

インドネシア共和国 カリマンタン西部地域
資源開発協力基礎調査報告書

(第三年次)

JICA LIBRARY



1034433C1J

昭和 57 年 1 月

金 属 鉱 業 事 業 団
国 際 協 力 事 業 団

国際協力事業団	
受入 月日 58.1.8.28	168
登録No. 14227	661
1951	MPN

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、同国カリマンタン西部地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等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、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は昭和56年度が第三年次にあたり、金属鉱業事業団は6名の調査団を編成して、昭和56年6月8日から9月15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、特に鉱山エネルギー省鉱山総局鉱物資源局の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は第三年次の調査結果をとりまとめたもので、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あたって御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、在インドネシア大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

昭和57年1月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

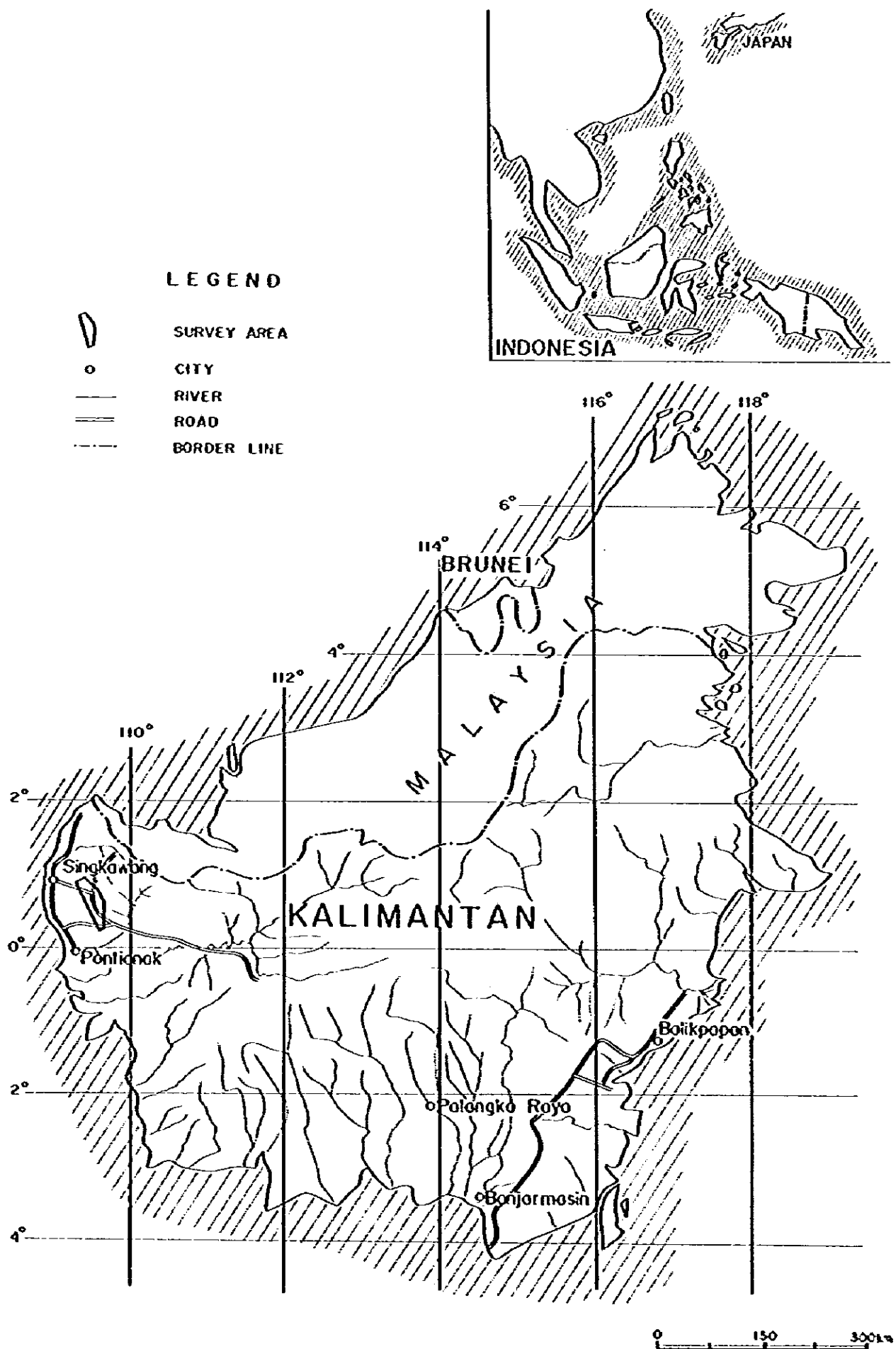


Fig 1-1 Location Map of Survey Area

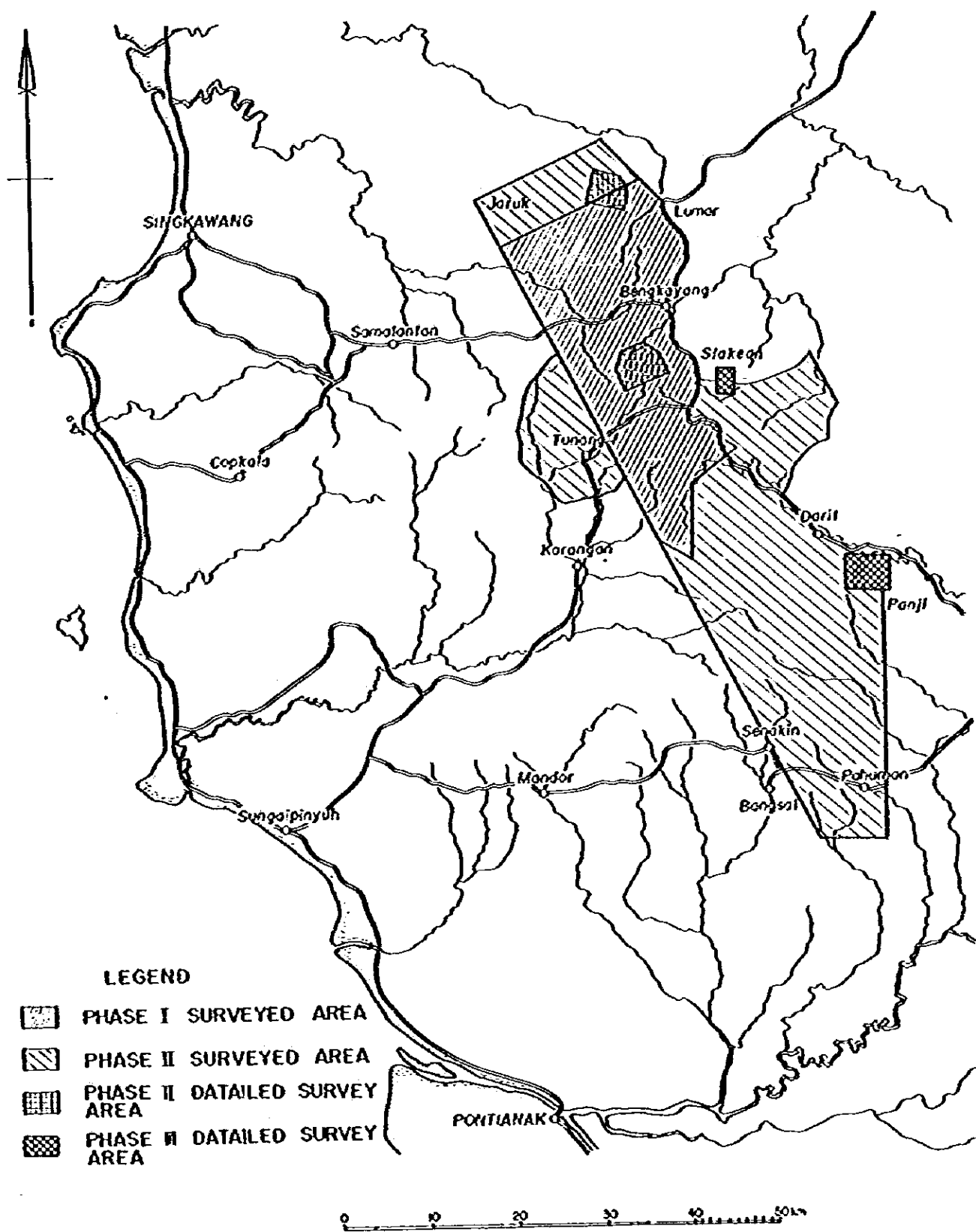


Fig 1-2 Map of Survey Area

目 次

はしがき

調査位置図

目 次	i
要 約	Xiv

第一部 序論

第1章 調査経緯及び目的	1
第2章 調査内容	2
2-1 地質調査, 地化学探査	2
2-1-1 調査目的	2
2-1-2 調査地区	2
2-1-3 調査方法・調査量	2
2-2 物理探査	3
2-2-1 調査目的・調査地区	3
2-2-2 調査方法・調査量	3
2-3 調査団の編成	3
2-3-1 調査日程	3
2-3-2 調査団の編成	4
第3章 調査地域の概要	6
3-1 位置・交通	6
3-2 現地状況	6

第二部 総合検討及び結論

第1章 総合検討	7
1-1 鉬化帯の地質的位置	7
1-2 地質構造, 火成活動と鉬化帯の相互関係	7
1-3 地化学探査と鉬化帯の関係	8
1-4 物理探査 (IP法) と鉬化帯の関係	9
1-5 総合検討	9

第2章 結論及び将来への展望	10
2-1 結 論	10
2-2 将来への展望	11
第三部 地質調査・地化学探査	
第1章 調査地域の地質概要	12
1-1 地 質	12
1-1-1 中生代堆積岩・火山岩・火山砕屑岩類	12
1-1-2 中生代花崗岩類	12
1-1-3 第三紀デイサイト・同質火山砕屑岩類	12
1-1-4 第三紀トータル岩	13
1-2 鉬化作用	13
第2章 Selakean地区	14
2-1 地質概要	14
2-2 地質各説	14
2-2-1 Jirak 安山岩・安山岩質凝灰岩	14
2-2-2 G・Raya 花崗閃緑岩	15
2-3 地質構造	15
2-4 鉬化作用	15
2-4-1 鉬化作用概要	15
2-4-2 鉬化帯各説	16
2-5 地化学探査	17
2-5-1 試料採取・試料個数	17
2-5-2 分析データの統計処理	17
2-5-3 異 常 域	18
2-6 Selakean 鉬化帯の特性	18
第3章 Panji地区	20
3-1 地質概要	20
3-2 地質各説	20
3-2-1 Belango デイサイト・（石英）安山岩質凝灰岩	20
3-2-2 G・Sebiawak 花崗閃緑岩	21

3-2-3	その他の火成岩類	21
3-2-4	第四系	22
3-3	地質構造	22
3-4	鉍化作用	23
3-4-1	鉍化作用概要	23
3-4-2	鉍化帯各説	23
3-4-3	粘土化帯	25
3-5	地化学探査	25
3-5-1	試料採取・試料個数	25
3-5-2	分析データの統計処理および解析	26
3-5-3	異常域	26
3-6	Panji 鉍化帯の特性	27
第4章	G・Ibu 花崗岩類の年代測定	28
4-1	G・Ibu 花崗岩類概要	28
4-2	G・Ibu 花崗岩類の化学成分・年代	29
第四部 物理探査 (IP法)		
第1章	調査の概要	30
第2章	調査方法	31
2-1	IP法概要	31
2-1-1	測定原理	31
2-1-2	測定方法	31
2-1-3	測定値の定義	32
2-2	測定結果の処理法	33
2-2-1	表示法	33
2-2-2	データ処理	34
2-2-3	物性測定	34
2-3	解析法	35
2-3-1	定性解析	35
2-3-2	定量解析	36
2-4	使用機器	36

2-4-1	電気探査測定装置	36
2-4-2	物性測定装置	37
第3章	調査結果	39
3-1	岩石試料物性測定結果	39
3-2	IP測定結果	40
3-2-1	成果図面	40
3-2-2	測定値の統計処理	41
3-2-3	IP異常域	42
3-3	シミュレーション結果	45
3-3-1	C測定モデル	45
3-3-2	J測線モデル	47
3-4	考 察	49
3-4-1	岩石IP物性値	49
3-4-2	IP測定値	49
3-4-3	IP異常帯の分布	50
3-4-4	鉱化帯との関係	51

LIST OF FIGURES

- Fig. 1-1 Location Map of Survey Area
- Fig. 1-2 Map of Survey Area
- Fig. 3-1 Geological Map of West Kalimantan Project Area
- Fig. 3-2 Generalized Stratigraph of Survey Area
- Fig. 3-3 Schematic Geological Profile (Selakean Area)
- Fig. 3-4 Relationship of Two Fissures with Ore Mineral (Selakean Area)
- Fig. 3-5 Joint System in Jirak Formation (Selakean Area)
- Fig. 3-6 Location Map of Mineralization (Selakean Area)
- Fig. 3-7 Sketch Map of Selakean Ore Deposit (Selakean Area)
- Fig. 3-8 Sketch Map of Empawang Mineralization (Selakean Area)
- Fig. 3-9 Sketch Map of Entagak Mineralization (Selakean)
- Fig. 3-10 Histogram for Cu of Geochemical Analysis in Selakean Area
- Fig. 3-11 Histogram for Pb of Geochemical Analysis in Selakean Area
- Fig. 3-12 Cumulative Frequency Distribution for Cu and Pb of Geochemical Analysis in Selakean Area
- Fig. 3-13 Correlation of Geochemical Elements (Cu and Pb) in Selakean Area
- Fig. 3-14 Schematic Geological Profile (Panji Area)
- Fig. 3-15 Normative Q - Pl (Ab+An) - Or Diagram of Granitic Rocks in Project Area
- Fig. 3-16 Variation Diagram of Granitic Rocks in Project Area
- Fig. 3-17 Location Map of Mineralization and Geochemical Anomalies (Panji Area)
- Fig. 3-18 Sketch Map of Mineralization (East of Merampaku) (Panji Area)
- Fig. 3-19 Sketch Map of Mineralization at West of S. Jenaham and S. Pitunan (Panji Area)
- Fig. 3-20 Histogram for Cu of Geochemical Analysis in Panji Area
- Fig. 3-21 Histogram for Mo of Geochemical Analysis in Panji Area
- Fig. 3-22 Cumulative Frequency Distribution for Cu and Mo of Geochemical Analysis in Panji Area
- Fig. 3-23 Correlation of Geochemical Elements (Cu and Mo) in Panji Area
- Fig. 3-24 Geological Map of G. Ibu Area
- Fig. 3-25 Absolute Age of Granitic Rocks in West Indonesia
- Fig. 3-26 Absolute Age of Granitic Rocks in West Kalimantan
- Fig. 3-27 Modal Qz - Pl - Kf1 Diagram of Granitic Rocks in G. Ibu Area

- Fig. 3-28 Modal Qz - Pl - Kf1 Diagram of Granitic Rocks in Project Area
- Fig. 4-1 IP Measurements of Dipole-dipole Configuration
- Fig. 4-2 Illustration of IP Measurements
- Fig. 4-3 Block Diagram of the Laboratory Measuring Apparatus
- Fig. 4-4 Flow Chart of IP Data Processing and Interpretation
- Fig. 4-5 FE-resistivity Correlation Diagram of Rock Samples
- Fig. 4-6 FE-pyrite Correlation Diagram of Rock Samples
- Fig. 4-7 Histograms of FE and AR
- Fig. 4-8 Cumulative Frequency Distributions of FE, AR and MF
- Fig. 4-9 Ranges and Mean Values of FE and AR
- Fig. 4-10 FE-AR Correlation Diagrams of IP Measurements
- Fig. 4-11 IP Pseudo-sections and Simulated Models for Line C
- Fig. 4-12 IP Pseudo-sections and Simulated Models for Line J
- Fig. 4-13 Results of Quantitative Analysis of IP Anomalies
- Fig. 4-14 Bird's-eye View of FE Values for n=1

LIST OF TABLES

- Table 3-1 List of Mineralized Zone and Chemical Analysis of Ore
- Table 3-2 Value of Mean Standard Deviation and Threshold in Selakean Area
- Table 3-3 Result of K - Ar Age Determination
- Table 3-4 Chemical Composition and Norm of Constitution Mineral of Granitic Rocks in Project Area
- Table 3-5 Value of Mean Standard Deviation and Threshold in Panji Area
- Table 3-6 Stratigraphic Correlation of West Kalimantan
- Table 4-1 Results of Rock Sample Tests
- Table 4-2 Ranges and Mean Values of IP Measurements
- Table 4-3 Correlation Coefficients between IP Measurements and Topography

LIST OF PLATES

- PL 3-1 Geological Map and Geological Profile of Detailed Survey Area (Selakean) (1/10,000)
- PL 3-2 Map of Relation between Geological Structure and Mineralization (Selakean) (1/10,000)
- PL 3-3 Contour Map of Geochemical Assay Value (Cu and Pb) in Selakean (1/10,000)
- PL 3-4 Location Map of Geochemical Samples (Selakean) (1/10,000)
- PL 3-5 Location Map of Rocks and Ore Samples Tested (Selakean) (1/10,000)
- PL 3-6 Geological Map and Geological Profile of Detailed Survey Area (Panji) (1/10,000)
- PL 3-7 Map of Relation between Geological Structure and Mineralization (Panji) (1/10,000)
- PL 3-8 Contour Map of Geochemical Assay Value (Cu and Mo) in Panji (1/10,000)
- PL 3-9 Location Map of Geochemical Samples (Panji) (1/10,000)
- PL 3-10 Location Map of Rocks and Ore Samples Tested (Panji) (1/10,000)
- PL 4-1 IP Lines and Locations of Rock Samples (1/10,000)
- PL 4-2 IP pseudo-sections Line A (1/5,000)
- PL 4-3 IP pseudo-sections Line B (1/5,000)
- PL 4-4 IP pseudo-sections Line C (1/5,000)
- PL 4-5 IP pseudo-sections Line D (1/5,000)
- PL 4-6 IP pseudo-sections Line E (1/5,000)
- PL 4-7 IP pseudo-sections Line F (1/5,000)
- PL 4-8 IP pseudo-sections Line G (1/5,000)
- PL 4-9 IP pseudo-sections Line H (1/5,000)
- PL 4-10 IP pseudo-sections Line I (1/5,000)
- PL 4-11 IP pseudo-sections Line J (1/5,000)
- PL 4-12 IP Plan Map Frequency Effect $n=1$ (1/5,000)
- PL 4-13 IP Plan Map Frequency Effect $n=3$ (1/5,000)
- PL 4-14 IP Plan Map Apparent Resistivity $n=1$ (1/5,000)
- PL 4-15 IP Plan Map Apparent Resistivity $n=3$ (1/5,000)
- PL 4-16 IP Plan Map Metal Factor $n=1$ (1/5,000)
- PL 4-17 IP Plan Map Metal Factor $n=3$ (1/5,000)
- PL 4-18 Map of Relations between Geological-geochemical Results and IP Results (1/10,000)

LIST OF APPENDICES

- Appendix 1 List of Rock and Ore Sample Tested**
- Appendix 2 Microscopic Observation of Thin Section**
- Appendix 3 Microscopic Observation of Polished Specimen**
- Appendix 4 Microscopic Photographs of Thin Section**
- Appendix 5 Microscopic Photographs of Polished Specimen**
- Appendix 6 Chart and List of X Ray Diffractive Analysis of Clay Mineral**
- Appendix 7 Assay Result of Geochemical Samples**

REFERENCES (GEOLOGICAL AND GEOCHEMICAL SURVEY)

1. Aramaki S. et al (1972); Chemical Composition of Japanese Granites Part 2 Variation Trends and Average Composition. Jour. Geol. Soc. of Japan Vol. 78, No. 1, p. 39-49
2. Bemmelen, R.W. Van (1949); The Geology of Indonesia. The Hague Netherland Gov. Printing Office.
3. Ben-Avraham, Z. (1978); The Evolution of Marginal Basin and Adjacent Shelves in East and South Asia Tectonophysics 45, 269-288
4. Direktorat Geologi (1970); Peta Geologi, Kalimantan Barat-Daja, 1:500,000.
5. Easton N.W. (1904); Geogische Uebersichtskarte Eines Teiles West-Borneo Jaab Mijin. Wetenschappelijke Gedelte, 509
6. Haile, N.S. (1968); Geosynclinal Theory and Organizational Pattern of the Northwest Borneo Geosyncline Quarterly Journal Geol. Soc, London 124 : 171-195
7. Haile N.S. McElhinny M.W., McDougall Ian (1977); Paleomagnetic Data and Radiometric Ages from the Cretaceous of West Kalimantan (Borneo) and Their Significance in Interpreting Regional Structure; Geological Society of London Quar. Jour. v. 133, 133-144
8. Hamilton W, (1978) Tectonic Map of the Indonesian Region United State Geological Survey
9. Hamilton W, (1978); Tectonics of the Indonesian Region USGS Prof. Paper 1078
10. Hutchison C.S. (1973); Tectonic Evolution of Sundaland: A Phanerozoic Synthesis Geol. Soc. Malaysia, Bulletin 6, July pp. 61-86
11. Hutchison C.S. (1975); Ophiolite in South Asia Bulletin of Geological Society of America, v. 86, 797-806
12. Ishihara, S. (1977); The Magnetite-series and Ilmenite-series Granitic Rocks, Mining Geology 27 number 145 293-305
13. Ishihara, S. et al (1980); Grainites and Sn-W Deposites of Peninsular Thailand, Mining Geology Special Issue No. 8
14. IUGS (1973); Plutonic Rocks, Classification and Nomenclature Recommended by the IUGS, Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Geotimes Oct. 1973

15. Katili, J.A. (1973); Geochronology of West Indonesia and its Implication on Late Tectonics
Tectonophysics 19, 195-212
16. Katili J.A. (1973); Plate Tectonics and its Significance in the Search Mineral Deposits in Western Indonesia
CCOP Technical Bulletin Volume 7
17. Katili J.A. (1981); Geology of South Asia with Particular Reference to the South China Sea
Bull. of the Geological Research and Development Center of Indonesia No. 4 March 1981 1-12
18. Prime, H.N.A. et al (1975); Isotope Geochronology in the Indonesian Tin Belt
Geol. Mijnbouw 54, 61-70
19. Pupilli M. (1973); Geological Evolution of South China Sea Area Tentative Reconstruction from Borderland Geology and Well Data Proceeding. Indonesian Petroleum Association, Second Annual Convention.
20. Rocksalagora, W. and Djumhani (1971); Metallic Mineral Deposits of Indonesia, XII Pacific Science Congress
21. Sato, T. (1967); Historical Geology (Jurassic) in Japanese, Asakura Shoten (Japanese)
22. Taylor D. and Hutchison C.C. (1978); Pattern of Mineralization in South Asia. Their Relationship to Broad Scale Geological Features and the Relevance of Plate Tectonics Concepts to their Understanding.
Eleventh Commonwealth Mining and Metallurgical Congress.
23. Toton Suhanda Draft of final report on G. Ibu, West Kalimantan (CTA-19) Directorate of Mineral Resources Indonesia
24. Zeylman Van Erminhoven C.P.A. (1938); The Geology of the Central and Eastern of the Western Division of Borneo
Jaarb. Mijn Ned-Indie 8-186

REFERENCES (GEOPHYSICAL SURVEY)

1. Hallof, P.G. (1967); The Use of Induced Polarization Measurements to Locate Massive Sulphide Mineralization in Environments in which EM Methods Fail, Mining and Groundwater Geophysics (edited by L.W. Morley), Economic Geology Report 26, Geological Survey of Canada, pp. 302-309
2. Katsube, T.J. (1977); Electrical Properties of Rocks, Induced Polarization for Exploration Geologists and Geophysicists, The University of Arizona, March 14-16, 1977
3. Hadden, T.R. and Cantwell, T. (1967); Induced Polarization, a Review, Mining Geophysics, Vol. II, pp. 373-400
4. Pelton, W.R. (1977); Variable Frequency IP Case Histories 1955-1977 Dipole-dipole Pseudo-sections, Induced Polarization for Exploration Geologists and Geophysicists, The University of Arizona, March 14-16, 1977
5. Seigel, H.O. (1967); The Induced Polarization Method, Mining and Groundwater Geophysics (edited by L.W. Morley), Economic Report 26, Geological Survey of Canada, pp. 123-137
6. Sumner, J.S. (1976); Principles of Induced Polarization of Geophysical Exploration, Elsevier Scientific Publication Co., N.Y.
7. Sumner, J.S. (1979); The Induced-polarization Exploration Method, Geophysics and Geochemistry in Search for Metallic Ores (edited by Peter J. Hood), Economic Geology Report 31, Geological Survey of Canada, pp. 123-133

Bagak バガック
 Banan バナン
 Banyi バニイ
 Belango ブランゴ
 Bengkayang ブンカヤング
 Darit ダリット
 G. Bawang バワング山
 G. Batu Lumun ... バッルムン山
 G. Ibu イブ山
 G. Jalu ジャル山
 G. Mahmud マームッド山
 G. Raya ラヤ山
 G. Seblawak スビアワック山
 G. Selakean スラキヤン山
 G. Serawak スラワック山
 Jirak ジラク
 Kalung カルング
 Handor マンドール
 Pahuman パフマン
 Panji パンジ
 Penyak プニヤク
 Pontianak ポンチャナック
 Riampeleya リアンブラヤ
 Satipo サティボ
 Segohan スゴハン
 Selakean スラキヤン
 Sendoreng スンドレング
 Serantak スラントック
 Sidas シダス
 Sijanguk シジャングック
 Sikancu シカンチュー
 Singkawang シンカワング
 Sirih シリ
 Sungai betung ... スンガイブツング
 S. Baba ババ川

S. Batuparang バツバラング川
 S. Bayung バユング川
 S. Belito ブリト川
 S. Empawang ウンパワング川
 S. Entagak ウンタガック川
 S. Jenaham ジェナハム川
 S. Koro コロ川
 S. Koronang コロナング川
 S. Mangak マンガック川
 S. Melansar ムランサル川
 S. Menjalin ムンジャリン川
 S. Merambadu ムランパデュ川
 S. Nangaak ナンガイク川
 S. Pematé プマテ川
 S. Pituman ピイツマン川
 S. Sedayu スダニ川
 S. Sikap シカップ川
 S. Tajir タジール川
 S. Tapis タピス川
 Teriak ツリアク
 Tiang ティアング

第二年次調査によって鉱床賦存の高い地域として抽出された Selakean 地区 (6 Km²), Panji 地区 (20 Km²) に対し地質調査, 土壤による地化学探査, 物理探査 (I . P 法, Panji 東地区で実施) による精査を第三年次に実施し, 両地区の鉱化帯の賦存状況, 範囲, 鉱況等について解明を試みた。

Selakean 鉱化帯は G . Raya 花崗閃緑岩の貫入による構造運動で生じたと考えられる 裂かに胚胎した含金・銅・亜鉛・硫黄鉄鉱脈鉱床で, 黄銅鉱と閃亜鉛鉱の離溶が認められる中熱水性鉄脈鉱床である。土壤による地化学探査では銅の異常域は鉱化帯域に重複して分布するが, 鉛はやゝはなれてその異常域が分布する。

Panji 鉱化帯の主要鉱化帯は, 電気石を伴い, 黄銅鉱及び銅黄鉄鉱の鉱染がみられる。外側には黄鉄鉱鉱染帯があり, 第二年次に実施した Banyu 鉱化帯と類似する。地化学探査ではこの鉱化ゾーンの中央部 (東西 1.5 Km 南北 2.0 Km) に銅, モリブデン異常域がみられ, 物理探査 (I . P 法) でもこれら地化学探査異常域に重複して示徴がみられる。鉱化帯は G . Sebiawak 花崗閃緑岩に胚胎するが, K - Ar 法による年代測定では G . Sebiawak 花崗閃緑岩の絶対年代は 124 m.y. となり, 白堊紀前期の貫入である。この地区には Banyu 鉱化帯の如く新期火成岩の分布は地質調査で確認されていないが, 鉱化をもたらしたと思われる新期火成岩が潜在していることが予想される。

G . Ibu 地域の銅・モリブデン鉱化作用を伴う花崗岩類の G . Raya 花崗閃緑岩, Sijanguk 石英閃緑岩はともに K - Ar 法による絶対年代測定で 30 m.y. であり, 第三紀漸新世貫入岩であることが確かめられ, カリマンタン西部地域に広く分布する銅・モリブデン, 金, 水銀, アンチモニーの鉱化作用が第三紀前期から中期にかけての新期火成活動によるものであることが今回の調査でも確認された。

第一部 序 論

第1章 調査経緯及び目的

インドネシア共和国カリマンタン西部地域における鉱物資源開発協力基礎調査の第三年次調査は、次の計画で実施された。

(1) 第二年次実施の概査地域(1,000 km²)より鉱床賦存の可能性の高い2地域(Selakean, Panji)26 km²を抽出した。これらの地区の地質、地質構造、火成活動及び 鉱化作用の相互関係、また鉱化帯の規模、性状を調査するために、地質調査と土壤による地化学探査からなる精査を実施した。

(2) 第二年次調査でPanji 地区に発見された花崗閃緑岩中の黄銅鉱・鉛鉱・方鉛鉱の賦存状態を調査するため、地質調査、地化学探査と並行して物理探査(IP法)を実施した。実施地区はPanji 地区北東部で、探査範囲は南北2 km、東西1.8 km(調査測線長20 km)であった。

この調査には日本側(金属鉱業事業団)より6名(地質・地化学探査班3名、物理探査班3名)インドネシア側(鉱山エネルギー省鉱物資源局)より12名(地質・地化学探査班7名、物理探査班5名)の技術者が参加して、昭和56年6月8日に現地調査を開始した。

本調査にはインドネシア共和国鉱山エネルギー省鉱物資源局を始め西カリマンタン州及び市、郡、村の関係者の協力を得て、昭和56年9月15日に、全ての現地調査を終了した。

現地調査の結果は野外キャンプ地及び鉱物資源局において両国技術者により検討され、地質図のコンパイル作業及び物理探査結果の検討が行われた。更に採取された岩石、鉱石試料、地化学探査試料等は日本およびインドネシアで分析、観察、検討され、最終的な地質図、地化学探査、物理探査解析図等が編集された。また物理探査結果のシミュレーション解析検討を併せ実施してその結果を本報告書にまとめた。

第2章 調査内容

2-1 地質精査，地化学探査

2-1-1 調査目的

第二年次概査は全調査地域の中部より南部にかけての地域（Darit～Pahuman 地域 1,000km²）の概査で抽出された鉱床賦存の可能性の高い2地域（Selakean, Panji）26km²の地質，火成活動と鉱化帯の関係，鉱化帯の賦存状態，規模等を調査するため，地質調査と土壤による地化学探査を実施した。

2-1-2 調査地区

- (1) Selakean 地区；金・銀・黄銅鉱・閃亜鉛鉱・鉄磁鉄鉱・鉄鉱化帯が分布する。精査面積 6km²。大凡の位置は北緯 0°45′ 東経 109°34′ である。
- (2) Panji 地区；花崗閃緑岩に黄銅鉱・鉄鉱・鉄磁鉄鉱・鉄鉱化帯，電気石・石英・鉄鉱化帯が認められる。精査面積 20km²。大凡の位置は北緯 0°32′ 東経 109°41′ である。

2-1-3 調査方法，調査量

(1) 地形図作成

インドネシア政府提供の航空写真（縮尺約 1/50,000）を使用し，精査に使用する縮尺 1/5,000 地形図を作成した。作成面積は Selakean 地区 20km² Panji 地区 25km² 計 45km²であった。この地形図は地質精査，地化学探査および物理探査に使用され，また縮尺 1/10,000 地形図編集の地形図原図として使用された。

(2) 地質調査

縮尺 1/5,000 の地形図を使用して，河川，道路を中心に踏査し地質，地質構造，火成活動，鉱化帯およびそれに伴う変質帯の調査を実施した。調査面積，踏査延長は Selakean 地区 6km²，37km，Panji 地区 20km²，142km，総計 26km²，179kmであった。

地質調査の際採取した試料のうち岩石検鏡 44 試料，鉱石検鏡 4 試料，鉱石分析 10 試料（30 成分），火成岩完全分析 5 試料，火成岩絶対年代測定（K-Ar 法）3 試料，X線解析粘土試料 7 試料をそれぞれ調査解析試料として使用した。

(3) 地化学探査

鉱化帯の探査のため地質調査に並行して土壤による地化学探査を実施した。土壤は

1 km² あたり 5 箇の割合で河川の影響のない地点（主として尾根，山頂）を選び，また Panji 地区での物理探査（IP 法）の測線沿いに 200 m 間隔に 1 箇の割合いで地点を選び，腐蝕土下の褐色～橙褐色土壌よりなる B 層準から採取した。採取した試料はキャンプで天日により乾燥させ，80 メッシュ 篩により調整し 2 分して日本およびインドネシアに分配し分析試料とした。

採取試料数は Selakean 地区 31 試料，Panji 地区 196 箇（内 IP 測線沿い 110 箇）
総計 227 箇であった。指示元素は各地区の鉱化帯の特性を考慮して，Selakean 地区は銅，鉛，Panji 地区は銅，モリブデンの分析を行い，地化学探査の解析に使用した。

2-2 物理探査

2-2-1 調査目的，調査地区

第二年次概査で見出された花崗閃緑岩中の Panji 黄銅鉱鉄鉱帯に対して鉄床の賦存状況および賦存範囲を探査するため，IP 法による物理探査を実施した。調査範囲は地化学概査による銅，モリブデンの異常域もあわせ検討のうえ，Panji 鉱化帯を中心に南北 2 km，東西 2 km の地域を抽出選定した。

2-2-2 調査方法，調査量

測線は南北 2 km，測線間隔 200 m で 10 測線とし，測線総延長は 20 km であった。測定は次の方法によった。

- (1) 可変周波数法，ダイポール・ダイポール配置とし，見掛け抵抗，周波数効果，金属伝導係数を求めた。
- (2) 電極間隔は 100 m とし，電極隔離係数は $n = 1, 2, 3$ とした。
- (3) 20 箇以上の岩石，鉱石試料を採取し比抵抗値，周波数効果測定を行い，測定結果の解析に供した。

なお，測定された結果については，代表的な IP 示徴を選び電算機によるシミュレーション解析を行った。

2-3 調査団の構成

2-3-1 調査日程

第三年次の現地調査は次の日程で行った。

先発隊（团长）出発，現地準備作業……昭和56年6月 8日～6月28日
 地質調査班出発，現地調査，現地解析……昭和56年6月29日～8月25日
 物理探査班出発，現地調査，現地解析……昭和56年7月 8日～8月24日
 物理探査班帰国……昭和56年8月25日
 地質調査班帰国……昭和56年8月26日
 後発隊（团长）現地解析，帰国……昭和56年8月27日～9月15日

2-3-2 調査団の編成

(1) 企画，調整

日 本 側	インドネシア側
田所 久造（金属鉱業事業団）	Ir. Salman Padmanagara (D. M. R.)
沢谷 易三（ ” ” ）	Ir. Hafny Moh. Noer (”)
小山 基一（ ” ” ）	Ir. P. H. Silitonga (”)
沢田 賢治（ ” ” ）	Ir. Yaya Sunarya (”)
植松 和彦（ ” ” ）	

(2) 調 査 団

日本側調査団

インドネシア側調査団

(a) 団 長

市原 栄（日鉱探開株式会社）	Ir. Yaya Sunarya (D. M. R.)
----------------	-----------------------------

(b) 地質調査班

市原 栄（日鉱探開株式会社）	Simpwee Soeharto (”)
石川 輝海（ ” ” ）	Johnny R. Tampubolon (”)
西元 弘隆（ ” ” ）	Danny Z. Herman (”)
	Sukmana (”)
	(調査助手)
	Moc'tamar (”)
	M. Rachmat (”)

(c) 物理探査班

野村 孝一（日鉱探開株式会社）	Nanang Sunarya (”)
-----------------	----------------------

千葉 昭彦 (" ")	Drs. Gusti Hidayat	(")
吉村 一文 (" ")	Immanuel M.F.	(")
	Eddy Kurnia	(")
	W. Soeparmin	(")

D. M. R. : Directorate of Mineral Resources

第3章 調査地域の概要

3-1 位置, 交通

カリマンタン西部地域資源開発協力調査地域(面積1,500 km²)はインドネシア共和国西カリマンタン州の西北部に位置し、およそ次の緯度・経度点で囲まれた地域である。

北緯	0° 56'	東経	109° 17'
	1° 00'		109° 25'
	0° 38'		109° 41'
	0° 15'		109° 37'
	0° 17'		109° 40'

西カリマンタン州首都Pontianakより精査地区に入るには次の経路による。

(a) Selakean 地区に入る経路(北経路)

Pontianakより海岸沿いに北上145kmの位置にあるSingkawang市を經由, 東に更に75kmで調査地北部の主要点Bengkayang町に達する。Selakean地区はBengkayangから南東に10kmのTeriak村より東に徒歩3kmで達する。

(b) Panji 地区に入る経路(南経路)

Pontianak～Singkawang道路途中のSungaipinyuhより東進しMandor, Sidasを經由Daritに達する整備された道路があるが, Panji地区はこの道路のBagak村(Darit南東9km)より徒歩南へ2kmで達する。

主要道路は舗装または砂利で整備された一般道路で乗用車で通行出来るが, Bengkayang～Darit間は未整備で四輪駆動車でも通行は容易でない。主要道路より精査地区に入るには, 徒歩道または山道により, 調査機材, 食糧, キャンプ用具の運搬はすべて人力による。

3-2 現地状況

精査地域のPanji, Selakean地区は標高100m～300m(Selakeanの最高峰は424m)の中～低山岳地帯で一般になだらかな山地地域である。高温多湿の気候のため植生繁茂し, 特に焼畑棄却地はブッシュ繁茂して河川沿いおよび山道以外は通行困難である。6月から8月の調査時は乾季で日中は30℃以上と気温は高いが, 夜間は山間部では気温が低下し, キャンプにおける睡眠には寝袋の使用が必要である。

第二部 総合検討及び結論

第1章 総合検討

本年次調査は Selakean, Panji 鉱化帯地区 (26 Km²) に地質調査, 地化学探査, 物理探査 (IP法, Panji 地区) を実施し, その結果 調査地域内の鉱化帯と地質, 地質構造及び火成活動の関係, 賦存状況の解明が進んだ。

1-1 鉱化帯の地質的位置

中部カリマンタンより西部カリマンタンにかけて西北西に伸長し延長500 Km, 最大巾150 Kmの規模で分布する白堊紀侵入の花崗閃緑岩バソリス岩体の北周縁には, 銅, モリブデン, 金, 鉛, 亜鉛等の鉱化帯が所々に分布している。即ち中部カリマンタンの銅・モリブデン鉱化帯, 金鉱化帯, 鉛・亜鉛鉱化帯等, また西部カリマンタンの G. Ibu 銅・モリブデン鉱化帯が知られており, また本プロジェクト地域 (1,500 Km²) にも幾つかの鉱化帯 (sirih, Takap 銅・モリブデン鉱化帯 Serantak 金, 銅鉱化帯等) が同様に花崗閃緑岩バソリスの周縁部に位置している。第二年次調査結果より選定した本年次精査地域の Selakean 銅・亜鉛・鉄硫鉄銅鉱化帯, Panji 銅鉱化帯も同様の位置に胚胎している。

本プロジェクト地域でのこれらの鉱化帯は, Jirak 安山岩・安山岩質火山砕屑岩層, Belanggo デイサイト質火山砕屑岩層と花崗閃緑岩バソリス岩体との接触部またルーフ・ペンダント地域, 或いは新期貫入岩体 (第三紀侵入トータル岩, デイサイト) 及び断層で示される構造線に支配され分布していて, 白堊紀花崗閃緑岩バソリスが広く分布する地域には鉱化作用に乏しいことが明らかとなっている。この地域は侵蝕が進みバソリス内部が広く露出している地域では, 鉱化作用に乏しいものと思われる。

