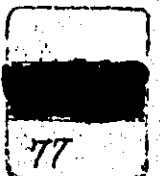


フィリピン共和国ルソン北部地区  
鉱物資源開発基礎調査報告書

総合報告書

昭和52年12月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団



フィリピン共和国ルソン北部地区  
鉱物資源開発基礎調査報告書

総合報告書

JICA LIBRARY



1046627[4]

昭和52年12月

国際協力事業団	
贈 52. 2. 23	319
登録No. 6699	512
	L.

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

国際協力事業団

受入 月日 '84. 8. 29	118
登録No. 14461	66.1 MPN

## は し が き

日本政府はフィリピン共和国の要請に応え、同国ルソン北部地区の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質等の調査を実施することとし、この調査を国際協力事業団に委託した。

国際協力事業団は同調査の内容が地質および鉱物資源の調査という専門的分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

現地での本調査は昭和49年度から51年度までの3カ年間にわたって実施され、現地政府関係機関の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は3年間の調査結果をとりまとめたものである。

おわりに本調査の実施にあたってこれまで御協力いただいたフィリピン共和国関係政府機関ならびに通商産業省、外務省、現地大使館、その他関係各位に衷心より感謝の意を表する次第である。

昭和52年12月

国際協力事業団

総裁 法 眼 晋 作

金属鉱業事業団

理事長 平 塚 保 明

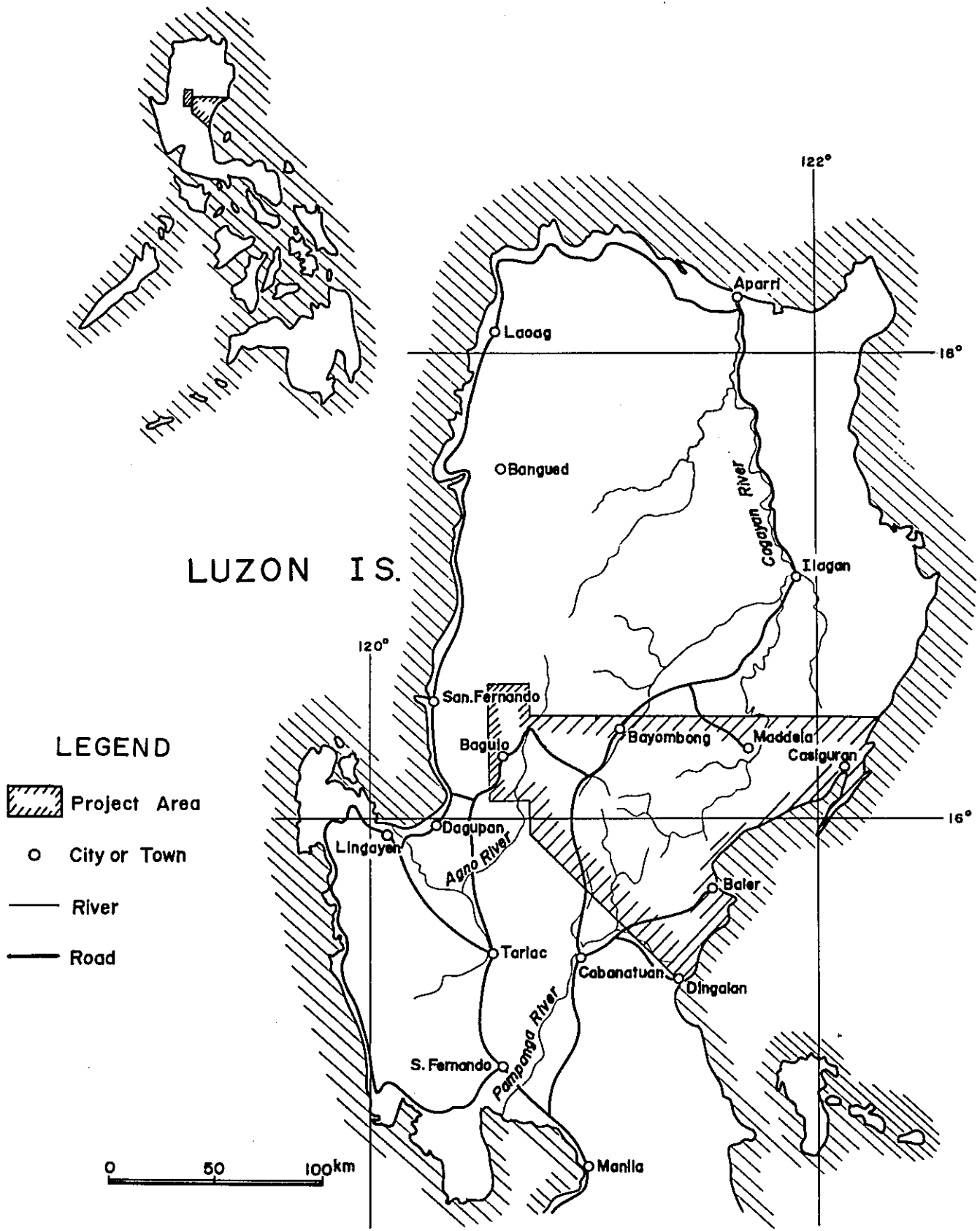


Fig. 1 Location map of the survey area

## 目 次

は し が き .....	(1)
位 置 図 .....	(2)
目 次 .....	(3)
要 約 .....	(7)

## I 序 論

1. 調 査 目 的 .....	1
2. 調 査 概 要 .....	1
3. 調 査 員 .....	3
4. 位 置 お よ び 交 通 .....	5
5. 地 形 .....	6
6. 気 候 お よ び 植 生 .....	7

## II 地 質 調 査

第 1 章 総 説 .....	8
第 2 章 地 質 .....	11
第 3 章 鉱 床 .....	25

## III 地 化 学 調 査

第 1 章 総 説 .....	35
第 2 章 調 査 方 法 お よ び 結 果 の 処 理 .....	36
第 3 章 調 査 結 果 の 概 要 .....	39

## IV 物理探査

第1章	総	説	.....	47					
第2章	調	査	方	法	.....	49			
第3章	調	査	結	果	の	概	要	.....	51
第4章	将	来	の	問	題	.....	56		

## V 試錐探査

第1章	総	説	.....	57			
第2章	各	孔	の	概	要	.....	57

## VI 結 論

## LIST OF ILLUSTRATIONS

- Fig. 1. Location map of the survey area
- Fig. I-1 Physiographic provinces of Northern Luzon
- Fig. II-1  $\text{SiO}_2$ -( $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ ) diagram
- Fig. II-2 A.F.M. diagram of granitic rocks
- Fig. II-3 Or-Ab-An diagram of granitic rocks
- Fig. II-4 Or-Ab-An diagram for each Japanese plutonic province (SHIBATA, 1961)
- Fig. II-5 Geotectonic history
- Fig. II-6 Distribution map of Agno batholith, diorite porphyry and mines in Baguio area
- Fig. III-1 Geochemical anomalies map of Bokod area
- Fig. III-2 Geochemical anomalies map of Mongia area
- Fig. III-3 Geochemical anomalies map of Salinas area
- Fig. IV-1 Interpretation map of Bolo area
- Fig. IV-2 Interpretation map of Oding area
- Fig. V-1 Compilation of core-logs
- Table II-1 Summary of geology and ore deposits in 3 geological units
- Table II-2 Generalized stratigraphic section of project area
- Table II-3 Summary of Bobok mineralized zones
- Table II-4 Summary of ore deposits in Baguio area
- Table III-1 Mean background and threshold values



## LIST OF APPENDICES

Table	A-1	Ages of K-Ar dating	
	A-2	Chemical composition of the granitic rocks	
	A-3	List of fossil	
PLATE	1	GEOLOGICAL MAP	1:250,000
	2	GEOLOGICAL PROFILE	1:250,000
	3	GEOCHEMICAL ANOMALIES OF STREAM SEDIMENT AND SOIL	1:250,000
	4	RELATION MAP BETWEEN GEOLOGICAL STRUCTURE AND MINERALIZED ZONE	1:250,000
	5	SAMPLE LOCATION MAP OF K-Ar DATING, WHOLE ROCK CHEMICAL ANALYSIS AND FOSSIL	1:250,000
	6	INTERPRETATION MAP OF AEROMAGNETIC SURVEY	1:250,000
	7	RE-INTERPRETATION MAP OF AERO- MAGNETIC SURVEY	1:250,000

## 要 約

本調査は、ルソン北部地区において、地質層序の確立、地質構造、火成活動および鉍化作用の相互関係の解明を図ることによって、鉍床賦存の状況を明らかにする目的で実施されたものである。このために、昭和49年度には空中磁気探査と地質・地化学調査が、昭和50年度には地質・地化学準精査・精査および空中磁気探査の再解析、昭和51年度には地質・地化学準精査および精査、地上物理探査（IP法電気探査および磁気探査）並びに試錐探査がそれぞれ実施された。

地質調査の結果、これまでの未分類火山岩・堆積岩類の細分化と堆積環境が明らかにされた。また多くの酸性火成岩の絶対年代測定と化学分析によって、火成活動の時代と性質も明らかにされ、鉍化作用との関係が検討された。特に第三年次において、バギオ鉍床区の鉍床を概査し、コルディレラ・セントラルにおける鉍床の形成機構が解明され、全調査地域との比較検討がなされた。

これらの調査の結果、本調査地域は(1)シェラマドレおよびカラパロ山地、(2)マンパング山地、(3)コルディレラ・セントラル、の3つの地質単元に分けることが出来る。シェラマドレ・カラパロ山地では上部始新世～漸新世に進入した花崗岩質のコースタルバソリス(~~26~~<sup>27</sup>~49 m. y.)およびドバックスバソリス(26~33 m. y.)で特徴づけられ、マンパング山地域は漸新世～下部中新世のアルカリ深成岩よりなるバラリバソリス(17~25 m. y.)で、さらにコルディレラ・セントラルは下部～中部中新世の石英閃緑岩よりなるアグノバソリス(18 m. y.)でそれぞれ特徴づけられることが明らかとなった。このような、深成作用の地域的、時代的な相異は、恐らくルソン島の東西両側に存在するプレートの沈み込みに起因するものであろう。

またコルディレラ・セントラルの鉍床は、アグノバソリスから派生的に生じた、同一マグマのより分化末期の産物である閃緑斑岩類の貫入に伴って生成し、成因的および構造的にアグノバソリスと密接な関係があることも判明した。

地化学調査は、第一年次、第二年次は河川堆積物を、第三年次は土壌を対象にそれぞれ実施され、指示元素はCu・Zn・Moが採用されたが、Cuを指示元素とする河川堆積物対象の地化学調査が広い範囲から有望地を絞るのに効果的であり、鉍化帯の形状を把握するには土壌を対象とした地化学調査が有効であることが判明、鉍床周辺で大規模な地化学異常が得られた。

物理探査は、地表調査と地化学異常帯とから最も有望とされたボコッド地域で実施され、強いIP異常を得たが、試錐による確認の結果、鉍種を区別せず総硫化物と考えた場合、鉍化帯の範囲を限定するのに有効であることが明らかとなった。

試錐探査は、主としてIP異常帯の深部での状況確認を目的として3孔、1002.55 mが実施され、比較的浅部で銅の鉍化部を捕捉した。

# I 序 論

## 1 調査目的

本調査は、フィリピン共和国ルソン北部地区において、広域的な層序、地質構造、火成活動の関係を明らかにすることによって鉱床賦存の可能性の高い区域を抽出し、その地区における鉱化帯の地質的位置づけと規模、性状の確認を図り、開発の可能性の有無を考察することを目的とした。

## 2 調査概要

本調査は、日本およびフィリピン両国政府が上記目的のため昭和49年度・50年度・51年度の3年間にわたって共同で行った資源開発基礎調査である。

調査方法は、空中磁気探査、地質概査、<sup>地</sup>化学概査→地質精査、地化学精査、物理探査→試錐探査と段階的手法によって順次有望地域を絞り、最終的には抽出された鉱化帯の一部に対して試錐による深部の確認を行い、調査地区内に賦存するポーフリー・銅-鉛-亜鉛鉱床の性状の解明を図った。このため第三年次において、プロジェクト地区の西部に隣接する、操業中のポーフリー・銅-鉛-亜鉛鉱床を含む地域が追加調査され、両者の比較検討によるより正確な諸性質の確認がなされた。

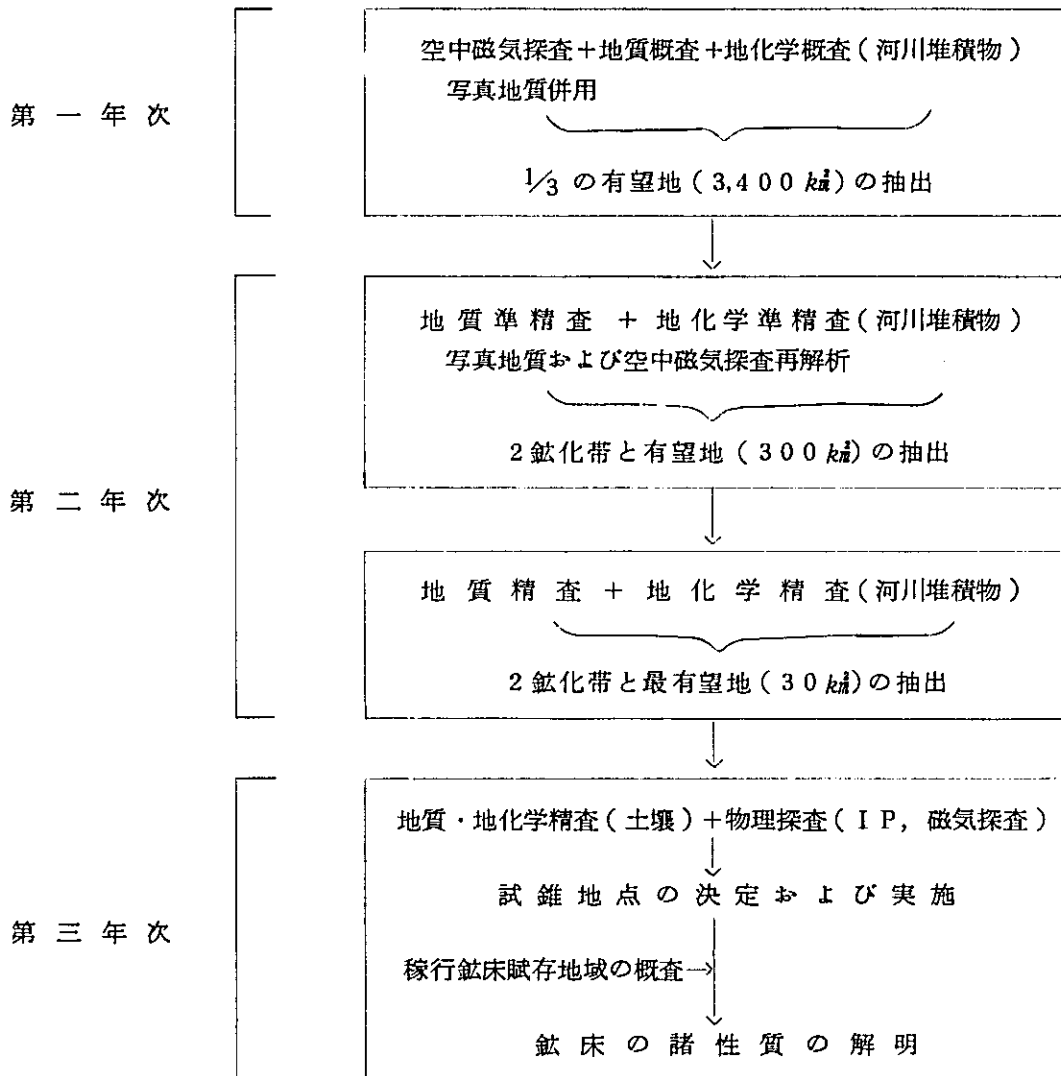
すなわち、第一年次はFig. 1に示された約11,200 km<sup>2</sup>の地区に対して、空中写真解析および空中磁気探査が実施されて、地質構造および貫入火成岩の分布状態が検討され、各所に散存する磁気異常が地質調査によりチェックされた。またこの地質調査と併行して河川堆積物を対象とした地化学調査が行われ有望地域の限定に供された。これらの調査結果から、最も有望な地域として、地区の北西部3,400 km<sup>2</sup>（全地区面積の30%）が抽出された。

第二年次は、抽出されたこの北西部地域に対して、6班の地質・地化学調査班が編成され、地質および河川堆積物による地化学準精査が行われた。地化学試料は、CuおよびMoの半定量分析が全試料について現地で行われ、その結果有望地域としてサリナスおよびキャンプの両地区（合計面積300 km<sup>2</sup>）が抽出され、同地区において地質・地化学精査が実施された。一方、地質調査の前後に北西部地域についての空中写真再解析、また国内では前年度実施の空中磁気探査結果の再解析がそれぞれ行われ、地表調査結果との総合検討がなされた。更に第一年次の調査において地質情報が充分でなかった東海岸地域についても第二年次再度情報の入手が試みられた。

最終年次は第一・二年次の調査結果に基づいて、第二年次の精査2地域を含むボコッド、モンギア、サリナス、キャンプの4地域（合計面積145 km<sup>2</sup>）が最有望地域として対象に選ばれ、4地域について地質・地化学（土壌対象）準精査および精査が実施され、ボコッドおよびサリナス地域にはポーフリー・銅-鉛-亜鉛鉱床が賦存することが明らかとなった。このうち規模の大きいボコッド地域については、物理探査（IP法、磁気探査）および試錐探査が引き続き実施された。ま

たこれらポーフイリー・銅-鉛-亜鉛床の性状を明らかにするため、稼行中の同型の鉛-亜鉛床が分布するプロジェクト西隣接地域（バギオ地域，980 km<sup>2</sup>）について、鉛-亜鉛床と火成岩との関係把握を目的とする地質概査と既存資料の収集が行われ、両鉛-亜鉛床との比較検討と地質構造，火成活動などとの関係がより広い視野で考察された。

3年間の調査の概要を模式的に示すと次の通りである。



### 3 調 査 員

本調査に従事した団員は、次の通りである。

#### 昭和 49 年度

団 長	淵 本	決	大手開発株式会社	FEDERICO E. MIRANDA	フィリピン鉱山局
	寺 島	進世意	金属鉱業事業団		
	坂 野	正 治	〃		
	小檜山	覚	国際協力事業団		

#### (地質調査班)

	淵 本	決	大手開発株式会社	ARNULFO V. CABANTOG	フィリピン鉱山局
	三 好	武 臣	〃	JOSE N. ALMASCO	〃
	林	育 浩	〃	ORLANDO M. PIÑEDA	〃
	岩 根	定 晴	〃	ANDRE P. VICTORIANO	〃
				BENJAMIN S. CADAWAN	〃

#### (物理探査班)

副団長	吉 沢	正 夫	大手開発株式会社	CAROL S. SAMONTE	
	高 橋	郁 夫	〃	ROMEO L. ALMEDA	
	立 川	三 郎	〃	URBANO PAIAGANAS	
	野 村	拳 一	〃		
	古 川	雄 也	〃		
	本 間	一 郎	〃		
	田 村	芳 雄	〃		
	鎌 田	治 朗	〃		
	市 川	元 二	<del>日本国内機輸送</del> 株式会社	日本航空機輸送	
	坂 崎	充	〃		
	木 村	庄 三	〃		
	藤 川	保	〃		
	山 中	敬	〃		

#### (空中写真解析班)

PANFILO O. MONTERO

#### 昭和 50 年度

団 長	淵 本	決	大手開発株式会社	CONSTANTE B. BELANDRES	フィリピン鉱山局
	山 本	正 弘	国際協力事業団	FEDERICO E. MIRANDA	〃
	寺 島	進世意	金属鉱業事業団		
	沢 田	賢 治	〃		

#### (地質調査班)

	淵 本	決	大手開発株式会社	ARNULFO V. CABANTOG	フィリピン鉱山局
	植 木	保 吉	〃	ROMEO L. ALMEDA	〃

谷口洋文	大手開発株式会社	ANDRE P. VICTORIANO	フィリピン鉱山局
汲田啓一	"	ANGEL A. BRAVO	"
林育浩	"	JOSE ESPIRIDION	"
長谷政弘	"	EDWIN G. DOMINGO	"
一ノ瀬孜	"	PABLITO ESCALADA	"
中野啓二	"	HERMES SERRER	"
岩根定晴	"		
柿崎竹男	"		
斉藤稔	"		
佐藤哲男	"		
柴田芳彰	"		

(空中写真解析班)

谷藤吉郎	大手開発株式会社	PANFILO O. MONTERO	フィリピン鉱山局
岩根定晴	"		

(空中磁気探査再解析班)

賀来秀三	大手開発株式会社
服部旭	"
田村芳雄	"
野村拳一	"
吉沢正夫	"
佐々木進	"
松田陽一	"
賀来学	"

昭和 51 年度

団長 淵本 決	大手開発株式会社	CONSTANTE B. BELANDRES	フィリピン鉱山局
大久保 大	国際協力事業団	FEDERICO E. MIRANDA	"
瓜生 正彦	"		
寺島 進世意	金属鉱業事業団		
枝 隆	大手開発株式会社		

(地質・地化学調査班)

副団長 谷口洋文	大手開発株式会社	FEDERICO E. MIRANDA	フィリピン鉱山局
長谷政弘	"	ROMEO L. ALMEDA	"
中野啓二	"	ANGEL A. BRAVO	"
酒井正嗣	"	EDWIN G. DOMINGO	"
佐藤哲男	"		
佐藤修一	"		
後藤寿幸	"		

(物理探査班)

服部 旭	大手開発株式会社	CAROL S. SAMONTE	フィリピン 鉱山局
柿迫 明夫	〃	ORLANDO E. ABARQUES	〃
渡辺 憲生	〃	JOSE N. ALMASCO	〃
又坂 茲雄	〃	ARNULFO V. CABANTOG	〃
島山 勝	〃	BENJAMIN S. CADAWAN	〃
杉山 伸一	〃		
佐々木 裕	〃		
賀来 学	〃		
松久保 和人	〃		

(試錐探査班)

加藤 明男	大手開発株式会社	CESAR L. LUCERO	フィリピン 鉱山局
吉岡 康宜	〃		
新村 拓	〃		
小原 政雄	〃		
中山 勇	〃		
神成 総二	〃		
兎沢 富衛	〃		

#### 4 位置および交通

主調査地区はルソン島の北東部にあり、

北側 : 北緯  $16^{\circ} 30'$  線

南側 : 北緯  $16^{\circ} 00'$  ・ 東経  $120^{\circ} 45'$  と北緯  $15^{\circ} 20'$  ・ 東経  $121^{\circ} 25'$  の 2 点を結ぶ線

東側 : 東海岸線

西側 : 東経  $120^{\circ} 45'$  線

でかこまれる面積約  $11,200 \text{ km}^2$  の範囲で、ヌエバ・ビスカヤ (Nueva Vizcaya) 州を中心にキリノ (Quirino), イサベラ (Isabela), ベンゲット (Benguet), パンガシナン (Pangasinan), ヌエバ・エシハ (Nueva Ecija) およびケソン (Quezon) の 7 州におよんでいる。

最終年度で追加されたバギオ地域は、バギオ市を含む北緯  $16^{\circ} 7.5'$  および  $16^{\circ} 37.5'$ , 東経  $120^{\circ} 35'$  および  $120^{\circ} 45'$  で囲まれる範囲で、当初の調査地区の西端に直接接する。

この地域の道路は、幹線である 5 号線と 11 号線が、調査地の西部およびバギオ市を縦断し、西部ではこれらを結ぶ支線もあるが、全般としては山岳地のため車道の発達は非常に悪い。特に調査地中央部は小径もなく、いままなお未開のままである。調査期間中ベースキャンプが設置されたバヨンボン (Bayombong, 第一年次), ドパックス (Dupax del Sul, 第二年次) は 5 号線沿



線にあり、マニラ市より車で5～6時間、またボボック（Bobok, 第三年次）はバギオ市より車で2時間である。バギオーマニラ間には国内線が毎日1～2便運行され、所要時間は1時間である。

## 5 地 形

ルソン北部は、その地形上の特徴から Fig. I-1 に示される通り、東より(1)シエラマドレ山脈、(2)カガヤン峡谷、(3)コルディレラ・セントラル、(4)海岸褶曲帯の4帯に分けられる。このうち(1)および(3)は隆起帯であり、(2)と(4)は沈降帯である。

本調査地域は、上記4帯のうち、最も西側の海岸褶曲帯を除く3帯が短絡する部分に位置する。すなわち、最も東側のシエラマドレ山脈は、海岸線に沿って地域南端付近のバレル（Baler）まで南下し、カラバロ山地に連続する。一方、西側のコルディレラ・セントラルも、調査地域南西境

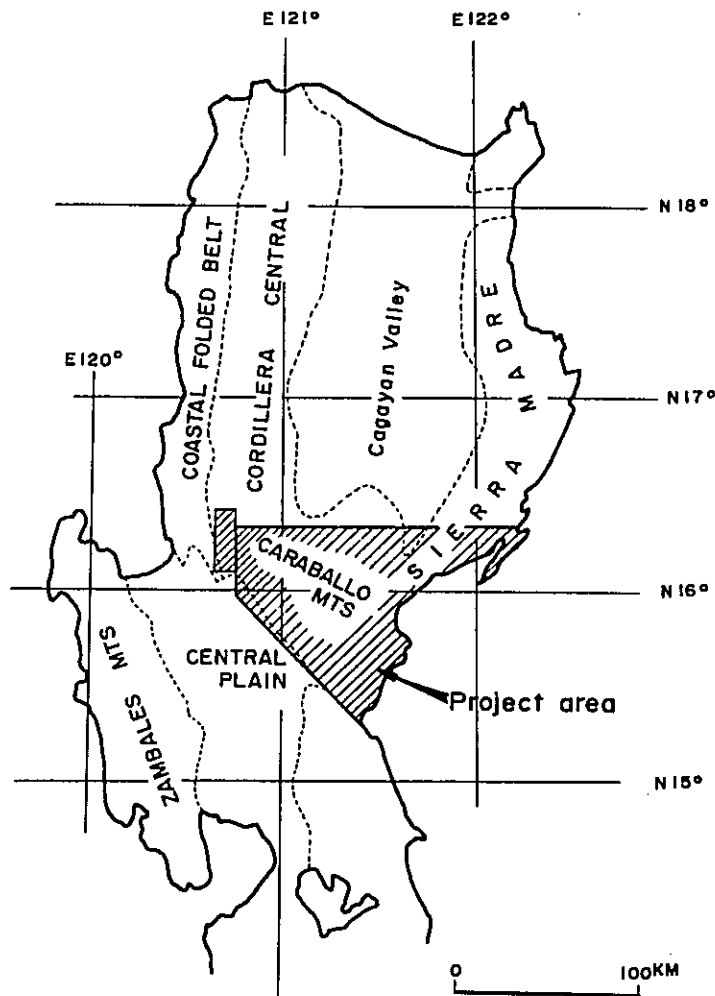


Fig. I-1 Physiographic provinces of Northern Luzon

界線に沿うように南に伸び、カラバロ山地に連絡する。このため、中央部のカガヤン峡谷は、調査地域の北側境界線付近より高度を増し、カラバロ山地に移行する。

両隆起帯は、共に急峻な地形を呈し、シエラマドレ山脈は標高800m～1,200mあり、所によっては1,800mを超える高峰がそびえる。峡谷は深いV字谷をなし、急崖が発達する。コルディレラ・セントラルは、シエラマドレよりも平均して標高が高く、800m～1,600mで、調査地域内の最高峰であるウグ山(Mt Ugu, 2,150m)はこの山脈中にある。コルディレラ・セントラルでは、フィリピン断層と同じ方向のNNW—SSE方向の構造谷が発達する。一方、(2)および(4)の沈降帯は、平坦かゆるやかな地形を呈する。

これら南北性の地形は、調査地の南側境界付近で、境界線とほぼ同じ方向のフィリピン断層によって切られ、セントラルプレーンに変わる。

調査地域内の水系は、カガヤン(Cagayan)、アグノ(Agno)、パンパンガ(Panpanga)の3大河川の本流および支流に属し、特にカガヤン川はフィリピン最大の川で、年間を通じ水量は豊富である。

第三年次の調査地域のうち、カシブおよびモンギア地域はカガヤン峡谷最南端部に、また他の3地域はコルディレラ・セントラル地域に、それぞれ位置づけられ、この3地域は非常に急峻な地形を呈している。

## 6 気候および植生

この地域の気候は、大きく3帯に分けられ、それぞれは地形の分帯とほぼ一致している。すなわち、東部のシエラマドレ山脈では雨期・乾期の区別がなく、年間を通じて雨が多い。反対に西部のコルディレラ・セントラルでは、11月～4月が乾期、5月～10月が雨期で、乾期と雨期の区別が明瞭である。カガヤン峡谷帯では両者の中間の気候を示す。

植生は、平均して雨量が多いこともあって、カガヤン峡谷の東側では雑木が繁茂するが、伐採後の植林が少ないため禿山が多い。カガヤン峡谷の西側のうち、コルディレラ・セントラルでは松林が多く、特に最終年度の調査地となったボコッドおよびバギオ地域付近は松材の主産地となっている。

## II 地質調査

## 第 1 章 総 説

ルソン北部は既に述べた通り、地形的特徴からほぼ南北に伸びる4帯から成り、調査地域はそのうちの3帯が短絡し合う位置にある。このような地形の特徴は、地質的要素を強く反映するもので、地質的にも、ほぼ地形同様の分帯が可能である。すなわち、東より、シエラマドレ隆起帯、カガヤン沈降帯（マンバラング山地）、コルディレラ・セントラル隆起帯である。

これら3地質帯の特徴は、各論で詳述されるが、岩層分布と火成活動によって顕著に示される。

シエラマドレおよびコルディレラ・セントラル両隆起帯は白亜紀～古第三紀始新世の火山岩類とその火山砕屑岩類よりなるが、これが漸新世に入るとシエラマドレでは火山岩類はみられず、上部漸新世の石灰岩が僅かに分布するに過ぎない。しかしコルディレラ・セントラルでは、なお火山活動は連続しており、主として安山岩類とその火山砕屑岩類が分布している。さらに、新第三紀に入っては、シエラマドレでは全く堆積岩が存在しないが、コルディレラ・セントラルではその西翼部に、石灰岩およびその上位に礫岩などが分布する。これらの岩層分布の相異は、明らかにシエラマドレの隆起運動がコルディレラ・セントラルに先行していたことを示すものである。

一方、両隆起帯には含まれるカガヤン沈降帯では、白亜紀～始新世から鮮新世までの各岩層が南から北に向って堆積、沈降を繰り返しつつ順次累重し、全体として北方に開く半円盆状構造を形成している。

火成活動、特に深成作用においても、3地質帯では著しい差が認められる。すなわち、3年間にわたる調査によって得られた多数のK-Ar デーティングおよび化学分析の結果から、3地域の深成作用を要約すると、

シエラマドレ地域： 東海岸地方における花崗岩類よりなる上部始新世～漸新世コースタルバソリスの進入（27～49 m.y.）およびカラパロ山地における花崗岩類よりなる漸新世ドバックスバソリスの進入（26～33 m.y.）

マンバラング地域： アルカリ深成岩類よりなる上部漸新世～下部中新世バラリバソリスの進入（17～25 m.y.）

コルディレラ・セントラル地域： 石英閃緑岩類よりなる下部～中部中新世アグノバソリスの進入（18 m.y.）

となり、岩質および活動時期に明らかな相異が認められる。

以上のような隆起運動の時的なずれおよび深成作用の岩質的、時代的相異は、相対的な沈降の場であるカガヤン地域をはさむ東西の隆起帯がそれぞれ別個の営力によって形成されたもので、その営力は、第三年次の報告書で指摘した通り、ルソン島北部に存在する東西両側のプレートの沈み込みによるものと考えられる。両者の時的なずれは、東側の沈み込みの方が、西側よりも古い時代に活動したことを示唆するものと考えられる。またカガヤン沈降帯（マンバラング山地を含む）中に進入したアルカリ深成岩については、その活動時期がアグノバソリスよりもやや古い時

代であることから、東側の沈み込みに関係あるものと考えられ、コースタルバソリス、ドバックバソリスとの関係は明らかではないが、両者の関係を説明する一つの可能性ある考えとしては、RAGLAND 他が指摘しているような海溝側から内陸に向ってアルカリが増加することがあげられる。

一方、火成活動の顕著な相異は、そのまま鉱床の形成にも大きな影響を与え、古い時代の活動によるシェラマドレでは、現在のところみるべき鉱床は発見されていないが、若い時代の活動であるコルディレラ・セントラルでは多数の稼行可能な鉱床が分布し、バギオ鉱床区を形成している。鉱床のこのような偏在は、第二年次までの調査ではシェラマドレを構成する花崗岩類の、低アルカリ、低含水の性質に原因あると考えられていた。しかしながら、第三年次の調査において、バギオ鉱床区の形成に密接に関係していると考えられているアグノバソリスについて検討したが、両者の間には花崗岩質と石英閃緑岩質という多少の相異はあるが、ほぼ同性質のマグマによると考えてよく、鉱床の偏在を説明する程の相異はみられない。

バギオ地域の調査結果によれば、バギオ鉱床区の鉱床、特にポーフィリー・カッパー型鉱床は、アグノバソリスを形成したマグマの分化過程のより末期の産物である石英閃緑斑岩岩株に伴うことが明らかとなり、アグノバソリス中には、ポーフィリー・カッパー鉱床は存在しない。換言すれば、鉱床形成を規制するのは、カルクアルカリ岩系のバソリスより派生的に生じた分化末期のより浅成の貫入岩体であるといえる。

この観点からシェラマドレ、コルディレラ・セントラルを検討すると、シェラマドレではバソリス進入後隆起運動は次第に安定化し、構造運動も西部に比較すると極めて弱い。このことは浅成貫入岩の活動を促す環境ではなく、調査結果からも岩株、岩脈はほとんどみられない。しかしながら、一方のコルディレラ・セントラルは、GELVASIOの“活動帯 (Mobile Belt)”が縦断する地域で、アグノバソリス進入後も引続き著しい構造運動にさらされ、これらの構造弱線に沿って、より後期の貫入岩が各所に岩株、岩脈をなして分布している。

調査地域全般を通じて認められる鉱床の著しい偏在は、岩質の差による影響もあるが、主として地質構造上の環境の差異によるものと結論される。

アルカリ岩類と鉱床との関係については、第三年次の調査によっても明らかにすることが出来なかつた。しかしアルカリ岩分布地域中には、探鉱中のロンロノ (Ronrono) 金鉱山があり、また調査地域北方、イサベラ州コルドンにはアルカリ岩に伴うコルドン (Cordon)、ポーフィリー・カッパー鉱床が存在するため、コースタルバソリスとの関係をも含めた総合的な検討が早急に行われることを望む。

なお、シェラマドレ、カガヤン、コルディレラ・セントラルの地質、鉱床を要約して Table II-1 に示した。

以下、調査地域内の地質および鉱床について詳述する。

Table II-1 Summary of geology and ore deposits in 3 geological units

Name of Unit	Formation	Igneous Activity	Ore Deposit
Sierra Madre Eastern Coast Caraballo Mts	U. Creta Eocene Caraballo Group do	Coastal Batholith Granitic rock, 27-49 m.y. Dupax Batholith Granitic rock, 26-33 m.y.	Small Veins and weak disseminated zone Small Veins San Fabian ore deposit?
South Edge of Cagayan Valley ( <del>Mampayan</del> Mampayan Mts)	Caraballo Group ) <del>Upper Miocene</del> Pliocene Matuno Formation	Palali Batholith Alkaline rock, 17-25 m.y. (Monzonite-Syenite)	Au Veinlets network Pyrite weak dissemination (Cordon porphyry copper ore deposit)
Cordillera Central (Baguio Mineral District)	U. Creta Eocene Pugo Formation Pliocene Mirador Formation	Agno Batholith Quartz dioritic rock, 18 m.y.	Porphyry copper deposits Au Veins Contact metasomatic ore deposit

## 第 2 章 地 質

本プロジェクト地域は、初年次より調査の対象となった主調査地域と、第三年次に追加されたバギオ地域とに分けられる。岩層名は、主調査地域では初年次よりの層名に従い、バギオ地域については第三年次報告書で使用した PEÑA の層名に従った。

全調査地域の地質総括表を Table II - 2 に示す。

Table II-2 Generalized stratigraphic section of project area

Mineralization	Intrusives	Tectonics	Rock Facies	Columnar Section	Formation	Geological Age	Formation	Columnar Section	Rock Facies	Tectonics	Intrusives	Mineralization	
Ansoth Perahit copper Agne Batholith (18my.) Emerald andesite	Philippine Fault (PF) Cordillera Central uplifting	Philippine Fault (PF) Cordillera Central uplifting	gravel		Terrace dep.	Quaternary	Terrace dep.		gravel	Philippine Fault Structural movement	Central Batholith (40-27my.) Davao Batholith (35-26my.) Paliwi Batholith (25-17my.) Sta. Cruz (20-3my.)	Perahit copper Luzon and Cu-Zn vein Au values	
			limestone		Mirador F.	Pliocene	Malina F.		limestone alternation of ss and silt.				
			conglomerate dacitic tt.		Klondyke F.	Miocene	Agitay F.		limestone				
			limestone		Kanman F.		Santa Fe F.		limestone				
							Halong F.		sandstone basalt lava Congl.				
							Palati F.		dacitic pyroclastic andesite lava mud. s.s. basalt lava				
			limestone				Columbus F.		limestone				
			alteration of ft. bre. tt. lava, ss. and congl.		Zigzag F.	Oligocene	Mamparang F.		andesitic lava and pyroclastic alkali andesite congl. lapilli tuff basaltic tuff and lava alkali andesite				
			andesite lava				Escane Cretaceous Cerebelli Group	Formation III					andesitic lava pyroclastics s.s. shale
			limestone			Pugo F.		Formation II					basalt lava s.s. shale basalt lava tuff bre s.s. shale
			andesitic pyroclastics					Formation I					andesitic tuff andesite tt. bre s.s. and shale
			andesite lava										andesite lava
Schists		Basement	Pre-tertiary	Basement		Schist tonalite							

### 2-1 層 序

主調査地域には下位より、基盤岩類、カラバロ層群、マンバラング層、コロンプス層、バラリ層、ナトバング層、サンタフェ層、アグリバイ層、マツノ層の各層が分布する。バギオ地域では下位より、基盤岩類、ブゴ層、ジグザグ層、ケノン層、クロンダイク層、ミラドール層の順となっている。

#### 2-1-1 基 盤 岩 類

調査地域南端ディンガラン (Dingalan) 付近に広く露出するほか、サンニコラス (San Nicolas)

北方からアグノ川に沿ってバギオ地域中央部まで細長く分布するもの、サンタフェ付近、カヤパ (Kayapa)、プトラン (Putlan) などに小露出をなして分布するものもある。

岩相は主として低変成度の片岩類で、石英—斜長石—輝石—普通角閃石片岩、石英—斜長石—石榴石—普通角閃石片岩、石英—斜長石—緑レン石—緑泥石片岩、石英—斜長石—緑レン石—両雲母片岩などよりなり、緑色片岩相～角閃岩相の変成相を示す。片理は、東海岸付近ではNE—SWの走向を示すが、フィリピン断層付近ではNW—SE系が卓越する。バギオ地域では、N10°W、50°～60°Wの走向傾斜を示すものと、走向N35°E、傾斜60°Wを示すものなどがある。

サンタフェ南部ミヌリ (Minuli) にも基盤の小露出があり、付近に細粒のトーナル岩がみられ、このトーナル岩は、K—Ar デーティングの結果  $74 \pm 12$  m.y. で、このためトーナル岩も基盤に含めた。

片岩類は、上位のカラバロ層群によって不整合に覆われる事実が発見されず、化石も未発見のため、その時代は確かでないが、サンタローザ北方の本岩のK—Ar デーティングの結果は  $82.6 \pm 20.6$  m.y. および  $14.2 \pm 2.2$  m.y. を示し、サンタフェ北東部の本岩は  $31.7 \pm 15.3$  m.y. を示す。これらの結果はばらつきが多く、時代を決定することは出来ないため、ここでは一応先第三紀としておきたい。デインガラン地方の本岩類は、古生代と考えられている (GERVACIO, 1967)。

#### 2-1-2 カラバロ層群

本層群は、調査地域中最も広い分布を占めるもので、シェラマドレ、カラバロ山地、コルディレラ・セントラルに広く露出する。

本層群は火山岩および火山砕屑岩を主体とし、これに堆積岩を挟在する。岩質から、この層群は下位よりⅠ層、Ⅱ層、Ⅲ層に区分される。

Ⅰ層： 東部海岸、バレル西方、カシグナン (Casignan) 川上流部、ボコッド地域などに分布するもので、特にシェラマドレの骨格をなす。岩相は暗緑色の安山岩質火砕岩および水冷破碎を受けた安山岩溶岩を主体とし、砂岩、頁岩、時に層理のよく発達した安山岩質火山礫凝灰岩などを挟在する。これらは下位より、安山岩質凝灰角礫岩、少量の安山岩溶岩、層理の発達する砂岩・頁岩互層、安山岩溶岩の順となっている。安山岩溶岩は鏡下では、集斑状組織を示し、斑晶は斜長石 > 単斜輝石 > 斜方輝石、石基は斜長石および不透明鉱物とアクチノライト、緑泥石、緑レン石、絹雲母、方解石などの変質鉱物よりなる。

ボコッド地域では、鉱床を伴うボボック岩体を取り囲むように、南北の軸をもつ背斜ドーム構造をなして分布し、安山岩溶岩と同質の火山礫凝灰岩が卓越している。

本層は、基盤岩類とは断層で接するため、関係は明らかではないが、不整合関係で重なるものとする。

Ⅱ層： シェラマドレ、カラバロ山地、コルディレラ・セントラルなど、調査地域の各所に分布し、特に調査地域は、北に開いた半円盆状構造をなすが、本層は、主としてⅠ層の内側に断



続して分布している。

岩相は、暗緑色～暗灰色玄武岩溶岩、ドレライト、玄武岩質凝灰角礫岩を主体とし、これに比較的連続性のよい珪質頁岩・砂岩の互層を伴う。玄武岩溶岩には枕状構造、水冷破砕構造などがみられ、枕状溶岩にはアミグダルがみられ、浅海性であることを示している。鏡下では無斑晶質で流理構造が発達し、斜長石、単斜輝石よりなる石基中に緑泥石、緑レン石などを変質鉱物として生じている。アミグダルはプレーナイト、方解石、石英などである。珪質頁岩・砂岩互層はコルディレラ・セントラル地区の本層中でよく発達し、ボコッド地域では二枚みられる。極めてよく連続するため、鍵層として重要である。

本層は下位のⅠ層とは整合関係である。

Ⅲ層：カラパロ山地一帯に最も広く分布するほか、シエラマドレの西側、コルディレラ・セントラルの南端部などにみられる。本調査地域ではⅠ層に次いで広い分布範囲を占めている。

岩相は、暗緑色の安山岩溶岩、同質凝灰角礫岩を主とし、砂岩・頁岩・凝灰岩互層を挟む。安山岩溶岩および同質凝灰角礫岩はⅠ層のそれと酷似している。本層はサンタフェ近くでは折れたみ褶曲を示し、またシエラマドレやカラパロ山地では複向斜の最大沈降部を構成している。

なお、第一年次調査におけるⅢ層は、上記のⅡ層の一部を包含している。

バギオ地域のカラパロ層群相当層はブゴ層と呼ばれ、地域の南部と北部に広く分布している。

岩相は、緑色安山岩溶岩を主体とし、これに安山岩質凝灰角礫岩、珪質頁岩、レンズ状石灰岩をはさむ。本層中の石灰岩から橋本(1975)は始新世の化石を報告している。本層の層厚は約3,000mと考えられる。

### 2-1-3 マンバラング層

本層は主としてマンバラング山地およびカガヤン川上流部に分布し、第三年次の調査地域であるカンプ地域では、その大部分を本層が占めている。

バギオ地域ではジグザグ層と呼ばれ、同地域内の西部および北部に分布する。

本層は緑灰色～暗緑色安山岩溶岩、同質凝灰角礫岩、アルカリ安山岩溶岩、玄武岩溶岩、同質凝灰岩などより構成され、一部石英安山岩質火山岩、泥岩、凝灰岩、石灰岩などを伴う。カガヤン川上流部の本層は、カラパロ層群Ⅱ層を不整合に覆い、下位より安山岩溶岩、玄武岩質凝灰岩、玄武岩溶岩、安山岩溶岩、含石灰岩礫石灰質泥岩が連続してみられる。カンプ地域では、白色～黄白色火山礫凝灰岩、凝灰岩が発達し、その上位には厚いアルカリ安山岩溶岩、同質凝灰角礫岩、凝灰岩が重なる。このアルカリ安山岩溶岩中には石灰岩の薄いレンズがはさまれ、この石灰岩から大型有孔虫が発見され、漸新世と同定された。

アルカリ安山岩溶岩の一部は玄武岩質で、鏡下では、斜長石の斑晶と、斜長石、単斜輝石、カリ長石、時に黒雲母を含む石基よりなる。

本層は、カガヤン川上流部では一般にNE-SWの走向を示し、 $10^{\circ}$ ～ $20^{\circ}$ Nの傾斜をなす。カンプ地域のものは、ほぼ南北の走向をなし、 $20^{\circ}$ 前後の緩傾斜でゆるい褶曲構造をなしている。

本層は下位のカラバロ層群とは不整合である。層厚は約4,000mである。

バギオ地域のジグザグ層は、淡緑色火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩、砂岩、安山岩溶岩などよりなり、石灰岩を挟在する。石灰岩は暗灰色でダイアトリーム状をなす。また本層の石灰岩は橋本(1975)のサガーダ(Sagada)石灰岩に相当するとみられ、時代は漸新世と考えられる。

#### 2-1-4 コロンブス層

本層は第一年次の調査で、マンバラング層群の最上部に含められていたものであるが、第二年次の調査によりコロンブス層として分けられた。

本層はアグノ川支流コロンブス川上流部、カガヤン川上流部に分布する優白色～帯青白色の塊状一部角礫状石灰岩よりなり、産出する大型有孔虫より、上部漸新世と同定された。層厚は約300mである。

#### 2-1-5 バラリ層

本層は、第一年次の調査でサンタフェ層として一括されていたものを、第二年次の調査結果から標式地であるバラリ山の名前を付し、分割したもので、バラリ山西部一帯、サンタフェ周辺、調査地域南端部に分布する。

岩相は青緑色石英安山岩質凝灰角礫岩、石英安山岩溶岩を主とし、これに安山岩溶岩、同質凝灰角礫岩、玄武岩質溶岩、泥岩、砂岩、溶結凝灰岩などが伴われる。バラリ山付近の凝灰角礫岩中には、サイエナイト、サイエナイト・ポーフィリーの円礫が含まれる。またサンタフェ付近の本層中の凝灰角礫岩には、ドバックスパンリスと同質の石英閃緑岩の礫を含む。

本層には全般的に安山岩質～石英安山岩質溶結凝灰岩を伴う。従って本層は一部海成、一部陸成と考えられる。石英安山岩質溶結凝灰岩は、鏡下ではユータキシティック組織を示すガラス質凝灰岩で、斑晶は斜長石、石英、普通角閃石よりなり、輝石安山岩や石英斑岩の岩片を多く含む。

本層は、バラリ山およびサンタフェ周辺では、カラバロ層群、ドバックスパンリス、マンバラング層などを不整合に覆い、下位の礫を含む。

なお、第二年次の調査において、アグノ川支流ボロ川において、石灰岩礫を含む礫岩の露頭が発見され、その化石が下部中新世を示すことから、ボコッド地域のカラバロ層群の一部がマンバラング層相当とされた。しかしながら、第三年次調査の際再検討され、露頭が転石であるとの判断によって、カラバロ層群に訂正された。

本層の時代は、サンタフェ付近に分布する石英安山岩質溶結凝灰岩のK-Arデーティング結果が17 m. y.を示し、下部～中部中新世と考えられる。層厚は300m前後である。

バギオ地域での本層相当層はケノン石灰岩層と呼ばれている白色～明灰色の石灰岩より成る岩層で、産出する化石から中部～下部中新世とされている。層厚は約150mである。

#### 2-1-6 ナトバング層

バヨンボン西方ナトバング(Natbang)付近に分布するもので、礫岩を主体とし、これに砂岩・泥石の互層を伴う。また時に玄武岩質溶岩の薄層が挟在される。本層は、他の岩層とは断層で接

するため関係は明らかでないが、サンタフェ層に不整合で覆われるため中部～下部中新世と考えられる。走向は一般に南北性で、北部に急斜する。本層も第一年次調査ではサンタフェ層に包含されていた。

#### 2-1-7 サンタフェ層

上記ナトバングの東方およびサンタフェからダルトン(Dalton)時にかけての道路沿いに分布する。岩相は白色～淡桃灰色を呈する石灰岩で、厚さ約300mである。本層からは大型有孔虫を産し、中部～下部中新世と同定された。下位のナトバング層(ナトバング地方)およびバラリ層(サンタフェ付近)とは不整合関係である。

バギオ地域では岩質は異なるがクロンダイク層が本層に相当する。本岩層は礫岩を主とし、一部で砂岩および石英安山岩質凝灰角礫岩を挟在する。礫岩を構成する礫中にはアグノバソリスや石英閃緑斑岩の礫がみられ、時に鉍化礫を含むことがある。層厚は約800mである。

#### 2-1-8 アグリバイ層

本層は、アダラム川下流のアグリバイ部落付近に露出する淡桃色の石灰岩で、カラバロ層群を不整合に覆っている。本層はアグリバイとその北部の2箇所に小露出がみられるだけであるため、他の岩層との関係は不明である。時代は大型有孔虫から中部中新世と同定された。

#### 2-1-9 マツノ層

本層は、第一年次のマデラ層およびバンタパンガン層を包含するもので、カガヤン川中流部マデラ付近、同上流部タウアヤン(Tauayan)およびサンホセ(San Jose)北東部に広い面積を占めて分布する。

岩相は黄褐色～灰色の砂岩・泥岩互層および砂岩、泥岩などより成る。本層は南北性の長軸をもつ堆積盆に沿って、下位層を不整合に覆って堆積し、 $10^{\circ}$ ～ $20^{\circ}$ のゆるい傾斜で向斜構造をなす。化石が発見されないため時代は確かでないが、岩質からみてCORBYのロザリオ(Rosario)層に対比されると考えられることから鮮新世とした。

