

図11-3-23 オコテベック鉱産地位置図

(23) エル・マラカテ

鉱徴地は、エル・マラカテ鉱山を中心として約2.5km²にわたって見られる。エル・マラカテ鉱山はペニョーレス（社）グループによって一昨年まで操業されていたが、現在は休山中である。鉱山施設はそのまま残されており、鉱山道路が村落を結ぶ主要道路の一部として使用されている。地質は、タスコ片岩類の泥質片岩、緑色片岩とこれを覆う石灰質千枚岩で構成され、NW系の正断層が推定される。主鉱床はこの断層に沿って形成されたと考えられ、N20°～30°W方向に露天掘を主にほぼ1kmにわたって採鉱されている。鉱脈の露頭は、図II-3-24に示したように鉱山施設南の尾根などでみられ、黒色粘板岩中に発達した石英、硫化物網状脈からなり、下盤側には著しいセリサイト化が認められる。鉱石には黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄銅鉱などが見られる。研磨片の顕微鏡観察では、上記鉱物のほか閃亜鉛鉱を交代して銅藍が少量認められた。主鉱脈から採取した試料の分析結果は次のとおりである。

試料	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Fe(%)
F0-47	0.33	55	0.11	0.90	5.44	7.69
K0-42	0.78	59	1.59	0.17	6.08	17.89
M0-21	3.36	363	0.58	9.76	7.98	20.30
M0-22	1.42	280	0.30	4.97	12.30	23.40

この主鉱脈に平行して南西約800mにも鉱徴地がNW-SE系に連続して分布する。主なところとしては、鉱山施設の西方、アルバラダ（Albarrada）部落の北西及び南の3箇所である。特にアルバラダ部落の北西の沢には黄鉄鉱、黄銅鉱、方鉛鉱を伴う急傾斜の石英細脈が認められる。坑口跡がみられるが多くは埋没している。残存しているズリの中に認められる鉱石は主鉱脈のものと同様である。研磨片の顕微鏡観察では、主鉱脈で確認された鉱石鉱物の他に極微量の四面銅鉱が認められた。採取した試料の分析結果は次のとおりである。

試料	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Fe(%)	
K0-40	0.14	9	0.03	0.40	1.29	9.07	ズリ
K0-42	0.31	272	0.20	12.57	0.11	18.01	
U0-13	0.07	62	0.02	0.03	0.03	16.80	
U0-14A	0.36	174	0.54	3.92	2.05	23.85	ズリ
U0-14B	0.55	949	3.56	15.56	5.59	13.51	ズリ
平均	0.81	247	0.77	5.37	4.54	16.72	（上述の主鉱脈の分析値を含む）

9. その他の鉱徴地

以上の8地区以外で認められた鉱徴地5箇所について簡単に記載する。

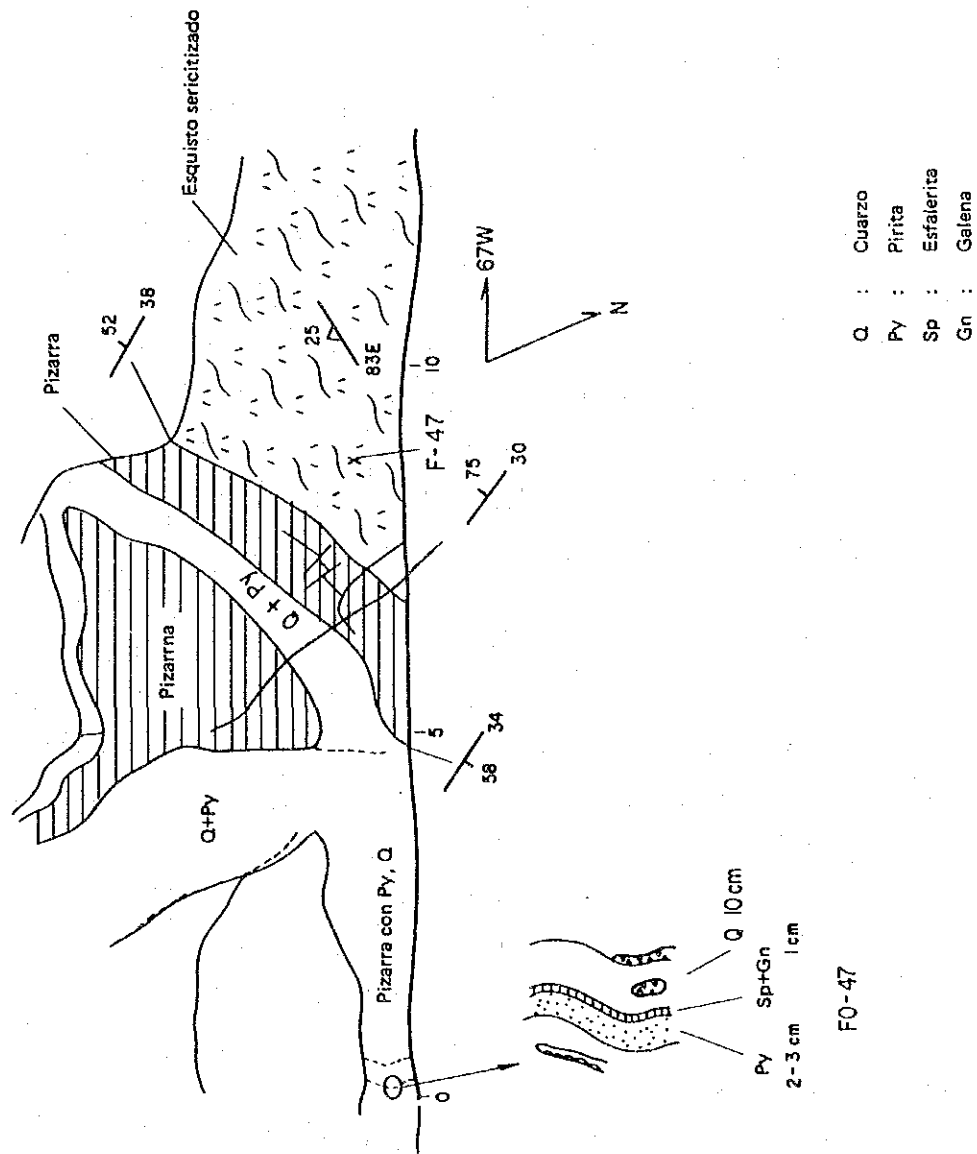


図 11-3-2-4 エル・マラカテ鉱床露頭

(1) MJMT-1西

ボーリング地点西の道路沿いにみられる石英脈と硫化物の露頭からなる鉱微地である。付近には石灰質層群に属する粘板岩と緑色火山岩の薄層、流紋岩質貫入岩が分布する。鉱微は粘板岩中に30m以上にわたって広がって分布する石英脈群（黄鉄鉱を微量伴う）とその末端にみられる珪質な黄鉄鉱を主とする部分からなる。石英脈の方向はENE系を示すものが多い。後者の研磨片の顕微鏡観察では、黄鉄鉱が認められるだけであった。露頭から採取した試料の試料の分析結果は次のとおりである。

試料	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Fe(%)	
FO-1	<0.01	3	<0.01	0.02	0.06	0.62	石英脈
MO-10	0.42	4	<0.01	0.01	0.01	4.65	珪質黄鉄鉱

(2) ギターラ鉱山

本鉱山は、テマスカルテベック西北西約4kmに位置する。A. A. Contreras (1981) によれば、本鉱床の発見は1539年とされるが、その後東から西に向けてサン・フランシスコ (San Francisco)、ラ・クルス (La Cruz)、エル・ガランブージョ (El Garambullo)、アンヘレス (Angeles) などの鉱床が開発されてきたが、休山と採掘が繰り返されこれまでに鉱石として約50万トンが採掘されたと考えられている。1991年8月から再開され、現在は鉱山労働者約30名程度で操業されている。

付近の地質はテマスカルテベック花崗閃緑岩、テイルサポトラ流紋岩類などであるが、鉱床母岩にはこのほか粘板岩が含まれる。鉱脈は幅6~20m (平均10m) で、走向NW-SE方向に膨縮しながら2km以上連続する。鉱石は含金・銀石英脈であり、研磨片の顕微鏡観察では、黄鉄鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱などの他にエレクトラム、濃紅銀鉱などの金銀鉱物が確認された。今回堆積場から取した試料の分析結果は次のとおりである。

試料	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Fe(%)
GU-1	0.05	108	0.06	0.23	7.38	2.40
GU-2	2.58	802	0.10	0.19	0.21	2.10

(3) テマスカルテベック南方2km

道路沿いにみられる石英脈からなる鉱微地である。この北西延長上にギターラ鉱山が位置する。鉱脈は石灰質千枚岩中にあり走向N60° W, 85° E傾斜のものと、走向E-Wで85° N傾斜のものからなる。脈幅は10cmのものが数枚みられ、珪化帯最大1.5mをともなう。

(4) エル・シリオン北1km

道路沿いにみられる2箇所の露頭からなる。どちらもタスコ片岩類の上部に位置する緑色片岩が全体に珪化したと考えられるもので、黄鉄鉱の鉱染を伴う。この上位には石灰質層

群の石灰質千枚岩が分布する。層準的にもサンタ・ロサ鉱床と同一であり、鉱脈型の変質作用とも異なるため、塊状硫化物鉱床の下盤の珪化ゾーンに相当する可能性がある。研磨片の顕微鏡観察では、自形の黄鉄鉱と微量の閃亜鉛鉱が認められた。採取した試料の分析結果は次のとおりである。

試料	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Fe(%)
F0-22	<0.01	18	0.01	0.01	0.01	5.01

(5) サンタ・アナ 西北西1km

石灰質層群の石灰質千枚岩中に発達した石英脈群（幅10cm前後）からなるもので、形態的にはボーリングMJMT-1地点でみられた鉱徴と類似している。脈の方向はN70° Wで58° N傾斜である。鉱脈は大部分が石英からなるが、研磨片の顕微鏡観察では、黄鉄鉱のほか微量の閃亜鉛鉱が認められる。採取した試料の分析結果は次のとおりである。Agの品位が比較的高く、この西方に位置するベレン地区の鉱床と同タイプである可能性が高い。

試料	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)	Fe(%)
F0-48	0.15	272	0.01	0.03	0.03	1.46

3-3 考察

テフピルコ地域には層準規制型の塊状硫化物鉱床、鉱脈型鉱床及び鉱徴地が分布し、特定の地質構造と密接に関連していると考えられる。従って、本項ではテフピルコ地域の持つ地質構造上の特性と鉱化作用との関連について主として述べる。

1. 層準規制型塊状硫化物鉱床

調査地域内に分布するチサパ、サンタ・ロサ鉱床をはじめとして、調査地域の南方延長部のゲレロ州にもカンポ・モラド(Campo Morado)、レイ・デ・プラタ(Rey de Plata)などの塊状硫化物鉱床が知られている。しかし、これら相互の関係については、本地域の変成岩類（タスコ片岩類及び石灰質層群）と同じ地層の分布域にあるということ以外明らかになっていない。本調査によって少なくともチサパ、サンタ・ロサ両鉱床はほぼ同じ層準に位置することが明らかとなった。さらに、この層準はテフピルコ背斜により2帯に分かれ南南東及び南東へと地域外へ連続している。

堆積環境という観点からみれば、下盤側であるタスコ片岩類は泥質堆積物と火山岩起源の堆積物からなり、ほとんど石灰質堆積物はみられないが、上盤側には石灰質堆積物を主とし、枕状溶岩を伴う地層が厚く堆積しており、鉱床付近を境として堆積環境が著しく変化している。すなわち、本地域においては硫化物が堆積した後、海水中でCaCO₃が過飽和状態になるような変化（基盤の隆起、海水中のphの変化または石灰質物質の供給増など）があったとみられる。

次に火成活動という観点からみれば、チサパ、サンタ・ロサ両鉱床の下盤側に火山岩起源と考えられる緑色片岩、酸性片岩が認められることから、その活動の末期に鉱床が形成されたと考えられる。黒鉱型硫化物鉱床に関係した火成活動の特徴として共通していることは、バイモダリズムであると考えられている。ただし、酸性なもの塩基性なものどちらが優勢であるかについては地域性があり、日本の黒鉱地帯では大量の酸性火山岩類がみられる。チサパ、サンタ・ロサ両鉱床に関連したと考えられる火山岩類は、鉱化作用による変質とその後の変成作用によって変成岩となっているため正確には源岩を推定できないが、緑色片岩は中性～塩基性の火山岩源、酸性片岩としたものは流紋岩質火山岩源と推定される。日本の黒鉱地帯と比べれば、緑色片岩が優勢であるということと火山岩の量そのものが少ないという点で異なる。

2. 鉱脈型鉱床

調査地域内には、不毛の石英脈及び含Ag-Pb-Zn石英脈が多数認められ、これらはタスコ片岩類～テイルサポトラ流紋岩類を切る断層・断裂中に胚胎している。露頭で観察した鉱脈の方向は図Ⅱ-3-25のとおり、NW-SE系に集中し、ほぼ同時期に形成されたことを示唆している。さらに鉱脈の近辺にしばしば鉱脈と同系統のNW系の共役断層（図Ⅱ-3-5）が観察された。

含Ag-Pb-Zn石英脈の多くは地域中央部で東西のゾーンに集中する傾向がみられ、塊状硫化物鉱床の近辺には第四紀玄武岩が分布するためかほとんど認められない。

エル・リオ鉱床については、これまで塊状硫化物鉱床の可能性が大きいと考えられてきた。しかし、本調査の結果チサパ、サンタ・ロサ鉱床の層準より下位に位置すること、鉱石中にバース・アイ組織が認められ、変成作用を受けたとは考えられないことなどから鉱脈型鉱床に属すると考えた方が妥当である。

鉱脈型鉱床を胚胎する母岩は、変成岩類、流紋岩質～デイサイト質火砕岩、流紋岩貫入岩など多彩であるが、規模の大きな鉱床は火成岩よりも堆積岩に多い傾向がみられ、母岩の物理的性質を反映したものと考えられる。

調査地域及び周辺には、噴出源は不明であるがテイルサポトラ流紋岩類が広く分布し、激しい火成活動の存在を示している。また、これと化学成分的にも類似し、ほぼ同時期の活動と考えられる流紋岩貫入岩は特にベレン、パントハ、アルバージョ地区で多量の岩床として認められ多くの鉱脈鉱床を伴っている。ただし、流紋岩中の破碎帯にも鉱床は形成されているため、鉱液の活動は流紋岩の固結後と考えられるが、鉱脈鉱床はこれら流紋岩質火成活動に引き続いて形成された可能性が高い。

3. 鉱徴地のポテンシャル

地質及び鉱徴地調査によって確認された鉱徴地は28箇所である。これらに対してポテ

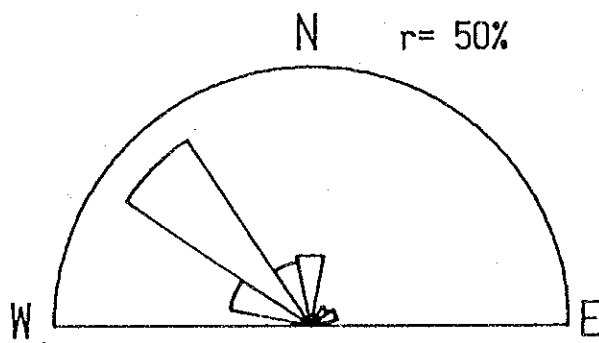
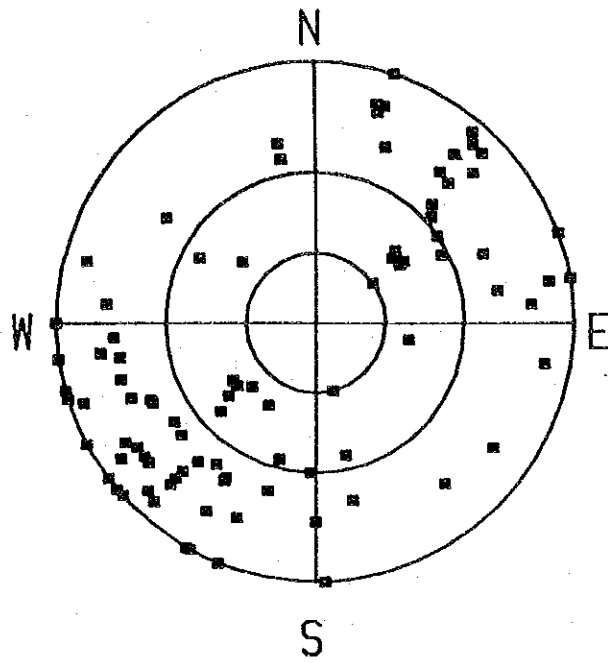


図 II - 3 - 2 5 磁脈のステレオ投影及びローズダイアグラム

ンシャルの高いものから順にA～Eに区分し一覧表として示した（表Ⅱ－3－6）。評価に際しては鉱量、品位、探鉱余地などを基準としたが、鉱区、所有者等の外的要因については考慮していない。このうちAランクとしたものは十分な鉱量と品位が確認されておりさらに有望な探鉱余地が残されているもので、チサパとエスメラルダだけである。Bランクとしたものはある程度の品位と鉱量が確認されておりさらに探鉱余地があると考えられるサンタ・ロサが該当する。ギターラは現在稼働中であるが、古くから休山と稼働が繰り返されていると言うことであり、Bランクと判定した。Cランクとしたものは十分な探鉱がなされたいないため、探鉱余地が残されていると考えられるものに相当する。BとCとの中間的なものとしてサンタ・ロサリア、ベレンなど特に品位の高い鉱石が認められた鉱徴地とエル・マラカテのように規模の大きい鉱徴地がある。D、Eについては探鉱の価値はほとんどないと考えられる。

