インドネシア共和国 カリマンタン西部地区

資源開発協力基礎調査報告書

第 1 年 次

地 質 調 査

JICA LIBRARY
1065361[9]

昭和55年2月

国 際 協 力 事 業 団
金 属 鉱 業 事 業 団

国際協力事業団
受入月日 '84. 5. 2
登録No. 04225
108
66.2
MPN

は し が き

日本国政府はインドネシア共和国の要請に応え，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，地質等の調査を実施することとし，この調査を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は調査の実施を金属鉱業事業団に依頼し，本年度を初年度として7名からなる調査団を昭和54年7月9日から10月27日まで現地に派遣した。

現地調査はインドネシア政府機関の協力を得て予定通り完了した。本報告書は54年度に実施した地質調査・地化学探査の結果をとりまとめたもので，今後の調査結果と併せて最終報告書の一部となるものである。

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政府，ならびに通商産業省，外務省，在インドネシア日本国大使館および，その他関係各位に対して衷心より感謝の意を表する次第である。

昭和55年2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

目　　次

	頁
はしがき	
調査位置図	
目　次	
要　約	1
第1章　序　論	2
1−1　諸　言	2
1−2　第一年次調査概要	2
1−2−1　調査地域	2
1−2−2　調査方法および調査量	2
1−3　調査日程・調査団の編成	4
1−3−1　調査策定および折衝のための調査	4
1−3−2　現地調査	4
1−4　従来の調査	6
1−5　調査地域の概要	7
1−5−1　位置・交通	7
1−5−2　現地状況	7
1−5−3　気候・植生	8
第2章　写真地質解析	9
2−1　解析概要	9
2−2　使用航空写真	9
2−3　解析手順	10
2−4　地質単元	10
2−4−1　堆積岩類	10
2−4−2　火成岩類	12
2−5　地質構造	13
第3章　地　質	14
3−1　西カリマンタンの地質概況およびその特質	14

3－2　調査地域の地質概要 …… 14
3－2－1　上部三畳紀～下部ジュラ紀堆積岩（Bengkayang 層群） …… 15
3－2－2　中生代安山岩・デイサイト・同質火山砕屑岩 …… 15
3－2－3　古期深成岩類 …… 16
3－2－4　新期深成岩類 …… 16
3－2－5　デイサイト・同質火山砕屑岩 …… 16
3－2－6　安山岩岩脈 …… 16
3－2－7　第四系 …… 17
3－3　地質各説 …… 17
3－3－1　堆積岩類 …… 17
3－3－2　火山岩・火山砕屑岩層 …… 19
3－3－3　貫入岩類 …… 21
3－4　地質構造 …… 27

第4章　鉱床 …… 29
4－1　概説 …… 29
4－2　鉱化帯各説 …… 29
4－2－1　Sirih トーナル岩に伴う輝水鉛鉱鉱化帯 …… 29
4－2－2　Banyl トーナル岩に伴う鉱化帯 …… 30
4－2－3　S. Menyuke 北域の鉱化帯 …… 31
4－2－4　Serantak デイサイトに伴う鉱化帯 …… 32

第5章　地化学探査 …… 34
5－1　地化学探査概要 …… 34
5－2　試料の採取・pH 測定および化学分析 …… 34
5－2－1　試料の採取方法および採取試料個数 …… 34
5－2－2　pH 測定 …… 35
5－2－3　試料調整と化学分析 …… 35
5－3　分析データーの処理・解析 …… 35
5－3－1　地質単元による地区区分 …… 35
5－3－2　データの統計処理および解析 …… 36
5－4　異常域 …… 37

5－4－1　異常域の抽出 ………………………………………… 37
5－4－2　異常域の解析 ………………………………………… 37
5－5　冷酸抽出銅（Cold－extractable copper）による地化学探査 ………………… 40
5－5－1　目　　的 ………………………………………… 40
5－5－2　分析サンプルの選定 ………………………………………… 40
5－5－3　pH測定結果 ………………………………………… 40
5－5－4　化学分析および分析結果の解析 ………………………………………… 41

第6章　漂砂砂金調査 ………………………………………… 43
6－1　調査の目的および調査方法 ………………………………………… 43
6－2　調査結果の解析 ………………………………………… 43

第7章　放射能探査 ………………………………………… 45
7－1　放射能探査の概要 ………………………………………… 45
7－2　測定器および測定方法 ………………………………………… 45
7－2－1　測　定　器 ………………………………………… 45
7－2－2　測定の方法および測定数 ………………………………………… 45
7－3　測　定　結　果 ………………………………………… 45

第8章　総合検討および結論 ………………………………………… 47
8－1　地質層序と火成活動 ………………………………………… 47
8－1－1　Bengkayang層群の地質層序 ………………………………………… 47
8－1－2　火　成　活　動 ………………………………………… 47
8－2　地　質　構　造 ………………………………………… 48
8－3　鉱　化　作　用 ………………………………………… 48
8－4　地化学探査・漂砂砂金調査 ………………………………………… 48
8－5　第2年次調査への展望および結論 ………………………………………… 49

参　考　文　献

Figures

Fig. 1-1 Location Map of Survey Area

1-2 Map of Survey Area

1-3 Precipitation at Bengkayang

3-1 Map of Sundaland

3-2 Organizational Pattern of The Northwest Borneo Geosyncline

3-3 Generalized Stratigraph of Survey Area

3-4 Schematic Stratigraphical Column of Survey Route

3-5 Variation Diagram of Granitoid Rocks

3-6 Normative Q-Pl-Kfl Diagram of Granitoid Rocks

3-7 Modal Q-Pl-Kfl of Diagram of Granitoid Rocks

3-8 M.F.A. Diagram of Granitoid Rocks

3-9 Normative Or-Ab-An Diagram of Granitoid Rocks

3-10 Absolute Age of Granitoid Rocks in West Indonesia

4-1 Sketch Map of Ore Deposit [Takap and Buguruh Area]

4-2 " [Sebalau and Bani Area]

4-3 Sketh Map of Suren Mine

4-4 Ore Vein Map of Suren Mine

4-5 Sketch Map of Ore Deposit [Rian Area]

4-6 " [Sekeh,Lao and Maha Area]

4-7 " [Serantak Area]

4-8 " [Sentura Area]

4-9 Chart of X-Ray Diffractive Analysis

5-1 Geological Unit for Geochemical Interpretation

5-2 Histogram and Cumulative Frequency Distribution of Geochemical Analysis in Geological Block A

5-3 "
" Block B

Fig. 5-4 Correlation of Geochemical Elements

5-5 Analysis Flow Sheet of Cx-Cu

5-6 Distribution Map of Cx-Cu [Serantak-Berasi Area]

5-7 " [Banyl Area]

5-8 Relation Map of Cx-Cu/T-Cu-Mineralized Zone [Serantak-Berasi Area]

5-9 " [Banyl Area]

5-10 Drainage Map

6-1 Frequency Distribution Analyzed Results of Placer Gold Survey

7-1 Geological Unit Map for Radioactive Analysis

7-2 Histogram and Cumulative Frequency Distribution of Radioactive Analysis

Tables

Table 2-1 List of Air Photographs Used for Interpretation

3-1 Result of K-Ar Dating

3-2 Chemical Composition of Granitoid Rocks

3-3 Modal Composition of Granitoid Rocks

4-1 List of Mineralized Zone and Chemical Analysis of Ore

5-1 Number of Geochemical Samples

5-2 Values of Mean, Standard Deviation and Threshold

5-3 Summary of Anomalous Area

5-4 Frequency Distribution of pH Values in Each Drainage

7-1 Summary of Radioactive Intencity

7-2 Frequency Distribution of Radioactive Intencity

Appendices

Appendix	1	Precipitation in Bengkayang
	2	List of Rock, Ore and Fossil Tested
	3	Photographs of Fossils
	4	Microscopic Observation of Thin Section
	5	Microphotographs of Thin Section
	6	Microscopic Observation of Polished Section
	7	Microphotographs of Polished Section
	8	Assay Results of Geochemical Samples
	9	Number of Gold Grains by Megascopic Observation
	10	Radioactive Readings

Attached Sheets

PL.	1	Photo-Geological Map
	2	Geological Map
	3	Geological Profile
	4	Map of Relations Between Geological Structure and Mineralization
	5	Location Map of Geochemical Samples
	6-1	Map of Geochemical Assay (Mo)
	6-2	" (Cu)
	6-3	" (Zn)
	7	Map of Placer Gold Prospecting
	8	Map of Radioactive Prospecting
	9	Map of Geochemical and Placer Gold Anomalies
	10	Location Map of Rock, Ore and Fossil Samples Tested
	11	Map of River's Name

要　　　　約

本調査はインドネシア共和国カリマンタン西部地区資源開発協力基礎調査の第一次年調査として，写真地質解析・地質調査・地化学探査・漂砂砂金調査ならびに，諸種の室内解析を実施したものである。

第一年次は500 km^{2}を対象に実施した結果，この地域の地質層序・火成活動・地質構造および，鉱化作用が解明され，多くの新たな知見を得ることが出来た。調査地域の地質層序・火成活動と鉱化作用の関係は次のように要約される。

(1) 凝灰質砂岩・黒色頁岩・砂岩，砂岩・シルト岩・泥岩よりなるBengkayang層群は，この地域の最古地層で，発見されたアンモナイト化石より三畳紀後期〜ジュラ紀前期に対比された。

(2) 本調査地域に広く分布する花崗岩類は，K－Ar法による絶対年代測定により白亜紀中期迸入のG. Rayaの花崗閃緑岩・Tiang石英閃緑岩，第三紀漸新世〜中新世前期に貫入のBanyl トーナル岩・Sirih トーナル岩に大別された。また，化学分析結果より検討の結果，ともにカルク・アルカリ岩系の火成岩に属する。

(3) 顕著な地質構造としては新期花崗岩類の貫入に伴うNWW－SEE方向の向斜軸，背斜軸をもつドーム構造・NWW－SEE方向の断層・岩脈等がある。

(4) 鉱化作用は新期火成岩であるSirih トーナル岩・Banyl トーナル岩・Serantak デイサイト内またはその周辺に分布する銅－モリブデン・金－銀・水銀が主要な鉱化作用である。これらの鉱化帯は地化学探査による異常域として，また，漂砂砂金の集中分布としても認められた。したがって，これらの鉱化帯地域の精査および，本地域外への追跡が必要と考えられる。

第1章　序　　論

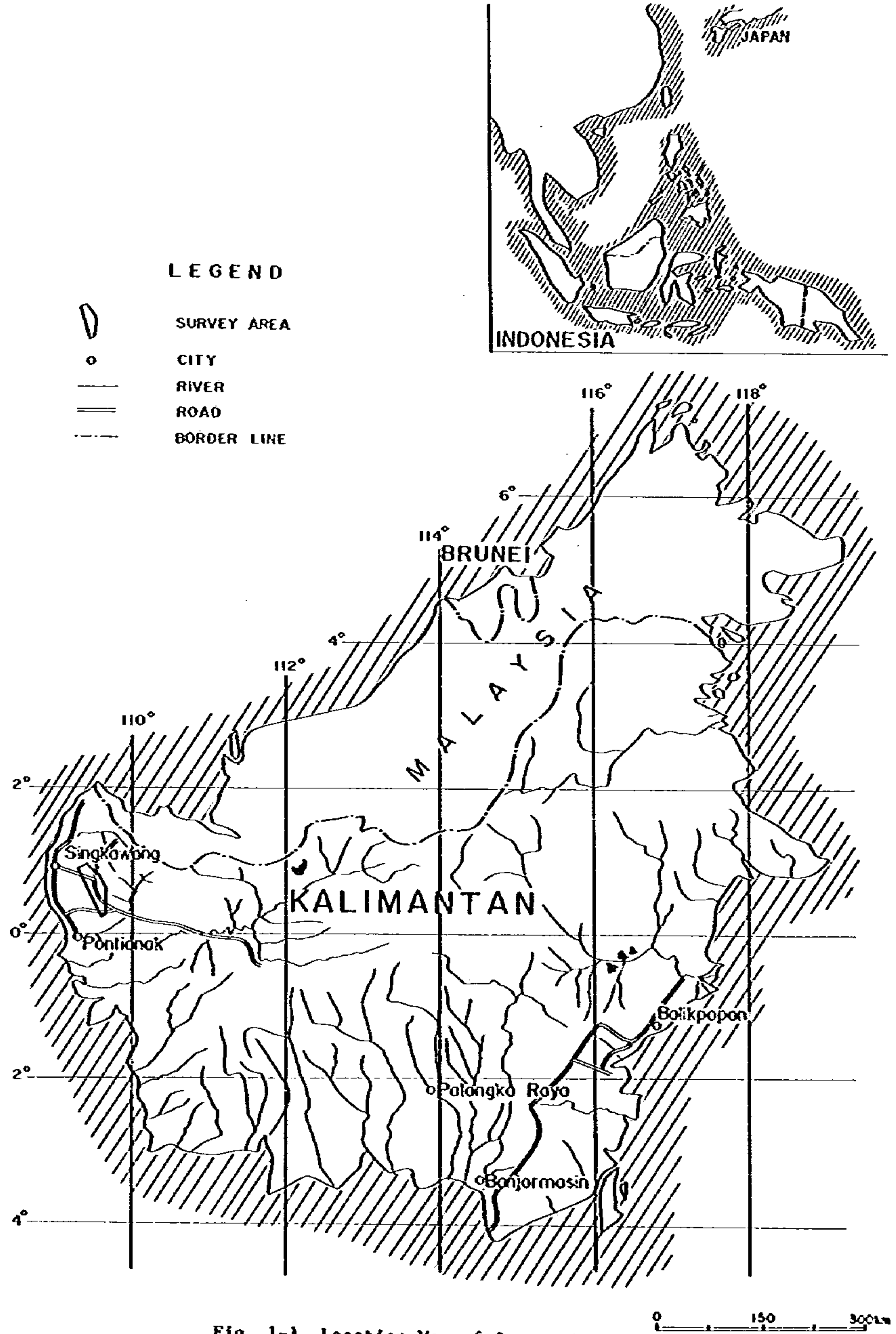


Fig. 1-1 Location Map of Survey Area

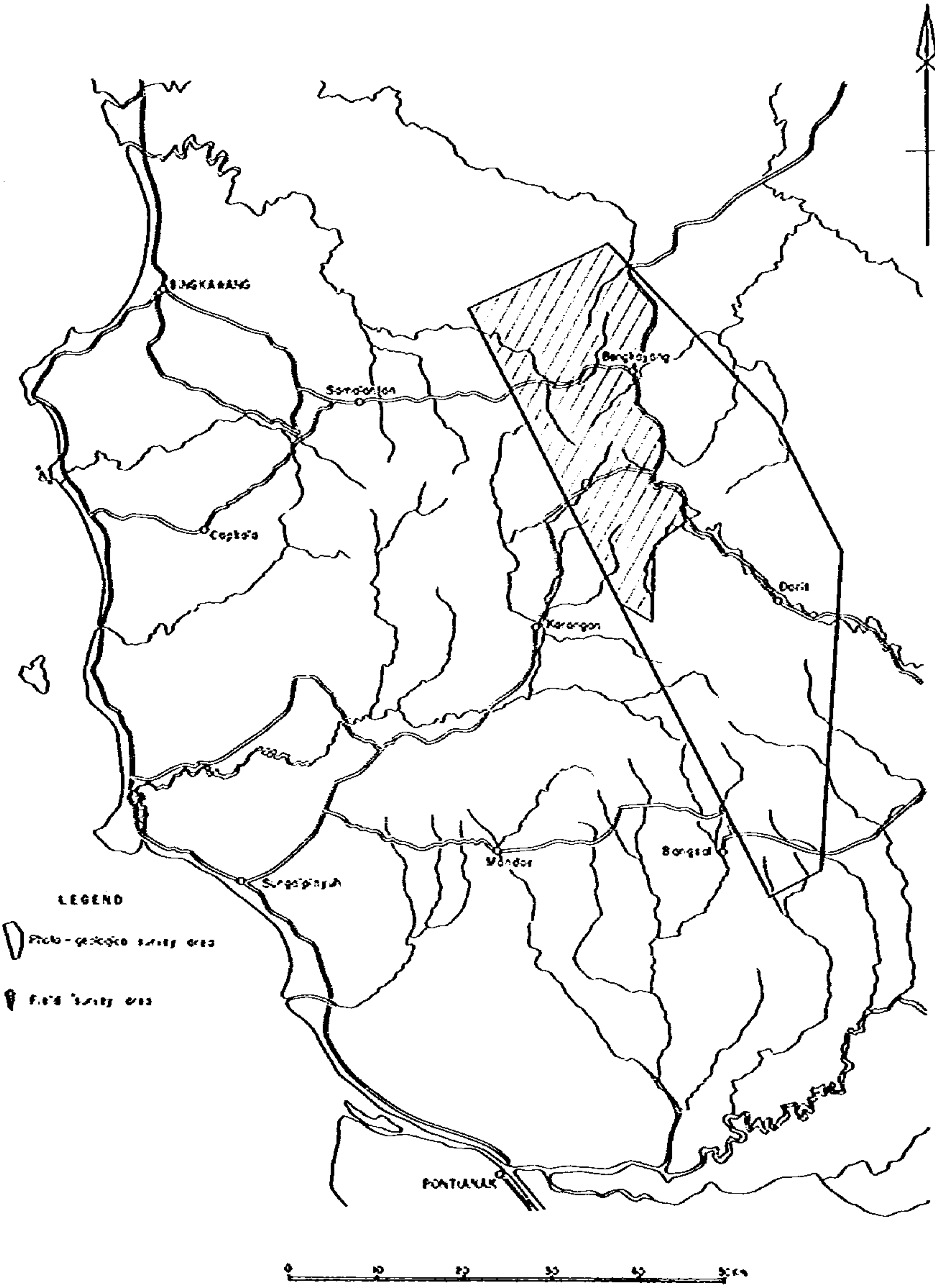


Fig. 1-2 Map of Survey Area

第１章　序　　論

１−１　緒　　言

インドネシア共和国における資源開発協力調査は，これまでにスラウェシ西北地区（1970〜1974)および,中央カリマンタン地区（1975〜1978)の２地区において実施され，資源開発のための数多くの基礎資料を作成する事が出来た他，インドネシア地質調査所自体の調査技術の向上，地質，鉱床資料の集積など，多大の成果を収めている。

インドネシア共和国鉱山エネルギー省の機構改革により，従来のインドネシア地質調査所が改組され，昭和５４年度から鉱物資源局（Directorate of Mineral Resonrces）が創設され，この鉱物資源局によりカリマンタン西部地区の資源開発基礎調査が３番目の協力プロジェクトとしてインドネシア共和国政府を通じて提案され，日本政府にこの実施が要請された。日本政府はこの要請に応えて，昭和５４年５月金属鉱業事業団宮内東洋氏を団長とする調査団を現地に派遣してプロジェクト予定地域の予察を行うとともに，調査地域，調査内容等についてインドネシア鉱物資源局と協議した結果，西カリマンタン州西北域の，Gunung Bawang・Bengkayang・Darit・Pahuman・Gunung Raya を含む 1,500Km²の地区（Fig 1−1）を協力調査対象地区とする事を協議合意した。

更に第一年次調査計画は，次の方針で昭和５４年７月より現地調査を行う事で合意した。

(1) 調査対象全地域（1,500Km²）に対して写真地質解析を実施して，地質・地質構造の概要を解析し，既存資料とともに検討のうえ第一年次地質調査地域 500 Km² を選定する。

(2) 選定された地質調査地域 500Km² に対して，地質調査，河床堆積物による地化学探査，漂砂砂金調査を実施して，鉱化帯賦存有望地域の摘出を行う。

なお第二年次以降は，残された調査対象地域（1,000Km²）の調査を継続するとともに，第一年次調査により得られた鉱化帯賦存有望地域の精査を実施する計画である。

１−２　第一年次調査概要

１−２−１　調査地域

本プロジェクトの第一年次にあたる昭和５４年度は協力調査対象地域の写真地質解析および既存資料の検討にもとづき，Gunung Bawang・Bengkayang・Gunung Raya を含む調査地域（全対象地域の北域にあたる面積 500Km²）（Fig 1−2 参照）を選定し下記内容で調査を実施した。

１−２−２　調査方法および，調査量

(1) 写真地質解析

インドネシア政府および，鉱物資源局が準備した航空写真(縮尺約1／50,000)の実体視によって，全対象地域(1,500Km^2）の概略の地質および，地質構造解析を実施して，予察写真地質図（縮尺1/100,000）を作成した。この結果は第一年次調査地域の選定および，地質調査の補助データーとした。

(2) 地質調査

インドネシア政府によりすでに作成されている縮尺1/50,000 地形図を使用し，河川沿いに地質調査を行って縮尺1/50,000 の地形図にコンパイルした。地質調査面積は5439Km^2 であった。

(3) 地化学探査

地質調査に併行して各河の河床堆積物を８０メッシュ篩いによって採取し，地化学探査試料とした。その採取総箇数は予備試料を含めて628ケで，その中435箇をTotal Cu・Zn およびMoの分析に使用した。また特にTotal Cu 品位の高い地域を選んで102箇を抽出し，cold extractable Copperの分析を実施した。また，cold extractable Copperの解析に必要な川水のpH値を，各試料採取地点で測定した。

(4) 漂砂砂金調査

本調査地域のBengkayang および，Lumer 地域は往時砂金産地として知られており，一時盛大に稼行された。現在でも一部の地域で地方の住民によって採金が行われている。これらの砂金の賦存状況を調べ，この地域の初生鉱床との関係を探査するため，地化学探査地点で椀掛けにより漂砂砂金の調査を行った。その総採取試料数は610ケであった。

(5) 放射能探査

特にインドネシア側の要望があり，本調査地域において放射能鉱物の賦存の有無についての探査を実施した。測定器はAloka社製TCS-121C型シンチレーション・カンウターを使用した。特に有望な調査結果は得られなかったので，参考調査試料として報告するにとどめた。測点数は319点であった。

(6) その他の調査

室内解析として岩石検鏡９３試料，鉱石検鏡１１試料，火成岩の絶対年代測定４試料，火成岩の完全分析１１試料，化石鑑定４試料をそれぞれ調査解析試料として使用した。

(7) 報告書

野外作業終了後インドネシア鉱物資源局において，調査結果の概略的な検討および地質図組様図のコンパイル作業が，両国調査員によって行われた。最終的な解析作業は日本国において室内解析し，総合的に検討した。本報告書はこれらの検討結果をとりまとめたものである。

本報告書の作成にあたって，岩石について東北大学青木謙一郎教授，化石鑑定について早稲田大学平野弘道助教授，国立科学博物館小畠郁生博士より，それぞれ有益な助言を賜わった。こと

に明記して深謝の意を表する。

1－3　調査日程，調査団の構成

1－3－1　調査策定および折衝のための調査

カリマンタン内部地区資源開発協力基礎調査の計画策定のための現地調査・折衝および第一年次調査計画打ち合わせのための調査団が下記日程で派遣された。

(1) 現地計画策定および折衝日程

昭和54年5月14日～昭和54年5月27日

(2) 調査団の構成

日本側

団長	宮内東洋	金属鉱業事業団
団員	小野　隆	通商産業省，資源エネルギー庁
	森脇久光	国際協力事業団
	中島信久	金属鉱業事業団

なお現地折衝のインドネシア側メンバーは次のとおりである。

Prof.Dr.J.A.Katili	Director General Directorate General of Mines Ministry of Mines and Energy
Ir.Salman Padmanagara	Director Directorate of Mineral Resources
Ir. P.H.Sititonga	Chief of Sub Directorate of Metallic Mineral Exploration Directorate of Mineral Resources
Ir. Yaya Sunarya	Directorate of Mineral Resources

1－3－2　現地調査

第一年次調査は次の日程で行われた。

昭和54年6月22日～昭和55年2月12日

その内，現地調査期間および調査日程は次のとおりである。

(1) 現地調査期間

写真地質解析	昭和54年7月9日～昭和54年8月　9日
地質調査・地化学探査	昭和54年8月6日～昭和54年9月28日

現地地質解析　　　　昭和54年9月30日〜昭和54年10月27日

(2) 現地調査日程

昭和54年	7月 9日	先発隊・写真地質解析班 Jakarta着	
〃	8月 6日	調査本隊 Jakarta着	
〃	8月 9日	写真地質解析班 帰国	
〃	8月10日	調査本隊	Kalimantan Singkawang着
〃	8月13日	〃	Kalimantan Bengkayang（調査ベース・キャンプ）着
〃	9月16日	〃	Bengkayang発 Singkawang着
〃	9月19日	〃	Singkawang発 Pontianak，Jakarta経由 Bandung着
〃	9月28日	〃	帰国
〃	10月27日	現地解析班 帰国	

(3) 調査団の構成

a) 企画・調整

中 島 信 久　（金属鉱業事業団）

小 沢 清 彦　（国際協力事業団）

b) 調 査 団

日本側調査団		インドネシア側調査団	
団長		団長	
市 原 　 栄	（日鉱探開株式会社）	Ir. yaya Sunarya	(D.M.R*)
団員		団員	
中 島 信 久	（金属鉱業事業団）	Idik Sumpena	(D.M.R)
林 　 克 己	（日鉱探開株式会社）	Ir. Koswara Yudawinata	（ 〃 ）
武 山 　 真	（ 〃 ）	Subandi Widasaputra	（ 〃 ）
武 田 　 進	（ 〃 ）	Tatto Sudharto	（ 〃 ）
野 並 　 集	（ 〃 ）	Simpwee Soeharto	（ 〃 ）
伊 藤 大 三	（ 〃 ）	Deddy T. Sutisna	（ 〃 ）
		Johny R. Tampubolon	（ 〃 ）
		Danny Z. Herman	（ 〃 ）
		Sukmana	（ 〃 ）
		Yan Soalon Manurung	（ 〃 ）
		Zulkifli	（ 〃 ）

調査助手

A. Muchsin	(D.M.R)
Wachyu I	(〃)
Muktamar	(〃)

* Directorate of Mineral Resources, (Directorate General of Mines, Ministry of Mines and Energy, Republic of Indonesia)

1－4 従来の調査

西カリマンタンの調査は，オランダ統治時代Molengraaff(1900), Wing Enston Loth (1920)の予備地質調査に始まり，Zeylmans Van Emmichoven等により引き続き地質調査が行われている。この結果は，1935～1939にZeylmens Van Emmichoven 等により，西カリマンタン，中央カリマンタンの地質について報告され，縮尺1/250,000の地質図として編集されている。また，Krol G.S. により1935～1939 に，主として今回調査対象地域となっている西カリマンタン地区の北西域で集収された岩石の研究等とともに，Bemmelen によりGeology of Indonesia (1949) に取りまとめられ，カリマンタンの地質層序・地質構造が記載されている。

その後の地質構造の研究として，Sundaland (スンダランド), Malaysia (マレーシア)領Sarawak (サラワク)を含め西カリマンタン－北ボルネオの地質構造解析が最近プレート・テクトニクスの観点より，Dr.Katili (1965～1973), Dr.Haile(1968, 1973), Dr.Pupilli (1973), Dr. Hatchison (1973・1975), Dr. Hamilton (1978) 等により行われている。

西カリマンタンの鉱床については18世紀より19世紀の前半頃まで，Mempawah のPanembahan・Sambas 等のいわゆる，Chinese district で，沖積金鉱床が採掘されていたが，他にLumar・Sentura・Bengkayang の初生金鉱床やMandor 付近の銅鉱床，Gunung Bawang 地域・Gunung Benaul地域のモリブデン鉱床の調査，採鉱がなされているが充分な資料は残されていない。

最近では，西カリマンタン地区の鉱物資源調査として，インドネシア地質調査所探鉱部により1970 年にPontianak・Singkwang・Bengkayang・Mandor を含む北緯0°～1°，東経109°～110°内の面積約10,000 Km^2の範囲に対して，約5 Km^2 に1ケの割合で河床堆積物による地化学探査を行い，数ケ所の地化学探査異常域を見出だしている。

この探鉱調査のフォローアップとして，Gunung Ibu (イブ山)モリブデン鉱化帯についてはベルギー政府の技術援助で1974～1978 に鉱床精査を実施し，現在鉱物資源局により，調査が続けられている他，現在まで数ケ所の地化学探査の異常地域およびSambas 砂金地域に対しても地質調査，地化学精査，また，砂金調査等が実施されている。

今回の調査地域の検討にあたっては，既知の鉱床帯の存在および特に地化学探査概査結果を参照の上，調査対象地域（面積1,500Km^2）の地域が選定された。

1－5　調査地域の概要

1－5－1　位置・交通

調査予定地域（面積1,500Km^2）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する。(Fig 1－1 参照)。調査地域の北端域には標高海抜1,490 mのGunung Bawang（バワン山）を最高峯とする山岳地帯，また，Bengkayang（ブンカヤン）南域には東西にのびる標高1,000 m前後の山岳部，Gunung Pandan Kecil・Gunung Genting Bakilok（パンダン・クチル山，グンチング・バキロク山）また，南部域にGunung Belakang（ブラカン山）等の山岳があるが，全般に標高海抜100m～500m の中～低地帯よりなる。

本年度の調査地域であるBengkayang および，Gunung Raya（ラヤ山）地域に入る経路は，北部および南部から入る2経路がある。すなわち，西カリマンタンの首都Pontianak（ポンティアナック）より海岸沿いに北上，145Km で西カリマンタン第2の都市Singkawang（シンカワン）に達するが，ここより更に東に75Kmで今回の調査のベース・キャンプを設置したBengkayang に到着する。道路は舗装され，自動車で5時間の所要時間である。

調査南部地域に入るにはPontianak－Singkawang 道路の途中のKampung Sungaipenyu（スンゲイプニュー村）より，S.Penyu（プニュー川）沿いの道路よりKarangan（カランガン）を経由して入る経路と，Bengkayangの南東Sempuan（スンプアン）を経由してDarit（ダリット）に至る道路から入る経路がある。後者は簡易舗装で，ジープまたは乗合バスで容易に通行出来るが，S. Penyu沿いの道路は未舗装で，雨天では道路が泥濘化して，ジープでようやく通行可能の悪路である。

主要道路は上記の如く交通至便であるが，この主要道路より調査地に入るには徒歩道または，山道よりなく，調査機材・キャンプ用具・食料品等の運搬は，すべて人力による以外にない。

ちなみに，インドネシア共和国の首都Jakarta（ジャカルタ）よりPontianakに入るには，国営航空便Garuda（ガルーダ）が1日2便運航し，その所要時間は約1時間である。なお，Pontianakの北を流れるS.Landak（ランダック川）を渡河するため，フェリー・ボートがあり，混雑時には長時間待機の要がある。

1－5－2　現地状況

インドネシア共和国の地方行政区分はPropinsi（州）－Kotamadia（市）または，Bupaten（県）－Kacamatan（郡）－Desa（村）と組織化され，それぞれGubernur（州知事）・Bupati（県長）・Camat（郡長）・Kepala Desaまたは，Kepala Kampung（村長）が任命され，行政に従事している。

Propinsi Kalimantan Barat （西カリマンタン州）は，146,760Km2の面積を持ち，1977年の人口調査では総人口2,372,516を記録している。今回の調査地域を含むKotamadia Pontianak（ポンチャナック市）・Bupaten Pontianak（ポンチャナック県）・Bupaten Sambas（サンバス県）の西カリマンタン州西部域は，昔より最も開発が進み，面積で西カリマンタン州の２５％を占めるこの三地域で，人口は西カリマンタン州総人口の６０％である1,411,647人に達し，主として海岸沿いの平野部に人口が集中している。特に海岸沿いの平野部には，昔より中国人の入植が多く，その中心地であるSingkawang では今でも総人口の６０％以上が中国系インドネシア人である。他にダヤック(Dayak)族・マレイ(Malay)族，少量のジャワ・スンダ系族が住む。