バギオ地域ではミラドール層が本層に対応すると考えられ、この層は灰色の層理のよく発達した石灰岩より成る。この石灰岩も橋本(1975)によって鮮新世と同定されている。

### 2-2 貫入岩類

本調査地域には、超塩基性岩類、花崗岩質～閃緑岩質バソリス、アルカリバソリスその他多種類の貫入岩類がみられるが、ここでは主なものについて述べる。

#### 2-2-1 超塩基性岩類

バレル南方のフィリピン海に面した山岳地帯に分布する。北部ルソンの東海岸沿いには大構造線があって、超塩基性岩の大規模な貫入がみられ、バレル南方のものもその一部と思われる。

本岩類は輝岩を主とし、諸所に橄ラン岩の小岩脈が貫入している。両岩とも帯緑灰色の緻密状岩で、輝岩は鏡下では半自形粒状組織を示し、多量の単斜輝石(透輝石)の結晶粒間を橄ラン石

が埋めている。副成分鉱物として蛇紋石や方解石も少量認められる。

空中写真解析によると、本岩類は基盤岩と衝上断層で接している。

## 2-2-2 深成岩類

本岩類は花崗岩質のものから閃緑岩質のもの、アルカリ岩質のものなどよりなり、いずれも大規模な底盤状岩体をなして、シェラマドレ、カラバロ山地、マンバラング山地、コルディレラ・セントラルなどの大きな地質単元の骨格をなしている。すなわち、シェラマドレからカラバロ山地にかけて分布するコースタルバソリス、カラバロ山地の北部を構成するドバックスバソリス、マンバラング山地を形成するバラリバソリス、コルディレラ・セントラルの骨格をなすアグノバソリスなどである。

### 1) コースタルバソリス

カシグラン (Casiguran) 北西からバレルまでの東海岸沿いおよびバレルからパンタパンガン (Pantabangan) までのカラバロ山地の一部をなして分布する。

岩相は、トータル岩、石英閃緑岩、閃緑岩を主体とし、斑レイ岩を伴う。トータル岩と閃緑岩類とは主要分布区域を異にし、ダイナジャワン (Dinajawan) より北部では主として閃緑岩類が、南部ではトータル岩が優勢である。

トータル岩は黒雲母-角閃石トータル岩で、優白色粗粒均質なものと中粒半自形粒状のものがある。

石英閃緑岩～閃緑岩は暗緑灰色粗粒～中粒で、斜長石と石英が比較的等粒である石英閃緑岩と、暗緑灰色細～中粒で、粗粒の石英が散在する閃緑岩とである。

斑レイ岩は淡緑～暗緑灰色細粒～中粒で、長柱状斜長石、粗粒自形輝石が顕著で、石英を含む石英斑レイ岩と石英を含まない斑レイ岩とがある。

このバソリスの時代は、多数の K-Ar デーティングの結果が 27～49 m.y. を示し、始新世～漸新世である。

### 2) ドバックスバソリス

ブルゴス (Burgos) 付近からドバックス北西アリタオ (Aritao) 付近にかけて分布するもので、コースタルバソリスと同様トータル岩および閃緑岩、石英閃緑岩より成り、一部で斑レイ岩を伴う。岩相も、いずれもコースタルバソリスに比較してやや細粒である以外は特に明瞭な差は認められない。

このバソリスの活動時期は 26～33 m.y. で、漸新世を示し、コースタルバソリスに比較してやや後期ではあるが、岩質から一連の深成作用によって形成されたものであろうと考えられる。

### 3) バラリバソリス

パヨンボン西方に台形状をなして、バラリ層までを貫いて進入するもので、岩相はサイエナイト、モンゾナイトから構成され、少量のアルカリ長石サイエナイトを伴う。

サイエナイトおよびアルカリ長石サイエナイトは灰色～淡桃灰色を呈し、中～粗粒均質であ

る。鏡下では自形のカリ長石を含み、ポイキリティック組織を示す。斜長石は大部分が変質し、沸石、絹雲母、方解石、緑泥石などを生じている。

モンズナイトも肉眼的には淡桃色をおびた暗緑灰色を呈し、中粒等粒状である。

このバソリス侵入岩体の周辺には同岩相のアルカリ深成岩類の小岩体がみられ、その一部がドバックスバソリスを貫いている。またK-Ar デーティングの結果は17~25 m. y. を示し、本バソリスの侵入時期は、ドバックスバソリスより後期の上部漸新世~下部中新世である。

#### 4) アグノバソリス

バギオ地域中~南部、アグノ川に沿ってほぼ南北方向に侵入した大岩体で、石英閃緑岩および石英斑レイ岩より構成される。

石英閃緑岩は黒雲母-普通角閃石石英閃緑岩で、その一部はトータル岩の領域に入る化学組成を有するものもある。鏡下では、中~細粒完晶質で自形の斜長石、普通角閃石が著しい。

石英斑レイ岩は普通角閃石石英斑レイ岩および黒雲母-普通角閃石石英斑レイ岩よりなるが、黒雲母を含むものは少ない。本岩は主としてバソリスの北部に分布している。

このバソリスの侵入時期は石英閃緑岩のK-Ar デーティングの結果18 m. y. で、本調査地域内に分布するバソリスのなかでは最も新しい下部~中部中新世である。なお、このバソリスはバギオ地域の鉱床の形成に密接な関係をもっている。

### 2-2-3 岩株状深成-半深成岩類

このグループに入る岩相はトータル岩、石英閃緑岩、閃緑岩、斑レイ岩、石英閃緑斑岩、閃緑斑岩およびアルカリ深成~半深成岩類などで、サンタフェ付近を通るNNW-SSE方向のサンタフェ断層周辺、ドバックスバソリス北部周辺、マンバラング山地、ボコッド地域、アグノバソリス周辺などに多くみられる。

#### 1) サンタフェ断層周辺部

サンタフェ断層に沿って、細長い岩株状をなして貫入するもので、トータル岩および塩基性の閃緑岩、斑レイ岩がみられる。

トータル岩は緑灰色中粒で、緑泥石化した角閃石、斜長石が顕著で、鏡下では、絹雲母、緑レン石、方解石などの変質鉱物を生じている。少量含まれる黒雲母も完全に緑泥石化している。

閃緑岩は暗緑灰色細~中粒で、斜長石、普通角閃石が斑状組織を示す。鏡下では、自形の斜長石、普通角閃石が多量にみられ、緑泥石化、絹雲母化が著しい。

これらの岩株状深成岩類の貫入時期は、貫入岩類がサンタフェ断層に沿うことから、この断層系が活動した漸新世と考えるのが妥当である。

#### 2) ドバックス北部周辺部

サンタクルス川支流マバヤオ沢付近およびその南方ピンキアン(Pingkian)付近にみられる閃緑岩、閃緑斑岩、モンズナイトなどで、第三年次の調査地域となったサリナス地域にも分布している。

閃緑岩は、普通角閃石閃緑岩および閃緑岩で、微晶質なものと粗粒のものがある。

閃緑斑岩はごく少量の石英を含む普通角閃石閃緑斑岩で、鏡下では自形の斜長石、普通角閃石が多量に含まれ、石基にはカリ長石もみられる。変質鉱物として緑泥石、絹雲母、緑レン石を生じている。なお、この閃緑斑岩はサン・ファビアンポーフィリー・銅床を伴っている。

モンズナイトはモンズナイトおよびモンズナイト・ポーフィリーよりなる。モンズナイトは肉眼的にもカリ長石、角閃石、黒雲母が認められ、完晶質である。鏡下では、自形の斜長石、普通角閃石、普通輝石と半自形カリ長石が多い。

これらの岩株の貫入時期は、閃緑斑岩が  $2.0.6 \pm 1.1$  m.y., モンズナイトが  $2.3.2 \pm 1.2$  m.y. を示し、<sup>下</sup>主部中新世である。

### 3) ボコッド地域

ボコッド南方ボボック付近にみられる石英閃緑斑岩岩株で、最も規模の大きいものは第三年次の調査でボボック岩体とされ、南北 7 km, 東西 2.5 km の岩株である。岩相は石英の斑晶の多い石英閃緑斑岩Ⅰ型と、石英斑晶が非常に少ないかほとんど認められない石英閃緑斑岩Ⅱ型およびこれら貫く石英安山岩岩脈より構成される。

本岩は現在 BCI によって探鉱中のポーフィリー・銅床を伴うもので、その貫入時期は 3～6 m.y. で上部中新世を示すが、この年代は鉱化に伴う変質などのため、より若い時代を示しているかもしれない。

### 4) アグノバソリス周辺部

アグノバソリスの周辺部には大小多数の石英閃緑斑岩岩株がみられる。これらは主として黒雲母-普通角閃石閃緑斑岩で、緑泥石化、絹雲母化が著しい。岩質的にはボボック岩体の石英閃緑斑岩Ⅱ型に酷似する。これらの岩株の一部は稼行中のポーフィリー・銅床を伴い、また石灰岩中に貫入して接触交代銅床を形成し、さらに多数の脈状金銀銅床の形成にも密接な関係を有するものである。貫入の時期はデューティングの資料がないので明らかではないが、岩質からボボック岩体と同じ上部中新世と考えられる。

## 2-2-4 火山岩類

貫入火山岩類としては安山岩、石英安山岩、ドレライトなどが各所に岩脈状をなして産するがいずれも小規模なものである。

## 2-3 深成岩類の化学組成について

本調査地域に分布するバソリスおよび岩株状深成～半深成岩類から第一年次 5 個、第二年次 40 個、第三年次 9 個の合計 54 個の全岩分析試料が採取され、深成岩類の化学組成が検討された。結果の概要は次の通りである。

まず、全試料の分析結果について、 $SiO_2 - (K_2O + Na_2O)$  ダイアグラムを作成したものが

Fig. II - 1 で、この結果バラリバソリスおよびその周辺（第三年次のカンプ地域を含む）の深成岩類はアルカリ岩系に属することが明らかである。またアグノバソリスは、コースタルバソリス、ドバックスバソリスと同様、カルクアルカリ岩系に入る。

また AFM ダイアグラムにアルカリ岩類を除く全試料をプロットしたものが Fig. II - 2 であるが、この表から、アグノバソリスはコースタルバソリス、ドバックスバソリスと比較するとややアルカリの濃集が強く、またボボック岩体はさらに濃集が多くなり、分化過程末期の産物であることがわかる。

Fig. II - 3 は、同じく全試料についての Or - Ab - An ダイアグラムで、この表からは、アグノバソリスは他の酸性バソリスとほぼ同じ性質を示すことが明らかである。またこの表と、日本の深成岩類の岩石区ごとに描かれた Or - Ab - An ダイアグラム (Fig. II - 4) を比較すると、調査地域の各バソリスは Or が非常に少ないタイプであり、コルディレラ・セントラルの岩株類は日本のグリーン・タフ地域の花崗岩類に似ていることが知られる。

## 2 - 4 地 質 構 造

本調査地域は構造区分として、(1)コースタルバソリスと<sup>ドバックスバソリス</sup>~~ドバックスバソリス~~の進入で代表されるより早期のシェラマドレーカラパロ山地隆起帯（古隆起帯）、(2)地域中央北部の厚い堆積層の分布するカガヤン沈降帯、(3)アグノバソリスの進入で代表される新しい時代のコルディレラ・セントラル隆起帯（新隆起帯）の3帯に大きく分けられ、この構造区分はルソン島北部に存在した東西両側からのプレートの沈み込みによって形成されたものである。そして、この沈み込みは東側がより早期であったと考えられる。

本調査地域にみられる構造線としては、地域の南側境界付近を NW - SE 方向に伸びるフィリピン断層と、これから分岐した、フィリピン断層の一部ともみなされる、NNW - SSE ~ N - S 方向の大規模な断層および NE - SW の断層がみられる。

NW - SE 方向のフィリピン断層はほぼ地域の南西境界付近にあり、セントラルプレーンとカラパロ山地の境界をなすもので、地表調査では露出なく、直接観察することは出来なかったが、空中写真解析およびアーツ映像解析によって認められている。この断層は地域内では最も新しい時代まで活動を続けているものである。

NNW - SSE 系の断層は、フィリピン断層の分岐と考えられるもので、主調査地域の西部およびバギオ地域において卓越するほか、地域中央部にもみられる。この系の主な断層は<sup>アグノ</sup>~~アグノ~~川断層、サンタローザ断層、サンタフェ断層、バラリ断層で、いずれも断層の東側が 1,000 ~ 2,000 m 落ち込む重力断層である。サンタフェ断層には深成岩の岩株が貫入している。

NE - SW 系断層も調査地域に広く分布し、特にバギオ地域南部、ボコッド地域、マンバラング山地、東海岸に多くみられる。この系統の断層の古いものはコースタルバソリスの進入の場となったものであるが、アグノバソリスおよびその周辺のものアグノバソリスを切っており、ボ

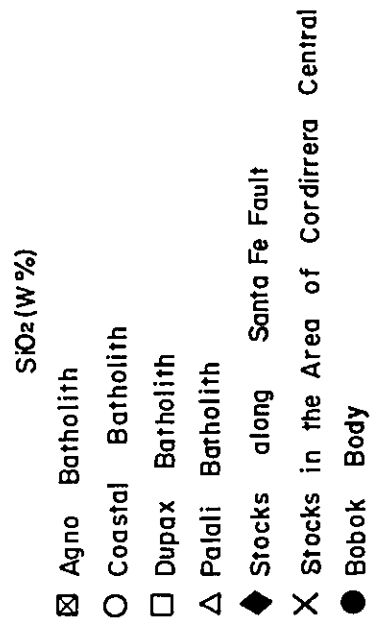
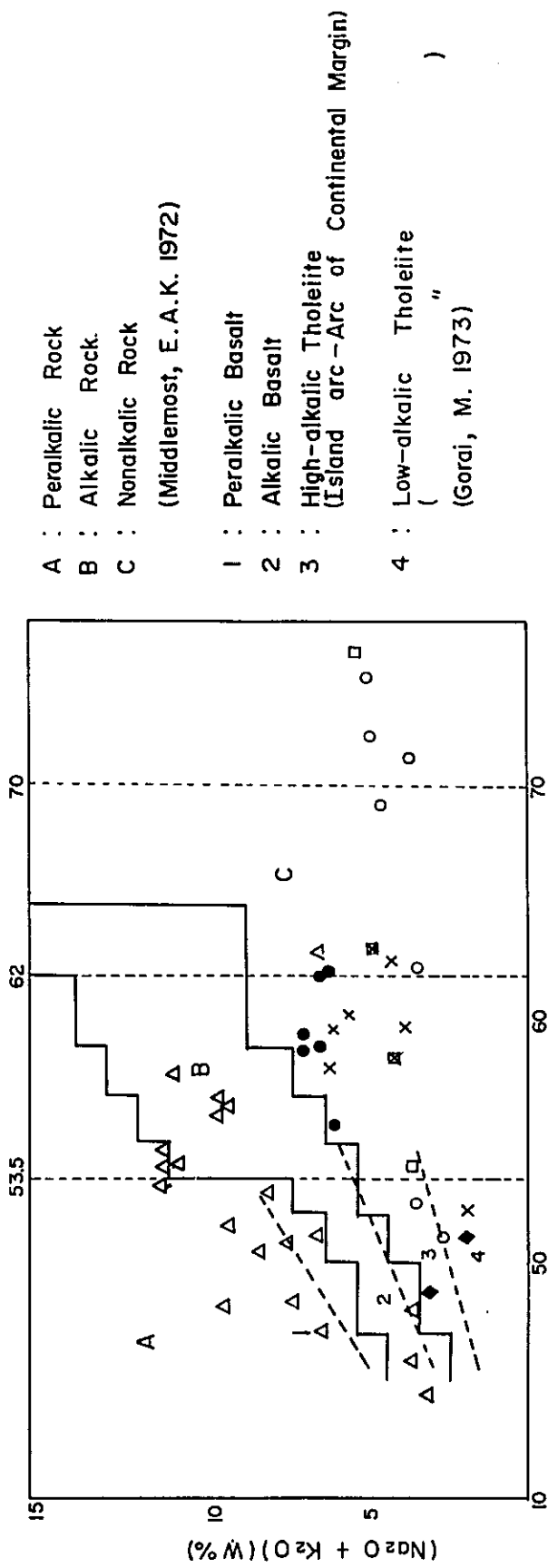


Fig. II-1 SiO<sub>2</sub> - (K<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>O) diagram



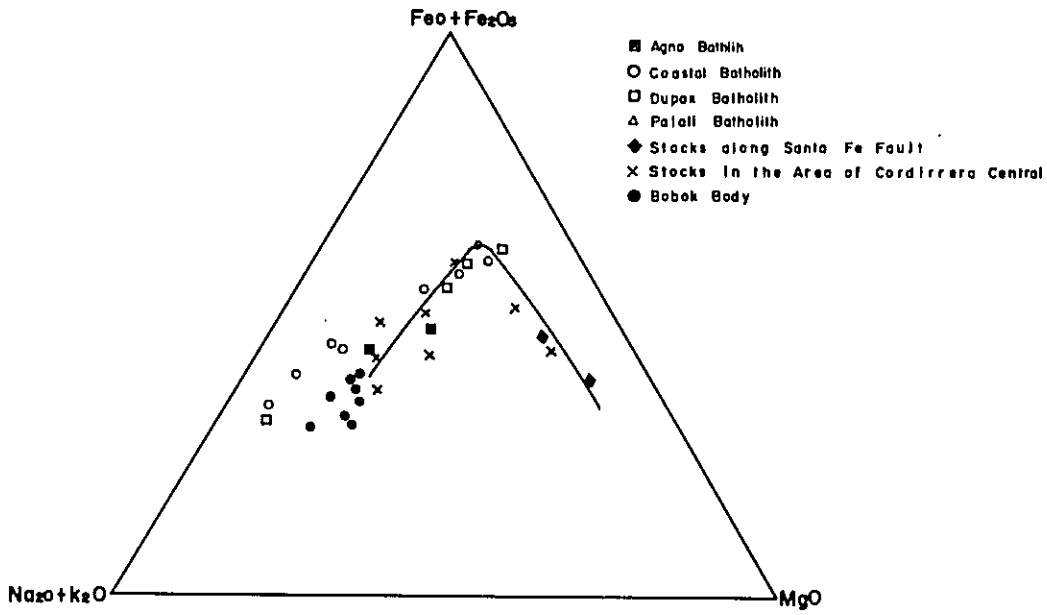


Fig. II-2 A.F.M. diagram of granitic rocks

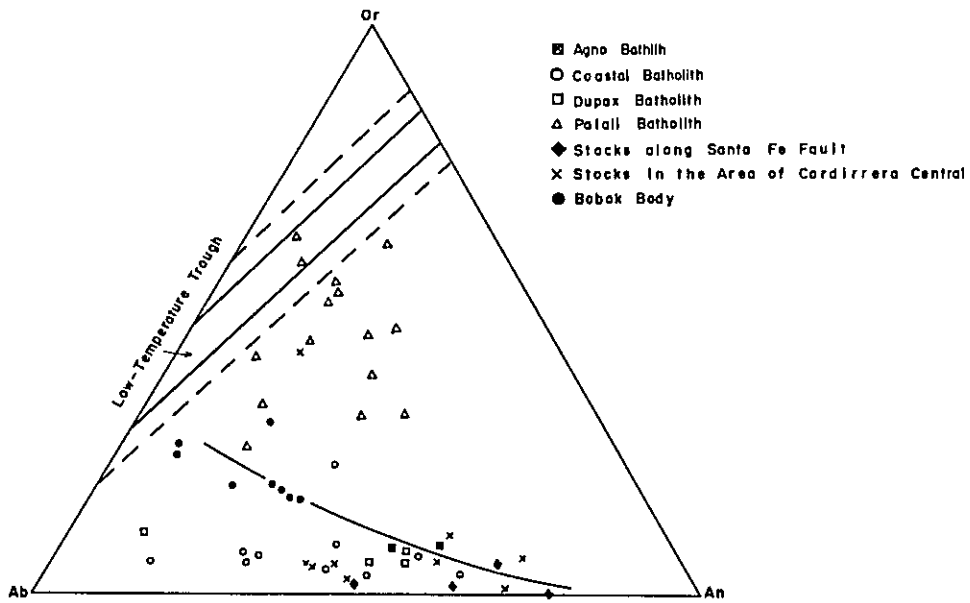


Fig. II-3 Or-Ab-An diagram of granitic rocks

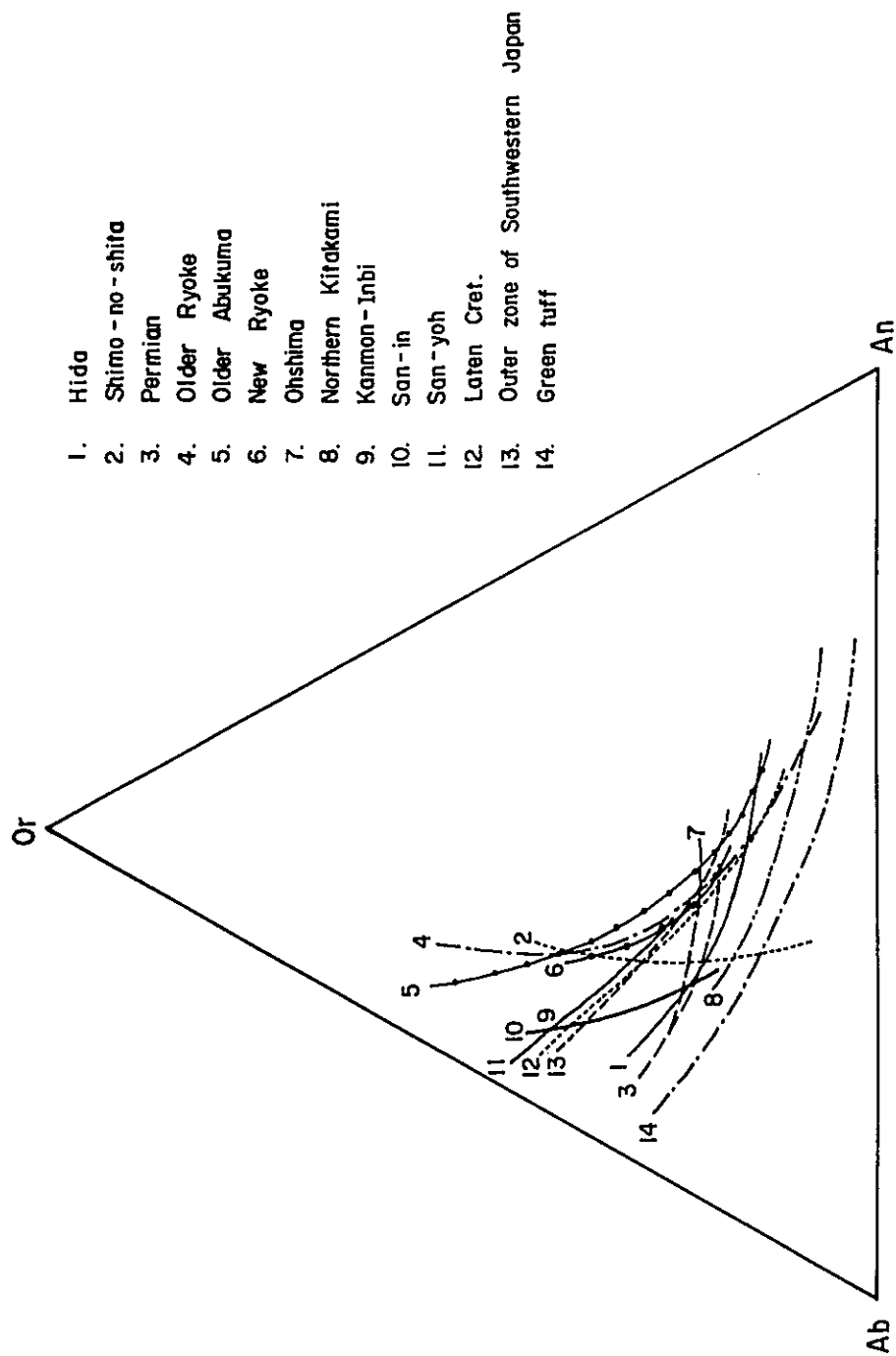


Fig. II-4 Or-Ab-An diagram for each Japanese plutonic province (SHIBATA, 1961)

ボック岩体もまたこの系の断層によって切られている。従って、この断層もその活動時期は非常に長いと考えられる。

このほかE-W系、NNE-SSW系の断層も部分にみられるが、大規模なものはない。

褶曲構造としては、NE-SW、NNW-SSE、NNE-SSW(又はN-S)などの方向の軸をもつものが顕著である。

NE-SW系の褶曲構造はカラバロ層群中に発達し、軸の長さ20~40km、波長15~20kmで、シェラマドレ地域では軸が北東へブランチしながら複向斜構造を形成している。一方、コルディレラ・セントラル地域では、褶曲軸は西南へブランチする。

NNW-SSE系の褶曲としては、マンバラング山地およびその周辺に、軸の長さ10km以下、波長5km前後の小褶曲としてみられる。

NNE-SSW(N-S)系のものは、一般に局部的で、ボコッド地域、サリナス地域、本調査地域北部のパラリ層分布地域、バギオ地域などにみられる。

ボコッド地域のものは、ボボック背斜構造をなすもので、この軸に沿ってボボック岩体が貫入している。サリナス地域のものも小規模なN-S系背斜構造であり、バギオ地域のものはNNW-SSE系に近い軸をもつ規模の大きい背斜構造で、アグノバソリスはこの軸部に進入している。このバギオ地域~ボコッド地域~サリナス地域のものは、全体として大規模な複背斜構造を形成する。

## 2-5 地質構造発達史 (Fig. II-5 参照)

第I期は本調査地域全般に現在基盤と考えられている変成岩や後期白亜紀のトータル岩が分布していた。この基盤の上に、白亜紀末から始新世にかけてカラバロ層群の火山岩、火山砕屑岩が海中で活動した(第II~IV期)。カラバロ層群は広域的な低温度変成作用を受けているが、これはシェラマドレ地域にみられる複向斜を形成する運動に伴って生じたものである。この複向斜の背斜部にコースタルバソリスの進入が、さらにやや遅れてドバックスバソリスの進入が生じた。このような、5,000mを超えるカラバロ層群の堆積、複向斜の形成、バソリスの進入は一つの造山運動を示すものと見なされるため、これらをシェラマドレ造山運動と仮称する(第V期)。

シェラマドレ造山運動後、フィリピン断層の分岐とも思われるNNW-SSE方向の大断層運動が生じ、マンバラング地域に陥没が生じた。この陥没帯には漸新世のマンバラング層が堆積し、その後アルカリ深成岩よりなるパラリバソリスが進入した(第VI期)。パラリバソリス進入後、既に形成されつつあったバギオ地域の背斜構造に、アグノバソリスの進入、引続きその分化末期のマグマによるボボック岩体ほかの岩株状斑岩類の活動があり、鉱床の形成をみた(第VII期)。

上部中新世以降は、正常堆積物を主とする堆積盆地の形成が行われた。特にマツノ層の堆積盆地はカガヤン峡谷へと連続し、ルソン島の島弧方向と平行である。

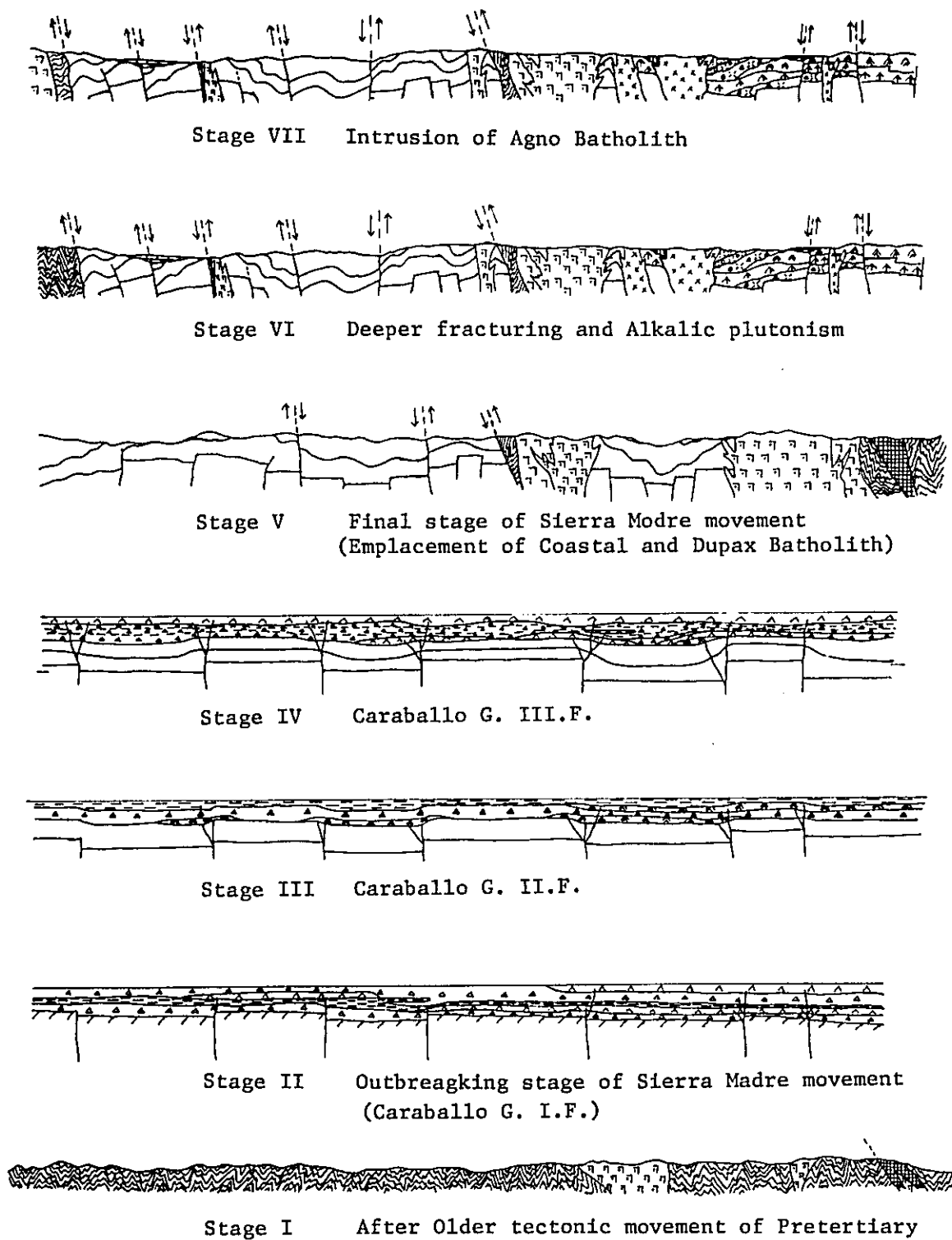


Fig. II-5 Geotectonic History

## 第 3 章 鈳 床

3年間にわたる調査の結果、本プロジェクト地域内には、現在企業探鈳が実施されているポーフィリー・銅鈳床を含め多数の鈳床、鈳徴が認められた。また第三年次において追加されたバギオ地域には、稼行中のポーフィリー・銅鈳床、鈳脈型金銀鈳床、接触交代鈳床などが多数賦存し、一大鈳床区となっている。

以下、主調査地域とバギオ地域に分け、主要鈳化帯の概要と考察を述べる。

### 3-1 主調査地域

#### 3-1-1 ポボック鈳化帯

本鈳化帯は、バギオ市の東方25km、ポコットの南に位置し、第一年次のポロ川鈳化帯、第二年次のポロ川およびポボック両鈳化帯に相当する。

この鈳化帯は、カラバロ層群ⅠおよびⅡ層を貫くポボック岩体中に賦存するポーフィリー・銅鈳型鈳床で、分布範囲から、ポロ鈳化帯、北オディン(Oding)鈳化帯、南オディン鈳化帯に分けられる。しかしながら、北オディンと南オディンの両鈳化帯は、物理探査の結果から深部で連続していることが明らかにされている。

3鈳化帯の状況はTableⅡ-3に示される通りである。

ポロ鈳化帯は、主としてポロ川およびその南岸支流に広い範囲を占めて分布し、露頭部では黄鉄鈳が優勢で、二次生成の孔雀石、銅藍、藍銅鈳を伴うが、黄銅鈳は非常に少ない。多くの露頭の試料を分析した結果でも、銅品位は低く、19個の試料のうち銅品位が0.4%を超えるものは3個に過ぎない。

本鈳化帯における初生鈳物の産状は、主として鈳染状であるが、石英、方解石細脈も多く、この細脈に黄銅鈳、時に輝水鉛鈳、斑銅鈳などが随伴する。またこれらの細脈は、鈳化帯周辺に卓越する構造によって強く規制される。本鈳化帯には、物理探査による著しいIP異常と、土壌化探によるCu異常が広い範囲に認められた。このため、マイディット沢中流部で300mの試錐(PJ-1)が実施され、浅部で黄銅鈳を含む鈳化帯が認められた。しかしながら、56m以深では石膏の細脈が発達し、鈳化は次第に劣化する傾向が明らかとなった。

北オディン鈳化帯は、北オディン沢流域一帯に広く分布するもので、中心部に、現在BCIが坑道探鈳を実施しているケセラ(Que Sera)鈳体(鈳量17,800万トン、Cu:0.393%)がある。

露頭の状態はポロの場合と同様で、採取された6個の試料のうち、銅品位0.4%以上の試料は1個だけである。

ケセラ坑の坑口で採取した坑内からの鈳石試料では、6個のうち4個がCu:0.4%を超え、細粒の黄銅鈳、黄鉄鈳が鈳染する良鈳では、Cu:1.58%を示した。

ポロ鈳化帯では、石英、方解石細脈が発達しているが、本鈳化帯では露頭、坑内ともに毛状石

Table II-3 Summary of Bobok mineralized zones

	Bolo	North Oding (Que Sera)	South Oding	Remarks
Horizontal scale of mineralized zone	E-W N-S 2 km x 1.7 km	E-W N-S 2.5 km x 1.6 km	1 km in diameter	
Host rock	q-dio-porp II > q-dio-porp I	q-dio-porp II > q-dio-porp I	q-dio-porp I	
Occurrence of primary minerals	diss, stockwork mainly stockwork	mainly diss. partially stockwork	diss, stockwork	
Primary ore mineral	Py, Mag, Mgh, Cp, Hem, Bor, Moly	Py, Cp, Mag, Hem, Bor, Moly	Py, Mag, Cp, Hem	
Secondary mineral Gangue mineral	Mal, (Azu), (Cov) Q, Cal, (clay), (Gy)	Mal, (Azu), (Cov) Q, Cal	Mal, (Azu) Q, Cal, (clay), (Gy)	only on outcrop
Mineral sequence	(1) Py-Mag (Mgh) → (2) Py- (Cp) → (3) Cp-Moly-Bor-Q	(1) Py-Mag → (2) (Py) Cp → (3) (Cp)-Moly-Bor	(1) Py-Mag → (2) Py-(Cp)- (Mo) → (3) (Cp)-(Moly)-(Bor)	sometimes overlapping
Zoning of ore mineral (From center)	invisible	(Bor)-(Mo)-Cpy → Cp-Py → Py-Mag (?)	invisible	
Controlling of minerali- zation lithologic structural	edge of host rock NE-SW > N-S fracture	E-W > NE-SW fracture?	NW-SE > NE-SW > E-W fracture	
Zoning of alteration mineral (From center)	(1) Sil-Ser-Chl → (2) Ser-Chl- (Agl) → (3) Chl-Cal-Agl → Chl-Epi	(1) Sil-Ser-(Bio)-Chl → (2) Ser-Chl-(Agl) → (3) Chl- Cal-Agl → (4) Chl-Epi	(1) (Sil-Ser-Chl) → (2) Ser- Chl-(Agl) → (3) Chl-Cal-Agl → (4) Chl-Epi	
Expansion of minerali- zed zone for depth	Shallow in Cp and Py Gy predominant in deeper part	very deep in Cp and Py	shallow in Cp deep in Py	based on the result of drilling exploration of phase III and BCI

Abbreviation :

q-dio-porp I : quartz diorite porphyry type I	Mal : malachite	Agl : argillization
q-dio-porp II : quartz diorite porphyry type II	Azu : azurite	Cal : calcite
diss : dissemination	Cov : covellite	Epi : epidotization
Py : pyrite	Cp : chalcopyrite	
Mag : Magnetite	Hem : hematite	
Mgh : maghemite	Bor : bornite	
Moly : molybdenite	Bio : secondary biotite	
	Chl : chloritization	

英脈程度で、銅は鉍染部に濃集している。本鉍化帯に対しては、BCIによる40本以上のグリッド試錐が終了しており、銅の良好部は、深いところでは、地表下1,000mにまで及んでいることが知られている。

南オディン鉍化帯は、南オディン沢中～上流部に分布し、露頭部ほかの状況はポロ鉍化帯に酷似する。露頭部の品位も同様に、露頭部から採取された14個の試料のうち1個のみがCu:1.02%を示し、他は全て0.2%以下である。

石英、方解石細脈は、ポロ鉍化帯と同程度に発達し、この場合も周囲の構造と調和的な細脈が卓越、著しい構造規制を示している。

本鉍化帯では、北オディン鉍化帯との境界付近の稜線部で350m(PJ-2)および南オディン沢で同じく350m(PJ-3)の2孔の試錐が実施された。PJ-2は孔底まで黄鉄鉍を主とする鉍化帯がみられたが、銅品位が0.4%以上の部分は86.90～88.70mの間だけである。PJ-3では0.4%以上の部分はなく、且つ187m以深では石膏細脈が発達、鉍化は明らかに劣勢となっている。

上述のような、地質・地化学調査、物理探査、試錐探査の結果から、ポボック鉍化帯をまとめると次の通りである。

ポボックポーフイリー・銅鉍床は、上部中新世に貫入した石英閃緑斑岩を母岩とする、鉍染状～網状鉍床で、大別するとポロおよびオディンの2つの鉍化帯より構成され、このうちオディン鉍化帯が優勢で、ケセラ鉍体と呼ばれる銅の良好部を有する。ケセラ鉍体は、鉍染状黄銅鉍・黄鉄鉍を主とし、一部毛状石英細脈を伴う。

主要初生鉍物は黄銅鉍、黄鉄鉍、磁鉄鉍で、少量の輝水鉛鉍、斑銅鉍、赤鉄鉍などを伴う。これらの初生鉍物は、ケセラ鉍体では深部まで認められるが、ポロ鉍化帯では比較的浅い部分に限られるようである。このようなポロとケセラの鉍化の相異は、ポロ鉍化帯が岩体の周縁部に位置すること、母岩をなす石英閃緑斑岩のうち、より鉍化に密接なⅡ型の規模がオディンより小さいこと、石膏帯が発達することなどによるものと思われる。

鉍化規制としては、構造規制が顕著で、その構造は鉍化帯周辺に卓越的な構造と一致している。また岩体の外縁規制も明瞭で、被貫入岩中では鉍化は急激に劣化するが、このことは物理探査結果からも明らかである。

鉍化に伴う変質作用は、初生変質も加えて、基本的には4帯に分けられるが、重要なものは珪化、絹雲母化、緑泥石化で、このうち珪化、絹雲母化が鉍化に密接に関係する。二次的黒雲母の生成は、鉍化の強い部分に多い傾向は認められるが、より詳しい関係は認められない。

ポボックポーフイリー・銅鉍床は、後述する通り、アグノバソリスを形成したマグマの、より分化過程の末期の産物であるポボック岩体に伴われ、この点からアグノバソリスに密接な成因的關係を有する。

### 3-1-2 ベネング鉍化帯

ボボック鉍化帯の南方、アグノ川支流ベネング(Benneng)川上流部にみられる鉍染帯で、ベネング川本流とその支流にかけて、東西約1.5 km、南北1.0 kmの範囲に点在する黄鉄鉍の鉍染部よりなる。母岩はカラバロ層群Ⅱ層の玄武岩質岩類と、これを貫く石英安山岩岩脈群である。この石英安山岩は、ボボック岩体中にも多数認められるが、いずれも後鉍化作用とみられ、従って本鉍化帯はボボック鉍化帯形成以降と考えられる。

鉍石鉍物は黄鉄鉍のみで、極く少量の孔雀石のほかは銅鉍物は認められず、また母岩の変質も弱く、この範囲に限られた、局所的な鉍化によるものと考ええる。

### 3-1-3 ベネング川鉍化帯

第一年次の調査において発見された鉍化帯で、上記ベネング川の下流部に位置する。付近はカラバロ層群Ⅱ層の玄武岩質火砕岩および溶岩と、これを貫く微閃緑岩岩株よりなり、両者の境界部には、黄銅鉍、閃亜鉛鉍、黄鉄鉍の微粒を含む石英細脈(幅5 cm程度)がみられる。また付近は幅約700 mにわたって強い珪化帯となり、黄鉄鉍の鉍染を伴う。この鉍化帯の下流部にも緑  
レン石、粘土を伴う石英脈があり、場所によってはCu:0.10%、S:5.20%を示す黄銅鉍鉍染部  
もあるが、概して母岩は新鮮で、鉍化作用は弱い。

### 3-1-4 サン・ファビアン鉍床

本鉍床は、国道5号線沿いのバンバン(Bambang)の西方約15 km、サンタクルス川支流マバヤオ沢入口付近に位置する。鉍床は、カラバロ層群Ⅱ層の玄武岩質岩類中に貫入した岩株状閃緑斑岩中に形成されたポーフィリー・カッパー鉍床で、かつてフィレックス・マイニング社(Philex Mining Corp.)が探鉍し、未公表情報であるが、800万トン、Cu:0.4%とのことである。現在は、全ての探鉍設備は撤去され、坑口と少量の研がみられるだけである。

鉍床付近は、ゆるい丘陵地となっていて、露出状況は悪いが、探鉍用に設けられた道路に沿って鉍化帯の露頭が断続し、これらから判断すると、鉍化帯の規模は径400 mのほぼ円形の範囲と考えられる。

露頭での鉍石鉍物は孔雀石が主体で、黄鉄鉍、黄銅鉍は非常に少ない。しかし、坑内からの鉍石と思われるものには、硫化鉍物を含むものが可成り多く、初生的には硫化物が主体である。鉍物の産状は鉍染状が主であるが、NE-SWおよびE-W方向の微細割目、節理が発達し、フィルム状や割目を充填する微細脈状も多い。

鉍化に伴う変質としては、珪化、粘土化が鉍化帯内で顕著で、時に原岩の識別が困難なものもある。

露頭から採取された、孔雀石、銅藍を含む5個の試料の平均品位は、Cu:0.73%、S:0.1%で、この品位は銅の大部分が酸化銅鉍によるものであり、硫化物が非常に少ないことを示している。

第三年次の地化学調査では、この鉍体付近および、マバヤオ沢北岸にかけて、NE-SW方向に伸びるCuの強い異常が検出されている。その範囲は、ほぼ1,300 m × 300 mで、北側につい



ては、閃緑斑岩の分布は認められないが、玄武岩質岩類中に石英、方解石細脈がみられ、これらによる異常帯と思われる。

なお、鉍床を伴う閃緑斑岩は、第二年次調査によって行われた K-Ar デーティング結果、 $20.6 \pm 1.1$  m. y. を示し、下部中新世の貫入とされた。

### 3-1-5 サリナス地域 Na I 鉍染帯

上記マバヤオ沢の上流部にみられる鉍化帯で、第一年次のマバヤオ川鉍化帯に相当する。

鉍化帯はマバヤオ沢およびその小支流にかけて、約  $600\text{m} \times 300\text{m}$  の範囲に分布する多数の鉍染部よりなる。付近は、カラバロ層群 II 層の堆積岩類と、これを貫く閃緑斑岩小岩株、変質安山岩岩脈、閃緑岩岩株よりなり、鉍染部は主として閃緑斑岩中に多い。構成鉍物は黄鉄鉍、孔雀石、藍銅鉍、磁鉄鉍などで、良好部は  $\text{Au}:0.6\text{g/t}$ 、 $\text{Cu}:0.64\%$ 、 $\text{S}:0.05\%$  で、銅は酸化銅鉍物によるものである。

本鉍化帯付近にも、サン・ファビアン鉍床に匹敵する Cu 地化探異常が認められた。各鉍物の産状はサン・ファビアン鉍床と同様である。

なお、サリナス地域にはこのほか、Na II ~ Na VI の鉍染帯がみられるが、いずれも黄鉄鉍を主とし、Na I に比較すれば、鉍化の程度は極めて微弱である。

### 3-1-6 ルガン鉍床

本鉍床は、ドボックスの東南  $1.1\text{km}$ 、ベトノン (Betnong) 川支流キオン (Kion) 沢の小枝沢ルガン (Lugan) 沢にある。本鉍床もかつてレパント社 (Lepanto Consolidated Mining Co) によって探鉍がなされたが、小規模鉍床のため、開発にいたらず中止された。

鉍床は、カラバロ層群 II 層の玄武岩溶岩およびその火砕岩中に挟在する細粒堆積岩中の凝灰角礫岩を交代する、銅亜鉛塊状交代鉍床である。鉍体はほぼ  $N 70^\circ W$ 、 $70^\circ N$  の走向・傾斜を示し、良好部の規模は長さ  $6 \sim 7\text{m}$ 、厚さ  $2 \sim 3\text{m}$  程度である。鉍石鉍物は黄銅鉍、閃亜鉛鉍、方鉛鉍、黄鉄鉍、四面砒銅鉍で、脈石は少量の石英である。

現在、鉍化部分は雑木で覆われ、露頭を観察することは不可能で、取り残された鉍石漏斗中にある少量の鉍石がみられるだけであるが、この鉍石は一見黒鉍鉍石のような密雑塊状鉍で、肉眼的には脈石はほとんど認められない。採取した塊状高品位鉍の分析結果は

	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	S %	Mo %	As %	Sb %
f-317 (1)	0.35	50.5	0.05	0.01	0.07	5.0	—	—	—
(2)	7.80	10.7	18.49	8.54	11.51	9.0	—	0.130	0.011
(3)	4.50	0.2	4.33	0.06	27.86	33.5	—	0.042	0.010
(4)	0.20	511.5	5.10	0.05	34.52	23.8	0.000	0.209	0.053
(5)	0.04	2.9	11.00	0.00	33.26	31.1	0.000	—	—

の通りで、一部の試料には多量の銀が含まれる。この銀は、鏡下で銀鉍物が認められないことか

ら、四面砒銅鉍に含まれるものとする。

本鉍床は、細粒堆積岩中に挟在される透水性のよい凝灰角礫岩を交代するという極めて特異な産状をなすため大規模な鉍床賦存の期待は薄い。

なお、この鉍床の近くには、Zn:1.0%前後を含む鉍染帯があり、同一鉍化作用によるものと思われる。

### 3-1-7 マアシン(Maasin)川鉍化帯

マガット川支流スロング川には、モンゾナイトが広く分布するが、この岩体の西縁部にあたるマアシン川上流に、鉍化変質した安山岩質岩類が分布する。構成鉍物は微粒鉍染状黄鉄鉍で、一部網状もみられ、ごく少量の黄銅鉍を随伴する。分析品位はAu < 0.2 g/t, Cu:0.13%, S:2.01%である。

### 3-1-8 バリテ(Barite)川鉍化帯

サンタフェ川南東に分布するトバックスバソリスの西縁部に当るバリテ川中流部に、多数の石英脈が発達し、少量の斑銅鉍、孔雀石、緑レン石を伴う。脈の走向・傾斜はN40°E, 75°SEで、巾は1~2cmであるが、時には20cmにもなることがある。母岩は黒雲母・角閃石石英閃緑岩である。

### 3-1-9 その他の鉍化帯

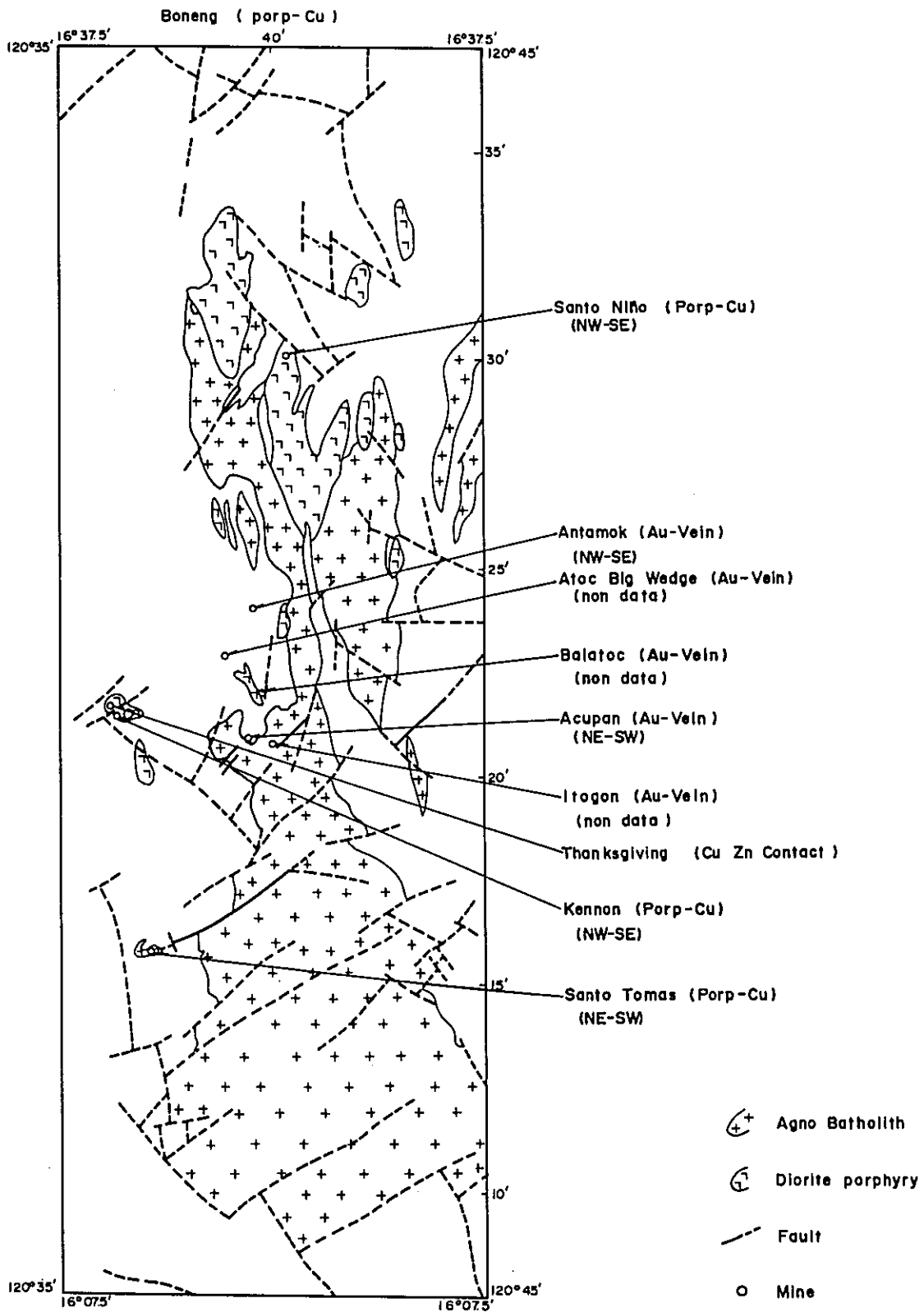
上記以外に、サンタクルス川支流バアン川上流部の黄鉄鉍鉍染帯、マガット川支流マバルヤオ(Mapalyao)川中流部およびディドヨン(Diduyon)川支流カムボテ(Campote)川の黄鉄鉍鉍染帯(Cu < 0.01%, S 3.12%),スロング川下流の斑状安山岩中の黄鉄鉍鉍染帯(Au:0.3 g/t, Cu < 0.01%, S:6.49%),カバリシアン(Cabalisian)川中流部の黄鉄鉍鉍染帯、ドマラルト(Dumalalto)川中流の黄鉄鉍(まれに黄銅鉍)の鉍染帯、カガヤン川支流デニップ(Denip)川沿いの黄鉄鉍鉍染帯などがあるが、いずれも銅品位は非常に低い。

