

第 II 部

第Ⅱ部 各 論

第1章 物理探査

1.1 調査概要

クリブ-メジェス・エルバブ地域の北東部に位置するウェド・ジェブス地区の5箇所の鉱徴地で物理探査を実施した。また、第1～第2年次に物理探査を実施したクリブ-メジェス・エルバブ地域南西部のラクワット-アルグブ・アダマ地区でも追加調査の物理探査を実施した。以下に、その結果について述べる。

1.1.1 調査地区

物理探査を適用したウェド・ジェブス地区の位置を図5に、調査範囲、測線・測点位置を図6に示す。ウェド・ジェブス地区は首都テュニスの西南西約60kmに位置し、西部の都市ベージャに向かう国道を利用するとテュニスから車で約1時間である。

ウェド・ジェブス地区には鉱徴地が5箇所ほど知られており、個々の鉱徴地を対象に幅約1km、長さ2～2.5kmの小規模な調査地区を4地区設定した。これらの調査地区をOA、OB、OC及びOD地区と呼ぶこととする。

追加調査を実施したラクワット-アルグブ・アダマ地区の調査範囲及び測線・測点位置を既存の測線・測点位置及びボーリング位置とともに図7に示す。

以下にウェド・ジェブス地区の各地区の概要について述べる。ラクワット-アルグブ・アダマ地区については第1年次の報告書を参考にされたい。

(1) OA 地区

OA地区はクリブ-メジェス・エルバブ地域北東部にある Medjez el Bab の南約3kmに位置する。NE-SW方向に延びる標高100～200mのJebel Bou Mous丘陵の軸に沿って2.5kmの基線を設定し、この基線を中心に幅1kmの調査地区を設定した。基線周辺から北西側数100mは国家によって管理された針葉樹林となっている。それ以外は小麦や野菜の畑作地が広がっている。

Jebel Bou Mousは白亜系石灰岩の丘陵で、北西側斜面に三畳系ダイヤピルが顔を覗かせている。南東側には第三系堆積岩からなる平野部が広がっている。本地区南東部の三畳系と白亜系の境界部にBou Mous鉱徴地があり、旧坑道や地表採掘跡が残されている。

(2) OB 地区

OB地区はOA地区の南東約2kmに位置する。Dar ChebkaからBou Rahalにかけての丘陵部の北西斜面に調査地区を設定した。北西麓を丘陵軸に沿って、長さ2kmの基線を設定し、幅1kmの調査範囲を設定した。地区中央部は南東側の丘陵頂部に向かって500m広げた。植生は丘陵斜面は草や小灌木の草原で、頂部や麓部には小麦の耕作地が広がっている。

丘陵斜面に相当する地区中央部には三畳系ダイヤピルが顔を覗かせており、その北西側では白亜系、南東側では第三系と接している。Dar Chebka鉱徴地は第三系中にあり、小規模に稼行された跡が残っている。

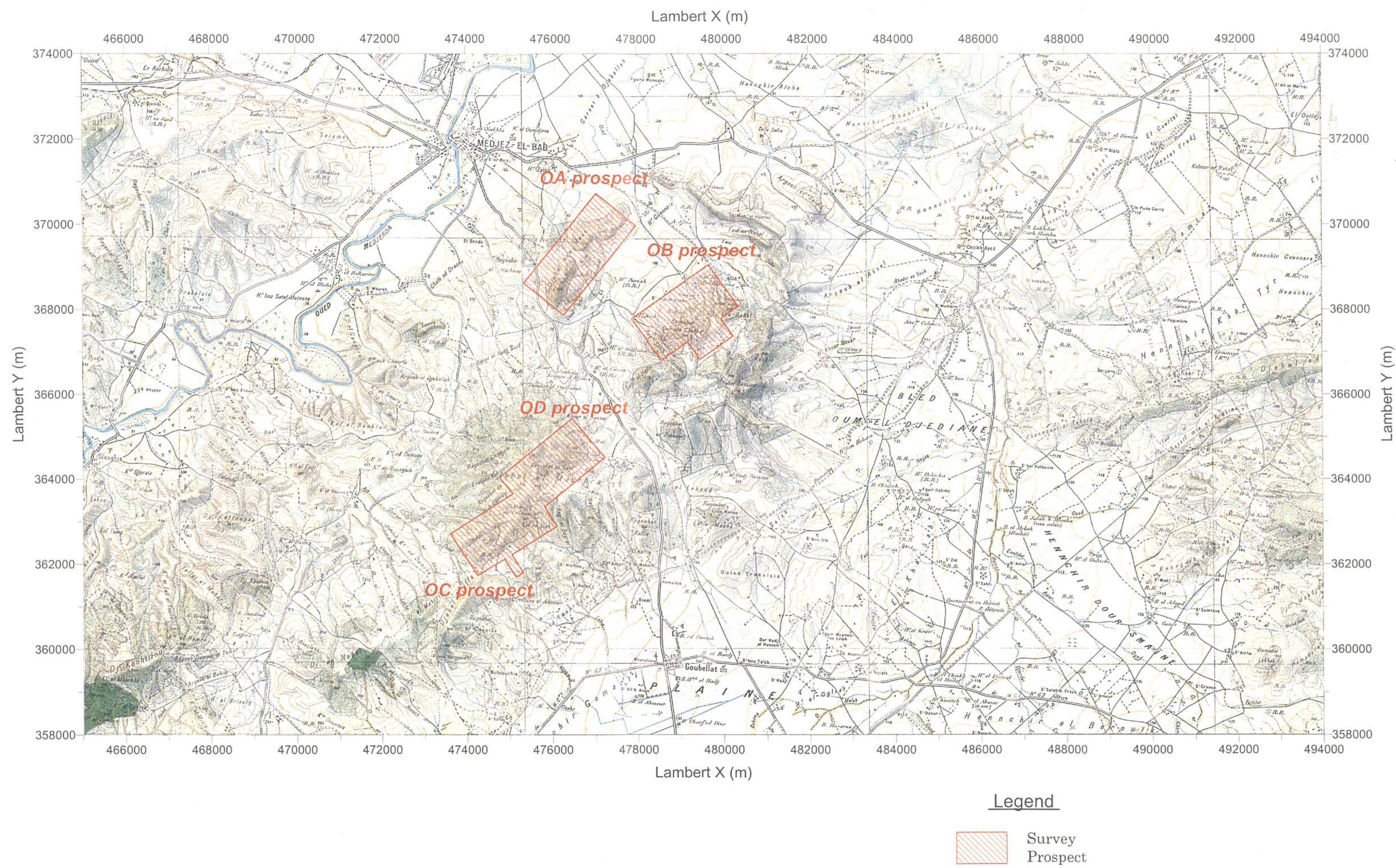
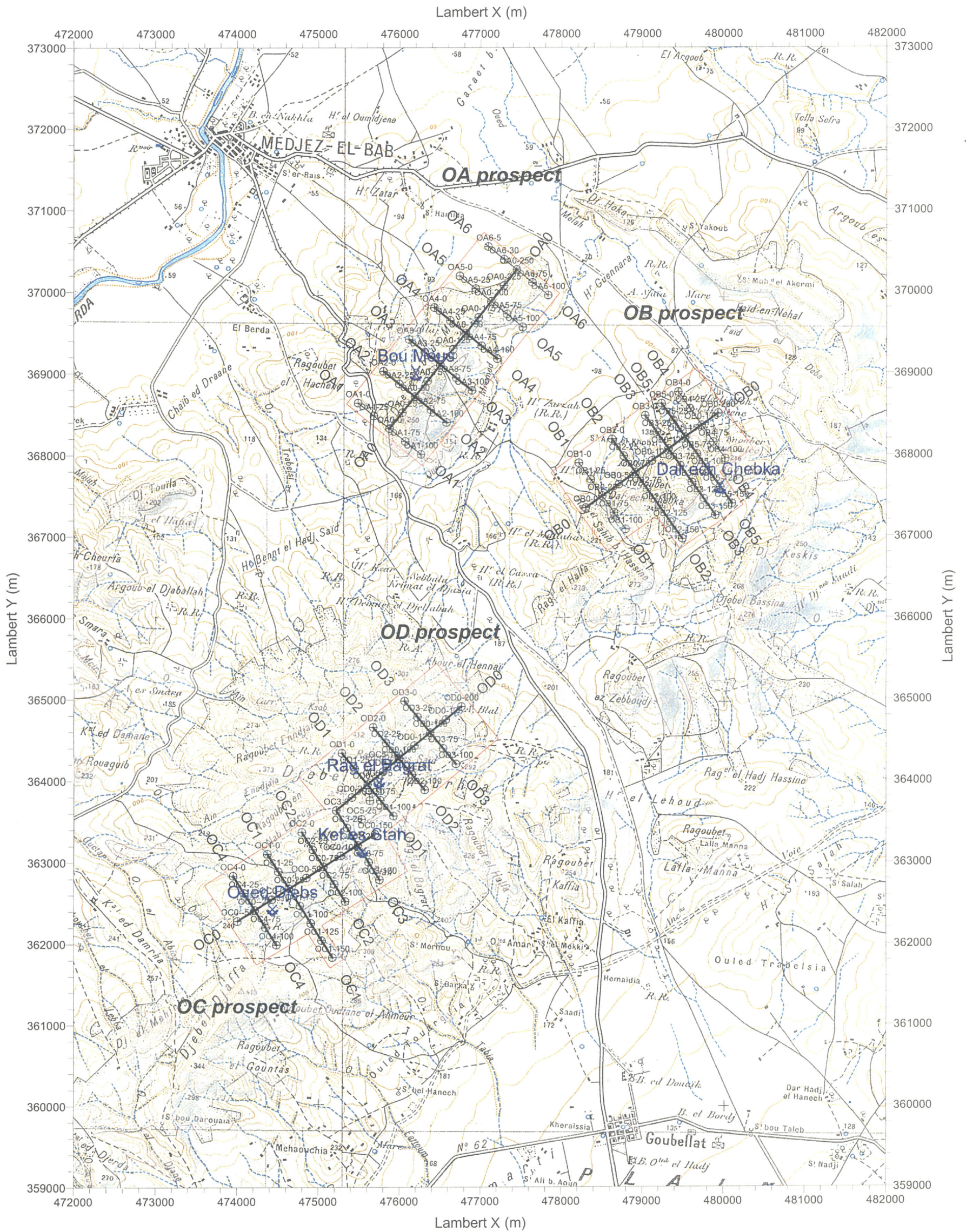


图5 調査地域位置図 (物理探査)



Legend

- Profiles for IP and Gravity survey
- Profiles for Gravity survey
- Stations
- Survey Prospect
- ✕ Ancient Works

图6 測線・測点位置図 (ウェド・ジェブス地区)

(3) OC・OD 地区

OC 地区及び OD 地区は Medjez el Bab と Goubellat を結ぶ道路を挟んで、OB 地区の南西約 4km に位置する Jebel el Mourhra 丘陵の中央部から南東部に設定した。両地区は丘陵中央部の Kef Lasfar を境に隣接している。OC 地区は Jebel el Mourhra 丘陵西部の Oued Jeps 川に沿った長さ 2km の基線を中心に幅 1km の調査範囲を設定した。OD 地区は Jebel el Mourhra 丘陵北東部に長さ 2km、幅 1km の調査範囲を設定した。植生は一部の小麦やオリーブ畑を除くと、国家に管理された針葉樹林が大半である。

Jebel el Mourhra 丘陵は中央部を境に、北西側は三畳系ダイアピルで構成され、南東側は白亜系から第三系へと地質が変化している。

Jebel el Mourhra 丘陵西部の Oued Jeps 川沿いには Oued Jeps 鉱徴地があり、ウエド・ジェブス地区の中では比較的大きな規模の稼行跡がある。また、OC 地区と OD 地区の境界部に当たる Kef Lasfar では小規模に坑道採掘された鉱徴地がある。Kef Lasfar 鉱徴地の北東約 600 m の Rag el Bagrat にも極小規模に坑道採掘した鉱徴地がある。

1.1.2 調査手法・数量

本調査で実施した物理探査は重力法と IP 法である。各地区での測定量は表 4 のとおりである。

両手法とも、調査地を縦断する基線及び基線に直交する測線上で実施した。各地区で設定した測線の一覧を表 5 及び表 6 に示す。

物理探査結果の解釈に資するため、ウエド・ジェブス地区内の露頭から岩石試料 21 個を採取し、密度測定、比抵抗測定及び分極率測定を実施した。

表4 物理探査測定量

物理探査 手法	項目	ウエド・ジェブス地区				ラクワット-アル グブ・アダマ地区	計
		OA地区	OB地区	OC地区	OD地区		
重力法	測点数	35点	35点	27点	20点	6点	123点
IP法	測線長	5.5km	6.5km	5.5km	5km	3.5km	26.0km
	測定数	195点	245点	195点	170点	115点	920点

表5 ウエド・ジェブス地区物理探査測線仕様一覧

Line	Stations	Length (km)	Angle	Crossing to baseline	x(UTM)	y (UTM)	Applied Survey
OA0	51	2.5	N38°E		556359.97	4052133.83	Gravity IP
	(0~250)				557912.53	4054093.16	
OA1	21	1	N52°W	OA0-0	555968.14	4052444.34	Gravity
	(0~100)				556751.84	4051823.31	
OA2	21	1	N52°W	OA0-50	556278.65	4052836.21	Gravity IP
	(0~100)				557062.35	4052215.18	
OA3	21	1	N52°W	OA0-100	556589.16	4053228.07	Gravity IP
	(0~100)				557372.86	4052607.05	
OA4	21	1	N52°W	OA0-150	556899.67	4053619.94	Gravity IP
	(0~100)				557683.37	4052998.91	
OA5	21	1	N52°W	OA0-200	557210.18	4054011.81	Gravity
	(0~100)				557993.89	4053390.78	
OA6	21	1	N52°W	OA0-250	557520.69	4054403.67	Gravity
	(0~100)				558304.4	4053782.65	

表5(つづき) ウェド・ジェブス地区物理探査測線仕様一覧

Line	Stations	Length (km)	Angle	Crossing to baseline	x(UTM)	y (UTM)	Applied Survey
OB0	41	2	N34°E		558793.86	4051181.53	Gravity
	(0~200)				560415.49	4052352.01	IP
OB1	21	1	N56°W	OB0-25	558703.96	4051733.26	Gravity
	(0~100)				559289.18	4050922.43	
OB2	31	1.5	N56°W	OB0-75	559109.36	4052025.87	Gravity
	(0~150)				559987.2	4050809.64	IP
OB3	31	1.5	N56°W	OB0-125	559514.77	4052318.5	Gravity
	(0~150)				560392.61	4051102.26	IP
OB4	21	1	N56°W	OB0-175	559920.17	4052611.11	Gravity
	(0~100)				560505.4	4051800.29	
OB5	31	1.5	N56°W	OB0-150	559717.47	4052464.8	Gravity
	(0~150)				560595.31	4051248.57	IP
OC0	41	1	N36°E		554549.21	4046075.95	Gravity
	(0~200)				556231.38	4047157.61	IP
OC1	21	1	N54°W	OC0-75	554909.61	4046902.11	Gravity
	(0~100)				555720.84	4045640.48	IP
OC2	21	1	N54°W	OC0-125	555330.15	4047172.43	Gravity
	(0~100)				555870.97	4046331.45	IP
OC3	21	1	N54°W	OC0-175	555750.69	4047442.94	Gravity
	(0~100)				556291.52	4046601.86	IP
OC4	21	1	N54°W	OC0-25	554489.07	4046631.79	Gravity
	(0~100)				555029.89	4045790.6	IP
OD0	41	1	N38°E		555750.69	4047442.94	Gravity
	(0~200)				557281.67	4048729.73	IP
OD1	21	1	N52°W	OD0-50	555811.73	4048147.4	Gravity
	(0~100)				556455.15	4047381.89	IP
OD0	21	1	N52°W	OD0-100	556194.47	4048469.1	Gravity
	(0~100)				556837.89	4047703.58	IP
OD1	21	1	N52°W	OD0-150	556577.22	4048790.79	Gravity
	(0~100)				557220.63	4048025.27	IP

表6 ラクワットーアルグブ・アダマ地区物理探査測線仕様一覧

Line	Stations	Length (km)	Angle	Crossing to Base Line	x(UTM)	y (UTM)	Applied Survey
L4	21	1	N62°W	L0-75	520591.26	4014709.64	IP
	(0~100)				521478.18	4014247.78	
L6	31	1.5	N62°W	L0-125	520378.74	4015384.02	Gravity
	(0~150)				521709.11	4014691.22	IP
L9	21	1	N62°W	L0-200	521168.59	4015818.27	Gravity
	(0~100)				522055.51	4015356.41	IP

1.2 調査方法

1.2.1 測線設定

光波測距儀又はトランシットコンパスを用いた解放トラバース測量により、ウェド・ジェブス地区 22 測線，ラクワット-アルグブ・アダマ地区 3 測線の物理探査用測線を設定した。測線上には，原則として 50m 間隔に木杭で測点を設けた。例に示したように測線名と始点からの距離の 1/10 の値を組み合わせて測点名とした。

例) 測点名 OC0-125(OC0:測線名, 125:始点からの距離 1,250m)

ウェド・ジェブスの OA 地区では Jebel Bou Mous 丘陵の軸に沿って全長 2.5km の基線 OA0 をまず設定し，50m 間隔で測点を設けた。南西端を始点として測点名を与えた。基線 OA0 と直交する測線 OA1～OA6 を 500m 間隔で設定した。これらの測線の始点は北西端とし，全長 1km，始点から 500m で基線 C0 と交差させた。

OB 地区では，三疊系ダイアピルと北西側で接する白亜系石灰岩との接触部に沿って，全長 2km の基線 OB0 をまず設定し，50m 間隔で測点を設けた。基線 OB0 と直交する全長 1km の測線 OB1～OB4 を 500m 間隔で設定した。Dar Chebka の鉱徴地を通るように測線 OB3 と OB4 の中間に新たに測線 OB5 を設定した。測線 OB2，OB3 及び OB5 は鉱徴地まで達するように南東側へ 500m 延長した。これらの測線の始点は北西端とし，始点から 500m で基線 OB0 と交差させた。

OC 地区では，Oued Jebb 鉱徴地と Kef Lasfar 鉱徴地を結ぶ全長 2km の基線 OC0 をまず設定し，50m 間隔で測点を設けた。基線 OC0 と直交する全長 1km の測線 OC1～OC4 を 500m 間隔で設定した。測線 OC1 は測線南東側終点付近に分極率異常が認められたため，南東側に 500m 延長した。これらの測線の始点は北西端とし，始点から 500m で基線 OC0 と交差させた。

OD 地区では，測線 OC3 の始点から Rag el Bagrat 鉱徴地を通る全長 2km の基線 OD0 をまず設定し，50m 間隔で測点を設けた。基線 OD0 と直交する全長 1km の測線 OD1～OD3 を 500m 間隔で設定した。これらの測線の始点は北西端とし，始点から 500m で基線 OD0 と交差させた。

ラクワット-アルグブ・アダマ地区では，第 1 年次に設定した基線 L0 から測線 L4，L6 及び L9 を設定した。測線 L6 は第 1 年次の IP 法測定で北西側始点付近に分極率異常が認められていたので，北西側に 500m 延長した。

設定した測線はチュニジア国土地理院の設定した座標既知点と結ぶ測量を行って位置座標を求めた。この測量で求めた位置座標はランベルト投影法による北チュニジア測量座標系(以下，ランベルト座標系)であるため，チュニジア国土地理院に依頼して緯度経度及び UTM 投影法(Universal Traverse Mercator's Projection)による座標系(以下 UTM 座標系)に変換した。

なお，既存の地形図，地質図，広域重力図等はランベルト座標系で作図されているため，物理探査に関連する図面はこれに準じて作成した。

各測点の標高は重力探査で要求される $\pm 10\text{cm}$ の精度を満たすため，ソキア社製デジタルオートレベル SDL30-1 を用いた水準測量で決定した。

1.2.2 重力法

ウェド・ジェブス地区に設定した22測線及びラクワット-アルグブ・アダマ地区に設定した2測線を利用して重力探査を実施した。原則として250mの間隔で全123測点の重力測定を行った。本調査の重力法調査フローを図7に示した。

ONMは2000年度に本調査地区周辺で重力探査プロジェクトCG-04を実施している。ウェド・ジェブス地区が含まれるCG-04のMedjez el Bab図幅の重力測定データをONMから入手した。重力測定データから作成した重力図を図8に示した。

重力測定は米国LaCoste & Romberg社製G型重力計(読取精度1 μ gal)を利用した既知重力点との相対測定で行った。相対測定の基準とする準基点ST1000を調査地域のGaafourにあるEmirホテルの中庭に設け、1997年度にONMの実施した重力探査CG-01で設定された重力基点10及び12との2度ずつの相対測定を行って重力値を決定した。測点の測定前後にこの準基点ST1000を測定する閉塞測定を1日1回以上行った。1閉塞あたり最大誤差は最大で0.1mgalであった。

各測点の重力値 $ABSG$ (mgal)は相対重力値 RG と基点重力値 $ABSG(base)$ を使って以下のよう求めた。

$$ABSG(station) = RG(station) - RG(base) + ABSG(base) \quad (1-1)$$

ただし、

$$RG = Reading * Factor + Cinst + Ctidal + Cdrift \quad (1-2)$$

$Reading$: 読取值, $Factor$: 読取值-重力値変換係数

$Cinst$: 器械高補正值, $Ctidal$: 潮汐補正值, $Cdrift$: ドリフト補正值

さらに、各測点の重力値から次式を使ってブーゲ異常値 Ab (mgal)を求めた。

$$Ab = ABSG - Gstand(\varphi) + Catm(h) + Cfree(h) + Cb(h, \gamma) + T(h, \gamma) \quad (1-3)$$

φ : 測点緯度, h : 測点標高(m), γ : 周辺地盤の密度(g/cm^3)

ただし、右辺各項は以下のとおりである。

- ・標準重力値(1967年式)

$$Gstand(\varphi) = 978031.85 (1 + 0.005278895 \sin^2 \varphi + 0.000023462 \sin^4 \varphi) \quad (1-4)$$

