

インドネシア共和国タシックマラヤ地域

資源開発協力基礎調査報告書

(第2年次)

平成8年3月

JICA LIBRARY



J 1131768(2)

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱調資

CR(2)

96-028

インドネシア共和国タシクマラヤ地域

資源開発協力基礎調査報告書

(第2年次)

平成8年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1131768 [2]

0

0

0

は し が き

日本国政府はインドネシア共和国政府の要請に応え、同国の西ジャワ州に位置するタシックマラヤ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、衛星画像解析、既存データ解析、地質調査、地化学探査、物理探査及びボーリング調査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は、平成6年度を第1年次とした第2年次調査に該当する。金属鉱業事業団は総勢9名の調査団を編成して、平成7年6月26日から平成8年1月6日まで現地に派遣した。

現地調査は、インドネシア共和国政府機関、鉱山エネルギー省地質鉱物資源総局の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は、本年次の調査結果を取りまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施に当たってご協力をいただいたインドネシア共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在インドネシア共和国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。

平成8年3月

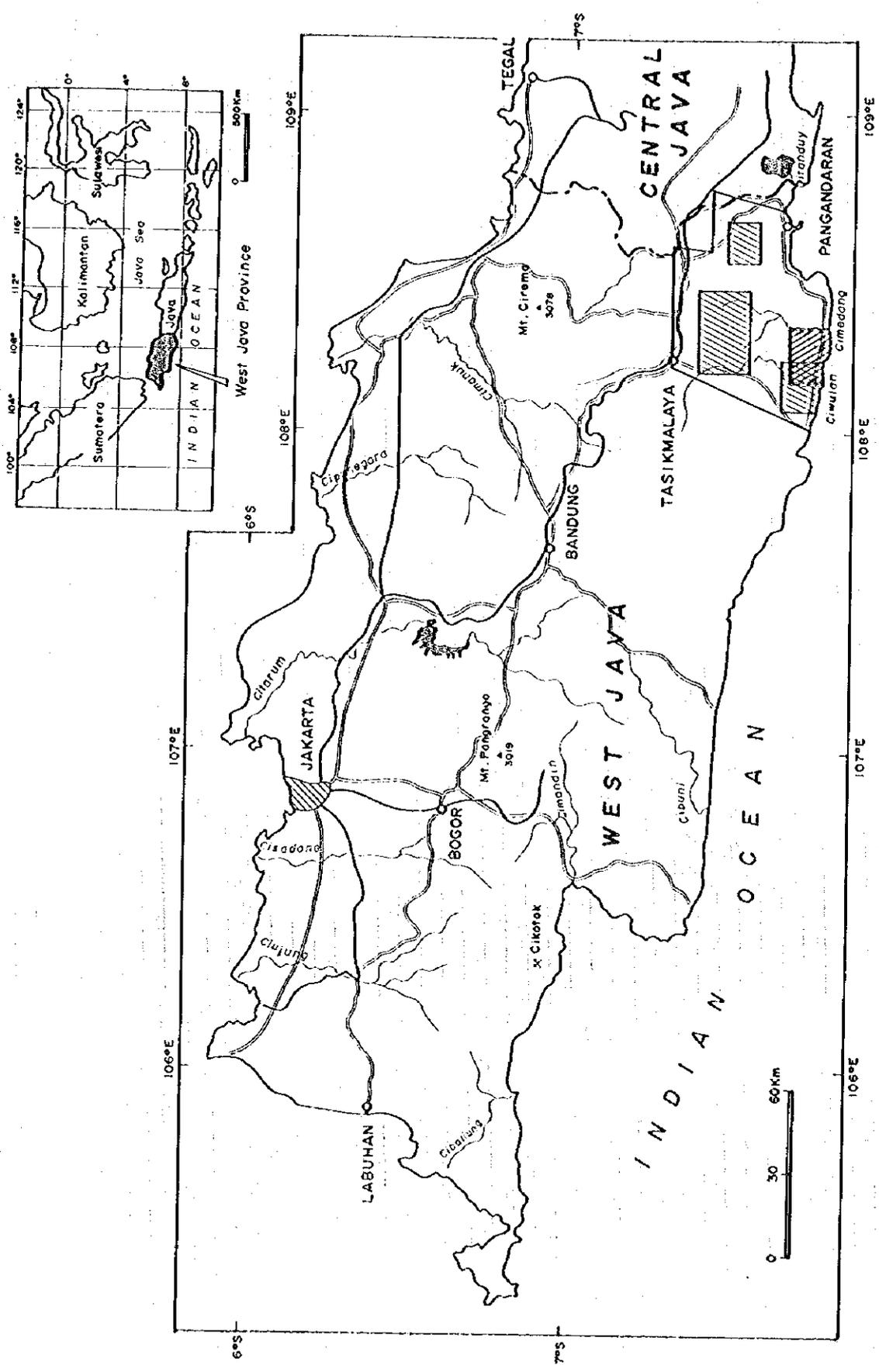
国際協力事業団
総裁 藤田公郎

金属鉱業事業団
理事長 清瀧昌三郎

0

0

0



-  Survey Area Phase I
-  Survey Area Phase II

第 1-1 图 调查地域位置图

0

0

0

要 約

本年度調査は、タシクマラヤ地域における資源開発協力基礎調査の第2年次に該当する。本プロジェクトの目的は、タシクマラヤ地域において地質及び鉱化作用の調査・検討を通じて新鉱床を発見することにある。本年度に実施された作業は、地質調査、岩石地化学探査、重力法・IP法による物理探査及びボーリング調査からなっていた。現地調査は、前年度調査によって塊状硫化物鉱床の探査地域として選定されたチササ・チダグップ・チブニアシ地域において行われた。本年度の地質調査・地化学探査の踏査延長は170km、300余の岩石地化学探査試料と150余りの変質試料が採取された。重力探査はラコステ重力計を使って面積340km²の地域に対して実施され、ブーゲー異常図を作成し構造解析を行った。IP電気探査は、チブニアシ地区においてタイムドメイン法によって行われ、見掛比抵抗と充電率異常について解析された。ボーリング調査としては、7孔合計1,704.10mの垂直孔が実施された。その内訳は、構造調査と変質調査を目的としたものが2孔401.00m (MIT-1~2)、地質調査・地化学探査、ないしはIP電気探査で得られた、有望な示徴箇所下部調査を目的としたものが5孔1,303.10m (MIT-3~7)である。

チササ・チダグップ・チブニアシ地域には、広範囲に中新統の石英安山岩質の火山岩・火山砕屑岩類(フィールド名グリーントフ)が分布する。そのグリーントフ地域に石膏鉱床2ヶ所と重晶石層1ヶ所が見つかっている。また、その付近には、塊状硫化物鉱化作用に関係すると考えられる、層状マンガン鉱床、鉄石英帯や下盤珪化帯の分布も認められる。これらの鉱床・鉱化帯の地質と変質層序が本年度調査・検討された。

本地域のグリーントフは、石英安山岩質凝灰岩、細粒凝灰岩、軽石凝灰岩、及び凝灰角礫岩から構成される。それらの火山砕屑岩中には石英安山岩溶岩も産出する。グリーントフ中の特定の層準に塊状硫化物鉱床の鉱化作用が認められる。本地域のグリーントフの構造は、緩い複背斜と地域的なベーズン構造が特徴的である。地域西部では、グリーントフは東に緩く傾斜する。一方地域東部においては、西傾斜の構造が一般的である。複背斜構造の軸方向は、N-SないしNE-SWである。本地域の中央南部及び北部に直径約10kmのグリーントフベーズンが認められている。グリーントフはベーズンの所で厚く堆積し、層厚は300mを超すと推定されている。グリーントフはカリブチャン層石灰岩ないしペンタン層の石灰質砂岩に覆われている。

変質試料をX線解析した結果、本地域に6種類の変質帯が認められた。それは、珪化帯、絹雲母・緑泥石・混合層鉱物帯、モンモリロン石・カオリン帯、沸石帯、葉蠟石・カオリン帯及び炭酸塩鉱物帯の6帯である。これらの内、塊状硫化物鉱床の鉱化変質作用に関連して、(1)中心部の絹雲母・緑泥石(混合層鉱物)帯、(2)中間部のモンモリロン石・カ

オリン帯、(3) 周辺部の沸石帯の3帯が帯状分布している状況が明らかになった。絹雲母・緑泥石帯は鉱化変質の最も強い地区に密に分布し、付近あるいは下部に鉱床が賦存する可能性を表していると考えられる。地質調査・地化学探査により、調査地域内に数ヶ所の比較的強い絹雲母・緑泥石変質帯の分布を把握した。

また層序的には、上下盤のグリーントフを含めて、変質鉱物組合わせによる6種類の変質層準が本地域の既知鉱床付近で分類された。その産出は上位から(グリーントフ(上盤)、マンガン帯、グリーントフ(中盤)、重晶石・方鉛鉱層、硬石膏・石膏帯、グリーントフ(下盤))の順序である。これら各層準の変質鉱物組合わせの詳細が調査された。一方、グリーントフを主とする変質岩石の地化学探査の結果では、絹雲母・緑泥石変質帯中にアルカリ元素による変質指数(A.I.)の異常帯が分布し、また、Au, Ag, Cu等の金属成分の地化学異常帯が産出する状況が明らかになった。これらの地化学異常帯の解析の結果、チササ、チコブロック・チバリ、チダダップ、チブニアシ、バレカンバンの5地区に有望な異常帯が抽出された。

本地域の地質構造に関して、重力探査の解析結果によると、3つの重要な構造要素が識別された。即ち、ベースン-基盤隆起帯構造、断層構造、及びトラフ構造である。ベースン・基盤隆起帯としては、チカロンベースン、チボンガスベースン、チウラン川中流隆起帯、バシールギントウン隆起帯、及びバシールガル隆起帯が識別された。断層構造は、重力の急変する場所に推定され、N-S系のものとE-W系のものがある。N-S系のものとしては、チカロンベースンの西側、バシールガル隆起帯の西側、バレカンバンの北側等が挙げられる。E-W系のものとしては、チカロンベースン北側のものが顕著である。重力残差の解析で、チブニアシ重晶石層の付近に基盤の局所的なトラフ状凹地の存在が推定された。このトラフは、バシールギントウンからチカロンベースンに向かって南西方向に伸びた形態を示している。チササ石膏鉱床の南部にも北東に伸長するトラフ状構造が認められる。既知の塊状硫化物鉱床は、重力の高異常と低異常の中間の重力構造の斜面上に位置し、地質構造的にグリーントフベースンの縁辺部の基盤隆起帯に接している箇所に分布するものと解釈される。チブニアシ重晶石層は、チカロンベースンの縁にあり、バシールギントウン隆起帯に接する。チササ石膏鉱床は、チボンガスベースン中のチウラン川中流隆起帯近傍に位置している。チダダップ鉱床の場合は、チブニアシやチササほど明瞭ではないが、インド洋岸に想定されるベースン中にあり、チウラン川中流隆起帯に面していると推定される。さらに重力構造の解析によって、マンガン鉱床と石膏鉱床・重晶石層の位置関係に関して興味ある事実が認められた。即ち、層状マンガン鉱床は常に石膏や重晶石に対して重力の高異常側に配置している。

チブニアシ南部地区において、タイムドメイン・IP(強制分極)法による電気探査が

本年度実施された。その結果、次の箇所では充電率異常 ($>4.0\text{mV}\cdot\text{S}/\text{V}$) が検出された：
(a) 測線 C, D の南西部, (b) 測線 A の南西部 (以上はスカサリに位置する), (c) 測線 J, K, L の中央部 (ビヒプール)。

これらの異常は、ジャンバン層上部層の凝灰岩に対応する $5\sim 30\text{ohm}\cdot\text{m}$ の低比抵抗をバックグラウンドとして、浅部から深部 (地表下約 150m) に検出された。特に (a) の異常は、重力探査で認められたトラフ構造にほぼ一致する、 $10\text{ohm}\cdot\text{m}$ 以下の非常に低い比抵抗の分布域の中に位置している。

これらの異常と比抵抗の対応は不明瞭で、低比抵抗のバックグラウンドと顕著な差は認められない。しかしこの低比抵抗から解釈すると、粘土変質を伴う鉱化作用に関連していると思われる。また、地下浅部の異常をターゲットにしたボーリング MIT-7 において、数層準の硫化物鉱染を伴う珪化、絹雲母・緑泥石変質帯を把握した。本調査地の IP 異常は同様の鉱化変質作用に関連している可能性がある。

本年度のボーリング調査の内、4 孔 (MIT-1~4) 962.60m が地域西部のチササ・チグダツプ地区で行われた。本年度のボーリングでは、鉱床を把握するに至らなかったが、本地域の火山層序と塊状硫化物鉱化作用に伴うと考えられる熱水変質作用についての貴重なデータが得られた。4 孔のボーリングの中で最も鉱化変質の強かったのは、MIT-4 号であった。

また、3 孔 (MIT-5~7) 741.50m が同東部のチブニアシ地区で行われた。本年度のボーリングでは、鉱床を把握するに至らなかったが、本地域の火山層序と塊状硫化物鉱化作用に伴うと考えられる熱水変質作用についての貴重なデータが得られた。また、これらのボーリング調査によって、本地区における IP 異常と鉱化変質の関係をテストすることができた。3 孔のボーリングの中で最も鉱化変質の強かったのは、MIT-7 号であった。

チササ石膏鉱山の周辺、特にその東部地区 (チササ川中流域のバニョソガンまでの地区) は、塊状硫化物鉱床胚胎のポテンシャルがある地区と考えられる。本地区は、チウラン川中流域の基盤岩隆起帯を前面にひかえたチボンガスベーズン縁辺部に位置し、基盤のトラフ状凹地が付近に存在し、塊状硫化物鉱床生成に好適な地質構造条件を有する。地表部はジャンバン層上部層の緑色凝灰岩とそれを覆うペンタン層の石灰質砂岩が分布し、地表及び地下に絹雲母・緑泥石変質帯が広く分布する。本地区で実施したボーリング (MIT-4) の結果によると、数層準の鉱化変質帯が把握されており、その内の中部層準はチササ石膏鉱床の鉱化層準に対比されている。本年度のボーリング調査は、鉱区 (KP912, 90ha) が掛かっていたため、実施箇所が限られてしまった。チササ東部においては、来年度鉱区の期限が切れた後で、IP 調査とボーリング調査によってポテンシャル評価を行う

必要があると考えられる。チササ東部地区においては、チササ石膏鉱床からその東部の面積4～5 km²の範囲において、IP電気探査によって鉱化変質の強い箇所を絞り、有望なIP異常が得られたら、当該箇所に対する下部調査ボーリングを実施することとしたい。なお、本地区の東部はベースン中心に近いので、探鉱深度をより深く設定する必要がある。

チササ・チグダップ・チブニアシ地域の東部においては、チブニアシ重晶石層の周辺、特にその南部域が塊状硫化物鉱床胚胎のポテンシャルがある地区と考えられる。本地区は地質構造的にみて、パシールギントウンの基盤岩隆起帯を前面にひかえたチカロンベースン縁辺部に位置し、チササ東部同様地区内に基盤のトラフ状凹地が存在する。地表部及び地下には絹雲母・緑泥石変質帯が広く分布する。本地区で実施したIP電気探査結果によると、充電率の異常帯がスカサリ及びビヒプールで検出されている。スカサリは、チブニアシ重晶石層の南西約1,200mにあり、カリブチャン層の石灰岩が地表部を覆い、その下部のグリーントフ中に充電率の異常が認められている。なお、この異常帯は更に北西、南西及び南東方向に連続する可能性があるものと考えられる。ビヒプールは、チブニアシ重晶石層の南東約1,200mにあり、地表にグリーントフが露出し、褐鉄鉱の鉱染を伴う珪化・粘土変質帯が分布する地区に充電率異常帯が検出されている。チブニアシ地区における本年度のボーリング調査では、2孔(MIT-6～7)がIP異常調査の目的で実施された。その結果、数層準(上、中、下の3主要層準)の黄鉄鉱鉱染を伴う珪化及び絹雲母・緑泥石変質帯が把握されたが、鉱床を把握するに至らなかった。昨年度は、ボーリング実施時期が雨期に入ったため探鉱箇所が限られてしまった。チブニアシ南部の次年度探鉱としては、スカサリにおいてIP電気探査の追加調査を行うとともに、スカサリ、ビヒプールの充電率異常帯に対して、乾期にさらにボーリング調査を実施する必要があると考えられる。調査対象地区の面積は約20km²である。

目次

目 次

はしがき	
調査地域位置図	
要 約	
目 次	
付図付表一覧	

第 I 部 総 論

第 1 章 調査の概要	1
1-1 調査目的	1
1-2 第 1 年次調査の結論・提言	2
1-2-1 第 1 年次調査の結論	2
1-2-2 第 1 年次調査の提言	4
1-3 第 2 年次調査の概要	5
1-3-1 調査地域	5
1-3-2 重点課題	5
1-3-3 作業方法	7
1-3-4 調査団の編成	9
第 2 章 調査地域の地理	11
2-1 位置・交通	11
2-2 地形及び水系	11
2-3 気候及び植生	11
第 3 章 調査地域の一般地質	13
3-1 西ジャワ南東部地域の一般地質	13
3-2 タシックマラヤ地域の地質的位置付け	13
3-3 鉍化作用概説	14
第 4 章 調査結果の総合検討	18
4-1 地質構造，鉍化作用の特性と鉍化規制	18
4-2 地化学異常と鉍化作用との関係	20
4-3 物理探査異常と鉍化作用との関係	21
4-4 鉍床賦存のポテンシャル	24

第5章 結論及び提言	31
5-1 結論	31
5-2 第3年次への提言	33

第II部 各 論

第1章 地質調査	35
1-1 地域の概要	35
1-2 調査方法	35
1-3 地質及び地質構造	36
1-3-1 概要	36
1-3-2 地層各論	36
1-3-3 貫入岩	45
1-3-4 地質構造	46
1-4 鉱化・変質作用	46
1-4-1 広域変質作用	46
1-4-2 鉱化作用	47
1-5 考察	54
第2章 岩石地化学探査	57
2-1 試料及び分析方法	57
2-2 データの統計的解析	57
2-3 岩石地化学異常	61
2-4 考察	64
第3章 重力探査	66
3-1 調査方法	66
3-1-1 現地調査	66
3-1-2 データ処理方法	72
3-1-3 解析方法	75
3-2 探査結果	78
3-2-1 岩石密度	78
3-2-2 等重力線図	78
3-2-3 重力トレンド解析	83
3-2-4 2次元断面解析	91
3-3 考察	96

第4章	IP電気探査	98
4-1	調査目的及び概要	98
4-2	調査方法	98
4-2-1	手法	98
4-2-2	現地調査	101
4-2-3	室内試験	102
4-2-4	解析方法	103
4-3	調査結果	103
4-3-1	見掛比抵抗	103
4-3-2	充電率	103
4-3-3	室内試験結果	125
4-3-4	モデルシミュレーション解析結果	127
4-4	考察	128
第5章	ボーリング調査	139
5-1	ボーリング調査の概要	139
5-2	工法・使用機器	141
5-3	掘削工程	145
5-4	孔内地質	164
5-4-1	地質概要	164
5-4-2	コア記述	164
5-5	鉱化・変質作用	186
5-6	考察	188

第III部 結論及び提言

第1章	結論	191
第2章	第3年次への提言	193

参考文献
巻末資料

付図一覽

- 第 1-1図 調査地域位置図
- 第 1-2図 第 2 年次調査範囲図
- 第 1-3図 タシックマラヤ地域地質図
- 第 1-4図 タシックマラヤ地域層序図
- 第 1-5図 チササ・チダグップ地区調査結果総合解析図
- 第 1-6図 チブニアシ地区調査結果総合解析図
- 第 2-1図 チササ・チダグップ・チブニアシ地域地質図
- 第 2-2図 チササ地区塊状硫化物鉱化作用模式層序図
- 第 2-3図 バニヤイラン地区硫化物鉱化作用の産状スケッチ
- 第 2-4図 チブニアシ地区重晶石層産状模式図
- 第 2-5図 バレカンバン地区硫化物鉱化作用の産状スケッチ
- 第 2-6図 代表的な岩石地化学元素の正規確率分布
- 第 2-7図 重力探査手順
- 第 2-8図 重力測点位置図
- 第 2-9図 岩石密度試料位置図
- 第2-10図 地形-ブーゲー異常断面对比図
- 第2-11図 等重力線図 ($\rho = 2.2\text{g/cm}^3$)
- 第2-12図 重力トレンド比較図
- 第2-13図 重力残差比較図
- 第2-14図 1次重力残差図
- 第2-15図 2次元重力構造解析断面図 (A-C')
- 第2-16図 2次元重力構造解析断面図 (B-C)
- 第2-17図 2次元重力構造解析断面図 (D-E)
- 第2-18図 IP探査測線位置図
- 第2-19図 IP探査送信・受信波形
- 第2-20図 受信器配置概念図
- 第2-21図 見掛比抵抗断面図 (A-F)
- 第2-22図 見掛比抵抗断面図 (G-L)
- 第2-23図 見掛比抵抗平面図 (N=1)
- 第2-24図 見掛比抵抗平面図 (N=3)
- 第2-25図 見掛比抵抗平面図 (N=5)
- 第2-26図 充電率断面図 (A-F)
- 第2-27図 充電率断面図 (G-L)

- 第2-28図 充電率平面図 (N=1)
- 第2-29図 充電率平面図 (N=3)
- 第2-30図 充電率平面図 (N=5)
- 第2-31図 2次元モデルシミュレーション図 (A測線)
- 第2-32図 2次元モデルシミュレーション図 (D測線)
- 第2-33図 2次元モデルシミュレーション図 (K測線)
- 第2-34図 物理探査総合解析図 (チブニアシ地区)
- 第2-35図 チササ・チダダップ・チブニアシ地域ボーリング位置図
- 第2-36図 ボーリング工程図 (MIT-1)
- 第2-37図 ボーリング工程図 (MIT-2)
- 第2-38図 ボーリング工程図 (MIT-3)
- 第2-39図 ボーリング工程図 (MIT-4)
- 第2-40図 ボーリング工程図 (MIT-5)
- 第2-41図 ボーリング工程図 (MIT-6)
- 第2-42図 ボーリング工程図 (MIT-7)
- 第2-43図 ボーリング地質断面図 (MIT-1)
- 第2-44図 ボーリング地質断面図 (MIT-1, 2, 3)
- 第2-45図 ボーリング地質断面図 (MIT-3, 4)
- 第2-46図 ボーリング地質断面図 (MIT-5, 6, 7)
- 第2-47図 ボーリング柱状図縮小版 (MIT-1)
- 第2-48図 ボーリング柱状図縮小版 (MIT-2)
- 第2-49図 ボーリング柱状図縮小版 (MIT-3)
- 第2-50図 ボーリング柱状図縮小版 (MIT-4)
- 第2-51図 ボーリング柱状図縮小版 (MIT-5)
- 第2-52図 ボーリング柱状図縮小版 (MIT-6)
- 第2-53図 ボーリング柱状図縮小版 (MIT-7)

付表一覽

- 第 2-1表 薄片檢鏡結果表
- 第 2-2表 X線解析結果表
- 第 2-3表 鉍石研磨片檢鏡結果表
- 第 2-4表 鉍石試料の主要分析結果表
- 第 2-5表 岩石地化学試料の分析方法
- 第 2-6表 岩石地化学試料の主要分析結果表
- 第 2-7表 平均岩石密度 (湿潤)
- 第 2-8表 充電率・比抵抗室内試験結果
- 第 2-9表 ボーリング使用機器リスト
- 第2-10表 ダイヤモンドビット使用状況表
- 第2-11表 消耗品使用数量表
- 第2-12表 作業時間總括表
- 第2-13表 掘進作業実績表 (MIT-1)
- 第2-14表 掘進作業実績表 (MIT-2)
- 第2-15表 掘進作業実績表 (MIT-3)
- 第2-16表 掘進作業実績表 (MIT-4)
- 第2-17表 掘進作業実績表 (MIT-5)
- 第2-18表 掘進作業実績表 (MIT-6)
- 第2-19表 掘進作業実績表 (MIT-7)
- 第2-20表 掘進成績表 (MIT-1)
- 第2-21表 掘進成績表 (MIT-2)
- 第2-22表 掘進成績表 (MIT-3)
- 第2-23表 掘進成績表 (MIT-4)
- 第2-24表 掘進成績表 (MIT-5)
- 第2-25表 掘進成績表 (MIT-6)
- 第2-26表 掘進成績表 (MIT-7)
- 第2-27表 薄片檢鏡結果表 (ボーリング)
- 第2-28表 X線解析結果表 (ボーリング)
- 第2-29表 鉍石研磨片檢鏡結果表 (ボーリング)
- 第2-30表 鉍石試料の主要分析結果表 (ボーリング)

