

第7章 ウェド・ジェブス地区

7.1 地 質

7.1.1 地質及び地質構造

(1) 地 質

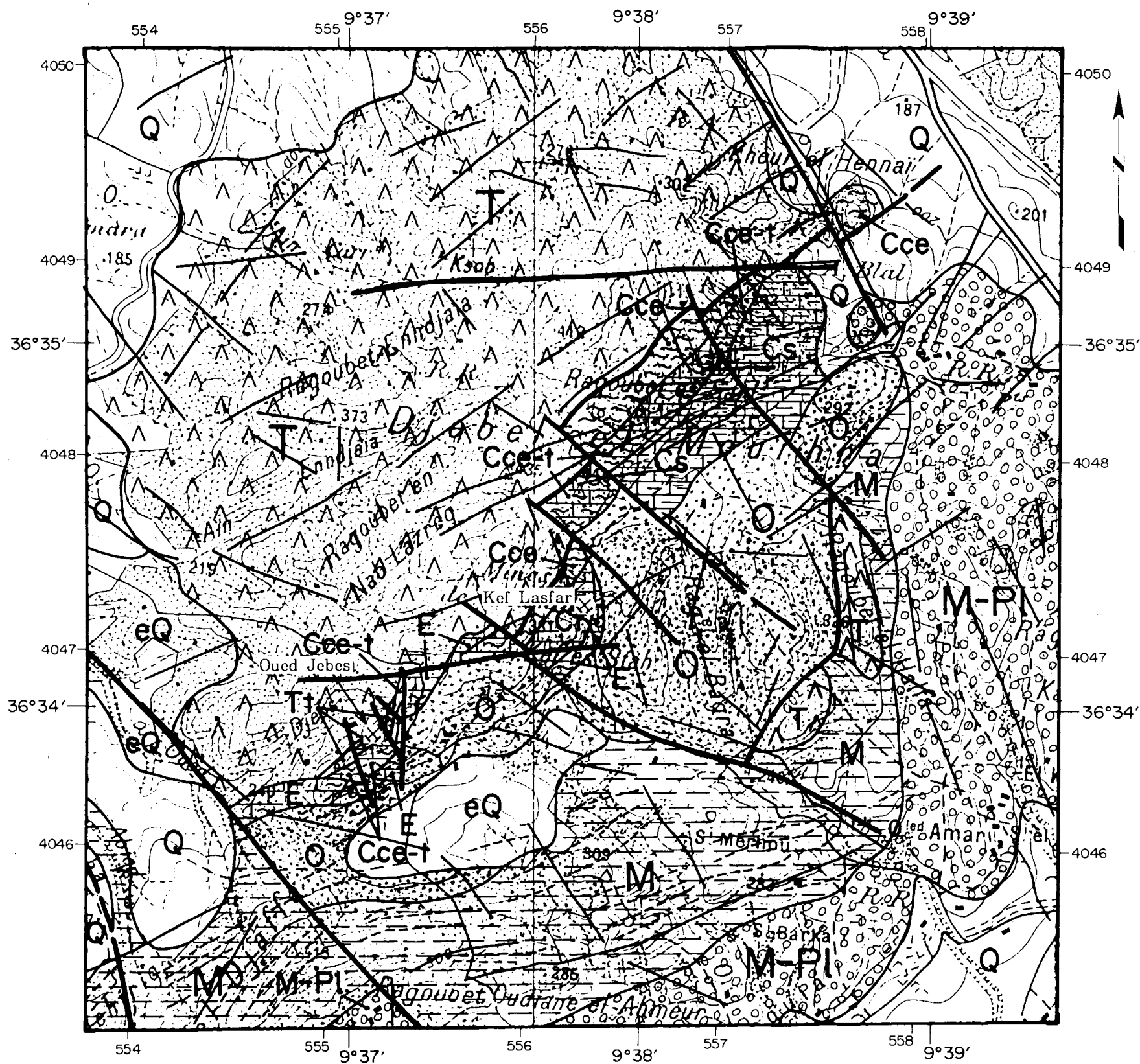
ウェド・ジェブス地区の地質は三畳系、白亜系、第三系及びこれらを被覆する第四系から構成される。本地区の地質概略を図70に、また、本地区の地質を総括して図69に示す。

三畳系はJebel Mourra ダイアピルと呼ばれ、本地区北西部に広く分布するほか、本地区東部にもわずかに分布する。ダイアピルは岩塩を中核とし、粘板岩、石青、ドロマイトなどからなる帽岩に覆われている。

白亜系は下位から Cenomanian 階(Cce), Turonian 階(Ct)及び Santonian(Cs)に区分され、層厚は30

地 質 時 代		年 代 (Ma)	岩 相	主 な 地 史
第四紀	完 新 世	0.01	礫, 砂, 粘土	隆 起 ナップの形成 アルプス造山運動 Pb・Zn 鉱化作用
	更 新 世	1.64	礫, 砂, 粘土	
第 三 紀	鮮 新 世	5.2	礫岩, 砂, 粘土	
	中 新 世	23.3	泥岩	
	漸 新 世	35.4	粗粒砂岩 砂岩, 泥岩	
古 第 三 紀	始 新 世	56.5	マール, 泥質石灰岩	
	暁 新 世	65.0		
	マーストリヒアン期	74.0		
白 亜 系	カンパニアン期	83.0		
	サントニアン期	86.6	泥質石灰岩, 泥岩	
	コニアシアン期	88.5		
	チューロニアン期	90.4		
	セノマニアン期	97.0	灰白色~黄色石灰岩, マール	
	アルビアン期	112		
	アプシアン期	125		
	パレミアン期	132		
ジュラ紀	208		沈 降 ダイアピルの上昇	
三 畳 系		石膏, 粘板岩, ドロマイト 岩塩		

図 69 ウェド・ジェブス地区地質模式層序図



LEGEND

Quaternary	Holocene	Q	gravel, sand, clay
	Pleistocene	eQ	gravel, sand, clay
Tertiary	Pliocene	M-PI	conglomerate, sand, clay
	Miocene	M	mudstone
	Oligocene	O	coarse-sandstone, sandstone, mudstone
	Eocene	E	marl, argillaceous limestone
	Santonian	Cs	argillaceous limestone, mudstone
Cretaceous	Turonian	Ct	limestone
	Turonian ~ Cenomanian	Cce-t	limestone, marl
	Cenomanian	Cce	marl
Triassic	Tt	Transition zone dolomite, calcite, marl gypsum, clay, dolomite, marl, limestone, mudstone, sandstone, salt	
		— — —	Fault
		- - - - -	Lineament

Scale 1 : 25,000



图 70 ウェド・ジェブス地区地質概略図

mと見積もられている。

Cenomanian 階は三畳系と不整合で接し、本地区北東部～中部に分布する。主に石灰岩とマールからなり、下部では石灰岩、上部ではマールが卓越する。下部の石灰岩は灰白色～黄灰色を呈し塊状である。上部のマールは灰色を呈し、連続性に之しい石灰岩のレンズ状岩体を挟在する。地層は一般に南東へ急傾斜し、層厚は20～60mである。

Turonian 階は三畳系と不整合で接し、一部下位の Cenomanian 階を整合に覆う。本地区北東部～南西部に分布し、石灰岩を主とする下部と、石灰岩及びマールからなる上部に細分される。下部の石灰岩は灰白色、層状で側方への連続性が良い。下部 Turonian 階を特徴づける石灰岩相で、Bahloul 相と呼ばれている。また、鉍化作用を受けた部分が多く、本地区における鉍化層準となっている。地層は南東へ急傾斜し、層厚は下部 Turonian 階で10～25m、上部 Turonian 階で60mである。

Santonian 階は下位の Cenomanian-Turonian 階を不整合に覆い、本地区北東部に分布し、下部は泥質石灰岩、中部から上部は石灰岩泥岩互層からなる。層厚は150mと見積もられている。

第三系は上部始新統(E2)、漸新統(O)、漸新統-下部中新統(OMa)、上部中新統(M3)及び上部中新統-鮮新統(M-P1)に区分される。

上部始新統は第三系の最下位を占め、三畳系及び白亜系を不整合に覆い、本地区南西部にわずかに分布する。マール及び泥質石灰岩を主とし、下底部のマールはしばしば炭酸塩岩を挟在する。泥質石灰岩は茶褐色、塊状で浮遊性有孔虫を含む。地層は一般に南東へ傾斜するが、断層の存在のため、層厚は不明である。

漸新統は下位の白亜系及び上部始新統を不整合に覆い、本地区東部～南西部に分布する。砂岩泥岩互層を主とし、下底部は石灰岩となっている。砂岩は細～中粒、一般に塊状で、新鮮面で淡黄灰色～灰白色、風化面で褐色～淡褐色を呈する。砂岩の鉍物組成はかなり均質で一定しており、石英を主とし斜長石を少量伴う。砂岩泥岩互層では、貨幣石などの有孔虫化石を産する。地層は一般に南東へ急傾斜するが、地層の上限が確定していないので、層厚は不明である。

漸新統-下部中新統は下位の漸新統を整合に覆い、本地区南西部にわずかに分布する。石英に富む淡褐色粗粒砂岩を主とし、層厚は50m以下と見積もられている。

上部中新統は下位の三畳系及び漸新統を不整合で覆い、本地区東部～南部に分布する。泥岩を主とし、しばしば砂岩を挟む。泥岩は茶褐色を呈し、塊状でやや軟質である。地層は全体として、向斜構造を有している。地層の下限が確定していないので、層厚は不明である。

上部中新統-鮮新統は下位の上部中新統を整合で覆い、本地区南東端部に分布する。礫岩、砂、粘土などからなる。地層は一般に東～南東へ緩く傾斜する。層厚は50m以下と見積もられている。

第四系は崖錐・崩積堆積物及び沖積層から構成される。崖錐・崩積堆積物は丘陵地区や山麓に分布し、礫、砂、粘土などからなる。沖積層は河川又は沢浴いの低地に分布し、礫、砂、粘土などからなる。

(2) 地質構造

本地区の地質構造はダイアピルによって特徴づけられる。ダイアピルは本地区北西部に分布し、その規模は長径約4km×短径約2kmで、岩塩を中核とする三畳系によって構成されている。このダイアピルの南東側では、白亜系～第三系が分布し、断層と褶曲による複雑な地質構造を持ちながらも、南東側により上位の地層が現れる。

本地区の白亜系はダイアピルの南東翼としての構造的位置を占め、走向は北東-南西で、一般的には南東に50～70°傾斜する単斜構造をなしている。第三系には北東-南西性の緩い向斜構造が認められ、向斜の東翼では地層は北東-南西性走向で北西に35～50°傾斜し、西翼部では北東-南西性走向で南東に40°の傾斜となっている。

本地区の三畳系～第三系には、主に北西-南東方向の断層が250～750m間隔で発達している。これらの断層はダイアピルの上昇に伴って生じたもので、白亜系～古第三系の層厚はこれらの断層を境にして側方に変化している。この他に、東西方向の断層が2本あり、いずれも北西-南東方向の断層を切っている。

7.1.2 鋳 徴 地

本地区内には、ミシシッピバレー型鋳徴が2箇所知られている。それらはOued Jebb, Kef Lasfarと呼ばれ、かつて鉛・亜鉛が採掘されていたことがあるが、現在稼行中の鋳山はない。

(1) Oued Jebb 鋳徴地

メジュズ・エルバブ南方約9kmの山頂部付近(北緯36°33'52", 東経9°36'54")では、1898年から1935年にかけて露天掘りと一部坑道掘りによって酸化鋳を採掘し、亜鉛鋳石600t、鉛鋳石300tを産出した。その後、1992年から1995年にかけてONM-Sachtlebenによって地質調査、岩石地化学探査及びボーリング調査が行われ、新たな開発が試みられたが、現在は全く放置されている。

本鋳徴地付近には三畳系及び白亜系が分布する。

三畳系は粘板岩、石膏、ドロマイト、岩塩などからなり、本鋳徴地の北西側に分布する。

白亜系は本鋳徴地の南東側に分布し、岩相によって下部、中部、上部の3つに区分される。下部は石灰岩及びマールからなり、層厚は30mである。石灰岩は灰白色～黄白色、塊状、連続性に乏しい。マールは赤紫色～茶褐色、軟質で希に砂岩を挟有する。中部はBahloul相と呼ばれる石灰岩からなり、層厚は15mである。石灰岩は灰白色、層状で、連続性が良い。上部は泥灰岩及び石灰岩からなり、層厚は60mである。マールは赤色、軟質で、層理はやや不明瞭である。石灰岩は灰白色、レンズ状の岩体で連続性に乏しい。

中部の石灰岩はTuronian階に対比されているが、下部及び上部からは示準化石が得られていないので、本白亜系はCenomanian-Turonian階として区分されている。本鋳徴地付近の断面図を図71に示す。

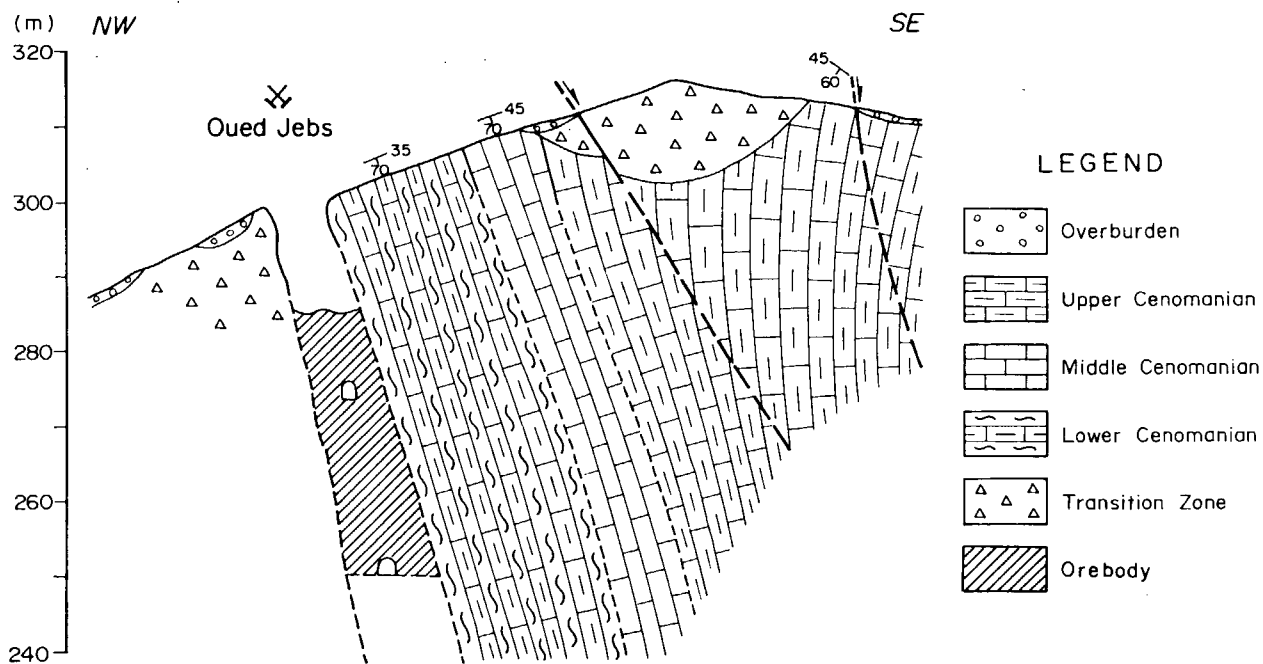


図 71 Oued Jebes 鋳微地北西-南東地質断面図 (Chikhaoui, M. 1993)

鉛・亜鉛鋳化作用は三畳系と白亜系の漸移帯及び白亜系にみられる。かつて採掘対象とされたのは、三畳系と白亜系の漸移帯で角礫化石灰岩からなる。鋳化作用は角礫間のマトリックスをみたす形でみられる。鋳体は $N40^{\circ} E$ 方向に 1 鋳体認められ、板状に約 70° 南東落ちを示す。鋳石鋳物は閃亜鉛鋳、方鉛鋳、異極鋳などである。そのほか、下部 Turonian 階の石灰岩中に脈状の鋳化が認められる。

(2) Kef Lasfar 鋳微地

Kef Lasfar 鋳微地はメジェズ・エルバブ南南西方約 9km の Tabia 沢上流に位置する。Tabia 沢上流 (北緯 $36^{\circ} 34' 14''$, 東経 $9^{\circ} 37' 41''$) に廃坑の坑口が残っており、かつて鉛・亜鉛が採掘されていたことがあるが、現在は採掘されていない。生産量など詳細は不明である。