第4章 物理探査

4-1 調査方法

4-1-1 測定方法

1) 重力測定

重力測定は以下の手順で実施した。毎朝テフピルコの事務所構内の基点で重力と器械高の測定を行い、次に当日の測定実施計画に従って最初の測定予定点付近に移動し、測定位置の選定を行う。測点では測定点のマーキング、重力測定、器械高の測定を実施し、さらに測点位置見取図と周辺地形補正のために測点から20m以内の地形断面をスケッチし、次の測点に移動する。当日における測定の最後には再び基点にもどって重力測定を行い、1日の閉塞測定を終了する。以上の測定によって基点と各測点との間の重力差が得られる。

2) 測定機器

本調査に使用した重力計の仕様は以下のとおりである。

型式	ラ・コステG型(2台)
製作番号	G-150, G-635
製作所	La Coste & Romberg社(U.S.A)
本体寸法	17×15×22(cm)
総重量	9.1(kg)
製作年月	1967年6月, 1982年2月
測定範囲	0~7,396.78(mgal), 0~7,133.00(mgal)
読取精度	±0.01(mgal)
恒温槽温度	50.9(°C), 49.5(°C)

3) 基準重力値

調査地域内に設定した重力基点の重力値は、Nakagawa et al.(1983)によって重力値が決定されている環太平洋国際重力網の重力基点の1つであるメキシコ大学地球物理学研究所構内の重力基準点J7919を利用し、これらの閉塞測定により決定した。

基点はテフピルコの事務所構内に設置し、基点の重力値を求めるには2台の重力計を使用し、基準点との閉塞測定によって得た値の平均値を採用した。重力基準点と重力基点における重力値は次のとおりである。

重力基準点	重力基準点名	: 環太平洋国際重力網基点 BM J7919
	場所	: メキシコ大学地球物理学研究所構内
	緯度・経度	: 19° 19.6' N, 99° 10.5' W
	標高	: 2266m
	重力値	: 977,927.465 mgal

重力基点	測点番号	: No. 1000
	場所	: テフピルコ事務所構内
	緯度・経度	: 18° 53.961' N, 100° 09.025' W
	標高	: 1313.231m
	重力値	: 978,145.649 mgal

4) 測定点

本調査では調査地域内で900点の重力測定を行った。測定点位置を図II-4-1に示す。

5) 測量

各重力測点の測量は、GPS法静止測量による相対測位によって行った。この方法では、GPS基点と各測点で標高を同時観測することにより、各測点の標高はGPS基点との相対標高として求められる。GPS基点はテフピルコの事務所屋上に設け、GPS基点の標高は El Zarco の水準点を基準として求めた。使用した機器は、トリンプル社製 4000ST GPS 測定器3台である。

水準点とテフピルコにおける基点の値を以下に記す。

水準点	場所	: El Zarco, D. F.
	緯度・経度	: 19° 17.7' N, 99° 21.3' W
	標高	: 3119.210m

基点	場所	: テフピルコ事務所構内
	緯度・経度	: 18° 53.961' N, 100° 09.025' W
	標高	: 1313.231m

6) 岩石試料採取

調査地域内から代表的な岩石試料79個をサンプリングし、ブーゲー補正と断面解析の参考にするため密度測定を行った。

7) 重力データ処理

データ処理は次の2つの過程に分けられる。

- (i) 重力計ダイヤル読み取り値から重力値を算出するまで。
- (ii) 重力値からブーゲー異常値を算出するまで(重力補正計算)。

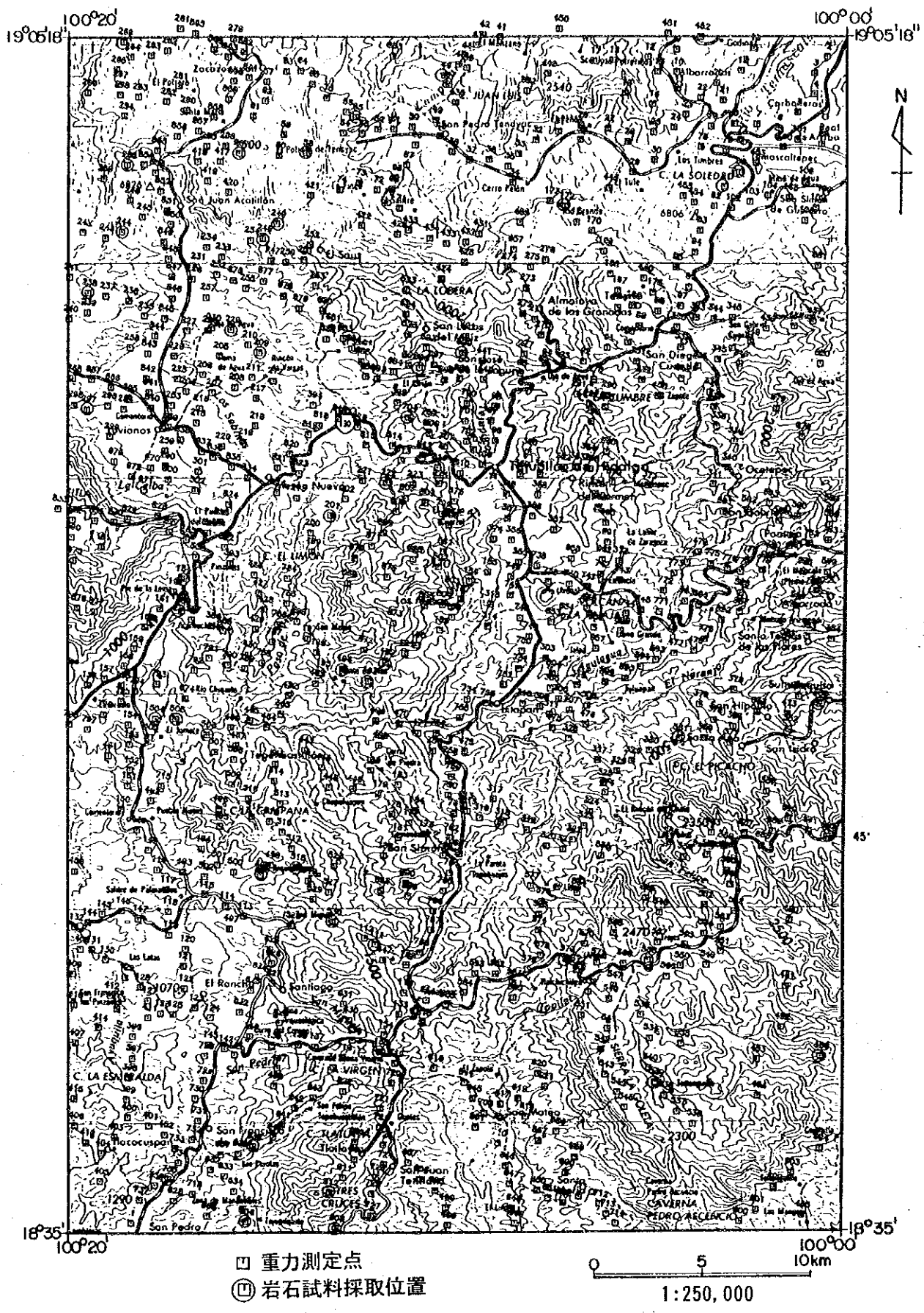


図 II - 4 - 1 測点及び岩石試料採取位置図

[重力値の算出]

重力値の算出にあたり、重力計ダイアルの読み取り値を重力単位(mgal)に換算する「ミリガル変換」、月及び太陽による引力の影響を補正する「潮汐補正」、重力計の測定位置に関する「器械高補正」、及び基点における閉塞誤差を補正する「ドリフト補正」の各計算を実施した。計算はすべて電子計算機で処理した。

(1) ミリガル変換

仮に、ダイアル読み取り値を3219.879とすると、ミリガル変換は次式で行われる。

$$V_{\gamma k} = K_{3200} + (3219.879 - 3200) \times k_{3200}$$

$V_{\gamma k}$: 重力測定値

K_{3200} : ダイアル読み取り値3200で指定される定数

k_{3200} : ダイアル読み取り値3200で指定されるスケール・コンスタント

(2) 潮汐補正

潮汐補正は、月、太陽などの天体による引力（起潮力）と、それによって生じる地球の変形（地球潮汐）とが重力値に及ぼす影響を除去する補正である。天体の起潮力は次式によって計算される。

$$U = \frac{3}{2} GM \frac{a^3}{r^3} \left[\left(3 \left(\sin^2 \delta - \frac{1}{3} \right) \cdot \left(\sin^2 \phi - \frac{1}{3} \right) + \sin 2\phi \cdot \cos \theta \cdot \sin 2\delta + \cos^2 \delta \cdot \cos^2 \phi \cdot \cos 2\theta \right) \right]$$

U : 天体の起潮力

G : 万有引力定数

M : 天体の質量

a : 地球の中心から測定点までの距離

r : 天体と地球との距離

ϕ : 測定点の緯度

δ : 天体の赤緯（赤道から南北に測った角度）

θ : 天体の時角（天体の子午面と測定点の子午面との角度）

地球潮汐による重力の変化は起潮力と同センスであり、大きさは普通起潮力の20%程度である。従って、通常の潮汐補正は天体起潮力を1.20倍（この値を潮汐定数という）した値で行う。

(3) 器械高補正

補正は地表付近（厳密には回転楕円体表面）の平均的な重力垂直勾配0.3086mgal/mを用い、次式で行った。

$$V_{hi} = 0.3086h_i$$

V_{hi} : 器械高補正值

h_i : 水準測量の測定点から重力計上面までの高さ

(4) ドリフト

補正は、基点における2回の重力測定値に、潮汐補正と器械高補正を施した後の数値の差（閉塞誤差）を時間に比例して各測点に配分する方法で行った。

(5) 重力値の算出

重力測定値 $V_{\gamma k}$ に対して以上に述べた各補正を実施すると、次式により補正済重力測定値 V_c が得られる。

$$V_c = V_{\gamma k} + V_{et} + V_{hi} + V_d$$

V_c : 補正済重力測定値

$V_{\gamma k}$: 重力測定値

V_{et} : 潮汐補正值

V_{hi} : 器械高補正

V_d : ドリフト補正

基点の重力測定値については、潮汐補正と器械高補正を施すことにより、補正済重力測定値を得る。これを V_g とすると各測点の重力値 g は次式によって計算される。

$$g = g_b + (V_c - V_g)$$

g : 測点の重力値

g_b : 基点の重力値

基点の重力値 g_b は、重力値が知られている重力基準点との間で閉塞測定を実施することにより上記と同じ計算方法で得ることができる。

〔重力補正〕

重力補正は、緯度補正、地形補正、大気補正、ブーゲー補正、フリーエア補正に分けられる。

(1) 緯度補正

重力調査では、実用上正規重力式を次の近似式（正規重力の実用式という）に展開して緯度補正に使用している。

$$\gamma = 978031.85(1 + 0.005278895\sin^2\phi + 0.000023462\sin^4\phi)(\text{mgal})$$

γ : 正規重力

ϕ : 測定点の緯度

(2) 地形補正

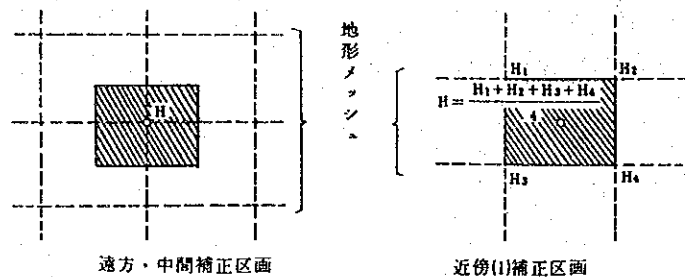
地形補正は、測点の周囲の地形起伏が重力計に及ぼす影響を補正するもので、地形図を一定の格子間隔で分け、その交点の標高（地形高度）を読み取り、測点との相対的な起伏を一定の形状に近似させて計算する。補正範囲（測点から半径60km）を下図に示すように7個の補正領域に区分し、一領域内では均等に標高の読み取りを行うが、領域単位では、測点に近いものほど密に読み取る。図Ⅱ-4-2に示す領域区分は、地質調査所が中心となって作成した「地形補正統一プログラム」に準拠したものである。

各補正のうち、「遠方」、「中間」、「近傍(1),(2),(3)」、「極近傍」については、メキシコ合衆国発行の1/250,000、及び1/50,000地形図から標高を読み取った後、電子計算機で計算処理を行っている。

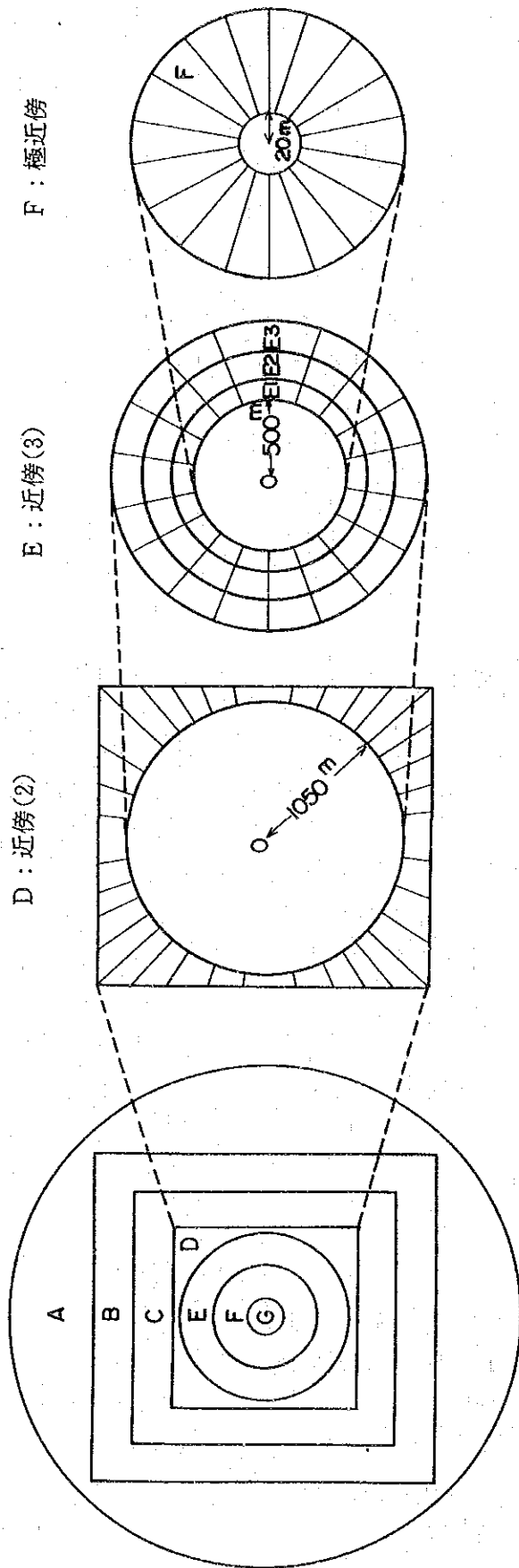
また、「周辺」については、測点を通る地形断面のスケッチから、それぞれ卓上電子計算機で補正值を算出した。次に各補正の計算方法について述べる。

(i) 「遠方」、「中間」、「近傍(1)」の補正。

始めに、それぞれの地形メッシュ格子点の標高を用いて補正区間の平均高度を求める。ただし、次図に示すように、「遠方」及び「中間」は、地形メッシュ格子点の標高そのものを補正区間の平均高度として、「近傍(1)」は4点の格子点の標高の平均値を補正区間の平均高度とする。



1つの補正区画における地形補正值は、次図に示す2つの円に挟まれた同面積の区画



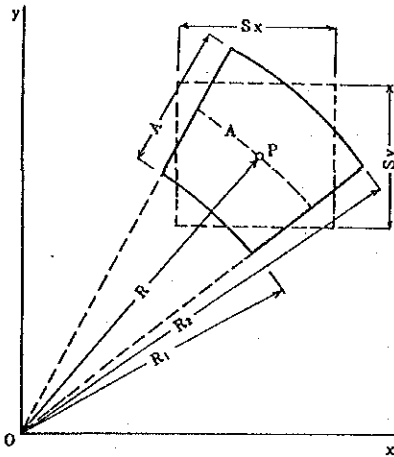
名称	近似方法	計算範囲	同心円柱内の区画数	
			計算範囲	同心円柱内の区画数
遠方	同心円柱近似	測点から半径60km	E1 500 ~ 650m	18
中間	角柱近似	21'(東西)x16'(南北)	E2 650 ~ 850m	18
近傍(1)	"	5'15"x4'	E3 850 ~ 1,050m	18
近傍(2)	五面体近似	上図	F 20 ~ 0m	18
近傍(3)	同心円柱近似	測点から半径1,050m		
極近傍	五面体近似	500m		
周辺	2次元断面	20m		

名称	領域	近似方法	計算範囲	格子間隔
遠方	A	同心円柱近似	測点から半径60km	3'(東西)x2'(南北)
中間	B	角柱近似	21'(東西)x16'(南北)	45' x 30'
近傍(1)	C	"	5'15"x4'	11.25' x 7.5"
近傍(2)	D	五面体近似	上図	上図
近傍(3)	E	同心円柱近似	測点から半径1,050m	"
極近傍	F	五面体近似	500m	"
周辺	G	2次元断面	20m	"

図 11-4-2 地形補正区画概念図

(同心円柱区画)に置きかえて計算した。

$$\delta g_T = \frac{2 G \rho A^2 \{ R_2 - R_1 + (R_1^2 + H^2)^{1/2} - (R_2^2 + H^2)^{1/2} \}}{R_2^2 - R_1^2}$$