- ・大気補正值

$$Gatm(h) = 0.87 - 0.000965h \quad (1-5)$$

- ・フリーエア補正值

$$Cfree(h) = \partial g / \partial h \cdot h = 0.3086h \quad (1-6)$$

- ・ブーゲ補正值

$$Cb(h, \gamma) = -2\pi G \gamma h = -0.04192 \gamma h \quad (1-7)$$

π : 円周率, G : 万有引力定数

- ・地形補正值 $T(h, \gamma)$

GSJ(Geological Survey of Japan:地質調査所)地形補正方式(地質調査所重力探査研究グループ, 1989)を採用。

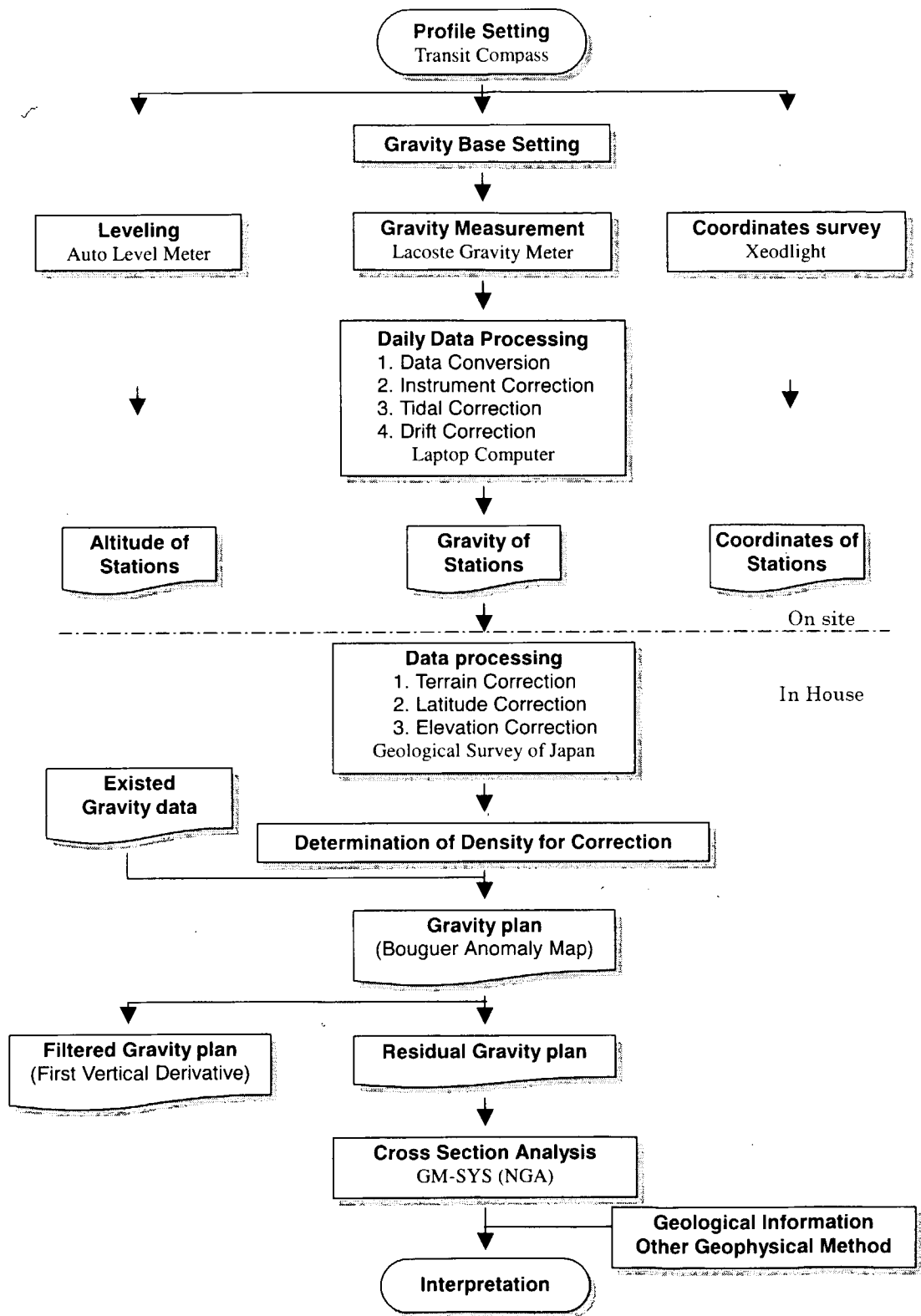


図7 重力法調査フロー

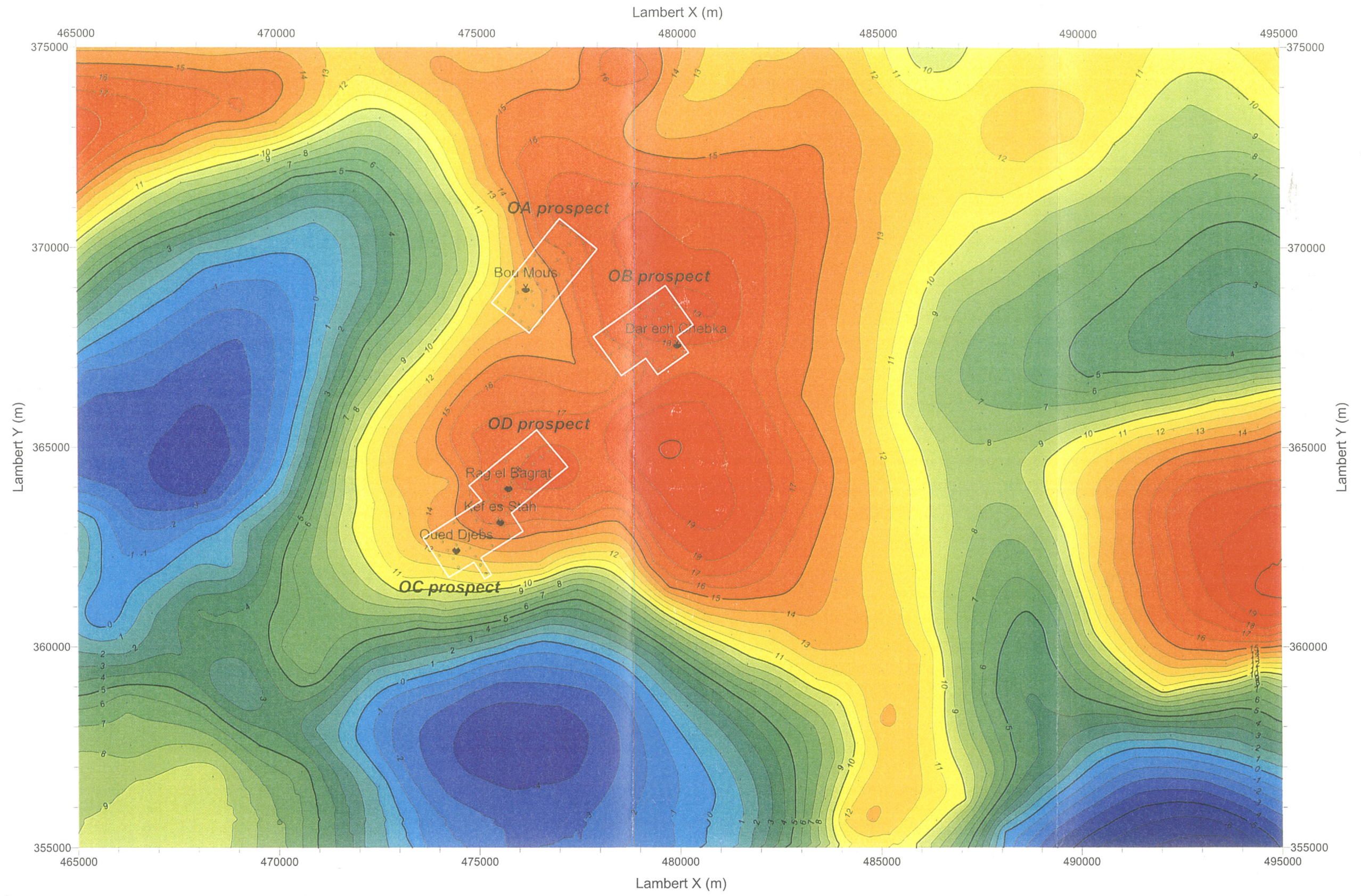


图8 広域重力分布図 (補正密度 2.4g/cm³)

ブーゲ補正值や地形補正值に用いる周辺地盤の密度は、通常、下記の各手法から推定される適正密度を総合的に判断して決定する。

①岩石試料の密度測定結果

②G-H 相関図の勾配

G-H 相関図：縦軸に測定重力値と標準重力値の差，横軸に標高を採り，測定結果をプロットした相関図(図 9)

③数種類の仮定密度によるブーゲ異常図と地形図の比較(相関の最も少ない密度)

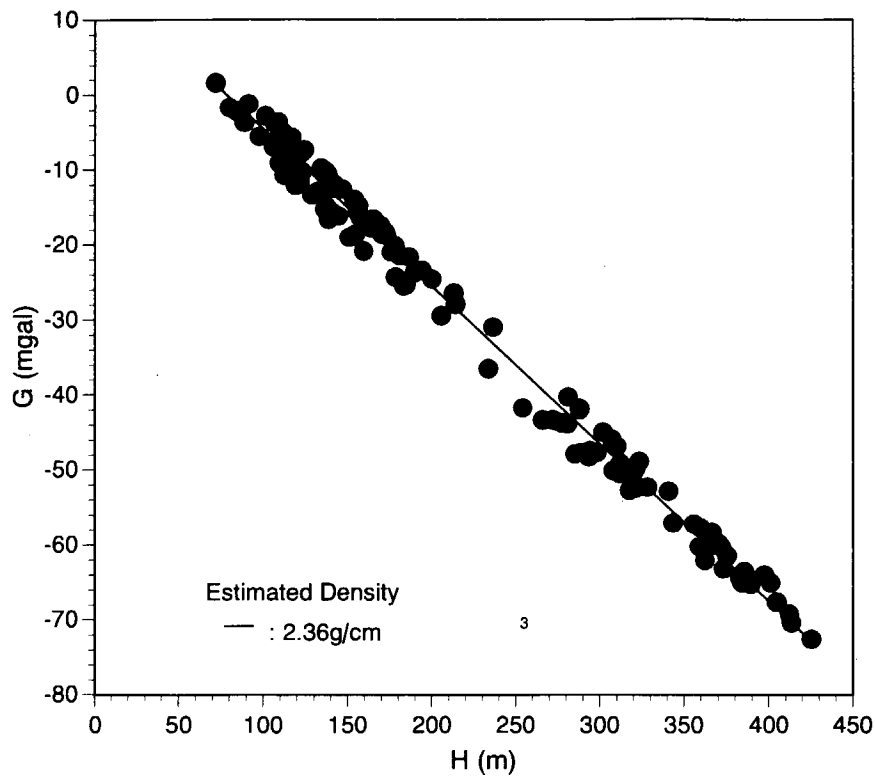


図 9 ウェド・ジェプス地区 G-H 相関図

ウェド・ジェプス地区周辺で採取した岩石・鉱石試料の平均密度は 2.36g/cm^3 となった。また、補正密度 2.3 と 2.4 のブーゲ異常図が比較的地形との相関が少ないと判断した。

密度測定を行った岩石・鉱石試料は、間隙率が大きく低密度と予想される三畳系や第三系の試料が少ないので、かなり大きな平均密度になったと考えられる。したがって、ウェド・ジェプス地区では補正密度 2.4g/cm^3 のブーゲ異常の平面分布を表すブーゲ異常図(等重力線図)を作成した。ラクワット-アルグブ・アダマ地区では第 1 年次と同様に、補正密度 2.33g/cm^3 のブーゲ異常図を作成した。

浅部の地下構造は短波長の重力異常を生じ、深部の地下構造は長波長の重力異常を生じる(図 10)。観測されるブーゲ異常分布は短波長と長波長の重力異常の合成されたものである。ブーゲ異常分布を 2 次元フーリエ変換して、横軸に波数(空間周波数)、縦軸にパワースペクトルの自然対数をとったパワースペクトル図(図 11)を分析すると、ウェド・ジェプス地区は

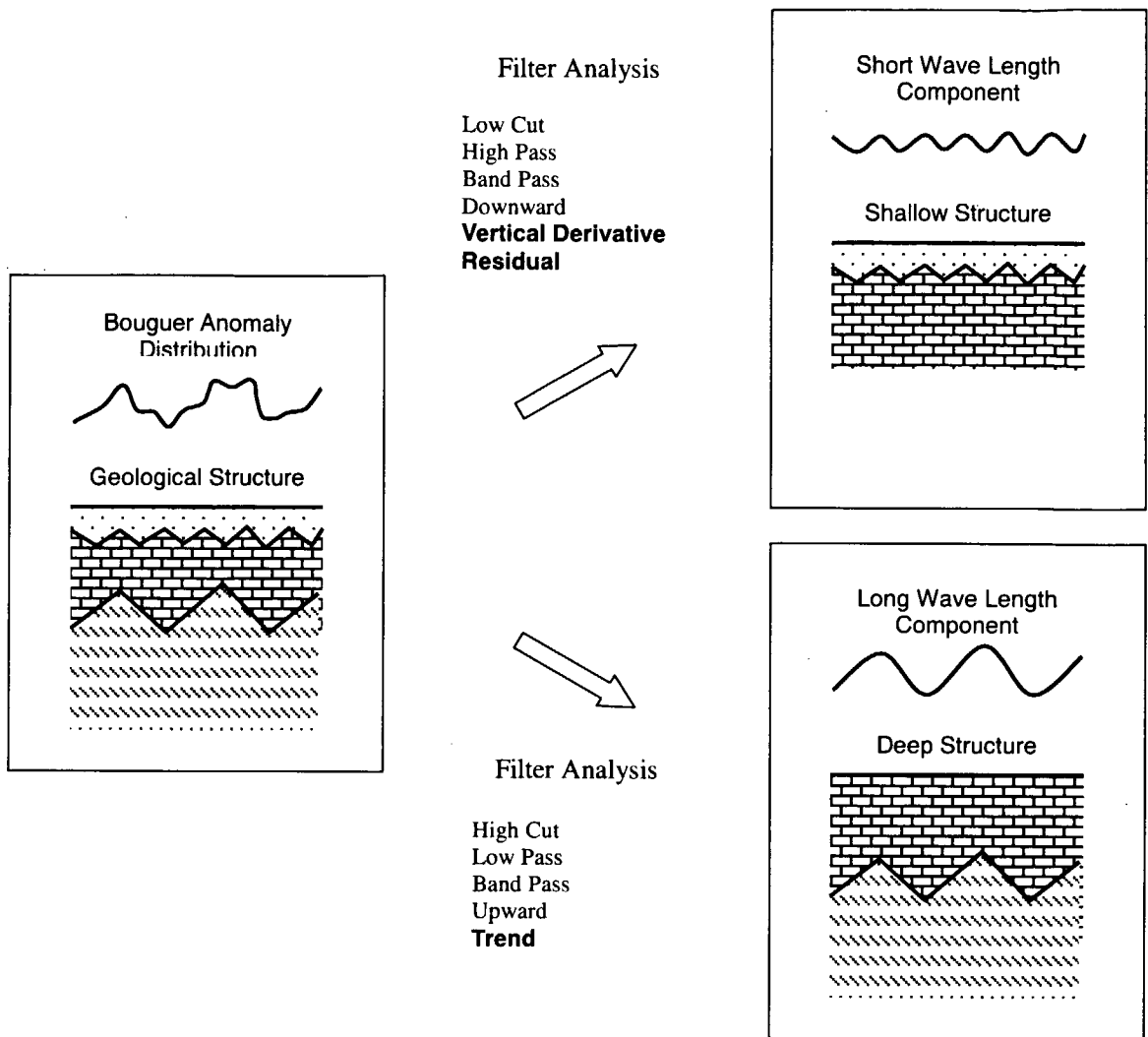


図 10 重力法フィルタ解析模式図

1,105m, 98m, 37m, それぞれ平均深度とする地下構造による重力異常成分に分けられると考えられる。本調査は鉱床胚胎に関連する数 100m 以浅の地下構造を対象としているので、ブーゲ異常分布から短波長成分を抽出する処理を行った。短波長成分の抽出には、ローカット又はバンドパス・フィルタ処理を行う方法と、長波長成分に相当する傾向面を差し引いた残差分布を求める方法がある。本調査ではローカット・フィルタの一種である鉛直一次微分フィルタ処理と傾向面残差処理の 2 種類の方法で短波長成分を抽出した。通常、傾向面は n 次多項式で表現されるような数学的曲面で近似したり、Upward(上方接続)のようなローパス・フィルタ処理で抽出したりする。粗い測点密度によるブーゲ異常図も短波長成分を表現できないので、本調査では測点密度 1/4 以下の CG-04 でのブーゲ異常分布(図 8)を傾向面と見なした残差処理を行い、残差重力図を作成した。鉛直一次微分図からは、図 12 に示したように、正負のピークの間にある 0 の位置から断層や接触帯のような横方向の密度変化部を抽出することができる。

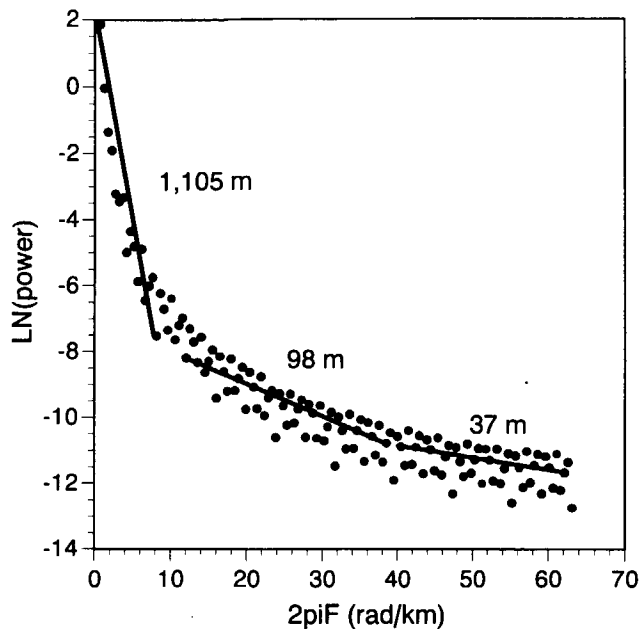


図 11 パワースペクトル図

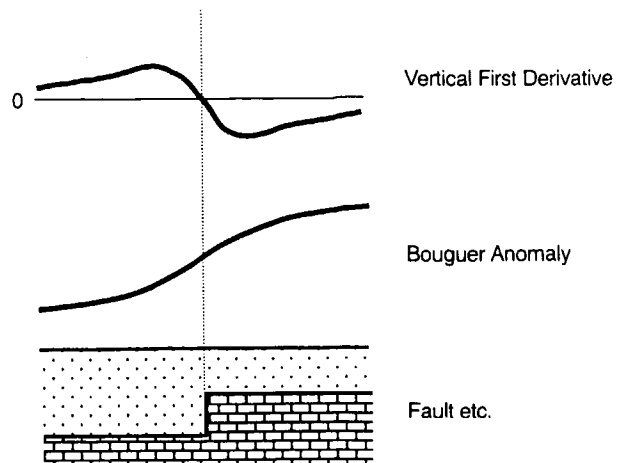


図 12 鉛直一次微分フィルタ効果模式図

ウェド・ジェブス地区の 17 測線及びブラクワット-アルグブ・アダマ地区の 2 測線について、残差重力に合うような測線下の地下構造を推定する断面解析を実施した。断面解析には米国 Northwest Geophysical Associates 社の重磁力断面解析ソフト GM-SYS(Version 3.6)を使用し、部分的にインバージョンを併用しながら地下構造モデルの形状と密度を会話型で決定した。参照とする残差重力値は残差重力図から読み取り、地下構造モデルの密度は各地区の補正密度に対する密度差とした。

1.2.3 IP 法

ウェド・ジェブス地区の 17 測線及びブラクワット-アルグブ・アダマ地区の 3 測線について、下記の仕様による IP 法電気探査を実施した。本調査の IP 法調査フローを図 13 に示した。

- ・電極配置 ダイポール・ダイポール配置
- ・電極間隔 100m
- ・電極隔離係数 1～5
- ・送信電流 周波数 0.125Hz, Duty Cycle 50%の矩形波電流
- ・IP 測定法 時間領域法
- ・探査装置 発電機：Honda 社製 ET4500(最大出力 4.5kVA, 三相交流 200V)
送信機：カナダ Phoenix 製 IPT-3(最大出力 800V-3.5kVA)
受信器：カナダ Scintrex 社製 IPR-12(精度 1μV)

送信ダイポール C1-C2 に対して、6 測点を利用した 5 つの受信ダイポール P1-P2, P2-P3, P3-P4, P4-P5, P5-P6 で同時に測定を行った。各受信ダイポールでは、図 14 のような電位変化が観測される。電流 $I(A)$ が送信されて観測電位が一定値に安定した時の 1 次電位 V_p (単位：V) を用いて 1-8 式から見掛比抵抗 ρ_a (単位： Ωm) を求めた。

$$\rho_a = K V_p / I \quad (1-8)$$

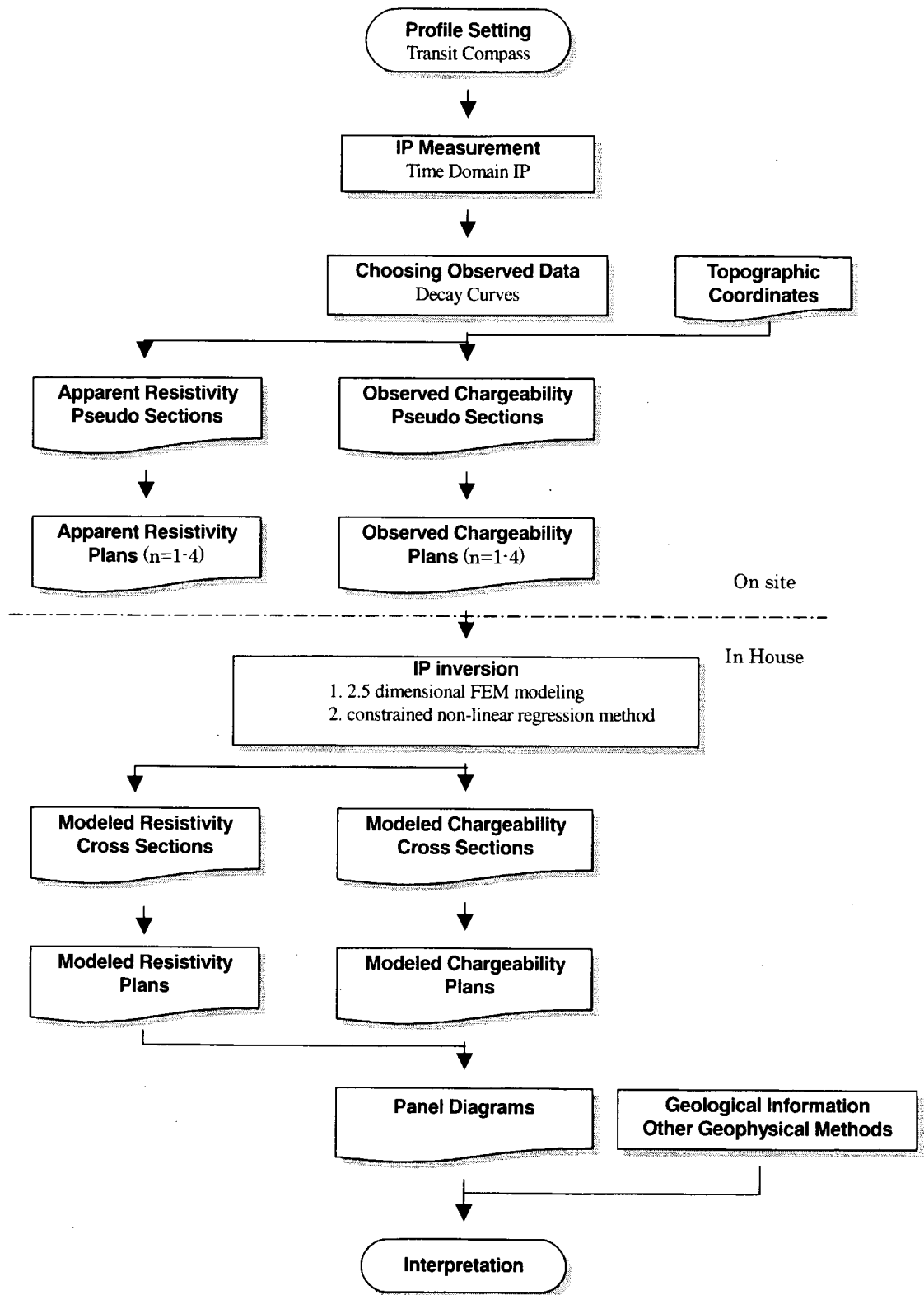
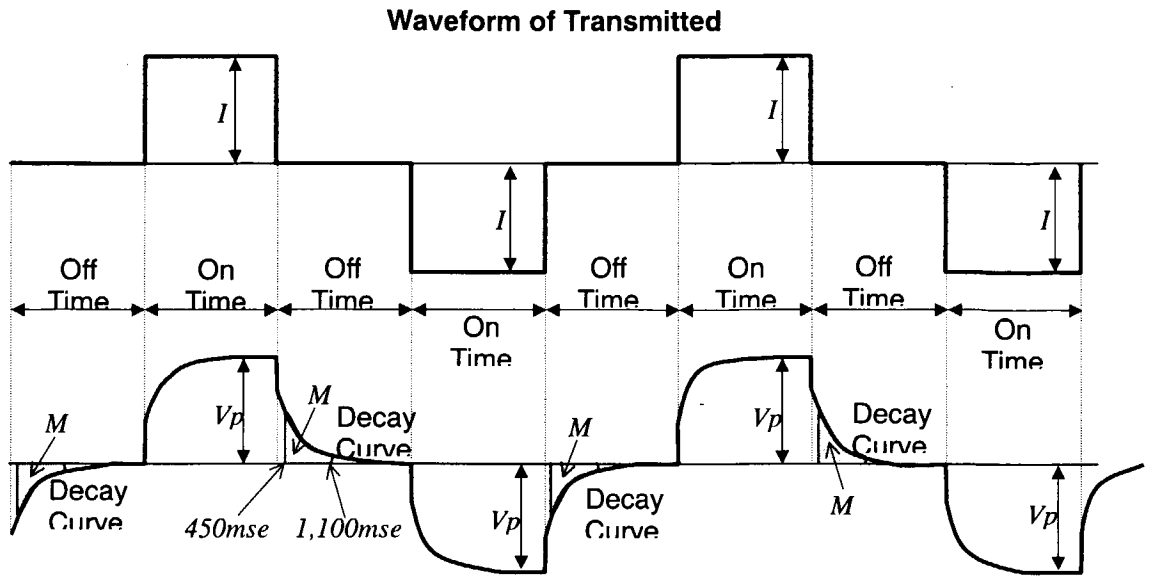