巻末資料一覧

- 巻末資料 1 鉍石試料の分析結果
- 巻末資料 2 岩石地化学試料の分析結果
- 巻末資料 3 重力基準点及び基点の点の記及び写真
- 巻末資料 4 重力データ処理方法
- 巻末資料 5 重力成果一覧表
- 巻末資料 6 地形補正值一覧表
- 巻末資料 7 ブーゲー異常値一覧表
- 巻末資料 8 岩石密度測定結果
- 巻末資料 9 岩石地化学異常分布図

添付図一覧

- 第 1図 チササ・チダダップ・チブニアシ地域地質図 (1: 25,000)
- 第 2図 チササ・チダダップ・チブニアシ地域鉍石及び室内試験試料採取位置図 (1: 25,000)
- 第 3図 チササ・チダダップ・チブニアシ地域岩石地化学試料採取位置図 (1: 25,000)
- 第 4図 チササ・チダダップ・チブニアシ地域鉍化変質帯分布図 (1: 25,000)

第I部 総論

第 I 部 総 論

第 1 章 調査の概要

1-1 調査目的

インドネシア共和国における資源開発協力基礎調査は、これまでにスラウェシ地域 (1970~1972)、カリマンタン地域 (1974~1977)、カリマンタン西部地域 (1979~1981)、北スマトラ地域 (1982~1984)、南スマトラ地域 (1985~1987)、ティガブル地域 (1989~1990)、及びトラジャ地域 (1991~1993) の 7 地域において実施され、金属鉱物資源開発のための数多くの基礎資料を得ることができた。また、インドネシア地質調査所ならびに鉱物資源局の調査技術の向上、地質鉱床資料の集積など多大の成果を収めてきている。

インドネシア共和国は、トラジャ地域に続く新たな金属鉱物資源調査の実施を計画し、日本国政府に協力を要請した。日本国政府はその要請に応え、インドネシア共和国鉱山エネルギー省地質鉱物資源総局と協議を行った結果、平成 6 年 8 月 25 日に西ジャワ州クシックマラヤ地域における協力調査実施について合意した。

本調査の目的は、クシックマラヤ地域において、地質状況及び鉱床賦存状況を把握することにより、新鉱床を発見することにある。また、調査の過程においてインドネシア側カウンターパートである地質鉱物資源総局鉱物資源局 (DMR) に技術移転を図ることをも目的とする。

昨年度はクシックマラヤ地域の鉱床賦存のポテンシャルを調査する目的で、SAR 画像による衛星画像解析、既存資料解析、地質調査及び地化学探査が実施された。解析対象地域の面積 3,200km²、現地調査はサロバ、シダムリ、チササの 3 地域 (合計面積 1,000km²) に対して行われた。

本年度調査は、インドネシア共和国クシックマラヤ地域資源開発協力基礎調査の第 2 年次に当たる。本年度は、昨年度の調査に基づき選定された、塊状硫化物鉱床胚胎有望地域であるチササ・チダグップ・チブニアシ地域 (面積 300km²) を対象にして、地質調査、岩石地化学探査、重力法と IP 法による物理探査、そしてボーリング調査を実施した。本調査は、今後の探鉱のためのターゲットを抽出することと、本地域の鉱床特性を解明することを主要目的に実施された。

1-2 第1年次調査の結論・提言

1-2-1 第1年次調査の結論

タシクマラヤ地域における第1年次調査として、衛星画像の写真地質学的解析、既存地質資料の解析、地質調査及び地化学探査が実施され、次のような結論が導き出された。

サロバ地域

(1) JERS-1・SARのデジタルデータを処理して縮尺20万分の1のモノクローム画像2シーンを作成し、その上で地形、水系、地質及び地質構造を解析した。本地域には合計11の地質単元が判読された。これらの写真地質判読結果は、現地調査において対比されたが、比較的整合的な結果が得られた。本地域においては、リニアメントと環状構造が判読された。このうちサロバ付近に認められた複合環状構造は、写真地質の判読ではジャンバン層上部層の時代の火山活動に関係する古い陥没構造と解釈された。この構造と本地域に分布する鉱脈系列との間に、何らかの成因的關係が予想される。現地調査ではそれを裏付ける地質的証拠を探ることができなかった。鉱脈を胚胎する割れ目系の成因については、探査上重要問題なので、今後の調査で解明していかなければならない課題と考えられる。

(2) 地質調査と地化学探査の結果、サロバ地域で総計17ヶ所の浅熱水金鉱床の鉱徴が発見された。その中でもチニル・チクヤ地区の鉱床ポテンシャルは高いと考えられる。チニル川とチバナワール川の合流点を中心として、含金石英脈・ネットワーク帯が数条分布する。そのうち、金を含有する鉱脈は主にNW系の走向を示す。川床に露出する石英脈より試験的に採取した試料に金の含有が認められた。本地区で実施した地化学探査のバンニング試料、河床堆積物試料及び土壌試料により、顕著な金の異常帯が検出された。一方チクヤ川においても、NW及びNNE系の一連の石英脈・ネットワーク帯が分布している。本地区にある旧坑の捨石から採取した試料において金・銀の含有が認められた。チクヤでは比較的強い地化学異常帯が狭い範囲に纏まる。以上の探査地はサロバ地域南部に位置する8km(NW-SE)×5km(NE-SW)の範囲に取まる。チニルとチクヤの中間部にあるチメダン川中流域にもバンニングと河床堆積物の異常が見つかっており、金の鉱化帯が両地にまたがって連続していることが期待されている。

(3) サロバ地域ではチニル・チクヤ地区に次いで、チコンダン・チダンパール・チシール地区が探鉱対象地区として抽出された。これらの地区には多数の含金石英脈・ネットワーク帯が分布しており、鉱脈露頭や旧坑捨石から高品位のAu分析結果が得られている。また、バンニング調査と河床堆積物地化学探査によって、顕著な地化学異常帯が検出されている。これらの3探鉱地はNW-SE方向に伸びる面積40km²の範囲内に位置し、さらに南東延

長 5kmのチジュレイ川にも地化学異常が認められている。

(4) サロバ地域の含金石英脈は、ジャンバン層の安山岩質ないし石英安山岩質の火山岩・火山砕屑岩を母岩として胚胎する。これらの岩類はいわゆる”古期安山岩類”に属し、漸新世から中新世のソレアイト質海底火山活動に由来するものと考えられている。本地域の鉱脈はNW系を主とする。鉱脈の主要胚胎地区は複背斜(軸の方向WNW-ESE)の翼部に位置している。一方、衛星画像の写真地質学的解析によってサロバの付近には直径十数kmの複合環状構造の存在が示唆され、鉱脈の生成と環状構造との関連性が推測されている。

(5) サロバ地域の金鉱床については、本年度の調査の過程で、鉱石・脈石鉱物の組合わせ、変質帯の性質等のデータに基づく検討がなされた。その結果、本地区の含金石英脈は浅熱水性の特徴を有し、氷長石・絹雲母型に属するものであると解釈された。これらを西ジャワ州の代表的な浅熱水金鉱床であるチコトック、ボンコールの鉱床と比較すると、As・Sb 鉱物(硫砒鉄鉱、輝安鉱)が産出することと、脈石に氷長石が欠如する点が異なる。このような差異は、両者の生成年代と生成の場の違いによるものであろう。

シダムリ地域

(1) シダムリ地域のカラジャンピその他の地区で認められた金鉱石は、調査の結果ジャンバン層の火山角礫岩中に含まれる、含金珪化礫に由来するものであることが判った。それらは一種の再移動した二次的な鉱石である。過去の地化学探査で把握されていた異常は、このような二次的なものに起因していた可能性がある。

(2) 調査地域の中央南部には黄鉄鉱の強い鉱染を伴う灰色ないし淡灰色の粘土帯が産出するが、本年度の地化学探査の結果によるとその異常は非常に低いレベルのものであった。この鉱化作用は、地熱活動に関係するものではないかと推定される。

チササ地域

(1) 本年度の調査で、チササ地域の東部からその東方にかけての地区にジャンバン層上部層に属する石英安山岩質火山砕屑岩類、いわゆるグリーンタフの分布が確認された。その地区には石膏鉱床2ヶ所と重晶石層1ヶ所の賦存が知られている。そのうち、チブニアシ地区の重晶石層の試験試料から金銀に富む分析結果が得られた。したがって、本地区は塊状硫化物鉱床のポテンシャルが高い探査地と評価される。

(2) 本年度の調査範囲に関して、グリーンタフ層準の構造は、平坦で極めて単調なものであった。グリーンタフの層厚は薄く、チササ石膏鉱山の付近で約200mである。本年度の調

査結果によると、本地域のグリーントフの活動は日本の北鹿地域のものとは比べて小規模で弱いものと考えられる。塊状硫化物鉱床の層準の変質作用についての検討結果は次のようなものであった。チササ、チダグツツ阿石膏鉱床では、石膏帯を含めた鉱床下盤に石英・絹雲母帯が分布する。塊状硫化物鉱床の層準は、石英・絹雲母・緑泥石の変質鉱物組み合わせによって特徴づけられる。またこのゾーンには、モンモリロン石、カオリンや混合層鉱物が検出された。鉱床上盤には主としてモンモリロン石が産出することが判った。広域的に見た場合に、このような変質帯の分布はそれほど広いものではないと考えられる。調査地域内の沢筋に散点的に露出するグリーントフは、弱いモンモリロン石化作用を受けているものが主であった。今後塊状硫化物鉱床の調査を進めていく上で、(イ) グリーントフの厚い分布、(ロ) 石英安山岩の活発な活動、(ハ) 泥岩が厚くたまるような構造的凹部、(ニ) 変質帯ハローの発達、の4点が探査指針になろう。

(3) チササ地域の中央部から西部にかけて、金とベースメタルの鉱化帯が何ヶ所も見出された。その内、バダワラス地区の含金石英脈は塊状の形態を有している。チランラ川中流域にある鉛・亜鉛等の鉱化作用は珪化、緑泥石化及び緑簾石化作用を伴っている。これらの鉱化作用の脈形態、鉱物組み合わせ、変質を検討した結果、熱水系の比較的深部で生成したものの特徴を表すと解釈された。これら鉱化地の付近には石英斑岩、安山岩、石英安山岩等の貫入岩が分布し、両者の密接な随伴関係から、鉱化作用がそれらの貫入に関係することが推定される。しかし、それらの地区の地化学探査の異常は弱いもので、鉱化作用の規模は小さいと判断される。

1-2-2 第1年次調査の提言

サロバ地域

サロバ地域においては、SAR画像により環状構造の分布が推定されており、鉱化作用との関係が問題になっている。この浅熱水金鉱床の生成を規制した構造要因を検討するために、航空写真を用いた詳細な写真地質学的解析を実施する必要がある。

本地域においては、第1年次調査によって抽出された主要金鉱化帯に対して、第2年次に地質調査と地化学探査の精査を実施して、その評価を行うことを提案する。精査によって抽出された有望な地化学異常帯に対してはボーリング調査を行うことを提案したい。

第2年次調査の対象となる有望箇所は次の2地区である。

- (1) チニル・チクヤ地区 (面積 40km²)
- (2) チコングン・チクンパール・チシール地区 (面積 40km²)

シダムリ地域

シダムリ地域においては、これ以上の作業は必要ないものと判断される。

チササ地域

チササ、チダグップ、チブニアシの3既知鉱徴地を包含する面積約300km²の地区に対して、塊状硫化物鉱床探査のために、地質調査と変質帯調査を主とした準精査を行うことを提案する。

鉱床層準の分布と変質状況を検査するためには構造ボーリングを実施する必要がある。また、本地域に対して基盤構造と鉱床胚胎の場の地質構造解明を目的とする重力探査を実施することは、塊状硫化物鉱床調査の基礎データ取得のために有効であろう。

1-3 第2年次調査の概要

1-3-1 調査地域

本年度の調査対象地域は昨年度の調査結果に基づいて選択された。調査地域は、西ジャワ南東部に位置し、総面積約300km²の範囲である。本地域は、行政区分としては西ジャワ州に属する。調査範囲の位置を第1-2図に示す。

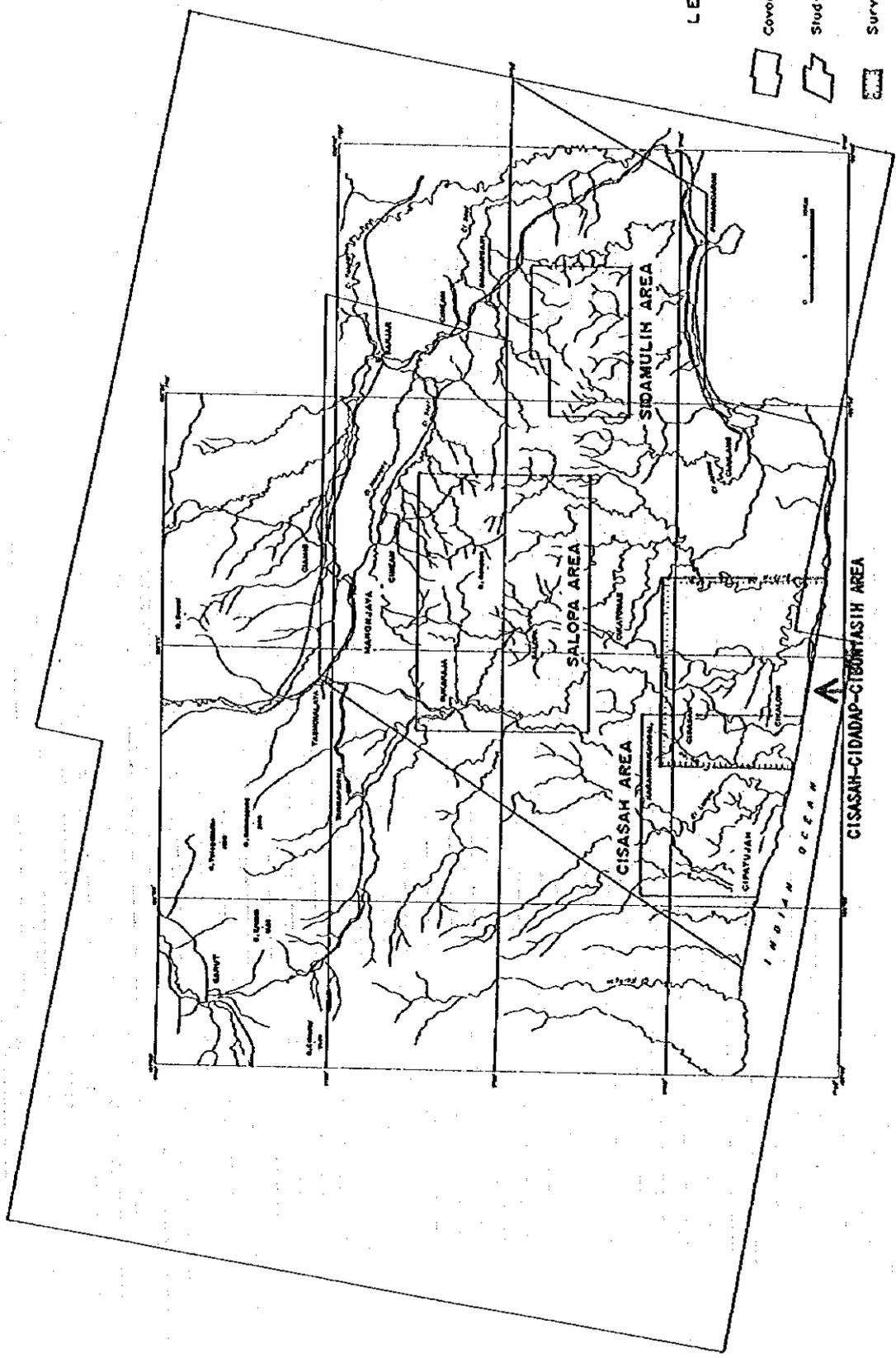
1-3-2 重点課題

本年度調査は、インドネシア共和国タシクマラヤ地域資源開発協力基礎調査の第2年次に当たる。本年度は、昨年度の調査に基づき選定された塊状硫化物鉱床胚胎有望地域であるチササ・チダグップ・チブニアシ地域（面積300km²）を対象にして、地質調査、岩土地化学探査、重力法とIP法による物理探査、そしてボーリング調査を実施した。

地質調査・地化学探査の本年度の重点課題は、鉱徴地の詳細な調査に基づき鉱化作用の特性を検討し、また、地化学的異常帯を把握することによって次期探鉱対象地区を絞ることと、対象となる鉱化作用を限定することにあつた。本年度は、チササ・チダグップ・チブニアシ地域の塊状硫化物鉱床のポテンシャルを調査した。

物理探査の重点課題は、鉱化作用と物理探査的特性の関係を解析し、また、調査地域内の物理探査異常を把握することであつた。物理探査として、本年度は重力探査とIP電気探査が実施された。重力探査では、塊状硫化物鉱床の生成を規制したと考えられる基盤構造を解析することを目的とした。一方、IP電気探査は、塊状硫化物鉱床に伴って形成されたと考えられるIP異常の特性と分布を把握することを目的して実施された。

ボーリング調査は、地質調査、地化学探査及び物理探査によって得られた鉱化帯の下部を調査することを重点課題とした。



LEGEND

- Coverage of SAR images
- Study Area
- Survey Area (Phase I)
- Railway
- Road
- River

第 1-2 图 第 2 年次調査範圍图

1-3-3 作業方法

本年度はチササ・チダグップ・チブニアシ地域に対して、地質調査、岩石地化学探査、重力法・IP法による物理探査及びボーリング調査を実施した。調査対象地域の面積は300km²であるが、重力探査については周辺部も含めて約340km²を対象とした。

地質調査・地化学探査では、検縄とコンパスを使って縮尺1万分の1のルートマップを作成した。現地調査の結果は、縮尺2万5千分の1の地質図に纏められた。調査は主要な沢と道路沿いに行われ、平均して500mに1個の割合で試料を採取した。本年度調査の踏査延長は170km余り、319個の岩石地化学試料と155個のX線解析試料が採取された。

重力探査は、ラコステG型重力計2台(G-178及びG-365)を使用し、合計316点の重力測定を実施した。重力値の決定は、バンドンにある地質調査所の基準点DG.0(977,976.38mgal)により行った。測定の標高及び位置決定は、主として人工衛星からの信号を利用するGPS(Global Positioning System)静止測量によった(測定高度誤差1m未満)。また122個の岩石試料を採取して密度測定を実施し、重力補正の密度仮定及び構造解析の密度モデル設定の資料とした。測定結果の解析としては等重力線図を作成し、さらに、深部の地殻構造による広域的なトレンドを除去し、比較的浅部の地質構造をよく反映すると考えられる重力残差図を作成・検討した。また、2次元断面解析を実施した。

地質調査・地化学探査、重力探査により得られた有望地チブニアシ地区周辺において、鉱化作用に関連するIP異常の抽出を行うためタイムドメインIP探査を実施した。測定は、12本計23.2kmの測線において、ダイポール-ダイポール電極配置(電極間隔50m、周波数0.25Hz、N=1~5)で行った。室内試験としては、現地で採取した代表試料について見掛比抵抗と充電率の測定を日本において行った。測定結果は、地質調査・地化学探査結果と合わせて総合的に解析され、2次元モデルシミュレーションの結果を考慮し検討された。

本年度のボーリング調査としては、7孔合計1,704.10mが本地域において実施された。その内訳は、西部のチササ・チダグップ地域が4孔962.60m(MIT-1~4)、東部チブニアシ地域が3孔741.50m(MIT-5~7)である。MIT-1~2の2孔は基盤構造及び塊状硫化物鉱床の変質帯ハローを解明する目的で行われた。また、MIT-3~7の5孔は、地質調査・地化学探査、IP電気探査等の調査結果で得られた有望な鉱化帯下部の鉱化変質状況を調査する目的で実施された。本年度のボーリング調査によって、岩石地化学試料142個、X線解析試料53個、鉱石分析試料17個が得られた。

本年度実施された調査作業量の総括を次の表に掲げる。

調 査 量	
地質調査・地化学探査	
調査面積	300 km ²
踏査延長	170 km
物理探査	
重力法	
調査面積	340 km ²
測点数	316 点
I P 法	
測線延長	23.2 km
測定点数	2,080 点
ボーリング調査	
	7孔・1,704.10m (-90°)

室内試験及び分析に供された試料数は次の通りである。

室内試験項目	数量
地質調査・地化学探査	
岩石薄片鑑定	12 件
鉱石研磨片鑑定	14 件
X線回折試験	155 件
化学分析	
鉱石 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ba)	30 件
岩石 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Fe, Mn, Ba, CaO, MgO, K ₂ O, Na ₂ O)	319 件
物理探査 (重力法)	
岩石密度測定	122 件
物理探査 (IP法)	
見掛比抵抗・充電率測定	26 件
ボーリング調査	
岩石薄片鑑定	22 件
鉱石研磨片鑑定	15 件
X線回折試験	53 件
化学分析	
鉱石 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ba)	17 件
岩石 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Fe, Mn, Ba, CaO, MgO, K ₂ O, Na ₂ O)	142 件

1-3-4 調査団の編成

(1) 現地指導監督

遠藤 英史 (金属鉱業事業団海外部計画課)
鈴木 哲夫 (金属鉱業事業団マニラ事務所)

(2) 現地調査団

本年度の現地調査は、現地における解析作業を含めて、地質調査・地化学探査が平成7年6月26日から平成7年8月2日の期間に、物理探査が平成7年6月26日から平成7年12月5日の期間に、ボーリング調査が平成7年7月31日から平成8年1月5日の期間にそれぞれ実施され、それに続いて分析試験と報告書作成作業が行われた。調査団の編成は以下の通りであった。

【インドネシア・メンバー】

Koswara Yudawinata	(DMR)	コーディネーター
Deddy T. Sutisna	(DMR)	リーダー, 地質調査・地化学探査
Atok S. Prapto	(DMR)	地質調査・地化学探査
Syahya Sudarya	(DMR)	地質調査・地化学探査
Erwin Hamzah	(DMR)	物理探査
Didi Setiamulya	(DMR)	物理探査
Ario	(DMR)	物理探査
Edi	(DMR)	物理探査
Sutrisno	(DMR)	物理探査
Suhada	(DMR)	物理探査
Supriadi	(DMR)	測量
Iyus	(DMR)	測量
Yatno	(DMR)	測量
Warno	(DMR)	ボーリング調査
Ruhiat	(DMR)	ボーリング調査

【日本側メンバー】

飯田 幸平	(NED)	団長, 地質調査・地化学探査
菊池 秀也	(NED)	地質調査・地化学探査
広瀬 和世	(NED)	地質調査・地化学探査
青黄 靖	(NED)	物理探査
杉山 伸一	(NED)	物理探査
立川 三郎	(NED)	物理探査
堀口 進	(NED)	ボーリング調査
佐々木光男	(NED)	ボーリング調査
稲部 洋雅	(NED)	ボーリング調査

*注: DMRは Directorate of Mineral Resources

NEDは 日鉱探開株式会社 をそれぞれ意味する。

第2章 調査地域の地理

2-1 位置・交通

調査地域のあるジャワ島はインドネシア第5の大きな島である。総面積は127,000km²、人口約1億人に達する。ジャワ島は北西から東に伸びる島弧の中に位置する。ジャワ島を通る島弧は、スマトラ、ジャワ、カリマンタン及びスラウェシから構成される大スンダ列島と、ジャワ島から分岐してバリ、フローレス、ティモールに連なる小スンダ列島の2つからなる。

