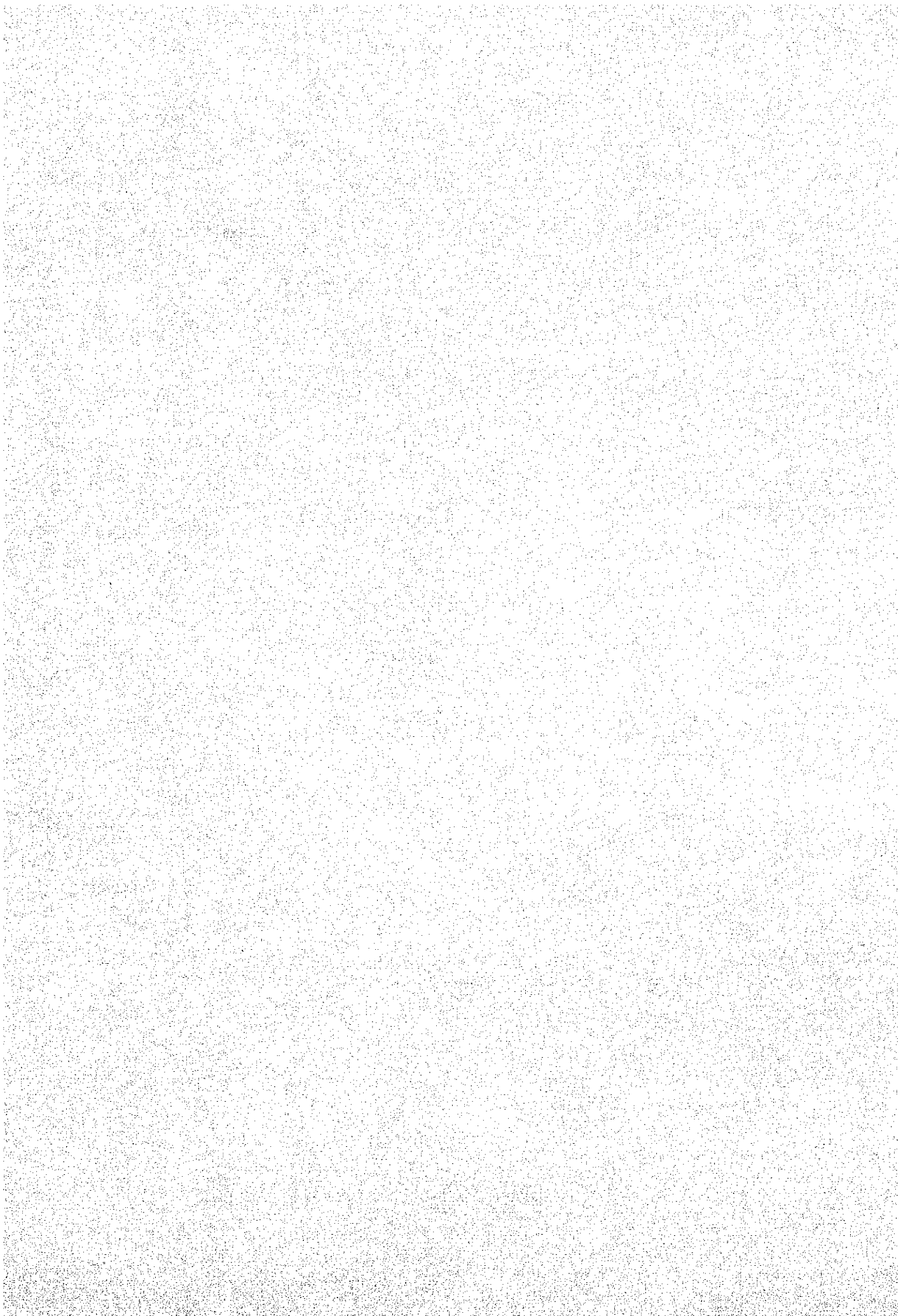


フィリピン共和国ミンドロ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第一年次

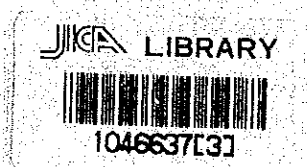
昭和57年9月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



フィリピン共和国ミンドロ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第一年次



昭和 57 年 9 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

國際協力事業團	
輸入 年月 58.10.27	21198
登録No. 114025	566.12
	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年度が第一年次にあたり、金属鉱業事業団は9名からなる調査団を編成して、昭和57年2月9日から昭和57年5月22日まで、現地に派遣した。

現地調査はフィリピン共和国政府関係機関、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。

本報告書は第一年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

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るものである。

昭和57年9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

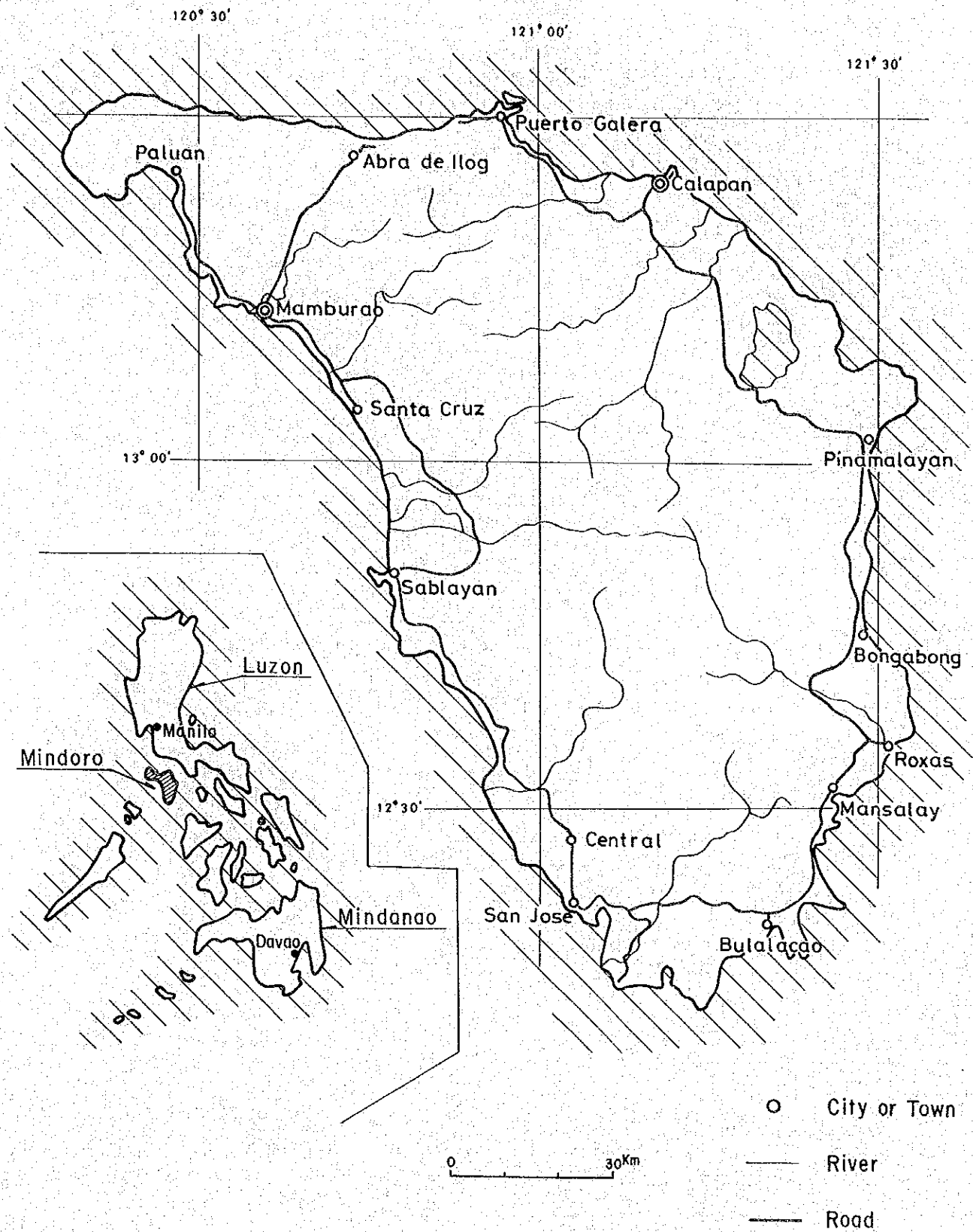


Fig. 1 Location Map of the Survey Area

目 次

は し が き
位 置 図
目 次
要 約

総 論

第1章 序 論	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 調査の内容	1
1-3 調査団の編成	2
1-4 参 考 文 献	4
第2章 調査地域の概要	8
2-1 位 置 ・ 交 通	8
2-2 地 形	8
2-3 気 候 及 び 植 生	8
第3章 総 合 検 討	10
3-1 地 質 について	10
3-2 鉱 床 について	11
第4章 結論及び将来の展望	13
4-1 結 論	13
4-2 将 来 の 展 望	13

各 論

I 地 質 調 査

第1章 地 質	15
1-1 概 説	15
1-2 従 来 の 調 査	16
1-3 写 真 地 質 解 析	16
1-4 層 序	17

1-5	貫入岩類	29
1-6	全岩分析の結果	33
1-7	地質構造及び地史	34
第2章	鉍床	37
2-1	概説	37
2-2	鉍床各説	37

Ⅱ 地化学探査

第1章	概説	50
第2章	沢砂による地化学探査	51
2-1	試料の採取方法	51
2-2	分析方法	51
2-3	結果の処理と検討	59
第3章	重鉍物による地化学探査	59
3-1	試料の採取方法	59
3-2	分析方法	59
3-3	結果の処理と検討	

