

糸魚川-静岡構造線南部地域の重力異常

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-01-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 里村, 幹夫, 安間, 秀明 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00000264

糸魚川-静岡構造線南部地域の重力異常

里村幹夫*・安間秀明**

Gravity Anomalies in the Southern Area
along the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line

Mikio SATOMURA* and Hideaki ANMA**

Gravity measurements were carried out at about 370 stations in the southern area along the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line. In addition to our data, about 2000 gravity data for this area are available at some research institutes.

We compiled their data and made a detailed Bouguer anomaly map. This map indicates that a negative Bouguer anomaly belt exists at about 5 km east from the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, and that positive anomalies exist in the Misaka mountains and Tenshu mountains. In general, positive and negative anomaly belts alternately surround the northern part of the Izu Peninsula.

A two-dimensional analysis method for Bouguer anomalies is applied to each of the north-south sections and of the east-west sections in the central part of this area, in order to determine the three dimensional subsurface structure. As a result, a simple subsurface structure model is helpful for interpreting the Bouguer anomalies in the area concerned.

1. はじめに

糸魚川-静岡構造線(以下糸静線と略す)を含む南部フォッサマグナ地域は陸上におけるプレート消費境界として、また、プレートの三重点が存在する可能性がある地域として、最近、地球科学的にとくに注目を浴びている地域である。甲府盆地から静岡平野にいたるこの地域における重力測定は、国土地理院による全国ブーゲー異常図作成のための測定のほか、静岡大学、名古屋大学、金沢大学、京都大学、東京大学、地質調査所等により、数多く実施されている。

今回、これらのうち、筆者らが独自であるいは他機関と共同で実施した重力測定結果をもとに、名古

屋大学、地質調査所の公表データおよび国土地理院のデータを加え、糸静線南部地域の北緯 34°45'~35°45'、東経 138°10'~138°45' の範囲でブーゲー異常図を作成した。また、さらにその一部地域において、地下密度構造の解析を行った。

2. 重力測定および結果

測定は1984年3月から1985年12月にかけて、ラコスト重力計 G-719 を用い、静岡大学教養部 C 棟603室(北緯 34°57'48", 東経 138°26'00", 標高 59.8m) を基準点として実施した。基準点の重力値は、静岡地方気象台地震計室 1 等重力点の JGSN 75 の重力値

1986年3月24日受理

* 静岡大学教養部地学教室 Institute of Geosciences, Faculty of Liberal Arts, Shizuoka University, Shizuoka 422, Japan.

** 株式会社測機舎 Sökkisha Co. Ltd., Atsugi City, Kanagawa 243, Japan.

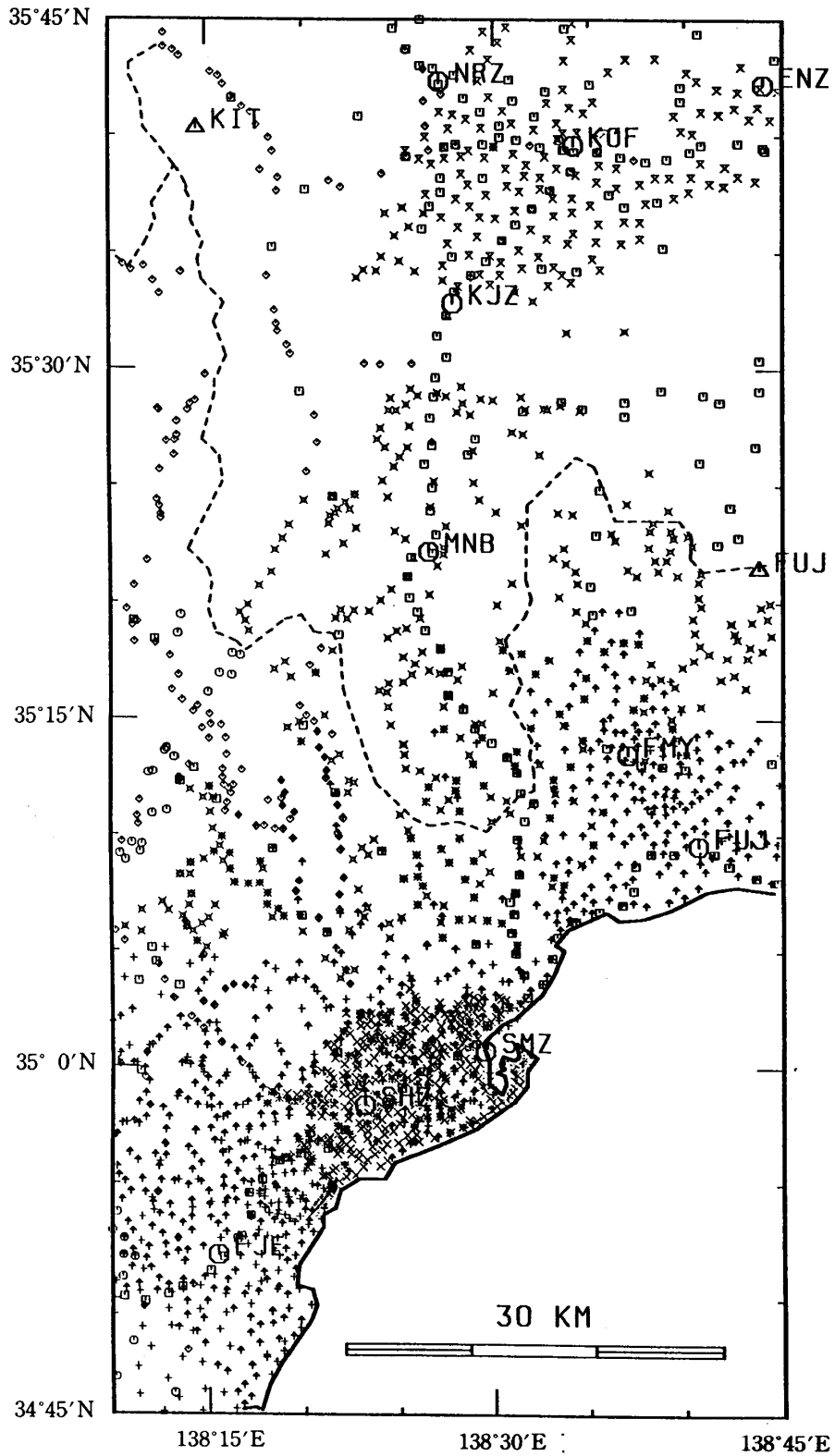


Fig. 1 Points of gravity measurements. What each symbol stands for is shown in Table 2.

KIT : Kita-dake NRZ : Nirasaki KOF : Kofu ENZ : Enzan KJZ :
 Kajikazawa MNB : Minobu FUJ : Fuji FMY : Fujinomiya SMZ :
 Shimizu SHZ : Shizuoka FJE : Fujieda

979.74144gal をもとにして求め、その値は 979.72704gal である。測定点は、すでに静岡大学や他機関が重力測定を行い、そのデータの利用が可能な測定点の分布を考慮しながら、できる限りまんべんなく分布するように選び、約370点で測定を実施した。測定点には、標高・位置ともにはっきりわかっている水準点、三角点および2万5千分の1地形図の独立標高点を主に選び、これらの少ない山間部においては、2万5千分の1地形図の等高線から標高を知り得る地点を選んだ。測定点の緯度・経度は2万5千分の1地形図からスケールディジタイザーで読み取り、0.01分の位まで求めた。これらの点での重力測定結果を Table 1 に示す。

今回のブーゲー異常図を作成するのに使用した重力測定点の分布を Fig. 1 に、またこれらの重力測定データの概要を Table 2 に示す。

これらの重力データをもとに、密度を 2.67g/cm^3 と仮定し、通常、名古屋大学 (YAMAMOTO *et al.*,

1982) が実施しているのと同じ方式(ただし、大気補正を含む)で求めたブーゲー異常図を Fig. 2 に示す。なお、駿河湾の部分は、友田(1972)のフリーエア異常図から、緯度・経度とも2分メッシュで読み取った値を利用し、フリーエア異常のままである。

Fig. 2 のブーゲー異常図をみると、陸上部では、あたかも伊豆半島の付け根か富士山を囲むように、富士山北部から富士宮西部にかけての負の異常帯、御坂山地から天守山地にかけての正の異常帯、甲府盆地から身延にかけての負の異常帯と、交互に正・負の異常の帯がみられる。とくに顕著なのは、甲府盆地から南へ向かって糸静線の約5km 東側に存在する負の異常の谷であるが、Fig. 2 では、これが駿河湾の負の異常に直接つながっているのかどうかははっきりしない。

FFT を利用して、波長 40km 以上の成分を取り除き短波長成分のみを残したブーゲー異常を Fig. 3 に、逆に波長 30km 以下の短波長成分を取り除いた

Table 2 Gravity data used in the present investigation.