1-2 地質構造, 火成活動と鉱化作用の相互関係

Selakean 鉱化帯と Panji 鉱化帯はともに底盤状花崗閃緑岩の周縁部に分布するが, 両地区の地質構造, 火成活動と鉱化作用の関係は異なる。

Selakean 鉱化帯は白堊紀の G. Raya 花崗閃緑岩バソリス及び貫入岩の貫入によって Jirak

安山岩・安山岩質火山砕屑岩に生じた裂か（NNE～SSW系及びNNW～SSE系）に生じた鉬化帯と考えられる。鉬化作用は硫黄鉄鉬に伴い、閃亜鉛鉬に黄銅鉬の融溶組織を持つ深～中熱水性鉬床である。この地域には他に新期貫入岩は認められず、地化学探査の異常域（銅）や変質帯、鉬化帯の存在も、G. Raya 花崗閃緑岩の接触部に限られていることから、この鉬化作用はG. Raya 花崗閃緑岩の貫入により生じたものと推察出来る。

Panji 鉬化帯は、G. Sebiawak 花崗閃緑岩体及びその被貫入岩の Belango（石英）安山岩質火山砕屑岩層に胚胎し、外側に黄鉄鉬染帯、内側に電気石・黄銅鉬染帯及び黄銅鉬染帯が分布している。露出状況が悪いので変質状況は不明である。鉬化帯分布範囲は東西2Km、南北3Kmで、NNE～SSWに伸長した形態を示す。Panji 地域には新期貫入岩脈（ドレライト、デイサイト）及び写真地質解析によるリニアメントによりNNE～SSW系の構造線が推定されるが、地化学探査で得た銅、モリブデンの異常域もこの構造線に沿って伸長しており、Panji 鉬化帯はNNE～SSW系構造に支配されているものと思われる。

Panji 鉬化帯は電気石を伴う銅鉬化帯として、第二年次に精査したBanyi 鉬化帯に類似する。Banyi 鉬化帯は新期火成岩（Banyi トーナル岩）に胚胎しており、新期火成活動によるものと考えられている。Panji 地区には岩石露出状況が悪いためか、鉬化帯内には新期火成岩類は見出されていないが、Panji 地区にも新期火成岩類の潜在が充分考えられる。なお G. Sebiawak 花崗閃緑岩の K-Ar 法による絶対年代測定では $124^{m.y.}$ の年代を得ており、白堊紀前期の貫入岩である。

1-3 地化学探査と鉬化帯の関係

本年次は Selakean 地区は銅・鉛・亜鉛・硫黄鉄鉬鉬床を予想して銅、鉛を、Panji 地区では銅、モリブデン鉬床を予想して銅、モリブデンを指示元素として土壌による地化学探査を実施した結果、両地区とも鉬床賦存を予想した地域に異常域を見出している。

Selakean 地区では銅、鉛の異常域が重複せず、銅異常域は G. Raya 花崗閃緑岩に接した Jirak 層の鉬床が胚胎している地域に、また鉛異常域はその外側に分布し、銅の方が指示元素として適応があった。なお銅、鉛とも含有量は低く、最高異常値は銅 126 ppm、鉛 51 ppm であった。

Panji 地域では旧 Panji 村東より S. Tapis にかけ東西 1.5 Km 南北 2 Km の範囲に銅、モリブデンの第二級異常域が認められた。個々には 5 箇所異常域（max 500m×500m, min 200m×200m）があるが、その配列は略々 NNE～SSW に配列しており、大きく言って Panji 地域の一般構造線方向に連るほか、WNW-ESE に連る方向もあり WNW-ESE 系の潜在し

た構造線の存在も予想される。なお、最高異常値は銅514 ppm, モリブデン123 ppmである。

地化学探査で最も注目すべきは、旧Panji村銅化帯より続く異常域（物理探査測線C16~18, D16~18）である。

1-4 物理探査（IP法）と銅化帯の関係

物理探査（IP法）はPanji地区の地質調査・地化学探査域の東部に実施した東西18m 南北2m地域（総測線長20km）に、銅化帯に関係すると推定されるIP異常帯7箇所を把握した。物理探査域は、南東の一部を除くほぼ全域が地化学探査異常域に含まれることから、FE異常帯の分布はきわだった特徴はみられない。

しかし、物理探査域北部（測定線C16~18、D16~18）に把握したFE異常帯の配列方向が地化学探査域北部のWNW-ENE系の延び方向と同方向であり、Panji地域の銅化作用の一つの方向性（構造方向？）を反映しているものと考えられる。特に旧Panji村南方に位置するFE異常帯は前述7箇所の異常帯の中でも強いFE異常を示すものであり、地質調査で確認した旧Panji村東の銅化帯の南隣接域にあることから、物理探査域では最も有望性の高い異常帯と考えられる。

1-5 総合検討

Selakean地区は、旧ドレンチ探銅跡があるSelakean銅化帯には黄銅鉱、閃亜鉛鉱を伴う磁鉄鉱銅脈があるが、その他の銅化帯は小規模で且低品位である。地化学探査によりG.Raya花崗閃緑岩接触部に銅化帯と重複して銅異常域が認められるが、銅分析値も一般に低いことから探銅価値は低いものと考えられる。

Panji地域では、旧Panji村東に銅化帯があり、電気石銅化とともに黄銅鉱銅染、また二次銅物として銅藍が認められる。この南域には物理探査（IP法）によりその異常域（ $FE > 6\%$, $AR < 500 \text{ ohm-m}$ ）のこの地域としては最も良好な異常域（M-2異常域）があり、これに地化学探査異常域も重複していて、その地域（南北800m、東西500mの範囲）に銅（及びモリブデン）銅染銅床が考えられ、探銅余地が残されている。Panji地区には他に、地化学探査、物理探査及び地質調査結果で銅床示徴と考えられる地域としてM-3、M-4示徴域等があるが、IP探査示徴でM-2示徴に比べて弱く、且浅いことからM-2示徴程は優勢でない。

第2章 結論及び将来への展望

2-1 結 論

第2次調査によって選出された Selakean, Panji 地域に地質調査, 地化学探査(土壌)及び物理探査(IP法)を実施し, 両地区の地質, 地質構造, 火成活動と鉱化作用の相互関係, 鉱床の賦存状況範囲等の解明につとめた。

その結果得られた結論は次の通りである。

1. Selakean 地区に分布する鉱化作用は G. Raya 花崗閃緑岩の貫入により Jirak 層に生じた剪断裂かきに胚胎した鉱脈鉱床で, 主要脈である Selakean 鉱脈の鉱石より含金銅・亜鉛・鉄磁鉄鉱脈である。黄銅鉱は閃亜鉛鉱中に離析ドットとして含まれる。
2. Panji 地区の鉱化帯は電気石を伴う黄銅鉱・鉄磁鉄鉱脈を主とし第二年次に調査した Banyu 鉱化帯と類似する。旧 Panji 村東には幾つかの黄銅鉱・鉄磁鉄鉱脈の露頭が分布している。
3. 地化学探査では Selakean 地区では, 鉱化帯にはほぼ重複して銅異常域がみられるが, 鉛異常域はわずかで, G. Raya 花崗閃緑岩側からみれば外側に分布する。しかしその分析値は一般に低い。Panji 地区では, 旧 Panji 村東の鉱化帯(東西 2 km 南北 3 km の範囲を予想)の中央部に銅・モリブデン異常域があり, 大凡この地域の主要構造線方向(NNE-SSW系)に伸長する他, WNW-ESE 方向にも伸長し, この構造線の潜在が考えられる。
4. IP 調査ではいくつかの示徴がみられるが, その中 IP 線 C16~18, D16~18 (M2 と表示)にみられる示徴($P.R. > 6\%$ 比抵抗 $< 500 \text{ ohm-m}$)は旧 Panji 村東にみられる鉱化帯の南部に位置し注目すべき示徴である。
5. 以上の調査結果から両地域の鉱化帯を総合的に検討すると, Selakean 地区には G. Raya 花崗閃緑岩の侵入に伴う構造運動で生じた裂かきに胚胎した中熱水性銅・亜鉛・鉄磁鉄鉱脈鉱床であるが, 一般に低品位である。Panji 地区には東西 2 km, 南北 3 km の範囲に電気石を伴う黄銅鉱・鉄磁鉄鉱脈鉱化帯があり, 且地化学探査及び IP 探査示徴と重複しており探鉱のフォローが必要な地域である。
6. G. Sebiawak 花崗閃緑岩の絶対年代測定(K-Ar 法)では 124 m.y. の値が得られ, 白堊紀前期の貫入であることが確かめられた。

また G. Ibu 地域の銅・モリブデン鉱化作用を伴う花崗岩類の絶対年代測定(K-Ar 法)結果は, 30 m.y. (漸新世)で, 本プロジェクト地域の Banyu・Sirih トーナル岩(27

～20 m.y.)と同じく第三紀火成岩であり、西カリマンタン地域の銅・モリブデン 鉱化作用が新期火成活動によることが更に確かめられた。

2-2 将来への展望

すでに述べてきた如く Selakean 地域及び Panji 地域に対してその鉱化帯の実態がほぼ明らかになったが、これらの評価にもとづいて今後の検討及び課題について列記すると次の通りである。

- (1) Selakean 鉱化帯は Jirak 層と G. Raya 花崗閃緑岩との接触部の Jirak 層側に起始している。地化学探査でも指示元素の銅の異常域は鉱化帯域に重なって分布していることから、Selakean 鉱化帯は G. Raya 花崗閃緑岩周辺域の探査を行うことが有効と思われる。
- (2) Panji 鉱化帯は旧 Panji 村東の鉱化露頭から物理探査 (I. P 法) 測定線 C 16～18, D16～18にかけて IP 示徴, 地化学探査示徴 (銅・モリブデン) の存在とともに本調査地域で最も注目される鉱化帯である。更に試錐等により鉱化帯の存在 (規模, 形状, 品位等) を確認することが望まれる。その他にも, 数箇所弱い IP 示徴と地化学探査による示徴がみられるが, IP 探査結果ではその示徴はやゝ浅く前記の鉱化帯程の期待はないものと思われる。
- (3) G. Ibu 花崗岩類分布地域の銅・モリブデン 鉱化帯に関係する花崗岩類 (T. Suhanda にいる G. Raya 花崗閃緑岩, Sijanguk 石英閃緑岩) は, K-Ar 法による絶対年代の結果 第三紀漸新世貫入の新期貫入岩であることが確認された。その結果西カリマンタンでの鉱床探査では, 新期花崗岩類貫入岩の存在に留意して進めるべきことが第三年次調査でも確かめられた。

第三部 地質調査・地化学探査

第1章 調査地域の地質概況

第一年次，第二年次に実施した地質概査により明らかになった調査全地域（1,500 km²）の地質，地質構造及び鉱化作用の概要は次の通りである。（Fig 3-1, Fig 3-2）

1-1 地 質

1-1-1 中生代堆積岩，火山岩，火山砕屑岩類

調査地域北部の G. Bawang, G. Mahmud の山岳地帯から Bengkayang, Sungaibetung の平野部にかけて，上部三畳系～下部ジュラ系の Bengkayang 層群が広く分布する。

Bengkayang 層群は上部より次の如く区分される。

Sungaibetung 層 …………… 砂岩，泥岩，シルト岩互層

Riampelaya 層 …………… 砂岩

Kalung 層 …………… 黑色頁岩，細粒砂岩

Banan 層 …………… 凝灰質砂岩，砂岩

Sungaibetung 層の最上部層に下部ジュラ系を示準するアンモナイト化石が発見されている。

Bengkayang 層群を不整合に覆い安山岩，同質凝灰岩よりなる Jirak 層，デイサイト質凝灰岩よりなる Belango 層が，調査地域の中部，南部地域に広く分布している。

1-1-2 中生代白堊紀花崗岩類

Bengkayang 層群，Jirak 層，Belango 層に接触変質を与え進入した花崗閃緑岩（G. Sebiawak・G. Raya・G. Serantar 花崗閃緑岩），石英閃緑岩（Tiang 石英閃緑岩）が，調査地域の中部～南部に底盤状及び貫入岩として広く分布している。K-Ar 法による絶対年代測定では $114^{m.y} \sim 95^{m.y}$ で，これら花崗岩類の貫入年代は白堊紀中期である。

1-1-3 第三紀デイサイト，同質火山砕屑岩

調査地域の北部 G. Bawang 山岳部の周辺には，Serantak デイサイト，及び同質火山砕屑岩が分布する。デイサイトの K-Ar 法による絶対年代測定では $51^{m.y}$ であり，始新世貫入岩である。

1-1-4 第三紀トータル岩

G. Bawang ~ G. Mahmud 山岳地帯及び S. Banyu 地域のトータル岩 (Sirih, Banyu トータル岩) は、K-Ar 法による年代測定の結果 (27~20 m.y.) 及び Serantak デイサイトに貫入していることから、漸新世~中新世前期の貫入岩である。この岩体及び周辺には、金銅モリブデンの鉱化作用が伴われている。

1-2 鉱化作用

調査及び精査により調査地域には次の鉱化作用が認められている。

- (1) (黄銅鉱) 輝水鉛鉱石英脈 (Sirih トータル岩)
- (2) 電気石・石英、黄銅鉱・輝水鉛鉱、黄鉄鉱、金の帯状分布を示す鉱化作用 (Banyu トータル岩を中心とする地域)
- (3) 塊状含金・黄銅鉱・磁鉄鉄鉱鉄床 (Serantak デイサイト周辺の Banan 層)
- (4) 含金・黄銅鉱・閃亜鉛鉱・磁鉄鉄鉱鉄脈 (Jirak 安山岩層)
- (5) 黄銅鉱鉄染帯 (G. Sebiawak 花崗閃緑岩)
- (6) マンガン鉄床 (Serantak 火山砕屑岩)

その他、珪化及び粘土化を伴う黄鉄鉄鉱鉄染帯が各所にみられる。

これらの鉄染帯の多くは、Serantak デイサイト及び Sirih・Banyu トータル岩等の新期火成活動に関係している。() 内は鉄床が産出する岩石、地層)。

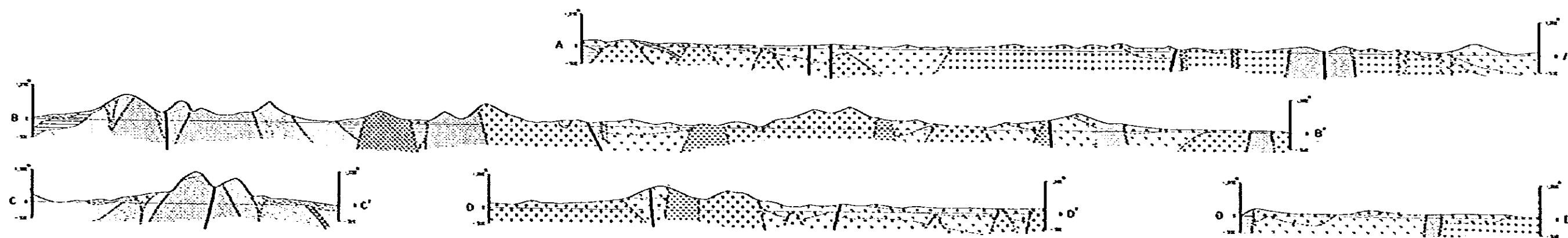
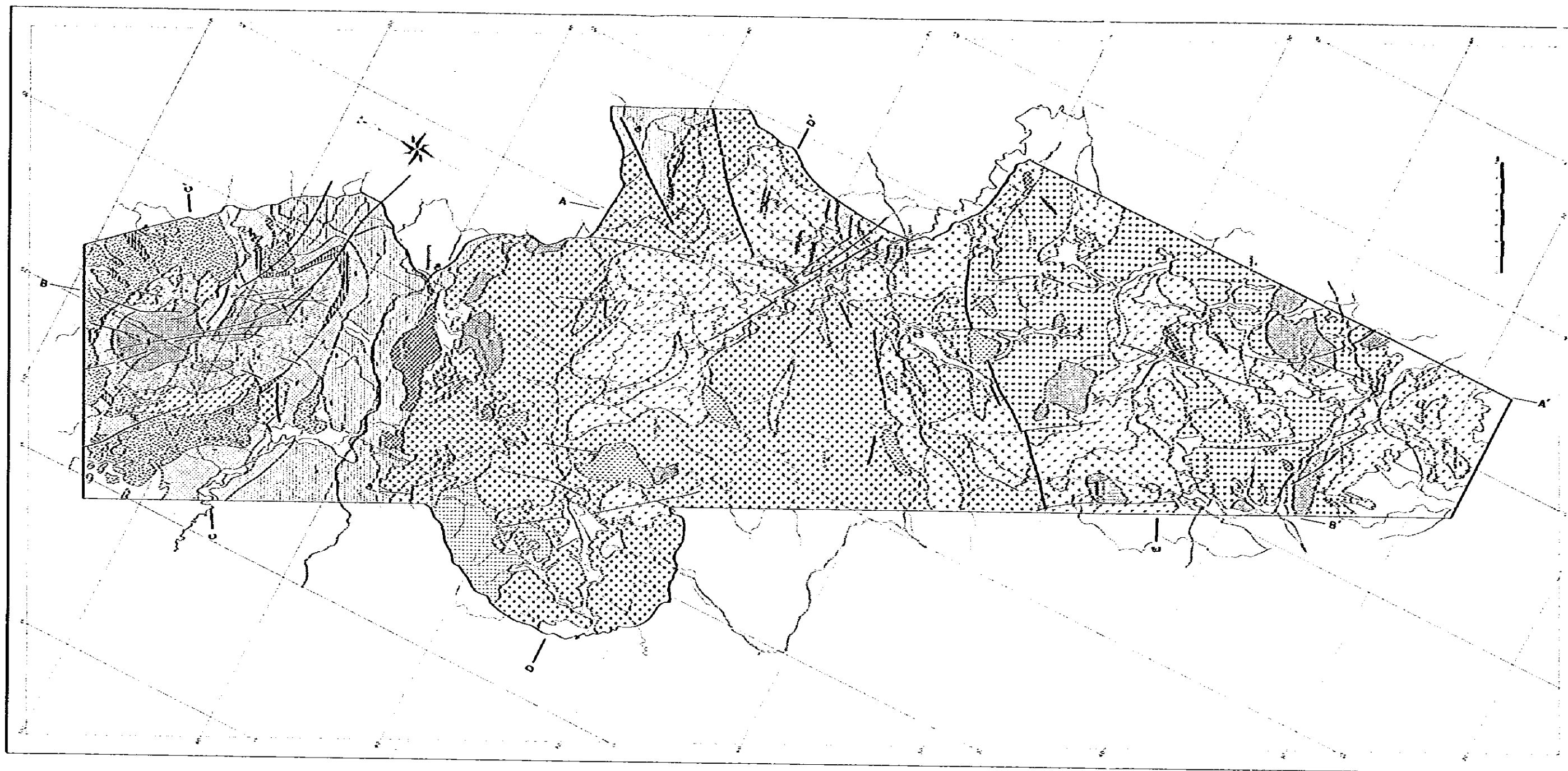
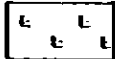
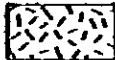
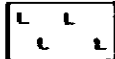
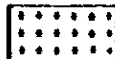
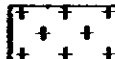
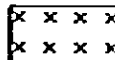
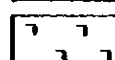
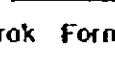
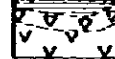
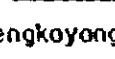
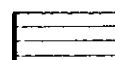
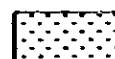
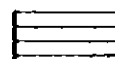
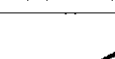
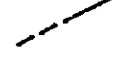


Fig. 3-1 Geological Map of West Kalimantan Project Area

LEGEND

Quaternary		Gravel, Sand
Tertiary	Serantak Formation	 Quartz porphyry 2
	 Dacitic pyroclastic rocks	 Granodiorite 4
	 Serantak Dacite	 Sirih, Banyu Tonalite
		 G.Ponondan Quartz gabbro, Dolerite
Cretaceous		 Tiong Quartz Diorite
		 G.Selantar Granodiorite
		 G.Raya Granodiorite
		 G.Sebiwak Granodiorite
Triassic & Jurassic	Belongo Formation	
	 Red Mudstone	
	 Andesitic rocks (Andesite lava, Andesitic tuff and tuff breccio)	
	 Dacitic rocks (Dacite, Dacitic tuff)	
	Jirak Formation	
	 Red Mudstone	
	 Andesitic tuff and Tuff breccio	
	 Andesite lava	
	Bengkayang Group	
	 Sungaibelung Formation	
	 Riompeloya Formation	
	 Kalung Formation	
	 Banan Formation	
	 Fault	
	 Anticlinal axis	
	 Synclinal axis	

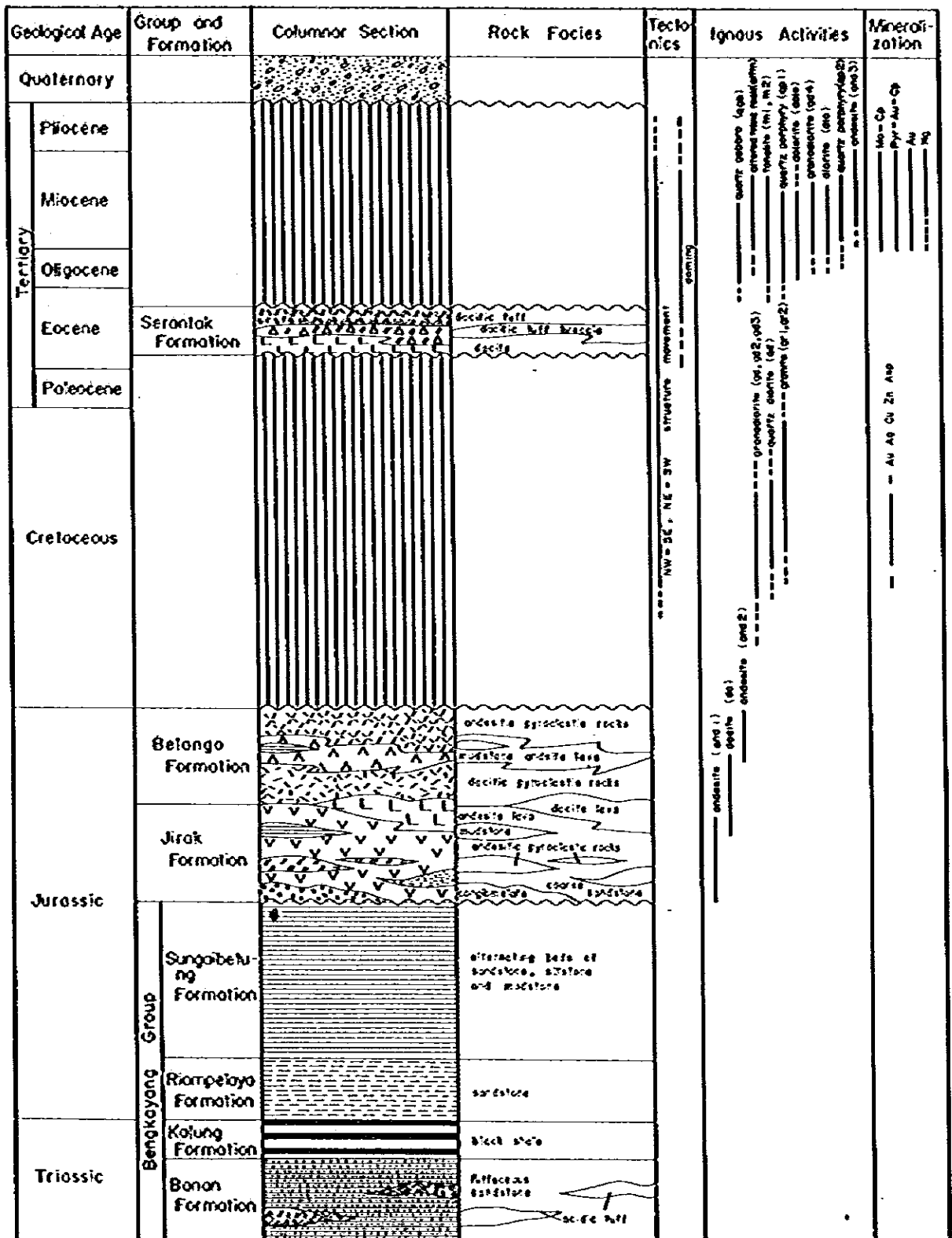


Fig. 3-2 Generalized Stratigraph of Survey Area

第2章 Selakean 地区

2-1 地質概要

本精査地域の G. Selakean (G. Jalu) 東山腹には、含金銀銅亜鉛鉄硫鉄鉛鉄を採鉱した旧トレンチ群が知られており、また第二年次概査で実施した河川堆積物による地化学探査で銅、モリブデン、亜鉛、鉛の異常域が本地域に広く認められた。

本地域の地質は中生界ジュラ系 Jirak 安山岩・安山岩質凝灰岩層からなり、この層に白亜紀の G. Raya 花崗閃緑岩が貫入している。Jirak 安山岩質凝灰岩・安山岩層は、G. Raya の花崗閃緑岩の貫入により絹雲母化、珪化また黄鉄鉱鉄染等の接触変質を受けている。(Fig 3-3)

2-2 地質名説

2-2-1 Jirak 安山岩・安山岩質凝灰岩層

本層は下部は安山岩質凝灰岩、上部は安山岩が卓越する。上部の安山岩層には赤鉄鉱を多量に含む赤色安山岩質凝灰岩を挟在している。Jirak 安山岩、安山岩質凝灰岩層は Bengkayang および Sungaibetung で Bengkayang 層群 Sungaibetung 層(下部ジュラ系)を不整合におおい、白亜紀中期進入の G. Raya 花崗閃緑岩に貫入されているので、地質概査では本層をジュラ系に對比している。

(a) 安山岩質凝灰岩

G. Serawak より G. Jalu にかけて分布する本岩は、暗緑色安山岩質火山礫凝灰岩及び細粒堆積岩岩相を有し時に黒色泥岩質の微少ゾーンを伴う淡黄色安山岩質凝灰岩からなる。鏡下では石英、絹雲母を多量に生じ、強く変質を受けた砂質安山岩質凝灰岩 (RY-7), 流理構造を示し強く絹雲母化を受けた安山岩質凝灰岩 (RZ-5) 等が観察されるがこれらの変質は G. Raya 花崗閃緑岩による接触変質によるものと思われる。

(b) 安 山 岩

本岩は G. Jalu から S. Empawang にかけて精査地区の中部～南部に広く分布する暗緑色緻密な岩石で、鏡下 (RY-8) では変質作用を受けて生じた絹雲母及び少量の石英、斜長石からなる石基に、斜長石及び少量の角閃石の斑晶からなる。この岩石には、絹雲母及び少量のカオリン鉱物に赤鉄鉱が多量含まれる赤色安山岩質凝灰岩層が挟在される。Selakean より Darit にかけて、Jirak 安山岩質凝灰岩及び Belango デイサイト質凝灰岩にも同様の赤鉄鉱を含む赤色凝灰岩～赤色砂岩質凝灰岩が挟在されているがこれらは陸上の酸化条

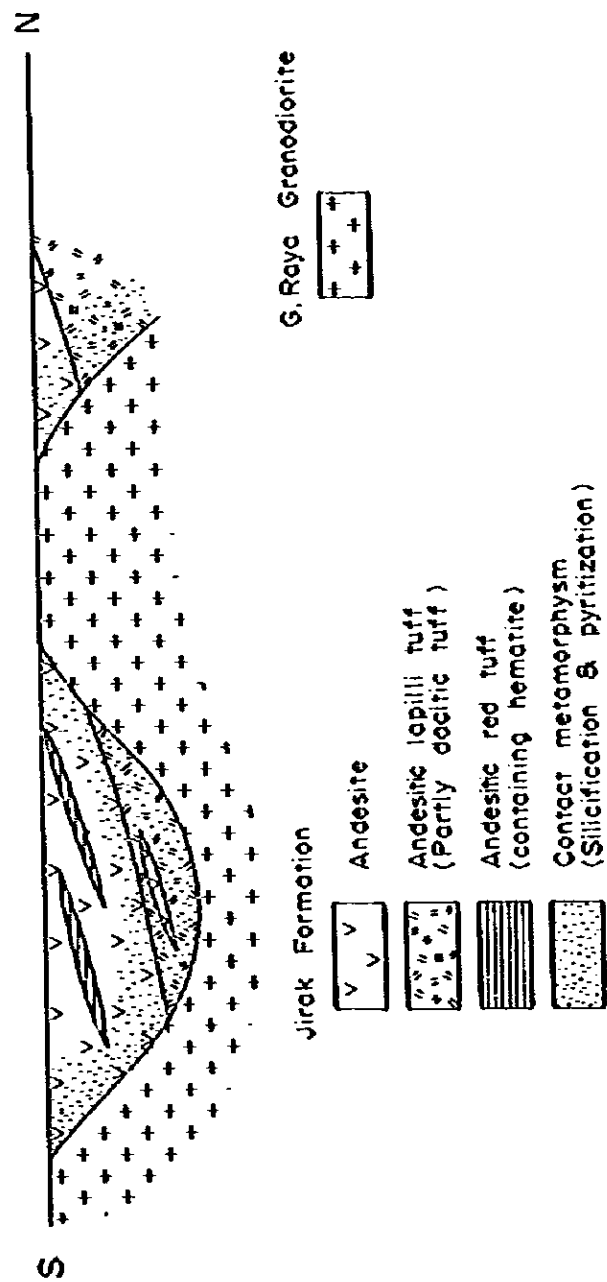


Fig. 3-3 Schematic Geological Profile (Selakean Area)

件での堆積と思われる。

2-2-2 G. Raya 花崗閃緑岩

花崗閃緑岩は概査地域の Bengkayang より Darit にかけて広く分布する底盤状 G. Raya 花崗閃緑岩の一端として本概査地区の南西部 S. Empawang 下流南域に分布する他、北東部の G. Batu Lumun, G. Serawak には花崗閃緑岩は岩株として Jirak 層に貫入している。中粒色指数 10~15 の完晶質粒粒状組織を有し、鏡下 (RZ-10) では主構成鉱物は石英、斜長石、カリ長石及び角閃石よりなり、黒雲母は少いやトーナル岩質な花崗閃緑岩である。斜長石の劈開に沿って若干黒雲母が生じているが、一般に新鮮である。

第二年次概査で S. Empawang で採取された試料 (81-RC64) による K-Ar 法による絶対年代測定では $114 \pm 6 \text{ m.y.}$ の値を得ており、白堊期中期の進入としている。

2-3 地質構造

Jirak 安山岩層は塊状で層理に乏しいが、下部層の安山岩質凝灰岩、および含赤鉄鉱凝灰岩層にみられる層理 (一般に走向 $N 20^{\circ} \sim 80^{\circ} E$ 、傾斜 $15^{\circ} \sim 20^{\circ} S$) より Jirak 層は南傾斜の単斜構造を示すものと考えられる。

岩石の露出状況が悪く、地質調査で断層の確認は出来なかったが、航空写真解析では S. Manggak より S. Batuparang にかけて断層と推定される走向 $N 30^{\circ} E$ のリニアメントが解析されている。鉱化帯は走向 $N 15^{\circ} \sim 30^{\circ} E$ 、 $75^{\circ} NW$ 傾斜、走行 $N 15^{\circ} \sim 30^{\circ} W 70^{\circ} NE$ 傾斜の 2 系統の裂か (剪断と推定される) に胚胎されているが、それらを共役剪断と考えた場合この中間主応力軸 σ_2 は図示した如く $N 5^{\circ} E 60^{\circ} NE$ で、下から押し上げた構造力によるものと推定され、G. Raya 花崗閃緑岩の貫入が起因したものと思われる。(Fig 3-4)

なお、この地域にみられる Jirak 安山岩、安山岩質凝灰岩にみられる節理のバイ・ボールをシュミットネットに投影した結果、節理系は $N 20^{\circ} E 68^{\circ} NW$ 系が多く、その他 $N 10^{\circ} E 70^{\circ} SE$ 、 $N 60^{\circ} W 48^{\circ} SW$ 系がある。(Fig 3-5)

2-4 鉱化作用

2-4-1 鉱化作用概要

G. Jalu 東山腹に分布する含金・銀・黄銅鉱・閃亜鉛鉱・碲鉄銅鉛銀が既知の鉱床であるが、その他 G. Raya 花崗閃緑岩の周辺に粘土変質帯および剪断帯に鉱化がみられる。いずれの鉱化も

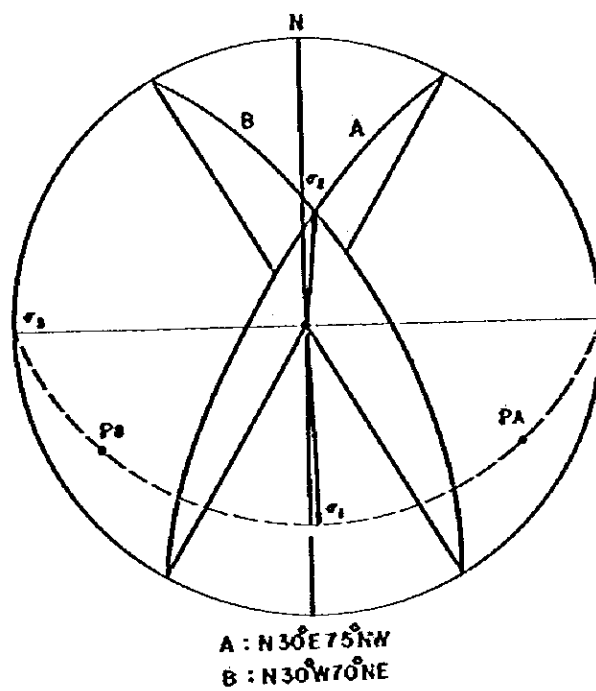


Fig. 3-4 Relationship of Two Fissures with Ore Mineral (Selakean Area)

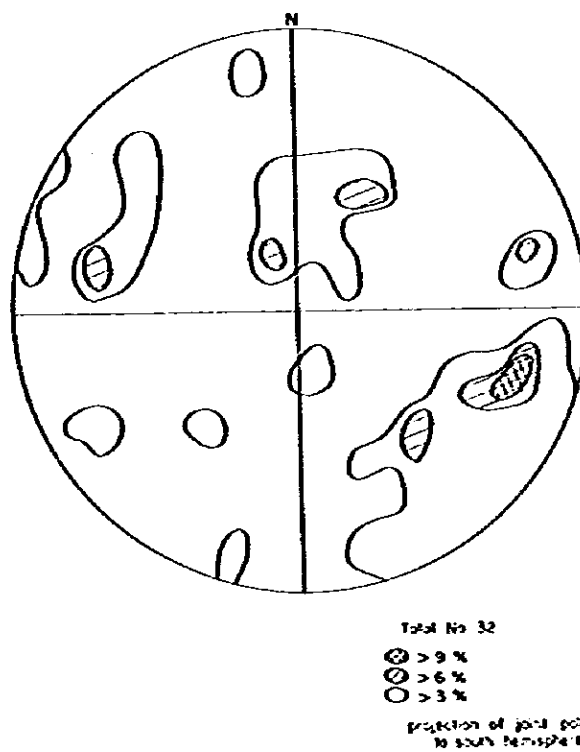
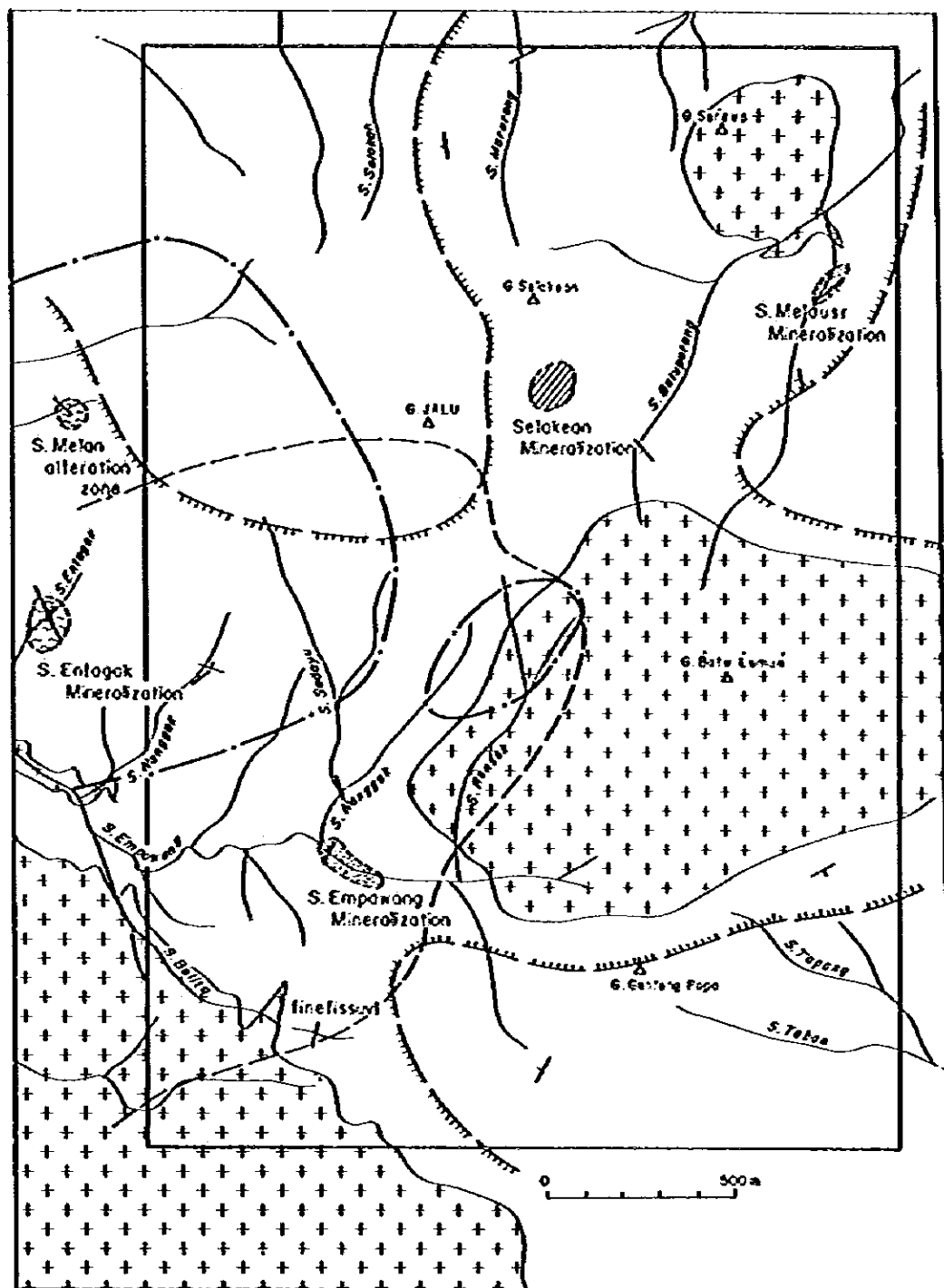


Fig. 3-5 Joint System in Jirak Formation (Selakean Area)