本鋳微地付近の断面図を図 72 に示す。図に見られるように、本鋳微地付近には三畳系、白亜系及び古第三系が分布する。

三畳系は Tabia 沢最上流に分布する。粘板岩、石膏、ドロマイト、岩塩などからなるダイアピルで、白亜系と不整合で接する。

白亜系は Cenomanian 階及び Turonian 階に区分できる。Cenomanian 階は三畳系と不整合で接し、Tabia 沢上流に分布する。石灰岩からなり、層厚は 20m である。石灰岩は灰色～黄灰色、塊状、緻密質で方解石網状脈を伴う。Turonian 階は Cenomanian 階を整合で覆い、Tabia 沢上流部に分布する。下部と上部に分けられ、下部は灰色～灰白色 Bahloul 石灰岩、上部は灰色～黄灰色石灰岩からなる。上部の石灰岩層は泥灰岩層を挟む。層厚は下部で 25m、上部で 110m である。

古第三系は上部 Turonian 階を不整合で覆い、Tabia 沢中流に分布する。泥質石灰岩からなる始新統で、しばしば泥岩を挟在する。泥質石灰岩は茶褐色、塊状で浮遊性有孔虫を含む。

鉱体は上部 Turonian 階の石灰岩中に、北北東-南南西方向に延びた脈状をなして胚胎する。鉱脈は定向 $N30^{\circ} E$ ・傾斜 $80^{\circ} E$ 、脈幅 $0.5\sim 1.5\text{mm}$ で、脈の走向・傾斜は本鉱徴地北西方約 150m 地点でみられる三疊系と白亜系の接触面とほぼ一致している。鉱体は膨縮が著しいが延長方向に 500m 、傾斜方向に 100m 確認されている。鉱石鉱物として、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、重晶石などが認められる。

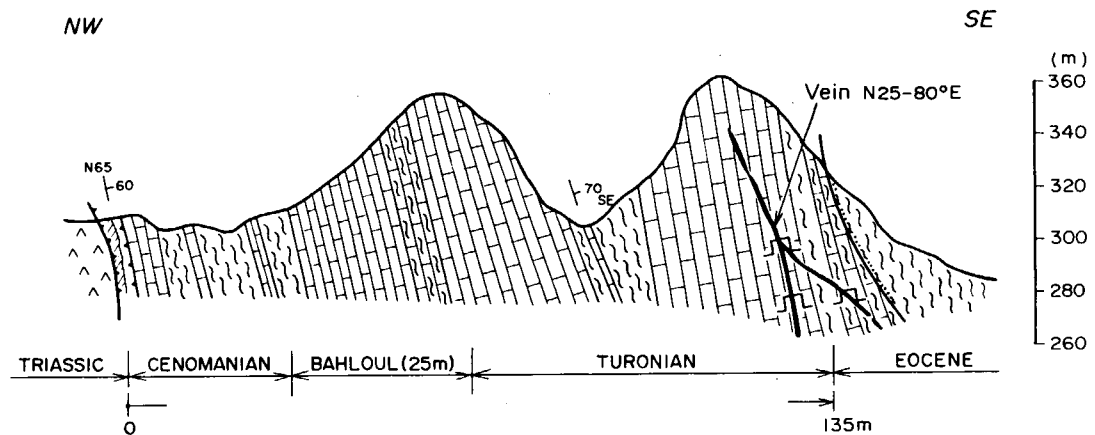


図 72 Kef Lasfar 鉱徴地北西-南東地質断面図 (Hammami, M. 1990)

7.2 物理探査

ウェド・ジェブス地区では、OA, OB, OC 及び OD の 4 地区で、 9km^2 の調査範囲に全長 28.5km の 22 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。

7.2.1 調査方法

(1) 測線設定

OA~OD の 4 地区で、重力法、IP 法の測定を行うため、各地区毎に三疊系と白亜系接触部に基線を設定し、基線と直交する測線を原則として測線間隔 500m で設定した。

(2) 重力法

本地区に設定した全ての基線と測線の計 22 測線について重力法を実施した。測定には本プロジェクトのためにチュニジア政府へ供与した米国 LaCoste & Romberg 社製 G 型重力計を使用した。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

本地区に設定した全 4 基線と選択した 14 測線の計 18 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。

(4) 室内試験

調査地区内及びその周辺の露頭で採取した 21 個の試料の密度、比抵抗及び分極率を測定した。IP 測定時における浸漬水の電気伝導度は 2,200 μ S/cm、温度は 22 $^{\circ}$ C であった。

7.2.2 重力法

(1) 広域重力分布 (図 17)

OA~OD 地区が含まれる Medjez el Bab 図幅の重力分布は、図幅中央部の(47,900, 36,700)付近に中心を持つ 13mgal 以上の大きな高重力異常で特徴づけられる。この高重力異常の中には 3 つの 18mgal 以上の小さな高重力異常がある。大きな高重力異常は北西-南東方向に延び、東縁は南北系、北縁と南縁は東西系の重力傾度帯となっている。この大きな高重力異常から東は南北系と東西系の方向性が卓越し、高重力異常の西はクリブ-メジェズ・エルバブ地域の大局的な地質構造に平行する北東-南西方向とそれに直交する北西-南東方向の方向性が卓越する。

OA~OD の 4 地区は調査地中央部に位置する大きな高重力異常の内部又はその縁辺部にある。ブキル地区、ラクワット-アルグブ・アダマ地区、バジナ・ケビラ地区、シリアナ地区及び現在稼行中のフェジェラドームなどの既知鉱床も、同様に、高重力異常及びその縁辺部に位置している。これらの鉱徴地は低密度のために上昇したダイアピル周辺にできていることと一見矛盾するように思える。このことから背斜構造のような盛り上がる地質構造が高重力異常を示し、盛り上がり部の浅層にできた断裂に沿ってダイアピルが上昇したと考えられる。

(2) 調査地重力分布 (図 73)

OA 地区は広域重力分布の中央部に位置する大きな高重力異常の西縁部に位置する。OA 地区付近で西側の大きな低重力異常から、南東に向かって低重力が延びている。Bou Mous 鉱徴地周辺は北から南へ延びる小さな低重力の食い込み部に相当する。

OB 地区は前述の大きな高重力異常の中央部北側にある 18mgal 以上の高重力異常の南西縁部に位置する。Dar Chebka 鉱徴地周辺は南から北に向かう小さな低重力の食い込み部に相当する。

OC 地区は前述の大きな高重力異常の南西縁部に位置する。Oued Jebes 鉱徴地周辺は高重力異常の南西への張り出し部に相当し、Kef Lasfar 鉱徴地は OC3 測線に沿って北西から南東に延びる小さな高重力の張り出し部に相当する。

OD 地区は大きな高重力異常の南西部にある 18mgal 以上の小さな高重力異常の周辺に位置する。Rag el Bagrat 鉱徴地周辺は南から北の小さな高重力異常が延びる低重力異常の食い込み部に相当する。

OC 地区の Kef Lasfar 鉱徴地がある高重力の張り出し部は、2 つの小さな低重力の食い込みの間にあるとも考えられる。このような点から、ウエド・ジェブス地区の鉱徴地は大きな高重力中の低重力異常周辺に位置するものが多いと考えられる。

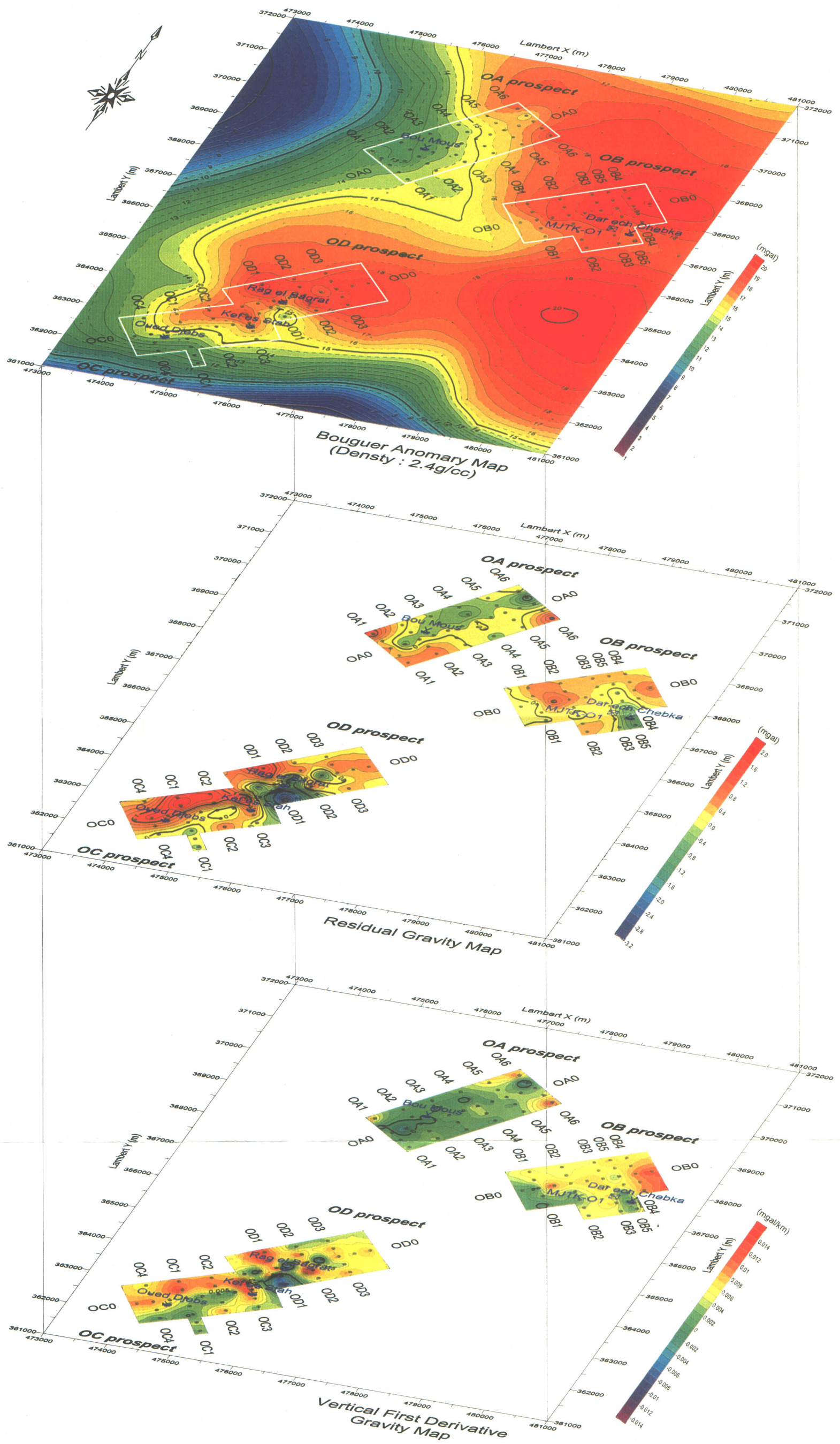


図 73 ウェド・ジェブス地区重力図・残差重力図・重力鉛直 1 次微分図

(3) 残差重力異常 (図 73)

OA 地区の残差重力異常は基線 OA0 の北西側を南西から北東に延びる -0.2mgal 以下の低残差重力異常で特徴づけられる。この低残差重力異常は概ね三畳系分布域に相当することから、低密度のダイアピルを表していると考えられる。Bou Mous 鉱徴地はこの低残差重力異常の南西部に位置する。

OB 地区の残差重力異常は OB5 測線に沿って南東から北西に延びる 0mgal 以下の低残差重力異常で特徴づけられる。この低残差重力異常は三畳系よりもむしろ第三系分布域に相当する範囲が広い。しかしながら、低残差重力異常の北西端が三畳系に相当することと、地質構造から三畳系が北西方向に上昇してきたと考えられることから、三畳系がダイアピルとして上昇するのに関連したような断裂系などの地下構造を表している可能性もある。

OC 地区の残差重力異常は基線 OC0 の北西側を南西から北東に延びる 0.4mgal 以上の高残差重力異常で特徴づけられる。この高残差重力異常は三畳系分布域に相当することから、室内試験で高密度を示した三畳系のドロマイトを表していると考えられる。南西部の Oued Jebb 鉱徴地及び OD 地区との境界部にある Kef Lasfar 鉱徴地はこの高残差重力異常の南縁部に位置する。OC 地区南西端から OD 地区との境界部に近い OC0-100 に向かって 0mgal 以下の低残差重力異常が北東方向に延びている。この低残差重力異常は概ね第三系の分布域に相当し、北東端付近に Kef Lasfar 鉱徴地がある。

OD 地区の残差重力異常は OC 地区との境界部から OD2 測線南東部にかけて OD 地区南西部に広がる 0mgal 以下の強い低残差重力異常で特徴づけられる。この低残差重力異常は第三系から白亜系の分布域に相当し、Rag el Bagrat 鉱徴地はこの低残差重力異常の中にある。この低残差重力異常と OC 地区との境界部及び OC2 測線付近へ北西-南東系方向に重力傾度の大きい部分が延びていることから、断層による落ち込み部の可能性が高い。

低残差重力異常の北西側には OC 地区と同じように三畳系のドロマイトに相当すると考えられる 0.8mgal 以上の高残差重力異常があり、OC 地区との境界部に想定される断層によって北西側に移動したと思われる。

(4) 鉛直 1 次微分 (図 73)

鉛直 1 次微分はいずれの地区においても残差重力異常と概ね良い対応をしている。断層や地層の境界を示すと考えられる $0\text{mgal}/\text{km}$ のコンターは、残差重力異常の低残差重力異常よりも狭い範囲を通過している。

(5) 断面解析

ウェド・ジェブス地区の断面解析では、三畳系を密度差 $0.00\text{g}/\text{cm}^3$ の重力基盤と想定し、この重力基盤の上位に三畳系、第三系及び第四系があり、三畳系との密度差を仮定してモデルの深度を決定した。

(a) OA 地区

図 74 に示したように、Bou Mous 丘陵の南西部を北西から南東に向かって OA 地区を横断する OA2 断面では、ほぼ全体に白亜系に対比される密度差 0.05 g/cm^3 の高密度層が広がっている。断面北西端付近は三畳系に対比される 0.00 g/cm^3 の密度層になっている。OA2-20~30 付近の地表部にある -0.10 g/cm^3 の低密度層も三畳系に対比できると考えられる。Bou Mous 鉞徴地に近い丘陵軸の OA0-50 付近には、深部から浅部に向かって脈状に延びる -0.20 g/cm^3 の低密度層がある。

(b) OB 地区

図 75 に示したように、OB 地区中央部を北西から南東に横断する OB3 断面では、多くの部分を密度差 0.00 g/cm^3 の重力基盤が占めている。OB3-30 付近から北西の浅部に広がる密度差 0.02 g/cm^3 の高密度層は白亜系に対比されるが、密度差はさほど大きくない。中央部の浅部にある密度差 0.02 g/cm^3 の高密度層は三畳系に対比され、その高密度層の南東にある密度差 -0.01 g/cm^3 の低密度層は第三系に対比されると考えられる。いずれの層も基盤との密度差はそれほど大きくない。

OB 地区北東部、Dar Chebka 鉞徴地を通過して、北西から南東に横断する断面である。OB5-40 付近から北西の表層部には、白亜系に対比される密度差 0.05 g/cm^3 の高密度層がある。この高密度層の下には、密度差 -0.05 g/cm^3 の低密度層がある。OB5-60 付近から南東は下部に三畳系に対比される密度差 0.00 g/cm^3 の重力基盤がある。断面中央部の OB5-60~80 付近の表層には、密度差 0.04 g/cm^3 の高密度層がある。この高密度層は三畳系ドロマイト又は漸移帯のセレストタイトに対比できるかもしれない。

OB5-90 付近から南東には、第三系に対比される密度差 -0.10 g/cm^3 の低密度層が厚く分布する。Dar Chebka 鉞徴地付近でこの低密度層の下部にある重力基盤が盛り上がっている。