Institutions	Area	Year	Gravimeter	Number of measurements	Symbol	References
Geographical Survey Institute	All area concerned	1965~1982	L & R	222	□	GEODETIC DEPARTMENT (1985)
Shizuoka University	Shizuoka City Shimizu City	1974~1975	Worden 347	461	×	DAMBARA (1975)
Nagoya University	Western side of ISTL	1978	L & R G-484	191	◇	YAMAMOTO <i>et al.</i> (1982)
Geological Survey of Japan	Coastal area	1977~1981	L & R G-304	813	⊕	KOMAZAWA <i>et al.</i> (1985)
Nagoya University Shizuoka University Japan Meteorological Agency	In and around Shizuoka City	1983	L & R G-484	258	+	SHICHI <i>et al.</i> (1983)
Kanazawa University Shizuoka University	Kōfu Basin	1983	L & R G-348	132	⊗	SATOMURA and KONO (1984)
Nagoya University	West part adjacent to Shizuoka City	1984	L & R G-484	29	⊙	SHICHI <i>et al.</i> (1984) SATOMURA <i>et al.</i> (1984)
Shizuoka University	Minobu Mts. Mt. Fuji	1984~1986	L & R G-719	371	⊗	Present paper

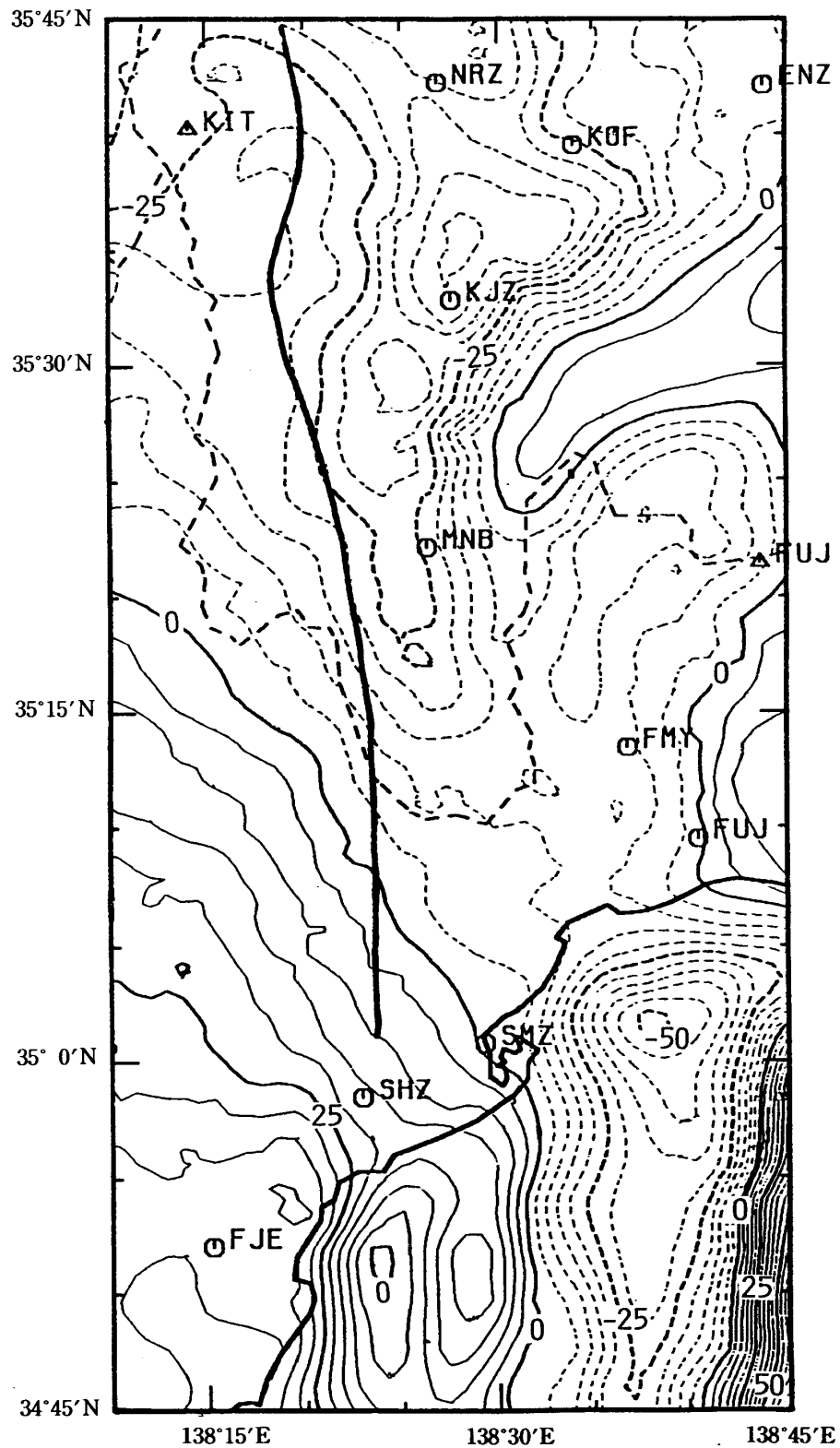


Fig. 2 Bouguer anomalies with contours of 5 mgals interval. (unit in mgal)
 Assumed density is 2.67 g/cm^3 . The ocean area indicates free-air
 anomalies. Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line is shown with a thick line.

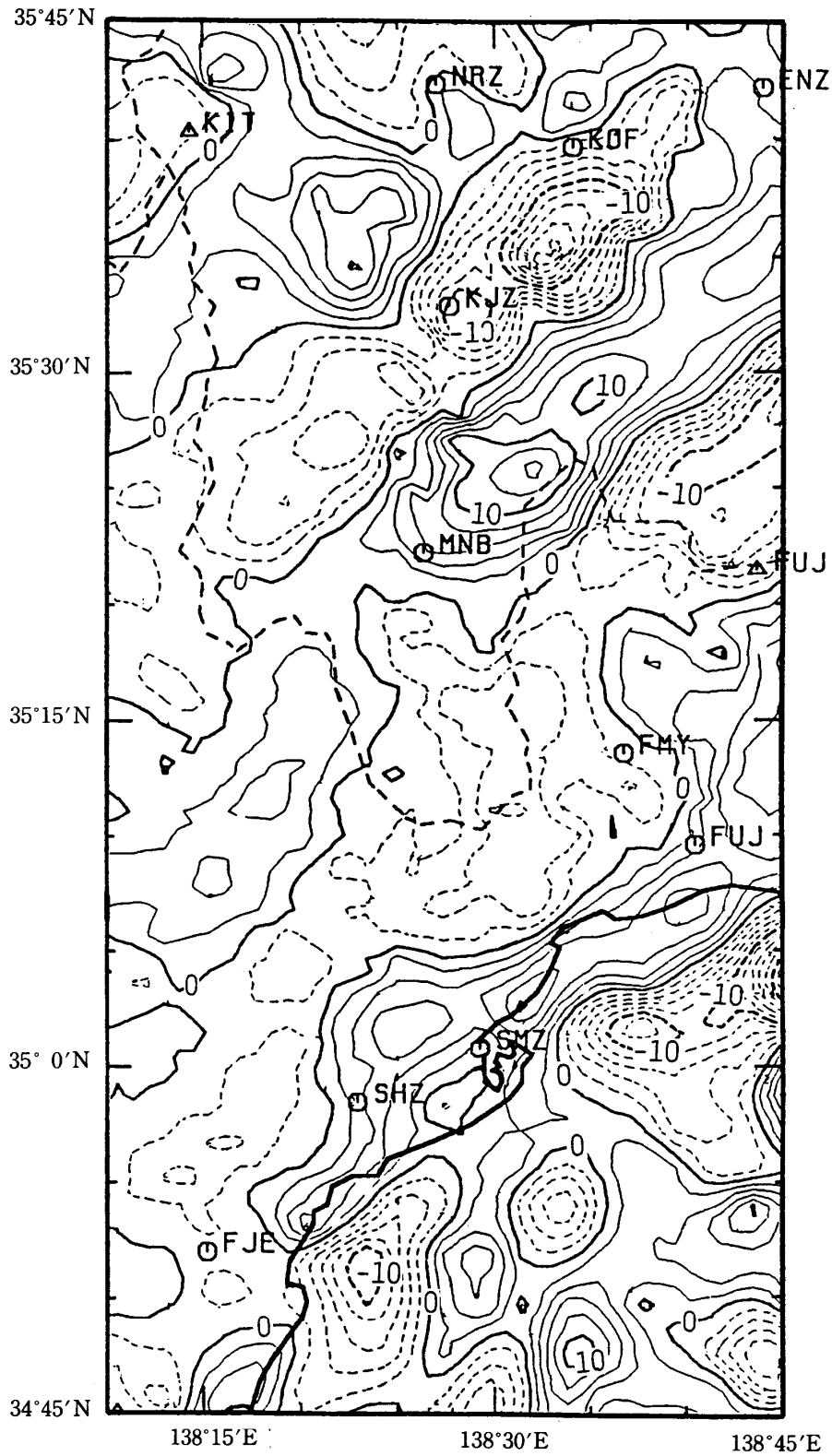


Fig. 3 High-pass filtered Bouguer anomalies, whose wavelength is shorter than 40 km with contours of 2 mgals interval. (unit in mgal)