Ⅲ 空中磁気探査

第1章	概説	61
第2章	空中磁気探査概要	62
2-1	調査地域	62
2-2	調査期間	63
2-3	調査員	63
2-4	調査仕様	63
2-5	測定機器および測定方法	64
2-6	データ処理	65
2-7	解析方法	66
2-8	岩石磁性測定	71
第3章	調査結果及び要約	72
3-1	調査結果	72
3-2	要約	73

LIST OF ILLUSTRATION

- Fig. 1 Location Map of the Survey Area
- Fig. 2 Mineragenetic Province of the Survey Area
-
- Fig. I-1 Major Physiographic Elements in the Philippines
- Fig. I-2 South China Sea Area Geography and Tectonic Elements
- Fig. I-3 Geological Map of the Survey Area
- Fig. I-4 Geological Profile of the Survey Area
- Fig. I-5 Index Map of Aerial Photographs
- Fig. I-6 Geological Columnar Section of Halcon Metamorphics
- Fig. I-7 Geological Columnar Section of Baco Group
- Fig. I-8 Geological Columnar Section of Cenozoic Rocks
- Fig. I-9 Diagrams of Chemical Composition
- Fig. I-10 Tectonic Map of the Survey Area
- Fig. I-11 Location Map of Mineral Showings
- Fig. I-12 Sketch showing Barite Veins, Taoga Deposits
- Fig. I-13 No. 2 Barite Vein, Taoga Deposits
- Fig. I-14 Silica Quarry, Falcon Mineral Inc.
- Fig. I-15 Outcrop of Coal Seam, Napisian Area
- Fig. I-16 Core Log of DDH NP3-1, Napisian Area
- Fig. I-17 Outcrop of Coal Seam, Aritaytayan Area
-
- Fig. II-1 A-B Histogram of Geochemical Data (Stream Sediment)
- Fig. II-2 Flow Chart of Statistical Analysis
- Fig. II-3 A-B Correlation Diagram
- Fig. II-4 Histogram of Factor Scores
- Fig. II-5 Cumulative Frequency Distribution of Factor Scores
- Fig. II-6 Cumulative Frequency Distribution of Cu, Zn, Ni and Cr of Each Geological Unit
- Fig. II-7 Cumulative Frequency Distribution of Each Element
- Fig. II-8 Geochemical Anomaly Map of the Survey Area

Fig.	III-1	Location Map of the Survey Area
Fig.	III-2	Flow Chart of Data Processing and Analyses
Fig.	III-3	Point Configuration of Second Vertical Derivative Operator
Fig.	III-4	Magnetic Anomaly due to Dike Model
Fig.	III-5	Energy Spectrum vs. Wavenumber
Fig.	III-6	Structural Profile
Table	1	Outline of Field Survey in Phase I
Table	I-1	Generalized Stratigraphic Section of the Survey Area
Table	I-2	Stratigraphic Correlation
Table	I-3	Characteristics Chart of Photogeological Units
Table	I-4	Chemical Composition and C.I.P.W. Norm
Table	I-5	Coal Reserves of the Napisian Area
Table	I-6	Coal Reserves of the Siay Area
Table	II-1	Summary of Geochemical Survey Results
Table	II-2	Means and Standard Deviations of Geochemical Data
Table	II-3	Correlation Matrix
Table	II-4	Factor Loading of Geochemical Data
Table	II-5	Regional Threshold Values of Factors
Table	II-6	Number of Samples of Each Geological Unit
Table	II-7	Regional Threshold Values of Elements
Table	III-1	Coefficients of Upward Continuation Filter
Table	III-2	Coefficients of Band-pass Filter
Table	III-3	Magnetic Properties of Rock Samples

LIST OF APPENDICES

Fig.	A-1	Microphotograph of Thin Section	
Fig.	A-2	Microphotograph of Polished Section	
Fig.	A-3	Microphotograph of Larger Foraminifera	
Table	A-1-1	List of Larger Foraminifera	
Table	A-1-2	List of Smaller Foraminifera	
Table	A-2-1	List of Microscopic Observations (Thin Section)	
Table	A-2-2	List of Microscopic Observations (Polished Section)	
Table	A-3	Result of K-Ar Dating	
Table	A-4	Result of X-ray Diffractive Analysis	
Table	A-5	List of Mineral Showings	
Table	A-6	Metal Content of Ore Samples	
Table	A-7	List of Geochemical Samples (Stream Sediment)	
Table	A-8	List of Heavy Mineral Samples	
Plate	I-1-1~4	Geological Map	1:100,000 (4 sheets)
Plate	I-2	Geological Profile	1:100,000 (1 sheet)
Plate	I-3-1~3	Geological Columner Section	1:10,000, 1:20,000 (3 sheets)
Plate	I-4	Geological Map	1:250,000 (1 sheet)
Plate	I-5	Mineragenetic Province	1:250,000 (1 sheet)
Plate	I-6	Location Map of Tested Samples	1:250,000 (1 sheet)
Plate	II-1-1~4	Geochemical Factor Map (Stream Sediment)	1:100,000 (4 sheets)
Plate	II-2-1~4	Geochemical Anomaly Map (Stream Sediment)	1:100,000 (4 sheets)
Plate	II-3	Distribution of Heavy Minerals	1:250,000 (1 sheet)
Plate	II-4-1~4	Location Map of Stream Sediment Samples	1:100,000 (4 sheets)
Plate	III-1-1~2	Total Magnetic Intensity Map (1,800 mA.S.L.)	1:100,000 (2 sheets)
Plate	III-1-3~4	Total Magnetic Intensity Map (2,700 mA.S.L.)	1:100,000 (2 sheets)
Plate	III-2-1	Total Magnetic Intensity Map (1,800 mA.S.L.)	1:250,000 (1 sheet)
Plate	III-2-2	Total Magnetic Intensity Map (2,700 mA.S.L.)	1:250,000 (1 sheet)

Plate	III-3-1~2	Residual Map (1,800 mA.S.L.)	1:100,000 (2 sheets)
Plate	III-3-3~4	Residual Map (2,700 mA.S.L.)	1:100,000 (2 sheets)
Plate	III-4-1	Residual Map (1,800 mA.S.L.)	1:250,000 (1 sheet)
Plate	III-4-2	Residual Map (2,700 mA.S.L.)	1:250,000 (1 sheet)
Plate	III-5-1~2	Compiled Residual Map (2,700 mA.S.L.)	1:100,000 (2 sheets)
Plate	III-6	Compiled Residual Map (2,700 mA.S.L.)	1:250,000 (1 sheet)
Plate	III-7-1~2	Band-Pass Filtered Map (1,800 mA.S.L.)	1:100,000 (2 sheets)
Plate	III-7-3~4	Band-Pass Filtered Map (2,700 mA.S.L.)	1:100,000 (2 sheets)
Plate	III-8-1	Band-Pass Filtered Map (1,800 mA.S.L.)	1:250,000 (1 sheet)
Plate	III-8-2	Band-Pass Filtered Map (2,700 mA.S.L.)	1:250,000 (1 sheet)
Plate	III-9-1~2	Second Vertical Derivative Map (1,800 mA.S.L.)	1:100,000 (2 sheets)
Plate	III-9-3~4	Second Vertical Derivative Map (2,700 mA.S.L.)	1:100,000 (2 sheets)
Plate	III-10-1	Second Vertical Derivative Map (1,800 mA.S.L.)	1:250,000 (1 sheet)
Plate	III-10-2	Second Vertical Derivative Map (2,700 mA.S.L.)	1:250,000 (1 sheet)
Plate	III-11-1~2	Interpretation Map	1:100,000 (2 sheets)
Plate	III-12	Interpretation Map	1:250,000 (1 sheet)

要 約

フィリピン共和国ミンドロ地域における本調査は、非金属鉱物を含めた各種鉱物資源の賦存状況を評価することを最終目的としている。第一年次に当たる本年度は、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、地質調査、地化学探査、写真地質調査及び空中磁気探査が実施された。

地質調査と写真地質調査の結果、既存の資料も含めて、ミンドロ島全島を総合した地質層序が確立され、また各層の分布が明らかになった。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、基盤をなす古生界の変成岩類を中核として、両外側に向かって順次より若い地層が帯状に分布し背斜状構造を示す。

本地域の最も顕著な構造方向はNNW-SSE系であるが、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、白亜紀末の超マフィック岩類や始新世～漸新世の酸性～中性火成岩が、これに沿って貫入、各種の鉱化作用をもたらしていることが確認された。

次に、地化学探査の適応性をみるため、沢砂の多成分分析を実施した結果、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Ni・Crの5箇所、Cu・Znの2箇所及びAgの2箇所が検出された。この内、Ni・Cr異常帯は超マフィック岩類の分布地域内に認められ、既知鉱徴地以外にも現れており、新鉱床の賦存が期待される。この可能性は、バンニングによるクロム鉄鉱の分布状況からも裏付けられた。又、地域南部のCu・Zn異常帯は、Auを伴う珪化帯に関係すると考えられ、重晶石の鉱化帯と一部重複しているように思われる。