Table 3-1 List of Mineralized Zone and Chemical Analysis of Ore

Area	Name of Mineralization zone	Location (River or Village)	Mode of Occurrence	Ore Mineral	Sample No.	Sampling width(m)	Chemical Assay							Clay Mineral
							Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Mo %	Sn ppm	AS %
Selakeun Area	S. Empavang Mineralization	S. Empavang	Vein	Py	RX-2		<0.1	0.6	0.009	0.01	0.004			0.02
	Selakeun Mineralization	East side of C. Jalu	Vein	Py, Cp, Sph Cov	(RX-6)	(0.07)	(2.2)	(66)	(0.26)	(0.04)	(0.19)	(0.01)		
	S. Kutagok Mineralization	S. Kutagok	Vein	Py, Aspy(?) Cov	RZ-12	0.20	<0.1	14.8	0.16	0.03	0.001			Se
	S. Melansar Mineralization	East side of C. Saravak	Dissemination	Py dissemination in fracture	RX-3		weak	mineralization						
	S. Melanci Mineralization	West side of C. Jalu	Clay Vein	Py	RZ-14	0.50	<0.1	0.5						La chl
Pamj Area Panji Mineralization	Panji Mineralization Zone	Eastward Old Panji		Py, Cov (To)	RX-39	chip	<0.1	9.4	0.39			0.03	30	
				Py, Cp, Mag	RX-53	chip (2.50)	(0.2)	(2)	0.08	(0.01)	(0.01)	(0.01)		X
				Py, Lim	RX-58	chip	<0.1	0.4	0.015					
	S. Koro Silicification Zone	S. Koro	Silicification Zone	Py	RX-23	chip	<0.1	0.2	<0.001					
			Silicification Zone	Py	RZ-31	0.02	<0.1	0.4						
	North East of Pempadang Perabe	North East of Pempadang Perabe	Silicification Zone	Py	RZ-32	0.07	<0.1	0.2						
	S. Koronang Argilization Zone	S. Koronang	Clay alteration Zone	Py	RZ-33		<0.1	<0.1						Se (X)



- G. Raya Granodiorite
- Jack 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. 3-6 Location Map of Mineralizations in Selakean Area

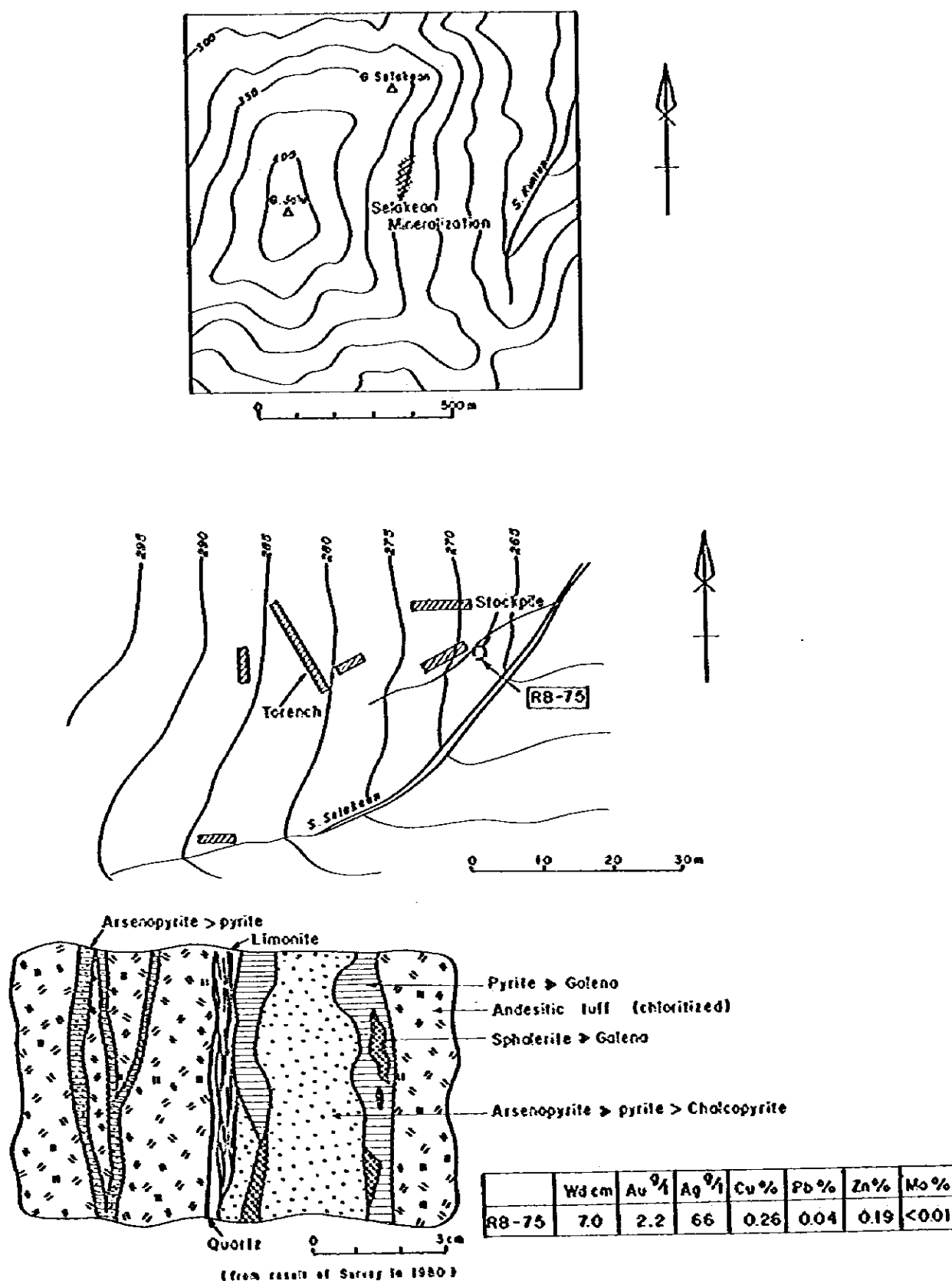


Fig. 3-7 Sketch Map of Selakean Ore Deposit

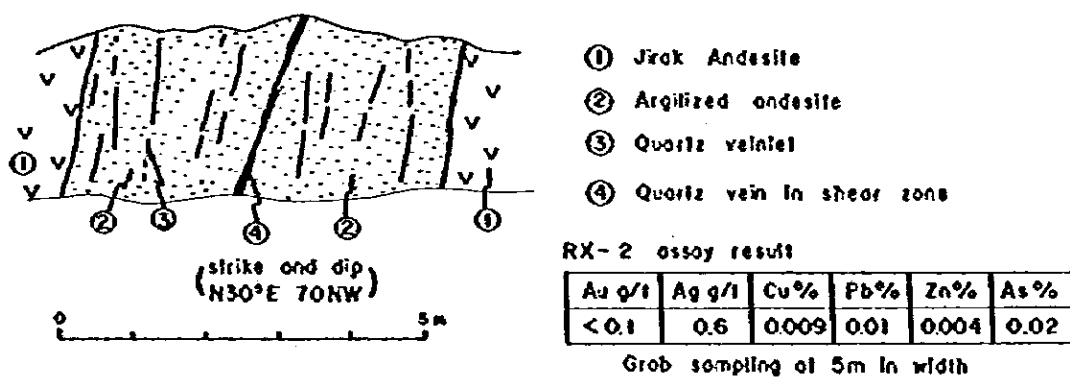
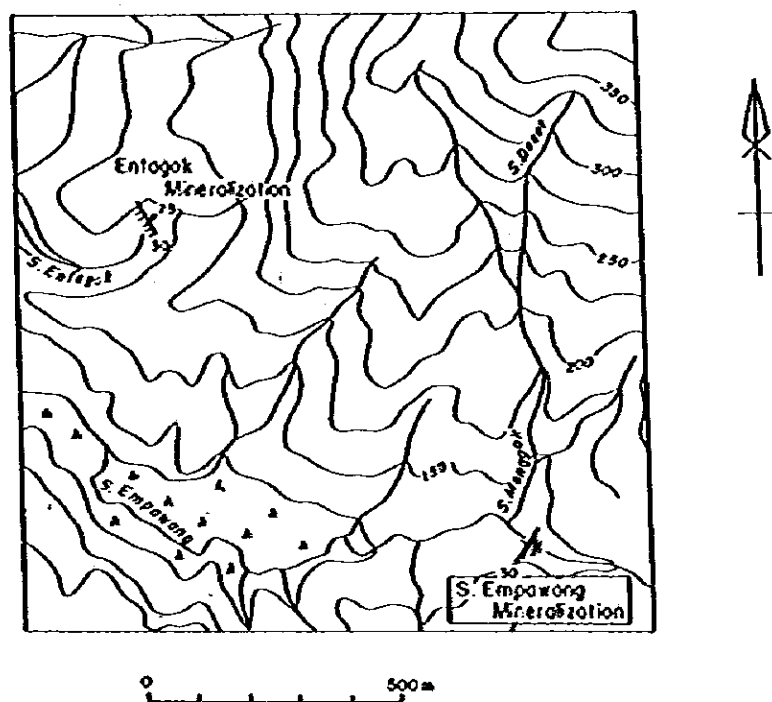


Fig. 3-8 Sketch Map of Empawang Mineralization

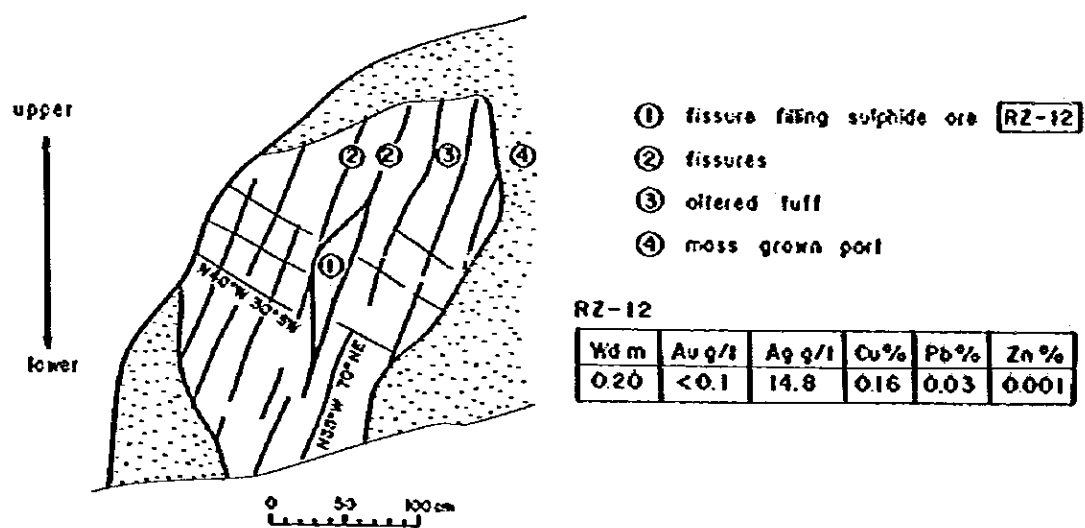
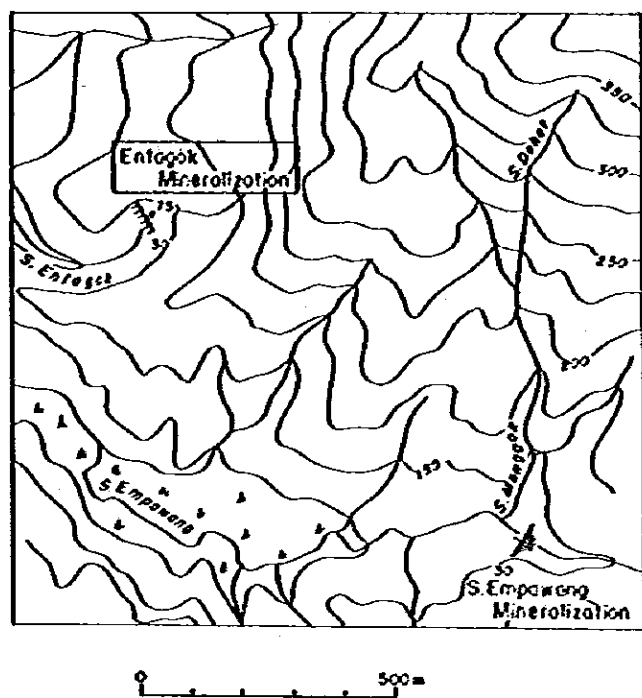


Fig. 3-9 Sketch Map of Entagok Mineralization

硫鉄鉱が伴われている。(Fig 3-6)

2-4-2 鉱化帯各説

(1) Selakean 鉱化帯

G. Jalu 東山腹には第二年次調査で報告されたごとく、往時金、銀、銅を対象に採鉱した旧トレンチ跡が30 m × 40 mの範囲に多数あるが、何れも崩壊しており鉱床の状況、規模および鉱況は不詳である。坑外貯鉱より採取した鉱石試料(RY-6)の鏡下観察では硫鉄鉄鉱を主とし、黄銅鉱、閃亜鉛鉱および少量の銅藍が随伴している。黄銅鉱は閃亜鉛鉱と超溶してドット状及び葉片状に認められる。坑外貯鉱のチェック分析では、脈巾7cm, Au 2.2 g/t, Ag 60 g/t, Cu 0.26 ‰, Zn 0.19 ‰, Pb 0.04 ‰であった。(Fig 3-7)

(2) S. Empawang 鉱化帯

S. Empawang, S. Nanggak 分岐点上流(標高150 m)のJirak 安山岩層に巾5 mにわたって走向N 30°E, 70°NW 傾斜の剪断帯があり、硫鉄鉄鉱敏点および石英細脈が認められる。鉱化帯の鉱況は, Au < 0.1 g/t, Ag 6 g/t, Cu 0.009 ‰, Pb 0.01 ‰, Zn 0.004 ‰, As 0.002 ‰である。鉱素が若干認められることは、この地塊の硫鉄鉄鉱を伴う鉱化作用の特性を示すものと思われる。(Fig 3-8)

(3) S. Entagok 鉱化帯

S. Entagok 上流(標高150 m付近)には褐色に汚染された灰色粘土帯があり、これに網状の白色粘土細脈が走る変質帯がある。その走向はN 30°W, 75°NE 傾斜である粘土鉱物(RX-12)のX線解析でこの粘土は主に絹雲母、石英からなるが、その他に $d = 564 \text{ \AA}$ の方弗石と思われるピークおよび硫鉄鉄鉱のピークが検出されている。さらにやや上流のJirak 安山岩質凝灰岩に走向N 30°W, 70°NE 傾斜の割目が2 m間に約20 cm間隔に規則正しく配列し、この割目にそって長さ約1 m、巾約20 cmのレンズ状鉱脈がある。鉱況は巾20 cm, Au 81 g/t, Ag 148 g/t, Cu 0.16 ‰, Pb 0.03 ‰である。(Fig 3-9)

(4) S. Melanci 変質帯

S. Entagok 鉱化帯の北500 mのS. Melanci 上流には、緑灰色粘土変質帯が露出しており、これに走向N 30°W 傾斜80°SWの割目が密に発達し、白色粘土で充填している。X線解析(RZ-14)では少量の緑泥石のほか方弗石および緑泥石が多量生じている。一般にCaに富む方弗石及び緑泥石の生成は、安山岩等のCaに富む岩石が100℃~200℃の比較

的低温で中性～アルカリ性熱水の条件下で生じたとされている (Hayashi 1972)。なお黄鉄鉄鉱等の硫化物鉱化作用は弱い。チェック分析結果では脈巾 50 cm, Au < 0.1 g/t, Ag 0.5 g/t である (Fig 3-6)

(5) Serawak 鉱化帯

旧資料では Selakean 鉱化作用とともに調査北東部の G. Serawak 南には鉱化帯 (Serawak 鉱床) の記載があるが、本調査では S. Melansar 上流で Jirak 安山岩と G. Raya 花崗閃緑岩の接触部に少量の黄鉄鉄散点を確認したのみである。

(6) S. Belito 傾斜帯

S. Belito 上流の G. Raya 花崗閃緑岩と Jirak 安山岩との接触部の安山岩側に走向 N10° E 50 W 傾斜の細かい平行割目が 2 m 以上の範囲に認められるが、硫化鉄等の鉱化は強くない。

2-5 地化学探査

2-5-1 試料採取・試料個数

地質調査と平行して鉱化帯を探るため土壌による地化学探査を実施した。試料は 1 km²あたり約 5 個の割合いで出来る限りほぼ等間隔に分布するよう、また河川による汚染の影響のない尾根または山頂に地点を選び、30 cm～50 cm 深度の褐色～橙褐色の B 層準土壌を採取した。その採取個数は 31 個であった。

この地区の既知鉱床は金銅・鉛・亜鉛鉱脈であり、また第二年度地化学概査では銅、鉛が有効な指示元素であったことを考慮して、指示元素を銅、鉛とした。

2-5-2 分析データの統計処理

分析値は対数変換により標準化しヒストグラム、累積度数分布を作成、相関関係を算出、バックグラウンド、数居値を求め異常域を抽出した。また試料採集は 1 km²に 5 個の割合いで調査地域内にほぼ等間隔に採取されているので、統計処理で得られた数居値 ($M + \sigma$, $M + 2\sigma$) を参照して等分析値コンター線を画き地化学探査異常域を示した。

銅の最高値 126 ppm, 最低値 2.4 ppm, 鉛最高値 5.1 ppm, 最低値 1.7 ppm を対数間隔 9 群に分けヒストグラムを作成しそれぞれの平均値, 標準偏差および数居値(2) ($M + \sigma$), 数居値(1) ($M + 2\sigma$) を計算した (Fig 3-10 Fig 3-11)。また累積度数分布は銅、鉛とも直線となり、C. Lepeltier 法による Type I に分類され、頻度パーセント 2.5 % が数居値として定められる (Fig 3-12)。このようにして得られたそれぞれの数居値を Tb 3-2 に示した。その結

Element	n pcs	M ppm	M + σ ppm	M + 2 σ ppm	Threshold value [*] ppm	Max ppm	Min ppm
Cu	31	50.0283	72.9622	106.4096	103.3710	126	24
Pb	31	28.3767	36.6666	47.3782	48.4546	51	17

* Threshold value based on bending point in graph cumulative frequency distribution.

Table 3-2 Value of Mean Standard Deviation and Threshold in Selakean Area.

果 Selakean 地区の解析には両解析値を参照して第 1 級異常値を銅 105 ppm, 鉛 48 ppm, 第 2 級異常値を銅 70 ppm, 鉛 36 ppm として異常域を求めた。なお銅, 鉛の相関係数は 0.212 で相関性に乏しい (Fig 3-13)。

2-5-3 異常域

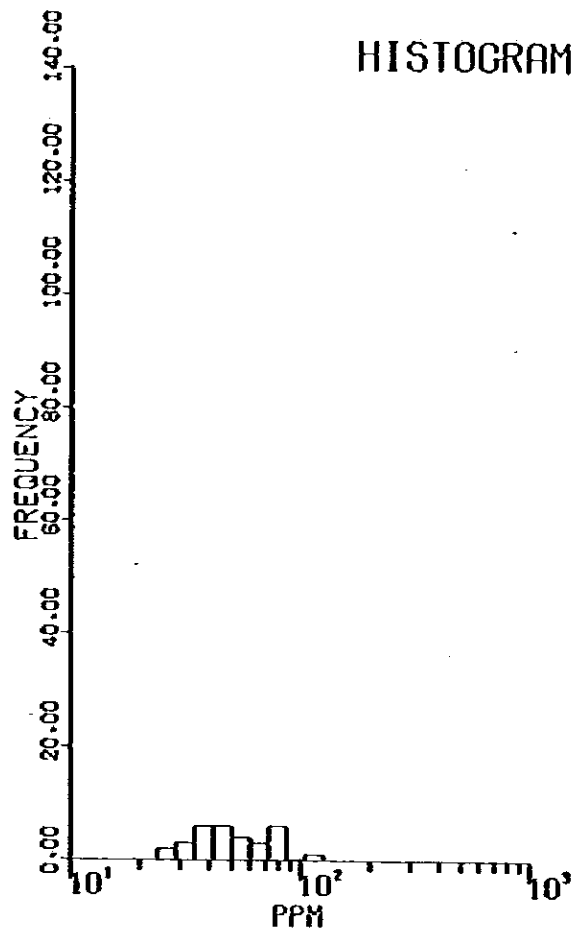
銅異常域 (Cu 70 ppm) の分布範囲は調査地域のほぼ西南部の S. Empawang, S. Nanggak S. Sedayu を中心とした 1.5 km × 1.0 km の規模を持ち, 底盤状 G. Raya 花崗閃緑岩, および G. Batu Lumun の花崗閃緑岩貫入岩に囲まれた Jirak 安山岩分布域にある (Fig 3-6)。これに反して, 鉛異常域は銅の異常域と重複せず北に約 500 m ずれかつ分析値も全般的に低い。G. Raya 花崗閃緑岩体を中心として考えた場合, 銅は花崗閃緑岩體に鉛はやや外側に分布することは, 花崗閃緑岩と銅, 鉛との鉱化作用の位置に差違 (帯状分布?) があるのかも知れない。

2-6 Selakean 鉱化帯の特性

Selakean 地区の鉱化帯は硫砒鉄鉱を伴い, これに Selakean 鉱脈等優勢な鉱床には閃亜鉛鉱, 黄銅鉱が伴われ, また金, 銀も含まれる。

Selakean 鉱脈の貯鉱の顕微鏡観察では閃亜鉛鉱に黄銅鉱がドット状にみられ, 両者が溶解していることが観察される。閃亜鉛鉱と黄銅鉱の溶解は 550℃ ~ 350℃ で生ずると言われており (Schwartz 1931, Borchert 1934, Burger 1934), また硫砒鉄鉱の共伴等から, Selakean 鉱化帯は高~中温熱水性の鉱床と考えられる。

鉱脈は走向 N 15° ~ 30° E 75° NW 傾斜, 走向 N 10° ~ 30° W 70° NE 傾斜の 2 系統の裂かき形



HISTOGRAM FOR Cu

CU

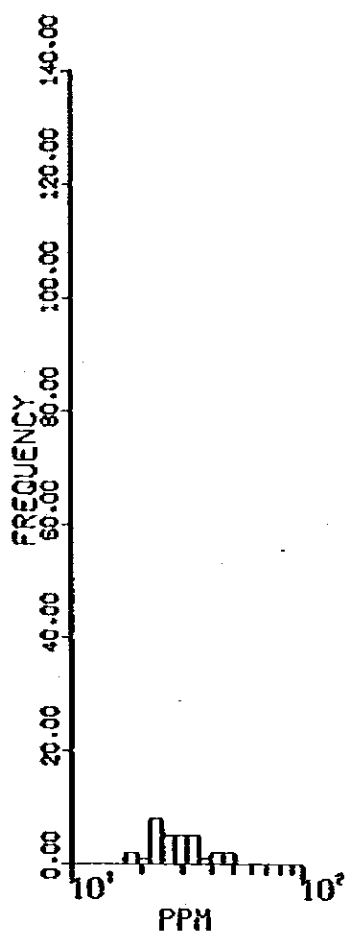
N	CLASS LIMIT		FREQUENCY	CUMULATED FREQUENCY	CUMULATED FREQUENCY IN PER CENT
1	126.0000-	104.7980	1	1	3.23
2	104.7980-	87.1636	0	1	3.23
3	87.1636-	72.4966	6	7	22.58
4	72.4966-	60.2976	3	10	32.26
5	60.2976-	50.1513	4	14	45.16
6	50.1513-	41.7123	6	20	64.52
7	41.7123-	34.6934	6	26	83.87
8	34.6934-	28.8555	3	29	93.55
9	28.8555-	24.0000	2	31	100.00

LOG INTERVAL= .8001770E-01

MEAN= .5002832E+02 STANDARD DEVIATION= .1638825E+00

THRESHOLD(1)= .1064096E+03 THRESHOLD(2)= .7296228E+02

Fig. 3-10 Histogram for Cu of Geochemical Analysis in Selakean Area



HISTOGRAM FOR Pb

P8

N	CLASS LIMIT		FREQUENCY	CUMULATED FREQUENCY	CUMULATED FREQUENCY IN PER CENT
1	51.0000-	45.1395	2	2	6.45
2	45.1395-	39.9524	2	4	12.90
3	39.9524-	35.3614	1	5	16.13
4	35.3614-	31.2980	5	10	32.26
5	31.2980-	27.7015	5	15	48.39
6	27.7015-	24.5182	5	20	64.52
7	24.5182-	21.7008	8	28	90.32
8	21.7008-	19.2071	1	29	93.55
9	19.2071-	17.0000	2	31	100.00

LOG INTERVAL= .5301347E-01

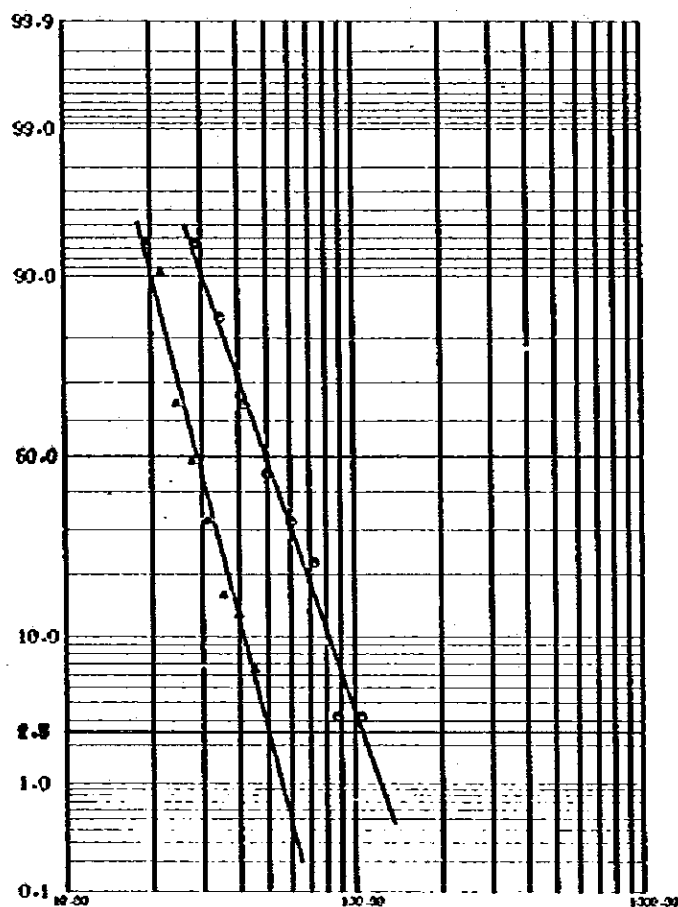
MEAN= .2837673E+02 STANDARD DEVIATION= .1113085E+00

THRESHOLD(1)= .4737828E+02 THRESHOLD(2)= .3665662E+02

Fig. 3-11 Histogram for Pb of Geochemical Analysis in Selakean Area

CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION

• Cu
▲ Pb



CU

Y=A+BX

N1= 1 N2= 8 A= .1841012E+03 B= -.3080776E+01
X= .5091561E+02 Y= .2724164E+02
X= .2296542E+02 Y= .1133499E+03

BACKGROUND= .4973713E+02

THRESHOLD= .1033710E+03 TYPE= 1

PB

Y=A+BX

N1= 1 N2= 8 A= .1735377E+03 B= -.4251116E+01
X= .3266238E+02 Y= .3468613E+02
X= .1414477E+02 Y= .1134066E+03

BACKGROUND= .2851583E+02

THRESHOLD= .4845466E+02 TYPE= 1

Fig. 3-12 Cumulative Frequency Distribution for Cu and Pb of Geochemical Analysis in Selakean Area

C.C. = 0.2120

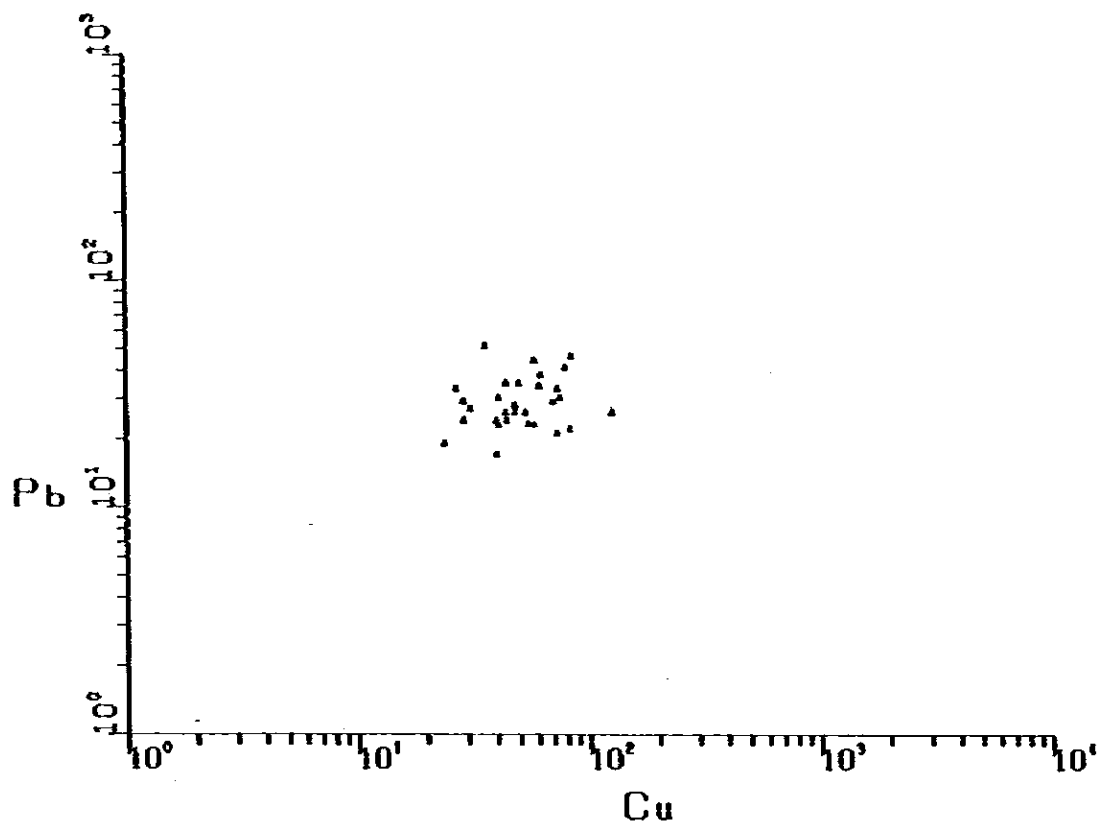


Fig. 3-13 Correlation of Geochemical Elements (Cu and Pb)
in Selakean Area

成されていて、底盤状及び G. BatuLumun, G. Serawak の貫入岩状の G. Raya 花崗閃緑岩に囲まれた三角地域 (S. Entagok, S. Manggak , G. Jalu, 東山腹, S. Melansar 地域) に分布している。また地化学探査による銅の異常域はこれらの欽化域に分布、鉛の異常域はそのやや外側に分布する傾向を示している。

これらのことから、Selakean 欽化帯は、G. Raya 花崗閃緑岩の貫入により形成されたものと思われる。

第3章 Panji地区

3-1 地質概要

第二年次概査で旧Panji村南東約2kmのS. Jenaham支流の花崗閃緑岩に黄銅鉱、鉛鉱、鉄鉱が発見され、その他電気石、石英脈、転石が旧Panji村付近に見出されている。また河床堆積物による地下学探査で、Panji黄銅鉱、鉛鉱帯を含む3km×4kmの範囲に銅モリブデンの異常域が認められている。

本精査地域の地質はジュラ系Belangoディサイト質～(石英)安山岩質凝灰岩層およびこの層に侵入したG. Sebiawak花崗閃緑岩からなり、これらに石英閃緑岩、ドレライト、ディサイト斑岩が脈岩として貫入している。(Fig 3-14)

3-2 地質各説

3-2-1 Belango ディサイト・(石英)安山岩質凝灰岩層

本層はディサイト質凝灰岩と(石英)安山岩質凝灰岩より構成されている。これらの岩石はG. Sebiawak花崗閃緑岩、石英閃緑岩等によって貫かれ、接触変質を受けて黒雲母等が生じていてホルンフェルス化、珪化している。本層はBengkayang層群、Jirak層より上位の地層で、また白堊紀中期貫入のG. Raya花崗閃緑岩に貫入されていることから、地質概査では本層をジュラ系としている。

(1) ディサイト質凝灰岩

本精査地区南域(S. Merampak東域)に分布する。淡灰色～灰色堅硬な岩石で、一部鉄化の影響を受けて珪化変質および多数の石英細脈を伴っている。(石英)安山岩質凝灰岩との上下関係は、露出状況悪く明確でないが、第二年次地質概査結果及びその分布から本層を下位層とした。

鏡下観察(RZ-34)では安山岩岩片を含み1mm未満の石英、斜長石破片が石英、斜長石、緑泥石等からなる基質部に認められる。強く熱水変質を受けた岩石(RZ-35)は石英、絹雲母の二次変質鉱物よりなり、初成組織はその変質のため不明瞭となっている。

(2) (石英)安山岩質凝灰岩

調査地区の南縁、北縁に分布する暗緑色～暗黒緑色塊状堅硬岩で、肉眼、ルーペでの野外観察では石英は認め難いが、鏡下では基質部に石英をまた若干の石英片を認めるので、(石英)安山岩質凝灰岩とした。その他斜長石の斑晶がある(石英)安山岩も検出される。

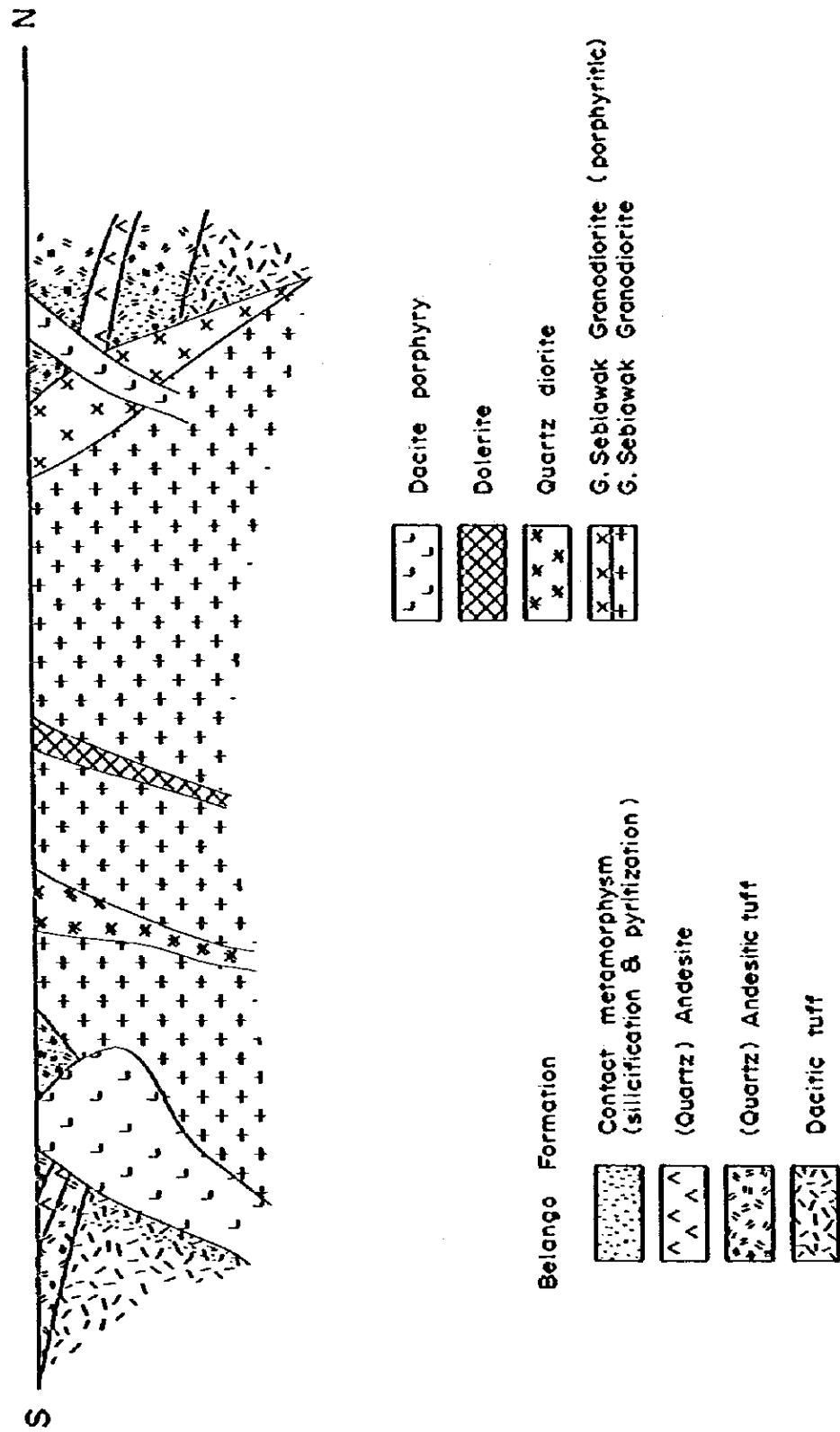


Fig. 3-14 Schematic Geological Profile (Panji Area)

鏡下観察では、斜長石、石英片の他、安山岩片も含まれる石質凝灰岩で、また（石英）安山岩は石英、黒雲母からなる石基に斜長石斑晶（対称消光角は 28° 前後で中性長石）がある。両岩ともに石英、絹雲母、黒雲母、緑泥石等の2次変質鉱物が生成されており、Q. Sebiawak 花崗閃緑岩によるホルンフェルス変質を受けている。

3-2-2 Q. Sebiawak 花崗閃緑岩

(I) Q. Sebiawak 花崗閃緑岩

Q. Sebiawak 花崗閃緑岩は精査地区の大部分の地域を占めて東西に分布する色指数 5～10 多の粗粒～中粒花崗閃緑岩で、Belango 層との接触部の S. koronang 付近では斑状組織を有している。第二年次概査の結果では本岩は Darit 南部より Pahuman 地域にかけ広く分布し、風化した表面では粗粒の石英が顕著にめだつ特徴を持つので、Q. Raya 花崗閃緑岩と区分した岩石である。時に細粒侵黒質閃緑岩質のオートリスが含まれている。

(II) 化学成分 年代測定

Q. Sebiawak 花崗閃緑岩の2試料（RX-53, RZ-24）について化学分析を行った。Table 3-4 は第一年次より実施したプロジェクト地域の花崗岩類分析結果とともに、その分析結果および分析値より算出したノルマ鉱物の重量比を示したものである。

Q. Sebiawak 花崗閃緑岩の分析結果では SiO_2 は 68 多～72 多の範囲にあってやや酸性であり、ノルマ鉱物の石英-斜長石-カリ長石関係図（Fig 3-15）にプロットした結果でも、Q. Raya 花崗閃緑岩よりやや花崗岩寄りにある。また各酸化物と分化指数の変化図（Fig 3-16）にプロットした結果では、カリマンタン西部地域の花崗岩類にみられる直線的な線上にのる傾向があり、同一の花崗岩系に属するカルクアルカリ系岩である。K-Ar 法による絶対年代測定によると Sebiawak 花崗閃緑岩は $124 \pm 8 \text{ m.y.}$ の測定結果を得ており、Q. Raya 花崗閃緑岩よりやや古い白堊紀前期の侵入岩である。（Table 3-3）

3-2-3 その他の火成岩類

(I) 石英閃緑岩

Q. Sebiawak 花崗閃緑岩には細粒侵黒質完晶質のオートリスが含まれるが、その他に S. Sikap 及び S. Menjalin には広範囲に石英閃緑岩の転石や露頭が広範囲に分布している。岩相は色指数 30 多暗灰色細粒等粒状組織で Tiang 石英閃緑岩に類似するので、石