図 13 IP 法調査フロー図



Waveform of Received Voltage
 図 14 時間領域 IP 法模式概念図

ここで、 K は電極配置係数であり、本調査で用いたダイポール・ダイポール配置では 1-9 式により求められる。

$$K = n(n+1)(n+2)\pi a \quad (1-9)$$

a : 電極間隔(m), n : 電極隔離係数, π : 円周率

送信電流が切断されて観測される 2 次電位 $V_s(t)$ (単位 : mV) の減衰を用いて 1-10 式から分極率 M (単位 : mV/V 又は%) を求めた。分極率の積分範囲(t_1 : 450msec ~ t_2 : 1,100msec) は時間領域法で標準的に用いられている Newmont 標準の積分範囲に相当する。

$$M = \frac{1}{V_p(t_1 - t_2)} \int_{t_1}^{t_2} V_s(t) dt \quad (1-10)$$

1 回の測定で 10 波形以上のデータを取得し、重ね合わせて S/N 比を向上させた。しかしながら、平均 3A の大電流を流したにも関わらず、比抵抗が低いため、観測された 1 次電位 V_p が 1mV 以下になる場合が多かった。このように V_p が小さい場合には、見掛比抵抗の再現性の良かったが、滑らかな減衰曲線を得ることが難しかった。したがって、各測点で 2 ~ 3 回の測定を行い、比較的滑らかな減衰曲線を得られた回のデータを選んで測定値とした。

測定した見掛比抵抗と分極率を図 15 に示した方法でプロットしてコンターを描いた見掛比抵抗擬似断面図と分極率擬似断面図を作成した。また、電極隔離係数 $n=1 \sim 4$ について、各電極隔離係数の測定値を抽出して、測線位置図上にプロットしてコンターを描いた見掛比抵抗分布平面図と測定分極率平面図を作成した。

擬似断面図上では、対象とする異常が図 16 のような実際の形状と異なる”ハ”の字型異常として表されるため、実際の異常の形状を捉えるために 2 次元モデル解析を行った。モデル解析は 2.5 次元有限要素法によるモデリングと拘束付非線形最小二乗法によるインバージョンを組み合わせた Sasaki(1992)の方法で行った。2.5 次元のモデリングは Coggon(1971)

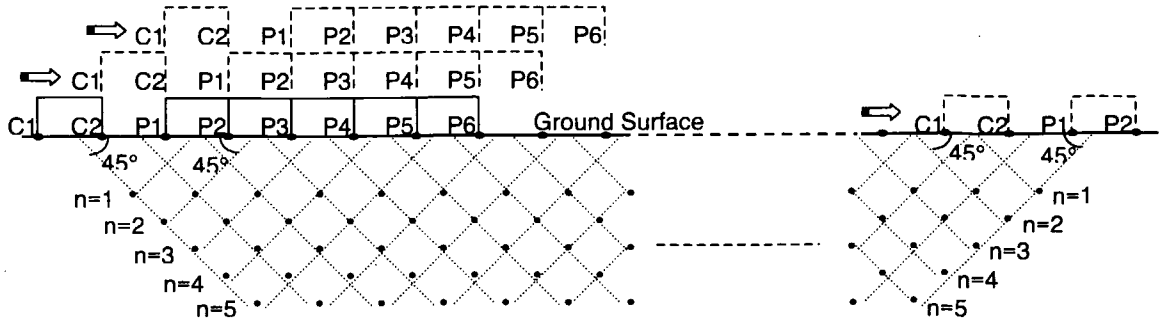


図 15 見掛比抵抗及び分極率の擬似断面表示法

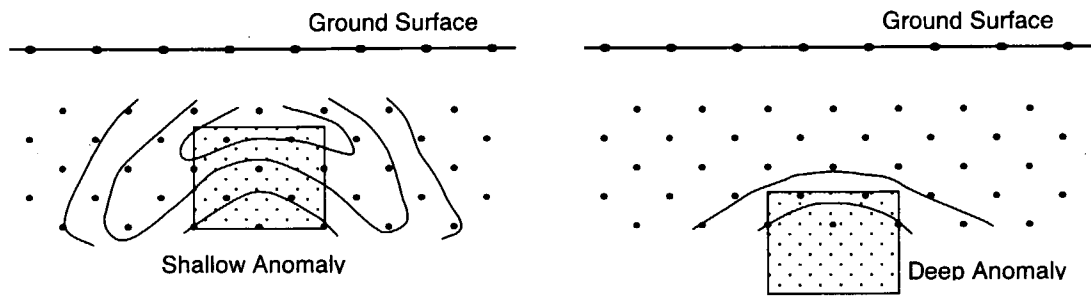


図 16 擬似断面上の異常パターン

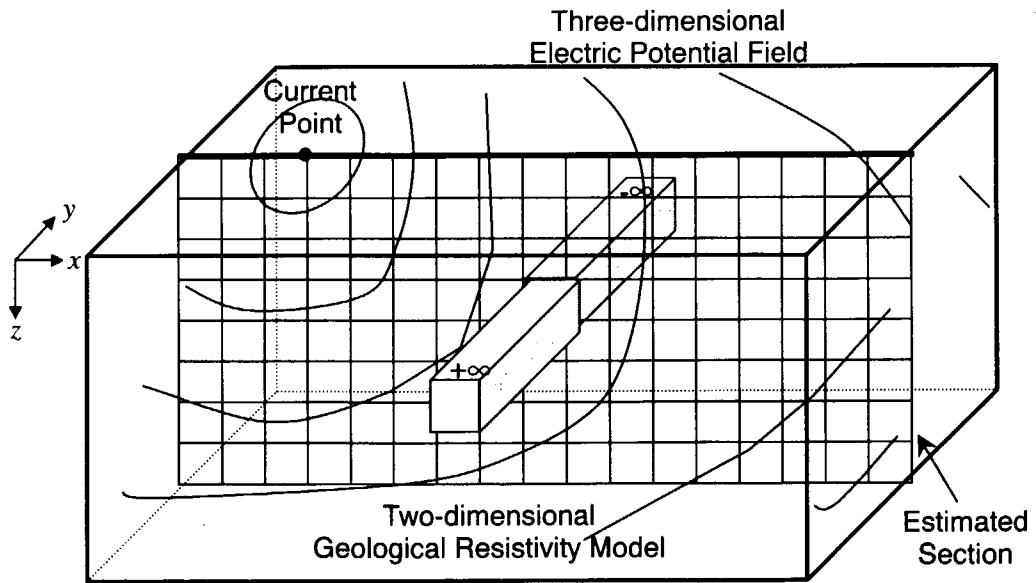


図 17 2.5次元比抵抗モデル計算模式図

が考案した方法で、断面と直交する方向に無限大に延びるモデルいわゆる2次元構造モデルを設定したとき、モデルの延長方向にフーリエ変換して計算を行うことで3次元の電位分布を求める計算のことである(図17)。Pelton 他(1978)はこのモデリング法をインバージョン解析に組み込み、IP法の解析方法として実用化した。比抵抗のインバージョンは非線形性が強いため、解が安定するようにLaplaceanと呼ばれる拘束条件をつける(Dey 他, 1979)。

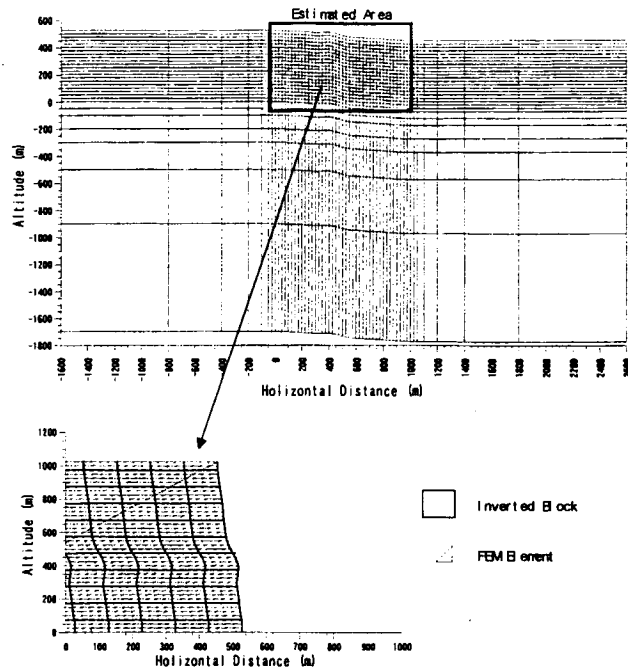


図 18 有限要素法要素とインバージョン用解析ブロック

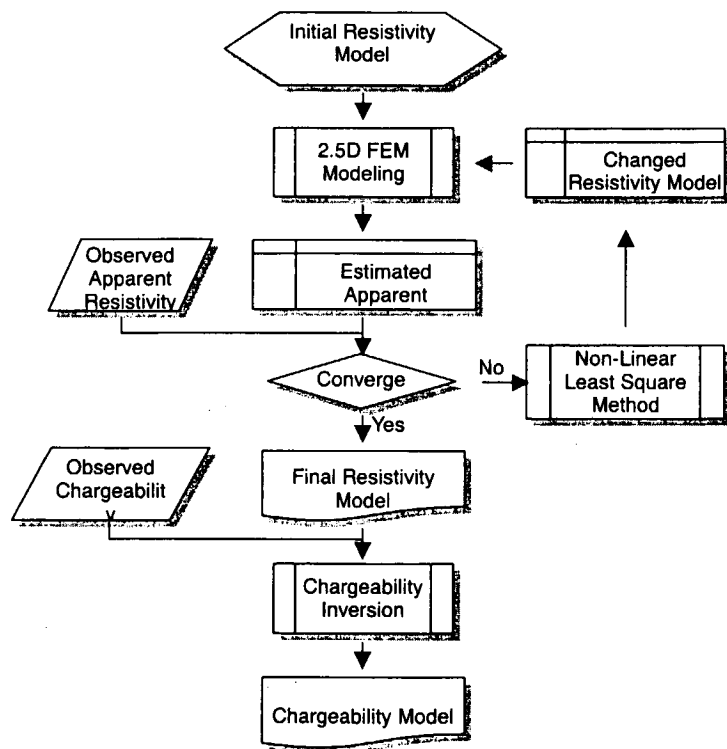


図 19 IP 法インバージョン解析フロー

そのため解析結果として得られる分布の形状は信頼できるが、必ずしも真の比抵抗や分極率の絶対値を表しているとは限らない。断面解析で使用した有限要素法の要素とインバージョン用解析ブロックの解析例を図 18 に示し、インバージョンの解析フローを図 19 に示した。解析した比抵抗や分極率を断面図上にプロットしてコンター表示した解析比抵抗断面図と解析分極率断面図を作成した。平面図上に、これらの断面から OA 及び OB 地区では標高-150, -50, 50m, シリアナ地区では標高 50, 150, 250mの解析比抵抗や解析分極率を読み取って平面図上にプロットした解析比抵抗平面図及び解析分極率平面図も作成した。

1.2.4 室内試験

調査地区内及びその周辺の露頭で採取した 49 個の試料を原則として一辺 4cm, 長さ 8cm の正四角中に整形して密度, 比抵抗及び分極率を測定した。

整形した試料は自然状態, 48 時間以上浸漬させた強制湿潤状態, 48 時間以上乾燥機で乾燥させた強制乾燥状態で空中重量, 水中重量を測定し, 1-11~13 式を用いて密度を求めた。

$$\gamma_n = W1/(W2-W3) \quad (1-11)$$

$$\gamma_w = W2/(W2-W3) \quad (1-12)$$

$$\gamma_d = W4/(W2-W3) \quad (1-13)$$

γ_n : 自然乾燥密度, γ_w : 強制湿潤密度, γ_d : 強制乾燥密度

$W1$: 自然状態の空中重量, $W2$: 強制湿潤状態の空中重量

$W3$: 強制湿潤状態の水中重量, $W4$: 強制乾燥状態の空中重量

密度測定結果を表 7 に示した。

表7 密度試験結果一覧表

No.	Sample	Geology	Rock	Density (g/cm ³)			Porosity (%)
				γ_n	γ_w	γ_d	
1	A-1	Cretaceous	Limestone	2.39	2.49	2.39	10.50
2	A-2	Cretaceous	Limestone	2.57	2.62	2.57	5.15
3	A-4	Cretaceous	Limestone	2.63	2.65	2.62	2.80
4	A-5	Cretaceous	Limestone	2.55	2.62	2.53	8.52
5	A-6	Cretaceous	Limestone	2.53	2.60	2.53	7.30
6	A-7	Cretaceous	Limestone	2.59	2.62	2.58	3.53
7	A-8	Cretaceous	Limestone	2.65	2.67	2.65	1.41
8	B-2	Cretaceous	Limestone	2.35	2.42	2.35	6.76
9	B-3	Cretaceous	Limestone	2.53	2.61	2.51	10.26
10	B-6	Transition Zone	Celestite ore	3.54	3.57	3.53	3.36
11	B-7	Cretaceous	Limestone with galena vein	2.65	2.68	2.65	3.61
12	B-8	Tertiary	Limestone	2.64	2.64	2.64	0.59
13	B-9	Cretaceous	Limestone	2.56	2.61	2.56	4.98
14	B-11	Tertiary	Sandstone	2.16	2.24	2.06	17.43
15	C-3	Triassic	Calcareous sandstone	2.59	2.62	2.58	4.35
16	C-4	Triassic	Limestone	2.56	2.63	2.55	7.87
17	C-5	Triassic	Dolomite	2.69	2.71	2.69	2.32
18	C-8	Tertiary	Sandstone	2.61	2.70	2.60	10.19
19	C-9	Cretaceous	Mineralized limestone	2.62	2.65	2.61	4.12
20	C-10	Tertiary	Limestone	2.62	2.63	2.62	1.72
21	C-13	Triassic	Dolomite	3.06	3.10	3.04	5.99

さらに, 48 時間以上比抵抗 $NaCl$ 溶液に浸漬させた後, GS 社式サンプルホルダに固定して IP 法と同じカナダ Scintrex 社製 IP 受信器 IPR-12 を使って比抵抗 ρ と分極率 M を測定した(図 20)。送信機は室内試験用の横浜電子研究所製を用いた。試料の比抵抗は 1-15 式から算出した。

$$\rho = (S/l)(V/I) \quad (1-14)$$

S : 試料の断面積(単位 m), l : 試料の長さ(単位 m)

V : 受信電位(単位 V), I : 送信電流(単位 A)

比抵抗測定結果を表 8 に示した。

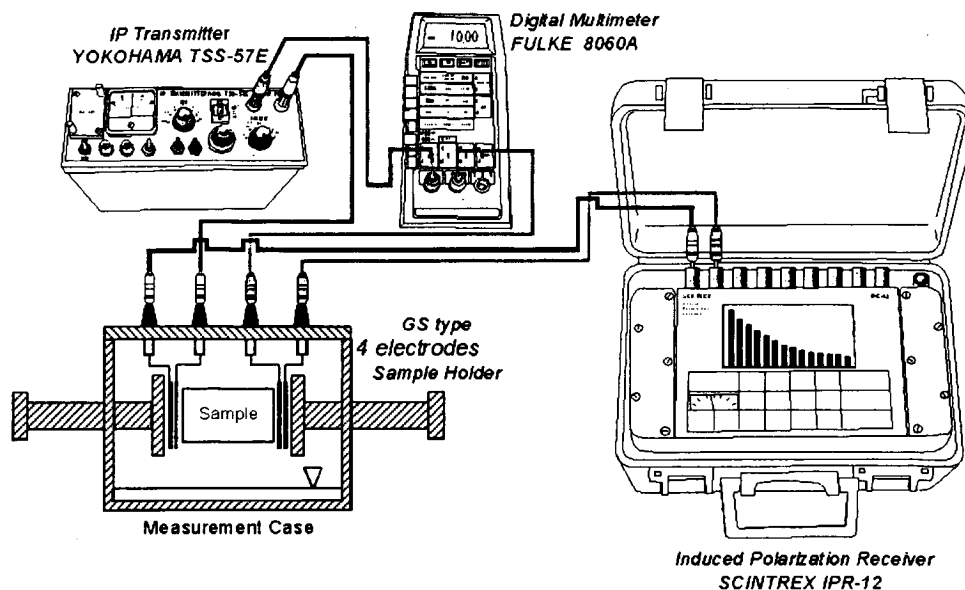


図 20 比抵抗及び分極率室内試験測定法

表 8 比抵抗測定及び分極率測定結果一覧表

No.	Sample	Geology	Rock	Section (cm ²)	Length (cm)	Chargeability (mV/V)	Resistivity (W m)
1	A-1	Cretaceous	Limestone	16.77	8.09	0.43	420
2	A-2	Cretaceous	Limestone	16.78	8.15	1.45	1,704
3	A-4	Cretaceous	Limestone	19.37	8.26	3.63	5,841
4	A-5	Cretaceous	Limestone	17.21	8.12	4.6	839
5	A-6	Cretaceous	Limestone	18.69	8.03	2.56	1,222
6	A-7	Cretaceous	Limestone	17.01	8.01	5.32	1,455
7	A-8	Cretaceous	Limestone	16.58	8.16	3.36	8,123
8	B-2	Cretaceous	Limestone	16.52	8.11	4.16	387
9	B-3	Cretaceous	Limestone	16.84	8.12	4.82	140
10	B-6	Transition Zone	Celestite ore	16.27	8.1	3.03	1,687
11	B-7	Cretaceous	Limestone with galena vein	18.72	8.22	12.23	2,118
12	B-8	Tertiary	Limestone	16.64	8.19	4.32	14,086
13	B-9	Cretaceous	Limestone	17.75	8.08	1.64	253
14	B-11	Tertiary	Sandstone	17.01	8.01	5.87	58
15	C-3	Triassic	Calcareous sandstone	16.6	8.16	9.62	236
16	C-4	Triassic	Limestone	17.01	8.11	4.38	438
17	C-5	Triassic	Dolomite	16.52	8.16	0.71	6,726
18	C-8	Tertiary	Sandstone	16.89	8.15	7.18	841
19	C-9	Cretaceous	Mineralized limestone	16.94	8.22	12.17	792
20	C-10	Tertiary	Limestone	16.77	8.41	8.19	4,054
21	C-13	Triassic	Dolomite	18.62	8.35	4.61	274

調査地区内及び周辺の河川水、井戸水、水道水の電気伝導度を東亜電波製携帯型導電率計で測定した結果を表 9 に示す。これらの電気伝導度の平均値 8,105 μ S/cm を考慮し、NaCl 試薬を用いて作製した 2,000 μ S/cm(比抵抗 5 Ω m に相当)の NaCl 溶液に試料を浸漬させて比抵抗と分極率を測定した。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。

表 9 調査地域周辺の地表水及び地下水電気伝導度測定結果一覧表

Sampling Point	Kind of Water	Temperature ($^{\circ}$ C)	Conductivity (mS/cm)	Resistivity ($\Omega \cdot$ m)
Stream near OA prospect	Surface	29.5	94.3	1.06
Stream near OA prospect	Surface	29.5	51.9	1.926
Stream near OA prospect	Surface	29.5	151.5	0.66
Well near OC4	Well	22	4.95	20.2
Tap near OA1	Tap	28.2	98.1	1.019
Drill Hole MJTK-A1	Well			

1.3 調査結果

1.3.1 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、表 7 に示すように、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。これらの試料には地域的に偏在している鉱化を受けた重い試料である。また、調査範囲には固結度が低く、整形や水に浸

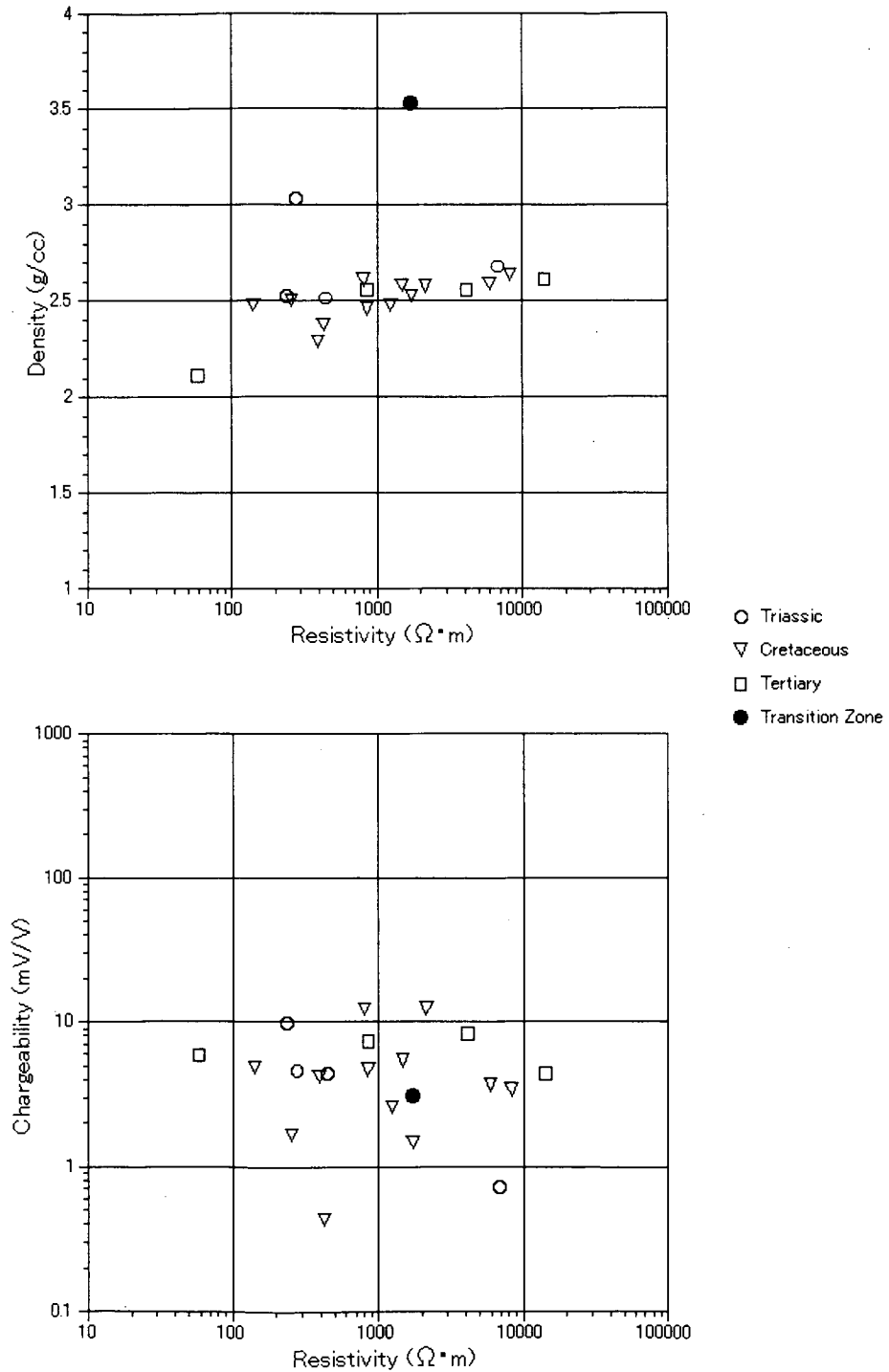


図 21 室内試験結果クロスプロット図

潰した際に崩壊してしまうために計測できないような岩石も多く分布しているにも関わらず、計測しやすい固結度の高い岩石を採取したために平均密度が高くなったと考えられる。2.65~3.57 g/cm³の範囲にある鉱化を受けた試料と、2.71~3.10 g/cm³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、2.50 g/cm³以下を示す2試料を除くと、ほぼ2.60~2.70 g/cm³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、表8に示すような結果が得られた。比抵抗は58~14,086Ωmの範囲にあり、平均値は約2,460Ωmである。岩石の比抵抗 ρ_r は次式で示した Archie の式(Archie,1941)に代表されるように、水の比抵抗 ρ_w と空隙率 ϕ に大きく左右される。

$$F = \rho_r / \rho_w = a\phi^m \quad (3.3.16)$$

ここに、Fは地層比抵抗係数(Formation Resistivity Factor)と呼ばれる比例定数、aはTortosity Factor、mは膠結定数(Cementing Factor)と呼ばれて地質単元毎に実験的に求められる定数である。aには約1、mは0.8~2.5の値を与えることが多い。平均値で地質区分を比較すると、第三系で高い傾向がある。しかしながら、第三系では未固結の岩石も多く分布するので、室内試験結果をそのまま適用するのは危険であると考えられる。また、同じ地質区分や同じ種類の岩石でも1~2桁の相違があるほど比抵抗の範囲は広いので、この試験結果で得られた比抵抗を参考にして地質や岩石を推定することは難しいと考えられる。

