

第6章 シリアナ地区

6.1 地質概要

シリアナ地区の地質概略を図 67 に示す。本地区の主な層序は下位から三畳系、白亜系 Barremian 階・Aptian 階・Albian 階、古第三系始新統～漸新統、新第三系中新世-鮮新世及び第四系である。

三畳系は種々の色の石膏、石灰岩、暗黒色ドロマイト、白色砂質岩と緑色泥質岩の互層などからなり、本地区北東部～中央部にかけて分布する。稀に煙水晶の結晶を伴う。

白亜系 Barremian 階は灰色～帯緑色マール、帯黄色石灰岩などからなり、本地区北東端部に分布し、全体として泥質石灰岩体を形成している。Aptian 階は砂岩薄層、砂岩泥岩互層、緑色～オリーブ色マール、帯灰色泥質石灰岩などからなり、本地区中央部に分布する。砂岩薄層及び砂岩泥岩互層には水流の動きを反映して形成された初生堆積構造が認められ、泥質石灰岩はウニ類の化石を含む。Albian 階は主に骨片状に碎ける青灰色マールからなり、本地区東部に分布する。稀に石灰岩薄層又は泥質石灰岩を夾在する。

古第三系始新統～漸新統はマール薄層と海緑石質石灰岩の互層、等粒状黄色砂岩などからなり、本地区南部及び北西部に僅かに分布する。石灰岩層は特徴的な断崖を形成し、珪化した牡蠣、鮫の歯及び貨幣石を含む。新第三系中新世～鮮新世は赤色砂岩、黒色マール、黄色～赤色シルト岩、赤色礫岩などからなり、本地区西部に広く分布する。

第四系は桃色シルト岩、褐色礫岩、瀝青質物を含むチョーク質石灰岩などからなる。

本地区の主要な地質構造としては、ダイアピル、西北西-東南東方向の断層、北北東-南南西方向の断層などがある。ダイアピルは三畳系によって構成され、横に拡がり、北西-南東方にのびたきのこのような頭を形成している。西北西-東南東方向の断層は本地区南東部に発達し、本地区南東部を白亜系分布域と第三系～第四系分布域に二分している。北北東-南南西方向の断層は白亜系分布域及び第三系～第四系分布域に発達する。

6.2 物理探査

シリアナ地区では、8km²の調査範囲に全長 18km の 8 測線を設定し、測線上で重力法、IP 法の物理探査を実施した。

6.2.1 調査方法

(1) 測線設定

シリアナ地区では、重力法、IP 法の測定を行うため、全長 4km の基線 A0 と直交する全長 2km の測線 A1～A7 を測線間隔 500m で設定した。

(2) 重力法

本地区に設定した基線 A0 と全ての測線 A1～A7 の計 8 測線について重力法を実施した。測定及び解析には 3.2.1 に述べたブキル地区物理探査と同じ手法を用いた。

(3) IP 法

重力法と同様に、本地区に設定した基線 A0 と全ての測線 A1～A7 の計 8 測線について IP

法を適用した。5.2.1 に述べた探査装置で測定を実施し、測定及び解析には 3.2.1 に述べたブキル地区物理探査と同じ手法を用いた。

6.2.2 重力法

(1) 広域重力分布 (図 17)

本地区を含む広域的な重力分布では、シリアナ地区はランベルト座標系の(455500, 355500)付近から南東に延びる 10mgal 以上の大規模な矩形高重力異常の南西側にあたり、南側の El Aroussa 平野にある大規模な低重力異常に向かって落ち込む重力急傾斜帯の肩に位置する。この重力急傾斜帯は北西-南東方向に伸長し、等重力線間隔は狭く構造線のような大きな地質構造の存在が示唆される。

(2) 調査地重力分布 (図 60)

広域的な重力分布では、本地区を通る重力急傾斜帯はほぼ一様な等重力線間隔で伸長方向も北西-南東方向ではほぼ一定しているように見える。実際には Mahjoubia 鉱徴地と Siliana 鉱徴地を結ぶ線より南側では、等重力線間隔はより狭くなり、伸長方向も西北西-東南東方向に変わっている。Mahjoubia 鉱徴地を通る A-4 測線付近で、等重力線が北東側に歪む傾向が認められ、A-4 測線を境に地質構造が北西側と南東側で変化している可能性がある。Mahjoubia と Siliana の両鉱徴地は、前述のように、重力分布のパターン変化の境界部に位置する。特に、Mahjoubia 鉱徴地は A-4 測線に沿うような重力分布境界線上にも位置し、2つの地質構造線の交点に相当する。

(3) 残差重力分布 (図 60)

残差重力分布は地区中央部と南部にある -0.2mgal 以下の2つの低残差重力異常と、それらを取り囲む4つの 0.8mgal 以上の高残差重力異常からなる。中央部の低残差重力異常は A2-125 付近から南東に向かって延び、その先端は A3-75 付近と A4-150 付近へ分岐している。この低残差重力異常は高密度を示す三畳系ドロマイト分布域に相当することから、深部には低密度岩体が存在することを示唆している。南部の低残差重力異常は El Aroussa 平野の北端部に相当し第四系の未固結層で覆われている。

高残差重力異常の中では、Mahjoubia 鉱徴地を通り地区中央部で北東-南西方向に伸びる高重力異常が特徴的である。Siliana 鉱徴地は基線 A0 南東部を基線に沿って北東-南西方向に延びる小規模な高残差重力異常の北西端周辺に位置する。測線 A1 北東端付近を中心に高残差重力が東西方向に広がっている。

(4) 鉛直1次微分 (図 60)

本地区中央部から東部にかけてと北部に 0.005mgal/km 以上の正の領域が広がり、南部と西部には負の領域がある。断層や地質境界に相当する 0mgal/km のコンターは3つに大別できる。地区北部では、A3-150 から概ね西に向かっていている。地区中央部では、A3-100 から A4-0 に向かって北北東-南南西方向に延び、そこから東南東の A7-50 に向かって地区南部を横切っている。大局的な傾向は一見異なるものの、個々の異常の位置は残差重力異常と対応し、Mahjoubia 鉱徴地は地区中央部を北北東-南南西方向に並ぶ小さな高異常に位置し、Siliana 鉱徴地は地区東部で基線 A0 に沿う高異常の縁辺部に位置する。

