

東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻・池田安隆

東京大学地震研究所・岩崎貴哉

Yasutaka Ikeda, Department of Earth and Planetary Science, University of Tokyo

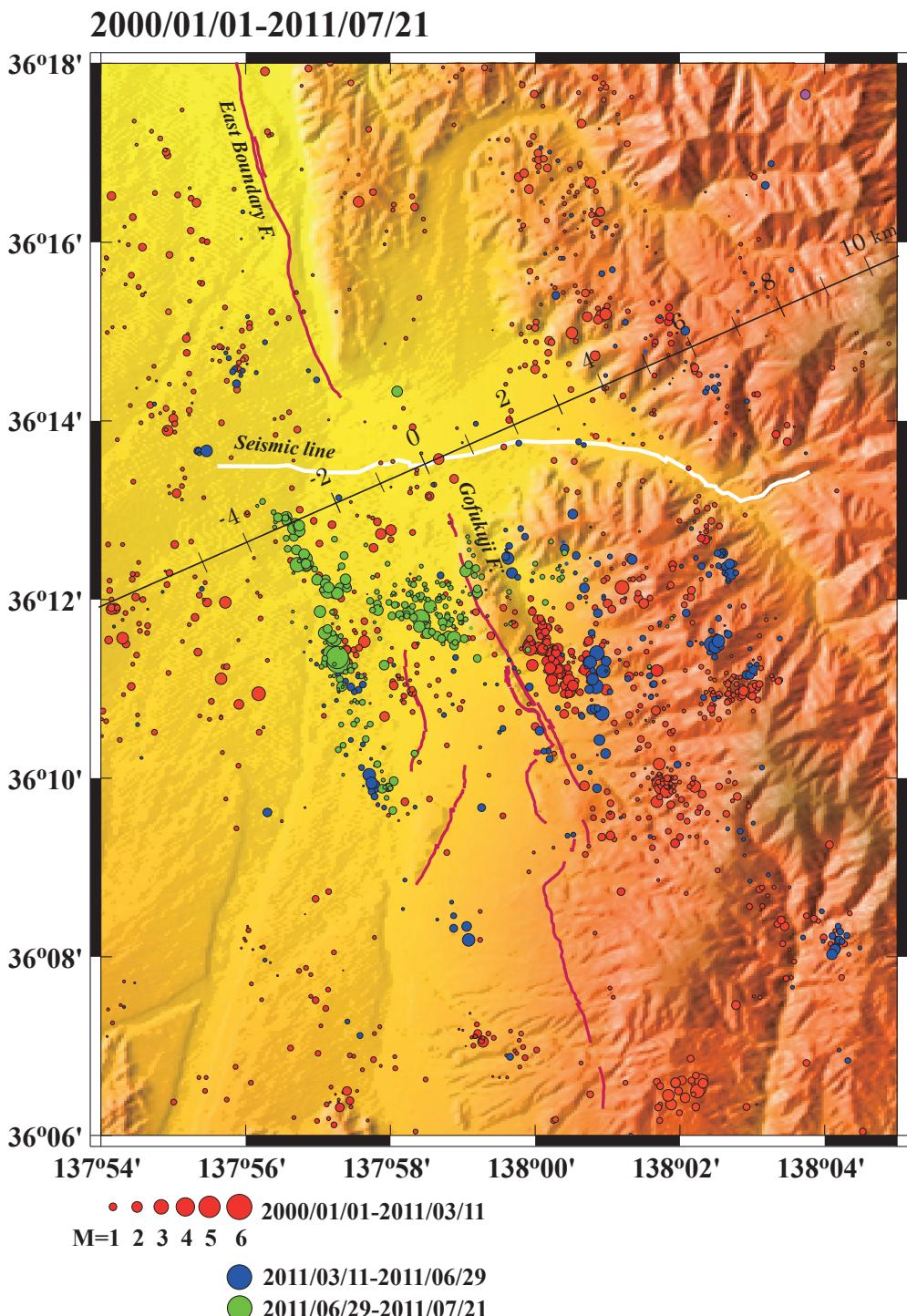
Takaya Iwasaki, Earthquake Research Institute, University of Tokyo