(c) OC 地区

図 76 に示したように、Jebel Mourhra 丘陵西部で北西から南東へ OC 地区を横断する OC1 断面では、断面中央部の OC1-40~90 付近と南東部の OC1-110~140 付近では密度差 0.00 g/cm^3 の重力基盤が地表まで盛り上がっている。OC1-40 付近から北西は密度差 0.15 g/cm^3 の高密度層となっている。この高密度層は三畳系のドロマイトに対比されると考えられる。OC1-90~110 付近では浅部から深部に向かって密度差 -0.07 g/cm^3 の低密度層が延びている。この付近には断面と交差する断層があり、この断層に伴う破碎部を表しているのかもしれない。断面南東端にも密度差 -0.05 g/cm^3 の低密度層がある。

Jebel Mourhra 丘陵中央部の Kef Lasfar 鉞徴地を通過して北西から南東へ OC 地区を横断する OC3 断面では、断面中央下部は密度差 0.10 g/cm^3 の高密度層が広がり OC3-10~30 付近では地表部にも現れている。この高密度層の上位には、密度差 $-0.10 \sim 0.00 \text{ g/cm}^3$ の低密度層となっている。Kef Lasfar 鉞徴地付近の表層は白亜系に対比される密度差 0.10 g/cm^3 の高密度層がある。断面北西部の三畳系分布域は密度差 -0.03 g/cm^3 の低密度層となっている。

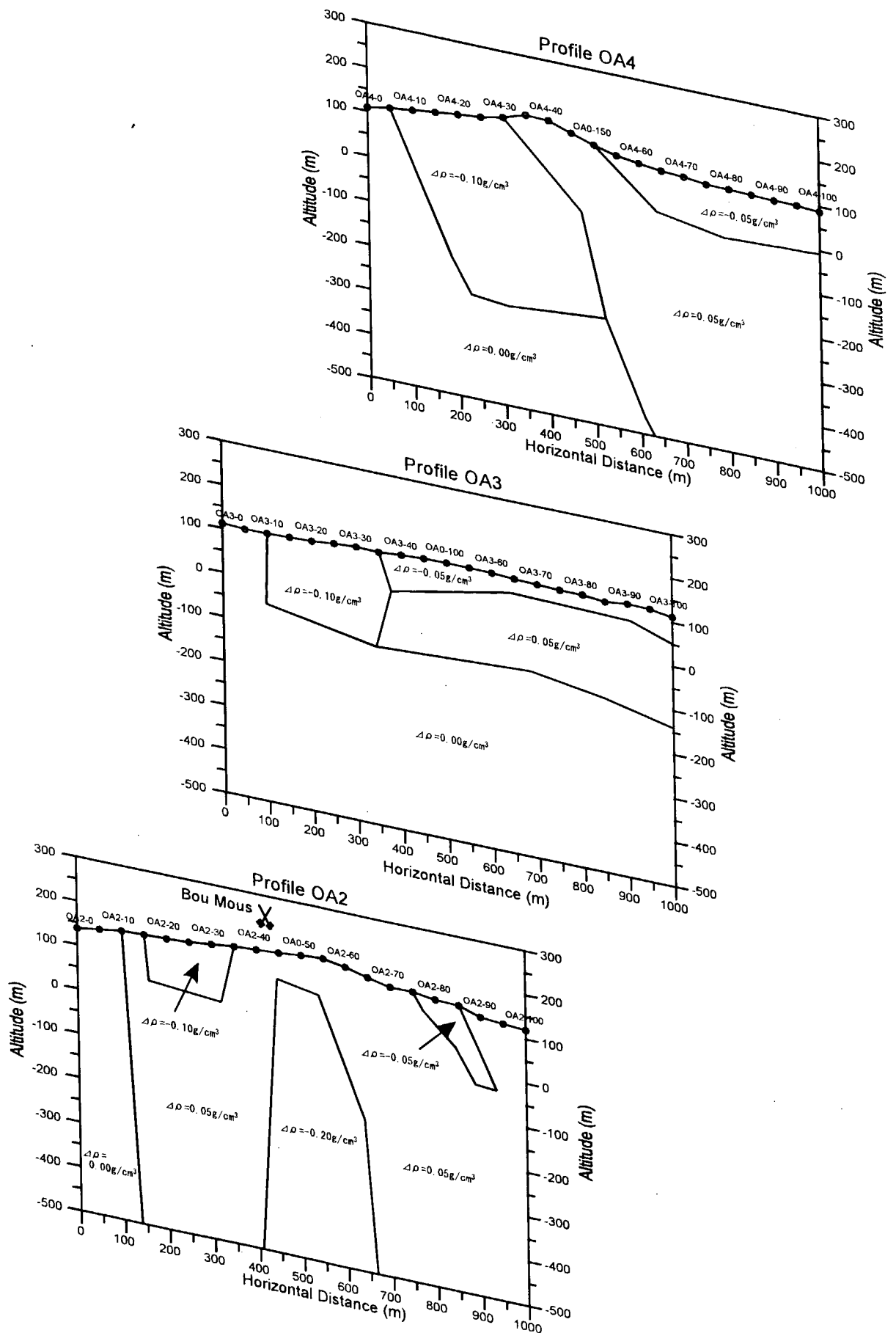


図 74 ウェド・ジェブスOA地区重力断面解析パネル図

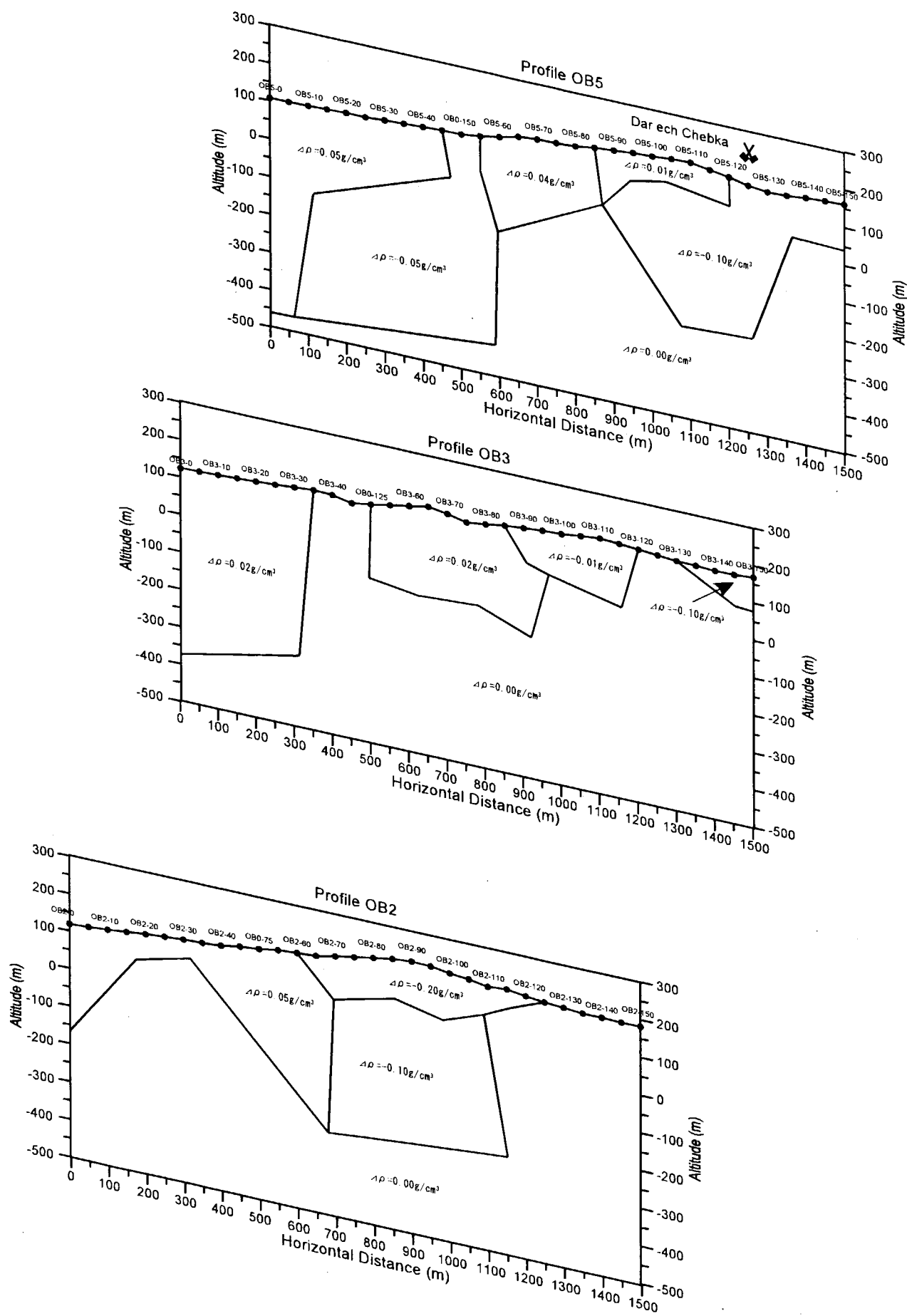


図 75 ウェド・ジェブスOB地区重力断面解析パネル図

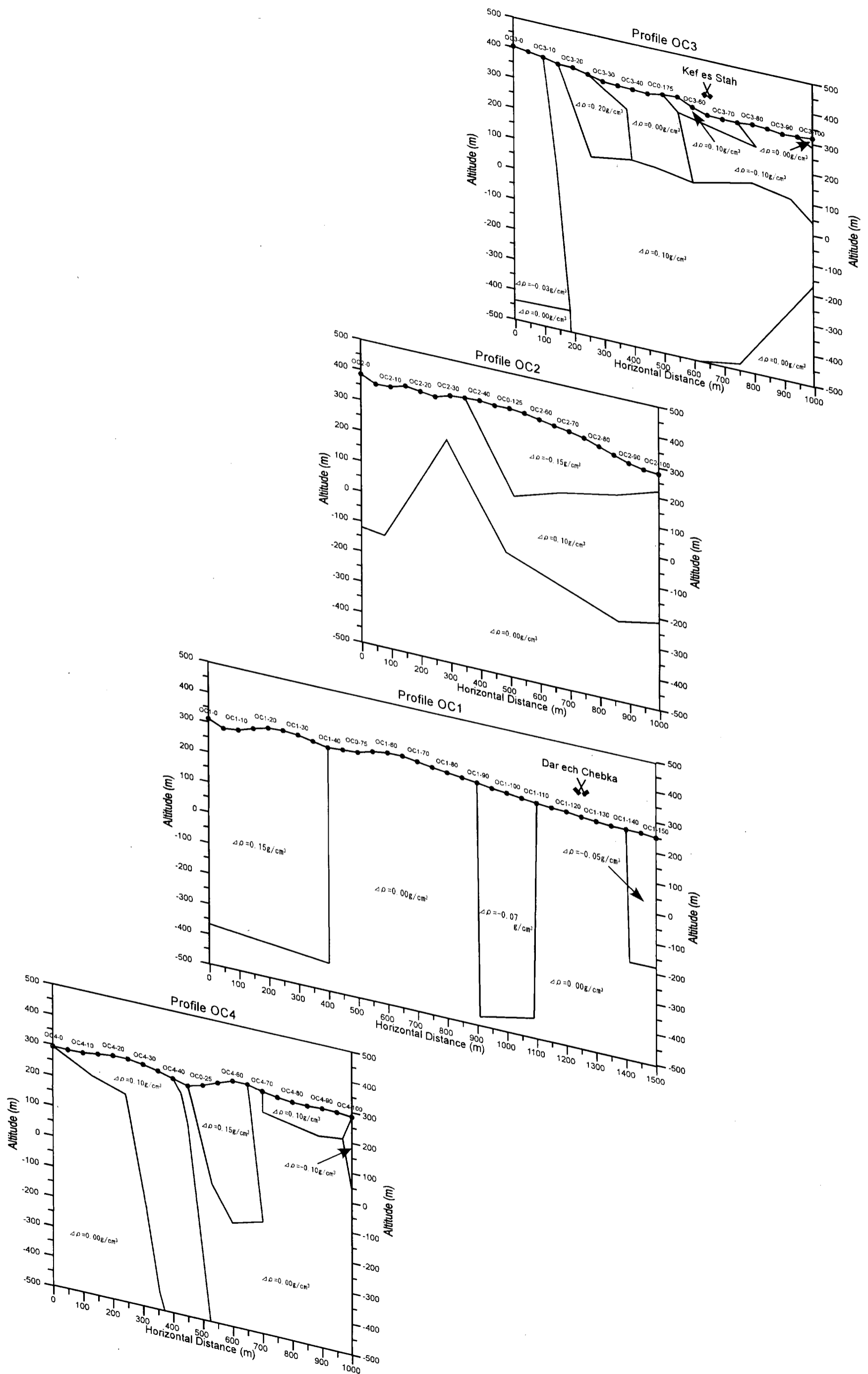


图 76 ウェド・ジェブスOC地区重力断面解析パネル図

(d) OD 地区

図 77 に示したように、Jebel Mourhra 丘陵北東部の Rag el Bagrat 鉱徴地を通過して北西から南東へ OD 地区を横断する OD1 断面では、OD1-70 付近を境に北西側は密度差 0.10 g/cm^3 の高密度層、南東側は密度差 $-0.25 \sim -0.10 \text{ g/cm}^3$ の低密度層になっている。高密度層は北西側の三畳系ドロマイトと中央部の白亜系からなると想定される。その境界は OD1-30 付近にあると考えられるが、解析モデルでは明瞭ではない。低密度層は第三系に対比される。OD1-70~90 付近にある密度差 -0.25 g/cm^3 の低密度層は脈状に延びていることから、断裂系に相当すると考えられる。

7.2.3 IP 法

(1) 解析比抵抗及び分極率

(a) OA 地区

OA 地区で IP 法を適用した各測線の解析比抵抗断面図を図 78、解析分極率断面図を図 79 に示す。また、標高 50m、-50m、-150m の解析比抵抗平面図を図 80、解析分極率平面図を図 81 に示した。OA 地区では基線 OA0 付近の北西側には高比抵抗が分布し、南東側には低比抵抗が分布する。深部になるにつれて比抵抗は低くなる傾向がある。Bou Mous 鉱徴地周辺では、東西方向を示唆する比抵抗分布が多くなっている。

OA 地区南西部の Bou Mous 鉱徴地付近の OA0-30~80 付近には、基線 OA0 に沿って 5mV/V 以上の分極率異常が北東-南東方向に延びている。深部ではこの 5mV/V 以上の分極率異常の範囲がさらに広がり、基線 OA0 の南西端にまで達している。

(b) OB 地区

OB 地区で IP 法を適用した各測線の解析比抵抗断面図を図 82、解析分極率断面図を図 83 に示す。また、標高 50m、-50m、-150m の解析比抵抗平面図を図 84、解析分極率平面図を図 85 に示した。

OB 地区中央部には大きな高比抵抗異常があり、深部では東部の Dar Chebka 鉱徴地付近まで広がっている。基線 OB0 の南西端、測線 OB2 及び OB5 の南東端には $30\Omega\text{m}$ 以下の低比抵抗異常がある。基線 OB0 に沿って、 $10\Omega\text{m}$ 以下の小さな低比抵抗異常が点在し、深部では北東-南西方向にのびる大きな低比抵抗異常になっている。

Dar Chebka 鉱徴地北側の浅部には 5mV/V 以上の弱い分極率異常がある。深部になるに従いこの異常は基線 OB0 北東端まで広がる大きな異常になっている。Dar Chebka 鉱徴地の北西側では 7mV/V 以上の分極率を示している。

(c) OC・OD 地区

OC・OD 地区で IP 法を適用した各測線の解析比抵抗断面図を図 86、解析分極率断面図を図 87 に示す。また、標高 50m、-50m、-150m の解析比抵抗平面図を図 88、解析分極率平面図を図 89 に示した。

