

マレーシア国ペラ地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 3 年 次

平成 3 年 3 月

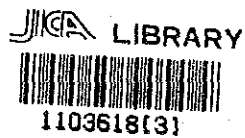
国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱計資
CR 4
91-67

マレーシア国ペラ地域

資源開発協力基礎調査報告書

第 3 年 次



24761

平成 3 年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団

24761

はしがき

日本国政府はマレーシア国政府の要請に応え、同国のペラ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、地化学探査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。本調査は、昭和63年度を第1年次とする第3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平成2年7月23日から平成2年11月23日まで現地に派遣した。

現地調査は、マレーシア国政府機関、特にマレーシア地質調査所の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は、本年次の調査結果を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ご協力いただいたマレーシア国政府機関ならびに外務省、通商産業省、在マレーシア日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表すものである。

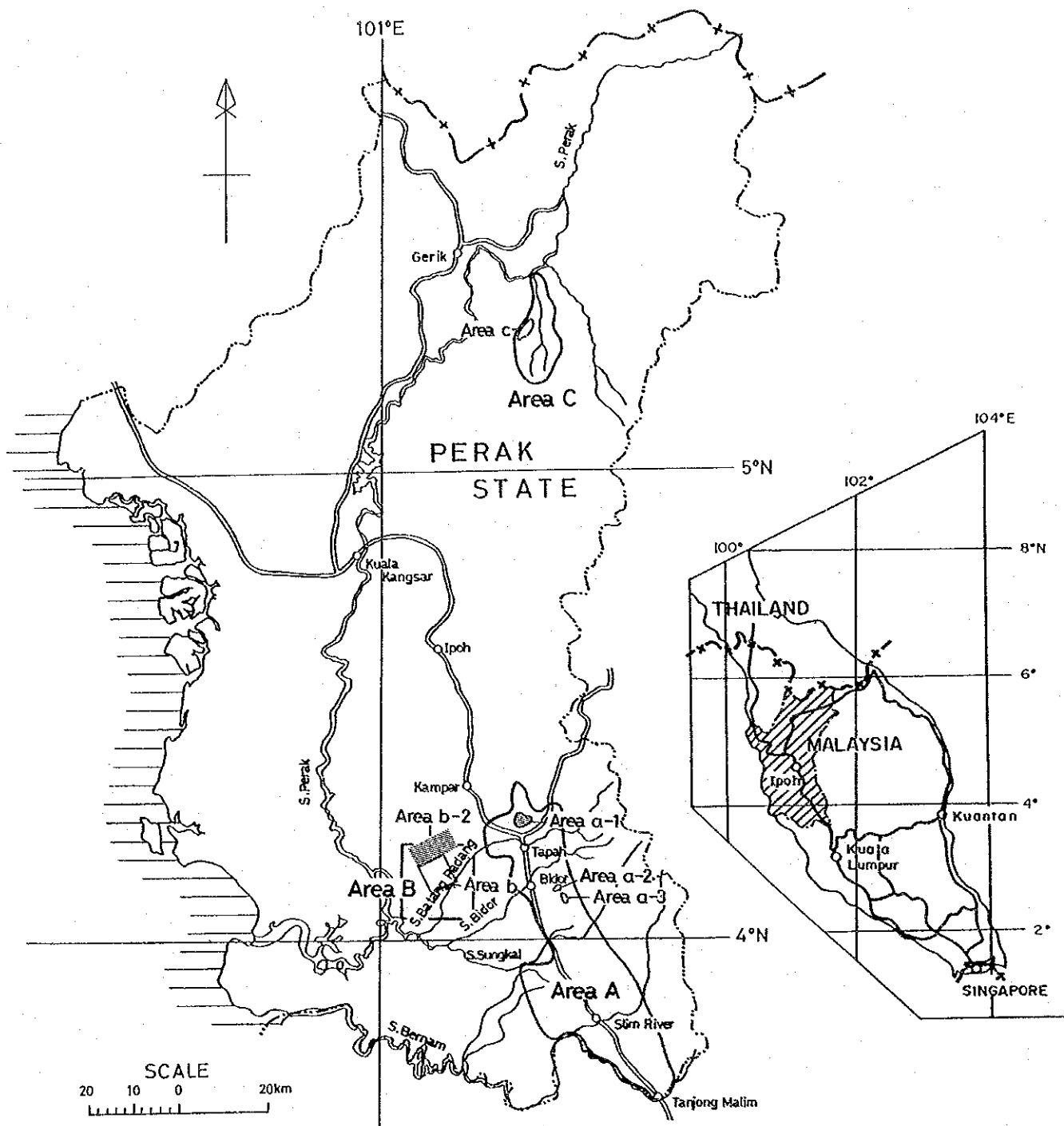
平成3年2月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介

金属鉱業事業団

理事長 福原元一



調査地域位置図

LEGEND




-  Phase I Area
-  Phase II Area
-  Phase III Area

Fig.1

Location of the project area

要 約

マレーシア国ペラ地域の資源開発協力基礎調査は、ペラ州内のA、B及びC地区 (Fig.1参照) 合計1,390km²の範囲について地質状況を解明し、鉱床賦存状況を把握する目的で、昭和63年度から3ヵ年計画で実施されてきた。

その最終年度に当たる第3年次 (平成2年7月～平成3年2月) には、第2年次調査によって金鉱床胚胎有望地区として抽出されたa-1区域 (A地区) 北東部で、初生金探査を目的としてボーリング調査を、B地区では第2年次に引き続き、第四紀砂礫層中の砂錫鉱層探査を目的として物理探査 (重力法) 及びボーリング調査を実施した。

a-1区域北東部のボーリング調査では、ほぼNW-SE方向の直線に沿って約50m間隔で3地点、各地点で北東方向に-30°と-60°の傾斜で2孔ずつ合計6孔約900mを掘進し、コア調査とAu, Ag, As, Cu, Pb, Zn, Sn及びWの8成分の化学分析を行った。

その結果、付近一帯が厚さ40mにも及ぶ崖錐堆積物で覆われていること、及び地表下約50mの珪化片岩中に最高Au 2.1ppmを含む潜頭性の初生金鉱化作用とAgを伴う微弱なベースメタル (Cu・Pb・Zn) の鉱化作用が存在することが明らかとなった。

崖錐堆積物中に存在する金は、北東方の山塊斜面から片岩角礫と共に運ばれ濃集した可能性が高い。この種の崖錐堆積物はA地区a-1区域以外の区域にも存在する可能性がある。

一方、初生金鉱化作用については、現在確認されている鉱化の金品位が低く、その経済的な重要性は低い。初生金が珪化岩中にあり、Asと密接に関係して生じているという事実は、この地域の今後の初生金探査にとって有効な指針となるであろう。

B地区では、第2年次調査と同様に第四紀砂礫層中の砂錫鉱層を探査するために、b-2区域で物理探査 (重力法)、b及びb-2区域で6孔合計442mのボーリング調査を実施した。

その結果、大規模・高品位砂錫鉱層は、古流系チャンネル内で基盤深度が深く、しかも大規模な凹部の最下底部に存在する可能性が高いこと、さらに北東端部の重力基盤の深い落ち込みがこのような大規模な基盤の凹地に相当する可能性があることが明らかとなった。

しかしながら、この地区の砂錫鉱層は、現在の採掘限界深度 (60m) 以下にあって錫品位も低いことから、現時点での経済性は低いと考えられる。

目次

はしがき

調査地域位置図

要約

第I部 総論

第1章 序論	1
1-1 調査の経緯	1
1-2 第1年次調査の結論と提言	1
1-2-1 第1年次調査の結論	1
1-2-2 第1年次調査の提言	2
1-3 第2年次調査の結論と提言	2
1-3-1 第2年次調査の結論	2
1-3-2 第2年次調査の提言	2
1-4 第3年次調査の概要	3
1-4-1 調査地域	3
1-4-2 調査目的	3
1-4-3 調査方法	3
1-4-4 調査量	6
1-4-5 調査団の編成	6
1-4-6 調査期間	7
第2章 調査地域の地理	9
2-1 地形及び水系	9
2-2 気候及び植生	9
第3章 地質・鉱床概要	11
3-1 地質概要	11
3-2 鉱床概要	11
第4章 調査結果の総合検討	15
4-1 A地区	15
4-2 B地区	15
第5章 結論及び提言	17
5-1 結論	17
5-2 将来への提言	17

第II部 各論

第1章 A地区 (a-1区域)	19
1-1 ボーリング調査	19
1-1-1 調査目的	19
1-1-2 調査方法	19
1-1-3 ボーリング工事内容	20
1-1-4 コア調査結果	23
1-1-5 化学分析結果	31
1-1-6 岩石薄片検鏡結果	35
1-1-7 鉍石研磨片鑑定結果	37
1-1-8 回折X線解析結果	38
1-1-9 考察	39
1-2 調査結果の検討	44
第2章 B地区	45
2-1 物理探査 (重力法, b-2区域)	45
2-1-1 探査目的	45
2-1-2 測定方法	45
2-1-3 解析方法	49
2-1-4 解析結果	52
2-1-5 考察	54
2-2 ボーリング調査	67
2-2-1 調査目的	67
2-2-2 調査方法	67
2-2-3 スラッジ調査結果	69
2-2-4 スラッジ分析結果	74
2-2-5 考察	74
2-3 調査結果の検討	82
第3章 調査結果の総合検討	85
3-1 A地区	85
3-2 B地区	85

第III部 結論及び提言

第1章 結論	87
1-1 A地区	87
1-2 B地区	87
第2章 将来への提言	89

2-1	A地区	.....	89
2-2	B地区	.....	89

参考文献

图表一览

卷末

第I部 総論

第 1 章 序 論

1-1 調査の経緯

ペラ州の州都イポ (Ipoh) を中心として南に広がるキンタ溪谷 (Kinta valley) は、100年以上前から錫の産地として知られており、自由世界における錫消費量の50%以上を供給してきたが、最近では、資源の枯渇と市況の低迷等により生産量が激減している。

このような状況から、マレーシア政府は、錫以外の新しい鉱物資源を求め、1987年、ペラ地域の資源開発協力基礎調査を日本国政府に要請した。

この要請に応えるために日本国政府により派遣された国際協力事業団 (JICA) 及び金属鉱業事業団 (MMAJ) のミッションは、1988年3月、マレーシア地質調査所 (GSM) との間で作業協定を締結し、同年7月、同地域の資源開発協力基礎調査を開始した。

第1年次 (1988年7月～1989年2月) の対象範囲は、A、B、Cの3地区合計1,390km²から成る。そのうち、A地区においては全域の地質調査・地化学探査及び一部の地域の物理探査 (GSAMT法) を、B地区においては既存資料の検討を、C地区においては全域の地質調査・地化学探査をそれぞれ実施し、鉱床胚胎有望区域を抽出した。

第2年次 (1989年6月～1990年2月) には、第1年次調査によって抽出されたA地区より a-1、a-2、a-3区域、B地区より b区域及びC地区より c区域の合計57km²において、さらに精度を高めた地質調査・地化学探査、トレンチ調査及びボーリング調査を実施した。その結果に基づいて有望区域をさらに限定し、a-1区域東部でのボーリング調査とB区域での物理探査 (重力法) 及びボーリング調査の実施を提言した。

1-2 第1年次調査の結論と提言

1-2-1 第1年次調査の結論

A地区

①この地区の地質は、古生代の千枚岩とこれを貫く二疊紀～三疊紀のMain Range花崗岩で構成され、金・錫石鉱脈型鉱床が賦存していること、②Main Range花崗岩から千枚岩帯に向って、レアアース→錫・タングステン→金のように地化学異常が帯状分布しており、特に顕著な異常として、Tapah-Bidorハイウェイの東側に広がる2～4km×22kmの大規模な金異常帯が存在し、Bukit Mas地区の北側の位置する異常帯はBukit Mas地区より優れており、金鉱床賦存の可能性が高いこと、③物理探査 (GSAMT法) により、千枚岩中の含金石英脈であるBukit Mas金鉱床の鉱化帯は小規模であること、が明らかになった。

B地区

①第四紀層中に錫が賦存する可能性は、Changkat Jong地区より隣接するTeluk Intan地区の方が遙かに高いこと、②錫石の濃集ゾーンは起伏状況に支配されるので、ボーリング探査に先立って基盤構造を調査するのが望ましいこと、が明らかになった。

C地区

①この地区の地質は、古生代の結晶片岩とこれを貫くMain Range花崗岩で構成されていること、
②Main Range花崗岩から結晶片岩帯に向って、レアアース・錫→タングステン→金のような地化学異常帯の帯状分布が認められ、金、錫の鉍化帯が存在する可能性があること、が明らかになった。

1-2-2 第1年次調査の提言

A地区

Tapah北部～Bidor南部で得られた金異常帯に対し、一部トレンチ調査を含む地質調査及び土地化学探査を実施しその濃集の程度、深部への広がり及び地質との関係を把握する。

B地区

Teluk IntanのLabu Kubung地区を中心とする重力探査を行って、基盤の起伏状況を明らかにし、錫石鉍層の広がりと深度を推定する。

C地区

Duabelas川及びJopal川の金、錫、レアアース、Ringat川下流の金の地化学異常帯に対し、地質調査、地化学精査(土壌及び岩石)を実施して、その濃度の程度や地質との関係を把握する。

1-3 第2年次調査の結論と提言

1-3-1 第2年次調査の結論

A地区

①a-1区域には、Main Range花崗岩と古生層千枚岩との接触部付近の土壌中に広範囲の金地化学異常帯(幅0.6km×延長1.4km、平均金品位0.410ppm、最高金品位2.708ppm)が存在すること、
②金は下位の岩石中に濃集している可能性があること、
③a-2・a-3両区域共に、金鉍床が胚胎する可能性が低いこと、が明らかになった。

B地区

①物理探査(重力法)によって、北東部が海拔100m以下に沈み込んでいること、
②ほぼ中央部にU字型のチャンネル構造が存在すること、
③同時に実施した3孔と過去にGSMによって実施された5孔のボーリング孔のいずれも基盤の凸部に位置していること、
④3孔のボーリング調査によって、比較的基盤岩に近い第四紀砂礫層中に層厚3.1-4.6m、 SnO_2 品位0.39-0.81kg/m³の錫鉍層が存在すること、
⑤浅部に多量に存在する粘土の主成分はカオリンと石英で高品質のものではないことが、明らかになった。

C地区

c区域におけるAu、Sn及びREEのポテンシャルは非常に低いことが明らかになった。

1-3-2 第2年次調査の提言

a-1区域

北東部のMain Range花崗岩体西側の金地化学異常帯に対して、鉍化作用の詳細を明らかにするために、ボーリングを実施する。

b区域

基盤岩の起伏状況を明らかにするために、引き続き北西隣でも物理探査(重力法)を実施し、これによって推定されたチャンネルに対してボーリング調査を実施する。

1-4 第3年次調査の概要

1-4-1 調査地域

第3年次の調査地域は、Fig.1に示す通り、A地区a-1区域及びB地区b及びb-2区域の3区域から成立っている。

a-1区域は、国道1号線沿いの町タパ(Tapah)の約3km北方に位置し、Chenderiang川の支流であるJong川の水系をすべて含む6.0km²の面積を占めている。ボーリング調査が実施された地域は、このa-1区域の東部、タパ農園(Tapah Estate Sdn. Bhd., オイルパーム園、中国人経営)内に位置している(Fig. I-1-1)。

b-2区域は、Batang Padang川とBidor川の合流点の南側に位置しており、b区域(第2年次の物理探査範囲)の北西側に隣接する面積約25km²の範囲にある(Fig. I-1-2)。

1-4-2 調査目的

a-1区域

第2年次の土地地化学探査及びトレンチ調査の結果、北東部のMain Range花崗岩西側で得られた金地化学異常帯に対して、その下部に予想される含金石英脈の存在あるいは母岩中の金鉱染の両方の可能性をボーリング調査によって確認する。

b-2区域

第2年次にb区域で実施したと同様に、物理探査(重力法)により基盤の起伏状況を明らかにすると共に、これによって推定された基盤の凹地に対してボーリング調査を実施し、砂錫の賦存状況及び砂錫濃集と重力基盤構造との関係を明らかにする。

1-4-3 調査方法

a-1区域

第2年次調査で明らかになった土壌中の金地化学異常帯の下部に向けてボーリングを実施した。ボーリングの方向、傾斜及び掘進長は、以下の通りである(注)。

孔番号	方向	傾斜	掘進長	(注)当初は、傾斜-30°掘進長300mで3孔合計900m掘進する計画であったが、第1孔の掘進で鉱化作用の存在する可能性の低い花崗岩が予想外に浅部に存在することが明らかになったので、掘進計画を変更した。
MJMP-10	45°	-30°	150.60m	
MJMP-11	45°	-30°	160.50m	
MJMP-12	45°	-30°	150.50m	
MJMP-13	45°	-60°	140.40m	
MJMP-14	45°	-60°	150.60m	
MJMP-15	45°	-60°	150.70m	

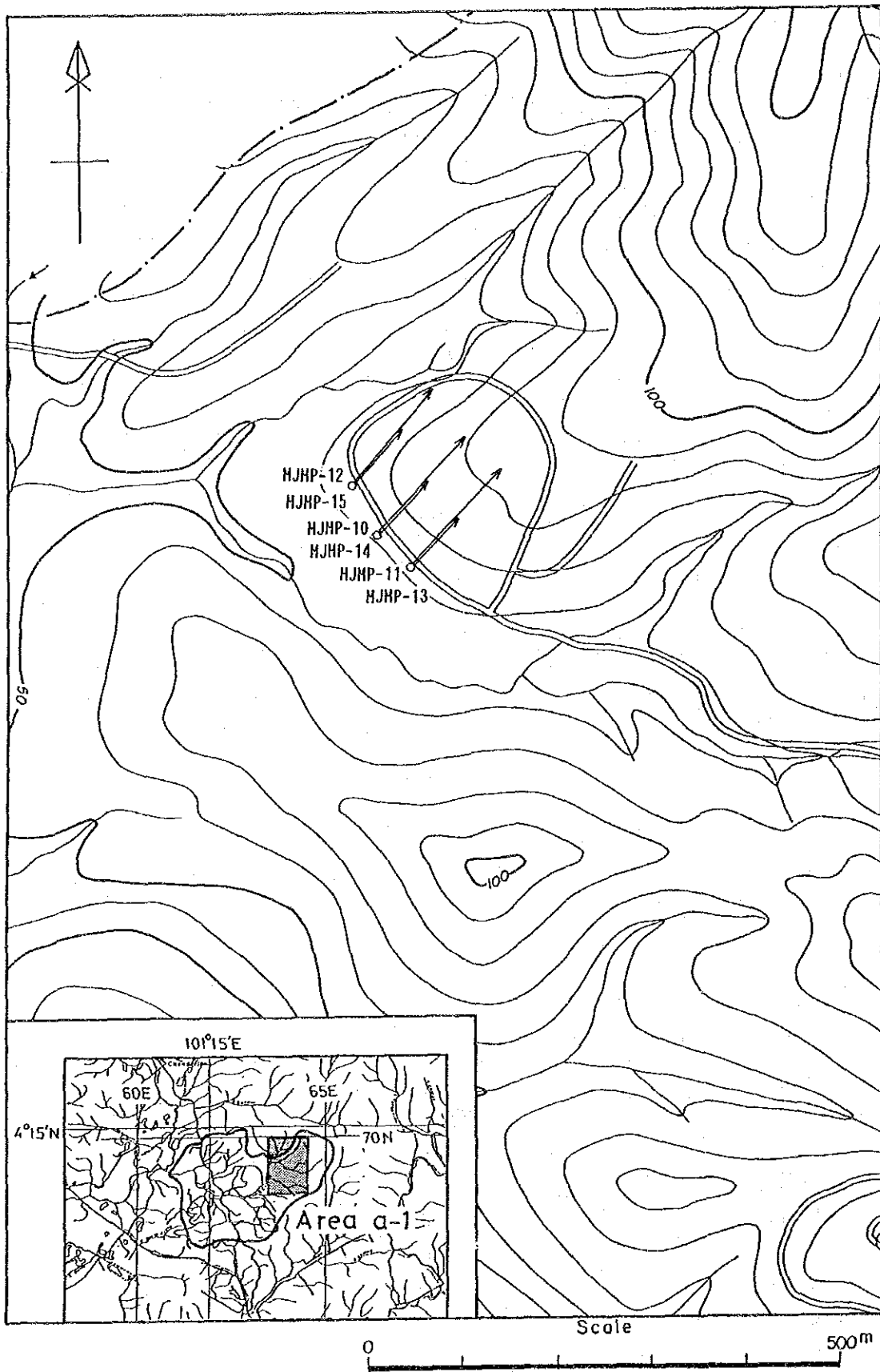


Fig.I-1-1 Location of the drilling survey area, Area a-1

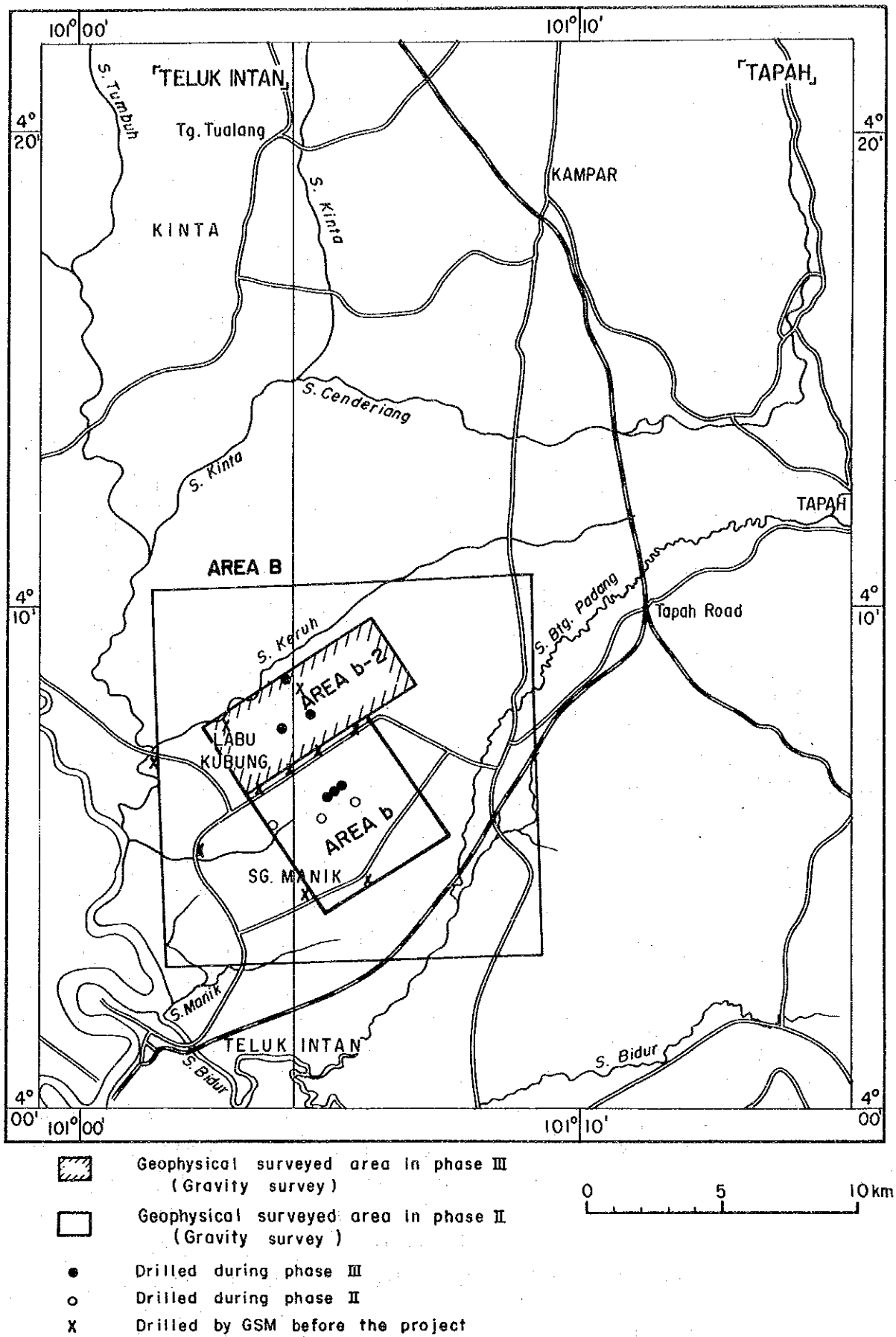


Fig.I-1-2 Location of the geophysical and drilling survey areas, Area B

地表部土壌中の金濃集が、“下部の千枚岩(脚注)中に、予想される含金石英脈に由来するものか？”あるいは“千枚岩自体に鉱染する金に由来するものか？”を確認するために、逢着した石英脈のみならず母岩についても出来るだけ系統的にサンプリングして化学分析に供する。

b-2 区域

第2年次と同様に、基盤の起伏状況を明らかにするための精密重力測定は、広域重力測定とは異なり、微弱な重力差でも推定する基盤構造に大きく影響する。したがって、測定の閉塞を毎日実施し、しかも、その閉塞誤差を出来るだけ少なくするように努めた(0.2mgal以下)。