ジャワ島には、古くから種々の文化が栄えた。現在のジャワ文化はヒンドゥー文化（0～9世紀）、ジャワ独自の文化（10～14世紀）、そして15世紀に導入されたイスラム文化等の混合したものである。

調査地域であるタシックマラヤ地域は西ジャワ州の南東部に位置する。調査地域に到るには、ジャカルタからバンドンを経由する道路ないし鉄道による。ジャカルタから現地調査地域の北西隅に位置する、タシックマラヤ市までの距離は道路沿いに約250kmあり、自動車でも6時間の行程である。

調査対象である300km²の地域はタシックマラヤ広域調査地域の南部インド洋側にあり、概ねなだらかな丘陵地形を呈する。

交通は一般に便利である。主要道はアスファルト舗装されており、道路網が比較的良く整備されている。地方道の方は未舗装が大部分であり、4輪駆動車でないと通れない所もある。

タシックマラヤ市の推定人口は3百万人と言われている。その内の9割をスンダ人が占め、他の1割はインドネシア各地から渡来した人々である。

2-2 地形及び水系

調査地域はジャワ島脊梁山脈の南斜面に位置している。ジャワ島脊梁山脈は活火山の系列からなり、本地域の北側に東西方向に連なっている。本地域に最も近い活火山は、標高1,784mのサワール山である。調査地域の地形は比較的緩やかで、地域の大部分は標高100～500mの範囲にある。調査地域内にも標高1,000mを超える山があり、最高峰は1,144mのボンコック山である。

地域内の河川は南流してインド洋に注ぐ。調査地域の主要水系はチメダン川及びチウラン川水系であり、調査地域の中央部と西部を流れる。東部にはチシル川水系がある。

2-3 気候及び植生

本地域は熱帯雨林地帯に位置する。季節は乾期と雨期の二期からなる。通常、乾期は3月から10月まで、雨期は11月から2月の期間である。雨期と乾期における平均気温は23°Cと30°Cである。一方、雨期と乾期の降雨量は2,000mmと3,000mmである（タシックマラ

ヤ气象台のデータ)。

本地域の比較的低高度地区は熱帯雨林地帯に属している。一方脊梁付近の山岳地帯は熱帯高地林に属し、常緑の広葉樹と針葉樹とからなる。平野部及び山間の沖積地から山腹に至る地帯は、耕されて水田として利用されている。山間の急傾斜地においては、ゴムや材木になる木のプランテーションと焼畑耕法による陸稲や野菜が栽培されている。

第3章 調査地域の一般地質

3-1 西ジャワ南東部地域の一般地質

本地域を含む西ジャワ州南東部は新第三系スング・パンダ弧に属する (Carlile & Mitchell, 1994)。スング・パンダ弧は、古第三系ないしそれ以前の大陸地塊として形成されたスングランドの縁に位置する。

インド洋プレートのスング・パンダ弧に対する沈み込みは、少なくとも始新世以来活動していたとされる。既存の年代測定データによると、このプレートの沈み込みに関連するマグマの活動は2期に分かれている。即ち、最初の活動は始新世末期から中新世初期に起き、次の活動は中新世末期から更新世にかけて生じている。この初期のマグマ活動に伴って、いわゆる「古期安山岩類」の活動 (Van Bemmelen, 1949) が発生した。この時期に生成した火山岩類は、スマトラ島南部の海岸地帯やジャワ島南部に分布している。それらの火山岩類はソレライト質の性質を有する。これに対して、新第三紀末の火山活動によって、中～高のカリウムを含有するカルクアルカリ岩質の火山岩が生成されている。後者の火山フロントは約60km前者の前に生じ、本調査地域の北側に位置する。その分布は、概ね現世の火山活動のフロント部に該当する。

3-2 タシクマラヤ地域の地質的位置付け

西ジャワ州南東部の地域は、自然地理学的に中部から南部にかけての丘陵地帯と、北部の火山地帯の2つの地域に区分される。タシクマラヤ地域はその内の丘陵地帯に位置する。火山地帯は調査地域の北側を走っている。

調査地域の中央部には、主として漸新世～中新世の火山岩・堆積岩からなるジャンバン層が広く分布する。本層は、安山岩質～玄武岩質、一部石英安山岩質の火山岩・火山砕屑岩と堆積岩類によって構成される。その内の火山岩類は、いわゆる古期安山岩類に相当するものである。

ジャンバン層の上位には、中部中新世～鮮新世の一連の堆積岩・火山岩からなる地層が不整合に分布する。それらの地層は、下位より上位に向けてカリブチャン層、ペンタン層、及びハラン層と呼ばれている。カリブチャン層は、主として塊状の礫性石灰岩からなる。ペンタン層は主として石灰質砂岩からなる。ハラン層は、乱泥流堆積物と凝灰質堆積岩からなる。これらの地層中には、石英安山岩、安山岩及び花崗閃緑岩等の貫入岩が産出する。

本地域の北側には、第四系の火山岩が分布する。これらの火山岩類は、安山岩質～玄武岩質の溶岩、集塊岩、凝灰岩及びラハー（火山泥流堆積物）からなる。北側の地域の一部にはハラン層の堆積岩が分布する。

本地域の地質構造は、NWからWNW系及びE-W系の断層・褶曲構造の存在が特徴的である。これらの構造は、二度にわたる造山運動によって形成されたものと考えられる。それらは、中新世中期と鮮新世～更新世の時代の火山活動であり、それぞれ特徴的な火成

岩の侵入と断層・褶曲構造をもたらしたものである。

3-3 鉱化作用概説

本地域を含む西ジャワ州南東部には、浅熱水金鉱床、鉛・亜鉛鉱脈及び塊状硫化物鉱床の三種類の鉱化作用が認められている。

浅熱水金鉱床は、本地域の中央部に認められる。既知鉱床としてはチコンダン、チタンパール及びチニル等がある。胚胎母岩は主としてジャンバン層の安山岩～石英安山岩質火山岩類であり、中ないし急傾斜のNW～NNE系の割目に胚胎する。含金鉱脈は、硫化物の少ないタイプの特徴を示す。金は、エレクトラムの形で産出し、石英、方解石に少量のマンガン鉱物を含む脈石中に含有される。これらの産状から、氷長石-絹雲母型の浅熱水性鉱床と推定される。

鉛・亜鉛鉱脈は、本地域の北側の火山岩帯に分布し、サワール山等の鉱床が知られている。

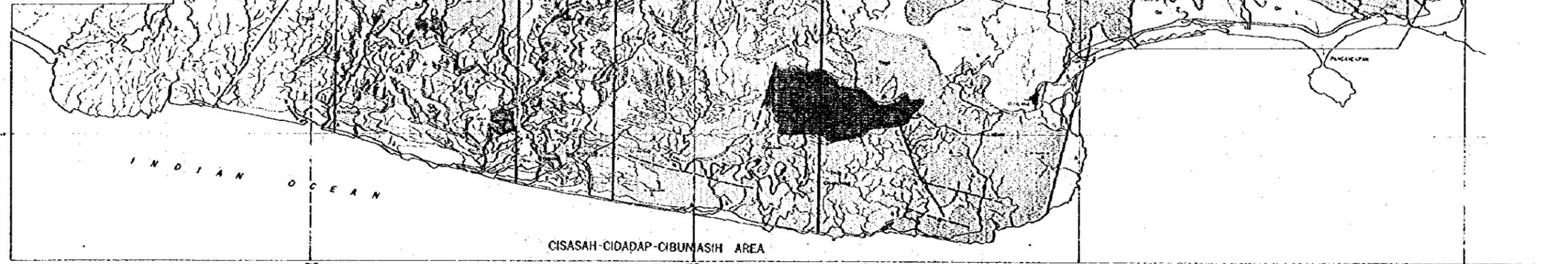
塊状硫化物鉱床は、本地域の南西部インド洋寄りの地域にその胚胎が期待されている。それらの地域には、石膏・重晶石の産出、中新統の石英安山岩質火山砕屑岩中の絹雲母、緑泥石、モンモリロン石変質等が知られている。

これらの金属鉱床の他に、本地域には工業原料となる資源が知られている。例えば、燐鉱石等は最近開発が進み、インドネシア農業の発展に大きく寄与している。燐鉱石(Phosphorite)は本地域周辺のシダムリやスカラジャ等に産する。

CIAMIS - TASIKMALAYA DISTRICTS
WEST JAVA



Survey Area

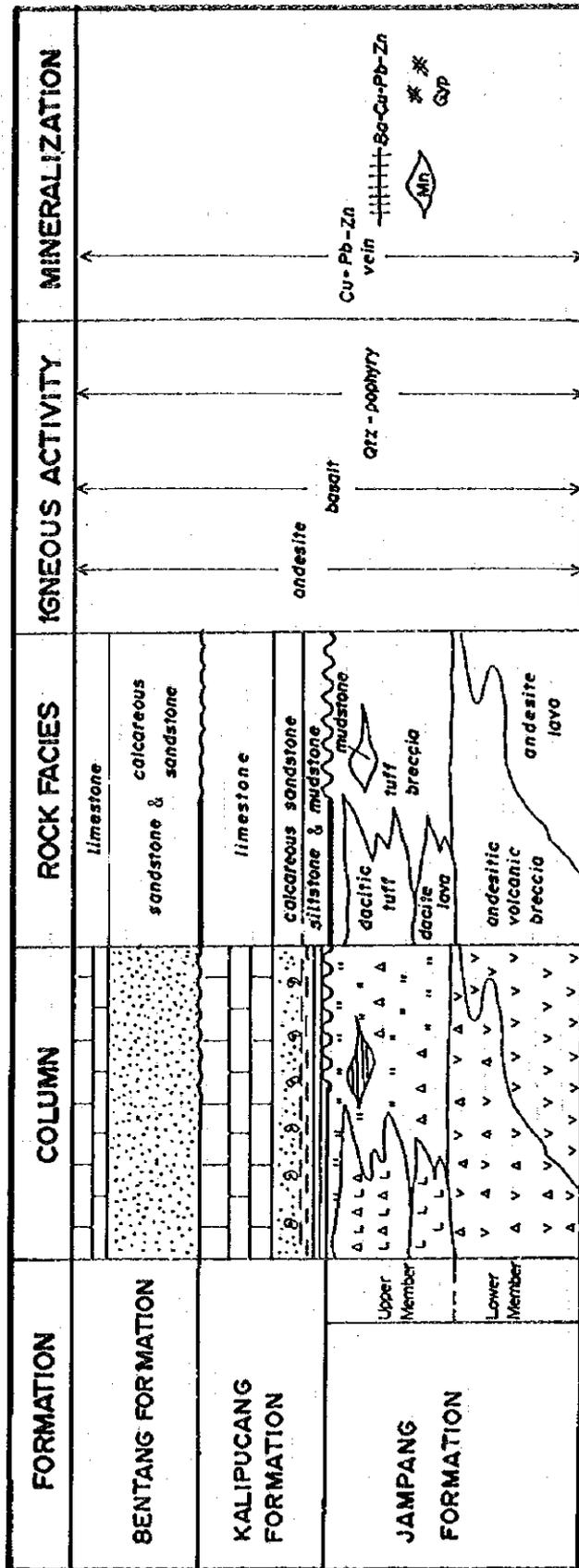


CISASAH-CIDADAP-CIBUMASIH AREA

LEGEND

HOLOCENE	Alluvial Deposits	Qa	Silt, sand, gravel and pebble ~ Younger volcanic rocks	Posutuan Formation	Tapa	Sandstone, calcarenite, marl, tuff, claystone	Intrusives	Andesite
PLEISTOCENE	Older-Younger Volcanic Rocks	Q1v	Volcanic breccia, lava and tuff	MIDDLE-EARLY MIOCENE	Tapl	Calcarenite and clastic limestone intercalated with marl.		Basalt
PLIOCENE	Bentang Formation	Tapb	Tuffaceous sandstone, sandstone, calcareous sandstone and limestone lenses.	Conteng Weaber (Jaspang Formation)	Tajg	Tuff intercalated with dacitic breccia and limestone lenses.		Hornblende Andesite
	Halang Formation	Taph	Turbidites comprising alternations of sandstone, claystone and sandstone	Nusakabangan Formation	Tant	Tuff, lapilli tuff, sandstone and interbedded with mudstone.		Dacite
LATE MIOCENE	Kalipucang Formation	Takl	Foraminiferal limestone and sandy limestone.	OLIGOCENE	Totl	Andesitic to basaltic volcanic breccia, lava and tuff, tuffaceous sandstone, with intercalation of sandstone, siltstone, claystone and limestone.		Quartz Porphyry
							Granodiorite	

第 1-3 図 タシクマラヤ地域地質図



第 1-4 図 タシクマラヤ地域層序図

第4章 調査結果の総合検討

4-1 地質構造，鉱化作用の特性と鉱化規制

チササ・チダダップ・チブニアシ地域には，広範囲にジャンバン層上部層に属する石英安山岩質の火山砕屑岩類（いわゆるグリーントフ）が分布する。そのグリーントフ地域に石膏鉱床2ヶ所と重晶石層1ヶ所が見つかりしている。石膏鉱床はチササ及びチダダップに，重晶石層はチブニアシにある。また，その付近には，塊状硫化物鉱化作用に関係すると考えられる層状マンガン鉱床，鉄石英帯や下盤珪化帯の分布も認められる。グリーントフを構成するのは，軽石凝灰岩，火山礫凝灰岩，凝灰角礫岩及び細粒凝灰岩であり，その中の一定層準にこれらの層準規制型鉱床が胚胎する。グリーントフのメンバーとしていわゆるモヤモヤタフと呼ばれる石英安山岩溶岩も産出する。

本地域のグリーントフの構造は，緩い複背斜と地域的なベースン構造が特徴的である。地域東部では，地層は緩い西傾斜を示す。一方，地域の西部においては，グリーントフの一般傾斜は東を示す。この複背斜構造の軸方向は，N-SないしNE-SWである。本地域の中央南部に直径約10kmのグリーントフベースンが認められ，チカロンベースンと名付けられた。グリーントフはベースンの所で厚く堆積し，層厚は300mを超すと推定されている。本調査地域内には，この他にもグリーントフの小ベースンが認められている。

グリーントフはカリブチャン層石灰岩ないし，ペンタン層の石灰質砂岩に覆われている。チダダップ石膏鉱山では，石膏帯がペンタン層の化石に富む砂岩に直接している。塊状硫化物鉱床を泥岩層がカバーする所は見つかりしていない。本地域は，塊状硫化物鉱床生成の後期に浅海の酸化環境になっていたことが推定される。

塊状硫化物鉱床の層準は，上・下盤も含めて上位から下位に向けて次の6帯に分類される。

- a. 上盤グリーントフ
- b. マンガン帯
- c. グリーントフ（中盤）
- d. 重晶石・方鉛鉱層
- e. 石膏帯
- f. 下盤グリーントフ

重晶石・方鉛鉱層は，重晶石と石英中に方鉛鉱，閃亜鉛鉱，黄鉄鉱，黄銅鉱，銅藍等の硫化鉱物を含有する。チブニアシの重晶石層試料からは，金・銀に関して高品位の分析結果が得られている。

石膏帯は，塊状の硬石膏，石膏と絹雲母質の粘土からなり，黄鉄鉱が強く鉱染している。本石膏帯中には，少量の黄銅鉱，方鉛鉱，閃亜鉛鉱等が散点状に含まれる。本帯の黄鉄鉱はコロフォーム構造を示す。

マンガン帯は菱マンガン鉱と酸化マンガン鉱物（軟マンガン鉱，硬マンガン鉱等）及び黄鉄鉱からなる。本マンガン帯中に赤鉄鉱を含むパッチ状鉄石英がしばしば認められる。

石膏鉱床及び重晶石層の周辺には，しばしば石英脈を含む珪化帯が分布する。これらは，塊状硫化物鉱床の層状部形成後のものも存在するが，層状鉱床形成に伴う下盤珪化帯と考えられるものもある。バレカンバン地区及びパニヤラン地区の珪化帯は，塊状硫化物鉱床に関係する下盤珪化帯と考えられるものである。これらの地区においては，珪化を強く受けた石英安山岩ないし安山岩溶岩中に黄銅鉱，黄鉄鉱，方鉛鉱，閃亜鉛鉱等の硫化物鉱物が鉱染状に含まれる。これらの石英脈・珪化帯は概ねN-S方向を示す。

上記6帯の変質鉱物の組み合わせは次の通りである。

- a. モンモリロン石（・沸石）
- b. モンモリロン石・絹雲母
- c. モンモリロン石・緑泥石・絹雲母・カオリン・混合層鉱物（緑泥石ーモンモリロン石混合層）
- d. 石英・絹雲母・緑泥石
- e. 石英・絹雲母
- f. 石英・絹雲母・緑泥石

本地域の広域的熱水変質帯はモンモリロン石を主体として，その他絹雲母，緑泥石，沸石の変質鉱物組み合わせが認められる。変質分帯としては，(1) 絹雲母・緑泥石（混合層鉱物）帯，(2) モンモリロン石・カオリン帯，(3) 沸石帯の3帯が帯状分布していることが明らかになった。本地域の変質分帯の分布様式は日本の黒鉱地帯のものに類似するが，規模と強度においてはもっと弱いものである。

本地域の地質構造の解析，地表鉱微分布・変質帯分布，さらには重力探査のブーゲー異常の解析結果によると，断層構造としてN-S系の構造が重要と考えられる。この構造は，中新世の石英安山岩質火山活動や，塊状硫化物鉱化作用を規制した可能性がある。既知鉱微地はグリーンタフベーズンの縁辺部にあり，地質構造的に基盤の隆起帯に接している。チササ，チブニアシ等の石膏鉱床・重晶石層は，基盤傾斜地上の局所的なトラフ状凹所近傍に位置しており，そこが塊状硫化物鉱床の生成に好適な場であったことを伺わせる。塊状硫化物鉱化作用の内，層状マンガン鉱床や鉄石英帯の産状から，これらの鉱床形成は浅海の酸化環境下に行われたものと推定される。しかし，日本の北麓地域における黒鉄鉱床の研究によると，塊状硫化物鉱床の形成は，ベーズン内の局所的な凹所で濃んだ還元環境の優勢な所に生じたものと解釈される。そして，沈積した原硫化物鉱石の維持保存には，厚い砕屑物ないし玄武岩溶岩等によってカバーされるという条件が必要だったと考えられる。本地域内には，石英脈を含む珪化帯が分布し，それらは，塊状硫化物鉱床の層状部生成後のものもあるが，層状鉱床形成に関係する下盤珪化帯と考えられるものも存在する。

現在までに、硫化鉱物を主体とする鉱体の存在は確認されていないが、硫化鉱物の鉱染が認められること、塊状硫化物鉱化作用に関係する石膏鉱床・重晶石層の産出から、鉱床胚胎の可能性はあるものと考えられる。

中新世のグリーンタフ類似の砕屑岩類は、ジャワ島南海岸に沿って広く分布している可能性がある。本地域における塊状硫化物鉱床生成の場とその産状に関する調査研究結果は、ジャワ島全体の塊状硫化物鉱床のポテンシャルを考える場合の一つのモデルケースになりうるものと思われる。

4-2 地化学異常と鉱化作用との関係

チササ・チダダップ・チブニアシ地域の本年度現地調査では、塊状硫化物鉱床に伴う変質帯ハローを把握する目的で、岩石地化学探査が実施された。対象面積は300km²、採取試料総数 314個であった。試料は、ジャンバン層上部層のグリーンタフを主体として、一部ジャンバン層下部層の火山角礫岩と安山岩を対象にして採取された。得られたデータは統計処理され、地質調査の変質調査結果を加味して解析された。検討対象になった10の金属元素間の関係は非常に良いものであった。それらの分布を見ると、Feを除いて、極めて狭い範囲に集中する傾向が認められた。一方、同時に検討されたアルカリ成分による変質指数(A.I.)は、これらに比べてやや分散的な分布を示した。即ち、金属元素による異常は、A.I.値によって代表される変質帯ハローの範囲内に出現する傾向が認められた。

これらを総合的に検討した結果、以下のような箇所に地化学異常が検出された。

チササ：Au, Ag, Cu, Pb, As, Sb, Fe, Mn, Baの異常帯が検出された。一方、A.I.値に関しては、チバリーチササーバニョソガンを含む範囲に異常値が検出された。これらの地化学異常は変質帯調査で得られた絹雲母・緑泥石変質帯の内に含有される。

チコブロック・パニヤイラン：チコブロック川流域に沿ってZnとFeの地化学異常が認められた。チコブロック上流域のパニヤソガンでは、A.I.値の異常がやはり認められている。これらは、チコブロック川に沿って分布する絹雲母・緑泥石変質帯の内に含まれる。

チダダップ：Au, Ag, Cu, Pb, As, Sb, Fe, Mnの異常帯が本地区で検出された。A.I.値に関しては、同じ地区に異常値が検出されている。これらの地化学異常は絹雲母・緑泥石変質帯の内に分布する。

チブニアシ：Au, Ag, Pb, Sb, Mn, Baの異常帯が本地区で検出された。また、A.I.値の異常がこの地区に検出されている。これらの地化学異常は概ね絹雲母・緑泥石変質帯の内に分布する。

バレカンバン：チブラバンサ川流域に沿って、Au, Pb, Zn, Fe, Mnの異常帯が認められた。ここではA.I.値の異常帯も存在する。

本年度の岩石地化学探査においては、CaO, MgO, K₂O, Na₂O等のアルカリ成分も同時に

分析され、それに基づいて日本の北鹿地域で開発された変質指数 (A.I.) の適応試験が試みられた。その結果、A.I.異常が検出された地区は、X線解析により絹雲母・緑泥石変質帯と同定された地区にほぼ該当し、その内の一部を構成するものとなった。即ち本年度調査によって、地化学異常と鉱化変質帯との間に次のような関係があることがわかった。

1. Au, Ag, Cu, Pb, As, Sb, Fe, Mn, Ba等の金属元素の異常は既知鉱微地に集中する。

2. A.I.異常は1.の金属元素による異常の範囲を包含するより広いハローを表す。

3. これらの地化学異常は、概ね絹雲母・緑泥石変質帯内に分布する。

ただし、場所によっては、A.I.異常と絹雲母・緑泥石変質帯の範囲が一致しないこともあり、塊状硫化物鉱床の鉱化作用に伴う熱水変質の程度が、アルカリ成分の化学分析値に基づいて計算される指数と、単純に数量的に対応するわけではないことを示していた。特に、対比が難しいのは、絹雲母変質を伴う下盤珪化帯や珪化・絹雲母化を伴う石膏帯等の強珪化帯においてであった。また、A.I.値による変質強度は、広域変質帯の内の、絹雲母・緑泥石変質帯中だけに適応可能なものであり、それ以外の広域変質帯 (モンモリロン石・カオリン帯及び沸石帯を包含する) 全体に適用することには無理があることに留意すべきである。

4-3 物理探査異常と鉱化作用の関係

(1) 重力異常

重力探査は、チササ・チダグップ・チブニアシ地域において基盤構造と塊状硫化物鉱床胚胎の場を明らかにするため実施された。1次重力残差の解析により3つの重要な基盤構造が把握された：(1) ベーズン-基盤隆起帯構造、(2) 断層構造、及び(3) トラフ構造である。

ベーズン-基盤隆起帯構造としては次のものが認められた。

・チカロンベーズン及びチボンガスベーズン

・チウラン川中流隆起帯、バシールギントウン隆起帯及びバシールガル隆起帯

チカロンベーズンは、バシールニャトゥからチメダン川下流域に広がる最も顕著な低重力異常である。このベーズンは東西約10kmで、中心での深さは地表下500~700mと推定される。その西縁はチカロン-チカトマス道路へ向け重力急傾斜帯となり急激に重力値を増加させてチウラン川中流隆起帯に至っている。対称的にその東側は比較的緩い傾斜で、バシールギントウン隆起帯へ向かい重力値が高くなっている。これらは中新世中期に形成されたグリーンタフから成るベーズンと解釈される。チカロンベーズンの北方には東西方向に並ぶ3つの低重力異常が認められ、チボンガスベーズンを形成している。