空中磁気探査結果の解析は、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。

以上、ミンドロ島に関する地質・鉱床について、基礎的データが得られたので、第二年次調査は、未調査地域の地質調査・地化学探査及び、第一年次調査によって得られた基礎データを基に、更に詳細な地質調査・地化学探査を実施すべきである。

総論

第 1 章 序 論

1-1 調査の経緯及び目的

ミンドロ島については、現在までに多くの調査が行われており、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（BM資料1974外）。しかし、これらの調査は主として鉱床を対象としているため、局部的なものが多く、鉱化作用と地質構造や火成活動との関係まで論じた報告書は少ない。

従って、本プロジェクトは、ミンドロ島全域について基礎調査を実施するとともに、既存資料も併せて検討し、地質構造の解明及び、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する。

1-2 調査の内容

第一年次にあたる本年度は、ミンドロ島（本島）全域（10,000km²）について地質調査・地化学探査、写真地質調査及び空中磁気探査が行われた。

地質調査は、日本人技師4名とフィリピン人技師5名が参加、地質構造に直交するようなルートに沿って、縮尺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が行われた。

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、鉱化作用に関する基礎資料を得るため、Cu, Ni, Cr, Pb, Zn, W, Ag, Fe, Mn, Moの10成分の分析が行われた。

また重鉱物の分布を調べるため、ほとんど全部の水系からバンニング試料が採取され、検討された。

写真地質調査は、主として日本人技師1名が担当し、地質調査で得られた資料を基礎として、縮尺1/40,000の空中写真解析を行い、一部現地チェックも実施した。又、既存のランドサットデータや縮尺1/15,000の空中写真も参考とされた。

次に空中磁気探査は、フィリピン共和国鉱山地球科学局（BMG）が測定したデータの解析が行われたが、作業準備と測定データのチェックのため日本人技師が4名現地参加した。

本年次実施した各現地作業の内容はTable 1の通りである。

Table 1 Outline of Field Survey in Phase I

	Duration	Area	Length of Survey Route		Remarks
Preparatory Work	Feb. 9 ~ Feb. 16, '82 7 days	-	-		-
Geological Survey	Feb. 19 ~ Apr. 16, '82 57 days	10,000 Km ²	on foot by boat	799 Km 126 Km	Geochemical Samples 423 pcs Panned Sampels 105 pcs
Aerial Photo-interpretation	Feb. 19 ~ May 21, '82 92 days	10,000 Km ²	86 Km		Aerial Photographs 1/40,000 392 sheets 1/15,000 567 sheets
Airborne Magnetic Survey	Mar. 8 ~ Apr. 23, '82 46 days	10,000 Km ²	2,700m ASL 4,401 Km 1,800m ASL 1,969 Km		Spacing survey line : 2.5 Km tie line : 10.0 Km

1-3 調査団の編成

本年次調査計画と折衝及び現地調査に参加した調査団員は次の通りである。

日本側調査計画及び折衝

Nobuhisa Nakajima	金属鉱業事業団
中 島 信 久	
Ken Nakayama	"
中 山 健	"
Kyoichi Koyama	"
小 山 恭 一	" (マニラ海外調査員)

フィリピン側調査計画及び折衝

Juanito G. Fernandez	鉱山地球科学局
Francisco A. Comsti	"
Carlos F. Teodoro	"
Guillermo R. Balce	"

日本側調査団員

A. 地質調査・地化学探査

Hiroshi Fuchimoto	団長	大手開発株式会社
湖 本 決		
Haruo Watanabe		"
渡 部 春 夫		
Tetsuo Sato		"
佐 藤 哲 男		

Hiroyuki Hida
肥 田 博 行 大手開発株式会社

B. 写真地質調査

Yoshiaki Shibata
柴 田 芳 彰 "

C. 空中磁気探査

Asahi Hattori
服 部 旭 "

Manabu Kaku
賀 来 学 "

Yoshinori Azuma
東 義 則 "

Yaichi Tanaka
田 中 弥 一 "

フィリピン側調査団員

A. 地質調査・地化学探査

Mariano G. Pacis 団長 鉦山地球科学局

Lope M. Carino "

Jessie S. Miguel "

Jecy R. Salvado "

Jesus Rotoní "

B. 写真地質調査

Nestor P. Punsal, Jr. "

C. 空中磁気探査

Octavio C. Daclison "

Alexander M. Lacanilao "

Reynaldo L. Villela "

Romeo B. Zambarrano "

Enrico B. Zuño "

Honorio B. Cabanban "

D. 帯磁率測定

Eduardo B. Alforte "

Anselmo Abungan "

1 - 4 参 考 文 献

Geology

- Andal, D.R.; Esguerra, J.S.; Hashimoto, W.; Reyes, B.P. & Sato, T. (1968) The Jurassic Mansalay formation, southern Mindoro, Philippines. *Geol. and Palaeont. of Southeast Asia*, Vol. 4, p. 179-197.
- Bacuta, G.C., Jr. (1979) Geology of some alpine-type chromite deposits in the Philippines. *Jour. Geol. Soc. Phil.*, Vol. 33, no. 2, p. 44-81.
- Balce, G. R. (1970) Report on the geological investigation of Balao copper prospect, Abra de Ilog, Occidental Mindoro. Bureau of Mines, Manila, unpublished.
- Balce, G.R.; Crispin, O.A.; Samaniego, C.M. & Miranda, C.R. (1981) Metallogenesis in the Philippines: explanatory text for the CGMW metallogenic map of the Philippines. Report of Geological Survey of Japan, no. 261, p. 125-148.
- Bureau of Mines (1963) Geological map of Philippines. (1:1,000,000)
- Bureau of Mines (1974) Geology and mineral resources of Mindoro Island.
- Bravo, A.A. (1975) Geological verification of the copper deposits at Barrio San Andres, Naujan, Oriental Mindoro. Bureau of Mines, Manila, unpublished.
- Caagusan N.L. (1966) Petrography of the metamorphic rocks of northern Mindoro, *Bull. Inst. Filipino Geol.*, Vol. 1, no. 1, p.22-46.
- Caculitan, P.R.; Custodio D.; Rollan R.R. & Ferrer N.V. (1977) Report on the regional geological mapping and mineral canvassing of Abra de Ilog quadrangle, Occidental Mindoro. Bureau of Mines, Manila, unpublished.
- Caculitan, P.R.; Gonzales R.V.; Balisi, V.V. & Ang, V., Jr. (1976) Progress report on the regional geological mapping and mineral canvassing of northern Mindoro. Bureau of Mines, Manila, unpublished.
- Corbby, G. et al. (1951) Geology and oil possibilities of the Philippines. Dept. of Agric. and Nat. Res. Tech., *Bull.* 21, p. 208-214.
- De la Rosa, S.C., Jr. (1979) Preliminary geological investigation of silica deposits in Mansalay, Occidental Mindoro. Bureau of Mines, Manila, unpublished.
- Encina, D.C. & Presbitero, C.B. (1968) Report on the Buraboy copper prospects at Sablayan, Occidental Mindoro. Bureau of Mines, Manila, unpublished.
- Endo, R. (1968) Fossil algae from Mindoro Oriental Province, Mindoro Island, the Philippines. *Geol. and Paleont. of Southeast Asia*, Vol. 4, p. 211-219.
- Feliciano, J.M. & Basco, D.M. (1947) Preliminary geologic report on the Mansalay district, Mindoro. *Phili. Geol.*, Vol. 1, no. 3, p. 1-11.

- Fernandez, J.C.; Montero, P.O. & Teodoro, C.F. (1978) Geological interpretation of Landsat-1 imagery of Mindoro Island, Philippines. Bureau of Mines, Manila, unpublished.
- Fernandez, J.C. & Almogela D.H. (1970) Geological investigation of the gypsum and coal prospects at Barrio Alitayan, Occidental Mindoro. Bureau of Mines, Manila, unpublished.
- Francisco, F.U. & Velez, P.M. (1954) Notes on the geology of the Matabang area, Abra de Ilog, Occidental Mindoro. Bureau of Mines, Manila, unpublished.
- Gervasio, C. (1966) The age and nature of orogenesis on the Philippines. *Phil. Geol.*, Vol. 20, p. 121-140.
- Gervasio, C. (1971) Geotectonic development of the Philippines. *Jour. Geol. Soc. Phil.*, Vol. 25, no. 1.
- Hanzawa, S. & Hashimoto, W. (1970) Larger foraminifera from the Philippines (Part 1). *Geol. and Palaeont. of Southeast Asia*, Vol. 8, p. 187-230.
- Hashimoto, W. & Sato, T. (1968a) Contribution to the geology of Mindoro and neighboring islands, the Philippines. *Geol. and Pal. of Southeast Asia*, Vol. 5, p. 179-197.
- Hashimoto, W. & Sato, T. (1968b) A contribution to the study of geologic structure of the Philippines, Part I (in Japanese). *Journ. Geogr., Tokyo Geogr. Soc.*, Vol. 77, no. 763, p. 78-116.
- Hashimoto, W. & Sato, T. (1969) A contribution to the study of geologic structure of the Philippines, Part II (in Japanese). *Journ. Geogr., Tokyo Geogr. Soc.*, Vol. 78, no. 771, p. 235-270.
- Hashimoto, W.; Matsumaru, K. & Kurihara, K. (1977) Larger foraminifera from the Philippines, Part V. *Geol. and Palaeont. of Southeast Asia*, Vol. 18, p. 59-76.
- Hashimoto, W. (1981) Geologic development of the Philippines. *Geol. and Palaeont. of Southeast Asia*, Vol. 22, p. 83-170.
- Holloway, N.H. (1981) The North Palawan Block, Philippines: its relation to the Asian Mainland and its role in the evolution of the South China Sea. *Geol. Soc. Malaysia, Bulletin 14*. p. 19-58.
- Irvine, T.N. (1974) Petrology of the Duke Island ultramafic complex, southeastern Alaska. *Geol. Soc. America Mem.* 138.
- Jagolino, R.B. & De Luna, R.S. (1969) A geological investigation of the marble deposits in Puerto Galera, Oriental Mindoro. Bureau of Mines, Manila, unpublished.
- Koike, T., Hashimoto, W. & Sato, T. (1968) Fusulinid-bearing limestone pebbles found in the Agbahag conglomerate, Mansalay, Oriental Mindoro, Philippines. *Geol. and Paleont. of Southeast Asia*, Vol. 4, p. 198-210.
- Liggayu, M.C. (1970) Report on the geological investigation of copper prospects at Barrio San Andres, Naujan, Oriental Mindoro. Bureau of Mines, Manila, unpublished.

