

糸魚川—静岡構造線の重力調査 (I)

—松本盆地中央部のブーゲー異常と構造解析—

地震研究所 萩原 幸男
山下 昇
信州大学理学部 { 小坂 共栄
矢野 賢治
安井 敏夫

(昭和61年7月18日受理)

要 旨

松本盆地中央部において約 250 点の重力測定を実施した。その結果、「明科—松本断層」に代表される松本盆地東縁部の西側落ち断層群は逆断層の可能性が高いことが判明した。また松本盆地中央部に「火打岩」と呼ばれるチャートの巨岩が露出しているが、それは根をもつ大きい岩体の一部であることがわかった。

1. はじめに

糸魚川—静岡構造線は地形・地質的に日本列島を大きく東西に二分する。近年二つの構造線はプレート境界であるという説も登場した。その真偽は別としても、列島スケールあるいはそれ以上の大規模な構造線であることは間違いない。重力論の見地からいうと、中部日本を広くおおおう負のブーゲー異常はこの大規模な構造を反映している。この負の異常に重なって、糸魚川—静岡構造線に沿う幅の狭い負の異常帯が認められ、これに対応する地殻構造は YAMAMOTO *et al.* (1982) による詳細な重力図によりかなり明らかにされている。

一般に重力異常にもとづいて断層構造を解明するためには、面積的に高密度な重力測定点の分布が必要であることが多い。断層の規模にもよるが、断層の走向にほぼ直角な方向に、ときには 100 m 程度の間隔の重力測定点配置が必要なことさえある。糸魚川—静岡構造線の規模は大きいので、それ程にまでも高密度な配置は必要ないが、関連する小断層系の構造を調査対象とするためには、少なくとも 1~2 km 間隔の測定値にもとづいて解析する必要がある。糸魚川—静岡構造線に沿って、この程度の高密度重力測定を実施することの必要性が以前から議論され、すでに駿河湾北部や甲府盆地について一部実施に移されていた。

松本市の中心部より西に約 7 km、梓川村に「火打岩」と呼ばれる大きいチャートの岩体 (平林, 1967) の露頭がある。地表に露出している部分はさし渡し 7~8 m もあり、露頭の高さは最大 2 m に達する。この火打岩が単なる転石ではなく、根が広がった岩体であろうとの推定のもとに、かねてから信州大学理学部は地質調査を実施していた。たまた

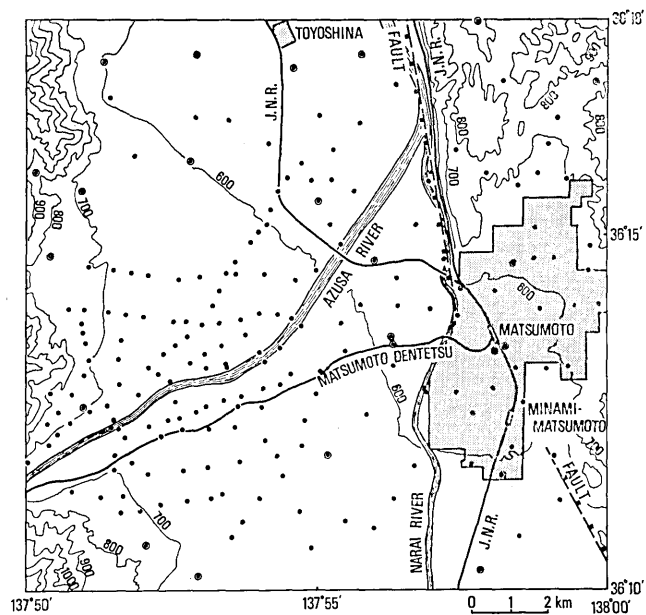


Fig. 1. Location of gravity stations with contours of topographic height (in meters). Dots and double circles indicate gravity stations established for the present study and those established by Nagoya University (YAMAMOTO *et al.*, 1982), respectively.

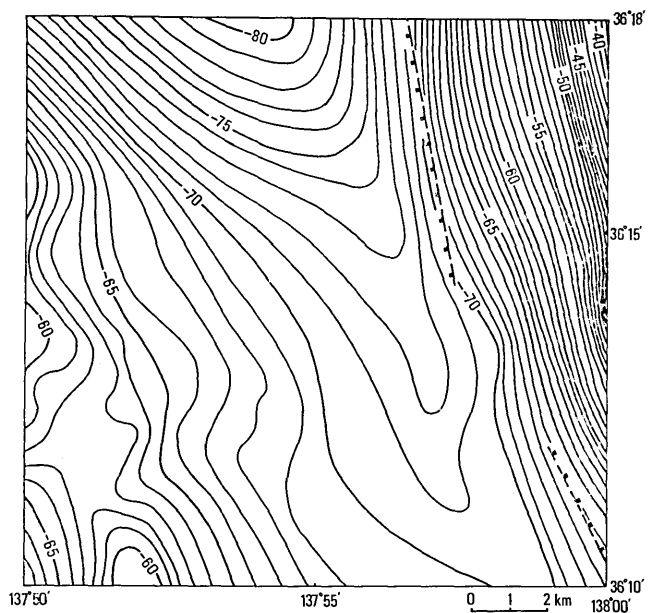


Fig. 2. Bouguer anomaly in mgal and two faults: the Akashina-Matsumoto Fault (north) and the Gofukuji Fault (south).