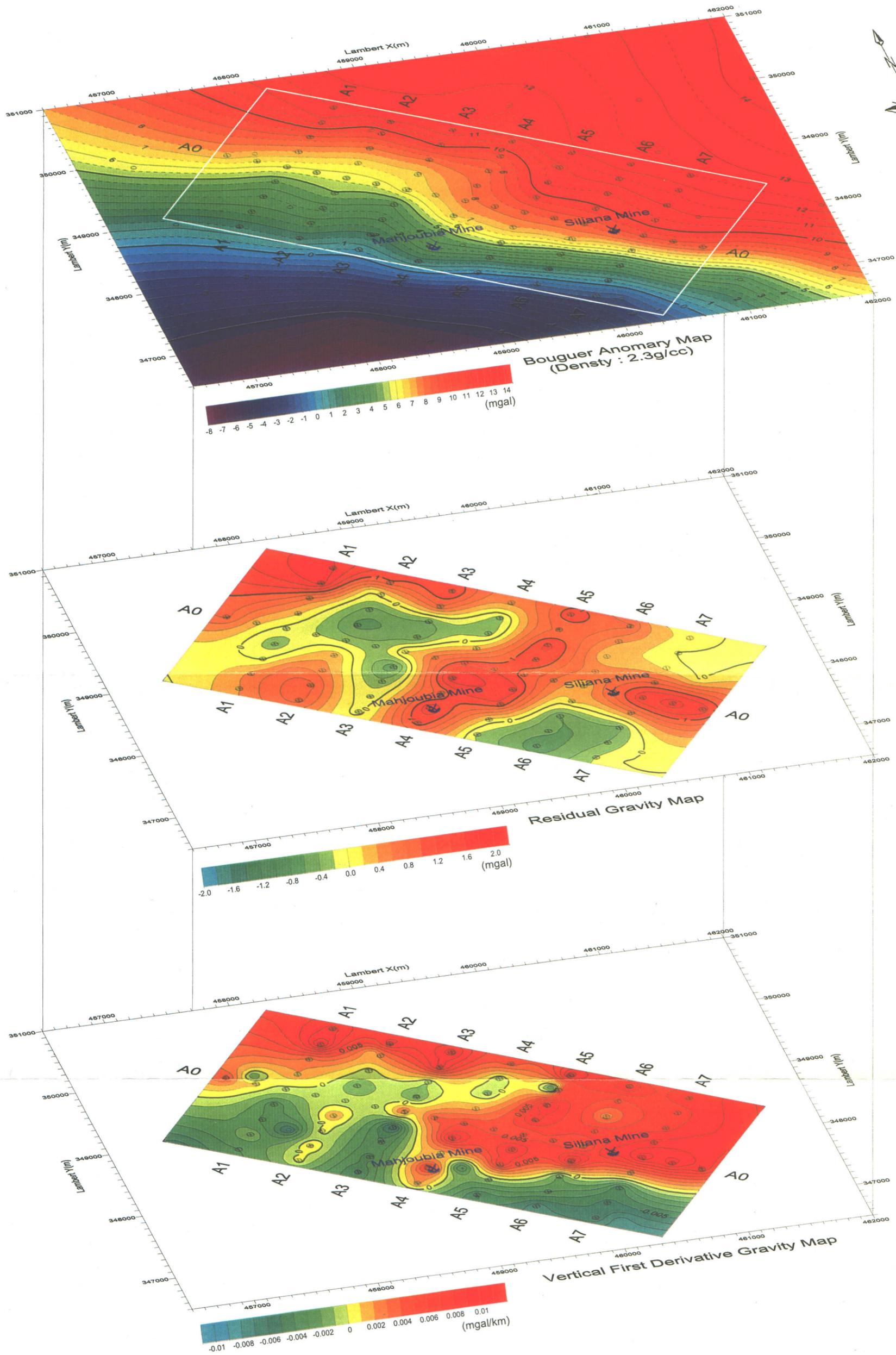


图 60 シリアナ地区重力図・残差重力図・重力鉛直 1 次微分図

(5) 断面解析 (図 61)

シリアナ地区の断面解析では、三畳系を密度差 0.00 g/cm^3 の重力基盤と想定し、この重力基盤の上位に密度差 0.10 g/cm^3 の三畳系、密度差 -0.05 g/cm^3 の第三系又は密度差 -0.20 g/cm^3 の第四系があると仮定してモデルの深度を決定した。

Mahjobia 鈹徴地を通り、地区中央を南西から北東に横断する A4 断面では、表層に厚く広がって白亜系に対比される密度差 0.10 g/cm^3 の高密度層を分断するように、A4-5~10, A4-30~55 及び A4-125~180 には三畳系に対比される重力基盤が地表まで上がってきている。重力基盤と高密度層の境界はいずれも断層状を呈している。Mahjobia 鈹徴地は A4-30 付近の重力基盤と高密度層の境界部に位置する。

A4 断面の南東 500m を南西から北東に横断する A5 断面では、断面南西部の A5-50 から南西の表層には第三系に対比される密度差 -0.05 g/cm^3 の低密度層、北東の地表付近には白亜系に対比される密度差 0.10 g/cm^3 の高密度層が広がり、両者は断層状に接している。断面中央部の A5-80~110 では、三畳系に対比される重力基盤が地表下 100m 付近まで盛り上がっている。断面北東端のシリアナ川付近の表層には、第四系に対比される密度差 -0.20 g/cm^3 の低密度層が薄く広がっている。

A5 断面の南東 500m, Siliana 鈹徴地近辺を通過して、南西から北東に横断する A6 断面では、A5 断面同様、断面南西部の A6-60 から南西には、第三系に対比される密度差 -0.05 g/cm^3 の低密度層、北東の地表付近には白亜系に対比される密度差 0.10 g/cm^3 の高密度層が広がり、両者は断層で接している。断面中央部の A6-140~180 では、三畳系に対比される重力基盤が地表下 100m 付近まで盛り上がっている。

