 6. Histogram and Cumulative Frequency Curve.
- " 7. Analytical Data of Stream Sediment Samples.
- " 8. Analytical Data of Heavy Mineral Samples.
- " 9. Whole Rock Analysis and Assay Data.
- " 10. Sketch of Mineral Showings.
- " 11. Data Sheets for Mineral Prospects.

1. 序 論

序 論

1-1 調査の背景と目的

1-1-1 背景・経緯

1984年9月26日日本側（国際協力事業団・金属鉱業事業団）とフィリピン側（天然資源省鉱山地球科学局（Bureau of Mines and Geo-Sciences；BMG）との間で締結された I/A（Implementing Arrangement；調査実施実務協定書）にもとづき，第3年次（昭和61年度）現地調査として行われた。本篇では北部 Sierra Madre 地域の調査・解析結果を報告する。

1-1-2 調査目的

本調査はフィリピン共和国北部 Sierra Madre 地域において実施された地化学探査・地質調査において採取した各種試料の化学分析及び室内試験の結果を，同地域の既存データ等と総合的に解析することにより鉱物資源基本図の作成及び調査有望地区の抽出に資することを目的とする。

1-2 調査内容

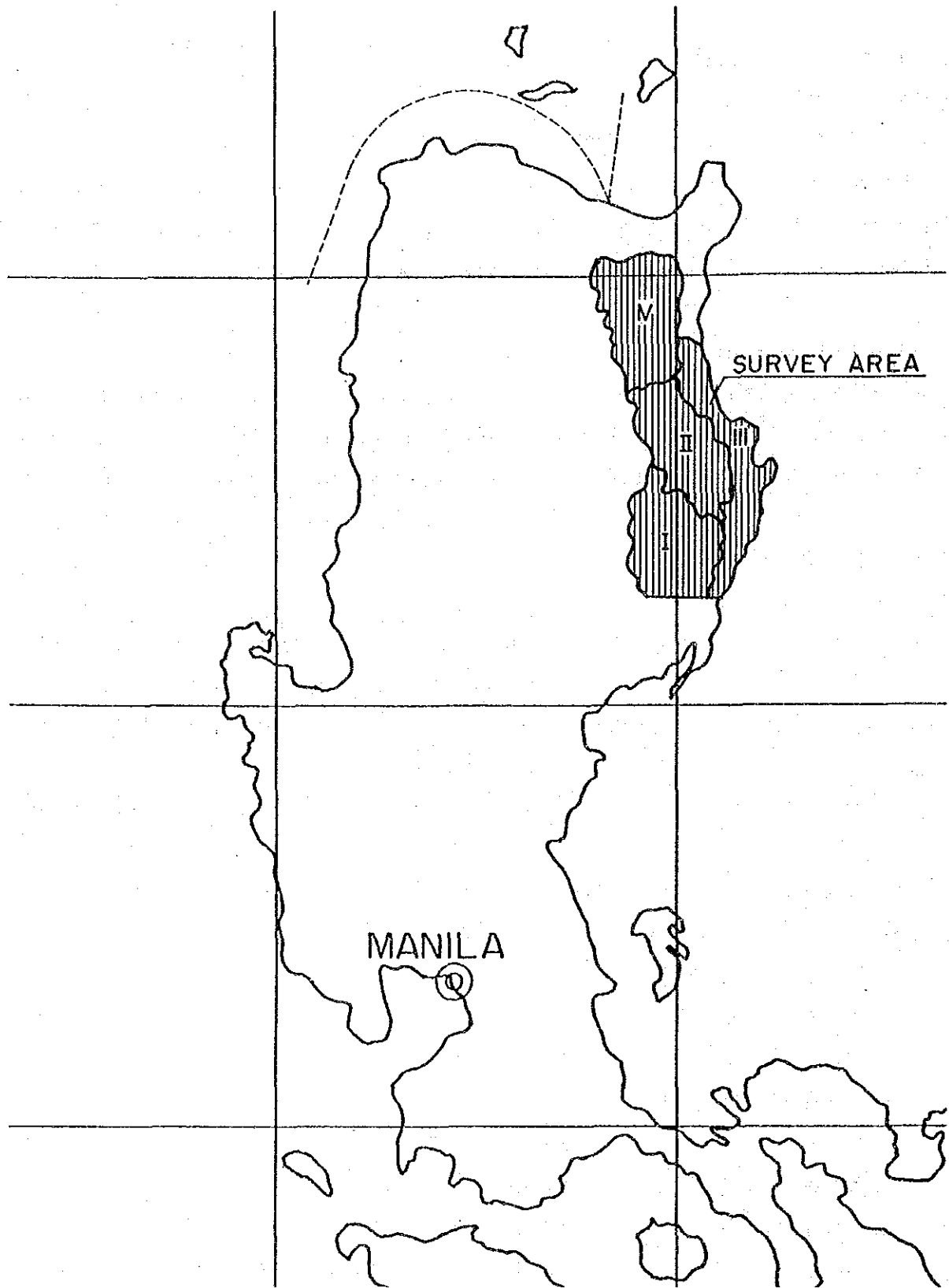
1-2-1 現地調査

現地調査は調査地域内の水系に沿い 1～2 km 当り 1 個の河床堆積物サンプルを採取し，北部シェラマドレ I・II・IV（カウアヤン・イラガン・ツゲガラオ）地区では Cu, Pb, Zn, Ag, Co, Ni, Mn, Mo, As, Hg の微量分析を，北部シェラマドレ III（パラナン）地区では Cu, Pb, Zn, Ag, Co, Ni, Mn, As, Hg, Cr の微量分析を行うと共に，河床堆積物サンプル採取個所の水の pH，電気伝導度を測定し，また主要水系の合流点ではバンニングにより重鉱物サンプルを採取し Au, Ag, Ga, の分析を行った。

調査地区内の地質構造及び既知鉱徴地の調査は上記地化学探査の試料採取と平行して行った。各地区における採取サンプルの明細は次の通りである。

1) 北部シェラマドレ I（カウアヤン）地区

調査面積	2,600 km ²
河床堆積物試料数	1,338 個
同上重複チェック試料数	25 個
重鉱物バンニング試料数	104 個
調査対象鉱徴地数	11 箇所
岩石薄片作成用試料	22 個（内薄片作成鑑定 10 枚）
鉱石研磨片作成用試料	15 個（内研磨片作成鑑定 10 個）
全岩分析用試料	13 個（内全岩分析 10 件）
鉱石分析用試料	15 個（内鉱石分析 10 件）



第1図 調査範囲図

X-線回折用試料	13個(内X-線回折 10件)
絶対年代測定(K-Ar)用試料	6個(内絶対年代測定 2件)
化石(微化石)鑑定用試料	11個(内微化石鑑定 10件)
重鉍物試料鑑定	10件

2) 北部シェラマドレⅡ(イラガン)地区

調査面積 2,033km²

河床堆積物試料数	1,001個
同上重複チェック試料数	29個
重鉍物パンニング試料数	86個
調査対象鉍徴地	8個所
岩石薄片作成用試料	20個(内薄片作成鑑定 10枚)
鉍石研磨片作成用試料	15個(内研磨片作成鑑定 10個)
全岩分析用試料	10個(内全岩分析 10件)
鉍石分析用試料	15個(内鉍石分析 10件)
X-線回折用試料	10個(内X-線回折 10件)
絶対年代測定(K-Ar)用試料	5個(内絶対年代測定 2件)
化石(微化石)鑑定用試料	10個(内微化石鑑定 10件)
重鉍物試料鑑定	10件

3) 北部シェラマドレⅢ(パラナン)地区

調査面積 2,170km²

河床堆積物試料数	1,395個
同上重複チェック試料数	25個
重鉍物パンニング試料数	90個
調査対象鉍徴地	15個所
岩石薄片作成用試料	20個(内薄片作成鑑定 20枚)
鉍石研磨片作成用試料	20個(内研磨片作成鑑定 20個)
全岩分析用試料	10個(内全岩分析 10件)
鉍石分析用試料	20個(内鉍石分析 20件)
X-線回折用試料	10個(内X-線回折 10件)
絶対年代測定(K-Ar)用試料	5個(内絶対年代測定 2件)
化石(微化石)鑑定用試料	10個(内微化石鑑定 10件)
重鉍物試料鑑定	10件

4) 北部シェラマドレⅣ(ツグガラオ)地区

調査面積 2,555 km²

河床堆積物試料数	1,263 個
同上重複チェック試料数	25 個
重鉍物バンニング試料数	90 個
調査対象鉍徴地	4 箇所
岩石薄片作成用試料	20 個(内薄片作成鑑定 10 枚)
鉍石研磨片作成用試料	12 個(内研磨片作成鑑定 5 個)
全岩分析用試料	10 個(内全岩分析 5 件)
鉍石分析用試料	12 個(内鉍石分析 5 件)
X-線回折用試料	10 個(内X-線回折 10 件)
絶対年代測定(K-Ar)試料	5 個(内絶対年代測定 2 件)
化石(微化石)鑑定用試料	10 個(内微化石鑑定 5 件)
重鉍物試料鑑定	10 件

1-2-2 総合解析

現地調査終了後、河床堆積物試料及び重鉍物試料の分析及びその結果の統計解析、顕微鏡薄片研磨片の観察、X-線回折試験、全岩・鉍石分析、微化石鑑定、及び絶対年代測定(K-Ar法)を行う。これらを総合的に解析して、調査目的である鉍物資源基本図の作成と探査有望地区の抽出を行った。

1-3 調査団の編成・調査行程

1-3-1 調査団の編成

本調査計画の策定・折衝及び現地調査に参加した日本側、フィリピン側のメンバーは次のとおりである。

A. 調査計画策定及び折衝

日本側	石井 広	通商産業省
	和泉 武	金属鉍業事業団
	石田 真	〃
	下田 道久	〃
	大迫 次郎	〃
	遠藤 泰生	〃
フィリピン側	Benjamin A. Gonzales	鉍山地球科学局(BMG)
	Guillermo R. Balce	〃
	Romeo M. Luis	〃

Edwin G. Domingo	鉦山地球科学局 (BMG)
Romeo L. Almeda	"
Noel V. Ferrer	"

B. 調査団員

日本側

団長 大久保 義和・八辻 昭 海外鉦物資源開発株式会社

北シェラマドレ I (カウアヤン) 地区

班長	井坂 孝司	日鉦探開株式会社
	佐藤 哲男	"
	菊地 良弘	"

北シェラマドレ II (イラガン) 地区

班長	志田 彰夫	日鉄鉦コンサルタント株式会社
	吉田 広	"
	内山 幸二	"

北シェラマドレ III (パラナン) 地区

班長	深沢 丈夫	大手開発株式会社
	津隈 良功	"
	小関 武宏	"

北シェラマドレ IV (ツゲガラオ) 地区

班長	増淵 和芳	同和工営株式会社
	藤原 茂久	"
	田中 壮一郎	"

化学分析担当

山本 泰一 海外鉦物資源開発株式会社

総括報告書作成

大久保 義和 "

フィリピン側

Project manager:	Romeo L. Almeda	BMG 地質技師
Assistant manager:	Noel V. Ferrer	"
Chemical Analysis manager:	Edwin G. Domingo	"

北シェラマドレ I (カウアヤン) 地区

Leader	O. Pineda
Subleader	F. Zepeda
"	E. Mantaring

2. 調査地域の地形・地質・鉱床概要

北シェラマドレⅡ（イラガン）地区

Leader A. Matos
 Subleader E. Malaca
 " L. Morales

北シェラマドレⅢ（パラナン）地区

Leader A. Cabantog
 Subleader W. Diegor
 " U. Paraganas

北シェラマドレⅣ（ツゲガラオ）地区

Leader P. Rovillos Jr.
 Subleader B. Cadawan
 " N. Quiwa

以上のほか約30名のBMG地質技術者が現地調査に参加した。

C. 調査班の編成

現地調査は各地区共日本側技術者1名に対しBMG技術者3名を配置して1調査班とし各地区それぞれ3調査班の編成とした。その他、各地区1名の地質助手が配置され、ベースキャンプでのサンプルの乾燥篩分と物資管理に当たった。

D. 化学分析の処理体制

今回の現地調査により4地区で河床堆積物試料5,101個（重複チェック試料を含む、分析成分数10）と重鉍物パンニング試料370個（分析成分数3）の微量分析が必要となったが、BMGの分析部門であるPETROLABで原子吸光分析（AAS）により処理し10月末完了した。

前年度につづき、分析処理能力を向上させる目的で昭和61年9月4日から10月3日に亘る1ヶ月間分析専門家を派遣して、作業をチェックすると共に、必要資器材の補充に当たった。

1-3-2 現地調査行程

現地調査は昭和61年5月14日より同年7月22日迄69日間実施した。

PETROLABでの分析は昭和61年8月初旬より同年10月末にかけて行った。この日程は表-1のとおりである。

表-1 北部シェラマドレ地区現地調査及び解析日程

	昭和61年 5月	6月	7月	8月	9月	10月
打合せ及びデータ整理 (於BMG)	5/4 5/9		7/7 7/22			
現地調査	5/20		7/5			
PETROLAB での化学分析				8/1	9/4	10/3
	9月	10月	11月	12月	分析専門家派遣	
総合解析	9/1 室内解析	10/5	11/1 数値解析	12/1 報告作成	12/20	

2. 調査地域の地形・地質・鉱床概要

2-1 地形区と地質

調査地区は“Philippine Mobile Belt”に属する東部地形区に属し、南北にのびる北 Sierra Madre 山脈の脊稜部を境にして東側地質ベルトと西側地質ベルトに分帯される。

東側地質ベルトは調査地域南東部の海岸沿いに分布する超塩基性岩体とこれを不整合に覆う層理の発達した白亜紀暁新世前期の遠洋性砕屑岩類を基盤とし、後者を整合に覆う玄武岩質角礫を有する深海成層がひろく分布し、これを部分的に浅海成の始新世の堆積物が覆っている。これらすべてを不整合に覆い漸新世以降の地層が北部及び東部に分布している。西側地質ベルトは北 Sierra Madre 脊稜部を構成する白亜紀～暁新世前期とされる玄武岩質角礫を有する深海成堆積物を基盤とし、これを部分的に始新世の堆積物が覆っている。花崗閃緑岩は漸新世末期に進入した模様で、この基盤岩を脊稜部の西側で貫き不規則な形で南北方向に分布している。漸新世以降の地層は、これらを不整合に覆って西部及び北部に分布し、Tuguegarao 北方では Baggao を中心とする盆状構造のため新第三系が東に湾入した分布を示す。

地形はこれらの岩層分布に対応した形状を示し、地域西側及び東側の新第三系の分布域ではなだらかな丘陵地形を示すのに対し、中央部の花崗閃緑岩及び白亜紀～暁新世の岩層の分布域は最高 1,800 m を示す北 Sierra Madre 山脈の脊稜部を占め急峻な地形を示し、各所に急崖や滝がみられる。(第 6 図 総合模式柱状図参照)

2-2 地質構造

前項で述べた通り、調査地域は白亜紀～暁新世の基盤岩類とこれに進入した花崗閃緑岩が中央部に南北系の隆起脊稜山脈(北 Sierra Madre 山脈)をなして分布し、新第三系はこれら古期岩類を不整合に覆って東西両側に分布する。また東南部の太平洋岸では、ハルツパージャイト、斑れい岩、玄武岩等よりなる Isabela 超塩基性岩類が前記白亜紀～暁新世の基盤岩類の下位に不整合に接している。

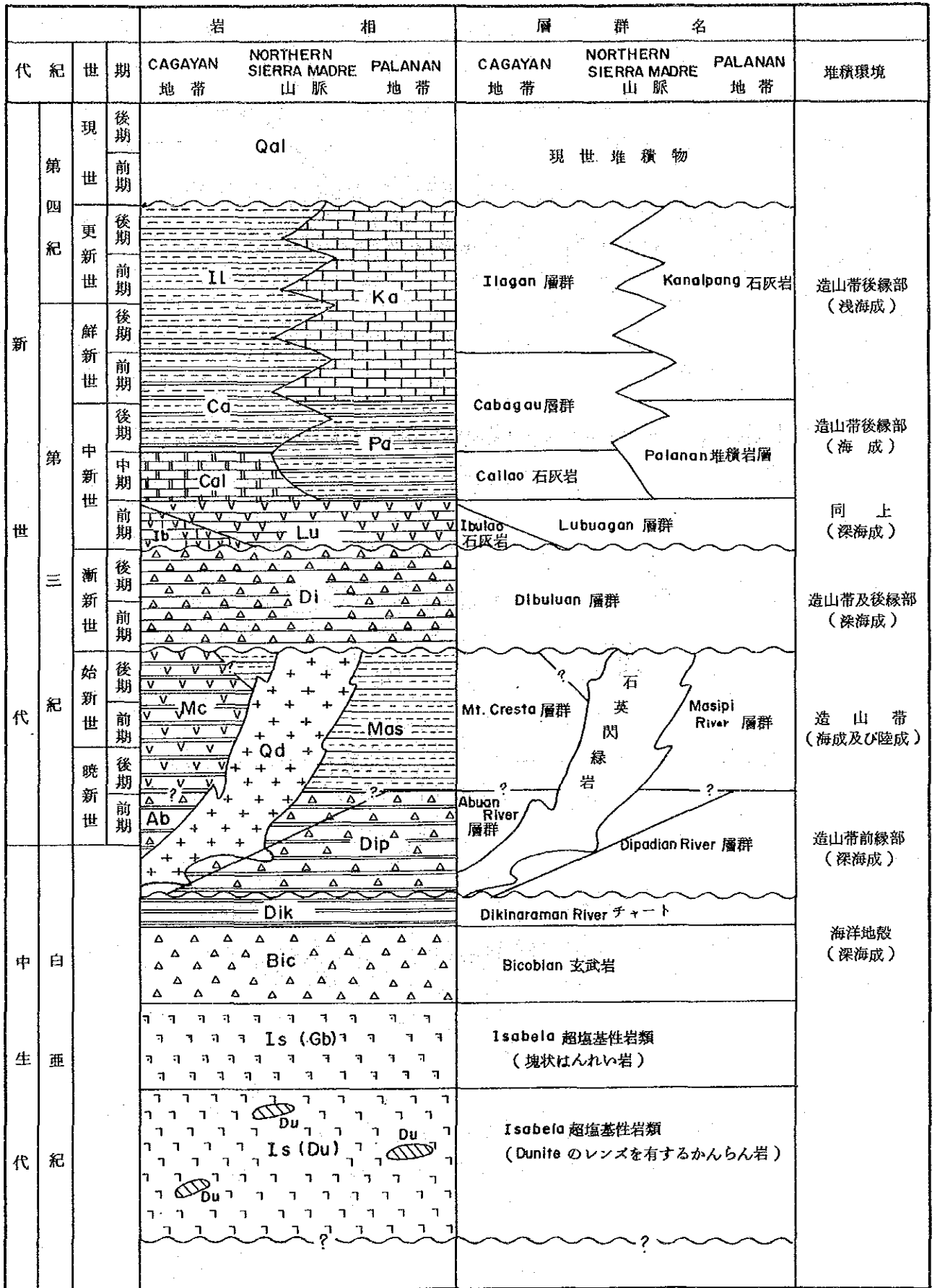
A. S. Zanoria は脊稜部の隆起は始新世に起こったとして居る。今回の調査で採取した閃緑岩の K-Ar による年代決定の資料は漸新世中期から中新世前期を示している。

