

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1年次)

JICA LIBRARY



J 1125308 [5]

平成7年2月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱調資

CR(3)

95-050

インドネシア共和国タシックマラヤ地域

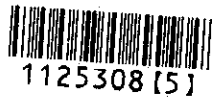
資源開発協力基礎調査報告書

(第 1 年 次)

平成 7 年 2 月

国 際 協 力 事 業 団

金 属 鉱 業 事 業 団



1125308 (5)

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年次とした初年次調査に該当する。金属鉱業事業団は総勢5名の調査団を編成して平成6年10月31日から平成7年1月12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7年2月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

金属鉱業事業団
理事長 石川 丘

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1年次に該当する。本プロジェクトの目的は、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、2シーンのJERS-1・SAR画像を用いた衛星画像による写真地質学的解析、既存データの解析、地質調査、パンニング調査、河床堆積物地化学探査及び土壌地化学探査からなっていた。現地調査は、衛星画像解析及び既存データ解析により選定されたサロパ、シダムリ、チササの3地域において行われた。本年度の踏査総延長は684km、2,000余の地化学探査試料が採取された。

この結果、タシクマラヤ地域内に、浅熱水金鉱床を対象とする有望地区2箇所と、塊状硫化物鉱床を対象とする有望地区1箇所が抽出された。浅熱水金鉱床対象の地区はサロパ地域にあり、2地区各々40km²の面積を占める。塊状硫化物鉱床の探査地は面積300km²を有する探鉱初期段階にある地区でチササ地域及び周辺部に位置する。本年度は、金及び塊状硫化物鉱床の鉱化作用の特徴が岩石及び鉱石鉱物の組み合わせと変質作用の試験結果に基づいて検討された。

地質調査と地化学探査の結果、サロパ地域で合計17箇所の浅熱水金鉱床の鉱徴地が把握された。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。チニル川とチパ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。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テスト的に採取した試料に金の含有が認められた(最高値:採取幅25cm, Au2.76g/t, Ag25g/t)。本地区で実施した地化学探査のパンニング試料、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把握された。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・銀の含有が検出された(最高値: Au4.67g/t, Ag330g/t)。チクヤでは狭い範囲に比較的強い地化学異常帯が集中する。以上の探査地はサロパ地域南部の8km(NW-SE)×5km(NE-SW)の範囲内に位置する。チニルとチクヤの中間部にあるチメダン川中流域にもパンニングと河床堆積物の異常が見つかっており、金の鉱化帯が両地をつないで連続していることが期待されている。

サロパ地域では、チコンダン・チタンパール・チシール地区がチニル・チクヤ地区に次ぐ探鉱対象地区として本地区東北部に抽出された。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(最高値:採取幅5cm, Au35.31g/t, Ag18g/t)。また、本地区にはパ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た。これらの3探鉱地はN

W-S E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。

サロパ地域の含金石英脈は、ジャンパン層の安山岩質ないし石英安山岩質の火山岩・火山碎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。本地域の鉍脈はNW系を主とする。主要鉍脈は構造的複背斜（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パの付近には直径十数キロの複合環状構造の存在が示唆され、鉍脈の生成と環状構造との関連性が推測されている。この問題に関して、次年度に航空写真を用いた詳細な写真地質学的解析が必要と思われる。

サロパ地域の金鉍床については、本年度の調査の過程で、鉍石・脈石鉍物の組み合わせ、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鉍床であるチコトック、ポンコールの鉍床と比較すると、As・Sb鉍物（硫砒鉄鉍、輝安鉍）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。

サロパ地域については、本年度の調査によって抽出された主要金鉍化帯に対して、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、精査によって抽出された有望な地化学異常帯に対してボーリング調査を行うことを提案する。

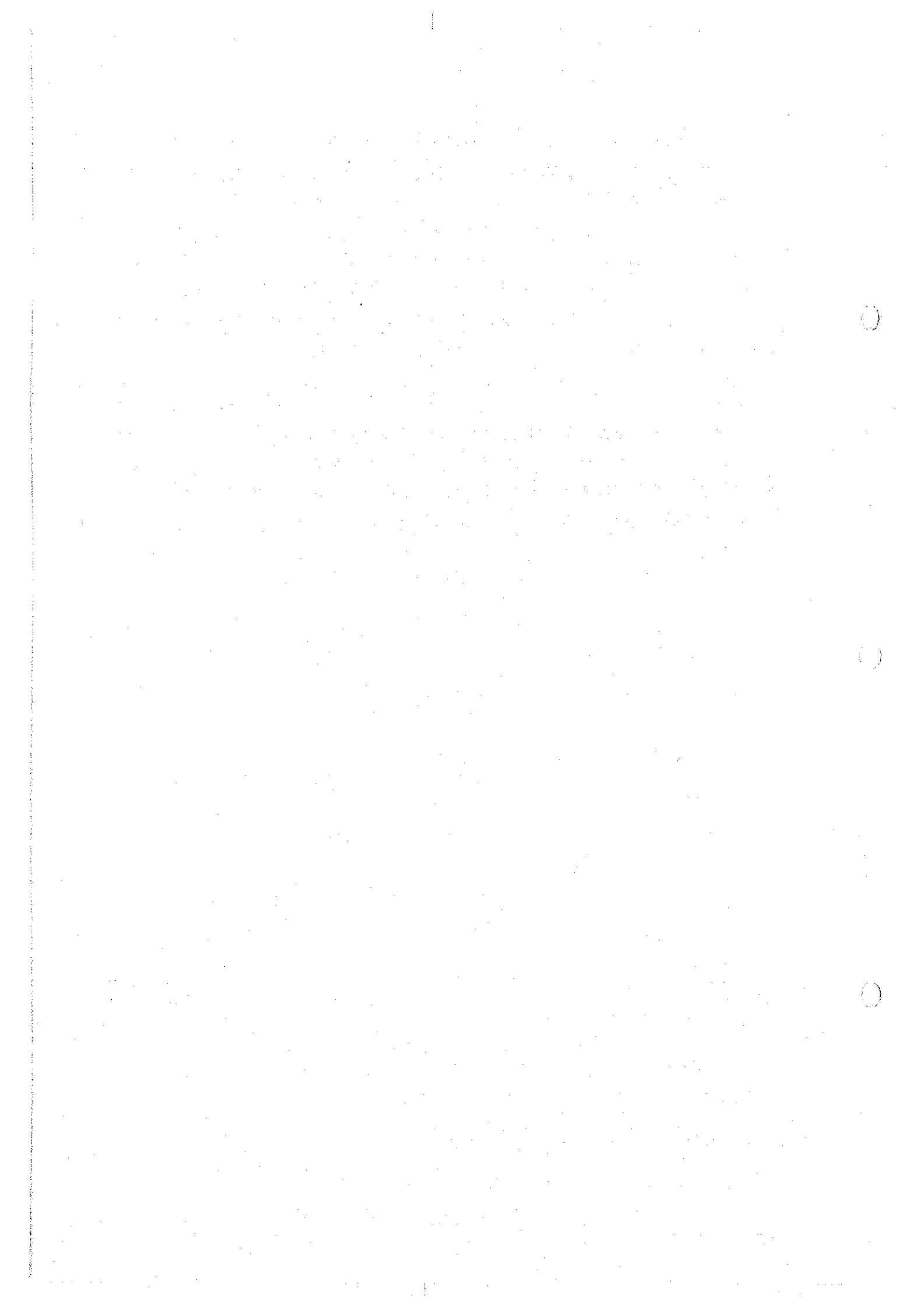
第2年次調査の対象となる有望箇所は、チニル・チクヤ地区及びチコンダン・チタンバル・チシール地区の2地区である。

チササ地域の調査では、本地域の東部からその東方にかけての地区にジャンパン層上部層に属する石英安山岩質火山碎屑岩類、いわゆるグリーントフの分布が確認された。その地区には石膏鉍徴2箇所と重晶石ベッド1箇所の賦存が知られている。その内、チブニアシ地区の重晶石ベッドの試験試料から金銀に富む分析結果（Au2.17g/t, Ag662g/t, Pb38.64%等）が得られた。従って、本地区は塊状硫化物鉍床のポテンシャルが高い探査地と評価される。

本年度の調査範囲において、グリーントフ層準の構造は平坦で極めて単調なものである。グリーントフの層厚は薄いもので、チササ石膏鉍山の付近で約200mである。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。塊状硫化物鉍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

ダップ両石膏鉱床では、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。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のみであり、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。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。

チササ、チダダップ、チブニアシの3既知鉱徴地を包含する面積約300km²の地区に対しては、塊状硫化物鉱床探査を目的にして地質調査と変質帯調査の準精査を行うことを提案する。また、鉱床層準の分布と変質状況を検査するための構造ボーリングと、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は、塊状硫化物鉱床調査の基礎データ取得のために必要なのでこれらの実施も併せて提案したい。



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 調査地域	1
1-3 重点課題	1
1-4 作業方法	2
1-5 調査団の編成	6
第 2 章 調査地域の地理	8
2-1 位置・交通	8
2-2 地形及び水系	8
2-3 気候及び植生	8
第 3 章 調査地域の一般地質	10
3-1 西ジャワ南東部地域の一般地質	10
3-2 タシクマラヤ地域の地質的位置付け	10
3-3 鉱化作用概説	11
第 4 章 調査結果の総合検討	12
4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制	12
4-2 地化学異常と鉱化作用との関係	15
4-3 鉱床賦存のポテンシャル	17

第5章 結論及び提言	25
5-1 結論	25
5-2 第2年次への提言	28

第Ⅱ部 各 論

第1章 衛星画像解析	29
1-1 解析方法	29
1-2 解析結果	35
第2章 既存資料解析	44
2-1 解析の概要	44
2-2 地質	45
2-3 鉍化作用	50
第3章 サロパ地域	54
3-1 地域の概要	54
3-2 地質調査	54
3-2-1 調査方法	54
3-2-2 地質及び地質構造	73
3-2-3 鉍化・変質	76
3-3 河床堆積物地化学探査	83
3-3-1 試料及び分析方法	83
3-3-2 河床堆積物地化学異常	83
3-4 パンニング調査	87
3-4-1 試料及び重鉍物同定方法	87
3-4-2 パンニング異常	87
3-5 土壌地化学探査	89
3-5-1 試料及び分析方法	89
3-5-2 土壌地化学異常	90
3-6 考察	91
第4章 シダムリ地域	93
4-1 地域の概要	93
4-2 地質調査	93
4-2-1 調査方法	93
4-2-2 地質及び地質構造	94

4-2-3	鉍化・変質	97
4-3	河床堆積物地化学探査	100
4-3-1	試料及び分析方法	100
4-3-2	河床堆積物地化学異常	100
4-4	パンニング調査	101
4-4-1	試料及び重鉍物同定方法	101
4-4-2	パンニング異常	101
4-5	考 察	102
第5章	チササ地域	103
5-1	地域の概要	103
5-2	地質調査	103
5-2-1	調査方法	103
5-2-2	地質及び地質構造	104
5-2-3	鉍化・変質	108
5-3	河床堆積物地化学探査	116
5-3-1	試料及び分析方法	116
5-3-2	河床堆積物地化学異常	116
5-4	パンニング調査	117
5-4-1	試料及び重鉍物同定方法	117
5-4-2	パンニング異常	117
5-5	考 察	120

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章	結 論	123
第2章	第2年次への提言	126

参考文献

写 真

巻末資料

付図一覧

- 第 1-1図 調査地域位置図
- 第 1-2図 第 1 年次調査範囲図
- 第 1-3図 サロパ地域調査結果総合解析図
- 第 1-4図 シダムリ地域調査結果総合解析図
- 第 1-5図 チササ地域調査結果総合解析図
- 第 2-1図 JERS-1・SAR 画像
- 第 2-2図 衛星画像解析結果図
- 第 2-3図 タシクマラヤ地域層序図
- 第 2-4図 タシクマラヤ地域地質図
- 第 2-5図 サロパ地域地質図
- 第 2-6図 チニル地区における含金石英脈の産状スケッチ
- 第 2-7図 チタンパール地区における含金石英脈の産状スケッチ
- 第 2-8図 ニヤリンドゥン地区における石英・粘土脈の産状スケッチ
- 第 2-9図 代表的な河床堆積物地化学元素の正規確率分布
- 第2-10図 金及び重鉍物解析のフローチャート
- 第2-11図 シダムリ地域地質図
- 第2-12図 チササ地域地質図
- 第2-13図 チササ鉍山における塊状硫化物鉍化作用スケッチ
- 第2-14図 チダダップ鉍山における塊状硫化物鉍化作用スケッチ
- 第2-15図 チササ・チダダップ地区における鉍化層準模式図

付表一覧

- 第 2-1表 衛星画像解析総括表
- 第 2-2表 既存データ一覧表
- 第 2-3表 既知鉱徴一覧表
- 第 2-4表 全岩分析及びノルム計算結果表
- 第 2-5表 薄片検鏡結果表
- 第 2-6表 X線解析結果表
- 第 2-7表 鉱石研磨片検鏡結果表
- 第 2-8表 鉱石試料の分析方法
- 第 2-9表 鉱石試料の主要分析結果表
- 第2-10表 河床堆積物及び土壌試料の分析方法
- 第2-11表 河床堆積物及び土壌試料の主要分析結果表
- 第2-12表 サロバ地域鉱化作用総括表
- 第2-13表 シダムリ地域鉱化作用総括表
- 第2-14表 チササ地域鉱化作用総括表

