

フィリピン共和国
鉍物資源基本図調査
報告書

最終報告書

平成 2 年 2 月

国際協力事業団
金属鉍業事業団

JICA LIBRARY



1080987191

20918

フィリピン共和国

鉱物資源基本図調査
報告書

最終報告書

平成2年2月

国際協力事業団

金属鉱業事業団

国際協力事業団

20918

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。

本調査は、昭和54年から逐次実施され、平成元年に完了した。本最終報告書は、調査完了にあたり、調査の進展とともに刊行された年次報告書7編と総合評価報告書3編の内容を含め、調査全体の成果を総合的に評価したものである。

本調査の実施に当たって、御協力いただいたフィリピン共和国の政府関係機関、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感謝の意を表するものである。

平成2年2月

国際協力事業団

総 裁 柳 谷 謙 介

金属鉱業事業団

理事長 福 原 元 一

要 旨

フィリピン共和国における鉱物資源基本図調査については、1984年9月26日に、日本側 国際協力事業団 (JICA)・金属鉱業事業団 (MMAJ) とフィリピン側 環境天然資源省鉱山地球科学局 (Mines and Geo-Sciences Bureau; MGB) の間で調査実施実務協定書 (Implementing Arrangement) が締結され、1984年 - 1989年の間調査が実施された。

本調査はフィリピンの系統的な資源探査の行われていない地域を選定し、地質、特に鉱化作用の概要、を把握しこれによって同国の将来の鉱物資源探査・開発への指針を得る事を主眼としたものである。

選定された調査地域は、北から、Northern Sierra Madre、Southern Sierra Madre - Polillo、Masbate - Central/East Panay - Southwest Negros、Cebu - Bohol - Siquijor - Southwest Leyte、Samar - Leyte - Dinagatならびに Palawan - Romblon - Antique Range の6地域である。

この内、調査環境を考慮して調査可能な面積は約66,000km²であった。

上の各地域では、重要な地点と主要な鉱徴地の地質調査を行い、河床堆積物43,459試料を採取してCu、Pb、Zn、Ag、As、Mn、Ni、Co、Mo、Hgの10元素を分析、更に必要に応じてCr、Sb、Sn、Wの4元素の分析も行った。又合計2,367試料については、パンニングによって重鉱物を分離し、Au、Ag、Gaの分析をした。これらの分析データは、各々の地域について単一・多変量解析と地質学的解釈を実施して地域毎に有望区域を抽出した。抽出し、検討した地化学異常地は、70ヶ所に上り、その内25について明瞭に鉱化作用との関連が認められ、有望地区として指定し、各地域毎にその重要さの程度に応じて優先順位をつけた。

この有望地区を全調査地区を通して総合的に検討し、特に鉱化作用との関連が強くて有望と考えられ地区を6ヶ所選び、Rank - A 有望地区とし、将来精密な探査を実施する様提言した。

このRank - A 地区とその探査対象は次の通りである。

(1) Dimakawal地区、Northern Sierra Madre 地域

Cu、Pb、Zn 熱水鉱化作用。斑岩銅又は鉱脈鉱床

(2) Umiray River 中流地区、Southern Sierra Madre 地域

Au、Ag、Cu 熱水鉱化作用。鉱脈又は斑岩銅鉱床。

(3) Mt.Uac - Aroroy 地区、Masbate 地域

Au、Ag、Cu、Pb、Zn 鉱化作用。鉱脈又は斑岩銅鉱床。

(4) Pilar - Concepcion 地区、East Panay 地域

Au、Cu、熱水鉱化作用、鉱脈鉱床。

(5) Panaon - Sogod、Southern Leyte 地域

Panaon 北部では Au 鉱化作用、Sogod 周辺では Cu、Pb、Zn 鉱化作用。鉱脈鉱床。

(6) Long Point - Narra - Pulute Rang 地区、Southern Palawan 地域
クロム鉄鉱正マグマ鉱床、Ni ラテライト鉱床、西部では塊状硫化鉱床。

フィリピン共和国鉱物資源基本図調査
最終報告書

目 次

要 約

1. 序論

1. 1 調査の経緯及び目的	1
1. 2 調査内容	1
1. 3 調査団の編成及び調査工程	1

2. フィリピン群島の構造と発達

2. 1 構造の変遷	5
2. 2 フィリピン群島の構造	9
2. 2. 1 東部ルソン海溝	9
2. 2. 2 フィリピン海溝	10
2. 2. 3 マニラ海溝	10
2. 2. 4 ネグロス海溝	10
2. 2. 5 コタバト海溝	10
2. 2. 6 スル海溝	10
2. 2. 7 フィリピン断層	11
2. 2. 8 スル海盆	11
2. 2. 9 セレベス海盆	11
2. 2. 10 西フィリピン海盆	11
2. 2. 11 南シナ海盆	13
2. 2. 12 アジア大陸から分裂した小大陸片	14

3. 地質環境と鉱化作用

3. 1 フィリピン弧	15
3. 1. 1 北シェラマドレ地域	15
3. 1. 1. 1 地域の地質状況	15
3. 1. 1. 2 岩質と層序	15
3. 1. 1. 3 地質構造	17

4. 1. 3. 3	南西ネグロス地区	76
4. 1. 4	セブ・ボホール・シキホール・南レイテ地域	77
4. 1. 4. 1	セブ地区	77
4. 1. 4. 2	ボホール・シキホール島地区	78
4. 1. 4. 3	南レイテ及びPanaon島地区	79
4. 1. 5	サマール・レイテ・ダイナガット地域	81
4. 1. 5. 1	サマール地区	81
4. 1. 5. 2	北レイテ及びピリラン島地区	83
4. 1. 5. 3	ダイナガット・シヤルガオ地区	83
4. 2	安定地塊	85
4. 2. 1	パラワン地域	85
4. 2. 2	ロンブロン諸島地区	87
4. 2. 3	Buruanga半島及びAntique山系(西パナイ)地区	88
5.	結論と提言	91
5. 1	結論	91
5. 2	将来への提言	92
参考文献		94

圖 表 一 覽

- Figure 1 Regional Divisions of the Project Area
- Figure 2 Tectonic Features of the Philippine Archipelago
- Figure 3 End of Early Cretaceous
- Figure 4 End of Paleocene
- Figure 5 End of Eocene
- Figure 6 End of Oligocene
- Figure 7 End of Miocene
- Figure 8 Major Sedimentary Basins of the Philippines
- Figure 9 Structural and Lineament Map Northern Sierra Madre Region
- Figure 10 Mineral Location Map Northern Sierra Madre Region
- Figure 11 Map of Major Geologic Structure in Southern Sierra Madre and Polillo Island Region
- Figure 12 Location Map of Major Mineral Deposits and Prospects in the Southern Sierra Madre and Polillo Island Region
- Figure 13 Map of Major Geologic Structures in the Masbate Central/East Panay - Guimaras - SW Negros Region
- Figure 14 Map of Major Geologic Structures in the Cebu - Bohol - Siquijor - SW Leyte Region
- Figure 15 Map of Major Geologic Structures in the Samar - Leyte - Dinagat Region
- Figure 16 Map of Major Geologic Structures of Palawan
- Figure 17 Map of Major Geologic Structures of Antique Range and Romblon Island Group
- Figure 18 Location of Promising Areas
-
- Table 1 Columnar Section of Northern Sierra Madre Region
- Table 2 Major Mineral Deposits and Prospects in the Eastern Tectonic Terrane, Northern Sierra Madre Region
- Table 3 Major Mineral Deposits and Prospects in the Central Tectonic Terrane, Northern Sierra Madre Region
- Table 4 Columnar Section of Southern Sierra Madre and Polillo Island Region
- Table 5 Major Mineral Deposits and Prospects in the Southern Sierra Madre - Polillo Region

Table 6	Columnar section of Masbate – Central/East Panay – Guimaras – Southwest Negros Region
Table 7	Major Mineral Deposits and Prospects of the Masbate – Central/East Panay – Guimaras – SW Negros Region
Table 8	Columnar Section of Cebu – Bohol – Siquijor – Leyte Region
Table 9	Major Mineral Deposits and Prospects of the Cebu – Bohol – Siquijor – SW Leyte Region
Table10	Columnar Sections of Leyte – Dinagat – Siargao
Table11	Major Mineral Deposits and Prospects of Samar – Leyte – Dinagat Region
Table12	Columnar Section of Palawan – Romblon – Masbate – Panay
Table13-1	Major Mineral Deposits and Prospects of Palawan
Table13-2	Major Mineral Deposits and Prospects of Antique Range – Buruanga Peninsula
Table13-3	Major Mineral Deposits and Prospects of Romblon Island Group
Table14	Geochemical Anomalous Areas in Northern Sierra Madre Region
Table16	Geochemical Anomalous Areas in Masbate
Table17	Geochemical Areas in Central and East Panay and Guimaras Island
Table18	Geochemical Anomalous Areas in Southwest Negros
Table19	Geochemical Anomalous Areas in Bohol
Table20	Geochemical Anomalous Areas in Bohol and Siquijor Island
Table21	Geochemical Anomalous Areas in Southern Leyte
Table22	Geochemical Anomalous Areas in Samar
Table23	Geochemical Anomalous Areas in Northern Leyte
Table24	Geochemical Anomalous Areas in Dinagat and Siargao
Table25	Geochemical Anomalous Areas in Palawan
Table26	Geochemical Anomalous Areas in Sibuyan and Tablas Island
Table27	Geochemical Anomalous Areas in Antique Range and Buruanga Peninsula of Panay

地 圖 一 覽

- Pl. I - 1 Geologic Map of Surveyed Area (North)
- Pl. I - 2 Geologic Map of Surveyed Area (South)
- Pl. II - 1 NORTHERN SIERRA MADRE Promising Areas, Anomalous Areas and Mineral Showings
- Pl. II - 2 SOUTHERN SIERRA MADRE Promising Areas, Anomalous Areas and Mineral Showings
- Pl. II - 3 MASBATE, EAST TO CENTRAL PANAY, GUIMARAS ISLAND, BLIRUANGA PENINSULA, ANTIQUE RANGE AND ROMBLON ISLANDS GROUP Promising Areas, Anomalous Areas and Mineral Showings
- Pl. II - 4 CEBU, BOHOL, SIKUIJOR AND SOUTHWEST NEGROS Promising Areas, Anomalous Areas and Mineral Showings
- Pl. II - 5 SAMAR, LEYTE, DINAGAT AND SIARGAO Promising Areas, Anomalous Areas and Mineral Showings
- Pl. II - 6 NORTHERN PALAWAN AND BUSUANGA ISLAND Promising Areas, Anomalous Areas and Mineral Showings
- Pl. II - 7 SOUTHERN PALAWAN AND BALABAC ISLAND Promising Areas, Anomalous Areas and Mineral Showings

1 序 論

1. 1 調査の経緯及び目的

1984年9月26日、日本側；国際協力事業団（JICA）・金属鉱業事業団（MMAJ）とフィリピン側；環境天然資源省鉱山地球科学局（Mines and Geo-Sciences Bureau; MGB）との間で締結された調査実施実務協定書（Implementing Arrangement）に基づき、1984年～1989年の間、フィリピン共和国内各地域において、鉱物資源基本図調査が逐次実施された。

鉱物資源基本図調査は、フィリピン国内で、系統的探査が従来実施されておらず、又資源ポテンシャルが低くないと考えられる地域を選定し、地質・地球化学的検討を加え、鉱物資源ポテンシャルの高い地区を抽出、将来の同国における鉱物資源探査・開発の指針を得るとともに同国の資源評価に資する事を目的としたものである。

本報告書は、この調査の進展とともに刊行された年次報告書7編、総合評価報告書3編（巻末文献表）の内容を総括し、調査結果全体を総合的に解釈して、上の目的達成の一助をするため作成した。

1. 2 調査内容

本鉱物資源基本図調査では、既存資料によるフィリピン群島の地球科学的検討ならびに調査地域の選定を行い、これら地域の重要地点の地質概査、鉱微地調査、地域全域の地化学探査ならびに調査結果の地球科学的評価を実施した。

調査地域は北から、Northern Sierra Madre、Southern Sierra Madre - Poillo、Masbate - Central/East Panay - Southwest Negros、Cebu - Bohol - Siquijor - Southwest Leyte、Samar - Leyte - Dinagat ならびに Palawan - Romblon - Antique Range の6地域である (Fig 1)。

上記地域は面積合計約130,000km²に達し、フィリピン陸地面積の1/3に相当する。しかし、同地域の調査環境を考慮したため、探査可能な面積は約66,000km²であった。

地化学探査では、河床堆積物合計43,459試料を採取、Cu、Pb、Zn、Ag、As、Mn、Ni、Co、Mo、Hgの10元素を分析、更に必要に応じてCr、Sb、Sn、Wの4元素を分析した。又、合計2,367試料についてはパンニングによって重鉱物を分離し、Au、Ag、Gaの分析を行った。これらの分析データは各々の地域について単一・多変量解析と地質学的な解釈を行って、地域毎に有望区域を抽出した (Fig.18)。

本報告書では、以上の調査結果を総合的に検討し、全調査地域を通じて6ヶ所のもっとも有望と考えられる地区「Promising areas of rank A」を選び、今後精密調査を実施する様提言した (Fig. 18)。

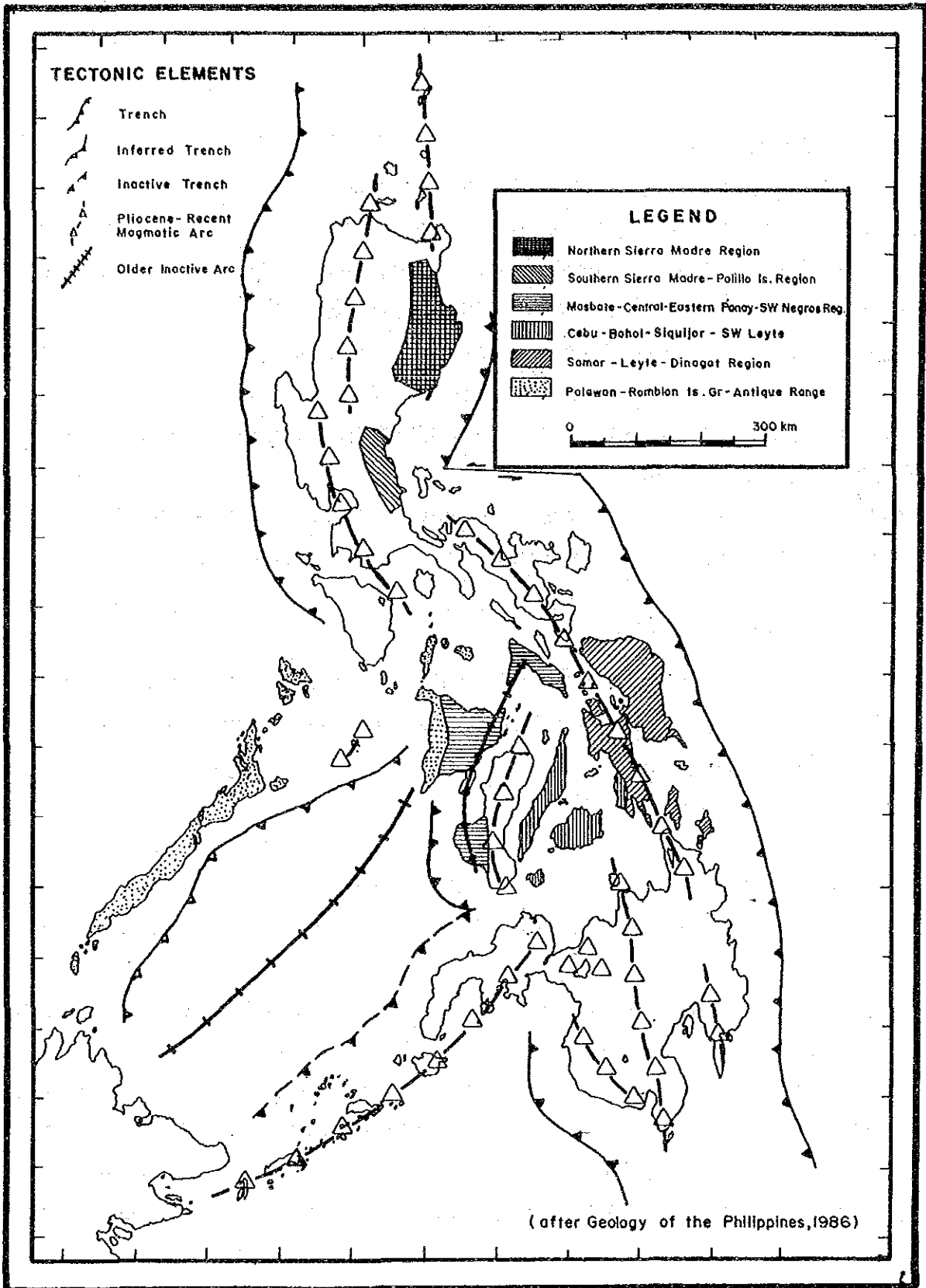


Figure 1 Regional Divisions of the Project Area

1. 3 調査団の編成及び調査工程

(1) 調査計画策定及び折衝

調査開始時ならびに各年度毎に日本側；国際協力事業団及び金属鉱業事業団ならびにフィリピン側；環境天然資源省の担当官が行った。

(2) 現地調査

各年度、日本側とフィリピン側技術者が共同で作業を実施した。野外調査は各地域とも数班がほぼ50日間行った。

(3) 分 析

試料の化学分析は、全量のはゞ80%をフィリピン鉱山地球科学局 Petrolab で実施した。

(4) データ解析・解釈ならびに年次・総合評価報告書

分析データの統計的解析は日本で行い、地質学的解釈は双方協議の上、報告書を日本で作成した。

(5) 本報告書

本報告書の作成に当たっては、本調査に係る報告書、既存資料、フィリピン鉱山局資料を検討し、双方協議の上、フィリピン側が第2,3,4章の原案を作成、これをもとに日本側がフィリピン側と適宜協議しつつ完成した。

この作業にたづさわったものは下記の通りである。

日本側		フィリピン側	
大久保義和	海外鉱物資源開発株式会社	Romeo L. Almeda	Mines and Geosciences Bureau
上原 幸雄	同上	Antonio N. Apostol Jr.	同上
嶋崎 吉彦	同上	Noel V. Ferrer	同上
		Rogel A. Santos	同上
		Jose Claro Manipon Jr.	同上
		Raymondó Villones Jr.	同上
		Fernando Esguerra	同上
		Joselito Velasques	同上
		Alnulfo Cabantog	同上
		Emmanuel Santos	同上

2. フィリピン群島の構造と発達

2. 1 構造の変遷

フィリピン群島は複数の島弧海溝系の複雑な組合せからなっており、多くのプレートや緑海盆が交っている。地震の多発、島弧性火山活動、激しい造構運動に特徴づけられている (Figs. 1, 2)。

フィリピンプレートとユーラシアプレートの収束は、フィリピン弧の東と西側の海溝で吸収されると共に、同島弧の変形や、フィリピン弧を従断するフィリピン断層などによって吸収されている。

フィリピン群島の東側は、東ルソン海溝—フィリピン海溝で画されている。両海溝には西向きにフィリピンプレートが沈み込んでいる。一方西側にはマニラ、ネグロスならびにコタバト海溝があり、三者ともほぼ北～南に延び東向きに沈み込みが行われている。この三海溝が連続しているか否か、明らかではない。マニラ、ネグロス両海溝は、ミンドロならびにパナイ島アンティックレンジのヌーチャー線に分岐していると考えられる。この suture は、大陸縁片と考えられているパラワンプラットフォームが島弧に接している部分である。更に南方では、コタバト海溝はスルーザンボアンガ弧によってネグロス海溝と分断されている。パラワントラフは確かにパラワン諸島の西北西端を画すものではあるが、海溝であるか否か現在の所不明である。

フィリピン群島の生成は中生代に始まったと考えられる。ペルム紀から白亜紀にかけて、中国大陸の南縁の海盆に現在のパラワンプラットフォームを構成する炭酸塩、タービダイトやチャートが堆積した (Holloway, 1981)。この南縁に接して北西向きに沈み込み帯が活動しており、そのためアンデス型弧が形成されたと考えられている (Holloway, 1981; Taylor and Hayes, 1983) (Fig. 3)。

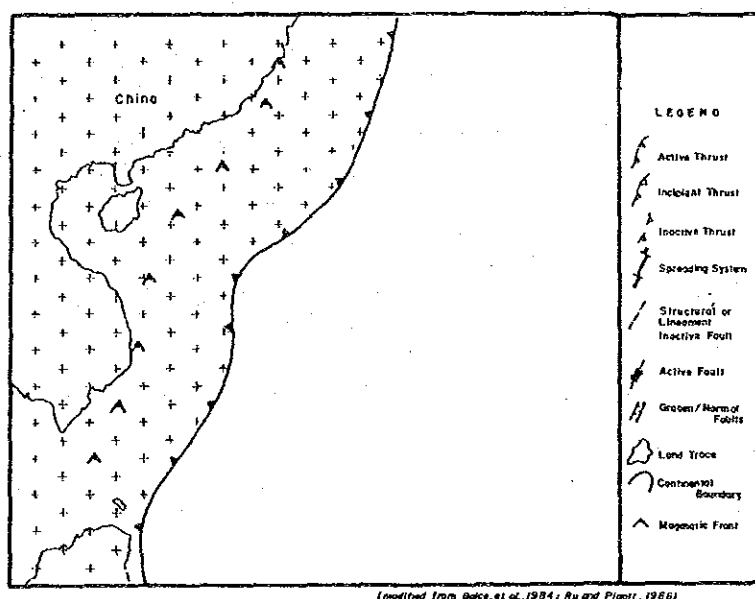
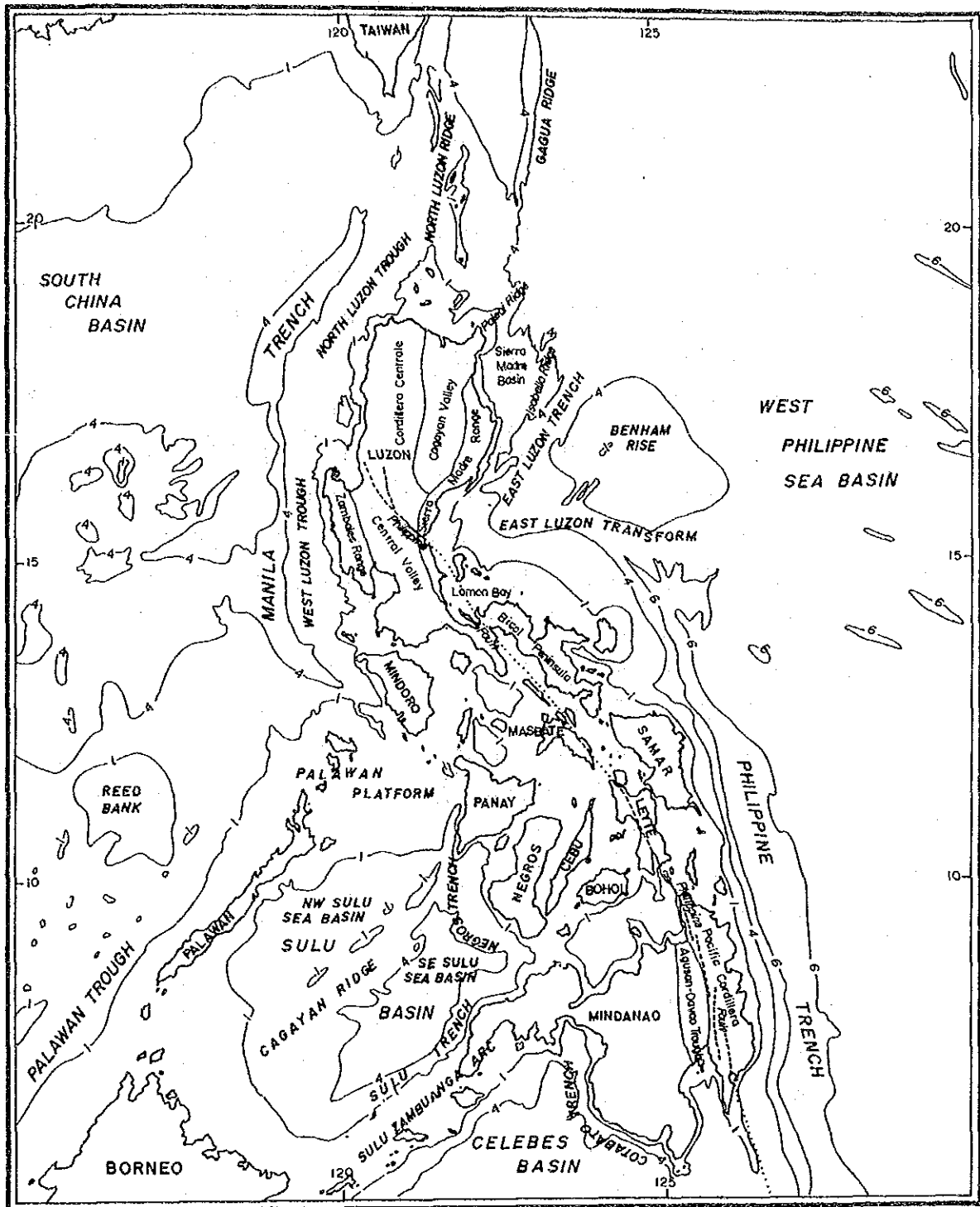


Figure 3 End of Early Cretaceous



(adapted from Lewis and Hayes, 1983)

Figure 2 Tectonic Features of the Philippine Archipelago

白亜紀末には上記のアンデス型弧の活動が止り、東南東向きの沈み込み帯が形成され始めた (Revilla and Malaca, 1987; Mitchell et al. 1986). この海溝系は南シェラマドレとマスバテ-東パナイ-南西ネグロス弧が二重弧になっていたが、当時活動し始めた拡大軸の南東にあったと思われる。従って原始スル海と原始シナ海はこの海溝に沈み込んでいた筈である (Mitchell et al., 1986; Balce et al., 1983)。

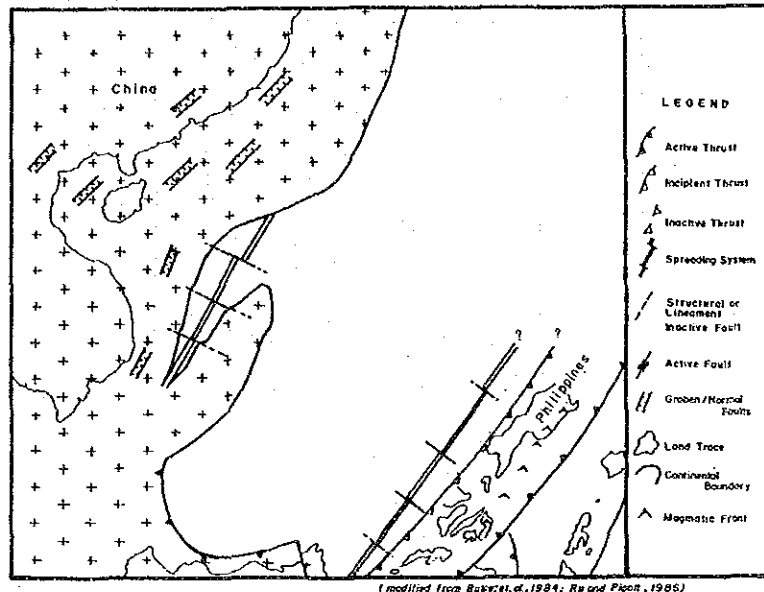


Figure 4 End of Paleocene

海底拡大軸の活動により、漸新世にはオフィオライトが島弧系に付加され始め、漸新世初期迄は、南シナ海の生成拡大と島弧系の火成活動が続いていた。(Figs. 4, 5)。