- Manlansing, P.M. & Mantaring, J.M. (1970) Report on the geological investigation of laterite deposits in Sablayan, Occidental Mindoro. Bureau of Mines, Manila, unpublished.
- Mantaring, J.M. & Balce, G. R. (1971) Progress report on the mineral canvassing of Mindoro Island. Bureau of Mines, Manila, unpublished.
- Melendres, M.M., Jr. (1951) Extracts from the geology and oil possibilities of southwestern Mindoro. Bureau of Mines, Manila, unpublished.
- Miyashiro, A. (1965) Metamorphic rocks and metamorphic belt (in Japanese). Iwanami Shoten.
- Miyashiro, A. & Kushiro, I. (1975) Petrology (II) (in Japanese). Kyoritsu Press.
- Miyashiro, A. & Kushiro, I. (1977) Petrology (III) (in Japanese). Kyoritsu Press.
- Onuki, H. (1966) On the iron-rich peridotites in the Sanbagawa Metamorphic Belt of the Kanto Mountains. Japan Assoc. Min. Petr. Econ. Geol., Vol. 55, no. 2, p. 39-47.
- Reyes, F.T. (1970) Geological and geochemical investigation of copper prospects in Socorro, Oriental Mindoro. Bureau of Mines, Manila, unpublished.
- Santiago, J.U. (1970) Geologic investigation of outcrops for copper mineralization in Socorro, Oriental Mindoro. Bureau of Mines, Manila, unpublished.
- Sugisaki, R.; Suzuki, T.; Kanmera, K.; Sakai, T. & Sano, H. (1979) Chemical compositions of green rocks in the Shimanto Belt, southwest Japan. Jour. Geol. Soc. Japan, Vol. 85, no. 7, p. 455-466.
- Teves, J.S. (1953) The pre-tertiary geology of southern Oriental Mindoro. Phil. Geol., Vol. 8, no. 1, p. 1-27.
- Tomita, T. (1935) On the chemical composition of the Cenozoic alkaline suite of the Circum-Japan-Sea Region. Jour. Shanghai Sci. Inst. Sect. II, no. 1, p. 227-306.
- Weller, J.M. & Vergara, J.F. (1955) Geology and coal resources of the Bulalacao region, Mindoro Oriental. Bureau of Mines.
- Wyllie, P.J. (1967) Ultramafic and related rocks. John Wiley & Sons, Inc.
- (Airborne Magnetism)
- Oldham, C.H.G. (1967) The $(\sin x)/x \cdot (\sin y)/y$ method for continuation of potential field, Mining Geophysics, Vol. 2, p.591-605.
- Mufti, I.R. (1972) Design of small operators for the continuation of potential field data, Geophysics, Vol. 37, no.3, p.488-506.

Lavin, P.M. & Davene, J.F.
(1970)

Direct design of two-dimensional digital wavenumber filters, *Geophysics*, Vol.35, p.1073–1078.

Rosenbach, O. (1953)

A contribution to the computation of “second derivatives” from gravity data, *Geophysics*, Vol.18, p.46–71.

第2章 調査地域の概要

2-1 位置・交通

ミンドロ島は、マニラ市の南方約130kmに位置し、ルソン島とは巾15kmのVerde Island Passageを隔てている。マニラから東ミンドロ州(Mindoro Oriental)の首都カラバン(Calapan 人口67千人)には、バタンガス(Batangas)経由で4.5時間(車2時間+船2.5時間)、西ミンドロ州(Mindoro Occidental)の州都マンブラオ(Mamburao 人口14千人)や島内最大の都市であるサンホセ(San Jose, 人口80千人)には、航空機で30~40分で到達することができる。

一方、ミンドロ島内の移動は道路網が不備のため、かなり時間を要する。島内唯一の幹線道路である州道は、北部のプエルトガレラ(Puerto Galera)~アブラダイログ(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いので、増水時には不通となる。また南部のブララカオ(Bulalacao)~サンホセ間は、赤土道路で且つ急傾斜のため、降雨時の通行は非常に困難である。

2-2 地形

ミンドロ島には、NNW-SSW方向に走る海拔1,500m以上の中央山脈があり、フィリピン第4位のMt. Halcon(2,505m)やMt. Baco(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いるため、特に急峻である。

平野部は全島の20%以下で、カラバンとサンホセ地域を除いて、海岸沿いに細長く続いております。また、西側中央のサブラヤン(Sabluyan)北方には、3大河川(イボッド(Ibod)川、ランダン(Randan)川、アムナイ(Amnay)川)によって形成された150km²以上に及ぶ不毛の氾濫原が広がっている。

水系は、概して、中央山脈に直交するような東西系が多いが、南部では構造線に規制されて南北系を示すものがある。

2-3 気候及び植生

ミンドロ島の気候は、中央山脈を境として東部と西部で大きく異なる。すなわち、西部はいわゆる乾季(11月~4月)と雨季(5月~10月)が明瞭であるのに対し、東部は年間を通じて雨に見舞われている。

植生は、東部が密で、BaletеとかAgopangaと称する広葉樹がよく茂っているが、西部では、伐採と焼き畑によりほとんど丸裸になった山が多い。地形が急峻であること又は植生が

少ないため、雨が降ればどの河川も鉄砲水になりやすい。

一般に高温多雨のため、米の二毛作が行なわれ、島外へ輸出しており、さらに灌漑用水が整備されれば、三毛作も可能と云われている。

第3章 総合検討

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

3-1 地質について

過去にミンドロ島全体について統一的な観点で地質調査がなされた例がなく、今回は全島を総括した層序の確立及び構造の把握が試みられた。また南西部の新生界は岩相と古生物の詳細な研究によって細分されているが、他の地域についてはデータが極めて少なく、今回も主要ルート上の調査を行なったのみであるので、第一年次の調査として層群単位で地層を分類し、それらの分布は写真地質解析によって求めた。その結果本地域の地質層序は下位より次のように区分された。

古 生 界	.....	ハルコン変成岩類
ジュラ系	.....	バコ層群 { マンサライ層 ルミンタオ層
暁新統～下部始新統	.....	マンブラオ層群
上部始新統～中新統	.....	サブライン層群
鮮新統	.....	ボンガボン層群
上部鮮新統～更新統	.....	ソッコロ層群
完新統	.....	沖積層

この層序において、古生界及びジュラ系の区分が既往のものと異なっており、それらの分布も同様である。今までミンドロ変成岩類あるいは基盤複合岩類と一括して呼ばれていた地層について、下位の緑色片岩相と緑レン石角閃岩相の岩石類からなる層（ハルコン変成岩類）と上位の粘板岩～千枚岩を主とする層に区分し、この上位層中の礫岩に下位層の礫が含まれることや両者の境界部に明らかに構造が異なるところがあること、又、変成度が急に変化することから両者が不整合関係にあるものと考えた。さらにこの上位層は、化石から時代が決定されている南東部のジュラ紀層（マンサライ層）の岩相に極めて類似しており、構造及び写真地質解析からも南東部への連続が推定されることからマンサライ層に相当するものと考えた。

次に本地域中央部に広く分布する厚い玄武岩は、上記のマンサライ層と整合関係にあることとその延長がマンブラオ付近まで連続することが確認された。従ってこの層もジュラ系とし、ルミンタオ層と仮称した。しかしながらこれらの問題は今回提起されたもので、今後更に詳しい層序構造の解明が必要がある。

本地域に分布する貫入岩類のうち超マフィック岩類の分布について、地表調査と写真地質解析により求められた本岩類の分布範囲と空中磁気探査によって求められた磁性岩体の分布を比較すると、大部分がよく一致している。しかしバコ山南方において、磁性岩体の分布が予想されている地域は、今まで超マフィック岩類の存在は知られておらず、まだ十分な調査が充分に行われていない地区なので、次年度以降調査をすべき地区の一つである。

今回ハルコン変成岩類と酸性貫入岩類についてK-Ar年代測定を実施した結果、古生代と考えられる前者がこれを貫く後者の年代と同じ始新世～漸新世を示した。これについては、酸性貫入岩類の露出は小規模であるが、接触交代鉱床型の鉄の鉱徴地が広範囲に知られていることから、地下ではこの貫入岩類の規模が大きく、貫入時にこれらが広範囲の被貫入岩体に熱の影響を与えたものと推測され、そのために変成岩類中のArが消失して、実際より若い年代が得られた可能性が考えられる。従って今後ハルコン変成岩類の変成作用の時期を明らかにするために、Rb-Sr法で測定を行なう必要がある。

