

## 第2章 B地区（ラカー鉱床）

### 2-1 調査概要

ラカー鉱床を中心としたB地区のポテンシャルと鉱床の賦存状況を明らかにするため、A地区と同様、2年間にわたり地質調査、流電電位法による物理探査及びボーリング調査を含む探査を行った。本調査で実施した各手法の作業量は、以下のとおり。

地質調査： 面積4km<sup>2</sup>、縮尺 1:2,000

物理探査： 流電電位法、面積2km<sup>2</sup>、402点

ボーリング調査： 11孔 計 1,583.25 m

これらの調査によりB地区の地質構造及びラカー鉱床の全貌が明らかとなり、開発段階への移行が可能となった。

### 2-2 地質調査

#### 2-2-1 地質

##### (1) 地質概説

B地区は、A地区と同様、スマイル・ナップの分布域に位置し、その地質は、スマイル・オフィオライト及びオフィオライト上部堆積物より構成される (Fig. 1-1, Fig. 1-2)。スマイル・オフィオライトは、A地区と同様下位よりテクトナイト、層状岩体、ハイレベル斑れい岩、シート・コンプレックス及び火山岩類より成る。オフィオライト上部堆積物はオリストストローム層及びオリストストローム層とオフィオライトの間にA地区では欠如するスハイラ層より構成される。スハイラ層は、ラカー鉱床周辺に散在し火山岩類を覆って分布する。B地区の地質図をFig. 2-1及びPlate II-2-1に、地質断面図をPlate II-2-2に示す。

本地区の地質構造 (Fig. 2-2) は、A地区と同様、NW-S EからE-W方向を示す衝上断層群により特徴付けられる。衝上断層は、本地区の北側で見られる主要なもの2条のほか、これに伴われた副次的な衝上断層が4条認められA地区と同様に見逆転した構造を示す。断層は、NW-S E方向の断層が卓越する。褶曲は、NW-S E方向の背斜及び向斜褶曲が認められる。

##### (2) 地質各説

薄片試料の検鏡結果をTable 1-1 及びAppendix 1に示す。

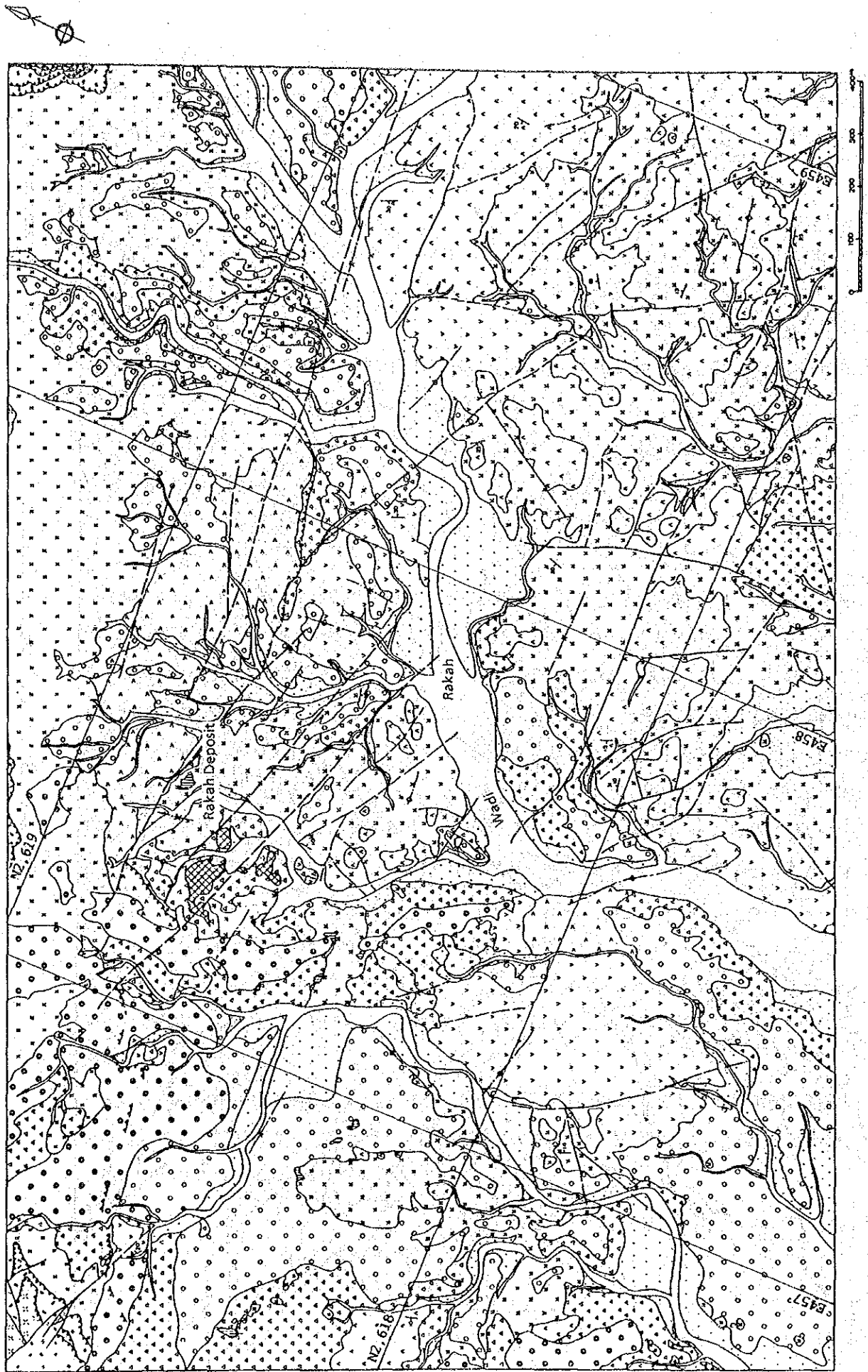


Fig. 2-1 Geologic map of Area B (Legend is same as Fig. 1-3.)



Fig. 2-2 Structural map of Area A (Legend is same as Fig 1-4.)

### (i) サマイル・オフィオライト

B地区に分布するサマイル・オフィオライトは、A地区と同様下位よりテクトナイト、層状岩体、ハイレベル斑れい岩、シート・コンプレックス及びサマイル火山岩類に区分される。

#### (a) テクトナイト

テクトナイトは、地区北西端及び北端部に見られ小規模な分布を示す。本岩は、主としてハルツバージャイト(Hz)より成り、その層厚は100m以上である。層序的に上位の層状岩体とは、断層で接している。

ハルツバージャイトは、暗褐色から暗緑色を呈し直径1~10mmの斜方輝石が明瞭であるが、面構造及び線構造は、極めて不明瞭である。本岩は強度の蛇紋岩化を受けており、その断裂系には厚さ数cmのマグネサイト脈が認められる。本岩を切る衝上断層には、断層面に沿って幅1m~5mの破碎帯が見られる。

#### (b) 層状岩体(Cg)

本岩は、地区の北西端、北東端及びラカー鉱床の北側に分布する。本岩の上位には、層序的に下位に位置するテクトナイトが衝上しておりこれと断層で接している。層序的に上位のハイレベル斑れい岩とは、漸移関係で接する。本岩の層厚は50m以上である。

本岩は、斑れい岩及び少量のかんらん岩からなる層状岩で、有色鉱物の量比により幅数cmから30cmの明瞭な層状構造がみられる。斑れい岩は、淡緑灰色ないし淡緑褐色を呈し単斜輝石斑れい岩及び少量のかんらん石斑れい岩より成る。輝石は緑色化している。かんらん岩は、斑れい岩中に暗色のバンドとして挟在する。層状構造は、N40°~65°Eの走向で60°~80°NWの傾斜を示す。本岩には、後期の岩脈類が貫入しており、岩脈の周辺部は強い変質を受けている。

#### (c) ハイレベル斑れい岩(Hg)

本岩は、地区の北東部より北西部にかけて分布する。下位の層状岩体及び上位のシート・コンプレックスとは、漸移関係で接する。本岩の層厚は50mから180mを示し、ドレライト及び玄武岩の岩脈が多く貫入している。

本岩は、淡緑灰色から灰白色を呈し、主として単斜輝石斑れい岩より成り、希に角閃石斑れい岩を伴う。本岩を構成する鉱物の粒度は、岩体上部では細粒及び中粒であるが、下部では中粒ないし粗粒で所々幅数mの斑れい岩質ペグマタイトが見られる。

(d) シート・コンプレックス (Sd)

本岩は、ラカー鉱床の北部及び東方に分布する。下位のハイレベル斑れい岩及び上位のサマイル火山岩類とは、それぞれ漸移関係及び衝上断層で接する。本地区では、本岩体の最上部及び最下部が露出し中間部を欠く。本岩の層厚は、80m 以上と推定される。本岩を構成する岩脈は、N 30° ~70° Wの走向で30° ~40° Eの傾斜を示す。

本岩は、暗灰色から淡緑灰色を呈し、ドレライト及び玄武岩の岩脈よりその70%以上が構成される。岩脈の幅は30cmから1 mであり、各岩脈には幅数cmの急冷縁相が認められる。本岩体の下部ではその基質が斑れい岩質であるのに対し、上部では玄武岩質で希に枕状構造が認められる。

本岩は、全体に緑泥石化及び緑れん石化が著しく、局部的には熱水変質による粘土化が認められる。

(e) サマイル火山岩類

A地区と同様、本地区には下部火山岩類及び中部火山岩類が分布する。下部火山岩類は、その枕状溶岩の性質の差より、下位より下部噴出岩類Ⅰ及び下部噴出岩類Ⅱに細分される。本地区の火山岩類のルート柱状図を Fig. 2-3に示す。また、北部オマーン山脈地域及びA地区との対比表を前章の Fig. 1-7に示す。

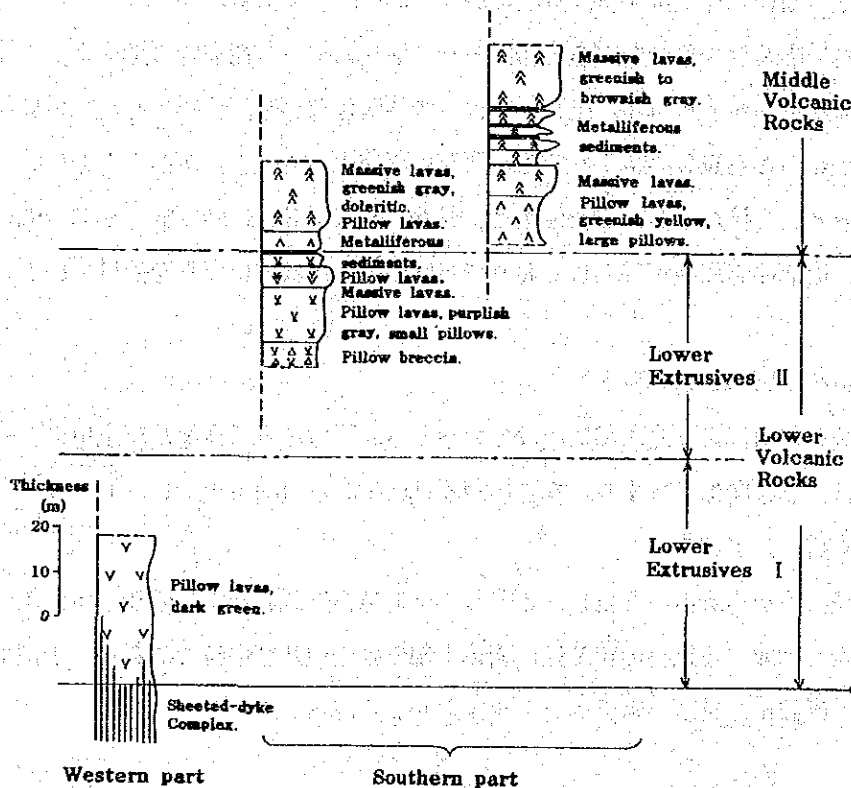


Fig. 2-3 Columnar sections of volcanic rocks in Area B

### 下部噴出岩類 I (L I)

本部層は、地区の南西部より南東部にかけて分布する。下位のシート・コンプレックスとは漸移関係及び衝上断層で接する。上位の下部噴出岩類 II とは、断層及び整合関係で接する。本部層の層厚は、150 m 以上で $10^{\circ}$ ～ $30^{\circ}$ の緩い傾斜を示す。

本部層は、枕状溶岩と少量のマッシブ溶岩及びピロー・プレッチャーより成り、メタリフェラス堆積物を挟在する。枕状溶岩は、淡緑褐色ないし暗緑色の玄武岩で、直径 0.6m～1.0mの枕状構造を示し放射状節理がしばしば発達する。気孔は、方解石、沸石、緑泥石及び緑れん石により充填されている。枕状溶岩の基質は、幅 1cm～3cmのハイアロクラスタイトから成り少量のピロー・プレッチャーを伴う。マッシブ溶岩は、中央部及び南東部の小範囲に分布する。各溶岩流の厚さは、2m～6mで緑灰色ないし淡緑褐色を呈し、柱状節理が発達している。ピロー・プレッチャーは、地表ではあまり見られないが、ラカー鉞床に対するボーリング調査では下部において MJ0-B9 孔などで比較的厚いピロー・プレッチャーが確認されている。

本部層に挟まれるメタリフェラス堆積物は、地表では赤色ないし赤褐色を呈し数cmから10cm程度の層厚で連続性も悪く細粒で泥質である。ラカー鉞床の南東端で行ったボーリング (MJ0-B10 孔) では、本部層中で5枚のメタリフェラス堆積物を確認している。これらは比較的厚く最大40cmの掘進長を示し、上部及び下部では赤褐色であるが中央部では暗褐色を呈する。

### 下部噴出岩類 II (L II)

本部層は、 $5^{\circ}$ ～ $25^{\circ}$ の緩い傾斜を示し本地区に広く分布する。下位の下部噴出岩類 I とは、整合関係にあるが、上位の中部火山岩類とは非整合関係を示す。層厚は、50m～150mである。

本部層は、枕状溶岩及びマッシブ溶岩から成り、メタリフェラス堆積物を挟在する。枕状溶岩は、紫灰色から淡緑灰色を呈し、ピロー・プレッチャーの薄層を挟む。枕状構造の直径は、0.3m～0.8mで比較的小さい。気孔は、沸石、緑泥石、方解石、緑れん石などで充填されている。基質のハイアロクラスタイトは薄く1cm～2cmである。マッシブ溶岩は、淡紫灰色ないし緑灰色でドレライト質であり、輝石の斑晶が認められるが殆ど緑泥石化を受けている。溶岩流の厚さは、4m～6mで柱状節理が発達する。メタリフェラス堆積物は、本部層の上部に挟在する。層厚は、数cmから30cmで連続性に乏しい。

### 中部火山岩類 (M)

中部火山岩類は、B地区の南部及びラカー鉞床の南に分布し、小丘の頂部を形成する場合が多い。傾斜は、最大 $20^{\circ}$ までで緩い褶曲構造の繰り返しが見られる。本層の層厚は、20m～50mである。

本層は、主としてマッシブ溶岩 (Mms) から成り少量の枕状溶岩 (Me) を伴う。また、本層はメタリフェラス堆積物及び赤色チャートの薄層を挟在する。マッシブ溶岩は、淡緑褐色から緑灰色を呈するドレライト質の溶岩流で柱状節理が発達する。溶岩流の厚さは、4m～20mで枕状

溶岩及びピロー・プレチャーを挟在する。枕状溶岩は、緑灰色ないし淡黄緑色を呈する。枕状構造は、直径 0.6m～1.4mを示し比較的大きい。基質は、幅 2cm～5cmのハイアロクラスタイトから成り、急冷縁は緑れん石化及び緑泥石化を受けている。メタリフェラス堆積物及び赤色チャート層は主として最下部に見られ、希にマッシュ溶岩中に挟在する。最下部のメタリフェラス堆積物は、赤褐色で層厚が20cm～70cmあり連続性は良好である。

## (ii) オフィオライト上部堆積物

オフィオライト上部堆積物は、下位よりA地区では欠如するスハイラ層とオリストストローム層に区分される。

### (a) スハイラ層 (Sh)

本層は、B地区西部及びラカー鉾床周辺部に散在し、主として淡赤褐色ないし暗赤色チャートより成る。チャート中には、多量の放散虫化石が見られる。スハイラ層の堆積時期は、放散虫化石より白亜紀最上部のマーストリヒト階とされている (Bishimetal, 1987)。層厚は、3m～8mで主に下部噴出岩類IIを覆って分布する。

### (b) オリストストローム層 (Os)

本層は、地区の西端に小規模に分布し、数mから数10m規模のオリストリスより成る。岩相は、赤色チャート (Och)、層状石灰岩 (Ols)、暗灰色石灰岩 (Ols) 及び蛇紋岩 (Sp) などが見られる。ラカー鉾床北西部のスハイラ層分布域にも本層からと考えられる石灰岩の転石が散在する。

## (iii) 第四紀層

第四紀層としては、段丘堆積物、崖錐堆積物及びワジ堆積物が見られる。

### (a) 段丘堆積物 (Qt)

本地区では、段丘面が広く発達する。段丘面は、上位、中位及び下位に区分される。

上位段丘面は、標高 680mから 720mの間にあり、地区の西半部で見られる。この段丘堆積物 (Qt<sub>u</sub>) は、2m～3mの厚さを有し、主として斑れい岩及びハルツバージャイトの円礫ないし垂円礫より成る。礫の径は 1cm～50cmで、淘汰は不良である。基質部は、細粒から粗粒の砂から成り、淡黄褐色の炭酸塩鉾物により充填されている場合が多い。なお、段丘は上方へ扇状地堆積物として連続しており、標高 780m付近まで追跡できる。

中位段丘面は、標高 650mから 710mの間に見られ、地区西部より北東部にかけて広く分布す

る。段丘堆積物 (Qt m) は 2 m ~ 8 m の厚さを示し、上位段丘面の段丘堆積物と同種の円礫から亜角礫より成る。上方は、小規模な扇状地堆積物に漸移し、標高 780 m まで追跡できる。

下位段丘面は、標高 650 m から 700 m の間に見られ、ワジに沿って分布する。段丘堆積物 (Qt l) は、層厚 2 m ~ 6 m で円礫及び亜円礫より構成される。礫の直径は 1 cm から 40 cm で、淘汰は上位の段丘堆積物に比べ比較的良好である。礫層は、厚さ数 cm から 10 cm の細粒ないし粗粒の砂層を挟在するが、この砂層には局部的にクロスベディング及びラミナが発達する。

#### (b) 崖錐堆積物 (Q d)

本堆積物は、主にテクトナイト、中部火山岩類及び段丘堆積物に沿って分布し、主としてこれらの角礫より構成されその径は 1 cm ~ 30 cm である。

#### (c) ワジ堆積物 (Q w)

ワジに沿って分布し、主として径 1 cm ~ 25 cm の円礫及び亜角礫より成る。

#### (iv) 貫入岩類

本地区の貫入岩類は、岩脈及び後期岩脈に区分される。

岩脈は、南西部及び北部から北東部にかけて見られる。本岩は、玄武岩質から安山岩質の岩脈であり、暗緑色ないし緑灰色を呈する。岩脈の幅は、0.5 m ~ 1.5 m であり、走向は NW - SE から E - W を示し、北へ 35° ~ 65° 傾斜する。本岩は、シート・コンプレックスと同質であり、下部火山岩類の供給岩脈と考えられる。

後期岩脈は、南西部から北西部及び南東部にかけて広く分布している。本岩も玄武岩質から安山岩質の岩脈であり、緑灰色ないし緑褐色を呈し、著しい緑れん石化及び局部的に弱い鉍化作用を受けている。鉍化作用を受けた部分では、ゴッサン化し銅の酸化二次鉍物が認められる場合がある。岩脈の幅は 0.3 m ~ 6 m で、その走向延長は数 m より 100 m に及ぶものまでである。走向は、NW - SE 方向から ENE - WSW 方向が卓越し、一部放射状配列を示す部分もある。本岩は中部火山岩類とほぼ同質であり、その供給岩脈と考えられる。

### 2-2-2 地質構造

B 地区を含むラカー地域の構造発達史は、第 1 章の 1-2-2 で述べたとおりである。

B 地区では、主要な衝上断層が地区の北西部より北東部にかけて 2 条認められる (Fig. 2-2)。上位の衝上断層は、層状岩体及びハイレベル斑れい岩とテクトナイトの間にあり、下位のものは火山岩類及びスハイラ層とハイレベル斑れい岩及びシート・コンプレックスとの間にある。これ



らの他に、副次的な衝上断層が前記の主要な衝上断層に伴って4条認められる。これらの衝上断層は、NW-SEからE-Wの方向を示し、北に0°~40°傾斜している。衝上断層に伴われた破碎帯の幅は、1m~5mである。

断層は、NW-SE、NE-SW及びE-Wの3系統の断層群が認められる。このうちNW-SE系の断層が卓越し、一部右ずれ断層が認められる。褶曲は、NW-SE方向の背斜及び向斜褶曲が認められる。その他、N-S方向の小規模な背斜及び向斜褶曲が地区のほぼ中央部で見られる。

## 2-2-3 鉍化作用

### (1) 鉍化作用の概要

本地区で見られる鉍化帯は、既知のラカー鉍床のみである。ラカー鉍床の西部では、下部噴出岩類Iの最上部に鉍化帯は賦存し、この最上部で堆積岩を伴う箇所では、塊状鉍が見られる。鉍床分布域 (Fig. 2-4)の中央部及び東部では、ストックワーク状鉍が下部噴出岩類Iを母岩として発達する。このストックワーク状鉍は、鉍床中央部で二枚の鉍化帯として賦存しており (Fig. 2-5)、これらをそれぞれ上部鉍化帯及び下部鉍化帯と呼称する。鉍床の東部では、上部鉍化帯と下部鉍化帯の間に挟まれた火山岩類が消失し一枚の鉍化帯となって劣化する。上部鉍化帯の西方連続部は、地表に露出しておりゴッサン化を受けている。ラカー鉍床分布域以外でも、下部噴出岩類IIとIの境界部は露出するが、鉍徴は認められない。なお、ラカー鉍床は、ハイル・アス・サヒル鉍床と同様の地質環境で生成しており、鉍床も同様の特徴が認められることから、キプロス型の銅鉍床と考えられる。

### (2) 鉍化帯

#### (a) ラカー鉍床近傍の地質及びゴッサン化帯

本調査では、ラカー鉍床を中心に地表地質精査 (Fig. 2-4)を行うとともに、これまでにラカー鉍床に対して行った45本のボーリング調査結果と本調査で行った11本のボーリング調査結果を基に地質断面図を作成した (Fig. 2-5)。

ラカー鉍床及びその周辺の地表地質は、ハイレベル斑れい岩、シート・コンプレックス、下部噴出岩類II及びゴッサン化帯より構成される。

ハイレベル斑れい岩は、北西端に分布しシート・コンプレックス上に衝上している。シート・コンプレックスは、ラカー鉍床の北側に分布し下部噴出岩類IIの上に衝上している。シート・コンプレックス中の岩脈の走向は、E-W系統のものが多く、下部噴出岩類IIは、中央部、東部及