基盤深度と砂錫の賦存状況を明らかにするためのボーリングは、GSM所有の半自動バンカー・ドリルを使用して行った。砂錫は基盤の凹部に胚胎する可能性が高いことから、第2年次の重力法によって推定された重力基盤の凹部付近で4孔、第3年次の重力法で推定された凹部付近で2孔の合計6孔掘進した。約1.5m(5フィート)ごとに採取されるスラッジは、観察・計量後、即座にパンニングし、GSM Kuantan分析所に発送した。分析所では、その重鉱物コンセントレートを計量した後、8成分(Au・Ag・Cu・Pb・Zn・W・Sn)の化学分析を行った。

1-4-4 調査量

調査量をTable 1-1-1に、室内試験・分析数量をTable 1-1-2に示す。

1-4-5 調査団の編成

調査は、以下のような編成で実施した。

調査計画策定・折衝

古宇田亮一	通商産業省	Yin Ee Heng	マレーシア地質調査所
霜島 洋	金属鉱業事業団	Fateh Chand	マレーシア地質調査所
-	-	Shu Yeak Khoong	マレーシア地質調査所
-	-	Loh Chiok Hoong	マレーシア地質調査所

現地調査

団長・コア調査	林 育浩	大手開発株	Loh Chiok Hoong	マレーシア地質調査所
コア調査	-	-	Mohd Suhaili Ismail	マレーシア地質調査所
コア調査	-	-	Mohd Anuar Mohd Yosof	マレーシア地質調査所
物理探査	福田 浩	大手開発株	-	-
物理探査	加藤雅胤	大手開発株	-	-
ボーリング	関口茂男	大手開発株	Nordin bin Abdullah	マレーシア地質調査所
ボーリング	小館善蔵	大手開発株	Arshad bin Musa	マレーシア地質調査所
ボーリング	工藤徳蔵	大手開発株	Jernail Singh	マレーシア地質調査所
測量	-	-	Abu Bakar Che Ngah	マレーシア地質調査所

(脚注) ボーリング調査の結果、大部分、角閃岩と片岩であることが明らかになっている。

1-4-6 調査期間

現地調査（含む現地解析）：平成2年 7月23日 ～ 平成2年11月23日
 物理探査：平成2年 7月30日 ～ 平成2年 9月22日
 ボーリング調査：平成2年 7月30日 ～ 平成2年10月27日
 準備・コア調査：平成2年 7月23日 ～ 平成2年11月23日
 報告書作成：平成2年11月24日 ～ 平成3年 2月27日

Table I-1-1 Survey amounts

Phase III (1990)

Method	Area	Items	Quantities
Drilling (Diamond Drilling)	a-1	Length drilled	903.30 m
		MJMP-10 (45° , -30°)	150.60 m
		MJMP-11 (45° , -30°)	160.50 m
		MJMP-12 (45° , -30°)	150.50 m
		MJMP-13 (45° , -60°)	140.40 m
		MJMP-14 (45° , -60°)	150.60 m
		MJMP-15 (45° , -60°)	150.70 m
Geophysical Survey (Gravity method)	b-2	Survey area	22.5 km ²
		Number of points measured	613 points
Drilling (Banka drill)	b	Length drilled	441.8 m
		MJMP-4	66.0 m
		MJMP-5	70.0 m
	b-2	MJMP-6	71.0 m
		MJMP-7	71.1 m
		MJMP-8	79.2 m
		MJMP-9	85.1 m

Table I-1-2 Laboratory tests and analyses in Japan

Laboratory studies	Amounts
(1) Thin section observation under microscope	42
(2) Polished section observation under microscope	15
(3) X-ray diffraction analysis	15

第2章 調査地域の地理

2-1 地形及び水系

A地区の東部には、NW-SE方向に連続する海拔標高1,500~2,000mの中央山脈(Main Range)の一部が含まれており、西部は、海拔標高50m以下の平坦地となっている。水系は、ペラ川(Sungai Perak)の支流のBatang Padang川、Bidor川、Sungkei川、Bernam川の支流のSlim川があり、いずれも南西方向に流下している。a-1区域はBatang Padang川支流であるChenderiang川の上流部Jong川の全水系を含んでいる。

B地区は海拔標高20m前後の平坦地で、この地区の西側には蛇行するペラ川本流があるが、地区内には河川は存在せず、それに代って、稲作のために造られたクリークが縦横に走っている。

2-2 気候及び植生

(1) 気候

マレーシアは熱帯モンスーン地帯にあり、日本のような四季はないが、11月~3月は北東モンスーン期で比較的雨が多く、マレー半島東海岸やサバ、サラワクでは雨季となる。6月~9月は南西モンスーン期で、全国的に乾燥した天気となるが、それでも時折スコールがある。

Fig. I-2-1は、プロジェクト地域の月別平均気温と平均降雨量を示している。気温は、ほぼ26~27°Cで年間を通じてほとんど変わらないが、ここでも南西モンスーンの影響を受けて、6月~8月は比較的雨が少ないようである。

(2) 植生

A地区については、東部の山岳地帯を除いて、ほとんどジャングルを見ることはできない。平野部は開発が進んでおり、南北に延びる国道の西側は、砂錫採掘跡が随所に点在する不毛地帯、東側はゴム園やオイル・パーム園が広範囲に存在する。a-1地区の大半はゴム園とオイル・パーム園で占められており、6孔のボーリング地点は、いずれもオイル・パーム園の中にある。

B地区は平坦で水田が大半を占めており、その他、ゴム園やオイル・パーム園も存在する。

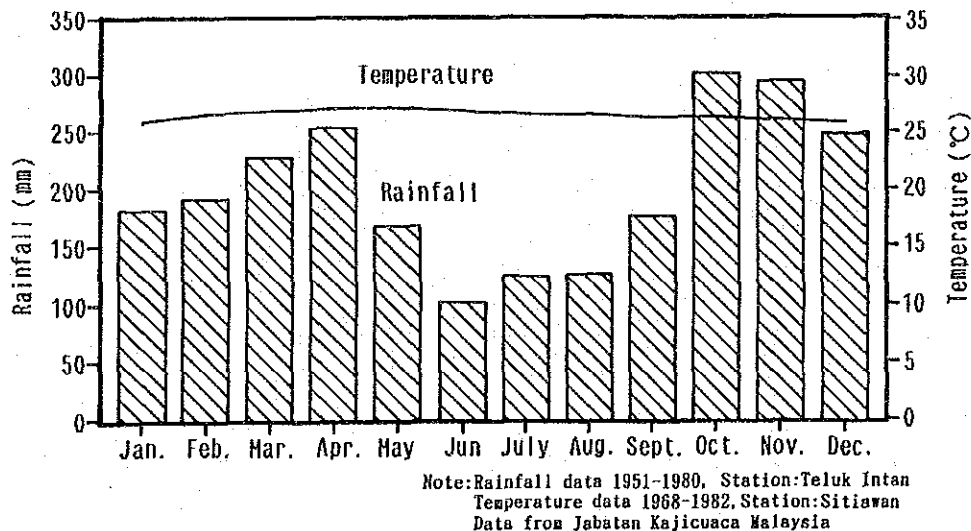


Fig. I-2-1 Monthly average temperature and rainfall in Project Area.

第3章 地質・鉱床概要

3-1 地質概要

Hutchison, C.S. (1977) は、マレー半島を西側から順に西部安定陸棚 (Western Stable Shelf)、中央山脈帯 (Main Range Belt)、中央地溝 (Central Graben) 及び東部帯 (Eastern Belt) の4つの構造帯に大別している (Fig. I-3-1及び脚注¹参照)。

本調査地域 (A・B・C地区) が位置している中央山脈帯は、等斜褶曲を成す古生代の変堆積岩類とこれを貫く Main Range 花崗岩のバソリスで構成されている。本年度の調査地域のうちのA地区 a-1 区域は、この図で、中央山脈帯の中央部にあり、古生代の変堆積岩類と Main Range 花崗岩の接触部付近、B地区 b-2 区域は、さらに西方の沖積層分布域内に位置している。

第2年次までの調査により、“a-1 区域に露出する変堆積岩類は、変砂岩の薄層を伴う主として千枚岩からなり、これを貫く花崗岩には、斑状組織を示す Main Range 花崗岩バソリスの他に、等粒状組織を示す Changkat Rembian 花崗岩の岩株が存在すること” が明らかになっている。しかしながら、この地域は厚い表土に覆われていて新鮮な岩石の露出が限られているために、これまでの地表調査では風化岩や時には表土から地質を推定したものもあり、地質境界については必ずしも正確なものとは言い難い。今年度のボーリング調査の結果で、この区域には露出が認められていない角閃岩や片岩が下部に存在すること、これまで千枚岩に含められていた範囲の一部に沖積層と同時期か、それよりも新しい崖錐堆積物が存在すること等、新事実が明らかになっている。

3-2 鉱床概要 (Fig. I-3-2参照)

ペラ州の州都イポから南に広がるキンタ溪谷は、100年以上も前から知られている砂錫の産地であり、同時に砂金の産地でもある。砂錫鉱床は、キンタ溪谷の第四紀層中に胚胎しており、通常、砂錫及び少量の砂金の他にイルメナイト、ジルコン、モナザイト及びゼノタイム等の重鉱物を伴っている。初生錫鉱床及び鉱徴は、熱水鉱化作用あるいはスカルン鉱化作用に伴って、主として Main Range 花崗岩中あるいはその極く近辺に点在している。熱水鉱化作用に伴って生成した錫鉱床は、錫石-硫砒鉄鉱-石英脈で、黄鉄鉱、黄銅鉱、方鉛鉱等の硫化鉱物を随伴しているものや、錫石-鉄マンガン重石-石英脈で、硫化鉱物等を随伴するものもある。

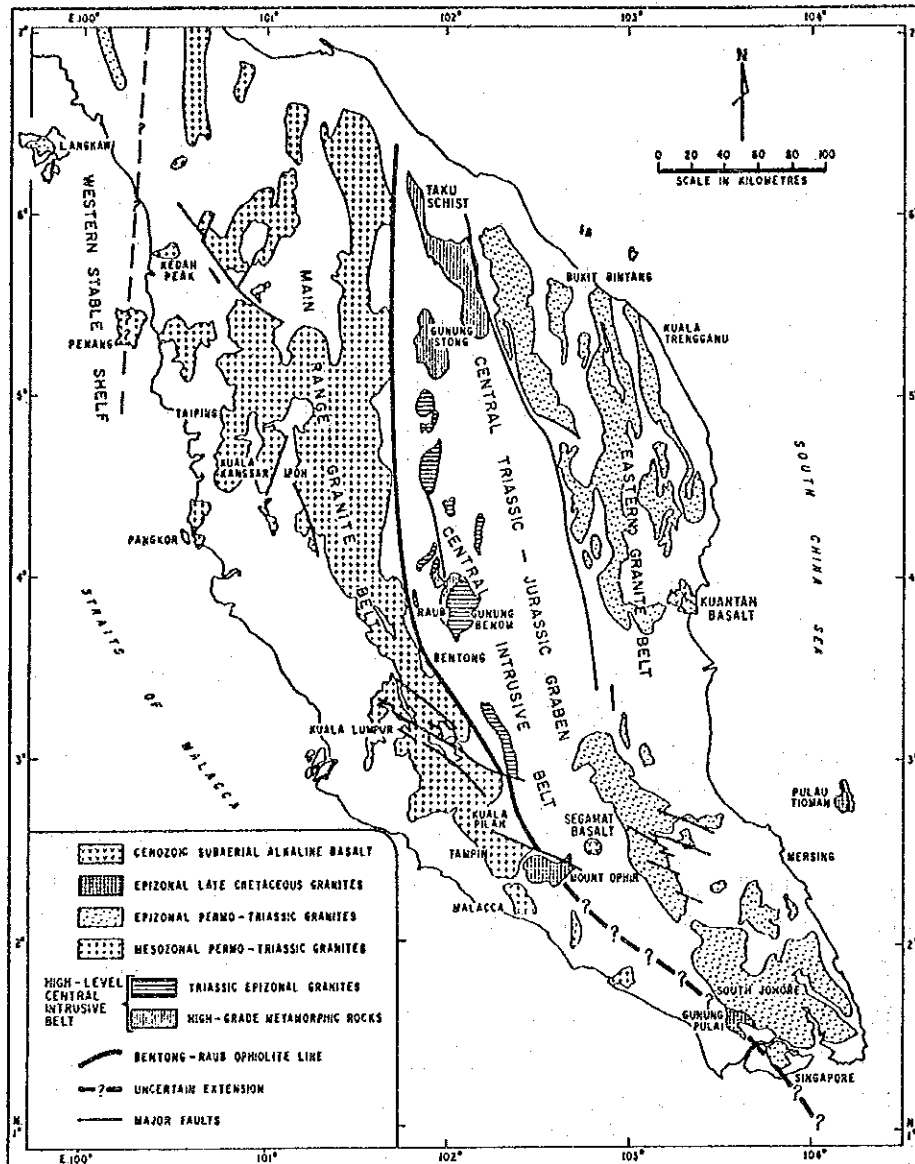
初生金鉱床及び鉱徴は、唯一、タパ南東方約2kmで千枚岩中の含金石英脈を過去に採掘した記録がある (Bukit Mas 金鉱床、脚注²参照) 以外には知られていない。

銅、鉛、亜鉛などのベースメタルについては、生産実績のある鉱床は存在しないが、極く小規模な鉱床及び鉱徴地がキンタ溪谷中で Main Range 花崗岩縁辺部の随所に点在している。

(脚注¹) 大別した4つの構造帯の内の中央地溝帯とは、Fig. I-3-1において CENTRAL TRIASSIC-JURASSIC GRABEN に CENTRAL INTRUSIVE BELT を含めたものである。

(脚注²) GSMが地質精査、土地化学探査及びボーリングを実施 (Lee S.L. et al., 1985) しており、第1年次調査で物理探査 (CSAMT法) を実施している。

その他、この地域では、非金属鉱物のカオリン鉱床が重要である。カオリンは、タバからビド (Bidor) にかけて小規模に露出するChangkat Rembian花崗岩の南東縁1.5km×4kmの範囲に生じている。



after Hutchison C. S. (1977)

Fig. I-3-1 Geological map of Peninsular Malaysia

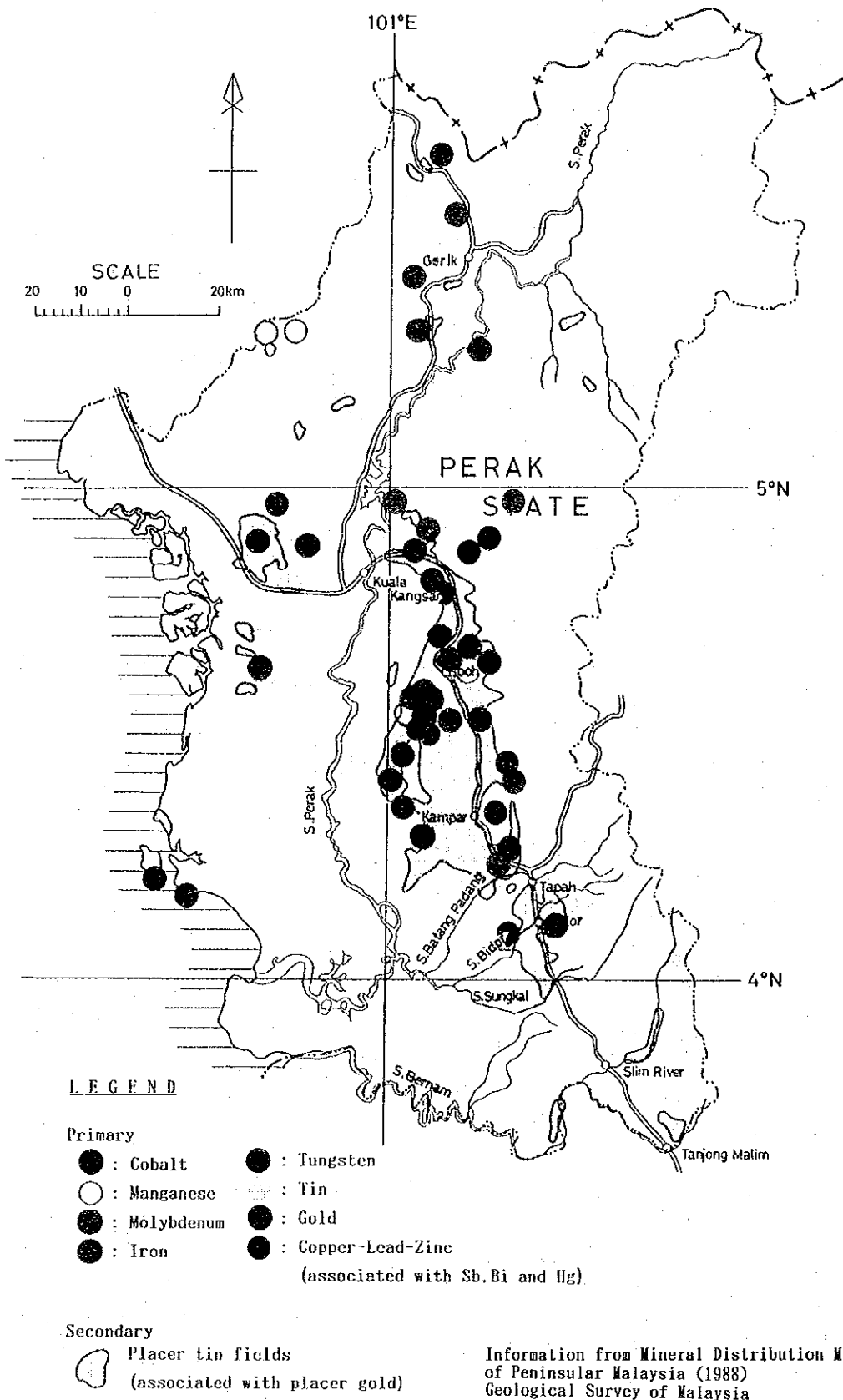


Fig. I-3-2 Mineral resources distribution in the State of Perak

第4章 調査結果の総合検討

4-1 A地区

a-1区域では、第2年次調査で捕捉した地表部土壌中の金濃集の起源を下位の基盤岩中の金鉱化作用に求めて、ボーリング調査を実施した。その結果、基盤岩中の珪化部に潜頭性の初生金及びベースメタルの鉱化作用の存在を確認した。この着鉱品位(2.1g/t Au)の経済的な重要性は低い、初生金がAsと密接に関係し、しかも珪化岩中に存在するという事実は、今後の初生金探査に良好な指針を与えるものと考えられる。

地表部土壌中の金濃集については、その土壌と基盤岩の間に層厚40mにも及ぶ崖錐堆積物が存在しているため、直接この金鉱化作用よってもたらされたとは考え難い。土壌中の金の起源については、北東方にかつて存在していたであろうルーフペンダント中の金鉱化作用にその可能性を求めるのが妥当であろう。

他方、地表部土壌中の金濃集、それ自体も重要な資源であるという立場から、GSMの協力で、50mグリッドの追加サンプリングを実施した。結果の概要及びその概略的な評価(巻末Appendix-5)によると、ボーリング実施範囲を含むサンプリング範囲(350m×2,400m)の最大深度3.0mまでの総含金量は、約150kg(平均品位0.16g/m³)、カットオフ品位を0.3ppmとした時の含金量は約80kg(平均品位0.90g/m³、鉱量120,000m³)となった。このサンプリング範囲一帯は、ボーリングで確認されたような厚い崖錐堆積物で覆われている可能性が大きいので、その鉱量は大幅に増加すると期待される。したがって、この鉱化作用を評価する上で、深度3.0mから基盤岩直上まで崖錐堆積物中のAu品位が重要なファクターとなる。