3つの高重力異常-チウラン川中流域、バシールギントウン付近、及びバシールガル付近-は基盤であるジャンバン層下部層の露出地域の分布とよく一致し、基盤の隆起を示す

ものと考えられる。

重力異常図に認められる重力急傾斜帯は、基盤深度の急激な変化を示していると考えられ、断層の存在を示唆する。N-S系のものとしては、チカロンベースンの西側及びバシールガル隆起帯の西側が挙げられる。チブニアシの北方にも、重力の傾斜は中程度であるが、地質調査の結果から推定される断層が存在する。E-W系のものとしてはチカロンベースンの北側のものが顕著である。

局所的なトラフ状構造は塊状硫化物鉱床の形成に有利な場であると考えられ、チブニアシ重晶石層の付近に認められた。このトラフは、バシールギントウン隆起帯からチカロンベースンへの斜面上にあり、南西方向に延びている。また、別のトラフ状構造がチササ石膏鉱山の南に認められ、北東に延びている。

既知の塊状硫化物鉱床は、重力の高異常と低異常の中間の重力構造の斜面上に位置し、地質構造的にグリーンタフベースンの縁辺部の基盤隆起帯に接している箇所に分布するものと解釈される。チブニアシ重晶石層は、チカロンベースンの縁にあり、バシールギントウン隆起帯に接する。チササ石膏鉱床は、チボンガスベースン中のチウラン川中流隆起帯近傍に位置している。チダグップ鉱床の場合は、チブニアシやチササほど明瞭ではないが、インド洋岸に想定されるベースン中にあり、チウラン川中流隆起帯に面していると推定される。さらに重力構造の解析によって、マンガン鉱床と石膏鉱床・重晶石層の位置関係に関して興味ある事実が認められた。即ち、層状マンガン鉱床は、常に石膏や重晶石に対して重力の高異常側に配置している。

(2) IP異常

タイムドメインIP探査は、本年度先行した地質調査、地化学探査、重力調査の結果をもとに得られた、探鉱有望地チブニアシ・バレカンバン地域において実施された。探査の目的は、地下深部の電気的性質を明らかにし、鉱化作用に関連したIP異常を抽出することである。

鉱化作用に関連すると考えられる主なIP異常（充電率 $4.0\text{mV}\cdot\text{S/V}$ 以上）が次の3ヶ所で検出された。

- (a) 測線C, Dの南西部（スカサリ地区）
- (b) 測線Aの南西部（スカサリ地区）
- (c) 測線J, K, Lの中央部（ビヒブール地区）

これらの異常は、ジャンバン層上部層の凝灰岩に対応する $5\sim 30\text{ohm}\cdot\text{m}$ の低比抵抗をバックグラウンドとして、浅部から深部（地表下約 150m ）に検出された。特に(a)の異常は、重力探査で認められたトラフ構造にほぼ一致する $10\text{ohm}\cdot\text{m}$ 以下の非常に低い比抵抗の分布域の中に位置している。

これらの異常と比抵抗の対応は不明瞭で、低比抵抗のバックグラウンドと顕著な差は認

められない。しかしこの低比抵抗から解釈すると、粘土変質を伴う鉍化作用に関連していると思われる。また、地下浅部の異常をターゲットにしたボーリングMIT-7において、数層準の硫化物鉍染を伴う珪化、絹雲母・緑泥石変質帯を把握した。本調査地のIP異常は同様の鉍化変質作用に関連している可能性がある。ただし、本地域の比抵抗構造から大規模な珪化帯は考えにくい。

その他、より浅部の小規模な異常が(c)の異常から西へ向かい雁行状に検出された。

・測線Iの測点11及び16付近

・測線Hの測点8付近

である。また測線Aの測点36付近、測線Eの測点5付近にも小規模な異常が検出された。

2次元シミュレーションの結果を考慮すると、主な3ヶ所の異常は次のように解釈できる。

(a) 数十m規模の鉍化帯がD測線の測点11付近及び16付近の地下深部に存在する可能性がある。測点16付近の鉍化帯は北西-南東方向に隣接したC、E測線へ延びており、鉍化の中心はC測線寄りであると推測される。また測点10付近の鉍化帯の東側の広がり、測線がないので不明であるが、本調査で最も強い異常の一つである。重力構造のトラフにあたることも考慮すると、この2つの異常は本調査地における最も興味深い探鉍候補地と考えられる。また、測点5付近の地下浅部には層状のやや弱い鉍化帯の存在が推定される。

(b) 数十m規模の鉍化帯がA測線の測点11付近の深部に存在する可能性があり、南西方向に隣接したB測線へ広がりをもつと推測される。また、傾斜した層状の鉍化帯がA測線の測点5付近及び測点18付近の中深度に存在する可能性がある。これら3つの推定される鉍化帯の西への広がり、測線がないので不明である。

(c) K測線の測点20付近の浅部に層状のやや弱い鉍化帯の存在が推定され、北西に隣接したJ測線へ延びていると予想される。さらにI、H、G測線では、浅部のみに異常が検出されていることから、浅部の層状のやや弱い鉍化作用がビヒプール地区の鉍化の特徴と思われる。また、K測線の測点18付近の地下深部には鉍化帯が存在する可能性があるが、その上部には前述の層状のやや高い充電率ゾーンが推定され、それより深部での規模や形状の推定は困難である。測点26付近の中深度には、層状のやや弱い鉍化帯の存在が推定される。

本調査地で支配的な5~30ohm-mの低い見掛比抵抗は、ジャンバン層上部層の凝灰岩の室内試験結果と良く合致した。従って、広くモンモリロナイト化がみられるジャンバン層上部層の凝灰岩が低比抵抗の一因と考えられる。

4-4 鉱床賦存のポテンシャル

本年度チササ・チダダップ・チブニアシ地域においては、昨年に引き続き塊状硫化物鉱床のポテンシャル評価を課題として調査を行った。本地域は、塊状硫化物鉱床の探査地域として未だ初期段階にあり、重晶石、石膏及びマンガン鉱の産出が知られているにすぎない。従って、本年度は、(1) 既知鉱徴、鉱化帯の分布と胚胎構造の検討、(2) グリーントフの層序と構造調査、(3) 変質帯ハローの追跡と産状の検討及び、(4) IP異常の特性検討と分布の調査を行った。また、構造調査と、地化学異常・IP異常の調査を目的とした予察ボーリングを実施した。ボーリングでは鉱石の着鉱には至らなかったものの、地質構造、変質帯の詳細、IP異常の性質等に関する貴重な情報が得られた。

地質調査と重力探査によって、本地域にグリーントフベースンと基盤隆起帯の存在が判ってきた。既知の鉱徴地・鉱床は地質構造的に見ると、隆起帯からベースンに至る基盤の傾斜面上にあり、そのような所は隆起帯に接するベースン縁辺部と考えることができる。さらに、重力図を詳細に解析すると、鉱床は基盤のトラフ状凹地付近に位置しており、局部的な凹構造が鉱床生成に関係する可能性が考えられる。

本年度の地質調査でグリーントフの層序について詳細な調査がなされ、地化学的特徴についても調査検討された。鉱化変質に関しては、変質鉱物の組合わせの解析によって、3帯の変質帯ハロー（絹雲母・緑泥石・混合層鉱物帯、モンモリロン石・カオリン帯、沸石帯）の帯状分布が確認された。絹雲母・緑泥石帯は変質の最も強い地区に認められ、その水平的分布範囲は2～3kmである。絹雲母・緑泥石帯の周りは、モンモリロン石・カオリン帯によって取囲まれている。沸石帯は変質帯の最外縁部を構成する。チササ、チコブロック、チダダップ、チブニアシ、バレカンバン等数地区において、絹雲母・緑泥石帯の発達が認められた。また、本年度は鉱徴地の精査及びボーリングによって、変質鉱物組合わせの垂直変化についても検討が加えられた。その結果、変質鉱物組合わせによる6帯の変質帯層序が区分された。その内、鉱床に関係する最も強い変質帯は、モンモリロン石・絹雲母・緑泥石・カオリン・混合層鉱物の鉱物組合わせからなる。以上の検討結果に基づき、塊状硫化物鉱床のポテンシャルの高い地区として、2地区が限定されるに至った。

チブニアシ地区で本年度実施されたIP電気探査によって、充電率の異常帯 ($>4mV \cdot S/V$) が数ヶ所において把握された。測線C、Dの南西部、測線Aの南西部（以上の2地区はスカサリにある）、測線J、K、Lの中央部（ビヒプール）等の箇所である。異常帯の検出深度は、浅部、中深度、ないし深部（およそ地下150m）である。これらの充電率異常帯は、見掛比抵抗の低いゾーンに分布する。そのような特性から、これらの異常帯は、粘土変質を伴う鉱化帯を示すものと解釈された。

チブニアシ地区において採取した試料から高品位の金、銀、ベースメタルの分析値が得られている（最高 Au 2.17g/t, Ag 662g/t, Pb 38.64% 等）。また、パニャイランやバレ

カンバンの鉱床下盤と考えられる溶岩相の中に、硫化鉱物の鉱染帯が見ついている（最高 Au 0.06g/t, Ag 34g/t, Cu 3.46%, Pb>10%, Zn 7.90%, Fe 26%, 採取幅20cm）。このような鉱石の存在は、それが例え小規模なものであっても、他に高品位で大きな鉱床の賦存する可能性を示唆するものとして評価される。

本地域の既知塊状硫化物鉱床の鉱化作用を日本の北鹿地域と比較して、その特徴を要約すると、次のようになる。

1. 本地域では石英安山岩質の海底火山活動が小規模である。ベースンの大きさとグリーンタフ堆積層の厚さが小さい。

2. 広域の変質帯が小規模で、変質強度が弱い。

3. 硫化物鉱化作用の後期には、還元環境でなく浅海域の酸化環境になってしまったと考えられる。

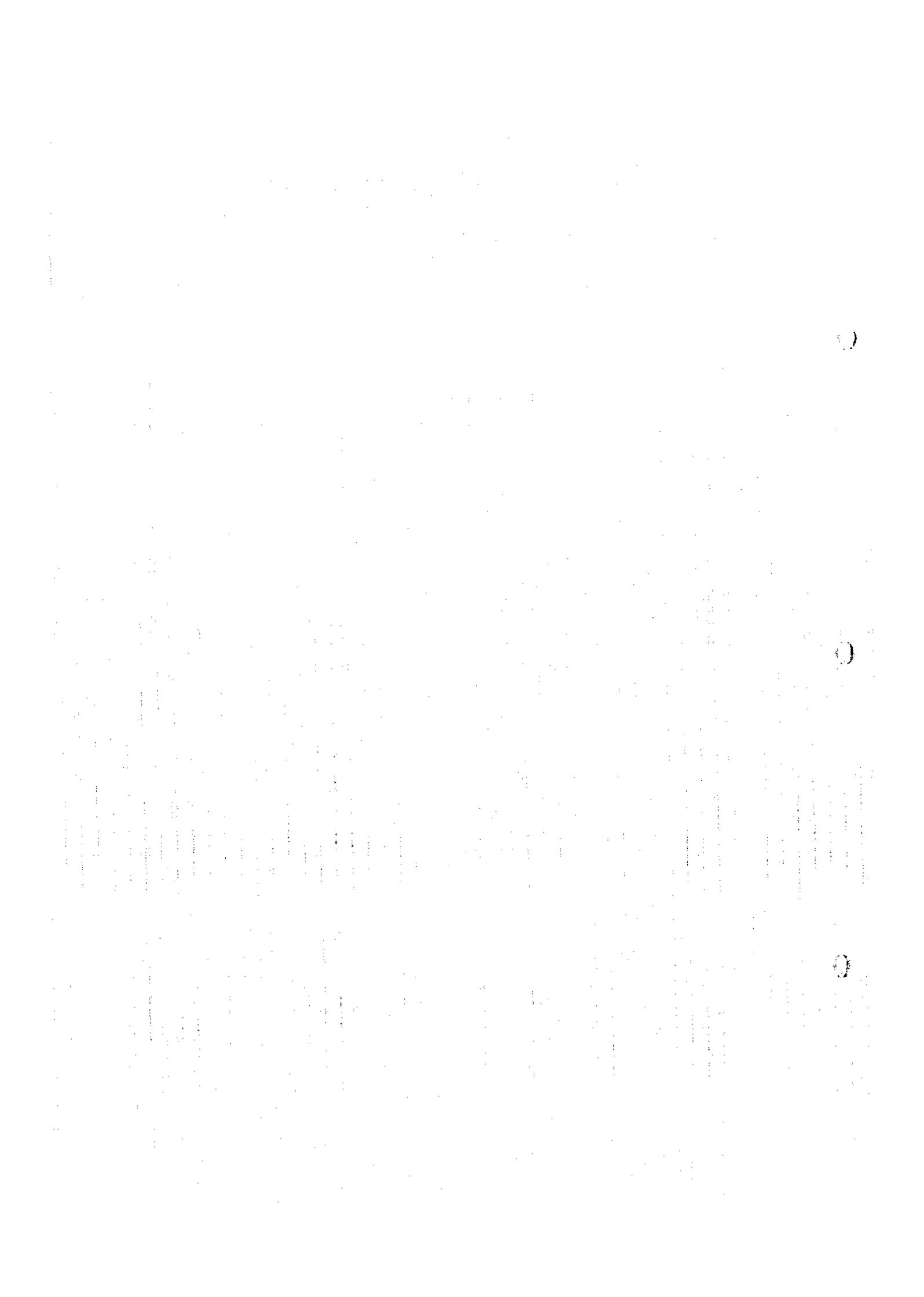
本地域の地表部は、カリブチャン層の石灰岩あるいはペンタシ層の砂岩によって覆われている。このような露出の少ない（沢筋には露出が認められる）潜頭鉱床の場合には、時間をかけて手順を踏んだ探鉱プログラムが必要である。北鹿地域との比較検討も加えると、次のような箇所が鉱床胚胎の有望地区と考えられる。

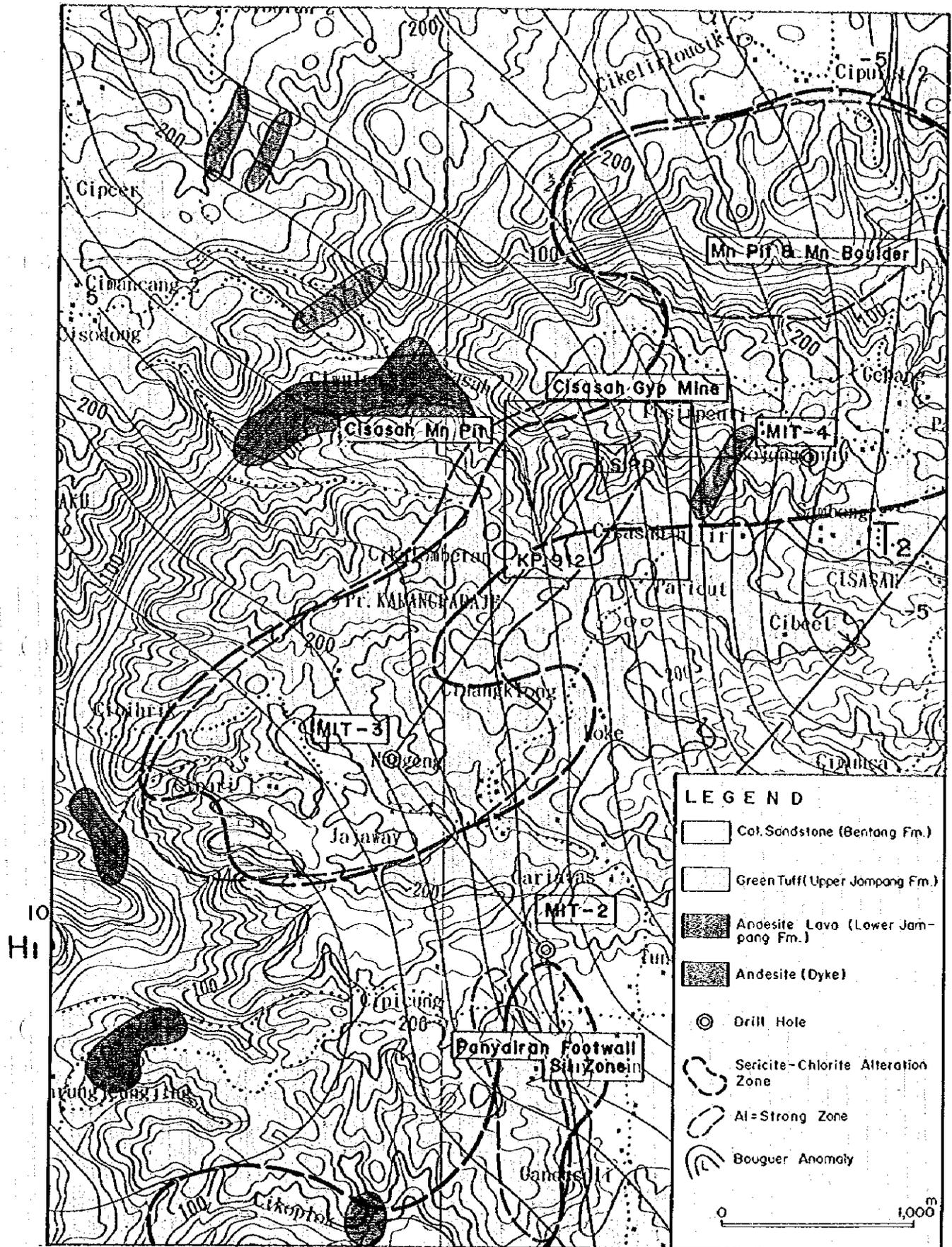
1. グリーンタフベースンの縁辺部。

2. 石英安山岩質火山活動が活発な場所。

3. 変質帯の強く発達する箇所。

2年間にわたる調査の結果、チササ東部地区とチブニアシ南部地区にターゲットが絞られて来た。これらの地区では、数層準の鉱化変質帯の内の上部のものが一部地表に露出している。そこにおいて見られる徴候は、金属成分に富むと言えるものではないが、鉱化層準の下部のものについては未だ調査が進んでいない。またベースン寄りの地区は、上位層（ペンタシ層の石灰質砂岩やカリブチャン層の石灰岩）に覆われており、下部に塊状硫化物鉱床が胚胎する可能性がある。従って、今後の探鉱は、これらの地区において地化学探査・IP電気探査の異常を手掛りにして鉱化変質作用の強い地点に向けられていく必要がある。





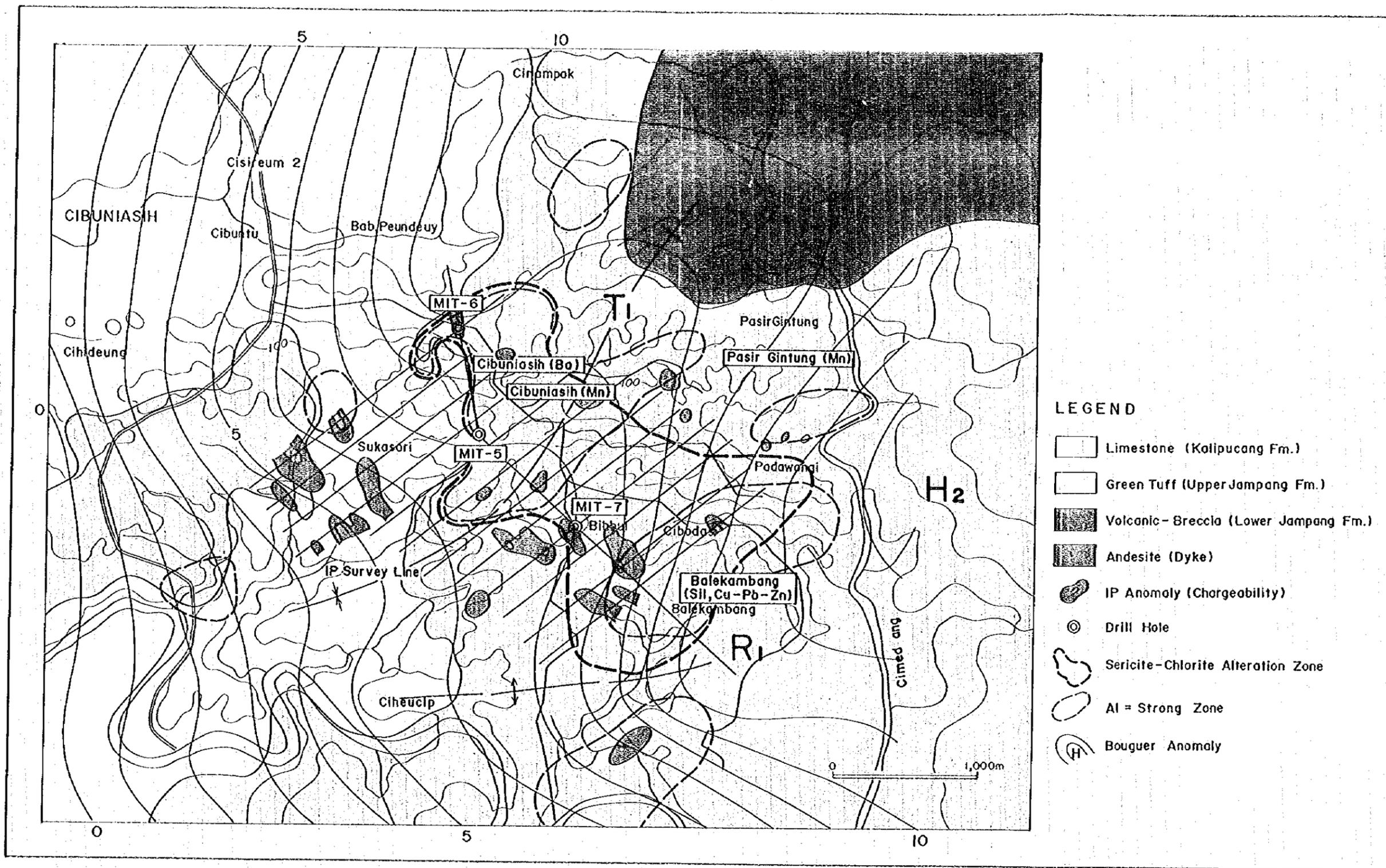
第 1-5 図 チササ・チダグップ地区調査結果総合解析図

[The page contains extremely faint and illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the document. The text is too light to transcribe accurately.]