ま糸魚川—静岡構造線の高密度重力測定を企画していた東京大学地震研究所はこれに協力する形で重力測定を実施することとなった。必要な水準測量は信州大学側が受け持つということで、1983年12月および1984年3月の2回にわたって、松本盆地中央部の重力測定が実施された。

本論文では、重力測定の結果を紹介するとともに、その成果から推定される地殻構造、および「火打岩」の広がりについて論じる。

2. 重力測定

今回の測定範囲には、名古屋大学理学部 (YAMAMOTO *et al.*, 1982) による約20数点の重力測定点が含まれている。このデータをなるべく活用する方向で、今回の測定はさらに約250点の測定をつけ加えた。Fig. 1は重力点分布であり、二重丸は名古屋大学理学部の重力点、黒丸は今回の測定点である。今回の水準測量によって高さが決定された点のほかに、国土地理院の水準点、三角点、独標点を重力点として採用した。Fig. 1には地形高度のコンターを併記してある。

重力測定はラコステ重力計 G 210 により、1983年12月および1984年3月の2回にわたって実施された。すべての測定は国土地理院水準点 BM 2877 (名古屋大学測定番号 No. 1972) を基準にした。午前と午後の測定はそれぞれかならずこの基準点から出発し、この基準点に戻るといった方式によった。測定期間中における重力計のドリフトは小さく、1日に0.01 mgal の範囲に収まり、ブーゲー異常のための測定としては十分な精度であった。同じくこの基準点を出発した水準測量の精度も相対的には ± 1 cm 程度であって、ブーゲー異常コンターを 1 mgal 間隔で描くために必要な ± 50 cm の誤差限界に対して十分過ぎる精度であった。

文末の Table 1 に重力点の位置、高さ、重力測定値およびブーゲー異常値を表示する。重力点の緯度および経度は国土地理院 1/25,000 地形図より読みとり、高さは水準測量成果、あるいは地形図中に記載された水準点、三角点、独標点の高さを使用した。重力測定値は今回採用した基準点 BM 2877 における名古屋大学理学部測定値 979650.01 mgal を基準にした値である。

ブーゲー異常の計算には、正規重力式、大気引力補正、正規重力勾配 -0.3086 mgal/m およびブーゲー密度 2.64 g/cm³ (名古屋大学理学部の採用値) を用いた。地形補正の範囲は測定点を中心に 100 km とし、国土地理院国土数値情報 KS-110 データを用いた。地形補正方式は HAGIWARA (1967) に類似している。

3. ブーゲー異常

Fig. 1 の右端に2本の断層線が記されている。松本市街の西端をよぎる西側落ち断層は明科—松本断層 (山下、私信による、1984) であり、その南方の東側落ち断層は牛伏寺断層 (小林、1967) である。活断層研究会 (1980) の図には、牛伏寺断層が西側落ちに記載されているが、これはミスプリントである。

Fig. 2 にブーゲー異常を示す。図の中央部にほぼ南北にブーゲー異常の谷が走り、谷の

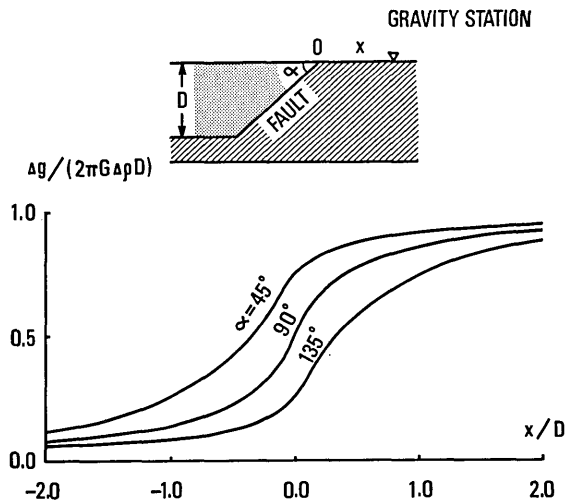


Fig. 3. A model fault and its gravity attraction.

深さは南へ行くにしたがって次第に浅くなり、谷の幅も狭くなる。このブーゲー異常の谷の東縁に明科一松本断層が走り、これを境にして東側ではブーゲー異常のコンター間隔が急に狭くなる。さらに東に向かって重力値は増加し続ける傾向にある。一方、ブーゲー異常の谷の西側では重力水平勾配が小さく、西に向ってゆるやかな重力値の増加がみられる。この西側地域の重力コンターに小さい起伏があるのは、地表に近い浅部構造に原因するものと思われる。

Fig. 2 において最も注目される特徴は明科一松本断層の東側と西側とのコンターのパターンの差である。西側落ちの断層線を境にして、その西側に比較して東側では、断層に平行なブーゲー異常コンターの間隔が著しく密である。断層線と重力パターンとの対比から、この傾向は逆断層を示すものと考えられる。その根拠は次のようである。

Fig. 3 に正断層、垂直断層および逆断層モデルに関するブーゲー異常プロファイルを示す。このモデルでは断層が基盤を切り、断層面を境にして基盤と表層とは接している。断層の傾斜角を α 、表層の厚さを D 、基盤と表層との密度差を $\Delta\rho$ とするとき、ブーゲー異常 Δg が断層からの水平距離 x とともに、どのように変化するかをこの図は示している。 G はニュートンの万有引力定数である。

Fig. 3 においては、それぞれ断層傾斜角 $\alpha=45^\circ$ 、 90° および 135° の場合が示される。もし正断層であれば、 $\alpha=45^\circ$ の場合が示すように、図において断層 ($x/D=0.0$ の位置) のむしろ左側に重力水平勾配の大きい部分がなければならない。垂直断層であれば、断層の真上に水平勾配の大きい部分があり、図において断層の両側に対称的にコンター間隔の広がりが見られる筈である。また逆断層ならば、 $\alpha=135^\circ$ の場合のように、図において断層の右側に集中してコンター間隔の密な部分が存在することとなる。Fig. 2 のブーゲー異常パターンはまさに逆断層の場合に一致する。