## 3-2 バギオ地域

本地域は、既に述べた通り、稼行中の多数の鉍山が分布する地域で、主調査地域内の鉍床と比較検討する目的で、概査と資料の収集が行われた。

本地域内に分布する鉍山は、ポーフィリー・カッパー鉍床として、(1)サント・ニーニョ(Santo Niño), (2)ケノン(Kennon), (3)サント・トーマス(Santo Tomas)の3鉍山、鉍脈型金銀鉍床として、(4)アンタモック(Antamok), (5)アクパン(Acupan), (6)バラトック(Balatoc), (7)イトゴン(Itogon), (8)アトクビッグウェッジ(Atok Big Wedge), 接触交代鉍床として、(9)サンクスギビング(Thanksgiving)の9鉍山がある。このほか、地域の北限の北2kmにもポーフィリー・カッパー鉍床の(10)ボネン(Boneng)鉍山があり、併せて調査された。鉍山の位置はFig. II-6に示した。

以上10鉍山のうち、調査が行われ、資料の入手が出来た、バラトック、アトクビッグウェッジ



**Fig. II-6** Distribution map of agno batholith, diorite porphyry and mines in Baguio area

チ、イトゴンを除く7鉱山について、鉱床の概要を Table II - 4 に示した。

タイプ毎の鉱床の概要は次の通りである。

### 3-2-1 ポーフイリー・銅・銅・銅

サント・トーマス、サント・ニーニョ、ポネン、ケノンの4鉱床で、いずれも閃緑斑岩（石英閃緑斑岩を含む）の岩株を母岩とする鉱染〜網状鉱床である。主要初生鉱物は黄銅鉱、黄鉄鉱、磁鉄鉱で、これに少量の斑銅鉱、輝水鉛鉱、赤鉄鉱などを伴う。これら初生鉱物は多くの場合、鉱染状をなして母岩中に産するが、しばしば石英・方解石細脈に伴って網状を構成し、銅はポネンでは鉱染部に、他の鉱床では網状部に濃集する。

鉱化規制としては、岩体の外縁規制と構造規制があり、特に規制する構造要素は、周辺部に卓越する断層などと調和的な構造で、ポボックス鉱化帯と同様である。富鉱部は、いずれの鉱山においても、断層、裂かの集合部或は交差点などに形成される。

これらポーフイリー・銅・銅・銅の産状における著しい特徴は、アグノバソリスのような、大規模な侵入岩体には伴わず、その周辺に貫入した、より後期の岩株に伴うことで、これらの岩株は、岩質的にはポボックス岩体の石英閃緑斑岩ⅠおよびⅡ型に酷似している。

### 3-2-2 脈型金銀銅

金、銀鉱物を主要構成鉱物とする脈銅床で、このグループに入る鉱床は5鉱床あるが、分布地をみると、Fig. II - 6で明らかな通り、アグノバソリスがNE-SW系の断層と、NNW-SSE系の断層によって、最もせまく絞り込まれた部分に集中している。このことは断層によって生じた多数の小断層、裂かが鉱床形成の場となったことを示すものである。

この型の鉱床は、アンタモックおよびアクバン銅床で代表されるが、ともに自然金、金および銀のテルル化合物を主とする石英、方解石脈で、脈はアンタモックではNW-SE系が、アクバンではNE-SW系が主体をなし、この方向はともに両銅床が位置する付近の最も卓越した構造方向を示している。

脈の諸性質から、銅床は低温熱水性と考えられ、ポーフイリー・銅・銅・銅の周辺における累帯分布の一つとして形成された可能性が強い。火成岩との直接的な関係は明らかでないが、アクバン銅床は、アグノバソリス中にも胚胎し、また付近にはポーフイリー・銅・銅・銅を伴う閃緑斑岩岩株もみられることから、これらの岩株に関係あるものと考えられる。

### 3-2-3 接触交代銅

サンクスギビング銅床で、ジグザグ層中のレンズ状石灰岩と、これに貫入した閃緑斑岩との接触部に生じたもので、石榴石スカルンを伴っている。この銅床は金銀の含有量が、一般の接触交代銅床に比較して異常に高いこと（Au:33g/t, Ag:156g/t）と金銀のテルル化合物を産することが特徴で、その一部は熱水性の生成によるものであろう。

Table II-4 Summary of ore deposits in Baguio area

	Santo Tomas	Santo Niño	Boneg	Kennon	Acupan	Antamok	Thanksgiving	Remarks
Location	120°-37', 16°-16'	120°-40', 16°-29'	120°-41', 16°-38'	120°-37', 16°-21'	120°-39', 16°-21'	120°-39', 16°-24'	120°-36', 16°-22'	ALMOGELA (1977)
Production	27,000 t/day	4,000 t/day	13,000 t/day	3,300 t/day				
Ore reserve (grade)	140 mt (Cu 0.44%)	52 mt (Cu 0.38%)	203 mt (Cu 0.35%)	25 mt (Cu 0.45%)				
Number of ore body	1	2 (Santo Niño, Ultima)	2 (Boneg, Lobo)	1				
Occurrence	dis - stockwork high grade in stockwork	dis - stockwork	dis - stockwork high grade in dis	dis - stockwork high grade in stockwork	vein	vein	contact metamorphic massive (~ vein)	
Scale of ore body	E-W N-S depth 330 m x 200 m x 600 m	E-W N-S depth 330 m x 200 m x 300 m	Boneg: 150 m x 200 m (?)	E-W N-S depth 230 m x 450 m x 150 m	mineralized area E-W 2 km x N-S 3 km			
Pre-ore host rock	Pugo F.	Pugo F., ZigZag F.	ZigZag F.	Pugo F., ZigZag F.				
Host rock (Wall rock)	Small diop-porp stock	big diop-porp stock	diop-porp stock	small diop-porp stock			limestone of ZigZag F. diop-porp	
Structural control	shattered zone along cont.	edge of host rock	edge of host rock	NW-SE fracture				
lithologic structural	NE-SE fracture	NW-SE fracture	NW-SE, N-S fracture		NE-SW > E-W	NW-SE > NESW, E-W	limestone	
Primary ore mineral	Py, Cp, Mag, Bor (Moly), (Ga)	Py, Cp, Mag, (Bor), (Sph), (Moly), (Hem)	Py, Cp, Bor, (Mag), (Moly), (Hem)	Py, Cp, Mag	Gold, Silver, Tell base metal sulfides	Gold, Silver, Tell base metal sulfide	Sph, Py, Cp, Mag, Ga, Tell.	
Ore mineral zoning (From center)	Cp Bor -> Py, Mag							
Secondary mineral	Mal, Ce, Anz, Cov	Mal						
Gangue mineral	Q, Cal, Ser, Chl, Gy (deeper part)	Q, Cal, Chl, Clay	Q, Cal	Q, Cal	Gold, Silver, Tell base metal sulfides	Q, Cal, Rd, Rdch, Gy	Skarn mineral, Q, Cal Chl	MOTEGI (1977)
Mineral sequence	(1) Mag (Cp) Sph (Py) -> (2) Cp Sph Bor Q -> (3) Cp Bor -> (4) Moly	(1) Py, Mag -> (2) Py, Cp Sph -> (3) Chl Bor, Moly	intersection of faults and shattered zone	central portion of diop-porp			(1) Skarn mineral (2) Py Sph (3) Cp-Ga (4) Tell	
Hypogene enrichment	shattered zone of andesitic rock (Pugo)	contact between Q-dio and diop-porp (especially diop-porp)						
Alteration	inner zone: Sil, Ser, Bio, Chl outer zone: Chl, Epi, Carb, Pyri	inner zone: Sil, Chl, Ser, Bio, Apl, Carb outer zone: Epi, Chl, Carb, Apl	Sil, Pyri, Apl, Bio Bio: intensely mineralized zone.	inner zone: Sil dominant outer zone: Chl dominant				
Breccia pipe	Cu-bearing (Cu 3.0%)	barren breccia pipe						
Abbreviation :	mt : million tons, dis : dissemination Q diop-porp : quartz diorite porphyry diop-porp : diorite porphyry Q : quartz Cal : calcite	Sil : silicification Ser : sericite and/or sericitization Bio : biotite Chl : chlorite and/or chloritization Pyri : pyritization Gy : gypsum	Carb : carbonization Epi : epidioritization Apl : apulitization Rd : rhodnite Rdch : rhodochrosite	Py : pyrite Cp : chalcopyrite Sph : sphalerite Ga : galena Bor : borate Mal : malachite	Py : pyrite Cp : chalcopyrite Sph : sphalerite Ga : galena Bor : borate Mal : malachite	Moly : molybdenite Tell : telluride minerals Mag : magnetite Hem : hematite Anz : azurite Cov : covellite		

### 3-3 考 察

バギオ地域の各鉱床は、いずれもアグノバソリスの西側周辺部に分布する。そして、成因的にはアグノバソリスより後期の貫入である閃緑斑岩に<sup>伴われるか、</sup>~~伴われるが、~~これと密接な関係を有する。

アグノバソリスは、K-Ar デーティング結果から中新世下部～中部(18 m.y.) に進入したもので、化学分析の結果、典型的なカルクアルカリ岩系に属することが明らかである。一方、ポボック岩体の石英閃緑斑岩Ⅱ型の分析結果では、同岩はアグノバソリスと同一組成のマグマの、結晶分化過程におけるより末期のものであることが明らかにされた。すなわち、ポボック鉱床の母岩は、成因的にはアグノバソリスと同一起源であると言える。バギオ地域の鉱床を伴う閃緑斑岩の分析結果はないが、検鏡結果では、ポボック岩体のものと同一の性質を有することが知られた。このようなことから、ポボック鉱床を含めたバギオ地域の鉱床は、成因的には同一マグマによるものであり、バソリスは未分化の段階であるため鉱床を伴うには至らない。しかしながら、斑岩類は、より分化末期の産物で、金属元素の濃集も充分であり、鉱床を形成したと考えられる。またバギオ地域の鉱床が、バソリスの周辺に密集することは、閃緑斑岩の貫入が、バソリス進入によって形成あるいは再活動した構造弱線に沿うため、アグノバソリスは鉱床の配列の上でも、大きな影響力を与えていると言える。

サン・ファビアン鉱床については、鉱床を伴う閃緑斑岩が、成因的にアグノバソリスに関係するのか、ドバックスバソリスに関係するかという問題がある。化学分析の結果によれば、アグノバソリスとドバックスバソリスは類似した性質を有し、特に分化過程において、ともに未分化である点では全く同じである。また母岩である閃緑斑岩の性質も、ポボックのものによく類似している。このようなことから、サン・ファビアン鉱床は、ドバックスバソリスに関係ある鉱床とみるのが適当であろう。

ルガン鉱床については、関係火成岩を明らかにすることが出来ず、成因的な考察が困難である。第三年次の調査結果では、一つの可能性として、最も鉱床に近いドレライトを考えたが、閃緑斑岩の潜頭岩体の可能性も充分ある。

### 3-4 鉱床の形成時期

ポボックおよびバギオ地域の鉱床は、ポボック岩体のK-Ar デーティング結果が3～6 m.y. であることから、中新世末期と考えられる。サン・ファビアン鉱床は、デーティング結果が20.6 ± 1.2 m.y. で、バギオ周辺のものより古い、これは関係あるドバックスバソリスが26～33 m.y. とアグノバソリスより古いことに起因すると考えられる。他の鉱化帯については、明らかな時代を示す資料がないため不明確であるが、鉱化帯が位置する付近のバソリスの時代に応じ、中新世中部～上部であろうと考える。

### III 地化学調査

## 第 1 章 総 説

未調査の広い地域から、鉛床賦存区域を最も効率よく抽出する方法としては、河川堆積物を対象とした地化学調査が有効である。本プロジェクトにおいても、第一年次および第二年次の調査では、地質調査と併行して河川堆積物による地化学調査が、また、第三年次には、予め抽出された有望区域から鉛化帯を把握するため、土壌を対象とする地化学調査がそれぞれ実施された。

すなわち、第一年次には可能な限り調査地域全域をカバーするよう、河川堆積物の採取が行われ、一部試料の不足した区域についてはフィリピン側調査員によって補足採取が行われ、合計 1,168 個の試料が得られた。

本調査地区には、主としてポーフィリー・銅型鉛床の賦存が予想されることから、採取された全試料について Cu, Zn, Mo の 3 成分の定量分析を実施した。この結果、ポーフィリー・銅型鉛床が賦存するとみられるボロ川、マバヤオ沢などを含む 8 地域の異常帯が検出された。

第二年次は、上記 8 地域の異常帯を含むプロジェクト地区北西部 3,400 km<sup>2</sup> について、第一年次同様河川堆積物による地化学調査が準精査および精査として行われ、現地における Cu, Mo の半定量分析および日本における Cu, Zn, Mo の定量分析により、第一年次とほぼ同じ地域に異常帯が分布することが明らかとなった。また地質調査の結果から、これらの異常帯の大部分は岩株状の閃緑斑岩類に伴い、他の一部はアルカリ岩類に関係あることが判明した。

第三年次の地化学調査は、実施地域が鉛床賦存地域または既知の異常帯を含む地域に限定されていることから土壌を対象とし、指示元素は Cu, Zn とされた。この結果、第二年次までの調査結果によってポーフィリー・銅型鉛床の賦存が知られているボコッドおよびサリナス地域では、鉛化帯を中心とする強い Cu 異常帯と、その周囲を取り囲むように分布する Zn の異常帯が得られ、また既知異常帯を含む地域のうち、モンギア地域では交代鉛床胚胎に伴う強度の Zn 異常帯が得られた。しかしながらカシブ地域については Cu, Zn とも異常は認められず、河川堆積物による異常帯は分布する岩質によるものであることが明らかとなった。



## 第2章 調査方法および結果の処理

地化学調査は、第一年次および第二年次は河川堆積物を、第三年次は土壌を対象として実施されたが、調査方法、分析方法、データ処理法は次の通りである。

### 2-1 調査方法

試料は、河川堆積物の場合は原則として川底に沈積した80メッシュ以下のシルト質川砂とし、採取地点は、情報の効果が低い本流は極力避け、小支流を主として選んだ。平均採取密度は、第一年次においては0.10個/Km<sup>2</sup>、第二年次における準精査では1.0個/Km<sup>2</sup>、精査では4個/Km<sup>2</sup>（概査の1個を含む）である。これらの試料は主として地質調査ルートに沿って採取された。

土壌の場合は、腐蝕土下の集積層（B層）から採取され、平均採取密度は準精査において5個/Km<sup>2</sup>、精査において15～25個/Km<sup>2</sup>とされた。試料は河川堆積物の場合と同様、地質調査ルート沿いが主体であるが、ルート間隔が大きい場合は密度の均等化を図るため尾根沿いの採取も行われた。採取された試料はベースキャンプで自然乾燥されたあと篩によって-80メッシュに調整され、分析試料とされた。

採取された試料数は、第一年次概査の河川堆積物1,168個、第二年次準精査の河川堆積物4,544個、同精査の河川堆積物1,251個、第三年次準精査の土壌514個、同精査844個である。

### 2-2 分析方法

分析は、第二年次は全試料について日本でCu、Zn、Moの定量分析が行われ、第二年次ではCu、Moの現地における半定量分析および日本におけるCu、Zn、Moの定量分析が、また第三年次はCuの現地半定量分析および日本におけるCu、Znの定量分析が、それぞれ実施された。同一成分については同一の分析方法がそれぞれ採用されたので、その方法を次に略記する。

#### 2-2-1 半定量分析

##### 1) Cu

試料0.2gに0.6gのピロ硫酸カリを加え、熔融後稀塩酸（1%）4mlを加え、加熱溶解する。次にケノ緩衝液10mlを加えPH5.0を確認後、2mlのバイキノリン溶液を加える。強振して、発色した赤色の濃さを標準系列と比色する。

##### 2) Mo

試料0.2gに王水4ml、過塩素酸1ml、硫酸（1+1）2mlを加え、白煙が上るまで加熱する。放冷後、苛性ソーダ（40%）7mlと炭酸ソーダ（10%）1mlを加え、全量を20mlに稀釈、生じた水酸化鉄を濾過して除去する。濾液5mlを分取し、2.5%の塩酸ヒドロキシルアミン溶液5mlを加え、軽く振とうする。次に1%の亜鉛ジチオール溶液1mlを加え、十分振とうした後肉

眼によって標準系列と比色する。

## 2-2-2 定量分析

### 1) CuおよびZn

試料1gに濃硝酸5mlと過塩素酸3mlを加え、サンドバス上で白煙が上るまで加熱する。放冷後、稀硝酸(1+2)5mlを加えて溶解し、水を加えながら全量を20mlに調整し、その溶液を原子吸光光度計で測定する。測定波長は、Cu:3247Å, Zn:2139Åである。

### 2) Mo

試料の分解法や比色法は、前述の半定量法の場合と同じであるが、精度を高めるため、標準系列と比較する際、光電比色計が使用された。

## 2-3 結果の処理

分析データは、全てグラフによる簡易処理法(LEPELTIER, 1969)によって処理され、バックグラウンドやしきい値が決定された。また第一、第二年次においては、データは概査、準精査、精査の単位でグループ分けされ、地層ごとのグループ分けは行なわれていない。第三年次においても、調査対象地域ごとに分けられた。

年次ごとに得られたバックグラウンド、しきい値はTable III-1に示す通りである。

なお、異常図の作成に当っては異常の状態を判り易く表現するため、全体の10%に相当する値 $t'$ や $2t$ ,  $3t$ などが補助的に使用された。

Table III-1 Mean background and threshold values

Phase	Accuracy of Survey	Kind of Sample	Area	Element	Background Value (b)	Threshold Value (t)	Coefficient of Correlation between Cu and Zn ( )	Number of Samples
I	Reconnaissance Survey	Stream Sediment	Whole area	Cu	50	175	0.449	1.168
				Zn	97	450		
				Mo	<2	5		
II	Semi-detailed Survey	do	Semi-de-tailed Survey area	Cu	54	215	0.568	4.544
				Zn	87	375		
				Mo	<2	7		
	Detailed Survey	do	Detailed Survey area	Cu	97	280	0.359	1.251
				Zn	118	320		
				Mo	<2	9		
III	Semi-detailed	Soil	Bokod area	Cu	95	155	0.370	737
				Zn	90	170		
				Mo	<2	<2		
	and detailed	Soil	Mongia area	Cu	40	240	0.544	430
				Zn	75	96		
				Mo	<2	<2		
	Survey	Soil	Salinas area	Cu	100	155	0.273	253
				Zn	75	115		
				Mo	<2	<2		
Survey	Soil	Kasibu area	Cu	200	380	0.493	238	
			Zn	75	122			

## 第 3 章 調査結果の概要

### 3-1 第一年次調査結果

調査地域全域にわたる地化学調査の結果、8箇所の異常帯が検出された。これらの異常帯は、既知鉱床に関係あると思われるものや関係ない局所的なものもある。主要な異常帯は次の通りである。

#### 異常 1 (Cu, Zn, Mo)

アグノ川支流ボロ川の南岸の石英閃緑斑岩(第一年次では閃緑岩とされた)を中心に、広い範囲に分布するCu, Zn, Moの異常帯で、第一年次の調査で得られた異常帯のなかでは最も強い。この異常帯は第三年次の調査で、ボコッド地域のボロ鉱化帯とされたものである。

#### 異常 2 (Cu)

サンタクルス川支流マバヤオ沢の上流部に分布するもので、閃緑斑岩の岩株に関係あるとみられる。この異常帯は第三年次調査においてサリナス地域Na I 鉱染帯とされたものである。

#### 異常 4 (Cu)

マラング(Marang)川中流サンフランシスコ(San Francisco)部落付近の小沢に分布する0.3 ㎞以下の小規模異常帯である。しかし、既存の資料によれば、ドボックスとサンフランシスコの間には変質玄武岩と閃緑岩との接触部付近に発達する、少量のCuを伴う鉱染又は網状の黄鉄鉱が認められている。

#### 異常 5 (Cu)

カンプ川上流コンコンバレー(Kong Kong Valley)一帯にみられる約30 ㎞という広範囲のCu異常で、Cu含有量は175~245 ppmを示す。この異常帯はMo, Znの異常は伴わず、また顕著な鉱化帯も認められない。

#### 異常 6 (Mo)

コンコンバレーの東方を流れるスロング川の上流にあり、岩株状モンズナイト岩体内の東側に分布する。モンズナイト岩株周辺の火砕岩中にはAu 鉱床が知られており、一方ドボックス付近の閃緑岩体中に輝水鉛鉱-黄鉄鉱細脈の存在が知られており、このMo異常はポーフリー-カッパー型の鉱化作用によるものではないかと考えられた。

#### 異常 8 (Cu, Zn, Mo)

東海岸地方ジャラバシン(Diarabasin)川上流にみられるCu, Zn, Moの異常帯であるが、隣接する小沢ではZnの弱い異常のみで、Cu, Moはバックグラウンドより低い値となっており、小規模なものと考えられる。

異常 3 (Cu, Zn)および異常 7 (Zn)は局所的なもの、または岩質に起因すると思われるもので、重要ではない。

### 3-2 第二次調査結果

第二年次の調査は、上記異常7および8を除く全異常帯を含む範囲について準精査が実施され、更に準精査地域のうち最も有望な300Km<sup>2</sup>について精査が実施された。

#### 3-2-1 準精査地域について

本調査によって、次の7つの異常帯が得られたが、このうち4異常帯は第一年次の調査で明らかにされたものである。また第一年次に得られた異常3および4は、第二年次の調査では認められなかった。

##### 1) ボコッド異常帯

第一年次の異常1に相当するCu, Zn, Mo異常帯で、本調査においても最も強い異常帯である。この異常帯はBCIによって探鉱が実施されているポーフイリー・カッパー鉱床を含んでいる。

##### 2) マバヤオ異常帯

サンタクルス川とマバヤオ沢入口付近でみられるCuの異常帯で、本調査によって新たに認められた。この異常帯中にはかつて探鉱がなされたポーフイリー・カッパー鉱床が賦存する。またマバヤオ沢上流部にもCu異常がみられたが、この部分は第一年次の異常2に相当するものである。

##### 3) コンコンバレー異常帯

第一年次の異常5に相当するもので、コンコンバレーを中心に南北15Km, 東西8Kmに亘るCu異常帯である。Cu含有量の最高値は1,188ppmで、この付近ではZnの異常も認められる。しかし前年と同様、付近では鉱化帯は発見出来なかった。

##### 4) マンガ川異常帯

初年次の調査でも、弱いZn異常が認められていたが、異常帯としてとりあげる程の広がりはなかった。第二年次の調査でも同一地点で局部的ながら再度Zn最高値3,888ppmが認められた。この付近はカラバロ層群Ⅱ層の玄武岩溶岩が発達している。

##### 5) ディドゥヨン異常帯

コンコンバレー異常帯の南方、ディドゥヨン川上流部にみられるZn低異常帯で、最高値も467ppmと低い。この付近はカラバロ層群の安山岩質岩類の分布範囲で、岩質によるものと考えられた。

##### 6) スロング川異常帯

第一年次の異常6に相当するMo異常帯である。第二年次の調査においても、鉱化帯の発見はなく、Mo異常がAu鉱床に関係あるのか、また第一年次において指摘したようにポーフイリー・カッパー鉱床に関係しているのか結論は得られなかった。

##### 7) ダビビ(Dabibi)川異常帯

ダビビ川上流部にみられるCu低異常帯で、最高値も258ppmと低い。また鉱徴も認められなかった。

### 3-2-2 精査地域について

上記各異常帯のうち、ボコッド異常帯は規模、含有量の点で最大であるが、この異常帯中には探鉱中のポーフィリー・銅・鉛・亜鉛床が賦存することが明らかである。このため精査地の選定に当っては、ボコッド地域は既知鉱床地帯として除外され、次いで優勢なマバヤオおよびコンコンバレー両異常帯が精査地域に選ばれた。

#### 1) マバヤオ地域

第一年次の異常2を含む地域で、サンタクルス川とマバヤオ沢との合流点付近の異常帯はNE-SWの伸びをもつ4 Km×1 Kmの範囲を占め、Cu含有量は284～776 ppmを示す。付近は玄武岩質岩類とこれを貫く岩株状閃緑斑岩岩体よりなり、岩体は鉱染状黄鉄鉱および孔雀石を伴う。上流部の異常帯は、この精査においては、160～180 ppmのCuの異常が1 Km×1 Kmの範囲に現われたにとどまった。

合流点付近の異常帯の西部には、かつて企業探鉱が実施されたポーフィリー・銅・鉛・亜鉛床が賦存する(第三年次調査におけるサリナス地域サン・フェビアン鉱床)。

#### 2) カンプ地域

準精査のコンコンバレー異常帯を中心とする地域である。本地域にはCu、Zn、Moの異常が認められるが、これらが重複する地域はない。Cuの異常はカンプ川上流で10 Km×5 Kmとまとまって分布するが、含有値にあまり変化がなく、且つサイエナイトの分布によく一致していることから、第一年次に指摘された通り岩質による可能性が強い。Zn異常は、Cu異常の南に現われ、Cu、Moの異常を伴わず、含有値も高くはない。Mo異常はCu異常の西側に広く認められるが、鉱徴はなく、岩質によるものか否かも明らかでない。

### 3-3 第三年次調査結果

第三年次の調査は、既知鉱床を含むボコッド、サリナス(第二年次精査のマバヤオ地域)両地域、初年次以来異常の理由が明確でないカンプ地域、第二年次準精査で確認されたZn異常を含むモンギア地域(第二年次のマンガ川異常帯)の4地域について、土壌を対象として準精査および精査が行われた。その結果を各地域ごとに要約すると次の通りである。

#### 1. ボコッド地域

ボロ川およびその南支流一帯、北オディン沢中流部一帯、南オディン沢中～上流の3箇所強いCu異常が認められた。これらの異常帯は、主として石英閃緑斑岩とこれを貫く石英安山岩岩脈よりなるボボック岩体内に現われ、それぞれボロ、北オディン、南オディンの各鉱化帯に非常によく一致している。

ボロ異常帯は、東西約2.5 Km、南北約1.5 Kmの範囲を占め、4 t(620 ppm)以上の高い値が最高値7,455 ppmを含めて15地点もある最大の異常帯である。北オディン沢のCu異常帯は、現在坑道探鉱が実施されているケセラ鉱体を含む異常帯で、東西2.3 Km、南北0.8 Kmの範囲を有

し、4 t以上が6地点含まれる。しかしこのうち3地点は互いに孤立し、ポロ異常帯ほど大規模なものではない。最高値は1,790 ppmである。南オディンのCu異常帯は、本来北オディンと同一異常帯として形成されたが、両沢の間にある稜線部により見掛上二分されたものである。異常の範囲は東西約2 Km、南北1 Kmで、不連続な3つの小異常帯の集合よりなる。

Znの異常帯は、ポボック岩体および被貫入岩類中に、大小さまざまな島状をなして分布する。このうち最も範囲の広いものはポロ地区で、2 Km×1 Kmを占め最高値は920 ppmである。北オディン沢最上流部の異常帯は1,000 ppmを超える地点を5点含み、強さの点では最大である。

Cu, Zn異常帯の分布状況はFig. Ⅲ-1に示す通りで、Zn異常は概ねCu異常を取り囲むように、その周辺部に分布するのが特徴である。このことはCu-Zn相関関係が0.370と悪いことによっても明らかでCu→Znの異常分布によるものと考えられる。

## 2. モンギア地域

第三年次の調査でも再びZnの強い異常が認められた。すなわち、地域内西部に南北約1.5 Km、東西約0.6 Kmの面積を占め3 t (384 ppm)を超える高い値を10点含む強い異常帯である。最高値は4,995 ppmである。Cu異常はほとんど認められず、Zn異常に重複して局所的な異常帯が認められるに過ぎない。

本地域には、地質調査により多量の閃亜鉛鉱を伴うルガン鉱床が賦存し、かつて企業による探鉱が行われたことが明らかにされている。強いZn異常はこの鉱床によってもたらされたものである。異常帯の分布状況はFig. Ⅲ-2に示した。

## 3. サリナス地域

本地域では、マバヤオ沢入口付近で強いCu異常が、また同沢上流部でCu, Zn異常がそれぞれ認められた。

マバヤオ沢入口付近のCu異常は、NNE-SSW方向に伸長した長径2 Km、短径0.7 Kmの範囲を有し、1,000 ppmを超える地点がマバヤオ沢の両岸に3点ずつ含まれる。最高値は9,510 ppmで南側にある。南側のものは、既述の通り、サン・ファビアン・ポーフィリー・銅-鉛-亜鉛鉱床を示すものであり、北岸の異常は、地表調査では玄武岩質岩類中に石英、方解石の細脈が多く認められる区域である。

上流部の異常帯は、NaI鉱染帯によるもので、Cu異常は調査区域外に延びるため範囲は明らかでないが、最高値2,024 ppmを含みマバヤオ沢入口の異常帯に匹敵する。このCu異常の南側にはZnの異常帯が南方に1.5 Km続いている。

Cu, Zn異常の分布状態はFig. Ⅲ-3に示す通りで、ポコッド地域と同様、Zn異常はCu異常の周囲に分布し、ポーフィリー・銅-鉛-亜鉛型鉱床における特徴的分布パターンを示すものと考えられる。

## 4. カシブ地域

第三年次の調査では、本地域には異常帯は認められなかった。すなわち、Cuについては、パッ

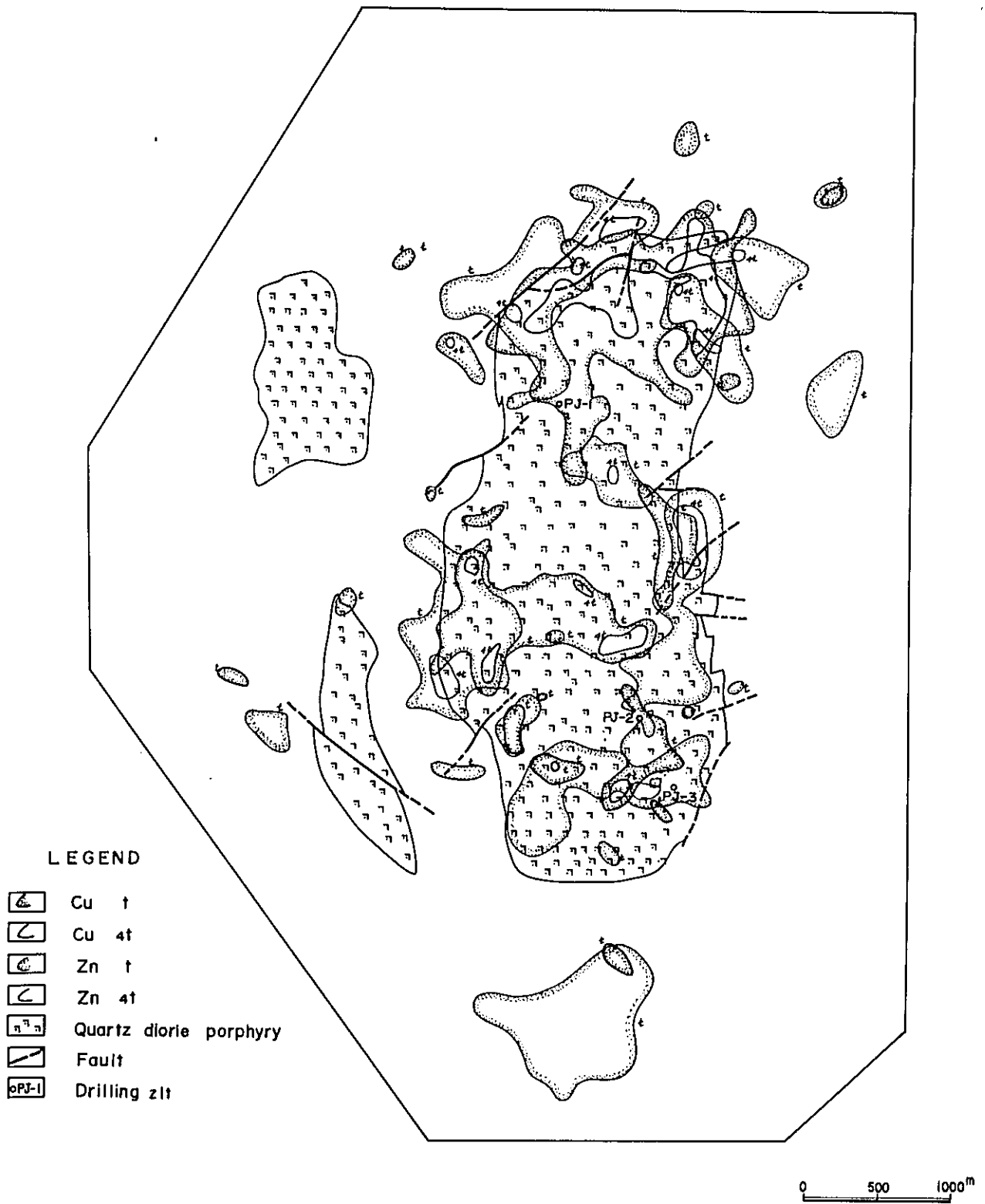


Fig. III-1 Geochemical anomalies map of Bokod area



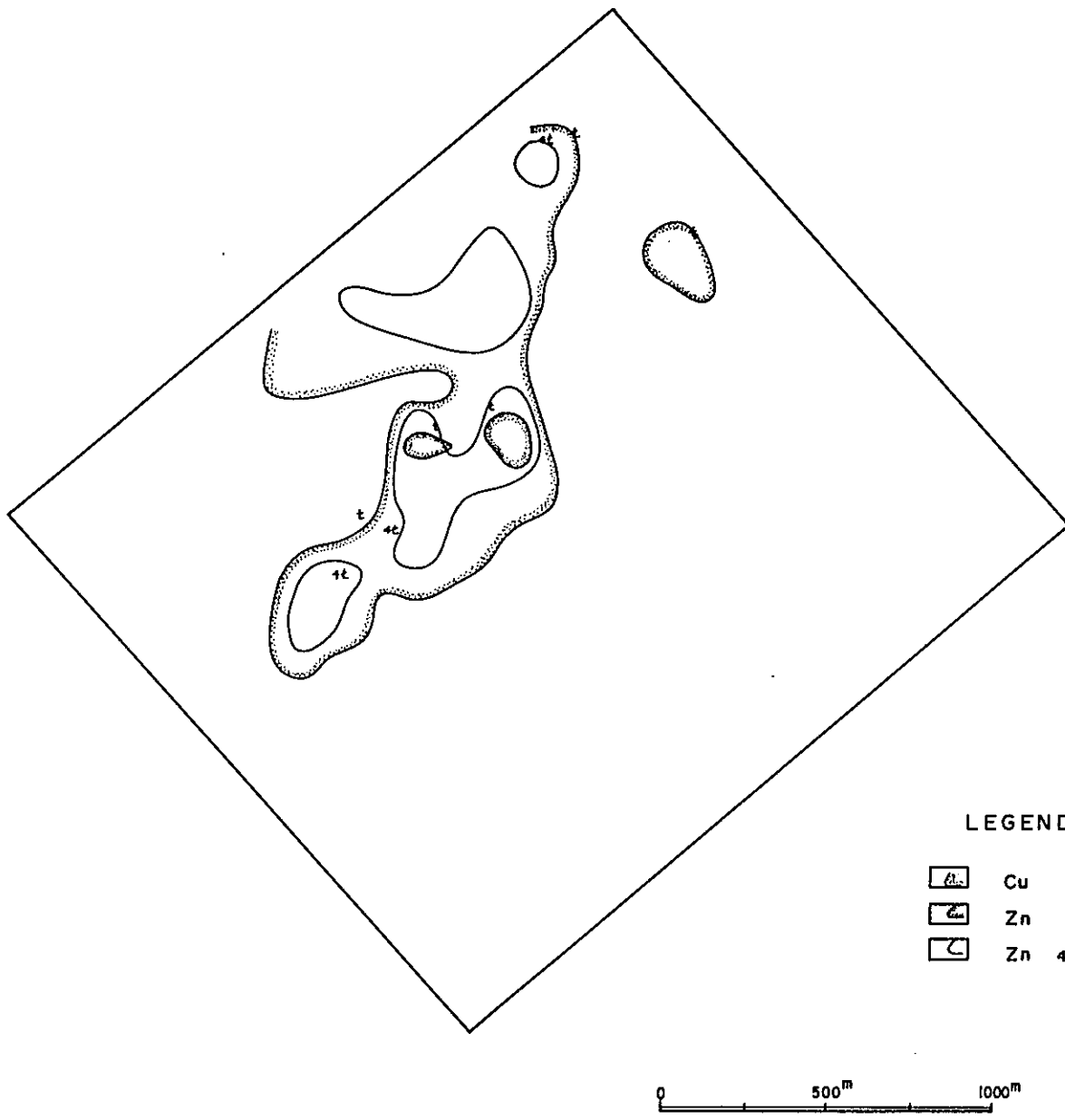


Fig. III-2 Geochemical anomalies map of Mongia area

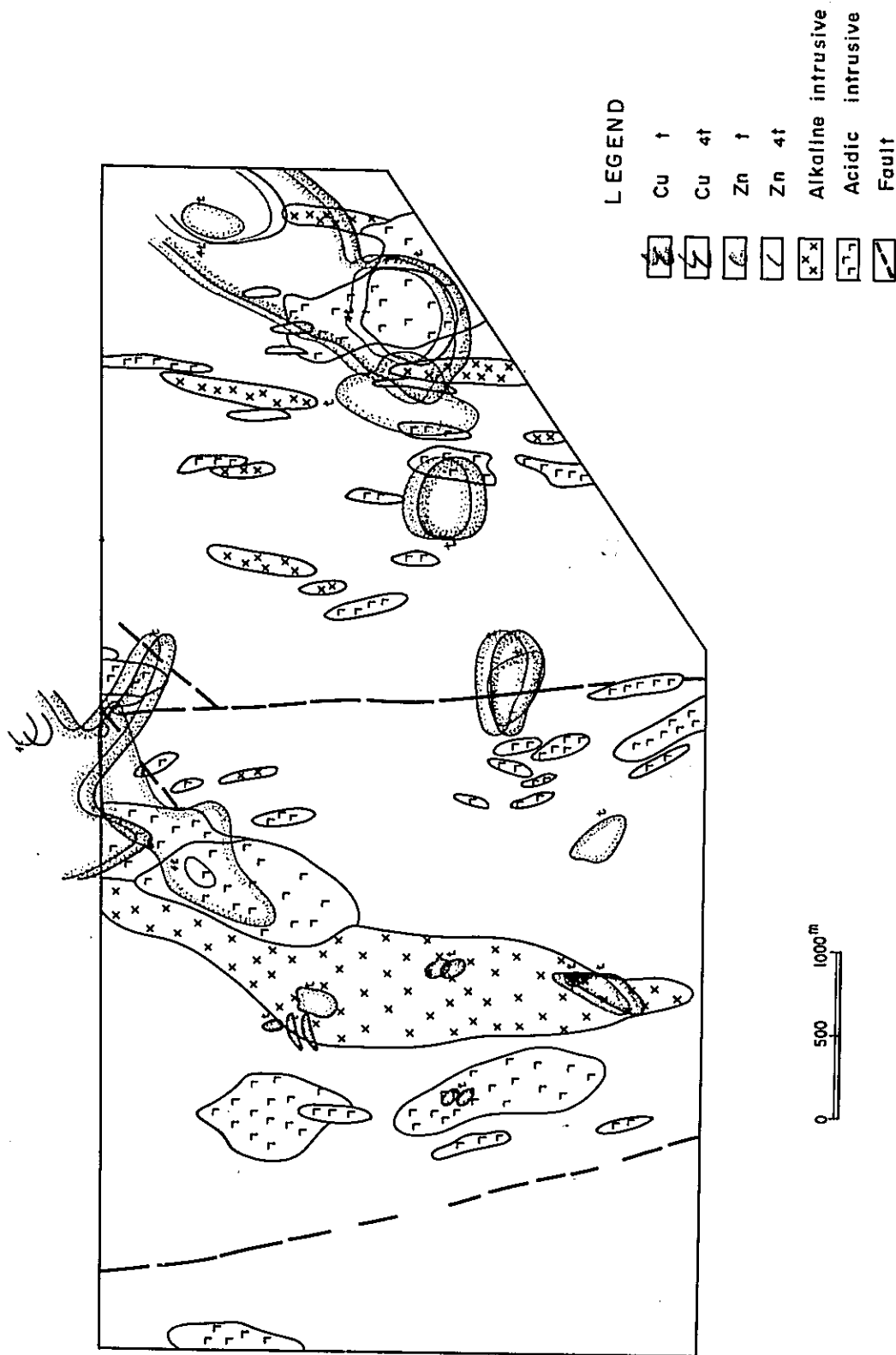


Fig. III-3 Geochemical anomalies map of Salinas area

ククラウドがTable III-1に示す通り200 ppmと他地域に比較して非常に高く、このためしきい値( $t=380$  ppm)を超える試料は3箇に過ぎない。Znについても、しきい値( $t=122$  ppm)を超えるものは2試料のみである。

これらの結果から、第一年次、第二年次の調査において認められたコンコンバレー一帯の異常帯は、本地域に分布するアルカリ岩類に起因するものと結論づけられた。

## IV 物理探查

## 第 1 章 総 説

第一年次は、ルソン北部地区の 14,500 Km<sup>2</sup> の地域に総測線長 11,244 line-Km の空中磁気探査が実施され、鉍床賦存の可能性の高い地域を、全体の面積の約 30% の広さで抽出することを目的とした。

調査の結果、本調査地域を支配する地質主構造および線状構造の分布状況が明らかとなった。また、磁気異常を定量解析することにより、磁気異常岩体を帯磁率の面から分類し、岩石試料帯磁率測定結果との対比を行ない、本調査地域の鉍床に関係すると考えられている閃緑岩類の分布する可能性の大きなゾーンが抽出された。これらのゾーンは主として調査地域北西部に分布している。

第二年次は、第 1 年次の空中磁気探査の再解析を行ない、その結果、本調査地域を支配する主地質構造の分布状況が明らかとなった。調査地域内に 5 Km 間隔で 35 本の磁気断面をとりだし、電算機による定量解析を行なうことにより磁気異常体を帯磁率の面から分類し、岩石試料帯磁率測定結果との対比を行ない、複合基盤岩類の深度分布を求めた。

第三年次には、有望地域の中で地化探異常が最も強いボコッドで、地上物理探査（IP 法電気探査、地上磁気探査）を実施した。

第三年次のボコッド地域は、Benguet Consolidated Inc. (BCI) の探鉍地域であり、1968 年以来、IP 法電気探査が小規模ながら実施されている。BCI が既知鉍体 (Que Sera) 上で実施した IP 法電気探査によれば、15% の強い FE 異常が検出されているが、これらのデータを解析した報告は見当らない。IP 法に対する強い示徴が予想される一方、この地域には、Que Sera 鉍体を含む 3 つの鉍化帯の存在が予想されており、貫入岩体の分布からその一つは北部ボロ (Bolo) 地区に、他の一つは南部オディン (Odin) 地区にあると考えられている。本調査では、ボロ地区 (10 測線 23.2 Km) とオディン地区 (12 測線 20.8 Km) に IP 法電気探査を実施し、鉍体上で既に実施された結果と併せコンパイルを実施した。

また、BCI の実施した地上磁気探査によれば、既知鉍体の直上に顕著な磁気異常が確認されており、磁鉄鉍に富む石英閃緑斑岩によるものと考えられている。この磁気異常の周辺磁力分布を IP 測線を利用して測定し、BCI のデータを併せて解析を行なった。

以上の如く本調査では、ボロ地区とオディン地区に IP 法電気探査を実施して鉍化帯の分布とその規模を知り、併せて磁気探査を実施することによって、磁鉄鉍を伴う貫入岩体の分布および硫化物の鉍種を考察し、総合的に鉍体の分布、形態を検討して、有効な試錐探鉍位置を選定することを目的とした。

調査の結果、ボロ地区では、カッパー沢上流にみられた鉍兆は比較的浅いが、この周辺地域に

優勢な深部示徴を検出することが出来た。ボロ地区における鉍化帯のひろがり、ほぼ石英閃緑斑岩の分布に一致して東西の巾約2Kmで北限はボロ川にあるが、ボラノス、カッパー両沢の上流では深部示徴がなく、マイディット沢東側に南北性の強い鉍兆を確認した。

また、オディン地区では、ケセラ鉍体の南延長をとらえ、南オディン沢の広範なIP異常を確認した。ケセラ鉍体は、磁鉄鉍による磁気異常を伴うが、南オディン沢の鉍兆は低磁気異常のため、強いIP異常は主に黄鉄鉍であることが判明した。

以上のように本地域の硫化物は顕著なIP示徴源となるため、鉍化帯の外郭を捕捉することが出来たが、これらのIP示徴は比較的比抵抗が高いため、ポーフイリー・カッパー型鉍床上部の珪化帯中の主に黄鉄鉍鉍染によるFE異常と推定できた。

## 第 2 章 調査方法

### 2-1 第一年次調査

第一年次は、空中磁気探査が実施されたが、その現地仕様は次の通りである。

飛行基地 ニコラス飛行基地 (Nicholas Airbase)

(マニラ国際空港 Manila International Airport)

日変化観測地 バヨンボン, ヌエバビスカヤ (Bayomobong, Nuevavizcaya)

調査地域全面積 約 14,500 Km<sup>2</sup>

飛行高度 海拔高度 2,000 m (水平飛行)

主測線 交叉測線

測線間隔 1.5 Km 1.0 Km

飛行方向 南北 東西

有効測線長 9,717.25 Km 1,526.75 Km Total 11,244 Km

地磁気伏角 2°

地磁気偏角 0°

全磁力値 40,000 ガンマ

調査のため使用された測定・記録および航法システムは次のとおりである。

a) 空中磁気探査用航空機 日本航空機製造 YS-11, 登録番号 JA8612

b) 高感度空中磁気探査用プロトン磁力計

Geo Metrics 社製 (U.S.A.) エアボーン用高感度磁力計 G-804 型

c) 高感度光ボンピング磁力計 丸文製 MDA-7101A セシウム型磁力計

d) 高精度デジタル時計 丸文製 M733 デジタル時計

e) 電波高度計 日本航空電子社製 YG-9000 電波高度計

f) 気圧高度計

g) 35% 航跡用カメラ MAC 社製 35mm ストリップカメラ ST-102

h) 2チャンネルアナログ記録 Hewlett-Packard 社 7128A 型アナログ記録計

i) ドップラレーダ航法装置 Singer 社製 GPK-1000, GPQ-601 ドップラレーダシステム

j) デジタルデータ集録装置 Cipher 社製 70 型デジタルデータ集録装置

### 2-2 第三年次調査

第三年次は、IP 法電気探査及び地上磁気探査を実施した。IP 法は、可変周波数法で、双極子法 (Dipole-Dipole) 電極配置により、電極間隔  $a = 100\text{ m}$  にて、 $n = 1, 2, 3, 4$  まで測定した。探査深度は  $250\text{ m}$  である。

測線は、第三年次のボロ地区では、測線間隔  $200\text{ m}$  にて、10 測線総延長  $23,200\text{ m}$ 、オディン地区では、測線間隔  $200\text{ m}$  にて、12 測線総延長  $20,800\text{ m}$  である。第三年次に使用した測

定機器は以下の通りである。

I P送信機 千葉電子研究所製 CH-505, CH-509

最大出力 2.5 A, 800 V

発 電 機 米国 Geotronics 社製 Model 421

最大出力 2.0 KW, 400 Hz, 115 V

I P受信機 横浜電子研究所製 YDC-434B, YDC-441, 7505-B

米国 Geotronics 社製 R401

I Pチェッカー 横浜電子研究所製

トランシーバー 日立製作所製 CH-1330 500 mW

ソ ニ ー 製 ICB-350 500 mW

磁 力 計 米国 Geometrics 社製 G-816 精度  $\pm 1 r$

調査地域は、地形がかなり急峻なため、トラバース測量方法を採用した。

機器は、牛方式ポケットコンパス S-25 とエスロンテープを使用、精度は 1/50 以上とした。



## 第 3 章 調査結果の概要

### 3-1 第一年次調査結果

調査地域の磁気異常は A, B, C, D の 4 つのランクに大別され、これらの磁気異常はそれぞれランク A 磁性岩体（強磁性岩体）、ランク B 磁性岩体（中磁性岩体）、ランク C 磁性岩体（弱磁性岩体）、ランク D 磁性岩体（微弱磁性岩体）によって誘起された異常と考えられる。岩石試料の帯磁率測定により、安山岩類・玄武岩類はランク A、閃緑岩類・砂岩はランク B、凝灰岩類・泥岩はランク C、緑色片岩・石灰岩はランク D の磁性岩体に対応すると判断された。

