

第Ⅶ部 結 論

第1章 調査結果の総括

プロジェクト地域(面積 1,500km²)に実施した地質調査、地化学探査、物理探査により調査地域の地質が明確になり、また鉱化作用が解明された。地質については地質層序、火成活動の時期が明確となり、鉱化作用との相互の関係の解明が進んだので、本調査で明らかとなった地質及び鉱化作用を主に総括する。

1. 地質調査の結果本地域は次の地質エポックに大別された。

- (1) 三疊紀期～ジュラ紀前期にわたる厚いフィリッシュ型堆積岩の堆積
- (2) ジュラ期後期の安山岩、デイサイト質火山岩、火山砕屑岩の堆積
- (3) 白亜紀前期～中期の花崗閃緑岩パソリスの進入
- (4) 第三紀デイサイト、トータル岩の貫入及びデイサイト火山砕屑岩の堆積

上部三疊系～下部ジュラ系堆積岩 (Bengkayang 層群) は若干の酸性凝灰岩をともなう砂岩の堆積に始まり、砂岩、シルト岩、泥岩の互層からなるフィリッシュ型堆積岩である。この層群の上部層 (Sungaibetung 層) には下部ジュラ系ライアス統トアルシアン階の2種のアンモナイトが発見されている。このアンモナイト化石は動物群としては Tethys (テーチス) 系のものと同定されており、欧州、印度支那半島南部及び日本 (豊満層群) の Himalayan～Tethys (ヒマラーヤン-テーチス) 系地層の対比に重要な発見である。

ジュラ紀後期には安山岩、デイサイトの溶岩及び同質の火山砕屑岩 (Jirak 層, Belango 層) が広く分布する。Bengkayang 層群との間には部分的に礫岩 (基底礫岩) をはさみ、不整合関係にあったものと思われる。また白亜紀花崗閃緑岩の進入により接触変質を受け、またパソリスのルーフペンダントとして分布する。Schwaner 山脈の南域 (南西カリマンタン) に広く分布する火山岩層 (Beemelen 1949 による Maten Complex) は従来上部三疊系に対比されているが、本調査でジュラ系とした Jirak 層, Belango 層と対比出来るかも知れない。また白亜紀花崗閃緑岩パソリスとは、火山岩の噴出→深成岩貫入活動の相互関係にある可能性があり更に検討が必要である。

調査地域の中部～南域に分布するパソリス状の G.Raya・G. Sebiawak 花崗閃緑岩は、Jirak 層 Belango 層に変質作用 (絹雲母化作用、珪化作用、緑簾石化作用、紅柱石化作用) を与え進入している。岩質はトータル岩、花崗閃緑岩が主であるが、石英閃緑岩、花崗岩が岩株、岩脈として認められる。K-Ar 法による絶対年代測定によると 124m.y.～103m.y. (トータル岩・花崗閃緑岩パソリス), 98m.y.～95m.y. (石英閃緑岩岩株) で白亜紀前期～中期の進入である。

新期の火成活動として Sirih・Banyi トーナル岩が調査地域の G. Bawang 山地, Bengkayang 地域, Senakin~Pahuman 地域に岩株として貫入している。K-Ar 法による絶対年代測定では 27m.y.~20m.y.の結果を得ており、第三紀漸新世~中新世の貫入である。これに先立ち同種のデイサイト (K-Ar 法による絶対年代 51m.y.) の貫入及びこれに伴う火山砕屑岩の堆積 (Serantak デイサイト・同質火山砕屑岩層) があるが、これらは一貫した新期の火成活動とみなされる。

なお Singkawang 東部に分布する G. Ibu 花崗岩類のうち、新期花崗岩類とされた Sijangku 石英閃緑岩, G. Raya 花崗閃緑岩 (本プロジェクト地域の同名岩体とは別岩体で T. Suhandi による) は K-Ar 法による絶対年代測定によりともに 30m.y.となり、Sirih・Banyi トーナル岩と同時期貫入岩であることが確かめられた。

白堊紀より第三紀中新世までの火成活動による花崗岩類はいづれもカルクアルカリ岩系列の花崗岩類で、また不透明鉱物による分類 (石原 1977) ではボーフィリー銅鉛床に普遍的に伴われる磁鉄鉱系花崗岩類に分類される。

2. 本調査地域を含む西カリマンタン地域は南支那より印度支那半島南部, 西カリマンタン, 中部カリマンタンへ連続する白堊紀マグマ活動弧の中にあり、またカリマンタンとマレーシア領サラワクの境界付近に連続する Lupar チャート・オフィオライト帯 (第三紀北西ボルネオ地向斜南縁) の南縁に位置している。従って白堊紀の花崗岩類パソリスはこのマグマ活動に規制されその貫入方向は WNW~ESE 系の方向をとっている。また Bengkayang 層, Belango 層にみられる古期構造 (背斜, 向斜軸) も WNW~ESE 系である。