写真一覧

- 写真 1 岩石薄片顕微鏡写真
- 写真 2 鉱石研磨片顕微鏡写真
- 写真 3 パンニング試料顕微鏡写真

巻末資料一覧

- 巻末資料 1 鉱石試料の分析結果
- 巻末資料 2 河床堆積物試料の分析結果
- 巻末資料 3 河床堆積物試料の地化学異常域分布図
- 巻末資料 4 土壌試料の分析結果
- 巻末資料 5 土壌試料の地化学異常域分布図
- 巻末資料 6 金及び重鉱物の解析結果

添付図一覧

第1図	タシクマラヤ地域既知鉱微分布図	(1:100,000)
第2図	サロパ地域地質図	(1:25,000)
第3図	サロパ地域鉱石及び室内試験試料採取位置図	(1:25,000)
第4図	サロパ地域河床堆積物及びパンニング試料採取位置図	(1:25,000)
第5図	サロパ地域パンニング異常図	(1:25,000)
第6図	チニル・チクヤ地区土壌試料採取位置図	(1:10,000)
第7図	シダムリ地域地質図	(1:25,000)
第8図	シダムリ地域鉱石及び室内試験試料採取位置図	(1:25,000)
第9図	シダムリ地域河床堆積物及びパンニング試料採取位置図	(1:25,000)
第10図	シダムリ地域パンニング異常図	(1:25,000)
第11図	チササ地域地質図	(1:25,000)
第12図	チササ地域鉱石及び室内試験試料採取位置図	(1:25,000)
第13図	チササ地域河床堆積物及びパンニング試料採取位置図	(1:25,000)
第14図	チササ地域パンニング異常図	(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）、ティガプル地域（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日に西ジャワ州タシ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、タシ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。

今年度、タシクマラヤ地域においては鉱床賦存ポテンシャルを探る準備段階及び第1期調査として、衛星画像による写真地質学的解析、既存地質資料の解析、地質調査・地化学探査等が実施された。

1-2 調査地域

本年度の調査対象地域は西ジャワ州南東部に位置し、総面積約3,200km²の範囲である。現地調査はその中の、サロパ、シダムリ、チササの3地域（合計面積約1,000km²）で実施した。調査地域は、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 重点課題

本年度の調査は、3年計画のタシクマラヤ地域資源開発協力調査の第1年次に当たり、全域にわたる衛星画像による写真地質学的解析、既存地質資料の解析、さらにサロパ、シダムリ及びチササ地域における地質調査と地化学探査を行った。

衛星画像による写真地質学的解析と既存地質資料の解析は、タシクマラヤ地域の鉱床ポテンシャルを検討し、対象地域の中から現地調査地域を選択することを目的に行われた。

サロパ、シダムリ及びチササの3地域における地質調査・地化学探査は、地表鉱徴を調

査し、地化学異常帯を抽出することにより今後の探鉱ターゲットを絞ることに重点をおいた。

1-4 作業方法

衛星画像解析

JERS-1・SARのデジタル・データを処理して、2シーンのモノクロ画像（縮尺20万分の1）を作成し、その画像上で地形、水系、地質及び地質構造を解析した。写真地質学的解釈に際しては、(1)水系パターンと密度、風化・侵食に対する抵抗度、地形断面・山稜形態等の地形的特徴量と、(2)画像の肌理や構造などの写真的特徴を基に解析を行った。これらの結果に基づき、地質単元の区分と地質構造の解析を実施した。

既存地質資料解析

現地調査の準備作業として、対象地域の既存地質資料の収集・解析を行った。収集した主要な資料は、地質図幅、カウンターパートDMRによる調査レポート、地形図等である。この調査結果と衛星画像解析の結果に基づき、サロパ、シダムリ、チササの3地域の現地調査対象地域が抽出された。

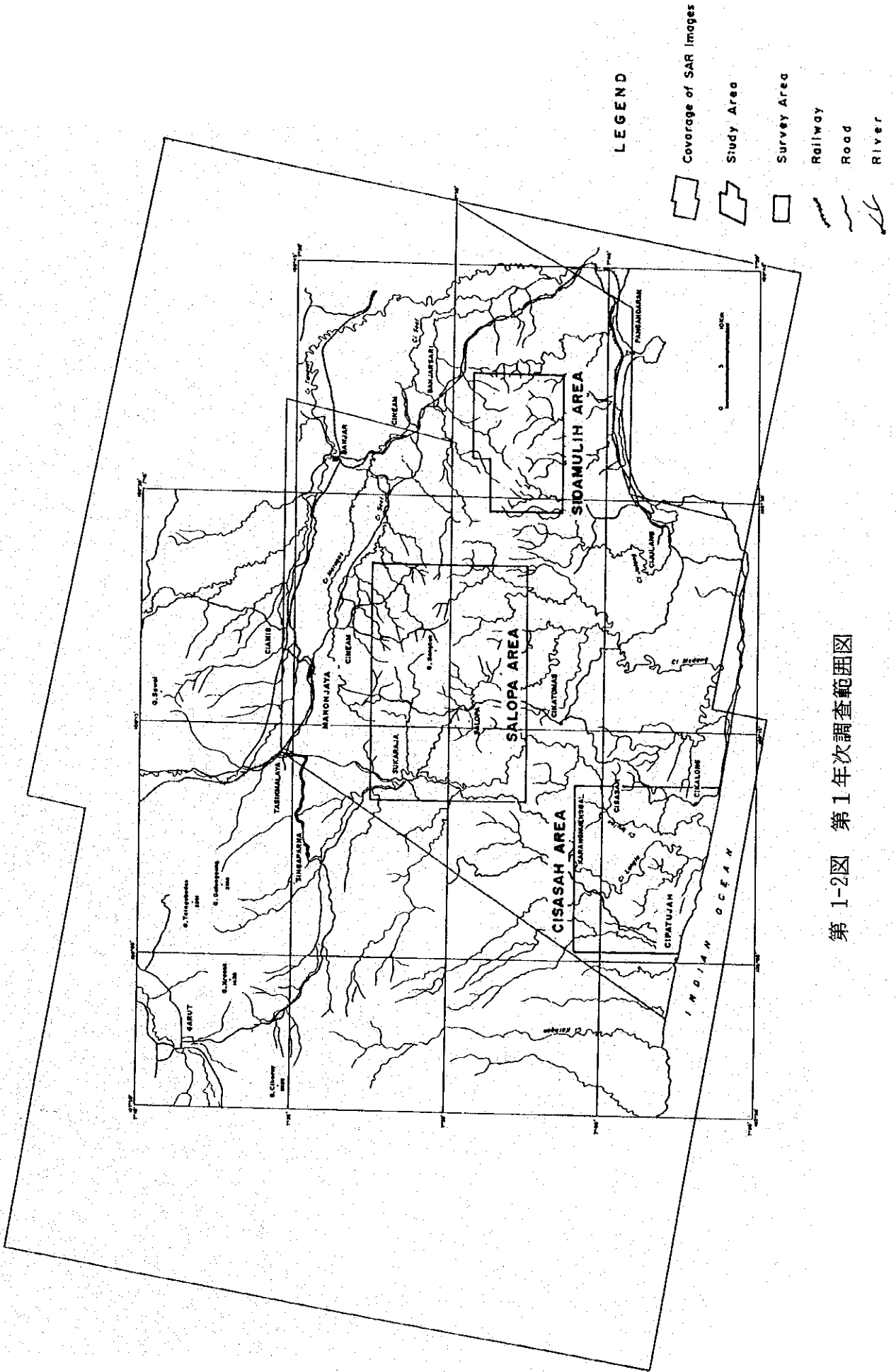
地質調査・地化学探査

現地調査として、今年度は地質調査、河床堆積物地化学探査、土壌地化学探査及びパンニング調査が実施された。これらの調査はサロパ、シダムリ、チササの3地域（合計面積約1,000km²）において行われた。

地質調査は、検縄とコンパスを用いて縮尺1万分の1のルートマップを作成し、その結果を2万5千分の1の地質図に纏めた。地質試験と地化学分析用試料は、3地域平均してほぼ踏査延長500mに1つの割合で採取された。

サロパ地域のチニル地区とチクヤ地区では、地質調査とパンニング調査の結果有望な金の徴候が得られたので、土壌による地化学探査の準精査が実施された。土壌試料は、ほぼ100mに1つの割合で採取された。

踏査総延長は684kmであり、1,354個の河床堆積物試料、179個の土壌試料及び473個のパンニング試料が採取された。



第 1-2 図 第 1 年次調査範囲図

本年度実施された調査作業量の総括を次の表に掲げる。

Survey	Area and Amount of Samples
Regional Study	
Satellite Image Analysis	3,200 km ²
Review of the Existing Information	3,200 km ²
Field Survey	
Salopa Area	518 km ²
Geological Survey	344 km
Stream Sediment Geochemistry	744 pcs
Panning Survey	315 pcs
Soil Survey	179 pcs
Sidamulih Area	170 km ²
Geological Survey	105 km
Stream Sediment Geochemistry	209 pcs
Panning Survey	54 pcs
Cisasah Area	312 km ²
Geological Survey	235 km
Stream Sediment Geochemistry	401 pcs
Panning Survey	104 pcs

分析及び室内試験に供された試料数は次の通りである。

Chemical Analysis & Lab Work	Amount of Samples
Thin Sections	57 pcs
Polished Sections of Ore	55 pcs
X-Ray Diffraction Analysis	71 pcs
Chemical Analysis	
a) Whole Rocks (12 Major Components)	53 pcs
b) Stream Sediments	
(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Hg, P, Cr, Mn, Ba)	1,354 pcs
c) Soils	(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Hg, P, Cr, Mn, Ba) 179 pcs
d) Ores	(Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Sb, Cr, Mn, Ba) 152 pcs

1-5 調査団の編成

(1) 事前調査及び協定折衝

当該調査の計画策定にあたり、事前調査と協定折衝のため、以下の調査団が平成6年8月22日から8月27日までの日程で派遣された。協定は8月25日に国際協力事業団・金属鉱業事業団とインドネシア共和国鉱山エネルギー省・地質鉱物資源総局の間で取り交わされた。

[日本側]

土屋 新五郎	(金属鉱業事業団海外部長)
飯田 陽一	(通商産業省資源エネルギー庁鉱業課)
五十嵐吉昭	(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長)

[インドネシア側]

Dr. Adjat Sudrajat	(地質鉱物資源総局長)
Kingking A. Margaridjaja	(地質鉱物資源局長)
Yaya Sunarya	(地質鉱物資源局金属鉱物探査部長)

(2) 現地指導監督

箕輪 厚彦	(金属鉱業事業団海外部計画課)
藤原 清美	(金属鉱業事業団経理部経理第1課)

(3) 現地調査団

本年度の現地調査は、現地における既存データ解析を含めて、地質調査・地化学探査が平成6年10月31日から平成7年1月12日の期間に実施された。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
B Bandi	(DMR)	地質調査・地化学探査
Atok S Prapto	(DMR)	地質調査・地化学探査
Iwa Gartiwa	(DMR)	地質調査・地化学探査
Sahya Sudarya	(DMR)	地質調査・地化学探査

[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
佐藤 健二	(NED)	地質調査・地化学探査
立川 三郎	(NED)	地質調査・地化学探査

*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3,200km²の地域は概略64km×50kmの矩形をなし、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。東部にはチシール川水系がある。

2-3 気候及び植生

本地域は、熱帯雨林地帯に位置する。季節は乾季と雨季の二季からなる。通常、乾季は3月から10月まで、雨季は11月から2月の期間である。雨季と乾季における平均気温は23°Cと30°Cである。一方、雨季と乾季の降雨量は2,000mmと3,000mmである（タシクマ

ラヤ气象台のデータ)。

本地域の比較的low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ダ・バンダ弧に属する (Carlile & Mitchell, 1994)。スダ・バンダ弧は、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ダランドの縁に位置する。

インド洋プレートのスダ・バ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た。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は、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している。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パ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。

ジャンパン層の上位には、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プチャン層、ベントアン層、及びハラン層と呼ばれている。カリプチャン層は、主として塊状の礁性石灰岩からなる。ベントア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

岩の進入と断層・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パン層の安山岩～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、硫化鉱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、水長石-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碎屑岩中の絹雲母、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 (Phospho-rite) は本地域周辺のシダムリやスカラジャ等に産する。

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

(1) サロパ地域

本年度の地質調査、地化学探査の結果、サロパ地域において含金石英脈の旺盛な発達認められた。本地域の含金石英脈は、漸新統～中新統のジャンパン層に属する火山岩・堆積岩類中に胚胎する。胚胎母岩は安山岩質ないし石英安山岩質の火山岩・火山砕屑岩から構成されている。本地域の金の鉱化作用がジャンパン層中に限られ、その上位のカリブチャン層やベンタン層中には認められない状況から見て、鉱化作用は、中新世のソレアイト質火山活動—いわゆる古期安山岩類の活動 (Van Bemmelen, 1949) に成因的に関係するものと考えられる。