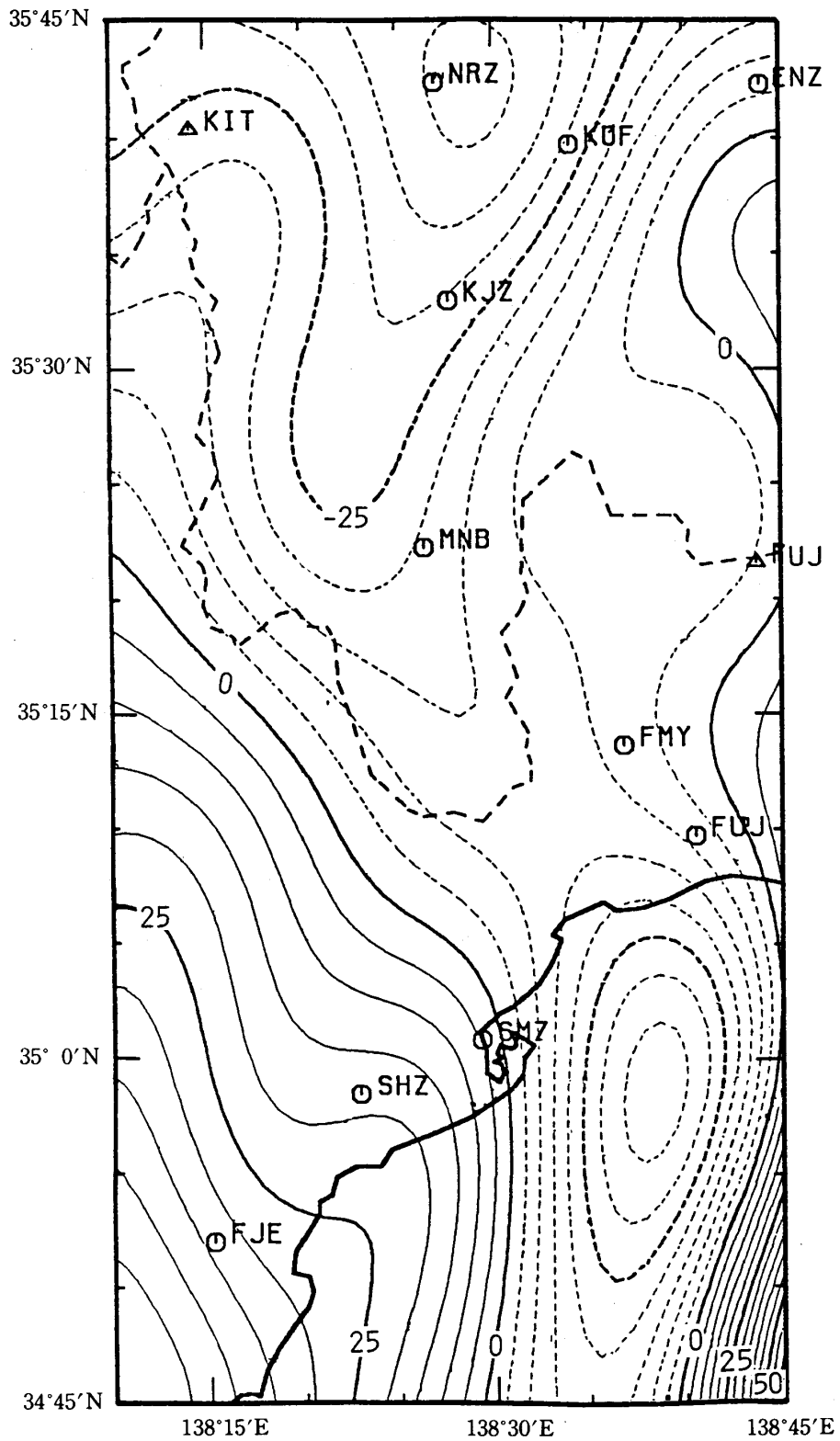


Fig. 4 Low-pass filtered Bouguer anomalies, whose wavelength is longer than 30 km with contours of 5 mgals interval. (unit in mgal)

長波長成分のみのブーゲー異常を Fig. 4 に示す。Fig. 3では、北東・南西方向の正・負の異常が、交互に伊豆半島の付け根あたりを取り囲むのがよりはっきりみえる。また、Fig. 4によると、長波長成分では、駿河湾のフリーエア異常の負の帯が身延の西側から甲府盆地にのびるブーゲー異常の負の帯につながっている。したがって、深い構造は、駿河湾から糸静線の東側に沿って甲府盆地に続いているのかもしれない。

3. 身延山から富士山西部地域のブーゲー異常

今回作成したブーゲー異常図のうち、筆者らが独自で実施した重力測定点が多く分布している北緯 35°0'から 35°30'、東経 138°15'から 138°45'の静岡・山梨両県にまたがる糸静線の南部地域において、地下の密度構造の解析を行った。この範囲の仮定密度 2.67g/cm³のブーゲー異常図を Fig. 5 に示す。なお、この場合、地形補正は中山(1986)による方法を用いて、海域について水と岩石の密度の違いによる引力の差の補正も施した。したがって、Fig. 5 に示されているブーゲー異常図は、Fig. 2とは異なり、海域もブーゲー異常で表されている。

4. ブーゲー補正の密度

Fig. 1~Fig. 5 では、ブーゲー補正や地形補正の密度を、花崗岩層の平均密度としてよく用いられる 2.67g/cm³としたが、この妥当性についての検討のため、Fig. 5 に示す範囲のデータをもとに、若干の考察を行った。

(a) g-h 関係図

ブーゲー異常値 Δg_B は、一般に小さい値をとるので一定とし、さらに地形補正・大気補正を無視すると、次式のようにおくことができる。

$$g - \gamma = \Delta g_B - (\beta - 2\pi G\rho)h \dots\dots\dots(1)$$

ここで g は重力測定値、 γ は正規重力、 β は重力の鉛直勾配、 G は万有引力定数、 ρ は補正の密度、 h は標高である。縦軸に $g - \gamma$ 、横軸に h をとり、今回の

データをプロットすると、Fig. 6に示すようなグラフが得られる。(1)式から、このグラフの傾きは $(\beta - 2\pi G\rho)$ となり、それから密度 ρ を求めると、ブーゲー補正の最適密度は 2.37 g/cm³ となった。

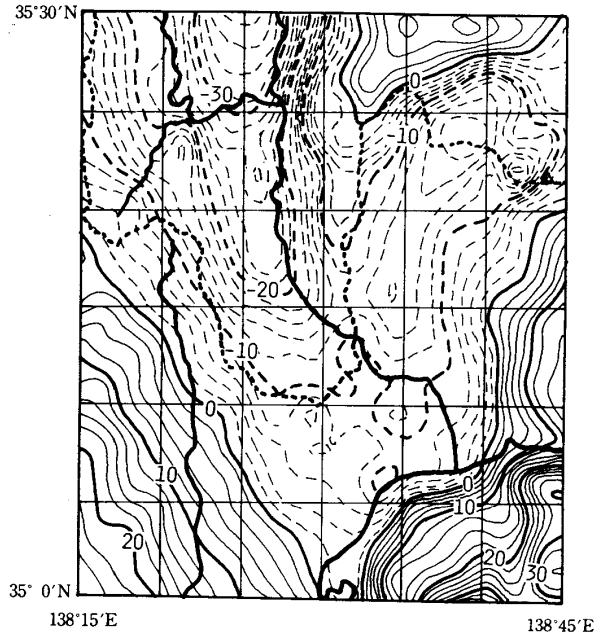


Fig. 5 Bouguer anomalies with contours of 2 mgals interval. Assumed density is 2.67 g/cm³. The ocean area also indicates Bouguer anomalies. (unit in mgal)

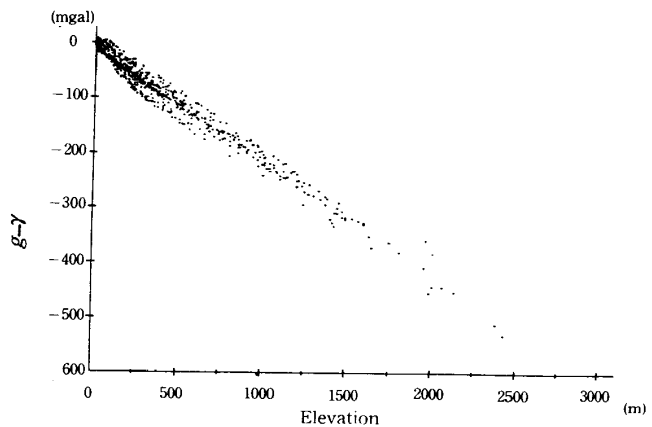


Fig. 6 Relation between $g - \gamma$ and h . The optimal density obtained from this relation is 2.37 g/cm³.

(b) 地形補正量を考慮に入れた方法

(1)式に地形補正項を加えると次式のようなになる。

$$g - \gamma + T(\rho_t) = \Delta g_B - (\beta - 2\pi G\rho_B)h \dots\dots\dots(2)$$

ただし、ここではブーゲー補正の密度 ρ_B と地形補正の密度 ρ_t を別のものとして表している。ここで、いろいろな密度を仮定して全測定点の地形補正量を計算し、各地形補正の密度 ρ_t ごとに、 $g - \gamma + T(\rho_t)$ 対 h の図をつくり (a) の $g-h$ 関係図と同様の方法でブーゲー補正の密度 ρ_B を決定した。そして ρ_t を横軸、 ρ_B を縦軸にとり、 ρ_t に対応する ρ_B をプロットすると Fig. 7 に示す実線が得られた。ブーゲー補正の密度と地形補正の密度は等しいはずであるから、破線で示す $\rho_B = \rho_t$ の線と実線との交点が、最適の密度を示す (RIKITAKE *et al.*, 1965)。この方法では密度は 2.57g/cm^3 となった。

(c) 相関法

Fig. 8 に、北緯 $35^\circ 13' \sim 35^\circ 17'$ の東西方向における測定点の標高と、 2.2g/cm^3 、 2.67g/cm^3 、 2.8g/cm^3 および (a)、(b) の計算で求めた密度 2.37g/cm^3 、 2.57g/cm^3 でのブーゲー異常値を示す。これによると、 2.2g/cm^3