6.2.3 IP 法

(1) 解析比抵抗及び分極率

本地区で IP 法を適用した各測線の解析比抵抗断面図を図 62, 解析分極率断面図を図 63 に示す。また、標高 150m, 50m, -50m の解析比抵抗平面図を図 64, 解析分極率平面図を図 65 に示した。

本地区の解析比抵抗は $0.3 \sim 510 \Omega \text{m}$ の範囲にあり、その平均値は約 $22 \Omega \text{m}$ とバジナ・ケヒラ地区の約 1 割程度である。

地区南西部を北西-南東方向に延びる $10 \Omega \text{m}$ 以下の低比抵抗帯と A5 測線と A6 測線付近を北東-南西~南北方向に延びる $10 \Omega \text{m}$ 以下の低比抵抗帯との 2 つの低比抵抗帯で特徴づけられる。前者の低比抵抗帯の北西部は白亜系石灰岩の分布に相当し、多少低比抵抗を示した室内試験結果と調和的である。後者の低比抵抗帯は Siliana 川にも沿う第四系の分布と対応すると考えられる。両低比抵抗帯は A6 測線南西部で交差する。浅部では基線 A0 の北西部 A0-10~80 付近、深部では基線 A0 の中央部 A2-80 付近から A0-140 付近にかけても $10 \Omega \text{m}$ 以下の低比抵抗異常がある。

浅部では地区中央部の A0-150 付近に $100 \Omega \text{m}$ 以上の高比抵抗異常があり、深部では基線 A0 の北東側にあたる A1-120 付近から A3-130 付近を北西-南東方向に延びる高比抵抗帯と