Table 3-3 Result of K-Ar Age Determination

No.	Sample No.	Locality	Rock Name	Mineral or Rock	SecAr 40 Rad/-5 9m x 10 ⁻⁵	40 RadZ Ar	K%	Aze(m.y.)
1	79RE-24	S. Bamua	Sirih Tonalite	Hornblende	0.213 0.223	48.3 48.9	2.80 2.79	20.0±1.0
2	79RD-52	S. Banyu	Banyu Tonalite	Hornblende	0.126 0.137	30.1 43.9	1.20 1.21	27.8±1.4
3	79RE-50	S. Sakung	Tiang Quartz Diorite	Hornblende	0.367 0.354	73.3 70.0	0.90 0.93	98.6±4.9
4	79RP-19	S. Bala	G. Raya Granodiorite	Hornblende	0.225 0.215	62.9 45.0	0.53 0.53	100.7±5.2
5	80RA-31	S. Molo	Serautak Dacite Porphyry	Whole rock	0.061 0.062	43.1 50.5	0.30 0.31	51.3±2.6
6	80RC-64	S. Empswang	G. Raya Granodiorite	Whole rock	0.702 0.722	86.9 89.7	1.56 1.56	114±6
7	80RD-45	Kp Parikop	" "	Whole rock	0.572 0.586	87.0 88.6	1.28 1.31	111±6
8	80RD-67	S. Serape	Tiang Quartz Diorite	Whole rock	0.267 0.280	66.7 70.5	0.72 0.72	95.1±4.8
9	80RF-52	G. Ganarabak	G. Raya Granodiorite	Whole rock	0.968 1.01	90.8 92.3	2.30 2.30	107±5
10	81RX-53	Panji	G. Sebiawak Granodiorite	Biotite	2.22 2.36	77.4 84.6	4.60 4.60	124±8
11	81QD-1	G. Ibu	Sijanguk	Biotite	0.624 0.626	67.1 61.1	5.22 5.31	30.3±1.5
12	81GD-1	G. Ibu	G. Raya Granodiorite *	Biotite	0.548 0.553	75.3 69.3	4.61 4.63	30.4±1.5

* G. Raya Granodiorite of G. Ibu. (Different type of G. Raya Granodiorite in the Project Area)

Table 3-4 Chemical Composition and Norm of Constitution Mineral of Granitic Rocks in Project Area

Sample No.	79RP-19	79RP-20	80RC-64	80RC-67	80RD-45	80RD-65	80RE-32	80RE-51	80RE-52	79RQ-59	81RX-53	81R2-24
Rock Name	Gr. dio	Gr. dio	Gr. dio	Gr. dio	Gr. dio	Gr. dio	Gr. dio	Gr. dio	Gr. dio	Gr. dio	Gr. dio	Gr. dio
Location	S. Pala	S. Sembang	S. Empang	Kp. Perudu	Kp. Parikap S. Dapahan	North Kp. Emang	North Kp. Seliat	North Kp. Emang	G. Gamah-bak	S. Setona	Panjil	G. Kader (Nabal)
SiO ₂	69.26	69.63	66.43	69.39	63.37	65.17	64.46	71.26	66.11	65.13	71.75	68.97
TiO ₂	0.41	0.40	0.50	0.43	0.56	0.63	0.60	0.33	0.42	0.57	0.42	0.48
Al ₂ O ₃	14.26	14.14	15.86	15.02	16.11	15.08	14.08	14.17	14.49	14.34	13.41	14.36
Fe ₂ O ₃	1.42	1.82	2.51	1.61	2.76	2.63	2.78	0.93	2.79	3.02	1.22	1.78
FeO	2.37	1.91	2.79	1.79	3.54	3.13	3.09	1.89	3.10	2.73	2.30	2.56
MnO	0.07	0.09	0.11	0.10	0.14	0.17	0.12	0.09	0.10	0.11	0.15	0.10
MgO	1.11	1.07	1.07	1.47	2.28	2.09	2.23	0.98	1.67	2.00	0.82	1.38
CaO	3.35	2.81	4.21	3.12	5.27	4.72	4.96	2.59	3.82	4.73	2.66	3.99
Na ₂ O	3.56	3.95	3.51	4.06	3.14	3.25	3.22	3.54	3.21	2.79	3.75	3.39
K ₂ O	2.40	2.42	1.98	2.28	1.59	2.01	2.24	2.88	2.99	1.85	2.03	1.60
P ₂ O ₅	0.09	0.09	0.15	0.14	0.17	0.11	0.16	0.13	0.13	0.08	0.09	0.10
H ₂ O(+)	1.17	1.27	0.65	0.48	0.46	0.70	0.82	0.72	0.88	2.26	0.95	0.88
H ₂ O(-)	0.23	0.36	0.18	0.15	0.21	0.19	0.25	0.20	0.24	0.34	0.17	0.24
Total	99.70	99.96	99.95	100.04	99.80	99.83	99.61	99.71	99.95	99.95	99.62	99.83
q	29.6	29.3	27.18	27.94	23.39	24.89	23.48	31.94	24.79	28.0	34.30	31.62
or	13.9	14.5	11.99	13.47	9.40	11.85	13.24	17.03	17.64	11.1	12.02	9.46
ab	29.9	33.6	29.67	34.34	26.58	27.47	27.21	29.94	27.16	23.6	31.72	28.68
an	15.9	12.8	19.89	14.55	25.03	20.64	19.00	12.02	16.30	21.1	12.63	19.14
c	0.1	1.3	0.66	0.54	0.04	-	-	0.83	-	-	0.41	0.04
he	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
vo	-	-	-	-	-	0.86	1.92	-	0.75	0.6	-	-
en	-	-	-	-	-	0.59	1.21	-	0.51	0.4	-	-
fa	-	-	-	-	-	0.20	0.58	-	0.18	0.1	-	-
en	2.8	1.2	2.66	3.66	5.67	4.61	4.34	2.44	3.64	4.6	2.04	3.43
hy	2.6	3.6	2.42	1.42	3.55	2.56	2.03	2.33	2.69	1.7	2.61	2.62
fa	2.1	2.6	3.63	2.34	4.01	3.82	4.02	1.34	4.05	4.4	1.76	2.57
mag	0.8	0.8	0.96	0.82	1.06	1.20	1.14	0.62	0.80	1.1	0.80	0.91
il	0.3	0.3	0.37	0.34	0.40	0.27	0.37	0.30	0.30	0.3	0.20	0.24
ap	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	98.0	99.0	99.13	99.42	99.13	98.96	98.54	98.79	98.81	97.0	98.49	98.71
q+or+ab	73.4	77.4	68.54	75.75	59.37	64.21	63.93	78.91	69.54	62.7	78.04	69.76
D.I.	74.9	78.2	69.14	76.19	59.89	64.88	64.68	79.87	70.37	64.6	79.24	70.67
Group	G. Raya	G. Raya	G. Raya	G. Raya	G. Raya	G. Raya	G. Raya	G. Raya	G. Raya	G. Raya	G. Sebiawak	G. Sebiawak
m.y.	103.7±5.2	114±6	114±6	111±6	111±6	111±6	107±5	107±5	107±5	107±5	124±8	124±8
age	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Abbreviation: Gr. dio: Granodiorite, Qz dio: Quartz diorite Ton: Tonalite.
Qz Gab: Quartz gabbro, Gr: Granite.

Sample No.	79RE-30	79Rn-32	79RF-32	79RE-50	80RD-67	80NE-5	79RB-24	79RD-52	79RD-72	79RD-28	QD-1	GD-1	80-NG-200	81-RY27
Rock Name	Cr	Cr	Cr	Qz dlo	Qz dlo	Qz dlo	Ton	Ton	dac	Qz Gab	Qz dlo	Cr. dlo	ac. ff.	and ff.
Location	S. Pehen	S. Semade	S. Sembuan	S. Pehen	S. Sorape	Kp. Sempur anch	S. Banua	S. Banyu	S. Serantak	G. Pandang	G. Ibu	G. Ibu	G. Serantak	S. Nader 2
Chemical Composition	SiO ₂	69.82	69.39	74.77	59.78	60.92	67.31	69.26	70.11	54.37	62.13	63.59	77.03	71.77
	TiO ₂	0.40	0.49	0.20	0.63	0.87	0.48	0.47	0.35	0.63	0.75	0.59	0.18	0.42
	Al ₂ O ₃	13.53	13.62	13.03	16.03	15.77	15.45	13.94	13.91	18.69	16.84	16.09	7.80	12.77
	Fe ₂ O ₃	1.80	1.62	0.83	2.81	3.41	1.66	2.16	1.46	1.21	2.87	2.44	2.04	2.08
	FeO	2.04	2.04	1.09	4.81	4.07	1.91	1.66	3.22	6.23	3.19	2.71	1.21	2.49
	MnO	0.06	0.06	0.03	0.08	0.16	0.06	0.05	0.05	0.13	0.12	0.11	0.06	0.05
	MgO	1.17	1.07	0.45	3.29	2.78	1.61	1.20	1.35	3.93	2.51	1.92	1.09	0.33
	CaO	1.80	2.14	1.51	6.92	5.95	3.99	2.63	2.65	7.59	5.36	4.63	6.58	7.03
	Na ₂ O	4.02	4.23	4.05	3.00	3.46	3.84	4.19	5.32	3.78	3.89	3.96	1.40	1.41
	K ₂ O	3.12	2.66	2.64	1.06	0.83	2.40	1.95	0.27	0.63	1.23	2.15	0.37	0.39
	P ₂ O ₅	0.09	0.08	0.00	0.09	0.27	0.12	0.11	0.11	0.08	0.20	0.16	0.07	0.15
	H ₂ O(+)	1.86	2.11	0.93	1.52	1.17	0.93	1.68	1.04	2.50	0.79	1.28	1.98	0.86
	H ₂ O(-)	0.12	0.23	0.29	0.12	0.19	0.19	0.36	0.05	0.36	0.18	0.21	0.26	0.21
	Total	99.83	99.74	99.84	100.14	99.85	99.95	99.64	99.89	100.13	100.06	99.84	100.07	99.96
C.I.P.V. Norm	q	28.3	28.2	36.9	18.0	20.50	24.6	30.2	29.3	5.8	19.09	19.48	55.76	47.30
	or	18.4	15.6	15.6	6.1	4.90	14.5	11.7	1.7	3.9	7.29	12.69	2.17	2.28
	ab	34.1	35.7	34.1	25.2	29.26	33.0	35.7	44.6	32.0	32.92	33.50	11.85	11.90
	an	8.1	9.7	7.5	27.3	25.06	17.8	11.4	12.2	32.0	24.84	19.78	13.91	27.39
	c	0.6	0.3	0.8	-	-	-	0.7	0.4	-	-	-	4.18	-
	he	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	wo	-	-	-	2.6	1.13	0.5	-	-	1.9	0.19	0.91	3.44	2.82
	en	-	-	-	1.5	0.70	0.3	-	-	0.1	0.13	0.59	2.71	0.76
	fs	-	-	-	0.9	0.36	0.1	-	-	0.1	0.05	0.27	0.34	2.08
	en	2.9	2.7	1.1	6.7	6.21	3.7	3.0	3.3	9.6	6.12	4.19	-	0.05
	fs	1.7	1.7	0.9	4.5	3.15	1.5	0.5	4.1	9.4	2.41	1.92	-	0.17
	mag	2.5	2.3	1.2	4.2	4.95	2.3	3.2	2.1	1.9	4.16	3.34	2.96	3.01
	il	0.8	0.9	8.5	1.2	1.65	0.9	0.9	0.8	1.2	1.42	1.12	0.35	0.80
	ap	0.3	1.0	-	0.3	0.64	0.3	0.7	0.3	2.0	0.47	0.37	0.17	0.35
	Total	97.9	98.1	98.6	98.5	98.51	99.5	98.0	98.8	99.9	99.09	98.36	97.84	98.91
Group m.y. age	qorab	81.0	79.5	86.6	49.3	54.66	72.1	77.6	75.6	41.7	59.30	65.67	-	-
	D.I.	82.7	81.0	87.8	50.1	55.48	72.5	79.5	79.2	41.7	59.84	66.76	-	-
	Group m.y. age	Granite	Granite	Granite	Tiang Q.D. 98.6±4.9	Tiang Q.D. 95±4.8	Birih Ton 20±1.0	Banyu Ton 27.8±1.4	Serantak 51.3±2.6	G. Pandan Q.D. 30.3±1.5	G. Sijanguk 30.3±1.5	G. Raya 30.4±1.5	Banan F	Belango F

* strong hornfelsic alteration.

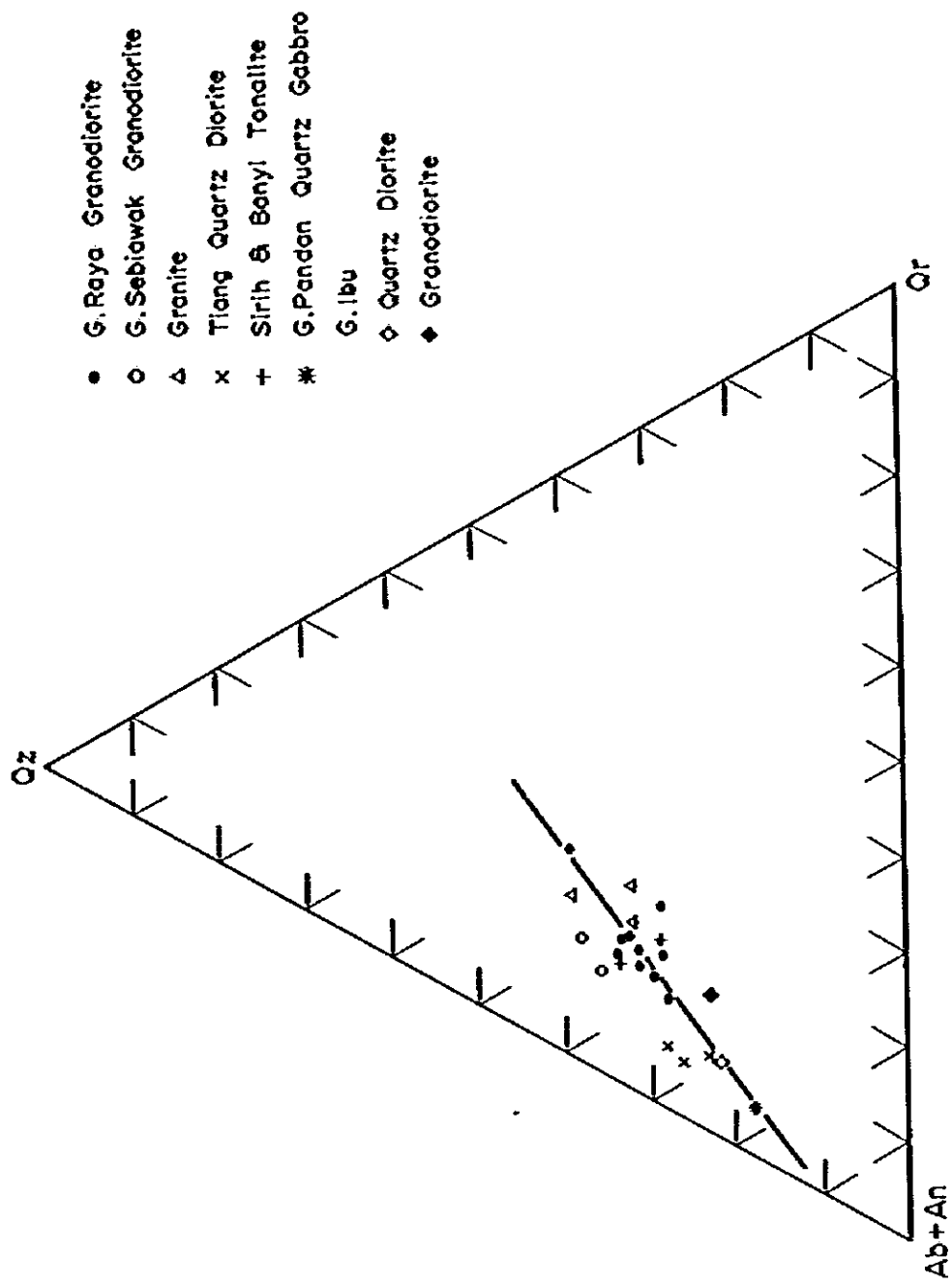


Fig. 3-15 Normative Q - Pl (Ab+An) - Or Diagram of Granitic Rocks in Project Area

----- General trends of granitoid rocks in Japan

- 1 80RC-64 9 80RC-67 17 81R2-24
- 2 80RC-67 10 80RC-5 16 81R1-53
- 3 80RC-45 12 79R8-24 16 81R1-53
- 4 80RC-60 13 79R0-02 20 81R0-1
- 5 80RC-52 14 79R8-72
- 6 80RC-01 15 79R1-30
- 7 80RC-52 16 79R0-28
- 8 80RC-21

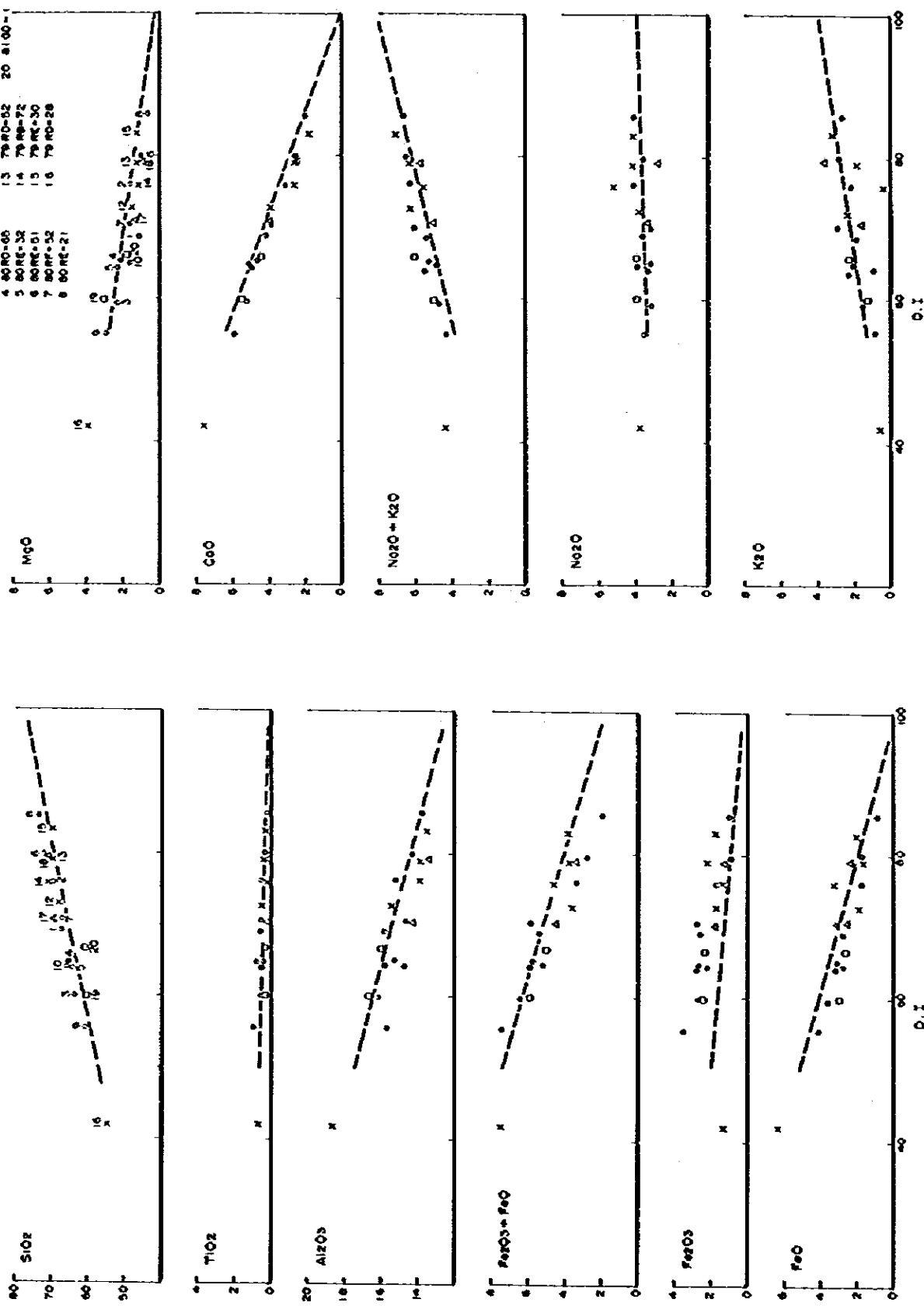


Fig. 3-16 Variation Diagram of Granitic Rocks in Project Area

英閃緑岩脈及び貫入岩体として分類した。鏡下観察 (RX-37, RZ-51) では細粒完晶質で石英, 斜長石, 緑褐色角閃石および少量の黒雲母からなり比較的新鮮である。

(2) ドレライト

中粒濃緑色完晶質のドレライトが NNE~SSW 走向の岩脈として S. Jenaham と S. baba の分岐点南および S. Tapis 上流に分布している。構成鉱物は斜長石, 角閃石, 輝石および少量の黒雲母よりなるドレライト組織を示し, 若干の石英をとまなう。

ドレライトは航空写真により明瞭で連続したリニアメントとして解析されるが, また第二次調査で Gombang 村東付近にドレライト岩脈の延長部の分布が知られ, その延長は 10 km 以上も追跡されることなどから, ドレライトは連続する NNE-SSW 往の構造線に貫入した脈岩と思われる。

(3) デイサイト斑岩, 花崗閃緑斑岩

調査地域南西部の S. Merambadu 支流の上流および北部の S. Menjalin に斜長石, 石英の斑晶をもつデイサイト質斑岩が脈岩または貫入岩体として分布する。

S. Menjalin に分布する岩石は多量の石英および斜長石, カリ長石, 少量の黒雲母の斑晶と, 石英斜長石, 黒雲母よりなる石基部よりなり, 花崗閃緑斑岩である。(RX-33)

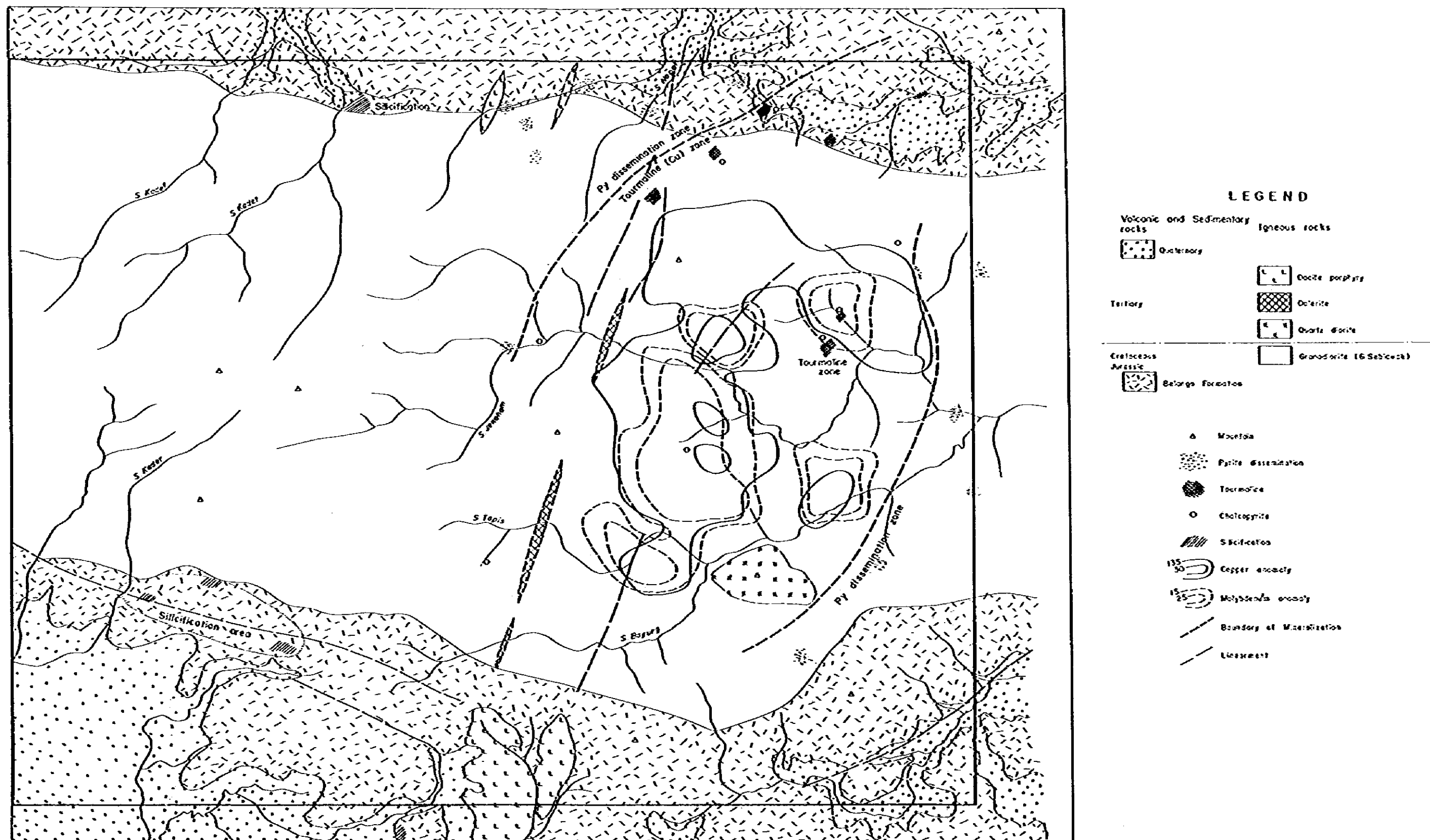
S. Merambadu 支流に分布する岩石は石英斜長石からなる石基に, 石英, 斜長石斑晶があるデイサイト斑岩である。これらの斑岩類はその岩相より Serantak 型デイサイト斑岩に類似しているのでそのグループとした。

3-2-4 第四系

主要河川の S. Jenaham, S. Bayung, S. Napal の流域には礫, 砂, シルト等よりなる河川堆積物が分布する。

3-3 地質構造

本調査域は岩石露出悪く, 断層, 褶曲等の地質構造は明らかに出来なかったが, 航空写真ではいくつかのリニアメントが解析出来た。そのリニアメントで最も顕著なのは, ドレライト岩脈及びデイサイトの貫入方向の NNE~SSW 系リニアメントで, 特にドレライト岩脈に沿うリニアメントは調査地区の北及び南にも連続し, 顕著な構造線とみなされる。O. Sebi-awak 花崗閃緑岩の節理の傾向をシュミットネットに投影した結果では, N 65° W 70° NW,



• Fig. 3-17 Location Map of Mineralization and Geochemical Anomalies (Panji Area)

N40°E70SE, N12°W83NE, 及び緩傾斜のN75°W12°NE, N48°W48SWとなる。

3-4 鉱化作用

3-4-1 鉱化作用概要

精査地域は岩石の露出状況悪く地質調査で鉱化帯の全貌を把握することは困難であったが、鉱化岩転石や微弱な鉱化帯露頭を含めて確認した鉱化帯の図示を試みた (Fig 3-17)。

これらの鉱化帯を大凡分類すると次の2タイプに分類出来る。

(1) 電気石・黄銅鉱鉱化帯

旧Panji村の東および東南部のO. Sebiawak花崗閃緑岩およびBelango安山岩質凝灰岩に産するPanji鉱化帯で、電気石、黄銅鉱および黄鉄鉱等を伴う。

(2) (黄鉄鉱)珪化帯

Belango安山岩質凝灰岩とO. Sebiawak花崗閃緑岩の接触部付近に珪化帯および粘土化帯があり、若干の黄鉄鉱散点をともなう。S. Koronang, S. koro及び南西部域に珪化帯がある。

他に、カオリン鉱物を主とした粘土化帯がPanji地域に数箇所あり、この一部にはギブサイトが伴われている。

3-4-2 鉱化帯各説

(1) 電気石・黄銅鉱鉱化帯

旧Panji村東および東南部の東西1.5km南北2.0kmの地域 (S. Jenahan, S. Pomata ~ S. Tajur) に幾つかの電気石・石英・黄銅鉱鉱化帯が分布している。その主なものは次の如し (Pl. 3-7, Fig 3-17)。

(a) 露頭RY-39

旧Panji部落の東500mの位置に小露頭がある。鏡下では電気石、石英を主構成鉱物として黄銅鉱 (粒度4μ以下) の鉱染を伴う。微細な銅鉱が黄銅鉱の周辺に生じている。チェック試料分析は Au 0.1 g/t Ag 9.4 g/t Cu 0.39 ‰ Mo 0.09 ‰であった。

(b) 露頭RX-58

S. Napalの東支流 (旧Panji村北東800m) に小露頭がある。石英、電気石からなり、1μ~2μ大の黄銅鉱、黄鉄鉱の鉱染が認められる。また微細な銅鉱が生じてい

る。チェック試料分析では、 $\text{Au} > 0.1 \text{ g/l}$ $\text{Ag} 0.4 \text{ g/l}$ $\text{Cu} 0.05 \%$ であった。

(c) 露頭 RX-53

S. Jenaham 支流 (旧 Panji 村南西 1.2 km) に露出する O. Sebiawak 花崗閃緑岩中の由鉄鉱・黄銅鉱鉱染帯で、露頭では 2.5 m 巾が確認されている。この鉱化帯は第二年次調査で発見された鉱化帯 (80-RO-29) で、チェック試料では脈巾 2.5 m $\text{Au} 0.2 \text{ g/l}$ $\text{Ag} < 0.2 \text{ g/l}$ $\text{Cu} 0.08 \%$ $\text{Mo} 0.01 \%$ の鉱状況であった。

その他この地域には微量の黄銅鉱が鉱染する小露頭、転石が、また電気石鉱化帯露頭、転石が Pl. 3-7 および Fig 3-17 に示す如く散見される。旧 Panji 村西域の S. Menjalin および南東域の S. Bayung 南には、O. Sebiawak 花崗閃緑岩、Belango 安山岩質凝灰岩に黄鉄鉱鉱染が広範囲に認められる。

以上の鉱化帯の分布状況から、Panji 鉱化帯は大凡内側に電気石・黄銅鉱鉱化帯、外側に黄鉄鉱鉱染帯のゾーニングをされると思われる。なお、顕著な変質帯の存在は露出状態悪いため確認出来ない。

(2) (黄鉄鉱) 珪化帯

(a) S. Koro 珪化帯

調査北西域の S. Koro 用水ダム切割に Belango 安山岩質凝灰岩の珪化帯が分布する。鏡下観察 (RX-23) では多量の絹雲母、石英および少量の緑泥岩からなり、含まれる斜長石斑晶も完全に粘土化している。また石英細脈等もみられ完全に変質している。しかしチェック試料の分析では、 $\text{Au} < 0.1 \text{ g/l}$ $\text{Ag} 0.2 \text{ g/l}$ $\text{Cu} 0.01 \%$ と低品位であった。

(b) S. Koronang 粘土帯

調査域北西域の S. Koronang 上流に、Belango 安山岩質凝灰岩が強く粘土化変質を受けた鉱化帯がある。X線解析 (RY-21) では粘土鉱物は絹雲母、若干のカオリン鉱物を検出しているが、絹雲母は $d = 4.47 \text{ \AA} \sim 2.99 \text{ \AA}$ に多数のピークがみられるポリタイプの $2M_1$ 型である。しかし鉱化は弱くチェック試料分析では $\text{Au} < 0.1 \text{ g/l}$ $\text{Ag} < 0.1 \text{ g/l}$ であった。

(c) Pempadang Perabe 北珪化帯

調査域南西端の S. Merawpah 支流にある本珪化帯は、Belango 層のデーツイト質凝灰岩が珪化を受けた鉱化帯である。鏡下 (RZ-31, 34, 35) では石英、絹雲母等の二次変質鉱物が生じ、特に試料 (RZ-35) は岩質は完全に変質して絹雲母および粘土鉱物

(カオリン鉱物)となっている。

この珪化帯には Fig 3-18 に示したごとく白色粘土を伴う石英脈(脈巾 10 cm)があるが、分析結果では次の如く金、銀の含有は低い。

	脈 巾	Au g/t	Ag g/t
RZ-31	2 cm	< 0.1	0.4
RZ-32	7	< 0.1	0.2

3-4-3 粘土化帯

S. Jenaham 沿いに 3 箇所の、また旧 Panji 村北に 1 箇所の白色粘土帯がみられる。

(a) 露頭 RZ-42 (S. Jenaham, S. Began 分岐点東)

X 線解析結果ではカオリン鉱物を主とし若干の絹雲母、石英をとまなっている。カオリン鉱物の結晶度は Appendix 6 に示されるごとく $d=4.48\text{\AA} \sim 4.13\text{\AA}$ の回折図形で論ぜられるが、これによると一部石英のピークと重複するが結晶度の低いカオリン鉱物と推定される。

(b) 露頭 RZ-44 (S. Jenaham, S. Pitunan 分岐点西)

X 線解析ではカオリン鉱物を主とし若干の緑泥石が検出される。その他ギブサイトが含まれている。(Fig 3-19)

(c) 露頭 RX-30 (S. Jenaham 上流)

O. Sediawak 花崗閃緑岩の白色粘土帯で、20 m にわたり S. Jenaham 沿いに露出している。X 線解析では、カオリン鉱物、絹雲母、石英が検出されている。

(d) 露頭 RX-56 (旧 Panji 村北)

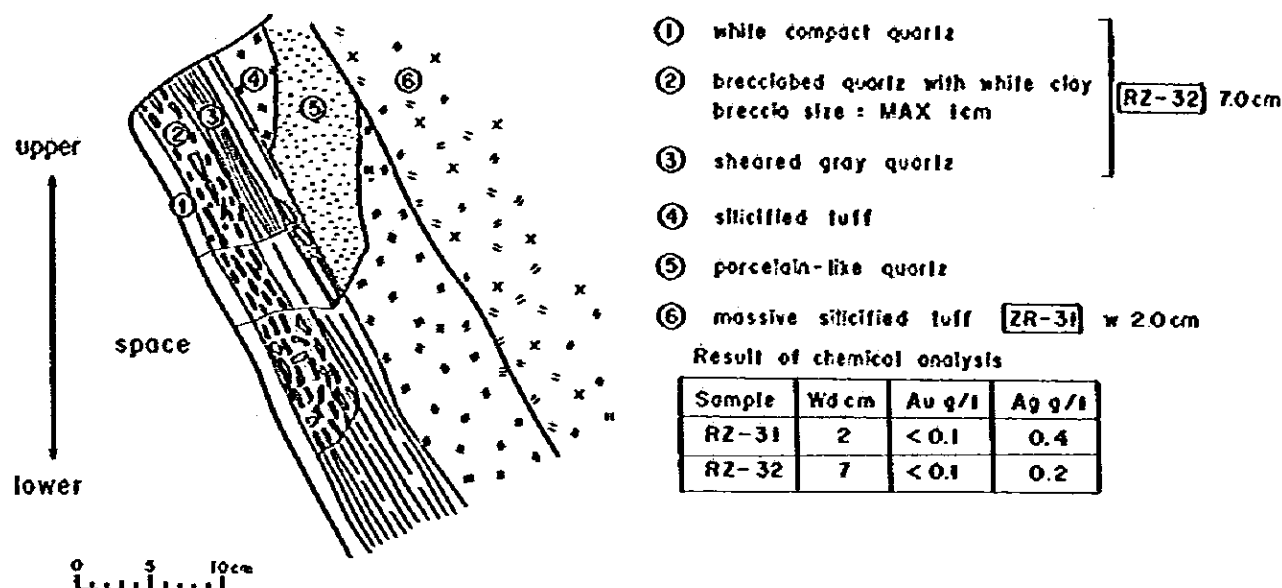
白色粘土は殆んどがカオリン鉱物からなり、その他石英が含まれる。

これらの粘土帯はすべてカオリン鉱物(結晶度低い)を主とする粘土からなり、一部ギブサイトが生じているが、黄鉄鉱等の硫化物鉱石が伴われていないことから、風化かまたは低温の熱水作用による粘土化と考えられる。

3-5 地化学探査

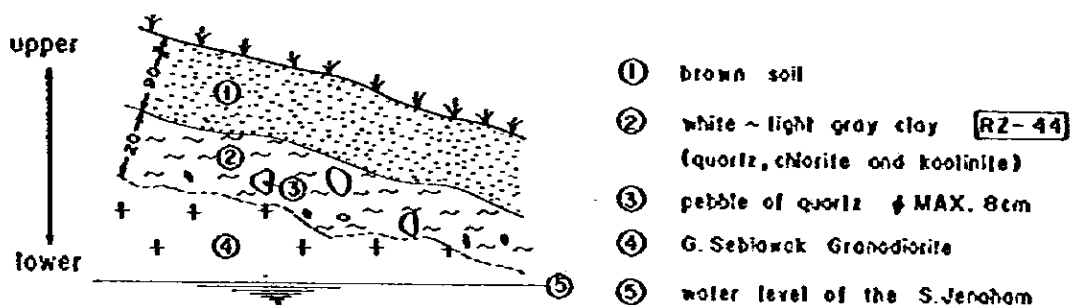
3-5-1 試料採取、試料個数

地化学探査のための土壌採取は、物理探査(IP 探査)地域にはその調査網線 20 km (南北 2 km, 200 m 間隔で、10 線) 沿いに 200 m 間隔で、その他の地域は 5 箇所/km² の割合



Sketch of mineralization (East of S. Merompoku)

Fig. 3-18 Sketch Map of Mineralization
(East of Merompaku) (Panji Area)



Sketch of Alteration zone
(upper stream of S. Jenohom : 100m west from branch point
of S. Jenohom and S. Pitunan)

Fig. 3-19 Sketch Map of Mineralization at West
of S. Jenohom and S. Pitunan (Panji Area)

いで河川の影響のない尾根または山部でB層準から実施した。試料数はIP測線沿い110個その他の地区86個、計196個であった。指示元素はPanji地区に花崗岩類にともなう鉍染状銅鉱床が予想されるので、銅、モリブデンが選択された。

3-5-2 分析データの統計処理及び解析

Selakean地区と同様分析値を対数変換により標準化し、ヒストグラム、累積度数分布図を作成して指示元素の平均値、標準偏差、また相関係数を算出した(Fig 3-20, 21, 22, 23)。更に計算された数居値(1)($M+2\sigma$)数居値(2)($M+\sigma$)より第一級異常値、二級異常値を定めて地化学探査の異常値域を解析した(Tb 3-5)。

なお累積度数分布図より求めた数居値は、銅はLepeltierの方法のType IIにもとずき351 ppm モリブデンはType 2で13 ppmであった。(Table 3-5)

以上の解析結果から銅の第一級異常値は350 ppm、第二級異常域は135 ppm、モリブデンの第一異常域は28 ppm第二級異常域は15 ppmとして異常域を示した。なお、銅とモリブデンの相関係数は0.5467であるが、相関関係図(Fig 3-23)を解析するとモリブデンと銅の相関関係は高モリブデン(10~100 ppm)と低モリブデン(10 ppm未満)で2つの母集団に別れる(Fig 3-22)。

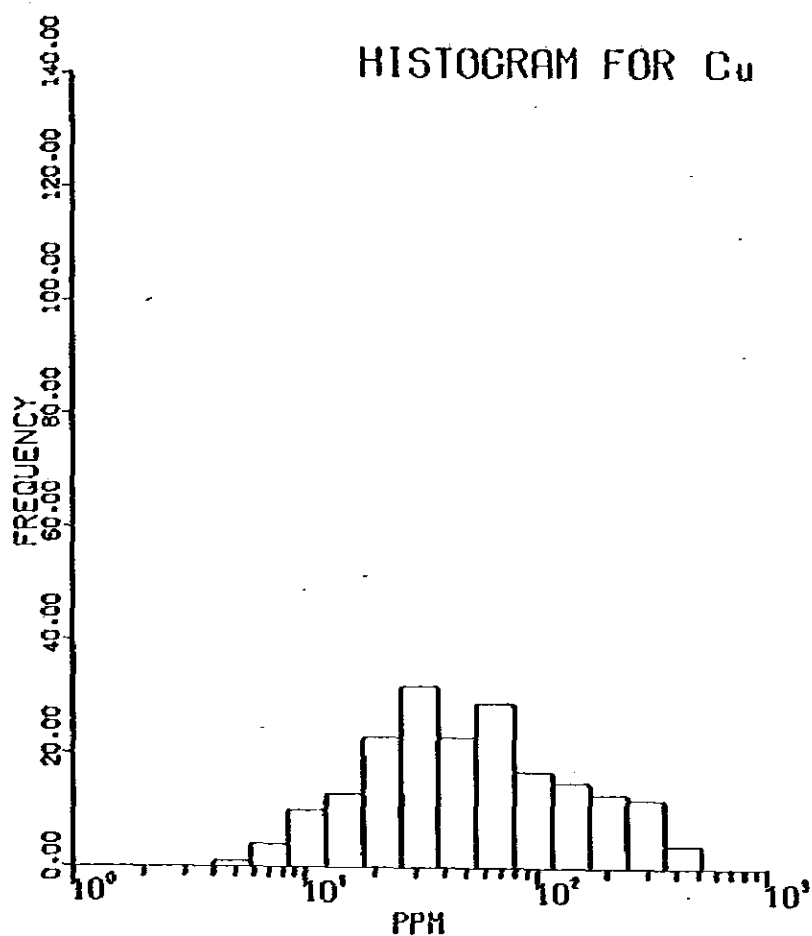
Element	n pcs	M ppm	M ppm	M+ σ ppm	Threshold value *ppm	Max ppm	Min ppm
Cu	196	51.1266	137.9785	372.3708	351.5363	514	4
Mo	196	9.3719	16.2552	28.1938	13.0393	123	3