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0.4~9.6mV/Vの低い値を示す。一方、鉱化を受けた試料はセlestaitを除く2試料とも10mV/V以上の高分極率を示している。

本地区では、同一の試料に対して密度とIPの室内試験を行ったので、図21に示したようなクロスプロット図を作成した。3.10 g/cm³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。

1.3.2 ウェド・ジェブス地区

(1) 地質概要

ウェド・ジェブス地区の地質概略を図22に示す。本地区の主な層序は下位から三畳系、白亜系(Aptian階、Albian階、Cenomanian階、Turonian階、Santonian階)、古第三系(始新統、漸新統)、新第三系(中新統、鮮新統)及び第四系である。

三畳系は種々の色の石膏、黄灰色~暗灰色石灰岩、茶色~茶褐色ドロマイト、白色砂質岩と緑色泥質岩の互層などからなり、ダイアピルを構成し、本地区北部、北東部及び南西部に分布する。

白亜系 Aptian 階は主として石灰岩マール互層からなり、本地区北東部に分布する。Albian 階は石灰岩及びマールからなり、本地区北東部~南東部に分布する。Cenomanian 階は主としてマール石灰岩互層からなり、本地区北東部~南部に分布する。Turonian 階は石灰岩及びマールからなり、本地区北東部~南東部及びダイアピル周辺に分布する。Santonian 階は泥質石灰岩及び石灰岩からなり、本地区東部及び北西部に分布する。

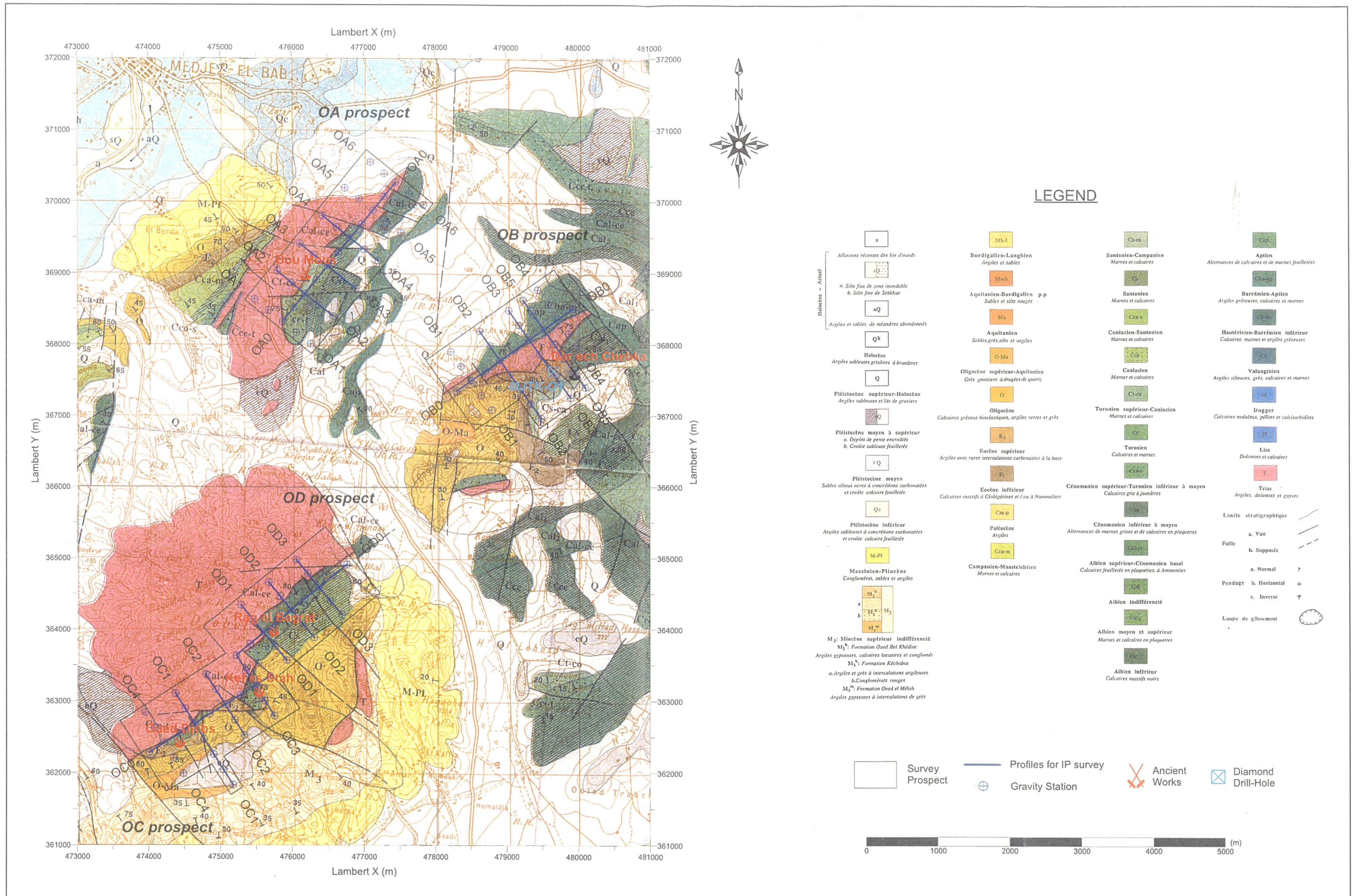


图 22 ウェド・ジェブス地区地質概要図

古第三系始新統はマール、石灰岩を主とし、本地区北西部、東部及び南西部に分布する。漸新統は砂岩泥岩互層及び石灰岩からなり本地区中央部、南部及び北西部に分布する。古第三系漸新統～新第三系中新統は粗粒砂岩を主とし本地区中央部に分布する。新第三系中新統は泥岩を主とし、本地区南部に分布する。新第三系中新統～鮮新統は礫岩、砂、粘土などからなり、本地区北西部及び南部に分布する。

第四系は崖錐・崩積堆積物及び沖積層からなる。崖錐・崩積堆積物は礫、砂、粘土などからなり、丘陵地区や山麓に分布する。沖積層は礫、砂、粘土などからなり、河川又は沢沿いの低地に分布する。

本地区の主要な地質構造としては、ダイアピル、断層などがある。断層は北東-南西方向及び北西-南東～東西方向に発達し、北西-南東～東西系の断層が北東-南西系の断層を切っている。

(2) 重力法探査結果

OA, OB, OC 及び OD 調査地区のブーゲ異常(以下、重力と呼称)分布に認められる特徴を以下に述べる。

(a) 広域重力分布(図 8)

OA, OB, OC 及び OD 調査地区が含まれる Medjez el Bab 図幅の重力分布では、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付けられる。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 NW-SE 方向に延び、東縁は N-S 系、北縁と南縁は E-W 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 N-S 系と E-W 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 NE-SW 方向とそれに直交する NW-SE 方向の方向性が卓越する。

本年度調査を行ったウェド・ジェブス地区の 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。第 1～2 年次に調査したブキル地区、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等の既知鉱床も、同様に、高重力異常及びその縁辺部に位置している。これらの鉱床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。

(b) 調査地重力分布(図 23)

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 鉱床地周辺で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に位置する。Dar Chebka 鉱床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 鉱床地周辺は高重力異常の南西への張出部に相当し、Kef Lasfar 鉱床地は 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に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、ウェド・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。

(c) 残差重力異常(図 24)

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付けられる。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。

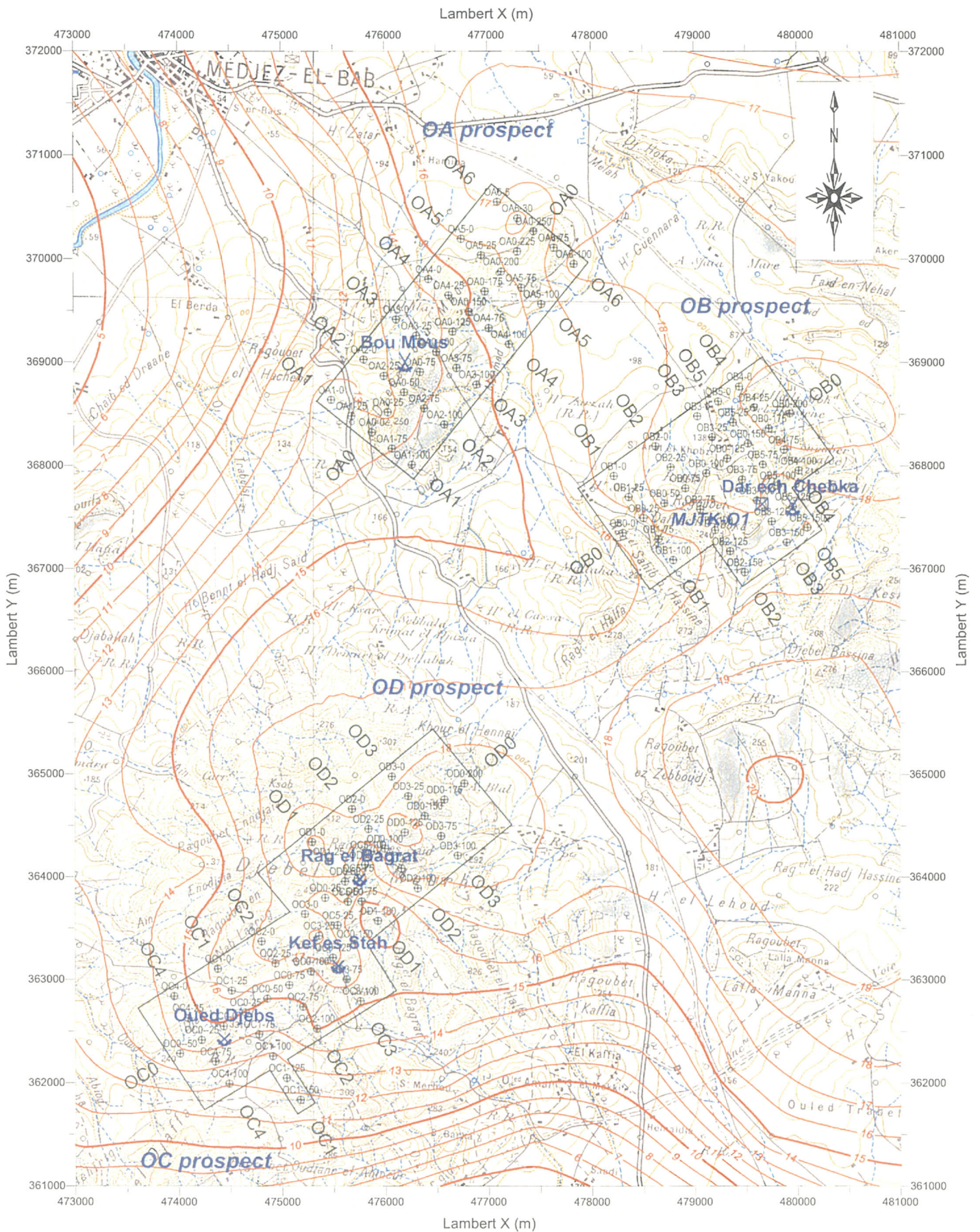
OB 地区の残差重力異常は OB5 測線に沿って南東から北西に延びる 0mgal 以下の低残差重力異常で特徴付けられる。この低残差重力異常は三畳系よりもむしろ第三系分布域に相当する範囲が広い。しかしながら、低残差重力異常の北西端が三畳系に相当することと、地質構造から三畳系が北西方向に上昇してきたと考えられることから、三畳系がダイアピルとして上昇するのに関連したような断層系等の地下構造を表している可能性もある。

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付けられる。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付けられる。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 鉱徴地この低残差重力異常の中にある。この低残差重力異常の OC 地区との境界部と OC2 測線付近は NW-SE 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と考えられる。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。

(d) 鉛直 1 次微分(図 25)

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。断層や地層境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っている。



Legend

- | | | | | | | | |
|---|-----------------|---|-----------------|---|---------------|---|--------------------|
|  | Survey Prospect |  | Gravity Station |  | Ancient Works |  | Diamond Drill-Hole |
|---|-----------------|---|-----------------|---|---------------|---|--------------------|

図 23 ウェド・ジェブス地区等重力線図
(補正密度 2.4g/cm³)

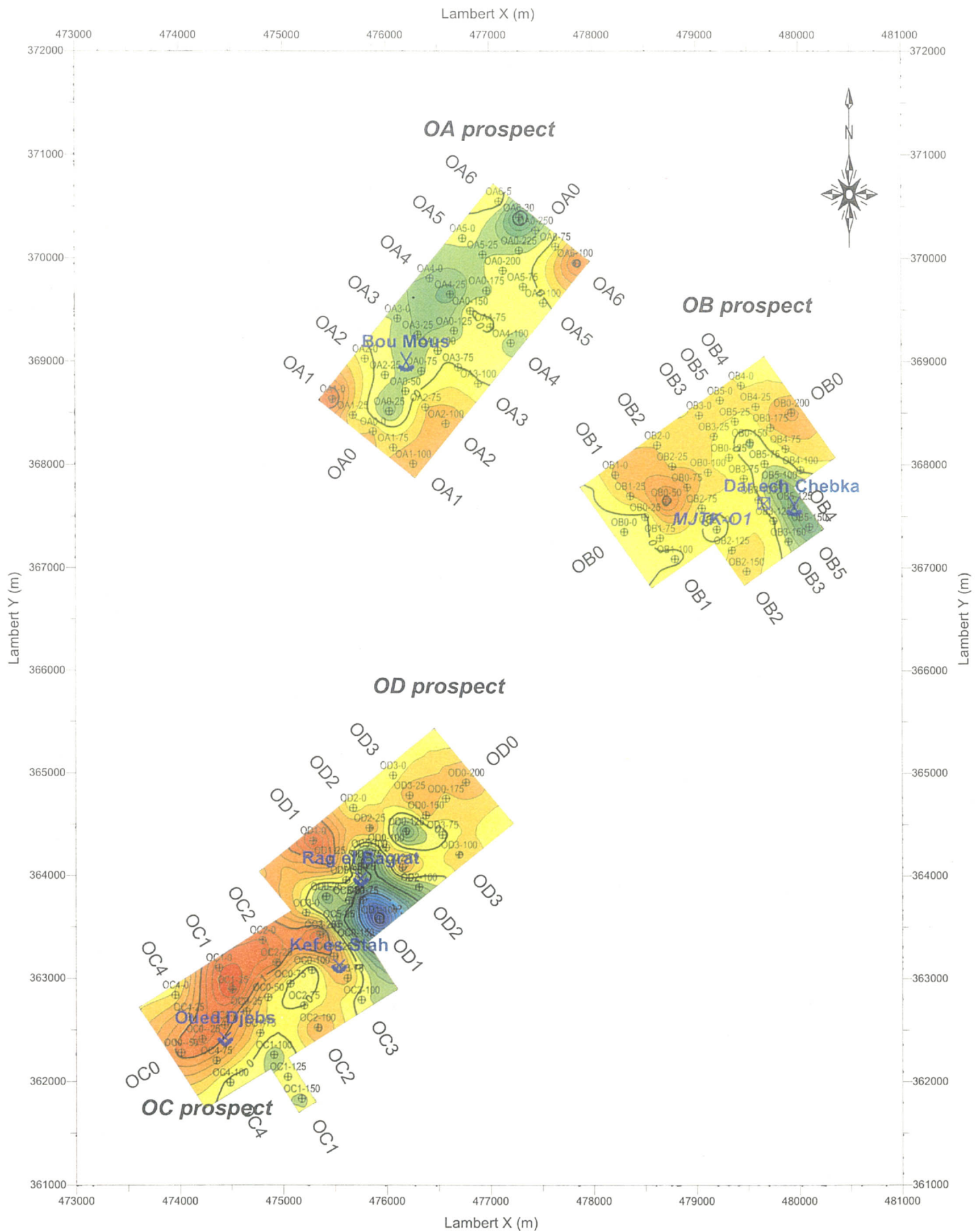


図 24 ウェド・ジェブス地区残差重力図

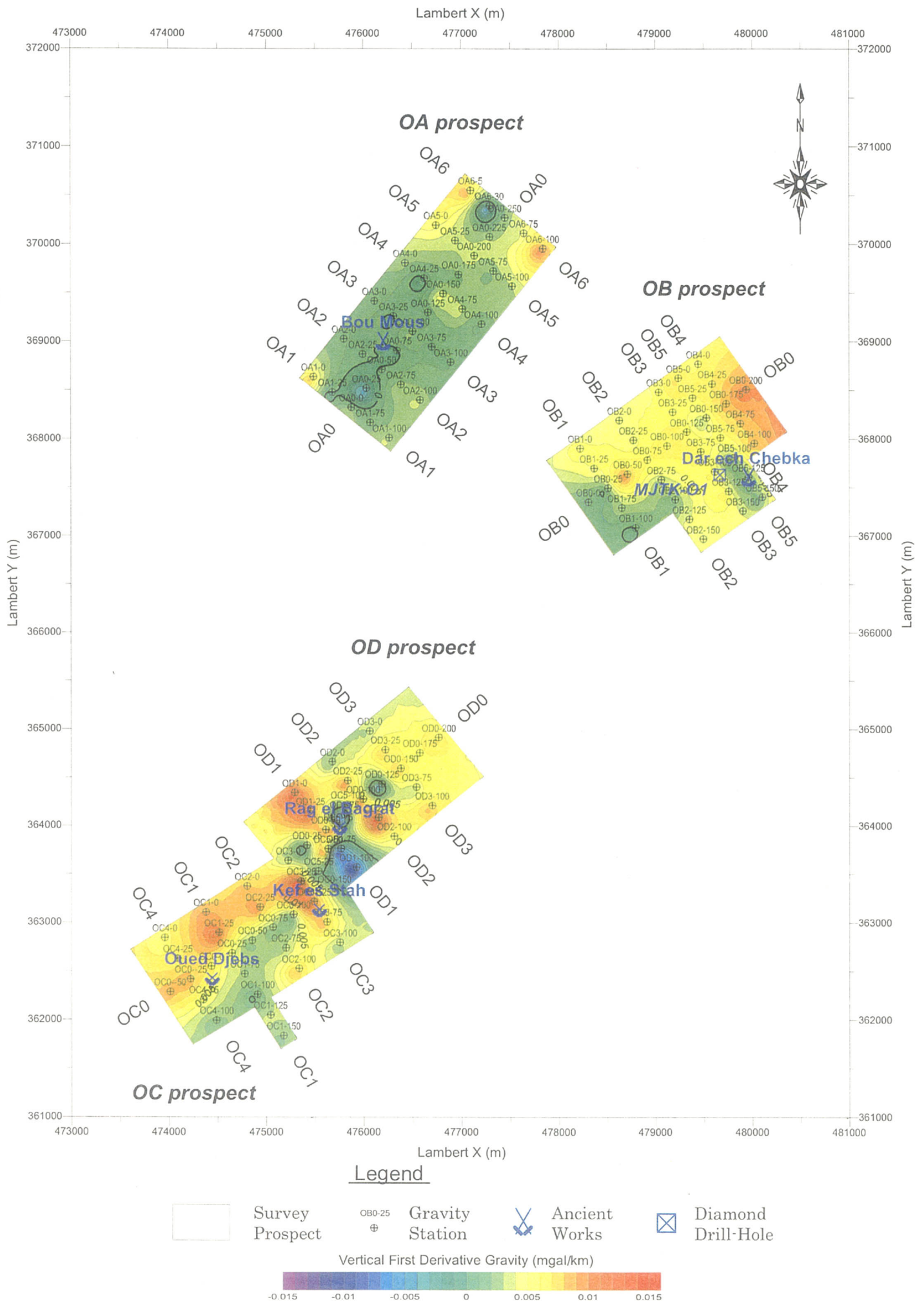


図 25 ウェド・ジェブス地区重力法フィルタ図 (鉛直一次微分)

(e) 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 0.00g/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。以下に各断面の解析結果について述べる。

(i) OA 地区

① OA0 断面(図 26)

Bou Mous 丘陵の丘陵軸を通り、南西から北東に向かって OA 地区を縦断する断面である。断面ほぼ全体に白亜系に対比される密度差 0.05g/cm^3 の高密度層が広がっている。この高密度層中の OA0-30 付近、OA0-70 付近、OA0-120 付近及び OA0-180 付近には深部から浅部に向かって脈状に延びる -0.05g/cm^3 以下の低密度層がある。これらの低密度層はその形状から基線と交差する断裂系を表していると考えられる。Bou Mous 鉱徴地は OA0-60 付近に位置し、2つの脈状低密度層の間にある。OA0-100~160 付近、OA0-190~OA0-250 付近の表層にある 0.00g/cm^3 の密度層の内、前者は第三系、後者は三畳系を表していると思われる。

② OA2 断面(図 27)

Bou Mous 丘陵の南西部を北西から南東に向かって OA 地区を横断する断面である。OA0 断面同様、ほぼ全体に白亜系に対比される密度差 0.05g/cm^3 の高密度層が広がっている。断面北西端付近には三畳系に対比される 0.00g/cm^3 の密度層になっている。OA2-20~30 付近の地表部にある -0.10g/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 鉱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 -0.20g/cm^3 の低密度層がある。

③ OA3 断面(図 28)