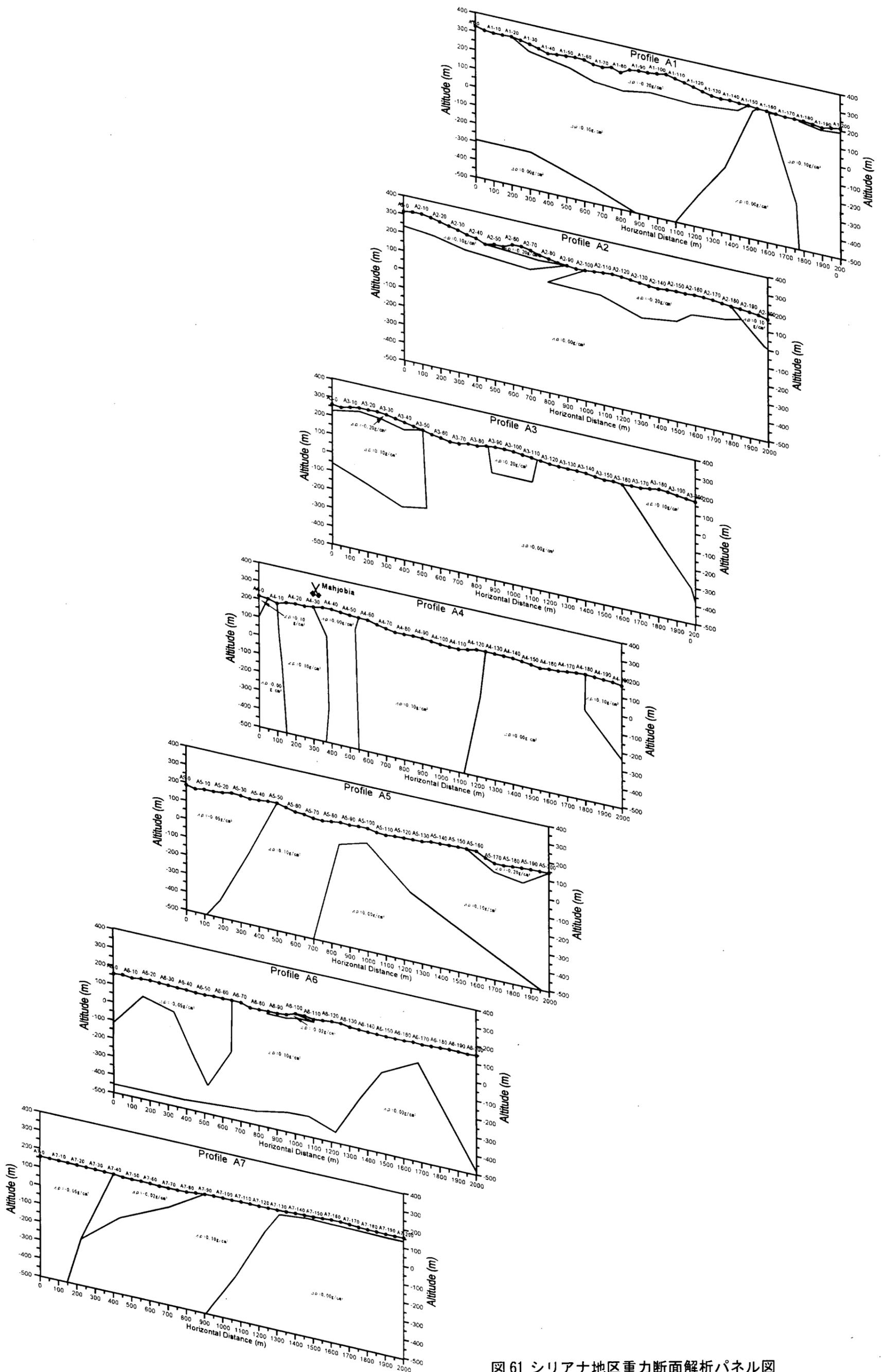


図 61 シリアナ地区重力断面解析パネル図

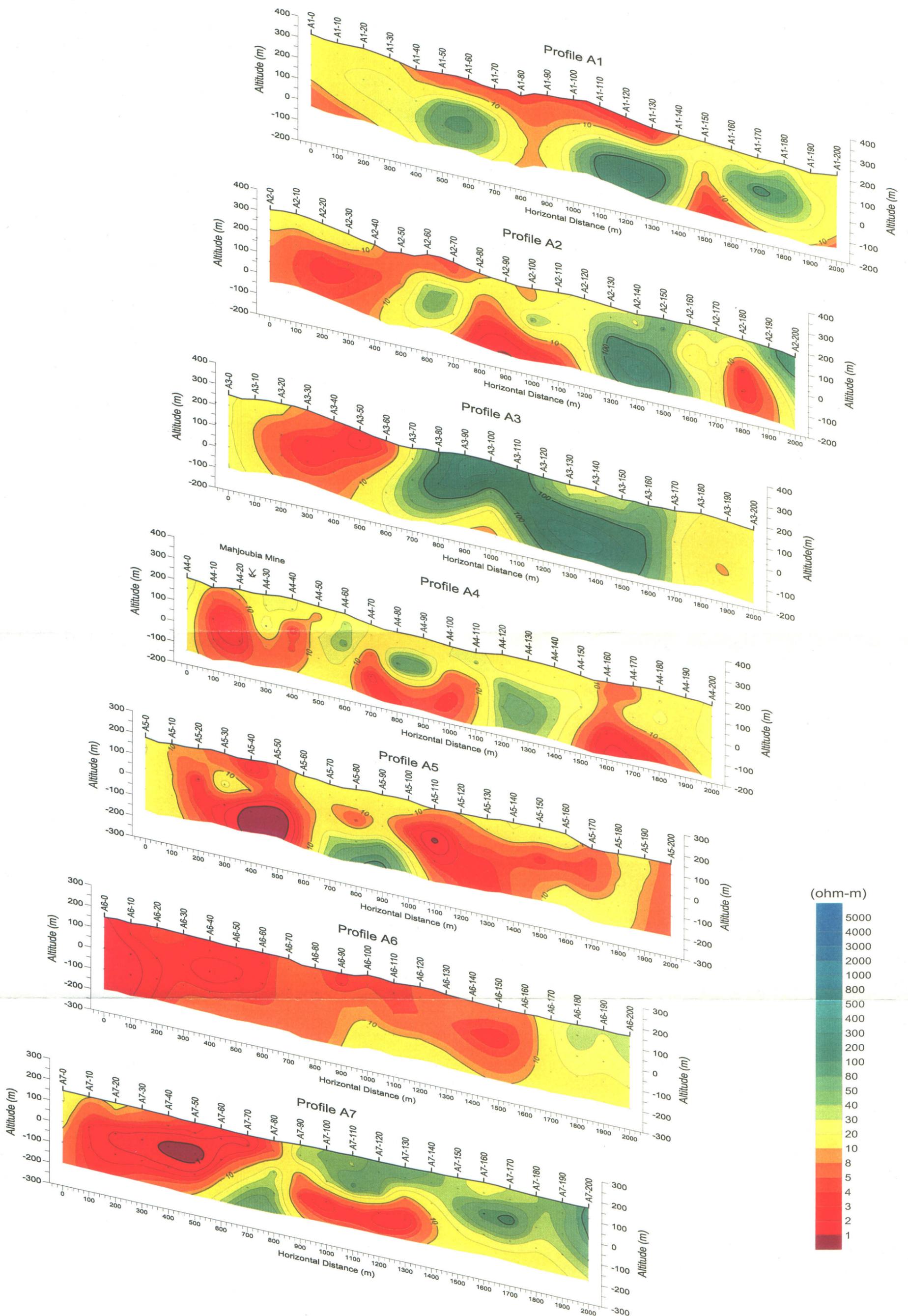


图 62 シリアナ地区 IP 法解析比抵抗断面パネル図

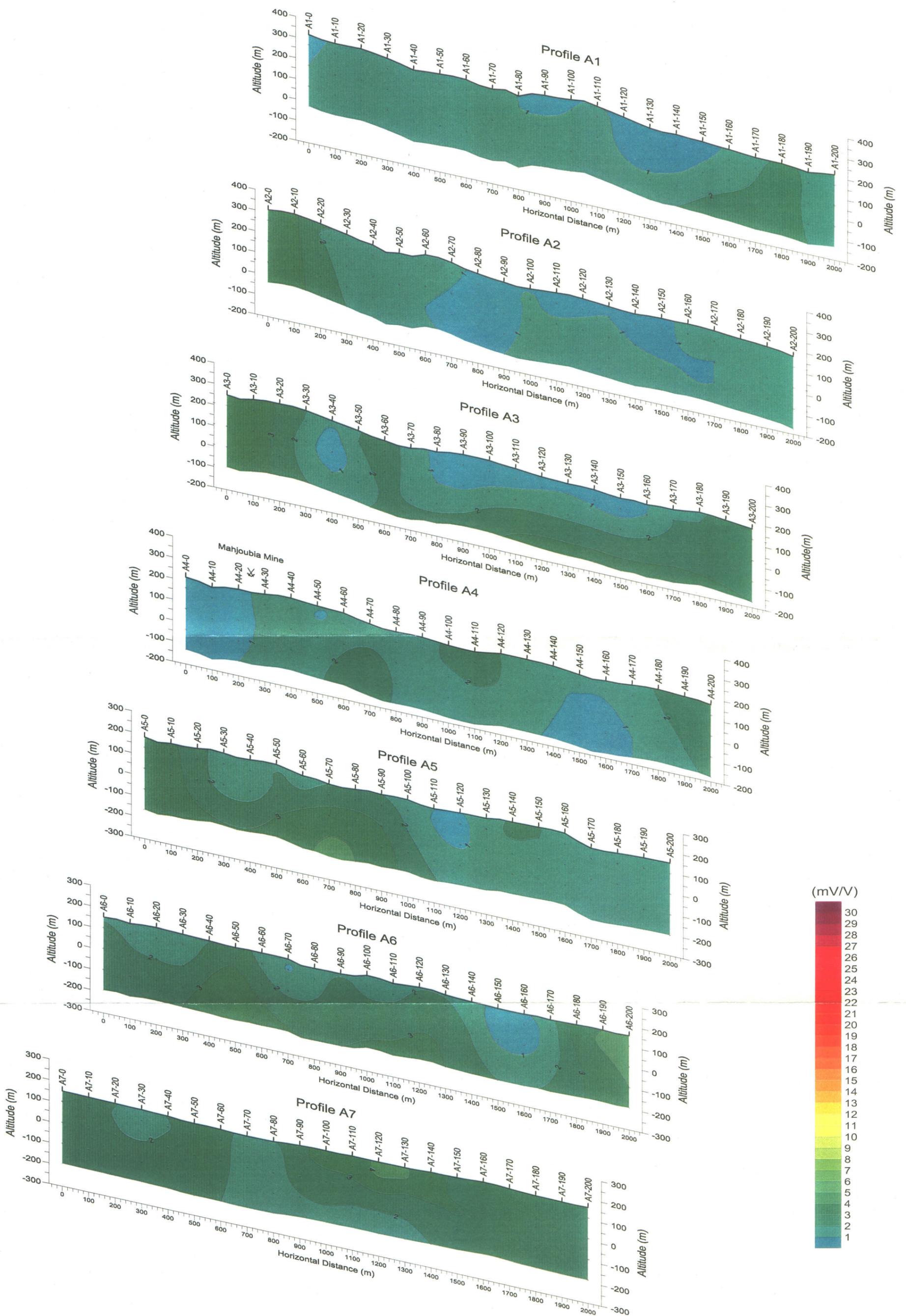


図 63 シリアナ地区 IP 法解析分極率断面パネル図

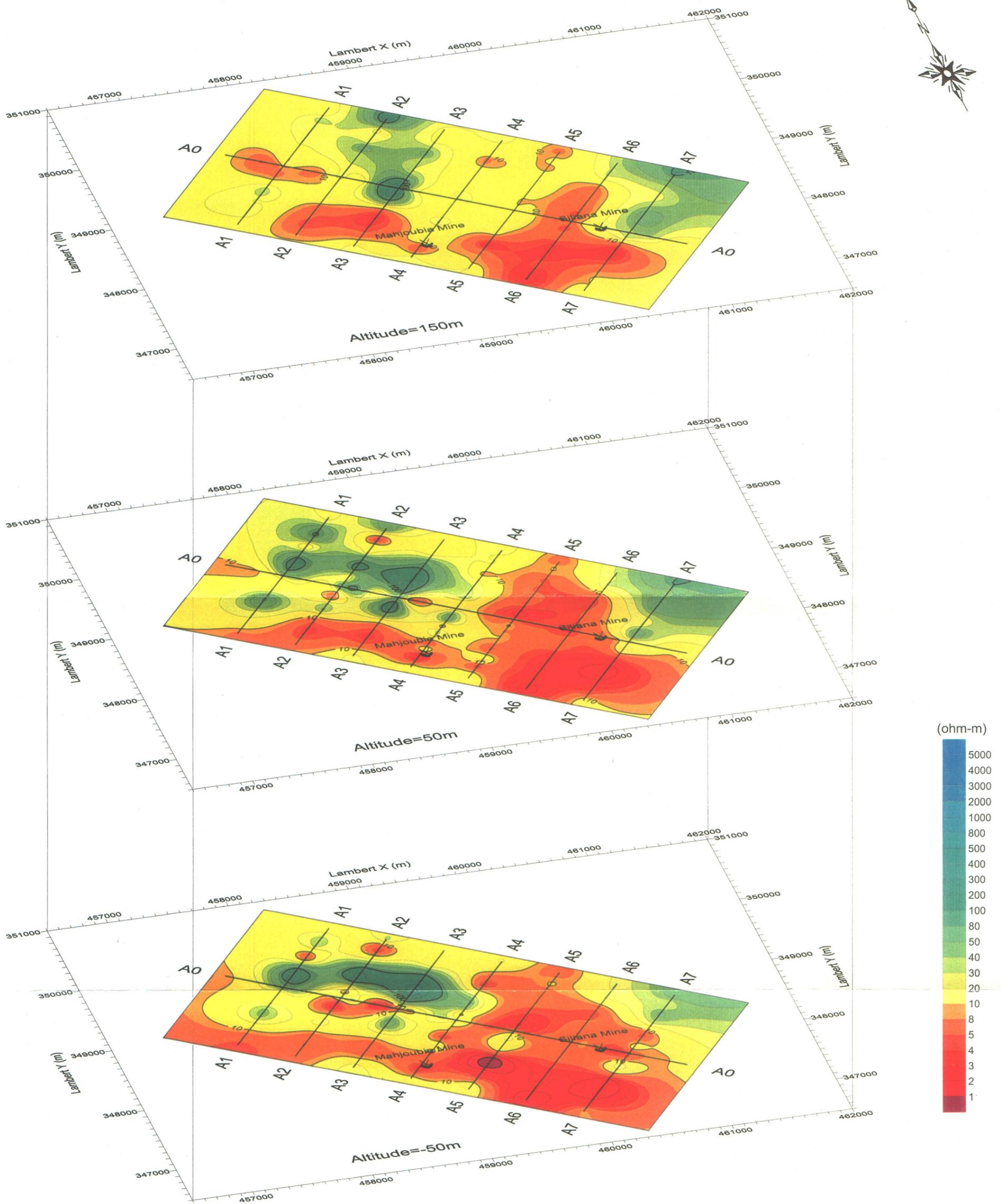


図 64 シリアナ地区 IP 法解析比抵抗平面パネル図

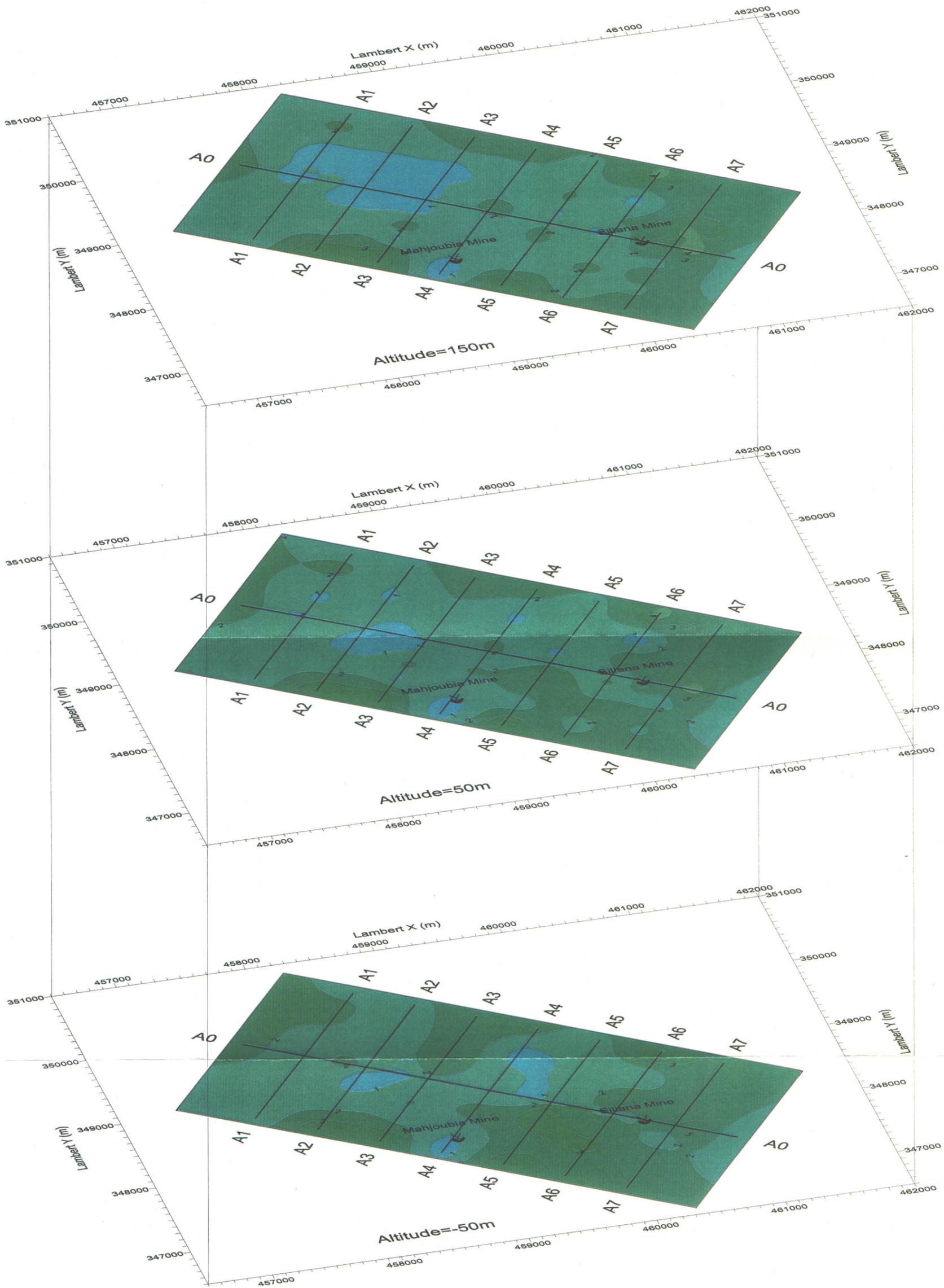


図 65 シリアナ地区 IP 法解析分極率平面パネル図

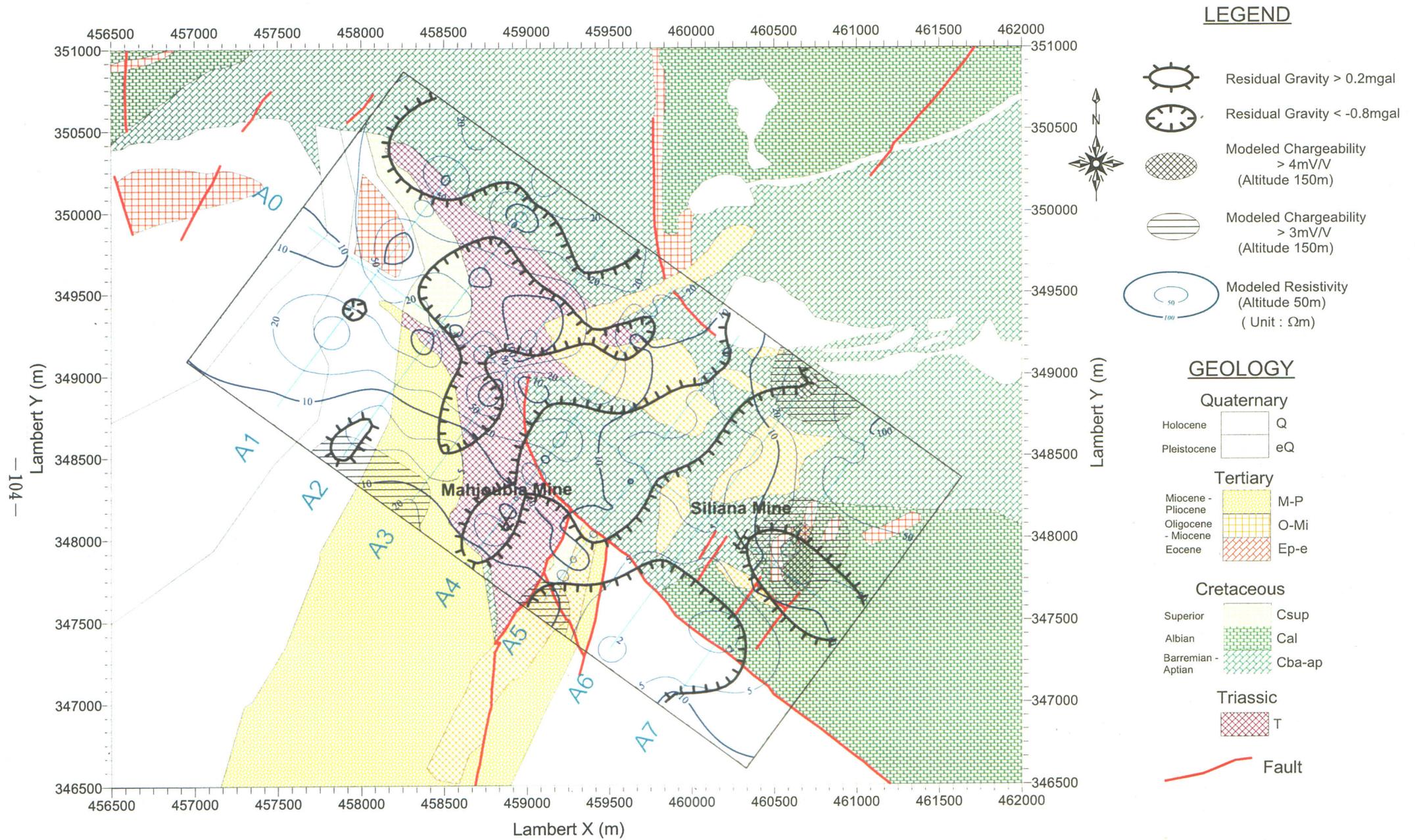