0

0

0



LEGEND

- Limestone (Kalipucang Fm.)
- Green Tuff (Upper Jampang Fm.)
- Volcanic-Breccia (Lower Jampang Fm.)
- Andesite (Dyke)
- IP Anomaly (Chargeability)
- Drill Hole
- Sericite-Chlorite Alteration Zone
- Al = Strong Zone
- Bouguer Anomaly

第 1-6 図 チブニアン地区調査結果総合解析図

第5章 結論及び提言

5-1 結論

タシクマラヤ地域における第2年次探鉱として、地質調査、岩石地化学探査、重力探査、IP電気探査及びボーリング調査が実施され、次のような結論が導き出された。

(1) チササ・チダグツプ・チブニアシ地域には、広範囲に中新統の石英安山岩質の火山岩・火山砕屑岩類（いわゆるグリーントフ）が分布する。そのグリーントフ地域に石膏鉱床2ヶ所と重晶石層1ヶ所が見つかっている。また、その付近には、塊状硫化物鉱化作用に関係すると考えられる層状マンガン鉱床、鉄石英帯や下盤珪化帯の分布も認められる。本地域のグリーントフの構造は、緩い複背斜と地域的なベースン構造が特徴的である。複背斜構造の軸方向は、N-SないしNE-SWである。本地域の中央南部及び北部に直径約10kmのグリーントフベースンが認められている。グリーントフはベースンの所で厚く堆積し、層厚は300mを超すと推定されている。グリーントフはカリブチャン層石灰岩ないしペンタン層の石灰質砂岩に覆われている。

(2) 変質試料をX線解析した結果、本地域に6種類の変質帯が認められた。それは、珪化帯、絹雲母・緑泥石・混合層鉱物帯、モンモリロン石・カオリン帯、沸石帯、葉蠟石・カオリン帯及び炭酸塩鉱物帯の6帯である。これらの内、塊状硫化物鉱床の鉱化変質作用に関連して、(1) 中心部の絹雲母・緑泥石（混合層鉱物）帯、(2) 中間部のモンモリロン石・カオリン帯、(3) 周辺部の沸石帯の3帯が帯状分布している状況が明らかになった。また層序的には、上・下盤のグリーントフを含めて、変質鉱物組み合わせによる6種類の変質層準が本地域の既知鉱床付近で分類された。一方、グリーントフを主とする変質岩石の地化学探査の結果では、絹雲母・緑泥石変質帯中にアルカリ元素による変質指数(A.I.)の異常帯が分布し、また、Au, Ag, Cu等の金属成分の地化学異常帯が産出する状況が明らかになった。これらの地化学異常帯の解析の結果、チササ、チブニアシ等5地区に重要な異常帯が抽出された。

(3) 本地域の地質構造に関して、重力探査のブーゲー異常の解析結果によると、3つの重要な構造要素が識別された。即ち、ベースン-基盤隆起帯構造、断層構造、及びトラフ構造である。ベースン・基盤隆起帯としては、チカロンベースン、チボンガスベースン、チウラン川中流隆起帯、バシールギントウン隆起帯、及びバシールガル隆起帯が重要である。既知の塊状硫化物鉱徴は、重力の高異常と低異常の中間の重力斜面上に位置し、地質構造的にグリーントフベースンの緑辺部の基盤隆起帯に接している箇所に分布するものと解釈される。チブニアシ重晶石層は、チカロンベースンの縁にあり、バシールギントウン隆起帯に接する。チササ石膏鉱床は、チボンガスベースン中のチウラン川中流隆起帯近傍に位

置している。チダダップ鉱床の場合は、チブニアシやチササほど明瞭ではないが、インド洋岸に想定されるベースン中にあり、チウラン川中流隆起帯に面していると推定される。断層構造は、重力の急変する場所に認められ、N-S系のものと、E-W系のものが推定された。また、重力残差図の解析で、チブニアシ重晶石層の付近に基盤の局所的なトラフ状凹地の存在が推定された。このトラフは、バシールギントゥンからチカロンベースンに向かって南西方向に伸びた形態を示している。チササ石膏鉱床の南部にも北東に伸長するトラフ状構造が認められる。

(4) チブニアシ南部地区において、タイムドメイン・IP（強制分極）法による電気探査が本年度実施された。その結果、次の箇所では充電率異常（ $>4.0\text{mV}\cdot\text{S}/\text{V}$ ）が検出された。

(a) 測線C、Dの南西部、(b) 測線Aの南西部（以上はスカサリに位置する）、(c) 測線J、K、Lの中央部（ビヒプール）。これらの異常は浅部、中深部、及び深部（地表下約150m）に検出されている。これらの異常の物理的性質から見て、それらは粘土変質を伴う鉱化帯の可能性が考えられる。以上の他に小規模な異常として、(d) 測線Iの測点11と16付近、(e) 測点Hの測点8付近、(f) 測点Eの測点5付近、及び(g) 測線A上の測点36地点等が検出された。

(5) 本年度のボーリング調査は、4孔（MIT-1～4）962.60mが地域西部のチササ・チダダップ地区で、3孔（MIT-5～7）741.50mが同東部のチブニアシ地区で行われた。両地区合わせた総調査量は、7孔1704.10mになる。本年度のボーリングでは、鉱床を把握するに至らなかったが、本地域の火山層序と塊状硫化物鉱化作用に伴うと考えられる熱水変質作用についての貴重なデータが得られた。また、ボーリングによって、IP異常帯と鉱化変質の関係を調査することができた。7孔のボーリングの中で最も鉱化変質の強かったのは、西部地区では、MIT-4号、東部地区ではMIT-7号であった。

(6) チササ石膏鉱山の周辺、特にその東部地区（チササ川中流域のパニョソガンまでの地区）は、塊状硫化物鉱床胚胎のポテンシャルがある地区と考えられる。本地区は、チウラン川中流域の基盤岩隆起帯を前面にひかえたチボンガスベースン縁辺部に位置し、基盤のトラフ状凹地が付近に存在し、塊状硫化物鉱床生成に好適な地質構造条件を有する。地表部はジャンバン層上部層の緑色凝灰岩とそれを覆うペンタン層の石灰質砂岩が分布し、地表及び地下に絹雲母・緑泥石変質帯が広く分布する。本地区で実施したボーリング（MIT-4）の結果によると、数層準の鉱化変質帯が把握されており、その内の中部層準はチササ石膏鉱床の鉱化層準に対比されている。本年度のボーリング調査は、鉱区（KP912）が掛かっていたため、実施箇所が限られてしまった。チササ東部においては、来年度鉱区の期限が切れた後で、IP調査とボーリング調査によってポテンシャル評価を行う必要が

あると考えられる。

(7) チササ・チダグップ・チブニアシ地域の東部においては、チブニアシ重晶石層の周辺、特にその南部域が塊状硫化物鉱床胚胎のポテンシャルがある地区と考えられる。本地区は地質構造的にみて、バシールギントウンの基盤岩隆起帯を前面にひかえたチカロンベースン縁辺部に位置し、チササ東部同様地区内に基盤のトラフ状凹地が存在する。地表部及び地下には絹雲母・緑泥石変質帯が広く分布する。本地区で実施したIP電気探査結果によると、充電率の異常帯がスカサリ及びビヒプールで検出されている。スカサリは、チブニアシ重晶石層の南西約1,200mにあり、カリブチャン層の石灰岩が地表部を覆い、その下部のグリーントフ中に充電率の異常が認められている。なお、この異常帯は更に北西、南西及び南東方向に連続する可能性があるものと考えられる。ビヒプールは、チブニアシ重晶石層の南東約1,200mにあり、地表にグリーントフが露出し、褐鉄鉱の鉱染を伴う珪化・粘土化変質帯が分布する地区に充電率異常帯が検出されている。チブニアシ地区における昨年度のボーリング調査結果では、数層準の珪化変質帯が把握されたが、鉱床を把握するに至らなかった。昨年度は、ボーリング実施時期が雨期に入ったため探鉱箇所が限られてしまった。チブニアシ南部の次年度探鉱としては、スカサリにおいてIP電気探査の追加調査を行うとともに、スカサリ、ビヒプールの充電率異常帯に対して、乾期にさらにボーリング調査を実施する必要があると考えられる。

5-2 第3年次への提言

チササ東部地区

チササ東部地区においては、チササ石膏鉱床からその東部の面積4～5km²の範囲においてIP電気探査によって珪化変質の強い箇所を絞り、有望なIP異常が得られたら、当該箇所に対する下部調査ボーリングを実施することを提案したい。なお、本地区の東部はベースン中心に近いので、探鉱深度をより深く設定する必要がある。

チブニアシ南部地区

チブニアシ南部地区においては、面積約20km²の範囲において、IP電気探査の追加調査とボーリング調査を実施することを提案する。IPの追加調査は、スカサリの本年度調査地区の北西、南西、及び南東部に対して、本年度得られた充電率異常帯の延長部をフォローするものである。それに続いてボーリング調査を行い、スカサリ及びビヒプールにおける塊状硫化物鉱床のポテンシャルを評価することとしたい。

0

0

0

第II部 各 論

第 II 部 各 論

第 1 章 地質調査

1-1 地域の概要

チササ・チグダップ・チブニアシ地域はタシックマラヤ市の南南西約40kmに位置する。本地域はインド洋に面しており、チウラン川とチメダン川の下流域にあり、第1年度の広域調査地域の南西部に当たる。地域の標高は概して低く、海拔50~250mの丘陵地帯にある。

本地域の地質はジャンバン層の火山岩と火山砕屑岩の分布域からなり、それが広く露出している。カリブチャン層の石灰岩は本地域の中央から北部にかけて産出する。地域西部と南部はペントン層の石灰質砂岩に覆われている。これらの地層は、局所的な乱れはあるものの、一般走向NE-SWで分布する。

本地域においては、昨年度にJERS-1・SARの画像解析と既存地質資料の解析に基づいて、地質調査と河床堆積物地化学探査が行われた。その結果、塊状硫化物鉱床の胚胎ポテンシャルがある地域とされ、第2年度調査対象地域として面積300km²の範囲が選択された。本年度は、地質精査、岩石地化学探査、重力法・IP法による物理探査及びボーリング調査が実施された。地質調査の課題としては、(1)塊状硫化物鉱床の生成を規制したと考えられる地質構造の検討及び、(2)鉱化作用に伴う変質帯ハローの把握の2つが主に追求された。

1-2 調査方法

本地域において、地質調査の精査が岩石地化学探査と同時に行われた。本年度の調査対象地域は面積300km²の範囲であり、地質の精査と変質帯調査が実施された。

現地調査に先立ち、既存の地形図(縮尺1:50,000及び1:25,000)と航空写真に基づいて縮尺1:10,000の地形図が準備された。現地では、主要地点の測量に際して、GPS測定器が用いられた。

現地調査では、地質、鉱化作用と変質作用の強度が調査された。試料として鉱石分析試料、X線解析試料と室内試験試料が採取された。ジャンバン層上部層の火山岩・火山砕屑岩類を主体に、変質強度を判定するための試料が集められ、次のような基準に従って現場において調査・記載された。

- ・斜長石(火山岩) : 0;新鮮・透明, 1;白濁・角あり, 2;丸みを帯びる, 3;モヤモヤ状
- ・有色鉱物(火山岩) : 0;新鮮, 1;濁る, 2;不明瞭になる, 3;消滅
- ・ガラス/軽石(火砕岩) : 0;新鮮・透明, 1;気泡含有, 2;パッチ・レンズ状, 3;扁平化

・岩片（火砕岩） : 0;原型維持, 1;角がとれる, 2;モヤモヤ状, 3;不明
瞭になる

その他、珪化、硫化物鉱染、石膏鉱化作用等についても現場でチェックされ、それらの結果に基づいて変質調査図が作成された。この調査結果は、X線解析の結果と合わせて総合検討され、鉱化変質帯分布図として纏められた。

地質調査の過程で本地域内に多数の鉱徴が発見された。ルートマップは検縄とコンパスを用いて、縮尺1:10,000で作成された。石英脈の露頭や旧坑は、詳細に調査され（縮尺1:100ないし1:200のスケッチが作成された）、室内試験と分析用の試料が採取された。

地質調査の結果は、縮尺1:25,000の地質図に纏められた（第2-1図）。総延長170kmの踏査が行われ、X線解析試料として155件の変質岩及び粘土帯試料が採取された。岩石薄片及び鉱石分析（Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ba）・鉱石研磨片試料の個数は、それぞれ12と30余であった。室内試験の結果については第2-1～2-4表に纏めて掲げてある。

1-3 地質及び地質構造

1-3-1 概要

チササ・チダグアップ・チブニアシ地域の地質は、次の4地質ユニットからなる。

- ・安山岩～玄武岩溶岩、火山角礫岩、凝灰角礫岩（ジャンバン層下部層）
- ・石英安山岩、凝灰角礫岩、軽石凝灰岩、細粒凝灰岩（ジャンバン層上部層）
- ・塊状石灰岩（カリブチャン層）
- ・凝灰岩、石灰岩の薄層を挟む石灰質砂岩（ペンタン層）

上記地層の一般走向はNE-SWである。NE-SW～N-S方向の軸を有する緩い一連の褶曲構造が認められる。本地域の中央南部に、ジャンバン層上部層の火山岩・火山砕屑岩よりなるベースン構造の存在が認められた。また、新第三系の火山岩・堆積岩類を切るN-S系の断層が存在する。これらの地層中には、石英斑岩、安山岩岩脈が貫入している。

SAR画像の写真地質学的解析結果によると、本地域にはNE系を主体とする一連のリアメントが判読されている。

1-3-2 地層各論

ジャンバン層下部層

本地域に分布するジャンバン層下部層の岩石は、安山岩～玄武岩溶岩と火山角礫岩からなる。本層は、地域東部においてはチメダン川中流に広く露出する。その西岸では、下部が安山岩溶岩・同火山角礫岩互層からなり、一方、その上部は火山角礫岩が卓越している。本層は地域中央のチトエ川上流の流域にも露出する。また地域西部においては、チウラ

第 2-1 表 薄片校鏡結果表

Sample No.	Locality	Rock Name	Formation	Texture	Phenocryst/Crystal Frag.						Groundmas/Matrix						Alteration
					Qz	Kf	Pl	Bi	Hb	Px	Ol	Ep	Op	Qz	Kf	Pl	
A119T	Cibitung	Dacite	Tomj	Porp	○	●											Pl-Hb→Ca-Ep-Se-Ch
A124T	Cisodong	Limestone	Takl	Clas													Ca-Qz-Op
AH51T	Pasir Gintung	Andesite	Tomj	Porp		●		○									Pl-Px→Ch
AH82T	Cibibbul	Andesite	Tan	Porp		●											Pl→Ch-Ca-Ep
AH87T	Cibumiasih	Dacite	Tomj	Porp		●		○									Pl-Px→Se
AH102T	Cimedang	Andesite	Tomj	Porp		●											Pl→Se-Ch
AD21T	Cibureg	Tuff	Tomj	Pycl		○											Gl→Se-Ch
AD22T	Cikadu	Dacitic Tuff	Tomj	Pycl		○	△										Gl→Se-Ch
AD108T	Balekambang	Hornblende Andesite	Tomj	Porp		○											Pl-Hb→Ch-Se
AK8T	Citoe	Hornblende Andesite	Tomj	Porp		●		○	△								Pl→Ca-Ch-Se-Hb-Px→Ch
AK14T	Citoe	Hornblende Andesite	Tomj	Porp		●		○									Pl→Se, Pl-Hb→Ch, Sil
AK41T	Cisarua	Pumice Tuff	Tomj	Pycl		△		△									Pl→Ch

Abundance of Minerals: ●: Abundant, ○: Common, △: Rare, .: Trace
 Formation Names: Tomj: Jampang Formation, Takl: Kalipucang Formation, Tmpa: Pamutuan Formation, Tmbs: Bantang Formation, Tmpb: Halang Formation, Gty: Old Volcanic Rocks, Tgd: Granodiorite, Tda: Dacite, Tan: Andesite, Tpy: Pyroclastic, Tpa: Dacite
 Textures: Pycl: Pyroclastic, Clas: Clastic, Porp: Porphyritic, Lepb: Lepidoblastic, Glom-gr: Glomerophytic granular, Hypd-gr: Hypidioritic, Int-gr: Inter-granular, Int-gr: Inter-granular, Hol-pp: Holocrystalline-porphyratic
 Minerals: Qz: Quartz, Kf: Felspar, Pl: Plagioclase, Bi: Biotite, Hb: Hornblende, Px: Pyroxene, Ol: Olivine, Ep: Epidote, Opi: Opaque Minerals, Gl: Glass, Ch: Chlorite, Se: Sericite, Ca: Carbonates

第 2-3 表 鉍石研磨片校鏡結果表

Sample No.	Locality	Minerals										Remarks	
		Py	As	Cp	Sp	Gn	Cv	Ag	Sc	Io			
AI40P	Panyairan	Δ											Siliceous ore
AI61P	Cisasah				○								Manganese ore (rhodochrosite, psilomelane)
AI65P	Cisasah												Manganese ore (pyrolusite, psilomelane), colloform
AI104P	Panyairan	○			○								Siliceous ore
AH56P	Balekambang	Δ											Siliceous ore
AH68P	Padawang												Manganese ore (psilomelane, pyrolusite), colloform
AH94P	Ciguranteng	Δ											pyrite dissemination in silicified andesite
AH97P	Ciguranteng	Δ											pyrite dissemination in silicified andesite
AH110P	Cibuniasih												Barite ore
AH148P	Pasir Gintung												Manganese ore (psilomelane, pyrolusite), colloform
AD13P	Brujul												pyrite dissemination in silicified tuff
AD102P	Balekambang	Δ			Δ								Siliceous ore
AD106P	Balekambang	Δ											Siliceous ore
AK86P	Cibuniasih	Δ			○	○	○						Siliceous ore

Abundance of Minerals: ○; Common, Δ; Rare, .; Trace

Abbreviations : Py; Pyrite, As; Arsenopyrite, Cp; Chalcopyrite, Sp; Sphalerite, Gn; Galena

Cv; Covellite, Ag; Argentite, Sc; Specularite, Io; Iron Oxide

第 2-4表 鉱石試料の主要分析結果表

Sample No.	Au g/t	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Fe %	Mn ppm	Ba ppm
AI002	<0.03	2	20	55	130	0.69	220	20
AI003	<0.03	<1	10	<5	40	0.53	100	<20
AI006	<0.03	1	310	35	780	3.24	290	60
AI009	<0.03	<1	240	15	60	2.77	680	280
AI010	<0.03	95	9,650	4,600	>50,000	6.66	780	20
AI026	<0.03	<1	30	5	185	4.46	>50,000	1,140
AI040	<0.03	17	6,420	590	>50,000	11.50	900	<20
AI058	<0.03	<1	60	5	785	13.65	210	20
AH009	0.51	>200	730	12,420	8,290	0.76	70	10,720
AH039	<0.03	<1	15	20	30	0.88	60	520
AH048	<0.03	1	15	30	400	25.00	2,860	540
AH056	0.06	34	34,600	1,160	>50,000	7.90	740	20
AH057	<0.03	2	4,910	5	7,370	6.43	740	20
AH059	<0.03	1	2,180	5	990	5.91	1,080	20
AH068	<0.03	8	580	2,130	2,600	0.58	>50,000	16,540
AH076	<0.03	<1	20	10	65	1.90	1,060	40
AH077	<0.03	<1	10	<5	105	5.01	320	20
AH079	<0.03	<1	10	<5	<5	4.46	50	20
AH081	<0.03	<1	10	<5	5	4.78	90	<20
AH094	<0.03	64	14,060	480	11,080	10.25	3,850	80
AH095	<0.03	8	100	15	20	9.04	40	<20
AH096	<0.03	5	75	20	5	9.69	20	20
AH144	<0.03	<1	65	55	65	7.37	8,620	360
AH148	<0.03	<1	45	<5	70	4.32	>50,000	16,020
AX003	<0.03	<1	10	<5	5	0.32	1,640	33,600
AD010	<0.03	<1	80	45	210	>30.00	11,280	1,300
AD013	<0.03	<1	75	30	20	3.35	90	120
AD032	<0.03	<1	550	10	495	4.17	5,380	820
AD034	<0.03	<1	110	<5	160	>24.00	8,610	400
AD083	<0.03	<1	20	<5	20	3.34	220	20

ン川に産出する。ジャンバン層下部層は本地域最古の地層である。石英斑岩岩体の近くの安山岩溶岩と火山角礫岩は、局部的にプロピライト質の変質作用を被っている。

ジャンバン層上部層

ジャンバン層上部は、石英安山岩質凝灰岩、細粒凝灰岩、軽石凝灰岩、凝灰角礫岩と石英安山岩溶岩から構成されている。これらの岩石は一般に緑色を呈し、フィールドではグリーンタフと呼ばれる。

グリーンタフはチメダン川中流西岸に厚く分布する。そこにおいては、上部が軽石凝灰岩、火山礫凝灰岩及び凝灰角礫岩からなる。下部は、主として凝灰角礫岩と石英安山岩溶岩から構成されている。石英安山岩はしばしば水冷破碎構造を呈する。本地域の中央南部にも、グリーンタフが厚く堆積している。そのグリーンタフは、細粒凝灰岩、軽石凝灰岩、石英安山岩溶岩からなる。

本地域のグリーンタフは、モンモリロン石化変質を受けている。その他、広域的に緑泥石化、沸石化変質が認められる。本層は塊状硫化物鉱床の胚胎層をなす。

カリブチャン層

本層は、主として塊状、結晶質の礫性石灰岩からなる。本層は、調査地域の中央部に広く分布する。また、南部地域にも分布する。本層の分布域にはカルスト地形が認められる。本層の層厚は、本地域中央部において 50m を超えないと推定される。

ベントン層

ベントン層は本地域全域に広く分布し、丘陵地帯を覆っている。本層は、主として石灰質の砂岩、シルト岩と凝灰質の砂岩、シルト岩とから構成される。石灰質砂岩中には貝化石が多量に含まれている。本層中には石灰岩レンズをしばしば挟む。凝灰質砂岩・シルト岩はベントン層の上部を構成し、調査地域北西部に分布する。ジャンバン層のグリーンタフは、しばしばベントン層の石灰質砂岩に直接覆われている。

1-3-3 貫入岩

石英斑岩

本地域の中央部から西部にかけて、石英斑岩の小規模岩株が産出する。それらは主としてジャンバン層中に貫入している。本岩は、酸性組成の斑状岩であり、鏡下で、斜長石、石英、角閃石が認められる。石英斑岩の一部は無斑晶質の石英安山岩の岩相を有する。

安山岩

安山岩の岩脈は本地域全般にわたって分布する。それらの岩脈は主としてジャンバン層上部層中に貫入している。本岩は、灰色ないし黒色の塊状岩であり、鏡下で、斜長石、輝石、角閃石が認められる。

1-3-4 地質構造

褶曲構造

本地域の地質構造は、緩い複背斜構造が特徴的である。調査地域の東部においては、ジャンバン層の一般傾斜が緩い西傾斜を示す。一方西部においては、地層は概ね東傾斜になる。その軸方向はN-S～NE-SWである。

ベースン構造

チササ・チダダップ・チブニアシ地域の中央南部において、ジャンバン層上部層の堆積物にベースン構造が認められ、チカロンベースンと名付けられた。その大きさは、直径約10kmと推定される。ベースン中央部におけるグリーンタフの層厚は300m以上と推定される。ベースン端部におけるグリーンタフの層厚は100m以下である。このベースン構造の存在は本年度の重力探査のブーゲー異常の解析結果によって確かめられた。

断層

調査地域において、ジャンバン層上部層中にN-S系の断層が認められた。バシルギントウンでは、ジャンバン層下部層の安山岩溶岩・火山角礫岩がN-S系の断層によってグリーンタフと接している。調査地域中央部のチトエ川上流域では、ジャンバン層下部層の安山岩溶岩・火山角礫岩がカリブチャン層の石灰岩とN-S系の断層によって境され、沢筋に露出している。地域の中央南部においては、グリーンタフの厚い堆積によるベースンの東西端部が、N-S系の正断層によって区切られていると推定される。

NE系の断層は衛星画像の解析によって判別されたものであるが、現地調査では認められなかった。この種の構造は恐らく、位相差の少ない火成岩の節理や小規模断層などであろうと考えられる。

1-4 鉱化・変質作用

1-4-1 広域変質作用

変質試料をX線解析した結果、本地域に広域的に6種類の変質帯が認められた。それは、(a) 珪化帯、(b) 絹雲母・緑泥石・混合層鉱物（緑泥石-モンモリロン石混合層鉱物）帯、(c) モンモリロン石・カオリン帯、(d) 沸石帯（モルデン沸石、斜プチロル沸石、輝沸石等からなる）、(e) 葉蠟石・カオリン帯、及び(f) 炭酸塩鉱物帯の6帯である。これらの

変質鉱物組合わせを、変質の強さで強 (S) , 中 (M) , 弱 (W) の3段階に区分した。なお珪化作用に関しては、X線回折の結果が珪化変質の強度に直接結びつかないため、現地での地質・鉱物学的観察結果を加味して強度の判定を行った。このようにして区分した変質帯は、地質精査の変質強度観察によく一致する結果となった。なお後述するように、これらの結果は岩石地化学試料の分析値を用いて計算された、変質指数(A.I.)の異常帯の分布とも合わせて解析・検討された。

6種類の変質帯の内、塊状硫化物鉱床の鉱化変質作用に関連して、(1) 中心部の絹雲母・緑泥石(混合層鉱物)帯、(2) 中間部のモンモリロン石・カオリン帯、(3) 周辺部の沸石帯の3帯が帯状分布している状況が明らかになった。絹雲母・緑泥石帯は鉱化変質の最も強い地区に密に分布し、その幅は2~3km程度である。絹雲母・緑泥石帯の周りは、モンモリロン石・カオリン帯によって囲まれている。変質帯ハローの最外郭部には沸石帯が分布する。地質調査・地化学探査により、調査地域内にチササ、チダダップ、チゴロンゴン、チコブロック、チブニアシ等数ヶ所の比較的強い絹雲母・緑泥石変質帯の分布を把握した。