3-2 鉱床について

既存資料のコンパイルと本年度の地質調査・地化学探査の結果、ミンドロ島内の主要鉱床は、砂金、銅・亜鉛、ニッケル・クロム、鉄、重晶石、石炭、シリカサンドに限られることが明らかになった。

砂金は北東部のサンテオドロ(San Teodoro)地域と南西部のサンホセ地域で、河床堆積物から採掘中であるが、今回のバンニング調査では発見されなかった。本島の砂金は、通常、河床の巨礫の間を充填する粗粒の砂に多く含まれることが経験的に知られている。この地域の砂金は、上流に火成岩がほとんど分布しないことや、時折見られる石英脈にも金が含まれないことから、ハルコン変成岩類に由来すると考えざるを得ない。

銅・亜鉛鉱床は、東側のミンドロ断層に沿って小規模に貫入した閃緑岩類に関係があると考えられるが、調査密度が粗かったためか、既知の鉱徴地域でも地化学異常が得られなかった。これに対し、ボンガボン川の支流シアンゲ(Siange)川でN-S方向に伸びる銅・亜鉛異常帯が得られた。この異常は位置的にミンドロ断層の延長線上にあり、今後の精査が望ましい。

ニッケル・クロム鉱床については、既知鉱徴地がすべて超マフィック岩類中にあり、地化学異常もこの岩類に関係ある地点で得られている。今回は鉱床露頭を発見できなかったのこゝでは詳論できないが、本島のニッケル・クロム鉱床は、地質的にみてサンバレス(Zambales)州の鉱床と同様、Alpine type 鉱床と考えられる。地化学異常がかなり広範囲に現われているので、超マフィック岩類の分布地域を精査し、鉱床の性状を明らかにする必要がある。

鉄鉱床は、中央山脈北部の山頂部に多数密集している。これらはいずれも石灰岩中にあり、酸性貫入岩類による接触交代鉱床で、磁鉄鉱又は赤鉄鉱から成る。交通不便のため鉱床露頭を

チェックすることができなかったが、既存資料及び転石から判断すると、鉄鉱は高品位で、1,000,000トン程度の規模をもつと考えられる。

河床では、拳大～人頭大の鉄鉱の転石が無数に存在するにもかかわらず、沢砂分析やバンニング調査による鉄の地化学異常が得られなかった。これは探試箇所が鉄床の位置に近過ぎたため、鉄鉱が細粒化せず、80 mesh 篩で篩別する時又はバンニングする時に小石として除去された可能性が高いと考えられる。

空中磁気探査では、この地域で目立った磁気異常は得られていないが、これは鉄床規模に対し測定高度が9,000フィート(対地高度6,000フィート以上)と高過ぎたためと思われる。

いずれにせよ、鉄鉱床はミンドロ島において、ニッケル・クロムに次ぐ重要性をもつと考えられるので、地質精査により産状を確認する必要がある。

重晶石鉄床は南東部のマンサライ周辺の碎屑岩中にある。鉄脈型鉄床でありほとんど他鉄物を伴わない。現在稼行中のタオガ(Taoga)鉄床では、鉄脈の脈際変質帯に少量の金が含まれており、この鉄床の北方5kmのSiange 鉄化帯でも金が認められるので、金と重晶石の鉄化作用が重複して行なわれた可能性がある。鉄床に関係する火成岩は確認していないので、鉄化作用の性質を明らかにするための地質精査が必要である。

南部のブララカオ(Bulalacao)地域やアリタイタヤン(Alitaytayan)地域で見られる石炭鉄床は、アメリカ炭分類基準のHigh-volatile C bituminous coalに相当し、12,000 BTU/lbの発熱量を有する。鉄量は地表から-200mまでみて、合計7,000,000トン程度である。

第4章 結論及び将来の展望

4-1 結論

ミンドロ島全域について、地質調査、地化学探査、写真地質解析及び空中磁気探査を行うとともに、既存資料も併せて検討を行った結果、次のような結論が得られた。

1. 本地域の地質層序は、下位より古生界のハルコン変成岩類、中生界のバコ層群（マンサライ層、ルミンタオ層）、新生界のマンブラオ層群、サブラヤン層群、ボンガボン層群、ソッコ層群、沖積層に区分される。
2. 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岩類、小規模の酸性～中性岩類（花崗閃緑岩、石英閃緑岩、閃緑岩）と塩基性岩類（ドレライト、ハンレイ岩）が確認された。このうち酸性～中性岩類の地表における露出は極めて小規模である。
3. 本島の地質構造については、中央にNW-S E方向に伸びる隆起帯が存在し、その両側にはベーズンが伴われており、全体としてNW-S E系の背斜状構造を示しており、又、マンブラオの小規模のベーズンを含めて、隆起帯とベーズンの境界部に大きな断層が認められ、超マフィック岩類も主としてそこに貫入している。
4. 本地域の主要鉱床は、砂金、ニッケル・クロム、鉄、重晶石、石炭、シリカサンドの6種類に分けることができる。

ニッケル・クロム鉱床は、超マフィック岩類に伴われており、沢砂による地化学探査では、超マフィック岩体内で5つの異常帯が検出された。重鉱物による探査でも、クロム鉄鉱と磁鉄鉱は、超マフィック岩類が分布する地域で卓越していることが確認された。

5. 鉄鉱床は、石灰岩中に賦存する接触交代鉱床で、始新世～漸新世の酸性貫入岩類に関係すると考えられる。地化学探査では、鉄鉱石が粗粒のためか、異常として現われなかった。
6. 南部地域のTaoga重晶石鉱床は、Siange地化学異常帯（Cu-Zn）に含まれており、鉱化作用が重複して行われた可能性がある。
7. 空中磁気探査の結果、等磁力線図上で検出された磁気異常のほとんどは、超マフィック岩類の分布と一致し、磁気不連続線は地質調査の地質構造線とよい対応を見せている。
8. Mt. Bacoの南方で得られた大規模磁気異常は超マフィック岩類の可能性があり、地上でのチェックが必要である。
9. 本年次の調査結果を総合すると、Fig. 2に示すような鉱床生成区を作成することができる。

4-2 将来の展望

ミンドロ島には、古生代より新生代に至る各時代の地層が分布しているため、本島の地質層序の確立は、フィリピンの地質学に大きく貢献すると期待されている。また、島内を縦走する

超マフィック岩類は、位置的に、大規模のクロム鉱床を伴うサンパレスの超マフィック岩類の南部延長に当たるため、鉱床の見地からも興味深い地域と言える。

既述のように、本年度の調査結果から、全島をカバーする地質層序が提示されたが、地質調査が主要ルートに限られ、地層の分布は空中写真から判読されたため、時代的にも、地質構造的にも重要な問題点が未解決となった。また、地化学探査もその適応性が実証されたものの、採試密度が均一でないため、地化学異常帯の抽出には再検討が必要である。

従って、第二年次の調査にあたっては、第一年次調査により未調査となった地域における地質調査及び地化学探査を実施するとともに、第一年次調査によって得られた基礎データを基に、更に詳細な地質調査及び地化学探査を実施すべきである。

