

第3章 重力探査

3-1 探査方法

第2-3-1図 重力探査の手順に示すように、重力探査の工程は、「現地調査」、「データ処理」及び「解析」に大きく区分される。

3-1-1 現地調査

(1) 重力測定

(i) 測点配置

調査地域は、第1-2図に示すとおりである。面積約 2,000 km²の調査地域に対して、計 517点の重力測定を実施した。測点位置図を第2-3-2図に示す。測点の間隔は、測定ルートに沿って1.5~2.0kmである。

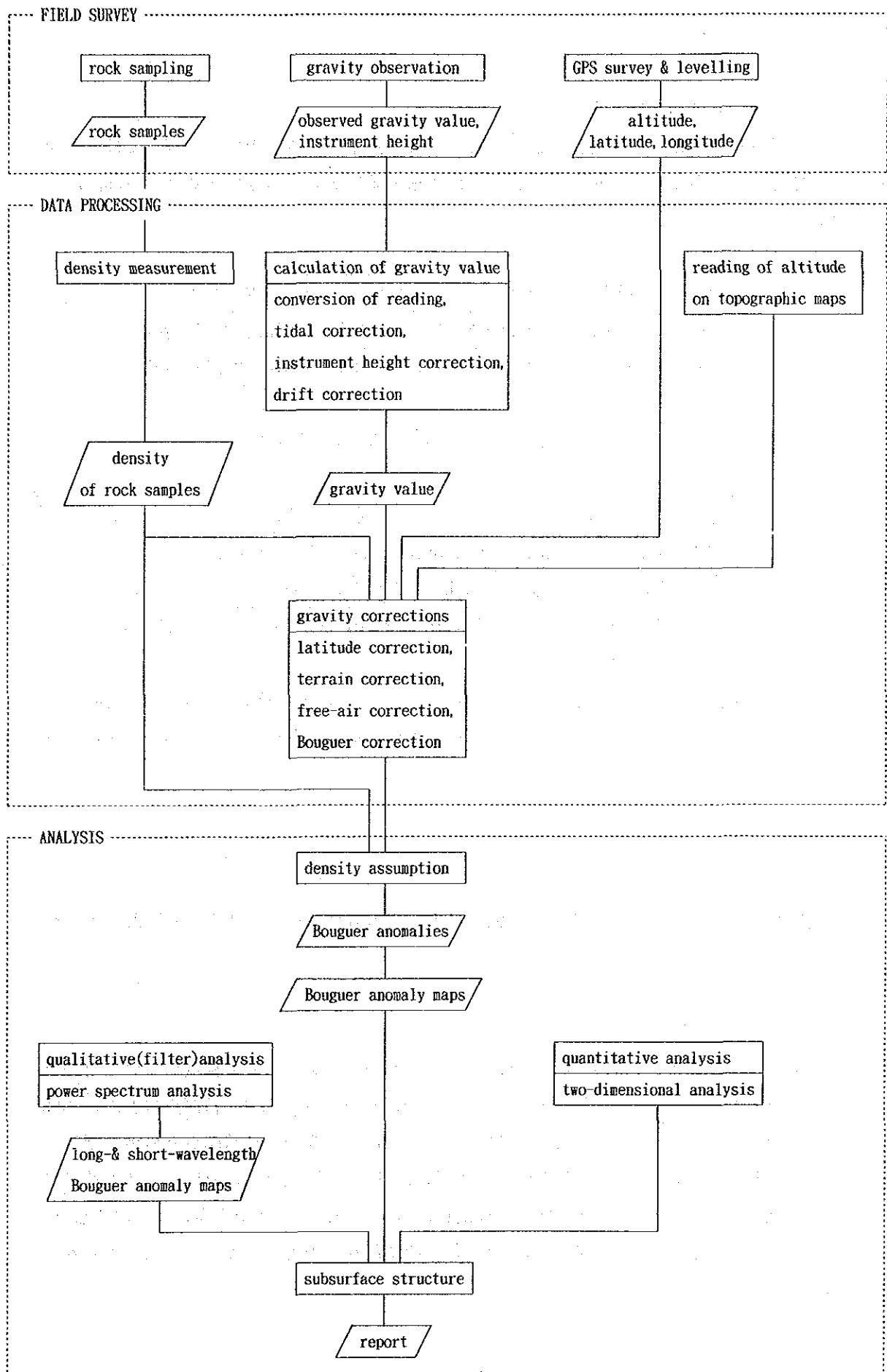
(ii) 測定機器

重力測定には、可搬性、操作性及び測定精度の点で最も優れているラコステG型重力計2台を使用した。使用したラコステ型重力計の主な仕様を下表に示す。

重力計番号	G-178	G-204
製作年月	1968年2月	1969年5月
測定範囲	0~7,344.88 mgal	0~7,261.53 mgal
測定精度	0.02 mgal	
本体寸法	14×15×20 cm	
重量	8.6 kg	
電源	12 V バッテリー	
製造元	ラコステ&ロンバーグ(USA)	

これらの重力計の本調査で使用した範囲の重力計定数(K)及び変換係数(κ)は次のとおりである。

重力計	読取值	定数	変換係数
G-178	1800	1884.20	1.04760
	1900	1988.96	1.04770
	2000	2093.73	1.04780
	2100	2198.51	1.04795
G-204	1900	1966.54	1.03621
	2000	2070.16	1.03638
	2100	2173.80	1.03655



第2-3-1図 重力探査の手順

(iii) 重力基準点及び基点

重力基準点は、基点の重力値を決定する際にその基準とするもので、本調査では、ナンディ空港内の2基準点を使用した。2基準点の重力値は次のとおりである（Jezek, P., 1976）。

番号	標高	緯度	経度	重力値
189-69	5.0 m	17°45.50' S	177°25.00' E	978,532.11 mgal
189-70	5.0 m	17°47.50' S	177°25.00' E	978,532.11 mgal

重力基点は、重力測定の閉塞基点になるもので、次の3カ所に設置した。

番号	重力値	場 所
1000	978,537.577 mgal	Sea Breeze Hotel前, Lautoka
2000	978,539.868 mgal	Ba Hotel前の空地, Ba
3000	978,579.704 mgal	Rakiraki Hotel Room No.106前, Rakiraki

各基点の位置は、第2-3-2図に二重丸で示している。またそれぞれの点の記（詳細位置図）及び写真を巻末資料3に示す。基点の重力値は、重力基準点との間の閉塞測定により決定した。

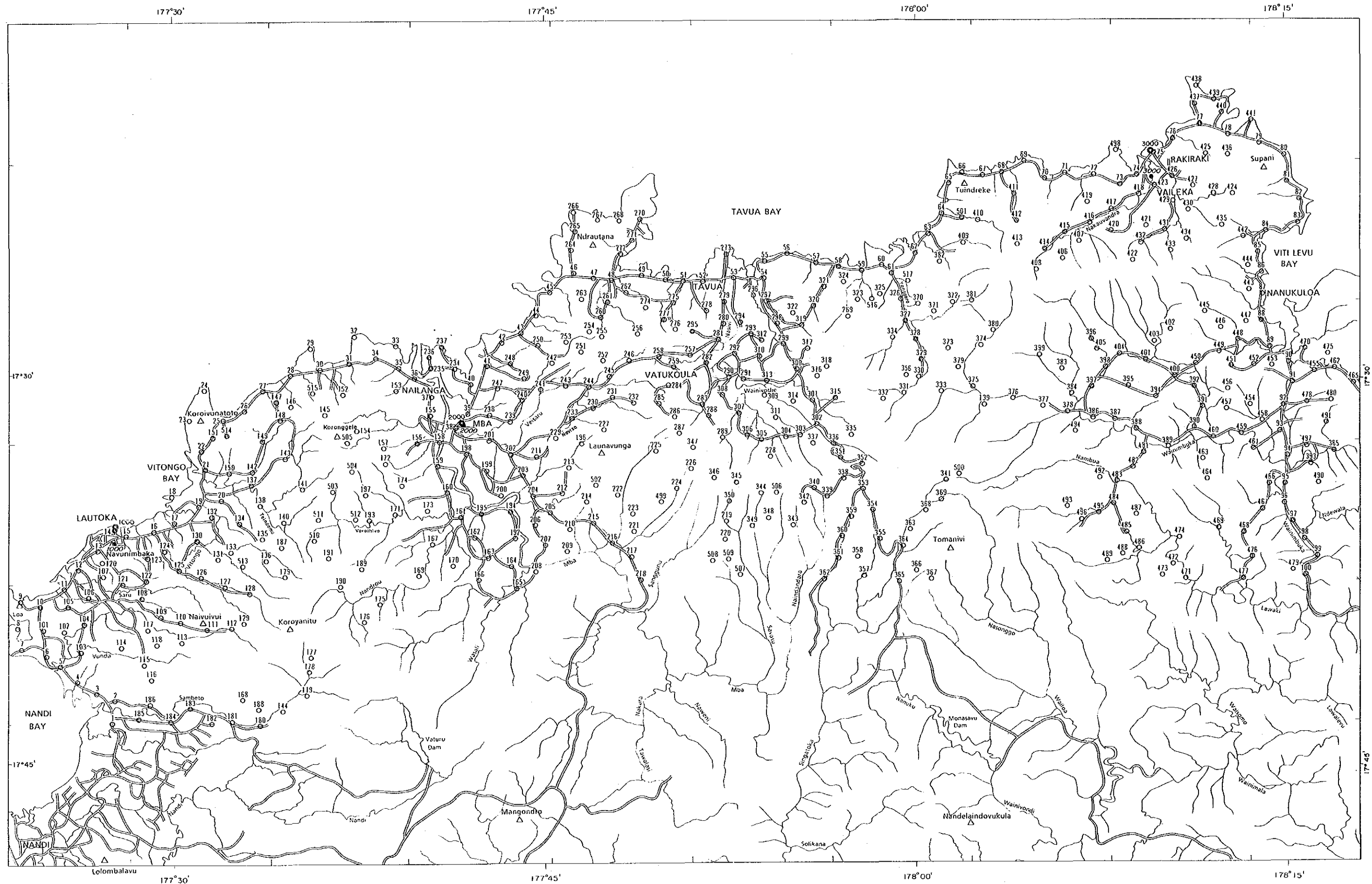
(2) 測量

(i) 使用機器

使用した機器は、トリンプル社製4000ST GPS測量機3台及びウイルド社製NA20自動レベル1台である。

(ii) GPS測量

本調査における各重力測点の測量は、主としてGPS法静止測量の最も精度の高い相対測位により行った。つまり、基点と各測点とで同時に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算出される。同様に基点の標高は既知標高基準点との相対測位により決定した。本調査では、GPS基点を3カ所に設けた。各基点の標高は、ロアGPS基準点から決定された。なおロアGPS基準点の標高は、ロア三角点から水準測量により求められている。ロア三角点、ロアGPS基準点及び基点の標高及び緯度・経度は、次表のとおりである。



177°30' 177°45' 178°00' 178°15'

17°30'

17°45'

17°30'

17°45'

177°30' 177°45' 178°00' 178°15'

LEGEND

- 1000 ○ Gravity Base Station
- 2000 ● GPS Base Station
- 123 ○ Station NO.

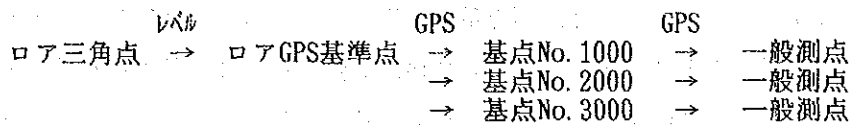
SCALE 1:250,000



第2-3-2图 重力测点位置图

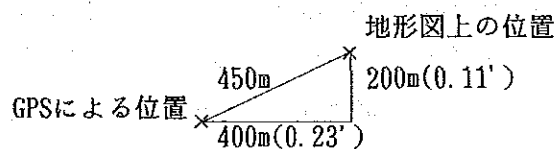
番号	標高	緯度	経度	場所
07三角点	33.802 m	17°39'04.4320"S	177°23'37.3909"E	
07GPS基準点	28.364 m	17°39'03.1"S	177°23'35.6"E	
基点1000	65.531 m	17°36'54.7"S	177°27'15.8"E	Lautoka Hospital屋上, Lautoka
基点2000	16.083 m	17°32'11.8"S	177°41'22.4"E	Ba Hotel屋根, Ba
基点3000	12.753 m	17°22'40.0"S	177°09'16.7"E	Gafoor Restaurant屋上, Rakiraki

既知標高基準点、GPS基点及び一般測点との関係を図示すると下のとおりとなる。



なお、GPSの一般測点における観測時間は10～30分、基点の標高決定のための観測時間は約1時間である。

GPS測量では緯度・経度も求められる。ただし、GPSにより得られた緯度・経度は、WGS-84(World Geodetic System)に準拠したものであり、フィジーで採用されている測地系とは異なっていることが予想された。このため位置の明確な数カ所の測点において比較した結果、GPS測量結果と既存の1/50,000の地形図とはおよそ下図に示すような位置のずれが認められた。



このことから、GPSにより得られた各測点の緯度・経度に対して、緯度で $-0.11'S$ 、経度で $+0.23'E$ の補正を行って、各測点の最終の緯度・経度とした。

(iii) 水準測量

観測環境が悪いためGPSが使用できない測点、あるいはGPSによる測量結果が疑わしい測点に対しては、通常の水準測量を実施した。水準測量を実施した総測点数は42点であり、そのうち25点を最終標高値としてGPS測量結果のかわりに採用した。

(3) 岩石試料採取

密度測定に供する岩石試料は、層序、岩質などを考慮しながら、ヴィチレブ島のほぼ全域において採取された。採取個数は合計38個である。採取位置を第2-2-1図に示す。

3-1-2 データ処理方法

重力探査のデータ処理は大きく次の2つの過程に分けられる。

①重力計のダイヤル読取値から重力値を算出するまで（重力値の算出）

②重力値からブーゲー異常値を算出するまで（重力補正）

これらの作業は、測点毎に作成されるデータファイルを基に処理される。

(1) オリジナルデータファイルの作成

オリジナルデータファイルには、測点番号、測定日時、重力計読取値、器械高、緯度・経度、標高、極近傍地形補正值、重力計の種類、測量方法、周辺地形補正值などの以後の処理に必要な基礎データのほとんどが含まれている。これらのファイルはフロッピーディスクに格納される。

オリジナルデータファイルの書式を第2-3-1表に示す。

(2) 重力値の算出

重力計のダイヤル読取値から重力値を算出するためには、「ミリガル変換」、「潮汐補正」、「器械高補正」及び「ドリフト補正」の各計算を行う。

(i) ミリガル変換

重力計のダイヤル読取値を重力単位に変換する計算がミリガル変換である。ラコステG型重力計の場合には、変換係数がスプリングの伸びの大きさによってわずかずつ変化する。このためダイヤル読取値100毎に指定された定数(K)と変換係数(κ)の2種類の定数を用いてミリガル変換を行っている。

変換の基本式は次のとおりである。

$$V_r = K + (R - R_0) \times \kappa \quad (3-1)$$

V_r : 重力測定値(mgal単位)