モンモリロン石・カオリン変質については、2つの地質学的意味がある。広域変質としては、モンモリロン石・カオリン帯は、絹雲母・緑泥石帯と沸石帯の中間部に位置する変質帯である。ところが、塊状硫化物鉱床近傍においては、強度のモンモリロン石化作用がマンガンの鉱化作用に伴ってくる。後者の例は、バシールギントウン、チモモン、チソドン、チササ等のマンガン鉱床の付近に認められる。

珪化帯に関しては2種類の産出状況が認められている。第1に、ジャンバン層下部層に属する地層中に珪化帯ないし石英脈として産出する。チグランテン川流域のものがその代表例である。この場合に、珪化作用と塊状硫化物鉱化作用との関係は明瞭ではない。第2に、塊状硫化物鉱床の下盤に分布する珪化帯がある。この例としては、バシールギントウン、バレカンバン、チダダップ、バニャイラン等多数例が認められる。その他、塊状硫化物鉱床の上盤に分布するものも少数例ある。

以上のように同定された主な変質帯の詳細については、次の鉱化作用の項で記述する。

1-4-2 鉱化作用

チササ・チダダップ・チブニアシ地域では、本年度の地質調査によって数ヶ所において塊状硫化物鉱床の示徴と変質帯が発見された。地域の西部では、チササ、チダダップにおいて石膏とマンガン鉱床が稼行されている。地域東部では、チブニアシ、バシールギントウンにおいて、重晶石層とマンガン鉱床が見ついている。珪化及び粘土化変質に伴う硫化物鉱物の鉱染作用が地域内の数地区で認められている。硫化物鉱物が鉱染する珪化帯は、チブニアシ近くのバレカンバンに顕著に見られる。これらの塊状硫化物鉱化作用の示徴の大部分は、ジャンバン層上部層の地層中に胚胎する。しかし、その一部の珪化帯、石英脈等

はジャンバン層下部層中に分布する。

塊状硫化物鉱床の層準は、上・下盤も含めて上位から下位に向けて次の6帯に分類される：(a) 上盤グリーンタフ、(b) マンガン帯、(c) グリーンタフ（中盤）、(d) 重晶石・方鉛鉱層、(e) 硬石膏・石膏帯、(f) 下盤珪化帯。

重晶石・方鉛鉱層は、重晶石と石英中に方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱、銅藍等の硫化鉱物を含有する。チブニアシの重晶石層試料からは、金・銀に関して高品位の分析結果が得られている。石膏帯は、塊状の硬石膏、石膏と絹雲母質の粘土からなり、黄鉄鉱が強く鉱染している。本石膏帯中には、少量の黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱等が散点状に含まれる。本帯の黄鉄鉱はコロフォーム構造を示す。マンガン帯は菱マンガン鉱と酸化マンガン鉱物（軟マンガン鉱、硬マンガン鉱等）及び黄鉄鉱からなる。本マンガン帯中に赤鉄鉱を含むパッチ状鉄石英がしばしば認められる。

上記6帯の変質鉱物の組合わせは次の通りである：(a) モンモリロン石、(b) モンモリロン石・絹雲母、(c) モンモリロン石・緑泥石・絹雲母・カオリン・混合層鉱物（緑泥石・モンモリロン石混合層）、(d) 石英・絹雲母・緑泥石、(e) 石英・絹雲母、(f) 石英・絹雲母・緑泥石。これらの変質鉱物の組合わせは、塊状硫化物鉱床の近傍においてのみ認められるものである。

以下に、主要な鉱徴地の鉱化作用・変質帯の産状を記述する。

チササ

チササ石膏鉱山では、層準規制型石膏鉱床がグリーンタフ中に産出する。この地区におけるグリーンタフは、ジャンバン層上部層に属する石英安山岩溶岩、凝灰角礫岩、軽石凝灰岩、火山礫凝灰岩及び細粒凝灰岩より構成される。これらの火山岩・火山砕屑岩類はモンモリロン石化、緑泥石化、絹雲母化等の変質を被り、緑色を呈する。チササ鉱床では次の4層準のゾーンが認められた：(a) グリーンタフ（下盤）、(b) 灰色塊状硬石膏-石膏帯（石膏脈を含む帯赤色粘土化凝灰岩を伴う）、(c) 珪化凝灰角礫岩、(d) 緑色軽石凝灰岩（上盤）。(b)帯中には黄鉄鉱が強く鉱染している。少量の閃亜鉛鉱、方鉛鉱が(b)、(c)帯中に認められる。チササの石膏鉱石からは、金・銀が検出されている。塊状硫化物鉱床の層準は、(b)と(c)の中間部にすることが期待される。X線解析で上述の各層準に認められた変質鉱物は：(a) 石英・絹雲母・緑泥石、(b) モンモリロン石・絹雲母・緑泥石・カオリン・混合層鉱物、(c) 石英・絹雲母・緑泥石、(d) モンモリロン石・絹雲母である。

マンガン鉱は、グリーンタフ中の石膏帯より上位にくる。チササの石膏採掘ピットとマンガン採掘跡において、次の4帯の層準が観察された：(e) 緑色軽石凝灰岩、(f) 菱マンガン鉱・酸化マンガン鉱（軟マンガン鉱、硬マンガン鉱等）帯、(g) 菱マンガン鉱パッチを含むモンモリロン石化軽石凝灰岩、(h) グリーンタフ（上盤）。マンガン鉱床はチササ地区の各所から産出する。昨年採掘を終了したチササのマンガン採掘跡は、チササの石膏

探掘ピットの西南西約400m地点にある。そのさらに西南西250mの所には、バックホーで探掘したマンガン探掘跡が残っている。また、チウラン川上流（ゲバン、チブルット等）にもマンガン探掘跡が認められる。

本地区においては、マンガン鉱に伴って鉄石英が産出する。それらは(b)から(h)層準の間に胚胎する。以上の鉱床・変質帯の分布については、第1年度報告書に載せた。第2-2図には、本地区における各鉱化帯の模式層序図を掲げる。

チササ石膏鉱山においては、日産数トンの石膏を採掘している。マンガン鉱を対象とした探掘鉱区（KP912、面積90ha）1つ、及び石膏を対象とした地方政府の鉱区（SIPD）1つが本地区に掛かっている。

チダダツ

チダダツ鉱山では、層準規制型石膏鉱床がペクタン層の石灰質砂岩直下のグリーンタフ中に産出する。チダダツ鉱床では下盤のグリーンタフの上に、下から上に次の3層準のゾーンが認められた：(a) 灰色塊状硬石膏-石膏帯（石膏脈を含む粘土化凝灰岩を伴う）、(b) 淡灰色粘土化細粒凝灰岩、(d) 白色珪化凝灰角礫岩（薄層）。硬石膏・石膏鉱石は灰色粘土帯中に塊状に含まれ、厚さ最大10mに達する。灰色粘土は主として絹雲母と石英からなり、黄鉄鉱を鉱染状に含有する。探掘ピットの北西壁の凝灰角礫岩は珪化と赤鉄鉱の鉱染を受けて赤色を呈する。硫化鉱物は、(a)、(b)、(c)帯に含まれる。黄鉄鉱と閃亜鉛鉱（鉄閃亜鉛鉱）が(a)、(b)帯中に鉱染状に認められる。また、(c)帯には黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱が鉱染する。しかしいずれの場合も、硫化鉱物の含有は少量である。

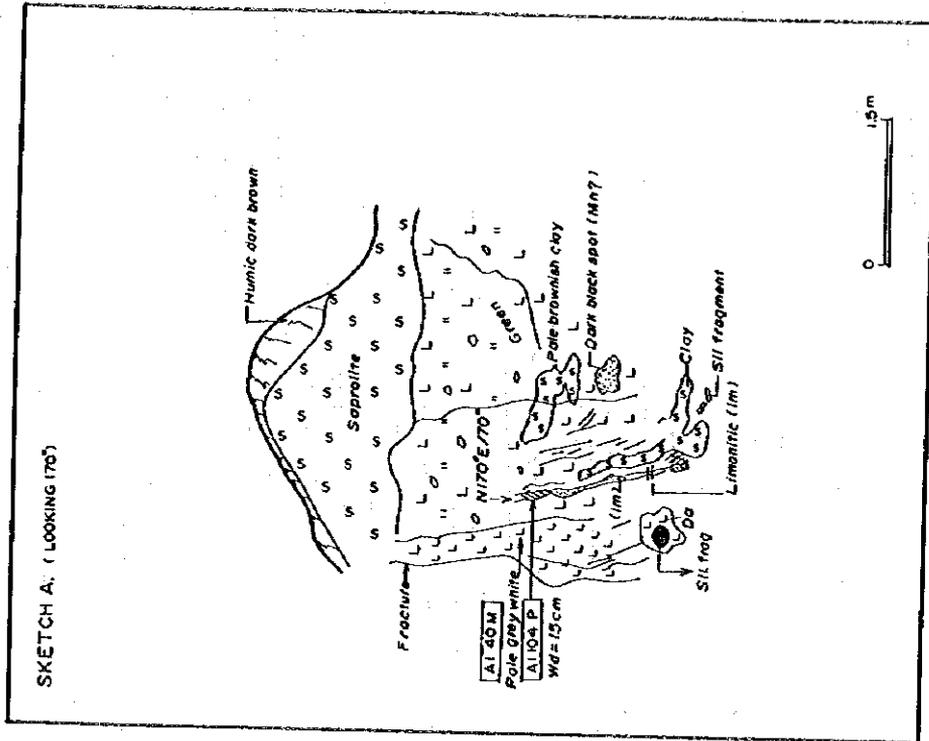
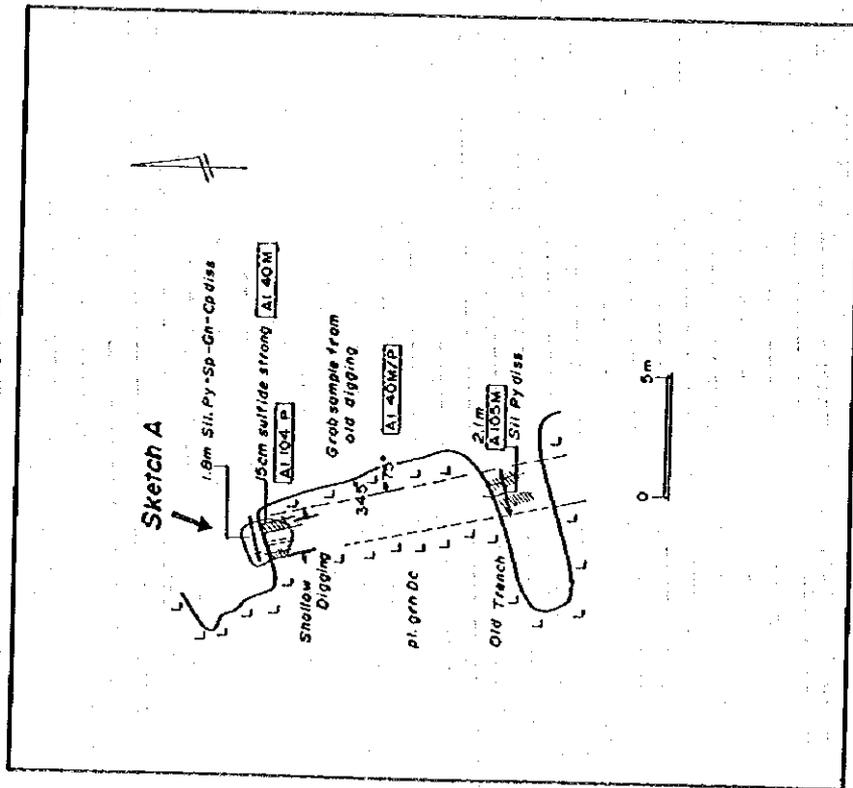
本地区では、石膏の採掘が十年間にわたって、断続的に続けられている。採掘は今までに4ヶ所の小ピット（直径約50m）によってなされた。これらのピットはNNE-SSW方向に600mにわたって配列している。これらの石膏鉱床の間には珪化したタフ（凝灰岩、凝灰角礫岩）が分布する。この珪化帯中には黄鉄鉱の鉱染が認められ、塊状硫化物鉱床の下盤珪化帯に良く似た産状を示す。

チダダツ石膏鉱山においては、地方政府所有の会社が日産10トンの石膏を採掘している。石膏を対象とした探掘鉱区（KP471、面積120ha）1つが設定されている。

チダダツ石膏鉱床の周辺では、幾つかの鉱微地・変質帯が大略N-S方向に並んで分布している。チダダツ川の上流域には、グリーンタフ中に鉄石英帯が見つかっている。チダダツの北北東2kmのチカロン川流域のグリーンタフ地域には、やはり鉄石英帯が認められる。チカロンの南のチソドン川中流～下流部では、グリーンタフと安山岩溶岩（ジャンバン層下部層）中に珪化帯が数ヶ所分布する。

チコブロック・チバリ

調査地域西部のチコブロック川上流にあるパニャイランでは、塊状、一部角礫化した石



第 2-3 図 パニャイラン地区硫化鉱物鉱化作用の産状スケッチ

英安山岩溶岩が珪化し、硫化鉱物が強く鉱染している。硫化鉱物の濃集するところには、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄銅鉱等の含有が認められる。そこでは、珪化作用の他に、緑泥石化、絹雲母化及びモンモリロン石化作用が認められる。この珪化帯は幅約2mのもので、N-S～NNE走向、E急傾斜を示す。この珪化帯から採取した試料の中から、次の品位の分析値が得られている：Au <0.03g/t, Ag 17g/t, Cu 0.64%, Pb 0.06%, Zn >10.00%, Fe 11.50% (Al40M)。本珪化帯は、塊状硫化物鉱床の下盤珪化帯に相当するものではないかと解釈される。この付近には金探査のための旧坑が2、3カ所分布する。第2-3図に本地区の珪化帯の産状スケッチを示す。

チコブロック川の下流には、パニャイランと同様の珪化帯が数ヶ所分布している。それらの胚胎母岩は、ジャンバン層上部層に属する淡緑色の凝灰岩、凝灰角礫岩である。そこでは黄鉄鉱の鉱染が頻りに認められる。チバリでは淡緑色～緑色の火山礫凝灰岩（ジャンバン層上部層）と安山岩溶岩（同下部層）中に珪化帯が認められる。チバリの珪化帯は、上述のチソドン珪化帯の北方延長部に当たる。

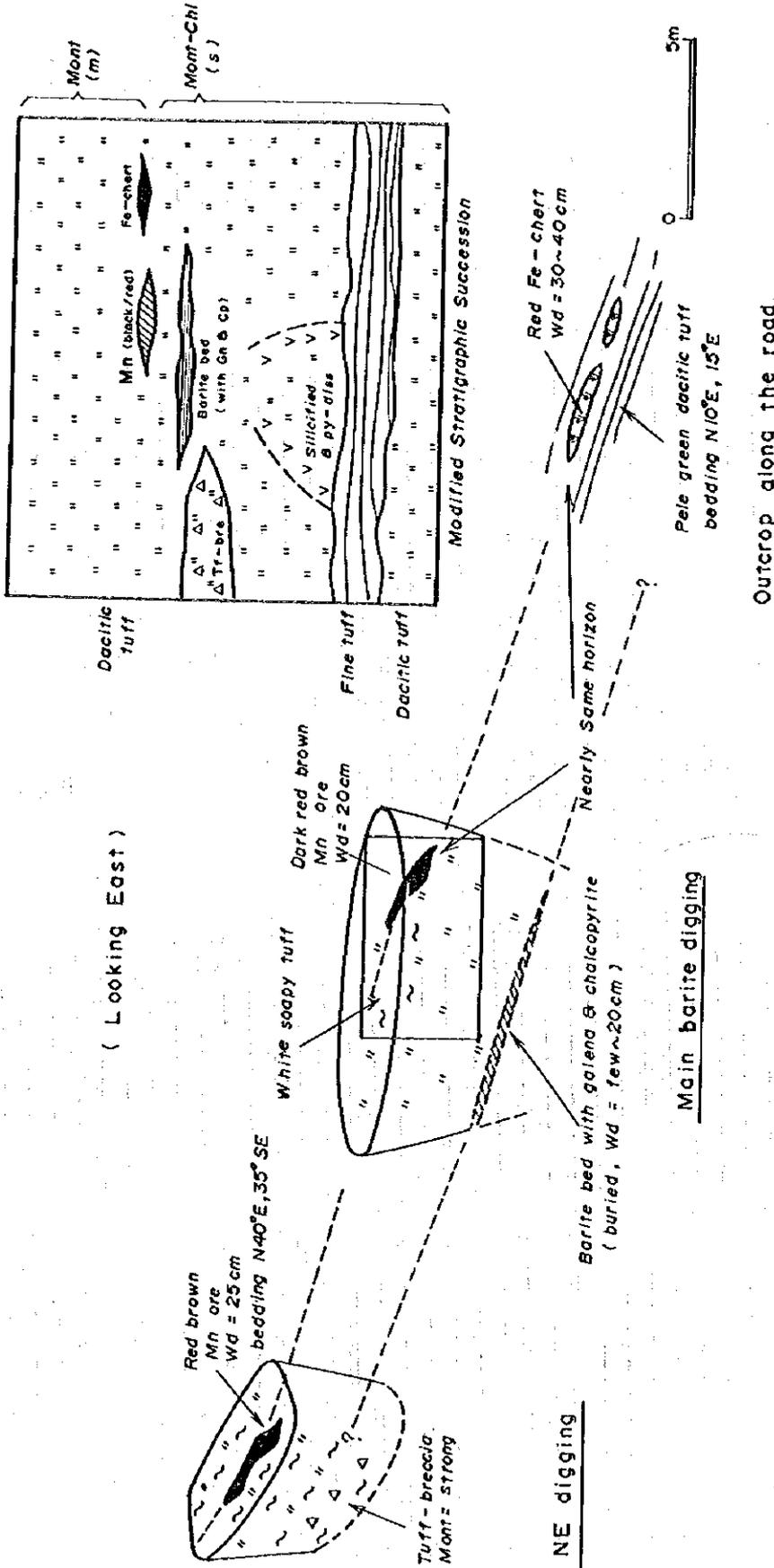
チゴロンゴン上流

チゴロンゴン川上流域（チビトゥン）には、数ヶ所に珪化ないし粘土化変質帯が分布する。粘土化変質としては、モンモリロン石化作用を主として、その他に、絹雲母化作用と緑泥石化作用の影響が認められる。

チブニアシ

本地域の東部チメダン川の支流チハセウム川上流で重晶石層が発見された。重晶石層はジャンバン層上部層のグリーントフメンバー（上盤側に石英安山岩質凝灰岩、下盤側に石英安山岩質凝灰岩、細粒凝灰岩、凝灰角礫岩がある）中に石英、方鉛鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱等と共に産出する。重晶石層の中には金・銀に富む部分がある（第1年度報告書参照）。上盤の石英安山岩質凝灰岩は、モンモリロン石化・緑泥石化作用を受けている。一方下盤側には、モンモリロン石化・緑泥石化作用とともに珪化・絹雲母化作用が認められる。重晶石層の下盤側には、黄鉄鉱後の褐鉄鉱が鉱染する。重晶石層の上盤にはパッチ状マンガン鉱（小さい赤・黒の縞状鉱）が含まれる。また上盤の石英安山岩質凝灰岩中には鉄石英帯が認められる。第2-4図にこの重晶石の産状を示す。

この重晶石層の約700m南東には、ジャンバン層上部層のグリーントフ中にマンガン鉱が認められる。そこには2、3の旧坑が掘られている。マンガン鉱は、菱マンガン鉱、酸化マンガン鉱からなる。赤・黒の縞状構造（堆積時の構造）が鉱石中にはっきり認められる。母岩のグリーントフは強度に脱色変質し、珪化、モンモリロン石化及び緑泥石化している。マンガン鉱石には、鏡下で酸化マンガン鉱と褐鉄鉱からなるマンガンのコロフォーム組織が観察される。チブニアシの重晶石層の西約2.5kmのパシールギントゥンのグリーントフ



第 2-4 図 チブニアシ地区重晶石層産状模式図

中には同様の組織を有するマンガン鉱石がある。このマンガン鉱は、数年前地方の会社によって小規模に採掘された。

チブニアシ重晶石層の北方約 5kmに位置するチメダン川支流のチグランテン川上流では、石英脈と珪化帯が胚胎する。この鉱化帯は、塊状硫化物鉱床下盤の珪化帯に相当すると考えられる。

バレカンバン

チブニアシ重晶石層の南東約 3kmのバレカンバンには、顕著な珪化帯が地表に露出している。珪化帯の幅は 2~4m, N~NNE 走向で, W急傾斜のものである。露頭は走向延長 30m以上あり, 灰色の塊状, 一部角礫状の安山岩中に胚胎する。本珪化帯は硫化鉱物に富み, Au 0.06g/t, Ag 34g/t, Cu 3.46%, Pb 0.12%, Zn>10.00%, Fe 7.90% (幅25cm, AH56H) 等の分析品位が得られている。石英脈の側壁の母岩は珪化し, 褐鉄鉱が鉱染している。

本珪化帯の周辺ではこの他にも珪化帯, 粘土帯が見ついている。これらの変質帯は, チメダン川に沿って南北方向に分布している。これらの鉱化帯は, 塊状硫化物鉱床下盤の珪化帯と考えられる。第 2-5図にバレカンバンの珪化帯の産状スケッチを掲げる。

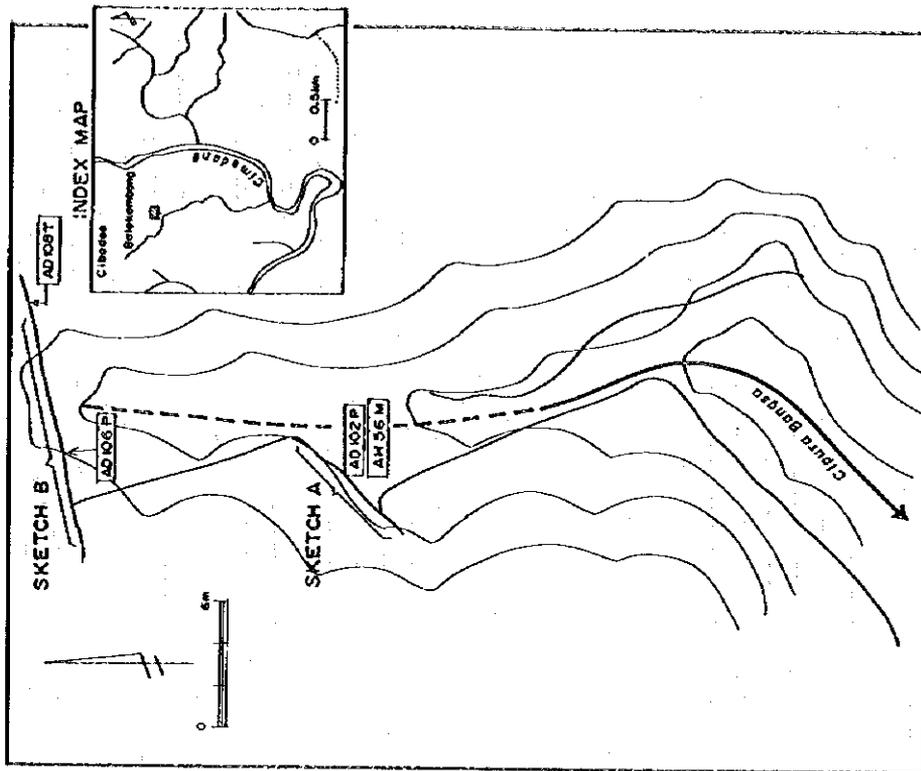
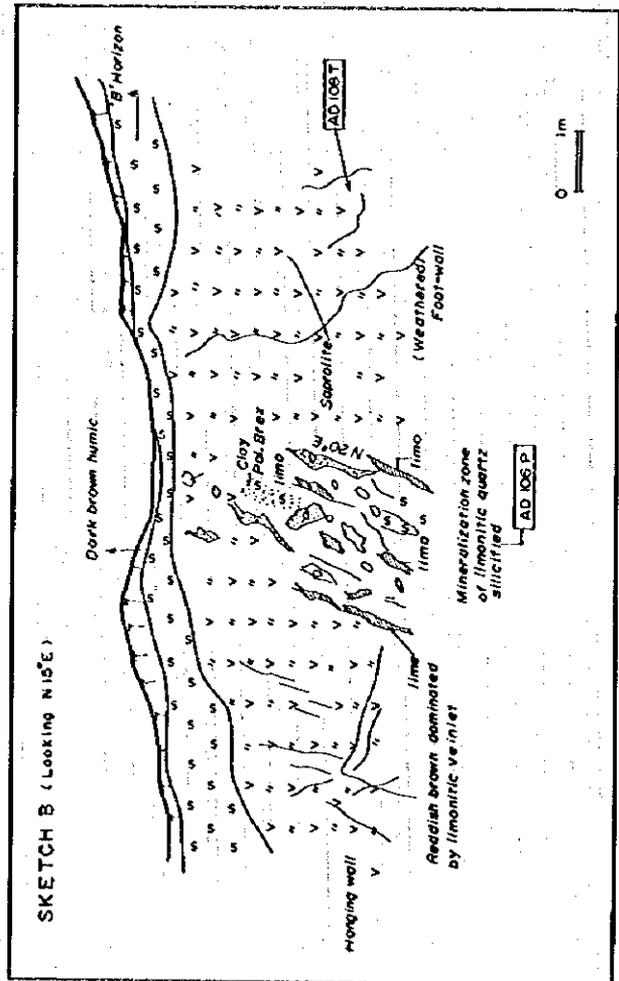
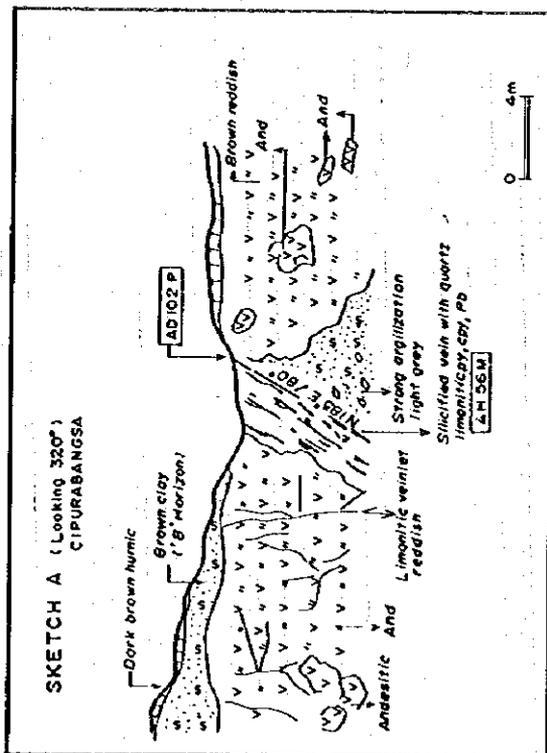
チトエ上流