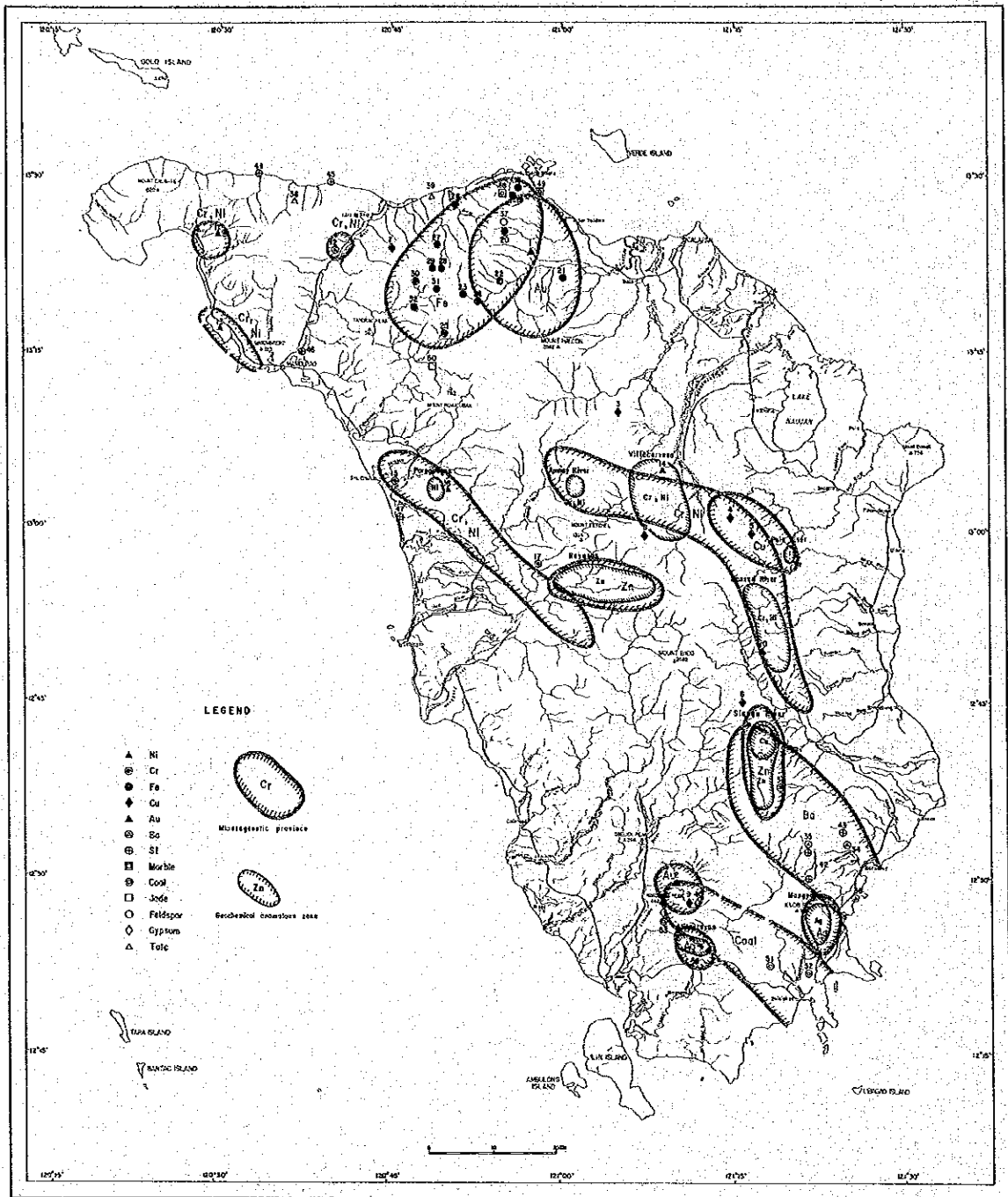


Fig. 2 Mineragenetic Province of the Survey Area

各 論
I 地質調査

第 1 章 地 質

1-1 概 説

フィリピン群島の構造はGervasio (1966)によれば2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なるフィリピン動揺帯 (Philippine Mobile Belt) と、その西部にあってミンドロ島のごく一部を含み、Panay島の西南端をかすめ、ミンダナオ島西部のZamboanga半島西部からBasilan島の西部を通りJolo島の東に抜けるような一線で境される線より西側のフィリピン安定地域 (Philippine Stable Region) からなる。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・カッパー・鉄床が存在すること、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他(1981)はフィリピン群島を4つの主要地形区に区分し (Fig. I-1), ミンドロ島はこのうちの西部地形区に属しており、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。また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) と対をな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なって、ミンドロ島、北部Palawan島、Reedバンク地域 (Palawan島の北西方) からなる北部Palawanブロックが本来南部中国大陸の一部であったことを指摘している。

ミンドロ島の地質は、概観すると中央にNW - SEの方向性を示して古生界及び中生界の古期の岩石が分布し、その両側に新生界の新期の岩石が外側に向って傾斜する傾向を示して分布しており、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。

本年度の調査によって、本島の層序はTable I-1に示すように、下位よりハルコン (Halcon) 変成岩類、バコ (Baco) 層群、これはさらに細分されてマンサライ (Mansalay) 層とルミントオ (Lumintao) 層、マンブラオ (Mamburao) 層群、サブラヤン (Sabluyan) 層群、ボンガボン (Bongabong) 層群、ソッコロ (Socorro) 層群および沖積層に区分された。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岩類と、小規模の酸性～中性岩類 (花崗閃緑岩, 石英閃緑岩, 閃緑岩) と塩基性岩類 (ドレライト, ハンレイ岩) が確認された。本地域について報告された既往文献との層序の対比はTable I-2に示されている。

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区 (Abra de Ilog-カラパン (Calapan)) と南部地区 (ボンガボン-マンサライ-ブララカオ (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科学局内の資料が多くあり、併せて今回の調査のための参考資料とされた。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なって分帯を試みており、Hashimoto and 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なっている。

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ている。Teves (1953) はマンサライからボンガボン地域にかけて地質調査を行ない、中生界と新生界の層序の確立を試みた。Andal 他 (1968) はマンサライの西方に分布する中生界 (マンサライ層) の層序を確立し、古生物学的研究からマンサライ層が上部 Callovian 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 and Sato (1968a) はマンサライの西方及び北西方の地区について古生物学的研究と構造解析を行ない、始新統が分布することを認めた。Hashimoto and 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なった。

なお、Weller and Vergara (1955) はブララカオ地域の炭田について詳細な地質調査を行なった。

この他に、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内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 写真地質解析

調査地域が広範囲であるため、空中写真を解析することにより、全体の構造及び地層の分布状況を把握し、さらに地表調査によって収集されたデータによって再チェックし、地質図を作成することを目的とした。なお、ランドサット (Landsat) 画像の解析はすでにフィリピン共和国天然資源省鉱山地球科学局によって実施されているため (Fernandez et al, 1978, MS) 今回はそのデータを参考にした。

解析には4万分の1白黒空中写真392枚と、それらによってカバーされていない地域の1万5千分の1白黒空中写真567枚を使用した。解析方法は、空中写真を実体鏡で実体視し、写真上で観察される特徴 (肌理、水系のパターンと密度、岩石の浸食に対する抵抗性等) を検

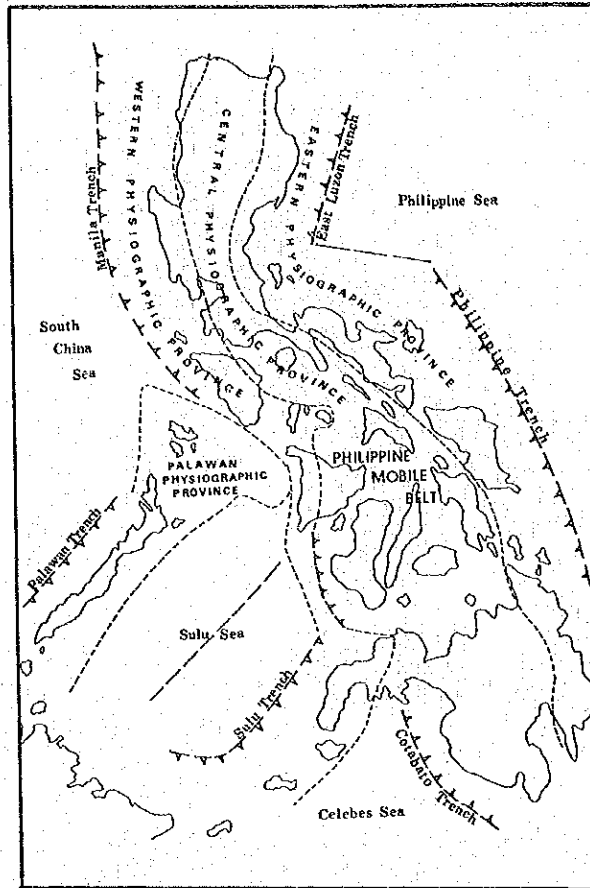


Fig. I-1 Major Physiographic Elements in the Philippines
(after Balce et al., 1981)

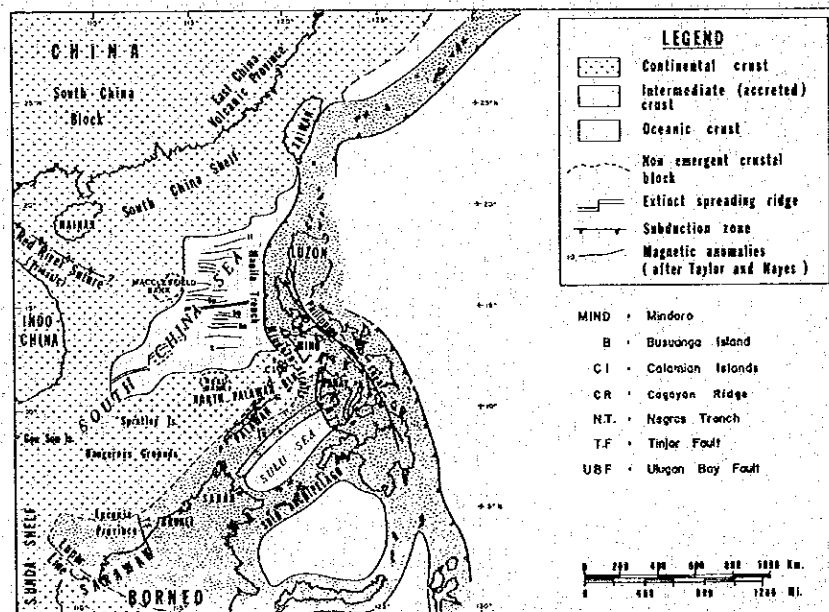


Fig. I-2 South China Sea Area Geography and Tectonic Elements
(after Holloway, 1981)

