

No. 6

フィリピン共和国  
鉍物資源基本図調査

報告書

第3年次(III)

パラワンI~VI地区  
西部ネグロス地区

昭和62年3月

国際協力事業団  
金属鉍業事業団

鉍計資  
C R(5)  
87-85

フィリピン共和国鉍物資源基本図調査報告書 第三年次

(III)

昭和六十二年三月

国際協力事業団  
JICA  
118  
66.1  
MPN  
EIBRAM

XXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXX

國際協力事業団  
16320  
図書資料室蔵書

フィリピン共和国  
鉱物資源基本図調査  
報告書

第3年次(III)

パラワンI~VI地区  
西部ネグロス地区

昭和62年3月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

鉱計資

CR(5)

87-35

フィリピン共和国

鉱物資源基本図調査

報告書

第3年次(III)

パラワンI～VI地区

西部ネグロス地区

JICA LIBRARY



1030436[8]

昭和62年3月

国際協力事業団

金属鉱業事業団

国際協力事業団		
受入 月日	'87.5.9	118
登録 No.	16320	66.1
		MPN

## は し が き

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

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

本報告書は上記各地区のうち、パラワン地区及び西部ネグロス地区の現地調査状況と調査結果の解析をとりまとめたものである。

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

昭和62年3月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 佐 藤 淳一郎



## 要 約

本報告書はフィリピン共和国鉱物資源基本図調査の第2年次分として調査した。パラワンI-N地区(調査面積5,890 km<sup>2</sup>)の調査結果及び第3年次分として調査したパラワンV・VI地区、西部ネグロス地区(調査面積7,240 km<sup>2</sup>)の現地調査状況を取りまとめたものである。これらを総合した結果以下のべる事項が明らかになった。

- 1) パラワンI-N地区はPalawan島中部を南北に通る“ウルガン湾断層”とよばれる構造線により東北部と西南部に2分される。北東部は先二畳系の結晶片岩を基盤とし二畳系、三畳系、ジュラ系の堆積岩がゆるい波状褶曲を示して堆積するのに対し、西南部は白亜系の結晶片岩を基盤とし、著しく変形して逆断層や押し被せ褶曲を示すオフィオライトが広く分布し、激しい横圧を受けた構造区に属する。
- 2) 既知の鉱化作用はオフィオライト地塊に起源を有するNi, Cr 鉱化帯と中新世以降とみられる鉱化作用に起因するHg, Cu, Zn, As, Sb の鉱化帯に分けられる。
- 3) 地化学探査は北東部、西南部とも10成分の微量分析結果を統計処理し、西南部は単一変量解析のみ、北東部は単一変量解析と多変量解析(因子分析法)の手法により異常値を抽出した。

なおPalawan島中部で1981年実施されたUNDPの調査により採取されたサンプル2,137個の分析値も北東部と西南部に分けて夫々今回の結果と合併して解析した。

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

① 西南部ハルツバーチャイト岩体周辺部に集中するNi, Cr, Coの異常帯、② Puerto Princessa 北部の地窓状上位層準分布域とその周辺のハルツバーチャイト中(UNDP調査範囲)に集中するHg, Cu, Mn, Sbの異常帯。③ 東海岸Roxas 東北東20 kmのTaradungan 北部のツマルボング準片岩中に多くの高・中異常の集中がみられるCu, Zn, Sb, Hg, Sn, Wの異常帯。④ “ウルガン湾断層”東側Babuyan川タービダイト中(UNDP調査範囲Stripe Peak NW)に集中するCu, Pb, Zn, Hgの異常帯。⑤ 北海岸Barton 南部のツマルボング準片岩中にみられるZn, Sb, As, Hgの異常帯。





# フィリピン共和国鉱物資源基本図調査

## 第3年次報告書

### パラワン I～VI 地区

### 西部ネグロス地区

はしがき

要 約

目 次

図表一覧

付図、付帯資料一覧

1. 序 論 .....	1
1-1 調査の背景と目的 .....	1
1-2 調査内容 .....	1
1-3 調査団の編成・調査工程 .....	12
2. 調査地区の地形・地質・鉱床概要 .....	17
2-1 地形及び地質 .....	17
2-2 地質構造 .....	17
2-3 鉱 床 .....	18
3. 地質・鉱床調査結果 .....	19
3-1 PALAWAN北東部の地質と鉱床 .....	19
3-1-1 一般概要 .....	19
3-1-2 層 序 .....	19
3-1-3 貫入岩類 .....	23
3-1-4 地質構造 .....	23
3-1-5 鉱徴地調査結果 .....	24
3-1-6 UNDP調査地域における鉱化作用 .....	25
3-2 PARAWAN南西部の地質と鉱床 .....	25
3-2-1 一般概要 .....	25
3-2-2 層 序 .....	25
3-2-3 貫入岩類 .....	29
3-2-4 地質構造 .....	29
3-2-5 鉱徴地調査結果 .....	30

3-2-6	UNDP調査地域における鉍化作用	36
4.	地化学探査	37
4-1	調査方法	38
4-1-1	試料採取位置	38
4-1-2	試料採取方法	38
4-1-3	室内試験の方法	38
4-2	PALAWAN北東部の地化学探査解析	42
4-2-1	基本的統計データ	42
4-2-2	重鉍物サンプル解析結果	48
4-2-3	異常値の地域的分布	49
4-3	PALAWAN南西部の地化学探査解析	51
4-3-1	基本的統計データ	51
4-3-2	重鉍物サンプル解析結果	57
4-3-3	異常値の地域的分布	58
5.	総括と考察	60
5-1	調査結果の総括	60
5-1-1	地質及び構造	60
5-1-2	鉍化作用	60
5-1-3	地化学探査結果と鉍化作用の関連	60
5-1-4	結語	61
参考文献		巻末
付帯資料		//

## 図 表 一 覧

第1図	調査範囲図	2
第2図	パラワンⅠ(タイタイ)地区調査範囲図	3
第3図	パラワンⅡ(ロハス)地区調査範囲図	4
第4図	パラワンⅢ(ブエルト)地区調査範囲図	5
第5図	パラワンⅣ(ナラ)地区調査範囲図	6
第6図	パラワンⅤ(ブスアング)地区調査範囲図	7
第7図	パラワンⅥ(ケソノーリオツバ)地区調査範囲図	8
第8図	西部ネグロス地区調査範囲図	9
第9図	PALAWAN北東部模式柱状図	20
第10図	PALAWAN南西部模式柱状図	26
第11図	地化学探査フィールドデータシート	37
第12図	分析流れ図	39
第1-1表	パラワンⅠ～Ⅳ地区現地調査試料分析及び総合解析日程	16
第1-2表	パラワンⅤ～Ⅵ地区及び西部ネグロス地区現地調査日程	16
第2表	パラワンⅡ(ロハス)地区鉍石分析結果	24
第3表	AAS分析における各元素の検出限界値	40
第4表	元素相互間相関係数表	47
第5表	因子負荷量	48
第6表	因子得点統計一覧表	48
第7表	PALAWAN北東部の重鉍物地化探統計量一覧表	49
第8表	PALAWAN北東部重鉍物サンプル構成鉍物順位表	49
第9表	各元素相互間相関係数表	57
第10表	PALAWAN南西部の構成鉍物順位	58

## 付図一覧

- 付図-1-1 バラワン北東部地質図断面図(1/250,000)
- 付図-1-2 バラワン南西部地質図断面図(1/250,000)
- 付図-2-1~付図-2-7  
バラワンUNDP地区水系, サンプル採取位置図 (1/50,000)
- 付図-3-1~付図-3-25  
バラワン北東部水系図, サンプル採取位置, pH値, 電気伝導度分布図 (1/50,000)
- 付図-4-1~付図-4-12  
バラワン南西部水系図, サンプル採取位置, pH値, 電気伝導度分布図 (1/50,000)
- 付図-5-1~付図-5-2  
バラワン北東部河床堆積物地化探異常値分布図(単一変量解析) (1/250,000)
- 付図-6 バラワン北東部河床堆積物地化探異常値分布図(因子得点) (1/250,000)
- 付図-7 バラワン北東部重鉍物サンプル異常値分布図 (1/250,000)
- 付図-8-1~付図-8-2  
バラワン南西部河床堆積物地化探異常値分布図(単一変量解析) (1/250,000)
- 付図-9 バラワン南西部重鉍物サンプル異常値分布図 (1/250,000)
- 付図-10-1 バラワン北東部鉍徴地・探鉍有望地位置図 (1/250,000)
- 付図-10-2 バラワン南西部鉍徴地・探鉍有望地位置図 (1/250,000)

## 付 帯 資 料 一 覧

1. 岩石薄片顕微鏡写真
2. 鉍石研磨片顕微鏡写真
3. 微化石年代対比資料
4. K-Ar 法 絶対年代対比資料
- 5-1, 5-2 X線解析結果  
5-3, 5-4
- 6-1, 6-2 全岩分析結果  
6-3, 6-4
- 7-1, 7-2 鉍石分析結果  
7-3, 7-4
8. 河床堆積物サンプルのヒストグラム及び累積頻度分布図
- 9-1, 9-2 河床堆積物サンプルの分析値一覧表(含 UNDP 調査範囲)  
9-3
- 10-1, 10-2 重鉍物バンニングサンプルの分析値一覧表
11. 調査離島の分布図及び調査概要
12. 鉍徴地のスケッチ及びルートマップ
13. 鉍徴地のデータシート



# 1. 序 論





# 1. 序 論

## 1-1 調査の背景と目的

### 1-1-1 背景・経緯

1984年9月26日日本側（国際協力事業団・金属鉱業事業団）とフィリピン側天然資源省鉱山地球科学局（Bureau of Mines and Geo-Sciences; BMG）との間で締結された I/A (Implementing Arrangement; 調査実務実施協定書) にもとづき、第2年次（昭和60年度）現地調査として行われた、パラワン I～IV 地区についての解析結果及びパラワン V・VI 地区・西部ネグロス地区の調査状況を報告する。（第1図）

### 1-1-2 調査目的

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

## 1-2 調査内容

### 1-2-1 現地調査

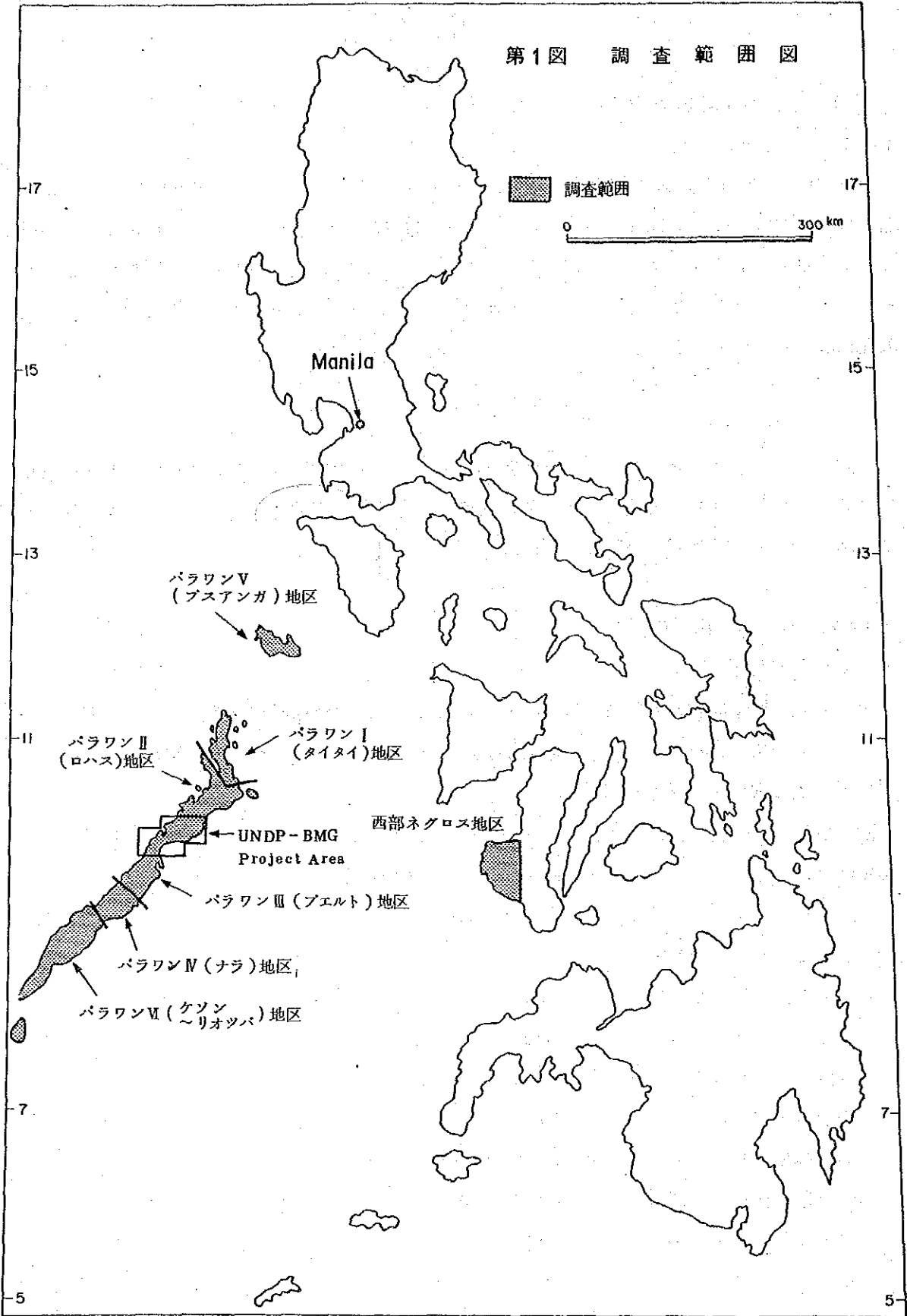
現地調査は調査地区内の水系に沿い、1～2 km 当り 1ヶの河床堆積物サンプルを採取すると共に、サンプル採取個所の水の pH、電気伝導度を測定し、また、主要水系の合流点ではパンニングにより重鉱物のサンプルを採取した。

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

#### 1) パラワン I (タイタイ) 地区 (第2図参照)

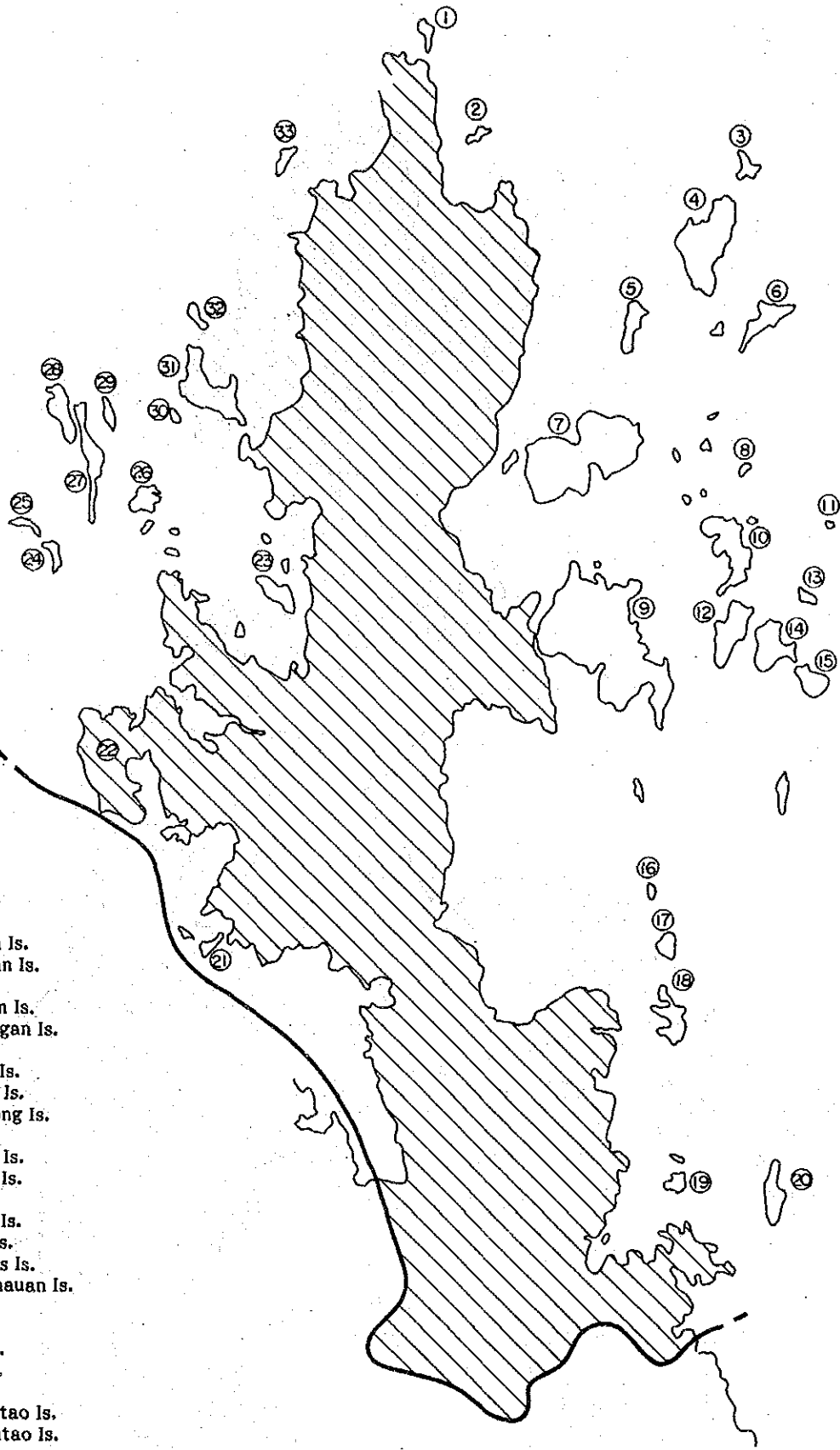
調査面積	1310 km <sup>2</sup>
河床堆積物試料数	640 個
重複チェック試料数	10 個
重鉱物パンニング試料数	40 個
調査対象鉱徴地	33 箇所
岩石薄片作成用試料	20 個 (内鑑定10個)
鉱石研磨片作成用試料	10 個 (内鑑定5個)
全岩分析用試量	5 個
鉱石分析用試料	10 個 (内分析5個)
X-線回折用試料	10 個