δg_T : 地形補正值

G: 万有引力定数

ρ : 岩石密度

A^2 : 補正区間の面積

H: 補正区間の平均高度と
測点高度との高度差

S_x, S_y : メッシュの間隔

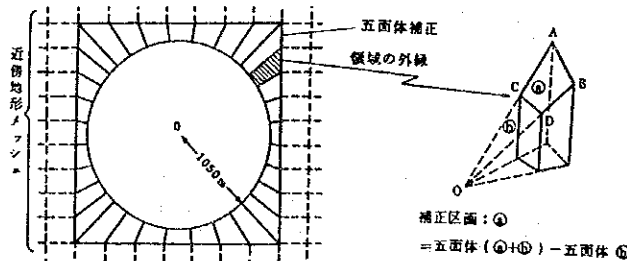
A: $(S_x \cdot S_y)^{1/2}$

R_1 : $R - A/2$

R_2 : $R + A/2$

(ii) 「近傍(2)」の補正

次図に示すような測点を中心とする半径1,050m円と、この円を内部に含む、東西方向7個、南北方向9個の「近傍(1)」区画で構成される区画との間の補正で、この領域をさらに32個の区画に分割し、五面体近似法により測点及び地形メッシュの格子点の標高を利用して補正を行った。なお、A、Bについては格子点の標高を使うが、C、Dについては、A、B及び測点(0)の標高から、距離比例によって補間した標高を使用した。



「近傍(2)」の補正領域の外縁は、測点位置と近傍地形メッシュの位置関係によって変化し、その範囲は次のとおりである。

$$2,100 \text{ m} \leq \text{東西長} < 2,100 \text{ m} + 22.5'$$

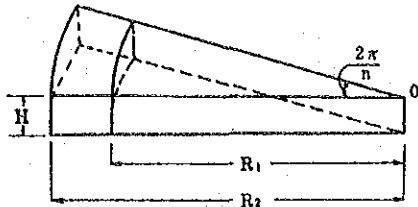
$$2,100 \text{ m} \leq \text{南北長} < 2,100 \text{ m} + 15'$$

(iii) 「近傍(3)」及び「極近傍」の補正

測点より20m~1,050mの領域を、次図に示す円盤状の同心円柱に区分し、それぞれ計54個及び18個の区画についてHammer(1939)の方法により補正を行った。

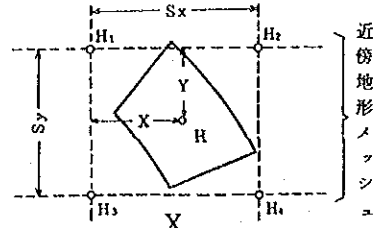
$$\delta g_T = \frac{2 \pi G \rho}{n} \{ R_2 - R_1 + (R_1^2 + H^2)^{1/2} - (R_2^2 + H^2)^{1/2} \}$$

δg_T : 地形補正值



- G : 万有引力定数
- ρ : 岩石密度
- R₁ : 同心円柱内径までの距離
- R₂ : 同心円柱外径までの距離
- H : 補正区間と測点との高度差
- n : 補正区間の等分数

各補正区画の平均高度は、周囲の四つの地形メッシュ高度を用いて次式より計算した。



$$H = H_1 + (H_2 - H_1) \frac{X}{S_x} + (H_3 - H_1) \frac{Y}{S_y} + (H_1 + H_4 - H_2 - H_3) \frac{X \cdot Y}{S_x \cdot S_y}$$

一方、「極近傍」における計18の区画については、1/50,000 地形図からの読み取り値を利用して5面体近似し、上述のHammer(1939)の式を用いて計算した。

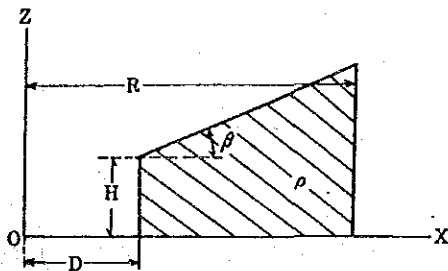
(iv) 「周辺」の補正

測点から20mの範囲の地形を、測点を通る2次元地形断面で近似し、広島他(1978)による周辺地形補正の方法を用いて計算した。

この補正式と概念図を次に示す。

$$\delta g_T = 2 G \rho \int_D^R [\tanh^{-1} \{(R^2 + X^2)/(R^2 + H_0^2)\}^{1/2} - \tanh^{-1} \{(R^2 + X^2)/((R^2 + (X \tan \beta + H - H_0 D \tan \beta))^2)\}^{1/2}] dx$$

δg_T : 地形補正值



- G : 万有引力定数
- ρ : 岩石密度
- D : 測点より崖までの距離
- H : 崖の高さ
- β : 崖の傾斜角
- R : 補正範囲
- H₀ : 重力計の重錘の高さ (0.15m)

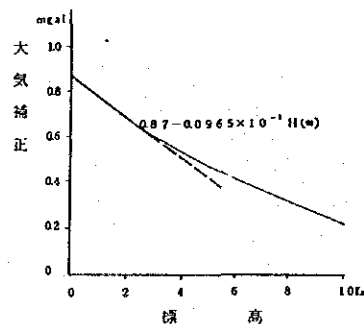
(3) 大気補正

大気補正量は、標高3km以下については1次関数で近似できるため、次式で補正を行っている。

$$\delta g_A = 0.87 - 0.0965 \times 10^{-3} H$$

δg_A : 大気補正值

H : 測定点の標高



(4) ブーゲー補正

ジオイド面と測点を通る基準面に平行な面との間を無限平板と仮定し、次式によって行った。

$$\delta g_B = -2\pi G\rho H \approx -0.0419\rho H$$

δg_B : ブーゲー補正值

G : 万有引力定数

ρ : 岩石密度

H : 測点の標高

ρ はブーゲー密度といい、通常は地表とジオイド面の間の岩石平均密度を後述する方法で推定する。

(5) フリーエア補正

フリーエア補正は標高差に起因する重力の差を補正するもので、地表付近の平均的な重力の垂直勾配0.3086mgal/mを用いて次式で行った。

$$\delta g_F = \frac{2\gamma}{R} H = 0.3086 H$$

δg_F : フリーエア補正值

γ : 正規重力

R : 測点から地球の中心までの距離

H : 測点の標高

(6) ブーゲー異常値

重力値に対して緯度補正、地形補正、大気補正、ブーゲー補正、フリーエア補正を施すと、次式によりブーゲー異常値が得られる。

$$\Delta g_B = g - \gamma + \delta g_T + \delta g_A + \delta g_B + \delta g_F$$

Δg_B : ブーゲー異常値

4-1-2 解析方法

今回の重力調査における主要目的は、重力異常と地質、地質構造及び鉱化作用との関係を明らかにすることにある。そのため、本調査地域の地質構造を考慮して、以下の手法により解析を行った。

1) 密度仮定

調査地域の地下構造を推定するには、適切な密度を仮定して地形補正及びブーゲー補正を施し、等重力線図を作成する必要がある。この密度を求める方法として、岩石試料の密度測定、G-H関係図の作成及び等重力線図上での重力異常と地形との相関関係を見る方

法の3手法を実施した。

2) 傾向面解析及び重力残差

本調査地域におけるブーゲー異常分布の大略的な傾向を把握するために、1次、2次及び3次多項式による傾向面解析を行った。また、ブーゲー異常からその広域的傾向を分離し、微弱な異常を抽出することを目的として、ブーゲー異常分布と求めた傾向面との差をとり重力残差図を作成し、以後の解析に供した。

3) スペクトル解析及びフィルター処理

(1) パワースペクトル解析

地下構造が層状の密度分布からなっていると仮定し、その層構造の平均的な深度を推定するために、フーリエ級数によるパワースペクトル解析を行った。

(2) フィルター処理

地下構造が数種類の波長からなる起伏によって合成された構造で近似できると仮定した場合、このような地下構造を反映したブーゲー異常も、やはり数種類の波長から合成されていると見なすことができる。従って、ブーゲー異常から任意の波長の異常成分を抽出することにより、該当する波長の重力異常を反映した地下構造に関する情報を得ることができる。このような考えに基づき、ブーゲー異常に対して3種類のバンドパス・フィルターをかけ、得られた各波長毎のブーゲー異常図について考察を行った。使用したバンドパス・フィルターは、瀬谷(1959)の方法によった。計算式を次に示す。

$$G_{\alpha, \beta}(X_j, Y_k) = 1/(2\alpha+1)^2 \cdot \sum_{j=i-\alpha}^{i+\alpha} \sum_{k=i-\alpha}^{i+\alpha} \cdot G(X_j, Y_k) \\ - 1/(2\beta+1)^2 \cdot \sum_{j=i-\beta}^{i+\beta} \sum_{k=i-\beta}^{i+\beta} \cdot G(X_j, Y_k).$$

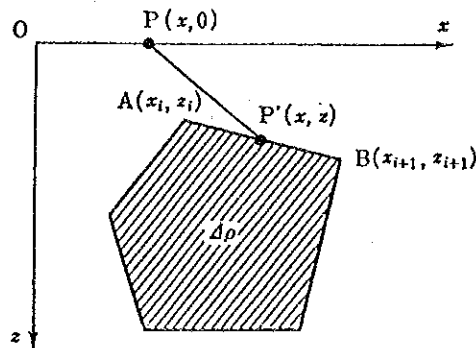
$G_{\alpha, \beta}(X_j, Y_k)$: 余剰重力

α, β	: 短波長	$\alpha=0, \beta=1$
	中波長	$\alpha=1, \beta=3$
	長波長	$\alpha=3, \beta=7$

4) 断面解析

当調査地域の地下構造を推定するため、重力残差に対してタルワニ(1959)の方法による2次元断面解析を実施した。この方法では、観測値と密度構造モデルによる計算値とを比

較しながら、観測値に最も近い密度構造モデルを求める。計算式を次に示す。



$$\Delta g = 2 G \Delta \rho \sum_{i=1}^n Z_i$$

$\Delta \rho$: 多角形と周囲の岩石との密度差

$$Z_i = \frac{(X_{i+1} - X_i) [Z_i (X - X_{i+1}) - Z_{i+1} (X - X_i)]}{(X_{i+1} - X_i)^2 + (Z_{i+1} - Z_i)^2} \\ \times \left[\tan^{-1} \frac{Z_i}{X_i - X} - \tan^{-1} \frac{Z_{i+1}}{X_{i+1} - X} + \frac{1}{2} \frac{Z_{i+1} - Z_i}{X_{i+1} - X_i} \right. \\ \left. \times \log \frac{(X_{i+1} - X)^2 + Z_{i+1}^2}{(X_i - X)^2 + Z_i^2} \right]$$

4-2 調査、解析結果

4-2-1 調査結果

1) 岩石試料密度測定結果

ブーゲー補正と地形補正に採用する岩石の平均密度を決定するための参考として、本調査地域内に露出する岩石58個を採取し、密度測定を行った(表II-4-1 巻末)。また、断面解析における密度仮定のコントロールポイントとして、今回の3本の試錐コアから50m毎にサンプリングして得た21個のコアについて、同様の密度測定を実施した(表II-4-1 巻末)。これらの測定結果を地層別、岩相別に分類して求めた平均密度を表II-4-2に示す。これらの結果から次の点が指摘される。

- ① 露頭試料の全平均密度は2.60である。
- ② 第三紀層の平均密度は2.49である。
- ③ 石灰質層群に属する岩石の平均密度は2.64である。
- ④ タスコ片岩に属する岩石の平均密度は2.59である。
- ⑤ 貫入岩類の平均密度は2.53である。
- ⑥ M J M T - 1 から得たコアサンプルのうち、0~250mの石灰質層群では、2.40と低

表 II-4-2 地層別平均密度一覽表 (1)

時代	地層名	密度(g/cm ³), 試料数, 標準偏差
第四紀	玄武岩溶岩	2.69 (n=1)
第三紀	ティルサポトラ流紋岩類	2.50 (n=6 $\sigma=0.06$)
	バルサス層	2.47 (n=2 $\sigma=0.06$)
中生代	石灰質層群	2.60 (n=18 $\sigma=0.10$)
	石灰質層群中の緑色火山岩	2.69 (n=12 $\sigma=0.13$)
古生代	タスコ片岩類	2.59 (n=14 $\sigma=0.12$)
貫入岩類		2.53 (n=5 $\sigma=0.10$)
	平均	2.60 (n=58 $\sigma=0.12$)

表 II-4-2 地層別平均密度一覽表 (2)

ボーリング No.	時代	地層名	深度 (m)	密度, 試料数, 標準偏差 (g/cm ³)
MJMT-1	中・古生代	石灰質層群	0~250	2.40 (n=4, $\sigma=0.11$)
			299.2	2.63 (n=1)
MJMT-2	第四紀		0~55	2.64 (n=2, $\sigma=0.1$)
			100.5	1.84 (n=1)
	中・古生代	タスコ片岩類	201.0~350.0	2.79 (n=4, $\sigma=0.05$)
MJMT-3	中・古生代	タスコ片岩類	70.0~350.0	2.74 (n=7, $\sigma=0.03$)

い値を示す。

⑦ MJMT-2ではタスコ片岩の平均密度が2.79である。

⑧ MJMT-3では、70.0~350.0mでタスコ片岩の平均密度が2.74である。

2) 最適密度仮定

ブーゲー補正と地形補正の為の最適密度を決定するにあたり、参考データとして次の結果を得た。

・G-II図(図II-4-3)から求めた平均密度: 1.79 g/cm^3

・岩石サンプルの平均密度: 2.60 g/cm^3

このうちG-II図から求めた値は、サンプル測定の結果に比べて明らかに低くすぎ、この値で作成したブーゲー異常図も地形起伏と明瞭な正の相関を示す(図II-4-7)。一方サンプル測定の結果は、地表のサンプルであることを考慮に入れると地殻の平均密度2.67に近く、この値で作成したブーゲー異常図では地形との相関も少ない(図II-4-6)。以上の点をふまえ、さらに平均密度2.75、2.67におけるブーゲー異常図と地形起伏との相関を調べた結果、最終的に相関が最も低い2.67を以下の解析で採用することとした(図II-4-4,5)。なお、平均密度2.67という値は、Mena et al.(1992)によってコンパイルされたメキシコ全土の重力図における密度仮定とも整合的であり、両者の重力図を比較する場合にも都合が良い。

3) ブーゲー異常

図II-4-5に今回の調査で採用した平均密度2.67のブーゲー異常図を示す。本図より当調査地域におけるブーゲー異常の特徴として、次の点が指摘できる。

- ・ブーゲー異常の値は、 $-130 \sim -200 \text{ mgal}$ で負異常が卓越する。
- ・ブーゲー異常のトレンドは、南西部で高く北東部で低い傾向が顕著であり、その差は約 80 mgal に達する。
- ・テマスカルテペック周辺に、 -200 mgal の低異常部が存在する。
- ・テフピルコの南西方にも、小規模であるが低異常部が存在する。
- ・前述したSW~NE方向のトレンドに平行した尾根状の張り出しがテフピルコ付近とアマテペック~スルテベキート、及び調査地の南端部に存在する。
- ・これらの尾根状の張り出し部の間には、3列の谷状の低重力帯が存在する。

4-2-2 解析結果

1) 傾向面解析及び重力残差異常

図II-4-8~10にそれぞれブーゲー異常の1次、2次、3次傾向面を示す。これらの図によれば、当地域におけるブーゲー異常のトレンドは南西側で高く、北東側で低い傾向が顕著である。これらの傾向面のうち、最も広域的なトレンドを示す1次傾向面とブーゲー異