調査地域地下深部における主たる地質構造は、地域西部で北西—南東、地域東部で北東—南西の方向性を有し、磁気図から把握された構造線の方向に一致する。調査地域北西部では、南北方向およびこれに鋭角で斜交する多数の構造線の分布が認められ、さらにこれらの構造線に規制されて閃緑岩類と推定される磁性岩体の分布が把握された。一方、調査地域における鉱床はポーフイリー・銅型（ポーフイリー・カッパー型）の鉱床であり、構造線に規制されて分布する閃緑岩類の貫入に関するものと推定されている。従って、鉱床賦存の有望地域北西部を主体とするランク B 磁性岩体の把握された地域である。

今後、上記で抽出された調査地域西部を精査地域とし、空中磁気探査で把握されたランク B 磁性岩体およびその周辺を主体とする空中あるいは地上電磁探査、および IP 法電気探査を実施する事が望まれる。

### 3-2 第二年次調査結果

地殻構造線として以下のごときものが考察された。

- (A) Dingalan から Baguio 市の南方に向って走る構造線
- (B) San Jose の北東約 5 Km の点で(A)の構造線から分岐し、Banak の北に向って南北方向に走る構造線
- (C) San Quintin の北東 10 Km で(A)構造線から分岐し、北に 20 Km 走ってから Baguio 市の南の方へ NW—SE 方向に走る構造線
- (D) Alitao の北方 10 Km のところから北に向って走る構造線
- (E) Bambang から Bayombong を通り ENE に向かう構造線
- (F) Bambang から Dipaculao の約 15 Km 西を通る構造線

主要な構造は、上記の主地殻構造線により明確に区分されている。従って基盤複合体（深成岩、片岩および超塩基性岩）や Caraballo Group の頂部までの深度を示す構造は各地殻構造線により取り囲まれている。

再解析は地下構造の解析を主体としたものであったが、地質調査、重力および空中磁気探査等の結果を総合すれば、地下の物性変化、すなわち鉱化変質の分布をも推定できる可能性があり、総合解析技術の開発は今後の大きな課題である。

### 3-3 第三年次調査結果

#### 3-3-1 ポロ地区

カップー沢に予想された示徴の他に新たに2地域に強いIP異常を確認した。

即ち、Line-2, 6E~12EにみられるFE異常は地化探異常とも一致しており、浅部から深部に続く強い異常が確認された。隣接する測線にも異常がみられるが、この地域は磁気探査の低磁気異常域であり、黄鉄鉱による消磁効果による可能性が強い。

マイディット沢東側に南北に延びる強いIP異常はこの地域の鉱化帯の西限に近く、南北性の岩相変化に沿って分布しているものと思われる。これは、南に延びる可能性があり、かつ消磁現象もみられなかったため、本地区における試錐候補地区とした。

Line-8, 10S付近で実施されたPJ-1によれば、浅部から孔底まで黄鉄鉱の鉱染が強い。結果的には優勢な硫化物による示徴であり、50m以浅にのみ黄鉄鉱がみられた。

両地区とも地形急峻のため、見掛比抵抗は地形の影響を大きく受けている。Line-3に対して実施した2次元地形補正の結果、ポロ地区の石英閃緑斑岩の比抵抗は100~300Ωmであり、鉱染帯ではやや比抵抗が低い。しかし、他のポーフィリー・カップー鉱床にみられる様な低比抵抗(100Ωm以下)は認められないことから、本地域は粘土化変質がきわめて弱く、高比抵抗の原因となる珪化作用が強いことが判明した。オディン地区の比抵抗はややポロ地区より低比抵抗であるが、特に鉱染に対応する顕著な低比抵抗は認められない。

以上の如く、ポロ地区では、硫化鉄鉱染の外郭は東西の巾約2Kmで、ポロ川を北限とし、ほぼ石英閃緑斑岩の分布に近いことが判明した。ボラノス沢およびカップー沢上流のIP異常は浅部示徴であり、深部には優勢な鉱染はないと思われる。

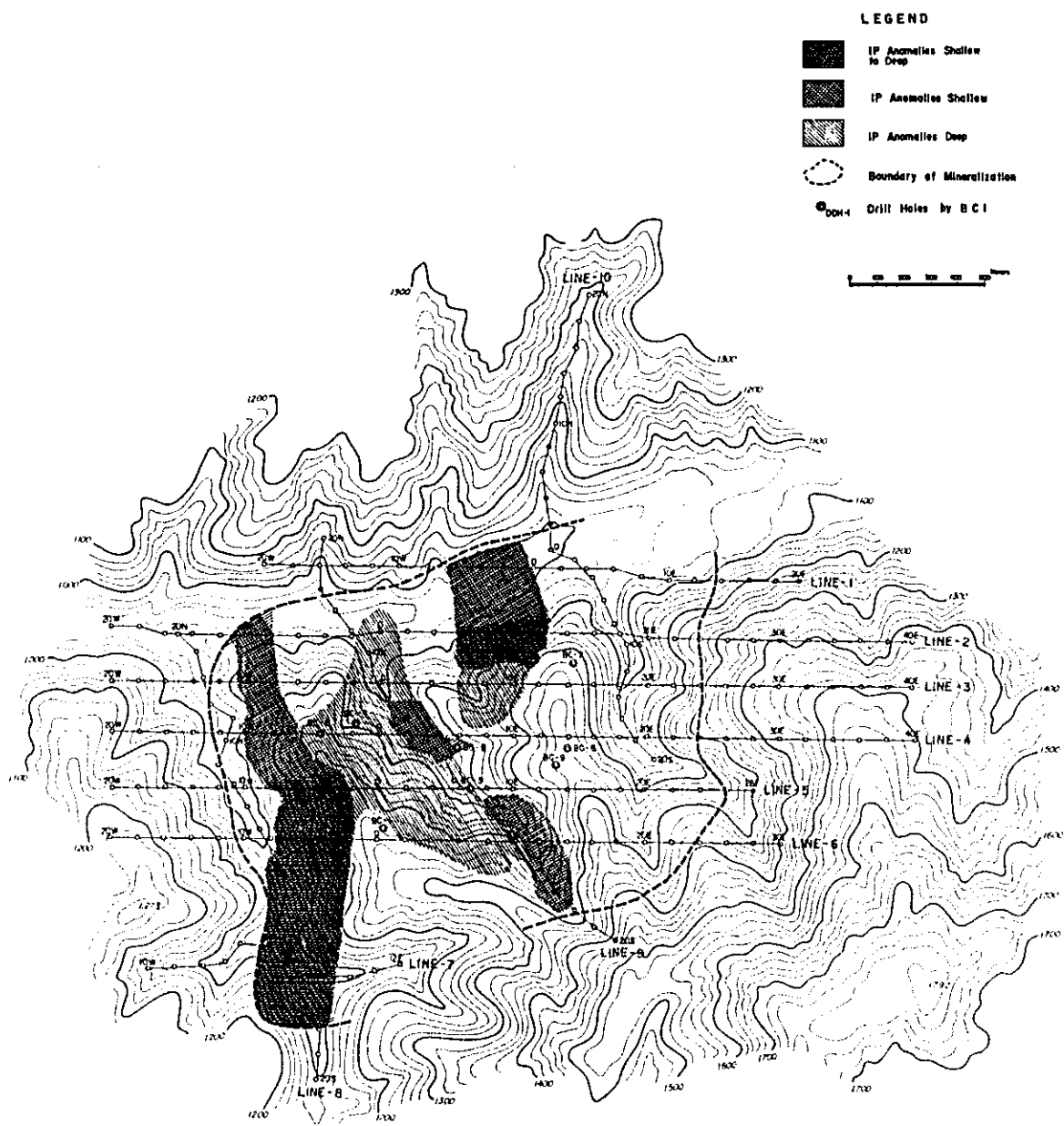
#### 3-3-2 オディン地区

ケセラ鉱体の南方延長を確認した。いくつかの新时期貫入岩体に切られ、きわめて変化に富む異常が確認され、深部で南オディン沢に広く認められた鉱化帯に続くことが判明した。

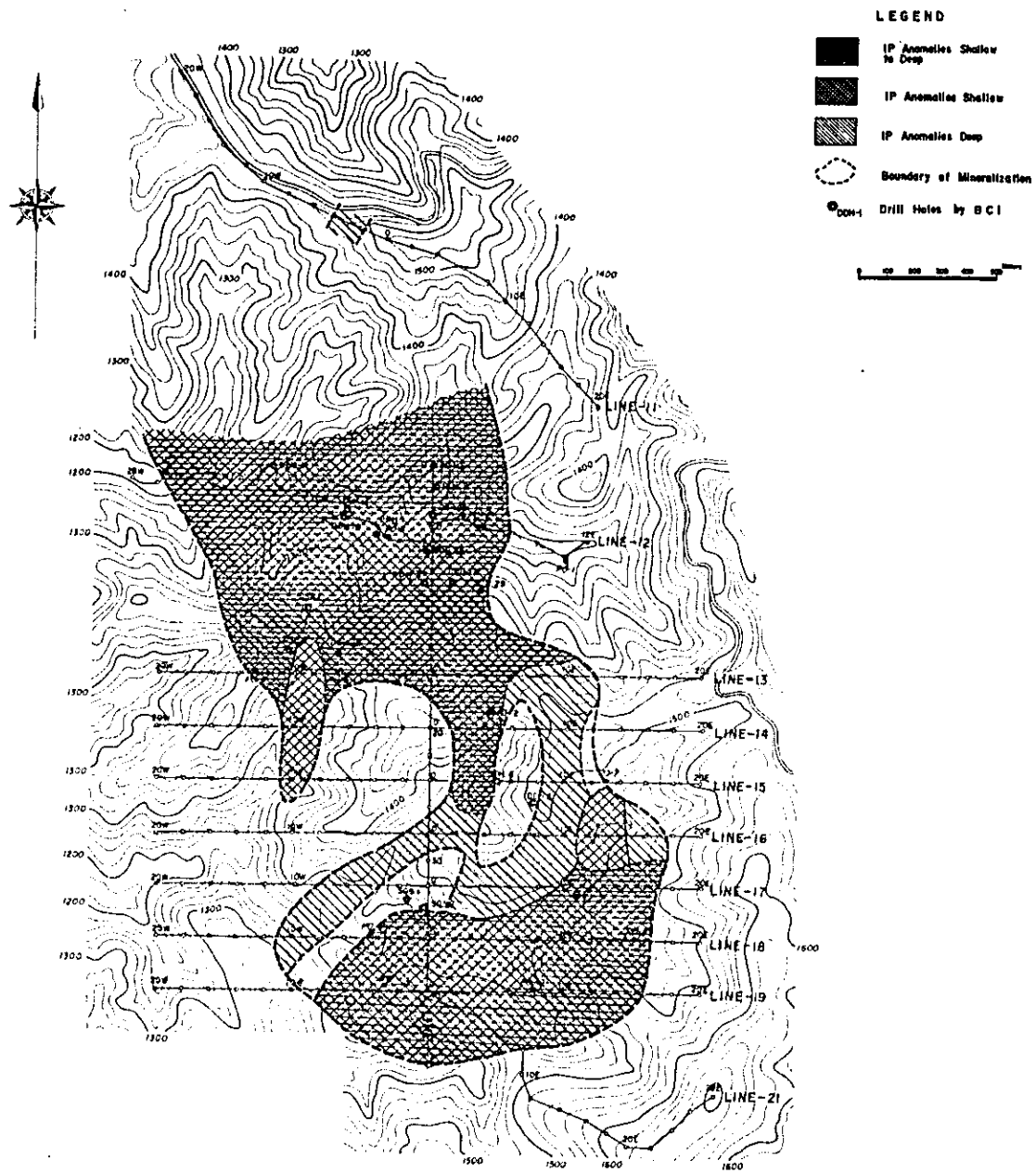
南オディン沢に広く強いIP異常は、低磁気異常を伴うところから黄鉄鉱鉱染によるものと考えられる。

北および南オディン沢をつなぐIP異常を確認するためPJ-2を、また、南オディン沢の鉱種を知るためPJ-3を計画した。共に、Cu品位はきわめて低いものの硫化鉄鉱染は強く、IP示徴とよい対応を示している。

IP測線を利用して地上磁気探査を実施した。この結果、ケセラ鉱体周辺の磁気変化を調査し、この結果を利用して南北断面上の磁気定量解析を実施した。数%のマグネタイトを含有するこの磁性体は、およそ $4 \times 10^{-3}$  emuの帯磁率を有することが、岩石物性および理論計算の両面から確認された。しかし、この磁気異常同様の顕著な異常は他に検出されず、磁鉄鉱をわずかに含有する小規模な磁性岩体をいくつか見ることが出来る。



**Fig. IV-1 Interpretation map of Bolo area**



**Fig. IV-2 Interpretation map of Oding area**

また、IP異常と低磁気異常の重複から、地表附近の鉱種を黄鉄鉱と考えることにより解釈上きわめて有効な情報を得ることが出来た。南北方向の測線を追加し、さらに残留磁気の測定を行なえば、より詳細な解釈が出来たものと思われる。

## 第 4 章 将来の問題

第三次調査では、ケセラ鉱体の北方延長を確認するため、Line-11を測定したが、広い異常はみられなかったため、ケセラ鉱体は北に向って深くなるか、または、尖滅するものと思われる。なお、ケセラ鉱体の北限は本調査で把握することが出来なかったため、将来BCI測線2,700Sの北方に平行測線を計画するのが望ましい。

一方、ボロ地区では、急峻な地形にもかかわらず東西方向の測線により、鉱化帯の輪郭をとらえることが出来た。出来れば、さらに南方への伸展をとらえるため、Line-6以南に平行測線を数本実施するのが望ましい。これらにより、ボロ地区とオディン地区の関連を知ることが出来よう。

以前の調査の電極間隔は200 feet (約66m)であり、小規模貫入岩の多い本地域では電極間隔がせますぎることによる異常値のバラツキが認められた。今後、さらに深部に有望鉱兆が期待されるので、電極間隔を100mおよび200mにして、深部探査を実施すべきであろう。

本調査では、地上磁気探査を併用することにより、帯磁率の高い岩体の分布をとらえ、鉱兆に関連の深い磁鉄鉱を確認した。また、強いFE異常と広範な低磁気異常の検出から、黄鉄鉱による消磁効果を予想することが出来た。今後とも、火成岩体の分布、鉱兆を知るためには、電気探査の外に地上磁気探査などを併用した多角的探査をする必要がある。なお、IP測線を利用した磁気探査であり、主に東西方向の磁気変化のみを観測したが、測線間の磁気変化が不明であったため数本の南北測線を計画すべきであった。

## V 試錐探查

# 第 1 章 総 説

第一年次、第二年次および第三年次の地質・地化学調査および物理探査の結果、ポコッドおよびサリナス地域にボーフィリー・銅-鉛-亜鉛床が賦存することが明らかとなった。このうちポコッド地域の鉛床は、母岩となる石英閃緑斑岩岩体のほぼ全域にわたる広い鉛化帯を有し、第三年次の物理探査結果では、深部にも強いIP異常が連続することが判明した。このため試錐探査はポコッド地域における第三年次地化学調査および物理探査による異常帯の確認を目的として、ポロ地区(PJ-1)、北オディン(PJ-2)、南オディン(PJ-3)の3孔、合計延長1002.55mが実施された。

試錐作業は2台の機械を使用し、1日3方制で、ワイヤライン工法により錐進された。各孔とも部分的には粘土化による孔壁の崩れなどもみられたが、作業は順調に推移し、1方当りの総平均掘進長は5.86m、また総平均コア採取率は96.3%であった。

各孔ごとの結果の概略は次の通りである。

No	PJ-1	PJ-2	PJ-3
位 置	ポロ鉛化帯 マイディット沢	北オディン鉛化帯 稜線部	南オディン鉛化帯 南オディン沢
深 度	301.45 m	350.10 m	351.00 m
コア採取率	97.3 %	95.5 %	96.2 %
岩 質	石英閃緑斑岩 II型 石英安山岩岩脈	石英閃緑斑岩 II型 石英安山岩岩脈	石英閃緑斑岩 I, II型 石英安山岩岩脈
鉛 況	21.30~27.20mでCu 0.26%と銅の鉛化がみられるが、50m以深では黄鉄鉛のみとなり、64mより石膏細脈が発達、鉛化は次第に劣化する。	86.90~88.70mでCu 0.70%と良好部があるほか、深部でもCu0.1~0.2%と、PJ-1, PJ-3に比較するとCu品位が高い。石膏細脈は認められない。	140.80~149.10mでCu 0.1~0.2%であるが、187mより石膏細脈が発達、ポロの場合と同様、銅の鉛化は著しく劣化し、黄鉄鉛の鉛染のみとなる。



## 第 2 章 各 孔 の 概 要

### 2-1 PJ-1 孔 (深度 301.45m)

本孔は、ボロ川支流マイディット沢中流部に位置する。付近は黄鉄鉱染帯がみられ、Cu地化学異常と南北性の強いIP異常が重複する部分で、深部の状況確認のため300mの予定で実施された。

岩石は、石英閃緑斑岩Ⅱ型と、これを貫く石英安山岩岩脈よりなる。鉱化は235m付近まで認められるが、黄鉄鉱が主体で、Cu品位が0.3%を超えるのは24.80~27.20m間のみである。この部分は鉱染状黄鉄鉱、黄銅鉱よりなるが、このほかに石英、方解石脈に伴う黄銅鉱が多い。57.50~58.00mでは方鉛鉱・閃亜鉛鉱が散在する石英細脈の網状帯で、この脈は、より後期の生成と考えられている。64mよりは石膏の細脈がみられ、深度を増すに従って石膏細脈は増加する傾向があり、逆に鉱化作用は次第に劣化している。235m以深では石膏細脈のみである。

主な鉱化部分の品位は次の通りである。

Na	深 度 m	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Mo %	S %
PJ-1-1	21.30~24.80	0.02	0.05	0.14	—	—	0.001	2.0
4	24.80~27.20	—	—	0.44	—	—	—	1.8
6	57.50~58.00	0.83	14.9	0.07	1.37	1.08	0.001	6.3
14	97.30~97.70	—	—	0.04	—	—	—	5.0

### 2-2 PJ-2 孔 (深度 350.10m)

北オディン沢と南オディン沢の分水界をなす稜線部で、深部にIPの強い異常帯が検出され、探鉱中のケセラ鉱体を含むIP異常帯の延長に相当するため、その示徴源の鉱況確認の目的で実施された。予定錐進長は、使用機械の最大能力である350mとされた。

本孔は26.00mで着盤、以降PJ-1孔と同様、石英閃緑斑岩Ⅱ型とこれを貫く石英安山岩の小岩脈が連続するが、石英安山岩岩脈はPJ-1孔に比較すると非常に少ない。

鉱化帯は、黄鉄鉱染帯~黄鉄鉱・石英細脈の網状帯として、孔底まで認められる。Cu品位は86.90~88.70mの1.80m間で平均0.70%と良好で、この部分は黄鉄鉱を伴う石英・方解石微細脈の網状帯であるが、88.70m以深ではCu0.13~0.22%と劣化し黄鉄鉱染帯となっている。275.70~281.20mおよび331.70~333.45mではCu0.11~0.16%と、少量ながら黄銅鉱が認められたが、連続せず、それより深部は再び黄鉄鉱主体となっている。しかしながら本孔では石膏の細脈は認められず、このことは鉱化作用がまだ深部まで連続することを示唆するものである。

主な鉍化部分の分析結果は次の通りである。

No	深 度 <sub>m</sub>	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Mo %	S %
PJ-2-4	86.90~88.40	N.A	N.A	0.65	N.A	N.A	N.A	3.6
5	88.40~88.70	0.34	7.3	0.98	0.04	0.70	0.000	5.2
6	88.70~90.35	N.A	N.A	0.18	N.A	N.A	N.A	3.3
7	90.35~91.50	0.02	0.9	0.13	N.A	N.A	N.A	2.7
9	91.50~92.30	N.A	N.A	0.22	0.02	0.11	N.A	4.1
10	146.60~149.10	N.A	N.A	0.04	N.A	N.A	N.A	2.8
15	182.40~184.60	N.A	N.A	0.05	N.A	N.A	N.A	3.3
19	275.70~279.00	0.09	1.8	0.11	N.A	N.A	N.A	3.1
20	279.00~281.20	N.A	N.A	0.12	N.A	N.A	N.A	2.8
24	331.70~333.45	N.A	N.A	0.16	N.A	N.A	N.A	3.8
25	341.65~344.30	N.A	N.A	0.04	N.A	N.A	N.A	2.4

### 2-3 PJ-3 孔 (深度 351.00m)

この試錐は南オディン沢上流部で実施されたが、この付近は地化学調査によるCu異常と、地表部から深部まで連続し、且つ広範囲にわたるIP異常とが重複する部分である。このため本孔は深部における鉍種、鉍況の確認を目的とし、350mの予定深度で行われた。

本孔は沢のため表土は浅く、4.80mで着盤、64.00mまで石英閃緑斑岩I型が続き、これ以降は石英安山岩岩脈と石英閃緑斑岩とが交互にみられる。

鉍化は、黄鉄鉍鉍染と黄鉄鉍、黄銅鉍を伴う石英、方解石細脈の網状帯として160m付近まで多くみられるが、それ以深では次第に劣勢となり、特に187mよりはPJ-1と同様、石膏の細脈が増加し、鉍化は一層劣化する。本孔中でCu品位が最も高い140.80~149.10mの間は、黄鉄鉍鉍染部に少量の黄銅鉍を伴う石英、方解石微細脈が発達する鉍化部で、144~147mでは石英細脈中に閃亜鉛鉍、方鉛鉍が斑点状に伴われる。

主な鉍化部分の分析結果は次の通りである。

No	深 度 m	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Mo %	S %
PJ-3-1	12.60 ~ 14.40	0.02	0.6	0.02	0.01	0.01	N.A	2.8
2	19.45 ~ 22.10	N.A	N.A	0.00	N.A	N.A	N.A	4.1
3	22.10 ~ 25.30	N.A	N.A	0.04	N.A	N.A	N.A	3.8
8	99.20 ~ 103.00	N.A	N.A	0.02	0.00	0.00	N.A	6.0
12	140.80 ~ 142.25	1.04	18.1	0.16	0.37	1.67	0.001	3.4
14	142.25 ~ 143.95	N.A	N.A	0.10	N.A	N.A	N.A	3.6
15	143.95 ~ 145.15	2.02	43.2	0.11	0.36	1.13	0.001	3.7
16	145.15 ~ 147.05	N.A	N.A	0.11	0.43	1.20	N.A	3.4
19	147.05 ~ 149.10	N.A	N.A	0.12	N.A	N.A	N.A	3.0

以上が各孔ごとの状況であるが、試錐結果を要約すると、Cuを伴う鉍化部分(Cu 3%以上)は2~3m程度の単位で比較的浅い部分にみられ、北オディン(PJ-2)の場合は深く連続することが期待されるが、ボロおよび南オディンの場合は深部では黄鉄鉍が大部分となっている。IPの異常が深部まで連続することは黄鉄鉍の鉍染によるためと考えられ、黄鉄鉍、黄銅鉍の区別をせず硫化鉍物として考えれば、IP異常は試錐の結果をよく示していると言える。

各孔の柱状図は Fig. V-1 として示した。

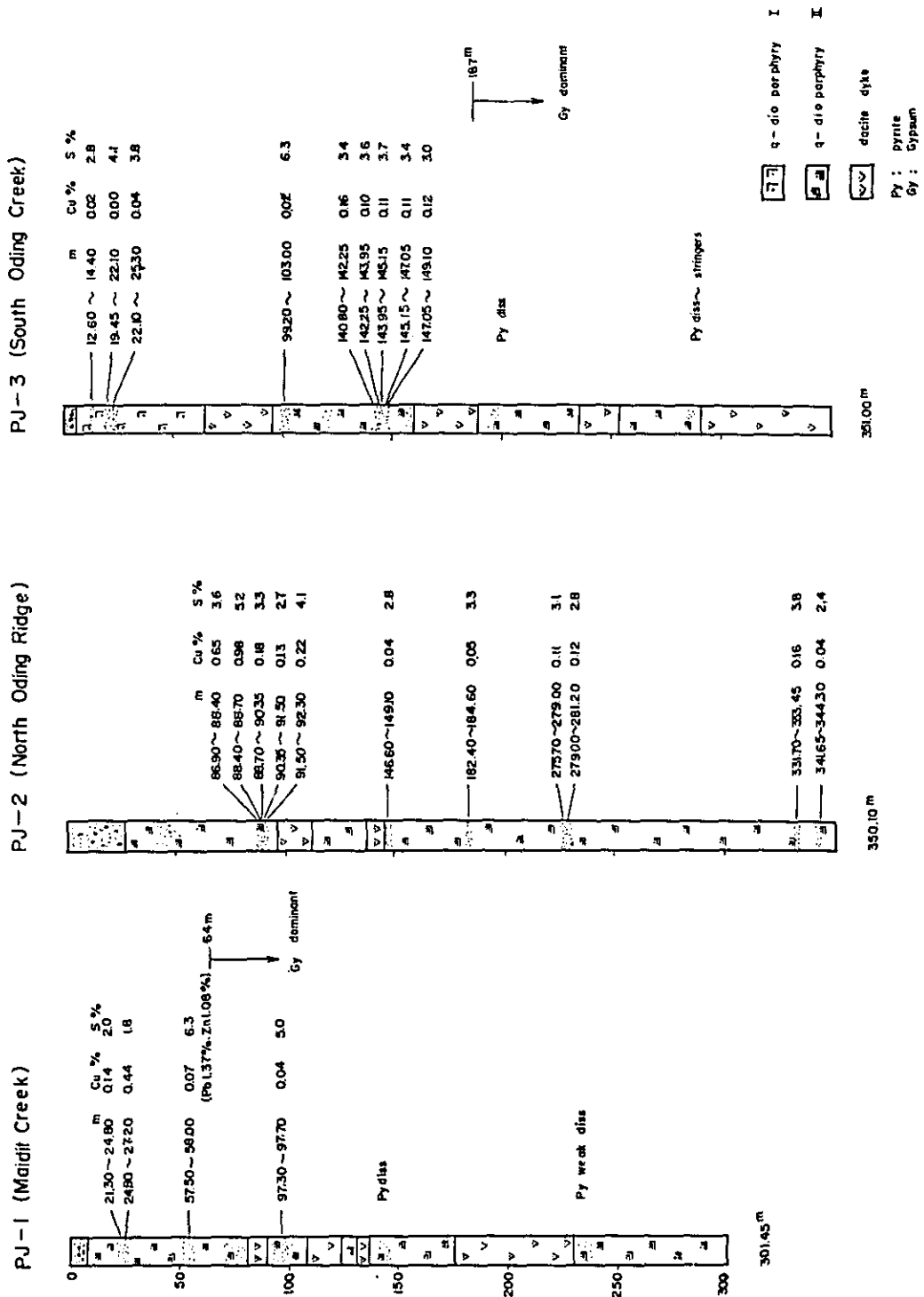


Fig. V-1 Compilation of core-logs

## VI 結 論

ルソン北部地区において、昭和49年度より昭和51年度まで、3ケ年にわたり組織的な調査を実施したが、この調査によって、次のような結論を得た。

1. 本プロジェクト地域内からは、既知鉱床以外には、当面探鉱を要するような鉱化帯は発見出来なかった。しかしながら、地域内に賦存するポーフィリー・銅-鉛-亜鉛鉱床をはじめ、銅脈鉱床、交代鉱床について多くの知見が得られ、特に、コルディレラ・セントラルとシエラマドレにおける火成活動と鉱化作用との関係が明らかとなり、両地域における鉱床の偏在性についても考察出来た。
2. 本地域一帯に広く分布する白亜紀～古第三紀のいわゆる“メタボルカニクス”、“メタセディメント”が分類され、その堆積時期、堆積環境が明らかとなった。また多数のK-Ar年代測定結果および岩石の分析結果から、火成岩の活動時期と諸性質も明らかにされた。これらの諸資料は、今後の周辺部の調査、探鉱における重要な資料になると思われる。
3. 河川堆積物による地化学探査は、広範な未調査地域から有望区域を抽出する手段として非常に有効であることが知られ、また予め抽出された有望地域から鉱化帯を把握するには土壤の地化学探査および地上物理探査が効率、効果の上で非常に重要であることが実証された。
4. 本プロジェクトの調査結果から、今後の重要探鉱候補地として、コルディレラ・セントラルの北方延長部があげられる。同地域は、FERNANDEZ J. C. et al (1976)によるルソン北西部の広域概査によれば、アグノバソリスと同様の岩体が、ルソン島北端部まで、南北に断続することが知られており、その両翼部にはいくつかの鉱床が知られている。

本プロジェクトの調査結果から、これらの岩体の周辺部は鉱床賦存地域として最も可能性が高いことが明らかであるため、今後この地域の組織的な探鉱が望まれる。

5. 今後の問題としては、アルカリ岩類と鉱化作用との関係を、この調査では明らかにすることが出来なかったため、探鉱中のコルドン鉱床等の検討から、この関係の早急な解明が望まれる。

# APPENDICES

Table A-1 Ages of K-Ar dating

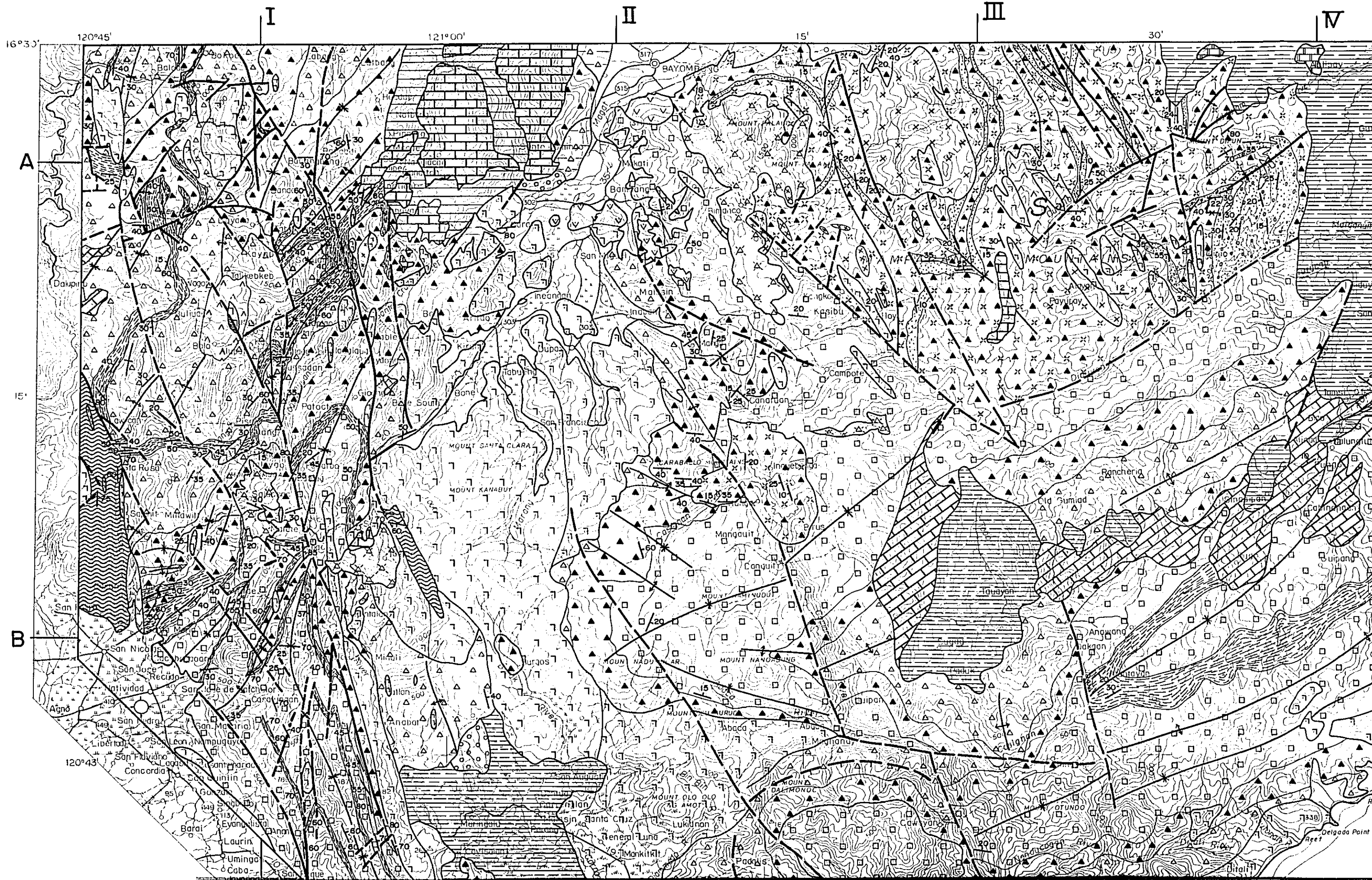
No.	Sample No	Rock Name	Location		Age m.y.	Remarks
			E Long.	N Lat.		
Phase I						
1	A- 22	Gabbro	121°28'	15°53'	19	
2	A- 31	Granite	121°24'	15°50'	45	
3	A-182	Microgabbro	121°40'	16°01'	30	
4	A-200	Granite	121°36'	16°56'	43	
5	A-201	Gabbro	121°35'	16°56'	47	
6	A-283	Granite	121°23'	15°45'	45	
7	B- 35	Gabbro	120°58'	16°08'	25	
8	B- 41	Granodiorite	121°04'	16°09'	27	
9	B- 93	Monzonite	121°19'	16°26'	26	
10	B-314	Granodiorite	121°07'	16°15'	29	
11	B-330	Granite	121°13'	16°22'	25	
12	B-340	Diorite	121°00'	16°13'	29	
13	B-379	Porphyrite	121°07'	16°26'	33	
14	C- 10	Dacite	120°53'	16°49'	7	
15	C- 3D	Aplite	120°44'	16°27'	9	
16	C- 4D	Quartz dolerite	120°45'	16°27'	27	
17	C- 6D	Andesite	120°47'	16°23'	7	
18	C- 7D	Dacite	120°48'	16°23'	6	
19	D-R7D	Andesite	121°00'	15°54'	10	
20	PA-14	Quartz diorite	121°23'	15°48'	49	
Phase II						
21	A- 44	Tonalite	121°58'	16°11'	32.5± 3.8	
22	A- 64	Hornblende gabbro	121°13'	16°00'	31.2± 4.2	
23	A-216	Tonalite	120°54'	16°00'	31.7± 2.8	
24	B-118	Hornblende diorite	121°28'	16°22'	20.4± 3.9	
25	B-335	Syenite	121°19'	16°21'	20.3± 2.0	
26	C- 26	Quartz diorite	121°00'	16°12'	30.3± 3.4	
27	C- 35	Schistose amphibolite	120°58'	16°10'	31.7±15.3	
28	C- 98	Quartz gabbro	120°57'	16°03'	74 ±12	
29	H-353	Dacite	120°52'	16°10'	17.6± 1.0	
30	H-380	Amphibole schist	120°43'	16°19'	14.2± 2.2	
31	L- 33	Quartz diorite	121°51'	16°07'	27.4±11	
32	L- 38	Amphibole gabbro	121°20'	15°50'	30.0± 2.9	
33	L- 74	Andesite	120°51'	16°27'	6.1± 0.7	
34	L- 76	Quartz diorite	120°51'	16°26'	3.5± 0.7	mineralized
35	L-115	Syenite	121°13'	16°23'	17.2± 1.0	
36	A- 22	Tonalite	121°43'	16°05'	43.9± 4.2	
37	C-181	Monzonite	121°12'	16°22'	24.9± 4.2	
38	D- 18	Diorite porphyry	120°59'	16°21'	20.6± 1.1	
39	K-576	Andesite	121°19'	16°25'	10.4± 1.3	
40	N-181	Amphibole schist	120°44'	16°22'	82.6±20.6	
Phase III						
41	k-108	Quartz diorite porphyry	120°52'	16°28'	5.6± 0.3	} weakly mineralized
42	k-149	Quartz diorite porphyry	120°51'	16°26'	3.6± 0.6	
43	k-152	Quartz diorite porphyry	120°51'	16°26'	3.6± 0.2	
44	j-595	Alkaline gabbro	120°57'	16°21'	23.2± 1.2	
45	g-711	Syenite porphyry	121°15'	16°22'	20.8± 1.2	
46	N- 76	Quartz diorite	120°42'	16°23'	17.9± 0.9	

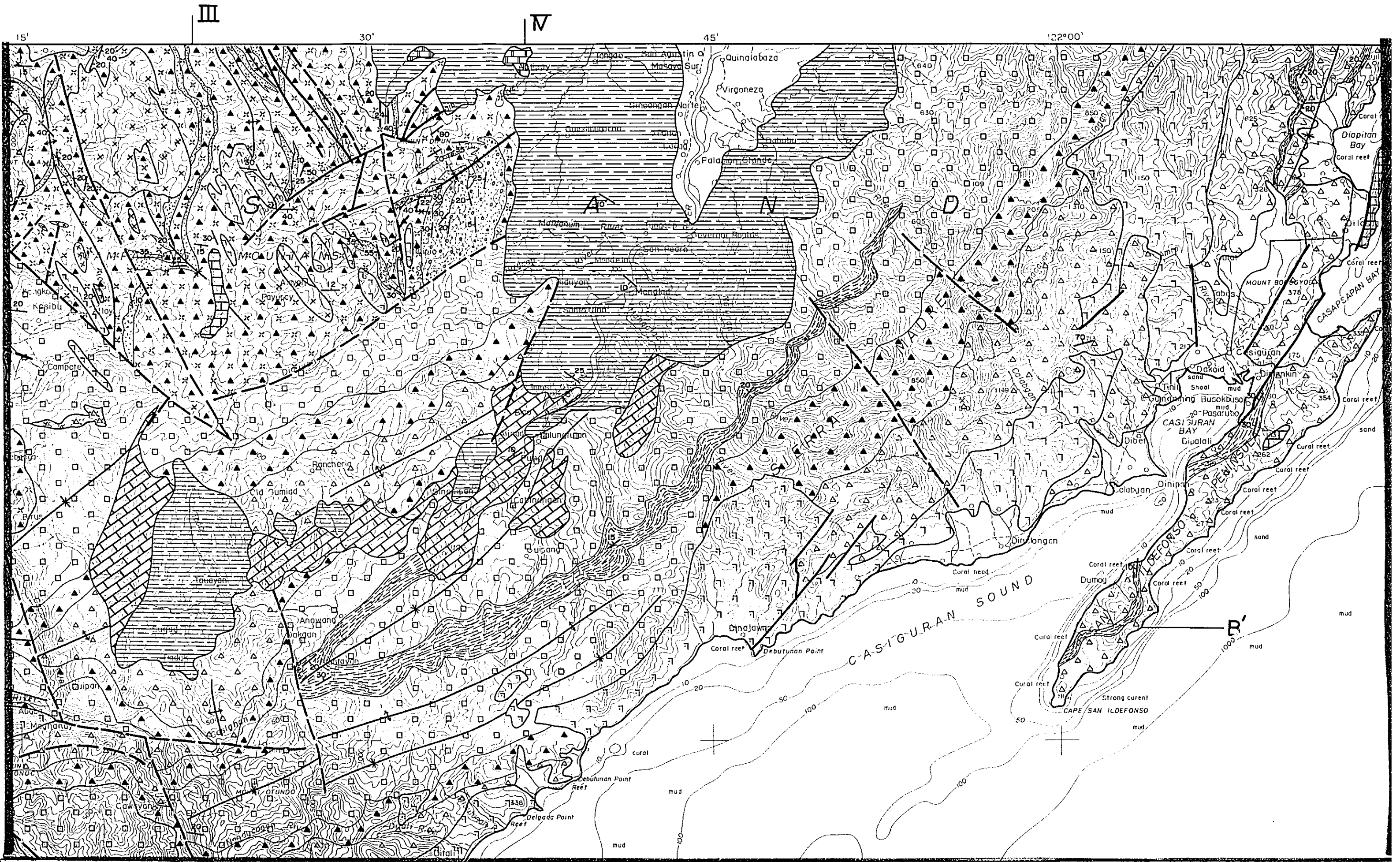




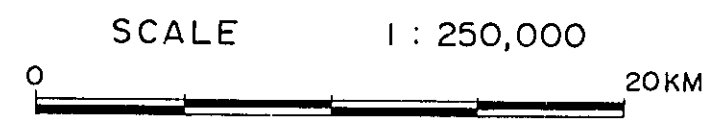
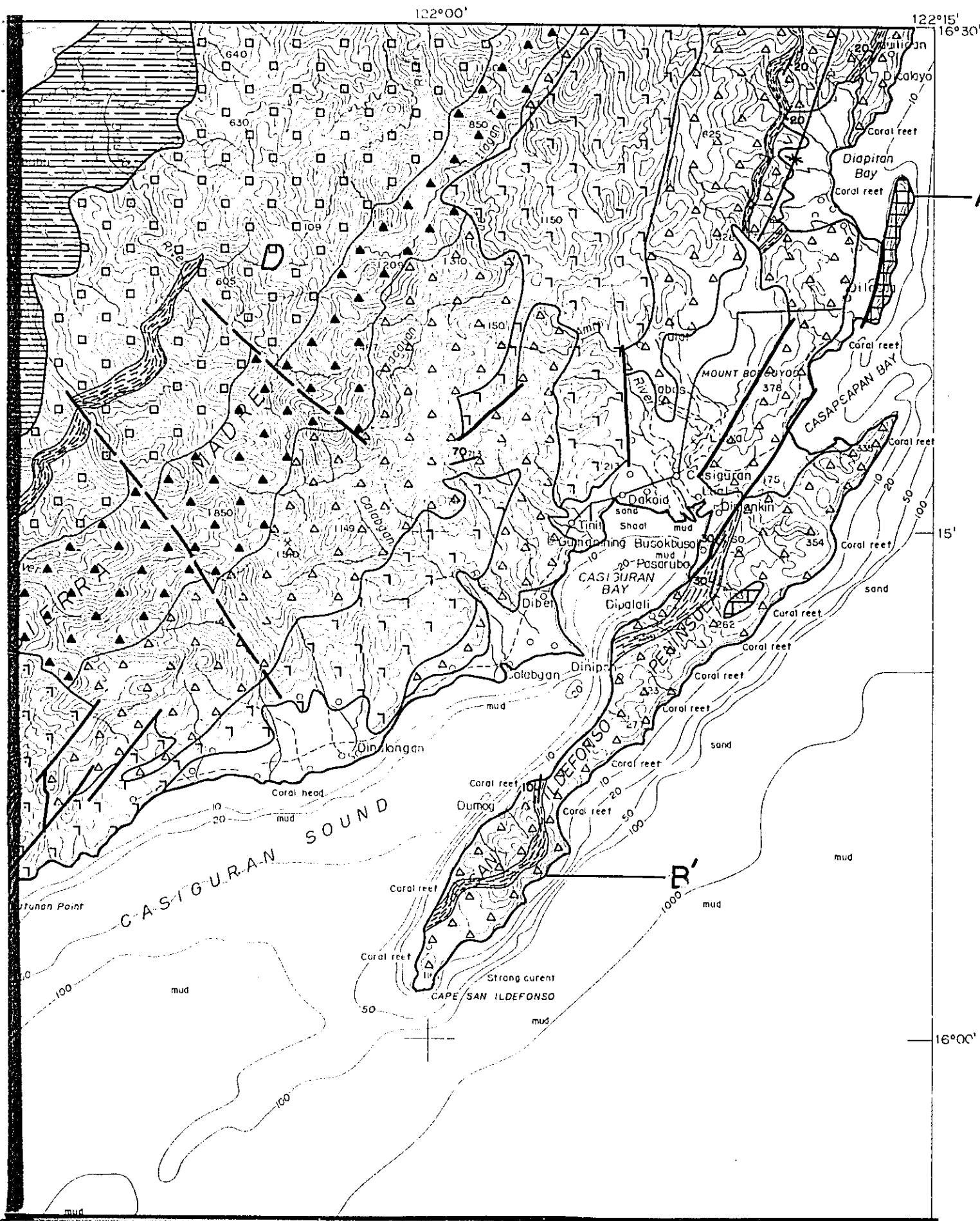
Table A-3 List of fossil

Sample Number	Location		Species	Geological Age
	E	Long. N Lat.		
11A- 2	121°39'	16°15'	Operculina complanata	
21A- 3	121°39'	16°14'	O. venosa	
31A- 6	121°32'	16°10'	Heterostegina borneensis	
41A- 29	121°31'	15°40'	H. sp.	
51B-332	120°56'	16°09'	Spiroclypeus leupoldi	
61B-333	120°57'	16°08'	S. hignisi	
71B-395	121°30'	16°29'	S. sp.	
81C- 57	120°49'	16°23'	Sporadotrema cylindricum	
91A-107	121°49'	16°28'	Schlumbergella sp.	
101B- 53	120°57'	16°24'	Cyclocypeus eldae	
111B-129	121°31'	16°29'	C. sp.	
121C- 65	120°56'	16°04'	Nephrilepida angulosa	
131C- 92	120°56'	16°06'	N. inflata	
141D- 20	120°58'	16°20'	N. japonica	
151D- 26	120°58'	16°20'	N. ferreol	
161E- 72	120°57'	16°09'	N. sumatensis	
171E- 73	120°57'	16°09'	N. verbeeki	
181E-128	120°56'	16°09'	N. sp.	
191F- 28	121°03'	16°25'	Marglinopora vertebralis	
201F- 30	121°03'	16°25'	M. sp.	
211F- 31	121°01'	16°26'	Miogyopsisina polymorpha	
221G- 16	121°03'	16°25'	E. monstrosa	
231G- 17	121°02'	16°25'	E. sp.	
241H-231	121°01'	15°52'	E. ephippoides	
251H-306	120°48'	16°16'	Eulepida formosa	
261H-377	120°46'	16°20'	N. parva	
271K- 16	120°59'	16°26'	N. sp.	
281K- 66	121°31'	16°22'	Borelis pygmaeus	
291L- 1	121°42'	16°21'	B. philippinensis	
301L- 5	121°41'	16°19'	Benthonic foraminifera	
311L- 6	121°41'	16°18'	Fosculinella bontangensis	
321M-159	120°54'	16°24'	F. philippinensis	
331N- 53	120°58'	16°14'	Planorbina larvata	
			Panktonic foraminifera	
			Parrotaria sp.	
			Textularia sp.	
			Gypsina globulus	
			G. vesicularis	
			Rotalia sp.	





GEOLOGICAL SURVEY  
OF  
NORTHEASTERN LUZON  
PHILIPPINES  
GEOLOGICAL MAP



METAL MINING AGENCY OF JAPAN  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
GOVERNMENT OF JAPAN  
December 1977

Prepared by Bishimetal Exploration Co., Ltd.

