寄 書

重力異常の水平勾配からみた 駿河湾周辺の地下構造

東海大学海洋学部*

楠 本 成 寿

東海大学海洋研究所**

長 尾 年 恭

産業技術総合研究所***

駒澤正夫・石原丈実

Estimation of Subsurface Structures in and around
the Suruga Bay as Generated by the First Order
Horizontal Derivative of Bouguer Gravity Anomalies

Shigekazu KUSUMOTO

School of Marine Science and Technology, Tokai
University, 3-20-1 Orido, Shimizu, Shizuoka
424-8610, Japan

Toshiyasu NAGAO

Institute of Oceanic Research and Development,
Tokai University, 3-20-1 Orido, Shimizu,
Shizuoka 424-8610, Japan

Masao KOMAZAWA and Takemi ISHIHARA

National Institute of Advanced Industrial Science
and Technology, AIST Tsukuba Central 7, Tsukuba,
Ibaraki 305-8567, Japan

(Received July 8, 2002;
October 16, 2002)

§1. はじめに

ごく近い将来、発生することが予想されている東海地震の予想震源域での地殻構造を知るため、Fig. 1 に示される駿河湾周辺の重力解析を行った。本論文では、少ない仮定で客観的な地下構造の情報を得るため、重力異常の水平1次勾配による地下構造の推定を試みた。

重力異常の水平1次勾配 ($(\partial g/\partial x)^2 + (\partial g/\partial y)^2$) は、地下構造の短波長成分を強調するため、断層など急激な密

Fig. 1. Location map of the study area.

度変化や構造変化の位置を効率よく抽出できる。演算が簡単なこと、計算の際に地球物理学的・地質学的仮定を行う必要がないことから、簡単な重力解析法として多用されている [例えば, ten Brink *et al.*, 1993, Kusumoto *et al.*, 1996, 工藤・河野, 1999]。

本論文では、特定の深さの構造に起因する波長の重力異常を抽出し、それに数値微分を施すことによって水平1次勾配分布を求めるという方法を採用した。この方法は、あらかじめ、どの程度の深さの構造に起因する重力異常であるかが明確にされているため、各構造ごとの起伏の度合いを捉えることができるという利点をもっている。

§2. 重力異常

本解析領域を含む東海地方は、フィリピン海プレートの北上に伴って丹沢や伊豆地塊が多重衝突を起こしてき

* 〒424-8610 清水市折戸 3-20-1

** 〒424-8610 清水市折戸 3-20-1

*** 〒305-8567 つくば市東 1-1-1 中央第7

Fig. 2. Bouguer gravity anomaly map in and around the Suruga Bay. Green points indicate the gravity survey points. Bouguer density is assumed to be 2.3 g/cm^3 as optimum Bouguer density around the Suruga Bay. Counter interval is 2.5 mGal .

た地域であり、富士山を含む多くの火山が分布する地域でもある。この地域の重力異常については、多重衝突の証拠としての重力異常 [Satomura, 1989, 駒澤・他, 1992], 富士山のアイソスタシー [Tanaka and Satomura, 1995] など、さまざまな視点から研究が行われてきている [例えば, 駒澤, 1982, 駒澤・他, 1992, 里村, 1995, 駒澤, 2000]。

Fig. 2 は、日本重力 CD-ROM (陸域) [駒澤・他, 2000] と、地質調査所 GH-97 航海 (海域) の各々のデータを編集し、ブーゲー密度を 2.3 g/cm^3 と仮定して得られた駿河湾周辺のブーゲー異常図である。静岡県西方の四万十帯および赤石山脈周辺など、一部では 2.6 g/cm^3

が最適ブーゲー密度と推定されたが、解析範囲全体では 2.3 g/cm^3 が最適ブーゲー密度と判断された。

これまでの研究でも指摘されているが、1) 富士川流域が大きな低重力域になっていること、2) 富士山東方でコンター間隔が密になり、神縄断層の存在を示していること、3) 身延山地周辺に正の目玉が複数並ぶこと、などがこの地域のブーゲー異常の特徴として挙げられる。