第1図 調査範囲図

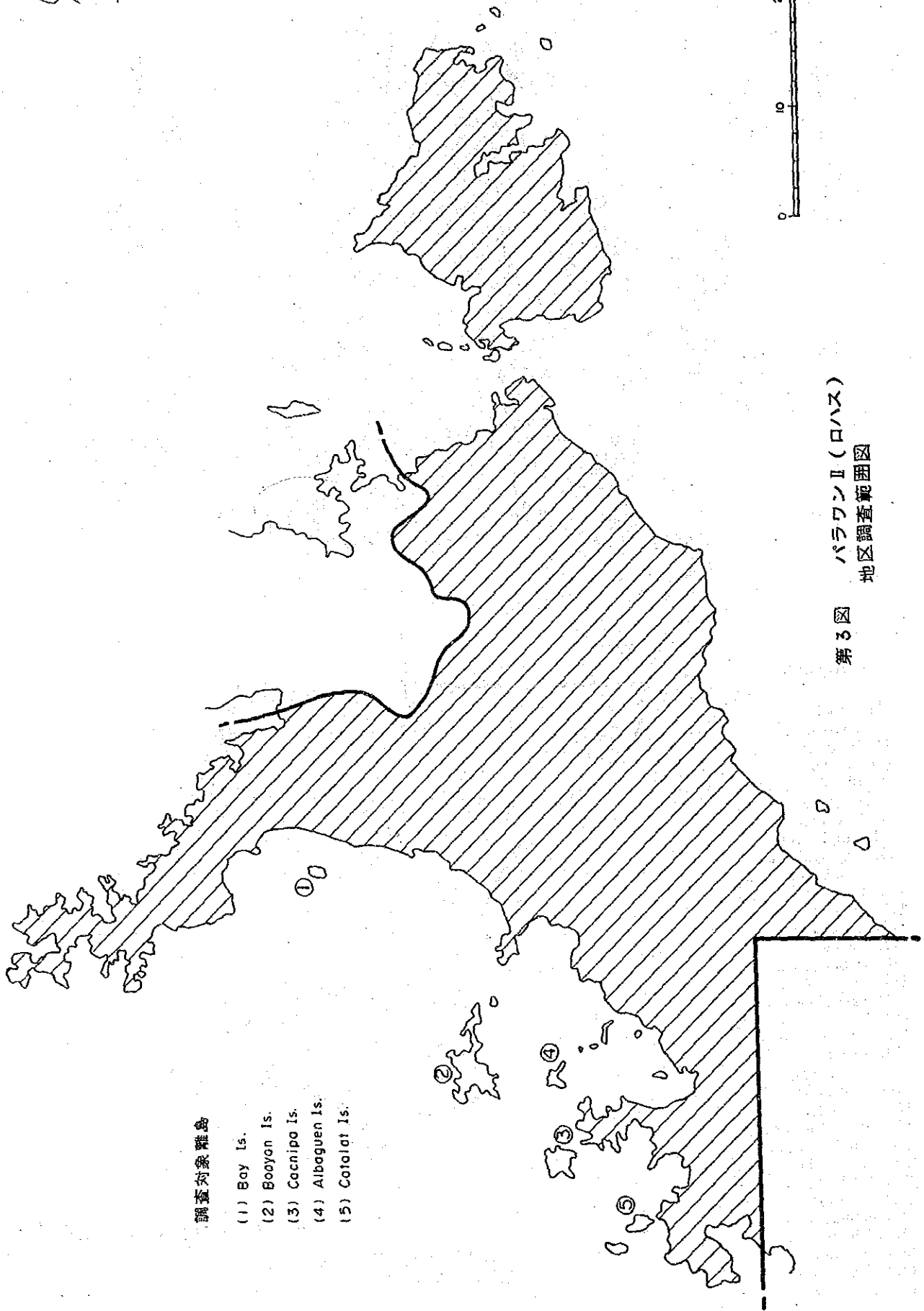
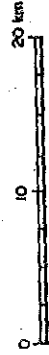
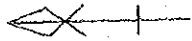


調査対象離島

- (1) Cabuli Is.
- (2) Darocotan Is.
- (3) Barangan Is.
- (4) Iloc Is.
- (5) Bin ulbulan Is.
- (6) Bagambangan Is.
- (7) Batas Is.
- (8) Pangisian Is.
- (9) Maytiguid Is.
- (10) Calabugdong Is.
- (11) Binga Is.
- (12) Maobanen Is.
- (13) Cagdanao Is.
- (14) Casian Is.
- (15) Debangan Is.
- (16) Elephant Is.
- (17) Pabel lones Is.
- (18) Icadambanauan Is.
- (19) Ibobor Is.
- (20) Paly Is.
- (21) Passage Is.
- (22) Tukuran Is.
- (23) Lagen Is.
- (24) South Guntao Is.
- (25) North Guntao Is.
- (26) Miniloc Is.
- (27) Matinloc Is.
- (28) Tapiutan Is.
- (29) Inambuyod Is.
- (30) Dilumacad Is.
- (31) Cadlao Is.
- (32) Cauayan Is.
- (33) Lalutaya Is.



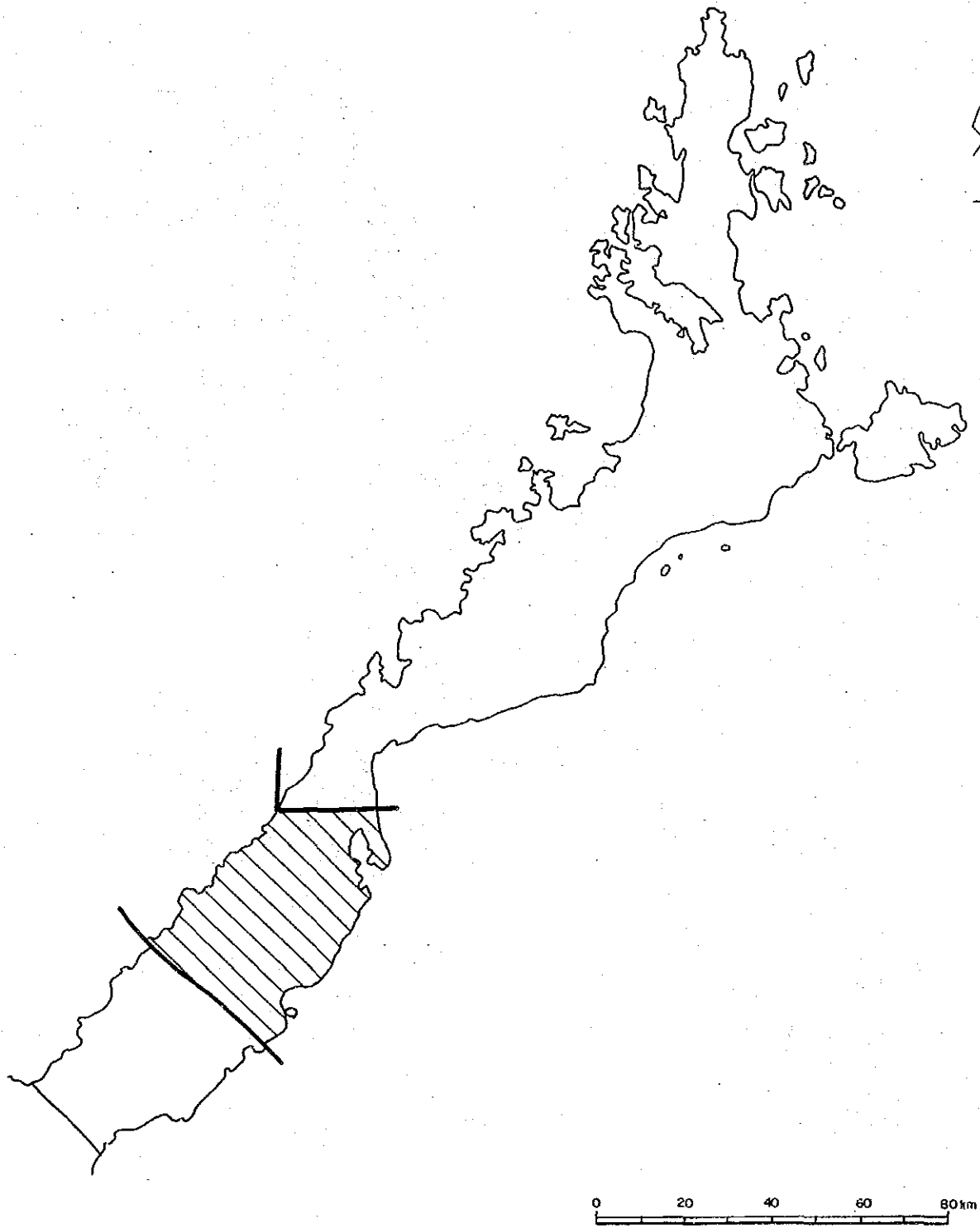
第2図 パラワンI (タイタイ)  
地区調査範囲図



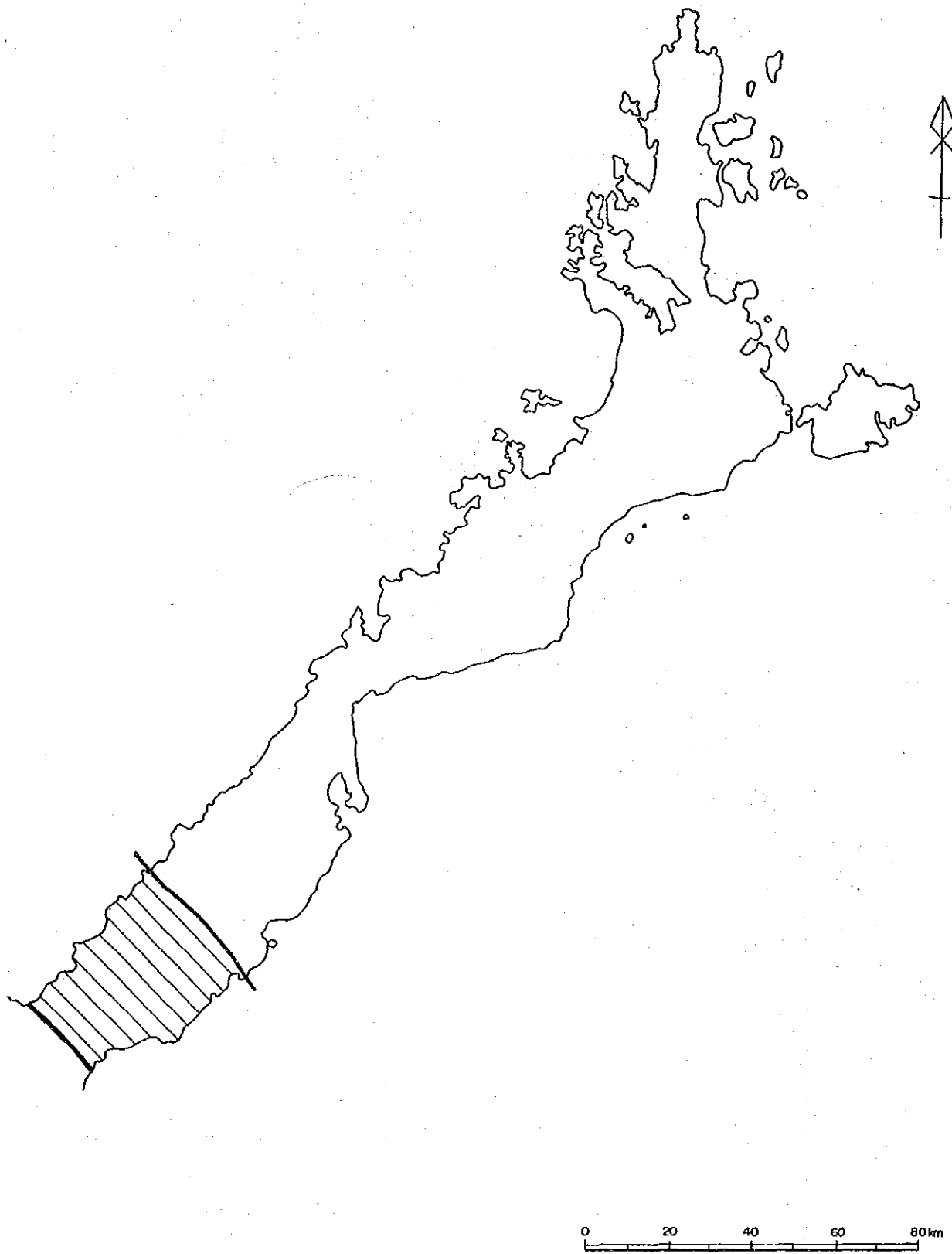
調査対象島

- (1) Bay Is.
- (2) Booyan Is.
- (3) Cahnipa Is.
- (4) Albaguen Is.
- (5) Catalat Is.