R : 重力計のダイヤル読取値

R_0 : R の10位以下を切り捨てた数値

たとえば、ダイヤル読取値(R)が 2,062.364の場合、 R_0 は2,000で、その時の定数(K)が 2,093.73、変換係数(κ)が 1.04780であるので、式(3-1)は次のようになる。

第2-3-1表 オリジナルデータファイルの仕様

カラム	フォーマット	内 容	実 例 ・ 備 考
1 - 5	A5	地域名, 地区名	FIJI: フィジー
6 - 7	A2	基 点 記 号	基点については「ST」を記入し, 一般測点はブランクとする
8 - 13	I6	測 点 番 号	
14 - 15	I2	年	測 定 時 間 西暦年の下2桁 (1990年 → 90) 12月 → 12 5日 → 05, 15日 → 15 9時 → 09, 15時 → 15 6分 → 06, 36分 → 36
16 - 17	I2	月	
18 - 19	I2	日	
20 - 21	I2	時	
22 - 23	I2	分	
24 - 31	F8・3	重力計読取値	
32 - 36	F5・2	器 械 高 (m)	
37 - 44	F8・3	測点の標高 (m)	
45 - 52	F8・2	測 点 の 緯 度	南緯 17°36.91' → 173691
53 - 61	F9・2	測 点 の 経 度	東経 177°27.26' → 1772726
62 - 66	F5・2	陸域極近傍補正值	$\rho = 2.0 \text{ g/cm}^3$
67 - 71	F5・2	水域極近傍補正值	$\rho = 1.0 \text{ g/cm}^3$
72 - 73	I2	重 力 計 番 号	ラコステ重力計のコード番号 1: G-150, 2: G-178, 3: G-204, 4: G-206, 5: G-236, 6: G-283, 7: G-286, 8: G-365, 9: G-366, 10: G-579
74	I1	「極近傍」の地形 高度読取りに使用 した地形図縮尺	0: 1/25,000, 1: 1/10,000, 5: 1/5,000
75 - 76	I2	測 量 方 法	0: レベル, 1: 一等三角点, 2: 二等三角点, 3: 三等三角点, 5: 高度計, 6: GPS
77 - 80	F4・2	周辺地形補正值	$\rho = 2.0 \text{ g/cm}^3$

$$Vr = 2,093.73 + (R - 2,000) \times 1.04780 \quad (3-2)$$

(ii) 潮汐補正

地球上で測定される重力の大きさは次の2つの原因により、 ± 0.2 mgalの範囲内で周期的に変化する。これを補正するのが潮汐補正である。

i) 月、太陽などの天体による起潮力の周期的変化

ii) 起潮力に起因する地球のわずかな変形（地球潮汐）

起潮力は次式(3-3)によって計算される。

$$U = \frac{3}{2} \cdot G \cdot M \frac{a}{r^3} \left\{ 3 \left(\sin^2 \delta - \frac{1}{3} \right) \cdot \left(\sin^2 \phi - \frac{1}{3} \right) + \sin 2\delta \cdot \sin 2\phi \cdot \cos \theta \right. \\ \left. + \cos^2 \delta \cdot \cos^2 \phi \cdot \cos 2\theta \right\} \quad (3-3)$$

U: 天体の起潮力

G: 万有引力定数

M: 天体（月、太陽など）の質量

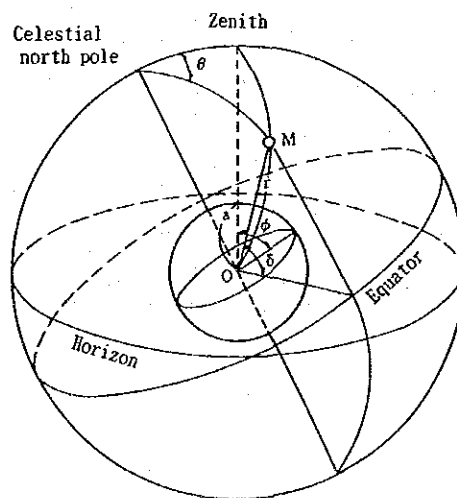
a: 地球の中心から測点までの距離（地球の半径）

ϕ : 測点の緯度

r: 天体と地球との距離

δ : 天体の赤緯（赤道から南北に測った角度）

θ : 天体の時角（天体と天の北極を通る天球の大円と、測点の子午面との角度）



潮汐補正の座標

天体の起潮力は、他の天体に比較して月と太陽によるものが圧倒的に大きい。このため、重力探査の補正ではこの2つの天体のみを考えれば十分である。

地球潮汐による重力変化は起潮力による重力変化と同センスであり、その大きさは、その地域の岩石の弾性的性質によって若干異なるが、起潮力による重力変化の20%程度である。したがって、通常の潮汐補正では月と太陽による起潮力を1.20倍（この値を潮汐定数という）して補正している。

フィジーにおける重力の潮汐定数をチェックするため、スヴァにおいて12月26日午前7時より午後12時まで、30分間隔の重力定点観測を行った。その結果、第2-3-3図に示すように観測値は、潮汐定数1.20の理論値とよく一致する。このことから、本調査でも1.20の潮汐定数を用いた潮汐補正を行った。

(iii) 器械高補正

器械高補正とは、重力計が測量測定点に対して同じ高さに設定できないことによる補正で、重力測定値を測量測定点の高さの値に補正する。

補正は、回転楕円体表面における正規重力の垂直勾配 0.3086 mgal/m を用いて、式(3-4)で行う。

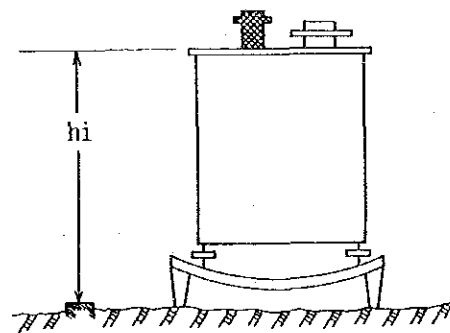
$$V_{hi} = \frac{2\gamma_0}{R} h_i = 0.3086 h_i \quad (3-4)$$

V_{hi} : 器械高補正值

γ_0 : 正規重力

R : 測点から地球の中心
までの距離

h_i : 測定の測定地点から
重力計上面までの高さ

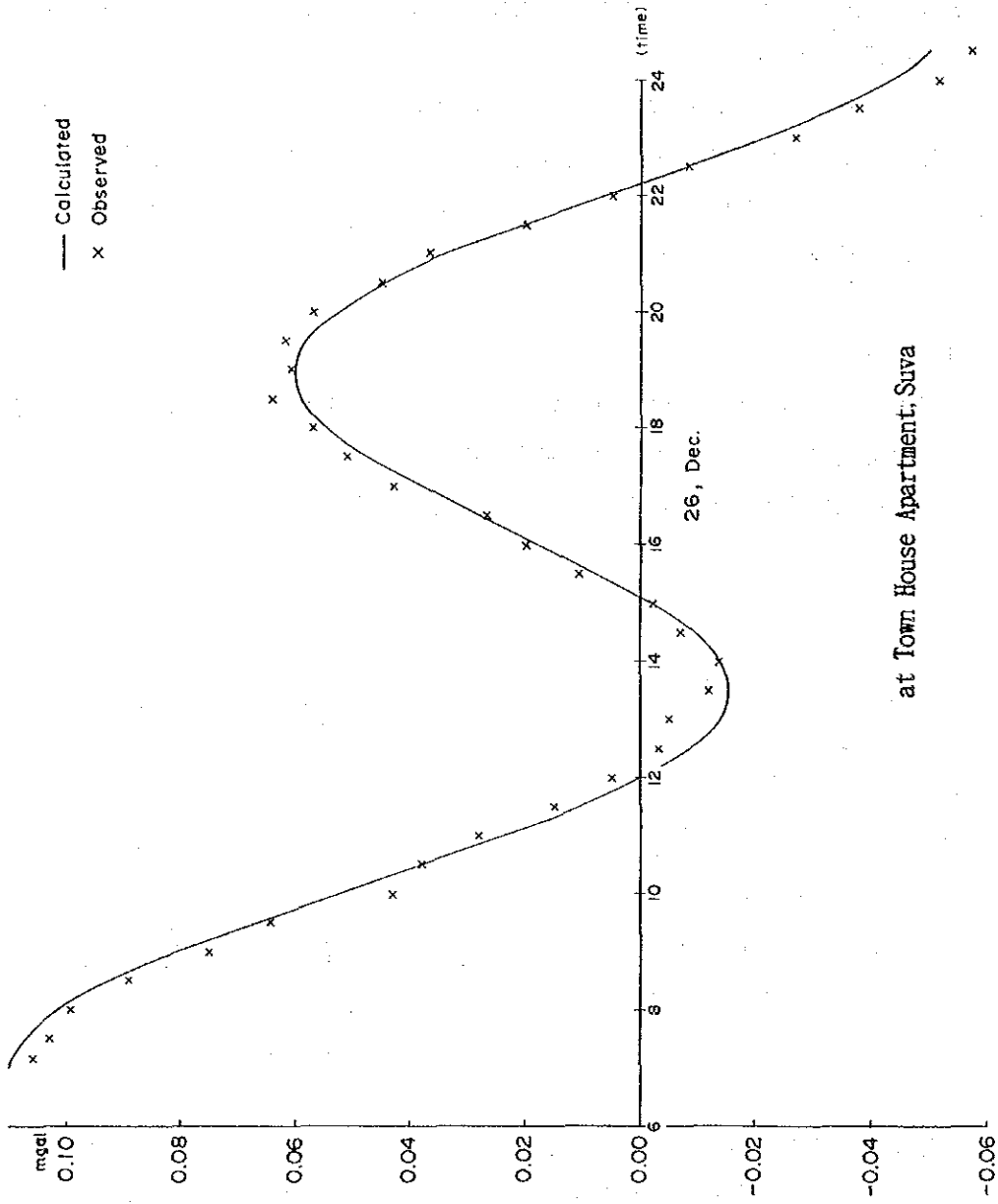


器 械 高

(iv) ドリフト補正

ドリフトは重力計のスプリングの伸びに起因するダイヤル読取値の変位で、ほぼ時間に比例する。このダイヤル読取値の変位を補正するのがドリフト補正で、基点における閉塞誤差を各測点に時間比例配分する方法で行う。ただし、ダイヤル読取値の変位には、ドリフトによるもののほかに、運搬時の機械的ショックや気温・気圧の変化による不規則な変位が含まれており、実際にはこれらの変位も補正していることになる。

(v) 重力値の算出



第2-3-3図 重力日変化観測

重力測定値(Vr)に対するすべての補正は式(3-5)で表される。

$$V_c = V_r + V_t + V_{hi} + V_d \quad (3-5)$$

Vc: 補正済重力測定値

Vt: 潮汐補正值

Vd: ドリフト補正值

補正済重力測定値(Vc)は重力の相対的な大きさを示す数値であり、重力値そのものではない。各測点の重力値は、まず基点と測点との間の補正済重力測定値の差を計算し、この重力差に基点の重力値をそれぞれ加えることにより算出される。なお基点の重力値は重力値既知点(重力基準点)との間で別途測定することによって得られる。

(3) 重力補正

重力値からブーゲー異常値を算出する過程が重力補正で、「緯度補正」、「地形補正」、「大気補正」、「フリーエア補正」及び「ブーゲー補正」の各計算がある。

(i) 緯度補正

緯度補正は、重力値から緯度の関数として与えられる地球の標準重力を差し引く計算である。標準重力として、現在では式(3-6)の正規重力 γ_0 が用いられている。

$$\gamma_0 = \frac{a \gamma_E \cos^2 \phi + b \gamma_P \sin^2 \phi}{\sqrt{a^2 \cos^2 \phi + b^2 \sin^2 \phi}} \quad (3-6)$$

a: 回転楕円体の赤道半径(6,378.14km)

b: 回転楕円体の極半径(6,356.75km)

γ_E : 回転楕円体の赤道正規重力(978.032 gal)

γ_P : 回転楕円体の極正規重力(983.218 gal)

しかし重力探査では、実用上便利なように、式(3-6)のかわりに次の近似式(正規重力の実用式という)を使用している。

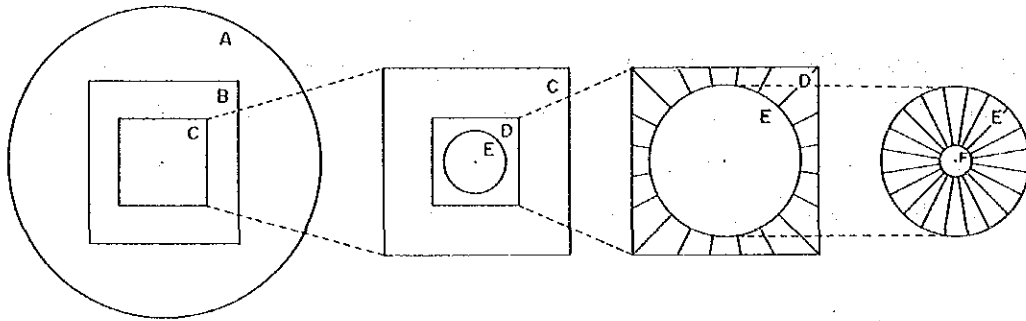
$$\gamma_0 = 978031.85(1 + 0.005278895 \sin^2 \phi + 0.000023462 \sin^4 \phi) \text{ (mgal)} \quad (3-7)$$

(ii) 地形補正

地形補正は、測点周囲の地形の起伏が重力値に及ぼす影響を補正するもので、測点より

高い部分は削り取り，測点より低い部分は埋める形に補正を行う。補正值はどちらの場合もプラスである。平坦な地形の補正值は0 mgalとなり，急峻な地形の場合は数10 mgalに達することもある。

本調査では，地形補正する範囲を測点から半径60kmまでとし，次の図及び表に示すように6つの補正領域に区分した。



地形補正区画概念図

地形補正の要目

領域	補正範囲	格子間隔	補正の名称
A	測点より半径60km	3' (東西) × 2' (南北)	遠方
B	21' (東西) × 16' (南北)	5" (東西) × 30" (南北)	中間
C	5' 15" (東西) × 4' (南北)	1.25" (東西) × 7.5" (南北)	近傍(1)
D	Eが近接する格子範囲	五面体	近傍(2)
E	測点から半径20~500m	五面体	極近傍
F	測点より半径20mまで		周辺

地形の影響は測点に近いほど大きく，測点から離れるにしたがって距離の2乗に反比例して小さくなる。このため，測点に近い領域ほど格子間隔を密にしている。各領域における格子点の標高は，1/50,000の地形図から一定の間隔で読み取った地形標高の格子データを基に内挿計算している。A，B及びC～E領域の格子点の標高の算出には，それぞれ5，1及び0.25km間隔で読み取った地形標高の格子データを使った。F領域については，現場でスケッチした測点から20mまでの範囲の2次元地形断面を使用して補正する。