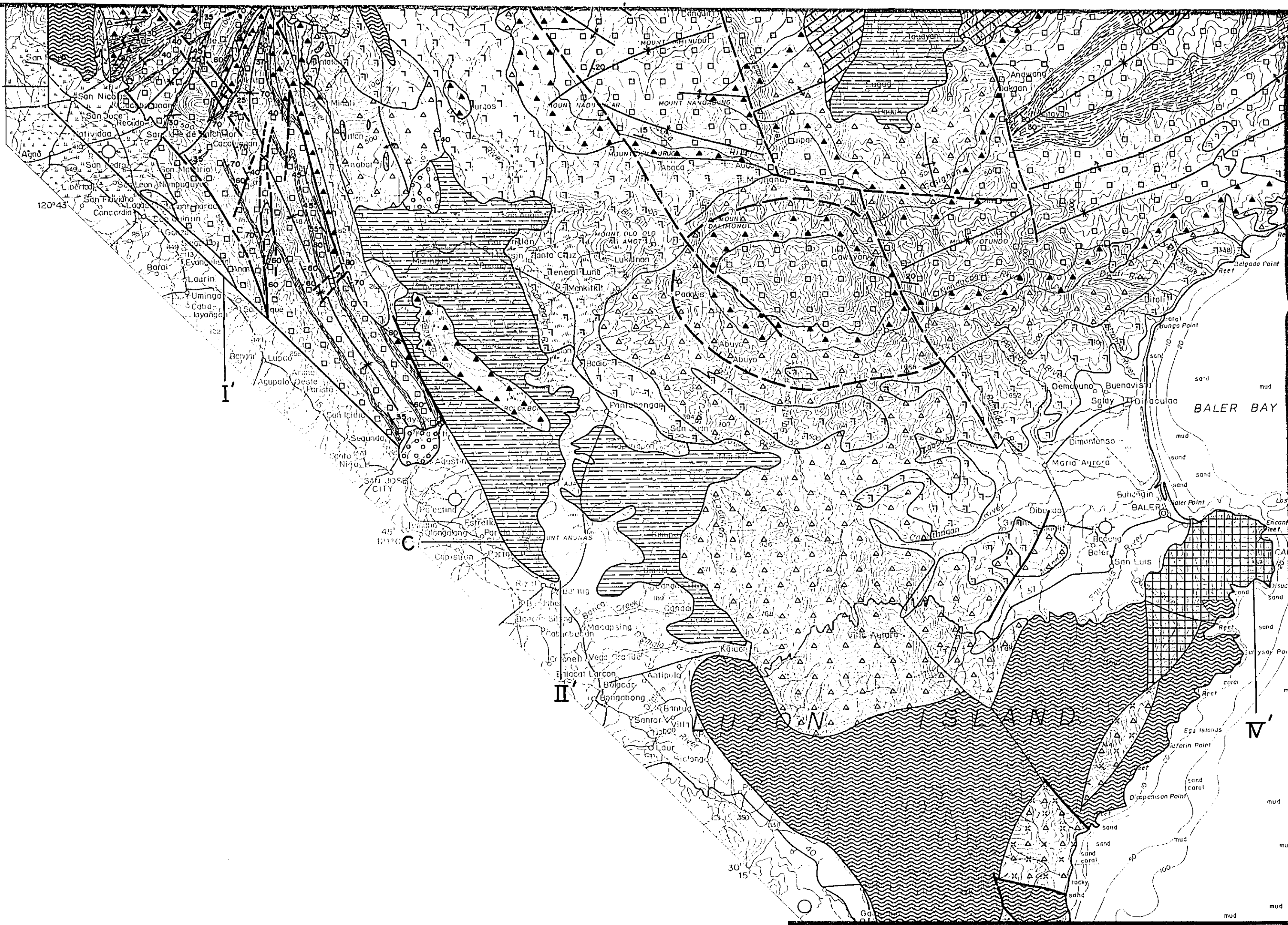
B

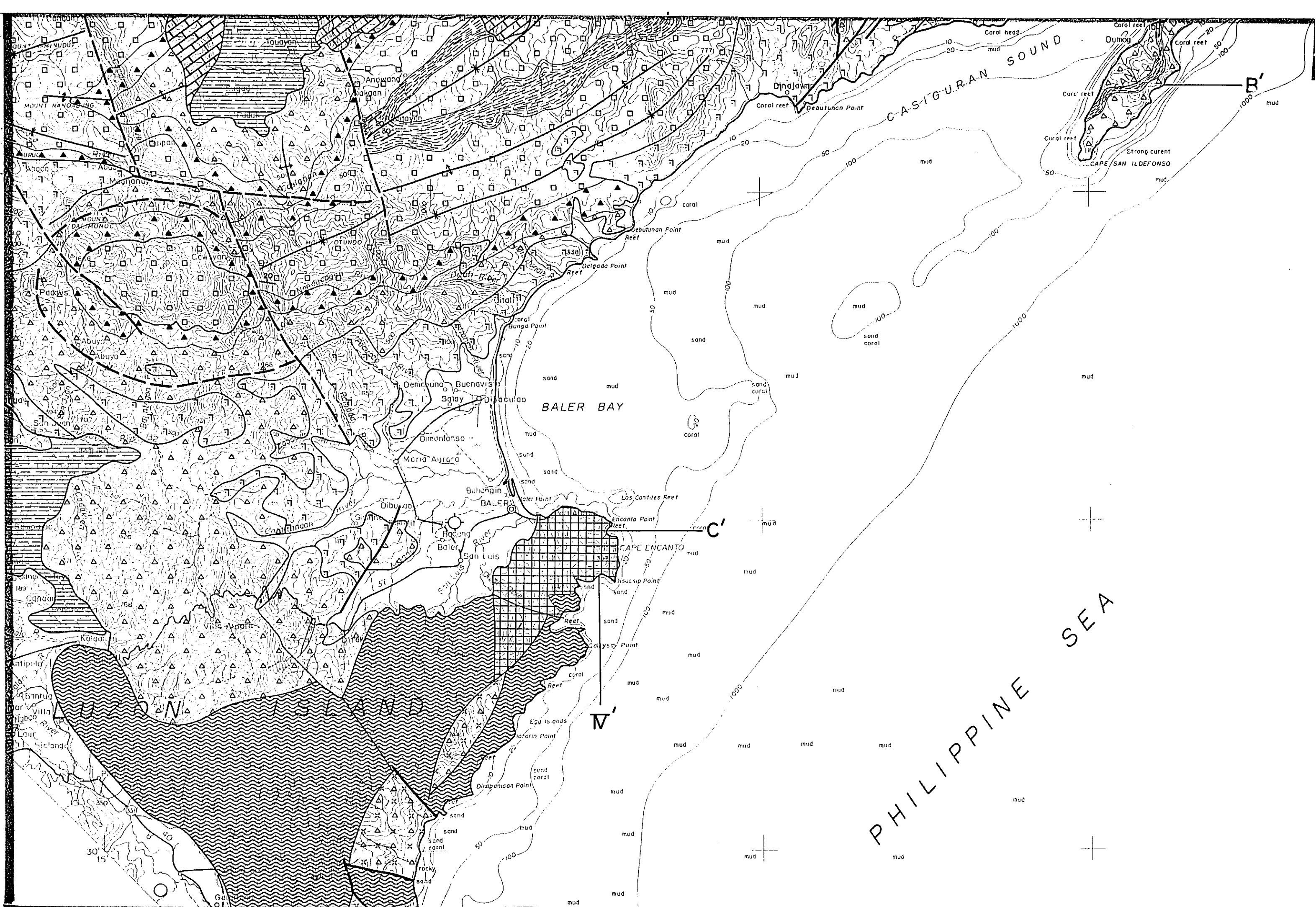
I

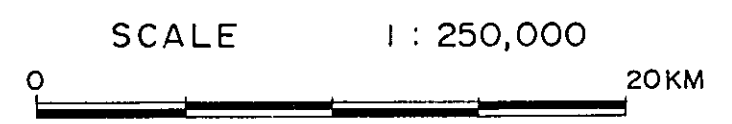
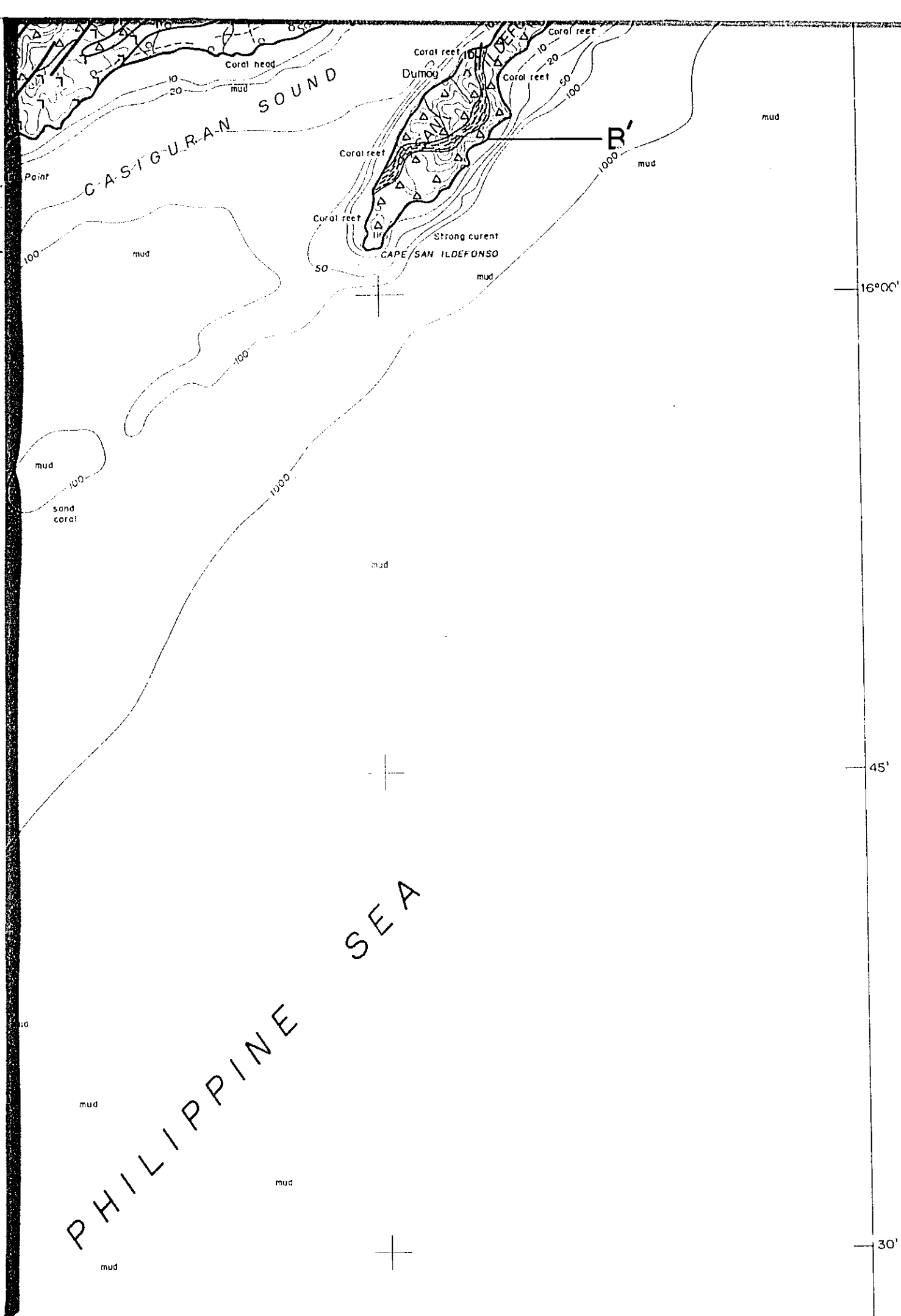
C

II

N'







METAL MINING AGENCY OF JAPAN  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
 GOVERNMENT OF JAPAN  
 December 1977

Prepared by Bishimetal Exploration Co., Ltd.

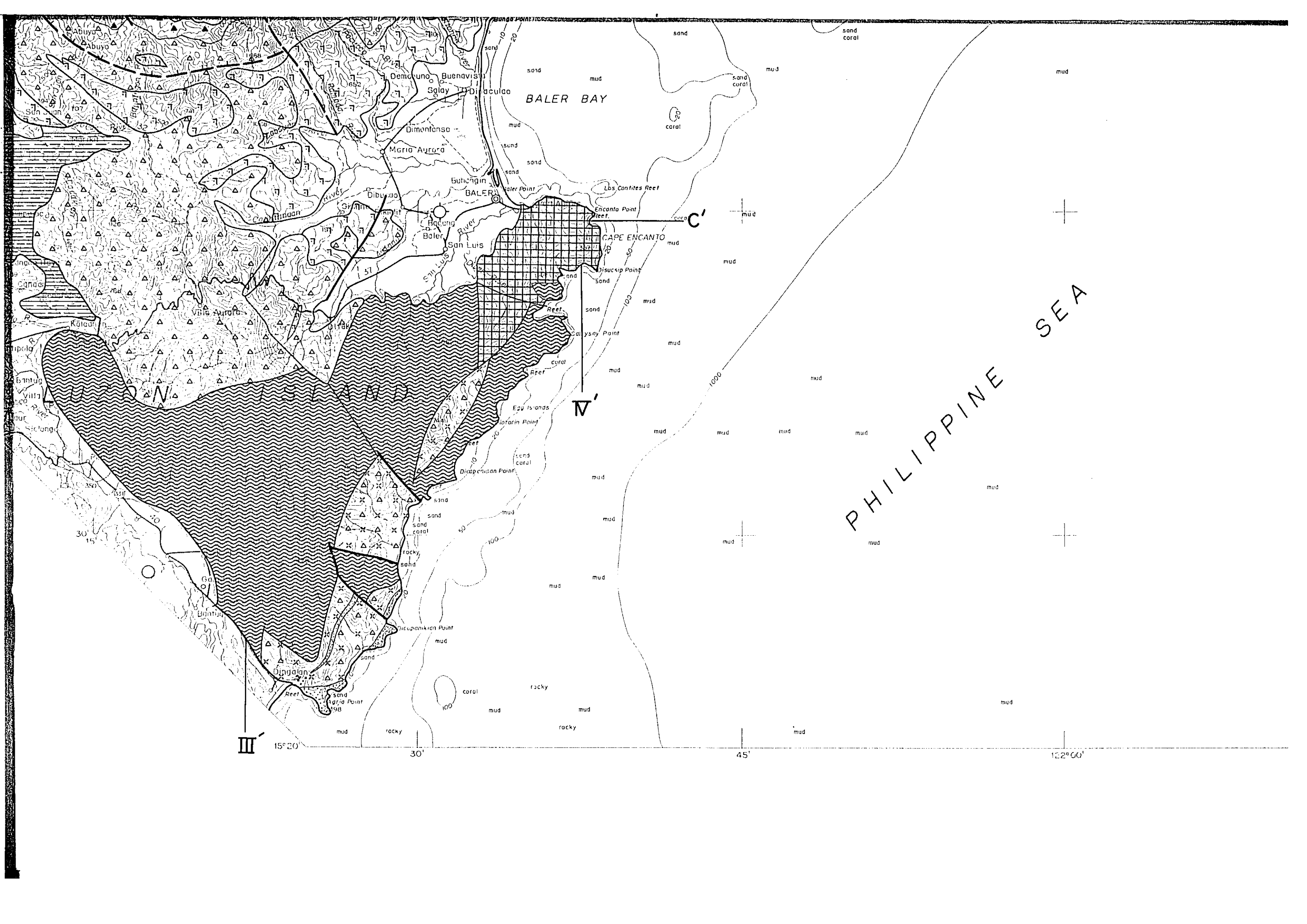
LEGEND

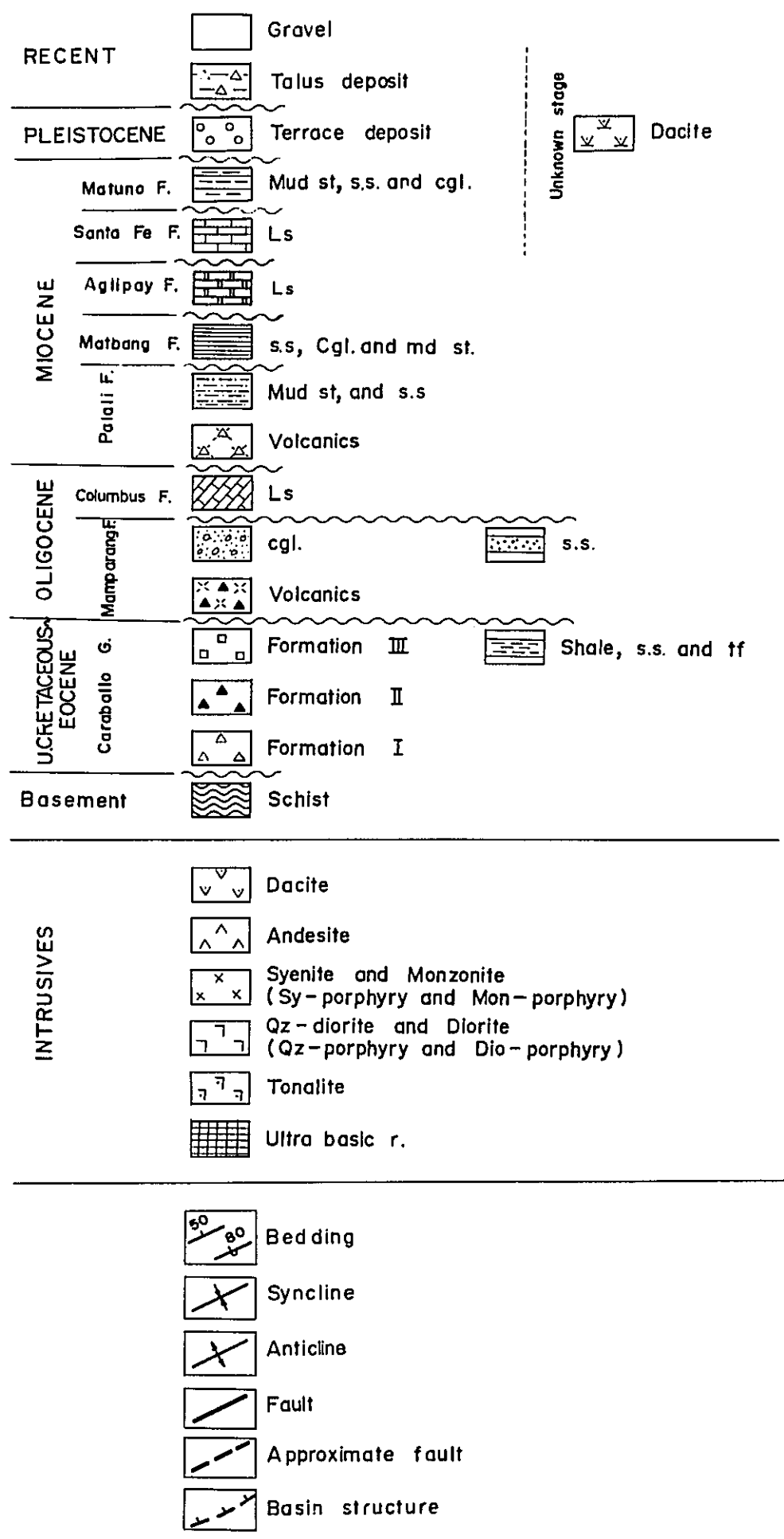
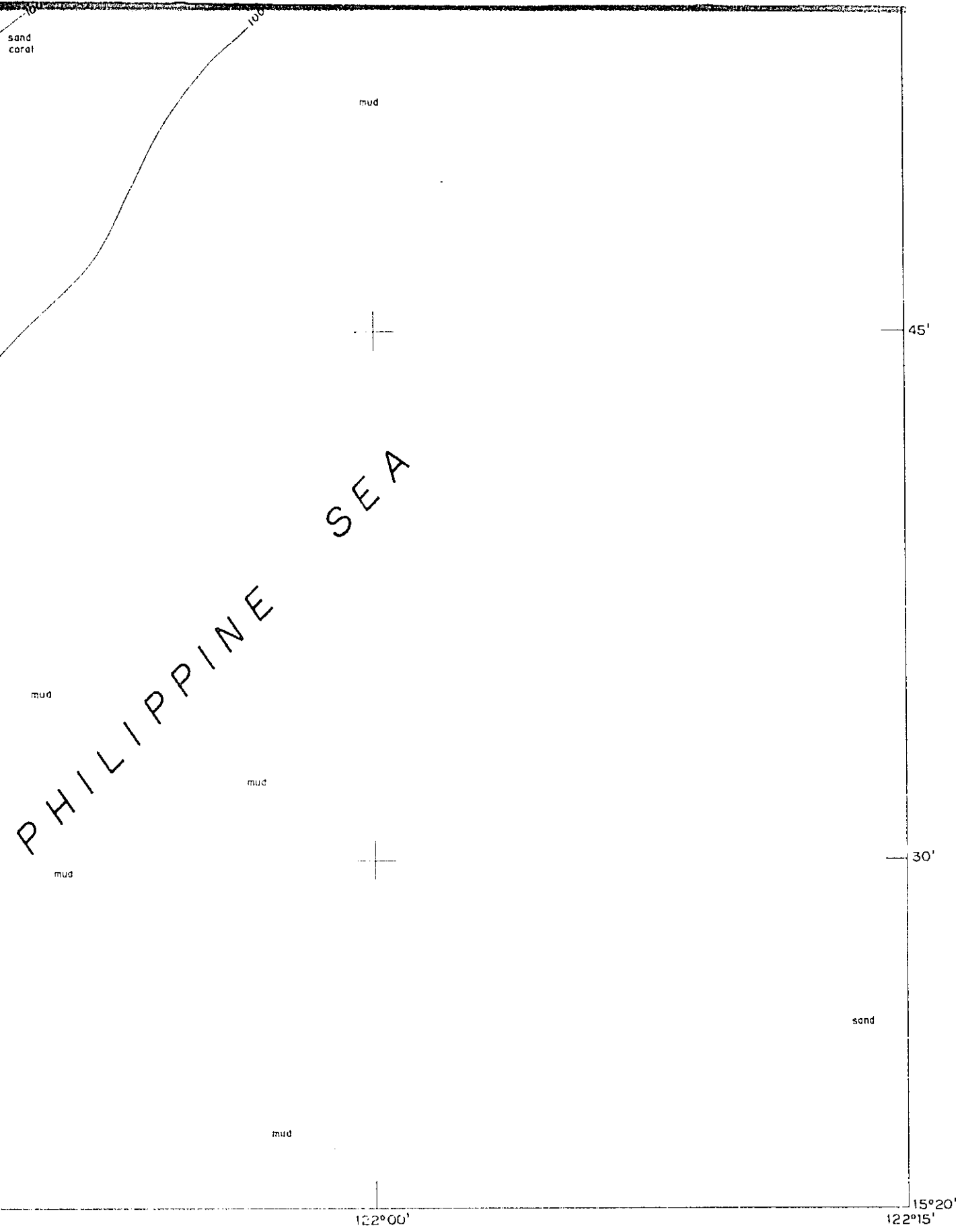
RECENT		Gravel	
		Talus deposit	
PLEISTOCENE		Terrace deposit	
		Matuno F.	Mud st, s.s. and cgl.
		Santa Fe F.	Ls
MIOCENE		Aglipay F.	Ls
		Matbang F.	s.s, Cgl. and md st.
		Palati F.	Mud st, and s.s
		Volcanics	
OLIGOCENE		Columbus F.	Ls
		Mamparang F.	cgl. s.s.
		Volcanics	
UCRETACEOUS-EOCENE		Caraballo G.	Formation III Shale, s.s. and tf
		Formation II	
		Formation I	
Basement		Schist	
INTRUSIVES		Dacite	
		Andesite	
		Syenite and Monzonite (Sy-porphry and Mon-porphry)	
		Qz-diorite and Diorite (Qz-porphry and Dio-porphry)	

Unknown stage



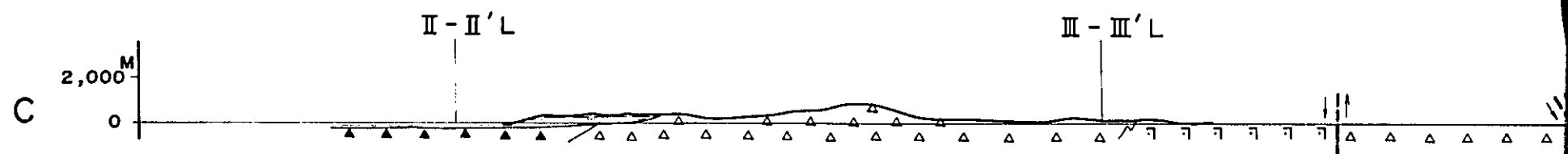
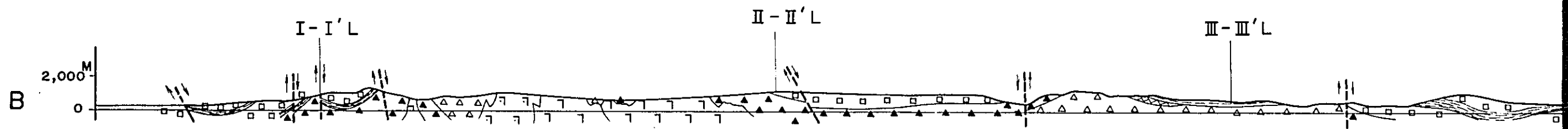
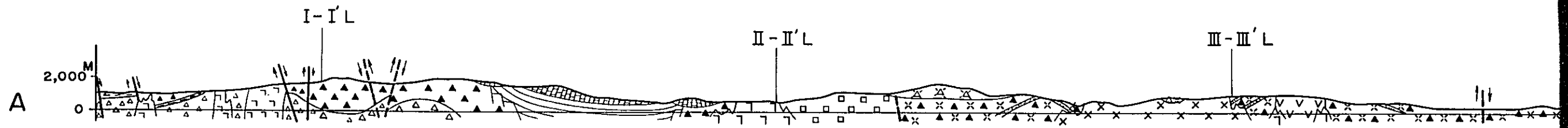




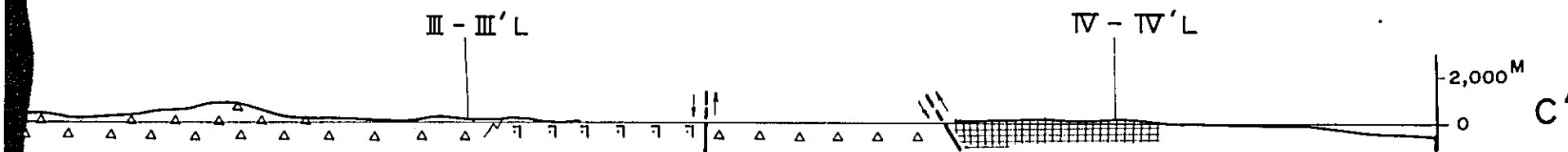
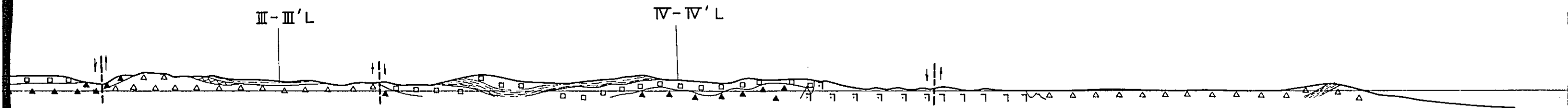
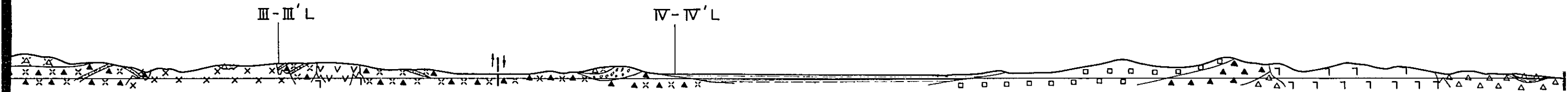


Unknown stage

W - E LINE



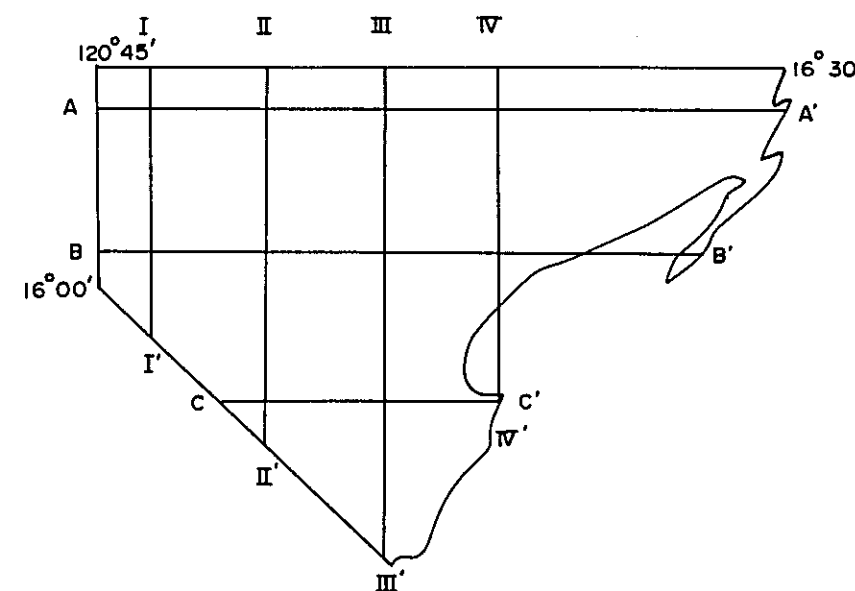
# W - E LINE



GEOLOGICAL SURVEY  
OF  
NORTHEASTERN LUZON  
PHILIPPINES

GEOLOGICAL PROFILE

LOCATION INDEX

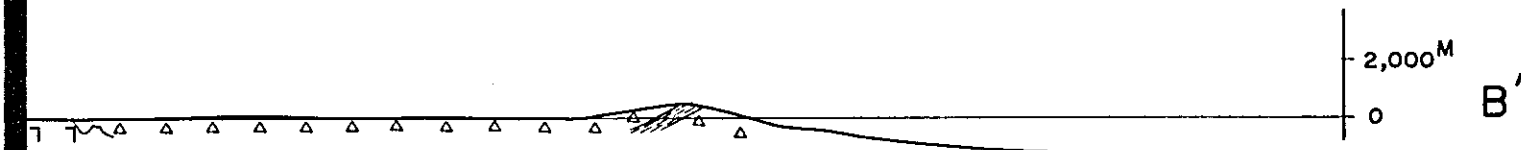
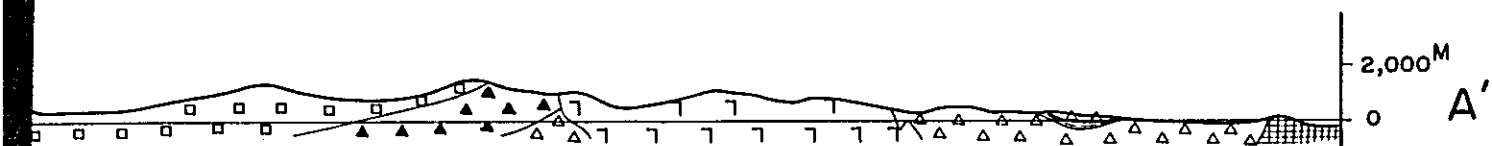


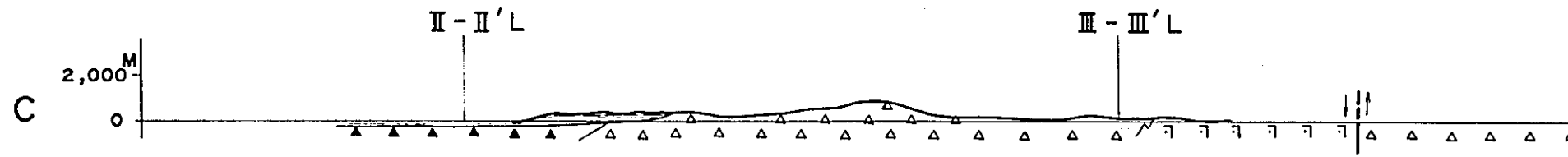
SCALE 1 : 250,000



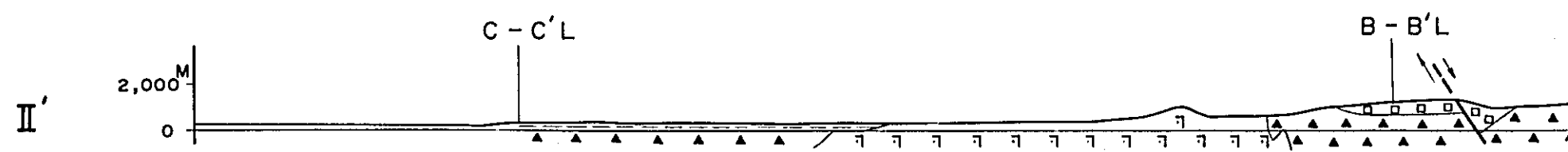
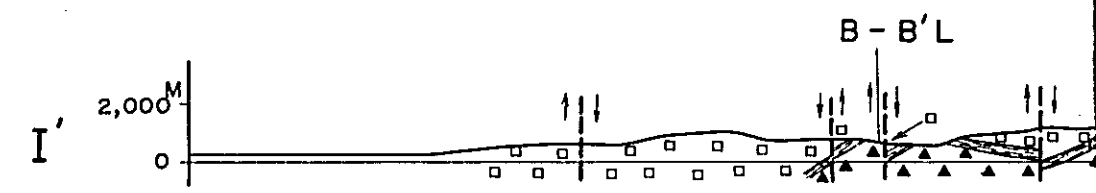
METAL MINING AGENCY OF JAPAN  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
GOVERNMENT OF JAPAN  
December 1976

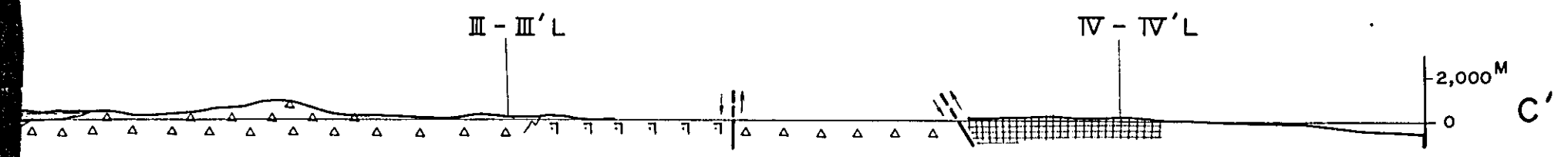
Prepared by Bishimetal Exploration Co., Ltd.



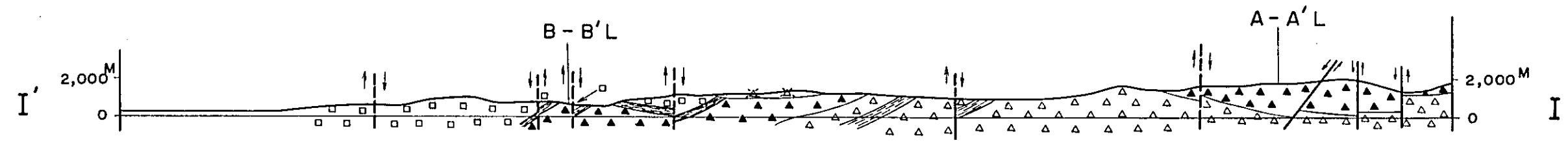


S - N LINE





S - N LINE





SCALE 1 : 250,000

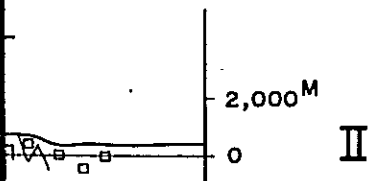
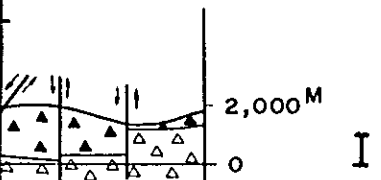


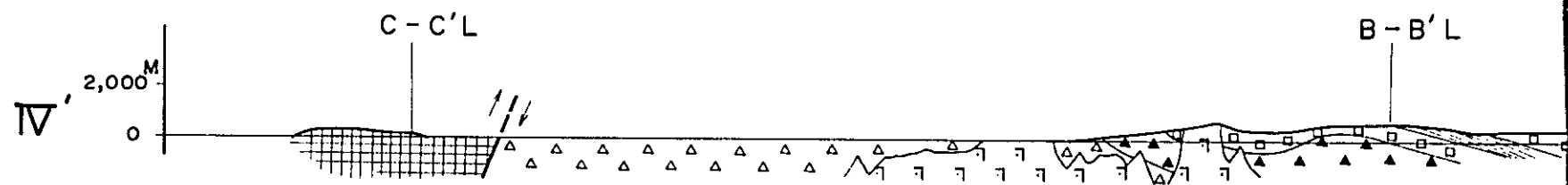
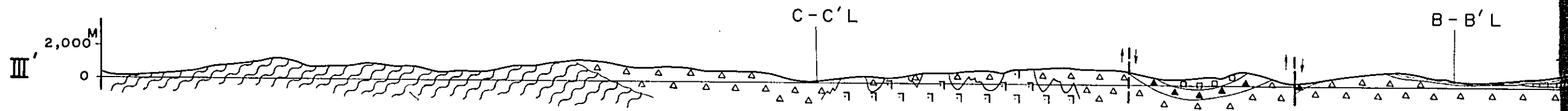
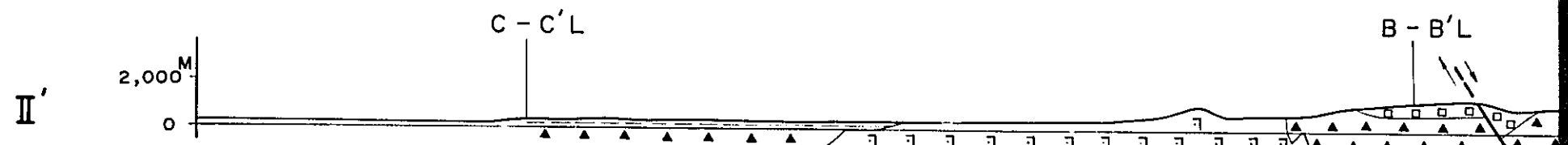
METAL MINING AGENCY OF JAPAN  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
 GOVERNMENT OF JAPAN  
 December 1976

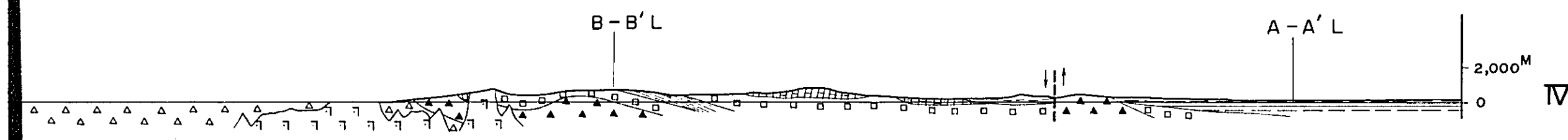
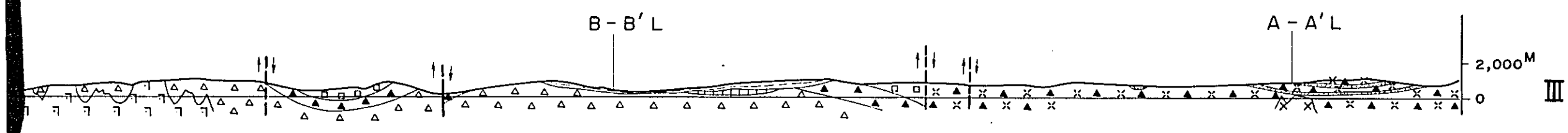
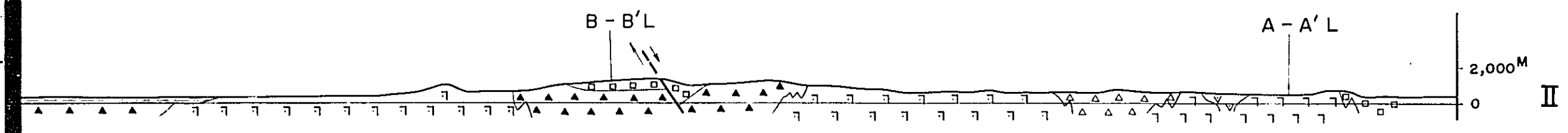
Prepared by Bishimetal Exploration Co., Ltd.

LEGEND

RECENT		Gravel	
		Talus deposit	
PLEISTOCENE		Terrace deposit	
	Matuno F.	Mud st, s.s. and cgl.	Unknown stage
	Santa Fe F.	Ls.	
MIOCENE	Notbang F.	s.s, cgl and s.s.	
	Palali F.	Mud st and s.s.	
OLIGOCENE		Volcanics	
	Columbus F.	Ls.	
	Mamparang F.	cgl.	s.s.
U. CRET - EOCENE		Formation III	Shale, s.s. and tf
	Caraballo G.	Formation II	
		Formation I	
Base ment		Schist	
INTRUSIVES		Dacite	
		Andesite	
		Syenite and Monzonite (Sy-porphry and Mon-porphry)	
		Qz-diorite and Diorite (Qz-porphry and Dio-porphry)	
		Tonalite	
		Ultra basic r.	













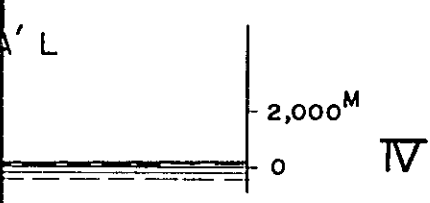
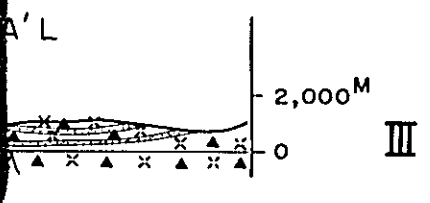
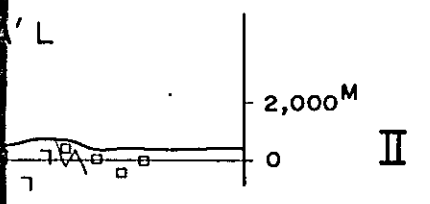


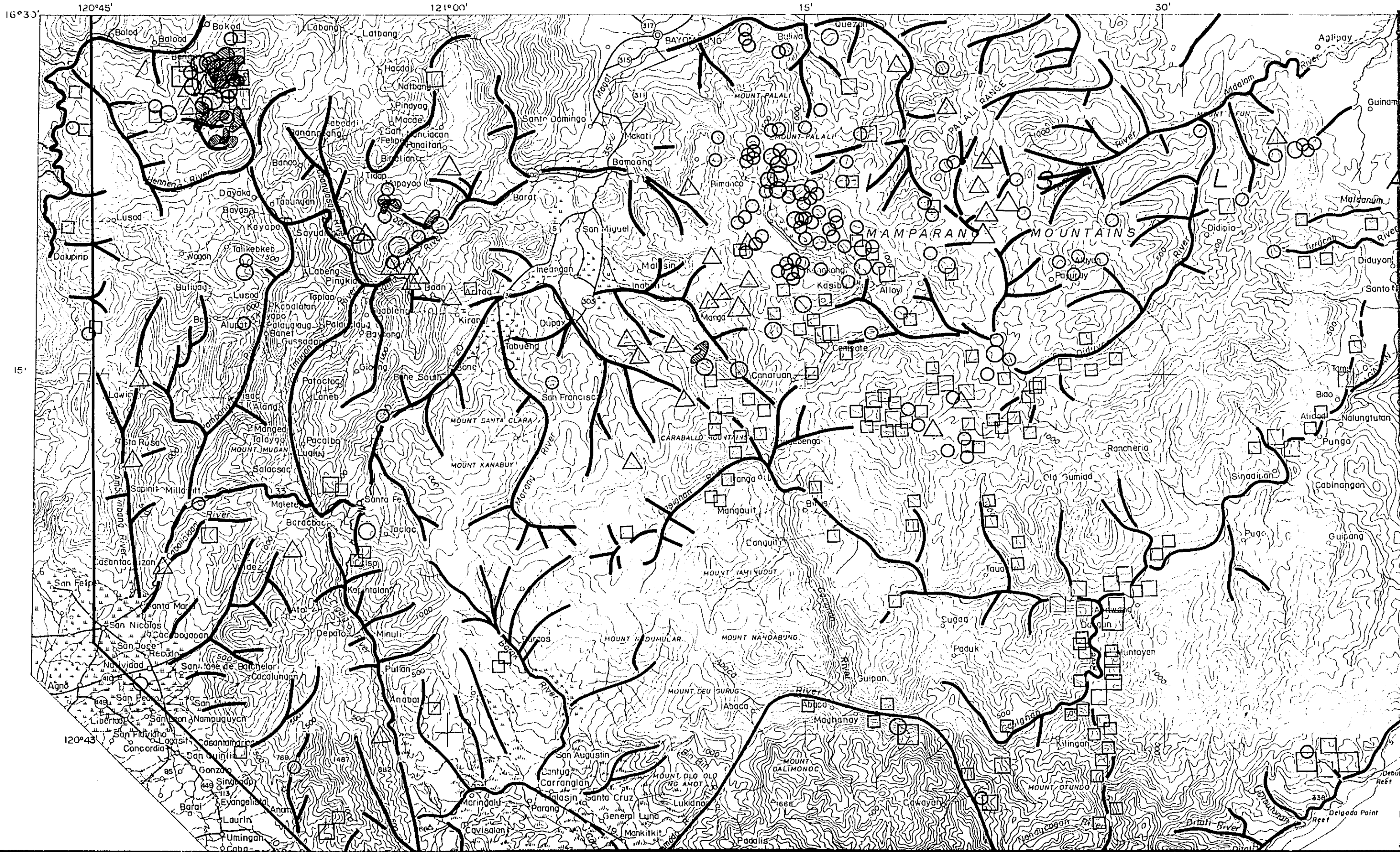
U 8 Formation 1

Base ment Schist

INTRUSIVES

-  Dacite
-  Andesite
-  Syenite and Monzonite  
(Sy-porphry and Mon-porphry)
-  Qz-diorite and Diorite  
(Qz-porphry and Dio-porphry)
-  Tonalite
-  Ultra basic r.
-  Fault
-  Approximate fault





15'

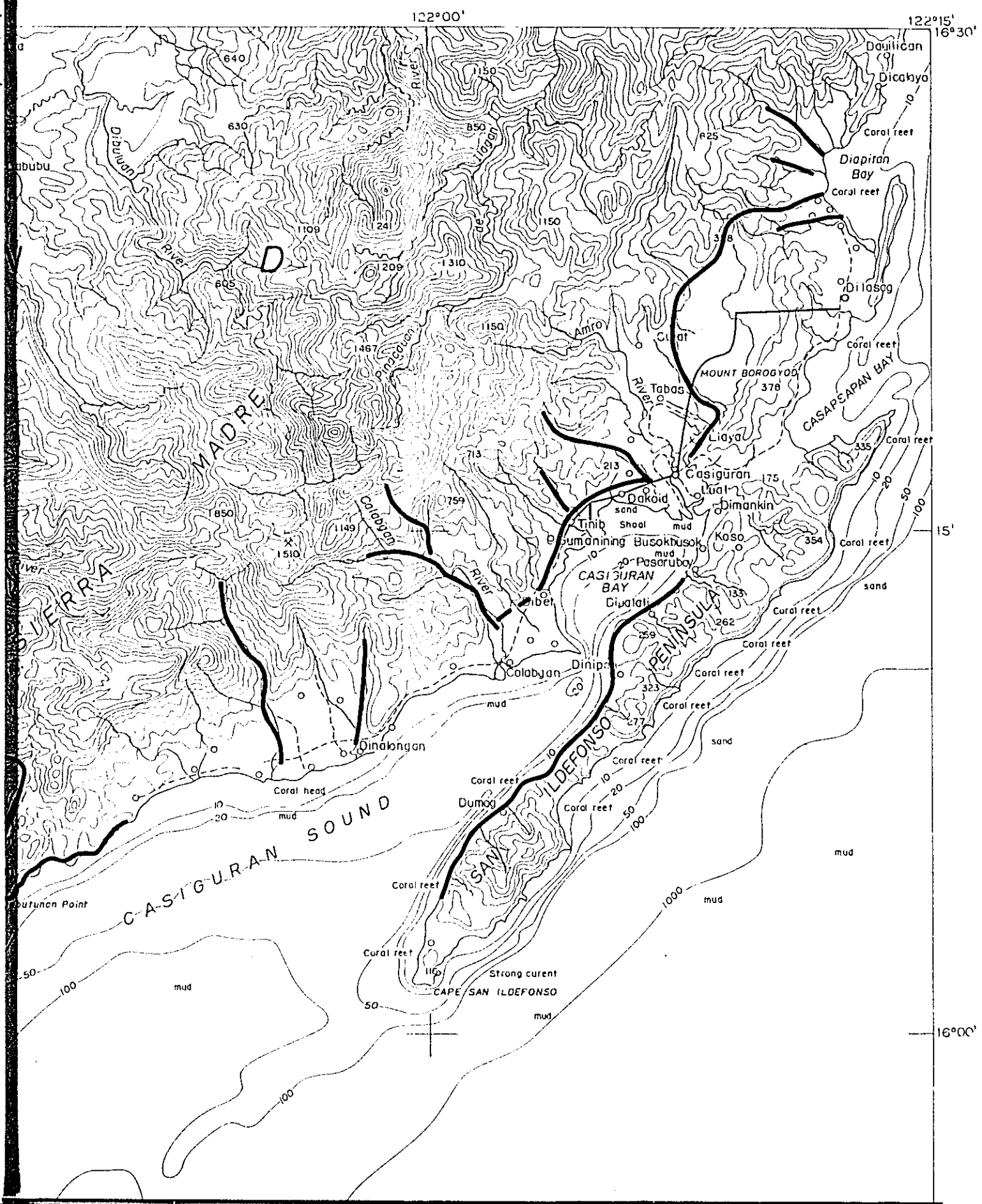
30'

45'

122°00'



GEOLOGICAL SURVEY  
OF  
NORTHEASTERN LUZON  
PHILIPPINES  
  
GEOCHEMICAL ANOMALIES  
OF  
STREAM SEDIMENT AND SOIL

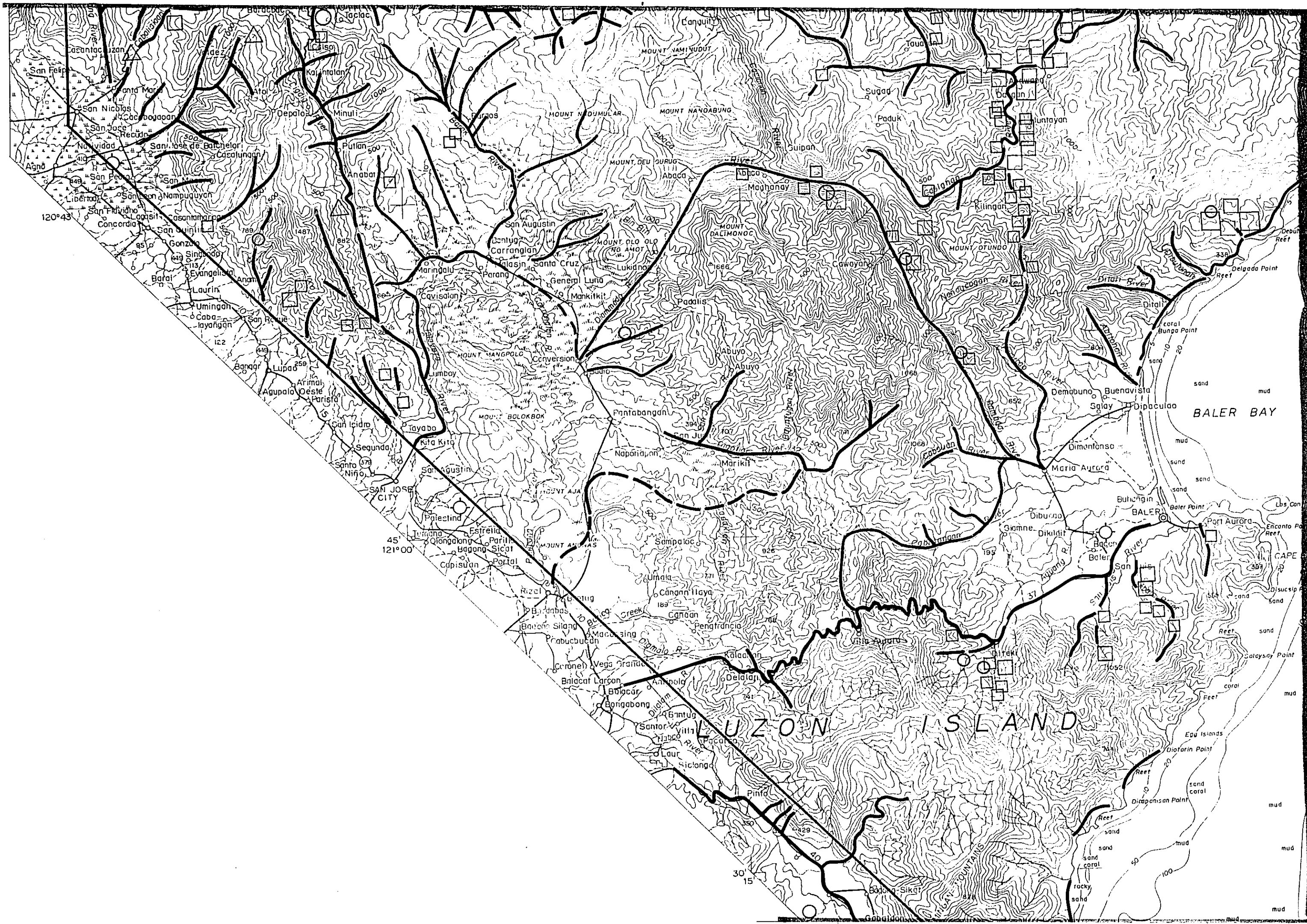


SCALE 1 : 250,000



METAL MINING AGENCY OF JAPAN  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
GOVERNMENT OF JAPAN  
December 1977

Prepared by Bishimetal Exploration Co., Ltd.



