

フィリピン共和国ミンドロ地域
資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

昭和59年8月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱計資

84-115

フィリピン共和国ミンドロ地域
資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

JICA LIBRARY



1030463[2]

昭和59年8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 '85. 4. 30	118
登録No. 11417	66.1 MPN

は し が き

日本国政府はフィリピン共和国政府の要請に応え、同国ミンドロ島の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は昭和56年度から昭和58年度までの3ケ年にわたって実施され、フィリピン共和国政府関係機関、特に天然資源省鉱山地球科学局の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は3年間の調査結果をとりまとめたものである。

おわりに本調査の実施にあたって御協力をいただいたフィリピン共和国政府関係機関並びに外務省、通商産業省、在フィリピン日本大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表すものである。

昭和59年6月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

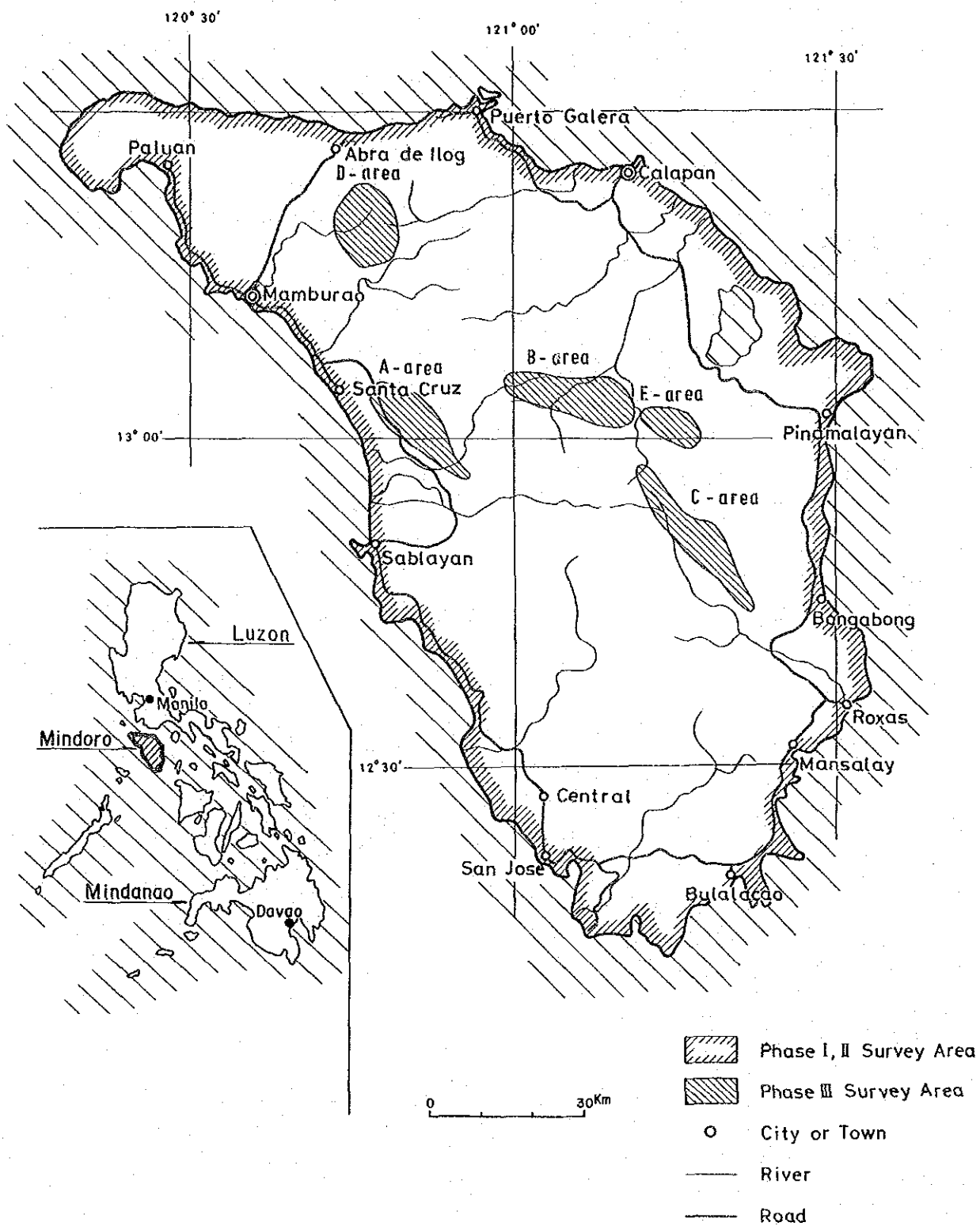


Fig. 1 Location Map of the Survey Area

目 次

は し が き
位 置 図
目 次
要 約

I 序 論

第1章 調査の概要	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 調査の内容	1
1-2-1 第1年次調査	1
1-2-2 第2年次調査	2
1-2-3 第3年次調査	2
1-3 調査団の編成	3
第2章 調査地域の概要	4
2-1 位置及び交通	4
2-2 地形及び水系	4
2-3 気候及び植生	4

II 地 質 ・ 鉱 床

第1章 地 質	5
1-1 概 説	5
1-2 従来の調査	6
1-3 層 序	7
1-4 貫入岩類	18
1-5 岩石の化学組成	22
1-6 変成作用	24
1-7 空中磁気探査	25
1-8 地質構造	27
1-9 地 史	28

第2章 鈹床及び鈹化帯	30
2-1 鈹床・鈹化帯の概要とその分布	30
2-2 鈹床各説	31

Ⅲ 地 化 学 探 査

第1章 沢砂による地化学探査	41
1-1 調査方法	41
1-2 分析データの処理及び結果	42
第2章 土壌による地化学探査	44
2-1 調査方法	44
2-2 分析データの処理及び結果	44
第3章 重鈹物による地化学探査	46
3-1 調査方法	46
3-2 データの処理及び結果	46

Ⅳ 結 論 及 び 勧 告

第1章 結 論	49
第2章 勧 告	51
参 考 文 献	53

第2章 鈦床及び鈦化帯	30
2-1 鈦床・鈦化帯の概要とその分布	30
2-2 鈦床各説	31

Ⅲ 地化学探査

第1章 沢砂による地化学探査	41
1-1 調査方法	41
1-2 分析データの処理及び結果	42
第2章 土壌による地化学探査	44
2-1 調査方法	44
2-2 分析データの処理及び結果	44
第3章 重鈦物による地化学探査	46
3-1 調査方法	46
3-2 データの処理及び結果	46

Ⅳ 結論及び勧告

第1章 結論	49
第2章 勧告	51
参考文献	53

LIST OF ILLUSTRATIONS

Fig. 1	Location Map of the Survey Area
Fig. 2	Flow Sheet of the Survey
Fig. 3	Major Physiographic Elements in the Philippines
Fig. 4	Geological Map of the Survey Area
Fig. 5	Geological Columnar Section of Baco Group
Fig. 6	Location Map of Ultramafic Complex
Fig. 7	Diagrams of Chemical Composition (1), (2), (3)
Fig. 8	Metamorphic Subdivision in the Survey Area
Fig. 9	Interpretation Map of Airbone Magnetic Data
Fig. 10	Tectonic Map of the Survey Area
Fig. 11	Mineragenetic Province of the Survey Area
Fig. 12	Geological Sketch of San Vicente Chromite Deposit
Fig. 13	Geological Sketch of Ogos Chromite Orebody (No. 1 Trench)
Fig. 14	Geological Map of Nagsabongan Iron Deposit
Fig. 15	Interpretation Map of Ground Magnetic Data on Nagsabongan Iron Deposit
Fig. 16	Interpretation Map of Ground Magnetic Data on Lasala Iron Deposit
Fig. 17	Geological Route Map of Lapa-ao Iron Deposit
Fig. 18	Interpretation Map of Ground Magnetic Data on Lapa-ao Iron Deposit
Fig. 19	Location Map of Mineral Showings in the Mansalay Area
Fig. 20	Geological Map of Napisian Coal Field
Fig. 21	Core Log of Napisian Coal Field
Fig. 22	Geochemical Subdivision
Fig. 23	Histogram of Geochemical Data (Stream Sediment)
Fig. 24	Cumulative Frequency Distribution of Each Element
Fig. 25	Geochemical Anomalies in the Copper Mineralized Zone
Fig. 26	Distribution of Heavy Mineral (Chromite)

LIST OF TABLES

Table 1	Outline of Field Work in Phase I, II & III
Table 2	List of the Survey Members
Table 3	Generalized Stratigraphic Section of the Survey Area

Table 4	Stratigraphic Correlation
Table 5	Characteristics of Ultramafic Complex
Table 6	Characteristics of Chromite Showing
Table 7	Statistic Values of Geochemical Data (Stream Sediment)
Table 8	Statistic Values of Geochemical Data (Soil)
Table 9	Inventory Table of the Survey Area

LIST OF APPENDICES

Table A-1	List of Larger Foraminifera
Table A-2	List of Smaller Foraminifera
Table A-3	Chemical Composition and C.I.P.W Norm
Table A-4	Result of K-Ar Dating
Table A-5	Result of Rb-Sr Dating
Table A-6	Assay Result of Ore Samples
Table A-7	Result of Chemical Analysis of Coal

LIST OF PLATE

Plate 1	Geological and Mineral Inventory Map	1:250,000
Plate 2	Geochemical Anomaly Map (Stream Sediment)	1:250,000

要 約

フィリピン共和国ミンドロ地域における本調査は、地質構造の解明並びに鉍床の賦存が期待される地質環境及び鉍徴地を把握することにより、鉍物資源の賦存状況を評価することを目的として実施した。第1年次は、地質構造と鉍化作用の概略を把握するため、全島について空中磁気探査、写真地質調査、地質調査及び地化学探査を実施し、第2年次は、第1年次の未調査地域及び第1年次に把握した鉍徴地周辺地域に対して、地質調査及び地化学探査を実施した。最終年次は、第1年次及び第2年次の調査により、本調査地域において有望と考えられるクロム、鉄及び銅の鉍化帯について、トレンチ調査を含む地質調査、土壌及び沢砂を対象とした地化学探査及び簡易磁気探査を実施した。

その結果、ミンドロ島の地質層序、地質構造が明らかになった。又、クロム鉍及び鉄鉍等の鉍物資源について、インベントリーテーブルに示すように、その産状を把握することができた。

すなわち、ミンドロ島の地質は、大きくみると、中央部にNW—SE方向に伸びるジュラ紀以前の古期岩類が分布し、その両側に第三紀暁新世以後の新时期岩類が帯状に配列している。古期岩類は、主に泥質起源の変成岩類及び塩基性溶岩類から成り、新时期岩類は、主として浅海性の堆積岩類で構成されている。

地質構造は、上記古期岩類から成る中軸部を中核として、外側に向かってより若い地層が分布し、全体としては、NW—SE方向の軸をもつ背斜構造を示している。断層はMindoro断層やWasig断層に代表されるNW—SE系と、Mamburao断層で代表されるNE—SW系が顕著であり、超マフィック岩類は、前者に規制されて貫入している。

各種の鉍床については、その産状及び火成岩との関係を下記のように把握することができた。

1. 砂金鉍床は、北東部のPuerto Galera周辺と南西部のSan Jose周辺にあり、前者はHalcon変成岩類、後者はBongabong層群の礫岩層に含まれる金が再堆積したものと考えられる。
2. 銅の鉍徴は、鉍脈型で、東側のMindoro断層やWasig断層に近接して存在し、古第三紀の閃緑岩類に関係している。東部のPula川上流にある鉍徴は、部分的に高い金及び銅品位を示している。しかし土壌を対象とする地化学探査では、顕著な異常は現れなかったため、銅の鉍化作用は局部的なものと考えられる。
3. クロム鉍徴は、超マフィック岩体中に多数存在し、大きく分けてダナイト中に層状又は縞状に賦存するタイプと、ダナイト又はハルツパーチャイト中に塊状に賦存するタイプがある。本調査で認められた東部中央部のOgos鉍体は前者に属し、これらは比較的規模が大きく、後者は小規模な鉍徴である場合が多い。鉍徴の規模を把握するため、トレンチを実施した結果、Ogos鉍体は幅6.5 m、品位： Cr_2O_3 33%を示すことが確認され、他は小規模のレンズ状を

なすことが明らかになった。

4. 鉄鉱床は、古第三紀の閃緑岩類に關係する接触交代型の磁鉄鉱鉱床で、中央山脈北部に密集している。この内の有望と思われる3鉱床について簡易磁気探査を実施した結果、いずれも1,000万トン級の鉱量が期待できることが明らかになった。

5. 重晶石鉱床は鉄脈型で、同じく古第三紀の閃緑岩類に關係すると考えられる。南東部のMansiol 岬の鉄徴は、本調査によって、脈幅と水平延長とも中規模であることが判明した。

6. 石炭鉱床は、南東部のBulalacao 地域にあり、第三紀中新世の砂岩・泥岩互層中に狭まれている。厚さが0.95～2.00mの褐炭の炭層を7層確認したが、褶曲構造が発達しているので、下部でもかなり擾乱していることが予想され、開発が困難と思われる。

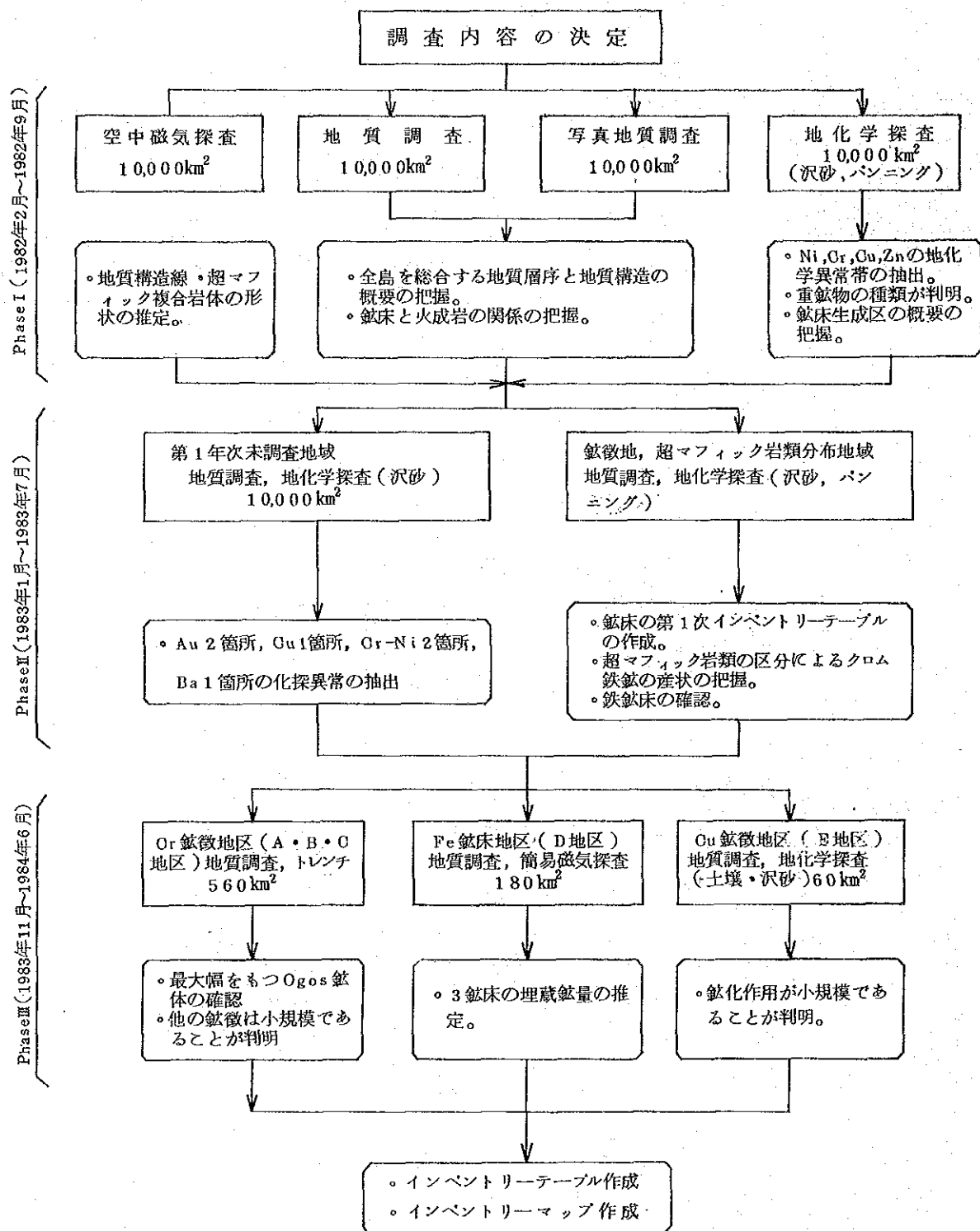


Fig. 2 Flow Sheet of the Survey

(調査フローシート)

I 序 論

第1章 調査の概要

1-1 調査の経緯及び目的

ミンドロ島については、過去に局部的調査が実施されており、金・銅・鉄・ニッケル・クロム・重晶石・石炭・珪砂・粘土等多種類の鉱床や鉱徴が報告されている。しかし、これらの調査は主として鉱床の産状を調査したもので、鉱化作用と地質構造や火成活動との関係を論じた報告は少なかった。

本調査は、ミンドロ島全域について基礎調査を実施し、地質構造の解明と鉱床賦存が期待される地質環境を把握して、最終的には、ミンドロ島の各種鉱物資源の賦存状況を評価することを目的とした。

1-2 調査の内容

本調査は、ミンドロ島全島（面積10,000km²）について、昭和56年度から昭和58年度まで3年間実施された。

調査面積が広大であったため、第1年次、第2年次で全島の地質調査を行い、第3年次に最も有望と思われる地区について地質調査を実施した。

各年次ごとの調査の内容と結果は次のとおりである。

1-2-1 第1年次調査

第1年次調査は、地質構造の概略を解明し、鉱床賦存が期待される地質環境を把握するため、空中磁気探査、写真地質調査、地質調査及び地化学探査を実施した。

地質調査は、地質構造に直交する主要ルートに沿って、1/50,000のルートマップ作成及び付近の鉱徴地のチェックを行った。

地化学探査は、地質調査ルート沿いの主要な支流から沢砂を採取し、多成分分析を行った。又、重鉱物の種類と分布を調べるため、ほとんど全ての水系からパンニング試料を採取した。

写真地質調査は、地質調査で得た資料を基礎として、現地で1/40,000と1/15,000の空中写真を判読し、一部フィールドチェックを実施した。

空中磁気探査は、フィリピン共和国鉱山地球科学局（BMG）が測定したデータに基づき、地質構造の解析を行った。

この結果、全島を総合した地質層序及び地質構造の概略が明らかになった。すなわち、大きくみると、中央部には両側にベースンを伴うNW-S E方向の隆起帯があり、基盤をなすジュラ紀以前の変成岩類を中核として、外側に向かってより新しい地層が分布している。本島の顕著な構造方向はNW-S E系であり、上記隆起帯とベースンの境界部付近に発達した大規模断

層もこの方向を示している。銅・クロム・鉄等の鉍化作用は、これらに沿って貫入した中生代末の超マフィック岩類や古第三紀の閃緑岩類に伴ったものである。

又、沢砂の地化学探査の結果、Ni, Cr, Cu, Zn (Ag) が指示元素として有効であることが判明し、地化学異常帯として、超マフィック岩類分布地域で Ni—Cr の 5 箇所 (Ni : 300 ~ 1,900 ppm, Cr : 700 ~ 6,500 ppm), Mansalay 層の粘板岩類分布地域で Cu—Zn の 2 箇所 (Cu : 100 ~ 450 ppm, Zn : 150 ~ 520 ppm), Sablayan 層群の石灰岩帯で Ag の 2 箇所 (Ag : 1.2 ~ 3.2 ppm) が得られた。

1-2-2 第2年次調査

第2年次調査は、第1年次の未調査地域及び第1年次調査で把握した鉍徴地周辺について、地質調査並びに地化学探査を実施した。

地質調査は、各調査ルートに沿って 1/20,000 のルートマップを作成し、地化学探査は、ルートを横切る主な支流から沢砂を採取した。又、第1年次の調査結果から、クロム鉍床の胚胎が期待できる超マフィック岩類分布地域では、調査密度と沢砂の採取密度を高めるとともに、パンニング試料を採取し、クロム鉄鉍の分布状況を検討した。

この結果、第1年次に提示した地質層序及び地質構造は第2年次調査地域においても概ね妥当であったことが確認された。又超マフィック複合岩体中におけるクロム鉍床の産状が明らかになるとともに、クロム鉍床以外の有望な鉍徴として、鉄鉍化帯及び銅鉍化帯が認められた。

第1年次及び第2年次調査結果を総合して、第1次ではあるが、インベントリーテーブル及び鉍床生成区図を作成した。

1-2-3 第3年次調査

第3年次調査は、第1年次及び第2年次調査結果から、有望と判断される超マフィック複合岩体中のクロム鉍床、石灰岩中の鉄鉍床及び脈状銅鉍床について、その連続性を把握するための地質調査を行った。

本年次は、各地区について 1/10,000 ルートマップを作成し、クロム鉍床についてはトレンチ調査、鉄鉍床については簡易磁気探査、銅鉍床については土壌と沢砂を対象とした地化学探査を併用した。

その結果、各鉍床の詳細が更に明らかになり、3年間の調査結果からインベントリーテーブル及びインベントリーマップを作成した。

第3年次チェックした鉍床の概要は次のとおりである。

(1) クロム鉍徴は超マフィック複合岩体中に存在し、層状と塊状を呈するタイプに分けることができる。東部中央部の Ogos 鉍床のように、ダナイトが発達する大規模の複合岩体内におい

て、ダナイト中に層状に賦存する鉍床が連続性に富むと判断され、せん断帯中又はハルツパー
 ジャイト中の塊状鉍床は小規模と考えられる。

(2) 鉄鉍床は、石灰岩中に賦存する磁鉄鉍鉍床で、古第三紀の閃緑岩類の貫入によって形成さ
 れた接触交代型である。Nagsabongan, Lasala, Lapa-ao の3鉍床は磁気探査の結果、
 推定鉍量はいずれも1,200~3,600万トンに及ぶことが明らかになった。

(3) Pula川上流の銅鉍床は、黄銅鉍-磁硫鉄鉍-石英脈で、古第三紀の閃緑岩類の活動に関
 係すると考えられる。地質調査と地化学探査の結果、鉍化作用は局部的であることが明らか
 になった。

3年間の作業内容はTable 1のとおりである。

Table 1 Outline of Field Work in Phase I, II & III

	Phase I	Phase II	Phase III
Survey Period	Feb. 8 ~ May 8, 1982	Jan. 31 ~ May 5, 1983	Nov. 21, 1983~Mar. 27, 1984
Survey Area	10,000 km ²	10,000 km ²	800 km ²
Geological Survey	925 km	844 km	378.6 km
Photo-interpretation Field-Check	86 km	—	—
Geochemical Survey Number of Samples	528 pcs	1,210 pcs	618 pcs
Geophysical Survey Aeromagnetic Magnetic	6,370 km —	— —	— 29.62 km

