

第4章 カリマンタン西部地域地質の対比

西部カリマンタンの中央部に位置する本プロジェクト地域はアジア大陸の南端を形成するスンダランドの北縁にあり、白堊紀マグマ弧 (Cretaceous Magmatic Arc : Katili 1973) またはジュラ紀～白堊紀火山岩・花崗岩類地帯 (Jurassic～Cretaceous Volcanic and Granitic Rock Terrain : Hamilton 1978) に沿っている。本プロジェクト調査では Lumiar より Bengkayang, Darit, Pahuman に至る 1,500km² の地域の地質、地質層序、火成岩類の年代、火成活動と鉱化作用の関係等が明確になった。この結果を総括しこれを基礎として、カリマンタン～サラワク地域の既知地質層序との対比を試みた。この対比には Pupilli (1973) による層序対比表 (Fig 2-25) を使用した。

(1) Bengkayang 層群

Bengkayang 層群は下部層 (Banan 層) には凝灰質砂岩、細粒酸性凝灰岩が狹在し、その堆積した上部三疊紀には火山活動があつたが、上部層 (特に Sungaibetung 層) は砂岩、泥岩、シルト岩の互層からなる層理の発達する厚いフリッツシュ型海成層からなっている。Sungaibetung 層には下部ジュラ系を示準するアンモナイト化石を産したので、Bengkayang 層群を上部三疊系～下部ジュラ系に対比した。

Pupilli の対比表によれば、Bengkayang 層群に対比し得る層は Ketapang 複合岩の Sadong 層 (礫岩、砂岩、褐泥頁岩、グレーワック 西サラワク) である。

印度支那半島南部の Bien Hoa 近くの LeDuc よりトアルス階のアンモナイトファウナが発見されて (Sato 1975) Himalayan - Tethys 海のファウナに類似すると考えられているが、今回の Sungaibetung 層よりの下部ジュラ系のアンモナイト化石の発見は印度支那半島南部のトアルシアン階と Himalayan - Tethys 系とをつなぐ位置を占めている。

(2) Jirak・Belango 火山岩、火山砕屑岩層

安山岩・安山岩質火山砕屑岩よりなる Jirak 層はその基底に薄い礫岩をともなって Sungaibetung 層を不整合に覆っている。主としてデイサイト火山砕屑岩からなる Belango 層は Jirak 層の上位層である。これらの火山岩・火山砕屑岩層は白堊紀進入の G. Sebiawak・G. Raya 花崗閃緑岩パツリスに intrusion され、接触変質を受け、またルーフベンダントとして分布している。

この層に対比出来る層は Ketapan 複合層の部層としている Serian 層 (安山岩、武岩、デイサイト質凝灰角礫岩、デイサイト凝灰岩、トラカイト) また Schwaner 山脈南に

分布する Matan 複合岩であるが、若し対比が可能であれば Serian 層及び Matan 層はともにジュラ紀後期の火山岩層に対比出来るかも知れない。なお Jirak 層、Belango 層を始め白亜紀花崗岩類パソリスと密接に伴う火山岩・火山砕屑岩層は、日本の濃飛流紋岩と白亜紀花崗岩類の如く、火山岩の噴出→貫入深成岩活動のパターンの関係にある可能性もあり、更に検討の要がある。

(3) 白亜紀花崗岩類

中部カリマンタンより西部カリマンタン、印度支那半島南縁を通り南支那海に連るマグマ弧に達した火成活動の一端としてプロジェクト地域に広く分布する花崗岩類 (G. Sebiawak・G. Raya 花崗閃緑岩) は K-Ar 法による絶対年代測定の結果 124m.y.~95m.y. 結果を得て白亜紀マグマ弧の火成活動によることが確認された。なお Pupilli の示した対比表で Bungran 島より西サラワクにかけて分布する白亜系 Bungran 層はラジオリリアチャート、塩基性火山岩、超塩基性岩からなり、白亜紀マグマ弧に対する沈み込み帯とみなされている。

(4) 新期火成活動

プロジェクト地域に白亜紀末期にはクラトン化して大陸地塊の一部となったが、第三紀には更に北西ボルネオに造向斜を生じ Rajang 層、Barám 層がボルネオ (サラワク) に広く堆積した。Rajang 層は泥岩、砂岩とともにラジオリリア・チャート、オフィオライト、石灰石を伴い、また覆瓦構造があり、Hamilton よりメランジとされている層である。(Hamilton 1978)。サラワクとカリマンタン境界付近にある Lupar オフィオライト線を境として古第三紀にスンダランド大陸プレートの下に海洋プレートが沈み込んだと解析されている (Katili 1973, 1981, Hamilton 1978 等)。本プロジェクト地域には第三紀前期より中期にかけて貫入したディサイト及びトータル岩があるが、北西ボルネオの沈み込み帯により生じた火成活動と考えられ、この火成活動に伴って、金、銅、モリブデン、鉛、亜鉛 (水銀、アンチモニー) 等の鉱化がもたらされたと考えられる。

参考に本プロジェクト地域の地域の地質層序、火成活動を Pupilli による対比表に対比した (Fig 2-25)。

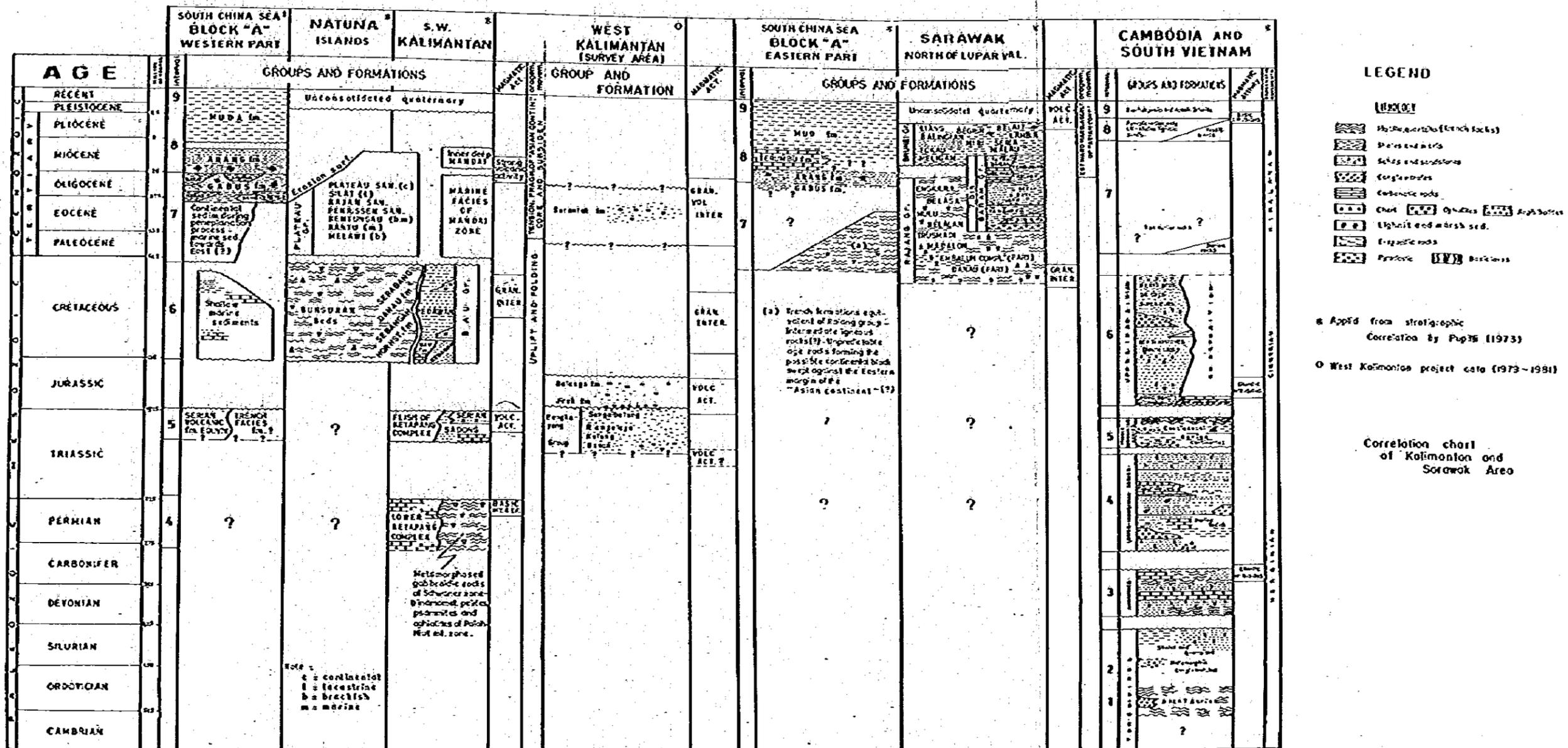


Fig. 2-25 Correlation Chart of Stratigraphy in Kalimantan and Sarawak

第III部 鉍 化 帶

第1章 鉍化帯の概要

マレーシア領西サラワクを含むカリマンタン西部地域には、銅、モリブデンの他金、水銀、アンチモニーの鉍化帯が分布している (Fig 2-2)。特に Mempawah の Panembahan, Sambas, Bengkayang 等のいわゆるチャイニーズ地区 (Chinese District) では18世紀より19世紀前半にかけ砂金鉍床が採掘されている。他に Lumar, Senturu, Bengkayang の初生金鉍床, Mandor 付近の銅鉍床, G. Bawang のモリブデン鉍床等の調査及び採鉍が行われている。これらの鉍床の大凡の分布をみると、西カリマンタンに広範囲に分布する白堊紀花崗岩類パソリスの周縁部に金、モリブデン、銅の鉍化があり、またパソリスより北に離れるに従って水銀、アンチモニー、及び新期火成岩に伴った金等の鉍化が認められている (Fig 2-2)。

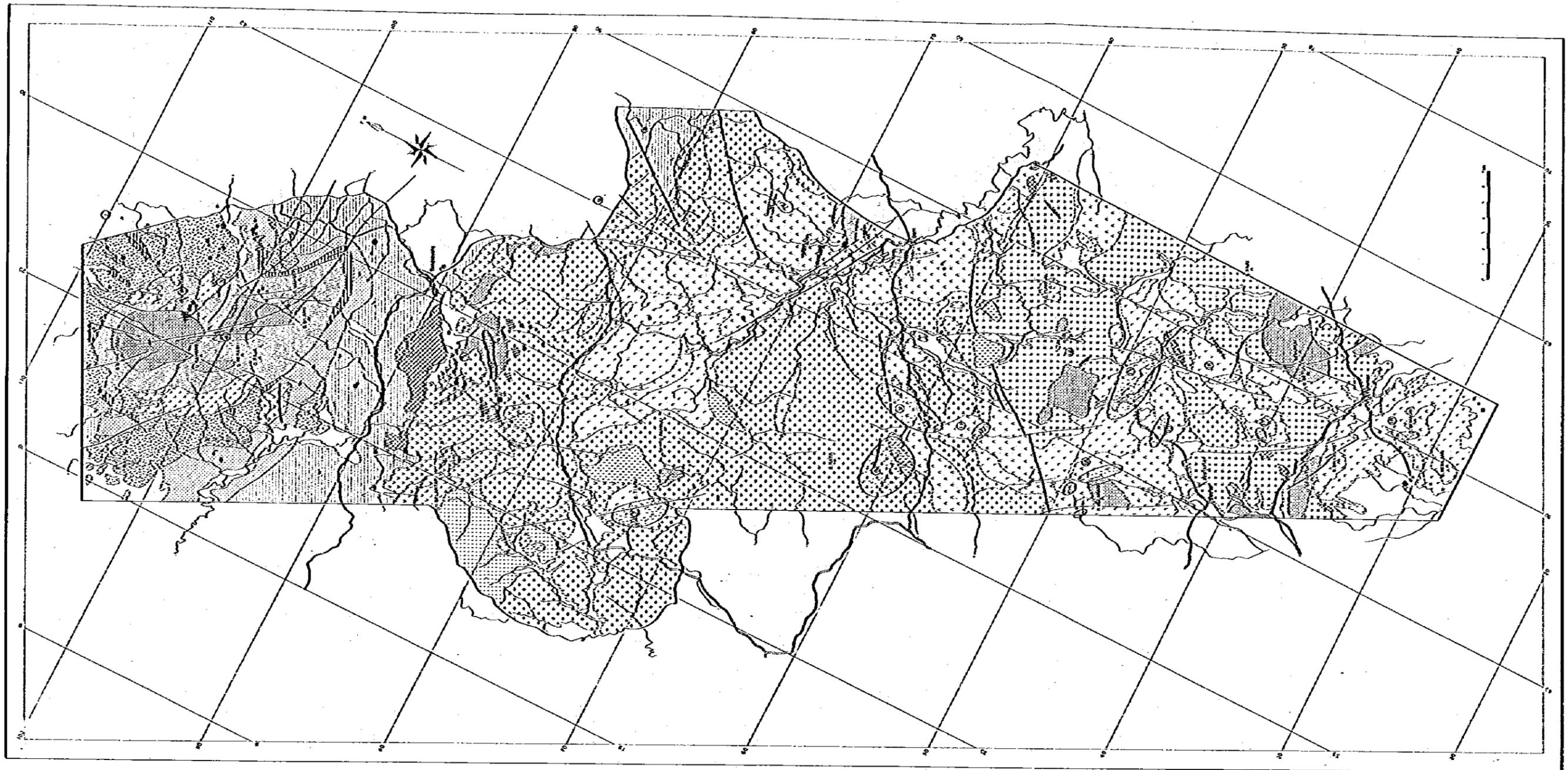
本プロジェクトは Lumar ~ Bengkayang ~ Darit ~ Pahuman に広く分布する中生代侵入の花崗閃緑岩パソリスの周縁部にみられる金、銅モリブデン鉍化帯を対象として、3ヶ年にわたる調査結果この地域の鉍化作用を明らかにすることが出来た (Fig 3-1)。

本調査によりプロジェクト地域に分布する鉍化帯は大凡次の型に分類された。

1. 黄銅鉍・輝水鉛鉍鉍化帯
 - (a) 電気石を伴う型 (Panji, Banyi)
 - (b) 石英脈に伴う型 (Takap, Sirih)
2. 合金・銀・黄銅鉍・閃亜鉛鉍・碲鉄鉍鉍脈 (Selakean)
3. 合金・黄銅鉍・碲鉄鉍鉍床 (Serantak)
4. 砂金鉍床
5. マンガン鉍床 (Sasan)

その他、上記鉍床に伴う金石英脈、金・黄銅鉍石英脈等がある。またプロジェクト地域内には花崗岩類と堆積岩層、火山岩層の接触部に黄鉄鉍鉍染を伴う変質帯が各所に認められている。

以下に主な鉍床、鉍化帯の概要と、本プロジェクト地域における鉍床の一般的特徴について述べる。



LEGEND

Mineralization Type	Number of gold grains in stream bedrock (Vegetative Determination)	Mineralization	Abbreviation
Wavy lines with or without dots	• 1 - 4	① Sulfide (Au)	Tra : Tourmaline
X	• 5 - 10	② Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn)	Py : Pyrite
Dotted pattern	• 11 - 15	③ Sulfide (Au, Ag)	Ksp : Kyanite
Diagonal lines	• 16 - 20	④ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn)	Py : Pyrite
Circle with dot	• 21 - 25	⑤ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe)	Py : Pyrite
Circle with cross	• 26 - 30	⑥ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn)	Py : Pyrite
		⑦ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni)	
		⑧ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co)	
		⑨ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As)	
		⑩ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb)	
		⑪ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi)	
		⑫ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W)	
		⑬ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo)	
		⑭ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn)	
		⑮ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg)	
		⑯ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl)	
		⑰ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb)	
		⑱ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi)	
		⑳ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te)	
		㉑ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se)	
		㉒ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U)	
		㉓ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th)	
		㉔ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra)	
		㉕ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po)	
		㉖ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At)	
		㉗ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr)	
		㉘ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac)	
		㉙ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th)	
		㉚ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa)	
		㉛ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U)	
		㉜ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th)	
		㉝ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th, Pa)	
		㉞ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th, Pa, U)	
		㉟ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th, Pa, U, Th)	
		㊱ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th, Pa, U, Th, Pa)	
		㊲ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th, Pa, U, Th, Pa, U)	
		㊳ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th, Pa, U, Th, Pa, U, Th)	
		㊴ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th, Pa, U, Th, Pa, U, Th, Pa)	
		㊵ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th, Pa, U, Th, Pa, U, Th, Pa, U)	
		㊶ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th, Pa, U, Th, Pa, U, Th, Pa, U, Th)	
		㊷ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th, Pa, U, Th, Pa, U, Th, Pa, U, Th, Pa)	
		㊸ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th, Pa, U, Th, Pa, U, Th, Pa, U, Th, Pa, U)	
		㊹ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th)	
		㊺ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th, Pa)	
		㊻ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th, Pa, U)	
		㊼ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th)	
		㊽ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th, Pa)	
		㊾ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th, Pa, U)	
		㊿ Sulfide (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, As, Sb, Bi, W, Mo, Sn, Hg, Tl, Pb, Bi, Te, Se, U, Th, Ra, Po, At, Fr, Ac, Th, Pa, U, Th)	

Fig. 3-1 Distribution Map of Mineralization in the Project Area

第2章 鉱化帯各論

2-1 黄銅鉱・輝水鉛鉱鉱化帯

2-1-1 電気石を伴う型

プロジェクト地域には Banyi, Panji 地区に電気石を多量に伴う黄銅鉱・輝水鉛鉱鉱化帯がある。

(a) Banyi 地区

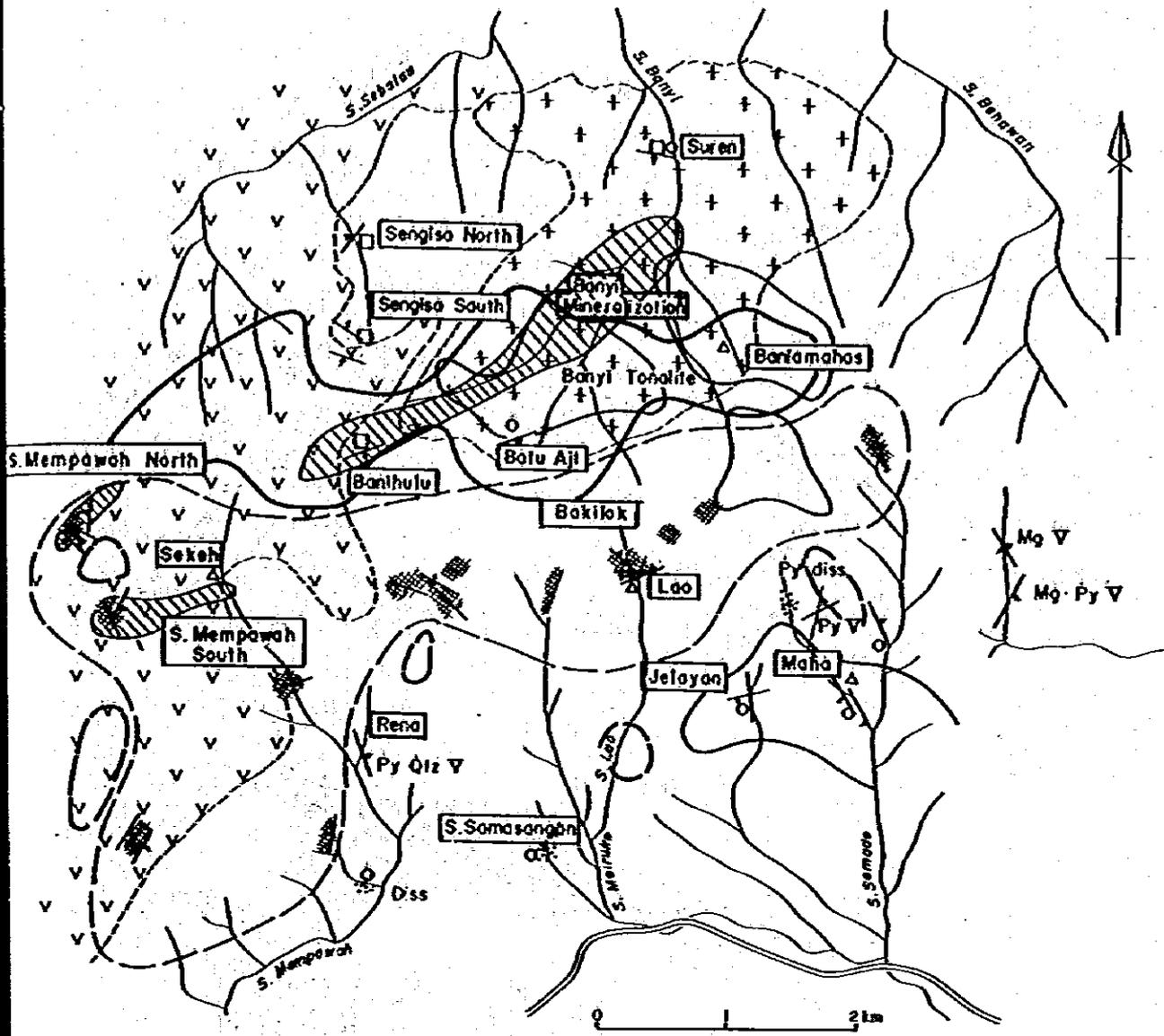
Banyi 地区は黄鉄鉱鉱染を伴う強(粘土化)変質帯を主にこの周辺に金石英脈, 金・黄銅鉱石英脈が分布する Banyi 鉱化帯, Banyi 鉱化帯の西南延長にある黄鉄鉱鉱染・絹状脈及び電気石を伴う S. Mempawah 上流鉱化帯, Banyi 鉱化帯南部の G. Raya 花崗閃緑岩に広く認められて不毛電気石化帯, 更に南部に散在する黄鉄鉱石英脈, 黄銅鉱, モリブデン鉱微等からなり, その分布範囲は東西 6 Km 南北 3 Km に及んでいる。(Fig 3-2)

これらの分布をみると大凡不毛電気石化帯を中心にして外側に電気石(黄鉄鉱)→黄銅鉱・モリブデン→金・黄鉄鉱・黄銅鉱の大凡の分布があるものと思われる。

Banyi 鉱化帯は S. Banyi に沿い東西 4.5 Km, 南北 500 m の規模を有し, それを取囲む有色鉱物が緑簾石に斜長石が絹雲母に変質した弱変質帯がある。その分布は強変質部を含め東西 4.5 Km 南北 2 Km の規模があり, この中に幾つかの含金黄鉄鉱・石英脈, 合金黄銅鉱・石英脈がある。

強変質帯は大部分 Banyi トーナル岩を母岩とし, 一部 Jirak 安山岩層, G. Raya 花崗閃緑に及んでいる。絹雲母粘土化作用を強く受け, また黄鉄鉱鉱染帯, 黄鉄鉱石英絹状脈がこの変質帯の中央部にみられる。強変質帯における黄鉄鉱鉱染鉱化の分析結果は $Au < 0.1 \text{ g/t}$, $Cu < 0.1 \%$ で金, 銅の含有は低い。

弱鉱化帯には黄鉄鉱が母岩の節理にフィルム状に入ったり, また節理付近の有色鉱物を交代して黄鉄鉱が鉱染状にみられる。そのうち一部酸化により褐鉄鉱化した細脈に金が富化含有されている。Sungisa 北脈は走向 $N 50^\circ W$, 脈巾 5cm の脈を約 10 m トレンチ探鉱を行い, $Au 3.49 \text{ g/t}$, $Ag 1.2 \text{ g/t}$, $Cu 0.09 \%$ の分析結果を得ている。また Sungisa 南脈は走向 E~W 傾斜の 2 条の金・石英脈を探査し, 坑道開さく 10 m を行い, それぞれ脈巾 10 cm $Au 4.3 \text{ g/t}$, 脈巾 5 cm $Au 5.3 \text{ g/t} \sim 0.1 \text{ g/t}$ の鉱況を得ている。



LEGND

- | | | | | | |
|--|----------------------------|--|------------|--|---------------------------|
| | Banyu Tonalite | | Mo Showing | | Cu ≥ 120 ppm |
| | G. Raya Granodiorite | | Cu Showing | | Cu ≥ 50 ppm |
| | Andesite (Jirak Formation) | | Au Showing | | Mo ≥ 45 ppm |
| | Pyrite Mineralization | | Vein | | Area of barren tourmaline |
| | Tourmaline Mineralization | | | | |