図 66 シリアナ地区物理探査総合解析図

なっている。この高比抵抗帯は室内試験で高比抵抗を示した三畳系ドロマイトの分布に対比される。

本地区の解析分極率は最大でも 5mV/V 程度、平均では 2mV/V 前後と全体的に低い値を示す。比抵抗が低いために有意な測定分極率が取得できていない箇所では、計算上、負の分極率も推定されている。

地区東部の A6-190~200 付近及び A0-360 付近から A7-120 付近にかけて、浅部に小規模な 4mV/V 以上の弱い分極率異常がある。

(2) 総合解析

本地区の IP 法探査で得られた結果を残差重力及び地質図とともに重ねて図 66 に示す。

バジナ・ケビラ地区同様、平面図上では三畳系は低密度・高比抵抗の岩体として捉えられている。しかし、断面図では三畳系分布域は高比抵抗の下部で低比抵抗層が上部に向かって延びており、これが低密度のダイアピルに相当するとも考えられる。

地区全域に低比抵抗が広がっているため、平面図上では比抵抗から断層を捉えにくい。しかしながら、断面図では断層が比抵抗不連続線として捉えられており、比抵抗分布が地層の分布と比較的良好に対応している。

分極率はかなり弱く、2 箇所の鉱徴地とも対応していない。4mV/V 以上の分極率異常は地区東部の測線 A6 の北東端付近、基線 A0 と測線 A7 の交点付近の浅部にある。後者には脈を伴う弱い鉱化が認められる。前者は測線端で鉱徴も認められていないが、高比抵抗部で、かつ、重力解析断面上で三畳系に対比される重力基盤の盛上部周辺に位置することから興味深い異常である。

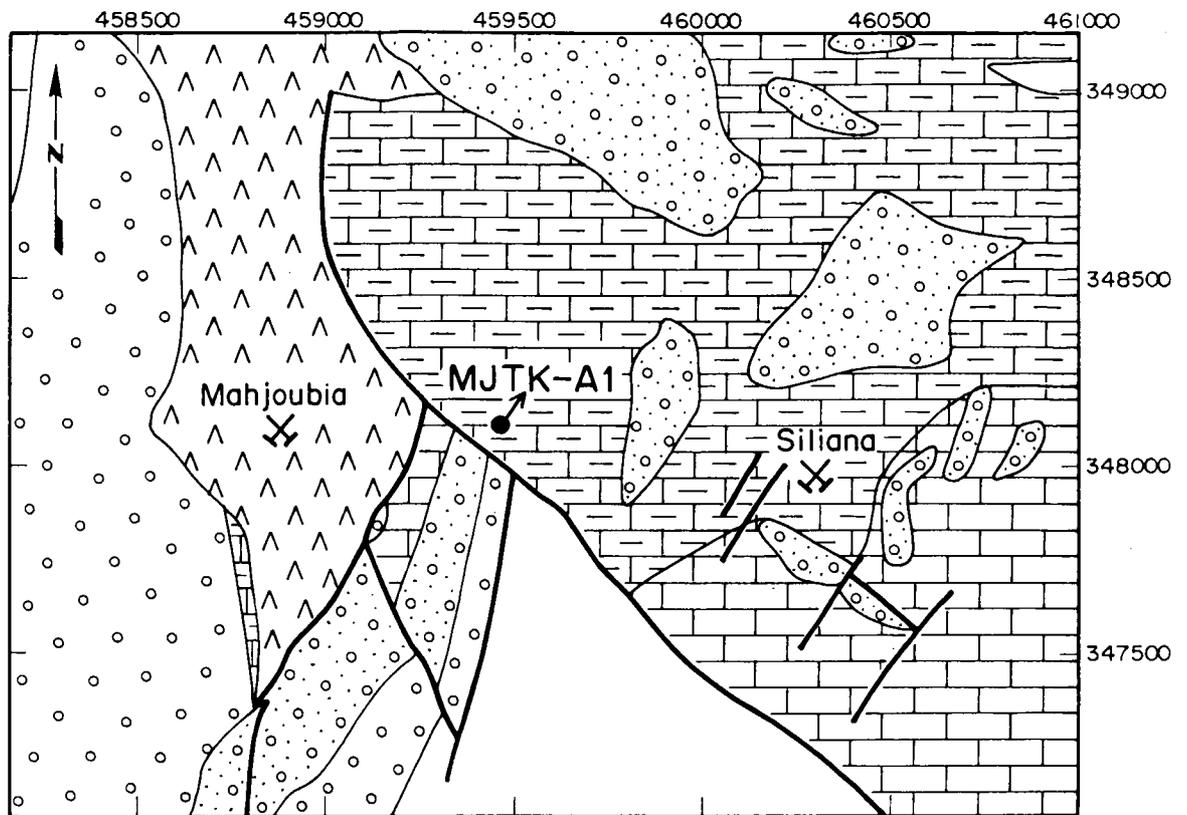
地区中央部の基線 A0 と測線 A5 の交点付近の深部にも、4mV/V の分極率異常がある。この分極率異常も高比抵抗で重力解析断面上で三畳系に対比される重力基盤の盛り上がりの周辺に位置するうえ、地表付近に弱い鉱化を伴う脈が認められることから注目に値する異常である。

6.3 ボーリング調査

6.3.1 調査概要

シリアナ地区のボーリング位置を地質概略と共に図 67 に示す。本地区は図 67 に示したように、ダイアピルを構成する三畳系、マール、石灰岩などからなる白亜系(Barremian 階)、砂岩泥岩互層、マール、泥質石灰岩などからなる白亜系(Aptian 階)、マール石灰岩互層、砂岩などからなる古第三系(始新統~漸新統)、砂岩、マール、シルト岩、礫岩などからなる新第三系(中新世~鮮新世)及び第四系からなる。本地区には Mahjoubia 及び Siliana の 2 箇所の鉱徴地が知られている。