漸新世中期には北西向きの沈み込み帯(北シェラマドレ-セブ-ザンボアンガ海溝)は徐々に不活発になった。この頃、中国大陸の南縁の一部-現パラワンプラットフォーム-が原始フィリピン弧の方向に動き始めると共に、一連の南北方向のトランスフォーム断層が活動し始めた。(Fig. 6)。この間、南シナ海盆の東端が開き始めた。漸新世後半から中新世を通して、このプレート運動が続いたと考えられ、この結果、西ルソン-サマール-ミンダナオ弧が形成され、パナイと恐らくザンボアンも含むフィリピン西側のオフィオライト シリーズが付加された。

一方、スル海盆はカガヤンリッジの火山活動の終わり頃、即ち中新世初から同中期にかけて開き始めた (Rangin, 1987; ODP Leg 124, 1989)。このカガヤンリッジは、新第三紀のパラワン海溝の沈み込んでいたスルーザンボアンガ弧の南方にあった、北西傾斜の海溝に関連して生成されたと考えられている (Rangin, 1987; Mitchell et al, 1986)。フィリピン断層は中新世初期から同中期にかけて、動いたと考えられる。この原因については色々な要因が考えられているが、何れにしても、複数のプレートがフィリピン群島に向けて収斂したために、生じたものと思われる。

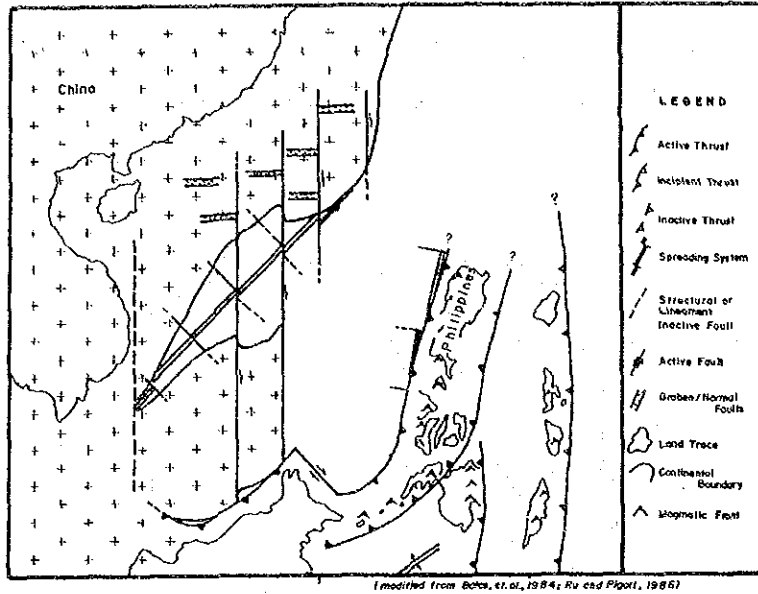


Figure 5 End of Eocene

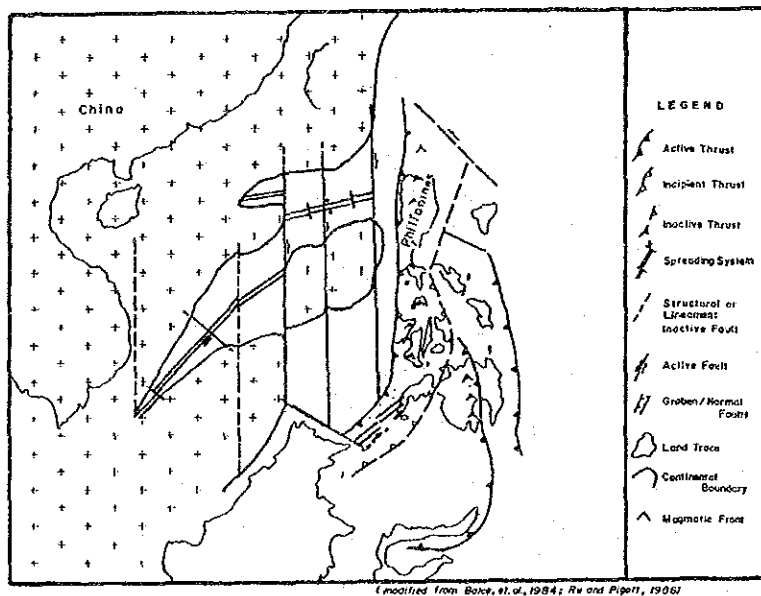


Figure 6 End of Oligocene

中新世後期には、フィリピン群島は現在の輪郭に近い形態になっていた筈である。コタバト・フィリピン両海溝は活動しており、ネグロス・マニラ両海溝もこの時期には現在に近い位置で活動し

始めた。セレベス海盆がコタバト海溝に沈み込み、南シナ海盆がマニラ海溝、スル海盆南東部がネグロス海溝、始新世の西フィリピン海盆が東ルソン-フィリピン海溝に沈み込んでいる現状は、この時期以降ほぼ継続している。

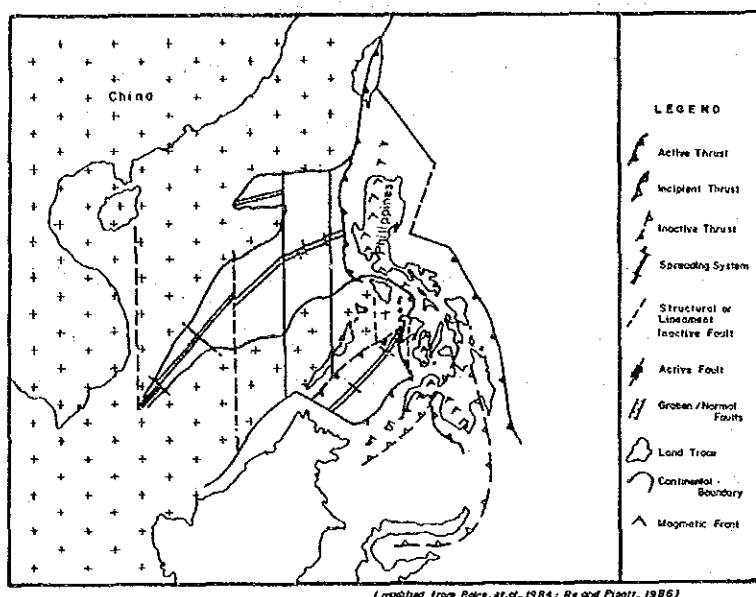


Figure 7 End of Miocene

2. 2 フィリピン群島の構造

2. 2. 1 東ルソン海溝系

当海溝-島弧系は古くからあって活動を停止していたものが、再び活動を始め、海溝、発達した付加プリズム、イサベラリッジならびに前弧海盆とセラマドレ ベーズンからなる。始新世の西フィリピン海盆プレートが西北西方向にルソン島の下に沈み込んでいる (Fig. 2)。

第三紀初期のマグマ弧が北セラマドレに存在する事や、漸新世後期の不整合の下にあるタービダイトの埋った海溝などから、古い海溝の存在が推定される。この海溝がその後再活動を始めた事は、浅くて不明瞭な和達ベニオフ帯、 $15^{\circ}N - 17^{\circ}N$ 間の地震や、第四紀火山活動の欠如などから推定される。又地球物理的観測から、この海溝の活動は北方に延びつつあると考えられる。

東西方向の海溝-海溝トランスフォーム、即ち $15^{\circ}N$ Transform、を通じて東ルソン・フィリピン両海溝が連っている。このトランスフォームは左ずれ走向断層である。これはフィリピン プレーートの西向き沈み込みと一致するが、この断層を切る地震探査断面は北傾斜で $1km$ の落ちを示しており、上の自然地震フォーカルメカニズムの解とは違う結果を示す。

2. 2. 2 フィリピン海溝系

フィリピン海溝は、ルソン東方のトランスフォーム、からハルマヘラ迄延びている。これに伴う火山弧は南東ルソンからレイテに到るが、東ミンダナオにはこの海溝の活動に関連する第四紀の火山活動はない (Fig. 2)。

和達ベニオフ帯は $24^{\circ} \pm 10^{\circ}$ の傾斜で、西向きにフィリピン群島の下約 200km の深さ迄、延びているのが確認され、始新世の西フィリピン海盆が沈み込んでいる。

フィリピン海溝は比較的新しい構造であって、これは、地形の鮮明な事、付加プリズムの未発達な事、和達ベニオフ帯の浅い事、東ミンダナオの火山フロントの欠如、などに表れている。

2. 2. 3 マニラ海溝系

マニラ海溝系では、南シナ海盆の海洋地殻がルソン島の下に東方に沈み込んでおり、マニラ海溝、発達した付加プリズム、前弧海盆、西ルソントラフ、北ルソントラフと第四紀火山弧からなる。北端は台湾、南端はミンドロ島で大陸・島弧衝突が起きている。

この第四紀の火山はタブラス海峡のマエストロ デ カムボス島からミンドロ、ルソンを経てバジャン バタン諸島迄延びている。南ルソンのタール火山その他は、この海溝の活動に起因していると考えられている。

2. 2. 4 ネグロス海溝系

ネグロス海溝系は、海溝、付加帯、前弧海盆、第四紀火山フロントからなり、スル海盆の海洋地殻がネグロス島の下に東方へ沈み込んでいる。地震探査では活発な沈み込みが認められ、明瞭な和達ベニオフ帯は認められないが、マントルにおける地震が観測されている。マニラ、ネグロス両海溝の間にも浅発地震が比較的多く発生している。この両海溝はかつて連続していたものがおパラワン プラットフォームとフィリピン弧との衝突によって切れた可能性もある。

2. 2. 5 コタバト海溝系

コタバト海溝はシンギー リッチからミンダナオ島の南西側に延びている。ネグロス海溝とは現在は活動していないスル弧によって分断されている。和達ベニオフ帯は浅く、関連する火山活動もなく、この海溝が活動し始めたのは最近の事であろう。地震探査結果や震源分布から、セレベス海盆の始新世の海洋地殻が、ミンダナオの下を東方に沈み込んでいる事が確認されている。南方では地震も不活発になり、海溝地形も不明瞭になる。

2. 2. 6 スル海溝系

この系はスル海溝、発達した付加帯、前弧海盆と第四紀火山帯からなる。この系では、地震のない事と活火山の存在が、最近になってスル海溝への、中新世中期の海洋地殻の沈み込みが、停止し

た事を示している。地震探査断面では、海溝中の推積物が変形している事が見られる。

2. 2. 7 フィリピン断層

フィリピンプレートとユーラシアプレートの収斂圧力は、東ではマニラ-ネグロス-コタバトの海溝、西ではルソン-フィリピン両海溝でその一部が吸収されている。しかし、その圧力はフィリピン変動帯中の変形、特にフィリピン断層によって更に吸収されている。この断層は延長1,200kmに及ぶ左ずれ走向断層である。地震、地形、新しい地層を切っている事などからこれが活断層である事が確認されている。

2. 2. 8 スル海盆

スル海盆は比較的小規模であって、北はパラワン、南はスル諸島とザンボアング、西はボルネオ、西はパナイとネグロスで画されている。

又、東北東に延びる火山脈-カガヤンリッジによって北西小海盆と南東小海盆に分けられる(Fig. 8)。カガヤンリッジの年代は 14.7 ± 0.6 mと測定されている。

地震反射法によれば、北西小海盆の地殻は厚く、島弧系地殻に特徴的な速度を示す層と火山基盤もしくは変堆積層からなると思われる二層からなっている。

一方、南東小海盆は深く、水深3,000~4,500mに海底平原が広がり、浅い部分にはボルネオ起源のタービダイトが厚く推積している。地震探査によれば、基盤は海洋地殻である。比較的高い熱流量などから、第三紀中頃にこの海盆は生成したと考えられる。

この海盆の成因は完全に判明していない。しかし、これは、中新世中期に南シナ海地殻の南方向にパラワントラフへの沈み込みか、あるいはセレベス海地殻の北方向へのスル島下への沈み込み、の何れかによって、南東スル海盆が背弧海盆として開いたと考えられる。

2. 2. 9 セレベス海盆

セレベス海盆は、北から時計廻りに、スル-ザンボアングリッジ、南西ミンダナオ、サンギーリッジ、スラワシ北部とボルネオに囲まれている。水深5,000~5,500mに海底平原があり、ボルネオとサンギーから推積物が供給されている。

又、北東と南には、比較的新しいコタバト・北スラウェシ海溝がある。この海盆の地殻は海洋性である。地磁気、熱流量、深さなどからこの海盆は始新世に生成したと考えられる。

2. 2. 10 西フィリピン海盆

この海盆はフィリピンプレートの西半分を占めており、東は沖-大東、九州-パラオならびにトビ海嶺で画され、西はフィリピン海溝、東ルソン海溝、ガグアリッジと琉球トラフで画されている。海盆中ではベナムライズ、ウルダネタプラトーならびに中央海盆断層などが、重要な構

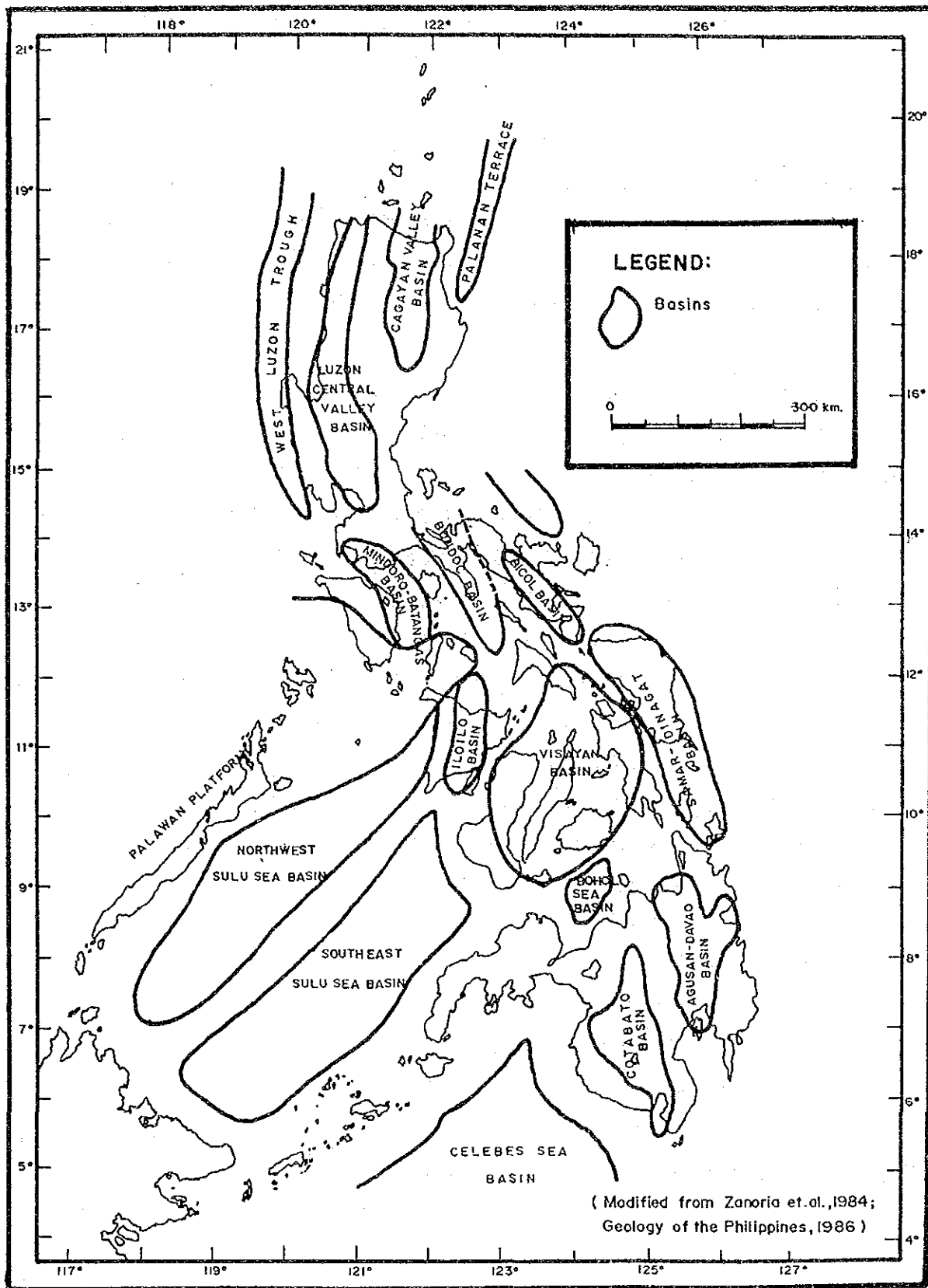


Figure 8 Major Sedimentary Basins of the Philippines

造である。海底地形、構造、磁気パターンなどにより、Mrozowski et al., (1982)はこの海盆を、主海盆、北西小海盆および南小海盆に分けた。

この内、主海盆では、構造と磁気パターンは西北西に伸長しており、中央海盆断層にはほぼ平行でかつ同断層に対して対称的に分布している。磁気リニアメントの異常番号は21~17 (49~39my)であって、この結果は、この海盆は始新世に東北東（現在の方位）方向に拡大した事を示す。この値はDSDPコアの古生物、放射、両年代と良く合致する。

中央海盆断層は、その地形ならびに見掛上対称的な磁気異常分布などから、古い拡大軸と解釈された事があった。しかし詳細な調査が進み、最近この断層が構造・磁気両リニアメントを低い角度で切っている事が判明した。その他微小地震、熱流量などから同断層は拡大後に出来たものであり、拡大軸周辺の複雑な地形範囲にこの断層は存在していると考えられている。

主海盆と南小海盆の境界を切る地震探査で、後者が浅く、両海盆の間に明瞭な地形的差のあるが示されている。小海盆では平滑な音響基盤があり、推積物も厚い。磁気異常は認められなかった。

北西小海盆はベナム ライズとウルダネタ プラトの北西に位置し、基盤には北北東に延びた起伏が多数あり、ルソン島隆起を示す厚い推積物に覆われている。この海盆の北北東に延びたパターンは主海盆の西北西方向のパターンと直交する。これについて、KarigとWageman (1975)は主海盆では見掛上の方位は西北西であるが、エシェロン配列をしている夫々の尾根や谷は北北東の方向性をもってしていると主張している。この南海盆は、主海盆の一部として生成し、その後変形したものと考えられる。

2. 2. 11 南シナ海盆

南シナ海盆の深い海底平原の部分は、漸新世中期ないし中新世初期の縁海盆であった (Taylor and Hayes 1980,1983)。北は中国大陸非活動縁辺、西は同じく非活動的ベトナム プラットフォーム、南はパラワンの大陸外縁、東は活発に沈み込んでいるマニラ海溝が境界になっている。

海底平原の周辺にはパラセル諸島、マクレスフィールド バンク リード、スプラトレイ諸島やデンジェラス グラウンツなどの海山、山脈、プラトからなっている。この地域は海底地殻が下部を構成している事が、地震探査 (Ludwig et al.,1979) その他の地球物理的手法ならびにボーリングによって確認されている。海底平原からシーボロー海、山列がほぼ東西方向に連続している。

南シナ海盆は主海盆、北西ならびに南西の両小海盆に分けられる。主海盆にはシーボロー海山列に平行であり、又、これに対称的に配列している磁気リニューションが重要な特徴である。同海山列は現在活動していない古い拡大軸である。磁気リニューションは異常番号11-50 (32-17my)のものと認められた。これは、南シナ海盆の拡大は、漸新世後期から中新世初期を通じて南北方向に動いた事を示している。

北西小海盆も東西方向に延びた構造パターンを示している。磁気異常は認められず、年代は未決定である。南西小海盆構造ならびに磁気パターンは、北東に延び、他の2海盆とは異なる。年代は北

西海盆と同様決定されていない。

南シナ海盆の南北両端の、新第三系以前の重要な不整合は、時代も岩相も一致する。従って、この海盆は新第三紀以前は同じ地質環境にあったと考えられる。即ち、白亜系と古第三系の境界の不整合はアジア大陸の当時の縁辺域で分裂が始った事を示している。次に漸新統中期と後期の間の不整合からは、この分裂が終わり、海底拡大が始まった事が理解される。更にパラワンの中新統中の不整合からリードバンクとパラワンの衝突、海底拡大の終焉とパラワンの隆起が読みとれる。(Holloway,1981)。

2. 2. 12 アジア大陸から分裂した小大陸片

パラワン島、ブルアンガ諸島、リードバンク、パナイ島北西部のブルアンガ半島、タプラス諸島ならびにミンドロ島南西部はまとめて、北パラワンブロック (Holloway,1981), Calamian Microcontinent (Taylor and Hayes, 1980), North Palawan Continental Terrane (Macabe et al.,1985) などと呼ばれている。本プロジェクトによる調査を含めて、最近に地質学的研究 (Rangin, 1987; Marchadier, 1988; ODP Leg 124, 1989) によれば、この大陸地殻は、北は南シナ海盆の南端; 西はルコニアショールズ; 東はマスバテ島の西とマリングケ島の南; 南はパラワンの南東に達する地域を占めていると考えられている。

上に述べた地域には、フィリピンで最も古い岩石があり、変成岩類 (ロンブロン変成岩、ブルアンガ変成岩類、カラマイ片岩、コンセプション千枚岩、ハルコン変成岩類) が基盤を構成し、古生代あるいは、更に古い時代の、主として石英-雲母片岩、黒鉛片岩や珪岩、緑色片岩などからなる。これらの変成度は一定ではないが、一般に低い (Fontaine et al.,1983)。

古生代後期ないし中生代のチャート、石灰岩、その他堆積岩も多い。チャートとタービダイトは強く褶曲し、また破碎されている。石灰岩はカラバオ島、ミンドロ島北部、北西パラワン沖などに産する。

第三紀の初期から中期にかけては、オフィオライトの衝上、大陸性タービタイトの扇状堆積と酸性岩体の貫入が重要である。この石英に富む岩体は、上に述べた変成岩中に貫入し、特に北パラワンのカボアス貫入岩は堆積起源の再生貫入岩である。

この地域は、中国大陸の南東端が分裂、移動して第三紀後期に原始フィリピン弧に衝突したものと考えられている (Holloway, 1981; Taylor and Hayes, 1980, 1983; Wind and Schloter, 1983; Ru and Pigott, 1986)。この分裂した大陸片の南方向の移動は、第三紀の南シナ海盆の拡大によるものであろう (Taylor and Hayes, 1980)。

3. 地質環境と鉍化作用

3. 1 フィリピン弧

3. 1. 1 北シェラマドレ地域

3. 1. 1. 1 地域の地質状況

ルソン島の北東部に位置する北シェラマドレ地域は特徴ある盆地—山稜の組合せからなる。

その西部は古い火山岩と深成岩を中核とした中新世から更新世の地層からなる同斜構造帯である、東部は比較的若い堆積岩に覆われたトラフ状の盆地を有し、超塩基性岩が分布している。

本地域は構成岩層の構造的及び層位学的な観点から2つの地塊に分けられる (Aurelio and Billeds; 1987)。2つの地塊の境界は北の Divilacan 湾から、南の Dinapiqui Point まで延びる Divilacan 衝上断層である。この衝上断層の西側の地塊を Central Tectonic Terrane (CTT)、東側の地塊を Eastern Tectonic Terrane (ETT) と稱する。

北シェラマドレ山地の東部において、活動を停止したサブダクション複合体 (Subduction Complex) は Isabela Ridge と呼ばれる。この山稜のすぐ西に西傾斜の古期の East Luzon Trench がある。地質時代を通じてこの旧海溝に対するサブダクション活動が本地域の構造形成の主要な推進力であった。

3. 1. 1. 2 岩相と層序

本地域の最古の地層は ETT の基盤岩類を構成する白亜紀の Isabela 超塩基性岩類である。この超塩基性岩類はレンズ状のグナイトを有する、蛇紋岩化したかんらん岩と塊状及び層状のはんれい岩からなる。この岩類は Bicobian 玄武岩及び Dikinamaran チャートとおそらく衝上断層で接している。Bicobian 玄武岩は輝石玄武岩で Dikinamaran チャートに覆われている。このチャートの年代は当地域内で採取された放散虫の化石群により白亜紀前期とされている。(Table 1)。

漸新世に於けるマグマ活動弧の発達は、CTT に於ける火山岩・深成岩の集合体及びそれに関連する堆積岩の生成を招来した。この集合体は Abuan 層、Mt.Cresta 層及び Masipi 緑色凝灰岩層からなる。これらを年代順に記述すると Abuan 層は安山岩質溶岩、流状角礫岩及び火山岩起源の堆積物からなるのに対し、Mt.Cresta 層は石英安山岩質の溶岩、火砕岩及び碎屑岩よりなる。これに対し、Masipi 緑色凝灰岩層は本質的な火砕岩である。

上記3層の堆積と同時に火山岩起源のワッケ、礫岩及び火山岩よりなる Dipadian 層が堆積した、この層は Divilacan 衝上断層の西に分布している。岩相は CTT のマグマ弧に由来するものから、ETT の活動弧前縁のものまで変化するとされている。これらの古期の地層群を貫いて、トーナライトから花崗閃緑岩迄の組成の変化を示す北シェラマドレ底盤 (NSM Batholith) とよばれる巨大な深成岩体が本地域の中央部に形成された。

本地域に於ける島弧マグマ活動の衰退期を現すものとして、後期漸新世の Dibuluan 層の玄武岩溶

岩と火砕岩の堆積が知られている。この層の堆積はサブダクション活動の停止直後に始まった事がCTTに分布する灰色から乳白色の中新世初期から中期に形成されたIbulao石灰岩によって記録されている。

CTTに於けるLubuagan層及びETTのDierico層の堆積がこの後少し間をおいて行われた。Lubuagan層は砂岩、頁岩、礫岩及び石灰層からなる。その基底部はフリッシュタイプの堆積物で、中部はタービタイトの中心部の堆積環境を示し、最上部は礫性起源の堆積物である。Dierico層はDivilacan衝上断層上にあつてCTTとETTの両者を覆い、主に礫岩よりなる。この礫にはDipadian層の石灰岩及びIsabela超塩基性類の蛇紋岩が含まれている。CTTではLubuagan層の最頂部の石灰岩質の部層は若いCallao石灰岩と指交している。Callao石灰岩層の下部は塊状で風化しにくいが上部は多孔質である。化石群の研究からCallao石灰岩の堆積は中新世中期に浅海か海浜の環境で行われたとされている。Callao石灰岩層は上位のCabagan層の下部岩層との間にも指交関係を示す。このCabagan層は中新世後期から鮮新世前期とされ砂岩、頁岩、シルト岩及び石灰岩のレンズを有する礫岩の互層よりなる。

この時期ETTでは旧海底拡大中心寄りに、再生したサブダクションの活動開始によって砂岩と石灰質泥岩よりなるPalanan堆積物が深い窪地に堆積した。鮮新世後期から更新世にかけてCTTではIlagan層が、ETTではKanaipangの石灰岩が堆積した。

Ilagan層はあまり緻密ではない石灰砂岩よりなり下底部では砂岩を、上部では礫岩を伴う。この事実は本岩が浅海から海浜環境で堆積したことを示す。Kanaipang石灰岩は礫性石灰岩よりなり、下部はPalanan堆積岩類と指交する、この事実は鮮新世に始まった海退が、Kanaipang石灰岩の上部層の堆積の時代迄続いたことを示すものとみられる。この海退以後東沖合いのサブダクションは現在迄続き、東ルソン海溝として知られるに至った。この結果本地域のすぐ沖合いの現在活動していないサブダクション複合岩帯が形成された。地表に露出した地層は侵蝕され、2つの構造地塊の平坦部を覆う沖積堆積物を供給した。

