重力異常による関東山地「山中地溝帯」の 東方延長部の推定

萩原 幸男* 大木 裕子** 志知 龍一***

The Eastern Continuation of Sanchu Graben Zone in the Kanto
Mountains as Inferred from Gravity Anomaly

Yukio HAGIWARA*, Yuko OHKI** and Ryuichi SHICHI***

Abstract

There is no geological evidence of the eastern continuation of the Sanchu Graben Zone (SGZ) except for a local Cretaceous sediment found in the eastern margin of the Kanto Mountains, Central Japan. SGZ and its continuation are presumed to have developed along an axis of the geosynclinal movement. Such an axis can be detected generally as a linear arrangement of local Bouguer gravity anomaly lows. We detected some mutually parallel lineaments in the eastern part of the Kanto Mountains by means of the line-detection method applied to Bouguer anomaly data digitalized with a 500-m grid interval. We conclude that one of them, which runs on the extension of SGZ, may possibly correspond to the eastern continuation of SGZ.

Key words : Sanchu Graben Zone, gravity anomaly, Bouguer anomaly, short-wavelength gravity anomaly

キーワード : 山中地溝帯, 重力異常, ブーゲ異常, 短波長重力異常

I. はじめに

秩父盆地（以下 CCB とする）以西の関東山地では、「山中地溝帯」（以下 SGZ とする）が秩父帯を北帯と南帯に二分する。SGZ は WNW-ESE の方向性をもつ幅 2~4 km, 長さ約 40 km の細長い範囲に分布する下部白亜系により構成され、向斜軸に沿って堆積した海成層と考えられている（中

村ほか, 1994）。

これに対して CCB 東部では、SGZ の東方延長部（以下 SGZ1 とする）の存在は明瞭でない。白亜紀後期以降、関東山地東部の西部に対する相対的な隆起により、白亜系の地層が剝削を受けた結果とされている（堀口・竹内, 1982）。しかし一般的には、渋谷・堀口（1967）により発見された高麗川河床の白亜紀堆積物の存在を証拠に、この

* 日本大学文理学部

** 日本大学文理学部（現在：東京大学地震研究所）

*** 名古屋大学理学部

* College of Humanities and Sciences, Nihon University

** College of Humanities and Sciences, Nihon University (Present address: Earthquake Research Institute, University of Tokyo)

*** School of Science, Nagoya University

位置にSGZ1が延びているものと推定されている。

SGZは秩父帯北帯と南帯の境界であるので、地質学的にこれら両帯の境界線を辿ることによりSGZ1を推定することが可能である。このような境界線を基に指田（1992）が推定したSGZ1はNW-SE方向に延びる高麗川の谷筋とほぼ一致する。これに対して、埼玉総会中・古生界シンポジウム世話人会（1995）は渋谷・堀口（1967）により発見された白亜紀堆積物が不整合に覆っている地層を基に両帯の境界線を定めている。後者の境界線の位置は前者のそれを約2 km 北へ平行移動したところに相当する。

また前述したように、SGZの中心部が向斜軸に対応することから、向斜軸の東方延長部を見出すことによりSGZ1の位置を推定することもできる。一般的に、向斜軸はブーゲ異常分布の上に連続的な極小帯となって現われる。そのため2次元フィルタ計算等により短波長成分を抽出すると、向斜

軸は顕著なりニアメントとして得られる。本論文の目的は、このような方法を用いてブーゲ異常図から向斜軸を抽出することにより、SGZ1の位置を推定するものである。

II. 地質と重力異常

関東山地の概略の地形図および地質図をそれぞれ図1および図2に示す。図の範囲はともに緯度 $35^{\circ}44' \sim 36^{\circ}16'N$ 、経度 $138^{\circ}40' \sim 139^{\circ}27'E$ で、およそ $60\text{ km} \times 70\text{ km}$ に相当する。図2では一辺1 kmの正方形メッシュごとに地質を次の4種類に分類する。すなわちAは三波川変成帯と御荷鉾緑色岩類、Bは秩父帯、Cは四万十帯から新第三紀火成岩類まで、Dは第四紀層である。なおSGZはWNW-ESE方向の細長いC帯として現われている。またCCBにはDの堆積が見られる。

一方、図3は名古屋大学データベース（志知・山本，1994）によるブーゲ異常図（ブーゲ密度：

図1 関東山地の地形図。

コンター間隔：200 m，陰影部分は標高1,000 m以上。

MTL：中央構造線，HTL：八王子構造線，SGZ：山中地溝帯，CCB：秩父盆地，NGF：名栗断層，ARA：荒川，KOM：高麗川，IRM：入間川

Fig. 1 Topographic map of the Kanto Mountains (contour interval: 200 m). Shaded areas represent topographic elevation higher than 1,000 m above sealevel. MTL: Median Tectonic Line, HTL: Hachioji Tectonic Line, SGZ: Sanchu Graben Zone, CCB: Chichibu Basin, NGF: Naguri fault, ARA: Ara River, KOM: Koma River, IRM: Iruma River