(iii) 大気補正

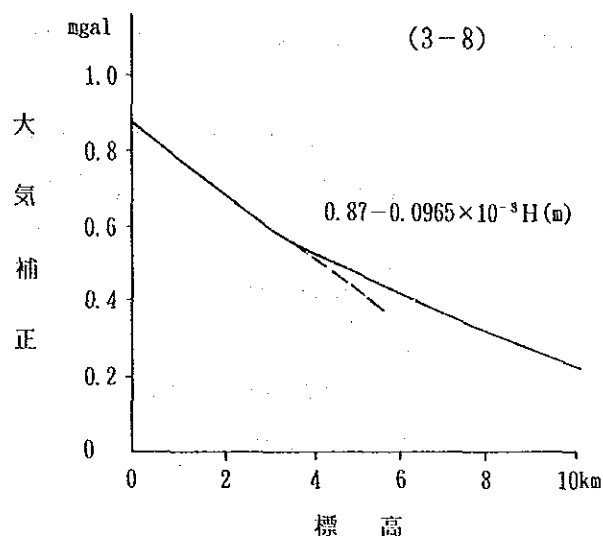
大気補正は重力に対する大気の影響を補正するもので，標準大気模型を仮定した大気の

密度分布を使って、測点から高さ50kmまでの範囲について積分して補正値を計算する。補正値は、標高が高くなるに従って指数関数的に減少する。しかし、補正値の変化は下図に示すように標高3km以下についてはほぼ1次関数に近似できるため、通常は式(3-8)で補正を行っている。

$$\delta g_A = 0.87 - 0.0965 \times 10^{-3} H \quad (3-8)$$

δg_A : 大気補正値(mgal)

H: 測点の標高(m)



(iv) フリーエア補正

地表面付近では鉛直方向に -0.3086 mgal/m の重力の勾配があり、標高が高くなると、重力値は小さくなる。測点毎に異なる高さの影響を補正するのがフリーエア補正である。

$$\delta g_F = \frac{2\gamma_0 H}{R} = 0.3086 H \quad (3-9)$$

δg_F : フリーエア補正値

γ_0 : 正規重力

R: 測点から地球の中心までの距離

H: ジオイド面からの高さ

なお、式(3-10)で定義される量をフリーエア異常という。

$$\Delta g_F = g - \gamma_0 + \Sigma \delta g_T + 0.3086 H \quad (3-10)$$

Δg_F : フリーエア異常

g: 重力値

$\Sigma \delta g_T$: 地形補正値

(v) ブーゲー補正

異なった高さで測定された重力値は、その標高差の間に介在する物質（岩石）の引力に相当する量だけ大きさが異なる。これを補正するのがブーゲー補正で、一定の基準面を設定し、基準面と各測点を通る基準面に平行な面との間の物質の影響を除去する。通常は基準面としてジオイド面を採用している。ジオイド面と測点を通るジオイド面に平行な面との間に均一密度の有限円板を仮定し、式(3-11)を使って補正を行う。なお、有限円板の半径は60kmとし、地形補正の範囲と一致させている。

$$\begin{aligned}\delta g_B &= -2\pi G\rho(A+H-\sqrt{A^2+H^2}) \\ &= -0.0419\rho(A+H-\sqrt{A^2+H^2})\end{aligned}\quad (3-11)$$

δg_B : ブーゲー補正值

G : 万有引力定数

ρ : 密度

A : 有限円板半径(60km)

H : 測点の標高

式(3-11)の ρ はブーゲー密度といい、通常は地表とジオイド面の中の岩石の平均密度を採用する。

(vi) 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、フリーエア補正、ブーゲー補正の各補正を施して得られる値がブーゲー異常値で、次式で表される。

$$\begin{aligned}\Delta g_B &= g - \gamma_0 + \Sigma \delta g_T + 0.87 - 0.0965 \times 10^{-3} H + 0.3086 H \\ &\quad - 0.0419 \rho (A + H - \sqrt{A^2 + H^2})\end{aligned}\quad (3-12)$$

Δg_B : ブーゲー異常値

ブーゲー異常値は地表面で定義された値であり、ブーゲー補正及び地形補正の密度によって異なった値をとる。ブーゲー異常値には、ジオイド面以深の密度構造に関する情報だけでなく、地表面とジオイド面とに挟まれた部分における補正密度と実際の密度との過不足に関する情報も含まれる。

測点の位置（緯度・経度）、標高、重力値、各種補正值、正規重力値及び重力異常値をまとめた重力成果一覧表、各地形補正領域の補正值一覧表及び6種類の仮定密度のブーゲー異常値一覧表を作成した。これらの一覧表を巻末資料4～6に示す。

(4) 重力図の作成

ブーゲー異常図をプロッターを使用して作図するため、及びフィルター解析用の重力値を求めるために、各測点のブーゲー異常値を直角座標系格子点のブーゲー異常値に変換した。

格子点値の計算には、各測点位置におけるブーゲー異常値の再現性が極めて良い La Porte (1962) 法を用いた。格子点間隔は1kmとし、格子点を中心とする240度以上、半径10kmの取り込み範囲内に6点以上の測点がある場合のみ、その格子点の計算を行うこととした。

補正密度 2.40、2.50及び2.60 g/cm³の3種類について等重力線図（ブーゲー異常図）を作成した。

3-1-3 解析方法

(1) 密度仮定

調査地域のブーゲー異常値の計算に最も適切な補正密度を推定するための検討方法として、①岩石試料の密度測定、②G-H相関法がある。

(i) 岩石試料の密度測定

a. 測定方法

地表で採取した38個の岩石試料について、空中及び水中で重量測定を行い、以下の式により自然乾燥及び強制湿潤の密度を計算した。

$$\text{自然乾燥密度} = \frac{W_1}{W_2 - W_3} \quad (3-13)$$

$$\text{強制湿潤密度} = \frac{W_2}{W_2 - W_3} \quad (3-14)$$

W_1 : 試料を室内（常温）で数日間放置した状態（自然乾燥状態）の空中重量

W_2 : 試料を自然気圧下で約24時間浸水（強制湿潤）したのち、表面の付着水を拭きとった状態での空中重量

W_3 : 強制湿潤状態での水中重量

b. 密度測定結果

密度測定の結果を第2-3-2表に示す。地層毎の平均密度（強制湿潤）は第2-3-3表のとおり

第2-3-2表 岩石密度測定結果一覽表

Stratigraphic units	Sample NO.	Rock name	Density (g/cm ³)	
			Natural dry	Wet
Verata Sedimentary Group	* C-71	Sandstone	2.21	2.21
	* C-72	Sandstone	2.28	2.29
	* C-73	Sandstone	1.72	1.76
Ba Volcanic Group	C-38	Shoshonite	2.96	2.96
	C-22	Basaltic volcanic breccia	2.76	2.76
	C-23	Basalt	2.83	2.83
	C-6	Basaltic volcanic breccia	2.55	2.55
	C-54	Basaltic volcanic breccia	2.86	2.85
	* C-55	Basaltic tuff	2.18	2.21
	C-56	Basaltic tuff breccia	2.75	2.75
	C-57	Basaltic tuff breccia	2.70	2.71
	C-59	Basalt	2.71	2.72
	C-65	Basalt	2.80	2.80
	BA-102	Shoshonite	2.92	2.92
	BA-103	Sandstone	2.02	2.01
	C-49	Lapilli tuff	2.33	2.37
	C-58	Andesite	2.52	2.53
	AA-91	Monzonite	2.85	2.84
	* C-5	Siltstone	2.17	2.18
	C-2	Micro-diorite	2.54	2.54
* C-35	Siltstone	1.72	1.74	
* C-64	Siltstone	1.96	1.97	
Koroimavua Volcanic Group	C-7	Andesite	2.68	2.68
	C-8	Basalt	2.83	2.82
	WKA-26	Micro-diorite	2.80	2.81
	C-21	Andesite	2.58	2.58
Navosa Sedimentary Group	A-2	Andesite	2.54	2.56
Nadi Sedimentary Group	* C-31	Sandstone	2.38	2.39
Ra Sedimentary Group	* C-62	Andestic tuff	1.61	1.60
Colo Plutonic Suite	WA-130	Diorite	2.78	2.78
Wainimala Group	C-67	Fossil limestone	2.67	2.67
	C-69	Calcareous Siltstone	2.47	2.48
	* C-66	Conglomerate	2.48	2.49
	* C-68	Tuff	2.07	2.07
	A-3	Andesite	2.70	2.70
Yavuna Volcanic Group	G1	Spilite	2.69	2.70
	G3	Trachy dolerite	2.66	2.66
	G4	Trachy dolerite	2.69	2.69

*: Samples steeped in water for a few minutes

第2-3-3表 岩石平均密度(強制濕潤)

Age		Stratigraphic units	Number	Average density (g/cm ³)		Density (g/cm ³)	
Quaternary	Pleistocene					2.0	2.5
Neogene	Pleistocene	Verata Sedimentary Group	3	2.09	2.48	x	x x
		Ba Volcanic Group	19	2.54		+	+* *
		Koroinavua Volcanic Group	4	2.72			• • •
	Pliocene	Navosa Sedimentary Group	1	2.56	2.49		•
		Nadi Sedimentary Group	1	2.39			x
		Ra Sedimentary Group	1	1.60		*	
Paleogene	Oligocene	Colo Plutonic Suite	1	2.78			△
		Wainimala Group	5	2.49		*	•
		Yavuna Volcanic Group	3	2.68			□
Average			38	2.50			

- x Sandstone
- Andesite
- + Siltstone
- Basalt, Shoshonite
- * Tuff
- △ Diorite, Monzonite
- o Breccia

りである。第2-3-3表から、地層平均で低密度を示すのはヴェラタ堆積岩類(2.09 g/cm³)で、高密度を示すのはコロイマブア火山岩類(2.72)、ゾロ深成岩類(2.78)及びヤブナ火山岩類(2.68)である。全試料の平均密度は2.50である。バ火山岩類層群は1.74~2.96の大きなばらつきを示す。一方、第2-3-3表右欄に示すように、岩質によって密度に大きな差が認められる。つまり砂岩、シルト岩、凝灰岩は、2.50以下でばらつきが大きく、玄武岩類、安山岩、角礫岩、閃緑岩及びモンゾナイトは2.50以上で概してばらつきは小さい。各岩石の平均密度は以下のとおりである。

岩石名	試料数	平均密度
砂岩	6	2.19
シルト岩	4	2.09
凝灰岩	4	2.06
角礫岩	5	2.72
玄武岩, ショショナイト	9	2.79
安山岩	5	2.61
閃緑岩, モンゾナイト	4	2.74

なお、ヴィチレブ島では過去に多数の岩石の密度測定が実施されている。これらのデータの一部を、地層毎にまとめた平均密度を第2-3-4表に示す。

(ii) G-H相関

G-H相関法は、縦軸に $g-\gamma_0+\rho T$ 、横軸に標高Hをとって各測点のデータをプロットし、点の分布が作る直線の勾配が、理論的にはフリーエア勾配とブーゲー勾配との和($0.3086-0.0419\rho$)に等しくなることを利用して密度 ρ を決定する方法である。しかし、本地域のように規模が大きくかつ強い重力異常がある地域などでは、適正な密度が算出されないことがある。

本地域のG-H相関図を第2-3-4図に示すが、点の分布は大きくばらついている。最小2乗的に求めた密度も1.49 g/cm³と極端に小さい値である。

(2) 重力解析の方法

(i) パワースペクトル解析

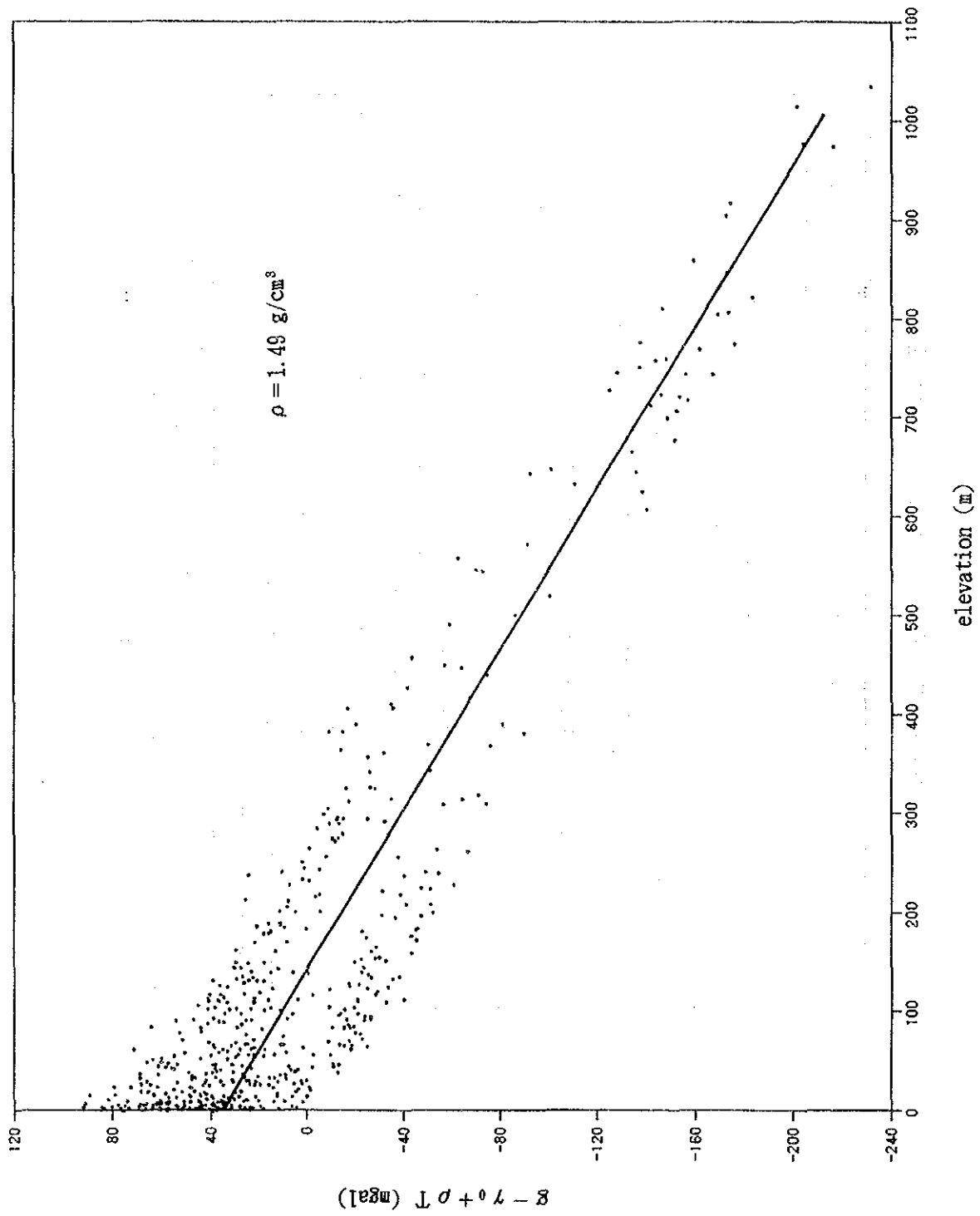
本地域のブーゲー異常の波長特性を把握し、ブーゲー異常を深部構造に起因する長波長異常と浅部構造に起因する短波長異常に分離することを目的として、パワースペクトル解析を行う。