長野県松本市の牛伏寺断層の周辺では、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震以降地震活動が活発化し、2011年6月30日にはM 5.4（気象庁）の被害地震が発生した。この地域を横切る東西方向の測線上で実施した反射法地震探査および重力探査の結果¹⁾と今回の一連の地震活動とを比較した（図1～3には、2000年1月1日から2011年7月21日までに発生した地震（気象庁一元化震源）をプロットしてある）。その結果は以下のように要約される：

- (1) 地震の深さ分布に反射断面を重ねてみると、ほとんどすべての地震が先第三紀基盤岩の中で起こっていることが分かる。
- (2) とくに、6-7 km以深では微小地震が空間的に一様に分布する。この一様分布領域の上限は、基盤岩トップの不整合面と平行に東へ傾斜しているように見える。
- (3) 2011/3/11以降にもこの一様分布領域で地震活動がある。この領域での地震活動は、単純に数で比較すると地震後4ヶ月間は地震前11年2ヶ月間より活発化している。
- (4) 2011/3/11～2011/6/29に起こった地震群の一部は、2002年の活動域の上方延長で起こっており、2011/6/29以降の地震は、そこから西北西方向に浸みだして、牛伏寺断層方向の線上配列した活動域に接続する。

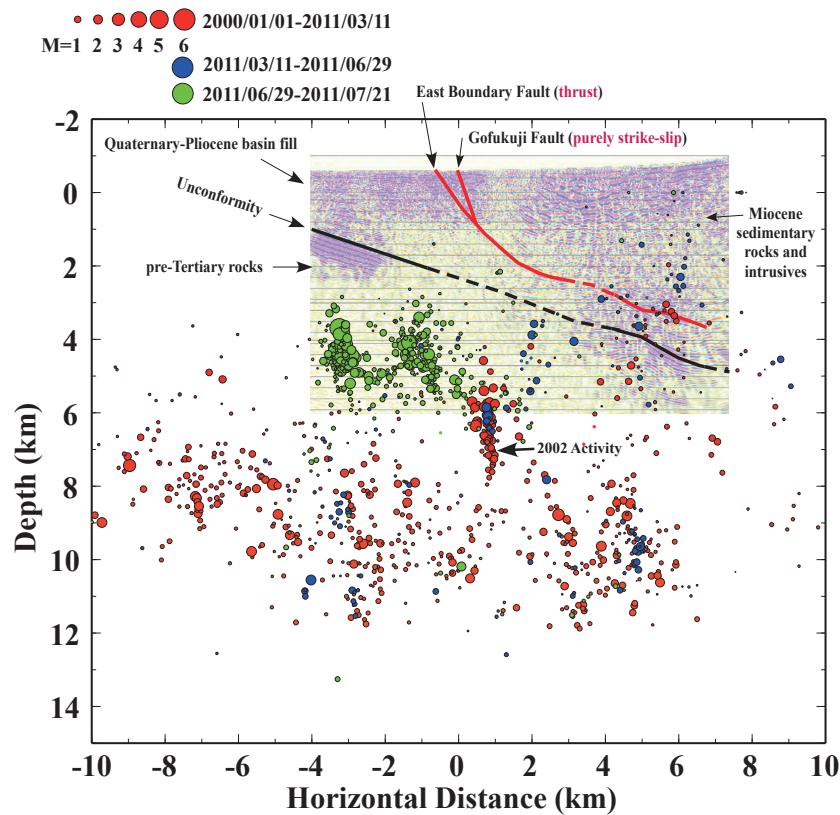
引 用 文 献

- 1) Ikeda, Y., Iwasaki, T., Sato, H., Matsuta, N., and Kozawa, T.: Seismic reflection profiling across the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line at Matsumoto, Central Japan, *Earth Planets Space*, 56, 1315-1321, 2004.
- 2) Ikeda, Y., T. Iwasaki, K. Kano, T. Ito, H. Sato, M. Tajikara, S. Kikuchi, M. Higashinaka, T. Kozawa, T. Kawanaka, 2009, Active nappe with a high slip rate: Seismic and gravity profiling across the southern part of the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, *Tectonophysics*, 472, 72-85, doi: 10.1016/j.tecto.2008.04.008