4-2 B地区

物理探査で作成した重力基盤深度図で深度80m以上の凹地の存在を示しており、しかもこれらの凹地は数珠状に連なっている。この一連の凹地は蛇行する古流系チャンネルを示していると予想される。この重力基盤深度図が、このような大局的な基盤地形をうまく表現しているという前提で、重力基盤地形とボーリング位置との関係を検討した。

重力基盤深度図上に、ボーリングの位置をプロットしてみると、MJMP-4、5、8及び9孔は、いずれも基盤標高-80m以深のほぼ凹地の範囲内で、最下底部から水平距離500m以内に位置している。それにもかかわらずMJMP-4孔で特に砂錫品位が低いのは、凹地の最下底部ではなくて局所的な斜面上に位置しているためと予想される。他方、MJMP-6及び7孔は、大局的に見ると古流系チャンネル内にあるが、局所的な高まりの部分に位置しており、理想的な砂錫胚胎条件に合致していない。

このように、既知ボーリングの重力基盤地形図上の位置と砂錫品位との関係から、高品位砂錫鉱層胚胎が期待される地点は、b及びb-2区域を通じて、この地域の最深地点は、北東端の標高-110m付近である。この地点を含む凹地は、測定範囲外にまで及ぶため、その全貌は明らかでないが、おそらく短径1.5km×長径3kmのこの地域で最大規模のものになる。このように、この最

深地点付近は先に議論した理想的な砂錫鉱床胚胎条件に合致している。

第5章 結論及び提言

5-1 結論

5-1-1 A地区

a-1 区域ボーリング調査によって得られた結論は、以下の通りである。

- (1) 第2年次に金濃集が確認された5箇所のトレンチ (No. 8, 9, 11, 12及び13) は、沖積層と指交関係にある厚い崖錐堆積物上にあり、金は主として片岩角礫からなる崖錐堆積物中に存在する。この崖錐堆積物中の金は、北東方の花崗岩山塊西斜面を覆っていたであろう片岩ルーフペンダント中の金鉱化作用に由来し、片岩角礫と共に崖錐堆積物中に二次的に濃集したものと推定される。
- (2) 地表下約50mの珪化岩中に、最高2.1ppm (採試幅: 1.00m) を含む潜頭性の初生金鉱化作用の存在を、地表下約120mの珪化岩中にAgを伴うベースメタル (Cu・Pb・Zn) の鉱化作用の存在を確認した。
- (3) 初生金鉱化作用はAsと密接に関係して生じており、Asは初生金を探査する上で、有効な指示元素となるであろう。

5-1-2 B地区

b-2 区域の物理探査 (重力法) とb及びb-2 区域のボーリング調査で得られた結論は以下の通りである。

- (1) 大規模・高品位砂錫鉍層は、基盤深度の深い古流系内にあつて、その中の大規模な凹部の最下底部に胚胎する可能性が高い。
- (2) 古流系チャンネルの存在が明らかになり、その中でも、北東端部に深度-110mにも及ぶ大規模な重力基盤の落ち込みが存在し、これが高品位砂錫鉍層胚胎条件に合致する基盤の凹部である可能性がある。
- (3) 6孔のボーリングで捕捉した砂錫鉍層については、いずれも現在の採掘限界深度の60m以下にあり、しかも錫品位も低いことから、現時点での経済的な重要性は低い。

5-2 将来への提言

いずれも現時点での経済的な重要性は低いが、将来に備えて以下の探鉱を提言する。

5-2-1 A地区

- (1) a-1 区域の崖錐堆積物中の金を対象として、その3次元的な分布状況を明らかにするためにグリッド方式によるボーリング (バンカー・ドリル) を実施する。
- (2) 第2年次までに得られた、特にMain Range花崗岩縁辺部に存在するAu地化学異常域について、改めて崖錐堆積物の分布を調査し、その分布範囲に対して金を対象とした土壌地化学精査及びボーリング (バンカー・ドリル) を実施する。

(3) a-1 区域のボーリング調査で存在が確認された初生金鉱化作用の形状・規模・品位等を明らかにするために、ボーリングを実施する。

5-2-2 B地区

(1) 基盤起伏と砂錫分布との詳細な関係を明らかにするために、推定された古流系チャンネルに直交するような直線上に複数のボーリング(バンカー・ドリル)を実施する。

(2) 高品位砂錫鉱層が期待される北東端の大規模な重力基盤の凹地の全貌を明らかにするため、追加重力測定を実施し、ボーリング(バンカー・ドリル)を実施する。

第II部 各論

第1章 A地区a-1区域

1-1 ボーリング調査

1-1-1 調査目的

このボーリングの目的は、“第2年次の土地化学探査及びトレンチ調査の結果、北東部のMain Range花崗岩西側で得られた金地化学異常帯に対して、その下部に予想される含金石英脈の存在あるいは母岩中の金鉱染の両方の可能性を確認すること”である。

1-1-2 調査方法

(1) ボーリングの位置等の決定

金地化学異常帯の中で、トレンチ調査によって特に高い金含有量が得られたトレンチ No. 8, No. 9 及び No. 13 の下部に向け、しかもこの区域に露出する石英脈の一般走向に直交するように、ボーリングの位置を決め、次の通り、方向・傾斜・掘進長を計画した。

孔番号	方向	傾斜	掘進長
MJMP-10	45°	-30°	300m
MJMP-11	45°	-30°	300m
MJMP-12	45°	-30°	300m

しかしながら、第1孔掘進途中に、予想以上に浅所で金鉱化の可能性の低い花崗岩に達したことから、その後の掘進計画を次の通り変更した。

孔番号	方向	傾斜	掘進長 (実績)
MJMP-10	45°	-30°	150m (150.60m)
MJMP-11	45°	-30°	160m (160.50m)
MJMP-12	45°	-30°	150m (150.50m)
MJMP-13	45°	-60°	140m (140.40m)
MJMP-14	45°	-60°	150m (150.60m)
MJMP-15	45°	-60°	150m (150.70m)

(2) コア調査方法

地表部土壌中の金濃集が、“千枚岩(ボーリング調査の結果、大部分、角閃岩と片岩であることが明らかになっている)自体の鉱染によるものか”、“その下部に存在が予想される含金石英脈によるものか”を確認するために、達着した石英脈のみならず母岩についても出来るだけ系統的にサンプリングして化学分析に供することにした。

さらに、表土中の金の深度別変化を把握するために、一部の孔については無水掘進を試み、表土の採取・分析を行った。

第2年次に作成された地形図は簡易測量によるもので、必ずしも精度は良くない。ボーリング孔とトレンチとの正確な関係を把握するために、トランシットを用いた本格的な測量を実施して地形図を作成した。

1-1-3 ボーリング工事内容

(1) ボーリング位置

ボーリング地点は、a-1区域の東部、タバ・エステート(Tapah Estate Sdn.Bhd., 中国人経営)内に位置している。交通は比較的至便で、タバからキャメロン・ハイランド(Cameron Highland)に向う舗装道路を通過してタバ・エステート入口まで車で10分、そこからは四輪駆動車のみ通行可能な曲がりくねった急峻な山道となるが、約10分で到達することができる。3地点6孔のそれぞれの位置(Fig. II-1-1)は、いずれもオイル・パーム園内にあり、第1地点(MJMP-11及び13孔)及び第2地点(MJMP-10及び14孔)はJong川上流右岸の平坦な沖積層上に、第3地点(MJMP-12及び15)は緩やかな丘の南斜面上にある。

(2) 工事概要

試錐機(Longyear 34)、ポンプ等の掘進機械類はGSM所有のものを使用し、日本ビット、ロッド等の掘進用具及び泥剤は日本から持ち込んだ。さらに、やぐら丸太、足場板材、セメント等は現地で購入した。

掘進作業は原則として8時間3交代の24時間連続稼働とし、設営・解体・移設の作業期間は、昼間8時間(午前8:00~午後4:00)または昼間6時間2交代(午前7:00~午後1:00及び午後1:00~午後7:00)とした。

日本から搬入した資・機材の通関が予想外に手間取ったため第1孔掘進開始が遅れたこと、試錐機の破損で修復に時間を要したこと、厚い珪化岩の掘進で掘進速度が著しく低下したこと等の理由で掘進完了が当初予定より遅れた。最終的な掘進期間は、以下の通りである。

掘進開始日：平成2年 8月14日

掘進完了日：平成2年10月17日

(3) 資・機材の搬入及び移設作業

試錐機、ポンプ等の掘進機械類は、搬入道路の補修後、イポのGSMからトラック積み込み、ボーリング現場まで直接搬入した。一方、日本から搬入した資・機材は、予めタバの町に借り上げていた倉庫に保管し、必要に応じてボーリング現場に持ち込んだ。移設作業時の試錐機の移動は、トラックあるいはジープに牽引させた。

(4) 工事用水の確保

揚水ポンプとパイプを使用し、Jong川上流から現場に直接給水した。Jong川上流は必ずしも水量が豊富な川ではないが、掘進期間中は特に用水不足は生じなかった。

(5) 掘進作業

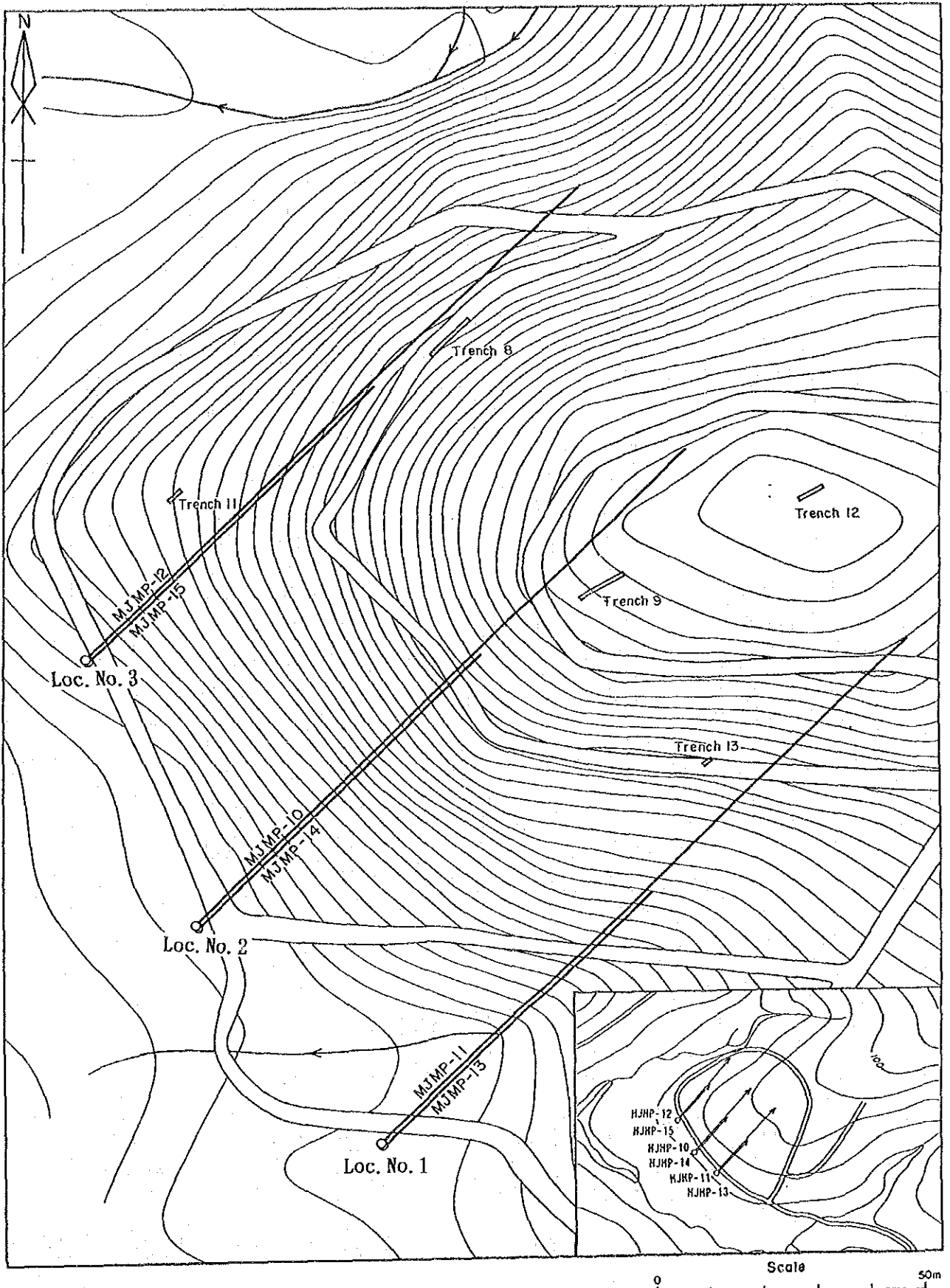
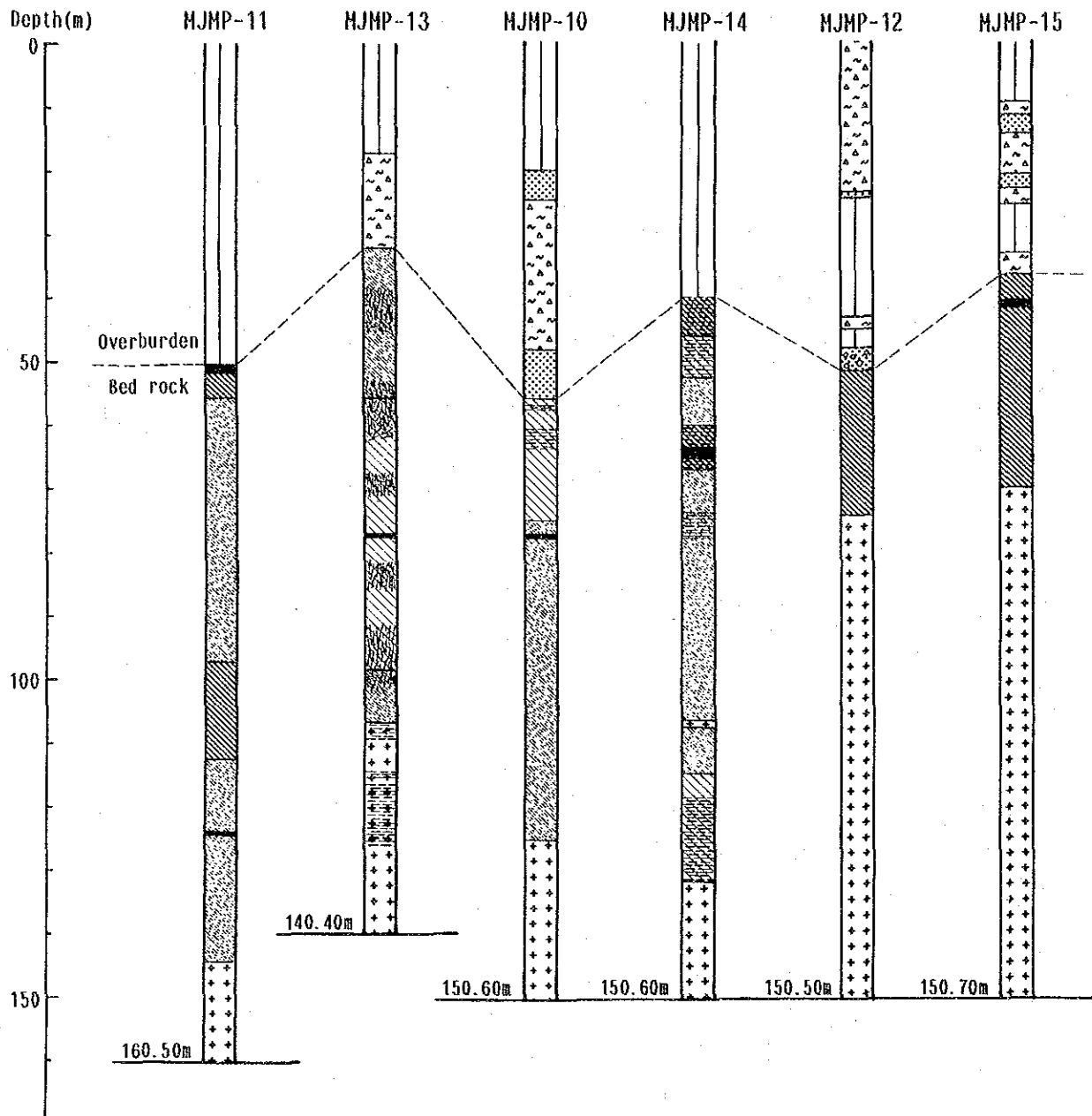


Fig.II-1-1 Location map of the drill holes and its related trenches, Area a-1



LEGEND

- | | | | | | |
|--|--------------------------------------|--|--------------|--|------------------|
| | Detritus
(mainly shist fragments) | | Green schist | | Non core |
| | Alluvium
(mainly quartzose sand) | | Quartz vein | | Sheared fracture |
| | Biotite schist | | Silicified | | |
| | Amphibolite | | Granite | | |

Fig. II-1-2 Summarized geological logs, Area a-1

各孔毎の掘進実績は、巻末のAppendix-1(1)～(6)に、掘進工程はAppendix-2(1)～(6)に、使用機器及び消耗品数量はAppendix-3に、それぞれ添付されている。

1-1-4 コア調査結果 (Fig. II-1-2参照)

(1) MJMP-11孔

(1-1) 位置、方向、傾斜及び掘進長

位置：経距 469.568E 緯距 364.102N

方向：45°

傾斜：-30°

掘進長：160.50m

(1-2) コアの地質及び鉱化作用

0.00m ～ 50.80m (ノン・コア)

0.00m ～ 40.00m付近まで、花崗岩質砂(スライムより推定)

40.00m付近より50.80mまで、黄褐色風化土壌(スライムより推定)

50.80m ～ 52.10m

透明に近い石英脈で、酸化鉄によって淡褐色に汚れている。部分的に微粒の黄鉄鉱が微量認められる。

52.10m ～ 56.00m

石英、斜長石、カリ長石、黒雲母からなる淡緑灰色の片岩で、比較的明瞭な片理構造を示す。この片理構造にほぼ平行する不規則形状のザクロ石-緑泥石-石英細脈を伴う。

56.00m ～ 99.00m

主として斜長石及びホルンブレンドから成る灰緑色の角閃岩で、部分的に少量の黒雲母を伴う。構成鉱物の量比の違いによる弱い片理構造を示している。方解石・緑泥石の1mm～数mmの細脈が全体に見られ、深度80m付近より、石英・方解石・緑泥石からなる幅数cmのパッチ状脈がしばしば出現し、その中に比較的粗粒のザクロ石を伴うことがある。磁硫鉄鉱は普遍的に認められ、多くは片理構造に平行に鉱染している。黄鉄鉱も全体に認められるが、磁硫鉄鉱に比べると量的には少なく、片理構造とは無関係に母岩中に散在している。黄銅鉱は極めて微量で、磁硫鉄鉱中のみ認められる。方鉛鉱は稀であるが、深度86m付近の方解石を主とする細脈中に認められる。

99.00m ～ 112.00m

主として石英、斜長石、黒雲母から成り、全体に淡灰色を示す片岩である。黒雲母は薄層として存在し、片理構造を目立たせている。磁硫鉄鉱・黄鉄鉱は99.00m以浅と同様に普遍的に認められ、黄銅鉱も微量ではあるが磁硫鉄鉱中に認められる。

112.00m ～ 144.55m

56.00～99.00mとほぼ同様の鉱物組成を示す灰緑色の角閃岩である。深度120m～125mでは黒雲母の薄層が特に目立つ。深度130m付近までは石英・方解石・緑泥石細脈が比較的発達している。深度135m以深に目立つ粒状ザクロ石は、片理にほぼ平行な石英・方解石細脈に伴われている。一方、緑泥石の微細脈あるいはパッチ状脈が深度120m付近以深に認められ、その量は深度と共に増加する傾向にある。黄鉄鉱は脈中にも生じているが、むしろ母岩中に鉱染しているものが多い。

磁硫鉄鉱は、脈中・母岩中いずれにも認められない。

145.55m ~ 160.50m(孔底)

石英、斜長石、黒雲母及びカリ長石から成り、長径2cmにも達する自形の斜長石が散在する斑状花崗岩である。片岩とは貫入関係で接している。黒雲母の一部は緑泥石に変質しているが、その変質は深度と共に弱くなる。極く少量であるが、緑簾石微細脈は全体に、緑泥石の微細脈は深度153m付近まで認められる。金属鉱物としては、極めて少量で微細な黄鉄鉱が、片岩との接触部付近に認められるのみである。

(2) MJMP-13孔

(2-1) 位置、方向、傾斜及び掘進長

位置：経距 469.568E 緯距 364.102N

方向：45°

傾斜：-60°

掘進長：140.40m

(2-2) コアの地質及び鉱化作用

0.00m ~ 17.90m(ノン・コア)

花崗岩質砂(スライムより推定)

17.90m ~ 18.20m

多数の脈石英角礫から成る

18.20m ~ 24.00m

強風化片岩角礫混り黄褐色～赤灰色粘土

24.00m ~ 32.20m

黄褐色～赤灰色風化(粘土化)片岩

32.20m ~ 39.00m

全体に緑泥石化を被っている淡緑灰色の角閃岩である。36.00m以浅では風化作用を受けている。ほぼ全体に微粒黄鉄鉱の鉱染が認められる。微粒微量の硫砒鉄鉱(?)が極く一部に認められる。

39.00m ~ 44.00m

同上の角閃岩で、全体に剪断破壊を受けており、緑泥石の微細脈で充填されている。微粒黄鉄鉱は全体に鉱染しており、割れ目に沿って生じているものもある。

44.00m ~ 56.00m

全体に破碎された緑灰色の角閃岩で、ホルンブレンドと斜長石から成る。その割れ目は、石英・緑泥石を伴う方解石細脈で充填されている。微粒黄鉄鉱は全体に認められ、岩石中に鉱染するものと細脈に伴うものがある。