この地域は１３世紀頃より金の交易があった事が知られ，１８世紀中頃より支那地区(Chinese District)として知られているMampawah（マンパワー）・Montrado（モントラド）・Bengkayang 地域では，砂金採掘が盛大に行われていたが，１９世紀中期より金の採取は急速に衰微し，現在は，採金は現住民により農業の合間をみて小規模に行われているに過ぎない。現在の主な産物は農産物で，特に，ゴム・胡椒の栽培が主要農業である。調査地域のダヤック族農民は，今日でも焼畑農業を行っている。

Pontianak ・ Singkawang 等の都市部を除き配電設備・電話設備は未設で，一般民家はランプを使用している。

山間部には猛獣類は生息しないが，猛毒をもつ毒蛇（グリーン・スネーク，コブラ等）が生息し，また，山蛭・毒草（ジェラタン）等が調査員を大いになやませた。また，熱帯性気候のため，マラリアの危険な地帯である。

1－5－3　気候・植生

本調査地域がほぼ赤道直下にあり，気候は高温多湿の熱帯性気候である。Fig 1－3は，1975～1979年のBengkayang における雨量記録である。この記録によると年間の総雨量は3,850 mm ～2,600 mm で，月間降雨量は６月～８月の乾期でも100mm～200mm あり，雨期である９月～５月では300mm～450mm に達する。G.Bawang（バワン山）等の山岳地域では乾期でも湿度が高く，霧がかかり，　雨が多い。したがって，気温が低く，夜間には相当気温が下がり，キャンプにおける睡眠には寝袋の使用が必要である。しかし，一般に高温多湿の気候を反映して，植生は著るしく熱帯林を形成している。山岳部は熱帯林下の下層植林は多くないが，平野部では草類の繁茂が著しく，道路・川沿いを除いて通行は困難なところが多い。

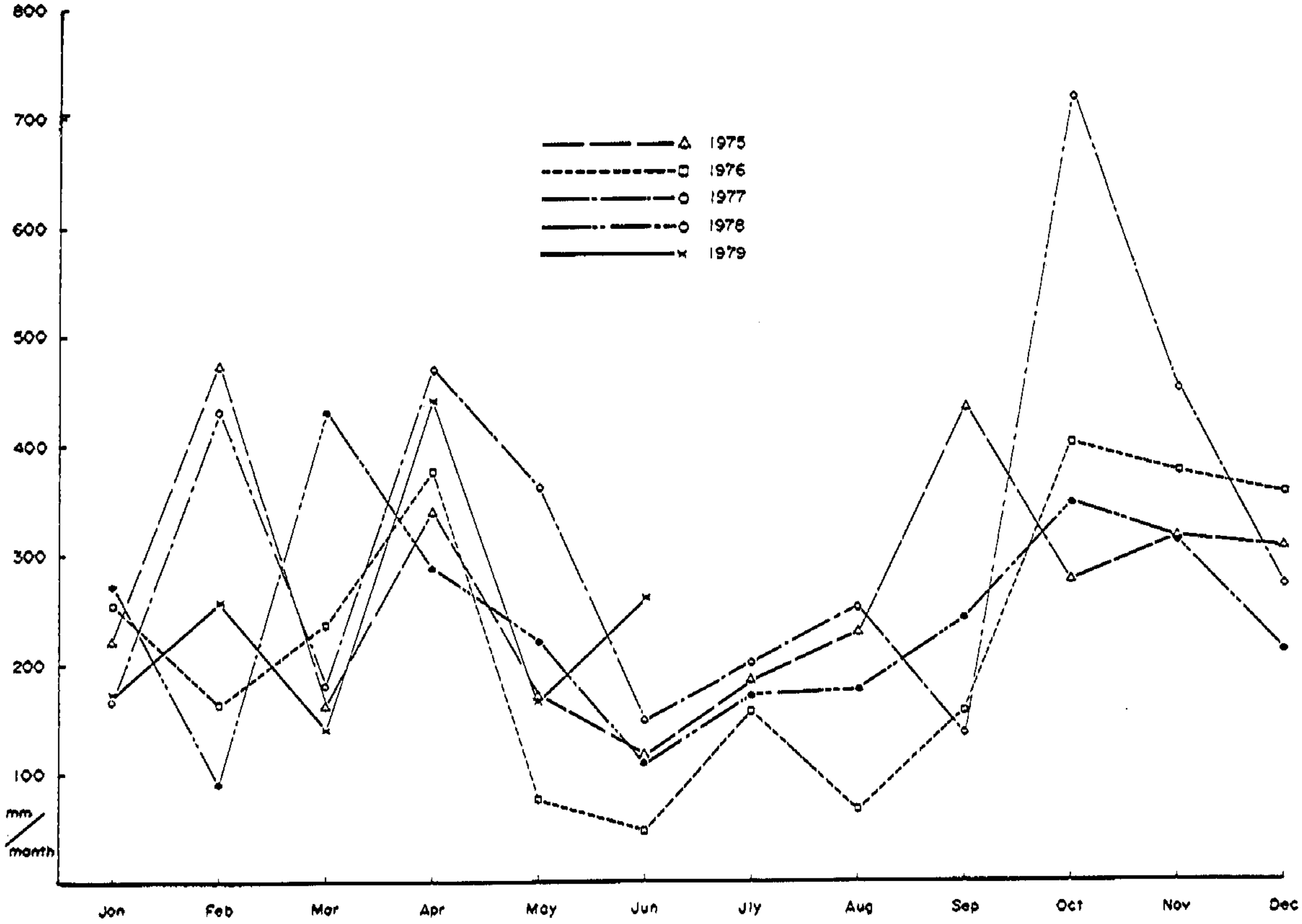


Fig. 1-3 Precipitation at Bengkayang

第２章　写真地質

第２章　写真地質解析

２－１　解析概要

本写真解析作業は，全調査対象地域（面積1,500Km^2）に対し，地質および，地質構造を判読し，第一年次の地質調査地域500Km^{2}を抽出することを目的として実施した。

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

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

本地域には，大きな褶曲構造および断層は，判読されなかったが，中～小規模の断層・節理および，地層の走向傾斜を暗示するリニアメントは数多く認められる。特に単元O_2・D_1・D_2においては，断層線と思われるNNW-SSW 系のリニアメントが強く判読された。

以上のような解析結果を参照して，既存の地質資料・鉱化帯・地化学探査調査資料をもとに，次の考察によって第一年次に実施する地質調査地域（面積500Km^2）として全調査対象地域の北域(Fig 1-2参照）を選定した。

a）北部地域の地質は南部地域が花崗岩類のバソリス帯であるのに対し，堆積岩層に花崗岩類の迸入が認められ，地質・地質構造が南部地域より複雑である。

b）旧調査でS.Bamua（バムア川），S.Sirih（シリ川）を中心とするMo 鉱化帯，S.Bani（バニ川）を中心とするAu－Cu－Mo鉱化帯等が記録されているなど，鉱化帯の存在が知られている。

２－２　使用航空写真

本解析に使用した航空写真はTable ２－１のとおりである。

Table ２－１　使用航空写真一覧表

Run番号	写真番号	枚数	方向
430	19 ～ 20	2	E－W
4265	20 ～ 26	7	〃
〃	154 ～ 160	7	〃
〃	185 ～ 190	6	〃
4271	0022 ～ 0032	11	〃

4271	0015 ～ 0055	11	〃
〃	0092 ～ 0103	12	〃
〃	161 ～ 170	10	〃
4283	110 ～ 112	3	〃
4286	11 ～ 13	3	〃
4294	148 ～ 157	10	〃
〃	171 ～ 176	6	〃
〃	230 ～ 236	7	〃
196	49 ～ 54	6	〃
total		101	NE－SW

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

2－3 解析手順

解析に際しては，各航空写真を実体視することにより，水系の形態・密度・肌合・抵抗度（起伏量・侵蝕度），谷断面・山稜形態・リニアメント・階調・地層の境界面・層理等を各写真上のオーバー・レイに記載し，かつ，この判読要素を判読表（Table 2－2）を作成することによって，岩相単位区分および，地質構造解析を行った。さらに，これらの結果を縮尺1；50,000 地形図上にコンパイルし，予察写真地質図（縮尺1；100,000）に縮尺作成した。

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

2－4 地質単元

2－4－1 堆積岩類

(1) 単元S_1

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

(2) 単元S_2

Table 2-2 PHOTO - GEOLOGICAL INTERPRETATION CHART

UNIT	PHOTO CHARACT		TOPOGRAPHIC CHARACTERISTICS								VEGETATION	LITHOLOGY
	TONE	TEXTURE	DRAINAGE PATTERN	DRAINAGE DENSITY	RESISTIVITY ROCK	RESISTIVITY CROSS SEC	LINEAMENT FAULT JOINT DIRECTION	LINEAMENT FAULT JOINT INTENSITY	LINEAMENT FAULT JOINT KINDS	BEDDING		
O	light	smooth	meander	rare	very weak						large along stream	sand, gravel
S_8	gray	smooth	meander	rare	very weak					poor	large patchy	fine sedimentary rock
S_7	gray	fine smooth	dendritic	coarse	moderate					clear	small dence	sedimentary rock
S_6	light gray	fine	dendritic	dence	weak					clear	along stream	"
S_5	gray	fine	dendritic	dence	weak					vague	patchy	" (silt, pyroclasitic rock)
S_4	gray	fine	dendritic	medium coarse	moderate weak					vague	patchy	" "
S_3	gray	smooth	sub-parallel	medium dence	moderate		rare	medium	fault joint	clear	small	" (sandstne)
S_2	darkgray	rough	dendritic	dence	veryhigh		rare	medium	fault joint	clear	small	" (fine sandstone, silt)
S_1	darkgray	fine	parallel	rare	veryhigh		many	strong	fault joint	vague	dence	" (hornfels)
A_2	light	smooth rough	parallel sub parallel	medium dence	moderate		rare	weak	fault	vague	small	pyroclastic rock
A_1	dark gray	rough	dendritic	coarse	high		mainly I	strong	fault		dence	andesite rock
D_{1-2}	gray dark gray	rough	dendritic / radial	coarse	veryhigh		many	strong	fault joint		large dence	dacite quartz porphyry
D_{2-1}	gray	rough	radial	coarse	very high		many	strong	fault		large dence	" "
G_3	gray		radial	coarse	high		rare	weak	joint		small	granitic rock
G_2	dark gray	rough	dendritic	coarse	very high		many	strong	fault joint		dence	"
G_1	dark gray	rough	dendritic	dence	weak		many	strong	fault joint		large dence	"

本単元は，本地域北部に広範囲に分布する。写真的特徴は，階調は暗灰，肌合は粗粒である。地形的特徴は，水系は細かい樹枝状を示し，密度は非常に高い。抵抗度は，小さく侵蝕量の少ない低い山稜を形成している。本単元は，局部的に層理面と思われるリニアメントが認められる。植生は樹高が小さく密度も小さい。これらの特徴から本単元は，堆積岩類と判読された。既存資料によると本単元は，上部三畳系の堆積岩類とされている。

(3) 単元S_3

本単元は，本地域の北部に帯状に分布する。写真的特徴は，階調は灰，肌合は滑らかである。地形的特徴は，水系は亜平行状を示し，中密度である。抵抗度は，中程度でS_2との境界はシャープで急崖をなし小高い山稜を形成している。本単元は，層理面が明瞭に認められる。これらの特徴から本単元は，やや粗粒の堆積岩類と判読される。既存資料によると本単元は，S_2の三畳紀堆積岩類と同一とされているが，抵抗度・地形断面等判読要素が異なり，S_2とは区別して判読した。

(4) 単元S_4

本単元は，本地域中央部Darit部落付近に分布している。写真的特徴は，階調は灰，肌合は細粒である。地形的特徴は，水系は樹枝状で密度は疎である。抵抗度は，低く山稜は丸味をおび起伏量の少ない山形を形成している。本単元は，局部的に不明瞭ではあるが，層理を暗示すると思われるリニアメントが認められる。これらの特徴から本単元は火山砕屑岩類と判読された。既存資料によると，本単元は，石英斑岩類とされているが，後述する他地域の石英斑岩(D_1)と判読要素が異なるので区別して火山砕屑岩と判読した。

(5) 単元S_5

本単元は，本地域中央部東側S.Data付近に分布する。写真的特徴は，階調は灰，肌合は細粒である。地形的特徴は，水系は樹枝状で密度は密である。抵抗度は，非常に低く起伏量は少ないが，鋭角な山稜を形成している。本単元は局部的に層理を暗示すると思われるリニアメントが認められる。これらの特徴から本単元は，火山砕屑岩類と判読される。既存資料によると本単元は単元S_4と同様石英斑岩類とされているが判読要素が異なるので，単元S_4と区別して判読した。

(6) 単元S_6

本単元は，中央部西域のNegare部落付近に分布し，調査地域東方の区域外に分布する。写真的特徴は，階調は明灰，肌合は細粒である。地形的特徴は，水系は樹枝状を示し密度は密である。抵抗度は，非常に低く起伏量は少なく，なだらかな山稜を形成している。また局部的に山稜が平坦地をなすこともある。本単元は，層理面を暗示するリニアメントが明瞭に認められる。このような特徴から本単元は，堆積岩類と判読される。既存資料によると本単元は，三畳紀以後の堆積岩として後述のS_7と同一とされているが，判読要素が異なるので区別して判読した。

(7) 単元S_7

本単元は中央部S_6の東側で調査地域外に分布する。写真的特徴は，階調は灰，肌合は滑らかである。地形的特徴は，水系は樹枝状を示し，密度は疎である。抵抗度は中程度であるが，S_6との境界はシャープな急崖をなして高くなり，山稜は平担な丘稜をなしている。本単元は層理面が明瞭に認められる。このような特徴から本単元は，堆積岩類と判読される。既存資料によると本単元は三畳系以後の砂岩類とされている。

(8) 単元S_8

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

(9) 単元Q

本単元は，主要河川の流域に分布し，段丘および沖積堆積物と判読される。

2－4－2　火成岩類

(1)単元G_1

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

(2)単元G_2

本単元は，本地域中央部および，北部に分布する。写真的特徴は,階調は暗灰で，ざらざらとした肌合を示す。地形的特徴は，水系は樹枝状で密度は疎である。抵抗度は極めて高く，急峻な地形を形成している。このような特徴から本単元は花崗岩類と判断される。既存資料によると本単元は単元G_1と同一花崗岩類とされているが，判読要素が大きく異なるので区別して判読した。

(3)単元G_3

本単元は，本地域北部のBengkayang 付近に小規模の岩体として分布する。写真的特徴は，階調は灰，肌合は細粒～粗粒である。地形的特徴は，水系は放射状で密度は疎である。抵抗度は高く，急峻な円錐状の山稜を形成している。このような特徴から本単元はG_1および，G_2より新しい花崗岩類と判読される。既存資料によると本単元は，花崗岩類とされている。

(4)単元D_1

本単元は，本地域中央部から南部にかけて広範囲にわたり，岩株状を呈して数多く分布する。写真的特徴は，階調は灰で，ざらざらとした肌合を示す。地形的特徴は，水系は放射状で密度は疎である。抵抗度は非常に高く急峻な山稜を形成している。このような特徴から本単元は，石英

斑岩類と判読される。既存資料によると本単元は，石英斑岩類および，閃緑岩とされている。

(5)単元D_2

本単元は，中央部西側に広く分布している。写真的特徴は，階調は灰～暗灰，肌合はざらざらとしている。地形的特徴は，水系は樹枝状および，放射状で密度は疎である。抵抗度は高く急峻な山地を形成している。このような特徴から本単元は，石英斑岩類と判読される。既存資料によると本単元は，石英斑岩とされ単元D_1と同一とされ，特に，大きな解析要素の相違はないが，分布地域が異なるため本解析では別の岩体として判読した。

(6)単元A_1

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

(7)単元A_2

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

2－5　地質構造

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

褶曲構造を暗示するリニアメントとしては，主として単元S_2に判読され，概観するとS方向および，SW方向に傾斜する地層であるが，Bengkayang 部落北東において小規模の背斜構造および向斜構造が認められる。また，単元S_4・S_5・S_6・S_7においては，走向方向がN－SでE方向に緩やかに傾斜するリニアメントが認められる。

断層もしくは節理を暗示するリニアメントは，本地域全域に判読される。概観するとNNW－SSE系のリニアメントが比較的規模が大きく卓越し，次いでN－S・NE－SW 系となっている。特に，単元G_2・D_1・D_2においては断層を示すと思われるNNW－SSE 系のリニアメントが強く判読される。

第3章 地　　質

第３章　地　　質

3－1　西カリマンタンの地質概況およびその特質

本調査地域を含む西カリマンタン地域は，Asian continent（アジア大陸）の南端部を形成するSundaland（スンダランド）の東周辺部に位置している（Fig 3－1）。Sundalandは中央カリマンタンSchwaner mountain（シュワナー山）の古生界変成岩・片麻状花崗岩地域を中心とし，石炭紀から三畳紀におよんだ火成活動を頂点として，Craton（クラトン）化した安定地塊が核となり，さらに，引き続いた中生代の段階的な陸地の添加作用によってその南側・東側に成長していった。

また，中生代白亜紀末期～第三紀には，Sundalandの東側および，北側に広範囲におよぶ北西ボルネオ地向斜（Northwest Borneo Geosynciline）運動により，フリィシュ堆積層であるRajang（ラジャング）層群，砂岩・石灰岩堆積層であるBaram（バラム）層群等の厚い堆積層が堆積している（Haile 1969）（Fig 3-2）。これらの北西ボルネオ地向斜堆積層とSundalandとは，西カリマンタンとマレイシヤ領サラワクの境界付近に延長約250Km にわたりみられるLupar－chert－ophiolite zone（ルパール・チャート・オフィオライト帯）により境されている。プレート・テクトニクス説では，このLupar－chert－ophiolite zoneは北西ボルネオ地向斜の時期に，南支那海の海洋プレートが，カリマンタン大陸プレート下へ南西向けに沈み込んだゾーンをあらわすものと解析されている。（Haile 1973，Hatchson 1973・1975等）

Lupar ophiolite zone以南の西部サラワク・西部カリマンタン地域，すなわち，Sundalandには，絶対年代測定で確認された白亜紀末期～新第三紀中新世迸入の中性～酸性カルクアルカリ質火山岩・深成岩は今のところ少ないが，プレート・テクトニクス説により西カリマンタンの地質・地質構造を考えると，新期火成岩類が西カリマンタンSundaland complexに存在する可能性は高い。その例としてサラワクのBau（バウ）では，Au－As鉱化帯・Sb－Hg鉱化帯等が第三紀中新世のカルクアルカリ質小貫入岩体に関係があるといわれている（Taylor and Hatchson 1978）。本調査地域を含む西カリマンタンには，Cu－Mo鉱化帯・Au－Hg－Sb鉱化帯が，時代未決定の火成岩貫入岩中，または，周辺に分布しているが，それらのあるものは，白亜紀末期～第三紀中新世の火成活動による可能性が考えられるが，本調査によって第三紀漸新世～下部中新世に迸入した花崗岩類が，絶対年代測定で見出されたことは，今後の西カリマンタン地域の鉱化作用と火成活動の関係を考察する意味で重要である。

3－2　調査地域の地質概要

本調査地域の地質は，下位より三畳紀後期～ジュラ紀の堆積岩・中生代火成岩・火山砕屑岩類・

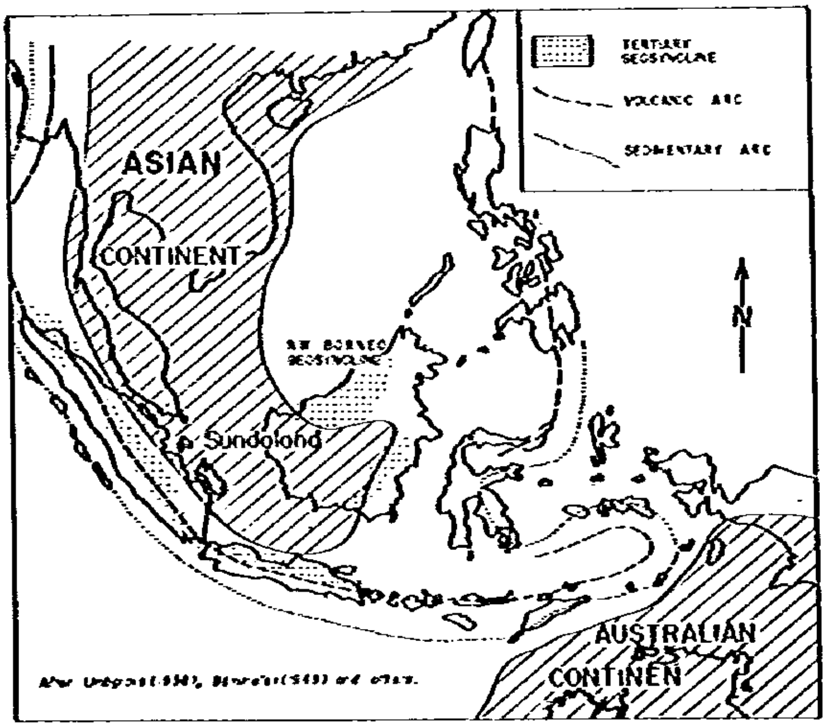


Fig. 3-1 Map of Sundaland

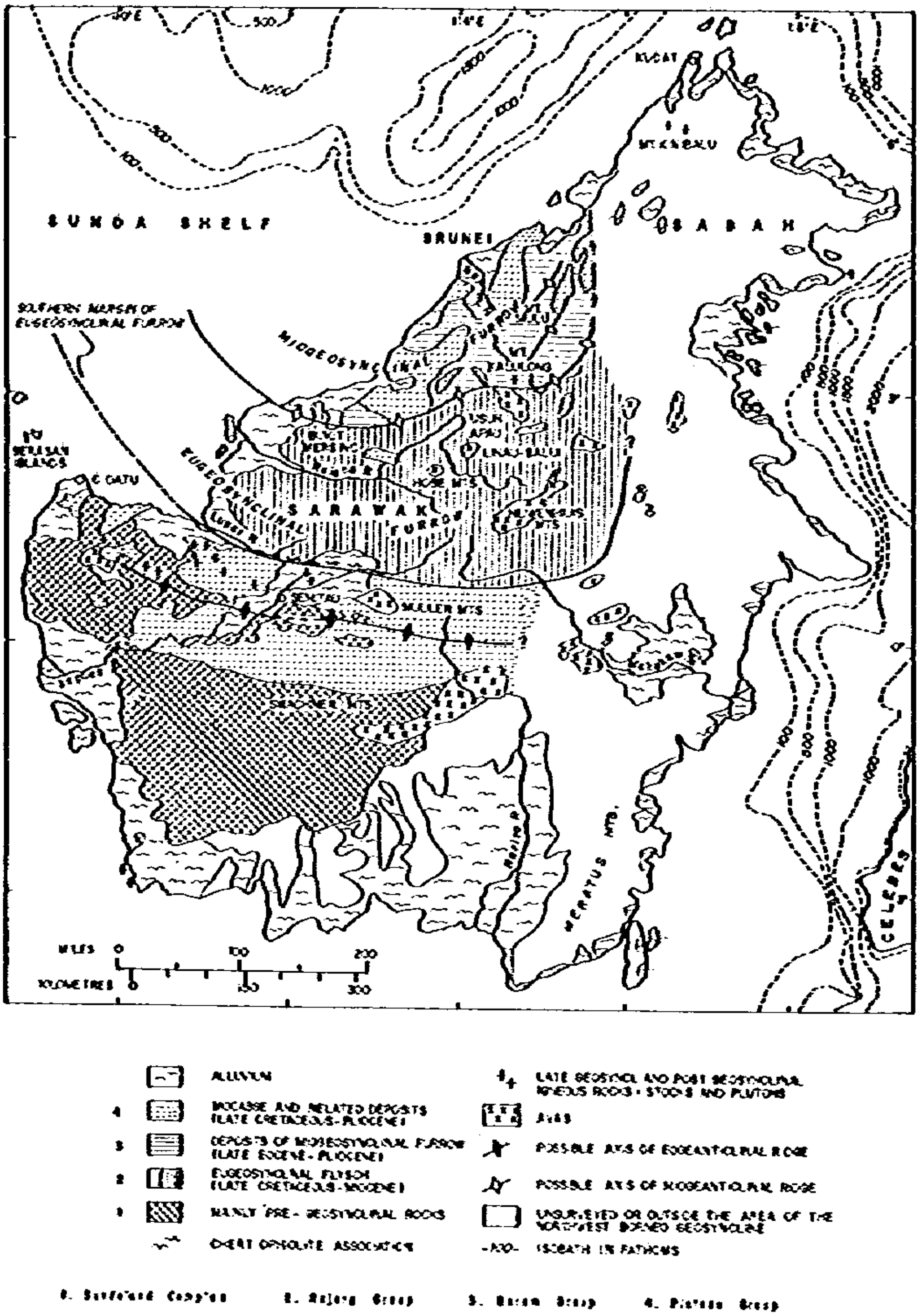


Fig. 3-2 Organizational Pattern of the North-West Borneo Geosyncline
(Haile 1969, Pupilli 1973)

白亜紀中期貫入岩・第三紀貫入岩・第三紀火山岩・砕屑岩および，第四系に大別される。Fig 3－3は，調査地域内の層序・地質構造・火成活動などを総括したものである。本報告書の地層名・火成岩類名は，既知文献の地層名と混同を避けるため各地層・火成岩類がよく発達する地名・川・山名にもとづいて新たに命名したものである。

3－2－1 上部三畳紀～下部ジュラ紀堆積岩（Bengkayang 層群）

下部層より凝灰質砂岩層，黒色頁岩層，砂岩層，砂岩・シルト岩・泥岩互層よりなる堆積岩層群が調査地域の北部 Bengkayang（ブンカヤング）～Sungaibetung（スンゲイブツング）以北および周辺に広く分布している。

本調査では，これらの地層を次の層序に区分した。

Bengkayang Group （ブンカヤング層群）

- Sungaibetung Formation（スンゲイブツング層）……砂岩・シルト岩・泥岩互層
- Riampelaya Formation（リアンプラヤ層）……砂岩
- Kalung Formation（カルング層）……黒色頁岩
- Banan Formation （バナン層）…… 凝灰質砂岩

これらの層序は，従前の調査では上部三畳紀層に区分されていたが，本調査では Sungaibetung 層の上部層に，下部ジュラ紀ライアス・トアルシアン階（Lias Toarcian）を示すアンモナイト化石が発見されたため，Bengkayang Group を上部三畳紀～下部ジュラ紀層とした。調査地域の最北部の G.Bawang －G.Mahmud （バワング山～マームッド山）山地には，第三紀トナール岩が Bengkayang 層群に貫入し，Bengkayang 層群はドーム構造を示し，かつ，最下位層の Banan 層は熱変質を受けている。

3－2－2 中生代安山岩・デイサイト・同質火山砕屑岩

(1) Jirak（ジラク）層

Bengkayang～Sangaibetung 南域には，Bengkayang 層群最上位層の Sengaibetung 層を不整合におおい，輝石安山岩・同質火山砕屑岩からなる Jirak 層が分布する。不整合面には，部分的に薄い礫岩層がある。本層は，白亜紀中期に迸入した G.Raya （ラヤ山）花崗閃緑岩に貫入され，一部熱変質を受けている。

(2) Belang （ブラング）層

調査地域の東 Bengkayang～Darit（ダリット）道路沿いの Belang （ブラング）・Benting（ブンチング）・および，その西域に分布する火山砕屑岩よりなる Belang 層は，安山岩質火山砕屑岩を挟在したデイサイト質火山砕屑岩よりなる。この地層は，次に述べる G.Raya （ラヤ山）

花崗閃緑岩の貫入により一部接触変質を受けている部分があるので，その時代をG.Raya 花崗閃緑岩貫入以前のジュラ紀中期〜後期とした。

3－2－3　古期深成岩類

調査地域南部には，中生代白亜紀に広範囲に迸入したバソリス状黒雲母角閃石花崗閃緑岩が分布し，これに石英閃緑岩，花崗岩類が岩体または，北北西系岩脈または，E－W岩脈として貫入している。これらの花崗岩類をそれぞれG.Raya（ラヤ山）花崗閃緑岩・Tiang（チィヤング）石英閃緑岩・花崗岩$_1$・花崗岩$_2$と命名した。

3－2－4　新期深成岩類

調査地域北域のG.Bawang－G.Mahmud 山地および，Bengkayang 北域には，第三紀漸新世〜中新世前期に貫入した新期火成岩類が分布する。Bawang 山〜Mahmud 山山地に分布するSirih（シリー）トーナル岩は，Bengkayang 層群のBanan層に貫入して熱変質を与え，Bengkayang 層群はこの貫入によってドーム構造を呈している。また，Bengkayang 南域には，Banyl（バニール）トーナル岩が，G.Raya 花崗閃緑岩に貫入している。

Banyl の北，G.Pandan（パンダン山）には，Pandan 石英斑れい岩の塩基性貫入岩，調査地域の北部Doyo（ドヨ）・S.Cebol（チェボール川）上流では小さな貫入岩体あるいは，岩脈で，また，調査地域南部のS.Sembuang（スンブアング川）の南北系の断層沿いに岩脈として，ドレライトが貫入している。Pandan 石英斑れい岩の貫入岩体の周辺部と小貫入岩体は，斑状組織を示すやや浅い貫入岩体であり，また，S. Sembuang のドレライトは，G. Raya 花崗閃緑岩を切る断層に貫入している等から，本調査ではこれら塩基性岩類を新規火成岩類に含めた。

3－2－5　デイサイト・同質火山砕屑岩

G.Serantak（スランタック山）の南よりS.Banan にかけ，また，Bawang 山の西に粗粒の石英・斜長石斑晶をもつデイサイト岩体がある。これは凝灰角礫岩・火山礫凝灰岩・凝灰岩類を伴っている。同種のデイサイト岩体がSansak（サンサック）でBengkayang 層群に，G.Semato（スマロ山）でJirak 層に，また，Tiang Aping（チアングアピング）東でG.Raya 花崗閃緑岩に貫入している。S.Sansak 上流のデイサイトはSerantak と同様火山礫凝灰岩および，凝灰岩を伴っている。