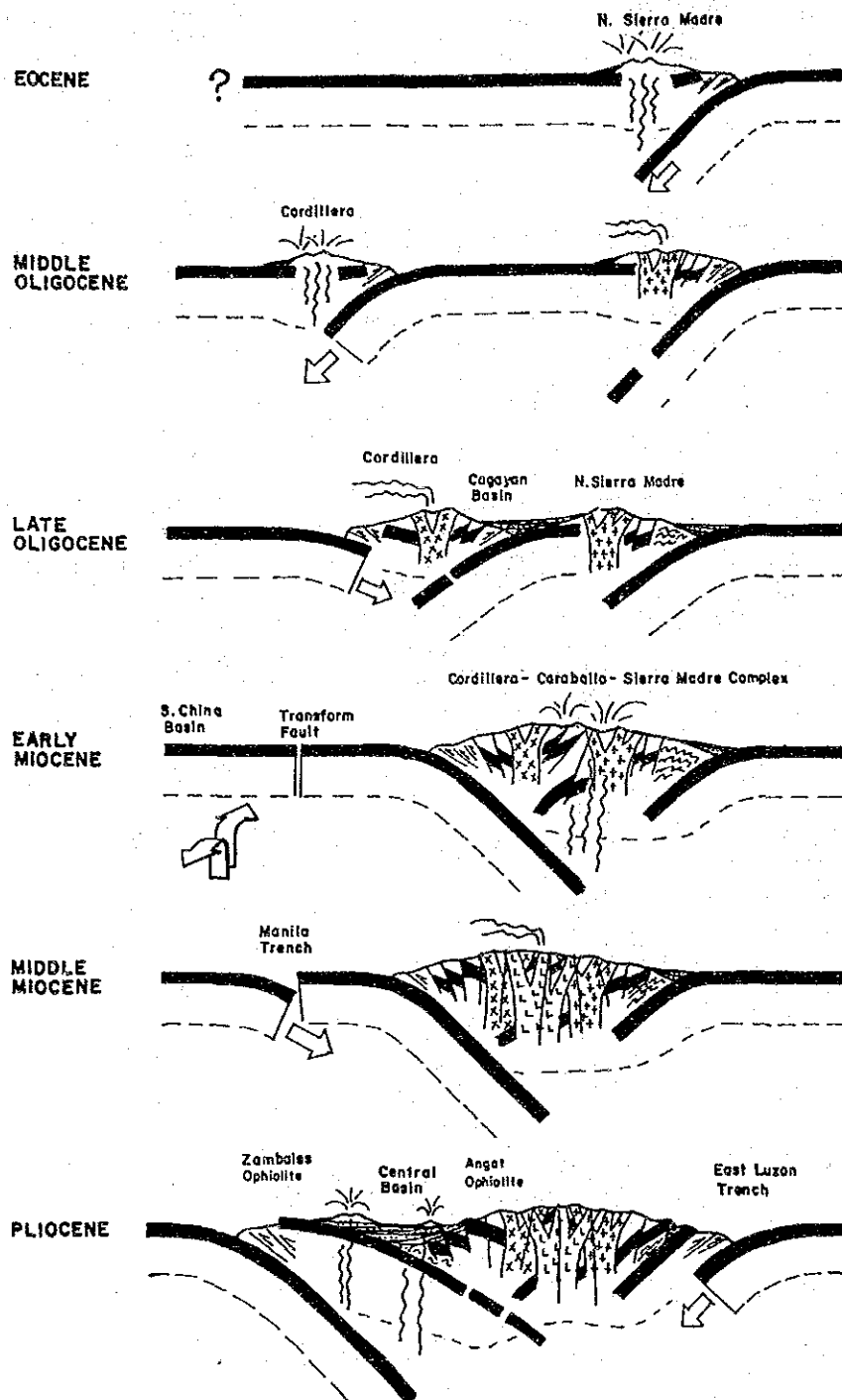
断層は、新第三系から古期岩類に及び NE～SW 系のものが多く認められ稀に NW～SE 系もみられる。これは東西方向の圧縮応力に対し共役を示すものであろう。

褶曲は Tuguegarao から Ilagan にかけて東西方向の圧縮応力に起因するとみられる南北系の褶曲軸を示すものが多く認められる。北部の Baggao 東方の鮮新統に東西系の褶曲軸が多く認められるが、これは Baggao を中心とする盆状構造に起因するものであろう。

各岩層が示す堆積環境より地殻構造上の位置を推定すると Isabela 超塩基性岩類が海洋地殻の堆積物、白亜紀～暁新世の Abuan 川層群・Dipadian 川層群が造山帯前縁の深海成堆積物であるの

第2図 北部Sierra Madre地域総合模式柱状図





第3図 北部シエラマドレ造山活動の年代別模式断面図
 (After A.S. Zanoria et al., 1984)

に対し、暁新世～始新世の Mt. Cresta 層群, Masipi 川層群は造山帯の海成～陸成の堆積環境を示し、脊稜部の隆起がこの時期に行われたことを示している。漸新世以降の地層は造山帯～造山帯後縁部の深海成環境から順次造山帯後縁部の浅海成環境に移ってゆく。

2-3 鉍 床

今次調査で明らかになった調査地域内の鉍徴地は①古期から新期にかけて南東部の超塩基性岩類に伴う正岩漿性のクロム鉍床, ②これら超塩基性岩に伴うチャートと玄武岩又は凝灰岩の接触部に生成している層状硫化鉄鉍床及び層状マンガン鉍床, ③中央部の花崗閃緑岩に貫入された白亜紀～暁新世とされる Abuan 川層群中の塊状硫化鉍床, ④同層群中の花崗閃緑岩体周辺部の安山岩に伴う鉍脈鉍染鉍床, ⑤中新世～鮮新世とされる Cabagan 層群中の砂岩・頁岩中の縞状又はノジュール状の黄鉄鉍～褐鉄鉍鉍床及び⑥同層群中の亜炭層である。

これらの内注目に値するのは現在稼行中の①クロマイト鉍床, ②往時稼行されたチャートに伴う層状硫化鉄鉍床及び③ Abuan 川層群中の塊状硫化鉍床であろう。

3. 地質・鉞床調査結果

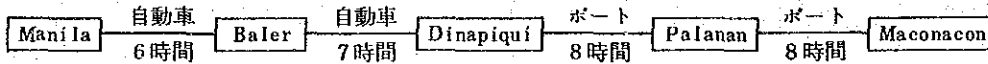
3. 地質・鉱床調査結果

3-1 北部 Sierra Madra 地域東部の地質と鉱床（付図-1 参照）

3-1-1 一般概要

調査地域東部は行政区画上大部分は Region II（第2地域）Isabela Province（州）に属し、北部は Cagayan Province に属する。Manila ~ Aparri を結ぶ Cagayan 河沿いの高速道路から東海岸へ通じる道路はなく、東海岸へは Aurora Province Baler 又は Dilasag からの海路によるほかはない。

飛行機はチャーター機（4人乗）により Cagayan 河沿いの Cauayan より Dinapiqui の PATECO 社、Maconacon の ACME 社の私設飛行場、Palanan の飛行場への便がある。



Isabela 州での当海岸地帯は南から Dinapiqui, Palanan, Divilican, Maconacon の各郡に分けられている。

地理的状況は下記のとおりである。

面積	2,170 km ²
標高	0 ~ 1,800 m
最高峰	1,805 m
平均気温	26℃（推定）
年間降雨量	3,437 mm

気候は西部太平洋地域のモンスーン気候帯に属し、乾期（4月～6月）、台風シーズン（7月～10月）、雨期（11月～3月）となっている。東海岸部は珊瑚礁が発達し、内陸には原生林が広がっている。マラリア汚染地帯であるため開発が遅れて居り、稲作は Palanan 周辺の海岸平野部のみで林業が主な産業となっている。（付図 1 調査地域地質図及び地質断面図）

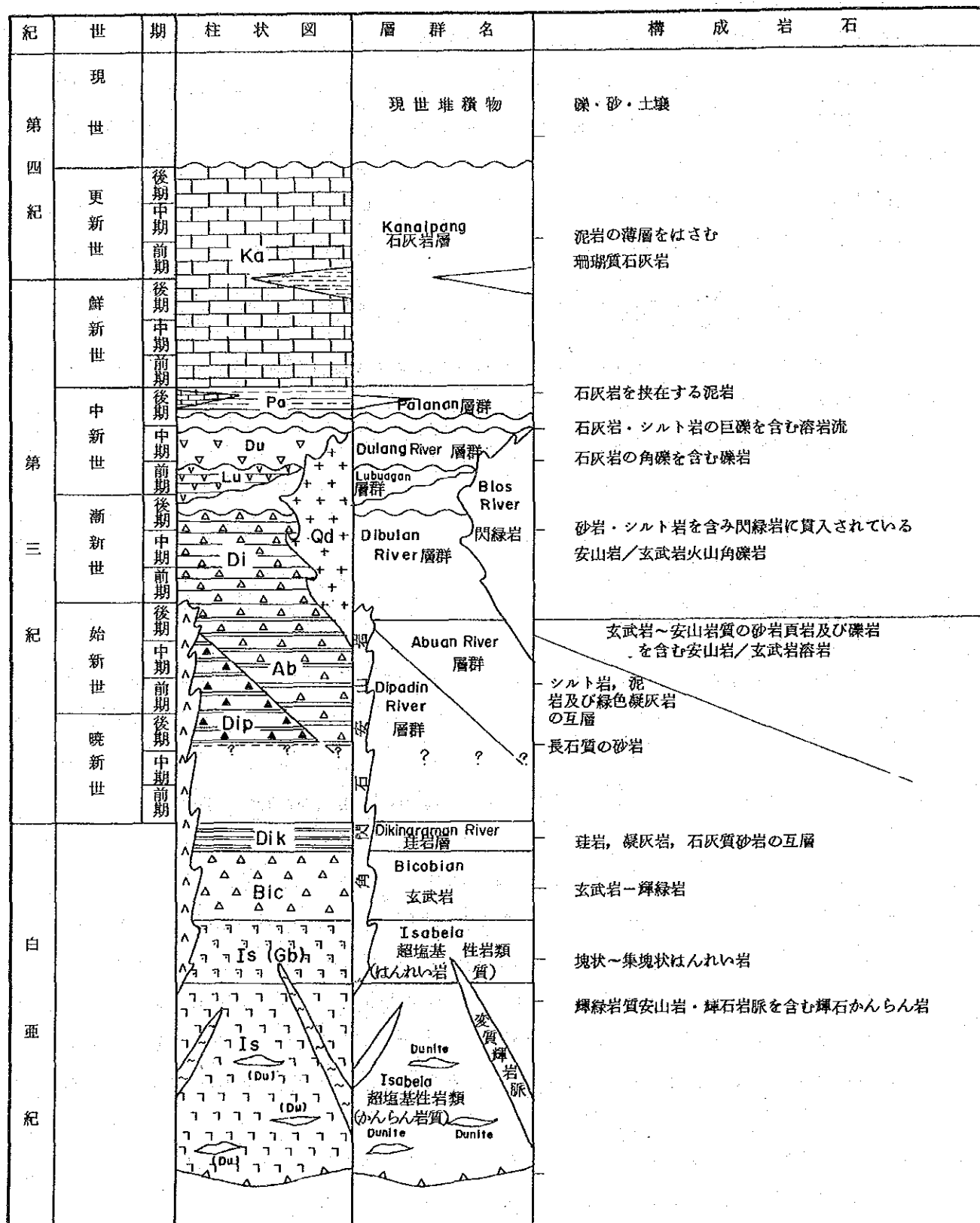
3-1-2 層 序（第8図 北部 Sierra Madre 地域東部模式柱状図参照）

本調査地域の地質は下位より白亜紀の海洋底で形成されたとみられる超塩基性岩～塩基性岩・チャートからなるオフィオライト岩類（Isabela 超塩基性岩類）を基盤とし、これを不整合に覆う白亜紀末から始新世の深海成層とされる灰褐色から灰緑色を示す礫岩を挟在する硬砂岩を主とする Dipadian 川層群及びこの上位に整合に接する安山岩質・玄武岩質の角礫岩を主としシルト岩・砂岩を挟在する Abuan 川層群がみられ、これらを漸新世末期の進入とされる Bloss 川閃緑岩類が貫いている。

新第三系としては前記白亜系～古第三系を不整合に覆い中新世前期とされる石灰岩・泥岩・礫

註1. フィリピン共和国鉱物資源基本図調査報告書（第1年次 昭和60年既存資料蒐集）

第4図 北部Sierra Madre地域東部模式柱状図



岩の互層からなる Lubuagan 層群とこれを不整合に覆う石灰岩・頁岩・シルト岩の角礫よりなる Dulang 川層群がみられ、この上位を中新世後期とされる石灰岩を挟在する泥岩よりなる Palanan 堆積岩類が不整合に覆い、鮮新世～更新世の生成とされる造礁珊瑚質の石灰岩を主とし、泥岩の薄層を挟在する Kanaipang 石灰岩層により整合に覆われている。

(1) Isabel a 超塩基性岩類

Isabel a 超塩基性岩類は下部の超塩基性岩類と上部の塩基性岩類およびチャートに分類できる。

① 下部超塩基性岩類

分布；本地域中部の Divilican 地区から Palanan 地区さらに南部の Dinapiqui 地区にかけて本地域の東側に南北に連続する。

岩相；大部分はハルツバージャイトとみられるパイロキシンペリドタイトからなり、部分的にダナイトのレンズを挟む、又、本岩体中には輝岩・岩脈の小規模貫入が見られる。ハルツバージャイトは黒色を呈し、短柱状の輝石の斑晶（1～10 mm 大）が認められ、しばしば蛇紋岩化を受けて、暗緑色～灰緑色を呈する。ダナイトは黒色～暗緑色を呈し、蛇紋石が顕著な部分では灰緑色を呈し、油脂光沢を示す。本岩にはしばしばレンズ状又は鉸染状のクロム鉄鉍が認められる。輝岩岩脈は、約 1～2 cm 大の輝石結晶よりなり、小岩脈で多くは網状に貫入しているが、脈巾 8 m に達するものも見られる。またハルツバージャイトの面構造に沿って貫入していることもある。ハルツバージャイト中の構造線に沿って、角閃岩が小規模に存在する個所もみられる。

層位関係；本岩体は当地区で確認された最下位のものである。

顕微鏡観察結果；Dinapiqui 北方 6.5 km で採取した本岩の薄片 (CA-006) はかんらん石、単斜輝石、斜方輝石、角閃石を主成分鉱物とする Lherzolite とみられる Pyroxene Peridotite である。

かんらん石は 5～1 mm の大きさで自形を示し多量にみられ割目沿いに蛇紋石化されている。

単斜輝石は 3～0.3 mm の大きさで半自形又は他形を示し中量存在する。

斜方輝石は 3～0.3 mm の大きさで半自形又は他形を示し少量存在する、1 部は bastite 化している。

角閃石は無色で地形を示し、しばしば放射状を示し、微量存在する。へき開角は 120° を示し、後期に生成したものとみられる。

随伴鉱物として Picotite 及び磁鉄鉍がみられる。

Divilican 湾南 5 km のサンプル (CL-10) は構成鉱物組織とも上記と同様であるが蛇紋岩化作用が著るしい。

② 上部塩基性岩体

分布；主として本地区中南部に分布する下部超塩基性岩体と西側の白亜紀～始新世とさ

れる Dipadian 川層群との境界附近及び Palanan 東側海岸に分布する。

岩相；本岩体は下位から斑れい岩，輝緑岩（一部脈状）よりなる。

斑れい岩は等粒状の中～粗粒岩で主として塊状を呈するが中部 Palanan 地区 Dimapuna 川上流の岩体及び Pinacanan 川中流の岩体では層状構造を示す。

輝緑岩は，暗緑色を示し，斑れい岩と玄武岩の境界付近に分布するが，岩脈の発達が悪いものが多く，大部分は新期層に覆われ，連続性はあまり追跡できない。

層位関係；Palanan 北部の Bicobian では，本岩体の最下位に存在すると思われる斑れい岩層が欠如することより，この地区の岩体は，下部オフィオライト岩体とは断層関係（衝上断層）にあると考えられる。さらに，Palanan 東海岸においても本岩体が下部オフィオライト岩体に衝上していると考えられ，Bicobian 地域のオフィオライトは3つの岩体に分割できると推定される。

顕微鏡観察結果；Palanan 北北西 7 km で採取した本岩類のサンプル (CA-018 及び CA-021) は完晶質等粒状の組織を示す斑れい岩で主成分鉱物としては集片双晶を示し，累帯構造を呈する斜長石 (3~0.5 mm) 部分的に緑泥石に交代されている角閃石 (1.5~0.2 mm)，角閃石に取り囲まれ一部交代をうけている単斜及び斜方輝石 (1.0~0.1 mm) 及び少量の石英 (0.2~0.1 mm) がみられ，随伴鉱物として磁鉄鉱 (0.7~0.1 mm)，チタン鉄鉱，磷灰石 (0.2~0.1 mm) を伴っている。

斜長石は微細な絹雲化をうけて居り，輝石類は角閃石化が著しい。

絶対年代測定結果；本岩体から採取したサンプル CA-021 の全岩の K-Ar 法による年代測定結果は 23.2 ± 1.2 Ma. を示している。この年代は白亜紀とされる本岩体の生成年代からみるとかなり新しく，本岩体の変質の年代を示すものと判断される。

③ Bicobian 玄武岩類

分布；本玄武岩類は Isabela 超塩基性岩類に接し調査地域南東部に Dipadian 川層群に接して現われるほか，東海岸の Digollorin Point から Palanan Point にかけても分布している。

岩相；玄武岩は暗緑色～暗灰色を呈し，枕状構造が発達している。各団塊は偏平な楕円形で，その大きさは 30~80 cm である。団塊の周辺部にはしばしば褐鉄鉱が認められ，空隙を埋めて沸石が晶出している。また方解石の細脈が発達している。Palanan 地区の Bicobian では塊状硫化物鉱床が見られる。