Bou Mous 丘陵の中央部を北西から南東に向かって OA 地区を横断する断面である。断面深部は三畳系に対比される 0.00g/cm^3 の密度層が広がっている。断面北西部の OA3-10~30 付近の表層にある低密度層も、OA2 断面同様、三畳系に対比できると考えられる。断面中央部の OA3-40 付近から南東端までの表層部には白亜系に対比できる高密度層を低密度層が覆っている。断面南東端の地表付近は第三系であることから、この低密度層は第三系に対比できるかもしれない。

④ OA4 断面(図 29)

OA3 断面の北東 500m を北西から南東に向かって OA 地区を横断する断面である。Bou Mous 丘陵の丘陵軸に近い OA4-40 付近を境に北西側は密度差 $-0.10\sim 0.00\text{g/cm}^3$ 以下の三畳系、南東側は密度差 0.05g/cm^3 の白亜系の高密度層となっている。OA0-150 から南東では白亜系高密度層の上部に、第三系に対比される密度差 -0.05g/cm^3 の低密度層がある。

(ii) OB 地区

① OB0 断面(図 30)

Dar Chebka から Bou Rahal にかけての丘陵部の北西麓を南西から北東方向に OB 地区を縦断する断面である。本断面は大きく 4つの部分に分類できる。OB0-40 から断面南西端では密度差 0.00g/cm^3 の三畳系を、第三系に対比される密度差 -0.05g/cm^3 の低密度層が覆っている。断面中央部の OB0-60~170 付近の浅部には密度差 0.00g/cm^3 の三畳系が広がって

る。この三畳系の下部の OB0-100 付近から南西は密度差 $0.10\text{g}/\text{cm}^3$ の高密度層になっており、OB0-50 付近では地表まで達している。OB0-100 付近から北東の三畳系の下部には密度差 $-0.05\text{g}/\text{cm}^3$ の低密度層がある。OB0-180 付近から北東には白亜系に対比できる密度差 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ の高密度層が分布する。

② OB2 断面(図 31)

OB 地区の南西部を北西から南東に横断する断面である。断面下部には密度差 $0.00\text{g}/\text{cm}^3$ の層が広がり、OB2-130 から南東では地表にまで達している。断面中央部の OB2-60～OB2-120 付近の厚く広がる密度差 $-0.20\sim-0.10\text{g}/\text{cm}^3$ の低密度層は三畳系に対比される可能性がある。OB2-60 付近から北西では表層部に白亜系に対比できる $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ の低密度層があり、OB2-30 付近では下部の密度差 $0.00\text{g}/\text{cm}^3$ の層が標高 100m 付近まで盛り上がっている。

③ OB3 断面(図 32)

OB 地区中央部を北西から南東に横断する断面である。断面の多くの部分を密度差 $0.00\text{g}/\text{cm}^3$ 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 $0.02\text{g}/\text{cm}^3$ 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 $0.02\text{g}/\text{cm}^3$ 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 $-0.01\text{g}/\text{cm}^3$ 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。

④ OB5 断面(図 33)

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 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ の高密度層がある。この高密度層の下には密度差 $-0.05\text{g}/\text{cm}^3$ 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 $0.00\text{g}/\text{cm}^3$ 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 $0.04\text{g}/\text{cm}^3$ 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 $-0.10\text{g}/\text{cm}^3$ 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。

(iii) OC 地区

① OC0 断面(図 34)

Jebel el Mourhra 丘陵西部の Oued Jeps 鉞徴地と中央部の Kef Lasfar 鉞徴地を通過して、南西から北東に OC 地区を縦断する断面である。断面中央部から北東部の表層を除くと三畳系に対比される密度差 $0.00\text{g}/\text{cm}^3$ の重力基盤が浅い部分まで盛り上がり、Oued Jeps 鉞徴地を含む OC0-60 から南西では地表に現れている。断面中央部の OC0-70～160 付近の表層と断面北東端の OC0-200 付近には密度差 $-0.05\text{g}/\text{cm}^3$ の低密度層があり、第三系に対比されると考えられる。断面北東部の OC0-160～190 付近には密度差 $0.10\text{g}/\text{cm}^3$ の高密度層があり、白亜系に対比されると考えられる。Kef Lasfar 鉞徴地はこの高密度層中にある。

② OC1 断面(図 35)

Jebel el Mourhra 丘陵西部で北西から南東へ OC 地区を横断する断面である。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 $0.00\text{g}/\text{cm}^3$ 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 $0.15\text{g}/\text{cm}^3$ 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 $-0.07\text{g}/\text{cm}^3$ 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 $-0.05\text{g}/\text{cm}^3$ の低密度層がある。

③ OC2 断面(図 36)

OC 地区の中央部を北西から南東に横断する断面である。断面下部は密度差 $0.00\text{g}/\text{cm}^3$ の重力基盤が広がり、南西部の OC2-30 付近では浅部まで盛り上がっている。重力基盤の上位には密度差 $0.10\text{g}/\text{cm}^3$ の高密度層があり、OC2-30 付近から北西は地表に現れている。この高密度層の内、北西側の地表に現れている部分は三畳系のドロマイトに対比されると考えられる。南東側で中間層になっている部分は三畳系ではなく、白亜系である可能性が高い。OC2-40 付近から南東の表層には密度差 $-0.15\text{g}/\text{cm}^3$ の低密度層があり、第三系に対比される。

④ OC3 断面(図 37)

Jebel el Mourhra 丘陵中央部の Kef Lasfar 鉱徴地を通過して北西から南東へ OC 地区を横断する断面である。断面中央下部は密度差 $0.10\text{g}/\text{cm}^3$ 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 $-0.10\sim 0.00\text{g}/\text{cm}^3$ の低密度層となっている。Kef Lasfar 鉱徴地付近の表層は白亜系に対比される密度差 $0.10\text{g}/\text{cm}^3$ の高密度層がある。断面北西部の三畳系分布域は密度差 $-0.03\text{g}/\text{cm}^3$ の低密度層となっている。

(iv) OD 地区

① OD0 断面(図 38)

Jebel el Mourhra 丘陵北東部の Rag el Bagrat 鉱徴地を通過して南西から北東へ OD 地区を縦断する断面である。断面のほとんどを白亜系に対比される密度差 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$ の高密度層が広がっている。この高密度層の上位、OD0-10~40 付近、OD0-65~90 付近、OD0-110~140 付近及び OD0-160 から北東の表層には密度差 $-0.25\sim -0.10\text{g}/\text{cm}^3$ の低密度層がある。特に Rag el Bagrat 鉱徴地の北東に隣接する低密度層は深部まで連続していることから、断層帯を表している可能性がある。

② OD1 断面(図 39)

Jebel el 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 地区を横断する断面である。OD1-70 付近を境に北西側は密度差 $0.10\text{g}/\text{cm}^3$ の高密度層、南東側は密度差 $-0.25\sim -0.10\text{g}/\text{cm}^3$ 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 $-0.25\text{g}/\text{cm}^3$ の低密度層は脈状に延びていることから、断層系に相当すると考えられる。

③ OD2 断面(図 40)

Jebel el Mourhra 丘陵北東部で北西から南東へ OD 地区を横断する断面である。OD2-40 付近から北西は三畳系に対比される密度差 $0.00\text{g}/\text{cm}^3$ の重力基盤が分布し、OD2-20 付近に

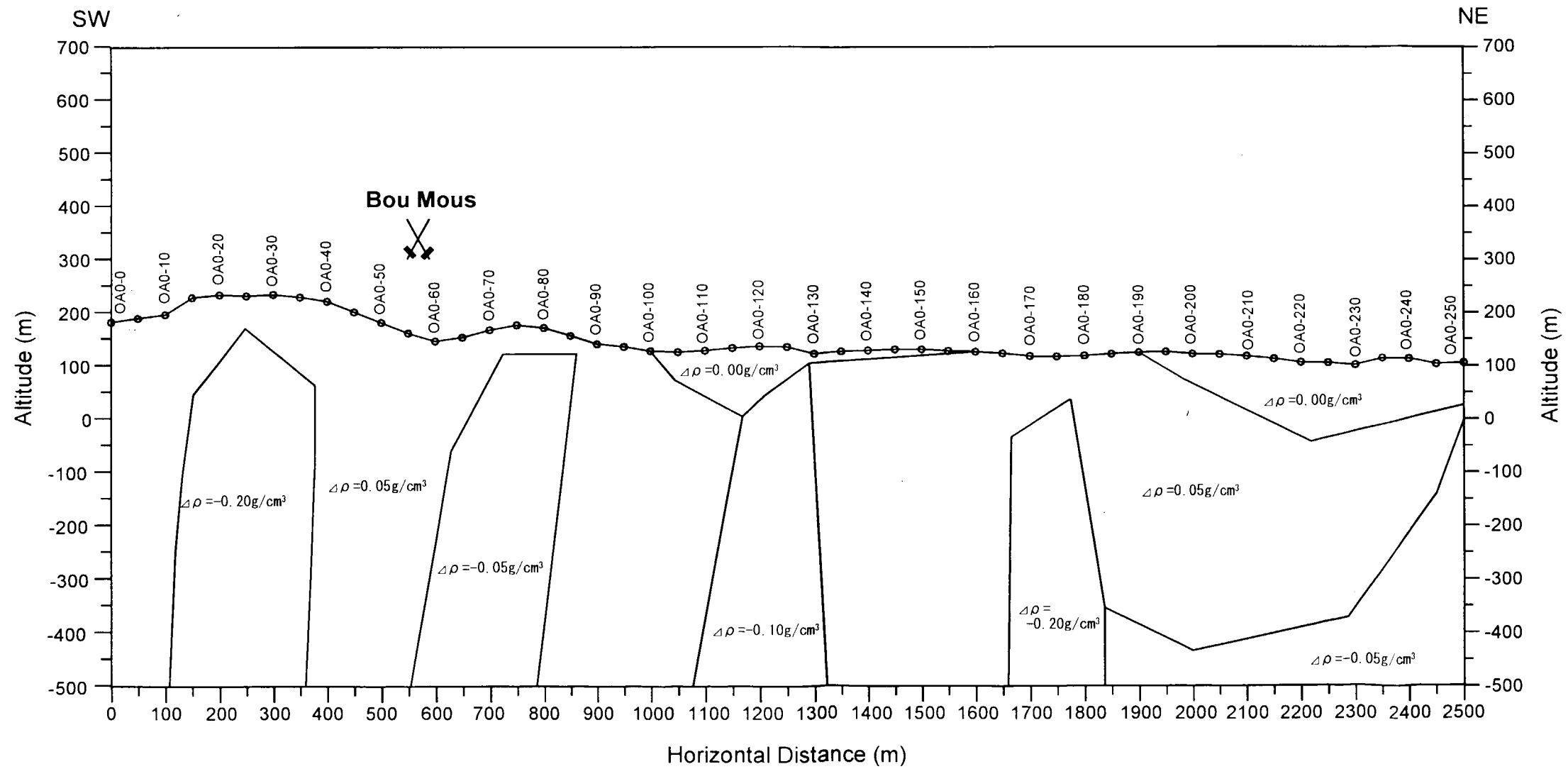
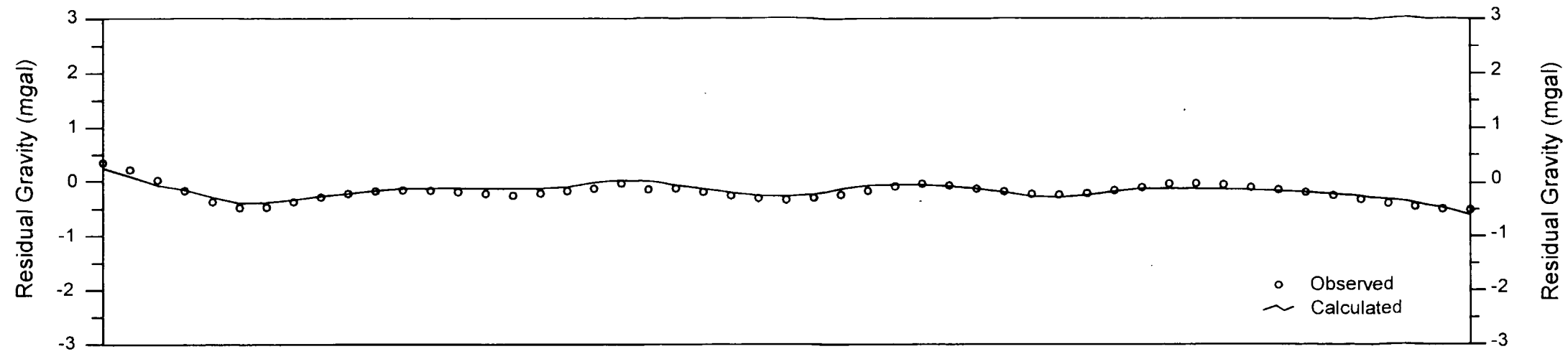


図 26
 重力法解析断面図
 (基線 OAO)
 Scale : 10,000
 February, 2002

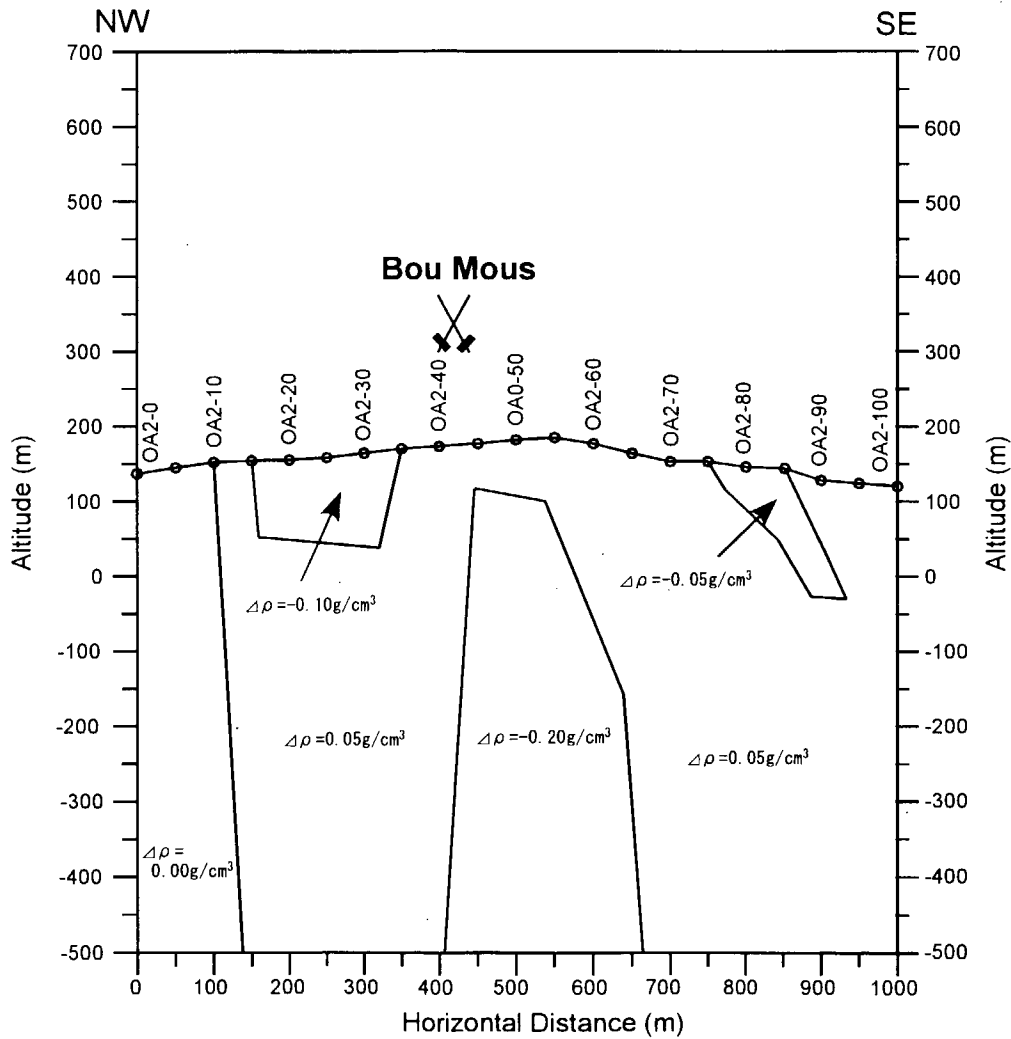
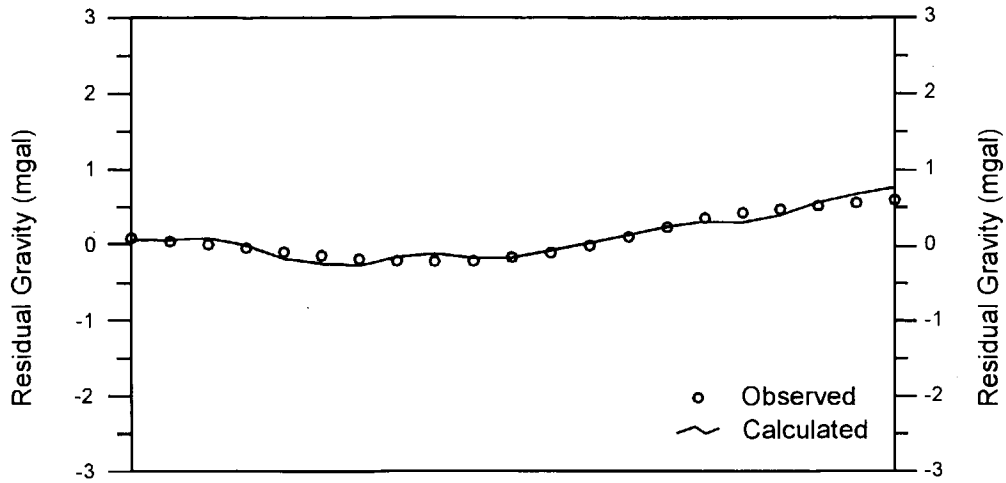


図 27
重力法解析断面図 (測線 OA2)
Scale : 10,000
February, 2002

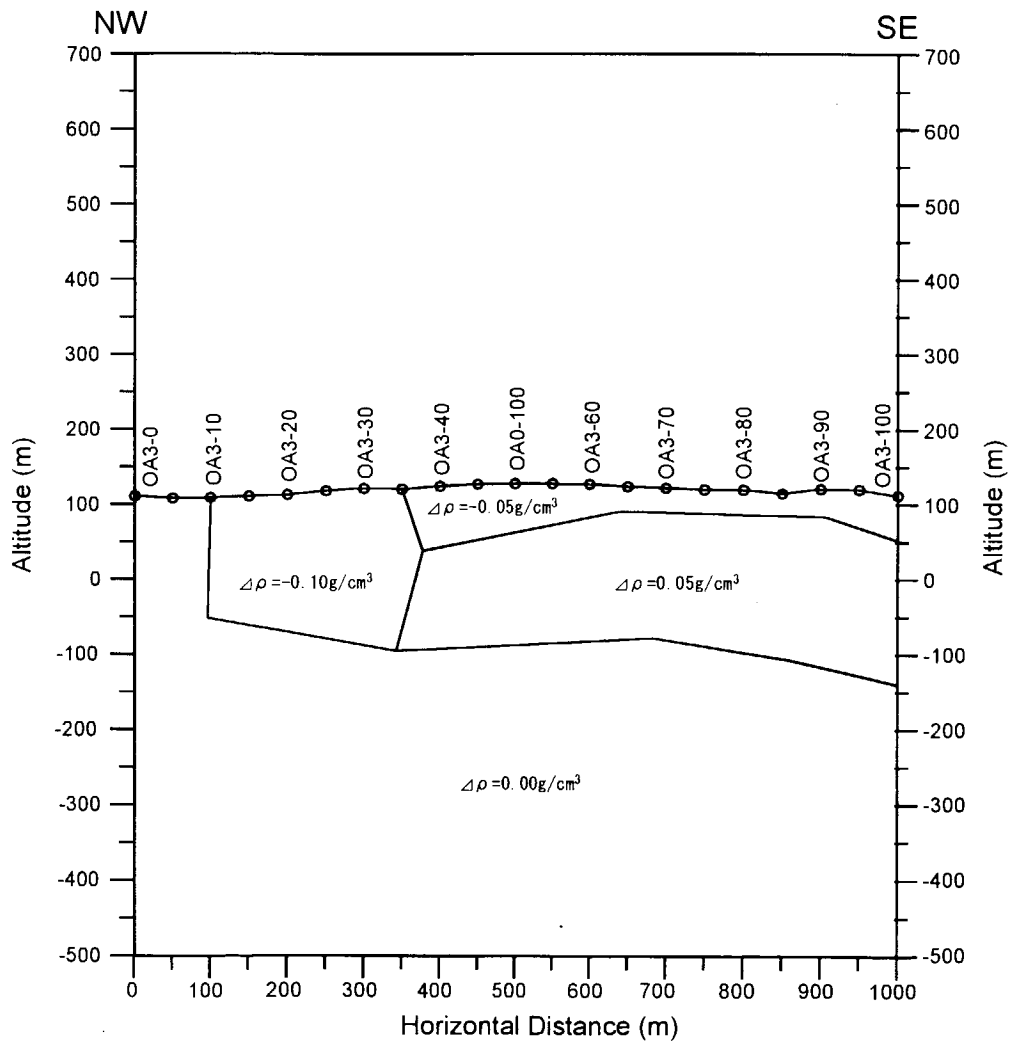
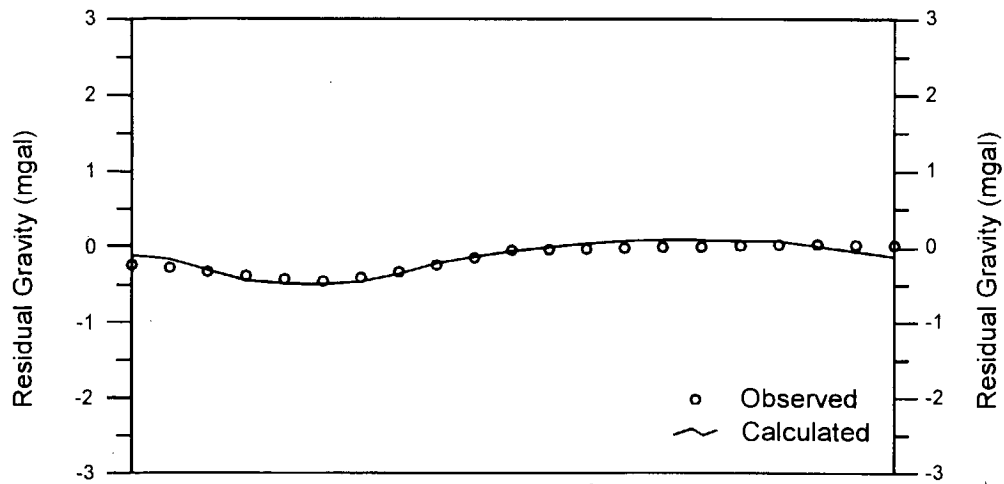