ブーゲー異常をフーリエ級数で展開した時、密度境界面の起伏に規則性がないと仮定す

第2-3-4表 既存資料による岩石平均密度

Age		Stratigraphic units	Number	Density (g/cm ³)	
Quaternary	Pleistocene				
		Verata Sedimentary Group	1	2.50	2.54
		Ba Volcanic Group	46	2.54	
		Navosa Sedimentary Group	1	2.10	2.47
		Nadi Sedimentary Group	1	2.46	
Neogene	Miocene to Pliocene	Ra Sedimentary Group	3	2.35	2.36
		Medrausucu Group	23	2.37	
		Colo Plutonic Suite	89	2.74	
		Tuva Group	2	2.50	
Paleogene	Oligocene	Wainimala Group	100	2.69	
Average			266	2.64	

(compiled a part of data from Rodda P. and Deberal R., 1966)



第2-3-4図 G-H相関図

ると、パワースペクトル P_{mn} は式(3-15)で表される。

$$\ln P_{mn} = C - 4\pi D \sqrt{\left(\frac{m}{L_1}\right)^2 + \left(\frac{n}{L_2}\right)^2} \quad (3-15)$$

C: 定数

D: 密度境界面の平均深度

L_1, L_2 : 矩形長

m, n : 波数

縦軸に $\ln P_{mn}$, 横軸に $\sqrt{(m/L_1)^2 + (n/L_2)^2}$ をとってプロットすると、点の分布から勾配の異なる直線が通常は2~数本得られる。パワースペクトルの理論によると、各直線は異なった深度の密度境界面を表しており、周波数の小さい領域の直線は境界面が深く、周波数の大きい領域の直線は境界面が浅い。

第2-3-5図に補正密度 2.50 g/cm^3 のパワースペクトル解析図を示す。用いたデータの格子間隔は1kmである。このパワースペクトルの分布に対し、異なる勾配の3本の直線A~Cを引くことができる。それぞれの勾配から、次のような密度境界面の平均深度が算出される。

A群	平均深度 $D_A = 8.4 \text{ km}$
B群	平均深度 $D_B = 1.9 \text{ km}$
C群	平均深度 $D_C = 0.8 \text{ km}$

この結果から、本地域のブーゲー異常をA群の周波数帯域による重力異常とB及びC群の周波数帯域による重力異常に分離して図面を作成した。前者を長波長重力異常図、後者を短波長重力異常図とした。

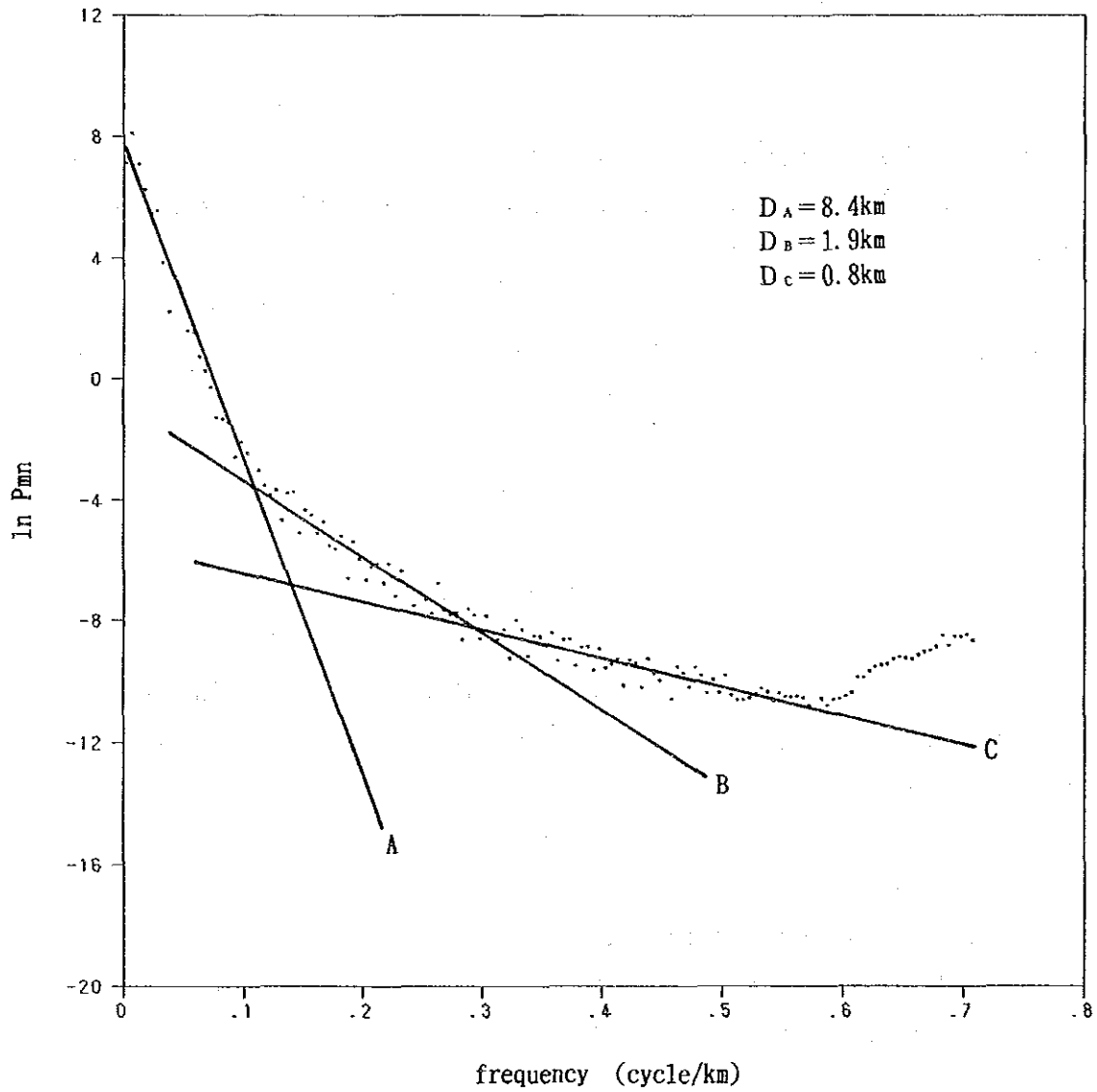
(ii) 2次元断面解析

2次元断面解析は、測定された重力異常に対して最も近似する重力異常を引き起こす2次元の地下構造モデルを求める定量解析である。2次元の地下構造モデルによる重力異常値は、次の Talwani(1959)の式を用いて計算する。

$$g = 2G \Delta \rho \Sigma Z_i \quad (3-16)$$

$$Z_i = A_i \sin \phi_i - \cos \phi_i \left[\theta_i - \theta_{i+1} + \tan \phi_i \log \frac{\cos \theta_i (\tan \theta_i - \tan \phi_i)}{\cos \theta_{i+1} (\tan \theta_{i+1} - \tan \phi_i)} \right] \quad (3-17)$$

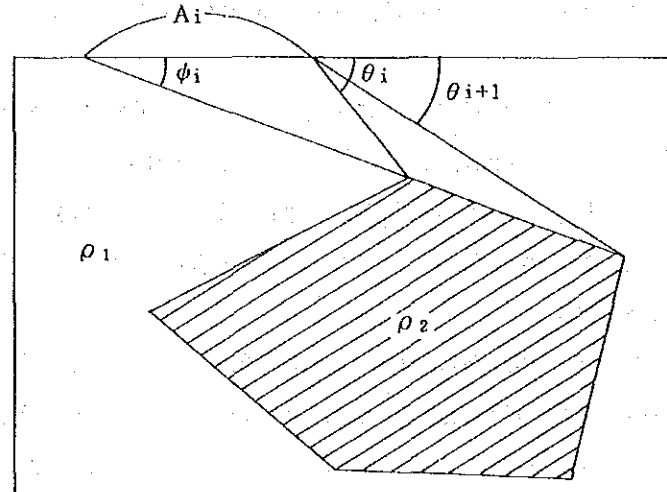
g : 重力異常値



第2-3-5図 パワースペクトル解析図

G: 万有引力定数

$\Delta \rho$: 密度差($\rho_2 - \rho_1$)



Talwani の方法による密度構造解析模式図

地下の密度構造が2層モデルで近似できる場合には、密度差と基準深度を指定し、密度境界面の形状を徐々に変えながら重力異常の計算値を測定値に近似させていく「逐次近似法」による自動解析計算ではば一義的な解が得られる。実際の地下の密度構造が2層構造モデルに近い場合にはこの方法は非常に有効で、短時間で優れた解が得られる。

本調査では、短波長重力異常と長波長重力異常に対して2層構造モデルによる解析を実施した。

3-2 探査結果

3-2-1 密度仮定

前述したようにG-H相関法からは最適な密度は推定できない。一方岩石試料の密度測定結果によると、堆積岩類は低密度で $2.06 \sim 2.19 \text{ g/cm}^3$ 、火成岩類は高密度で $2.61 \sim 2.79$ と大きく2つに分けられる。本調査地域の地表では主として火成岩類が分布することから、補正密度は $2.60 \sim 2.70$ が最適と考えられる。しかし、火成岩類の下位には堆積岩類が広く発達していると推定される。従って本解析では、岩石試料がほぼ本地域の地質を代表して採取されているものと考え、全岩石試料の平均密度 2.50 を本地域の補正密度とした。

ブーゲー異常図は、補正密度 2.40 、 2.50 及び 2.60 の3種類について作成した(第2-3-6~8図)。これらの図を比較して分かるように、コンターの形状はほとんど同じである。

従って本解析では、補正密度 2.50 のブーゲー異常図を使用することとした。

3-2-2 ブーゲー異常図

補正密度 $\rho=2.50 \text{ g/cm}^3$ のブーゲー異常図を第2-3-7図に示す。コンター間隔は 2 mgal である。

ブーゲー異常値は、 $-15\sim 95 \text{ mgal}$ の範囲にある。タブア南部及びラキラキ地域ではコンター間隔は非常に密で、 $7\sim 10 \text{ mgal/km}$ の大きな重力勾配を示す。

規模の大きい 50 mgal 以上の高重力異常が、バ西方域、タブア地域、ラキラキ地域及びナンディ東方の4地域に把握された。これらのうち後3者の高重力異常は、ENE-WSW方向の直線上にほぼ等間隔で並ぶ。

バ西方域の高重力異常は、ENE-WSWに伸長した楕円形を呈し、中心付近には2つのピークを持つ。タブア地域の高重力異常は、50 mgal以下のコンターはほぼ円形であるが、50 mgal以上のコンターは南部がややくぼんだ半円形を呈する。ラキラキ地域の高重力異常は、ENE-WSW方向に伸びた楕円形を呈する。バ西方域の高重力異常と同様2つのピークをもち、ピーク値は 90 mgal以上の大きい値を示す。ナンディ東方域の高重力異常は、調査地域の南端に当たるため、その形状は明瞭ではないが、N-Sに伸長した楕円形を呈していると推定される。本高重力異常の中心から東に張り出した小さい高重力異常が認められる。

なお、これらの高重力異常は、円形～楕円形の特徴的な形状を示しており、規模の大きさ、地質の状況から考えて、深部構造に起因する異常と推定される。

0 mgal以下の低重力異常は、調査地域中央部南端から東方のナスクロア南方にかけた広い地域に把握された。調査地域南端に位置するため、本低重力異常の形状は不明であるが、コンターから判断してほぼE-W方向に伸長していると推定される。

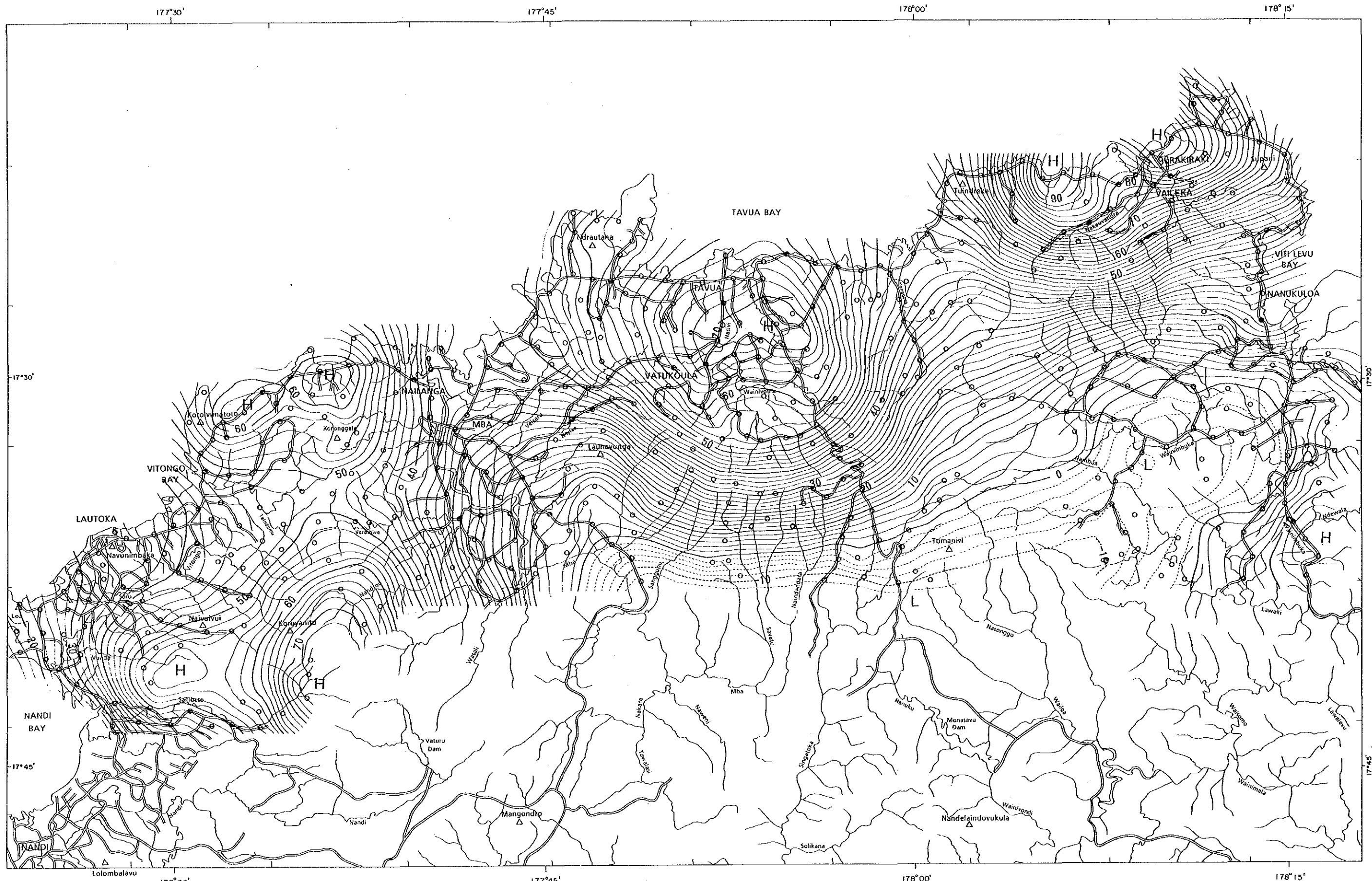
なお、本低重力異常は、主として地下深部の構造に起因していると考えられるが、浅部の構造も反映していると推定される。つまり、ナスクロア南方においては、地表に広く分布している低密度の堆積岩類が、一方、調査地域中央部南端においては、地表は高密度の火山岩類に覆われているものの、その下位に発達していると思われる低密度の堆積岩類が反映されているものと推定される。