* Threshold value based on bending point in graph of cumulative frequency distribution

Table 3-5 Value of Mean Standard Deviation and Threshold in Panji Area

3-5-3 異常域

地化学探査の銅異常域(Cu 135 ppm以上)とモリブデン異常域(Mo 15 ppm以上)の分布は果々同一範囲に重複し、S. Jenaham中流よりその南のS. Tapisの中流にかけ物理探査(IP法)を実施した地域内に南北2 km東西1.5 kmの範囲に認められる。(Fig 3-17) この地域は地質調査で電気石・銅鉱化帯として境界をひいた範囲内にある。特に銅



Cu

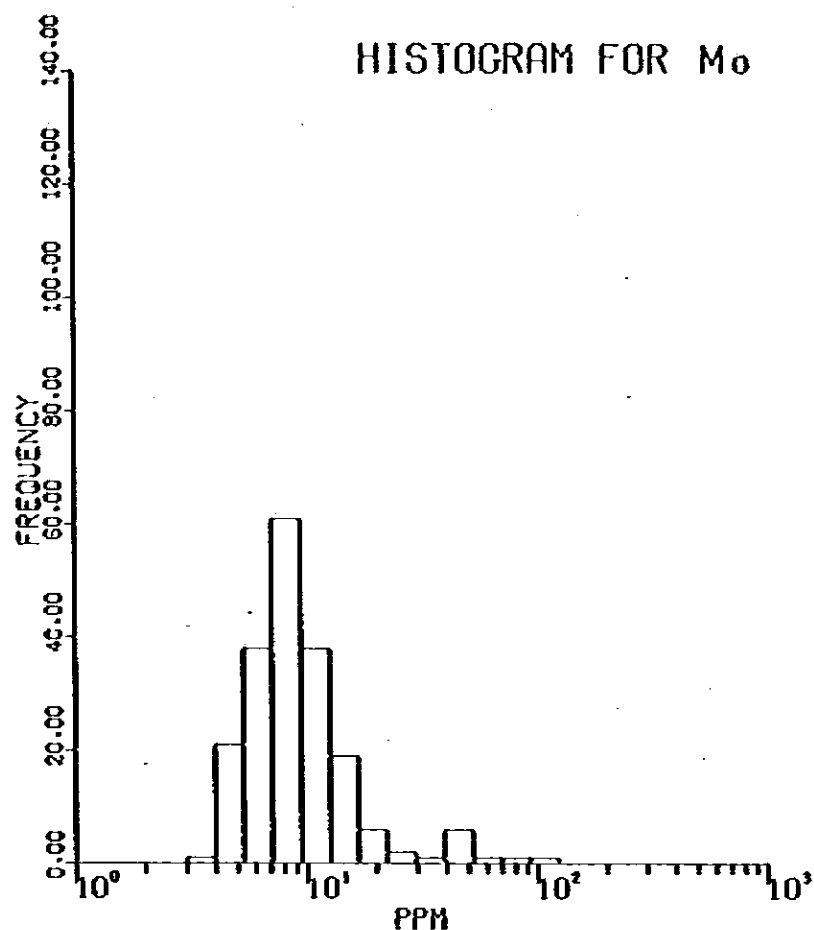
N	CLASS LIMIT		FREQUENCY	CUMULATED FREQUENCY	CUMULATED FREQUENCY IN PER CENT
1	514.0000-	353.7853	4	4	2.04
2	353.7853-	243.5093	12	16	8.16
3	243.5093-	167.6074	13	29	14.80
4	167.6074-	115.3639	15	44	22.45
5	115.3639-	79.4048	17	61	31.12
6	79.4048-	54.6542	29	90	45.92
7	54.6542-	37.6184	23	113	57.65
8	37.6184-	25.8927	32	145	73.93
9	25.8927-	17.8219	23	168	85.71
10	17.8219-	12.2668	13	181	92.35
11	12.2668-	8.4432	10	191	97.45
12	8.4432-	5.8114	4	195	99.49
13	5.8114-	4.0000	1	196	100.00

LOG INTERVAL= .1622233E+00

MEAN= .5112667E+02 STANDARD DEVIATION= .4311640E+00

THRESHOLD(1)= .3723708E+03 THRESHOLD(2)= .1379785E+03

Fig. 3-20 Histogram for Cu of Geochemical Analysis in Panji Area



NO

	CLASS LIMIT		FREQUENCY	CUMULATED FREQUENCY	CUMULATED FREQUENCY IN PER CENT
1	123.0010-	92.4368	1	1	.51
2	92.4368-	69.4680	1	2	1.02
3	69.4680-	52.2065	1	3	1.53
4	52.2065-	39.2341	6	9	4.59
5	39.2341-	29.4852	1	10	5.10
6	29.4852-	22.1587	2	12	6.12
7	22.1587-	16.6526	6	18	9.18
8	16.6526-	12.5148	19	37	18.88
9	12.5148-	9.4051	38	75	38.27
10	9.4051-	7.0681	61	136	69.39
11	7.0681-	5.3118	38	174	88.78
12	5.3118-	3.9919	21	195	99.49
13	3.9919-	3.0000	1	196	100.00

LOG INTERVAL= .1240603E+00

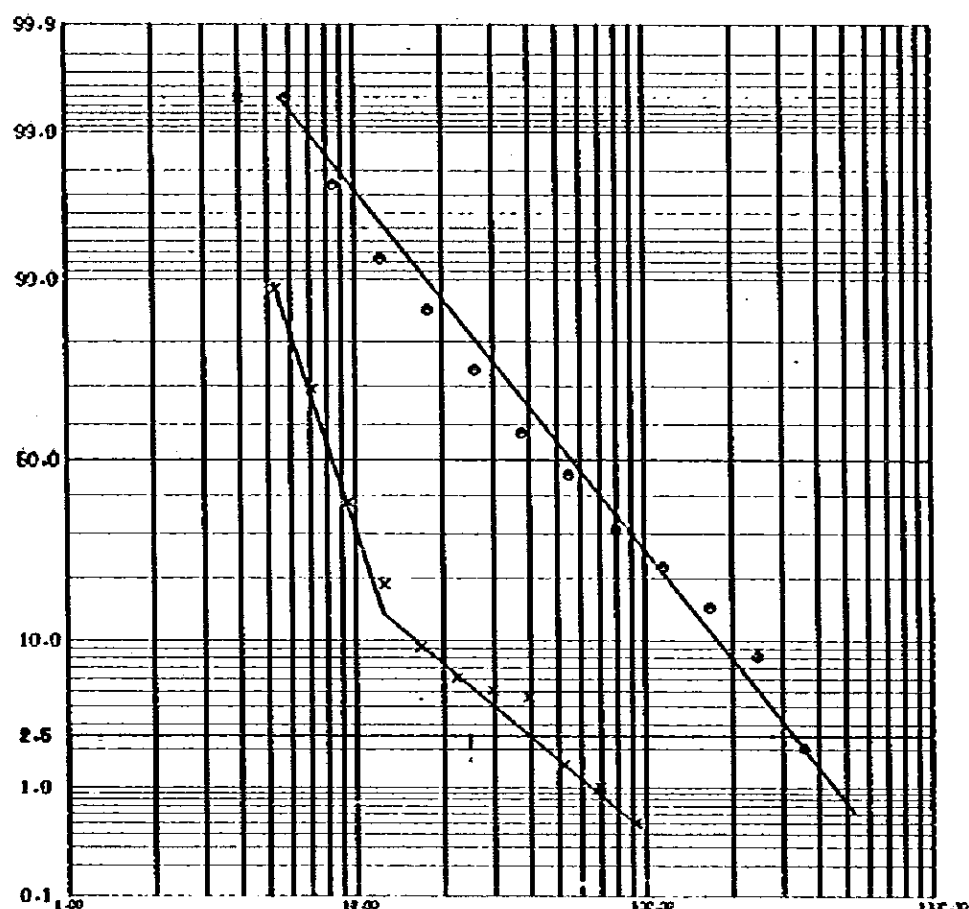
MEAN= .9371938E+01 STANDARD DEVIATION= .2391628E+00

THRESHOLD(1)= .2819389E+02 THRESHOLD(2)= .1625520E+02

Fig. 3-21 Histogram for Mo of Geochemical Analysis in Panji Area

CUMULATIVE FREQUENCY DISTRIBUTION

• Cu
x Ho



Cu

Y=A+BX

N1= 1 N2=12 A= .1799461E+03 B= -.1194777E+01
X= .1271821E+03 Y= .2799186E+02
X= .3813774E+02 Y= .1343800E+03

BACKGROUND= .5329943E+02

THRESHOLD= .3515363E+03 TYPE= 1

Ho

Y=A+BX

N1= 3 N2= 8 A= .9369365E+02 B= -.8694262E+00
N1= 8 N2=11 A= .2102384E+03 B= -.2855809E+01
N1=11 N2=12 A= .3045336E+03 B= -.5451096E+01
X= .8571444E+02 Y= .2517127E+02
X= .5565128E+02 Y= .5130897E+02
X= .3633556E+02 Y= .1064710E+03
X= .2993895E+02 Y= .1410124E+03

BACKGROUND= .8609429E+01

THRESHOLD= .1303936E+02 TYPE= 2

Fig. 3-22 Cumulative Frequency Distribution for Cu and Ho of Geochemical Analysis in Panji Area

C.C.=0.5467

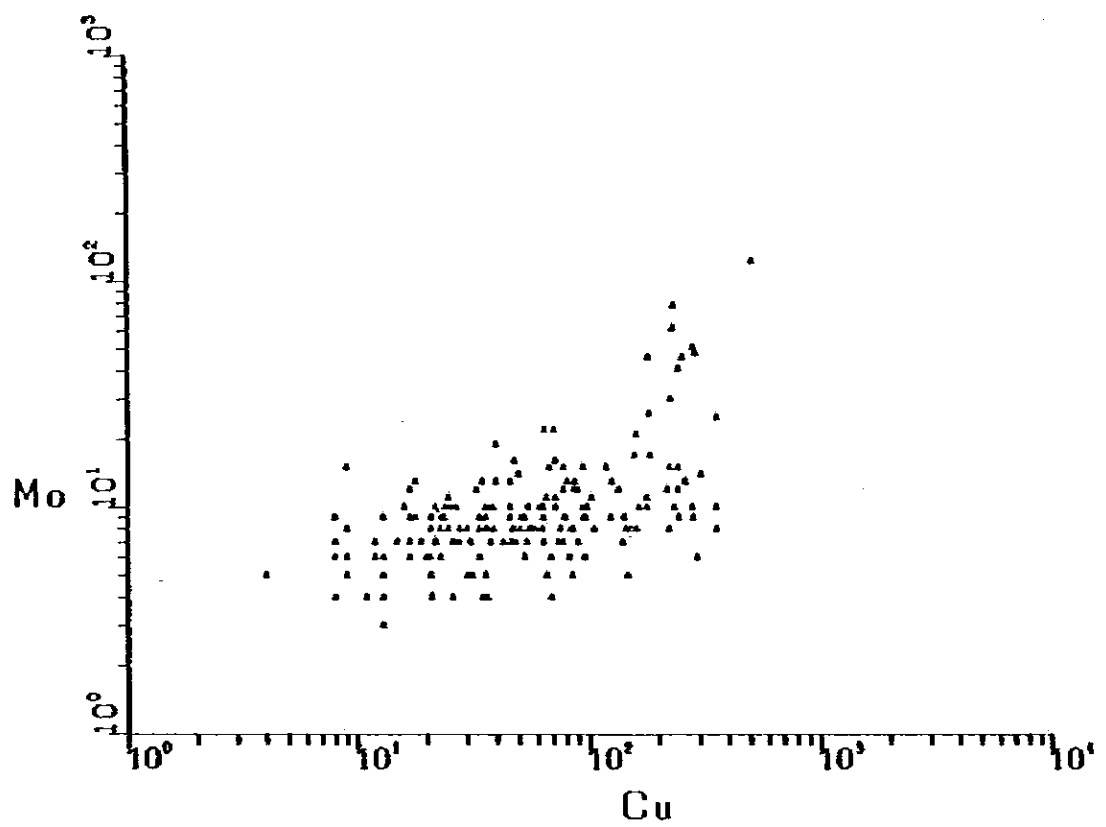


Fig. 3-23 Correlation of Geochemical Elements (Cu and Mo)
in Panji Area

の第一級異常域 (Cu 350 ppm以上) とモリブデンの第一級異常域 (Mo 28 ppm以上) はとも一致していてこの鉱化帯の中心部を占め、かつNNE~SSWにのびるリニアメント線方向にのびている。なお銅の平均値は51 ppm, モリブデンの平均値は9 ppmであるが、物理探査地域は全般に平均値より高い分析結果を示している。(Pl.3-7, Pl.3-8, Fig 3-17)

3-6 Panji 鉱化帯の特性

Panji地区に分布する鉱化帯、地化学探査による銅、モリブデン異常域及び物理探査 (IP法) の解析結果を総合して (Pl. 4-18) に示した。Panji 鉱化帯はその鉱化作用は露頭観察では弱いが東西2 km南北3 kmの範囲に分布し、外側より黄鉄鉱鉱染帯 (S. Napal, S. Menjalin, 地域及びS. Bayung 地域), 内側に黄銅鉱鉱染を伴う電気石鉱化帯のゾーニングが出来、かつNNE-SSWにのびた形態を示している。

このゾーニング帯の中央部には岩石露出悪く鉱化賦存は僅かにS. Bagak に花崗閃緑岩中の黄鉄鉱、黄銅鉱鉱染が認められるにすぎないが、地化学探査の銅、モリブデン異常域がこのゾーン中央部を占めていて、その異常域はNNE~SSW, 及びWNW~ESEの2方向性を有している。Panji 鉱化帯地域にみられる構造線は、ドレライト岩脈及びデーサイト貫入体の貫入方向及び航空写真でリニアメントして解析されるNNE~SSW系があるが、WNW~ESE系の構造は明らかでない。

物理探査 (IP法) の解析結果では、その示徴は地化学探査異常域とはほぼ一致し、特に北部IP示徴はWNW~ESEにのびる地化学探査異常域と一致した配列を示している。Panji 地域にはリニアメントとして解析出来るNNE~SSW系構造線の他にこれに従属するWNW~ESE系の構造線が潜在し、両構造線がこの地区の鉱化を規制している可能性がある。

電気石を伴う銅・(モリブデン) 鉱化帯としては、本調査地域で第二年次に調査を行ったBanyi 地域がある。その他銅とモリブデンを伴う石英脈がO. Bawang 地域等に知られている。Panji 地区の鉱化帯もこれらと同種の鉱化作用によると考えられる。

第4章 G. Ibu花崗岩類の年代測定

4-1 G. Ibu花崗岩類概要

Singawang の東 10 km に位置する O. Ibu ~ O. Raya に分布する花崗岩類 (東西 15 km 南北 7 km) は、カリマンタン中部から西部にかけ広く分布する白堊紀進入の花崗岩類パツリスの一端に位置している。

この地域には黄銅鉱・モリブデン鉱化作用があり、インドネシア地質調査所がベルギー政府の技術協力により 1974 ~ 1978 年に鉱物資源調査を実施した。中部カリマンタンから西部カリマンタンにかけ同種の鉱化作用が知られ、いずれも白堊紀末紀 ~ 第三紀火成活動に関係があることが近來の調査で明らかになっているが、O. Ibu 地域についても鉱化作用と火成活動の関係を検討するため、鉱化作用に関係が強い O. Ibu 地域の新期花崗岩について K-Ar 法による絶対年代測定を実施した。

O. Ibu 花崗岩類はインドネシア地質調査所の調査で次の如く古期花崗岩類と新期花崗岩類に分類されている (T. Suhanda) (Fig 3-24)。

(1) 古期花崗岩類

(a) Sikancu 優白質トータル岩 ~ 花崗閃緑岩

O. Siangkung より O. Ibu 東にかけ広く分布する中粒優白質トータル岩 ~ 花崗閃緑岩

(b) Sendoreng 石英閃緑岩, トータル岩

O. Raya 南側に分布する石英閃緑岩 ~ トータル岩

(2) 新期花崗岩類

O. Raya, O. Ibu, O. Sijangkung と連る尾根およびその西側に分布している。岩質より次の 2 岩体に分類される。

(a) Sijangkuk 石英閃緑岩

O. Raya 山脈西側に広く分布する。細粒, 等粒, 色指数 30 多で鏡下 (QD-1) では完晶質等粒状で斜長石, 石英, 角閃石, 黒雲母からなる。O. Raya 花崗閃緑岩との接触部に熱水柱変質帯 (絹雲母化作用, 珪化作用, フォリチック変質作用) があり, 一部に輝水鉛鉛・黄銅鉱・銅化作用が記録されている (T. Suhanda)。

(b) O. Raya 花崗閃緑岩*

O. Ibu から O. Raya の山嶺部を占め, この地域では最も後期の進入岩とされる。中粒等粒状完晶質のややトータル岩質黒雲母角閃石花崗閃緑岩 (QD-1) である。(なおと

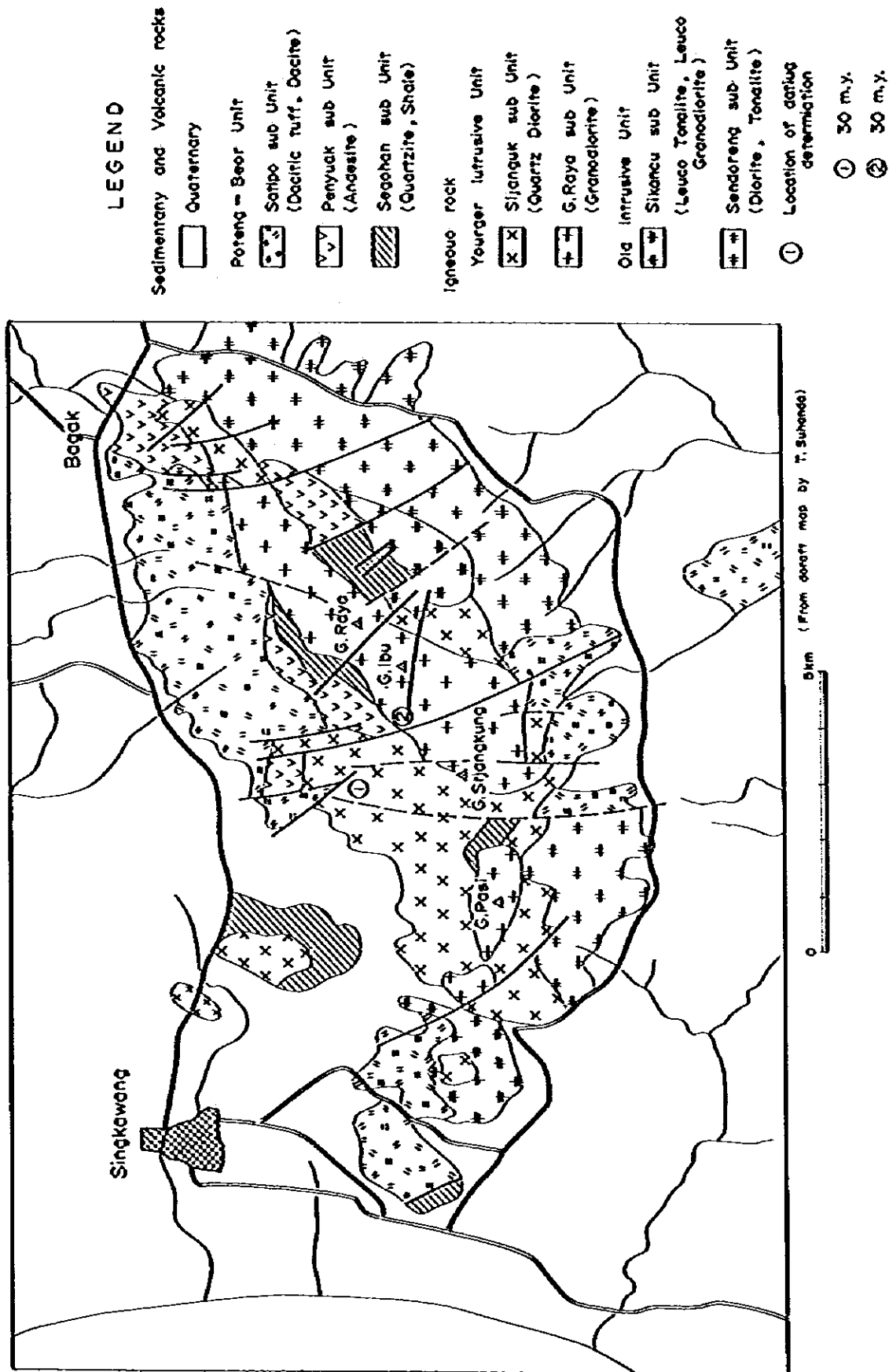


Fig. 3-24 Geological Map of G. Ibu Area

の岩体はカリマンタン西部地域調査で命名した O. Raya 花崗閃緑岩とは別岩体である。)

これら花崗岩類は、上部三疊系とされている Segohan 頁岩、珪岩層、Penyak 安山岩層、Satipo デイサイト層に貫入している (T. Suhanda)。なおこれらの堆積岩、火山岩層はカリマンタン西部地域での Bengkayang 層群、Jirak 層、Belongo 層にそれぞれ対比出来ると考えられる。

4-2 G. Ibu 花崗岩類の化学成分・年代

O. Ibu 花崗岩類のモード計算は、インドネシアーベルギー協力地質調査で実施されている (T. Suhanda) が Fig 3-27 はその石英-斜長石-カリ長石関係図である。この関係の傾向はカリマンタン西部地域調査域花崗岩類の石英-斜長石-カリ長石モード関係図 (Fig 3-28) とほぼ同じ傾向 (カルクアルカリ岩系列) を示している。

新期花崗岩類とされている O. Raya 花崗閃緑岩 (OD-1) と Sijanguk 石英閃緑岩の完全分析結果をカリマンタン西部地域花崗岩類の名酸化物と分化指数 (D. I.) 関係図 (Fig 3-16) および ノルム 鉱物による石英-斜長石-カリ長石関係図 (Fig 3-15) に併記した結果でも、O. Ibu 花崗閃緑岩とカリマンタン西部地域調査域の花崗岩類とは同一傾向にプロットされることから、本プロジェクト地域の花崗岩類と同一パソリスに属するものと考えられる。

K-Ar 法による絶対年代測定を酸化作用に関係ある O. Raya 花崗閃緑岩 (OD-1) および Sijanguk 石英閃緑岩 (QD-1) に実施した結果、前者は 30.4 m.y.、後者は 30.3 m.y. の絶対年代が得られた。これはカリマンタン西部プロジェクト地域の Sirih-Banyi トーナル岩とはほぼ同時期の貫入であり、また化学分析結果、顕微鏡観察結果より、O. Raya 花崗閃緑岩はややトーナル岩に近い岩質であることから Sirih-Banyi トーナル岩に類似する。

カリマンタン中部よりカリマンタン西部地域にかけてみられる斜、モリブデンを主とする酸化作用が新期火成活動によることが O. Ibu 地域の花崗岩類の年代測定結果でも確かめられたことは、この地域の酸化作用解明に大きな意義を示す。(Fig 3-25, Fig 3-26)

なおカリマンタン西部プロジェクト地域と O. Ibu 地域の地質関係を参考に対比を試みると Table 3-6 の如くなる。

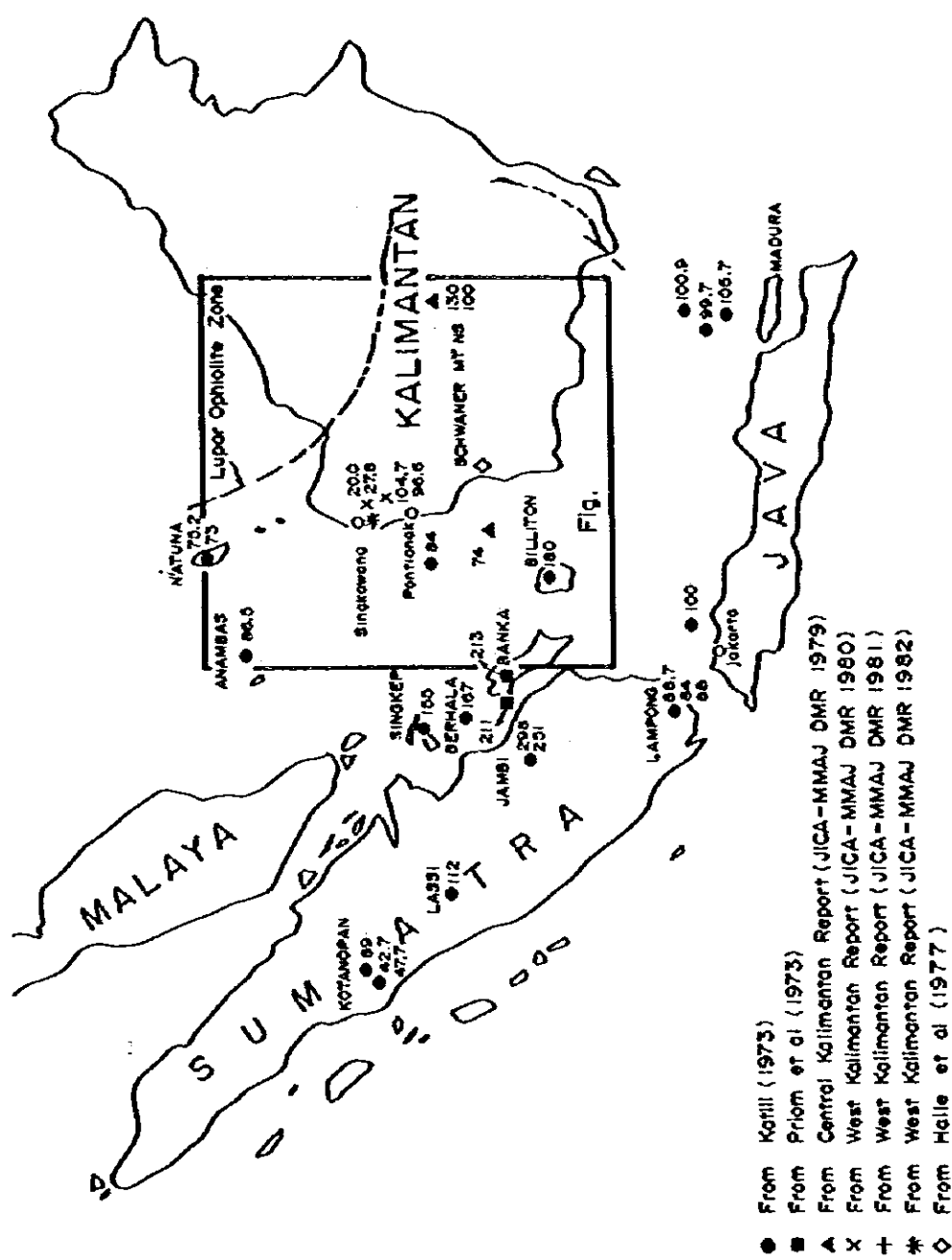


Fig. 3-25 Absolute Age of Granitic Rocks in West Indonesia

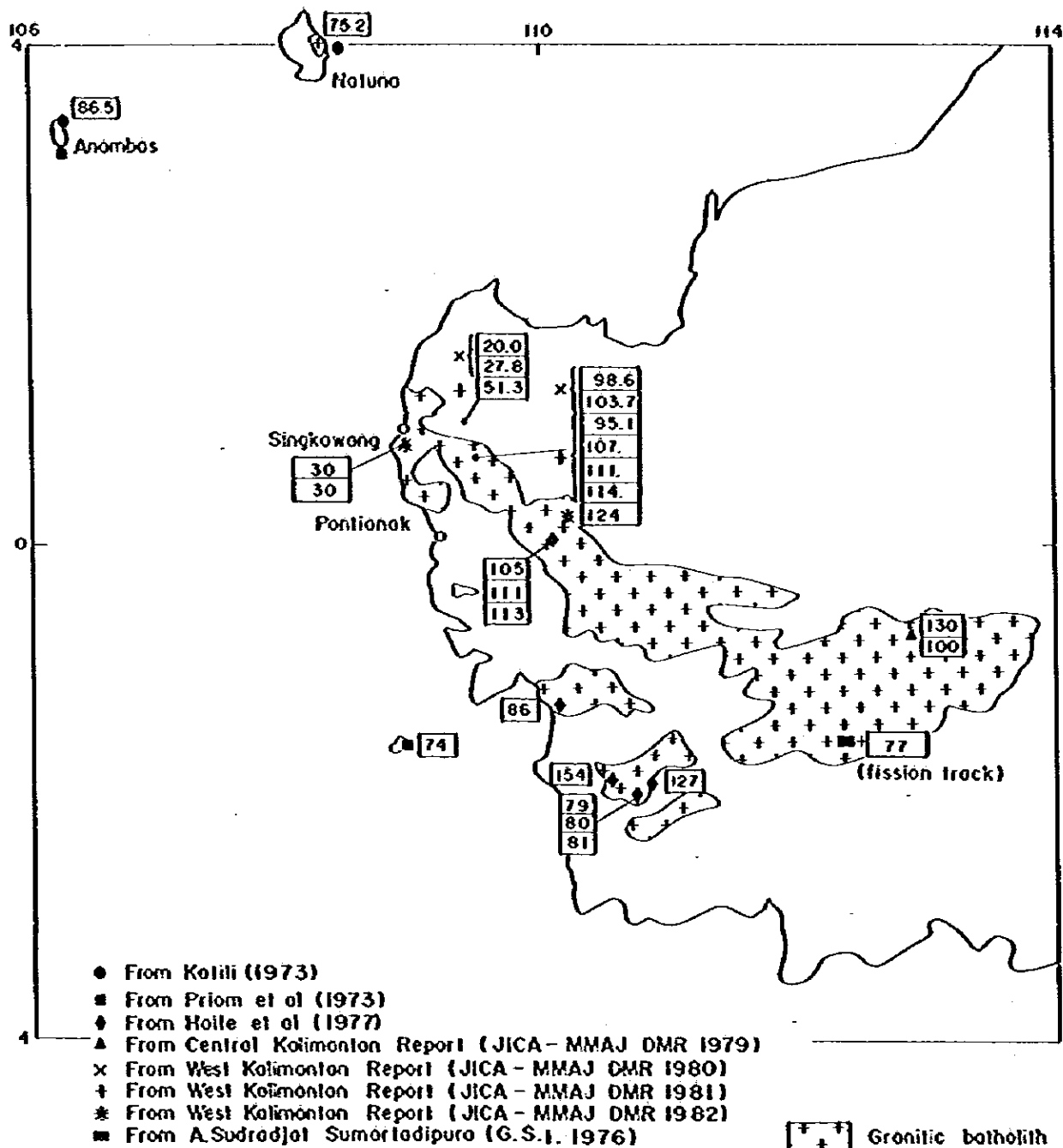


Fig. 3-26 Absolute Age of Granitic Rocks in West Kalimantan

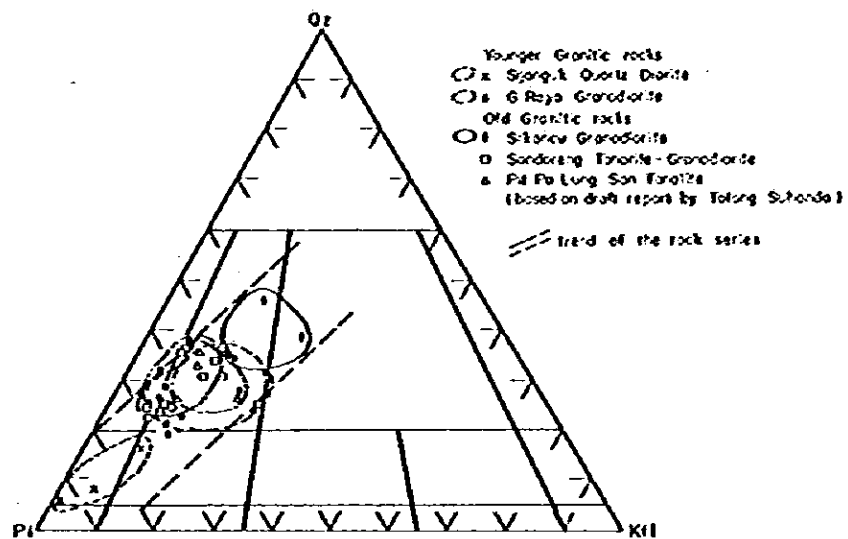


Fig. 3-27 Modal Qz - Pl - Kf1 Diagram of Granitic Rocks in G. Ibu Area

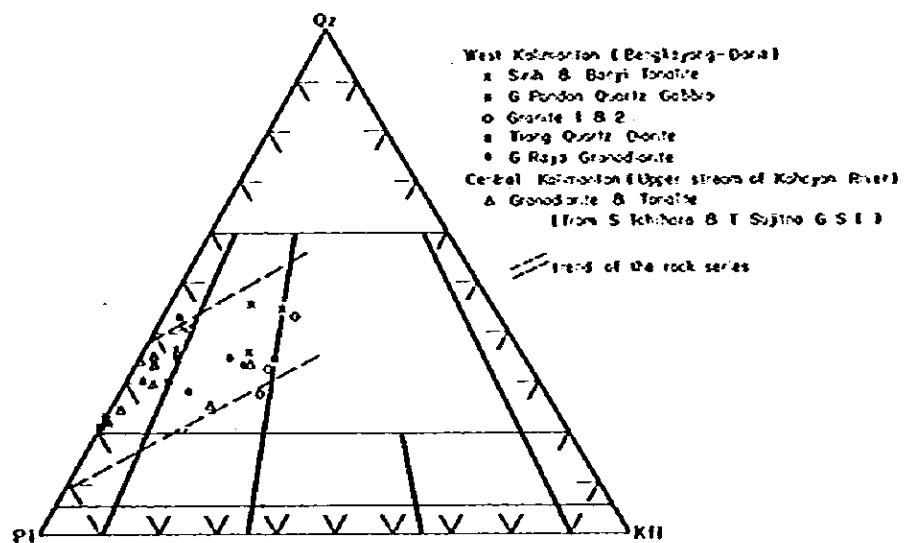


Fig. 3-28 Modal Qz - Pl - Kf1 Diagram of Granitic Rocks in Project Area

Table 3-6 Stratigraphic Correlation of West Kalimantan Area

	West Kalimantan Project Area		G.Ibu Area	
	Formation	Rocks	Formation	Rocks
Quaternary	Quaternary		Quaternary	
Tertiary Oligocene	Banyi & Sirih Tonalite (20~27 m.y.)	Tonalite	Younger intrusive Sijanguk sub Unit (30 m.y) G.Raya sub Unit (30 m.y)	Quartz Diorite Granodiorite
Eocene	Serantak Dacite & dacitic Pyro- clastics (50 m.y.)	Dacite pyrocla- stic Rocks and Dacite		
Middle- Lower Cretaceous	Tiang Quartz Diorite (95~98 m.y.)	Quartz diorite	Oeder Intrusive (Sendoreng sub Unit) ?	Diorite Tonalite
	Raya Grano- diorite (103~114 m.y.) G.Sebiawak Granodiorite (124 m.y.)	Granodiorite Tonalite Granodiorite	Poteng-Beor Unit Sikancu sub Unit	Tonalite - Granodiorite
Middle- Upper Jurassic	Belango Formation	Dacitic pyro- clastic rocks	Satipo sub Unit	Dacitic tuff dacite
	Jirak Formation	Andesite Andesitic pyroclastic rocks	Penyuak sub Unit	Andesite
Lower Jurassic Upper Triassic	Sungai betung For- mation	Alternated bed of sandstone, mudstone	Segohan sub Unit	Quartzite, shale
	Riamperaya For- mation	Sandstone		
	Kalung Formation	Black fine sandstone, mudstone		
	Banan Formation	Tuffaceous sandstone		

(JICA-MAJ-DNR project)

(Indonesian and Belgian project)

第四部 物理探査(IP法)

第四部 物理探査（IP法）

第1章 調査の概要

Panji 地区では、第二年次調査の結果、花崗閃緑岩に黄銅鉱鉛鉱が発見され、鉛鉱型鉛床賦存の可能性があると指摘された。

第三年次調査では、このようなタイプの鉛床に対し直接的な効果が期待される物理探査法として、IP法による電気探査を計画し実施した。

調査は、上記の黄銅鉱鉛鉱帯も含めた当地区の鉱化帯分布の特徴、規模などを把握して鉛床賦存の状況を明らかにすることを目的とし、旧 Panji 村南方の東西 1.8 km、南北 2 km、面積 3.6 km² の範囲を対象地域に選定した。

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（PL-4-1）。

IP 測定は、可変周波数法（0.3/3Hz）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、見掛け抵抗、周波数効果、金属伝導係数を求めた。

岩石物性測定試料としては調査地域および周辺域から合計 24 個の岩石を採取した。

解析作業は、IP 測定結果の統計処理、平面図・断面図の定性解析、電算機による定量解析、岩石物性測定などを含めて日本国内において実施した。

定量解析では定性解析により抽出した IP 異常域を検討し、鉱化帯賦存が予想される典型的異常が把握された測線を対象に地下構造をモデル化し、鉱化帯分布域を設定して電算機によるシミュレーションを行い、鉱化の状況、賦存深度などを定量的に考察した。

物理探査によって解析された結果は地質調査・地化学探査で得られた成果と総合し、調査地域における鉛床賦存の可能性についての知見を得た。

第 2 章 調査方法

2-1 IP法概要

2-1-1 測定原理

IP法電気探査は、強制分極法電気探査とも呼ばれ、金属鉱床、特に硫化鉱物を含む鉱床の直接的探査法として確立されたものである。

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。

IP現象は、主として金属鉱石とそこに含まれる溶液との境界面に発生原因があると考えられており、黄鉄鉱、黄銅鉱などの硫化鉱物において顕著である。

IP現象を測定する方法には次の2つの方法がある。

- (1) パルス状の矩形波電流を流して電位差を測定し、時間とともにその電位差が変位する過渡現象を観測する方法（直流法、過渡電位法あるいは時間領域法と呼ばれる）。
- (2) 矩形波状の交流電流を流して電位差を測定すると、交流電流の周波数の変化によって測定電位差が変化する現象がみられ、これを測定する方法（可変周波数法あるいは周波数領域法と呼ばれる）。

今回の調査は、後者の測定法により実施し、可変周波数には0.3Hzおよび3Hzを用いた。また、電極配置はダイポールダイポール法によっている。

2-1-2 測定方法

ダイポールダイポール電極配置によるIP法電気探査は、Fig. 4-1に示すようにして実施する。

すなわち、A、Bに電流電極（間隔 a のダイポール）を設置し、送信器より電流 I を流す。電流電極A、Bの中点から a だけ離れた点を中心として電位電極M、N（間隔 a のダイポール）を設置して、受信器によりMN間の電位差 V を測定する。この場合、送信器よりの電流 I は、3Hzおよび0.3Hzの2つの周波数について切り換えて流す。3Hzによる電位差より見掛け抵抗を、また、3Hzおよび0.3Hzそれぞれによる電位差からPEを求める。実際的には、PEは受信器のメーターを直読することにより求められる。