ABBREVIATION

- | | |
|----------------|---------------------|
| Mg : Magnetite | V : Vein |
| Py : Pyrite | dss : dissemination |
| Qtz : Quartz | |

Fig. 3-2 Distribution Map of Mineralization in Banyu Area

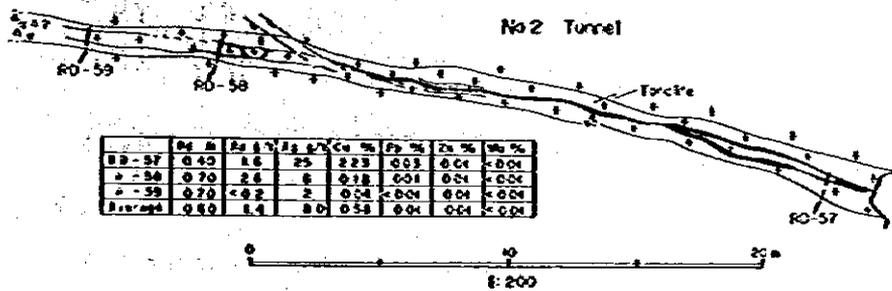
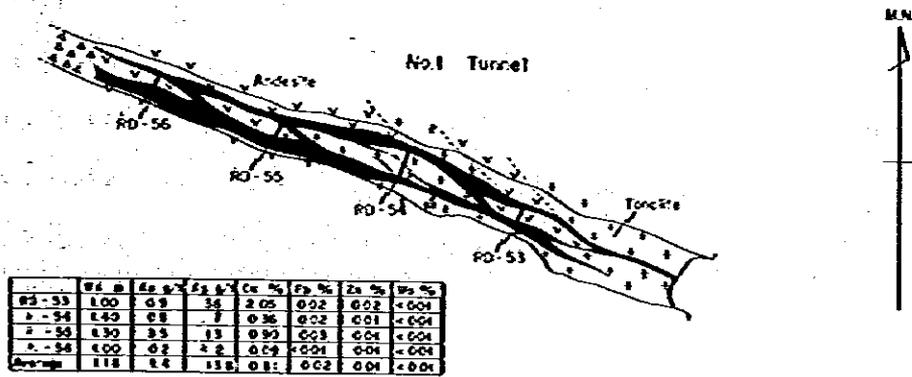
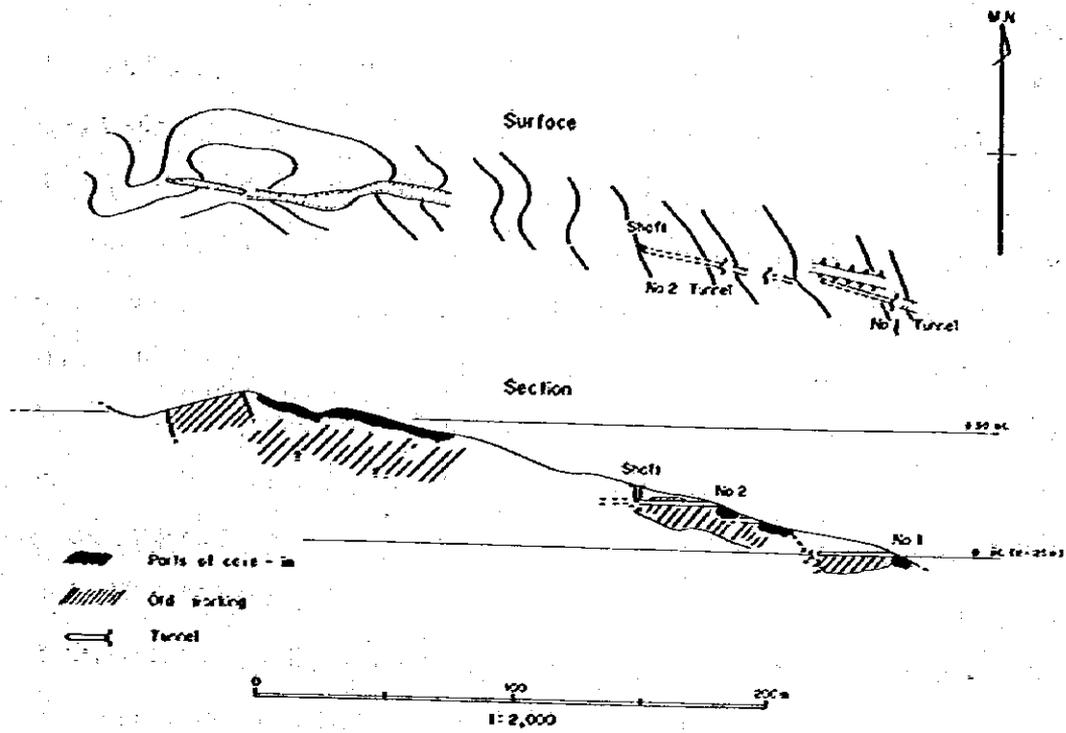


Fig. 3-3 Ore Vein Map of Suren Mine

Suren 鉛脈は Banyi 鉛化帯の北東部に位置し、採掘が行われた唯一の旧鉛山である。Banyi トーナメント岩に胚胎する含金・黄鉄鉛・黄銅鉛石英脈でその走向及び傾斜は $N 85^{\circ} W, 60^{\circ} S$ で、これまで採掘された鉛脈は走向延長 300 m, 平均深度 20 m 採掘粗鉛量は約 15,000 t と見積られ残鉛部のチェック試料分析では脈巾 1.40 m ~ 0.40 m $Au < 1 \text{ g/t}$ $Cu 0.58 \%$ ~ 0.81% 程度と推定される (Fig 3-3)。

Banyi 変質帯南には Banyi トーナメント岩と G. Raya 花崗閃緑岩付近に胚胎する Bayur 鉛化帯がある。これは、不規則網状の褐鉄鉛石英脈で、露頭部では $Au 1.0 \text{ g/t}$ 、 $Cu 0.13 \%$ $Mo 0.02 \%$ を示し、付近に緑色の Copper Stain (顕微鏡観察では黄銅鉛、輝銅鉛、ヘマタイトが認められる) を伴う転石がある。他に Banitamahas にはトーメント岩の節理、細い裂かに鉛染した揮水鉛鉛鉛鉛染露頭がある。

Banyi 鉛化帯の南の S. Mempawah 上流、S. Semade 上流には、細い裂かに、また角礫を充填した電気石化帯があり、S. Mempawah 上流南露頭の黄鉄鉛鉛鉛染帯を除いて鉛鉛鉛物は伴わない不毛電気石帯である。この電気石帯南縁には Rena 黄鉄鉛石英脈、S. Sa-masangan 黄銅鉛鉛化示徴、Jelayan - Maha 銅示徴 (孔雀石を伴いチェック試料分析では脈巾 10 cm, $Au 0.2 \text{ g/t}$, $Cu 2.38 \%$) が認められている。

Banyi 地区の鉛化帯の分布を Fig 3-2 に示した。

(b) Panji 地区

概査及び精査によって新たに発見された鉛化帯で、旧 Panji 村東、及び南東域に露頭 3 箇所が認められる。鉛化帯は Belango 安山岩質凝灰岩及び G. Sebiawak 花崗閃緑岩に胚胎した電気石を伴う黄鉄鉛鉛鉛染帯及び黄銅鉛鉛鉛染帯よりなる。各露頭から採取した試料の分析は次の通りである。

露頭 No.

	$Au \text{ g/t}$	$Ag \text{ g/t}$	$Cu \%$	$Mo \%$
PX-59	<0.1	0.4	0.015	--
RY-39	0.1	9.4	0.39	0.09
RX-53	0.2	0.2	0.08	0.01

この鉛化帯の周辺、特に S. Menjalin, S. Bayur には、黄鉄鉛鉛鉛染が各所に認められる。

本地区に実施した IP 調査、地化学探査で東西 1.5 Km, 南北 2.0 Km の範囲に示徴が認められ、上記露頭の南に広がっている。露頭がよくないので、明確ではないが大きくみれば周辺に黄鉄鉛鉛鉛染帯、中心部に電気石を伴う黄銅鉛鉛鉛染帯と大凡帯状配列をな

している (Fig 3-4)。

2-1-2 石英脈に伴う型

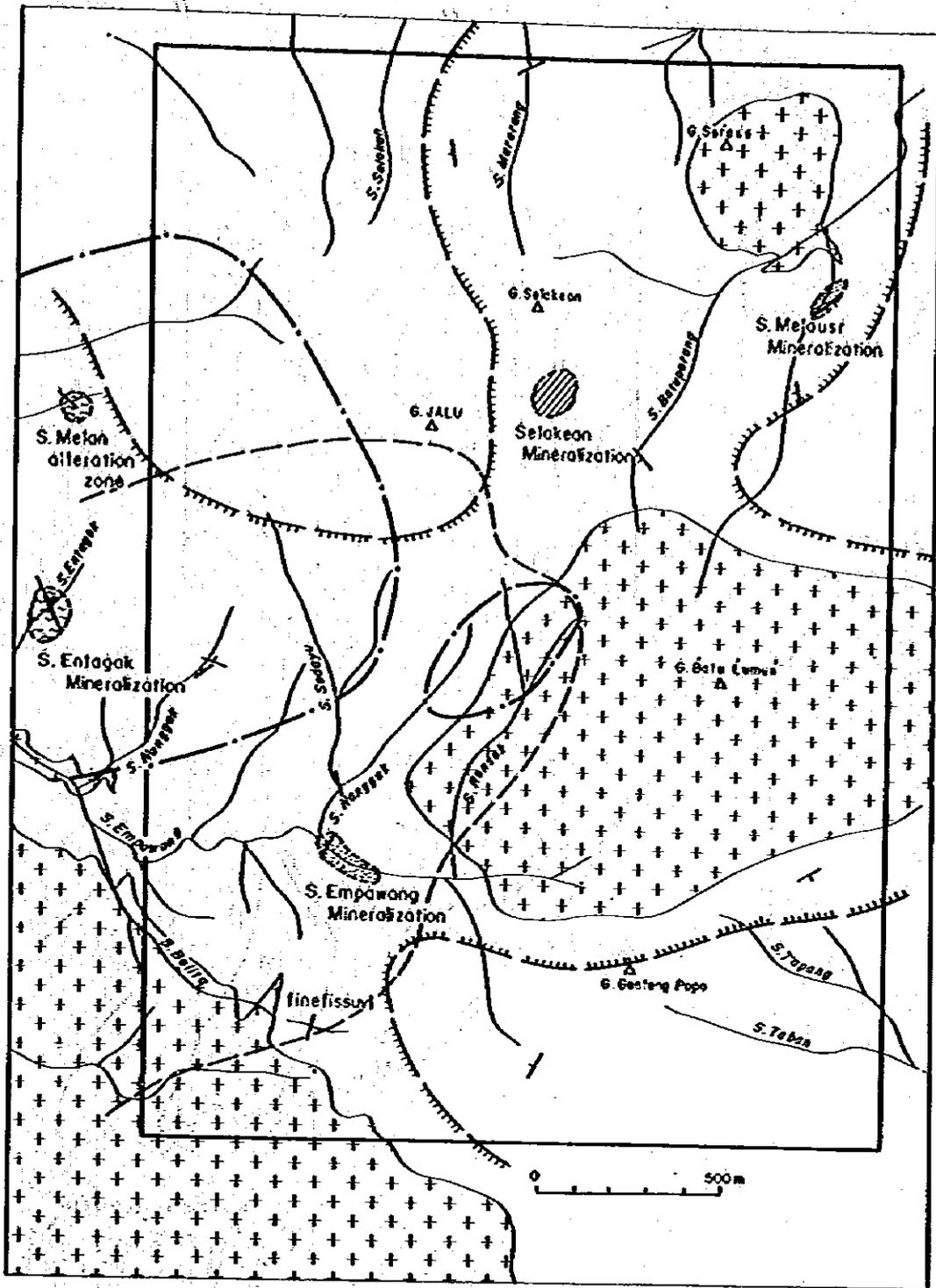
G. Bawang 山地東域の S. Bamua, S. Sirih 上流地域には、第三紀中新世期に貫入した Sirih トーナル岩 (K-Ar 絶対年代 20 m. y.) に N30°W 走向の石英脈 (脈巾 0.10 m 0.50) が多数認められるが、この石英脈には時に輝水鉛鉱、黄銅鉱、少量の閃亜鉛鉱が認められる。黄銅鉱は閃亜鉛鉱に離溶しているのが観察出来る。また S. Banan 上流にも精査によって石英脈を多数見出しているが、その一部にも輝水鉛鉱、黄銅鉱また一部電気石が認められる。Sirih トーナル岩の周辺の河川堆積物による地化学探査によると、この地域はモリブデン及び銅のバック・グラウンドが高い傾向にある。

他にプロジェクト南部の Kunyit 部落北方 2 Km に N65°W 傾斜 85°S、脈巾 5 cm の輝水鉛鉱石英脈が見出されている。

2-2 含金・銀・黄銅鉱・閃亜鉛鉱・硫砒鉄鉱脈

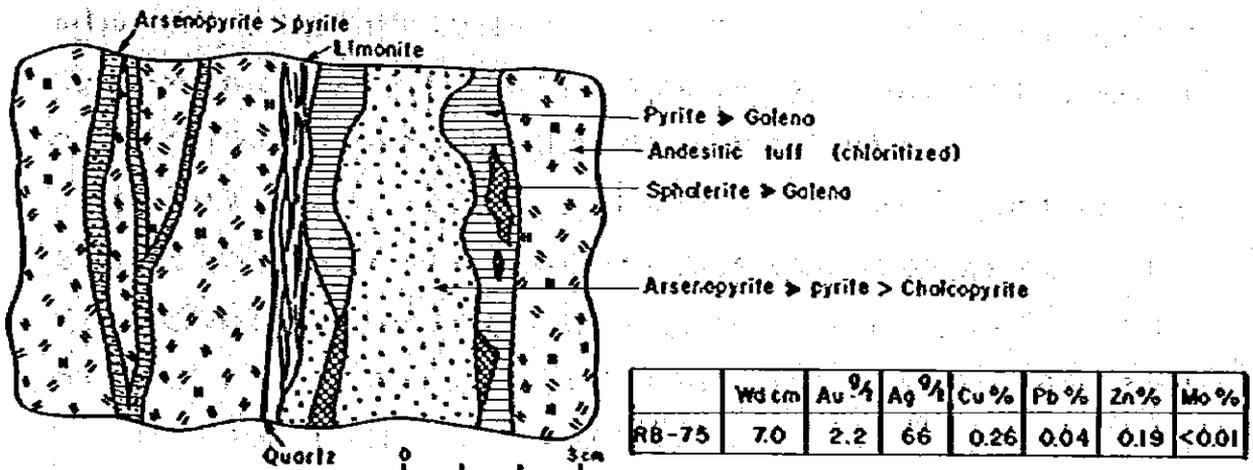
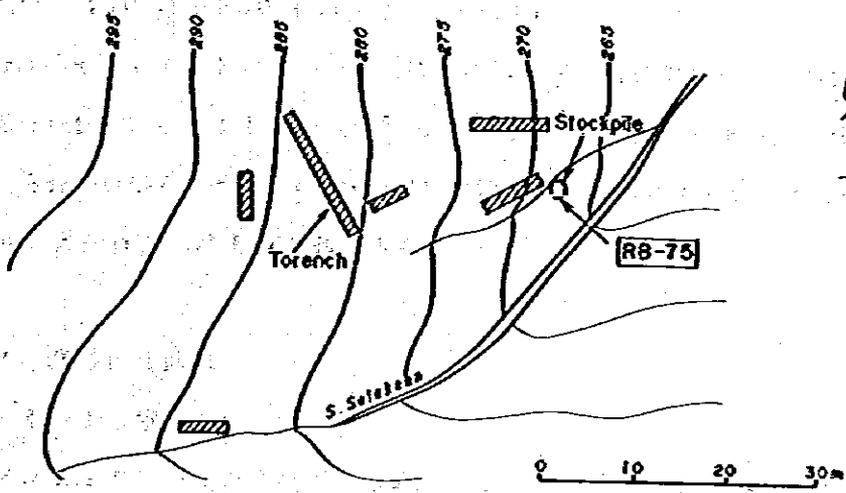
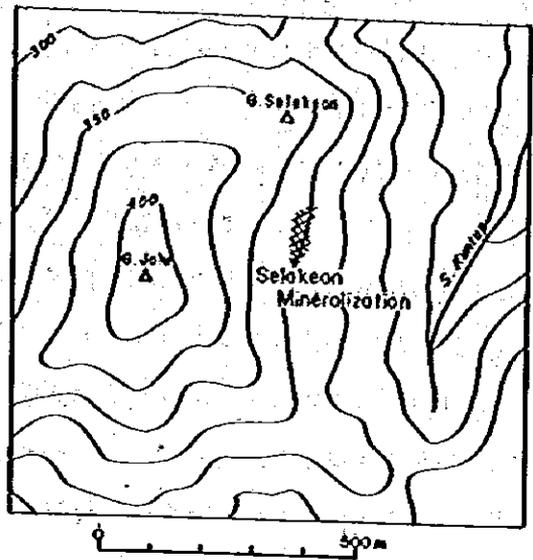
Bengkayang の南東 10 Km の G. Selakean の東山腹に往時金、銅を対象として探鉱されたトレンチが 30 m × 40 m の範囲に数箇所認められる。貯鉱より観察すれば鉱石は Jirak 安山岩質凝灰岩層に産出した脈巾 5 ~ 10 cm の硫砒鉄鉱脈で、黄銅鉱、閃亜鉛鉱が伴われている。チェック分析では脈巾 7 cm Au 2.2 $\frac{g}{t}$, Ag 6.6 $\frac{g}{t}$, Cu 0.26%, Zn 0.17% である。鉱石の顕微鏡観察では、黄銅鉱は閃亜鉛鉱と離溶関係にあり、閃亜鉛鉱中に黄銅鉱ドットまたはラメラとして含まれている。

Selakean 地域には他に S. Empawang の粘土化帯 (黄鉄鉱鉱染及び石英脈を伴う)、Entagak に粘土化帯 (含銅硫砒鉄鉱脈を伴う) 等があり、これらは G. Raya 花崗閃緑岩パソリスまたは貫入岩による構造運動により形成されたと考えられる裂か系 (N30°W75°NE, N30°E75°NW) に産出している。前者は化学分析で砒素を若干、後者は小塊状脈鉱石で硫砒鉄鉱が検出していることから、Selakean 鉱化帯は硫砒鉄鉱を主鉱物とする鉱化作用と考えられる。黄銅鉱と閃亜鉛鉱との離溶関係の存在、硫砒鉄鉱との共成等から本鉱化帯は高~中熱水性鉱床と考えられた。G. Raya 花崗閃緑岩貫入により形成されたと考えられる裂かに産出していること等から、G. Raya 花崗閃緑岩による鉱化作用と推定している (Fig 3-5, 3-6)。



-  G. Royo Granodiorite
-  Jarak Formation (Andesite and Andesitic tuff)
-  Survey area
-  Pyrite dissemination area
-  Inferred sulphide ore vein area
-  Fissure or shear with sulphide ore
-  Argillized alteration and clay vein
-  Geochemical anomalous area Cu
-  Geochemical anomalous area Pb

Fig. 3-5 Location Map of Mineralizations in Selokean Area



(From result of Survey in 1980)

Fig. 3-6 Sketch Map of Selakean Ore Deposit

2-3 合金・黄銅鉱・磁硫鉄鉱鉱床

この鉱床型に属する Serantak 鉱床は G. Serantak 東中腹 (標高 386 m) に鉱床露頭があり、上部三疊系 Banan 砂岩層と Serantak デイサイト 貫入岩の接触部付近の Banan 細粒凝灰岩層に胚胎している (Fig 3-7)。露頭は延長 15 m、平均脈巾 1.27 m の塊状黄銅鉱・磁硫鉄鉱鉱床で、平均品位は $\text{Au } 3.3 \text{ g/t}$ 、 $\text{Cu } 0.30 \%$ である。この露頭の北西 50 m に酸化作用で褐鉄鉱化したゴッサンがあり、金が富化して脈巾 60 cm $\text{Au } 7 \text{ g/t}$ の鉱況を示している。この露頭は小規模で操業されているが鉱物資源局により実施した採掘面の鉱況は、採取面 1.04 m : $\text{Au } 136 \text{ g/t}$ 、7.27 m : 2.62 g/t 、3.60 m : 2.33 g/t である (Fig 3-8)。

磁硫鉄鉱は六方型 (高温)、単斜型 (低温) に分けられ、その転移 (β 転移) は $320^\circ\text{C} \sim 330^\circ\text{C}$ である (Fig 3-8)。六方型と単斜型は X 線解析図に示す如く $\text{Fek } 2\alpha = 56^\circ$ ($d(102)$) の回折ピークの形により決められる。即ち六方型はピークは 1 つであるが、単斜型はピークが 2 つ現れる。Serantak 鉱床の磁硫鉄鉱は X 線解析の結果典型的な六方型であり、不確実であるが硫鉄ニッケル鉱のピークが観察される。これらから Serantak 鉱床はかなり高温 ($450^\circ\text{C} \sim 330^\circ\text{C}$ 以上) で形成された鉱床である。

Serakean デイサイト 貫入岩の周辺には磁硫鉄鉱、黄鉄鉱を伴う石英脈が認められることから、Serantak デイサイトの火成活動により生じた高温熱水鉱床か、交代鉱床と推定される。なお、Serantak デイサイトの周辺には、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱また金を伴った石英脈が分布するが、Senturu 合金石英脈はその 1 例である。

2-4 漂砂砂金鉱床

2-4-1 概要

プロジェクト地域の中央部から北部にかけて、即ち Lumar 地域、S. Banyi 地域、S. Se-balau 地域には、河床堆積物及び河岸堆積物の砂金が伴われ過去 (18 世紀～19 世紀) に盛大に採掘されていた。これらの漂砂砂金をもたらした鉱床あるいは鉱化帯を河床堆積物中の砂金の含有量により探査することを目的に漂砂砂金探査を実施した。

探査方法は 20 l のバケツ 2 杯分の河床堆積物を採取し、これを錠掛け法によって砂金粒を選別してその量を数える方法により砂金の分布状況を調査し、その結果を Fig 3-1 に示した。漂砂砂金調査は地化学探査と並行して同じ地点で実施され、採掘地点は 1491 箇所 (約 1 箇所 / Km^2) であった。なお含有量は統計的処理し、その含有範囲を 0 個、1～4 個、5 個～16 個、16 個～69 個、70 個以上の 5 級に分け地図に表現した。この結果は