人工地震による構造調査の結果からも、明科一松本断層の北部延長上が逆断層である可

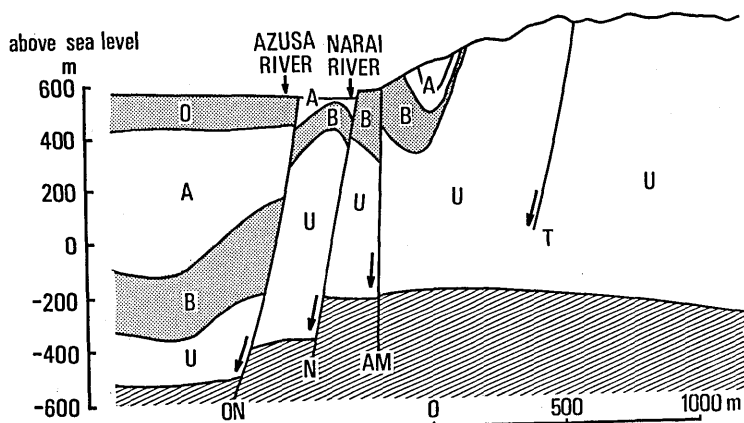


Fig. 4. (a)

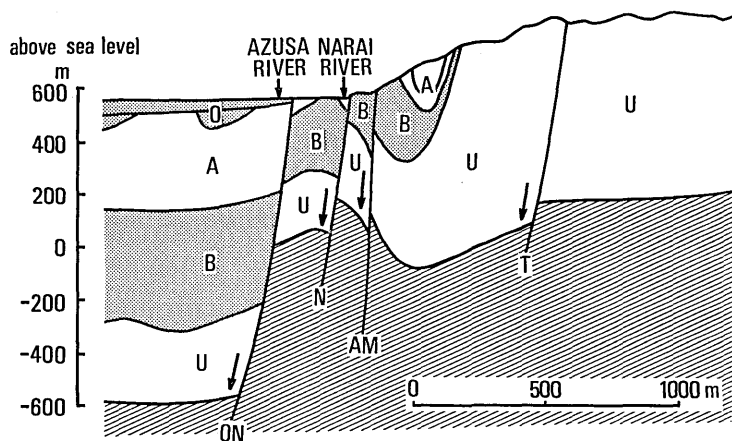


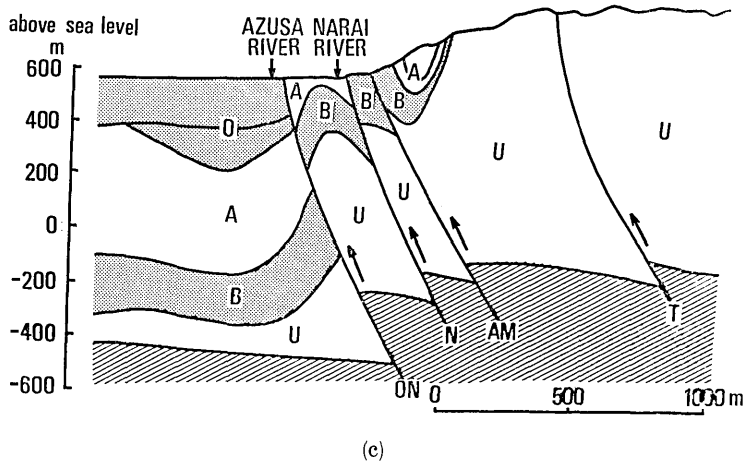
Fig. 4. (b)

能性が議論されており (IKAMI *et al.*, 1986), 重力から得られた結果と調和的である。

牛伏寺断層は東側落ちである (小林, 1967) のに対して, 重力コンターから判断する限り, それは西側落ちの傾向を示す。しかしコンターが急に密になる境界線は牛伏寺断層から西へ 1~1.5 km ほど離れた位置にあり, 両者は正確には一致していない。逆断層と考えられる明科—松本断層の南への延長部分が潜在しているものとすれば, それは牛伏寺断層の西側を通ることとなる。仁科ほか (1985) によれば, 牛伏寺断層の落差は 20 m とされている。この程度では重力場に大きい影響を及ぼすことはない。このことから, 牛伏寺断層の存在はブーゲー異常コンターに現われていないとみられる。

4. 明科—松本断層

松本盆地中央部の東縁, 北の明科町市街地付近から南の松本市鳥居山 (通称「城山」) 付



(c)
 Fig. 4. Possible geologic sections across faults: Otari-Nakayama (ON), Narai-gawa (N), Akashina-Matsumoto (AM) and Toriiyama (T) faults cutting Omine (O), Aoki (A), Bessho (B) and Uchimura (U) formations.

近まで、約 12 km にわたって直線的に急崖が続いている。地形的には約 400 m の落差が認められ、活断層研究会(1980)はこれを断層崖とみて、平林(1971)に従って「松本盆地東縁断層」と記述した。これは田中(1951)と田中・関(1966)による「明科一字留賀断層」の延長部でもある。

しかしこの断層は地表地質調査によっては証明できない。そこで山下(私信, 1984)は急崖直下の山麓線から西へ少し離れた位置に、平行に走る「明科—松本断層」を推定した。なお田中・関(1966)はこの明科—松本断層からさらに西に離れた位置に、平行に走る「奈良井川断層」を推定しているし、また山下ほか(1982)は「小谷—中山断層」を発見している。いずれにせよ、山麓線に平行して何本かの西側落ち断層が存在することは確かなようである。

筆者らの一人(小坂共栄)は地表地質データにもとづいて推定される3通りの地質断面図を作成した。Fig. 4(a), (b) および (c) は梓川と奈良井川の合流点付近(Fig. 1 参照)を東西に切る推定断層面図である。いずれも中・古生代基盤の上に、北部フォッサマグナの第三系標準層序にしたがって、下部から内村層(Fig. 4 では U と記されている)、別所層(B)、青木層(A)が堆積し、平野部ではその上部に第三系~第四系の大峰累層(O)が堆積している。とくに断層付近では、明科—松本断層(AM)と奈良井川断層(N)との間に別所層が、奈良井川断層と小谷—中山断層(ON)との間に青木層が露出しているというデータ(山下ほか, 1982)にもとづいて地質断面図は描かれている。Fig. 4(c) は重力測定結果に関連して、逆断層を予想したものである。

これらの地質断面図から、上記3本の断層を横断するブーゲー異常のプロファイルが作成できる。3本の断層は極めて接近しているため、それらの重力場への影響を個々に分離することは困難である。したがって3本の断層の重力場への影響を合成して、近似的に1本の等価な断層により置き換えて考えることにする。



Fig. 5. Giant rock "Hiuchi-iwa".