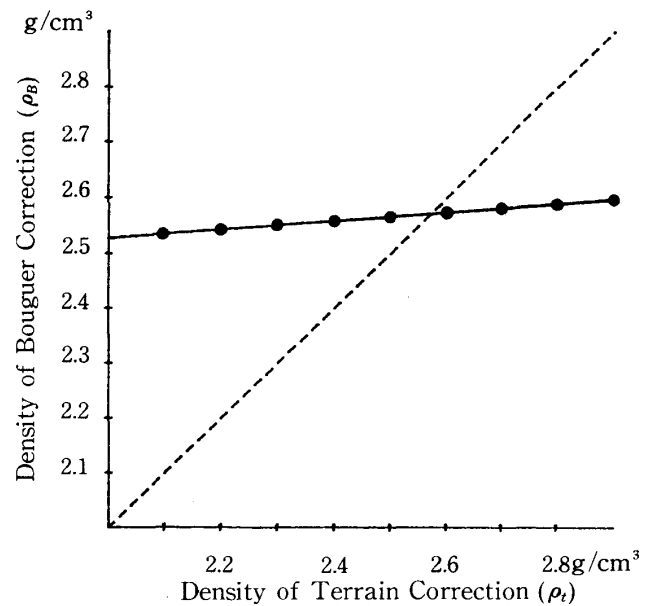


Fig. 7 Relation between the density of terrain correction and optimal density of Bouguer correction of the time when the value of the former is fixed. Their values are equal when they are 2.57 g/cm^3 .

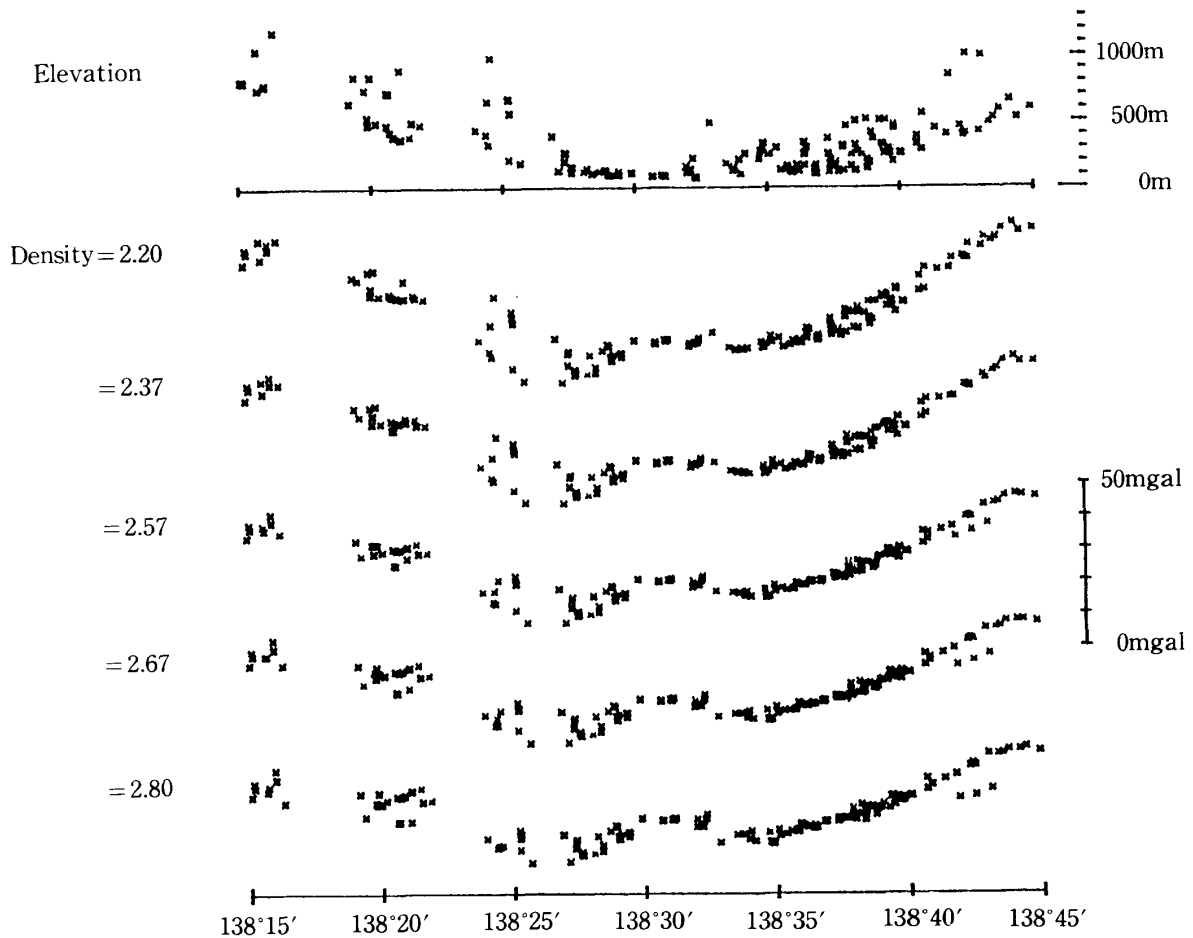


Fig. 8 Comparisons between the elevation of gravity stations and the Bouguer anomaly, according to the changes of the assumed density.

cm³では標高とブーゲー異常は正の相関を示し、2.8g/cm³では負の相関を示していることがわかる。さらに細かく見てみると、東経138°25'付近では2.8g/cm³で相関が最も小さく、東経138°45'付近の富士山の近くでは2.37g/cm³あたりで最も小さい。しかし、全体としてながめると、(b)の方法で得られた2.57g/cm³あたりが標高との相関が最も小さいようである。

以上のように、方法によりそれぞれ異なった最適の密度が得られた。また、地域的にも最適の密度に差があるようであり、全測定地域を1つの密度で取り扱うことにはやや無理があるのかもしれない。しかし、今回はこの地域の重力異常を全体視するため、1つの密度についてのブーゲー異常図を求めることにし、その密度としては、通常ブーゲー補正密度として用いられる2.67g/cm³を用いることとくに不適切であるとの結果は得られなかったため、ここでは密度を2.67g/cm³としてブーゲー異常図を作成し、解析を行った。

なお、念のため(a)、(b)で得られた密度2.57g/cm³および2.37g/cm³のブーゲー異常図を、それぞれFig. 9とFig. 10に示す。密度を2.67g/cm³としたFig. 5に比べてFig. 9では身延山地に正の異常の目玉が現れ、逆に富士山はよりスムーズなコンターとなるが、大局的にはほぼ同じ傾向が見られる。Fig. 10も同様である。

5. 地下密度構造の推定

Fig. 5に示す範囲で、緯度・経度5分ごとに東西方向5本・南北方向5本の10本の断面を考え、それぞれについてTALWANI *et al.* (1959)による2次元の方法を用いて、地下密度構造を推定した。なお、この10本の東西断面と南北断面は互いに独立したものではなく、断面の交点では地下構造がお互いに一致するように、それぞれの断面で繰り返し計算した。

この計算に用いる地下の密度構造の値は、IKAMI (1978)による稲武・大島間の地震波速度およびLUDWIG *et al.* (1970)による地震波速度・密度曲線を参考にして決定した。

その結果は、西側から古第三紀層が2.5g/cm³および2.4g/cm³、十枚山構造線と糸静線にはさまれた火

成岩が2.55g/cm³、糸静線東側の最上面の堆積層が2.2g/cm³、その下の新第三紀の火砕岩類の層が2.55g/cm³、その下の花崗岩層が2.67g/cm³、コンラッ

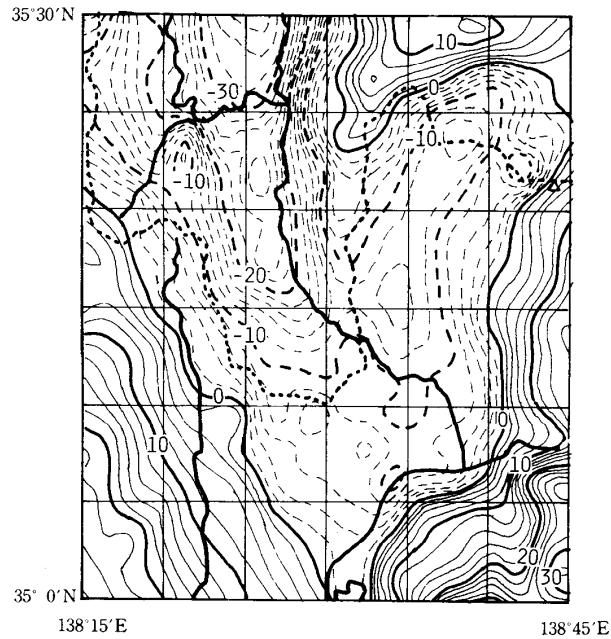


Fig. 9 Bouguer anomalies with contours of 2 mgals interval. Assumed density is 2.57 g/cm³. The ocean area also indicates Bouguer anomalies. (unit in mgal)