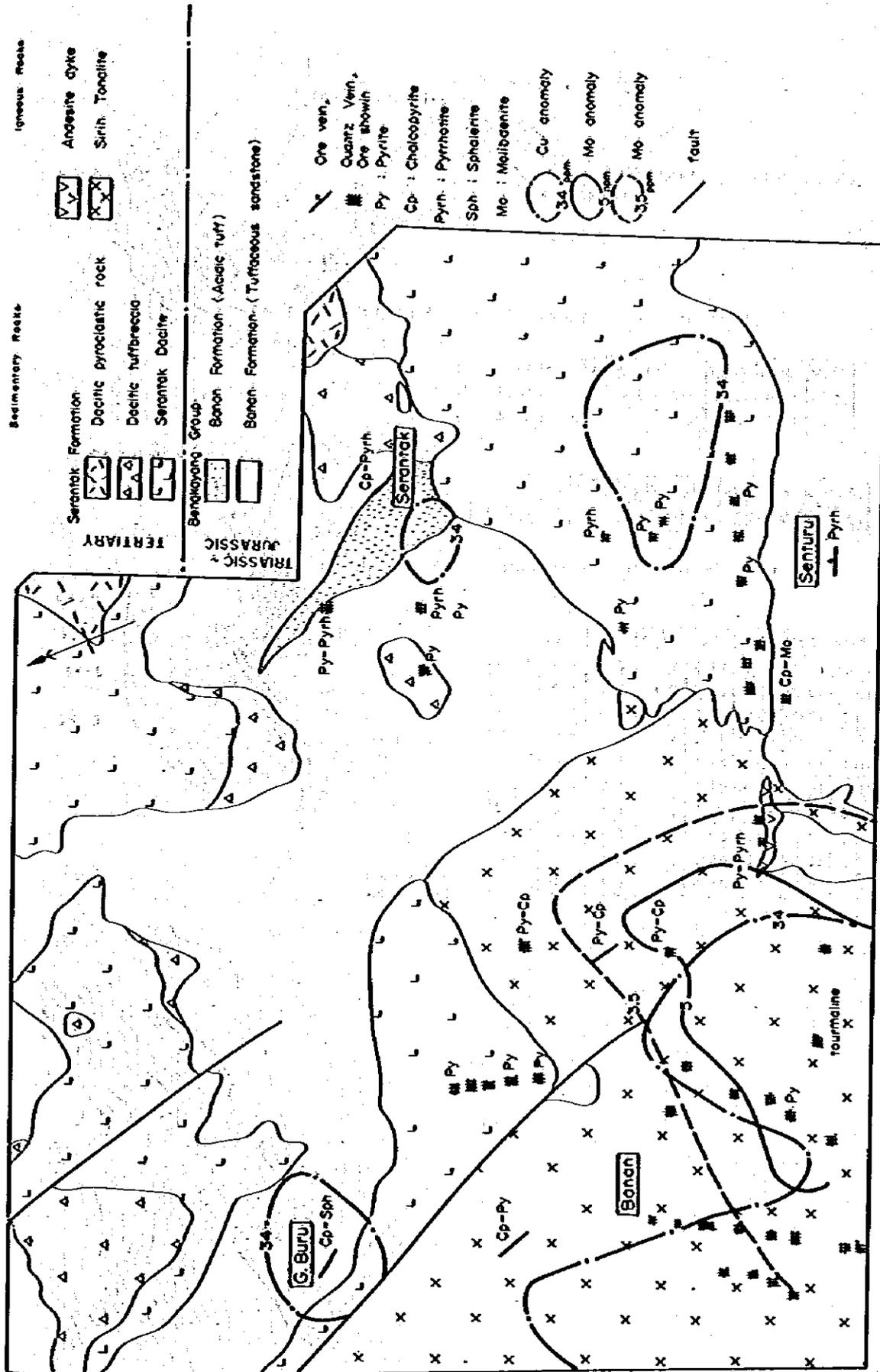
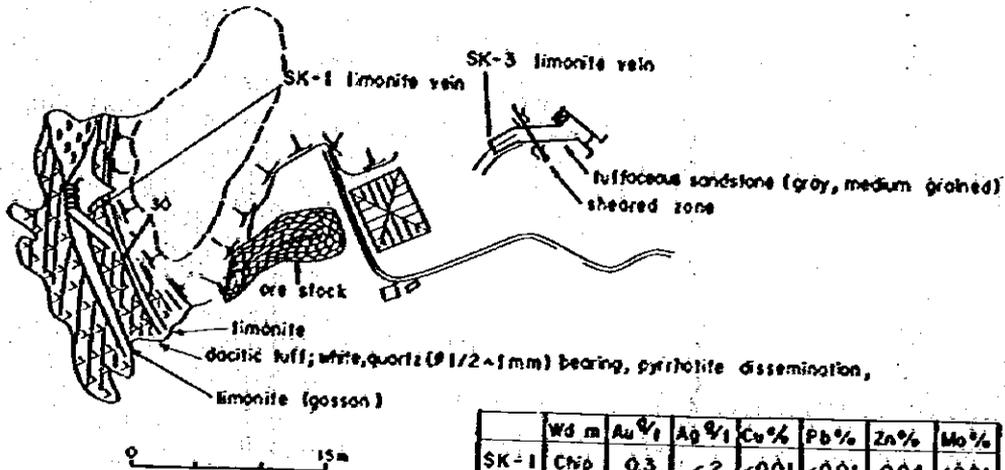
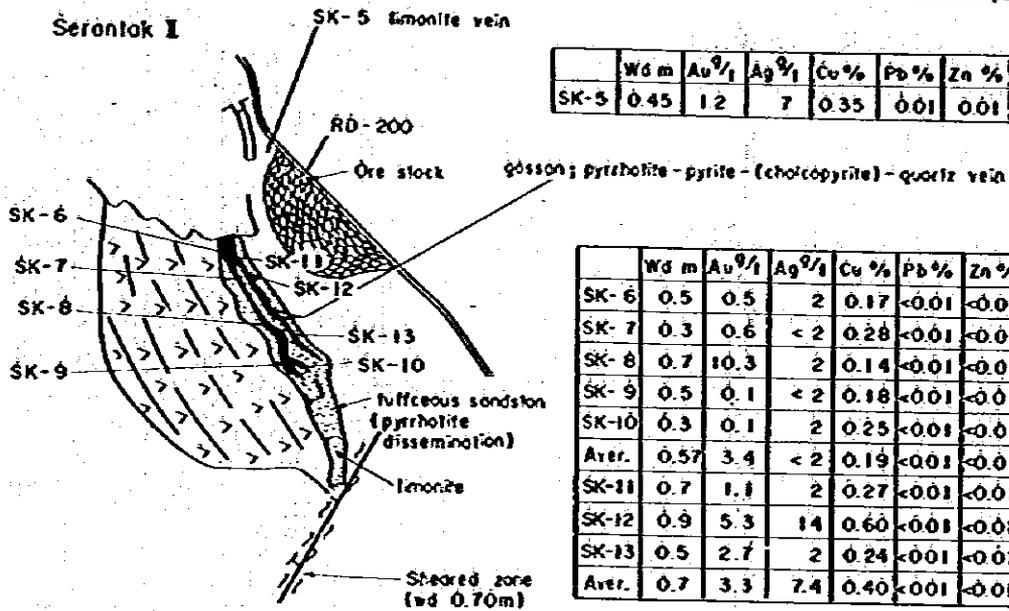


Fig- 3-7 Distribution Map of Mineralizations and Geochemical Anomalies in Serantak and S-Banan Area



	Wd m	Au %/t	Ag %/t	Cu %	Pb %	Zn %	Mo %
SK-1	0.3	0.3	<2	<0.01	<0.01	0.04	<0.01
SK-3	0.6	0.2	<2	0.01	<0.01	0.02	<0.01

Serentak I



	Wd m	Au %/t	Ag %/t	Cu %	Pb %	Zn %	Mo %
SK-5	0.45	1.2	7	0.35	0.01	0.01	<0.01

	Wd m	Au %/t	Ag %/t	Cu %	Pb %	Zn %	Mo %
SK-6	0.5	0.5	2	0.17	<0.01	<0.01	<0.01
SK-7	0.3	0.6	<2	0.28	<0.01	<0.01	<0.01
SK-8	0.7	10.3	2	0.14	<0.01	<0.01	<0.01
SK-9	0.5	0.1	<2	0.18	<0.01	<0.01	<0.01
SK-10	0.3	0.1	2	0.25	<0.01	<0.01	<0.01
Aver.	0.57	3.4	<2	0.19	<0.01	<0.01	<0.01
SK-11	0.7	1.1	2	0.27	<0.01	<0.01	<0.01
SK-12	0.9	5.3	14	0.60	<0.01	<0.01	<0.01
SK-13	0.5	2.7	2	0.24	<0.01	<0.01	<0.01
Aver.	0.7	3.3	7.4	0.40	<0.01	<0.01	<0.01

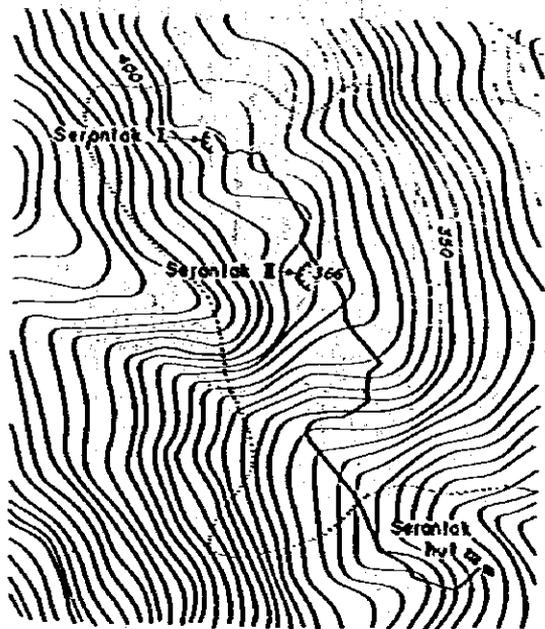


Fig. 3-8 Sketch Map of Serentak Mine

リプロジェクト地域におけるの砂金地域を大凡把握することが出来た。

2-4-2 砂金地域

砂金が認められた地域は大きくみて Serantak 地域, Banyi 地域, Selakean ~ Darit 地域, Sebambang 地域, 及び G. Semuang 地域である。

(a) Serantak 地区

Serantak 地域には現在 Serantak 合金磁鉄鉄鉱床のゴッサンより小規模ながら金を採掘をしている鉱山があり, また第三紀 Sirih トーナル岩, Serantak デイサイト貫入域には銅, モリブデン, 金等の鉱化がある。この地域の砂金はこれら鉱化よりもたらされたものと思われる。

(b) Banyi 地区

Banyi 鉱化帯を中心に砂金が認められる。特に S. Sebalau には過去に多量の砂金が産出した地域として知られている。既述した如く Banyi 変質帯の周辺の弱変質帯には Sungisa, Bayur, Banihulu 等の合金・黄鉄鉄・石英細脈が分布するが, この種の鉱化がもたらした砂金と思われる。

(c) Selakean ~ Darit 地区

Selakean ~ Darit 地域には広く散在して砂金が採取されている。特に S. Menyuke 支流の Sengga 部落付近では, 170 粒の砂金が採取されている。この地域の地質は Bel-ango 層が分布し, これに G. Raya 花崗閃緑岩が貫入しており, Sengga 部落付近には WNW-ESE 方向の構造線に沿って巾 1 Km, 延長 3.5 Km の珪化帯が形成されているが, Sengga 部落付近の砂金はこの珪化帯に基因するものと推定される。

(d) Sebambang 地区

この地域には G. Sediawak, G. Raya 花崗閃緑岩バリソスルーフペンダントとして分布する Belango デイサイト・安山岩層にある黄鉄鉄散点をともなり変質帯があり, これに起因すると思われる砂金が散発的に検出されている。

(e) Petni 地区

Pahuman 部落南南西約 6 Km の Petni 部落付近を流れる S. Samdi 支流で 108 粒の金を得られた。Pahuman 南の Semawung, 及び G. Sebilang を中心として流下する沢では小量ながら金が採取されており, G. Semawung 及び G. Sebilang を中心に金の鉱化が予想される。

2-5 マンガン鉱床

Sasan マンガン鉱床

プロジェクト地域の北東端 Juratak 部落の北 600 m に マンガン鉱床がある。第二次大戦前に探査が実施され、また戦後 Dr. H. Walther の指導でインドネシア地質調査所により鉱床調査が実施されている。

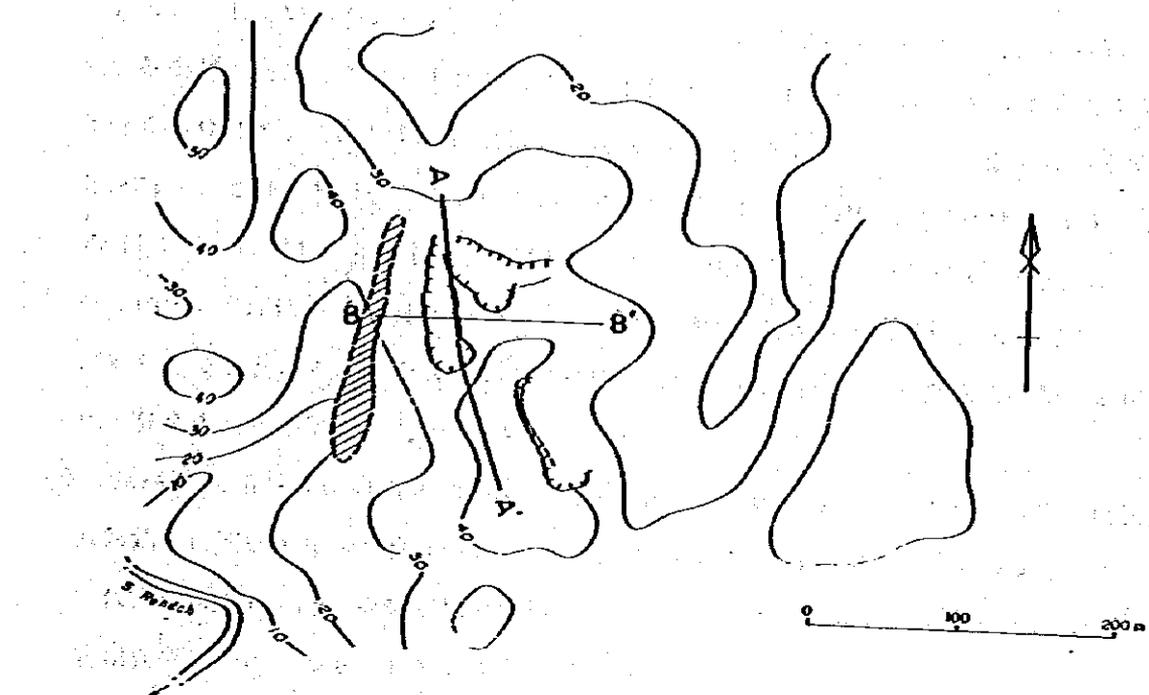
本鉱化帯の地質は Serantak デイサイト質凝灰岩が分布し、マンガン鉱床はこの層に胚胎している。鉱床の下盤は白色粘土化(カオリナイト)を受けた凝灰岩で、鉱床は層状を示しその規模は延長約 200 m、巾 40 m、厚さ平均 1.25 m が確認されている。鉱石は同心円状の縞模様を示すウーリティック構造を示し、主としてクリプトメレーン鉱(Cryptomelane)、ブラウン鉱(Braunite)が認められる他赤鉄鉱様の鉄鉱物が認められる。良好な鉱石片の分析結果は Mn 42.65%, Au 0.1 g/t, Zn 0.04% であった。ウーリティック構造の存在及びデイサイト凝灰岩に整合に胚胎することから、このマンガン鉱床は Serantak デイサイト火山活動に伴い形成された同生鉱床である。(Fig 3-10)

2-6 鉱化作用と火成活動の関係

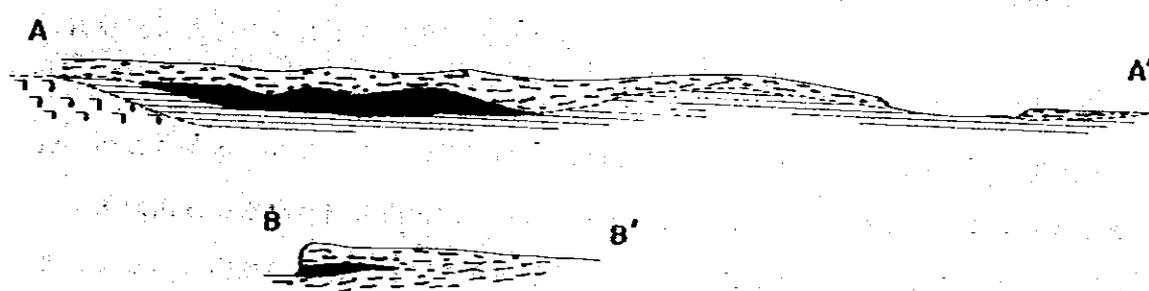
本プロジェクト地域に分布する鉱化帯のうち、本調査で明らかになった第三紀前期の新期火成活動と関係のある鉱化帯がいくつか認められている。それらについて考察すると次の如くなる。

- (1) 本調査により実施した K-Ar 法年代測定によって 20 m.y. の結果を得て第三紀中新世前期貫入岩とした Sirih トーナル岩には、多数の黄銅鉱・輝水鉛鉱・石英脈が胚胎している。その他 S. Ledo 上流の本トーナル岩南端部には広範囲に黄鉄鉱散点をともなう絹雲母変質帯が分布しており、熱水変質をも受けている。河川堆積物による地化学探査では、銅及びモリブデンのバックグラウンドがやゝ高い傾向を示すことから、G. Bawah Obah, G. Bawang を中心としたこの地域の鉱化帯は、Sirih トーナル岩貫入に關係する鉱化作用によるものと思われる。
- (2) Banyi 地域には黄鉄鉱鉱染をともなう絹雲母変質帯を中心として、合金黄鉄鉱・石英脈、合金黄銅鉱・石英脈、鉱染状及び網状黄銅鉱・輝水鉛鉱鉱化帯、黄鉄鉱鉱染をともなうかまたは不毛の電気石化帯が分布するが、これらは Sirih トーナル岩と同時代に貫入した Banyi トーナル岩を中心としてその周辺の Jirak 層、G. Raya 花崗閃緑岩に広く胚胎している。

黄銅鉱・輝水鉛鉱鉱化帯はその他に中央カリマンタンより西部カリマンタンにいくらか



	As %	Ag %	Cu %	Pb %	Zn %	Mn %
RA201	0.1	< 2	<0.01	<0.01	<0.01	42.65



- LEGEND**
- Manganese ore
 - Brown soil
 - White clay
 - Dacite

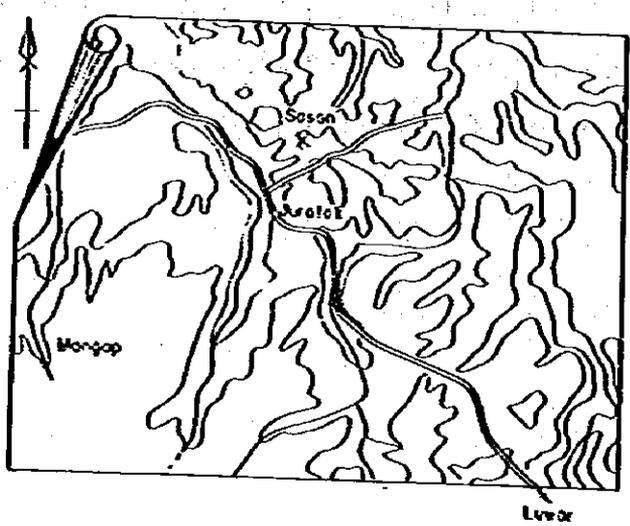


Fig. 3-10 Sketch Map of Sasan Manganese Ore Deposit

知られている。昭和53年度に実施した中央カリマンタン資源開発協力基礎調査では、S. Kahayan 上流に分布する上部白亜系堆積岩に貫入した閃緑斑岩 (Raea 閃緑斑岩) を第三紀貫入岩としているが、この閃緑斑岩を母岩として絹雲母変質帯をともなり黄銅鉱・輝水鉛鉱・鉛鉱・鉛黄鉱が胚胎している (MMA J. GSI 1978)。また Singkawang 東南 10 km に位置する G.16u 花崗岩類には黄銅鉱・輝水鉛鉱細脈をともなり鉍化帯があるが (T. Suhandanda), この胚胎母岩である G. Sijangku 石英閃緑岩, G. Raya 花崗閃緑岩 (T. Suhandanda による) に対して実施した K-Ar 法による年代測定でも両岩とも 30m.y. の年代を得ていて、Sirih・Banyi トーナル岩とほぼ同時代に貫入した第三紀貫入岩であることが確められており、これらの黄銅鉱・輝水鉛鉱・鉍化作用がいずれも新期火成活動と密接な関係を有することが明らかとなっている。

(3) Serantak 地域には合金石英脈、黄銅鉱または磁鉄鉄鉍をともなり石英脈及び塊状合金黄銅鉱・磁鉄鉄鉍鉍床が G. Serantak 東域に貫入する Serantak デイザイト岩株 (K-Ar 年代測定で 51m.y. の測定結果を得ている) に、またその周辺に分布しており、第三紀新期火成活動による鉍化作用と推定している。

(4) 本プロジェクト地域の北東端に位置する Sasan マンガン鉍床は、第三系 Serantak 凝灰岩層に整合に胚胎している層状鉍床で、鉍石は魚卵状組織を示していることから、本鉍床は第三紀火山活動による同生鉍床である。

以上のごとく本プロジェクト地域には、Selakean 黄銅鉱・閃亜鉛鉱・磁鉄鉄鉍鉍化帯や、ジュラ系火山岩層と白亜紀花崗閃緑岩パソリスとの接触部にみられる黄鉄鉍鉍をともなり変質帯のように、白亜紀火成活動によると思われる鉍化作用もあるが、上述した如く本プロジェクトを含む中央～西カリマンタンには、第三紀の新期火成活動によると思われる鉍化作用が普遍的に認められた。今後のカリマンタンにおける金属鉍床探査には未だ十分な解明が進んでいない新期火成活動の調査と、それに関係する鉍化作用の解明に留意して調査を進めることが必要である。

Table 3-1 Summary of Mineralization

No.	Name	Location	Type	Host Rock	Mineral	Occurrence
1	Sasan	Kp. Juratak	Bed	Serantak pyrocrastic rocks	Mn (Crypt, Brau Pei)	The ore deposit is conformably embedded in tuff stratum, and confirmed 200 m x 40 m in extension and 1.25 m in average thickness. Ore has collic banded texture. Mn: 42.65% by grab sampling in lumped ore.
2	Serantak	East side of C. Serantak	Mass	Acidic tuff of Banan Formation	Au, Cp, Pyrr	Primary ore outcrop. Two layers of 15-m in length with 0.57 m and 0.70 m in average thickness, containing 3.4 g/t, 2.7 g/t of Au. Coarse outcrop. Limonite ore contains 7 g/t of gold in 0.60 m thickness.
3	Senturu	South bank of S. Banan	Vein	Sandstone of Banan Formation	Au, (Qz)	Many collapsed adits and quartz vein with py. pyrr. are distributed around/in Serantak dacite stock.
4	Takap-Sirih	Upperstream of S. Bamua, S. Ledo S. Sirih, S. Banan	Vein	Sirih tonalite	Cp, Mo	Cp-Me-Qz veins are in Sirih tonalite. Southward of the tonalite underwent sericite of thermal alteration.
5	Banyi	Southwest of Bengkayang	Vein, Dias	Andesite and-andesitic tuff of Jirak Formation, C. Raya Granodiorite, Banyu tonalite	Au, Cp, Mo	Centering barren tourmaline zone, Cp-Mo veinlets, Au-Cp-Py veins, Py-Au-Qz veins, and Py-Sa alteration zone are sporadically distributed in area of 4 km x 6 km.
6	Selakean	East of Kp. Teriak	Vein	Andesitic tuff of Jirak Formation	Cp, Sph, Arsp, Py	Lump ore in old pit shows the vein of Au-Cp-Sph-Arsep vein. Several mineralization outcrops are found in area of 3 km ² . Most veins contain arsenic mineral (Arsp).
7	Tikalong	East of Kp. Tikalong	Dias	Dacitic tuff of Belango Formation	Py	Silicification with Py dissemination
8	Emang	North of Kp. Emang	Dias	Tiang quartz diorite	Py (Cp)	Small amount of Cp are disseminated in quartz diorite
9	Seliat	Vicinity of Kp. Seliat	Dias	Andesitic rocks of Belango Formation	Py	Weak Py dissemination
10	Panji	Southeast of Kp. Panji	Dias	Andesitic tuff of Belango Formation, C. Sebiavak Granodiorite	Py, Cp, Cov (Tour)	Three outcrops consisting of Tour bearing Cp, Cov, Py dissemination were found. Geochemical and IP anomalies are coincided with the mineralizations.