56.00m ~ 99.00m

片理の発達した緑色片岩で、主として緑泥石、斜長石及び少量の黒雲母からなる。深度66m以深では黒雲母の薄層が目立つ。コアは全体に破碎されており、特に深度66m～71m付近で著しい。主として方解石・石英から成り少量の緑泥石を伴う細脈が全体に見られ、75m以深では、コアの10%以上を占めている。緑簾石の微細脈は75m以深で局部的に認められる。微粒黄鉄鉱は全体に認

められるが、特に深度80m~87m付近で顕著である。

深度77.35m~78.10mで石英脈に達しているが、ルーペの下でも金属鉱物は認められない。

99.00m ~ 107.50m

主としてホルンブレンドと斜長石からなるマイロナイト化した灰緑色の角閃岩である。黒雲母の薄層がほぼ全体に伴う。方解石・石英を主とし少量の緑泥石を伴う細脈がほぼ全体に認められ、75m以深では、コアの10%以上を占めている。緑簾石の微細脈は少量だがほぼ全体に認められる。微粒黄鉄鉱もほぼ全体に認められる。

深度106mから107.50mの花崗岩との接触部まではコア破碎が著しい。その剪断面はコアの伸張方向と低角度で斜交している。

107.50m ~ 140.40m(孔底)

石英、斜長石、黒雲母及びカリ長石から成る斑状花崗岩であるが、片岩との接触部(107.50m)から110m付近、115m付近から128m付近までは珪化を受けており、黒雲母はすべて緑泥石に変質している。石英・緑簾石微細脈が極く少量認められ、深度111m~118m付近では比較的多い。微粒黄鉄鉱は全体に鉱染しているが、片岩中に比べると少量である。

(3) MJMP-10孔

(3-1) 位置、方向、傾斜及び掘進長

位置：経距 469.534E 緯距 364.144N

方向：45°

傾斜：-30°

掘進長：150.60m

(3-2) コアの地質及び鉱化作用

0.00m ~ 24.00m(ノン・コア)

花崗岩質砂(スライムより推定)

24.00m ~ 24.50m

中粒石英質砂から成る

24.50m ~ 25.00m

主として石英の亜角礫から成る

25.00m ~ 29.20m

強風化片岩礫混り黄褐色粘土

29.20m ~ 56.10m

黄褐色~赤褐色~緑灰色粘土(強風化岩)

56.10m ~ 61.20m

緑灰色の片岩で一部に黒雲母薄層を伴っている。深度56.85m ~ 57.85m間は珪化作用を受けている。緑簾石・緑泥石・石英の微細脈が少量認められる。少量の黄鉄鉱がこの微細脈に伴なわれている他、岩石中にも鉱染している。一部に微粒の磁硫鉄鉱鉱染も認められる。

61.20m ~ 64.00m

珪化を強く受けた片岩で、その珪化のために片理構造がほとんど消失している。緑泥石や緑簾

石微細脈は極く少量認められる。黄鉄鉱はその微細脈に伴われるものと、片岩中に鉱染するものがある。

64.00m ~ 66.00m

脆弱な緑灰色の片岩である。比較的粗粒(径数mm)のザクロ石が片理に沿って多量に生じている。金属鉱物は見られない。

66.00m ~ 72.00m

全体に淡色で、石英、斜長石及び黒雲母から成る片岩である。極めて少量の緑簾石・緑泥石・石英微細脈が認められ、微量の黄鉄鉱さらに微量の黄銅鉱がこれに伴われている。

72.00m ~ 125.65m

緑灰色の角閃岩で、主としてホルンブレンドと斜長石から成り、随所に黒雲母の薄層を伴う。主として石英・緑泥石からなる微細脈が少量であるが全体に発達している。下部では細脈に方解石を伴う。ザクロ石は随所に認められる。特に深度74m~76m付近では片理に斜交する石英細脈中に散在し比較的粗粒(径数mm)である。黄鉄鉱は微細脈中に認められるが、岩石中の鉱染はむしろ磁硫鉄鉱であることが多い。深度74.50m~75.50mでは角礫質不毛石英脈が存在するものの、黄鉄鉱や磁硫鉄鉱等の硫化物を伴わない。

125.65m ~ 150.60m(孔底)

一般に、弱い緑泥石化及び緑簾石化を受けた石英・カリ長石・斜長石・黒雲母から成る斑状花崗岩である。角閃岩との境界部~126m付近までは珪化しており、緑簾石化も顕著である。一方、深度144m付近から孔底までは緑泥石化が比較的目立つ。

緑簾石及び緑泥石は、微細脈(幅1mm以下)としても認められる。緑簾石微細脈は片岩との境界部から深度129m付近及び深度134m~141m付近に、緑泥石微細脈は深度129m~134m付近に発達している。硫化鉱物は黄鉄鉱のみで、片岩との境界部から深度130m付近に緑簾石微細脈に伴って、あるいは鉱染している。深度130m付近以深には認められない。

(4) MJMP-14孔

(4-1) 位置、方向、傾斜及び掘進長

位置：経距 469.534E 緯距 364.144N

方向：45°

傾斜：-60°

掘進長：150.60m

(4-2) コアの地質及び鉱化作用

0.00m ~ 40.00m(ノンコア)

不明

40.00m ~ 52.00m

白色~淡緑灰色の珪化・緑泥石化した片岩である。石英細脈は深度40m~41mで少量認められるのみである。黄鉄鉱は全体にわたって比較的少量に鉱染している。

52.00m ~ 60.00m

全体に緑泥石化した緑灰色の片岩で、深度52m~57mでは緑簾石化を伴っている。黄鉄鉱は52m

以浅と同様に全体にわたって比較的多量に鉱染している。

60.00m ~ 66.40m

白色～淡緑灰色の珪化した片岩である。石英細脈は深度63m～64mに顕著に発達している。黄鉄鉱は全体に、磁硫鉄鉱は深度63m付近にのみ比較的多量に鉱染している。そのほか、硫砒鉄鉱が深度62m～65m付近に認められる。硫砒鉄鉱は片岩中に鉱染するものと、石英細脈に伴われているものがある。

66.40m ~ 74.00m

黒雲母の薄層を伴った緑灰色の角閃岩である。緑簾石と緑泥石を伴った方解石・石英微細脈が極く少量認められる。黄鉄鉱は全体にわたって比較的多量に鉱染している。

74.00m ~ 77.00m

白色～淡緑灰色の珪化した角閃岩で、緑泥石・緑簾石化は全体に、ザクロ石も一部に認められる。緑簾石と緑泥石を伴った方解石・石英微細脈は全体に発達している。黄鉄鉱は全体に多量に鉱染している。

77.00m ~ 102.00m

黒雲母の薄層を伴った緑灰色の角閃岩である。方解石を主とし石英と緑簾石を伴った微細脈が極く少量全体に認められる。黄鉄鉱は全体にわたって鉱染している。

102.00m ~ 106.30m

緑灰色の角閃岩であるが、黒雲母の薄層は部分的でしかも少量である。石英・方解石あるいは緑簾石・石英微細脈が全体に少量認められる。黄鉄鉱は多少の差はあるが全体に認められる。

106.30m ~ 108.00m

珪化・緑泥石化した細粒の花崗岩である。極めて少量の石英・方解石微細脈を伴っている。黄鉄鉱は全体に認められる。

108.00m ~ 115.00m

102.00m～106.30mと同様に少量の黒雲母薄層を伴う緑灰色の角閃岩である。緑簾石・方解石微細脈が微量であるが全体に認められる。黄鉄鉱は全体に認められるが、不均一である。

115.00m ~ 118.80m

緑灰色の片岩で、全体に強い緑泥石化と弱い珪化を受けている。少量の石英・方解石微細脈を伴っている。黄鉄鉱は全体に認められる。

118.80m ~ 132.00m

原岩は角閃岩と推定されるが、全体に極めて強い珪化、上下両側で緑泥石化を受けている。黄鉄鉱は全体に鉱染しているが、特に深度119m～122m付近では多量に存在しており、そこでは黄鉄鉱微細脈としても認められる。

131.90m ~ 150.60m(孔底)

珪化と緑泥石化を受けた花崗岩である。全体に黒雲母は緑泥石に変わっており、深度148m以深で認められるのみである。黄鉄鉱は全体に比較的多量に鉱染している。

(5) MJMP-12孔

(5-1) 位置、方向、傾斜及び掘進長

位置：経距 469.515E 緯距 364.195N

方向：45°

傾斜：-30°

掘進長：150.50m

(5-2) コアの地質及び鉱化作用

0.00m ~ 3.00m(ノンコア)

粘土(スライムから推定)

3.00m ~ 5.00m

黄色~褐灰色粘土

5.00m ~ 5.50m

黄色粘土を伴う紫灰色強風化岩

5.50m ~ 6.10m

黄灰色片岩角礫を含む赤褐色砂層

6.10m ~ 7.90m

風化した片岩角礫を含む淡灰~暗灰色粘土

7.90m ~ 8.80m

風化した片岩角礫を含む暗灰色細粒砂

8.80m ~ 23.20m

風化片岩角礫を含む淡灰~暗灰色、赤灰色あるいは黄色の粘土

23.20m ~ 24.40m

脈石英角礫含む白色粗粒砂

24.40m ~ 43.00m(ノンコア)

不明

43.00m ~ 43.80m

強風化花崗岩(礫)

43.80m ~ 44.00m

風化片岩角礫を含む灰~赤灰色粘土

44.00m ~ 47.80m(ノンコア)

不明

47.80m ~ 51.30m

脈石英・風化片岩等の亜角礫

51.30m ~ 53.50m

黄褐色風化片岩

53.50m ~ 74.10m

石英、斜長石、黒雲母及び少量のカリ長石からなる片岩で、しばしば堇青石、ザクロ石を伴う。二次鉱物として緑泥石が認められる。一部にグラファイトの薄層を伴う。石英微細脈が極く一部に、微量の黄鉄鉱鉱染が64m以深で認められる。

74.10m ~ 84.00m

緑泥石化/珪化作用を受けた斑状花崗岩で、片岩との接触部付近約1.5mは比較的細粒である。黒雲母は緑泥石に変わっており、ほとんど認められない。黄鉄鉱染は全体に認められ、特に深度78m~80m付近で卓越する。

84.00m ~ 90.00m

比較的変質の弱い斑状花崗岩である。黒雲母も新鮮なまま残っているものが多い。黄鉄鉱染はほとんど認められない。

90.00m ~ 99.00m

全体に緑泥石化/珪化作用を受けた斑状花崗岩である。深度90m~95m付近では黒雲母の一部は新鮮なまま残っている。黄鉄鉱染はほぼ全体に認められるが、特に深度97m~99m付近で卓越する。

99.00m ~ 108.00m

緑泥石化/珪化作用を受けているが、黒雲母の約半量は新鮮なまま残っている斑状花崗岩である。緑簾石の微細脈は極めて少量であるが全体に見られる。黄鉄鉱染は極く少量認められる。

108.00m ~ 133.00m

緑泥石化/珪化作用を受けた斑状花崗岩(厳密には黒雲母花崗閃緑岩)である。黒雲母は緑泥石、一部は緑簾石に変質しており、ほとんど残っていない。黄鉄鉱染は深度119m~127m付近で卓越している。

133.00m ~ 149.00m

緑泥石化/珪化作用の比較的弱い斑状花崗岩である。黒雲母の約半量は新鮮なまま残っている。黄鉄鉱染は部分的にく少量認められるのみである。

149.00m ~ 150.50m(孔底)

緑泥石化/珪化作用の比較的強い斑状花崗岩である。黄鉄鉱染も少量認められる。

(6) MJMP-15孔

(6-1) 位置、方向、傾斜及び掘進長

位置：経距 469.515E 緯距 364.195N

方向：45°

傾斜：-60°

掘進長：150.m

(6-2) コアの地質及び鉱化作用

0.00m ~ 9.00m(ノンコア)

黄色~褐色粘土(スライムより推定)

9.00m ~ 11.00m

黄色粘土層

11.00m ~ 13.00m

粗~中粒石英質砂層であるが、深度11.70m~12.00mで黄灰色シルト質粘土層を挟む。

13.00m ~ 14.00m

褐灰色~暗灰色砂質粘土層

14.00m ~ 15.90m

灰色の粘土層であるが、著しく風化した片岩(片岩の構造が残っている)を多数含んでいる。

15.90m ~ 17.20m

灰色の中～粗粒石英質砂層である。下部では粘土質砂層となる。

17.20m ~ 20.30m

全体に灰色～暗灰色の粘土であるが、一部で片岩の構造の残る粘土化角礫が認められる。19m以深では褐鉄鉱化して黄褐色を呈している。19.30m付近に硬い褐鉄鉱の殻が存在する。

20.30m ~ 21.40m

灰色の粘土質中～粗粒砂層で、下部に向うほど粘土の量が多くなる。

21.40m ~ 22.40m

暗灰色～帯青黒色の粘土化した石英-グラファイト片岩である。

22.40m ~ 22.90m

灰色の中粒砂層

22.90m ~ 23.80m

暗灰色～帯青黒色の粘土化した石英-グラファイト片岩である。

23.80m ~ 24.80m

淡黄色～灰黄色の粘土層で、径1.0cm±の石英-グラファイト片岩角礫を含む。

24.80m ~ 25.00m

赤褐色の褐鉄鉱化した片岩の角礫からなる。

25.00m ~ 25.50m

褐灰色の粘土質砂層

25.50m ~ 25.70m

白色のカオリン化粘土

25.70m ~ 33.00m(ノンコア)

不明

33.00m ~ 36.20m

風化した片岩である。

36.20m ~ 40.40m

淡灰～淡緑色の石英、斜長石、黒雲母及び少量のカリ長石からなる黒雲母片岩で、全体に緑泥化を受けている。極めて少量だが緑簾石-石英微細脈を伴い、全体に微細な黄鉄鉱が鉱染している。

40.40m ~ 41.60m

角礫質の方解石-石英脈である。上半部の角礫は緑泥石化黒雲母片岩、下半部の角礫は斑状花崗岩からなる。少量で微細な黄鉄鉱を伴っている。

41.60m ~ 45.00m

深度36.20m～40.40mと同様の緑泥石化を受けた黒雲母片岩である。少量の石英-緑簾石微細脈を伴い、微細な黄鉄鉱の弱い鉱染も認められる。

45.00m ~ 69.80m

黒雲母薄層の目立つ淡緑色の緑泥石化黒雲母片岩で、深度57m~69m付近ではグラファイトの薄層を伴う。また、一部に二次セリサイトを生じている。極めて微量であるが主として緑簾石からなる微細脈を伴う。黄鉄鉱は少量であるがほぼ全体に鉍染している。

69.80m ~ 150.70m(孔底)

全体に弱~中程度の珪化・緑泥石化を受けた斑状花崗岩で、黒雲母の大部分は緑泥石に変わっている。深度100m~115mには少量の緑簾石が認められる。微細な黄鉄鉱の鉍染はほぼ全体に認められ、深度108m~134m付近で特に目立つ。

1-1-5 化学分析結果

コア及び無水掘進で採取した表土の中から合計296試料について、Au, Ag, As, Cu, Pb, Zn, Sn及びWの8成分について化学分析を行った。この化学分析結果を巻末のAppendix-4に添付している。

各成分の幾何平均値をボーリング孔・地質ユニット別にTable II-1-1に示し、各成分の分析値の深度変化と岩質との関係を示すダイヤグラムをFig. II-1-3(1)~(3)に示している。

Table II-1-1 Geometric means of metal contents in samples from drill holes
MJMP-10~15, Area a-1

Hole No.	Geol. unit	Au ppm	Ag ppm	As ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Sn ppm	W ppm
MJMP-10	Soil	0.007	0.11	1,159	78	61	148	7	24
MJMP-10	Metam.	0.024	0.06	200	43	12	57	8	7
MJMP-10	Granite	0.003	0.05	9	9	16	59	8	4
MJMP-10	Whole	0.013	0.07	172	37	18	70	8	9
MJMP-11	Soil	-	-	-	-	-	-	-	-
MJMP-11	Metam.	0.006	0.06	60	64	14	65	13	6
MJMP-11	Granite	0.001	0.05	9	14	11	50	13	3
MJMP-11	Whole	0.004	0.05	53	58	14	70	14	6
MJMP-12	Soil	0.003	0.06	315	60	29	56	7	42
MJMP-12	Metam.	0.006	0.06	8	81	21	90	5	8
MJMP-12	Granite	0.003	0.07	6	13	16	46	7	5
MJMP-12	Whole	0.004	0.06	7	28	19	64	6	6
MJMP-13	Soil	0.015	0.54	204	98	224	323	17	85
MJMP-13	Metam.	0.003	0.17	6	69	39	128	19	34
MJMP-13	Granite	0.005	0.07	5	21	15	53	8	4
MJMP-13	Whole	0.005	0.20	15	59	51	136	15	27
MJMP-14	Soil	-	-	-	-	-	-	-	-
MJMP-14	Metam.	0.005	0.43	21	32	69	115	10	10
MJMP-14	Granite	0.002	0.42	10	12	30	49	6	4
MJMP-14	Whole	0.004	0.42	19	29	63	105	10	9
MJMP-15	Soil	0.006	0.11	346	54	45	84	5	85
MJMP-15	Metam.	0.004	0.10	11	38	13	78	7	5
MJMP-15	Granite	0.001	0.06	5	11	17	44	7	5
MJMP-15	Whole	0.002	0.08	11	19	18	56	7	7
Whole	Soil	0.007	0.14	401	71	65	123	8	52
Whole	Metam.	0.006	0.11	22	51	22	85	9	9
Whole	Granite	0.002	0.08	7	13	17	50	8	4

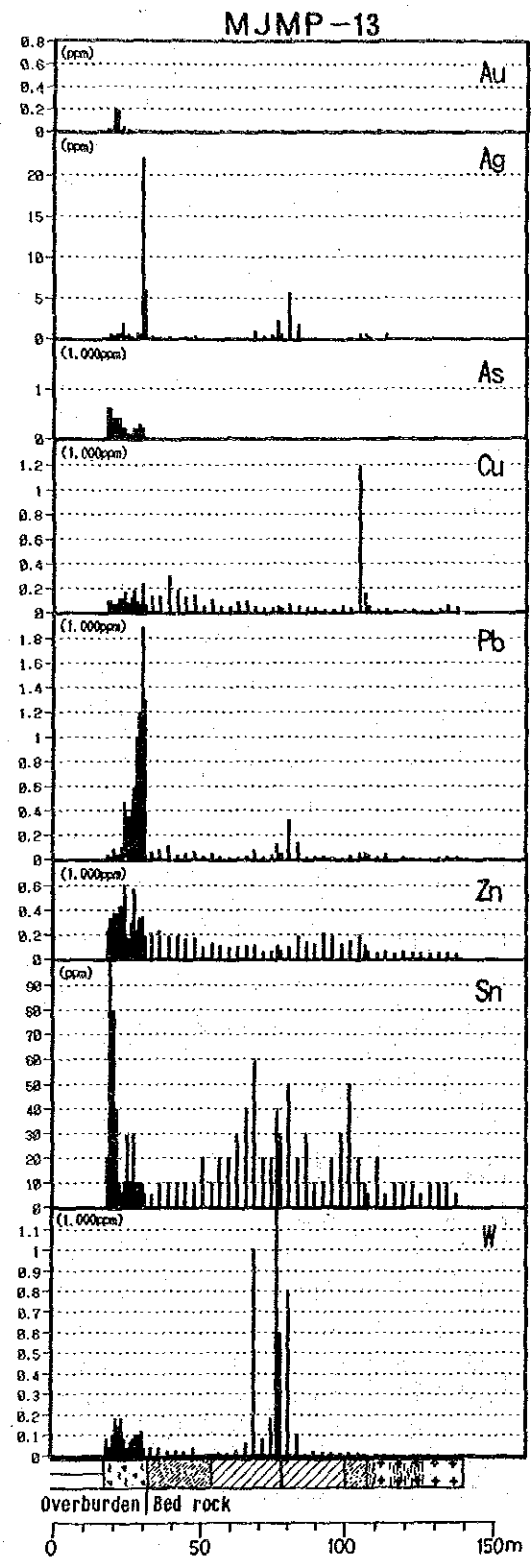
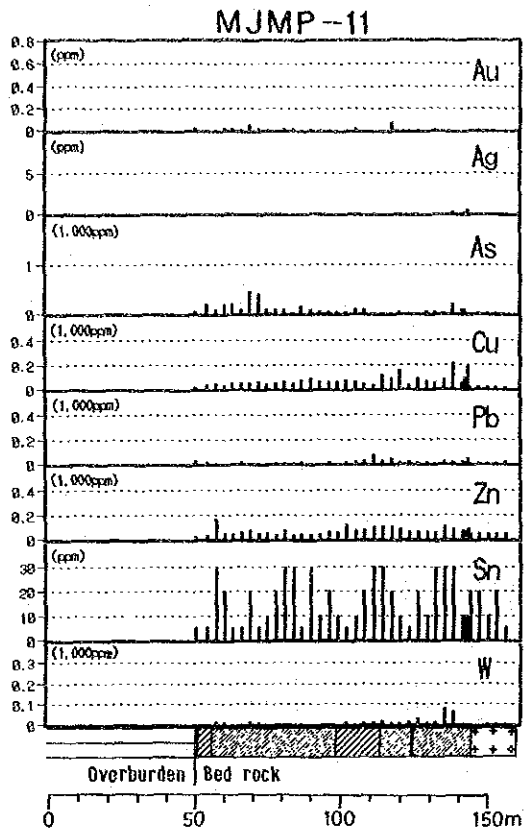