含金石英脈は、地質構造的に見ると複背斜 (軸の方向 WNW-ESE) の翼部に発達している。この割れ目は、インド洋プレートの沈み込みによって生じた広域的な横圧力によって形成されたものと考えられる。本地域の割れ目系を解釈する場合、このような広域的なテクトニクスを重要なファクターとして考慮しなければならない。横圧力を生じた主応力方向は NNW-SSE 方向と推定される。本地域には各種方向性を有する割れ目系が認められるが、その内 NW 系が最も卓越する。なお地質構造に関連して、JERS-1・SAR による画像解析の結果では、サロパ付近に直径十数キロの複合環状構造が認められている。この構造は、本地域の北部から北西部にかけて分布する新期及び古期火山岩類の活動より古いものであり、中新世のジャンパン層上部層の生成に関係する火山性陥没構造の可能性が考えられる。現地調査では、本構造に該当する構造要因を認めることが出来なかった。鉱脈を胚胎する割れ目の成因は重要問題なので、今後の調査で解明していく必要があるだろう。

本地域の金鉱床の鉱石鉱物、変質鉱物の特徴は次の4点にまとめることが出来る。

1. 金は主として黄鉄鉱、硫砒鉄鉱に伴う。
2. 鉱脈は鉱化のステージに関して、早期の黄鉄鉱・硫砒鉄鉱・石英脈と、後期の方鉛鉱・閃亜鉛鉱・黄銅鉱脈の2種類に区分される。
3. 脈石は石英が大部分を占め、その他、少量の方解石、マンガン鉱物が認められる。
4. 母岩の変質としては、珪化、絹雲母化作用が主体である。

金が含まれるのは、石英脈中の硫化鉱物の含有が認められる部分である。硫化鉱物のうち、黄鉄鉱と硫砒鉄鉱が密接に関係する。その他の硫化鉱物としては、少量の方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱と、微量の輝銀鉱、辰砂及び鶏冠石が顕微鏡で認められている。また、鏡鉄鉱や輝安鉱も局部的に産出が認められる。

金と硫化鉱物の生成は、概略二期に分かれる。最初に、黄鉄鉱・硫砒鉄鉱・石英の鉱化作用が生じ、続いて閃亜鉛鉱・方鉛鉱のネットワークが生成した。両者の交錯する部位は、

しばしば金の富鉱部をなす。

本地域の鉱床にはAs・Sb鉱物が含まれ、西ジャワ州の一般的な浅熱水金鉱床とは異なっている。含金石英脈に辰砂と鶏冠石が含まれることは、鉱床が熱水系の比較的浅い所で生成したことを示している。また脈石鉱物に関して、本地域のものは氷長石を含まず、石英・方解石を主体とする。明礬石についても産出が認められていない。初生の変質作用としては珪化作用と絹雲母化作用を主とする。X線回折によると、弱いモンモリロン石化作用と、カオリン化作用が認められる。熱水系の母岩の変質作用としては一般的に言って、深部の珪化作用・プロピライト化作用から上部に向けて粘土化作用に変化していく。アドバンスド・アージリック変質作用が最上部に来る例も知られている。本地域の変質作用は、この系列の中で中～上部の変質に相当するものと言えよう。

これらは、基本的に浅熱水金鉱床の性質を示すものであり、Hayba・他(1985)の氷長石・絹雲母型に属する金鉱床であると考えられる。上記の鉱物学的特徴を、西ジャワ州の代表的浅熱水金鉱床であるチコトックーポンコール地域の金鉱床と比較すると、硫砒鉄鉱・輝安鉱等のAs・Sb鉱物を含有する点と、氷長石を含まないところが大きく異なる。生成の時代が古いこと(チコトック等は鮮新世～更新世)と生成の場の違いがこれらの差異をもたらしているものと考えられる。

(2) シダムリ地域

シダムリ地域には、二種類の鉱化作用が認められた。その一つはジャンパン層の火山角礫岩に礫として含有される含金珪化鉱であり、他は灰色粘土帯中の黄鉄鉱の鉱染作用である。本地域の一般的な地質状況はサロパ地域と同様であり、広域的復背斜構造の東翼部に位置する。

今回の調査の結果、ジャンパン層の火山角礫岩中の金鉱石は再移動した二次的なものであることが判明した。初生の鉱石は先中新世の金の鉱化作用によるものと考えられる。

黄鉄鉱を含有する灰色粘土帯は、地熱変質によるものではないかと解釈される。

(3) チササ地域

チササ地域の東部からその東方チブニアシにかけての地区には、広い範囲にジャンパ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)が分布することが今年度の調査で判った。そのグリーントフ地域に塊状石膏鉱徴2箇所と重晶石ベッド1箇所が見つかっている。石膏鉱床はチササ及びチダダップに、重晶石ベッドはチブニアシにある。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塊状硫化物鉱床が胚胎する。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一部の地域に産出する。グリーントフの層厚はチササ石膏鉱山のところで約200mである。その構造は、今回の調査

で知られる限りにおいてはフラットに分布し、極めて単調である。グリーントフはカリブチャン石灰岩ないしベント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、石膏帯がベントン層の化石を含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っていない。したがって、本地域の塊状硫化物鉱床生成の後期には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・方鉛鉱ベッド
- e. 石膏帯
- f. 下盤グリーントフ

重晶石・方鉛鉱ベッドは、重晶石と石英中に方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱、銅藍等の硫化物を含む。チブニアシの重晶石ベッドの試料からは、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帯の変質鉱物の組み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. （未調査）

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、緑泥石の変質鉱物組み合わせが認められる。これを日本の北鹿地域と比較すると、本地域の変質作用は弱いものといえよう。

このようなグリーントフは、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解析結果は、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になりうるものと確信する。

チササ地域の中央から西部にかけて、金とベースメタルの鉱化作用が認められる。これらの鉱化地には石英斑岩、安山岩、石英安山岩等の貫入岩体があり、鉱化作用と火成岩体の関係が類推される。これらの貫入岩類の一部はテンジョラウト花崗閃緑岩の派生岩脈と考えられるものである。パダワラス地区の含金石英脈は、その塊状の形態と、粗粒の脈石英の性質から見て、中熱水性の特徴を示し、サロパの金鉱床とは異なる。チランラ川中流地区に分布する黄鉄鉱・黄銅鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱の鉱化作用は、珪化、緑泥石化及び緑簾石化作用を伴い、やはり、火成岩体に関係する比較的高温の熱水性鉱化作用と解釈される。

4-2 地化学異常と鉱化作用との関係

(1) サロパ地域

本年度サロパ地域では、面積518km²の地域に対してパンニング調査、河床堆積物地化学探査及び土壌探査（準精査）が行われた。地化学探査の試料数は合計 1,238個になった。地化学試料の分析データは統計処理された。その結果は地質調査結果と総合的に解釈され、次期探鉱調査の対象となる有望地区が抽出された。

パンニング調査の結果、採取試料総数のほぼ3分の1にあたる試料中に金粒が認められた。鉱化帯の付近のパンニング試料からは、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、黄銅鉱、方鉛鉱、辰砂、鶏冠石等の硫化鉱物の含有が認められた。本年度のパンニング調査によって、11箇所のパンニング異常帯が抽出された。異常が認められたのは、チニル、チクヤ、チマランテン、チググール、チジュレイ、チバトゥングルング、チパンゲシカン-チジャル、チベウニング、チコンダン、チタンパール、チシールの11地区である。

河床堆積物地化学探査では、多数のAu異常が検出された。Au異常の最高値は、ニャリンドゥンの試料の16.6g/tである(AT150ST)。元素間の関係としては、Au-Ag、Au-As、As-Sbの間に顕著な相関関係が認められた。これらの元素関係は、石英脈中の鉱物組み合わせに良く一致する。即ち、本地域の含金石英脈中に、輝銀鉱、硫砒鉄鉱、輝安鉱が産出することによる。河床堆積物地化学探査の統計的解析結果により、10箇所の地化学異常帯が抽出された。異常が認められたのは、チニル、チクヤ、チブンテール-チバレグベグ、チコンダン、チタンパール、チシール、チテンバン、チジュレイ、グリーンムディン、チワラックの10地区である。

これらの地化学探査結果を総合的に解析した結果、強い異常が検出されたのは次の6地区、チニル、チメダン川中流域、チクヤ、チコンダン、チタンパール、チシール川上流域であった。これらの内、前3者はサロパ地域南部の8km(NW-SE)×5km(NE-SW)の範囲にある。この地区には著しいAu異常が密に検出され、Au異常にほぼ重なる形でAg、

As及びSbの異常の分布が認められる。代表的な河床堆積物試料の分析値はAu5,660ppb, Ag 47.00ppm, As1,750ppm, Sb249ppm (AD23ST) である。

一方、後3者の異常帯はサロパ地域北東部の面積40km²の地区に分布し、NW-SE方向に広がる。この地区にも河床堆積物の著しいAu異常が密に検出された。Au異常にほぼ重なる形でAg, As及びSbの異常が分布する。本地区の代表的な河床堆積物試料の分析値はAu 15.2g/t, Ag99.40ppm, As1,415ppm, Sb443ppm (AK32ST) である。

本年度の現地調査では、チニルとチクヤ両地区で土壤地化学探査の準精査が行われた。土壤地化学探査でも、Au, Ag, As, Sbの間に統計的相関関係が認められた。したがって、これらの元素は金の鉱化の指示元素と見なし得るものである。土壤地化学探査では、チニル川地区とその周囲の尾根部に一連の地化学異常が検出された。その異常はNW-SE方向に約3km続いている。この異常帯はほぼ金のパニング異常帯に一致する。それに対して、チクヤの土壤の異常帯はチニルの南東約6km方向に位置する。チクヤの土壤地化学異常は顕著なAu異常(最高410ppb)等からなり、ほぼNW-SE方向に広がっている。

(2) シダムリ地域

本年度シダムリ地域では面積約170km²の地域に対してパニング調査と河床堆積物地化学探査が行われた。採取された地化学試料の数は263個である。地化学探査の結果は地質調査結果と総合的に解釈された。

河床堆積物地化学探査の結果、少数の試料に弱いAu異常が認められた。それらの分布はまとまらず、互いに孤立している。最高値は164ppb(チジュラン・ウェタンの支流域)であり、弱異常値(Au 13ppb)を越す試料数はわずか9個であった。これらの河床堆積物のAu弱異常は、灰色粘土帯の露頭かあるいは含金珪化礫転石帯の付近に認められた。シダムリ地区ではパニング調査も行われたが特記すべき異常は検知されなかった。

(3) チササ地域

チササ地域の本年度現地調査では、パニング調査と河床堆積物地化学探査が実施された。対象面積は312km²、採取試料総数505個であった。

チササ、チダダップの両石膏鉱山の付近においては、パニング調査で金と辰砂の異常が検出された。またチササ川とその支流域において、河床堆積物の顕著な異常が把握された(最高Au708ppb)。河床堆積物による異常箇所はパニング異常に概略一致する。

金とベースメタルのパニング異常は、パダワラス、ダラワティ、チランラ等の地区に

において認められた。チテイスク川、チパトゥジャ川上流等において、河床堆積物の異常（Au188ppb及びAsの弱異常）が把握された。これらは、パダワラス地区の含金石英脈の分布に概ね対応している。チランラ川中流域においては河床堆積物の弱異常（最高 Au54ppb）が見出された。それらはパンニングによる異常に一致する。その他にもAu異常が本地域に見つかっているが、それらは小規模で、分散的なものである。

4-3 鉱床賦存のポテンシャル

(1) サロパ地域

サロパ地域においては、本年度現地調査によって合計17地区に浅熱水金鉱床の鉱徴が把握された。その鉱徴は、パンニング及び河床堆積物地化学探査のAu異常、含金石英脈の露頭、及び変質帯の分布等で表されたものである。金鉱床のタイプとしては、浅熱水性の鉱脈で、中新世の時代のもものと推定された。これらの鉱脈の内一部については、脈幅は薄くても高品位なので、この地域のプロスペクターの手によって既に採掘されている。その稼行方法は、伝統的な手掘りによる採掘と川の流水を利用した粉碎及び水銀アマルガム採取法である。この方法で採掘及び抽出できる金鉱石は限られており、また組織的な探鉱もほとんどなされていない。

17箇所の鉱徴地の内、次の2地区、チニル・チクヤ地区と、チコンダン・チタンパール・チシール地区、が有望と判断される。これらの地区においては、鉱脈露頭、変質帯、地化学異常帯等が面積およそ各 40km²の範囲に分布しており、いずれもNW-SE方向に広がっている。ここでは、石英脈・ネットワーク帯が比較的良好に見られ、地化学異常の分布も密である。地化学異常帯の産出状況から見て、鉱化作用の規模は中程度と推定される。

(2) シダムリ地域

シダムリ地域では、ジャンパン層の火山角礫岩中に含金珪化鉱が把握されている。そのいくつかの試料からAuが検出された。しかしながらこれらの鉱石は初生のものではなく、再堆積した二次成のものであり、連続性に欠けることが判明した。河床堆積物地化学異常も弱いものであり、散在するのみであった。これらの結果によって、本地区の含金珪化鉱は、探鉱対象になるようなものではないとの結論に達した。