No.	Name	Location	Type	Host Rock	Mineral	Occurrence
11	Sebambang	Vicinity of Kp. Sebambang	Diss	Belango Formation, C-Sebiavak Granodiorite	Py	Weak Py dissemination in andesite.
12	Kunylt	2 km northwest of Kp. Kunylt	Veni	C-Sebiavak granodiorite	Mo	Outcrop of Mo-Qz vein with 5 cm in thickness. (N60°W, 85°S)
13	Gombang	Vicinity of Kp. Gombang	Diss	Pacitic tuff of Belango Formation	Py	Py dissemination in area of 5 km x 2 km.
14	Sanurian	Vicinity of Kp. Sanurian	Diss	Andesitic rocks of Belango Formation	Py	Py dissemination in area of 1 km x 0.5 km

Diss: dissemination

Mass: massive ore deposit

Bed: bedded ore deposit

Py: pyrite

Cp: chalcopyrite

Cov: covellite

Sph: sphalerite

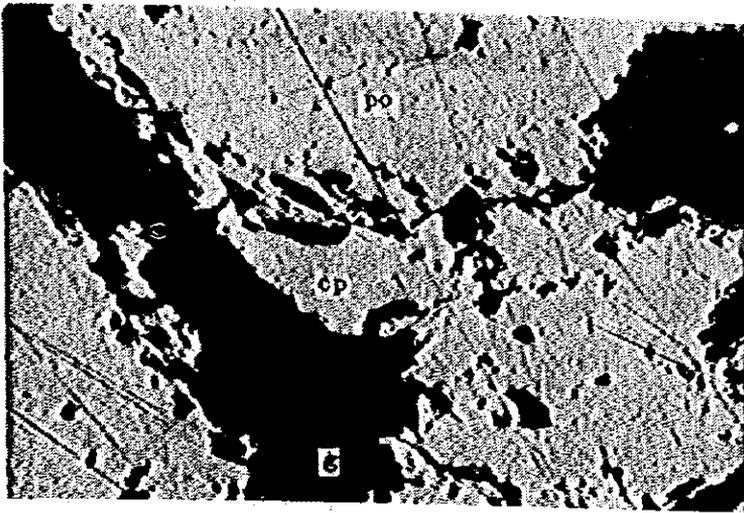
Pyrr: pyrrhotite

Arsp: arsenopyrite

Qz: quartz

Tour: tourmaline

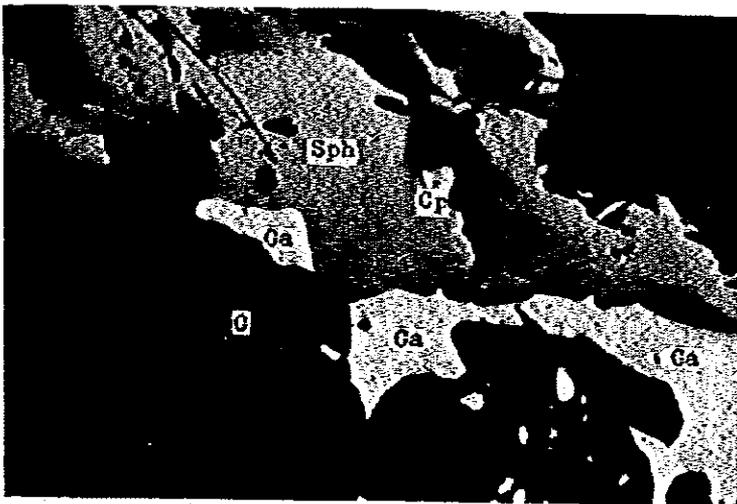
Se: sericite



Sample No. : Serantak (B)
 Locality : Serantak
 Name of Ore: Chalcopyrite
 bearing
 pyrrhotite

po : pyrrhotite
 cp : chalcopyrite
 g : gangue

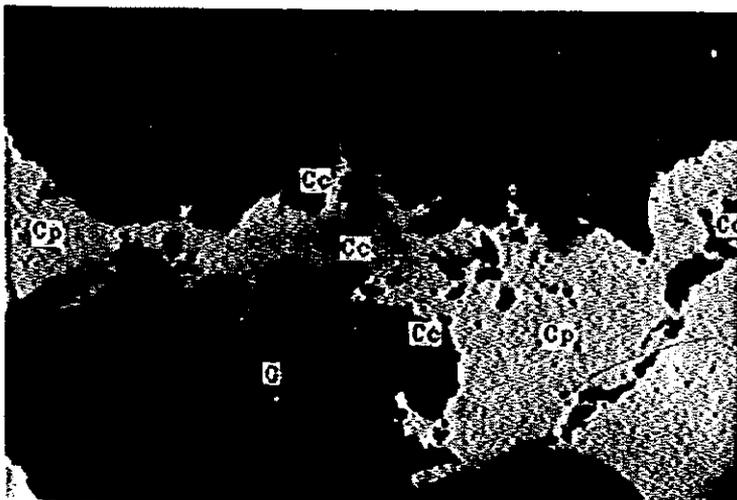
0 0.2 mm



Sample No. : 80RD-144
 Locality : G.Buru
 Serantak area
 Name of Ore: Chalcopyrite-
 vein

Cp : chalcopyrite
 Ga : galena
 Sph : sphalerite
 G : gangue

0 0.2 mm

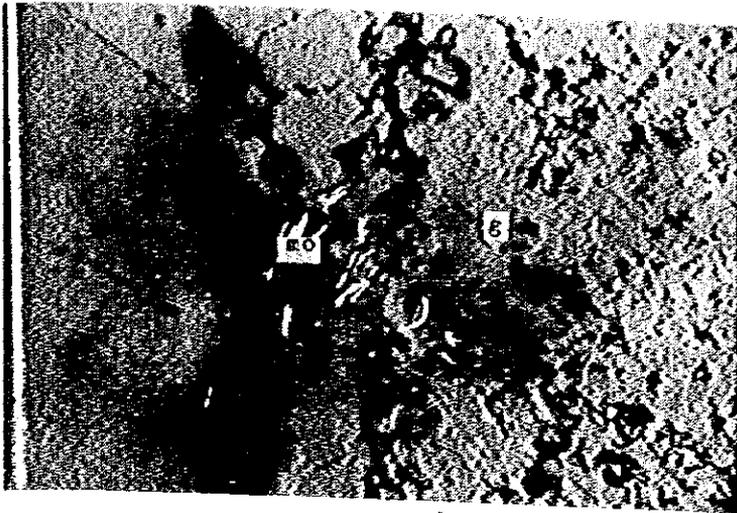


Sample No. : 80RD-138
 Locality : upper stream
 of S.Banan
 Serantak area

Cc : chalcocite
 Cp : chalcopyrite
 G : gangue

0 0.2 mm

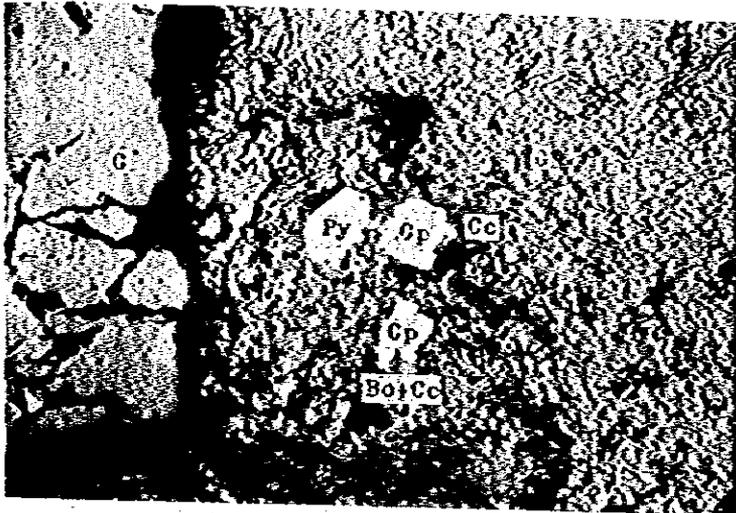
Photo-4 Microphotographs of Polished Ore Specimen



Sample No. : 79R1-62
 Locality : Banitamahas
 Name of Ore: Molybdenite
 veinlet

mo : molybdenite
 g : gangue

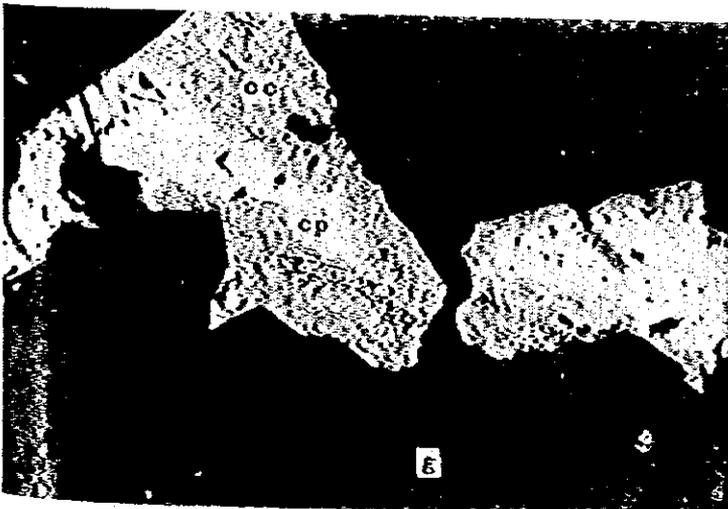
0 _____ 0,2 mm



Sample No. : 80RF-132
 Locality : Banyi area
 Name of Ore: Chalcopyrite
 dissemination

Cp : chalcopyrite
 Cc : chalcocite
 Bo : bornite
 Py : pyrite
 G : gangue

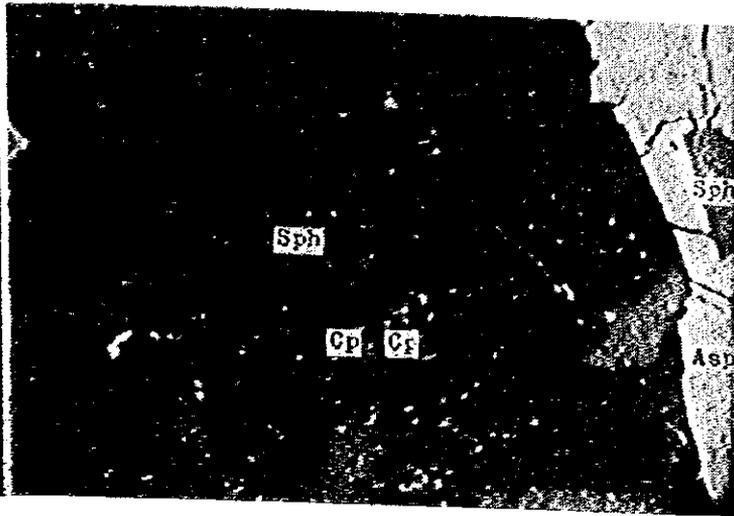
0 _____ 0,2 mm



Sample No. : 79Rk-29
 Locality : Batu Aji
 Banyi area
 Name of Ore: Chalcopyrite
 dissemination

cp : chalcopyrite
 cc : chalcocite
 g : gangue

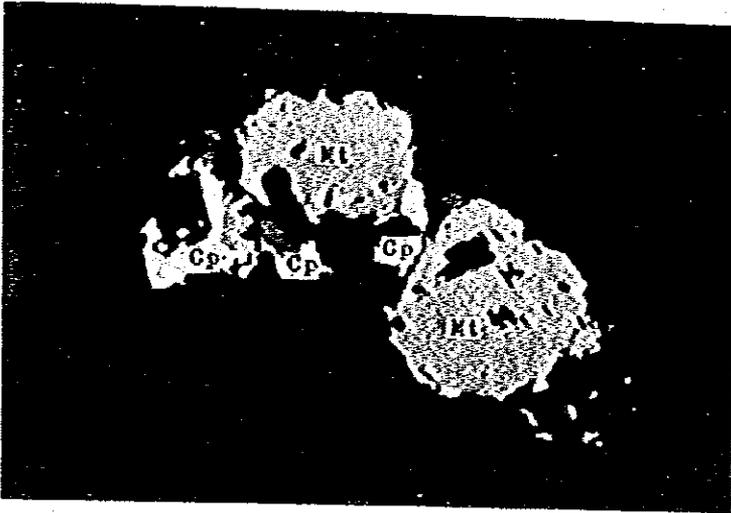
0 _____ 0,2 mm



Sample No. : 80RB-75
 Locality : Selakean
 Name of Ore: Chalcopyrite-
 sphalerite-
 arsenopyrite ore

Cp : chalcopyrite
 Sph : sphalerite
 Asp : arsenopyrite
 (Exsolution of sphalerite
 and chalcopyrite)

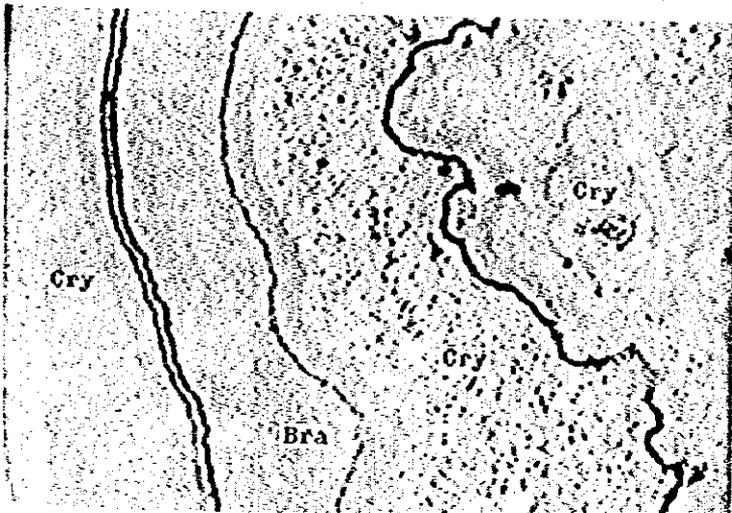
0 0.2 mm



Sample No. : 80RD-30
 Locality : Panji
 Name of Ore: Chalcopyrite
 dissemination

Mt : magnetite
 Cp : chalcopyrite

0 0.2 mm



Sample No. : 80RA-201
 Locality : Sasan
 Kp. Jeratak
 Name of Ore: Manganese ore

Cry : cryptorelene
 Bra : braunite

0 0.2 mm

第Ⅳ部 地化学探查

第1章 概 要

広範囲の未調査地域において概査により短期間に且効果的に鉱床賦存地域を探索し抽出するためには、地質調査と並行して河川堆積物を対象とした地化学探索が有効とされ、また概査により抽出された鉱化帯の範囲及び鉱化帯の強さを探索するには土壤による地化学探索が効果的であることは、過去の多くの事例から明らかである。

本プロジェクトでも第一年次、第二年次に実施した調査地域(1,500 km²)の概査には、地質調査と並行して河川堆積物を対象とした地化学探索が実施され、幾つかの異常域が見出された。そのうち4地区(Banan - Serantak, Banyu, Selakean, Panji 地区)が精査地区として抽出され、引続き地質精査とともに土壤による地化学探索が実施されたが、この精査で解析された各異常域は鉱化帯の分布とよく調和し、鉱化帯の分布範囲を明らかにすることが出来た。

第一年次には概査で得られた2異常域に対して、冷酸抽出銅(Cold extractable copper)による地化学探索が試みられた。

以下河川堆積物、土壤、及び冷酸抽出銅による地化学探索結果の概要を述べる。

Table 4-1 Details of Geochemical Survey in the Project Area

Phase	Survey	Analyzed sample	
		Stream sediment	Soil
Phase I	Reconnaissance Survey	Area : Northern area 500 km ² Number of sample : 435 pcs Sampling density : 0.87 pcs/km ² Pathfinder element : Cu, Mo, Zn	
		Area : Central and Southern area 1,000 km ² Number of sample : 837 pcs Sampling density : 0.84 pcs/km ² Pathfinder element : Cu, Mo, Pb, Zn	
Phase II	Detailed survey		Area : Serantac 15 km ² Banyi 35 km ² Number of sample : 160 pcs Sampling density : 3.2 pcs/km ² Pathfinder element : Cu, Mo
			Area : Solakean 6 km ² Panji 20 km ² Number of sample : 127 pcs Sampling density : 4.9 pcs/km ² Pathfinder element : Selakean Cu, Pb Panji Cu, Mo
Phase III	Detailed survey		

第2章 河川堆積物による地化学探査

2-1 探査方法とデータ処理

2-1-1 探査方法

調査対象地域(1,500km²)の概査として地質調査と並行して河川堆積物による地化学探査が第一年次、第二年次の2年にわたって実施された。試料採取は出来る限り均等に分布するよう予じめルート、採取地点を定めて、地質調査と並行して主要河川に流入する各支流から採取された。総採取料は1,272個で、その採取密度は約0.8個/km²である。

試料は80メッシュの篩を使用し水中でふるい分け、キャンプ地で自然乾燥の後2分され、インドネシア及び日本で保有しそれぞれ分析が行われた。第一年次はCu, Zn, Mo 第二年次はCu, Mo, Pb, Zn (Pb, Znはインドネシア側で分析)を指示元素として分析した。

2-1-2 データ処理

分析結果は試料採取地点の地質の違いによるバック・グラウンドの差を消去するために、地質区分により調査区域を区分し統計処理を行った。(Fig 4-1)。即ち第一年次は2地区(北部堆積岩区, G. Raya 花崗閃緑岩区), 第二年次は5地区(北部堆積岩区, Darit 火山岩層区, G. Raya 花崗閃緑岩区, Sebiawak 花崗閃緑岩区, Senakin 火山岩層区)計7地区に区分してデータ処理を行った。

分析データの統計処理は分析値を対数変換して標準化し、各地区ごとに度数分布、累積頻度分布、平均値及び標準偏差を算出バック・ラウンドの検討を行って異常値を決定した。異常値については数居値($M+2\sigma$)以上を第一級の異常値、数居値($M+\sigma$)以上を第二級の異常値として表現した。各地区別の平均値、数居値($M+\sigma$, $M+2\sigma$), 標準偏差をTable 4-1に示した。

2-2 探査結果

地化学探査資料分析結果に対する統計処理によって抽出された異常域のうち主要な異常域は次の通りである。(Fig 4-2)

2-2-1 北部堆積岩区(79A, 80A)

G. Sirih トーナル岩貫入岩を中心に幾つかのCu, Mo, Zn 異常域が分布する。そのうち

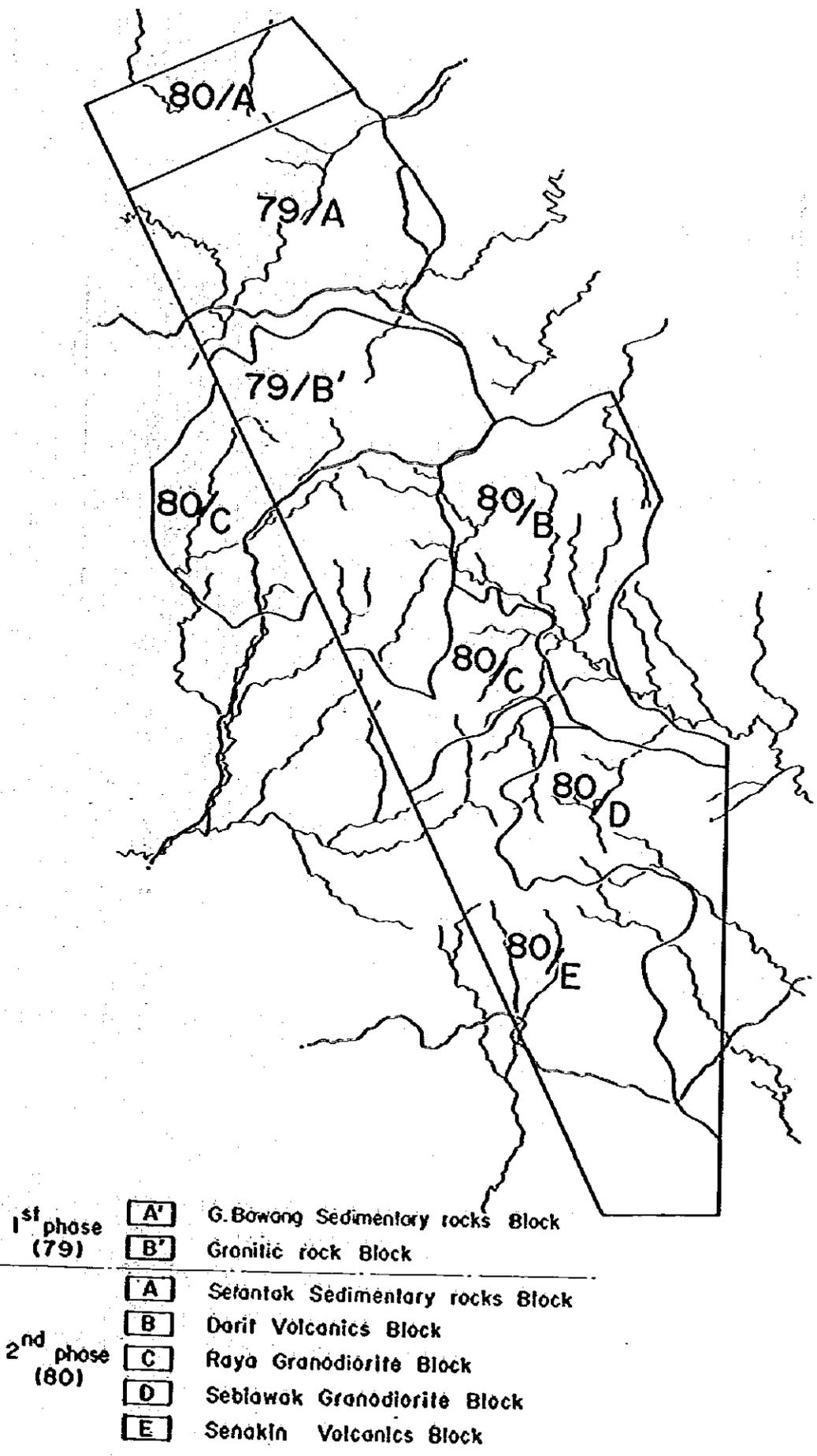
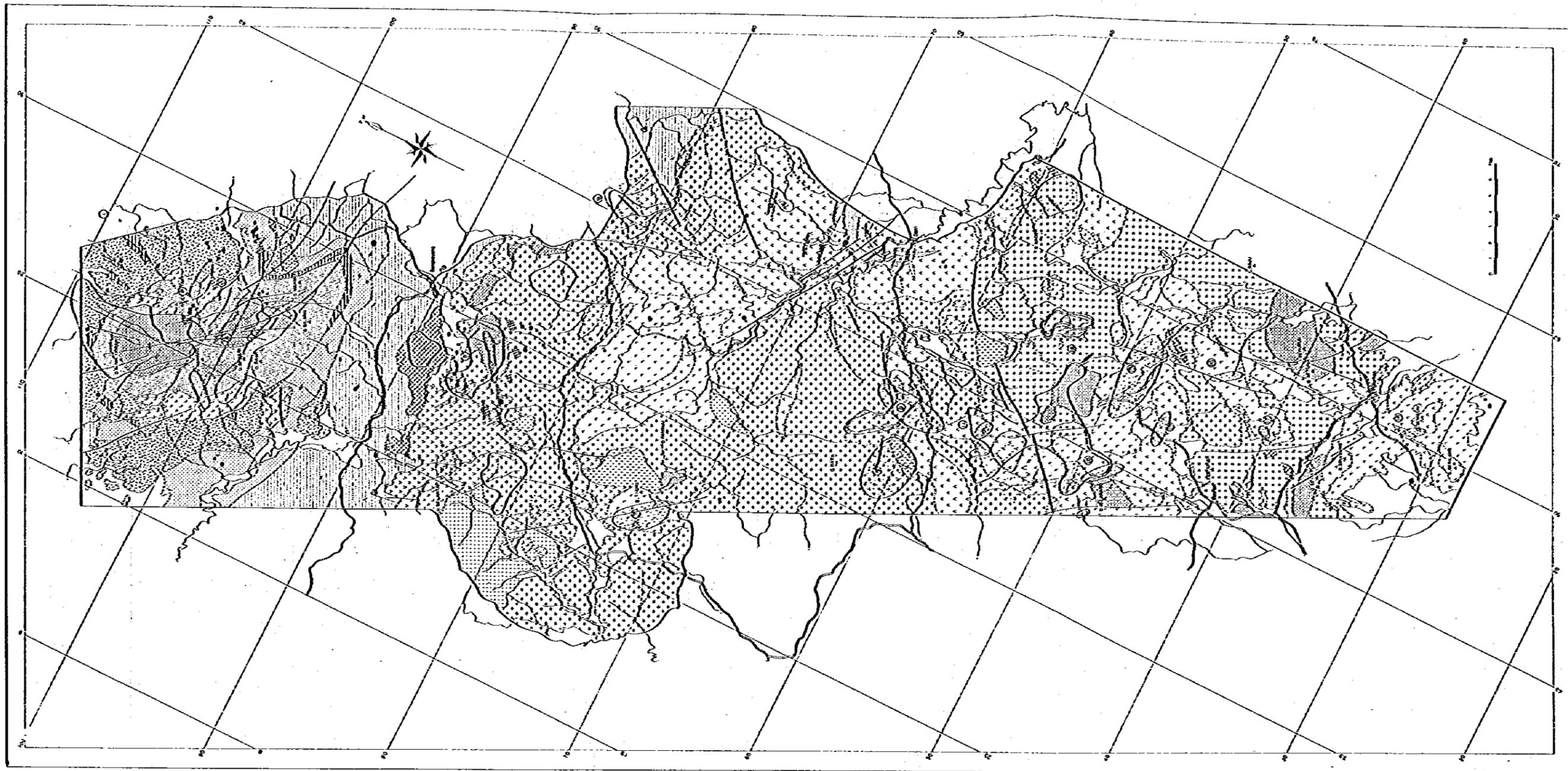