調査地域中央部にあるチトエ川上流域の支流では, 岩石地化学探査の途中でカリブチャン層石灰岩中に露出するジャンバン層下部層の火山角礫岩中に金の示徴が見つかった。この示徴は, 前年度のシダムリ地域のもと同様に, ジャンバン層下部層の火山角礫岩の礫として含有される含金角礫に由来するものと考えられる(第1年度報告書参照)。

1-5 考察

本年度の調査で, 本地域にジャンバン層上部層に属する石英安山岩質火山岩・火山砕屑岩類, いわゆるグリーントフが広範に分布することが確かめられた。グリーントフは軽石凝灰岩, 火山礫凝灰岩, 凝灰角礫岩, 細粒凝灰岩等から構成され, これらの砕屑岩類中に石英安山岩, いわゆるモヤモヤタフを含む。本年度の調査結果では, これらの凝灰岩類の構造は極めて単調である。その厚さはチササ石膏鉱山の付近で約200mであるが, チカロンベースンの中央では300mを超すと考えられる。グリーントフは, カリブチャン層の石灰岩やベントラン層の石灰質砂岩に覆われる。グリーントフは, 地域中央部では沢沿いの一部に露出するだけである。

チササ・チダグップの石膏鉱山やチブニアシ地区の現地調査によると, 本地域の石英安山岩質海底火山活動は, 日本の北鹿地域のものに比べて規模と強度が小さいものであることが判った。グリーントフのメンバーの内, 溶岩相や粗粒の火砕岩の占める割合は小さい。



第 2-5 図 バレカンバン地区硫化鉄物鉱化作用の産状スケッチ

また、グリーンタフ中に北鹿のM2泥岩のような泥岩相が認められない。もちろん火砕岩中に泥岩薄層の挟みはある。これらの産状と共に、塊状硫化物鉱床の層準近くに礫性石灰岩が産出することを考え合わせると、本地域のグリーンタフの火山活動は浅海において行われたものと推定される。それと共に、塊状硫化物鉱床の層準の上盤にマンガン鉱床や鉄石英帯が産出することから、塊状硫化物鉱化作用の末期においては、海底で酸化環境になってきたことがうかがえる。塊状硫化物の大規模な鉱床は、深海底の還元環境下で硫化物が厚く堆積することによって生成するものと考えられる。その際、沈積した硫化物が維持保存されるためには、厚い砕屑物や玄武岩溶岩等に覆われるという条件も必要だったと想像される。

本地域の塊状硫化物鉱床に伴う変質帯の特徴が、室内試験の結果によって明らかになってきた。チササやチグダップの石膏鉱床に伴って、鉱床下盤の石膏帯を含む側には、石英・絹雲母帯が産出する。塊状硫化物の層準は、石英・絹雲母・緑泥石帯が特徴的である。またこの層準にはモンモリロン石、カオリン、混合層鉱物（緑泥石-モンモリロン石混合層鉱物）等も産出する。鉱床上盤には、一般的にモンモリロン石が変質鉱物として分布する。これらの変質帯の水平的分布についても調査されたが、北鹿地域と比べてその広がりはそのほど大きくないようであった。

第2章 岩石地化学探査

2-1 試料及び分析方法

チササ・チダダップ・チブニアシ地域において本年度、岩石試料による地化学探査が行われた。本調査の目的は、地質調査では把握できない隠れた鉱化帯の発見と、地質調査でつかんだ鉱化変質帯の広がりの解明にあった。

最初に日本の北鹿地域の黒鉱鉱床の研究結果から、塊状硫化物鉱化作用に伴う熱水変質作用が、広域的に次の2帯から構成されると仮定して調査方法が検討された。即ち、中央部の絹雲母・緑泥石帯と周辺部のモンモリロン石・沸石帯の帯状分布（分布範囲数キロメートル）である。また、グリーンタフの変質は地化学的に次のような特徴を有すると仮定された。

- (1) 鉱化中心から周辺に向かって、NaとCaの含有量は増加する。
- (2) これに対して、KとMgの含有量は減少する。

北鹿地域では、黒鉱探査の経験に基づいて、鉱化変質強度を測る指標として変質指数(A.I.)が提唱されている(石川・ほか, 1976)。

$$A.I. = 100 \times (MgO + K_2O) / (Na_2O + K_2O + CaO + MgO)$$

本年度の岩石地化学探査に際しては、通常の指示元素であるAu, Ag, Cu等の金属元素だけでなく、Na₂O, K₂O, CaO, MgO等のアルカリ成分についても分析がなされた。そして、これらのアルカリ成分の分布についての調査検討がなされた。

調査対象地域内の河川の本流・支流の岩石露頭から、変質岩と粘土化した試料を採取した。採取した試料数は319試料で、採取密度としては大略1 km²に1試料の割合になった。試料は、現地で天日乾燥後 -80メッシュに粉碎され、カナダのケメックス社に送られた。分析成分は次の14成分である：Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Fe, Mn, Ba, Na₂O, K₂O, CaO, MgO。分析方法及び検出限界を第2-5表に示す。

2-2 データの統計解析

化学分析値の統計的解析処理に当たっては、多くの地化学的データが対数正規分布をなすとの仮定に基づいて、データの分布特性をチェックした後、変換が必要な成分に関しては、個々の分析値を対数変換して計算を行った。検出限界未満の分析値に関しては、検出限界値の半分を代入する方法をとった。

統計解析のまず最初に、その地化学的データの統計的特性の検討を行った。基本統計量の計算、各元素の産出頻度分布の図化、14成分相互間の相関係数の検討などを行った。

次に、異常値を識別するしきい値の計算を行った。コンピューターを用いて各成分の累積対数正規確率分布図を描き、その上に変曲点が認められれば、それに対応する値をもってその成分の異常値のしきい値とした。特記すべき変曲点が正規確率分布に存在しない成分の場合は、平均値+標準偏差の2倍（一部の成分は1倍）の値をもって機械的にしきい

第 2-5表 岩石地化学試料の分析方法

Element	Method of Analysis	Detection Limit	Upper Limit
Au	Fire assay with Ext-AA finish	1 ppb	10 ppm
Ag	ICP-AES organic extraction	0.05 ppm	200 ppm
Cu	ditto	0.5 ppm	5,000 ppm
Pb	ditto	0.5 ppm	5,000 ppm
Zn	ditto	1 ppm	5,000 ppm
As	ditto	0.2 ppm	5,000 ppm
Sb	ditto	0.2 ppm	1,000 ppm
Fe	Aqua regia digestion with AA finish	0.05 %	20 %
Mn	ditto	5 ppm	10,000 ppm
Ba	TOT digeston with AA finish	10 ppm	10,000 ppm
CaO	XRF whole rock analysis	0.01 %	100 %
MgO	ditto	0.01 %	100 %
K ₂ O	ditto	0.01 %	100 %
Na ₂ O	ditto	0.01 %	100 %

* AA means Atomic Absorption method

第 2-6表 岩石地化学試料の主要分析結果表 (1)

Sample No.	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	As ppm	Sb ppm	Fe %	Mn ppm	Ba ppm	CaO %	K ₂ O %	MgO %	Na ₂ O %	Al %
AJ001	20	1.20	13	51.0	20	150.0	9.0	3.8	80	440	0.45	6.33	2.77	0.11	64.20
AJ004	32	0.42	209	807.0	1,910	100.0	<0.2	2.1	800	1,720	3.77	4.30	4.04	0.18	67.86
AJ006	1	0.02	128	5.5	37	595.0	7.6	2.4	190	80	0.06	0.14	0.23	<0.01	60.61
AJ007	<1	<1.00	4,530	20.0	1,800	-	-	4.4	2,000	140	0.06	2.80	0.63	0.03	59.23
AJ008	15	1.82	813	25.5	325	99.8	<0.2	2.1	60	1,660	3.98	4.39	1.21	0.21	57.20
AJ009	7	0.02	333	17.5	68	334.0	7.2	3.8	780	280	0.44	1.95	0.45	<0.01	64.24
AJ018	<1	<0.02	51	<0.5	69	0.2	<0.2	5.7	660	40	3.36	0.28	0.56	1.96	62.48
AJ024	1	<0.02	7	19.0	63	2.6	<0.2	8.9	6,400	220	95.20	0.21	1.72	0.01	5.20
AJ028	<1	<0.02	16	4.5	69	238.0	2.4	4.7	>10,000	1,190	0.29	0.58	0.40	0.19	65.23
AJ031	1	0.06	31	3.0	50	2.8	<0.2	5.0	1,800	220	4.99	1.22	2.27	3.10	30.14
AJ033	<1	0.90	2	3.0	162	4.8	<0.2	2.9	1,600	360	1.75	2.48	2.48	3.51	48.43
AJ034	<1	0.90	5	1.0	100	1.0	<0.2	2.6	1,700	460	1.47	3.94	2.93	3.42	58.42
AJ035	<1	0.02	22	4.5	1,256	1.8	<0.2	2.7	1,600	160	2.90	1.67	2.40	3.42	36.17
AJ042	<1	<0.02	5	17.5	98	0.6	<0.2	2.6	230	150	0.13	0.08	0.40	0.13	97.03
AJ043	<1	0.10	13	12.0	27	4.8	<0.2	6.0	55	10	0.08	0.17	0.13	<0.01	77.12
AJ044	<1	<0.02	16	14.5	165	7.4	<0.2	4.0	180	120	0.06	3.53	1.02	<0.01	36.51
AJ045	<1	<0.02	10	15.5	43	16.0	<0.2	2.5	1,500	100	0.06	0.11	0.12	<0.01	79.58
AJ048	<1	<0.02	61	3.5	114	7.0	<0.2	6.0	780	80	1.47	0.51	3.70	0.71	65.88
AJ047	<1	<0.02	8	4.0	91	0.4	<0.2	2.2	270	40	0.07	0.55	1.14	0.06	91.85
AJ048	<1	<0.02	26	4.5	123	0.2	<0.2	8.4	1,100	130	4.51	1.44	4.51	2.73	45.11
AJ051	<1	<0.02	5	9.0	37	0.4	<0.2	0.8	480	140	0.36	4.42	1.39	0.28	89.90
AJ052	<1	<0.02	8	9.5	44	8.8	<0.2	5.8	140	10	0.45	0.37	0.71	<0.01	68.83
AJ053	<1	<0.02	2	1.5	164	1.2	<0.2	1.6	330	360	0.11	6.59	1.10	0.74	90.05
AJ054	<1	<0.02	15	1.0	134	2.6	<0.2	8.3	1,700	70	1.95	2.41	5.20	3.01	60.54
AJ056	<1	<0.02	1	<0.5	13	0.2	<0.2	0.9	40	150	0.09	4.18	0.63	0.01	97.95
AJ058	<1	<0.02	4	4.5	85	2.2	<0.2	1.7	280	140	0.69	3.16	1.96	0.36	82.98
AJ058	<1	0.10	16	12.0	11	47.4	30.8	9.4	170	20	0.09	0.09	0.04	<0.01	56.77
AJ060	<1	<0.02	2	3.5	4	0.4	<0.2	0.4	65	360	0.66	4.83	0.43	0.41	82.82
AJ061	<1	<0.02	10	3.0	44	128.0	11.4	0.7	>10,000	2,000	1.82	0.95	2.01	0.79	53.14
AJ063	<1	<0.02	2	13.0	28	0.2	<0.2	0.9	120	50	0.22	1.56	2.11	<0.01	94.13
AJ064	<1	<0.02	0	6.0	19	0.8	0.6	4.5	110	60	0.18	1.45	1.99	0.30	67.75
AJ065	<1	0.40	5	548.0	10	217.0	959.0	20.0	1,700	120	0.11	0.18	0.19	0.01	75.51
AJ066	<1	0.06	11	10.0	4	25.4	6.2	1.2	70	80	0.09	7.87	0.21	0.06	96.54
AJ067	1	2.10	20	24.5	7	68.2	9.0	8.2	190	120	0.23	0.32	0.15	<0.01	66.29
AJ069	240	6.30	22	194.0	277	36.0	6.6	0.9	240	80	1.70	0.12	2.70	0.39	57.43
AH007	130	64.80	31	522.0	155	39.2	30.0	0.5	150	>10,000	0.29	0.56	0.98	0.20	73.74
AH016	<1	<0.02	12	3.5	134	<0.2	<0.2	5.7	700	120	0.16	1.01	2.95	0.23	90.00
AH017	9	0.50	153	39.5	43	39.2	0.2	6.6	80	110	0.06	1.64	0.50	<0.01	97.50
AH018	<1	0.04	7	5.0	196	4.0	0.4	3.9	3,800	200	1.05	0.28	3.15	3.77	41.58
AH019	<1	0.10	19	8.5	106	0.8	<0.2	6.4	1,500	300	2.22	1.69	5.29	2.06	61.96
AH028	2	1.32	8	53.0	46	1.6	0.4	1.0	160	2,200	3.09	2.02	1.55	1.70	42.70
AH032	<1	0.02	1	3.5	13	4.4	<0.2	1.2	65	300	0.33	0.10	2.06	<0.01	86.43
AH033	<1	0.02	3	5.0	36	<0.2	<0.2	1.4	85	180	0.40	0.16	1.74	<0.01	82.44
AH048	10	1.24	4	56.5	42	2.6	<0.2	0.8	130	2,200	2.56	0.83	1.09	0.52	38.40
AH047	77	3.14	7	181.0	26	469.0	5.6	1.5	100	1,200	0.92	9.93	0.72	0.71	86.73
AH049	<1	0.02	6	7.5	131	4.8	<0.2	1.1	390	1,860	2.27	2.39	0.96	0.92	51.37
AH052	<1	<0.02	10	4.5	1,225	<0.2	<0.2	5.4	830	320	0.36	2.14	3.22	0.70	83.60
AH056	<1	<0.02	6	5.5	219	0.6	<0.2	5.3	1,300	100	0.23	0.66	1.66	1.83	51.79
AH061	<1	<0.02	3	1.5	434	0.2	<0.2	5.7	9,000	170	0.53	0.31	3.24	4.71	40.38
AH062	<1	0.40	100	9.0	176	0.4	0.4	6.5	730	80	5.83	0.31	4.43	2.59	36.06
AH068	<1	<0.02	5	3.5	14	<0.2	<0.2	0.5	100	40	0.13	0.85	0.87	<0.01	93.06
AH067	<1	<0.02	8	5.5	85	88.8	0.4	2.5	>10,000	920	0.33	1.45	2.24	0.28	85.61
AH071	<1	<0.02	9	1.5	100	3.4	<0.2	3.4	1,800	140	2.19	2.09	1.96	2.18	48.10
AH072	14	<0.02	4	5.0	75	0.2	<0.2	2.0	580	840	2.76	1.63	1.09	1.44	41.56
AH074	<1	<0.02	3	4.0	210	<0.2	<0.2	2.4	170	60	0.26	0.61	1.51	<0.01	86.74
AH075	<1	0.04	8	4.5	173	9.4	<0.2	3.7	1,900	160	1.16	0.90	4.30	3.26	54.34
AH077	<1	0.18	2	1.0	74	1.8	<0.2	3.3	210	120	0.15	2.64	5.25	0.65	88.75
AH083	<1	0.02	10	30.5	342	1.4	<0.2	4.4	3,900	100	0.94	0.16	5.75	3.86	55.18
AH085	<1	0.12	34	145.0	257	10.8	<0.2	3.9	3,200	1,060	0.11	5.20	0.40	0.07	96.86
AH090	<1	0.02	3	1.5	14	0.8	<0.2	0.3	45	360	0.07	3.84	1.45	0.15	96.01
AH091	<1	0.50	2	6.5	19	0.2	<0.2	2.5	3,100	200	0.10	2.24	1.93	0.04	96.23
AH092	<1	0.02	13	8.5	29	75.0	5.2	2.4	5,700	190	0.16	0.51	1.74	0.01	82.86
AH094	<1	<1.00	10,780	280.0	7,220	-	-	8.6	3,500	120	0.20	0.70	5.43	0.96	78.22
AH098	33	4.00	60	7.0	17	68.6	0.2	8.2	80	40	0.08	1.42	0.24	0.04	93.26
AH098	<1	0.16	30	3.5	86	3.2	<0.2	5.3	1,200	150	2.66	0.45	4.78	3.07	47.72
AH101	<1	0.02	36	3.5	257	1.4	<0.2	6.2	2,500	2,500	0.09	6.07	1.28	0.07	97.87
AH103	<1	<0.02	49	1.5	61	15.2	1.6	3.8	5,500	640	3.95	0.36	1.16	1.06	23.17
AH104	<1	<0.02	30	3.5	686	1.6	<0.2	4.4	1,100	100	0.30	1.27	3.64	0.81	81.56

第 2-6表 岩石地化学試料の主要分析結果表 (2)

Sample No.	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	As ppm	Sb ppm	Fe %	Mn ppm	Ba ppm	CaO %	K ₂ O %	MgO %	Na ₂ O %	Al ₂ O ₃ %
AH105	<1	<0.02	18	9.0	174	7.2	<0.2	5.7	970	80	0.52	0.23	1.91	1.80	50.23
AH108	500	0.12	14	61.0	21	8.2	<0.2	2.3	550	80	0.11	0.15	0.09	<0.01	66.85
AH111	5	1.04	15	93.0	84	1.6	0.4	1.9	550	3,400	1.82	2.23	1.79	1.22	56.15
AH116	1,100	9.82	95	504.0	562	399.0	0.2	3.6	140	50	0.87	7.41	2.54	0.12	92.64
AH117	17	1.64	5	26.0	9	43.8	0.2	0.3	70	100	29.97	0.63	0.95	0.13	3.15
AH139	<1	<0.02	2	4.5	27	<0.2	<0.2	0.9	280	2,200	1.15	2.02	1.47	0.36	62.80
AH140	<1	<0.02	1	3.5	13	<0.2	<0.2	0.5	80	1,800	1.32	2.24	0.85	0.58	61.90
AH141	<1	<0.02	1	3.0	6	0.6	<0.2	0.5	510	2,000	1.60	2.13	0.80	0.67	54.80
AH142	<1	<0.02	1	1.5	8	8.2	<0.2	0.5	180	100	0.15	4.32	0.78	0.12	94.97
AH144	<1	<0.02	8	2.5	24	2.8	<0.2	2.5	80	30	0.12	1.24	2.51	0.01	64.84
AH146	<1	<0.02	5	2.0	7	<0.2	<0.2	0.3	20	220	0.15	1.93	0.68	0.09	93.55
AH147	<1	0.08	6	22.5	37	0.6	<0.2	1.0	1,000	320	0.45	2.39	0.91	0.11	85.11
AD006	<1	<0.01	30	19.0	31	27.0	<0.2	7.7	230	30	0.28	0.39	1.40	<0.01	86.10
AD007	<1	<0.02	20	8.0	44	2.8	<0.2	3.2	50	40	0.09	0.14	1.00	<0.01	92.01
AD008	<1	<0.02	95	13.0	75	12.4	<0.2	12.4	95	50	0.31	0.18	1.55	0.42	70.33
AD010	<1	0.08	69	61.0	105	84.4	1.6	20.0	>10,000	2,700	0.32	0.06	0.39	0.11	51.14
AD011	<1	<0.02	2	1.0	11	0.8	<0.2	0.6	210	220	0.15	4.53	0.75	0.87	88.50
AD013	<1	0.36	51	27.0	13	73.2	<0.2	2.8	30	100	0.09	3.07	0.53	0.06	96.00
AD014	<1	<0.02	2	12.0	60	5.4	<0.2	4.1	180	80	0.13	1.10	1.12	<0.01	91.77
AD018	<1	<0.02	9	12.0	56	84.6	<0.2	4.2	55	20	0.09	0.11	0.43	<0.01	84.51
AD019	<1	<0.02	43	21.0	73	8.0	<0.2	9.4	240	220	0.55	0.73	1.86	0.05	81.19
AD025	<1	0.22	115	32.0	236	<0.2	<0.2	0.3	110	940	1.10	3.38	0.76	0.26	75.27
AD030	5	3.36	7	70.5	66	109.0	24.6	0.6	50	680	0.91	1.46	1.58	0.02	77.15
AD031	<1	0.02	36	23.5	104	1.4	<0.2	3.9	5,800	840	1.34	1.32	4.44	0.03	80.73
AD036	<1	<0.02	6	<0.5	189	0.8	<0.2	8.0	630	80	0.20	0.41	6.30	4.18	80.50
AD037	<1	<0.02	3	18.0	189	21.4	2.0	0.9	650	30	0.38	0.60	5.65	4.01	54.63
AD038	<1	0.04	764	2.5	170	52.4	<0.2	7.5	510	40	0.47	0.97	6.35	3.72	63.80
AD039	<1	<0.02	2	1.5	117	2.6	<0.2	6.3	380	90	1.73	1.97	5.70	1.59	67.34
AD041	<1	0.20	128	3.5	120	1.8	<0.2	5.8	1,500	90	1.76	0.46	4.69	3.48	49.57
AD044	<1	0.06	9	4.5	106	3.0	<0.2	5.1	900	300	1.49	2.23	5.16	2.00	67.80
AD053	<1	<0.02	2	3.5	16	3.8	<0.2	2.4	1,200	120	0.57	0.62	1.63	0.02	79.23
AD077	<1	<0.02	4	10.5	40	3.0	<0.2	2.1	690	300	0.19	0.34	1.92	<0.01	91.91
AD080	<1	<0.02	40	2.5	72	1.0	<0.2	2.7	200	620	0.86	3.81	0.98	0.27	80.91
AD081	<1	0.04	30	7.0	28	0.4	0.4	4.0	120	20	0.16	0.20	0.83	<0.01	83.08
AK017	<1	0.62	7	21.5	2	2,280.0	29.8	7.3	70	190	1.22	2.78	0.30	2.46	45.90
AK049	<1	<0.02	2	0.5	90	1.2	<0.2	5.9	910	180	1.86	1.56	4.58	0.57	71.61
AK054	<1	<0.02	22	5.0	88	<0.2	<0.2	2.3	370	140	0.96	3.78	3.13	0.09	86.01
AK070	<1	<0.02	14	8.0	29	2.8	<0.2	5.5	200	10	0.21	0.06	1.10	<0.01	84.95
AK073	<1	<0.02	21	7.0	26	2.0	<0.2	5.1	960	80	0.67	0.09	0.53	<0.01	47.73
AK075	<1	<0.02	17	5.0	63	<0.2	<0.2	8.6	300	140	2.33	0.39	2.80	1.11	46.50
AK079	<1	<0.02	14	5.0	83	11.6	<0.2	5.0	1,600	220	3.96	1.25	1.57	1.62	33.43