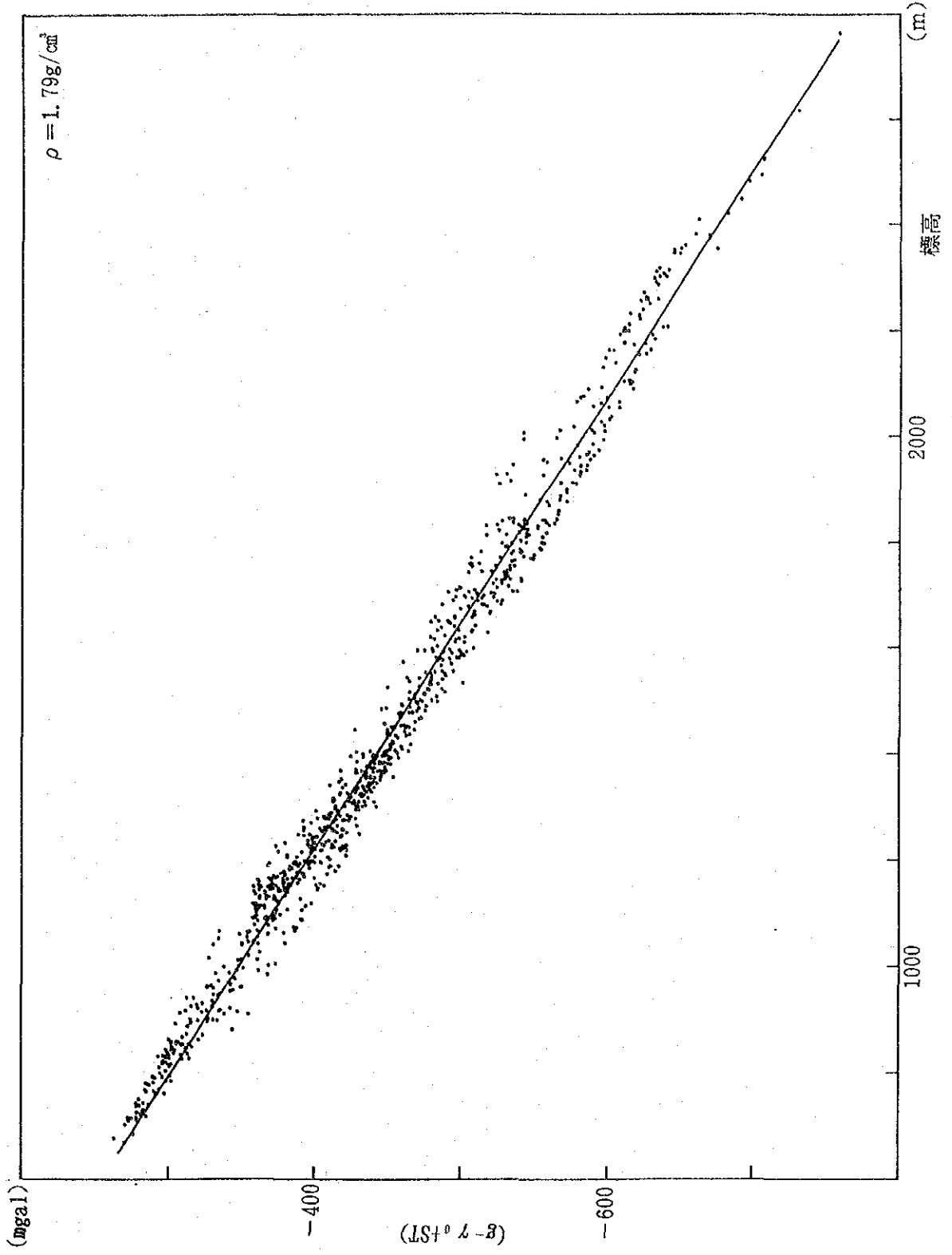


图 II-4-3 G-H 相关图

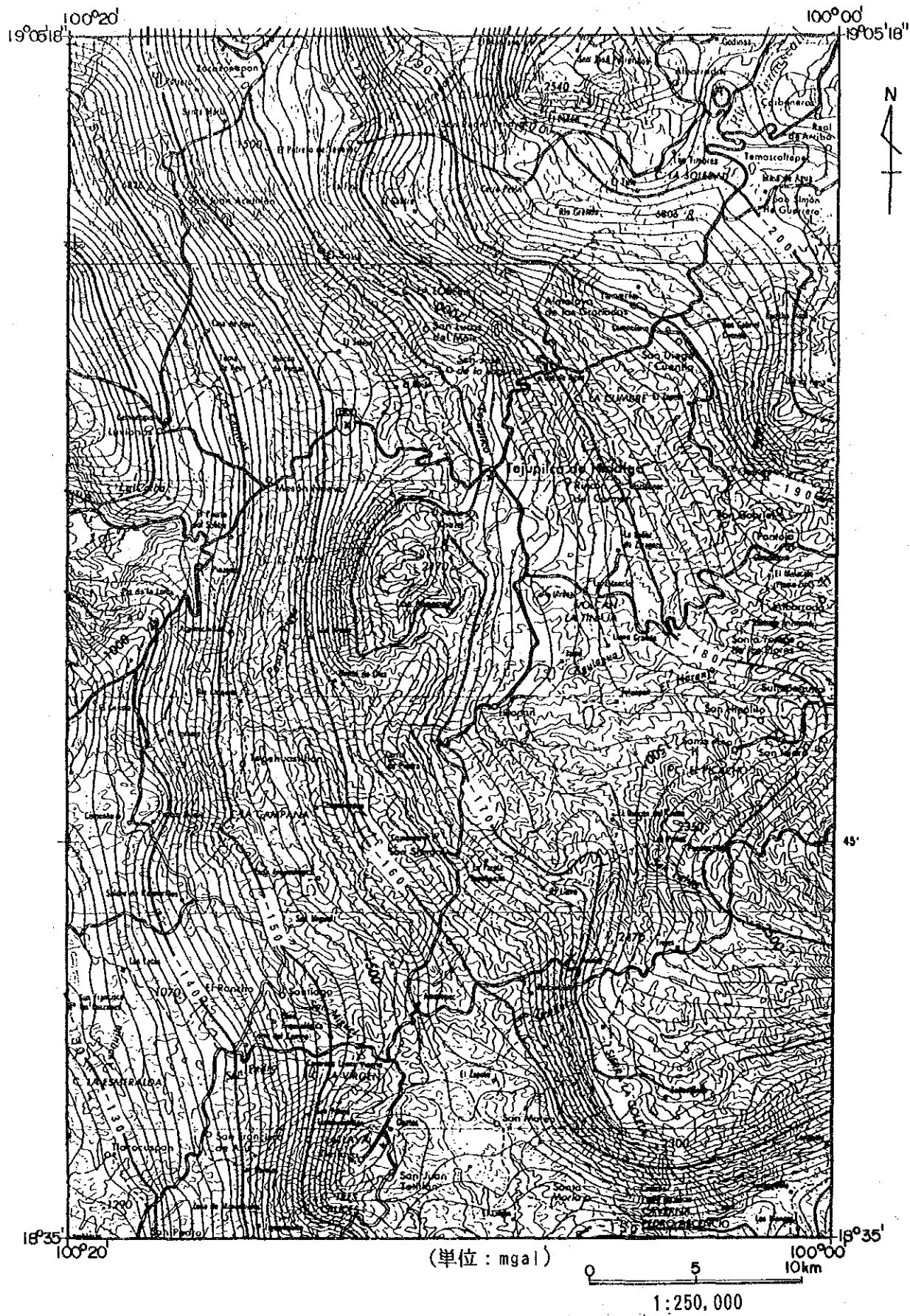


圖 II - 4 - 4 等重力線圖 (密度假定 2.75 g/cm^3)

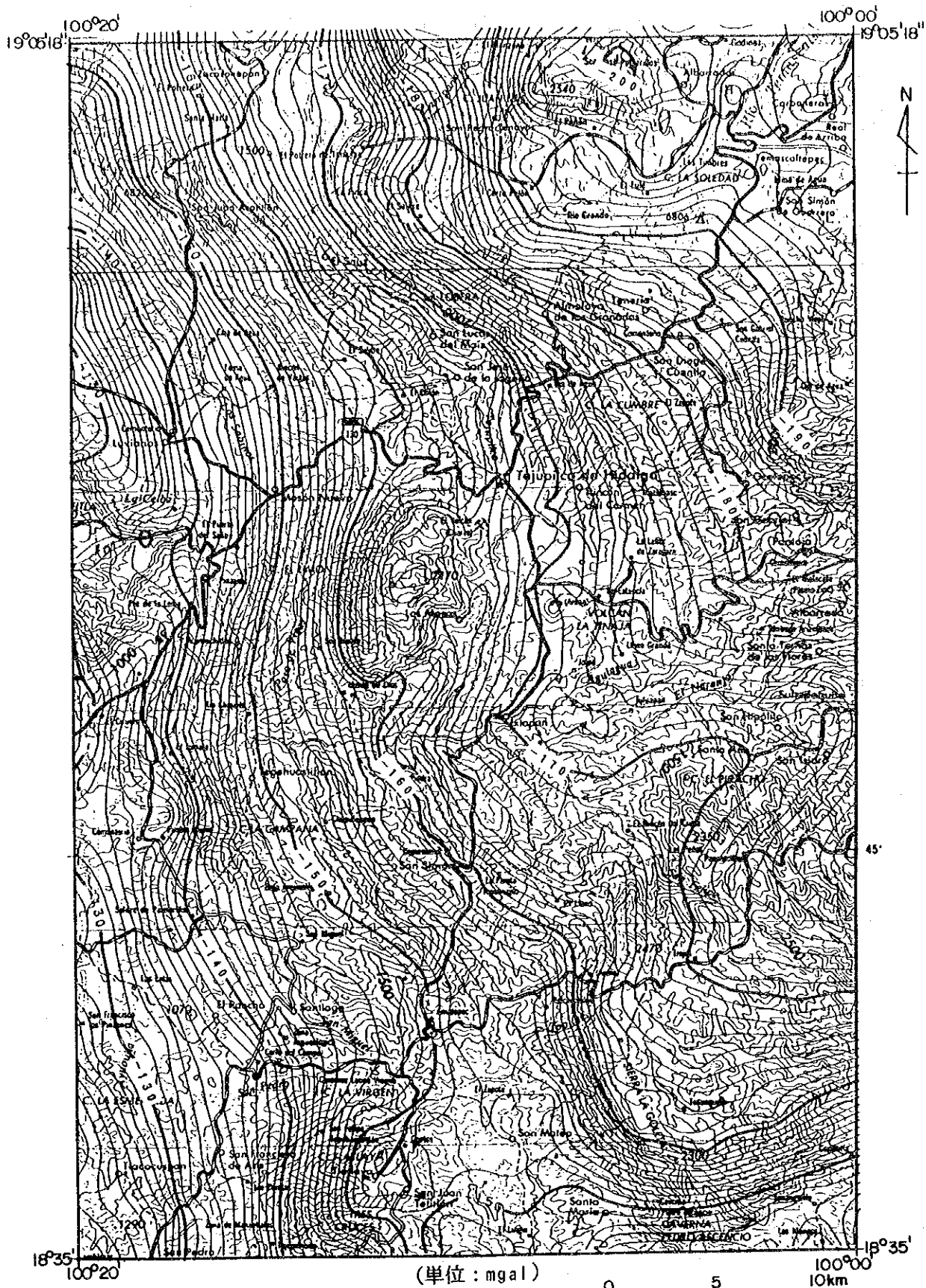


图 II - 4 - 5 等重力线图 (密度假定 2.67 g/cm^3)

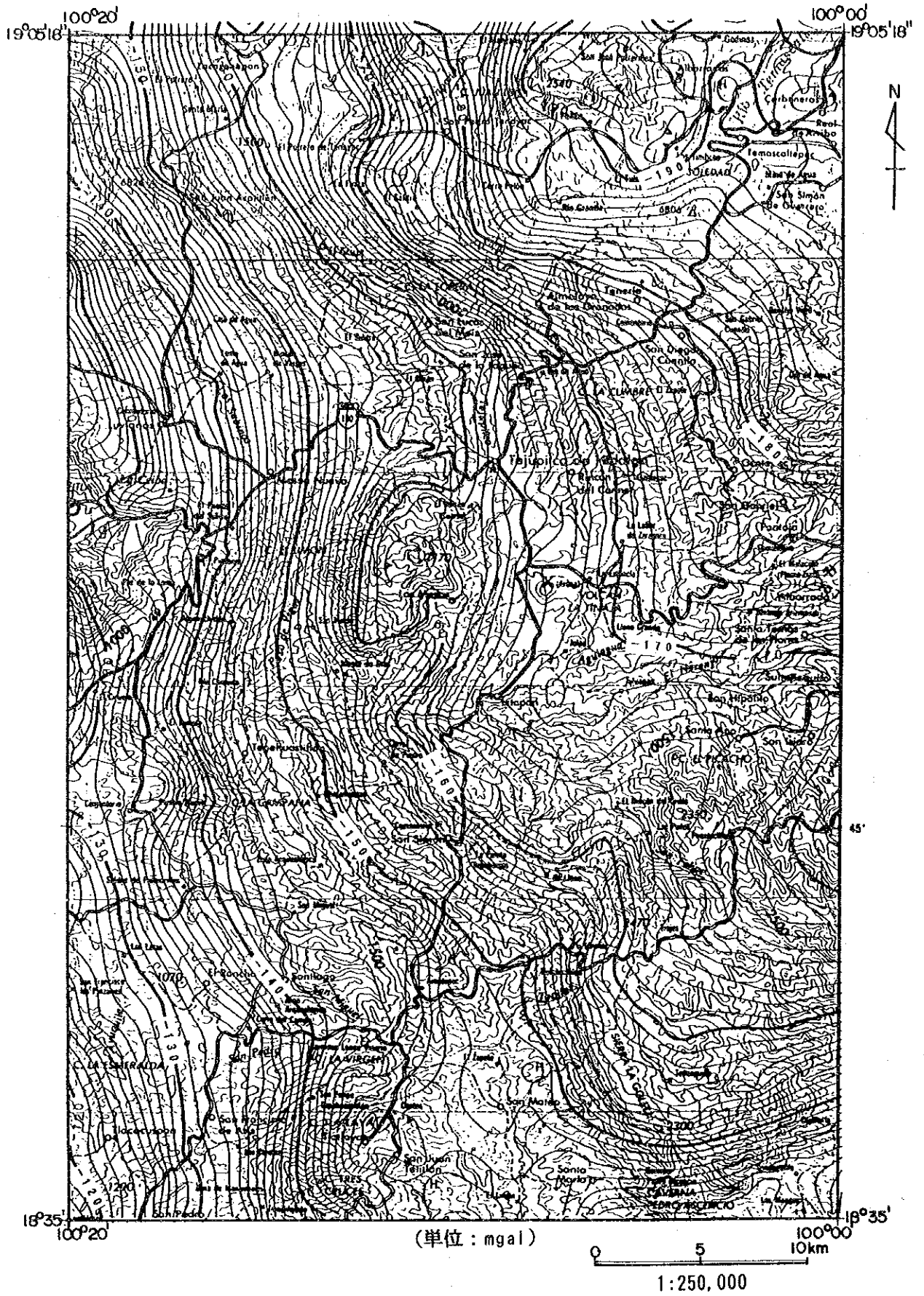


图 II - 4 - 6 等重力线图 (密度假定 2.60 g/cm³)

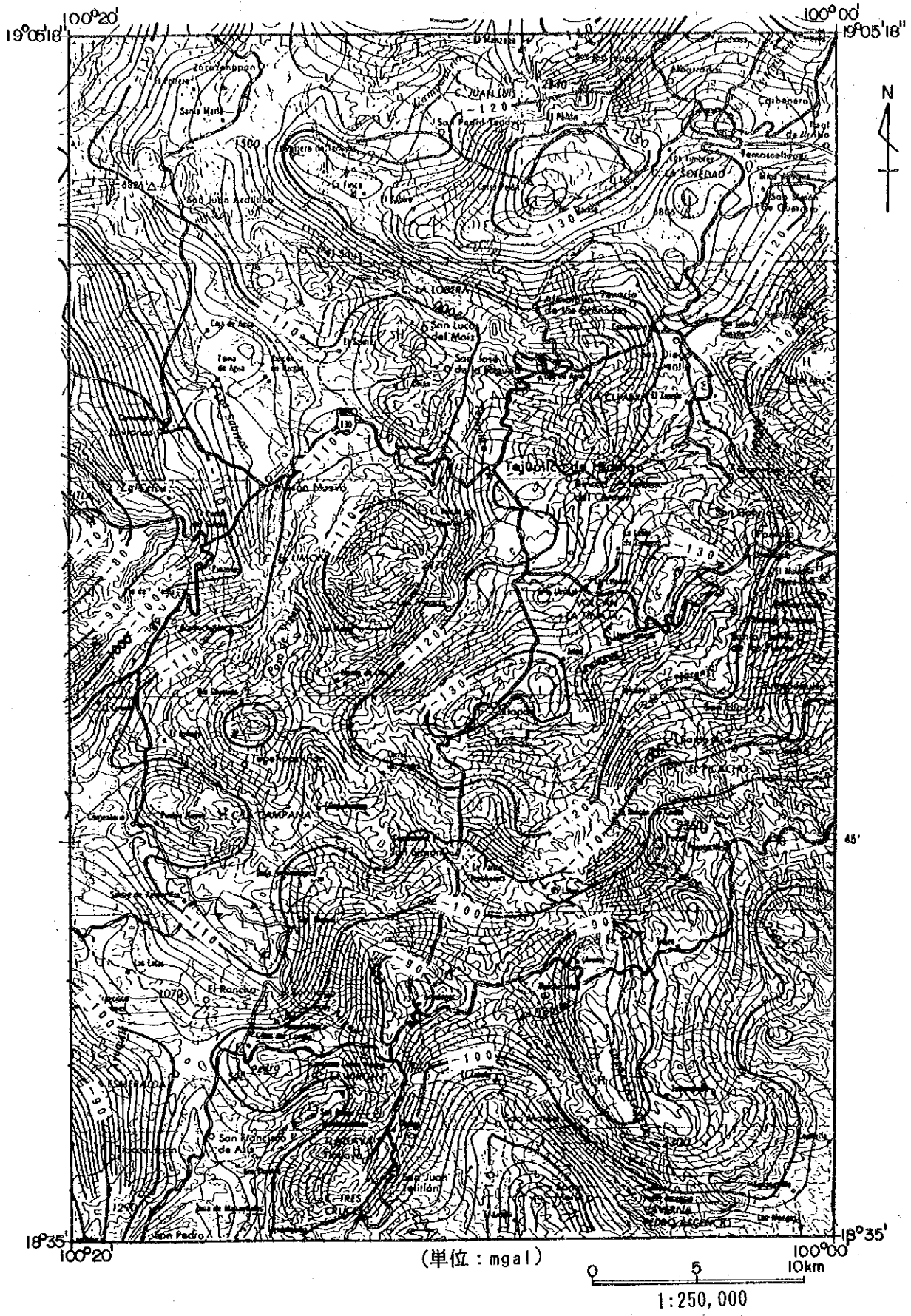


圖 II - 4 - 7 等重力線圖 (密度假定 1.79 g/cm³)