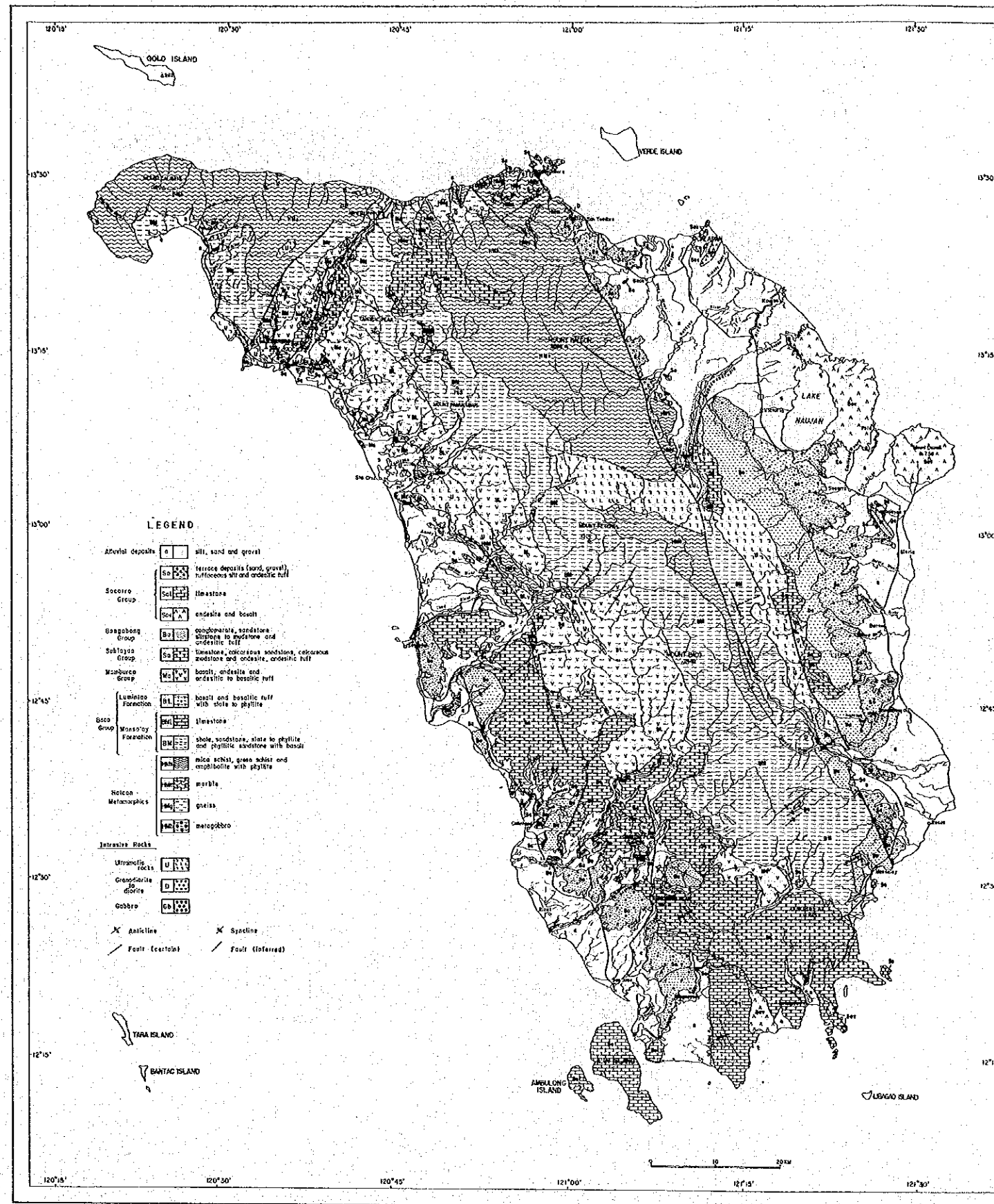


Fig. I-3 Geological Map of the Survey Area

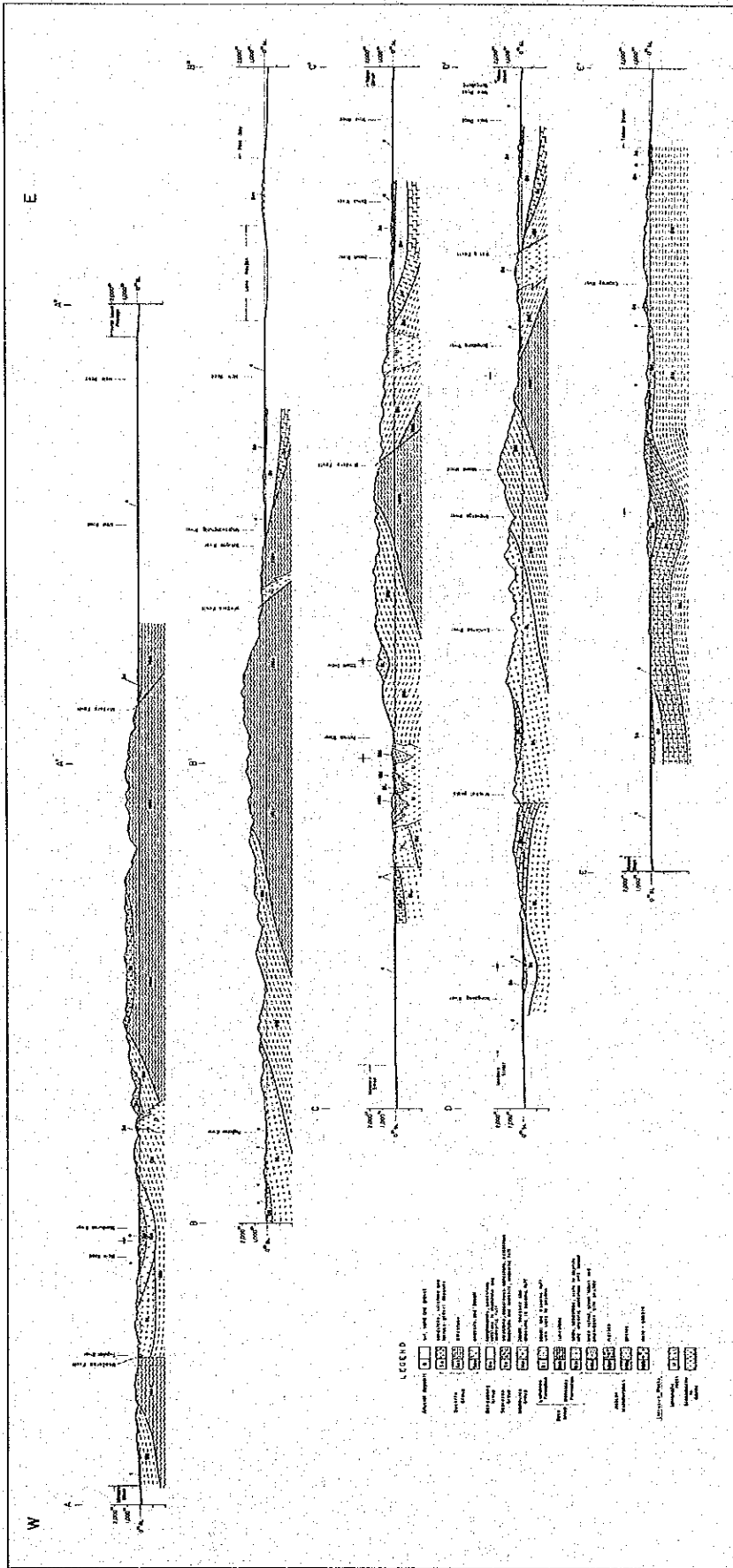


Fig. I -4 Geological Profile of the Survey Area

Table I-1 Generalized Stratigraphic Section of the Survey Area

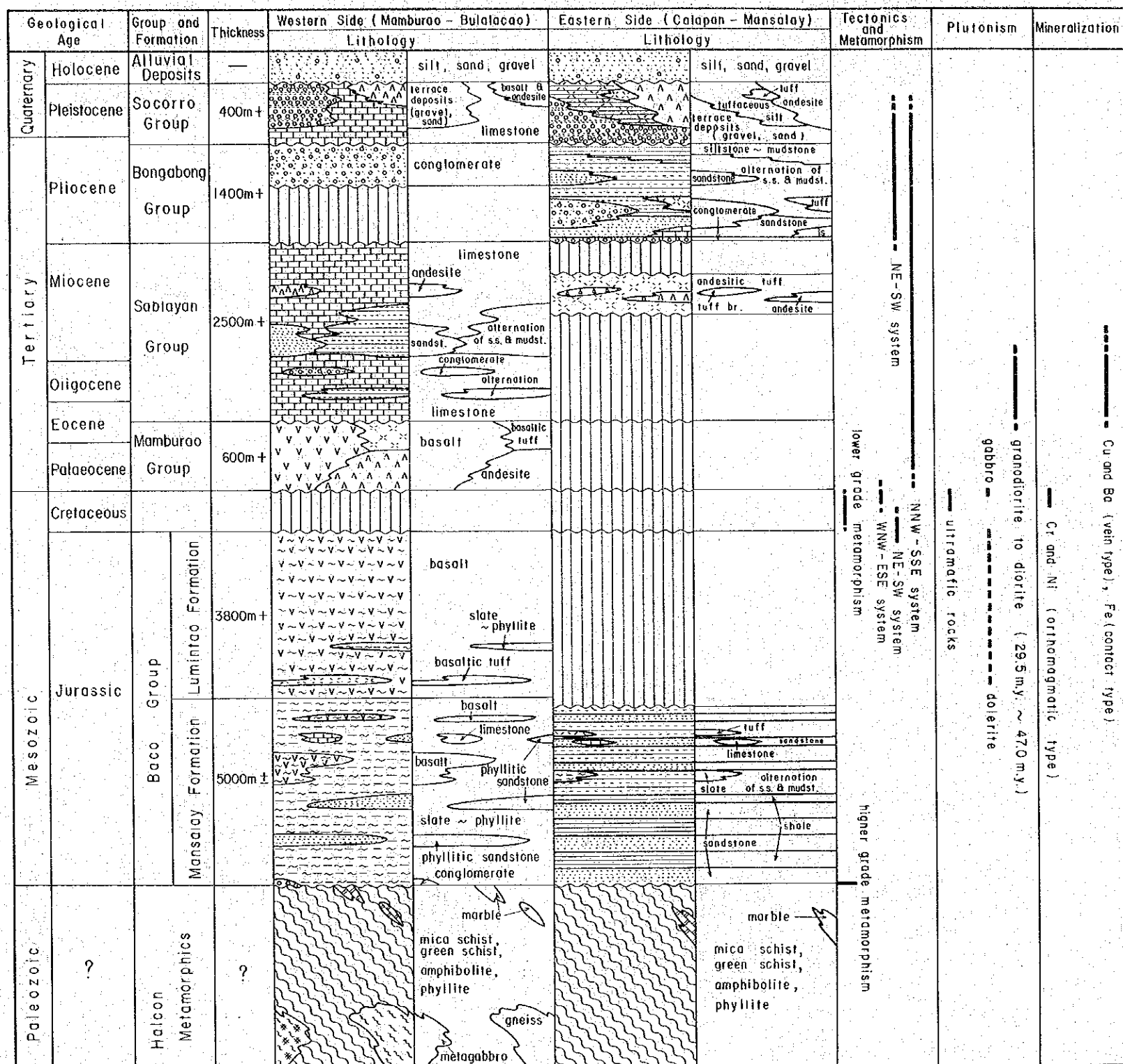


Table I-2 Stratigraphic Correlation

Geologic Time Era, Period, Epoch, Age	Teves (1953)	Weller & Vergara (1955)	Andal et al. (1968) Manzawa & Hoshimoto (1970)	Miranda (1980)	JICA (1982)		
Cenozoic	Quaternary	Holocene	Alluvium	Sumagui Formation and Balanga Formation	Alluvium, Sun Jose Terrace Gravel and Epiog Volcanics	Alluvial Deposits	
		Pleistocene	Late	Epiog Lava Flows and High-level Sand & Gravel	Balanga Formation	Balanga Formation, Ambulong Limestone	Socorro Group
	Early		Oreng Formation	Famnaan Formation, Barubo Sandstone	Famnaan Formation, Barubo Sandstone	Bongabong Group	
	Tertiary	Pliocene	Late	Pocanil Formation	Pocanil Limestone	Pocanil Formation	Sablayan Group
			Early	Balanga Formation, Famnaan Formation, Barubo Sandstone	Mato-ang Limestone, Napisian Formation	Napisian Coal Measure, Napisian Limestone	
		Miocene	Late	Pocanil Limestone	Pocanil Limestone	Tangan Formation	
			Middle	Tangan Formation	Bugtong Limestone and Camangui Sandstone	Bugtong Limestone	
	Mesozoic	Cretaceous	Late	Camangui Sandstone	Eocene Formation	Aghahag Conglomerate	Mamburao Group
			Early	Mansiol Conglomerate	Mansalay Formation	Abra de Ilog Formation	
		Jurassic	Late	Mansalay Formation	Mansalay Formation	Mansalay Formation	Baco Limestone Formation
			Middle	Wasig Formation	Mesozoic Sandstone		Group
			Early	Wasig Formation			Mansalay Formation
Paleozoic		Triassic	Mindoro Metamorphics		Mindoro Metamorphics	Halcon Metamorphics	
	Permian						
Carboniferous							

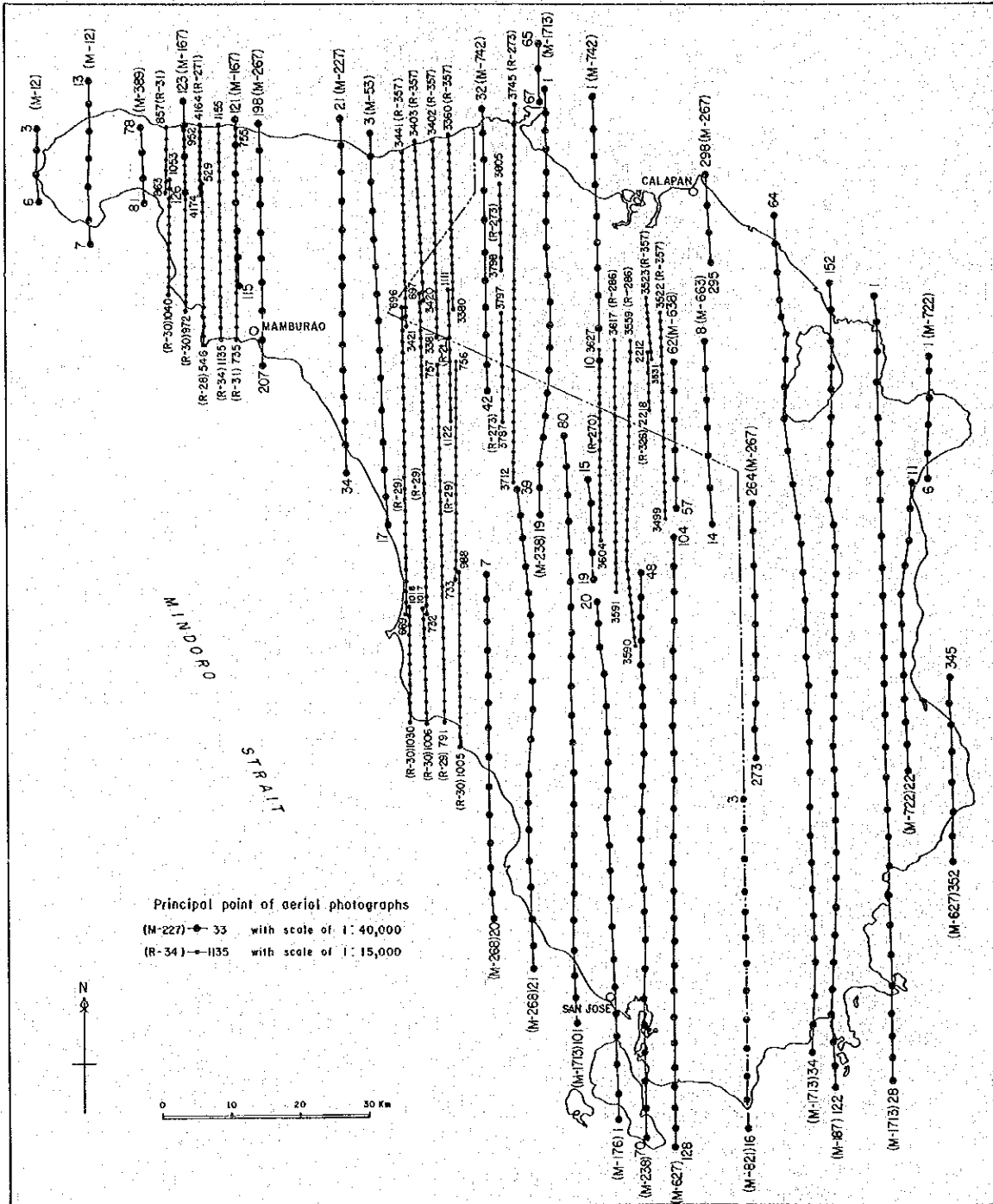


Fig. I-5 Index Map of Aerial Photographs