本地域南部に見つかった黄鉄鉱の鉱染を伴う灰色粘土帯については、試料の分析値が検出限界以下であり、付近の河床堆積物地化学異常も弱いため、やはりポテンシャルに欠けるものとの判断に至った。

(3) チササ地域

本年度チササ地域では、塊状硫化物鉱床を第1探鉱課題に掲げて調査を行った。本地域は、塊状硫化物鉱床の探査地区としてまだ初期段階にあり、石膏と重晶石の産出が知られ

ているにすぎない。したがって、本年度は、(1) グリーンタフの分布の把握、(2) 塊状硫化物鉱化作用の胚胎層準の解明、及び(3) 変質鉱物組み合わせの検討を行った。調査の最終段階でチブニアシ地区においてテスト的に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た(最高 Au2.17g/t, Ag662g/t, Pb38.64%等)。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。

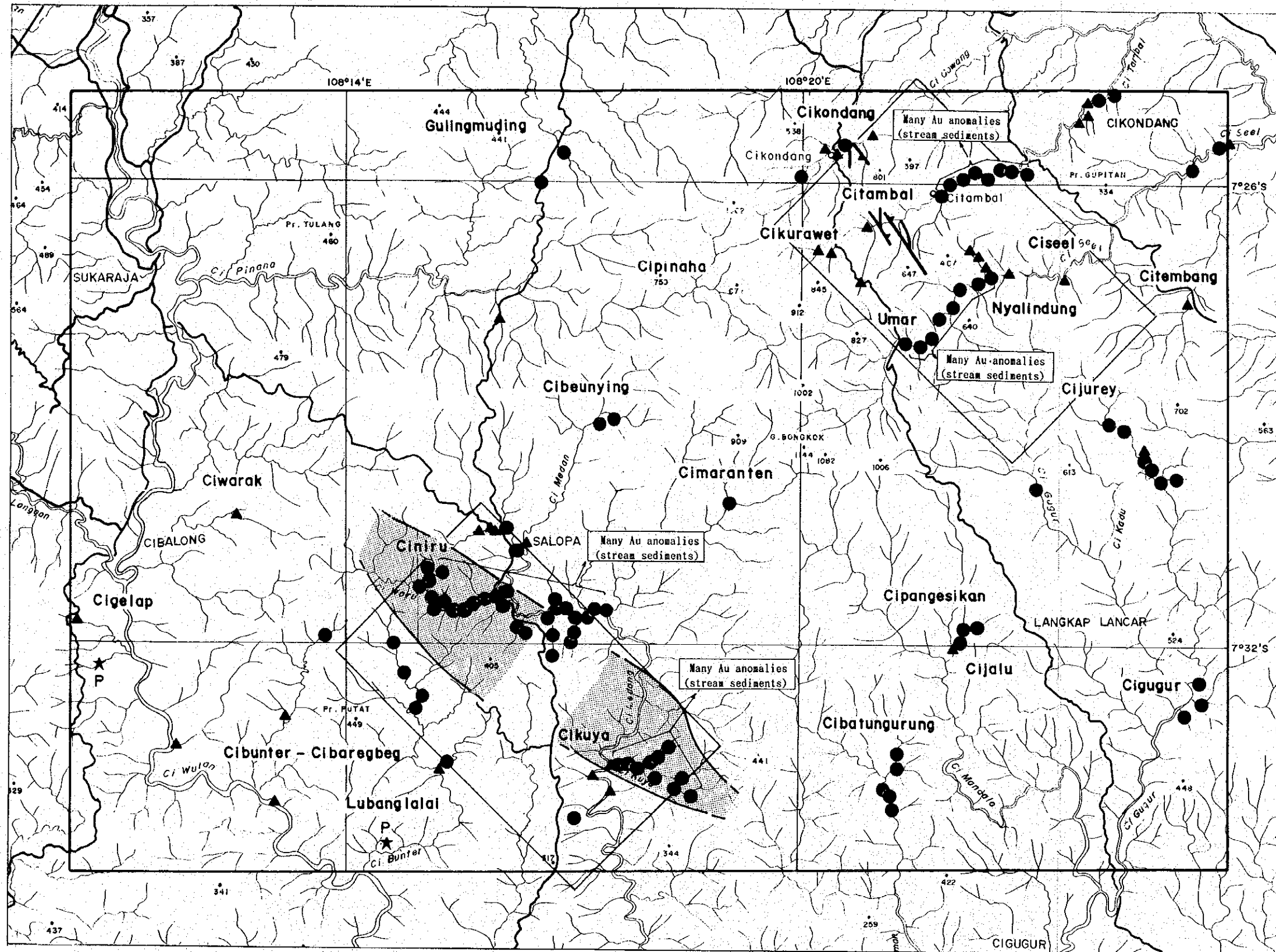
本地域の既知塊状硫化物鉱床の鉱化作用を日本の北鹿地域と比較して、その特徴を要約すると、次のようになる。

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。
2. 広域の変質帯が弱く、主としてモンモリロン石化作用からなる。
3. 沈殿した硫化物の堆積物を被覆保存する役割を果たす上盤の泥岩層ないし玄武岩溶岩が欠如している。
4. 硫化物の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ベントナイト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。

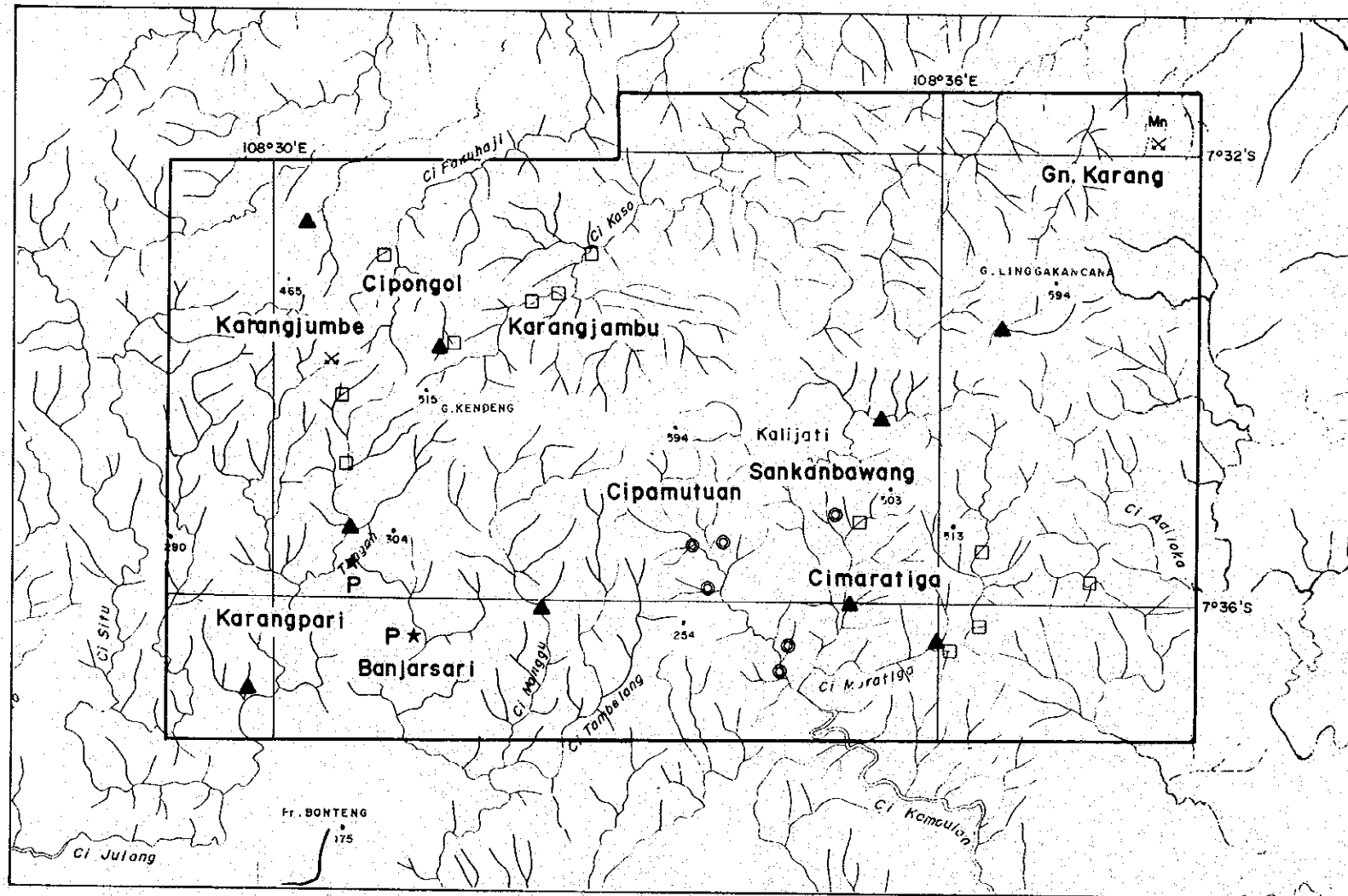
1. グリーンタフが厚く分布する地区。
2. 石英安山岩の活動が活発な箇所。
3. 泥岩層が発達する構造的凹部。
4. 変質帯の強く発達する部分。

その他に、金とベースメタルの鉱化作用が本地域には認められ、火成岩岩株に成因的に関係するものとの解釈がなされた。しかし、地化学探査の結果によると弱い異常しか把握されなかった。したがって、それらの鉱床のポテンシャルは小さいものと考えられる。

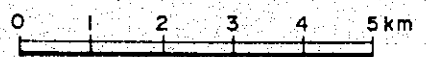


- [LEGEND]
- Survey Area
 - Gold in Pan-Conc
 - Y Gold-Bearing Qz Vein
 - ▲ Au Anomaly in Stream Sediment (Au>95ppb)
 - ▨ Anomalous Zone in Soil (Au, Ag, As & Sb)
 - Promising Prospect
 - P Phosphate Deposit
 - ★ Phosphate Deposit

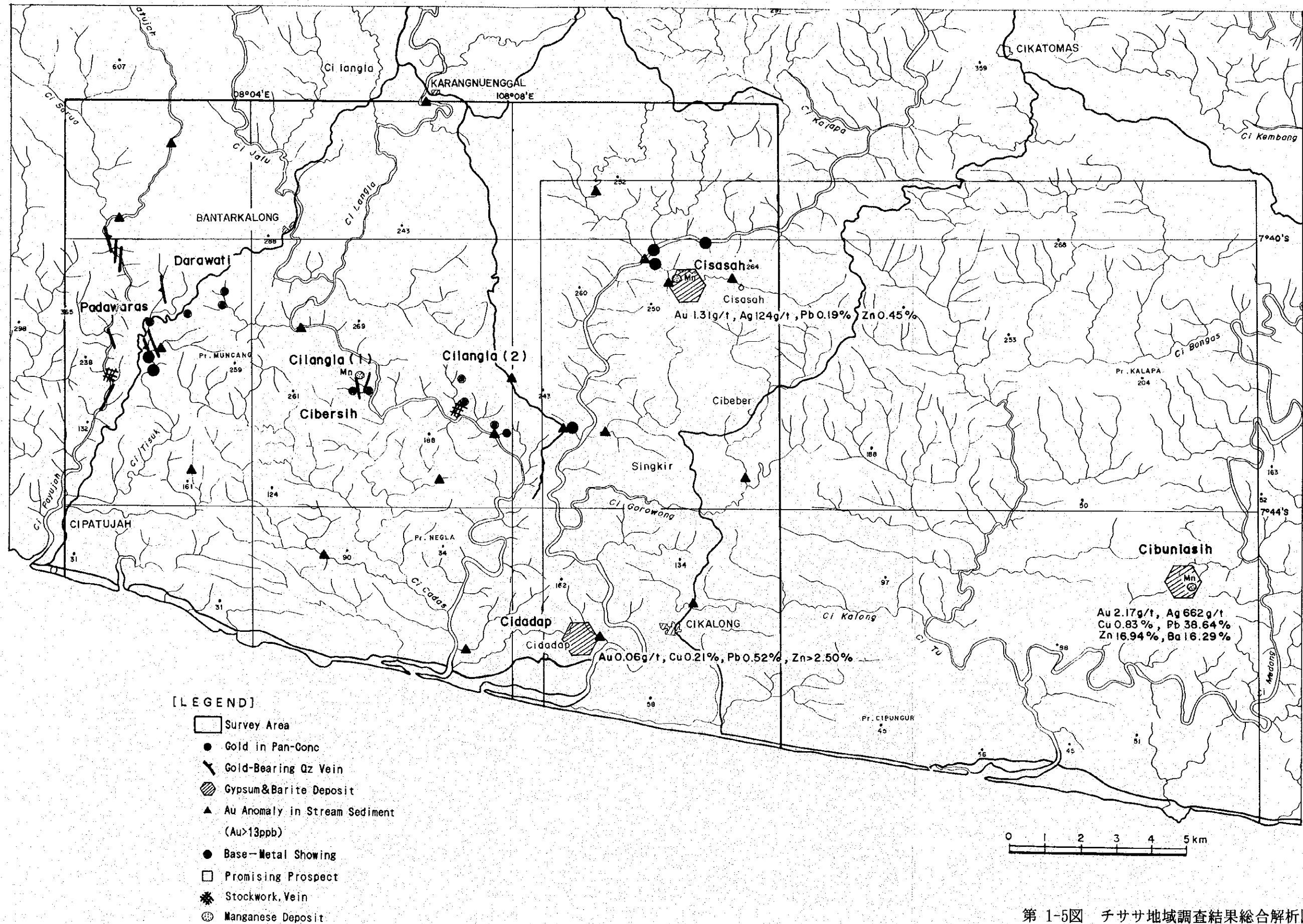
第 1-3図 サロパ地域調査結果総合解析図



- [LEGEND]
- Survey Area
 - ▲ Au Anomaly in Stream Sediment (Au>13ppb)
 - Py-Diss in Grey Clay Zone
 - Silicified Rock Float
 - × Old Working
 - ★ Phosphate Deposit
 - P Phosphate Deposit