Fig. II-1-3 (I) Metal contents in drill holes, MJMP-11 and MJMP-13, Area a-1

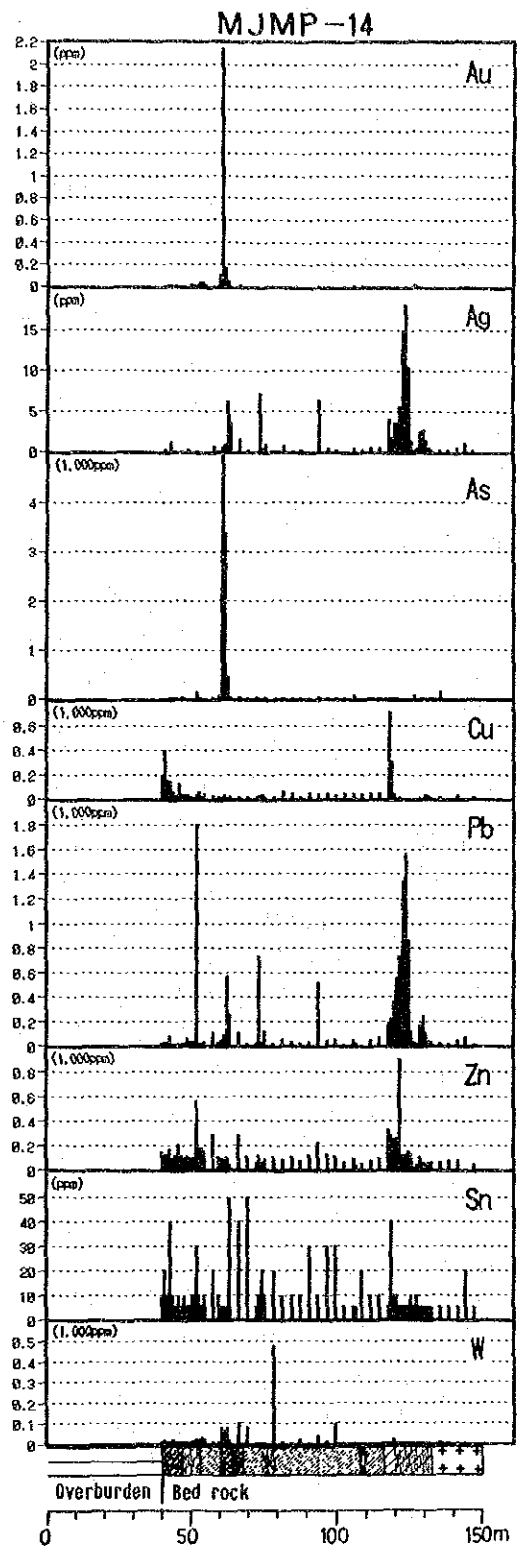
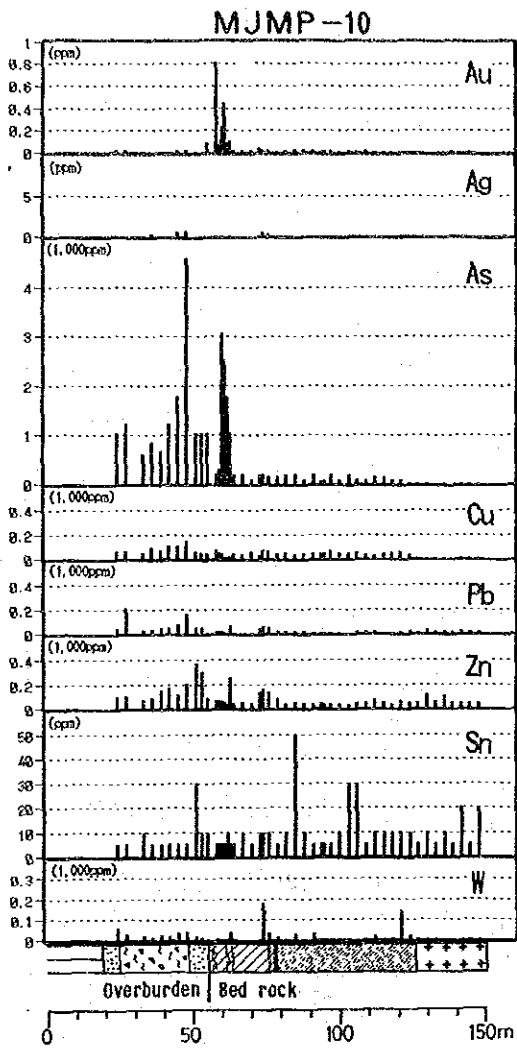


Fig. II-1-3(2) Metal contents in drill holes, MJMP-10 and MJMP-14. Area a-1

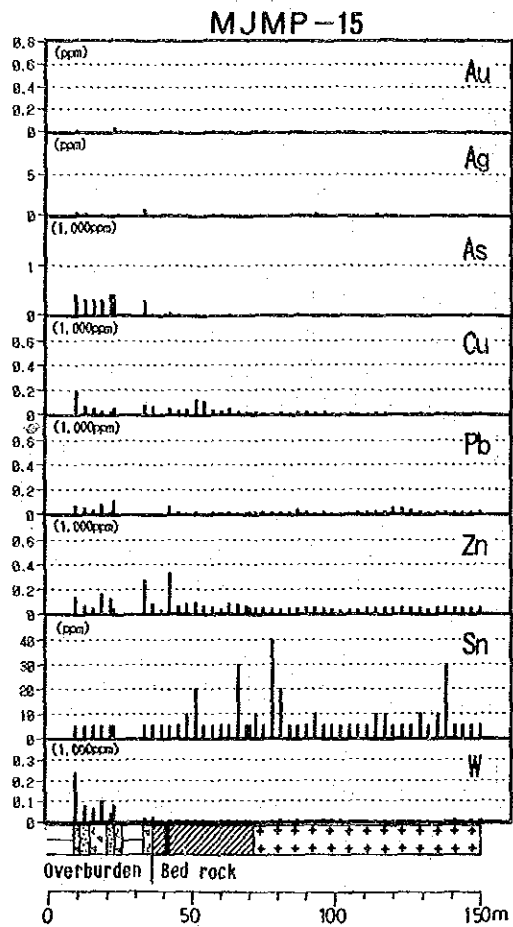
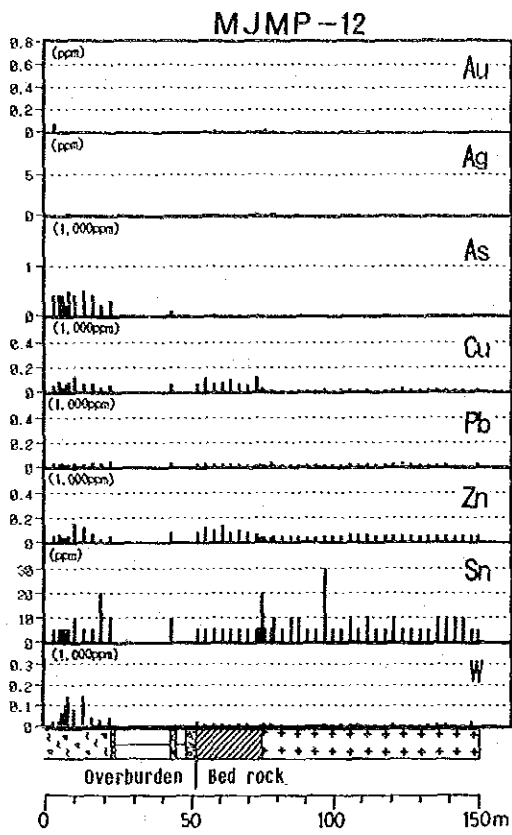


Fig. II-1-3(3) Metal contents in drill holes, MJMP-12 and MJMP-15, Area a-1

各ボーリング孔の地化学的特徴は以下の通りである。

(1) MJMP-11孔

Au, Ag, As, Cu, Pb, Zn, Sn及びWのいずれの元素も低い値で、特に顕著な濃集は認められない。

MJMP-13

Au, Ag, As, Pb, Zn及びSnは、いずれも土壤中において高い値を示し、岩石中の低い値と明瞭なコントラストを示している。Cu及びWのバックグラウンド値については、土壤が岩石に比較して高い値を示すが、局部的な高い値は、岩石において顕著である。

MJMP-10

Au及びAs以外の元素は一般に低い値を示し、岩石中の元素の挙動はMJMP-11孔に類似している。Auの最高値(0.811ppm)を含む0.100ppm以上の高い値は深度56m~65mの間にあり、片岩中の強珪化部にほぼ対応している。

Asの最高値(4,589ppm)は土壤中に存在する。片岩中のAsの挙動はAuと類似しており、1,000ppm以上の高い値はAuと同様に深度56m~65mの間に存在する。

MJMP-14

Au, Ag, As, Cu, Pb及びZnの6成分については、珪化片岩との対応が明瞭に認められる。

Auの最高値(2.141ppm)を含む0.100ppm以上の高い値は、強珪化片岩中の深度60m~63m間にある。

Agの平均値は0.42ppmで、MJMP-10~15孔の中で最も高い値を示している。1.00ppm以上の高い値の大半は珪化片岩中にあり、最高値18.00ppmを含む深度118m~127m(コア長9.00m)の平均含有量は7.03ppmとなる。

Asの最高値(6,181ppm)を含む1,000ppm以上の高い値は、深度61m~63mの間に存在し、Auの0.100ppm以上の位置とほぼ一致する。

Cuの最高値(710ppm)は深度119m~132mの珪化岩の上部に隣接する118m~119mに位置しており、次に高い値(400ppm)は深度40m~52mの珪化部の上部(41m~42m)にある。

Pbの最高値(1,800ppm)を含む100ppm以上の高い値の大半は珪化片岩中にあり、Agの1.00ppm以上の値とほぼ一致した位置にある。

Znの最高値(900ppm)を含む200ppm以上の値の大半は、珪化部に隣接する弱風化した緑簾石・ザクロ石を伴う脆弱な岩石に対応している。

MJMP-12

Au, Ag, As, Cu, Pb, Zn, Sn及びWのいずれの元素も低い値で、特に顕著な濃集は認められない。

MJMP-15

MJMP-12孔と同様にAu, Ag, As, Cu, Pb, Zn, Sn及びWのいずれの元素も低い値で、特に顕著な濃集は認められない。

1-1-6 岩石薄片検鏡結果

合計42枚の岩石薄片検鏡結果をTable II-1-2に示す。

これらの岩石は、次の5種類に大別される。

(1) 黒雲母片岩(グラファイト片岩, 変砂岩を含む)

主として石英・斜長石・黒雲母・カリ長石から成りgrano-lepidoblastic~granoblastic組織を示す。原岩は頁岩あるいは砂岩と推定される。

(2) 角閃岩

主として角閃石と斜長石から成り, しばしば黒雲母を伴う。一般にnematoblastic組織を示す。一部にマイロナイト化あるいは緑泥石化の著しいものもある。原岩は火砕岩と推定される。

(3) 緑色片岩

主として緑泥石と斜長石, 少量の黒雲母を伴うlepidoblastic~granoblastic組織を示す。原岩は火砕岩と推定される。

(4) スカルン(不規則脈状)

方解石, 単斜輝石, 透角閃石, ホルンブレンド, グランダイト(ザクロ石), 緑簾石, 珪灰石などから成り, 一般に糖状組織を示す。

(5) 黒雲母花崗閃緑岩(トータル岩, アダメロ岩を含む)

石英, 斜長石, 黒雲母, カリ長石からなる等粒状の岩石で, トータル岩やアダメロ岩の範疇に属するものもある。一部に珪化あるいは緑泥石化も認められる。

(1)~(3)は, いずれも(5)の花崗閃緑岩の侵入に伴って生成した変成岩であるが, その後のスカルン化作用, 後退変成作用及び熱水変質作用の影響を重複して蒙っている。

以下は, これら各段階の変成・変質鉱物をまとめたものである。

1. 変成作用	角閃岩 (Hornblende・Plagioclase) 緑色片岩 (Chlorite・Plagioclase) 黒雲母片岩 (Biotite・Cordierite・Pyralspite・Plagioclase)
2. スカルン化作用	Calcite・Epidote・Grandite・Clinopyroxene・Hornblende・Wollastonite
3. 後退変成作用	Actinolite・Chlorite・Epidote・Pinite・Muscovite 脈 (Adularia・Calcite・Epidote・Prehnite・Actinolite)
4. 熱水変質作用	Chlorite・Sericite・Calcite 脈 (Quartz・Chlorite・Calcite・Zeolite・Fluorite)

1-1-7 鉱石研磨片鑑定結果

鉱石研磨片鑑定結果をTable II-1-3に示す。

鑑定を行った15試料で確認された金属鉱物は, 黄銅鉱, 閃亜鉛鉱, 方鉛鉱, 硫砒鉄鉱, 硫砒銅鉱, 磁硫鉄鉱, 黄鉄鉱および磁鉄鉱の8種類で, いずれも微粒である。

黄銅鉱はP10-01を除く14試料中に認められるが, 一般に径10~100 μ で極めて微粒である。岩石あるいは脈石中に単独で鉱染するものと, 他鉱物(磁硫鉄鉱, 閃亜鉛鉱, 黄鉄鉱, 磁鉄鉱ある

いは硫砒鉄鉱)と共生するものがある。

閃亜鉛鉱は8試料中に認められる。P11-02では磁硫鉄鉱と共に微細脈を形成し、P13-01では破碎された黄鉄鉱の割れ目に沿って生じている。

方鉛鉱は、P11-02、P13-03、P14-04の3試料中に認められる。P13-03では、径1mm以上の大型である。

硫砒鉄鉱は、P10-01、P10-02、P11-01、P14-03の4試料中に認められる。P11-01及びP14-03中のものは比較的大きく径0.2~1mmを有している。P11-01は磁硫鉄鉱と共生し、P14-03は微粒の黄鉄鉱を含んでいる。一方、P10-01及びP10-02は、径10~20μで微粒であり、硫砒銅鉱と共に岩石中に鉱染している。

Table II-1-3 Ores and mineral assemblages of core samples from drill holes
MJMP-10~14, Area a-1

Ser. NO.	Sample NO.	Depth (m)	Analysis No.	Metal Minerals								Occurrence
				Cp	Sp	Gn	As	En	Po	Py	Mt	
1	P10-01	63.60m	MJMP-10 R-6	.	.	.	.	.	.	.	.	Dissemination
2	P10-02	77.90m	MJMP-10 R-13	.	.	.	.	.	.	.	.	Veinlet & dissem.
3	P11-01	73.20m	MJMP-11 R-7	.	.	.	.	.	.	.	.	Veinlet & dissem.
4	P11-02	86.60m	-	.	.	.	.	.	.	.	.	Veinlet
5	P11-04	118.30m	MJMP-11 R-22	.	.	.	.	.	.	.	.	Dissemination
6	P12-01	124.95m	MJMP-12 R-28	.	.	.	.	.	.	.	.	Dissemination
7	P12-02	130.50m	MJMP-12 R-30	.	.	.	.	.	.	.	.	Dissemination
8	P13-01	47.50m	-	.	.	.	.	.	.	.	.	Dissemination
9	P13-02	65.20m	-	.	.	.	.	.	.	.	.	Dissemination
10	P13-03	103.60m	-	.	.	.	.	.	.	.	.	Dissemination
11	P13-04	120.10m	MJMP-13 R-32	.	.	.	.	.	.	.	.	Dissemination
12	P14-01	73.90m	MJMP-14 R-25	.	.	.	.	.	.	.	.	Dissemination
13	P14-02	119.10m	MJMP-14 R-44	.	.	.	.	.	.	.	.	Dissemination
14	P14-03	62.55m	MJMP-14 R-20	.	.	.	.	.	.	.	.	Dissemination
15	P14-04	132.65m	MJMP-14 R-57	.	.	.	.	.	.	.	.	Dissemination

ABBREVIATIONS
Cp:chalcopyrite
Sp:sphalerite
Gn:galena
As:arsenopyrite
En:enargite
Po:pyrrhotite
Py:pyrite
Mt:magnetite

LEGEND
◎:abundant
○:common
.:rare

1-1-8 回折X線解析結果

回折X線解析結果をTable II-1-4に示す。

C10-01、C10-02、C14-19及びC14-20は、化学分析によってAu及びAsの高い含有量を示す試料である。いずれも多少の差はあるが、斜長石、石英、緑泥石が、C14-19以外の試料にはホルンブレンドが同定されている。また、C14-19及びC14-20には少量の方解石を伴っているようである。

その他の試料は、岩石薄片検鏡結果を補強するために実施したものである。

Table II-1-4 Mineral assemblages determined by X-ray diffraction analysis, Area a-1

Ser. NO.	Sample NO.	Depth(m)		Description	Detected minerals															
		from	upto		Qz	Pl	Hb	Cl	Se	Sp	Cx	Gd	Wo	Ca						
1	C10-01	56.00m	57.00m	0.081ppm Au and 1,030ppm As	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	C10-02	59.00m	60.00m	0.811ppm Au and 200ppm As	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	C14-19	61.00m	62.00m	2.141ppm Au and 6,181ppm As	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	C14-20	62.00m	63.00m	0.171ppm Au and 3,371ppm As	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	T10-01	75.70m		Skarn	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	T10-02	86.90m		Amphibolite	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	T11-04	90.20m		Skarn	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	T11-07	114.10m		Chloritized amphibolite	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	T11-08	118.10m		Amphibolite	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	T12-02	73.00m		Blotite schist	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
11	T13-04	90.80m		Green schist	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	T13-06	105.10m		Meta-sandstone	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	T14-01	44.05m		Blotite schist	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	T14-08	118.15m		Green schist	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
15	T15-04	60.35m		Graphite schist	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

ABBREVIATIONS
Qz:quartz
Pl:plagioclase
Hb:hornblende
Cl:chlorite
Se:sericite
Sp:sphane
Cx:clinopyroxene
Gd:grandite
Wo:wollastonite
Ca:calcite

LEGEND
◎:abundant
○:common
.:rare

1-1-9 考察

(1) 地質について

コアの観察結果及び岩石薄片検鏡結果から、この地域の地質は、地質断面図として、Fig. II-1-4(1)~(3)に示している。

これらの断面図で明らかなように、トレンチNo.8, No.9, No.11, No.13の一带は、厚い表土に覆われており、岩石は露出していない。MJMP-15孔等のボーリング調査の結果、トレンチ下部において淘汰良好な石英質砂層が存在し、淘汰不良の片岩角礫層(強い風化で粘土になっている)と互層していることが判明した。石英質砂層は南西部の川に沿って分布する沖積層の延長に相当し、粘土化した片岩角礫層は地形的高所(おそらく北東部山塊斜面)から崩れ落ちてきた崖錐堆積物の一部と考えられる。すなわち、“この付近一带には、主として石英質砂層からなる沖積層と、主として片岩角礫からなる厚い崖錐堆積物(MJMP-12及びMJMP-15付近で最大層厚35m)が存在し、両者は指交関係にある”と考えられる。

しかしながら、現在の北東方山塊斜面はMain Range花崗岩で構成されており、片岩は分布していない。おそらく北東方山塊斜面を、かつて片岩がルーフペンダント状に覆っていたものと予想される。

また、この厚い崖錐堆積物の基盤となっている岩石は、主として火砕岩を原岩とする変成岩(角閃岩・緑色片岩)からなっており、a-1区域の地表に露出するTerolak層(変砂岩の薄層を挟む千枚岩主体)とは変成度が異なる。おそらく、これらの岩石は、Main Range花崗岩体隆起時に地下深部より持ち上げられて来たもので、地表に露出するTerolak層よりもさらに古い岩石の可能性はある。

(2) 石英脈中の含金量について

MJMP-10~15孔の6孔で逢着した主な石英脈とそのAu・Ag分析値を、Table II-1-5に示す。

Table II-1-5 Au and Ag contents in the main quartz veins intersected by drill holes MJMP-10~14, Area a-1

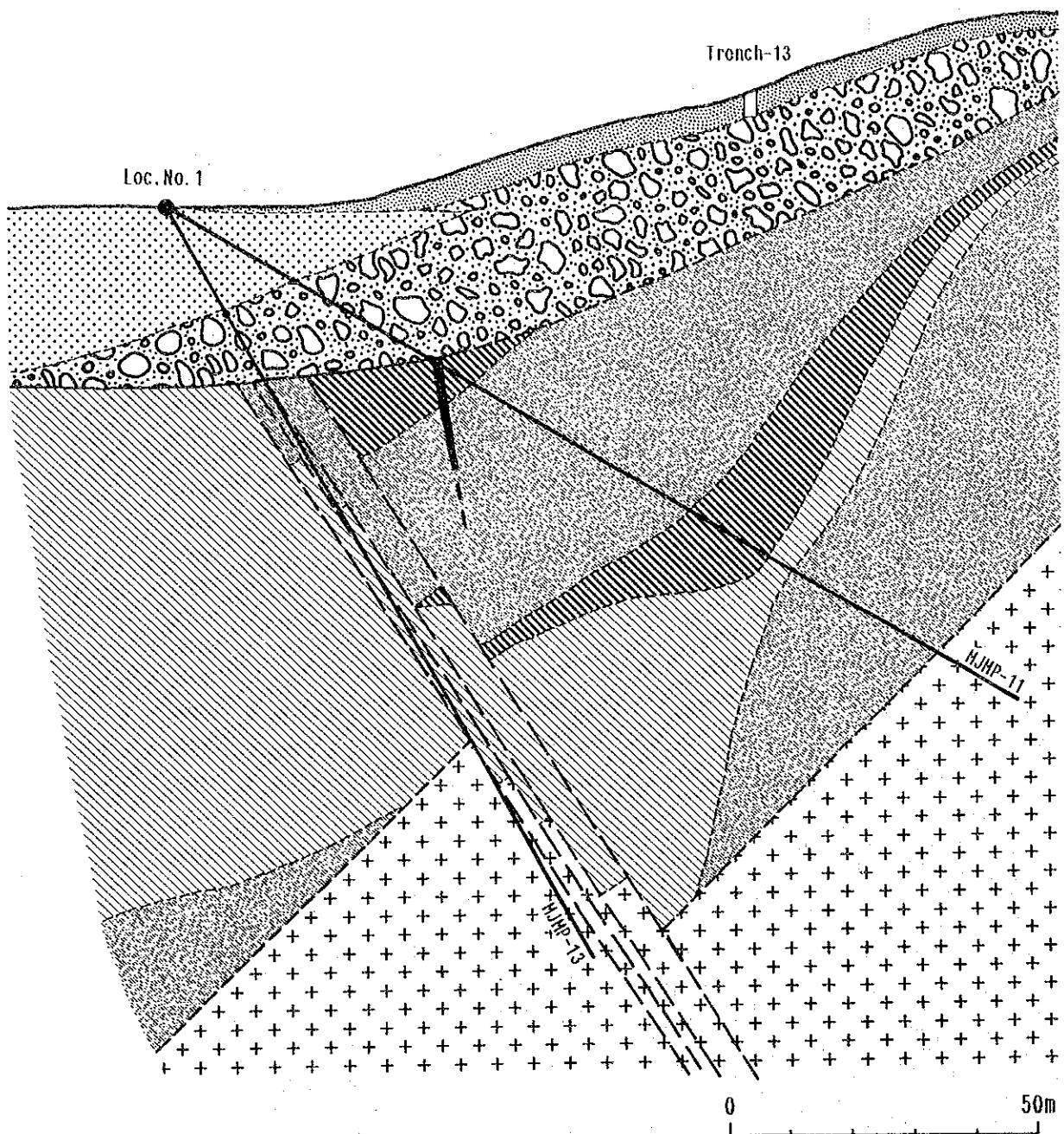
Ser. No.	Sample No.	Depth (m)		Au ppm	Ag ppm	Description
		from	upto			
1	MJMP-10 R-11	74.50m	75.50m	0.035	0.05	Breccia vein
2	MJMP-11 R-00	50.80m	52.10m	0.023	0.05	Associated with pyrite
3	MJMP-11 R-24	124.10m	124.90m	0.011	0.05	No sulphide found
4	MJMP-12 R-13	78.75m	78.95m	0.006	0.20	No sulphide found
5	MJMP-13 R-16	77.35m	78.10m	<0.003	2.20	No sulphide found
6	MJMP-14 R-22	63.60m	65.00m	<0.003	3.50	No sulphide found