1-3 調査団員

本調査の計画と折衝、現地調査及び国内解析に参加した調査団員は、Table 2のとおりで
 ある。

第2章 調査地域の概要

2-1 位置及び交通

ミンドロ島は、マニラの西方約130kmに位置し、ルソン島とは幅15kmのVerde Island Passageを隔てている。マニラから東ミンドロ州の州都Galapan（人口67千人）には、Batangas経由で4.5時間（車2時間+船2.5時間）、西ミンドロ州の州都Mamburao（人口14千人）や島内最大の都市であるSan Jose（人口80千人）には、航空機で30～40分で到着することができる。

一方、ミンドロ島内の道路網は貧弱で、唯一の幹線道路である州道は、北部のPuerto Galera～Abra de Ilog間15kmを除いて、海岸沿いに全島を一周するように走っているが、西側の河川にはほとんど橋がなく、雨季には通行できない。

2-2 地形及び水系

ミンドロ島は、NW-S E方向に走る海拔1,500m以上の中央山脈があり、その中にはHalcon山（2,505m）やBaco山（2,488m）等の高峰がそびえている。地形は全般に険しいが、中央山脈の東側は大きな地質構造線に規制されて、特に急峻である。

平野部は全島の20%以下で、GalapanやSan Jose付近にやや広く分布するほかは海岸沿いに細長く広がっているだけである。

水系は、中央山脈に直交するようなE-W系が多く、南部では構造線に規制されてN-S系を示すものがある。

2-3 気候及び植生

フィリピンは、東南アジア・モンスーン地帯に属し、北東モンスーン期と南西モンスーン期がある。このため、地域によって気候が大きく異なる。

ミンドロ島においては、中央山脈を境として、西側では南西モンスーン期の6月～11月が雨季、北東モンスーンの影響の及ばない12月～5月が乾季となっている。これに対し、東側は年間を通じて雨に見舞われ、Alag, Bukayao, Magasawangtubic, Bongabongなどの大きな川が豪雨の後、平野部でよく氾濫し、農作物に大きな被害をもたらしている。

植生は、東部が密で、Baletе 又はAgopangaと称する広葉樹がよく茂っているが、西部では、伐採と焼き畑農業によりほとんど丸裸になった山が多い。

Table 2 List of the Survey Members

		Phase I	Phase II	Phase III
Japanese Member (MMAJ)	Planning and Negotiation	Nobuhisa Nakajima Ken Nakayama Kyoichi Koyama*	Takahisa Yamamoto Kazuhiko Uematsu Jiro Osako*	Toru Miura Yoshitaka Hosoi Yukihiro Minami Takahisa Yamamoto Jiro Osako*
	Geological Survey	Hiroshi Fuchimoto** Haruo Watanabe Tetsuo Sato Hiroyuki Hida	Hiroshi Fuchimoto** Hideo Suzuki Mikio Kajima Akira Takigawa Yoshiaki Shibata	Hiroshi Fuchimoto** Mikio Kajima Yoshiaki Shibata Nobuhiro Goto
	Photo-interpretation	Yoshiaki Shibata	—	—
	Airborne Magnetic Survey	Asahi Hattori Manabu Kaku Yoshinari Azuma Yaichi Tanaka Susumu Sasaki	—	—
Filipino Member (BMG)	Planning and Negotiation	Juanito C. Fernandez Francisco A. Comsti Carlos F. Teodoro Guillermo R. Balce	Juanito C. Fernandez Guillermo R. Balce Mariano G. Pacis	Juanito C. Fernandez Guillermo R. Balce Mariano G. Pacis
	Geological Survey	Mariano G. Pacis** Lope M. Cariño Jessie S. Miguel Jose R. Salvado Jesus Rotoni	Mariano G. Pacis** Lope M. Cariño Jessie S. Miguel Jesus Rotoni Eleazar Mantaring Ronaldo Miranda	Mariano G. Pacis** Lope M. Cariño Ronaldo Miranda Eleazar Mantaring William Bondame Ariel Malicse
	Photo-interpretation	Nestor P. Punsal Jr.	—	—
	Airborne Magnetic Survey	Octavio C. Daclison Alexander M. Lakanilao Reynaldo L. Villela Romeo B. Zambarrano Enrico B. Zuño Honorio B. Cabanban Eduardo B. Alforte Anselmo Abungan	—	—

* Manila Representative

** Team Leader

④

II 地質・鉱床

第 1 章 地 質

1-1 概 説

フィリピン群島の構造はGervasio (1960)によれば2つに大別され、ルソン島北部からミンダナオ島に至る間に引き伸ばされたS字状を呈して分布する島々から成るフィリピン動揺帯(Philippine Mobile Belt)と、その西部にあつてミンドロ島のどく一部、パラワン島及びSulu諸島等を含むフィリピン安定地域(Philippine Stable Region)から成る。動揺帯の特徴は、震央が集中し多くの活火山及び休火山が分布していること、中生代から第三紀の火成岩が卓越する地域でポーフィリーカップー鉱床が存在すること、岩石の変形度及び変成度が高いこと等である。一方安定地域は震央がほとんどなく、第三紀の火山活動が認められないことで特徴づけられている。

Balce ほか (1981)はフィリピン群島を4つの主要地形区に区分しており(Fig. 3)、ミンドロ島はこのうちの西部地形区に属している。この区はフィリピン動揺帯の西部に位置し、帯状に連なる山脈から構成される。又この地形区の構造的特徴としてマグマチック帯(Luzon Central Cordillera - Marinduque マグマチック帯, Negros - Zamboanga マグマチック帯)と対を成すオフィオライト帯(Ilocos - ミンドロオフィオライト帯, Antique オフィオライト帯)が存在することを述べている。さらにミンドロ島については、Sulu海を取り囲む他の地域とともに、そこに露出する石炭系～前期ジュラ系と考えられる基盤岩が大陸地殻であると推論している。これについてはHolloway (1981)等も層序の対比を行つて、ミンドロ島、北部パラワン島、Reed バンク地域(パラワン島の北西方)から成る北部パラワンブロックが本来南部中国大陸の一部であつたという考えを述べている。

ミンドロ島の地質は大きくみると、中央にNW-S Eの方向性を示してジュラ紀以前の古期の岩石類が分布し、その両側に新生代の新期の岩石類が帯状に分布している。この新期岩類は西部では西方に、東部では東方に傾斜する傾向を示し、ミンドロ島は全体としてNW-S E系の軸を持つ大きな背斜状構造を形成している。

本島の地質層序は、下位よりHalcon 変成岩類、Baco層群(これはさらにMansalay層とLumintao層に細分)、Mamburao層群、Sablayan層群、Bongabong層群、Socorro層群及び沖積層に区分される。又、貫入岩類としては大規模な岩体を形成している超マフィック複合岩類と、小規模な露出を示す酸性～中性岩類(花崗閃緑岩、石英閃緑岩、閃緑岩、閃緑玢岩)と塩基性岩類(ドレライト、ハンレイ岩)が存在する。

今回の調査により本島全域についての基礎的な地質データが収集され、本島を統括する地質層

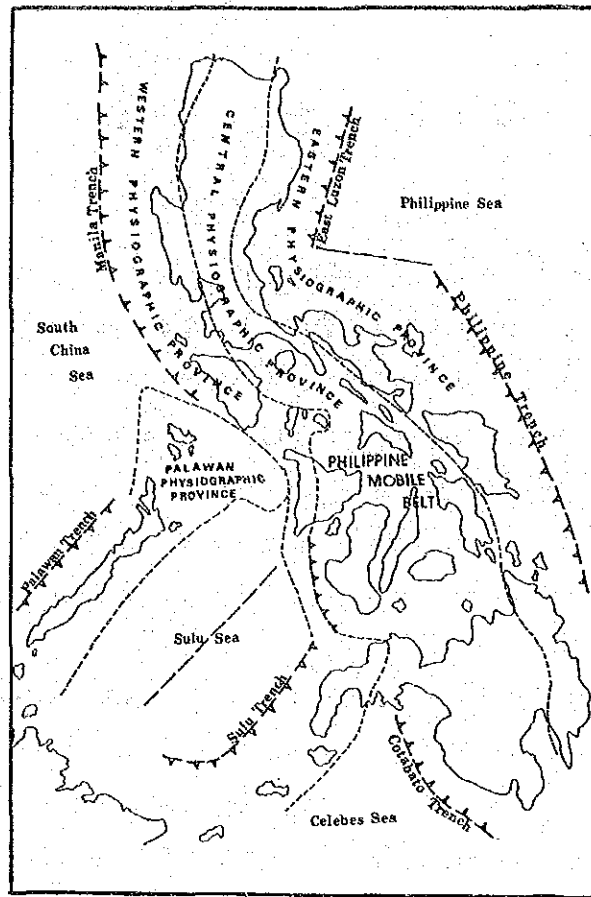


Fig. 3 Major Physiographic Elements in the Philippines

序が確立された。又超マフィック複合岩体についてもその分布がほぼ完全に把握され、岩相及び構造が明らかになった。

1-2 従来の調査

ミンドロ島の地質及び鉱床について公表された資料は少なく、しかもそのほとんどが北部地域 (Abra de Ilog - Calapan) と南部地区 (Bongabong - Mansalay - Bulalacao) について報告したものである。しかし小範囲の地質及び鉱徴について記載したフィリピン鉱山地球化学局の資料が多くあり、併せて今回の調査の参考資料とした。主な資料は次のとおりである。

北部地区については、Caagusan (1966) が変成岩類の顕微鏡記載を行って分帯を試みており、Hashimoto & Sato (1968a) は古生物学的研究から始新統の存在を確認し、併せて構造解析を行っている。

南部地区については、化石を多産することから古生物及び層序の研究が比較的多く報告され

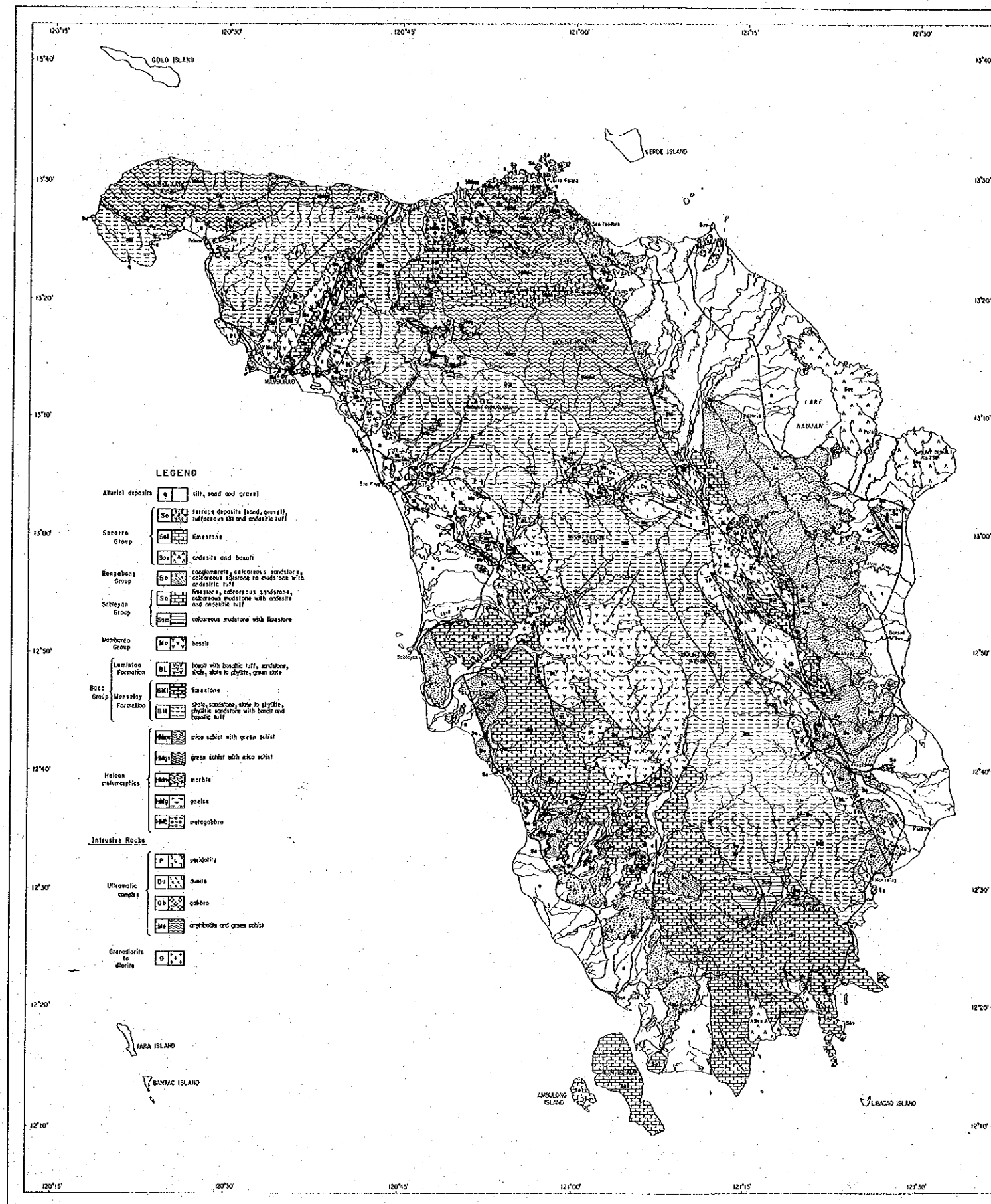
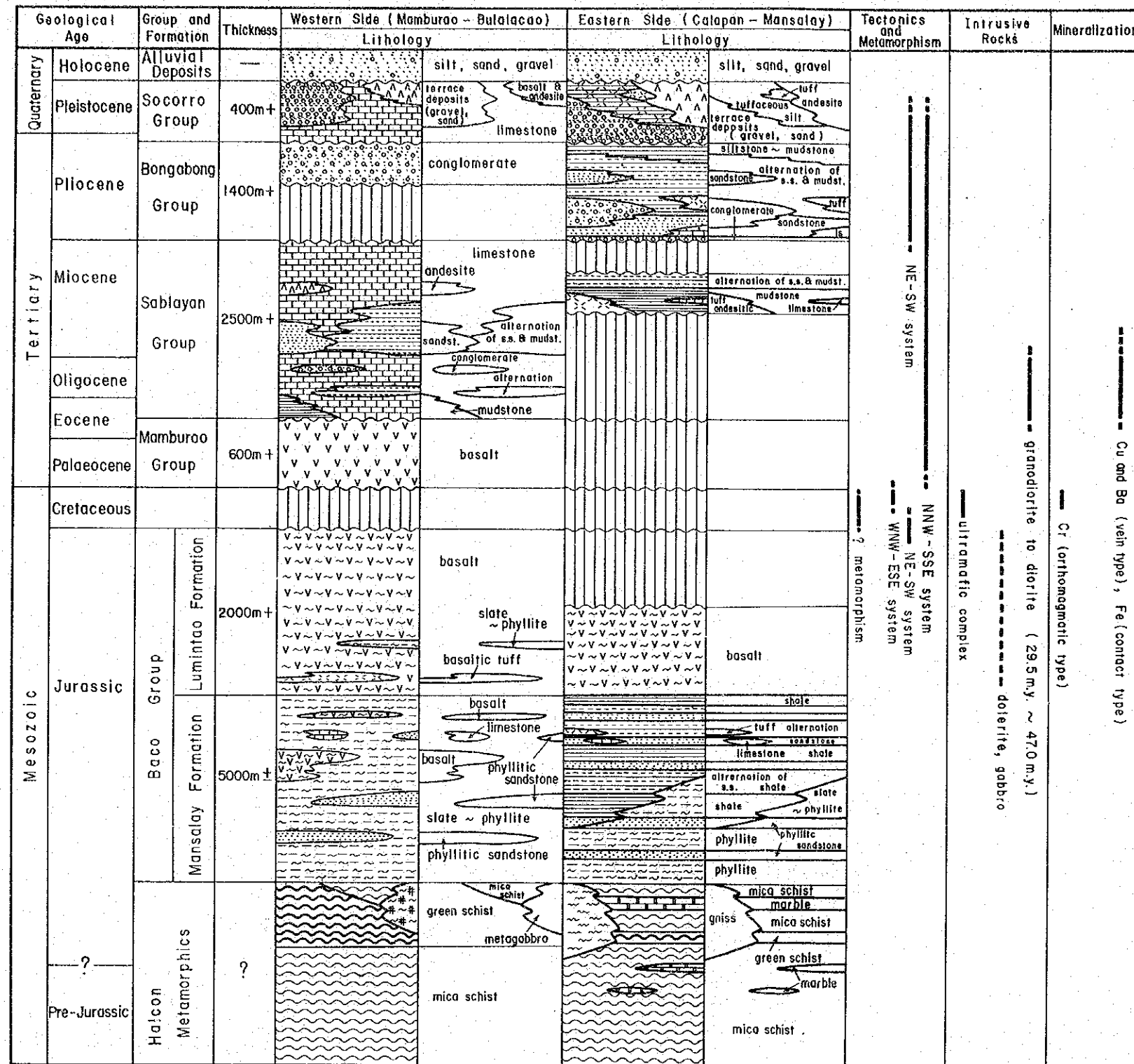


Fig. 4 Geological Map of the Survey Area

Table 3 Generalized Stratigraphic Section of the Survey Area



ている。Teves (1953) は Mansalay から Bongabong 地域にかけて地質調査を行い、中生界と新生界の層序の確立を試みた。Andal ほか (1968) は Mansalay の西方に分布する中生界 (Mansalay 層) の層序を確立し、古生物学的研究から Mansalay 層が上部 Gallovia ンから Oxfordian (中期ジュラ紀の上部から後期ジュラ紀の下部) であることを報告した。又 Hashimoto & Sato (1968a) は Mansalay の西方及び北西方の地区についても古生物学的研究と構造解析を行い、始新統が分布することを認めた。Hashimoto & Sato (1969) は Teves による新生界の層序について、詳細な古生物学的研究による検討を行った。なお、Weller & Vergara (1955) は Bulalacao 地域の炭田について詳細な地質調査を行った。

このほかに、1974年にミンドロ島全体の地質と鉱床についてそれまでに公表された資料及び鉱山地球科学局の未公表資料をとりまとめた報告書が、同局 (当時の Bureau of Mines) より発行されている。

1-3 層 序

ミンドロ島の層序は Table 3 に、本層序と既往文献との対比は Table 4 に示した。

1-3-1 先ジュラ系～ジュラ系

先ジュラ系～ジュラ系には、Halcon 変成岩類と Baco 層群があり、本島の北西から南東に連なる山地部を形成して広く分布している。

(1) Halcon 変成岩類

Halcon 変成岩類は緑色片岩相を示す変成岩類であり、Teves (1953) のミンドロ成岩類や Bureau of Mines (1974) の基盤複合岩類に含まれる。

分布：本地域北西部の海岸周辺と北部の Puerto Galera から Halcon 山周辺にかけて分布している。

岩相：本岩類は雲母片岩、緑色片岩、片麻岩、変ハンレイ岩及び大理石より成る。

雲母片岩は北西部の海岸沿い及び Halcon 山周辺に広く露出している。本岩は灰白色～黒色で縞状構造を示し、主として白雲母と石英からなる片理のよく発達した岩石である。しばしば石英の分結脈を伴っている。鏡下の観察では、本岩は定方位配列を示す白雲母と緑泥石よりなる部分と石英と斜長石よりなる部分が互層状を成し、ファイブプラスチック組織あるいはネマトプラスチック組織を示す。雲母片岩のうち Halcon 山の東麓に位置する Dulangan 川に露出するものは、大きさ 2～3 mm のザクロ石を多量に含んでおり、他のもの比べて高温の変成作用を受けたことを示している。又、これには黒雲母、白雲母、緑泥石が共存しており、

これは日本の三波川変成帯のような高圧型変成の特徴を示している。

緑色片岩は北西部の Paluan 周辺に広く露出するほか、北部の Puerto Galera 南方にも分布する。本岩は淡緑色～緑色で片理がよく発達しており、鏡下では、緑レン石—緑泥石—アクチノ閃石—斜長石の鉱物組合せが一般に観察され、主としてネマトプラスチック組織を示す。しばしば少量の方解石を伴っている。

片麻岩は Camarong 川の周辺に分布しており、石英、白雲母、斜長石及び長石の非常に粗粒な結晶より成る。雲母類の定方位配列から片麻状構造が認められる。Matobang 川及び Puerto Galera の南西で本岩と結晶片岩類との境界が片理及び片麻状構造と斜交し、両者が元来貫入関係にあることを確認している。したがって本岩は酸性火成岩と考えられる。本地域の片麻岩は従来からミンドロ片麻岩として知られているのでこの岩石名を使用した。周辺に分布する岩石の変成度から片麻状花崗閃緑岩とされるものと考えられる。

変ハンレイ岩は Buruburungan 山の北麓に分布しており、暗緑色を呈する。ホルンブレンドと斜長石から成る粗粒な岩石である。

大理石は Puerto Galera の南方と Halcon 山の北方に分布している。産状は Puerto Galera の南方では結晶片岩類と互層を成すか、又は片岩類中にレンズ状に存在しているが、Halcon 山の北方では 1.000 m 以上の厚い層を形成している。一般に白色～淡いピンク色であるが、互層部のものは黒色～暗灰色を示す。

空中写真上の特徴：雲母片岩と緑色片岩は同様な性質を持ち、非常に高い抵抗性、平行～亜樹枝状で中程度の密度の水系パターンを示す。山稜は極めて角ばっているが、谷は開いた V 字状を呈する。又、節理がよく発達しているのも特徴である。次に大理石は中程度の抵抗性を示し、やや丸みを帯びた山稜を持つのが特徴である。水系密度は極めて低い。片麻岩及び変ハンレイ岩も中程度の抵抗性であるが、細かい水系が発達しており、それらは樹枝状を呈する。山稜は比較的角ばっているが、谷は開いた V 字状である。

地質構造：野外での観察の結果、本岩類の片理面は層理面に一致していることが明らかになった。測定された片理の一般的傾向及び緑色片岩と大理石の分布から Puerto Galera 周辺及び Paluan の北方には N—S 系の軸を有し、南方へプランジする背斜状の構造が考えられる。

時代：原岩の時代については、本島の Agbahag 岬に露出する礫岩中の石灰岩礫からフズリナを産出すること (Koike ほか, 1967) から二疊紀以前であると考えられているが、後述するように本岩類と Mansalay 層との関係が整合的であることから Mansalay 層が堆積したジュラ紀である可能性がある。

変成作用の時代は、原岩の時代がジュラ紀であるならば、上部ジュラ紀から白亜紀の間と考えられ、これは日本の三波川変成帯の結晶片岩の年代測定から得られた時期に相当する。

(2) Baco 層群

Baco 層群は弱変成～非変成の砕屑岩及び火山岩から成り、下位の砕屑岩を主とする Mansalay 層と上位の玄武岩溶岩を主とする Lumintao 層に区分される。