しかし Fig. 4 (a)~(c) においてみる限り、3本の断層の累積落差は 500 m 程度であって、これらの断層を横断するブーゲー異常には 5~10 mgal 程度の差しか期待できない (等価密度差を $0.25\sim 0.5 \text{ g/cm}^3$ と仮定する)。Fig. 2 によれば、これらの断層を横切って、実際には 30 mgal 以上の重力差がある。この大きな重力差を説明するためには、少くとも落差が 1.5 km 以上の断層を仮定しなければならない。

一般に垂直断層では、度重なる断層運動と堆積作用によって、地表付近で落差が小さくても、深さとともに落差が増加する傾向にある。深さ 1 km あたりで落差が 500 m 程度の断層でも、数 km の深さに達するスケールの大きい断層となると、深部では落差が 1.5 km 以上になることもあると考えられる。おそらく地下深部にスケールの大きい逆断層が存在し、明科—松本断層に代表される互に平行な断層群はそれに伴う地表付近の小構造かもしれない。

5. 火打岩の推定質量

松本盆地のほぼ中央部に孤立する 7 m 平方のチャートの巨塊「火打岩」(Fig. 5 参照)を地質学界にはじめて報告したのは平林(1967)である。著者らの一人(矢野賢治)の調査

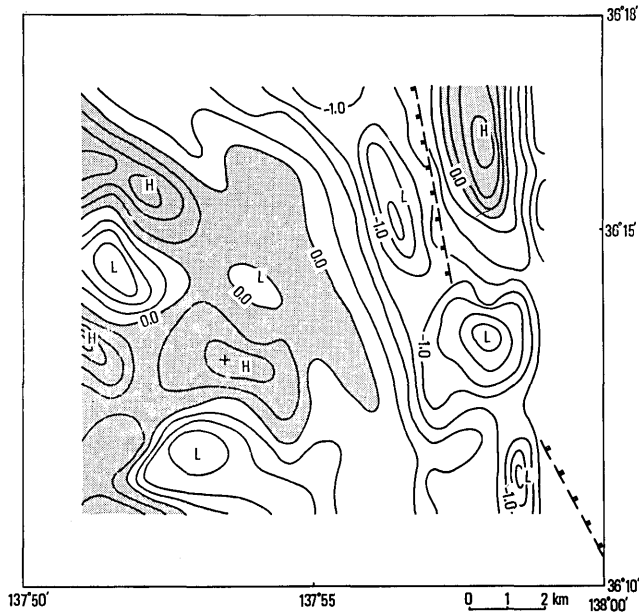


Fig. 6. Short-wavelength Bouguer anomaly in mgal. Hatched areas represent positive anomaly (H: high anomaly, L: low anomaly). "Hiuchi-iwa" is located at +.

によると、チャートのなかから三疊紀後期を示すコノドント化石 (*Epigondolella*, sp.) が得られ、西方の飛騨山地に存在する島々帯 (大塚, 1982) の延長部に対応すると考えられる。

平林 (1967) は火打岩の走向・傾斜が西方山地のものとは大きく違っている事実から、連続した岩体ではなく転移したものと結論した。しがし火打岩が巨礫として、この地域の表層部を構成している新しい礫層のなかに浮んでいるとも考えられない。地表に露出している部分はかなり不規則な形状をなし、巨大さを考慮しても礫とする根拠はない。転移の根拠である走向・傾斜の不連続性は、この種の地層においてはあまり有意なものではない。

火打岩のような極めてローカルな質量の引力をブーゲー異常分布のなかから抽出するには、短波長ブーゲー異常の計算が適している。ブーゲー異常から広域的な傾向を計算により取り除き、残差として短波長ブーゲー異常を得る。広域的な傾向は例えば 2次元ボックスカー・ウィンドウにより計算される (萩原, 1984)。Fig. 6 はこのようにして得られた短波長ブーゲー異常であり、計算には緯度 0.5', 経度 0.5' ごとのブーゲー異常の読み取り値が用いられた。図において短波長ブーゲー異常が正の値をとる範囲に陰影を施し、かつ正のピークには記号 H を、負の谷間には記号 L をつけている。

Fig. 6 の陰影の部分はかなり地形高度とよい相関をもつことがわかる (Fig. 1 参照)。松本市街地の北部の H は明らかに山地に一致するし、明科—松本断層の西側にある 0.0 mgal のコンターラインは Fig. 1 の 600 m の地形コンターラインと一致する。

これに対して、火打岩 (Fig. 6 において+印の位置) を中心とする H の範囲は地形高度との相関がなく、明らかに地下に潜在する高密度物質を示すものと考えられる。おそら

く火打岩を構成する岩体が地下に続く根をもち、その根の広がりがあるコンターラインに現われているのであろう。

鉱床の重力探査においてよく用いられる方法に、ブーゲー異常による埋蔵量の推定がある (萩原, 1978)。この方法を火打岩を中心とする短波長ブーゲー異常に適用すると、岩体の過剰質量が計算できる。それを ΔM とすると、それはジオイド面 S に関する積分

$$\Delta M = \frac{1}{2\pi G} \iint_S \Delta g \, dS$$

によって与えられる。ここに G はニュートン万有引力定数、 Δg はジオイド上のブーゲー異常である。

Δg を短波長ブーゲー異常に置き換えて、上記の積分を計算すると、 ΔM は 6.6×10^7 ton に達する。火打岩のサンプル 2 個の密度はそれぞれ 2.65 および 2.67 g/cm^3 と測定された。そこで、周囲の堆積層の平均密度を 2.0 g/cm^3 と仮定すると、この岩体の全質量 (基盤から上に突き出ている部分の全質量) は 2.7×10^8 ton ということになる。概算で 2~3 億 ton と結論すべきであろう。