1回の測定（ $n=1$ ）が終了すると、電流電極A、Bを移動し（すなわち、電極間隔係数 n を増やし）、順次 $n=2, 3$ について測定を行う。 $n=3$ が終了すると、電位電極M、Nを割

今回の調査では、電極間隔 a は 100 m である。

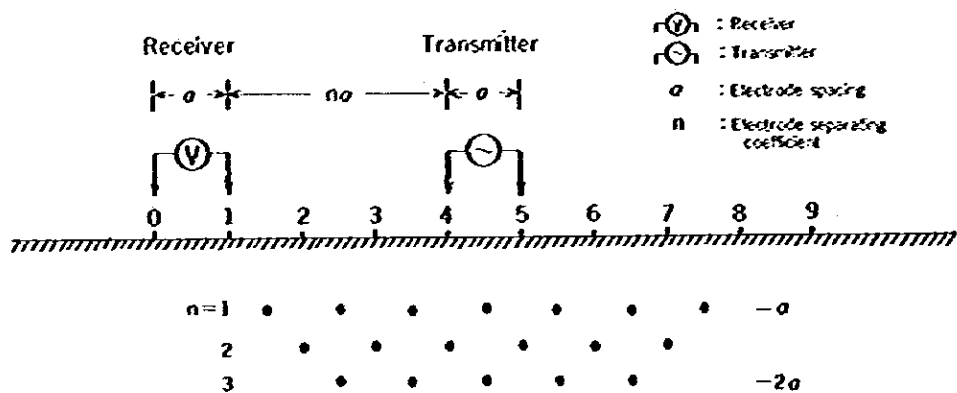


Fig. 4-1 IP Measurements of Dipole-Dipole Configuration

2-1-3 判定値の定義

(1) 周波数効果 (FE)

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

あるいは $\frac{\rho(0.3\parallel z) - \rho(3\parallel z)}{\rho(3\parallel z)} \times 100(\%) \dots\dots\dots(1)$

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

$V(\beta \text{ Hz})$: 可変周波数 $\beta \text{ Hz}$ 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)

$\rho(311z)$: 可変周波数 $311z$ による比抵抗 (ohm-m)

である。

(2) 見掛比抵抗 (AR)

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

$$\rho(0.3 \text{ Hz}) = K \frac{V(0.3 \text{ Hz})}{I} (\text{ohm-m}) \dots\dots\dots (2)$$

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

ここで、Kは電極配置係数と呼ばれ、

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

n : 電極隔離係数

a : 電極間隔 (m)

で表わされる。また I は送信電流 (A) である。

したがって、現場に於いて電流電極により電流 I を流し、電位電極で V(0.3Hz) および V(3Hz) を測定することにより、(1) 式より FE が、また、(2) 式または (3) 式より見掛け抵抗が求まる。

今回の調査では、見掛け抵抗の算出には (3) 式を用いている。

(3) 金属伝導係数 (MF)

金属伝導係数は次式で定義される。

$$MF = \frac{FE}{\rho} \times 1,000 \dots\dots\dots (4)$$

一般に金属の硫化物は低比抵抗、高 FE を示すことが多く、この特徴を強調する MF はこれら金属鉱物探査の指標として用いられる。

2-2 測定結果の処理法

2-2-1 表示法

測定値として得られた FE, AR, MF の値は、ダイポールダイポール法で一般に用いられている表示法に従って断面図および平面図に表示している。すなわち、断面図では電流電極 A, B の中点と、電位電極 M, N の中点を結ぶ直線を底辺として直角二等辺三角形を作図し、この頂点の位置が表示点となる (Fig. 4-2 参照)。また、平面図では断面表示点を垂直に地表へ投影した点が表示点となる。

なお、これらの表示点上に示された測定値は、表示点の位置に於ける地層あるいは岩石の IP 物性値を直接的に表わすものではない。

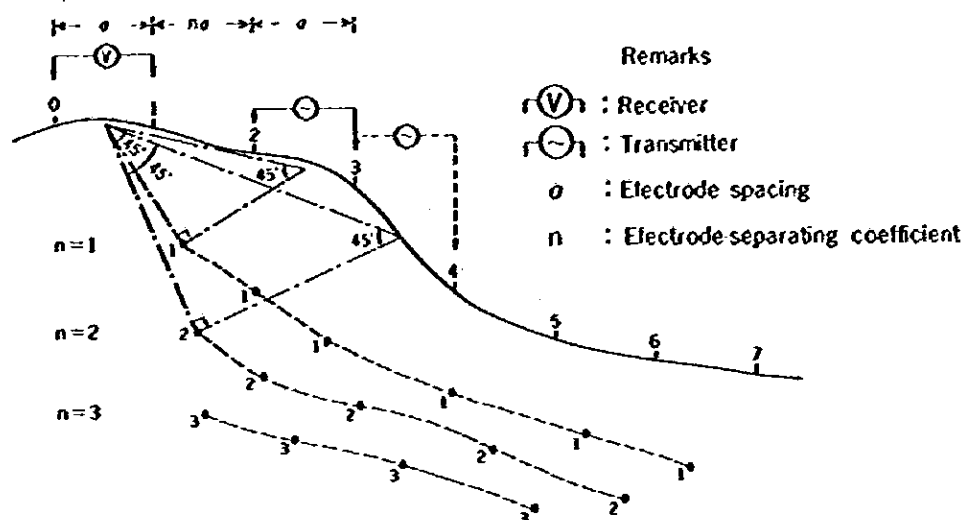


Fig. 4-2 Illustration of IP Measurements

2-2-2 データ処理

現場のIP測定で得られたFE, ARの値, 測線測量結果などのデータから成果図面類を作成し, また解析に供する資料を準備する作業がデータ処理である。

まず, FE, AR, 測点座標の各値をデータシートに記入し, これをデータカードにパンチし電算機への入力データとする。

ついで, 電算機により各種計算が実行される。具体的には, FEとARよりMFを計算し, FE, AR, MFの各値を断面図, 平面図上へプロットするための表示点位置の計算を行う。これらの計算結果の必要部分をプロッタによって図化し, 等値線を記入して成果図面を作成する。また, FE, AR, MFの測定値を統計処理して度数分布図などを求める。

なお, データ処理に際して, AR測定値に関しては, 調査地域の地形が急峻な場合には起伏に左右された特有の値が得られる(地形の影響)ため補正を施す必要がある。今回の調査では測線の地形断面を検討した結果, 測線長2kmに対する最大標高差は約100mであるためこの補正は行っていない。

2-2-3 物性測定

FE, ARなどの測定値から鉱化交質帯の分布状況に関する情報を得るIP調査では, 岩石のIP物性値は結果の解釈を行う上で基本的に重要なデータである。

調査地域に分布する岩石のIP物性値を測定する方法には, 現場より採取してきた岩石試料

を実験室に於いて測定する方法と、現場に於いて地層、岩石などの露頭をそのままの状態
で測定する方法とがあり、今回は前者の方法により下記の手順でIP物性値を求めた。

まず、岩石試料を $3 \times 3 \times 2$ cmの角柱状に整形する。整形した試料は十分に水浸させて含
水飽和状態とした後、試料ホルダーにセットし、試料の両端に3 Hzの電流を流してこの間の
電位差を測定し比抵抗を求める (Fig. 4-3)。比抵抗の計算には次の式を用いる。

$$\rho = \frac{S}{L} \cdot \frac{V}{I} \quad (\text{ohm-m}) \quad \dots\dots\dots(5)$$

S : 試料の測定面の面積 (m^2)

L : 試料の長さ (m)

V : 測定電位差 (V)

I : 送信電流値 (A)

FEは、送信電流の周波数を0.3 Hzに切り換えてメーターから直読する。

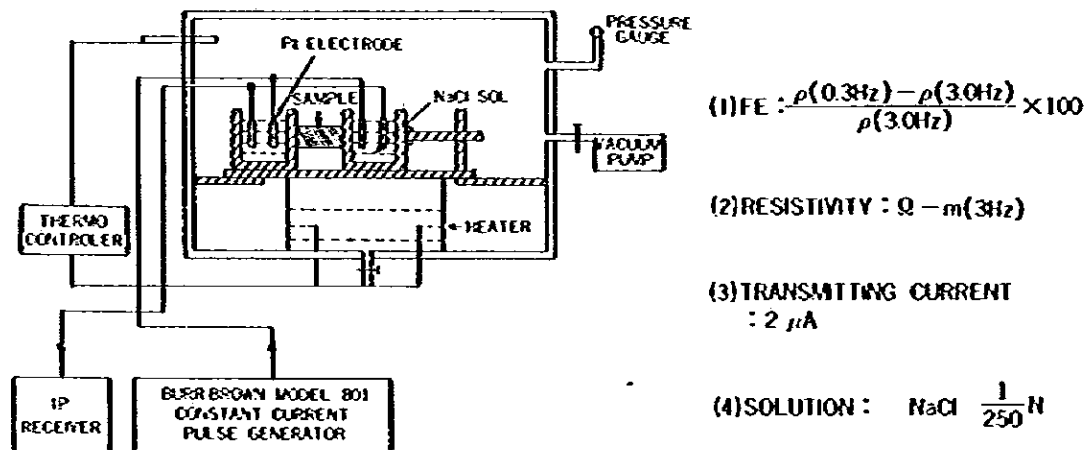


Fig. 4-3 A Block Diagram of the Laboratory Measuring Apparatus

2-3 解析法

2-3-1 定性解析

断面図および平面図をもとに、等値線の分布パターンから地質構造、鉱化変質帯の分布状
況などを概括的に考察する作業が定性解析である。

具体的には、FE、AR、MFの測定値を統計処理して求めた度数分布図などから異常値の判
定を行う。この結果をもとに調査地域の全体的なIP特性を考察した上で、各観線断面図およ
び深度別平面図について異常域とその分布の特徴を把握し、IP物性値の異なる地層・岩石

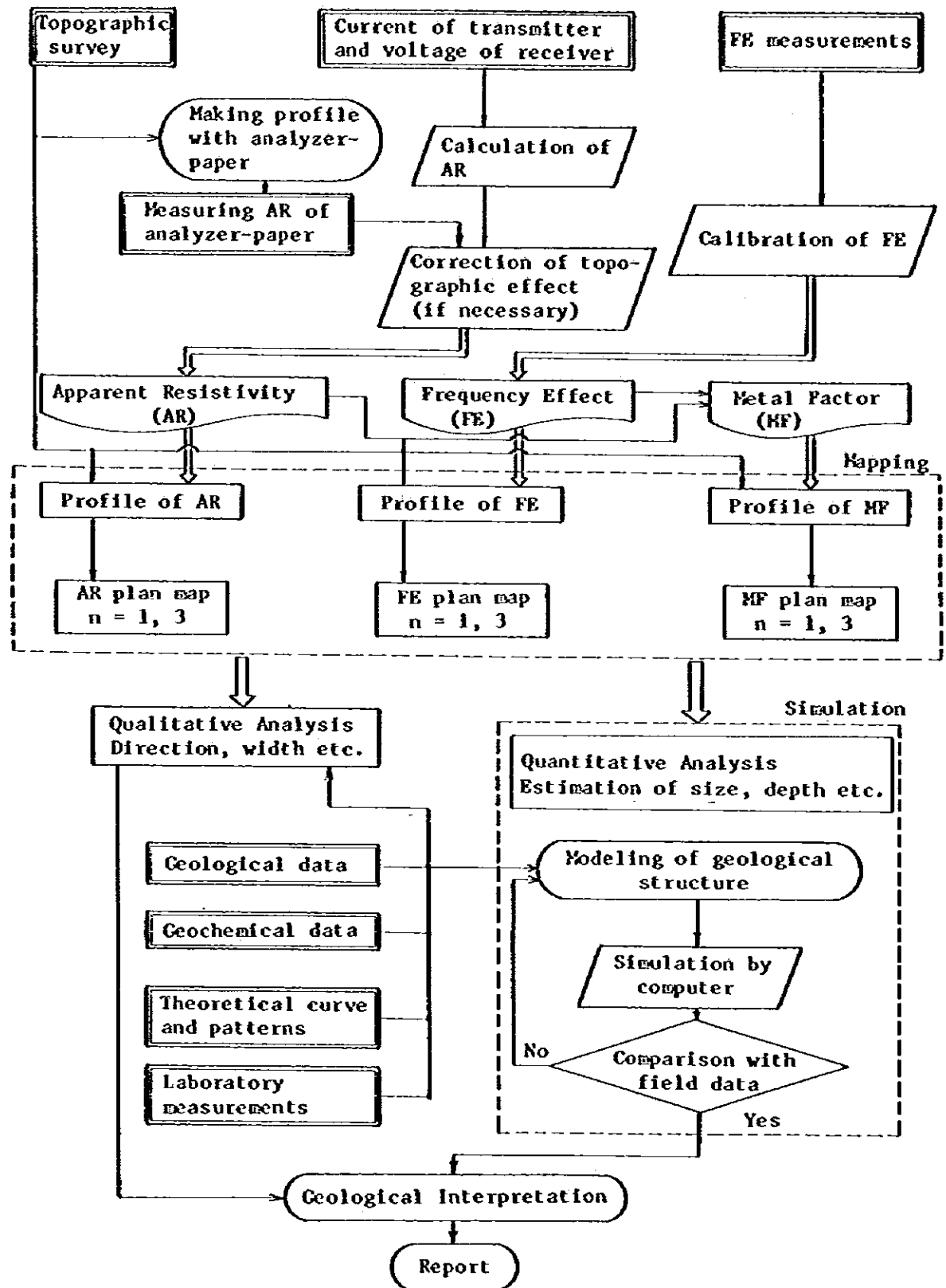


Fig. 4-4 Flow Chart of IP Data Processing and Interpretation

時 定 数 2, 6, 20, 60, 150 sec

入力抵抗 10 M Ω

電 源 ± 15.6 V 水銀電池 2 個 / 006 P 型乾電池 4 個

(3) ガソリンエンジン発電機

名称・型名 IP 発電機 MODEL MK-2

製 作 所 McCULLOCH MITE-E-LITE INC., U. S. A.

定 格

出力・出力電圧・周波数 3KW, 115V, 400Hz

(4) 電 極 ステンレス製丸型棒

(5) 送・受信器校正器

名称・型名 IP チェッカー MODEL YN502

製 作 所 横浜電子研究所

定 格

発信周波数 0.1, 0.3, 1.0, 3.0, 10.0Hz

発信周波数精度 各周波数に対し $\pm 1/1000$

出力電圧 0.3, 1, 3, 10, 30, 100, 300, 1000mV

出力電圧精度 $\pm 5\%$

2-4-2 物性測定装置

(1) 送信器

名称・型名 室内 IP 測定送信器 MODEL 801

製 作 所 BURR-BROWN RESEARCH CORPORATION

定 格

1 次入力電圧・周波数 115 ± 10 V, 50~120Hz

出力周波数 0.01~1.100Hz 5 レンジ微調整付

出力電流 1 μ A~11mA 4 レンジ微調整付

入力抵抗 10.5M Ω ~10.5K Ω

(2) 受信器

名称・型名 室内 IP 測定受信器 MODEL YDC-434

製 作 所 横浜電子研究所

定 格

入力電圧	0.3, 1, 3, 10, 30, 100, 300, 1,000 mV 8レンジ微調整付
周波数	0.1, 0.3, 1, 3 Hz
時定数	2, 6, 15, 60, 150 sec
入力抵抗	10 M Ω
電 源	± 15.6 V 水銀電池 2 個

第3章 調 査 結 果

3-1 岩石試料物性測定結果

物性測定に供した岩石試料は24個である。調査地域は概して露頭が少なく、代表的試料を得るために物理探査範囲外の地域からも試料の採取を行っている。岩石試料採取位置はPL-4-1に示した。

測定項目は比抵抗およびFEである。

これらの測定結果は岩石別に整理してTable 4-1に示した。また、この測定結果からFEと比抵抗との相関図を求めFig 4-5に示した。

これらの結果から本調査地域に分布する岩石について考察される事項は次のとおりである。

(1) FE

岩石別区分では次のようなことが指摘される。

調査地域全域を覆って分布する花崗閃緑岩(試料数15)は0.9~7.0%の範囲の値が得られ、平均値は3.35%である。一部の試料を除くと平均値前後の値が多い。

調査地域北西方と調査地域中央部の測点G-12付近とで採取された閃緑岩(試料数2)は4.9%, 10.3%の高い値が得られた。

調査地域西部の測点A-12付近と、測点A-3西方とで採取されたドレライト(試料数2)は10.1%, 5.8%の高い値が得られた。

調査地域南西方で採取されデイサイト(試料数1)は1.1%の低い値を示す。

調査地域北西方および北方で採取された安山岩(試料数3)は1.0~3.7%の範囲の値が得られ、平均値は2.6%である。

調査地域北部のB-20付近で採取された電気石化岩(試料数1)は周波数効果を示さなかった。

(2) 比抵抗

花崗閃緑岩は859~10452 ohm-mの範囲の値が得られ、平均値は4789 ohm-mであった。

閃緑岩は2191 ohm-m, 1052 ohm-mであり、全試料中では低い値に属する。

ドレライトは429 ohm-m, 2560 ohm-mであり、岩石別では最も低い値を示す。

デイサイトは30924 ohm-mの高い値が得られ、全試料中の最大値である。

安山岩は3500~13548 ohm-mの範囲の値が得られ、平均値は9045 ohm-mの高

Table 4-1 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.

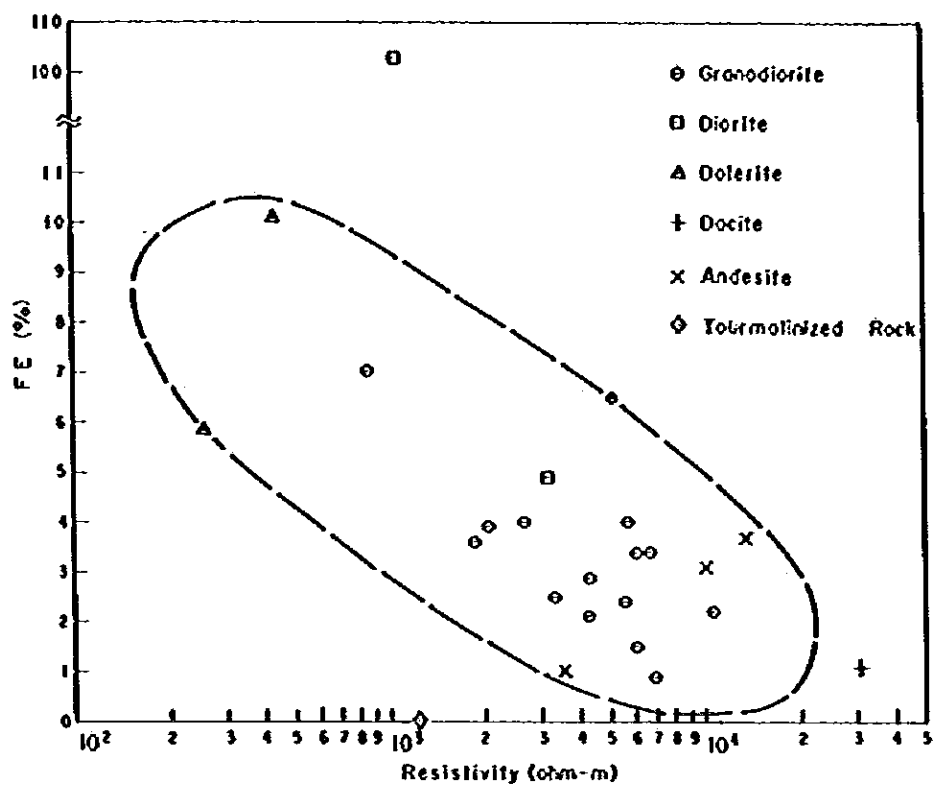


Fig. 4-5 FE-Resistivity Correlation Diagram of Rock Samples

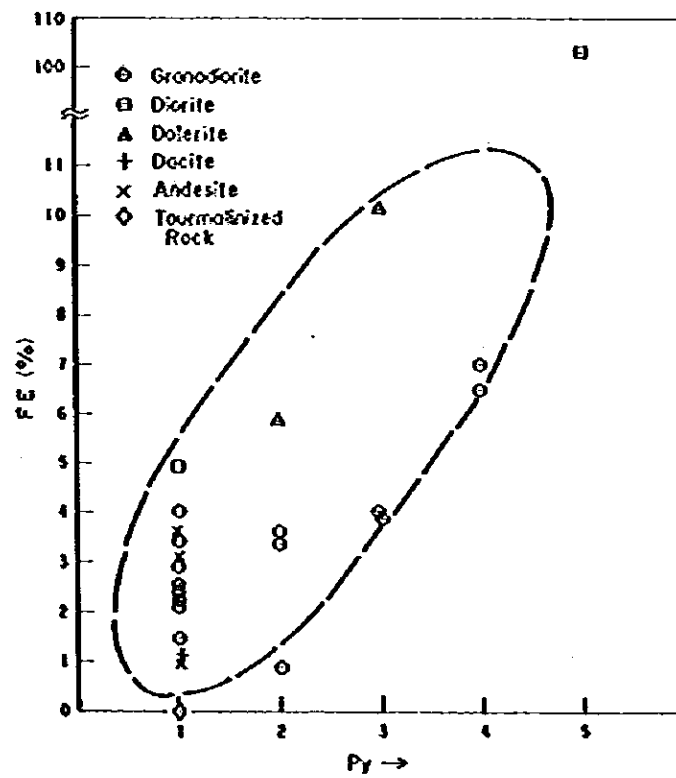


Fig. 4-6 FE-Py Correlation Diagram of Rock Samples

い値を示す。

電気石化岩は1216 ohm-m で全試料中では低い値に分類される。

(3) FE-比抵抗相関図 (Fig. 4-5)

Table 4-1 で得た結果から縦軸に FE, 横軸には対数目盛で比抵抗をとり, FE と比抵抗との相関図を求めた。この図からは, 今回採取した試料には FE と比抵抗の間に負の相関がみられる。また, 岩石別では試料数の少ない岩石は相関関係を判別できないが, 試料数の多い花崗閃緑岩では負の相関がみられる。

(4) FE-黄鉄鉱含有量相関図 (Fig. 4-6)

岩石試料の黄鉄鉱 (一部黄銅鉱を含む) 含有量を 20 倍ルーベ下によって観察し, 次の 5 段階に分類した。

1. ほとんど認められない。
2. わずかに認められる (2~3 粒)。
3. 少し認められる (5~6 粒)。
4. 連続して認められる。
5. 濃集が認められる。

この分類結果 (Table 4-1 参照) と FE との相関関係を表わす図が Fig. 4-6 である。図からは, 黄鉄鉱含有量と FE との間には正の相関関係が認められる。

3-2 IP 測定結果

3-2-1 成果図面

本調査において得られた測定結果を A~J の各測線毎に断面図に表わした (PL. 4-2 ~4-11)。断面図には周波数効果 (FE), 見掛け比抵抗 (AR), 金属伝導係数 (MF) の 3 種を表示した。

また, これらの IP 測定結果を深度別に平面図として示した (PL. 4-12~4-17)。平面図として選んだレベルは $n = 1, 3$ の 2 種である。

平面図および断面図はコンターで表示し, FE については 1 %, AR については 500, 700, 1000, 1500, 2500, 5000, 7000 ohm-m, MF については 1 の各間隔とした。

また, 図面には統計処理 (後述) によって得た異常値, 異常値の区分に従い, それぞ

れに対応する分布域を明示した。

なお、FEに関しては後述の累積度数分布図より得られた平均値4.5 ϕ についても、破線で補助コンターとして示した。

3-2-2 測定値の統計処理

調査地域のIP特性を把握して異常値判定のための基礎とする目的で、IP測定値の統計処理を行った。

(1) 度数分布図 (Fig. 4-7)

FE, ARのそれぞれに対して、レベル別 ($n=1, 2, 3$)、全測定値の各母集団について度数分布図を求めた。この結果、FEは各レベル、全測定値のいずれについても正規分布が得られ、最高度数を示す区間ほどの母集団も4 ϕ から5 ϕ の範囲にある。一方、ARは同上各母集団ともほぼ対称正規分布をするが、これをレベル別母集団についてみると、最高度数の得られた区間は n の増大につれてARの高い側へ偏移する傾向がみられる。

(2) 累積度数分布図 (Fig. 4-8)

FE, AR, MFのそれぞれの全測定値について累積度数分布図を求めた。図からわかるように累積度数はFE, AR, MFのいずれもほぼ直線上に分布している。したがって、平均値を μ 、標準偏差を σ とすると、FE, MFについては弱異常の目安として $\mu+\sigma$ 、異常の目安としては $\mu+2\sigma$ を、また、ARについては $\mu-\sigma$ 、 $\mu-2\sigma$ をそれぞれ弱異常、異常の目安に採用してよいと考えられる。

(3) 異常値の決定

前述の累積度数分布図から、調査地域のIP測定値の異常値などについて下記のように区分した。

	異 常 値	弱 異 常 値	平 均 値
F E	> 6 ϕ	> 5 ϕ	4.5 ϕ
A R	< 500 ohm-m	< 1000 ohm-m	1500 ohm-m
M F	> 8	> 5	3

(4) 測定値の範囲

FE, ARの測定値を掘線別、レベル別および全測定値の各場合につきそれぞれの最大

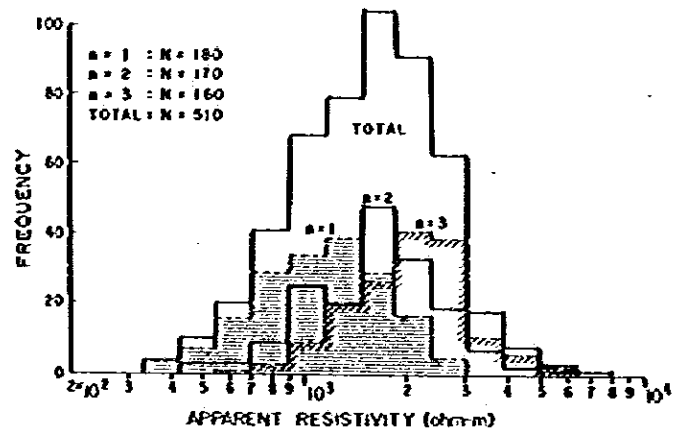
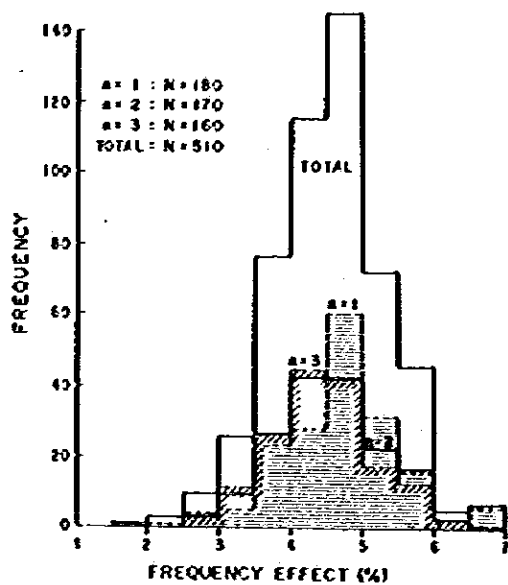


Fig. 4-7 Histograms of FE and AR

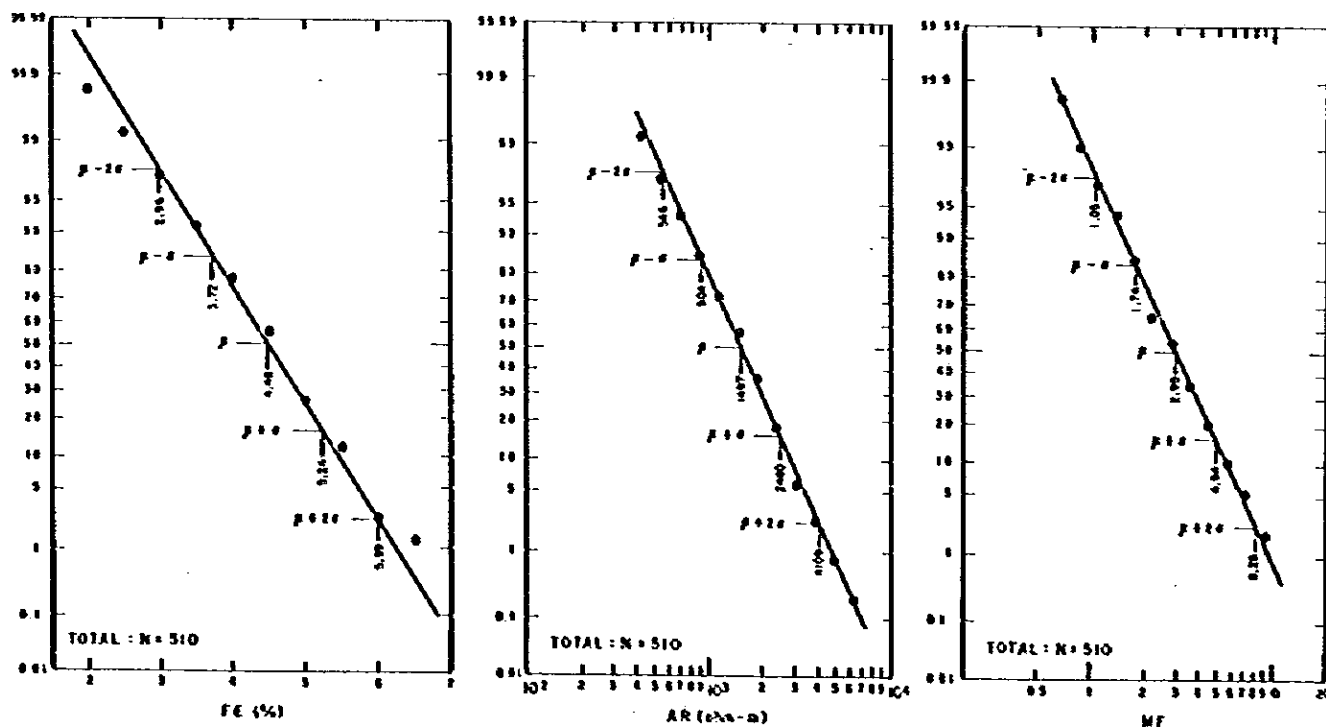


Fig. 4-8 Cumulative Frequency Distributions of FE, AR and MF

値、最小値、平均値を求めTable 4-2にまとめた。Fig. 4-9はこの結果を図示したものである。

全測定値を通じたFEの最大値はA測線で得た6.8%であり、最小値はF測線の1.8%である。また、ARに関しては最大値はC測線で得た8064 ohm-mであり、最小値はG測線の329 ohm-mである。

(5) FE-AR相関図 (Fig. 4-10)

レベル別測定値および全測定値につき、縦軸にFEを、横軸に $\log(AR)$ をとって両者の相関を検討した。この結果をみると、レベル別、全測定値それぞれの相関係数Rは下記の通りであり、いずれの場合も両者の間にはほとんど相関は認められない。

	n = 1	n = 2	n = 3	Total
R	0.04	0.28	0.21	0.09

(6) 測定値と地形(標高)との関係

FE, ARのそれぞれにつき、 $n=1$ の測定値と地形(標高)との関連性の有無を検討した。地形を代表するパラメータとしては、 $n=1$ に対する送信ダイポール、受信ダイポール (Fig. 4-1参照) それぞれの内側に位置する電極点の標高(H_1 , H_2)を平均した値(H_m)を用いた (Table 4-3下段の注を参照)。このようにして求めた H_m に対してFEあるいは $\log(AR)$ との相関係数を求めた結果がTable 4-3である。

H_m -FE相関ではA, C, D測線が、また H_m -AR相関ではA測線がそれぞれ $R > 0.5$ で弱い正の相関がみられる。

なお、全測定値に対する相関では、FEが $R = 0.36$ であることから、地形的に高い地域に高いFEが得られる傾向がある。また、ARについては、 $R = 0.18$ であり、今回の調査地域に関しては顕著な相関はないものと判断される。

3-2-3 IP 異常域

(1) 周波数効果 (FE)

$n=1$ についての平面図 (PL. 4-12) では、FE異常域 ($FE > 6\%$) をA測線の北部 (異常付近の測点番号を用いて「A-16異常」と呼ぶ。以下同様)、C~D測線の北部 (C-17異常)、G測線の南端 (G-1異常)、J測線の北部 (J-13異常) で把握した。

Table 4-2 Ranges and Mean Values of IP Measurements

		Frequency effect(%)			Apparent resistivity(ohm-m)		
		Max	Min	Mean	Max	Min	Mean
Line	A	6.8	3.0	4.80	5916	428	1381
	B	5.0	2.0	4.27	4303	431	1621
	C	6.6	2.0	4.54	8064	341	1453
	D	6.7	3.4	4.67	4823	604	1475
	E	5.5	2.7	4.48	4491	588	1494
	F	5.6	1.8	3.87	3715	384	1209
	G	6.5	3.0	4.76	3580	329	1362
	H	5.8	2.8	4.48	4931	726	1738
	I	5.5	2.7	4.31	3233	681	1569
	J	6.1	3.0	4.62	4039	504	1758
n	1	6.8	1.8	4.62	2954	329	1066
	2	6.2	2.0	4.44	6180	425	1586
	3	6.5	2.6	4.37	8064	674	2021
Total		6.8	1.8	4.48	8064	329	1497

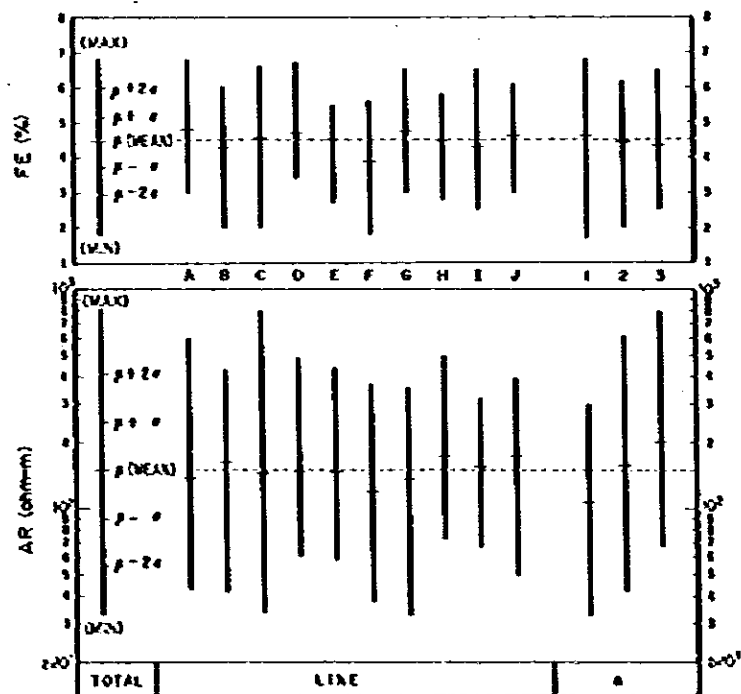
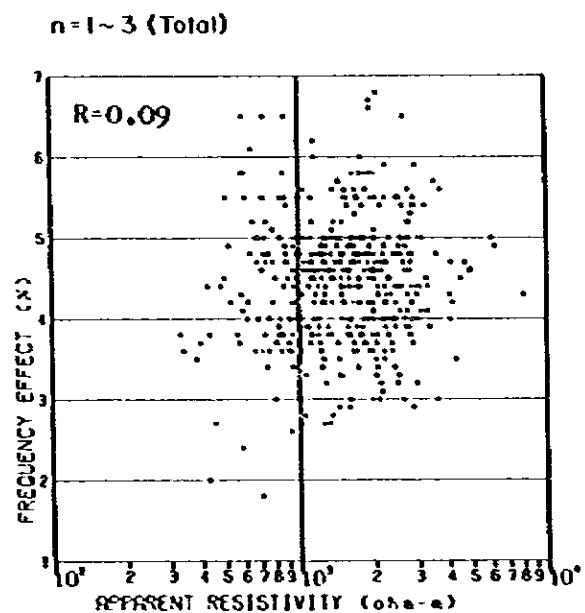
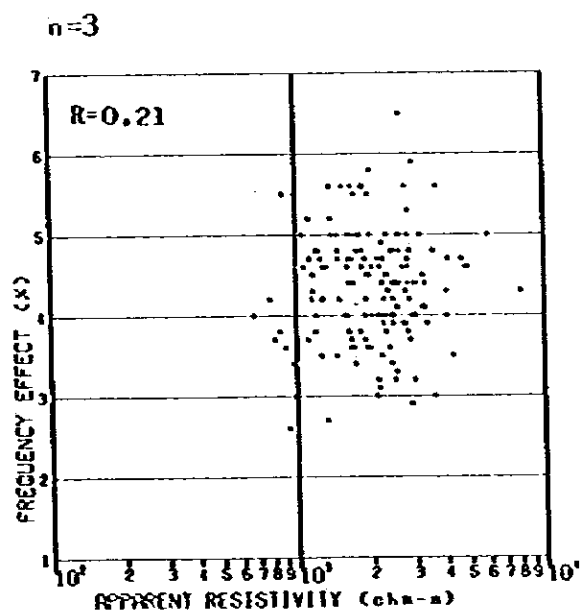
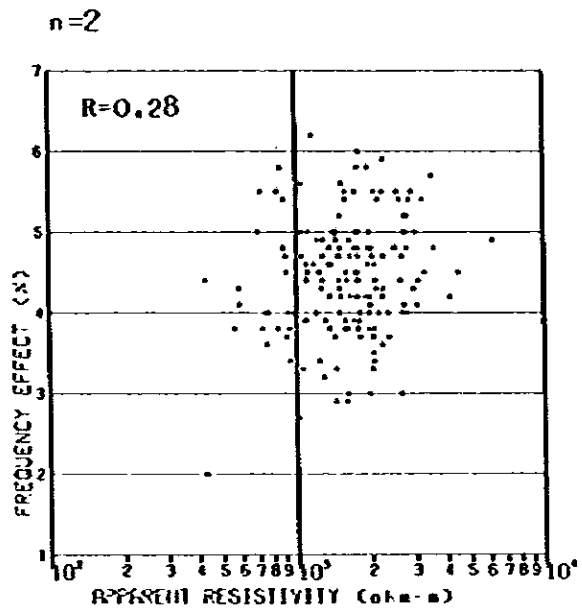
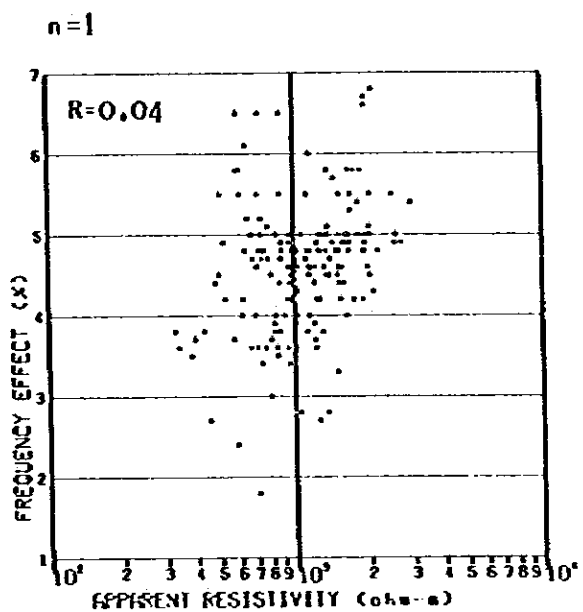