3. 1. 1. 3 地質構造

本地域の構造要素から作成した走向方向のローズダイアグラムから、本地域に作用した一次応力は少量の南北成分をもった東西方向の応力であった事が判る (Fig. 9)。

衝上断層と覆瓦構造はETTに多く見られ、ETTの地層の分布に大きな影響をもっている。現地観察で直接その構造を描きだすことはできなかったが、層序の関係から衝上断層を推定することは充分可能である。例えばDivilacan湾からDinapiquiまで約90kmの延長を示すDivilacan衝上断層は、海溝と島弧モデルの関係をもとにしてCTTとETTの接触部であると考えられている。衝上関係はETT上に小分布を示すDipadian層 (Aurelio等はこれをクリッペと解釈している) やDikinamaranチャートがIsabela超塩基性岩類を見かけ上覆っていることから推論される。CTTに於ける第三紀の堆積岩類の同斜構造は別にして、本地域では少なくとも4個の褶曲構造が記載されている。ETT

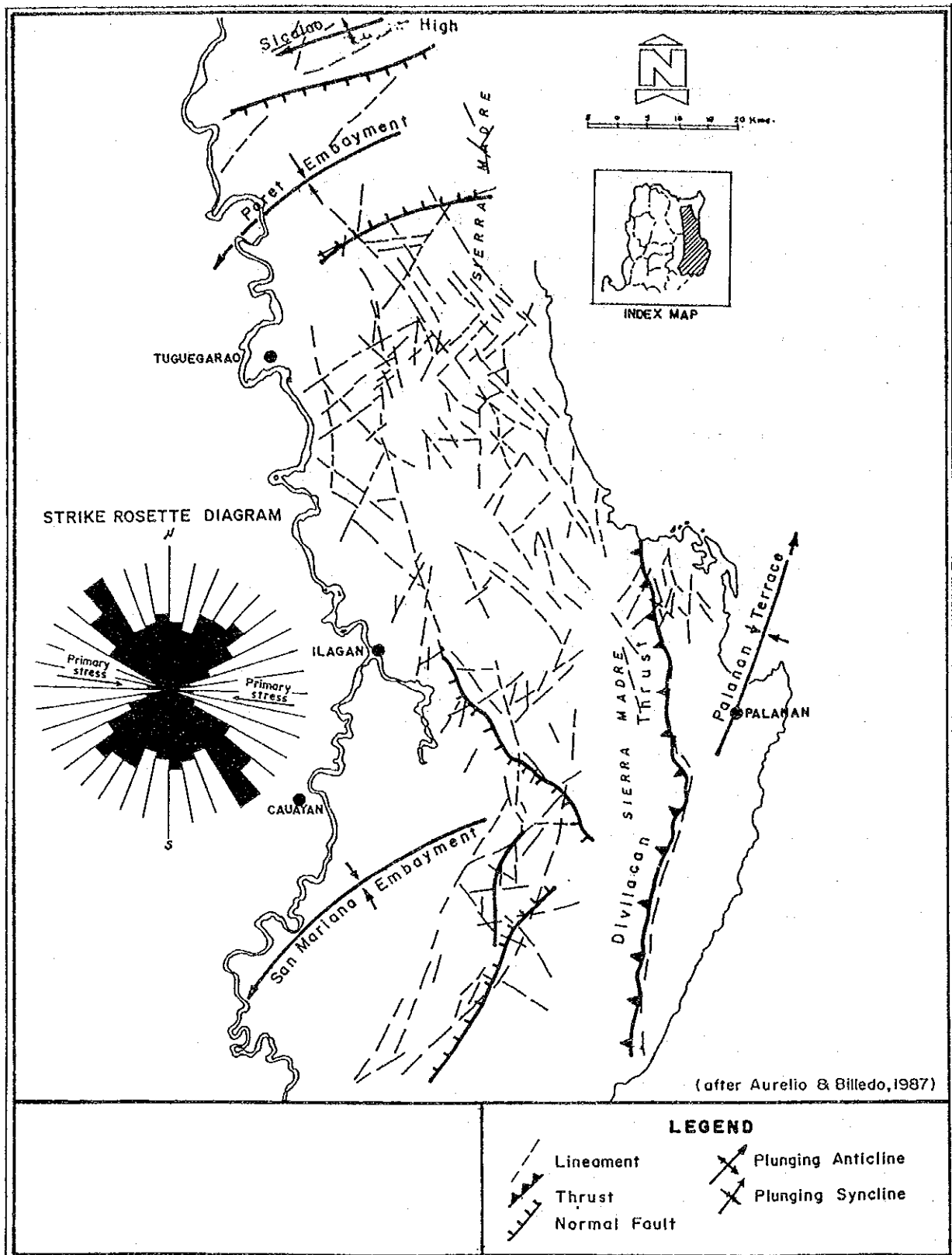


Figure 9 Structural and Lineament Map of Northern Sierra Madre Region

では堆積岩は Palanan 溪谷に集中し、Palanan Terrace と呼ばれる沈降を示す向斜構造を作っている。CTT の北東端では Calao 石灰岩層に不整合に覆われた Abuan 層は変形され、南西方向のプランジを示す背斜構造 (Siculao - Cataggayan High) が想定される。この背斜のすぐ南に平行する Ilagan 層及び Cabagan 層に、影響を与える西にプランジする向斜構造である Paret Embayment がある。更に本地域の主要褶曲としては本地域最南部に見られる San Mariano Embayment がある。これは南西方向にプランジする向斜構造で Ilagan 層と Cabagan 層の分布に大きな影響を与えている。急傾斜の張力断層と種々の方向を示す強いリニアメントが各所に見られる。

3. 1. 1. 4 鉱化作用

鉱床生成区と生成期から、本地域の鉱化作用は (1) 白亜紀の海洋地殻内に形成された ETT の鉱化作用と (2) 第三紀の火山岩～深成岩活動弧内で形成された CTT の鉱化作用である。ETT に於ける鉱化作用のタイプは正マグマ型のクロム鉄鉱鉱床、キプロス型塊状硫化鉱床及び残留型マンガン鉱床で、海洋地殻の海底火山活動の過程で形成された (Table 2)。

CTT では鉱化作用のタイプは斑岩型銅鉱床、鉱脈型金・銀・銅鉱床、マント型のマンガン鉱床及び堆積型鉄鉱床である (Table3)。

ETT の鉱化作用は Isabela 超塩基性岩類、Dikinamaran チャート及び Bicobian 玄武岩中に見られる。CTT では北シェラマドレ底盤、Abuan 層、Dipadian 層及び Mt.Cresta 層によって代表される火山岩～深成岩活動弧が鉱化作用の場となっている。

3. 1. 1. 4a 正マグマ型クロム鉄鉱鉱床

クロム鉄鉱鉱床は、Wasayan、Dikapisan、Dibenelang、Disukad、及び Dilacanadinom で知られている。(Fig、10)。これらの地区ではクロム鉄鉱は Isabela 超塩基性岩類の蛇紋岩化したダナイトの中に鉱床状レンズ状ないし塊状岩体として産する。Cas Chrome Wasayan II と Dibenelang の Cr₂O₃ の品位はそれぞれ 53.9%、46.35% である。鉱石は一般に低シリカ (Wasayan II 0.03%、Dibenelang 6.67%) であり、低アルミナ (Wasayan II 14.95%、Dibenelang 10.91%) である。

3. 1. 1. 4b キプロス型塊状硫化鉱床

キプロス型塊状硫化鉱床は Bicobian と Lacson で見られ Bicobian 玄武岩中に胚胎する。鉱体は Bicobian 玄武岩と Dikinamaran チャートの接触部付近にあり、鉱石は黄鉄鉱、黄銅鉱、輝銅鉱、銅藍及び閃亜鉛鉱からなる。銅の品位は 7.4% から 54.4%、銀の品位は 12g/t から 168g/t で金の品位は 0.5g/t から 5.5g/t である。

3. 1. 1. 4c 残留型及びマント型マンガン鉱床

残留型マンガン鉱床はDikinamaranチャートの中のwad (マンガン土) として産する。Palanan南東のDikadiaogan、Disawit及びKanaipangHillの3箇所に分布する。これらの残留濃集は下記のマント型鉱床からもたらされた。

CTTに於けるDimakawalのマンガンはDipadian層中に胚胎する。それは銅の鉱化帯を覆い(3. 1. 1. 4e参照)、凝灰岩質堆積岩の中に層状及びレンズ状に産する。マンガン網状脈や鉱染も後生の熱水起源とみられる鉱化帯の一部で見られる。

3. 1. 1. 4d 斑岩型銅鉱床

CTTに於ける斑岩型銅鉱化作用はCasablanganとDinadacanで知られている。これらの地区の鉱化作用は北シェラマドレ底盤の接触部付近のMt.Cresta層の石英安山岩質溶岩中に見られる。これらの鉱徴地で採取されたサンプルの銅の品位は非常に低いが、銀は比較的高く又黄銅鉱の鉱染が見られる。

3. 1. 1. 4e 鉱脈型の金・銀・銅鉱床

鉱脈型の金・銀・銅鉱化作用の産状はDinapiqui、Diwagao及びDind Creekで代表される。これらの鉱徴地では黄鉄鉱・黄銅鉱脈及び硫化鉱物を含む石英脈がAbuan層とDipadian層の火山岩溶岩中に見られる。銅の品位は0.03%から3.07%、金の品位は0.1g/tから2.5g/t、銀品位は0.07g/tから9.0g/tである。

鉱脈型の銅鉱化作用はIsabelaのDimakawal銅・マンガン鉱床でも見られるが、その主要な部分ではDipadian層の珪化安山中の銅の鉱染である。銅の品位は塊状硫化鉱の部分では15%にも達するがこれには母岩中の銅の富化帯が含まれている(Cabantog、1974)。

3. 1. 1. 4f 堆積型鉄鉱床

鉄鉱床はCTTでIlagan層の砂岩及び頁岩部層中に層状鉱体又は団塊として北部のCapisayan周辺の2ヶ所で知られている。鉄鉱層は磁鉄鉱の粒子が大部分を占める。採取した鉱石の分析値は銀26g/t、銅0.017%、鉄13.26%である。

CTTの火山-深成活動弧の各所に熱水変質を受けた岩石が分布している。これらから採取した試料の卑金属品位は低いが、深部及び潜頭性の鉱化作用が存在する可能性も無視できない(Fig. 10)。

Table 3: Major Mineral Deposits and Prospects in the Central Tectonic Terrane, Northern Sierra Madre Region

Mineral Prospect	Location	Commodity and Mineralization	Age	Tectonic Province
12) Casablangan	122°00' E 17°37' N	Porphyry Cu	Oligocene-Miocene	Volcano-plutonic arc
13) Dinadacan	122°02' E 17°34' N	Porphyry Cu	Oligocene-Miocene	Volcano-plutonic arc
14) Dinapiqui	122°13' E 16°36' N	Cu-Ag-Au? Vein	Oligocene-Miocene	Volcano-plutonic arc
15) Dina Creek	122°13' E 16°49' N	Cu-Ag-Au? Vein	Oligocene-Miocene	Volcano-plutonic arc
16) Diwagao	122°12' E 16°41' N	Cu-Ag-Au Vein?	Oligocene-Miocene	Volcano-plutonic arc
17) Dimakawal @@	122°12' E 16°35' N	Mn Manto-type Cu-Ag Dissem.	Oligocene-Miocene	Volcano-plutonic arc
18) Capisayan west	121°54' E 18°03' N	Fe Sedimentary	Pliocene	Back-arc basin
19) Capisayan east	121°55' E 18°03' N	Fe Sedimentary	Pliocene	Back-arc basin

Note: @@ - Stopped operation
All the other prospects are still undeveloped.

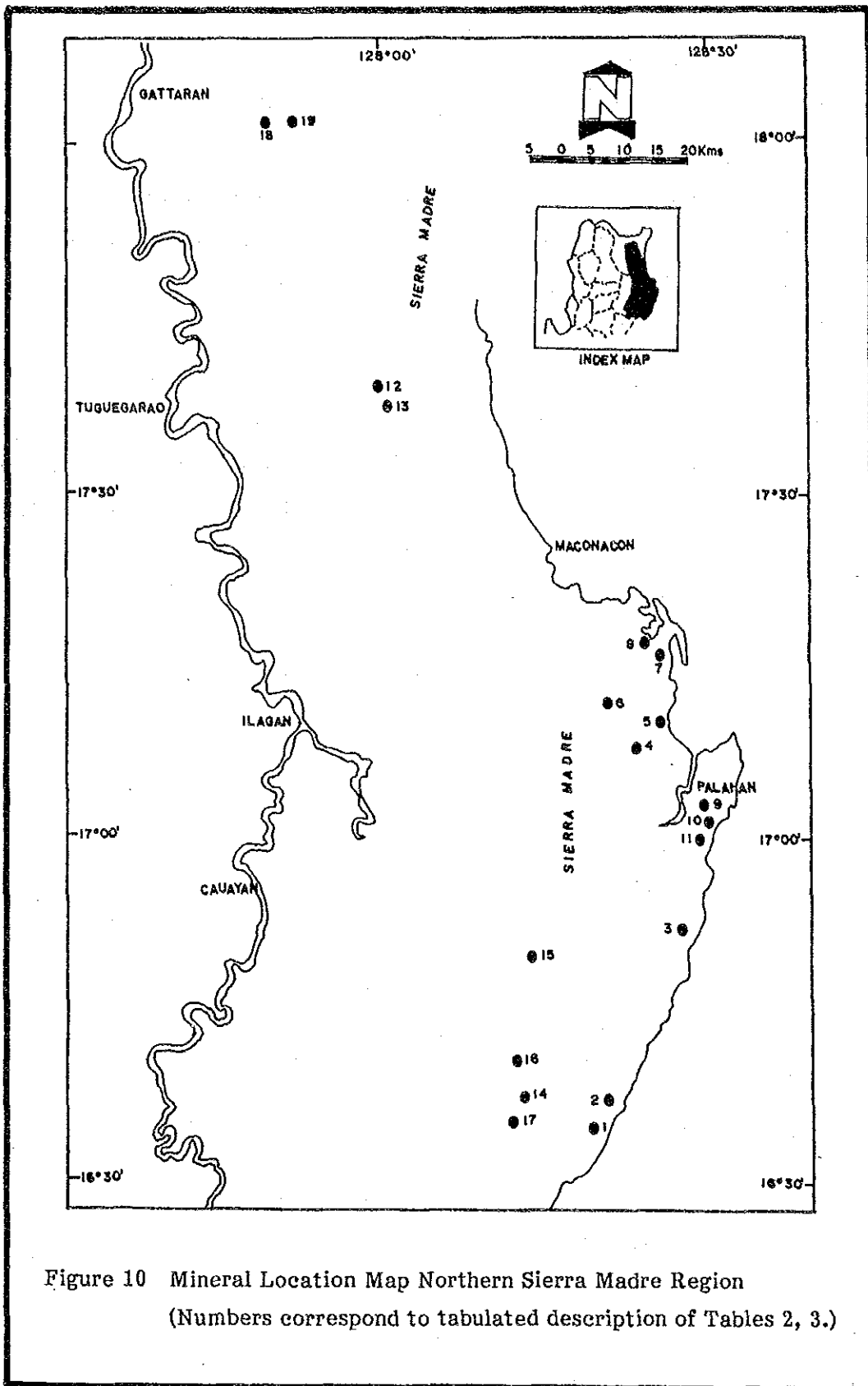


Figure 10 Mineral Location Map Northern Sierra Madre Region
 (Numbers correspond to tabulated description of Tables 2, 3.)

3. 1. 2 南シェラマドレ・ポリーリョ島地域

3. 1. 2. 1 地域の地質状況

南シェラマドレ (SSM)・ポリーリョ島地域は中央ルソンの東部に位置する (Figs 1,11)。本地域の西はルソン中央平原に、東はフィリピン海に接する。フィリピン断層は Bicol Region を横切った後、南シェラマドレ山地とポリーリョ島の間にあるポリーリョ海峡を通り Dingalan 付近で再び陸上に現れる。Caraballo 山地の南西側にある Laur - Dingalan Valley はフィリピン断層の存在を示し、本地域の北限を形成する。南シェラマドレ山地の南限は Lagna de bay の南岸から Lamon 湾に至る東西線で境されている。

ポリーリョ島のすぐ北東には東北東の方向をもつ東ルソントランスフォーム断層があり、東ルソン海溝はそれによって左横ずれの転位を示し、フィリピン海溝から分離している。

本地域の基盤は白亜紀前期の変成岩類で、その上にオフィオライト岩類が載っている。本地域では白亜紀後期に広範囲の火成活動があり、暁新世には閃緑岩質岩類が古期岩類中に貫入している。この事実は白亜紀中期 (サントニアン) から暁新世迄の永い期間の火成活動のあったことを示す。それ以後の火成活動弧の前弧海盆に於ける堆積と火成作用は、第三紀以降の本地域に多様な火成岩類及び堆積岩類をもたらした。

Revilla と Malaca (1987) は本地域の火成岩で境される海盆で生成した堆積岩層は、西方からのサブダクションに関係していることを示唆した。ポリーリョ島では暁新世以降の堆積物は東からのサブダクションに関係するとされている。(Zepeda、Jagolina、1986)。

3. 1. 2. 2 岩相と層序

本地域の基盤岩類は堆積岩起源の変成岩類である。これらの堆積岩類は南シェラマドレの白亜紀前期の Katablingan 変成岩類及びポリーリョ島における先白亜紀の Masisi 片岩類によって代表される。Infanta 断層の東側に広く露出する Katablingan 変成岩類は主として主に石英-緑泥片岩及び片麻岩よりなるが、一部で千枚岩もみられ、ある露頭では砂岩の破片を含む部分も見られる。

ポリーリョ島では Masisi 片岩は島の西側の縁に分布する。この地層は寄せ木状の方解石の細脈群、透角閃石-陽起石集合体、緑泥石及び石英よりなる、緑色片岩相の片岩である。この片石中にはまた千枚岩と大理石も見られる。

南シェラマドレでは Katablingan 変成岩類を覆って、深海成堆積物 (Barenas - Baito 層) を伴う白亜紀前期の Boso - Boso オフィオライトは正規のオフィオライトの上部層部分のみからなり、塊状はんれい岩から枕状玄武岩に至る塩基性複合岩類である。地域西縁部に近く南北方向に分布する Boso - Boso オフィオライトは Katablingan 変成岩類が西で活動中の海溝に衝突した際に剥離されたといわれている。ポリーリョ超塩基性岩類 (かんらん岩、はんれい岩からなる) と基盤の Masisi 片岩の関係は明確ではないが、白亜紀後期に基盤岩の上に配置されたと広く信じられている。この超塩基性岩中には衝上したオフィオライトの変成相と考えられる角閃石片岩が含まれている。この

衝上運動後にサブダクションは恐らく1方向となり、これ以後南シェラマドレとポリーリョ島は同一の深成岩活動によって支配される長期間のマグマ活動の場となった。

南シェラマドレでは暁新世の深成岩活動はLupa花崗岩閃緑岩で代表される。この岩相は花崗閃緑岩から閃緑岩までの変化を示す。ポリーリョ島の暁新世深成岩活動はポリーリョ閃緑岩で代表されるが、この岩相は花崗閃緑岩から半花崗岩を伴う石英モンゾナイト迄変化する。

深成岩活動後鮮新世までに南シェラマドレとポリーリョ島に堆積した地層は互いに対比できない。

ポリーリョ島では暁新世前期以降の地層はすべて堆積岩であるのに対し、南シェラマドレでは弧状火成岩質堆積物と海盆性堆積物の互層である。

南シェラマドレでは暁新世前期以降の西向きサブダクションに関連して少なくとも3回以上の火成活動が記録され、これらによって貫入した岩体によって堆積岩類は規則的に区切られている。Lupa花崗閃緑岩の貫入後最初に堆積したのはMaybangain層である。これは主に緻密な鋼灰色から瀝青黒色の石灰岩からなり、少量の碎屑岩層を伴っている。本層は暁新世後期から始新世前期とされ漸新世前期のBayabas層に覆われている。火成活動の再来を示すBayabas層は南シェラマドレ山地の殆ど全長に亘り分布する。

これらは主に玄武岩及び安山岩の溶岩からなり少量の粗粒碎屑岩層を挟在する。このBayabas層に貫入するAntipolo閃緑岩は角閃石閃緑岩及び石英閃緑岩からなり安山岩質岩脈及び半深成岩を伴う。

南シェラマドレのLaur - Dingaran Valleyでは第四紀の崖錐堆積物が分布している。この崖錐堆積物はこの谷に沿ったフィリピン断層の絶え間ない運動の結果生成したと信じられている。

南シェラマドレの南部では、多分マニラ海溝からの東向きサブダクションに関係するとみられる後縁盆地での新期の火山活動が起こりGuadalupe層が堆積した。この地層は少量の火山岩溶岩と細粒の凝灰質の挟在物を伴った火砕岩からなる。

沖積層は本地域の平坦地の大部分を掩って分布する。

3. 1. 2. 3 地質構造

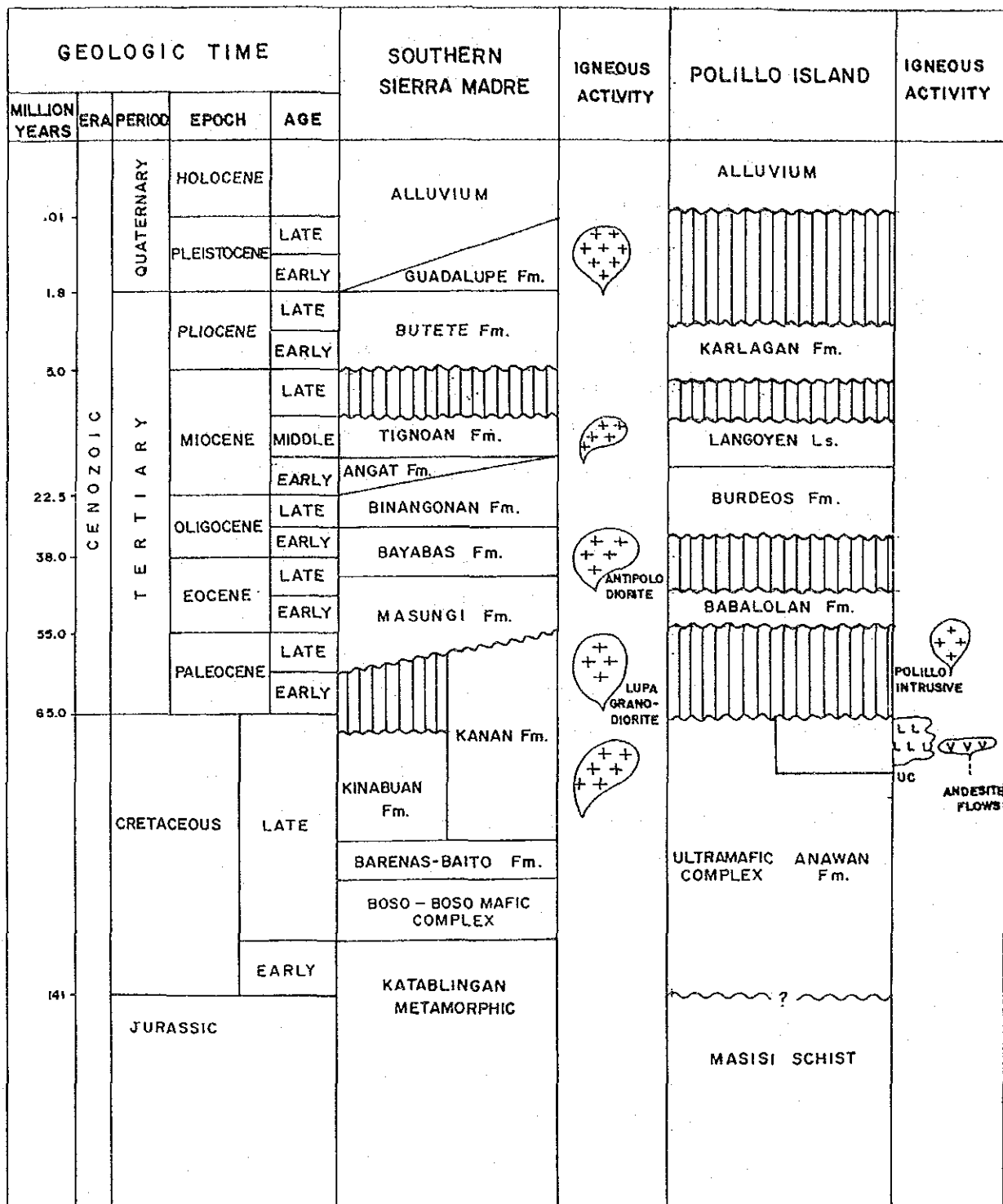
本地域の主要な地質構造は左横ずれのフィリピン断層である。この断層はポリーリョ海峡を北西方向に横切り、Dingalanを経てルソン本島に連続する、この地点でフィリピン断層は方向をかえ、より北西の方向をとる。本地域に於ける他の構造線も殆どフィリピン断層に平行する。

ポリーリョ島で見られる急傾斜断層のうち主要なものはポリーリョ断層、Anibong断層及びLanatong断層である。

ポリーリョ断層は島の西縁で見られる。本断層はフィリピン断層に平行し、左横ずれの動きをます。Anilong断層は島の中央部を北東方向に横断し北部は方向を徐々に北にかえてLanatong断層になる。

褶曲はBurdeos層中に最もよく発達し褶曲軸はほぼ南北方向である。覆反構造と衝上断層が超塩

Table 4 Columnar Section of Southern Sierra Madre and Polillo Island Region



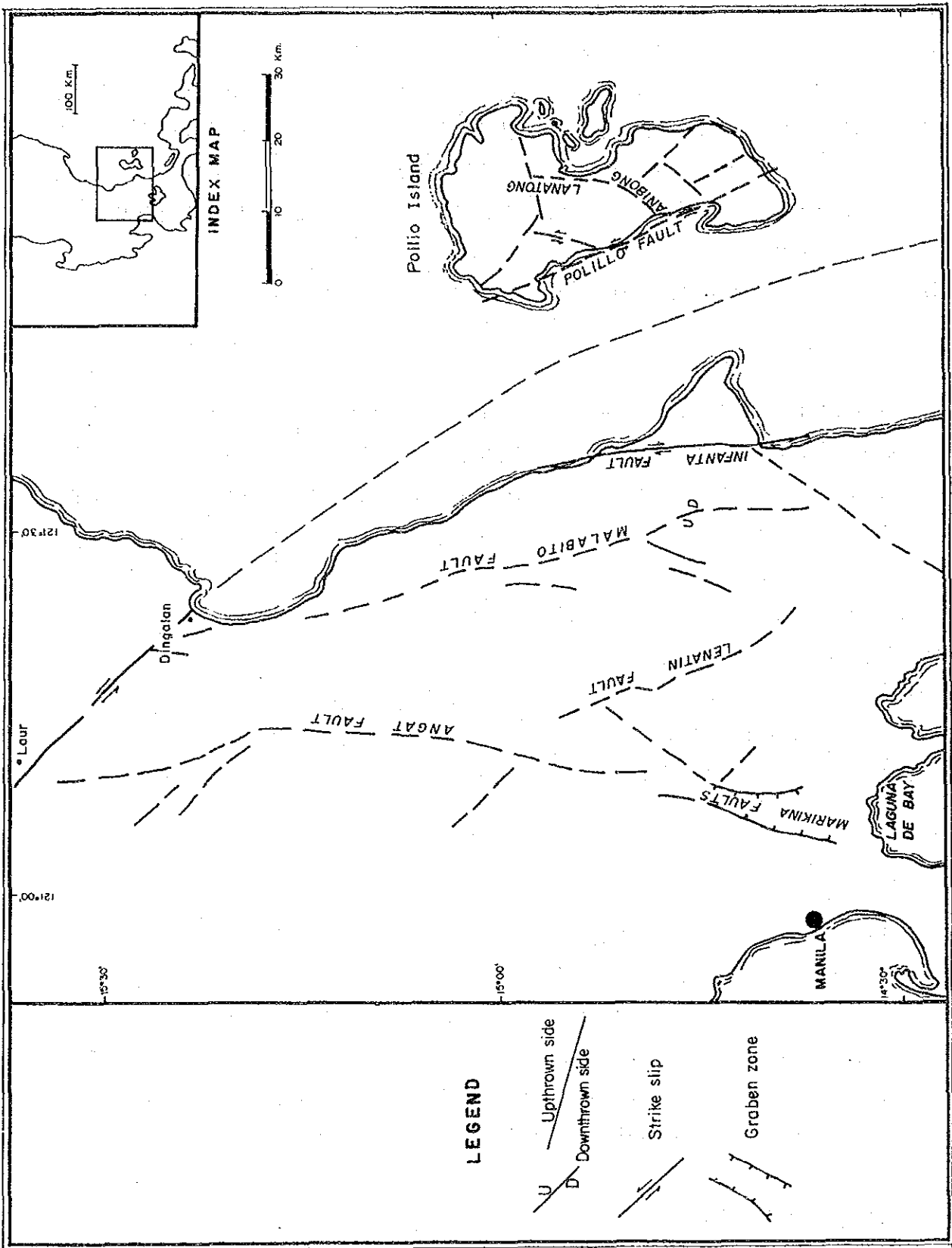


Figure 11 Map of Major Geologic Structures in the Southern Sierra Madre and Polillo Island Region