第3図 パラワンⅡ(ロハス) 地区調査範囲図



第4図 パラワンⅢ(プエルト)  
地区調査範囲図

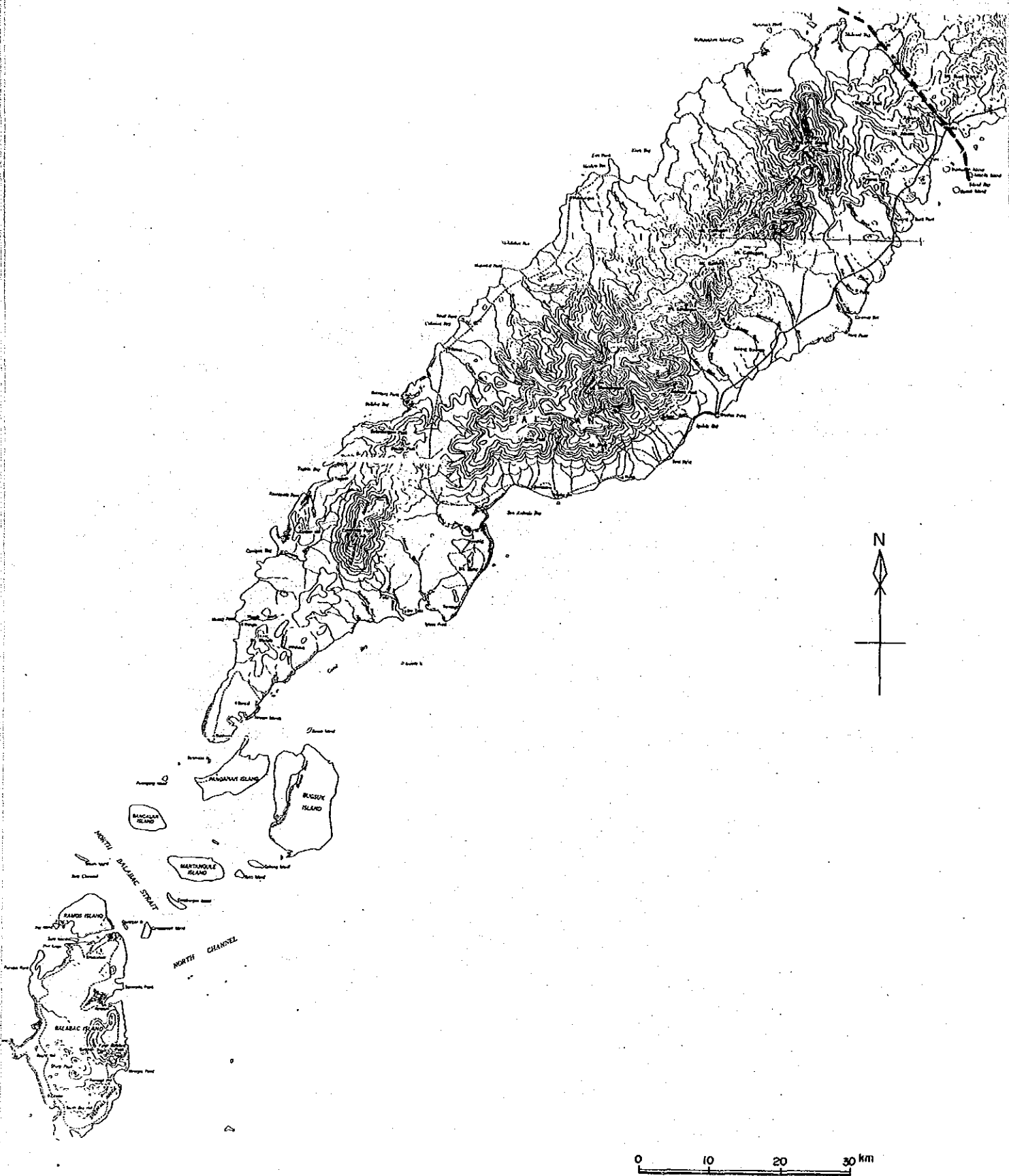


第5図　パラワンⅣ（ナラ）  
地区調査範囲図

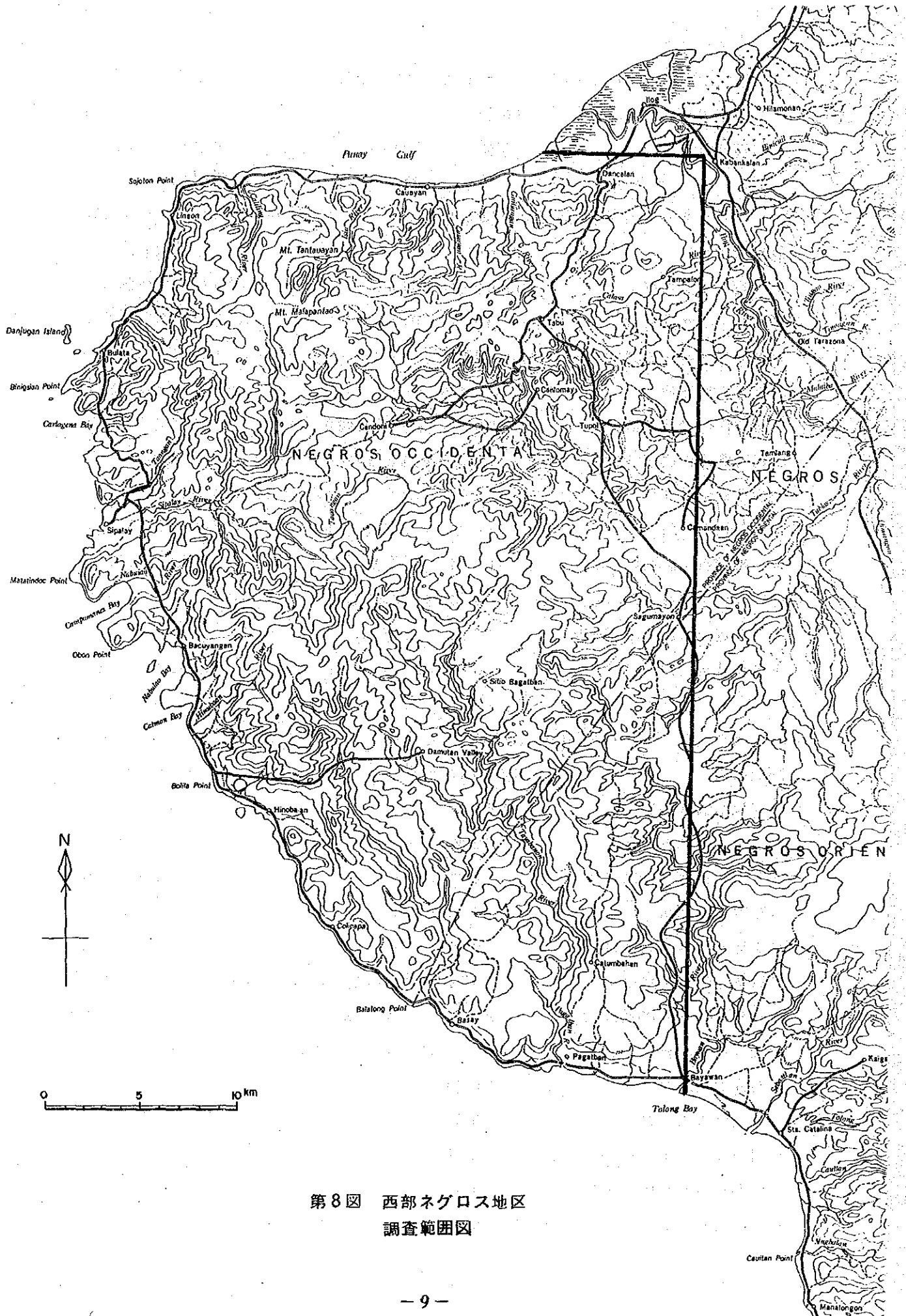


第6図 パラワンV(ブスアング)  
地区調査範囲図





第7図 パラワンⅥ(ケソン～リオツバ)地区調査範囲図



第8図 西部ネグロス地区  
調査範囲図

絶対年代測定法(K-Ar法)試料	3個(内年代測定2個)
化石鑑定用(微化石)試料	10個
重鉍物試料鑑定	5件

2) パラワンⅡ(ロハス)地区(第3図参照)

調査面積	2,080km <sup>2</sup>
河床堆積物試料数	1,050個
重複チェック試料数	20個
重鉍物パンニング試料数	80個
調査対象鉍徴地	6箇所
岩石薄片作成用試料	20個(内鑑定10個)
鉍石研磨片作成用試料	10個(内鑑定5個)
全岩分析用試料	5個
鉍石分析用試料	10個(内分析5個)
X-線回折用試料	10個
絶対年代測定法(K-Ar法)試料	3個(内測定2個)
化石鑑定用(微化石)試料	10個
重鉍物試料鑑定	5件

3) パラワンⅢ(フェルト)地区(第4図参照)

調査面積	1,330km <sup>2</sup>
河床堆積物試料数	842個
重複チェック試料数	29個
重鉍物パンニング試料数	50個
調査対象鉍徴地	3箇所
鉍徴地パンニング試料	9件
岩石薄片作成用試料	15個(内鑑定10個)
鉍石研磨片作成用試料	20個(内鑑定10個)
全岩分析用試料	5個
鉍石分析用試料	20個
X-線回折用試料	10個
絶対年代測定用(K-Ar法)試料	2個
化石鑑定用(微化石)試料	5個
重鉍物試料鑑定	10件

4) パラワンⅣ(ナラ)地区(第5図参照)

調査面積	1,170 km <sup>2</sup>
河床堆積物試料数	864 個
重複チェック試料数	18 個
重鉍物パンニング試料数	50 個
調査対象鉍徴地	10 個所
鉍徴地パンニング試料	30 個
岩石薄片作成用試料	15 個(内鑑定10個)
鉍石研磨片作成用試料	20 個(内鑑定10個)
全岩分析用試料	5 個
鉍石分析用試料	20 個
X線解析用試料	10 個
絶対年代測定用(K-Ar法)試料	2 個
化石鑑定用(微化石)試料	5 個
重鉍物試料鑑定	10 件

4) パラワンⅤ(ブスアンガ)地区(第6図参照)

調査面積	1,260 km <sup>2</sup>
河床堆積物試料数	630 個
重複チェック試料数	12 個
重鉍物パンニング試料数	50 件
調査対象鉍徴地	3 個所
岩石薄片作成用試料	10 個
鉍石研磨片作成用試料	5 個
全岩分析用試料	5 個
鉍石分析用試料	5 個
X線回折用試料	5 個
絶対年代測定用試料(K-Ar法)	2 個
化石鑑定用(微化石)試料	5 個

5) パラワンⅥ(ケソノーリオツバ)地区(第7図参照)

調査面積	3,580 km <sup>2</sup>
河床堆積物試料数	2,148 個
重複チェック試料数	40 個
重鉍物パンニング試料数	145 個
調査対象鉍徴地	8 個所

岩石薄片作成用試料	20 個
鉍石研磨片作成用試料	15 個
全岩分析用試料	10 個
鉍石分析用試料	15 個
X - 線回折用試料	10 個
絶対年代測定用試料 (K - Ar 法)	5 個
化石鑑定用 (微化石) 試料	10 個
6) 西部ネグロス地区 (第 8 図参照)	
調査面積	2,400 km <sup>2</sup>
河床堆積物試料数	1,100 個
重複チェック試料数	20 個
重鉍物バンニング試料数	100 個
調査対象鉍徴地	8 箇所
岩石薄片作成用試料	20 個
鉍石研磨片作成用試料	15 個
全岩分析用試料	10 個
鉍石分析用試料	15 個
X線回折用試料	10 個
絶対年代測定用試料 (K - Ar 法)	5 個
化石鑑定用 (微化石) 試料	10 個

### 1-2-2 総合解析

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

Palawan中部のUNDP調査地域についてはUNDPのDr. Mitchelの厚意により地質図及び河床堆積物地化探の分析データの提供を受け夫々総合解析に使用した。

パラワンV、VI地区及び西部ネグロス地区の総合解析については次年度の報告書に詳述する。

### 1-3 調査団の編成・調査行程

#### 1-3-1 調査団の編成

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

## A 調査計画策定及び折衝

### 日本側

石 田 真	金属鉱業事業団
石 田 誠 一	"
下 田 道 久	"
大 迫 次 郎	"
細 井 義 孝	"
神 谷 夏 実	"
遠 藤 泰 生	"

### フィリピン側

Juanito C. Fernandez	鉱山地球科学局 (BMG)
Benjamin A. Gonzales	"
Guillermo R. Balce	"
Romeo M. Luis	"
Romeo L. Almeda	"
Noel V. Ferrer	"

## B 調査団員

### 日本側

団長 八 辻 昭	海外鉱物資源開発株式会社
----------	--------------

### パラワン I (タイタイ) 地区

班長 福 元 勝 治	三井金属資源開発株式会社
田 上 勇 吉	"
中 島 敬 史	"

### パラワン II (ロハス) 地区

班長 土 居 信 一	三井金属資源開発株式会社
亀 沢 稔	"
大 坪 良 平	"

### パラワン III (プエルト) 地区

班長 志 田 彰 夫	日鉄鉱コンサルタント株式会社
野 沢 博 光	"
内 山 幸 二	"

パラワンⅣ(ナラ)地区

班長	渕本 決	大手開発株式会社
	高橋 洋	"
	内藤 信二	"

パラワンⅤ(ブスアンガ)地区

班長	志田 彰夫	日鉄鉱コンサルタント株式会社
	内山 幸二	"
	中司 龍明	"

パラワンⅥ(ケソノーリオツバ)地区

班長	増渕 和芳	同和工営株式会社
	藤原 茂久	"
	金龍 之緒	"
	竹田 誠	"
	宮本 博	"
	石川 潤一	"

西部ネグロス地区

班長	黒田 英男	大手開発株式会社
	中根 啓雄	"
	番場 光隆	"

化学分析担当

山本 泰一	海外鉱物資源開発株式会社
-------	--------------

総括報告書作成

大久保 義和	"
--------	---

フィリピン側

Project manager	Romeo L. Almeda	BMG 地質技術師
Assistant manager	Noel V. Ferrer	"
Analysis manager	Edwin G. Domingo	"

パラワンⅠ(タイタイ)地区

Leader	A. Cabantog	BMG 地質技師
Sub-leader	F. Zepeda	"
Sub-leader	E. Mantaring	"

バラワンⅡ（ロバス）地区

Leader	P. Rovillos Jr.	BMG 地質技師
Sub-leader	F. Sajona	"
Sub-leader	E. Malaca	"

バラワンⅢ（ブエルト）地区

Leader	W. Diegor	BMG 地質技師
Sub-leader	B. Cadawan	"
Sub-leader	E. Esguera	"

バラワンⅣ（ナラ）地区

Leader	A. Matos	BMG 地質技師
Sub-leader	L. Morales	"
Sub-leader	U. Palaganas	"

バラワンⅤ（ブスアソガ）地区

Leader	O. Pineda	BMG 地質技師
Sub-leader	B. Cadawan	"
Sub-leader	F. Zepeda	"

バラワンⅥ（ケソソリーオツバ）地区

Leader	A. Cabantog	BMG 地質技師
Sub-leader	M. Aurelio	"
Sub-leader	G. Revilla	"

西部ネグロス地区

Leader	P. Rovillos Jr.	BMG 地質技師
Sub-leader	E. Rillon	"
Sub-leader	E. Santos	"

以上のほか延約60名の BMG 地質技術者が現地調査に参加した。

C 調査班の編成

現地調査は各地区日本側技術者1名に対しBMG技術者3名を配置して1調査班とし各地区それぞれ3調査班の編成とした。その他、各地区おのおの1名の地質助手が配置され、ベースキャンプでのサンプルの乾燥、篩分と物資管理に当たった。（但しバラワンⅥ地区は6調査班とした）

D 化学分析の処理体制



今回の現地調査によりパラワンI～IV地区で河床堆積物試料3,473個（重複試料を含む分析成分10成分）と重鉍物パンニングサンプル220個（分析成分3）の微量分析が必要となったが、BMGの分析部門であるPETROLABで原子吸光分析（AAS）で処理し5月末に完了した。

前年度につづき、分析処理能力を向上させる目的で昭和61年5月14日から同年7月24日に亘る期間（6月以降は新鋭原子吸光分析機器（島津製）使用法の技術移転）分析専門家を派遣して、作業をチェックすると共に、必要品の補充に当たった。

### 1-3-2 現地調査行程

パラワンI～IV地区の現地調査は昭和61年1月13日より同年2月28日迄の47日間実施した。

（第2年次報告書に既報）

PETROLABでのパラワンI～IV地区の河床堆積物の分析は昭和61年3月中旬より同年5月末にかけて行った。行程詳細は表1-1のとおりである。

パラワンV・VI地区及び西部ネグロス地区に対する現地調査は昭和62年2月9日から同年3月13日に至る43日間実施した。行程詳細は表1-2の通りである。

表1-1 フィリピン共和国パラワンI～IV地区現地調査、試料分析及び総合解析日程

	昭和61年 1月	2月	3月	4月	5月	7月
打合せ及びデータ整理 （於BMG）	1/13 1/18 ┌──┐	2/25 2/28 └──┘			5/14 5/16 ┌──┐	7/17 7/21 ┌──┐
現 地 調 査	1/19 ┌──┐	2/24 └──┘				
PETROLABでの 化学分析			3/15 ┌──┐		5/31 └──┘	
総 合 解 析	5月	6月	7月	8月		
	5/14 ┌──┐	6/13 └──┘	7/16 ┌──┐	7/22 レポート作成 8/30 └──┘		
	室内試験		分析結果解析			

表1-2 フィリピン共和国パラワンV・VI地区及び西部ネグロス地区  
現地調査日程

	昭和62年 2月	3月
打合せ及びデータ整理	2/9 2/12 ┌──┐	3/10 3/13 ┌──┐
現 地 調 査	2/13 ┌──┐	3/9 └──┘

## 2. 調査地区の地形・地質・鉱床概要



## 2. 調査地区の地形・地質・鉱床概要

### 2-1 地形及び地質

調査地区はすべてPalawan地形区に属し地震活動の不活発な、いわゆる“Stable or aseismic belt”に含まれる。この地形区は北西側をPalawan海溝で区切られており、島の中央稍東部を通る南北系の“Ulugan”湾断層<sup>(注1)</sup>(推定)によって北部と中南部に区分される。

○ Palawan北部地区は、Palawan島北半分、Busuanga諸島及びCuyo諸島を含み、北東方向にトレンドを有する山稜が全域に発達する。Dumaran島とImuruan湾を結ぶ線以南には低圧緑色片岩相を示す広域変成を受けた石炭紀～二畳紀の古生層が分布し、この北には三畳紀～ジュラ紀の地向斜堆積物が広く分布しEl Nido東部に露出する二畳紀の頁岩・砂岩等を不整合に覆っている。ジュラ紀の花崗閃緑岩が北西部から北部にかけてこれらを買っている。第三紀堆積岩としてはタービダイト及び石灰岩が古生層・中生層を覆って海岸部に露出するほか、第四紀の火山岩類が中東部Calanag北方に中生層を覆ってみられる。上記の中生層・古生層は大陸性小地塊に伴う地向斜堆積物とみられる。

○ Palawan中南部地形区は北部地形区と異なり南西方向にひろがる激しく変形したオフィオライト岩体が特徴的にみられ、南部では古第三系に属するアルコース～珪岩質碎屑岩及び石灰岩と新第三系に属する薄い堆積岩類に覆われている。オフィオライト岩体は激しく変形し衝上した下位のハルツパーシャイト層中に上位の枕状玄武岩が白亜紀層を伴って地窓状に露出するなど(Puerto Princessa北方)各所に押し被せ構造がみられる。

### 2-2 地質構造(付図1-1・1-2地質図・断面図参照)

調査地域最古の地層とみられるCaramay Schistは北部Palawanの東海岸UNDP調査地域Tinitan北方及びその北東のPagdanan Rangeに夫々地畳状をなしてTumarbong Semi-Schist中に露出している。周辺のSemi-Schistとの接触部は断層をなし、特に北部・西部は逆断層をなしている。これらの地畳状の露出はSemi-Schistの背斜軸部に近く位置し、褶曲と衝上運動の密接な関係を暗示している。同様な逆断層は北部Palawan西岸のBoayan島でもみとめられ、ここでは西部にある古第三紀のBabuyan River Turbidite上に東部の古生層が衝上している。中部Palawan島南岸のBabuyan東方では東側のTumarbong Semi-Schistが西側のBabuyan River Turbiditeと南北系の逆断層で接している。この西側ではオフィオライト地塊に属するハルツパーシャイト層が不規則な形でBabuyan River Turbidite層上に衝上して居りUlugan湾の東部から南部にかけての広い範囲にSagasapt構造複合岩類(tectonic complex)(中新世～白亜紀)がみられる所から、北部Palawanと中部・南部Palawanの境をなすUlugan湾断層は地表で観察される限りでは低角度に衝上したハルツパーシャイトに被覆されているとみられる。このハルツパー

(注1) UNDP Technical Report(DP/UN/PHI-79-004/6)P.9 Fig 5

チャイト層の低角度衝上は Puerto Princesa 北部の地窓状白亜系分布域や南部 Panaoan 西方でもみとめられる。

以上の事実から明らかなように、北部 Palawan では古生界～中生界の大陸沿辺部の地向斜堆積物が褶曲隆起した地塊により構成されるのに対し、Ulugan 湾断層以西の中部・南部 Palawan では白亜系を基盤とし上部白亜紀～古第三紀の激しく変形した優勢なオフィオライト岩類及びこれを不整合に覆う東海岸 Aborlan 北部及び西海岸 Quezon 東部に露出する新第三系の石灰岩、砂岩及び泥質礫岩により構成される。これら中・南部 Palawan を構成する累層は Sulu 海中央部で形成され、Ulugan 湾断層に沿って現在地に転位したものとする考えがある（橋本，1970）。この考えに従えば現在みられるオフィオライト中の著しい変形及び衝上はこの転位を惹起した南東からの横圧によるものとみることができる。