顕微鏡観察結果；Palanan 北部の Dimalasan 港に南接する地域から採取した本岩のサンプル (BIC4) はサブオフィティック組織を示す粗粒玄武岩ないし玄武岩で 1.5~1 mm の曹長石化された斜長石の斑晶と斜長石・単斜輝石・斜方輝石よりなる石基からなる。本岩がかなりの変質作用をうけて居り，斑晶の斜長石が曹長石化されているほか緑泥石・石英・炭酸塩鉱物等が 2~1 mm のアミグダロイダルな孔隙を充填している。又巾 1~0.5 mm の沸石細脈が認められる。

④ Dikinaraman川チャート層

チャート層は前期枕状玄武岩の上位に分布し、暗赤色～暗褐色を呈し、しばしば層状マンガニ床を伴う。

化石鑑定結果；Bicobian 西方1 kmから採取したチャートのサンプルより *Thanaria Conica*, *Thanaria Pulchra*(?), *Holocryptocanium geyersensis*, *Archaeodictyomitra Vulgaris*, *Archaeodictyomitra Sp. etc.* の放散虫が同定され、本チャート層は下部白亜紀の Valanginian 期から Aptian 期に対比される。^(注1)

(2) Dipadian 川層群

分布；調査地区南東部 Dinapiqui 川西側から中東部の Divilican 湾にかけて分布し北部程層厚が薄くなる。

岩相；下位には灰褐色～灰緑色の礫岩の薄層を挟在する長石質のワッケがみられ、上位には硬質の緑色シルト岩、淡緑色から赤色の泥岩とワッケの互層が分布している。上部はしばしば塊岩や火山礫又は細粒凝灰岩を含む緑色角礫凝灰岩に移化する。この層群の一般走向は N-S で西へ60°の傾斜を示す。南部の本層中の安山岩中に硫化鉍物を伴う石英脈が認められる。

層位関係；本層は下位の Isabela 超塩基性岩類を不整合に覆う。

顕微鏡観察結果；南部の稜線に近い本層群中から採集したサンプル (CA-009) は新鮮な斜長石 (0.7 mm) の斑晶を含む粗粒玄武岩質の玄武岩で斜長石・単斜輝石・斜方輝石よりなる石基を有し、ガス孔は緑泥石・方解石により充填されている。

(3) Abuan 川層群

分布；調査地域中東部の Divilican 川南西部及び北部、Maconacon 北部・西部にひろく分布し南部程層厚が薄くなる。

岩相；硬質のシルト岩及び砂岩と互層する安山岩質～玄武岩質の火山角礫岩からなる海成層である。南部の Dinapiqui 地区では枕状溶岩・安山岩溶岩を主体とし枕状溶岩は塊状硫化物鉍床を伴う。

層位関係；本層は下位の Dipadian 川層群を整合に覆う。

顕微鏡観察結果；調査地域北部の Dikatayan 川中流、本層群中のサンプル (CK-647) は斜長石 (0.2 mm 土), 単斜輝石 (0.5～0.1 mm), 斜方輝石 (0.3～0.1 mm) 及びクロムスピネル～ピコタイトの斑晶を含む変質玄武岩で間粒状構造を示し、緑泥石・石英・緑簾石により石基の斜長石・輝石などの間隙やアミグダロイダルな孔隙が充填されている。

(注1) 放散虫の同定は高知大学岡村真博士による。

(4) Blos River 閃緑岩

分布；調査地域東部に分布するのは Northern Sierra Madre 閃緑岩の下位を占める Blos 川閃緑岩で地域北東部の Dikatayan 川上流部の Abuan 川層群中に貫入している。

岩相；岩相は中粒～粗粒の淡色岩で著しい黄鉄鉱化と中程度の緑泥石化を受けている。モンズナイト状若しくは石英閃緑岩状の有色鉱物の少ない部分も認められる。

東海岸中部の Palanan 地区南方の Giudo 川上流の貫入岩は珪化帯を伴い、Dudenan 川上流の貫入岩中には貫入方向に沿って数条の石英脈がみられる。

顕微鏡観察結果；調査地域の北部の Dikatayan 川上流の本岩より採取したサンプル (CJ-5) は完晶質等粒状結晶の石英閃緑岩で斜長石・石英・角閃石・カリ長石を主成分鉱物とし、磁鉄鉱、スフェーン、燐灰石を随伴し、強い磁性を示す。二次生成鉱物としては角閃石を交代して緑泥石、緑簾石がみとめられる。

上記北方 4 km の別岩体のサンプル (CK-6514) も略同様な構成を示すが組織は稍ボーフィリティックでカリ長石の量が斜長石の半量以上あるので花崗閃緑岩とみられる。

K-Ar 法年代測定結果；Maconacon 西部の Dikatayan 川上流の本岩のサンプル CJ-005 は全岩試料の K-Ar 法による年代測定の結果 26.4 ± 1.4 Ma を示した。これは漸新世末期に相当し、本岩体の貫入時期を示すものと判断される。

X-線回折試験結果；上記サンプル CJ-5 の南 1.5 km の粘土化鉱染帯のサンプル (CJ-2) の X-線解析結果は緑泥石・石英・斜長石が多量に認められた。

(5) Lubuagan 層群

分布；本層群は Dimatatno 川上流に分布する。

岩相；暗灰色の結晶質石灰岩の薄層と泥岩・礫岩の互層よりなる泥岩は淡灰色で小層理等のため砕けやすい。礫岩は赤色珪岩・石灰岩及び蛇紋岩よりなる。

層位関係；本層群は Dipadian 層群を不整合に覆う。

(6) Dulang 川層群

分布；Maconacon 北部の Dulang 川流域に分布する。

岩相；石灰岩片よりなる礫岩と、頁岩・シルト岩の岩片の互層よりなる。部分的に石灰岩・シルト岩の破砕片を含む火砕流よりなる部分も認められる。

層位関係；下位の Lubuagan 層群を不整合に覆う。

微化石鑑定結果；本層より採取したサンプル CK-62146A のナンノプランクトン鑑定の結果、本層はナンノゾーン CP 18-19 (漸新世中・後期) に対比される。これは第 6 図模式柱状図の年代とよい対応を示す。

(註) 山形大学岡田尚武博士による。

(7) Palanan 堆積岩類

分布；主に Palanan 川流域部に分布するが、北方 Maconacon の東海岸及び南部の Dinapiqui 川流域にも認められる。

岩相；厚い稍硬化した淡褐色の砂岩と灰色の泥岩の互層よりなる。Palanan 川に向い、ゆるく傾斜しているので向斜軸の存在が予測される。

層位関係；Isabela 超塩基性岩類及び Dipadian 川層群、Abuan 川層群を不整合に覆うが、すぐ下位の Dulang 川層群との関係は不明である。

微化石鑑定結果；Palanan 南方 8 km で採取した本層群のサンプル CA-32R はナンノプランクトンの鑑定によりナンノゾーン CN-9 (中新世後期) に対比される。これは模式柱状図 (第 6 図) の年代と良い対応を示す。

(8) Kanaipang 石灰岩類

分布；本石灰岩類は東海岸中部 Pinacauan 川沿いに主として露出している。

岩相；肉色を呈し、強く破砕された個所は部分的に再結晶している。

層位関係；Palanan 層群を整合に覆う。

微化石鑑定；本層から採取された H-117R はナンノプランクトンの鑑定によりナンノゾーン CN-9 (中新世後期) に対比される。これは模式柱状図 (第 6 図) の年代と略々一致する。

3-1-3 地質構造

近年、オフィオライトの生成に関しては、プレート・テクトニクス理論の導入によりオフィオライトは海洋地殻の一部であると考えられるようになった。本地域では一連のオフィオライト岩体 (Isabela 超塩基性岩類) の存在が認められるが、この岩体が本地域最下位の岩層である。

オフィオライト岩体は、西側に南北に連なる 1 連の大規模な岩体と、この東方の Palanan 北方 Bicobian 周辺を占める小岩体とに区分される。この東側の小岩体は西側の岩体に衝上したものと考えられる。大規模な岩体は N-S 方向に伸長し N-S 方向 90 km、E-W 方向最大 15 km に亘って分布し、西側に傾いた平板状構造を示す。

白亜紀～暁新世の Dipadian 川層群がこのオフィオライト岩体を不整合に覆うが、Palanan 北方の Divilican 地区ではオフィオライト岩体と高角度の断層で接している。Dipadian 川層群は N-S 方向に伸長し大局的に西へ傾斜しているが、北方にゆくに従い層厚が減少し、Divilican 以北では分布しない。代って Dipadian 川層群を不整合に覆う Abuan 川層群がこの北部にひろく分布する。当地域の西側は、この Abuan 川層群堆積後に火山帯として隆起し、石灰岩を含む浅海性の Lubuagan 層群が堆積し、その後火砕流の堆積物と見られる Dulang 川層群が堆積している。この前後 (漸新世中～後期) に北部 Sierra Madre 閃緑岩の進入があり、その後再び海侵が行われて

中新統の Palanan 堆積岩層，鮮新統・更新統の Kanipang 石灰岩層が堆積した。本地区の褶曲構造は波長の違いはあるが各層群を通じほぼ N-S 系の軸方向を示す。

3-1-4 鉍 床

本地区の鉍床としては超塩基性岩中の正岩漿性のレンズ状クロム鉍床，玄武岩・チャート又は凝灰岩との間に産する層状マンガン・銅鉍床，貫入閃緑岩周辺の珪化作用に伴う鉍染ないし脈状鉍床が知られている。

今回調査した15ヶ所の鉍徴地についての位置図を第9回に概要を第2表に示す。詳細については巻末資料11に示す。

各鉍徴地より採取したサンプルの鉍石研磨片の観察結果のうち特徴的なものを下記する。

№2 CAS CHROME WASAYAN 2

位 置；東海岸 Dimatadmo Point WSW 3.5 km

研磨片；CA 60 Saprolite の上位を覆うラテライト中の塊状 Chromite

鉍石鉍物；Chromite。Cataclastic texture を示す塊状クロマイト，他の硫化鉍物は認められない。

№3 DIMAKAWAL

位 置；Dinapiqui 北西10 km 稜線部

研磨片；MD-4 火山角礫岩中の層状硫化鉄鉍床

鉍石鉍物；Sphalerite > Chalcocite, Digenite ≐ Pyrite > Covellite > Bornite ≧ Polybasite, Chalcopyrite。塊状をなし鉍石の大部分を占める Sphalerite は Chalcocite, Digenite により網目状に貫かれている。微細な Polybasite, Bornite Chalcopyrite が含まれることがある。Pyrite は 0.3~0.02 mm の自形粒状をなし，しばしば colloform texture を示す。

№9 DIKADIAOAN

位 置；Palanan 南 6 km

研磨片；KP-16 マンガン鉍を含むチャート

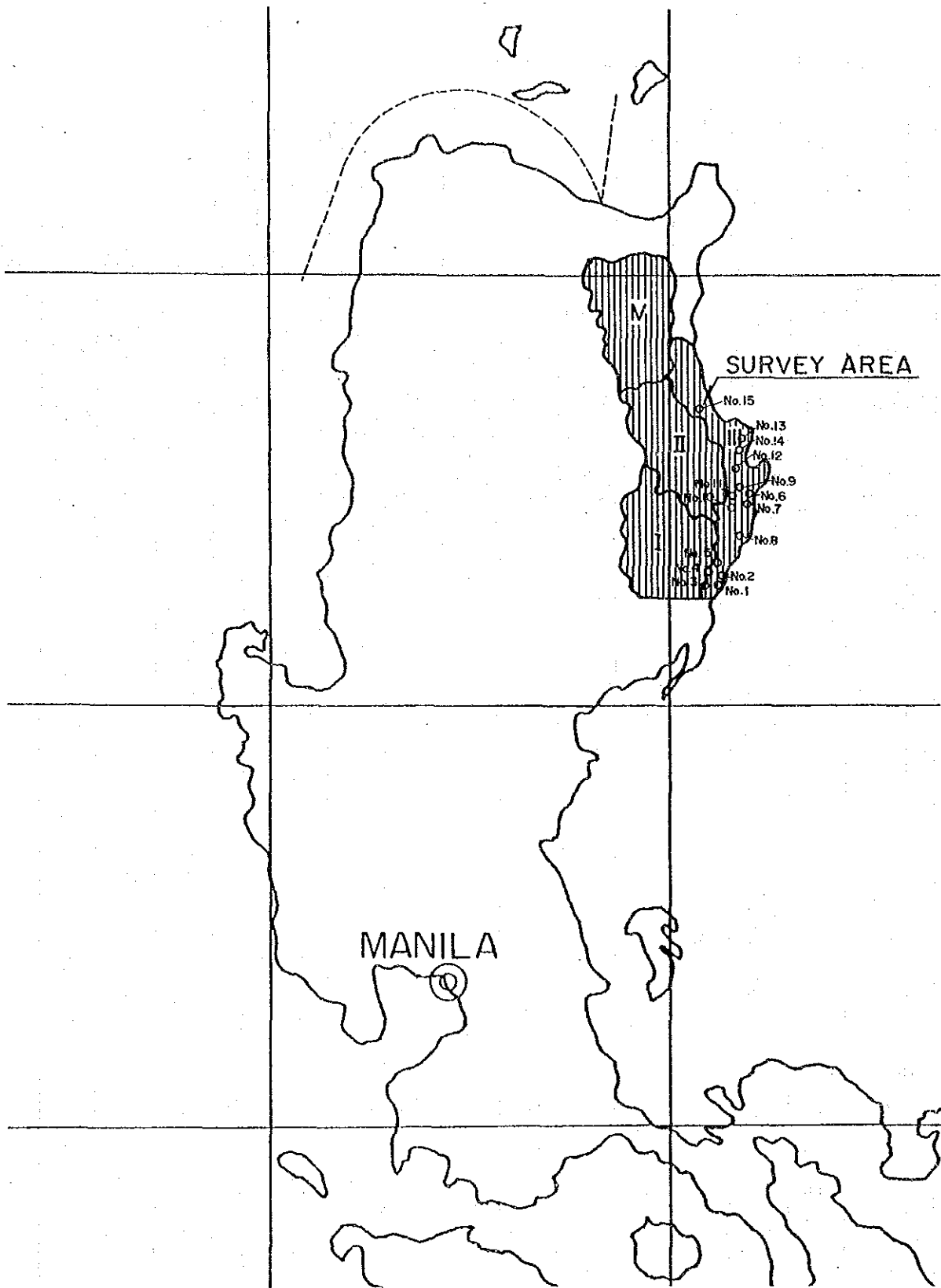
鉍石鉍物；チャートの層理に沿うラミナ状 Braunitz (?) 微少鉍物の集合体でラミナ方向に 0.3 mm 以下の伸長を示すほか 0.001 mm 以下の微細斑点としてもみられる。チャートを脈状 (巾 0.01~0.03 mm) に貫ぬく Pyrolusite もみられる。

№13 BICOBAN

位 置；東海岸 Port Dimalalansan 湾南 3 km

研磨片；Bic-02 変質した枕状玄武岩とチャートの境界部にみられる層状硫化鉄鉍床で主に Chalcocite からなる。

鉍石鉍物；Chalcocite ≧ Pyrite > Sphalerite



第5圖 北部Sierra Madre地域東部鉦徵地位置圖

表-2 北部Sierra Madre 地域東部鉱微地調査結果概要

No	名称	鉱床タイプ	鉱種	母岩	評価	概況
1	CAS CHROME WASAYAN 1	正岩酸性レンズ状クロム鉱床	Cr	ラテライト化したダナイト	B	精鉱 400t/月生産48% Cr ₂ O ₃ 49.20 Al ₂ O ₃ 16.51 FeO 14.63 SiO ₂ 1.33 MgO 14.93(%)
2	CAS CHROME WASAYAN 2	"	Cr	"	C	操業休止中 Cr ₂ O ₃ 40.00 Al ₂ O ₃ 14.50 FeO 14.50 SiO ₂ 1.31 MgO 13.11(%)
3	DIMAKAWAL	層状マンガン鉱床 層状含銅硫化鉄鉱床	Cu, Mn	枕状玄武岩 層岩	C	Mn 13.97 Fe 8.49 Cu 0.95 Zn 1.72(%) S 2.00 Cu 2.8g/t Ag 132.3g/t Au 15.88g/t
4	DINAPIQUI	浅熱水性鉄脈	石英脈	玄武岩	D	石英脈品位(巾20cm) SiO ₂ 45.4% Mn 0.23% S 2.23% Fe 0.1g/t Au Ag Cu S Fe
5	DIMATATNO	"	石英脈	安山岩	D	石英脈品位(巾15cm) Au Ag Cu S Fe Tr Tr 0.02 0.01 4.27
6	DISAWIT	層状マンガン鉱床	Mn	枕状玄武岩 珪岩	D	鉄石品位 SiO ₂ 45.28 Mn 19.81 Fe 0.58 CaO 2.21
7	KANAIPANG HILL	露天化残留鉄床	Mn	凝灰岩	D	鉄石品位 SiO ₂ 50.06 Mn 18.44 Fe 0.20 CaO 0.62
8	DIKAPISAN	正岩酸性レンズ状クロム鉄床	Cr	ダナイト	D	巾20cm クロマイトレンズ Cr ₂ O ₃ 5.35 Al ₂ O ₃ 9.99 FeO 70.05 SiO ₂ 2.65 MgO 0.02
9	DIKADIAOAN	層状マンガン鉄床	Mn	珪岩	C	Mn 品位 SiO ₂ 47.94 Mn 20.66 Fe 0.28 CaO 0.07
10	CIWED	浅熱水性鉄脈	石英脈	角閃山岩	D	珪化帯品位 Au Ag Cu S Fe Tr Tr 0.01 1.34 4.37
11	DIUDENAN	浅熱水性鉄脈	石英脈	角閃山岩	D	巾40cm 石英脈 Au Ag Cu S Fe Tr Tr 0.01 1.16 1.50
12	DIBENELANG	正岩酸性レンズ状クロム鉄床	Cr	ダナイト	B	クロマイト脈 Cr ₂ O ₃ 46.35 Al ₂ O ₃ 10.91 FeO 13.32 SiO ₂ 6.76 MgO 17.53 ダナイト中のレンズ 43.27 9.88 11.90 9.50 19.09
13	BICOBIAN	層状含銅硫化鉄鉱床	Cu	枕状玄武岩 珪岩	B	硫化鉄脈5m Au Ag Cu Zn S 5.5g/t 168.5g/t 54.48% 0.26% 26.14%
14	LACSON	層状含銅硫化鉄鉱床	Cu	"	B	硫化鉄サンブル Au Ag Cu Zn S 1.1g/t 0.23g/t 0.11g/t 7.65g/t Tr 0.5 12.1 7.46 0.26 46.67
15	BLOS RIVER	浅熱水性鉄脈	方解石脈	閃緑岩	D	破砕帯サンブル(巾2m) Au Ag Cu Fe Tr Tr 0.01% 0.51% 4.08%