Fig. 4-1 Geological Block for Geochemical Interpretation in the Project Area



LEGEND

Mineralization type	Number of gold grains in stream sediment (Uspenskiy-Golovinskiy)	Mineralization	Abbreviation	Geological anomaly
Wolframite veins, etc.	1 - 4	1) Selen (Pb)	Ta: Taundere	○ Cu
Wolframite veins, etc.	5 - 6	2) Selen (As, Ag, Cu, Pb, Zn)	2) Selindang (Pb)	○ Wn
Tourmaline	7 - 8	3) Selen (Au, Ag)	3) Kuyt (Pb)	○ Pa
Sulfid ores	9 - 10	4) Selen, Sulf (W, Cu)	4) Gombong (Pb)	○ Zn
Sulfid ores	11 - 12	5) Baryt (As, Ag, Cu, Pb, Zn)	5) Surolo (Pb)	
	13 - 14	6) Selen (As, Ag, Zn, Cu, Pb)	6) SC, Surolo (Pb)	
	15 - 16	7) Selen (Pb)	7) Kuto (Pb)	
	17 - 18	8) Selen (Pb)	8) Siring (Pb)	
	19 - 20	9) Selen (Pb)	9) Pado (Pb)	

Fig. 4-2 Anomaly Map of Geochemical Reconnaissance Survey with Stream Sediment in the Project Area

Table 4-2 Mean Value and Threshold Value of Reconnaissance Geochemical Survey with Stream Sediment in the Project Area

Block	Element	Mean Value	Standard Deviation (σ) (Logarithmic Value)	$M + \sigma$	$M + 2\sigma$	Remarks
79/A	Cu	28,335		64,664	147,571	Sedimentary Formation Area
	Zn	71,857		113,800	180,226	
	Mo	1,130		1,693	2,538	
79/B	Cu	32,262		74,778	173,321	Raya Granodiorite Area
	Zn	63,018		110,452	193,592	
	Mo	1,027		1,183	1,361	
80/A	Cu	9,136	0.340	19,988	43,734	Sedimentary Formation Area
	Pb	13,129	0.214	21,514	35,253	
	Zn	59,904	0.281	114,371	218,362	
	Mo	3,159	0.2097	5,121	8,300	
80/B	Cu	21,736	0.298	43,210	85,900	Jirack Formation, Belango Formation Area
	Pb	14,022	0.276	26,468	49,964	
	Zn	32,740	0.305	66,149	133,649	
	Mo	3,609	0.1913	5,607	8,711	
80/C	Cu	18,070	0.382	43,591	105,155	Raya and Selantar Granodiorites Area
	Pb	8,731	0.332	18,762	40,316	
	Zn	25,084	0.385	60,912	147,917	
	Mo	3,058	0.206	4,911	7,883	
80/D	Cu	7,206	0.370	16,899	39,631	Seblawak Granodiorite Area
	Pb	7,224	0.286	13,954	25,956	
	Zn	10,247	0.524	34,275	114,645	
	Mo	2,347	0.213	3,981	6,504	
80/E	Cu	12,551	0.326	26,603	56,391	Belango Formation Area
	Pb	8,437	0.229	14,289	24,200	
	Zn	25,054	0.405	63,718	162,049	
	Mo	2,491	0.228	7,134	4,215	

G. Bawang 及び S. Banan ~ G. Buah Obah には Mo 及び Cu の異常域が重複し分布するが、この地区には Sirih トーナル岩に銅・輝水鉛鋳鉛化帯 (Takap, Sirih, 鋳鉛化帯) がみられる。

2-2-2 G. Raya 花崗閃緑岩区 (79B)

Banyi トーナル岩を被覆する形で 5 Km × 2.5 Km 規模で分布する。本異常域には S. Banyi を中心として黄鉄鋳鉛染帯、銅石英脈、金・石英脈等の鋳鉛化作用が分布している。

Banyi 異常域の西南西の G. Semale 周辺には、Cu, Mo, がそれぞれ単独異常域として分布するが、鋳鉛化は認められていない。デイサイト貫入岩の存在及び西南西にのびる Banyi 鋳鉛化帯の延長部にあたるので、検討の要がある。

2-2-3 Darit 火山岩層地区 (80B)

G. Selakean 異常域

G. Selakean を中心に 3 Km × 3 Km の範囲に Cu, Mo, Zn, Pb の第 1 級及び第 2 級異常が分布する。Jirak 安山岩質火山砕屑岩に G. Raya 花崗閃緑岩が貫入し、合金・銀・閃亜鉛鋳鉛・磁鉄鋳鉛脈が胚胎している地域を表わしている。

2-2-4 G. Sebiawak 花崗閃緑岩地区 (80D)

Tajur 異常域

G. Safunok からその北方にかけて分布する Cu, Pb, Zn の 2 級異常値の集合 (1 km × 3 km) で互に重複している。Banyi 型トーナル岩の小貫入岩があるが、周辺には鋳鉛化帯は認められていない。

Panji 地区

Cu (3 Km × 2.5 Km), Mo (4 Km × 3 Km) 異常域が重複して集合する。この異常域には地質観査で発見された Panji 黄銅鋳鉛染帯、電気石化帯があり、この異常域はこの鋳鉛化を表現しているものと思われる。

2-2-5 Senakin 火山岩層地区 (80E)

Pekalan 異常域

本調査地域内で最大の大きさをもつ異常域である。大きさは約 10 Km × 5 Km であり、このな

かに Cu, Mo, Pb, Zn の異常域がある。地質は Belango 層の安山岩質～デイサイト質火山砕屑岩とこれに貫入した Banyi 型トータル岩が分布する。本異常域の大部分は露出も悪く鉍化作用は殆んど確認されていないが、異常域南部には Sanurian 黄鉄鉍鉍染帯、北部には Sebambang 黄鉄鉍鉍染帯また本異常域の東端には G. Seblawak 花岩閃緑岩中に輝水鉛鉍細脈も認められている。本異常域もこれらと同様の弱い黄鉄鉍鉍染帯が潜在している可能性がある。

以上の地化学探査結果を地質調査結果とともに解析して、鉍化帯露頭が確認されている Serantak-S. Banan 地区, Banyi 地区, Selakean 地区, Panji 地区の4箇所が精査地区として抽出された。

第3章 土壤による地化学探査

3-1 探査方法, データ処理

3-1-1 探査方法

観査により抽出された4精査地区に対して, 土壤による地化学探査を実施した。即ち, 第二年次地化学探査は Serantak 地区 (15 町) 及び Panji 地区 (35 町) に実施し, 土壤は 1 町あたり3 個の割合で総数 160 個を採取した。第三年次地化学探査は Selakean 地区 (6 町) 及び Panji 地区 (20 町) に実施し, 土壤は 1 町あたり 5 個, また物理探査 (IP 調査) を実施した Panji 地区では測線 (2 Km × 10 測線, 総測線延長 20 Km) に 200 m 間隔で 1 個の割合で総数 227 個を採取した。

土壤資料は河川の影響のない尾根, 山頂でかつ準グリッドで分布するよう採取地点を選び B 層準より採取した。試料はキャンプ地で天日で乾燥させ, 80メッシュ篩で調整して2分し日本及びインドネシア共和国鉱物資源局に分配して分析資料とした。指示元素は期待される鉱化帯を考慮して, Serantak, Banyu, Panji 地区では Cu, Mo, Selakean 地区では Cu, Pb を分析し地化学探査解析に使用した。

3-1-2 データ処理

分析データの処理は河川堆積物と同じ方法で統計処理がなされ数居値を求めて数居値により地化学探査異常図がそれぞれ作成された。

3-2 探査結果

各地区の地化学探査結果は次の如くなる。

3-2-1 Serantak 地区

Serantan 地区の第2級異常値 ($M + \sigma$) は Cu 34 ppm, Mo 3 ppm でその分析絶対値は低い。第2級異常値からみた異常域は4ヶ所認められる。(Fig 3-7)

(a) Banan 異常域

S. Banan 上流及び支流を中心として東西 2.2 Km, 南北 1.5 ppm の異常域がある。地質は Siyih トーナメント岩で構成されているが, 石英脈, 輝水鉛鉛・黄鉄鉱石英脈等が散在する。この地域の南には, S. Banna 上流の Takap 黄銅鉛・輝水鉛鉛石英脈等が知られている。

(b) G. Buru 異常域

銅の第2級異常域が500mの広がりで見られている。地質はBanan岩層にSerantakディサイトが貫入している。Banan層には走向N⁶⁰Wの石英脈(脈巾20cm, 閃亜鉛鉱, 黄鉄鉱, 黄銅鉱を伴う)が分布する。

(c) Serantak 異常域

G. Serantakの東中腹に400m×300m規模のCuの異常域である。地質の上部三疊系のBanan砂岩層とこれを通るSerantakディサイトからなる。本異常域はSerantak酸化帯に包有されており, Serantakディサイトによる合金・黄銅鉱・磁鉄鉄鉱床の酸化作用を示す示徴と推定される。

(d) Senturu 異常域

S. Banan下流左岩に600m×400m規模の銅異常域である。地質はSerantakディサイトで, 石英脈, 黄鉄鉱石英脈等が分布している。本異常域もSerantakディサイトに伴う酸化作用を反映しているものと推定される。

3-2-2 Banyi 地区

銅異常域(第1級異常域でCu 120^{ppm}以上)の分布範囲は調査地域のほぼ中央のS. Banyi, S. Mapara上流を中心に延長50km, 巾10kmの規模を持ち, Banyi トーナル岩の貫入方向にやや斜交してE-W方向に分布する。モリブデン異常域(Mo 45^{ppm}以上)は銅に重複して東部域に3ブロックとして分布する。これらの異常域はBanyi トーナル岩を被覆し, 一部Jirak層安山岩, G. Raya 花崗閃緑岩をも被覆し分布する。この異常域には, 粘土化帯を伴うBanyi黄鉄鉱黄銅鉱染帯を中心として, Batu Aji, Banihulu, Banitamahas(裂かき輝水鉛鉱を伴う)がある。調査地区の中央部にある不毛電気石化帯には全く異常域は認められない。(Fig 3-2)。

3-2-3 Selakean 地区

銅異常域(Cu 70^{ppm}以上)の分布範囲は, 本調査域の西南域S. Empawang, S. Nanggak S. Entagak地域に分布する。この地域の地質はJirak安山岩よりなり, G. Raya 花崗閃緑岩の貫入により, 微弱な黄鉄鉱黄銅鉱をともなう変質帯となっている。N30E, N30W系の裂かき黄鉄鉱, 磁鉄鉄鉱, 黄銅鉱, 閃亜鉛鉱の酸化帯が分布するが, 酸化作用は弱い。最も優勢なSelakean鉱脈は銅異常域よりややずれる。鉛異常域(Pb 36^{ppm}以上)は銅異常域と一値せず約500m北にずれる。(Fig 3-5)。

3-2-4 Panji地区

銅異常域 (Cu 135 ppm 以上) とモリブデン異常域 (Mo 15 ppm 以上) の分布は各々同一範囲に重複し S. Janaham 中流より南へ S. Tapis にかけて分布する。この地域は物理探査 (IP 法) を実施した地域で IP 示徴ともほぼ重複して南北 2 Km, 東西 1.5 Km の範囲にあり, G. Sebiawak 花崗閃緑岩地域である。この異常域の北延長にある旧 Panj 部落東露頭には, 電気石を伴う黄銅鉱染銅化帯が確認されている。(Fig 3-4)。

精査地域に実施した土壤による地化学探査の結果では, 銅, モリブデン等の異常域が銅化帯分布とよく一致して銅化帯の範囲を把握するための探鉱として極めて有効な探査法であることが確認された。

第4章 冷酸抽出銅による地化学探査

4-1 目的

金属鉱床に対する河川堆積物による地化学探査で得られた銅異常値は初生鉱石鉱物、難溶性の二次鉱物及び若干の微細の残留風化物によって形成されるクラスティック異常値 (Clastic anomaly) と初生鉱石鉱物からイオンあるいは可溶性の塩類となって水中に供給され、有機物、粘土、破砕物 (岩石や鉱物) などに吸着、あるいは沈殿することによって形成されるハイドロモルフィック異常値 (hydromorphic anomaly) とがある。本地化学探査ではこれらの total Cu (T-Cu) と Cold extractable Cu (Cx-Cu) の分析を行ってハイドロモルフィック異常値とクラスティック異常値とを区別して、T-Cu のみによる地化学探査と比較検討を行い、鉱化帯の判定について検討することを目的として第一年次に実施した。

4-2 分析サンプルの選定

Cx-Cu の分析に供した試料は T-Cu の分析値の相対的に高い Serantak ~ Berasi 地域及び Banyi 地域の 2 箇所を選び、次に T-Cu の特に高いところ及び水系等を考慮して Serantak-Berasi 地区から 41 個、Banyi 地域から 61 個合計 102 個を選定した。

4-3 pH 測定結果

Cx-Cu は pH 条件によりその濃集度が影響を受ける。すなわち地表水の pH が酸性である場合は沈殿せず pH が弱アルカリ性のところでは沈殿しやすいので、流水の pH を知ることが Cx-Cu 地化学探査に重要であり、また鉱化帯と pH の関係を知るために流水の pH の測定を第一年次地化学探査の河川堆積物採取の全地点で実施した。方法はリトマス試験紙を使用して行った。測定結果は最低値が S. Raya で pH 5.0、最高値は S. Sailo で pH 7.3 を示し、測定個数 430 個の平均は pH 6.0 で弱酸性であった。

測定値域を 8 つの水系にグループ分け (Fig 4-3) その水系別に求めた pH 値は Table 4-3 に示す如く水系によってわずかに差が認められた。調査地域を大きく北部と南部のブロックに分けて対比した結果地質が堆積岩よりなり第三紀トータル岩に貫入されている北部の河川の平均 pH が 5.7~6.0 の間にあるのに対し、南部の主として花崗閃緑岩からなる深成岩体地域では河川の平均 pH が 6.3~6.5 であった。これは北部地域は Serantak ~ Berasi 地域と Banyi 地域は鉱化帯を有する地域であるのに比べ、南部域は花崗閃緑岩の比較一定した地質条件を示し鉱化帯も認めら

れない地質条件の違いに起因しているものと思われる。

4-4 解 析

異常域設定には統計処理によって数値を求める方法によらず、 $Cx-Cu$ 分析値のコンターマップを作成してその分布状態を図示することにより求めた (Fig 4-4, 4-5)。その結果では $Cx-Cu$ 分析値の高い所は $T-Cu$ の異常域とほぼ同じ形を示し、且同地点に重なる結果となった。

一般に鉱化帯内では硫化鉱物の酸化によって流れの pH が低くなり沈澱しやすく、 $Cx-Cu/T-Cu$ 比は低い値となることが知られているが、pH 条件が 5.7~6 とやや弱酸性にあるこの地域のこの傾向を知るために $Cx-Cu/T-Cu$ 比の比較を行った (Fig 4-6, 4-7)。その結果 Serantak - Berasi 地域では $Cx-Cu/T-Cu$ は最低 15.9% 最高 75.0% (41 箇の平均は 28.2%)、Benyi 地域は最低 14.2% 最高 50.0% (61 箇の平均は 30.2%) と広い範囲に分散している。

これらのうち $Cx-Cu/T-Cu$ 比が 20% 未満の地点は鉱化帯付近に分布している。即ち Serantak - Berasi 地域では S. Banan 上流の Takap 黄銅鉱・輝水鉛鋳鉱化帯付近、Benyi 地域では Banyi トーナル岩体に関連する鉱化帯 (Suren 金・銅鉱化帯、Batu Aji 金・銅鉱化帯) 等を中心に 20% 未満の $Cx-Cu/T-Cu$ 比を示している。その比を 30% 未満まで広げると Serantak 地域の S. Bamua, S. Sirih に分布する黄銅鉱・輝水鉛鋳鉱化帯をも包含する。

以上の如く $Cx-Cu$ による地化学探査の並用は本地域の如く流水の pH がやや一定の弱酸性条件下では、 Cu に関連する鉱化帯の探査に有効であることが確かめられた。

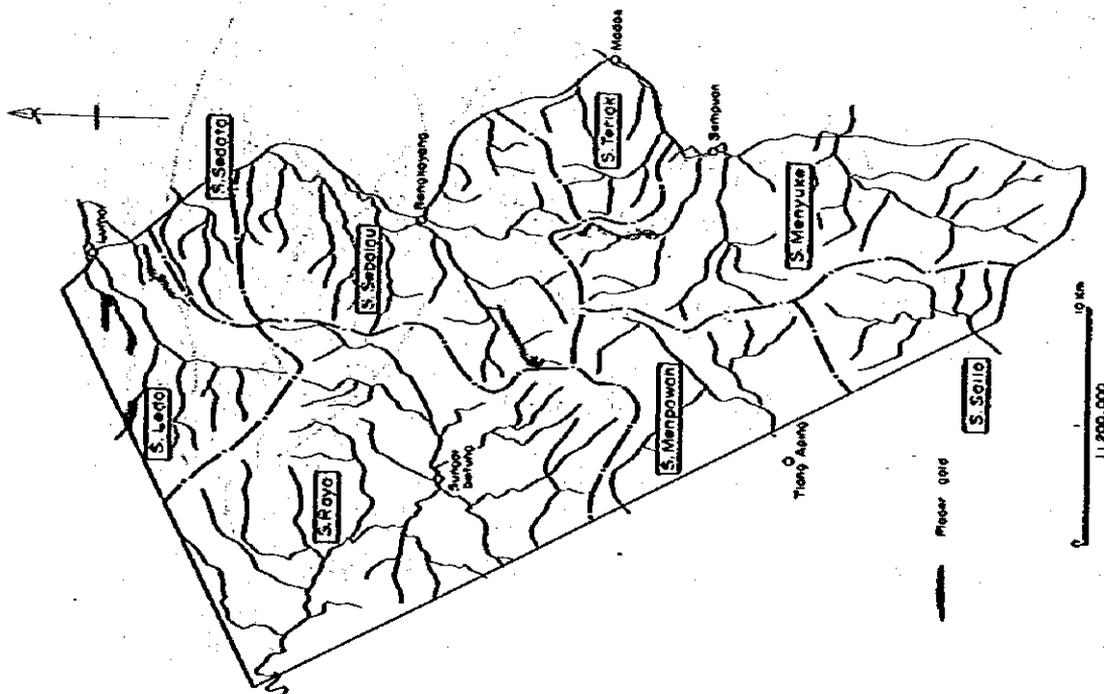


Table 4-3 Frequency Distributions of pH Values in Each Drainages

pH	Northern Area				Southern Area				Total
	S. Sabalau	S. Raya	S. Sedata	S. Ledo	S. Menyuke	S. Teriak	S. Manpohan	S. Seilo	
5.0	1								1
5.2	2	3							4
5.4	2	16	1	1	1				20
5.6	26	29	3	12	1	1			68
5.8	38	24	2	13	12	3	4	1	97
6.0	4	34	1	12	28	3	5	3	92
6.2	5	5		22	21	14	19	6	87
6.4			1	3	19	7	4	2	36
6.5								2	2
6.6					2			1	3
6.8				1	1		3	5	10
6.9									1
7.0									2
7.2							4	2	6
7.3								1	1
Total	70	111	5	64	86	28	39	27	430
Mean value	5.7	5.8	5.9	6.0	6.1	6.2	6.3	6.5	6.0
			5.8			6.2			