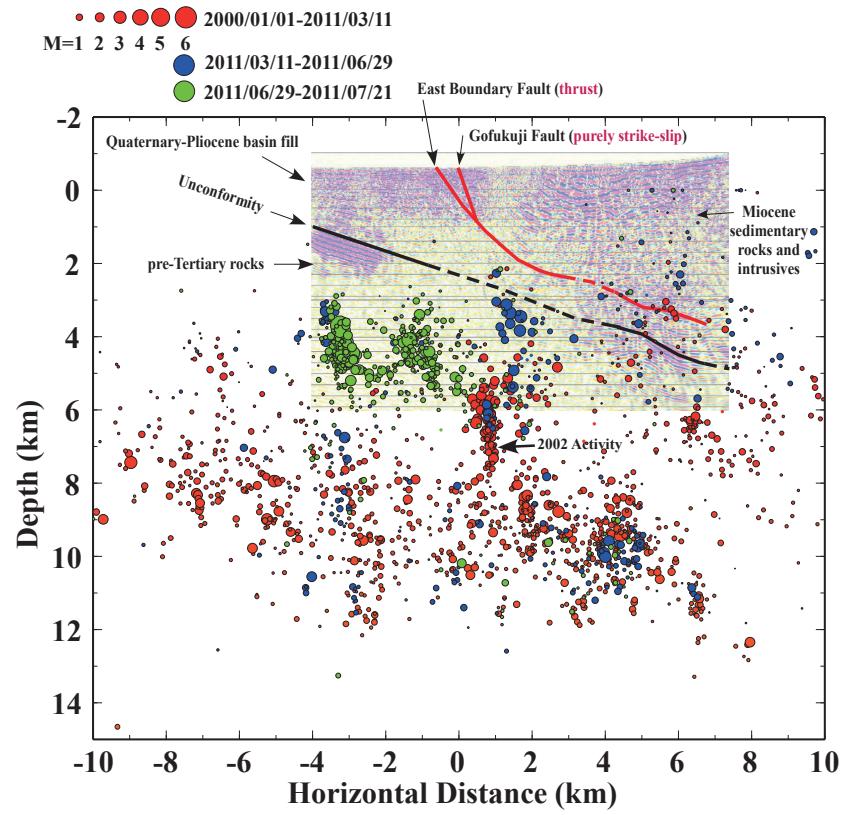
第1図 牛伏寺断層とその周辺の地震活動。2000年1月1日から2011年7月21日までに発生した地震（気象庁一元化震源）をプロットしてある。発生時期の違いによって震源を色分けしてある。牛伏寺断層に直交する直線は、図2および3の投影面（距離目盛りは、牛伏寺断層との交点を起點とする）。赤実線は活断層（池田ほか, 2002, 第四紀逆断層アトラス, 東大出版）。白い実線は図2と3に示す反射法地震探査¹⁾の測線。

Fig. 1 Seismicity in the vicinity of the Gofukujii Fault during the period from January 1, 2000 to July 21, 2011. Hypocenters are classified by colors according to their time of occurrence. The projection line of Figures 2 and 3 are located, with a distance scale that originates at the Gofukujii Fault trace. Red line, active fault; White line, the line of seismic profile¹⁾ shown in Figures 2 and 3.