(%) 評価基準: B. 追加調査の必要性が高い。
C. 追加調査について検討の余地がある。
D. 追加調査の必要性が低い。

Chalcocite ; Pyrite grain の間隙を充填し、一部は Pyrite を交代してみられる。少量の digenite もみられる。

Pyrite ; 大きさ 0.5~0.1 mm で稀に cubic の結晶も認められるが大部分は Chalcocite により周辺部から交代されている。

Sphalerite ; 不規則な形状を示し Chalcocite 中に交代残渣としてみられる。

本鉱石は高い含銀量 (168.5 g/t) を示すが銀鉱物は顕微鏡でみとめられない。

№14 LACSON

位置 ; 東海岸 Port Dimalalansan 湾南 5.5 km

研磨片 LAC-03 ; 変質した枕状玄武岩とチャートの境界部にみられる層状硫化鉄鉱床

鉱石鉱物 ; Chalcopyrite > Pyrite ≧ Unknown sulphide mineral > Sphalerite, Covellite, Chalcopyrite ; 塊状を示し鉱石の大部分を占める。特別な離溶構造は認められないが、未確定硫化鉄物の細脈 (中 0.007 mm 以下) により貫かれている。

Pyrite ; 0.3~0.03 mm のサイズで多くは自形を示す。時に微少結晶の集合体のみられる。

未確定硫化鉄物 ; 巾 0.007 mm 以下の脈状を示し黄銅鉱中又は黄銅鉱の周辺部にみられる。

鏡下ではクリーム黄色を示し、異方性は殆どみとめられない。

Sphalerite ; 0.03 mm 以下のサイズで極めて微量黄銅鉱中にみられる。粒状又は不規則な形で存在する。

Covellite ; 0.005 mm 以下のサイズで黄銅鉱の割目に葉片状をなしてみられる。最末期に生成したとみられ極めて微量である。

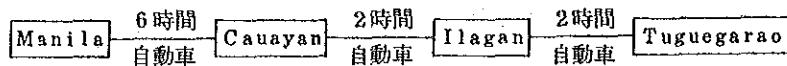
調査した鉱徴地中操業歴を有するのは次の 5 鉱床である。

WASAYAN 1 (操業中) 生産量 精鉱 15,000 トン WASAYAN 2 (休止中)	超塩基性岩中のレンズ状クロム鉱床
DIMAKAWAL (休止中)	玄武岩中の銅・マンガン鉱床
BICOBIAN (休止中) 生産量 高品位銅鉱 15 万トン LACSON (休止中)	玄武岩中の銅鉱床

3-2 北部 Sierra Madre 地域西部の地質と鉱床 (付図 1 参照)

3-2-1 一般概要

調査地区西部は行政区画上大部分は Region II (第 2 地域) Isabela Province (州) に属し、北部は Cagayan Province (州) に属する。Manila - Aparri を結ぶ Cagayan 河沿いの高速道路により結ばれて居り Manila - Tuguegarao 間約 500 km 車で約 10 時間を要する。空路も Manila - Tuguegarao 間を定期便が 1 日 1 往復して居り Manila - Cauayan 間も週 2 便が就航している。



地理的状況は下記の通りである。

面積	7,615 km ²
標高	30~1,800 m
最高峰	1,805 m
平均気温	28℃
年間降雨量	1,700 mm

気候は亜熱帯性気候で11月~5月が乾期, 6月~10月が雨期といわれている。雨期と同時期に熱帯性低気圧が数多く通過する。

植生は大別して次の3帯に分けられる。

① Cagayan河及びその支流沿いの低地帯

平坦地の大部分が稲作及び畑作の農地として利用されている。稲の他、砂糖きび、とうもろこし、豆等が栽培されている。

② 低地帯と山岳地帯の間に発達する丘陵地帯

雑草・低灌木からなる原野が多いが、一部で牧草地・畑地として利用されている。

③ 山岳地帯

全般に原生林に覆われて居り、広葉樹を主とするが局部的に竹林が発達している。

全般に農業・林業が主な産業となっている。

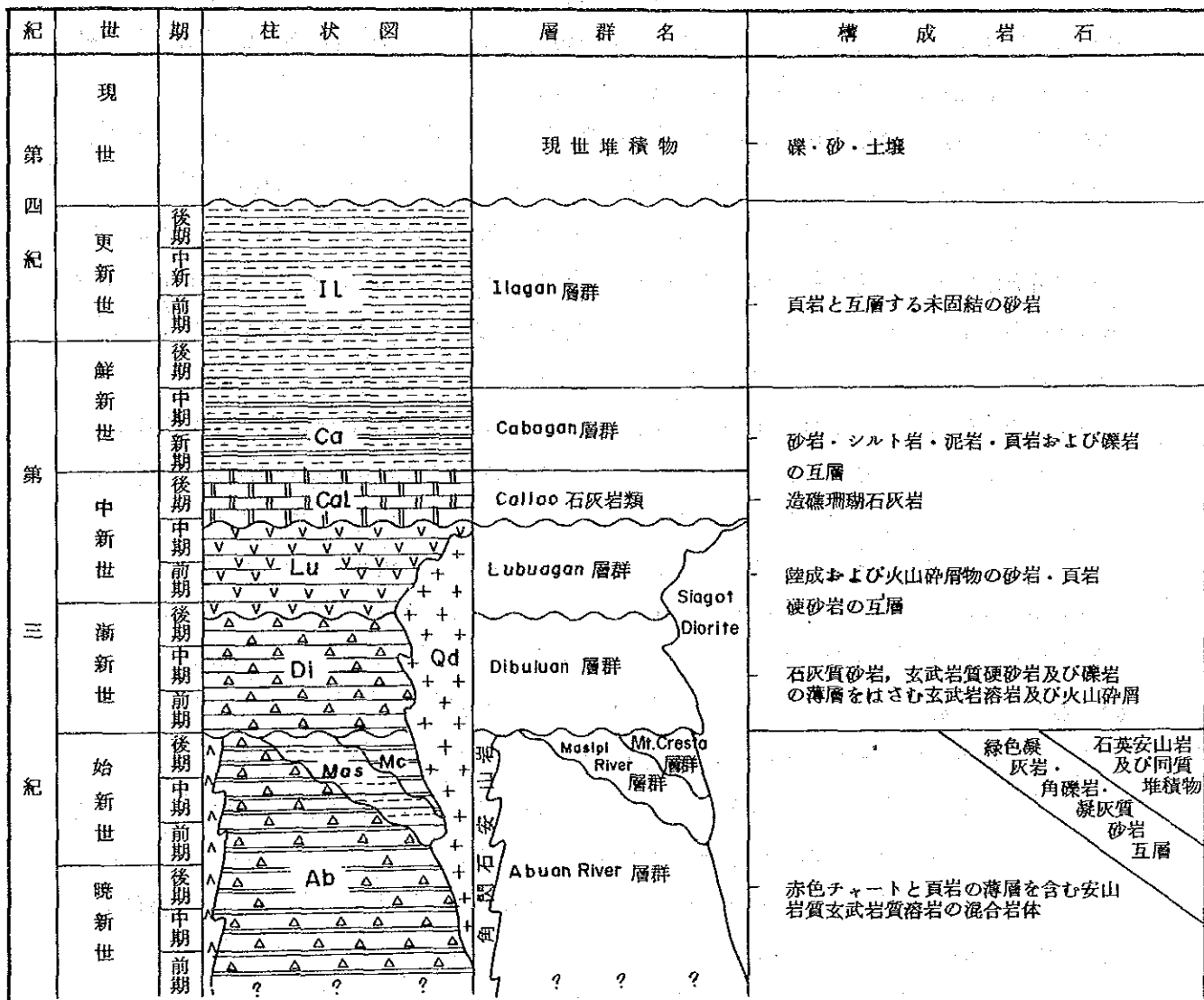
3-2-2 層 序 (付図1 調査地域地質図及び断面図。第9図, 北部 Sierra Madre 地区西部の模式柱状図参照)

本調査地域の地質は下位より東部と同様安山岩~玄武岩質の火山角礫岩と硬質砂岩の互層からなる Abuan 川層群が中央部の山岳丘陵地帯にひろく分布し、これを中東部にみられる局所的な石英安山岩活動の結果形成された Mt. Cresta 層群, Masipi 層群がこれを不整合に覆っている。これらを買いて北部 Sierra Madre 閃緑岩の一部をなす Siagot Diorite が進入している。

この Diorite の進入時期は 22.3 ± 1.1 Ma から 31.1 ± 1.5 Ma を示す。これは漸新世中期から後期を示し東部地区の閃緑岩進入時期 (26.4 ± 1.4 Ma) と略一致する。

この後前記 Abuan 川層群の西側をとりまく様な形で漸新世末期の Ibulao 石灰岩層が不整合に現われ、更に Lubuagan 層群, Callao 石灰岩層, Cabagan 層群, Ilagan 層群等の新第三系が整合に堆積している。これら新第三系は北部の Baggao を中心とする盆状構造に伴って東へ湾入した分布を示す。

第6図 北部Sierra Madre 地域西部模式柱状図



(1) Abuan川層群

分布；北部 Sierra Madre 山脈の西側斜面にひろく分布し、その範囲は Ilagan 北方 Santo Tomas 東部で東西 20km に及ぶが、南部では閃緑岩がひろく貫入して分布域が狭くなっている。又北端部では Baggao を中心とする盆状構造の北縁に東西に伸長する分布を示す。

岩相；しばしば赤色の珩岩質頁岩の薄層を有する玄武岩質から安山岩質の堆積物を伴う安山岩及び玄武岩溶岩よりなる。礫岩は巨大な安山岩質ないし玄武岩質の角礫を有し、よく固結している。砂岩は淘汰は不充分だがよく固結している。

層位関係；本調査地区の最下底の岩体で BMG により白亜紀～古第三紀に生成したと考えられている。

顕微鏡観察結果；Cauayan 南東 35km の Pinacauan 川中流の本層中のサンプル (AD-028R) は粒間構造を示す玄武岩で、一部曹長石作用を受けた斜長石 (1~0.3mm)、新鮮な単斜輝石・斜方輝石を斑晶とし、斜長石・単斜輝石・斜方輝石・磁鉄鉱を石基とする強い磁性を示す溶岩である。

微化石鑑定結果；北東部の Pallet 川上流より採取した本層中のサンプル (NQ-26A) のナンノプランクトン鑑定の結果同定されたナンノゾーンは CP19 ので、これは中部漸新世に対比される。

中部 Pinacauan 中流より採取した本層中のサンプル (BL-069) はナンノプランクトン鑑定の結果上記と同様ナンノゾーン CP19a に同定された。

(2) Cresta 山層群

分布；調査地区中東部の Cresta 山周辺

岩相；石英安山岩質の堆積物を含む石英安山岩溶岩及び貫入岩よりなる。白色～淡黄色を呈し、しばしば斜長石・石英の結晶が肉眼で認められる。

石英安山岩質の堆積物は成層し、中粒から粗粒に分級している。Abuan 川上流の本層群中に塊状の黄鉄鉱染がみとめられる。

層位関係；下位層の Abuan 川層群を不整合に覆う。

(3) Masipi 川層群

分布；調査地区中部の Masipi 川上流及び Cabagan 東方の小褶曲構造に伴ってまとまった分布を示す。

岩相；平行層理を示す緑色凝灰岩と緑色～濃緑色の火山礫凝灰角礫岩よりなる火山碎屑岩及び泥岩の薄層をはさむ凝灰質砂岩よりなる。

層位関係；下位層の Abuan 川層群を不整合に覆う Cresta 山層群とは同時異相の関係にある。

微化石鑑定結果；Ilagan 東北東 10km の本層中から採集したサンプル (BH-122) のナンノプラ

④
ンクトン鑑定の結果、本層群はナンノゾーン19CP（漸新世後期）に対比される。

(4) Siagot 閃緑岩

分布；調査地域の南部から北部の Tuguegarao 東部にかけて南北135kmに亘り断続して分布する多くの半深成岩株よりなり、主に Abuan 川層群中に貫入している。

岩相；石英閃緑岩と角閃石閃緑岩の二種類に区分される。角閃石閃緑岩は Isabela 州 San Mariano 東方に限定され多量の角閃石と斜長石、時に黒雲母を含む中粒～粗粒の岩石である。石英閃緑岩は Siagot Creek 及び Xmas Creek に沿って露出し、相当量の斜長石・角閃石・黒雲母を含むほか多量の石英を含んで居り、風化しにくい性質をもっている。San Mariano 東部には微閃緑岩も認められる。

顕微鏡観察結果；Cauayan 東南東50kmの脊稜部に近い貫入岩体のサンプル(AK-051R)は石英・斜長石・カリ長石・角閃石・単斜輝石を主成分鉱物とし、磁鉄鉱、燐灰石を伴う完晶質等粒状(1.5mm以下)の石英閃緑岩であるがその南西2kmのサンプル(AM-054R)は石英量が全体の40%前後を占めカリ長石の量が極めて少いことから角閃石トーナライトに当る岩石で年代測定結果も 31.1 ± 1.5 と稍古い年代を示している。

Ilagan 東方25kmのサンプル(BJ-052)は石英・斜長石・角閃石と少量のカリ長石を主成分鉱物とし、磁鉄鉱・燐灰石・ジルコン及び少量の緑簾石を伴うややポーフイリティックな組織を示す完晶質等流状の岩石で花崗閃緑岩とみられる。

Tuguegarao 東北東27kmのサンプル(DF-024)は斜長石・石英・角閃石・カリ長石を主成分とし磁鉄鉱、スフェーン、燐灰石及び少量の緑簾石を伴う角閃石花崗閃緑岩で、その南西5kmのサンプル(DH-057)は稍石英が多く石英閃緑岩とみられる。

全岩分析結果；全岩分析結果は巻末資料9に示すが、石英閃緑岩に於いては SiO_2 が70%台を示すのに対し、角閃石閃緑岩では SiO_2 は5%台である。

絶対年代測定結果；全岩試料に対する K-Ar 法による絶対年代測定を当地域の閃緑岩5試料について実施した。その結果は巻末資料4に示すが、最も古い生成年代を示すのは中部 Disagungan 川最上流の石英閃緑岩(AM-054R) SiO_2 で 31.1 ± 1.5 Ma (漸新世中期)であり、最も新しい生成年代を示すのは北部 Tuguegarao 東方24kmの花崗閃緑岩(DH-057)で 22.3 ± 1.1 Ma (中新世前期)を示した。

上記の如く、本閃緑岩体は鉱物組合わせ、化学組成共一定せず、数次に分かれて貫入したものとみられる。その年代は K-Ar 年代測定の結果 31.1～22.3 Ma に亘るものであろう。

(5) Ibulao 石灰岩層

分布；調査地区中部の Cabagan 東方14kmに NNW-SSE の方向を示し5kmに亘って分布する。

④ 山形大学岡田尚武博士による。

岩相；レンズ状を示し、石灰質砂岩又は石灰質礫岩とよく成層した互層を示す。淡黄色から淡灰色を示し、化石を含んでいる。

層位関係；下位の Abuan 川層群を不整合に覆う。BMGにより中新世前期に対比されている。

(6) Lubuagan 層群 (Bibuluan 層群を含む)

分布；調査地区中南部の Abuan 川層群の西側に巾数 km の帯状をなして分布する。

岩相；玄武岩質又は安山岩質の岩片及び火山砕屑物よりなる陸成層を主とし、薄い頁岩層を挟在する砂岩を伴う砂岩は淡灰色から褐色を示し、中粒～粗粒で適度に分級され硬質である。頁岩はよく成層し、シルト岩やしばしばグレイワックを挟在する。礫岩の薄片が基底部にみとめられる。

層位関係；下位層を不整合に覆う。

微化石鑑定結果；調査域北部の Imulan 川上流から採取した本層群のサンプル (DK-082) はナンノプランクトンの鑑定によりナンノゾーン CP19a に対比された。これは漸新世中期に相当する。

(7) Callao 石灰岩層

分布；調査地域北端部の Abuan 川層群の西側及び南側から東側 Twin Peak の西側を通り、前記 Lubuagan 層群の西側に接し、南端部 Lubuluan 川付近迄断続的に分布する。

岩相；本質的には造礁珊瑚石灰岩で下部は Lubuagan 層群の砕屑物に移化する。肉色から淡灰色を示し一部大型有孔虫を含む。

層位関係；下位の Lubuagan 層群と整合関係にある。

微化石鑑定結果；Ilagan 東北 12 km の本層から採取したサンプル BK-004 (シルト質泥石) ナンノプランクトン鑑定の結果ナンノゾーン CN9 に対比された。これは中新世後期に相当する。

(8) Cabagan 層群

分布；Tuguegarao 北方 Baggao 盆地周辺にひろく分布するほか、その南部の Cagayan 河東岸に沿って巾 2～4 km の NNE に伸長する帯状の分布を示す。

岩相；下位は一般に水平な層理を示す層理面の明瞭な砂岩・頁岩の互層で泥岩・シルト岩を挟在する。炭質物は下位層準に多い。上位は一般に淡色で斜交層理を示しよく分級されている。部分的に化石に富む部分がある。最下位にはよく成層した礫岩層が分布している。

層位関係；本層群は下位の Callao 石灰岩層を整合に覆う BMG により中新世後期～鮮新世前期に対比されている。

微化石鑑定；Ilagan 東南方 13 km, Baggao 東南方 11 km で採取した本層群のサンプル (BD-104・DJ-003) はナンノプランクトンの鑑定によりナンノゾーン CN-9 及び CN-7～11 に対比された。

これは中新世後期に相当する。

(9) Ilagan 層群

分布；調査地域北部の Baggao 北側にひろい分布を示すほか、Baggao から南方70kmの Tuma-uiniに於いて Cagayan 河の東岸に南北に伸長する分布を示す。

岩相；固結度の弱い頁岩の薄層を挟する砂岩からなる。砂岩は淡黄色から淡灰色を示し、中粒から粗粒の部分が多く層理面が発達している。この層群は炭化した植物を含む。

層位関係；下位層を整合に覆って居り、BMGにより鮮新世～更新世の浅海性堆積物とされている。

(10) 沖積層

分布；Cagayan 河及び支流の下流域の平坦部を占める。東側の山岳地帯と西側の丘陵地帯の間には扇状地堆積物及び崖錐堆積物が認められ、特徴ある地形を示している。丘陵地帯には河岸段丘と見られる地形が各所に認められる。

岩相；礫・砂・シルト・泥などで構成され、炭質物の薄層を伴う。

(11) 岩脈類

調査地区南東部の Abuan 層群中には石英安山岩・安山岩・はんれい岩の岩脈が認められ、その一部は岩株状の閃緑岩中に貫入している。これらは緑泥石化及び緑簾石化して暗緑灰色を呈する。地区西部の Ilagan 層群中には自破碎状の産状を示す玄武岩の貫入がみとめられる。