6. おわりに

松本盆地東縁部の断層構造と盆地中央部に露出する火打岩の構造を解析することを目的として、松本盆地に約 250 点の重力測定を実施した。水準点、独標点、三角点を重力測定点として採用したが、火打岩とその周辺部の高密度重力測定のためには、とくに水準測量を実施して、約 160 点の重力測定点の標高を求めた。

重力解析の結果、判明したことは次の 2 点である。

- (1) 明科—松本断層、奈良井川断層、小谷—中山断層等の西側落ち断層は逆断層の可能性が高い。地下深部に落差 1.5 km 以上の逆断層があり、その上部表層付近の構造として上記の逆断層群があるものと考えられる。
- (2) 火打岩は根をもつ大きい岩体の一部である。基盤の一部に凸状に突出した部分があり、その頂点が火打岩として露出していると考えられる。突出部の全質量は概算で 2~3 億 ton に達する。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、地形補正計算を東京大学大学院生遠藤猛氏 (現在日本シュランベルジュ株式会社勤務, 理博) にお願ひした。また火打岩サンプルの密度測定を地震研究所大久保修平博士にお願ひした。水準測量にあたっては、信州大学理学部の熊井久雄助教授、公文富士夫博士をはじめ、学生の島本敏充、備前信之、大塚勉、加藤禎夫、今井高之、山本博和 (いずれも当時) の諸君の応援を得た。これらの方がたのご協力に感謝の意を表す。

Table 1. Gravity values observed in and around the Matsumoto Basin.
Gravity stations designated by "NG" were established by
Nagoya University (YAMAMOTO *et al.*, 1982).

BM : gravity station
LAT : latitude
LONG: longitude
H : height
G : gravity
TG : terrain correction
DG : Bouguer anomaly

BM	LAT	LONG	H	G	TC	DG
	° /	° /	m	mgal	mgal	mgal
NG 1884	36 10.21	137 52.97	676.0	979634.34	1.00	-63.80
NG 1885	36 10.28	137 57.85	626.0	979638.49	0.53	-70.12
NG 1895	36 10.63	137 52.04	744.0	979624.53	1.23	-60.52
NG 1907	36 11.63	137 58.23	604.2	979644.19	0.69	-70.52
NG 1912	36 11.91	137 55.21	619.0	979642.59	0.25	-70.03
NG 1924	36 12.57	137 50.99	715.8	979627.98	4.24	-62.43
NG 1929	36 13.13	137 59.36	600.0	979657.37	1.11	-59.90
NG 1935	36 13.37	137 58.10	580.0	979651.80	0.46	-70.43
NG 1936	36 13.44	137 58.24	587.0	979652.56	0.46	-68.38
NG 1938	36 13.48	137 56.32	595.0	979647.72	0.28	-71.87
NG 1939	36 13.55	137 56.32	594.0	979647.91	0.29	-71.97
NG 1951	36 14.61	137 58.40	611.0	979654.12	0.99	-63.22
NG 1955	36 14.67	137 55.98	589.6	979649.32	0.34	-72.99
NG 1956	36 14.72	137 50.42	766.0	979620.10	4.73	-62.97
NG 1972	36 15.48	137 55.04	586.6	979650.01	0.42	-73.98
NG 1973	36 15.62	137 50.96	692.0	979635.27	4.79	-63.68
NS 1975	36 15.87	137 50.14	827.0	979606.65	11.07	-59.66
NS 1978	36 16.03	137 52.81	599.0	979649.34	1.21	-72.20
NS 1993	36 17.16	137 59.82	739.0	979645.25	9.83	-41.57
NS 1997	36 17.36	137 54.60	558.0	979653.23	0.49	-79.05
NG 1998	36 17.42	137 51.34	601.0	979648.05	2.93	-73.37
NG 2001	36 17.54	137 52.89	567.0	979652.46	0.82	-77.97
NG 2002	36 17.54	137 55.80	551.0	979658.50	0.65	-75.27
NG 2007	36 17.98	137 57.76	626.5	979657.31	2.77	-60.02
SN 1	36 15.76	137 54.89	586.7	979650.48	0.48	-73.83
SN 2	36 16.03	137 54.74	583.9	979650.74	0.51	-74.49
SN 3	36 15.80	137 54.45	590.7	979649.85	0.50	-73.71
SN 4	36 15.60	137 54.30	596.0	979649.21	0.49	-73.02
SN 5	36 15.34	137 54.17	600.3	979648.86	0.50	-72.14
SN 6	36 15.14	137 54.12	604.3	979648.36	0.48	-71.58
SN 7	36 15.03	137 53.98	607.5	979648.03	0.48	-71.12
SN 8	36 14.91	137 53.85	611.0	979647.57	0.48	-70.71
SN 9	36 14.64	137 53.59	617.1	979647.00	0.49	-69.67
SN 10	36 14.46	137 53.41	621.5	979646.53	0.55	-68.96
SN 11	36 14.22	137 53.32	626.8	979645.80	0.57	-68.27
SN 12	36 14.00	137 53.17	631.3	979645.30	0.57	-67.56
SN 13	36 13.74	137 53.02	637.9	979644.25	0.71	-66.79
SN 14	36 13.56	137 52.74	643.6	979643.42	0.78	-66.17
SN 15	36 13.46	137 52.56	647.8	979642.74	0.96	-65.69
SN 16	36 13.32	137 52.34	652.4	979641.90	0.99	-65.39
SN 17	36 13.13	137 52.07	659.0	979640.61	1.39	-64.70
SN 18	36 13.01	137 51.68	665.6	979639.42	2.39	-63.41
SN 19	36 12.89	137 51.59	667.7	979639.42	2.27	-62.94
SN 20	36 12.61	137 51.38	672.0	979637.97	2.40	-63.01
SN 21	36 12.51	137 51.07	678.2	979636.21	3.26	-62.54