(2) - 1 Mansalay 層

本層は Mansalay の西方に分布するジュラ紀の化石を産出する地層に対して命名されたものである。従来ジュラ紀層は Mansalay の西方及び北西方にのみ分布するものと考えられていたが、今回の調査によって、本島の北部から中部にかけて分布する粘板岩及び千枚岩を主とする地層は、原岩について考察すれば南東部の非変成ジュラ紀層の岩相に極めて似ており、しかも両者間の変化が漸移的であり、構造的にも両者は連続する関係にあることが明らかになった。化石による確証はないが、上記の事実から粘板岩及び千枚岩を主とする地層をジュラ紀相当層と考え、Mansalay 層に含めた。

分布：Mamburao 周辺から Mansalay にかけて、NW-SE 方向に帯状に分布する。

層厚：本地域中央部の Amnay 川と Rayusan (地形図中では Patrick) 川で 5,000 m 土。

岩相：本層は主として泥質岩と砂質岩より成り、局部的に塩基性の溶岩を挟んでいる。変成度の違いにより、北～中部と南東部ではその岩相が異なっているので、地域ごとに説明する。

〔南東部の岩相〕 砂岩と頁岩を主とし、砂岩・頁岩互層、礫岩及び塩基性凝灰岩を伴う。

砂岩は石英粒に富む白色～灰白色のアルコーズ質粗粒砂岩が主で、まれに灰白色～灰色のグレイワックが認められる。これらは一般に塊状で層理の発達が悪い。本岩は厚い層を成しており、Oaguray 川上流の Sinolili 川では厚さ 750 m 以上に及ぶところがある。局部的に頁岩や石灰岩の薄層を挟み、Sinolili 川では厚さ 1 cm 以下の石炭の薄いレンズを伴う頁岩の薄層が確認された。

頁岩は灰色～黒色を示し、一般に無層理で塊状であるが、局部的に層理の発達するところもある。頁岩も厚い層を形成しており、Sinolili 川では厚さ 900 m 以上に達する。本岩中にはしばしば石灰質ノジュールが見い出され、まれに化石を含んでいる。Oaguray 川上流及び Balangan 川の支流に露出する頁岩中には二枚貝及び巻貝の化石が確認された。又、Mansalay 北西方の Naigan 川ではアンモナイトの化石を発見した。アンモナイトを露頭で確認したのは Naigan 川のみであるが、Balangan 川の上流及び南東向支流で数個の転石を観察しており、アンモナイト産出層準が Balangan 川まで連続していることが明らかになった。

砂岩・頁岩互層は Balangan 川上流及びその支流によく発達しており、単層の厚さは 10～50 cm である。本互層は Balangan 川上流では厚さが 560 m に及ぶ。

礫岩は砂岩に伴われて薄層を成すのみで、礫も小さく細～中礫々岩である。礫種は灰色～赤色のチャートと石英である。

塩基性凝灰岩は緑色あるいは赤色を呈す細粒な凝灰岩が多く、薄層で、層理は発達しない。

しかしCaguray 川の支流 Taytay 川に露出するものは厚い淡緑色の粗粒凝灰岩であり、厚さは300 m以上に達する。

〔北～中部の岩相〕 南東部同様に泥質岩と砂質岩を主とするが、いずれも低度の変成をうけて粘板岩～千枚岩あるいは硬質砂岩～千枚岩質砂岩に変化している。これらに玄武岩溶岩及び同質の凝灰岩、石灰岩、礫岩が挟まれている。

千枚岩及び粘板岩は一般に石灰質で黒色～暗灰色を呈する。片理あるいはヘキ開がよく発達しており板状に割れやすい。しばしば石英の分結脈を伴い、その脈幅は通常数cmであるがまれに1 mに及ぶものもある。本岩は非常に厚い層を成しており、Amnay 川付近では1,000 m以上の厚さに及ぶ場合もある。

硬質砂岩及び千枚岩質砂岩は灰白色～灰色を呈し、アルコース質で石英粒に富んでおり、粒度は中～粗粒である。硬質砂岩は塊状であるが、千枚岩質砂岩には扁平化した鉱物及び岩片の配列が認められる。本岩は10～200 m程度の厚さを持つ層として粘板岩あるいは千枚岩中に挟まれている。

上記の泥質岩と砂質岩から成る互層もしばしば存在し、多くの場合単層の厚さが10 cm以下の細互層でその砂質岩は細粒であるが、一部には単層の厚さが1～5 mで粗粒な砂質岩を伴う互層も認められる。本互層の厚さは100～300 mである。

玄武岩溶岩は暗緑色を呈し、一般に枕状構造がよく発達している。粘板岩あるいは千枚岩中に挟まれており、50～200 mの厚さを示す。

玄武岩質凝灰岩は淡緑色～緑色あるいは赤褐色を呈し、変成されたものは緑色粘板岩～緑色千枚岩化している。本岩は局部的に分布するのみで、厚さは100 m以下である。

石灰岩はPagbahan 川に400 mに及ぶ厚い層を形成して分布するほか、Abra de Ilog 川の上流にも薄層が露出している。灰色～淡灰色を示す塊状岩で、かなり再結晶している。

礫岩は粘板岩中に薄いレンズ状を成して存在するのが2箇所認められたのみで、灰白色のチャート、結晶片岩及び石英の礫岩を含む細礫々岩である。

空中写真上の特徴：本層は高い抵抗性と高い水系密度を示すのが特徴である。又、水系パターンは主として平行状と亜樹枝状であるが、節理が発達しているところでは格子状のものも認められる。山稜は一般に角ばっており、谷は開いたV字形を呈する。粘板岩～千枚岩の分布する地域では細かい肌理を示すところが多い。

地質構造：本層は分布範囲が広く、地域によって構造がやや異っている。

北部では、Mamburao と Abra de Ilog の間の低地に沿う部分にNE—SW系の走向が認められるが、ほかでは一般的傾向としてE—W系の走向を示しており、傾斜は南方向である。又、Amnay 川 及び Pagbahan 川周辺では波長が1 kmオーダーの褶曲がよく発達しており、それらの軸の走向は主としてE—W系である。

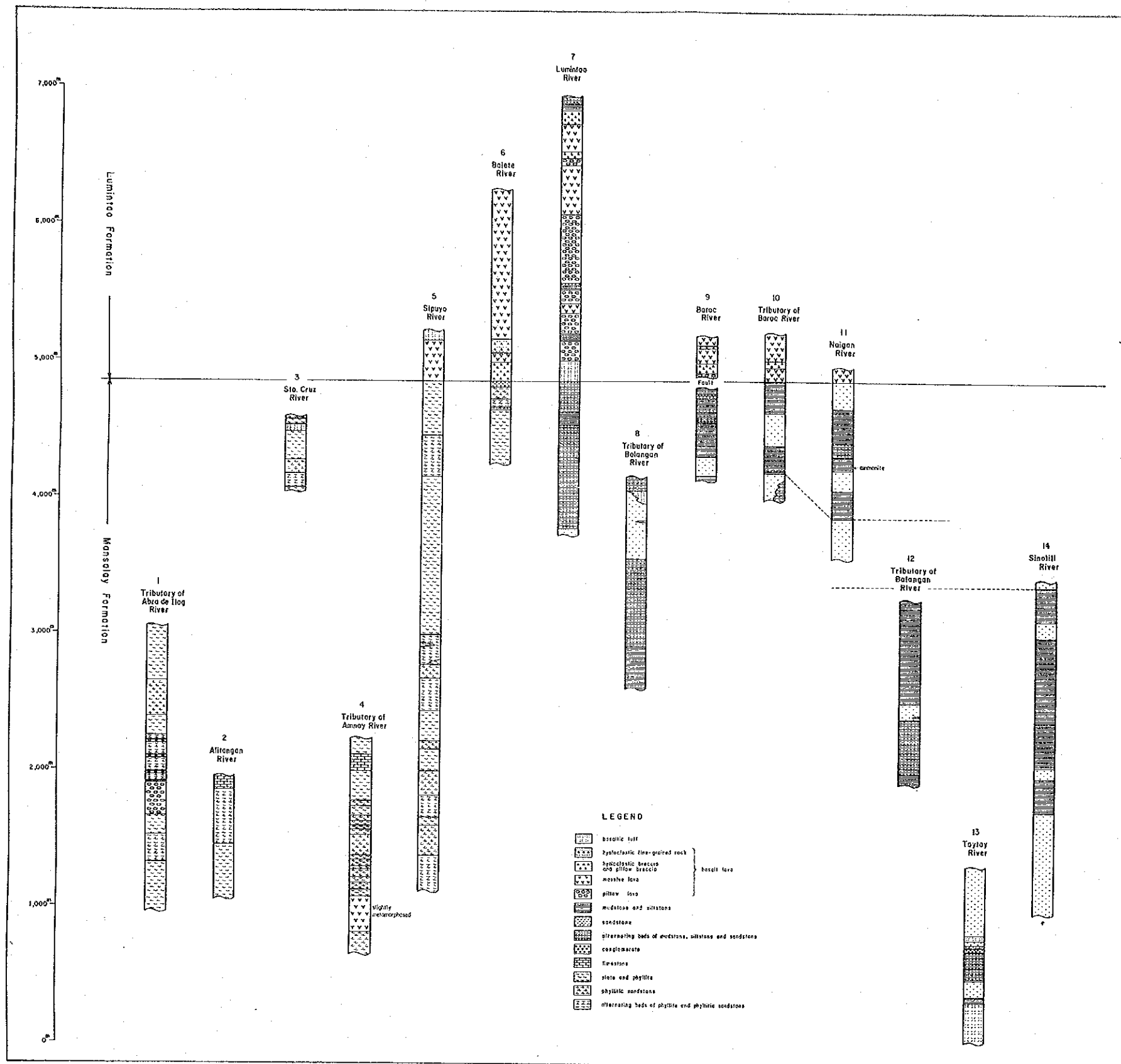


Fig. 5 Geological Columnar Section of Baco Group

中央部には Baco 山周辺に NNW—SSE 系の軸を持つ大規模な背斜構造が認められる。このほか Bayusan (Patrick) 川沿いには NW—SE 系の軸を持ち、南西方向へブランチする背斜及び向斜構造が存在する。

南部では、Mansalay 周辺及び東側の Lumintao 層に沿う部分では NW—SE 系の走向を示すが、それより西では E—W 系へ変化している。ここでは波長数 km オーダーの褶曲が認められ、それらの軸の走向は E—W 系、NW—SE 系、NE—SW 系を示している。

下位層との関係：Mansalay 層と Halcon 変成岩類との関係は、初年次では変成度の相違や Mansalay 層の礫岩中に変成岩の礫が含まれることを理由に不整合であると考えていた。しかし第 2 年次の調査によって両者の構造が調和的で、変成度の変化も漸移的であることが本地域北西部の海岸沿いで確認された。したがって Mansalay 層と Halcon 変成岩類は同じ時代の堆積物であり、その後の変成作用によって岩相の違いを生じたものである可能性が大きいと考えられる。

時代：南東部の Mansalay 周辺では、本層からジュラ紀の化石を多産することが多くの研究者によって報告されている。Andal ほか (1968) はアンモナイトについての詳細な研究により、Mansalay 周辺の本層の時代を中部ジュラ紀の上部から上部ジュラ紀の下部にあたる、上部 Callovian から Oxfordian であることを報告している。鑑定されたアンモナイトには層準ごとに次のようなものがある。

1 Amaga 川層準

Perisphinctes (*Kranaosphinctes*) cf. *bullingdonensis* Arkell

Euaspidoceras cf. *hypselum* (Oppel)

Taramelliceras cf. *trachinotum* (Oppel)

2 Parucpoc 丘層準

Parawedekindia arduennensis (d'Orbigny)

Perisphinctes (*Kranaosphinctes*) cf. *bullingdonensis* Arkell *camphylites* sp.

3 Caromata 丘層準

Hecticoceras (*Zieteniceras*) sp.

(2) - 2 Lumintao 層

Lumintao 層は Mansalay 層の上位の塩基性火山岩を主とする地層である。

分布：西側では Lumintao 川から Mamburao 付近にかけて、東側では Pinamalayan の西方の Pula 川及び Balete 川の上流一帯、さらに Bongabong 川中流から Roxas の西方にかけての地域に分布している。

層厚：Lumintao 川で 2,000m+。

岩相：本層はほとんど玄武岩溶岩から成り、局部的に塩基性凝灰岩、泥質岩及び砂質岩を挟んでいる。

玄武岩溶岩は Lumintao 川における調査によって次のように分類されることがわかった。

- ① 塊状溶岩
- ② 自破碎溶岩
- ③ 枕状溶岩
- ④ ピロープレッチャ・ハイアロクラスチックプレッチャ
- ⑤ ハイアロクラスタイトの細粒相

①の塊状溶岩は枕状構造を伴わない塊状を呈する溶岩である。部分的に末端部に流理構造が認められる場合があり、そこでは角礫化してピロープレッチャに漸移している。本岩は緑色を帯びた暗灰色～暗緑色を呈し、フラクチャーがやや発達しているが比較的堅硬である。一般に細粒あるいはガラス質であるが、しばしば粗粒な部分も存在する。変質は著しく、脈状、ネットワーク状あるいは格子状にアルバイト、方解石、緑泥石～緑レン石、沸石等の細～微脈が認められ、これは Lumintao 層の一つの特徴である。

②の自破碎溶岩は溶岩流の周縁部に位置し、数 cm～数十 cm の大きさの玄武岩の角礫から成る。灰緑色～緑褐色を呈し、基質は少量で同質である。又、本岩の量は他のユニットに比較して少ない。

③の枕状溶岩は①の塊状溶岩と互層状を成しており、その量は塊状溶岩に次いで多い。枕状溶岩の団塊の大きさは 40～100 cm で比較的小さい。本岩は一般に暗緑色を呈すが、部分的に、又ある層準に沿って赤褐色～淡緑色を示すところがある。基質には多量の方解石が生成している。本岩は Lumintao 層の下部に発達しており、最下部付近では頁岩及び頁岩と砂岩の互層の薄層 (20～50 m) を挟んでいる。

④のピロープレッチャ及びハイアロクラスチックプレッチャは、枕状溶岩及び塊状溶岩の周辺部に分布している。色調は一般に淡緑灰色～暗緑色であるが、赤色を帯びた枕状溶岩の周辺では、同様に赤褐色～淡緑赤色を呈する。本岩の量は他のユニットに比較して少ない。

⑤のハイアロクラスタイトの細粒相は、粒径が 2 mm 以下のハイアロクラスタイトで、それ以上の粒径を示すものはハイアロクラスチックプレッチャに分類される。本岩は淡黄緑色～灰緑色を呈し、1 mm～10 cm オーダーの葉理が発達している。本岩は薄い層を形成しており、厚さは 10 cm～数 m 程度で、枕状溶岩及び塊状溶岩中に挟まれている。多くの場合スランピングによって変形をうけている。

以上の①～⑤のユニットから成る玄武岩溶岩のほか、本層中には少量の塩基性凝灰岩、泥質岩及び砂質岩が認められる。これらは主として本層の下部に厚さ 50 m 以下の薄層として挟まれている。塩基性凝灰岩は赤褐色～灰緑色を呈し、細粒で、葉片状に破碎されているものが

多い。しかし Sablayan, Bongabong 川及び Mamburao 付近では粘板岩化あるいは千枚岩化して堅硬になっているものが認められる。泥質岩及び砂質岩は南部では非変成であるが、中～北部では弱変成し、粘板岩質あるいは千枚岩質になっている。

空中写真上の特徴：本層は Mansalay 層と同様に高い抵抗性と高い水系密度を示すが、水系のパターンは樹枝状～垂樹枝状である。しかし他の地形的特徴も Mansalay 層と似ているため両者を識別することは難しい。

地質構造：本層は Mansalay 層が軸部を構成する背斜構造の両翼に分布しており、全体の傾向として走向は NW—SE 系、傾斜は東側で北東方向、西側で南西方向を示す。

Lumintao 川では枕状溶岩及びハイアロクラスタイトの示す構造より、ここでは NW—SE 系の背斜及び向斜構造が発達し、地層が繰り返している。又、Pinamalayan の西方では NW—SE 系の断層が発達している。

下位層との関係：本層と Mansalay 層との境界付近には漸移部があること、両者の境界と Mansalay 層の構造が極めて調和的であることから、両者の関係は整合である。

時代：本層が Mansalay 層と整合関係にあることから、その生成時代はジュラ紀後期であると考えられる。

1—3—2 第三系～第四系

新生界は本地域では Halcon 変成岩類と Baco 層群を取り囲むように広く分布しており、下位より Mamburao 層群、Sablayan 層群、Bongabong 層群、Soccoro 層群及び沖積層に区分される。

(1) Mamburao 層群

本層群は主として暁新統と考えられる塩基性の火山岩より成る。

分布：本層群は Mamburao と Abra de Ilog 間の低地に沿って分布する。

層厚：Mamburao 川上流で 600 m+。

岩相：本層群は灰緑色～褐色を呈し、枕状構造を有する玄武岩溶岩より成る。本岩は一般に細粒あるいはガラス質であるが、部分的に斜長石と輝石の斑晶が認められる場合もある。

空中写真上の特徴：本層群は低い抵抗性と高い水系密度及び細かい樹枝状の水系によって容易に識別される。

地質構造：本層群は溶岩より成るため構造のデータに乏しいが、その分布から NE—SW 系の向斜構造を形成しているものと考えられる。

下位層との関係：Mamburao 川上流において本層群が Mansalay 層を不整合に覆うことが確認されている。

時代：本層群は Baco 層群を傾斜不整合で覆い、後述する Sablayan 層群に緩い傾斜不整合で覆われることから、その生成時代は暁新世～始新世初期と考えられる。

(2) Sablayan 層群

本層群は上部始新統～上部中新統の石灰岩に富む層を一括したものである。Table 4 に示すように、本層群には Teves (1953) による Mansiol 礫岩、Camagui 砂岩、Tangon 層及び Pocanil 石灰岩、又 Weller & Vergara (1955) による Bandao 石灰岩、Napisian 層、Mato - ang 石灰岩及び Pocanil 石灰岩等が含まれる。

分布：本層群は Sablayan から Bulalacao にかけて広く分布するほか北部の Mamburao 川の上流及び下流の流域、東部の Magasawangtudig 川、Banus 川、Sumagui 川、Tangon 川の上流々域にも露出している。

層厚：2,500 m+。

岩相：本層群は石灰岩を主とし、泥岩、砂岩、砂岩・泥岩互層、礫岩のほか、安山岩溶岩及び安山岩質～玄武岩質凝灰岩を伴う。

石灰岩は Sablayan から Bulalacao にかけての地域によく発達しており、白色、淡褐色、淡灰色等を呈し、塊状のものと単層の厚さが 10～50 cm 程度の層理の発達したものがある。化石を多く含んでおり、大型有孔虫やサンゴ等を肉眼的に観察することができる。Mamburao 川上流に分布する石灰岩は閃緑岩及び石英閃緑岩の貫入の影響を受けて再結晶している。

泥岩は石灰質で灰～黒色を呈し、塊状で層理を示さない。本岩は厚い層を形成しており、Caguray 川上流に発達する上部始新世のものと、Banus 川上流及び Bulalacao の北西方の Siay に露出する中新世のものがある。前者は、Mansalay 層を不整合に覆い、大型有孔虫を多量に含む層理の発達した石灰岩を挟んでいる。この泥岩は分布が限られており、尖滅する部分では石灰岩が Mansalay 層を不整合に覆っている。この石灰岩中にも同じ時代の化石が認められることから、泥岩は側方に向って石灰岩に岩相変化するものと考えられる。次に後者の泥岩のうち Banus 川に分布するものは、比較的多く砂岩を挟んでおり、そのほかにも砂岩・泥岩互層及び大型有孔虫を多く含む石灰岩を伴っている。又、Siay に分布する泥岩は石灰岩及び砂岩の薄層と厚さ 0.2～1.0 m の石灰層を 4 層挟んでいる。

砂岩は石灰岩あるいは泥岩中に挟まれており、厚さはいずれも 100 m 以下である。本岩は灰白色～淡灰緑色を呈し、細～中粒のものが多い。岩片を多く含んでおり、基質は一般に石灰質である。San Jose 北東方の Aritaytayan では本岩中に厚さ 1.5 m 以上の石灰層が挟まれている。

砂岩・泥岩互層は東部では Banus 川上流及び Napisian、西部では Mongpong 川に発達している。単層の厚さは 1～2 m、砂岩が優勢の場合が多い。Napisian 地区ではこの互層の

厚さが200m以上に及び、その中に石炭層が挟まれており、Weller & Vergara (1954) によって上位の砂岩層を含めてNapisian層と命名されている。

礫岩はLumintao川及びその西方に露出している。暗灰色～灰褐色を呈し、塊状で固結度は比較的よい。礫は5～20mの大きさのものが多く、亜円～円礫であり、チャート、緑色片岩、千枚岩、玄武岩、石灰岩、砂岩、頁岩、礫岩より成る。基質は石灰質な粗粒砂岩である。

安山岩溶岩はSablayan東方のRayusan(Patrick)川下流に露出しており、変質して暗緑色～灰緑色を呈する。又、安山岩質～玄武岩質凝灰岩は西部のLumintao川下流及び東部のTangon川上流に分布しており、主として細粒凝灰岩であるがまれに凝灰角礫岩も認められる。いずれも変質を受けて緑色～灰緑色を示している。

空中写真上の特徴：石灰岩の分布する地域にはカルスト地形が発達しており、細かな凹凸を持つ丘陵地に浸食に耐えた孤立したピークが点在する。このピークは山頂が平らで急涯を伴っている。顕著なカルスト地形が認められるのは、Bulalacao北方のKnob peak周辺、Mamburaoの北東方及びPasugui東方である。水系密度が低く、そのパターンは節理に規制されて格子状や長形状を示す。一方泥岩が卓越する地域は、抵抗性が極めて低く、細かい樹枝状の水系パターンを示している。

地質構造：本層群はかなり複雑な構造を示しており、小褶曲が発達している。南部のSablayanからBulalacaoにかけての地域は特に構造が不規則であり、種々の方向の走向と傾斜を示す。しかしながら全体の傾向としては走向がNW-S E系で南西方向へ緩く傾斜するものと考えられる。Lumintao川の西方にはSablayan層群とLumintao層の境界部に種々の系統の断層が発達しており、陥没構造が認められる。一方東部では比較的整然とした構造を示している。Magasawangtubig川上流では走向がNW-S E～N-S系で北東あるいは東へ40～60°傾斜しており、Sumagui川及びTangon川の上流々域ではTangon川沿いにNW-S E系の背斜構造が存在するが、一般的傾向は走向がNW-S E系で北東方向へ40°傾斜している。しかしBanus川上流に露出する本層群はやや異なる構造を示し、Baco層群とNNW-S S E系及びNW-S E系の断層で接しており、走向はE-W～NW-S E系で傾斜は30～50°南あるいは南西方向である。

下位層との関係：本層群はHalcon変成岩類とBaco層群を極めて不規則な傾斜不整合で覆い、Mamburao層群を緩い傾斜不整合で覆っている。

時代：既述したように本層群の石灰岩からは多量の大型有孔虫を産する。今回の調査で検出されたもののうち、Halkyardia minima (Liebus) 及びBiplanispira mirabilis (Umbgrove) は始新世、Nummulites fichteri (Michelotti) は漸新世を示す。又、中新世を示唆する有孔虫の組合せも認められた。