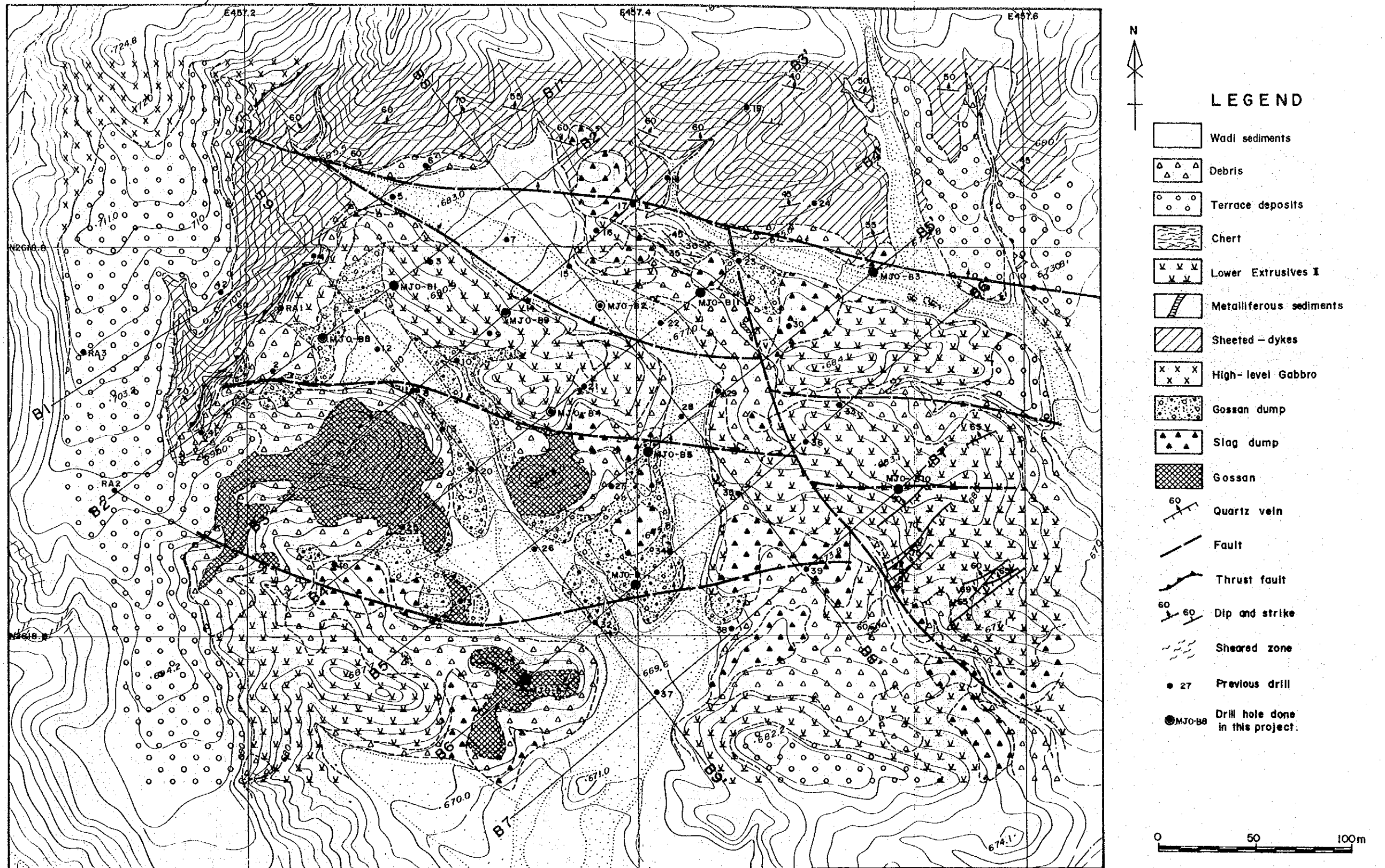


Fig. 2-4 Geologic map of the Rakah deposit area



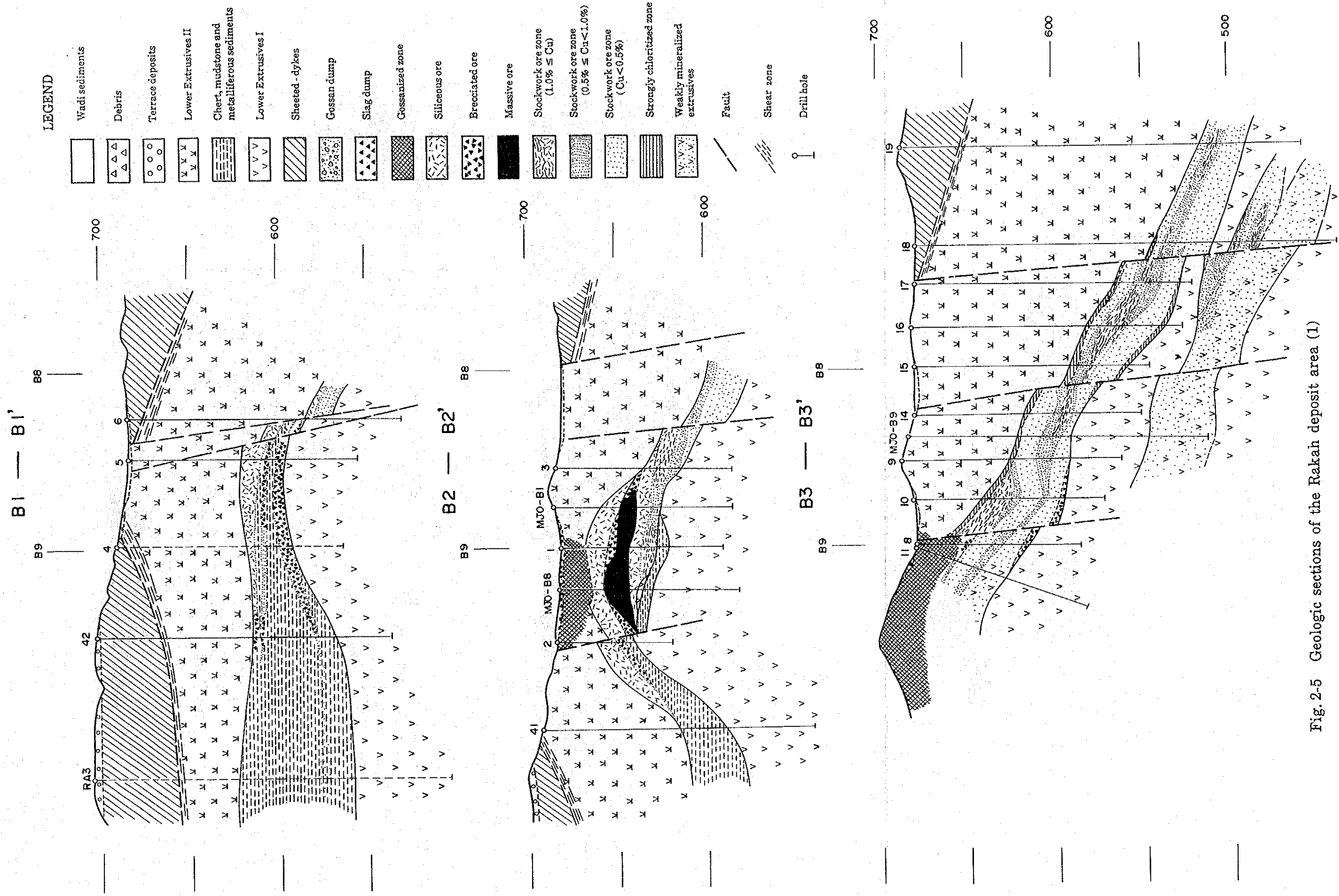


Fig. 2-5 Geologic sections of the Rakah deposit area (1)



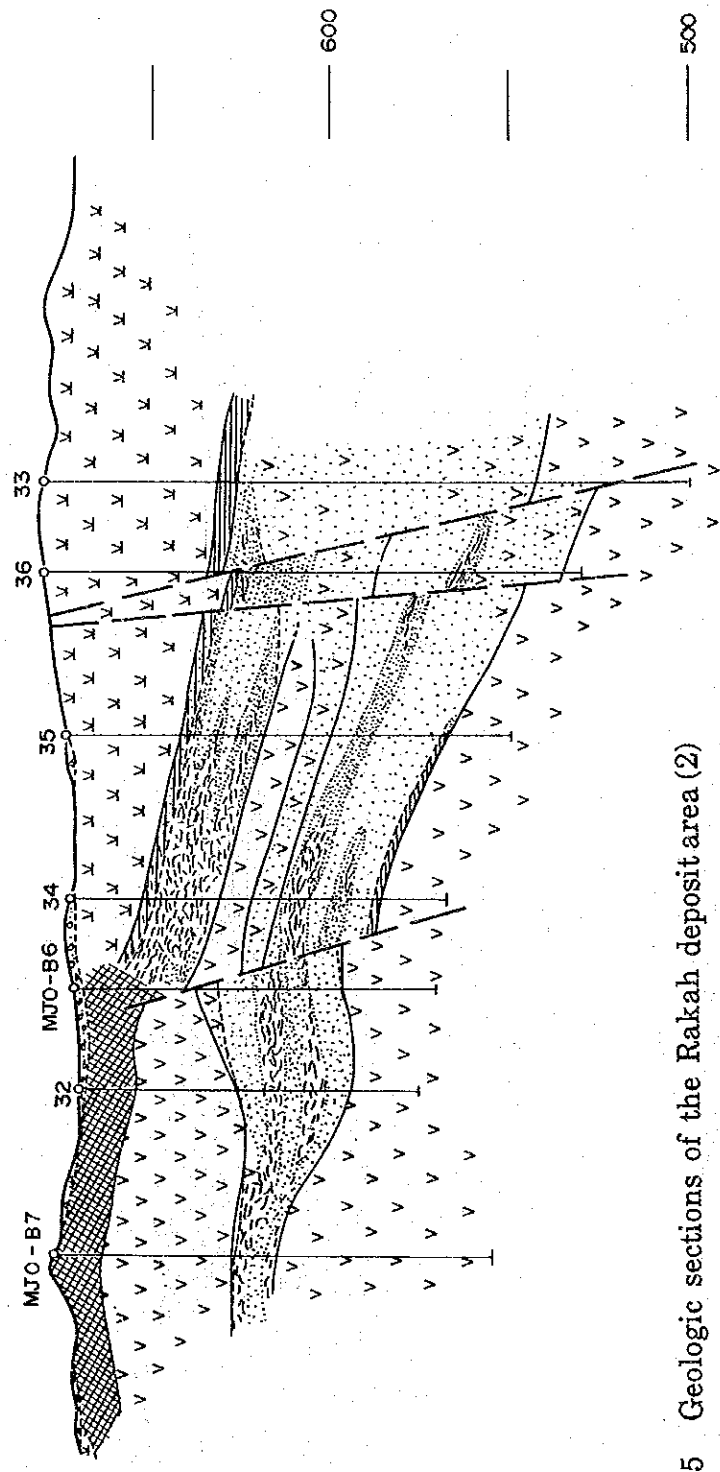
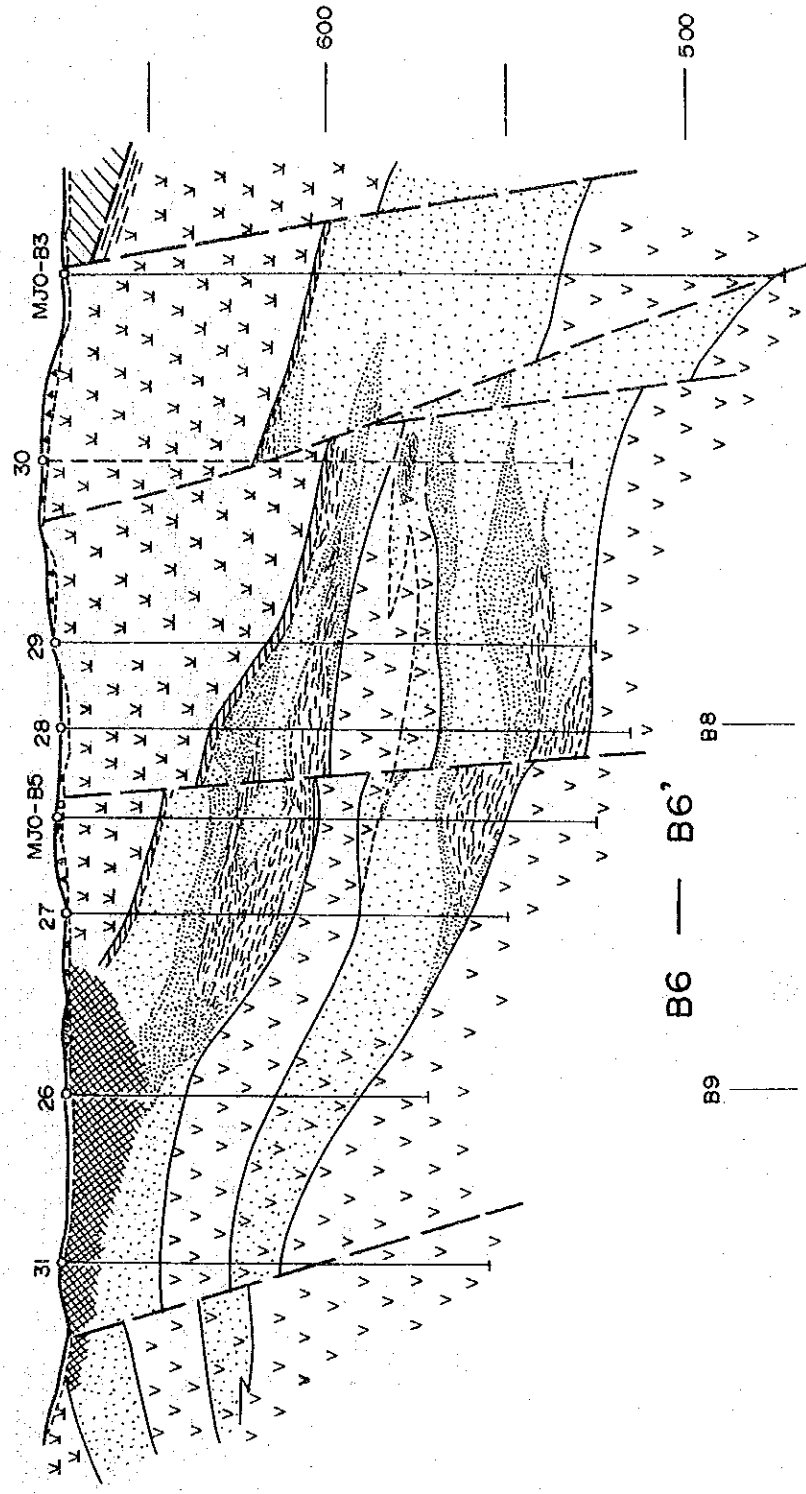
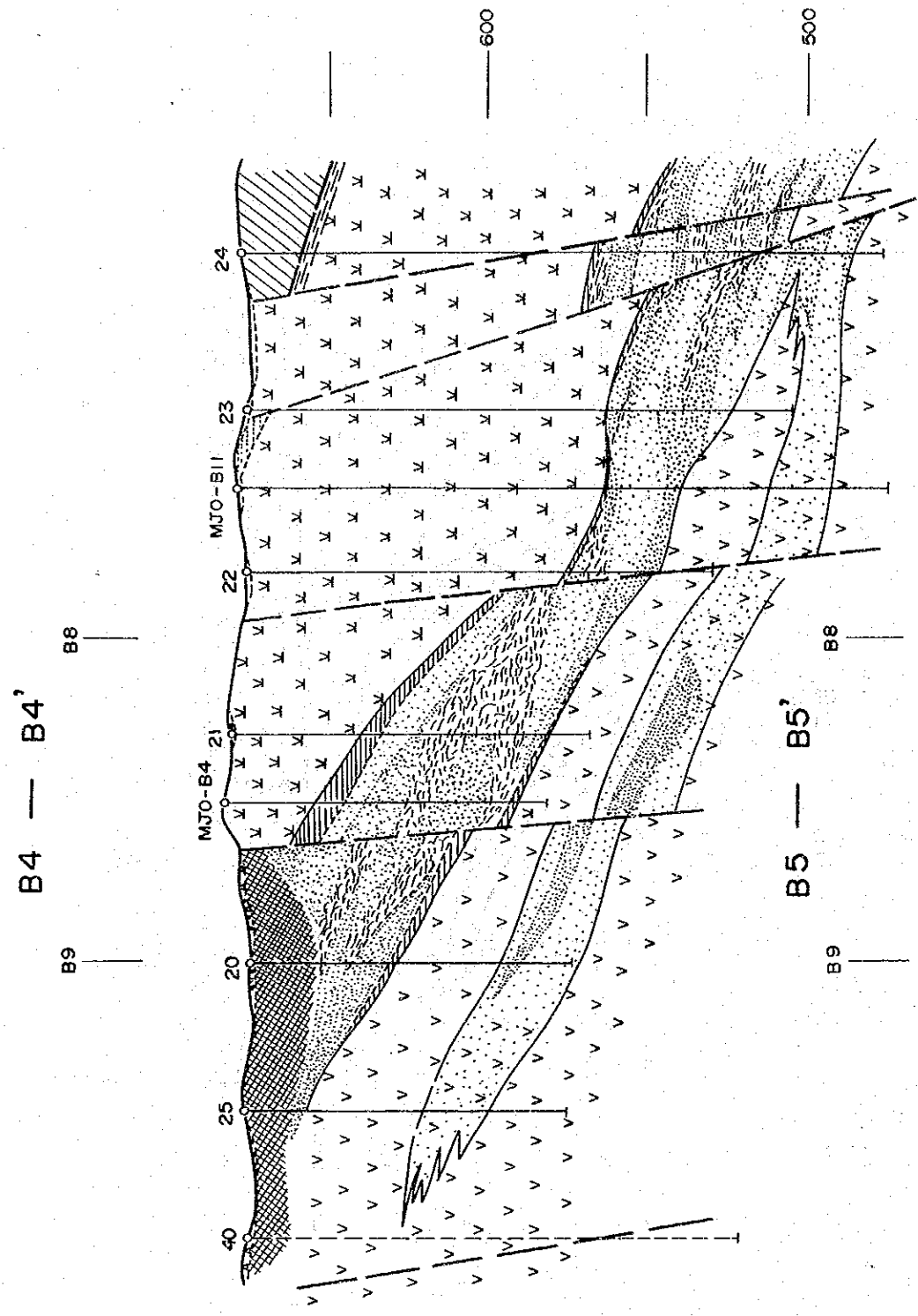


Fig. 2-5 Geologic sections of the Rakah deposit area (2)



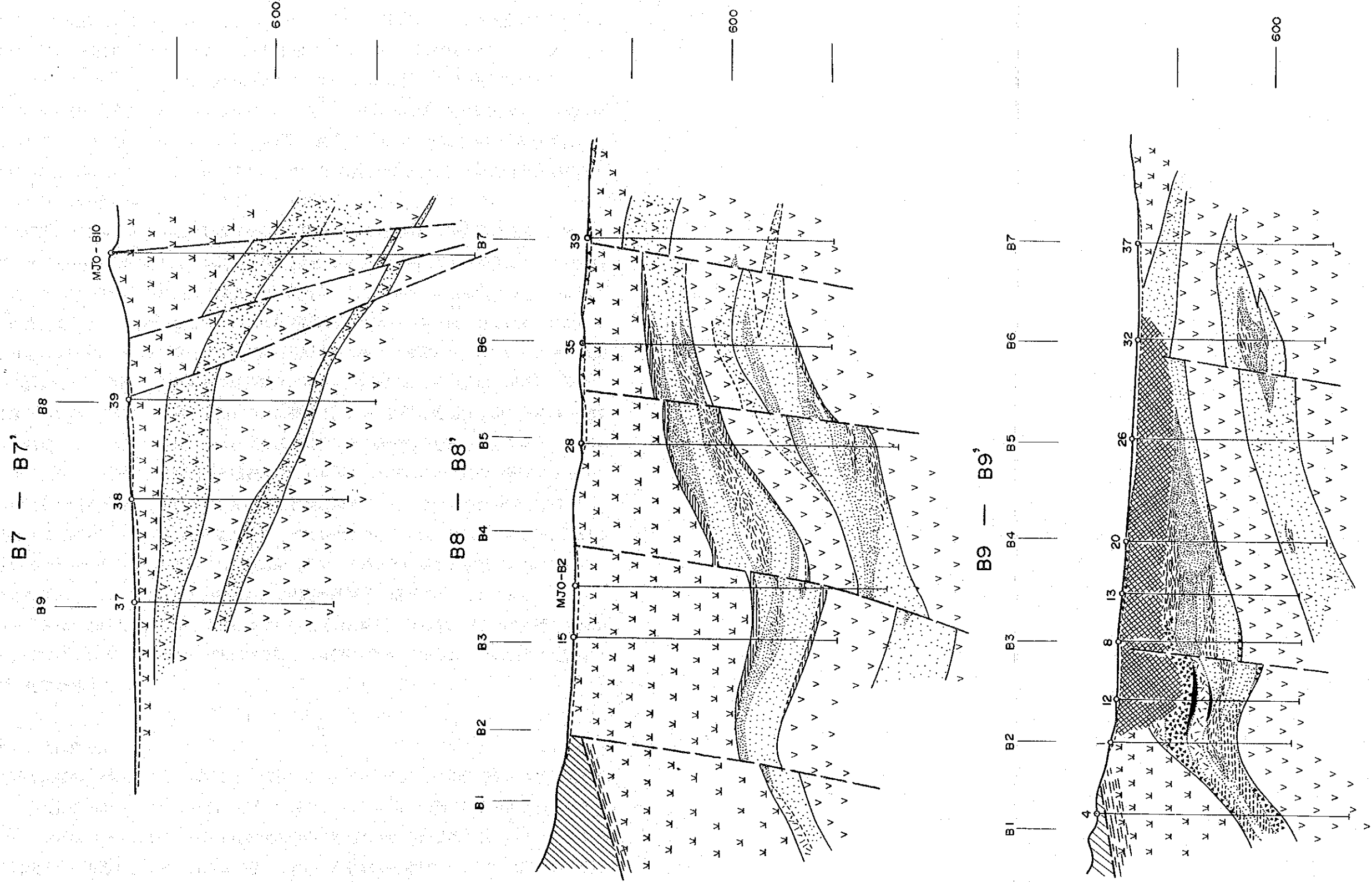


Fig. 2-5 Geologic sections of the Rakah deposit area (3)





び南部の広い範囲に分布し弱い緑泥石化及び赤鉄鉱化を受けている。この下部噴出岩類Ⅱを覆って中央北部の小範囲にオフィオライト上部堆積物に属するスハイラ層が見られる。このスハイラ層は、主としてチャートより構成される。ゴッサン化帯の周辺には、古代の採掘に伴うと考えられる採掘ズリがかなり広い範囲で見られる。この採掘ズリの周辺には、古代の製錬によると思われる約20千トンのスラッグが認められる。本調査の結果では、この時期に採掘及び製錬がなされたのは銅の二次富化帯である。これまでのボーリング調査結果では、地表下38m付近まで採掘跡が確認されている。

下部噴出岩類Ⅰの鉱化風化帯であるゴッサン化帯は、西部で見られNW方向の分布を示す。このゴッサン化帯は背斜構造の軸部を成し、その両側は鉱床上盤の下部噴出岩類Ⅱによって覆われる。ゴッサン化帯の主要な露頭は3箇所で見られるが、北西部の露頭が最も大きくワジ面と約30mの標高差をなす小丘を形成している。北東部の露頭は、その一部が採掘されていることから不安定な形状を示す。ゴッサン化帯は、いずれも珪質であり著しい角礫化を受けている。角礫の基質や割れ目には、赤鉄鉱、褐鉄鉱及び針鉄鉱などが多く見られ、希に銅の酸化二次鉱物が認められる部分もある。東部の下部噴出岩類Ⅱの分布域では、この下部噴出岩類Ⅱを切る数条の石英脈が見られる。この石英脈中には、少量ながら銅の酸化二次鉱物の認められる部分がある。この種の石英脈はラカー地域北方のソハール地域においても多く認められるが、この石英脈の一部が中部火山岩類を切ることから中部火山岩類の火山活動に関係付けられている(Bishimetal, 1987)。

地質精査及びボーリング調査結果を基に総合的に解析した結果では、鉱床は北側の衝上断層のほか数条のE-W系及びNNE-SSW系の断層により転移していることを示す。このうちE-W系の断層は、北落しの正断層と解釈され、地表でも数箇所を確認することができる。一方、NNE-SSW系の断層は、東部に位置し東落しの逆断層と解釈されるが、地表では確認できなかった。ゴッサンの分布域では、NW方向で北落しの背斜褶曲軸が認められこの軸を中心にしてゴッサン化帯が分布する。

#### (b) 上部鉱化帯

上部鉱化帯の下盤は下部噴出岩類Ⅰより成り、さらにその下位に下部鉱化帯が賦存する箇所では、弱い黄鉄鉱の鉱染を受けている。上部鉱化帯の上盤は下部噴出岩類Ⅱにより覆われ、ストックワーク状鉱の分布域では、鉱体上盤の火山岩中に顕著な風化面が認められないことから下部噴出岩類Ⅰにより覆われる部分もあると考えられる。塊状鉱の分布域では、下部噴出岩類Ⅰ及びⅡの境界部にチャートを主とする堆積岩類を挟む。上部鉱化帯と下部鉱化帯に挟まれる下部噴出岩類Ⅰは東部で薄くなり消滅し、上部鉱化帯と下部鉱化帯は一連の鉱化帯となる。一般に鉱化帯の上盤には厚さ数mの強緑泥石化帯が見られ、上盤の火山岩類と鉱化帯との境界は明瞭である。鉱化帯の下盤では緑泥石化、珪化及び角礫化の強度が鉱化帯と下盤火山岩類との間で異なること

からその境界は明瞭であり、その一部では上盤側と同様の強緑泥石化帯を挟む部分も見られる。しかしながら、東部では鉍化作用が弱いことからその境界部が不明瞭である部分もある。