Table 1. Continued

BM	LAT		LONG		H	G	TC	DG
	°	'	°	'	m	mgal	mgal	mgal
SN 22	36	12.35	137	50.75	677.8	979635.20	4.45	-62.21
SN 23	36	12.20	137	50.51	679.0	979634.21	4.71	-62.48
SN 24	36	12.06	137	50.39	682.7	979634.09	4.34	-62.04
SN 25	36	11.80	137	50.02	685.7	979632.24	4.62	-62.64
SN 26	36	12.49	137	50.54	748.8	979621.78	4.71	-61.51
NN 27	36	12.34	137	50.35	748.1	979620.70	5.89	-61.34
NN 28	36	12.75	137	50.78	740.8	979624.34	3.58	-62.04
SN 29	36	12.78	137	50.42	792.5	979611.98	6.07	-61.72
SN 30	36	12.75	137	50.99	720.3	979628.32	2.92	-62.78
SN 31	36	13.03	137	51.00	714.2	979630.01	4.11	-61.51
SN 32	36	13.24	137	51.07	701.1	979632.82	4.44	-61.26
SN 33	36	13.47	137	51.01	714.8	979630.70	4.21	-61.23
SN 34	36	13.62	137	50.98	724.8	979629.02	3.75	-61.61
SN 35	36	13.75	137	50.95	729.0	979628.16	2.22	-63.35
SN 36	36	13.97	137	50.70	744.3	979625.25	3.57	-62.20
SN 37	36	13.95	137	50.99	725.1	979629.00	2.76	-63.03
SN 38	36	13.91	137	51.40	698.2	979633.57	1.91	-64.58
SN 39	36	13.88	137	51.69	683.2	979636.18	1.58	-65.23
SN 40	36	13.84	137	51.99	669.1	979638.73	1.06	-65.93
SN 41	36	13.83	137	52.25	652.7	979641.84	0.98	-66.13
SN 42	36	13.78	137	52.50	643.8	979643.55	0.81	-66.28
SN 43	36	13.77	137	52.71	640.5	979644.10	0.61	-66.57
SN 45	36	13.77	137	53.28	634.4	979644.47	0.50	-67.52
SN 46	36	13.81	137	53.66	628.6	979644.83	0.41	-68.46
SN 47	36	13.90	137	54.00	623.7	979645.19	0.37	-69.23
SN 48	36	13.89	137	54.32	616.6	979646.22	0.34	-69.63
SN 49	36	13.81	137	54.58	617.5	979645.60	0.32	-69.97
SN 50	36	13.74	137	54.70	617.5	979645.40	0.33	-70.06
SN 51	36	13.41	137	54.36	622.6	979644.93	0.33	-69.05
SN 52	36	13.22	137	54.11	629.3	979643.79	0.40	-68.52
SN 53	36	12.90	137	54.57	626.0	979643.94	0.31	-68.65
SN 54	36	13.33	137	54.03	629.2	979643.97	0.38	-68.54
SN 55	36	13.59	137	53.78	629.9	979644.40	0.43	-68.29
SN 58	36	13.45	137	53.85	636.4	979643.89	0.56	-67.18
SN 59	36	13.19	137	53.42	633.2	979644.33	0.62	-66.94
SN 60	36	13.15	137	53.47	633.8	979644.49	0.48	-66.75
SN 61	36	13.14	137	53.10	638.7	979643.80	0.67	-66.26
SN 62	36	13.32	137	53.06	641.7	979643.41	0.59	-66.40
SN 63	36	13.19	137	52.82	646.2	979642.75	0.76	-65.81
SN 66	36	13.03	137	52.27	655.0	979641.31	1.20	-64.84
SN 67	36	12.93	137	52.45	650.6	979641.96	1.06	-65.06
SN 68	36	12.64	137	52.56	647.6	979642.10	0.98	-65.17
SN 69	36	12.43	137	52.63	649.7	979641.01	0.95	-65.58
SN 70	36	12.25	137	52.70	667.6	979636.92	0.53	-66.28
SN 72	36	12.39	137	51.50	666.5	979639.35	1.76	-63.04
SN 73	36	12.28	137	51.58	666.4	979639.43	1.48	-63.10
SN 74	36	12.14	137	51.67	664.8	979640.01	1.41	-62.71
SN 75	36	12.22	137	51.84	659.0	979641.08	1.56	-62.75
SN 76	36	12.31	137	52.12	656.8	979640.81	1.13	-64.02
SN 77	36	12.40	137	52.42	651.8	979641.03	0.99	-65.06
SN 79	36	12.52	137	52.90	644.9	979641.79	0.69	-66.14
SN 80	36	12.59	137	53.08	642.5	979642.16	0.64	-66.39
SN 81	36	12.68	137	53.39	638.9	979642.62	0.57	-66.84
SN 82	36	12.73	137	53.70	641.6	979641.60	0.44	-67.53
SN 83	36	12.84	137	54.09	635.1	979642.87	0.44	-67.71