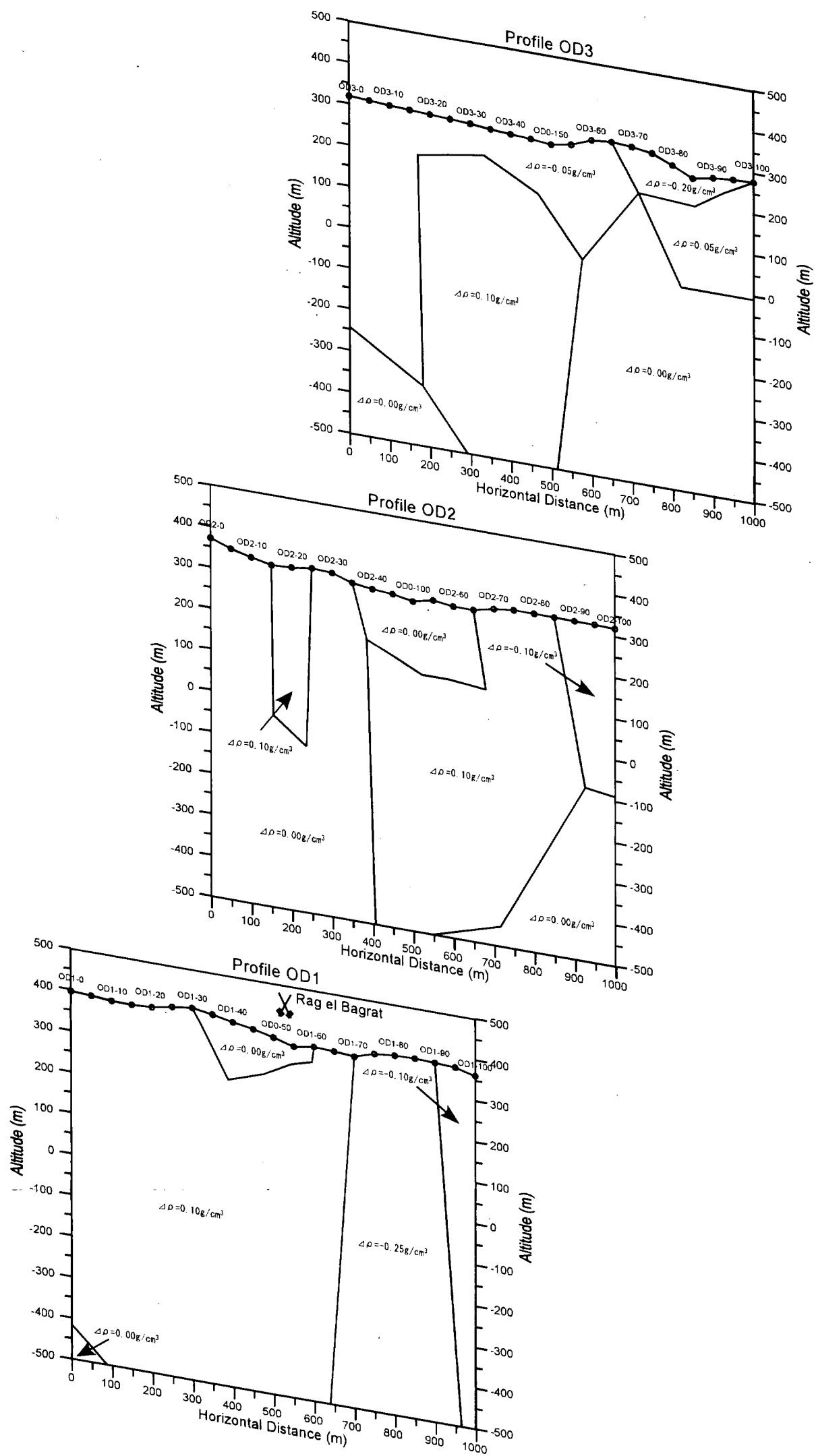


図 77 ウェド・ジェブスOD地区重力断面解析パネル図

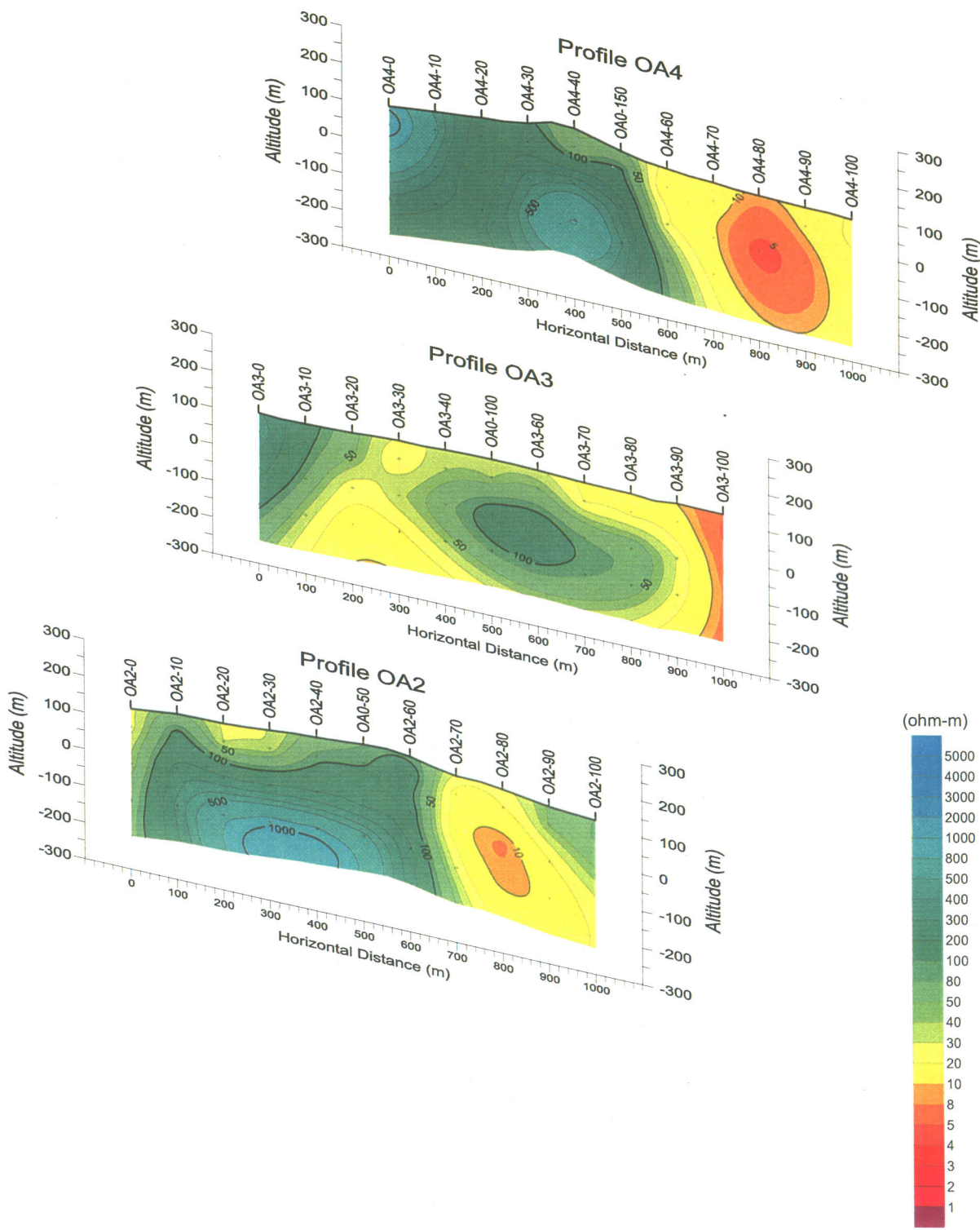


図 78 ウェド・ジェブス OA 地区 IP 法解析比抵抗断面パネル図

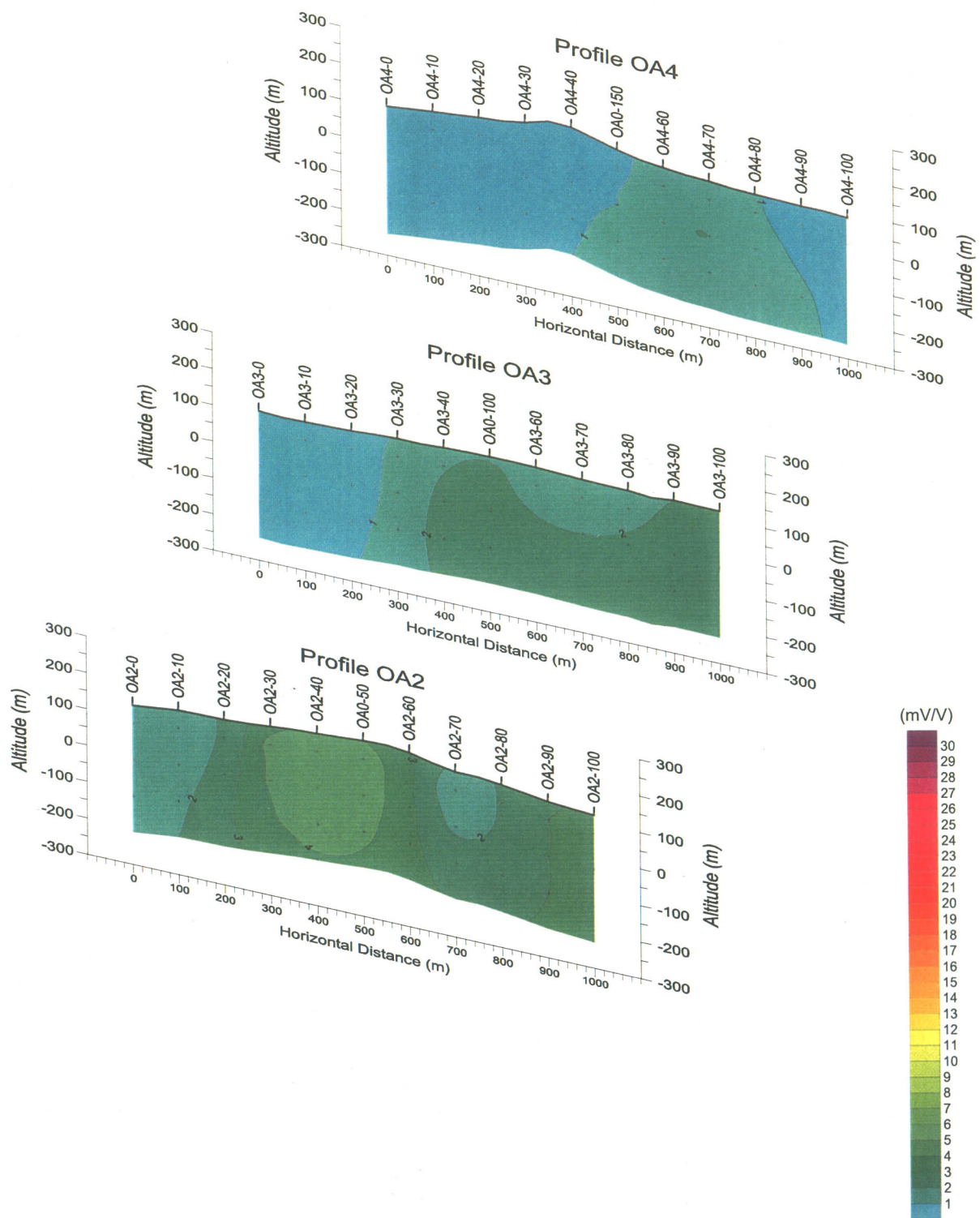
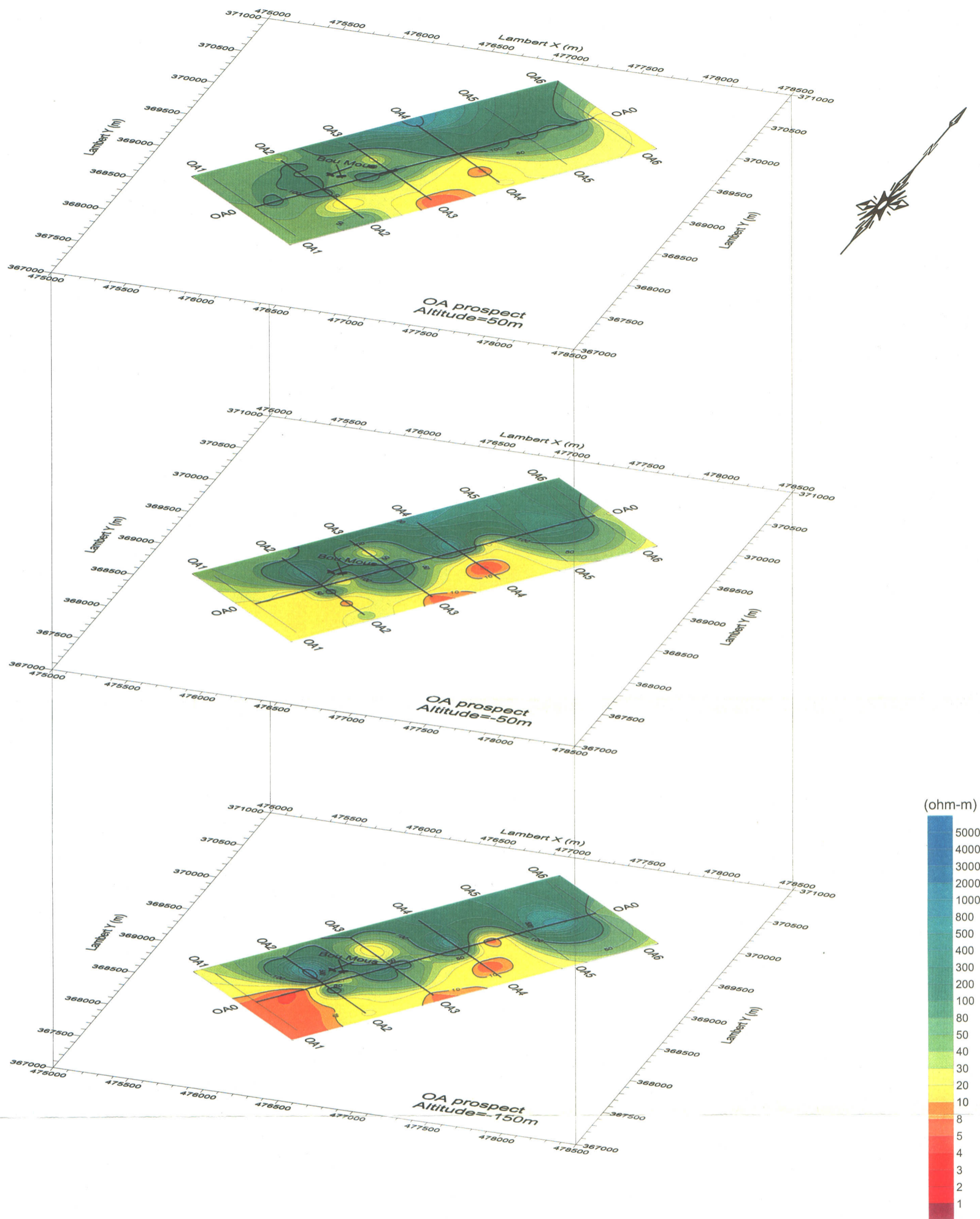