上部鉍化帯の鉍質は、塊状鉍、角礫状鉍、珪質鉍及びストックワーク状鉍に区分される。塊状鉍、角礫状鉍及び珪質鉍は北西部に分布し、その賦存箇所はFig. 2-5 (1)の断面図 B1 - B1' 及び B2 - B2' に示されるように堆積岩類と密接な関係を示す。塊状鉍は、その上部及び下部で若干の珪質鉍の角礫を含むほかはその大部分が黄鉄鉍を主とする硫化鉍物より構成される。塊状鉍は、角礫化を受けておりその基質も細粒の硫化鉍物により充填されている。角礫の一部には、フランボイダル組織やコロホーム組織を示す黄鉄鉍が見られる。角礫状鉍は、本調査では確認できなかったが過去に行ったボーリングの記載によれば、塊状鉍が著しく角礫化したものを示すと考えられる。珪質鉍は、チャートを主とする堆積岩類を原岩とし、この角礫の基質を細粒の硫化鉍物が充填する産状を示す。MJ0-B1及びMJ0-B8孔で捕捉した塊状鉍及び珪質鉍には、Auが著しく濃集する部分が見られる。また塊状鉍は地下浅所に賦存することから銅の二次富化が認められる。

ストックワーク状鉍の母岩は、角礫化し強度の緑泥石化及び珪化作用を受けた枕状溶岩であり、鉍化作用の弱い部分では枕状構造が認められる。鉍石鉍物としては、主として黄鉄鉍、黄銅鉍及び少量の閃亜鉛鉍より成るが、A地区のハイル・アス・サヒル鉍床に比較して硫化鉍物、特に黄鉄鉍の量が少ない。黄鉄鉍及び黄銅鉍の産状は鉍染状及び脈状であるが、角礫の間隙を充填したり石英脈に伴われたりする場合もある。鉍化帯中で見られる銅の濃集部は、鉍床の中央部を中心にして見られるが、その形態不規則であり顕著な傾向は認められない。鉍化帯の東部及び南部の延長部では、黄鉄鉍の弱い鉍染と細脈が認められるのみで鉍化作用及び変質作用はいずれも弱い。

### (c) 下部鉍化帯

下部鉍化帯は、上部鉍化帯の発達する区域の下部に分布し発達するが、その規模は上部鉍化帯に比較して小さい。鉍質はストックワーク状鉍のみで、その産状は上部鉍化帯と同様である。鉍床の東部では上部鉍化帯と一連の鉍化帯を形成するが、黄銅鉍は濃集せず黄鉄鉍の鉍染が認められるのみである。さらに鉍床の北部、南部及び西部でもその鉍化作用は弱く、わずかに黄鉄鉍の鉍染及び細脈が認められるのみである。

### (3) ゴッサン化帯及び採掘ズリ中の金

第1年次本調査で行ったボーリング調査の結果、MJ0-B1孔で比較的Au品位の高い塊状鉍（18.30m、Au8.96g/t、Ag 13.3g/t）を補足したことから、地表付近に分布するゴッサン化帯及びこの塊状鉍を含む範囲に見られる採掘ズリ中に比較的高品位のAuの存在が推定された。このためゴッサン化帯及び採掘ズリ中のAuの賦存状況を明らかにすることを目的としてゴッサン化帯および採掘ズリより鉍石分析のための試料を採取した。なおこの調査は、Au品位の高いものが有る場合

に鉱山開発計画においてAu品位の高い部分に対する別処理を検討することが必要になることから重要である。本調査では、MJ0-B7及びMJ0-B8孔で補足したゴッサン化帯を含め以下の試料を採取しAu、Ag、Cu、Znの4成分に対する鉱石分析を行った。

MJ0-B7孔 (ゴッサン化帯)	6件
MJ0-B8孔 (ゴッサン化帯)	9件
ゴッサン化帯試料	21件
採掘ズリ (ゴッサン・ズリ)	31件
スラッグ (鉱滓)	3件

MJ0-B7及びB8孔より採取したゴッサン試料の分析結果をAppendix 13 のボーリング柱状図に示す。また、ゴッサン、採掘ズリ及びスラッグ試料の採取位置をFig.2-6 に、分析結果をAppendix 9に示す。

MJ0-B7孔は、ラカー鉱床南部に露出するゴッサン化帯より実施したボーリング孔である。本孔では、地表より12.70mの間でゴッサン化帯を捕捉しており、特に地表より深度3.80m 間は比較的高品位 (Au 7.55g/t、Ag 15.81g/t) を示す。本孔で捕捉したゴッサン化帯 (深度0.00~12.70m) の平均鉱況は、以下のとおり。

掘進長 12.70m Au 2.62g/t、Ag 6.00g/t、Cu 0.16%、Zn<0.01%

MJ0-B8孔は、鉱床北西部の塊状鉱及び珪質鉱の分布域で行った。本孔では、14.70mよりゴッサン化を受けた珪質鉱を、また24.70mの深度より塊状鉱を捕捉した。このゴッサン化した珪質鉱では著しいAuの濃集が見られ、その最良好部は、Au 113.4g/t、Ag 182.3g/t (深度18.75 ~20.25 m) の値を示した。本孔の良好部 (深度 17.40~24.70 m) の平均鉱況は以下のとおり。

掘進長 7.30m Au 49.03g/t、Ag 97.71g/t、Cu 0.10%、Zn 0.01%

ゴッサン化帯及びゴッサン・ズリより採取した試料の分析結果では、ゴッサン化帯の中央部を流れるワジ沿いのゴッサン及びゴッサン・ズリ中にAu 1.0g/t 以上の品位を示すものがあり、その広がり200 m×80mである。また、この範囲より採取した試料の平均鉱況は、Au 3.36g/t、Ag 5.37g/tであった。一般に塊状鉱の分布域及びその周辺部で高い傾向を示す。

ゴッサン化帯及びゴッサン・ズリに対するボーリング及び地表調査結果を総合すると、その期待される鉱量は、300 千トン、Au 5.0 g/t、Ag 10.0g/t程度と推定される。

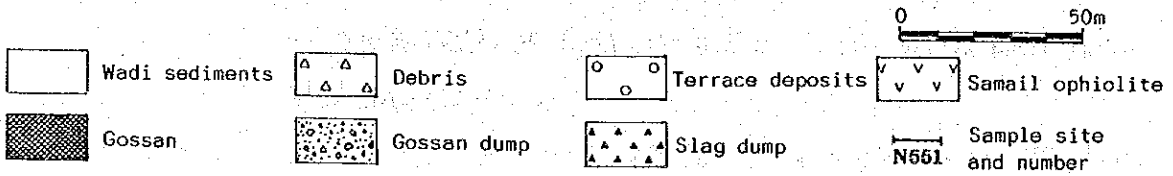
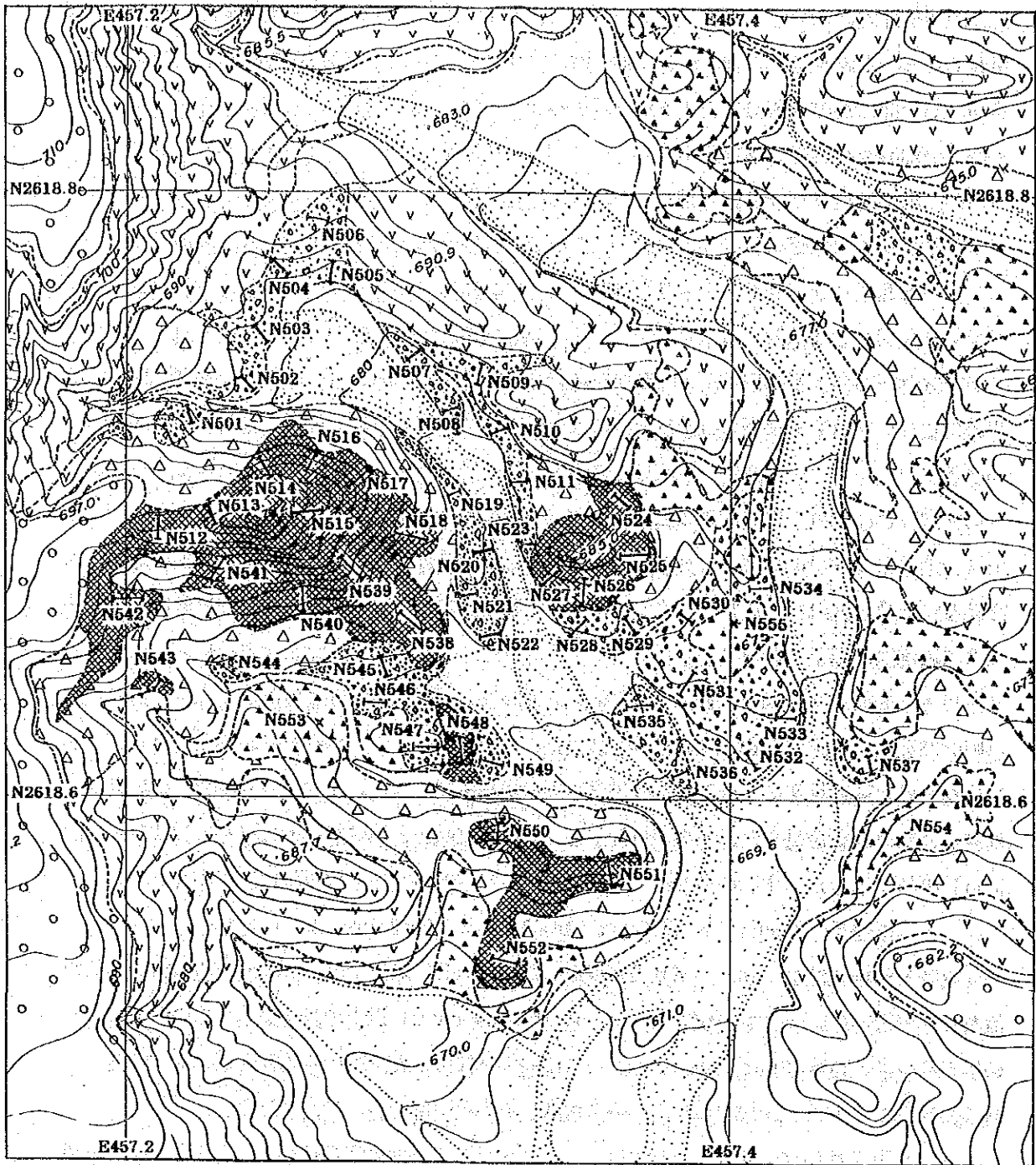


Fig. 2-6 Location map of samples collected from gossan zones for assaying in Area B

## 2-3 物理探査

### 2-3-1 調査方法

B地区では、これまでのボーリング調査により確認されているラカー鉱床の連続性を調査し、そのポテンシャルの解明とボーリング調査の指針を得ることを目的として、ラカー鉱床を中心とする面積2km<sup>2</sup>の範囲に対し第1年次流電電位法(CP法)による物理探査を行った。本手法による調査方法の概要は、第1章1-3で述べたとおりである。

#### (1) 測定

50~100m間隔で格子状に402点のCP法測定点を簡易測量で設定した。測定座標の原点(0,0)は、X=N2618.60、Y=E457.40に設定し、南及び東方向をそれぞれ正としてm単位で各測定点の座標を決定した。測定点の位置図をFig.2-7に示す。

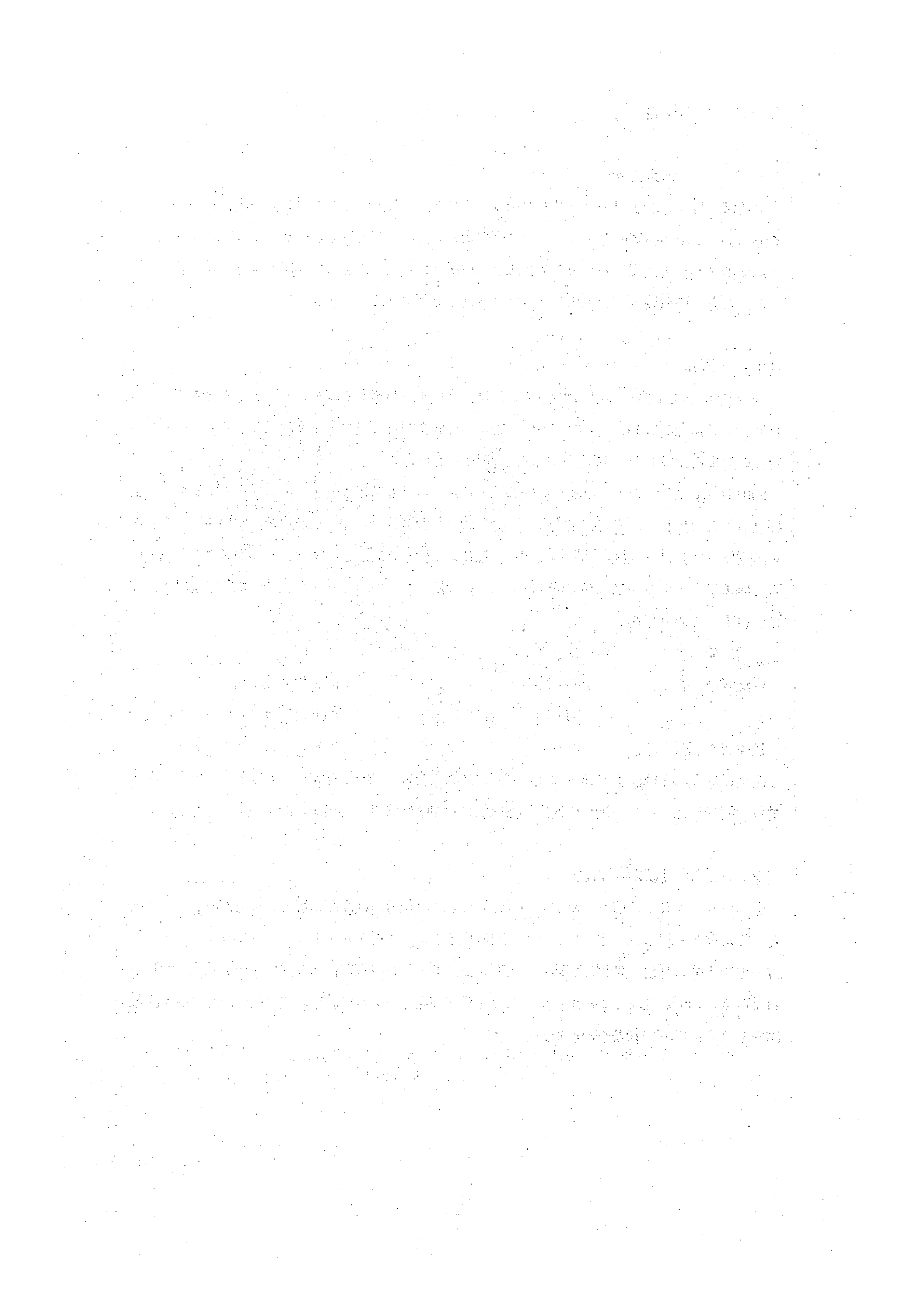
MJO-B1孔で補足した塊状鉱及びMJO-B5孔で補足した下部鉱化帯のストックワーク状鉱に電流電極(C1)を設置した。また、電流電極(C1)の設置深度は、捕捉した鉱化帯の中央部とした。遠電流電極(C2)はA地区のHS-14孔内に、遠電位電極はA地区と同様A、B両地区の中間点の南方4kmのワジ・ラカー(N2614.7、E455.1)に設置した。各ボーリング孔での電流電極設置深度は、以下のとおりである。

電極名	ボーリング番号	設置深度	備考
電流電極(C1)	MJO-B1	44m	上部鉱化帯塊状鉱
	MJO-B5	115m	下部鉱化帯ストックワーク状鉱
遠電流電極(C2)	HS-14	104m	ハイル・アス・サヒル鉱床

測定には、C1・C2間に1.6~2.5Aの交代直流電流(0.1Hz)を流し、各測定点での電位をmV単位で測定した。なお、調査に使用した機器はA地区で使用した機器と同システムである。

#### (2) 整理及び解析方法

各ボーリング孔に設置した電流電極(C1)による電位分布図及び電場分布図を作成し、A地区と同様に解析を行った。さらに、2次元有限要素法によるモデル・シミュレーションを行い、ラカー鉱床の分布状況の把握に努めた。各測定点で得られた流電電位及び電場をAppendix 10及び11に示す。MJO-B1孔及びMJO-B5孔による電位分布図をそれぞれFig.2-8及びFig.2-9に電場分布図をそれぞれFig.2-10及びFig.2-11に示す。