図 28
重力法解析断面図 (測線 OA3)
Scale : 10,000
February, 2002

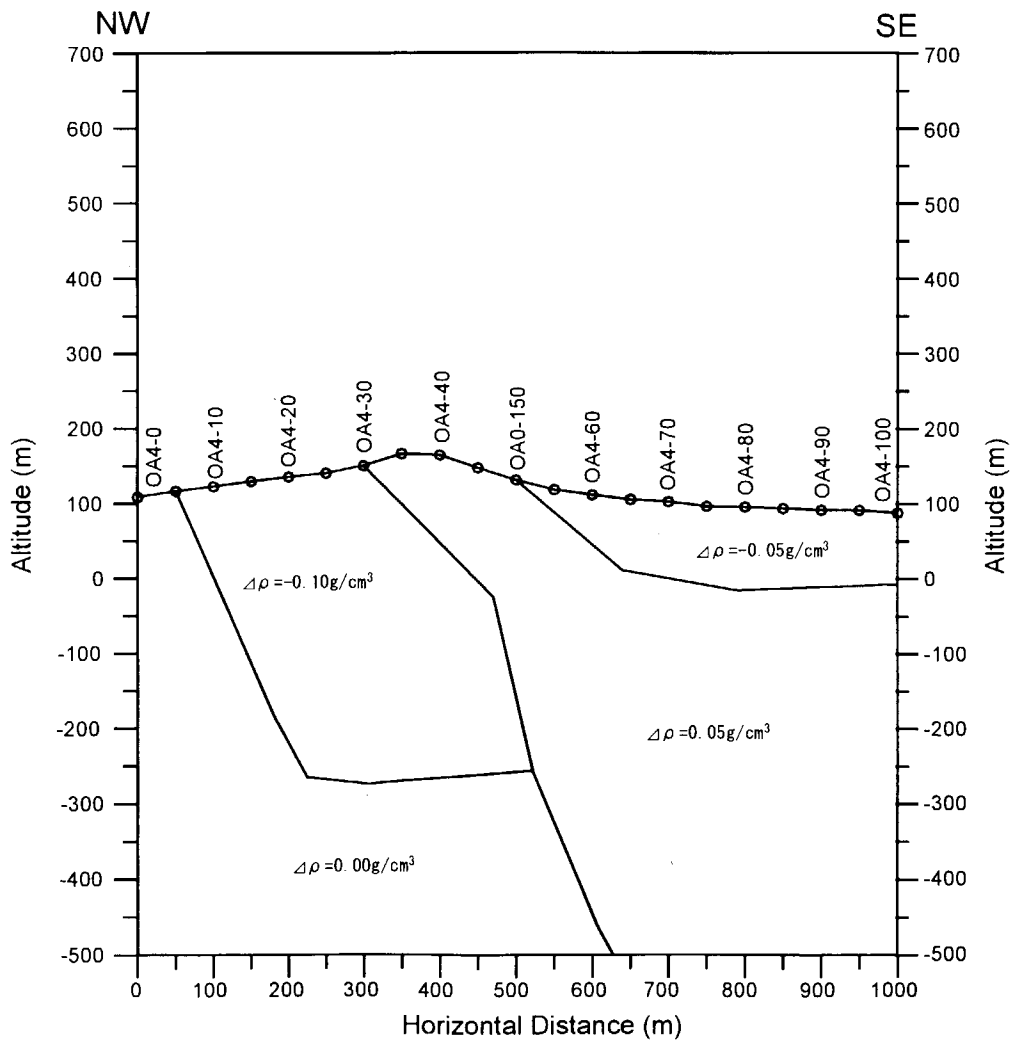
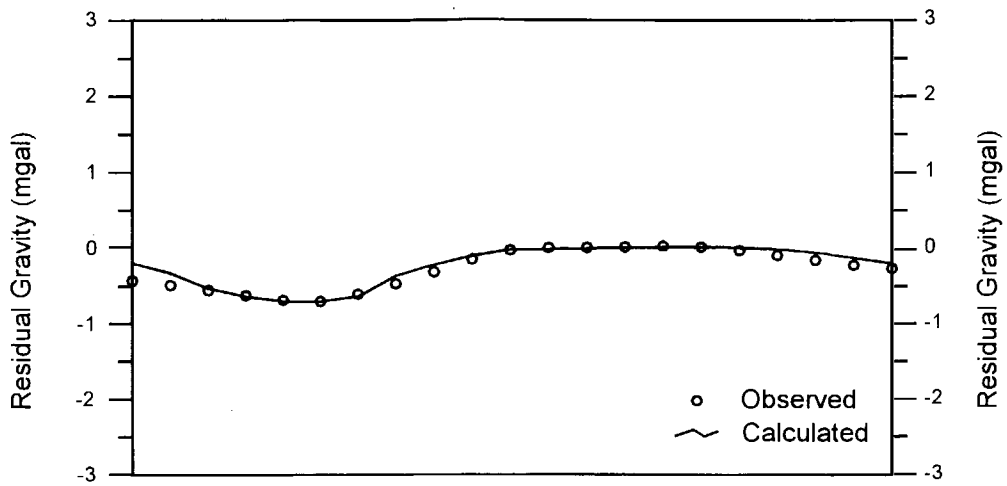


図 29
重力法解析断面図 (測線 OA4)
Scale : 10,000
February, 2002

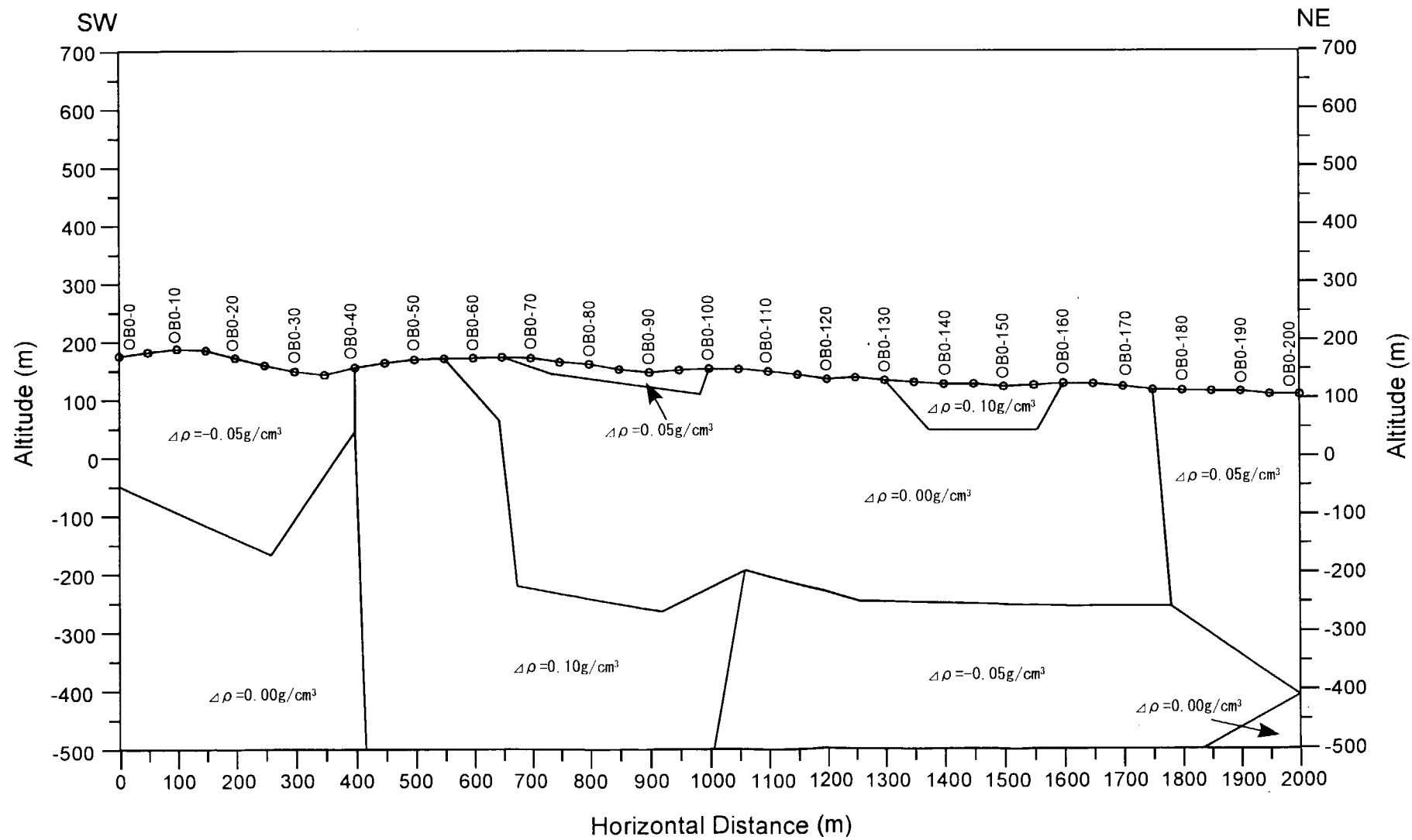
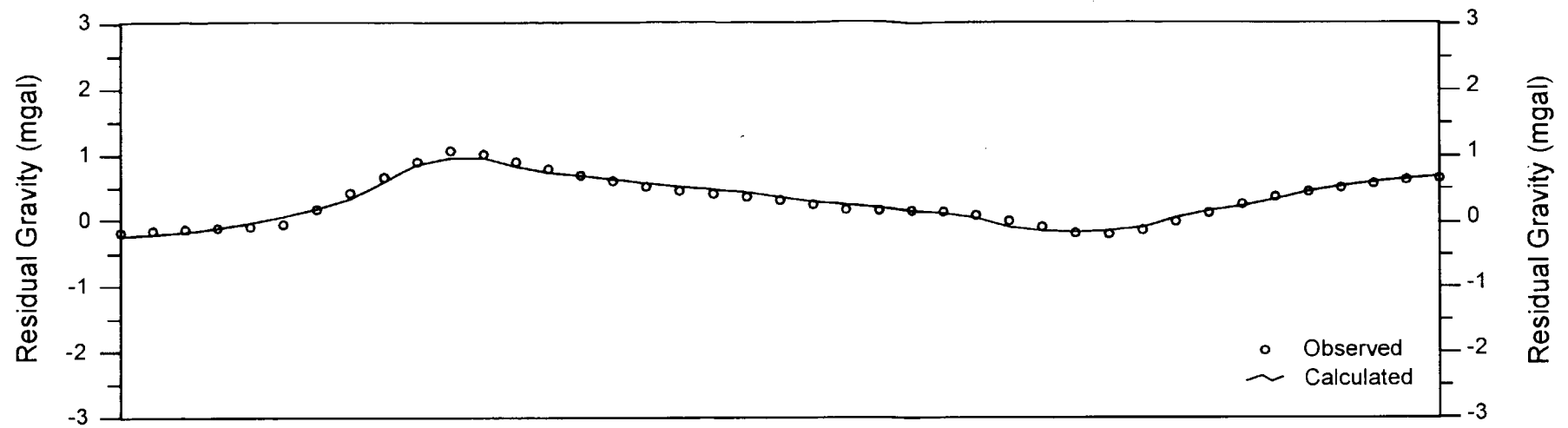


図 30
重力法解析断面図 (基線 OBO)
Scale : 10,000
February, 2002

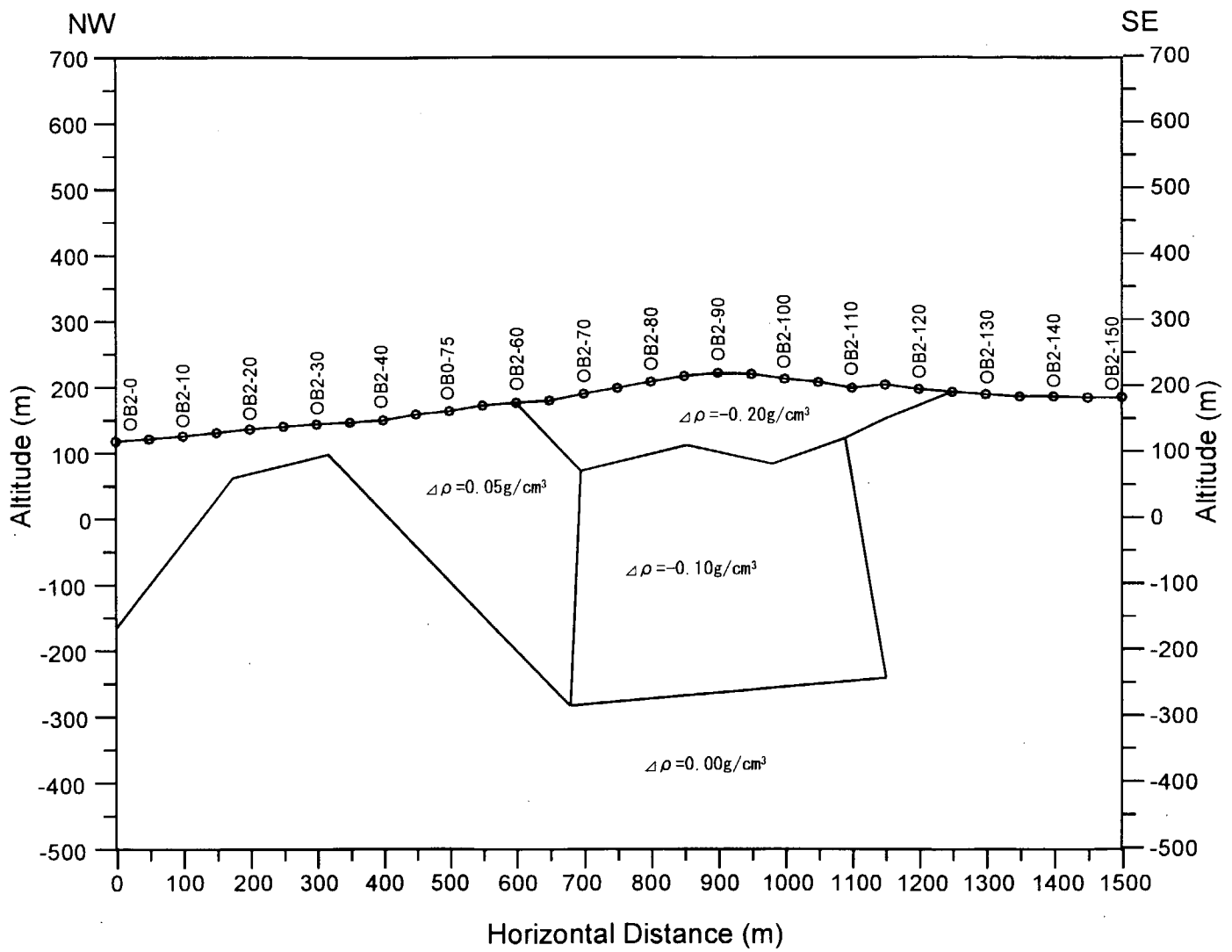
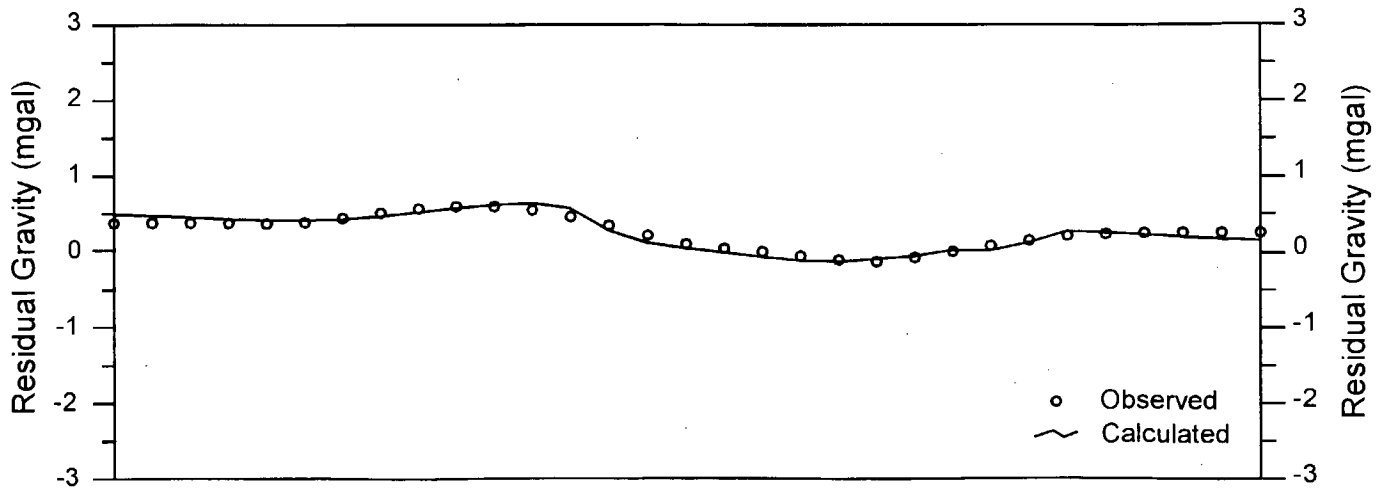


図 31

重力法解析断面図
 (測線 OB2)

Scale : 10,000

February, 2002

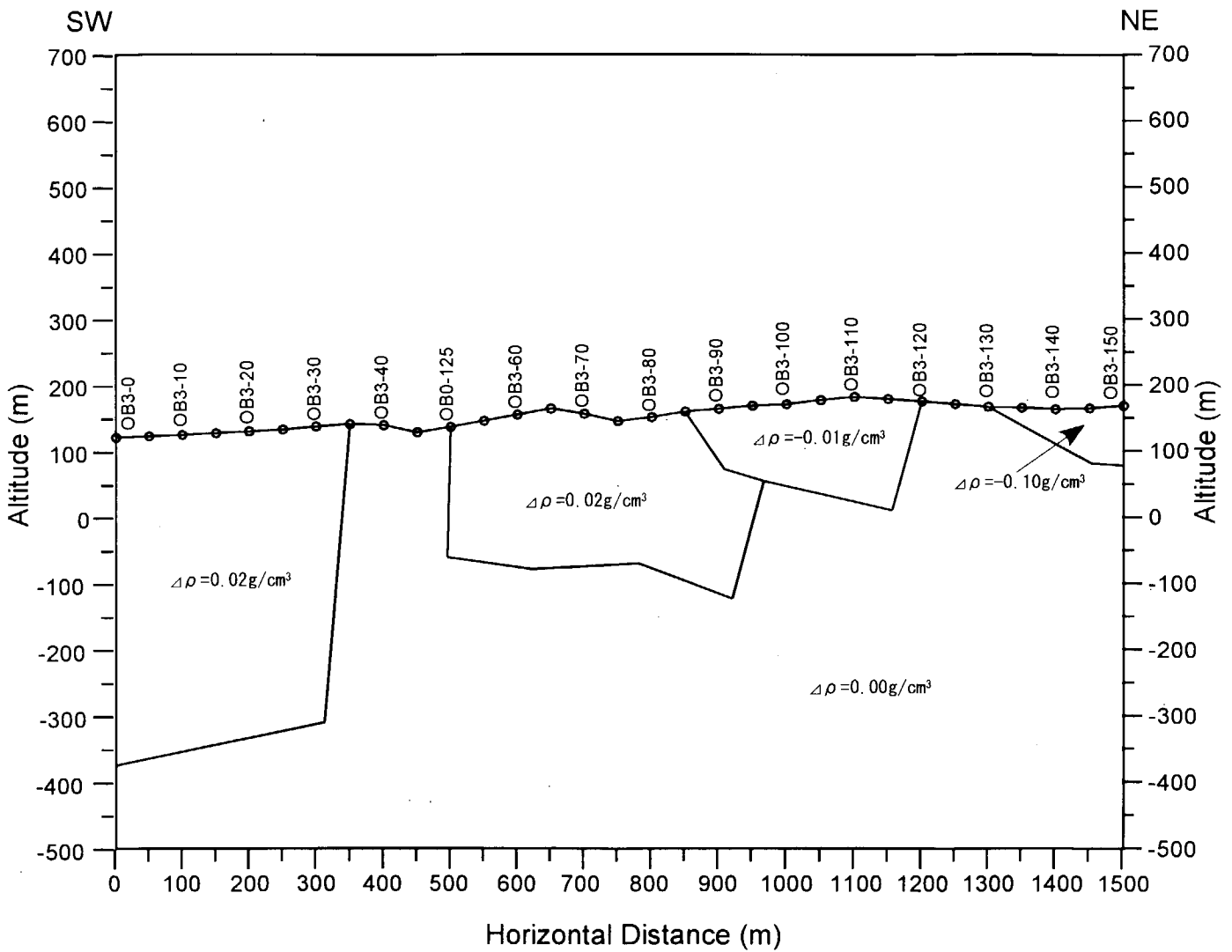
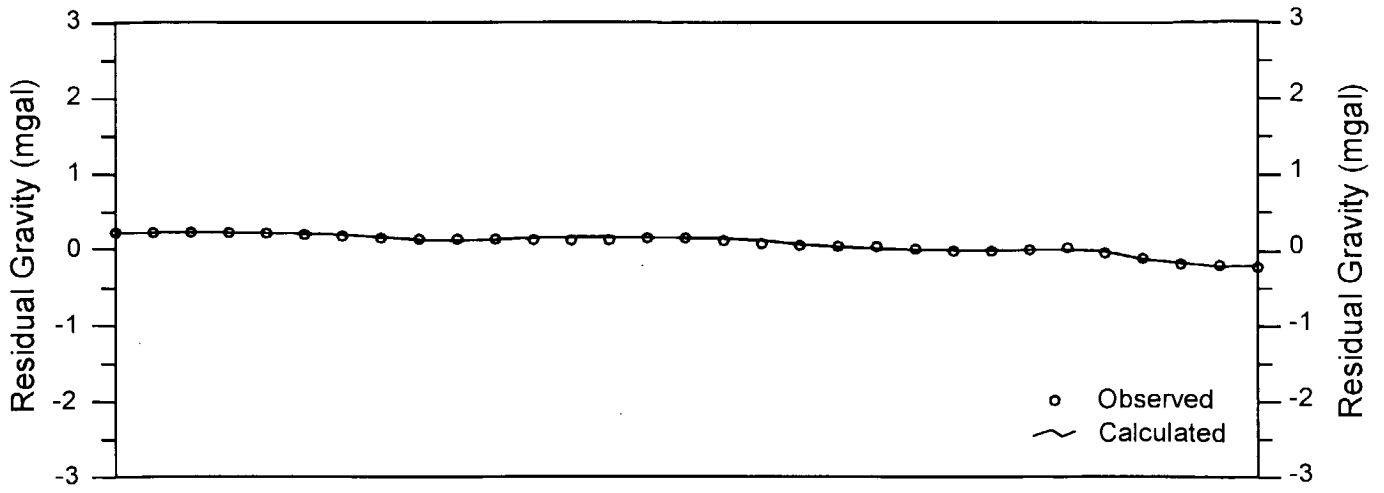