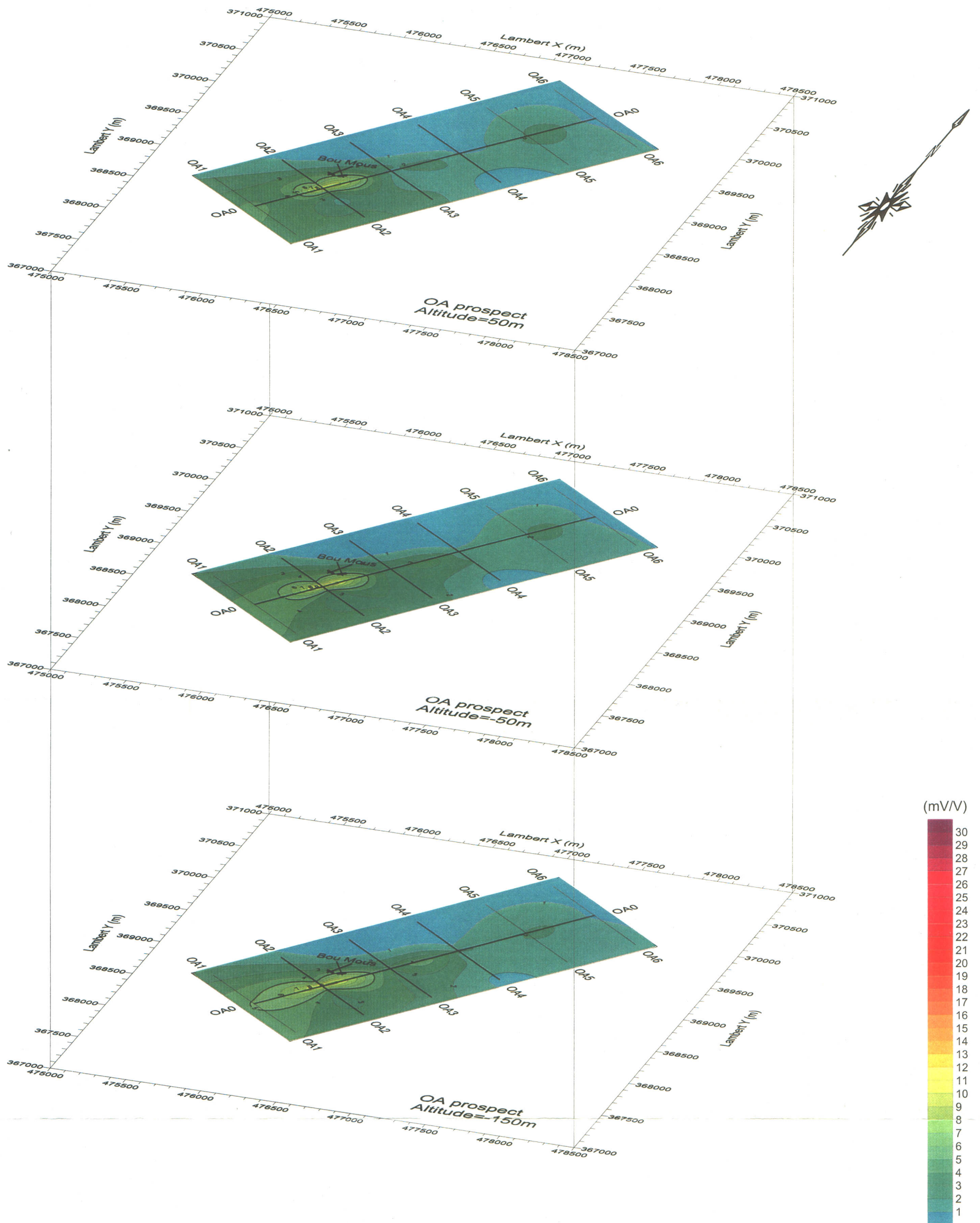
図 79 ウェド・ジェプス OA 地区 IP 法解析分極率断面パネル図



Legend

- Profiles for IP and Gravity survey
- Profiles for Gravity survey
- ⌵ Ancient Works

图 80 ウェド・ジェブス OA 地区 IP 法解析比抵抗平面パネル図



Legend

- Profiles for IP and Gravity survey
- Profiles for Gravity survey
- ⌵ Ancient Works

図81 ウェド・ジェブス OA 地区 IP 法解析分極率平面パネル図

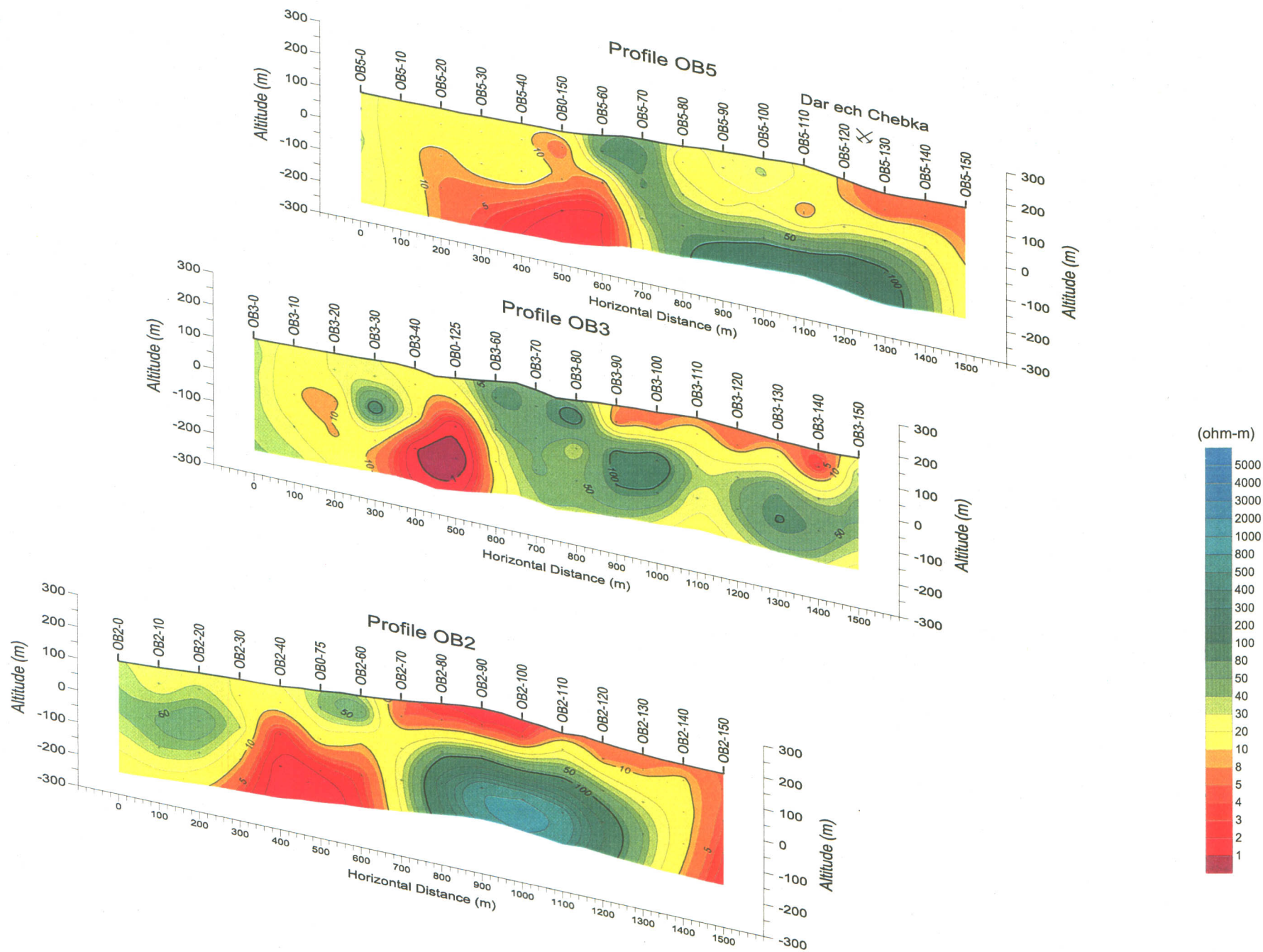


图 82 ウェド・ジェブス OB 地区 IP 法解析比抵抗断面パネル図

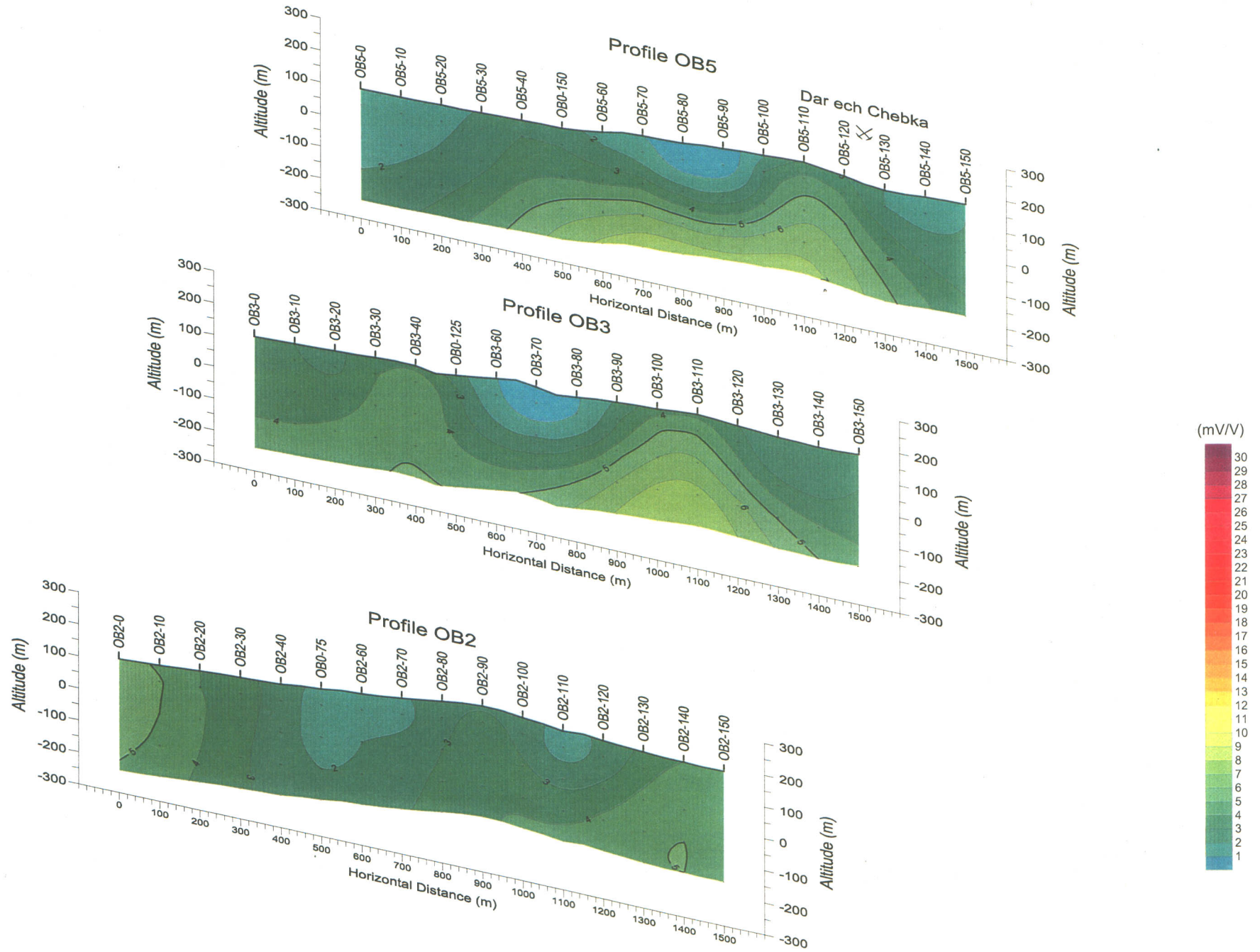
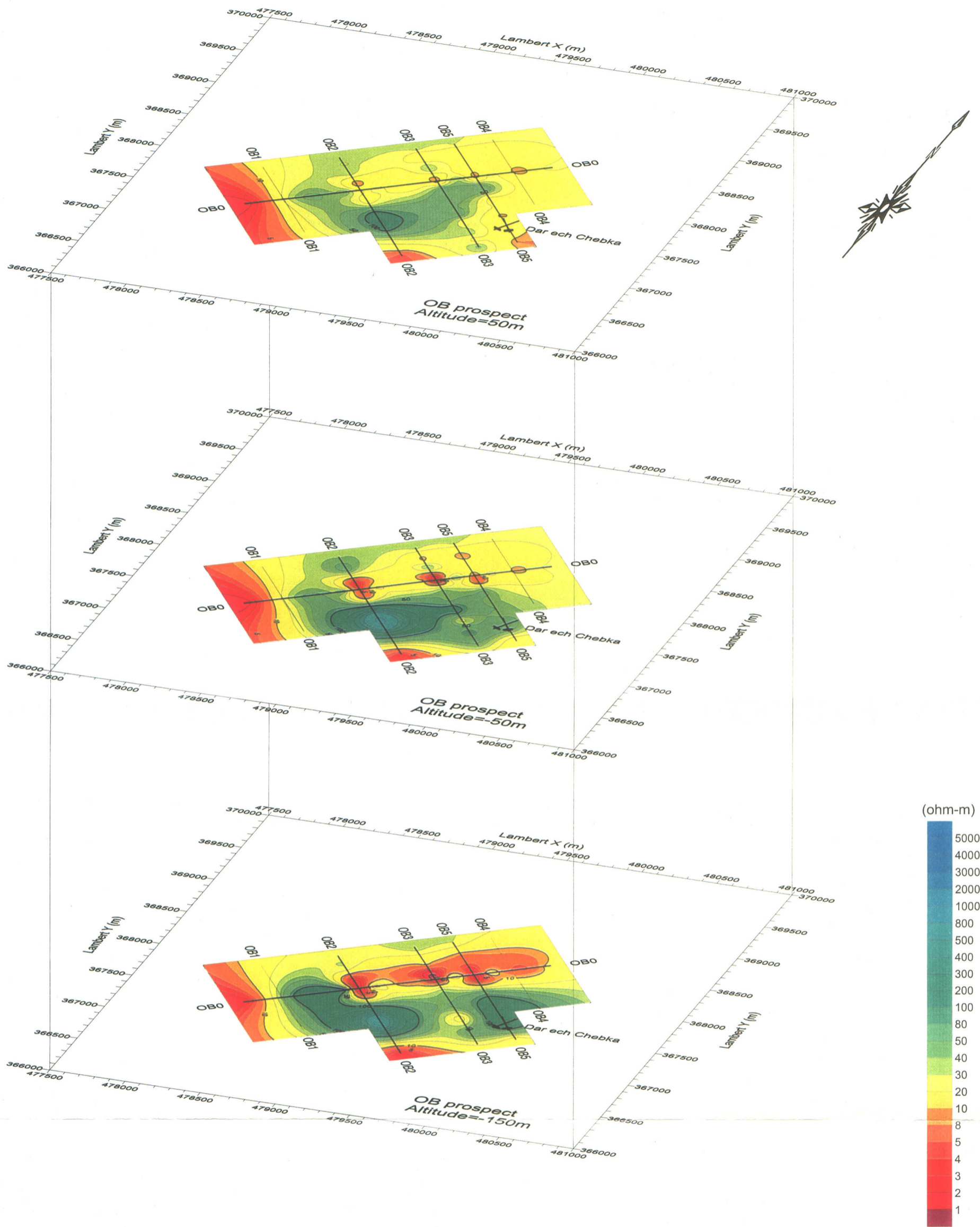


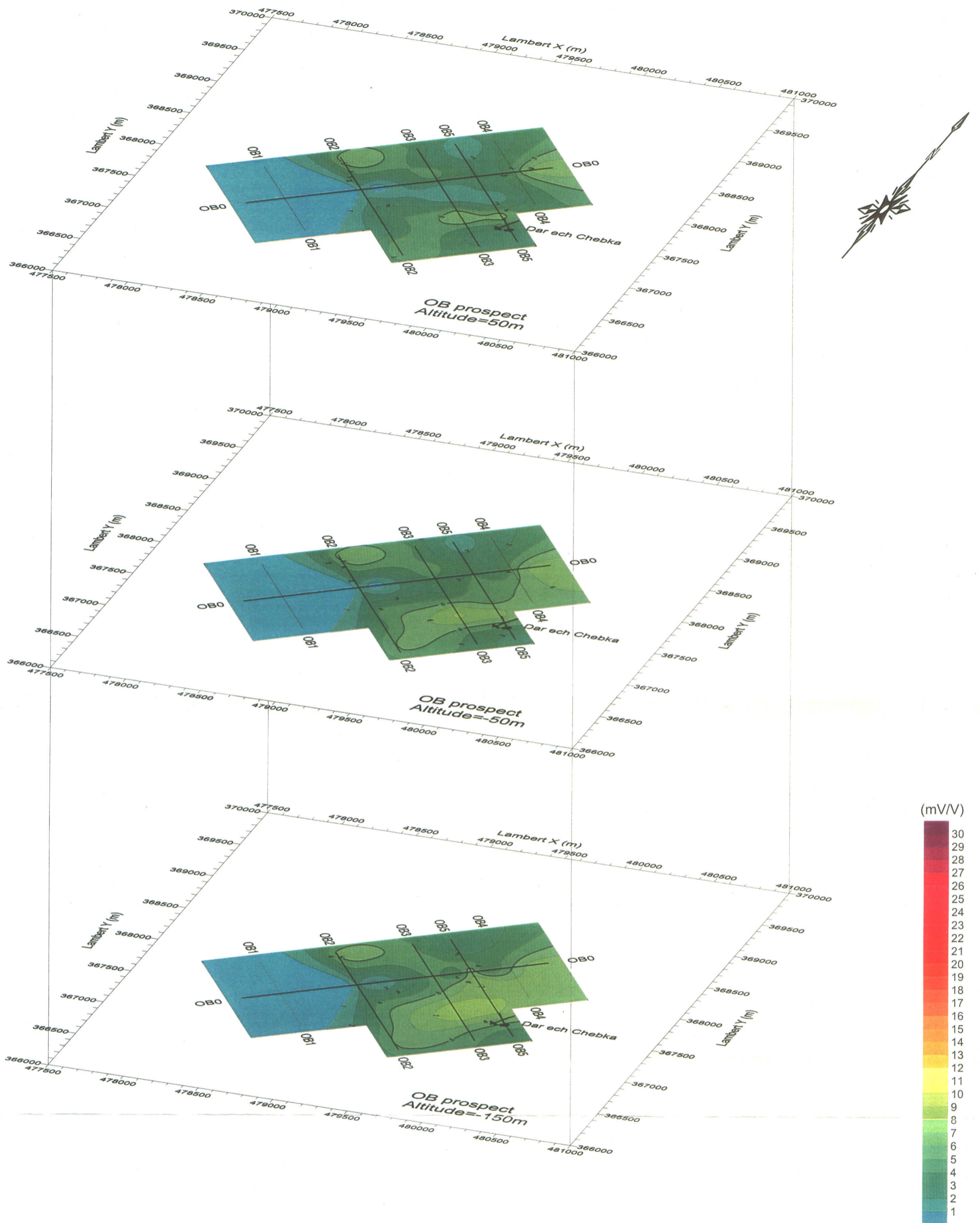
図 83 ウェド・ジェブス OB 地区 IP 法解析分極率断面パネル図



Legend

- Profiles for IP and Gravity survey
- Profiles for Gravity survey
- ⌵ Ancient Works