Table 1. Continued

BM		LAT		LONG		H	G	TC	DG
		°	'	°	'	m	mgal	mgal	mgal
SN	86	36	13.05	137	54.58	621.5	979644.65	0.32	-69.04
SN	87	36	13.09	137	55.06	615.0	979644.77	0.29	-70.29
SN	88	36	12.76	137	55.00	615.5	979645.05	0.29	-69.44
SN	89	36	12.38	137	54.80	619.0	979644.22	0.28	-69.04
SN	90	36	12.04	137	54.76	621.3	979643.22	0.27	-69.11
SN	91	36	11.89	137	54.31	638.6	979639.95	0.28	-68.73
SN	92	36	12.10	137	54.12	639.9	979640.45	0.32	-68.23
SN	93	36	12.57	137	54.07	634.5	979642.20	0.38	-68.17
SN	95	36	12.58	137	53.66	641.0	979641.50	0.41	-67.56
SN	96	36	12.30	137	53.59	649.0	979639.48	0.38	-67.63
SN	97	36	12.29	137	53.13	658.4	979638.13	0.54	-66.94
SN	99	36	12.20	137	52.31	675.9	979636.50	0.76	-64.76
SN	100	36	11.80	137	51.82	698.9	979632.49	0.82	-63.58
SN	101	36	11.59	137	51.51	714.8	979630.02	1.19	-62.23
SN	102	36	11.90	137	51.52	681.3	979636.89	1.09	-62.54
SN	104	36	12.76	137	51.94	659.5	979640.54	1.36	-64.17
SN	106	36	13.26	137	51.57	686.2	979635.90	1.79	-63.81
SN	107	36	13.52	137	51.60	686.5	979635.99	2.07	-63.76
SN	111	36	15.15	137	55.22	590.8	979649.93	0.51	-72.66
SN	112	36	14.87	137	55.40	598.7	979648.25	0.45	-72.44
SN	113	36	14.51	137	54.99	603.5	979647.85	0.33	-71.49
SN	114	36	14.37	137	54.60	610.2	979647.01	0.33	-70.80
SN	115	36	14.45	137	54.10	615.0	979646.68	0.43	-70.20
SN	116	36	14.46	137	53.60	620.4	979646.43	0.45	-69.37
SN	118	36	14.42	137	52.96	627.3	979646.28	0.63	-67.92
SN	119	36	14.36	137	52.61	631.1	979645.98	0.89	-67.12
SN	120	36	14.44	137	52.08	662.5	979639.78	1.37	-66.74
SN	121	36	14.47	137	51.79	679.6	979636.57	1.57	-66.41
SN	122	36	14.51	137	51.50	696.9	979633.67	1.81	-65.70
SN	123	36	14.55	137	51.05	721.1	979629.79	2.70	-63.97
SN	151	36	11.81	137	53.69	657.2	979636.79	0.31	-68.06
SN	152	36	11.74	137	53.12	671.5	979634.66	0.36	-67.21
SN	153	36	11.70	137	52.72	683.4	979633.06	0.40	-66.36
SN	154	36	11.65	137	52.10	699.2	979631.39	0.51	-64.72
SN	155	36	11.33	137	51.67	717.1	979628.72	0.67	-63.22
SN	156	36	11.32	137	51.28	726.9	979627.48	0.87	-62.31
SN	157	36	11.38	137	50.78	737.3	979624.62	1.39	-62.67
SN	158	36	11.10	137	51.62	730.6	979626.06	0.95	-62.60
SN	159	36	11.12	137	51.95	716.5	979629.05	0.71	-62.67
SN	160	36	11.20	137	52.30	701.0	979631.70	0.58	-63.33
SN	161	36	11.26	137	52.79	685.9	979633.33	0.43	-64.93
SN	162	36	11.29	137	53.19	675.3	979634.58	0.31	-65.94
SN	163	36	10.76	137	53.53	666.9	979635.41	0.30	-66.02
SN	164	36	10.98	137	53.70	662.1	979635.94	0.36	-66.70
SN	165	36	11.30	137	54.03	653.6	979636.78	0.26	-68.10
SN	166	36	11.62	137	54.43	636.8	979639.74	0.26	-68.93
TP	667.6	36	11.35	137	53.39	667.6	979635.29	0.31	-66.84
SN	201	36	11.12	137	54.72	634.0	979639.21	0.25	-69.30
SN	202	36	10.62	137	54.93	644.0	979636.79	0.23	-69.05
SN	203	36	10.99	137	55.50	630.0	979639.31	0.22	-69.84
SN	204	36	10.88	137	56.00	626.1	979639.75	0.22	-70.01
SN	205	36	11.30	137	56.35	616.8	979641.50	0.25	-70.68
SN	206	36	11.74	137	56.70	607.0	979643.49	0.27	-71.24
SN	207	36	11.74	137	57.69	606.0	979644.26	0.53	-70.41
SN	208	36	10.74	137	58.50	626.0	979638.02	0.98	-70.80