本地区では、新鉱床探査及び分極率異常の確認を目的として、物理探査測線 A5 上で、MJTK-A1 孔のボーリングを実施した。MJTK-A1 孔のボーリング柱状図を附図 10 に、ボーリング地質断面図を図 68 に示す。



LEGEND

Scale 1 : 20,000

Quaternary		Gravel, Sand, Clay	
Tertiary	Miocene ~ Pliocene 	Sandstone, Marl, Siltstone, Conglomerate	
	Eocene ~ Oligocene 	Marl, Limestone, Sandstone	
Cretaceous	Albian 	Marl, Limestone	
	Barremian ~ Aptian 	Marl, Limestone	
Triassic		Salt, Gypsum, Dolomite, Mudstone, Limestone	

図 67 ボーリング位置図 (シリアナ地区)

6.3.2 調査結果

MJTK-A1 孔の地質は深度 0.00-47.20m間のマール, 深度 47.20-93.20m間の脆弱質マール, 深度 93.20-163.40m間のマール石灰岩互層, 深度 163.40-175.30m間の角礫化石灰岩, 深度 175.30-198.80m間のマール石灰岩互層からなり, いずれも白亜紀 Barremian 期~Albian 期の炭酸塩岩類によって構成される。

本孔のコアから 5 試料(深度 50.00m, 深度 90.00m, 深度 150.00m, 深度 160.00m, 深度 186.00m)を採取し, 化石の洗い出しによる年代層序区分を行った。その結果, 本孔の深度

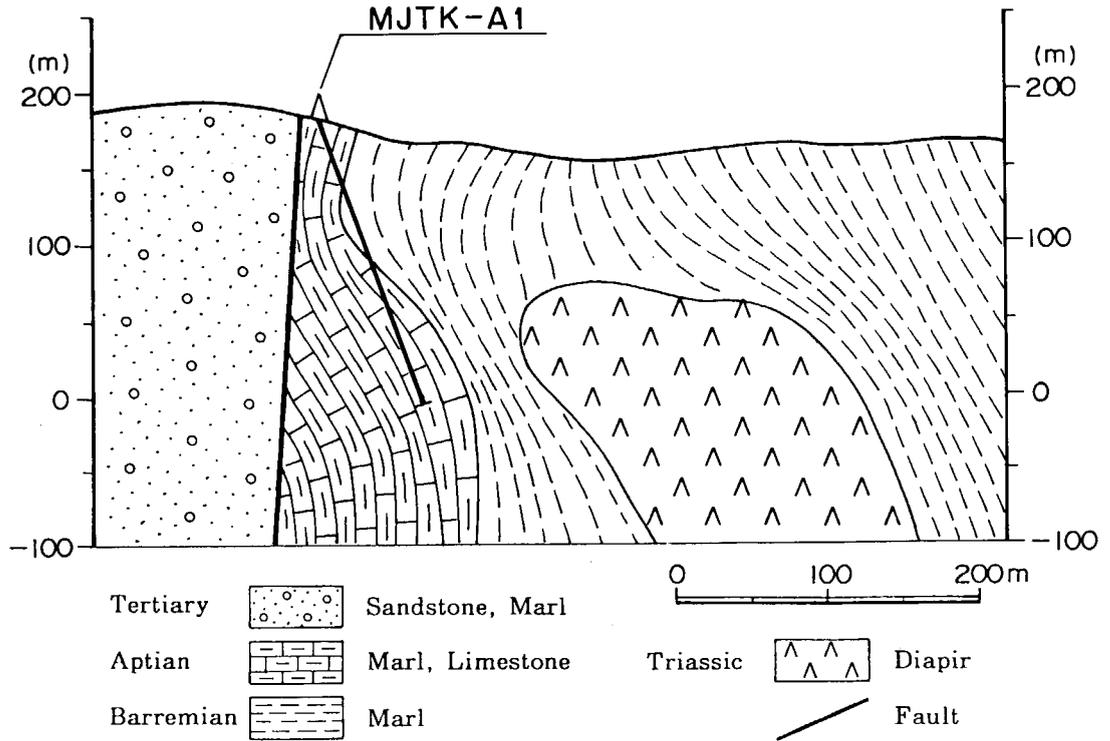


図 68 ポーリング地質断面図 (MJTK-A1 孔)

50.00mのマールは白亜系 Barremian 階に、深度 99.00mのマールは白亜系上部 Aptian 階～Albian 階基底に相当することが同定された。また、本孔では、湧水が認められたので、湧水を採取し分析に供した。

本孔は新鉱床探査及び分極率異常の確認を目的としたが、深度 198.80mで噴気のため掘進が不可能となった。そのため、分極率異常の確認は行えなかったが、深度 112.90-119.30 m、深度 135.00-140.00m間、深度 174.50-179.50m間及び深度 190.65-197.70m間で、弱い鉛亜鉛鉱化作用(最高品位：幅 1.0mPb0.33%，幅 1.0mZn0.64%)をとらえ、Mahjoubia 鉱徴地と Siliana 鉱徴地の中間の位置に鉛亜鉛鉱化作用が存在するということが確認された。

鉱化作用としては、方解石-閃亜鉛鉱-方鉛鉱細脈～網状脈を主とするが、まとまった鉱化部は認められなかった。主要鉱石鉱物は閃亜鉛鉱、方鉛鉱及び黄鉄鉱で、脈石鉱物はドロマイト、方解石、珪灰石などである。閃亜鉛鉱は 0.01-0.5mm 程度、他形～半自形結晶でコロフォーム組織、ポイキリチック組織(主晶)、球顆状構造などを示す。方鉛鉱は 0.5-0.7mm 程度の他形～半自形結晶である。黄鉄鉱は 0.01mm 程度の自形結晶で、0.01-0.3mm のものが多く、ポイキリチック組織(客晶)、球顆状構造などを呈する。