新期火成岩の Sirih トーナル岩進入に起因するドーム構造の背斜軸, 断層, またこれに貫入する安山岩はいづれも NNW-SSE 系であり、同系の断層が Senakin~Pahuman のトーナル岩分布域に認められるが、これらの構造は新期火成活動によるものと思われる。他に Banyi トーナル岩は G. Raya 花崗閃緑岩と古期堆積岩 (Bengkayang 層) との接合部に進入しており、その進入部に沿い構造線が想定される。

他に G. Raya 花崗閃緑岩と O. Sebiawak 花崗閃緑岩の接合部に ENE-WSW 系の断層帯がある。

3. 調査地域には大別して次の鉱化作用が認められた。

- (1) (黄銅鉱)・輝水鉛鉱石英脈 (Takap, Sirih, Kunyit)
- (2) 電気石, 黄銅鉱・(輝水鉛鉱), 黄鉄鉱鉱染帯, 金よりなる鉱化帯 (Banyi, Panji)
- (3) 金・黄銅鉱・磁鉄鉄鉱床 (Selakean)
- (4) 金・銀・黄銅鉱・閃亜鉛鉱・磁鉄鉄鉱床 (Selakean)
- (5) 砂金鉱床
- (6) マンガン鉱床 (Sasan)

その他珪化及び粘土化を伴う黄鉄鉱染帯が各所に認められる。

以上の鉱化作用のうち Selakean 合金・銀・黄銅鉱・閃亜鉛鉱・碲鉄鉱鉱床は G. Raya 花崗閃緑岩進入による鉱化作用と考えられるが、その他は新期火成活動（白亜紀後期～第三紀中新世前期の酸性深成岩～半深成岩活動、火山活動、即ち Serantak デイサイト、Sirih・Banyi トーナル岩）に関係している。

主要河川における砂金の含有量の調査では、上記鉱化帯の周辺に分布しており、砂金探査が鉱化帯探査に有用であることが明らかである。

4. G. Raya 花崗閃緑岩の周辺には Banyi トーナル岩を進入した構造線、G. Sebiawak 花崗閃緑岩との境界付近の NEN-SWS 系の断層帯、Darit 付近の NWN-SES 系の断層等があり、G. Raya 花崗閃緑岩体がブロック隆起している。また G. Sebiawak 花崗閃緑岩帯地域に比べて Belango 層ルーフ・ペンダントの分布が少ない。G. Raya 花崗閃緑岩地域に鉱化作用が乏しいのは、その岩体深部が露出しているものと思われる。

5. 河川堆積物による地化学探査（0.8個/1㎡の試料採取密度で実施）により銅、モリブデン、鉛、亜鉛を指示元素として解析を実施した結果、8個所以上の異常域が得られ、いずれも地質調査の結果では鉱化帯また鉱化、示徴が認められ、概査における有用な探鉱方法であることが確認された。また概査により抽出された4地区（Serantak 151㎡、Banyi 351㎡、Selakean 61㎡及び Panji 201㎡）の精査で実施した土壤による地化学探査（3個～5個/1㎡及びIP測線沿い1個/200mで試料採取）は、その解析した銅・モリブデンの異常域は鉱化帯とよく一致し、本プロジェクト地域では鉱化帯の範囲を探査するに効果的な探査方法である。

6. 物理探査により鉱化帯に関係するIP異常帯を7ヶ所において把握した。電算機シミュレーションによる定量解析の結果、これらの異常帯は花崗閃緑岩表層部に賦存する鉱染状鉱化帯を反映したものと判断された。

第2章 結 論

カリマンタン西部地域の白亜紀花崗岩類パソリスの北縁部の金、銅、モリブデン等の鉱化作用が分布する地域における資源開発基礎調査を昭和54年より昭和56年まで3ヶ年にわたり実施してきたが、この調査に次の結論を得た。

1. プロジェクト地域を中心に地質層序、火成活動の時代、花崗岩類の性格等が明らかになった。特に中生代初期の堆積岩類の層序が明確になり、また白亜紀花崗岩類パソリス及び貫入岩体の貫入時期が明確となった。ジュラ期中期～後期に広く噴出、堆積した火山岩・火山砕屑岩と白亜紀花崗岩類の関係が未解明となっているが、この関係の解明が望まれる。

これらの調査結果は今後カリマンタンにおける鉱床探査に重要な基礎資料を提供するものと考えられる。

2. 調査地域内には金、銅、モリブデン、鉛、亜鉛等の鉱化帯が多数認められたがこれらの鉱化作用は第三紀前期の新期火成活動と密接な因果関係を有することが解明された。既に実施されたカリマンタン中部地域資源開発基礎調査、また本調査で特に銅、モリブデン鉱化作用に関係があるG.ibu地域の花崗岩類について実施した貫入年代測定は、ともにこの地域の鉱化作用が新期火成活動に関連していることを示している。今後西カリマンタン～中部カリマンタンの鉱化帯調査には本調査結果を踏まえ、新期火成活動と鉱化作用の関係を解明することが重要である。