基性岩で覆われた地帯に特徴的に見られる。

南シェラマドレに於けるリニアメントの特性はポリーリョ島とほぼ同様である。南シェラマドレの主要な断層は西部から東部にかけて Marikina 断層、Angat 断層、Lenatin 断層、Malabito 断層及び Infanta 断層である。これらの断層は全般的に南北方向を示し、南シェラマドレ山地の殆ど全長を縦断する。フィリピン断層と平行な走向を示すポリーリョ断層と対照的に Infanta 断層は南北系で右横ずれの運動を示す、この運動はフィリピン断層の左横ずれの動きと合成され Infanta 半島を南方へ動かしたと考えられる。

南シェラマドレの褶曲軸は南北方向を示す。ポリーリョも殆ど同様である。(Fig. 11)

3. 1. 2. 4 鉱化作用

本地域の鉱化作用には主な4タイプがある。(Table5, Fig.12) これらは接触交代型、斑岩型、鉱脈型及び黒鉱型塊状硫化鉱鉱化作用である。下記の鉱床の多くは小規模の鉱区として、現在稼行されているか過去に稼行された実績がある。Sta Ines 鉄鉱床だけが大規模に稼行された実績がある。

3. 1. 2. 4a 接触交代鉱床

本地域で最も重要な鉱化作用タイプは接触交代型である。このタイプの鉱床はすべて主要鉱石鉱物として磁鉄鉱を産し随伴元素として銅、亜鉛及び金を伴う。

鉄の接触交代鉱床は (1) Camaching・Umpacan 地区、(2) Angat・Norzagaray 地区、(3) St. Ines・Antipolo 地区で見られる。この鉱床は多分 Antipolo 閃緑岩の活動の最終期に形成されたと考えられ、石英閃緑岩又は閃緑岩の岩株が貫入する Binagonan 層及び Angat 層の碎屑岩及び石灰岩中に胚胎する。

3. 1. 2. 4b 斑岩銅鉱床

本地域では南シェラマドレ地区に2個、ポリーリョ島に1個計3個の斑岩型鉱床が知られている。ポリーリョ島のものはポリーリョ閃緑岩の貫入に関連した斑岩型モリブデン鉱床で Canicanian 川の Marcopper Polillo Prospect と呼ばれている。南シェラマドレでは斑岩型の鉱化作用は銅が主要成分で少量の金を随伴する。

Antipolo 閃緑岩は、Bayabas 層に貫入し、Sumacbao River (Mt. Balintingon 地区) 及び Lumbay、Umiray River 地区にこのタイプの鉱化作用をもたらした。

3. 1. 2. 4c 鉱脈型鉱床

鉱脈型鉱化作用は含硫化物石英脈として始新世から漸新世の Bayabas 層と中新世の Tignoan 層の安山岩質火山岩中にみられる。この石英脈は中程度から高い金の品位を示し、注目すべき量の銀と銅を含む、この様な鉱脈は地域内の各所に広く分布する。

Table 5: Major Mineral Deposits and Prospects in the Southern Sierra Madre-Polillo Region

Mineral Deposit/ Prospect	Location	Commodity & Mineralization	Age	Tectonic Province
1) Camaching *	121°08' E 15°05' N	Fe Contact metasomatic	Oligocene?	magmatic arc
2) Angat *	121°08' E 14°59' N	Fe Contact metasomatic	Oligocene?	magmatic arc
3) Sta. Ines @@	121°19' E 14°44' N	Fe Contact metasomatic	Oligocene?	magmatic arc
4) Canicanian, Polillo **		Mo Porphyry type	Paleocene	magmatic arc
5) Sumacbao River *	121°12' E 15°17' N	Cu Porphyry type	Eocene- Oligocene	magmatic arc
6) Lumbay **	121°24' E 14°51' N	Cu Porhyry type	Eocene- Oligocene	magmatic arc
7) Puray @@	121°12' E 14°46' N	Cu Kuroko type massive sul	Eocene- Oligocene	magmatic arc
8) Ibuna *	121°22' E 15°18' N	Cu-Ag-Au Vein	Eocene- Oligocene	magmatic arc
9) Marcopper Matani **	121°21' E 14°52' N	Cu-Ag-Au Vein	Eocene- Oligocene	magmatic arc
10) Tignoan *	121°33' E 14°35' N	Cu-Ag-Au Vein	Eocene- Oligocene	magmatic arc

Note: * - Prospect;
** - Explored, undeveloped;

@@ - Stopped operation

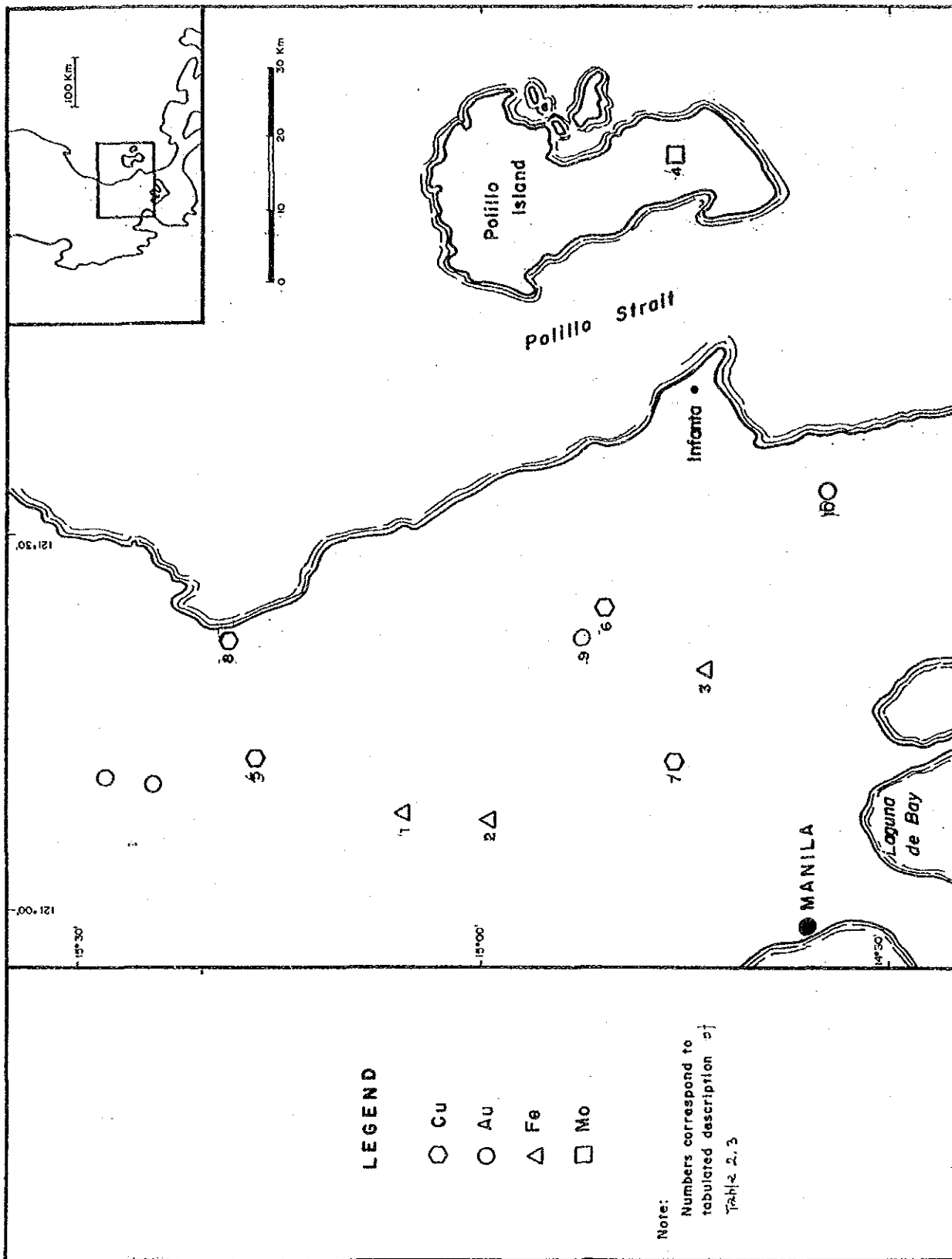


Figure 12 Location of Major Mineral Deposits and Prospects in the Southern Sierra Madre and Polillo Island Region

合金鉱脈のこのような広い分布が南シエラマドレに多くの金の漂砂鉱床の存在理由である。

Umiray、Angelo、Montalban、Papaya及びBoso - Boso Riverは小規模な鉱山業者によってパンニング産金が行われている水系である。

3. 1. 2. 4d 黒鉱型鉱床

本地域で見られる最後期の鉱化作用はMontalbanのPuray探鉱地で見られる黒鉱型鉱床である。

この、鉱床はBayabas層の玄武岩質の凝灰角礫岩及び石英安山岩中に胚胎する。

3. 1. 3 マスバテ～中央／東パナイ～ギマラス島～南西ネグロス地域

3. 1. 3. 1 地域の地質状況

マスバテ～中央部／東パナイ～ギマラス島～南西ネグロス地域はフィリピン変動帯の中央部に位置し、南東部を第三紀のVisayas盆地に、西部をイロイロ盆地によって囲まれている (Figs. 2, 13)。北北東の走向を示す白亜紀から暁新世の火山岩、深成岩からなる山系がこれらの盆地を境にしている。いる。

当地域は東部をマスバテ島の東方を通る左横ずれのフィリピン断層に、西部を西パナイのAntique山系中に露出する中新世後期の衝突帯に境されている。この衝突帯は古生代から中生代の北パラワン大陸地塊と、白亜紀から古第三紀にかけて中央パナイに形成されたIloilo盆地を前縁盆地とする東パナイ～マスバテ活動弧に伴う地塊の、間の境界を形成している。上記のマスバテ～東パナイ活動弧の南方延長に当たる南西ネグロスは、西方を新第三紀のネグロス海溝に東方を第四紀の火山弧に囲まれている。

本地域における白亜紀から古第三紀の活動弧（マスバテ～パナイ）の基盤岩類は、北東マスバテに露出するMt.Manapo玄武岩とそれに伴うBoracay層に代表される、変成したオフィオライト層（緑色片岩相）からなる。

マスバテ島に見られるBaleno片岩は、現在衝上断層で覆瓦構造を示す上述のオフィオライト類の下位のさらに古い弧状物質の残存物と考えられている。中央パナイのIloilo盆地の基盤岩類は初期の南東スル海盆から転位したと考えられている、より若い白亜紀～暁新世の海洋地殻物質 - Panpanan玄武岩 - よりなる。

当地域のこれら基盤岩類の上には、ネグロス海溝のサブダクションに関係するマグマ活動や、Visayas盆地とIloilo盆地の発達に関連した、第三紀から第四紀にかけての火成岩～堆積岩よりなる地層群が形成されている。当地域の岩相と層序はマスバテ～東パナイ～ギマラス島～南西ネグロスの部分と中央パナイのIloilo盆地に分けて論じられる。

3. 1. 3. 2 岩相と層序

3. 1. 3. 2a 基盤岩類

マスバテ～東パナイ～ギマラス島～南西ネグロス地域で最古の基盤岩類はマスバテ島の北東部に露出する先白亜紀のBaleno片岩（緑泥石片石）と同島南西端に露出するMt.Manapao玄武岩（塊状の無斑晶な枕状玄武岩）である。後者は地窓状に露出し、多分下位に分布するオフィオライトの上部とみられる。この岩体はチャート質堆積物、玄武岩質角礫岩流、礫岩、ワッケ、シルト岩、泥岩、淮片岩及び凝灰岩よりなる先白亜紀のBoracay層に覆われている。本層はMt.Manapao玄武岩に伴う、オフィオライトに関連する深海成堆積物と考えられている。(Table 6)

本地域の他の地区の基盤岩をなす白亜紀から始新世の地層群は東パナイのSibala層（玄武岩質、安山岩質溶岩流、火山碎屑岩類火山岩類、凝灰岩及び岩屑砂岩）、暁新世から始新世とされるギマラス島のSibang火砕岩類、火山岩類及び南西ネグロスのBasak層（安山岩質～玄武岩質火山岩溶岩流、角礫岩流、凝灰岩及び火山碎屑岩質物質）である。中央パナイのPanpanan玄武岩（杏仁状玄武岩流、火山岩質角礫岩、火山岩質砂岩、泥岩、頁岩及び石灰質砂岩）もまた部分的にマスバテ～東パナイ～ギマラス島及び南西ネグロスの白亜期古第三紀の活動弧の地層群に対比される。

3. 1. 3. 2b マスバテ～東パナイ～ギマラス島～南西ネグロスの岩相と層序

ネグロス海溝に沿う漸新世のサブダクションに関係する当地域のマグマ活動は南西ネグロスのPagatban貫入岩（石英閃緑岩及びはんれい岩相）、マスバテにおける漸新世のAroroy閃緑岩（花崗閃緑岩、石英閃緑岩、トーナライト及びはんれい岩類）、東パナイの漸新世初期のSara閃緑岩（閃緑岩、石英閃緑岩）及びYatingモンゾニ岩（モンゾニ斑岩）及びギマラス島のギマラス閃緑岩に代表される。これらの閃緑岩類のK-Ar年代（25.1～28.0Ma.）の対比と鉱物学的組成の相似から、これらの貫入岩類はマスバテから東パナイ、ギマラス島、南西ネグロスを通り更に南方の北西ミンダナオ迄伸長する一連のマグマ活動弧の一部であると推定される。本地域のこの活動弧における漸新世から中部中新世の火成活動はマスバテ中部に分布する、中新世下部から中部（K-Ar年代18.3Ma.）のMobo閃緑岩（角閃石-黒雲母閃緑岩及びトーナライト）及び南西ネグロスの熱水活動によって形成された絹雲母の14.4から13.2Maの年代を示すまだ命名されていない石英安山岩質斑岩の岩株である。

当地域の東半分の中新世中期から後期にかけての堆積と火山活動は中央マスバテのBuyag石灰岩（礁性石灰岩）を伴う下位層を不整合に覆う12.2Ma.のK-Ar年代を示すLamon安山岩（斜長石角閃石安山岩及び輝石安山岩）、南西ネグロスのCanturay層（炭質から石灰質の堆積岩）及びギマラス島のPanebolon石灰岩に代表される。

当地域の鮮新世後期の火山活動はマスバテのMt.Nabongsoran安山岩で代表される。このような火山活動はネグロス海溝に沿う脈動的なサブダクションに関連する可能性がある。これは又、東パナイのOdiongan火山岩類（珪化した斑岩質安山岩の溶岩流）とギマラス島のMt.Dinulman火山岩

Table 6 Columnar Section of Masbate - Central/East Panay - Guimaras - Southwest Negros Region

GEOLOGIC TIME		PANAY ISLAND										SOUTHWEST NEGROS	MASBATE	IGNEOUS ACTIVITY		
		CENTRAL PANAY					EASTERN PANAY								IGNEOUS ACTIVITY	IGNEOUS ACTIVITY
MILLION YEARS	ERA/PERIOD	EPOCH	AGE	FORMATION		FORMATION		FORMATION		FORMATION		FORMATION		FORMATION		
0	QUATERNARY	HOLOCENE		ALLUVIUM	ALLUVIUM	ALLUVIUM	ALLUVIUM	ALLUVIUM	ALLUVIUM	ALLUVIUM	ALLUVIUM	ALLUVIUM	ALLUVIUM	ALLUVIUM	ALLUVIUM	
1.0				PLEISTOCENE		CABATUAN Fm.	CABATUAN Fm.	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.
3.0	TERTIARY	PLIOCENE	EARLY	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.	ULIAN Fm.	
5.0				LATE	TARAO Fm.	TARAO Fm.	TARAO Fm.	TARAO Fm.	TARAO Fm.	TARAO Fm.	TARAO Fm.	TARAO Fm.	TARAO Fm.	TARAO Fm.	TARAO Fm.	TARAO Fm.
22.5	TERTIARY	MIOCENE	EARLY	SINGIT Fm.	SINGIT Fm.	SINGIT Fm.	SINGIT Fm.	SINGIT Fm.	SINGIT Fm.	SINGIT Fm.	SINGIT Fm.	SINGIT Fm.	SINGIT Fm.	SINGIT Fm.	SINGIT Fm.	
30.0				LATE	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT
55.0	TERTIARY	Eocene	EARLY	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	PANAPANAN BASALT	
65.0				LATE	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.
141	MESOZOIC	CRETACEOUS	EARLY	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	
195				LATE	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.
250	MESOZOIC	JURASSIC	MIDDLE	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	
280				EARLY	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.
280	PALEOZOIC	PERMIAN	LATE	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	
300				EARLY	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.
300	PALEOZOIC	CARBONIFEROUS		SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	
350				EARLY	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.	SIBALA Fm.

類（石英安山岩流）を招来した。

3. 1. 3. 2c 中央及び東パナイの岩相と層序

この地区の西半分は中央パナイと西パナイに囲まれる Iloilo 盆地で代表される。この部分は漸新世後期から更新世にかけて Antique 山系が衝突したネグロス海溝の前縁盆地として発達した。

中央パナイの基盤は Iloilo 盆地の西側に広く露出する古第三紀（始新世～漸新世後期）の Panpanan 玄武岩（1. 2. 1 参照）からなる、この岩層は恐らく原始南東スルー海盆が漸新世後期に拡大する以前の北部延長を代表するとみられる。この基盤岩は現在中新世中期の Antique 山系の衝突をうけ、縫合帯上に衝上している。

（Palawan - Western Panay～Romblon・Tablas 山脈の章参照）。

東パナイの Iloilo 盆地の基盤岩は白亜紀-暁新世の Sibara 層である。（1, 2, 3 章参照）。

3. 1. 3. 3 地質構造

マスバテ島と南西ネグロスの構造は北北西方向を示す。マスバテでは東の海岸線に平行なフィリピン断層の影響を顕著にうけている。中央・東パナイとギマラス島では西パナイの Antique 山系の衝突帯と直角な北北東方向を示す（1. 2. 2）。

マスバテでは北西～南東方向の衝上断層群が Mt.Manapao 玄武岩や始新世後期の Mandaon 層を覆う Boracay 層に代表されるオフィオライトの断片の分布を規制している。マスバテの北北西方向の断層やリニアメントは北西方向の褶曲と同様にフィリピン断層に沿う構造運動によるものとされている。西マスバテではこの様な褶曲軸は Dimasalang 及び Santa Cruz 背斜と P.V.Cruz 及び Cuim 向斜を含む、北東方向の褶曲としては Caban calan 向斜がみられる。

ネグロス島の地質構造は一般に北北西方向の断層系が優勢である。移動量の小さい北東方向の副断層が一部の岩体を移動させている。

これらの北北西方向の断層は基盤の Basak 層中への Pagatban 底盤の貫入と分化を強く規制していると考えられている。この底盤の閃緑岩体と Dacongogon 石灰岩層や Canturay 層と断層による接触部は数箇所明瞭に認められる。主要な北～北西方向の断層はパナイ地区の CDCP 鉾山地区から始まり Calatong 山系で終わっている。

南西ネグロスの北西方向の褶曲は一般に古期の堆積岩中特に中新世下部の Tabu 層中でよく発達する。

パナイ島では、主要な衝上構造である Panpanan 衝上断層は、オフィオライト質の Panpanan 玄武岩の下底部にみられる。この衝上断層は Antique 山脈の衝突時に形成された岩層と中央パナイの Iloilo 盆地の間の構造地塊の境界を示す。この地区では玄武岩の岩体は葉片化したはんれい岩上に 40° の傾斜で衝上しているのが認められる。この衝上断層は北西パナイ迄伸長し、そこでは Iloilo 盆地の堆積岩類は中新世中期の火山岩類に衝上していると考えられる。

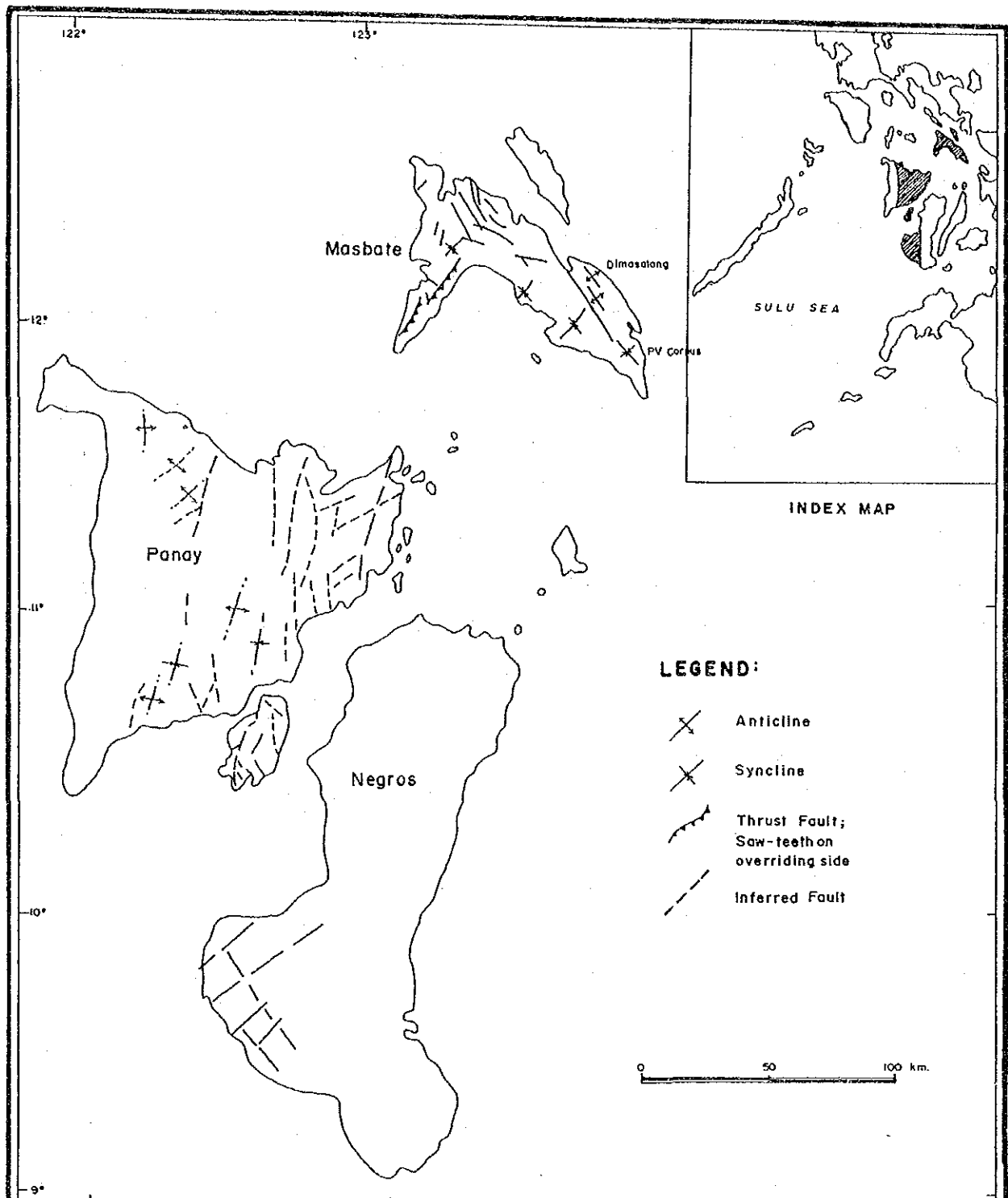


Figure 13 Map of Major Geologic Structures in the Masbate -
Central/East Panay - Guimaras - SW Negros Region

(After: David, 1988; Santos, E., and Velasquez L., 1988; Baybayon and Matos, 1986;
Morales & Jagolino, 1987)

中央パナイではIloilo盆地の堆積岩類は北東から北西方向の褶曲軸により褶曲している、この盆地の西縁部ではTarao層、Ulian層が南東に傾斜している一方東縁部ではPilar石灰岩、Passi層及びDingle層が南西に傾斜している。

東パナイでは白亜紀から暁新世のSibala層は北東及び北西方向の多くの走向断層や断裂に切られている。

これらの構造は本地域の卑金属を伴う熱水性石英脈の鉱化作用を規制すると同時にSara閃緑岩の形状も規制している。

ギマラス島では、構造要素は一般に北ないし北東の方向を示す。本島のGuimaras閃緑岩の分布は北西方向の副断層を有する優勢な北東方向の断層沿いに限られている。本島でGuimaras閃緑岩とSibang火山碎屑岩の特徴であるこの顕著な北東方向の断層は多分東パナイでSara閃緑岩の貫入を規制した構造方向に関連するものであろう (Fig. 13)。

3. 1. 3. 4 鉱化作用

斑岩型銅鉱床と鉱脈型金鉱床が本地域の主要な鉱化作用である (Table 7) 事実、当地域はフィリピンの金・銅・モリブデン鉱の多くを産するので注目されている。

本地域ではマンガンと鉄も堆積型、残留型、砂鉱型及び接触変成型の鉱床として知られている。

3. 1. 3. 4a 斑岩型銅鉱床

南西ネグロス、東パナイ、マスバテ及びギマラス島の漸新世から中新世にかけてのマグマ活動弧は本地域に数個の斑岩型銅鉱の鉱化作用をもたらした (Table 7)。南西ネグロスでは最大級の斑岩型銅鉱床として、Maricalum 鉱山会社のSipalay 鉱床 (0.41~0.05% Cu) 及びCDCP 鉱山会社のMuhong 鉱床 (0.40% Cu) が知られている。これら2つの鉱床の間や周辺にはAya-aya、Saguibon、Inayauan、Manlucahoc、New Manila、Asia及びHinobaan等多くの他の斑岩型銅鉱床や鉱徴地がある。

Hinobaanの周辺では鉱脈型金鉱床の探鉱も実施された。これらの鉱床の硫化鉱物の鉱化作用は変質安山岩類、変質堆積岩類及び貫入閃緑岩を母岩とし、鉱染状細脈状、条線状及び割目充填状をなし、石英脈及び石英細脈に密接に伴っている。初生の鉱石鉱物は主に黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱、輝水鉛鉱、銅藍で二次産物は藍銅鉱、孔雀石、珪孔雀石である。

他の随伴鉱物としては方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱、磁鉄鉱及び砒黝銅鉱を伴う。二次富化作用は、BasayのMuhong銅鉱床ではよく発達し、0.64% Cuの550万tの鉱石を産出した。変質作用は珪化、黒雲母化、粘土化、プロピライト化及び黄鉄鉱化で、これらは互いに重複して見られる。