120°43'

45°  
121°00'

# LUZON ISLAND

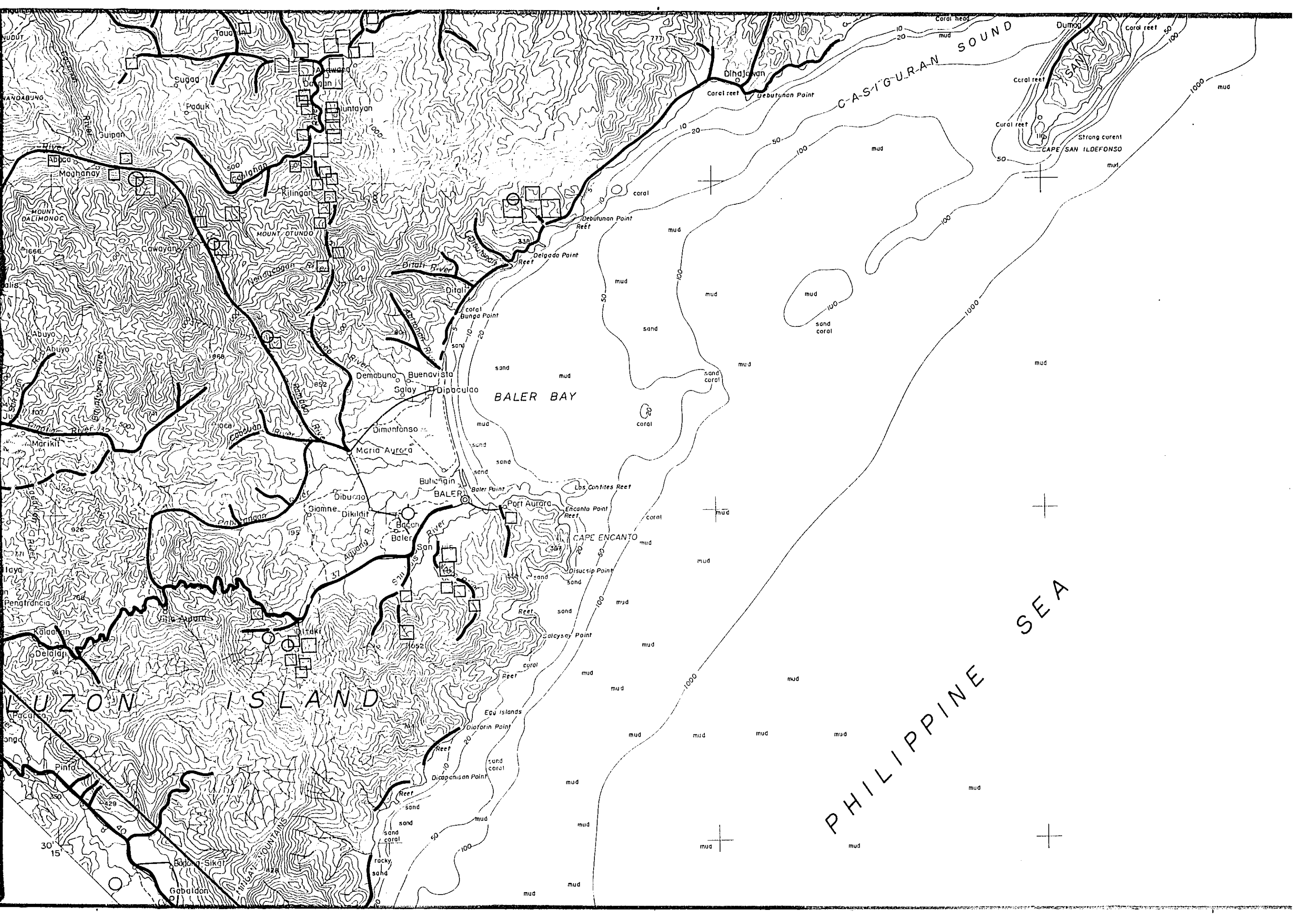
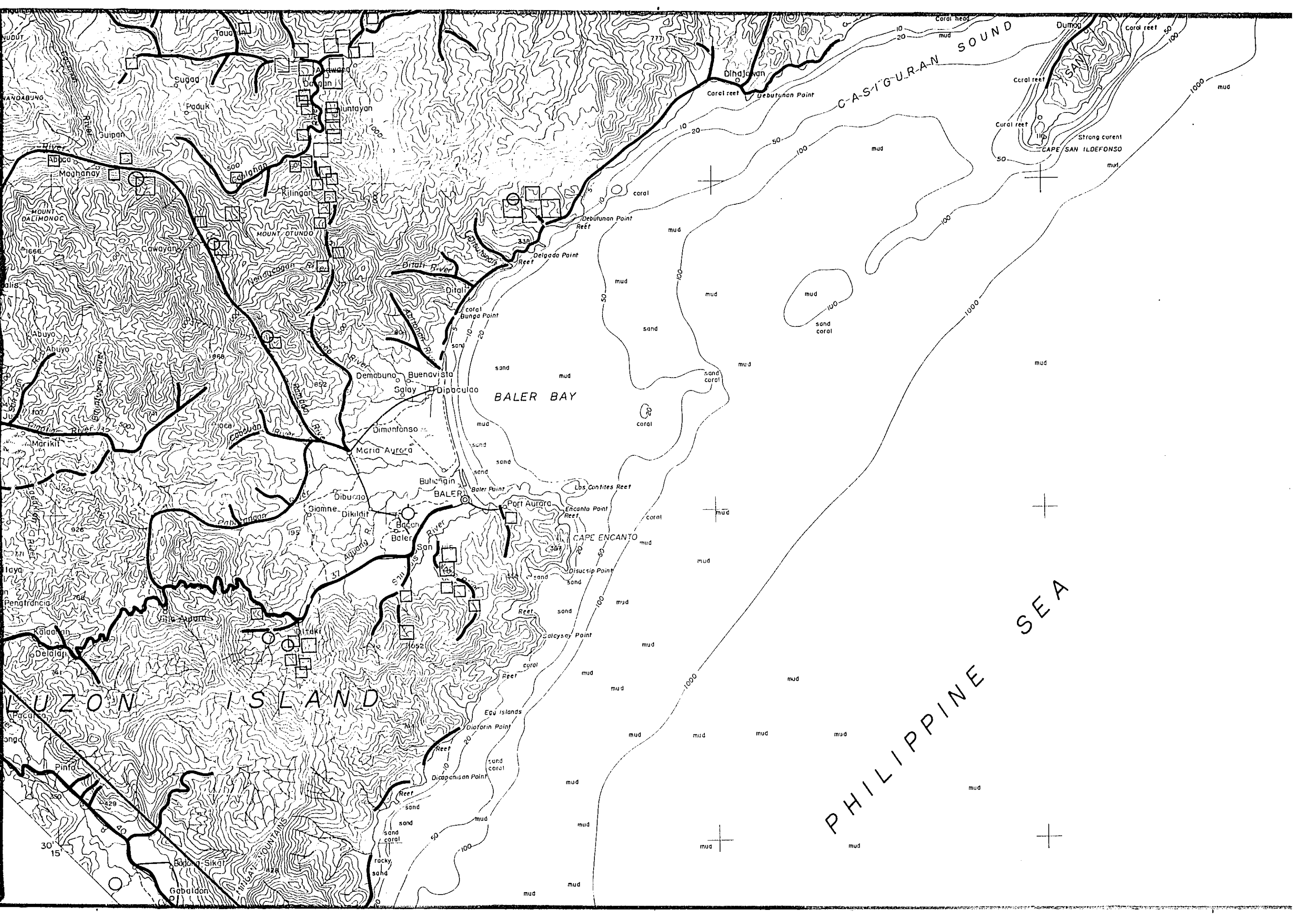
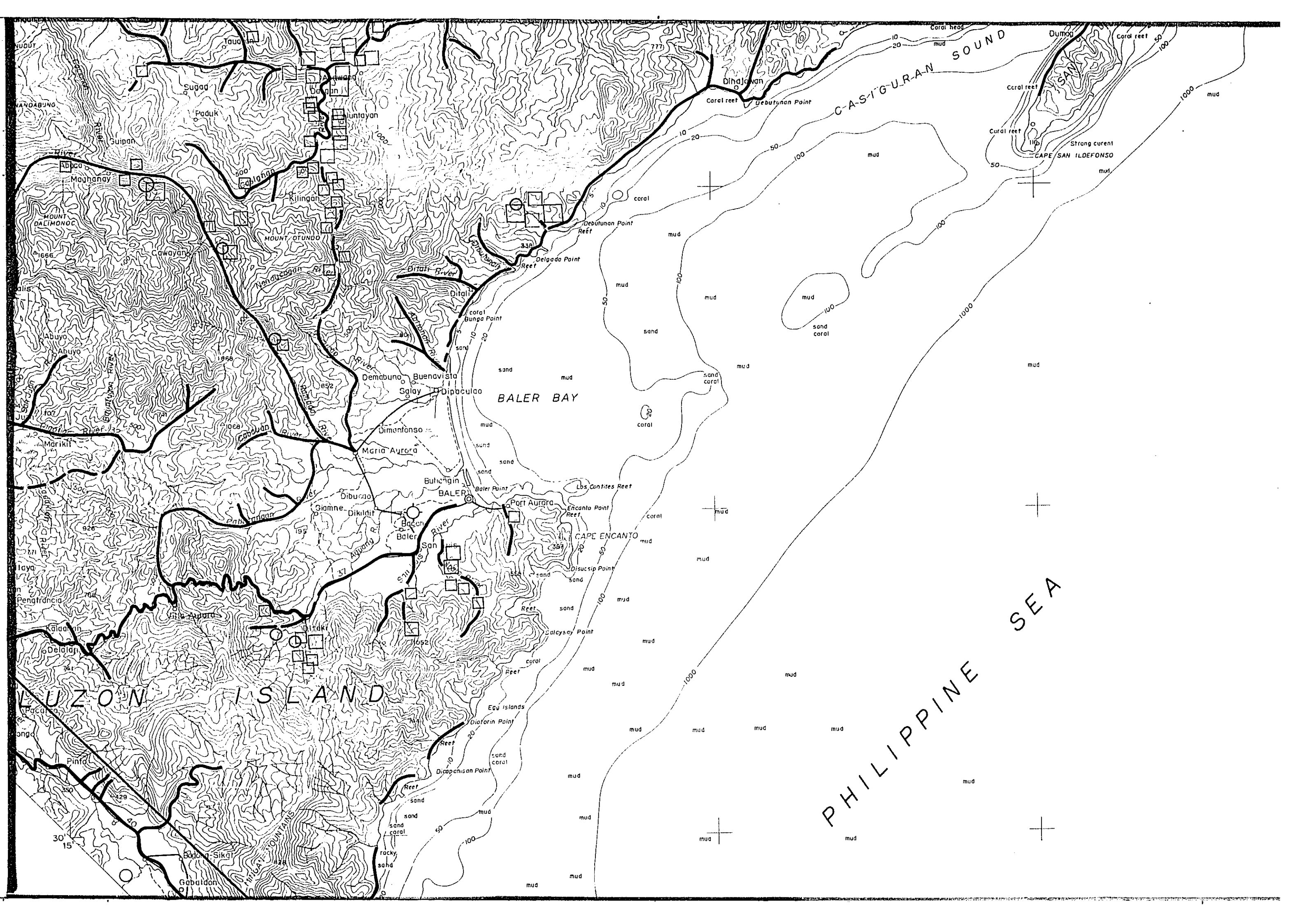
BALER BAY

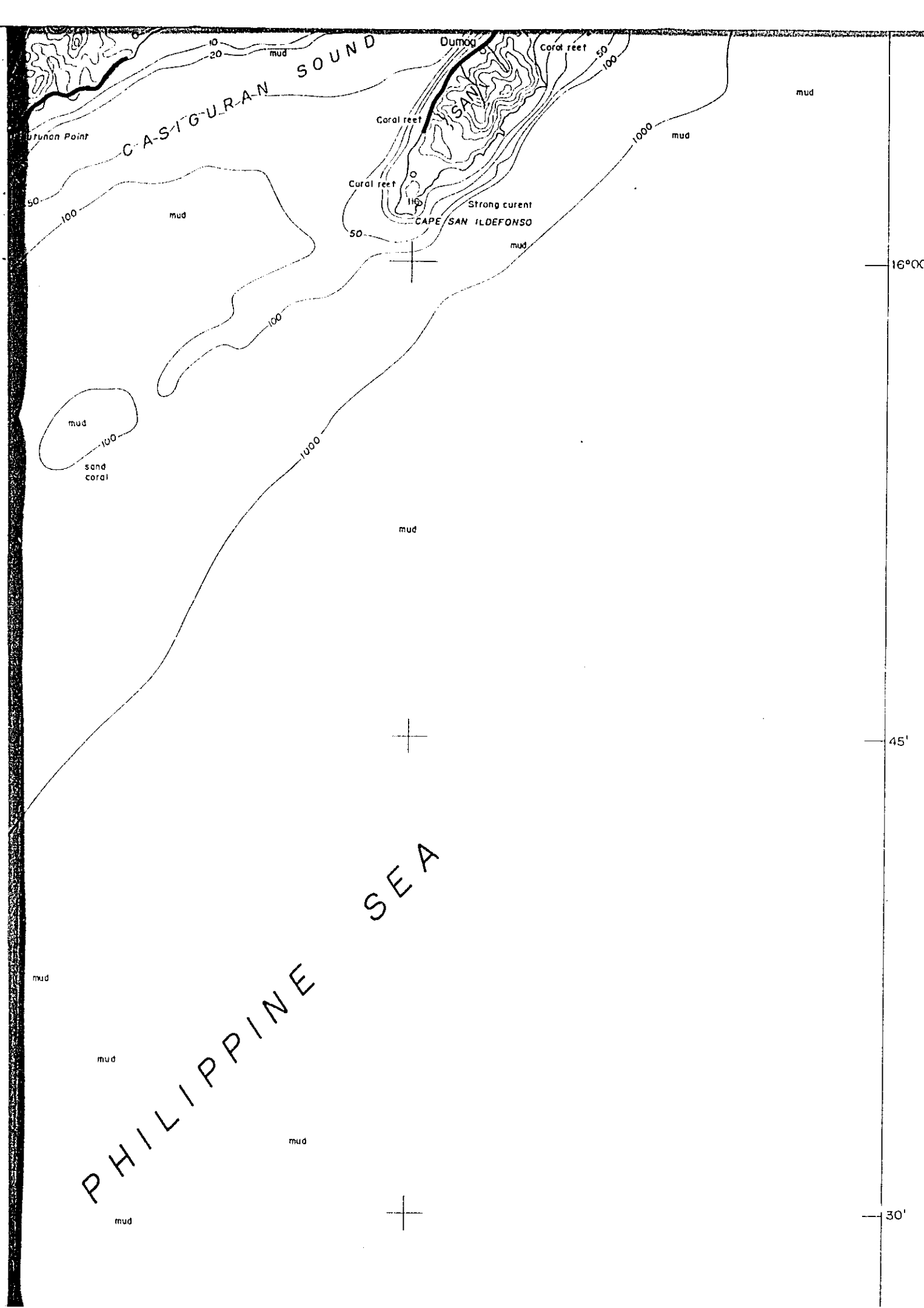
CAPE

Egg Islands

mud







SCALE 1 : 250,000



METAL MINING AGENCY OF JAPAN  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
 GOVERNMENT OF JAPAN  
 December 1977

Prepared by Bishimetal Exploration Co., Ltd.

LEGEND

Stream sediment	Cu	Zn	Mo
$2t \leq$	○	□	△
$t \leq$	○	□	△ <math>< 2t</math>
$t' \leq$	○	□	△ <math>< t</math>

	$t'$	$t$	$2t$
	ppm	ppm	ppm
Cu	126	215	430
Zn	208	375	750
Mo	6	7	14

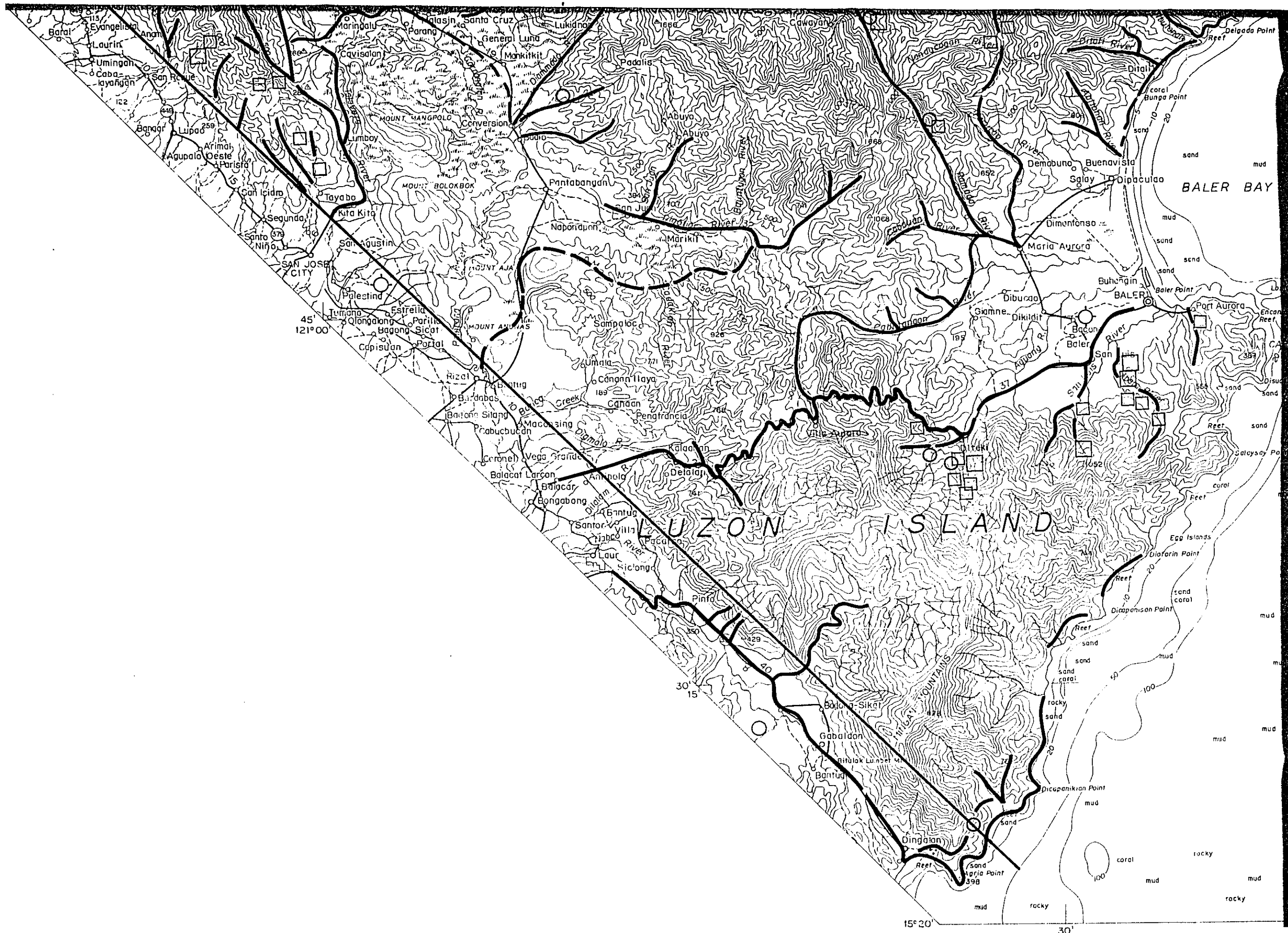
$t'$  : 10% value of total observations from the highest

$t$  : threshold value

Soil

	Cu	Zn
$t \leq$	▨	▨

	Bokod	Mongla	Salinas	Kasibu
	ppm	ppm	ppm	ppm
Cu $t$	95	40	100	200
Zn $t$	90	75	75	75

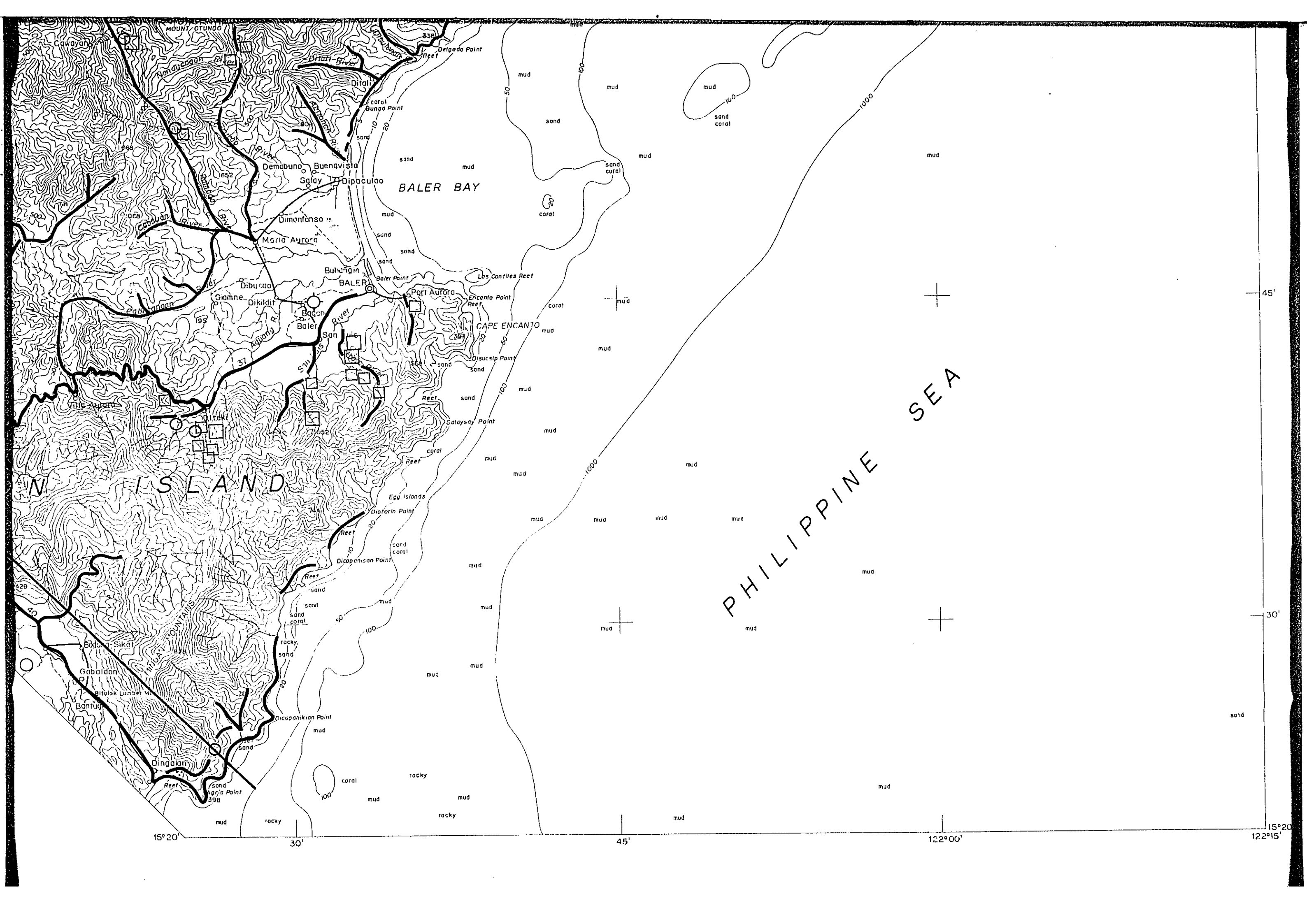


45°  
121°00'

30°  
15'

15°20'

30'



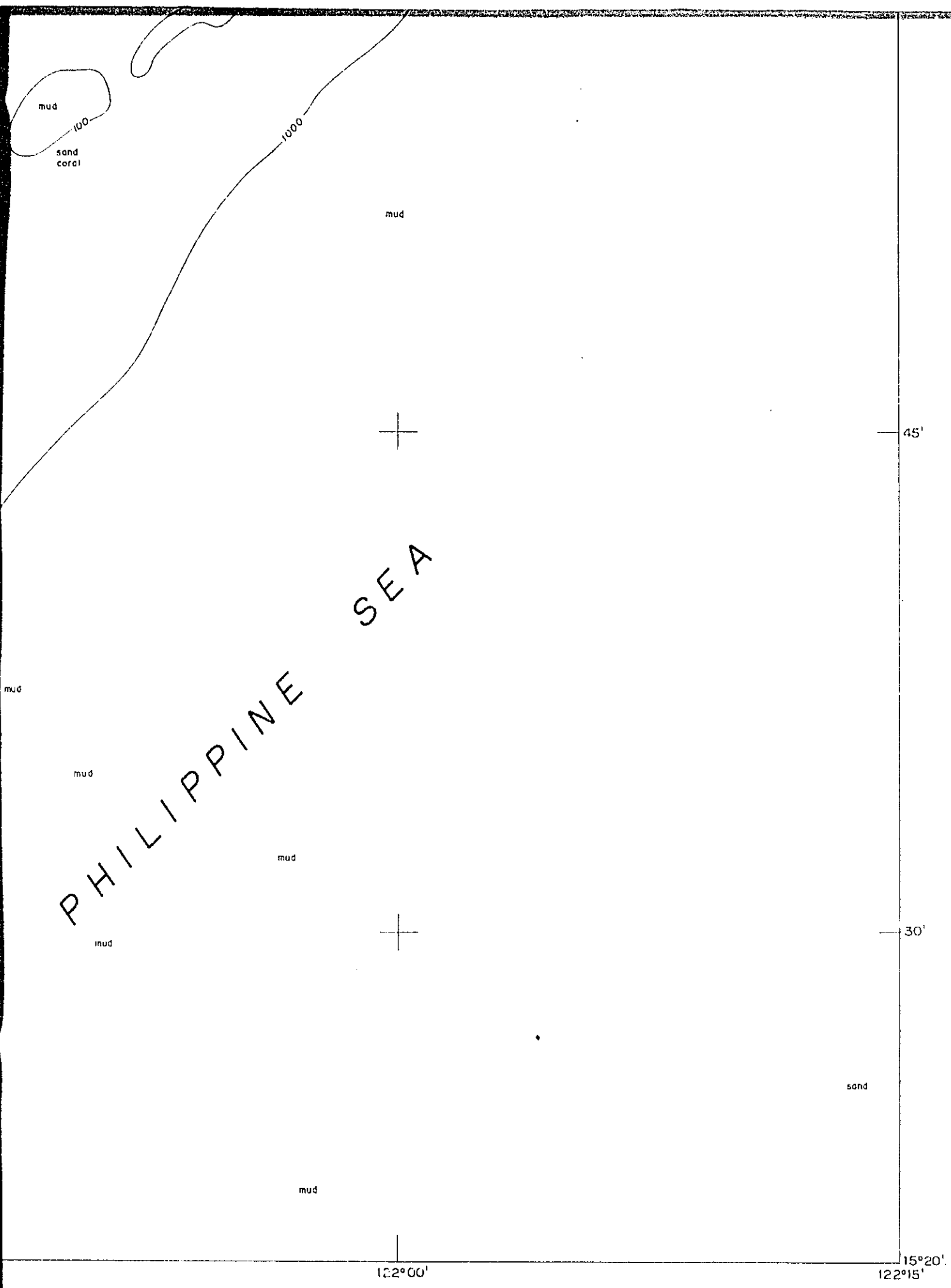
MOUNT OTUNDO  
Cawayan  
Nanducagan River  
Ditali River  
San Juan River  
Cabañagan River  
Ditali  
Demabuno  
Buenavista  
Sagay  
Dipaculao  
Dimanfansa  
Maria Aurora  
Buharagin  
BALERA  
Port Aurora  
Encanto Point  
CAPE ENCANTO  
Disucup Point  
Caraysay Point  
Ecu Islands  
Diatarin Point  
Dicapanian Point  
Dicapanian Point  
Dingalan  
Baldon  
Bantun  
Dingalan  
Dicapanian Point

BALER BAY

BALER ISLAND

PHILIPPINE SEA

15°20' 30' 45' 122°00' 15' 20' 15'



L E G E N D

Stream sediment

	Cu	Zn	Mo	
$2t \leq$	○	□	△	
$t \leq$	○	□	△	$< 2t$
$t' \leq$	○	□		$< t$

	$t'$	$t$	$2t$
	ppm	ppm	ppm
Cu	126	215	430
Zn	208	375	750
Mo	6	7	14

$t'$  : 10% value of total observations from the highest

$t$  : threshold value

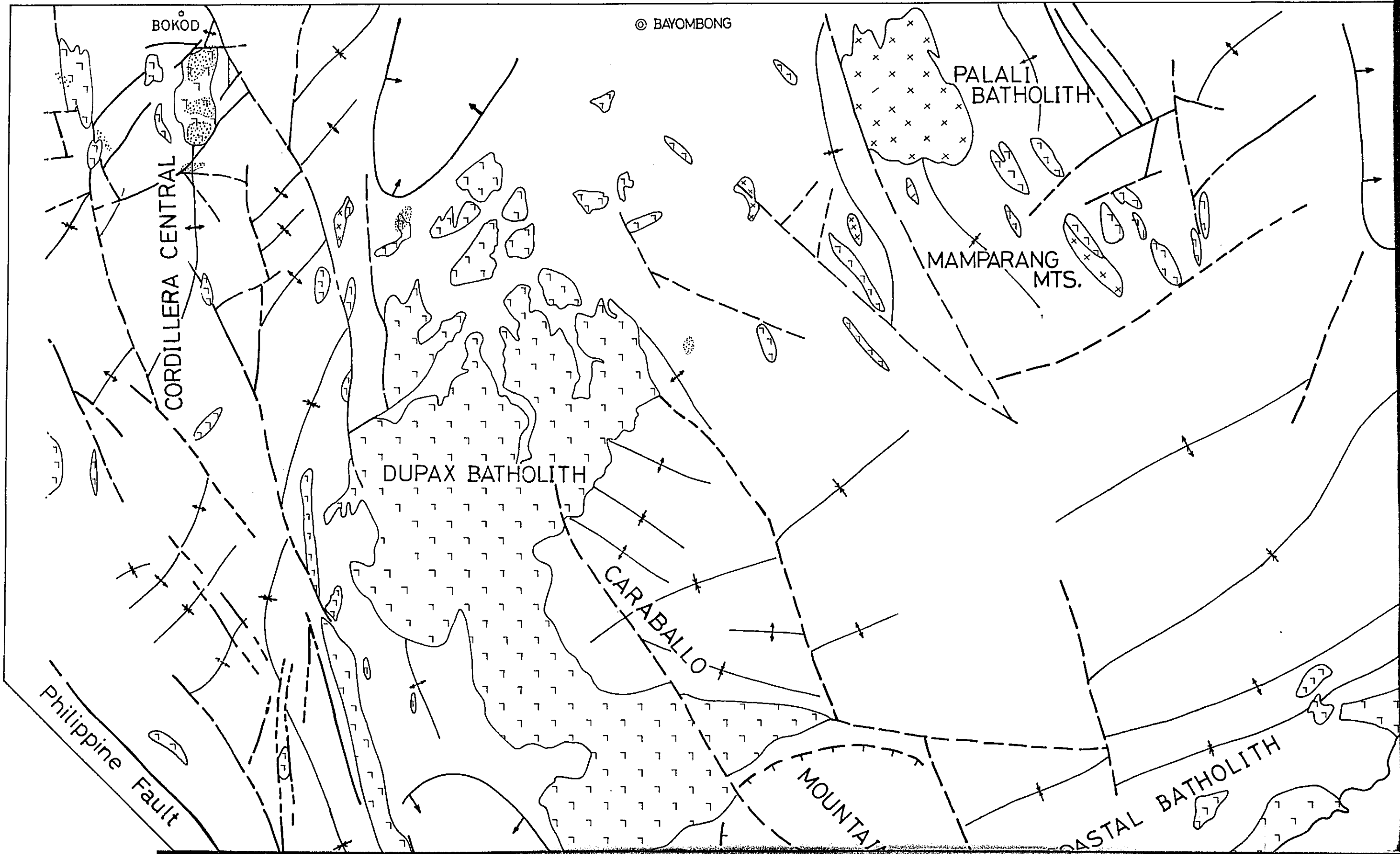
Soil

	Cu	Zn
$t \leq$	▨	▨

	Bokod	Mongia	Salinas	Kasibu
	ppm	ppm	ppm	ppm
Cu $t$	95	40	100	200
Zn $t$	90	75	75	75

$t$  : threshold value

© BAYOMBONG



BOKOD

CORDILLERA CENTRAL

PALALI BATHOLITH

MAMPARANG MTS.

DUPAX BATHOLITH

CARABALLO

MOUNTAIN

COASTAL BATHOLITH

Philippine Fault

AYOMBONG

PALALI  
BATHOLITH

MAMPARANG  
MTS.

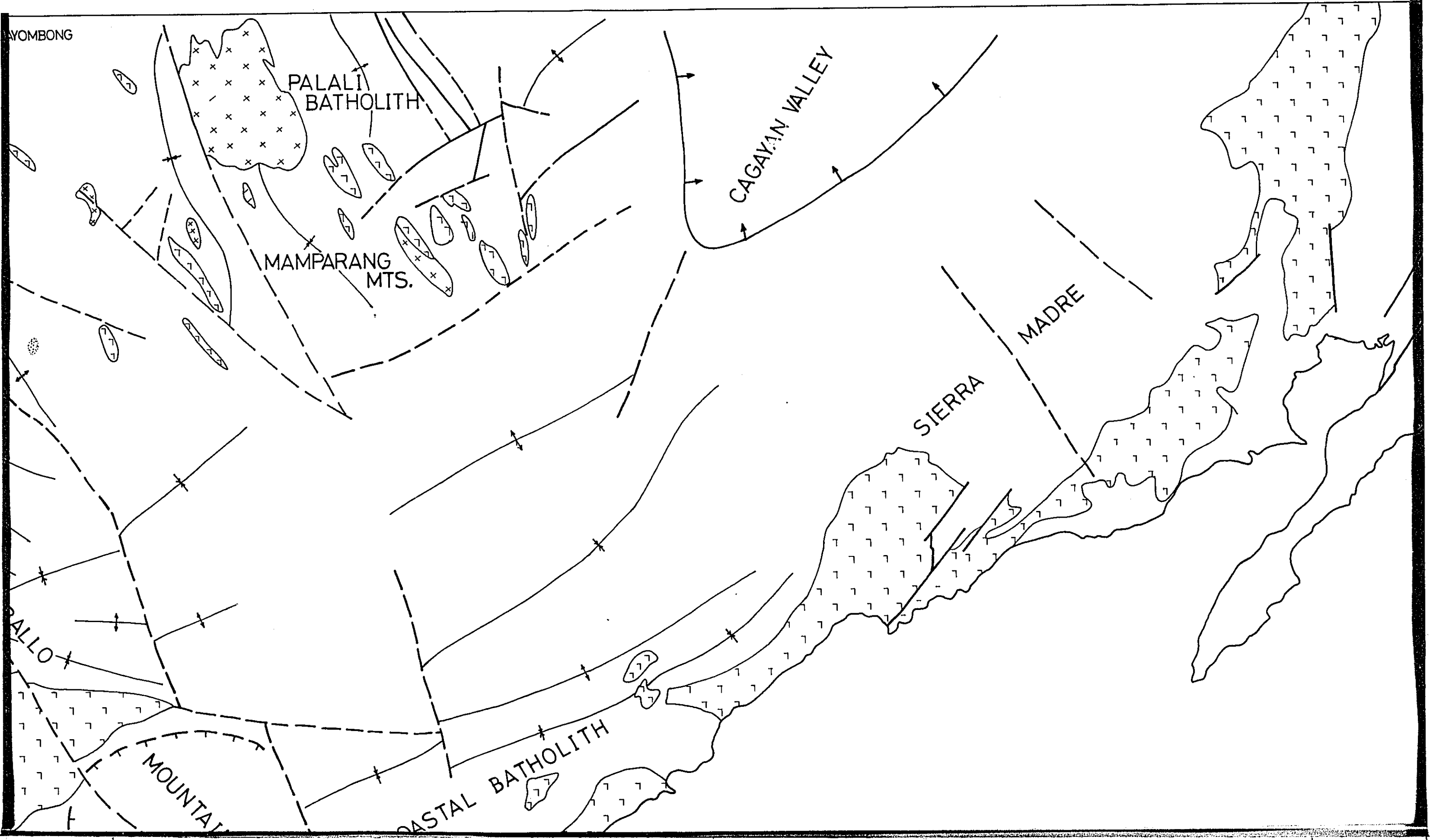
CAGAYAN VALLEY

SIERRA  
MADRE

PALLO

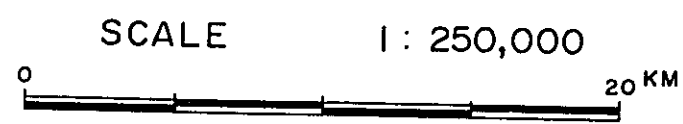
MOUNTAIN

PASTAL BATHOLITH



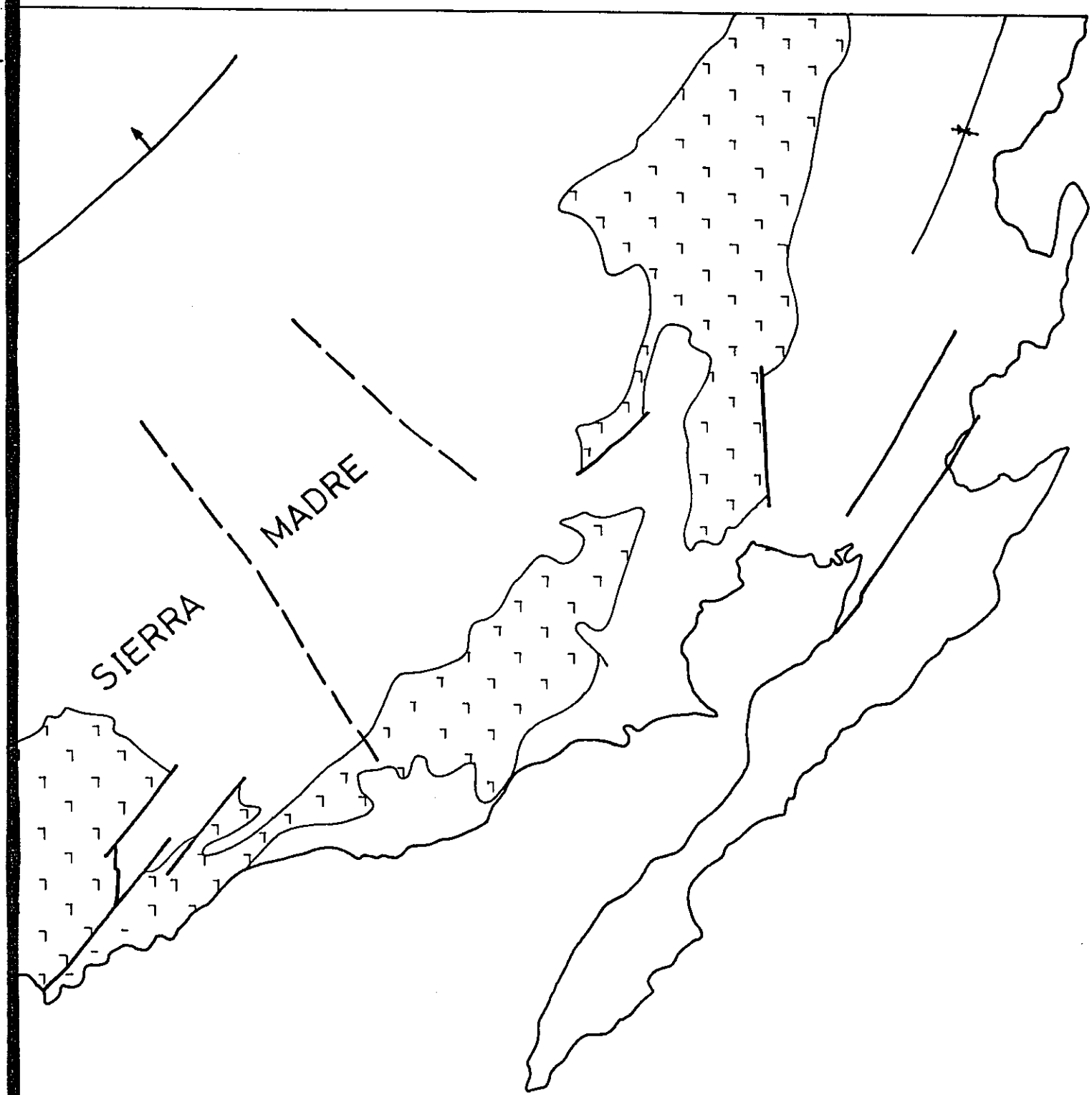
GEOLOGICAL SURVEY  
OF  
NORTHEASTERN LUZON  
PHILIPPINES

RELATION MAP BETWEEN  
GEOLOGICAL STRUCTURE  
AND MINERALIZED ZONE

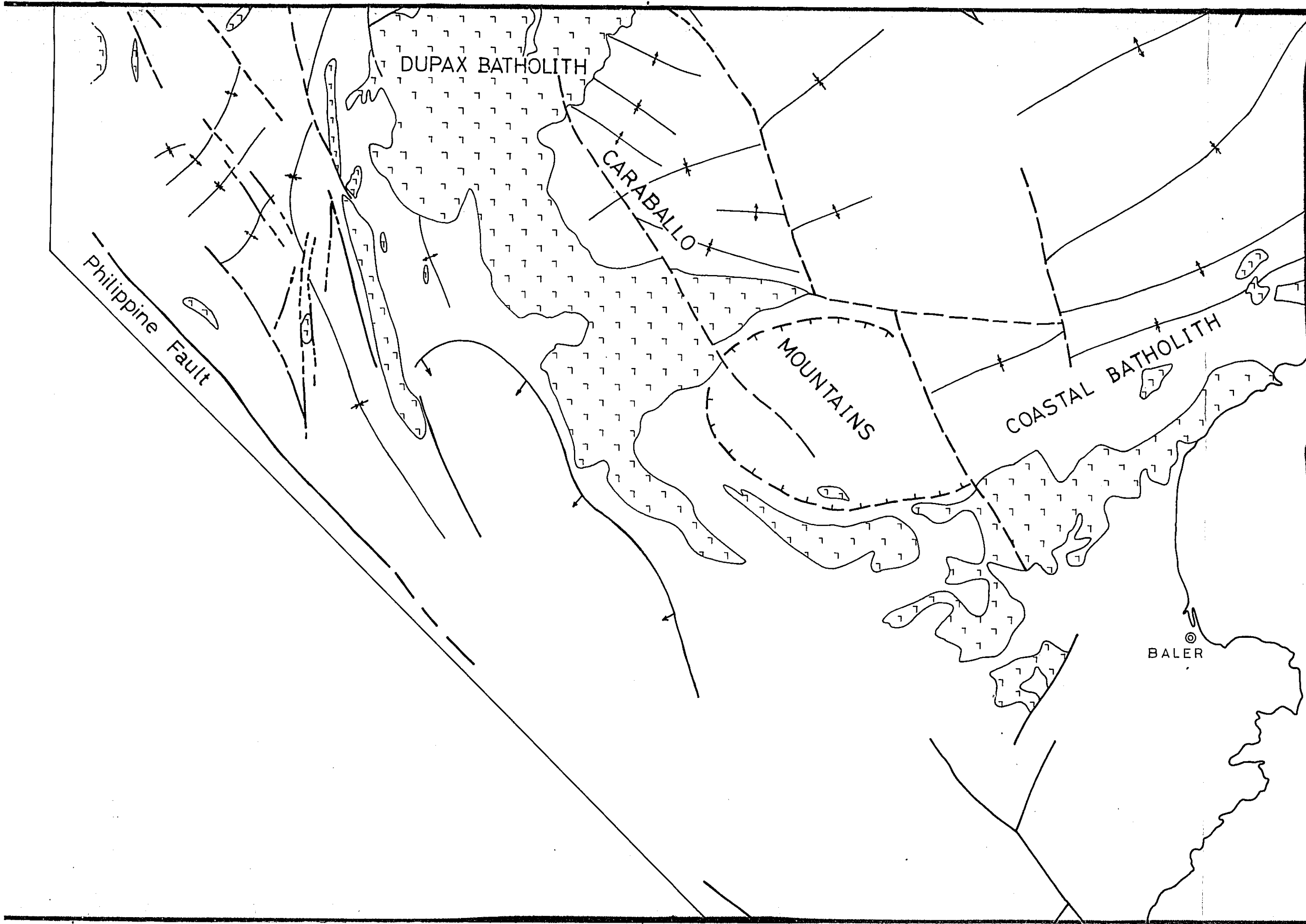


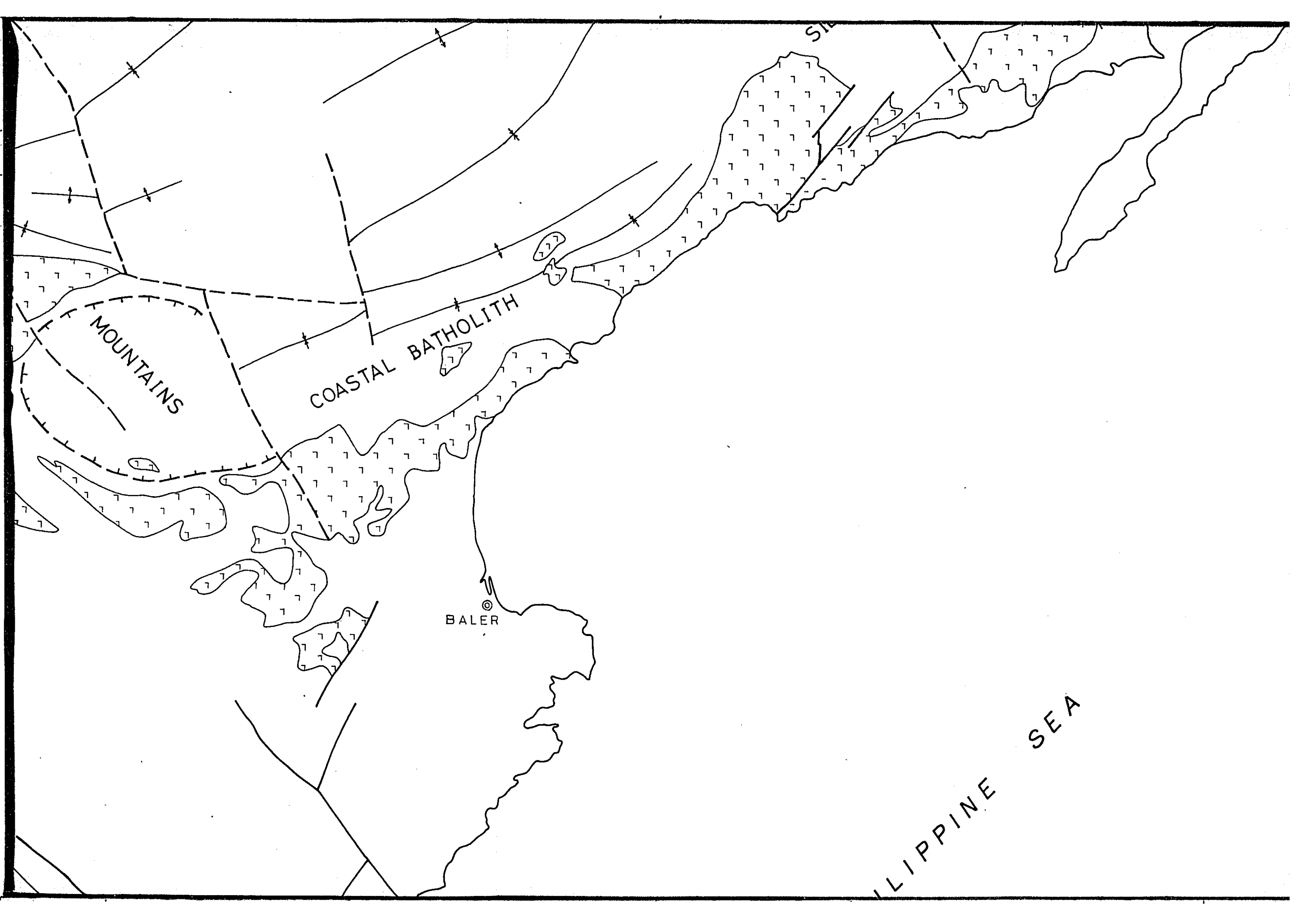
METAL MINING AGENCY OF JAPAN  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
GOVERNMENT OF JAPAN  
December 1977

Prepared by Bishimetal Exploration Co., Ltd.