3－2－6　安山岩岩脈

Sirih トナール岩地域・G.Raya 花崗閃緑岩地域にはこれらを切って，NNW 走向を示す安山岩

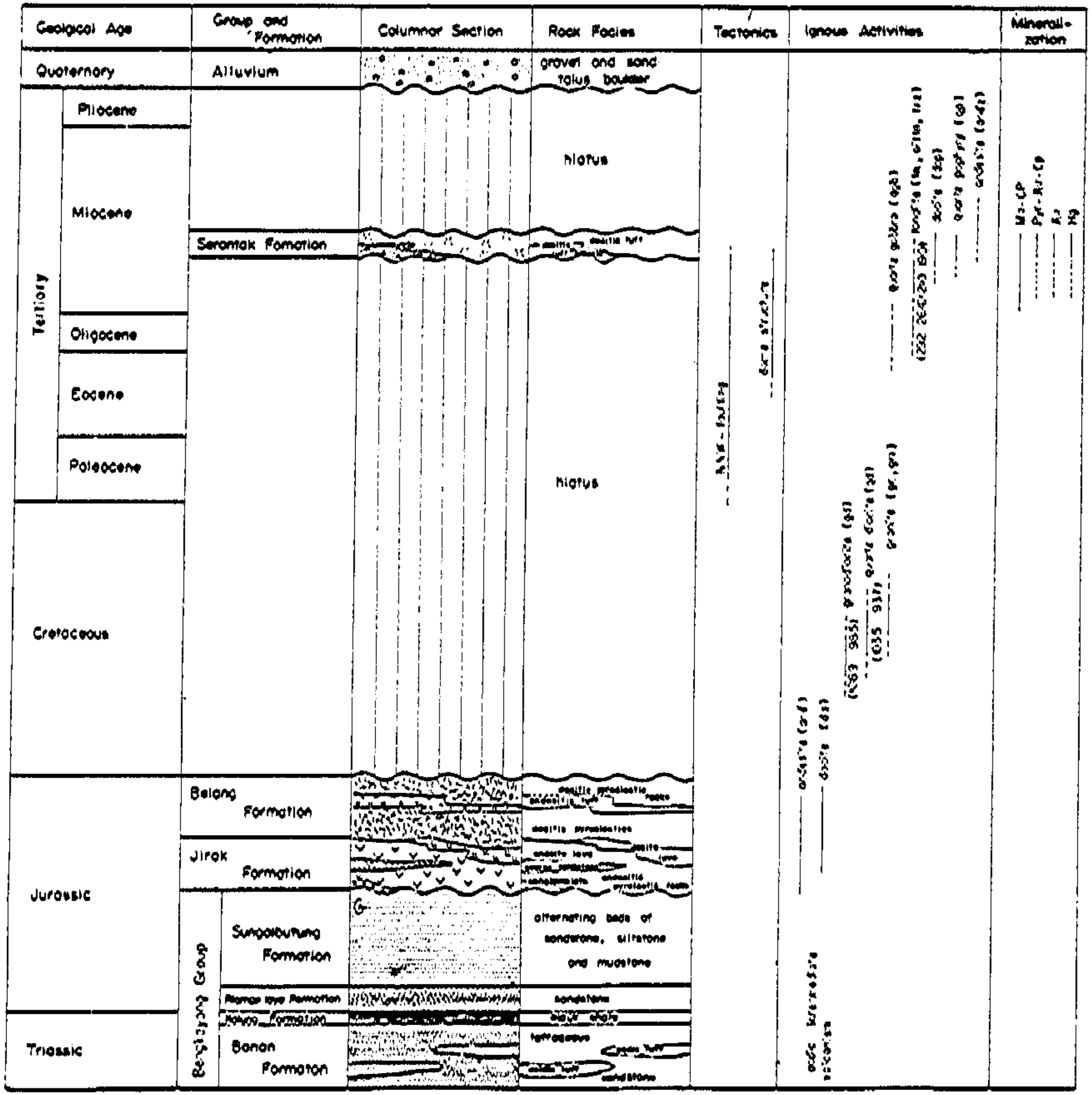


Fig. 3-3 Generalized Stratigraph of Survey Area

岩脈が多数分布する。

3－2－7　第四系

S.Ledo（レド川）・S.Raya（ラヤ川）が流れる平野では河川沿いに未固結の礫・砂・シルト層よりなる第四系が分布する。Bengkayang 部落の南S.Jago（ジャゴ川）左岸には，花崗岩類の巨礫を含む崖錐堆積物がみられる。

3－3　地質各説

3－3－1　堆積岩類

(1) Bengkayang 層群（上部三畳系～下部ジュラ系）

調査地域の北部に分布するBengkayang 層群は，下部より凝灰質砂岩・黒色頁岩・若干の火山砕屑層を伴う砂岩，さらに，非常に厚く3,000 m＋αの層厚をもつ砂岩・泥岩・シルト岩のリズミカルな堆積岩の互層からなる。すなわち，三畳紀後期より火山砕屑岩を伴う砂岩の堆積より始まり，ジュラ紀前期の砂岩・泥岩・シルト岩のリズミックな堆積を示すフリッシュ様の堆積にいたる堆積岩層群である。既述の如く下位層よりBanan層・Kalung層・Riampelaya 層および，Sungaibutung層に区分した。

a）Banan層

分布；本層は，調査北部のG.Bawang・G.Raja・G.Mahmud 山地を中心に，S.Ledo 上流・S.Raya 上流・S.Sansak 上流に分布する。Sirihトナール岩の貫入を受け，熱変質を受け，かつ，ドーム構造を示している。

岩層・岩質；肉眼では堅硬な暗灰中粒砂質岩で，S.Ledo中流にはこれに細粒の凝灰質砂岩および，細粒砂岩を挟在している。鏡下観察では，デイサイトあるいは，安山岩の礫または，岩石片（2mm以下）石英・緑色角閃石・斜長石砕屑よりなる凝灰質砂岩(RB－7・RB－15・RB－19)で，S.Ledo 中流に分布する細粒凝灰質岩(RB－19)は，0,3mm 以下の石英・斜長石を主体とし，緑簾石を含む凝灰質砂岩である。これより本層は，凝灰質砂岩が卓越した層である。また，一部接触変質作用により紅柱石・黒雲母を生じている部分がある。(RB-1,RB-7,RB-8等)

層厚；約1500 m

化石；未発見

層序関係；西カリマンタン～西南カリマンタンでは，既存資料では上部三畳紀層とされ，また，三畳紀後期に火山活動があったこと（Pupilli 1973 層序対比表参照）より，この凝灰質砂岩層を三畳紀後期に対比した。

b）Kalung 層

分布：模式地はS.Raya の上流で，その他S.Cebol(チェボール川)の上流・S.Nasan(ナサン川)上流・S. Sansak(サンサック川)上流にありBanan層と整合に重なりSirihトナール岩を取りまいてドーム構造で分布する。

岩相・岩質：黒色堅硬，層理の良く発達した黒色頁岩・細粒砂岩である。顕微鏡観察(RB-62)では，泥質部と細粒砂質部が級化層理を示している。砂質成分は石英・斜長石・緑泥石化した有色鉱物・粘土等である。

層厚：最厚部では約100m ～150m であるが，一部薄層欠除する。

化石：未発見

c) Riampelaya 層

分布：模式地はS.Raya 上流・S.Selayu 上流にKalung層と整合で分布する。S. Ledo・S.Lumar 上流，および，S.Sansak 上流では，第三紀Serantak (スランタック)火山砕屑岩層に不整合におおわれている。

岩相・岩質：淡灰色の中粒～粗粒の砂質岩で，S.Kalung，S.Sedate上流では，Kalung 層との境界付近に黒色頁岩の細粒礫をもつ礫岩薄層がある。鏡下観察では，安山岩質礫を伴うやや凝灰岩質な砂岩(RB61)，デイサイト・安山岩の礫を含む石質中粒砂岩(RB60)等である。

層厚：約300m

化石：未発見

d) Sungaibutung 層

分布：Riampelaya 層を整合におおってBengkayang 層群の最上部層としてBengkayang ～Sungaibutung 道路南北域・Bengkayang～Lumar 道路東西域に分布する。

層厚：厚く 2,000 m～5,000 m

岩相・岩質：明瞭な層理を示す細粒砂岩・黒色～灰・色泥岩・シルト岩互層よりなる堆積岩で，上部に行くに従って泥質・シルト岩の互層が多くなる。ノルマルな堆積岩で，いわゆるフィリッシュ型の堆積岩と考えられる。

地質構造：Sirihトナール岩の迸入によるドーム構造により，本層はBengkayang～Lumar 道路間ではNW~NE の走向を示し，傾斜は20～40E，また，Sungaibutung～Bengkayang道路間および，それ以南ではE－Wの走向，傾斜10～40°S を示す。

化石：Sungaibutung 層の中位～上位部の泥岩に，Ammonite (アンモナイト)化石が発見された。

産出地は，

RD-7・R1-2 ；Kampung Marikar (マリカール村) 西1.5Km

R1-54 ；Bengkayang 東0.5Km，Darit に向う道路沿い北側に露出

この化石は早稲田大学平野弘道助教授により次の如く鑑定された。

試料No R1－54（Photo Appedix－3）

Harpoceras (*Harpoceras*) *sp.*

個数：内型・外型　各1

特徴：鎌型屈曲肋と腹部龍骨および溝。

比較：*Harpoceras capellinii*（イタリア産）・*Harpoceras mulgravium*（イギリス産）*Harpoceras falcicostatum*（イタリア産）・*Graphoceras rudis*（イギリス・南フランス産）などに似るが，化石保存が良好でないので，同定はされない。

時代：Jura 紀　Lias Toarcian階

試料No，R1－7・R1－2（Photo Appendix－3）

Dactyaioceras (*Orthodactyoceras*) sp.

個数：3ブロック　5個体

特徴：巻き中庸で，分岐・挿入の稀な放射状肋。

比較：*Dactylioceras* (*Orthodactylites*) *semicelatoides*（南フランス産）・*Dactylioceras* (*Orthodactylites*) *tenuicostatum*（スペイン産）等に類似するが，同定はされない。

時代：Jura 紀　Lias Toarcian階

西カリマンタンでは*Harpoceras* の化石はKrans (1896) によりG.Bawang の北で記録されているが明確な位置は不明であり，産地の明確な化石の発見は本調査が始めてである。今回の採取化石は，保存不良のため種の決定にはさらに多くの良好な標本の鑑定を必要とする。

現在のところ*Harpoceras* (*Harpoceras*) *sp.* および，*Dactylioceras*(*Orthodactylites*) *sp.* の2種類しか発見されていないが共に下部Jura 紀Lias Toarcian階を示していて，動物群としてはTethys（テーチス）系のものと考えられている。日本の山口県豊浦層群（下部Jura 紀Lias Toarcian階）は同様のLias の動物群であり，*Harpoceras*・*Dactylioceras* を産出する事から，西カリマンタンでのこれらの化石の産出は地中海域と日本のTethys 系堆積岩層をつなぐ重要な発見である。

層序関係：Ammonite　化石の発見により本層をJura 紀前期に対比した。

3－3－2　火山岩・火山砕屑岩層

(1) Jirak層（中生代）

分布：Bengkayang－Sungaibutung の南域にBengkayang 層群のSungaibutung 層を不整合におおって分布する。本層は，安山岩・同質火山砕屑岩類よりなる。Keranji（クランジ）部落付近では，泥岩の礫を持つ礫岩がSungaibutung 層との不整合部に見られる。本層は，G.Raya 花

閃緑岩に貫入されているが，さらに，南部のTian Tanjung （チャン・タンジュング）部落，およびPanso（パンソ）部落にもG.Raya 花崗閃緑岩に貫入された安山岩質凝灰岩・安山岩が分布するが岩相・岩質の類似よりJirak層に対比した。

岩相・岩質；

a）安山岩質火山礫凝灰岩（RD-12）

1 cm 以下の主として安山岩の岩石片，2mm 以上の斜長石片を伴うが苦鉄質鉱物はほとんど緑泥石化・緑簾石化・炭酸塩鉱物化を受けている。基質部も細粒の長石・石英・緑泥石よりなる。

b）安山岩質凝灰角礫岩（RD-23）

強く緑簾石・緑泥石化した安山岩角礫・緑簾石化した鉱物片の集合・斜長石・緑簾石・緑泥石・石英・鉄鉱物の基質部よりなる。角礫は2～3 cm 大も含まれる。本岩はG.Raya 花崗閃緑岩の接触部付近である。

c）安山岩（RD-14）

斑晶の斜長石はカルサイト化，絹雲母等の粘土化，苦鉄質鉱物は緑泥石・炭酸塩鉱物化・鉄鉱物の集合に変質している。石基は短冊状斜長石・石英・緑泥石よりなる。この岩石は特に緑泥石化・カルサイト化が著しい。

d）安山岩質凝灰岩（Tian Tanjung）（RB-40）

亜角礫の安山岩質岩片（3～4 mm 大も時に含まれる）・石英集合岩を含む鉱物片は，斜長石でその多くは緑簾石化している。基質部は細粒石英が大部分で，他に斜長石・緑簾石・鉄鉱物を伴う。岩石片多く全体の 1/3 を占める。（石質凝灰岩）

e）安山岩質凝灰岩（RF-15）

少量の安山岩・デイサイト岩片・緑簾石化を受けた斜長石・緑簾石の集合物，石英等の砕屑片が，細粒石英・陽起石・緑簾石・緑泥石等よりなる基質部に含まれる。この岩石は，細粒の陽起石が多いのが特徴的で，G.Raya 花崗閃緑岩との接触変質の影響を受けているものと考えられる。

層序関係；Jirak層は下部ジュラ系層を不整合におおい，また，白亜紀中紀に迸入したG.Raya花崗閃緑岩に貫入され接触変質を受けていることより，本層をジュラ紀後期に対比した。

(2) Belang 層（中生代）

分布；Bengkayang よりDarit に通じる道路上Sempuan（スムプアン）～Tapang （タパング）間および，その西域G. Paninjiu（パニンジウ山）にかけ分布する。

岩相・岩質；デイサイト・同質凝灰岩を主とするが安山岩質火山砕屑岩を挟在する。デイサイト，および，安山岩の角礫・亜角礫を含む角礫～火山礫凝灰岩が多い。本層は全般に緑泥石化・

緑簾石化し一部黒雲母・絹雲母化等の変質もみられる。主な岩石の検鏡結果は次の通りである。

a）安山岩質凝灰岩（RF-48）

トラカイト組織を示す亜角礫安山岩片・緑簾石・絹雲母化した斜長石・緑泥石化した苦鉄鉱物砕屑よりなる石質凝灰岩。岩石片・砕屑は全量の 2/3 を占める。

b）デイサイト質凝灰岩（RF-8・RF-51・Rp-53等）

デイサイトおよび安山岩の角礫・亜角礫を含み，その他斜長石・石英・緑簾石集合よりなる礫をも含むものがある。石基は石英・斜長石・緑泥石よりなる。RF-8はG.Raya 花崗閃緑岩に取り残されて小範囲に分布するが，二次黒雲母が生じており，G.Raya 花崗閃緑岩の接触変質を受けている。

層序関係；G.Raya 花崗閃緑岩に取り込まれた分布を示す。S.Kersik（クルシック川）のBelang 層デイサイト凝灰岩は，黒雲母を生じた熱変質を受けている。直接の接触部は認められていないが，本地質調査による本地層の分布状態および，一部接触変質が認められるので，Belang 層をBengkayang 層群後G.Raya 花崗閃緑岩貫入前のジュラ紀後期の堆積と推定した。

(3) Serantak 層（第三紀）

分布：Serantak デイサイトの火山砕屑物として，Lumar（ルマール）部落よりG.Serantak（スランタック山）にかけての平野部に，また，G. Bawang 西域のS.Sansak（サンサック川）上流にBengkayang 層を不整合におおって分布する。

岩相・岩質：一部浮石を伴ったデイサイト質火山礫凝灰岩～細粒凝灰岩よりなり，デイサイト角礫をもつ凝灰角礫岩がSerantak デイサイト周辺に分布する。

層厚：平野部に広く分布し，層厚は100m未満。

層序関係：Bengkayang 層群を不整合におおい，かつ，新期貫入岩であるSerantak デイサイトに伴われることより第三紀堆積層とした。

3－3－3 貫入岩類

(1) 花崗岩類の年代測定

調査地域の深成岩類の迸入時期を明らかにするため，次節で述べる化学分析を行った試料の中，この地域の鉱化作用に関係が深いSirih トナール岩・Banyi トナール岩，また，調査地域内にバソリスとして広く分布するG.Raya 花崗閃緑岩および，これに貫入するTiang（ティアング）石英閃緑岩の4試料を選び，分離した角閃石を用いてK－Ar 法により絶対年代を測定した。Table 3－1はその結果を示す。

測定結果によると調査地域内の花崗岩類の絶対年代は，G.Raya 花崗閃緑岩（103.7±5.2m.y.）・Tiang石英閃緑岩（98.6±4.9m.y.）の白亜紀中期花崗岩類（本報告書では古期花崗岩類）と，

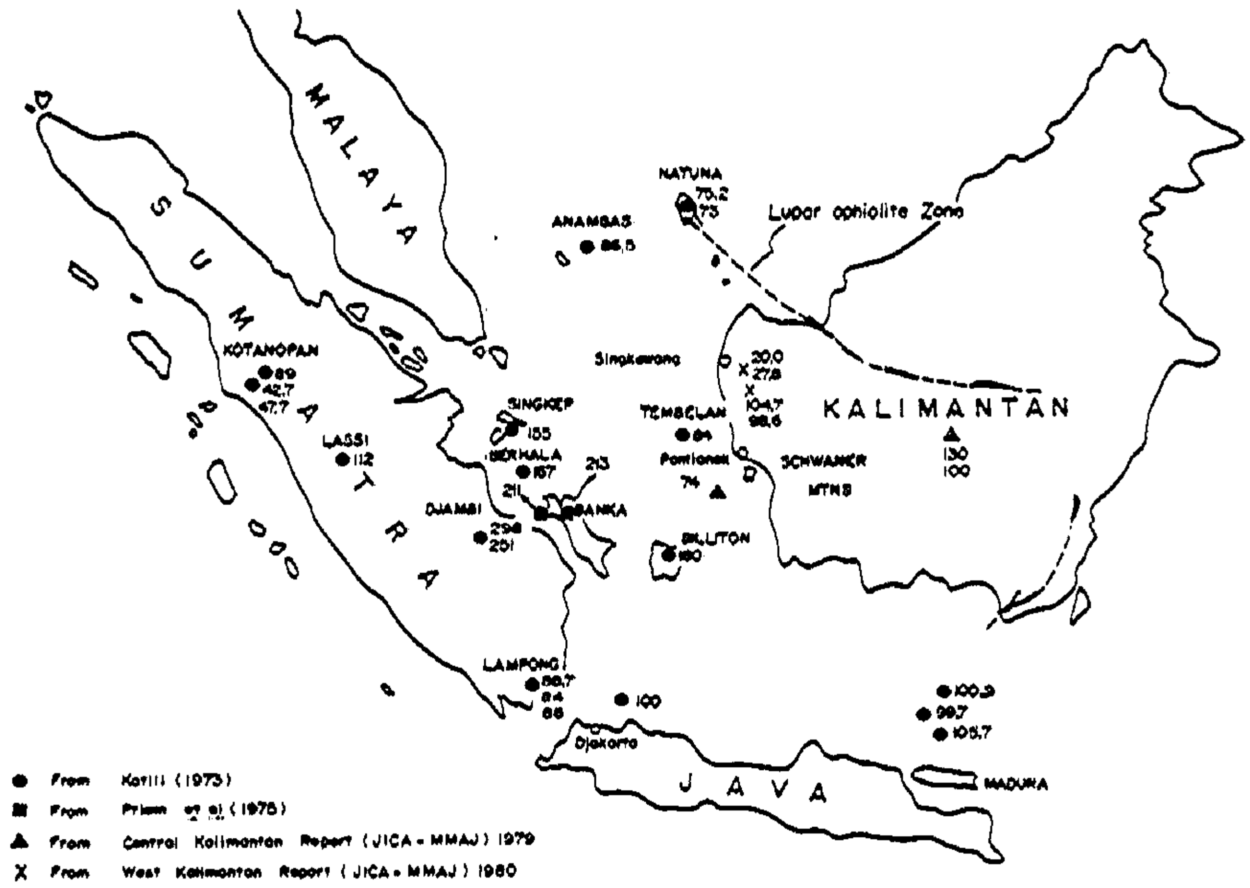


Fig. 3-4 Absolute Age of Granitoid Rocks in West Indonesia

Table 3-1 Result of K-Ar Dating

No.	Sample No.	Locality	Lithology	Mineral	$sccAr^{40}Rad/gm \times 10^{-5}$	$Ar^{40}Rad_{\%}$	K%	Age (m.y.)
1	RB-24	S. Bamua	S. Sirih Tonalite	Hornblende	0.213 0.223	48.3 48.9	2.80 2.79	20.0±1.0
2	RD-52	S. Boni	Banyl Tonalite	"	0.126 0.137	30.1 43.9	1.20 1.21	27.8±1.4
3	RE-50	S. Sakung	Tiang Quartz diorite	"	0.367 0.354	73.3 70.0	0.90 0.93	98.6±4.9
4	Rp-19	S. Bala	G. Raya Granodiorite	"	0.225 0.215	62.9 45.0	0.53 0.53	103.7±5.2

The constants for the age calculation are: $\lambda\beta = 4.962 \times 10^{-10} yr^{-1}$,

$\lambda\varepsilon = 0.581 \times 10^{-10} yr^{-1}$, $K^{40} = 1.167 \times 10^{-4}$ atom per atom of natural potassium.

Table 3-2 Chemical Composition of Granitoid Rocks

		Sample No.	Rp-19	RP-20	RE-30	RP-32	Rn-32	RE-50	RD-28	RB-24	RD-52	Rq-59	RB-72
		Location	S. Bala	S. Sembuang	S. Pehen	S. Sembuang	S. Semade	S. Pehen	G. Pandan	S. Banua	S. Bani	S. Setona	G. Serantak
		Rock name	gra-dio	gra-dio	gra-dio	gra-dio	gra-dio	qtz-dio	qtz-gab	tonalite	tonalite	gra-dio-por	dacite
Chemical composition		SiO_2 %	69.26	69.63	69.82	74.77	69.39	59.78	54.37	67.31	69.26	65.13	70.11
		TiO_2	0.41	0.40	0.40	0.20	0.49	0.63	0.63	0.48	0.47	0.57	0.35
		Al_2O_3	14.26	14.14	13.53	13.03	13.62	16.03	18.69	15.45	13.94	14.34	13.91
		Fe_2O_3	1.42	18.20	1.80	0.85	1.62	2.81	1.21	1.66	2.16	3.02	1.46
		FeO	2.37	1.91	2.04	1.09	2.04	4.81	6.23	1.91	1.66	2.73	3.22
		MnO	0.07	0.09	0.06	0.03	0.06	0.08	0.13	0.06	0.05	0.11	0.05
		MgO	1.11	1.07	1.17	0.45	1.07	3.29	3.93	1.61	1.20	2.00	1.35
		CaO	3.35	2.81	1.80	1.51	2.14	6.92	7.59	3.99	2.63	4.73	2.65
		Na_2O	3.56	3.95	4.02	4.05	4.23	3.00	3.78	3.84	4.19	2.79	5.32
		K_2O	2.40	2.42	3.12	2.64	2.66	1.06	0.63	2.40	1.95	1.85	0.27
		P_2O_5	0.09	0.09	0.09	0.00	0.08	0.09	0.08	0.12	0.09	0.08	0.11
		H_2O (+)	1.17	1.27	1.86	0.93	2.11	1.52	2.50	0.93	1.68	2.26	1.04
		H_2O (-)	0.23	0.36	0.12	0.29	0.23	0.12	0.36	0.19	0.36	0.34	0.05
		Total	99.72	99.96	99.83	99.84	99.74	100.14	100.13	99.95	99.64	99.95	99.89
C.I.P.W. norm		Q	29.6	29.3	28.5	36.9	28.2	18.0	5.8	24.6	30.2	28.0	29.3
		C	0.1	0.3	0.6	0.8	0.3	-	-	-	0.7	-	0.4
		or	13.9	14.5	18.4	15.6	15.6	6.1	3.9	14.5	11.7	11.1	1.7
		ab	29.9	33.6	34.1	34.1	35.7	25.2	32.0	33.0	35.7	23.6	44.6
		an	15.9	12.8	8.1	7.5	9.7	27.3	32.0	17.8	11.4	21.1	12.2
	di	wo	-	-	-	-		2.6	1.9	0.5	-	0.6	-
		en	-	-	-	-		1.5	0.1	0.3	-	0.4	-
		fs	-	-	-	-		0.9	0.1	0.1	-	0.1	-
	hy	en	2.8	1.2	2.9	1.1	2.7	6.7	9.6	3.7	3.0	4.6	3.3
		fs	2.6	3.6	1.7	0.9	1.7	4.5	9.4	1.5	0.5	1.7	4.1
		mt	2.1	2.6	2.5	1.2	2.3	4.2	1.9	2.3	3.2	4.4	2.1
		il	0.8	0.8	0.8	0.5	0.9	1.2	1.2	0.9	0.9	1.1	0.8
		ap	0.3	0.3	0.3	-	1.0	0.3	2.0	0.3	0.7	0.3	0.3
		Total	98.0	99.0	97.9	98.6	98.1	98.5	99.9	99.5	98.0	97.0	98.8
		Q+or+ab	73.4	77.4	81.0	86.6	79.5	49.3	41.7	72.1	77.6	62.7	75.6
		D.I	74.9	78.2	82.7	87.8	81.0	50.1	41.7	72.5	79.2	64.6	76.5

Abbreviation: gra-dio: granodiorite qtz-dio: quartz diorite
qtz-gab: quartz-gabbro gra-dio-por: granodiorite porphyry

Table 3-3 Modal Composition of Granitoid Rocks

Rock No.	Q	pl	kf	bi	ho	px	mt
RB-33	34.8%	45.4%	3.8%	13.0%	3.0%	-%	-%
RD-29	15.9	59.0	-	-	21.3	2.1	1.7
RD-35	33.4	53.2	5.0	3.6	3.4	-	1.4
RD-37	41.0	50.9	2.1	4.3	0.7	-	1.0
RD-48	17.6	60.8	-	-	18.0	*2.4	1.2
RE- 2	30.2	43.6	16.0	6.2	2.4	-	1.6
RE-80	31.2	40.3	22.6	3.3	1.4	-	1.2
RF-10	31.4	37.6	19.4	6.2	4.6	-	0.8
RF-25	30.8	44.6	14.2	4.6	4.4	-	1.4
RF-30	37.2	31.2	17.6	13.0	-	-	1.0
RF-45	26.6	55.6	6.2	4.0	7.0	-	0.6
RF-55	27.4	61.2	2.2	0.4	7.8	-	1.0
Rl-61	42.2	37.2	13.6	6.2	-	-	0.8
Rm- 1	31.2	52.0	1.6	5.0	8.4	-	1.8
Rm-23	31.4	54.0	5.2	9.4	-	-	-
Rm-25	15.0	56.2	-	14.8	12.0	-	2.0
Rn-38	27.8	47.9	23.0	0.5	0.3	-	0.5
Rn-61	26.0	58.2	10.8	2.4	1.6	-	1.0
Rn-66	16.6	54.2	3.6	5.0	19.2	-	1.4
Rp-41	39.4	32.0	18.2	5.6	3.0	-	1.8

* augite + hypersthen

Banyl トナール岩（27.8±1.4m.y.）・Sirih トナール岩（20.0±1.0m.y.）の第三紀漸新世～前期中新世花崗岩類（本報告書では新期花崗岩類）と，２時代グループに分類される。

前者は，中央カリマンタンより西カリマンタン，および，Tembelan（ツンブラン）・Karimata（カリマタ）・Anambas（アナムバス）・Natuna（ナツナ）諸島に広く分布する白亜紀貫入の花崗岩類のグループと考えられるが（Fig 3－1），鉱化を伴うSirih および，Banyl トナール岩は，第三紀漸新世～前期中新世の若い貫入岩であり，Sundalandの東縁にこれら第三紀貫入花崗岩類が見出された事は注目に値する。この火成活動は，西カリマンタンとマレーシア領サラワク国境近くのLupar ophiolite zone を沈み込み地帯（Subduction zone）とする白亜紀後期～新第三紀中新世（Haile・Hatchson 等）のプレート・テクトニクスの活動に関連したものと考えられる。

(2) 深成岩類の化学組成

本調査地域に分布する深成岩および，貫入岩類の１１試料について化学分析を行い，その結果を検討した。分析を行った１１試料は，調査南部に広く分布するG. Raya 花崗閃緑岩，これに貫入した花崗岩（gr_1）・石英閃緑岩類および，北部に分布する石英斑れい岩・トナール岩類より採取した。Table 3－2 はその分析結果と分析値より算出したノルム鉱物の重量比を示したものである。大部分の試料は，そのSiO_2が６２～７０％の範囲にあって中性の性質を示し，RF－３２が酸性，RE－50・RD－28がやや塩基性である。

K－Ar 法による絶対年代測定で，調査地域内の花崗岩類は白亜紀中期に貫入した古期花崗岩類と，第三紀漸新世～前期中新世に貫入した新期花崗岩類に大別出来る。これらを一括して，共にFig3－5 の各酸化物と分化指数（D.I.）の関係図に示した。

この関係図によると，各酸化物はD.I.に対して直線的な変化を示す。日本の花崗岩の平均（Aramaki １９７２）と比べると，K_2O・Al_2O_3がやや低く，SiO_2が低いD.I.でやや高い傾向をもつが，他は非常に近い値を示す。Fig 3－6・Fig 3－7 に化学分析結果より計算したノルム石英－斜長石－カリ長石図，およびポイント・カウンターにより計算したモード石英－斜長石－カリ長石図を示した。古期花崗岩類が花崗岩・花崗閃緑岩の範囲よりトナール岩－石英閃緑岩の範囲まで広く分布するのに対し，新期花崗岩類は,トナール岩－石英閃緑岩の範囲にプロットされる。

M－F－A図（Fig 3－8）では，古期・新期花崗岩類共にカルクアルカリック な火山岩に類似した分化経路を示している。Fig 3－9 のノルム正長石－曹長石－灰長石図では，灰長石に富みカリ長石に乏しい領域より灰長石に乏しくカリ長石が増加する領域に至る一連の傾向に，古期・新期花崗岩類共に沿っている。ただ，Serantak デイサイトは極端にカリ長石の少ない岩質を示す。

以上のように調査地域内に分布する花崗岩類の化学分析を行い化学組成を検討した結果，古期花崗岩類（白亜紀中期）・新期花崗岩類（第三紀漸新世～中新世，調査地域内で鉱化作用を伴う）