南西ネグロスの鉱化作用はモリブデンの含有量が高く (一般に0.10% Mo)、金の含有量の低いことでフィリピンの他の斑岩型銅鉱床と異なっている。

ギマラス島では斑岩型銅鉱床の鉱化作用はSibunag火山岩類、火山碎屑岩類及びギマラス閃緑岩

中に限られている。これはSalracion銅鉱床で代表される。この鉱床は鉱脈型の銅鉱化作用も伴っている。

マスバテのBaleno、Mt.Uac、Dogosangan、Matanglad、パナイのLoayのAzure鉱山、Pilar、Mt.Pari、Barotac VieioのDel Filar及びギマラス島のSalvacion、Nueva Valencia及びSan Antonioは鉱脈型の鉱床と考えられている。Loayでは鉱脈系は破碎帯に沿うN75° E~N45° Eの走向を示し、Mt.Pariでは鉱脈の走向N80° W~N75° Eを示す、鉱床は一般に黄鉄鋼化した、粘土質及びプロピライト質の変質帯にかこまれている。細脈状（石英、石膏及び硬石膏の脈を伴う）及び鉱染状の硫化鉱物が周辺の母岩中に認められる。鉱石鉱物は黄銅鉱、斑銅鉱、孔雀石、藍銅鉱及び黄鉄鉱で鉱石品位は0.48%~2.28% Cuを示す。

3. 1. 3. 4b 鉱脈型金鉱床

マスバテに於ける金の鉱化作用は主に安山岩質の変質火山岩及び部分的に貫入閃緑岩中に広く分布する浅熱水性の石英、方解石脈中に限られている。脈中の鉱石鉱物は黄銅鉱の微粒以外は確認されていない。自然金とテルル化物は鉱染状、粒間充填状、連晶状及び交代状に産する。Atlas鉱山社のMasbate Goldfield、Tenaajo、Capsay、Lanonoy、Colorado、IXL、Royal Paracale及び付近の地区で小規模な鉱山業者によって稼行されている。浅熱水性金鉱脈はマスバテManahoeのMatanglad部落でも認められ、鉱石品位は1.4~2.7g/t Auを示す金の富鉱帯が存在する。

南西ネグロスでは浅熱水性の金鉱脈としてはVista Alegre、Bulawan、Hinobaan、及びPaling Gamayがあり、現在バンニングによる砂金採取が行われている。

東パナイでは金鉱脈はLoay、Pilar、Capizに分布する。IloiloのConcepcionのBarotac ViejoとNipaでは戦前に金鉱山が稼行された。

3. 1. 3. 4c 堆積性マンガン鉱床

マスバテのマンガン鉱床は礫岩、チャート、シルト岩、頁岩、泥岩及び玄武岩溶岩流に伴ってNabangig、Ayat、Taysan、Calumpang及びPaludで知られている。

マンガン鉱石はレンズ状の鉱体として特定若しくは数個の層準に認められる。二次的な残留鉱石は巨礫、中礫、小礫として鉱化帯の河岸沿いに見られる。マスバテのマンガン鉱床は一般に低品位（47%~70% Mn）である。

Ayatではチャート及び頁岩を母岩とする鉱床の高品位部（72% Mn）は殆ど採掘された。

南西ネグロスではマンガンの分布は一般にTabu層（Salong川沿い）中とDacongcong石灰岩の窪地やポットホールに限られる。戦前の鉱山活動が南西ネグロスのKabankalanのTapolで行われた。東パナイではAnilao、Capizのマンガン鉱床は安山岩質の岩石に伴うレンズ状および層状鉱として見られる。

Table 7: Major Mineral Deposits and Prospects of the Masbate - Central/East Panay - Guimaras - SW Negros Region

Deposit/ Prospect	Type of Mineralization	Location	Remarks
1) Sipalay @	Porphyry Cu	9°49'04" 122°26'36"	0.50% Cu; 368,026,229 t res.
2) Baclao-Sipalay @@	Porphyry Cu	9°49'22" 122°25'31"	0.41% Cu; 56,229,000 t res.
3) Sipalay-Cauayan **	Porphyry Cu	9°48'33" 122°59'13"	0.42% Cu; 13,608,000 t res.
4) New Manila Ilog & Asia **	Porphyry Cu	9°35'39" 122°43'01"	0.35% Cu; 27,000,000 t res.
5) Hinobaan **	Porphyry Cu	9°32'39" 122°33'49"	0.45% Cu; 94,657,000 t res., development stopped
6) Inayauan **	Porphyry Cu	9°50'12" 122°29'14"	0.42% Cu; 13,707,930 t res.
7) CDCP Basay @@	Porphyry Cu	9°28'35" 122°40'32"	0.40% Cu;
8) Malinao, Basay @@	Porphyry Cu	9°28'39" 122°40'09"	0.40% Cu, 1.59% Ag;
9) Salvacion N. Valencia *	Porphyry Cu	10°32'06" 122°31'10"	For exploration
10) Aroray Bold (ACMDC) @	Porphyry Cu	12°29'04" 123°23'46"	2.47 g/t Au;
11) Capsay Masbate @	Vein type Au	12°29'04" 123°27'44"	9.26 g/t Au, 24.51 g/t Ag;
12) Loay Pilar (Azura Mines) @@	Vein type Au	11°29'04" 123°01'10"	1.40 g/t Au, 98.70 g/t Ag; 2.23% Cu
13) Mt. Pari (Pari, Pilar) @@	Vein type Au	11°28'40" 122°59'38"	0.44% Cu.
14) Guimaras Island **	Vein type Au	10°29'56" 122°33'50"	2.28% Cu.

Note: @ - Operating mine
@@ - Stopped operation

* - Prospect
** - Explored, undeveloped

Table 7 (cont'd)

Deposit/ Prospect	Type of Mineralization	Location	Remarks
15) Nabangig (Masbate) **	Layered/lenses Manganese	12°07'05" 123°56'43"	47.3% Mn.
16) Ayat (Masbate) **	Layered/lenses Manganese	12°06'35" 123°01'10"	72.2% Mn.
17) Calumpang (Masbate) **	Layered/lenses Manganese	11°56'32" 123°10'22"	67.9% Mn.
18) Tapol Kabangkalan @@	Layered and residual Mn.	9°56'02" 122°45'01"	
19) Anilao Iloilo, Panay @@	Lenticular lenses Mn.	10°58'35" 122°44'59"	
20) Mandaon Masbate **	Layered/lenses Manganese	12°11'42" 123°08'12"	51.0% Mn; evaluated 1948 108,385 t reserve
21) Guimaras Iron Prospect **	Lenses/contact metasomatic	10°35'00" 122°40'10"	51.75% Fe 1,800 t reserve

3. 1. 3. 4d 接触変成及び機械的濃集作用による鉄床

数箇所鉄の探鉄地 (Leningwan、Pencian、Bantayan及びArbol) がギマラス島に分布する。鉄鉄は北に傾斜する東西系の構造に沿って認められる。平均品位は52% Feで主に赤鉄鉄と磁鉄鉄からなり、主として変質火山岩類とGuimaras閃緑岩の接触部付近に限られている。鉄石は一般にレンズ状又は不規則な塊状を示す。

南西ネグロスの鉄鉄床は接触変成型でNew Manila、Kabangkalanで認められる。パナイのIvisan、Capiz、南西ネグロスのBasay・Bayawan等では経済的量の磁鉄鉄砂鉄床が海浜の砂浜と沖積層の砂層に関連して認められる。

3. 1. 4 セブ～ボホール～シキホール～南西レイテ地域

3. 1. 4. 1 地域の地質状況

中央フィリピンのセブ～ボホール～シキホールと南西レイテ地域はビサヤス海に囲まれ、東部は左横ずれのフィリピン断層系によって境されている。そして西部はネグロス海溝に関連する西向き第四紀の火山岩～深成岩活動弧によって境されている (Figs. 2, 14)。セブ、ボホール及び南西レイテは恐らく原始深成岩活動弧の残渣とみられる先白亜紀の変成岩を基盤としている。この変成岩の基盤はボホールで見られる様に衝上断層の下底部に角閃岩を伴う覆瓦構造を示し、分断された白亜紀 (トウロニアン) のオフィオライトの衝上を受けている。

これらの変成岩とオフィオライトの上位には白亜紀から鮮新世にかけて進化した島弧の火成岩～深成岩と堆積岩の系列によって覆われている。地質の構成と上述の島弧物質と海成堆積物の合体はセブ～ボホール～シキホール～南西レイテ地域では白亜紀から鮮新世にかけて推論されているスルー～ザンボアンガ～マスバテ活動弧に沿うサブダクションに関連するとみられる。当地域の島々の最上位には現在ビサヤス海盆の南部に見られる鮮新世～更新世の浅海性堆積物が分布する。

3. 1. 4. 2 岩相と層序

セブ～ボホール～シキホール～南西レイテ地域の先白亜紀の基盤岩類はセブ島ではTunlob片岩（緑泥石正片岩、雲母質准片岩及び角閃岩）、ボホールではAlicia片岩（緑泥石～緑簾石～曹長石～直閃石雲母片岩、石英～長石質片岩及び角閃岩）、南西レイテではLawagan片岩（変閃緑岩、変はんれい岩及び動力変成片岩）によって代表される（Table 8）。白亜紀のオフィオライト質の岩体がこれらの基盤の片岩類に衝上断層による接触を示して随伴する。ボホール島ではBoctol蛇紋岩（輝石、かんらん岩、はんれい岩及び枕状溶岩）を伴い、南西レイテでは分断されたMalitbogオフィオライト（輝石かんらん石、はんれい岩、輝緑岩脈複合岩類、枕状溶岩及びTigbauen層の深海成堆積物）そしてセブ島では蛇紋岩の断片は基盤岩に伴っていると見られる。南西レイテでは変形し、部分的に変成した暁新世初期のAmontay砂岩層の堆積物が変成した基盤を不整合に覆っている。

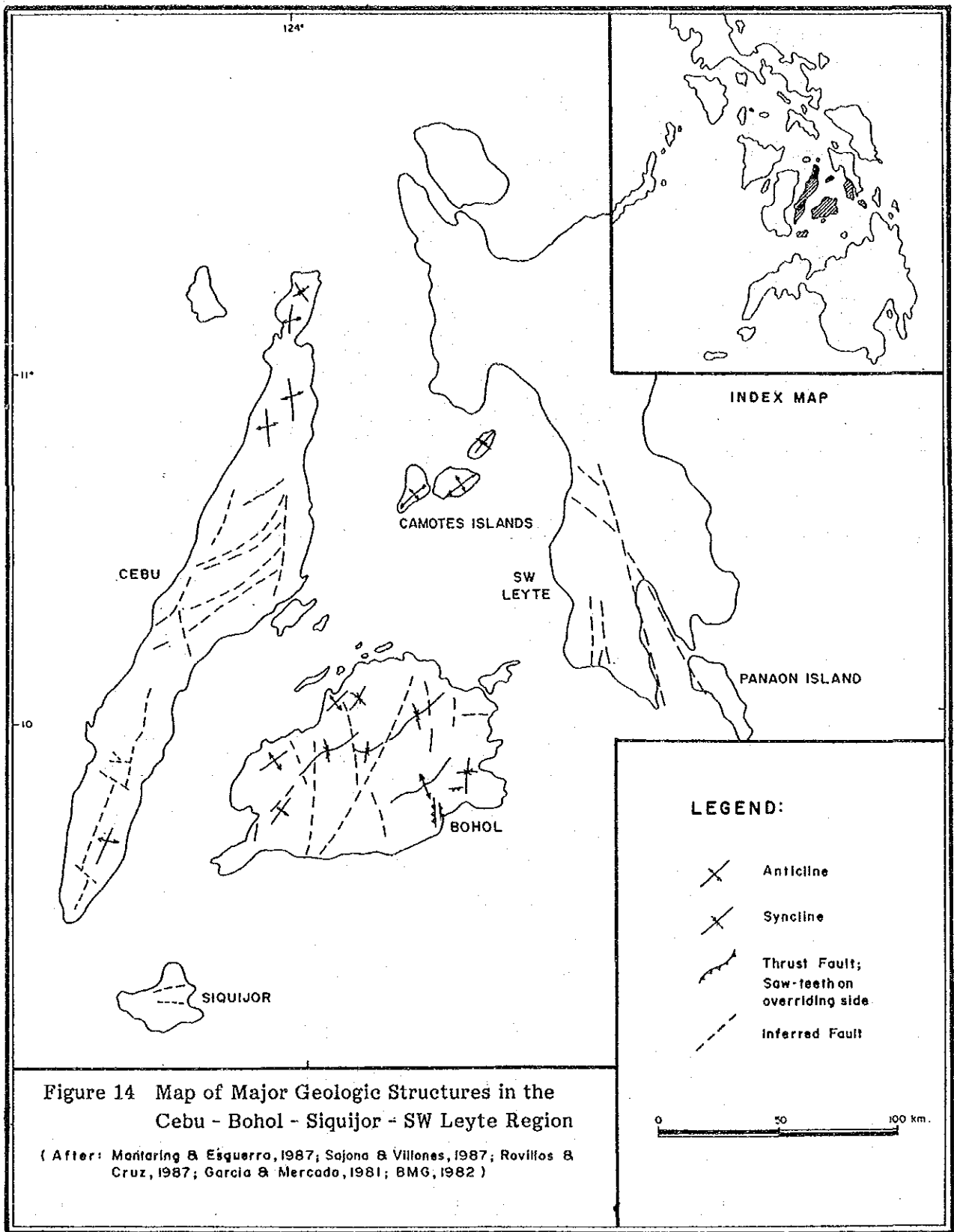
セブ島のMananga層群、ボホール島のUbay火山岩類、南西レイテのSalug River火山岩類によって代表される当地域の白亜紀から暁新世の火成活動はスルー～ザンボアンガ～マスバテ弧の活動開始に関連するとみられる。シキホールの先中新世のKanglasog層（火山砕屑岩、凝灰岩及び少量の溶岩流）もこの火成活動期に生成されたとみられる。

セブ島のLulopan閃緑岩によって代表される当地域の上述の火成活動期に関連する酸性深成岩活動は閃緑岩及び石英閃緑岩の岩株の貫入を招来した。

セブ島におけるMananga層群は白亜紀前期のCansi火山岩類（塊状溶岩、角礫及び枕状溶岩）と上位のTuburan石灰岩層及び白亜紀後期から暁新世のPandan層（溶岩流を伴う浅海性堆積物及び石灰岩）の指交性累層からなる。Cansi火山岩類とTuburan石灰岩層の年代はOrbitulinaによって白亜紀とされ、Pandan層の年代はGropotruncanaによって暁新世とされている。

Table 8 Columnar Sections of Cebu - Bohol - Siquijor - Leyte Region

GEOLOGIC TIME		CEBU		BOHOL		SIQUIJOR ISLAND		LEYTE			
MILLION YEARS	ERA/PERIOD	EPOCH	AGE	IGNEOUS ACTIVITY	BOHOL	IGNEOUS ACTIVITY	SIQUIJOR ISLAND	SOUTHWEST LEYTE RANGE	IGNEOUS ACTIVITY	NORTHWEST LEYTE BASIN	IGNEOUS ACTIVITY
0.1	QUATERNARY	HOLOCENE	LATE EARLY		ALLUVIUM		ALLUVIUM	ALLUVIUM		ALLUVIUM	
1.8					CARCAR Fm.	MARIBOJOC Fm.	SIGUIJOR Ls.	MATALOM Fm.			HUBAY Fm.
5.0	CENOZOIC	PLIOCENE	LATE EARLY	TALAMBAK DIORITE	SIERRA BULLONES Ls.	CRISTITE	BASAC Fm.	MASONTING Fm.		BATA Fm.	NORTHWEST VOLCANICS
22.5					PERIDOTITE	CARMEN Fm.	JAGNA ANDESITE		DANAOG Ls.		
38.0	TERTIARY	OLIGOCENE	LATE EARLY	SULACHO ANDESITE	WARIG Fm.		KANGLASOG Fm.	DACAO Fm.			
55.0						ILIHAN SHALE					
65.0	CRETACEOUS	PALEOCENE	LATE EARLY	LUTOPAN DIORITE	CALAPE Ls.	UBAY VOLC.		GILONON Fm.	HIDMAY DIORITE		
141							BOCTOL SERPEN TINITITE	TALIBON DIORITE			SALOG VOLC.
195	MESOZOIC	JURASSIC	LATE MIDDLE EARLY		ALICIA SCHIST			MALITBOG UC			
220											
280	PALEOZOIC	TRIASSIC	LATE MIDDLE EARLY								
	PERMIAN	TRIASSIC	LATE MIDDLE EARLY								
	CARBONIFEROUS	PERMIAN	LATE MIDDLE EARLY								
	CARBONIFEROUS	PERMIAN	LATE MIDDLE EARLY								



この火山性～堆積性の層群に対応する深成岩類はK - Ar法により白亜紀後期から暁新世（50～108Ma）とされるLutopan閃緑岩である。

セブのMananga層群に対比されるボホールのUbay火山岩類は未分化の玄武岩・安山岩質の溶岩流、角礫岩半深成斑岩、火山砕屑岩及び凝灰岩類からなる。この火山岩類と同時代の貫入深成岩はTalibon閃緑岩である。

南西レイテでは弱い変成を示す安山岩と玄武岩の溶岩からなるSalug River火山岩類と同年代のHindang閃緑岩は白亜紀～暁新世のセブ・ボホールの火山岩類、深成岩類に対応すると考えられる。

本地域における中新世の島弧の火山活動の復活はセブのBulacao安山岩、ボホールのJagna安山岩の噴出によって示される。セブではTalamban閃緑岩によって示されるようにマグマ活動は中新世後期迄継続した。

3. 1. 4. 3 地質構造

セブ～ボホール～南西レイテ地域は、白亜紀から暁新世に北東－南西方向を示したと推論されるスルー～ザンボアング～マスバテ島弧海溝系に平行な構造リニアメントを示す。

セブ島は構造的にCabagdalan断層とLutac - Jaclupan断層によって三地区に分けられる。この他数条の規模は小さいが重要な北東方向の断層が認められる。これらの断層は白亜紀から第三紀にかけて主に垂直方向の移動を示す。併し鮮新世には左横ずれの水平移動を示している。セブの中央高地では断層によって形成された基盤岩の菱型ブロックの回転運動が報じられている。蛇紋岩の小岩体の形成とセブの鉍化作用をもたらしたLutopan閃緑岩の貫入もまたこれらの断層や隆起運動に支配されている。セブの鮮新世～更新世の堆積物の褶曲も一般に北東方向の褶曲軸に伴っている。

ボホール島の主要構造も上述の北東－南西の方向性を示す。Alicia片岩とBotol蛇紋岩の接触部にみられる数条の衝上断層と後者の覆瓦構造は北東～南西の方向に配列する。ボホールの第三紀から第四紀にかけての北東方向の褶曲軸はColonia - Mayhayag - Buenavista向斜、Catibian - Sagbayan向斜、Guindulman向斜、Inabanga向斜・背斜、Sierra Bullones背斜、Baliliham背斜、Candijay背斜及びTubigon背斜である。小規模の走向断層が、これらの堆積岩を切っている。

シキホール島では低傾斜の背斜褶曲が第四紀の堆積物中に部分的に見られるほか、島の東部では急傾斜の正断層が他の地層を切っているのが見られる。

3. 1. 4. 4 鉍化作用

セブ、ボホール、シキホール、南西レイテ地域では四種類の鉍床型が見られる。即ち（1）斑岩域銅鉍床（2）鉍脈型鉍床、（3）残留型ないしラテライト型鉍床、（4）正マグマ型鉍床である。

3. 1. 4. 4a 斑岩域銅鉍床

本地域の斑岩域銅鉍化作用はセブトレド市のLutopanにあるアトラス社（ACMDC）の鉍区によ

って代表される。

本鉱山の鉱床群は暁新世～始新世に貫入し、閃緑岩内及び周辺の変質火山中に鉱床を形成した Lutopan 閃緑岩の活動に伴って形成された。埋蔵鉱量は可採鉱量で10億トンを超え、フィリピン最大の卑金属鉱山である。他の斑岩域銅鉱の探鉱地としては、セブの Kanapnapan、ボホールの Bonakan、Talibon (Table - 9) がある。これらの地区では鉱化作用は一般に古期の変火山岩類、変堆積岩類と貫入閃緑岩体の接触部や近傍に限られている。

鉱石鉱物は細脈、條線状、鉱染状及び小斑点状をなす黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱、銅藍及び赤銅鉱である。

二次鉱物としては珪孔雀石、藍銅鉱及び孔雀石がみられる。金は微弱な鉱染状を示す。

3. 1. 4. 4b 鉱脈型鉱床

ボホールでは鉱脈型の金鉱体が Cangumud、Boyog、Kauswagan 及び Trinidad の鉱徴として島の北部及び中央部に分布する。これらの鉱脈は安山岩の溶岩流と閃緑岩中に限られている。Kauswagan 鉱徴の鉱石試料は 78g/t Au、36g/t Ag、0.56% Cu を示した。

セブでは熱水鉱脈は小斑点、條線状及び鉱染状黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱及び金の鉱物が石英-粘土(絹雲母)脈内かこれに伴い、母岩内に直接接して産し、安山岩質及び火砕岩質の岩石中に限られて認められる。Sigpit - Lutopan の探鉱地では Cansi 火山岩類中に含金石英脈が認められる。鉱石試料は 20g/t Au の含有量を示す。

当地区では現在小規模なパンニングによる砂金採取が行われている。

南西レイテでは Mt. Bagacay、Punpunan 及び Sogod で鉱脈型の鉱化作用が破碎され、粘土化した安山岩や玄武岩中に見られる。硫化鉱物(黄銅鉱、黄鉄鉱、及び斑銅鉱)は石英-粘土脈中に見られる。

Panaon 島では Anilao、Pinut - an の探鉱地に鉱脈型の鉱化作用が見られる。Pinut - an は現在 Benguet Exploration 社により金を採掘している(平均品位; 10g/t Au)

レイテのタクロバン市 Antipolo の鉱脈型ニッケル鉱床(3. 1. 5. 4a)と同様なニッケル鉱床がボホールに見られる。このニッケル鉱化作用は蛇紋石化したかんらん岩中の5~10cmのマグネサイト脈又は細脈に伴っている。Jagna の Boctol 及び Alicia の Nagasnas Hill の試料の分析値は 0.58% Ni の低品位を示す。

Table 9: Major Mineral Deposits and Prospects of the Cebu - Bohol - Siquijor - SW Leyte Region

Deposit/ Prospect	Type of Mineralization	Location	Remarks
1) Lutopan, Toledo, Cebu @	Porphyry Cu	124°43' E 10°20' N	0.44% Cu 0.26 g/mt Au
2) Kanapnapan Toledo, Cebu **	Porphyry Cu	124°43' E 10°23' N	0.50% Cu
3) Bonakan, Talibon, Bohol **	Porphyry Cu (possibly also vein-type Au)	124°11' E 10°07' N	4.18 g/mt Au+ 2.40 g/mt Ag+ 1.02% Cu+
4) Cangmundo, Boyog, Bohol **	Vein-type Au	124°13' E 10°07' N	
5) Kauswagan, Trinidad, Bohol **	Vein-type Au	128°16' E 10°30' N	77.6% g/mt Au+ 35.7 g/mt Ag+ 0.56% Cu+
6) Sigpit, Lutopan, Cebu **	Vein-type Au	128°42' E 10°23' N	20 g/mt Au+
7) Pinutan, Panaon Is. SW Leyte @@	Vein-type Au	125°16' E 10°01' N	9.75 g/mt Au 12.81 g/mt Ag
8) Larena, Maria, Siquijor @@	Sedimentary manganese	123°38' E 9°13' N	33.61% Mn+
9) Pasangan, Baybay, Leyte *	Residual manganese	124°48' E 10°37' N	57.28% Mn+
10) Hudson Mine, Anda Boho @@	Residual manganese	124°33' E 9°46' N	42.37% Mn+
11) Bohol *	Vein-type Ni	124°24' E 9°33' N	0.58% Ni
12) Maasin Leyte *	Ni laterite	124°49' E 10°11' N	

Note: +- Indicates grade of one sample only and not the average grade
 *- Prospect status @ - Operating mine
 ** - Explored/undeveloped @@ - Stopped operation

3. 1. 4. 4c 残留型マンガン鉱床

残留型マンガン鉱床としてはボホールAnda半島のHudson鉱山(43% Mn)がある。

鉱化作用は細粒砂状及び褐色土中のピソライトとして見られ、侵触面上や下位の石灰岩中の空洞割目及び窪地内に濃集した集合体として産する。他にBohol中部のCarmenのBuena Vistaに数個所の鉱徴がある。

南西レイテではBaybayのPasanganのマンガン鉱徴での分析値は57% Mnを示す。ここではマンガンはノジュール及び層状又は成層体として産する。これと対象的にシキホールの鉱床は石灰岩の割目や窪地に濃集し、又頁岩上に成層体として認められる。これらの鉱徴はNangka、Comasque及びZamaで、その内1ヶ所から採取した試料は37% Mnを示す。

3. 1. 4. 4d ニッケルラテライト型鉱床

ニッケルラテライト型鉱床は南西レイテのMaasin鉱徴に見られる。ラテライト化した土壤中に残存する岩石は主にはんれい岩質の岩片を伴う蛇紋岩化したかんらん岩である。ラテライトの厚さは30m以上と考えられる。

3. 1. 4. 4e 正マグマ型クロム鉄鉱床

ボホールの正マグマ型のさや状のクロム鉄鉱の鉱化作用は南東部のDueroのBangwalog鉱徴地である。

クロム鉄鉱の鉱石は0.33% Cr₂O₃、33% MgOと低品位を示し蛇紋岩化したかんらん岩中にさや状、レンズ状をなして産する (Table 9)。

3. 1. 5 サマール～レイテ～ディナガット・シャルガオ地域

3. 1. 5. 1 地域の地質状況

本地域はサマール、南西部を除くレイテ及びディナガット・シャルガオの諸島よりなる。これらはフィリピン変動帯の中東部にあるビザヤス盆地の東部に位置する。

これらの諸島は東は現にフィリピンプレートがサブダクションを行っているフィリピン海溝に接する。サマール島及びディナガット・シャルガオ諸島の西を通り、左横ずれのフィリピン断層が数条の小断層に分かれて全レイテ島を縦断する。レイテに於ける地震と火山活動は現在も続いている。これはフィリピン断層帯とフィリピン海溝に沿ったサブダクションに起因するとみられる。

本地域の基盤岩類として北東レイテ及びディナガットに露出する変成岩類がある。これらの岩石は漸新世から中新世のある時期に原始フィリピン弧に衝突した先第三紀の原始弧の断片を代表するものであろう (Lewis, et al., 1981)。基盤に衝上した超塩基性岩又はオフィオライトがあり変成岩と同様先第三紀(白亜紀又はそれ以前)とされている。大洋地殻起源の超塩基性岩から分化した蛇紋岩化した超塩基性岩のダイアピアがレイテ島のフィリピン断層沿いに認められる。この岩体

は中新世に貫入したとされている。

先第三紀から暁新世の閃緑岩及び塩基性から中性の火山岩は本地域の東にある古い西傾斜のサブダクションの影響により生成したとされる。弧状列島の衝突以降、当地域には第三紀後期から現在に到るまで侵蝕、堆積と定期的な火山活動が継続した。

3. 1. 5. 2 岩相と層序

サマール～レイテ～ディナガット・シャルガオ地域の基盤岩類は北東レイテの Babatngon 変成岩 (緑簾石-曹長石-陽輝石片岩) とディナガット・シャルガオ地区の Nueva Estrella Amphibolite 片岩 (Sunga and Palaganas, 1986) で代表される。Garcia, et al. (1981) は Babatngon に於ける東西方向の強い圧縮力によって形成されたとみられる密集した褶曲と片理面の細密多層構造に注目した。Nueva Estrella Amphibolite 片岩はディナガットオフィライトの下にあって地窓状の産状を示す。この変成の年代は上位のオフィオライトより 1,000 万年以内の範囲で若いと考えられている (Sunga and Palaganas, 1986)。