3-2-3 長波長重力異常図及び短波長重力異常図

パワースペクトル解析の結果を参考にして、補正密度 2.50 g/cm^3 のブーゲー異常に対して、長波長と短波長の異常に分離した。

(1) 長波長重力異常図

第2-3-9図にコンター間隔 2 mgalの長波長重力異常図を示すが、第2-3-7図のブーゲー異常図と比較してわかるように、細部を除けば、コンターの間隔・形状はほとんど同じで



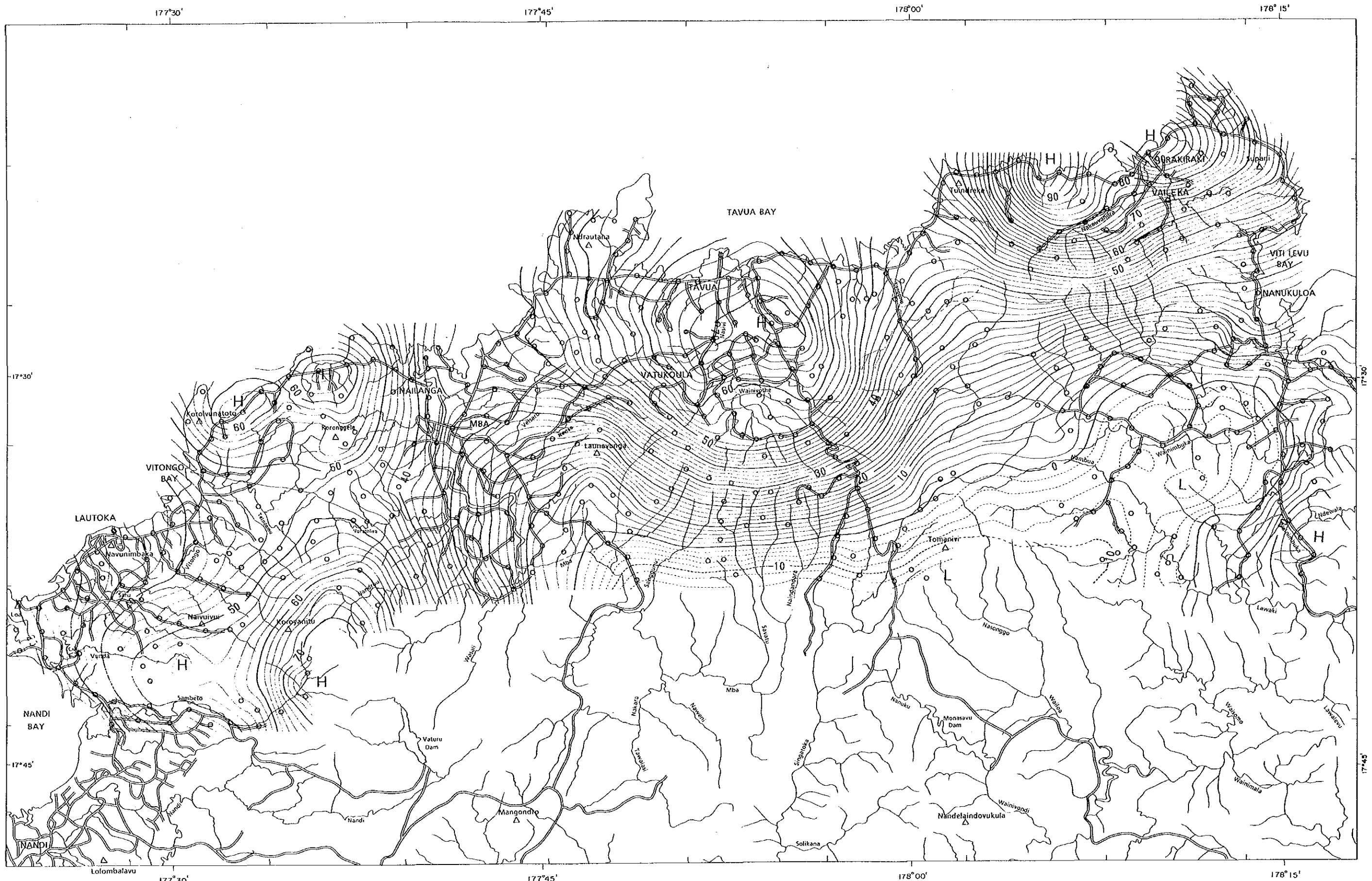
LEGEND

Contour interval : 2 mgal

SCALE 1:250,000



第2-3-6図 等重力線図($\rho = 2.4 \text{ g/cm}^3$)



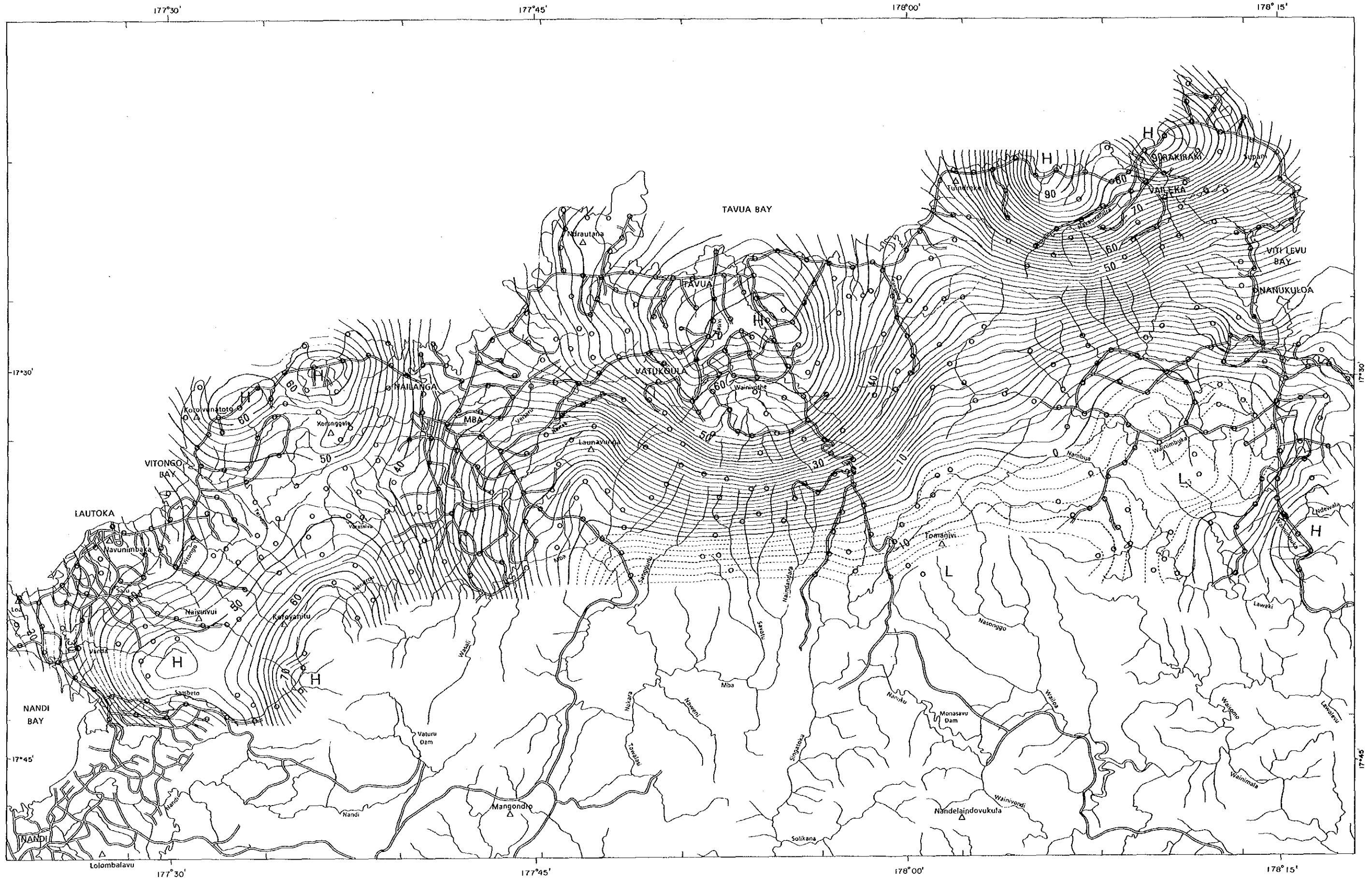
LEGEND

Contour interval : 2 mgal

SCALE 1:250,000



第2-3-7図 等重力線図($\rho = 2.5 \text{ g/cm}^3$)



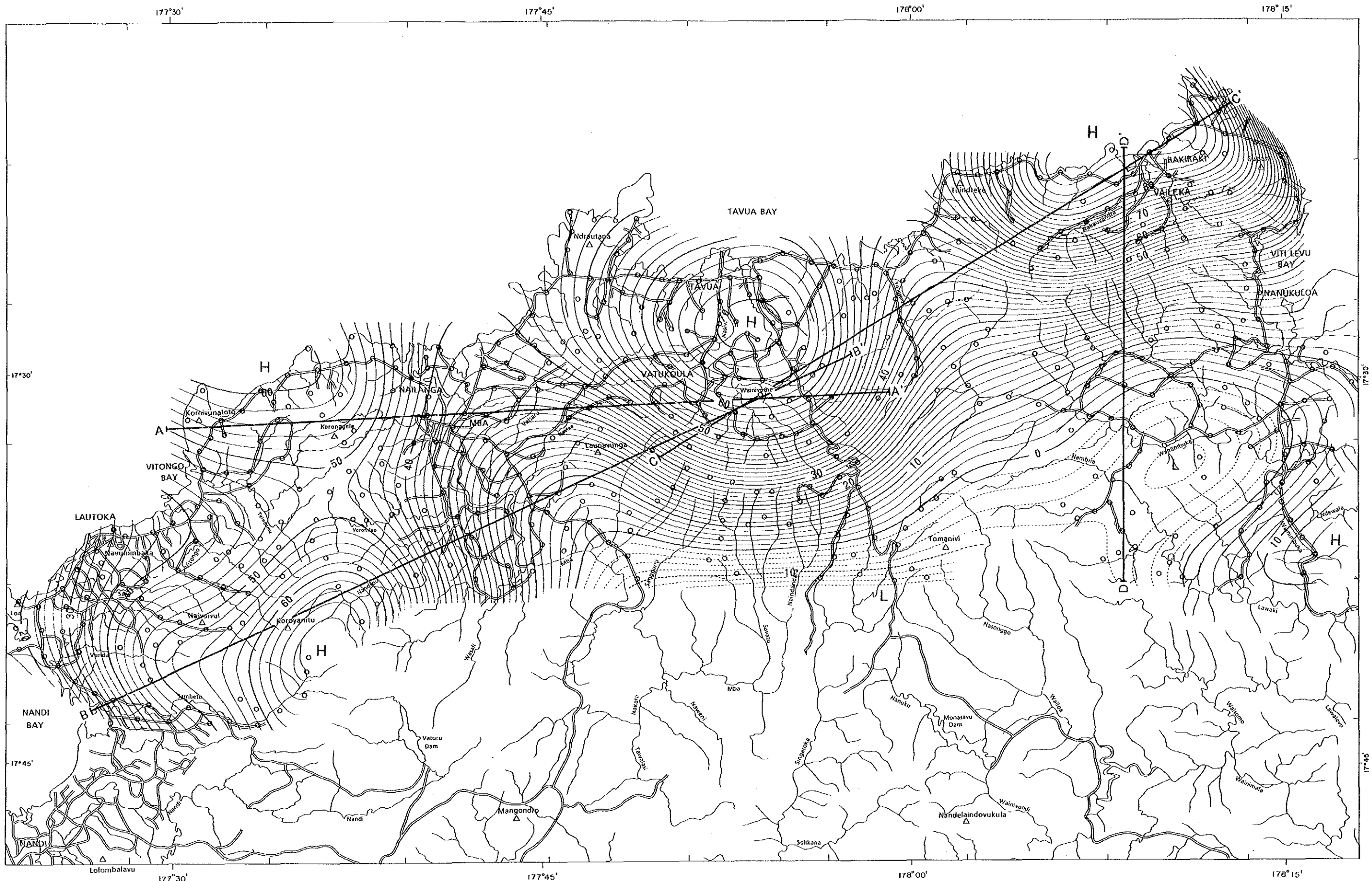
LEGEND

Contour interval : 2 mgal

SCALE 1:250,000



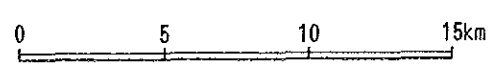
第2-3-8図 等重力線図($\rho = 2.6 \text{ g/cm}^3$)



LEGEND

Contour interval : 2 mgal
 A-A' Section line

SCALE 1:250,000



第2-3-9圖 長波長重力異常圖

ある。このことは、本地域のブーゲー異常は、長波長重力異常として表現される主として深部構造に規制されていると考えられる。

(2) 短波長重力異常図

コンター間隔 1 mgalの短波長重力異常図を第2-3-10図に示す。長波長重力異常図に比べ、コンター間隔は非常に疎である。

比較的大きな 2 mgal以上の短波長高重力異常の大半は、前述した 50 mgal以上の高重力異常域内に分布する。つまり、バ西方域で3カ所、タブア地域で3カ所、ラキラキ地域で2カ所及びナンディ東方域で2カ所把握された。その他の比較的大きな短波長高重力異常は、調査地域東端のナヌクロア付近に把握された。

タブア地域のバトゥコウラ東方の2つを除く短波長高重力異常の多くは、およそ円形～楕円形を呈している。このような形状から推定して、これら高重力異常の地下の比較的浅部には高密度の貫入岩体の存在する可能性が考えられる。

バトゥコウラ東方の2つの短波長高重力異常は、多角形を呈する -2 mgal以下の短波長低重力異常を取り囲むように分布する。

低密度の堆積岩類が広く露出するナヌクロア南方では、低重力異常は消え、ほとんど 0 mgalとなっている。

バトゥコウラ南西方のN-S方向に延びた短波長低重力異常は、その南方に露出するナンディ層群中の堆積岩類が浅くなっているためと推定される。

なお、ラキラキ南東方の短波長低重力異常は、フィルター解析によるノイズと考えられる。

3-2-4 2次元解析断面図

本地域では、主として上から高密度の火山岩類、低密度の堆積岩類、高密度の火成岩類(ヤブナ層群)及び深部に想定されるより高密度の岩石の4層の密度構造が想定される。

一般に4層構造の場合は、自動解析計算で解を得ることは困難で、地下の地質情報を基にモデルを想定する必要がある。しかし本地域の地下の地質情報はほとんどないため、4層の密度構造モデル解析は困難である。