図 32
 重力法解析断面図
 (測線 OB3)
 Scale : 10,000
 February, 2002

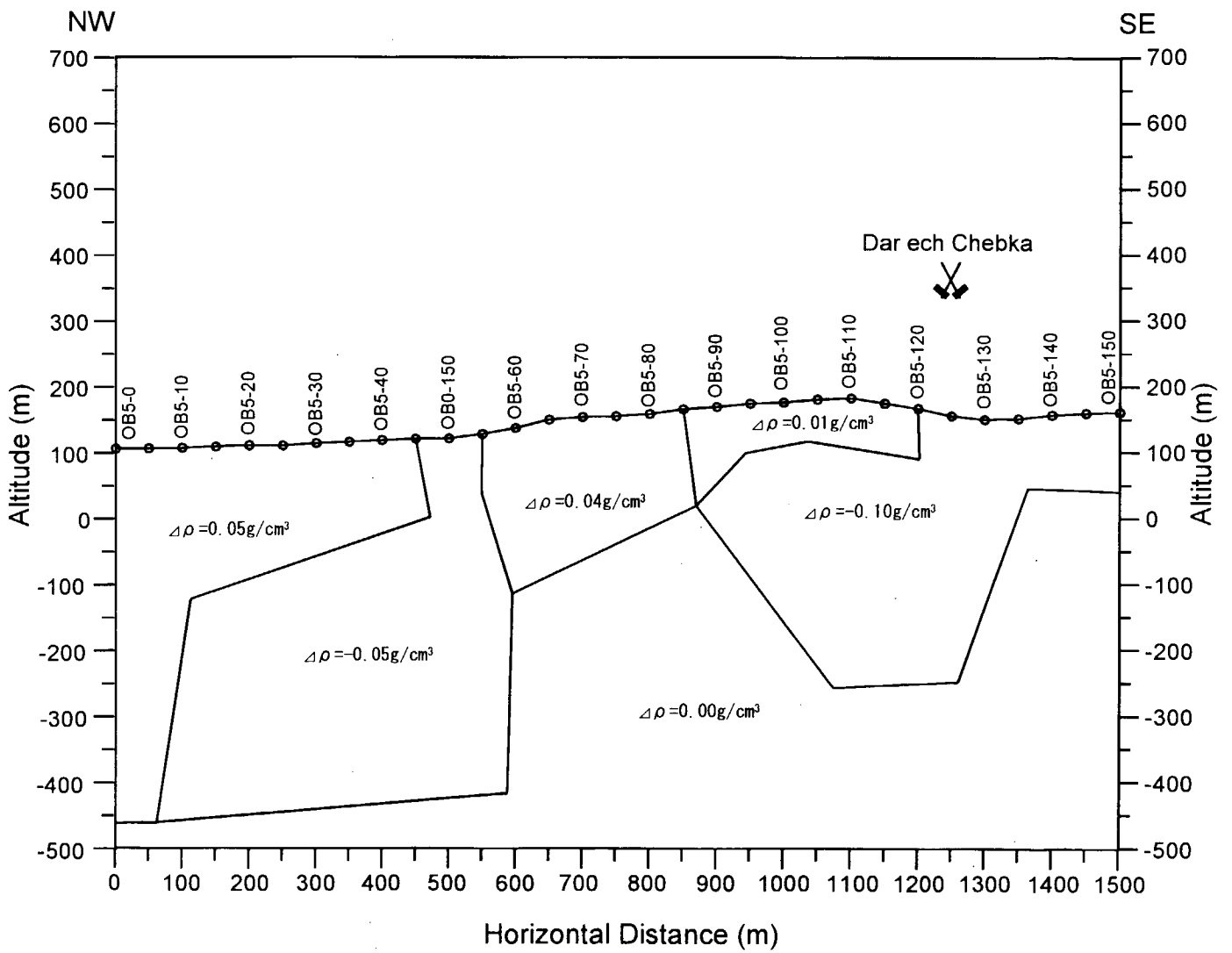
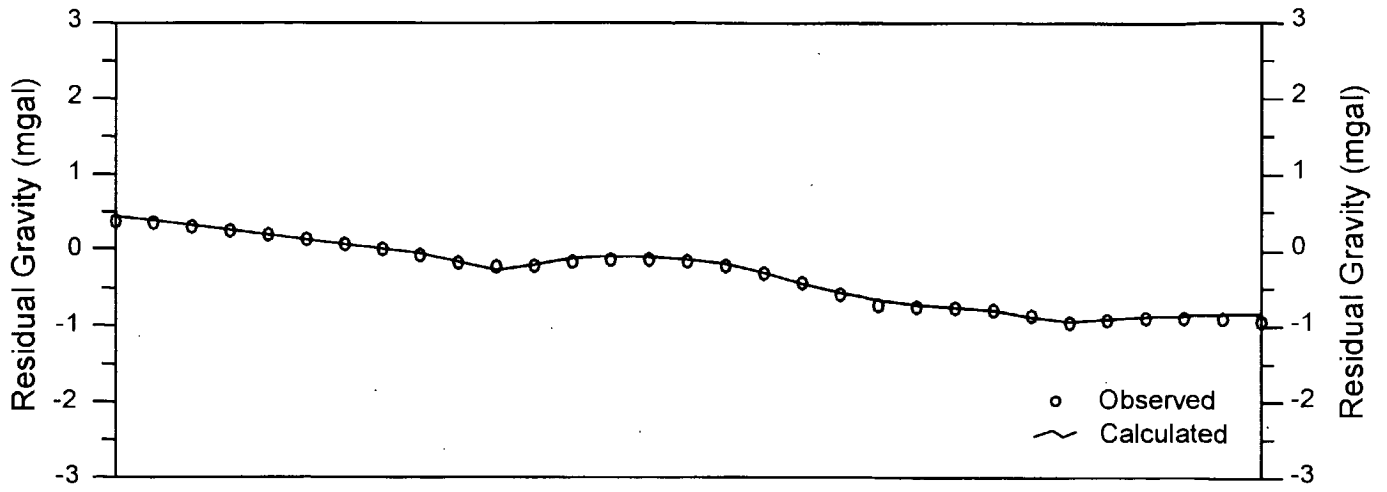


図 33
重力法解析断面図 (測線 OB5)
Scale : 10,000
February, 2002

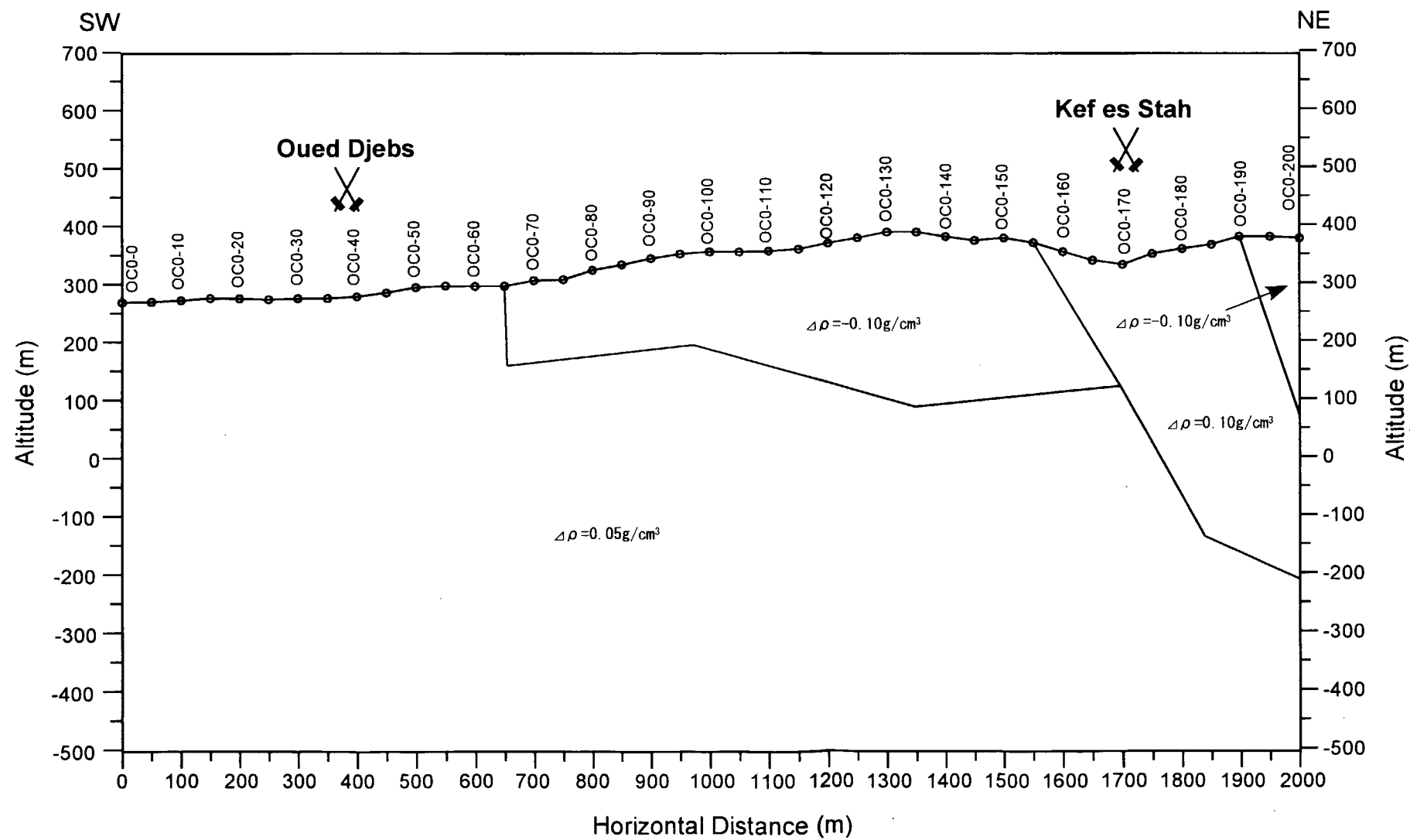
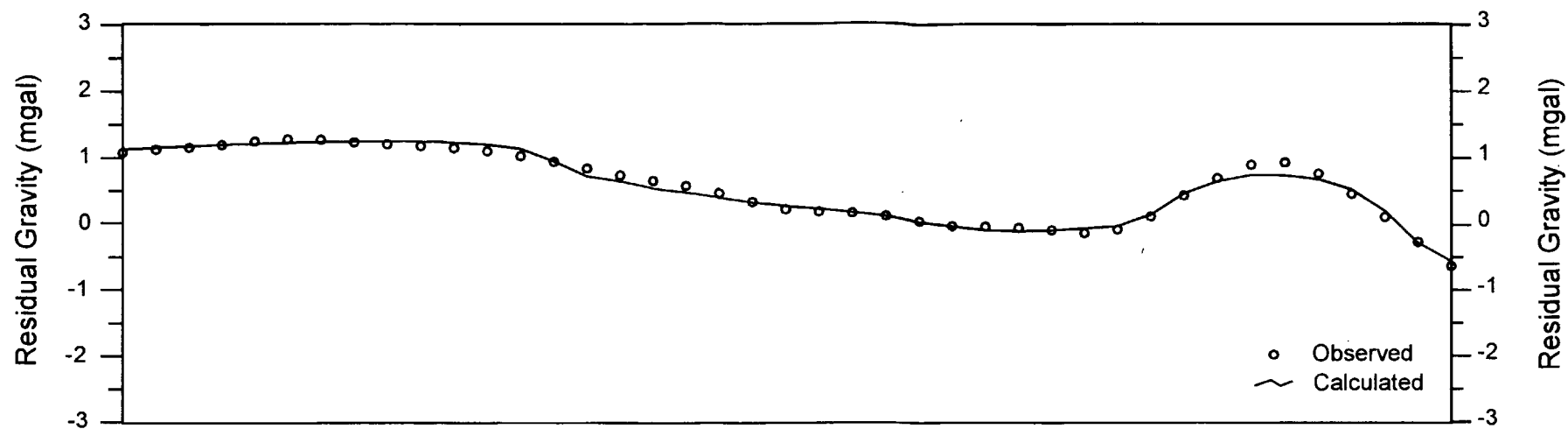


図 34
重力法解析断面図 (基線 OCO)
Scale : 10,000
February, 2002

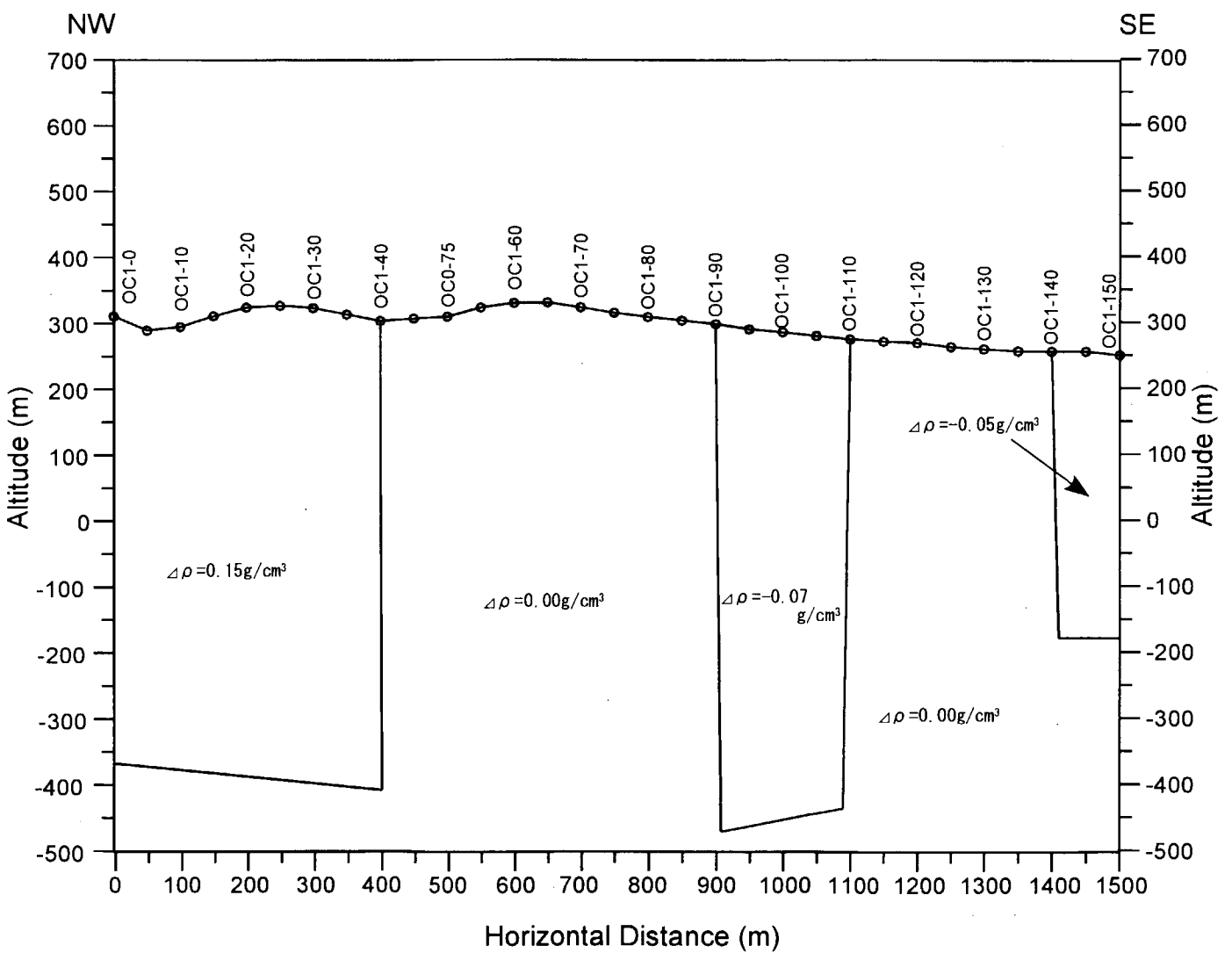
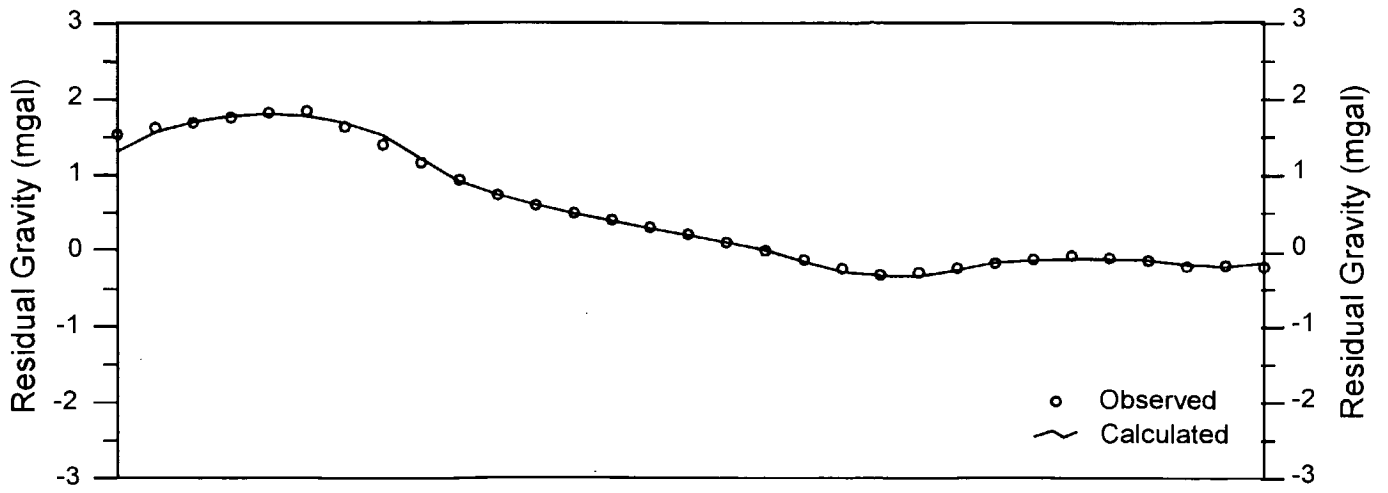


図 35
 重力法解析断面図
 (測線 OC1)
 Scale : 10,000
 February, 2002

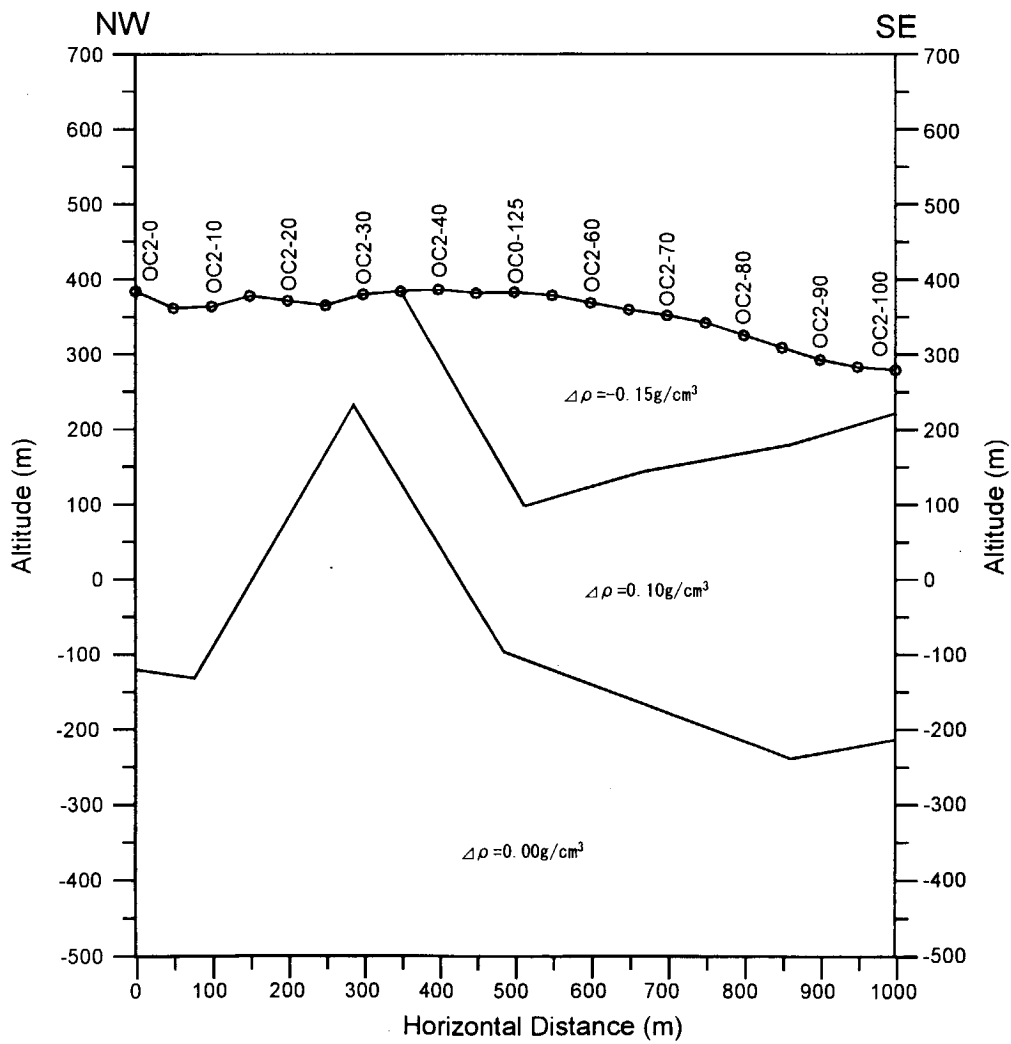
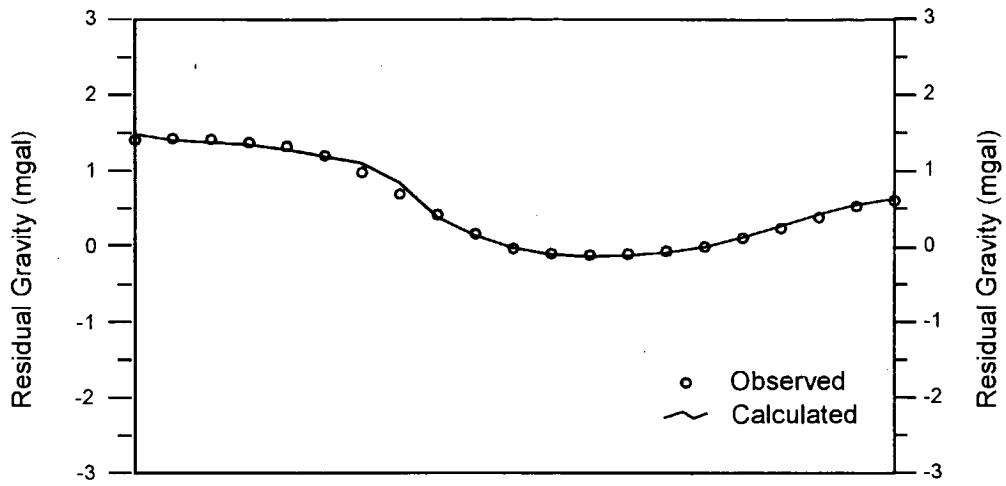


図 36
重力法解析断面図 (測線 OC2)
Scale : 10,000
February, 2002

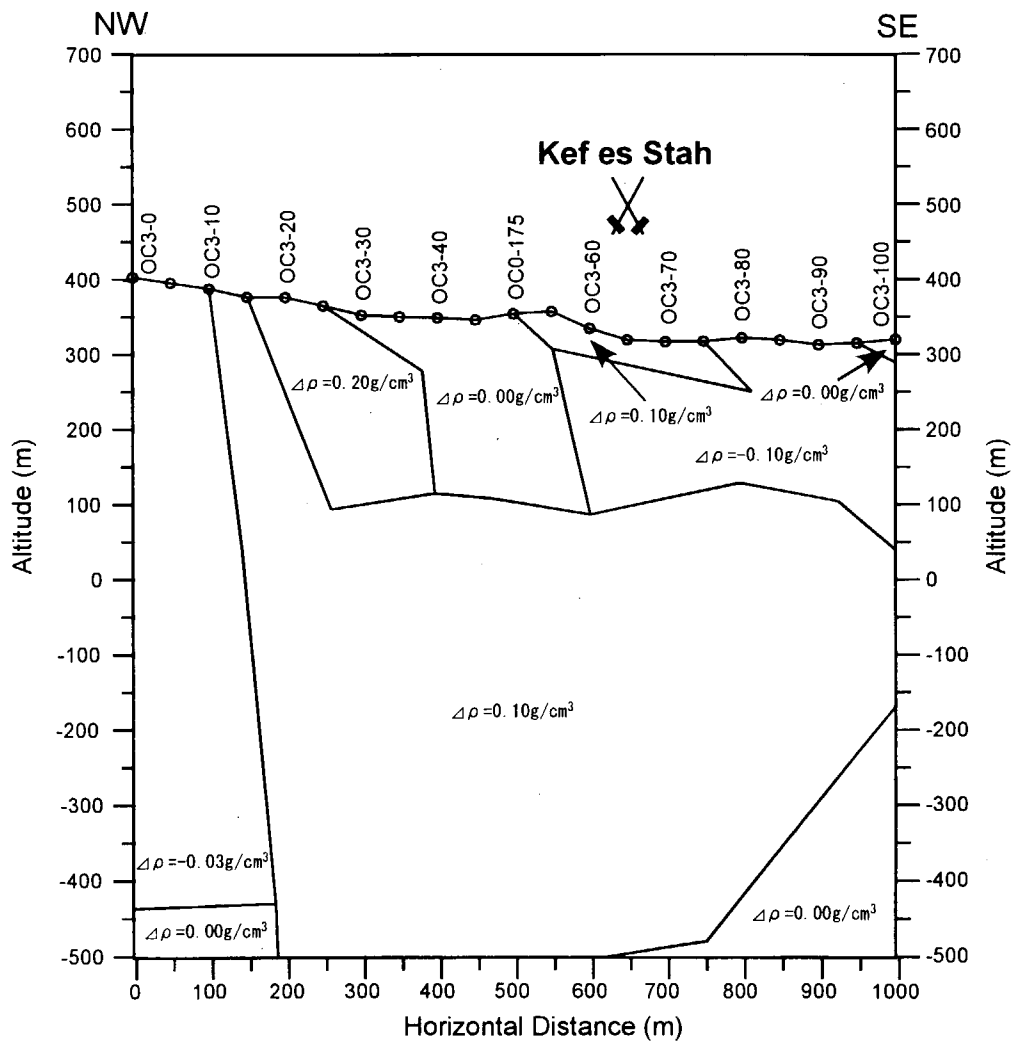
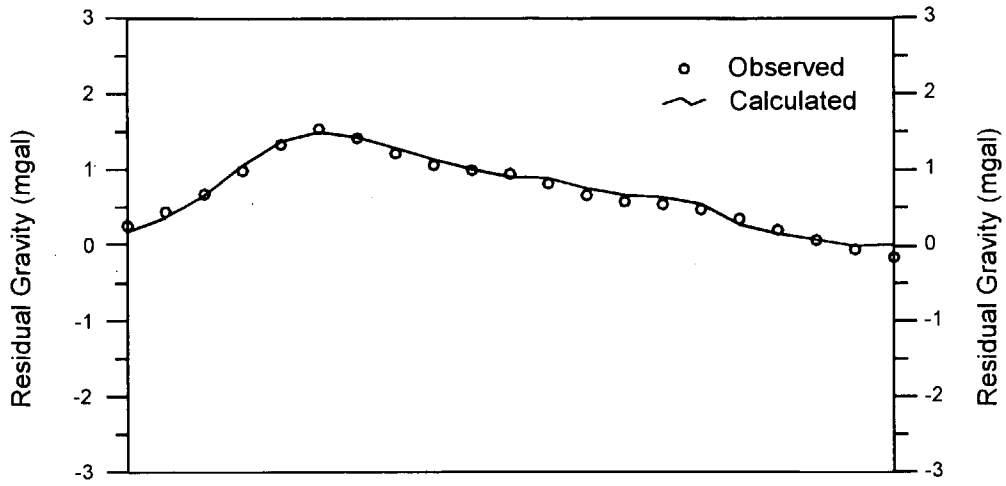