Fig. 4-9 Ranges and Mean Values of FE and AR



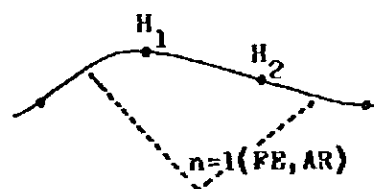
(Note: R =correlation coefficient)

Fig. 4-10 FE-AR Correlation Diagrams of IP Measurements

Table 4-3 Correlation Coefficients between IP Measurements and Topography

Correlation coefficient R for n=1			
		$H_m - PE$	$H_m - AR$
Line	A	0.63	0.55
	B	0.22	0.38
	C	0.75	0.43
	D	0.60	0.04
	E	0.37	0.14
	F	0.28	0.24
	G	0.21	-0.14
	H	0.42	0.15
	I	0.28	-0.15
	J	-0.29	0.08
Total		0.36	0.18

Note: $H_m = \frac{H_1 + H_2}{2}$



C-17 異常は、測点 C-17 付近を山頂とする山塊 (G. Sumlang) の尾根部に分布する。弱異常 ($FE > 5\%$) は、ほぼこの山塊を広く覆って分布する。C-17 異常を B~E 測線断面図 (PL. 4-3~4-6) でみると、C, D 測線の測点 C-16~C-17 および測点 D-15~D-17 の各区间で浅部異常源の場合に特有の典型的ハの字型 (弱) 異常を把握し、隣接測線 B, E では把握していない。これらの事実から判断すると、C-17 異常源は C 測線から D 測線にかけての範囲でかつ測点 15~18 間浅部に賦存すると推定される。

A-16 異常は調査地域北西端部に位置し、A 測線断面図 (PL. 4-2) から判断すると、測点 A-15 以北に賦存する異常源によると考えられる。また、異常源の規模は C-17 異常源より大きいと推定される。なお、調査地域北西端部の異常であるため北方および西方への広がり是不明である。

J-13 異常は調査地域東端の北部に位置する。J 測線断面図 (PL. 4-11) では、測点 J-13~J-15 間浅部を中央部とし深部で広がるハの字型弱異常として把握されている。異常源は上記測点区間浅部に賦存すると推定される。

G-1 異常は調査地域南部に位置する。G 測線断面図 (PL. 4-8) から推定して、異常源は測点 G-3 以南に賦存すると考えられる。異常源の南への延びは不明である。なお、G-1 異常源に関係すると推定される弱異常を測点 H-3 付近において把握している。この弱異常は浅部異常源に特有の明瞭なハの字型パターンを示す (PL. 4-9)。

$n=3$ の平面図 (PL. 4-13) からは、次のような特徴が指摘される。調査地域北部には、測点 A-5 から測点 J-12 に向けて WNW-ESE 方向に延びる弱異常帯が分布する。この弱異常帯を断面図 (PL. 4-2~PL. 4-11) でみると、A~D 測線間の弱異常帯は A~D 各測線の測点 16~17 間浅部の異常源を反映しており、前述 $n=1$ で把握した A-16, C-17 異常が一連のものである可能性も考えられる。G~J 測線間については G~J 各測線の測点 15 付近浅部の異常源によるものであり、前述 $n=1$ で把握した J-13 異常の異常源は G 測線の測点 15 付近にまで延びていると推定される。また、E 測線上で把握された弱異常帯については C-17 異常と一連の可能性もあり、異常源は測点 E-12~E-13 間浅部と推定される。

一方、調査地域中央部および南部については、G 測線南端部の異常を除くと、小規模な弱異常が卓越し、これらの弱異常の配列には顕著な特徴はみられない。断面図から上記の小規模弱異常の異常源を推定すると、A, C, G 測線の測点 A-2~A-3 間、C

- 8 ~ C-10 間, G-4 ~ G-6 間および G-8 ~ G-9 間の浅部に賦存が予想される。

(2) 見掛け抵抗 (AR)

$n=1$ K についての平面図 (PL. 4-14) では, AR 異常域 ($AR < 500 \text{ ohm-m}$) を B ~ C 測線の北部 (異常付近の測点番号を用いて「C-14 異常」と呼ぶ。以下同様)。C 測線の南部 (C-2 異常), F ~ G 測線の北部 (F-17 異常), G 測線の中央部 (G-11 異常) で把握した。

弱異常域 ($AR < 1000 \text{ ohm-m}$) は調査地域の各所にみられ, 帯状に分布する特徴を有する。最も優勢な弱異常は, 調査地域北部で把握されたもので, 前述 C-14 異常, F-17 異常を含んで WSW-ENE の方向に分布している。

$n=3$ の平面図 (PL. 4-15) では異常域は認められず, 弱異常域についても調査地域北西部および南部で小規模なものが把握されたのみで, 全体としては平均値 (1500 ohm-m) 以上の値が卓越する。

異常域あるいは弱異常域を断面図 (PL. 4-2 ~ 4-11) で見ると, はばの字型パターンを示すものが多く, いずれも浅部に賦存する低比抵抗域によると推定される。これらの低比抵抗域の主なものを列挙すると, A ~ D 各測線の測点 13 ~ 15 間, E-15 ~ E-17 間, F-15 ~ F-18 間, G-17 ~ G-19 間, J-13 ~ J-16 間, C-2 ~ C-4 間, F-11 ~ F-13 間, G-11 ~ G-13 間, F-2 ~ F-3 間などである。このうち, A ~ G 測線の測点 13 以北で把握された低比抵抗域は WSW-ENE 方向に連続することから前述 C-14 異常および F-17 異常に関係する一連の低比抵抗帯を反映するものと解釈される。

(3) 金属伝導係数 (MF)

$n=1$ K についての平面図 (PL. 4-16) では, MF 異常域 ($MF > 8$) を調査地域北西部の A ~ D 測線 (異常付近の測点番号を用いて「C-14 異常」と呼ぶ。以下同様)。F ~ G 測線の北部 (F-16 異常), C 測線の南部 (C-2 異常), C 測線の中央部 (C-10 異常), G 測線の中央部 (G-11 異常), G 測線の南部 (G-6 異常), J 測線の北部 (J-14 異常) などで把握した。

これらの異常域は前述で AR 異常域として把握した範囲にほぼ一致している。 $n=3$ の平面図および各測線断面図について, MF と AR を比較した結果も同じである。これらと第 3 章 3-2-2 (5) の結果を考えあわせると, 今回の調査地域に関しては

MFはARの特性を強く反映しているためMF異常域から直ちに鉱化帯についての有望性を判定することはできないと判断される。

3-3 シミュレーション結果

3-2-3でとりあげたIP異常域のうちから典型的な異常を把握した区間としてC測線北部(C-10~C-20)およびJ測線北部(J-9~J-19)を選び、電算機を用いたシミュレーションを実施し、異常源のIP特性、賦存形態などについて定量的に検討した。モデルの設定に際しては前述の定性解析などの結果を参考にしている。

設定したモデルおよびシミュレーションの結果は次のとおりである。

3-3-1 C測線モデル (Fig.4-11)

Fig.4-11の上段には実測結果を、下段にはシミュレーションの結果を示した。

(i) モデルC-1

モデルに与えたIP特性は下記の通りであり、その分布領域および計算結果はFig.4-11(a)に示した。

Code	PE (%)	Resistivity(ohm-m)
1	3.5	3000
2	3.5	2000
3	3.5	1500
5	3.5	300
10	7.0	1500

このモデルから計算されたPE、AR、MFそれぞれの結果に対し実測結果と対比・考察すると次のとおりである。

- i) PEについては、弱異常として得られたハの字型パターンの分布域は実測結果にほぼ合致するが、パターンがシャープでかつ周辺部の値が低い。
- ii) ARについては弱異常が得られた位置はほぼ対応しているが、浅部での値が実測値より高い。
- iii) MFについてはARのハの字型パターンの影響が強く反映された結果、シャープなハの字型パターンを示し実測結果と大きく異なる。

(2) モデル C-2

(1)の結果をもとに高PE領域および低抵抗領域を広げると共に、区間南端でPE弱異常、AR弱異常が現われるよう考慮してFig.4-11(b)に示すモデルとした。

モデルに与えたIP特性を下記に示す。

Code	PE (m)	Resistivity(ohm-m)
2	3.5	2000
3	3.5	1500
4	3.5	400
8	6.0	800
9	7.0	3000
10	7.0	1500

計算結果に対する考察は次のとおりである。

- i) PEについては弱異常のハの字型パターンは北側で強調されているが、相対的に高い値を示す範囲が広くなり、実測結果に近くなった。
- ii) ARについては、弱異常のハの字型パターンの分布域が広がり、実測結果に類似する。また、計算された値もほぼ一致している。
- iii) MFについては、高異常の値が実測値に比べてやや低い、弱異常のパターンは類似してきた。

(3) モデル C-3

(2)の結果をもとに区間北側におけるPEのバックグラウンドを高く修正してFig.4-11(c)に示すモデルとした。

モデルに与えたIP特性を下記に示す。

Code	PE (m)	Resistivity(ohm-m)
2	3.5	2000
3	3.5	1500
4	3.5	400
6	4.5	3000
7	4.5	1500
8	6.0	800
10	7.0	1500

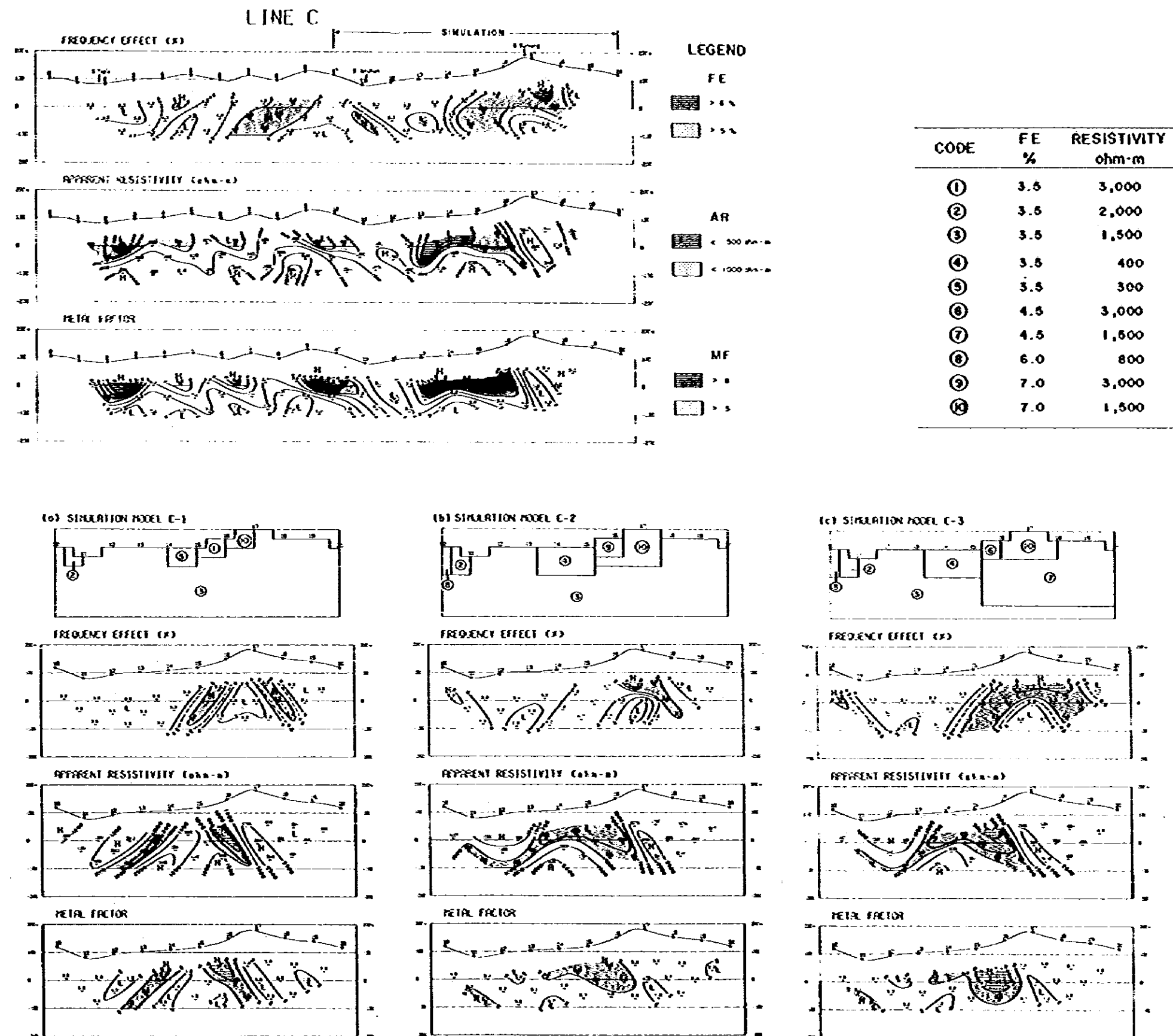


Fig. 4-11 IP Pseudo-sections and Simulated Models for Line C

計算結果に対する考察は次のとおりである。

- i) FEについては、弱異常のハの字型パターンの広がりおよび計算値がほぼ一致している。
- ii) ARについては、高比抵抗領域 (Code 6) を小さくしたほかは前回のモデルと同一であり、結果はC-2に同じく実測結果にほぼ一致する。
- iii) MFKについては、FEの値が高くなったことおよび上記のようにCode 6の領域を小さくしたことによってAR異常が現われたため、MF異常域が広がった。

(4) 結論

C-3のモデルでFE, AR, MFの計算値、パターンともにほぼ実測に近い結果を得た。

3-3-2 J 樹線モデル (Fig.4-12)

Fig.4-12の上段に実測値を、下段にシミュレーションの結果を示す。

(1) モデルJ-1

モデルに与えたIP特性は下記のとおりであり、分布領域および計算結果はFig.4-12(a)に示した。

Code	FE (Ω)	Resistivity (ohm-m)
1	4.5	2000
3	4.5	500
5	6.0	2000
7	6.0	500

計算結果に対する考察は次のとおりである。

- i) FEについては、弱異常のハの字型パターンの位置および広がり実測結果に近いが、高異常域がみられない。
- ii) ARについては、弱異常の分布範囲が実測結果に比べ狭い。また、計算値が全体的に実測値より高い値を示す。
- iii) MFKについては、ARの計算値が高いために実測値に比較して低い値を示し、また高異常の分布範囲も狭い。

(2) モデルJ-2

(1)の結果から、高FE領域を下部へ広げるとともに、モデルの南端部に高FE領域を

加えた。また、比抵抗のバックグラウンドを下げかつ低比抵抗の分布範囲を北部では下部へ、南部では南方向へ広げてFig.4-12(b)に示すモデルとした。

モデルに与えたIP特性を下記に示す。

Code	P E (%)	Resistivity(ohm-m)
2	4.5	1500
3	4.5	500
4	5.0	1500
6	6.0	1500
7	6.0	500

計算結果に対する考察は次のとおりである。

- i) P Eについては、J-1の結果と比較してほとんど変わらない。したがって、高P E域を下部へ広げたことによる効果は小さいといえる。
- ii) A Rについては、弱異常の分布範囲が広がりかつ計算値も実測値に近づいたが、弱異常域周辺部の値が低すぎる。
- iii) M Fについては、A Rの計算結果が改良されたためM F高異常域の範囲が広がって実測結果に近似する。

(3) モデルJ-3

(2)の結果をもとに、モデル中央部の高P E領域をJ-1のモデルと同じとし、値を高くした。比抵抗は下部におけるバックグラウンドの値を高くし、Fig.4-12(c)に示すモデルとした。

モデルに与えたIP特性を下記に示す。

Code	P E (%)	Resistivity(ohm-m)
1	4.5	2000
2	4.5	1500
3	4.5	500
6	6.0	1500
8	6.5	1500
9	6.5	500

計算結果に対する考察は次のとおりである。

- i) P Eについては、高異常域が現われ、かつ弱異常の分布域も実測結果に近い。

ii) ARについては、計算値および弱異常の分布域が実測結果にほぼ一致する。

iii) MFについては、高異常の分布域、弱異常の分布域ともに実測結果に近似している。

(4) 結論

J-3のモデルでPE, AR, MFの計算値、パターンともにほぼ実測に近い結果を得た。

3-4 考 察

物理探査によって把握された調査地域のIP特性（岩石物性、異常域分布など）を総括し、地質調査、地下学探査の成果を加えて鉱化帯についての考察を行った。

3-4-1 岩石IP物性値

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。

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(Table 4-1, Fig 4-6)。比抵抗値は5000 ohm-m前後の値が卓越する(Table 4-1)。FEと比抵抗との間には負の相関がみられるが、あまり強いものではない(Fig.4-5)。

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(4.9~103%), 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。

3-4-2 IP測定値

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(Table 4-2)。

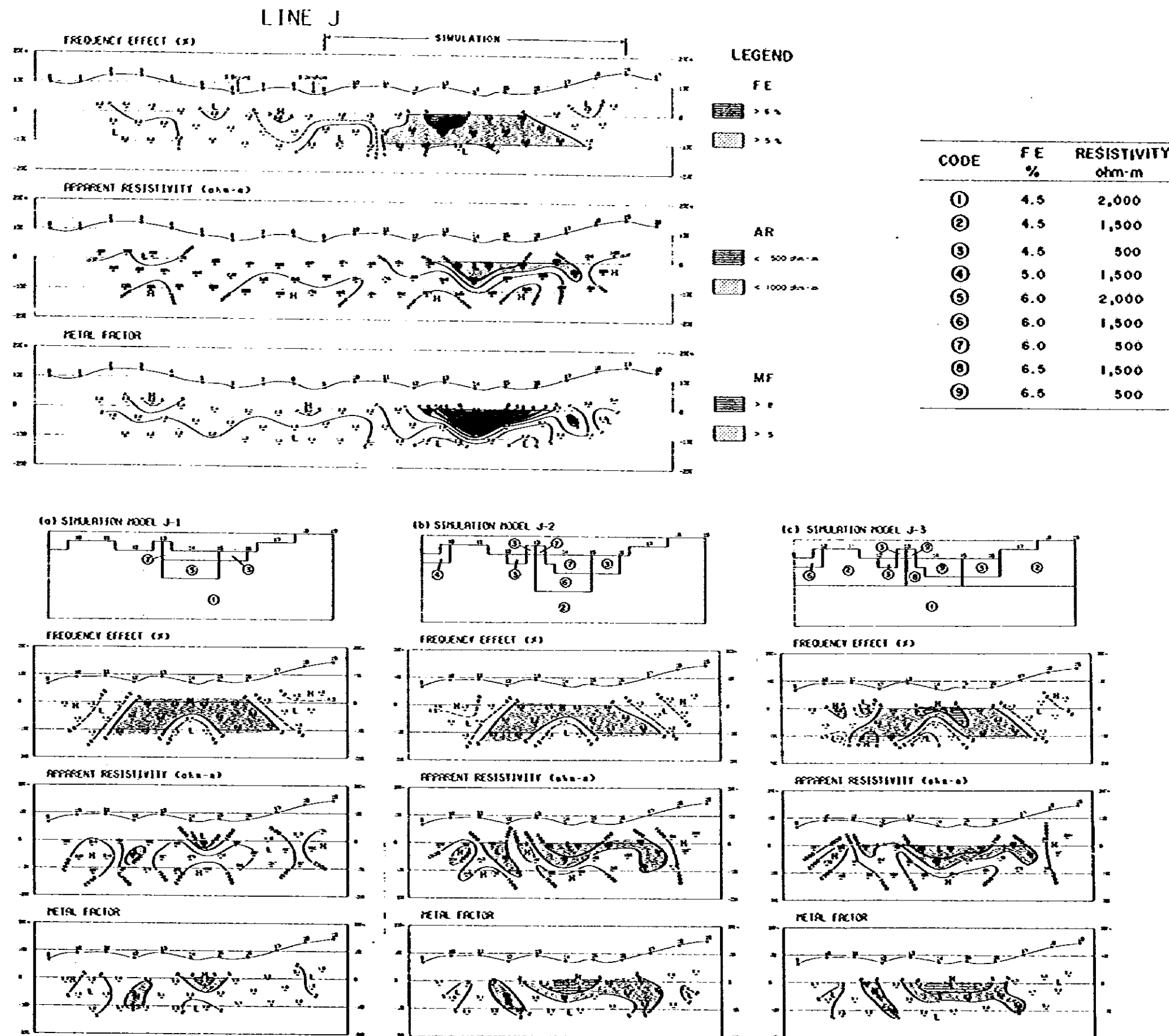


Fig. 4-12 IP Pseudo-sections and Simulated Models for Line J

レベル別測定値、全測定値のそれぞれにつき度数分布図を求めた結果、FEはいずれも正規分布をし、平均値にも大きな差異は認められなかった。一方、ARは対数正規分布をし、またレベル別には明瞭な違いがみられる (Fig 4-7)。ARがnの増大につれて全体的に高い値の側へ偏移することから、調査地域に分布する岩石の比抵抗は深部ほど高いと判断される。

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、 $FE > 6\%$ 、 $AR < 500 \text{ ohm-m}$ を異常値とした。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FE4.5%、AR1500 ohm-mである (Fig 4-8)。MFに関しては、FE-AR相関図においてレベル別測定値、全測定値いずれの場合にも相関が認められないことから、今回の調査地域ではMF異常を金属鉱物の指標として用いることはできないと判断される (Fig 4-10)。

IP測定値と地形 (標高) との関係を検討した結果、一部の測線で地形的に高い地域で高いFEが得られる傾向 (弱い正の相関) がみられた。これらの山塊は鉱化帯に何らかの関連を有する可能性も考えられる。一方、ARと標高との間には顕著な相関はみられない (Table 4-3)。

3-4-3 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。これらの結果を総括し、定量解析図として Fig. 4-13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と考えられる範囲である。

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. 4-14(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。

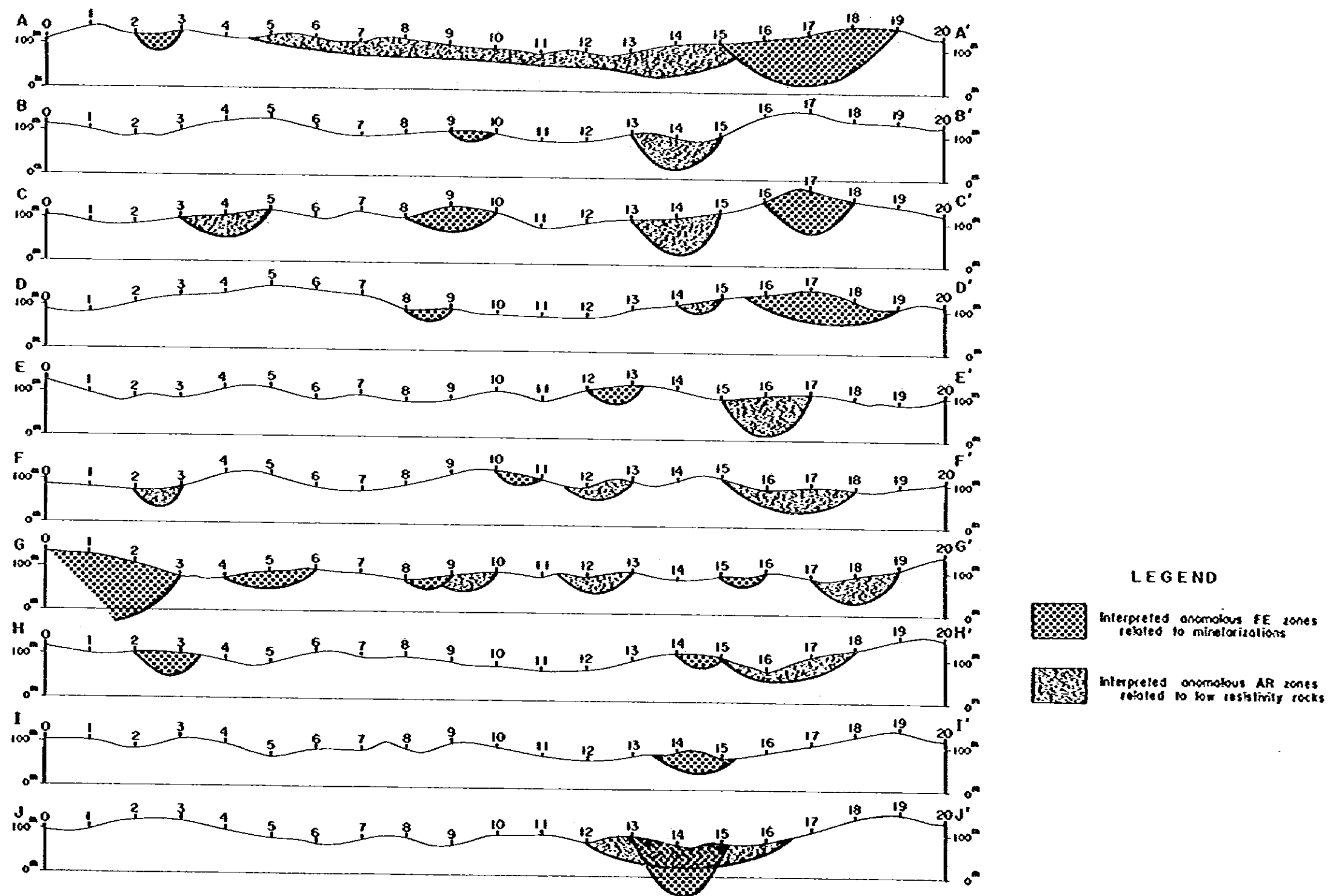


Fig. 4-13 Results of Quantitative Analysis of IP Anomalies

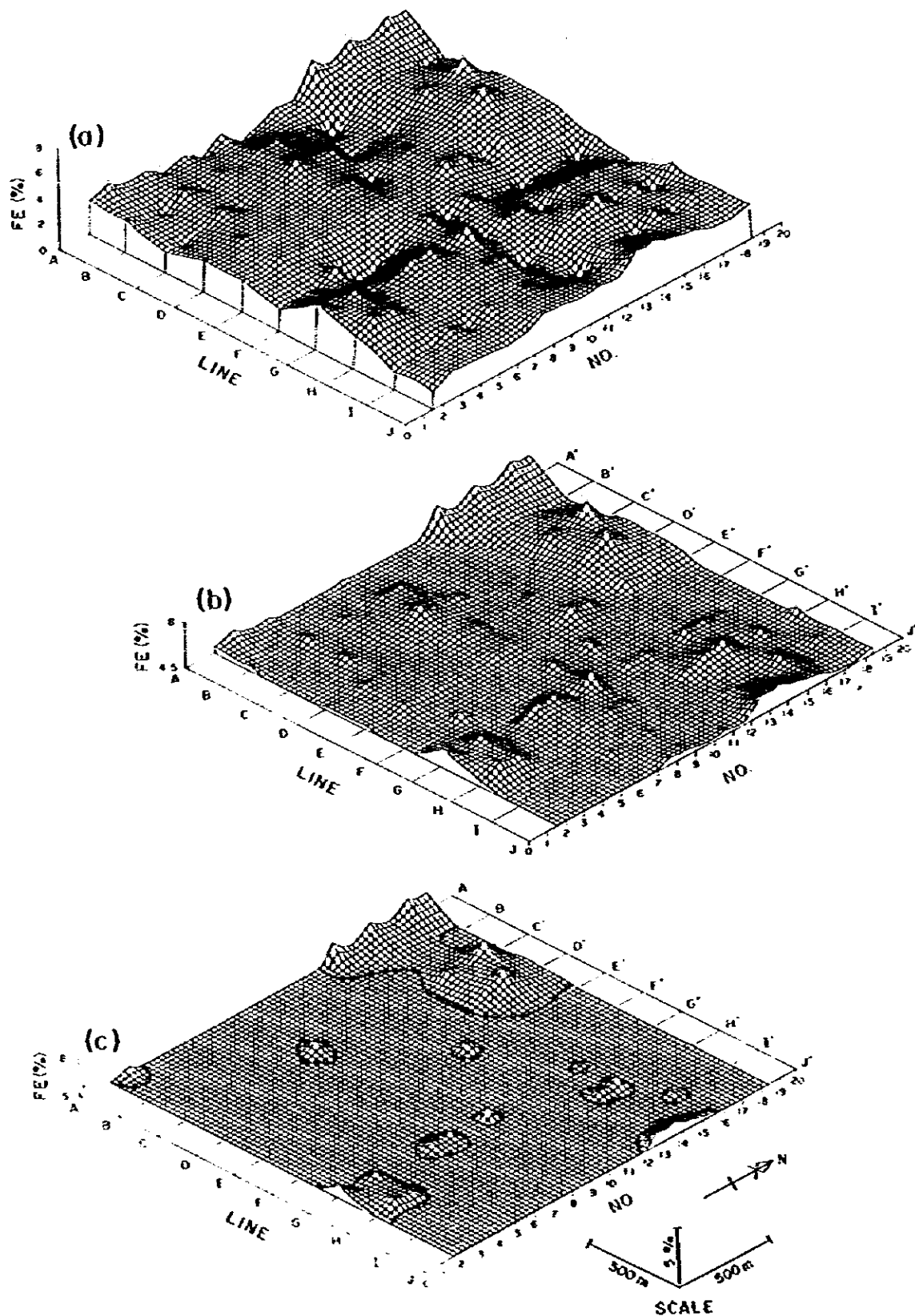


Fig. 4-14 Bird's-eye View of FE Values for $n=1$
 (a) $FE > 1.8\%$, (b) $FE > 4.5\%$, (c) $FE > 5.0\%$

3-4-4 鈦化帯との関係

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鈦化帯との関係について検討した。

PL, 4-18は地質調査の結果判明した地質構造、鈦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。またMF異常帯については今回の調査地域では鈦化帯との関連性はないものと判断されるため表示していない。

(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)は黄鉄鉱黄銅鉱などの硫化鉱物を含む鈦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)の名異常帯であり、黄銅鉱鈦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)の名異常帯であるが、これらの異常帯は主として黄鉄鉱による鈦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、M-1, M-2, M-5, M-6が円弧状に分布する傾向がある。このうち前者の系列は物理探査域北部で把握された銅異常帯の延びの方向とはほぼ一致する。

物理探査域西部で把握されたNNE-SSW系の銅異常帯に含まれるFE異常帯としてM-4および前述M-2が指摘されるが、両FE異常帯が連続する可能性は小さい。

(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。R-1異常帯分布域は銅異常帯, FE異常帯いずれの分布域とも負の相関性を示し、鈦化帯を反映する低

比抵抗異常帯とは考えられない。R-2, R-4, R-5 AR異常帯についても同じである。これらの異常源は地表より50m前後の厚さで分布すると解析されることから花崗閃緑岩中の低比抵抗部をあらわすものと解釈されるが、地質調査によって確認されている粘土帯とは位置、規模ともに関連性をもたず、現時点では地質との関係は不明である。

R-3異常帯についてはFE異常の一部に一致することから黄鉄鉱鉱染による花崗閃緑岩の比抵抗の低下を反映している可能性もある。さらに、この異常帯中央部はS.Badehの支流部にあたり、河川水の浸透も上記の効果に加わって花崗閃緑岩表層部の比抵抗を低下させているものと推察される。

(3) 鉱化帯について

地質調査により旧Panji村を含む東西2Km, 南北3Kmの範囲でいくつかの鉱化帯が把握された。鉱化作用は、鉱化帯域の外側に黄鉄鉱鉱染帯、内側に黄銅鉱鉱染をともなう電気石化帯がNNE-SSW系でゾーニングする特性を持つ。この鉱化帯域の中央部は地化学探査(銅、モリブデン)の結果で異常域として把握された地域に当たり、物理探査域は南東の一部を除いて地化学探査異常域に含まれる。鉱化帯に關係する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鉱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地域における鉱化作用の一つの特性を反映するものと推察され、これらの異常域は鉱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村付近の鉱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鉱化域は南北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、鉱化の目安となる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鉱含有量と対比すると、連続して鉱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鉱染帯域を示すものと判断される。

APPENDICES

Appendix-1 List of Rock and Ore Samples Tested

Sample No.	Rock Name	Thin Section	Polished Specimen	X-Ray Analysis	K-Ar Dating	Rock Chemical Analysis	Chemical Analysis
(Selakean area)							
Rx- 2	ore						0
4	andesitic tuff	0					
6	" "	0					
9	" "	0					
11	" "	0					
RY- 6	ore		0				
7	andesitic tuff	0					
8	andesite	0					
12	andesitic tuff	0					
RZ- 5	" "	0					
10	granodiorite	0					
12	ore, clay		0	0			0
14	ore, clay			0			0
(Panji area)							
Rx-21	granodiorite	0					0
23	altered tuff	0					
28	granodiorite	0					
30	clay			0			
33	granodiorite porphyry	0					
34	"	0					
36	"	0					
37	quartz diorite	0					
49	" "	0					
50	dolerite	0					
51	dacite	0					
53	granodiorite	0			0	0	
54	(quartz) andesitic tuff	0					
55	granodiorite	0					
56	clay			0			
58	Tourmaline quartz		0				0
RY-21	clay, ore	0		0			0
22	quartz andesitic tuff	0					
23	granodiorite	0					
26	"	0					

Sample No.	Rock Name	Thin Section	Polished Specimen	X-Ray Analysis	K-Ar Dating	Rock Chemical Analysis	Chemical Analysis
27	quartz andesitic tuff	0				0	
31	dolerite	0					
35	granodiorite	0					
39	Tourmaline quartz	0	0				0
RZ-21	quartz andesitic tuff	0					
23	granodiorite	0					
24	"	0				0	
28	"	0					
30	quartz andesitic tuff	0					
31	acidic tuff	0					0
32	silicified rock						0
33	" "						0
34	andesitic tuff	0					
35	quartz andesitic tuff	0					
42	clay			0			
44	clay			0			
47	dolerite	0					
49	quartz diorite	0					
51	quartz diorite	0					
52	quartz andesitic tuff	0					
(G. Ibu area)							
QD- 1	quartz diorite	0			0	0	
QD- 2	granodiorite	0			0	0	
Total		44	4	7	3	5	10

Appendix-2 Microscopic Observation of Thin Sections

Selakian Area

Sample No.	Rock Name	Texture	Grain/Fragment										Groundmass/Matrix										Secondary Mineral										Remarks		
			Q	Kf	Pl	Bt	Hb	Au	Op	Tou	Lich	Q	Kf	Pl	Bt	Py	Op	Q	Se	Ch	Bt	K	He	Ep	Sp	Ca									
Jirak	Formation																																		
KX-6	And-cf	pyroclastic																																	
6	"	"																																	
9	"	"																																	
11	"	"																																	Act.
KX-7	"	"																																	Se ckt. Sandy
8	And	"																																	
12	And-cf	"																																	
KZ-5	"	"																																	Se alt. flow structure seen.
G. Ray	Granodiorite																																		
KZ-10	Granodiorite	HOL GRV																																	Slightly basic

Abbreviation

Mineral	Rock	Texture
Q: quartz	py: pyrite	hol cry: holocrystalline
Kf: kali feldspar	Se: sericite	
Pl: plagioclase	Ch: chlorite	
Bt: biotite	X: kaoline	
HO: hornblende	He: hematite	
Au: augite	Ep: epidote	
Op: opaque mineral	Sp: sphene	
Tou: tourmaline	Zr: zircon	
Lich: lithic fragment	Act: actinolite	
	hyp: hypersthene	
	And: andesite	
	Q and tf: quartz andesite tuff	
	Dac tf: dacitic tuff	
	Q diorite: quartz diorite	
	Tou-q-rock: tourmaline quartz rock	
	Se alt: sericite alteration	
	q v: quartz vein	
	ab: abundant	
	com: common	
	r: rare	

Pauji Area

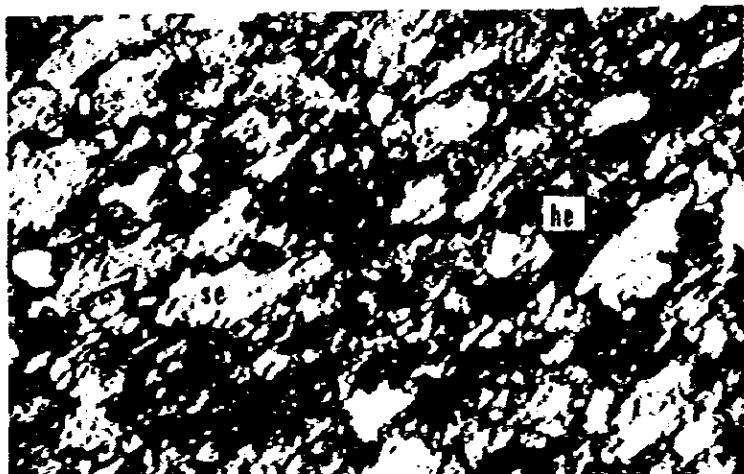
Sample No.	Rock Name	Texture	Grain/Fragment										Groundmass/Matrix										Secondary Mineral										Remarks	
			Q	Kf	Pl	Bc	Hb	Au	Op	Tou	Lich	Q	Kf	Pl	Bc	Py	Op	Q	Ss	Ch	Bc	K	Ne	Sp	Ca									
Belango Formation																																		
RX-23	altered cf	Porphyritic	●?															○		○														Artificialization phenocrysts-calcite Sa alt
RX-54	Q and cf	Pyroclastic																○		○													Q v. with ch	
RX-22	"	"	○								and							○		○														Acc.
RX-26	Q and	Porphyritic																○		○														
RX-27	Q "	"																○		○														
RX-21	Q and cf	Pyroclastic						●?										○		○														
RX-30	"	"	●								dc and							○		○														Other clay
RX-31	Acidic. cf	"	○								pl							○		○														
PZ-34	Dec cf	"	○					●?			and							○		○														
PZ-35	and cf	"																○		○														Sa alt
PZ-52	Q and cf	"	●					●			and							○		○														
G. Sabiawak Granodiorite																																		
RX-21	Granodiorite	Nal Cry	○	○	○	●	●	●												●	●													
RX-53	"	"	○	○	○	○	○	○	●																									pyroxenite
RX-55	"	"	○	○	○	○	○	○												●	●													
RX-23	"	"	○	○	○	○	○	○			Zr																							
RX-35	"	"	○	○	○	○	○	○												●	●													
RX-23	"	"	○	○	○	○	○	○			Zr									●	●													
RX-24	"	"	○	○	○	○	○	○												●	●													
RX-28	"	"	○	○	○	○	○	○			Zr									●	●													
RX-28	"	"	○	○	○	○	○	○												●	●													Porphyritic

Appendix-3 Microscopic Observation of Polished Specimen

Area	Sample No.	cp	cov	sph	py	arpy	Description
Solakean	RX-6	○	●	○		⊙	Arsenopyrite >> chalcopyrite ± sphalerite >> covellite Pyrite is cube in shape, and arsenopyrite is coarse grain in shape. Chalcopyrite occurs as exsolution dot in sphalerite, or with pyrite and sphalerite in gangue mineral. Chalcopyrite is maximum 0.8 mm in size, sphalerite is maximum 0.7 mm in size.
	RZ-12	●	●			○	Pyrite and arsenopyrite are scattered in gangue mineral. Fine grained covellines occur around arsenopyrite in gangue or in fine vein.
Panji	RX-39	○	●				Irregular grained chalcopyrites are less than 4mm in size, associ- ating covellite. Gangue minerals are tourmaline and quartz.
	RX-58	○	●		○		Pyrites in irregular form are less than 1.5 mm in size, and are scattered in gangue mineral. Chalcopyrite also occurs in gangue mineral, associating with small amount of covellite and very fine grained mineral (may be sphalerite). Gangue minerals are tourmaline and quartz.