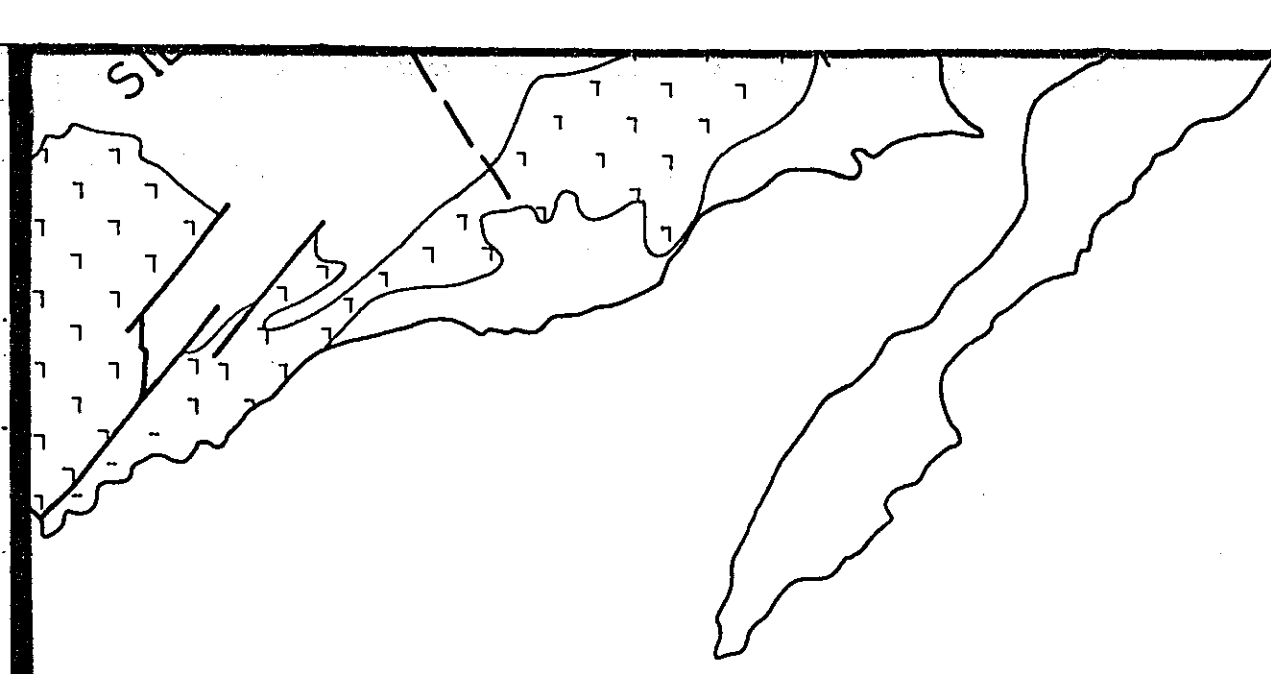
SI

MOUNTAINS

COASTAL BATHOLITH

BALER

PHILIPPINE SEA



SCALE 1 : 250,000



METAL MINING AGENCY OF JAPAN  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
 GOVERNMENT OF JAPAN  
 December 1977


Prepared by Bishimetal Exploration Co., Ltd.

LEGEND

 Acidic intrusive rocks

 Alkali intrusive rocks

 Basin

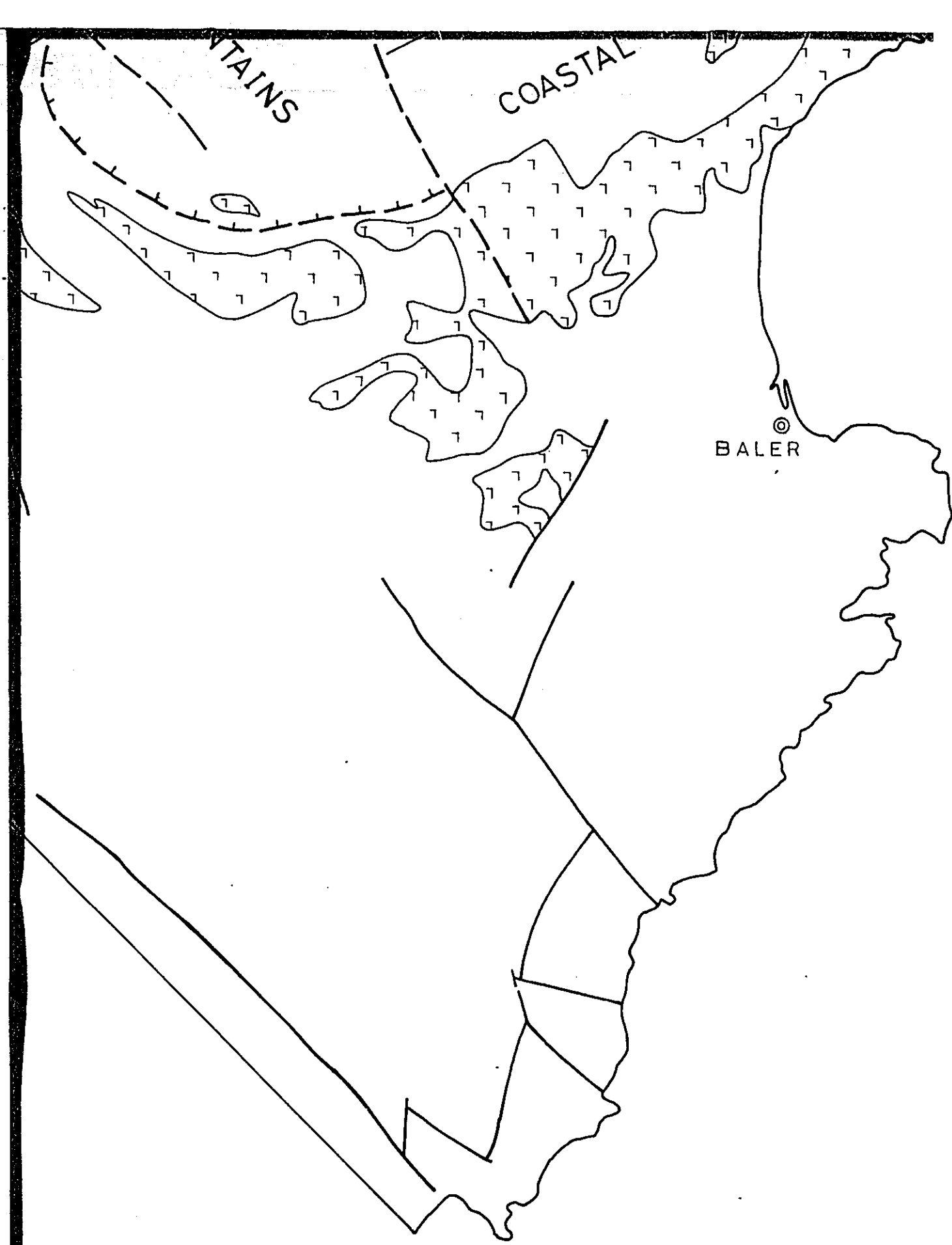
 Fault

 Anticline and Syncline

 Mineralized zone

PHILIPPINE SEA


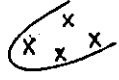






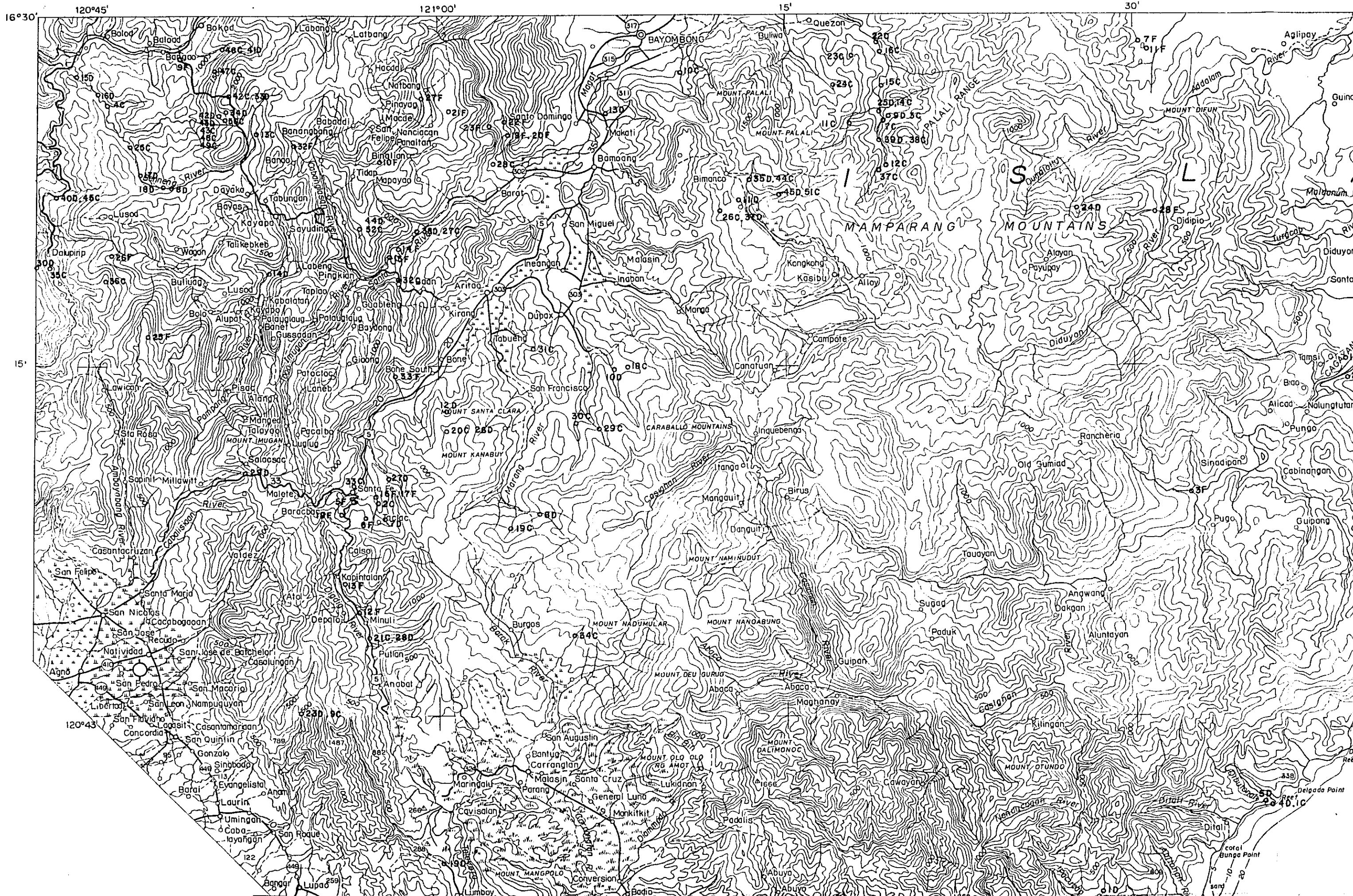


PHILIPPINE SEA

PHILIPPINE  
SEA

L E G E N D

-  Acidic intrusive rocks
-  Alkali intrusive rocks
-  Basin
-  Fault
-  Anticline and Syncline
-  Mineralized zone

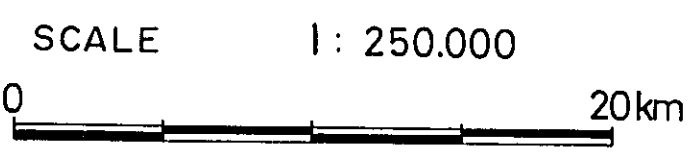






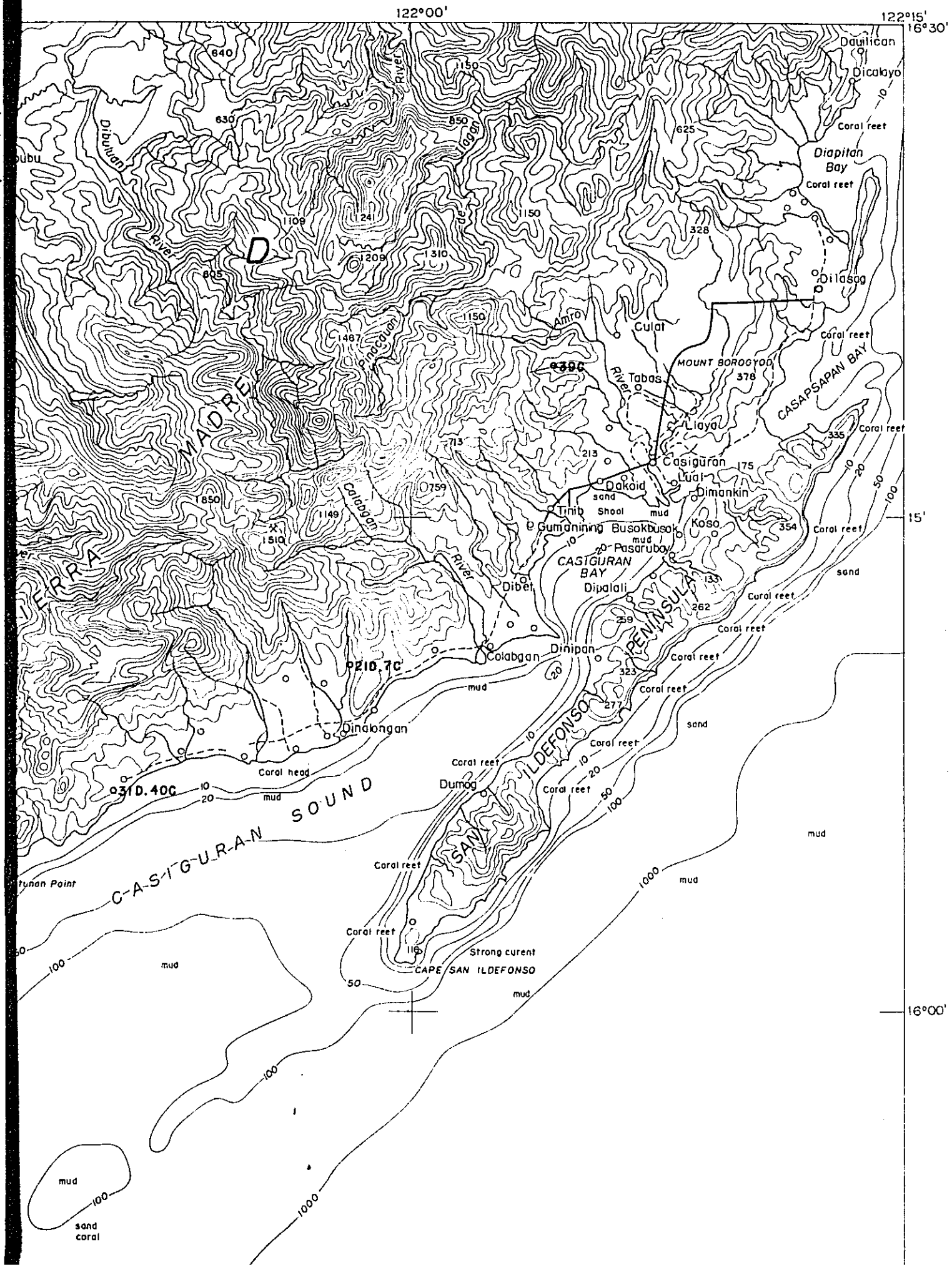
# GEOLOGICAL SURVEY OF NORTHEASTERN LUZON PHILIPPINES

## SAMPLE LOCATION MAP OF K-Ar DATING, WHOLE ROCK CHEMICAL ANALYSIS AND FOSSIL



METAL MINING AGENCY OF JAPAN  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
GOVERNMENT OF JAPAN  
December 1977

Prepared by Bishimetal Exploration Co., Ltd.





BALER BAY

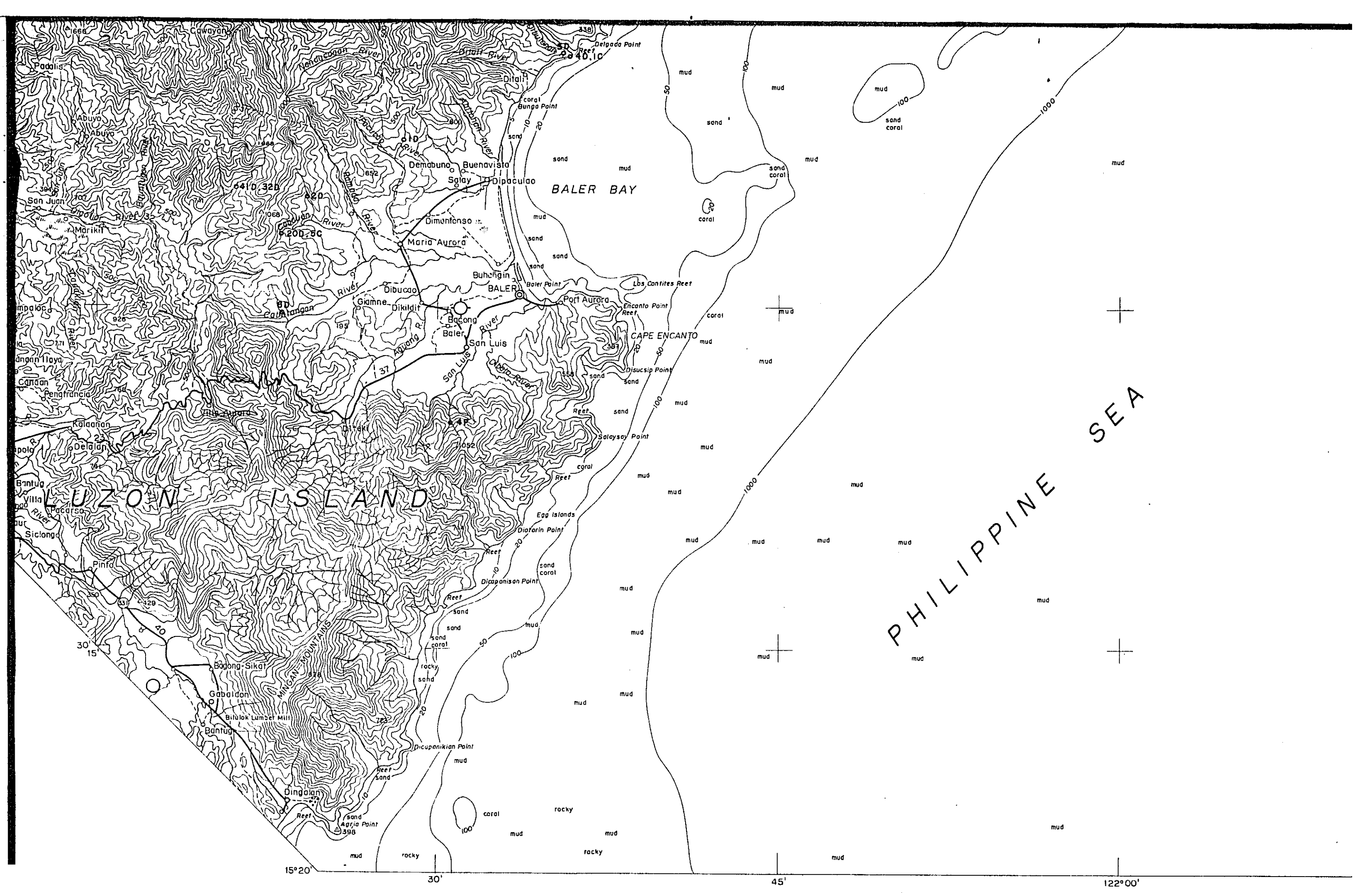
LUZON ISLAND

45°  
121°00'

30' 15"

15°20'

30'

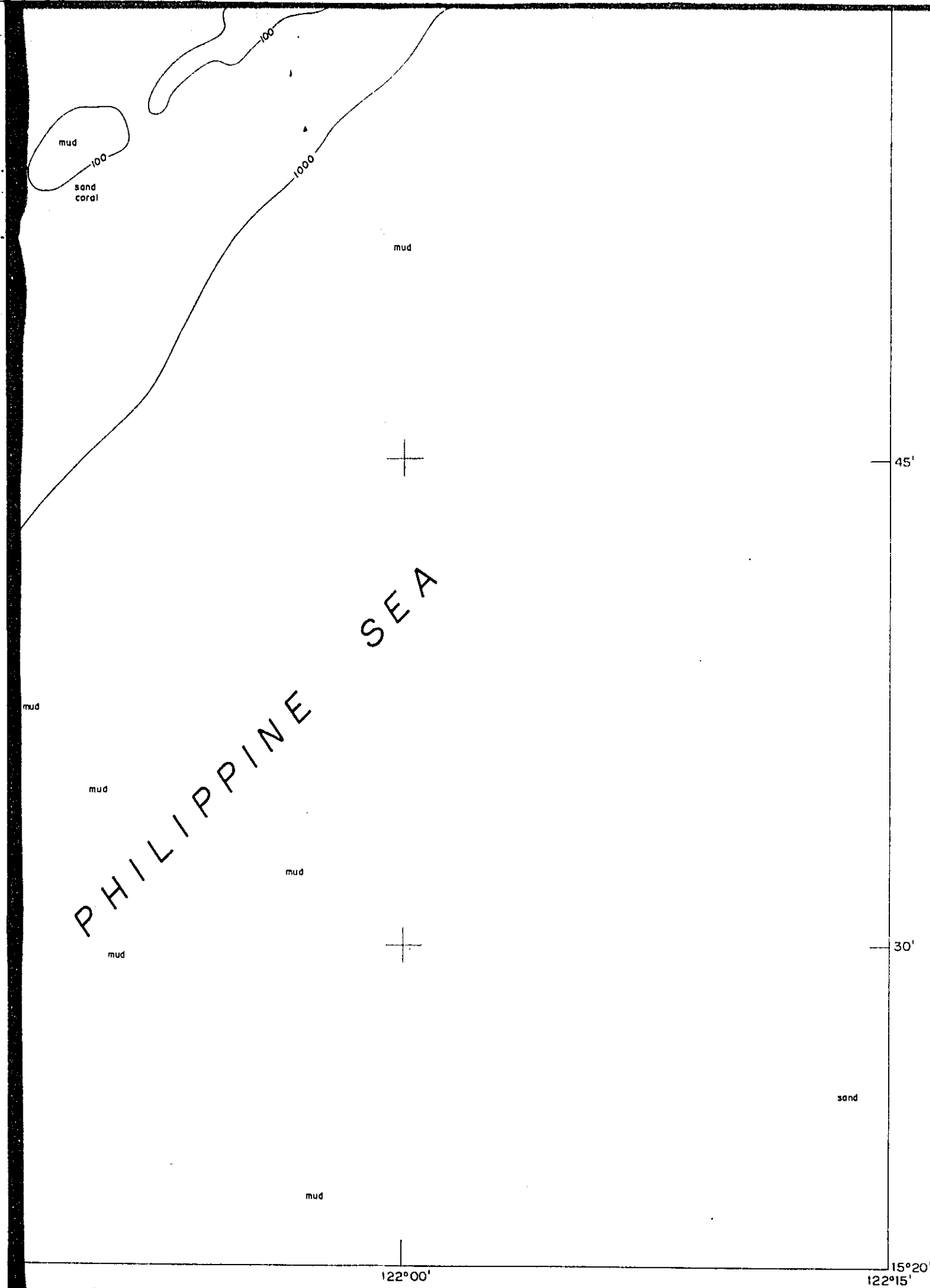


JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

GOVERNMENT OF JAPAN

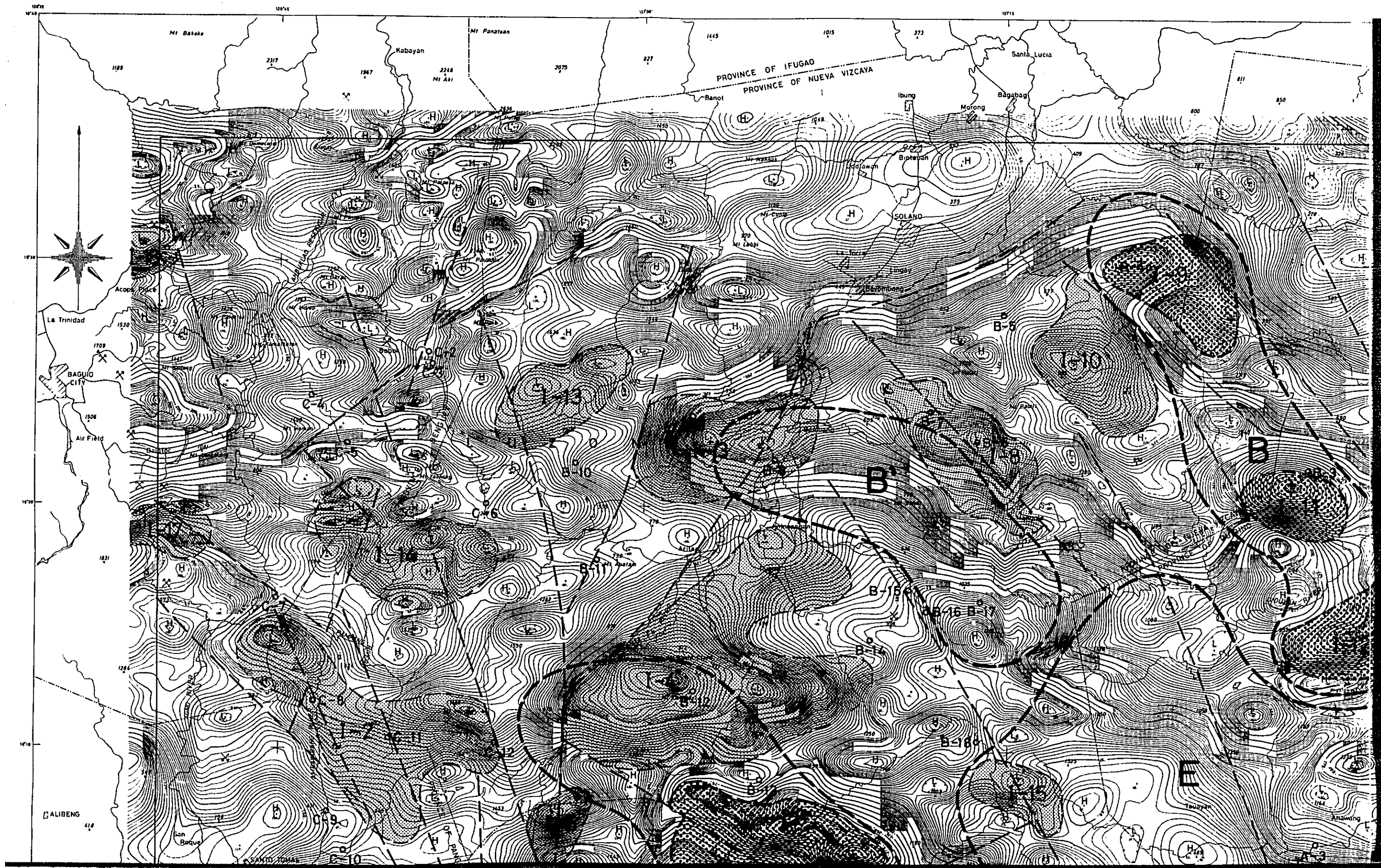
December 1977

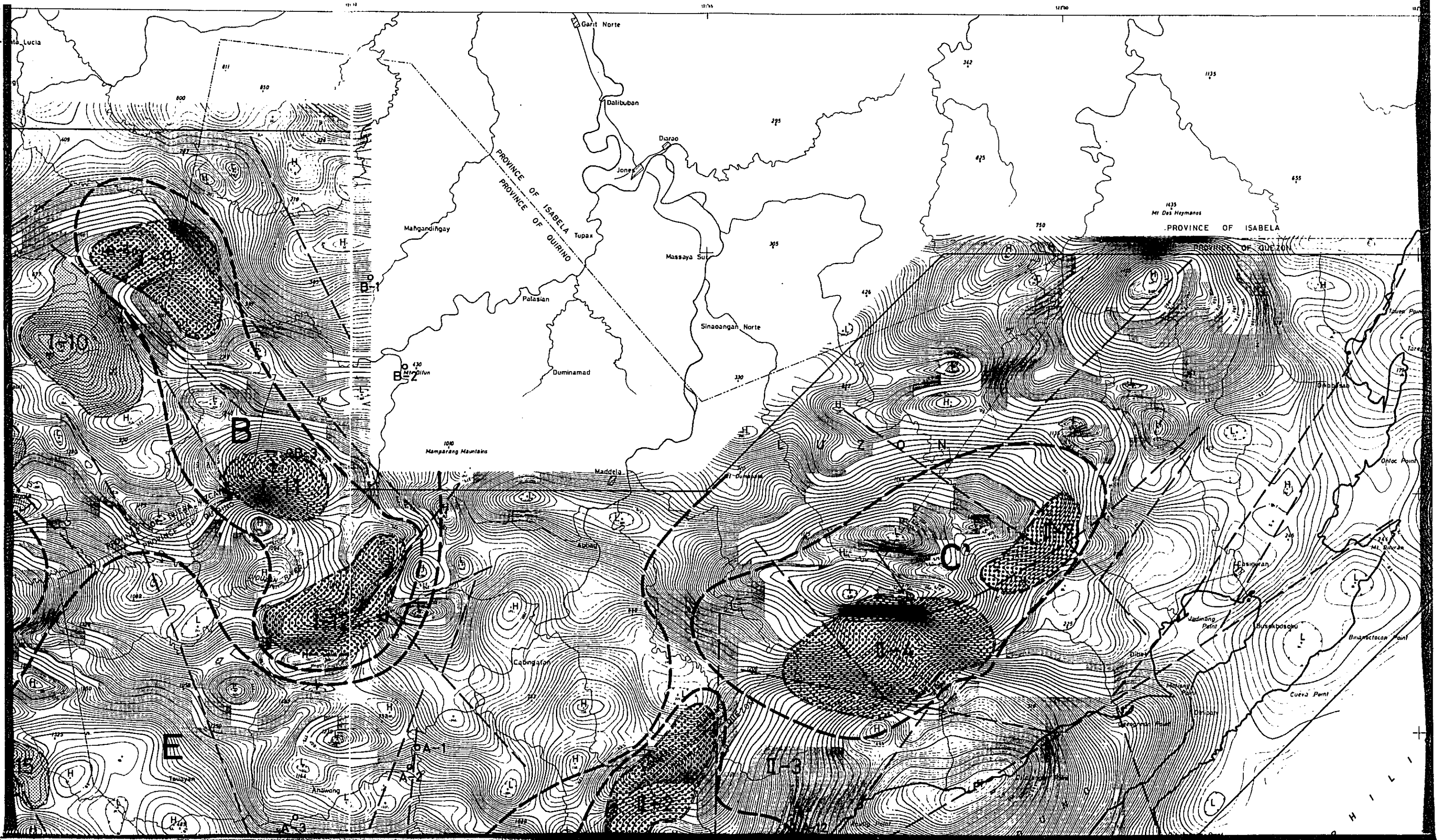
Prepared by Bishimetal Exploration Co., Ltd.



### LEGEND

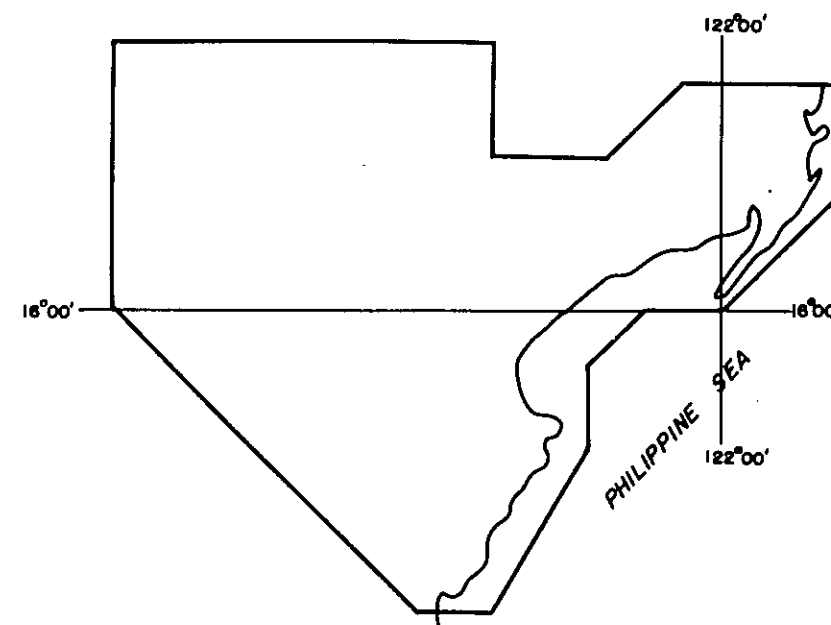
- 13D      Dating sample No.
- 15C      Chemical analysis sample No.
- 17F      Fossil sample No.





GEOPHYSICAL SURVEY  
OF  
NORTHEASTERN LUZON  
PHILIPPINES  
INTERPRETATION MAP  
OF AIRBORNE MAGNETIC SURVEY

LOCATION INDEX

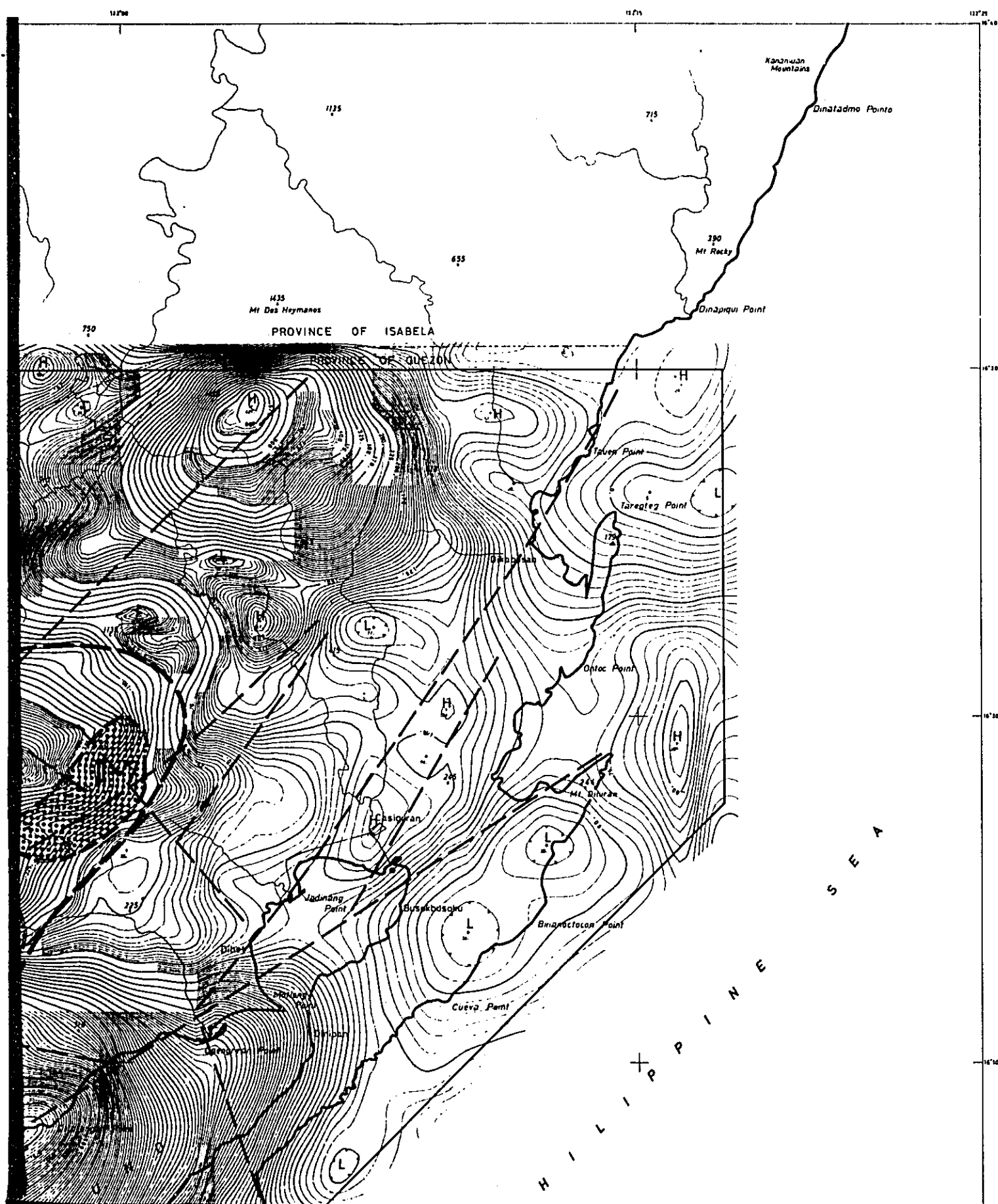


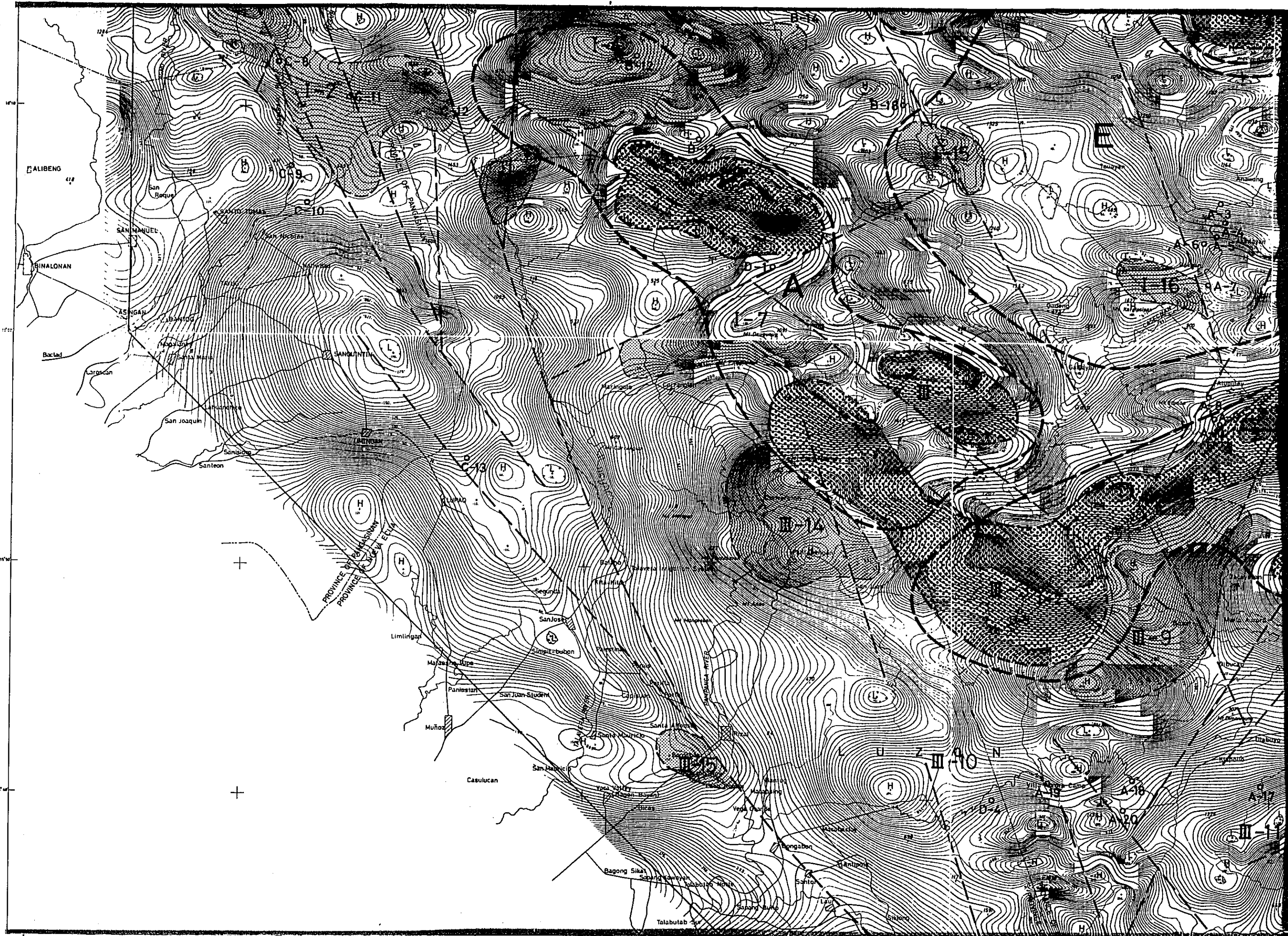
SCALE 1 : 250,000



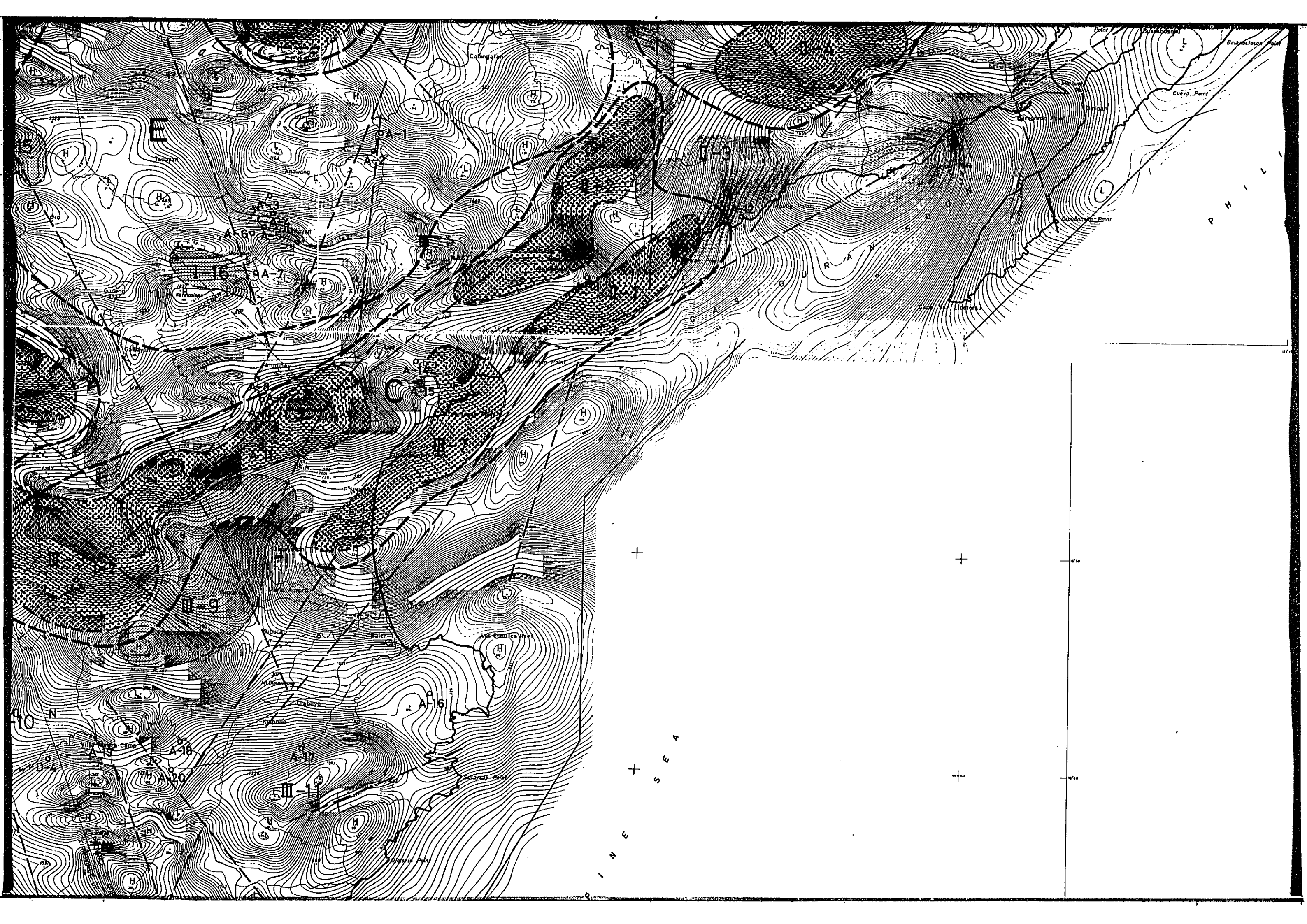
METAL MINING AGENCY OF JAPAN  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
GOVERNMENT OF JAPAN  
December 1977

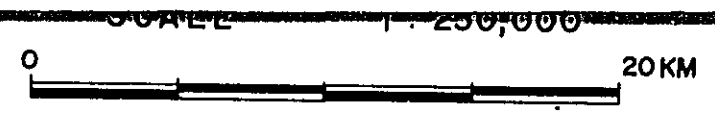
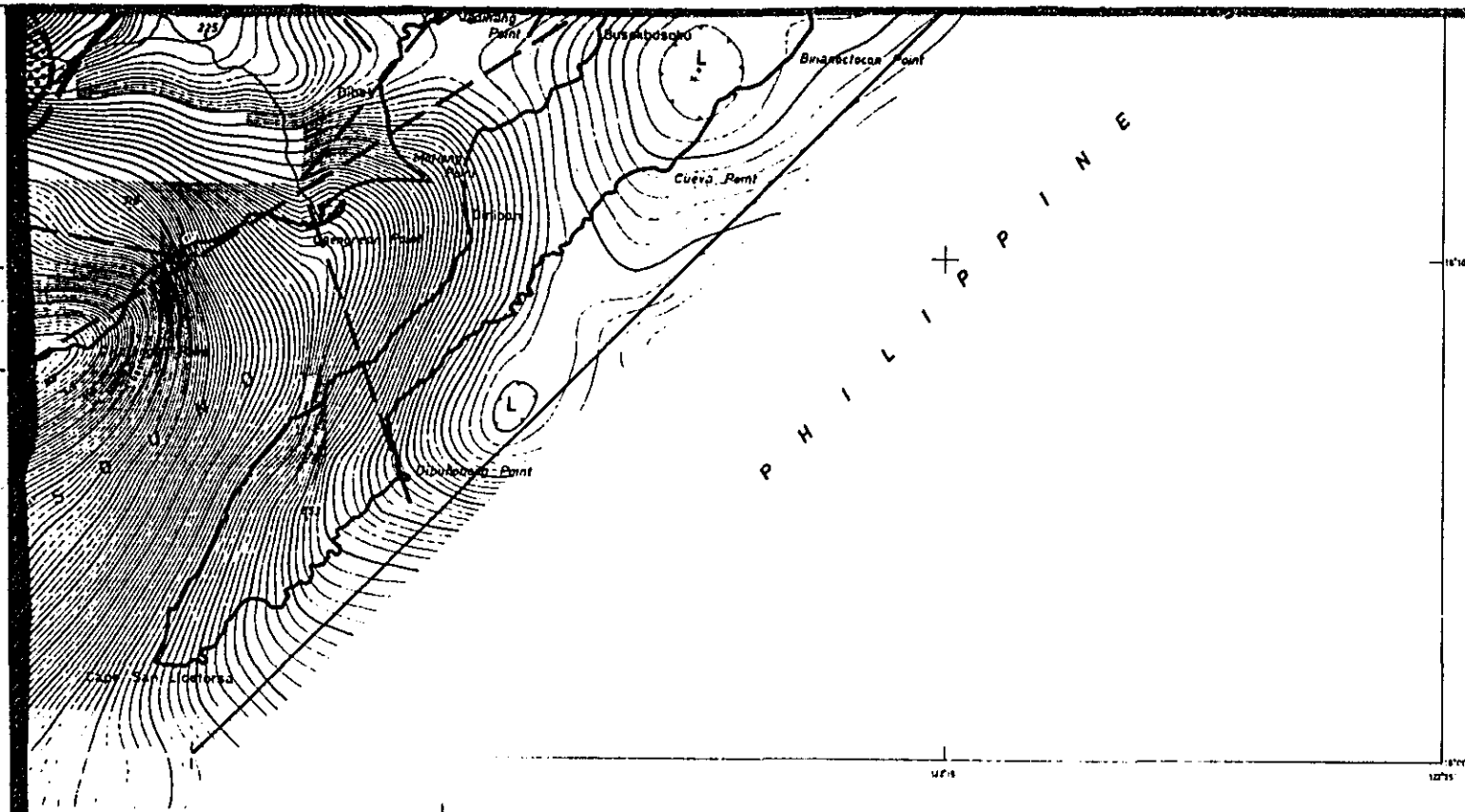
Prepared by Bishimetal Exploration Co., Ltd.














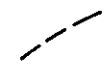
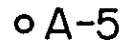
METAL MINING AGENCY OF JAPAN  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
 GOVERNMENT OF JAPAN

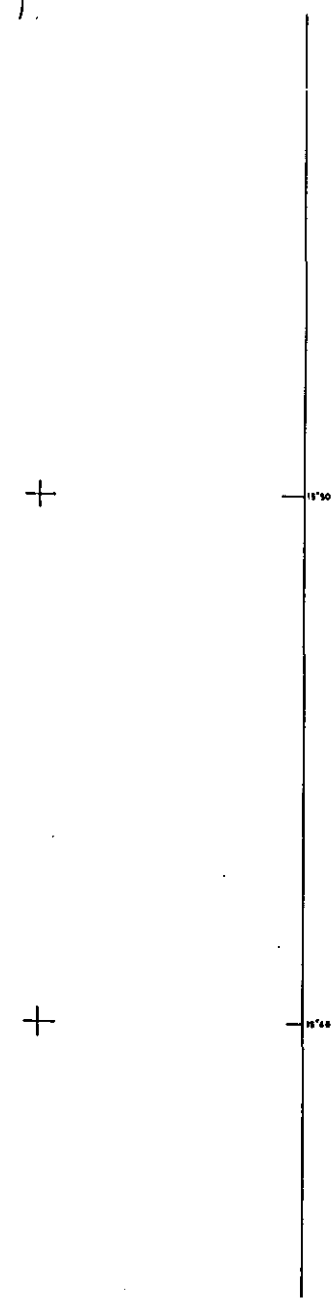
December 1977

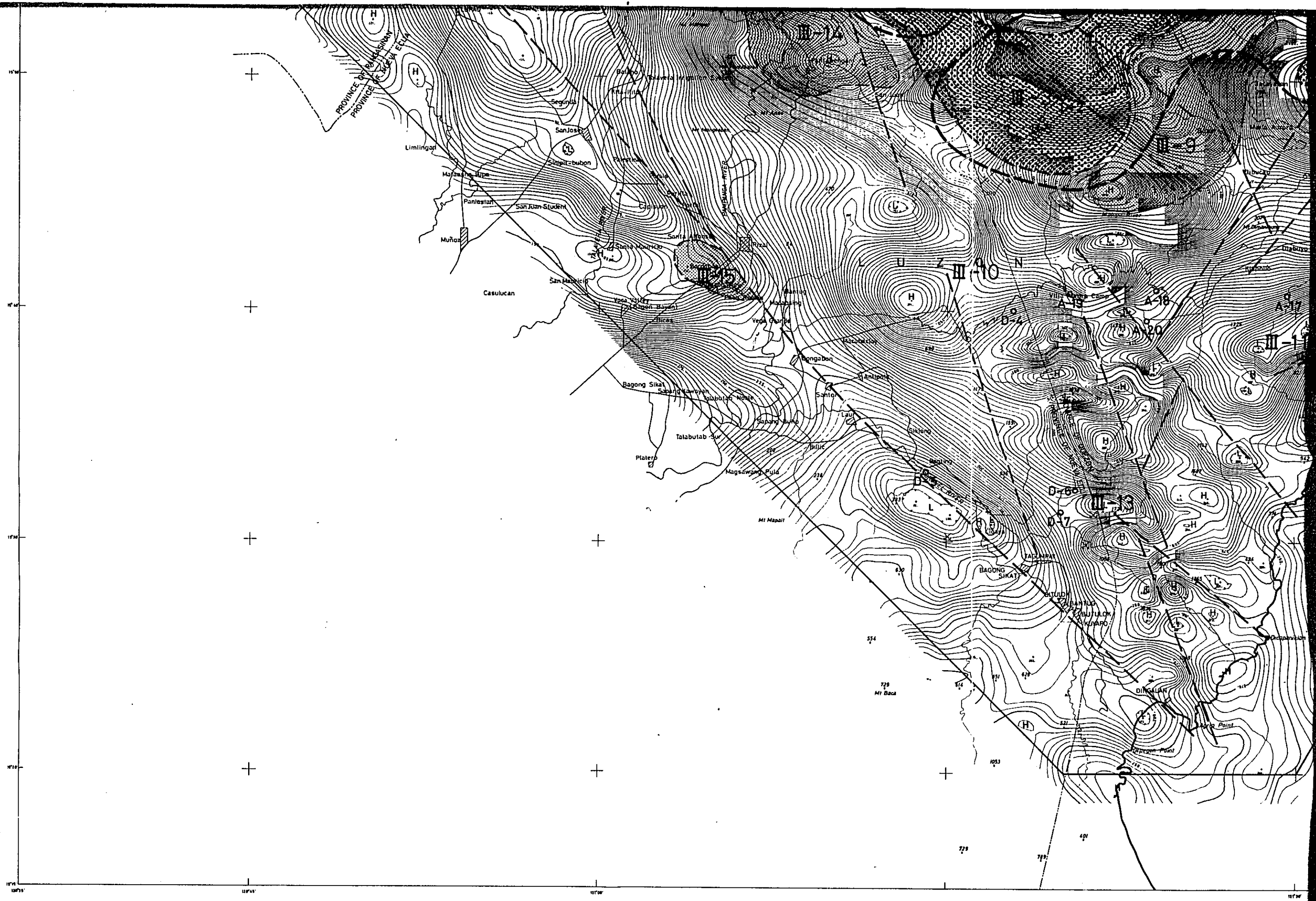
Prepared by Bishimetal Exploration Co., Ltd.