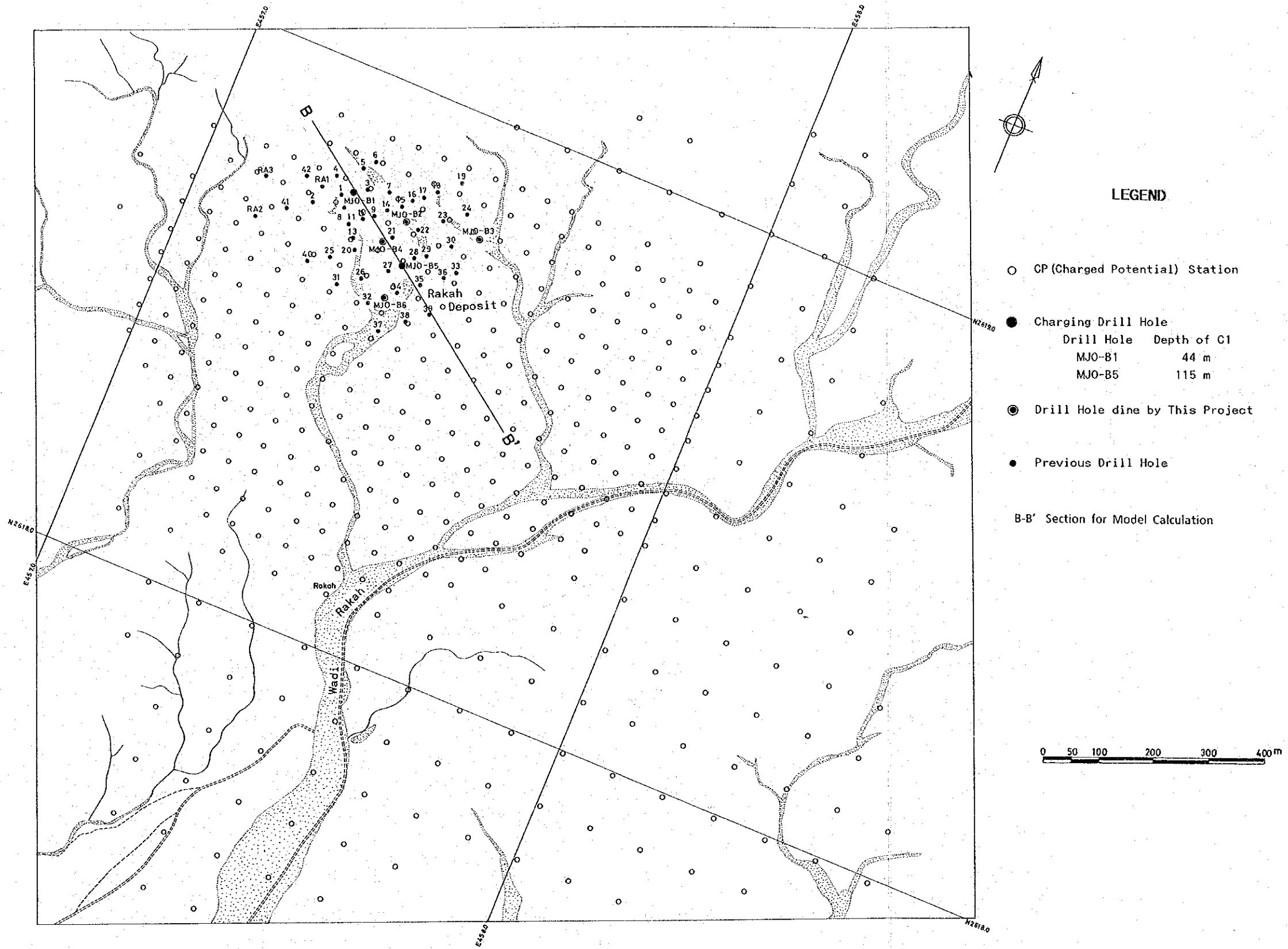


Fig. 2-7 Location map of CP survey stations in Area B





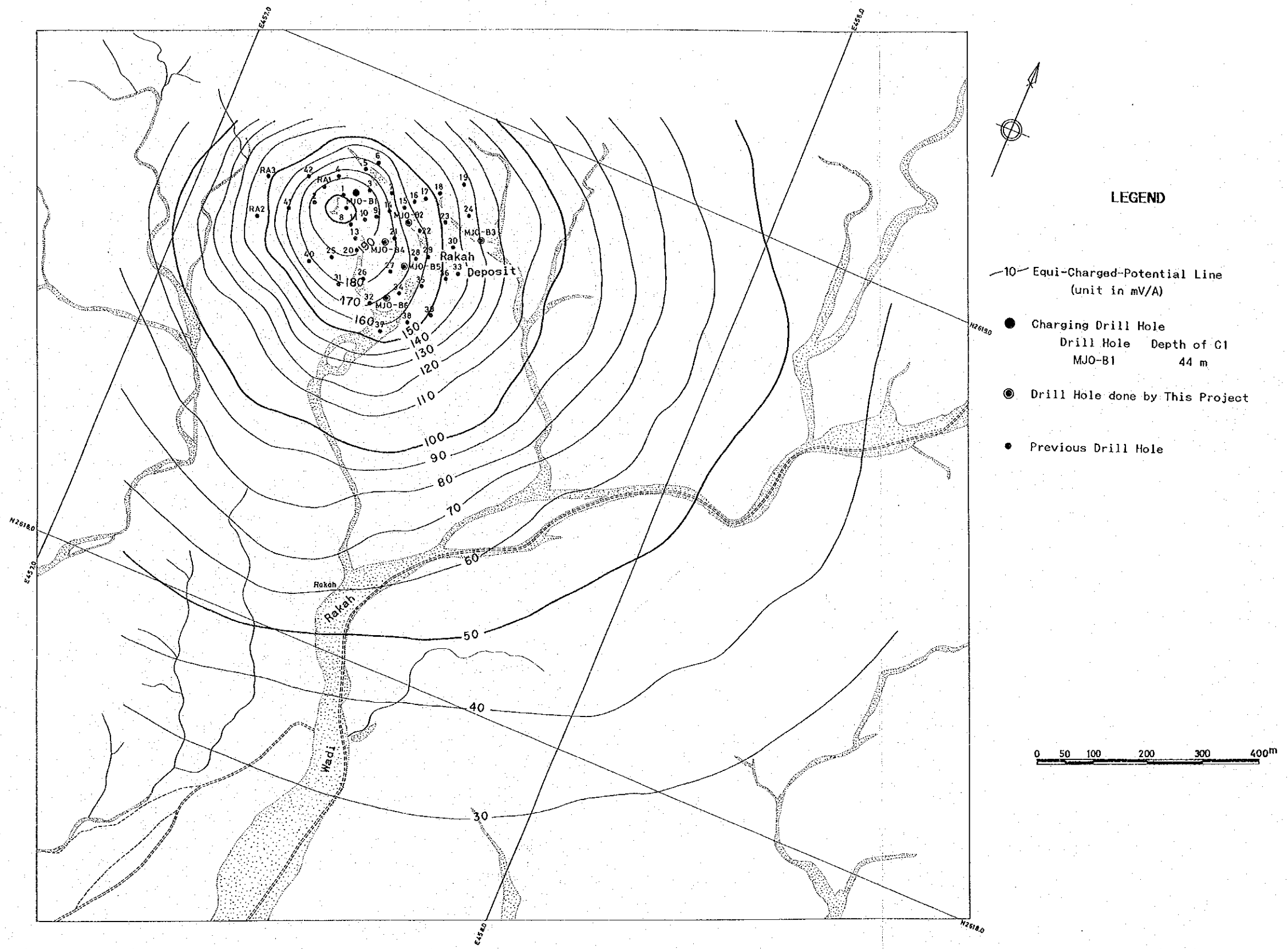


Fig. 2-8 Charged potential map for the drill hole MJO-B1



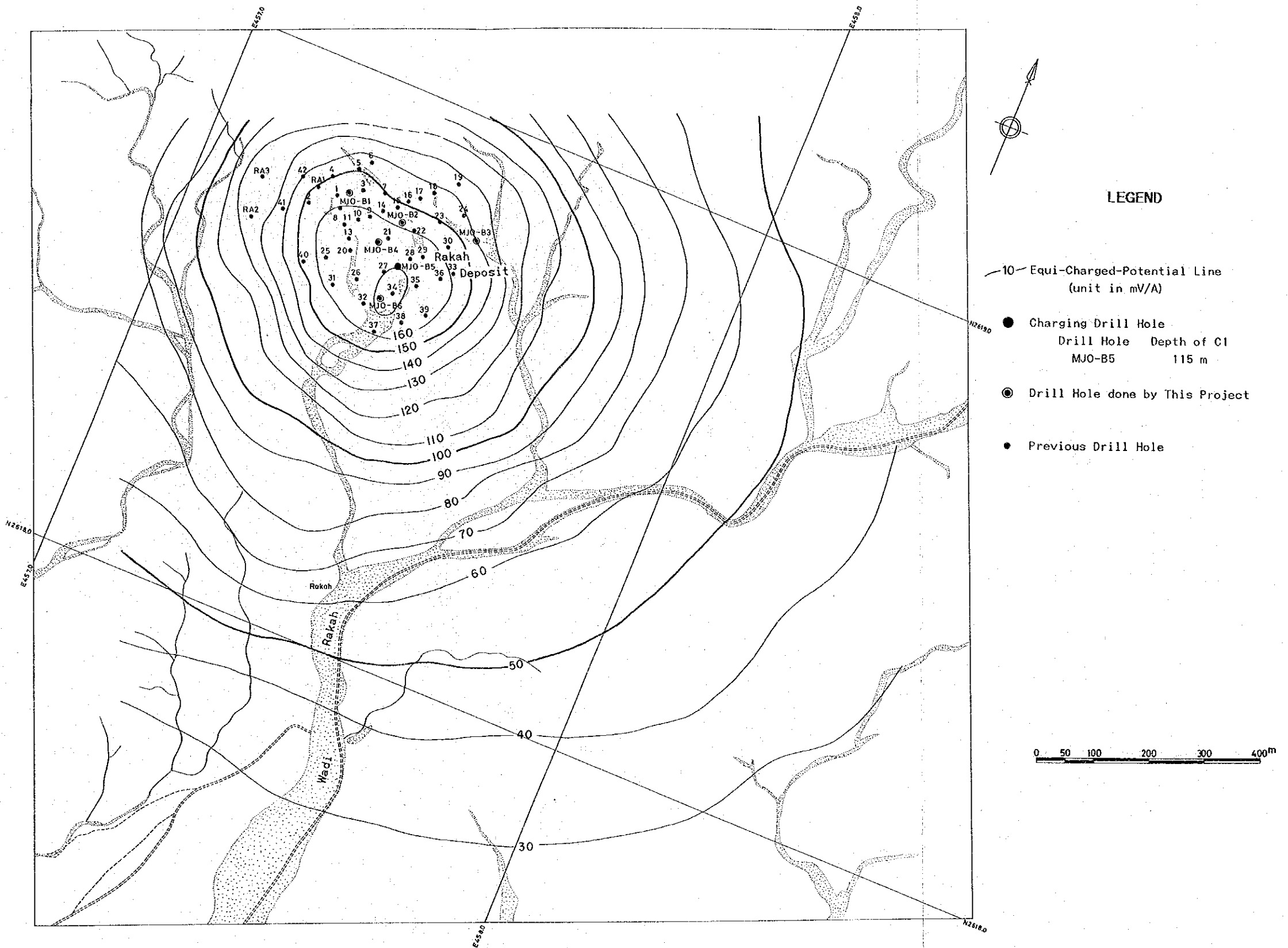


Fig. 2-9 Charged potential map for the drill hole MJO-B5



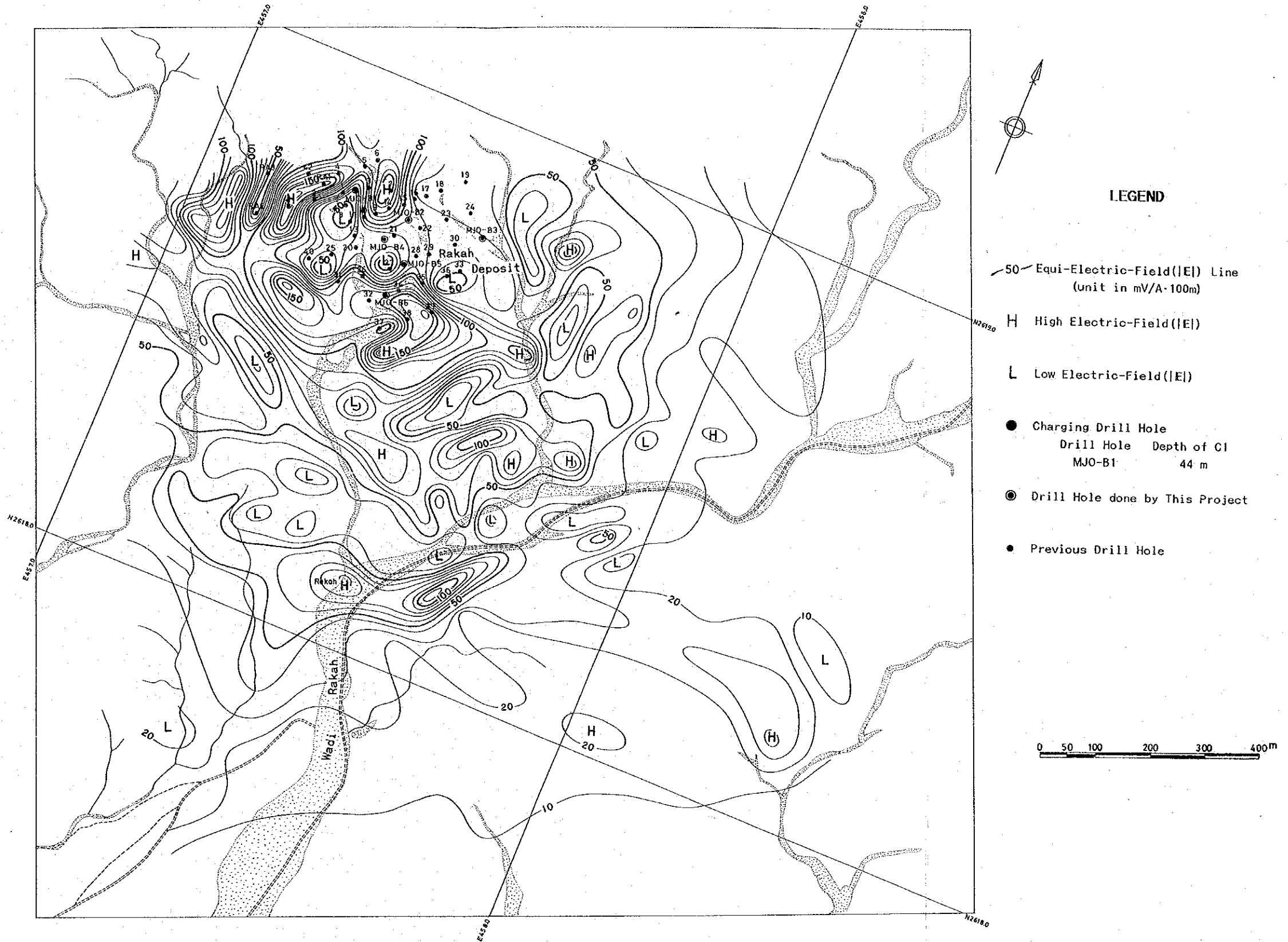


Fig. 2-10 Electric field map for the drill hole MJO-B1



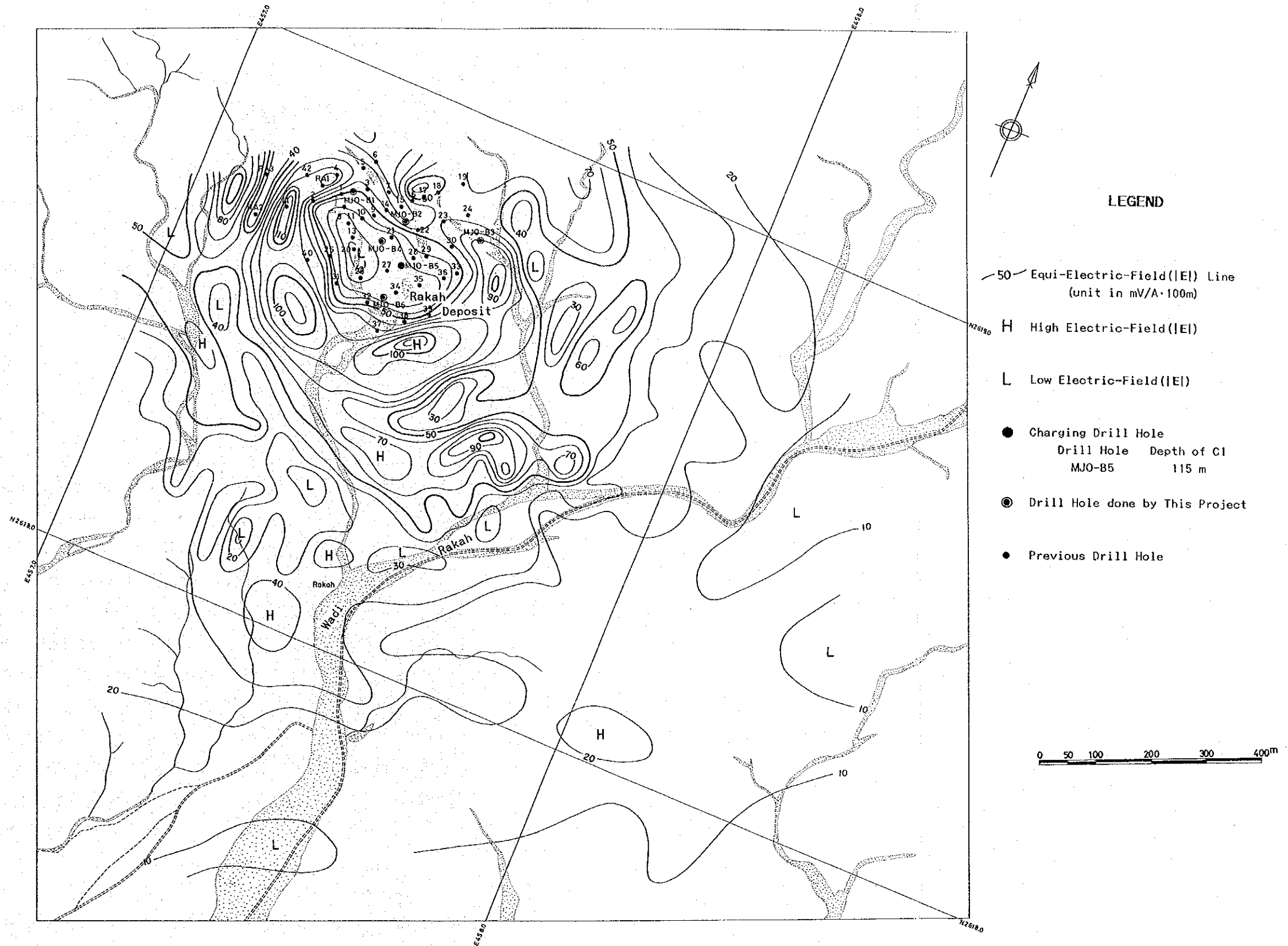


Fig. 2-11 Electric field map for the drill hole MJO-B5





## 2-3-2 調査結果

### (1) 電位分布

MJ0-B1孔及びMJ0-B5による電位分布図は、ともに各ボーリング孔周辺の流電電位値の高低を除けば、全体としてNW-S E系に伸長する分布を呈している。

#### (a) MJ0-B1孔電位分布

MJ0-B1孔による電位分布図 (Fig.2-8)では、MJ0-B1孔とゴッサン化帯の中間地点に最大電位値 203mV/Aのピークが見られ、MJ0-B1孔の北西50m、西50m及び南南西 200m付近では急激に減少し、南東方向のMJ0-B5孔に向かって穏やか減少する分布を示す。この電位分布からすると鉍化帯を含む良導体は上記の電位傾度の大きい付近に境界があり、南東方向に伸びていると考えられる。なお、電位傾度の大きい箇所のうち、MJ0-B1孔の北西50m及び西50mのものは衝上断層の位置にほぼ一致する。

#### (b) MJ0-B5孔電位分布

MJ0-B5孔による電位分布図 (Fig.2-9)では、MJ0-B5孔の南方50m付近にピーク (最大電位値 ; 172mV/A)が見られ、北西方向にMJ0-B1孔付近まで伸長している。全体的に見るとゴッサン化帯を包含する区域では電位傾度が小さいなど、MJ0-B1孔と同様の分布傾向を示す。

MJ0-B1孔では上部鉍化帯に、またMJ0-B5孔では下部鉍化帯に電極を設置し電流を流しているが、同様の電位分布が観測された。このことからすると、上部及び下部鉍化帯は電氣的に連続しているか、両鉍化帯の分布域が同じであることが考えられるが、両鉍化帯の間に挟まれる火山岩類中には黄鉄鉍の鉍染が認められることから、電流は低比抵抗帯である黄鉄鉍の鉍染帯を通じてそれぞれの鉍化帯に流れたものと考えられ、両鉍化帯は電氣的には連続しているものと推定される。MJ0-B1孔とMJ0-B5孔の最大電位値の違いは、両孔の電流電極設置深度の違いによると考えられる。

電位傾度の大きい箇所は、MJ0-B1孔の結果と同様に、MJ0-B1孔の北西50m、西50m及び南南西 200m付近の外、MJ0-B5孔の南東 100m付近にもNE-SW方向に見られる。これらの電位傾度の大きい箇所に鉍化帯の境界が推定される。

### (2) 電場分布

MJ0-B1孔及びMJ0-B5孔より得られた電場分布図を比較すると、MJ0-B1孔の場合高・低電場異常群は細分化され、さらに特定の方向性を示すのに対し、MJ0-B5孔の場合高・低電場異常群の規模が大きく比較的単純な分布を示すが、大局的には類似した傾向を示す。

### (a) MJ0-B1孔電場分布

MJ0-B1孔の電場分布図 (Fig.2-10) では、MJ0-B1孔は低電場異常の縁辺部に位置する。低電場異常群はゴッサン化帯を中心に分布し、これを取り囲むように高電場異常群が分布している。

MJ0-B1孔による電場分布図は、MJ0-B5孔の電場分布図に比較して複雑な電場分布を示す。このことは、MJ0-B1孔では比較的浅い44mの深度で上部鉍化帯に電流を流しているため、下部鉍化帯に一部の電流が流れているものの、電流が上部鉍化帯に集中して流れ、この結果地下浅所の地質構造を大きく反映しているためと考えられる。

E-W系及びNW-SE~NNW-SSE系の高・低電場異常群の配列及び等電場強度線の分布傾向が認められるが、これらの方向性は本地区の地質構造-断層構造-の方向性を反映しているものと考えられる。

高電場異常群の連続性からすると、鉍体を含む良導体は西側ではNW-SE方向に伸長しゴッサン化帯を包含して分布し、北西端及び西端はNE-SW系及びN-S系の明瞭な高電場異常で区切られている。一方、東側では36孔から東方100m付近まで張り出している。ラカー鉍床分布域の北西端では、衝上断層がNE-SW方向に走るが、NE-SW系の高電場異常はこの衝上断層に対応し、鉍体はこの断層の西側には賦存していないことを示していると考えられる。

### (b) MJ0-B5孔電場分布

MJ0-B5孔の電場分布図 (Fig.2-11) では、MJ0-B1孔の電場分布が平滑化され、低電場異常は20孔付近を中心にゴッサン化帯を包含する規模の大きな異常となっており、この大規模低電場異常を取り囲んで高電場異常が分布している。

本孔では、深度115mの位置より下部鉍化帯に電流を流しているが、電流は一部上部鉍化帯に流れているものの、その大部分は下部鉍化帯に集中して流れていると推定されることから、この電場分布図は地下深部の地質構造を反映していると考えられる。

高電場異常群の連続性より推定されるラカー鉍床の分布域は、MJ0-B1孔の電場分布図で推定された分布域とほぼ同様で、MJ0-B5孔を中心として東西400m、南北300mの範囲である。

### (3) モデル・シミュレーション

MJ0-B1孔及びMJ0-B5孔による電位分布を定量的に把握するために、MJ0-B1孔及びMJ0-B5孔を通るNW-SE方向の断面線を設定し、2次元有限要素法によるモデル・シミュレーションを行った。この断面線の位置をFig.2-7に示す。また、このシミュレーションによる解析結果をFig.2-12に示す。

初期モデルは、断面線上及び断面線付近に位置するボーリング孔の調査結果及び第1章1-3-2項で述べた物性試験結果を基に構築した。各ボーリング孔をコントロール・ポイントとして、観

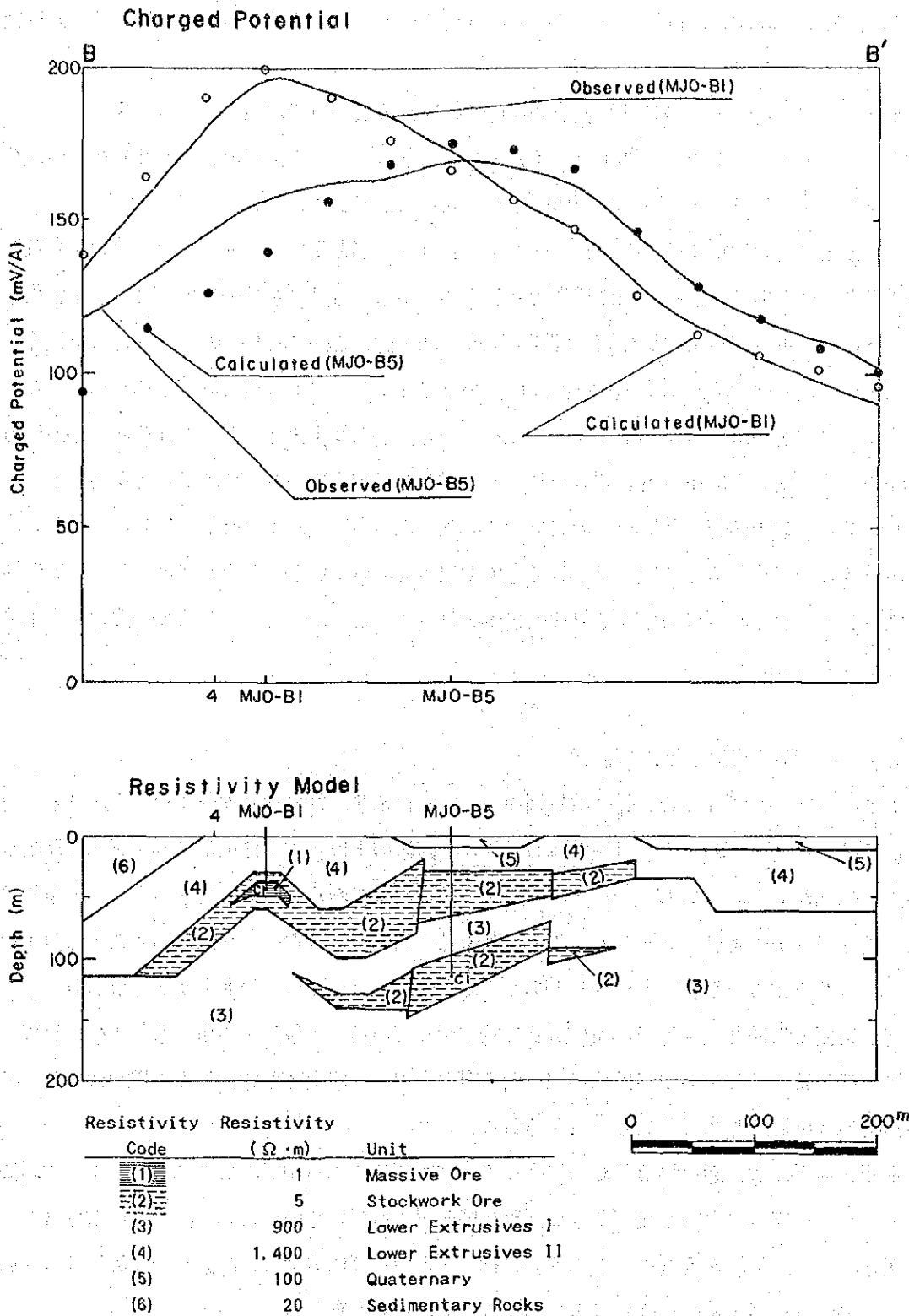


Fig. 2-12 Results of model calculation and its resistivity structure for the Rakah deposit

測電位曲線に計算曲線がほぼ一致するまで比抵抗モデルの比抵抗及び形状を変化させ、最適比抵抗モデルを求めた。

最終的に求めたモデルの各地質及び各鉱化帯の比抵抗は、塊状鉱が $1\Omega\cdot m$ 、ストックワーク状鉱が $5\Omega\cdot m$ 、下部噴出岩類Ⅰ(LⅠ)が $900\Omega\cdot m$ 、下部噴出岩類Ⅱ(LⅡ)が $1,400\Omega\cdot m$ 、堆積岩類が $20\Omega\cdot m$ 、さらに第四紀層が $100\Omega\cdot m$ である。

上部鉱化帯(塊状鉱及びストックワーク状鉱)及び下部鉱化帯(ストックワーク状鉱)は、ともに中央から両端に向かって断層構造で寸断されながらその厚さが減少している。上部鉱化帯は、MJ0-B1孔の北西100m付近からMJ0-B5孔の南東150m付近まで分布し、MJ0-B1孔付近で浅く、同孔の南東50mでは深くなり、さらに南東に向かって浅くかつ厚く(最大層厚;約50m)なるが、MJ0-B5孔の北西20m付近より薄くなっている。一方、下部鉱化帯は、MJ0-B1孔の南東50m付近からMJ0-B5孔の南東150m付近まで分布している。なお、中央部の厚さは約30mである。

MJ0-B5孔の観測曲線と計算値との間で大きな食い違いが見られる(Fig.2-12)が、これは本モデルではMJ0-B5孔で流した電流が十分に上部鉱化帯に流れていないためと考えられ、MJ0-B5孔の両側に想定される断層に対応する低比抵抗体を設定することによって、その食い違いを補正することができると思われる。

#### (4) 物理探査結果の検討

本地区で行った物理探査の総合解析図をFig.2-13に示す。この物理探査結果からすると、ラカー鉱床の分布は以下のように推定される。ラカー鉱床の上部及び下部鉱化帯は電氣的に連続し、多少の凹凸が見られるもののそれぞれの分布域は類似しており、MJ0-B5孔を中心として東西400m、南北300mの範囲に分布する。ラカー鉱床は、西側ではNW-S E方向に伸長する分布を示し、ゴッサン化帯を包含して分布しており、北西端はNE-SW系の衝上断層で限られている。一方、東側では36孔の東方100m付近まで張り出している。電場分布から、E-W系、NW-S E系及びNE-S E系の電氣的構造線-断層構造の存在-が推定され、ラカー鉱床はこれらの断層構造に規制され分布していると考えられる。

本調査地区では、過去にBRGMによって流電電位法による調査がなされているが、本調査のようなラカー鉱床の全容を把握できる調査結果が得られていない。これは、遠電位電極(P2)を本調査のように電流電極(C1)から遠方に設けず、かなりC1の近くに設置したため、ラカー鉱床による電位分布のほんの一部だけの分布を得たためと考えられる。