§3. データ解析

ブーゲー異常の原因となっている構造の層数とそれらの平均的な深度を推定するため、1 次傾向面残差ブーゲー異常値にスペクトル解析を施した。詳細は萩原

(1978)に譲るが、ブーゲー異常のパワースペクトル-波数曲線に対し、線形近似が可能な波数帯についてそれぞれ最小二乗法を適用して直線の勾配を求めると、各波数帯での地下構造境界面の平均深度を知ることができる。この解析により、駿河湾周辺は5層構造からなり、それらの平均境界深度は深い方から25.7 km, 13.9 km, 3.4 km, 1.6 kmであることが推定された。また、それぞれの深さに対応するブーゲー異常の波長は、深い方から33 km以上, 12~33 km, 5~12 km, 2~5 kmであった。

最深部の構造に起因するブーゲー異常図と水平1次勾配図をFig. 3(a), (b)に、浅部構造に起因するブーゲー異常図とその水平1次勾配図をFig. 4(a), (b)にそれぞれ示す。ここでFig. 4には、地下数kmの構造に起因するブーゲー異常として、波長2~12 kmの成分をもたせている。フィルタリングには移動平均法を組み合わせで用いた。

§4. 解析結果および考察

Fig. 3(a)より、深い構造に起因するブーゲー異常は、富士川河口に大きな低異常を、伊豆半島、赤石山脈および丹沢山地周辺に高異常をもっている。水平1次勾配(Fig. 3(b))をみると、静岡市と駿河湾東部からほぼまっすぐ南北にのびる高水平勾配帯が2つ存在している。これらは、糸魚川-静岡構造線、駿河トラフとその北方延長にそれぞれ一致している。

Gravity Research Group in Southwest Japan (1994)のブーゲー異常図によると、糸魚川-静岡構造線は、その北部では明瞭であるが、南部(静岡付近)では不明瞭である。今回、33 km以上の長波長ブーゲー異常の水平1次勾配を求めることにより、糸魚川-静岡構造線の南端部が推定された。解釈として、1) 糸魚川-静岡構造線南部では、密度・構造の大きなギャップが地下26 km付近に存在する2) 密度差の小さな構造が長波長で表層に分布するという2つが挙げられる。しかし、浅部の長波長構造と深部構造は、波数解析による分離が難しいこと、過去の地震探査[Ikami, 1978]で1)を積極的に支持する構造が得られていないことなどから、現段階では2)の解釈が妥当であると考えられる。

浅部構造に起因するブーゲー異常(Fig. 4(a))の特徴として、正と負の異常がほぼ南北方向に交互に並ぶことと、低ブーゲー異常が富士山を取り囲むように円形分布していることが挙げられる。この円形の北側部分に相当する低ブーゲー異常域は富士五湖の位置にはほぼ一致している。また、神縄断層ほど大きくないが、水平1次勾配(Fig. 4(b))にも、高水平勾配帯が低水平勾配帯を挟んで富士山を二重円状に取り囲むという特徴が見られる。富

Fig. 3. (a) Long wave length Bouguer gravity anomaly map ($\lambda=33$ km). This Bouguer gravity anomaly map reflects deep subsurface structures around 25.7 km. Counter interval is 5 m Gal. (b) First order horizontal derivative of the long wave length Bouguer gravity anomalies. Counter interval is 0.1 m Gal/km.