“Ulugan” 湾断層は現在低角度の衝上岩体により被覆されて不明であるが UNDP の報告書では南北系の直立～急傾斜したリニヤメントが、Ulugan 湾中の Rita 島の伸長方向と平行して認められるとの Hamilton (1979) の記載が引用されている。又 Palawan 島南西部の北西の沖合を SW 方向にのびるいわゆるパラワントラフが Ulugan 湾より北東で見られないことはこの“Ulugan” 湾断層の存在を暗示するものであろう。

### 2-3 鉍 床

地質構造の項でのべたと同様に主として古生代～古第三紀の地向斜堆積物よりなる Palawan 島北東部と、下部白亜系を基盤とし優勢な上部白亜系～古第三系のオフィオライト岩類を主とする Palawan 南西部とでは鉍化作用は著しい相違を示す。

Palawan 北東部では鉍床は古第三系の漂砂鉍床であるシリカサンドや古生界の小規模な堆積性のマンガン鉍床が散見されるのみで、追加調査を必要とするのは僅かに Calauag 東方の Paly 島の蛇紋岩に伴うクロマイトの鉍染鉍床のみであるが、Palawan 南西部では優勢なオフィオライトに伴って多くの Cr, Ni 鉍床（一部ラテライト化）が知られている。また調査地域の最南端 Aboabo 北方にはグアノ型の隣鉍も知られている。Cr 鉍床は正岩漿性の鉍床でハルツパーチャイト中のダナイトに関連したものが多い。Ni 鉍床はラテライト化した母岩の一部が2次的に富化したものと、珪ニッケル鉍からなる1次的な正岩漿性のものとが認められる。

### 3. 地質・鉱床調査結果



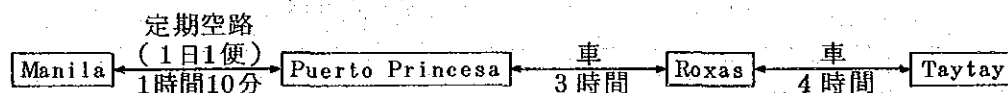
### 3. 地質・鉱床調査結果

#### 3-1 PALAWAN北東部の地質と鉱床(付図1-1参照)

##### 3-1-1 一般概要

調査地区のPalawan北東部は行政区画上Region IV(第4地域)Palawan Province(州)に属し、首都Manilaの南西約500kmに位置する。(第1図参照)

Manilaから調査地区への交通は空路にてPalawan州庁所在地Puerto Princesa(プエルトプリンセサ)市に達し、調査地区の中心地Roxas(ロハス)市及びTaytay(タイタイ)へは自動車道路が通じている。Roxas~Taytay間の道路は路面が悪く、四輪駆動車以外は通行が困難で、降雨後はぬかるみとなって、しばしば通行不能となる。Taytay北方で四輪駆動車の通行可能なのは北西15kmのPancol(パンコール)迄であり、その他の陸上の交通手段は徒歩または水牛に頼っており、海上はBanca boat(バンカ)が利用されている。



調査地区はPalawan島北東部に位置し、行政区画上はRoxas郡、San Vincent郡、Dumaran郡、Araceli郡、Bacuit郡及びTaytay郡に分かれる。地理的状況は以下のとおりである。

面積 3,390km<sup>2</sup>

標高 0m~1,013m

最高峰 Capoas山(1,013m)

平均気温 約27℃(推定)

平均年間雨量 約2,000mm(UNDP Report.1985)

気候は西部太平洋域の典型的なモンスーン気候帯に属し乾期(11月~4月)と雨期(5月~10月)がはっきりしており、5月・6月は台風シーズンである。東海岸は珊瑚礁が多く、内陸には原生林が広がっている。マラリアの汚染地帯であるため、開発が遅れており、稲作は海岸平野部のみで内陸では焼畑農業によるココヤシ、カシューナッツの栽培が行われており、沿岸の部落では自給自足の零細漁業が行われている。給電設備のあるのはRoxas等の市街地のみである。

##### 3-1-2 層序

Palawan北東部の地質は時代末詳古生界の片岩・準片岩を主とする基盤岩類(Pca, Ptu, Pco, P-da)と、これを不整合に覆う中生界(Gu, Li)及び古第三系(Pa, Bt)の堆積岩類よりなる。

基盤岩類はRoxasを中心とし東方Dumaran島から南西方Babuyanにかけて主にNE~SW系の軸を有する褶曲をくり返しながら分布する。

北部ではこれら時代末詳古生界を不整合に覆って中生界がMalampaya Sound周辺域にひろく分布し、南部では始新統とされるBabuyan River層群が、直接古生界を不整合に覆っている。



Palawan 島最北端には二疊系とされる Bacuit 層群, Minilog 層群が南北20km以上に亘り露出し、部分的に中生界及び始新系に覆われているが南部の時代末詳古生界と接する所は観察されておらず両者の関係は不明である。

貫入岩としては中生界及び二疊系中に貫入した中生代末期とされる花崗閃緑岩が北部中生界分布域以北に多く認められる。UNDP 調査地区の東部の Cleopatra Needle Peak から Stripe Peak 西側にかけて始新統とされる Babuyan River 層群中に石英閃緑岩が貫入しているのがみられる。

その他北部の Calauag 湾東方沖20kmの Paly 島には中世代末期の貫入とみられる蛇紋岩があり一部でクロマイトの鉱染を伴っている。

最も新期の岩層としては上記 Calauag 湾北部の中生界を覆って第四紀洪積世の火山岩類がひろく分布している。

上記の各岩層の層序を模式層序図(第9図)に示す。

第9図 PALAWAN 北東部模式柱状図

地質時代	地層名	岩相	上下関係
第四紀	完新世	沖積層, 現世サンゴ礁	不整合
	洪積世	Manguao(マンガオ) 火山岩類	
第三紀	中新世中期	Piedras point(ピエドラスポイント)安山岩	貫入
	中新世~漸新世	St. Paul's(セントポール)石灰岩	
	漸新世	非変成堆積岩類	?
	始新世	Pabellion(パベリオン)石灰岩	?
中生代	白亜紀後期	蛇紋岩・はんれい岩類	不整合
	ジュラ紀後期	Capoas(カポアス)花崗岩類	貫入
	ジュラ紀中部~下部	Guinlo(ギンロ)累層	貫入
	三疊紀上部~中部	Liminangcong(リミナコン)累層	不整合
古生代	二疊紀上部~中部	Minilog(ミノログ)累層	不整合
	二疊紀中部~下部	Bacuit(バキット)累層	整合
	石炭紀	Barton(バルトン)変成岩類	不整合

以下各地質単元別の記載を行う。

○ Caramay 片岩層；Pea

暗灰～灰色石墨片岩，雲母片岩，珪岩よりなり，時代末詳古生界の最下位を占める。今回の調査地域では Tumarbong 西北西及び Alemanguan の南に帯状の露出を示すほか，UNDP の調査地域では南東海岸 Tinitan 以北に広い露出を示す。片理面の走向は一般に東西系であるが，時に NE～SW 又は NW～SE に変化する，傾斜は一般に北へ 40～70° である。これらの露出域の北側では，より上位の Conception 礫岩，千枚岩層上に押し被せ構造により衝上していると考えられ，これを裏付けるドラッグ褶曲が多く認められるが，直接上下関係を示す露頭は見られなかった。

○ Conception 礫質千枚岩層

UNDP の調査で時代末詳古生界とされた Conception 礫質千枚岩層と命名されたものを今次の調査では以下のべる 3 層群に分類し，最下位の礫質千枚岩層を狭義の Conception 礫質千枚岩層とした。灰色～淡褐色粘板岩，泥質準片岩，千枚岩よりなり 1 部珪岩を狭在する。時に原岩の マッド・ボールを残して礫質千枚岩になっている部分が見られる。Danleg 西部及び Dumaran 島中南部に露出し片理面の走向は主に NE～SW を示し傾斜は NW 又は SE へ 20～30° である，南西方向に落ち褶曲構造がみとめられる。片理に斜交又は直交するセグリゲーション石英脈がしばしば認められる。

○ Danleg 砂岩層

UNDP 調査の Conception 礫質千枚岩層（時代末詳古生界）の中部層の砂岩を分類したもので，殆んど非変成の中粒石英質砂岩よりなり Danleg 南西部と Alemanguan 南部に延長 20 km 以上の帯状の露出を示す。

Danleg 南西部の本岩層は Conception 礫質千枚岩に伴ない走向 NE～SW 傾斜 NW 又は SE に 20～55° を示す。Alemanguan 南部のものは走向 NW～SE 系を示す。

○ Tumarbong 準片岩層；Ptu

UNDP の調査の Conception 礫質千枚岩層（時代末詳古生界）の最上部層を分類したもので，石英質準片岩，砂質準片岩，珪岩よりなり，一部で砂岩と漸移する部分もある。

Tumarbong 図幅の主要部分と Alemanguan 図幅の南部に分布し，調査地域の時代末詳古生界の主要部を占める岩層である。

教本の褶曲軸が認められ軸の一般的方向は NNW～SSE である。

○ Bacuit 累層；Ba

BMG (1982) により二疊紀中部～下部に対比されている。著るしく褶曲した砂岩，粘板岩互層から成り，El Nido 以北の Palawan 島北端部，Polarican 西部及び Cadlao 島，Casian 島などに分布する。褶曲軸は南部では NE 系，西部 Cadlao 島では東西系を示す。Palawan 島北端部で中生代末期から古第三紀へかけての貫入とみられる花崗閃緑岩に貫かれている。

○ Miniog 累層；Mi

BMGにより二疊紀中部上部に対比されている黒色又は灰白色の石灰岩よりなり、一般に塊状であるが一部層状を示す。部分的に大理石化している。Baquit 西方及び Liminangeong 北方の小島群に分布する。露頭部は急崖を示し、天水、河川水による鐘乳洞が発達している。Baquit 図幅中のサンプル番号 NJR62 の X-線回折で多量の苦灰岩が同定されている。

○ Liminangeong 累層； Li

BMG(1982)により三疊紀中部～上部に対比されている。赤色又は白色チャートを主とし黒色粘板岩、砂岩、頁岩及び石灰岩レンズを挟在する。著しく褶曲し、褶曲のオーダーは数10cmの単位から数kmにわたる。内陸部では浸蝕作用により急峻な山稜を形成する。パラワン島北部東海岸の Calaug 南西から北東部の諸島にかけてひろく分布する。

○ Guinlo 累層； Gn

BMG(1982)によりジュラ紀下部～中部に対比されている。砂岩を主とし礫岩を挟在する。砂岩は白色～灰白色塊状の細粒～粗粒砂岩で、斜交層理が発達する。礫岩は石英、チャートの円礫を含む。

Malampaya Sound 周辺、Mabini 東部及び Maytiguid 島など Palawan 島北部に分布する。

○ Pabellion 石灰岩層； Pa

BMG(1982)により始新世に対比されている。暗灰色塊状の石灰岩で、一部に層理面の発達認められる。北東部の Pabellion 島、Maytiguid 島等に分布するほか、Palawan 島北部でも二疊系、ジュラ系を被って小規模な露出がみとめられる。Pabellion 島産の本岩には多量の有孔虫化石が含有されている。一般に天水、河川水により溶蝕され鐘乳洞の発達がみられる。化石鑑定の結果、Calabugdong 島産の本層中の有孔虫サンプルは高知大学理学部地質学教室岡村真博士により Nummulites に同定された。全有孔虫は始新世中期に対比される。

○ Babuyan Rirer タービダイト層； BT

UNDPの調査(1985)により始新世に対比されている。白色～淡灰色グレイワック砂岩、平行ラミナの著しい砂岩・頁岩互層、石灰質砂岩よりなり北海岸の Barton 周辺、Dumaran 島などに古生界を不整合に覆って分布する。砂岩は塊状を示し層理が不明の部分もある。砂岩、シルト、頁岩の互層部には数mmから数cmオーダーの平行ラミナが認められる。

走向は主として東西系又はNE系で傾斜は  $50 \sim 60^{\circ}S$  である。Dumaran 島では走向はNW系が多く、傾斜は  $40 \sim 45^{\circ}NE$  である。

○ Manguao 火山岩類； Ma

第四紀洪積世の玄武岩溶岩で Taytay 南部の Manguao 湖周辺に河川沿い又は地形的低所を被って分布する。暗灰色細粒の石基とかんらん石の斑晶からなり、一般に多孔質である。

顕微鏡観察結果(NB004) K-Ar法による年代測定で  $0.5 \pm 0.3 M.Y.$  を示す。

斑晶；かんらん石 粒径  $2mm$  以下の自形で粒状～短柱状を示し、C軸方向にとがった形状を示すものあり。

単斜輝石 自形短柱状で長径1.5mm以下である。

石基；針状の斜長石が大部分を占め、その間に粒状の単斜輝石が見られる。他に不透明鉱物、ガラス質物質が認められる。

### 3-1-3 貫入岩類

#### ○花崗閃緑岩；Gd

淡灰色塊状の花崗閃緑岩及び微閃緑岩で組織は完晶質である。一部では長石、石英、黒雲母及び角閃石の斑晶が顕著に認められ斑状組織を呈する。西海岸の San Miguel 周辺及び北西方、Pancol 北西方、Mabini 南西方及び最北部の Darocotan 湾周辺部等に分布し、Mabini 南西方のものは弱い緑泥石化作用と黄鉄鉱の鉄染がみとめられる。貫入時期は BMG(1982)によりジュラ紀後期と推定されていたが今回実施された K-Ar 法による年代測定の結果  $36.0 \pm 1.8 \text{ M.Y.}$  (Early Oligocene) を示した。サンプル番号 (NF492386) の顕微鏡観察の結果、変質が認められ実際より若い年代を示したとも考えられる。又 Capoas 半島及びその南の Bay 島より採取した試料 (NW-23R 及び NX10R) は同じ年代測定の結果夫々  $12.6 \pm 0.6 \text{ M.Y.}$ ,  $12.4 \pm 0.6 \text{ M.Y.}$  を示す。NW-23R の顕微鏡観察の結果より本試料は変質も少く又近接して略同じ年代を示す結果のため事により、これらの年代は当該試料固有の年代を示すものと考えられる。 $12.6 \pm 0.6 \text{ M.Y.}$  は地質年代として中部中新世を示す所から、これらの試料は中部中新世の進入とされる Stripe Peak 花崗岩と同時代の可能性が強い。(注1)

#### 顕微鏡観察結果 (NF492386)

微量の角閃石と変質した黒雲母を含む完晶質等粒状の花崗岩で斜長石及び略同量のパーサイトからなる。黒雲母は緑泥石化又はぶどう石化をうけて居り、長石には絹雲母、緑簾石が認められる。

#### ○蛇紋岩類；S

暗緑色を呈する蛇紋石化かんらん岩及び蛇紋岩で破碎構造が認められる。東岸 Paly 島中央部の東側海岸沿いに露出する本岩には鉄染状のクロマイトが含有されている。蛇紋岩化の著るしい部分に石綿の細脈が認められる。本岩は Tumarbong Semi Schist を切る衝上断層に沿って貫入したと推定される。貫入時期は BMG(1982)により白亜紀とされている。

#### 顕微鏡観察結果 (NB11)

蛇紋石化かんらん岩で自形のかんらん石の集合体を蛇紋石が置換している。斜方輝石はかんらん石に対し他形を示し、局部的にみられる。

しばしば自形粒状を示すクロマイトが見られる。

### 3-1-4 地質構造

従来の研究者の見解では、北部 Palawan 地域における古生界～下部中生界は NNW-SSE 方向又は NW-SE 方向の褶曲軸を持つとされている。

今回の調査結果では本地域には NNE-SSW 方向から NE-SW 方向の褶曲軸が卓越するが、この

(注1) 年代測定はテレダイインジャパン社による。

他にE~W方向, NW-SE方向の褶曲軸も存在し, これらが重複しあって本地域の地質構造を複雑にしていることが判明した。特に三疊系とされる Liminangcong 累層以下の古生界-下部中生界は著しく褶曲している。これに対しジュラ系とされる Guinlo 累層の褶曲は比較的弱く, 傾斜50°以下の緩やかな波状褶曲を示すことが多い。断層はN-S系及びNW-SE系を示すものが多いが, 衝上断層にはNE~SW系のものが多い。これは南西部 Palawan 地域でみられる大規模なNE-SW系の押し被せ構造の影響が当地域にも及んでいるためとみられる。

### 3-1-5 鉍微地調査結果

鉍微地調査は, Palawan 本島において地化学探査と並行して行われた。このほか本島周辺の38の小島について地質・鉍化変質作用がチェックされた。これらの調査結果及び試料の分析結果を巻末資料6・7及び11に示す。本島に於ては古生界の岩層中の小規模な層状マンガン鉍床や花崗閃緑岩中の黄鉄鉍の鉍染及び始新世の砂岩に由来するシリカサンド鉍床がみとめられるのみで大規模な鉍化変質作用は認められない。

小島群の調査ではPaly島の超塩基性岩中にクロマイトの鉍染が確認された。Paly島4試料のNi, Cr 分析値 (Ni; 0.23~0.20%, Cr; 1.72~0.25%)

Roxas 周辺のシリカサンド採取場 Vulcan 及び Ninbay の分析値を表-2に示す。

パラワンII(ロハス)地区鉍石分析結果(表-2)