基盤変成岩類に衝上したオフィオライトが南東サマール、ディナガット及びレイテのタクロバン付近で見られる。サマールでは起塩基性岩類 (蛇紋岩化したかんらん岩、ダナイト及びはんれい岩体) は南北方向の衝上断層に沿って継続的に分布しており、スピライト化した枕状溶岩及びチャート質堆積物を伴う。

先に述べた様に、先第三紀から暁新世に至る西向きサブダクションは弧状火山帯及び深成岩活動を形成した。この活動の結果、レイテ中央高地の Albuera 閃緑岩、サマールの白亜紀層中に挟在する玄武岩溶岩・火山角礫岩及び火砕岩、中央サマールに於ける古第三紀層に挟在する石英安山岩溶岩、火山角礫及び火山礫凝灰岩が形成された。中央サマールの石英安山岩類は Lonoy、Bagacay 及び Lawaan で塊状硫化鉄を伴うことで知られている。

この火成活動の影響はディナガット・シャルガオ地区では認められていない。中新世の大半及び鮮新世に及ぶ中性砕物と炭酸塩の活発な堆積が本地域全域に認められる。この時期サマール～レイテ～ディナガット・シャルガオ地域の大部分は徐々に沈降し、中新世の大部分と鮮新世に至る期間水面下にあった。

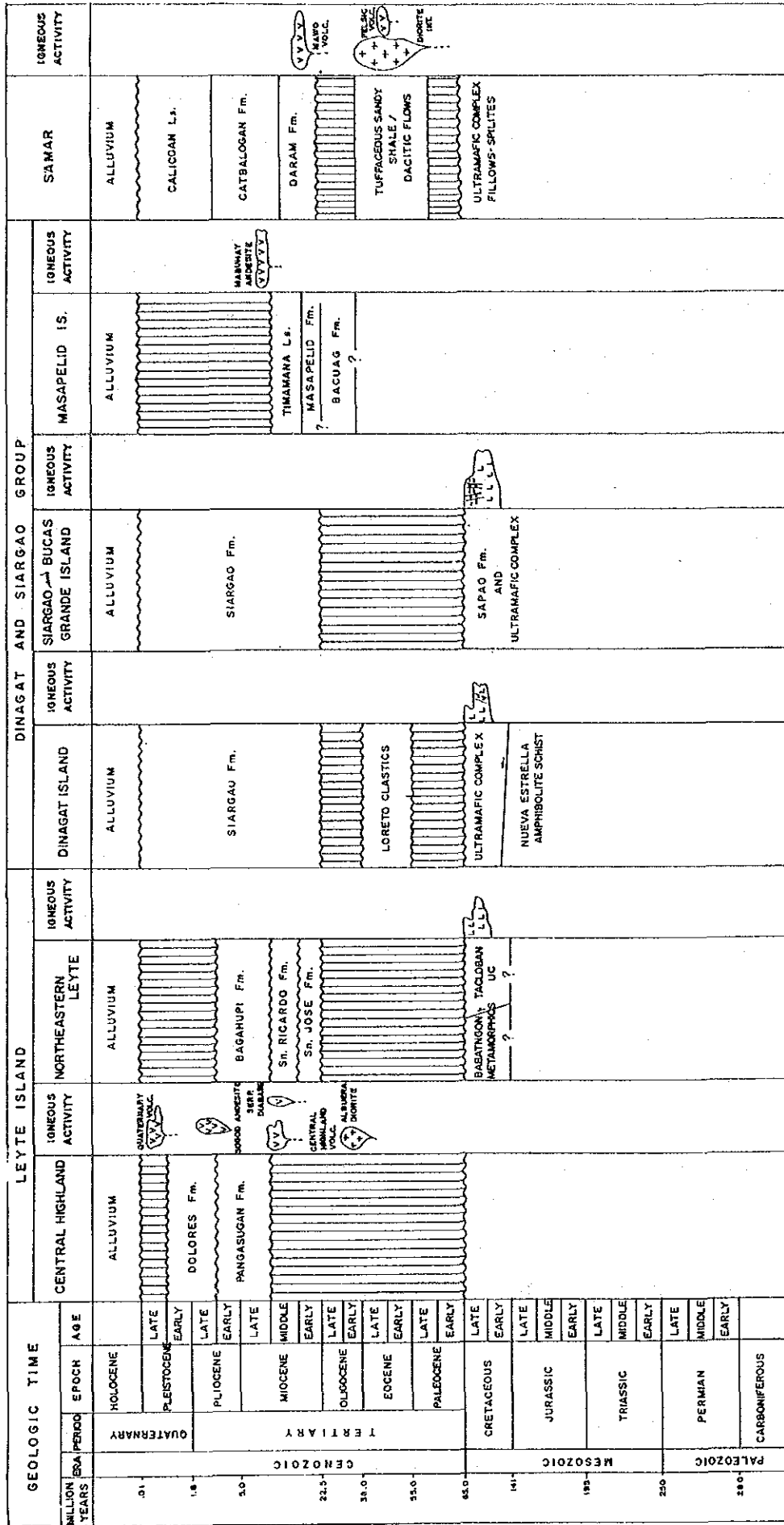
中新世中期から後期におけるフィリピン断層活動の開始はレイテの断層帯に沿って固体ダイアピアの貫入の形で超塩基性岩の注入をもたらした。これらの harzburgite から leuzorite 岩類は殆ど Central Highland 火山岩類中に孤立したレンズ状の岩体として認められる。

第四紀の火山活動はフィリピン断層帯の活動に伴っている。そして現在のフィリピン海溝の西へのサブダクションの再活性化は、レイテにおける地熱帯を伴う火山群として認められている。

3. 1. 5. 3 地質構造

サマール～レイテ～ディナガット・シャルガオ地域は Bicol から Pujad 半島までのびる東に面する

Table 10 Columnar Sections of Leyte - Dinagat - Siargao



活動弧の一部を構成する。広域的な構造性の割目及びリニアメントは北北西の方向を示す。

フィリピン断層の小分岐と小規模な張力断層群がサマールで認められる。(Pilac et al.,1965)。島の東方でたえず進行するサブダクションによってもたらされた圧縮力は南東サマールに於いて衝上断層を惹起した。その結果白亜紀の堆積岩及び火山岩の地層群に超塩性基盤が乗り上げている。超塩性基盤岩の褶曲軸に沿って閃緑岩が貫入し、北西方向の割目を発達させている。珪長質溶岩中に鉱化作用を伴う数条の小裂かが認められるが連続性に乏しい。極端な変形(緻密な褶曲等)と部分的な反転がサマールの西海岸特に Catabalongan 断層付近の堆積岩中に認められる (Fig. 15)。

レイテ島は主要な走向断層帯をなすフィリピン断層によって縦断される。この断層の一般的な動きは左横ずれである。右横ずれで動きもその過程中になかったとはいえないが、断層に沿って種々の走向と傾斜をもった数条の小断層と割目及び碎屑帯が形成されている。

衝上断層は島の北東部に明瞭に認められ、そこでは変成岩類は超塩性基岩又はオフィオライトの下位に位置している。広範な向斜構造がOrmoc 溪谷全域に拡がり北西レイテ迄伸長している (Garcia et al.,1981)。ディナガット諸島はフィリピンに於ける二つの重要な構造であるフィリピン断層とフィリピン海溝の間に位置する。

この地区に作用した数種の圧縮力は張力と共に本地域に於ける構造特性を複雑なものとした。

主要な構造特性はオフィオライト複合岩類と Amphibolite 片岩の間の構造接触部にみられる顕著な衝上断層である。このほか異なる岩層の分布を構造的に規制している数条の北西方向の断層がそれと共転する北東方向の断層に切られているのが認められる。強い角礫化と厚い粘土物質の存在はこの構造に沿って転位が行われたことを示している。

向斜構造及び向斜～背斜構造が Loreto～Maliano 溪谷及びシャルガオ島の中央部 (del Carmen～Liberated and Esperanza) にそれぞれ存在する (Sunga and Palaganas,1986)。

3. 1. 5. 4 鉱化作用

本地域は豊富な鉱物資源に恵まれており、今後の発展に高いポテンシャルがあると考えられている。

本地域内に見られる主要な金属鉱物は金とプラチナグループ鉱物 (PGM)、鉄、クロム、ニッケル、マンガン、銅及びボーキサイトである。

3. 1. 5. 4a 浅熱水性鉱脈型鉱床

本地域の浅熱水性鉱脈型鉱床は地質状況の特性に従って金とニッケルを産する。金鉱脈はレイテの Layog and Aldecoa の Abuyog - Mahaplag 地区に産する (BMG,1986)。これらの地区では含金石英脈は Central Highland 火山岩類中に胚胎する。Masapelid 島の Cangmundo では含金石英～黄鉄鉱脈 (0.01～10.8g/tAu) は粘土化した安山岩質の岩石中に認められる。

本地域のニッケルの2つの主要産地の1つであるレイテのタクロバン南東の Antipolo で見られる

鉱床は蛇紋岩化したかんらん岩中の二次（生成）鉱脈型である。以前の研究ではこのニッケル鉱脈は浅熱水性鉱脈に分類されていた。鉱床のニッケル品位は平均0.23%で約3.03百万トンの埋蔵量を有する。

3. 1. 5. 4b 塊状硫化型銅鉱床

本地域に見られる主要な銅鉱床は層準規制された塊状硫化銅鉱床である。黒銅型銅鉱床が東サマールで認められ（BagacayとSulat）、銅品位は0.61%~2.4% Cuと変化し、かなりの鉛・亜鉛の品位を示す。鉱床は火山岩溶岩及びその碎屑岩中に胚胎する。

レイテ島の銅鉱化作用としてキプロス型塊状硫化銅が認められる。鉱床及び探鉱地はCurajo、Caibaan、及びSuhiで認められる。これらはすべてタクロバン周辺にある。銅の品位は0.02%~10.7% Cuである。鉱化作用は玄武岩溶岩及び深海堆積物中に胚胎する。

3. 1. 5. 4c 正マグマ型クロム鉄鉱鉱床

ディナガット島には本地域最大の正マグマ型のさや状及び層状のクロム鉄鉱鉱床が認められる。

本島の同種鉱床はTalisay、Masdang、Mt.Redondo、Velor、Avelina及びTagbaboyで認められる。SungaとPalaganas（1986）は島の北部では鉱床は典型的な層状であるのに対し中央部、南部ではさや状の形状を示すことを指摘している。

クロム鉄鉱鉱石は塊状、粗から密な鉱染及び団塊として産する。鉱徴地の大部分はCr₂O₃で29.8%から50.09%のクロム鉄鉱品位を示すので非常に有望である。

サマール島ではラテライト中のクロム鉄鉱が豊富に産することから判断してさや状のクロム鉄鉱床潜在の可能性が大きい。

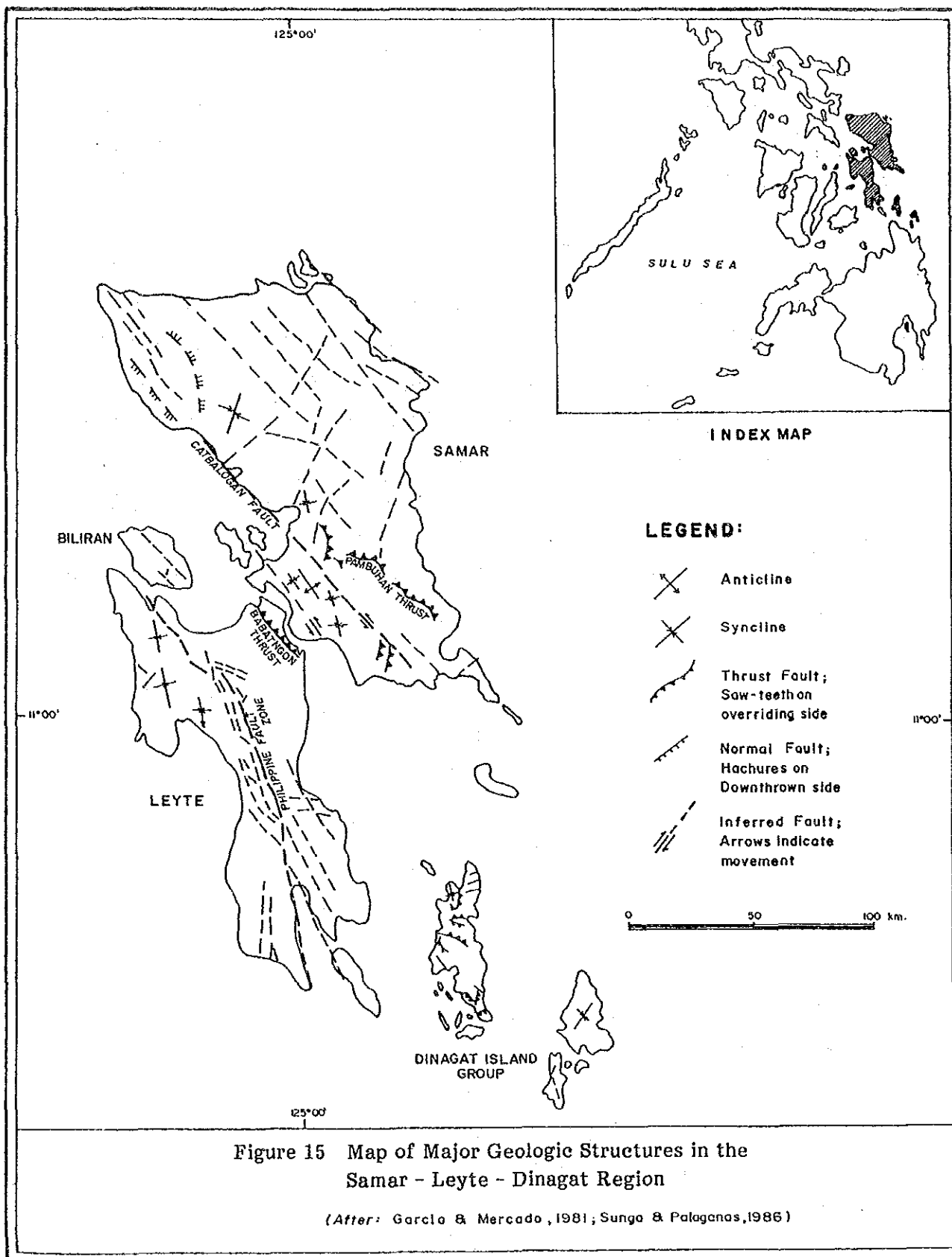
サマール島のオフィオリイト中のかんらん岩とダナイトは島のさや状のクロム鉄鉱鉱床探鉱の指針となる。

3. 1. 5. 4d 残留又は機械的に濃集した鉱床

サマール島の主要部のように地域の動的な発達史に起因して残留及び機械的な作用によって数種の主要な鉱物が濃集された。この様な作用によって濃集した鉱物にはマンガン、ボーキサイト及び鉄の鉱石がある。

マンガンの鉱徴が東サマールのBronganのSan Joseにある。マンガンは漸新世の石灰岩（Daram層）中の鉱脈として賦存する。鉱石鉱物はX線回折で大量の石英と少量の轟石、軟マンガン鉱、赤鉄鉱及びゲータイトであることが判明した。

ディナガット諸島のブカスグランデ島には鉄分の多いボーキサイト鉱床が知られている。この鉱床は塩基性又は超塩基性岩類を覆っている土壤中に膠結物として認められる（BMG,1986）。サマールではボーキサイトは石灰岩中の凹地又はドリネ中に胚胎する。鉱床はBatang島（3~53



% Al₂O₃で鉱量7百万t)、西サマールのHinabanganのConcord (43% Al₂O₃で2千万t) 及びGuianのMercedes (20~45% Al₂O₃で8千7百万t) が知られている。

レイテではAbuyog、Tolosa、MacArthur及びTaclobanの海岸地区で機械的に濃集された磁鉄鉱の特徴的な累層が知られている。過去に於いてこれらの地区は盛んに稼行されたが現在は環境問題のために中止され、Taclobanの磁鉄鉱海浜砂のみが稼行されている。

3. 1. 5. 4e ラテライト鉱床

本地域はラテライト鉱床はクロム、ニッケル及び鉄等多くの鉱主の重要な供給源である。

サマールではIlorento、Heranani及びMacArthur町のラテライト中のクロム鉄鉱鉱床が有望である。この地域の埋蔵鉱量は45% Cr₂O₃で280万tと評価されている。

サマール島では大洋地殻から剥離したオフィオライトが断続して分布するので大きな鉱量を有する初生のクロム鉄鉱鉱床も期待できる。

ディナガット島のすぐ南のNonoc島にはフィリピン最大のラテライト型ニッケル鉱床がある。確定鉱量は約6000万tで品位は1.23% Ni、0.1% Co、38.8% Feである (BMG、1986)

ラテライト型鉄鉱床は本地域ではディナガット島のAwasanで認められるのみである。ここでは鉄鉱物はラテライト層の上位10mの間に団塊又は膠結物として認められる。

品位は全鉄分で平均45% Feである。

3. 1. 5. 4f 金及びプラチナ属 (PGM) の漂砂鉱床

いくらかのプラチナ属鉱物を伴う金の漂砂鉱床は現在サマールのGuinipundan、Giporlos、Lorenteで小規模業者によりパンニングで稼行されている。これらの地区にはクロム鉄鉱に富む超塩基性岩類及び閃緑岩体が分布する。ディナガット島では金の漂砂鉱床はクロム鉄鉱山地帯を流れる水系に認められる。

3. 2 安定地塊

パラワン~ロンブロン諸島~Buruanga半島及びAntique山系地域

3. 2. 1 地域の地質状況

2. 2. 1. 2で述べた通りパラワン、ミンドロの主要部分、西部パナイを含む部分はフィリピンの安定地塊を形成する (Figs. 1, 2, 16, 17)。この地域は分裂した大陸周縁地塊として知られている。本プロジェクトではこの地塊に属するとされるパラワン、ロンブロン諸島、Buruanga半島、Antique山系が調査された。

パラワンではパラワン本島の中央部を通る波状の低角度衝上断層であるSabang断層によって地質的に北パラワンと南パラワンに分けられる。

石炭紀から二畳紀にかけての石英絹雲母片岩、石筴片岩及び緑色片岩相からなる岩層と白亜紀から

Table 11: Major Mineral Deposits and Prospects of the Samar - Leyte
- Dinagat Region

Deposit/ Prospect	Type of Mineralization	Location	Remarks
Cangmundo, Masapelio Island *	Epithermal Au vein-type	9°42'00" N 124°38'00" E	0.01-10.8 g/t Au
Abuyog-Manaplág Area, Leyte *	- do -	10°40'00" N 124°59'00" E	
Layog, Leyte *	- do -		
Aldecoa, Leyte *	- do -		
Antipolo, Tacloban Leyte @@	- do -	11°15'30" N 124°58'00" E	Hosted by serpentinite veins
Bagacay, Samar @	Kuroka-type massive sulfide	11°52'00" N 125°19'00" E	0.61-2.4% Cu
Sulat, Samar @	- do -	11°41'00" N 125°07'00" E	0.61-2.4% Cu
Curajo, Palo Leyte *	Cyprus-type massive sulfide	11°10'32" N 124°58'08" E	0.02-10.7% Cu
Caibaán, Tigbao & Suhi, Tacloban *	- do -	11°11'55" N 124°56'38" E	0.02-10.7% Cu
Northern & Central Dinagat Island @	Orthomagmatic Cr	10°00'00" N 125°35'00" E	29.82%-50.09% Cr ₂ O ₃
San Jose, Borongan Samar *	Vein-type Mn in Karstic limestone	12°02'45" N 124°01'25" E	very limited reserve
Bucas Grande Island Dinagat **	Residual ferruginous bauxite deposit	9°40'00" N 125°57'00" E	
Batag Island, Samar **	- do -	12°37'30" N 125°03'45" E	7 million t reserve at 43% Al ₂ O ₃
Mercedes, Samar **	- do -	11°12'30" N 125°28'45" E	47.8 million t 20-45% Al ₂ O ₃

Note: @ : Operating,
* : Prospect,

@@ : Stopped operation,
** : Explored

Table 11 (cont'd)

Deposit/ Prospect	Type of Mineralization	Location	Remarks
Guian, Samar **	- do -	11°01'30" N 125°44'00" E	25.6 million t
Concord, Hinabanga, Samar	- do -	11°45'00" N 125°12'00" E	53.7 million t 53.45% Al ₂ O ₃
Abuyog, Leyte @@	Fe mechanical concentration	10°46'00" N 125°00'30" E	Beach deposit
Tolosa, Leyte @@	- do -	11°03'00" N 125°10'15" E	- do -
MacArthur, Leyte @@	- do -	11°50'00" N 125°00'00" E	- do -
Tacloban Leyte *	- do -	11°14'45" N 125°00'15" E	- do -
Llorente, Samar @	Cr laterite deposit	11°21'00" N 125°23'00" E	45% Cr ₂ O ₃
Hernani, Samar @	- do -	11°20'00" N 125°34'30" E	- do -
MacArthur, Samar *	- do -	11°17'50" N 125°32'45" E	- do -
Nonoc Island, Dinagat **	Ni laterite	9°51'00" N 125°37'00" E	60 million t 1.23% Ni
Awasan, Dinagat **	Fe laterite		45% Fe
Guinipundan, Giparlos, Llorente, Samar @	Placer Gold, PGE	Major drainage system located in each municipality	Small scale mining

始新世にかけてのタービダイト質の珪長質砂岩、頁岩及び炭質泥岩が北パラワン、ロンブロン諸島及びBulanga半島に分布し、これら各地の基盤岩となっている。

南から中央パラワンでは、白亜紀のチャートとスピライト層がタービダイトの前縁部のオフィオライトの押し被せ地塊の下位に認められる。

上述の基盤岩類は原始中国大陸の周縁部の東に突出した部分の断片の転位したものと考えられる。この断片はLuconia Shoal、Reed Bank、北西スルー海盆、南西ミンドロ、Marinduque島の南部沖合及びバナイ北西部に分布している (Fig. 2)。

この大陸地塊の断片の一部に見られる極端な変形と変成作用は転位や中新世中期ないし後期の原始フィリピン弧に対する衝突付加作用及び一連のオフィオライトの衝上以前の分裂運動と熱作用によるものとされている。

この衝突と付加作用の結果、活動的な火山弧、Cagayan Sulu山系及び海洋地殻の原始フィリピン弧に対する衝上が起こった。現在のAntique山系を形成した覆瓦衝上構造はこのようにして形成された。

3. 2. 2 岩相と層序

チャート、石灰岩、タービダイト及び変成岩類の無秩序な組み合わせがパラワン～Buruanga半島～ロンブロン諸島地域の大部分を構成する (Table 12)。Faure (1987) 及びIsozaki (et al., 1988) はこれをチャート (二疊紀中期から三疊紀初期のLiminancongチャート；ジュラ紀のBusuangaチャート)、石灰岩体 (二疊紀中期から三疊紀のMinilog石灰岩)、片岩層 (Conception千枚岩、Caramay片岩) 及びチャート等深海成珪長質砂岩 (多分二疊紀後期のBacuit層) に限られるオリストロームの組み合わせと考えた。(Table 12) 白亜紀 (Guinlo層、Boayanタービダイト) 及び始新世 (Panas層) の珪長質タービダイトがこれら二疊紀からジュラ紀の岩層を覆っている。本地域の基盤岩類の岩質は北パラワンのCaramay片岩、北西バナイのBuruanga変成岩複合体、ロンブロン諸島のロンブロン変成岩類、中央及び南パラワンの白亜紀のEspina玄武岩によって代表される。

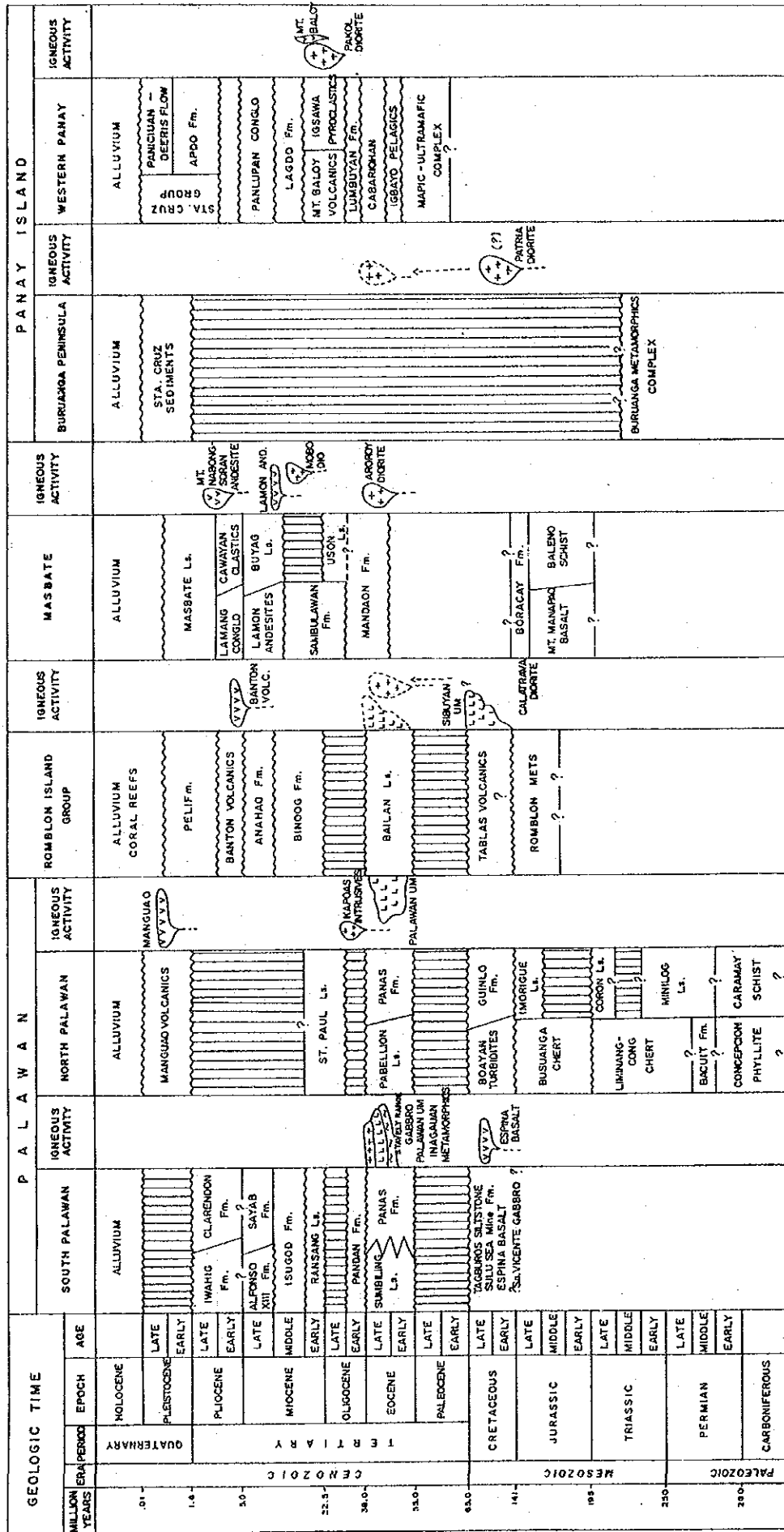
変成岩類は本来少量の珪岩と炭酸塩のレンズを伴う石英-長石-雲母片岩からなる。千枚岩、チャート及び緑色片岩はこの複合岩体の上位に小レンズとして分布したと考えられる。

この複合岩類の年代は先白亜紀とされる (北パラワンでは石炭紀から二疊紀、ロンブロン諸島ではジュラ紀、ブルアング半島では二疊紀とされる)。パラワンに於ける数個の片岩の試料のK-Ar年代は10.5 Ma (UNDP) から13.6 Ma (JICA-MMAJ) の値を得ているが、これは本地域が原始フィリピン弧に衝突した結果生じた中新世後期の変成作用の時期を示すものであろう。