Table 1. Continued

BM	LAT		LONG		H	G	TC	DG
	°	'	°	'	m	mgal	mgal	mgal
SN 209	36	11.26	137	59.20	635.0	979640.31	1.39	-67.07
SN 209.1	36	11.86	137	59.08	617.0	979645.87	1.59	-65.73
SN 210	36	12.00	137	58.38	599.6	979646.61	0.74	-69.49
SN 211	36	12.62	137	58.59	593.0	979650.55	0.71	-67.77
SN 212	36	13.12	137	58.97	594.0	979655.63	0.82	-63.10
SN 213	36	13.12	137	58.45	588.6	979652.17	0.61	-67.84
SN 214	36	12.84	137	58.05	589.0	979649.90	0.40	-69.84
SN 215	36	12.77	137	57.42	590.0	979647.79	0.31	-71.74
SN 216	36	12.77	137	56.88	592.3	979646.67	0.28	-72.44
SN 217	36	13.16	137	56.33	597.0	979647.26	0.29	-71.47
SN 218	36	13.36	137	55.48	607.0	979646.31	0.27	-70.75
SN 219	36	13.78	137	55.58	604.0	979646.97	0.29	-71.26
SN 220	36	14.03	137	55.73	599.0	979647.83	0.29	-71.75
SN 221	36	14.41	137	56.38	587.0	979649.94	0.35	-72.50
SN 222	36	13.93	137	56.97	584.0	979650.58	0.36	-71.76
SN 222.1	36	14.03	137	56.42	590.0	979649.05	0.31	-72.29
SN 223.1	36	13.86	137	57.44	581.0	979651.39	0.37	-71.43
SN 224	36	13.96	137	58.87	596.0	979657.95	0.81	-61.61
SN 225	36	14.00	137	59.45	606.0	979660.01	1.23	-57.20
SN 226	36	14.04	137	59.88	617.0	979660.57	6.13	-49.62
SN 227	36	14.49	137	59.68	612.0	979661.76	1.95	-54.25
SN 228	36	14.84	137	59.71	625.0	979660.76	3.38	-51.75
SN 229	36	14.68	137	59.12	615.0	979658.05	1.50	-58.09
SN 230	36	14.68	137	58.75	612.0	979656.27	1.09	-60.87
SN 231	36	14.22	137	58.08	589.0	979654.57	0.59	-66.96
SN 232	36	14.23	137	57.49	583.0	979652.93	0.46	-69.94
SN 233	36	14.65	137	57.23	575.7	979654.38	0.90	-70.10
SN 234.1	36	15.14	137	56.68	580.0	979652.60	0.56	-72.07
SN 235	36	15.73	137	56.88	571.0	979656.30	1.38	-70.18
SN 245	36	16.91	137	51.43	595.0	979649.77	3.76	-71.27
SN 246	36	16.09	137	51.87	630.0	979644.76	2.86	-69.07
SN 247	36	16.64	137	52.89	583.0	979651.05	1.17	-74.57
SN 248	36	16.59	137	53.45	583.0	979650.38	0.77	-75.57
SN 249	36	16.27	137	54.15	583.0	979650.34	0.61	-75.31
SN 250	36	16.66	137	55.02	569.0	979652.16	0.52	-76.91
SN 251	36	16.57	137	55.70	565.0	979654.53	0.60	-75.12
SN 252	36	17.10	137	56.37	561.0	979658.80	1.07	-71.94
SN 253	36	16.20	137	55.27	573.0	979652.20	0.50	-75.44
SN 254	36	15.61	137	55.64	580.0	979651.50	0.46	-73.94
SN 255	36	15.77	137	55.23	582.0	979651.23	0.45	-74.06
SN 260	36	15.09	137	58.75	629.0	979654.74	1.18	-59.54
SN 261	36	15.77	137	59.29	664.0	979654.32	1.73	-53.45
SN 262	36	15.86	137	58.80	671.0	979649.84	1.02	-57.39
SN 263	36	15.69	137	58.46	663.0	979649.03	1.21	-59.35
SN 264	36	15.85	137	57.92	699.0	979639.36	1.26	-62.07
SN 264.1	36	16.18	137	57.40	763.0	979622.09	3.28	-65.12
SN 265	36	16.26	137	58.98	695.0	979648.51	1.20	-54.36
SN 266	36	16.62	137	59.13	706.0	979648.01	1.56	-52.84
SN 267	36	17.15	137	58.20	713.7	979641.26	2.90	-57.49
SN 268	36	12.47	137	55.85	606.0	979645.28	0.25	-70.72
SN 269	36	12.49	137	57.72	594.0	979647.25	0.42	-70.98

参 考 文 献

HAGIWARA, Y., 1967, Analyses of gravity values in Japan, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, 45, 1091-1228.

- 萩原幸男, 1978, 地球重力論, 共立全書.
- 萩原幸男, 1984, 2次元フィルター法による重力ゾーニング, 測地学会誌, **30**, 1-16.
- 平林照雄, 1967, 糸魚川・静岡線北部地域の地質構造, 長野県教育センター研究紀要, **1**, 51-75.
- IKAMI, A., YOSHII, T., KUBOTA, S., SASAKI, Y., HASEMI, A., MORIYA, T., MIYAMACHI, H., MATSU'URA, R. S. and WADA, K., 1986, A seismic refraction profile in and around Nagano Prefecture, Central Japan, *J. Phys. Earth*, **34**, in press.
- 活断層研究会, 1980, 日本の活断層——分布図と資料——日本と周辺海底の活断層図, 東京大学出版会.
- 小林国夫, 1967, 松本平ができるまで, 安筑郷土誌刊行会(編)「松本と安曇の話」, 3-33.
- 仁科良夫・松島信幸・赤羽貞幸・小坂共栄, 1980, 長野県の活断層, 信州大学理学部紀要, **20**, 171-198.
- 大塚 勉, 1980, 美濃帯東縁部の層序と構造, 信州大学理学部修士論文, 13号.
- 田中邦雄, 1951, 松本市付近の第三紀層について, 信州大学教育学部研究論集, **1**, 13-25.
- 田中邦雄・関 全寿, 1966, 松本市北方の第三紀層, 信州大学教育学部研究論集, **18**, 139-163.
- 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.
- 山下 昇・小坂共栄・森田聡子, 1982, 松本盆地東縁, 明科一田沢間の山麓の地質と地形, 「鳥弧変動」地団研専報, **24**, 253-266.

*Gravity Observations along the Itoigawa-Shizuoka
Geotectonic Line (I)*

*—An Evaluation of the Bouguer Anomaly in the
Matsumoto Basin, Nagano Prefecture,
Central Japan—*

Yukio HAGIWARA

Earthquake Research Institute

Noboru YAMASHITA, Tomoyoshi KOSAKA, Kenji YANO and Toshio YASUI

Faculty of Science, Shinshu University

Gravity studies conducted in the Matsumoto Basin between 1983 and 1984 have pointed out the existence of thrust fault systems along the eastern margin of the basin. The gravity results have been confirmed by explosion-seismic surveys. The gravity gradient observed across the thrust zone is several times larger than we expected from geologically estimated displacements. This fact implies that the thrust fault systems are deep and large-scale.

There is a giant Triassic rock of chert called "Hiuchi-iwa" in the midst of the Matsumoto Basin. It has long been a question whether or not the rock has an underground root. By the use of a two-dimensional space-domain filtering technique, we conclude that the rock has a root extensively underlying the basin.