(3) Bongabong 層群

Bongabong 層群は鮮新世の礫岩、凝灰質砂岩及び泥岩～シルト岩を主とする層である。本層群には Table 4 に示すように Teves (1953), Hanzawa & Hashimoto (1970) 等の Fannoan 層と Barubo 砂岩、及び Miranda (1980) の Punso 礫岩が含まれる。

分布：本層群は東部の Villacereza から Mansalay はかけて帯状に分布するほか、西部にも小規模ながら Pasugui と San Jose の北方に散点状に分布している。

層厚：東部の Pula 川において 1,400m+ の厚さを示す。

岩相：本層群は西部と東部ではその岩相がやや異なり、西部では礫岩が発達しており、東部では砂岩と砂岩・泥岩互層を主とする。

西部では本層群は礫岩より成り、San Jose の北方の Pitogo に露出する特異な、急峻な尾根をもつ礫岩層（いわゆる Punso 礫岩）で代表される。この礫岩は、砂岩、泥岩、石灰岩、安山岩、結晶片岩及び少量の石英閃緑岩という多種の礫岩を含み、これらのサイズは中～大礫が一般的であるがまれに巨礫を伴うことがある。基質は赤褐色の粗粒砂岩である。層厚は Pasugui で最も厚く、700m+ である。

一方東部では、本層群は基底礫岩に始まり、下部から中部にかけては礫岩及び砂岩・泥岩互層、上部は泥岩～シルト岩及びそれと砂岩との互層から成る。

基底部及び下部の礫岩は、一般に塊状で灰色～褐色を呈し、西部の礫岩と同様に多種の礫を含んでいる。これらの礫は亜円～亜角礫で、サイズは細～中礫である。又基質は凝灰質である。基底部の礫岩は Pula 川で最も厚く 100m 以上の厚さを示すが、そのほかでは 10～20m 程度である。しかし上位の礫岩は比較的厚く、Banus 川及び Baleta 川では 300m 以上に及ぶ。

砂岩は灰色～淡灰色を示す凝灰質の細～中粒砂岩で、石灰質なものが多く、層理がよく発達している。一般に 100～250m の厚さを示すが、Sumagui 川では 400m 以上の厚い層を形成している。

泥岩～シルト岩は灰色を呈し、石灰質で小型有孔虫を多量に含んでおり、層理もよく発達している。本岩は Sumagui 川によく露出しており、そこでは厚さが 400m 以上に及ぶ。

砂岩と泥岩の互層は Pula 川周辺でよく発達しており、単層の厚さは 20～100cm で、砂岩と泥岩はともに凝灰質かつ石灰質である。

以上のほか本層群の下部から中部には凝灰岩及び石灰岩が挟まれている。凝灰岩は Pula 川の支流で認められ、淡灰色で安山岩質な細粒凝灰岩である。石灰岩は Bongabong 橋付近から Tangon 川上流にかけて Hagan 川 (Gumao 川) の周辺に露出しており、塊状で層理が発達しておらず、灰色を呈する。

空中写真上の特徴：本層群は地形的特徴から礫岩とその他の岩相に分けられる。前者は上述

した Pitogo の礫岩のように特徴的な角ばった山稜を示し、抵抗性が高く、平行状や亜樹枝状の細かい水系パターンを形成している。一方後者はそれより抵抗性が低く、山稜は丸みを帯びており、水系密度も低い。

地質構造：東部に分布する本層群の構造は小褶曲によって多少うねっているが、全体としては整然としており、走向は NNW—SSE 系、傾斜は 10—30° E である。又、西部では Sablayan の南東方と Sao Jose の北方に緩い向斜構造が認められるが、全体としてほぼ水平な構造を示すことが本層群の分布から推測される。

下位層との関係：本層群は Sablayan 層群及びそれより古い地層を不整合に覆っており、さらに貫入岩体である超マフィック複合岩体及び石英閃緑岩も不整合に覆っている。

時代：上述したように本層群からは小型有孔虫を多産し、本調査において検出された浮遊性有孔虫は上部鮮新世を示すものであった。既に橋本・佐藤(1969)が Bongabong 橋付近の Balahid に分布する Famnoan 層中より鮮新世の浮遊性有孔虫を報告している。これらの化石及び層位関係のデータから、本層群の堆積時期は鮮新世と考えられる。

(4) Socorro 層群

本層群は上部鮮新世～更新世の堆積岩類及び火山岩類から成る層である。本層群には Teves (1953) の Balanga 層と Oreng 層、Weller & Vergara (1955) の高位砂礫層と Eplog 溶岩等が含まれる。

分布：本層群は北部の Puerto Galera から東部の Socorro 周辺を経て南東部の Roxas までほぼ連続して分布するほか、西側の San Jose 周辺、Sablayan 及び Mamburao にも露出している。

層厚：400 m 土。

岩相：本層群は段丘堆積物、凝灰岩、凝灰質泥岩、礫性石灰岩、安山岩溶岩及び玄武岩溶岩という各種の岩相から成る。

段丘堆積物は San Jose 周辺、Sablayan、Bongabong 周辺、Bansud 川中流付近によく発達しており、一般に未固結の礫岩を主とするが、一部には砂層も認められる。礫は淘汰不良の各種の円～亜円礫より成る。礫層、砂層ともにまれに層理が認められることがある。

凝灰質泥岩は San Teodoro 周辺と Socorro 周辺部に露出しており、灰色～暗灰色を呈している。固結度が低く軟弱であり、層理は弱く発達しているのみである。

凝灰岩は San Teodoro に分布し、火山ガラスや軽石片を含む淡灰色で多孔質凝灰岩である。本岩は一般に塊状であるが、層理の発達することもある。

礫性石灰岩は San Jose の西方と南方、Ilin 島及び Ambulong 島に分布する。層理がよく発達しており、有孔虫を多く含んでいる。

溶岩類は Calapan, Naujan 湖の東岸及び Dumali 山, さらに南部の Eplog 丘及び Mauhao に分布する。これらは Calapan と Naujan 山では黒雲母・ホルンブレンド安山岩, Naujan 湖東岸及び Dumali 山では輝石安山岩(極少量の黒雲母とホルンブレンドを含有), Eplog 丘ではホルンブレンド安山岩, 又, Mauhao では輝石安山岩と玄武岩の両方から成る。

空中写真上の特徴: 段丘堆積物, 凝灰質泥岩及び凝灰岩より成る部分は, 低い水系密度, 平行状の水系パターン及び平らな山稜で特徴づけられる。礫性石灰岩は比較的高い抵抗性を有し, 平らな山稜と明瞭な層理を示す。又カルスト地形が発達しており, 節理も多く認められる。溶岩類は Naujan 湖周辺のものとは少々性質が異なる。前者は溶岩流の形態が開析されずに残っており, 丸みを帯びた山稜, 放射状の水系模様を示す。後者は前者に比べて低い抵抗性を有し, 水系は極めて乏しく, 平坦な地形を示す。

地質構造: 本層群は San Jose の東方に分布する石灰岩中に認められる NW-S E 系の褶曲構造を除くと極めて緩い構造を示しており, 東部では走向 NNW-SSE 系で傾斜 5~10° E が一般的な傾向であり, 西部ではほとんど水平な構造である。

下位層との関係: 本層群は南西部及び北部では下位層を傾斜不整合で覆い, 東部では緩い傾斜不整合か平行不整合でそれらを覆う。

時代: 本調査では本層群中の礫岩の石灰質な基質から更新世を示す大型有孔虫を検出した。又, 本層群に含まれる橋本・佐藤(1969)の Sumagui 層は鮮新世~更新世と考えられている。これらのこと及び層位関係から本層群の時代は上部鮮新世~更新世と考えられる。

(5) 沖積層

西部及び東部の海岸沿いに分布しており, 特に Calapan から Victoria 周辺部に広く露出している。大きな河川沿いは砂礫より構成されているが, それ以外のところは泥質な堆積から成り, 水田として利用されている。

1-4 貫入岩類

1-4-1 超マフィック複合岩体

ミンドロ島は Ilocos - ミンドロオフィオライト帯の一部を構成しており (Balce ほか, 1981), 本帯中の Zambales にはフィリピンで最も完全なオフィオライト層序が観察されることが報告されている。しかし本島の超マフィック複合岩体中には, オフィオライト層序の中の超マフィック岩類とハンレイ岩が存在するのみであることが本調査によって明らかになった。さらに, 本地域の超マフィック複合岩体は Halcon 変成岩類及び Baco 層群の構造を切っていること, 小規模岩体は明らかに貫入関係を示すこと, 本岩体に沿ってあるいは延長上に衝上断層を示唆するような変位が認められないこと, 変成岩類や玄武岩溶岩の大きなブロックが岩

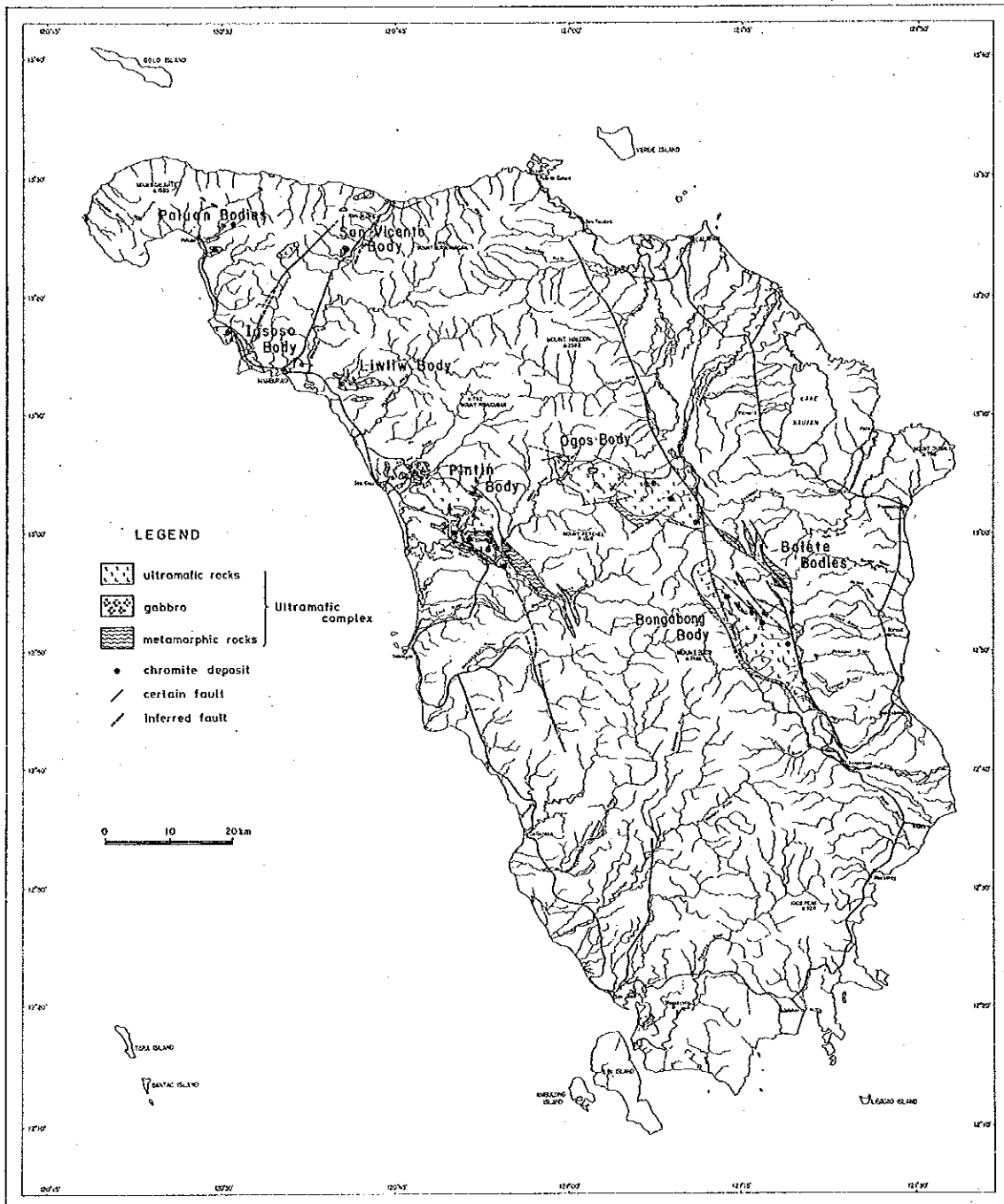


Fig. 6 Location Map of Ultramafic Complex

体中や岩体に沿って存在することなどの事実が得られた。これらのことから本岩体は Halcon 変成岩類及び Baco 層群中に固体貫入してきたものと考えられる。

なお、本岩体に密接に伴われる変成岩類について、Halcon 変成岩類とは変成度が異なること、超マフィック岩類も同程度の変成作用を受けていると考えられることから、固体貫入の際に深部より持ちあげられたものとして、超マフィック複合岩体の一部として取り扱った。

分布と規模：本岩体は本地域に広く露出している。Fig.6 に示すように、東部には Ogos 岩体と Bongabong 岩体の大岩体と Balete 小岩体群があり、西側には大きな Pintin 岩体のほかに Liwliw 岩体、Igsoso 岩体、San Vicente 岩体という小岩体と Paluan 小岩体群がある。これらの岩体の規模は Table 5 に示す通りであるが、最大は Bongabong 岩体で、延長 24 km、幅は 8 km である。

岩相：本複合岩体は主としてダナイト、ハルツパーチャイト、レールゾライト及びハンレイ岩から成り、縁辺部あるいは岩体内部にブロック状の変成岩類を伴っている。

ダナイトは特に Ogos 岩体中に広く分布している。本岩は新鮮部では黒色～暗灰色を呈し、変質あるいは風化部では蛇紋石化によって暗緑色～暗灰緑色を示している。露頭の表面が滑らかでしばしば褐色を呈することや輝石をほとんど含まないことから、野外で本岩を識別することは強度な蛇紋石化を受けていない限り容易である。

ハルツパーチャイトはいずれの岩体においても広く露出している。本岩は暗緑色、淡緑褐色、黒色等を呈し、ほとんどのものが強弱の差はあるが蛇紋石化している。露頭では本岩の表面に斑状を認めることができるので、野外においてダナイトとの区別は容易である。しかしレールゾライトとの区別は困難である。顕微鏡観察の結果より、ほとんどのものはカタクラスチック組織を示すが、一部のものはそれを示さず、離溶組織を持つ斜方輝石を含有している。このことから本岩にはテクトナイトのほかに集積岩に属するものが存在すると考えられる。

レールゾライトは上述した 2 岩種よりも分布が限られている。新鮮部では暗灰色、蛇紋石化した部分では暗緑色を呈す。本調査で採取した試料に関する限り、いずれにも鏡下で斜方輝石に離溶組織を持つものが認められ、カタクラスチック組織が認められないことから、これらはすべて集積岩中のレールゾライトであると考えられる。

超マフィック岩類には以上のほかにウェールライトとオルソバイロクシナイトが認められる。顕微鏡観察の結果、これらに含まれている単斜輝石にはしばしば透角閃石に変化しているものが存在することが確認された。このことは超マフィック岩類が変成作用を受けていることを示している。

ハンレイ岩は Ogos 岩体と Paluan 小岩体群を除くいずれの岩体にも分布する。ハンレイ岩のうち最大の規模を持つのは Pintin 岩体の西端に分布するもので、露出規模は延長が 7 km、幅が 500 m である。又、このハンレイ岩はハルツパーチャイトと逆断層で接しているが、他

Table 5 Characteristics of Ultramafic Complex

Name of body or bodies	Scale (km)	Main constituent rocks	Accompanied rocks	Chemical composition*	Serpentini-zation	Chromite deposit
Ogos	22x10	dunite > harzburgite · lherzolite		84~86	weak	present (w: 6.5m)
Bongabong	34x8	harzburgite > dunite · lherzolite > wehrlite	orthopyroxinite, hb gabbro au gabbro au · hy gabbro	86~90	moderate to weak	present (w: 1m)
Balete	max. 7x1	harzburgite > dunite · lherzolite	au gabbro hb gabbro	86	strong	?
Pintin	40x9	harzburgite > dunite · lherzolite	orthopyroxinite, au-hy gabbro hornblende, hb-au-hy gabbro au gabbro, trondhjemite	82~86	strong	present (w: 0.2m)
Liwliw	8x3	harzburgite · lherzolite > dunite	hornblende au-hy gabbro hb-hy gabbro	84	strong	present (w: 0.4m†)
Igoso	10x3	dunite > harzburgite	au-hy gabbro, au gabbro au-hb gabbro, trondhjemite	86	moderate to strong	present (w: 0.4m†)
San Vicente	1.5x1	harzburgite	au-hy gabbro trondhjemite	84	strong	present (w: 2.0m†)
Paluan	max. 2x1	dunite > harzburgite	diorite porphyry	84	strong	present (w: 0.7m)

hb: hornblende, au: augite, hy: hyperthene

* : 100 x MgO/(MgO + Total FeO) on Ultramafic rocks

のものはすべてハルツパーチャイト等のカンラン岩中に貫入している。本岩には各種のものが認められ、オージャイトハンレイ岩、オージャイト・ハイパーシンハンレイ岩、ホルンブレンド・ハイパーシンハイレン岩、ホルンブレンド・オージャイト・ハイパーシンハンレイ岩及びホルンブレンドハンレイ岩が存在する。

以上のほかに本複合岩体にはホルンブレンダイト、閃緑玢岩及びトロニエマイトが伴われている。これらの随伴岩類はいずれも数m~数百mの幅を有するのみである。

既述したように本岩体の縁辺部あるいは内部にブロック状の変成岩類が存在する。これらは角閃岩、角閃片岩、緑レン石角閃岩及び緑色片岩より成っており、Halcon 変成岩類よりも変成度が高い。又、ほとんどの場合 Baco 層群の弱変成の岩石と接している。さらに上述したように超マフィック岩類も変成作用を受けていることが確認された。したがってこれらの変成岩類は、超マフィック岩類が貫入を起した際に深部より持ち上げられてきたものと考えられる。各複合岩体とも上述したような種類の変成岩類を伴っているが、Ogos 岩体の角閃岩には 1~2 mm 大のザクロ石を多量に含むものがある。又、Balete 小岩体群中の Banus 上流に分布するものにはグラニュライトの存在が確認された。

ゼノブロックには変成岩類のみならず、Lumintao 層の玄武岩溶岩も認められる。これは Pintin 岩体の北部と Ogos 岩体の西部に存在し、Pintin 岩体のものは延長 4.5 km, 幅 500

mという規模を持つ。

各岩体における構成岩類の組合せ等の特徴は Table 5 に示すとおりである。

空中写真上の特徴：本岩体は、抵抗性が中程度で Halcon 変成岩類及び Baco 層群よりも低く、水系の発達が悪いこと、比較的滑らかな肌理を示し、山稜が丸みを持っていること等の特徴から他の岩相と容易に区別される。又植生が少ないところでは、本岩体が暗い色調を示すため識別が可能である。

地質構造：本岩類の伸長方向に NW—SE 系と E—W 系の 2 系統が認められ、地域ごとに特性を有している。つまり東部の Bongabong 岩体と Balete 小岩体群は NW—SE 系、中央部の Ogos 岩体は E—W 系を示し、西部の Pintin 岩体は NW—SE 系、北西部では Igsoso 岩体が NW—SE 系で、Liwliw 岩体と Paluan 小岩体群は E—W 系を示している。

Pintin 岩体、Ogos 岩体及び Bongabong 岩体については第 3 年次の調査によって構造が明らかになった。

Pintin 岩体は、クロム鋳徴の配列、ゼノブロック及びハンレイ岩の延長方向から、中央部～南部では NW—SE 系の構造を持つが、北部では次第に E—W 系に変化する傾向があることが認められる。

Ogos 岩体は、ダナイトの配列及び層状構造から、東半部は WNW—ESE 系の構造を示し、西半部は西部では E—W 系の構造を持つが、東部では NE—SW 系に変化している。この東半部と西半部の境界部ではダナイトの分布が不連続になり、幅の広い破碎帯が確認されたことから NE—SW 系の断層の存在が推定された。

Bongabong 岩体は、ダナイト及びクロム鋳徴の配列、又確認された層状構造より NW—SE 系の構造を有するものと考えられる。

時代：本岩体は Halcon 変成岩類及び Baco 層群を貫き、Mamburao 層群によって不整合に覆われることから、貫入時期は白亜紀と考えられる。

1-4-2 塩基性岩類

本地域にはドレライトとハンレイ岩が分布している。このハンレイ岩は超マフィック複合岩体に伴われるもの以外のものである。

分布と岩相：ドレライトとハンレイ岩は Lumintao 川及び Rayusan (Patrick) 川によく露出している。これらはほとんど Lumintao 層中に貫入しており、一部 Mamsalay 層中にも存在する。

ドレライトは灰緑色～暗緑色を呈する細粒な岩石である。多くの場合急冷周縁相を伴っているが、それが不明瞭なものも認められる。本岩は岩脈を形成しており、幅は一般に 10 m 以内で最大でも 100 m を越えない。Lumintao 川では NW—SW 系の貫入方向を示すものが多く、

Rayusan 川では N-S 系を示すものが多い。

ハンレイ岩は灰緑色～暗緑色を呈する粗粒な岩石である。鏡下では有色鉱物としてオーゾナイトとハイパーシンが認められる。本岩は Lumintao 層と Mansalay 層との境界付近に、地層とわずかに斜交して貫入している。幅は 100～150 m であり、小規模なファコリスと考えられる。Lumintao 川に露出するハンレイ岩は幅 10～30 m の数条のハンレイ岩質ペグマタイトを伴っている。

これらのドレライトとハンレイ岩はともに Lumintao 層の火山活動に関係した貫入岩類と考えられる。

時代：貫入時期は Lumintao 層の生成時期と同時代と考えられる。

1-4-3 酸性及び中性岩類

これらは花崗閃緑岩、石英閃緑岩、閃緑岩及び閃緑玢岩から成り、Halcon 変成岩類、Baco 層群、Sablayan 層群を貫いている。

分布：これらの貫入岩類は Mamburao の北西方に散点状に分布するほか、Villacerverza, Pula 川上流及び Bongabong 川上流にも存在する。いずれも露出規模は小さい。

岩相：花崗閃緑岩は優白質で粗粒であり、主な構成鉱物は白雲母、石英及び斜長石である。石英閃緑岩は灰色～暗緑色を呈し、中粒であり、ホルンブレンド、斜長石及び石英を主な構成鉱物とする。閃緑岩と閃緑玢岩は暗緑色～暗灰色を呈する中～細粒の岩石で、他のものに比べて色指数が高く、ホルンブレンドと斜長石から主として成る。

Mamburao 川上流に分布する閃緑岩、閃緑玢岩及び石英閃緑岩は Sablayan 層群及び Mansalay 層の石灰岩に接触変成を与えており、鉄鉱床を形成している。これらは露出している規模は小さいが、その分布及び接触変成を与えている範囲から地表下ではかなり大きな岩体を形成しているものと推定される。