本調査結果では、ボーリング調査で鉱体が捕捉されている場合、鉱化帯の分布域を全貌を把握するには、流電電位法が非常に有効であることを示す。

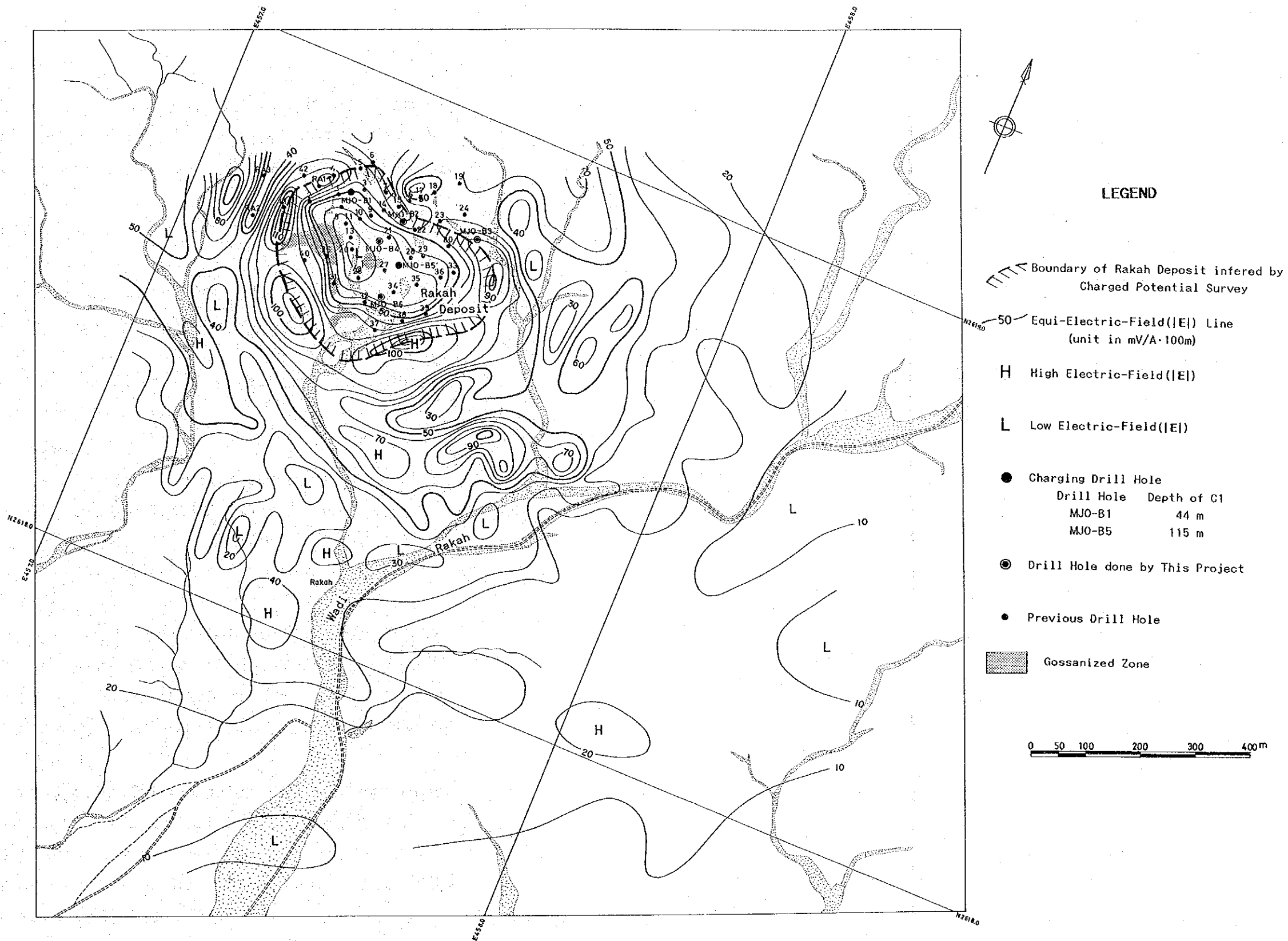


Fig. 2-13 Geophysical interpretation map of Area B



## 2-4 ボーリング調査

### 2-4-1 調査工事内容

本地区においてもボーリングによる調査を2年間にわたって実施した。第1年次は、MJ0-B1孔よりMJ0-B6孔までの6本(計811.45m)、最終年次には、MJ0-B7孔より MJ0-B11孔までの5本(計771.80m)、合計11本(1,583.25m)の調査を行った。工事の実施には、A地区と同様の現地地下請け会社を使用した。

本調査で行った各孔の掘進実績をTable 2-1 に示す。本地区では本調査開始以前に45本のボーリング調査(計5,938.32m)がなされていたが、これらのボーリング孔の一覧をTable 2-2 に示す。本調査開始以前のボーリング孔の位置は、現在でも地表で確認できる14孔のボーリング孔の位置を簡易測量で決定した後、これ以外の孔の位置を既存資料より推定して決めた。各ボーリング孔の位置をFig. 2-4 に示す。

本調査ではA地区と同様第1年次に2台、最終年次に3台の試錐機を使用した。使用した試錐機の名称及び実施したボーリングの孔番号は以下のとおり。

試錐機名	実施ボーリング孔番号
JOY RAMROD II	MJ0-B1、MJ0-B3、MJ0-B4、MJ0-B6 (0.00～ 31.30m ; 再掘進)
VOL 35	MJ0-B2、MJ0-B5、MJ0-B6、MJ0-B7、MJ0-B8、MJ0-B9
VOL 90	MJ0-B10、MJ0-B11 (135.45～201.00m)
VOL 180	MJ0-B11 (0.00～135.45m)

各ボーリング孔の作業工程及び進捗状況を Appendix 12に示す。

本地区で行ったボーリング孔のうちMJ0-B1孔、MJ0-B6孔及びMJ0-B8孔は、その上部で採掘跡と推定される軟弱なゴッサン化帯を掘進したが、崩落が激しかったことからその掘進に時間を要した。また、MJ0-B6孔では軟弱なゴッサン化帯のためコアの採掘率が悪かったことから、地表より深度 31.30mまでの間泥剤を使用し再掘進した。MJ0-B11 孔では、深度135.45mで試錐機が故障したことから試錐機を交換して実施した。

掘進は、ワイヤーライン工法で行った。第1年次は、選鉱試験用の試料を採取するため孔底の孔径をNXとして掘進したが、最終年次にはこれをBXとして掘進した。崩落箇所に対しては、拡孔してNWのケーシングを挿入するかセメンテーションによった。

本調査の結果得られた各孔の柱状図を Appendix 13に示す。また、本地区で行ったボーリングのコアより採取し室内試験に供した試料の試料数は、以下のとおり。



Table 2-1 List of drill holes completed in Area B in this project

Hole number	Coordinates	Elevation (m)	Drill length (m)	Bearing	Inclination	Core length (m)	Core recovery (%)	Period: from to	Casing (m)
MJO-B1	N 2618.780 E 457.276	687.0	100.35	—	Vertical	85.85	85.5	15 Nov. '88 20 Nov. '88	NWC 26.50
MJO-B2	N 2618.770 E 457.381	677.1	157.25	—	Vertical	154.15	98.1	13 Nov. '88 23 Nov. '88	NWC 3.00
MJO-B3	N 2618.787 E 457.522	672.6	201.70	—	Vertical	198.00	98.2	22 Oct. '88 30 Oct. '88	NWC 3.00
MJO-B4	N 2618.717 E 457.356	685.0	101.30	—	Vertical	98.30	97.0	31 Oct. '88 4 Nov. '88	NWC 3.00
MJO-B5	N 2618.695 E 457.406	675.0	150.00	—	Vertical	142.90	95.3	18 Oct. '88 31 Oct. '88	NWC 12.00
MJO-B6	N 2618.627 E 457.398	672.8	100.85	—	Vertical	87.35	86.6	3 Nov. '88 23 Nov. '88	NWC 12.75
MJO-B7	N 2618.579 E 457.342	678.0	120.80	—	Vertical	115.40	95.5	4 Oct. '89 13 Oct. '89	NWC 13.00 NX 60.90
MJO-B8	N 2618.754 E 457.239	684.0	100.85	—	Vertical	82.30	83.0*	21 Sep. '89 1 Oct. '89	NWC 15.00 NX 24.70
MJO-B9	N 2618.765 E 457.334	682.8	167.75	—	Vertical	167.55	99.9	2 Sep. '89 14 Sep. '89	NWC 3.00 NX 58.80
MJO-B10	N 2618.677 E 457.536	682.0	181.40	—	Vertical	179.95	99.2	17 Sep. '89 26 Sep. '89	NWC 3.65 NX 80.00
MJO-B11	N 2618.776 E 457.432	679.5	201.00	—	Vertical	199.00	99.0	7 Sep. '89 5 Oct. '89	NWC 3.00 NX 136.55
Total	1,583.25 m (Phase I: 811.45 m, Phase II: 771.80 m)								

\* : Excluding cave zone.

Table 2-2 List of previous drill holes in Area B

Hole No.	Coordinates		Elevation (m)	Depth (m)	Bearing	Inclination	Period		Done by
	N	E					Started	Completed	
29-1	2618.767	457.256	683.0	91.44	-	-90°	5 Apr. '76	9 Apr. '76	Prospection Ltd.
29-2	2618.736	457.214	685.9	64.92	-	-90°	9 Apr. '76	11 Apr. '76	Prospection Ltd.
29-3	2618.793	457.295	685.0	98.76	-	-90°	12 Apr. '76	14 Apr. '76	Prospection Ltd.
29-4	2618.796	457.236	690.8	126.80	-	-90°	14 Apr. '76	20 Apr. '76	Prospection Ltd.
29-5	2618.826	457.275	683.8	128.93	-	-90°	21 Apr. '76	26 Apr. '76	Prospection Ltd.
29-6	2618.841	457.292	684.7	154.23	-	-90°	26 Apr. '76	30 Apr. '76	Prospection Ltd.
29-7	2618.804	457.335	678.8	107.59	-	-90°	30 Apr. '76	2 May '76	Prospection Ltd.
29-8	2618.727	457.287	679.0	92.05	-	-90°	2 May '76	5 May '76	Prospection Ltd.
29-9	2618.756	457.325	686.7	123.14	-	-90°	5 May '76	8 May '76	Prospection Ltd.
29-10	2618.741	457.309	680.1	106.98	-	-90°	8 May '76	9 May '76	Prospection Ltd.
29-11	2618.727	457.286	679.0	101.19	235°	-70°	10 May '76	11 May '76	Prospection Ltd.
29-12	2618.749	457.263	681.0	91.44	-	-90°	12 May '76	14 May '76	Prospection Ltd.
29-13	2618.707	457.302	677.9	89.00	-	-90°	14 May '78	15 May '76	Prospection Ltd.
29-14	2618.773	457.344	679.9	126.79	-	-90°	15 May '76	17 May '76	Prospection Ltd.
29-15	2618.790	457.366	679.6	131.98	-	-90°	17 May '76	19 May '76	Prospection Ltd.
29-16	2618.808	457.380	681.4	152.40	-	-90°	19 May '76	21 May '76	Prospection Ltd.
29-17	2618.822	457.399	679.8	156.36	-	-90°	21 May '76	24 May '76	Prospection Ltd.
29-18	2618.836	457.417	678.3	238.96	-	-90°	24 May '76	26 May '76	Prospection Ltd.
29-19	2618.871	457.457	685.8	226.47	-	-90°	29 May '76	1 June '76	Prospection Ltd.
29-20	2618.886	457.316	676.3	101.19	-	-90°	2 June '76	3 June '76	Prospection Ltd.
29-21	2618.729	457.373	682.5	113.39	-	-90°	3 June '76	5 June '76	Prospection Ltd.
29-22	2618.760	457.413	677.4	144.17	-	-90°	5 June '76	7 June '76	Prospection Ltd.
29-23	2618.792	457.452	677.8	168.55	-	-90°	7 June '76	10 June '76	Prospection Ltd.
29-24	2618.822	457.492	679.0	198.72	-	-90°	10 June '76	13 June '76	Prospection Ltd.
29-25	2618.657	457.280	678.2	101.49	-	-90°	13 June '76	15 June '76	Prospection Ltd.
29-26	2618.646	457.347	673.1	101.49	-	-90°	15 June '76	16 June '76	Prospection Ltd.
29-27	2618.677	457.386	673.7	122.83	-	-90°	16 June '76	18 June '76	Prospection Ltd.
29-28	2618.712	457.422	675.2	159.11	-	-90°	18 June '76	20 June '76	Prospection Ltd.
29-29	2618.725	457.442	676.2	151.18	-	-90°	20 June '76	22 June '76	Prospection Ltd.
29-30	2618.759	457.478	679.0	147.22	-	-90°	22 June '76	24 June '76	Prospection Ltd.
29-31	2618.618	457.310	674.9	119.48	-	-90°	24 June '76	26 June '76	Prospection Ltd.
29-32	2618.606	457.378	670.8	94.79	-	-90°	26 June '76	27 June '76	Prospection Ltd.
29-33	2618.718	457.505	680.6	180.44	-	-90°	27 June '76	30 June '76	Prospection Ltd.
29-34	2618.643	457.417	673.7	104.54	-	-90°	30 June '76	2 July '76	Prospection Ltd.
29-35	2618.673	457.462	674.8	124.05	-	-90°	2 July '76	4 July '76	Prospection Ltd.
29-36	2618.700	457.487	680.9	150.26	-	-90°	4 July '76	6 July '76	Prospection Ltd.
29-37	2618.571	457.409	669.7	98.45	-	-90°	6 July '76	8 July '76	Prospection Ltd.
29-38	2618.603	457.448	671.4	107.59	-	-90°	8 July '76	9 July '76	Prospection Ltd.
29-39	2618.634	457.486	673.5	122.83	-	-90°	9 July '76	11 July '76	Prospection Ltd.
29-40	2618.637	457.244	677.3	153.31	-	-90°	20 Oct. '77	24 Oct. '77	Prospection Ltd.
29-41	2618.707	457.176	692.6	153.31	-	-90°	25 Oct. '77	27 Oct. '77	Prospection Ltd.
29-42	2618.777	457.187	703.7	165.50	-	-90°	28 Oct. '77	31 Oct. '77	Prospection Ltd.
RA-1	2618.770	457.218	690.0	130.00	-	-90°	25 Dec. '85	4 Jan. '86	BRGM
RA-2	2618.676	457.136	699.2	115.00	118°	-60°	5 Jan. '86	15 Jan. '86	BRGM
RA-3	2618.746	457.115	706.1	200.00	-	-90°	31 Jan. '86	14 Feb. '86	BRGM

試験項目	第1年次	最終年次	合計試料数	備考
薄片	9 枚	3 枚	12 枚	Table 1-1
研磨片	20 枚	11 枚	31 枚	Table 2-3
EPMA試験	10 試料	—	10 試料	Table 2-4
全岩分析	8 件	—	8 件	Appendix 2
微量成分分析	9 件	—	9 件	Appendix 2
粉末X線回折	6 試料	4 試料	10 試料	Table 2-5
鉍石分析	133 件	68 件	201 件	Appendix 13
物性試験	11 試料	—	11 試料	Table 1-3
選鉍試験	100 kg	—	100 kg	Volume III

ボーリングで捕捉した鉍化帯のコアは、岩石切断機で切断の後、A地区と同様の方法で鉍石分析用の試料を採取した。鉍石分析用試料の採試間隔は、A地区のボーリングと同様塊状鉍は1 m、ストックワーク状鉍は2 mを原則としておこなった。鉍石分析成分はA地区と同様、第1年次にはAu、Ag、Cu、Pb、Znの5成分、最終年次にはAu、Ag、Cu、Znの4成分とした。鉍石試料の分析結果をAppendix 13のボーリング柱状図中に示す。

## 2-4-2 調査結果

### (1) ボーリング調査

第1年次のボーリング調査では、ラカー鉍床の特性を明らかにするため主として鉍床の中央部に対して6本のボーリングを行った。最終年次は、第1年次に行った物理探査及びボーリング調査結果に基づき、鉍床の水平的及び垂直的広がりを明らかにするため5本のボーリングを実施した。

#### (a) MJO-B1孔（傾斜-90°、掘進長100.35m）

本孔は、ラカー鉍床の北西部で確認されている塊状鉍の性状及び鉍況を明らかにするため実施した。本孔の結果は以下のとおり。

0.00 ~ 3.00 m	ケーシング。
3.00 ~ 3.80 m	ゴッサン・ソイル
3.80 ~ 10.00 m	風化粘度化帯。銅の酸化二次鉍物を伴う。
10.00 ~ 21.40 m	風化、粘度化枕状溶岩。下部噴出岩類II。
21.40 ~ 22.00 m	ゴッサン・ソイル。
22.00 ~ 26.60 m	珪質ゴッサン。採掘跡？

MJO-B1

MJO-B2

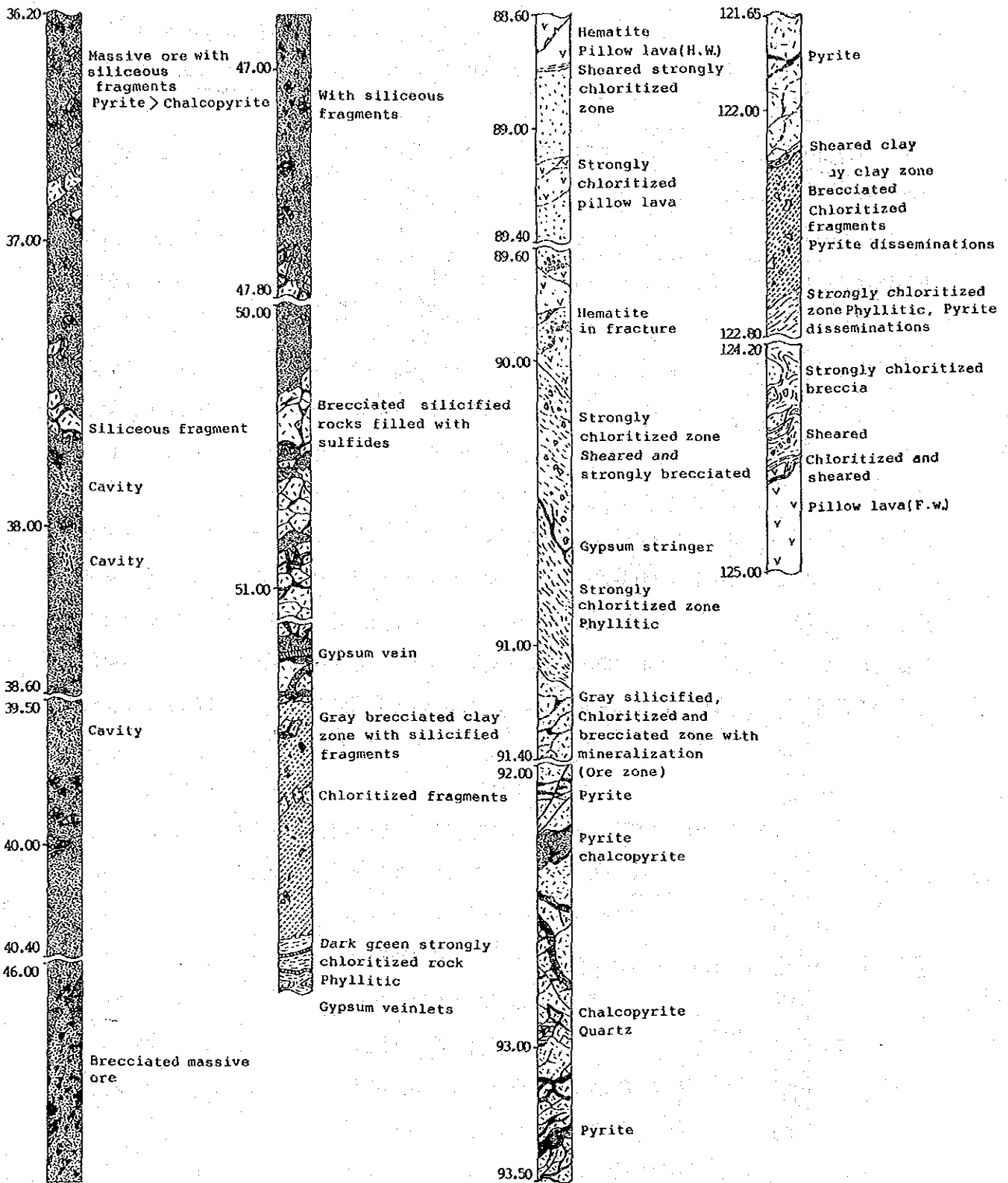
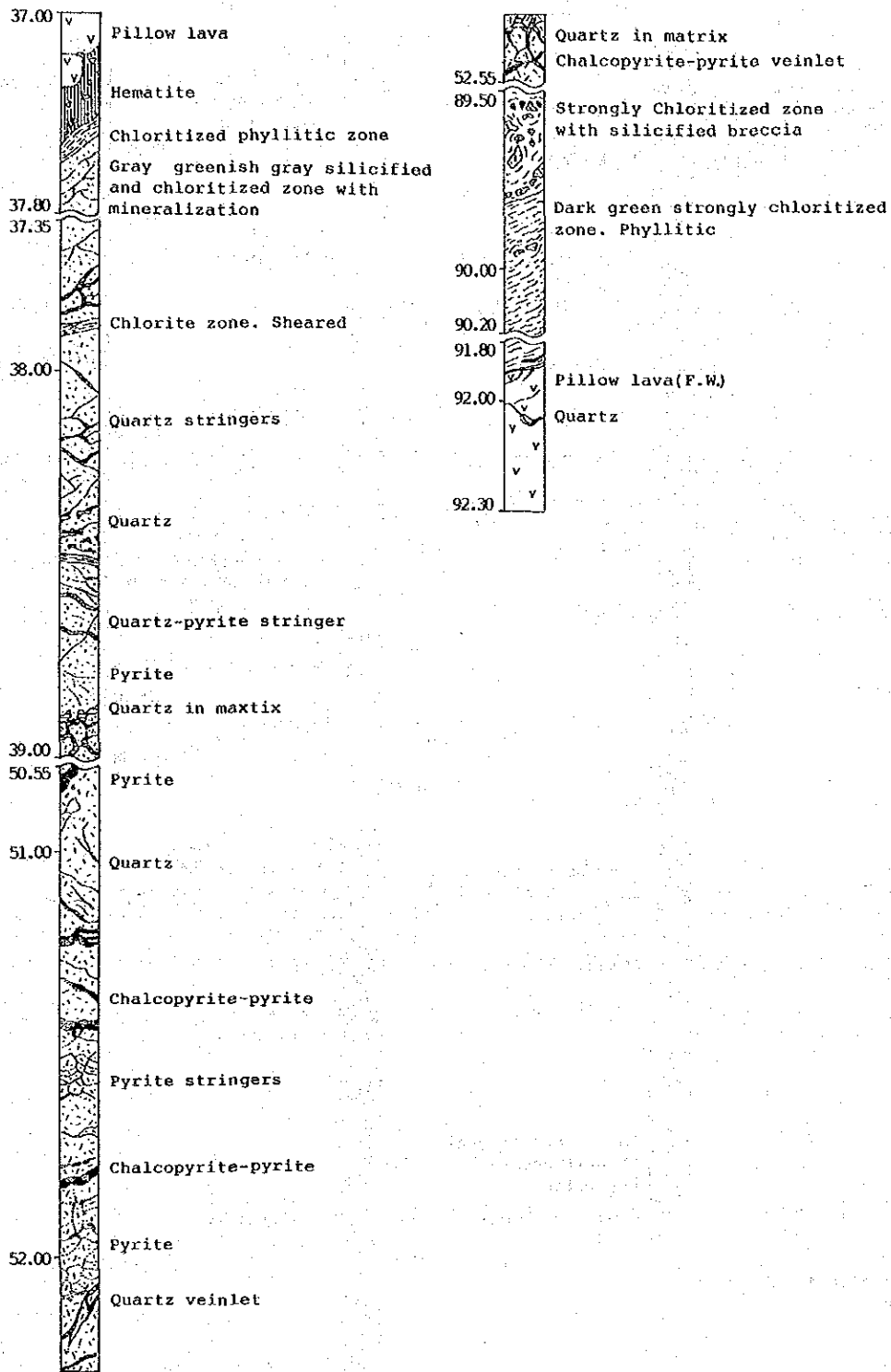


Fig. 2-14 Sketch of core sections for mineralized zone in the Rakah deposit

MJO-B4



26.60 ~ 37.80 m	珪質鉍。強珪化及び角礫化。基質：黄鉄鉍
37.80 ~ 46.90 m	黄鉄鉍に富む塊状鉍。少量の珪質角礫を伴う。
46.90 ~ 55.20 m	珪質鉍。繊維石膏細脈。
55.20 ~ 56.10 m	角礫化粘土帯。黄鉄鉍鉍染。
56.10 ~ 58.00 m	強緑泥石化帯。
58.00 ~ 100.35 m	緑泥石化枕状溶岩。赤鉄鉍及び石英脈を伴う。下部噴出岩類 I。

本孔では、地表より深度33mの間で軟弱な部分が数箇所あり、コアの採取率も悪かった。本孔の南西22mの位置で過去に実施したボーリング孔の結果では、深度38mまで採掘跡のあることが確認されているので、本孔でもこれと一連の塊状鉍を捕捉していることからすると、深度33mまでの一部は、採掘跡であった可能性が強いと考えられる。

鉍分析結果では、塊状鉍がAu、Cuとも高い値を示す。Pbの値もストックワーク状鉍の値と比較すると高い。本孔で捕捉した鉍化帯の良好部の鉍況は、以下のとおり。

深度：26.00 ~ 55.20m、掘進長：28.60 m

Au 5.94g/t、Ag 10.3g/t、Cu 1.37%、Pb 0.03%、Zn 0.16%

良好部の大部分は塊状鉍である。この塊状鉍はAu品位が著しく高く、34.60m~52.90mの間(18.30m)では、Au 8.96g/t、Ag 13.3g/tを示した。この塊状鉍は地表に近いことから風化作用を受けており、後述の研磨片観察結果でも見られるように銅の二次富化鉍物が認められる。また、塊状鉍の割れ目に沿って銅の二次鉍物であるたんぱん(CuSO<sub>4</sub>・5H<sub>2</sub>O)が晶出している。Cu品位の大部分はこれらの二次鉍物の存在を反映しているものと考えられる。本孔で捕捉した鉍化帯のコアのスケッチをFig. 2-14に示す。