3. この地域に分布する新期火成活動に伴う金、銅、モリブデン、(鉛、亜鉛)鉱化帯地域において広域地域よりそれらの鉱化帯を探し出す既査には、地質調査と併行して河川堆積物による地化学既査及び標砂砂金探査が、また既査により抽出された鉱化帯の分布範囲、鉱化の強さ等を探査する精査には、地質精査とともに土壤による地化学探査、物理探査を併用することが有効な調査方法である。

REFERENCES (GEOLOGICAL SURVEY AND GEOCHEMICAL SURVEY)

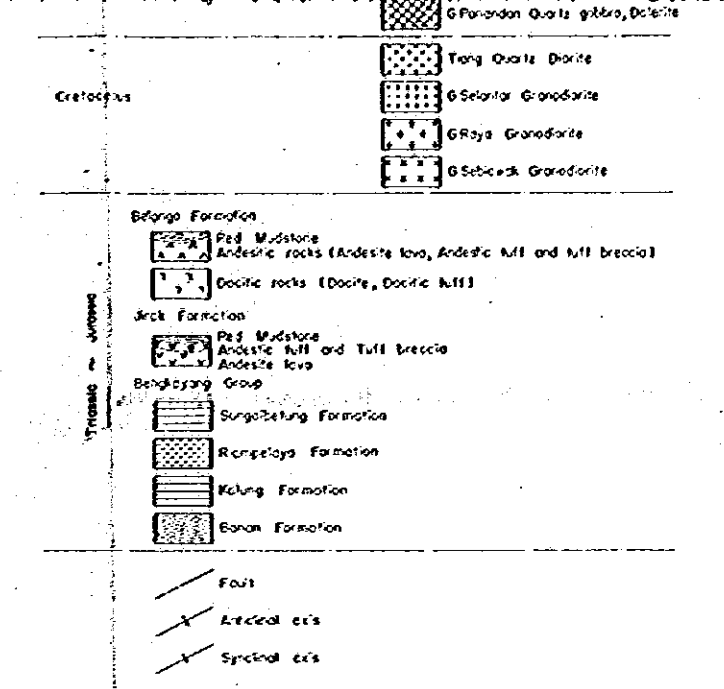
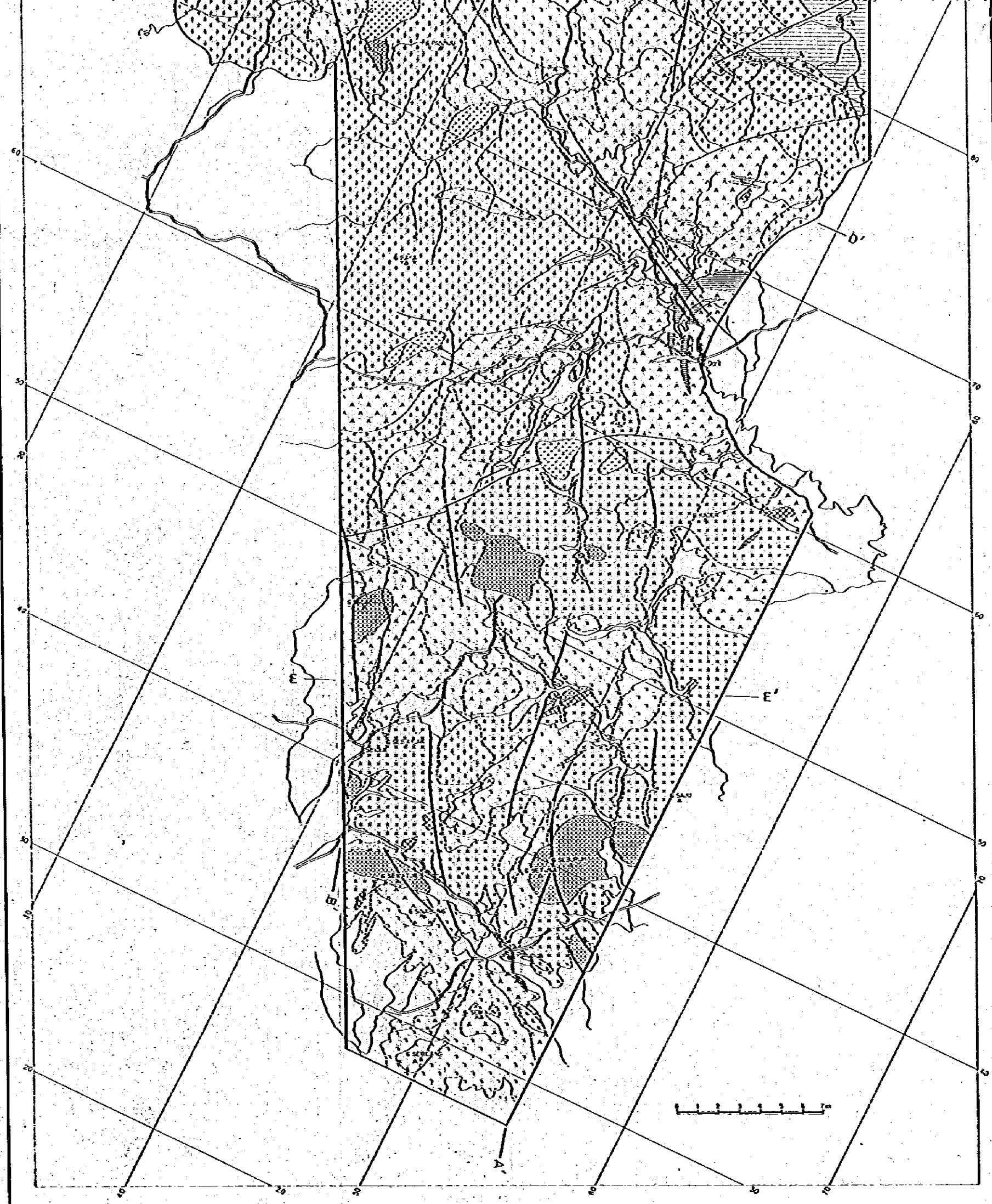
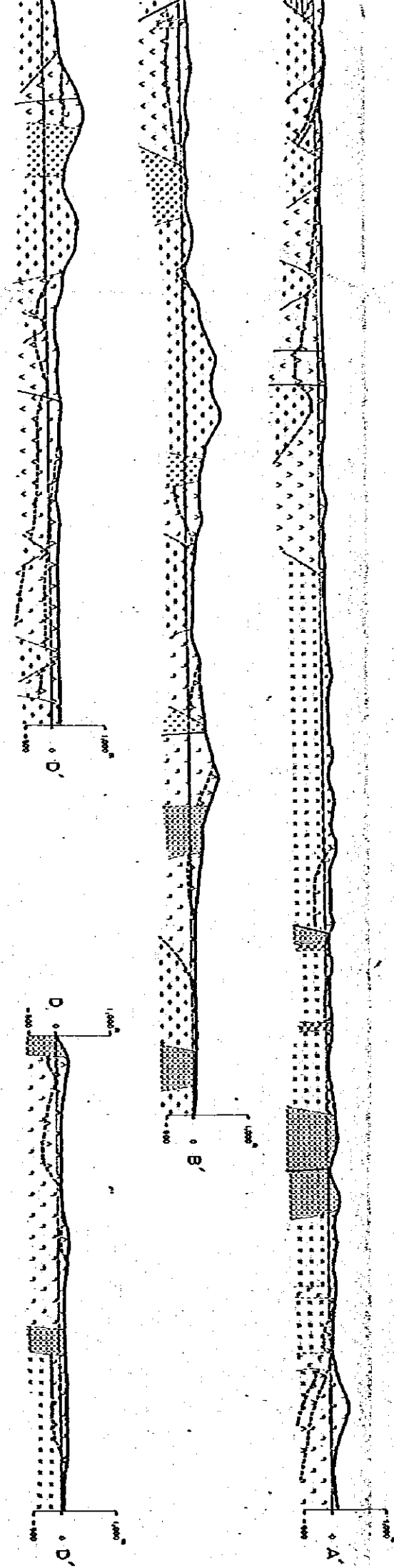
1. Aramaki S. et al (1972); Chemical Composition of Japanese Granites Part 2 Variation Trends and Average Composition. Jour. Geol. Soc. of Japan Vol. 78, No. 1, p. 39-49
2. Bemmelen, R. W. Van (1949); The Geology of Indonesia. The Hague Netherland Gov. Printing Office.
3. Ben-Avraham, Z. (1978); The Evolution of Marginal Basin and Adjacent Shelves in East and South Asia Tectonophysics 45, p. 269-288
4. Desborough, G. A., and Carpenter R. H. (1965); Phase Relations of Pyrrhotite Economic Geology Vol. 60, p. 1431-1450
5. Direktorat Geologi (1970); Peta Geologi, Kalimantan Barat-Daja, 1: 500,000
6. Easton N. W. (1904); Geogische Uebersichtskarte Eines Teiles West-Borneo Jaab Mijin. Watenschopelijke Gedelte, 509
7. Geochemical Study Group (1975); Hand Book of Geochemical Exploration (in Japanese) Mining and Metallurgical Institute of Japan
8. Haile, N. S. (1968); Geosynclinal Theory and Organizational Pattern of the Northwest Borneo Geosyncline Quarterly Journal Geol. Soc, London 124: p. 171-195
9. 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. Vol. 133, p. 133-144
10. Hamilton W. (1978) Tectonic Map of the Indonesian Region United State Geological Survey
11. Hamilton W. (1978); Tectonics of the Indonesian Resion USGS Prof. Paper 1078
12. Hirano, H., Ichihara, S. and et al (1981); Lower Jurassic Ammonite from Bengkayang West Kalimantan Province, Republic of Indonesia Bulletin Geological Research and Development Center No. 4
13. Hutchison C. S. (1973); Tectonic Evolution of Sundaland: A Phanerozoic Synthesis Geol. Soc. Malaysia, Bulletin 6, July, p. 61-86
14. Hutchison C. S. (1975); Ophiolite in South Asia Bulletin of Geological Society of America, Vol. 86, 797-806
15. Ishihara, S. (1977); The Magnetite-series and Ilmenite-series Granitic Rocks, Mining Geology 27, No. 145, p. 293-305