時代：本調査で実施した石英閃緑岩の年代測定の結果 (29.5～47.0 m.y.)、及び本岩類が Sablayan 層群の石灰岩に接触変成を与えていることから、これらの貫入時期は上部始新世～漸新世と考えられる。

1-5 岩石の化学組成

本調査では合計 64 個の岩石試料について化学分析を行った。それらの分析値及び CIPW ノルム値を Table A-3 に示す。このノルム値の計算において、超マフィック岩類については林正雄 (1968) に示された計算法に従っており、通常の方法とは次の 3 点が異なる。

- ① Cr_2O_3 , NiO はそれぞれ等量の FeO , Fe_2O_3 を加え、クロム鉄鉱とトレボライトを作る。
- ② 長石類を作った残りの Al_2O_3 は等量の MgO を加えてスピネルを作る。

③ 錐輝石，トレボライトを作った残りの Fe_2O_3 は FeO としてカンラン石と輝石をつくる。

1-5-1 変成岩類の化学的特性

Halcon 変成岩類と超マフィック複合岩体に伴われる変成岩類について分析を行った。これらの分析値をACF図(Fig. 7-①)上にプロットすると，Halcon 変成岩類の雲母片岩と片麻岩の化学組成は泥質岩とグレイワッフの組成範囲に入り，緑色片岩には塩基性火成岩の組成範囲に入るもの及び，泥質岩とグレイワッケの組成範囲に入るやや酸性の組成を示すものが存在することがわかる。一方超マフィック複合岩体の変成岩類は，角閃岩，緑色片岩ともに塩基性火成岩の組成範囲中に入る化学組成を持ち，Halcon 変成岩類の緑色片岩よりも均質な組成を示す傾向が認められる。

1-5-2 Lumintao 層の玄武岩溶岩及び関係貫入岩類の化学的特性

玄武岩の塊状溶岩，ドレライト及びハンレイ岩について化学分析を行った。 $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})-\text{SiO}_2$ 図(Fig. 7-②)及びTotal $\text{FeO}-\text{MgO}$ 図(Fig. 7-③；玄武岩のみ)上にプロットすると，すべてソレイアイト質玄武岩の領域に入る。又，AMF図(Fig. 7-④)上にプロットするとソレイアイト系列のトレンドに沿って分布し，さらにFig. 7-⑥~⑨の $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}$ ， TiO_2 ， Al_2O_3 ， $\text{MgO}-\text{MgO}\times 100/(\text{MgO}+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 図によるとソレイアイト系列に沿ってある程度結晶分化していることがわかる。これについては，ドレライトが玄武岩とほとんど同じような成分を示すこと，ハンレイ岩が同質のペグマタイトを伴っているのが野外で確認されたことから推定される。

Lumintao 層の玄武岩と比較するために，Mansalay 層及びMamburao 層群の玄武岩についても化学分析を実施したが，いずれもスピリチックであり，Fig. 7-②上ではアルカリ岩の領域にプロットされた。

1-5-3 超マフィック複合岩体の化学的特性

(1) 超マフィック岩類

各分析値について $\text{MgO}\times 100/(\text{MgO}+\text{Total FeO})$ 値を計算すると，前掲のTable 5中に示すように82~90という値が得られたが，これはアルパイン型超マフィック岩類が示す値の範囲に入る。次に本分析値を $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{CaO}-\text{MgO}$ 図(Fig. 7-⑩)上にプロットすると，これらは MgO 端に集中し，Coleman(1977)の“Metamorphic Peridotite”の領域内に入ることがわかる。

(2) ハンレイ岩

本複合岩体中のハンレイ岩の分析値をAMF図(Fig. 7-⑤)と MgO ， Al_2O_3 ， TiO_2 ， FeO_3

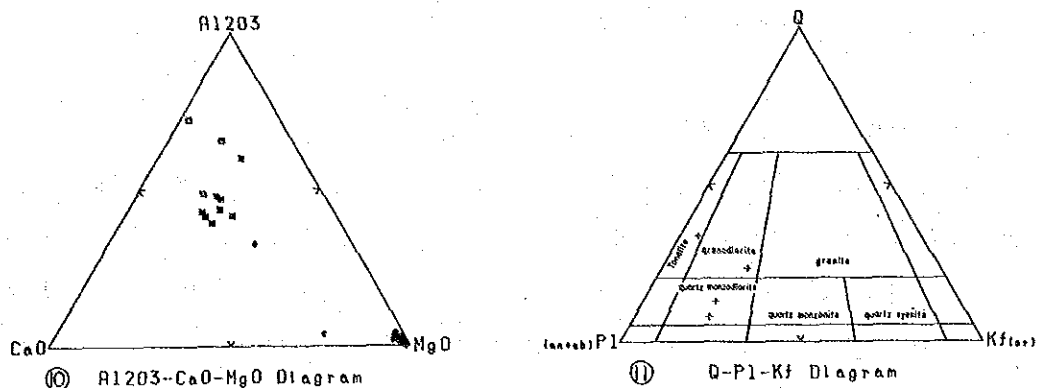


Fig. 7 Diagrams of Chemical Composition (3)

+ FeO — $MgO \times 100 / (MgO + Fe_2O_3 + FeO + Na_2O + K_2O)$ 図 (Fig. 7 - ⑥ ~ ⑨) 上にプロットすると、ほぼソレイアイト系列のトレンドに沿って分布することがわかる。このことは各岩体の間に関連があること、又分化作用が行われた可能性があることを示唆している。

1-5-4 中性～酸性貫入岩類の化学的特性

分析値より求められたノルム値をQ-P1-Kf図 (Fig. 7 - ⑩) 上にプロットすると、トータル岩、花崗閃緑岩及び石英モンゾニ閃緑岩の領域に入り、化学組成の差が比較的大きいことがわかる。そこで次にAMF図 (Fig. 7 - ④) に本分析値をプロットすると、これらはほぼ直線上に並び、これはカルクアルカリ系列の深成岩相のトレンドと一致している。したがってこれらの岩石は同一のマグマの一連の分化作用によって形成されたものと考えられる。

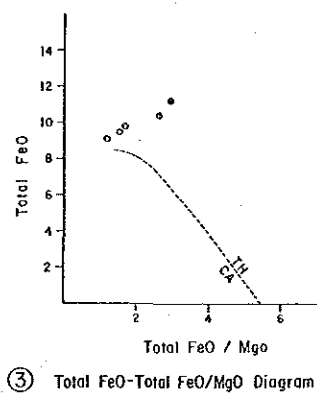
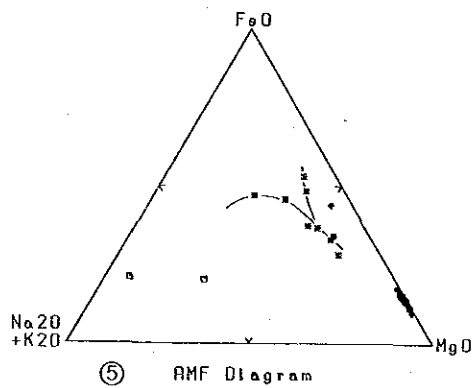
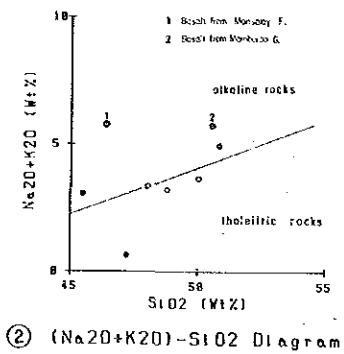
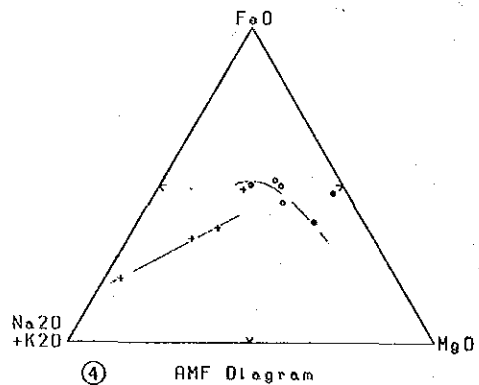
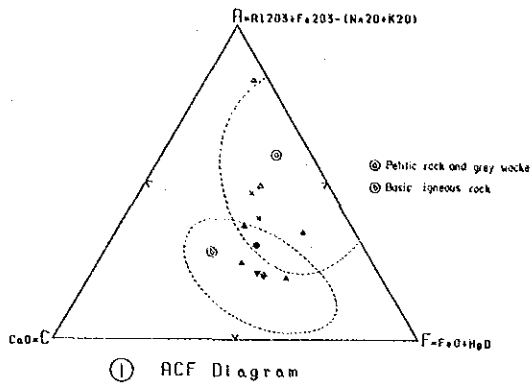
1-6 変成作用

ミンドロ島に分布する変成岩は次のように分類される。

- ① Halcon 変成岩類
- ② Baco 層群の変成岩類
- ③ 超フィック複合岩体に伴われる変成岩類

①は緑色片岩相の変成岩類で、雲母片岩、緑色片岩、片麻岩 (片麻状花崗緑岩)、変ハンレン岩及び大理石より成る。一般的な主要構成鉱物の組合わせは、雲母片岩では白雲母—緑泥石—石英—斜長石であり、緑色片岩では緑レン石—緑泥石—アクチノ閃石—斜長石である。しかし、Halcon 山東方の Dulangan 川には2～3mm大のザクロ石を多量に含み、黒雲母、白雲母、緑泥石が共存する雲母片岩が分布しており、他のものより高温、高圧の条件下で生成されたことを示している。

②は低度の変成岩類であり、北部では千枚岩質、南部では粘板岩質である。泥質岩起源のも

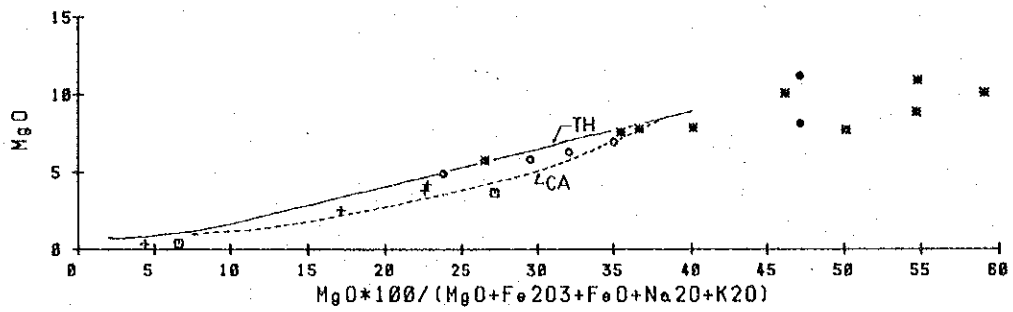


Legend

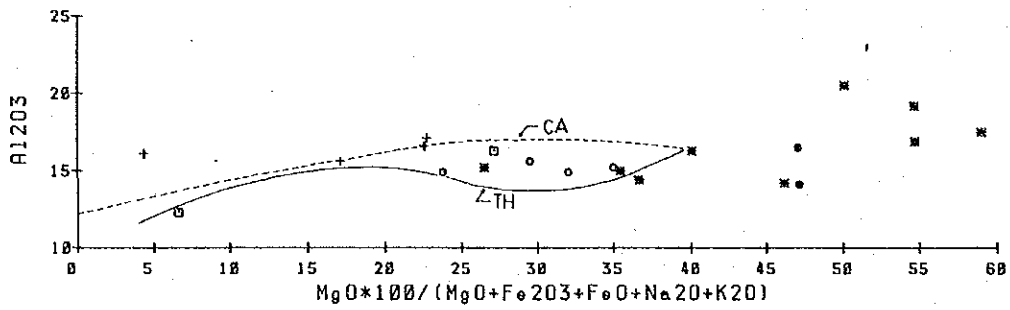
- + : Acidic to intermediate intrusive rocks
- : Basalt from the Lumintao F.
- : Dolerite } Associated intrusive rocks of the Lumintao F.
- : Gabbro }
- * : Gabbro
- : Tronjemitte and diorite porphyry } Ultramafic complex
- ◇ : Ultramafic rocks }
- * : Amphibolite }
- ▽ : Green schist }
- △ : Mica schist } Halcon Metamorphics
- x : Gneiss }

Fig. 7 Diagrams of Chemical Composition (1)

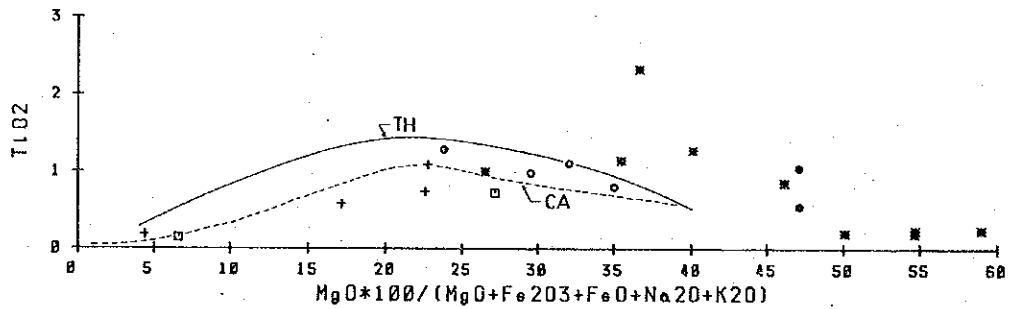
9



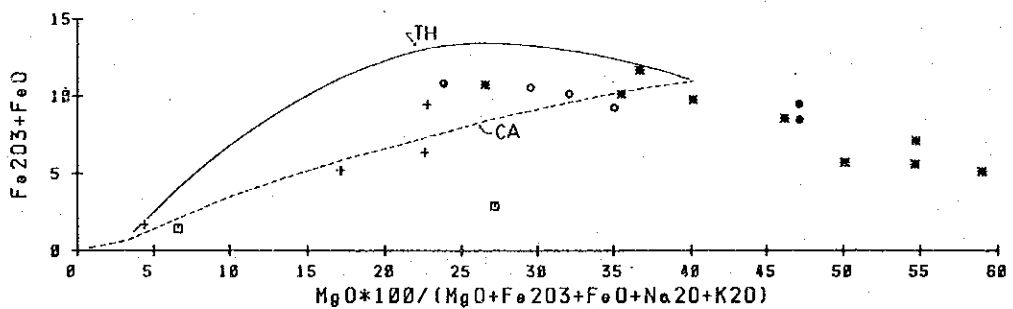
⑥ $MgO - MgO \cdot 100 / (MgO + Fe_2O_3 + FeO + Na_2O + K_2O)$ Diagram



⑦ $Al_2O_3 - MgO \cdot 100 / (MgO + Fe_2O_3 + FeO + Na_2O + K_2O)$ Diagram



⑧ $TiO_2 - MgO \cdot 100 / (MgO + Fe_2O_3 + FeO + Na_2O + K_2O)$ Diagram



⑨ $Fe_2O_3 + FeO - MgO \cdot 100 / (MgO + Fe_2O_3 + FeO + Na_2O + K_2O)$ Diagram

Fig. 7 Diagrams of Chemical Composition (2)

④

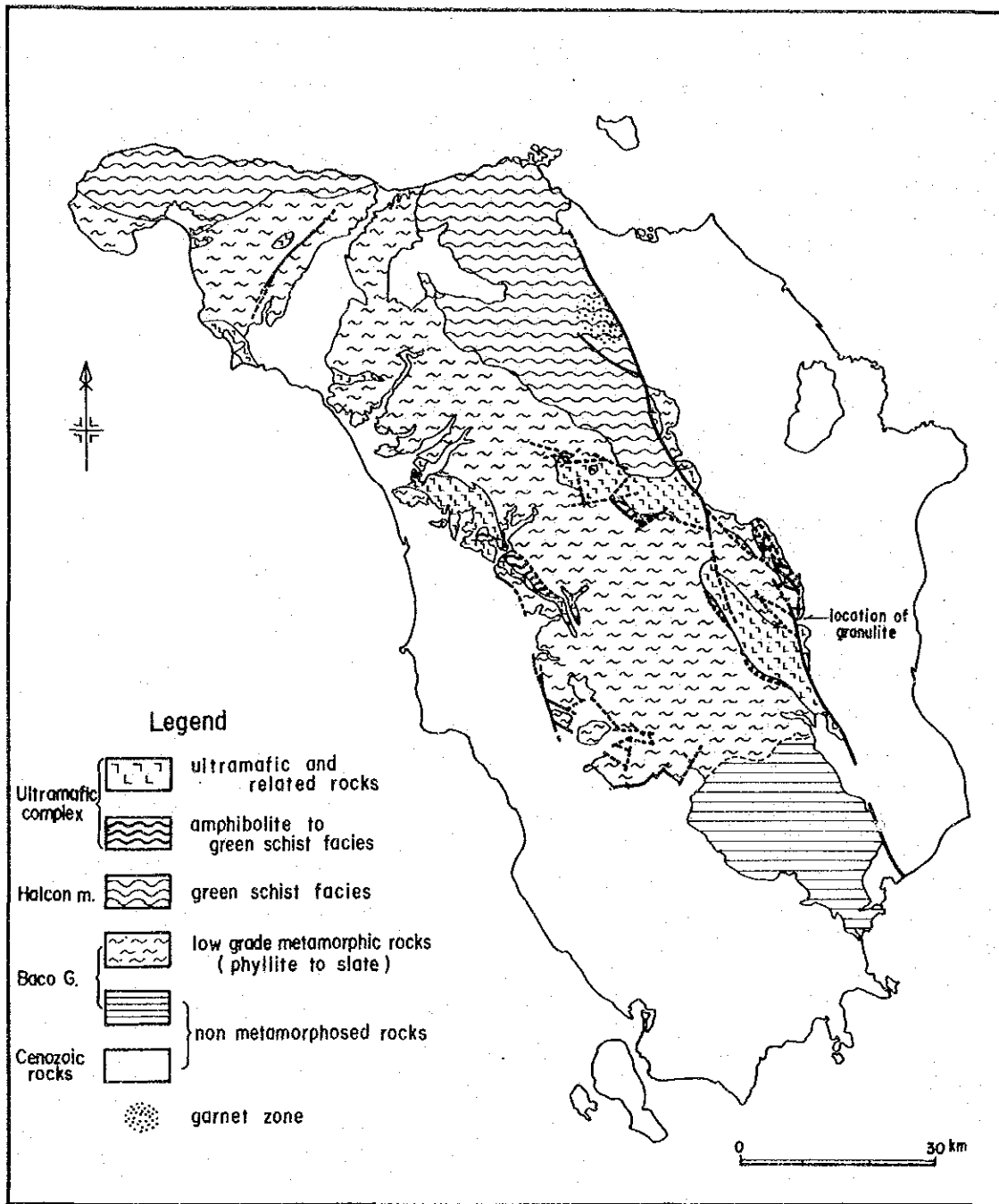


Fig. 8 Metamorphic Subdivision in the Survey Area

のは粘板岩～千枚岩，砂質岩起源のものは硬質砂岩～千枚岩質砂岩に変化している。又，塩基性凝灰岩起源のものは緑色粘板岩～緑色千枚岩に変わっている。

上記①，②の変成岩類の分布より，本島では北に向って変成度が上昇する傾向があることが明らかである。

③は本地域で最も高い変成相を示し，緑色片岩相～角閃岩相を主とするが，一部ではグラニュライト相も存在する。この変成岩類については，常に超マフィック複合岩体に伴われていること，超マフィック岩類も変成作用を受けていることが確認されたことから，超マフィック岩類が貫入を起こした際に深部より持ち上げられてきたものと考えられる。

従来，本島の変成岩類が形成された時期は，非変成部の Mansalay 層中に変成岩の礫を含む礫岩が存在するという理由から先ジュラ紀と考えられていた。しかし本調査の結果，Halcon 変成岩類と Baco 層群は一連のジュラ紀層である可能性が大きくなった。したがってミンドロ島の変成作用は Baco 層群堆積後に始まった造山運動に伴われたものであり，その時期はジュラ紀末～白亜紀と考えられる。

1-7 空中磁気探査

1-7-1 探査概要

ミンドロ島の中央部には，標高 1,800 m 以上の山脈が縦走しているので，空中磁気探査では，海拔 1,800 m (6,000 feet) と 2,700 m (9,000 feet) の 2 種類の飛行高度を採用した。

測定仕様は次のとおりである。

○地上定点	San Jose																
○飛行高度（気圧高度）	海拔 1,800 m (6,000 ft), 海拔 2,700 m (9,000 ft)																
	水平飛行																
○飛行方向	主測線 N-S, 交叉測線 E-W																
○飛行間隔	主測線 2.5 km, 交叉測線 1.0 km																
○測線数	主測線 海拔 2,700 m 29 本, 海拔 1,800 m 31 本, 計 60 本 交叉測線 海拔 2,700 m 14 本, 海拔 1,800 m 18 本, 計 32 本																
○測線長	<table border="0"> <thead> <tr> <th></th> <th>海拔 2,700 m</th> <th>海拔 1,800 m</th> <th>計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>主測線</td> <td>3,600 km</td> <td>1,590 km</td> <td>5,191 km</td> </tr> <tr> <td>交叉測線</td> <td>800 km</td> <td>379 km</td> <td>1,179 km</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>4,401 km</td> <td>1,969 km</td> <td>6,370 km</td> </tr> </tbody> </table>		海拔 2,700 m	海拔 1,800 m	計	主測線	3,600 km	1,590 km	5,191 km	交叉測線	800 km	379 km	1,179 km	計	4,401 km	1,969 km	6,370 km
	海拔 2,700 m	海拔 1,800 m	計														
主測線	3,600 km	1,590 km	5,191 km														
交叉測線	800 km	379 km	1,179 km														
計	4,401 km	1,969 km	6,370 km														

- 地磁気伏角 14°N
- 地磁気偏角 0°
- 全磁力値 40,000γ

航法は目視によって行い、5万分の1地形図と比較しながら航空機を誘導したため、予定測線上で測定することが困難な場合が多く、標定後隣接測線との間隔が大きすぎる場合には再測を行った。航空機の対地速度は約130ノット(約240km/h)、空中磁力計の測定間隔は4秒である。

測定に使用した航空機及び測定機器はすべてBMG所有のもので、明細は次のとおりである。

- 空中磁気探査用航空機 : セスナ402型(双発エンジン)
- 高感度空中磁気探査用プロトン磁力計 : Varian V-4914型
- 高感度定点プロトン磁力計 : Geometrics G-826A型
- 水晶時計 : Varian GP-109型
- 気圧高度計 : United Instrument 5934A-A69型
- 35%航跡用スリットカメラ : Automax G-2型
- アナログ記録計 : Hewlett-Packard 680型
- デジタルデータ収録装置 : Varian V-4991型