Espina玄武岩は白亜紀にBoayan、始新世にPanasタービダイトが堆積した転位する大陸地塊の断片の前縁部生じたと考えられる。

パラワン オフィオライトの年代と連続性について2、3の解釈がなされている。Rammelmair (未出版 1985) とUNDP (未出版 1985) はパラワン オフィオライトと同じオフィオライト帯に属す

Table 12 Columnar Sections of Palawan - Rombion - Masbate - Panay



と考えられるザンパレス オフィオライトの測定年代を対比した結果、パラワン オフィオライトの生成年代を始新世と考えた。JICA - MMAJ Consolidated Report (1989) では Espina 玄武岩、San Vicente はんれい岩及び Sultan Peak はんれい岩はパラワンオフィオライトの主要部分と考えられる始新世の Mt. Beaufort 超塩基性岩類や Stavely Range はんれい岩と異なり白亜紀のオフィオライトに属するとした。

パラワンにおける追加調査 (JICA - MMAJ, 1989) で Sultan Peak はんれい岩と Mt. Beaufort 超塩基性岩類との連続性を示す幾つかの證據が得られた。このオフィオライトの岩質上の類似性は同一オフィオライト系列に限られると推定される。

Espina 玄武岩に与えられた白亜紀の年代は実証された年代に基づいている。同様な年代の考察は Sibuyan 及び Antique オフィオライトがこれを覆う深海成堆積物である Igbayo 深海成複合岩類の年代から始新世迄さかのぼることを示した。これらのオフィオライトの岩体は本地域の各所で押し被せ地塊として分布している。

始新世に起こった衝上断層によるオフィオライトの転位は下位のタービダイト (Panas 層、Boayan タービダイト) の一部に変成作用をもたらした。そしてこの変成部は超塩基性複合岩類の変成された下底部 (角閃岩及び緑色片岩) と並置される。

Panas 層の上位の層準に互層状、レンズ状時に帽状をなして始新世の石灰岩が見られる。この石灰岩は本地域全域にひろがる分布を示す。これらは南パラワンでは Sumbiling 石灰岩層、北パラワンでは Pabellion 石灰岩層、Tablas 島では Bailan 石灰岩層、Antique 山系では Cabarioham 石灰岩層に代表される。

黒雲母花崗岩から石英モンゾニ岩の組成を示す数個の貫入岩体が本地域で認められる。これらは北パラワンの Kapoas 貫入岩類 (花崗岩 - 花崗閃緑岩 - 石英モンゾニ岩)、ロンブロン諸島の Calatraba 貫入岩類 (閃緑岩 - 花崗閃緑岩光)、Buruanga 半島の Patria 石英閃緑岩 (角閃石・黒雲母閃緑岩) で代表される。

Cagayan de Sulu 山系の活動弧に関連する Pakol 閃緑岩以外の深成岩で重要なのは本地域全般にひろがり、南西ミンドロでも認められる変堆積岩層や大陸起源の物質を伴うことである。

本地域の堆積物の不安定性は中新世中期末における堆積過程の変化を反映している。この混乱は粗粒の碎屑物と炭酸塩との混合堆積 (中新世中期のアルコース質の Isugod 層、中新世後期の Sayab 層、パラワンに於ける中新世後期の泥岩質の Alfonso X III 層及び Tablas 島のアルコース質の Anahao 層) と衝突帯の中心部の礫岩層 (Panlupan 礫岩) の存在によって示されている。

3. 2. 3 地質構造

中新世の中期から後期のパラワン卓状地の衝突とこれによって起こったスルー海盆の開口はパラワン - ロンブロン諸島 - ブルアング半島 - Antique 山系の構造的形状に大きく影響している。

東に傾斜する衝上断層群は Antique 山系を数個の断片に分離した (Fig.17)。この内 Iioilo 盆地の

基盤岩との衝突による縫合帯の間の界面を形成するPanapanan衝上断層、Lumbuyan層とMt.Baloy火山岩類の間の接触部を示すDalanas衝上断層及びAntiqueオフィオライトの基底部の輪郭を決める衝上断層が顕著な衝上構造を示す (Fig - 16, Fig - 17)。

低角度の衝上構造がTablas及びSibuyanの起塩基性岩類と下位の変成岩の間の接触部を規制している。同様な特性はパラワンオフィオライトのMt.Beaufort超塩基性岩類にも見られる。併し後者は珪長質のタービダイト (Panas層、Boayanタービダイト) の下位を占める。衝突とオフィオライトの衝上運動はタービダイトと変成岩類 (Cenception千枚岩) の急激な変形的主要原因である。

Caramay片岩の隆起は構造的な原因によると考えられ大規模な複背斜構造の表れとみられる。多くの交叉状の急傾斜断層は西パナイ全域にわたっている。この内Pakol閃緑岩の東縁の断層とパナイ西海岸からTablas島に及ぶ想定されたリニアメントは非常に明瞭である。これらの両断層は北から北西の方向を示す。

Mt.Baloy火山岩類とIgsawa火山碎屑岩中の褶曲は当地域の中新世の衝突に関連した歪みによって形成されたとみられる。同様な褶曲はTablas島西部の第三紀後期の地層にもみられる。

北パラワン、Calamian諸島及びBuruanga半島のチャートと随伴する碎屑岩に見られる緻密な横臥褶曲とこれに伴う覆瓦構造を形成する多様な方向を示す断層は有名である。Isozaki等 (1988) はこの構造を中新世の衝突以前のチャートと随伴する碎屑岩の付加楔状体の固有な構造と考えている。

パラワン島の方向に平行な分布を示すAlfonso XIII層及びIsgod層の中新世堆積岩の褶曲は中新世以後の北西～南東方向の圧縮力の存在を示している。

3. 2. 4 鉱化作用

パラワン-ロンブロン諸島-Buruanga半島-Antique山系の鉱化作用は次の4種の鉱床で代表される；

- (1) 正マグマ型、(2) 熱水性鉱脈型、(3) 層状マンガング及び(4) キプロス型塊状硫化鉄

3. 2. 4a 正マグマ型クロム鉄鉱及びこれに随伴する鉱床

フィリピンに於けるクロム鉄鉱鉱床はすべてオフィオライト地域中のアルペン型で、かんらん岩・ダナイト・はんれい岩複合岩体に伴っている。本地域ではパラワン、Antique山系、及びロンブロン諸島に広く分布する白亜紀から始新世とされる超塩基性複合岩類は種々の品位と量のクロム鉄鉱とニッケル鉱床を胚胎している。

クロム鉄鉱鉱床は平板状、レンズ状から不規則状の形状をもったさや状を示す。鉄石は初生的には種々の量の磁鉄鉱とチタン鉄鉱及び微量のニッケル硫化物、プラチナ及びパラジウムを含む、母岩の風化と機械的な濃集作用によって形成された漂砂鉄床もみられる。

ニッケル、コバルト及びバナジウムはしばしばこれらのクロム鉄鉱鉱床に伴っている、これらの鉱床はパラワンのPuerto Princesa (Boyo鉄山、Olympic鉄山及びRomarao)、Quezon (Berong)、

Brooks Point及びBatarazaで知られている。同様な分布はAntique山系の超塩基性岩の分布地域で主にクロム鉄鉱床からなるSibalomに見られる。パラワン オフィオライト中のニッケルや銅の硫化物と共にプラチナ属元素の存在がRammelmaierとWeiser (Unpublished MGB Rpt.,1985)によってクロム鉄鉱中の包有物として見られることが指摘された。

3. 2. 4b 熱水鉱脈型鉱床

中央及び北パラワンの熱水鉱脈鉱床は主要元素としてHg、アンチモンを産出する。これらの鉱床を形成した熱水溶液はこの地域の衝突後に形成された第四紀の張力裂谷系に沿って上昇したとされている。

Antique山系では中新世中期以降の岩漿活動に関係すると考えられる金鉱脈鉱床が見られる。

中央パラワンのIratag及びBacunganの構造的窓中に限られて、より新期の鉱床の一つとして水銀の鉱化作用が見られる。主な水銀鉱物は辰砂 (HgS) である。この鉱床は塩基性岩類、玄武岩類、含鉄頁岩中の変質部に裂か充填及び交代鉱化作用として見られる。

Bacungan (Palawan Quicksilver 鉱山地域) では水銀はオパール質の珪化を示す急傾斜帯に限られ、熱水起源とみられるひろい緑色粘土化帯中にある (UNDP,1985)。

水銀品位は中央パラワン地区を通じ0.15lbs/tから2.69lbs/tで埋蔵鉱量は14,000,000tである (BMG.,1986)。

本地域のアンチモンの鉱化作用はCaramay片岩を母岩とするLagas、Iraan、Fabrica及びBolo-Bolo地区に見られる。アンチモンの硫化物 (Stibnite) は片岩の葉片構造に平行な北西方向を示す珪化岩に伴う石英脈中にみられる。JICA - MMAJの追加調査 (1989) ではAs、Au及びHgの異常がSbの異常に伴ってみられる。

Antique山系のMt.AnoyからLimbatoではCagayan de Sulu弧の活動に関連して形成されたとみられるIgsawa火山碎屑岩は金の鉱化作用の母岩となっている。この鉱化作用はこの碎屑岩の安山岩体にのみ伴っている (UNDP.,1985)。

3. 2. 4c 層状マンガング鉱床

本地域全般に分布するマンガンの鉱化作用は基本的に特定層序に限定され、深海成のチャートに伴っている。マンガングはチャートと互層し、明らかに母岩であるチャート、少量の玄武岩質の角礫岩及び千枚岩質の泥岩と同時代に形成されている。この時期は古生代後期から恐らく始新世に及んでいる。

多くのマンガング鉱床で見られる鉱物の組み合わせは軟マンガングと硬マンガングで脈石鉱物として方解石を伴う、本地域内ではパラワンのBusuanga島 (San Nicolas及びCoron) 及びCulion島 (Kabol-kabol)、中央パラワンのPuerto Princesa地区のSulu Sea鉱山、Buruanga半島のNabas、Antique山系のIbajay、Tangalanに主に分布する。

パラワンのマンガン鉱床は平均品位46% Mnを示し、確定鉱量は158,000tである。

3. 2. 4d キプロス型塊状硫化鉱

南パラワンのBalabac島とBrooks Point北、南西パナイのSan Joseの塊状硫化鉱床は本地域における銅を主体とする卑金属の重要な鉱化作用である。鉱石はスピライト質の溶岩と深海成の地層に伴う、本地域でこの種鉱床の母岩となるのは白亜紀のEspina玄武岩とAntiqueオフィオライト中の玄武岩である。鉱石鉱物は黄銅鉱を主とし、閃亜鉛鉱、赤鉄鉱、斑銅鉱、銅藍及び赤銅鉱を伴っている。二次産物として孔雀石、藍銅鉱、珪孔雀石の組み合わせが見られる。

3. 2. 4e ラテライト鉱床

ラテライトは世界的にニッケルの最も重要な供給源である。変動帯に関連する章でのべた様に、ラテライトはフィリピンに於ける非常に重要な鉱物資源である。分裂した大陸周縁部からなる安定地塊ではこの地塊上に衝上した超塩基性岩が広範囲に分布している。そして風化の結果ラテライトに変化し、ニッケルがしばしば適合する条件下で濃集している。

パラワン島では鉱床内のニッケル品位が1.0%以上に及ぶ顕著な濃集作用がNara地区のBethlehem、Santa Monica、Quezon地区のPulute Range及びBataraz地区のRio Tuba等数箇所に見られる。ロンブロン諸島では同様な鉱床がBatoとBinayaanで知られている。

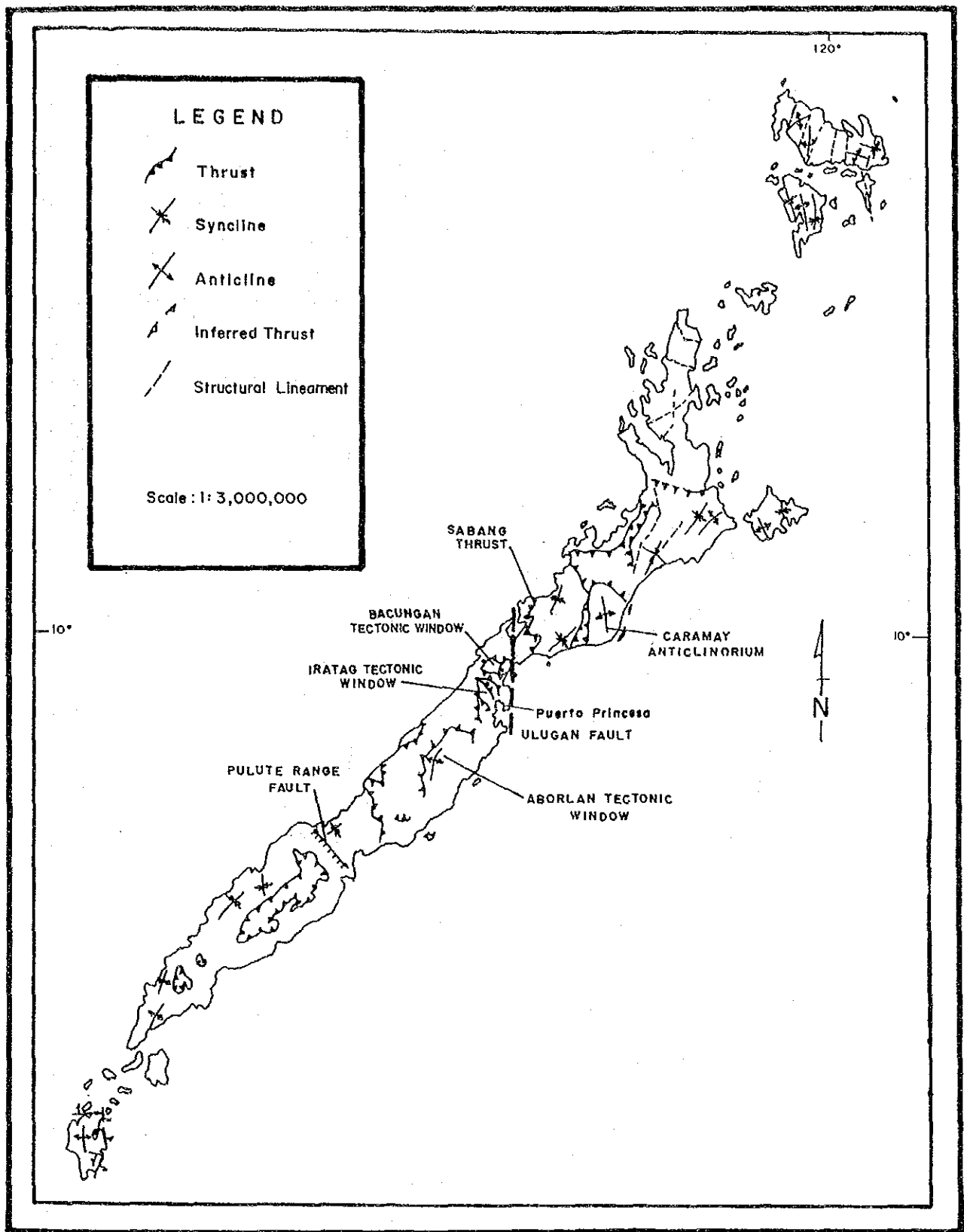


Figure 16 Map of Major Geologic Structures of Palawan
 (After: R.A. Santos, 1988)

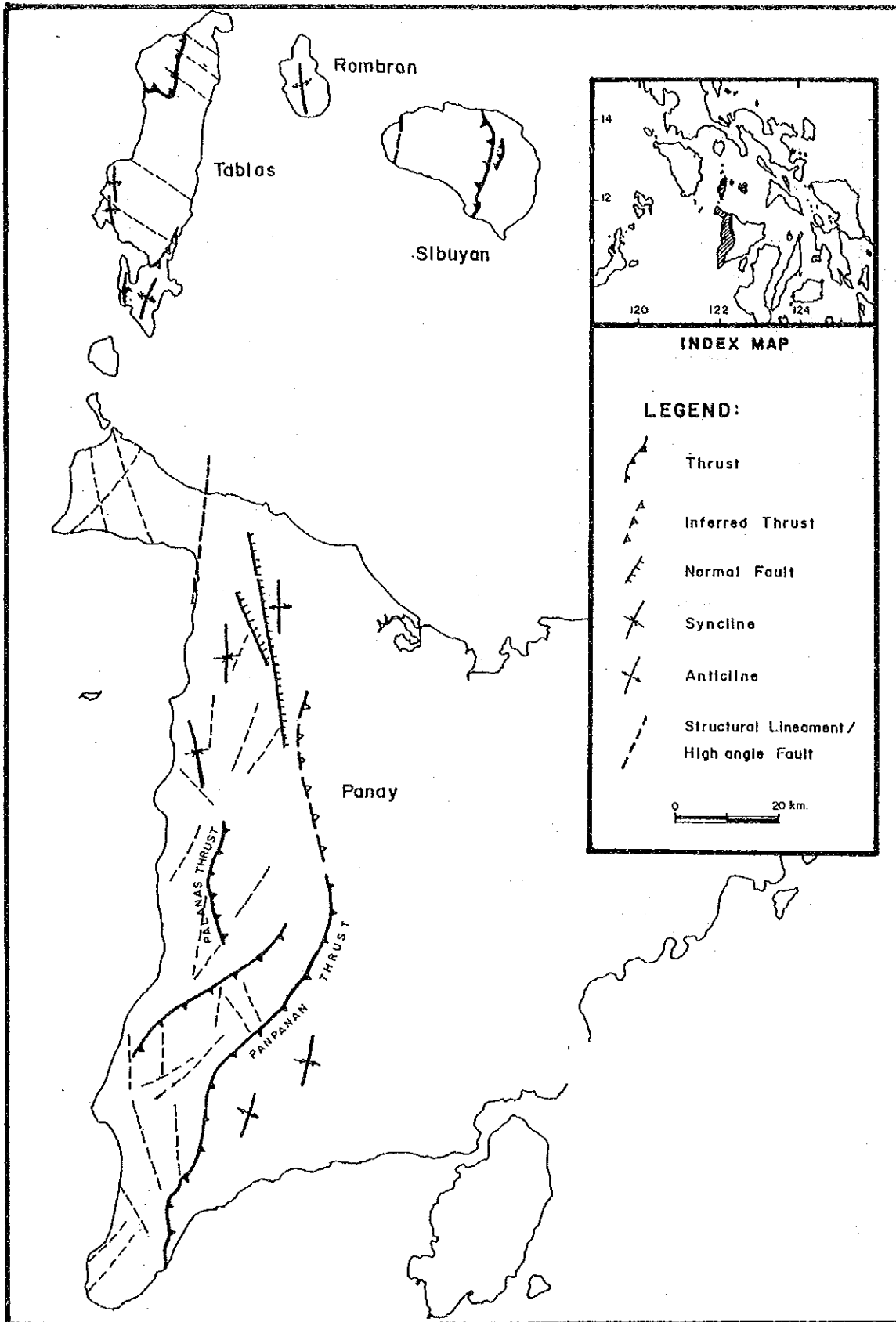


Figure 17 Map of Major Geologic Structures of Antique Range and Romblon Island Group (After: S. David Jr., 1988; Zepeda and Caliboso, 1987; Y. Marchadier, 1988)

Table 13-1: Major Mineral Deposits and Prospects of Palawan

Deposit/ Prospects	Mineralization Commodity	Location	Remarks
1. Lanka Mn Mine (Coron Is.) **	Chert hosted lenticular Mn.	120°13' E 12°03' N	Mn grade: 13.2%-42.96% MnO; Mineral assemblage- psilomelane and pyrolusite
2. Dapdapan Mn Mine (Busuanga Island)	Chert hosted - bedded Mn	120°19' E 12°01' N	Mn grade: 22.06 % MnO Mineral assemblage- psilomelane and pyrolusite
3. Kabol-kabol Mn Deposit (Culion) *	Mn pods in chert transected by calcite veins	119°54' E 11°52' N	
4. Paly Is. *	Disseminated Cr	119°42' E 9°55' N	Sand size spinels
5. Bacungan @@	Mercury sulfide (cinnabar)	118°42' E 9°52' N	Known grade of Hg: 0.67 lbs./MT
6. Sta. Lourdes @@	Mercury as cinnabar	118°42' E 9°52' N	Known grade of Hg: 2.89 lbs./MT
7. Tagburos @@	Mercury as cinnabar	118°43' E 9°50' N	Known grade of Hg: 0.15 lbs./MT
8. Atlas Mine @	Chromite in pods and dissemination	118°25' E 9°38' N	Operating mine
9. Benguet Mine @	Chromite pods and lenses	118°25' E 9°58' N	Cr grade ranges from 23.9%-59.0% Cr ₂ O ₃
10. Richman Mine **	Chromite pods and lenses	118°28' E 9°37' N	Cr grade: 28.1%-48.8% Cr ₂ O ₃
11. Boyo Mine @@	Chromite pods and lenses	118°29' E 9°42' N	Cr grade: 34.0%-50.0% Cr ₂ O ₃
12. Berong @	Chromite pods and lenses	118°14' E 9°25' N	Cr grade: 42.6% Cr ₂ O ₃ producing mine
13. Romarao **	Chromite pods in dunite: Cr dissemination in laterite	118°15' E 9°29' N	Chromite in soil: 41.08% Cr ₂ O ₃ ; 11.24% FeO
14. Malatgao **	Nickel laterite	118°24' E 9°26' N	A sample yielded 1.09% NiO; 56.73% FeO

Table-13-1 (cont'd)

Deposit/ Prospects	Mineralization Commodity	Location	Remarks
15. Ibateng **	Nickel laterite	118°22' E 9°25' N	A sample yielded 0.80% NiO; 66.51% FeO
16. Trident Mine @@	Chromite in vari- ous occurrences	118°21' E 9°19' N	A sample yielded 44.81% Cr ₂ O ₃ ; 13.60% FeO ceased operation; estimated reserve of 199,000 MT as of 1986
17. Olympic Mine @	Chromite both in residual and in situ; Ni laterite	118°16' E 9°13' N	A chromite sample yielded 47.94% Cr ₂ O ₃ ; 0.11% NiO
18. Bethlehem Mine @	Nickel laterite	118°19' E 9°18' N	A sample yielded 1.66% NiO; 54.62% FeO
19. Sta. Monica *	Nickel laterite	118°14' E 9°13' N	A laterite sample yielded 1.64% NiO; 64.54% FeO
20. Fulute Range Ni Prospect *	Nickel laterite	117°37' E 9°04' N	A laterite sample yielded 1.24% Ni; 2.91% Cr; 19.61% Fe ₂ O ₃
21. Pulot Cu Prospect *	Copper bearing quartz in basalt	117°56' E 8°59' N	A vein sample yielded 1.42% Cu; 0.01% Zn; 6.5 g/MT Ag
22. Barong-Barong **	Copper - Cyprus type massive sulfide	117°49' E 8°46' N	A sample yielded 0.02%-6.52% Cu; 0.01%- 0.23% Zn; 7 g/MT-52 g/MT Ag; <0.07 g/MT-0.21 g/MT Au
23. Males *	opper - Cyprus type massive sulfide	117°43' E 8°59' N	A sample yielded 0.52% Cu; 0.19% Zn; 0.02% Pb; 13,3 g/MT Ag
24. Balabac Island @@	Copper - Cyprus type massive sulfide	117°04' E 7°59' N	A sample yielded 3.07% Cu; 0.01% Pb; 0.06% Zn; 11.8 g/MT Ag 0.69% g/MT Au; a known reserve of 80,000 MT

Table 13-1 (cont'd)

Deposit/ Prospects	Mineralization Commodity	Location	Remarks
25. Rio Tuba @	Nickel laterite	117°25' E 8°34' N	Average grade: 3.3% Ni; 0.04% Co; reserve- 9.6 Million T
26. Tagbita @	Silica sand	117°21' E 8°43' N	Produces 150,000 t/y of silica, 50% of which is high grade
27. Tinitian Antimony Prospect **	Antimony in sul- fide (stibnite) occurring in qtz vein hosted by schist	119°05' E 10°05' N	Ore samples yielded 36.17-49.0% Sb
28. St. Paul **	Bedded limestone	118°52' E 10°10' N	The St. Paul Peak has an estimated reserve of 566.9 million t of limestone

Note: * - Prospect status

** - Explored/undeveloped

@ - Operating mine

@@ - Stopped operation

Table 13-2: Major Mineral Deposits and Prospects of Antique Range -
Buruanga Peninsula

Deposit/ Prospects	Mineralization Commodity	Location	Remarks
1. Osman **	Hydrothermal gold vein	122°14' E 11°37' N	Auriferous pyrite- chalcopyrite assemblage within the vein and along the argillized zone of host rock.
2. Unidos *	Silica	121°58' E 11°54' N	Cherty blocks most probably associated with Buruanga Metamorphics.
3. San Roque *	Marble	121°58' E 11°47' N	Carbonate blocks most probably associated with Buruanga Metamorphics.
4. Libertad *	Copper	121°58' E 11°48' N	Probably associated with the diotite intrusives
5. Panak-takan Mine @@	Stratabound Mn	121°57' E 11°54' N	Rhodonite, rhodochrosite and Mn Oxide in chert; Samples yield 17.2-17.9% MnO.
6. Tacororoc Mine @@	Stratabound Mn	121°59' E 11°53' N	Interbedded Mn silicate and oxide in chert.
7. Ibanlac Mine @@	Stratabound Mn	121°57' E 11°55' N	Interbedded Mn silicate and oxide
8. Lomboyán, Barbaza **	Cu (hydrothermal base metal mineralization)	122°03' E 11°14' N	Contains silver and gold values; Explored prospect
9. Kalmar, Sibalom	Chromite	122°01' E 10°51' N	Chromite lenses in serpentinite
10. Carawi-san, San Remigio **	Cu (massive sulfide-basalt hosted)	122°03' E 10°51' N	Explored
11. Nagdayao Creek Sibalom **	Cu (massive sulfide-basalt and chert host)	122°02' E 10°47' N	Explored

Note: * - Prosepet Status
** - Explored/undeveloped

@ - Operating Mine
@@ - Stopped Operation

Table 13-3: Major Mineral Deposits and Prospects of Romblon Island Group

Deposit/ Prospects	Mineralization Commodity	Location	Remarks
1. Caloring *	Pophyry copper	122°03' E 12°18' N	Shows strong alternation; probably associated with the Calatrava Intrusives
2. Bato *	Nickel laterite	122°32' E 12°23' N	Derived from the weathering of Sibuyan Ultramafics
3. Binaya-on *	Nickel laterite	122°34' E 12°22' N	Derived from the weathering of Sibuyan Ultramafics
4. Dulangan **	Placer gold	122°29' E 12°26' N	Probably associated with a diorite intrusives (Caltrava ?)
5. Nailog *	Base Metal vein type deposit rich in gold and silver	122°28' E 12°26' N	Probably associated with a diorite intrusives; a sample yielded: 2.12 g/T Au, 172 g/T Ag, 0.93 % Cu; 3.63 % Pb; 6.62 % Zn
6. Cogon *	Porphyry Copper	122°03' E 12°11' N	Shows strong alteration and probably associated with the Calatrava Intrusives

Note: * - Prosepct Status

** - Explored/undeveloped

@ - Operating Mine

@@ - Stopped Operation

4 地化学探査と資源ポテンシャル

本プロジェクトの実施過程で対象地域から43,459個の河床堆積物試料を採取し、Cu、Pb、Zn、Ag、As、Mn、Ni、Co、Mo及びHgの10元素を化学分析した。必要な個所ではCr、Sb、Sn及びWの追加分析を行なった。

これらの地化学探査資料の統計的解析には下記の方法が用いた。地質的、地化学的観点から適当と見られる地域を選び、これらの各地域の試料の分析値を別個の母集団として解析した。

調査地域全域は東西2km南北2kmのグリッドに分割され、グリッド平均値、移動平均値及びハイパスフィルター値の単一変量解析と多変量解析（因子分析）を実施し、異常を示す元素の組み合わせを識別した。