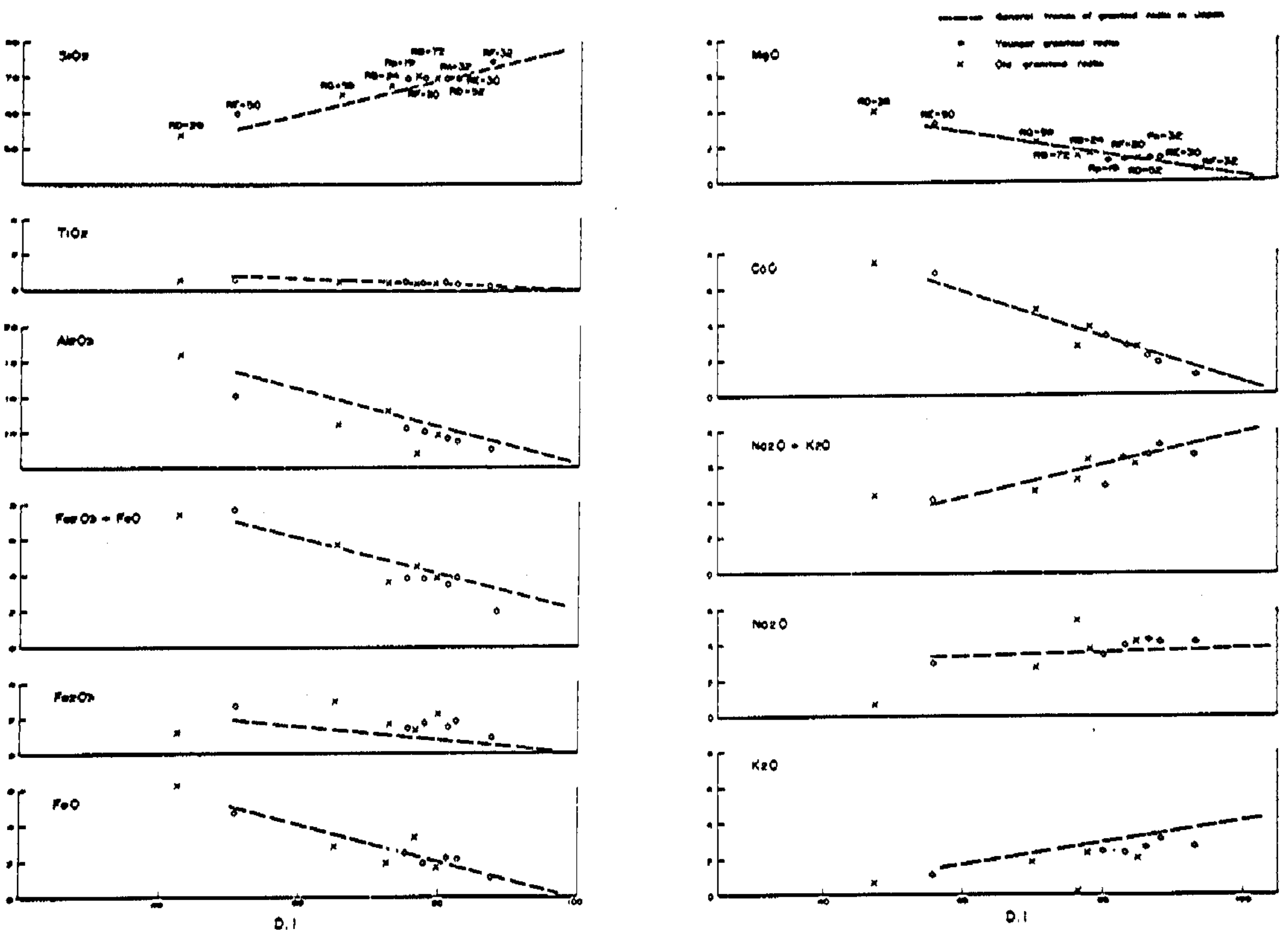


Fig. 3-5 Variation Diagram of Granitoid Rocks

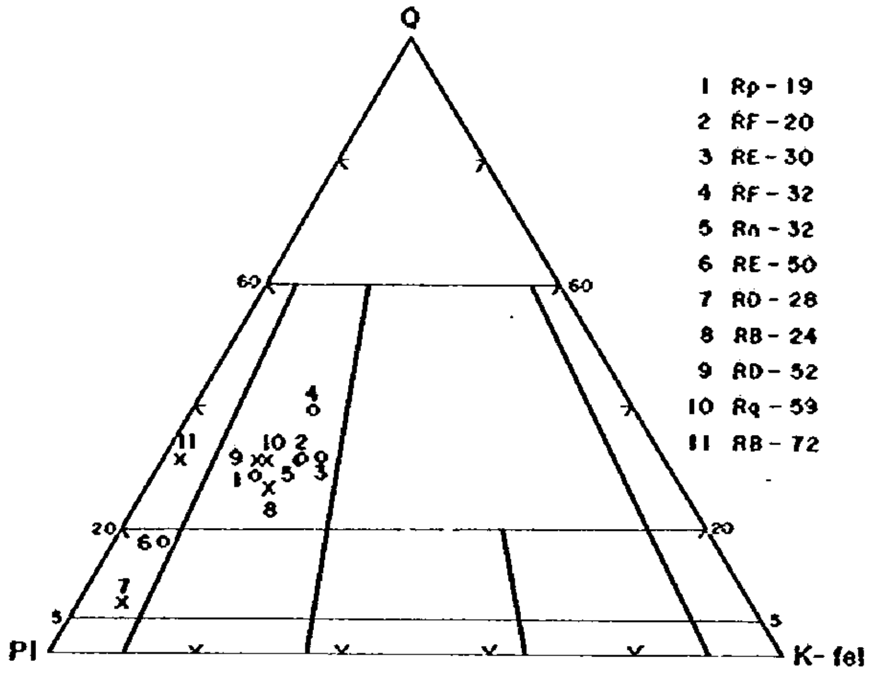


Fig. 3-6 Normative Q-Pl-Kfl Diagram of Granitoid Rocks

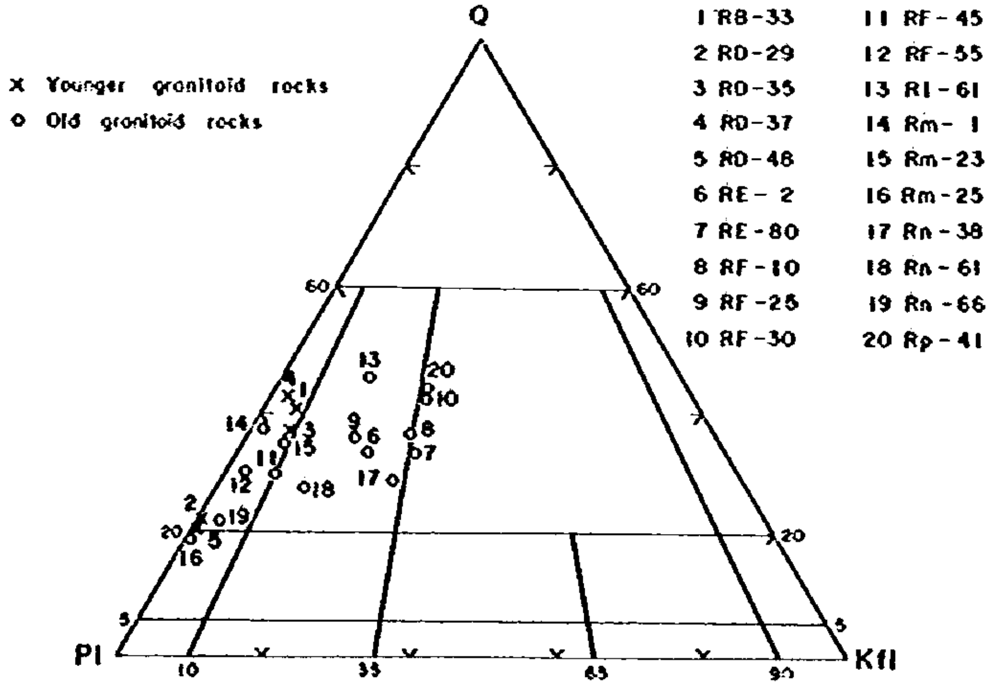


Fig. 3-7 Modal Q-Pl-Kfl Diagram of Granitoid Rocks

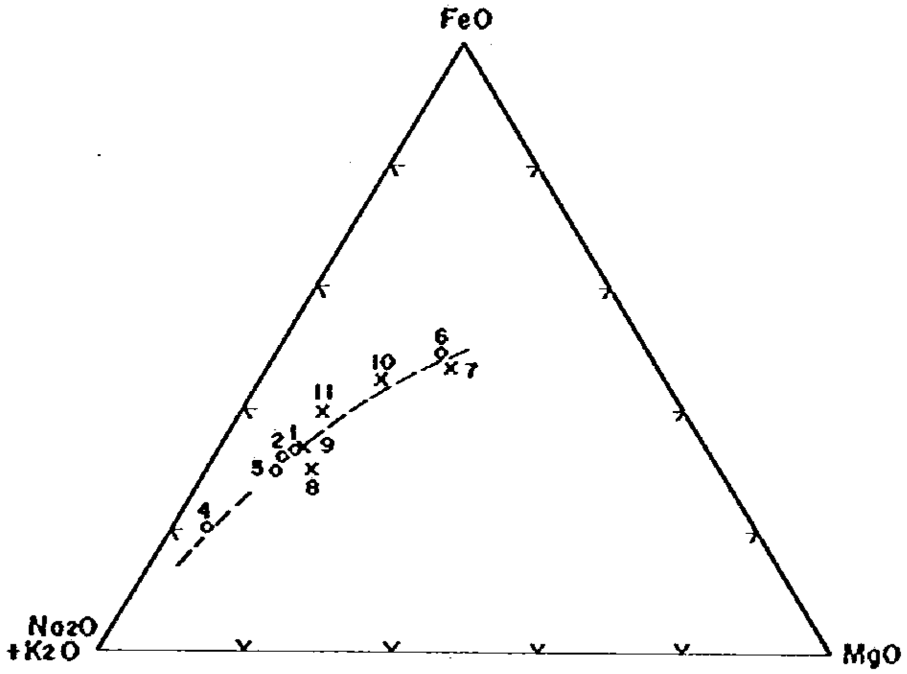


Fig. 3-8 M.F.A. Diagram of Granitoid Rocks

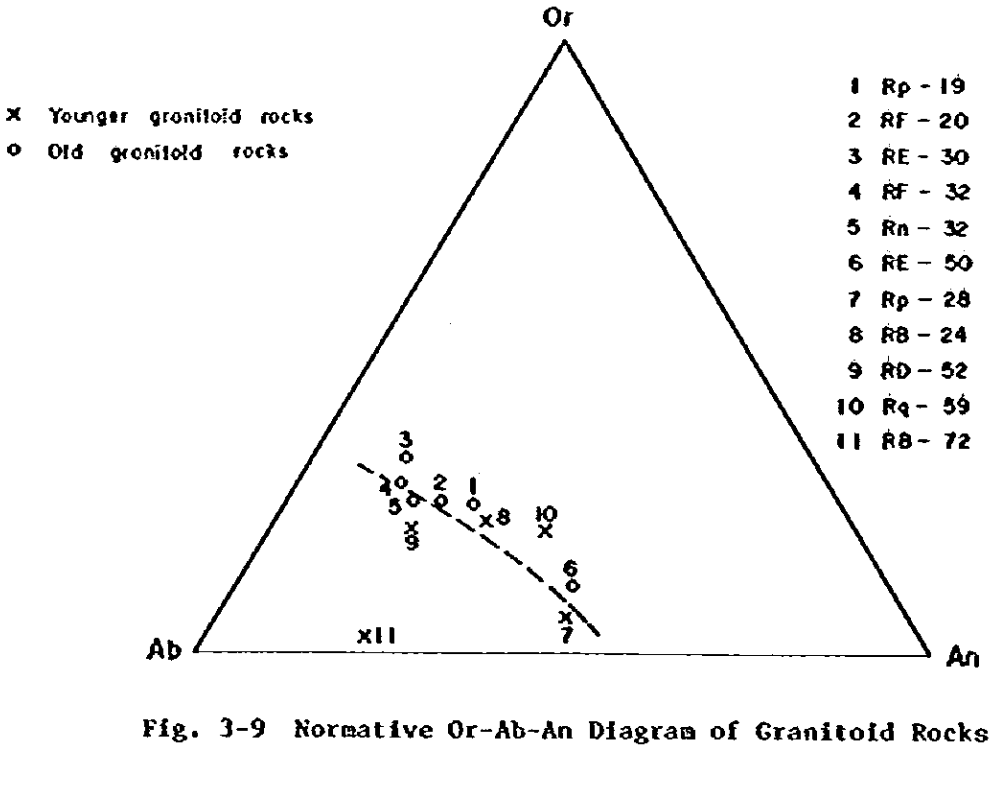


Fig. 3-9 Normative Or-Ab-An Diagram of Granitoid Rocks

は共に，分化作用がすすむとSiO_2が急速に増加しFeOが減少するカルクアルカリ岩系の花崗岩で，その分化・化学成分もSerantak デイサイトを除き類似する。このことは，両花崗岩類が類似のマグマ起源より分化したと考えられる。

(3) 古期花崗岩類

a) G.Raya（ラヤ山）花崗閃緑岩（gd）

分布：本岩体は調査地域の中央部から，南部にかけて，S. Semade（スマデ川）・S.Mempawah（ムンパワ川）・S.Sailo （サイロ川）・S.Tahuban（タフバン川），および S.Sembuang（スンブアング川）流域に広く分布する。

岩相・岩質：本岩体は色指数１０～２０を示し中粒・等粒状組織をもつ角閃石・黒雲母花崗閃緑岩である。岩質的には主要構成鉱物の組合せ，量比によって，花崗岩質・花崗閃緑岩質および，トーナル岩質までの岩相変化が認められる。本岩体は鉱化作用を伴わない。

花崗閃緑岩質な部分は，本岩体分布域の大半を占める一般的な岩相で，色指数１０を示し，中粒・等粒状で，やや黒雲母に富んでいる。鏡下では，等粒状組織を有し，主成分鉱物は，斜長石・石英・正長石・黒雲母，および，角閃石からなり，副成分鉱物は不透明鉱物・リン灰石および，ジルコンからなる。黒雲母は緑泥石および，緑れん石に変質している。カリ長石と斜長石もわずかに変質している。また，斑状組織を有し，有色鉱物の量を減じ，低い色指数を示す部分をしばしば含んでいる。花崗岩質な部分は，S.Tahuban・S.Sailo流域，および，Gamang（ガマング）部落付近に分布する。色指数１０～１５を示し，上記岩石に比べて斜長石の量を減じ，カリ長石，および黒雲母に富んでいる。鏡下（RP-10）では，中粒～粗粒の等粒状組織を示し，斜長石・石英・カリ長石・黒雲母・角閃石からなり，一部斑状組織を有する部分がある。黒雲母は大部分緑泥石に変質している。

トーナル岩質な部分はS.Bumbung （ブンブング川）上流，および，G.Paninju（パニンジュ山）周辺に分布する。色指数１０～２０を示し，カリ長石の量を減じ，角閃石に富んでいる。G.Raya 花崗閃緑岩体は，若干の異なる貫入時期をもつ複合貫入岩体と推定される。花崗岩質な部分は，トーナル岩質花崗閃緑岩，および，安山岩のゼノリスをしばしば含んでいる。

貫入時期：本岩体は調査地域中央部で，上部ジュラ紀のJirak層を，また，調査地域南部で，上部ジュラ紀のBelang 層を貫いて底盤状に迸入している。K－Ar 法絶対年代測定では103.7±5.2m.y.の値が得られており，白亜紀中期の時代を示している。（Rp-19）

b) Tiang（ティアング）石英閃緑岩（qd）

分布：調査地域南部のG.Tiang（ティアング山）周辺・G.Pandankecil（小パンダン山）周辺，および，S.Sembuang流域に分布する。

岩相・岩質：G.Tiang 周辺に分布する岩石は，色指数２０～３０を示し，中粒・等粒状組

織をもつ普通輝石・黒雲母・角閃石石英閃緑岩である。鏡下（RE-50）では，主成分鉱物として斜長石・石英・角閃石・黒雲母・正長石・普通輝石，および，斜方輝石を有し，副成分鉱物としてリン灰石・スフェン，および，不透明鉱物を有する。黒雲母は緑泥石および，緑れん石に，普通輝石は緑色角閃石に変質している。

G.Pandankecil 周辺，および，S.Sembuang 流域に分布する岩石は，色指数３０～４０を示し，細粒な斑状黒雲母・角閃石石英閃緑岩である。断層沿いに黄鉄鉱鉱染を作っている。鏡下（Rm-19，Rm-25）では，斑状組織を示し，斑晶は斜長石・角閃石，および，黒雲母からなり，石基は斜長石および，石英からなる。有色鉱物の多くは緑泥石化および，緑れん石化している。

貫入時期：本岩体はG.Raya 花崗閃緑岩体を貫いている。また，S.Sembuang 流域では，NS－N10°W の方向性をもつ小岩脈として貫入している。試料RE-50 のK－Ar 法絶対年代の測定では986±49m.y. の値が得られており，白亜紀中期の時代を示している。

c）花崗岩No.1（gr_1）

分布：調査地域中央部のS.Semade（スマデ川）上流からS.Benten 上流にかけて，および調査地域南部のS.Sembuang 流域に分布する。

岩相・岩質：S.Semade 上流からS.Benteng 上流にかけて分布する花崗岩は，色指数５を示し，中粒～粗粒，優白質な白雲母・黒雲母花崗岩である。本岩体は，小量の白雲母および石英細脈を特徴的に含み，縁辺部では緑れん石化作用・絹雲母化作用・強い珪化作用，および，石英－電気石細脈を作っている。石英細脈には微弱な輝水鉛鉱鉱染が認められた。

S.Sembuang 流域に分布する岩石は，色指数１０～１５を示し，中粒～粗粒・等粒状組織をもつ黒雲母花崗岩である。一般に変質は弱く，鉱化作用を伴わない。鏡下（RF-30）では，文象組織を示し，主成分鉱物として斜長石・石英・正長石，および，黒雲母を有し，副成分鉱物として，不透明鉱物および，リン灰石を有する。黒雲母は緑泥石および，緑れん石に変質している。

貫入時期：本岩体は調査地域中央部および，南部で，N20°E～N30°E の方向性をもち，G.Raya 花崗閃緑岩体を貫く小岩体を形成している。

d）花崗岩No.2（gr_2）

分布：調査地域中央部から南部にかけて，S.Sakung（サクング川），S.Semade（スマデ川）および，S.Anau（アナウ川）流域に小規模な分布を示す。

岩相・岩質：本岩は色指数１０～１５を示し，中粒～粗粒・等粒状組織をもつ角閃石・黒雲母花崗岩である。鏡下（Rn-32，RE-80）では，等粒状組織を示し，主成分鉱物として斜長石・石英・正長石および，黒雲母を有し，副成分鉱物として不透明鉱物，リン灰石および，ス

フェンを有する。黒雲母は緑泥石および，緑れん石に変質している。とくに，S.Sakung 流域に分布する岩石（RE-30）は，斑状組織を示し，斑晶は斜長石・石英・角閃石および，黒雲母からなり，石基は斜長石・石英・カリ長石・不透明鉱物・黒雲母・角閃石および，リン灰石からなる。黒雲母および，角閃石は，緑泥石・緑れん石および，炭酸塩鉱物の集合体に変質している。本岩体は一般に鉱化作用を伴わない。

貫入時期：本岩体はG.Raya 花崗閃緑岩および，花崗岩No.1岩体を貫いているものと推定されるが，接触部は確認されていない。

(4) 新期深成岩類

a) Pandan 石英斑れい岩（q-gb）

分布：Bengkayang 南西，G.Pandan（パンダン山）に分布し，その他G.Kelan（クラン山）にも小岩体の貫入体がある。

岩相・岩質：暗緑色（色指数50）粗粒・等粒の含石英輝石角閃石斑れい岩である。鏡下では，岩体の中心部に分布する岩石（RD-29）は，含有鉱物の多い順に斜長石・角閃石・石英および，普通輝石で少量の斜方輝石が含まれる。角閃石の一部は，黒雲母化・緑泥石化・緑簾石化・輝石も一部緑簾石化している。岩体の周辺部，小岩体の岩石（RD-48 ・ RD-18）はやや斑状組織を示す。

貫入時期：Bengkayang 層群のSungaibutung 層および，Jirak層に貫入している。Sirih 花崗閃緑岩および，Banyl トーナル岩との関係は分明でないが，調査地域の南域のSembuang 新層には塩基性岩（ドレライト）岩脈があることや，部分的に斑状組織を示すことから新期貫入岩とした。

b) Banyl トナール岩（tn_1）

分布：Bengkayang の南西Banyl Tamahas 部落を中心に東西5 Km，南北2.5 Km の貫入岩体である。他にこの東側S.Benuang（ブヌアング川）沿い，および，Bengkayang ～Darit 道路沿いのSebintik に小貫入岩がみられる。

岩相・岩質：本岩体は，色指数10％，中粒・等粒状の角閃石黒雲母トナール岩である。Sebintik に分布する本岩は，粗粒，色指数30％のやや優黒色岩である。鏡下では（RD-52，RD-35）中粒等粒組織を呈し，多量の自形～半自形の斜長石・小量の黒雲母・角閃石・半自形～他形のカリ長石（パーサイト多し）の間隙を多形の石英が埋めている。黒雲母はほとんど緑泥石化をうけ，角閃石も一部黒雲母・緑泥石化している。RD-52 には径6 mm の角閃石石英閃緑岩のゼノリスを含んでいる。やや優黒質のSebintik に分布するトーナル岩は，含有鉱物は同じであるが，やや斑状組織を示し，ポイキリティックな組織が特徴的である。

貫入時期：Jirak 安山岩・同質火山砕屑岩および，G.Raya 花崗閃緑岩を貫いている。K−Ar

絶対年代測定では27.8±1.4m.y.（第三紀漸新世）である。また，Banyt鉱化帯を胚胎している。

c） Sirihトーナル岩（tn_2）

分布：調査地域の北部，S.Ledo（レド川）の上流および，その支流のS.Banan（バナン川）Sirih地域（G.Bawang～G.Mahmnd山地）に長径10Km，短径4Kmの規模で露出する。この山地のピークのG.Bawang（バワング山）はBanan層であるが，このトーナル岩にルーフ・ペンダントとしてのこっている。この貫入岩体と堆積岩の関係は調和的で，その貫入のためBanan層をドーミング・アップした形態を示している。

岩相・岩質：中粒・等粒状，色指数10%の角閃石黒雲母トーナル岩である。サンプルRB-24，33の鏡下観察では，構成造岩鉱物は多量に含まれる順より，斜長石・石英・黒雲母・角閃石・カリ長石である。黒雲母は時に，緑泥石・緑簾石・カーボネイトに変質している。

貫入時期：Bengkayang層群・Banan層を切って貫入にいる。また，Cu-Mo鉱を伴う石英脈．および，安山岩脈で切られている。K-Ar絶対年代測定では20±1.0m.y.（中新世前期）である。

d） 変質珪長質岩（alt ln）

分布：S.Ledo上流および，その支流S.Buguruh（ブグルー川）にSirihトーナル岩の南にそれと接して分布する。しかし，両者の接触部は確認されていない。

岩相・岩質：優白質（色指数5%以下）細粒のフェルシックな岩石である。鏡下観察（RB-23）では斑晶状の完全に絹雲母に変質した斜長石（2mm）緑泥石化した角閃石および，少量の石英が，細粒の石英，斜長石，絹雲母および，黄鉄鉱の散点からなる石基にあり，トーナル斑岩または，デイサイトと考えられる。X線解析結果では，石英・絹雲母・黄鉄鉱が認められ熱水変質を強く受けている。

貫入時期：Sirihトーナル岩南域に接して分布するが，その接触部は観察出来ない。トーナル岩の直後に貫入しモリブデン-銅石英脈鉱化作用とともに，熱水変質および，黄鉄鉱鉱化作用を受けたと考察した。

e） 石英斑岩（qp）

S.Banua（バムア川）中流にSirihトーナル岩およびBanan層を切って分布する。斜長石・石英斑晶が顕著な灰色岩石である。鏡下観察（RB-10）では細粒石英・黒雲母および，緑泥石の石基に2.5mm以下の石英・斜長石の斑晶が含まれている。

f） ドレライト岩脈（dolc）

分布：調査地域の北部S.Doyo（ドヨ川）・S.Cebol（チェボール川）および，調査地域の南部のS.Sembuangの新層沿いに岩脈として分布する。S.Doyo上流には転石多く径1Km以上

の貫入岩体と考えられる。

岩相・岩質：S.Doyo に分布するドレライト（RC-27）は暗緑色，（色指数５０以上）細粒・等粒状のドレライトである。鏡下ではドレライト組織を示し，斑晶は角閃石および，少量の斜長石，石基は等粒状の斜長石・輝石・緑泥石化した苦鉄質鉱物および，少量の石英よりなる。S.Sembuangに分布するドレライト（RP-25）は黒緑色中粒岩で鏡下では顕著なドレライト組織を示し，構成鉱物は多く含まれるものより斜長石・オージャイト・カンラン石である。磁鉄鉱も含まれる。斜長石は半自形で新鮮，オージャイトは他形で新鮮であるが半自形～他形のカンラン石は滑石・緑泥石に変質している。

貫入時期：Raya 花崗閃緑岩にみられる南北性の断層に沿って岩脈としてみられるので新期貫入岩とした。

3－4 地質構造

本調査地域の地質構造は，新期トーナル岩の貫入および，多数の断層・安山岩脈等によって特徴づけられこれらの主要な方向は，N60～90W 方向・N30W方向・E−W 方向の３系統である。

(1) N60～90W

調査地域北域に分布する新第三紀漸新世～中新世前期貫入のSirihトーナル岩は，N60～80W の貫入形態を示し，また，Bengkayang 南に分布する同時期貫入のPandan 石英斑れい岩・Banyl トーナル岩も各々N80～90Wにのびる方向に貫入している。また，Sirihトーナル岩貫入によってBengkayang 層群はN60～80W の背斜・向斜よりなるドーム構造を呈している。この方向は更に調査地域外の新期貫入岩とともに検討する必要があるが，マレイ領サラワク～サバの白亜紀後期～第三紀中新世，北西ボルネオ地向斜構造および，その沈み込み帯（Luper ophiolite gone）に平行であることから，これら新期火成岩が北西ボルネオ地向斜運動の一環として貫入したと推定される。

(2) N30W・E−W方向

調査地域内の断層・安山岩脈・石英脈の方向は，N30Wで特にSirihトーナル岩・Banylトーナル岩貫入域に多く認められる。これらの断層および石英脈には，金・銅・輝水鉛鉱また，黄鉄鉱等の鉱化作用を伴っている。また，Banylトーナル岩とG.Raya 花崗閃緑岩接触部にはSuren金・石英脈等のE－W方向の裂 がある。これらの鉱化作用を伴う断層，または石英脈は，新期火成岩貫入後の冷却により生じた破砕面，裂罅と考えられる。

その他，古期花崗岩類（G.Raya 花崗閃緑岩）は，西カリマンタン地域に広く分布する大規模な

底盤状火成岩の一落であり，本調査のみでこの構造性を論ずることは出来ないが，既知資料（Katili 1973，Hatchson 1973，1975，Hamilton 1978 等）を参照すると，その迸入方向は新期火成岩と同様N60～80W と思われる。この構造方向はSundalandの形成発展および，陸地の添加作用の構造性を示すものと思われる。

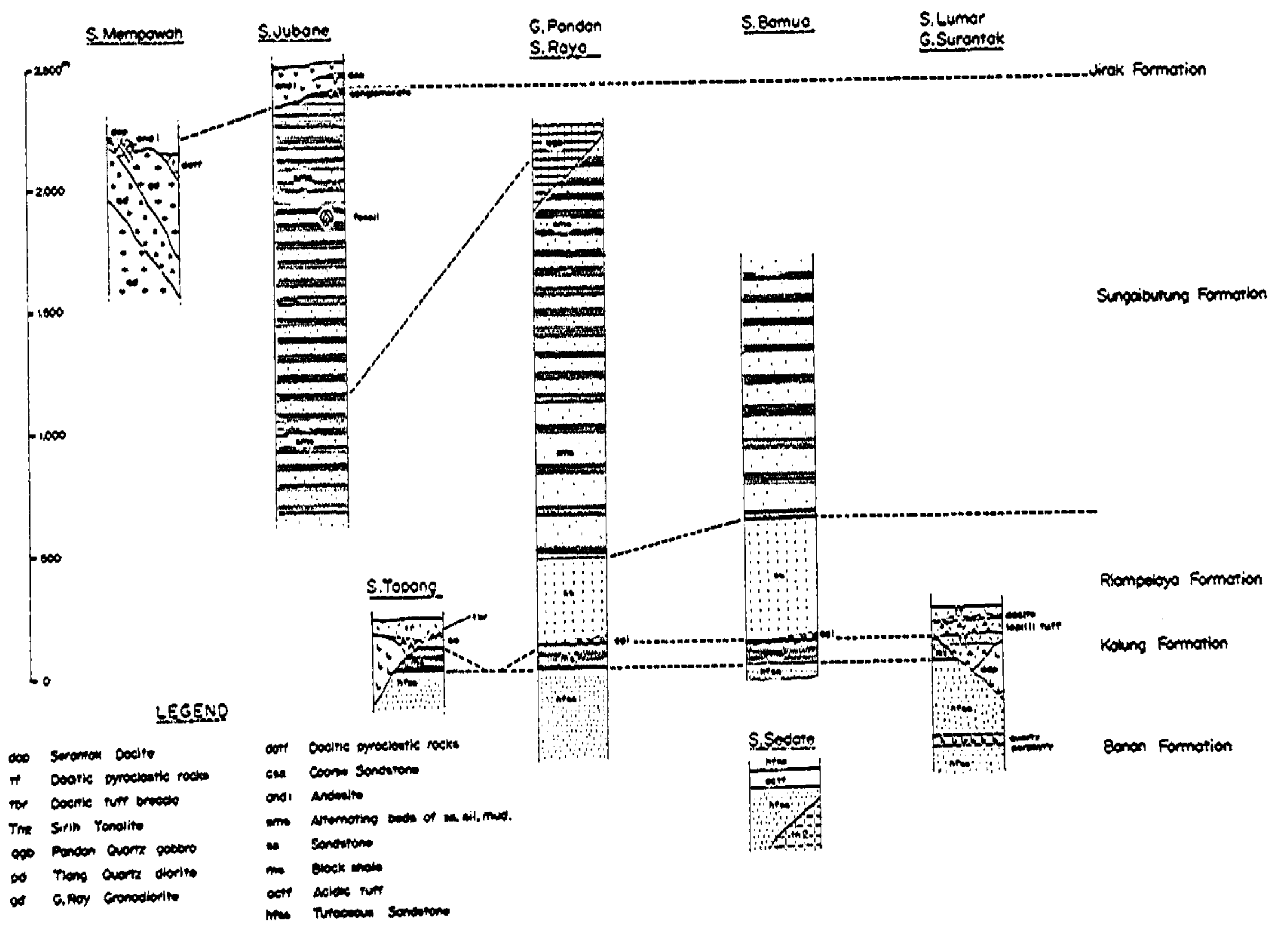
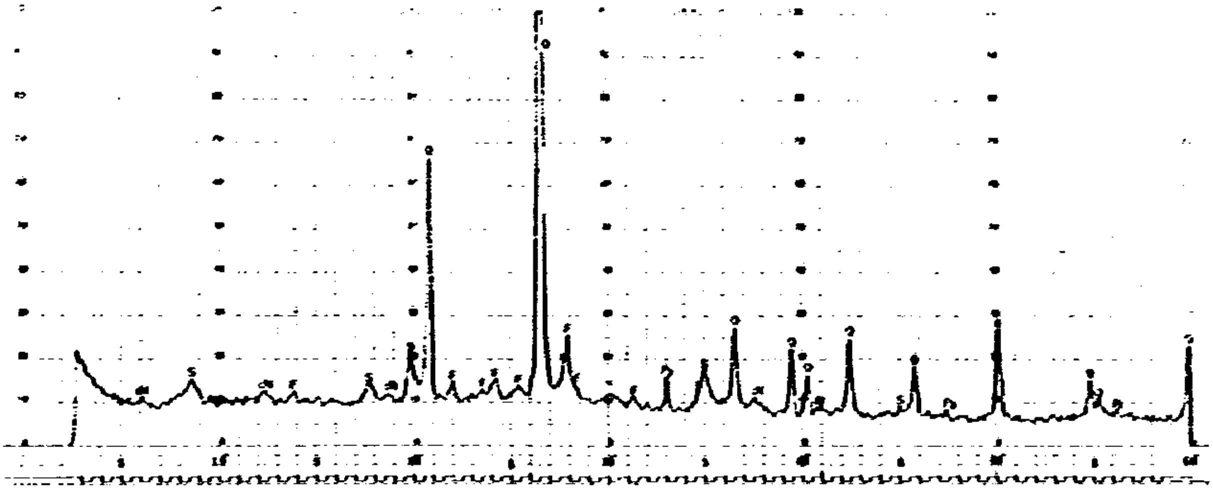


Fig. 3-10 Schematic Stratigraphical Column



Sample No.: RB-39

CONDITION

Target	Cu	Q----Quartz	: very strong
Filter	Ni	F----Feldspar	: clear
Voltage	30kv	S----Sericite	: weak
Current	15mA	Chl--Chlorite	
Scanning speed	2° /min	Py---Pyrite	
Time constant	2 second		
Divergency slit	1°		
Scatter slit	1°		
Receiving slit	0.3mm		
Chart speed	2cm/min		
Full scale	1000cps		