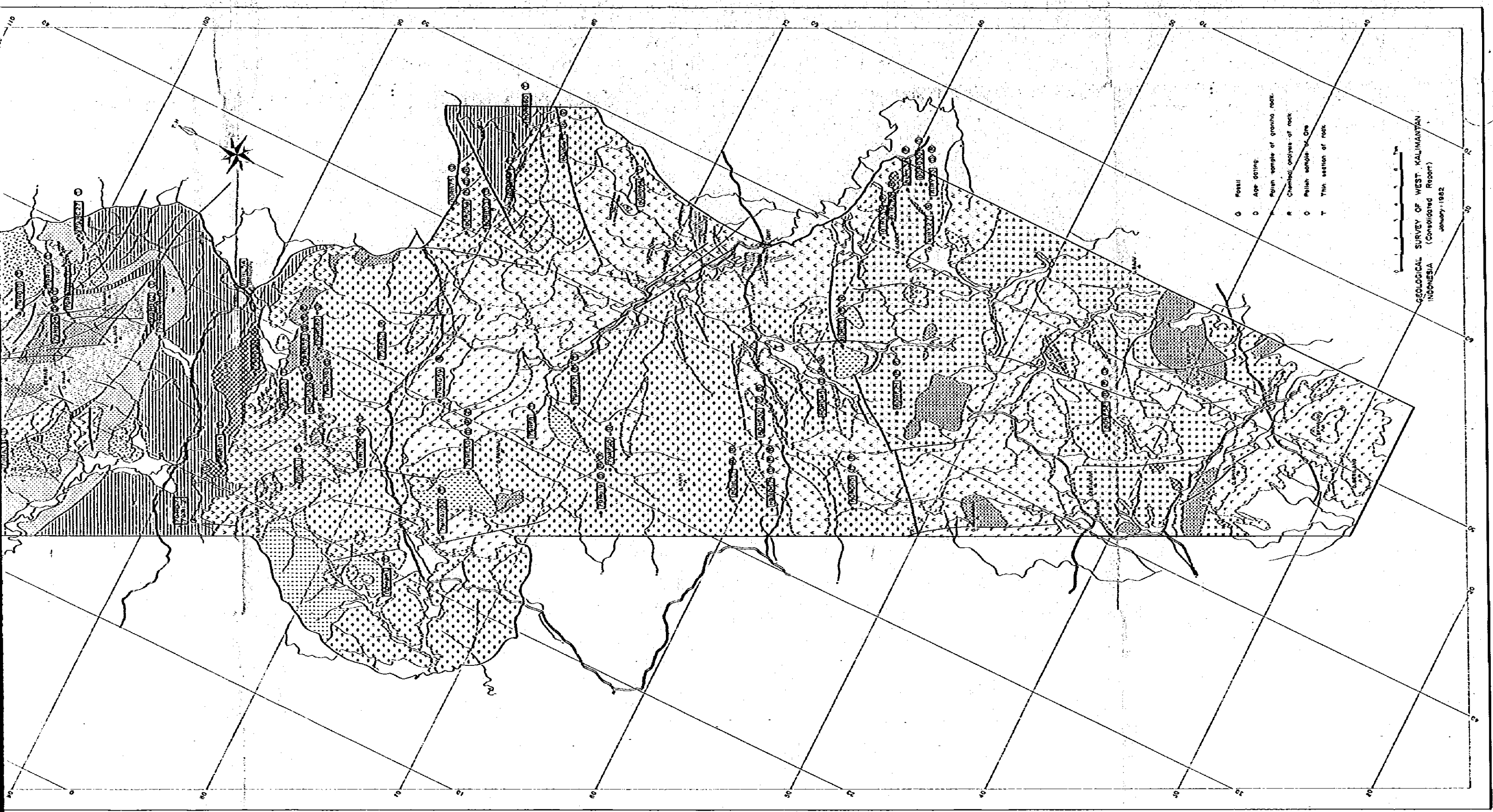
16. Ishihara, S. et al (1980); Granites and Sn-W Deposites of Peninsular Thailand, Mining Geology Special Issue No. 8
17. Iiyama, J. T. and Fonteilles, H. (1981); Mesozoic Granitic Rocks of Southern Korea Reviewed from Major Constitutents and Petrography Mining Geology, Vol. 31, p. 281 - 295
18. IUGS (1973); Plutonic Rocks, Classification and Nomenclature Recommended by the IUGS, Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Geotimes Oct. 1973
19. Katili, J. A. (1973); Geochronology of West Indonesia and its Implication on Late Tectonics Tectonophysics 19, p. 195 - 212
20. Katili, J. A. (1973); Plate Tectonics and its Significance in the Search Mineral Deposits in Western Indonesia CCOP Technical Bulletin Vol. 7
21. Katili, J. A. and Hartono, H. M. S. (1979); Van Bemmelen Contributions to the Growth of Geotectonics and the Present State of Earth-Science Research in Indonesia, Geologie Mijnbouw Vol. 58 (2), p. 107 - 116
22. 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, p. 1 - 12
23. Kushiro, I. (1978); Origine of Felsic Magma "Japanese Earth Science" Vol. 3, p. 128 - 152, Iwanami Shoten
24. Hyuang-Shink Jin and et al (1981); Granitic Magmatism and Associated Mineralization in the Gyeongsang Basin, Korea Mining Geology Vol. 31, p. 245 - 260
25. Nakamura, T. and Aikawa, N. (1974); Pyrrhotite and its Mineral Association at the Kawayama Mine Journal of the Mineralogical Society of Japan Vol. 11, p. 107 - 115
26. Presnall, D. C. and Bateman P. C. (1973); Fusion Relations in the System $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ - KAlSi_3O_8 - SiO_2 - H_2O and Generation of Granitic Magmas in the Sierra Nevada Batholith, Geological Society of America Bulletin Vol. 84, p. 3181 - 3202
27. Prime, H. N. A. et al (1975); Isotope Geochronology in the Indonesian Tin Belt Geol. Mijnbouw 54, p. 61 - 70