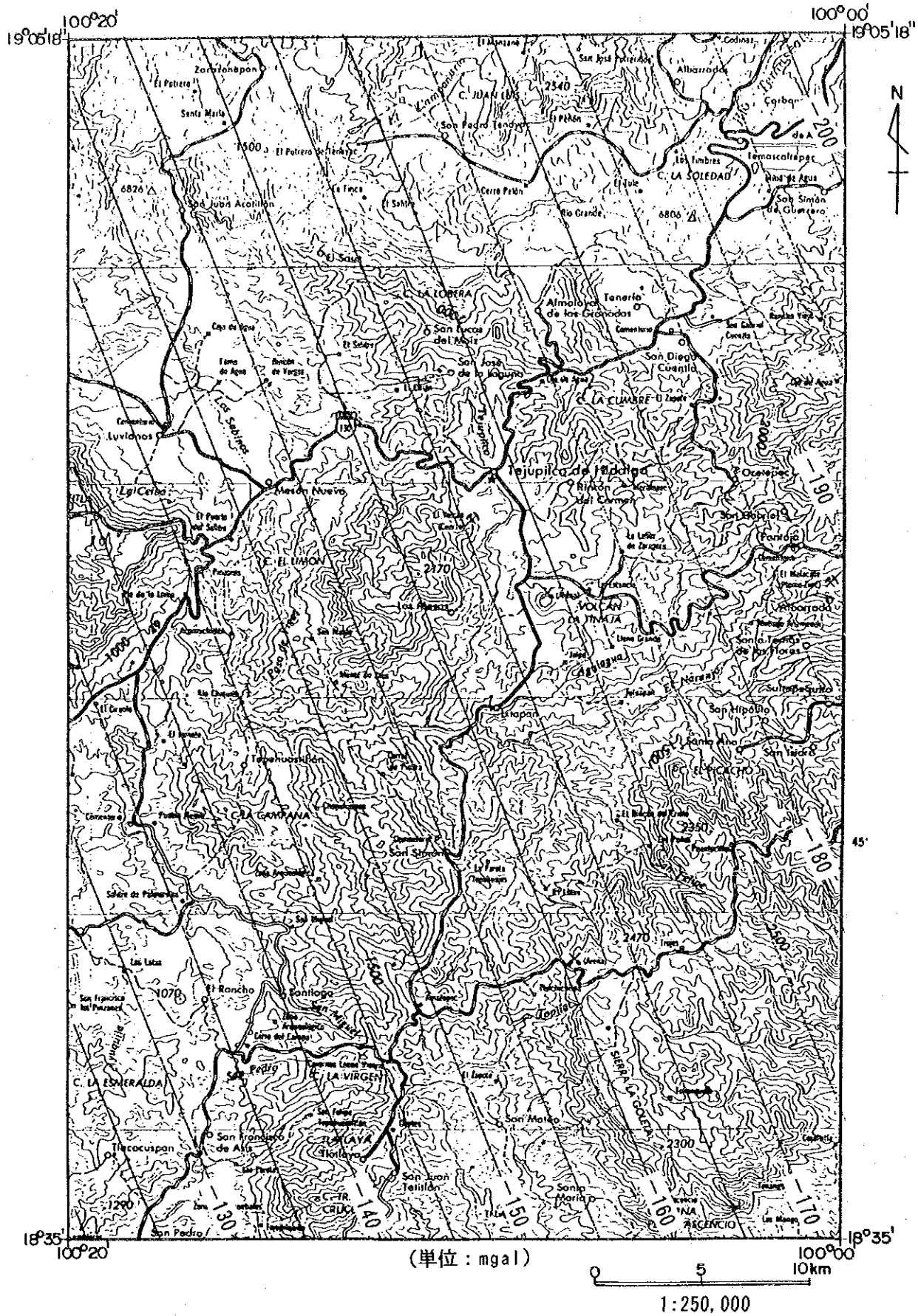


图 II - 4 - 8 1次傾向面図



图 II-4-9 2次傾向面図

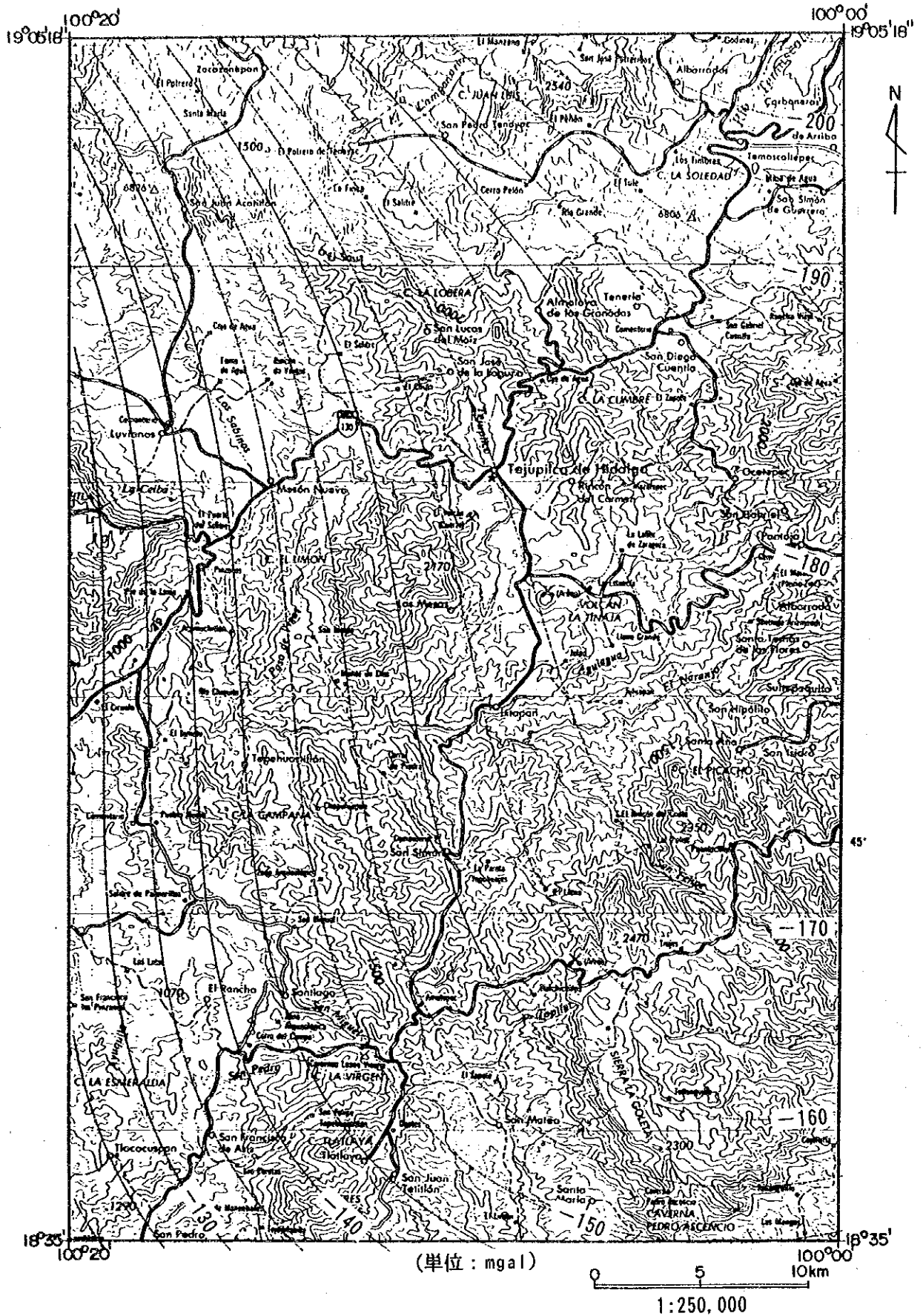


圖 II - 4 - 10 3 次傾向面圖

常との残差異常図を図Ⅱ-4-11に、2次及び3次傾向面との残差図を図Ⅱ-4-12,13に示す。これらの各図から、当地域における残差異常の特徴として以下の点が指摘できる。

- ・1次残差異常図では、北部と中央部に大規模な負の重力異常が存在する。また南部にも小規模な負の異常が認められる。これらの低重力異常は、調査地域中央部において全体として南北性の顕著な低重力帯を形成している。
調査地域の西部、東部及び南東部の3カ所には、長波長の高異常が存在する。これらの高異常はさらに調査地の外側に連続する傾向を示す。
- ・2次残差異常図では、北部と中央部の低異常が東西方向に連続する傾向を示し、南東部に長波長の低異常が出現する。また、テフピルコ付近には東西性の高異常帯が認められる。
- ・3次残差異常図では、サンファンアカティトランからテマスカルテベックにかけて東西性の低異常が発達する。一方、アマテベック付近から北東方向に連続する高異常帯が認められる。

2) スペクトル解析及びフィルター図

図Ⅱ-4-14に、ブーゲー異常図について求めたパワースペクトル図を示す。本図から、第1層の最大深度は約500m、第2層は1000m、第3層は4000mと推定された。これらの推定値をもとに、フィルター処理と断面解析を行った。

図Ⅱ-4-15,16,17に、それぞれ瀬谷の方法によるバンドパスフィルター処理によって求めた短波長、中波長、長波長異常図を示す。これらの図から以下の点が指摘できる。

- ・短波長異常図では、表層付近の局所的な変動成分のみが検出されている。
- ・中波長異常図では、3次残差異常図よりもさらに短波長の重力異常が検出されているが、これはブーゲー異常図における重力異常の卓越波長が比較的大きいためと考えられる。
- ・長波長異常図では、中波長異常図よりもさらに長波長の異常が卓越し、2次及び3次残差異常図とほぼ同様の傾向が認められる。

3) 密度構造図

当調査地を東西に切る4本の地質断面について、1次残差異常から密度構造を推定するため2次元の断面解析を行った。各モデルの密度は地表サンプルとコアの密度測定結果を参考にして決定した。各測線毎の断面解析の結果について以下に述べる。

(AA' 断面)

調査地北部の大規模な負異常のほぼ中心付近を通る断面である。この負異常に対して重力基盤との密度差を -0.17 g/cm^3 と仮定すると、厚さ約2500mの低密度帯が推定された。この低密度帯は、地質的にはこの付近に分布する花崗閃緑岩に対応すると考えられるが、

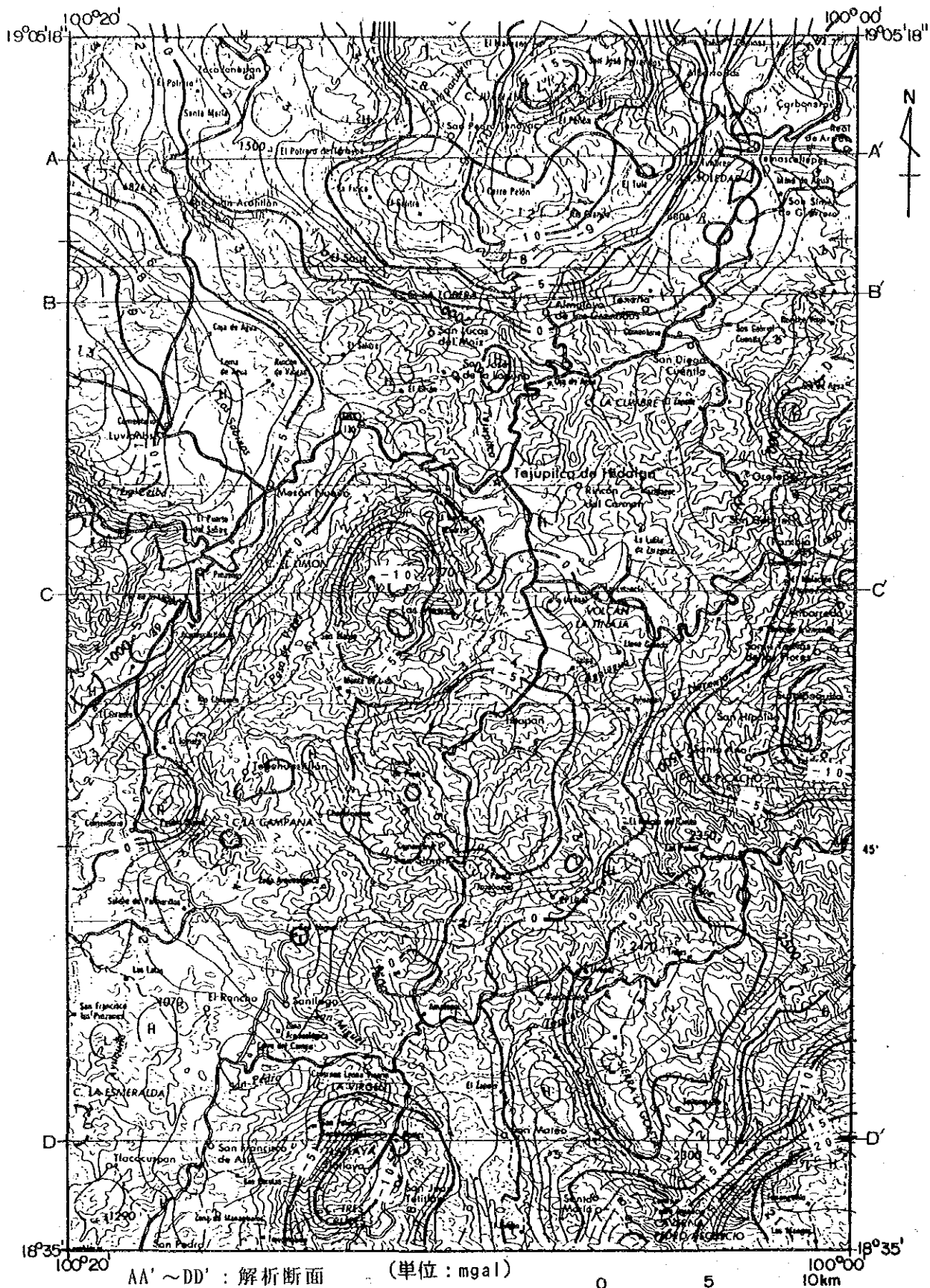
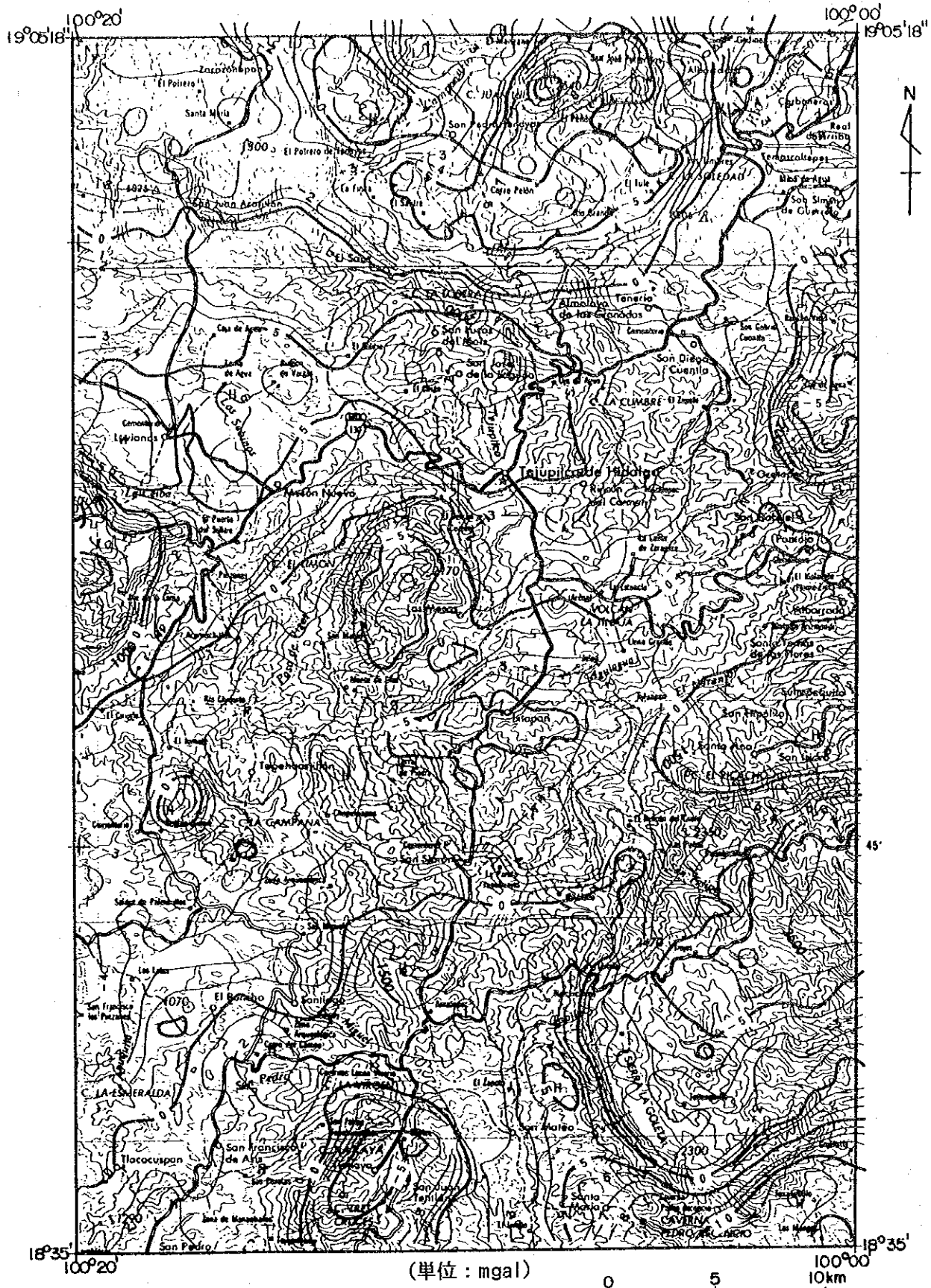


图 II - 4 - 11 1次残差图



(單位 : mgal)