图 84 ウェド・ジェブス OB 地区 IP 法解析比抵抗平面パネル図



Legend

- Profiles for IP and Gravity survey
- Profiles for Gravity survey
- ⌵ Ancient Works

图 85 ウェド・ジェブス OB 地区 IP 法解析分極率平面パネル図

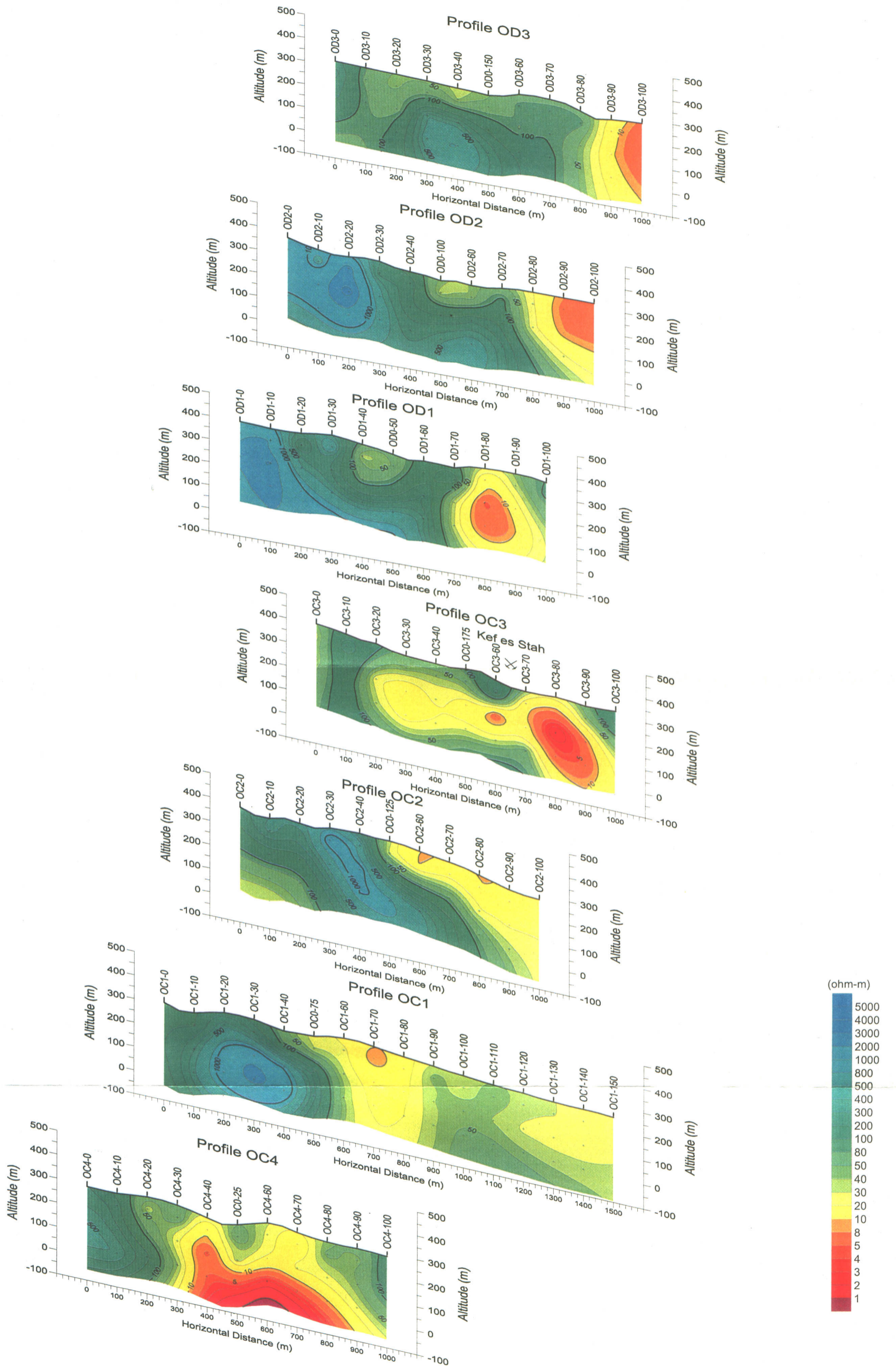


图 86 ウェド・ジェブス OC・OD 地区 IP 法解析比抵抗断面パネル図

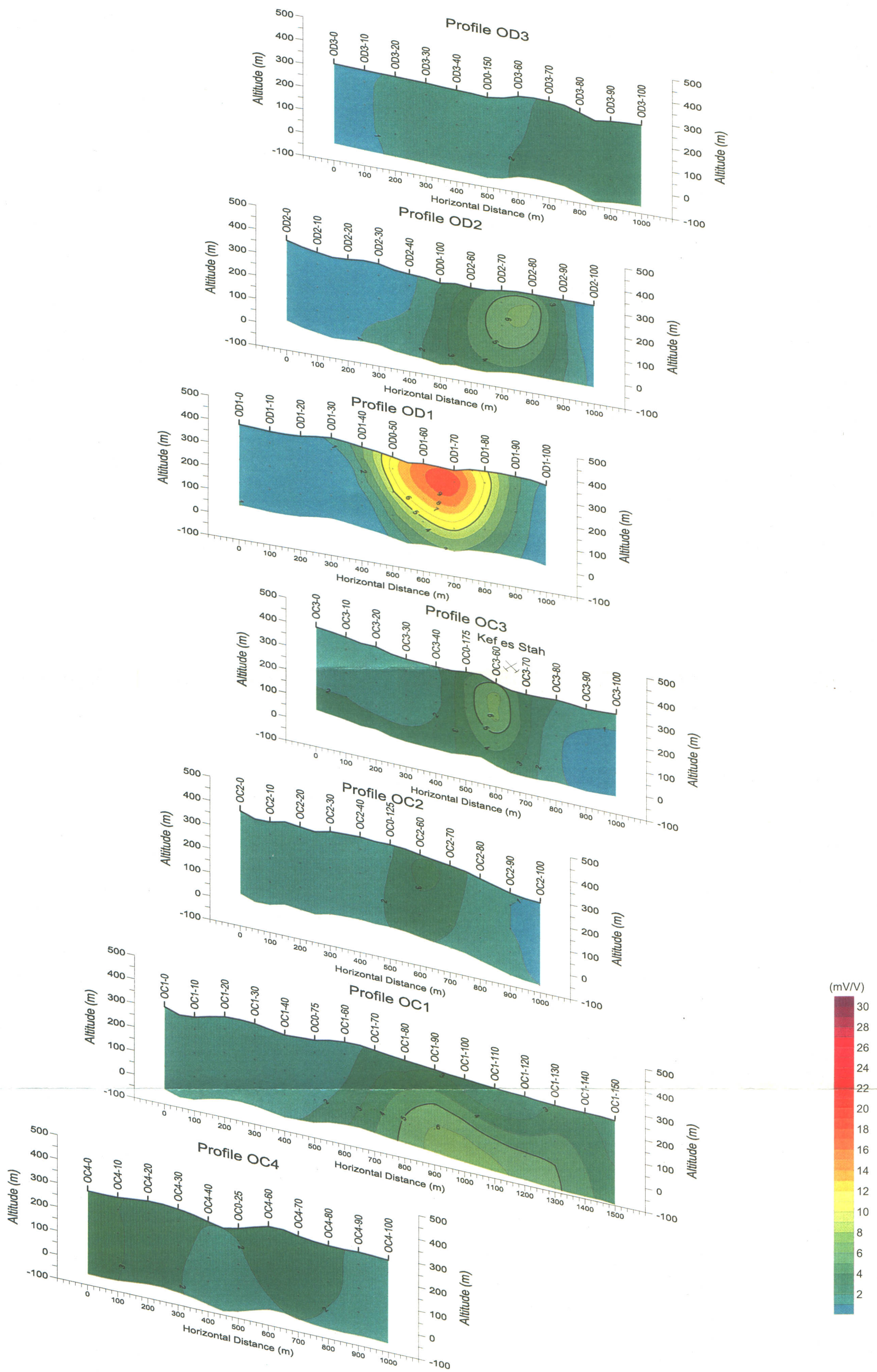
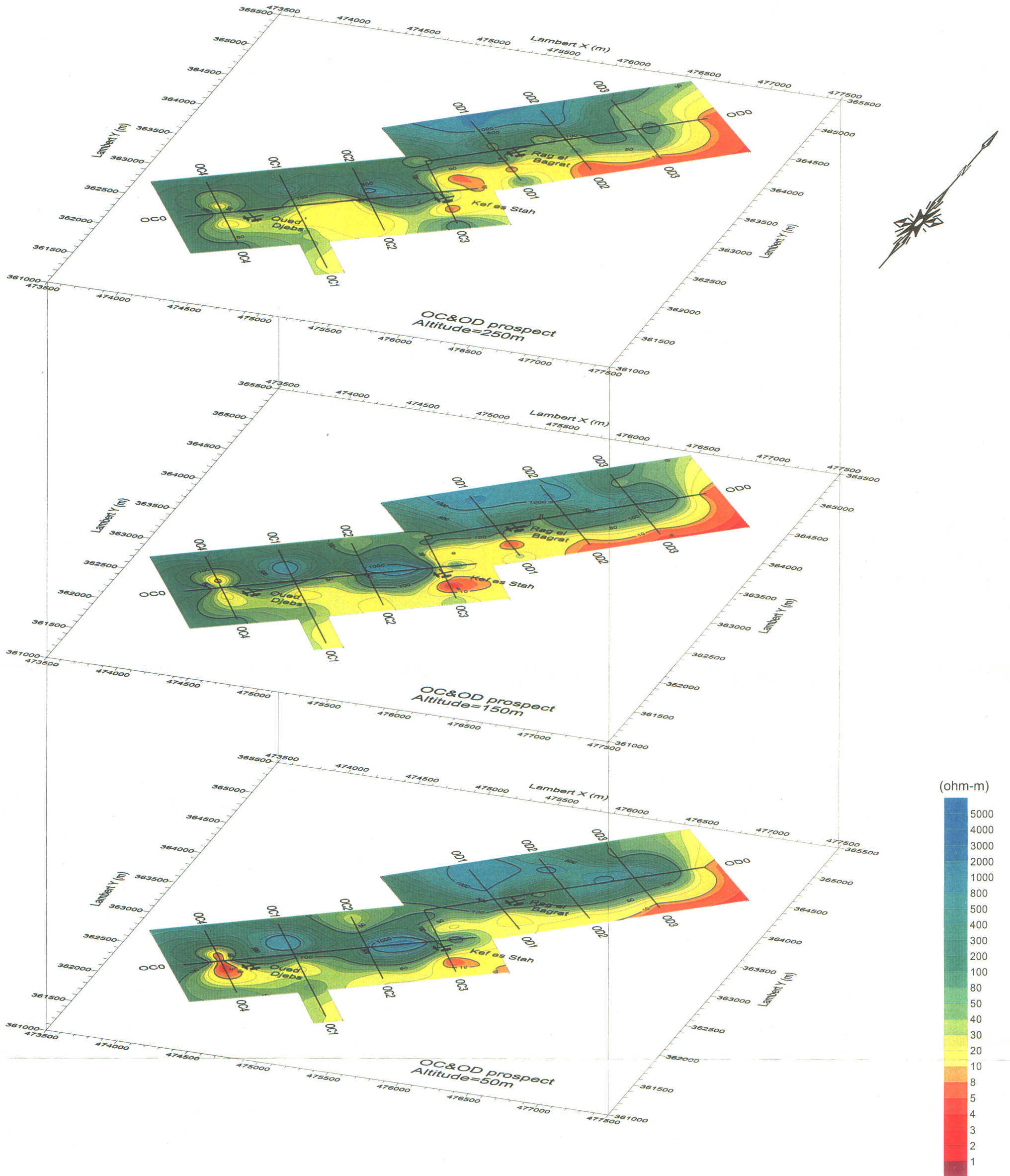


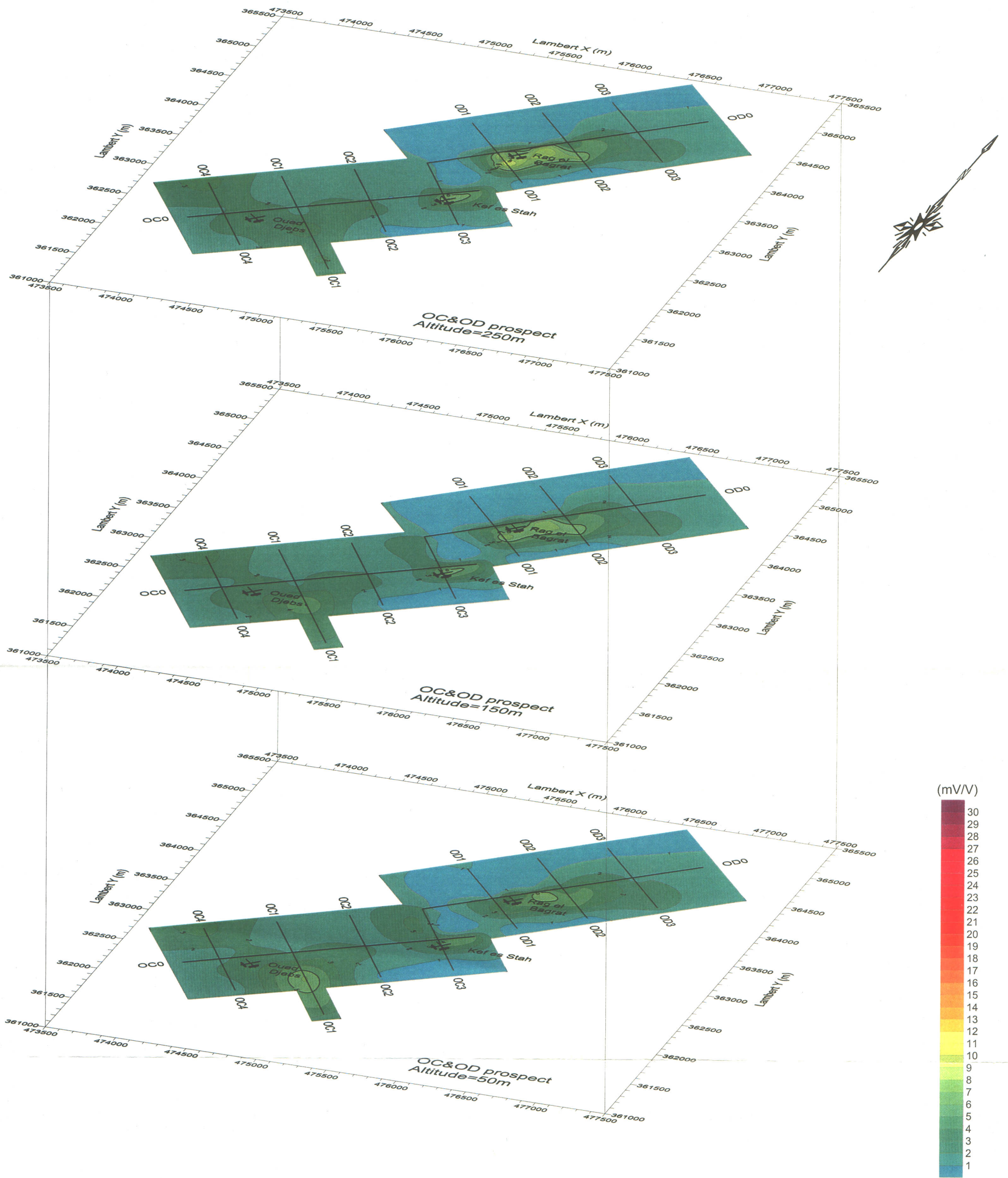
図 87 ウェド・ジェブス OC・OD 地区 IP 法解析分極率断面パネル図



Legend

- Profiles for IP and Gravity survey
- ⌵ Ancient Works

図 88 ウェド・ジェブス OC・OD 地区 IP 法解析比抵抗平面パネル図



Legend

- Profiles for IP and Gravity survey
- ⌵ Ancient Works



图 89 ウェド・ジェブス OC・OD 地区 IP 法解析分極率平面パネル図

基線 OC0, 測線 OC3 及び基線 OD0 より北西側は $100\Omega\text{m}$ 以上の高比抵抗が広く分布し, 三畳系の分布域に対応する。この高比抵抗は深部になるに従って, 比抵抗がさらに高くなるとともに, 南東側へ広がる傾向を示す。高比抵抗分布域の南縁に沿って, 低比抵抗異常が OD 地区北東端から OC 地区南西部まで断続的に続いている。Oued Jebes, Kef Lasfar 及び Rag el Bagrat の3つの鉱徴地はいずれも高比抵抗分布域と低比抵抗異常の境界部に位置する。