#### (b) MJO-B 2孔 (傾斜-90°、掘進長157.25m)

本孔は、ラカー鉍床の中央北部の鉍況を明らかにするため実施した。本孔の結果は以下のとおり。

0.00 ~ 88.80 m	枕状溶岩及びピロー・ブレッチャー。緑泥石化、弱赤鉄鉍化。方解石細脈。下部噴出岩類 II。
88.80 ~ 91.10 m	強緑泥石化帯。角礫化。
91.10 ~ 122.20 m	上部鉍化帯。ストックワーク状鉍。緑泥石化、珪化及び角礫化。黄銅鉍・黄鉄鉍網状脈及び黄鉄鉍鉍染。
122.20 ~ 124.60 m	珪化、強緑泥石化帯。黄銅鉍・黄鉄鉍鉍染及び細脈。
124.60 ~ 139.50 m	枕状溶岩。緑泥石化及び弱珪化。下部噴出岩類 I。
139.50 ~ 140.90 m	強緑泥石化、角礫化帯。

140.90 ~ 154.20 m 下部鉍化帯。ストックワーク状鉍。緑泥石化及び珪化。黄銅鉍・黄鉄鉍網状脈及び鉍染。

154.20 ~ 157.25 m 枕状溶岩。緑泥石化。石英・赤鉄鉍脈。下部噴出岩類 I。

本孔では、上部及び下部の2つの鉍化帯を捕捉した。これらの鉍化帯での鉍石鉍物の共生関係、産状及び母岩（枕状溶岩）とその変質については、大きな差異は認められない。

鉍石分析結果では、上部鉍化帯、下部鉍化帯のいずれも比較的安定した品位を示すが、全般に低品位である。上部及び下部の各鉍化帯の平均鉍況は、以下のとおり。

上部鉍化帯 深度：93.10~117.10m、掘進長：24.00m

Au 0.28g/t、Ag 0.7 g/t、Cu 0.51%、Pb<0.01%、Zn 0.16%

下部鉍化帯 深度：140.90~150.90m、掘進長：10.00m

Au 0.16g/t、Ag 0.2 g/t、Cu 0.59%、Pb<0.01%、Zn 0.05%

本孔で捕捉した上部鉍化帯のコアのスケッチをFig. 2-14に示す。

#### (c) MJO-B 3孔（傾斜-90°、掘進長201.70m）

本孔は、既知鉍床の東方延長部の鉍況を明らかにするため、ラカー鉍床北東部で実施した。本孔の結果は、以下のとおり。

0.00 ~ 68.90 m 枕状溶岩を主としマッシュ溶岩及びピロー・ブレッチャーを挟む。緑泥石化及び赤鉄鉍化。方解石細脈。下部噴出岩類 II。

68.90 ~ 69.20 m 赤鉄鉍・石英帯。弱破碎。

69.20 ~ 137.20 m 鉍化帯。黄鉄鉍鉍染及び細脈。珪化、緑泥石化及び角礫化。

137.20 ~ 198.70 m 枕状溶岩。弱緑泥石化及び弱赤鉄鉍化。下部噴出岩類 I。

198.70 ~ 199.99 m 鉍化帯。珪化、角礫化及び強緑泥石化。黄鉄鉍鉍染及び細脈。

199.99 ~ 200.30 m 枕状溶岩。角礫化及び緑泥石化。

200.30 ~ 200.60 m 198.70~199.99mと同一。

200.60 ~ 201.70 m 199.90~200.30mと同一。

本孔で捕捉された鉍化帯の鉍化作用及び変質作用はいずれも弱く、鉍石鉍物としては黄鉄鉍を主とし若干の閃亜鉛鉍が認められるのみである。

鉍化帯のうち黄鉄鉍の濃集部を分析した結果でも鉍況は不良であり、最良好部でもCu 0.04%、Zn 0.45%であった。最下部で捕捉した薄い鉍化帯は、地質断面での解析によれば、上部の鉍化帯と同一の鉍化帯で逆断層により転移したのと考えられる。

#### (d) MJO-B 4孔（傾斜-90°、掘進長101.30m）

本孔は、ゴッサン化帯の北側約10mの位置より実施した。本孔は、ラカー鉍床のほぼ中央部に

位置する。本孔の結果は以下のとおり。

0.00 ~ 27.60 m	枕状溶岩。緑泥石化及び弱角礫化。下部噴出岩類Ⅱ。
27.60 ~ 37.70 m	枕状溶岩。弱緑泥石化及び角礫化。下部噴出岩類Ⅱ。
37.70 ~ 89.80 m	上部鉍化帯。ストックワーク状鉍。黄鉄鉍・黄銅鉍鉍染及び細脈。 珪化、緑泥石化及び角礫化。
89.80 ~ 91.90 m	強緑泥石化帯。黄鉄鉍鉍染。
91.90 ~ 101.30 m	枕状溶岩。珪化及び緑泥石化。弱黄鉄鉍鉍染。石英・赤鉄鉍細脈。 下部噴出岩類Ⅰ。

本孔で捕捉した上部鉍化帯は、比較的厚く黄銅鉍も全般に認められる。本孔で確認した 91.90 m以深の下部噴出岩類Ⅰは、下部鉍化帯の上盤と考えられる。

鉍石分析結果では、最上部のCu品位は低いが、それ以外では顕著な品位変化は示さない。最上部を除いた鉍化帯の平均鉍況は以下のとおりである。

深度：41.70～89.90m、掘進長：48.10m

Au 0.43g/t、Ag 1.6 g/t、Cu 0.85%、Pb<0.01%、Zn 0.28%

捕捉した鉍化帯のうち、最も鉍況の良かった部分は、深度 63.70m～65.70m、Au 0.9g/t、Cu 2.27%である。本孔で捕捉したストックワーク状鉍のコアスケッチをFig.2-14に示す。

(e) MJO-B5孔 (傾斜-90°、掘進長150.00m)

本孔は、北東部に位置するゴッサン帯の東方30mの位置で実施した。本孔の結果は、以下のとおり。

0.00 ~ 28.30 m	枕状溶岩。緑泥石化。上部：粘土化及び風化。下部噴出岩類Ⅱ。
28.30 ~ 28.70 m	強緑泥石化帯。破碎。
28.70 ~ 71.00 m	上部鉍化帯。ストックワーク状鉍。緑泥石化、弱珪化及び角礫化。 黄鉄鉍・黄銅鉍網状脈及び黄鉄鉍鉍染。
71.00 ~ 72.90 m	強緑泥石化帯。破碎。
72.90 ~ 84.10 m	枕状溶岩。弱緑泥石化。弱黄鉄鉍鉍染。下部噴出岩類Ⅰ。
84.10 ~ 84.20 m	石英・赤鉄鉍脈を伴う角礫化帯。
84.20 ~ 124.60 m	下部鉍化帯。ストックワーク状鉍。角礫化、珪化及び緑泥石化。黄銅鉍・黄鉄鉍網状脈。黄鉄鉍鉍染。
124.60 ~ 150.00 m	枕状溶岩。緑泥石化及び赤鉄鉍化。下部噴出岩類Ⅰ。

本孔では、上部及び下部の2枚の鉍化帯を捕捉した。各鉍化帯は、いずれもその下半部に良好部が見られる。これらの良好部の鉍況は、以下のとおり。



上部鉍化帯 深度：47.40～71.00m、掘進長：23.60m

Au 0.23g/t、Ag 1.0 g/t、Cu 1.15%、Pb<0.01%、Zn 0.09%

下部鉍化帯 深度：106.30～124.60m 掘進長：18.30m

Au 0.24g/t、Ag 0.4 g/t、Cu 1.09%、Pb<0.01%、Zn 0.04%

上部鉍化帯の最良好部は、深度：62.90～64.90mで掘進長：2.00 m、Au 0.7g/t、Cu 3.54%であり、下部鉍化帯の最良好部は、深度：110.30～112.30m、掘進長 2.00 m、Au 1.0g/t、Cu 1.91%であった。

(f) MJO-B6孔 (傾斜-90°、掘進長100.85m)

本孔は、既知鉍床の中央南部で行った。本孔の結果は、以下のとおり。

0.00～11.20 m ゴッサン化帯及びゴッサン・ズリ。

11.20～25.30 m 上部鉍化帯。ストックワーク状鉍。粘土化、角礫化及び緑泥石化。黄銅鉍・黄鉄鉍網状脈及び鉍染。

25.30～31.50 m 粘土帯。採掘跡？

31.50～37.00 m 枕状溶岩。緑泥石化及び珪化。弱黄鉄鉍鉍染。下部噴出岩類I。

37.00～39.35 m 強緑泥石化帯。最下部：破碎及び粘土化。

39.35～75.90 m 下部鉍化帯。ストックワーク状鉍。緑泥石化、珪化及び角礫化。黄銅鉍・黄鉄鉍網状脈及び鉍染。上部：閃亜鉛鉍・石英細脈。

75.90～100.85 m 枕状溶岩。緑泥石化、赤鉄鉍化及び弱角礫化。下部噴出岩類I。

深度 25.30～31.50mで捕捉した粘土帯は、その掘進状況より判断すると採掘跡である可能性が高いと考えられる。本孔周辺では、上部鉍化帯の一部が地表に達しておりゴッサン化を受けている。本孔では上部及び下部の両鉍化帯を確認したが、これらの鉍況は以下のとおり。

上部鉍化帯 深度：11.20～25.30m、掘進長：14.10m

Au 0.52g/t、Ag 2.2 g/t、Cu 3.51%、Pb<0.01%、Zn 0.15%

下部鉍化帯 深度：49.35～67.35m、掘進長：18.00m

Au 0.18g/t、Ag 0.4 g/t、Cu 0.98%、Pb<0.01%、Zn 0.04%

上部鉍化帯は下部鉍化帯に比較して高いCu品位を示すが、風化作用が認められることからすると、Cuが二次富化作用により濃集している可能性が推定される。

(g) MJO-B7孔 (傾斜-90°、掘進長120.80m)

第1年次に実施した物理探査の結果、既知鉍床が南側に若干広がることが推定されたため、既知鉍床南端のゴッサン化帯より本孔を行った。本孔の結果は、以下のとおり。

0.00～8.70 m 珪質ゴッサン。一部粘土化。褐鉄鉍に富む。

8.70 ~ 12.70 m	ゴッサン化、粘土化帯。黄鉄鉱染。
12.70 ~ 34.20 m	枕状溶岩。弱赤鉄鉱化、角礫化及び強緑泥石化。上部：ゴッサン化。黄鉄鉱染。下部噴出岩類Ⅰ。
34.20 ~ 37.10 m	強緑泥石化破碎帯。弱風化。黄鉄鉱染。
37.10 ~ 49.60 m	枕状溶岩。角礫化及び強緑泥石化。黄鉄鉱染。下部噴出岩類Ⅰ
	45.50 m ~ 46.50m : 角礫化破碎帯。
49.60 ~ 50.65 m	強角礫化破碎帯。強黄鉄鉱染。
50.65 ~ 60.40 m	下部鉱化帯。ストックワーク状鉱。強緑泥石化及び角礫化。黄銅鉱・黄鉄鉱網状脈及び鉱染。
60.40 ~ 68.60 m	ピロー・ブレッチャー及び枕状溶岩。緑泥石化及び赤鉄鉱化。下部噴出岩類Ⅰ。
68.60 ~ 120.80 m	ピロー・ブレッチャー及び枕状溶岩。緑泥石化、赤鉄鉱化及び角礫化。石英・赤鉄鉱脈多い。下部噴出岩類Ⅰ。

本孔で捕捉されたゴッサン化帯は、上部鉱化帯がゴッサン化を受けたものである。本孔で捕捉した下部噴出岩類Ⅰでは、ピロー・ブレッチャーが発達する。

鉱石分析結果では、ゴッサン化した上部鉱化帯のCu品位は低い(0.08%~0.26%)が、最上部でAu及びAg品位の高い部分(深度0.00m~3.80m, Au7.55g/t、Ag15.8g/t)が認められる。下部鉱化帯は比較的Zn品位が高いが鉱況は不良である。下部鉱化帯の平均鉱況は以下のとおり。

深度： 50.65~ 60.40m、掘進長： 9.75 m

Au 0.23g/t、Ag 2.3 g/t、Cu 0.41%、Zn 0.42%

このボーリング調査の結果によれば、既知鉱床の南限は本孔付近までと考えられる。

#### (h) MJ0-B8孔(傾斜-90°、掘進長100.85m)

第1年次に行ったMJ0-B1孔でAu品位の高い塊状鉱を捕捉したことから、この塊状鉱の西側への連続を確認するため、MJ0-B1孔の南西46mの位置で本孔を実施した。本孔の結果は、以下のとおり。

0.00 ~ 11.50 m	枕状溶岩。赤鉄鉱化及び風化。一部角礫化。下部噴出岩類Ⅱ。
11.50 ~ 14.70 m	粘土帯。採掘跡?
14.70 ~ 15.90 m	珪質鉱。ゴッサン化及び角礫化。
15.90 ~ 18.75 m	粘土帯。珪質角礫を伴う。採掘跡?
18.75 ~ 24.70 m	珪質鉱。ゴッサン化。空洞を伴う。
24.70 ~ 38.60 m	塊状鉱。細粒黄鉄鉱及び斑銅鉱。珪質角礫を少量伴う。
38.60 ~ 43.80 m	強粘土化角礫化帯。黄鉄鉱染。

- 43.80 ~ 45.45 m 枕状溶岩。粘土化及び強角礫化。石膏細脈。下部噴出岩類 I。
- 45.45 ~ 52.35 m 粗粒砂岩及び礫岩。礫質：火山岩類及びジャスパーの角礫。
- 52.35 ~ 100.85 m 枕状溶岩。少量のピロー・ブレッチャーを挟む。角礫化、赤鉄鉱化及び強緑泥石化。下部噴出岩類 I。 54.00m ~ 54.70m及び 68.80 m ~ 69.95m：赤鉄鉱帯

本孔で捕捉した塊状鉱の上下盤に見られる粘土帯の一部は、その掘進状況より判断して採掘跡である可能性が強いと考えられる。塊状鉱の上位に位置する珪質鉱は、堆積岩源であると見られる。塊状鉱の下位で捕捉された堆積岩類は西側へ連続し、その層厚を増す。

鉱石分析結果では、珪質鉱中に著しいAu及びAgの濃集が見られ、本調査で一番高いAuの濃集部が確認された。Auの濃集部の鉱況は、以下のとおり。

深度：18.75 ~ 24.70m、掘進長：5.95 m

Au 62.91g/t、Ag 124.9g/t、Cu 0.12%、Zn 0.01%

捕捉した塊状鉱もMJ0-B1孔と同様に比較的高いAu品位を示す。また、銅品位も比較的高いがこれは斑銅鉱などの二次鉱物の存在を反映していると考えられる。塊状鉱の平均鉱況は、以下のとおり。

深度：24.70 ~ 38.60m、掘進長：13.90 m

Au 6.25g/t、Ag 14.8g/t、Cu 2.93%、Zn 0.08%

更に、塊状鉱の下位で捕捉している粘土化帯もその品位は良好（掘進長：4.05m、Au 2.05g/t、Cu 6.10%）であった。この高品位部も銅の二次富化帯である。

(i) MJ0-B9孔（傾斜-90°、掘進長167.75m）

第1年次に行ったMJ0-B2孔で上部鉱化帯に加え下部鉱化帯を確認したことから、この下部鉱化帯の西方延長部の鉱況を確認するため、MJ0-B2孔の西方48mの位置で本孔を実施した。本孔の結果は以下のとおり。

0.00 ~ 60.70 m 枕状溶岩。赤鉄鉱化、緑泥石化及び角礫化。方解石細脈多し。下部噴出岩類 II。

60.70 ~ 62.20 m 強粘土化緑泥石化帯。黄鉄鉱鉱染。

62.20 ~ 90.10 m 上部鉱化帯。ストックワーク状鉱。緑泥石化、珪化及び角礫化。黄銅鉱・黄鉄鉱網状脈。黄鉄鉱鉱染。

90.10 ~ 99.10 m ピロー・ブレッチャー。緑泥石化及び弱珪化。下部噴出岩類 I。

99.10 ~ 135.50 m 枕状溶岩。ピロー・ブレッチャーを挟む。赤鉄鉱化、緑泥石化及び弱角礫化。

135.50 ~ 167.75 m 枕状溶岩。緑泥石化及び角礫化。黄鉄鉱鉱染及び細脈（下部鉱化帯）。

本孔では、予想された位置で下部鉍化帯を捕捉したが、その鉍況は不良でわずかに黄鉄鉍の鉍染が認められるのみであった。この結果からするとMJ0-B2孔で補足された下部鉍化帯の良好部は、その西側には連続していないことを示している。本孔で捕捉された上部鉍化帯の良好部の平均鉍況は、以下のとおり。

深度： 66.20 ～ 88.50m、 掘進長： 22.30m  
Au 0.17g/t、 Ag 1.2g/t、 Cu 1.15%、 Zn 0.13%

(j) MJ0-B10孔 (傾斜-90°、掘進長181.40m)

第1年次の物理探査の結果、既知鉍床が東方に広がることが予想されたため、既存のボーリング実施範囲の更に東側で本孔を実施した。本孔の調査結果は以下のとおり。

- 0.00 ～ 4.10 m 枕状溶岩。角礫化及び緑れん石化。下部噴出岩類Ⅱ。
- 4.10 ～ 10.35 m マッシブ溶岩。下部噴出岩類Ⅱ。
- 10.35 ～ 87.50 m 枕状溶岩。少量のピロー・ブレッチャーを挟む。緑泥石化。弱赤鉄鉍化。下部噴出岩類Ⅱ。
- 87.50 ～ 89.35 m 強角礫化帯。黄鉄鉍鉍染。
- 89.35 ～ 94.30 m ピロー・ブレッチャー。 91.00m～ 91.30m：メタリフェラス堆積物。
- 94.30 ～ 110.70 m 枕状溶岩。緑泥石化及び赤鉄鉍化。98.70 m～99.10 m：メタリフェラス堆積物。弱黄鉄鉍鉍染。下部噴出岩類Ⅰ。
- 110.70 ～ 117.35 m マッシブ溶岩。117.00m～117.34m：メタリフェラス堆積物。下部噴出岩類Ⅰ。
- 117.35 ～ 137.10 m 枕状溶岩。緑泥石化及び弱角礫化。下部噴出岩類Ⅰ。
- 137.10 ～ 137.40 m メタリフェラス堆積物。
- 137.40 ～ 138.80 m 枕状溶岩。緑泥石化及び弱角礫化。黄鉄鉍鉍染。
- 138.80 ～ 181.40 m 枕状溶岩。緑泥石化。下部噴出岩類Ⅰ。

本孔で捕捉された鉍化帯は、弱い黄鉄鉍の鉍染帯のみである。既知鉍床の東側で行った本孔の結果からすると、ラカー鉍床の鉍化帯の広がりには本孔付近がその東縁であることを示す。また、鉍床の中心部ではほとんど見られないメタリフェラス堆積物が、本孔周辺では発達する。

(k) MJ0-B11孔 (傾斜-90°、掘進長201.00m)

第1年次に行ったMJ0-B2孔で捕捉した下部鉍化帯の東方延長部を調査するため、本孔をMJ0-B2孔の東方50mの位置で実施した。本孔の結果は、以下のとおり。

0.00 ~ 14.90 m	枕状溶岩。角礫化。方解石細脈を伴う。下部噴出岩類Ⅱ。
14.90 ~ 27.20 m	マッシュ溶岩。角礫化。方解石及び石英細脈を伴う。下部噴出岩類Ⅱ。
27.20 ~ 115.90 m	枕状溶岩、ピロー・ブレッチャーを挟む。赤鉄鉱化、緑泥石化及び角礫化。下部噴出岩類Ⅱ。
115.90 ~ 116.20 m	強緑泥石化帯。弱黄鉄鉱鉱染。
116.20 ~ 137.90 m	上部鉱化帯。緑泥石化、珪化及び角礫化。黄鉄鉱・黄銅鉱網状脈及び鉱染。閃亜鉛鉱-黄鉄鉱の細脈を伴う。
137.90 ~ 138.20 m	角礫化破碎帯。
138.20 ~ 163.60 m	枕状溶岩。珪化及び緑泥石化。微量の黄鉄鉱鉱染を伴う。下部噴出岩類Ⅰ。
163.60 ~ 183.75 m	枕状溶岩。緑泥石化及び強珪化。黄鉄鉱鉱染（下部鉱化帯）。
183.75 ~ 201.00 m	枕状溶岩。緑泥石化及び角礫化。石英-赤鉄鉱脈多し。

本孔では上部及び下部の2枚の鉱化帯を補足したが、下部鉱化帯の鉱況は不良で黄鉄鉱の鉱染が認められたのみである。この結果からすると、下部鉱化帯の良好部の分布はMJ0-B2孔付近までであることを示す。

本孔で補足した上部鉱化帯の平均鉱況は、以下のとおり。

深度：116.20 ~ 137.90 m、掘進長：21.70m

Au 0.35g/t、Ag 0.7g/t、Cu 0.40%、Zn 0.32%

## (2) 研磨片観察結果

ラカー鉱床に対して行ったボーリングのコアより鉱石試料を採取し研磨片の観察を行った。採取した試料数は、第1年次20試料、最終年次11試料の合計31試料である。最終年次に採取した試料のうち5資料は、第1年次に実施したMJ0-B1孔で捕捉した塊状鉱より採取した。この塊状鉱より追加試料を採取した目的は、選鉱試験で鉱石中に含有する金の分離がうまくいかなかったことから、塊状鉱中の金の賦存状況を明らかにすることである。顕微鏡による観察結果をTable 2-3に示す。また、顕微鏡写真をAppendix 14に示す。

鏡下で確認された鉱石鉱物は、ハイル・アス・サヒル鉱床と同様で、黄鉄鉱、黄銅鉱、銅藍、輝銅鉱、斑銅鉱及び閃亜鉛鉱であるが、これ以外に1試料（MJ0-B6孔、深度 57.60m）より自然金が確認された。

ストックワーク状鉱からは、18試料を採取した。ストックワーク状鉱の鉱石鉱物は、そのほとんどが黄鉄鉱、黄銅鉱及び閃亜鉛鉱より成り、極く少量の銅藍及び輝銅鉱が見られるのみである。このうち輝銅鉱は、黄銅鉱を切る細脈として見られ初生のものと考えられる。また、閃亜鉛鉱中

Table 2-3 Observation results of polished sections for the Rakah deposit

Core No.	Depth (m)	Occurrence	Pyrite	Chalcopyrite	Covellite	Chalcosite	Bornite	Sphalerite	Native gold	Gangue and alteration minerals
MJO-B1	34.70	Secondary enrichment of massive py-(cp) ore.	◎	●	○			●		
MJO-B1	37.50	Secondary enrichment of massive py-(cp) ore.	◎colloform, brecciated	●			●	●*		
MJO-B1	38.90	Massive pyrite ore.	◎	●			●	●*		
MJO-B1	39.50	Massive pyrite ore.	◎colloform, fractured	●			●	●*		
MJO-B1	41.10	Massive pyrite ore.	◎colloform, framboidal	●			●	●*		
MJO-B1	42.40	Massive py ore with matrix of fine-grained py.	◎	●						
MJO-B1	45.30	Massive py ore with matrix of fine-grained py.	◎	●						
MJO-B1	48.00	Massive py ore with siliceous fragments.	◎colloform, framboidal	●			●	●*		
MJO-B1	48.90	Massive pyrite ore.	◎	●			●			
MJO-B1	51.15	Massive pyrite ore.	◎	●						
MJO-B2	97.70	Py veinlet in chloritized pillow lava (stockwork ore).	●	●						
MJO-B2	101.45	Py-cp veinlet in chloritized pillow lava (stockwork ore).	◎	●						
MJO-B2	111.90	Py veinlet in chloritized pillow lava (stockwork ore).	○brecciated, fractured	○						● with calcite
MJO-B2	145.60	Lenticular ore (py-cp) in chloritized pillow lava.	○	○						
MJO-B3	80.10	Quartz-calcite veinlet and py diss. in chloritized pillow lava.	●	●						● quartz calcite
MJO-B3	133.60	Py veinlet and disseminations in chloritized pillow lava.	●	●						
MJO-B4	43.70	Py-cp veinlet and disseminations (stockwork ore).	○	●						
MJO-B4	56.00	Cp-sp-py veinlet.	●	○				●*		
MJO-B4	77.40	Py-cp-sp veinlet in chloritized pillow lava (stockwork ore).	◎partly brecciated	●				●*		
MJO-B4	85.10	Py-cp veinlet (stockwork ore).	●	●				●*		
MJO-B5	47.70	Cp-py veinlet in chloritized pillow lava (stockwork ore).	○	○				●*		
MJO-B5	107.60	Cp-py veinlet and disseminations (stockwork ore).	○	◎				●*		
MJO-B6	42.10	Cp-sp-py-quartz-calcite veinlet in chloritized pillow lava.	●	●				●*		◎ quartz calcite
MJO-B6	57.60	Cp-py veinlet (Au bearing veinlet) (stockwork ore).	○	◎				●*		
MJO-B6	71.30	Cp-py veinlet in chloritized pillow lava.	●	●				●*		
MJO-B8	28.10	Medium-grained massive pyrite ore.	◎colloform, fractured	●						
MJO	31.90	Fine-grained massive pyrite ore.	◎	●						
MJO-B8	36.60	Fine-grained massive py-(cp) ore with fragments of coarse-py.	◎	○						
MJO-B9	138.00	Pyrite in silicified rock.	○Colloform, framboidal	●						◎ mostly quartz
MJO-B11	125.50	Fragment of cp-py ore (stockwork ore).	○	○						
MJO-B11	134.50	Sp-cp-py-quartz veinlet.	◎	○				◎*		