第 1-4図 シダムリ地域調査結果総合解析図



第 1-5 図 チササ地域調査結果総合解析図

第5章 結論及び提言

5-1 結論

タシックマラヤ地域における第1年次探鉱として、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。

5-1-1 サロパ地域

(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。このうちサロパ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パ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、今後の調査で説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、サロパ地域で総計17箇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。チニル川とチパ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テスト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パンニング試料、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パ地域南部に位置する8km(NW-SE)×5km(NE-SW)の範囲に収まる。チニルとチクヤの中間部にあるチメダン川中流域にもパ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) サロパ地域ではチニル・チクヤ地区に次いで、チコンダン・チタンパール・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、パ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) サロパ地域の含金石英脈は、ジャンパン層の安山岩質ないし石英安山岩質の火山岩・火山碎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。本地域の鉍脈はNW系を主とする。鉍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パの付近には直径十数キロの複合環状構造の存在が示唆され、鉍脈の生成と環状構造との関連性が推測されている。

(5) サロパ地域の金鉍床については、本年度の調査の過程で、鉍石・脈石鉍物の組み合わせ、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鉍床であるチコトック、ポンコールの鉍床と比較すると、As・Sb鉍物(硫砒鉄鉍、輝安鉍)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。

5-1-2 シダムリ地域

(1) シダムリ地域のカラジャンビその他の地区で認められた金鉍石は、調査の結果ジャンパ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鉍石である。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鉍の強い鉍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。この鉍化作用は、地熱活動に関係するものではないかと推定される。

5-1-3 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パン層上部層に属する石英安山岩質火山碎屑岩類、いわゆるグリーントフの分布が確認された。その地区には石膏鉍床2箇所と重晶石ベッド1箇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ベッド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鉍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、グリーントフ層準の構造は、平坦で極めて単調なものであった。グリーントフの層厚は薄く、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、チダダツプ両石膏鉱床では、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のみであった。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点が探査指針になる。

(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が何箇所か見出された。そのうち、パ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。これら鉱徴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。

5-2 第2年次への提言

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) チコンダン・チタンパール・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、チダダップ、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。

第Ⅱ部 各 論

第 II 部 各 論

第 1 章 衛星画像解析

1-1 解析方法

(1) 序 論

衛星画像による写真地質学的解析の目的は、調査地域の地質単元と広域地質構造を解析して地質調査・地化学探査の指針を得ることにある。本衛星画像解析の結果は、既存データ解析の結果と併せて現地調査地域選定資料として活用された。

JERS-1・SARのデジタルデータは、NASDAからERSDAC経由でCCTの形で供与されたものである。それらは、レベル 2.1のデータであり、地形歪みに関して初期補正されたものである。検討に使用した画像は、2画面の縮尺 1:200,000のモノクローム・プリントである。画像がカバーする範囲を第 2-2図に示す。画像処理がうまく仕上がったためか、ゴーストや過飽和ノイズ等は全く認められなかった。画像データの詳細については下表に記す。

DATA	PATH	ROW	DATA ACQUISITION DATE	SCENE CENTER	ILLUMINATION DIRECTION
JERS-1 SAR	104	313	FEB. 21, 1993	7° 27' S, 108° 26' E	N81° W
LEVEL 2.1	105	313	AUG. 30, 1992	7° 28' S, 107° 58' E	N81° W

合成開口レーダー（SAR）は、マイクロ波を照射してその反射波を用いるため、例えば東南アジアや南米等の熱帯雨林地帯においても、厚い雲や霧を通して鮮明な画像が得られるという特徴を持っている。ことに日本のJERS-1・SARは、ヨーロッパのERS-1・SARに比べて地形歪みが少ない。このため、JERS-1・SARの画像は、地質・地形判読を行うのにより適しているといえる。JERS-1・SARはLバンド（波長23.5cm）を使用しており、ヨーロッパのERS-1・SARが採用しているCバンドやXバンドより波長が長い。Lバンドは森林と草地の区分に有効であることがわかってきた。さらに、SARの特徴である立体視手法を使うことによって、一定の条件下では、地形測量が可能になる。

SARは通常一定方向にマイクロ波を照射するため、地形判読において特定の方向性を有する地形的不連続が強調される可能性を持っている。マイクロ波の照射方向に平行する線状構造は捕捉されにくく、一方、照射方向に対して20~30°の角度で交わる方向の構造は捕捉されやすい。このような判読の異方性はリニアメントの判読に現れやすいので、十

分注意を払って解釈する必要がある。これを防ぐには光学センサーによる画像を併用することが有効である。

本解析は、左右に隣接する2シーンのJERS-1・SAR画像(縮尺1:200,000)を用い、写真地質学的解析手法により行われた。なお、それぞれの画像の重複部分は立体視が可能であり、実体鏡を用い解析精度を向上させるように努めた。

地質・地質構造の判読にあたっては、JERS-1・SAR画像上の写真地質学的判読要素であるモノトーンの写真的特徴及び地形的特徴について、下記の基準を設定した。

・写真的特徴

階 調：明，中，暗

肌 合：細粒(滑らか)，中粒，粗粒

・地形的特徴

水系形態：樹枝状，平行状，放射状，環状

水系密度：低，中，高

地形断面：起伏量を表示

抵抗度：極低，低，中，高

山稜形態：水平，なだらか，急峻，カルスト地形

層 理：発達，塊状，無

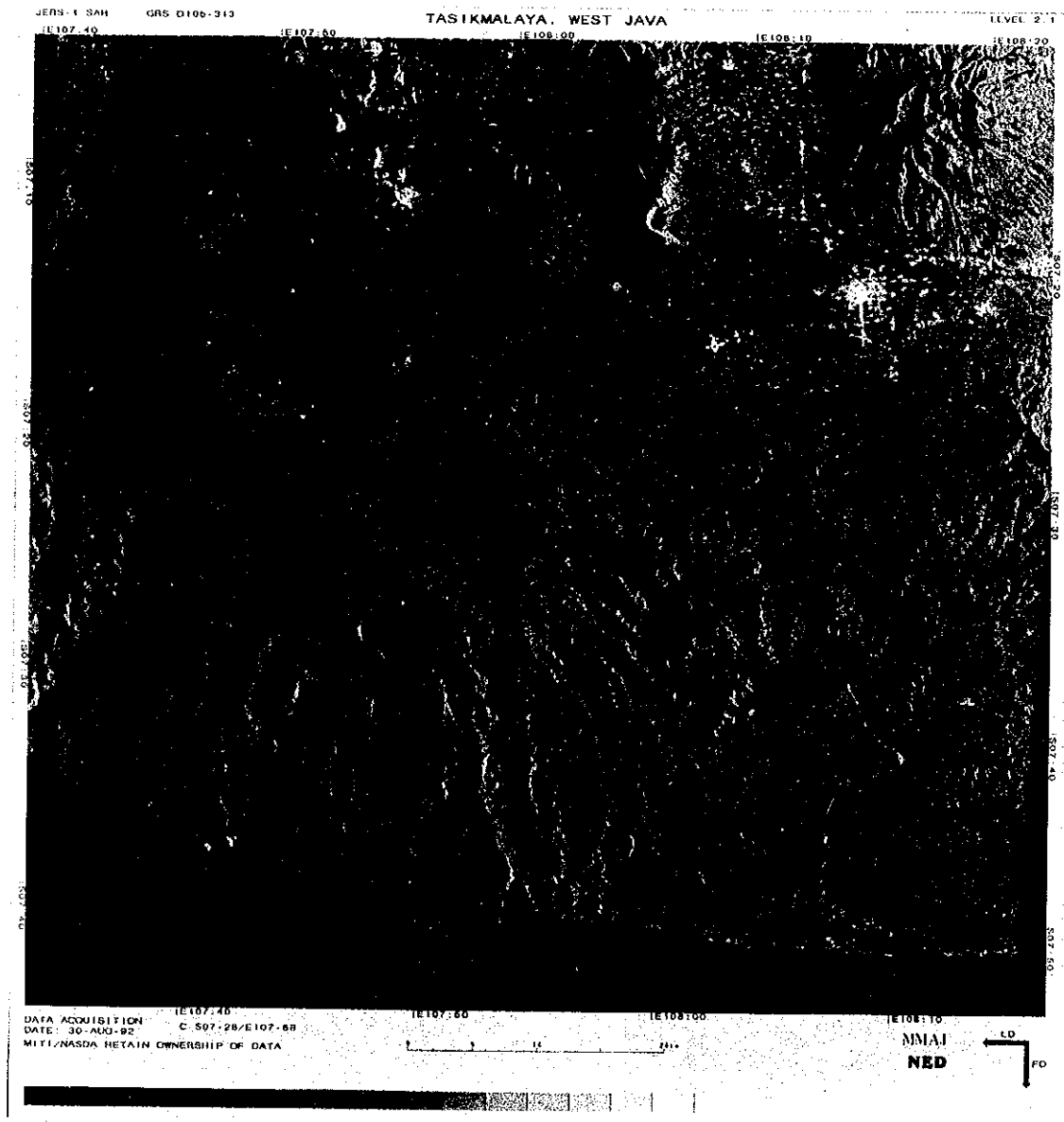
(2) SAR画像前処理

JERS-1・SAR画像は16ビットのピクセルデータから構成されている。各ピクセルデータは65,536階調のデータよりなる。この16ビット・デジタルデータを通常の256階調の写真イメージデータに変換する必要がある。この処理をデータ圧縮処理という。一般的に言うと、このためにはデータの最大値と最小値の差を256等分しそれぞれに階調を割り付ける方法を探る。また、データの平均値(m)と分散(σ)から、 $m+a\sigma$ と $m-b\sigma$ の差をとり、それを256で割って階調を割り付ける方法もよく採られる。後者の場合に係数 a 、 b には通常2.5~3.5の値が使われる。

SARデータにはスペックルノイズが相当量含まれている。スペックルノイズは散乱した電磁波の干渉によって生じるものである。このノイズは一定量がランダムに発生する。このような性質によって、SAR画像の隣接するピクセルどうしの間でも階調が異なってくるわけである。この結果、画像にラフな調子が現れる。従って、このノイズを取り除かないで16ビットから8ビットへの変換を行うと、ノイズレベルが拡大され、画像データの品質が破壊されることになる。これを防ぐためには、ビット変換をする前に、スペックルノイズを除去するためのフィルター処理を行わなければならない。現在よく使われるフィルターとしては次のようなものがある。



第 2-1 図 JERS-1・SAR画像



第 2-1 図 JERS-1・SAR画像

- ・局所平滑化フィルター（3ピクセル×3ピクセル）
- ・メディアンフィルター（3ピクセル×3ピクセル）
- ・エッジ保存フィルター（5ピクセル×5ピクセル）
- ・カーネルフィルター（7ピクセル×7ピクセル）

今回のデータ前処理に際しては、上記フィルターの全部を試験した。その結果、カーネルフィルターを用いた場合に比較的良好な効果が現れることが確かめられたので、それを用いて本地域の画像処理を行った。続いて、フィルター処理後のデータを平均値・標準偏差を用いた線形変換法によってビット変換した。その結果、比較的鮮明で、階調の整ったSAR画像が出来上がった。本地域は、光学センサー（JERS-1・OPS）では雲量40%のため地表物が殆ど視認できない状況であったが、SAR画像によって、地形・地質情報を読み取ることができるようになった。

1-2 解析結果

(1) 地質単元

作成した解析対象地域（以下、本地域と称する）のJERS-1・SAR画像は第2-1図に、また、同画像を基に地質判読した結果は第2-1表及び第2-2図に示した通りである。すなわち、本地域の地質は、