⊙ abundant ○ common ● rare cp: chalcopyrite cov: covellite sph: sphalerite py: pyrite arpy: arsenopyrite

Appendix-4 Microscopic Photographs of Thin Section



Sample No.: RX-4

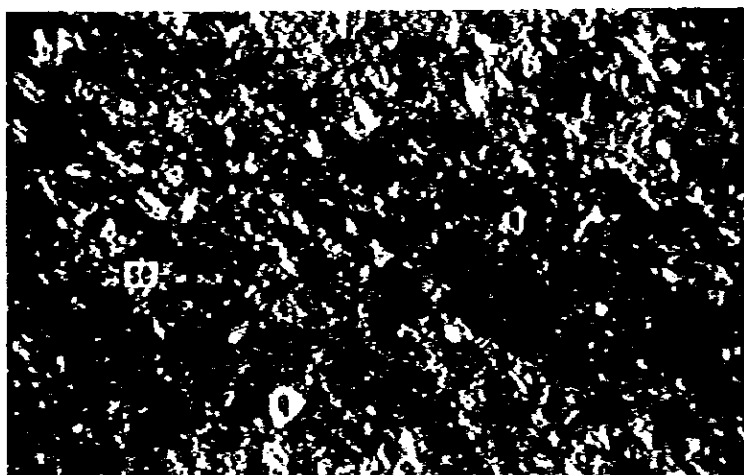
Locality : Slakean

Rock Name : Andesitic red tuff
(Jirak Formation)

se: sericite

he: hematite

Open nicol
0.5 mm



Sample No.: RY-7

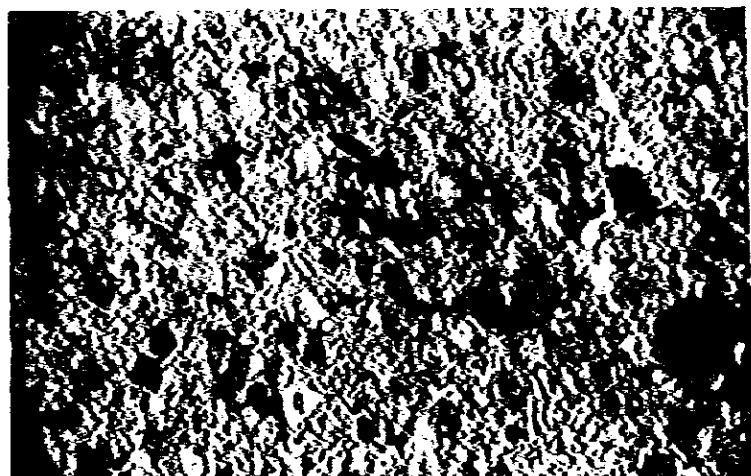
Locality : Slakean

Rock Name : Quartz andesitic tuff
(Jirak Formation)

se: sericite

q : quartz

Crossed nicols
0.5 mm



Sample No.: RY-7

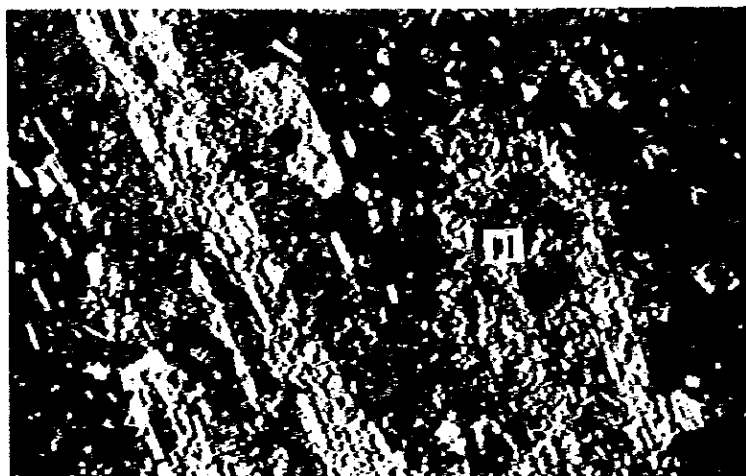
Locality : Slakean

Rock Name : (Quartz) Andesitic
tuff
(Jirak Formation)

se: sericite

q : quartz

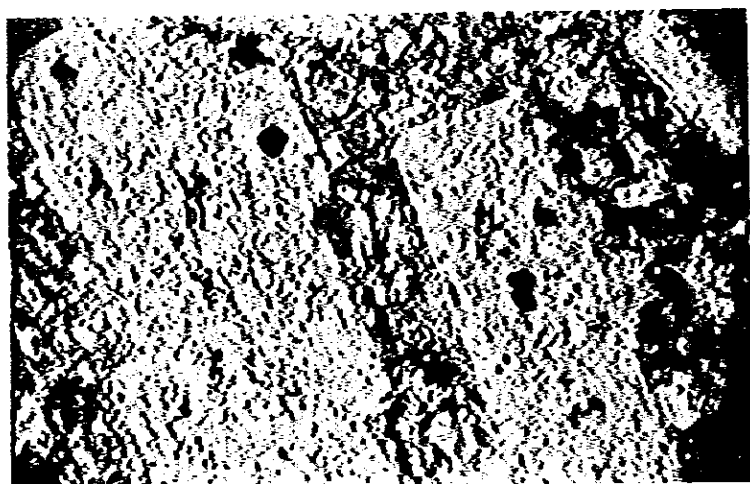
Open nicol
0.5 mm



Sample No.: RY-8
 Locality : Slakean
 Rock Name : Andesite
 (Jirak Formation)

pl: plagioclase
 se: sericite

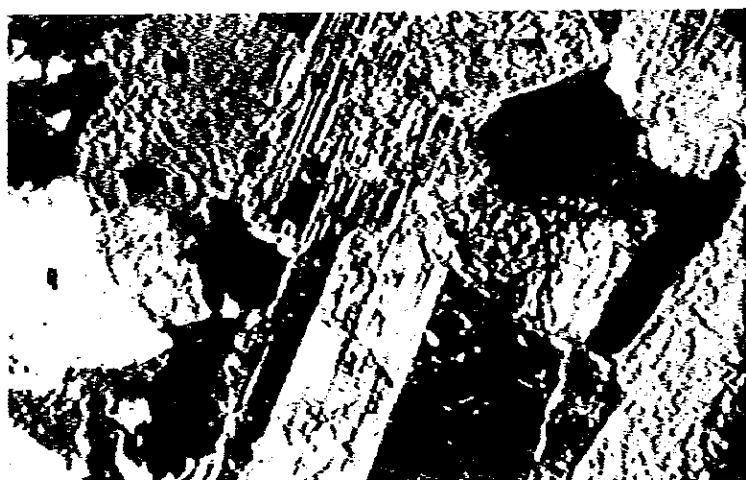
Crossed nicols
 0.5 mm



Sample No.: RY-8
 Locality : Slakean
 Rock Name : Andesite
 (Jirak Formation)

pl: plagioclase
 plagioclase is partly altered
 to sericite

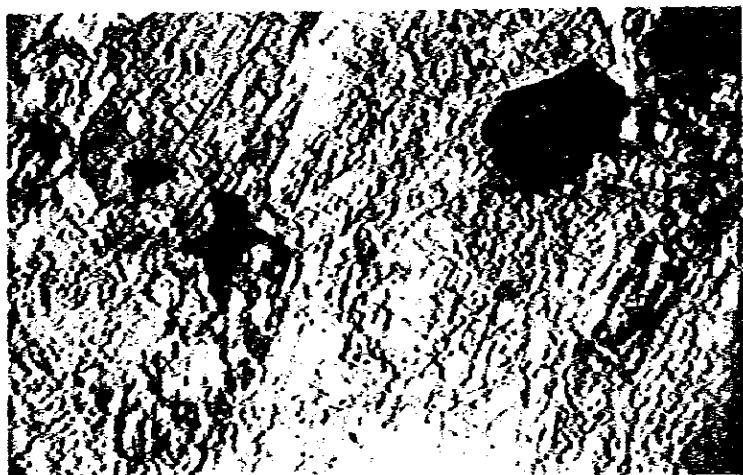
Open nicol
 0.5 mm



Sample No.: ZR-10
 Locality : Slakean
 Rock Name : G. Raya granodiorite

pl: plagioclase
 hb: hornblende
 plagioclase is partly altered
 to sericite

Crossed nicols
 0.5 mm



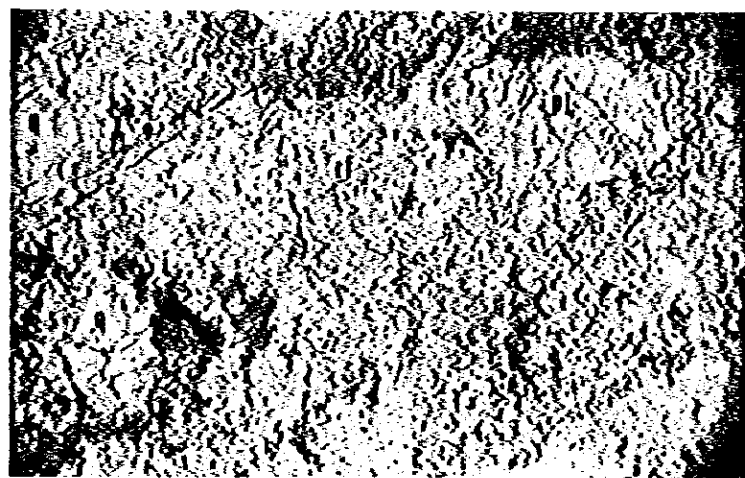
Sample No.: ZR-10
 Locality : Slakean
 Rock Name : G. Raya granodiorite
 q : quartz
 se: sericite
 hb: hornblende

Open nicol
 0.5 mm



Sample No.: RY-22
 Locality : Panji
 Rock Name : Quartz andesitic tuff
 (Belango Formation)
 pl: plagioclase
 q : quartz
 rf: rock fragment

Crossed nicols
 0.5 mm



Sample No.: RY-22
 Locality : Panji
 Rock Name : Quartz andesitic tuff
 (Belango Formation)
 pl: plagioclase
 q : quartz
 rf: rock fragment

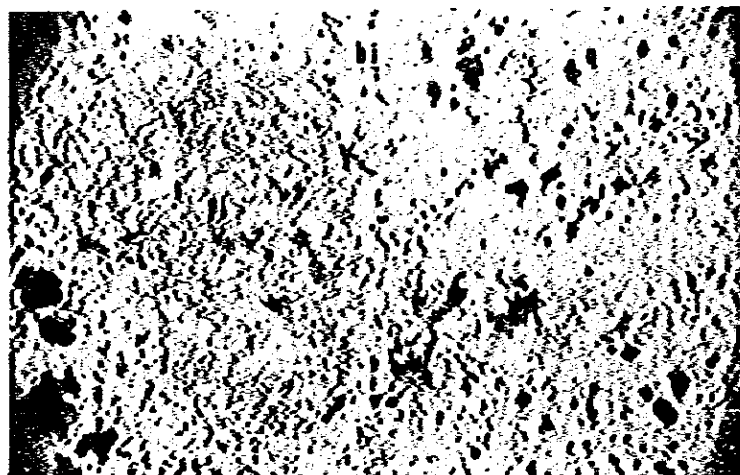
Open nicol
 0.5 mm



Sample No.: RY-26
 Locality : Panji
 Rock Name : Quartz andesite
 (Belango Formation)

q : quartz
 pl: plagioclase
 bi: biotite

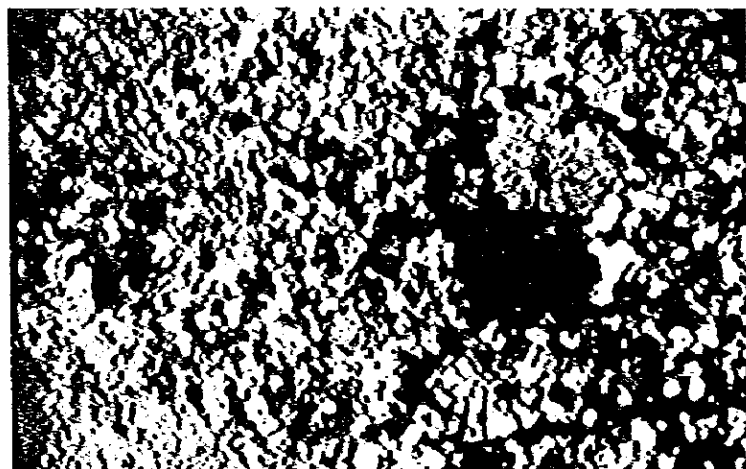
Crossed nicols
 0.5 mm



Sample No.: RY-26
 Locality : Panji
 Rock Name : Quartz andesite
 (Belango Formation)

q : quartz
 pl: plagioclase
 bi: biotite

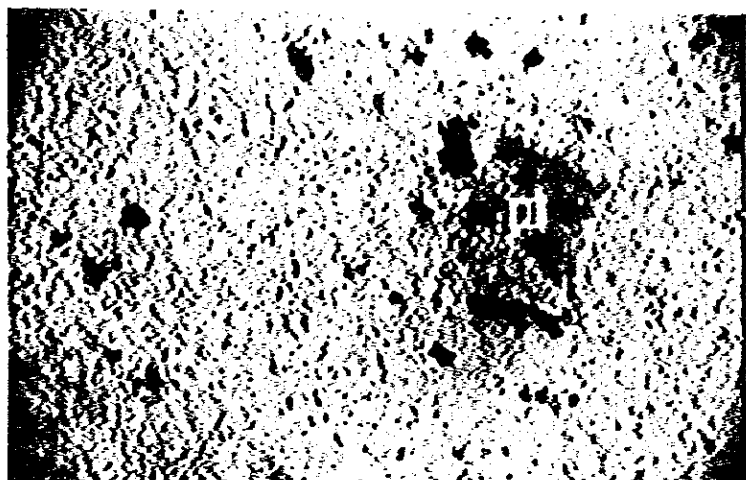
Open nicol
 0.5 mm



Sample No.: RY-27
 Locality : Panji
 Rock Name : (Quartz) andesite
 (Belango Formation)
 (hornfelsic)

q : quartz
 pl: plagioclase

Crossed nicols
 0.5 mm



Sample No.: RY-27
 Locality : Panji
 Rock Name : Quartz andesite
 (Belango Formation)
 (hornfelsic)
 q : quartz
 pl: plagioclase

Open nicol
 0.5 mm



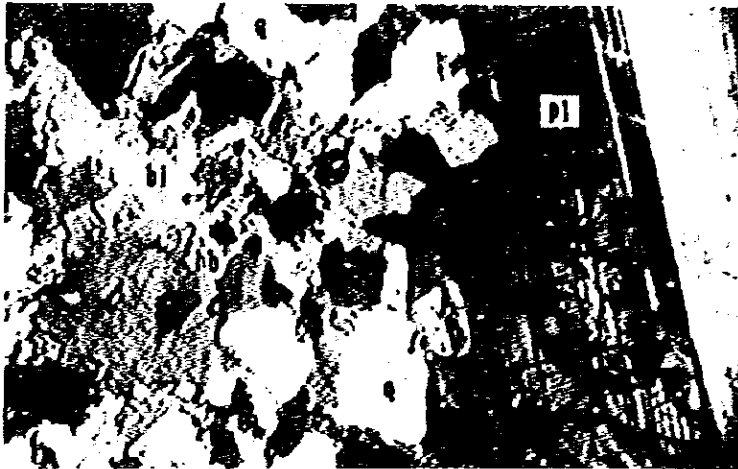
Sample No.: RZ-34
 Locality : Panji
 Rock Name : Dacitic tuff
 (Belango Formation)
 q : quartz
 ch: chlorite
 rf: rock fragment

Crossed nicols
 0.5 mm



Sample No.: RZ-34
 Locality : Panji
 Rock Name : Dacitic tuff
 (Belango Formation)
 q : quartz
 ch: chlorite
 rf: rock fragment

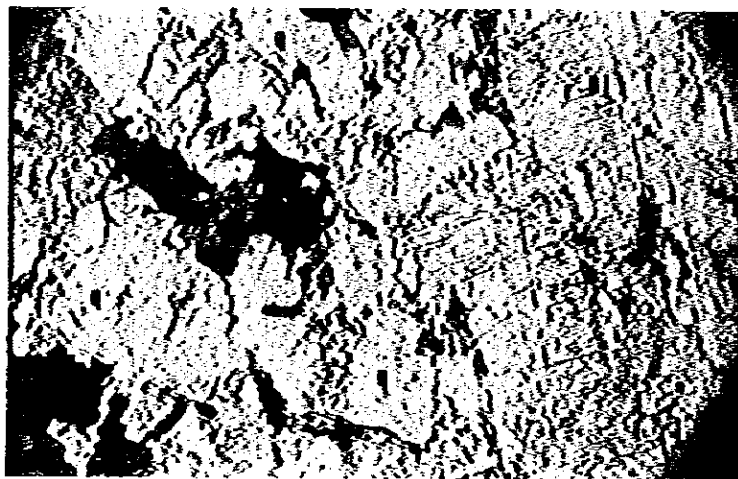
Open nicol
 0.5 mm



Sample No.: RX-53
 Locality : Panji
 Rock Name : G. Sebiawak
 Granodiorite

q : quartz
 pl: plagioclase
 bi: biotite
 hb: hornblende

Crossed nicols
 0.5 mm



Sample No.: RX-53
 Locality : Panji
 Rock Name : G. Sebiawak
 Granodiorite

q : quartz
 pl: plagioclase

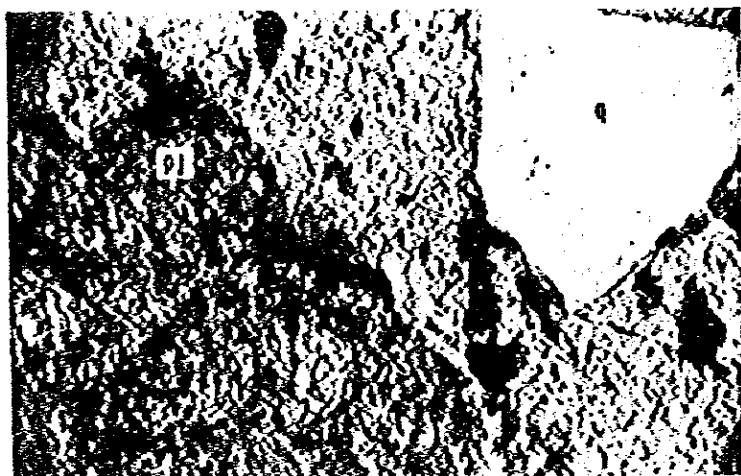
Open nicol
 0.5 mm



Sample No.: RX-51
 Locality : Panji
 Rock Name : Dacite porphyry

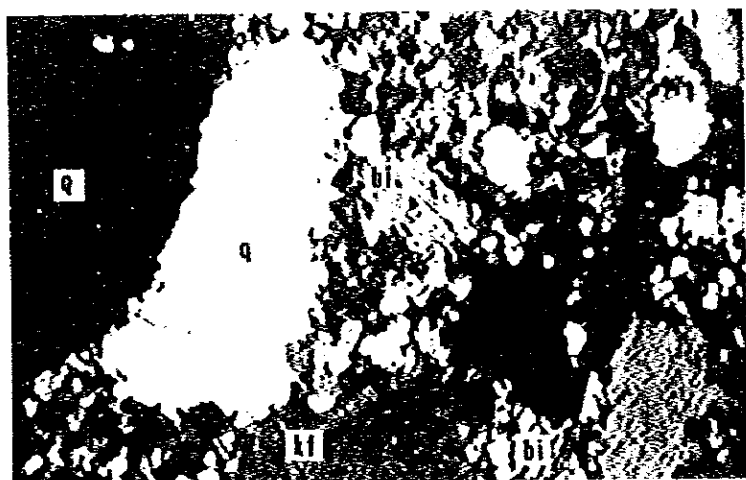
q : quartz
 pl: plagioclase

Crossed nicols
 0.5 mm



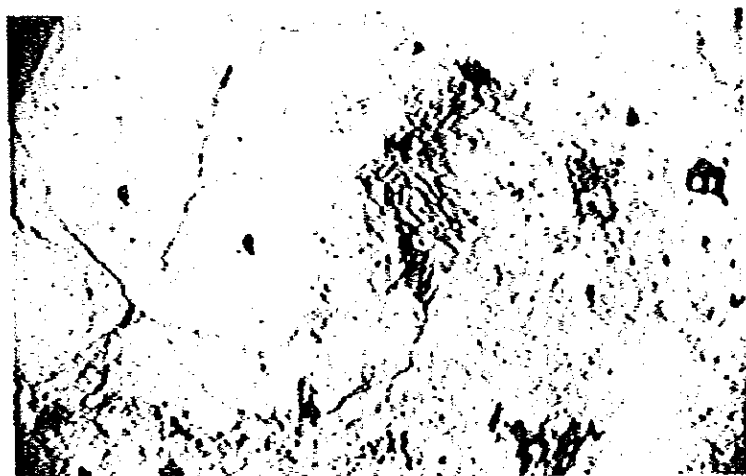
Sample No.: RX-51
 Locality : Panji
 Rock Name : Dacite porphyry
 q : quartz
 pl: plagioclase

Open nicol
 0.5 mm



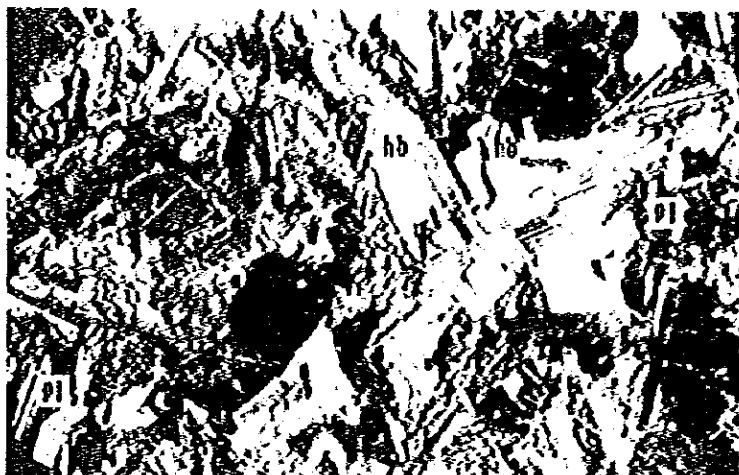
Sample No.: RX-34
 Locality : Panji
 Rock Name : Quartz porphyry
 q : quartz
 kf: kalifeldspar
 bi: biotite

Crossed nicols
 0.5 mm



Sample No.: RX-34
 Locality : Panji
 Rock Name : Quartz porphyry
 q : quartz
 kf: kalifeldspar
 bi: biotite

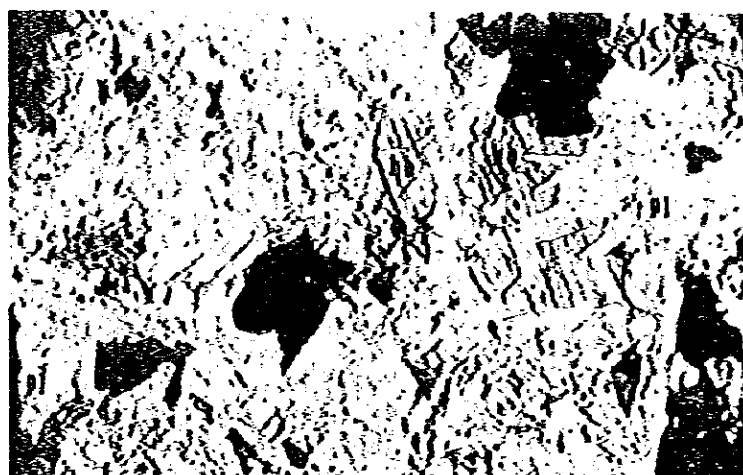
Open nicol
 0.5 mm



Sample No.: RZ-47
 Locality : Panji
 Rock Name : Dolerite

pl: plagioclase
 hb: hornblende

Crossed nicols
 0.5 mm



Sample No.: RZ-47
 Locality : Panji
 Rock Name : Dolerite

pl: plagioclase
 hb: hornblende

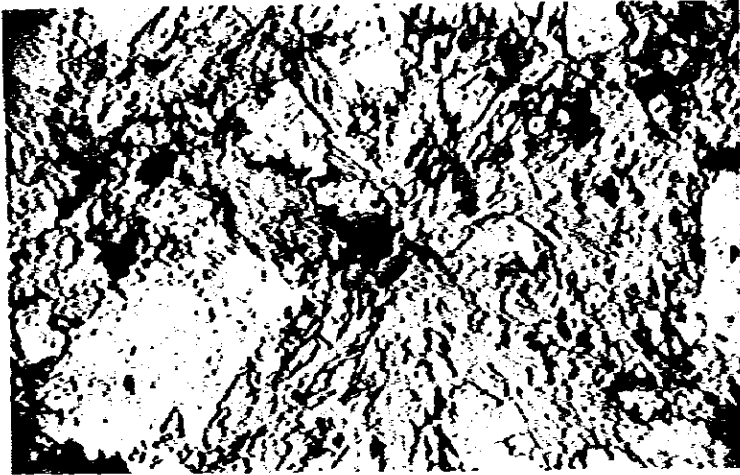
Open nicol
 0.5 mm



Sample No.: RX-58
 Locality : Panji
 Rock Name : Tourmaline quartz
 rock

q : quartz
 to: tourmaline

Crossed nicols
 0.5 mm



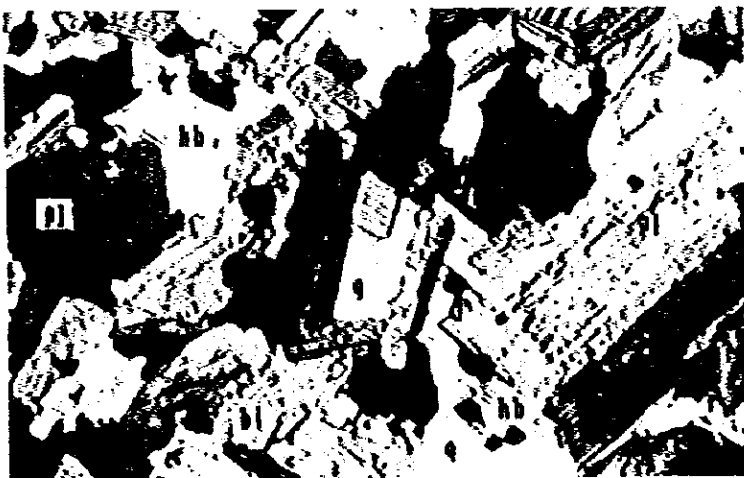
Sample No.: RX-58
 Locality : Panji
 Rock Name : Tourmaline quartz
 rock
 q : quartz
 to: tourmaline

Open nicol
 0.5 mm



Sample No.: RY-39
 Locality : Panji
 Rock Name : Tourmaline quartz
 rock
 q : quartz
 to: tourmaline

Crossed nicols
 0.5 mm



Sample No.: QD-1
 Locality : G. Ibu
 Rock Name : Quartz diorite
 q : quartz
 pl: plagioclase
 hb: hornblende
 bi: biotite

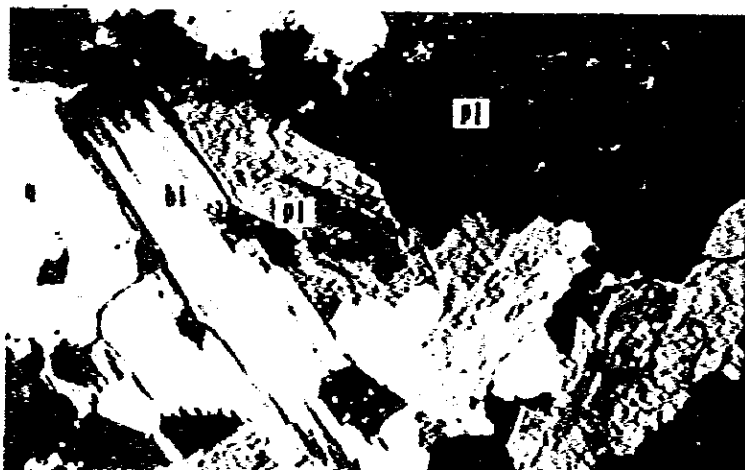
Crossed nicols
 0.5 mm



Sample No.: QD-1
 Locality : G. Ibu
 Rock Name : Quartz diorite

q : quartz
 pl: plagioclase
 hb: hornblende

Open nicol
 0.5 mm



Sample No.: GD-2
 Locality : G. Ibu
 Rock Name : Granodiorite

q : quartz
 pl: plagioclase
 bi: biotite

Crossed nicols
 0.5 mm

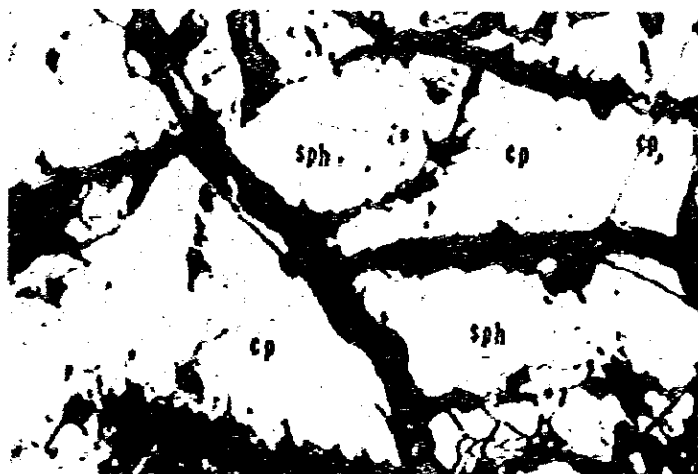


Sample No.: GD-2
 Locality : G. Ibu
 Rock Name : Granodiorite

q : quartz
 pl: plagioclase
 bi: biotite

Open nicol
 0.5 mm

Appendix-5 Microscopic Photographs of Polished Specimen



Sample No.: RY-6

Exsolution dots and lamellas of chalcopyrite in sphalerite.

cp : Chalcopyrite
sph: Sphalerite

0 0.2 mm



Sample No. : RY-6

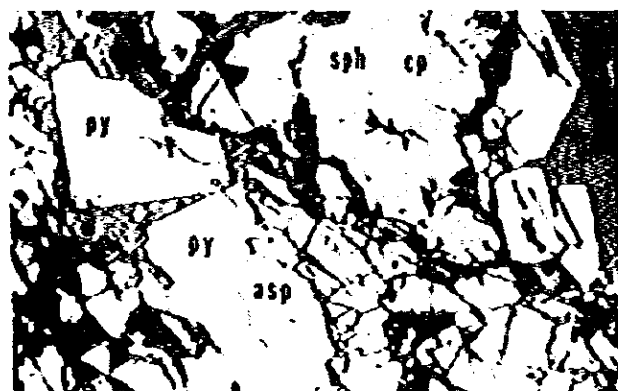
Locality : Selakean

Name of Ore: Cp-Sph-Asp Ore

cp : Chalcopyrite
sph: Sphalerite
asp: Arsenopyrite

Chalcopyrite occurs as exsolution dot in sphalerite.

0 0.2 mm



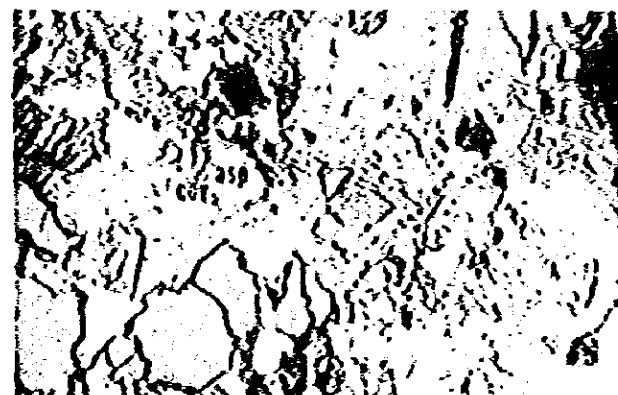
Sample No. : RY-6

Locality : Selakean

Name of Ore: Cp-Sph-Asp Ore

cp : Chalcopyrite
py : Pyrite
sph: Sphalerite
asp: Arsenopyrite

0 0.2 mm



Sample No. : RZ-12

Locality : S. Entagok, Selakean

Name of Ore: Cu-Asp Ore

cov: Covellite
asp: Arsenopyrite

covellite is found around arsenopyrite.

0 0.2 mm



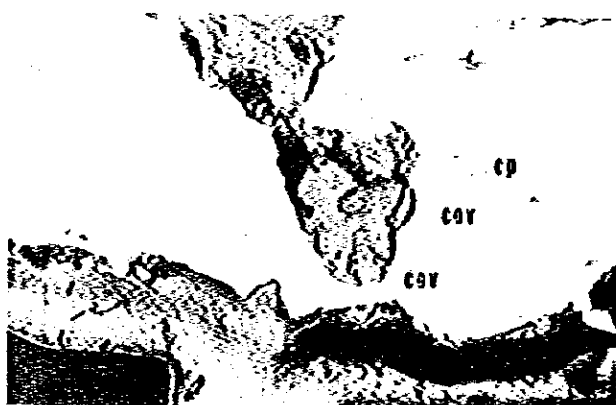
Sample No. : RY-39

Locality : Panji

Name of Ore: Chalcopyrite dissemination
in tourmaline

Covellite is found around chalcopyrite

0 0.2 cm



Sample No. : RX-58

Locality : Panji

Name of Ore: Chalcopyrite dissemination
in tourmaline quartz

cp : Chalcopyrite

cov: Covellite

0 0.2 cm



Sample No. : RX-58

Locality No.: Panji

Name of Ore : Pyrite dissemination in
tourmaline quartz

0 0.2 cm

Appendix-6 Chart and List of X Ray Diffractive Analysis of Clay Mineral

Sample No.	Location	Q	Se	K	Ch	Pl	La	Ac	Ch	Ca	Aspy	Py
Selakean												
RZ-12	S. Entagak	⊙	○					?d=5.64			○	
RZ-14	S. Melanci				●	⊙	⊙			?		○
Panji												
RX-21	S. Karonang											
RX-30	up st. of S. Jenaham	⊙	○	●								
RX-56	East of old panji	⊙		⊙								
RZ-42	S. Jenaham, S. Began	⊙	○	●								
RZ-44	S. Pitunnn	⊙		●	○ ?					●		

Q: Quartz Se: Sericite K: Kaoline mineral Ch: Chlorite

Pl: Plagioclase La: Laumontite Ac: Andalcite Gb: Gibbsite

Ca: Calcite Aspy: Arsenopyrite Py: Pyrite ⊙: Abundant

○: Common

●: Rare

Condition

Target	Cu	Divergency slit	1°
Filter	Ni	Scatter	1°
Voltage	30 kv	Receiving slit	0.3 mm
Current	15 mA	Chart speed	2 cm/min
Scanning speed	2°/min	Full scale	1,000 cps
Time constant	2 second		







Appendix-7 Assay Result of Geochemical Sample

Serial No.	Sample No.	Chemical Assay		Serial No.	Sample No.	Chemical Assay	
		Cu ppm	Pb ppm			Cu ppm	Mo ppm
(Selakean)				(Panji)			
1	TX- 1	31	27	32	TX-21	31	5
2	2	73	21	33	22	17	6
3	3	29	29	34	23	21	6
4	4	40	24	35	24	28	8
5	5	53	26	36	25	13	6
6	6	83	22	37	26	34	9
7	7	62	38	38	27	25	8
8	8	29	24	39	28	51	9
9	TY- 1	70	29	40	29	34	8
10	2	79	41	41	30	36	4
11	3	61	34	42	31	12	6
12	4	48	26	43	32	9	8
13	5	44	24	44	33	13	5
14	6	40	17	45	34	23	6
15	7	24	19	46	35	69	4
16	8	27	33	47	36	13	3
17	9	48	28	48	37	21	4
18	10	55	23	49	38	28	8
19	11	41	30	50	39	85	5
20	TZ- 1	73	33	51	40	96	6
21	2	75	30	52	41	87	13
22	3	84	46	53	42	64	10
23	4	58	44	54	43	36	9
24	5	58	23	55	44	21	9
25	6	41	23	56	45	46	9
26	7	44	26	57	46	53	6
27	8	41	23	58	TY-21	23	9
28	9	44	35	59	22	66	11
29	10	36	51	60	23	46	13
30	11	126	26	61	24	9	8
31	12	50	35	62	25	9	6
				63	26	38	10
				64	27	21	9

Serial No.	Sample No.	Chemical Assay		Serial No.	Sample No.	Chemical Assay	
		Cu ppm	Pb ppm			Cu ppm	Mo ppm
65	TY-28	9	8	102	32	27	7
66	29	13	4	103	33	8	7
67	30	9	5	104	34	46	7
68	31	4	5	105	35	8	4
69	32	26	7	106	36	8	9
70	33	30	8	107	37	15	7
71	34	17	7	108	38	11	4
72	35	17	9	109	39	81	13
73	36	17	12	110	40	36	5
74	37	9	8	111	41	49	7
75	38	43	7	112	42	19	7
76	39	30	5	113	43	36	10
77	40	32	5	114	44	78	12
78	41	126	13	115	45	47	7
79	42	40	13	116	46	63	10
80	43	17	9	117	47	54	7
81	44	38	7	118	TA- 0	119	15
82	45	26	10	119	2	65	22
83	46	123	9	120	4	66	11
84	47	125	9	121	6	79	9
85	48	53	9	122	8	97	9
86	49	74	7	123	10	147	5
87	50	12	7	124	12	76	8
88	51	25	11	125	14	63	8
89	52	71	22	126	16	18	9
90	53	86	12	127	18	21	5
91	TZ-21	50	14	128	20	13	9
92	22	8	6	129	TB- 0	182	46
93	23	23	8	130	2	103	11
94	24	36	8	131	4	183	26
95	25	47	8	132	6	228	30
96	26	59	8	133	8	244	15
97	27	46	10	134	10	226	15
98	28	53	9	135	12	142	9
99	29	78	15	136	14	68	15
100	30	34	9	137	16	35	13
101	31	26	4	138	18	18	13

Serial No.	Sample No.	Chemical Assay		Serial No.	Sample No.	Chemical Assay	
		Cu ppm	Pb ppm			Cu ppm	Mo ppm
139	20	95	15	176	6	48	16
140	TC- 0	185	17	177	8	48	8
141	2	158	17	178	10	55	8
142	4	233	62	179	12	61	10
143	6	235	78	180	14	27	10
144	8	256	46	181	16	152	8
145	10	246	41	182	18	140	7
146	12	161	8	183	20	83	8
147	14	99	10	184	TG- 0	21	8
148	16	357	10	185	2	55	10
149	18	224	8	186	4	286	51
150	20	28	8	187	6	40	19
151	TD- 0	64	9	188	8	69	6
152	2	66	5	189	10	72	11
153	4	284	51	190	12	72	16
154	6	161	21	191	14	292	48
155	8	361	25	192	16	179	11
156	10	135	12	193	18	78	7
157	12	514	123	194	20	94	10
158	14	296	6	195	TH- 0	34	8
159	16	284	9	196	2	20	6
160	18	178	10	197	4	32	5
161	20	106	8	198	6	9	15
162	TD-E0	35	4	199	8	37	4
163	2	83	6	200	10	34	6
164	4	56	8	201	12	153	8
165	6	263	13	202	14	236	10
166	8	95	9	203	16	307	14
167	10	90	7	204	18	90	12
168	12	247	9	205	20	149	8
169	14	72	10	206	TI- 0	22	7
170	16	282	10	207	2	64	7
171	18	359	8	208	4	31	7
172	20	86	8	209	6	28	7
173	TF- 0	36	8	210	8	22	7
174	2	57	8	211	10	33	12
175	4	37	8	212	12	219	12

Serial No.	Sample No.	Chemical Assay		Serial No.	Sample No.	Chemical Assay	
		Cu ppm	Pb ppm			Cu ppm	Mo ppm
213	14	243	12				
214	16	165	10				
215	18	24	10				
216	20	22	10				
217	TJ- 0	24	9				
218	2	22	7				
219	4	51	8				
220	6	58	8				
221	8	39	8				
222	10	22	7				
223	12	37	10				
224	14	16	10				
225	16	39	10				
226	18	25	10				
227	20	17	12				