この表で明らかなように、これらの石英脈は、本区域の下流域において第2年次調査で確認した千枚岩を切る多数の石英脈と同様に、ほとんど金を含んでいない不毛石英脈である。

このことから、地表部の土壤中に濃集している金は下部の石英脈に由来する可能性は低い。

(3) 金の産状について

ボーリングによって採取されたコアの分析結果、0.2ppm以上のAuの高含有量を示す試料が9試料が岩石中に4試料存在する。これらの試料は、いずれも中間地点で掘進されたMJMP-10及び14孔の珪化岩中あるいはその極く近傍から採取されたもので、その最高は2.141ppmである。これらの



LEGEND









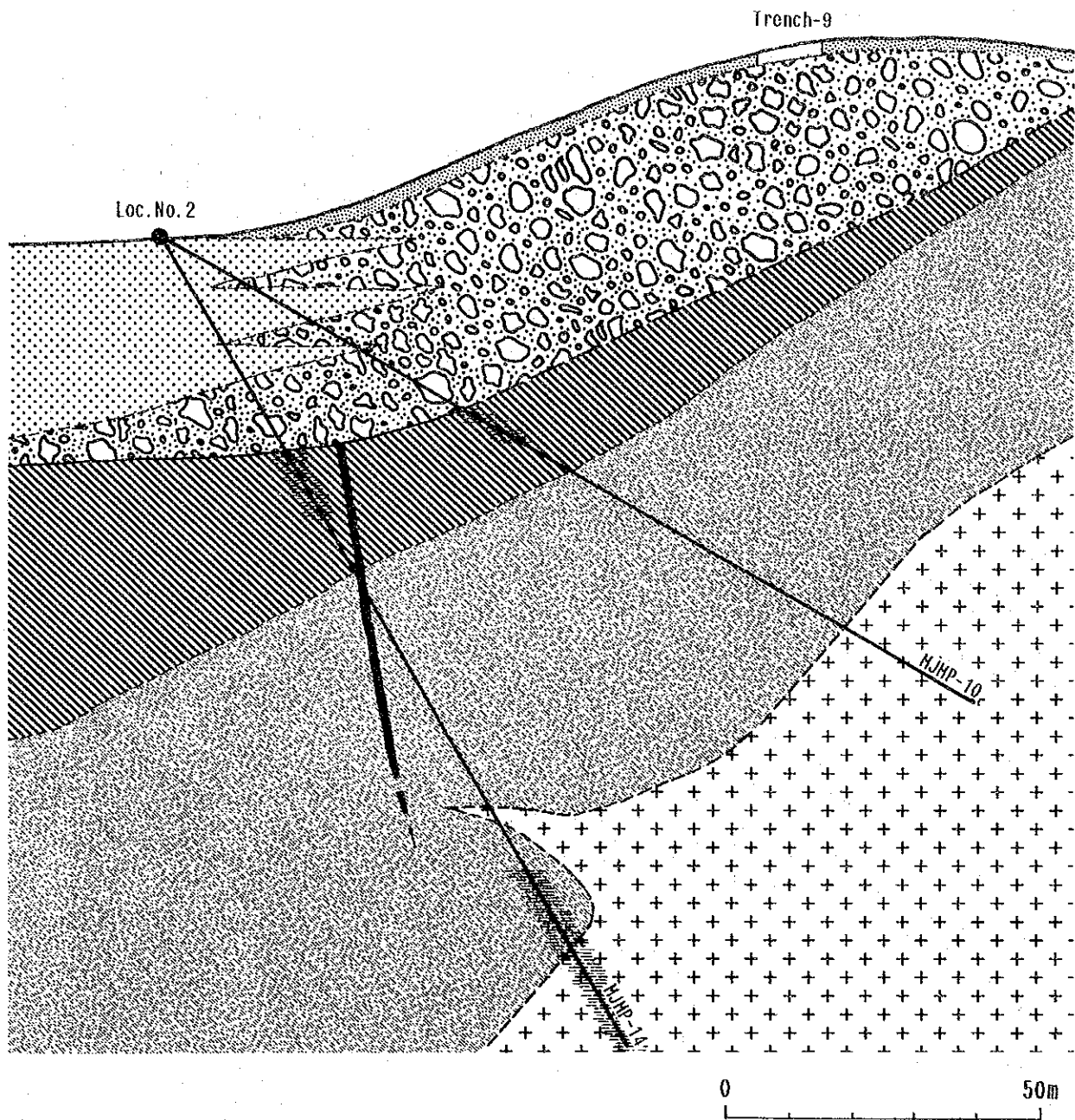
-  Surface soil
(yellow~brown clay)
-  Alluvium
(quartz-rich sand)
-  Talus deposit
(clay and argillized fragments of schist)
-  Biotite schist
-  Green schist
-  Amphibolite
-  Porphyritic granite
-  Quartz vein

Fig.II-1-4(1) Cross section through drill holes, MJMP-11 and MJMP-13, Area a-1



LEGEND









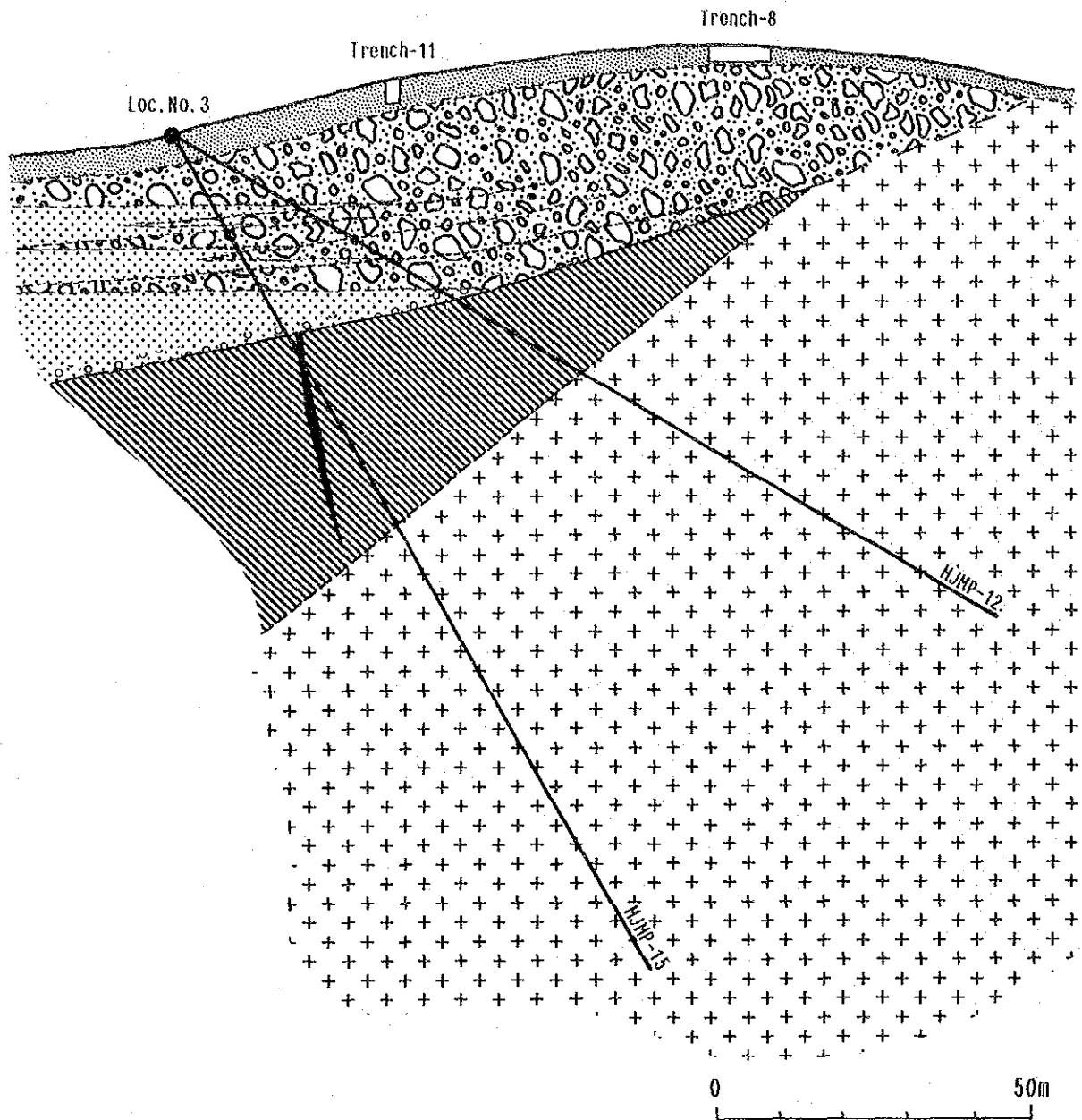
-  Surface soil
(yellow~brown clay)
-  Alluvium
(quartz-rich sand)
-  Talus deposit
(clay and argillized fragments of schist)
-  Biotite schist
-  Amphibolite
-  Porphyritic granite
-  Quartz vein
-  Silicified

Fig.II-1-4(2) Cross section through drill holes, MJMP-10 and MJMP-14, Area a-1



LEGEND







-  Surface soil
(yellow~brown clay)
-  Alluvium
(quartz-rich sand)
-  Talus deposit
(clay and argillized fragments of schist)
-  Biotite schist
-  Porphyritic granite
-  Quartz vein

Fig. II-1-4(3) Cross section through drill holes, MIMP-12 and MIMP-15, Area a-1

試料は同時にAsの高含有を示しており、実際に微粒ではあるが硫砒鉄鉱の鉱染が観察されている。このように地化学的にAsはAuと類似した挙動を示している。

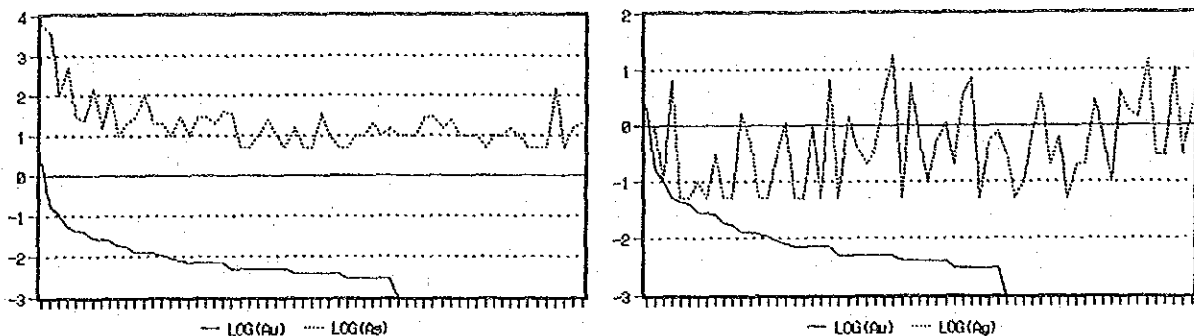


Fig. II-1-5 Relationship between Au and As (Ag) in drill hole MJMP-14, Area a-1

Fig. II-1-5は、MJMP-14孔の岩石中のAu含有量を高い順に並べ、同じ試料のAsの含有量と比較するために作成したグラフである。参考のために、AsとAuとの関係を示すグラフも合せて表示している。一般に、AuはAgと密接な関係があると言われているが、この図は、Au-Asの関係がより密接なものであることを示している。現在のところ、鏡下では金粒は観察されていないが、極く微粒金が硫砒鉄鉱中に包有されている可能性を否定するものではない。

(4) 崖錐堆積物中の金とその起源について

ボーリングによって採取された土壌（主として片岩角礫からなる崖錐堆積物が粘土化したもの）の分析結果では、0.2ppm以上の高含有を示す試料はMJMP-13孔の1試料のみであるが、第2年次の土壌地化学探査結果では、ボーリング地域周辺に0.2ppm以上の高含有がまとまっている。

第2年次調査では、これらの金の源を、基盤岩中に期待される金鉱化作用に求めた。しかしながら、地表部の土壌が単に基盤岩の原地性風化土壌ではなく、主として片岩角礫で構成されている崖錐堆積物（北東部の山塊斜面から崩れ落ちて移動してきたと予想される）の風化土壌であることが判明したことから、土壌中の金は、北東方斜面の片岩ルーフペンダント中の金鉱化作用に由来するもので、片岩角礫と共に現地点に運ばれ、その過程で濃集したものと推定される。

(5) その他の金属鉱物について

化学分析の結果によると、Ag, Cu, Pb及びZnについても、大半の高い異常値は、MJMP-14孔の深度119m~132mの珪化片岩中あるいはその近辺に位置している。一方、鉱石研磨片鑑定結果によると、この珪化片岩及びこれに接する珪化花崗岩中には、黄鉄鉱と共に鉱染状の微細な方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱が認められている。

分析値には現われていないが、微量の黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、硫砒鉄鉱、硫砒銅鉱、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱および磁鉄鉱が、コア観察結果及び鉱石研磨片鑑定結果で確認されている。

このように、今回のボーリング範囲には、金以外にも、微弱ではあるがベースメタルの鉱化作用の徴候が認められる。

1-2 調査結果の検討

a-1区域では、第2年次調査で捕捉した地表部土壤中の金濃集の起源を下位の基盤岩中の金鉱化作用に求めて、ボーリング調査を実施した。その結果、基盤岩中に潜頭性の金及びベースメタルの鉱化作用の存在を確認した。花崗岩体縁辺部のベースメタル鉱化作用については、周辺地域において従来からその存在が多数知られているが、いずれも小規模である(第I部第3章参照)。したがって、この地域においても大規模な鉱床に発展する可能性は低い。一方、初生金鉱化作用については従来余り知られていないので、その規模、品位等を予想するデータがない。少なくとも、この着鉱品位(2.1g/t Au)では開発の対象とは成り得ないであろうが、将来に備えて、その形状、規模、品位等を把握し、周辺の初生金探鉱に指針を与えることも重要であろう。

地表土壤中の金濃集は、その土壌と基盤岩の間に層厚40mにも及ぶ崖錐堆積物が存在しているため、直接この初生金鉱化作用よってもたらされたとは考え難い。土壌中の金の起源については、すでに前項で議論した通り、北東方にかつて存在していたであろうルーフペンダント中の金鉱化作用にその可能性を求めるのが妥当であろう。

他方、地表部土壤中の金濃集、それ自体も重要な資源であるという立場から、GSMの協力で、50mグリッドの追加サンプリングを実施した。結果の概要及びその概略的な評価については、巻末にAppendix-5として添付している。

結論的には、ボーリング実施範囲を含むサンプリング範囲(350m×2,400m)の最大深度3.0mまでの総含金量は、約150kg(平均品位0.16g/m³)、カットオフ品位を0.3ppmとした時の含金量は約80kg(平均品位0.90g/m³、鉱量120,000m³)となった。このサンプリング範囲一帯は、ボーリングで確認されたような厚い崖錐堆積物で覆われている可能性が大きいので、その鉱量は大幅に増加すると期待される。したがって、この砂金鉱床を評価する上で、深度3.0mから基盤岩直上まで崖錐堆積物中のAu品位が重要なファクターとなる。

第2章 B地区

2-1 物理探査(重力法, b-2区域)

2-1-1 探査目的

砂錫鉱層の分布は第四紀層堆積当時の古地形に規制され、特に高品位部は古流系等基盤の凹部に存在することが期待される。一方、泥・砂・礫からなる未固結の第四紀層とその基盤の古生層には、明瞭な密度差が存在する。

重力探査法の目的は、この両者の密度差を利用して基盤の起伏状況を明らかにし、その結果を探鉱ボーリングの地点決定に利用しようとするものである。

2-1-2 測定方法

(1) 測点配置

重力測点位置図(Fig. II-2-1)に示すように、NW-SE方向に250m間隔で発達する道路・あぜ道を出来るだけ利用して、計613点(No.1001~1613)の測点を150m間隔で配置した。

(2) 重力計

重力計は、第2年次調査と同様、ラコステ・ロンベルグ(La Coste & Romberg)社製のものを使用した。

(3) 重力の基点

本調査の重力基点は、第2年次調査において調査地域南方約20kmのテル・インタン(Teluk Intan)のレストハウス敷地内に設置した基点(重力値:978,078.334mgal)を利用した。

(4) 水準測量

使用機器

測器舎製B-2型オートレベルを用いて、全測点について水準測量を実施した。

水準測量の基準点は、調査地域内および周辺を横断する国道70号線沿いの2箇所の既知標高点(下表)を用いた。

基準標高点

水準測量基準点番号	標高(m)	緯度	経度
A-1058	4.054	04° 06' 24"	101° 03' 34"
A-1112	9.613	04° 07' 25"	101° 05' 03"

測量精度

誤差 $\epsilon = 50\sqrt{D}$ (ただし、D:閉測距離km)以内に収まるように努めた結果、Table II-2-1に示すように、両路線とも $4\sqrt{D}$ 以内に収まった。

Table II-2-1 Leveling errors realized

Order	Route	Observed elevation difference (m)	Closed error (mm)	Distance of closed loop (km)	Precision realized (mm)
1	BM1058-35-29- 11-BM1112	+5.562	+6	3.8	$3\sqrt{D}$
1	BM1058-41-1019- 1151-1576-5- BM1112	-5.572	+13	11.6	$4\sqrt{D}$

(5) ブーゲー異常値の計算

測定データ（巻末Appendix-7参照）に対し、重力値の計算及び種々の補正を行ない、ブーゲー異常値を求めた。その手順をFig. II-2-2に示す。なお、最適仮定密度としては第2年次に求めた $\rho=1.8\text{g/cm}^3$ を採用した。

2-1-3 解析方法

ブーゲー異常に対して数値解析を施し地下構造を求めた。その手順をFig. II-2-3に示す。

(1) フィルタリング

ブーゲー異常は、地下の密度の異なる物質の集合体すなわち地下構造の変化によって生じるものである。ここでは、地下構造を解明するために、パワースペクトル解析により、ブーゲー異常を次の3つの波長域に分離し、基盤構造を反映する重力残差図（レジデュアル）を作成した。

	波長域	
①ノイズ(noise)	0～690m	地表付近の小規模な構造を反映
②レジデュアル(residual)	690～2,160m	基盤構造を反映
③リージョナル(regional)	2,160m以上	広域的なトレンドを反映

この重力残差は、各測点のブーゲー異常値からノイズ成分およびリージョナル成分を差し引くことによって求められる。計算は高速フーリエ変換法によって行い、その際の格子間隔は135mとした。

(2) 3次元2層構造解析

調査地域の地下構造を、物理的に第四紀砂礫層と古生層基盤岩からなる2層構造と仮定した。この仮定に基づき、先の重力残差図に対して、周波数領域の解析法及び高速フーリエ変換法を施し、重力基盤の深度分布を求めた。