- ・第三系相当層：5地質単元（以下単元と略称する）
このうち2単元は、それぞれ2つに細分される。
- ・第四系相当層：3単元
- ・貫入岩類：1単元

なお、単元区分にあたっては次章に示す既存地質資料を参考にした。

以下に各単元の分布状況及び判読要素の特徴を記載する。

単元T1

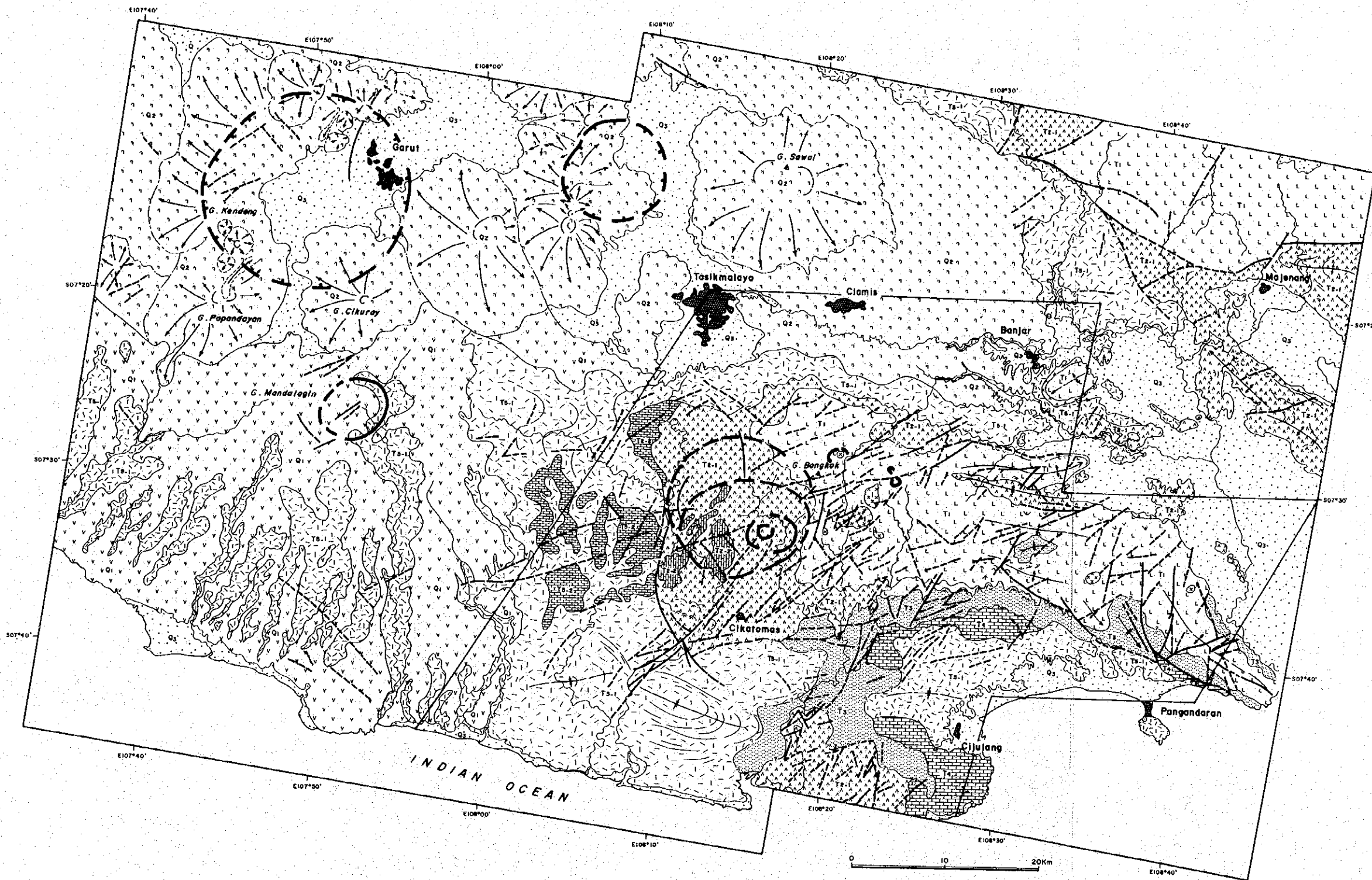
本単元は、本地域の中央部から北東部にかけて3地区に分布する。このうち中央部のものは50km×15kmの広がりを示し、ほぼ東西に伸長する背斜山稜を形成する。

写真的・地形的特徴は、他の単元に比べ風化侵食に対する抵抗度が最も高く、全体に塊状を示すことで特徴づけられる。

本単元は、火山岩類からなると推定され、本地域の最下部層をなす。ジャンパン層の下部層及び上部層の一部に対比される。

第 2-1 表 衛星画像解析総括表

Characteristics	Photo-Characteristics		Morphological Expression					Estimated Lithology	
	Tone	Texture	Drainage Pattern	Density	Cross-section	Resistivity	Attitude		Bedding
Unit									
Q ₃	very dark to vary light	fine or smooth	meandering	very low		very low	horizontal	none	Unconsolidated Deposits (mainly Alluvium)
Q ₂	medium grey	fine to coarse	radial	high		low to high	steep, horizontal	massive	Volcanic Products (younger than Q1 Unit)
Q ₁	"	medium to coarse	sub-parallel	low		"	gentle	"	Volcanic Products
T ₃₋₂	"	coarse	sub-dendritic	very low		high	"	"	Limestone
T ₃₋₁	"	fine to medium, partly linear	dendritic	medium		low to moderate	"	bedded, massive	Pyroclastic and Clastic Rocks
T ₄	"	coarse	sub-dendritic	low		moderate	karst phenomena	massive	Limestone
T ₃	"	fine to medium	parallel	very low		high	steep	bedded	Clastic Rocks (mainly Sandstone)
T ₂₋₂	"	coarse	sub-dendritic	very low		high	gentle	massive	Limestone
T ₂₋₁	"	medium to coarse, partly linear	dendritic parallel	medium to high		low to high	moderate	well bedded, massive	Pyroclastic and Clastic Rocks
T ₁	"	medium to coarse	dendritic	medium to high		very high	steep	massive	Volcanic Rocks
I	"	fine or smooth	-	-		low or moderate	horizontal	"	Intrusive Rocks



Q ₂	Unconsolidated Deposits (mainly Alluvium)
Q ₁	Volcanic Products (younger than Q1 Unit)
Q ₀	Volcanic Products
L ₁	Limestone
T ₁	Pyroclastic and Clastic Rocks
L ₂	Limestone
T ₂	Clastic Rocks (mainly Sandstone)
L ₃	Limestone
T ₃	Pyroclastic and Clastic Rocks
V ₁	Volcanic Rocks
I ₁	Intrusive Rocks

- Annotation Symbols
- Lithological boundary
 - Lineament (solid line: certain, dotted line: inferred)
 - Circular structure (solid line: certain, dotted line: inferred)
 - Caldera (solid line: certain, dotted line: inferred)
 - Crater
 - Volcanic edifice
 - Lava flow
 - Lake or pond
 - Drainage system
 - Tom or village

第 2-2図 衛星画像解析結果図

単元 T 2-1

単元 T 1 を取り巻く形で分布するほか、本地域の南部に小分布する。

地域によって写真的・地形的特徴が異なり、中央部では抵抗度が低く塊状をなすのに対し、北東部では抵抗度が低～高と変化に富み、かつ、層理が発達することで特徴づけられる。

本単元は、火山砕屑岩類及び砕屑岩類からなると推定され、下位の単元 T 1 とは中央部では整合的に、北東部では断層で境する。ジャンパン層の上部層の一部に対比される。

単元 T 2-2

本地域中央部の単元 T 2-1 中に分布する。

抵抗度が高く、それぞれが塊状で不規則な分布形態を示すことで特徴づけられる。

本単元は石灰岩と推定される。カリブチャン層に対比される。

単元 T 3

本地域南部及び南東部に幅狭く分布する。

肌合いが細粒～中粒、低密度の平行状水系、抵抗度が高く、一部で層理が発達すること等の特徴がある。

本単元は、砂岩を主とする砕屑岩類からなると推定され、下位の単元 T 1 及び T 2-1 と整合的である。ベントナン層に対比される。

単元 T 4

本地域南部の単元 T 3 に接して分布する。

肌合いが粗く、塊状でカルスト地形を示すことで特徴づけられる。

本単元は、石灰岩と推定される。下位の単元 T 3 とは整合的である。カリブチャン層あるいはベントナン層の石灰岩に対比される。

単元 T 5-1

本地域中央部から南部、南西部及び北東部にかけて広く分布する。このうち南西部では後述する単元 Q 1 に覆われて地窓状に分布する。

抵抗度が低～中程度で、塊状をなす部分と、層理と推定される線状模様を示す部分が認められる。

本単元は、主として火山砕屑岩類及び砕屑岩類からなると推定されるが、南部には一部後述の単元 T 5-2 よりも抵抗度がやや低く、カルスト地形的特徴を示す部分が認められることから、石灰岩が含まれる可能性がある。なお、地窓状に分布する南西部のものについて

では特徴的な判読要素が認められないため、岩質を特定することは困難である。北東部では単元T1及びT2-1と断層で接し、中央部では単元T2、T3、T4と整合的である。主としてハラン層に対比される。

単元T5-2

本地域中央部の単元T5-1中に挟まれる形で分布する。

単元T2-2と同様抵抗度が高く、それぞれが塊状で不規則な分布形態を示すことで特徴づけられる。本単元は、単元T5-1に挟まれる石灰岩と推定される。

単元Q1

本地域南西部に広く分布する。

抵抗度が比較的高いにも拘わらずなだらかな山稜形態を示し、山地に沿って分布することで特徴づけられる。

本単元は、溶岩を伴う火山噴出物と推定され、単元T5-1を不整合に覆っている。古期火山岩類に対比される。

単元Q2

本地域北西部から北部にかけて広く分布する。

放射状水系及び円錐形の火山地形、火口や溶岩流を示唆する地形が認められることで特徴づけられ、溶岩を伴う火山噴出物と推定される。独立した多くの火山がみられるが、これら相互の関係から本地域では少なくとも4回の火山サイクルが推定され、単元Q1を覆っている。新期火山岩類に対比される。

単元Q3

本地域東部の平野部に広く分布するほか、タシクマラヤ及びガルット付近の低地に分布する。

抵抗度が極めて低く、平坦な地形を埋める未固結堆積物からなると推定される。東部の平野部は沖積層、タシクマラヤ及びガルット周辺の低地部は大半が単元Q2からの碎屑物と考えられる。

単元I

本地域中央部から東部にかける単元T1の分布域に7箇所、いずれも最大直径4km未満と極めて小規模に分布する。

肌合いが細粒又は滑らか、抵抗度が低又は中程度で、塊状をなすことで特徴づけられるので、単元T1を貫く貫入岩類と推定される。石英安山岩、安山岩、ないし花崗閃緑岩に

対比される。

(2) 地質構造

リニアメント

リニアメントは断裂を暗示する地形現象であり、今回の判定基準の主要なものは以下の通りである。

- ・断層崖の存在
- ・直線的な谷（断層谷）の存在
- ・山腹斜面の傾斜変換点が直線的に連続する場合

リニアメントの分布図を第 2-2図に示す。方向区分毎のリニアメント出現頻度と合計延長は次の通りである。

DIRECTION	FREQUENCY		TOTAL LENGTH	
	ct	%	km	%
E - W S78.75° E - N78.75° E	31	10	97.0	7
ENE N78.75° E - N56.25° E	44	14	158.9	11
NE N56.25° E - N33.75° E	57	18	205.7	15
NNE N33.75° E - N11.25° E	62	20	270.0	19
N - S N11.25° E - N11.25° W	37	12	176.2	13
NNW N11.25° W - N33.75° W	32	10	122.9	9
NW N33.75° W - N56.25° W	29	10	261.7	19
WNW N56.25° W - N78.75° W	19	6	103.6	7
TOTAL	311	100	1,396.0	100

本地域で抽出されたリニアメントは合計300本を超え、総延長は1,400km余りである。これらのリニアメントは各地質単元上に見られるが、特に本地域中央部から東部にかけての単元T1中に最も多く認められる。リニアメントの卓越方向は、リニアメント方向別頻度分布表に示した通りで、本数と長さのそれぞれの主な卓越順は次のようになる。

- ・本数：NNE - SSW(62本) > NE - SW(57本) > ENE - WSW(44本)

- ・長さ：NNE - SSW(延長270.0km) ≥ NW - SE(延長261.7km)
> NE - SW(延長205.7km)

個々のリニアメントの本数と長さの関係は比例する傾向を有する。なお、NW - SE方向については比較的長いリニアメントが多い。

抽出されたリニアメントのうち、地形の起伏量が大きい箇所及び地層のトレンドと非調和なリニアメントは断層と推定される。このタイプのリニアメントとしては、本地域北東部の単元T1とT2-1又はT5-1を境するもの、及び本地域南部寄りの単元T2-1とT5-1を境するものなどが顕著である。

環状構造

環状又は半環状水系と山稜形態から環状構造を判読・抽出した。

抽出された環状又は半環状構造は合計7箇所である。最大規模の環状構造は本地域北西部のケンデン山(標高1,694m)とガルット東端を結ぶもので、直径22kmにも及ぶ。また、ガルット東方25kmの地点を中心に直径11kmのものが認められる。これらは両者とも単元Q2中の火山活動に伴うカルデラと推定される。ただし地表ではカルデラ壁の西側部分が残っているのみで、その後の火山噴出物などにより覆われて全体像が把握できない状態となっている。

調査地域の中央部の単元T1及びT2-1分布域に環状構造3箇所が認められた。その内の1つ、サロパ付近に認められる環状構造は4重の複合環状構造であり、同心円的に分布する。最外郭の円の直径は約15kmである。この構造は不鮮明で、特に北部がはっきりしない。この構造は古いものと解釈でき、T2-1の活動に伴う火山性陥没構造ではないかと推定される。