0 5 10km
1:250,000

圖 II - 4 - 12 2 次殘差圖

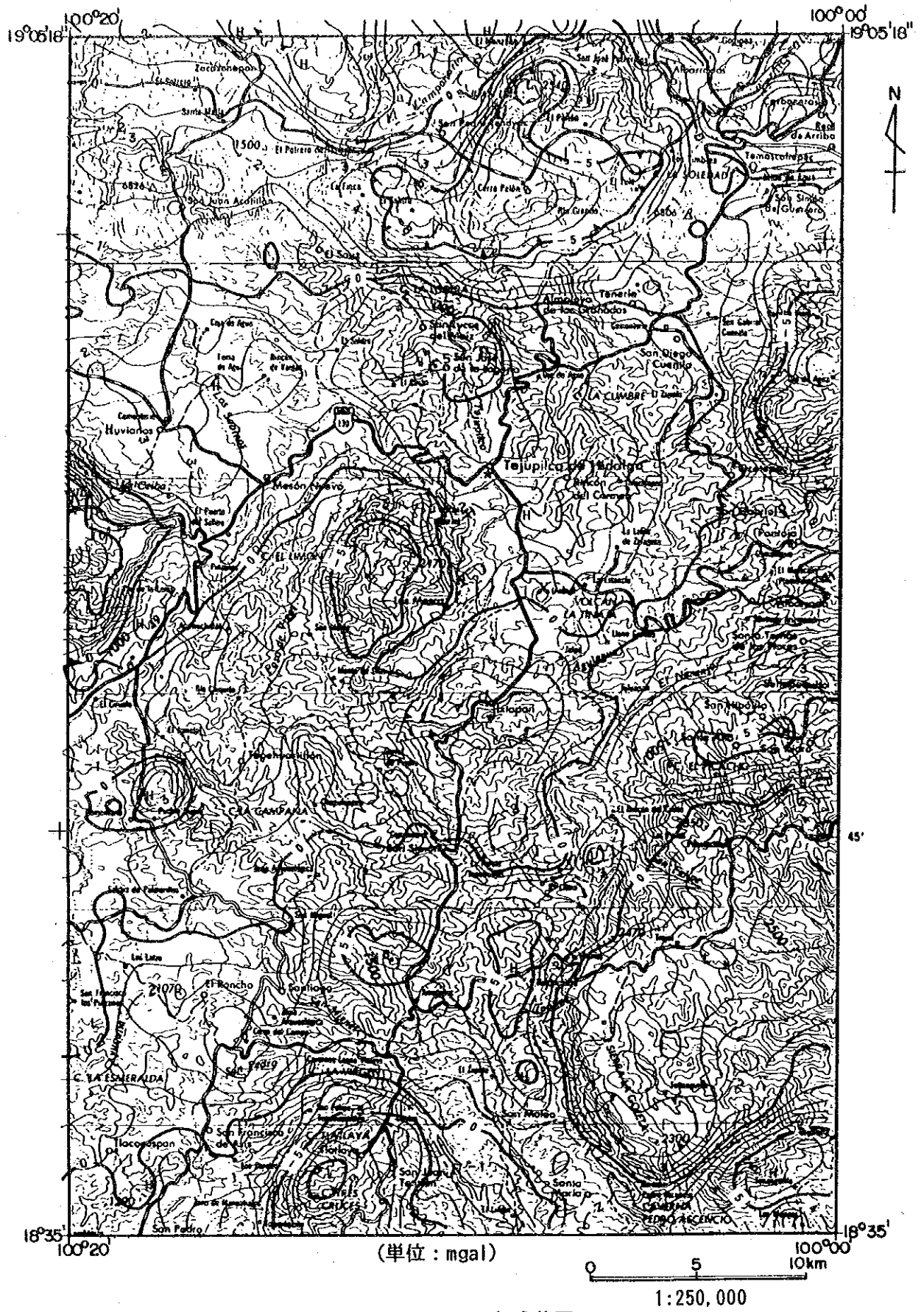
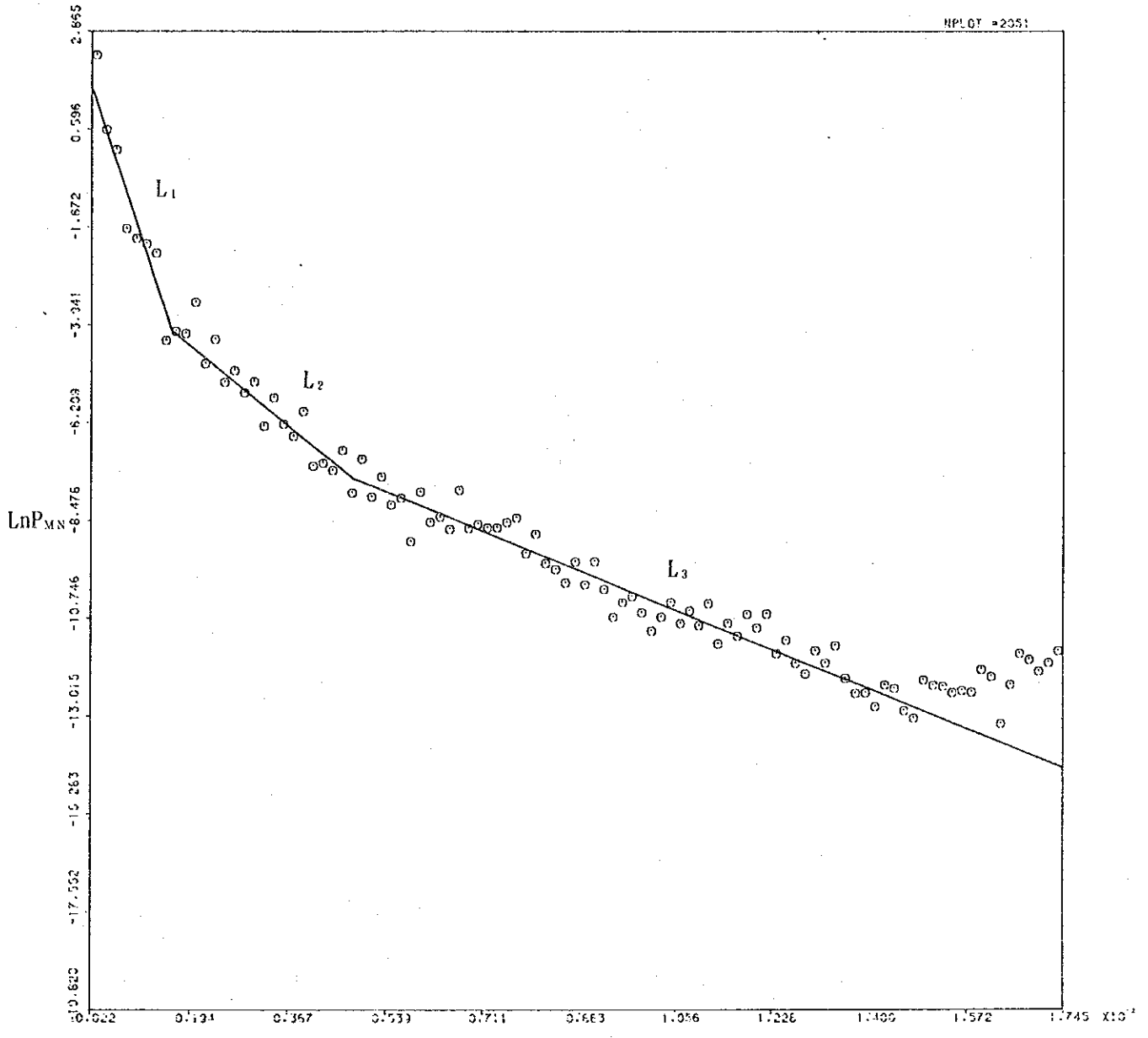


図 II - 4 - 13 3次残差図



$$4\pi\sqrt{M^2/L^2 + N^2/W^2}$$

図 II-4-14 パワースペクトル図

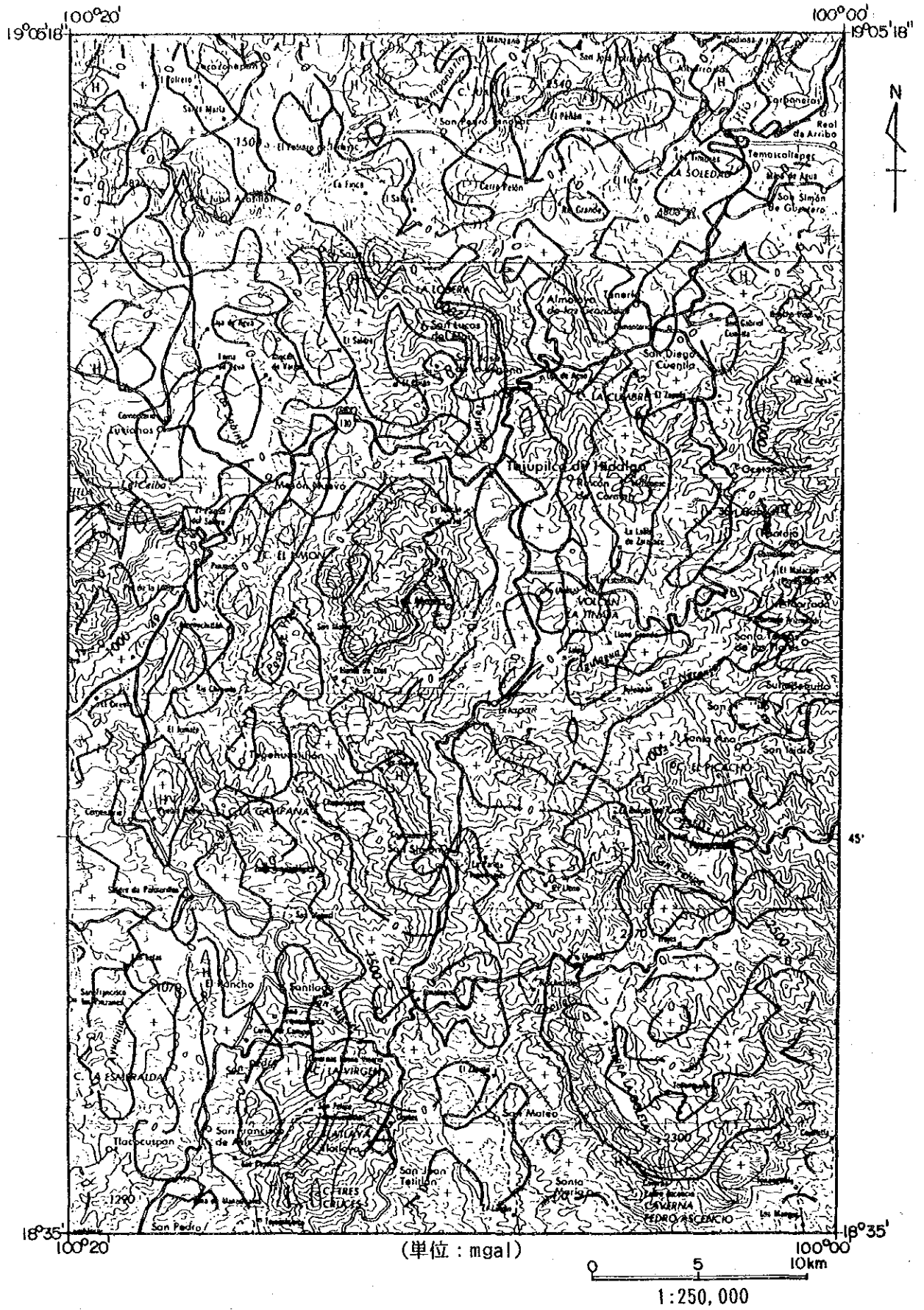


図 II-4-15 フィルター図 (短波長)

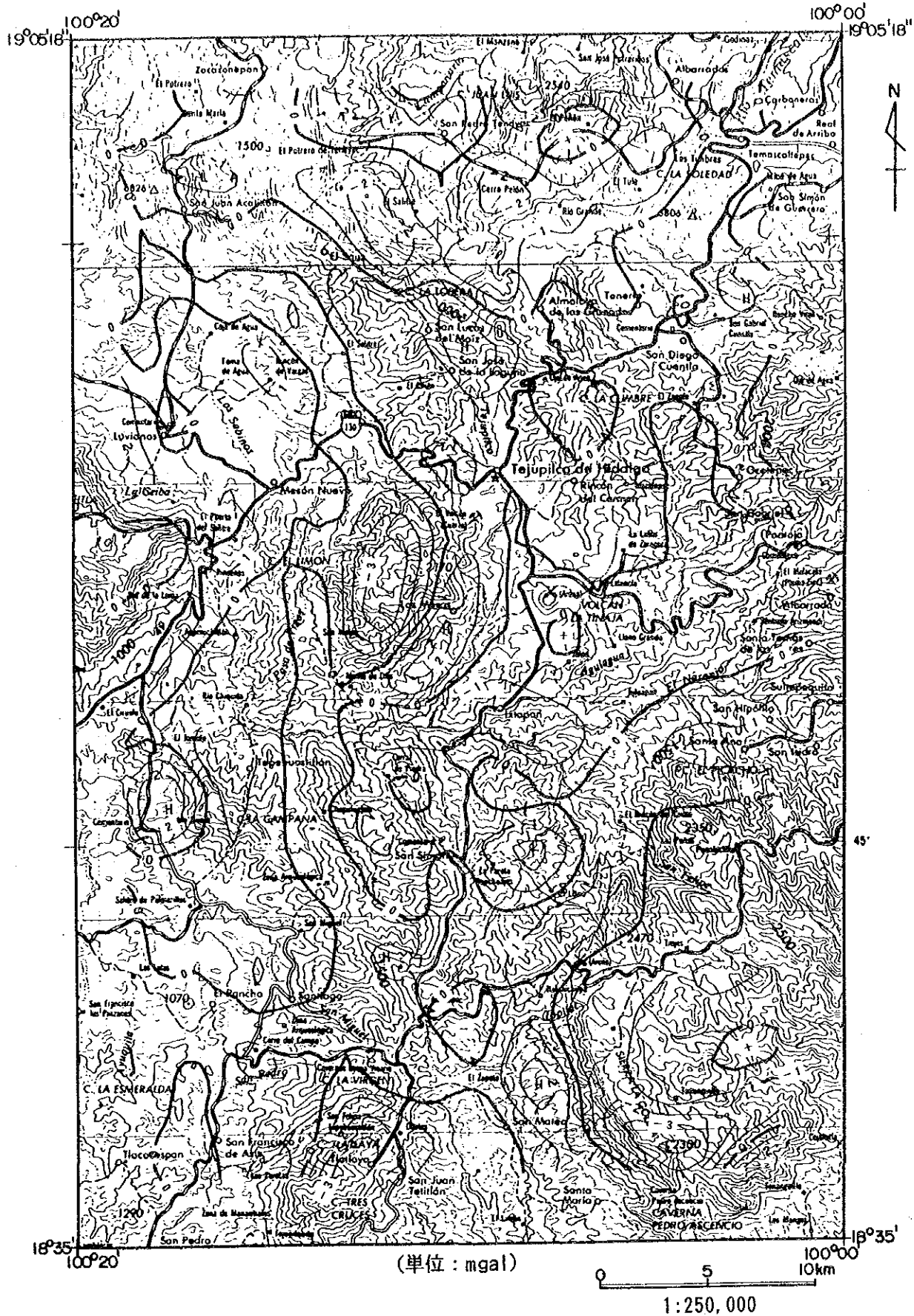


図 II-4-16 フィルター図 (中波長)

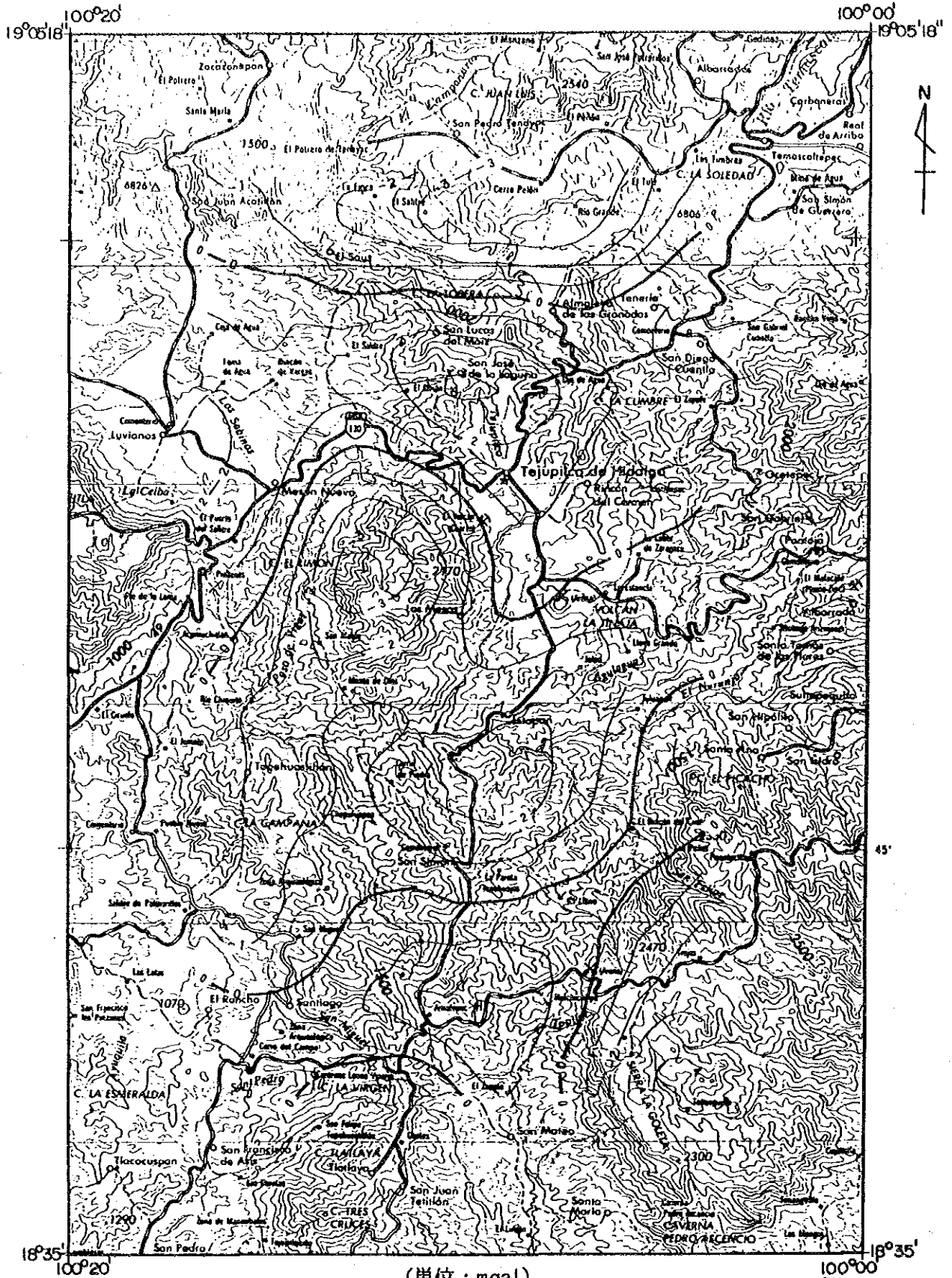


図 II-4-17 フィルター図 (長波長)