1-7-2 探査結果

得られた全測定データに日変化補正を施し、全磁力図を作成、次に国際標準地球磁場を差し引き磁力変化図を作成したが、測定高度が海拔1,800mと2,700mと異っているため、海拔1,800mの磁力変化図を海拔2,700mへ上方接続し、海拔2,700m磁力変化図と合成することによって、全域を覆う2,700mの磁力変化図を作成した。

解析は、基礎データの不足から定性的なものにとどまったが、超マフィック岩類等の高磁性岩体の分布と地質構造の概要を把握することができた。

解析結果は次のとおりである。

全磁力図によれば、ミンドロ島は次の3地域に分けられる。

I 南部地域：北緯12°40'付近より南部の地域で、こゝでは東西系の等磁力線が卓越し、勾配は小さく、磁性岩体の存在は考えられない。これはMansalay層の砂岩、頁岩及びSablayan, Socorro層群の石灰岩又は石灰質岩など、厚い非磁性堆積岩の分布に対応している。

II 中央部地域：上記緯度付近より、Halcon山とMamburaoを結ぶ付近まで広がる地域で、ここではNW-SE系の等磁力線が卓越し、半波長5~10kmの磁気異常群がNW-SE方向に雁行して分布している。これら磁気異常群の連続性から、NW-SE, NNW-SSE系の磁気不連続線の存在が推定できる。

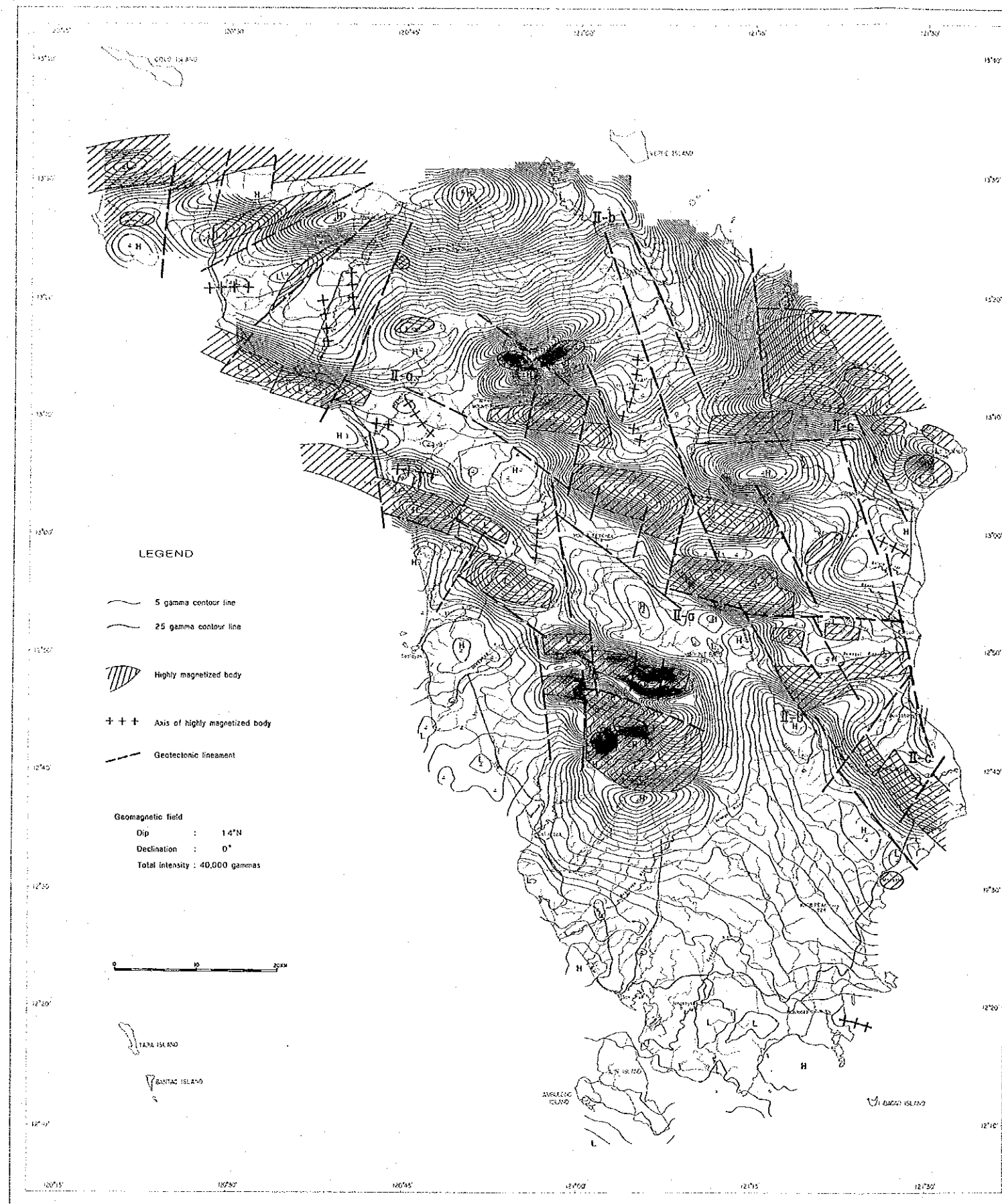


Fig. 9 Interpretation Map of Airborne Magnetic Data

このうち、大規模なものとして、Sta. Cruz 北東の Pamucuban 山から Fatchel 山にかけて走る不連続線 (II-a), San Teodoro から Bongabong 川上流に並行し、Roxas に至る NNW-SS E 方向の不連続線 (II-b, Mindoro 断層に相当) 及び Naujan 湖東方から Bongabong に伸びる WNW-ESE 系の不連続線 (II-c) が存在する。

これらの不連続線に規制されて、断続して分布する磁気異常群の多くは超マフィック複合岩体に因ることが明らかになった。

又、Mamburao から Sta. Cruz にかけて得られた磁気異常も、超マフィック岩類の分布域と一致している。しかし Baco 山南西方の大規模磁気異常は、Lumintao 層の玄武岩が露出する地域に位置しており、Pintin 超マフィック複合岩体の延長上にあることから、超マフィック岩類の潜頭岩体の存在が予想される。

一方、北東部には、第四紀火山噴出物による磁気異常が数箇検出されるとともに、Naujan 湖北部から北方海域にかけて大規模高磁性岩体の存在が推定される。

Ⅲ 北部地域：Mamburao 及び Halcon 山より北側の地域で、ここでは E-W 系の等磁力線が卓越している。

Mamburao 付近で検出された、NE-SW 系の不連続線及びこれに並行する磁気異常は、Mamburao 断層及び超マフィック複合岩体に対応している。又、北部海岸より北方海域にかけて得られた高磁気異常は、深部に超マフィック岩類等から成る大規模な高磁性岩体の存在を示唆している。

1-8 地質構造

本地域は5つの地質構造帯に区分される。それらは、①中央隆起帯、②Paluan 隆起帯、③Mamburao ベーズン、④南西部ベーズン、⑤東部ベーズンである (Fig. 10)。

中央隆起帯及び Paluan 隆起帯は Halcon 変成岩類と Baco 層群より構成され、Mindoro 島の山地部を形成しており、それらは Mamburao ベーズンによって分断されている。この Mamburao ベーズンと南西部ベーズン及び東部ベーズンは Mamburao 層群から Socorro 層群までの一連の新生代の堆積物より構成されており、本地域の低地帯を形成している。

Fig. 10 から明らかなように、大規模な断層及び超マフィック複合岩体の貫入は、主としてこれらの隆起帯とベーズンの境界部に生じている。

これらの構造帯の分布図や地質図等から、本島の構造は全体として NW-SE 系の軸を持つ大きな背斜状構造を示していることが明らかである。

次に本地域には、NW-SE 系、NE-SW 系及び E-W 系の3系統が認められる。

NW-SE 系は本地域で最も顕著な構造方向であり、本島もこの方向に伸長した形を呈している。したがってこの系統の構造は本地域全体で認められ、断層、褶曲、各層群の一般走向、

及び貫入岩類の貫入方向に示されている。このうち断層は、延長60 kmに達するミンドロ断層、延長50 km以上のWasig断層に代表され、これらは東落ちの重力断層で、中央隆起帯と東部ベースンの境界を成している。これらのほかにSablayanの東方にも急傾斜な西落ちの重力断層があり、又、Balete川上流の周辺部にはミンドロ断層とWasig断層から分岐した断層が馬尾状に分布している。褶曲は中央部のMansalay層中に波長の長い大規模な背斜構造が存在する。このほかに軸の延長が2~10 kmで波長が1~2 km程度のものが、南部に分布するSablayan層群、Bongabong層群及びSocorro層群中に認められる。次に本系統の貫入方向を示す貫入岩には、超マフィック複合岩体のBongabong、Pintin、Igsosoの各岩体とBalete小岩体群がある。これら本系統の構造を形成した活動時代は、Baco層群の堆積後、つまり白亜紀以後に始まり、更新世までの間と考えられるが、最も激しく活動したのは更新世であろう。

NE-SW系を示す構造には褶曲と断層がある。褶曲にはBaco層群中に発達する古期のものと、Mamburaoベースン中に認められる新期のものが存在する。前者は波長が1~10 kmで、軸の延長は3~10 km程度であるが、後者はそれより規模が大きく、波長15 km以上、軸の延長は30 km以上ある。次にこの系統の断層には、MamburaoベースンとPaluan隆起帯の境界を形成するMamburao断層があり、これは延長25 kmに及ぶ東落ちの重力断層である。このほかにLumintao川中流付近にもこの系統の断層が認められ、そこではE-W系やNW-SE系とともに陥没構造を形成している。本系統の構造を生じた活動は上述したように2時期あるものと考えられ、古期の活動はBaco層群の堆積後のジュラ紀末~白亜紀初期、又新期の活動はSablayan層群の堆積後の鮮新世~更新世であると考えられる。

E-W系の構造は、ミンドロ断層に沿って分布する断層、Ogos岩体及びLiwlilw岩体の伸長方向、更にSta. Cruz西方のMansalay層中に発達する褶曲構造に示されている。本系統の構造は特にOgos岩体周辺からSta. Cruz及びMamburaoの一带に発達している。この系統は超マフィック複合岩体の貫入方向を規制し、NW-SE系によって切られていることから、それぞれ形成された時代はジュラ紀末期から白亜紀にかけてであると考えられる。

1-9 地 史

本地域で層序的に最も古い地層はHalcon変成岩類であるが、それとBaco層群との関係が整合的であるという野外データが局部的ながら得られたことにより、ミンドロ島には古生界が露出していない可能性が大きい。

ジュラ紀には大規模な沈降運動が起こり、本地域にはBaco層群の堆積盆が発達し、前期には厚い砂岩及び頁岩層、後期には激しい火山活動による厚い玄武岩溶岩層を形成した。

ジュラ紀末期からは造山運動が始まり、これに広域変成作用が伴われたものと考えられる。

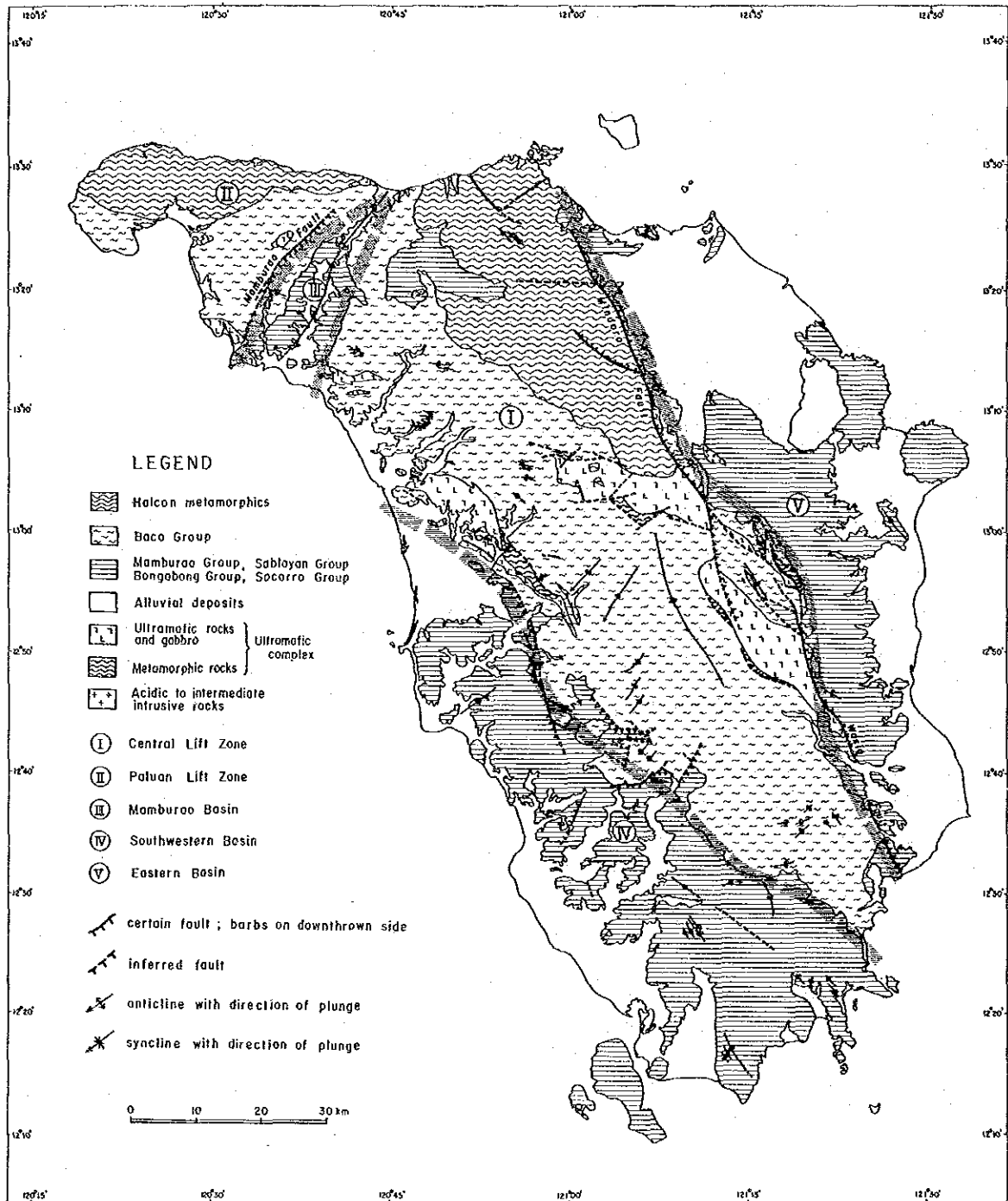


Fig. 10 Tectonic Map of the Survey Area

この運動によって Baco 層群はまず NE-SW 系の褶曲が形成され、引き続いて NW-SE 系と E-W 系の構造が上昇量の異なるブロックの間に形成された。このブロック間に生じた断裂に沿って超マフィック複合岩体が貫入した。

第三紀に入ると、海進、海退が繰り返されるようになり、Mamburao 層群に続いて、浅海性の堆積相を示す Sablayan 層群と Bongabong 層群が堆積した。又、始新世～漸新世には一連の造山運動に伴った酸性～中性の深成岩の貫入活動が起こり、これによって鉄鉱床が形成された。

第四紀更新世に主として堆積した Socorro 層群の堆積環境は、上記の第三紀層と異なり、礫性石灰岩以外はほとんど陸域である。

ジュラ紀末から始まった上昇運動による NW-SE 系の構造の形成は、鮮新世から更新世にかけて顕著となり、ミンドロ断層、Wasig 断層等が形成された。これらとほぼ同時期に Mamburao 付近には、この系統と直交する NE-SW 系の向斜構造と Mamburao 断層が形成された。

第2章 鋳床及び鋳化帯

2-1 鋳床・鋳化帯の概要とその分布

ミンドロ島には Fig. 11 及び Table 9 に示すように多数の鋳床及び鋳床帯があり、このうち、砂金、重晶石、大理石及びジェード（硬玉）の6鋳山が稼行中である。これらは、中生代末と考えられる超マフィック岩類及び古第三紀の閃緑岩類の活動に関係している。

金鋳床は島名（Mina de Oro → Mindoro）が示すように、古くから有名で、北東部の San Teodoro 地区と南西部の San Jose 地区において、川砂から砂金を採集している。

銅の鋳化帯は、中央山脈の東側を縦走するミンダナオ断層及び Wasig 断層に接近し、古第三紀の閃緑岩類の活動に関係する鋳脈型である。局部的に高品位を示すが、小規模と思われる。

ニッケル・クロムの鋳化帯は、東側と西側の各所に分布する超マフィック複合岩体中にあり、一部において探査が行われたことがある。クロム鉄鋳の鋳体は、ダナイト又はハルツパージャイト中に塊状に賦存するタイプとダナイト中に層状に賦存するタイプがあり、本調査によって、小規模の新露頭が数多く発見された。

鉄鋳床は、石灰岩中に賦存する接触交代型の磁鉄鋳床であり、中央山脈北部の山頂部に密集している。鋳石は良質で、2～3の鋳床では1,000万トン級の推定鋳量が期待できる。

次に非金属鋳床として、重晶石、大理石、ジェード、石炭等を挙げることができる。重晶石鋳床は、南東部のジュラ紀の堆積岩中に賦存する鋳脈型鋳床で、現在小規模に採掘又は開発準備が行われている。

大理石は、北部の Puerto Galera 付近で、Halcon 変成岩類に含まれる結晶質石灰岩を対象として、2鋳山が日産数 m^3 の小規模採掘を行っている。

ジェード（硬玉）はミンドロジェードと呼ばれ、淡緑色～濃緑色の絹雲母の集合体から成る。現在北西部で1箇所採掘中である。ジェードはジュラ紀の石灰岩中に賦存する石英脈に伴っている。

石炭は、南東部の第三紀中新世の堆積岩中にだけ賦存する褐炭（発熱量：無水無灰基換算で6,100～7,100 kcal/kg）で、2地区内で厚さが0.75～2.00mの炭層を7層確認した。なお BMG 資料（1955）によれば、埋蔵鋳量として約700万トンを計上している。

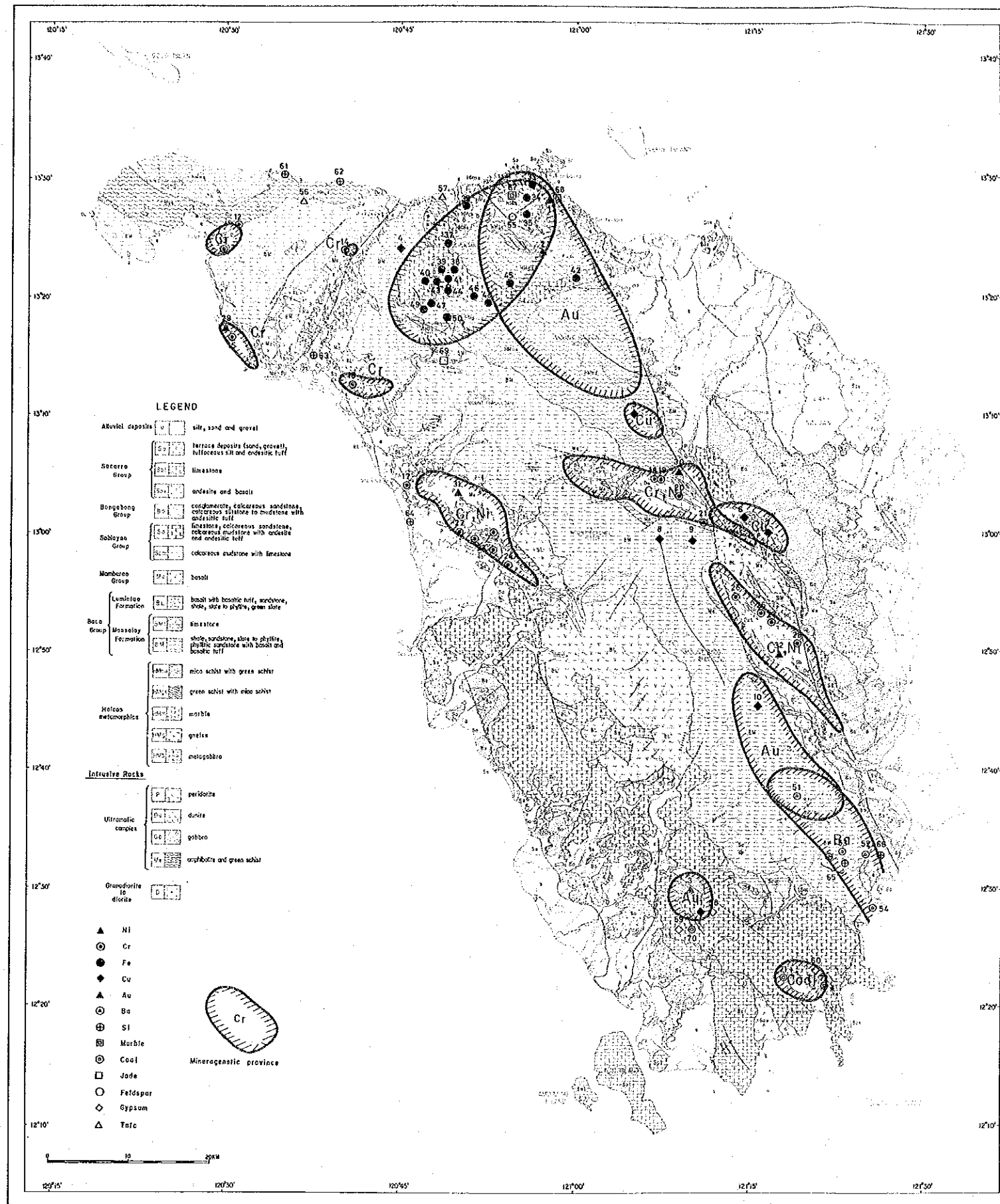


Fig. 11 Mineragenetic Province of the Survey Area

2-2 鈹床各説

ミンドロ島における鈹床は次のとおりである。

2-2-1 砂金鈹床

BMGの未公表資料によると、ミンドロ島の砂金生産量は、東ミンドロ州で50g/日、西ミンドロ州で10g/日と推定されている。

東ミンドロ州の砂金は、Halcon変成岩類が分布している地域の各河川から、Sluice Box(俗称ねこ流し)又はパンニングを使って採集している。中でも北部のPuerto Galera~San Teodoro間のDulangan川(Fig.11中のNo.1,以下同じ)及びBinaybay川(No.2)が産金地として有名である。この変成岩類地域には、火成岩の活動がほとんど認められないことや、最近Dulanganにおいて、山腹の残留土壌中に金が含まれることが判明したことから、砂金はHalcon変成岩類に由来すると考えられる。

西ミンドロ州の砂金は、San Jose北東Labangan川上流(No.3)で採集されており、その分布地区はBongabong層群の礫岩層(Miranda(1980)のPonso礫岩層)の分布範囲と一致している。したがってこの砂金は礫岩層に由来するものと考えられる。

東・西ミンドロ両州とも、川砂の厚い堆積は、流速が減少する所に限られ、その範囲が大きいので、砂金鈹床は極めて小規模と推定される。

2-2-2 銅鈹化帯

銅の鈹化帯は、中央のミンドロ断層及びWasig断層周辺に6箇所(No.5, 6, 7, 8, 9, 10)、北部(No.4)と南部(No.11)に各1箇所存在し、閃緑岩類の貫入に関係している。