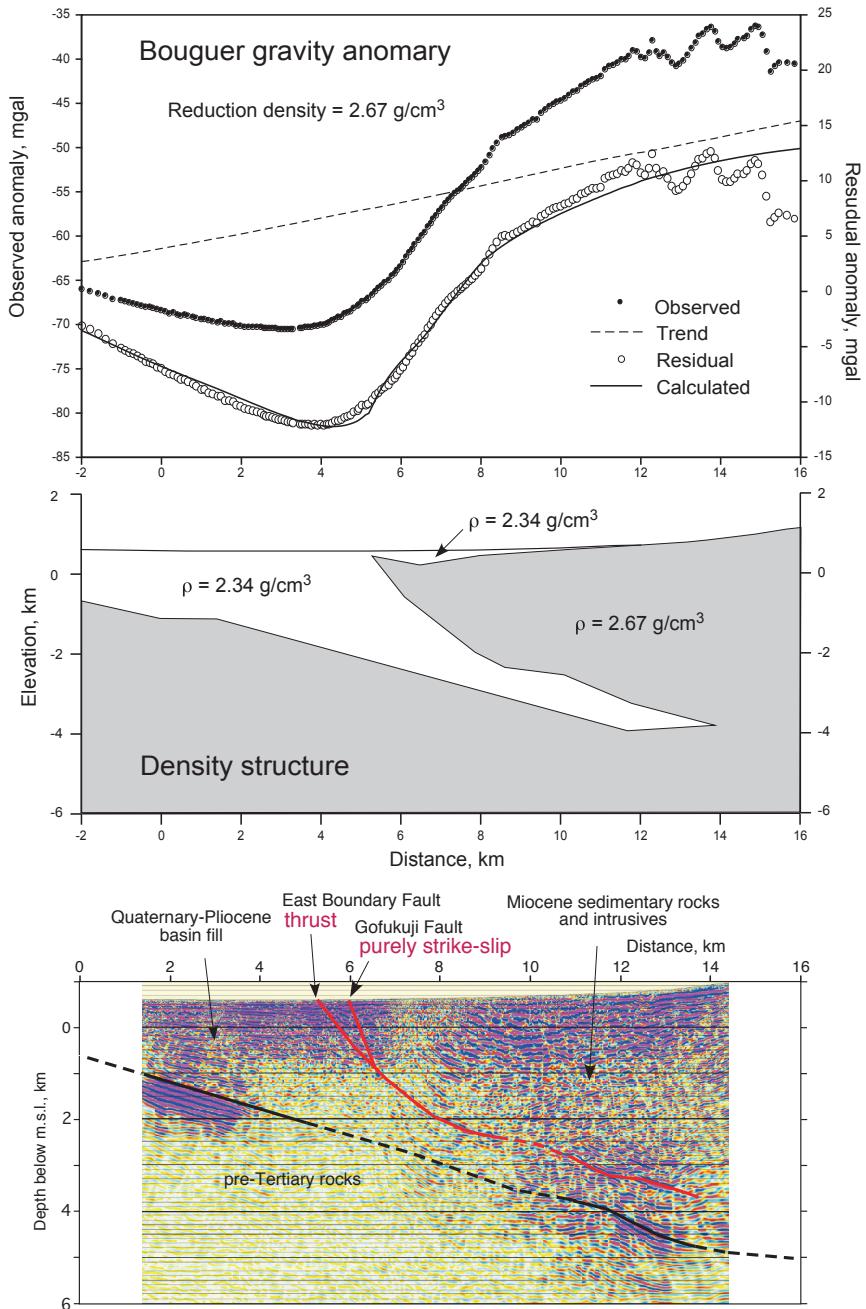
第2図 牛伏寺断層に直交する面に投影した震源分布（投影面の位置は図1参照）。投影面から両側へそれぞれ5 kmまでの範囲に分布する地震を投影してある。横軸の距離目盛りの基点は牛伏寺断層との交点。Ikeda *et al.* (2004)¹⁾による反射法地震探査断面とその解釈を背景に示す（測線は図1参照）。大部分の地震は先新第三紀の基盤岩の中で起こっている。

Fig. 2 Hypocenter distribution projected onto a vertical plane perpendicular to the Gofukuji Fault. See Figure 1 for the location of the projection plane. Earthquakes that occurred within 5-km distance from the plane are projected. The origin of the horizontal axis is at the fault trace. Seismic profile on the background is after Ikeda *et al.* (2004)¹⁾. Note that most of hypocenters are located in pre-Tertiary basement.