褶曲構造

走向及び傾斜を示すディップスロープなどから褶曲構造を判定した。抽出された褶曲構造は次のとおりで、いずれも第三系に相当する単元Tに認められた。

- ・背斜構造：7箇所
- ・向斜構造：6箇所

本地域中央部から東部かけて東西に伸長する単元T1をベースとして同方向の軸をもつ複数の褶曲構造が認められ、全体に複背斜構造を示す。同構造はそれぞれ東西にプランジするものの、東側の一つはSE - NW方向に変化する。

本地域北東部の単元T2-1にE - W又はNW - SE方向の2箇所の背斜構造が認められ

る。なお、この中間に分布する単元Q3に下部には向斜構造が伏在するものと推定される。

また、本地域南部の単元T5-1の分布域にはほぼ東西方向の軸をもつ3個所の向斜構造が推定されるが、画像上における層理の認識が必ずしも明瞭ではないので、注意が必要である。上記のほか、単元T5-1の分布域に層理に類似した線状模様が見られ、褶曲構造の存在する可能性が強い。

小規模の向斜構造がユニットK2及びT5中に認められた。この向斜の軸の方向は、それぞれN-SとNEである。

第2章 既存資料解析

2-1 解析の概要

既存資料の解析は、タシクマラヤ地域の地質及び既知鉱徴の概要を把握し、対象地域内に賦存が期待できる鉱床の種類を限定することによって、現地調査範囲を選定し調査方針を確立することを目的に行われた。調査範囲と調査方針の策定は、既述の衛星画像解析の結果と併せて検討された。本作業は、現地調査前に一部東京で行われ、その後インドネシアにおいても、カウンターパートと協力して遂行された。

西ジャワ州の南東部に当たるタシクマラヤ地域の地質と鉱物資源については、オランダの時代より調査がなされている。調査は、主として地質研究開発センターや鉱物資源局などの政府関係機関の手によってなされてきた。それらの調査資料の殆どがインドネシア語で書かれている。

調査地域に関しては地質図幅（縮尺 1:100,000）が出版されている。また、古いものだが地形図（縮尺 1:50,000 及び 1:25,000）もほぼ完備している。鉱物資源に関しては、鉱物資源局によって貴金属・ベースメタルの調査が数年前から実施されており、その短報が書かれている。以下に既存資料の一覧表を示す。

[Geologic Map]

- Alzwar, M., Akbar, N., dan Bachri, S., 1974: Peta Geologi Lembar Garut dan Pameungpeuk, Jawa, skala 1:100,000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Kastowo, 1975: Peta Geologi Lembar Majenang, Jawa, skala 1:100,000, Direktorat Geologi.
- Supriatna, S., Sarmili, L., Sudana, D., dan Koswara, A., 1978: Peta Geologi Lembar Karangnunggal, Jawa, skala 1:100,000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Simandjuntak, T.O., dan Surono, 1981: Peta Geologi Lembar Pangandaran, Jawa, skala 1:100,000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Budhitrisna, T., 1987: Peta Geologi Lembar Tasikmalaya, Jawa Barat, skala 1:100,000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

[Topographic Map]

- Direktorat Geologi, 1980-1984: Peta Topografi Jawa Barat, skala 1:50,000 (A.M.S. U.S. Army 1943-1944).
- U.S. Army Map Service, Far East, 1963: Topographic Map, West Java, scale 1:50,000.
- Direktorat Geologi, 19**: Peta Topografi, Jawa Barat, skala 1:25,000

(pembesaran dari peta sekala 1:50,000).

[Exploration Report]

Hendro Wahjono dkk, 1992: Laporan Penyelidikan Pendahuluan Logam Mulia di daerah Pegunungan Selatan, Kabupaten Ciamis-Tasikmalaya dan Garut, Jawa Barat, Direktorat Sumberdaya Mineral.

Hendro Wahjono dan Atok, S.P., 1993: Eksplorasi Pendahuluan Logam Mulia di daerah Cisarupan dan Karangjambe, Kabupaten Garut dan Ciamis, Jawa Barat, Direktorat Sumberdaya Mineral.

Deddy T. Sutisna dkk, 1993: Laporan Penyelidikan Lanjutan Logam Mulia di daerah Cipatujah dan Cikalong, Kab. Tasikmalaya, Jawa Barat, Direktorat Sumberdaya Mineral.

[Geological Report]

Koolhoven, W.C.B., 1933, Consideration on the occurrence, genesis and age of gold and precious metal bearing ores in Java and their exploration.

Van Bemmelen, R.W., 1949: The Geology of Indonesia, v. 1A, Government Printing Office, The Hague.

Carlile, J.C., and Mitchell, A.H.G., 1994, Magmatic arcs and associated gold and copper mineralization in Indonesia: Jour. Geochem. Expl., 50, p.91-142.

第 2-2表 既存データ一覧表

2-2 地質

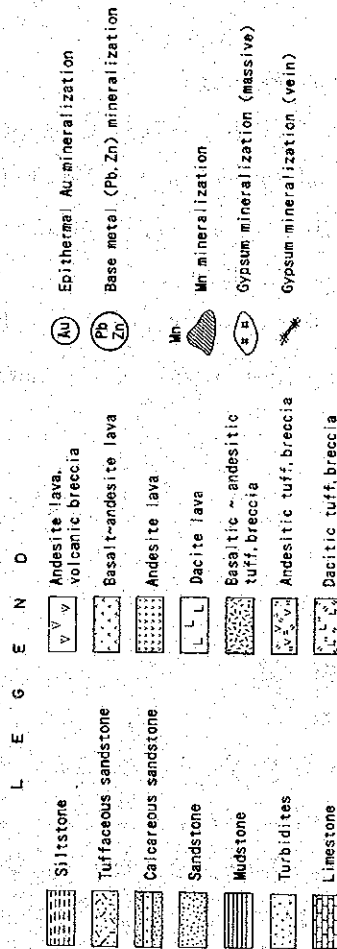
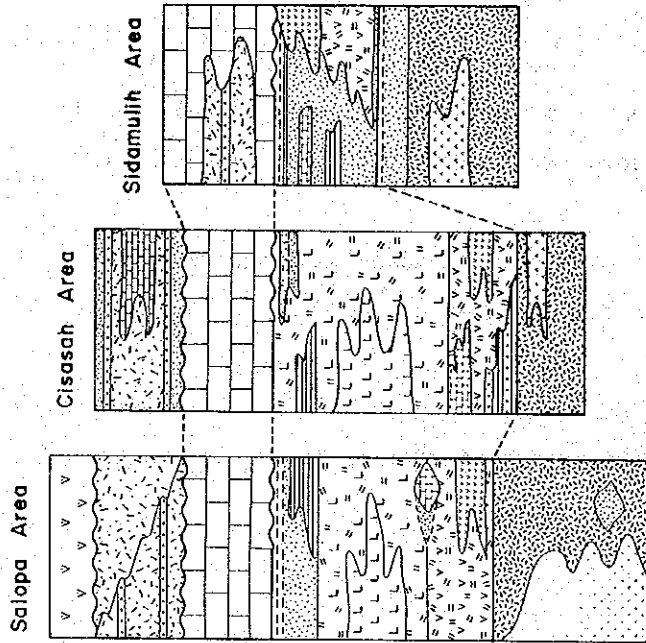
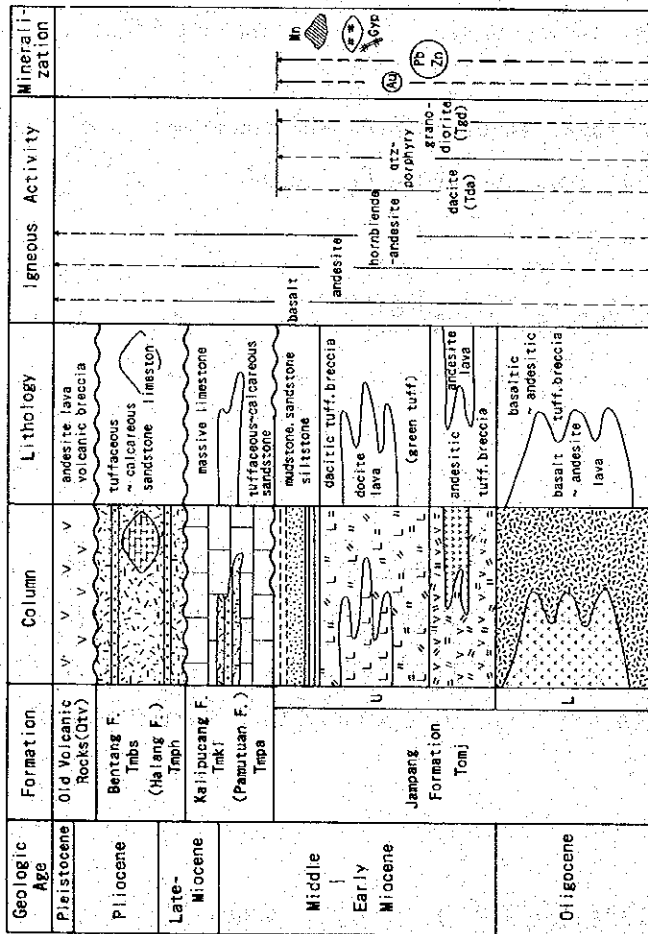
(1) 層序

既存データによると、タシクマラヤ地域の地質は、下位から上位にジャンパン層、カリプチャン層、パムトゥアン層、ベントアン層及びハラン層より構成されている。これらの地層は、全て第三紀層に属する。先第三紀層については知られていない。これらの第三系の上に第四紀の古期及び新期の火山岩類が分布する。本地区の層序図及び地質図を第 2-3, 2-4図に掲げる。

ジャンパン層

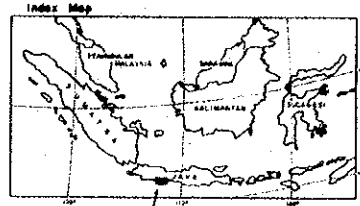
本層は主として火山角礫岩、溶岩及び凝灰岩からなり、その間に凝灰質砂岩、砂岩、シ

Generalized Stratigraphic Column, Tasikmalaya Area

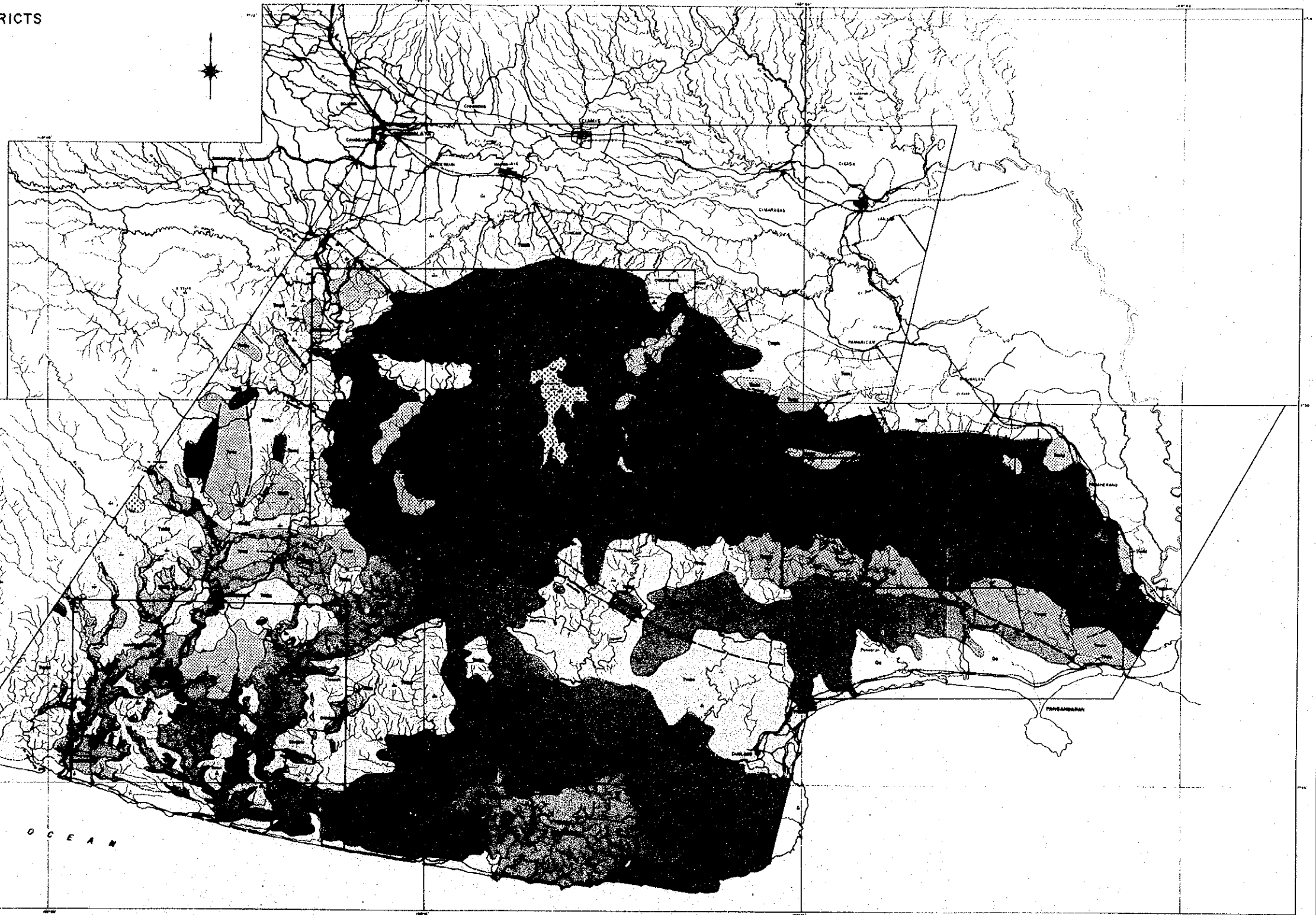
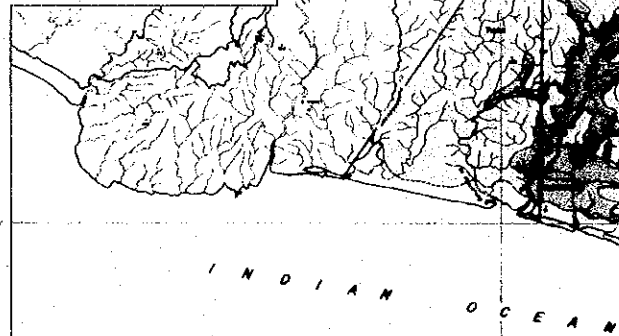