図 37
重力法解析断面図 (測線 OC3)
Scale : 10,000
February, 2002

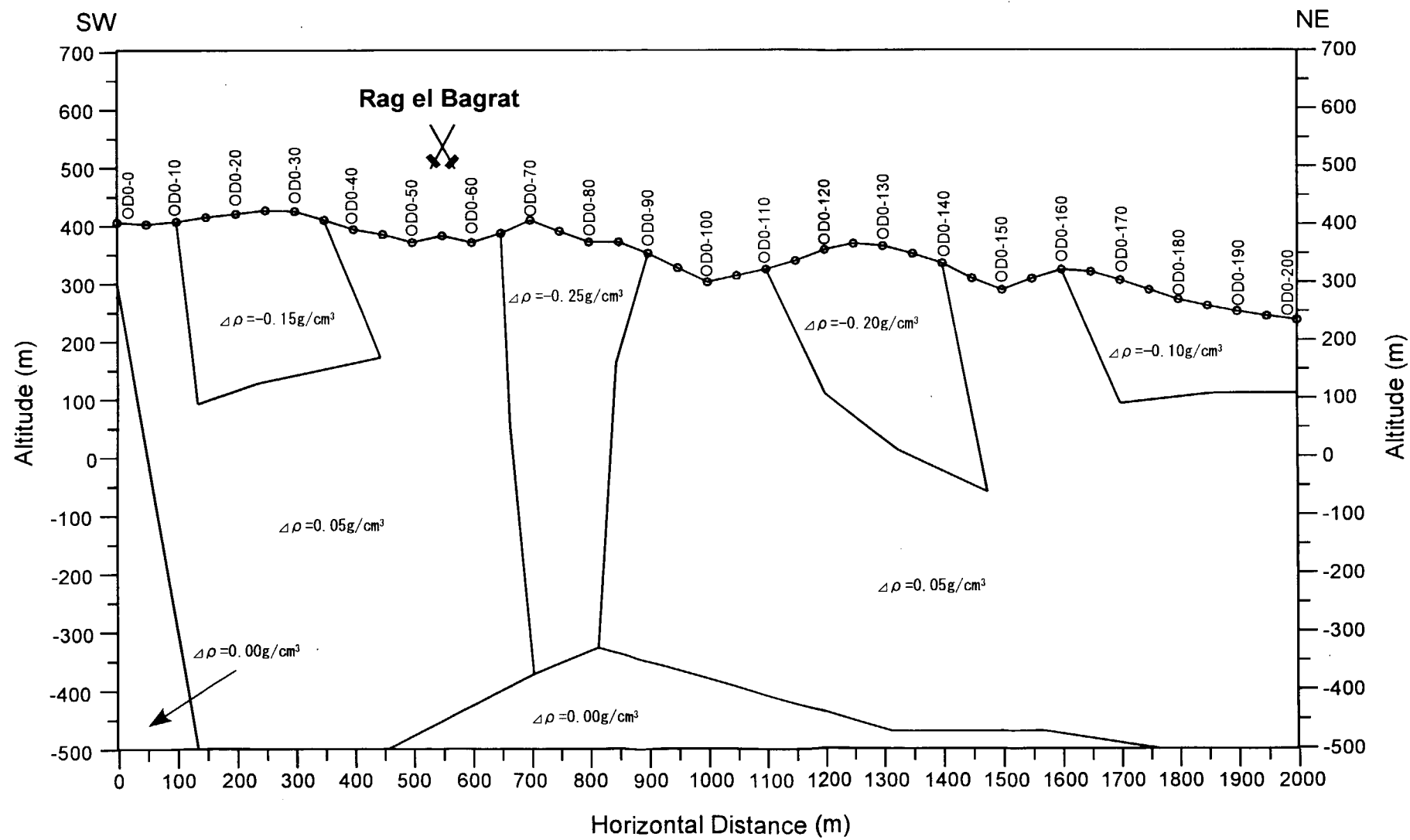
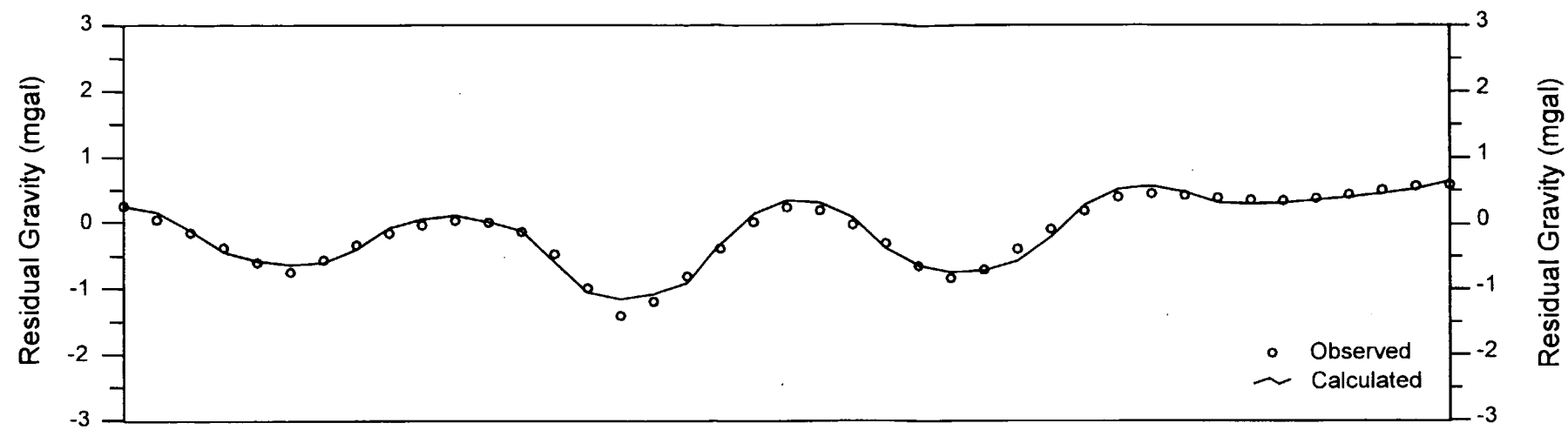


図 38
重力法解析断面図 (基線 ODO)
Scale : 10,000
February, 2002

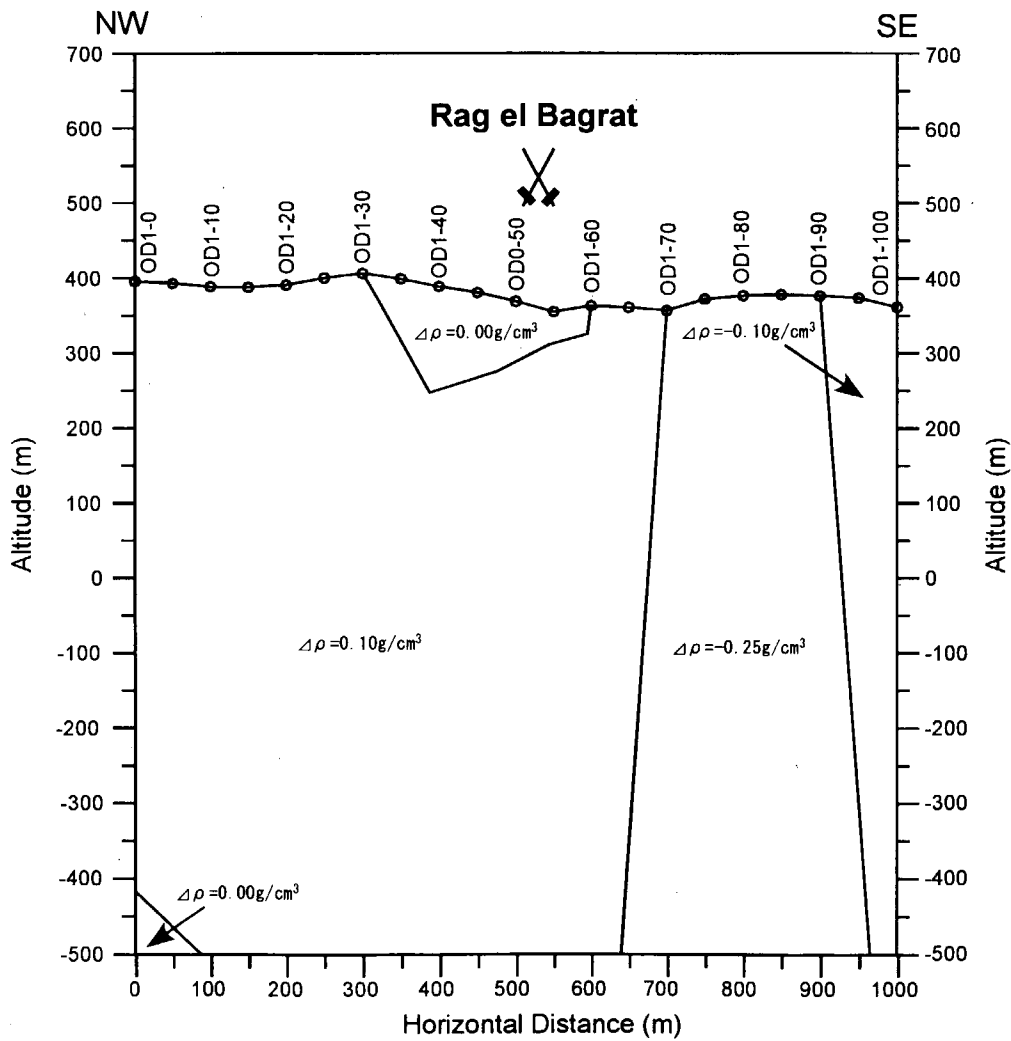
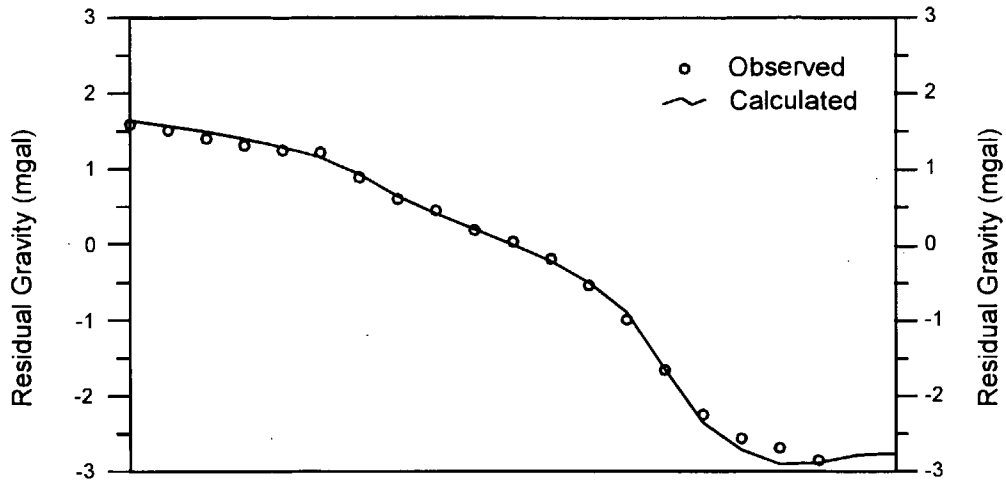


図 39
重力法解析断面図 (測線 OD1)
Scale : 10,000
February, 2002

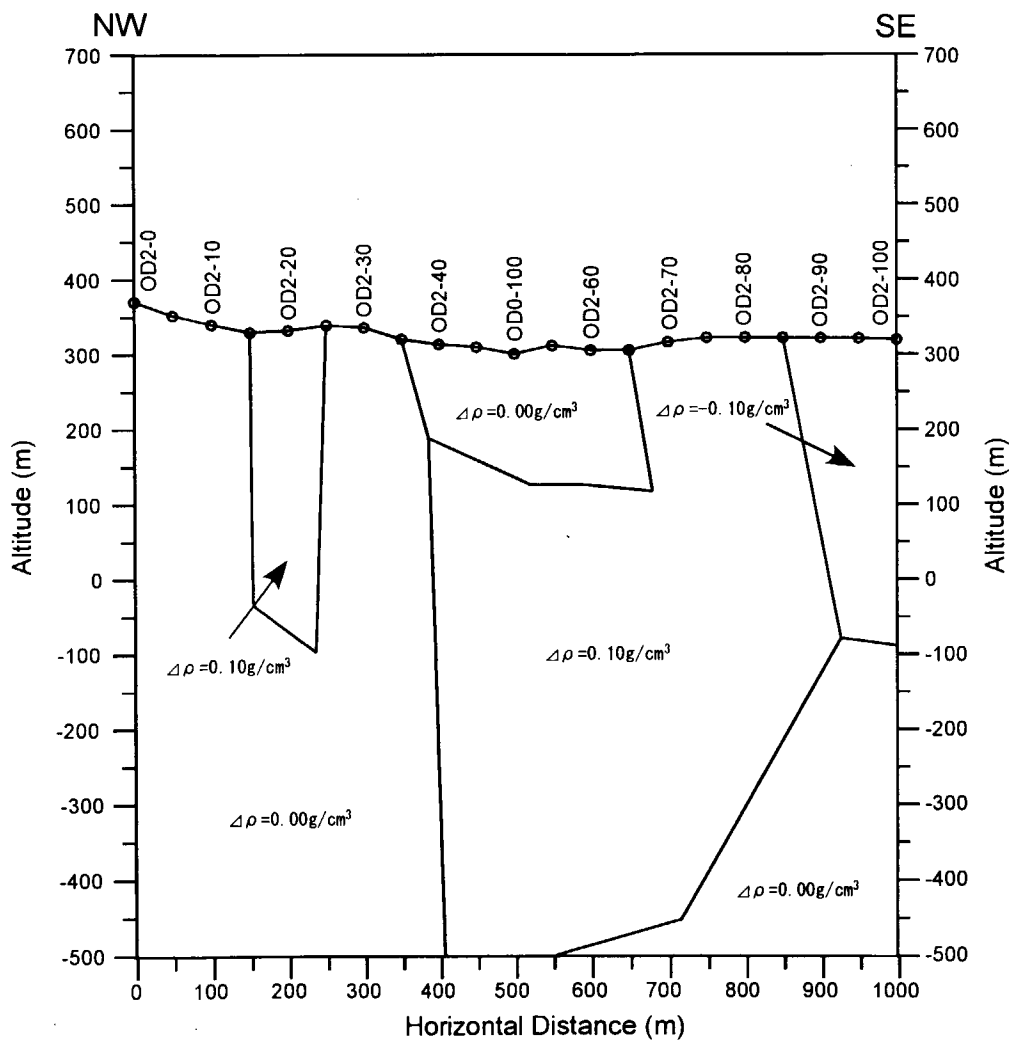
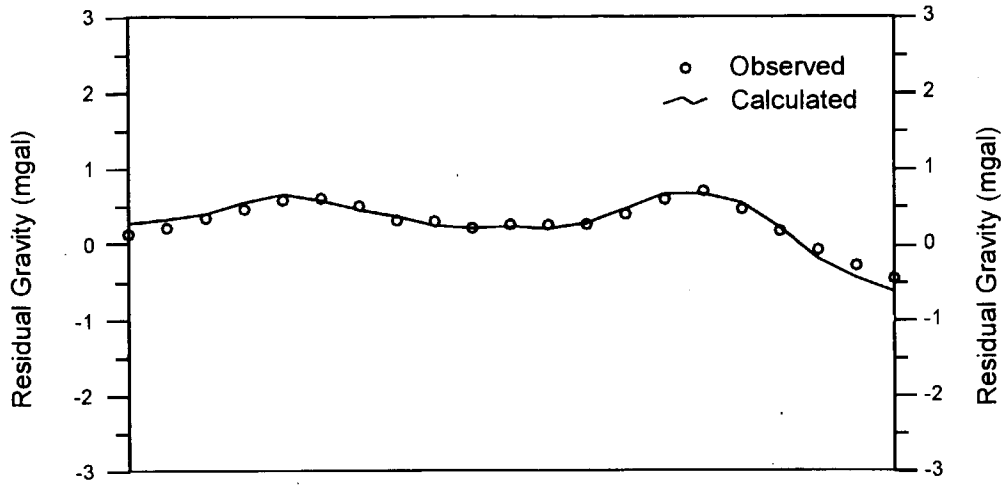


図 40
重力法解析断面図 (測線 OD2)
Scale : 10,000
February, 2002

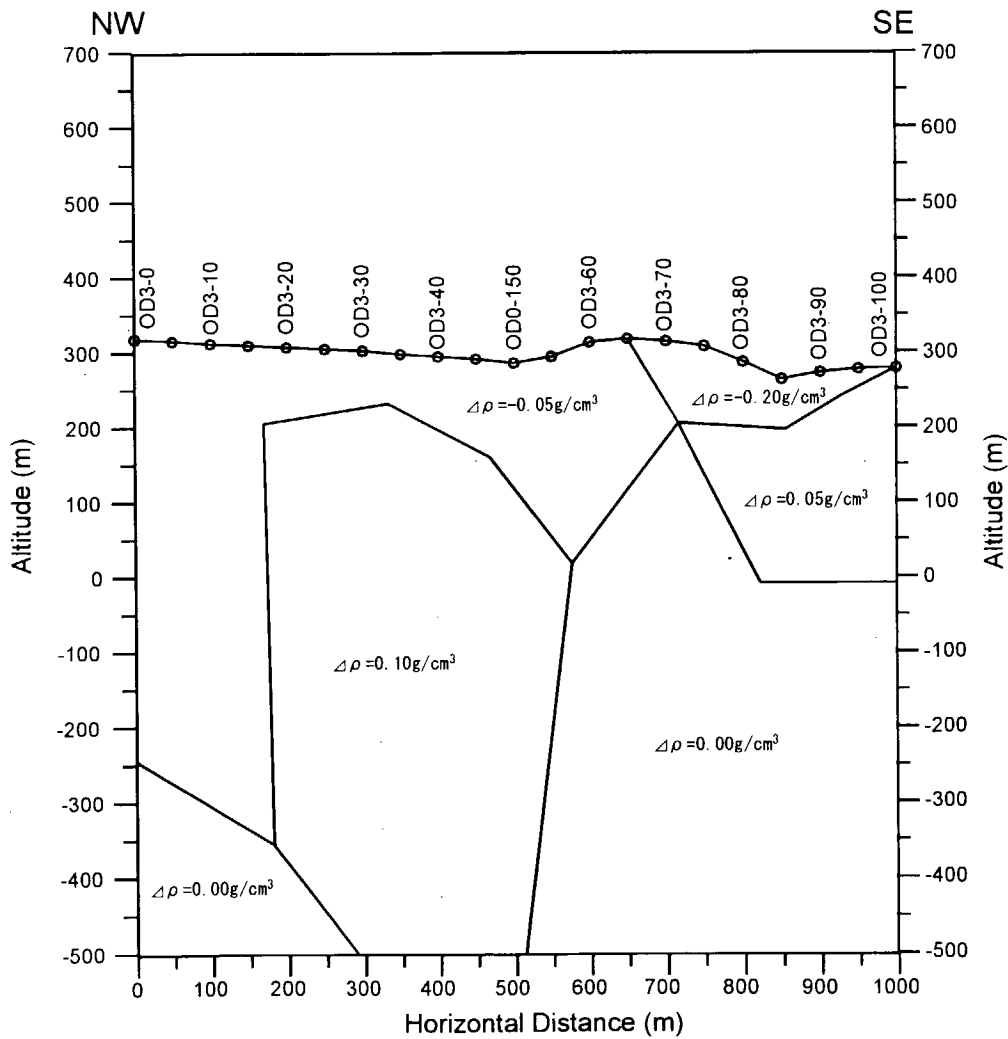
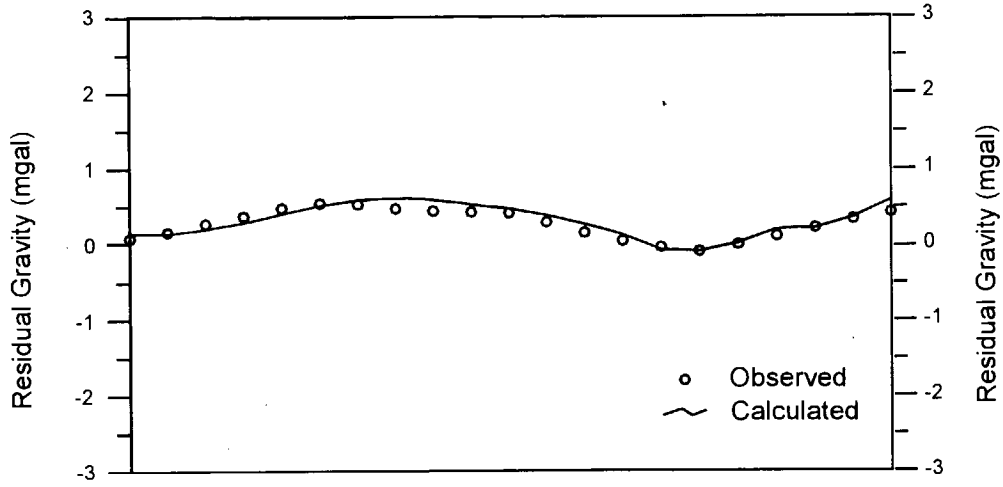


図 41
重力法解析断面図 (測線 OD3)
Scale : 10,000
February, 2002