3-2-3 地質構造

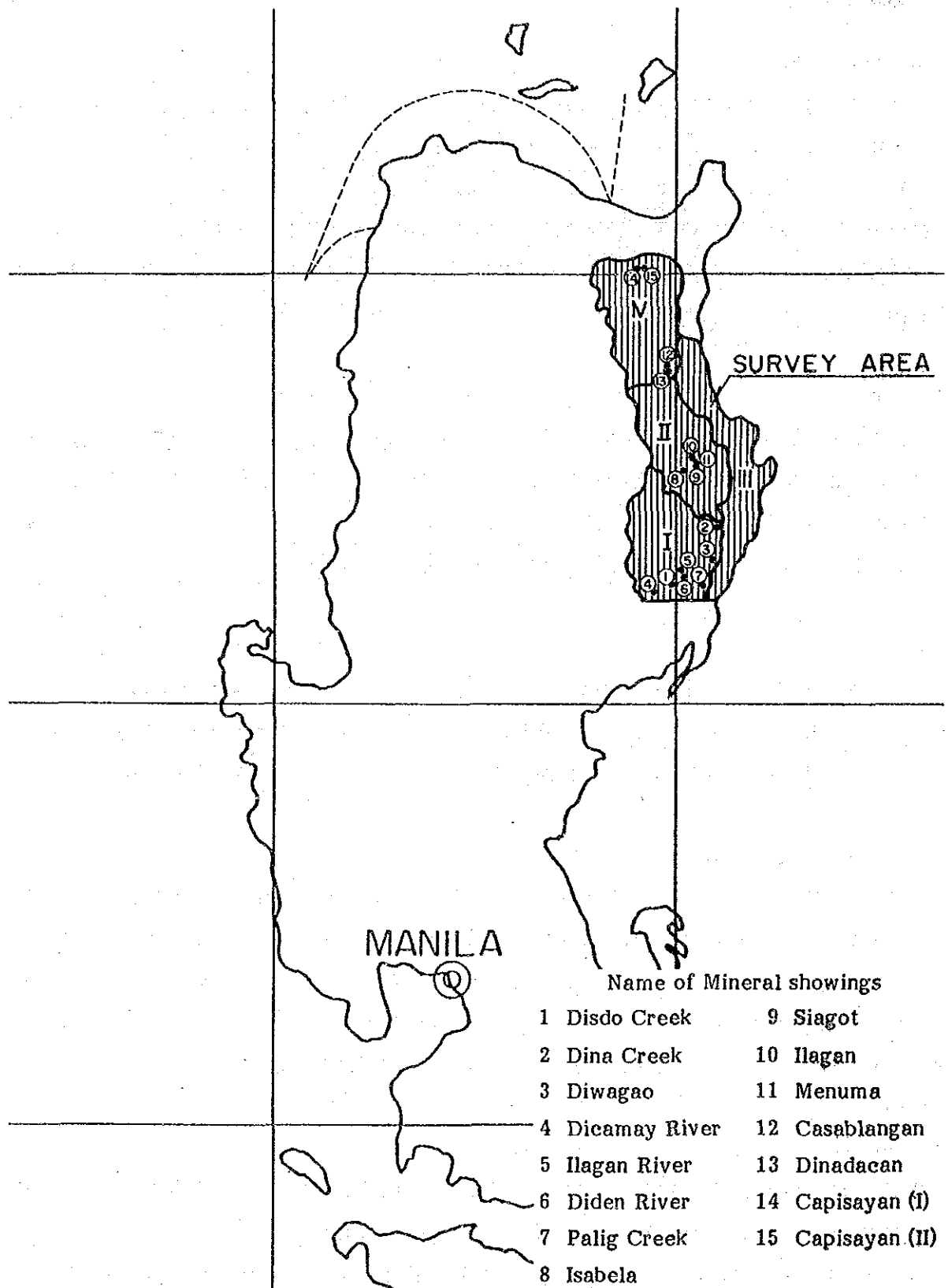
調査地域を支配する構造要素は最下位の Abuan 川層群にみられる南北系の軸を有する褶曲構造とこれと共約方向を示す NE-SW 系及び NW-SE 系の断層である。調査地域東部の南北に伸びる閃緑岩の列状貫入はこの褶曲軸に沿って行われたと考えられる。これらは Abuan 川層群だけでなく西部の新第三系中にも認められる。この他北端部には Gattaran から Capissayan にかけての東西系の向斜構造と Baggao 周辺の盆状構造を規制する同じく東西方向の複向斜構造が認められる。

3-2-4 鉱床

当調査地域内の鉱床は貫入閃緑岩及びその周辺部の黄鉄鉱鉄染型鉄床（一部鉄脈）、堆積性赤鉄鉱鉄床、層状 Mn 鉄床、亜炭等である。

今回調査した 15ヶ所の鉄徴地について位置図を第11図に、概要を第3表に示す。詳細については巻末資料11に示す。

各鉄徴地より採取したサンプルの鉄石研磨片の観察結果のうち特徴的なものを下記する。



第7図 北部シェラマドレ地域西部鉱徴地位置図

表-3 北部Sierra Madre 地域西部 錳 微地調査結果概要

No	名称	錳床タイプ	錳種	母岩	評価	概要
1	DISUDO CREEK	浅熱水性錳脈錳床	石英脈	変質安山岩	(注) D	石英脈品位 Au 0.07g/t 1.7g/t 0.03% Pb <0.01% Zn <0.01%
2	DINA CREEK	細脈錳染錳床	銅	"	B	錳石品位 Au <0.07g/t 3.3g/t 0.64% Pb <0.01% Zn 塊状硫化錳あり 0.14 9.0 3.07 <0.01 0.11 というが未確認
3	DIWAGAO	漂砂錳床	黄鉄錳	"	B	錳石品位 Au 2.5g/t <0.07g/t 0.07% Pb <0.01% Zn <0.01%
4	DICAMAY RIVER	"	赤鉄錳	安山岩	D	石灰質深岩に錳染した赤鉄錳 Goethite を伴う。
5	ILAGAN RIVER	細脈錳染錳床	珪化帯	変質閃緑岩	D	錳石品位 Au <0.07g/t 0.3g/t <0.01% Cu Pb Zn <0.01% <0.01% <0.01%
6	DIDEN RIVER	"	"	変質安山岩	D	錳石品位 Au <0.07g/t 1.7g/t <0.01% Cu Pb Zn <0.01% <0.01% <0.01%
7	PALIG CREEK	漂砂マンガン錳脈錳床 浅熱水性錳脈錳床	粘土脈	石英安山岩	D	粘土脈品位 0.07g/t <0.3g/t <0.01% Pb Zn Au 0.07g/t 0.3g/t <0.01% Cu Pb Zn 0.07g/t 0.3g/t <0.01% H ₂ O Fe ₂ O ₃ CcO ₂ P ₂ O ₅ 沢中の漂砂マンガン錳石 74.9% 2.57% 0.99% 4.45% 0.23%
8	ISABELA	細脈錳染錳床	珪化帯	石英粗面岩	E	錳石品位 Cu Pb Zn Total Fe S 0.001% 0.00% 0.009% 4.82% 0.49%
9	SIAGOT	"	"	珪化砂岩	E	錳石品位 Cu Pb Zn Total Fe S 0.001% 0.00% 0.002% 2.71% 0.81%
10	ILAGAN	"	"	"	D	錳石品位 Cu% 0.004 Pb% 0.01 Zn% 0.012 Total Fe% S% 0.006 0.00 0.011 7.94 0.38 0.004 0.00 0.010 5.76 1.80 0.004 0.00 0.010 5.75 0.23
11	MENUMA	"	"	花崗閃緑岩	D	錳石品位 Cu Pb Zn Total Fe S 0.001 0.00 0.02 10.99 12.04 0.001 0.00 0.04 8.49 4.94 0.001 0.00 0.04 2.94 0.92
12	CASABLANGAN	細脈錳染錳床	"	石英安山岩	C	錳石品位 Cu Pb Zn Fe Agg/t 0.027% 0.009% 0.009% 6.68% 2.1%
13	DINACDACAN	"	"	"	C	錳石品位 Cu Pb Zn Fe Agg/t 0.007% 0.009% 0.008% 1.29% 8%
14	CAPISAYAN (I)	"	"	"	C	錳石品位 Cu% 0.007 Pb% 0.009 Zn% 0.008 Fe% Agg/t 0.017 0.009 0.006 10.04 0.017 0.009 0.006 24.79 1.3 0.017 0.014 0.015 13.26 2.6
15	CAPISAYAN (II)	"	"	"	D	層状・ノジュール状の褐鉄錳 延長150m巾0.5m

(注) 評価基準: B. 追加調査の必要性が高い。
 C. 追加調査についての検討の余地がある。
 D. 追加調査の必要性が低い。
 E. 追加調査の必要性なし。

№1 DISUDO CREEK

位置；調査地区南部进入閃緑岩体の西側

鉱床；安山岩中の石英脈

研磨片；AF-027R

鉱石鉱物；黄鉄鉱：多くは自形を示し，1.3~0.05 mm の外径を有し，中量存在する。

黄銅鉱：不定形を示し，0.3~0.02 mm の外径を有し，少量存在する。

№2 DINA CREEK

位置；調査地区東部 Disabungan 川上流，进入閃緑岩東側

鉱床；安山岩中の鉱染状，塊状硫化鉱

研磨片；AK-51R (Sta 45) 鉱染部

鉱石鉱物；量的関係 Pyrite ≧ Chalcopyrite ≧ Sphalerite

Pyrite；自形を示し 3~0.2 mm の外形を有す。

Chalcopyrite；自形を示し，しばしば Pyrite の間隙をうめて存在する。

Sphalerite；Chalcopyrite 中，もしくは母岩中に極めて微量に存在する。

研磨片；AK-51R' (CAMP-I)，塊状硫化鉱

鉱石鉱物；量的関係 Pyrite > Magnetite > Chalcopyrite > Sphalerite

Pyrite；形~不規則な外形を示し，外径 1.3~0.1 mm の集合体として見られる。

Magnetite；紡錘状を示すもの多く，しばしば柱状又は不定外形を示す。0.1~0.03 mm の外形を有しすべての硫化鉱物に対し自形を示す。

Chalcopyrite；多くは他形を示し 0.8~0.1 mm の外径を有し，Pyrite の間隙を埋めている。

Sphalerite；多くは地形 0.5~0.2 mm の外径を有し内部に Chalcopyrite dots を多く含有している。

各硫化鉱物とも何らかの柱状鉱物（長径 2 mm 土）を交代する形で見られる。

柱状結晶の境界部には磁鉄鉱が多くみられる。

№4 DIWAGAO

位置；DINA Creek 南方 12 km，进入閃緑岩の東側

鉱床；塊状硫化鉱の転石

研磨片；AK-95R (Sta 3) 磁硫鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱

鉱石鉱物；量的関係 Pyrrhotite > Marcasite > Pyrite ≧ Sphalerite > Chalcopyrite

Pyrrhotite；0.5~0.1 mm の外形不定結晶の集合で hexagonal と monoclinic の共生体であることが Magnetite Colloid 塗布により判明した。

Marcasite；Pyrrhotite の辺縁部と Crack に沿って 2 次的に念珠状に生成している。念珠の大きさは 0.05~0.02 mm である。Pyrite は自形の cubic を示し 0.15~0.05 mm の外径を有する。

№ 8 ISABELA

№ 9 SIAGOT

位置；Ilagan 南東20km Abuan 川北岸進入閃緑岩西側

鉍床；細脈鉍染鉍床

研磨片；BA-8b 石英粗面岩中の鉍染
BA-12b 珪化砂岩中の鉍染

鉍石鉍物；量的關係 Pyrite > Magnetite (両方とも微量鉍染)

Pyrite ；不定形の外形を示し 0.8~0.1 mm の外径を有す。

Magnetite ；自形又は不定形の外形を示し 0.02~0.05 mm の外径を有し，Pyrite をとりまく形で存在する。一部には Hematite 化が見られる。

№ 10 ILAGAN

位置；Ilagan 東南東20km 進入閃緑岩西側

鉍床；細脈鉍染鉍床

研磨片；BA-5b 珪化砂岩中の鉍染

鉍石鉍物；量的關係 Pyrite > Magnetite > Chalcopyrite

Pyrite ；自形・不定外形を示し外径 1.5~0.1 mm 鉍染状又は微細脈として認められる。

Magnetite ；自形・不定外形を示し，外径 0.08~0.01 mm ，Pyrite の周辺部，及び珪酸塩鉍物の周辺部，及び岩石全体に dust 状の鉍染を示す。結晶周辺部から赤鉄鉍化を示す。

Chalcopyrite ；不定外形を示し外径 0.3~0.03 mm で鉍染状に存在する。結晶周辺部に稀に Covellite 化することがある。

№ 11 MENUAMA

位置；Ilagan 東南東20km 進入閃緑岩西側

鉍床；閃緑岩中の細脈鉍染鉍床

研磨片；BA016A・BA019b

鉍石鉍物；量的關係 BA016A Pyrite > Hematite
BA019b Pyrite > Magnetite

Pyrite ；自形，又は不定外形を示し，外径 1~0.1 mm で鉍染状に散在する。

Magnetite ；不規則な外形を示し，大きさは 0.03~0.05 mm ，Pyrite と共存しその周辺に分布するほか岩石全体に分散して分布したり，微小結晶の集合体をなすこともある。

Hematite ；Magnetite の周辺部にみられるほか，0.1~0.05 mm の不定外形の結晶として微量に存在する。

№ 12 CASABLANGAN

位置；Tuguegarao 東方30km

鉍床；石英安山岩の細脈鉍染鉍床

研磨片；DF-039B Pyrite の濃集部

鉍石鉍物；Pyrite > Sphalerite > Enargite > Galena, Bornite > Chalcopyrite

Pyrite ; 不定外形を示し大きさ 0.5~0.05 mm しばしば粒状の Bornite 稀に Ag mineral (Stephanite 様鉱物) を包有する。

Sphalerite ; 不定外形を示し, Pyrite と共生すること多く, 大きさ 0.3~0.03 mm である。

Enargite ; 不定外形を示し, 大きさ 0.2~0.04 mm である。

Galena, Bornite, Chalcopyrite ; 夫々微量にみられる。

No. 13 DINACDACAN

位置 ; Tuguegarao 東方 30 km

鉱床 ; 石英安山岩の細脈鉱染鉱床

研磨片 ; DH52R

鉱石鉱物 ; Pyrite ⇌ Fe-hydroxide

Pyrite ; 自形又は粒状を示し 0.4~0.06 mm のサイズで少量鉱染状にみられる微量の Hematite が柱状~短柱状結晶の格子状集合体を示す。

Fe-hydroxide ; 粒状又は不定外形を示し, 少量存在し硫化鉱物の 2 次鉱物とみられる。

(研磨片 Spl. A, B, C)

その他 DINACDACAN 北方 2 km に見られる Pyrite 鉱染帯では微量の Bornite を含む自形・粒状の Pyrite と dust 状に試料全体に分散する微量の Hematite がみられる。

4. 地化学探查

4. 地化学探査

4-1. 調査方法

地化学探査は河床堆積サンプルの指示元素に対する微量分析解析を主とし、主な水系の合流点の下流におけるバンニングによる重鉍物サンプルの微量分析結果の解析を平行して行った。また、河床堆積物サンプルの採取誤差をチェックする目的で、約50個に1個の割合で重複チェックサンプル (Duplicated sample) を初回採取点の5 m以内で採取した。河床堆積物の微量分析はすべて Quezon City にある Bureau of Mines and Geo-Sciences の分析所 (以下 PETROLAB) で原子吸光法 (AAS) により行った。

分析結果の解析は、全地区について日本側の海外鉍物資源開発協 (以下 OMRD) で行った。解析方法は単一変量解析である。

4-1-1 試料採取位置

フィリピン共和国において、昭和59年度南部シエラマドレ・ポリーリョ地区、ボホール・シキホール地区で行った方法と同様、1~2 km 当たり1個の河床堆積物サンプルを採取した。採取地点の選定はあらかじめ分布密度が均等になるように配置し、1/50,000の水系図に記入したサンプル予定個所に従って行った。

しかし、サンプル採取点が水系沿いとなるため、稜線や台地は分布密度が粗くなり、石灰岩地帯では河川が伏流しているため、地表での河床堆積物試料の採取が制約される状況であった。

4-1-2 試料採取方法

河床堆積物サンプルは、上述の採取予定地点付近で約1 kgの細粒堆積物を採取し、濁りがなくなるまで水洗いした後、30メッシュのステンレス篩により水中で篩分けし、番号を記載したクラフトペーパーのサンプル袋に入れて、ベースキャンプに集めると共に、第18図に示す様式に従って採取点の5万分の1の地図上の座標、河川の性状、兩岸の状況、水系のpH値、電気伝導度等を記入したカードを作成した。

重鉍物サンプルは、あらかじめ選定した主な合流点下流の採取予定地点付近で、約3 kgの細粒堆積物を採取し、バンニングによって約50 grの重鉍物サンプルとし、プラスチック容量に入れてベースキャンプに集め、分析所に送った。重鉍物サンプル採取地点でも河床堆積物サンプルと同様な環境要素を記入したカードを作成した (第8図サンプル地点状況記入様式)。

河床堆積物サンプルは、各地区のベースキャンプに夫々集められ、天日乾燥後80メッシュのステンレス篩で篩分けされた後、再度サンプル番号を記載したクラフトペーパーのバックに入れて、PETROLABに送付した。

第 8 図 地化学調査フィールドデータシート

SAMPLE NO.	SAMPLE TYPE	EASTING	NORTHING	S I R E A H		B A N K		SEDIMENT OR ORGANIC		PRECIPITATE					
				Ord. Width - m	Depth - m	Type	Ht - m	SOIL SIZE	MATTER						
5	67	1011	14	1316	1718	20	2122	2324	25	2627	28	29	30	31	34

CONTAMINATION	MINERALIZATION	ALTERATION	ROCK	TYPE	OTHER SAMPLES
32		33	34	35 36	37

REMARKS:

CODES:

- Col. 1-5 Sample number.
 Col. 6 Sample type. Enter one of the following codes:
 1-stream sediments
 2-soil
 3-rock
 4-heavy mineral concentrate (note original concentrate panned under REMARKS column)
 5-duplicate sample (corresponding to preceding sample number)
- Col. 7-14 Coordinates.
 Col. 15 Stream order.
 Col. 16-17 Stream width (m). Enter width of active channel: (enter 99 if > 99).
 Col. 18-20 Water depth (cm).
 Col. 21 Flow. Enter one of the following codes:
 0-dry
 1-stagnant
 2-slow
 3-moderate
 4-fast
 5-artificial
 Col. 22-23 PH. Leave blank if not recorded: if measurement is 5.4 enter 64.
- Col. 24-25 Conductivity ($\mu S/cm$)
 Col. 26 Bank type:
 1-colluvial
 2-alluvial
 3-scrub
 4-bedrock
 5-colluvial and bedrock
 Col. 27-28 Bank height (m).
 Col. 29 Sediment or soil size. Record grain size of material sampled (whether sediment or soil) using one of following codes:
 1-coarse
 2-medium
 3-fine
 4-clayey
 5-silty
 Col. 30 Organic matter. Note presence and amount (abundant, moderate, minor). Use code 1 if present and 0 if absent.
 Col. 31 Precipitates. Note precipitates present, using codes:
 0-absent or not detected
 1-iron (red or brown stains)
 2-manganese (black stains)
 3-sulphur (yellow stains)
 4-carbonate
 5-other (specify)
- Col. 32 Contamination. Note presence and type. Use code 1 if present and 0 if absent.
 Col. 33 Mineralization. Note presence and type (sketch on reverse). Use code 1 if present and 0 if absent.
 Col. 34 Alteration. Note presence and type. Use code 1 if present and 0 if absent.
 Col. 35-36 Rock type. Use one of the codes given on the reverse.
 Col. 37 Other samples. Note other samples collected at the same site. Use one of the following codes:
 0-none
 1-stream sediment
 2-soil
 3-rock
 4-heavy mineral concentrate
 5-duplicate
 6-several types (specify)
- Remarks. Enter any other pertinent information about the sampling locality

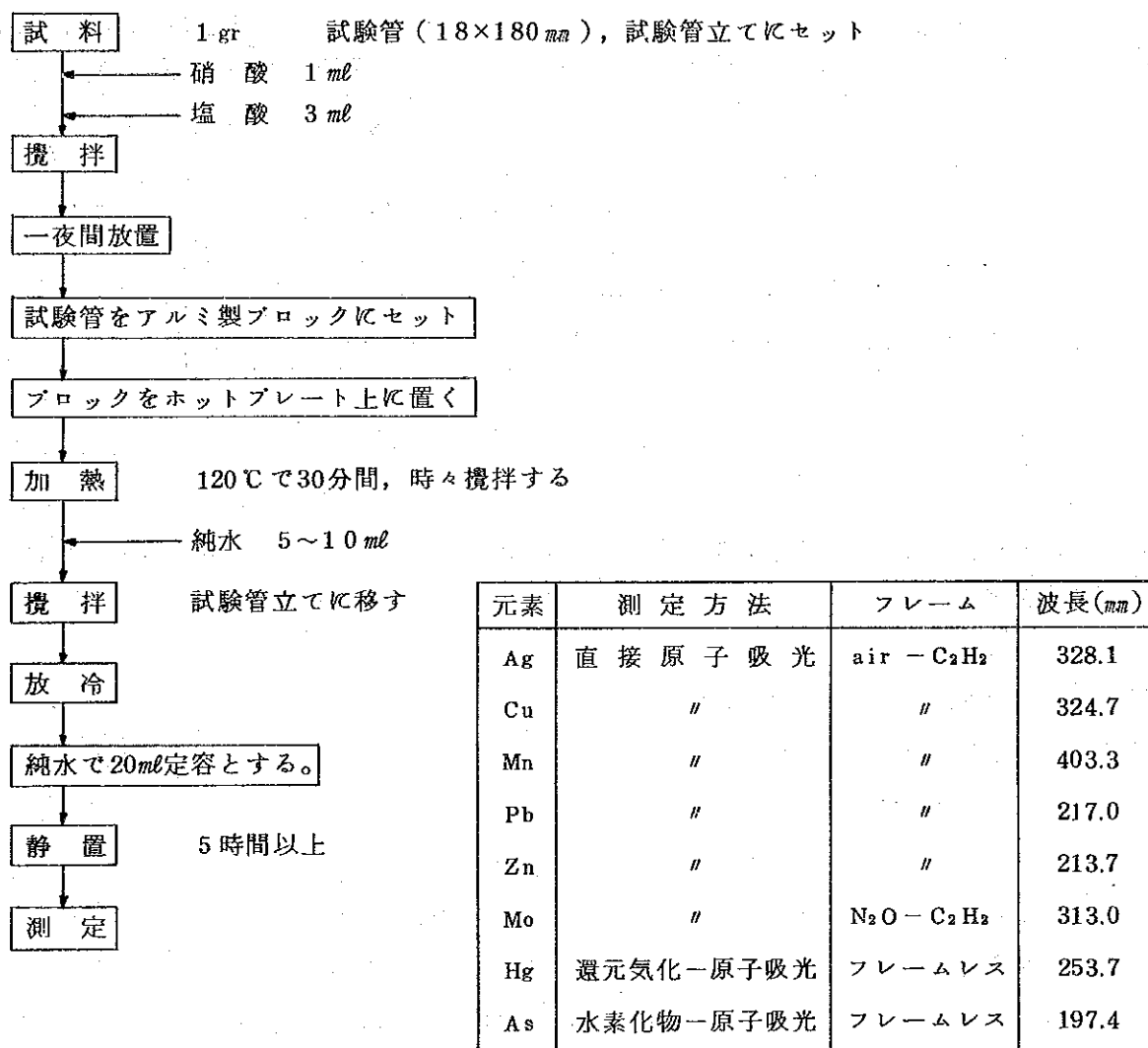
4-1-3 室内試験の方法

1) 分析サンプルの調整法

PETROLABに納入された河床堆積物及び重鉍物サンプルは、控試料を残し20 grを分析に回す。分析はこのうち1 grを原子吸光分析に使用し、残りを控試料として保存する。

重鉍物試料は、金の分析を含むので10grを原子吸光分析に使用し残りを控試料として保存する。

河床堆積物の分析方法（原子吸光分析 AAS）



第 9 図 分析流れ図

2) 分析方法^{注1}

調整を終わったすべてのサンプルは、第 9 図に示す流れ図に従い、原子吸光法で分析した。

河床堆積物サンプル指示元素としては、カウアマン・イラガン及びツゲガラオ地区では銀、銅、鉛、亜鉛、砒素、水銀、モリブデン、マンガン、ニッケル、コバルトの 10 成分、東海岸のパラナン

地区では銀，銅，鉛，亜鉛，砒素，水銀，クローム，コバルト，マンガ，ニッケルの10成分である。

重鉱物サンプルの指示元素としては，全地区で金，銀，カリウムの3成分である。分析検出限界は表-4のとおりである。

PETROLABでの使用機種は，パリアンテクロン社製AS1475型原子吸光分析装置2台と，同社製フレーム型GTA-95型1台である。その他昭和61年度3月にJICAから機械供与された島津社製AA-670型原子吸光分析機を重鉱物サンプルの分析に使用した。

(注1) この分析方法は，-80メッシュのサンプルを粉砕することなく，そのまま王水抽出するので，石英粒などに含まれている金属元素は分解されず残る可能性がある。しかし地化学探査で目的とするのは個々のサンプルの金属含有量の絶対値でなく，サンプル相互を比較しうる相対値であるため，このような簡便法が容認されている。

表-4 AAS分析における各元素の検出限界値

単位：ppm

	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	As	Hg	Mo
PETROLAB	2	10	2	1	3	3	50	0.5	0.04	2

3) 解析方法

地化学探査結果の解析は，全地区一括してC. Lepeltier (1969) の簡易統計処理法に従い，全体及び岩石別母集団毎の単一変量解析を実施し，計算にはコンピュータを利用した。以下，その手順を述べる。

データ前処理

① 岩石種別による母集団の分類

試料採取位置に卓越する母岩毎に，微量成分の傾向を勘案して母集団を決める（通常1地区当たり8~12母集団とする）。

② データ・ファイルの作成

岩石コード別に，サンプル番号・分析成分毎の分析結果を入れたデータ・ファイルを作る。

③ F検定を行う

重複チェックサンプルの分析値を使って，原サンプル分析値対チェックサンプルの分析値の分散比を岩石コード毎に算出し，有意差をチェックする。

単一変量解析

① データ岩石コード別選別

各元素の分析結果を数値の多い順に並びかえる。

② 統計量の算出

岩石コード別，元素別の分析結果の平均値，標準偏差，分散を算出する。

③ ヒストグラムの作成

元素別（統一母集団），岩石コード別，元素別のヒストグラムを作成する。

④ 岩石コード別，対数正規データ一覧表の作成

例) 岩石コード堆積岩 元素コード Cu

平均値，平均値 + 0.5 S.D.，平均値 + 1.0 S.D.，平均値 + 1.5 S.D.…… 平均値 + 4 S.D.，
 （ S.D.は標準偏差 ）

⑤ 異なる岩石コード間に認められる相違の95%水準の学生t(t)-検定及び Snedecor の F 検定を行う。等分散が認められた元素は母集団をまとめる。

⑥ 累積頻度分布図の出力（岩石コード別，元素別）

⑦ 異常データ検出リストの作成及び異常値分布図の作画

平均値 + 1 S.D. $\leq Z <$ 平均値 + 1.5 S.D. 記号 ●

平均値 + 1.5 S.D. $\leq Z <$ 平均値 + 2 S.D. 記号 ▲

平均値 + 2 S.D. $\leq Z$ 記号 ■

⑧ 相関係数を計算する

元素間の相関係数を全母集団について行い，各々のデータ散布図を出力する。

4-2 北部 Sierra Madre 地域の地化学探査解析

4-2-1 基本的統計データ

1) 岩石コード別統計値

北部 Sierra Madre 地域の地化学探査結果の解析に当り，母岩の地化学的特性を考慮して次の12種類の岩石コード（母集団）に分類して解析を行った。

岩石コード	構成岩層	サンプル数
I \bar{l} + Ka	鮮新世～更新世堆積岩類	817
Ca	中新世～鮮新世堆積岩類	699
Pa	後期中新世堆積岩類	185
Ca \bar{l}	中期中新世石灰岩類	153
Lu	前期中新世碎屑岩類	69
Di	漸新世玄武岩質碎屑岩類	440
Mc	始新世火山碎屑岩類	81
Dip	暁新世堆積岩類	318
Ab	暁新世火山碎屑岩類	1,121
Bic	後期白亜紀玄武岩類	18
Is	白亜紀超塩基性岩類	426
Qd	閃緑岩類	646
	計	4,973
	他に重複サンプル	95

これらの岩石コード毎の統計量を次表に示す。(注1)

岩石コード l ℓ +Ka ; 鮮新世～更新世堆積岩類 817個

単位ppm (Hgを除く)

	Cu	Pb	Ag	Zn	As	Hg (ppb)	Ni	Co	Mn	Mo	Cr	備 考
\bar{x}	33	5.01	—	80	1.4	20	20	29	1,187		20,469	
1 σ 値	43	5.3	—	127	3.6	24	39	42	1,748		118,841	
1.5 σ 値	50	5.4	—	161	5.7	26	54	50	2,121		286,352	この値をしきい値とする
2 σ 値	58	5.5	—	203	9.1	28	75	60	2,574		689,978	
最大値	80	15	0.5	340	33.0	71	4,800	350	9,600	1.0	155,000	
最小値	12	5	0.5	10	0.25	20	4	9	129	1.0	800	

(註) Cr分析数は東海岸沿いの20個のみである。

岩石コード Ca ; 中新世～鮮新世堆積岩類 699個

単位ppm (Hgを除く)

	Cu	Pb	Ag	Zn	As	Hg (ppb)	Ni	Co	Mn	Mo	Cr	備 考
\bar{x}	33	—	—	75	3	21	21	22	1,068	1.1		
1 σ 値	48	—	—	111	7	27	34	33	1,743	1.3		
1.5 σ 値	57	—	—	135	10	30	43	41	2,226	1.4		この値をしきい値とする
2 σ 値	68	—	—	164	15	33	54	50	2,844	1.5		
最大値	108	5	0.5	280	22	140	166	74	6,100	4.0		
最小値	11	5	0.5	18	0.25	20	4	6	220	1.0		

(註) Cr分析数は東海岸沿いの試料をいたため0

岩石コード Pa ; 後期中新世堆積岩類 185個

単位ppm (Hgを除く)

	Cu	Pb	Ag	Zn	As	Hg (ppb)	Ni	Co	Mn	Mo	Cr	備 考
\bar{x}	46	5.1		99	2.4	22	231	38	1,034	1.0	6,107	
1 σ 値	65	6.0		138	6.3	30	656	60	1,525	—	28,926	
1.5 σ 値	77	6.5		163	10.0	35	1,105	75	1,852	—	62,953	この値をしきい値とする
2 σ 値	92	7.0		193	18.4	40	1,863	94	2,249	—	137,010	
最大値	240	31.0		490	17.0	100	5,300	320	8,400	1.0	108,000	
最小値	19	5.0		41	0.25	20	9	14	530	1.0	50	

(註) 全サンプル東海岸沿いのため、Ag分析数は0

(注1) これらの数値はまず対数ベースで求め、それを真数に変換したものである。

岩石コードCa1 ; 中期中新世石灰岩類 153個

単位ppm (Hgを除く)

	Cu	Pb	Ag	Zn	As	Hg (ppb)	Ni	Co	Mn	Mo	Cr	備 考
\bar{x}	41	5.2	0.5	81	2.7	2.1	32	2.3	998	1.1	6,940	
1 σ 値	63	6.4	—	125	6.4	2.4	65	3.8	1,662	1.4	18,186	
1.5 σ 値	77	7.1	—	156	9.9	2.6	92	4.8	2,144	1.6	29,439	この値をしきい値とする
2 σ 値	94	7.8	—	194	15.3	2.8	131	6.1	2,767	1.8	47,655	
最大値	125	17	0.5	300	20	6.4	1100	6.5	7,500	7.0	23,000	
最小値	11	5	0.5	20	0.25	2.0	12	3	190	1.0	1,400	

(注) Cr分析数は東海岸地区の7ヶのみ

岩石コードLu ; 前期中新世碎屑岩類 69個

単位ppm (Hgを除く)

	Cu	Pb	Ag	Zn	As	Hg (ppb)	Ni	Co	Mn	Mo	Cr	備 考
\bar{x}	46	5.0	0.5	85	3.1	2.0	38	2.2	836	1.0		
1 σ 値	64	—	—	122	6.3	—	97	3.3	1,149	—		
1.5 σ 値	75	—	—	145	8.8	—	154	4.0	1,347	—		この値をしきい値とする
2 σ 値	88	—	—	173	12.4	—	245	4.9	1,578	—		
最大値	75	5.0	0.5	270	18.0	2.0	179	4.7	1,930	1.0		
最小値	13	5.0	0.5	32	0.25	2.0	5	7	380	1.0		

(注) Crの分析数は東海岸沿いの試料がないため0である。

岩石コードDi ; 漸新世玄武岩質碎屑岩類 440個

単位ppm (Hgを除く)

	Cu	Pb	Ag	Zn	As	Hg (ppb)	Ni	Co	Mn	Mo	Cr	備 考
\bar{x}	51	5.1	0.5	97	1.7	2.1	25	2.3	1,032	1.1	70	
1 σ 値	85	5.7	—	149	4.6	2.3	59	3.5	1,495	1.3	109	
1.5 σ 値	110	6.0	—	184	7.3	2.4	92	4.2	1,798	1.4	137	この値をしきい値とする
2 σ 値	143	6.3	—	228	11.9	2.5	141	5.0	2,164	1.5	171	
最大値	210	21.0	0.5	1,180	33	6.3	370	6.1	5,300	10.0	300	
最小値	10	5.0	0.5	29	0.25	2.0	3	4	360	1.0	50	

(注) Crの分析数は東海岸地区の101個である。

岩石コードMc ; 始新世火山碎屑岩類 81個

単位ppm (Hgを除く)

	Cu	Pb	Ag	Zn	As	Hg (ppb)	Ni	Co	Mn	Mo	Cr	備考
\bar{x}	50	5.3	0.5	121	4.3	22	33	21	964	1.1	1,151	
1 σ 値	103	7.7	—	210	11.3	33	110	38	1,658	1.5	9,461	
1.5 σ 値	147	9.2	—	276	18.2	40	199	51	2,175	1.7	27,123	この値をしきい値とする
2 σ 値	212	11.1	—	363	29.5	49	361	69	2,852	1.9	77,765	
最大値	970	110	0.5	3,400	210	450	850	73	48,000	5.0	63,000	
最小値	7	5	0.5	50	0.7	20	3	3	290	1.0	50	

(註) Crの分析数は東海岸沿いの32個である。

岩石コードDip ; 暁新世堆積岩類 318個

単位ppm (Hgを除く)

	Cu	Pb	Ag	Zn	As	Hg (ppb)	Ni	Co	Mn	Mo	Cr	
\bar{x}	46	5.2	0.5	118	1.2	23	28	25	1,278	1.0	194	
1 σ 値	75	7.0	—	203	3.2	35	103	36	2,209	—	1,002	
1.5 σ 値	96	8.0	—	266	5.0	42	198	44	2,903	—	2,274	この値をしきい値とする
2 σ 値	123	9.2	—	348	7.9	52	381	54	3,816	—	5,161	
最大値	1,030	90	0.5	2,800	160	340	3,500	210	42,000	1.0	29,000	
最小値	14	5	0.5	43	0.25	20	3	10	510	1.0	50	

(註) Cr分析数は東海岸沿いの314個である。

岩石コードAb ; 暁新世火山碎屑岩類 1121個

単位ppm (Hgを除く)

	Cu	Pb	Ag	Zn	As	Hg (ppb)	Ni	Co	Mn	Mo	Cr	
\bar{x}	48	5.1	0.5	93	1.4	20.2	17	22	996	1.1	156	
1 σ 値	94	5.8	—	164	4.1	23	33	35	1,634	1.4	523	
1.5 σ 値	131	6.1	—	216	6.8	25	44	45	2,092	1.7	957	この値をしきい値とする
2 σ 値	183	6.5	—	285	11.4	26	61	56	2,680	1.9	1,751	
最大値	260	26.0	0.5	550	9.8	460	700	81	4,000	2.4	9,400	
最小値	2	5.0	0.5	13	0.25	20	3	3	100	1	50	

(註) Cr分析数は東海岸沿いの245試料である。

岩石コード Bic ; 後期白亜紀玄武岩類 18個

単位ppm (Hgを除く)

	Cu	Pb	Ag	Zn	As	Hg (ppb)	Ni	Co	Mn	Mo	Cr	備考
\bar{x}	88	5.0		127	1.5	20	235	46	1,512	1.0	4,122	
1 σ 値	148	-		169	2.8	-	592	80	1,840	-	22,350	
1.5 σ 値	192	-		194	3.9	-	939	105	2,030	-	45,897	この値をしきい値とする
2 σ 値	249	-		223	5.4	-	1,488	137	2,240	-	102,485	
最大値	320	5.0		280	5.7	20	2,000	210	2,440	1.0	75,000	
最小値	52	5.0		94	0.25	20	77	24	1,090	1.0	500	

(注) Cr分析数18個全部 Agの分析数は0

岩石コード Is ; 白亜紀超塩基性岩類 426個

単位ppm (Hgを除く)