他の原因としては同程度の密度差を持った陥没構造の可能性も推定される（図Ⅱ-4-18）。

（BB' 断面）

調査地北部の負異常の南端部からその西側の高重力部を切る断面である。断面解析から、負異常部に対応する低密度帯の層厚はこの付近では約1500mと推定した。西側の高異常については、重力基盤に対して $+0.1 \text{ g/cm}^3$ の岩体を想定した（図Ⅱ-4-19）。

（CC' 断面）

調査地中央部の負異常の北端を通る断面で、この両側では高重力部となっている。断面解析の結果から、負異常については密度差 -0.17 g/cm^3 の低密度岩体の存在が、また高重力帯については密度差 $+0.1 \text{ g/cm}^3$ の高密度岩体を想定した（図Ⅱ-4-20）。

（DD' 断面）

調査地南端部の負異常とその東側の高重力部を通る断面である。解析結果からは、この負異常に対応する花崗閃緑岩の密度差を $-0.07 \sim -0.17 \text{ g/cm}^3$ と仮定した場合、その厚さは約4000mに達する（図Ⅱ-4-21）。

4-3 考察

1) 重力異常と地質との対応

今回作成した各種の重力異常図と地質区分との対応について検討した結果、最も良く地質分布を反映している重力図は2次及び3次の残差重力図である。これらの残差異常図と地質図との定性的な比較によれば、両者の対応について以下の点が指摘できる。

- ・主要な負異常は、第三紀のティルサポトラ流紋岩類と花崗閃緑岩及び第四紀の玄武岩溶岩・スコリアに対比される。
- ・正異常は変成岩類の分布域に散在するが多いが、各異常の波長は小さく、分布のパターンも不規則である。

次に、2次元断面解析の結果を考慮に入れ、前述した地質区分と重力異常との対応について定量的な検討を加えると、以下の点が指摘できる。

- ・調査地北部のサカソナパン～テマスカルテペックにかけての低重力異常帯の原因としては、当地域に分布する花崗閃緑岩の大規模な貫入、もしくは陥没構造の存在などが推定される。いずれの場合にも、重力基盤と低密度層との密度差を 0.2 g/cm^3 と仮定した場合、その層厚は2000mに達する。
- ・テフピルコ南西部に広がる大規模な低重力異常の原因としては、重力基盤と低密度層との密度差を 0.2 g/cm^3 と仮定した場合、層厚2000mの低密度層の存在が考えられる。後述するように、この大規模な低重力帯は、当調査地の中央部に推定されている南北性のテフピルコ背斜構造と重複している。
- ・調査地南部のトラトラヤ付近に存在する低重力異常については、この付近に分布する花崗閃緑岩と重力基盤との密度差を 0.2 g/cm^3 と仮定した場合に、その厚さは約1500m

と推定される。

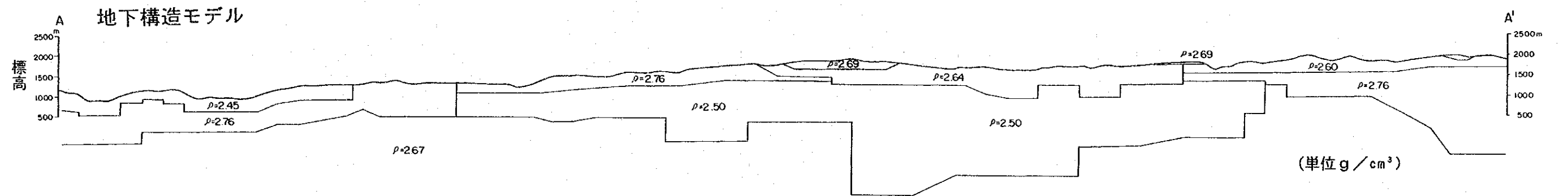
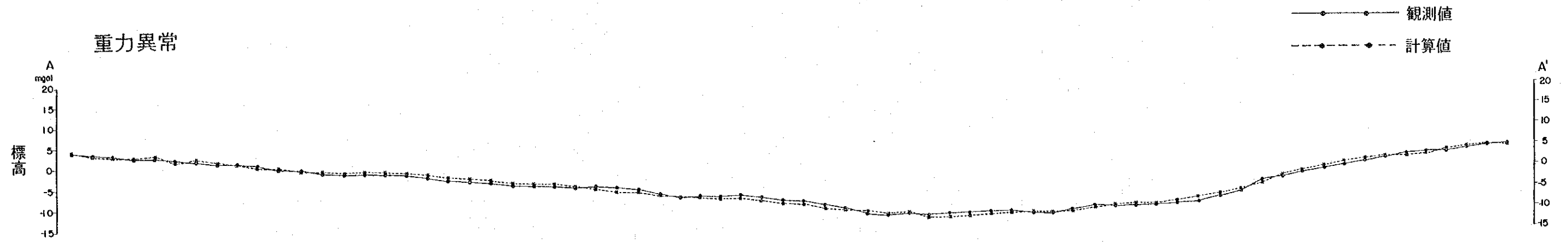
2) 重力異常と地質構造との関係

図Ⅱ-4-22に、2次元断面解析の結果から求めた重力基盤の落ち込み、隆起構造およびブーゲー異常から推定した重力トレンド(谷、尾根)の方向を示す。

1次残差異常によれば、当調査地の北部から南部にかけて大規模な負異常が連続し、全体として南北性の低異常帯が形成されていることがわかる。2次元断面解析の結果からは、これらの低異常帯の原因と考えられる層厚2,000~1,500mの低密度層の存在が推定された。しかしながら、この低密度層の分布域には大規模なテフピルコ背斜構造が重複して存在しており、地質構造と重力分布とは逆センスの関係となっている。この原因としては次のようなことが考えられる。即ち、断面解析の結果によれば北部と南部付近の負異常については、この付近に貫入している第三紀の低密度の花崗閃緑岩の存在を反映していると考えられる。また中央部の低重力帯については、この付近に東西系の第四紀の火山列が存在し、地表地質でも安山岩溶岩の分布が確認されていることから、やはり地表下に低密度岩体の貫入が考えられる。従って、これらの低密度の貫入岩体がほぼ背斜軸に沿って分布することにより、地質構造とは逆センスの重力分布が形成されたと推定される。

次に、サカソナパン~テマスカルテベックにかけての低重力異常については、別の可能性として陥没構造の存在が推定される。B. Hernandez et al. (1981)によれば、テマスカルテベック周辺に分布する鉍脈型鉍床は、この付近における火山活動の終了時に陥没が生じ、その際に作られた裂かを鉍液が上昇することによって形成されたと考えられる。従って、重力異常から推定した陥没構造モデルは、彼らの鉍床生成モデルとも整合的である。この低異常は、3次残差異常図によれば東西方向に連続する傾向が明瞭となる。ここで1次残差異常図と3次残差異常図を比較すると、3次残差のほうが短波長の異常が卓越していることから、3次残差の方が1次残差よりも浅所の構造を反映していると考えられる。従って、この重力異常は3次残差で東西性の帯状分布を示し、1次残差では大規模な円形の形状(但し北半分は調査範囲外の為不明)を示すことから、この陥没構造のモデルとしては次のようなものが考えられる。即ちこの陥没構造は、地下浅所では東西性の帯状構造を示し、地下深部ではほぼ円形に近い構造を示す。このような陥没構造モデルは、この付近に第四紀の火山列が東西方向に分布していることとも符号しており、東西性の陥没構造に沿ってマグマが供給されたと推定される。なおこのような東西性の構造は、ブーゲー異常図において数本の平行したトレンド(谷、尾根)としても表れており(図Ⅱ-4-22)、当地域を含む広域的なテクトニクスの特徴を反映していると推定される。

次に、当地域のブーゲー異常分布は南西側で-120mgal、北東側で-200mgalと負の値をとり、北東方向で急激に低くなる傾向を示す。Mena et al. (1992)によるメキシコ全土のブーゲー異常図によれば、このような傾向はメキシコ合衆国の全域で認められ、モホ面が内



LEYENDA (地質凡例)

CUATERNARIO

QAI : geava-arena, limo

QBs : lava de basalto, scoria

RIOLITA TILZAPOTLA

TBr : lava de andesita, piroclastico

TRy : andesita, piroclastica y toba riolitica

FORMACION BALSAS

TBs : lava de andesita, conglomerado

GRUPO CALCAREO

MV₄ : andesita, basalto, piroclastico

MPz : pizarra, pizarra calcarea

MV₁₋₃ : lava de pillow, basalto

MCs : arenisca calcarea, tobasfea

MCz : filita calcarea, arenisca calcarea

ESQUISTO TAXCO

PTx : esquistos pelitico y verde

AUGENGNEIS ARROY FRIO

PGr : gneis

ROCAS INTRUSIVAS

TGd : granodiolita

TGr : granito

DKr : diqué acidico

Falla
eje de anticlinal

地質断面図

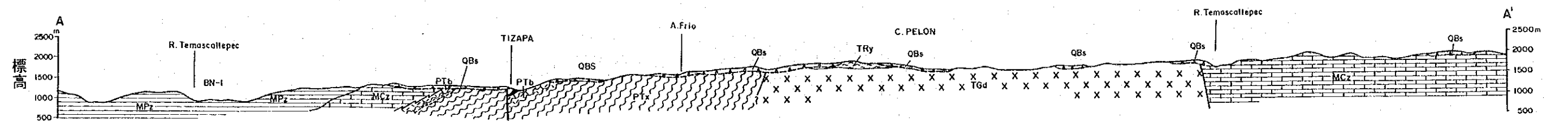


図 II-4-18 密度構造断面図 (A-A' 断面図)

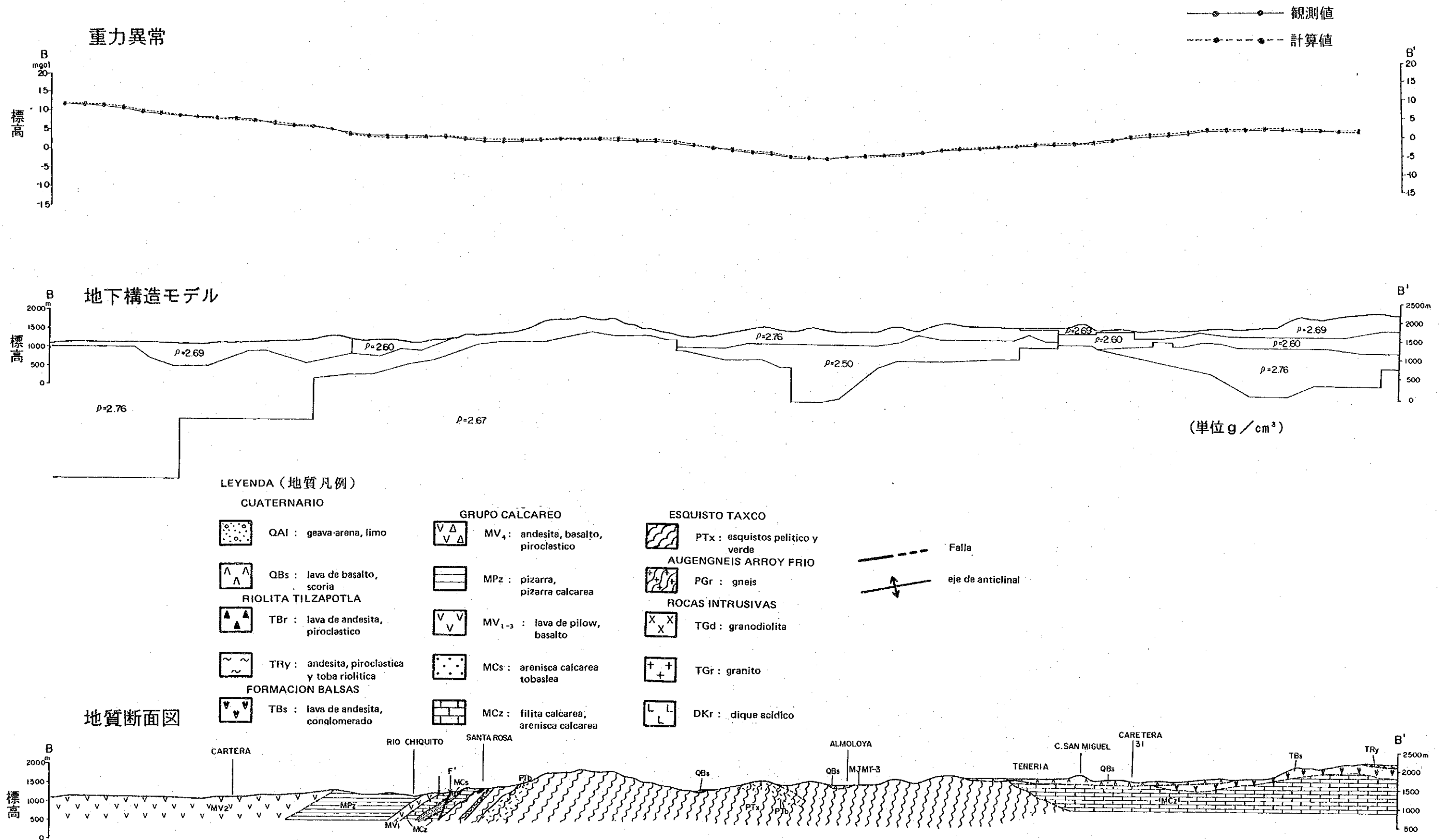
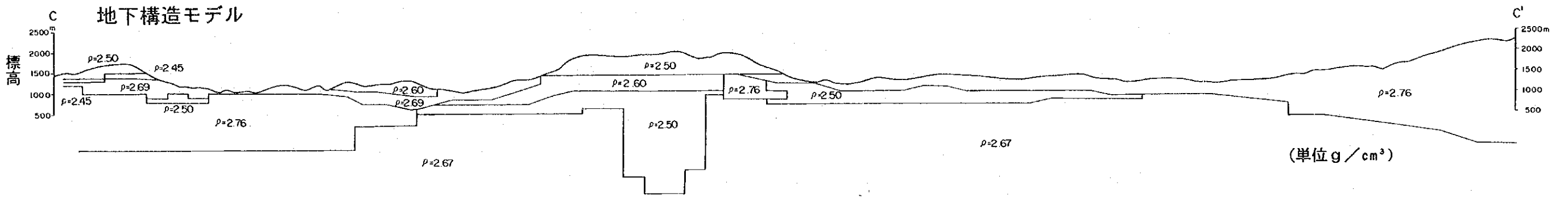
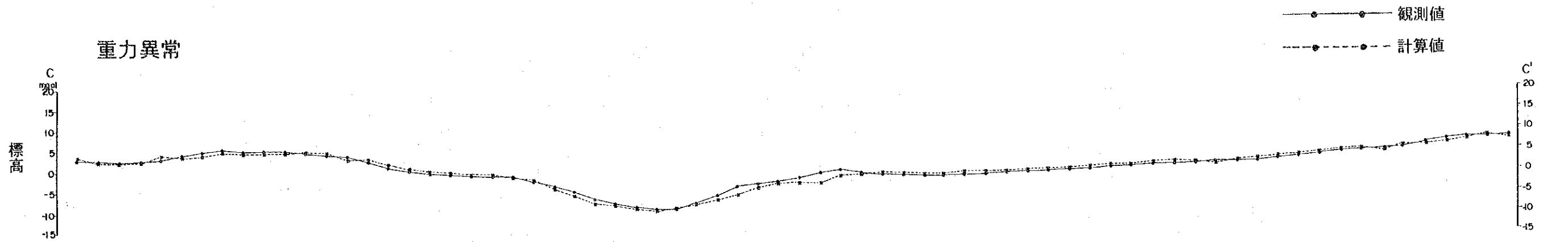
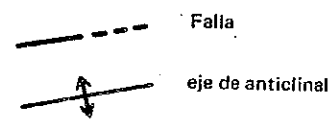


図 II - 4 - 19 密度構造断面図 (B-B' 断面図)



LEYENDA (地質凡例)