2.67 g/cm³) である。図3の範囲は図1および図2と同じで、この中に国土地理院 110 点、地質調査所 412 点、東京大学地震研究所 1,254 点、地学団体研究会 207 点、名古屋大学 144 点、静岡大学 13 点、株式会社応用地質 208 点の 7 機関による合計 2,348 点の重力測定点が分布する。図3のコンターは Briggs (1974) の方法に従い、緯度・経度方向に 120×140 個のメッシュ（一辺約 500 m の正方形）をとり、10 回のイテレーション操作により得られたものである。

図2と図3を比較すると、図3の 50 mgal 以上の高ブーゲ異常帯が図2の A の分布域に対応していることがわかる。しかし、SGZ そのものに対応する重力異常の特徴は特に見られない。SGZ1 の存在も図3からは識別できない。これらを取りアメントとして図3から抽出するためには、デジタルデータに何らかの計算操作を施さなくてはならない。

リニアメント抽出法には各種あるが、ここでは最も簡単な方法として次の計算法を採用する。まず移動平均により空間的な長波長成分を計算し、原データからこれを引き去ることにより残差をとる方法である。このような残差（本論文では「短波長重力異常」と呼ぶ）は短波長成分を強調するために、2次元データからリニアメントを抽出する方法として適している。本論文では、計算点を中心にデータ数にして一辺 2M+1 個（M は正の整数）の正方形領域について移動平均計算を実施する。何通りかの M 値について計算を実施し、最終的に最も明瞭にリニアメントが現われる場合の M 値を選択する。

一般に短波長重力異常は大構造を反映する重力異常から小構造のそれを分離する、一種のフィルタ計算法として有効である。代表的な「2次微分法」は活断層や地質構造境界等のように重力異常コンターが混み合う「急な崖」の抽出に適してい

図2 関東山地の地質。

A: 三波川帯と御荷鉾緑色岩類, B: 秩父帯, C: 四万十帯と新第三紀火成岩類, D: 第四紀層

Fig. 2 Geology of the Kanto Mountains.

A: Sambagawa belt and Mikabu greenstones, B: Chichibu belt, C: Shimanto belt and Neogene igneous rocks, D: Quaternary

図 3 ブーゲ異常 (単位: mgal).
原データは志知・山本 (1994) による.

Fig. 3 Gravity anomaly in the unit of mgal, compiled by Shichi and Yamamoto (1994).

る。これに対して「移動平均法」によってトレンドや長波長成分を除去することで、小規模な背斜・向斜構造を抽出する方法もある。本論文では後者の方法を採用する。

III. リニアメント

図 4 は $M=5$ の場合の短波長重力異常である。図の周辺部の空白は $M=5$ の範囲に相当する。一般的にいて、短波長重力異常においては向斜軸や断層帯は連続した負の領域となって線状に現われる。図 4 に示す実線はそのような領域を基に推定したリニアメントである。まず左図の右上には中央構造線 (以下 MTL とする) と、1931 年西埼玉地震の際に活動した櫛挽断層 (以下 KSF とする) に対応するリニアメントが見える。左図では KSF が MTL の支脈のように描かれているが、詳細な重力異常図 (萩原ほか, 1986) によると KSF と MTL は斜交し、KSF の延長部は八王子構造線 (以下 HTL とする) と接続する。

CCB 以西では MTL と平行に WNW-ESE の方向性をもって SGZ が、また SGZ の北と南それぞれ約 10 km には平行な他のリニアメントが見られ

る。一方関東山地東部でも、これらの延長として SGZ1 とその支脈、および平行な他の 2 本のリニアメントが見られる。堀口・竹内 (1982) によれば、関東山地東部の秩父帯は複向斜構造であるから、並行した複数のリニアメントが抽出されたとしても不思議ではない。SGZ1 は高麗川の谷筋、つまり指田 (1992) が指摘した境界線とほぼ一致する。また SGZ1 の支脈は名栗断層 (活断層研究会, 1991: 以下 NGF とする) とほぼ一致する。NGF の重力異常に関しては萩原ほか (1997) の詳細な記述がある。

SGZ と SGZ1 とを分ける位置に CCB があり、その東縁から南縁にかけて NE-SW 方向の構造線が走る。この構造線と正確に一致する断層は地質図に見られないが、それに近い複数の断層は存在する。ここでは一連の断層帯と考えて「秩父盆地断層」 (以下 CBF とする) と仮称する。前記した NGF が左横ずれ変位を示すことから、これと共役な位置関係にある CBF は右横ずれ変位をもつものと推定される。つまり、関東山地東部一帯は東西方向の地殻圧縮応力場に調和的な断層構造をもつといえる。

138°40'

139°27' E

36°16' N

35°44'

図4 短波長重力異常（コンター間隔：1 mgal，陰影部分は正の異常）。

実線は構造線および地溝帯を示す。

MTL：中央構造線，HTL：八王子構造線，KSF：櫛挽断層，NGF：名栗断層，SGZ：山中地溝帯，SGZ1：SGZの推定延長部，CBF：秩父盆地断層（仮称），×：渋谷・堀口（1982）による白亜紀堆積物の発見地点

Fig. 4 Short-wavelength gravity anomaly (contour interval: 1 mgal).