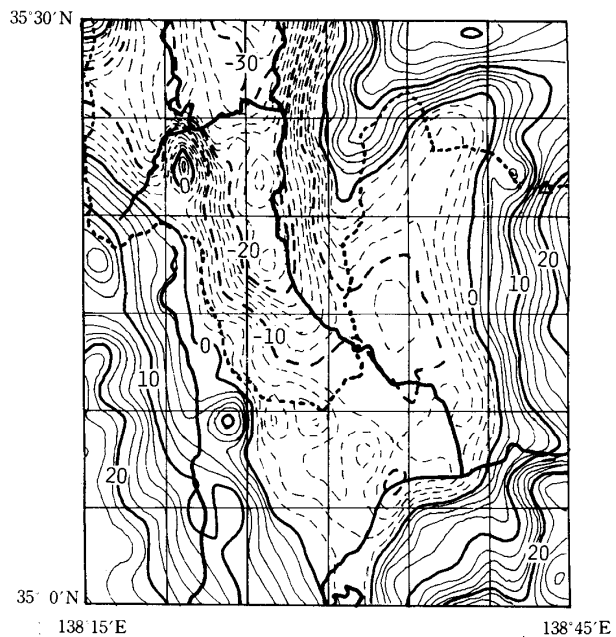


Fig. 10 Bouguer anomalies with contours of 2 mgals interval. Assumed density is 2.37 g/cm³. The ocean area also indicates Bouguer anomalies. (unit in mgal)

ド面の下玄武岩層が 2.8g/cm^3 、モホ面の下のマントル層が 3.1g/cm^3 であり、以下の計算にはこの値を採用した。

また、構造線の位置は表層地質図を参考にし、地表において地質図と整合するように留意した。

各断面での地下密度構造の解析結果を、Fig. 11～Fig. 20 に示す。

(a) 北緯 $35^\circ 05'$ の地下密度構造の断面 (Fig. 11)

糸静線より東側では、モホ面、コンラッド面とも東に向かって浅くなっていき、東経 $138^\circ 33'$ より東側の駿河湾では、 2.2g/cm^3 の堆積層が薄くなっている。

(b) 北緯 $35^\circ 10'$ の地下密度構造の断面 (Fig. 12)

モホ面およびコンラッド面は (a) と同じ傾向を示している。糸静線の位置で局所的に重力が大き

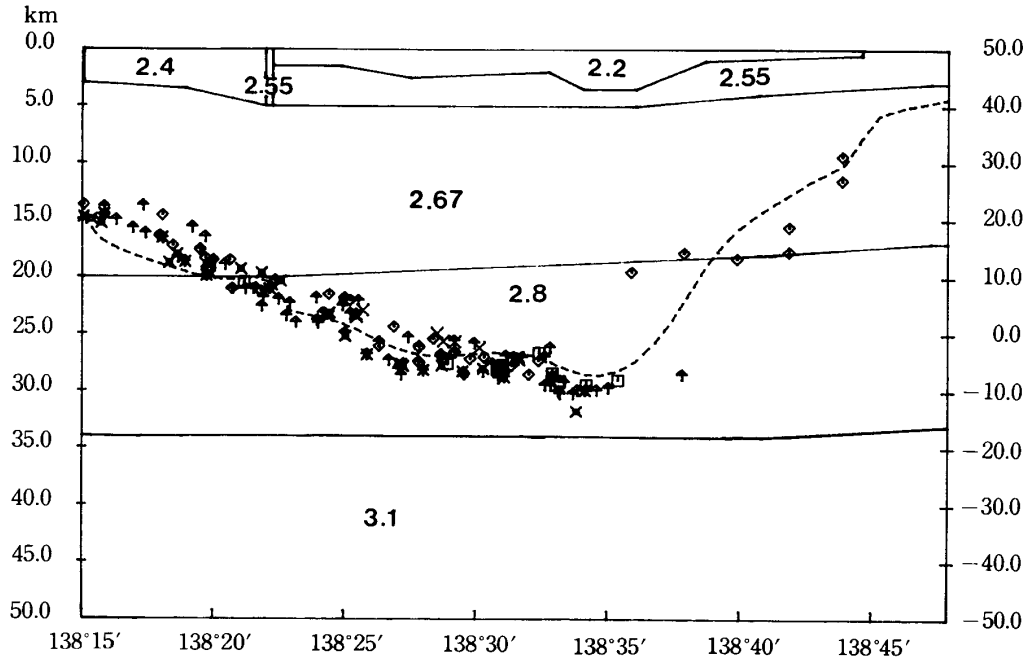


Fig. 11 Cross sectional view of the subsurface structure and Bouguer anomalies along $35^\circ 05' \text{N}$. Each symbol shows the measured Bouguer anomaly and the dashed line shows that calculated from the subsurface structure.

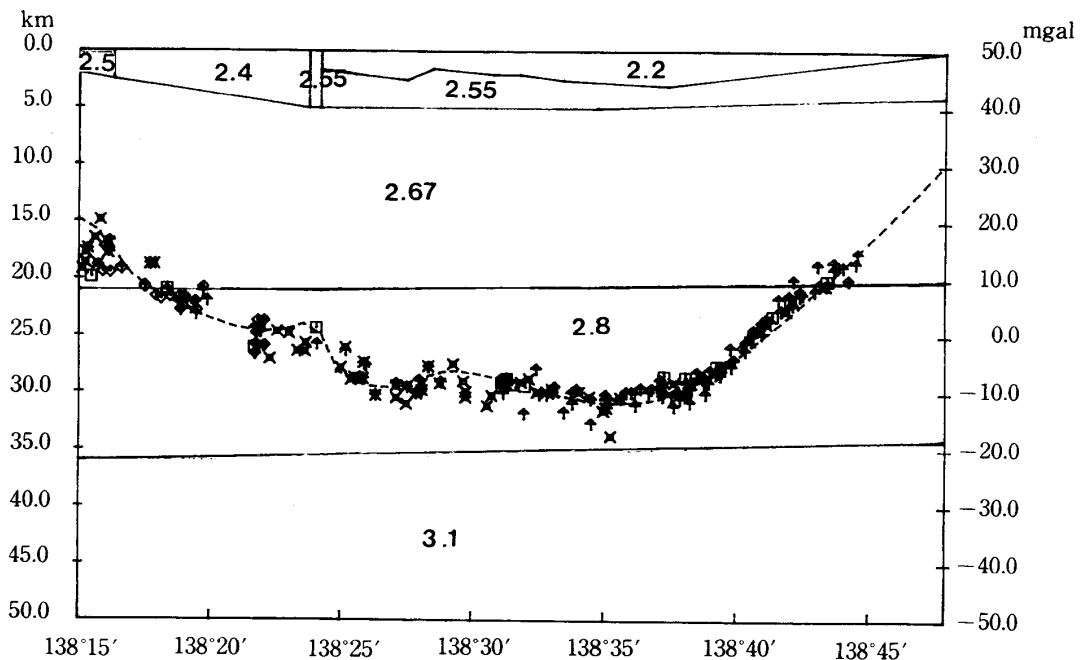


Fig. 12 Cross sectional view of the subsurface structure and Bouguer anomalies along $35^\circ 10' \text{N}$.

なっているが、これは十枚山構造線と糸静線にはさまれた火成岩の層に対応する。糸静線の東側は広く 2.2g/cm^3 の堆積層に覆われている。

(c) 北緯 $35^{\circ}15'$ の地下密度構造の断面 (Fig. 13)

糸静線のすぐ東側の部分で、 2.2g/cm^3 の層の下面、および 2.55g/cm^3 の層の下面の双方がかなりの起伏をもつ構造が得られた。

(d) 北緯 $35^{\circ}20'$ の地下密度構造の断面 (Fig. 14)

2.2g/cm^3 の堆積層が天守山地の位置で2つに分かれ、その下の 2.55g/cm^3 の層が露出しているか、もしくはかなり浅い所に存在する。

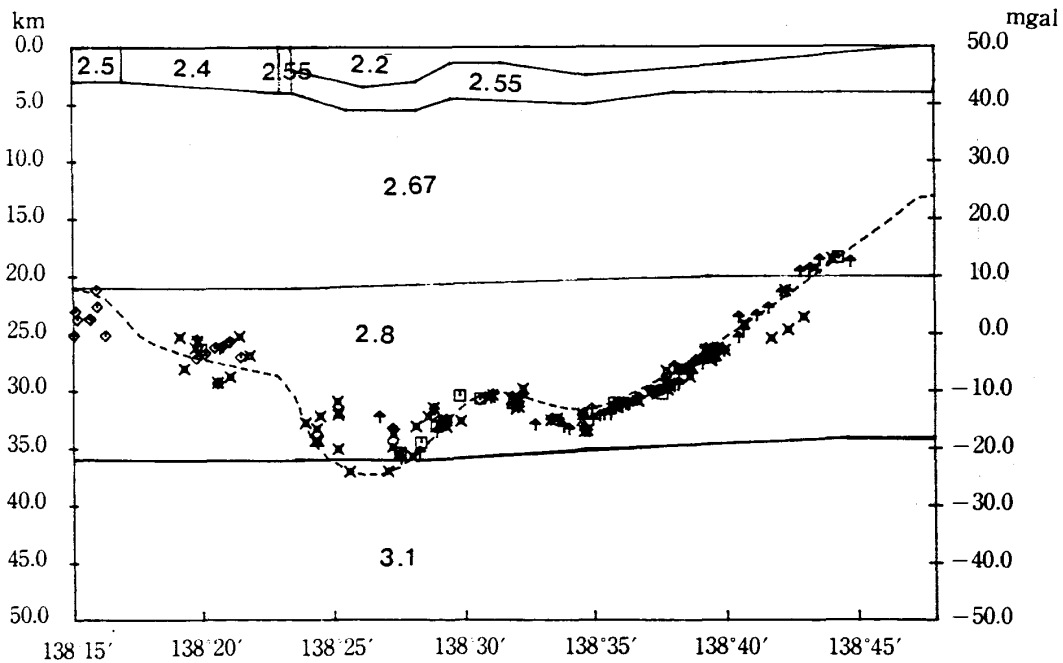


Fig. 13 Crosssectional view of the subsurface structure and Bouguer anomalies along $35^{\circ} 15' \text{ N}$.