	Cu	Pb	Ag	Zn	As	Hg (ppb)	Ni	Co	Mn	Mo	Cr	備考
\bar{x}	41	5.0		77	1.03	23	1,011	89	1,309	1.0	11,766	
1 σ 値	75	-		125	2.4	35	3,706	196	2,016	-	53,317	
1.5 σ 値	102	-		159	3.6	42	7,094	290	2,501	-	113,495	この値をしきい値とする
2 σ 値	139	-		202	5.5	51	13,580	430	3,104	-	241,597	
最大値	1,040	5.0		420	14.0	110	6,200	530	5,800	1.0	161,000	
最小値	8	5.0		21	0.25	20	7	8	210	1.0	50	

(注) Cr分析数426個全部 Agの分析数は0

岩石コード Qd ; 閃緑岩類 646個

単位ppm (Hgを除く)

	Cu	Pb	Ag	Zn	As	Hg (ppb)	Ni	Co	Mn	Mo	Cr	備考
\bar{x}	32	5.2	0.51	69	1.2	20.4	13	16	749	1.03	76	
1 σ 値	65	6.9	0.58	120	4.2	25	23	27	1,284	1.3	134	
1.5 σ 値	92	7.9	0.61	158	7.8	27	21	34	1,682	1.4	177	この値をしきい値とする
2 σ 値	131	9.1	0.65	208	14.5	30	42	43	2,202	1.6	235	
最大値	340	9.8	4	1,330	170	300	91	72	50,000	7	300	
最小値	1	5	0.50	13	0.25	20	1.5	1.5	150	1	50	

(注) Cr分析数は東海岸沿いの44個

2) ヒストグラム

分析した地化学探査試料4973個に対し各元素別岩石コード別に含有量を対数ベース $\frac{1}{2}$ ×標準偏差の間隔にきざみ、ヒストグラムを作成した。(巻末資料-6)以下各ヒストグラムの特性を述べる。

Cu ; コード Bic を除く各コードで略正規分布を示すが、コード Lu, Ab で高含有量側の試料が稍不足し、コード Ca, Pa, Mc, Mi では低含有量側の試料が稍不足している。コード Bic は試料数が少ないため(18ヶ)含有量別の分布が不規則になったものであろう。

最大含有量(1040ppm)を示すサンプルはコード Is: 白亜紀超塩基性岩類に含まれている。

Pb ; 各岩石コード共検出限界以下のサンプルが大部分を占めるため正規分布を示していない。最大含有量(110ppm)を示すサンプルはコード Mc: 始新世火山砕屑岩類に含まれている。

Ag ; 各岩石コード共検出限界以下のサンプルが大部分を占めるため正規分布を示していない。最大含有量(4ppm)を示すサンプルはコード Qd: 閃緑岩類に含まれている。

Zn ; 各コード共略々正規分布を示すが、コード Lu, Mc, Dip で低品位側の試料の不足が見られる。コード Bic は試料が少ないため不規則分布を示す。最大含有量(3,400ppm)を示す試料はコード Mc: 始新世火山砕屑岩類に含まれている。

As ; コード Il+Ka, Pa, Lu, Dip, Ab は正規分布を示すがその他は高含有量側の試料の不足がみられる。これは検出限界以下の試料に検出限界品位 $\times \frac{1}{2}$ の値を適用したことによるものであろう。最大含有量(210ppm)を示すサンプルはコード Mc: 始新世火山砕屑岩類に含まれる。

Hg ; 各コード共検出限界以下の試料の想定値である20ppbに過度の集中を示し、正規分布を示さない。

最大含有量(460ppb)を示すサンプルはコード Ab: 暁新世火山砕屑岩類に含まれる。

Ni ; 各コード共略々正規分布を示すが、コード Ca, Di, Dip, Bic では低品位側の試料が稍不足し、コード Is で高品位側の試料が稍不足している。最大含有量(6,200ppm)を示すサンプルはコード Is: 白亜紀超塩基性岩類に含まれている。

Co ; 各コード共略々正規分布を示すが、コード Ca, Cal, Lu, Mc, Qd では低品位側の試料が稍不足し、コード Ab では高品位側の試料が不足している。最大含有量(530ppm)を示すサンプルはコード Is: 白亜紀超塩基性岩類に含まれる。

Mn ; 各コード共略々正規分布を示すが、コード Pa, Dip, Bic では低品位側の試料が稍不足している。最大含有量(50,000ppm)を示すサンプルはコード Qd: 閃緑岩類に含まれている。

Mo ; 各コード共検出限界以下の試料の想定値である1ppmに過度の集中を示し、正規分布を

示さない。最大含有量(24ppm)を示すサンプルはコード Ab: 暁新世火山砕屑岩類に含まれている。

Cr ; 東海岸沿いのサンプルのみの分析のため分析個数が少ないコードもあり、正規分布を示さぬものが多い。全般に低品位側の試料数が不足しているが、これはオフィオライト帯に属するためであろう。最大品位(161,000ppm)を示すサンプルはコード Is: 白亜紀超塩基性岩類に含まれている。

3) 累積頻度曲線

上記ヒストグラムに対する累積頻度曲線を別添資料-6に示す。各コード別各元素共 $M+1\sigma$ から 2σ にかけて変曲点を示すものが多い。これは $M+1.5\sigma$ 値をしきい値に設定したことを支持している。

以下各元素ごとに累積頻度曲線の特徴を述べる。

Cu ; 累積頻度曲線の変曲点はコード Ca, Cal, Qd, Mc, Dip, Ab, Bic, Is では $M+1\sigma$ と $M+2\sigma$ の間にみられる。これらは鉍化作用による異常帯のしきい値と考えられる。

Pb·Ag ; 分析値の大部分が検出限界以下の値を示し、対数正規分布を示さないので変曲点は不明である。

Zn ; コード Pa, Cal, Dip, Ab, Qd では $M+1.5\sigma$ に変曲点がみられ、コード Il+Ka, Ca, Lu, Di, Mc, Bic では $M+1\sigma$ で変曲する。これは鉍化作用による異常値のしきい値とみられる。

As ; コード Pa, Qd 以外は $M+1\sigma$ から $M+2\sigma$ にかけて変曲点を示す。これらは鉍化作用による異常値のしきい値とみられる。

Hg·Mo ; 共に大部分の試料が検出限界以下の値を示し、対数正規分布を示さないので変曲点は不明である。

Ni ; コード Is, Lu を除く各コードで $M+0.5\sigma$ から $M+1.5\sigma$ にかけて変曲点を示す。これらは異常値のしきい値とみられる。

Co ; コード Cal, Bic, Is を除く各コードで $M+1\sigma$ から $M+2\sigma$ の間で変曲点を示す。これらは異常値のしきい値とみられる。

Mn ; コード Di を除く各コードで $M+1\sigma$ から $M+2\sigma$ の間で変曲点を示す。これは異常値のしきい値とみられる。

Cr ; コード Pa, Cal, Dip, Ap, Bi で $M+0.5\sigma$ から $M+1.5\sigma$ にかけて変曲点を示す。その他のコードでは分析個数が少なかったり、初生的にCrに富むオフィオライトであったりして変曲点は不明である。

4) 相関係数

全試料に対する各元素相互間の相関係数を表-5に示す。CuとZn, ZnとMn, CoとNi,

NiとCr,の間に強い相関がみられる。

表-5 各元素相関係数表

ALL DATA

	Cu	Pb	Zn	Ag	Co	Ni	Mn	Mo	As	Hg	Cr
Cu	1.000										
Pb	.185	1.000									
Zn	.537	.276	1.000								
Ag	.055	.330	.071	1.000							
Co	.317	-.060	.244	-.020	1.000						
Ni	.146	-.023	.050	.026	.795	1.000					
Mn	.408	.236	.638	.136	.478	.231	1.000				
Mo	-.010	.077	-.038	-.004	-.035	-.049	-.139	1.000			
As	.232	.208	.196	.080	-.026	-.002	.187	.135	1.000		
Hg	.124	.353	.126	.219	.175	.190	.229	.022	.128	1.000	
Cr	-.155	-.082	-.251	*****	.755	.917	.092	-.129	-.034	.127	1.000

4-2-2 重鉍物サンプル解析結果

1) 解析方法

北部シエラマドレ地区では計370個の重鉍物サンプルをバンニングにより採集し、その分析結果により解析を行った。重鉍物サンプルは前述のように2本以上の支流の全流点下流で約3kgの河床堆積物をバンニングにより濃集したものである。このサンプルに対し、Au, Ag, Gaの微量分析が原子吸光法によりPETROLABで行われた。分析結果は巻末資料-8に示す。

これらの分析結果は河床堆積物同様対数正規分布を示すものとして、平均値、標準偏差を計算し1.5σ値をしきい値として異常値を分類した。統計データを表-6に示す。

表-6 北部Sierra Madre地域重鉍物地化探統計量一覧表

	\bar{x} 値	1σ 値	1.5σ 値	2σ 値	最大値	最小値
Au(ppb)	30.5	282.0	856.9	2,603.6	4,600	-20
Ag(ppb)	75.3	183.6	286.8	447.8	650.0	-100
Ga(ppm)	12.2	18.2	22.3	27.2	32.6	-2

2) 重鉍物分類試験

北部シエラマドレI~IV地区より各10ヶ(計40ヶ)の重鉍物サンプルを任意に選び双眼顕微鏡によって構成鉍物を分類した。最も多量に認められた鉍物は磁鉄鉍で次いでクロム鉄鉍、チタン鉄鉍、赤鉄鉍の順になっている。多量に認められた鉍物順に構成比率の範囲を表-7に示す。

表一7 重鉍物サンプル構成鉍物順位

カウアヤン地区

	磁鉄鉍	クロム鉄鉍	チタン鉄鉍	かんらん石	輝石	角閃石	赤鉄鉍	石英	ジルコン	鉄酸化物
構成率 範囲	% 70~10	% 30~5	% 15~2	% 15~2	% 30~2	% 23~1	% 5~2	% 5~1	% 2~Tr	% 1~0
平均 構成率	4.8	1.9	8	7.5	7	4.5	3	2	0.6	0.5

イラガン地区

	磁鉄鉍	輝石	斜長石	クロム鉄鉍	かんらん石	角閃石	赤鉄鉍	石英	チタン鉄鉍	ジルコン
構成率 範囲	% 90~3	% 22~3	% 25~2	% 20~2	% 16~2	% 15~2	% 15~1	% 10~1	% 10~2	% 1~Tr
平均 構成率	4.6	1.0	9	8	7	6	5	4	3	0.3

バラナン地区

	磁鉄鉍	クロム鉄鉍	輝石	赤鉄鉍	斜長石	褐鉄鉍	チタン鉄鉍	角閃石	石英	-
構成率 範囲	% 72~15	% 78~2	% 25~1	% 8~2	% 8~Tr	% 5~1	% 5~Tr	% 3~Tr	% 2~Tr	-
平均 構成率	4.4	3.7	6	5	3.5	3	1	1	0.5	-

ツゲガラオ地区

	磁鉄鉍	輝石	クロム鉄鉍	角閃石	斜長石	赤鉄鉍	チタン鉄鉍	褐鉄鉍	石英	-
構成率 範囲	% 82~50	% 20~2	% 12~3	% 20~3	% 10~2	% 4~2	% 3~1	% 2~1	% 4~Tr	-
平均 構成率	6.6	7	7	6	6	3	1.9	1.6	1.6	-

4-2-3 異常値の地域的分布

1) 河床堆積物地化探, 単一変量解析

各岩石コードの異常値は下記の基準により分類し, ●▲■の記号に区分し, 縮尺25万分の1のサンプル位置図にプロットした。以下この分布図(付図)により, 各元素の異常値分析の地域的特性を述べる。

分析値

1 σ 値 $\leq Z < 1.5\sigma$ 値 ●

1.5 σ 値 $\leq Z < 2\sigma$ 値 ▲

2 σ 値 $\leq Z$ ■

Cu ; カウアヤン地区(I)南西部の Minuri 東側の中新世堆積岩の分布域, イラガン地区(II)中部の Ilagan 東北東14kmの漸新統の分布域, パラナン地区(III)南部の暁新統及び先第三紀の玄武岩分布域, Palanan 北方20kmの先第三紀オフィオライト, 玄武岩, チャートの分布域, パラナン地区(III)最北部の Baguio Cove 西側の暁新統と貫入閃緑岩の接触部周地の地域, ツゲガラオ地区(IV)の北東35kmの Paret 川上流にみられる暁新統の分布域及び地域最北部の Gattaran 東20kmの始新統の分布域等に第1級異常値(2 σ 値 $\leq Z$)の集中がみられる。

Pb ; 地域南端東部の暁新統及び先第三紀の玄武岩及びこれに接する閃緑岩の分布域(Cu 異常帯と重複), Tuguegarao 東南東30km Dos Cuernos 山周辺の暁新統分布域及び Tuguegarao 東北方25kmの中新世石灰岩と鮮新統の接触部等に1級異常値(2 σ 値 $\leq Z$)の集中がみられる。

Zn ; カウアヤン地区中部の鮮新世石灰岩分布域, 地域南端東部の暁新統及び先第三紀の玄武岩分布域, Palanan 北方20kmのオフィオライト分布域からその西側の暁新統にかけて, 東海岸 Bolos Cove 南西12kmの Dikatayan 川上流域, 及び地域最北部の Gallaran 東北東20kmの暁新統分布域(Cu 異常帯と重複)等に第1級の異常値(2 σ 値 $\leq Z$)の集中がみられる。

Co ; 東海岸 Digollorin Point 北部及び南西部の先第三紀オフィオライト分布域, 東海岸 Divilican 湾南部の先第三紀のオフィオライト分布域及び東海岸 Maconacon Cove 西側の暁新統中等に第1級異常値(2 σ 値 $\leq Z$)の集中がみられる。

Ni ; 東海岸 Digollorin Point 北部及び南西部の先第三紀オフィオライト分布域の周辺(1部Coの異常帯と重複), Divilican 湾南部の先第三紀オフィオライトと暁新統接触部の断層沿い, その北部の Maconacon Cove 西側の暁新統中(Coの異常帯と重複), Tuguegarao 東方15kmの中新世の石灰岩に伴う地区及び北部 Dabbao 東方15kmの鮮新統分布域等に第1級の異常値(2 σ 値 $\leq Z$)の集中がみられる。

Mn ; 地域南端部東斜面の暁新統と先第三系玄武岩分布域(Cu, Pb, Znの異常帯と重複),

中西部 San Mariana 東部の暁新統と中新世鮮新統の接触部付近，東海岸 Divilican 湾南部のオフィオライト及びこれに接する暁新統分布域（1部 Co・Ni の異常帯と重複）及び Tuguegarao 北10kmの鮮新統と更新統の接触部付近に第1級異常値（ 2σ 値 $\leq Z$ ）が集中している。

As ; 地域南端部東斜面の暁新統と先第三系の玄武岩分布域（Cu, Pb, Zn, Mnの異常帯と重複），東海岸 Digollorin Pointの北部（Co・Mi の異常帯と重複），東海岸 Maconacon Cove 西側の暁新統と貫入閃緑岩の接触部付近及び Tuguegarao 東方20kmの暁新統と貫入閃緑岩の接触部付近に第1級（ 2σ 値 $\leq Z$ ）集中がみられる。

Hg ; 地域南端部東斜面の暁新統と先第三紀の玄武岩分布域（Cu, Pb, Zn, Mn, Asと重複），カウアヤン地区南西部のMinuri 東側の中新統分布域，東海岸 Digollorin Point北部の新規石灰岩分布域，東海岸 Divilican 湾南部の先第三紀のオフィオライト分布域及び Ilangan 南南東25kmの Nagbalayan 北側の更新統分布域等に1級異常値（ 2σ 値 $\leq Z$ ）の集中がみられる。

Mo ; 検出限界以下の分析値が多いが，San Mariano 南南東20kmの暁新統と貫入閃緑岩の接触部付近，東海岸 Maconacon Cove西6kmよりNWにのびる貫入閃緑岩と暁新統の接触部付近及び地域北部の Dabbao 東12kmの鮮新統中に第1級異常（ 2σ 値 $\leq Z$ ）の集中がみられる。

Cr ; 東海岸 Divilican 湾南部の先第三紀のオフィオライトとその西の暁新統との境にある断層に伴う南北20kmに亘る範囲に第1級の異常（ 2σ 値 $\leq Z$ ）の集中がみられる。Crの分析は東海岸のパラナン地区についてのみ行われたので，Cagayan 河に沿う内陸部の異常については不明である。

Ag ; 検出限界以下の分析値が殆どであるが，地区南端部の北部 Sierra Madre山脈西斜面の貫入閃緑岩中に異常値の集中がみられる。Agの分析はパラナン地区(Ⅲ)については行われなかったので東海岸地区の異常については不明である。

2) 重鉍物サンプル地化探単一変量解析

統計処理により抽出された異常値は下記の基準により分類し，●▲■の記号により，縮尺25万分の1のサンプル採取位置図にプロットした。（付図 ）

1 σ 値 $\leq Z < 1.5 \sigma$ 値	●
1.5 σ 値 $\leq Z < 2.0 \sigma$ 値	▲
2.0 σ 値 $\leq Z$	■

以下，この異常値分布図により検出元素の分布特性を示す。

Au ; 異常値として抽出されたのは1級異常値（ 2σ 値 $\leq Z$ ）2点と3級異常値（ 1.0σ 値 $\leq Z < 1.5$

の値) 2点の計4点で何れも南部のカウアヤン地区にみられる。この内1級異常1点は脊稜山脈(北部 Steera Madre 山脈)西斜面の古第三紀系(Abyan River Formation)と貫入閃緑岩体の境界部付近にみられ、河床堆積物地化探のCu, Co, Niの異常帯と重複している。他の1級異常値はCauayan南南東40kmの鮮新統(Cabagan Formation)中にみられ、As, Zn, Cuの異常帯と重複している。

Ag ; 1級異常値7点と2級異常値5点3級異常値6点が抽出された。1級異常値はカウアヤン地区南部のAuの異常値と重複する2点のほか、脊稜山脈南部の東斜面に1点、東海岸Divilican湾南のBicobian地区に2点、北部東海岸のDikatayan川上流の閃緑岩分布域に2点と何れも河床堆積物のCu, Zn, As等の異常帯に伴ってみられる。

Ga ; 50数点の異常が抽出されたが1・2級の異常値はCauayan南東37kmのCallao LimestoneとLubuagan層群の接触部付近、Palanan南南西30kmのDipadian層群とAbuan River層群の接触部付近、東海岸Divilican湾南西部のAbuan River層群中等に河床堆積物のCu, Zn(一部Co, Mn)異常帯と重複してみられる。

5. 総括と考察

5. 総括と考察

5-1 調査結果の総括

5-1-1 地質及び構造

今回調査を行った北部 シェラマドレ地域は Luzon島北東部に位置し、地域の東部を南北に縦断する北 Sierra Madre山脈により東側構造区と西側構造区に2分されている。