Fig. 4-3 Drainage map of Northern Project Area

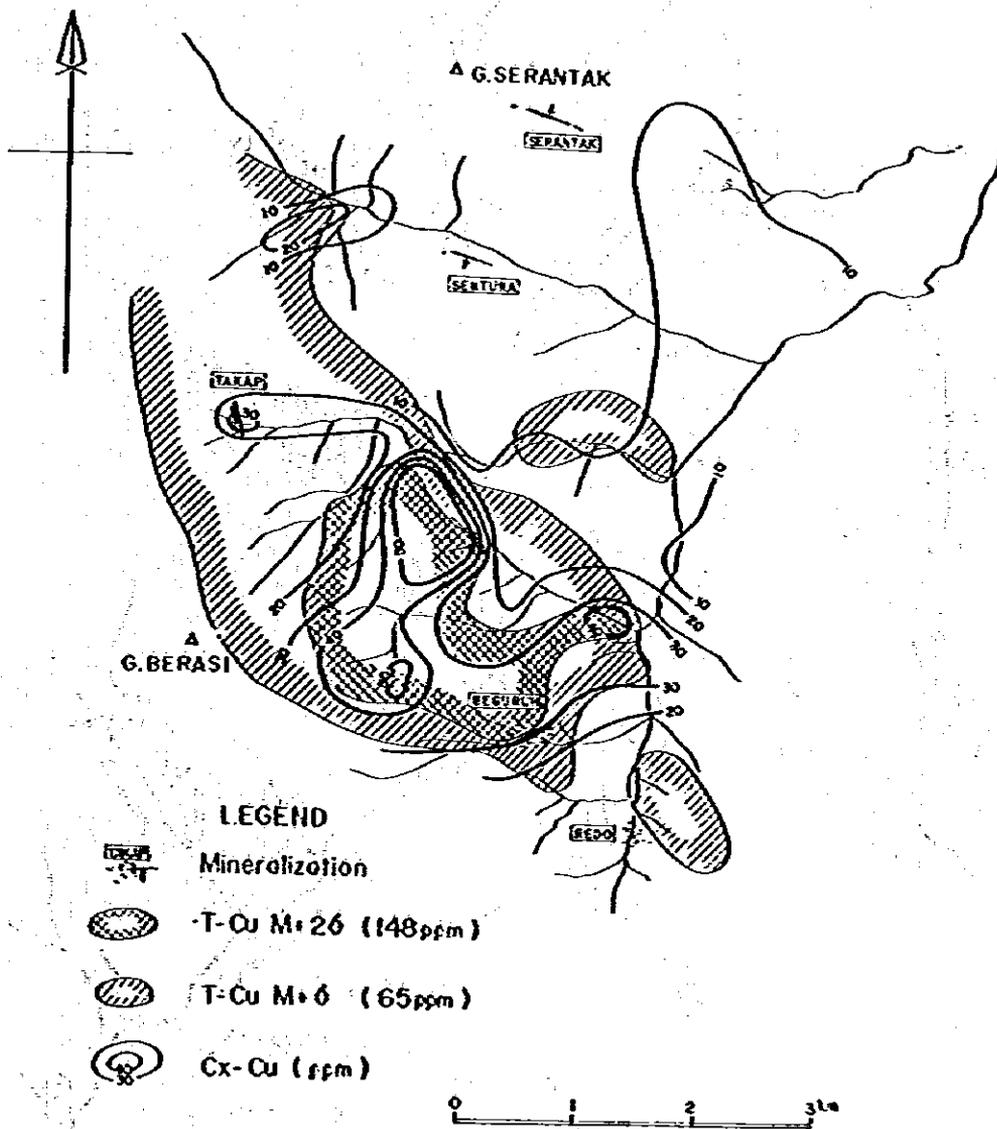


Fig. 4-5 Distribution Map of Cx-Cu in Serantak-Berasi Area

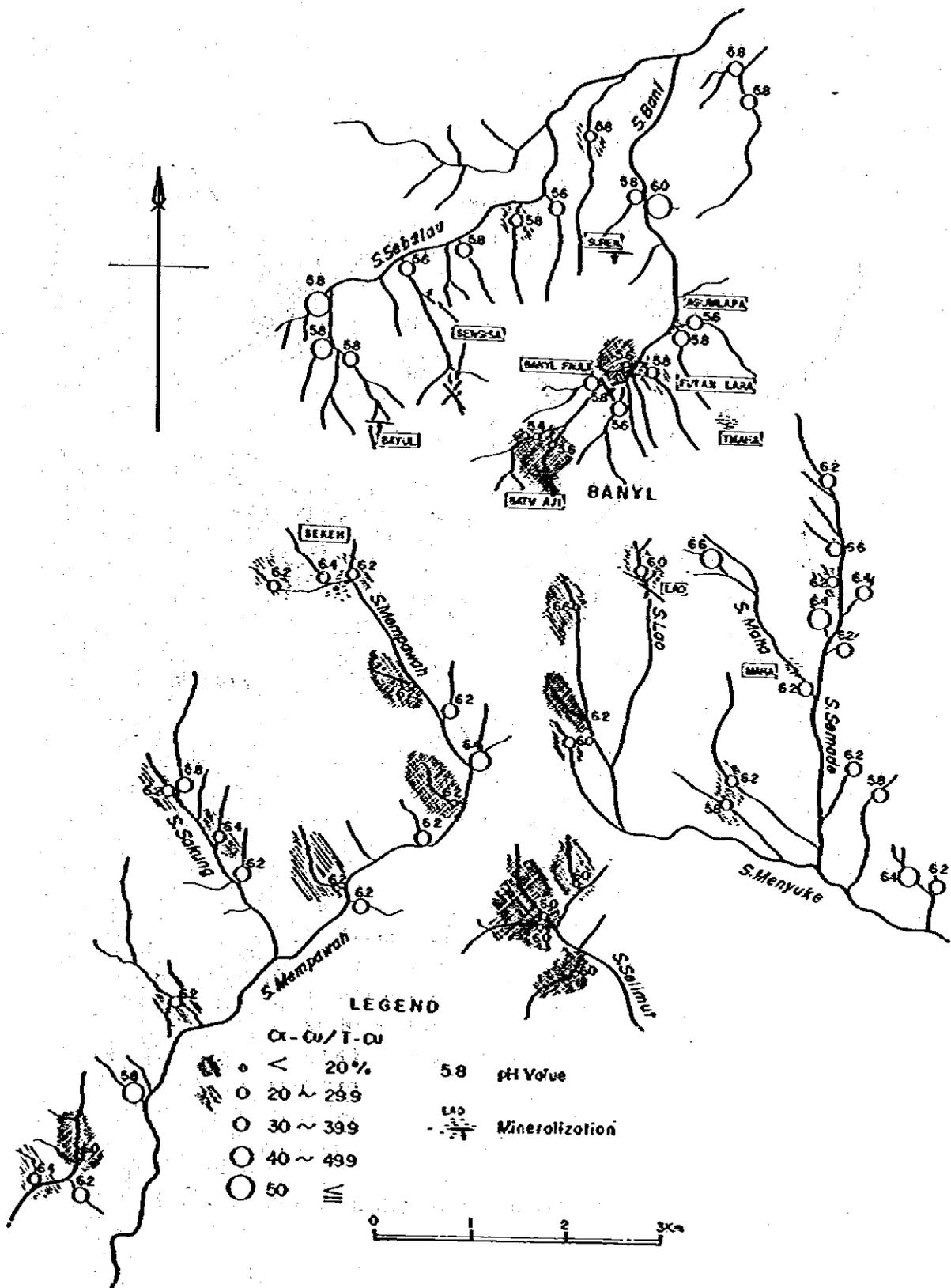


Fig. 4-6 Relation Map of Cx-Cu/T-Cu in Banyu Area

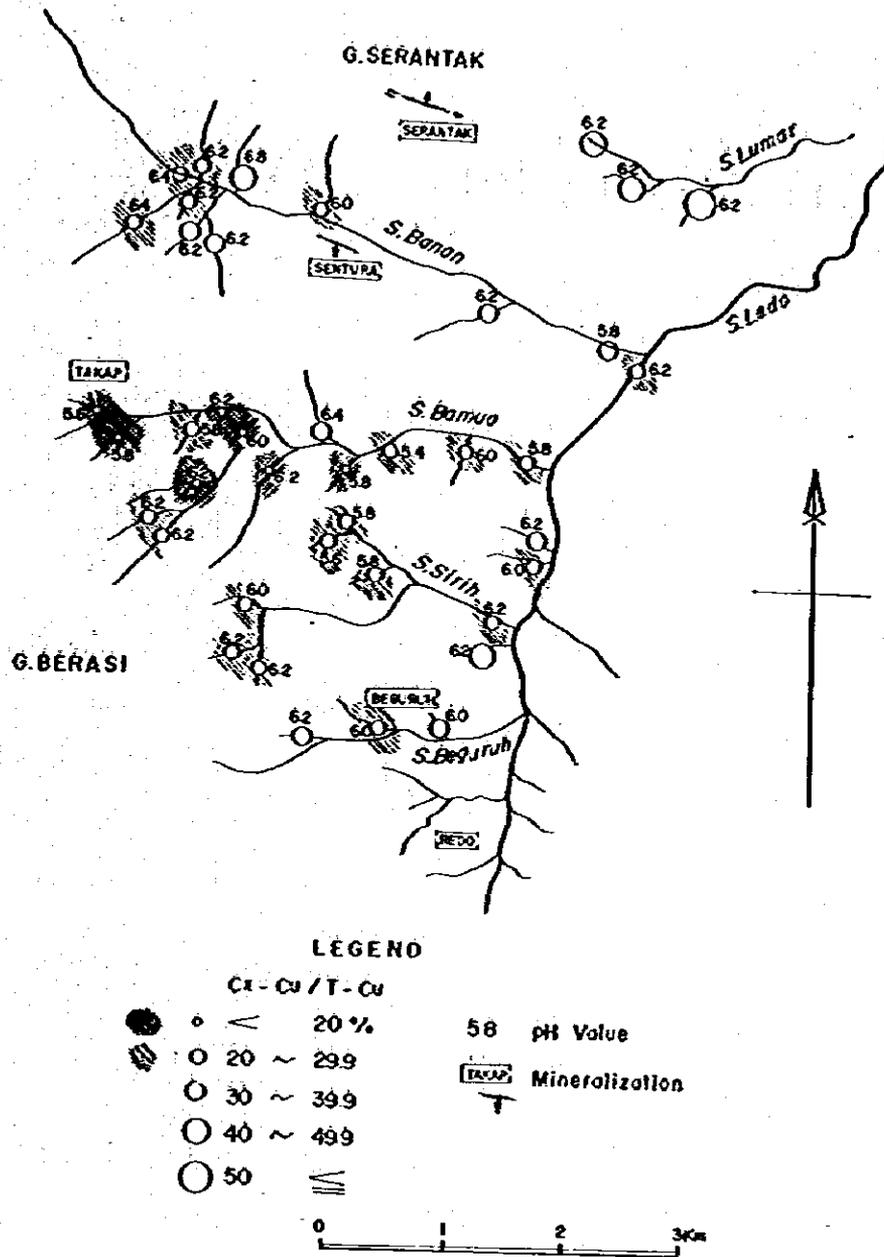


Fig. 4-7 Relation Map of Cx-Cu/T-Cu in Serentak-Berasi Area

第 V 部 物理探查(IP法)

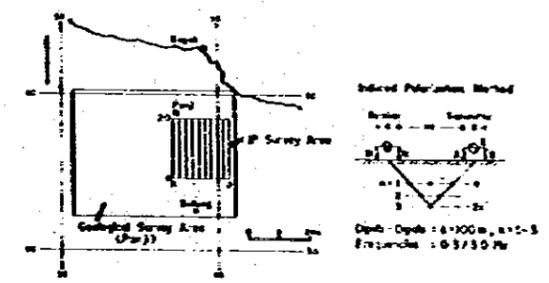
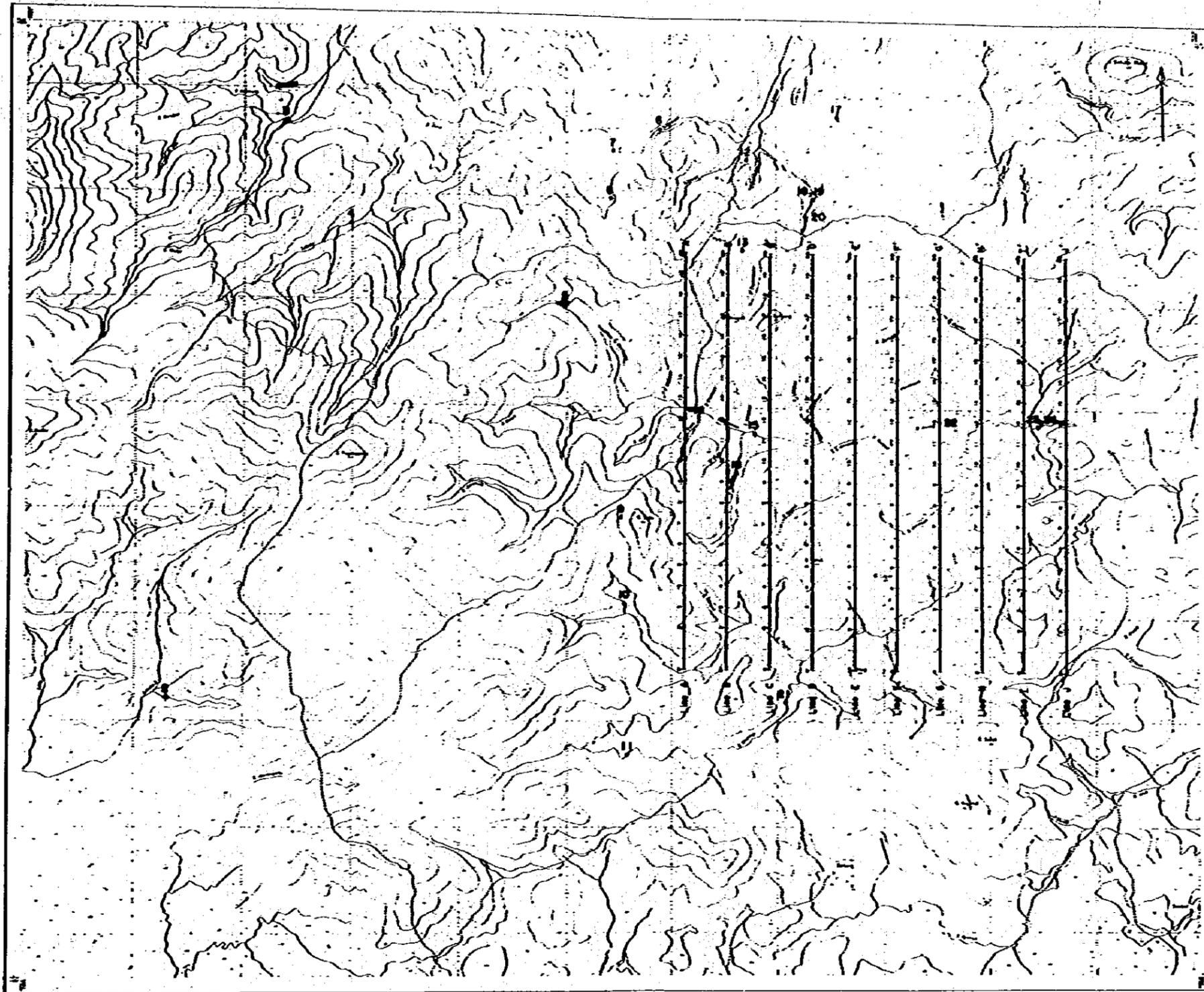
第1章 調査の概要

第二年次調査により抽出された鉱床示徴域の一つである Panji 地区に対し、鉱床賦存状況の解明を目的として第三年次調査で物理探査を実施した。

調査は IP 法による電気探査で、旧 Panji 村南方の東西 1.8 Km、南北 2 Km、面積 3.6 Km² の範囲を対象とした (Fig. 5 - 1)。

調査測線は南北方向に 2 Km で設定し、東西に 10 測線を間隔 200 m で配置した。測点間隔は 100 m である。IP 測定は、可変周波数法 (0.3 / 3.0 Hz) によるダイポールダイポール電極配置で電極隔離係数 $n = 1, 2, 3$ について実施した。

PAN 71



LEGEND

Line 1 — IP line and stations
● Location and No. of rock sample

Scale
0 500 1000m

Fig. 5-1 IP Lines and Locations of Rock Samples

第 2 章 I P 法概要

2-1 測定原理および測定方法

金属鉱石を含む地層、岩石などに電流を流すと、電気分極現象（IP現象）が生じる。この現象を利用して金属鉱床、特に硫化鉱物を含む鉱床を直接的に探査する方法がIP法電気探査である。ダイポールダイポール電極配置によるIP測定の概要をFig.5-2に示す。

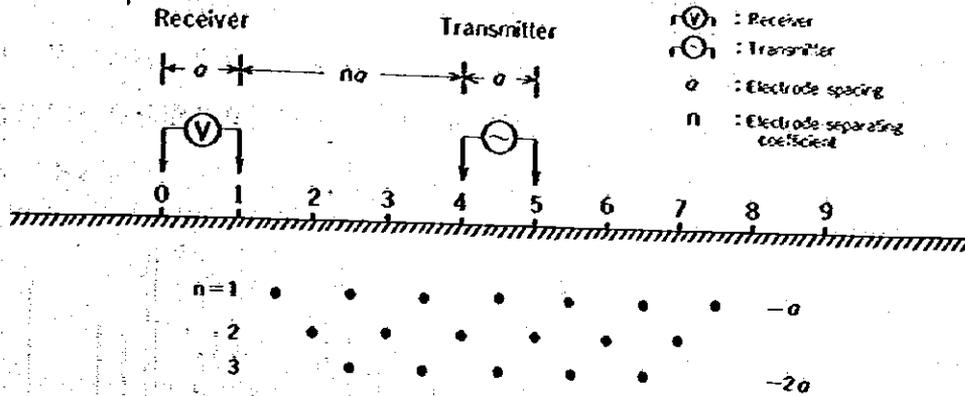


Fig 5 - 2 IP Measurements of Dipole-Dipole Configuration

2-2 測定値の定義

(1) 周波数効果 (FE)

周波数効果は次式で定義される。

$$FE = \frac{V(0.3\text{ Hz}) - V(3\text{ Hz})}{V(3\text{ Hz})} \times 100(\%) \quad \text{あるいは}$$

$$\frac{\rho(0.3\text{ Hz}) - \rho(3\text{ Hz})}{\rho(3\text{ Hz})} \times 100(\%) \quad \dots\dots\dots(1)$$

$V(0.3\text{ Hz})$: 可変周波数 0.3 Hz に対する電位電極間の電位差 (V)

$V(3\text{ Hz})$: 可変周波数 3 Hz に対する電位電極間の電位差 (V)

$\rho(0.3\text{ Hz})$: 可変周波数 0.3 Hz による比抵抗 (ohm-m)

$\rho(3\text{ Hz})$: 可変周波数 3 Hz による比抵抗 (ohm-m)

(2) 見掛比抵抗 (AR)

見掛比抵抗 $\rho(0.3\text{ Hz})$, $\rho(3\text{ Hz})$ は次式により定義される。

$$\rho(0.3\text{ Hz}) = K \frac{V(0.3\text{ Hz})}{I} \quad (\text{ohm-m})$$

$$\rho(3\text{Hz}) = K \frac{V(3\text{Hz})}{I} \quad (\text{ohm} \cdot \text{m}) \quad \dots\dots\dots(2)$$

K: 電極配置係数

$$K = n(n+1)(n+2) \times a$$

(3) 金属伝導係数(MF)

金属伝導係数は次式で定義される。

$$MF = \frac{F E}{\rho} \times 1,000 \quad \dots\dots\dots(3)$$

2-3 物性測定

調査地域から採取した岩石試料のIP物性値を測定するための装置の概要はFig.5-3のとおりである。

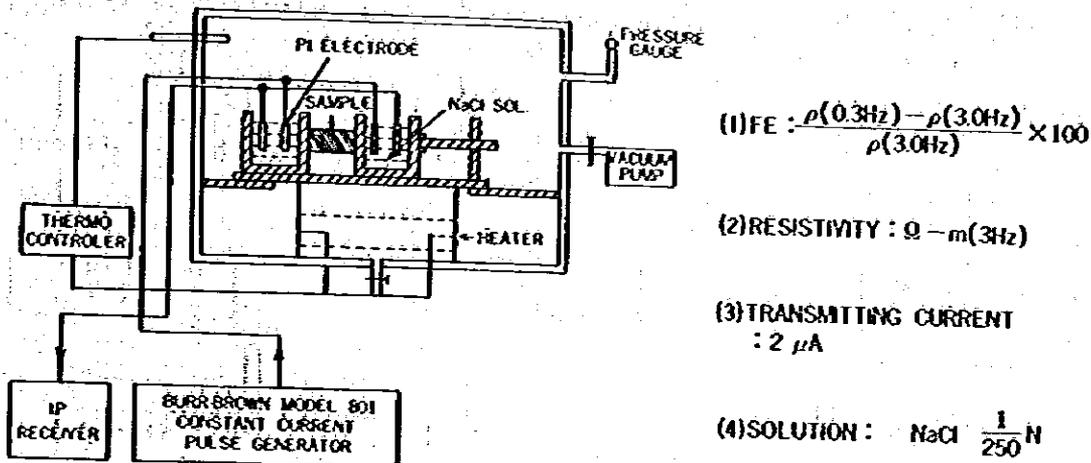


Fig 5-3 A Block Diagram of the Laboratory Measuring Apparatus

2-4 解析法

IP測定データの解析は定性解析と定量解析からなる。前者ではIP断面図・平面図上の測定値からIP物性値の異なる地層・岩石の境界、水平的広がり、垂直方向への延びなどを推定し、地質構造、鉄化帯の分布状況を概括的に把握する。後者の解析では定性解析によって推定された地下構造を電算機シミュレーションなどによって定量的に検討する。具体的には、代表的な測線断面について地下構造をモデル化して数回のシミュレーションを実施し、最適モデルを選定する。この結果得られた地下構造モデルに地質的な検討を加え鉄化の状況、賦存深度、規模などの考察を行う。なお、IP調査の作業の流れ図をFig. 5-4に示した。

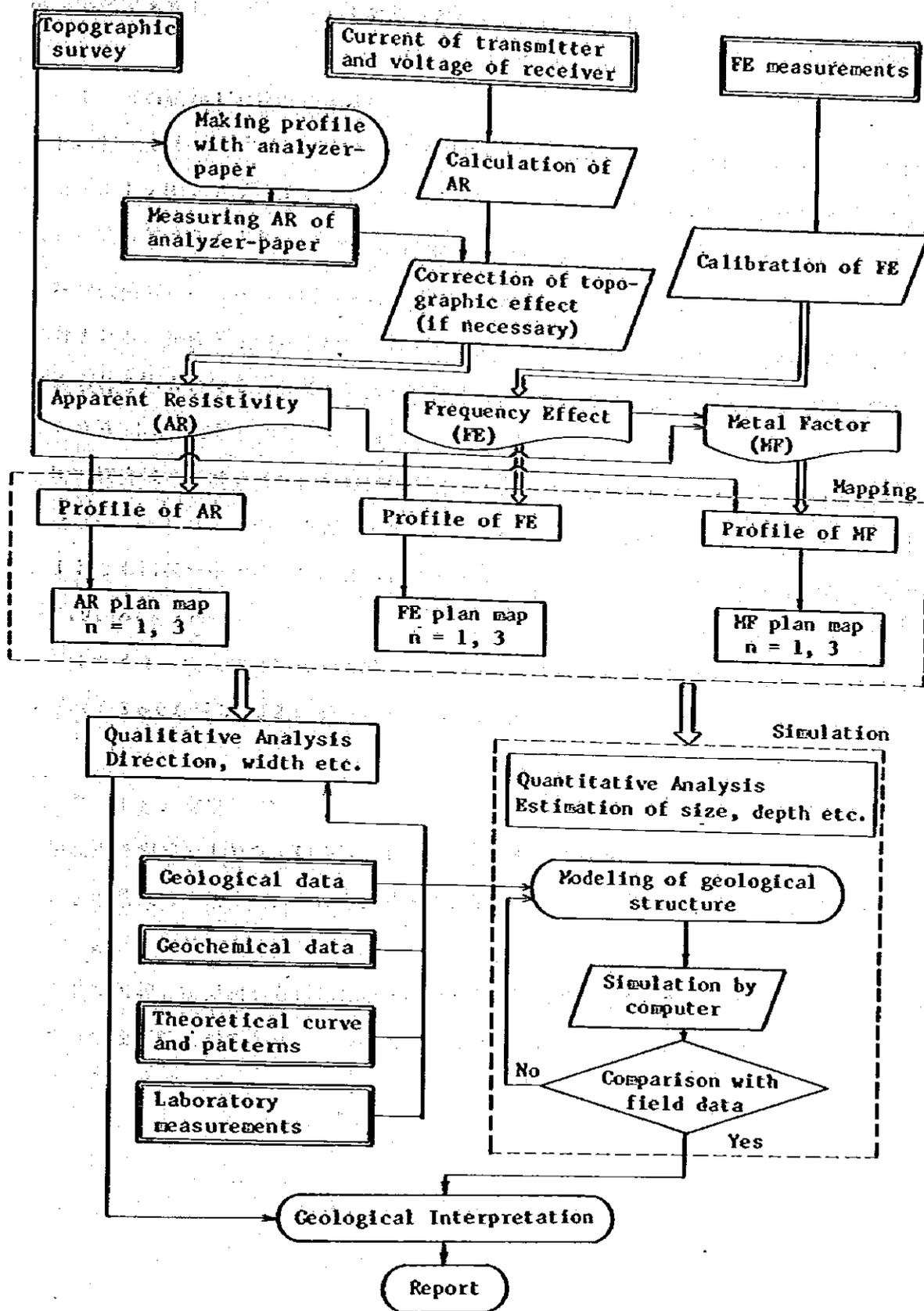


Fig 5 - 4 Flow Chart of IP Data Processing and Interpretation

第3章 調査結果

第三年次で実施した物理探査（IP法）の結果は次のとおりである。

3-1 岩石試料IP物性測定結果

Panji 地区調査範囲から採取した24試料の岩石別内訳は花崗閃緑岩15(4)、閃緑岩2(1)、ドレライト2(1)、デイサイト1、安山岩3、電気石化岩1である。()内は物理探査範囲より採取した試料数である（Fig.5-1, Table 5-1）。

花崗閃緑岩は地質調査範囲の大部分を占めて東西に分布し、物理探査域はこの分布域の東部に含まれる。物性測定値から判断される花崗閃緑岩のFE値は、黄鉄鉱などの鉱染がほとんど認められないもので2~3%、連続して認められるものでは6%以上である。比抵抗値は5000 ohm-m前後の値が卓越する。

物理探査域内には、花崗閃緑岩以外の岩石として閃緑岩が測点G-12付近およびD~F測線南端に、ドレライトが測点A-12付近に分布するがいずれも小規模である。閃緑岩、ドレライトともに試料中では比較的高いFE値を示し（4.9~10.3%）、比抵抗値は低い（256~2191 ohm-m）。

デイサイト、安山岩は物理探査域の北方および南方に分布し、低FE（1.1~3.7%）、高比抵抗（3500~30924 ohm-m）の値を示す。

3-2 IP測定結果

物理探査測線のIP測定値を統計処理して次の結果を得た。

FEの最大値、最小値はそれぞれ6.8%、1.8%であり、ARでは同じく8064 ohm-m、329 ohm-mである。

IP平面図、断面図から鉱化帯などの分布を定性的に推定するために累積度数分布図を用いて異常値などの検討をした。この結果、FE>6%、AR<500 ohm-mを異常値とした。

Table 5-1 Results of Rock Sample Tests

No.	Rock Name	FE (%)	Mean	Resistivity (ohm-m)	Mean	Py (Cpy) ^(*)
1	Granodiorite	2.1	3.35	4,254	4,789	1
4	Granodiorite	4.0		2,632		1
5	Granodiorite	3.4		6,063		1
7	Granodiorite	6.5		5,099		1
8	Granodiorite	2.2		10,452		1
9	Granodiorite	2.4		5,580		1
11	Granodiorite	2.5		3,362		1
15	Granodiorite	4.0		5,753		3
16	Granodiorite	3.4		6,657		2
18	Granodiorite	0.9		6,875		2
19	Granodiorite	7.0		859		4
20	Granodiorite	1.5		5,992		1
21	Granodiorite	2.9		4,338		1
23	Granodiorite	3.6		1,863		2
24	Granodiorite	3.9	2,059	3		
6	Diorite	4.9		2,191		1
22	Diorite	103.0		1,052		5
10	Dolerite	10.1		429		3
14	Dolerite	5.8		256		2
2	Dacite	1.1		30,924		1
3	Andesite	1.0	2.60	3,500	9,045	1
12	Andesite	3.1		10,087		1
17	Andesite	3.7		13,548		1
13	Tourmaline	0.0		1,216		1

- (*) Pyrite Content
1. No pyrite grains.
 2. 2 to 3 pyrite grains.
 3. 5 to 6 pyrite grains.
 4. Continuous pyrite grains.
 5. Pyrite concentration.