Shaded areas represent positive anomaly. Solid lines represent geotectonic lines and graben axes. MTL: Median tectonic line, HTL: Hachioji tectonic line, KSF: Kushibiki fault, NGF: Naguri fault, SGZ: Sanchu graben zone, SGZ1: Supposed continuation of SGZ, CBF: Chichibu basin fault (supposed), ×: Location of the Cretaceous sediment discovered by Shibuya and Horiguchi (1982).

萩原ほか（1996）はHTLを落差2 kmを超す垂直断層と推定したが，東西圧縮応力場を考慮するとき，むしろ高角逆断層とすべきであろう。図4によれば，HTLに平行してすぐ西側に，幅の狭い正の短波長重力異常帯が南北に連なる。これは萩原ほか（1995）が指摘した高ブーゲ異常帯で，その東縁はHTLに，西縁もまた他の南北性の断層（図4の右図に破線で示す）により切られている。西縁の断層は指田（1992）のいう「胴切り断層」に相当する。なおSGZ1はこの高ブーゲ異常帯に阻まれて胴切り断層付近で消滅し，HTLと接点を持たない。この高ブーゲ異常帯はおそらく東西圧縮応力場の中でHTLの形成に伴って生じた隆起帯であり，隆起運動のために既成の向斜構造SGZ1が部分的に消滅したものと考えられる。

IV. まとめ

関東山地北東部におけるWNW-ESE走向のSGZに関しては，CCB以東においてその延長部（SGZ1）が不明瞭であった。本論文ではSGZ向斜構造を短波長重力異常リニアメントとして捉えることにより，SGZ1の抽出を試みた。結果はSGZのほぼ延長線上にSGZ1を見出した。

ここで推定されたSGZ1は指田（1992）が指摘した境界線とほぼ一致するものの，白亜系堆積物の発見地点（図4の×印）とは必ずしも一致しない。SGZ1は胴切り断層付近で消滅するために，×印の付近まで延びていないのであるが，それでもSGZ1の延長線と×印との不一致分はおおよそ2 kmである。SGZの幅が最大で4 km程度ある事実を勘案すれば，×印はこの幅の中に含まれる。とはいえ，×印付近一帯では比較的稠密な重力測

定が実施されており、ブーゲ異常データに基づくリニアメントの推定位置に ± 2 km の誤差があるとも思えない。

謝 辞

図の作成にあたっては日本大学文理学部地球システム科学科副手松岡東香，研究生林 武司の両氏に手伝って頂いた。ここに謝意を表する。

文 献

- Briggs, I.C. (1974): Machine contouring using minimum curvature. *Geophysics*, **39**, 39-48.
- 萩原幸男・村田一郎・田島広一・長沢 工・井筒屋貞勝・大久保修平 (1986): 活断層の重力調査 (I) —1931 年西埼玉地震の震源断層の検出—. 東京大学地震研究所彙報, **61**, 563-586.
- 萩原幸男・糸田千鶴・田川善教・武田一紀・大久保修平 (1995): 奥武蔵丘陵の重力調査 (I) —越生-高麗本郷断層南部—. 日本大学文理学部研究紀要, **30**, 55-64.

- 萩原幸男・大久保修平・小林茂樹 (1996): 奥武蔵丘陵の重力調査 (II) —丘陵東縁部断層系の地震危険度—. 日本大学文理学部研究紀要, **31**, 105-110.
- 萩原幸男・糸田千鶴・大木裕子・北村行範 (1997): 重力異常からみた名栗断層の左横ずれ. 活断層研究, **16**, 7-12.
- 堀口万吉・竹内敏晴 (1982): 関東山地東部・高麗川上流地域の地質と構造. 埼玉大教養部紀要, **18**, 227-236.
- 活断層研究会 (1991): 新編日本の活断層—分布図と資料—. 東京大学出版会, 437 p.
- 中村和郎・小池一之・竹内和彦編 (1994): 日本の自然 3, 関東. 岩波書店, 180 p.
- 埼玉総会中・古生界シンポジウム世話人会 (1995): 関東山地の中・古生界研究の現状と課題. 地球科学, **49**, 271-291.
- 指田勝男 (1992): 関東山地東縁部の秩父帯北・中帯. 地学雑誌, **101**, 573-593.
- 渋谷 紘・堀口万吉 (1967): 関東山地東縁部に白亜紀層の発見. 地質学雑誌, **73**, 575-577.
- 志知龍一・山本明彦 (1994): 西南日本における重力データベースの構築. 地質調査所報告, **280**, 1-28.

(1998 年 7 月 8 日受付, 1998 年 9 月 21 日受理)