士山およびその周辺のブーゲー異常はTanaka and Satomura (1995)により議論されているが、基本的にアイソスタシーの議論であるため対象とする波長が異なり、そこでは今回の円形分布は見出されていない。富士山を囲む円形の低ブーゲー異常の分布が、テクトニックな構造をあらわすのかどうかについては今後、大規模な地震探査などを含めた詳細な研究が必要であろう。

§5. ま と め

波長別ブーゲー異常の水平勾配から駿河湾周辺の地下構造を推定した。その結果、最も深い構造に起因する波

Fig. 4. (a) Short wave length Bouguer gravity anomaly map ($\lambda=2\sim12$ km). ▲: Mt. Fuji. This Bouguer gravity anomaly map reflects shallow subsurface structures of a few km below. Low gravity anomalies distribute circularly around Mt. Fuji (around a white broken line). Counter interval of the Bouguer gravity anomaly map is 2.5 mGal. (b) First order horizontal derivative of the short wave length Bouguer gravity anomalies. ▲: Mt. Fuji. High gradient belts distribute circularly around Mt. Fuji (around a white broken line). Counter interval is 1 mGal/km.

長 33 km 以上の長波長ブーゲー異常の水平勾配から、糸魚川-静岡構造線南端部の位置を推定できた。しかし、これは密度差の小さな構造が長波長で表層に分布していると解釈するのが妥当であるという結論に至った。また、浅い構造に起因する短波長ブーゲー異常図と水平 1 次勾配図から、富士山を円形に囲む低ブーゲー異常と水

平勾配帯の存在が確認された。これらがテクトニックな構造をあらわすのかどうかについては、今後、詳細な研究が必要である。

謝 辞

静岡大学里村幹夫氏および京都大学防災研究所中村佳重郎氏には原稿を査読して頂き、有益な助言を頂きました。心から感謝いたします。この研究の一部は、平成 14 年度文部科学省科学研究費補助金基盤研究 (A) (課題番号 14208045) によって行われました。記して感謝致します。

文 献

- Gravity Research Group in Southwest Japan, 1994, A bouguer gravity anomaly map in central Japan, appended map of rept. Geol. Surv. Japan, **280**, 29-36.
- 萩原幸男, 1978, 地球重力論, 共立出版, 242 pp.
- Ikami, A., 1978, Crustal structure in the Shizuoka district, central Japan as derived from explosion seismic observations, *J. Phys. Earth*, **26**, 299-331.
- 工藤 健・河野芳輝, 1999, 西南日本の重力異常勾配と地震活動との関連, *地震* **2**, 52, 341-350.
- 駒澤正夫, 1982, 相模・駿河湾沿岸地域の重力異常, *地質ニュース*, **337**, 232-233.
- 駒澤正夫・石原丈実・広島俊男, 1992, 日本列島の重力図の作成と主な特徴, *月刊地球*, **14**, 166-173.
- 駒澤正夫, 2000, 富士山の重力異常と山体の密度構造推定, *月刊地球*, **22**, 539-543.
- 駒澤正夫・広島俊男・石原丈実・村田泰章・山崎俊嗣・上嶋正人・牧野雅彦・森尻理恵・志知龍一・岸本清行・木川栄一・三品正明, 2000, 地質調査所重力測定値データファイル, 日本重力 CD-ROM, 数値地質図 P-2, 地質調査所.
- Kusumoto, S., Y. Fukuda, S. Takemoto and Y. Yusa, 1996, Three-dimensional subsurface structure in the eastern part of the Beppu-Shimabara Graben Kyushu, Japan, as revealed by gravimetric data, *J. Geod. Soc., Jpn.*, **42**, 167-181.
- Satomura, M., 1989, Bouguer gravity anomalies in the south fossa magna, central Japan, *Modern Geology*, **14**, 47-67.
- 里村幹夫, 1994, 東海地方の重力異常, *月刊地球号外* **11**, 62-68.
- Tanaka, T. and M. Satomura, 1995, Reconsideration on the Isostasy of Mt. Fuji, *J. Geod. Soc., Jpn.*, **41**, 251-262.
- ten Brink, U. S., Z. Ben-Avraham, R. E. Bell, Masson, D. F. Coleman, G. Andreasen, G. Tibor and B. Coakley, 1993, Structure of the Dead Sea pull-apart basin from gravity analyses, *J. Geophys. Res.*, **98**, 21877-21894.