OD 地区中央部の Rag el Bagrat 鉱徴地付近では, 浅部に北西-南東方向に延びる 5mV/V 以上の分極率異常がある。OC 地区と OD 地区の境界部にある Kef es Lasfar 鉱徴地周辺にも 5mV/V 以上の小さな分極率異常がある。Oued Jebes 鉱徴地付近に分極率異常は認められない。深部では Rag el Bagrat 鉱徴地周辺と Kef Lasfar 鉱徴地周辺に代わって, OC 地区南部の OC1-80~100 付近に 5mV/V 以上の分極率異常が現れている。

(2) 総合解析

(a) OA 地区

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 90 に示した。

基線 OA0 より北西側に広がる $100\Omega\text{m}$ 以上の高比抵抗分布域は, 三畳系の分布と良く対応する。室内試験結果から推定すると, この三畳系の地層にはドロマイトが多く含まれていると考えられる。良く対応しない部分は西北西-東南東系又は東西系の断層周辺であり, 断層に沿って低比抵抗が高比抵抗側へ延びてきている。このことは断層周辺では破碎帯が形成されていることを示唆していると考えられる。

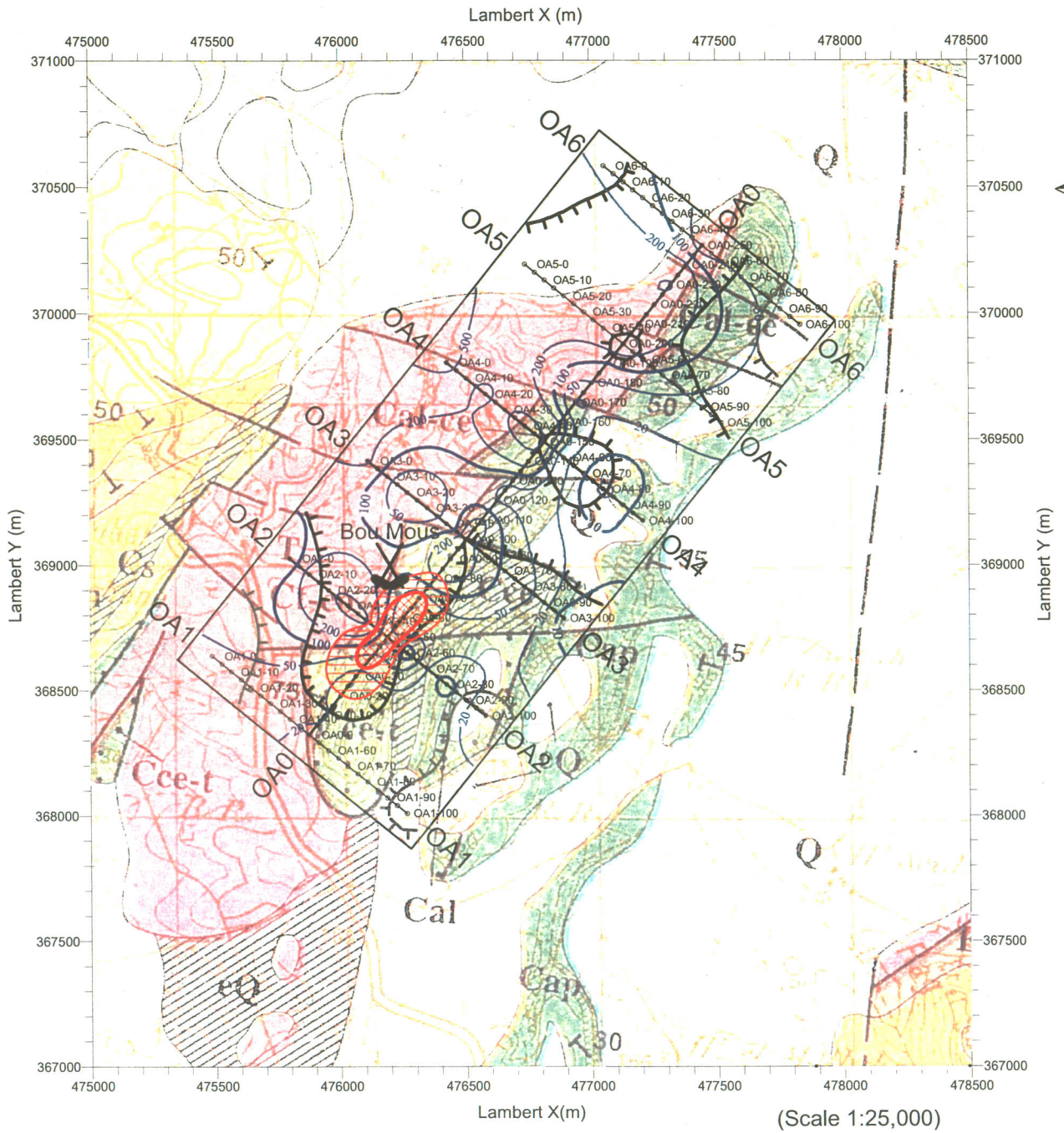
残差重力は -0.05mgal 以下の領域が $100\Omega\text{m}$ 以上の高比抵抗分布域と対応する三畳系の分布に近い。この低残差重力域は中央部の測線 OA3 と OA5 の間は南東側の白亜系へ張り出している。この低残差重力域の張り出し部には西北西-東南東系の断層が並んでいることから, 低比抵抗と同じように断層周辺では破碎帯が形成されていることを示唆するものと考えられる。

分極率異常は OA 地区南西部の Bou Mous 鉱徴地周辺にだけ現れている。この付近は白亜系が分布するものの, 三畳系に対比される低残差重力異常が北側から張り出している。三畳系に対比される $100\Omega\text{m}$ 以上の高比抵抗分布域の南縁部にも相当する。この付近の残差重力や比抵抗のコンターの形状は基線 OA0 と測線 OA2 付近を通る東西系及び北北東-南南西系の断層の影響を受けている。測線 OA3 と OA4 の間にも東西系の断層があり, 標高-150mではこの断層と基線 OA0 が交差する OA0-120 付近に 4mV/V 以上の弱い分極率異常がある。したがって, OA 地区の鉱徴に関連する分極率異常は東西系の断層と関係する可能性がある。

(b) OB 地区

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 91 に示した。

基線 OB0 の北西側を OB0 に沿って北東-南西方向に延びる $10\Omega\text{m}$ 以下の低比抵抗異常の南東縁が三畳系と北西側の白亜系との接触部に良く対応する。この低比抵抗異常は第1年次のブキル地区, 第2年次のバジナ・ケビラ地区及びシリアナ地区で三畳系と白亜系又は第三系との接触部で捉



Legend



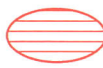

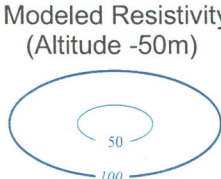



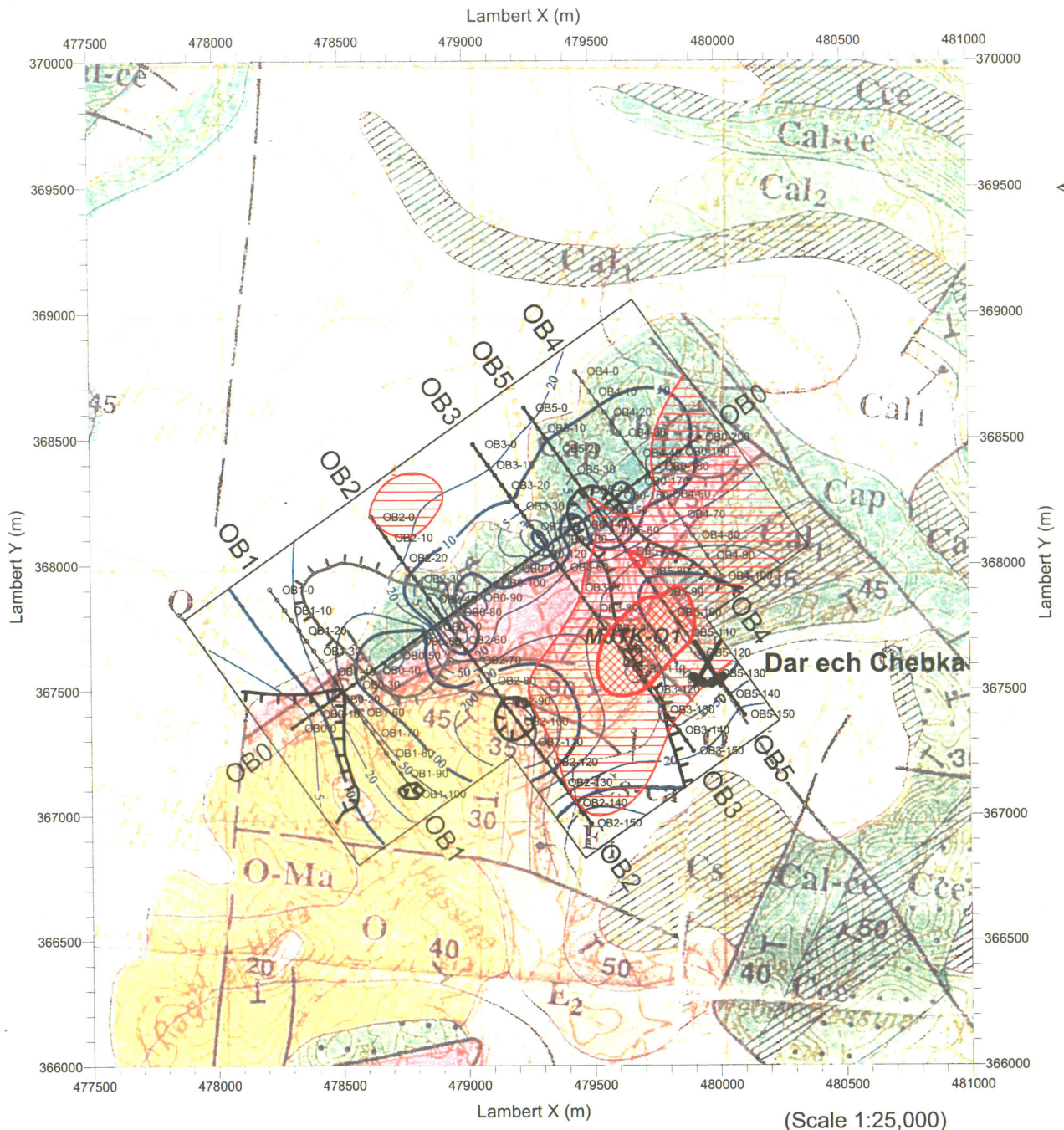
- | | | | |
|---|---|---|------------------------------------|
|  | Modeled Chargeability > 7mV/V
(Altitude -50m) |  | Residual Gravity > 0.5mgal |
|  | Modeled Chargeability > 5mV/V
(Altitude -50m) |  | Residual Gravity < -0.05mgal |
|  | Modeled Resistivity
(Altitude -50m)
(Unit : Ωm) |  | Profiles for IP and Gravity survey |
| | |  | Profiles for Gravity survey |
| | |  | Ancient Works |

図 90 ウェド・ジェブス OA 地区物理探査総合解析図



Legend



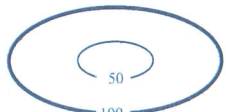







-  Modeled Chargeability > 7mV/V (Altitude -150m)
-  Modeled Chargeability > 5mV/V (Altitude -150m)
-  Modeled Resistivity (Altitude -150m) (Unit : Ωm)
-  Residual Gravity > 0.5mgal
-  Residual Gravity < -0.05mgal
-  Profiles for IP and Gravity survey
-  Profiles for Gravity survey
-  Stations
-  Ancient Works
-  Diamond Drill-Hole

図91 ウェド・ジェブス OB 地区物理探査総合解析図

えられた低比抵抗異常と同じような地質であると考えられる。シリアナ地区で実施したボーリング MJTK-A1 孔内から採取した水が 98mS/cm という海水の 3 倍の導電率であったことから、これらの低比抵抗層は高導電率の間隙水で満たされていると考えられる。三畳系の南側に分布する第三系は高比抵抗を示している。Dar Chebka 鉱徴地は高比抵抗異常の南縁部に位置する。

OB 地区では、比抵抗分布と同様に残差重力と地質との直接的な関係は認められない。第三系の分布する OB 地区南東部では、OA2-100 付近や OB5-100 付近のように低残差重力が高比抵抗異常に対応する。測線 OB5 に沿って北西に延びる -0.05mgal 以下の低残差重力異常は第三系中にある北西-南東方向の 2 本の断層と対応している。Dar Chebka 鉱徴地はこの低残差重力異常中にある。

5mV/V 以上の弱い分極率異常は OB 地区南東部の Dar Chebka 鉱徴地周辺から基線 OB0 北東端付近まで広がっている。測線 OA4 の IP 法探査は実施していないので北東側の分極率異常の広がりについて今後検討が期待される。この異常はその異常の中心の 7mV/V 以上の分極率異常は Dar Chebka 鉱徴地の北西側に現れており、断層に挟まれた低残差重力異常に関連があると考えられる。測定線 OB2 の北西端付近にも 5mV/V 以上の弱い分極率異常があるが、この付近は第四系に覆われているため、有意な異常かどうかについて現在は断言できない。