東側構造区には暁新統の Abuan River 層群と Dipadian River 層群が 40° 以上の急傾斜を示す走向南北の折畳み褶曲をなして分布し、その東側は急傾斜の断層をへて、オフィオライト層群 (Isabela Ultramafic Complex) を基盤とし、Bicobian 玄武岩、Dikinaramanチャートよりなる中生代の岩層が Divilican 湾以南の東海岸に分布する。これら中生界は東海岸中部で鮮新世・更新世の地層に不整合に掩われている。西側構造区では脊稜山脈を構成する最下位の暁新統 (Abuan River 層群) は脊稜部の東側に貫入した始新世の石英閃緑岩に貫かれて居り、この石英閃緑岩は多くの分岐岩体を伴って地域中南部の南北140 km、東西12 kmの範囲にひろく分布する。構造は東側と対角的に緩い波状褶曲を示しつつ西方に平均 20° 程度で傾斜し、東側より西側へ漸新統 (Dibuluan層群)、中新統 (Lubuagan層群)、鮮新統 (Cabagan層群)、更新統 (Ilagan層群) 等が南北に近い走向を示しつつ配列している。地域北部の Dabao盆地では上記南北系の波状褶曲が東西系に湾曲し、盆地周辺に東西系の盆状構造に伴う第三系の配置がみられる。

5-1-2 鉍化作用

鉍化作用も上記岩層分布によく対応して居り、東側構造でオフィオライトに伴う正岩漿性のクロム鉍床や中生代に形成されたとみられる層状含銅硫化鉍床や層状マンガン鉍床がみられるのに対し、西側構造区では石英閃緑岩の貫入岩体の周辺にみられる浅熱水性鉍床鉍床や鉍染鉍床が主にみられる。

5-1-3 地化学探査結果と鉍化作用の関連

1) 河床堆積物地化探結果

今次調査では全部で4,997個の河床堆積物サンプルを採取し内4,973個について Cu, Pb, Ag (III (パラナン) 地区を除く) Zn, As, Hg, Ni, Co, Mn, Mo, Cr (III (パラナン) 地区のみ) の原子吸光法による微量分析を実施した。この結果は統計処理され単一変量解析の手法により異常値の地域的特性を追求した。この結果は前述の地質構造及び鉍化作用と密接な関連を示し、特に中生界の層状鉍床賦存域や正岩漿性クロム鉍床周辺に多くの異常値の集中がみられるほか石英閃緑岩の貫入岩体の周辺部で Cu, Zn, As 等の異常値の集中が認められる。

解析の結果抽出された異常帯の内、鉍化作用との関連が予想されるものとしては①地域最南部の脊稜部東側の暁新統と先第三系の玄武岩分布域及びこれに貫入する石英閃緑岩の周辺の Cu

Pb, Zn, As, Hg, Mn等の多金属異常帯, ② Palanan 北方20kmの先第三紀オフィオライトと玄武岩, チャートの分布域, ③ Divilican 湾南部と先第三紀オフィオライトと暁新統の間を通る断層に沿う Ni, Cr の異常帯, ④地域南西部 Minuri 東北7 kmの鮮新統中の Cu, Zn, As, Hgの異常帯, ⑤地域北東海岸の Bolos Cove 西10kmの石英閃緑岩貫入岩体に伴う Cu, Pb, Zn, As, Moの異常帯の5つである。

2) 重鉱物サンプル地化探結果

今回の調査では全部で370ヶの重鉱物バンニングサンプルを採取し Au(ppb), Ag(ppb), Ga(ppm)の原子吸光法による微量分析を実施した。この結果を統計処理し, 単一変量解析の手法により異常値を抽出し, その地域的特性を追求した。その結果 Au, Ag の1級異常値(2σ 値 $\leq Z$)は上記河床堆積物の異常帯の①④に一致すること, Ga の1・2級の異常値はCauayan 南東37kmの中新統石灰岩と堆積岩の接触部付近に集中してみられ河床堆積物の Cu, Zn の異常帯と一致することが判明した。

5-1-4 結 語

北部シェラマドレ地域の鉱化作用はオフィオライト岩類中のニッケル, クロム鉱床, 白亜紀玄武岩, チャート中の層状含銅硫化鉄鉱床及び層状マンガン鉱床及び第三紀閃緑岩に伴う熱水鉱床等である。鉱化作用は脊稜山脈東側で優勢でCAS Chrome, Bicobian 等開発中又は休止中の鉱山が知られているのに対し, 西側では操業歴のある鉱山は知られて居らず, 鉱徴地は第三紀閃緑岩の貫入岩体に関連したものが多い。

第三紀閃緑岩は石英閃緑岩から花崗閃緑岩に至る多様な岩相を示すが何れも磁鉄鉱を含み, 金属鉱床との関連が期待される。

河床堆積物の分析値の単一変量解析によって抽出された異常帯をこれら既知鉱化作用との関連によって分類すると探鉱有望地は次の優先順位となる。

① 地域南端の脊稜部に近い Dimakawal 鉱徴地周辺

この異常帯は, Cu, Pb, Zn, As, Hg, Mn 等の多金属異常帯で, 暁新統と先第三系の玄武岩分布域及びこれに貫入する石英閃緑岩中にある。東部の Dimakawal と西部の Palig Creek の2個所の鉱徴地が知られており, 西部では重鉱物試料の銀異常とも一致している。

② Palanan 北方 20 kmの玄武岩, 珪岩に伴う Bicobian 鉱徴地周辺

この異常帯は Cu, Zn, Mn等の中高異常値からなり, 白亜紀末から暁新世へかけての玄武岩, チャートの分布域にあり, 層状含銅硫化鉄鉱床の鉱徴地が知られている。

③ Divilican 湾南部の暁新統と先第三系間の断層に伴う Cr, Ni, Co の異常帯

この異常帯には鉱徴地は知られていないが, 断層に沿って多くの1~2級異常が集中する所からニッケル, クロム鉱床の伏在が期待される。

④ 南東部 Minuri NE 7 km の鮮新統中の異常帯

この異常帯は Cu, Zn, As, Hg の多金属異常が重複しており、近くに中新統の石灰岩があり閃緑岩の小岩体も貫入しているので熱水鉱床、接触鉱床の伏在が期待される。

⑤ 北東海岸の Bolos Cove 西 10 km の石英閃緑岩に伴う異常帯

Cu, Pb, Zn, As, Mo の多金属からなる異常帯で南に閃緑岩の小岩株に伴う Blos River 鉱徴地があり、北には閃緑岩中の石英安山岩脈に伴う Capisayan 鉱徴地が知られている。特に Mo の 1 級異常値が集中して見られる所から斑岩銅鉱床の伏在が期待される。

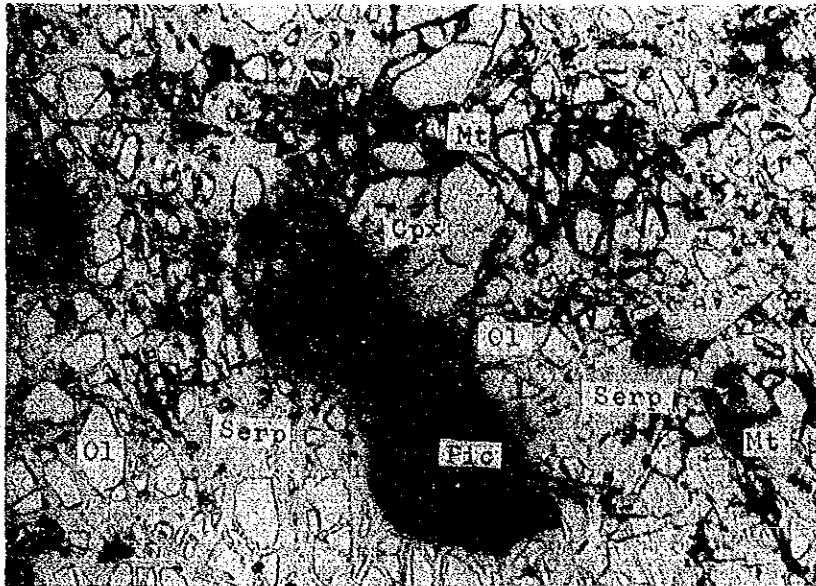
参 考 文 献

- | 著 者 名 | 文 献 名 |
|--|---|
| Bureau of Mines & Geosciences.
(1982) | Geology and Mineral Resources of the Philippines. |
| Hashimoto Wataru (1968-1969)
Sato tadashi | A Contribution to the Study of Geologic Structure of the Philippines. Journ. Geogr., Tokyo Geogr. Soc. LXXVII (763), 68-116 LXXVIII (771), 235-270 |
| Hashimoto Wataru (1969) | Paleontology of Philippines; Geology and Paleontology of Southeast Asia, v.6, p. 293-329 |
| F.m. Manlansing (1971)
etal | Report on the Geological Investigation of the Agar Copper Project in Kasala, San Mariano, Isabela |
| A.V. Cabantog (1974) | Geological field verification of Copper, Manganese, etc, deposit of Black Mining Corporation in Barrio Dimakawal, San Mariano, Isabela. |
| Bureau of Mines & Geosciences (1967) | A report of the geological investigation of claims applied for lease in Bicobian, Ilagan, Isabela. |
| Bureau of Mines & Geosciences (1970) | A report of the geological investigation of copper and manganese prospects in Palanan, Isabela. |
| Bureau of Mines & Geosciences (1970) | Geology and verification of Kleven lode claims of San Pablo Mining Corp. in Barrio Didadongan, Palanan Isabela. |
| Bureau of Mines & Geosciences (1974) | Geological and mineral verification of 79 placer claims applied for lease by New Frontier Mines Inc. in the Municipalities of Dinepiquei, San Mariano and Palanan, Isabela. |
| Edward F. Durkee, Selner I. pederspn (1961) | Geology of Northern Luzon, Philippines, AAPG. |
| Efren de Luna, Hernando p. Guiazon (1976) | Groundwater in Cagayan Basin in Northern Luzon, BMG. |
| Meichor C. Liggayn (1966) | Geological Investigation of the Broadarth and Magdangal Black Sand Claims in Northern Cagayan. BMG. |
| Oscar Crispin, Iluterio Puzon (1957) | Report on the Preliminary Geological Investigation Manganese Deposit at Lal-lo, Cagayan, BMG. |
| Pablo m. Capistrano (1952) | Preliminary Report on the Geology and Ore Possibilities of the Camalaniguan Iron Prospect in Cagayan Provinco. BMG. |
| 国際協力事業団 (1984)
金属鉱業事業団 | フィリピン共和国鉱物資源基本図調査報告書 第1年次 |
| 同 上 (1985) | 同 上 第2年次 |

APPENDICS

Appendix 1 Microphotograph (Thin Section)

Palanan Area
(Thin Section Micro-photograph)

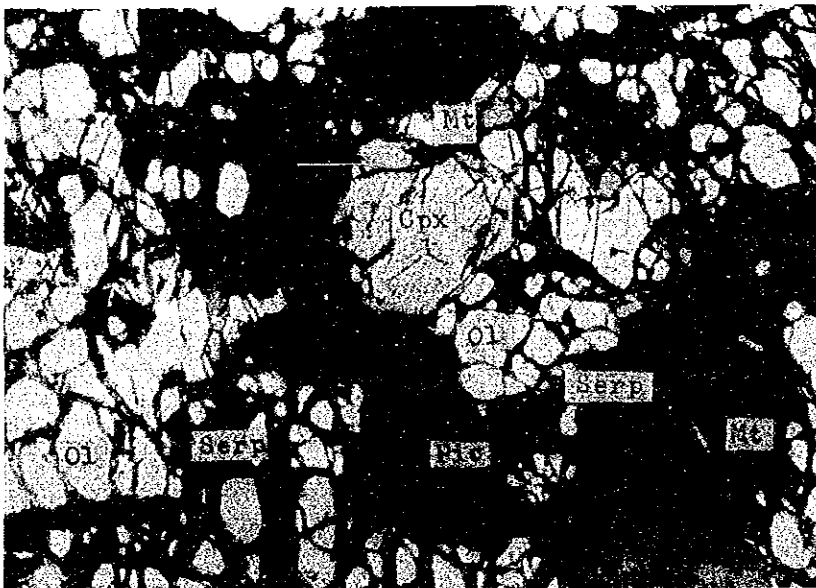


Mt ; Magnetite
Pic ; Picotite
Cpx ; Clinopyroxene
Ol ; Olivine
Serp : Serpentine

Parallel Nicol

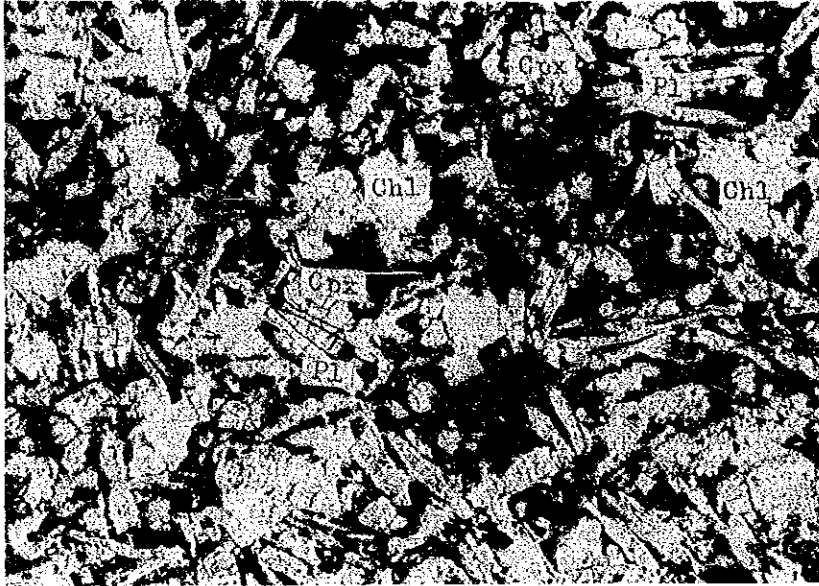
0.5 mm

Lherzolite, (Sample No. CA006) in Isabela Ultramafic Complex
Locality ; East Coast Dinatadmo Point SW 4 Km
Main mineral ; Magnetite, Picotite, Clinopyroxene, Olivine, Serpentine



Cross Nicol

0.5 mm



Cpx ; Clinopyroxene
Pl ; Plagioclase
Chl ; Chlorite

Parallel Nicol

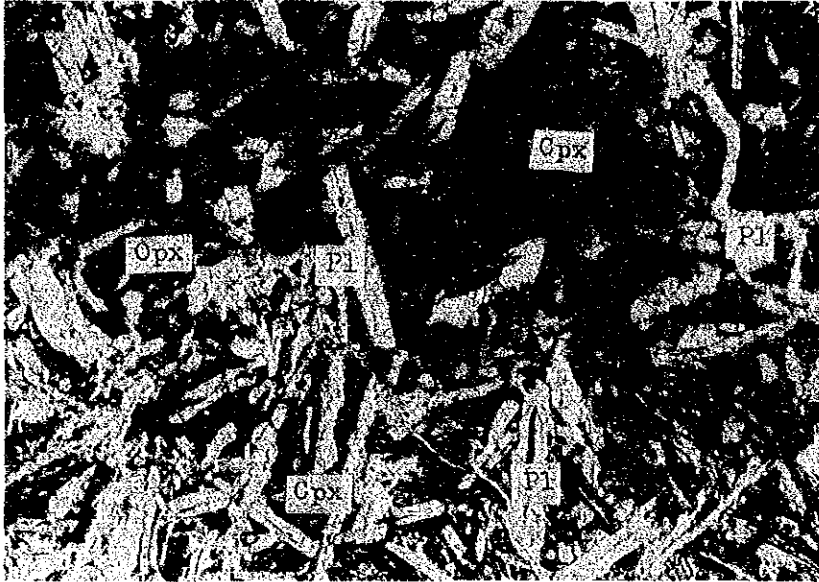
0.5 mm

Basalt, (Sample No. CA009) in Bicobian Basalt
Locality ; East Coast Dinapiqui NW 10 Km
Main mineral ; Clinopyroxene, Plagioclase, Chlorite



Cross Nicol

0.5 mm



Parallel Nicol

0.5 mm

Dolerite, (Sample No. BIC4) in Dikinaraman River Chert
 Locality ; East Coast Palanan N 20 Km
 Main mineral ; Orthopyroxene, Clinopyroxene, Plagioclase

Opx ; Orthopyroxene
 Cpx ; Clinopyroxene
 Pl ; Plagioclase



Cross Nicol

0.5 mm



Ep ; Epidote
 Qu ; Quartz

Parallel Nicol

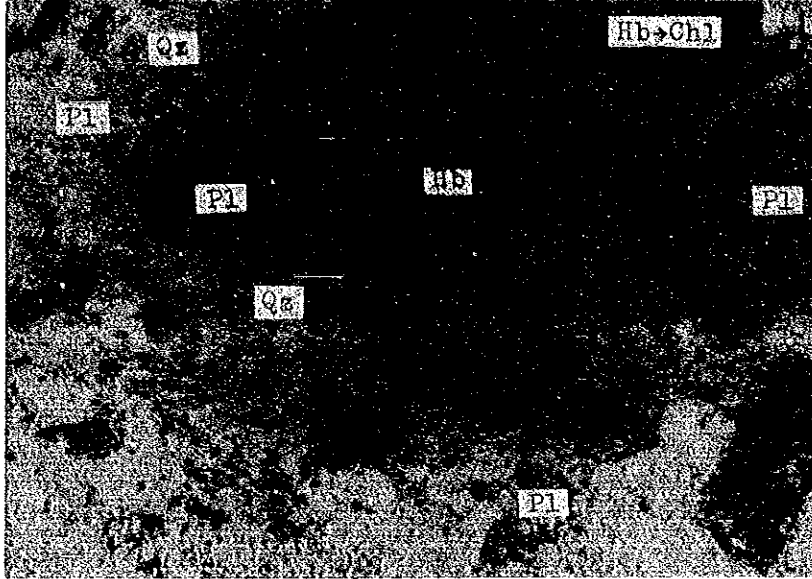
0.5 mm

Altered Basalt, (Sample No. CK647) in Abuan River Formation
 Locality ; East Coast Maonacon Cove NW 12 Km .
 Main mineral ; Cr-Spinel, Epidote, Quartz



Cross Nicol

0.5 mm



Hb ; Hornblende
 Chl ; Chlorite
 Qz ; Quartz
 Pl ; Plagioclase

Parallel Nicol

0.5 mm

Quartz diorite, (Sample No. CJ05) in Bolos River Diorite
 Locality ; East Coast Maconacon Cove W 12 Km
 Main mineral ; Hornblende, Quartz, Plagioclase, Chlorite



Cross Nicol

0.5 mm