- | | | |
|---------------------------------------------------|----------------------------------|--|
| CUATERNARIO | | |
| QAI : geava-arena, limo | | |
| QBs : lava de basalto, scoria | | |
| RIOLITA TILZAPOTLA | | |
| TBr : lava de andesita, piroclastico | | |
| TRy : andesita, piroclastica y toba riolitica | | |
| FORMACION BALSAS | | |
| TBs : lava de andesita, conglomerado | | |
| GRUPO CALCAREO | | |
| MV ₄ : andesita, basalto, piroclastico | MPz : pizarra, pizarra calcarea | |
| MV ₁₋₃ : lava de pillow, basalto | MCs : arenisca calcarea tobaslea | |
| MCz : filita calcarea, arenisca calcarea | | |
| ESQUISTO TAXCO | | |
| PTx : esquistos pelitico y verde | | |
| AUGENGNEIS ARROY FRIO | | |
| PGr : gneis | | |
| ROCAS INTRUSIVAS | | |
| TGd : granodiolita | TGr : granito | |
| DKr : dique acidico | | |



地質断面図

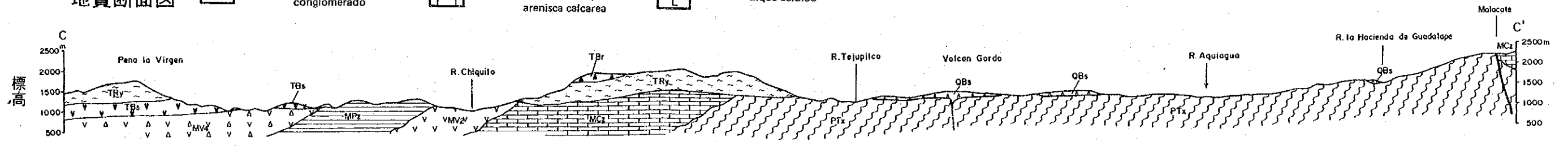
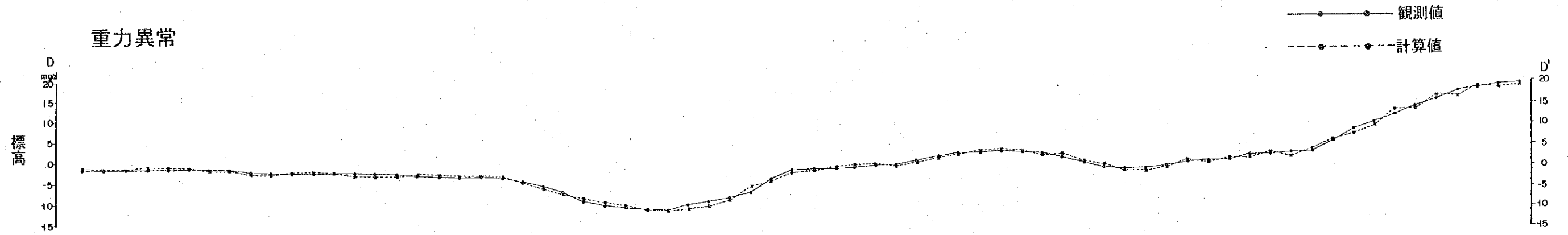
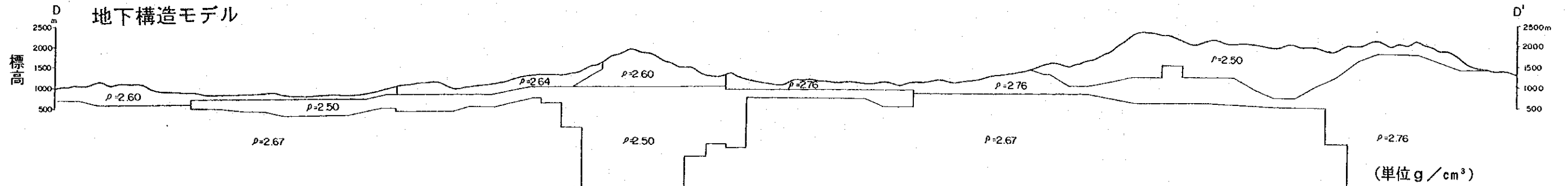


図 II-4-20 密度構造断面図 (C-C' 断面図)

重力異常



地下構造モデル



LEYENDA (地質凡例)

CUATERNARIO

QAI : geava-arena, limo

QBs : lava de basalto, scoria

RIOLITA TILZAPOTLA

TBr : lava de andesita, piroclastico

TRy : andesita, piroclastica y toba riolitica

FORMACION BALSAS

TBs : lava de andesita, conglomerado

GRUPO CALCAREO

MV₄ : andesita, basalto, piroclastico

MPz : pizarra, pizarra calcarea

MV₁₋₃ : lava de pilow, basalto

MCs : arenisca calcarea tobaslea

MCz : filita calcarea, arenisca calcarea

ESQUISTO TAXCO

PTx : esquistos pelitico y verde

AUGENGNEIS ARROY FRIO

PGr : gneis

ROCAS INTRUSIVAS

TGd : granodiolita

TGr : granito

DKr : dique acidico

Falla

eje de anticlinal

地質断面図

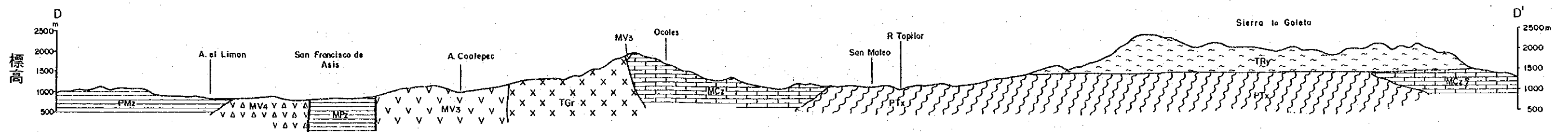


図 II - 4 - 2.1. 密度構造断面図 (D-D' 断面図)

陸に向けて急激に深くなることを反映していると考えられる。マンツルの平均密度を 3.12 g/cm^3 、地殻の平均密度を 2.67 g/cm^3 とすると 80 mgal の減少は地殻の厚さ 4 km の増加に相当する。

3) 重力異常と鉍化作用との関係

重力分布と鉍化作用との関係を調べる目的で、当地域で今までに発見されている鉍脈型鉍床と塊状硫化物鉍床の分布を重力図に重ねて検討を行った。その結果、次の点が明らかになった(図Ⅱ-4-22)。

- ・鉍脈型鉍床の大部分は3次残差異常の負異常部に存在し、正異常部には殆ど存在しない。
- ・塊状硫化物鉍床は今までに数カ所しか発見されていないが、これらはいずれも3次残差異常のゼロライン付近に存在する。

以上のうちの鉍脈型鉍床に関する分布形態は非常に明瞭な特徴であり、今後の探査指針としても有効であると考えられるが、その原因としては次のことが考えられる。即ち、これらの鉍脈型鉍床の関係火成岩が、当地域では変成岩類に比べて低密度であり、その為にこれらの低密度岩体の存在を反映して負異常であることが指摘できる。しかしながら、負異常帯の広がりか低密度岩体よりもはるかに大きいことから、その原因を火成岩体の存在だけで説明することは無理がある。従って、これらの負異常帯のサイズに見合うような断裂系や、基盤の落ち込み構造などが潜在し、鉍脈型鉍床を生成した鉍化作用がこれらの構造と密接な関係を持っていると推定される。

次に、これらの鉍脈型鉍床の生成時期が第三紀であることを考慮すると、これらと密接な対応関係を示す負異常帯も、同時代における構造を反映していると考えられる。このことから類推すると、サカソナパン～テマスカルテベックにかけて分布する東西性の負異常の原因も、第三紀における構造を反映していると推定される。即ち、この付近に存在する第四紀の火山列は、第三紀において既に形成されていた基盤構造に規制されて形成されたと考えられる。

次に、当地域の塊状硫化物鉍床が3次残差異常のゼロライン付近に位置することについては、これらの鉍床生成年代が二疊紀～白亜紀と考えられており、また事例も少ないため、現時点では説明が困難である。

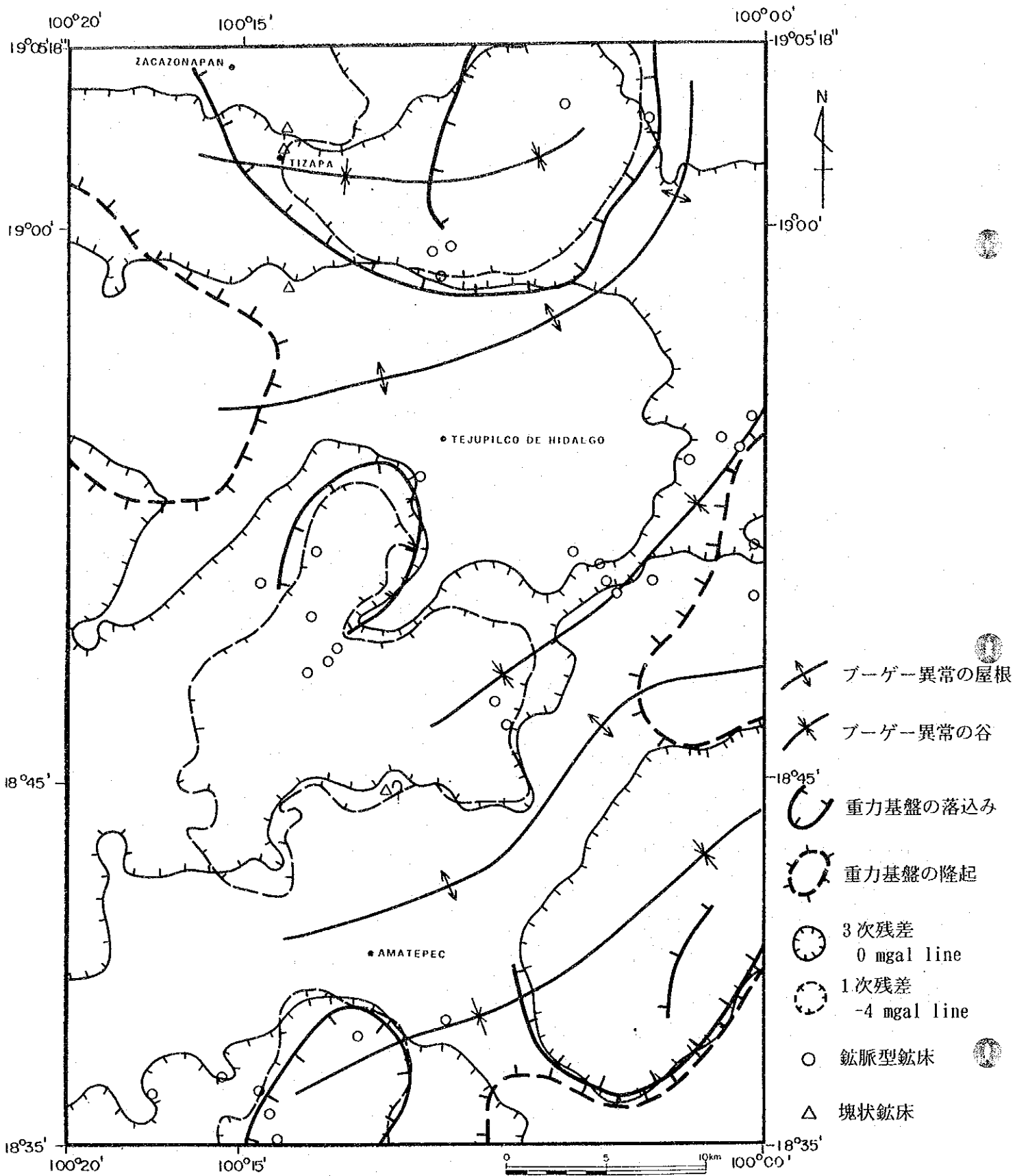


図 II - 4 - 2 2 重力異常解析平面図

第5章 ボーリング調査

5-1 調査方法

5-1-1 調査概要

初年度にあたる本年の調査は、鉱化帯の延長部及び地下深部までの連続を把握するとともに鉛・亜鉛・銀・金の胚胎状況を明らかにすることを目的として、サカソナパンヘルピアノス間でMJMT-1及びテフピルコ北方約10kmのエル・リオ鉱床東方約2km地点でMJMT-2、その南東約1.5kmでMJMT-3のボーリング調査を実施した。ボーリング作業はメキシコの業者を用いて実施し、コア鑑定及び付近の地質調査などは地質担当者が実施した。これらのボーリングの結果は地表地質調査とともに総合検討し、次年度以降実施する調査の資料とした。コア鑑定は縮尺200分の1の柱状図にまとめ、鉱石着鉱部は原則として1mごとにサンプリングを行い化学分析を行った。しかし、鉱石の産状に変化のみられる部分では、産状に応じてサンプリング間隔を縮めた。また、代表的な岩石は薄片を作成し顕微鏡観察を行い、鉱化の認められる部分については鉱石研磨片を作成し顕微鏡観察を行った。また、変質している部分などについてはX線回折試験を行った。なお、採取した全コアは、上下を明確にしてコア箱に収納し、コア箱の中及び外に採取深度を記載してテフピルコの倉庫に保管した。

ボーリング位置を図Ⅱ-5-1及び図Ⅱ-5-2に、また、調査内容は表Ⅰ-1-1に示したとおりである。

5-1-2 工法及び使用機材

本調査の掘削作業はメキシコ国内のボーリング会社(Core Drilling社)により実施された。ボーリング機械及びビット類、泥材、切削油、セメントなどの消耗品類などすべてメキシコで調達された。

ボーリング調査はワイヤーライン工法を採用した。調査にはロングイヤー-44(Long Year-44)のボーリング機械3台を使用し、破碎帯、逸水帯及び変質帯におけるボーリングコア採取率の向上を図るためベントナイトやケーシングパイプを適宜使用した。本調査に使用した主要機材及び消耗品などを表Ⅱ-5-1～表Ⅱ-5-3に示す。

5-1-3 ボーリング作業

1. 設営作業

ボーリングに使用した機材はすべてメキシコシティから10tトラック1台及び3tトラック1台を使用し、ボーリング基地まで運搬した。作業員は各現場付近の民家を借り受けて宿舍とし、そこから作業現場へ通った。ボーリング作業は主に2方/日で行い、1方の作業時間は10時間であった。掘削孔の状態により作業時間を変更し一部は3方で行った。

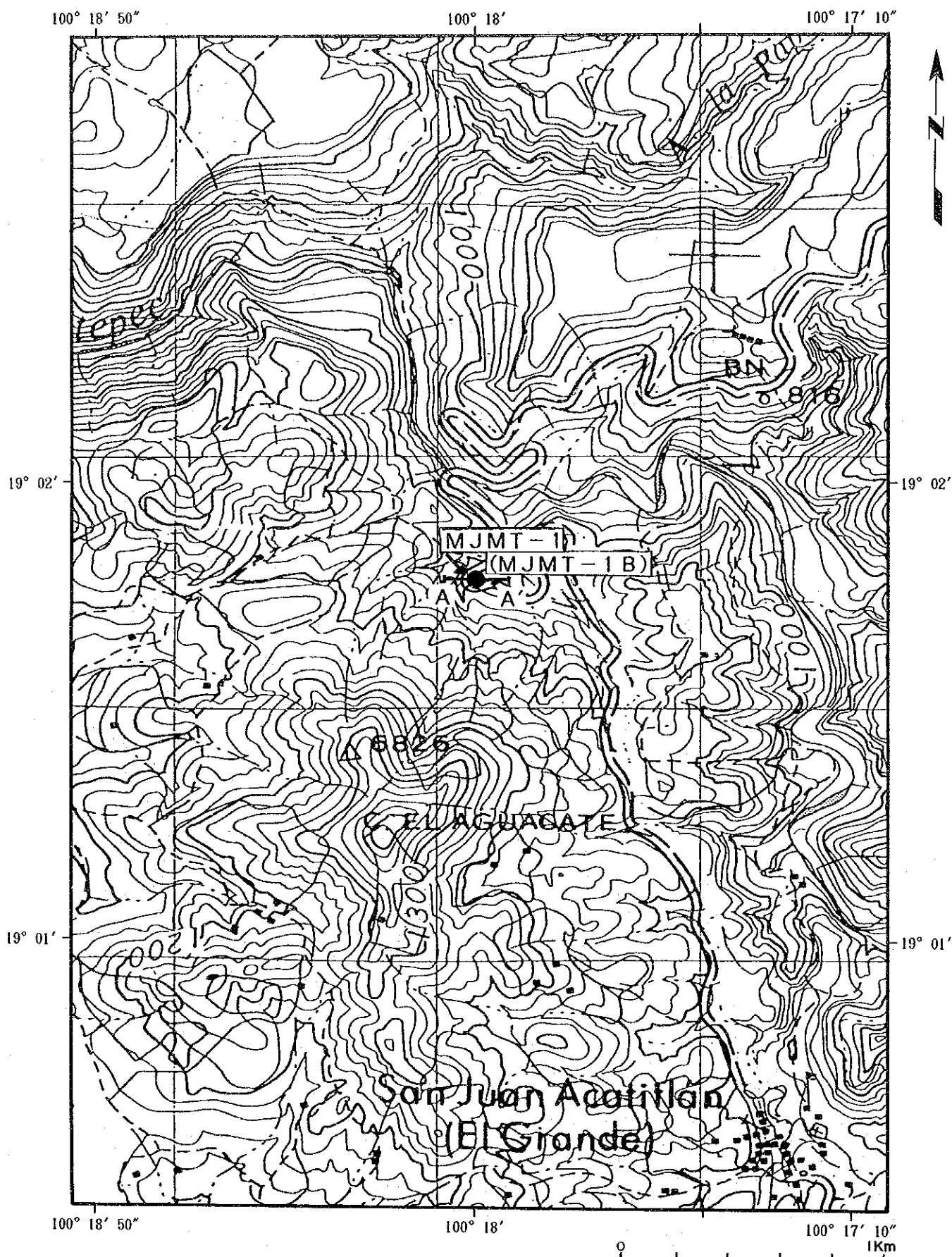


図 II-5-1 ボーリング位置図 (MJMT-1)