値を決めた。正規確率分布からしきい値が得られたのは、Cu, Pb, Znの3元素であった。Au, Ag, As, Sb, Fe, Mn, Baの7元素はそのような値が認められないため機械的に統計量からしきい値を決めた。アルカリ成分に関しても同様な手順で解析が行われた。いくつかの代表的な成分の累積対数正規確率分布図を第2-6図に示す。

岩石試料の地化学異常図は、コンピューターを用いて各成分毎に描いた。上記の方法で求めたしきい値によって、各試料点を2種類のマーク（異常値、非異常値）で図面上に表現した。地化学異常域を各成分について検討し、また、地質調査の結果—特に鉱化帯、熱水変質帯の分布—をそれに加味した。塊状硫化物鉱床の鉱化変質は、岩石地化学分析のほとんどの成分の異常によって表される結果が得られた。本地域における岩石試料のAu, Ag異常の分布は、鉱微地や変質帯の分布と良く一致した。さらに、Cu, Pb, Zn, As, Sbの異常は、変質帯ハローの帯状分布や鉱化帯の分布に良く対応する結果が得られた。これらの地化学成分の塊状硫化物鉱床との関係は、鉱石や変質鉱物の共生関係から説明できるものであるため、それらは塊状硫化物鉱床の指示元素として使うことができるものと解釈された。

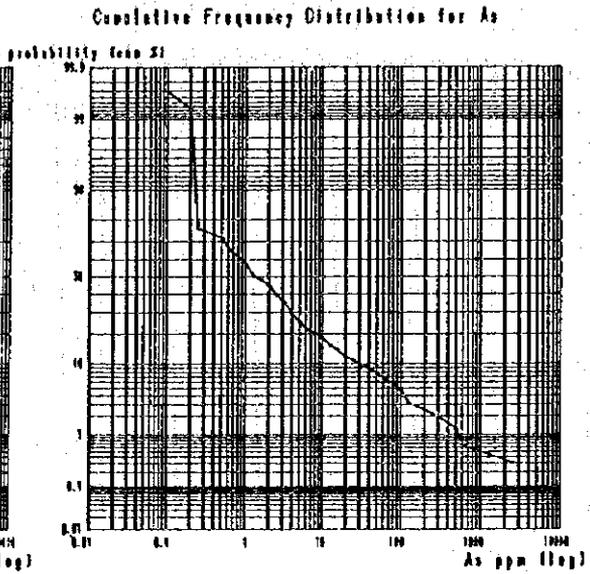
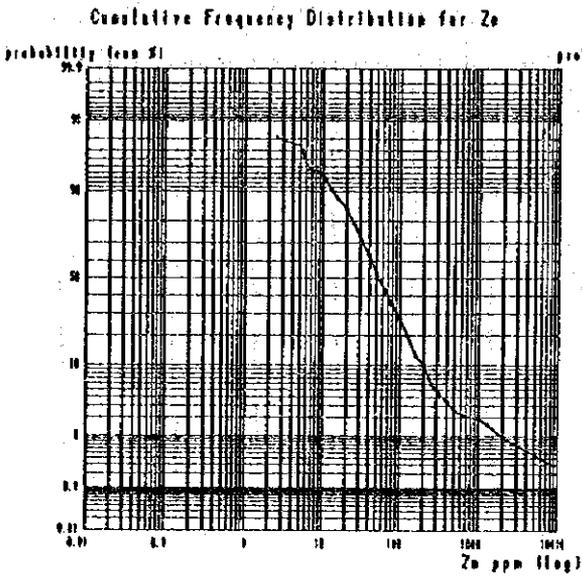
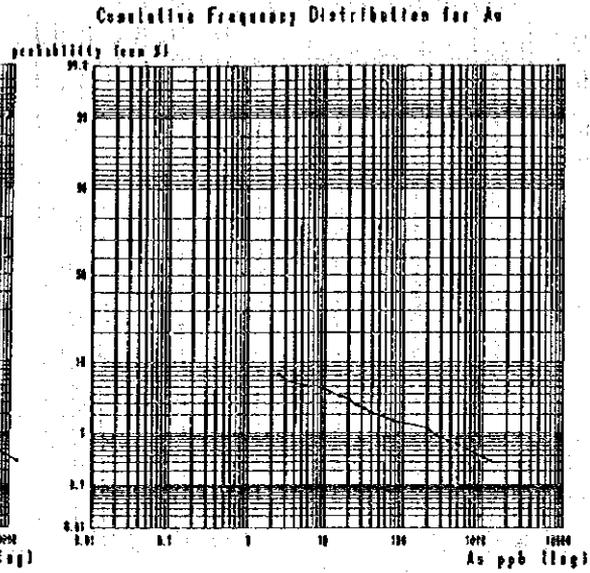
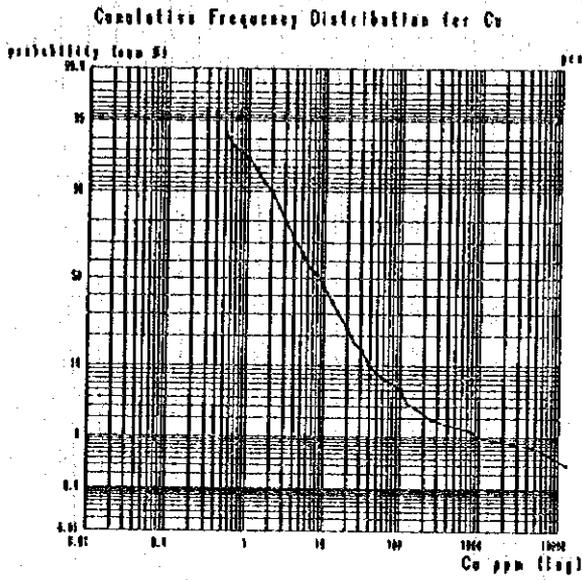
変質指数(A.I.)の統計解析に関しても、他の地化学成分の場合と同様に処理が行われた。A.I.値の正規確率紙上の分布には特別な変移点が認められなかったので、しきい値は平均値と標準偏差の値から計算された。その結果、79%という値が得られた。アルカリ成分の分析値には分析不能の試料があり、特定の鉱化した試料では分析値が得られなかった。それらは鉱化した試料ということで、強変質を表すものと見なされた。A.I.値についても、異常をコンピューターで描いた。以上のようにして得られたA.I.値の異常帯は、チササ及びその周辺地区（チバリを含む）、チゴロンゴン川上流、チダダップ、チブニアシ及びその周辺地区、バレカンバン等である。

それらを総合した結果、数地区に有意な地化学異常域が抽出された。そのうち、有望と考えられるのは、次項に述べる5地区である。各成分毎の岩石試料の地化学異常域分布図を巻末資料に掲げた。

2-3 岩石地化学異常

チササ

チササ地区のチササ石膏鉱山を中心としてAu(5ヶ所)、Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Fe, Mn, Baの異常が分布している。異常値は比較的高く、Au最高1,100ppb, Ag最高6.40ppm, Cu 95.2ppm, Pb最高594ppm, Zn 562ppm, As最高399ppm, Sb最高959ppm, Fe最高20.0%, Mn>10,000ppm, Ba最高3,400ppm等である。A.I.値の異常も本地区に比較的広く分布している。これらの地化学異常は、ほぼ絹雲母・緑泥石変質帯中に産出する。



(Cu and Zn have a distinctive curvature on the curve.
 Au and As, on the other hand, show no such specific point.)

第 2-6図 代表的な岩石地化学元素の正規確率分布

チコブロックーパニャイラン

チコブロック川流域には、岩石地化学探査のZn (1,255ppm) とFe の異常が分布する。また、チコブロック川上流には A.I. 値の小異常も分布する。チコブロック川流域では、下流から上流のパニャイランまでの広い範囲を絹雲母・緑泥石帯がカバーしている。

チダダツプ

チダダツプ地区では、Au (5ヶ所)、Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Fe, Mnの異常が分布している。異常値は比較的高く、Au最高 32ppb, Ag最高3.38ppm, Cu最高 4,530ppm, Pb 807ppm, Zn最高 1,910ppm, As最高 595ppm, Sb 24.6ppm, Fe 6.4%, Mn5,800ppm 等である。A.I. 値の異常も本地区に密集している。これらの地化学異常は、ほぼ絹雲母・緑泥石変質帯の分布範囲に対応する。

チブニアシ

岩石試料のAu異常が1ヶ所とAg, Pb, Sb, Mn, Baの異常が数ヶ所チブニアシに分布している。異常値は比較的高く、Au 190ppb, Ag最高 64.60ppm, Pb 522ppm, Sb 30ppm, Mn>10,000ppm, Ba>10,000ppm 等である。A.I. 値の強い異常も本地区に分布している。これらの地化学異常は、ほぼ絹雲母・緑泥石変質帯中に産出する。

バレカンバン

本地区では、チブラバンサ川に岩石地化学試料のAu (500ppb)、Pb (145ppm)、Zn (最高1,225ppm)、Fe (最高6.4%)、Mn (3,900ppm) 等の異常が見つかった。A.I. 値の異常も複数見つかった。これらの地化学異常は、ほぼ絹雲母・緑泥石変質帯の分布範囲に現れている。

以上の他、次の地区にも本年度の岩石地化学探査により異常が見つかった。

- ・チソドン
- ・チゴロンゴン下流
- ・チゴロンゴン中流
- ・チゴロンゴン上流
- ・チグランテン・チナンバック
- ・バシールギントウン
- ・チモモン
- ・チサルア上流

2-4 考 察

本年度の岩石地化学探査によって数地区において地化学的異常帯が抽出された。主要な異常帯は、チササ、チコブロック-パニヤイラン、チダダップ、チブニアシ、バレカンバン等に位置する。

チササ地区ではチササ石膏鉱山を中心として、Au最高 1,100ppb, Ag最高 6.40ppm, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Fe最高 20.0%, Mn>10,000ppm, Ba等の異常が得られた。A.I.値の異常もチバリからチササ、パニョソガンに至る地区に広く分布している。これらの地化学異常は、ほぼ絹雲母・緑泥石変質帯中に産出する。但し、本地区西部では地表に絹雲母・緑泥石変質帯が出ているにもかかわらず、A.I.値が異常を示さない。

チコブロック川流域には、岩石地化学探査のZnとFeの異常が分布する。また、チコブロック川上流にはA.I.値の小異常も分布する。チコブロック川下流から上流のパニヤイランまでの広い範囲には、絹雲母・緑泥石帯が分布する。

チダダップ地区では、Au, Ag, Cu (最高 4,530ppm), Pb (807ppm), Zn (最高 1,910ppm), As, Sb, Fe, Mn等の異常が検出された。A.I.値の異常も本地区に密集している。これらの地化学異常は、ほぼ絹雲母・緑泥石変質帯の分布範囲に対応する。

チブニアシ地区では岩石試料のAu, Ag (最高 64.60ppm), Pb, Sb, Mn (>10,000ppm), Ba (>10,000ppm)の異常が分布している。A.I.値の強い異常も本地区に分布している。これらの地化学異常は、ほぼ絹雲母・緑泥石変質帯中に産出する。

バレカンバン地区では、チブラバンサ川に岩石地化学試料のAu (500ppb), Pb, Zn (最高1,225ppm), Fe, Mn等の異常が見つかっている。A.I.値の異常も幾つか見つかっている。これらの地化学異常は、大略絹雲母・緑泥石変質帯の分布範囲に現れている。

これら金属元素相互の相関は比較的高い。Feを除いて、これらの分布は比較的狭い範囲に集中している。これに対して、A.I.値の異常の分布はそれより広く、A.I.異常によって表される変質ハローの中の部分に、金属元素の異常帯が出現する関係を示す。

本年度の岩石地化学探査においては、Na₂O, K₂O, CaO, MgO等のアルカリ成分の分析も行い、塊状硫化物鉱床に伴う熱水変質帯を表す指標として、日本の北鹿地域で開発された変質指数(A.I.)の適用を試みた。A.I.値の異常(A.I.≥79%)が抽出された主な箇所は、チササ、チゴロンゴン川上流、チダダップ、チブニアシ、バレカンバンの5地区であった。これらのA.I.異常帯は、ほぼX線解析調査で把握された絹雲母・緑泥石帯の範囲内である。しかしながら、両者の範囲は必ずしも細かいところで一致するとは限らない。このことは、これらのアルカリ成分の挙動と塊状硫化物鉱化作用に伴う熱水変質作用の程度が、数量的に必ずしも対応するわけではないことを示している。まず第1に、A.I.値は、絹雲母化作用を伴う下盤珪化帯や、珪化、絹雲母化作用を随伴する石膏帯等の場合に、強度の珪化作用による変質をうまく表現できない。第2に、A.I.値は広域変質の内の絹雲母・緑泥石変

質帯の中でのみ有効である。絹雲母・緑泥石帯－モンモリロン石・カオリン帯－沸石帯の全体を通しての変質強度に適応することはできないのである。

()

()

()

第3章 重力探査

チササ・チダダップ・チブニアシ地域において、基盤構造と塊状硫化物鉄床胚胎の場を明らかにするため重力探査を実施した。

3-1 調査方法

重力探査の工程は、第2-7図に示すように「現地調査」、「データ処理」及び「解析」から構成される。

3-1-1 現地調査

(1) 重力測定

(a) 測点配置

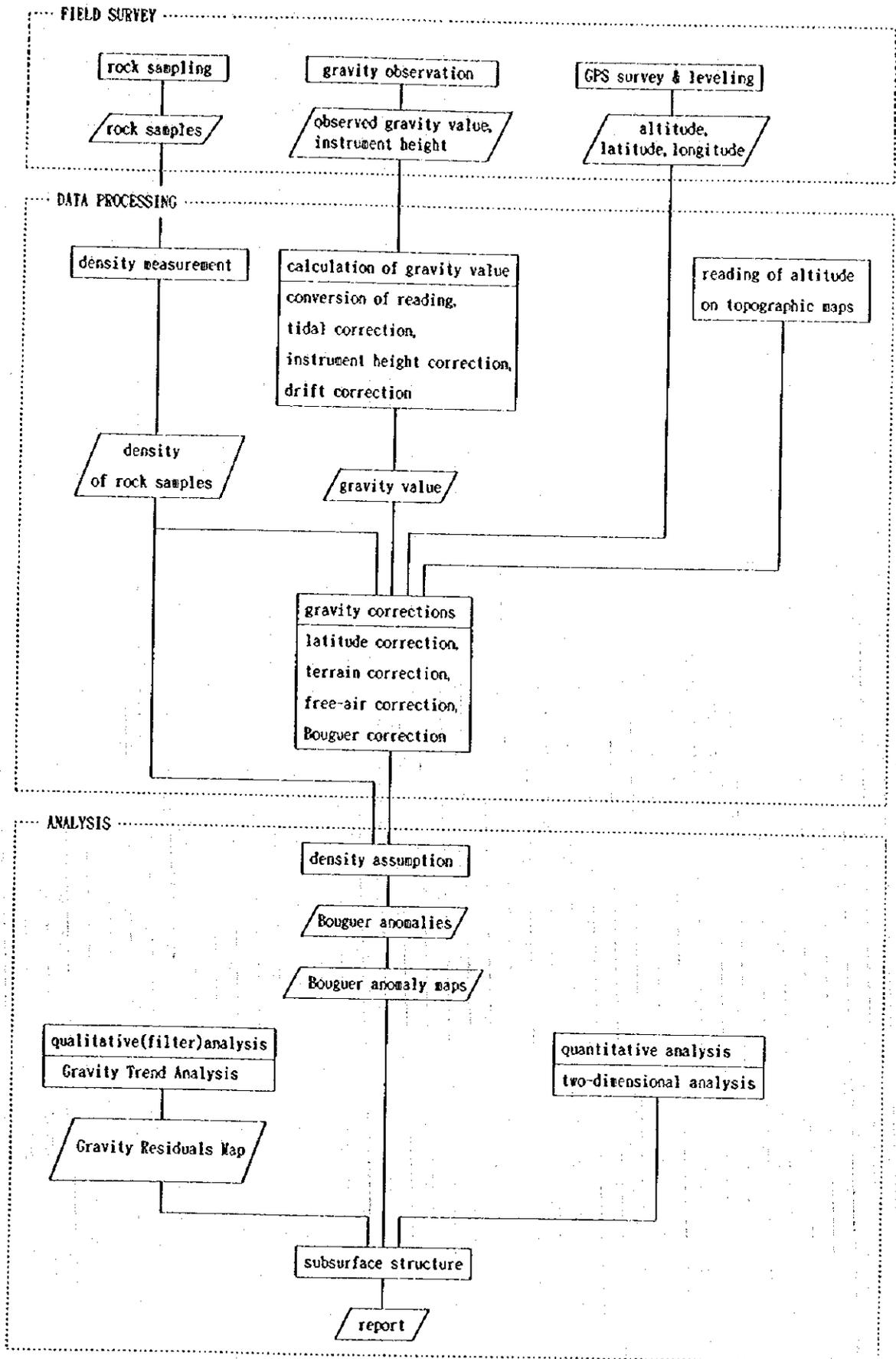
面積約 340 km²の調査範囲について、合計 316点の重力測定を実施した。各測点の位置を第2-8図に示した。測点間隔は調査ルートに沿い500mから1kmである。

(b) 測定機器

重力測定には、可搬性、操作性及び測定精度の点で最も優れているラコステG型重力計2台を使用した。使用したラコステ型重力計の主な仕様を下表に示す。

重力計番号	G-178	G-365
製作年月	1968年2月	1974年3月
測定範囲	0~7,344.88 mgal	0~7,447.81 mgal
測定精度	0.02 mgal	
本体寸法	14×15×20 cm	
重量	8.6 kg	
電源	12 V バッテリー	
製造元	ラコステ&ロンバーグ社(USA)	

これらの重力計の本調査で使用した範囲の重力計定数(K)及び変換係数(κ)は次のとおりである。

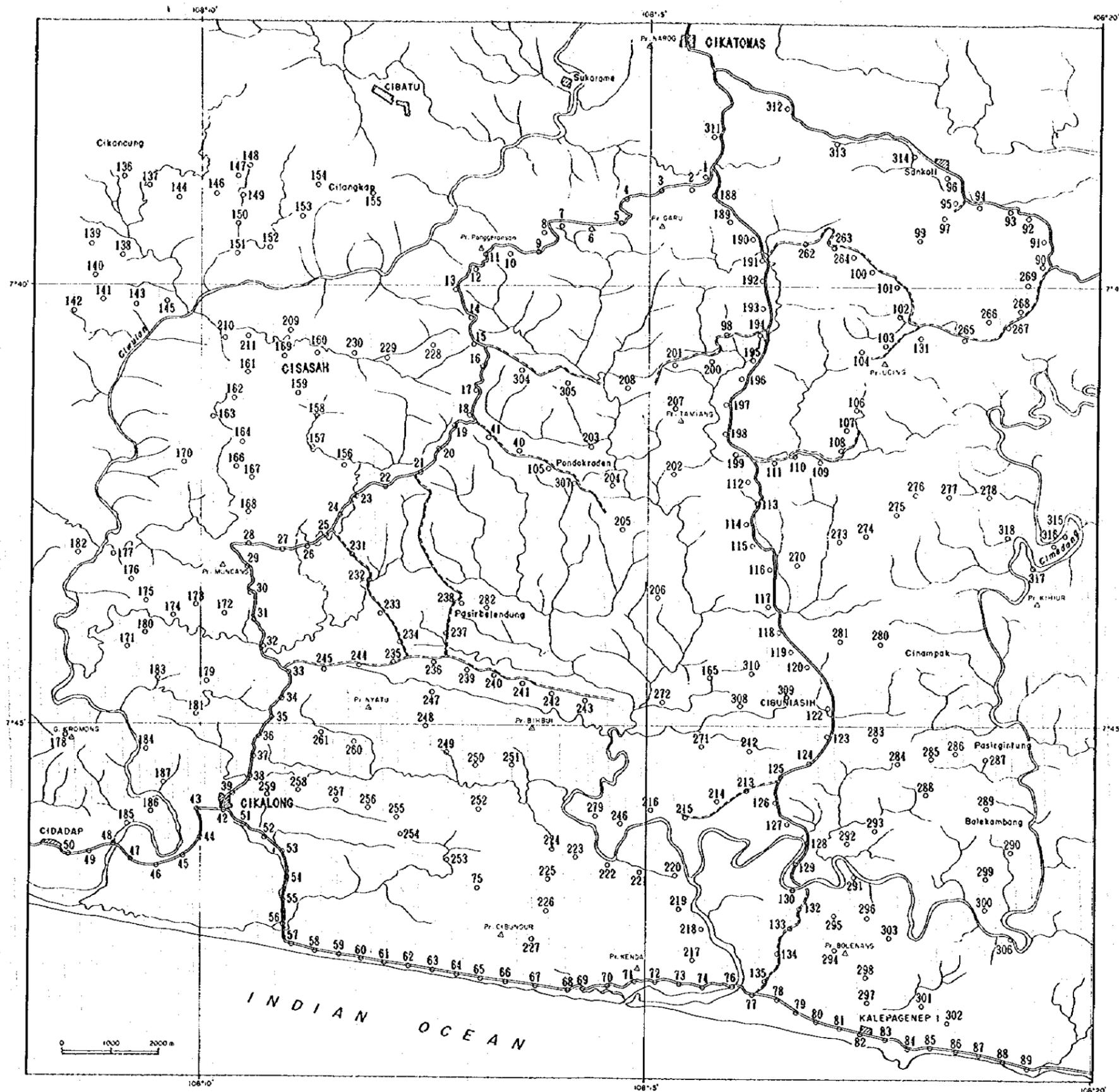


第 2-7图 重力探查手順

1)

2)

3)



第 2-8 图 重力测点位置图

重力計	読取値	定数	変換係数
G-178	1500	1569.99	1.04725
	1600	1674.71	1.04736
	1700	1779.45	1.04748
	1800	1884.20	1.04760
G-365	1600	1702.31	1.06358
	1700	1808.67	1.06359
	1800	1915.03	1.06361
	1900	2021.39	1.06363

(c) 重力基準点及び重力基点

今回の調査の重力値の決定に使用した重力基準点は、バンドンのインドネシア地質調査所内にあるDG. 0である。基準点の重力値は Adkins, J. et al(1978)によった。

基準点名	標高	緯度	経度	重力値
DG.0	718.0m	06°53.90'S	107°37.90'E	977,976.38 mgal

重力基点は、一回の測定の始点及び終点になるものである。次の場所に基点を設置した。

番号	標高	重力値	場所
1000	252.6m	978,192.43 mgal	カタラ Jl.Raya No.135の ペーシヤン前

基点の重力値は重力基準点DG. 0との閉塞測定により決定した。重力基準点と重力基点の正確な位置は、写真とともに巻末資料3に示した。

(2) 測量

測点の標高・位置を測定する測量は、人工衛星からの信号を利用するGPS (Global Positioning System) 静止測量を主とし、そのほかに自動レベルによる通常の水準測量もあわせて実施した。

(a) 使用機器

使用した機器は、トリンプル社製4000ST GPS測量機3台、ウイルド社製T-0自動レベル2台である。