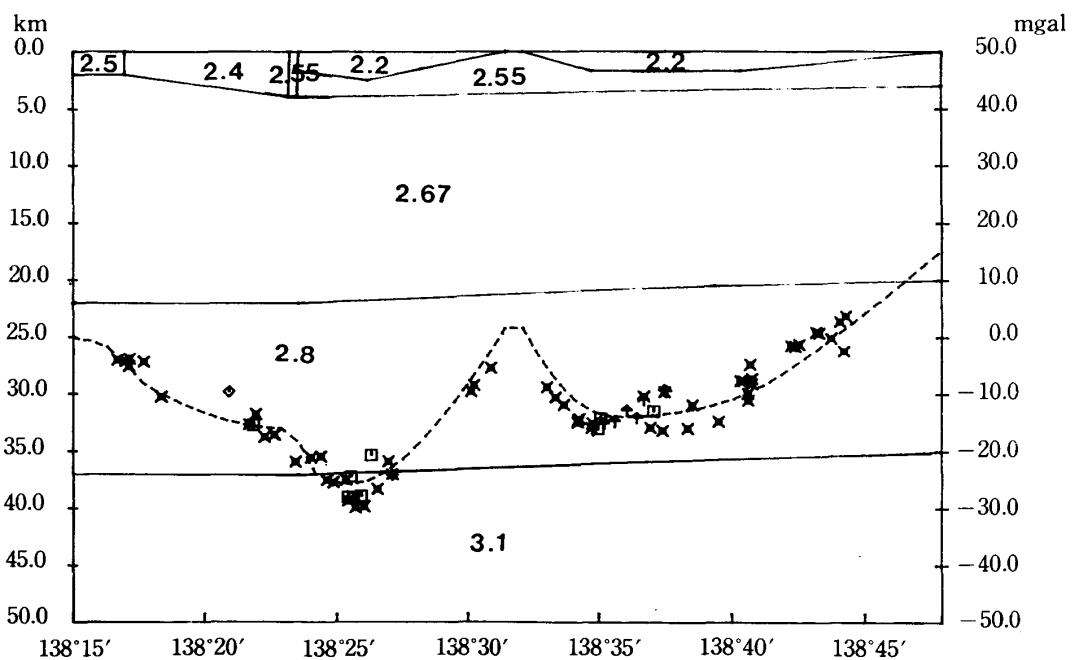


Fig. 14 Cross sectional view of the subsurface structure and Bouguer anomalies along $35^{\circ} 20' \text{ N}$.

(e) 北緯 35°25′ の地下密度構造の断面 (Fig. 15)

大局的な構造は **(d)** と同様である。この断面でのモホ面の深さは西端で 38km に達している。

(f) 東経 138°20′ の地下密度構造の断面 (Fig. 16)

各層とも大きな起伏はみられないが、ブーゲー異常は直線的に北に向かって小さくなっており、内陸部にいくにつれて地殻が厚くなっているようである。

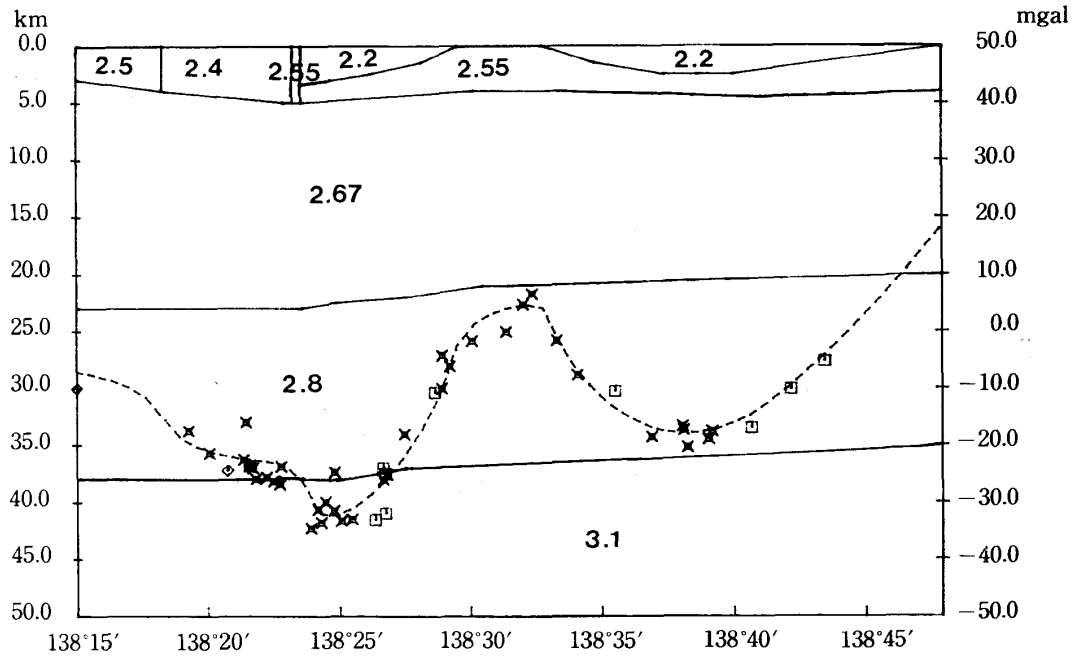


Fig. 15 Cross sectional view of the subsurface structure and Bouguer anomalies along 35° 25' N.

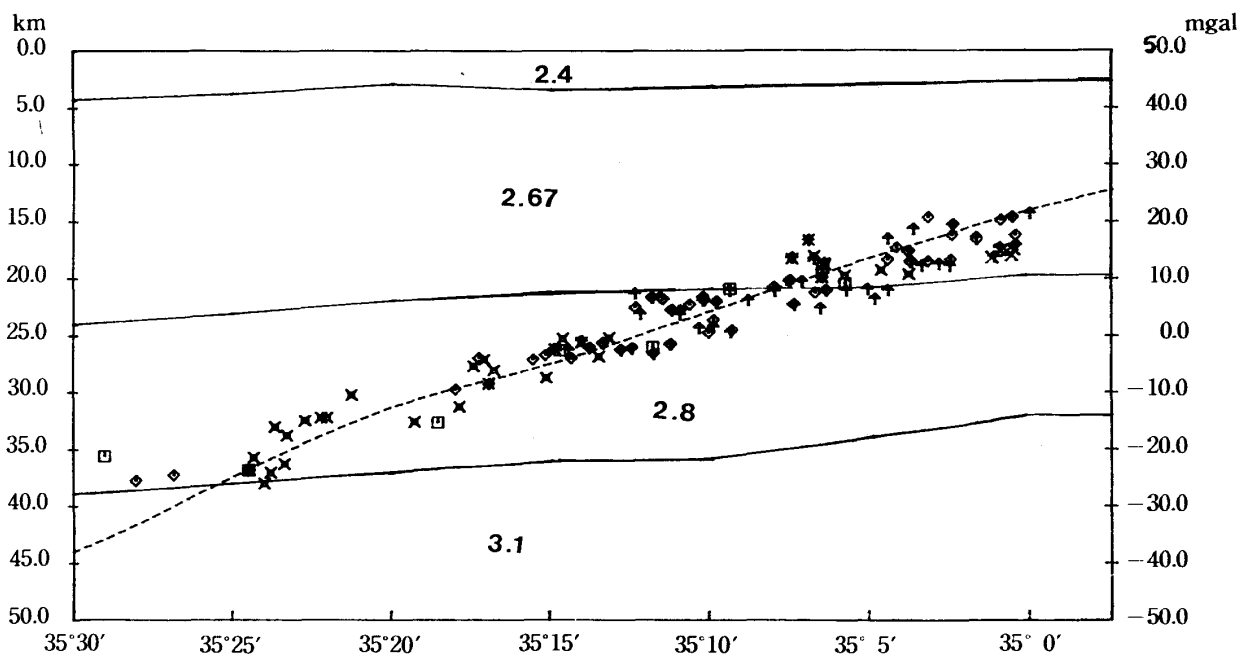


Fig. 16 Cross sectional view of the subsurface structure and Bouguer anomalies along 138° 20' E.