№	供試品	g/t Au	g/t Ag	% Cu	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% MgO	% CaO	X-線回折結果
1	NP 013AR	Tr	—	<0.01	—	9.93	2.47	—	0.67	微量の Pyrite が同定された。
2	NP 016R	Tr	—	<0.01	—	6.93	3.55	—	0.80	"
3	NS 002R	Tr	—	<0.01	—	0.15	0.33	—	0.04	
4	VULCAN-1	—	—	—	96.91	1.01	0.54	0.07	0.06	石英を主とし微量の斜長石, カリ長石, 絹雲母が同定された
5	VULCAN-2	—	—	—	96.08	1.05	0.59	0.06	0.04	"
6	VULCAN-3	—	—	—	97.43	0.87	0.56	0.07	0.06	"
7	VULCAN-4	—	—	—	98.47	0.55	0.32	0.03	0.05	石英を主とし少量のカリ長石が同定された。
8	NINBAY-1	—	—	—	98.59	0.56	0.40	0.02	0.07	石英を主とし微量のカリ長石が同定された。
9	NINBAY-2	—	—	—	97.38	0.76	0.32	0.03	0.15	石英を主とし少量のカリ長石と微量の絹雲母が同定された
10	NINBAY-3	—	—	—	98.24	0.47	0.32	0.02	0.07	石英を主とし少量の斜長石, カリ長石が同定された

### 3-1-6 UNDP調査地域における鉱化作用

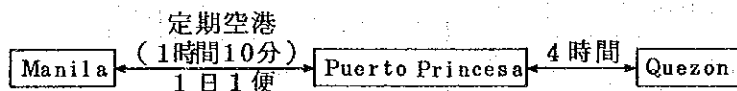
UNDPの調査地域は北東部 Palawan では Puerto Princesa 市の北東部の Caruray, Caramay, Nasuedan, Tintian, Babuyan の各図幅の区域である。この内 Tintitan 図幅の Lasgas 地区及び Babuyan 図幅の Tugbuan 地区にアンチモンの濃集が、後者と同じ Tugbuan 地区に水銀の濃集がみられる。これらは何れも新第三紀の断層形成後進入した熱水による鉱化作用により形成されたものとみられ、UNDPの報告書(1985)ではこの追加調査を推奨している。

### 3-2 PALAWAN南西部の地質と鉱床(付図1-2参照)

#### 3-2-1 一般概要

調査地区の Palawan 南西部は行政区画上 Region IV (第4地域) Palawan Province (州)に属し主都 Manila の南西約 600km に位置する。(第1図参照)

Manila から調査地区への交通は空路にて Palawan 州庁所在地 Puerto Princesa (プエルトプリンセサ) に達し、調査地区の西端の Quezon へは南東岸を通る自動車道路が通じている。Puerto Princesa から北西海岸に至る道路及び西端部 Quezon から西北海岸に通じる道路は路面が悪く雨期の交通は困難である。海岸道路の不備な個所への交通は Banca boat が利用されている。



調査地区の行政区画は Puerto Princesa 市, Quezon 郡及び Narra 郡に分かれる。地理的状況は以下の通りである。

面積	2,500km <sup>2</sup>
標高	0~1,798m
最高峰	Victoria Peaks
平均気温	27℃
平均年間雨量	2,700mm

調査地域は熱帯モンスーン気候帯に属し6月~11月が雨期, 12月~5月が乾期に当るが中央山脈を境として東側はそれほどはっきりした区分はみられない。一般に東海岸は珊瑚礁が発達し, 主にマングローブの繁茂する低湿地帯が多い。水田はこれら低湿地帯に発達するが, 西海岸では稀にしかみられない。地形は全般に急峻で特に超塩基性岩類の分布する中央山脈では谷が深く開析され各所に滝がかかっている。中央山脈の南西部は, 一部に石灰岩が分布し, 断崖やドリーネなど特有の地形を形成している。

産業は東部の海岸平野での農業, Puerto Princesa を中心とする漁業が主なものである。

#### 3-2-2 層序

Palawan 南西部地域の地質は上部中生界(白亜系?)の緑色片岩, 絹雲母石英片岩, 砂岩, 頁

地質時代	BMGによる岩層区分(1982)	柱状断面図	構成岩層	鉱化作用
中新世	N <sub>2</sub> N <sub>1</sub>		礫岩を伴う石灰質砂岩、泥岩の互層	
			石灰岩及び石灰質シルト岩	
古第三紀	オフイオライト		枕状玄武岩	
			輝緑凝灰岩類	
			塊状～層状はんれい岩 逆断層 層状デニナイト(Kdw)を伴うハルツパーシャイト(Kkz)はんれい岩(Kgbd)及び輝岩(Kpxd)を含む	
白亜紀	Kpg		逆断層 砂岩・頁岩(Kpgs) 玄武岩(Kpgb) 断層付近では緑色片岩、絹雲母石英片岩等の片岩類(Kpgam)を伴う	

第10図 PALAWAN南西部模式柱状図

岩、玄武岩溶岩及び角閃片岩等よりなる累層(Kpg)を基盤とし、ハルツパーチャイトと塊状はんれい岩からなるオフィオライト岩類下部層(UC)がこの基盤上に衝上している。岩床状輝緑岩、枕状玄武岩からなる、オフィオライト岩類上部層(UV)は前記下部層をとり囲むように分布し、調査地域の北部と南部でハルツパーチャイト層の衝上をうけている。新第三系としては南西部に石灰岩及び石灰質シルト岩よりなる累層(N<sub>2</sub>)がUC層、UV層を不整合に覆い、南西部と北東部で石灰質砂岩と礫岩を伴う泥岩がみられる。(N<sub>2</sub>)

貫入岩類としては超塩基性岩分布域に輝緑岩、はんれい岩、及び揮岩が岩脈としてみられるほか、地域北部の塊状はんれい岩中に脈状を示すはんれい岩が認められる。

上記各岩層の層序を模式柱状図(第10図)に示す。

以下各地質単元別の記載を行う。

#### ○堆積岩類; Kpg

頁岩、砂岩、赤色チャート(Kpgs)を主体とし、玄武岩溶岩(Kpgb)の薄層を挟む。西海岸の Moorson Point 周辺、西海岸の Aborlan 西部、北部の Irahuan 北部及び西部等に分布する。

本岩類は上位のUCに属するハルツパーチャイト(Khz)に近づくにつれ変成度を増している。すなわち、堆積岩類は絹雲母、石英片岩に、塩基性火山岩類は緑色片岩に変成し、ハルツパーチャイトとの境界付近では角閃石片岩が認められる。このことは、上位のハルツパーチャイトに近づくにつれ、変成温度が上昇したことを示唆している。

本岩類の生成年代は BMG(1982)により白亜紀～暁新世とされている。

#### 顕微鏡観察結果

CN06(Malagao川流域); チャート 0.02~0.05mmの細粒石英の集合体で0.06mm巾の石英脈、0.06~0.3mm巾の方解石脈に貫かれている。赤鉄鉱と思われるダスト状の不透明鉱物が多く含まれている。

CJ004MA; 普通角閃石、緑簾石、斜長石から構成されるグラノプラスチック組織の角閃石片岩である。

#### ○オフィオライト岩類;

下部オフィオライト岩体(UC)は大部分ハルツパーチャイト(Khz)からなり、本岩体の上部ではダナイト(Kdu)のレンズを挟む。又本岩体中にはハンレイ岩岩脈(Kgbd)及び輝石岩脈(Kpxd)の小規模貫入が見られる。

ハルツパーチャイトは蛇紋石化を受けて暗緑色を呈し、短柱状の輝石の斑晶(1~10mm)が認められる。しばしばぶどう石と思われる白色の細脈が発達する。

本岩は、下位Kpgと接する基底部付近では、片理構造が顕著であり、両者の境界付近では角閃岩に変成している。又西側のBirong(ピロング)では下位のKpgを取りこんだメランジェが観察できる。

ダナイト(Kdu)は蛇紋岩化が顕著で油脂光沢を示す。本岩及びその周辺のハルツパーチャイ



トにはしばしばレンズ状又は鉱染状のクロム鉄鉱が認められる。

本岩体は前述の Kpg に 20~30° の低角度で衝上している。この事実は Malasgao 川中流と Birong で確認され、両者の境界部は動力変成と考えられるメランジェ及び熱変成作用が観察できる。

#### 顕微鏡観察結果

CE012~013MA.PT; 網目状組織の発達した蛇紋岩で粒状のかんらん石、大径粒状の斜方輝石が認められる。原岩はハルツバーチャイトと推定される。

CG048MA, PT; 網目状組織の発達した蛇紋岩で粒状のかんらん石及び不透明鉱物が認められる。原岩はだんかんらん岩と推定される。本岩の X 線回析では Brucite (中量) と Serpentine (多量) が同定されている。

#### ○ 上部オフィオライト岩体; UV

下部オフィオライト岩体をとり囲むように、本地域の北部、南部及び西部にかけて分布する。

下部からはんれい岩 (Kgb) 輝緑岩 (Kdb) 及び玄武岩 (Kba) よりなる。

はんれい岩は等粒状の中~粗粒岩で、塊状を呈する。下部ではまれに輝石斑晶をほとんど含まないトロクトライトが認められる。東部の Batanbatan 周辺の河川では層状構造を示すはんれい岩の巨礫が多く見られるが露頭としては確認できなかった。

玄武岩は暗灰色を呈し、枕状構造が発達している。各団塊は偏平な楕円形でその大きさは 30~80cm である。団塊の周辺にはしばしば赤鉄鉱が認められ、空隙を埋めて沸石が晶出している。

輝緑岩は暗緑~暗灰色を呈し、はんれい岩と玄武岩の境界部付近に岩脈として認められる。これらの岩脈は一般的なオフィオライト岩体のシート・コンプレックスに対応するものである。

地質図(添付第1-2図)ではこのゾーンは鍵層になるため、岩脈の発達の悪い漸移帯も本岩に含めた。

本岩体と下部オフィオライト(UC)とは断層関係(衝上断層)にあると考えられる。

オフィオライトの生成年代を知るため絶対年代測定用試料の K-Ar 法による年代値は南部の Panacan 北北西 18km の Malasgao 川上流の角閃石で  $37.2 \pm 1.9$  M.Y. (Upper Eocene 又は Lower Oligocene)。北海岸 Anepahan 南 5 km の Boyo 鉱山のはんれい岩で  $26.5 \pm 3.1$  M.Y. (Upper Oligocene)。南岸 Inagauan 北西 16km の緑色片岩中のペグマタイトで  $40.3 \pm 4.0$  M.Y. (Upper Eocene) (注1)を示す。これらは何れも模式柱状図に示す年代とよく一致している。

#### 顕微鏡観察結果

CL063MA, PT; Inagauan 川北方 3 km。斜長石、チタン輝石の半自形等粒状組織を有するアルカリはんれい岩で斜長石の粒間をうめるカシミ石を含む。

CS028R; Narra 付近。填間状組織を有する普通輝石玄武岩で、粒状~短柱状の普通輝石と長柱状の斜長石の斑晶と緑泥石化した普通輝石、磁鉄鉱、ガラスよりなる石基を有する。孔隙部には(注1)年代測定はテレダイインジャパン社による。

沸石が生成している。

○ N<sub>1</sub>層

塊状石灰岩～石灰質シルト岩よりなり、しばしば貝化石を含む、調査地域南部のAboabo（アボアボ）周辺では比較的まとまって分布するが、その北のQuezon西方では小規模に点在する。上部オフィオライトの玄武岩を不整合に覆っており、BMG(1982)により中新世前期～中期の堆積とされている。

化石鑑定結果

CJ021PL; Richman 鉸山南南西7kmの本層中の石灰岩試料はナンノプランクトンにより漸新世後期(C<sub>p</sub>-19a)に同定された。  
(注1)

○ N<sub>2</sub>層

石灰質の砂岩・泥岩互層を主とし、礫岩、含団塊砂岩を挟む、調査地域東部のInaguan西部、北部の山麓部及び南西部のBirongからQuezonに至る山麓部にひろく露出している。石灰質砂岩・泥岩互層は1ユニット1～15cm程度で微化石を含む。礫岩は超塩基性岩、はんれい岩、玄武岩の亜円礫を含み局部的に水平～緩傾斜の層理面が発達する。上部オフィオライトのはんれい岩や玄武岩及びN<sub>1</sub>層を不整合に覆っており、BMG(1982)により中新世後期の地層に同定されている。

北東海岸沿いの本層から六射珊瑚に属する化石(CG044AB)を採取したが保存不良で同定するに至らなかった。

### 3-2-3 貫入岩類

○輝緑岩、はんれい岩及び輝石

どれも上下部オフィオライト岩体中に脈岩として認められ、北西海岸沿いの山地に多く分布している。

顕微鏡観察結果

CA023MA; Richman 鉸山周辺、長柱状の斜長石の斑晶の周辺を単斜輝石と不透明鉸物が充填している輝緑岩である。石基中の斜長石、単斜輝石の一部は緑泥石化している。

### 3-2-4 地質構造

当地域の構造は白亜紀～暁新世の堆積岩を基盤とし、その上位に白亜紀のものと考えられるオフィオライト岩体が海洋プレートのサブダクションに伴うスラストにより押し上げられている。オフィオライト岩体はハルツバージャイトを下位とし、はんれい岩玄武岩等を上位とする2層からなる岩体でNE-SW方向に90kmに及ぶ伸長を示す。

衝上断層の走向・傾斜は南西部では南北系の走向を示し西へ緩傾斜するものが多い。

調査地域最北部からUNDPの調査地域にかけては複雑な構造を示す白亜系と上部オフィオライト層が衝上したオフィオライト下部層中に東西7km南北15kmに亘り地窓状に露出する特異な構造

(注1)山形大学理学部地球科学教室岡田尚武博士による。

がみられる。新第三系のN<sub>1</sub>層, N<sub>2</sub>層はこれらを不整合に覆っている。

褶曲構造は基盤岩, オフィオライト岩体及び第三系に認められ波長の違いはあるが, 総べてNE-SW系を示す。

断層は上述の低角度の衝上断層以外ではMt, Aborlanの北をNE-SW方向に走る略垂直に近い断層が延長20kmに亘って認められ, 基盤岩の北限を形成している。

以上を総合すると衝上断層は基盤岩の形成以後Niの形成以前, すなわち暁新世~中新世に生じており, 調査地域南西部では東部から西部にかけて地層が若くなることから, N<sub>2</sub>層形成時までは東部が継続的に隆起する傾動運動が継続していたと考えられる。これに対し調査地域北部では全体に波状褶曲を示すオフィオライト上位層分布域北部にオフィオライト下位層が衝上し, 前者の一部が地窓状に露出する構造を示す。

### 3-2-5 鉍徴地調査結果

本地域では次に示す13個所の鉍徴地調査を実施した。(付帯資料-12参照)

番号	鉍徴地名	鉍化作用の種類
1	Atlas(アトラス)鉍山	ラテライト, クロム鉄鉍
2	Richman(リッチマン)鉍山	クロマイト塊状鉍床
3	Boyo(ボヨー)鉍山	"
4	Romarao(ロマラオ)	Ni-ラテライト, クロム鉄鉍
5	Berong(ベロング)	"
6	Ibatong(イバトング)	"
7	Malasgao(アラスガオ)	"
8	Bethlehem(ベスレヘム)	"
9	Bethlehem West(西ベスレヘム)	"
10	Olympic(オリンピック)	"
11	Santa Monica(サンタモニカ)	"
12	Trident(トライデント)	クロム鉄鉍
13	Aboabo(アボアボ)	グァノ型リン鉍

#### 1. Atlas 鉍山

北西海岸のLong Point南東5kmにあるラテライト中の礫状クロム鉄鉍で1985年末より操業を始め1ヶ月間に1,147tの鉍石を船便によりQuezonに送った。超塩基性岩より変質した蛇紋岩に伴っている。

鉍石分析 Pit Wall Samples(巻末資料 7-3 参照)

Sample №	SiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T·Fe	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Total
CA007	0.4(%)	53.1(%)	10.3(%)	13.7(%)	17.4(%)	94.9(%)
CA008	0.4	51.0	11.0	13.1	17.0	92.5
CA009A	0.6	47.1	11.7	12.6	19.2	91.2
CA009B	0.2	54.3	9.5	14.5	16.5	95.0

X-線回折

サンプル№	同定鉍物	サンプル採取個所	サンプル種類
CA-008	Chromite (abundant)	Atlas Mine	Laterite

2. Richman 鉍山

Atlas 鉍山南東 4 kmにあるかんらん岩中の塊状クロマイト鉍床でレオバルド型の鉍染状を示し輝緑岩の岩脈に密接な関係を示す。

鉍石分析 Pit Wall Samples(巻末資料 7-3 参照)

Sample №	SiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T·Fe	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Total
CA010	16.6(%)	28.1(%)	7.4(%)	26.3(%)	13.1(%)	91.5(%)
CA012	6.0	40.8	8.5	20.8	19.4	95.5
CA013	13.8	32.2	7.3	23.9	15.8	93.0
CA016	12.0	33.3	8.0	23.4	15.2	91.9
CA020	13.1	32.8	7.5	24.0	15.3	92.7
CA021	4.3	48.8	8.6	18.8	14.9	95.4
CA022	12.9	33.5	7.8	23.8	14.4	92.4

X-線回折

サンプル№	同定鉍物	サンプル採取個所	サンプル種類
CA016	Serpentine(medium), Chromite(abundant)	Richiman mine	Chromite ore
CA019	Montmorillonite(not clear), Serpentine(abundant)	#	Serpentinite

### 3. Boyo 鉍山

北西海岸 Anepahan 南 2 km に位置する。かんらん岩、はんれい岩に伴う塊状クロマイト鉍床で現在 7 名で稼行中である。露天掘採掘箇所は地這りにより崩壊しており鉍石はみる事ができない。