Date : 4 December 1979

Fig. 3-11 Chart of X-Ray diffractive analysis

第4章　鉱　　床

第4章　鉱　床

4－1　概　説

本調査対象域の鉱化帯は，Sirihトーナル岩中に分布する含黄銅鉱輝水鉛鉱石英脈，Banyiトーナル岩中およびG.Raya 花崗閃緑岩との接触部にあるSuren（スレン）含黄銅鉱金石英脈・網状裂罅輝水鉛鉱鉱床等，Serantak デイサイト岩株の周辺に分布する含金磁硫鉄鉱鉱床および含金石英脈に大別される。これらの鉱化作用はいづれも本調査による花崗岩類の年代測定で，第三紀漸新世～中新世貫入とされたトーナル岩および，同時代貫入と推定されるSerantak デイサイトにともなうことから，これらの鉱化作用が新期火成活動に密接に関係していることを示している。

これらの鉱化作用が金を伴うため，平野部の河床堆積物には漂砂砂金が含まれ，過去に採金されている。また，数ケ所に辰砂が椀掛け調査で認められている。

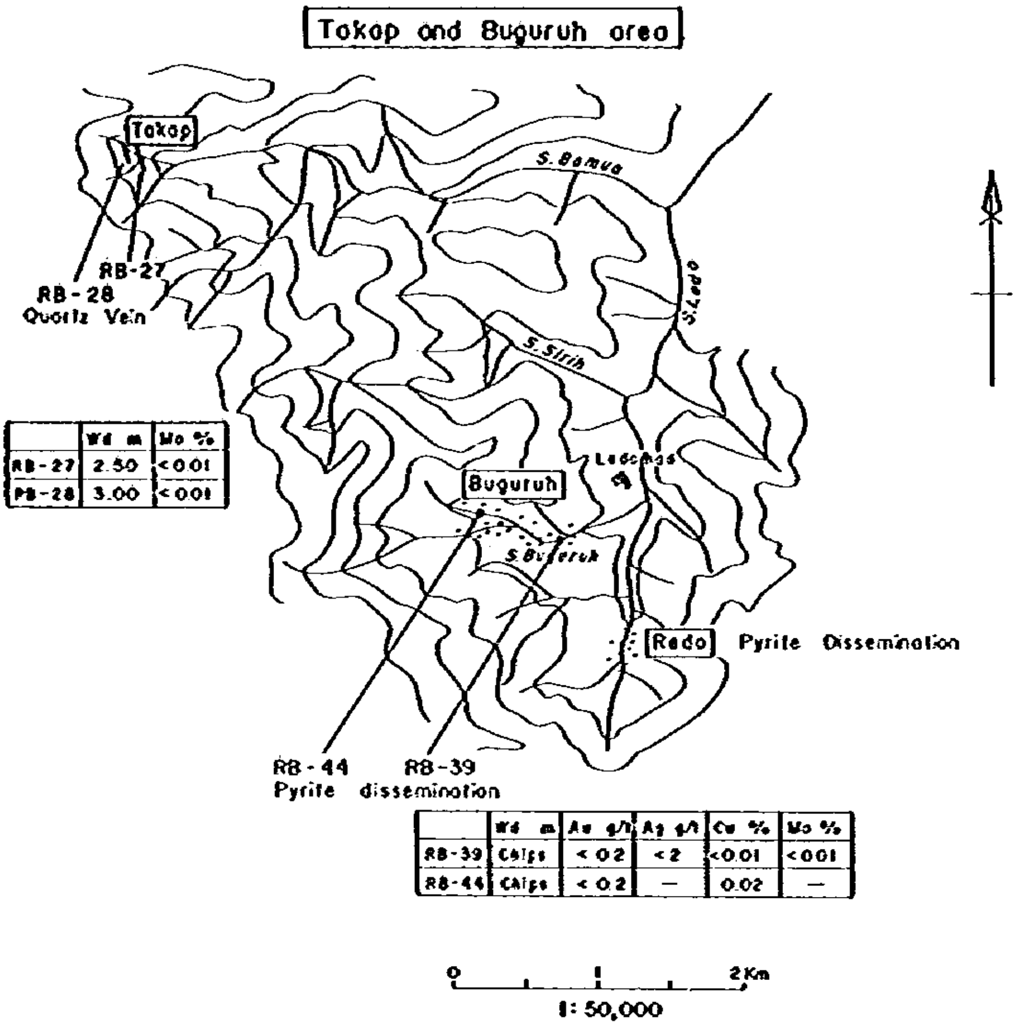
4－2　鉱化帯各説

4－2－1　Sirihトーナル岩に伴う輝水鉛鉱鉱化帯

G.Bawang・G.Raja（ラジャ山）山塊の東域のS.Bamua・S.Sirih にはK－Ar絶対年代測定により第三紀中新世前期（20.0±1.0m.y.)に貫入したとされる角閃石黒雲母トーナル岩にN30°W 走向の石英脈（脈巾 0.1m～0.5m）が多数認められるが，この石英脈には時に少量の輝水鉛鉱，および，黄銅鉱を伴うことがある。すなわち，S.Sirih上流で採取した研磨片試料（photo RB-33 参照）の観察では，石英細脈に閃亜鉛鉱・黄銅鉱・輝水鉛鉱が観察できる（閃亜鉛鉱にも黄銅鉱のドットが見られる）。しかし，特に本調査で最も巾の広いTakap（タカップ）石英脈2条（脈巾 3.0m，2.5m）について分析した結果は共にMo＜ 0.01 %とその品位は低い（Fig 4－1 参照）。母岩であるトーナル岩はほとんど不変質であり（photo RB-24）この鉱化は単純な含黄銅鉱輝水鉛鉱石英脈と考えられる。ただ今回実施した河床堆積物による地化学探査では，Cu・Mo 値が高く，また，インドネシア地質調査所で実施したS.Takap，S.Sirih地域の土壌による地化学探査でも全域にCu・Mo 値が高いが，これはこのトーナル岩自身Cu・Mo の高い後背値をもつか，または，この鉱化作用によるものと思われる。

Sirihトーナル岩の南周辺部，S.Ledo の上流および，その支流のS.Buguruh にはSirihトーナル岩に接して有色鉱物含有の少ないフェルシックな岩体がある。既述した如く，鏡下および，X線解析では熱水変質である珪化・絹雲母化作用を受け，また，黄鉄鉱の散点がみられる（RB-23)。この岩石は鏡下では斑状組織を示しているので，原岩はデイサイトまたは，トーナル斑岩である。

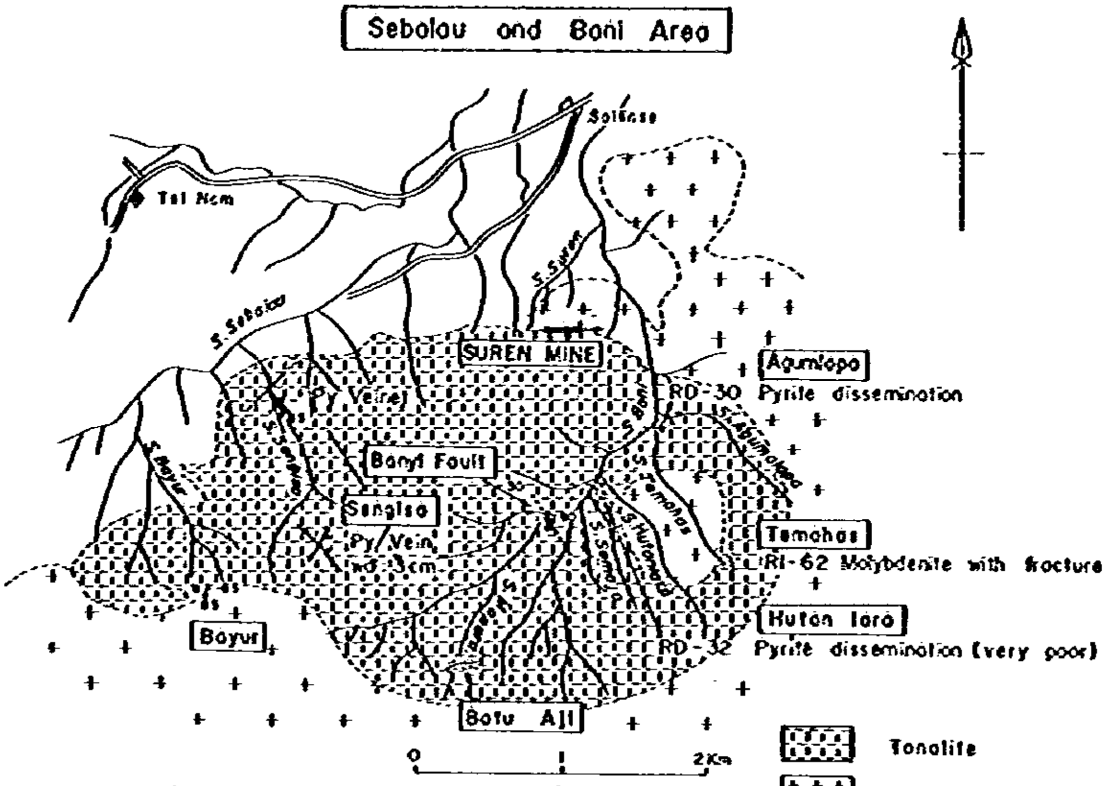
分析結果ではAu＜0.2g/T Cu＜0.01 %～0.02% で低品位である。この変質帯はSirihトーナル



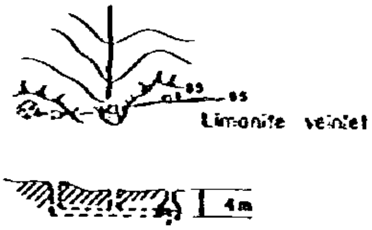
	Wd m	Mo %
RB-27	2.50	<0.01
RB-28	3.00	<0.01

	Wd m	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Mo %
RB-39	Chips	< 0.2	< 2	<0.01	<0.01
RB-44	Chips	< 0.2	—	0.02	—

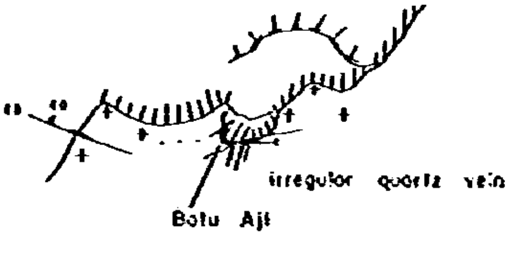
Fig. 4-1 Sketch Map of Ore Deposit
(Takap and Buguruh Area)



Boyur

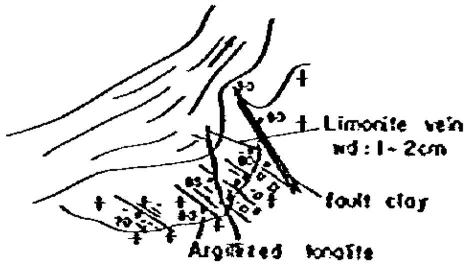


Bolu Aji



1: 200

Bonyl foult



1: 200

	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Mo %
Botu Aji	1.0	3	0.13	0.02
RI-62	<0.2	< 2	0.07	0.08

Fig. 4-2 Sketch Map of Ore Deposit
(Sebalau and Bani Area)

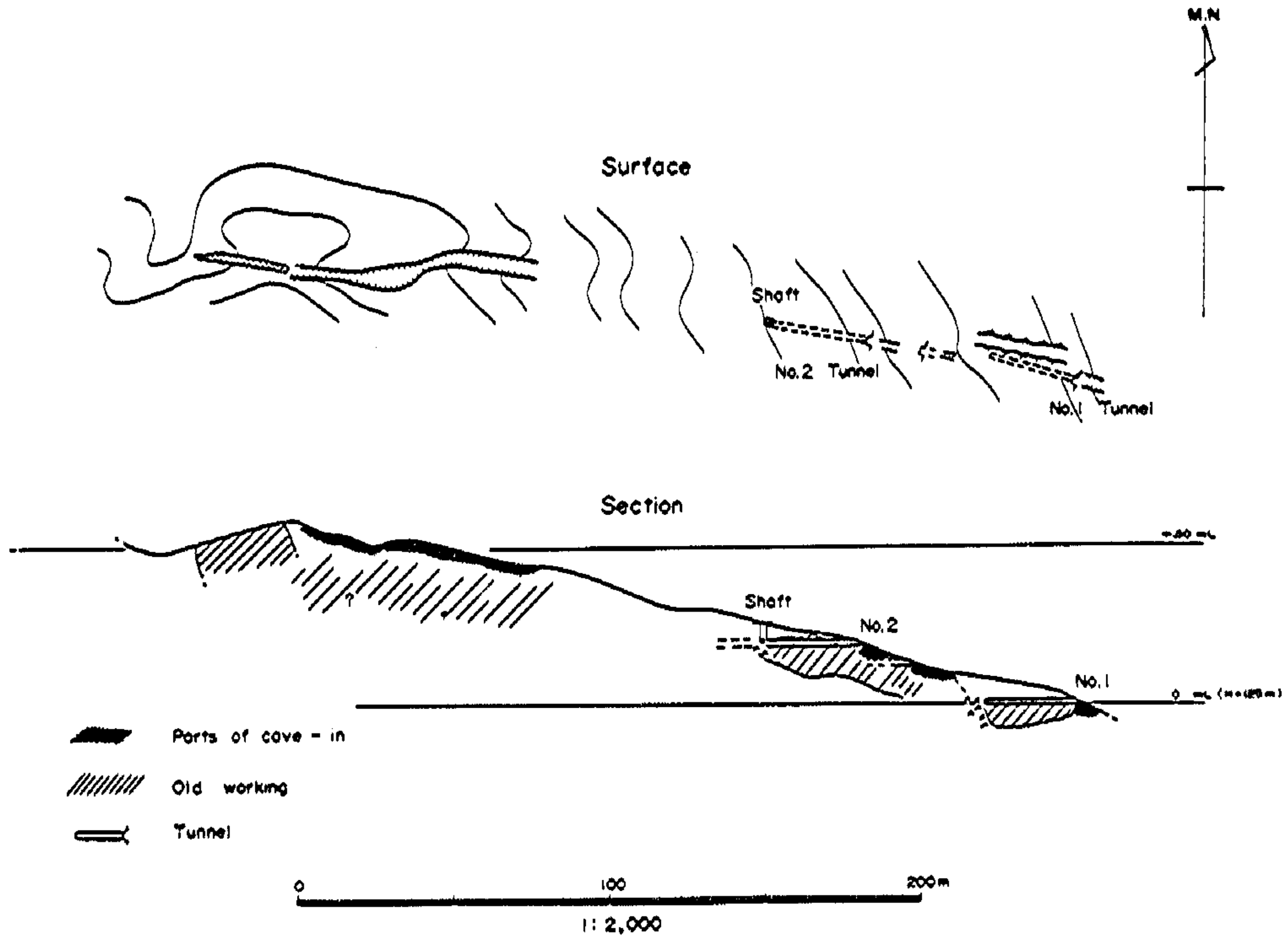
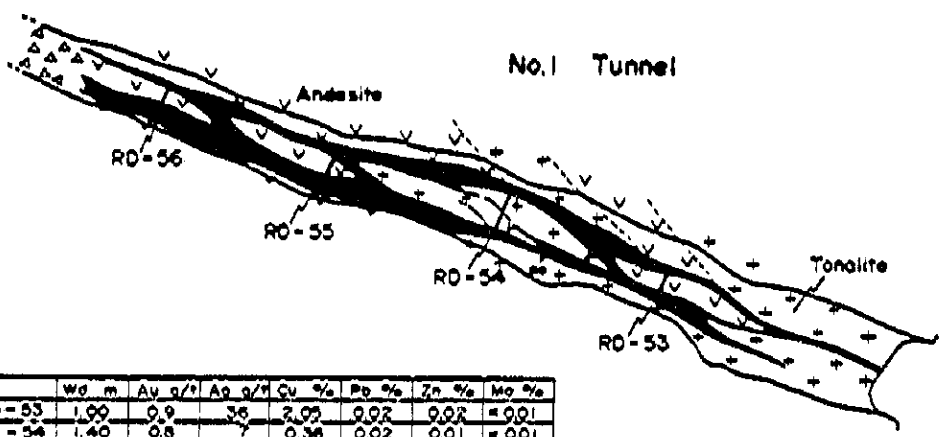
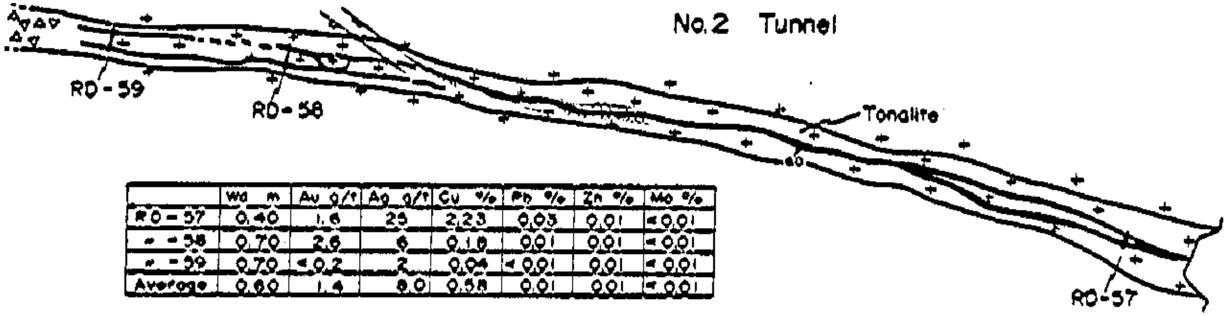


Fig. 4-3 Sketch Map of Suren Mine



	Wd m	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Mo %
RD-53	1.00	0.9	36	2.05	0.02	0.02	<0.01
〃 -54	1.40	0.8	7	0.38	0.02	0.01	<0.01
〃 -55	1.30	3.5	13	0.90	0.03	0.01	<0.01
〃 -56	1.00	0.2	<2	0.09	<0.01	0.01	<0.01
Average	1.18	1.4	13.8	0.81	0.02	0.01	<0.01



	Wd m	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Mo %
RD-57	0.40	1.6	25	2.23	0.03	0.01	<0.01
〃 -58	0.70	2.6	6	0.10	0.01	0.01	<0.01
〃 -59	0.70	<0.2	2	0.04	<0.01	0.01	<0.01
Average	0.60	1.4	8.0	0.58	0.01	0.01	<0.01

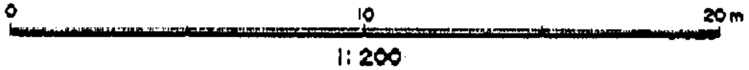


Fig. 4-4 Ore Vein Map of Suren Mine

岩に引続いて貫入したトーナル斑岩によりもたらされ，それ自身が変質を受けたものでまた，Sirih トーナル岩体中の含黄銅鉱輝水鉛鉱石英脈鉱化をもたらしたものと考えられる。

4－2－2　Banyl トーナル岩に伴う鉱化帯

Bengkayang 南域におけるBanyl トーナル岩に伴う鉱化帯はBengkayang の町の中心を北東方向に流れるS.Sebalau（スバラウ川）の上流およびS.Sebalauの支流S.Bani の流域に現られる。鉱床の形態は主として脈状ないし鉱染状で，鉱石鉱物として，黄鉄鉱を主とする他，黄銅鉱および，ごく稀に輝水鉛鉱が認められる。

鉱床形成の場はSuren（スレン）鉱化帯・Bayur（バュル）鉱化帯がBanyl トーナル岩とG.Raya 花崗閃緑岩の接触部の裂罅に賦存し，他にトーナル岩を母岩とする鉱染状のAgumulapa（アグムラパ）・Hutanlara（フタンララ），ならびに，鉱脈状のSengisa（スンギサ）鉱化帯また，Banyl（バニイル）断層に伴う脈状～網状の褐鉄鉱・Rian（リアン）断層に沿って充填しているRian 鉱化帯，不規則網状石英に金（？）を伴うBatu Aji（バツ・アジ）および，トーナル岩の断層を充填したTemahas（テマハス）鉱化帯等が存在する（Fig 4－2）。Sirih トーナル岩と同様Banyl トーナル岩もK－Ar 絶対年代測定で 27.8±1.4m.y.（Tertiary Oligocene）が得られたことからこの地域の鉱化作用も第三紀新期火成活動によるものと考えられる。

(1)　Suren（スレン）旧鉱山

Bengkayang の町の南南西5 Km，S.Baniの支流S.Surenの上流に位置する旧鉱山である。当鉱山について記述された報告書は残されていないが，現地人の説明によると第二次大戦前，ヨーロッパ人（オランダ あるいは英国）によって金を対象に採鉱採掘されたといわれ，現場には坑道，採掘跡および陥没跡がある。

鉱床はBanyl トーナル岩とG.Raya 花崗閃緑岩の境界部に生じた裂罅を充填した脈巾 05～10 m，走向N85°W，傾斜60°S の含金黄鉄鉱黄銅鉱石英脈で，採鉱，採掘された走向延長は入坑可能の坑道調査・地表調査による推定では，約300m，平均深度 20m 程度である。採掘粗鉱量を計算すると 15,000t 程度と思われる（粗鉱量＝300m×20m×09m×28＝15,120t）。Fig 4－3，Fig 4－4はSuren の鉱床の賦存状況を示す坑道の鉱床スケッチである。この鉱脈の分析品位はNo.1 坑道延長25m，平均脈巾 1.18m，Au 1.4 g/t，Ag 138 g/t，Cu 0.81%，Pb 0.02%，Zn 0.01%，Mo ＜0.01%，No.2坑道延長35m，平均脈巾 0.60m，Au 1.4 g/t，Ag 80 g/t，Cu 058%，Pb 0.01 %，Zn 0.01 %，Mo ＜0.01 % である。

(2)　Banyl（バニイル）断層鉱化帯

Bani 川上流，Suren 旧鉱山の南方 1.5 Kmに位置しBanyl トナール岩中の走向N30°W，傾斜60°Eを示す断層に沿って，巾約5 mの鉱染状～細脈集合状褐鉄鉱－黄鉄鉱鉱化帯がある。褐鉄

鉱は，断層沿いの酸化作用により黄鉄鉱より生じたものである。

(3) Batu Aji (バツ・アジ)鉱化帯

S.Bani の上流 Banyl トーナル岩と G.Raya 花崗閃緑岩の境界付近に認められる不規則網状の結晶質粗鉄鉱石英脈で往時金を対象に採鉱されたと思われる崩壊したピットがある(Fig4-2)分析結果は Au 1.0 g/t，Ag 3 g/t，Cu 0.13%，Mo 0.02% で，黄鉄鉱の Gossan 帯で若干の金の富化を示している。研磨鉱石片の検鏡(photo，Batu Aji)では網状の褐鉄鉱(ゲーサイト)が観察される。Batu Aji 旧坑付近に緑色の Copper stain を伴う転石があり，顕微鏡観察(photo Rk-29)ではヘマタイト・黄銅鉱・輝銅鉱が認められている。

(4) Bayur (バユル)鉱化帯

S.Sebalau の支流 S.Bayur の標高海抜 600m 付近に 1 5 m 間隔で東西に並ぶ旧ピットが 3 箇所にある。鉱床は Banyl トーナル岩に胚胎した走向 E−W，傾斜 85° 南，巾 0.05 ~ 0.10 m の(含金)黄鉄鉱−石英脈である。露頭では黄鉄鉱が酸化作用により褐鉄鉱となっている(Fig4-2)。

(5) Sengisa (スンギサ)

S.Sebalau の支流 S.Sengisa のトーナル岩中に NW−SE 系および NE−SW 系の裂罅を充填した黄鉄鉱の細脈が，2 箇所認められる。これらの中で最大巾 3 cm を示すところもあるが平均して 1 cm 程度で肉眼的に銅鉱物の存在は認められない。

(6) Temahas (テマハス)鉱化帯

S.Banil の支流 S.Temahas の上流，G.Raya 花崗閃緑岩のストックの周辺部にあたる Banyl トーナル岩中の破砕帯(巾約 10m)の細い裂罅(1mm 以下)に沿って充填した輝水鉛鉱からなる鉱化帯である。鉱物研磨写真(photo Rℓ-62)参照。

(7) Rian (リアン)断層鉱化帯

Bengkayang ~ Singkawang を結ぶ舗装道路の Bengkayang の町から北西 2 Km の地点，走向 N65° E，傾斜 85° S を示す断層破砕帯に沿って充填した巾 0.15 ~ 0.20m の黄鉄鉱−石英脈がある。露頭は，黄鉄鉱の酸化のため生じた褐鉄鉱で汚染された淡褐色の石英脈である。

(8) Agumlapa (アグムラパ)黄鉄鉱鉱染鉱化帯

S.Banil とその支流である S.Agumlapa および，S.Hutan lara (フタン・ララ)のそれぞれの分岐点に Banyl トーナル岩を母岩として，50m 内外の分布範囲をもつ鉱染状黄鉄鉱が認められるが，その鉱化は弱い。かつ銅鉱物の存在も認められない。

4−2−3 S.Menyuke (ムニュケ)北域の鉱化帯

Banyl トーナル岩の南，G.Genting Bakilok (グンチング・バキロク山)山地南域にも幾つかの下記鉱化帯が存在する。

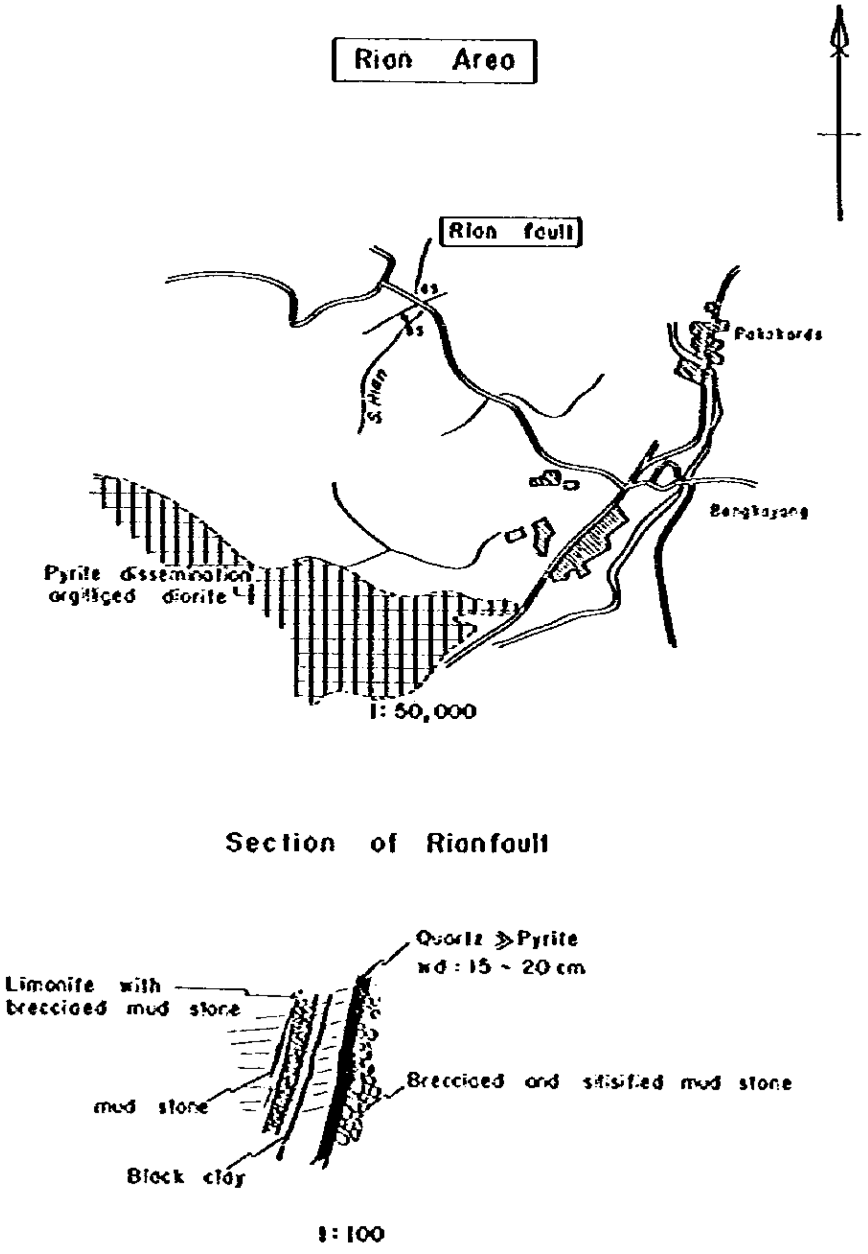


Fig. 4-5 Sketch Map of Ore Deposit
(Rian Area)

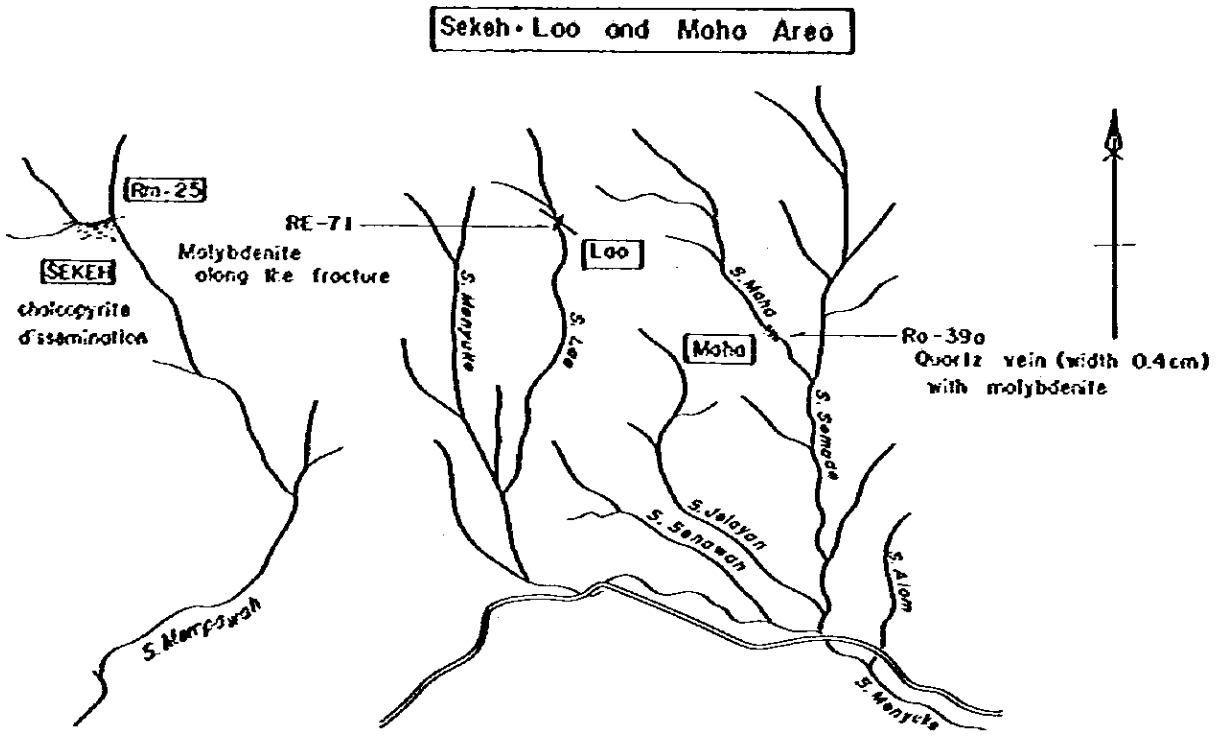


Fig. 4-6 Sketch Map of Ore Deposit
(Sekeh Lao and Maha Area)