(g) 東経 138°25' の地下密度構造の断面 (Fig. 17)

(f) の構造とほとんど同じである。

(h) 東経 138°30' の地下密度構造の断面 (Fig. 18)

2.2g/cm³の層が、天守山地より北ではなくなり、
下の 2.55g/cm³の層が露出している。

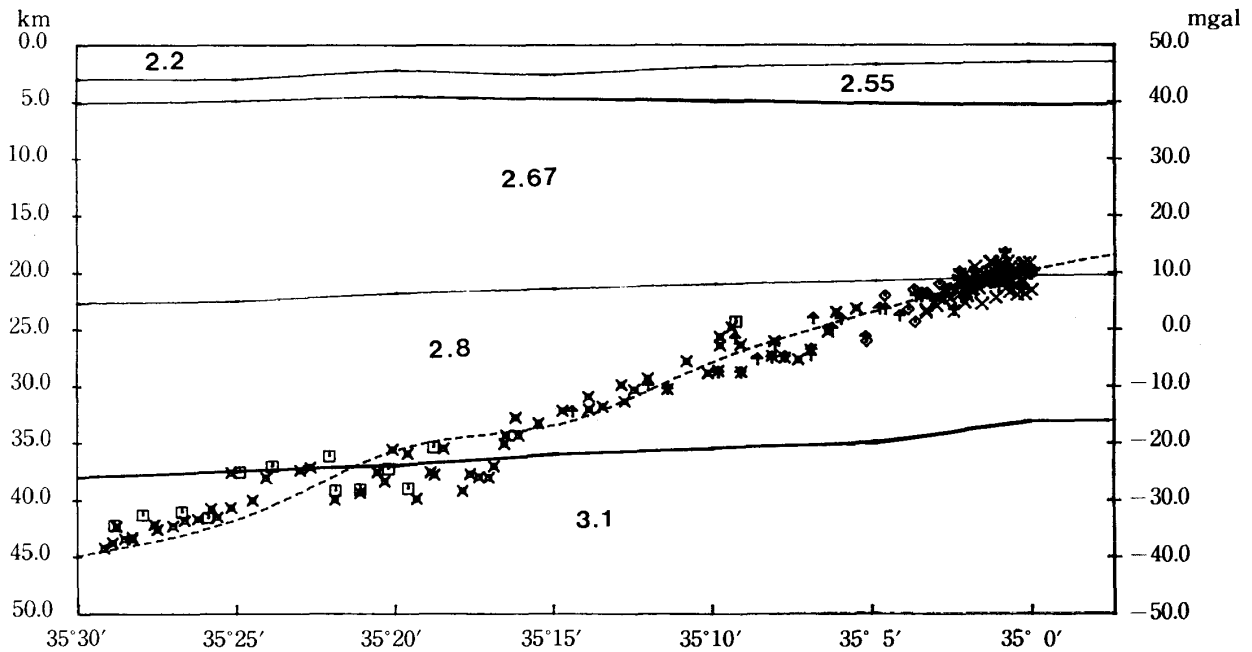


Fig. 17 Cross sectional view of the subsurface structure and Bouguer anomalies along 138° 25' E.

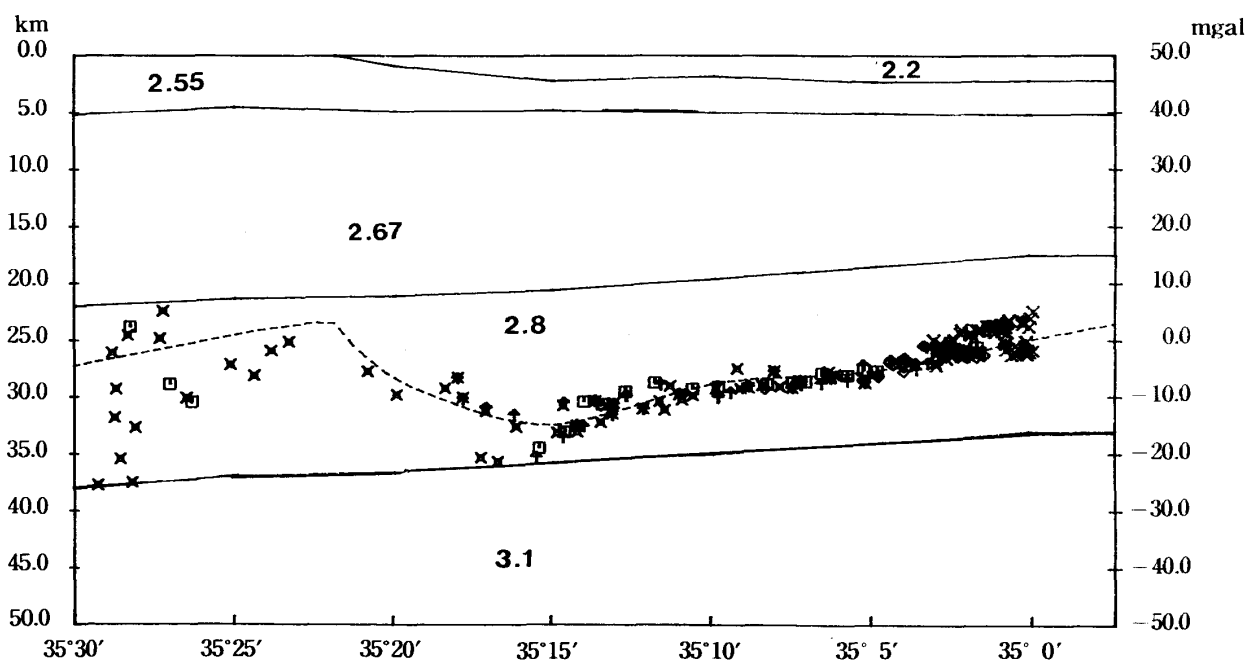


Fig. 18 Cross sectional view of the subsurface structure and Bouguer anomalies along 138° 30' E.

(i) 東経 138°35' の地下密度構造の断面 (Fig. 19)

(h) の構造とほとんど同じであるが、地質図に見られる蒲原丘陵の火山岩はブーゲー異常には表れておらず、得られた密度構造には丘陵による影響がみられない。

(j) 東経 138°40' の地下密度構造の断面 (Fig. 20)

(i) の構造と比べ、駿河湾内では 2.2g/cm^3 の層が薄くなっている。富士山の西斜面に分布するブーゲー異常データにはばらつきがみられる。これはブーゲー補正や地形補正の計算のときに仮定した密度が富士山の地域では適当でなかったためと考えられる。

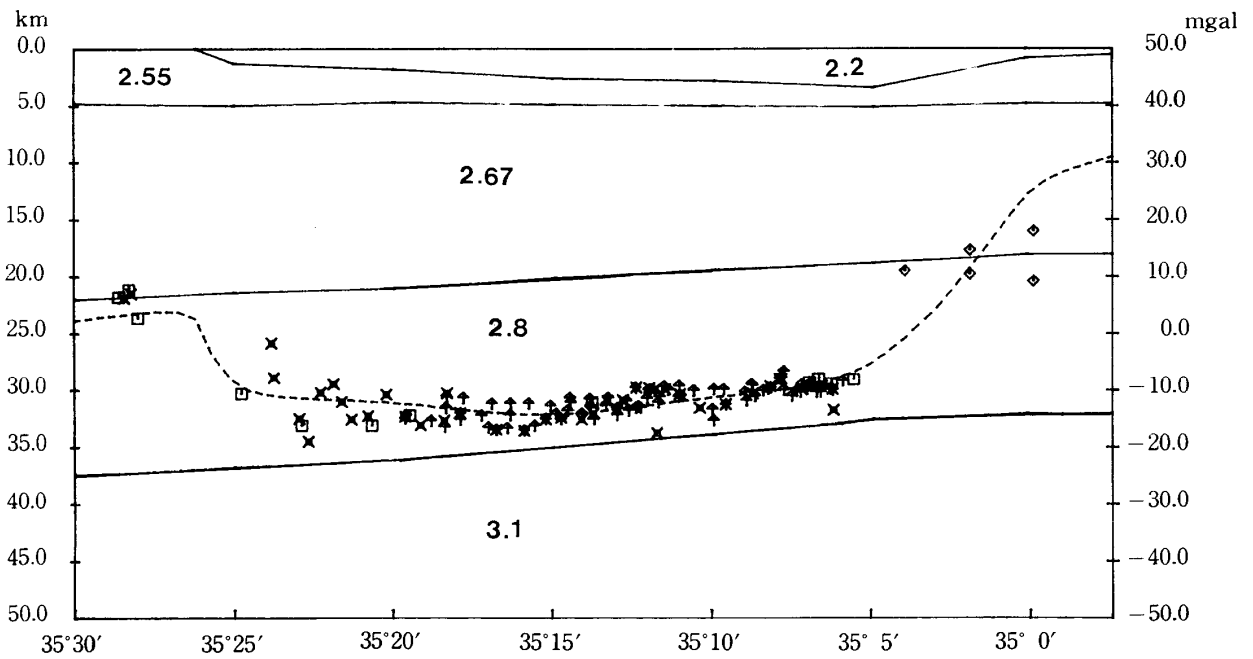


Fig. 19 Cross sectional view of the subsurface structure and Bouguer anomalies along $138^{\circ} 35' \text{ E}$.