\*: chalcopyrite disease    ◎: abundant    ○: common    ●: rare    ●: very rare    py: pyrite    cp: chalcopyrite    sp: sphalerite

には、黄銅鉱の病変が幾つかの試料で認められる。硫化鉱物より成る細脈には、黄鉄鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱の順序で晶出した産状を示すものがある。自然金は、黄銅鉱中で確認されたが、その径は、9ミクロン程度である。

MJO-B1及びMJO-B8孔で捕捉された塊状鉱より13個の試料を採取した。鏡下では、黄鉄鉱、黄銅鉱、銅藍、輝銅鉱、斑銅鉱及び閃亜鉛鉱が見られるが、その大部分は細粒の黄鉄鉱である。黄鉄鉱は著しい角礫化を受け、この角礫の一部にはフランボイダル組織やコロホーム組織が見られる。銅鉱物としては銅藍及び輝銅鉱を主とし、黄銅鉱は少量である。銅藍及び輝銅鉱の産状は、これらの鉱物が二次富化により生成されたことを示す。塊状鉱中に見られる閃亜鉛鉱についても、黄銅鉱の病変が認められる。鉱石分析の結果では塊状鉱のAu品位は高いが、鏡下では自然金の確認ができなかった。このことからすると、金は黄鉄鉱中に取り込まれているものと推定される。

### (3) EPMA試験結果

研磨片の観察の結果確認された自然金と閃亜鉛鉱及び黄銅鉱の性格を明らかにするためEPMA試験を行った。ボーリングのコアより採取した4試料の研磨片にカーボン蒸着した後、10箇所に対し分析をした。試験項目は、MJO-B6孔で確認された自然金についてAu・Agの面分析及び定量分析、閃亜鉛鉱についてZn・Fe・Cuの定量分析及び黄銅鉱についてCu・Fe・Znの定量分析及び定性分析を行った。試験結果をTable 2-4 に示す。また、作成した画像をAppendix 15 に示す。

自然金は、MJO-B6孔より採取したストックワーク状鉱試料の一箇所を観察された。この自然金は、4 X 9ミクロンの大きさで三角形の形状を示す。定量分析の結果、Ag/Au比は1/25~26でAgの含有量(3.56~3.76%)は極めて低い。また、面分析(Au, Ag)によると自然金の累帯構造は不明瞭であり、Agは一様に分散している。

閃亜鉛鉱は、いずれもストックワーク状鉱中のもので、そのFe/Zn比は1/5~1/18を示しており、ハイル・アス・サヒル鉱床に比べFeに富む傾向を示す。

黄銅鉱の定性分析結果ではいずれもCu, Fe及びSより成るが、MJO-B6より採取した試料(57.60 m)ではZnが確認された。この試料に対する定量分析結果では、Znを0.17~0.22%含有することを示す。これは、鏡下で微細な閃亜鉛鉱が黄銅鉱中に確認されるので、この影響によるものと推定される。

### (4) 微量成分分析結果

MJO-B1孔で捕捉した塊状鉱より1試料(40.80m)を採取し鉱石の地化学的特性とソハール地域の鉱石との対比を行う微量元素の分析を行った。分析結果をAppendix 2の表中に示す。

分析結果では、特にMnが高い値(1.914ppm)を示す。ソハール地域のラセイル鉱床では、鉱床上部の側方部に位置する塊状鉱でMnが高い傾向を示す(Bishimetal, 1987)。ラカー鉱床の塊状

Table 2-4 Results of EPMA analyses

Sample location		Minerals	Analyzed point No.	Analysis method	Analyzed elements	Results						SEM image*1 photo No.	Remarks
Area	Drill Hole No.					Depth (m)	Point	Zn	Fe	Cu	(%)		
A	HS-17	sphalerite	1	quantitative	Zn, Fe, Cu	1	63.26	1.09	1.19		1/58	(1)	massive ore
						2	65.04	0.60	0.66		1/108		
						3	63.54	1.16	1.47		1/55		
B	MJO-B4	chalcopyrite	2	qualitative	B~U	Cu, Fe, S						(2)	
						Cu, Fe, S							
		sphalerite	3	qualitative	Zn, Fe, Cu	1	57.66	3.23	3.98		Fe/Zn ratio	(3)	stockwork ore
						2	59.16	3.29	3.59		1/18		
						3	57.87	3.75	3.98		1/15		
		chalcopyrite	4	qualitative	B~U	Cu, Fe, S						(4)	
	Cu, Fe, S												
	Cu, Fe, S												
	sphalerite	5	qualitative	Zn, Fe, Cu	1	52.36	6.28	6.68		Fe/Zn ratio	(4)	stockwork ore	
					2	56.01	4.46	5.30		2/13			
					3	53.87	5.50	5.96		3/10			
	chalcopyrite	6	qualitative	B~U	Cu, Fe, S						(5)		
Cu, Fe, S													
Cu, Fe, S													
sphalerite	7	qualitative	Zn, Fe, Cu	1	43.96	9.49	10.67		Fe/Zn ratio	(7)	stockwork ore		
				2	45.07	9.44	10.30		1/5				
				3	46.89	9.13	9.88		1/5				
native gold	8	area	Au, Ag	Au, Ag						(8) (9) (10)	stockwork ore		
				Au, Ag									
				Au, Ag									
chalcopyrite	10	qualitative	Zn, Fe, Cu	1	92.99	3.76	1.68		Fe/Zn ratio	(11)			
				2	93.40	3.56	1.44		1/26				
				3	32.90	30.60	0.19		Fe/Zn ratio				
chalcopyrite	11	qualitative	B~U	Cu, Fe, Zn, S						(12)			
				Cu, Fe, Zn, S									
				Cu, Fe, S									
			12	qualitative	B~U								

\*1 SEM images are shown in Appendices.

\*2 SEM image of native gold and Microprobe images of Au and Ag are shown Photographs 8, 9 and 10, respectively.



鉱は、鉱床の北西端に位置するのでラセイル鉱床のMnの挙動と良く一致する。

#### (5) X線回折試験結果

ラカー鉱床の上下盤を成す火山岩類と鉱化帯の変質を明らかにするため、ハイル・アス・サヒル鉱床と同様、第1年次及び最終年次に全岩による粉末X線回折試験を行った。本調査に供した試料は、ボーリングのコアより採取した10試料である。この試験結果をTable 2-5 に示す。

鉱床の下盤を成す下部噴出岩類Iより4試料を採取した。このうちの2試料(MJO-B5: 79.20 m、MJO-B9: 50.00 m)は、上部及び下部鉱化帯に挟まれた火山岩類の試料である。この試験結果と薄片の観察結果を総合すると、下部噴出岩類Iは珪化、緑泥石化及び赤鉄鉱化を受けていることを示す。上部及び下部鉱化帯に挟まれた下部噴出岩類Iには、これらの変質のほかスメクタイトや緑泥石/スメクタイト混合層鉱物が特徴的に認められる。さらに、パンベリー石や緑れん石が出現しており、全般に弱い変成作用を受けている。

鉱化帯より採取した4試料はいずれもストックワーク状鉱である。試験の結果では、石英及び緑泥石が同定されており、珪化及び緑泥石化を受けていることを示す。試料の一部ではスメクタイトが出現する。また、ハイル・アス・サヒル鉱床では完全に消失している斜長石や普通輝石がこの鉱化帯の試料では出現している。このことは、ラカー鉱床の変質がハイル・アス・サヒル鉱床のそれと比較して弱いことを示すと考えられる。

鉱床上盤の下部噴出岩類IIからは2試料を採取し本試験に供した。この結果では、上盤の火山岩類も緑泥石化と弱い珪化を受けていることを示す。また、パンベリー石も出現しており、弱い変成作用も受けている。

Table 2-5 Results of X-ray diffraction analyses in Area B

Hole number	Sampled depth (m)	Geologic unit	Quartz	Plagioclase	Augite	Amphibole	Chlorite	Smectite	Chlorite/smectite	Kaolinite	Epidote	Prehnite	Pumpellyite	Sphene	Analcite	Laumontite	Calcite	Pyrite	Chalcopyrite	Hematite	Titanomagnetite	Remarks
MJO-B3	125.90	Ore	○	*◎				△						●			○	△				*Labradorite
MJO-B4	62.30	Ore	◎	*●			◎											○	△			*Oligoclase
MJO-B5	23.50	LII	○	*◎	○		○	○									○	△			△	*Labradolite
MJO-B5	69.00	Ore	○				◎												○			
MJO-B5	79.20	LI	△	*△	○		○	○					●		◎					●	△	*Labradorite
MJO-B5	136.10	LI	○	*◎	○		○				●		●	●						●	●	*Andesine
MJO-B9	14.30	LII		*◎	△	●	○	●				●	●								●	*Andesine
MJO-B9	50.00	LI	○	*◎	△		○		●				●			●	○				●	*Oligoclase
MJO-B9	120.00	LI	○	*◎	△		○						●								△	*Andesine
MJO-B10	88.90	Ore	◎	*◎			○	●						●		△	△	●				*Andesine

◎ : abundant ○ : common △ : rare ● : very rare

## 2-5 考 察

ラカー鉱床を中心とするB地区に於てもA地区と同様、地質調査、流電電位法による物理探査及びボーリング調査を2年間で実施した。これらの調査結果の詳細は、前述のとおりである。

本調査の結果に基づいて、既存のボーリングを含む調査結果も合わせて解析した結果ラカー鉱床の全貌が解明され (Fig. 2-15)、ラカー鉱床に対し必要と考えられる探鉱作業は完了した。本調査の結果によれば、ラカー鉱床は、前章で述べたハイル・アス・サヒル鉱床と同一の地質環境で同時期に生成したことを示しており、この種の鉱床をオマーン山脈地域で探査する場合ハイル・アス・サヒル鉱床と同様以下の事項が探査指針として重要であることを示す。

- ① 下部噴出岩類IIの発達する地域にこの種の銅鉱床は賦存する。
- ② 鉱床は、サマイル・オフィオライトのオブダクトに伴う構造運動により大規模に、またオブダクト後の構造運動により小規模に転移する。
- ③ 鉱床の形状や鉱質は鉱床生成の場の違いによって異なるので留意することが必要である。

ラカー鉱床とハイル・アス・サヒル鉱床を比較すると、ラカー鉱床には以下の特色がある。

- ① ラカー鉱床の塊状鉱は、ハイル・アス・サヒル鉱床の塊状鉱と比較するとAuが3~4倍濃集する。
- ② ハイル・アス・サヒル鉱床のストックワーク状鉱が著しい珪化により特徴付けられるのに対し、ラカー鉱床のストックワーク状鉱は緑泥石化により特徴付けられる。
- ③ ハイル・アス・サヒル鉱床の鉱化帯と周辺の火山岩類との境界は明瞭であるが、ラカー鉱床の側方部では火山岩類に漸移する。

本調査開始以前の調査結果では、ラカー鉱床のAu品位が高く報告されている。本調査の結果によれば、これまでの調査でAuの分析された試料は主として塊状鉱の分布域及びその周辺で採取されているため、このようにAu品位が高くなったものと考えられる。本調査の結果では、ハイル・アス・サヒル鉱床及びラカー鉱床のストックワーク状鉱はいずれも同程度のAu品位であることを示す。

なお、ラカー鉱床の地表でみられるゴッサン化帯及び古い時代の採掘に伴うゴッサン・ズリ中にはAu 5.0g/t 程度の濃集部が認められる。この部分に対する調査は、鉱山開発の時点で考慮することが必要と考えられる。

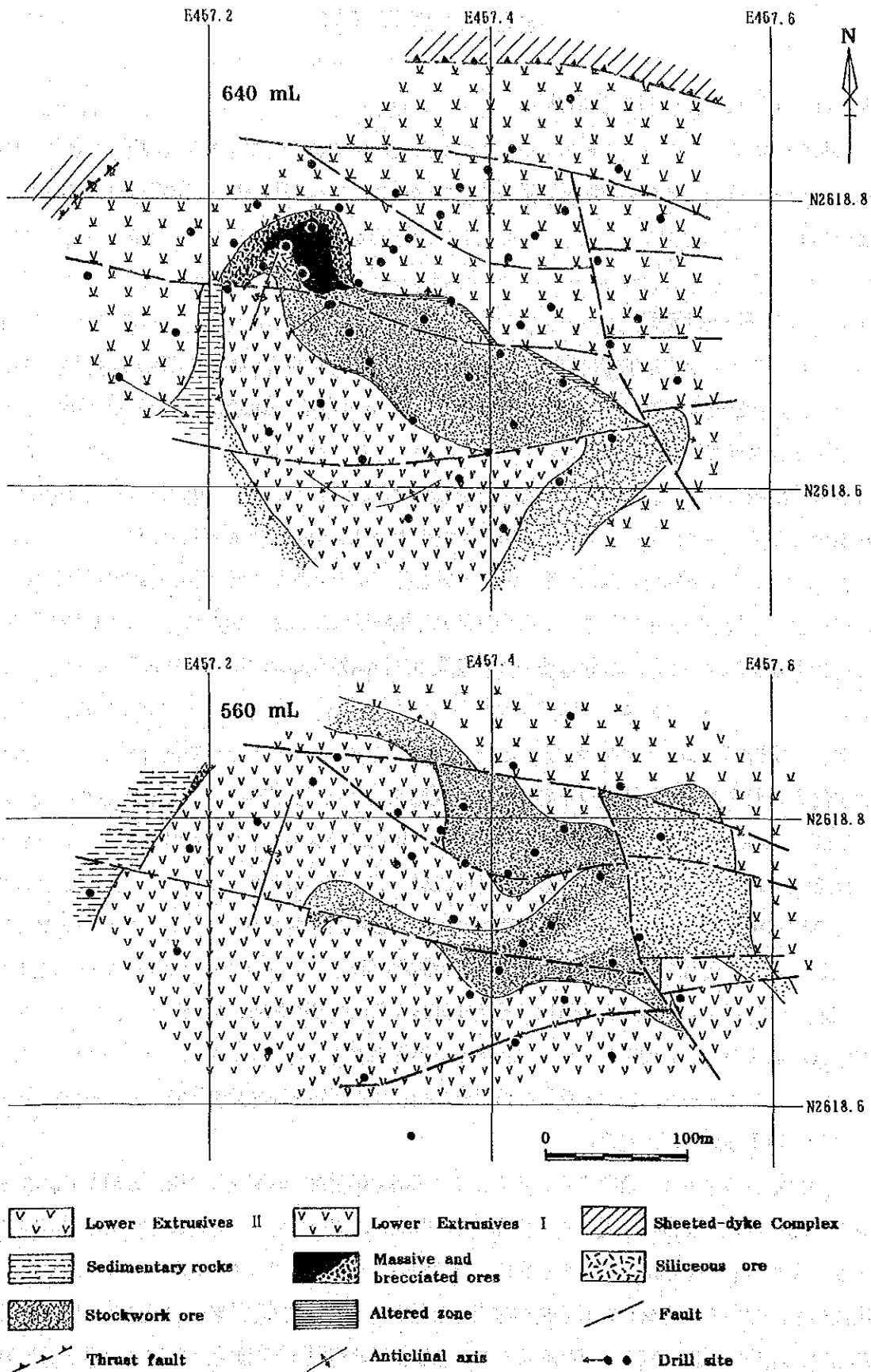


Fig. 2-15 Geologic plan maps of the 560 m and 640 m levels in the Rakah deposit

## 第3章 鉱量計算

### 3-1 計算基礎及び計算方法

本調査の結果、ハイル・アス・サヒル及びラカーの両鉱床の形状及び鉱況が解明できたことから、これらの両鉱床に対する地質鉱量の計算を行った。この計算に用いた基礎資料及び計算方法は、以下のとおり。

#### (1) 計算基礎資料

ハイル・アス・サヒル鉱床に対する鉱量計算には、本調査で行った12本 (Table 1-4) のボーリング調査結果及びMPMがメイン・ゴッサンの東部良り南部の地区で行った30本 (Table 1-5) のボーリング調査結果を使用した。

ラカー鉱床の鉱量計算には、本調査で行った11本 (Table 2-1) のボーリング調査結果及び本調査開始以前に実施されている45本 (Table 2-2) のボーリング調査結果を使用した。

各ボーリング孔で捕捉した鉱化帯に対する鉱石分析結果のうち、鉱山開発計画の対象とならないゴッサン化帯及び火山岩類中の二次富化帯の分析結果は除いた。ハイル・アス・サヒル及びラカーの両鉱床に対する鉱量計算に使用した各孔の分析結果をAppendix 16 に示す。

#### (2) 計算方法

各鉱床に対する鉱量計算は以下の手順で行った。

- ① 鉱石及びズリ比重の決定。
- ② 鉱画のサイズ (20m × 20m × 10m) の決定。
- ③ 10mごとのレベル・シート作成及び鉱画設定範囲の決定。
- ④ 各鉱画に対する品位割り付け方法の検討及び決定。
- ⑤ コンピューターによる鉱量計算及びレベル別鉱画図の作成。
- ⑥ 鉱体の形状を勘案しブロック容積の一部修正。
- ⑦ コンピューターによる鉱量の再計算及びレベル別修正鉱画図の作成。
- ⑧ 鉱量集計及び鉱量表の作成。

一般に鉱石の比重は、含有するS品位と良い相関を示すが、本調査及び既存の調査ではボーリングで捕捉された鉱化帯に対するS品位の分析がなされていない。一方、MPMはハイル・アス・サヒル鉱床で捕捉した鉱化帯より採取した62個のコア試料に対し比重測定を行っている。この比重の測定結果では比重が2.82~4.73の範囲を示す。これらの測定結果と銅品位との関係を調べた結果、銅品位が10%以上の試料を除くと、比較的良い相関 (相関係数: 0.591) を示すことが明らかとなった。このため銅品位 (Cu) と比重 (S.G.) の関係式を最小自乗法によって求めた結果次式

が得られた。

$$S.G. = 0.146 \times (Cu) + 2.9$$

この関係式によってCu品位より比重を求めることとしたが、鉱石中に粘土を伴うなどの理由で測定した比重の値より実際の採掘時の値は低くなるのが一般的であることから、得られた値に95%を乗じた値を比重とし鉱量の計算を行った。但し、銅品位の著しく低いもの及び高いものについては、2.80及び4.20をそれぞれの最低値及び最高値とした。また、比重を測定した試料は、全てハイル・アス・サヒル鉱床より採取した試料であり、ラカー鉱床はハイル・アス・サヒル鉱床に比較して硫化鉱物の含有が少なく比重も低いと考えられることから、ハイル・アス・サヒル鉱床と同様の計算で求められた値に更に95%を乗じた値を比重とした。

鉱画のサイズは、採掘計画（第2巻参照）に合わせ高さ10mとし、平面的な広がりには20m（N-S）×20m（E-W）を採用した。

各レベルの鉱画範囲は、ボーリング結果より鉱体の分布を示すレベル・シートを各レベル毎に作成し、これより良好部の分布を推定して設定した。

設定された各鉱画に対する品位の割り付けにはクリーニング法を試みたが、データを処理した結果では、この手法を適用できるようなセミ・バリオグラムが得られなかったため、重み係数を付けた2次曲面近似によってランダム・データから格子点の値を内挿及び外挿する方法で割り付けた。本計算では、ボーリング孔の存在するブロックの中心座標とその品位をランダム・データとみなし、 $1 / (\text{距離の2乗})$ を重みとして各ブロックの品位を割り付けた。

上述の方法で計算し、鉱量表及びレベル別鉱画図を作成した。しかしながら、鉱体の形状が複雑な部分では、各ブロックに予想される容積と計算された容積との間に差が認められたことからこれらのブロックに対する容積の補正を行った。また、Cu 0.20%をカット・オフ品位としこれ未満の品位を示すブロックは切り捨てた。この補正の結果得られたハイル・アス・サヒル鉱床のレベル別鉱画図及びブロック別・レベル別鉱量表を、Appendix 17 及び18に示す。更に、ラカー鉱床のレベル別鉱画図及びブロック別・レベル別鉱量表をAppendix 19 及び20にそれぞれ示す。

このブロック別・レベル別鉱量表を基に鉱量の集計を行った。ハイル・アス・サヒル鉱床及びラカー鉱床のレベル別鉱量集計表をそれぞれTable 3-1 及びTable 3-2 に示す。

### 3-2 ハイル・アス・サヒル鉱床

本調査の鉱量計算では、メイン・ゴッサンの南半部の東及び南側の一帯でこれまでのボーリング調査によりその形状及び鉱況が明らかとなった区域に対して行った。計算の結果得られた高品位のブロックの大部分は本鉱床南東部の塊状鉱の分布域に見られ、ストックワーク状鉱の分布域では低品位を示すブロックが多い。レベル別に見ると上部ではCuの鉱況は良好であるが、下部ブロックのCu品位はいずれも低い値を示す。Auの鉱況についてもCuの鉱況と同様で塊状鉱の分布域

Table 3-1 Geologic ore reserves for each level in the Hayl as Safil deposit

Level	Tonnage (t)	Grade				Contents			
		Cu %	Zn %	Au g/t	Ag g/t	Cu (t)	Zn (t)	Au (kg)	Ag (kg)
670 mL	107,400	1.54	0.01	0.16	1.44	1,649.18	10.74	17.64	154.44
660 mL	481,190	1.13	0.16	0.59	3.67	5,424.66	775.16	285.15	1,768.25
650 mL	672,786	1.62	0.13	0.73	4.78	10,896.35	904.97	490.12	3,217.21
640 mL	731,264	1.15	0.10	0.60	4.50	8,402.76	761.18	437.95	3,285.13
630 mL	931,714	1.53	0.12	0.84	6.09	14,261.97	1,149.19	786.46	5,673.25
620 mL	862,313	1.86	0.22	0.48	3.97	16,059.30	1,936.14	412.04	3,426.34
610 mL	823,918	0.82	0.22	0.42	2.46	6,726.55	1,784.45	350.16	2,029.95
600 mL	758,520	0.77	0.18	0.47	2.41	5,836.21	1,340.75	354.05	1,830.98
590 mL	726,651	1.24	0.16	0.67	4.22	8,992.08	1,187.17	487.18	3,065.58
580 mL	617,390	1.03	0.15	0.29	1.29	6,355.17	925.94	178.96	798.68
570 mL	624,068	0.79	0.13	0.14	0.84	4,951.49	815.55	85.82	522.16
560 mL	483,944	0.75	0.08	0.11	0.90	3,618.67	396.36	55.25	435.21
550 mL	462,926	0.47	0.08	0.07	0.40	2,187.98	356.52	32.95	183.97
540 mL	445,793	0.49	0.04	0.05	0.48	2,179.57	165.23	22.99	215.21
530 mL	424,705	0.48	0.02	0.04	0.21	2,043.84	103.35	15.94	89.24
520 mL	378,937	0.42	0.03	0.05	0.32	1,600.78	117.30	19.65	122.54
510 mL	458,349	0.30	0.03	0.11	0.66	1,372.36	149.67	52.53	302.05
500 mL	360,733	0.54	0.05	0.27	0.73	1,945.26	198.03	98.33	264.62
490 mL	200,490	0.33	0.07	—	—	663.11	130.42	0.00	0.00
Total	10,553,091	1.00	0.13	0.40	2.59	105,167.29	13,208.12	4,183.17	27,384.82