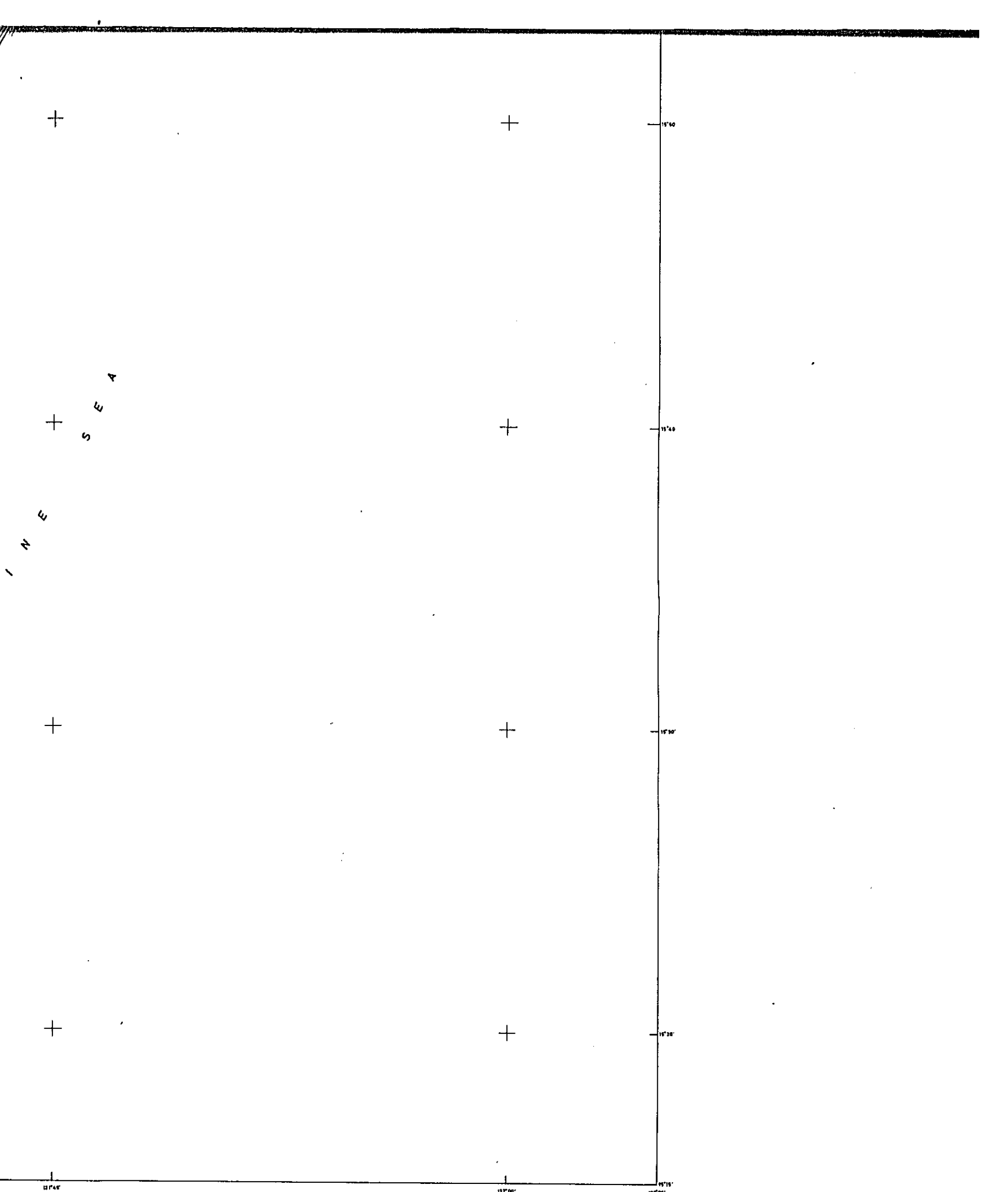
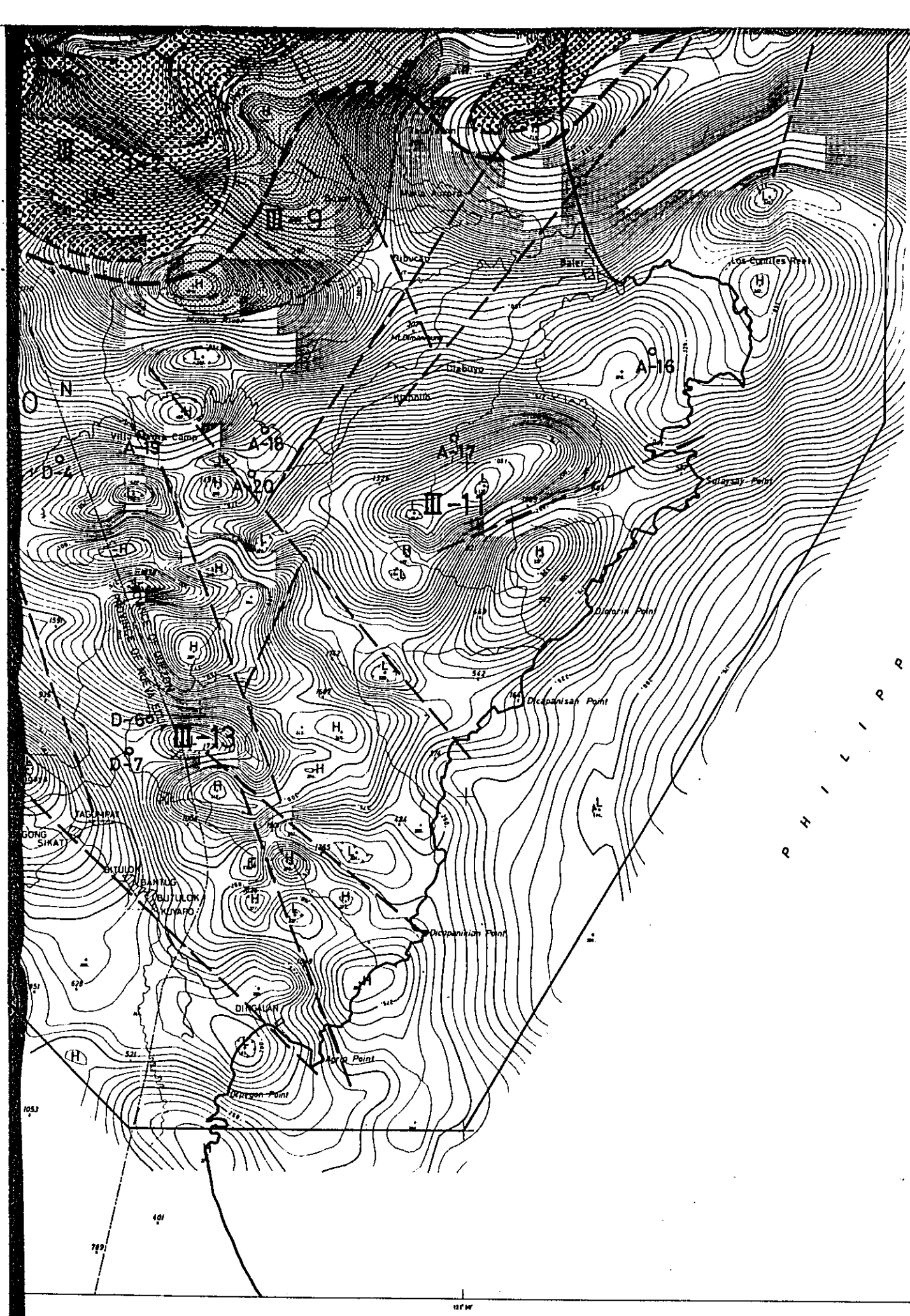
CONTOUR INTERVAL	~ 25gammas
	~ 5 gammas
TOTAL INTENSITY	40,000gammas
FLIGHT ALTITUDE	2,000M.A.S.L.
FLIGHT LINE SPACING	
TRAVERSE	1,500meters
TIE	10,000meters
WORKING MINE	⊗
ABANDONED MINE	⊗

LEGEND





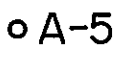
-  MAIN STRUCTURE
-  RANK A MAGNETIC ROCK
-  RANK B MAGNETIC ROCK
-  MAGNETIC TECTONIC LINE
-  LOCATION OF ROCK SAMPLE

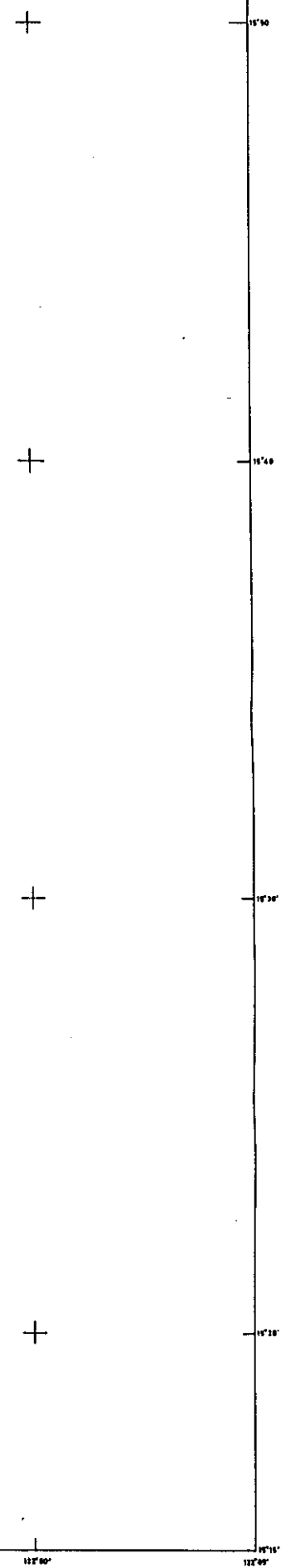


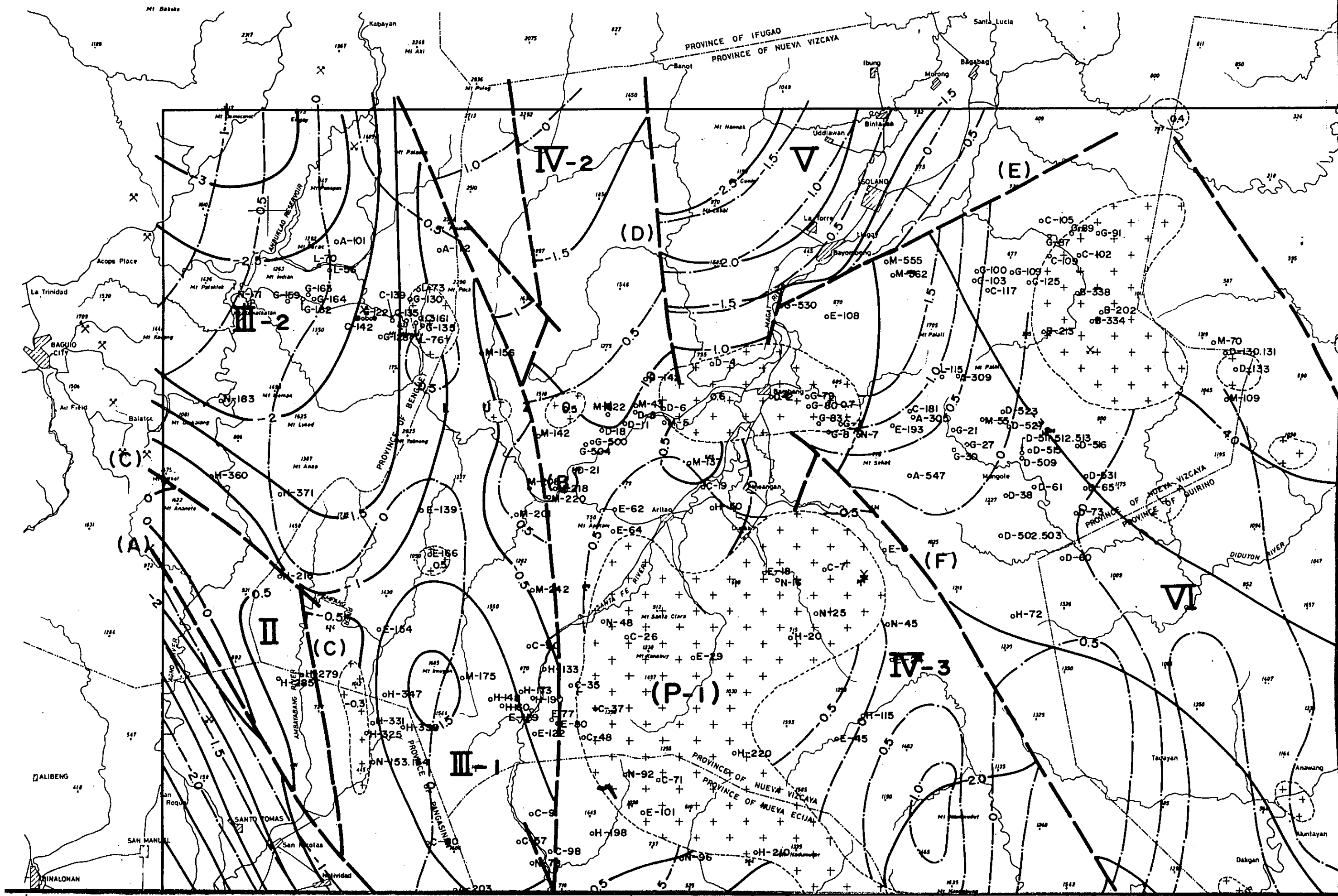




LEGEND

-  MAIN STRUCTURE
-  RANK A MAGNETIC ROCK
-  RANK B MAGNETIC ROCK
-  MAGNETIC TECTONIC LINE
-  LOCATION OF ROCK SAMPLE





Mt. Babako

PROVINCE OF IFUGAO  
PROVINCE OF NUEVA VIZCAYA

IV-2

(E)

(D)

III-2

(C)

(A)

II

(C)

(P-1)

IV-3

(F)

VI

III-1

PROVINCE OF NUEVA VIZCAYA  
PROVINCE OF NUEVA ECUIJA

DALIBENG

SAN MANUEL

SANTO TOMAS

San Nicolas

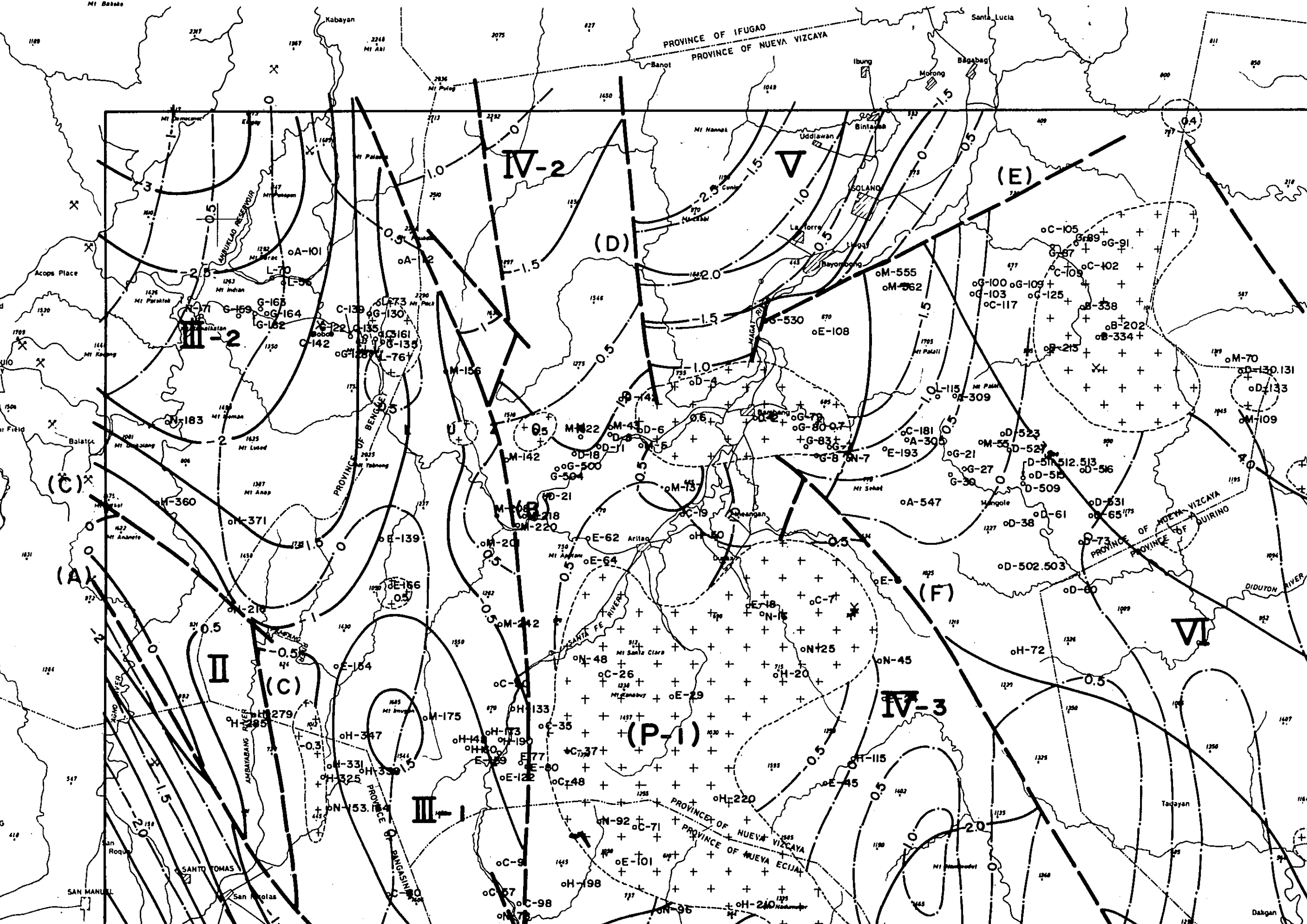
MINALONAN

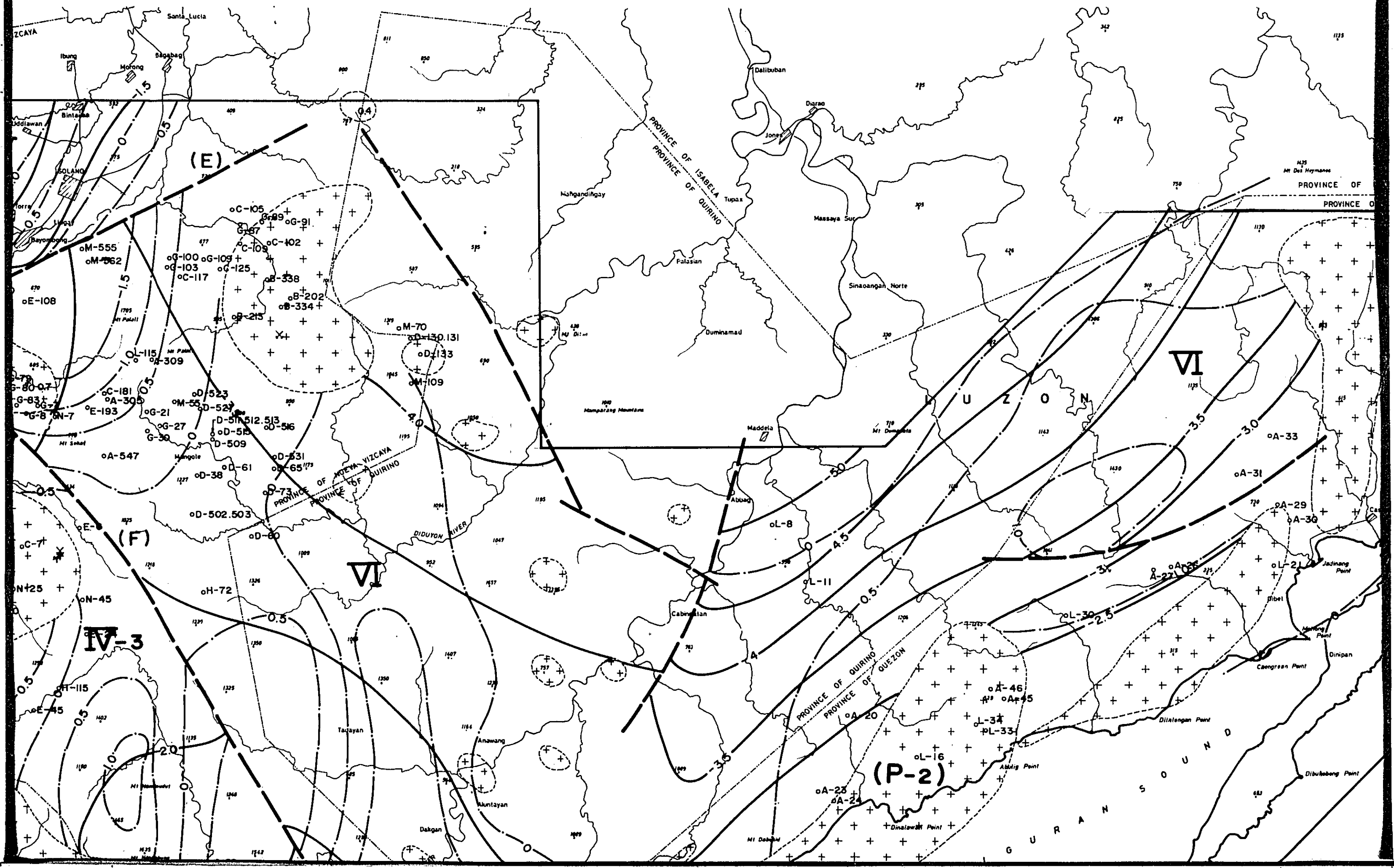
Tacayan

Anawang

Abantayan

Dakgan





(E)

VI

(P-2)

IV-3

(F)

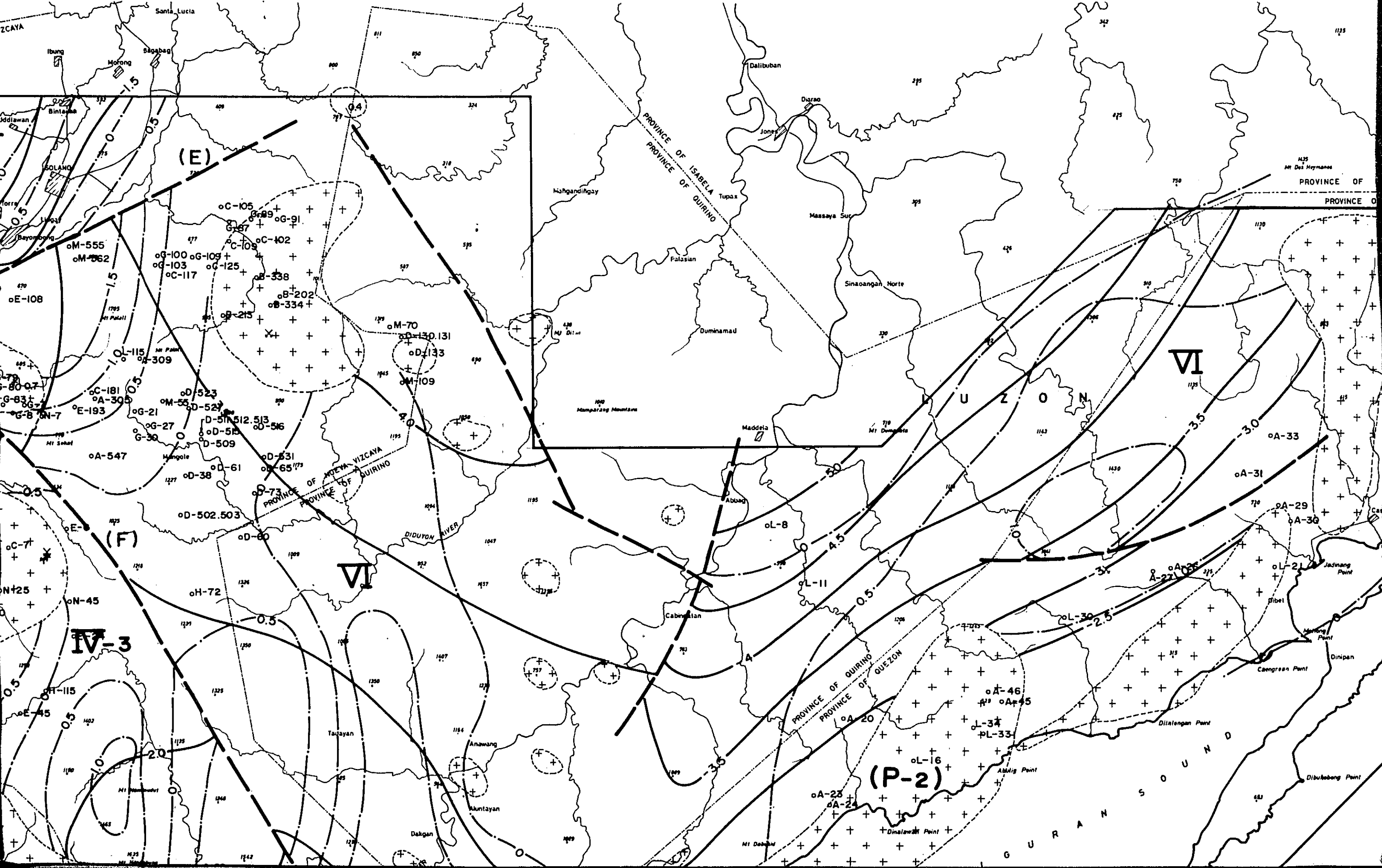
PROVINCE OF ISABELA  
PROVINCE OF QUIRINO

PROVINCE OF CAGAYAN  
PROVINCE OF QUIRINO

PROVINCE OF QUIRINO  
PROVINCE OF QUEZON

PROVINCE OF  
PROVINCE OF

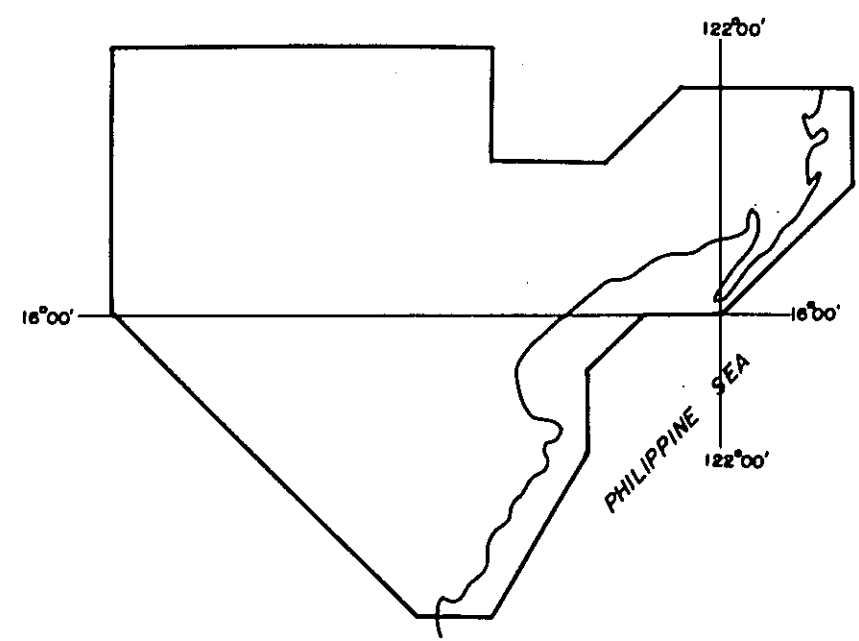
L U Z O N  
G U R A N S O U N D



GEOPHYSICAL SURVEY  
OF  
NORTHEASTERN LUZON  
PHILIPPINES

RE-INTERPRETATION MAP  
OF AIRBORNE MAGNETIC SURVEY

LOCATION INDEX

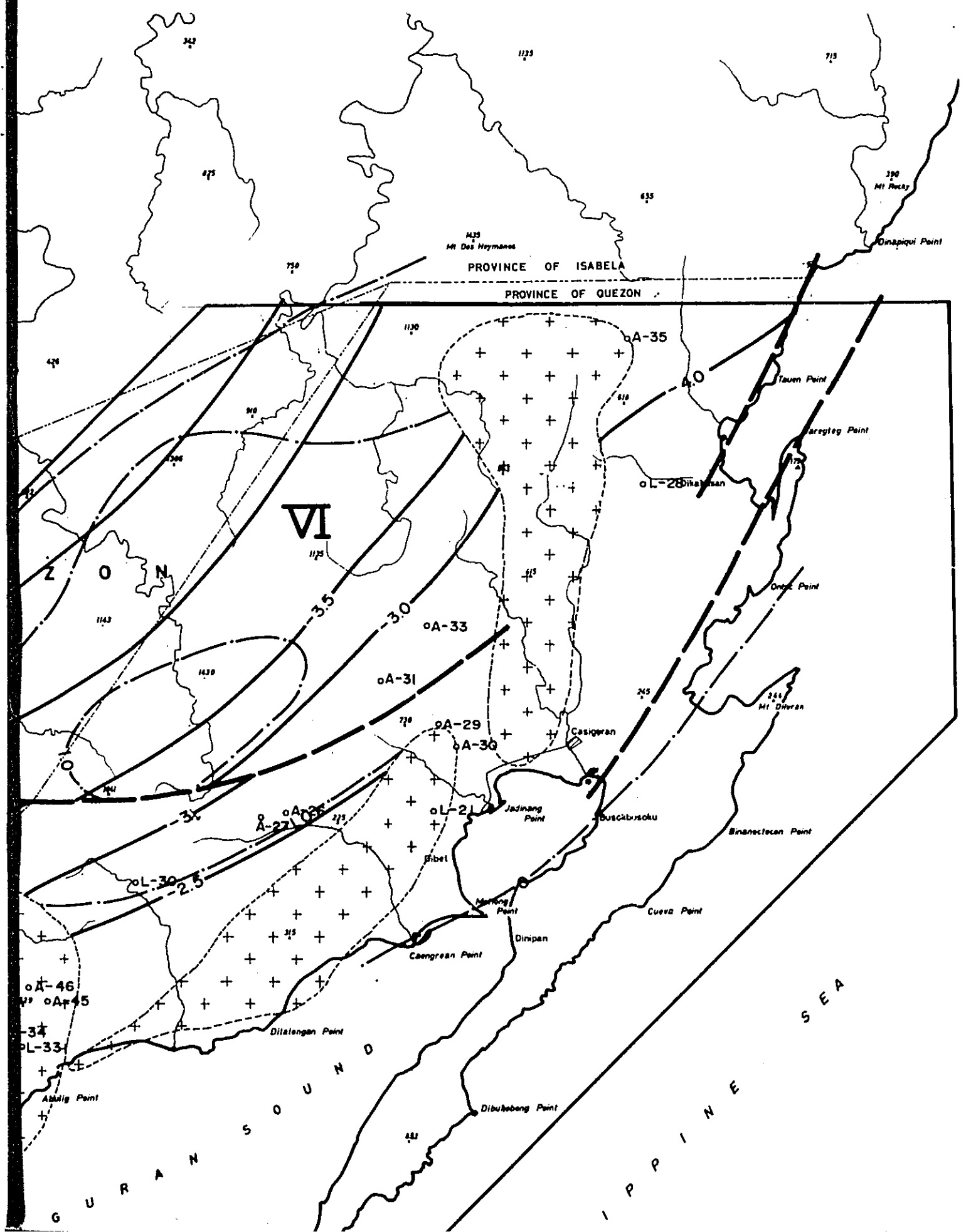


SCALE 1 : 250,000

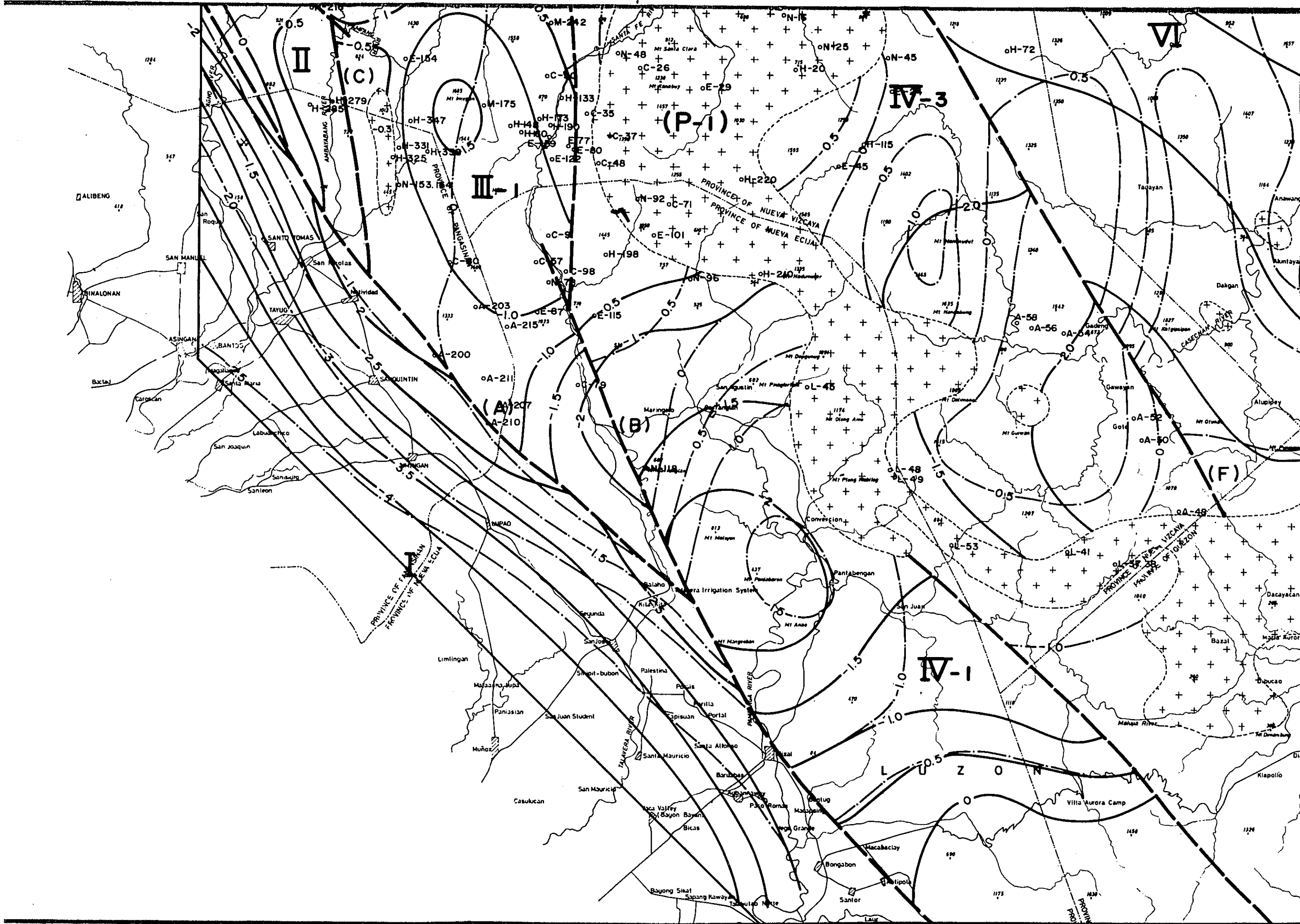


METAL MINING AGENCY OF JAPAN  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
GOVERNMENT OF JAPAN  
December 1977

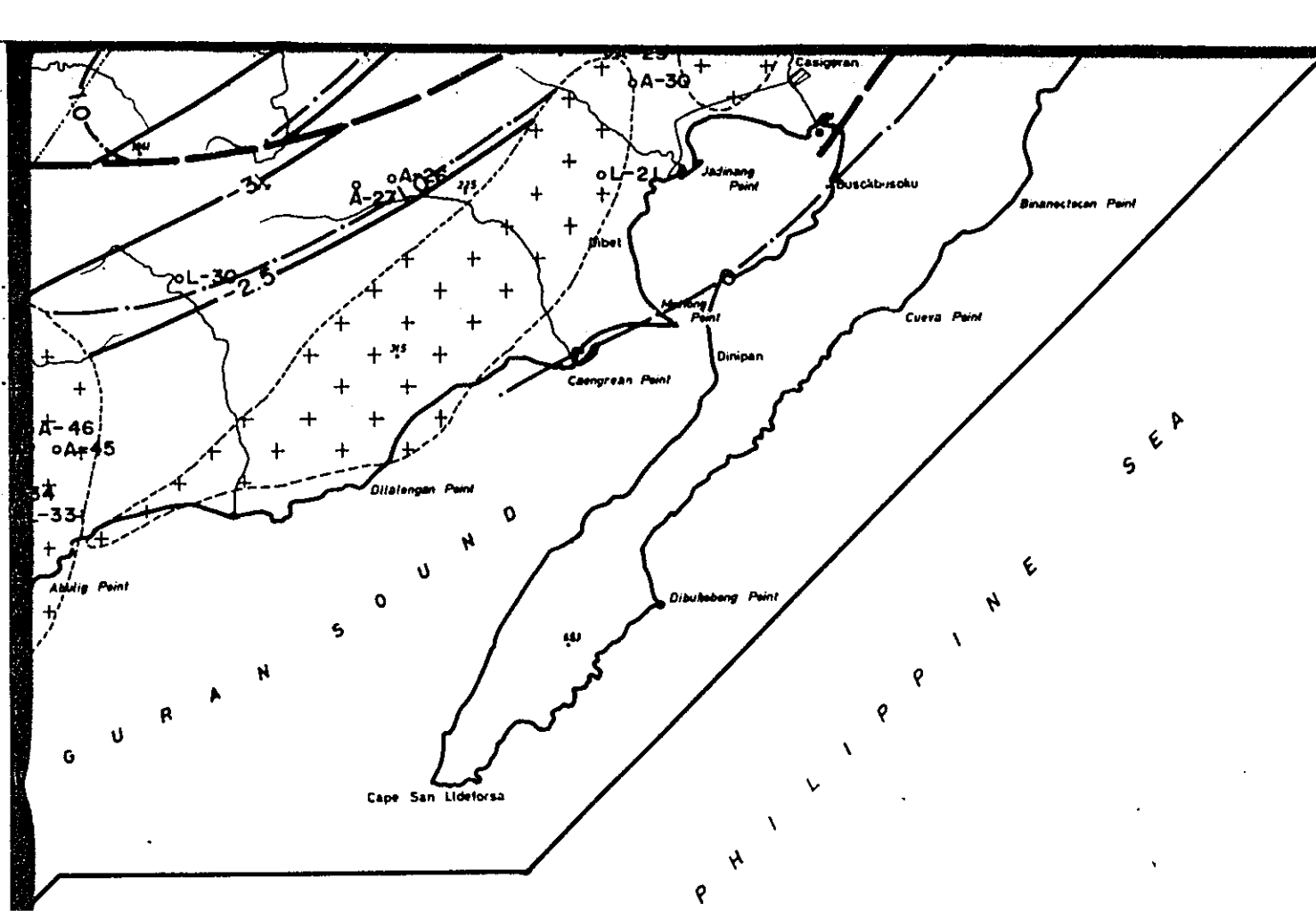
Prepared by Bishimetal Exploration Co., Ltd.











PHILIPPINE 122°00'

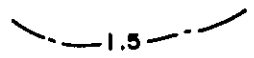
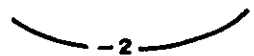
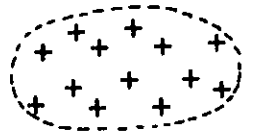

SCALE 1 : 250,000

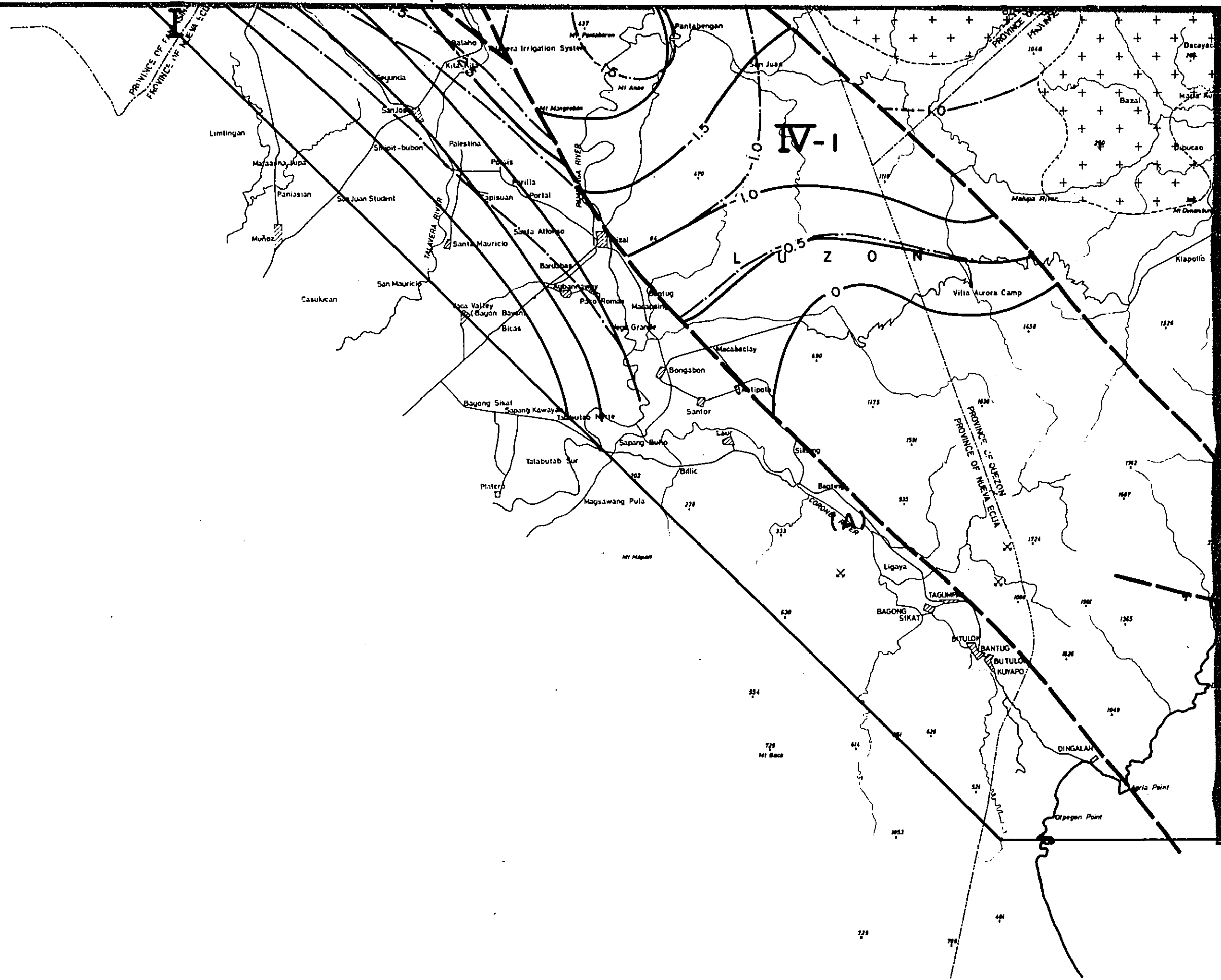
0  20KM

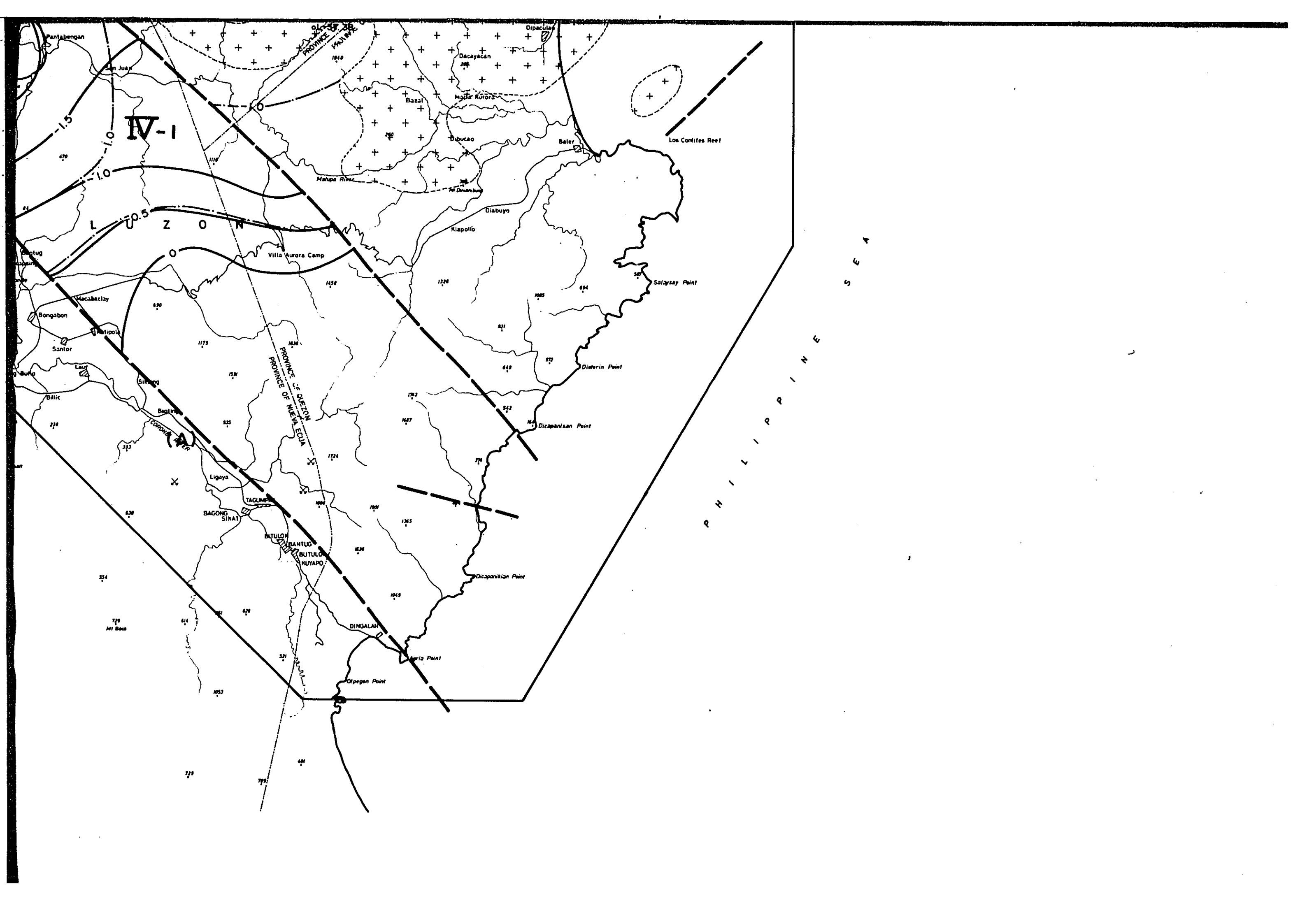
METAL MINING AGENCY OF JAPAN  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
 GOVERNMENT OF JAPAN  
 December 1977

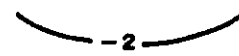
Prepared by Bishimetal Exploration Co., Ltd.

**LEGEND**

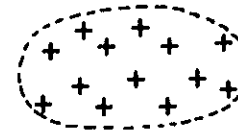
- 
 Iso-depth line of the top-surface of the lower layer of the Caraballo Group (above sea level..km)
- 
 Iso-depth line of the surface of Basement-complex (above sea level..Km) ( Shist and plutonic rock etc) (or of the bottom of Caraballo Group)
- 
 Plutonic rock ( i.e. chlorite~syenite)
- 
 Magnetic Tectonic Line







Iso-depth line of the surface  
of Basement-complex (above sea level-Km)  
( Shist and plutonic rock etc)  
(or of the bottom of Caraballo Group)



Plutonic rock ( i.e. chlorite~syenite)



Magnetic Tectonic Line