このため、本解析では短波長・長波長重力異常を用いて、2次元断面解析を行った。つまり浅部に対しては、短波長重力異常を用いて高密度の火成岩類を第1層、低密度の堆積岩類を第2層とし、深部に対しては、長波長重力異常を用いてヤブナ層群までを第1層、深部に想定されるより高密度の岩石(角閃岩、グラニュライト等)を第2層として断面解析を行った。

なお浅部の異常が広域に分布する場合、その異常は深部構造に起因するものとして長波

長重力異常に抽出されてしまう恐れがある。その場合短波長重力異常を用いた断面解析によって得られた解は、定性的なものとなる。また長波長重力異常を用いた深部構造の解析では、第2層の根拠とすべきデータがないため、仮想的な解となった。

浅部構造の解析では、岩石試料の密度測定結果を参考にして、第1層の火成岩類と第2層の堆積岩類の密度差が0.5及び0.3 g/cm³とした2ケースについて、また深部構造の解析では、第1層を2.5~2.7、第2層を3.0~3.2と想定して密度差を0.5とし、コントロールポイントの深度を変えた2ケースについて行った。

第2-3-9図及び第2-3-10図に示すように、4本の解析断面図を4地域の高重力異常を通るように設定した(第2-3-11~14図)。

コントロールポイントとしては、浅部構造の解析では、火成岩類と堆積岩類の境界に当たるB-B'断面の中心付近の地表を、深部構造の解析では、D-D'断面の北端で境界深度を5km、8kmと仮定した。

第2-3-11~14図に示すように短波長重力異常を用いた浅部の断面解析では、第2層の上面は地表から地表下1kmまでの狭い間で推移する。これは、広域的な浅部の異常が深部構造に起因する長波長重力異常として抽出されてしまったためと考えられる。

長波長重力異常を用いた浅部の断面解析では、コントロールポイントを地下5kmとした場合は、およそ深度5~15kmの間で推移する。8kmとした場合は、およそ8~25km間で推移するが、計算値は観測値と一致せず、より起伏のある構造を想定する必要がある。

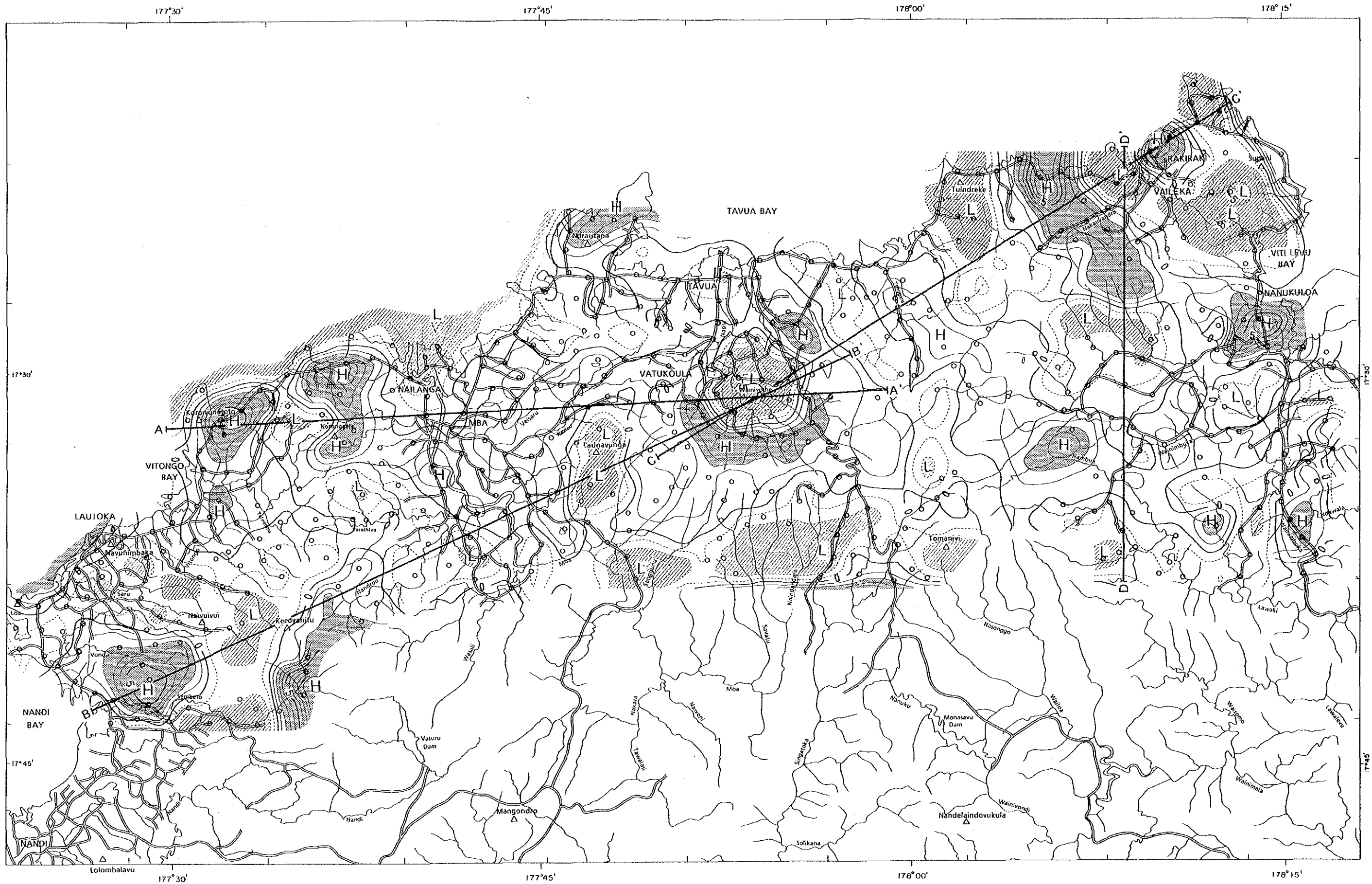
3-3 考察

第2-3-15図の重力解析平面図は、重力探査によって把握された高・低重力異常及び短波長高・低重力異常に、重力断層状構造、SLARによる環状構造・ドーム構造、変質帯・鉞徴地、高磁気異常及び堆積岩類の分布域を重ね合わせたものである。本図から重力探査の結果は以下のように考察される。

バ西方域、タブア地域、ラキラキ地域及びナンディ東方域の4地域に50 mgal以上の高重力異常が把握された。これらの高重力異常は、規模・形状から判断して、地下深部(5 km以上)構造に起因するもので、変成岩のような高密度岩が周りよりもかなり浅くなっているためと推定される。

短波長高重力異常(2 mgal以上)の大半は、これら4高重力異常域内に分布する。高重力異常域外で比較的大きな短波長高重力異常としては、調査地域東端のナヌクロア付近に把握された。バトゥコウラ東方のものを除くこれらの短波長高重力異常は、形状・規模から推定して地下の比較的浅部(1~3km)の高密度岩体に起因するものと考えられる。

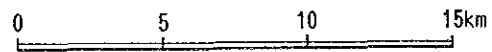
バトゥコウラ東方では、短波長低重力異常(-2 mgal以下)を取り囲むように短波長高重力異常が分布し、多角形の断層状構造を伴った陥没構造が推定される。なお、このような



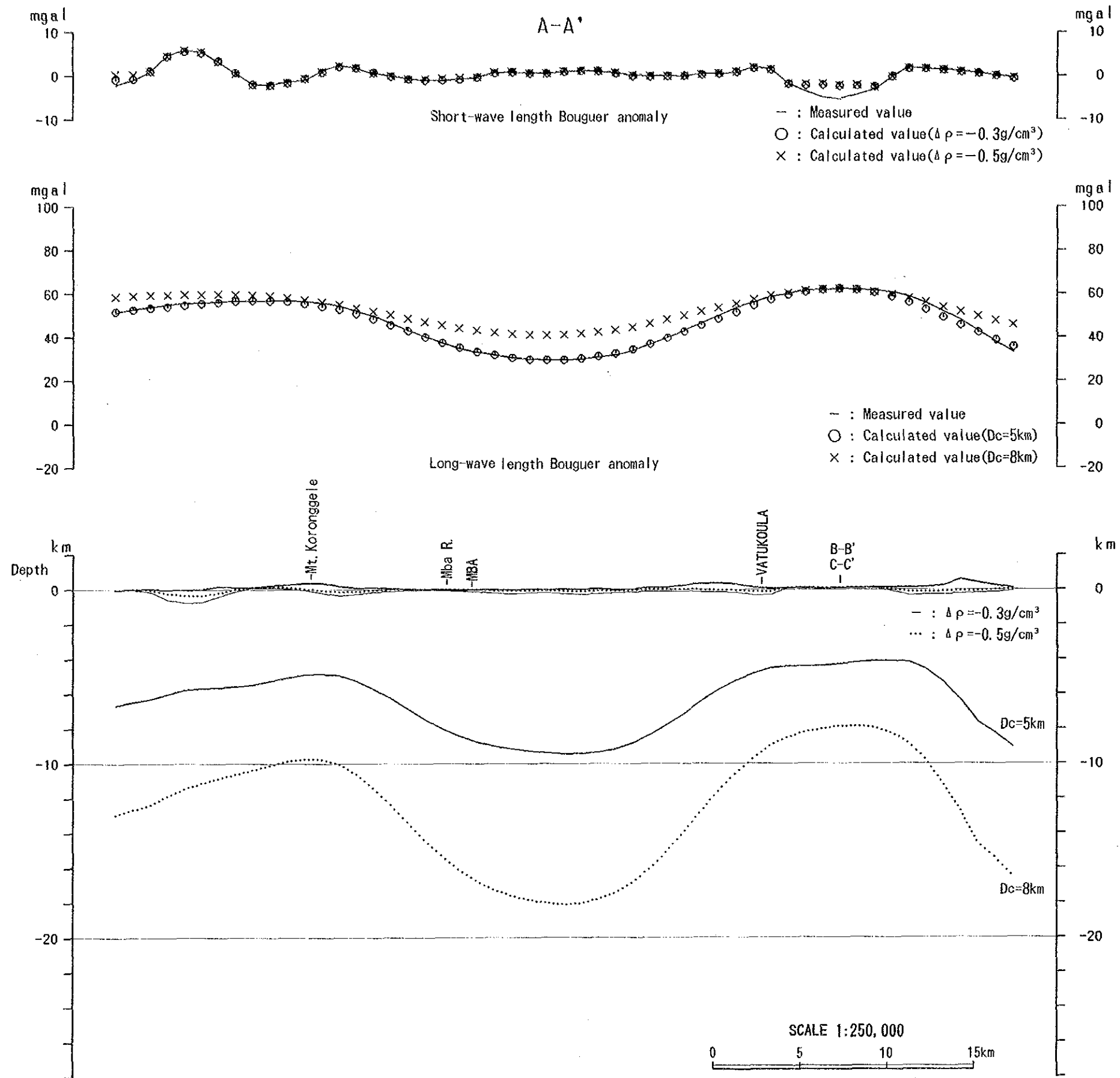
LEGEND

- Contour interval: 1mgal
- A-A' Section line
- Gravity high (>2mgal)
- Gravity low (<-2mgal)