また、弱異常値は $5\% < FE < 6\%$ 、 $500 \text{ ohm-m} < AR < 1000 \text{ ohm-m}$ とした。
 なお、調査地域の平均値は $FE 4.5\%$ 、 $AR 1500 \text{ ohm-m}$ である (Fig.5-5)。

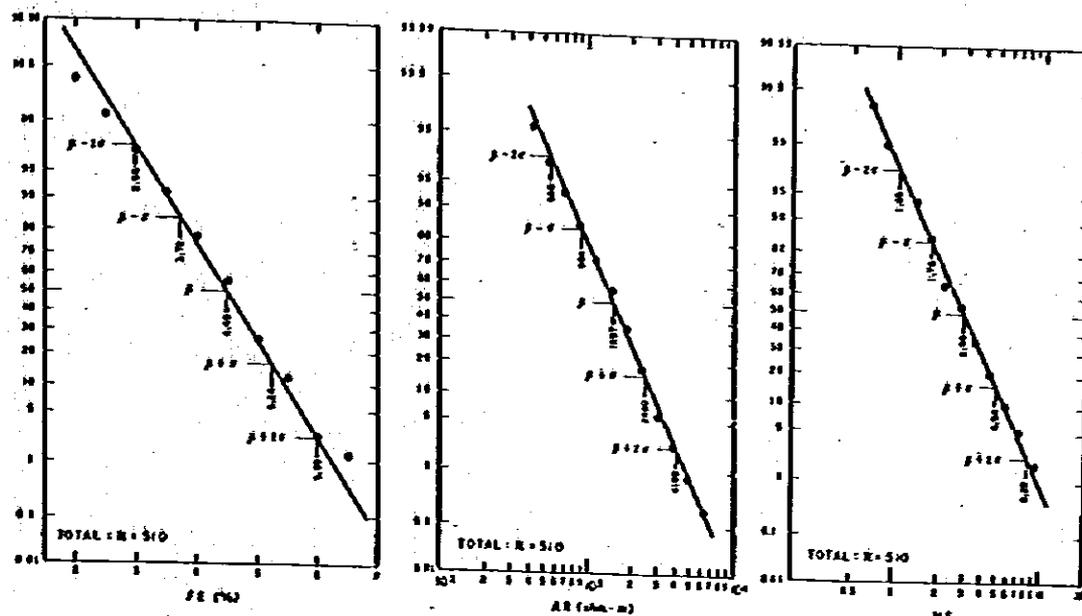


Fig 5-5 Cumulative Frequency Distributions of FE, AR and MF

3-3 IP異常帯の分布

IP平面図および断面図から異常・弱異常域を抽出してこれらの分布形態を把握した。さらに代表的な異常区間に対して電算機シミュレーションを実施し、異常源の規模、賦存深度などを検討した (Fig.5-6, 5-7)。これらの結果を総括し、定量解析図として Fig.5-8 にまとめた。

FE異常帯とした範囲は、C、J測線に関してはシミュレーション解析で得られた最適モデル (C-3, J-3) のFE値が6%以上の領域である。他の測線の異常帯は上記のシミュレーション結果を参考に断面図のパターンを検討して決定した。同じく、低比抵抗帯は 500 ohm-m 以下の比抵抗値をもつ領域である。

なお、定量解析図とIP測定結果との関係を総括的に把握する目的で、FE分布平面図 ($n=1$) を鳥瞰図として表わし Fig.5-9(a)に示した。図の(b)は平均値以上のFEの分布域を示し、(c)は弱異常値以上の分布域を示す。

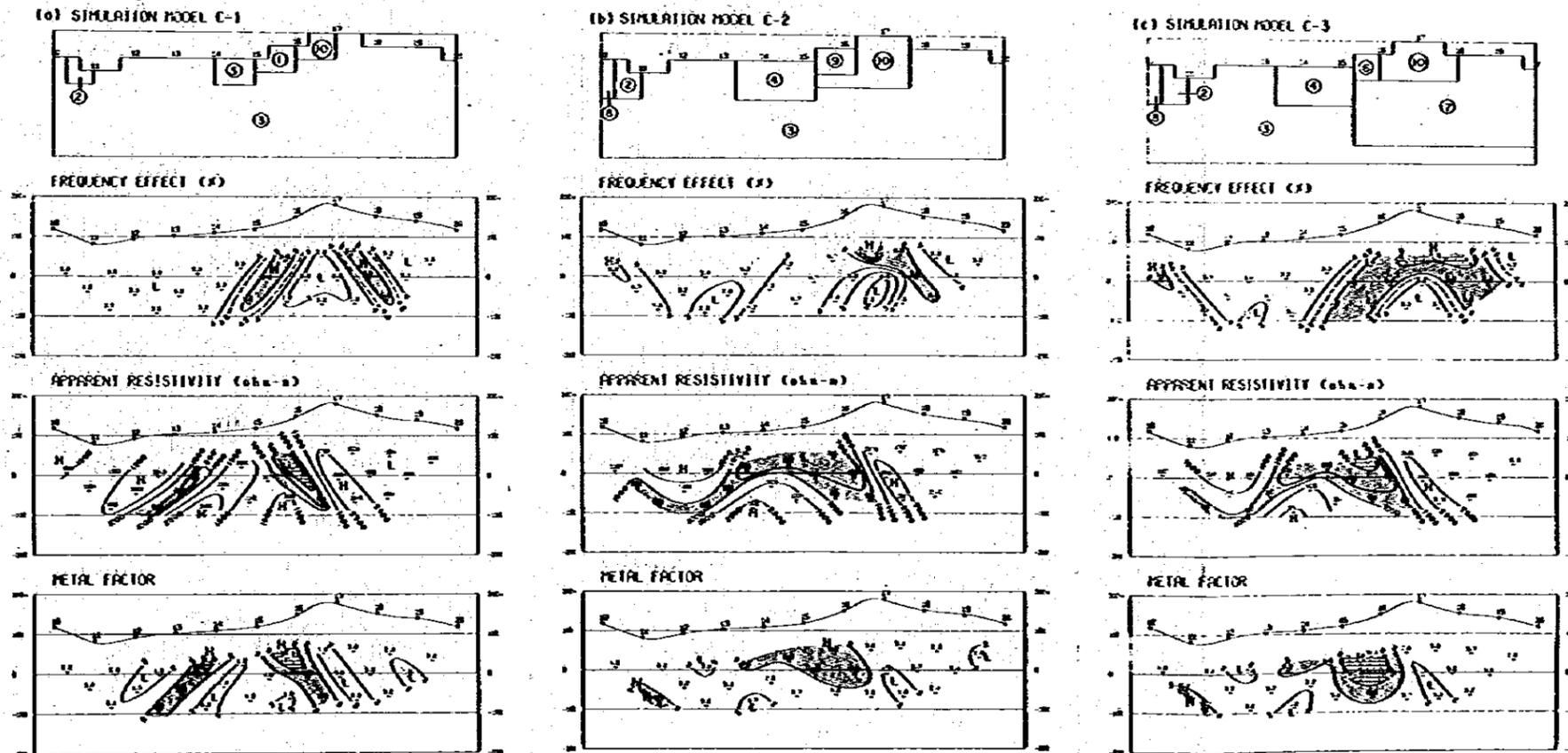
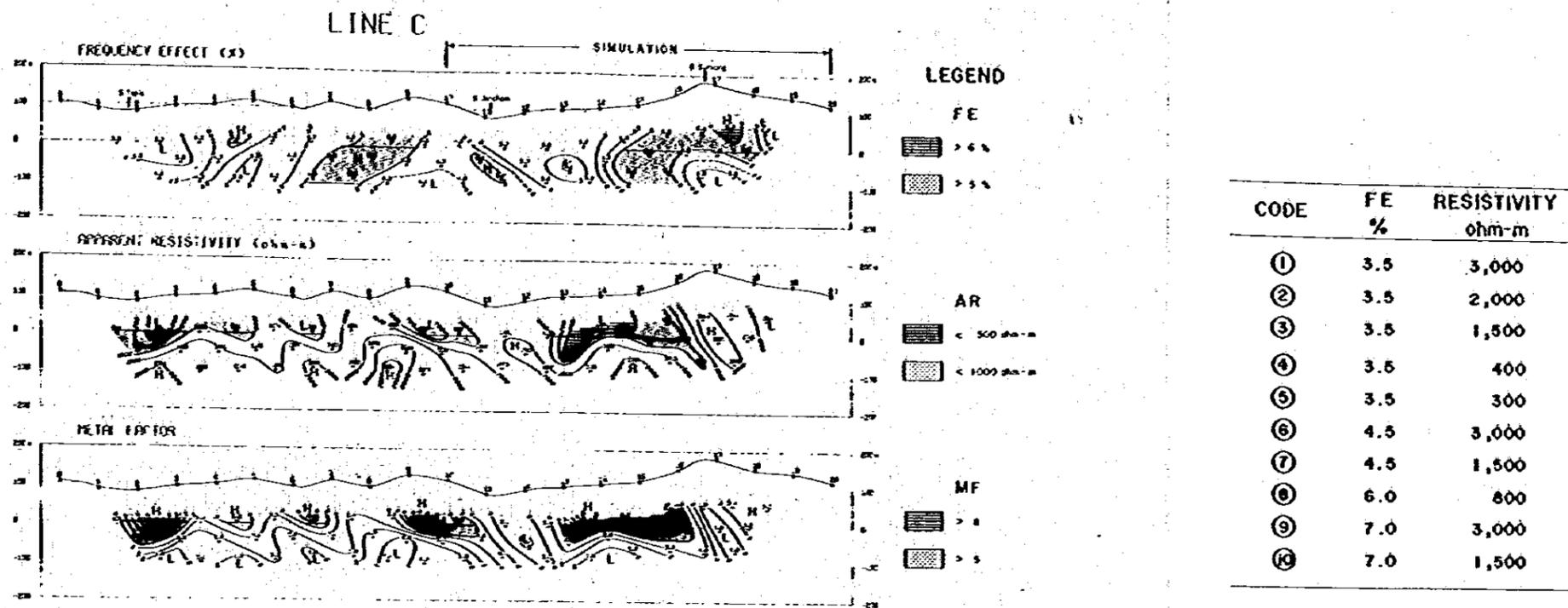


Fig 5-6 IP Pseudo-sections and Simulated Models for Line C

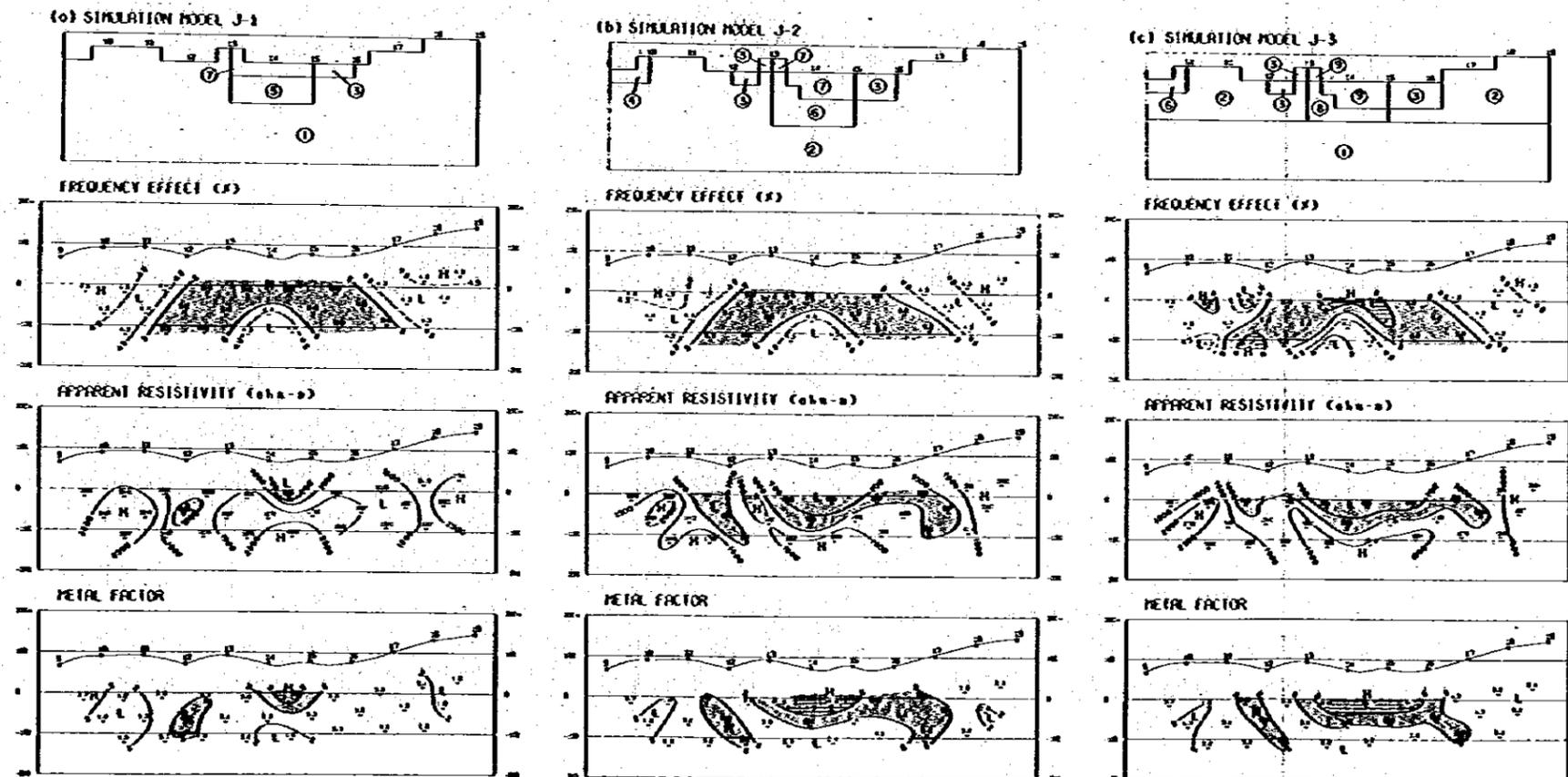
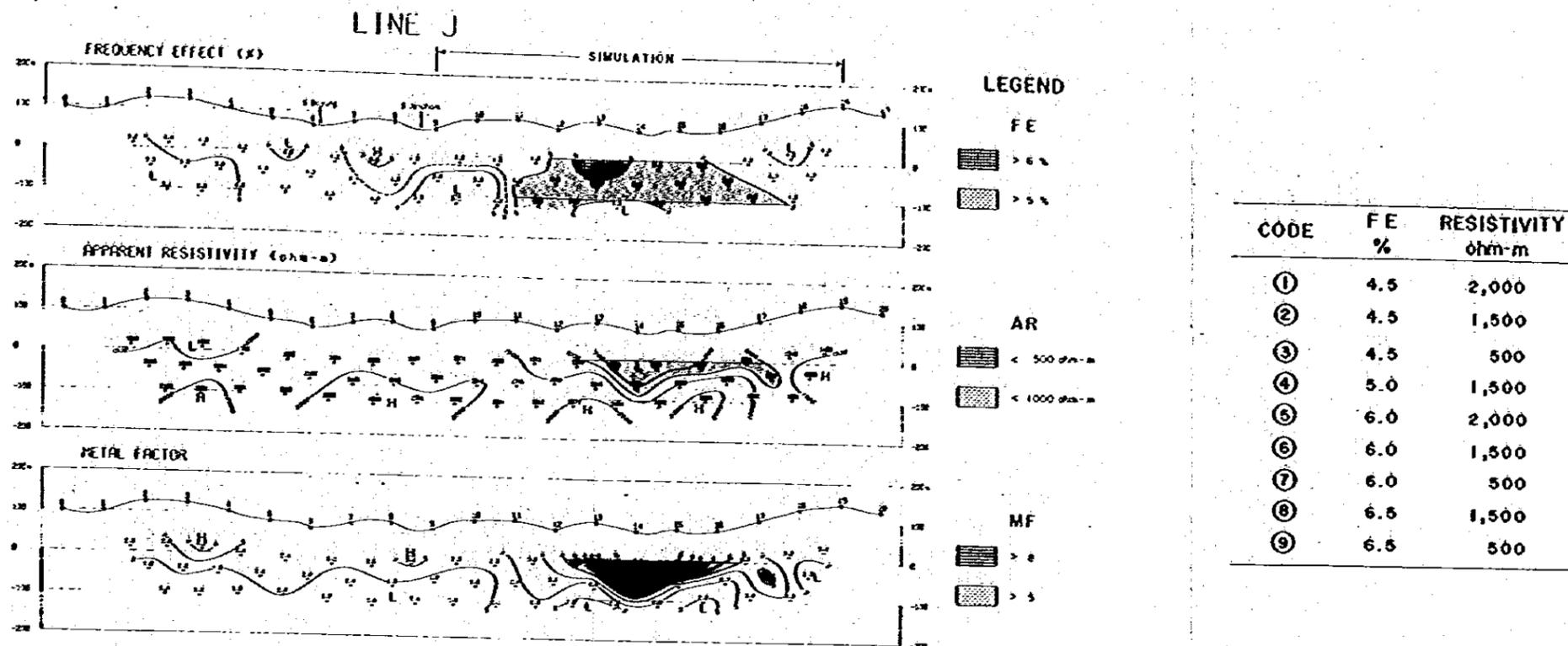
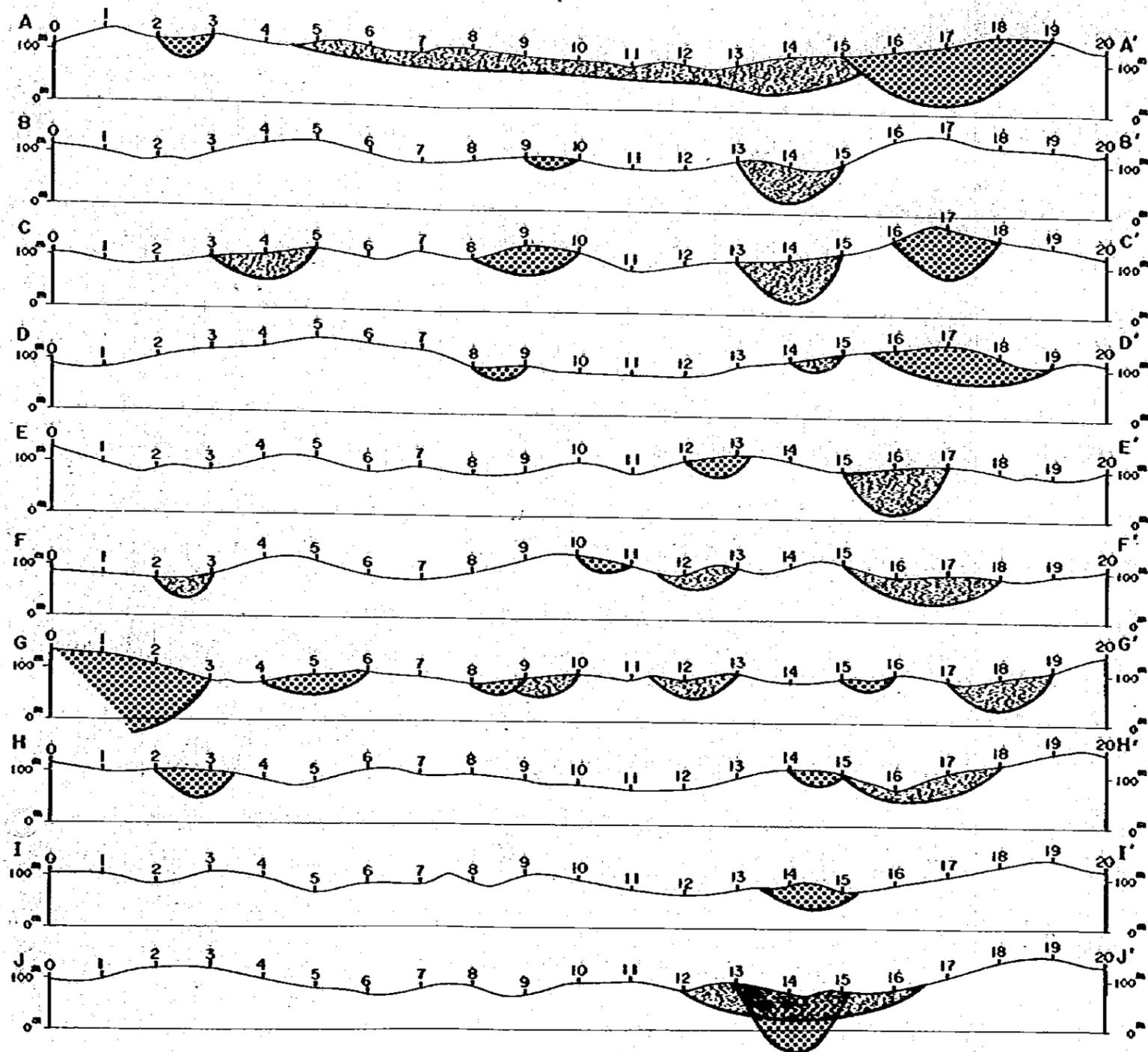