鉍石分析 Pit Wall Samples (巻末資料 7-3 参照)

Sample No.	SiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T·Fe	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Total
CA028A	2.1 (%)	50.5 (%)	9.6 (%)	16.4 (%)	15.6 (%)	94.2 (%)
CA028B	5.3	46.6	9.4	18.1	14.5	93.9
CA030A	18.0	34.0	9.4	17.3	11.4	90.1
CA030B	44.8	1.1	3.1	25.4	8.8	83.2
CA031A	3.7	48.3	9.8	17.2	15.0	94.0
CA031B	5.8	45.8	9.1	19.0	14.4	94.1

角閃岩分析値

#### X-線回折

サンプル No.	同定鉍物	サンプル採取箇所	サンプル種類
CA030B	Chlorite (medium), Amphibole (abundant)	Boyo 鉍山	母岩

### 4. Romarao

本鉍徴地は、西海岸の Berong と Moorsom point 間に位置し、全域にハルツバーチャイトが分布している。ラテライト化は広く認められるが、その深度は 3 m 前後と浅い。その下位の Saprolite (蛇紋岩の分解層) の発達も不良で、珪ニッケル鉍は認められない。

クロム鉍化作用は 2 箇所で見られる。これらは、ハルツバーチャイトに挟在するダナイト中にレンズ状に賦存し、その規模は厚さ 0.4~1.5 m、長さ 6 m である。クロム鉄鉍は塊状又は鉍染状を呈する。

鉍石分析 (巻末資料 7-4 参照)

サンプル No.	FeO (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MgO (%)	NiO (%)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	種類
CX217B86	11.24	10.76	22.19	0.22	41.08	クロム鉄鉍, 磁鉄鉍を含む
CS054MA	SiO <sub>2</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MgO (%)	NiO (%)	Ni-ラテライト
	40.71	12.87	1.03	27.49	0.64	

### 5. Berong

本鉍徴地は西海岸の Berong の北方に位置し、ラテライト及びクロム鉄鉍が認められる。ハルツバーチャイトを母岩とするラテライトは広い範囲に及んでおり、Berong 川中流の尾根沿いにベンチカットが実施されている。ここでは、ラテライト及び Saprolite の厚さはそれぞれ約 3

m及び3 m以上である。Saprolite には珪ニッケル鉱が含まれる。

クロム鉄鉱はBerong川上流で認められ、トレンチ内では、ハルツパーチャイトに挟まれた厚さ約5 mのダナイト中に厚さ1.5~2mの高密度のクロム鉄鉱帯が存在する。

鉱石分析(巻末資料7-4参照)

サンプルNo	FeO(%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MgO(%)	NiO(%)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	種類
CX21486	11.81	19.57	18.85	0.23	42.60	クロム鉄鉱
CSO43MA	SiO <sub>2</sub> (%) 33.60	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) 27.75	2.03	16.37	0.26	} ニッケルラテライト
CSO44MA	40.23	7.06	0.36	33.67	3.28	

X-線回折

サンプルNo	同定鉱物	サンプル採取個所, 種類
CSO45MA	絹雲母(不確実)	アンチゴライト(多量) Berong 鉱山, 珪ニッケル鉱

## 6. Inbatong

本鉱徴地はBerong鉱徴地の西北部延長で、ラテライトの厚さを2 mまで確認した。また近くの小川ではハルツパーチャイトに挟まれたダナイト中にクロム鉄鉱の鉱帯が見られる。

鉱石分析(巻末資料7-4参照)

サンプルNo	SiO <sub>2</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MgO(%)	NiO(%)	種類
CP01S3	1.00	66.51	7.19	1.02	0.80	} ニッケルラテライト
CP04S3	0.91	67.44	8.17	1.54	0.79	

## 7. Malasgao

本鉱徴地はPanacanの北方15 kmのMalasgao川中流に位置する。ハルツパーチャイトがラテライト化したもので、ラテライト域は南北1.5 km×東西1.5 km約2.5 km<sup>2</sup>の範囲である。以前実施されたテスト・ピットによると、ラテライトの厚さは2 m以上である。

鉱石分析(巻末資料7-4参照)

サンプルNo	SiO <sub>2</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	HgO(%)	NiO(%)	種類
CPT1-1(4)	12.12	56.73	7.82	2.33	1.09	ニッケルラテライト

## 8. Bethlehem

本鉱徴地はPanacan西方10 kmのMalinao川上流に位置する。ハルツパーチャイトを母材とするラテライトの分布範囲は南北3.5 km×東西2 kmの7 km<sup>2</sup>で、海拔200~600 mの低所にある。本鉱徴地は地形が急峻で、ラテライトの深部への発達は余り良好ではなく、最大深度5 mまでと推定

される。またハルツバージャイト中にクロム鉄鉱が鉱染した小規模露頭も見られる。

鉱石分析 (巻末資料 7-4 参照)

サンプル No.	SiO <sub>2</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MgO(%)	NiO(%)	種類
CS011MA	10.25	54.62	6.89	3.93	1.66	ニッケルラテライト
X-線回折	同定鉱物				鉱石名	
CS012MA	斜長石(中量)		アンチゴライト(多量)		珪ニッケル鉱	

#### 9. Bethelchem West

本鉱徴地は Bethelchem の西方の Batanbatan 川中流に位置する。ハルツバージャイトを母岩とするラテライトの分布域は南北 2km×東西 1.5km の 3km<sup>2</sup> の範囲である。ラテライトの厚さは尾根部で 5m に及んでいるが、地形が急峻なためその発達は良くない。

鉱石分析 (巻末資料 7-4 参照)

サンプル No.	SiO <sub>2</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MgO(%)	NiO(%)	種類
CS018MA	9.89	61.84	6.00	3.72	1.09	ニッケルラテライト

#### 10. Olympic

本鉱徴地は Panacan の南西方 15 km の Calategas 山の西側斜面に位置する。ハルツバージャイトを母岩とするラテライトの分布域は南北 1.5 km×東西 1.5 km の約 2.5 km<sup>2</sup> の範囲である。本地区は 1970 年代に Olympic 社によって一部探鉱、操業の実績がある。ラテライト(厚さ 7 m)及び Saprolite (厚さ 2 m 以上)の発達も良好で、珪ニッケル鉱を含有する。また、厚さ 30cm の不規則なクロム鉄鉱レンズも観察できる。

鉱石分析 (巻末資料 7-4 参照)

サンプル No.	SiO <sub>2</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	FeO(%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MgO(%)	NiO(%)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	種類
CS020MA			13.06	14.46	17.08	0.11	47.94	クロム鉄鉱
CS022MA	11.50	60.27		7.69	1.01	1.27	—	} ニッケルラテライト
CS023MA	17.25	57.24		5.03	1.88	1.43	—	
CS024MA	48.22	11.85		0.93	20.50	4.92	—	Saprolite

X-線回折

サンプル No.	同定鉱物	鉱石名
CS025MA	絹雲母(不確定) アンチゴライト(中量) 石英(多量)	珪ニッケル鉱石

#### 11. Santa Monica

本鉱徴地は Olympic の西方 5 km に位置する。ハルツバージャイトを母岩とするラテライトは南北 2 km, 東西 1 km に及び、その深度は 15m に達する。また、幅 6m のクロム鉄鉱鉱染帯が存在

し、これに対して以前ボーリング探鉱が実施されたが、下部への連続は捕捉できなかった由である。

鉍石分析 (巻末資料 7-4 参照)

サンプル№	SiO <sub>2</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	FeO(%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MgO(%)	NiO(%)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	種類
CS033MA	6.19	64.54		5.15	1.53	1.64		ニッケル ラテライト

## 12. Trident

本鉍徴地は Panacan の北西 7~10km に位置する。1978年, TRIDENT MINING & INDUSTRIAL CORP. が採掘を開始し, 約10万トン (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>品位 46~48%) の精鉍を生産したが, 経営不振に陥り, 82年操業を中止した。最盛期には 2 箇所に設置した選鉍場 (処理能力 250 トン/月と 500 トン/月) がフル稼働した由であるが, 現在は廃虚となっている。

鉍床は NW-SE 方向に伸びるダナイト中に胚胎する塊状又は鉍染状クロム鉄鉍鉍床で, 直径 50~100m のビットが Area 1 に 1 箇所, Area 5 に 3 箇所認められる。鉍床はほとんど採掘済みで, 全貌は不明であるが, ビットの側壁に僅かに残る鉍石の状況から次のように推定できる。

### Area 1

ハルツバージャイト中に発達する断層 (N90E, 30S) 中に賦存する塊状クロム鉄鉍鉍床で肥厚部は 1 m 位である。現在ビットは水没している。

### Area 5

ダナイト中に賦存する塊状又は, 鉍染状のクロム鉄鉍鉍床。一番東のビットの西側壁では, 幅 9.0m の鉍染中に幅 0.5~2.0m の塊状鉍が数条縞状に配列している。ダナイトはほとんど変質していない。

この鉍体は N30°E, 20°S の断層により西に転移し, 第 2 のビットはこれを採掘したと思われる。鉍体の走向傾斜は N40°W, 75°N であるが, これはダナイトの伸張方向に一致している。

### Area 6

ダナイト又はハルツバージャイトの風化土壤に混って塊状又は細粒のクロム鉄鉍 (クロムサンド) が各所に認められる。かつてブルによる剥土作業が行われたが, 良鉍部は発見できなかった模様である。ビットの状況や前従業員の話を総合すると, トライデント鉍床の単一鉍床の規模は数千~数万トン程度と考えられる。

鉍石分析 (巻末資料 7-4 参照)

サンプル№	FeO(%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MgO(%)	NiO(%)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	種類
CN13	13.60	4.80	19.62	0.18	44.81	Area 5
CN15	8.63	3.51	25.15	0.32	32.84	Area 5
CN17	13.04	16.72	15.82	0.18	48.95	Area 1

} クロム鉄鉍



### 13. Aboabo

本鉛徴地はAboaboの北方5 kmの Buod Mainat 山の南斜面に位置する。本地区では、N<sub>1</sub>層の石灰岩中にグアノリン鉛が認められる。以前、強風化部を採掘した実績がある。

X-線回折 (巻末資料 5-4 参照)

サンプル名	同定鉛物	鉛石名
CT01S12	方解石(多量)	Aboabo産石灰岩
CT02S12	クランダライト(多量)	Aboabo産グアノリン鉛

以上主要13鉛徴地の調査結果を巻末資料 10.11 に示す。

### 3-2-6 UNDP 調査地域における鉛化作用

南西部 Palawan の UNDP の調査地域は Puerto Princesa 北部の Kaydangon Beach Bacungan の両幅の占める地域で押し被せ褶曲を示す下位オフィオライトとその下位から地窓状に露出する上位オフィオライトが見られる。この下位オフィオライトに伴ない多くのクロム鉛床の露出がみられるほか、古第三系に伴ない層状のマンガン鉛床がみられる。この他地窓状に露出する上位オフィオライト中に Cu, Zn, Hg 等の多くの異常値が見られる。UNDP の報告書(1985)ではこの地区の追加調査を推奨している。

## 4. 地化学探查



## 4. 地化学探査

### 4-1 調査方法

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

分析結果の解析は、全地区について日本側の海外鉍物資源開発株式会社(以下OMRD)で行った。解析方法は単一変量解析及び多変量解析(因子分析法)である。

#### 4-1-1 試料採取位置

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

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

#### 4-1-2 試料採取方法

河床堆積物サンプルは、上述の採取予定地点付近で約1 kgの細粒堆積物を採取し、濁りがなくなるまで水洗いした後、30メッシュのステンレス篩により水中で篩分けし、番号を記載したクラフトペーパーのサンプル袋に入れて、ベースキャンプに集めると共に、第11図に示す様式に従って採取点の5万分の1の地図上の座標、河川の性状、兩岸の状況、水系のpH値、電気伝導度等を記入したカードを作成した。

重鉍物サンプルは、あらかじめ選定した主な合流点下流の採取予定地点付近で、約3 kgの細粒堆積物を採取し、バンニングによって約50 grの重鉍物サンプルとし、プラスチック容量に入れてベースキャンプに集め、分析所に送った。重鉍物サンプル採取地点でも河床堆積物サンプルと同様な環境要素を記入したカードを作成した(第11図)。

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

#### 4-1-3 室内試験の方法

##### 1) 分析サンプルの調整法

PETROLABに納入された河床堆積物及び重鉍物サンプルは、控試料を残し20 grを分析に

第11図 地化学調査フィールドデータシート

AREA:

SAMPLE NO.	SAMPLE TYPE	EASTING	NORTHING	S T R E A K		B A N K		SEDIMENT OR ORGANIC		PRECIPITATE			
				ord. width - m	depth - cm	Flow	PH	EH	Type		ht - m	SGIL SIZE	MATTER
1	5	87	1011	14	1515	20	2324	25	2627	28	29	30	31

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

REMARKS:

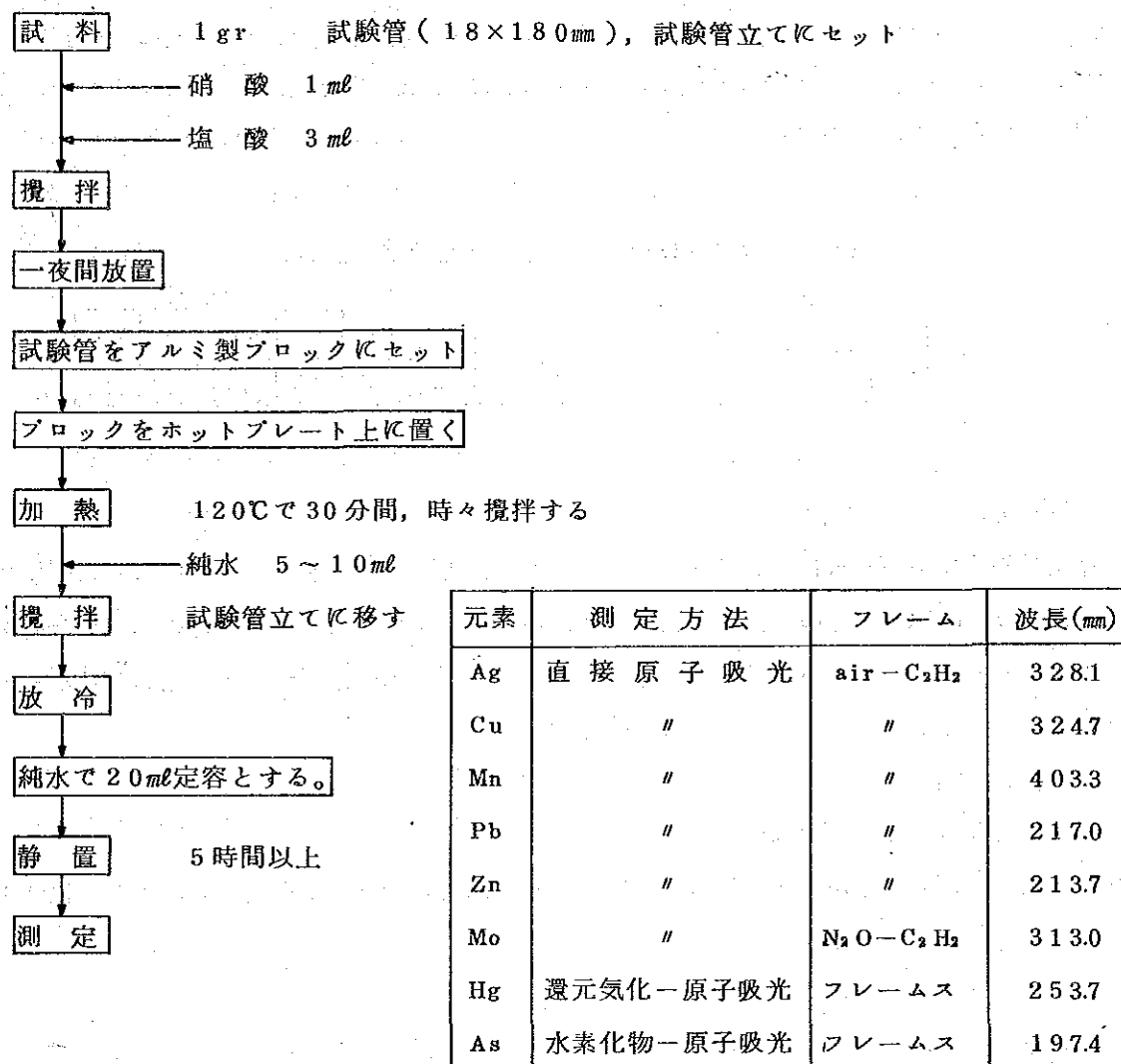
CODES:

- Col. 5-1-5 Sample number.  
 Col. 6 Sample type. Enter one of the following codes:  
 1-stream sediments  
 2-soil  
 3-rock  
 4-heavy mineral concentrate (note original concentrate panned under REHARKS column)  
 5-duplicate sample (corresponding to preceding sample number)  
 Col. 7-14 Coordinates.  
 Col. 15 Stream order.  
 Col. 16-17 Stream width(m). Enter width of active channel: (enter 99 if > 99).  
 Col. 18-20 Water depth (cm).  
 Col. 21 Flow. Enter one of the following codes:  
 0-dry  
 1-stagnant  
 2-slow  
 3-moderate  
 4-fast  
 5-artificial  
 Col. 22-23 PH. Leave blank if not recorded; if measurement is 6.4 enter 64.  
 Col. 24-25 Conductivity ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )  
 Col. 26 Bank type:  
 1-colluvial  
 2-alluvial  
 3-scree  
 4-bedrock  
 5-colluvial and bedrock  
 Col. 27-28 Bank height(m).  
 Col. 29 Sediment or soil size. Record grain size of material sampled (whether sediment or soil) using one of following codes:  
 1-coarse  
 2-medium (sandy)  
 3-fine (silty)  
 4-clayey  
 Col. 30 Organic matter. Note presence and amount (abundant, moderate, minor). Use code 1 if present and 0 if absent.  
 Col. 31 Precipitates. Note precipitates present, using codes:  
 0-absent or not detected  
 1-iron (red or brown stains)  
 2-manganese (black stains)  
 3-sulphur (yellow stains)  
 4-carbonate  
 5-other (specify)  
 Col. 32 Contamination. Note presence and type. Use code 1 if present and 0 if absent.  
 Col. 33 Mineralization. Note presence and type (sketch on reverse). Use code 1 if present and 0 if absent.  
 Col. 34 Alteration. Note presence and type. Use code 1 if present and 0 if absent.  
 Col. 35-36 Rock type. Use one of the codes given on the reverse.  
 Col. 37 Other samples. Note other samples collected at the same site. Use one of the following codes:  
 0-none  
 1-stream sediment  
 2-soil  
 3-rock  
 4-heavy mineral concentrate  
 5-duplicate  
 6-several types (specify)  
 Remarks. Enter any other pertinent information about the sampling locality

回す。この分析はこのうち1grを原子吸光分析に使用し、残りを控試料として保存する。

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

河床堆積物の分析方法（原子吸光分析AAS）



第12図 分析流れ図

2) 分析方法 (注1)

調整を終ったすべてのサンプルは、第12図に示す流れ図に従い、原子吸光法で分析した。

河床堆積物サンプル指示元素としては、タイタイ地区及びロハス地区では銀、鉛、亜鉛、砒素、水銀、錫、タングステン、アンチモン、モリブデンの10成分、プエルト及びナラ地区では銀、銅、鉛、亜鉛、砒素、水銀、クローム、コバルト、マンガン、ニッケルの10成分である。

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

PETROLABでの使用機種は、バリアンテクロン社製AS1475型原子吸光分析装置2台と、同社製フレームス型GTA-95型1台である。その他、昭和61年度3月にJICAから機材供与された島津社製AA-670型原子吸光分析機の慣熟運転を兼ねた追試を行った。

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

表-3 AAS分析における各元素の検出限界値

単位：ppm

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

### 3) 解析方法

地化学探査結果の解析は、タイタイ及びロハス地区とフェルト及びナラ地区の2地区別にC. Lepeltier (1969)の簡易統計処理法に従い、全体及び岩石別母集団毎の単一変量解析を実施し、タイタイ及びロハス地区は一括して多変量解析(因子分析法)を実施した。計算にはコンピュータを利用した。以下、その手順を述べる。

#### データ前処理

##### ① 岩石種別による母集団の分類

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

##### ② データ・ファイルの作成

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

##### ③ F検定を行う。

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

#### 単一変量解析

##### ① データ岩石コード別選別

各元素の分析結果を数値の多い順に並べかえる。

##### ② 統計量の算出

岩石コード別、元素別の分析結果の平均値、標準偏差、分散を算出する。

③ ヒストグラムの作成

元素別（統一母集団），岩石コード別，元素別のヒストグラムを作成する。

④ 岩石コード別，対数正規データ一覧表の作成

例) 岩石コード堆積岩 元素コード Cu

平均値，平均値+0.5 S.D.，平均値+1.0 S.D.，平均値+1.5 S.D. ……平均値+4 S.D.，

(S.D. は標準偏差)

⑤ 異なる岩石コード間に認められる相違の95%水準のステューデント(t)一検定及び Snedecor の F 検定を行う。等分散が認められた元素は母集団をまとめる。

⑥ 累積頻度分布図の出力(岩石コード別，元素別)

⑦ 異常データ検出リストの作成及び異常値分布図の作図

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

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

平均値+2 S.D.  $\leq Z$  記号 ■

⑧ 相関係数を計算する。

元素間の相関係数を全母集団について行い，各々のデータ散布図を出力する。

多変量解析(因子分析法)(注2)

① 因子数のきめ方と因子負荷量の推定

② 因子得点の算出

③ 因子得点分布図の作成

(注2) 因子分析は多くの変量のもっている情報を少数の潜在的因子に縮約する方法として発達し，最近他の多変量解析諸法と同様に広い分野で応用されている。主成分分析と類似しているが，主成分分析では変量のもっている分散を少数個の主成分で説明しようとするのに対し，因子分析では変量間の相関を潜在因子(本報文では欽化作用)で説明しようとするものである。



## 4-2 パラワン北東部の地化学探査解析

### 4-2-1 基本的統計データ

#### 1) 岩石コード別統計値

パラワン北東部の河床堆積物地化学探査結果の解析に当り、母岩の地化学的特性を考慮して次の10種類の母集団(岩石コード)に分類して解析を行った。

岩石コード	岩 層 名	サンプル数
BM	上位火山岩類	11 個
PA	パーベリオン石灰岩	10 個
BT	タービダイト	809 個
GU	グインロー層群	54 個
Li	リミナンコン層群	411 個
BA	バキット層群	173 個
PT	ツマルボング准片岩	1,215 個
PC	コンセプション千枚岩	494 個
SP	蛇 紋 岩	2 個
GD	花崗閃緑岩	61 個
計		3,240 個

重複サンプル 30 個

これらの岩石コード毎の統計量を次表に示す(これらの数値はまず対数ベースで求め、それを真数に変換したものである)。

岩石コード BM; 上位火山岩類

サンプル数 11 個 単位;  $\mu\text{m}$  (Sb, Hg は ppb)

	Cu	Pb	Zn	Ag	Mo	Sb	As	Hg	Sn	W	備 考
$\bar{x}$	7.4	5.0	73	0.5	1.0	29.9	0.55	32.6	0.53	1.5	
1 $\sigma$ 値	19.6	-	181	-	-	44.4	1.51	64.6	0.66	-	
1.5 $\sigma$ 値	31.8	-	285	-	-	54.1	2.48	91.0	0.73	-	この値をしきい値とする。
2 $\sigma$ 値	51.6	-	450	-	-	65.9	4.08	128.1	0.81	-	
最大値	23.0	5.0	45.0	0.5	1.0	68.0	3.30	94.0	1.00	1.5	
最小値	1.0	5.0	2.0	0.5	1.0	25.0	0.25	2.00	0.50	1.5	

岩石コードPA; パーベリオン石灰岩

サンプル数10個 単位; ppm (Sb, Hgはppb)

	Cu	Pb	Zn	Ag	Mo	Sb	As	Hg	Sn	W	備考
$\bar{x}$	11.4	5.0	45.7	0.5	1.0	242.0	5.5	32.4	0.5	1.5	
1 $\sigma$ 値	23.8	—	80.7	—	—	526.6	10.6	74.7	—	—	
1.5 $\sigma$ 値	34.3	—	107.3	—	—	776.6	14.6	113.4	—	—	この値をしきい値とする。
2 $\sigma$ 値	49.5	—	142.5	—	—	1145.4	20.3	172.2	—	—	
最大値	20.0	5.0	70.0	0.5	1.0	430.0	11.0	85.0	0.5	1.5	
最小値	5.0	5.0	24.0	0.5	1.0	100.0	3.0	20.0	0.5	1.5	

岩石コードBT; タービタイト

サンプル数809個 単位; ppm (Sb, Hgはppb)

	Cu	Pb	Zn	Ag	Mo	Sb	As	Hg	Sn	W	備考
$\bar{x}$	8.2	7.8	31.2	0.50	1.0	89.5	2.8	50.1	0.50	1.57	
1 $\sigma$ 値	17.8	12.4	77.5	0.515	—	230.9	6.2	110.2	0.53	1.85	
1.5 $\sigma$ 値	26.2	15.7	122.1	0.523	—	370.9	9.2	163.4	0.55	2.01	この値をしきい値とする。
2 $\sigma$ 値	38.4	19.8	192.4	0.530	—	595.7	13.6	242.3	0.57	2.19	
最大値	59.0	23.0	122.0	1.00	1.0	2400.0	49.0	5600.0	1.00	3.00	
最小値	1.0	5.0	1.0	0.50	1.0	25.0	0.25	20.0	0.50	1.50	

岩石コード; Gu グインロー層群

サンプル数54個 単位; ppm (Sb, Hgはppb)

	Cu	Pb	Zn	Ag	Mo	Sb	As	Hg	Sn	W	備考
$\bar{x}$	8.3	5.9	33.3	0.5	1.0	204.5	6.7	20.8	0.51	1.68	
1 $\sigma$ 値	14.1	8.2	60.9	—	—	434.5	13.1	25.3	0.56	2.22	
1.5 $\sigma$ 値	18.4	9.8	82.3	—	—	633.4	18.3	28.0	0.58	2.55	この値をしきい値とする。
2 $\sigma$ 値	23.9	11.6	111.4	—	—	923.4	25.6	30.9	0.61	2.93	
最大値	24.0	16.0	70.0	0.5	1.0	770.0	34.0	29.0	1.0	5.0	
最小値	2.0	5.0	4.0	0.5	1.0	25.0	0.8	20.0	0.5	1.5	

岩石コード; Li リミナンコン層群

サンプル数411個 単位; ppm (Sb, Hgはppb)

	Cu	Pb	Zn	Ag	Mo	Sb	As	Hg	Sn	W	備 考
$\bar{x}$	10.8	5.4	30.9	0.5	1.0	81.5	3.30	29.7	0.52	1.56	
1 $\sigma$ 値	21.8	6.8	68.3	—	—	213.1	8.09	67.0	0.62	1.85	
1.5 $\sigma$ 値	30.9	7.6	101.5	—	—	344.6	12.68	100.6	0.68	2.01	この値をしきい値とする。
2 $\sigma$ 値	43.9	8.5	150.9	—	—	557.3	19.86	151.0	0.75	2.19	
最大値	65.0	17.0	116.0	0.5	1.0	980.0	200.00	20000.0	2.00	5.00	
最小値	1.0	5.0	1.0	0.5	1.0	95.0	0.25	20.0	0.50	1.50	

岩石コード; BA パキット層群

サンプル数173個 単位; ppm (Sb, Hgはppb)

	Cu	Pb	Zn	Ag	Mo	Sb	As	Hg	Sn	W	備 考
$\bar{x}$	8.0	7.0	34.3	0.5	1.0	161.7	7.22	20.7	0.55	1.74	
1 $\sigma$ 値	15.2	10.9	65.1	—	—	381.6	18.14	25.0	0.74	2.48	
1.5 $\sigma$ 値	20.9	13.6	89.7	—	—	586.3	28.75	27.5	0.86	2.96	この値をしきい値とする。
2 $\sigma$ 値	28.8	17.0	123.5	—	—	900.7	45.57	30.2	1.01	3.53	
最大値	21.0	21.0	95.0	0.5	1.0	1,000.0	110.00	110.0	3.00	8.00	
最小値	1.0	5.0	2.0	0.5	1.0	25.0	0.25	20.0	0.50	1.50	

岩石コード; PT ツマルボンゴ准片岩

サンプル数1215個 単位; ppm (Sb, Hgはppb)

	Cu	Pb	Zn	Ag	Mo	Sb	As	Hg	Sn	W	備 考
$\bar{x}$	6.4	5.8	20.7	0.50	1.0	100.9	3.4	22.2	0.53	1.61	
1 $\sigma$ 値	12.3	8.3	42.8	0.52	—	248.5	8.9	35.4	0.73	2.18	
1.5 $\sigma$ 値	17.2	9.9	61.5	0.54	—	390.1	14.4	44.6	0.85	2.53	この値をしきい値とする。
2 $\sigma$ 値	23.9	12.8	88.4	0.57	—	612.3	23.4	56.3	0.99	2.95	
最大値	72.0	44.0	115.0	2.00	1.0	1,700.0	150.0	12,000.0	13.00	250.00	
最小値	1.0	5.0	1.0	0.50	1.0	25.0	0.25	20.0	0.50	1.50	

岩石コード； PC コンセプション千枚岩

サンプル数494個 単位； $\mu\text{m}$  (Sb, Hgはppb)

	Cu	Pb	Zn	Ag	Mo	Sb	As	Hg	Sn	W	備考
$\bar{x}$	5.7	6.7	15.5	0.5	1.0	131.7	4.1	24.6	0.51	1.52	
1 $\sigma$ 値	12.8	10.4	35.9	—	—	288.2	12.5	57	0.65	1.66	
1.5 $\sigma$ 値	19.2	12.8	54.4	—	—	426.4	21.9	75	0.73	1.74	この値をしきい値とする。
2 $\sigma$ 値	28.7	15.9	82.7	—	—	630.7	38.5	101	0.82	1.81	
最大値	16.0	16.0	54.0	0.5	1.0	480.0	30.0	260	3.00	3.00	
最小値	1.0	5.0	1.0	0.5	1.0	25.0	0.25	20	0.50	1.50	

岩石コード； SP 蛇紋岩

サンプル数2個 単位； $\mu\text{m}$  (Sb, Hgはppb)

	Cu	Pb	Zn	Ag	Mo	Sb	As	Hg	Sn	W	備考
$\bar{x}$	8.9	5.0	62.6	0.5	1.0	25.0	0.25	20.0	0.50	1.50	
1 $\sigma$ 値	10.5	—	73.3	—	—	—	—	—	—	—	
1.5 $\sigma$ 値	11.3	—	79.3	—	—	—	—	—	—	—	この値をしきい値とする。
2 $\sigma$ 値	12.3	—	85.4	—	—	—	—	—	—	—	
最大値	10.0	5.0	70.0	0.5	1.0	25.0	0.25	20.0	0.50	1.50	
最小値	8.0	5.0	56.0	0.5	1.0	25.0	0.25	20.0	0.50	1.50	

岩石コード； GD 花崗閃緑岩

サンプル数61個 単位； $\mu\text{m}$  (Sb, Hgはppb)

	Cu	Pb	Zn	Ag	Mo	Sb	As	Hg	Sn	W	備考
$\bar{x}$	5.5	5.8	26.2	0.50	1.0	82.5	2.4	25.4	1.01	2.11	
1 $\sigma$ 値	11.5	8.1	45.4	—	—	204.1	9.0	38.3	2.88	3.44	
1.5 $\sigma$ 値	16.5	9.5	59.7	—	—	321.1	17.6	47.0	4.86	4.40	この値をしきい値とする。
2 $\sigma$ 値	23.8	11.1	78.5	—	—	505.0	34.3	57.8	8.20	5.62	
最大値	16.0	12.0	57.0	5.0	1.0	440.0	17.0	72	25.0	8.00	
最小値	1.0	5.0	5.0	5.0	1.0	25.0	0.25	20	0.50	1.50	

2) 今回分析した3240個の試料について各岩石コード別に、含有量を対数ベースで標準偏差の半分の間隔できざみ、ヒストグラムを作成した。(巻末) 以下各ヒストグラムの特徴をのべる。

Cu; 全般に正規分布を示すが、高品位側の分散が稍不足である。この傾向は岩石コードBT,

BA, PT, PC等で顕著である。

Pb; 試料の過半数が検出限界以下のため、その想定値である5 $\mu\text{m}$ に過度の集中がみられ正規分

布を示さない。最大値(44 ppm)を示す試料は岩石コード;PTに属している。

Zn; 全般に高品位側の分布が稍不足し正規分布から外れている。この傾向は岩石コードBT, Li, BA, PTで著るしい。

Ag; 試料の大部分が検出限界以下のため、その想定品位(0.5 ppm)に過度の集中がみられ、正規分布を示さない。最大値(2 ppm)を示す試料は岩石コードPTに属している。

Mo; 試料のすべてが検出限界以下の値を示すため、統計解析は不能である。

Sb; 約25%の試料が検出限界以下の品位を示しその想定品位である25 ppbに過度な集中がみられるがその他は全般的に対数正規分布を示す。岩石コードGU, Li, PCなどで高品位側の頻度の不足がみられる。最大値を示す試料(2,400 ppm)はBTに属する。

As; 約3%の試料が検出限界以下の品位を示すがその他は略対数正規分布を示す。高品位側に稍頻度の過剰がみられるがこれは異常値によるものとみられる。岩石コードBT, GU, Li, BA, PT等でこの傾向が強い。最大値(200 ppm)を示す試料はLiに属する。

Hg; 約70%の試料が検出限界以下の品位を示す。その他のサンプルは高品位側の頻度が稍過剰である。最大値を示す試料(12,000 ppb)はPTに属する。

Sn; 約94%のサンプルが検出限界以下の品位を示す、最大値を示す試料(13 ppm)はPTに属する。

W; 約90%の試料が検出限界以下の品位を示す。最大値を示す試料(250 ppm)はPTに属する。

### 3) 累積頻度

上記ヒストグラムに対する累積頻度曲線を巻末資料に示す、各元素共平均値(M) + 0.5 × 標準偏差( $\sigma$ )からM + 2 $\sigma$ にかけて変曲点がみられ、M + 1.5 $\sigma$ の値をしきい値に設定したことを支持している。

以下各元素ごとに累積頻度曲線の特徴をのべる。

Cu; 岩石コードPTでは2 $\sigma$ 値で、BT, Gu, Liでは1.5 $\sigma$ 値で、BA, GDでは1 $\sigma$ 値で夫々変曲点を示す。

Pb; 試料の80%が検出限界以下なので変曲点の不明な岩石コードが多いが試料数の多いBT, PT, PCでは1.5 $\sigma$ 値で変曲点を示す。

Zn; 全般に高品位側の頻度が不足しているので変曲点の不明なものが多いが岩石コードPTでは2 $\sigma$ 値で、Liでは1.5 $\sigma$ 値で、BAでは1 $\sigma$ 値で夫々変曲点が認められる。