(1) Sekeh（スケ）鉱化帯

トーナル岩の貫入岩体と花崗閃緑岩の接触部に生じたN54°W 走向の破砕帯に輝水鉛鉱が割目に沿いフィルム状に認められている。研磨検鏡（photo Rm-25）では黄銅鉱および輝銅鉱が観察されたが輝水鉛鉱は認められなかった。

(2) Maha （マハ）鉱化帯

微量の輝水鉛鉱を伴う巾40cmの石英脈ネットワーク帯がS.Semade（スマデ）支流S.Mahaの上流付近に観察される。母岩は花崗岩である。S.Maha 北部に点在する鉱化帯はG.Raya 花崗閃緑岩とTiang石英閃緑岩や花崗岩の接触部に生じた断層・破砕帯に分布する。しかし鉱化の時期はBanyl トナール岩の迸入と同時期の新期火成活動に起因するものと考えたい。

(3) Lao（ラオ）鉱化帯

S.Lao の上流G.Genting Bakilok の南斜面には，NNW 系の断層に沿い輝水鉛鉱の散点を伴う弱い黄鉄鉱ー黄銅鉱鉱染の鉱化帯が認められる。鉱石検鏡（RE-71）では黄鉄鉱・黄銅鉱の散点が観察された。

(4) 電気石化鉱化帯

S.Semade 上流の花崗岩岩体とG.Raya 花崗岩との接触部には，強く珪化された変質岩（Rm-58)があり電気石を伴っている。検鏡では斜長石は絹雲母に，また，苦鉄質鉱物は緑泥石・黒雲母に変質しており，原岩の判定が出来ない程珪化を受けている。電気石はカリ長石ー石英脈に伴うものや石英中に短冊状の結晶でみられる。この付近にはMo・Cu の鉱化作用（Maha鉱化帯）があるが，これらの一連の鉱化帯と考えられる。

4－2－4　Serantak （スランタック）デイサイトに伴う鉱化帯

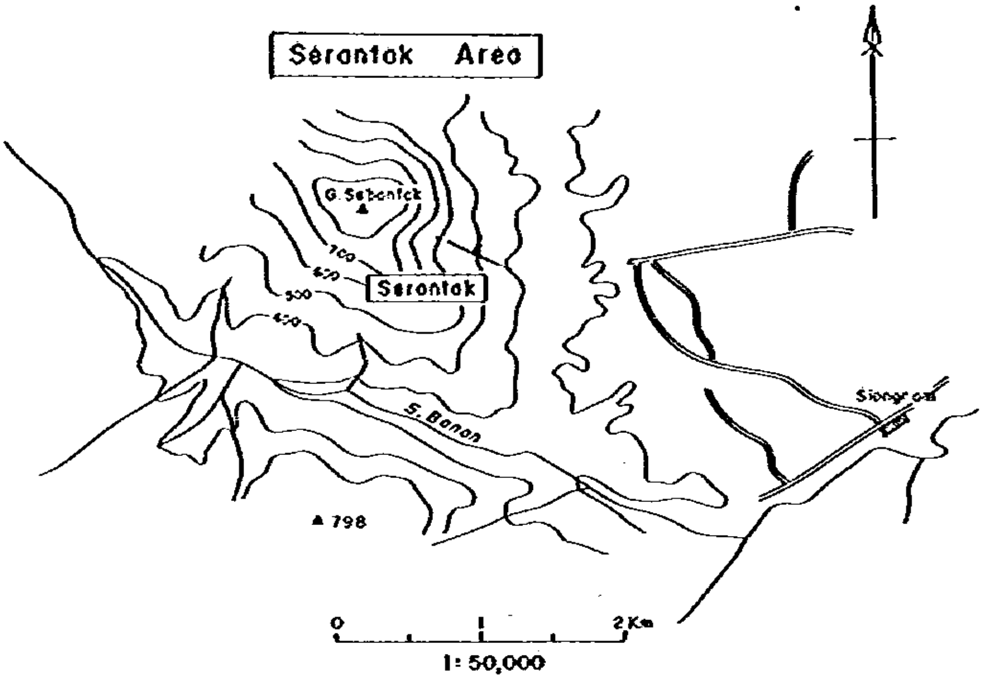
G.Serantak の南より，S.Banan 中流にかけBengkayang 層群のBanan層に貫入した新期貫入岩体であるSerantak デイサイトの周辺には，金を採鉱したSerantak 鉱床，および，Sentura（スンツラ）鉱化帯がある。

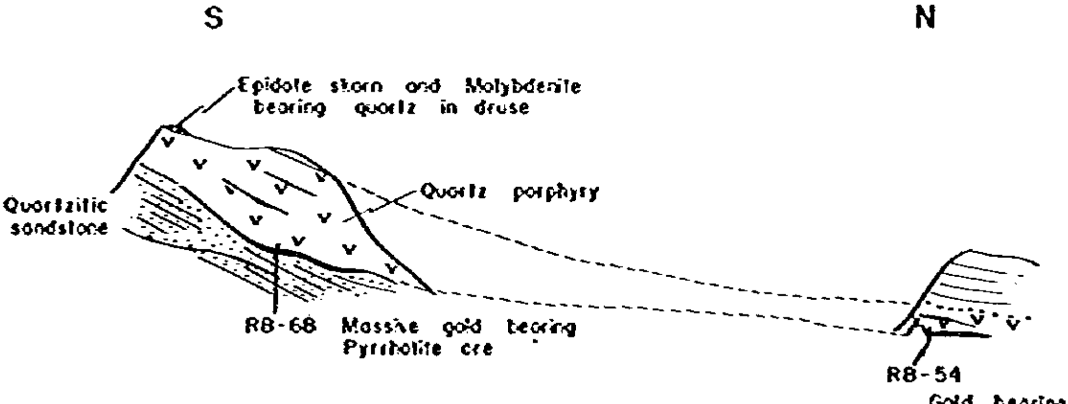
(1) Serantak 鉱化帯

G.Serantak の東中腹（標高海抜約400m）に含金黄銅鉱塊状磁硫鉄鉱床の露頭がある。上盤は層状石英斑岩，下盤Banan層砂岩の境界付近に最大巾0.90m，露頭延長20m で露出している。磁硫鉄鉱は，X線解析によるとdc(A°) 2.07 , 2.65 , 1.72 に強いピークがある六方晶系磁硫鉄鉱である。

反射顕微鏡観察では小量の黄銅鉱を伴う磁硫鉄鉱で，脈石は石英である。なお，石英斑岩の上盤に石英の晶洞があり，この晶洞に微量の輝水鉛鉱が認められている。（photo, Serantak A, B）

分析結果は脈巾0.90m，Au 0.2g/t，Ag＜2g/t，Cu 0.12%，pb＜0.01%，Mo＜0.01%，Ni 50

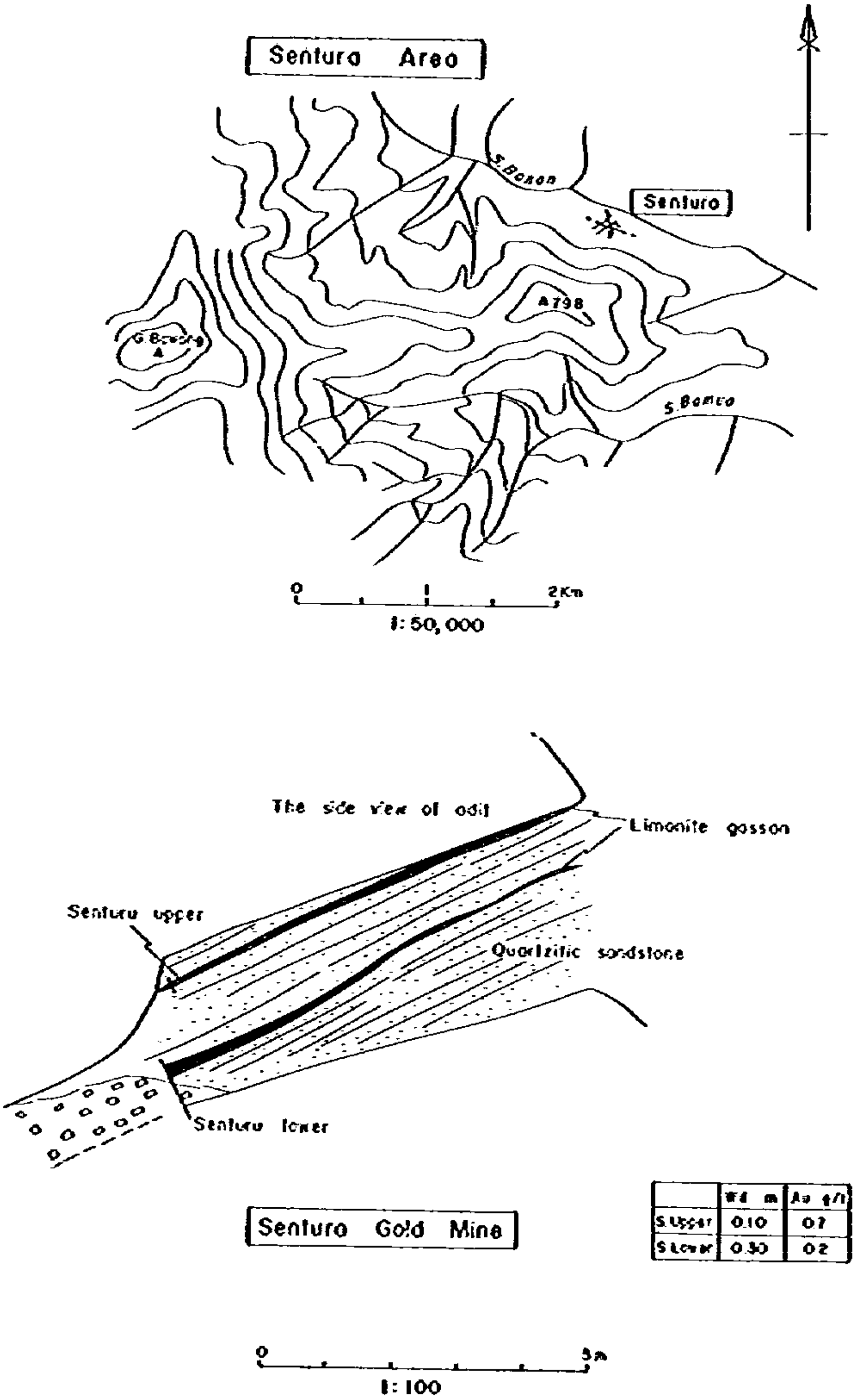




	Wd m	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Mo %	W ppm
RB-54	0.60	7.0	—	—	—	—	—	—
RB-68	0.90	0.2	< 2	0.12	< 0.01	< 0.01	< 0.01	50

0 50m
1:1,000

Fig. 4-7 Sketch Map of Ore Deposit
(Serantak Area)



	Wd m	Au g/t
S.Upper	0.10	07
S.Lower	0.30	02

Fig. 4-8 Sketch Map of Ore Deposit
(Sentura Area)

ppm である。

この黄鉄鉱鉱床は第２次大戦前に坑道探鉱により採鉱した旧坑があるが，詳細は不詳である。この露頭の北約 50m に，硫砒鉄鉱の酸化のためゴッサン化した厚さ 0.60m の露頭があるが，硫砒鉄鉱の酸化作用のため金が富化し，分析結果は Au 7.0 g／T を示した。現在小規模で金の採掘が行われている。

(2) Sentura鉱化帯

S.Bananの中流右岸にはSerantak dacite porphyry に接して金鉱を採掘したSentura旧坑がある。鉱床はBengkayang 層群，Banan層に胚胎した褐鉄鉱石英脈２条である。地表付近のため硫化鉱が酸化し，ゴッサン化しているが，分析結果は脈巾0.10m，Au 0.7 g／T，脈巾 0.30m，0.2 g／T である。更に旧坑の下部掘さく状況，および，この付近の崩落した旧坑群の存在から，かなり広く採鉱を行っているが，詳細不詳である。

(3) Tiang Aping（ティアング・アピング）銅鉱徴

Tiang Aping 東には径１Km のG.Raya の花崗閃緑岩に貫入したSerantak 型のデーサイト岩株が分布するが，この両岩の境界に黄鉄鉱，黄銅鉱鉱染の鉱徴がある（photo Rn-4）。

Table 4-1 List of Mineralized Zone and Chemical Analysis of Ores

Group of Mineralization	Name of Mineralized Zone	Location		Mode of Occurrence	Kind of Ore	Sample Ore	Sampling width (m)	Assay						
		Grid of Map	River					Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Mo (%)	Ni (P.Pm)
Sirih Tonalite	Takap	20-100	S. Bamua	Vein	Qt	RB-27 RB-28	2.50 3.00	-	-	-	-	-	<0.01 <0.01	
	Buguruh	20-95	S. Buguruh	Dissemination	Py	RB-39 RB-44	Chips Chips	<0.2 <0.2	<2 -	<0.01 0.02			<0.01 -	
	Rodo	20-95	S. Rodo	Dissemination	Py									
Banyi Tonalite	Surem mine	25-85	S. Surem	Vein	Au.Cp.Py.Qt.	Tunnel 1 Tunnel 2	1.18(Av) 0.60(Av)	1.4 1.4	13.8 8.0	0.81 0.58	0.02 0.01	0.01 0.01	<0.01 <0.01	
	Bany fault	25-85	S. Bani	Network	Li.Py.									
	Batu Aji	25-80	S. Mopara	Network	Cp.Py.Qt.	Batu Aji	Chips	1.0	3	0.13			0.02	
	Bayur	25-80	S. Bayur	Vein	Qt.									
	Sengisa	25-85	S. Sengisa	Veinlet	py.									
	Temahas	25-80	S. Temahas	Veinlet	Mo.	RL-62	Chips	<0.2	<2	0.07			0.03	
	Agumlapa	25-85	S. Bani	Dissemination	Py.									
	Hutan lara	25-85	S. Bani	Dissemination	Py.									
Northern Area at S. Menyuke	Sekeh	25-80	S. Mempawah	Dissemination	Cp.	Rm-25								
	Maha	30-80	S. Maha	Vein	Mo.Qt.	Rm-38								
	Lao	25-80	S. Lao	Vein	Mo.	RE-71								
	Serantak	20-100	C. Serantak	Massive	Au.Pyr.Qt.	RB-54 RB-68	0.60	7.0 0.2	(Gossan) <2	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	50
	Sentura	20-100	S. Banan	Vein	Li.Qt.	Upper Lower	0.10 0.30	0.7 0.2						
Other	Rianfault	25-90	S. Rian	Vein	Li.Py.Qt.									
	Tiang Aping	20-75	S. Mempawah	Dissemination	Py	Rn-4								
	Semade Tourmalization	30-80	S. Semade	Dissemination	To									

Py: Pyrite Cp: Chalcopyrite Mo: Molybdenite Li: Limonite Pyr: Pyrrhotie Au: Gold Qt: Quartz

第 5 章　地化学探査

第5章　地化学探査

5－1　地化学探査概要

今年度の地質調査対象地域において，地質調査に併行して地化学探査を実施した。

地化学探査試料は河床堆積物を採取した。本調査地域に賦存が予想される鉱床がAu-Cu-Moの鉱化帯であることから，Cu・Mo，および，Zn の3元素を指示元素として化学分析を行い，得られた分析値は統計的に処理し，解析することにより地化学的異常域を抽出することを目的とした。特にTotal Cuの異常域については可溶性銅である冷酸抽出銅Cx-Cu(Cold extractable copper)の検討が必要であるため，採取試料の一部について，Cx-Cuを分析した。また，Cx-Cuの沈殿の場の環境をチェックするため，沢水の pH測定も併せて実施した。

分析結果の統計処理は本地域の地質単元が2つに大きく分けられることから，2つのブロックに分け，ヒストグラム，累積度数分布および相関図を作成した。

調査の結果，本調査地域内に10個所の地化学異常帯が得られた。

5－2　試料の採取・pH測定および，化学分析

5－2－1　試料の採取方法および，採取試料個数

本地化学探査の河床堆積物試料は，地質調査に併行して，1/50,000 地形図を利用して位置を確認の上，同一ルート（調査範囲543.9km²，踏査ルート延長583.8Km）上で採取された。

試料は全域より平均的に採取することとしたが，河川の状態により地域的に採取密度が粗密を生じた地域もある。特に平坦な湿原地での採取をさけたため，湿原地が広がる北部域では山岳部および，その周辺の河川に重点をおいて採取された。

総採取試料数は628個で，その内全域に対して均一になるよう試料数の調整を行い，435個が各3成分の分析に供せられた。Cx-Cuの分析には銅の異状域が形成された一帯から抽出した102個の試料が供せられた。

地質単元にもとづく各地区ごとの分析に供した試料数および1km²当りの試料数はTable 5－1に示したとおりである。

Table 5－1　地化探分析試料数一覧

Block	Geological unit	Covered ared (㎢)	Number of sample	Average density of assayed samples
A	Nothern sedimentary rocks unit	250.0	189	0.76 /㎢
B	Southern granitoid rocks unit	293.9	246	0.84 /㎢
	Total	543.9	435	0.80 /㎢

現地での河床堆積物採取は，河川の中央部を選び，－80 mesh の試料を採取し，野営地またはベースキャンプにおいて乾燥後，日本および，インドネシアの両分析所のために同一試料を２個ずつ作成した。

5－2－2　pH測定

河床堆積物採取地点においてCx-Cu検討のため河川水の pH 測定を実施した。本測定には，最も簡便なリトマス試験紙（pH test paper）を用い，測定範囲および，精度の異なる次の３種類の試験紙を使用した。

- 東洋巻取万能　（pH 0.0～14.0）
- 東洋混合 20 号（pH 5.0～ 8.0）
- 東洋組合せ 8種（pH 0.4～13.6）

測定位置および測定値は 1/50,000 地形図にプロットした（PL. 5 ）。

5－2－3　試料調整と化学分析

試料調整は，恒温器内での定時間乾燥後，振動ミルで－200meshに粉砕して分析試料とした。分析は，試料２gを秤量して濃塩酸および過塩素酸を加え加熱乾固後希塩酸で溶解後２分し，T－Cu，Znは原子吸光法で，Moは比色法で定量した。

分析値の下限は，Cu 1 ppm, Zn 5 ppm, Mo 1 ppm である。Cx-Cuの分析はFig. 5－5に示した手法で行った。

5－3　分析データーの処理・解析

5－3－1　地質単元による地区区分

分析値の統計処理に際して，後背値を適正に定めるため，調査地域を次の2地質単元に分け解析した。

北部堆積岩帯－A地区（250㎢）

南部深成岩帯－B地区（293.9㎢）

A地区は主としてBengkayang 層群からなり，これに貫入するSirih トーナル岩・Serantak デイサイトおよび，Serantak 火山砕屑岩層よりなる。B地区はG. Raya花崗閃緑岩を主とする深成岩類で，その他Jirak-Belang 火山砕屑岩層を含む地域である。

5－3－2 データの統計処理および解析

(1) データの統計処理

分析データの統計処理は，各地区別，元素別に度数分布ヒストグラム，累積度数分布図および，各元素間の相関図を作成し，さらに各元素の平均値，標準偏差，相関係数を算出したうえ，異常域の解析を行った。

これら度数分布ヒストグラムおよび，累積度数分布図はFig.5－2，5－3の対数正規確率紙上に，相関図はFig.5－4に夫々図示されている。

算出された各元素の平均値は数値より計算された値である。

累積度数分布は最高値から最低値に向って積算されるが，そのプロットする位置は各級限界の低い方の側にプロットした。なおMo分析値の＜1 ppm 値は数学的取り扱いの便宜上分析精度の最下限値である1 ppmとして処理された。

(2) 成分間の相関

地化学探査の分析成分間の相関図および，相関係数はFig.5－4の通りである。B地区のMo成分については分析値の1 ppmおよび＜1 ppmが96.34％を占める異常に片寄った度数分布のため，Moと他成分間の相関は求められなかった。

A地区ではCu-Zn間の相関係数＋0.2085ではとんど無相関の値を示し，Cu-Mo間では＋0.5037と正の相関で，やや相関が認められた。このことはSerantak-Burasi のCu-Mo鉱化帯の異常域によく現われている。

Zn-Mo間は＋0.0064とほとんど相関は認められない。B地区では，Cu-Zn間の相関係数は＋0.5869と正の相関を示し，相関の度合は，やや認められた。

(3) 母集団の検討

Fig.5－2，5－3に示した地域別および，元素別の累積度数分布における類似点および，差異は，次のようにまとめられる。

Cu：累積度数分布のグラフに現われたA地区の屈曲点（26.7 ppm）は統計処理による中央値（28.3ppm）より累積度数パーセントが高い位置にあり，母集団が若干低値に片寄った分布を示す。

B地区の屈曲点は累積度数の2.5％M＋2σのレベル以下にある。

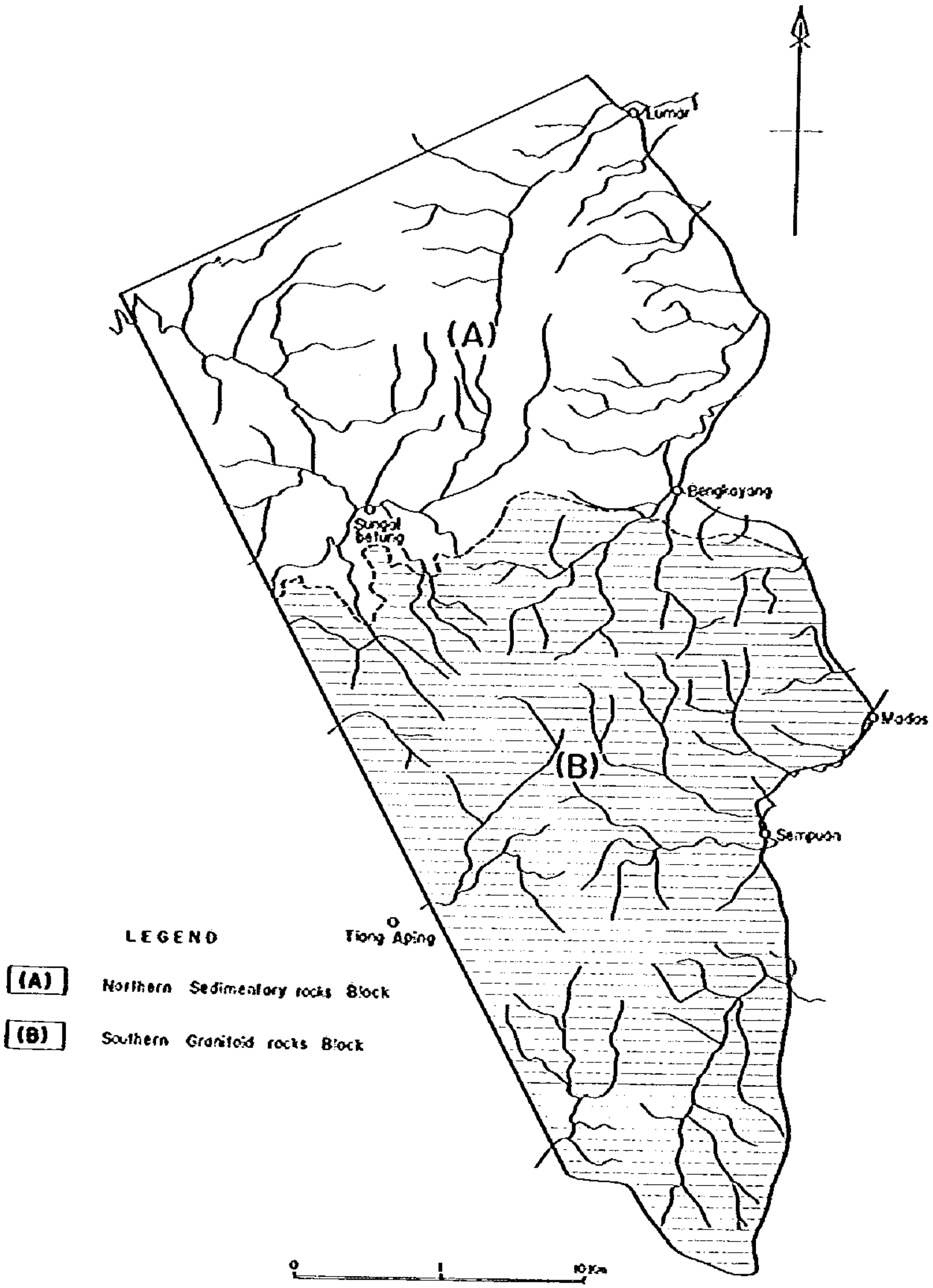


Fig. 5-1 Geological Block for Geochemical Interpretation

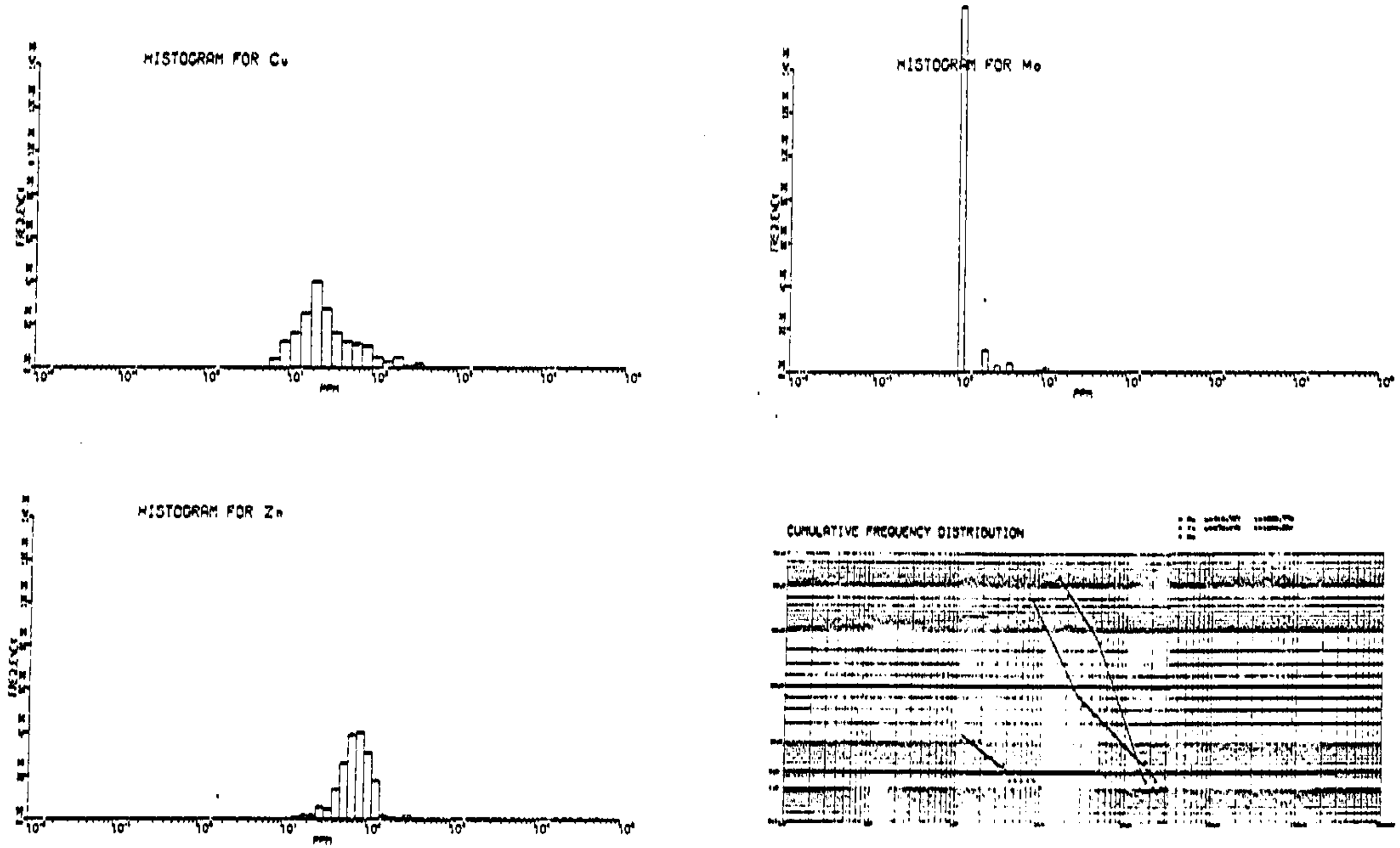


Fig. 5—2 Histogram and Camulative Frequency of Geochemical Analysis in Geological (Block A)