Pula川上流のMasnon(No.5a)、Manamburao(No.6b)、Shawood(No.6c)及びBambanon(No.7)の4鈹徴は、Lumintao層の玄武岩又はカンラン岩体中に発達する断層裂かを充填した黄銅鈹-磁硫鉄鈹-石英脈で、少量の閃亜鉛鈹や黄鉄鈹を伴っている。鈹化作用は閃緑岩類に関係し、この地域を通るNNW-SSW系地質構造線によって生じたNE-SW系裂かを充填しているものと考えられる。

脈幅は0.10~0.30mで、Manambarao(脈幅1.01m)を除いて劣勢である。Cu品位は2.5%以下がほとんどであるが、カンラン岩中の脈中ではAu: 8~14g/T, Cu: 12~15%の高品位を示す。

これらの露頭を包含する地域で行った土壌地化学探査では、全般にCu, Pb, Znの含有量が低く(Cu: 3-168ppm, Pb: 0-38ppm, Zn: 3-151ppm)、露頭付近でも顕著な地化学異常を検出できなかった。母岩の変質もほとんど認められないので、鈹化作用は小規模と判断される。

次に、南部のBongabong川中流のAcliang and Pajo鈹化帯(No.10)は、Mansalay層の

片理に沿う鉍脈型で、鉍石鉍物は、磁硫鉄鉍を主とし、黄銅鉍、閃亜鉛鉍及び黄鉄鉍を少量伴っている。火成岩としては、東方1.0 kmの超マフィック岩類と東南東約1.0 kmの石英閃緑岩があるが、未確認ながら、鉍化帯近くに酸性岩の岩脈がある模様(BMG, 1974)であるので、鉍化作用は後者に関係すると思われる。

2-2-3 クロム鉍化帯

本鉍化帯は、超マフィック複合岩体中に限って存在し、多数のクロム鉄鉍露頭と転石帯がある。

超マフィック複合岩体は、前述のように、東部と西部の構造線に沿って大規模に分布するもの(Ogos, Bongabong, Pintin 岩体で、各露頭面積が200 km²程度)と、各所に貫入する小規模のもの(Paluan, Iasoso, San Vicente, Liwliw, Balete の岩体で各露頭面積は数1 km²)があり、前者には、ダナイト、ハルツバージャイト及びレールソライトから成る層状構造が認められる。

本調査により、Baleteを除く全岩体中にクロム鉄鉍の鉍徴を認めたが、その形態、組織及び岩質の関係をまとめるとTable 6のようになる。

Table 6 Characteristics of Chromite Showing

Name of Mineral Showings	Type	Texture of Ore	Extension	Host Rock	Remarks
Ogos No. 1 (18)*	layered, disseminated	idiomorphic ~ hypidiomorphic	W: 6.5m, L: 10m+	dunite	
Ogos No. 4 (21)	disseminated, network	idiomorphic ~ xenomorphic	disseminated zone W: 5 m+	harzburgite	
Banus No. 2 (27)	layered, lenticular	idiomorphic ~ xenomorphic	max. size of one orebody T: 1 m, L: 4 m	dunite	It is composed of many small lenticular bodies
Masbo (25)	massive, lenticular	idiomorphic ~ hypidiomorphic	max. size of one orebody W: 0.3 m, L: 1.5 m	dunite	Orebody occurs in the sheared zone
west (22)	massive, lenticular	idiomorphic ~ xenomorphic generally cataclastic	size of orebody on No. 1 showing max. 1.0 x 0.2 x 0.2 m	harzburgite	No. 1 showing consists of a few lenticular bodies
central (23)					
east (24)					
San Vicente (14)	massive, lenticular	idiomorphic, cataclastic	max. size of one orebody W: 0.1 ~ 0.5 m, L: 3 m	harzburgite	Orebody occurs in the sheared zone
Iasoso (15)	layered, disseminated	xenomorphic	No. 1: 0.4 x 1.9 x 6.0 m	dunite	
Liwliw (16)	massive, lenticular	xenomorphic, cataclastic	max. size of one orebody 0.1~0.2 x 3.0 x 1.5 m	harzburgite	Orebody is distorted by small faults or shearing.

* ... This number corresponds to the number in the inventory map and table.

すなわち、クロム鉄鉍のうち、層状又は縞状を呈する鉍体は斑状~鉍染状鉍から成り、結晶は自形が多い。これらはせん断作用を受けた形跡がないので、固結後大きな移動がなかったことを示している。これに対し、塊状を呈する鉍体中のクロム鉄鉍は塊状であり、断層に沿うか、断層によって転位する場合が多い。結晶は他形・破片状で、カタクラスチック組織を有し、固結後の移動を示唆している。このタイプは、圧縮や引張作用により、芋状又はレンズ状をなすことが多い。

代表的な例として、ハルツバーシャイト中の San Vicente 鉍体と、ダナイト中の Ogos 鉍体の産状を示す。

San Vicente 鉍体 (No. 14)

本鉍体は、Abra de Ilog の南西 8 km の丘の頂上にあり、州道より徒歩で 40 分を要する。

このカンラン岩岩体は小規模 (1.5 km × 1 km) であり、ハンレイ岩及び細粒閃緑岩によって貫かれている。

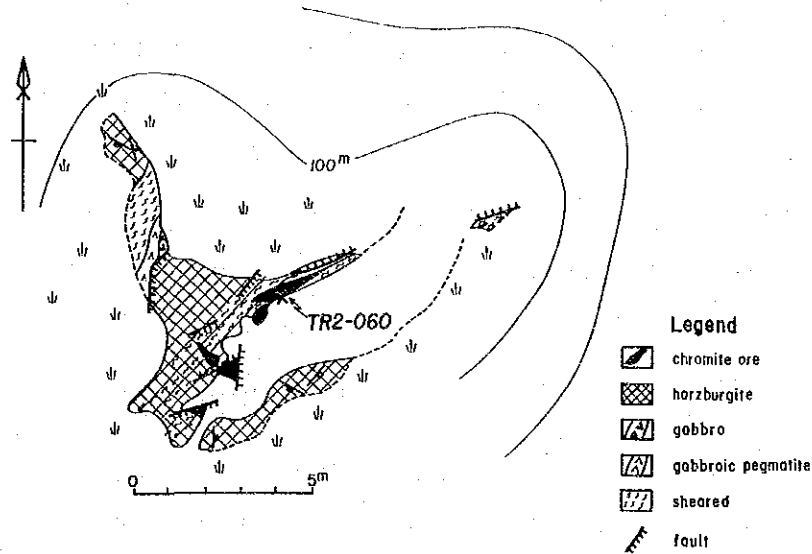


Fig. 12 Geological Sketch of San Vicente Chromite Deposit

クロム鉄鉍鉍体は、ち密塊状で、ハルツバーシャイト中に芋状に賦存し、母岩とは NE-SW 系の小断層又は剪断帯によって明瞭に境されている。露頭幅は 0.4 m であるが、転石からみて、中心部は 2.0 m 以上あったと判断され、鉍体の規模は数 10 トン程度と推定される。

鉍石は鏡下では、1~2 mm 大の自形のクロム鉄鉍とごく少量の針状磁鉄鉍 (幅 0.01 mm) から成り、約 30° で交叉するせん断面が発達している。

分析品位：

Sample No.	Cr ₂ O ₃ %	Fe %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	MgO %	Ni %	Co ppm
TR2-060 (露頭) 塊状鉍	27.35	10.12	2.88	32.78	18.66	0.14	139

Ogos 鉍体 (No. 18)

本鉍床は Magasawangtubig 川の西支流 Ogos 川の枝沢にあり、Villacerveza の南南西 10 km に位置する。

超マフィック複合岩体は、ここでは東西 22 km、南北 10 km の規模を有する。主としてダナイトとハルツバーシャイトより成り、層状構造が顕著である。

クロム鉄鉍の露頭は、本調査で発見したもので、ダナイト中に層状に賦存している。鉍体は縞状を呈し、中心部の斑状鉍から盤際に向かって鉍染鉍となり、粒度を減じながら、クロム鉄鉍のかなり散在する母岩のダナイトへと漸移している。トレンチ調査によつて鉍体幅が 6.5 m であることが確認されたが、ダナイトの分布状況から、鉍体は走向方向へある程度連続することが期待される。

鉍石は、鏡下では、粒径が 0.5 ~ 1.5 mm 大のやや丸みを帯びた自形のクロム鉄鉍から成り、中心部では多少粗粒 (0.3 ~ 2.0 mm) になっている。せん断作用による割れ目は認められない。

鉍石の平均分析品位

	Cr ₂ O ₃ %	Fe %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	MgO %	Ni %	Co ppm
中心部 (塊状~斑状)	33.71	12.35	17.54	9.47	21.63	0.13	191
盤 際 (鉍 染 状)	27.05	12.69	13.24	14.80	23.05	0.13	173

クロム鉄鉍の化学組成については、地域によつて多少異なっている。すなわち Bongabong 岩体中の鉍石は Cr-Fe に富み (Cr: 45%, Fe: 12%, Al₂O₃: 13%), Zambales の Acoje 鉍山と同様、金属用に属する。Pintin の一部のもものは Al₂O₃ に富み (Cr: 32%, Fe: 9%, Al₂O₃: 25%), 同じく Zambales の Masinloc 鉍山と同様、耐火物用に属する。又、位置的に両者の中間にある Ogos 岩体中の鉍石は、中間的成分を示すものが多い。

鉍化帯の規模については、Ogos 鉍体以外は連続性に乏しく、それぞれ数トン~100トン程度と推定される。

2-2-4 鉄 鉍 化 帯

本鉍化帯は、中央山脈北部の山頂部付近に分布する、Sablayan 層群の石灰岩地帯に多数散在している。いずれも古第三紀の石英閃緑岩~閃緑岩の貫入に係る接触交代鉍床で、磁鉄鉍を主とし、赤鉄鉍、スカルン鉍物を伴っている。Mamburao 川上流に、比較的規模の大きい 3 鉍床 (Nagsabongan, Lasala, Lapa-ao) があり、Pagbahan 上流にも 1 鉍床 (Dayap) がある。前者については、鉍床の広がりを確認するため、地上磁気探査を行った。各鉍床の概要は下記のとおりである。

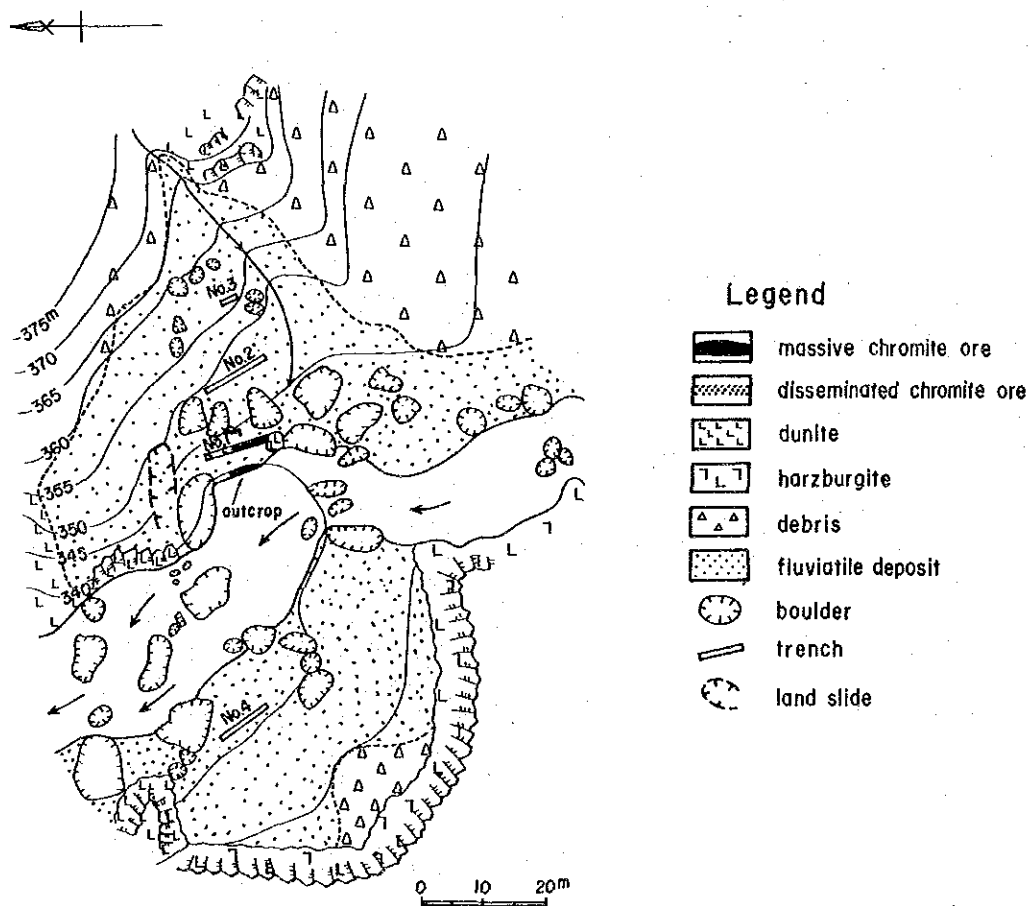
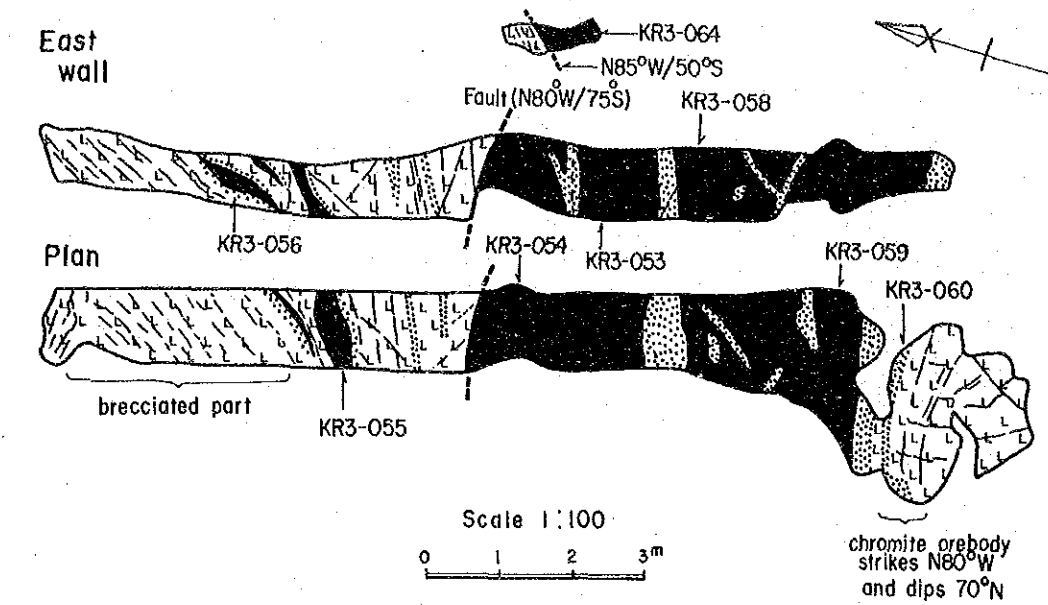


Fig. 13 Geological Sketch of Ogos Chromite Orebody (No.1 Trench)

635
AP

Nagsabongan 鉄床 (No. 39)

本鉄床は、Mamburao 川の東支流 Nagsabongan 川の北側の海拔 700 m にあり、東西 130 m 南北 50 m、高さ 40 m の露頭が急崖をなしている。

鉄石鉄物は、ほとんど磁鉄鉄で、細粒 (0.02 mm 大) の黄鉄鉄や黄銅鉄が微量認められる。磁鉄鉄の割れ目に沿って赤鉄鉄化が進んでいる。

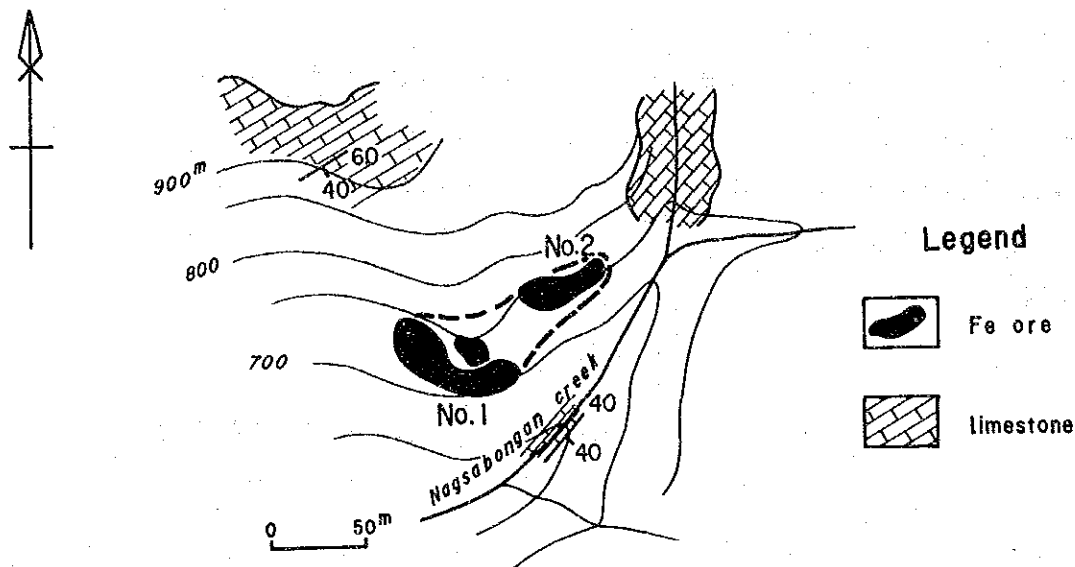


Fig. 14 Geological Map of Nagsabongan Iron Deposit

露頭の平均品位は次のとおりである。

Fe %	Cu ppm	V ppm	TiO ₂ ppm	P ppm
67.32	61	12	44	111

この露頭のすぐ西側には、石英閃緑岩の小岩株が貫入しており、これらを取り囲んで、緑レン石スカルン帯が分布している。

磁気探査結果では、この鉄体は半径 100 m の球状をなすと想定され、鉄量は比重 4.0、安全率 50% として $\frac{1}{2}\pi \times 100^3 \times 4.0 \times 0.5 = 800$ 万トンが見込まれる。磁気探査ではこのほか Nagsabongan 川の東斜面でも異常 (半径 80 m の球状体と仮定して、鉄量は $\frac{1}{2}\pi \times 80^3 \times 4.0 \times 0.5 = 400$ 万トン) を検出した。

Lasala 鉄床 (No. 40)

Nagsabongan 鉄床の南西 3 km、海拔 400 m に位置する。1961~1964 年に Mayorga Mining Co. が探鉄を行っており、Mamburao 川の西斜面に多数のトレンチ跡がある。磁気異常は、Mamburao 川を挟んで 2 箇所現れているが、それらの中心は、河床礫の堆積した川岸

にあるため、産状は明らかでない。磁気異常の形状から球状モデルが適当と考えられ、鉱量は、IIa 鉱体で $\frac{1}{2}\pi \times 100^3 \times 4.0 \times 0.5 + \frac{1}{2}\pi \times 75^3 \div 2 \times 4.0 \times 0.5 = 1,000$ 万トン、IIb 鉱体で $\frac{1}{2}\pi \times 100^3 \times 4.0 \times 0.5 = 800$ 万トンと推定される。

露頭の平均品位は次のとおりである。

Fe %	Cu ppm	V ppm	TiO ₂ ppm	P ppm
61.10	455	94	183	348

Lapa-ao 鉱床 (№49)

上記 Lasala 鉱床の南方 3.5 km の Lapa-ao 川上流、海拔 500 ~ 550 m に位置する。

鉱床の露頭は Lapa-ao 川の支流に沿う約 200 m 間において断続して認められる。鉱石は、Nagsabongan 及び Lasala 鉱床の鉱石に比較して、構成鉱物や組織は変りないが、Lapa-ao の方がスカルンの混入率が高い。

露頭の平均品位：

	Fe ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	S %	P %	TiO ₂ %	As %
塊状 鉱	53.49	4.70	0.35	0.19	0.047	0.009	0.001
混入 鉱	31.93	-	-	-	0.021	0.010	-

磁気異常帯は、この露頭を中心として南東へ伸びており、半径 150 m の球状異常体（鉱量は $\frac{1}{2}\pi \times 150^3 \times 4.0 \times 0.5 = 2,800$ 万トン）と半径 90 m、長さ 150 m の円筒状異常体（鉱量 $90^2 \pi \times 150 \times 4.0 \times 0.5 = 800$ 万トン）モデルが考えられる。

2-2-5 重晶石鉱床

本島の重晶石鉱床は、南東部の Mansalay 層中に賦存する鉱脈型で、Taoga (№51)、Mansiol (№54) ほか 1 鉱床 (№53) と 1 鉱徴 (№52) がある。

Taoga 鉱床は、1974 年より採掘を休止していたが、1982 年に Philhispano Inc. が再開し、現在、海拔 700 m の山腹に露出する 2 条の重晶石脈（走向・傾斜 N40°E, 30°S, 脈幅 0.5 ~ 1.2 m）を採掘中。BaSO₄ 品位 84%。脈際変質帯に少量の金 (1.5 g/T) を含む。

Mansiol 岬鉱床は、第 2 年次のトレンチで確認した重晶石脈で、N20°E, 70°N の走向傾斜を有する。脈幅 1.2 ~ 1.6 m で、90 m 以上連続している。本鉱床は現在 Filhispano Inc. が開発準備中である。

この地域の重晶石の鉱徴は、Fig. 19 に示すように NW-SE 方向に配列しており、さらにこの NW 延長線上に、金を含む珪化帯と銅の鉱徴地が存在する。このような配列は、Mansalay 層の背斜構造又はミンドロ断層に関係があり、恐らくこの構造線に沿って、古第三紀の閃緑岩が貫入し、その後火成活動として、金、銅、重晶石の鉱化作用が行われた。