抽出された異常帯は鉍化作用との関連を地質的に検討した。

4. 1 フィリピン弧

4. 1. 1 北シェラマドレ地域

北シェラマドレ地区の地化学資料の解析の結果、鉍化作用と関連するとみられる優勢な異常帯が得られた（Table, 14, Pls. I - 1, II - 1）。7個所の異常帯が認められ、内3個所は非常に有望である。

これらは有望地 I（Area I）地域南端部の Dimakawal 地区。有望地 II（Area II）東海岸中部の Bicobian 地区及び有望地 III（Area III）地域北部の Tuguegarao 川地区である。

Area I はグリッド平均値の Cu, Pb, Zn, Mn, Hg の異常とハイパスフィルター値の Cu, Pb, Zn, As, Mn, Hg の異常を伴う特性を示し、銅に富み鉛・亜鉛を伴う鉍脈型の鉍化作用に伴っている。この地区には主に Abuan 及び Dipadian 層の火山性堆積岩及び玄武岩が分布し、Cu, Mn の鉍化作用（Dimakawal 鉍床）が近傍にあるので探鉍価値が高い、この地区の重鉍物の地化探査結果でも Au、Ag の異常値が見出されている。

Area II では Cu, Mn, Ni, Co, Hg, Cr の異常がみられる。この地区には Bicobian 港があり、Isabela 超塩基性複合岩類、Bicobian 玄武岩及び Dikinaraman チャートが分布している。

この組み合わせはキプロス型の塊状硫化鉍、層状マンガ、ニッケル硫化物を含むラテライト及び正マグマ性クロム鉄鉍とクロム鉄鉍漂砂の濃集に好適である。Cu、Hg 及び Mn の異常はすべて玄武岩中にあり、Bicobian と Lacson 鉍床（3. 1. 1. 4 参照）と同様な鉍化作用を示すものであろう。Area III で見られる異常は Cu、Pb、Zn 及び As を含み卑金属の鉍脈型及び斑岩銅鉍型の鉍化作用を示すとみられる。この地区の地質は安山岩（Abuan 層）、石英安山岩（Mt. Cresta 層）及び閃緑岩及び花崗岩緑岩（北シェラマドレ底盤）よりなる。異常帯は閃緑岩と安山岩の貫入接触部に沿い黄鉄鉍の鉍染を伴う、緑泥石化と絹雲母化の変質帯を伴っている。この変質は貫入部のより深い個所に鉍化作用のある可能性を示す。斑岩銅鉍型の鉍化作用は Casablangan Dinacdaan で認めら

Table 14 Geochemical Anomalous Areas in Northern Sierra Madre Region

No.	Anomalous Areas	Location	Cell Average										High-pass Filter										Factor Analysis				
			Cu	Pb	Zn	Ag	As	Mn	Ni	Co	Hg	Cr	Cu	Pb	Zn	Ag	As	Mn	Ni	Co	Hg	Cr	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
I	Vicinity of Dimakawal mineral showing (Southeastern edge of the area)	122°13' E 16°35' N	○	○	○		○			○		○	○	○		○	○							○	○	○	○
II	West side of Port Bicobian (The central east coast)	122°24' E 17°16' N	○				○	○	○	○							○	○	○						○		○
1	North side of Capisayan (Northern part of the area)	121°54' E 18°02' N	○		○		○					○	○			○									○		
2	West side of Awang Cove (The east coast)	122°06' E 17°41' N		○				○					○			○	○								○		○
3	Upstream Tuguegarao River	122°00' E 17°37' N	○		○								○	○		○									○	○	○
4	South side of Divilacan Bay (The central east coast)	122°18' E 17°15' N	○		○		○	○	○	○	○	○		○		○	○	○							○		○
5	West side of Dimatatno Point (The southern east coast)	122°18' E 16°35' N						○	○	○	○					○	○							○		○	

○: Elements with anomalous values

Roman numerals (I~II) indicate promising areas

Arabic numerals (1~5) indicate anomalous areas

れる。これらはどちらも Mt.Cresta 層の石英安山溶岩に伴っている。

北シエラマンドレ地域の地化学データの因子分析により指示元素間の組み合わせと密接な関係を示す5個の因子が抽出された。これらの5個の因子データの83.2%をカバーしている。

第1因子はCo - Ni - Crと関連を示す因子で超塩基性岩を指示する。岩質を反映する因子と考えられる。

この因子の高得点異常はIsabela超塩基性岩の塩基性及び超塩基性岩体の卓越する地域に認められる。

この因子の異常帯は殆ど支配的に上記の岩質に対応している。

第2因子はCu - Zn - Mnに関連する因子で恐らく玄武岩から安山岩質の岩体に伴う卑金属の鉍化作用(鉍脈、及び塊状硫化型鉍化作用)を指示するとみられる。

この因子によって認められる異常帯は殆どAbuan層の分布域を覆っている。Dimakawal地区 (Area

I)、Bicobian地区 (Area II) 及びTuguegarao上流地区 (Area III) はすべて第2因子の異常帯に関連している。

第3因子はPb - Hgに関連する因子で、恐らく鉱脈型又は斑岩銅鉱型の鉱化作用を示すとみられる。

この因子の高得点異常は北シェラマドレ底盤とAbuan層の分布域に沿って認められる。Area IとIIIはこの因子の異常帯に付随している。これはこの因子がこれらの鉱化作用を指示することを示すものであろう。

第4因子は主にMoに関連する因子で、本来CuとMoの斑岩銅鉱型の鉱化作用を指示するが、この異常帯はIsabela超塩基性複合岩類の全長にわたって分布している。併し最も高得点の異常は北シェラマドレ底盤とAbuan層、Mt.Cresta層の貫入接触部に見られる。有望地II・IIIがともにこの因子の異常帯にあるのは卑金属元素の挙動の類似性を示すものであろう。

第5因子はAsと関連する因子である。Asは多くの鉱化作用に伴い、特に金及び卑金属の鉱脈型及び斑岩銅鉱型鉱化作用に伴っている。

この因子の異常帯は有望地I・IIIを含み、これらの地区の卑金属の鉱化作用によってもたらされた異常と見られる。他の異常帯は石灰質の岩石の分布域 (Cabagan層、Callao及びKanaipan石灰岩層) にある。これらは鉱化作用の反映ではなく、恐らく母岩中における砒素の選択的な富化を示すものであろう。

資源のポテンシャルについては、北シェラマドレ地域は鉱脈型、キプロス型塊状硫化鉱、斑岩銅／モリブデン鉱型、層状マンガ、ニッケル、コバルト及びクロームの鉱化作用についての将来性が大きい。これはこれらの鉱化作用について母岩の岩種が適していることと、本地域で行われた地化学探査の結果によって示されている。

探査の結果に基づく異常帯として先にのべた3地区は新鉱床発見の可能性が大きく、更に詳細な調査が必要である。これらの異常帯の近傍に鉱床が存在し、それらの地質的特性がよく似ていることは追加調査の期待を更に高めるものである。

4. 1. 2 南部シェラマドレ・ポリーリョ地域

南シェラマドレとポリーリョ地域の河床堆積物資料の解析によって7個所の異常帯が識別され、その内4地区が有望と考えられる (Table 15 Pls.I-1, II-2)。この4個所の有望地は、有望地I (Area I) ; Umiray川中流地区、有望地II (Area II) ; Montalban北東地区、有望地III (Area III) ; Polillo島南東部地区、有望地IV (Area IV) Tignoan西部地区である。

Area Iは玄武岩質から安山岩質の溶岩、集塊岩、凝灰岩と堆積岩類の互層からなるBayabas層が広く分布する地域にあり、Cu、Pb、Zn、Ag、As、Mn、Co及びMoの多元素からなる異常帯であ

塊岩、火山角礫岩、火山岩溶岩流、凝灰岩及びこれらと互層する堆積岩が分布している。本地区は又重鉍物試料の金、銀の異常も伴っている。これらの異常はBayabas層とTignoan層を切る金と硫化物を含む石英脈によるものとみられる。

多くの場合石英脈は相当量の銅と銀を伴い含金量は変化に富む。南シェラマドレ地区の各所で行われているパンニングニによる金の採取 (Angela、Papaya、Umiray 及び Boso-boso 川) はこの種鉍脈を起源とするとみられる。

河床堆積物の地化学探査資料について実施された因子分析で以下のべる4個の因子が識別された。個々のグリッドについて計算された因子スコアの分布図から個々の因子の異常帯が明らかになった。

第1因子の異常帯はArea I、II及びIVを含む、この因子はCu-Zn-Mn-Coに強い関連を示し、卑金属の鉍化作用の影響を示すと見られる。上述の通りこの3有望地はこの種の鉍化作用に関連を示している。

第2因子はPb-Agに強い関連を示し、貴金属と卑金属の鉍脈鉍床に伴っている。4個所の有望地はすべてこの因子の異常を伴う。鉍脈型の鉍化作用はArea IとArea IVで優勢で他の2地区では目立ったものではない。併しこの事はArea IIとIIIの有望性を害うものではない。

第3因子はNi-Coに強い関連を示す因子でこの異常は一般に塩基性、超塩基性岩に伴っている。Area I、II、IVではこの因子の異常がみられるが、これは母岩の玄武岩及び塩基性の火砕岩に由来するものであろう。

第4因子は本質的にAsに強い関連を示す因子である。併しこの因子がどのような鉍化作用を示唆するのかは現在の所不明である。

ポリーリョ島を含む南シェラマドレ地域は金と卑金属に対し、顕著なポテンシャルを有する。この地域の岩種の特徴は独特な構造の状況と共に斑岩銅/モリブデン鉍、鉍脈型貴金属/卑金属、黒鉍型塊状硫化鉍及び金銀の漂砂鉍床に対し、明確な探鉍目標を提供している。

識別された地化学異常及び調査された鉍徴地や鉍床の型式や数量はすべて上記の鉍化作用に対する本地域の有望性を示すものである。

一方当地域には現在有力な稼行鉍山がないので、上記有望地の細部の状況を確認する調査の追加が必要である。

現在地域内の多くの個所で小規模に金の採集が行われている (3. 1. 2. 4)、現在発見され、或いは発見されつつある金の量とその生成機構の性質や拡がりは明確ではないが、この地域がフィリピンの重要な産金地帯となるための優れた潜在力を有することは明かである。

4. 1. 3 マスバテ・中央/東パナイ・ギマラス島・南西ネグロス地域

マスバテ~パナイ~ギマラス島の地化学データの処理と解析は前地域を一個の母集団として行われた。一方南西ネグロスのデータはセブ~ボホール~シキホール島と同じ母集団で解析された (JICA-MMAJ Consolidated Report, 1988, 1990)。

Table 16 Geochemical Anomalous Areas in Masbate

No.	Anomalous Areas	Location	Cell Average										High-pass Filter										Factor Analysis					
			Cu	Pb	Zn	Ag	As	Mn	Ni	Co	Mo	Hg	Cu	Pb	Zn	Ag	As	Mn	Ni	Co	Mo	Hg	No. 1	No. 2	No. 3			
I	East of Mt. Uac	123°26'E 12°30' N	○	○		○							○	○	○									○	○		○	
II	South of Aroroy	123°29' E 12°23' N	○	○	○						○		○	○	○											○		○
	Vicinity of Conical Peak	123°40' E 12°23' N	○	○	○						○		○	○			○	○							○			○
1	Vicinity of Bunducan	124°01' E 11°45' N		○	○	○	○					○	○	○	○			○	○			○	○		○	○		○
2	Vicinity of Mandaon	123°17' E 12°14' N				○		○		○			○					○										
3	Vicinity of Balud	123°12' E 12°02' N						○	○	○															○			○

○: Elements with anomalous values

Roman numerals (I~II) indicate promising areas

Arabic numerals (1~3) indicate anomalous areas

4. 1. 3. 1 マスバテ地区

地化学データの解析の結果この地区に6個所の異常帯が認められた。(Table - 16, Pls I - 2, III - 3)。これらはCu、Pb、Ag及びHgの異常を含むMt.Uac地区、Mn、Coの異常をもつ南西半島地区(Balud、Calumpang地区)、Zn、Moの異常を示す北西海岸地区、Aroroy付近のCu、As異常地区及びCuの異常を示すConical Peak周辺地区及びPb、Zn、As、Mo及びHgの異常を示す南東部のBunducan地区である。

これらの地化学的示徴と異常地区の地質状況から2つの有力な有望地が選定された。これらは有望地I (Area I) : Aroroy南からマスバテ市の西側に至るConical Peakを含む地区、有望地II (Area II) ; 島の中央部に広い範囲を占めるMt.Uacをとりまく地区である。

有望地I (Area I) はNabongsoran安山岩、Aroroy斑岩、Lamon安山岩及びSamblawan層の分布域からなり、多くの珪化帯を伴う含金石英脈が全域で認められる。Aroroy鉱山、Baleono、Capsay、Luya、Concepcion、Matanglad及びXYZの鉱徴地が地区内で知られている。これらの数多くの鉱徴地と地区内のCu、Asの異常帯は本地区の鉱脈型の金と卑金属の鉱化作用が大きなポテンシャルをもつことを示している。

有望地II (Area II) はCu、Pb、Ag及びHgの異常を示す。

これらの異常帯は中新世のMobo閃緑岩とLamon安山岩の配列に関連して分布し、これらの火成岩類と同時代に形成されたと見られる。この地区は恐らくフィリピン断層の活動に伴う鉱化作用に関連するとみられる特徴ある熱水変質(緑泥石化、絹雲母化)を伴っている。特徴地としてはUmabay、

Handalc、Baang、Marintoc及びDogosangan (3. 1. 3. 4a) が見られ含金石英脈に属するものが多い。これら地化学異常と岩層の特性は共に本地区の鉱化作用の特徴である含金・卑金属鉱脈型鉱床の存在を示唆している。

島の南西部のMn、Coの異常は玄武岩と変成岩に伴うMnの鉱化作用に関係しているとみられる。この種の鉱床 (Balud、Calumpang及びTaisan) は本地区では普通に見られる鉱化作用である。

北西部のZn、Mo、南東部のAs、Moの石灰岩中の異常の鉱化作用との明確な関連は不明である。

地化学資料の因子分析の結果3ヶの因子が識別された、第1因子はZn - Mn - Cu - Niと関連の深い因子でArea I及びIIに随伴し多分卑金属の鉱化作用を示すとみられる。事実これらの有望地には卑金属の鉱化作用が認められる。一方第3因子はMoとAsに関連の深い因子は一般に斑岩型の鉱化作用を指示するが、本地区では恐らく金と卑金属の鉱化作用を示唆するものとみられる。

4. 1. 3. 2 中央/東パナイ及びギマラス島地区

地化学データの解析の結果5ヶ所の異常帯が、この地域で認められた。これらはPilar南のCu、Pb、Znの異常帯、パナイ東海岸沿いのCu、Pb、Zn、As、Mn、Co、Moの異常帯、Iloilo盆地のMn、Coの異常帯ギマラス島の西岸のZn、Asの異常帯及びRoxas市に近いPb、Mnの異常帯を含む (Table - 17, Pls. I - 2, II - 3)。

Table 17 Geochemical Anomalous Areas in Central and East Panay and Guimaras Island

No.	Anomalous Areas	Location	Cell Average										High-pass Filter										Factor Analysis				
			Cu	Pb	Zn	Ag	As	Mn	Ni	Co	Mo	Hg	Cu	Pb	Zn	Ag	As	Mn	Ni	Co	Mo	Hg	No. 1	No. 2	No. 3		
I	South of Pilar	123°00' E 11°27' N	○	○	○			○						○	○	○									○		○
II	Southern part of east coast	123°05' E 11°20' N	○	○	○			○			○			○	○	○			○	○					○	○	○
1	Vicinity of Roxas	122°45' E 11°30' N	○					○			○								○						○		
2	Southern part of Iloilo Basin	122°41' E 10°41' N	○					○			○								○	○						○	
3	Northwestern part of Guimaras Is.	121°59' E 11°51' N									○								○						○		○

○; Elements with anomalous value

Roman numerals (I~II) indicate promising areas

Arabic numerals (1~3) indicate anomalous areas

この内Pilarのものは有望地 I (Area I) に、パナイ東海岸のものを有望地 II (Area II) に選定した。

Area I ; この地区はSibara層、Bayuso火山岩類及びYatingモンゾ岩の分布域にあり、Pari及

びLoayに見られるような鉱脈型の鉱化作用を伴う。鉱化作用はモンゾニ岩貫入時及びその後の熱水活動に伴うものとみられる。最も有望なのは古期岩類と貫入岩の接触部で鉱脈型の卑金属鉱床が期待される。

Area II ; 北のSan Dionisioから南のAnilaoに至る東海岸の広範な地区を占めている。地区には主にSibara層Sara閃緑岩及びOdiongan火山岩類が分布している。

鉱化作用はConcepcion (Cu)、Dawis (Cu)、Del Pilar (Cu)、Sto. Tomas (Cu)、Anilao (Mn) 及びMasonson Hill (Cu) の鉱徴地を含む地区にSara閃緑岩と若いOdiongan火山岩類に伴う熱水作用に関係している。

広範な変質帯が古期岩類中に発達し、San Dionisio~Concepcion~Ajucy地区 (Pl. II - 3) で顕著にみられる。

地化学データの解析で認められた異常値はこれらの変質帯に伴う卑金属及び金の鉱脈又は斑岩銅鉱の鉱化作用に伴う可能性が強い。

他3個所の異常帯は堆積岩地帯にあり、鉱化作用との関連は少ない。これらの異常帯の評価は現在不明なので追加調査に対し、低い優先順位を与えた。

地化学データの因子分析の結果Area Iは第1因子の異常地にある。前述の通り第1因子はCo - Mn - Zn - Cu - Niに関連する因子で卑金属の鉱化作用に関連が深い。Area Iの母岩はこの種鉱床に適する特性を示す。

Area IIのMt. Buraay (San Dionisio北方) 付近にある第3因子の異常が集中するがこの因子が示唆すると見られる斑岩銅/モリブデン鉱と金の鉱化作用は、この地区の地質時にOdiongan火山類に適性を示している。

4. 1. 3. 3 南西ネグロス地区

本地区の地化学データの解析の結果2個所の異常帯がこの地区だ認められた。その内1個所は有望地I (Area I) に選定された (Table 18, Pls. I - 2, II - 4)。有望地I (Area I) はCu, Pb, Zn, Co, Ni, As, Hg, Moの異常を伴いSipalay町の15~20km東方に見られPagatban閃緑岩、石灰岩及びBasak層の塩基性火砕岩の分布域である。異常元素の多様性は幾つかの鉱化作用の相互作用によるものであろう。

Cu, Pb, Zn, Hgの組み合わせは卑金属の鉱化作用を指示し、Ni, Coの組み合わせは塩基性の火山岩、火山砕屑岩に関連するとみられる。一方Mo, Asの組み合わせは本地区でごく普通に見られる斑岩銅鉱床の鉱化作用を示すものであろう。

幾つかの斑岩銅鉱床が本地区に分布する。これらにはMaricalum鉱山会社のSipalay鉱山やCalatong River I・II及び多くの小探鉱地が含まれる。これらは強い変質帯を伴っている。

2つ目の異常帯が当地区南部のBayawan川上流に認められる。ここでは塩基性火砕岩中にZn, Ni, Cb, As, Hgの異常が見られる。この異常帯は塩基性火砕岩中に伴う卑金属の鉱化作用 (鉱脈又は塊

Table 18 Geochemical Anomalous Areas in Southwest Negros

No.	Anomalous Areas	Location	Cell Average										High-pass Filter						Factor Analysis				
			Cu	Pb	Zn	As	Mn	Ni	Co	Mo	Hg	Cu	Pb	Zn	As	Mn	Ni	Co	Mo	Hg	No. 2 Post	No. 3 Pre	No. 3 Post
I	15 km southwest of Sipalay Town	122°33' E 9°40' N	○		○													○	○	○	○		
I	Middle reaches of Bayawan River in southern part	122°48' E 9°32' N	○							○								○	○	○	○	○	○

○ ; Elements with anomalous value

Pre : Before rotation Factor for Factor Analysis

Post : After rotation Factor for Factor Analysis

Roman numeral (I) indicates promising area

Arabic numeral (1) indicates anomalous area

状鉱化鉱) を指示するとみられる。

本地区の多変量解析はセブ、ボホール及びシキホール島と同じ母集団で実施された (JICA - MMAJ Consolidated Report, 1990)。

この結果南西ネグロスに数個の因子分析による異常帯が認められた。有望地 I (Area I) では第 2 及び第 3 因子の異常値が認められる。第 2 因子は Pb - As - Hg と関連の深い因子で浅熱水性鉱脈で関係するとみられる。一方第 3 因子は Cu、Mo に関連する因子で斑岩銅鉱の鉱化作用を指示している。本地区にこの因子の異常地が認められる事は斑岩銅鉱型の鉱化作用の可能性のあることを示すものであろう。

マスバテ～中央/東パナイ～ギマラス～南西ネグロス地域は顕著な資源ポテンシャルをもつと考えられる。この地区の地質構造の状況は地化探解析と結果と共に、斑岩銅鉱型、卑金属及び金の浅熱水性鉱化作用の存在する可能性の高いことを示す。Sipalay 鉱山、Aroroy 鉱山などこれらの型の有力な鉱床の存在は、この評価に対する傍証となるものである。

塊状硫化鉱床及び層状マンガン鉱床存在の可能性も配慮されねばならない。本地域の鉱床探査の方針決定に当たっては本プロジェクトの地化学探査結果を十分に考慮する必要がある。

4. 1. 4 セブ・ボホール・シキホール南レイテ地域

セブ・ボホール及びシキホールの地化学データは 1 つの母集団として解析された (JICA - MMAJ, Consolidated Report, 1990) 一方南レイテはサマール、ディナガット・シャルガオと共に上記の報告書に含まれている。

4. 1. 4. 1 セブ地区

4 個所の地化学異常がこの島に認められた。この内 2 ヶ所が有望地 I (Area I)、有望地 II (Area

II) に選定された (Table.19, I - 2, II~4)、第1の異常帯 (Area I) は西海岸の Toledo から 10km 南西の Mananga 層群の Cebu 層及び Lutopan 閃緑岩の分布域にあり Cu, Pb, Ag, Zn, Co, Mo の重複異常帯で、既知の鉱化作用の地区にあることで注目される。

Table 19 Geochemical Anomalous Areas in Cebu

No.	Anomalous Areas	Location	Cell Average										High-pass Filter						Factor Analysis					
			Cu	Pb	Zn	As	Mn	Ni	Co	Mo	Hg	Cu	Pb	Zn	As	Mn	Ni	Co	Mo	Hg	No. 2 Post	No. 3 Pre	No. 3 Post	No. 4 Post
I	West of Atlas Mine	123°44' E 10°20' N	○		○	○		○	○	○		○	○	○		○	○	○		○	○	○	○	
II	West of Liloan	123°56' E 10°23' N	○	○	○	○						○	○	○						○	○	○	○	○
1	Northern part of the area	123°58' E 11°05' N	○	○	○	○	○	○		○		○	○	○	○				○	○			○	○
2	Southern part of the area	123°20' E 9°26' N		○	○					○	○		○	○					○	○	○	○		○

○; Elements with anomalous values

Pre; Before rotation Factor for Factor Analysis

Roman numerals (I~II) indicate promising areas

Post; After rotation Factor for Factor Analysis

Arabic numerals (1~2) indicate anomalous areas

Atlas 鉱山はこの異常帯の東にあり、Maypay、Sigpit Lutopan 及び Botong Sinsin (熱水鉱脈及び鉱染) の鉱徴地は異常帯及びその周辺に分布する。この異常帯はこれらの鉱化作用の反映とみられる。

第2の異常帯 (Area II) はセブ市北東13kmにあり東海岸の Liloan と Compostella の中間の Tunlob 片岩、Malubog 層及び Talamban 閃緑岩の分布域にあり Pb, Zn, As, Mn の異常を示し、Consolacion 2 及び 3 の鉱徴地を伴っている。この地区鉱化作用は珪化又は粘土化した火山岩中の鉱脈と硫化物の鉱染である。Au、Cu 及び Zn の高い分析値が Consolacion 2 及び 3 の鉱床中に見られる。この異常帯は同様な鉱化作用の反映とみられるが、卑金属の塊状硫化鉱床賦存の可能性もある。

他の異常帯はセブ北部及び南部の主に石灰岩地帯に見られる Mn、Mo、Zn、Co 及び Ni の個々の元素の分散した異常として認められる。これらの異常は母岩の石灰岩中に選択的に濃集したものと見られるので低い優先順位が与えられた。現在の所鉱化作用は知られていない。

本地区の地化探データの因子分析から5個の因子が識別された。この内 As に強い関連を示す第2、第4因子と Mo に強い関連を示す第3因子の異常が上記の有望地 I・II に伴っている。この事実からこれらの有望地は熱水鉱化作用に適していると考えられる。

4. 1. 4. 2 ボホール、シキホール島地区

ボホール・シキホール島での地化学データの解析はセブ、南西ネグロスと同じ母集団で行われ、数

個所の異常帯が認められた (Table 20, I - 2, II - 4)。

Table 20 Geochemical Anomalous Areas in Bohol and Siquijor Islands

No.	Anomalous Areas	Location	Cell Average							High-pass Filter							Factor Analysis							
			Cu	Pb	Zn	As	Mn	Ni	Co	Mo	Hg	Cu	Pb	Zn	As	Mn	Ni	Co	Mo	Hg	No. 2 Post	No. 3 Pre	No. 3 Post	No. 4 Post
1	North coast of Bohol	124°07' E 10°05' N	○			○	○		○	○					○	○				○	○	○		
2	Southeastern Bohol	124°33' E 9°41' N	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○						
3	Central part of Bohol	124°15' E 9°42' N		○	○	○	○			○	○		○	○	○		○	○		○				○
4	Western part of Bohol	123°52' E 9°45' N		○	○	○	○				○		○	○	○			○	○					
5	West coast of Siquijor	123°30' E 9°11' N	○	○				○	○					○	○									

○; Elements with anomalous values.

Pre; Before rotation Factor for Factor Analysis

Post; After rotation Factor for Factor Analysis

Arabic numerals (1~5) indicate anomalous areas.

多くの個別元素の異常が認められたが、最も優勢と考えられるもののみを示す。これらは Buenavista (ボホール北海岸) に近い Mn、As の異常、Jagna (南ボホール) に近い Cu、Pb、Zn、As、Mn、Ni 及び Carmen 付近の Pb、Zn、As、Mo の異常である。これら 4 個所の内 1 番目と 2 番目の個所は地質や鉱化作用から注目すべき異常と評価された、併し有望地として選ばれていない。

Buenavista に近い異常地は Ubay 火山岩類中にあり、斑岩銅鉱化作用 (Bonakan, Compacot 及び Baas 鉱徴地) によって特徴づけられている。この異常地はセブや南西ネグロスのものに比べて特に魅力的でない併し強い変質が見られるので、この地区は将来評価されることになる。

Bohol 南東部に見られる二つ目の異常帯は Carman 層と Jagna 層安山岩の分布域で残留性マンガ ン鉱徴地を除き目立った鉱化作用は見られない。調査中に小規模な変質帯が見付かっているのみである。多元素異常の性格は不明だが、この地区における異常値の分布が鉱化作用に好都合なので更に調査するのが妥当であろう。

ボホールの北半分の地化学データの因子分析の結果幾つかの異常地が識別された。Buenavista の異常地は As に関連する第 2 因子と Mo に関連する第 3 因子の異常地に分類された。これは本地区で知られている斑岩銅鉱存在の可能性を示唆している。

4. 1. 4. 3 南レイテ及び Panaon 島地区

南レイテの地化探データ解析の結果 6 個所の異常帯が認められた。その内 3 個所は本地区の有望地と考えられる (Table 21, Pls. I - 2, II - 5)。有望地の第 1 番 (Area I) は Panaon 島北東側に