Table I -3 Characteristics Chart of Photogeological Units

Characteristics Units	Texture	Drainage			Rock properties		Remarks	Lithology (dominant rocks)	Formation and Group
		Pattern	Density	Cross section of valley or gully	Resistance	Jointing			
A ₁	uneven	parallel subdendritic	medium	gentle V-form	very high	high density	with very sharp ridge	mica schist, phyllite, green schist	Halcon Metamorphics
A ₂	uneven	-	very low	U-form	moderate	low density	with rounded ridge	marble	
A ₃	uneven	dendritic	high	gentle V-form	moderate	low density		gneiss, metagabbro	
B	uneven partly fine	parallel, subdendritic, partly trellis	high	gentle V-form	high	medium density		shale, sandstone, slate to phyllite, phyllitic sandstone	Mansalay Formation
C	uneven	dendritic, subdendritic	high	gentle V-form	high	medium density		basalt, basaltic tuff	Lumintao Formation
D	uneven	fine dendritic	very high	U-form	low	none	with rounded ridge	basalt, andesite	Mamburao Group
E	uneven	trellis, rectangular	low	U-form	moderate to low	high density	showing karst topography	limestone, calcareous sandstone, andesitic tuff	Sablayan Group
F ₁	uneven	parallel subdendritic	high	sharp V-form	high	none	with very sharp ridge	conglomerate	Bongabong Group
F ₂	relatively even	dendritic	low	gentle V-form	moderate to low	none	with rounded ridge	sandstone, siltstone to mudstone	
G ₁	relatively even	parallel	low	V-form	low	none	with flat ridge	terrace deposits, rufaceous mudstone	Socorro Group
G ₂	relatively even	-	very low	V-form	relatively high	high density	showing clear bedding, karst topography	reef limestone	
G ₃	relatively smooth	radial	medium to low	U-form	moderate	low density		andesite	Intrusive Rocks
G ₄	even, smooth	-	very low	U-form	low	none		basalt, andesite	
H	relatively smooth	subdendritic	low	U-form	moderate	none	showing dark tone in the poor vegetation	ultramafic rocks	