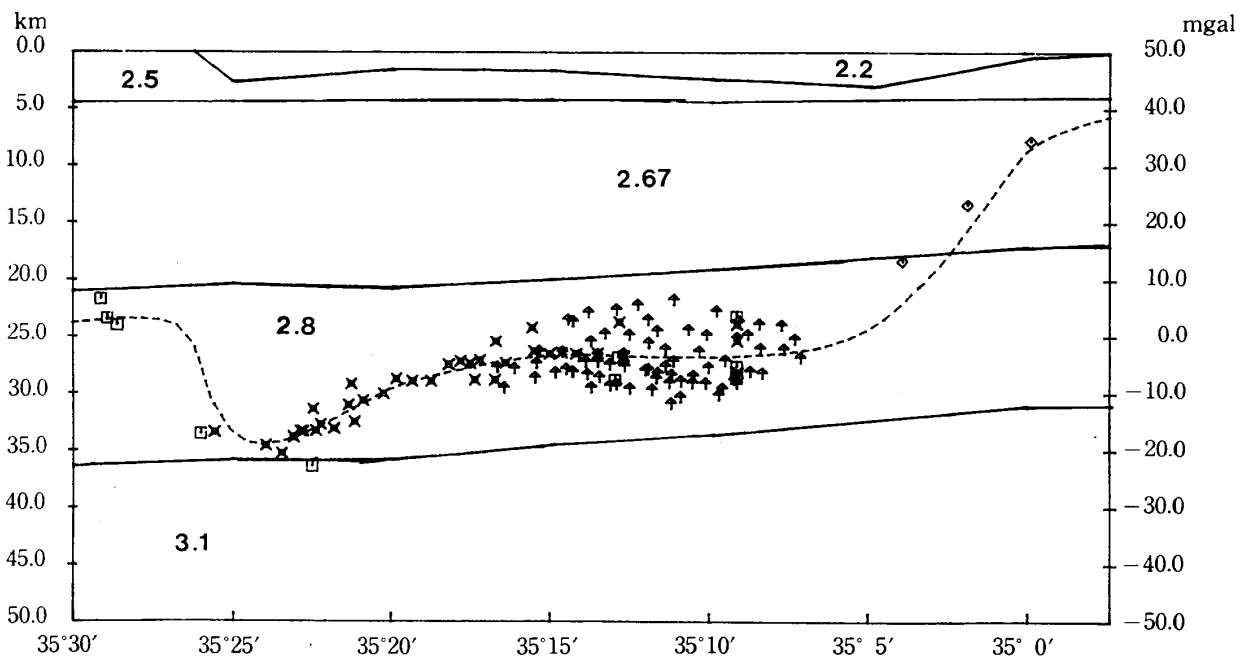


Fig. 20 Cross sectional view of the subsurface structure and Bouguer anomalies along $138^{\circ} 40' \text{ E}$.

これらの10本の断面から推定した地下密度構造を3次元的に描いた図を Fig. 21 に示す。

以上のように、この地域のブーゲー異常は、比較的簡単な地下の密度構造を考えることによりほぼ説明できることがわかった。また、この密度構造は、地震波速度構造、表層地質と比べても矛盾するものではない。しかし、今回の解析から得られた富士山や蒲原丘陵の地下構造については、さらに検討の余地があると考えられる。

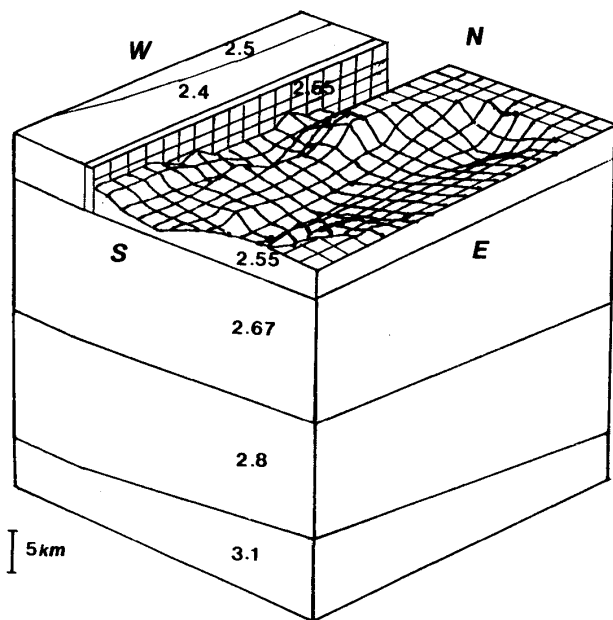


Fig. 21 General view of the three-dimensional subsurface structure obtained from the present analysis in the area $35^{\circ} 0' \sim 35^{\circ} 30' N$, $138^{\circ} 15' \sim 138^{\circ} 45' E$ and 0 ~ 40 km deep, when the 2.2 g/cm^3 layer is taken off.

6. ま と め

ラコスト重力計を用いて糸魚川-静岡構造線の南部地域において重力測定を行い、他機関の測定データを加えて、北緯 $34^{\circ} 45' \sim 35^{\circ} 45'$ 、東経 $138^{\circ} 10' \sim 138^{\circ} 45'$ の範囲のブーゲー異常図を作成した。得られたブーゲー異常図によると、甲府盆地から身延あたりにかけて糸魚川-静岡構造線の約5km東側に強い負の異常の谷がみられ、これは大局的には駿河湾の負のフリーエア異常につながるようである。また、天守山地から御坂山地にかけては強い正の異常の帯がみられ、その南東側にはまた負の異常と、正・負の異常が交互に並んでいる。

今回は、北緯 $35^{\circ} 0'$ から $35^{\circ} 30'$ 、東経 $138^{\circ} 15'$ から $138^{\circ} 45'$ の範囲について、地下密度構造の解析を東西・南北のそれぞれ5本の断面について行い、3次元的に地下構造を求めた。その結果、糸魚川-静岡構造線の西側の古い堆積層の密度を 2.5 g/cm^3 および 2.4 g/cm^3 とし、東側の新第三紀の火砕岩類の層の上に分布する堆積物の密度を 2.2 g/cm^3 とすると、ブーゲー異常を矛盾なく説明できる地下構造が得られた。この 2.2 g/cm^3 の層は3kmから5kmの厚さで糸魚川-静岡構造線の東側のかなり広い地域に分布しており、ブーゲー異常図で負のブーゲー異常を示している地域にほぼ対応している。また深部は、北西方向にコンラッド面およびモホ面とも深くなる傾向がみられ、第一次近似的には、中部山岳地域の地殻がアイソスタシー的に厚くなることに対応していると考えられる。

今回得られた結果では、糸魚川-静岡構造線の西側の強い負のブーゲー異常の帯は5kmより浅い構造に起因すると考えても説明が可能である。しかし、この負の異常は駿河トラフの負のフリーエア異常に続く広域のものであり、より深い構造に起因するものであるかもしれない。いずれにしても、今後、他の地震波速度構造やボーリング結果等と比較することにより、より精密な地下構造の推定が可能になるであろう。

謝 辞

この研究にあたり、終止有益な助言をいただき、また、未公表のデータを使わせていただいた静岡大学理学部檀原毅教授、重力測定を手伝っていただいた同学生、大学院生(元を含む)の中山和男、長谷川靖、遠山忠昭、岩橋悟の各氏、共同で測定した未公表のデータの使用を許可いただいた名古屋大学理学部の志知龍一博士、気象研究所の吉田明夫氏、金沢大学理学部の河野芳輝博士、また、貴重な重力測定データを教えて下さった国土地理院の方々には感謝の意を表す。Fig. 1~Fig. 4の作成および計算には名古屋大学(現北海道大学)理学部の山本明彦博士が作成したシステムを利用させていただき、他の図、表の作成にあたっては静岡大学教養部の玉置繁一氏と同理学部大学院生の長谷川靖氏に多くの助言と助力をいただいた。あわせて厚く御礼申し上げる。

なお、計算には静岡大学データステーションおよび名古屋大学大型計算機センターを利用した。

文 献

- 檀原 毅(1975), 地質構造線と重力異常. 日本測地学会第44回講演会要旨, 43.
- GEODETIC DEPARTMENT (1985), A new Bouguer anomaly map of Japan (except Hokkaido district). *Bull. Geograph. Surv. Inst.*, **29**, 102-103.
- IKAMI, A. (1978), Crustal structure in the Shizuoka district, central Japan as derived from explosion seismic observations, *J. Phys. Earth.*, **26**, 299-331.
- 駒沢正夫・長谷川 功・須田芳朗(1985), 駿河湾沿岸地域における重力異常について-(I)-測定と編集. 地質調査所月報, **36**, 53-84.
- LUDWIG, W. J., NAFE, J. E. and DRAKE, C. L. (1970), Seismic refraction. *The Sea*, **4**, 53-84.
- 中山和男(1986), 重力の海域地形補正の導入. 静岡大学地球科学研究報告, no. 12, 45-54.
- RIKITAKE, T., TAJIMA, H., IZUTUYA, S., HAGIWARA, Y., KAWADA, K. and SASAI, Y. (1965), Gravimetric and geomagnetic studies of Onikobe area. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **43**, 241-268.
- 里村幹夫・安間秀明・中山和男・遠山忠昭・志知龍一・白木秀明(1984), 糸魚川-静岡構造線の南端部(身延山地)の重力異常. 日本測地学会第62回講演会要旨, 76-77.
- ・河野芳輝(1984), 甲府盆地の重力異常. 日本測地学会第62回講演会要旨, 78-79.
- 志知龍一・里村幹夫・吉田明夫・山本明彦・檀原 毅(1983), 静岡周辺のブーゲー異常. 日本測地学会第60回講演会要旨, 86-87.
- ・—————・—————・—————・—————
(1984), 駿河湾西岸地域のブーゲー異常. 地震学会春季大会講演予稿集, 231.
- TALWANI, M., WORZEL, J. L. and LANDISMAN, M. (1959), Rapid gravity computations for two-dimensional bodies with application to the Mendocino submarine fracture zone. *J. Geophys. Res.*, **64**, 49-59.
- 友田好文(1971), 伊豆小笠原諸島北部の重力のフリーエヤー異常, 伊豆半島(星野通平・青木斌編), 301-303, 東海大学出版会.
- YAMAMOTO, A., NOZAKI, K., FUKAO, Y., FURUMOTO, M., SHICHI, R. and EZAKA, T. (1982), Gravity survey in the central ranges, Honshu, Japan. *J. Phys. Earth*, **30**, 201-243.