28. 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
29. Rocksalagora, W. and Djumhani (1971); Metallic Mineral Deposits of Indonesia, XII Pacific Science Congress
30. Saegusa, M. (1974); Relationship between the Percentages of Cold-Extractable Copper to Total Copper in Stream Sediments and Copper Deposits (in Japanese), Mining Geology 24, p. 401-406
31. Sato, T. (1967); Historical Geology (Jurassic) in Japanese, Asakura Shoten (Japanese)
32. Sato, T. (1975); Contributions to the Geology and Paleontology of Southeast Asia, Marine Jurassic Formations and Faunas in Southeast Asia and New Guinea Geology and Paleontology of South Asia, Edited by T. Kobayashi and R. Toriyama, Vol. XV, p. 151-189
33. Takahashi, M. and et al (1980); Magnetite Series/Ilmenite Series vs I-Type/S-Type Granitoids Mining Geology Special Issue No. 8
34. 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
35. Toton Suhanda; Draft of Final Report on G.Ibu, West Kalimantan (CTA-19), Directorate of Mineral Resources, Indonesia
36. Tsusue, A. and Ishihara, S. (1974); The Iron-Titanium Oxide in the Granitic Rocks of Southwest Japan Mining Geology, Vol. 24, p. 13-30
37. Zeylman Van Eemichoven C. P. A. (1938); The Geology of the Central and Eastern of the Western Division of Borneo Jaarb. Mijl 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, p. 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. Madden, T.R. and Cantwell, T. (1967); Induced Polarization, a Review, Mining Geophysics, Vol. II, p. 373 ~ 400
4. Pelton, W.H. (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, p. 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, p. 123 ~ 133





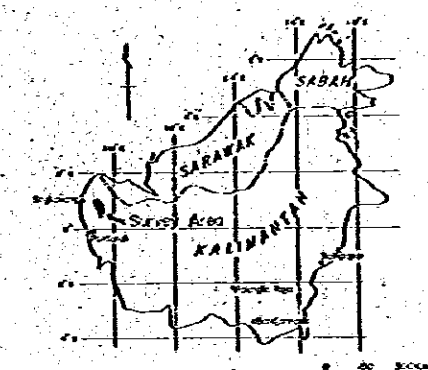
PL. 2 LOCATION MAP OF SAMPLES

METAL MINING AGENCY OF JAPAN
JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY
DIRECTORATE OF MINERAL
RESOURCES
DIRECTORATE GENERAL
OF M.N.E.S.
MINISTRY OF MINES
AND ENERGY