第 2-3 図 タシクマラヤ地域層序図

CIAMIS - TASIKMALAYA DISTRICTS
WEST JAVA



Survey Area



LEGEND

HOLOCENE	Alluvial Deposits	Qa	Silt, sand, gravel and pebble ~ Younger volcanic rocks
PLEISTOCENE	Older-Younger Volcanic Rocks	Qv	Volcanic breccia, lava and tuff
PLIOCENE	Bentang Formation	Tapb	Tuffaceous sandstone, sandstone, calcareous sandstone and limestone lenses.
	Halang Formation	Taph	Turbidites comprising alternations of sandstone, claystone and sandstone
LATE MIOCENE	Kalipucang Formation	Tak	Foraminiferal limestone and sandy limestone.

MIDDLE-EARLY MIOCENE	Pamutuan Formation	Tapa	Sandstone, calcarenite, marl, tuff, claystone
	Genteng Member (Jampang Formation)	Tajg	Calcarenite and clastic limestone intercalated with marl.
	Nusakambangan Formation	Tanc	Tuff, lapilli tuff, sandstone and interbedded with mudstone.
OLIGOCENE	Jampang Formation	Taj	Andesitic to basaltic volcanic breccia, lava and tuff, tuffaceous sandstone, with intercalation of sandstone, siltstone, claystone and limestone.

Intrusives	Andesite
	Basalt
	Hornblende Andesite
	Dacite
	Quartz Porphyry
	Granodiorite

第 2-4 図 タシクマラヤ地域地質図

ルト岩、頁岩、石灰岩等を挟む。火山岩類は安山岩質ないし玄武岩質の性質を示す。プロピライト質の変質を示すものもある。

これらの岩石は本地域の中央部に広く分布する。

本層は漸新統～初期中新統に対比される。

ジャンパン層はカリプチャン層によって整合的に覆われる。

カリプチャン層・パムトゥアン層

本層は主として塊状の礁性石灰岩からなり、破碎質石灰岩層を含む。本石灰岩中には多量の底生生物とプランクトンの化石を含有する。それらは、中期中新世の時代を示す。

本層は地域の中部から南部にかけて広く分布する。本層の分布域にはしばしばカルスト地形が発達する。

本地域の南西部には、本層中に砂質石灰岩レンズを挟む石灰質砂岩と凝灰質砂岩の互層が分布する箇所がある。これらはカランヌンガル地質図幅においてパムトゥアン層と呼称されている。

カリプチャン層はその上位のベントアン層及びハラン層と不整合関係を有する。

ベントアン層

本層は、凝灰角礫岩、礫岩、石灰岩、凝灰質頁岩及び頁岩等の薄層を挟む石灰質砂岩・凝灰質砂岩から構成される。これらの地層は概ね層理が発達している。

本層中の石灰質の部分にはしばしば有孔虫や軟体動物の化石が発見され、それによって、本層が中部中新世～鮮新世の時代を示すことが判る。

本層は主として地域南部に分布する。

ベントアン層は、ハラン層に整合的に覆われ、古期火山岩類には不整合的に覆われる。

ハラン層

本層は、石灰質砂岩層を挟む砂岩・頁岩からなる。本層は、しばしば級化層理、平行ラミナ、コンボルト葉理、ロードキャスト等の構造を呈し、タービダイト堆積物として形成されたものであることを示す。

本層中の石灰質の部分に含まれる有孔虫の化石により、本層が中部中新世～鮮新世の時代に生成したことが判る。

本層は主として地域北部に分布する。ベントアン層の上部とは同時異相である。

古期火山岩類

本岩類は、安山岩質から玄武岩質の溶岩、火山角礫岩、凝灰岩及びラハーからなる。本岩類はチクレイ、チャリーム、チャクラブアナ、サワール、ククス等の古期火山体を形成

する。これらの火山は、鮮新世～更新世の活動によるものとされている。

新期火山岩類

本岩類は、安山岩質から玄武岩質の溶岩、火山角礫岩、凝灰岩及びラハークからなる。本岩類はチャリーム、ガルングン等の新期火山体を形成する。これらの火山は、更新世～現世の活動によるものである。

沖積層

礫層、砂層、シルト層、粘土層などの沖積層が、主要河川に沿って分布する。

(2) 貫入岩類

石英安山岩

本地域に貫入岩の分布はごく限られている。その中で、石英安山岩がジャンパン層中に貫入しているのが認められる。貫入時期は中新世の時代と推定されている。

花崗閃緑岩

本地域の南部のチパトゥジャ付近に花崗閃緑岩及び閃緑岩の岩株が分布する。本岩はジャンパン層中に進入している。その他、サロパ地域にもジャンパン層中に小規模の花崗閃緑岩岩体が認められる。

(3) 地質構造

タシクマラヤ地域では第三系の地層が断層・褶曲の影響を被っている。その影響は、中～小規模のものが主体である。

断層構造はNW系が主体であるが、N-S及びNE-SW系のものも存在する。それらは主として正断層である。その存在は、河川や尾根の配列、温泉の分布などに現れている。これらの断層は主として中新世に生成したものと考えられている。

NE-SWとE-W系の褶曲軸が本地域の北部から中部にかけて認められる。それらは程度の差はあれ断層の存在によって切られている。

地域の南部においては、褶曲軸は上記一般傾向を示しパンガンダラン地域からカランヌガル地域にかけて延びている。一方、南西部においては、軸方向がN-SあるいはNW-S-Eに曲がり、局所的な乱れが生じている。

2-3 鉱化作用

既存資料によると、本地域には6箇所の貴金属・ベースメタル鉱床地帯が知られている。それらの既知鉱徴地と鉱床の種類は、サロパ（浅熱水金鉱床）、シダムリ（浅熱水金鉱床）、

チササ（塊状硫化物鉱床及び浅熱水金鉱床）、チスルパン（浅熱水金鉱床）、チソンペット（浅熱水金鉱床）、そしてサワール山（鉛・亜鉛鉱脈）である。これら地域についてDMRと討議した結果、現地調査対象地域として有望と考えられる前3者のみを取り上げて検討した。既知鉱徴一覧表は第2-3表に示した。

サロバ地域

本地域の地質は、下位から上位にジャンパン層（安山岩質～玄武岩質の溶岩、火山角礫岩、凝灰角礫岩、凝灰岩）、カリプチャン層（塊状石灰岩）、ベントン層（石灰岩レンズを伴う石灰質砂岩）、ハラン層（砂岩）及び古期火山岩類（火山角礫岩）よりなる。貫入岩としては、安山岩、石英安山岩及び花崗閃緑岩が知られている。

金属鉱物の鉱化作用が認められるのは次の地区である。

- ・チコンダン：黄鉄鉱、黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、自然金、エレクトラム、輝銀鉱、輝安鉱等の産出が知られている。地区の人々によって小規模に採掘が行われている。
- ・チタンバール：黄鉄鉱、方鉛鉱、金の産出が知られており、小規模に採掘が行われている。
- ・チニルーチパナワール：黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、方鉛鉱、金の産出が知られており、小規模に採掘が行われている。
- ・ジュラーゴ：黄鉄鉱が産出する。
- ・チクヤ：黄鉄鉱、金、輝銀鉱が見つかった。

これらの鉱石と共に、砂金の産出もこれらの地区では認められる。

シダムリ地域

本地域の地質は、下位から上位にジャンパン層（安山岩質～玄武岩質の溶岩、火山角礫岩、凝灰岩、砂岩、頁岩、石灰岩）、パムトゥアン層（石灰質及び凝灰質砂岩、凝灰岩、石灰岩と砂岩互層）及びカリプチャン層（塊状石灰岩）より構成される。ジャンパン層の溶岩や凝灰岩はしばしば珪化作用を受けている。

既知の鉱徴及び地化学探査の異常帯が認められているのは次の地区である。

- ・チジュラン-ウェタン（カランジャンビ）：チジュラン-ウェタン川の上流部に探鉱坑道がかつて掘られたとの情報がある。金の地化学異常が見つかった。
- ・チカワセン：金の地化学異常が見つかった。
- ・チプトゥラピンガン：金の地化学異常が見つかった。
- ・チナンケロック：金、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱が見つかった。

- ・チパクハジ：金と黄銅鉱が認められる。
- ・チカソ：金の地化学異常が見つまっている。
- ・チパムトゥアン：金の地化学異常が見つまっている。

チササ地域

本地域の地質は、下位から上位にジャンパン層（安山岩質～玄武岩質の溶岩、火山角礫岩、凝灰角礫岩、軽石凝灰岩）、カリプチャン層（塊状石灰岩）そしてベントン層（凝灰岩と石灰岩を挟在する石灰質砂岩）から構成されている。ジャンパン層の火山角礫岩はしばしばプロピライト化作用を被っている。貫入岩としては、石英安山岩と花崗閃緑岩が産出する。

本地域の鉱化作用は主としてベースメタル鉱床のもので、中新世の石英安山岩質火山岩、火山碎屑岩を胚胎母岩とする塊状硫化物鉱床の鉱化があるとされている。次の地区に鉱化が認められている。

- ・チベンガン：黄鉄鉱，黄銅鉱，閃亜鉛鉱，方鉛鉱の鉱化が認められる。
- ・チブングル：黄鉄鉱が産出する。
- ・チササ：黄鉄鉱，黄銅鉱及びマンガン鉱が産出する。石膏も産出が報告されている。
- ・チダダップ：黄鉄鉱，黄銅鉱，閃亜鉛鉱が産出する。
- ・チジャンビハシム：黄鉄鉱，黄銅鉱，閃亜鉛鉱，方鉛鉱の鉱化が認められる。
- ・チベルシ：黄鉄鉱，閃亜鉛鉱，方鉛鉱の鉱化が認められている。これらの鉱物は、火山角礫岩中の石英脈に含まれる。

本地域の幾つかの河川には砂金の産出が知られている。

第 2-3表 既知鉱徴一覽表

Area	Locality	Mineralization & Alteration	Geochemical Anomaly	Remarks	
Salopa	Cikondang	Py, Cp, Gn, Sp, Au, Ag, Sb	21.93ppm Au(R)	Gold mining by local people	
	Citambal	Py, Gn, Au	5.59ppm Au(R)	Gold mining by local people	
	Ciniru-	Py, Ap, Gn, Au, Mn		Gold mining by local people	
	Cipanawar				
	Jurago	Py	0.42ppm Au(R), 0.120ppm Au(S)		
Sidamulih	Cikuya	Py, Au, Ag	25.56ppm Au(R)		
	Cijulang Wetan (Karangjambe)	Py, Au, Mn	0.132ppm Au(R), 463ppb Au(SS)	Old prospecting tunnels (3?)	
	Cikawasen		99ppb Au(SS)		
	Ciputrapinggan		405ppb Au(SS)		
	Cinangkerok	Cp, Sp, Gn	92ppb Au(SS)		
	Cipakuhaji	Cp, Au, Ag	4.225ppm Au(F)		
	Cikaso	Cp	2.063ppm Au(R)		
	Cipamutuan	Py	5.313ppm Au(?)		
	Cisasah	Cibengang			
		Cibungur			
Cisasah					
Cidadap		Se, Gy, Si(sinter)	1.02ppm Au(R)	Qz veinlet	
Citisuk					
Cijambe Haseum Cibersih			0.156ppm Au(R)		

Abbreviations: Py:Pyrite, Cp:Chalcopyrite, Sp:Sphalerite, Gn:Galena, Ap:Arsenopyrite, Au:Electrum/Gold, Ag:Argentite, Sb:Stibnite
Se:Sericite, Gy:Gypsum, Mn:Mn-Mineral, Qz:Quartz
R:Rock Sample, S:Soil, SS:Stream Sediment, F:Float