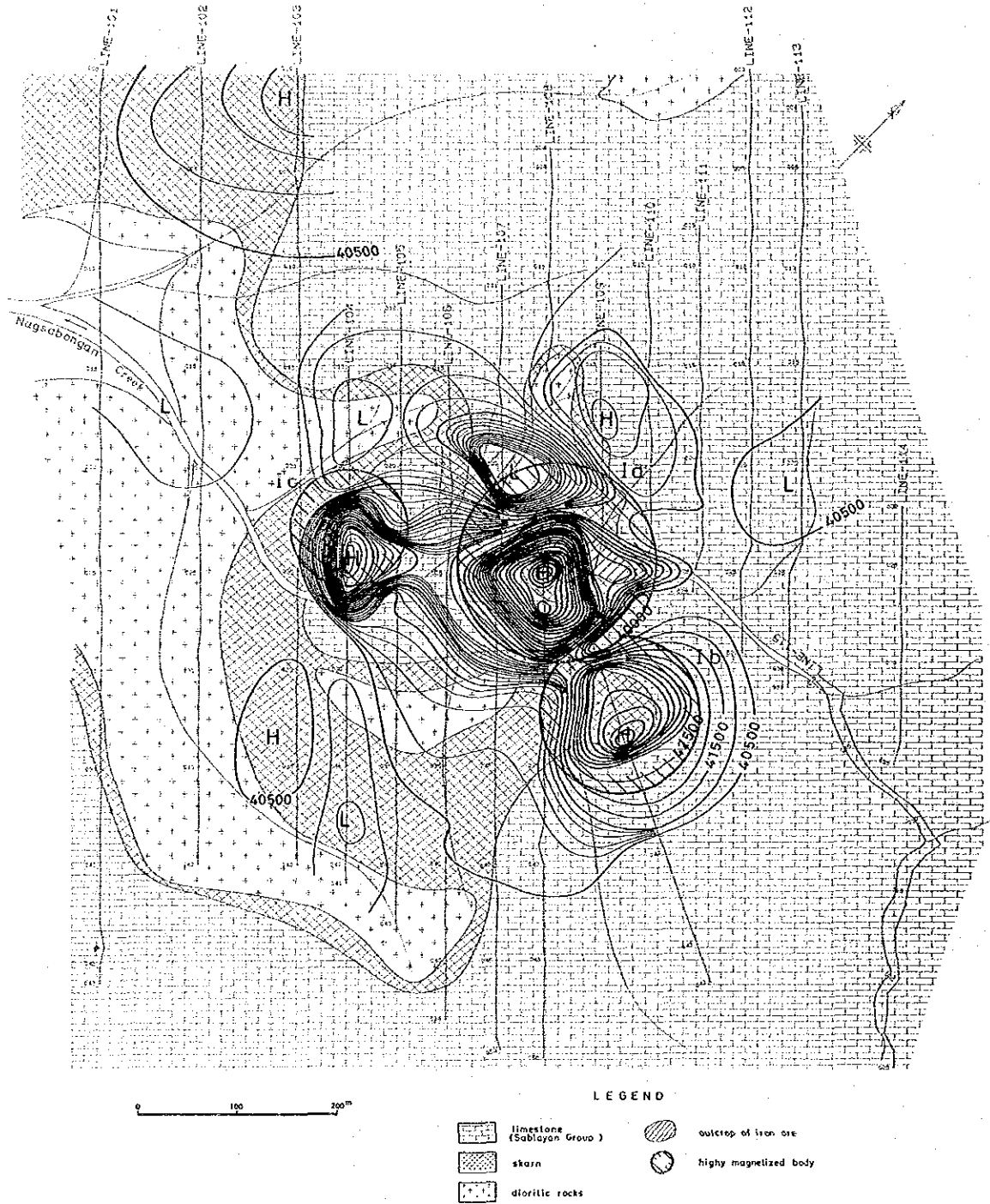


Fig. 15 Interpretation Map of Ground Magnetic Data on Nagsabongan Iron Deposit

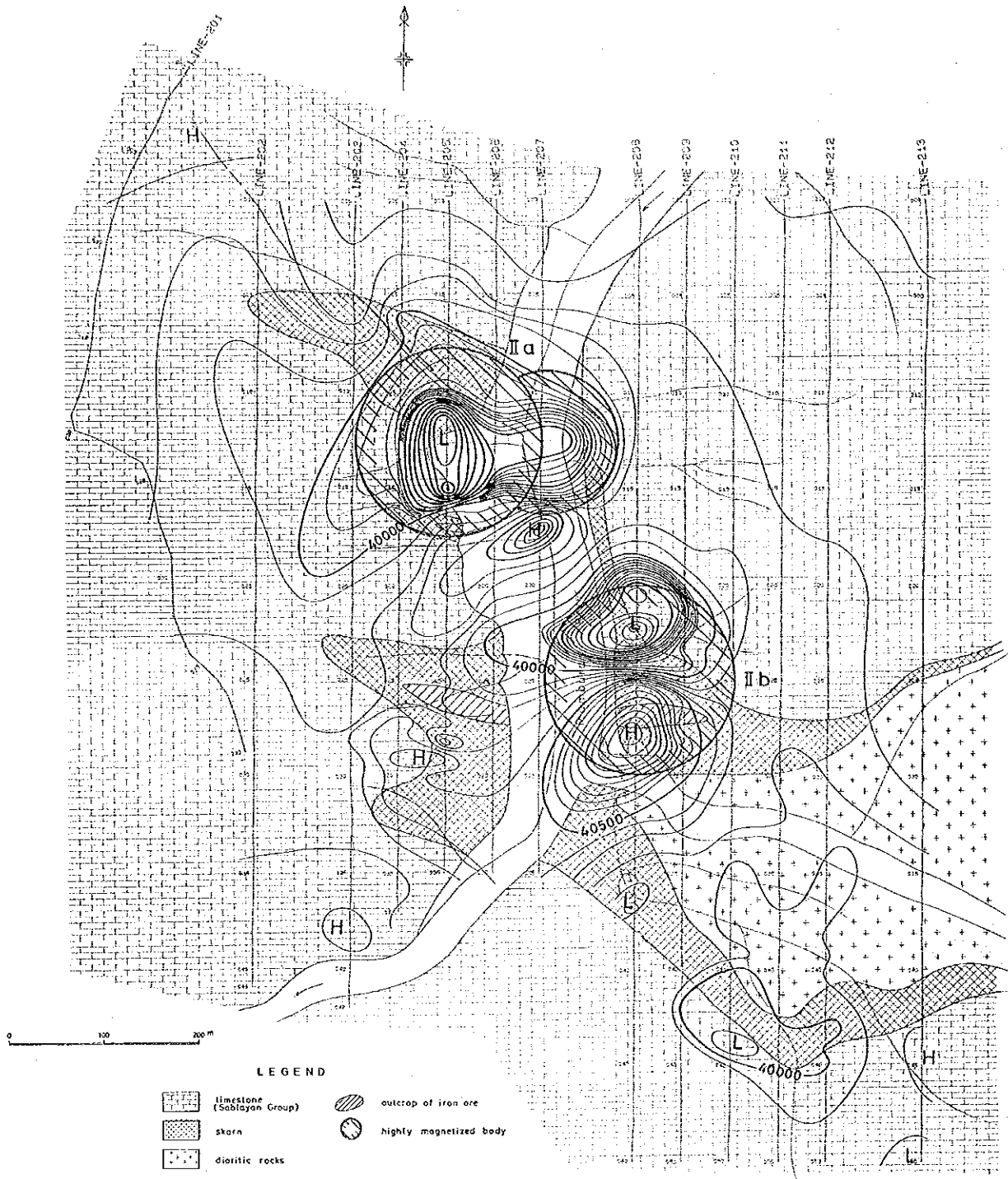


Fig. 16 Interpretation Map of Ground Magnetic Data on Lasala Iron Deposit

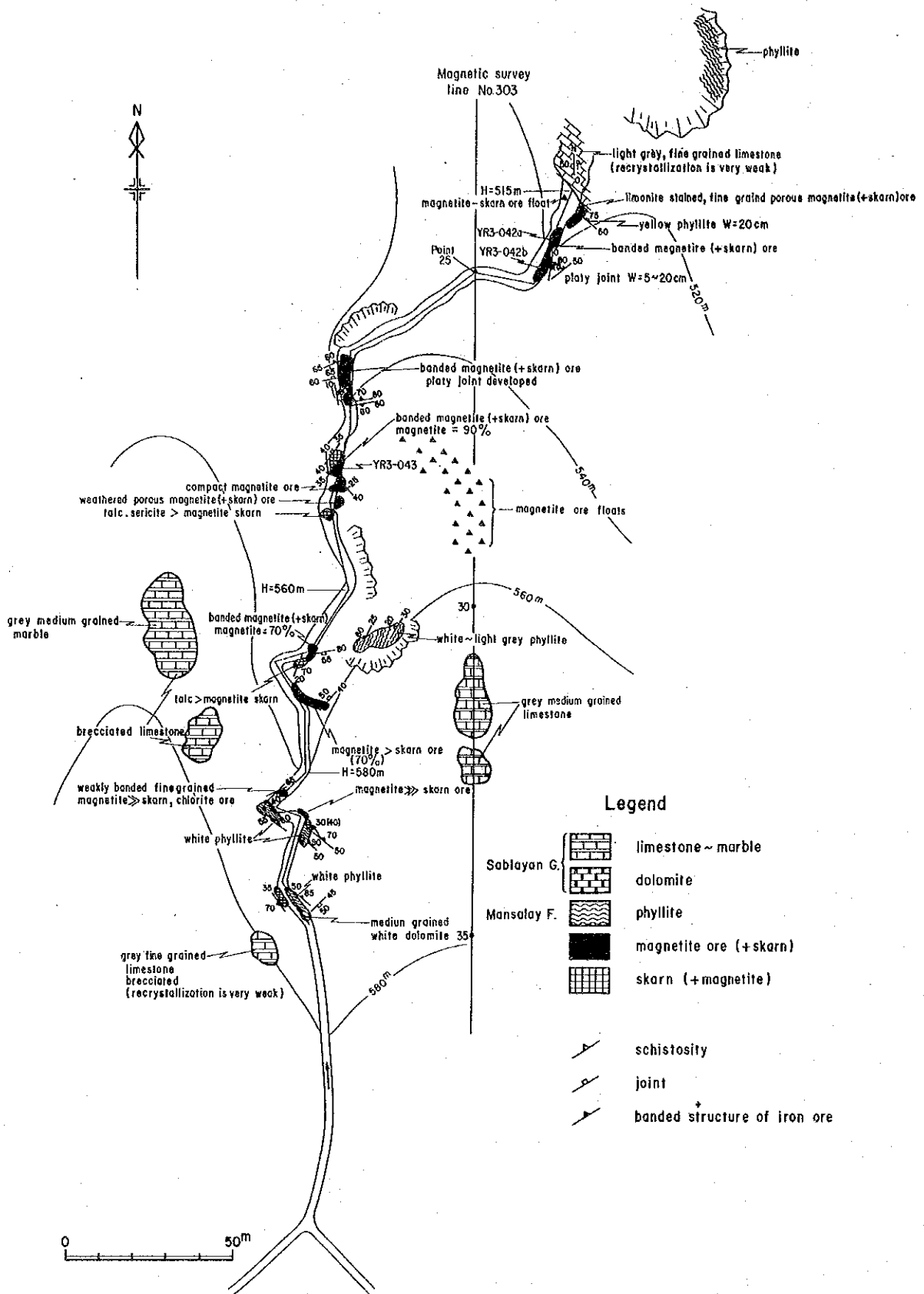


Fig. 17 Geological Route Map of Lapa-ao Iron Deposit



Fig. 18 Interpretation Map of Ground Magnetic Data on Lapa-ao Iron Deposit

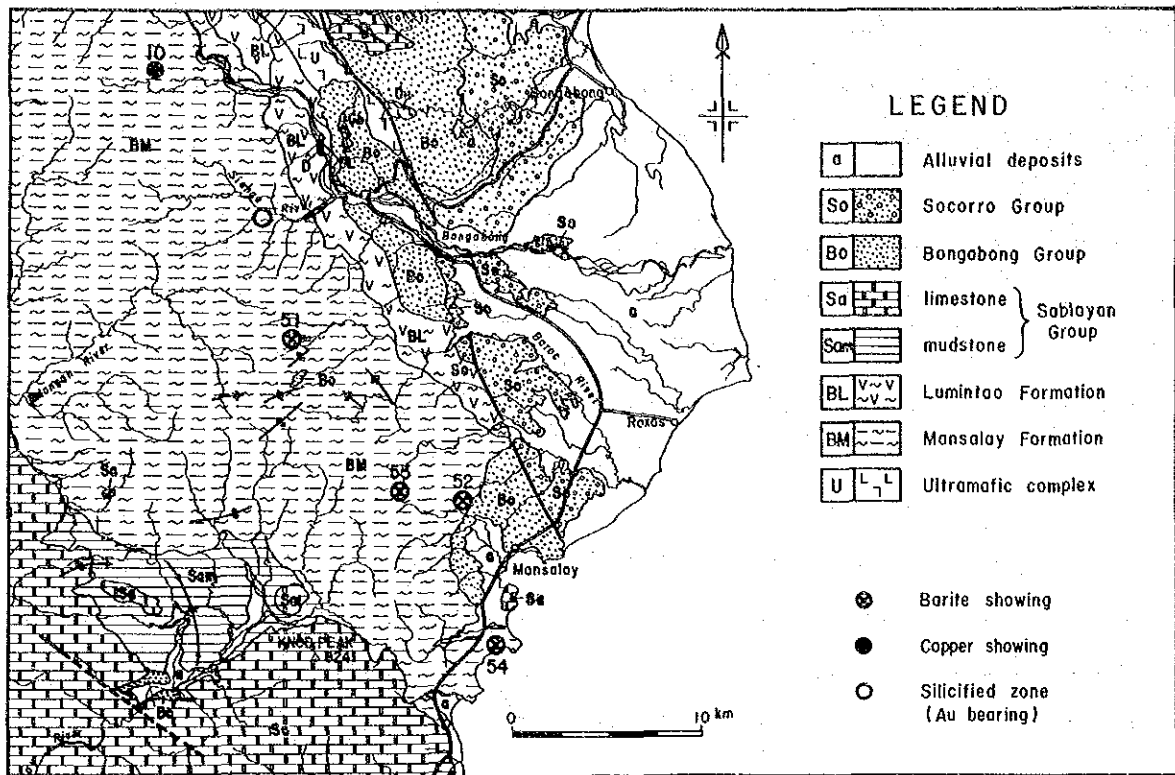


Fig. 19 Location Map of Mineral Showings in the Mansalay Area

2-2-6 珪砂 鋇床

本島の珪砂鋇床は、Halcon 変成岩類に由来する石英粒が海浜で堆積したシリカサンドと、Mansalay 層のアルコースが現地風化したものに分けられる。

前者は、北西部の海岸に小規模に分布し、 SiO_2 品位 80~79%、鋇量は数千トン級である。

後者は、Mansalay 北西 3 km の山腹部に露出する 2 層粗粒のアルコースを対象としている。層厚はいずれも 500~1200 m、走向方向に 3 km 以上連続する。BMG 資料による品位は、 SiO_2 : 74.5~86.8%。原岩の固結度が高いので、石英粒の分離に関して、技術的、経済的検討が必要である。

2-2-7 大理石 鋇床

大理石鋇床は Halcon 変成岩類に属する大理石で、現在 2 鋇山 (No. 67, No. 68) が日産 2m³ 程度の操業を行っている。大理石は、白色・細粒 (粒径 0.2~0.4 mm) の塊状岩で、層厚は 50~200 m、走向延長 800~2,000 m に及んでいる。

2-2-8 ジェード鉱床

本鉱床は、Mansalay層の石灰岩中に賦存する脈状の鉱床であり、淡い濃緑色の絹雲母から成る軟質岩である。本島では、西部のPagbahán川上流にだけ産し、Monte Cristy Mine (No. 69) が操業中である。

ここでは、石灰岩中に6条の石英脈があり、脈際部が、幅1.0~1.5 mにわたってジェード化している。良質鉱として、軟質で色の濃いものが重宝がられているが、水平的又は垂直的変化が大きいため、品質の予測は困難である。

関係火成岩は2.5 km北方の始新世~漸新世の閃緑岩類と考えられる。

2-2-9 石炭鉱床

本島の石炭鉱床は南部地域に限られ、Bulalacao地域のNapisian, Siay地区とSan Jose北東のAlitaytayan地域に存在する。これらはいずれもSablayan層群中にあり、Bulalacaoでは同層群下部の砂岩・泥岩互層中に、San Joseでは石灰岩に挟まれた砂岩中に賦存する。

Bulalacao地域の石炭鉱床は古くから知られており、過去に数回開発計画が立てられたこと

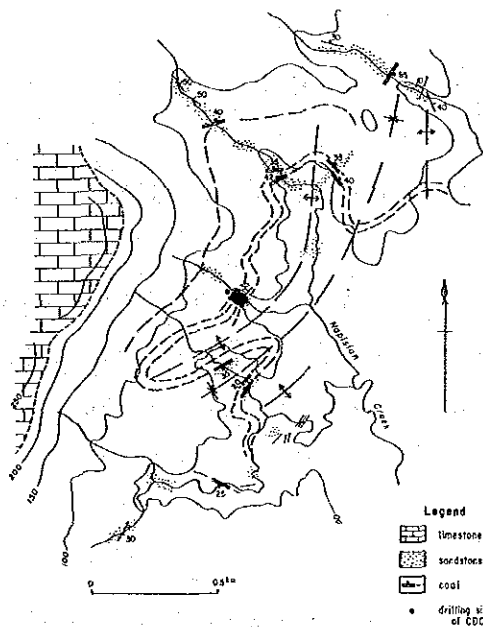


Fig. 20 Geological Map of Napisian Coal Field

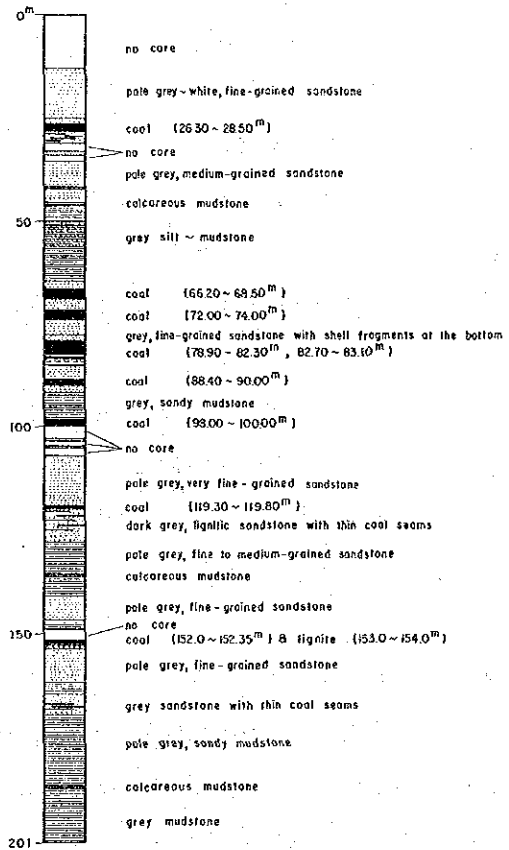


Fig. 21 Core Log of Napisian Coal Field

がある。1952～1953年には、BMGがUSGSと共同で調査を実施し、近年では、Napisian地区に対してCDCP*が組織的試錐探査を行ったが、本格生産には至らなかった。

Napisian地区の炭層は、細粒～中粒の砂岩中であって、GDGP試験探査によると、0.75m以上の厚さを有する炭層が6層捕捉されている(Fig. 21)。地表では、厚さ2.00mの炭層が2層認められ、NE-SW系の背斜又は向斜構造により褶曲しながら3km連続している。

炭質は褐炭で、発熱量は無水無灰基換算で6,100～7,100 kcal/kgである。BMG資料(1955)による埋蔵鉱量は、河川より-200mレベルまで計上して、677万トンである。開発上の問題点として、①炭質が良くないこと、②炭層が30～40°急傾斜していること、③褶曲による擾乱が予想されることなどをあげることができる。

Siay地区には、厚さ0.75m以上の炭層が3層あり、BMG鉱量(1955)は0.35m以上の炭層につき河川より-200mレベルまで計上して46万トンとなっている。炭質はNapisian同様、褐色である。

* Construction and Development Corp. of the Philippines

Ⅲ 地化学探查

第1章 沢砂による地化学探査

1-1 調査方法

ミンドロ島における鉱化作用に関する基礎資料を得るため、地質調査と並行して、沢砂による地化学探査を実施した。

第1年次は、主要な川のほぼ1kmごとの支流から80メッシュ以下の沢砂425箇所を採取し、地化学探査の適応性をみるため、Cu, Ni, Or, Pb, Zn, W, Ag, Fe, Mn, Moの10成分について化学分析を行った。

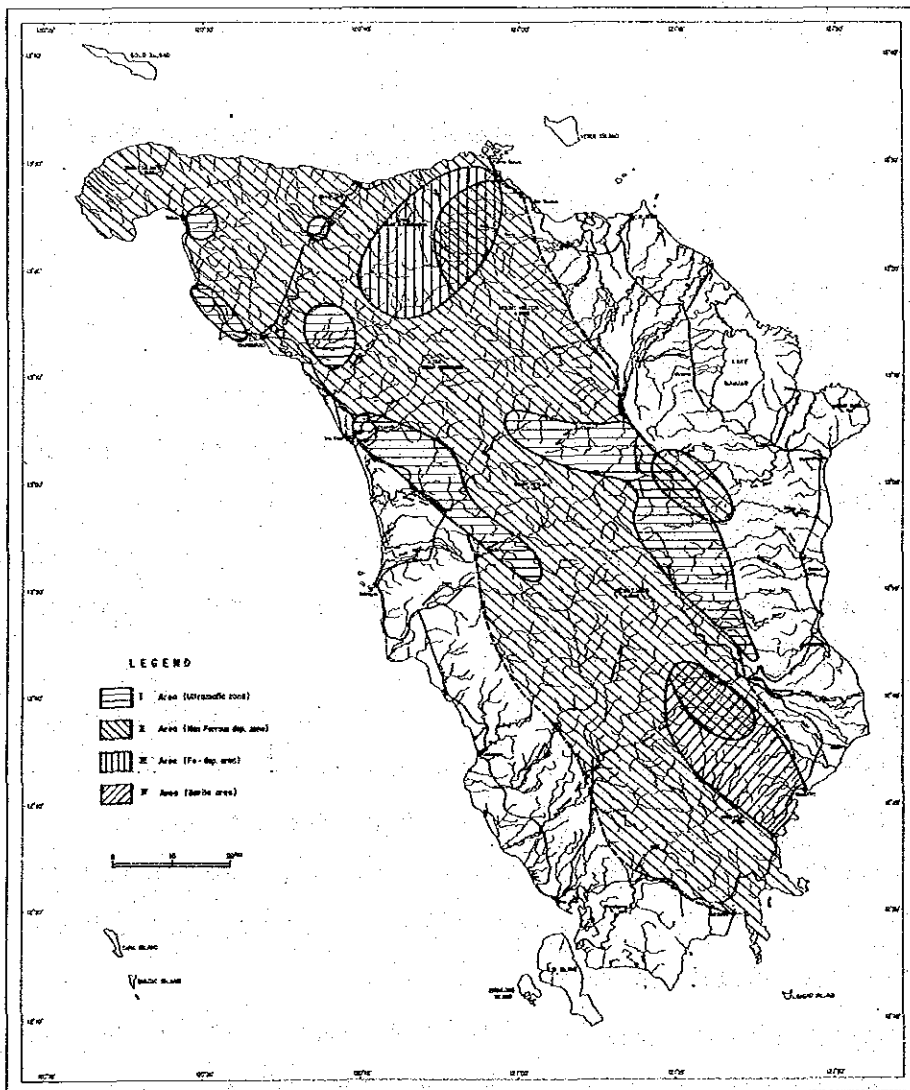


Fig. 22 Geochemical Subdivision