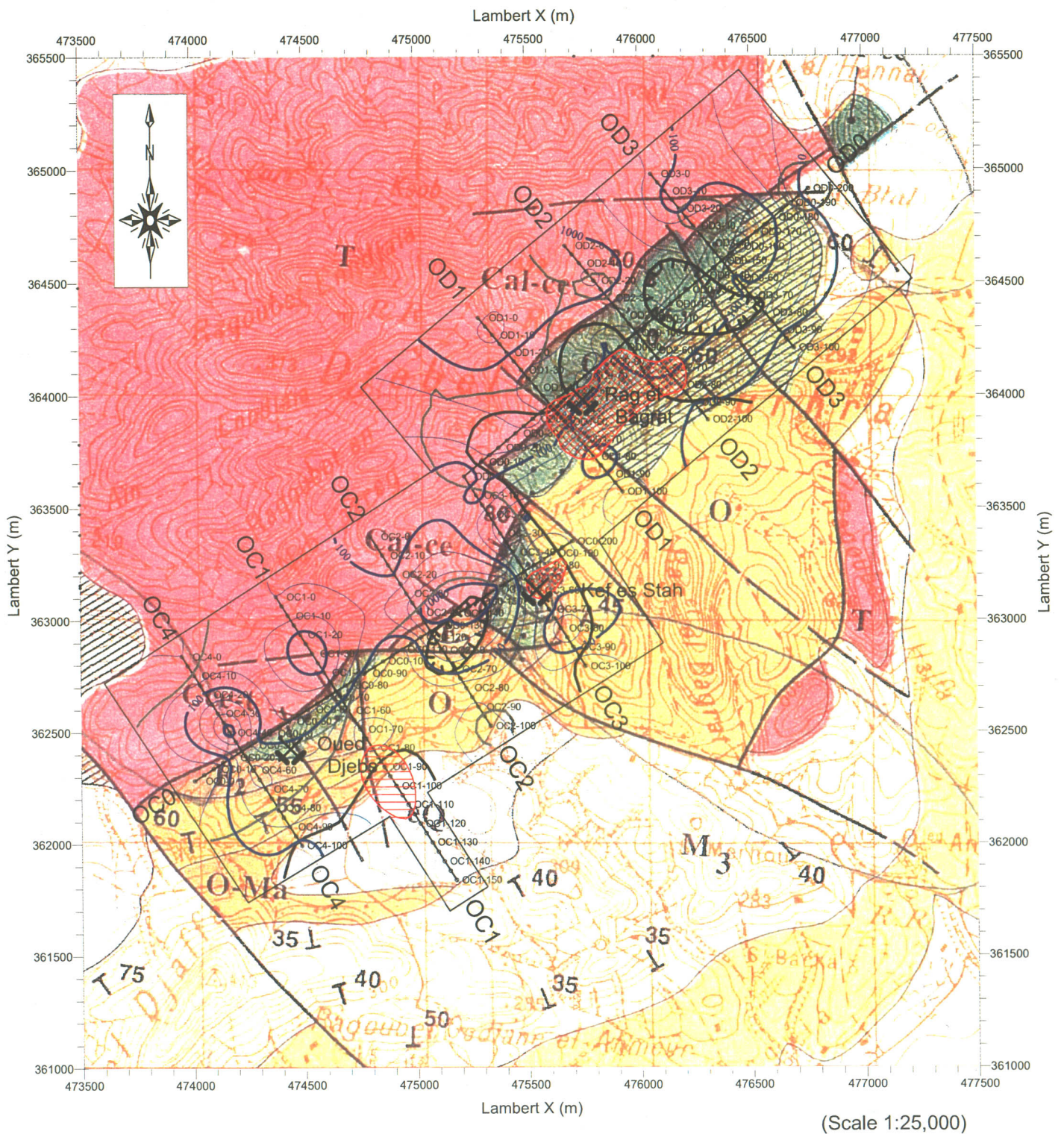
(c) OC・OD 地区

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 92 に示した。

OA 地区同様、基線 OC0、測線 OC3 及び基線 OD0 より北西側に広がる 100 Ωm 以上の高比抵抗分布域は三畳系の分布と良く対応する。高比抵抗の原因は三畳系にドロマイトが多く含まれていると考えられる。北東部の OD 地区ではこの高比抵抗部が南東側の白亜系分布域まで張り出していることから推定すると、第三系の下に白亜系が分布している可能性もある。この高比抵抗分布から、OC 地区と OD 地区の境界部にある北西-南東系の断層によって大きくズレていることがわかる。この断層の北東側は破碎帯を示唆するような低比抵抗異常となっている。Oued Jebb, Kef Lasfar 及び Rag el Bagrat の各鉱徴地は高比抵抗分布域の南東縁部に位置する。

残差重力では OA 地区とは逆に 0.5mgal 以上の領域が 100 Ωm 以上の高比抵抗分布域と対応する三畳系の分布に近い。断層周辺では、低残差重力異常を示しているところが多い。OC 地区と OD 地区の境界部にある北西-南東系の断層の北東側では Rag el Bagrat 鉱徴地周辺で、OB 地区の Dar Chebka 鉱徴地付近のように、南東から北西へ延びる -0.05mgal 以下の低残差重力異常がある。この低残差重力異常は低比抵抗異常にも良く対応することから、断層によって生じた亀裂帯を示唆していると考えられる。OD0-120 付近や OC2-60 付近の 0.05mgal 以下の低残差重力異常の近傍にも断層があり、これらも断層による亀裂帯であると思われる。あまり明瞭ではないが、南部の OC0-90 付近と OC2-70 付近を通る南北系の断層の東側は低残差重力、低比抵抗を示す傾向がある。

5mV/V 以上の分極率異常は Rag el Bagrat 鉱徴地周辺と Kef Lasfar 鉱徴地周辺の浅部と OD1-100



(Scale 1:25,000)

Legend





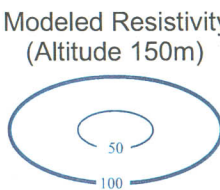



- | | | | |
|---|---|---|------------------------------------|
|  | Modeled Chargeability > 5mV/V
(Altitude 250m) |  | Residual Gravity > 0.5mgal |
|  | Modeled Chargeability > 5mV/V
(Altitude 50m) |  | Residual Gravity < -0.05mgal |
|  | Modeled Resistivity
(Altitude 150m)
(Unit : Ωm) |  | Profiles for IP and Gravity survey |
| | |  | Profiles for Gravity survey |
| | |  | Ancient Works |

図 92 ウェド・ジェブス OC・OD 地区物理探査総合解析図

付近の深部にだけ現れている。Rag el Bagrat 鉱徴地周辺の浅部と OD1-100 付近の深部の分極率異常は低比抵抗、低残差重力の内部に位置し、断層周辺の亀裂帯と関連していることを示唆している。Kef Lasfar 鉱徴地周辺では、比抵抗も残差重力も急激に変化している部分に小さな分極率異常が位置する。ウェド・ジェブス地区最大の鉱徴地である Oued Jebes 鉱徴地周辺には、分極率異常が認められないことから、この鉱徴の深部への広がりには期待できない。

7.2.4 室内試験

本地域及びその周辺で採取した 21 個の岩石試料について密度測定を行った結果、強制湿潤密度は $2.24\sim 3.57\text{g/cm}^3$ の範囲にあり、平均値 2.67g/cm^3 は重力測定で評価して決定した補正密度 2.4g/cm^3 よりかなり大きい。 $2.65\sim 3.57\text{g/cm}^3$ の範囲にある鉱化を受けた試料と、 $2.71\sim 3.10\text{g/cm}^3$ の値の三畳系ドロマイトが高密度を示す。その他の試料は 2.50g/cm^3 以下を示す 2 試料を除くと、ほぼ $2.60\sim 2.70\text{g/cm}^3$ の範囲の密度である。

密度測定を行った岩石試料 21 個について IP 測定を行った結果、比抵抗は $58\sim 14,086\Omega\text{m}$ の範囲にあり、平均値は約 $2,460\Omega\text{m}$ である。

分極率は地質区分ではなく、鉱化を受けたかどうかで区分できる。鉱化を受けていない試料では $0.4\sim 9.6\text{mV/V}$ の低い値を示す。一方、鉱化を受けた試料はセレスタイトを除く 2 試料とも 10mV/V 以上の高分極率を示している。

3.10g/cm^3 以上の高密度を示す 2 試料を除くと、比抵抗が高い試料ほど密度が大きくなる傾向が見られる。比抵抗と分極率の関係において相関は認められない。

7.3 ボーリング調査

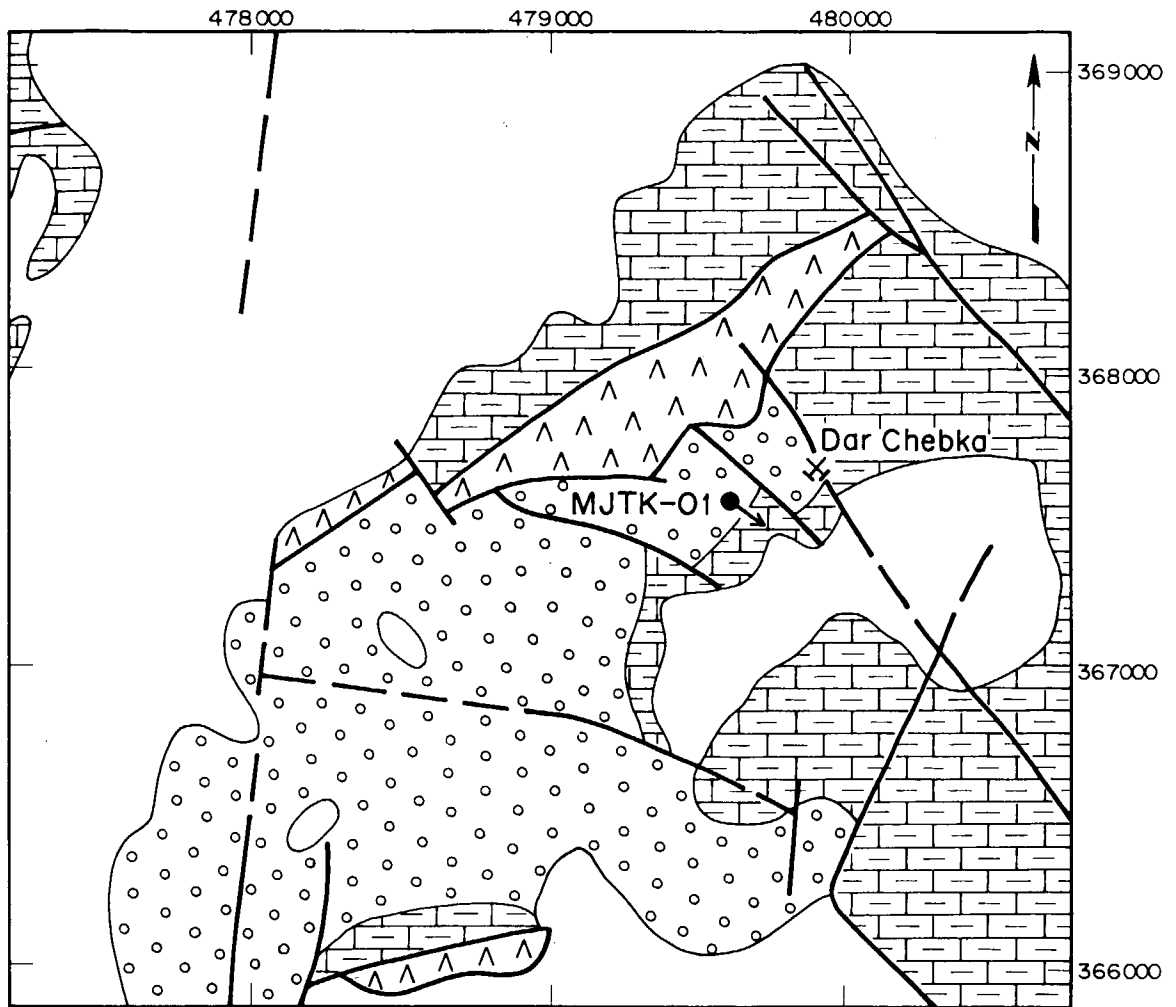
7.3.1 調査概要

ウェド・ジェブス地区のボーリング位置を地質概略と共に図 93 に示す。本地区は図 93 に示したように、ダイアピルを構成する三畳系、石灰岩、マール、泥岩などからなる白亜系、泥質石灰岩、マール、砂岩、泥岩を主とした第三系(始新統、漸新統～中新統、中新統～鮮新統)及び第四系からなる。本地区には白亜系中に Jebel Bou Mouss, Dar Chebka, Kef Lasfar 及び Oued Jebes の 4 箇所 の鉱徴地が知られている。

7.3.2 調査結果

本地区では、物理探査によって抽出された分極率異常の確認を目的として、物理探査測線 OB3 上で、MJTK-01 孔のボーリングを実施した。本孔のボーリング柱状図を附図 11 に、ボーリング地質断面図を図 94 示す。

本孔の地質は白亜系及び第三系からなる。白亜系は深度 $0.70\sim 72.70\text{m}$ 及び深度 $81.45\sim 352.60\text{m}$ の区間にみられ、Albian 期～Turonian 期の石灰岩及びマールからなる。第三系は深度 $72.70\sim 81.45$



LEGEND

Scale 1: 25,000

Quaternary		Gravel, Sand, Clay	0 1000m
Tertiary		Limestone, Marl, Sandstone, Mudstone	
Cretaceous		Limestone, Marl	
Triassic		Diapir	● Diamond drill-hole
		Fault	✕ Mineral occurrence

図 93 ポーリング位置図 (ウェド・ジェブス地区)

mの区間にみられ、砂岩石灰岩互層、礫岩などからなる。

鋳化作用は深度 82.50-88.70m間に認められ、方解石-(黄鉄鋳)細脈に微量の方鉛鋳を伴う。そのほか、深度 272.80-276.30m間には裂隙を充填した少量の方鉛鋳が見られるが、まとまった鉛亜鉛鋳化作用は認められなかった。

本孔では深度 220m以深に弱い分極率異常が見られる。深度 220m以深には多量の黄鉄鋳を伴う泥質な石灰岩が分布する。したがって、測線 OB3 で確認された分極率異常は黄鉄鋳を反映したものと考えられる。

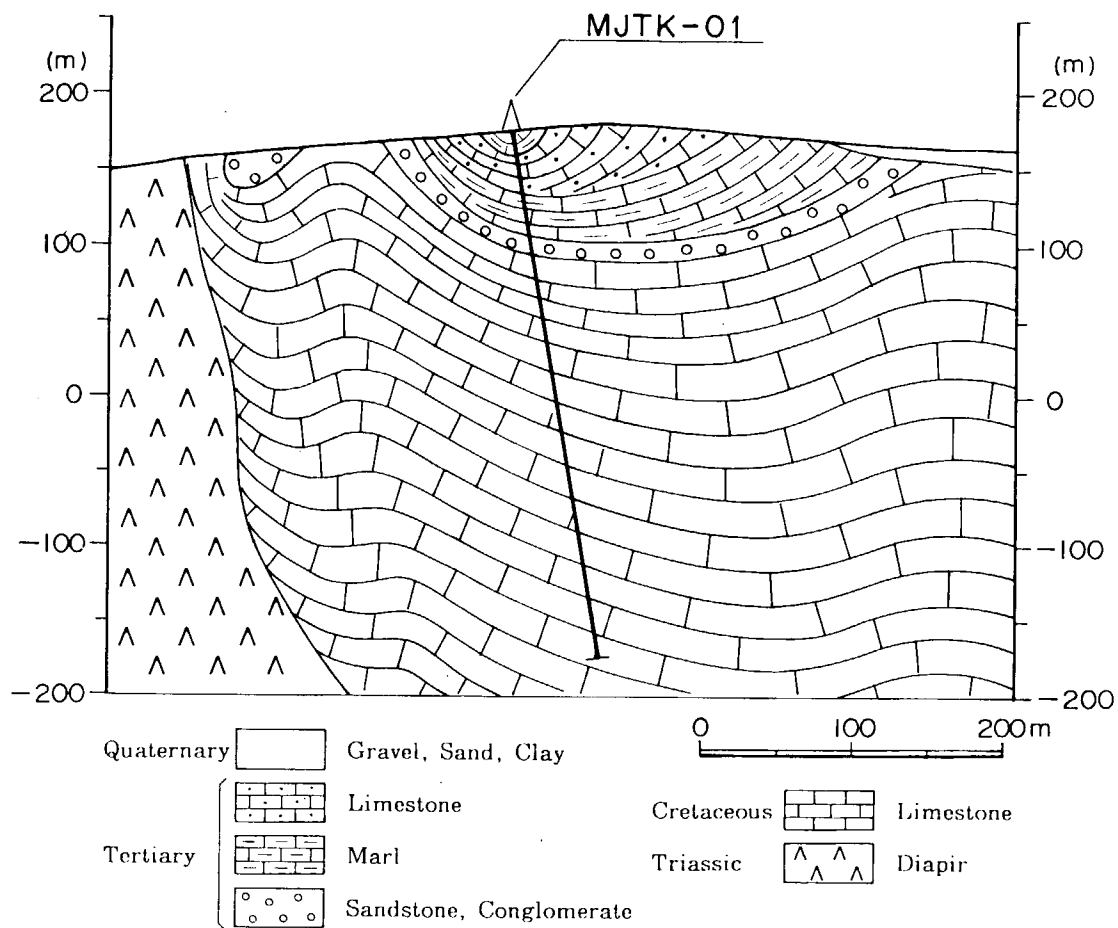


図 94 ボーリング地質断面図 (MJTK-01 孔)