ここでは、次の4種類の密度差(第四紀層と基盤岩)及び平均基盤深度について2層構造解析を

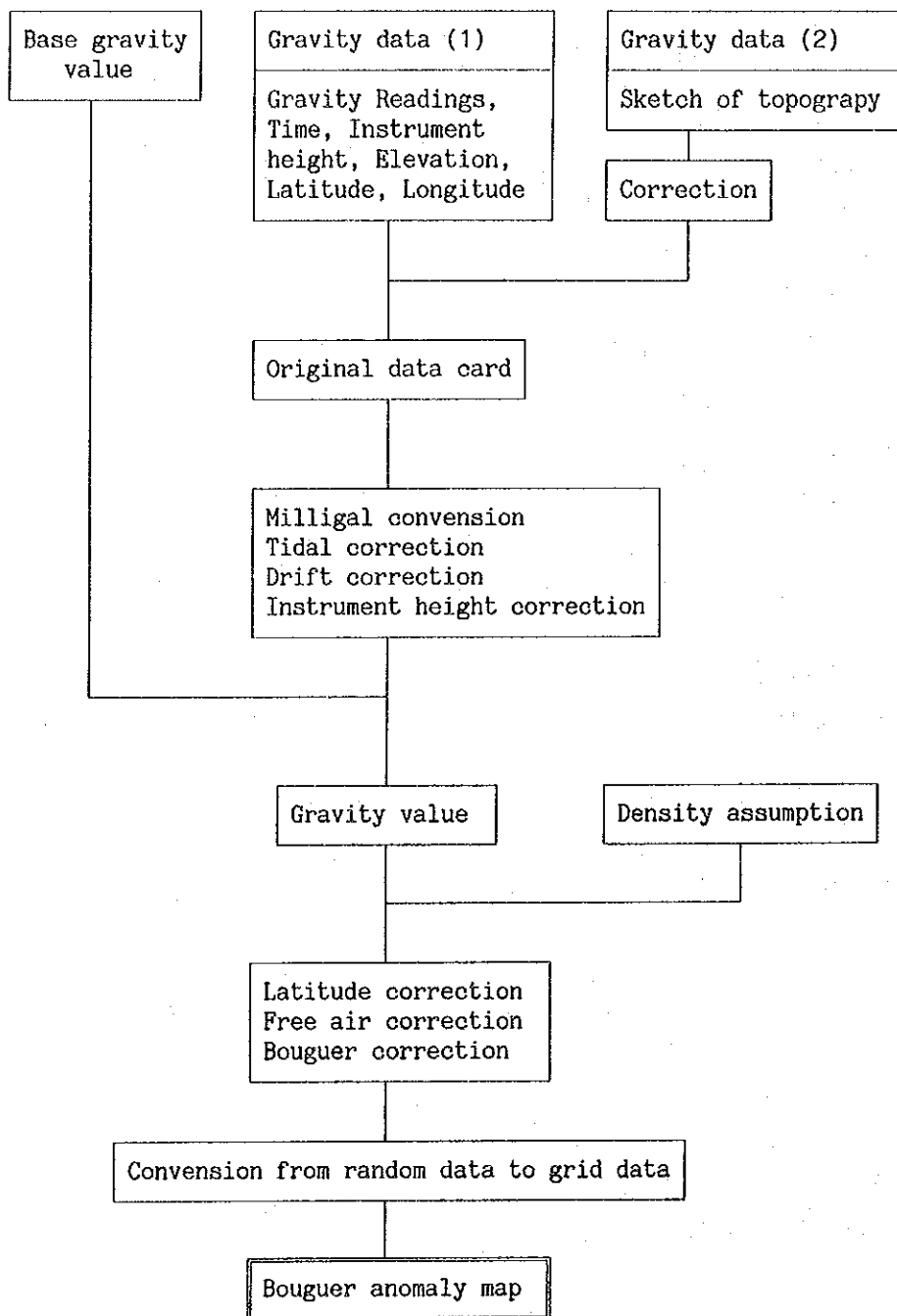


Fig.II-2-2 Flow chart of data processing, gravity survey

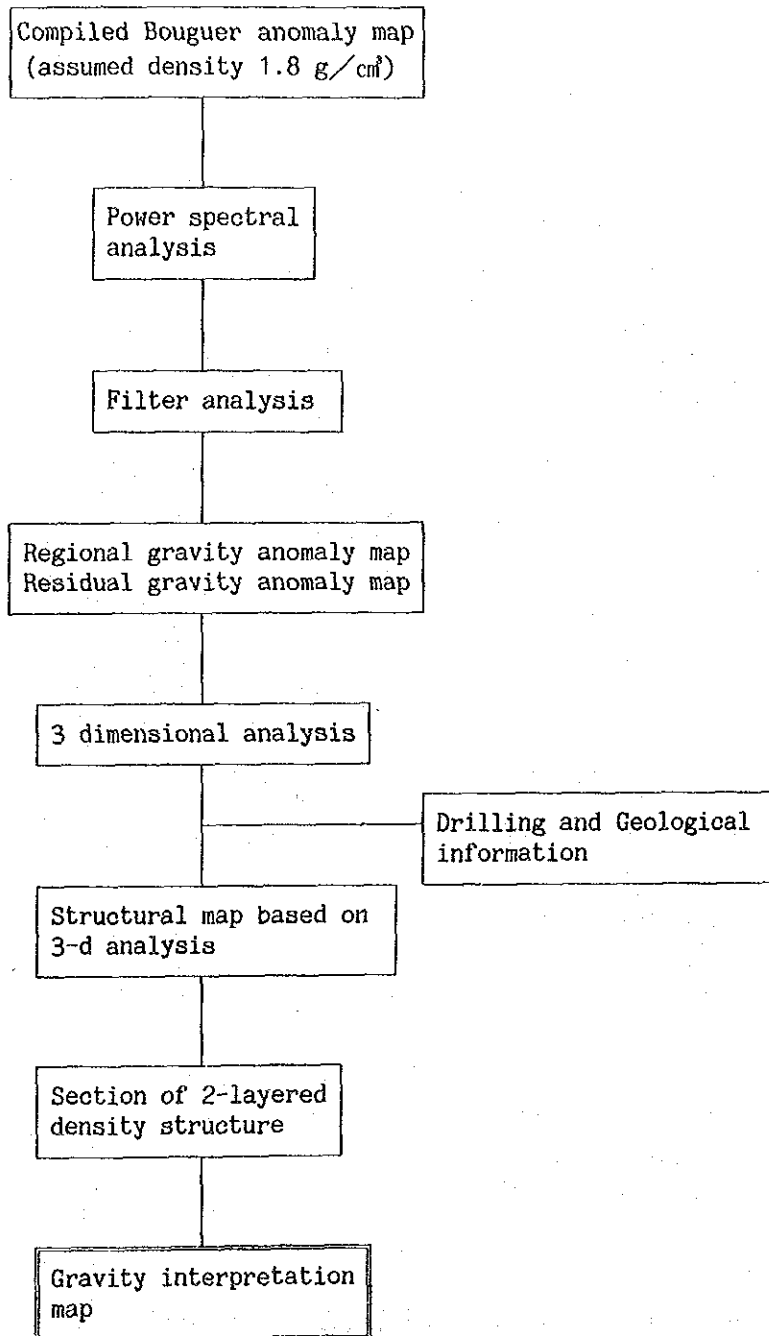


Fig. II-2-3 Flow chart of the gravity analysis

行った。

- ① 密度差0.65g/cm³, 平均深度65m
- ② 密度差0.70g/cm³, 平均深度70m
- ③ 密度差0.75g/cm³, 平均深度75m
- ④ 密度差0.80g/cm³, 平均深度80m

これら4種類の解析結果と既知基盤深度とを比較検討した結果 (Table II-2-2参照), ③の密度差0.75g/cm³, 平均基盤深度75mによる結果が, 既知基盤深度と良く一致することが明らかになったので, この結果を重力基盤深度平面図として採用した。

Table II-2-2 Comparison of basement depths confirmed by drilling and those estimated by gravity results

SNo.	Hole		Depth of gravity basement							
			a		b		c		d	
	Name	Depth (m)	Depth (m)	ΔD (m)	Depth (m)	ΔD (m)	Depth (m)	ΔD (m)	Depth (m)	ΔD (m)
1	65Nd02	-63	-55	-8	-64	1*	-66	3	-74	11
2	65Nd05	-63	-63	0*	-70	7	-73	10	-78	15
3	64Rd01	-84	-72	-12	-73	-11	-81	-3	-82	-2*
4	64Rd02	-67	-63	-4	-68	1*	-70	3	-75	8
5	65Nd04	-72	-58	-14	-65	-7	-71	-1*	-74	2
6	64Qd04	-45	-63	18	-70	25	-73	28	-80	35
7	MJMP-7	-77	-60	-17	-68	-9	-71	-6	-77	0*
8	MJMP-8	-80	-72	-8	-78	-2*	-82	2*	-88	8
9	MJMP-9									

- a: Density difference 0.65 g/cm³, mean depth 65 m
- b: Density difference 0.70 g/cm³, mean depth 70 m
- c: Density difference 0.75 g/cm³, mean depth 75 m
- d: Density difference 0.80 g/cm³, mean depth 80 m

(3) 2層構造断面

3次元2層構造解析(密度差0.75g/cm³, 平均基盤深度75m)の結果を基にして各ボーリング孔を通る4本の2層構造断面図を作成し, 各々の断面にフィルタリング処理解析結果も図示した。

2-1-4 解析結果

(1) ブーゲー異常図 (Fig. II-2-4参照)

調査地域のブーゲー異常値は, 5mgalから14mgalの範囲にあり, 北東部から南西部にかけて大きくなる傾向にある。その等重力線の流れはN-S方向からNW-SE方向に変化している。特に, 北東

端には断層を示唆する重力高傾度帯が明瞭に見られる。

中央部及び南西部には長波長(半波長約1km)の等重力線の乱れが見られ、これは基盤の構造を反映しているものと推定される。

(2) 重力残差図(Fig. II-2-5参照)

残差重力値は-0.4mgalから+0.5mgalまでの約1mgalの狭い範囲内で変化している。ブーゲー異常図で見られた等重力線の乱れた箇所に高・低重力異常が明瞭に抽出されている。高重力異常は低密度の第四紀層が薄い部分すなわち基盤の凸部を、低重力異常は第四紀層が厚い部分すなわち基盤の凹部を反映している。以下、0.2mgal以上の範囲を高重力異常域、-0.2mgal以下の範囲を低重力異常域と呼ぶ。

高重力異常域は、北東部(H1)、中央部(H2, H3)及び南西部(H4)にそれぞれ分布している。これらの高重力異常域のうち、65Nd02孔の北方約1kmに位置しているH1異常域は、最大+0.5mgalと最も高い残差重力値を示す。また、この異常域は、第2年次調査で捕捉されたb区域のH1異常域に連続するもので、この異常域は、さらに北方へ延びている。

一方、低重力異常域は、東端部(L1)、中央部(L2, L4, L5)、北西端部(L3)及び南西部(L6)に分布している。これらの低重力異常域のうち、L1異常域は-0.4mgalと最も低い残差重力値を示し、東に向かって更に低下する傾向を示している。また、この異常域は第2年次調査で捕捉されたb区域のL1異常域に連続するものである。

(3) 重力基盤深度平面図(Fig. II-2-6参照)

重力基盤の深度は、地表から55m~100mに分布しており、等深度線の方法は、NE-SW方向が顕著である。

高重力異常域(H1-H4)での重力基盤はH1で55mと最も浅いが、全般的に60m~70mに分布する。一方、低重力異常域(L1-L6)における重力基盤はL1で100m台と最も深く、L2-L6では80m~90mとやや浅くなっている。

(4) 2層構造断面図

D-D' 断面(Fig. II-2-7(1)参照)

本断面は、ボーリング孔64Rd02, 64Rd01, 65Nd05および65Nd02を通るNE-SW方向の断面である。

重力基盤は深度65mから90mの範囲で変動している。重力基盤は64Rd01付近でやや凹部になっている。また、65Nd02付近は重力基盤の頂部に位置しており、深度約65mと最も浅く、その東側で重力基盤は急激に深くなっている。

F-F' 断面(Fig. II-2-7(2)参照)

本断面は、ボーリング64Qd04, MJMP-9及び65Nd05孔を通るE-W方向の断面である。

重力基盤は深度70mから90mの範囲内で変動しており、その中でNo.8からNo.9付近、No.15付近およびNo.27以西に、深度約70mの基盤の凸部が存在する。一方、重力基盤の凹部は、No.21からNo.25付近にみられ、最も深い所は深度90mである。

G-G' 断面(Fig. II-2-7(3)参照)

本断面は、ボーリングMJMP-8, 65Nd04, MJMP-7及び65Nd05孔を通るNW-SE方向の断面である。

重力基盤は深度60mから85mの範囲内で変動しており、No.1~No.3は、基盤の凹部に相当し、深度85mと深くなっている。一方、No.6~No.9は、深度約60mの重力基盤の凸部に相当する。

H-H' 断面 (Fig. II-2-7(4) 参照)

本断面は、ボーリングMJMP-7及びMJMP-9孔を通るNE-SW系の断面である。

重力基盤は深度60mから90mの範囲内で変動している。No. 5付近、No. 14～No. 22、No. 38付近は、深度80m～90mの基盤の凹部になっている。一方、重力基盤の凸部は、No. 9、No. 25、No. 31及びNo. 45付近に存在し、その深度は60m～70mである。

2-1-5 考察

以下に調査結果を取りまとめ考察した結果を述べる (Fig. II-2-8参照)。

(1) 第2年次調査で捕捉されたNW-S E系の構造線に連続する構造が、調査地域東端部でブーグ異常図にみられる。但し、その方向はNE-SWに変化している。

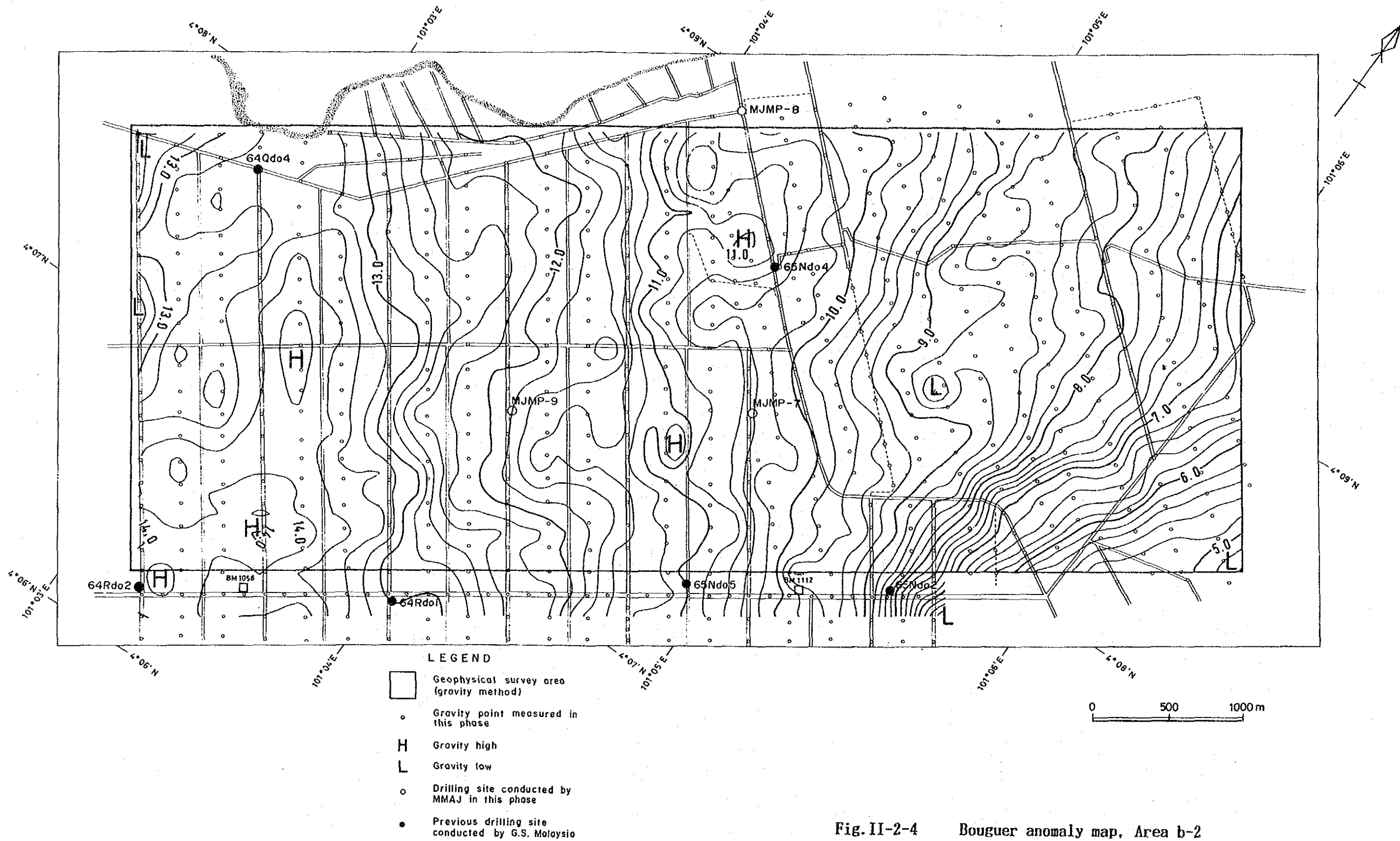
(2) ブーグ異常値は全体的に南西部から北東部に向かって減少している。

(3) 重力基盤の起伏は全体的にN-S方向及びNE-SW方向に延びている。

(4) 基盤の凸部を示す高重力異常域が4箇所、凹部を示す低重力異常域が6箇所に捕捉された。高重力異常域での重力基盤深度は55m～70m、低重力異常域での重力基盤深度は80m～100mである。

(5) 調査地域のボーリングで確認されている基盤深度と重力基盤深度は9孔のうち1孔を除いて10%以内の誤差(±10m)で一致している。

(6) 重力基盤深度がほぼ80m以上の凹地は数珠状に連なっており、これら一連の凹地は古水系チャンネルを示しているものと予想される。さらに基盤直上の砂錫は、このチャンネルに沿って分布し、特に深い凹地の基底部分に胚胎している可能性が高いと考えられている。その中で、調査地域北東端部の低重力異常域(L1)は、南東側が測定範囲外でデータがないが、この地域で最大規模の凹地となる。重力基盤が急激に凹んでおり、その分布範囲も広いことから、有望な砂錫鉱層が期待できそうである。その凹地の全貌を明らかにするため、追加測定が望まれる。また、重力基盤の凸部でもボーリングを実施し、調査地域全体での砂錫鉱層の胚胎の場を明らかにする必要がある。



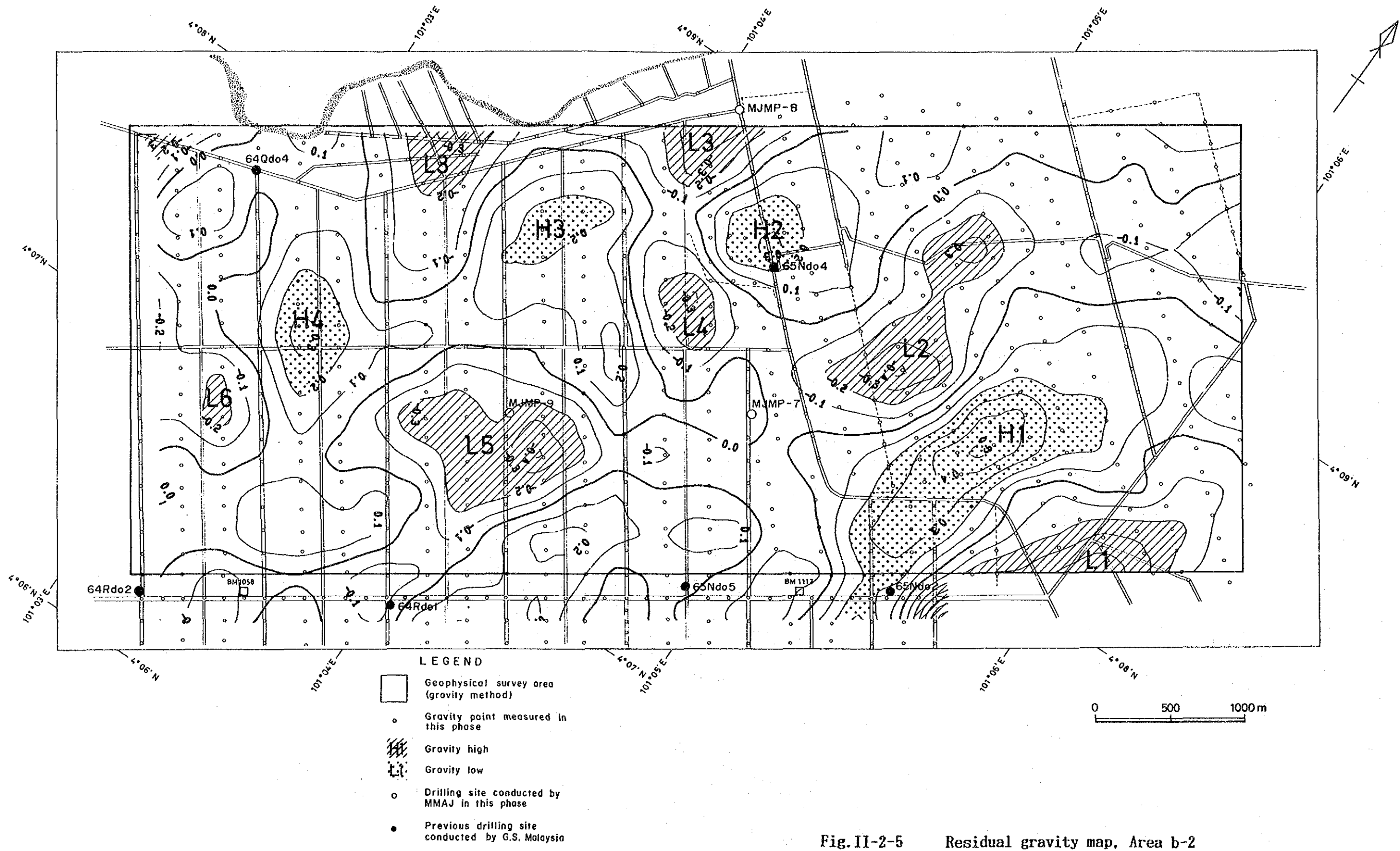
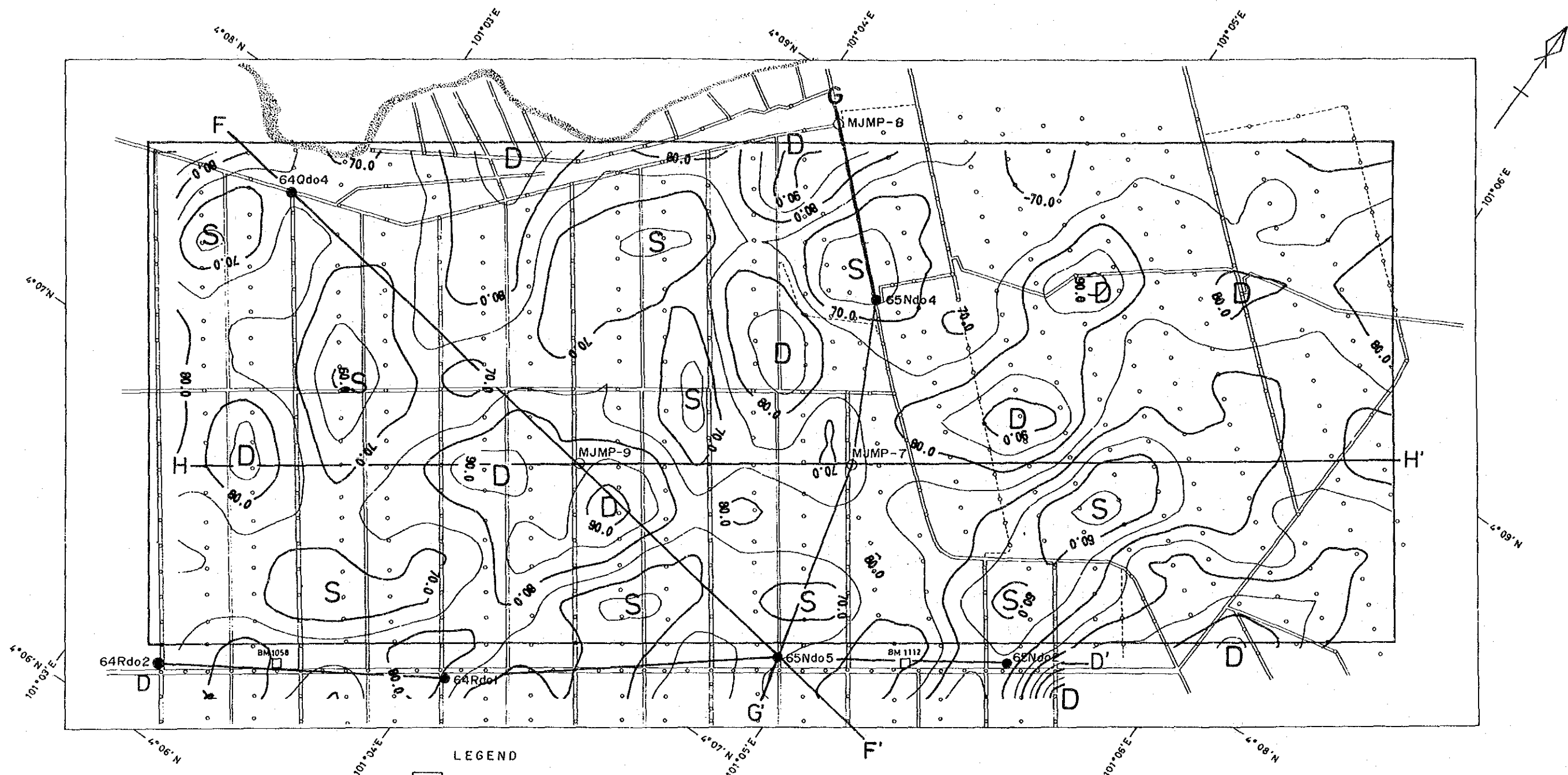