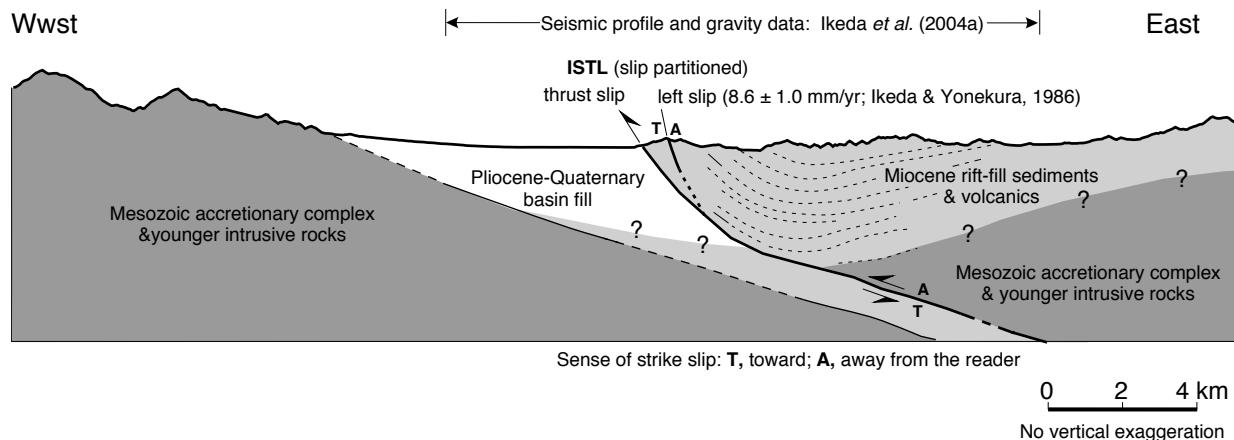
第3図 牛伏寺断層に直交する面に投影した震源分布。投影面から両側へそれぞれ10 kmまでの範囲に分布する地震を投影してある。ほかは図2に同じ。

Fig. 3 Same as Figure 2, except that earthquakes that occurred within 10-km distance are plotted.



第4図. 糸魚川静岡構造線を横切る反射法地震探査および重力探査結果とその解釈¹⁾. 測線の位置は図1参照. [上図] Bouguer 重力異常. 黒丸, 観測値; 白丸, 長波長のトレンドを除去した残差重力異常; 実線, 中図の密度構造モデルによる計算値. [中図] 密度構造モデル. 松本盆地側の堆積楔の形状は、下図の反射法探査断面の解釈に基づく. 上盤表層を覆う未固結堆積物の形状と堆積楔の密度を未知パラメータとしてインバージョンにより求めた. [下図] 通常のCMP重合後マイグレーションと深度変換を施した反射法地震探査断面とその地質学的解釈.

Fig. 4 Reflection-seismic and gravity profiles across the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line at Matsumoto¹⁾. See Figure 1 for the survey line. [Top] Bouguer gravity anomaly. Closed circle, observed value; open circle, residual gravity value after subtracting long-wavelength trend; solid line, calculated gravity anomaly based on the density structure model shown in the middle figure. [Middle] Density structure model. Layer boundaries, except the bottom unconsolidated thin sediment cover, are employed from the interpretation of seismic section. Density of each layer and the thickness of the uppermost thin sediment cover are determined by inversion calculations. [Bottom] Post-stack migrated seismic reflection section with geological interpretation.



第5図 飛騨山脈から松本盆地および糸魚川静岡構造線を横切り犀川丘陵に至る地質構造断面²⁾。断面は東西方向で、図1の反射法地震探査測線とその東西延長に位置する。松本盆地を充填する盆地堆積物は、急傾斜の不整合面で先第三紀の基盤岩類と接している。この不整合面は、中新世中期に活動した正断層面そのものであると解釈される。糸魚川静岡構造線の上盤側（東側）の犀川丘陵に分布する厚い新第三紀層は、この中新世におけるリフティングに伴うリフト充填堆積物であると解釈される。松本盆地東縁断層は、強く変形した中新世のリフト充填堆積物と、松本盆地を充填する鮮新世～第四紀の盆地体積物との境界を成す逆断層である。牛伏寺断層は、松本盆地東縁断層の上盤側でこれに平行する左ずれ断層である。

Fig. 5 Geologic structure²⁾ across the Hida Range on the west, through the Matsumoto Basin and the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, to the Sai-gawa Hills on the east. The line of this profile is in an E-W direction and encompasses the gravity and seismic line shown in Figure 1. Pliocene-Quaternary sediments in the Matsumoto Basin are underlain unconformably by pre-Tertiary basement; the unconformity dipping steeply east is interpreted as a normal fault that was active during Early-Middle Miocene time. The thick pile of Miocene sediments on the hanging-wall side of the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line is interpreted as Miocene rift fill. Slip partitioning takes place between the East Boundary Fault of the Matsumoto Basin (east-dipping thrust) and the Gofukuji Fault (higher angle left-slip).