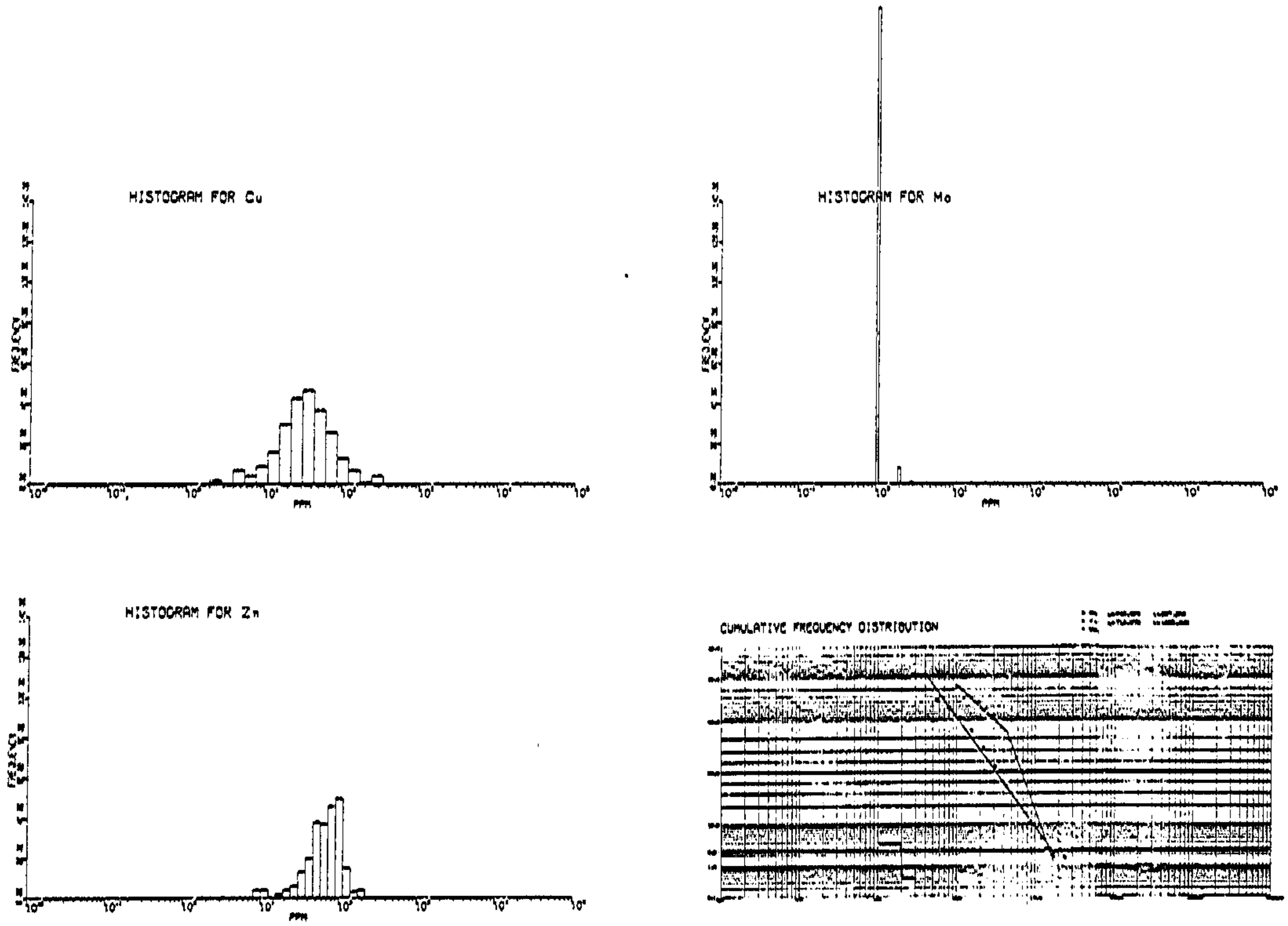
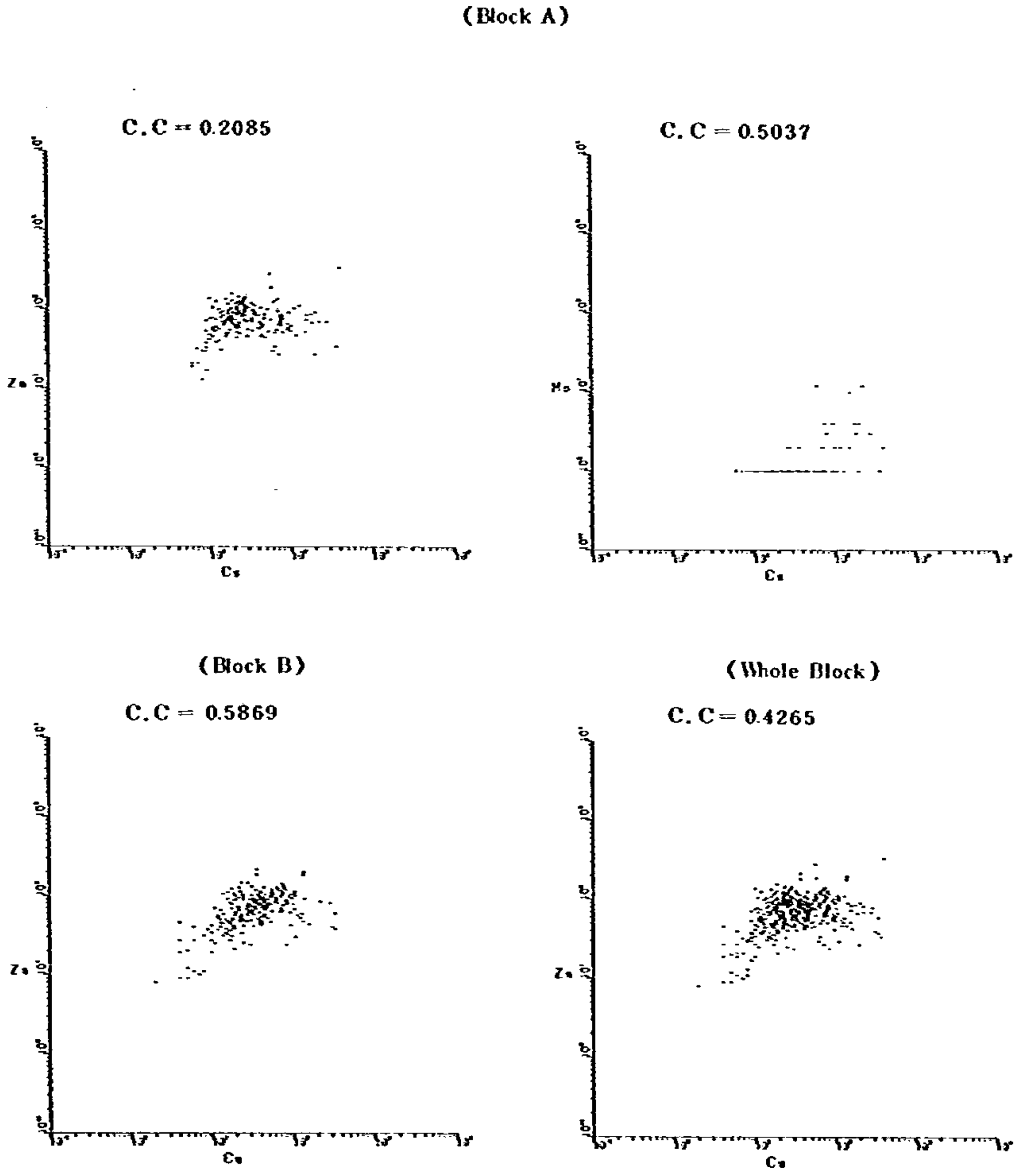


Fig 5—3 Histogram and Cumulative Frequency of Geochemical Analysis in Geological (Block B)



c.c: Coefficient of Correlation

Fig.5-4 Correlation of Geochemical Elements

Zn：累積度数分布のグラフに現われたA・B両地区の屈曲点は両者共に44 ppmで，累積度数パーセントが86.5%・84.0%の位置で負の方向に屈曲し，A・B両地区共に分析値が低い方に多い分布を示す。

Mo：他の元素に比べると分析値が極端に低いため，分析値の下限に片寄りを示している。

A地区では最大値の12 ppmの度数2，10ppmの度数1，他は4，3，2，1（＜1を含む）ppmに分布し，B地区では最大値が3ppmで，その分布は3，2，1（＜0を含む）ppmの3階級のみに分布する。

このようにMoは，母集団が低値に片寄った変則的な分布を示すため，累積度数分布のグラフの屈曲点は判然としない。

(3) 異常値の決定

Cuの累積度数分布のグラフは，A地区は中央値より低値の位置で屈曲するが，$M < x < M + 2\sigma$ 間では直線を示す。B地区でも同様に直線を示して中央値より高値側では正規分布状であることが分る。したがってこの曲線からは，C. Lepeltier の方法に基づいての数値は読みとれないため，$x \geqq M + 2\sigma$ の領域を第1級異常値を示すものとして設定した。

更に異常域の拡がり，あるいは配列傾向などを把握するために，$M + \sigma \leqq x < M + 2\sigma$ の領域を設定して，第2級の異常値を示すものとした。

Znは前項で述べたようにA・B両地区共に累積度数分布のグラフが，中央値より低値の方で屈曲するが，中央値より高い値の側では，直線を示すためCuと同様に $x \geqq M + 2\sigma$ を第1級異常値，$M + \sigma \leqq x < M + 2\sigma$ を第2級異常値を示すものとした。

Moは他元素に比して分析値が非常に低いこと，および，分析値の下限が多少高いことも考慮して累積度数パーセントが約2.5%の $x \geqq M + 2\sigma$ のみを第1級異常値を示すものとして設定した。

5−4 異常域

5−4−1 異常域の抽出

異常域の抽出に当り，前述のデータ処理および，解析から求めた数値に基づき，各元素別に第1級異常値を示す隣接した2点以上の集合箇所を第1級異常単元として抽出した。

第2級異常値も同様の手法で抽出し，それぞれコンターマップにしてTable5−3に示す10地域の異常域が抽出された。

5−4−2 異常域の解析

(1) A地区

<u>Serantak（スランタク）− Burasi（ブラシ）異常域</u>

Table 5-2 Values of Mean Standard Deviation and Threshold

(Classified in elements)

Elem.	Block	n.	M	M + σ	M + 2σ *	Threshold value **	Max.	Min.
Cu	A	189	28.33537	64.66443	147.5714	26.72803	405	6
	B	246	32.26240	74.77809	173.3213	165.8779	339	2
	whole	435	30.49340	70.37952	162.4377	60.68546	405	2
Zn	A	189	71.85697	113.8003	180.2263	158.3996	341	13
	B	246	63.01767	110.4523	193.5917	153.8334	217	8
	whole	435	66.71611	112.6238	190.1209	149.9209	341	8
Mo	A	189	1.129676	1.693210	2.537862	1.1802	12	<1
	B	246	1.027375	1.182611	1.361303	1.44225	3	<1
	whole	435	1.262976	1.431984	1.915295	1.417885	12	<1

(Note)

* : Levels of x + 2σ adapted for thresholds.

** : Thresholds values based on bending points in graphs of cumulative frequency distributions.

Table 5-3 Summary of Anomalous Area

Block	Name of Anomalous area	Area Km × Km	Elements	Class of Anomalous area	Number of samples in the area	Max. Value	Mean Value	Remarks
A	Serantak-Burasi	5.0 × 2.5 1.0 × 0.5 1.5 × 0.5	Cu	1.2	26	278	123	Total of 3 area
		8 × 1.0 2.5 × 0.5	Zn	2	9	191	139	Total of 2 area
		1.0 × 5.0	Mo	1.2	13	12	5	
	Sansak	3.0 × 1.5	Zn	2	5	341	199	
	Semidan	1.5 × 0.5	Zn	2	2	136	136	
B	Pandan	2.0 × 2.0	Cu	2	3	312	172	
	Banyl	5.0 × 2.5	Cu	2	12	339	156	
	Semade	1.5 × 0.5	Zn	2	2	127	120	
	Benawan	1.0 × 0.5	Zn	2	2	122	116	
	Salung	2.5 × 1.0	Zn	2	4	147	136	
	Semalo	1.5 × 0.5	Zn	2	2	130	129	
	Riampavun	2.5 × 2.5	Cu	2	7	339	132	

異常域の分布範囲はG. Burasi をほぼ中心にしてNW－SE方向に7Km，NE－SW方向に6Kmにおよんでいる。

Cu·Mo の第1級異常域が重復して中心をなし，これらのまわりをそれぞれの第2級異常域が取り囲み，更にMo の第1級異常域がNW－SE方向に細長くCu Mo 異常域の南西側外部に分布する。

本異常域の特徴はMoの異常域を中心として外側に向ってCu·Zn の順でNW－SE方向に対象的な異常配列をしている。

本異常域の地質は三畳紀後期～ジュラ紀前期のBengkayang層群と，これらを貫く火成岩類として，黄銅鉱－輝水鉛鉱石英脈を伴ったトーナル岩，また，周辺に含金塊状磁硫鉄鉱体および，含金石英脈が分布するデイサイト等から構成されている。

本異常域の中心部にあたる所には広くTakap・Buguruh・Ledo 等の多数の黄銅鉱－輝水鉛鉱石英脈が分布する鉱化帯が包含され，外部にはSerantak鉱化帯・Sentura金旧坑等が存在する。これらのうち，本異常域はSirih トーナル岩に関係すると思われる前者の鉱化帯を形成した鉱化作用を鮮明に表現しており，異常域の範囲，強度とも本年度調査地域で最も顕著なものである。

また，本異常域の一端を成す北辺のSerantakデイサイトを中心としたZn の第2級異常値域はSerantak鉱化帯・Sentura 旧坑等の鉱化作用を反映したものか，あるいはSirih トーナル岩に関係する鉱化作用によるものかは分明でない。

Sansak(サンサク)異常域

異常域の分布範囲はSansak村の北東部に3.0Km×1.5Km 規模の Zn の第1級および，異常値から成る異常域で，他の元素では Cu の第1級異常値が1点(Cuの最高値405 ppm)Mo の第2級異常値が1点存在し，Cu・Mo共異常域を形成できないが，他地域よりは高い値を示す。

本異常域内には断層に沿った黄鉄鉱鉱染のSansak鉱化帯が存在するところから本鉱化帯を形成した鉱化作用を反映したものと思われる。

また，本異常域内の S. Kersikの上流は，Cu·Zn・Moの3成分とも高い値を示しているが，この付近一帯に小規模ながらSansak鉱化帯と一連の鉱化作用の存在が示唆される。

Semidan(スミダン)異常域

異常域の分布はSemidan 村の北方，S. Tampingan (タンピンガン)の上流に1.5Km×0.5Km規模の Zn 第2級異常値から成る異常域である。本異常域内の地質はSungaibetung層(砂岩，泥岩互層)で，貫入岩はNW－SE系断層に沿って小規模なデイサイトの貫入が見られ，地化探調査と併行して行われた重砂砂金調査では辰砂が認められている。また，本異常域北西方2.5Kmの断層の北西延長部にはかつて，辰砂を採掘された跡(Udu Malakos 辰砂鉱化帯)があり，同点でも Zn の第2級異常値(119ppm)が1点認められ，これらの関係から本異常域は断層を鉱

液の上昇通路とした水銀の鉱化作用を反映していると見ることができる。

(2) B地区

Pandan（パンダン）異常域

Pandan石英閃レイ岩体内に分布するCu の第2級異常域で，2.0Km×2.0Kmの規模を示す。

本年度の地質調査では石英閃レイ岩中に鉱徴の発見はできなかったこと，異常値の数が散発で3点と少ないことなどから，鉱化帯の存在は期待できないと考える。

Banyi（バニイル）異常域

異状域の分布はBanyiトーナル岩を被覆する形で5.0Km×2.5Km の規模をもつ，前述のA地区のSarantak－Burasi異常域につぐ大規模の Cu 第2級異常域である。

本異常域内にはSuren旧坑をはじめとして，Bayur・Batu Aji 等の旧坑を有する鉱化帯（Cu－Au），Temahas 鉄化帯（Mo），および，Sengisa・Agumlapa・Hutan lara・Banyi断層等の鉱化帯を包有する。特にBayur・Batu Aji・Tamahasの3鉱化帯の下流ではそれぞれ第1級の異常値を示しているが異常域を形成するほどのまとまりはない。

異常域内の Cu の平均値は156ppmで，A地区のSerantak－Burasi異常域の Cu 平均品位123ppmと単純に比較してみると，Cuに関しては本異常域は，広範囲に普遍的な拡がりをもつこの地域の Cu の鉱化作用を反映しているといえる。

Semade（スマデ）・Benawan（ブナワン）異常域

Banyi異常域の南東部の S.Semadeに，また，東部の S. Benawanに 1.5Km×0.5Km 規模のZn第2級異常域が散在する。両異常域共に各々2点の異常値から構成されているもので，また，その分布傾向は Semade異常域がNW－SE系の断層構造の弱線に沿って形成されていると考えられるが，Benawan 異常域については判然としない。両異常域内には鉱化帯は存在しないことより，Cu と Zn の元素分散の違いより考え，この地域のZn 異常値は Banyi Cu異常域の外側に分布するものと見ることもできる。

Salung（サルング）異常域

Salung 村西方に2.5Km×1.0Kmの規模で分布する Zn 第2級異常域で，地質は安山岩溶岩（andl）とこれを貫く花崗閃緑岩，および，トーナル岩から成る。

付近には特筆すべき鉱化帯は存在しないが，Banyi 異常域を形成しているトーナル岩と同様のトーナル岩の貫入があることより，この貫入岩による鉱化作用が潜在するかも知れない。なお付近には椀掛け調査でやや高い漂砂砂金量が見出されている。

Semalo（スマロ）異常域

G.Semalo の南側に形成されている1.5Km×0.5Km規模のZn第2級異常域である。異常域を構成する異常値の数はわずか2点で，鉱化帯も見られなく，異常域とはいうものの劣勢であるが，

G.Semalo を形成するデイサイト質石英閃緑岩に伴う鉱化作用の存在について検討の必要がある。

Rianpavun（リアンパブン）異常域

Rianpavun 村一帯にある 2.5 Km × 2.5 Km 規模の Cu 第２級異常域である。地質は G.Raya 花崗閃緑岩体で NNW－SSE 方向の断層がある。

異常域内および，付近一帯には鉱化帯・変質帯および，漂砂砂金鉱床等の顕著なものは認められないため，断層構造線に沿った弱い鉱化作用がもたらされていることを示唆していることも考えられるが，分明でない。異常域としては Cu 第２級の異常域のみで，強度も弱く，他の Zn・Mo の異常域を伴わないため期待される示徴であるとは言い難く，有望な鉱床賦存の可能性は小さい。

5－5 冷酸抽出銅（Cold－extractable copper）による地化学探査

5－5－1 目 的

金属鉱床に対する沢砂試料による地化学探査で得られる Cu 異常値は，初生鉱石鉱物・難溶性の二次鉱物および，若干の微粒の残留風化物によって形成されるクラスティック異常値（clastic anomaly）と，初生鉱石鉱物からイオン，あるいは可溶性の塩類となって水中に供給され，有機物・粘土・破砕物（岩石や鉱物）などに吸着，あるいは，沈殿することによって形成されるハイドロモアフィック異常値（hydromorphic anomaly）とがある。本地化学探査ではこれらの total copper（T－Cu）と，cold－extractable copper（Cx－Cu，hydromorphic の検出）の分析を行って hydromorphic anomaly と clastic anomaly とを区別して，T－Cu のみによる地化学探査と比較検討を行い，鉱化帯の判定について検討することを目的として実施した。

5－5－2 分析サンプルの選定

Cx－Cu の分析に供する試料は，T－Cu の分析値の相対的に高い，Serantak－Berasi 地域，および，Banyi 地域の２箇所を選び，次に T－Cu 値の特に高いところ，水系等を考慮して，Serantak－Berasi 地域から 41 個，Banyi 地域から 61 個，合計 102 個，選定した。

5－5－3 pH 測定結果

Cx－Cu は渓水の pH 条件により，その濃集度が影響を受ける。すなわち地表水や pH が酸性である場合は Cx－Cu は沈殿せず*，pH が弱アルカリ性の所では沈殿しやすいので，渓水の pH を知ることが Cx－Cu 地化学探査に重要であり，また鉱化帯と pH との関係をも知るために渓水の pH 測定を沢砂試料採取位置で実施した。測定結果は最低値が S.Raya で pH 5.0，最高値は S.Sailo で

* Brittonによると pH 5.3 Atkins によると pH 6.0 より Cu の沈殿が始ると言われている（V. I. スミルノフ Economic geology）

pH 7.3を示し，測定総個数430点の平均はpH 6.0で弱酸性であった。また，調査地域を8つの水系にグループ分けして(Fig5－6) 水系別に求めたpH値は，Table 5－4に示す通りで地域や水系によって，わずかに差が認められた。調査地域を大きく，北部と南部のブロックに分けて対比してみると，地質が堆積岩類を主として，これらを貫くトーナル岩で代表される北部の河川の平均pHが5.7～6.0の間であるのに対して，南部の主として花崗閃緑岩からなる深成岩体域では，河川の平均pHは6.3～6.5の間であった。これは北部域がSerantak－Berasi地域とBanyl地域等に，鉱化帯を有する地域であるのに比べ，南部域は花崗閃緑岩の比較的一定した地質条件を示す地域であることに起因しているものと思われる。

5－5－4　化学分析および，分析結果の解析

(1) 分析の方法

試料はT－Cu分析に供した残試料を用いた。文析は試料1gを秤量，分液ロートに入れ亜硫酸飽和水100 mlを加え，30分間振とうして抽出し，原子吸光法で定量した。分析の方法はFig.5-5の通りである。

試料　1g
↓
分液ロートへ入れる
↓ ←　亜硫酸飽和水100 ml
30分間振とう
↓
ろ過　←　洗浄
↓
ろ液　／　残査

ろ液
↓ ←　HNO_3　5 ml
蒸発乾固
↓ ←　H_2O　20 ml
↓ ←　Hcl　ml
溶解
↓
50 mlメスフラスコへ移し入れ
↓
液量規正
↓
原子吸光にて測定

Fig 5－5　Flow sheet of Cx－Cu Assay

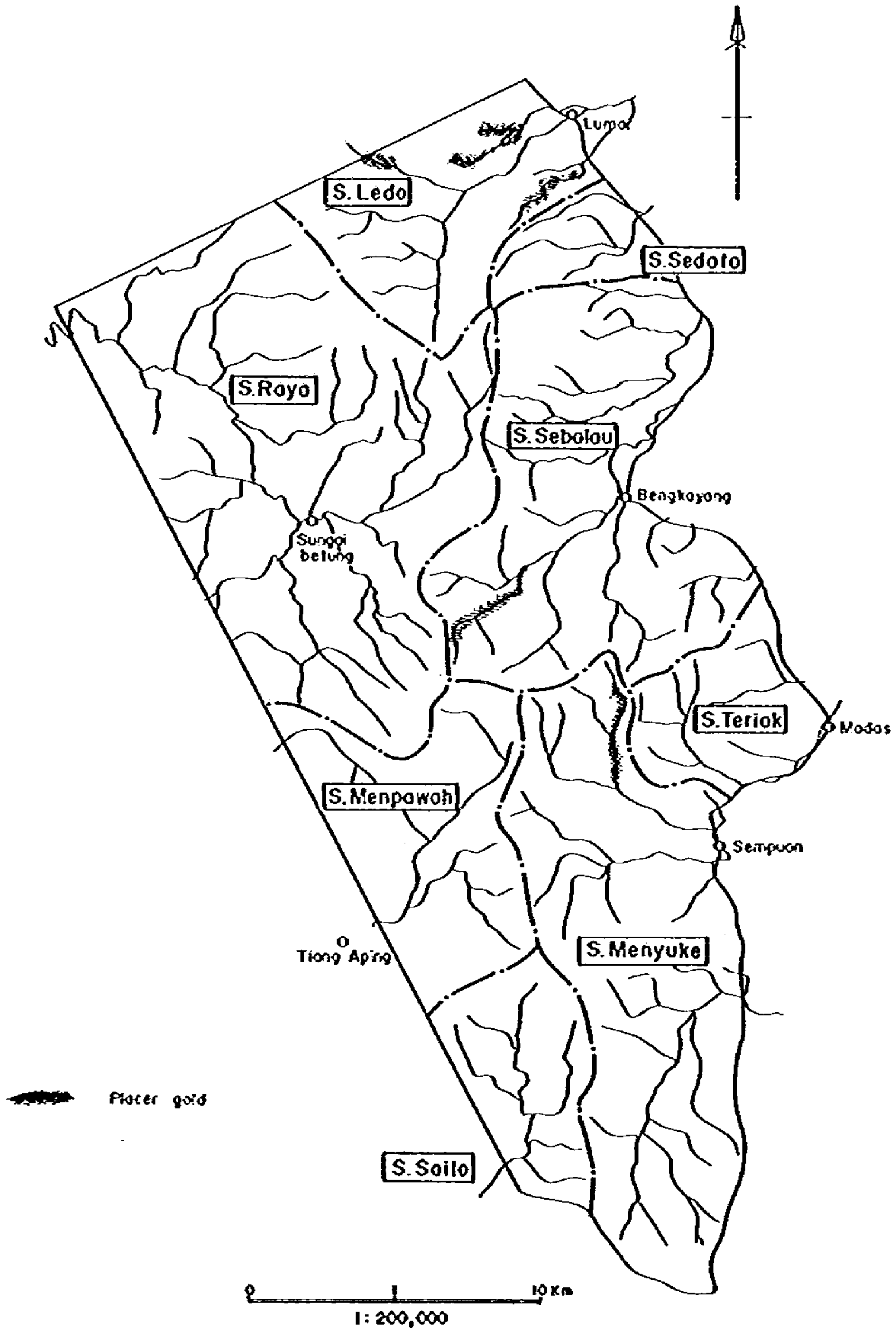


Fig. 5-6 Drainage Map

Table 5-4 Frequency Distributions of pH Values in Each Drainages

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

(2) 分析結果の解析

Serantak-Berasi 地域・Banyi 地域ともに異常域設定には，統計的手法によって敷居値を求める方法によらず，Cx-Cu 値のコンターマップを作成してその分布状態を調べることにより求めた。その結果は，Fig.5−6, 5−7 に示すようにCx-Cu 値の高い所はT−Cu の異常域とほぼ同じ形を示し，かつ，同地域に重なる結果となった。Cx-Cu/T-Cuは Serantak-Berasi 地域全体の平均値が28.2%（41点の平均），異常域で26.2%（38点の平均），Banyi 地域は全体で30.2%（61点の平均），異常域で32.9%（20点の平均）と，地域による差が若干認められたものの，大差はなかった。しかし，一般に鉱化帯内は，硫化鉱物の酸化によって渓水の pHが低くなって，Cx-Cu は沈殿しにくくCx-Cu/T-Cu 比は付近より低い値になることが知られているが，pH 条件が5.7〜6のやや弱酸性にあるこの地域のこの傾向を知るために，Cx-Cu/T-Cu 比の比較を行った。
（Fig.5−8, 5−9）

その結果，Serantak-Berasi 地域ではCx-Cu/T-Cu は，最低15.9%，最高75.0%（41個の平均は28.2%）Banyi 地域は最低14.2%，最高50.0%（61個の平均は30.2%）と広い範囲に分散している。

これらのうち，Cx-Cu/T-Cu比 20% 未満の地点は鉱化帯付近に分布している。すなわち Serantak 地域ではS. Banan 上流の Takap Cu-Mo 鉱化帯付近，Banyi 地域では，Banyi トーナル岩体に関連する鉱化帯（Suren Au-Cu鉱床・Batu Aji Au-Cu 鉱化帯等）および，その南部にあるLao Cu-Mo 鉱化帯を中心に低いCx-Cu／T-Cu比を示している。また，その比を30%未満まで広げると，Serantak 地域のS. Bamua，S. Sirih に分布するCu-Mo 鉱化帯を包含する。

以上の如く，Cx-Cu による地化学探査の併用は，本地域の如く渓水の pHがやや一定の弱酸性の条件下では，Cuに関連する鉱化帯の探査に有効であることが考えられる。

なお，今回のCx-Cu 地化学探査結果では，特に Banyi 鉱化帯・Lao鉱化帯・Maha 鉱化帯を含む約3 km^2 の地域にまとまっている低いCx-Cu／T-Cu比の地域が有力なCx-Cu 異常地域として抽出された。

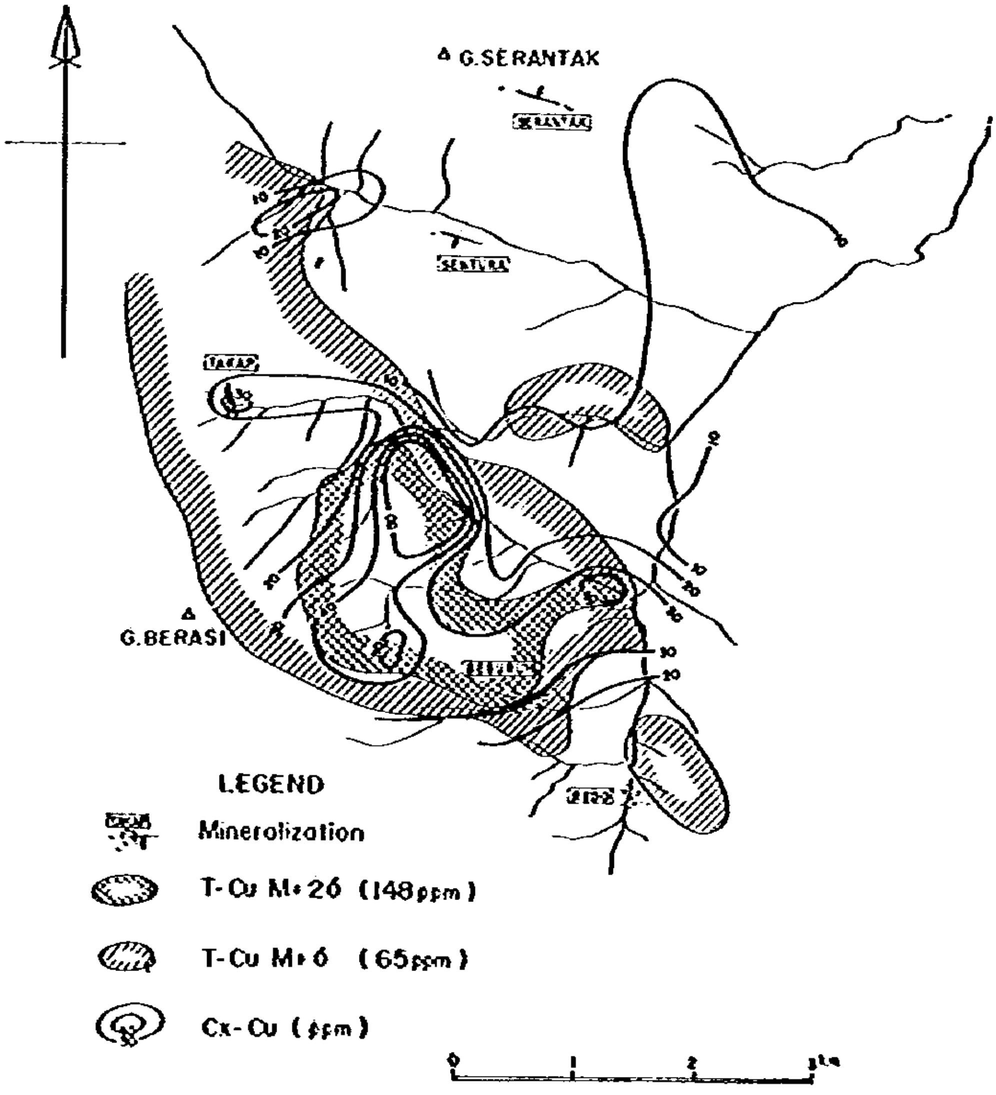


Fig. 5-7 Distribution Map of Cx-Cu
(Surantak-Berasi Area)

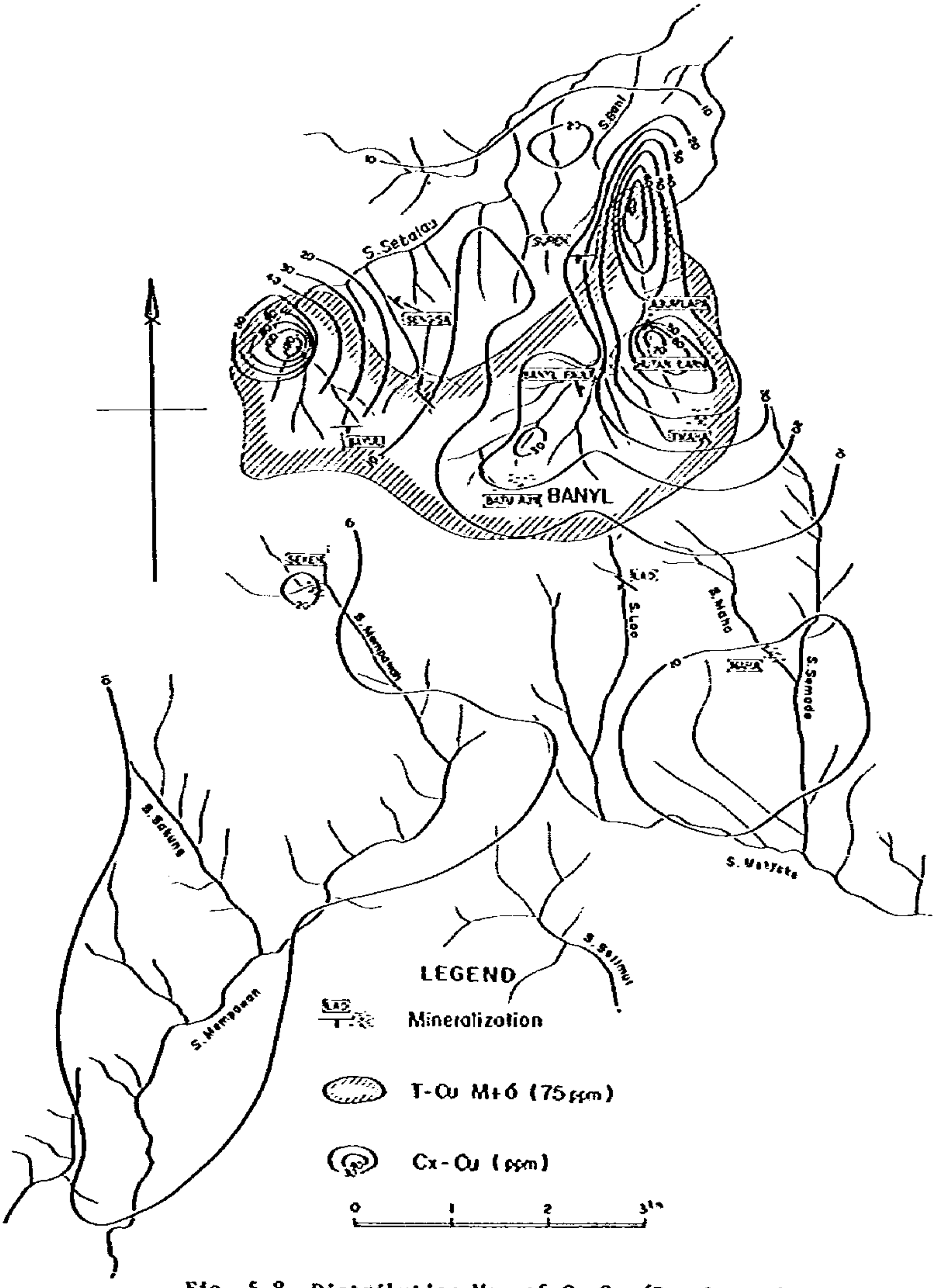


Fig. 5-8 Distribution Map of Cx-Cu (Banyl Area)