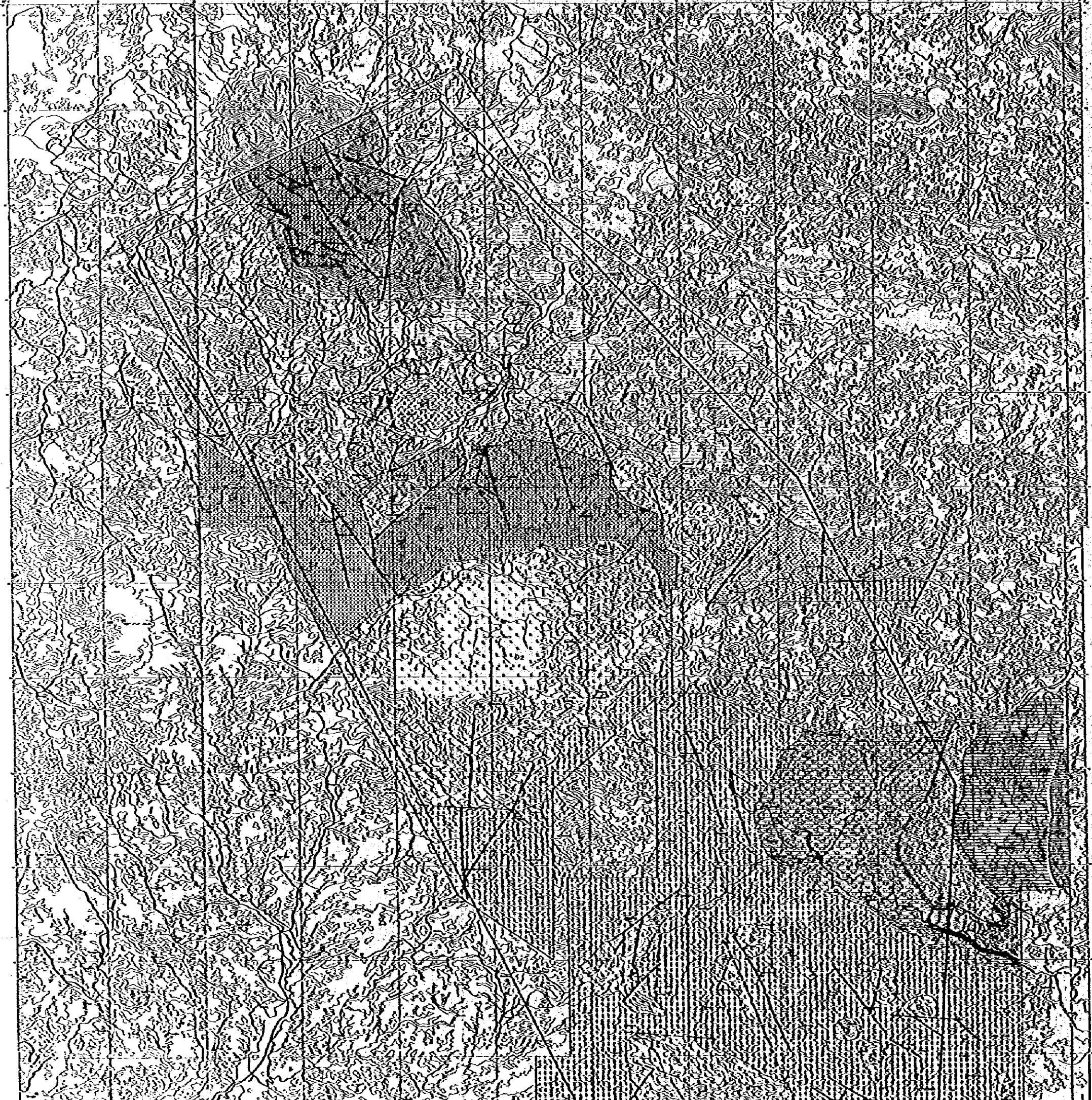
METALLIC MINERAL EXPLORATION SURVEY
IN
WEST KALIMANTAN INDONESIA

PHOTOGEOLOGICAL MAP OF PROJECT AREA

Scale 1:100,000

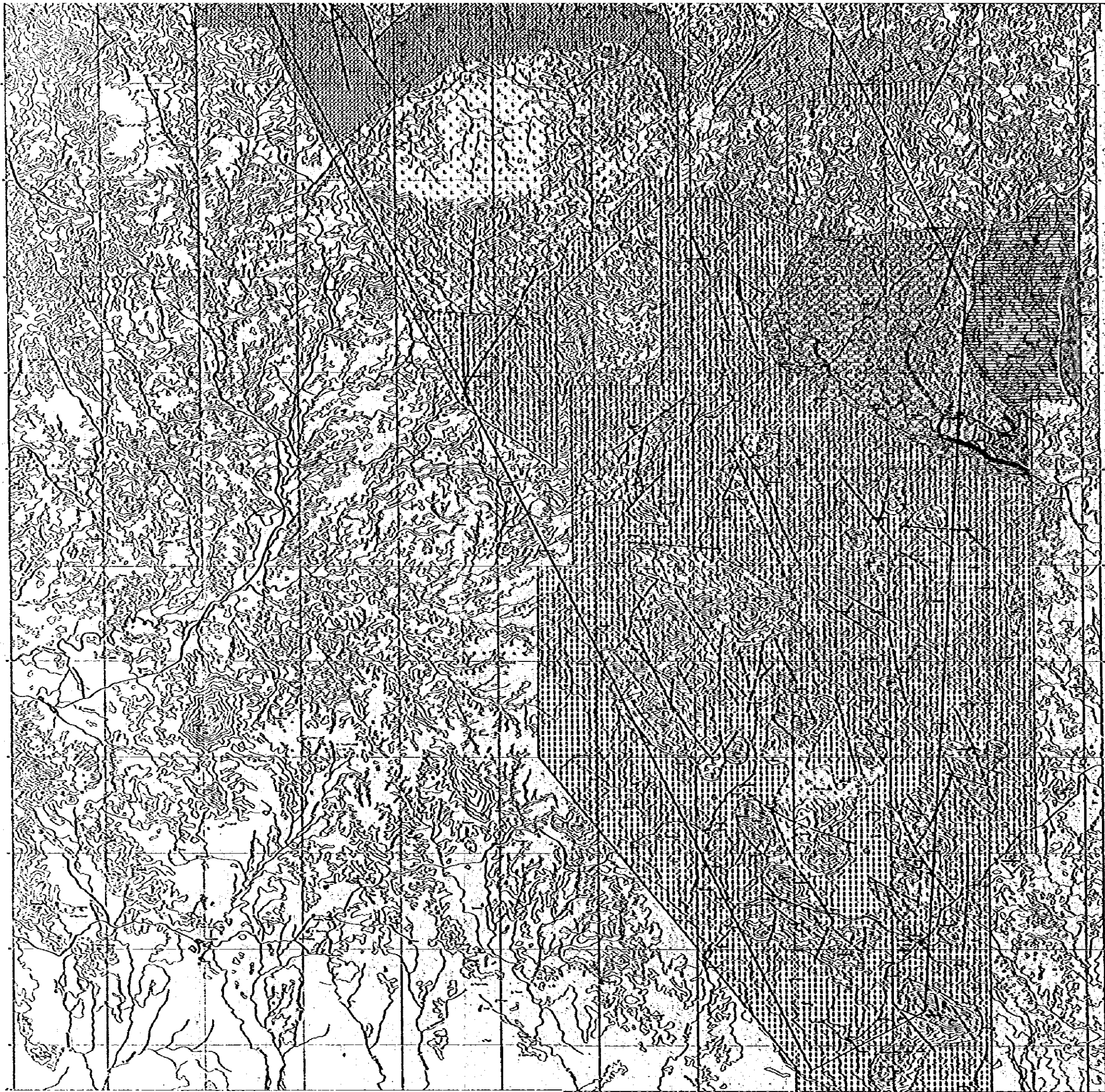


January - 1982



LEGEND

- 0 Sand, Gravel
- S8 Fine to Secondary rock
- S7 Secondary rock
- S6 Secondary rock
- S5 Secondary rock (Silt, or Pyroclastic rock)
- S4 Secondary rock (Silt, or Pyroclastic rock)
- S3 Secondary rock (Coarse sandstone)
- S2 Secondary rock (fine sandstone, silt)
- S1 Secondary rock (Mudstone)
- A2 Andesite Pyroclastic rock
- A1 Andesite rock
- D2 Dacite, Quartz porphyry
- D1 Dacite, Quartz porphyry
- G3 Granite rock
- G2 Granite rock
- G1 Granite rock



LEGEND

- 0 Sand, Gravel
- ▤ S8 Fine sedimentary rock
- ▥ S7 Sedimentary rock
- ▧ S6 Sedimentary rock
- ▨ S5 Sedimentary rock (Silt, or Pyroclastic rock)
- ▩ S4 Sedimentary rock (Silt, or Pyroclastic rock)
- S3 Sedimentary rock (Coarse sandstone)
- S2 Sedimentary rock (Fine sandstone, silt)
- ▬ S1 Sedimentary rock (Marls)
- ▭ A2 Andesitic Pyroclastic rock
- ▮ A1 Andesitic rock
- ▯ O2 Dacite, Quartz porphyry
- ▰ O1 Dacite, Quartz porphyry
- ▱ G3 Granitic rock
- ▲ G2 Granitic rock
- △ G1 Granitic rock