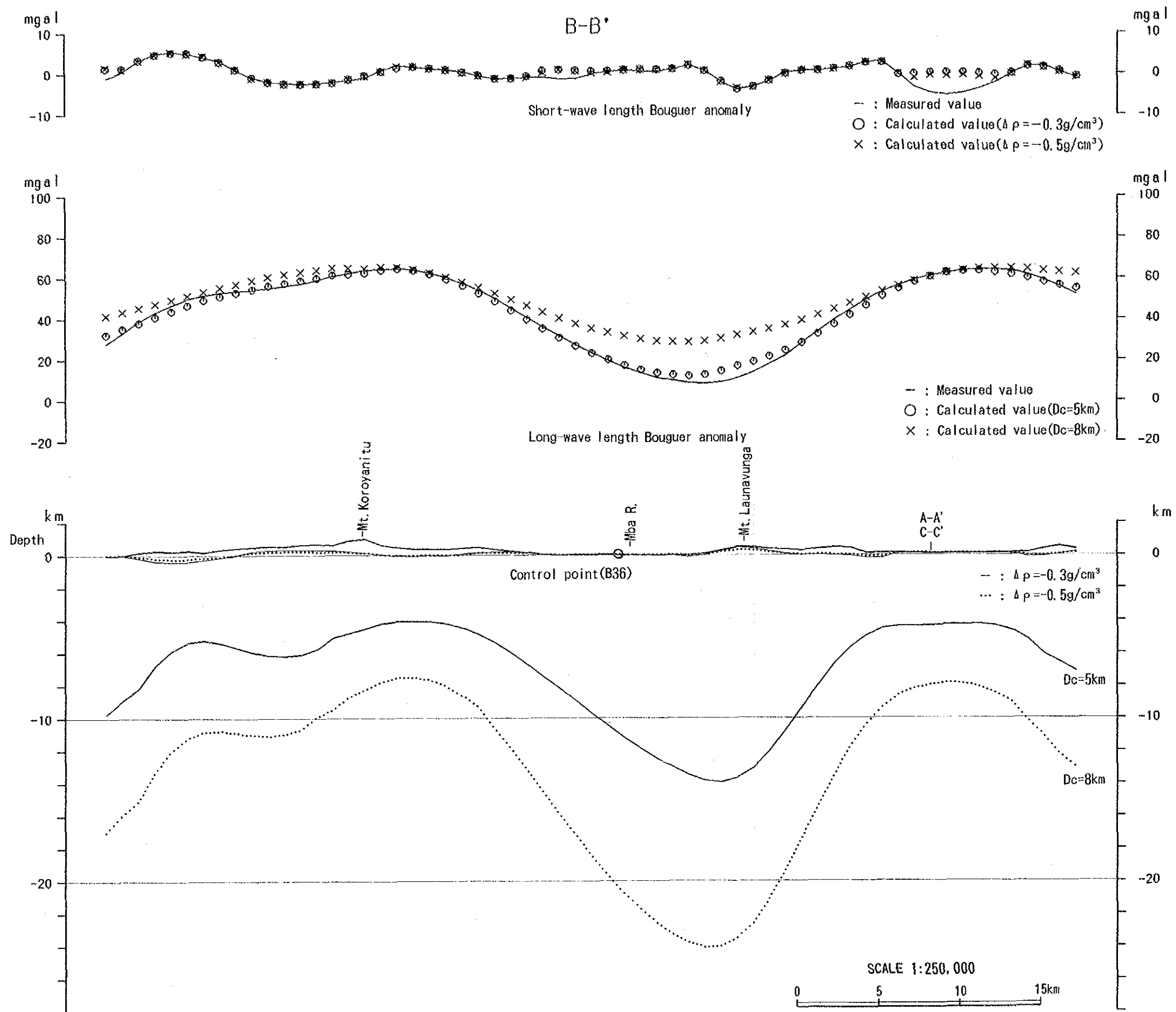
SCALE 1:250,000



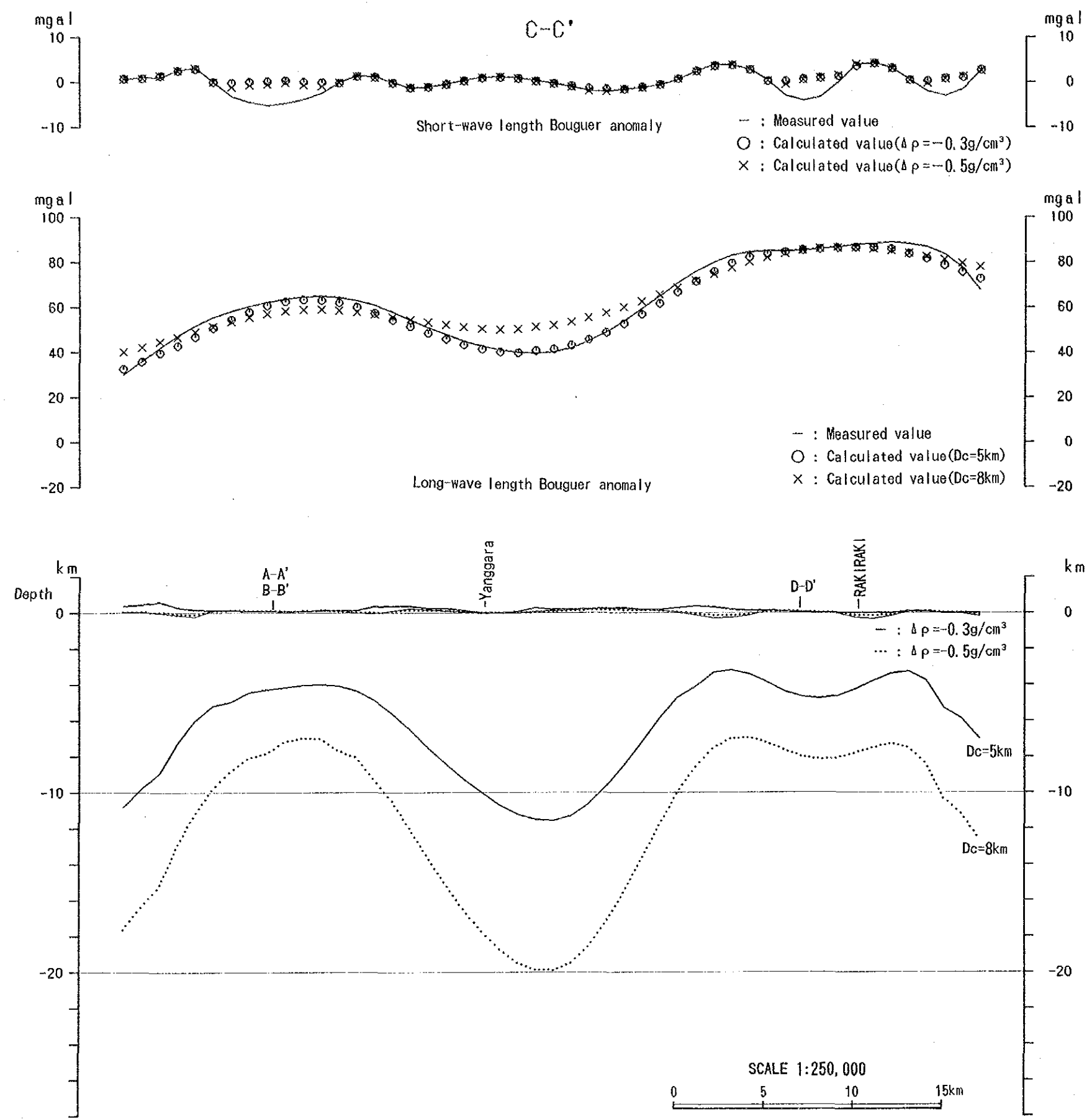
第2-3-10図 短波長重力異常図



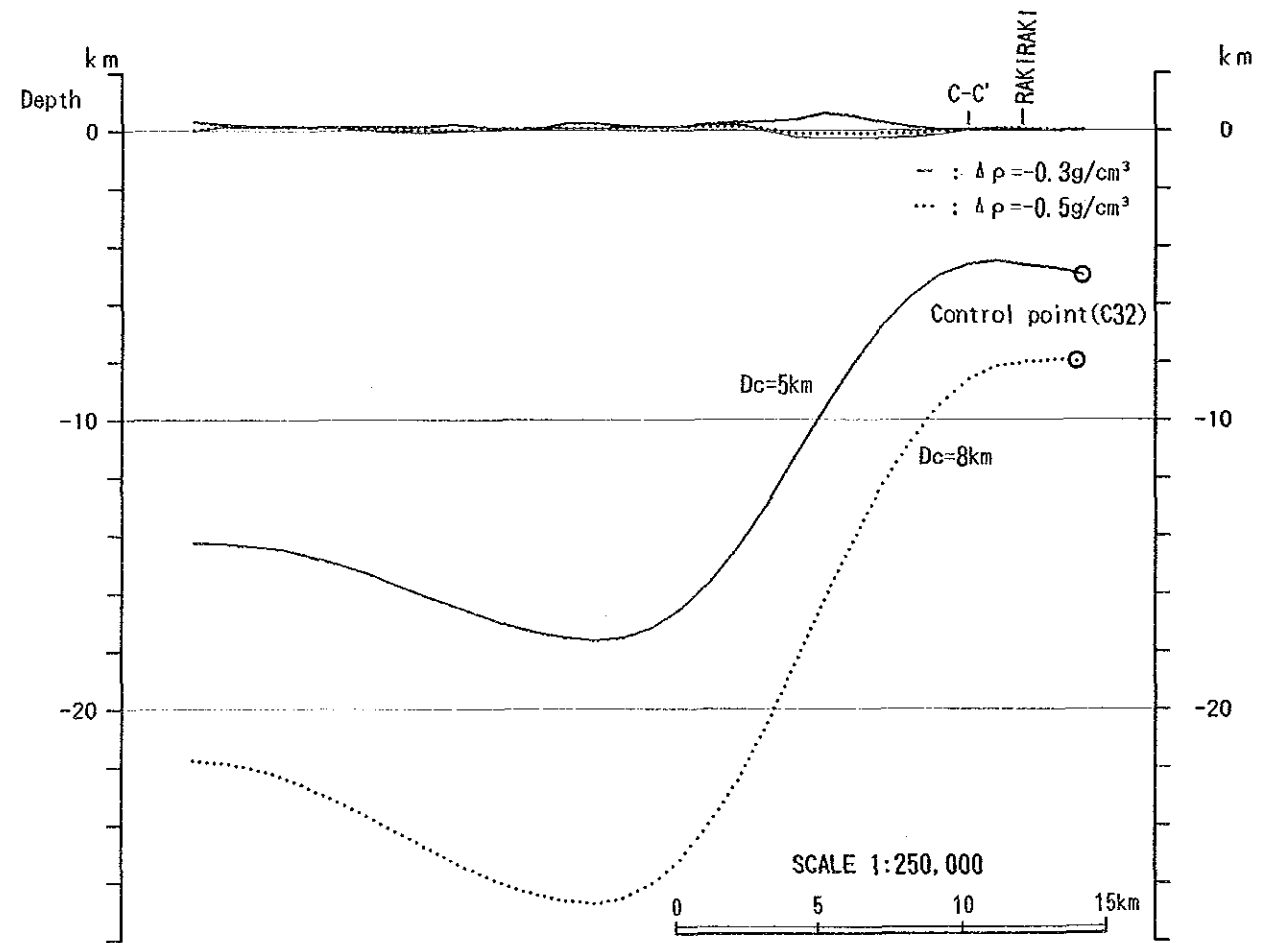
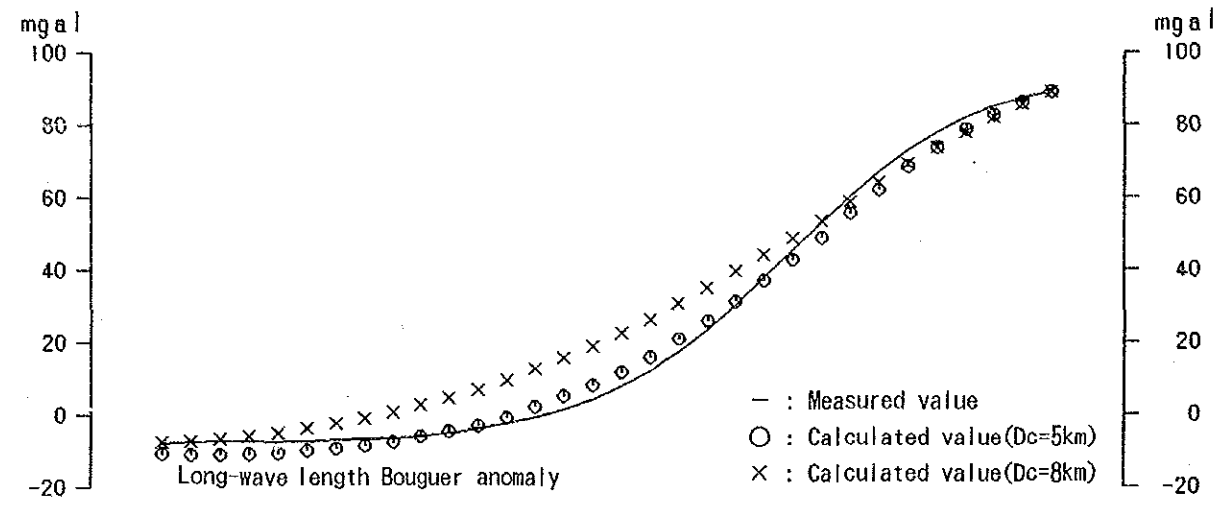
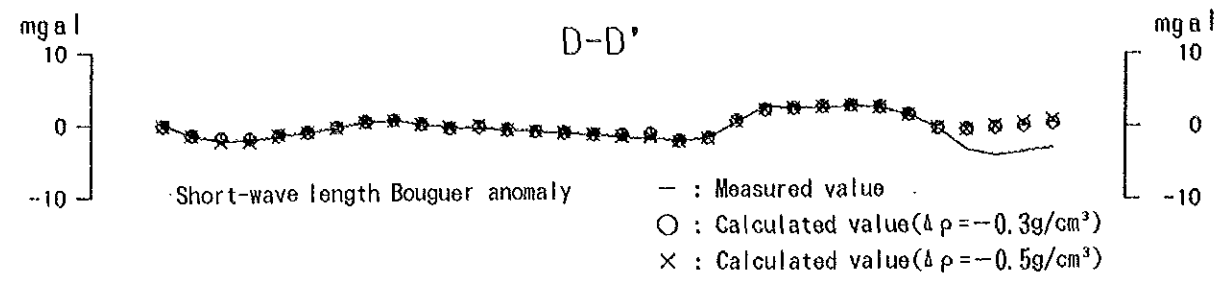
第2-3-11图 重力解析断面图 A-A'



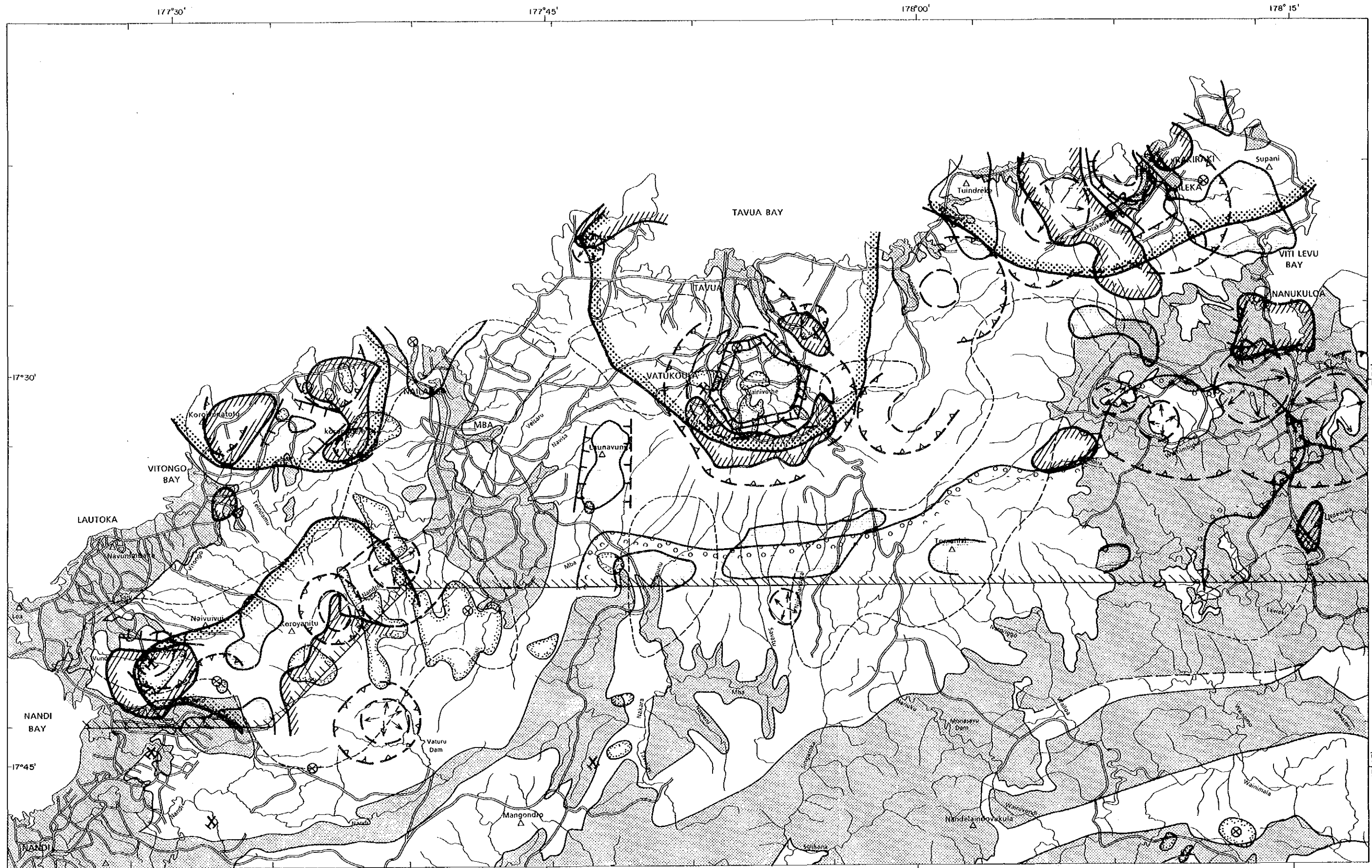
第2-3-12图 重力解析断面图 B-B'



第2-3-13图 重力解析断面图 C-C'



第2-3-14图 重力解析断面图 D-D'



LEGEND

<ul style="list-style-type: none"> Gravity survey area Gravity high zone(>50mgal) Gravity low zone(<0mbal) Short-wavelength gravity high(>2mgal) 	<ul style="list-style-type: none"> Short-wavelength gravity low(<-2mgal) Gravimetric lineament Annular structure on SLAR Caldera structure on SLAR 	<ul style="list-style-type: none"> Dome structure on SLAR Magnetic high anomaly(>500gamma) Alteration Sedimentary rocks 	<ul style="list-style-type: none"> Working mine Closed mine Prospect
---	---	--	--