Ag; 試料の殆んど全部が検出限界以下の品位を示すので変曲点は認められない。

Mo; 試料の全部が検出限界以下の品位を示すので変曲点は認められない。

Sb; 岩石コードBT; Li, PCでは2 $\sigma$ 値で、Gu, BAでは1.5 $\sigma$ 値でGDでは1 $\sigma$ 値で夫々変曲点がみられる。

As; 岩石コードBT, Li, BA, PT, PCでは1.5 $\sigma$ 値で、Gu, GDでは1 $\sigma$ 値で夫々変曲点がみられる。

Hg; 試料の約70%が検出限界以下の品位を示すので変曲点が不明の岩石コードが多いがBTでは

2 $\sigma$ 値で、Liでは1.5 $\sigma$ 値で夫々変曲点がみとめられる。

Sn；試料の90%が検出限界以下の品位を示すので、各岩石コード共変曲点が判然としないが、BA, PTでは2 $\sigma$ で夫々変曲点が認められる。

W；試料の90%が検出限界以下の品位を示すので各岩石コード共変曲点が判然としないが、試料数の多いPTでは2 $\sigma$ 値で、BAでは1.5 $\sigma$ 値で変曲点がみとめられる。

#### 4) 相関係数

Palawan 北東部の全試料に対する各元素相互間の相関係数を表-4に示すCuとPb・Zn・As, PbとZn, ZnとAs, SbとAsの間に強い相関が、又Cu・Pb・ZnとHg, SnとWの間に弱い相関がみられる。

表-4 元素相互間相関係数表(対数表示)

Palawan 北東部全試料

	Cu	Pb	Zn	Ag	Sb	As	Hg	Sn	W
Cu	1								
Pb	0.4143	1							
Zn	0.8276	0.3865	1						
Ag	0.128	0.0003	0.0094	1					
Sb	0.1416	0.1317	0.0880	0.0096	1				
As	0.4217	0.2461	0.3995	0.0281	0.4330	1			
Hg	0.2767	0.2048	0.2802	-0.139	0.0658	0.0185	1		
Sn	-0.0058	-0.157	0.0154	0.0464	0.0180	0.0117	-0.0255	1	
W	0.0452	0.0495	0.0431	-0.0063	0.0536	0.1085	-0.0304	0.1038	1

#### 5) 多変量解析(因子分析法)

##### i) 因子数の決定

Palawan 北東部の多変量解析は今回採取したサンプルと1981年UNDPで調査したサンプルに共通する指示元素(Cu, Pb, Zn, Ag, Sb, As, Hg)を選んで行った。

Palawan 北東部における河床堆積物の地化探結果の因子分析で抽出された因子と各指示元素の関係を因子負荷量でみると(表-5参照)

第1因子(F<sub>1</sub>)；Cu - Pb - Zn - Hg

第2因子(F<sub>2</sub>)；Sb - As

の組合せが分類できる、この組合せにはMo, Sn, Wを除く元素が入って居り、Mo, Sn, Wは検出限界以下の品位を示す試料が多かった所から統計処理から除外することとし、第1(F<sub>1</sub>)及び第2(F<sub>2</sub>)因子を採用した。第2因子迄で説明できる成分のバラツキ(因子寄与率)は54%である。

(注1)  
表-5 因子負荷量(回転後)

成分	第1因子(F <sub>1</sub> )	第2因子(F <sub>2</sub> )
Cu	0.891	0.211
Pb	0.430	0.167
Zn	0.885	0.157
Ag	0.002	0.030
Sb	0.045	0.520
As	0.282	0.830
Hg	0.330	-0.029

(注1) 因子に対する各成分の関連の強さを示す。

ii) 因子得点の計算

各元素の分析値に因子得点計算のための重み係数を乗じ、各試料毎に合計して因子得点を算出した。この試料毎の因子得点を算出した。この試料毎の因子得点を統計処理し、1 $\sigma$ 値、1.5 $\sigma$ 値、2 $\sigma$ 値に応じて分類した。(表-6)

表-6 因子得点統計一覧表

	第1因子(F <sub>1</sub> )	第2因子(F <sub>2</sub> )
$\bar{x}$	0	0
1 $\sigma$ 値	1.0	1.0
1.5 $\sigma$ 値	1.5	1.5
2 $\sigma$ 値	2.0	2.0
最大値	2.388	3.413
最小値	-3.397	-2.645

4-2-2 重鋳物サンプル解析結果

1) 解析方法

Palawan 北東部では計120個の重鋳物サンプルを採取し、その分析結果を解析した。重鋳物のサンプルは前述のように2本以上の支流の合流点下流で約3kgの河床堆積物をパンニングにより約20grに濃集したものである。このサンプルに対しAu,Ag,Gaの微量分析が原子吸光法により行われた。分析結果を巻末資料10-1.2に示す。これらの分析結果は河床堆積物と同様対数正規分布を示すものとして、平均値、標準偏差を計算し1.5 $\sigma$ 値をしきい値として異常値を分類した。統計データの数値を表-7に示す。

表-7 PARAWAN北東部の重鉱物地化探  
統計量一覧表

	$\bar{x}$	1 $\sigma$ 値	1.5 $\sigma$ 値	2 $\sigma$ 値	最大値	最小値
Au(ppb)	213	1305	3.228	7.011	9600	10
Ag(ppb)	63	138	205	303	720	50
Ga(ppm)	1.243	1.783	2.135	2.587	3.60	

2) 重鉱物分類試験

Palawan 北東部より任意にタイタイ地区 5 件ロハス地区 5 件計 10 件の重鉱物サンプルを選び双眼顕微鏡により構成鉱物を分類した。最も多量に認められたのは石英で次いでクロマイト、斜長石、赤鉄鉱の順になっている、多量に認められた鉱物順に構成比率と範囲を表-8 に示す。

表-8 PALAWAN 北東部重鉱物サンプル構成鉱物順位表

(単位%)

順位 鉱物名	1 石 英	2 クロマイト	3 斜長石	4 赤鉄鉱	5 岩 片	6 ジルコン	7 カリ長石	8 輝 石	9 雲 母	10 鉄酸化物	11 磁鉄鉱	12 その他
構成率 範囲	65~1	85~2	20~2	25~1	12~2	20~1	7~3	5~1	8~1	2~1	2~1	
平均 構成率	43.7	20.0	10.7	5.0	4.4	3.7	3.7	2.5	2.1	1.3	0.6	2.3

4-2-3 異常値の地域的分布

1) 河床堆積物地化探単一変量解析

各岩石コードの異常値は下記の基準により分類し、●▲■の記号に区分し、縮尺 25 万分の 1 のサンプル採取位置図にプロットした。以下、この異常値分布図(付図 5-1~5-2)により各元素の異常値分布の地域的特性をのべる。

分 析 値

1 $\sigma$  値  $\leq Z < 1.5\sigma$  値      ●

1.5 $\sigma$  値  $\leq Z < 2\sigma$  値      ▲

2 $\sigma$  値  $\leq Z$                       ■

Cu; 高・中異常値は Babuyan 東方, Roxas 東北東 Taradungan 北部のツマルボング準片岩中に集中して分布するのがみられる。

その他北西海岸の Barton 南方, Imuruan 湾岸南方の同準片岩中にも小規模な集中がみられる。

Pb; 高・中異常値は Palawan 島最北部の Darocotau 湾南部及び北部の Pancol 西北方 10 km の花崗閃緑岩中に小規模な集中がみられるほか, Roxas 東北東 20 km の Taradungan 周辺, Imuruan 湾東部の Bay Peak 周辺及び Babuyan 東方, Barton 南方のツマルボング準片岩中に集中してみられる。



Zn; 高・中異常値は Roxas 東北東20km Taradungan 北部, Barton 南部, Babuyan 東部のツマルボング準片岩中に集中している。

Sb; 大規模な高・中異常の集中が北部の Danrig 東方及びその対岸の Dumaran 島のツマルボング準片岩中にみられるほか, 北岸の Barton 南方及び東方の同準片岩中と南岸 Babuyan 北方のタービダイト中に小規模な高・中異常の集中がみられる。

As; 大規模な高・中異常の集中が北部東海岸 Danrig 西方及び中部北海岸 Barton 南部と東部の Danrig 準片岩と南海岸 Babuyan 東方33kmの Tinitan 周辺の Calamei 結晶片岩及び, Babuyan 北部のタービダイト中にみられる。このほか中規模の集中が北部西海岸 El Nido 東方のパキット層群中に認められる。

Hg; 高・中異常値が Babuyan 東方33kmの Tinitan 周辺の Calamei 結晶片岩中とその北側 Barton 南部と Babuyan 東部のツマルボング準片岩中及び Babuyan 北方のタービダイト中に認められるほか, 北部のパキット層群中やその東方の Batas, Maytiguid, Galabugdon, Maobanen, 等の諸島のリミナコン層群中に散見される。

Sn; Roxas 北部から北東部にかけてのツマルボング準片岩中と北海岸 Imuruan 湾北部の Capoas 山西部の花崗閃緑岩体の東側に高異常値の集中がみられるほか, その北側のリミナコン層群中及びパキット層群中に高・中異常が散見される。

W; Roxas 東部及び西部のツマルボング準片岩中及び北部東海岸 Mabini 西側のギンロー層群中に高異常の集中がみられるほか北部のリミナコン層群, パキット層群中に高・中異常が散見される。

## 2) 河床堆積物地化探 (因子分析)

各岩石コードの因子得点は下記の基準により分類し, ●▲■の記号に区分し, 縮尺25万分の1のサンプル採取位置図にプロットした。以下この異常値分布図(付図6-1, 6-2)により各因子得点の異常値分布の地域的特性をのべる。

### 因子得点

$1\sigma$  値  $\leq S < 1.5\sigma$  値 ●

$1.5\sigma$  値  $\leq S < 2\sigma$  値 ▲

$2\sigma$  値  $\leq S$  ■

第1因子 ( $F_1$ ): Cu, Pb, Zn, Hgに強い関連を示す因子であるが, Babuyan 北部のタービダイト分布域に高・中低異常の集中がみられるほか, Barton 南部と Roxas 東北東20km付近のツマルボング準片岩中及び Pancol 北側のリミナコン層群で中低異常が散見される。

第2因子 ( $F_2$ ): As, Sbに強い関連を示す因子であるが, 北部東海岸 Danrig 北側と北海岸 Barton 南部のツマルボング準片岩中に高中異常の集中がみられるほか, Roxas 北部の同岩中に各種異常が散見される。西海岸 El Nido 東部のパキット層群その南のギンロー層群中にも中低異常が散在している。リミナコン層群では Malanpaya 海峡西側で各種異常の散在がみ

られる。Babuyan川タービダイト層群ではBabuyan周辺、その北側のSt. Paul山周辺、北海岸Barton北東部に各種異常が散在する。

### 3) 重鉍物サンプル地化探(単一変量解析)

統計処理により抽出された異常値は河床堆積物異常値と同様の基準により分類し、●▲■の記号により縮尺25万分の1のサンプル採取位置図にプロットした。以下この異常値分布図(付図7)により検出元素異常値の特性を示す。

#### 分 析 値

1 $\sigma$  値  $\leq$  Z < 1.5 $\sigma$  値 ●

1.5 $\sigma$  値  $\leq$  Z < 2.0 $\sigma$  値 ▲

2.0 $\sigma$  値  $\leq$  Z ■

Au; 東海岸Donlig西方22kmに高異常1点が、同じく西方19kmに中異常1点が何れもツマルボング準片岩類中に分布する。

Ag; 上述のAuと同じ点に高異常、中異常が夫々1点ずつ分布する。母岩は同じツマルボング準片岩類である。

Ga; 最北部東海岸Sibaltan付近に高異常1点と中異常1点がバキット層群中に、同じく東海岸Maytiguid島中部に1点の中異常がリミナンコン層群中に、西海岸Kataba港南部とその南東7kmに夫々1点の高異常がリミナンコン層群中に、同じく西海岸Imuruan湾中部海岸のツマルボング準片岩中に1点の高異常が夫々分布する。

## 4-3 PALAMAN南西部の地化学探査解析

### 4-3-1 基本的統計データ

#### 1) 岩石コード別統計値

Palawan南西部の河床堆積物地化学探査結果の解析に当り、母岩の地化学的特性を考慮して次の10種類の母集団(岩石コード)に分類して解析を行った。

岩石コード	岩 層 名	サンプル数
QA	沖 積 層	295
N2S	上部中新世石灰質砂岩泥岩	150
N2L	下部中新世石灰岩石灰質泥岩	16
KPG	白亜紀変堆積岩類	357
BC	古生代変成岩類	13
KB <sub>1</sub>	玄武岩類(上位火山岩類)	29
KB <sub>2</sub>	玄武岩類(下位火山岩類)	174
KGA	はんれい岩類	315
UC	超塩基性岩類	783
MMS	圧碎岩類	15
計		2,147

重複サンプル

33個

(注1)

これらの岩石コード毎の統計量を次表に示す。(これらの数値はまず対数ベースで求め、それを真数に変換したものである)

岩石コード; QA 沖積層 サンプル数 295個

単位;  $\mu\text{m}$  (Hgを除く)

	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Mn	As	Hg (ppb)	Cr	備 考
$\bar{x}$	16	5.3	32	39	365	530	0.6	24	12232	
1 $\sigma$ 値	33	6.8	48	101	1,667	1,074	1.7	50	74249	
1.5 $\sigma$ 値	47	7.7	60	163	3,565	1,528	3.0	82	182,928	この値をしきい値とする。
2 $\sigma$ 値	68	8.7	73	266	7,621	2,173	5.1	102	450,680	
最大値	108	21.0	84	320	3,100	2,380	45	101000	270000	
最小値	2	5.0	11	4	11	89	0.25	20	150	

岩石コード; N2S 上部中新世石灰質砂岩・泥岩 サンプル数 150個

単位;  $\mu\text{m}$  (Hgを除く)

	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Mn	As	Hg (ppb)	Cr	備 考
$\bar{x}$	20	6.3	38	26	146	596	1.1	23	3,634	
1 $\sigma$ 値	35	9.8	58	44	368	1,269	3.7	32	13,066	
1.5 $\sigma$ 値	47	13.3	73	59	586	1,851	6.7	38	24,758	この値をしきい値とする。
2 $\sigma$ 値	62	15.4	90	78	930	2,699	12.0	45	46,935	
最大値	87	32.0	94	220	2,300	4,000	15.0	65	50,000	
最小値	4	5.0	14	8	37	110	0.25	20	400	

岩石コード; N2L 下部中新世石灰岩・石灰質泥岩 サンプル数 16個

単位;  $\mu\text{m}$  (Hgを除く)

	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Mn	As	Hg (ppb)	Cr	備 考
$\bar{x}$	34	5.0	54	27	68	928	0.6	20	2,378	
1 $\sigma$ 値	54	—	81	35	99	1,485	1.4	—	7,056	
1.5 $\sigma$ 値	67	—	100	42	121	1,877	2.2	—	12,154	この値をしきい値とする。
2 $\sigma$ 値	84	—	122	48	147	2,374	3.3	—	20,936	
最大値	89	5.0	89	45	136	2,230	1.9	20	22,000	
最小値	15	5.0	24	16	40	320	0.25	20	470	

(注1) Ag は分析値がすべて-1 $\mu\text{m}$ を示すため統計より除外した。

岩石コード；KPG 白亜紀変堆積岩類 サンプル数 357個

単位； $\mu\text{m}$  (Hgを除く)

	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Mn	As	Hg (ppb)	Cr	備 考
$\bar{x}$	20	8.8	53	11	169	474	2.2	138	640	
1 $\sigma$ 値	31	14.9	71	28	520	752	3.3	698	5,196	
1.5 $\sigma$ 値	38	19.2	84	46	911	946	4.0	1567	14,806	この値をしきい値とする。
2 $\sigma$ 値	47	25.1	98	72	1597	1191	4.8	3518	42,194	
最大値	72	30	138	480	4,100	3,000	5.1	99,999	78,000	
最小値	3	5	14	1.5	1.5	90	0.25	20	50	

岩石コード；BC 古生代変成岩類 サンプル数 13個

単位； $\mu\text{m}$  (Hgを除く)

	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Mn	As	Hg (ppb)	Cr	備 考
$\bar{x}$	25	5.8	45	31	311	564	0.5	20	7,310	
1 $\sigma$ 値	34	8.3	65	53	905	712	1.1	—	24,373	
1.5 $\sigma$ 値	40	10.0	73	70	1,546	799	1.7	—	44,507	この値をしきい値とする。
2 $\sigma$ 値	47	12.0	90	91	2,640	898	2.6	—	81,272	
最大値	47	15.0	80	65	961	950	2.4	20	32,000	
最小値	17	5.0	27	9	31	390	0.25	20	340	

岩石コード；KB<sub>1</sub> 玄武岩類(上位火山岩類) サンプル数 29個

単位； $\mu\text{m}$  (Hgを除く)

	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Mn	As	Hg (ppb)	Cr	備 考
$\bar{x}$	25	5.0	46	56	689	785	0.9	171	19,196	
1 $\sigma$ 値	59	—	75	83	1,671	1,219	3.9	3,033	64,756	
1.5 $\sigma$ 値	92	—	96	102	2,591	1,518	7.9	12,730	119,210	この値をしきい値とする。
2 $\sigma$ 値	141	—	123	124	4,050	1,892	16.0	53,559	219,117	
最大値	130	5.0	112	101	1,800	3,100	23.0	80,000	121,000	
最小値	6	5.0	21	18	21	320	0.25	20	300	