Fig.II-2-5 Residual gravity map, Area b-2



- LEGEND**
- Geophysical survey area (gravity method)
 - Gravity point measured in this phase
 - S Peak of shallowest gravity basement
 - D Bottom of deepest gravity basement
 - B—B' Section line
 - Drilling site conducted by MMAJ in this phase
 - Previous drilling site conducted by G.S. Malaysia

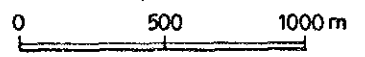


Fig.II-2-6 Gravity basement map, Area b-2

Section D - D'

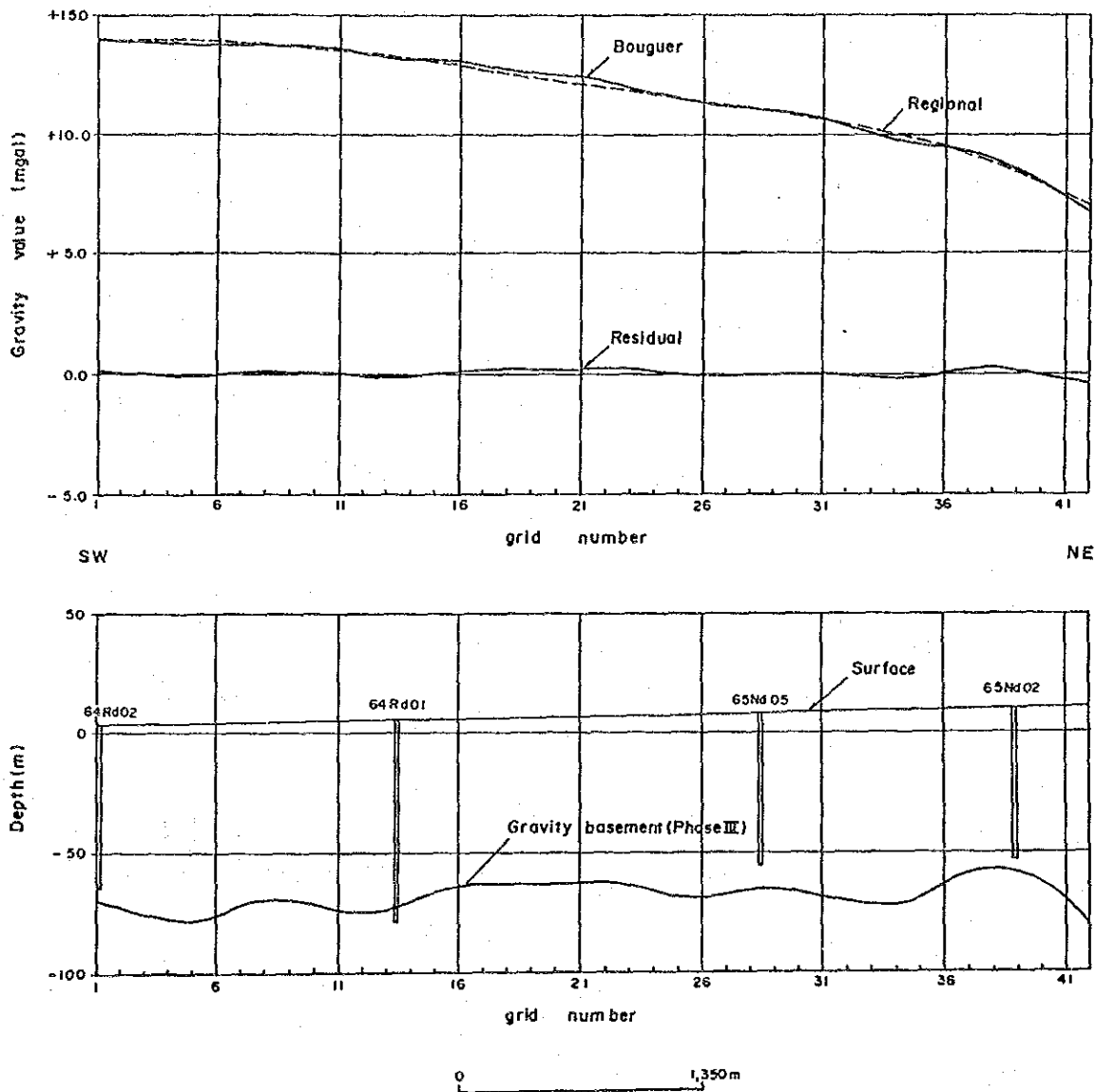


Fig. II-2-7(1) Two layers structural section, D-D', Area b-2

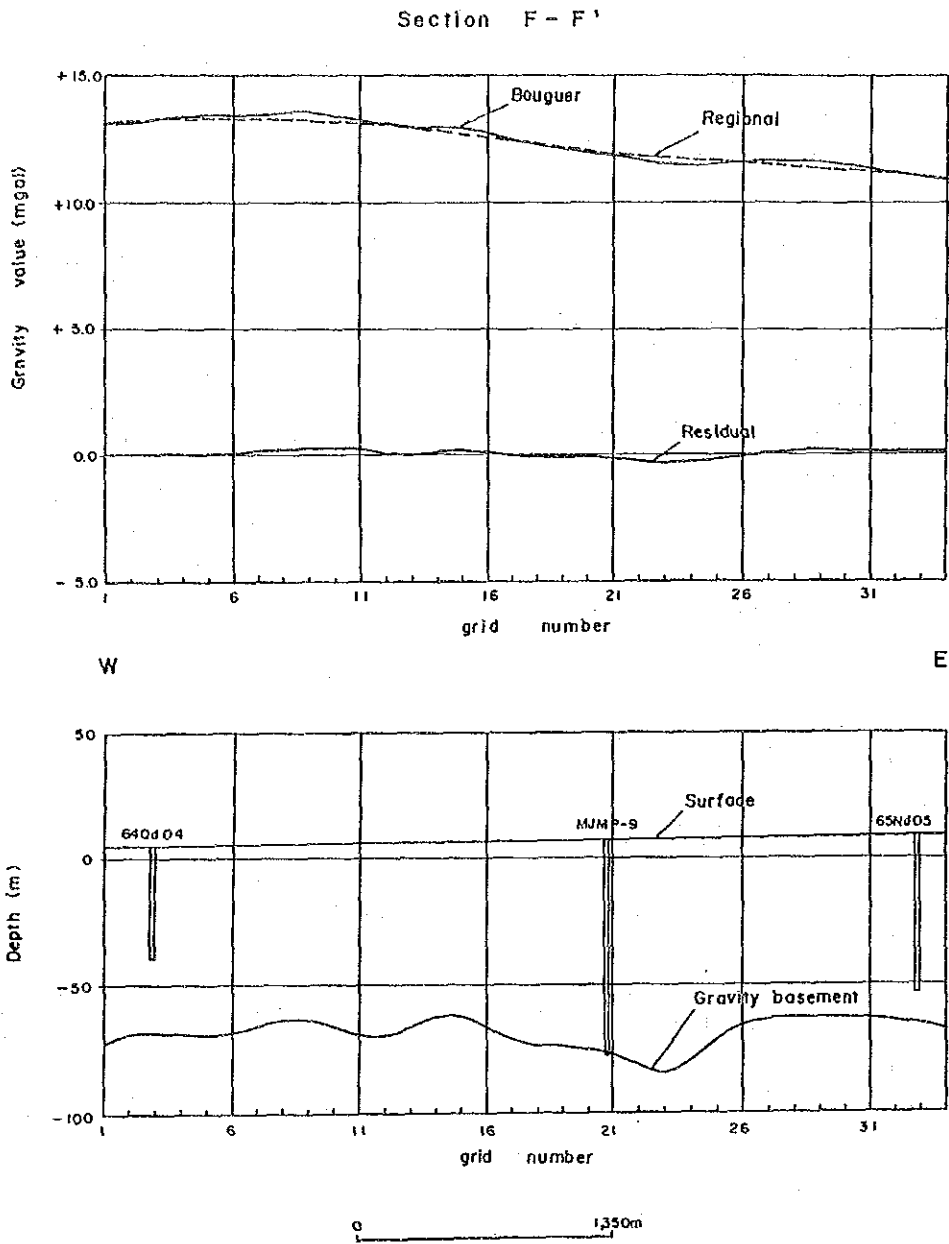
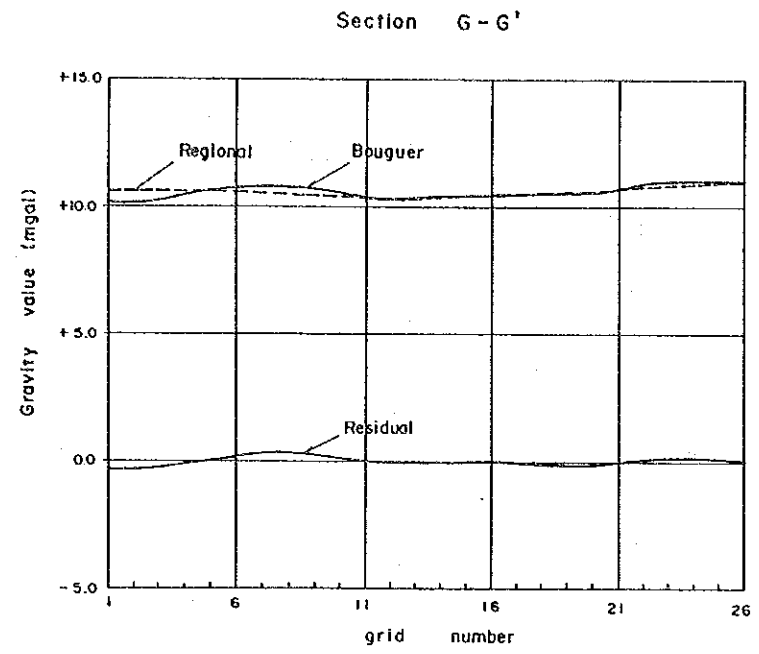
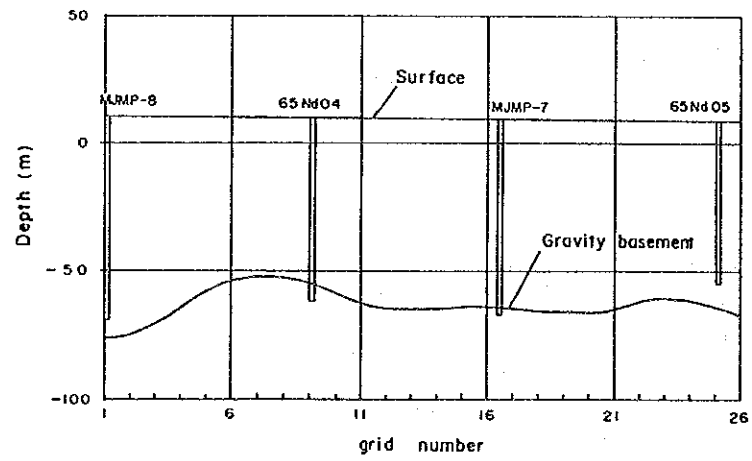


Fig. II-2-7 (2) Two layers structural section, F-F', Area b-2

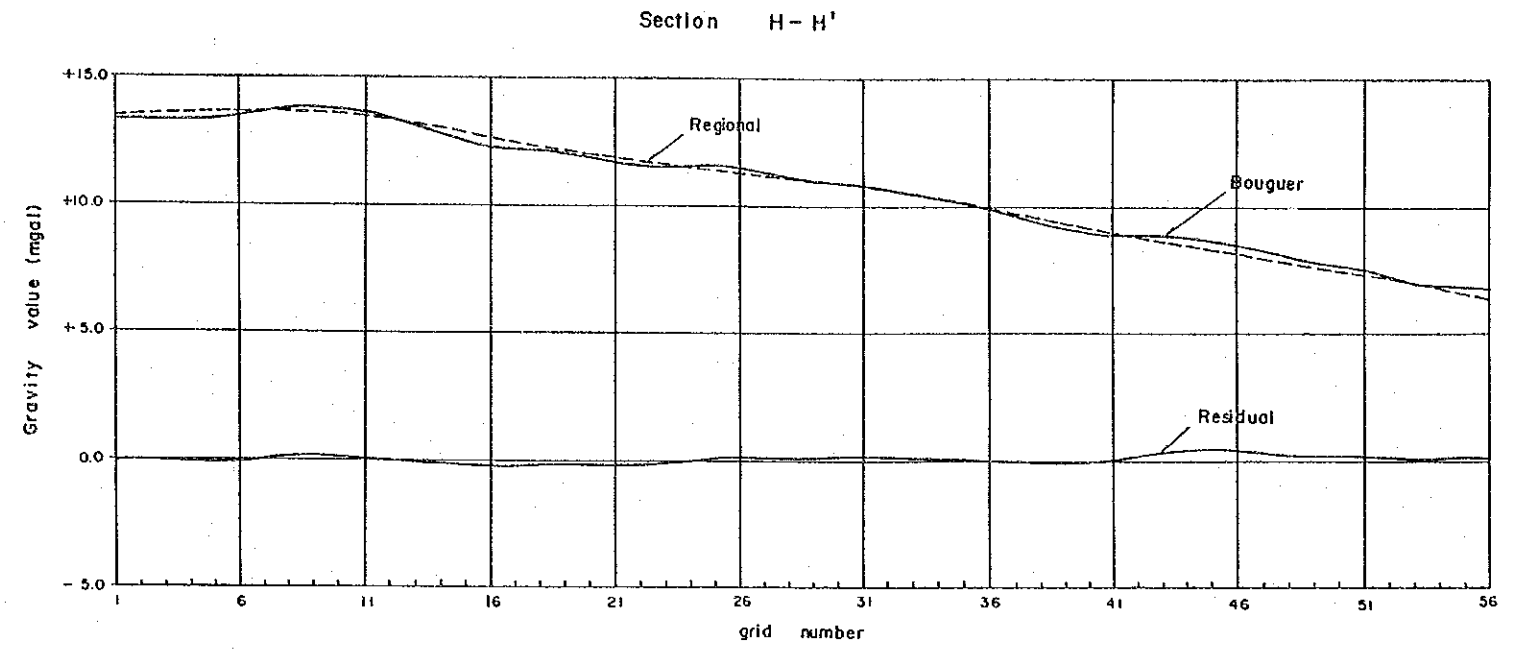


NW SE

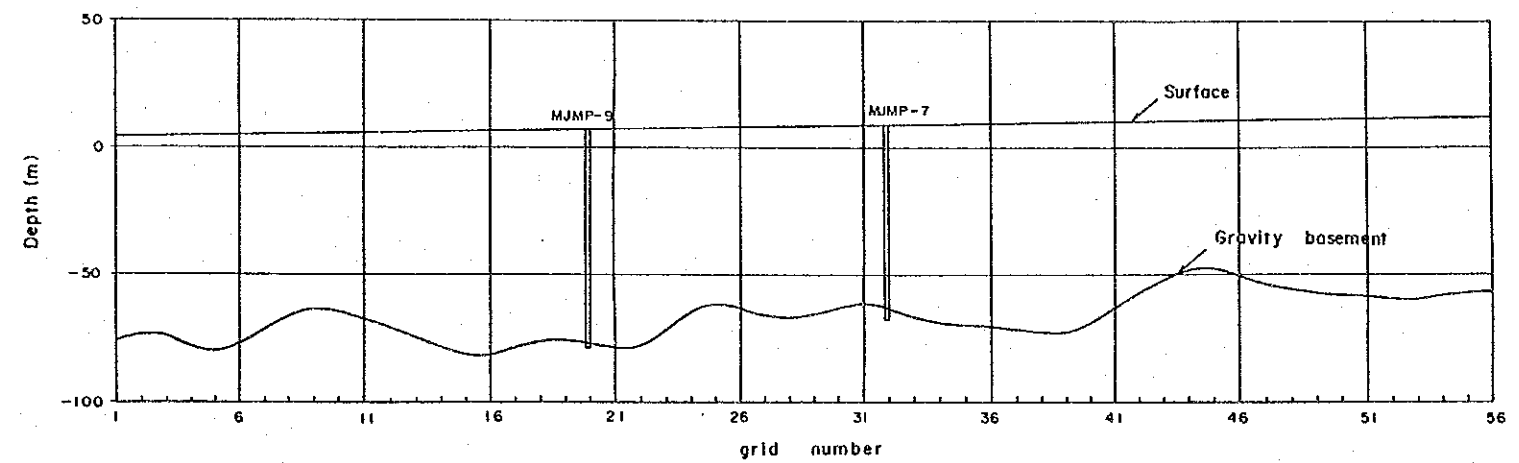


0 1,350m

Fig.II-2-7(3) Two layers structural section, G-G', Area b-2



SW NE



0 1,350m

Fig.II-2-7(4) Two layers structural section, H-H', Area b-2

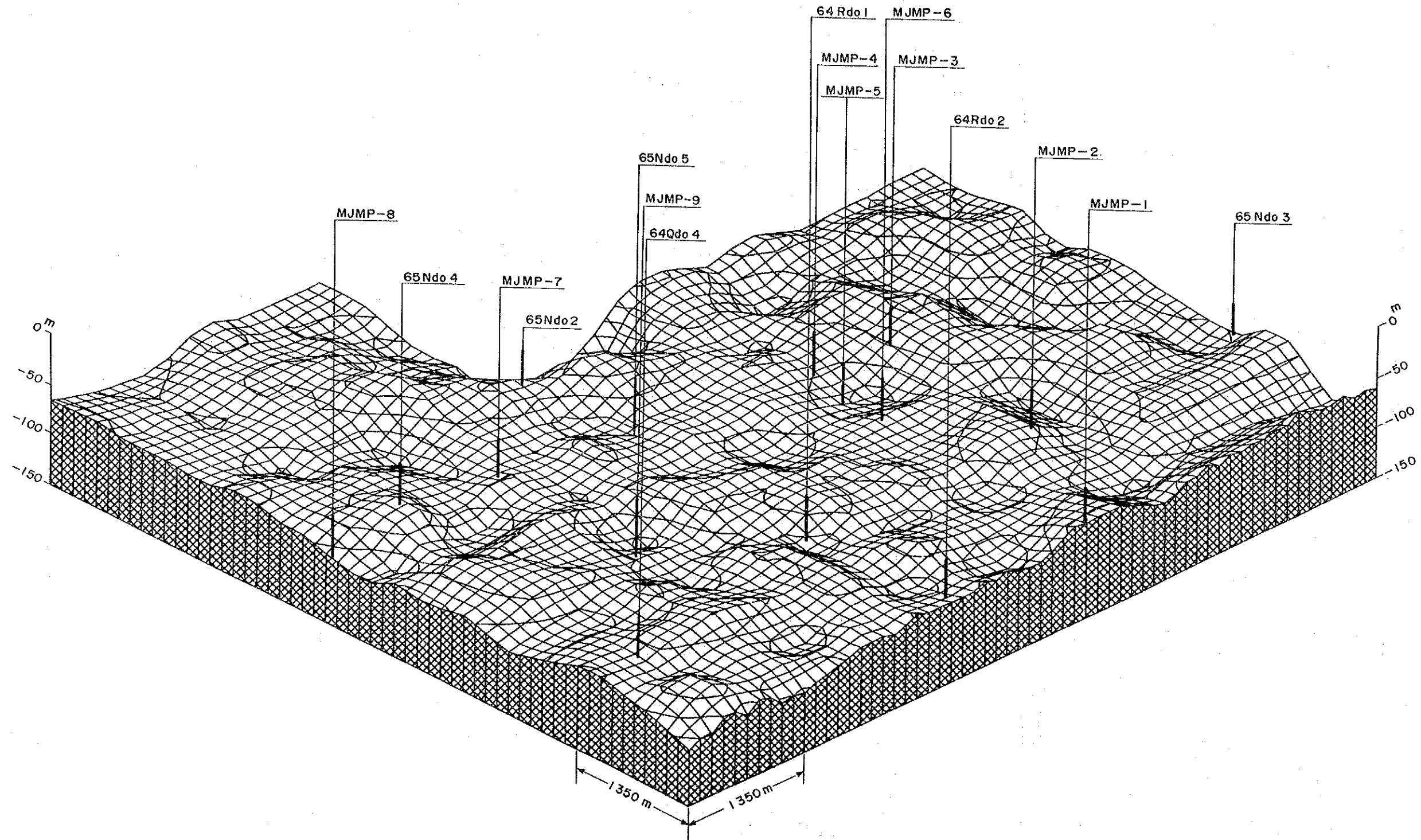


Fig. II-2-8 3-dimensional gravity basement map