SCALE 1:250,000

0 5 10 15km

第2-3-15図 重力解析平面図

-155,156-

陥没構造は、バ西方域及びラキラキ地域にも不明瞭ながら推定される。

4高重力異常域内には、環状構造・ドーム構造がSLAR映像解析により抽出されている。さらにこれらの環状構造・ドーム構造は、短波長高重力異常とよく対応している。つまり、バ西方域では3つの短波長高重力異常が、タブア地域では2つが、ラキラキ地域では1つが、ナンディ東方では2つが良く対応する。

変質帯の多くは、短波長高重力異常内あるいはその周辺に分布する。バトゥコウラ東方では、重力断層状構造に沿って多くが分布している。なお、バ南方の比較的大きな変質帯は、本調査域外にあるため重力異常との関係は明かではない。

鉱徴地は、バ西方を除いては、短波長高重力異常内あるいはその近辺に分布する。エンペラー鉱山は、重力断層状構造上に位置する。

高磁気異常と短波長高重力異常とは、ナンディ東方域ではよく一致するものの、他では良い対応関係は認められない。これは、本地域における高磁気異常は、地表に広く分布するバ火山岩類層群中の磁性の強い岩石（玄武岩、安山岩等）を反映しており、一方短波長高重力異常は、地下の貫入岩体に起因しているためと推定される。

重力探査によって把握された高重力異常域・短波長高重力異常と、SLARによる環状構造・ドーム構造及び変質帯・鉱徴地とはよく一致あるいは対応し、非常に密接な関係が認められた。しかし、さらに詳細な対応あるいは因果関係を把握するためには、測点間隔を密にした重力探査が必要と考える。

ナンディ東方域の高重力異常は調査地域南端に位置するため、その全体の形状は明かではない。本地域には多くの変質帯・鉱徴地が分布していることから、本異常の南部での調査が望まれる。

なお、ナンディ東方域、タブア地域及びラキラキ地域の高重力異常は、ほぼ等間隔でENE-WSW方向の直線上に並んでいる。この方向性は本島の深部断裂の方向と一致しており、この南西方延長線上にも同様の高重力異常が把握される可能性が期待される。

第 III 部 結論及び提言

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結論

ヴィチレブ地域における第1年次調査として、SLAR映像解析、SPOT画像解析、地質調査及び重力探査が実施され、以下の結論が得られた。

(1) SLAR映像上では12の地質単元が、また、SPOT画像上では13の地質単元が分類された。

(2) SLAR映像及びSPOT画像から抽出された背斜及び向斜構造は、本地域の中央部から南部にかけて分布する。

(3) SLAR映像から抽出されたリニアメントは、1,060本である。本地域のリニアメントの多くは、主として3方向の最大水平圧縮主応力によって生じた横ずれ断層に伴って形成されたと考えられる。そのうち、ENE～WNW方向の最大水平圧縮主応力によって形成されたリニアメントの分布域及びその近傍には、ヴィチレブ島の鉱山・鉱徴地のうち、層状マンガン鉱床、風化残留鉱床、砂鉱床及び西部の鉱山・鉱徴地を除く大部分のものが分布している。

(4) SLAR映像解析により得られた構造のうち、エンペラー浅熱水性金鉱床地域には、環状構造、カルデラ構造が存在し、ナモンポーフィリー銅鉱床地域には、環状構造、カルデラ構造及びドーム構造が存在することから、これらの写真地質学的構造が貫入マグマに伴う構造を示している可能性があると考えられた。本地域の浅～中熱水性金属鉱床の探査地域として、SLAR環状構造、SLARカルデラ構造、SLARドーム構造のうち、どれかを有する15地域が選定された。さらに、映像上の構造及び地質鉱床の面から、各地域を上記2鉱床地域と比較した結果、エンペラー鉱床地域と類似性の高い地域として、バ南方域、ラキラキ地域、バトゥコウラ東方域、バ川上流域、ナンディ北東方域が抽出され、また、ナモン鉱床地域と類似性の高い地域として、ナンディ北東方域、バ南方域が抽出された。

(5) 本地域の地質は、始新世後期～漸新世前期の火山岩類・深成岩類、漸新世後期～中新世中期の火山岩類・堆積岩類、中新世中～後期の深成岩類、中新世後期～更新世初期の火山岩類・深成岩類・堆積岩類及び更新～完新世の堆積物からなる。

(6) 本地域の断層は、中央部のゾロ深成岩類以南及び南西部のヤブナ層群分布域の周りに卓越している。中央部のゾロ深成岩類分布域より南では、ENE及びNW方向が卓越し、

ゾロ深成岩類分布域では、ENE~NNE 及び NNW 方向が発達する。南西部のヤブナ層群分布域周辺では、多方向の断層が発達する。

(7) 本地域の褶曲構造は、断層卓越地域に多い。中央部のゾロ深成岩類分布域の周辺では、深成岩類の伸長方向 (ENE~WNW, NNE) に平行な向斜軸・背斜軸が発達し、南西部では、ヤブナ層群分布域の周辺に多方向の向斜軸・背斜軸が発達する。

また、本地域の比較的北側では、コロイマブア火山岩類層群及びラ堆積岩類層群中に NNE~NNW 方向の向斜軸・背斜軸が発達する。

(8) リニアメント解析及びゾロ深成岩類の分布から推定された本地域における最大水平圧縮主応力の方向は、中新世後期及び鮮新世中期以降が WNW~ENE, 中新世末期~鮮新世前期が NNW~NNE, 鮮新世前期~中期が NW である。即ち、本地域は、WNW~ENE 方向の圧縮応力場におかれた時期が長く、同方向に伸長した堆積盆や深部断裂が最も多く形成されたと考えられる。

(9) 中新世末期~後期鮮新世初頭のバ火山岩類層群をもたらした火山中心は、火山岩類の分布、写真地質学的な環状構造・カルデラ構造・ドーム構造から推定された。その結果、ヴィチレブ島の北部に ENE, 東部に NW 方向の火山列が存在したと推定され、これらの火山列は、中新世後期以前に形成された同方向の深部断裂帯に生じたと考えられる。

(10) 中新世末期~鮮新世前期における NNW~NNE 方向の圧縮応力場で形成されたと推定されるリニアメントの多くはヴィチレブ島の西部及び北西部から南東部にかけて分布する。一方、中新世末期~鮮新世前期に活動した火山岩類の分布及び写真地質学的な環状構造・カルデラ構造・ドーム構造から推定される火山中心は、上記リニアメント分布域、または、その近傍に分布することから、ヴィチレブ島の北西部から南東部にかけて NW 方向の深部断裂帯が存在することが考えられる。

(11) バ西方域、タブア地域、ラキラキ地域及びナンディ東方域の4地域に規模の大きい高重力異常が把握された。これらの高重力異常は、地下深部に想定される高密度岩 (角閃岩、グラニュライト等) の深度が上記4地域の下部で周りよりも浅くなっているためと推定される。

(12) ヴィチレブ島北部において、写真地質学的な環状構造・カルデラ構造・ドーム構造から、火山中心の存在する可能性が考えられた地域の多くは、玄武岩質活動に関係し、短波長高重力異常域に当たる。火山中心の地下に存在したマグマ溜りは、現在、玄武岩より

も高密度の固結したカンラン石ハソレイ岩に変化しているため、火山中心付近に正の重力異常が現れると考えられる。しかし、キラウエア型カルデラが存在する場合にも、カルデラ内部が火山体本体よりも厚い、緻密な溶岩流によって満たされるため、カルデラを中心としてやや正の重力異常を示すと考えられている。

(13) 安山岩質の火砕岩や湖成層からなる低密度層がカルデラ上部を埋めたタブアカルデラは、重力断層状構造で囲まれた短波長低重力異常域として示される。写真地質学的に陥没カルデラの存在する可能性が考えられた地域のうち、タブアカルデラ型の重力構造を示すのは、ヴィチレブ島北東部のラキラキ付近のSLAR環状構造分布域である。また、類似の重力構造は、バ西方の火山中心分布域近傍にも存在する。

(14) 本地域の北部と南部では磁気異常の規模に明らかな違いが認められる。北部の磁気異常は、振幅は極めて大きい、規模が小さいことから、比較的浅部に存在する磁性の強い岩体に起因する磁気異常と考えられる。地表にはバ火山岩類層群が広く分布しているが、個々の磁気異常はこの層群の中での岩質の違いが反映されている可能性がある。

これに対し、南部では、規模の大きい磁気異常が卓越しており、ゾロ深成岩類及びヤブナ層群の分布域が磁気高異常部（500ガンマ以上）に、また、ワイニマラ層群及びメンドロウスズ層群の分布域が低磁気異常部にほぼ対応している。

なお、東部中央に分布する規模の大きい高磁気異常域では、ゾロ深成岩類が下部に存在する可能性がある。また、北西部に分布する規模の大きい高磁気異常域では、ヤブナ層群、または、貫入岩体が下部に存在する可能性がある。

(15) 本地域には、鉍脈型、網状鉍染型、ポーフィリー銅型、交代鉍床型、スカルン型及び表成鉍床型の鉍化作用が存在する。

鉍脈型、網状鉍染型は、浅熱水性金鉍化帯と中～深熱水性ベースメタル鉍化帯に区分され、さらに、浅熱水性金鉍化帯は、アデュラリアー絹雲母型と酸性硫酸塩型に分けられる。

バ火山岩類層群及びコロイマブア火山岩類層群中の浅熱水性金鉍化帯は、それぞれの母岩である火山岩類をもたらした火山中心、または、火山中心と推定される地域の周辺部に分布する。

浅熱水性金鉍化帯は、ヴィチレブ島の北部から西部にかけて ENE-WSW 方向に分布している。

ポーフィリー銅型は、深成型と火山型に分けられる。

火山型ポーフィリー銅鉍化帯は、中新世末期～鮮新世初期の火山深成複合岩体（メンドロウスズ層群のナモシ安山岩、コロイマブア火山岩類層群のサムベト火山岩類・ナビラワ岩株・ナワイニウ複合岩類）中及びその周辺部に形成されている。

深成型ポーフィリー銅鉱化帯及び中～深熱水性ベースメタル鉱脈型鉱化帯は、中新世中期～後期のゾロ深成岩類中、または、その周辺部に分布する。

スカルン鉱床型鉱化帯は、ゾロ深成岩類とワイニマラ層群石灰岩との接触部に形成され、交代鉱床型鉱化帯は、ゾロ深成岩類周辺のワイニマラ層群中に形成されている。

表成鉱床型は、塊状硫化鉱物型、層状マンガングル型、風化残留鉱床型及び砂鉱床型に分けられる。

塊状硫化物鉱床型鉱化帯は、ワイニマラ層群中の海底火山活動による火砕岩類中に胚胎する層準規制型である。

主要な層状マンガングル型は、ワイニマラ層群中の成層した火山-堆積岩層中に胚胎する層準規制型である。また、本鉱床は、交代鉱床型及びスカルン鉱床型鉱化帯の周辺に分布する傾向がある。

風化残留鉱床型は、バ火山岩類層群に属する玄武岩質火砕岩類のラテライト化風化作用によって形成された小規模のポーキサイト鉱床である。

砂鉱床型は、沖積層中の砂金鉱床、河口付近のデルタ、または、砂丘中の砂鉄鉱床である。

(16) 浅～中熱水性金属鉱床の形成にとって基本的に必要な環境要素は、マグマの熱・地下の割れ目・循環する水であると考えられる。マグマの熱・地下の割れ目は、火山性陥没構造及び火山性ドーム構造に存在する可能性が高く、循環する水は、鉱化帯・変質帯を形成したと考えられる。写真地質学的な環状構造・カルデラ構造・ドーム構造、短波長重力異常及び現地調査に基づいて、火山性陥没構造及び火山性ドーム構造が存在する可能性がある地域が抽出されたが、このうち、鉱化帯、または、変質帯が存在する高ポテンシャル地域は、ラキラキ周辺地域、タブアカルデラ地域、バの西方から南部にかけての地域、ラウトカ南方のサムベト山脈地域及びナモン地域である。

第2章 第2年次への提言

(1) 地化学探査及び地質精査

浅熱水性金鉱床の胚胎する可能性の高い地域として抽出された地域のうち、比較的探鉱が実施されていない地域は、バの西方から南部にかけての地域である。本地域は、NNW 方向に伸びる約20km×約10km の範囲であり、その中に変質帯が散在すること、南方にバレット金鉱微地が存在すること、南西部及び北部に火山性陥没地や火山性ドームの存在する可能性があること、タブアカルデラ地域に類似した重力構造が北西部に存在すること等から、鉱床賦存の可能性が高いと考えられるが、有望な鉱徴は、まだ把握されていない。従って、上記地域に地化学探査と地質精査を実施し、鉱床賦存有望地域を抽出することを提案する。

(2) 空中写真リニアメント解析

SLAR映像解析の結果、鉱床分布とリニアメントは密接な関係があることが推定された。

第1年次に、写真地質学的な環状構造・カルデラ構造・ドーム構造、短波長重力異常及び現地調査に基づいて抽出された高ポテンシャル地域（ラキラキ周辺地域、タブアカルデラ地域、バの西方から南部にかけての地域、ラウトカ南方のサムベト山脈地域及びナモン地域）について、空中写真リニアメント解析を実施し、鉱床賦存有望地域を抽出することを提案する。

(3) 重力探査

ヴィチレブ島西部には、本島の基盤であるヤブナ層群が分布し、その南方ではゾロ深成岩類がワイニマラ層群中に貫入している。ゾロ深成岩類の周辺には、NW～WNW 方向に伸びる広範囲の変質帯が分布し、その中には、ポーフィリー銅型、スカルン型鉱化帯等が分布する。また、本島西端部には、ワイニマラ層群中に酸性硫酸塩型の浅熱水性金鉱床（フェディス）が発見されているが、鉱化作用を規制した環境要素は明らかでない。

このように、ヴィチレブ島西部は、鉱化帯・変質帯が多く、鉱床賦存のポテンシャルが比較的高い地域と考えられる。従って、本地域で重力探査を実施することにより、本地域の基盤構造、ゾロ深成岩類の地下における分布、火山中心の有無等の地質構造解析を行い、第1年次重力探査域の西部に存在する広範囲な高重力異常域・高磁気異常域の解明を図るとともに、本地域の地質構造と鉱化作用との関係を解明することを提案する。

また、ヴィチレブ島では、浅～中熱水性金属鉱化帯が、火山中心、または、火山中心と推定された地域の周辺部に分布している。一方、火山中心が存在する可能性がある地域は、重力構造と密接な関係にあり、火山活動様式の違いによって、短波長高重力異常域、または、短波長低重力異常域に相当することが多い。このように、重力探査は本地域の鉱床探査にとって、極めて有効な手法と考えられることから、ヴィチレブ島については、第1年次に重力探査をした地域を除く全域について、重力探査を実施することを提案する。