Fig 5 - 7 IP Pseudo-sections and Simulated Models for Line J



LEGEND

 Interpreted anomalous FE zones related to mineralizations

 Interpreted anomalous AR zones related to low resistivity rocks

Fig 5 - 8 Results of Quantitative Analysis of IP Anomalies

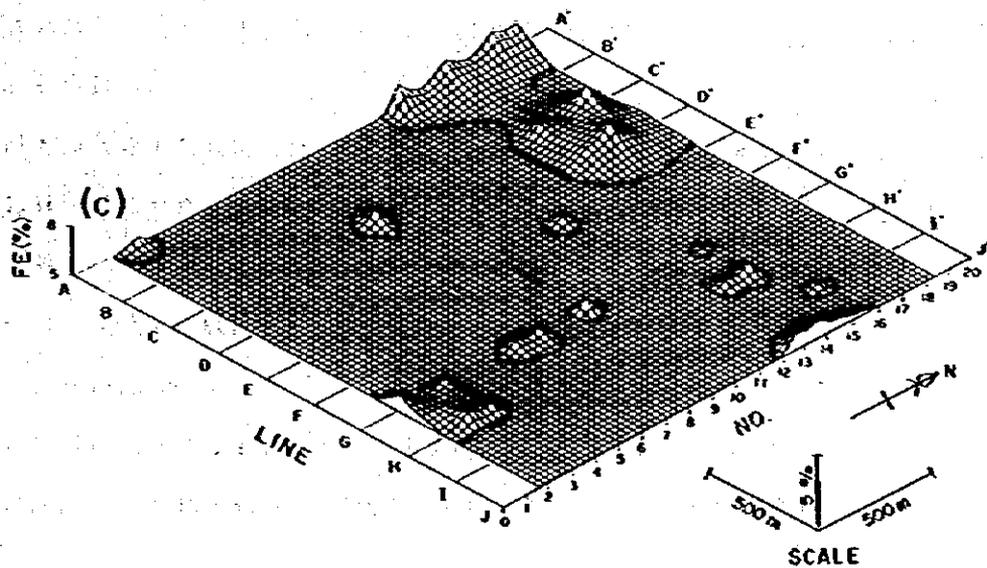
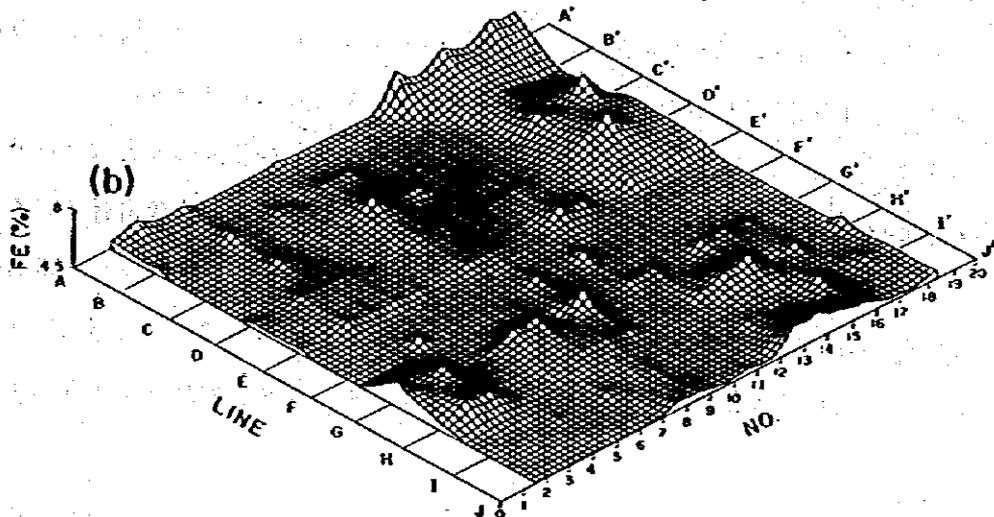
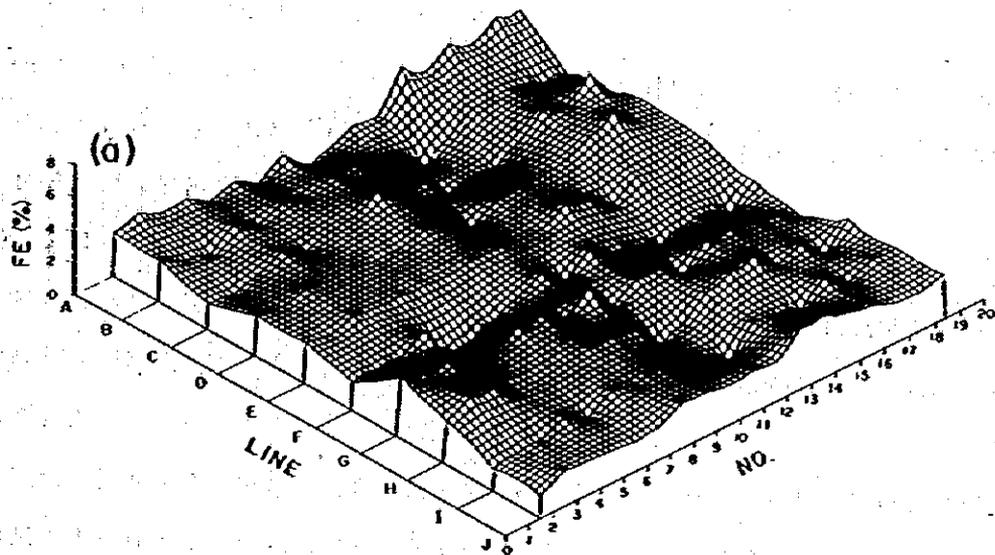


Fig 5 - 9 Bird's-eye View of FE Values for $n=1$
 (a) $FE > 1.8\%$, (b) $FE > 4.5\%$, (c) $FE > 5.0\%$

3-4 鉍化帯との関係

定量解析によって明らかとなったIP異常帯を地質調査、地化学探査によって得られた成果と対比して鉍化帯との関係について検討した。

Fig.5-10は地質調査の結果判明した地質構造、鉍化帯分布および地化学探査による銅異常分布と、物理探査の結果得られたIP異常帯とを総合し平面図として示したものである。

IP異常帯はFE, ARそれぞれの異常帯に区別して示した。

(1) FE異常帯について

FE異常帯(M-1~M-7として図中に番号表示)は黄鉄鉍、黄銅鉍などの硫化鉍物を含む鉍化帯に関係すると考えられ、異常源の賦存深度は地表部から100m以浅の範囲と解析された。

地化学探査により把握された銅異常域との一致がみられるFE異常帯は、C~D測線北部のM-1, G~J測線北部のM-3(G~H測線間), B~D測線中央部のM-4, E~G測線中央部のM-5(E測線部), G~H測線南部のM-6(G測線部)の各異常帯であり黄銅鉍鉍染帯を示すものと推察される。また、銅異常域に含まれないが顕著なFE異常帯として把握したものは、A測線北部のM-1, 前述M-3の東端部(J測線部), M-6南端部(G測線部)の各異常帯であるが、これらの異常帯は主として黄鉄鉍による鉍染域を示すものと考えられる。

FE異常帯の配列に明瞭な特徴はみられないが、M-1, M-2, M-3がWNW-ESE系ではほぼ直線上に分布する傾向があり、地下学探査で把握された銅異常帯の延びの方向とほぼ一致する。

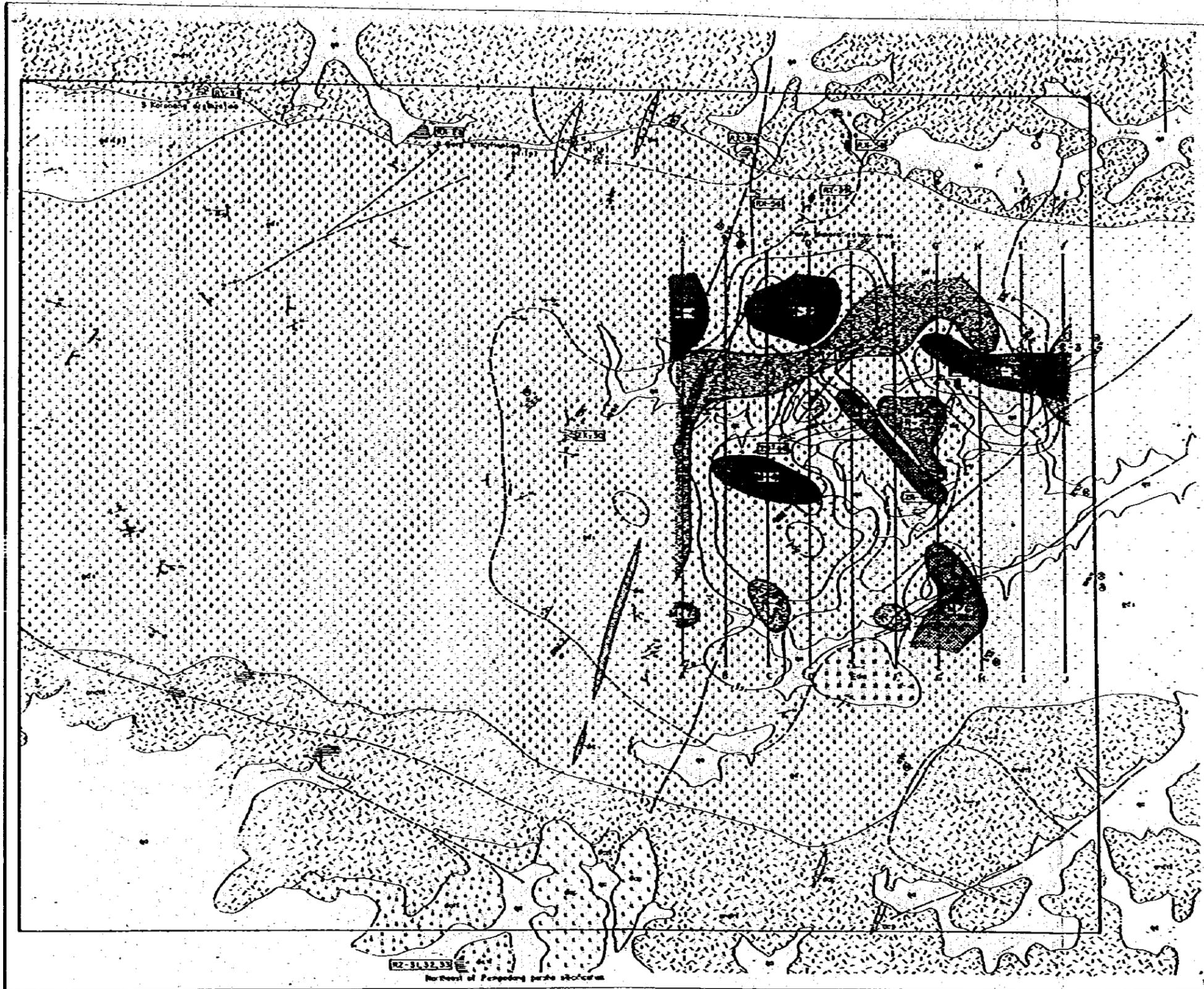
(2) AR異常帯について

AR異常帯(R-1~R-5として図中に番号表示)は低比抵抗地層の分布域に対応すると解釈される。

最も顕著なAR異常帯は調査地域北部で把握されたR-1異常帯であり、A測線からGないしH測線にわたって幅約200mでWSW-ENE方向に分布する。しかし、この異常はFE異常帯および地下学探査による銅異常帯いずれの分布域とも関連性をもたないことから鉍化帯を反映する低比抵抗地層とは考えられない。

(3) 鉍化帯について

鉍化帯に関係するIP異常帯を7ヶ所(M-1~M-7)において把握したが、物理探査域のほぼ全域がPanji鉍化帯域に含まれることから、IP異常帯の分布には顕著な特徴は



LEGEND

- Integrated anomalous Fe zones related to mineralization
- Integrated anomalous Mn zones related to low reactivity rocks

Scale
0 500 1000 m

Sample No.	Depth (m)	Fe (%)	Mn (%)	Co (%)	Ni (%)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)
17-39	shp	2.81	0.4	0.36	0.03	-	-	36
17-38	shp	0.2	0.1	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	-
17-36	shp	1.81	0.4	0.11	-	-	-	-
17-35	shp	1.0	0.2	<0.001	-	-	-	-
17-34	shp	1.0	0.2	-	-	-	-	-
17-33	shp	1.0	0.2	-	-	-	-	-
17-32	shp	1.0	0.2	-	-	-	-	-
17-31	shp	1.0	0.2	-	-	-	-	-

1 cm = 1000 m

Fig. 5-10 Map of Relations between Geological-Geochemical Results and IP Results

みられない。しかし、調査地域北部で把握したM-1, M-2, M-3のFE異常帯については、その配列の方向が地化学探査異常域北部で把握されたWNW-ESE系の延びの方向と整合することからPanji地域における鉍化作用の一つの特性を反映するものと推察され、これらの異常域は鉍化帯賦存の可能性のあるゾーンと考えられる。とくに、M-2異常帯は調査地域で把握した異常帯の中でも強いFE異常を示すものでありかつ地化学探査異常域に含まれること、地質調査で確認した旧Panji村付近の鉍化帯に近いことなどから判断すると、物理探査域では最も有望性の高い異常帯と考えられる。しかし、この異常帯についてはシミュレーション結果などから鉍化域は南北200m、東西400m程度、厚さ100m前後で地表付近に分布すると予想され、鉍化の目安となるFE物性値は7%と解析された。これを岩石物性測定で検討した黄鉄鉍含有量と対比すると、連続して鉍染が認められた試料のFE値に相当する。したがってこの異常帯は花崗閃緑岩表層部の鉍染帯域を示すものと判断される。

第VI部 写真地質

第1章 写真地質解析

1-1 解析概要

本写真解析作業は、全調査対象地域(面積 1,500 km²)に対し、地質および、地質構造を判読し、第一年次の地質概査地域 500 km²を抽出することを目的として実施した。

解析にあたっては、解析地域をカバーする縮尺約 1:50,000 の航空写真を使用し、解析結果は既存の地形図(縮尺 1/50,000)にコンパイルした後、予察写真地質図(縮尺 1/100,000)を作成した。

解析の結果、当地域の地質は、既存の地質資料と対比して、中生代~新生代の堆積岩類・火山砕屑岩類・花崗岩類・石英斑岩および、安山岩類よりなる 16 単元に区分された。

本地域には、大きな褶曲構造および断層は、判読されなかったが、中~小規模の断層・節理および、地層の走向傾斜を暗示するリニアメントは数多く認められる。特に単元 G₂・D₁・D₂においては、断層線と思われる NNW-SSW 系のリニアメントが強く判読された。

1-2 使用航空写真

本解析に使用した航空写真は Table 6-1 のとおりである。

Table 6-1 List of Airphotograph

Run 番号	写 真 番 号	番 数	方 向
430	19 ~ 20	2	E-W
4265	20 ~ 26	7	/'
/'	154 ~ 160	7	/'
/'	185 ~ 190	6	/'
4271	0022 ~ 0032	11	/'

4271	0045 ~ 0055	11	F-W
'	0092 ~ 0103	12	'
'	161 ~ 170	10	'
4283	110 ~ 112	3	'
4286	11 ~ 13	3	'
4294	148 ~ 157	10	'
'	171 ~ 176	6	'
'	230 ~ 236	7	'
196	49 ~ 54	6	'
total		101	NE-SW

これら航空写真一式はインドネシア政府によりすでに撮影されていたものをインドネシア鉱物資源局により準備されたものである。

1-3 解析手順

解析に際しては、各航空写真を実体視することにより、水系の形態・密度・肌合・抵抗度（起伏量・侵蝕度）、谷断面・山稜形態・リニアメント・階調・地層の境界面・層理等を各写真上のオーバー・レイに記載し、かつ、この判読要素を判読表（Table 6-2）を作成することによって、岩相単位区分および、地質構造解析を行った。さらに、これらの結果を縮尺1:50000地形図上にコンパイルし、予察写真地質図（縮尺1:100000）に縮尺作成した。

解析作業はインドネシア鉱物資源局（バンドン）において、インドネシア調査団員と協同して行った。なお、予察写真地質図の各単元の境界については、DRM所有の旧地質調査資料を参照した。

1-4 地質単位

1-4-1 堆積岩類

(i) 単元 S₁

本単元は、本地域の北部、G. Mahmud付近に分布する。写真的特徴は、階調は暗灰、肌合は細粒である。地形的特徴は、水系は平行状を示し密度は疎である。抵抗度は非常に高く、急峻な地形を形成している。リニアメントは、数多く発達しNW-SE方向が卓越する。植生は、樹高が高く密度も高い。このような特徴から本単元は堆積岩類と判読された。既存資料によると本単元はホルンフェルスとされている。

Table 6 - 2 PHOTO - GEOLOGICAL INTERPRETATION CHART

UNIT	TOPOGRAPHIC CHARACTERISTICS											VEGETATION	LITHOLOGY
	PHOTO CHARACTER		DRAINAGE			RESISTIVITY		LINEAMENT			BEDDING		
	TONE	TEXTURE	PATTERN	DENSITY	ROCK	CROSS-SECTION	DIRECTION	FAULT	JOINT	KINDS			
Q	light	smooth	meander	rare	very weak							large along stream	sand, gravel
Ss	gray	smooth	meander	rare	very weak						poor	large patchy	fine sedimentary rock
Sr	gray	fine smooth	dendritic	coarse	moderate						clear	small dense	sedimentary rock
Ss	light gray	fine	dendritic	dense	weak						ckar	along stream	"
Ss	gray	fine	dendritic	dense	weak						vague	patchy	" (silt, pyroclastic rock)
Ss	gray	fine	dendritic	medium coarse	moderate weak						vague	patchy	"
Ss	gray	smooth	sub-parallel	medium-dense	moderate		rare	medium	fault joint		clear	small	" (sandstone)
Ss	dark gray	rough	dendritic	dense	very high		rare	medium	fault joint		clear	small	" (fine sandstone, silt)
Sr	dark gray	fine	parallel	rare	very high		many	strong	fault joint		vague	dense	" (hornfels)
Az	light	smooth rough	parallel sub-parallel	medium-dense	moderate		rare	weak	fault		vague	small	pyroclastic rock
Ai	dark gray	rough	dendritic	coarse	high		mainly 1	strong	fault			dense	andesite rock
Dz	gray dark gray	rough	dendritic radial	coarse	very high		many	strong	fault joint			large dense	dacite quartz porphyry
Dr	gray	rough	radial	coarse	very high		many	strong	fault			large dense	"
Gs	gray		radial	coarse	high		rare	weak	joint			small	granitic rock
Gz	dark gray	rough	dendritic	coarse	very high		many	strong	fault joint			dense	"
Gr	dark gray	rough	dendritic	dense	weak		many	strong	fault joint			large dense	"

(2) 单元 S₁

本单元は、本地域北部に広範囲に分布する。写真的特徴は、階調は暗灰、肌合は粗粒である。地形的特徴は、水系は細かい樹枝状を示し、密度は非常に高い。抵抗度は、小さく侵蝕量の少ない低い山稜を形成している。本单元は、局部的に層理面と思われるリニアメントが認められる。植生は樹高が小さく密度も小さい。これらの特徴から本单元は、堆積岩類と判読された。既存資料によると本单元は、上部三疊系の堆積岩類とされている。

(3) 单元 S₂

本单元は、本地域の北部に帯状に分布する。写真的特徴は、階調は灰、肌合は滑らかである。地形的特徴は、水系は亜平行状を示し、中密度である。抵抗度は、中程度で S₂ との境界はシャープで急崖をなし小高い山稜を形成している。本单元は、層理面が明瞭に認められる。これらの特徴から本单元は、やや粗粒の堆積岩類と判読される。既存資料によると本单元は、S₂ の三疊紀堆積岩類と同一とされているが、抵抗度・地形断面等判読要素が 異なり、S₂ とは区別して判読した。

(4) 单元 S₃

本单元は、本地域中央部 Darit 部落付近に分布している。写真的特徴は、階調は灰、肌合は細粒である。地形的特徴は、水系は樹枝状で密度は疎である。抵抗度は、低く山稜は丸味をおび起伏量の少ない山形を形成している。本单元は、局部的に不明瞭ではあるが、層理を暗示すると思われるリニアメントが認められる。これらの特徴から本单元は火山砕屑岩類と判読された。既存資料によると、本单元は、石英斑岩類とされているが、後述する他地域の石英斑岩 (D₁) と判読要素が異なるので区別して火山砕屑岩と判読した。

(5) 单元 S₄

本单元は、本地域中央部東側 S.Data 付近に分布する。写真的特徴は、階調は灰、肌合は細粒である。地形的特徴は、水系は樹枝状で密度は密である。抵抗度は、非常に低く起伏量は少ないが、鋭角な山稜を形成している。本单元は局部的に層理を暗示すると思われるリニアメントが認められる。これらの特徴から本单元は、火山砕屑岩類と判読される。既存資料によると本单元は单元 S₄ と同様石英斑岩類とされているが判読要素が異なるので、单元 S₄ と区別して判読した。

(6) 单元 S₅

本単元は、中央部西域のNegare 部落付近に分布し、調査地域東方の区域外に分布する。写真的特徴は、階調は明灰、肌合は細粒である。地形的特徴は、水系は樹枝状を示し密度は密である。抵抗度は、非常に低く起伏量は少なく、なだらかな山稜を形成している。また局部的に山稜が平坦地をなすこともある。本単元は、層理面を暗示するリニアメントが明瞭に認められる。このような特徴から本単元は、堆積岩類と判読される。既存資料によると本単元は、三疊紀以後の堆積岩として後述のS₁と同一とされているが、判読要素が異なるので区別して判読した。

(7) 単元S₁

本単元は中央部S₁の東側で調査地域外に分布する。写真的特徴は、階調は灰、肌合は滑らかである。地形的特徴は、水系は樹枝状を示し、密度は疎である。抵抗度は中程度であるが、S₁との境界はシャープな急崖をなして高くなり、山稜は平坦な丘陵をなしている。本単元は層理面が明瞭に認められる。このような特徴から本単元は、堆積岩類と判読される。既存資料によると本単元は三疊系以後の砂岩類とされている。

(8) 単元S₂

本単元は、本地域中央部東側のS.Menyuke 沿いに認められ、調査地域外に広く分布する。写真的特徴は、階調は灰、肌合は滑らかである。地形的特徴は、水系は、曲がりくねった水系で密度は非常に疎である。抵抗度は、極めて小さく平坦地を形成している。このような特徴から本単元は、堆積岩類と判読される。既存資料によると本単元は、白亜系の堆積岩類とされている。

(9) 単元Q

本単元は、主要河川の流域に分布し、段丘および沖積堆積物と判読される。

1-4-2 火成岩類

(1) 単元G₁

本単元は、本地域中央部～南部にかけて広範囲に分布する。写真的特徴は、階調は暗灰でざらざらとした肌合を示す。地形的特徴は、水系は樹枝状で密度は非常に密である。抵抗度は小さく山稜は丸味をおび起伏量が小さくなだらかな地形している。植生の樹高は高く密である。このような特徴から本単元は、花崗類と判読される。既存資料によると本単元は、花崗岩類とされている。

(2) 单元 G₁

本单元は、本地域中央部および、北部に分布する。写真的特徴は、階調は暗灰で、ざらざらとした肌合を示す。地形的特徴は、水系は樹枝状で密度は疎である。抵抗度は極めて高く、急峻な地形を形成している。このような特徴から本单元は花崗岩類と判断される。既存資料によると本单元は单元 G₁ と同一花崗岩類とされているが、判読要素が大きく異なるので区別して判読した。

(3) 单元 G₂

本单元は、本地域北部の Bengkayang 付近に小規模の岩体として分布する。写真的特徴は、階調は灰、肌合は細粒～粗粒である。地形的特徴は、水系は放射状で密度は疎である。抵抗度は高く、急峻な円錐状の山稜を形成している。このような特徴から本单元は G₁ および、G₂ より新しい花崗岩類と判読される。既存資料によると本单元は、花崗岩類とされている。

(4) 单元 D₁

本单元は、本地域中央部から南部にかけて広範囲にわたり、岩株状を呈して数多く分布する。写真的特徴は、階調は灰で、ざらざらとした肌合を示す。地形的特徴は、水系は放射状で密度は疎である。抵抗度は非常に高く急峻な山稜を形成している。このような特徴から本单元は、石英斑岩類と判読される。既存資料によると本单元は、石英斑岩類および、閃緑岩とされている。

(5) 单元 D₂

本单元は、中央部西側に広く分布している。写真的特徴は、階調は灰～暗灰、肌合はざらざらとしている。地形的特徴は、水系は樹枝状および、放射状で密度は疎である。抵抗度は高く急峻な山地を形成している。このような特徴から本单元は、石英斑岩類と判読される。既存資料によると本单元は、石英斑岩とされ单元 D₁ と同一とされ、特に大きな解析要素の相違はないが、分布地域が異なるため本解析では別の岩体として判読した。

(6) 单元 A₁

本单元は、本地域の中央部に分布する。写真的特徴は、階調は暗灰で、ざらざらとした肌合を示す。地形的特徴は、水系は樹枝状で密度は疎である。抵抗度は高く丸味をおびた山腹を形成している。このような特徴から本单元は、安山岩類と判読される。既存資料によると本单元は、閃緑岩類とされている。

(7) 单元A₂

本单元は、本地域中央部に帯状に分布する。写真的特徴は、階調は明、肌合は滑らかである。地形的特徴は、水系は平行状および、壺樹枝状で、密度は中程度である。抵抗度は中程度でゆるやかな山腹を形成している。本单元は、局部的に層理面を暗示するリニアメントが認められる。このような特徴から本单元は、火山碎屑岩類と判読される。既存資料によると本单元は、安山岩類である。

1-5 地質構造

本地域には、大きな褶曲または、断層は推測しがたいが、中～小規模の褶曲・断層ないし、節理を暗示するリニアメントが各所に認められる。

褶曲構造を暗示するリニアメントとしては、主として单元S₂に判読され、概観するとS方向および、SW方向に傾斜する地層であるが、Bengkayang 部落北東において小規模の背斜構造および向斜構造が認められる。また、单元S₁・S₂・S₃・S₄においては、走向方向がN-SでE方向に緩やかに傾斜するリニアメントが認められる。

断層もしくは節理を暗示するリニアメントは、本地域全域に判読される。概観するとNNW-SSE系のリニアメントが比較的規模が大きく卓越し、次いでN-S・NE-SW系となっている。特に、单元G₂・D₁・D₂においては断層を示すと思われるNNW-SSE系のリニアメントが強く判読される。