Table 3-2 Geologic ore reserves for each level in the Rakah deposit

Level	Tonnage (t)	Grade				Contents			
		Cu %	Zn %	Au g/t	Ag g/t	Cu (t)	Zn (t)	Au (kg)	Ag (kg)
660 mL	13,914	0.84	0.08	1.53	2.13	116.68	10.67	21.34	29.57
650 mL	224,471	1.56	0.15	1.35	3.94	3,491.90	328.58	302.95	883.41
640 mL	392,263	1.93	0.23	1.63	4.78	7,574.31	895.65	639.46	1,874.98
630 mL	460,536	1.18	0.15	0.75	2.21	5,451.56	691.83	343.19	1,019.94
620 mL	467,445	0.89	0.89	0.67	2.85	4,141.25	906.36	313.50	1,331.69
610 mL	430,384	1.51	0.32	1.39	4.53	6,515.44	1,384.26	599.87	1,948.81
600 mL	362,060	1.20	0.23	0.45	1.57	4,362.65	841.83	163.87	568.18
590 mL	301,027	0.70	0.27	0.30	1.65	2,116.16	814.21	89.76	497.74
580 mL	218,634	0.38	0.22	1.22	1.25	830.66	476.17	266.75	273.29
570 mL	294,507	0.69	0.15	0.62	1.50	2,026.84	448.53	181.84	441.76
560 mL	381,503	0.80	0.11	1.03	1.08	3,059.89	435.62	393.01	412.59
550 mL	210,157	0.49	0.09	0.69	0.95	1,022.45	198.91	144.93	199.86
540 mL	231,188	0.50	0.23	0.82	1.21	1,161.04	538.97	190.70	279.74
530 mL	257,865	0.75	0.05	1.23	0.54	1,946.87	124.80	319.17	139.45
520 mL	175,445	0.66	0.05	0.34	0.68	1,158.44	82.34	59.65	119.30
510 mL	101,391	0.56	0.10	0.42	—	567.77	104.74	42.58	0.00
500 mL	147,089	0.65	0.10	0.62	—	950.65	151.70	91.20	0.00
490 mL	50,411	0.24	0.11	—	—	119.42	54.38	0.00	0.00
480 mL	30,446	0.69	0.07	—	—	210.38	21.63	0.00	0.00
Total	4,750,736	0.99	0.18	0.88	2.11	46,824.39	8,511.18	4,163.77	10,020.31



及び上部で高い値が見られる。Znの比較的高いブロックは、塊状鉱及び鉱体の周辺部のブロックで見られる。また、Agは、Auと同様の傾向を示す。

本調査により大幅な鉱量が獲得されたが、本調査開始以前にMPMが行った鉱量計算結果と本調査による鉱量計算結果を比較すると以下のとおりである。

	鉱量	Cu %	Au g/t	Cu (t)	Au (kg)
MPM計算結果	2,086,000	2.09	0.97	43,597	2,023
本調査計算結果	10,553,000	1.00	0.40	105,167	4,183
差	8,467,000	0.73	0.26	61,570	2,160

従って、本調査により約8,500千トンの鉱量が獲得されたことになる。なお、獲得された鉱量の大部分はストックワーク状鉱である。

### 3-3 ラカー鉱床

ラカー鉱床に対する鉱量計算は、上部鉱化帯及び下部鉱化帯の両鉱化帯に対して行った。Cu及びAuの良好なブロックは、塊状鉱及び角礫状鉱を含むブロックである。これらのブロックは、いずれも上部に位置することから、上位のレベルの方が鉱況は良好である。また、ストックワーク状鉱より成るブロックも上位の方がCu品位が高い。本調査開始以前に行われたラカー鉱床に対するボーリング調査では、Au及びAgの分析があまりなされていないので、得られたAu及びAg品位の内ストックワーク状鉱の品位は、実際より若干高い値が得られている可能性が推定される。

本調査で行った顕微鏡の観察結果では、塊状鉱中の銅鉱物は、いずれも二次富化鉱物であり、また金も黄鉄鉱中に混在すると推定され鏡下では確認できなかった。鉱山開発計画（第3巻）に伴う選鉱試験結果では、この塊状鉱中の銅及び金の分離が困難であることが明らかとなり、この種の鉱石は別処理することとした。この塊状鉱及び塊状鉱と同質の角礫状鉱の鉱量と全体の鉱量との関係は、以下のとおりである。

	鉱量	Cu %	Au g/t	Cu (t)	Au (kg)
塊状鉱及び角礫状鉱	280,006	2.51	3.67	7,022.62	1,027.62
ストックワーク状鉱	4,470,730	0.89	0.70	39,801.77	3,136.15
合計	4,750,736	0.99	0.88	46,824.39	4,163.77

### 3-4 考 察

ハイル・アス・サヒル鉱床に対する本調査での鉱量計算は、ボーリングのデータが得られるメイン・ゴッサンの南半部より南側の範囲に対して行った。しかしながら、鉱化帯は更にその北側まで連続しているので、この部分に対しボーリング調査による鉱況の確認が必要と考えられる。

ただし、MPMがメイン・ゴッサンの中心部に対して行ったHS-39 孔の鉍量はCu 1.0% 以下の値しか示さず、また鉍体が深部に賦存することから開発の対象となる可能性が少ないと判断される。ハイル・アス・サヒル鉍床の南東端で行ったMJ0-A12 孔で捕捉した塊状鉍は、さらに東方へ連続する可能性があり今後の調査により若干の鉍量の増加が期待される。この様に鉍画を設定した範囲の外側でも今後の調査により発見鉍量の期待出来る部分もあるが、全体的に見ると本調査によって期待される鉍量の大部分は計上されたものと考えられる。スモール・ゴッサンの北側では、BRGMの行ったHS-7孔で塊状鉍を捕捉しているが、その後のボーリング調査でその広がりが確認されていないことから、期待できる鉍量は限られると推定される。

ハイル・アス・サヒル鉍床の塊状鉍分布域ではかなりのボーリング調査がなされているが、ストックワーク状鉍の分布域では各ボーリング孔の間隔が粗くなっているため、この鉍量の精度は若干低くなっている。もし鉍山開発に着手するのであれば、工事開始前に既存のボーリング孔の間に50mグリッド程度の追加ボーリングを行い、この結果により鉍量の再計算を行うことが望ましいと考えられる。

本調査の結果ラカー鉍床の広がりほぼ確認されたので、本鉍量計算結果はラカー鉍床で期待される鉍量のほとんどを計上できたと考えられる。ただし、Au品位のデータが少ないことから、計算されたAu品位の精度は低いと考えられる。また、本調査開始以前に行ったボーリング調査では上部のコア採取率が悪いことから、実際に開発した場合に鉍量及び品位が異なる可能性が推定される。しかしながら、全体的に見ると大きな差はないものと予想される。

以上の鉍量に加え、ラカー鉍床ではゴッサン化帯及びゴッサン・ズリ中にAu品位の高い部分がありその鉍量及び品位は、300 千トン、Au 5.0g/t、Ag 10.0 g/t程度と見積もられる。この鉍量の正確な計算を行うためには、かなりの本数の浅いボーリングを行うことが必要である。しかし、ラカー鉍床を開発するのであれば、この部分を採掘することが必要となるのでこの折に試料を組織的に採取し鉍石分析を行うとともに、この部分を別処理することが望ましい。

## 第4章 調査結果の総合検討

### 4-1 鉱化作用の特性と鉱床生成モデル

本調査で行ったハイル・アス・サヒル及びラカーの両鉱床に対する調査結果を総合すると、これら両鉱床の特性として以下があげられる。

- ① ラカー地域のサマイル火山岩類は、下部火山岩類及び中部火山岩類に区分され、さらに下部火山岩類は下位より下部噴出岩類Ⅰ及びⅡに細分される。鉱床は下部噴出岩類Ⅰの最上部に賦存する。
- ② 鉱体はレンズ状の形態を示し、下位よりストックワーク状鉱、塊状鉱及び珪質鉱より構成される。ストックワーク状鉱は鉱体の大部分を構成し、下部噴出岩類Ⅰの最上部に賦存する。塊状鉱及び珪質鉱は、下部噴出岩類Ⅰの頂部に堆積し下部噴出岩類Ⅱに覆われる。
- ③ スtockワーク状鉱は硫化鉱物の網状脈及び鉱染を伴い、その母岩は珪化、緑泥石化及び角礫化を受けている。このうちハイル・アス・サヒル鉱床は著しい珪化と角礫化の繰り返しで、またラカー鉱床は著しい緑泥石化で特徴付けられる。このほか全般に鉄石英（ジャスパー）が認められる。
- ④ 塊状鉱は鉱体の端末部に主とし分布し、角礫化した鉱化鉱物とこの角礫の間を充填する細粒の硫化鉱物より構成される。この硫化鉱物の主要鉱物である黄鉄鉱中には、フランボイダル組織やコロホーム組織が観察される。
- ⑤ 珪質鉱は、不規則な形状を示し鉱体の側方部で発達する。鉱石は、強度の珪化及び角礫化を受けた母岩の基質を白色～灰色の粘土及び硫化鉱物が充填する。
- ⑥ 鉱石鉱物は、黄銅鉱、黄鉄鉱及び少量の閃亜鉛鉱より構成される。このほか鉱体が地表に近い部分では、銅藍、輝銅鉱及び斑銅鉱などの二次富化鉱物が認められる。
- ⑦ 鉱石分析結果では、Au品位はCu品位に相関する傾向が見られ、塊状鉱中で特に高い値を示す。Znは、鉱体の上部及び側方部で高い傾向が認められる。

これらの特徴のうち鉱床の賦存する地質層準は、ソハール地域で知られているラセイル鉱床及びバイダ鉱床と同一であり、鉱床を構成する鉱質や構成鉱物も類似点が多いことから、本地域のハイル・アス・サヒル及びラカーの両鉱床はソハール地域の既知鉱床と同じ時期に同じような生成機構で形成したものと考えられる。さらに、これらの鉱床はその地質状況より大洋底で生成したと考えられ、下盤側に塩基性火山岩類を伴う含銅硫化鉄鉱床であることからキプロス型の銅鉱床に分類するのが最も妥当と考えられる。

ラカー地域を含む北部オマーン山脈地域の構造発達史と鉱床との関係を考察すると、以下のような生成及び変遷のモデルにより本地域の鉱床が形成されたと推定される。

- ① 古テチス海にあった拡大軸での玄武岩質火山活動に伴う下部噴出岩類Ⅰの噴出及び堆積。
- ② 拡大軸での下部噴出岩類Ⅰの火成活動に関連し下部噴出岩類Ⅰ中での拡大軸に平行な深部割れ目及び角礫化帯の形成。これに引き続く下部噴出岩類Ⅱに関連した鉱化溶液の上昇及び沈殿。角礫化帯でのストックワーク状鉱の生成及び海底面に達した鉱化溶液による塊状鉱及び珪質鉱の生成。
- ③ 上昇熱水による角礫化の繰り返しと鉱化帯の拡大。
- ④ 拡大軸での下部噴出岩類Ⅱの噴出及び堆積。これによる海底風化からの保護。
- ⑤ サマイル・ナップのオブダクト。これによる鉱体の大規模な転移。
- ⑥ サマイル・ナップ定置後の構造運動による小規模な鉱体の転移。
- ⑦ 浸食及び風化作用による地表部のゴッサン化。
- ⑧ 第4紀堆積物による鉱化帯及び上盤火山岩類の被覆。

ラカー地域の鉱床も含めオマーン山脈地域のこの種の銅鉱床の伸長方向は、シート・コンプレックス中の岩脈の走向などより推定される拡大軸の方向に近似する傾向が見られるので、拡大軸でこの軸に平行し中軸谷を形成した断層群が鉱化溶液の通路として重要な役割をはたしたことが推定される。また鉱床の生成時の火成活動としては、下部噴出岩類Ⅱの活動が最も顕著であり、その発達する地域と鉱床の分布が良く一致しておりその関連性が充分予想される。

#### 4-2 ラカー地域のポテンシャルと今後の探査指針

本調査の結果ハイル・アス・サヒル及びラカー鉱床の全貌がほぼ解明されたので、これらの両鉱床ではハイル・アス・サヒル鉱床の北方及び南東方への連続がわずかに期待されるのみである。これらの両鉱床を除くと、本調査で実施したA及びB地区では、鉱床の賦存する可能性を示すような兆候は認められなかったのでそのポテンシャルは低いと考えられる。

しかしながら、本調査ではラカー地域の限定された範囲を調査したのみであり、これらの既知の両鉱床と同様の地質を示す範囲はかなりの広がりを示している。さらに、ラカー鉱床の南東方4 kmでは下部噴出岩類Ⅰ及びⅡの分布域にタウイ・ラカーと呼ばれる銅の鉱兆地が知られている。従って、本調査の範囲を除くラカー地域のポテンシャルはかなり有るものと予想される。また、これまでの地質調査の結果では、ラカー地域の南部に分布する堆積岩類は、サマイル・ナップの下位に位置するハワシナ・ナップ中のハワシナ堆積物と解釈されていた。本調査の結果では、これらの堆積物はオフィオライト上部堆積物と解釈されている。この解釈によれば、ラカー地域南部で見られる堆積岩類の下位には鉱床母岩であるサマイル火山岩類が分布していることになるので、この堆積岩類（オリストストローム層）の分布域においても今後の探査が必要である。

今後ラカー地域でハイル・アス・サヒル鉱床やラカー鉱床と同一の銅鉱床の探査を実施するのであれば以下がその探査指針として重要であると考えられる。

- ① 下部噴出岩類Ⅱの分布域を明らかにし、これの発達する区域で下部噴出岩類Ⅰとの境界部を探查する。
- ② 鉍体は、サマイル・ナップのオブダクトに伴う衝上断層及びオブダクト後の構造運動によって転移しているので、鉍化帯の連続部の探查にはこれらの解析が必要である。
- ③ キプロス型の鉍床としても鉍体は塊状鉍のみで構成されているのではなく鉍床生成の場の違いによって生成する鉍石の鉍質は異なってくるのでこの点を考慮して探鉍することが必要である。
- ④ 低品位の鉍石であっても鉍量によっては開発の対象となり得るので探鉍段階では鉍化帯の全貌を解明するような探查手法を用いることが重要である。

なお、これらの探查指針はオマーン山脈地域においてこの種の銅鉍床を探查する場合にも有効であると考ええる。

## 第5章 結 論

本調査ではラカー地域で知られていたハイル・アス・サヒル鉱床（A地区）及びラカー鉱床（B地区）に対しそのポテンシャルを解明するため地質調査、流電電位法による物理探査及びボーリング調査を2年間で実施した。これらの調査結果により両鉱床の全貌が解明され約8,500千トンの銅鉱石を発見することができ、両鉱床を合わせた地質鉱量が約15,300千トンであることが確認された。本調査ではさらに、これらの成果に基づいて本報告書の第3巻で述べる鉱山開発のためのプレリミナリー・フィジビリティ・スタディを行った。

ラカー地域に対し本調査で行った探査の結果及び地質鉱量の計算結果により以下の結論が得られた。

- ① ラカー地域はスマイル・ナップの分布域に位置し、その地質はスマイル・オフィオライト及びオフィオライト上部堆積物より構成される。スマイル・オフィオライトは、下位よりテクトナイト、層状岩体、ハイレベル斑れい岩、シート・コンプレックス及びスマイル火山岩類より構成される。スマイル火山岩類は、下部火山岩類及び中部火山岩類に区分される。このうち下部火山岩類は、さらに下位より下部噴出岩類Ⅰ及び下部噴出岩類Ⅱに細分される。既知の両鉱床はいずれも下部噴出岩類Ⅰの最上部に賦存する同生鉱床で、下部噴出岩類Ⅱにより覆われる。オマーン山脈地域におけるこの種の鉱床は、この下部噴出岩類Ⅱの発達する地域に見られ、この噴出岩類と成因的に関係する可能性を示唆している。従って、この鉱床賦存位置と下部噴出岩類Ⅱの分布に着目することは、この種の鉱床の探査にとって現時点では重要な要素である。
- ② ラカー地域の構造は、スマイル・オフィオライトのオブダクトに従う衝上断層群によってその大構造が規制されている。この衝上断層群によって形成された各スラスト・シートは正常な層序を示すが、層序的に下位の岩相が上位に載っており見かけ上逆転した構造を示す。オブダクト後の構造としては、NW-SE系を主とする断層及び弱い褶曲構造が見られ、これらが小構造を規制する。既知の両鉱体ともこれらの構造運動によって規制されている。特に、ハイル・アス・サヒル鉱床では、副次的な衝上断層によって鉱体が大きく規制されているのでこの断層の解析が重要である。
- ③ ラカー地域の両鉱床の鉱石は、下位よりストックワーク状鉱、塊状鉱及び珪質鉱より構成される。このうち塊状鉱及び珪質鉱はいずれも下部噴出岩類ⅠとⅡの境界部に位置する。ハイル・アス・サヒル鉱床は、珪化及び角礫化の顕著な厚いストックワーク状鉱により特徴付けられる。また全般に石英-赤鉄鉱（ジャスパー）を特徴的に伴う。ラカー鉱床のストックワーク状鉱は顕著な緑泥石化により特徴付けられる。また、塊状鉱及び珪質鉱は下部噴出岩類ⅠとⅡの境界部に挟まれた堆積岩類中及びその延長部に位置し密

接な関係を示す。鉱石鉱物は、両鉱床とも黄鉄鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、銅藍、輝銅鉱及び斑銅鉱が見られる。これらの鉱石鉱物のうち銅藍、輝銅鉱及び斑銅鉱はいずれも浅所で見られ、その大部分は二次富化により生成したものである。

④ A地区及びB地区で行った流電電位法による物理探査の結果に基づいてボーリング調査を行ったが、この結果では物理探査により推定された鉱化帯の広がり方が正確であることを示した。この調査結果からすれば、鉱化帯を捕捉したボーリング孔を用いて流電電位法による物理探査を行えば、捕捉した鉱化帯の広がりを正確に押さえることができ非常に有効な手法であることを示す。

⑤ 両鉱床に対する鉱量計算の結果確認された地質鉱量は、以下のとおりである。

	鉱量 (t)	Cu %	Au g/t	Cu (t)	Au (kg)
ハイル・アス・サヒル鉱床	10,553,091	1.00	0.40	105,167.29	4,183.17
ラカー鉱床	4,750,736	0.99	0.88	46,824.39	4,163.77
合計	15,303,827	0.99	0.55	151,991.68	8,346.94

このうち本調査によって発見された地質鉱量は、約8,500千トンCu 0.73%、Au 0.26g/tである。なお、ハイル・アス・サヒル鉱床のストックワーク状鉱に対する鉱量計算結果は、ボーリングの本数が少ないことから若干その精度が低い。また、ラカー鉱床の鉱量計算結果では、Au及びAg品位の分析結果が少ないことからその精度が若干低いと考えられる。

⑥ Au品位の比較的高いラカー鉱床のゴッサン化帯及びゴッサン・ズリの量は約300千トンと見積もられ、その品位はAu 5.0 g/t、Ag 10.0 g/t程度と推定される。この鉱石は、鉱山を開発する場合には採掘の範囲に含まれるので、この折に鉱石分析資料を採取しその品位及び量を明らかにすることが必要である。

⑦ ハイル・アス・サヒル鉱床では、鉱画設定範囲の北側及び南東方で発見鉱量の計上が可能と推定されるが、期待される鉱量の大部分は本調査による鉱量計算によって計上されたと考えられる。

本調査は、2年間と短期間であったがハイル・アス・サヒル及びラカー両鉱床の全貌を解明することができ、鉱山開発計画の作成に必要なデータが得られその目的を達成することができた。なお、本調査結果は、ラカー地域の周辺や北部オマーン山脈地域でこの種の銅鉱床の探査を行う場合有用な参考資料になると考える。

## FIGURES

Fig. 1-1	Stratigraphic columnar section of the Rakah area	2
Fig. 1-2	Tectonostratigraphic section of the Rakah area	3
Fig. 1-3	Geologic map of Area A	4
Fig. 1-4	Structural map of Area A	5
Fig. 1-5	Sketch of thrust fault between Tectonites and High-level Gabbro	6
Fig. 1-6	Sketch of chromitite showing	8
Fig. 1-7	Correlation of Samail Volcanic Rocks in the Oman Mountains area	11
Fig. 1-8	Columnar sections of volcanic rocks in Area A	12
Fig. 1-9	Tectonic history of Samail Ophiolite in the Rakah area	15
Fig. 1-10	Geologic map of the Hayl as Safil deposit area	17
Fig. 1-11	Geologic sections of the Hayl as Safil deposit area (1), (2), (3), (4)	19, 21, 23, 25
Fig. 1-12	Location map of samples collected from gossan zones for assaying in Area A	30
Fig. 1-13	TiO <sub>2</sub> -FeO*/MgO and P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -FeO*/MgO diagrams	35
Fig. 1-14	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -TiO <sub>2</sub> diagrams	35
Fig. 1-15	Cu-Co, Ni-Co and V-Co diagrams	36
Fig. 1-16	AMF diagram	37
Fig. 1-17	Schematic illustration of charged potential method	38
Fig. 1-18	Model distribution patterns of charged potential	39
Fig. 1-19	Location map of CP survey stations in Area A	41
Fig. 1-20	Model curve of charged potential and its electric field	43
Fig. 1-21	Charged potential map for the drill holes HS-14 and HS-7 in Area A	45
Fig. 1-22	Electric field map for the drill hole HS-14 in Area A	47
Fig. 1-23	Electric field map for the drill hole HS-7 in Area A	49
Fig. 1-24	Results of model calculation and its resistivity structure for the Hayl as Safil deposit	55
Fig. 1-25	Geophysical interpretation map of Area A	57



Fig. 1-26	Geologic plan maps of the 600 m and 650 m levels in the Hayl as Safil deposit . . .	77
Fig. 1-27	Schematic history of the Hayl as Safil deposit . . . . .	78
Fig. 2-1	Geologic map of Area B . . . . .	81
Fig. 2-2	Structural map of Area A . . . . .	82
Fig. 2-3	Columnar sections of volcanic rocks in Area B . . . . .	84
Fig. 2-4	Geologic map of the Rakah deposit area . . . . .	89
Fig. 2-5	Geologic sections of the Rakah deposit area (1), (2), (3) . . . . .	91, 93, 95
Fig. 2-6	Location map of samples collected from gossan zones for assaying in Area B . . . .	100
Fig. 2-7	Location map of CP survey stations in Area B . . . . .	103
Fig. 2-8	Charged potential map for the drill hole MJO-B1 . . . . .	105
Fig. 2-9	Charged potential map for the drill hole MJO-B5 . . . . .	107
Fig. 2-10	Electric field map for the drill hole MJO-B1 . . . . .	109
Fig. 2-11	Electric field map for the drill hole MJO-B5 . . . . .	111
Fig. 2-12	Results of model calculation and its resistivity structure for the Rakah deposit .	115
Fig. 2-13	Geophysical interpretation map of Area B . . . . .	117
Fig. 2-14	Sketch of core sections for mineralized zone in the Rakah deposit . . . . .	123, 124
Fig. 2-15	Geologic plan maps of the 560 m and 640 m levels in the Rakah deposit . . . . .	139

## TABLES

Table 1-1	Observation results of thin sections . . . . .	7
Table 1-2	Assay results for gossan samples in Area A . . . . .	31
Table 1-3	Values of physical properties . . . . .	52
Table 1-4	List of drill holes completed in Area A in this project . . . . .	61
Table 1-5	List of drill holes completed by MPM and BRGM in Area A . . . . .	62
Table 1-6	Observation results of polished sections for the Hayl as Safil deposit . . . . .	73
Table 1-7	Results of X-ray diffraction analyses in Area A . . . . .	75
Table 2-1	List of drill holes completed in Area B in this project . . . . .	120

Table 2-2	List of previous drill holes in Area B .....	123
Table 2-3	Observation results of polished sections for the Rakah deposit .....	135
Table 2-4	Results of EPMA analyses .....	137
Table 2-5	Results of X-ray diffraction analyses in Area B .....	139
Table 3-1	Geologic ore reserves for each level in the Hayl as Safil deposit .....	144
Table 3-2	Geologic ore reserves for each level in the Rakah deposit .....	145

## PLATES

Plate II-1-1	Geologic map of Area A (1:2,000)
Plate II-1-2	Geologic sections of Area A (1:2,000)
Plate II-2-1	Geologic map of Area B (1:2,000)
Plate II-2-2	Geologic sections of Area B (1:2,000)