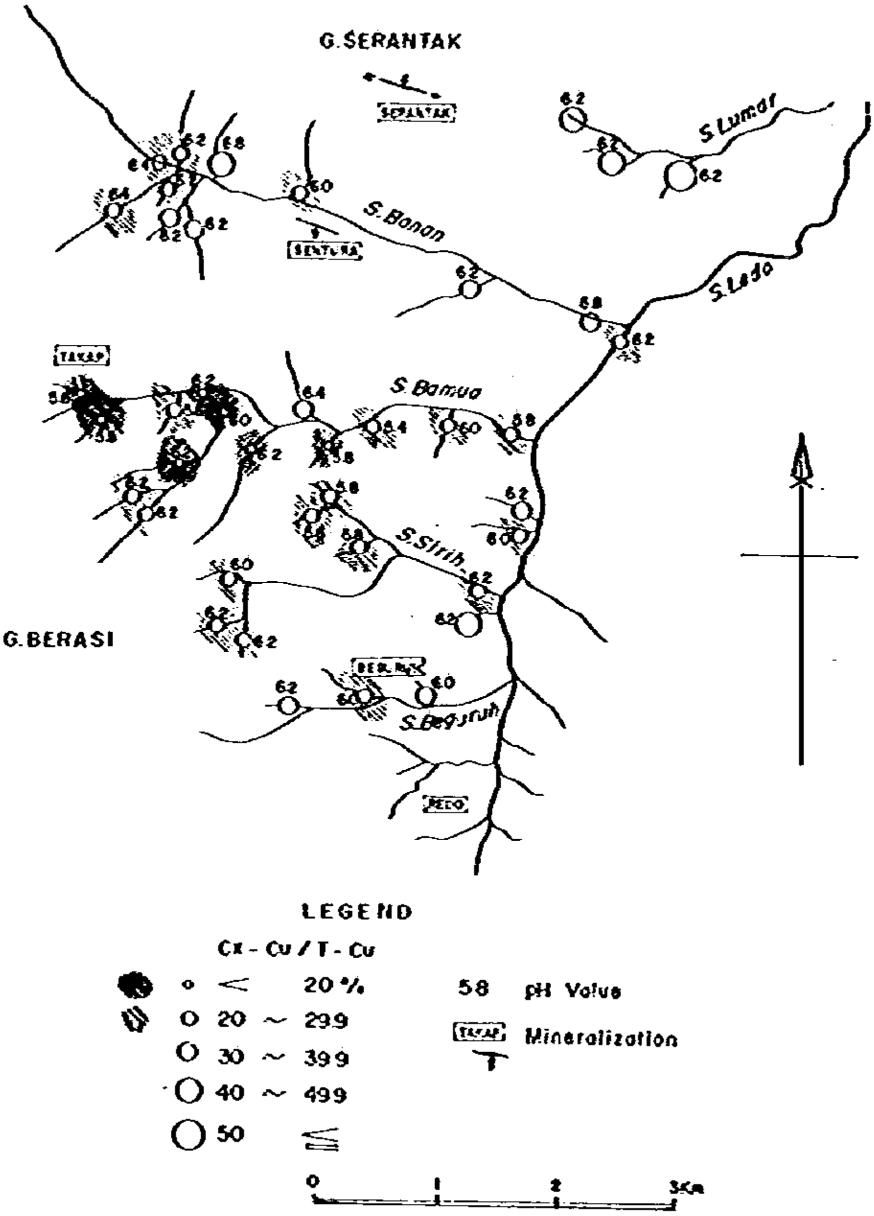


Fig. 5-9 Relation Map of Cx-Cu/T-Cu-Mineralized Zone (Serantak-Berasi Area)

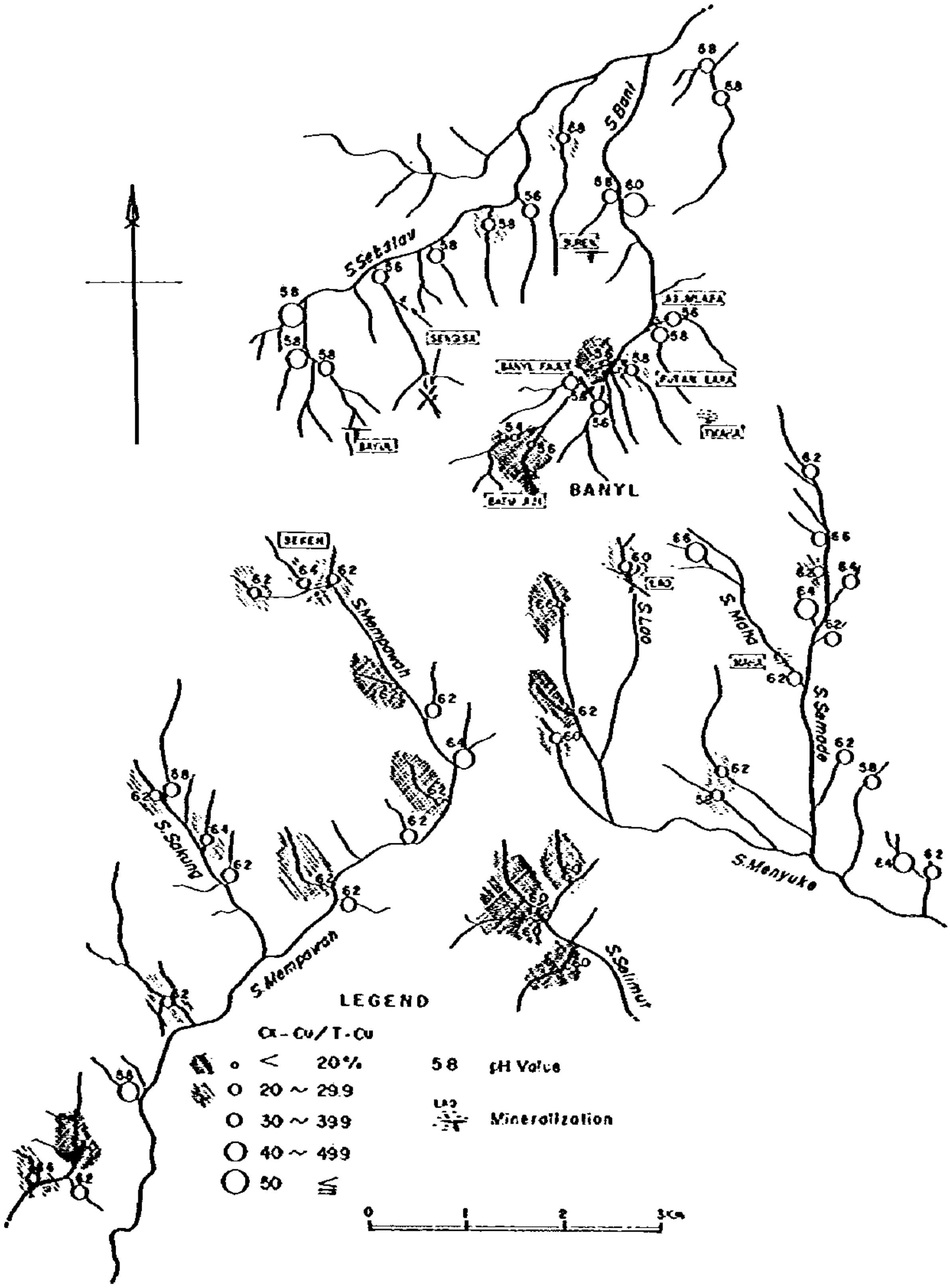


Fig. 5-10 Relation Map of Cx-Cu/T-Cu-Mineralized Zone (Banyl Area)

第６章　漂砂砂金調査

第 6 章　漂砂砂金調査

6－1　調査の目的および，調査方法

本地域の中央部から北部にかけて河床堆積物中に，砂金が存在することが知られている。特にS. Sebalau，S. Lumarでは過去に盛大に採金されており，今日でも農閑期には，地方の住民によって小規模ながら採金が行われている。この漂砂砂金をもたらした鉱床あるいは鉱化帯を河床堆積物中の砂金の含有により探査することを目的に，地化学探査試料採取に併行して同一地点で河床堆積物中の砂金調査を行った。調査方法は 20 ℓ のプラスチック・バケツ2杯分の河床堆積物を採取しこれを椀掛けによって砂金粒を選別し，その含有数を数える方法をとった。これらの砂金含有数頻度を5段階に区分し，それを縮尺1／50,000の地形図にプロットした。（PL.7）調査地点は合計629点である。

6－2　調査結果の解析

砂金粒を数える際，粒の大きさによって v.f（very fine），f（fine），m（medium φ0.5～1.0㎜），C（coarse φ1.0～2.0㎜），v.c（very coarse φ＞2.0㎜）の5段階に肉眼によって区別して数えられている。可能であれば相重個数で比較を行うことが理想であるが，観察された砂金粒の大きさは殆どが細粒(f)，中粒(m)に属するので，今回の解析にあたっては数えられた総砂金粒の数でもって検討を行った。また，各地点での砂金粒の分布状態を表現するために，度数分布図および，累積度数分布曲線を作成し，この曲線から数据値を求め，求められた数据値を基準にして砂金数の砂金含有単位の分級を行った。すなわち，累積度数分布曲線は片対数表を用いてプロットされ（Fig 6－1），その曲線の屈曲点を数据地として，累積度数パーセント7％，金粒の数 16個を求めた。そして砂金数範囲の単位を現わすために，この数据値の¼（累積度数22.7％，金粒の数4個），数据値の1.5倍（累積度数1％，金粒の数 69個）の各点を求め，その範囲単位の級分けを0個，1～4個，5～16個，17～69個，70個以上，第1級から第5級に分け，その単位の分布状態を円の大きさで現わして，1/50,000 地形図に図示した。これらの結果から金粒数 70個以上の第1級範囲は分散しまとまらないため，第1級および第2級範囲，すなわち17個以上が2個以上隣接して分布する流域を砂金分布の異常流域と決め，次の5流域を抽出した。

(1)　S. Lumar 異常流域

本調査地域内北部，S. Lumar の流域3㎞にわたって分布する異常流域である。本流域の上流には焼けにより金が富化し，これを対象として採掘されている含金磁硫鉄鉱から成る Seramtak 鉱床が存在するところから，これらの鉱化帯からもたらされた異常流域と思われる。

(2)　S. Cebol 異常流域

S. lumar の南側 Siongnam 村をへだてた S. Cebol の流域の小規模異常流域である。本地域

には特筆される鉱化帯は存在しないが，新第三紀，中新世の活動とみられるSerantak火山砕屑岩類層が上流に分布することろから，本層の堆積時の火山活動に伴った金の鉱化作用の存在が考えられ，今後の検討の余地が残されている。

(3) S. Banan 異常流域

前述の2つの異常流域より西方約4Km，本調査地域の北縁に局所的にまとまってみられる異常流域である。Serantak デイサイト周辺にはSentura 金鉱山の旧坑があるが，本鉱床の北西延長部に異常値が集中している。このことは S.Banan の上流のSerantakデイサイト西周辺（調査地域外）にSentura 金鉱床と同種の含金鉱床が賦存する可能性がある。

(4) S. Sebalau 異常流域

Banyiトーナル岩体に伴う鉱化帯からもたらされ，堆積された異常流域である。また，異常値は認められなかったが，付近には同じ岩体内に金・銅鉱化帯を伴う S.Bani が流れている。この川は過去に全流域にわたって大規模に砂金の採取が行われ，現地にはその形跡が今も認められるが，これらの金の採取によりこの調査では異常値が出なかったものと思われる。

本地域のトーナル岩を母岩としたSuren 鉱山をはじめとする多数の鉱化帯からもたらされ堆積した本異常流域は，S. Bani流域も含めるとかっては相当な規模の漂砂砂金鉱床地帯であったが，採掘により現在はほとんど枯渇し，S. Sebalauの上流域に小規模に残留するのみである。なお，S. Bani が S. Sebalau と合流した下流 Bengkyangの町内では，現在でも少数の現地人による金採取が行なわれている。

(5) S. Semade 異常流域

前述のS. Sebalau異常流域の南東方5Kmに位置するS. Semade の本流および，支流に分布する異常流域である。付近はG.Raya 花崗閃緑岩および，これを貫く花崗岩から成る地域で，鉱化帯としてMaha鉱化帯が存在する他は顕著な鉱化帯は発見されていないが，地化学探査の Zn 第2級異常域が重複する。

また，今回の地質調査で確認されていないが，付近はNW－SE.系の断層あるいは貫入岩による弱線の発達が予想される地域であり，これら弱線部に沿ってもたらされた鉱化作用の存在も考えられる。なお，S. Mempawah 上流にも散発ではあるが異常値点が認められている。S. Mempawah の上流 S. Sebudu 地域には Sekeh 鉱化帯（黄銅鉱を伴う鉱化帯）がこの調査で発見されていることから注目すべきである。

Table 6-1 Frequency Distribution Analyzed Results of Placer Gold Survey

Class No.	Class range of log	Noumber of gold grains	Frequency of each class	Cumulative frequency	
				Cumulation	%
0			384	629	100.00
1	0.2049218	0 ≤ 1.60 (1)	64	245	38.95
2	0.4098436	2.57 (2)	38	181	28.78
3	0.6147654	4.12 (4)	44	143	22.73
4	0.8196872	6.60 (5∿6)	23	99	15.74
5	1.0246090	10.58 (7∿10)	32	76	12.08
6	1.2295308	16.96 (11∿16)	17	44	7.00
7	1.4344526	27.19 (17∿27)	12	27	4.29
8	1.6393744	43.59 (28∿43)	8	15	2.38
9	1.8442962	69.87 (44∿69)	4	7	1.11
10	2.049218	112.00 (70∿112)	3	3	0.48

(Note)

log 112 = 2.049218

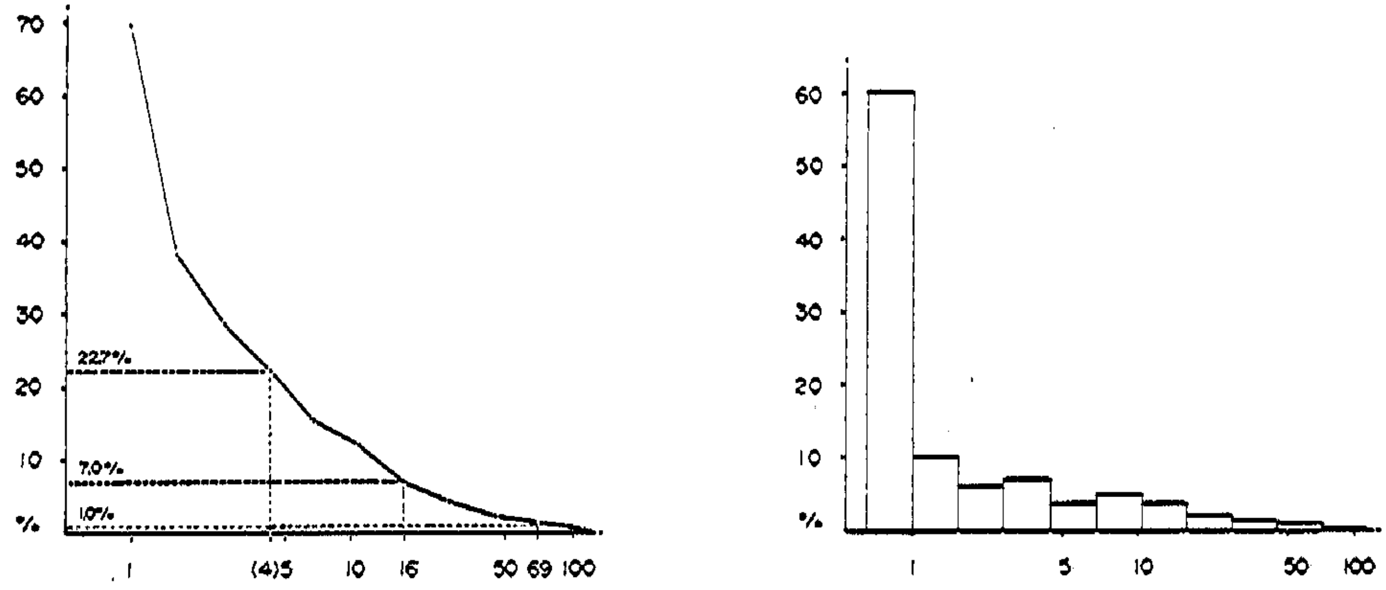


Fig. 6-1 Frequency Distribution Analyzed Results of Placer Gold Survey

第 7 章　放射能探査

第7章　放射能探査

7－1　放射能探査

本年度の地質調査地域の中央部から南部にかけて花崗岩質火成岩類が広く分布していることから今回の地質調査の一部として，インドネシア側より放射能鉱物の予察調査の要望があった。放射能鉱物の予察調査は，地質調査および，地化学探査と併行して，携帯用シンチレーション・カウンターにより岩石・断層帯の放射能を測定することにより実施した。

7－2　測定器および，測定方法

7－2－1　測定器

Aloka社製TCS－121C型携帯用シンチレーション・カウンターを使用した。

7－2－2　測定の方法および，測定数

各測定地点の大気のバックグランドは，シンチレーション．ディテクターを空に向けて測定し，地表からの放射能の影響を少なくして宇宙線の放射能強度を測定した。岩石・地層あるいは断層の放射能は，それらの表面を清掃し，その面とシンチレーション．ディテクターを密着または近接させて測定した。測定位置は，露岩の状態により地域的な粗密を生じた部分もあるが，その総測定数は319点（平均密度0.6点/Km²）であった。測定結果は1/50.000地形図にプロットした。(Pl－8)

7－3　測定結果

本地域の地質は，北部の堆積岩類を主とした地域と南部の深成岩類を主とした地域に大きく区分されるが，放射能探査結果の解析にはさらに堆積岩類地域に貫入する貫入岩も考慮して，次の4単元に分け，測定結果をまとめた。(Fig.7－1)

A単元　花崗閃緑岩・トーナル岩および，安山岩体

B単元　石英斑れい岩体

C単元　Sirihトーナル岩体

D単元　堆積岩類および安山岩・同質火山砕屑岩地域

Table 7－1 Summary of Radioacfive intensity

(mesured by TCS-121C)

Unit	Outcrop *		Background		Noumber of Measured point
	Range of R.I	Mean Value	Range of Readimgs	Mean Value	
A	μR/h 0～6	μR/h 1.4	μR/h 1～11	μR/h 3.8	198
B	0～2	0.7	2～5	3.3	7
※C	0～8 (0～28)	3.9 (4.7)	2～9 (2～11)	5.7 (5.9)	35
D	0～10	1.6	1～20	4.6	79

*Outcrop の値は，測定値よりバック・グランドを差引いた値である。

※C Unit は特に高い値を示した1点を除いた値，(　)内は全体の値

R-I：Radioactive Intencity.

測定結果はTable 7-1に示す通りで，C単元の Sirihトーナル岩体が全体と比較して，バックグラウンドおよび，岩体のもつ放射能強度がやや強い値を示した。これはこの岩体の固有の値と思われる。また，絶対値としては特に高い値ではないが目立った測定値として，Sirih トーナル岩中に貫入する小規模の安山岩岩脈1点（No.I－36)から，測定値 39μR/h・バックグラウンド11μR/hが検出された。再現性について再検討の要が残るが，この安山岩は付近一帯に発達するNNW-SSE系の断裂構造線に沿って貫入する岩脈で，付近の同種の他の岩脈からは高い値は検出されていないので，断裂構造線に沿う局所的な放射性異常値と考えられる。

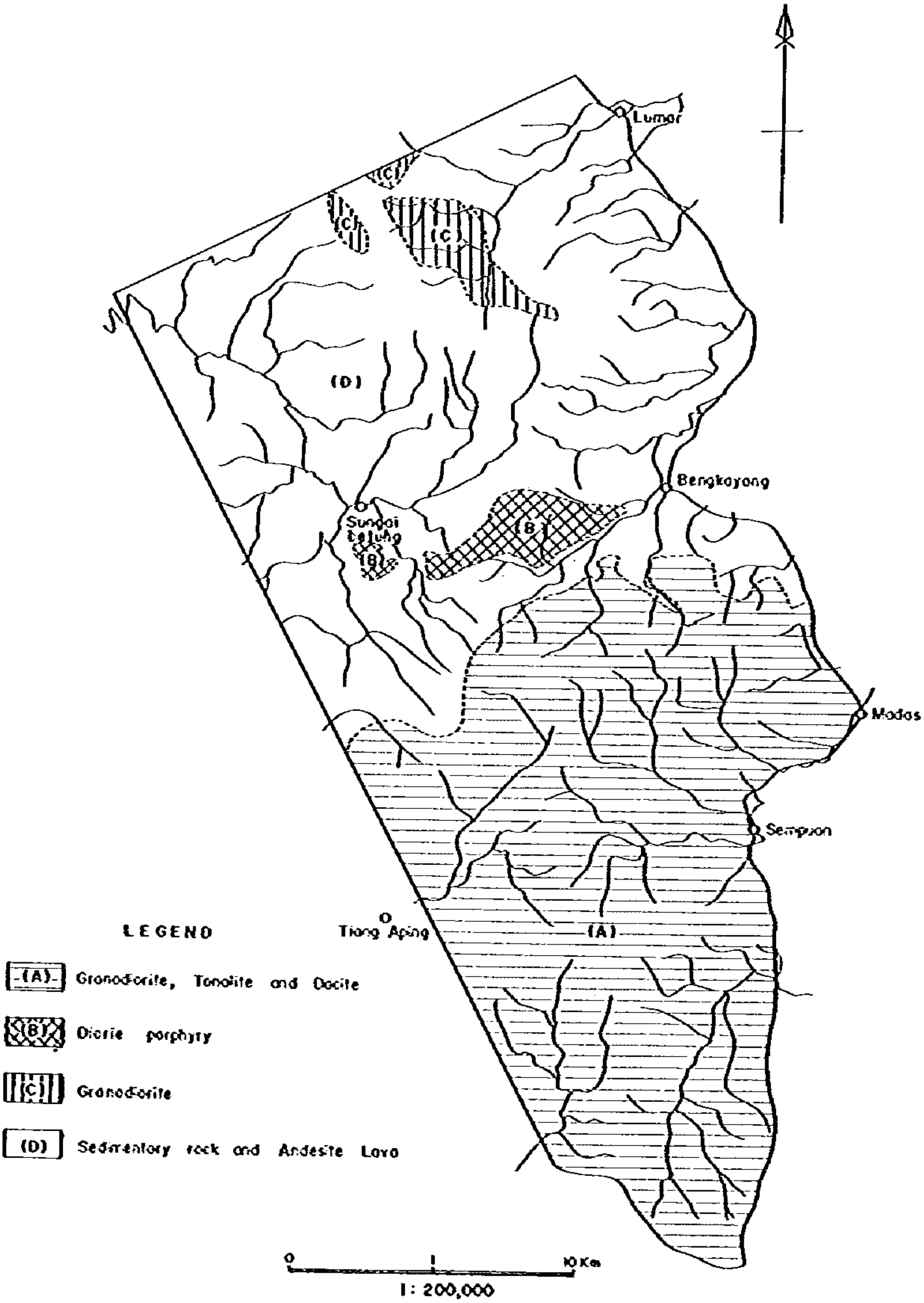


Fig. 7-1 Geological Unit Map for Radioactive Analysis

Table 7-2 Frequency Distribution of Radioactive Intencity

Unit μR/h	A		B		C		D		Hole Unit	
	F·BG	F·R·O	F·BG	F·R·O	F·BG	F·R·O	F·BG	F·R·O	F·BG	F·R·O
0		35		3		1		21		60
1	9	84		3		4	6	28	15	119
2	37	47	1	1		3	10	18	48	69
3	55	22	4			6	12	4	71	32
4	30	8	1			5	11	2	42	15
5	45	1	1		3	7	22	2	71	10
6	11	1			2	3	9	2	22	6
7	6				4	4	3		13	4
8	4				1	1			5	1
9					1		1		2	-
10					9		4	2	13	2
11	1				4				5	
12					7				7	
13					1				1	
14					2				2	
15										
20							1		1	
28						1				1
39					1				1	
Total Number	198		7		35		79		319	

F·BG : Frequency of Background value

F·R·O: Frequency of Radioactive Intensity on Outcrops (Readings value on outcrop - Background value)

第8章　総合検討および、結論

第8章　総合検討および，結論

本調査によっていくつかの新しい資料が得られたので，これを中心に調査の結果を総括すると次の如くなる。

8－1　地質層序と火成活動

本調査地域の地質層序および，火成活動は次の点が新たに解明された。

8－1－1　Bengkayang層群の地質層序

調査地域の北域に広く分布する堆積岩類は，従来の調査では三畳紀後期に対比されていた。今回の調査では，この堆積岩の層序をBengkayang層群とし，下記の如く下部層より分帯した。

Banan層　（凝灰質砂岩）

Kalung層　（黒色頁岩）

Riampelaya層　（砂岩）

Sangaibetung層　（砂岩・シルト岩・泥岩互層）

今回の調査ではBengkayang最上位層のSangaibetung層より，ジュラ紀前期（ライアス・トアルシアン階）に対比できるアンモナイト化石が発見されたことから，Bengkayang層群は，三畳紀後期～ジュラ紀前期に対比した。なおBanan層は安山岩～ディサイト凝灰質砂岩よりなるが，南西カリマンタン・南サラワクに分布する三畳紀後期火山性堆積物のSerian層（pupilli 1975）に対比し得るものと思われる。'

Bengkayang層群は，後述する白亜紀後期～第三紀中新世前期に貫入した新期火成岩類によりドーム構造を受け，NWW－SEE方向の背斜・向斜構造を呈している。

8－1－2　火成活動

本調査地域の火成活動は，次の2時期に分けられる。すなわち，本調査で実施したK－Ar法による絶対年代測定では，白亜紀中期迸入のO・Raya花崗閃緑岩・Tiang石英閃緑岩（古期花崗岩類），第三紀漸新世～中新世前期貫入のBanyl トーナル岩・Sirih トーナル岩（新期花崗岩類）に分けられる。古期花崗岩類は中央～西カリマンタンに広範囲に分布する底盤状の花崗岩－花崗閃緑岩－トーナル岩複合岩の一端をなすものであるが，新期花崗岩は小貫入岩体として貫入し，その貫入方向は，Sirih トーナル岩で明白なごとく，NWW－SEE方向のドーム構造を示す方向にのびている。後述するごとく，当調査地域の鉱化帯は，新期花崗岩類に胚胎している。

8－2　地質構造

地質構造は，新期火成岩の貫入に関係するNWW－SSE方向の断層・岩脈，N60°～80°W方向のドーム構造（向斜・背斜構造），貫入構造が主要な地質構造である。これらの断層・裂罅に鉱化作用が認められる。

8－3　鉱化作用

本調査地域の鉱化作用は，新期火成活動（白亜紀後期～第三紀前期）の深成～半深成活動・火山活動に関係している。

北部地域 Sirih トーナル岩内の黄銅鉱－輝水鉛鉱石英脈群，中部地域の Banyl トーナル岩内および，その周辺の金－黄銅鉱石英脈，輝水鉛鉱ネットワーク型鉱床，Serantak デイサイト岩株周辺部の含金黄銅鉱・磁硫鉄鉱脈鉱床，金－石英脈がそれらの代表的な鉱化作用である。その他 G・Raya 花崗閃緑岩体に小規模に貫入しているトーナル岩・花崗岩等にも鉱徴（Lao，Maha，Sekeh鉱化帯）が認められる。

これらの鉱化帯は，漂砂砂金調査・地化学探査結果からも裏付けされ，かつ，今後の精査対象地域と考えられる。

8－4　地化学探査，漂砂砂金鉱床調査

調査地域全域にわたる地化学探査，漂砂砂金調査の結果および，地質調査により得た鉱化帯賦存状況からみて，次の地域が鉱床帯を示唆する異常地域にあげられる。

(1)　Serantak デイサイト周辺

Serantak デイサイト南周辺部（北周辺部は未調査）に漂砂砂金地帯 および，Zn 異常域が分布する。この地域には，金－石英脈，および，含金黄銅鉱，塊状磁硫鉄鉱鉱床の分布が知られている。Banan 上流に漂砂砂金集中分布域が認められたことから，Serantak デイサイト北域の未調査地域に鉱床賦存の可能性が考えられる。

(2)　Sirih トーナル岩地域

Cu・Mo地化学異常域と低 Cx－Cu／T－Cu比を示す。この地域には，黄銅鉱・輝水鉛鉱石英脈が多数分布する。

(3)　Banyl トーナル岩および，その周辺地域

Banyl トーナル岩の鉱化帯を中心として，Cu 地化学異常域 および，漂砂砂金地帯が重なり分布

する。さらにBanyl トーナル岩の南（G. Pandan Kecil, G・Genting Bakilok 山地の南）にも幾つかの鉱化帯（Lao・Maha・Sekeh）があるが，この地域も漂砂砂金地帯であり，また，Cx－Cu／T－Cu比が，Banyl 鉱化帯とともに低値を示した。この地域にも金－黄銅鉱石英脈，黄銅鉱・輝水鉛鉱鉱化帯が知られている。

8－5 第2年次調査への展望 および，結論

1979年度より開始したカリマンタン西部地域の資源開発調査は，全対象地域（1500km²）の北域（500km²）の地質調査を行い435ケの河床堆積物による地化学探査，102ケのCx－Cu地化学探査によるT－Cu異常域の解明，629点の漂砂砂金探査を実施し，これに各種の室内試験を行って検討を行った。

その結果，本地域の地質層序・火成活動・地質構造 および，鉱化作用・鉱床または，鉱化帯の状況が解明された。今後これらの鉱床・鉱化帯の精査とともに，周辺地域への調査拡大が望まれる。

当地域の未調査地域への調査を進めるにあたって，鉱化作用をもたらした新期火成岩類（Sirih・Banyl型トーナル岩，Serantak型デイサイト）の把握 および，銅・モリブデン・Cx－Cuによる地化学探査，漂砂砂金調査が有効である。またSerantakデイサイト・Sirihトーナル岩が，さらに北に分布することが考えられる調査地域について，G. Buwa Hobah（ブワ・ホバ山）・G. Buru（ブル山）への地質調査，地化学探査・漂砂砂金調査の実施が望まれる。また，本調査域内に確認されたSerantakデイサイト周辺の金・黄銅鉱・磁硫鉄鉱鉱化帯，Banyl トーナル岩鉱化帯－Sekeh・Lao・Maha黄銅鉱～輝水鉛鉱鉱化帯の精査が望まれる。