

1 1 - 8 糸魚川-静岡構造線北部周辺の地殻構造

Crustal structure around the northern part of the Itoigawa-Shizuoka active fault system, central Japan.

佐藤比呂志・岩崎貴哉・平田 直・蔵下英司・酒井慎一（東京大学地震研究所）

池田安隆（東京大学大学院理学系研究科）

Hiroshi SATO, Takaya Iwasaki, Naoshi Hirata, Eiji Kurashimo, Sin'ich Sakai (Earthquake Research Institute, University of Tokyo), Yasutaka Ikeda (Dept. of Earth and Planetary Science, University of Tokyo)

糸魚川-静岡構造線活断層系は内陸活断層の中でも最大級の平均変位速度を示し、古地震学的研究から高い地震危険度が推定されている。また、測地学的研究からも歪集中帯としての特徴が明らかにされ、こうした背景から内陸大規模地震の発生メカニズムの解明に焦点を当てた科学技術振興調整費「深部すべり過程のモデル化に関する総合研究」において研究対象地域となった。また、地震調査推進本部によるパイロット的な重点観測も実施されている。ここでは、これらの研究を通じて明らかになりつつある糸魚川-静岡構造線北部周辺地域の地殻構造について述べる。

糸魚川-静岡構造線活断層系の深部形状の解明を目的として、2002 年秋に長野県大町市から同小諸市に至る 68km の区間で、反射法および屈折法地震探査を実施した（糸静 2002; 第 1 図）。測線の東半部については、パイプロサイス 4 台による反射法地震探査とし、測線全域については 4 点での発破、4 点でのパイプロサイスによる集中発振によって、低重合反射法・屈折法によるデータ取得を行った¹⁾。また、測線に沿ってはオフライン型のレコーダー 60 台からなる稠密アレイによる自然地震観測を行い、2 ヶ月間の連続観測データをもとに地震波トモグラフィー、レシーバー関数解析法による地殻構造の解明を目的とした研究を行った^{2,3)}。

第 2 図に、波線追跡法によって求められた P 波速度構造モデルを示す⁴⁾。北部フォッサマグナと呼ばれる糸静線の東側に分布する新第三紀に形成された堆積盆地に起因する低速度領域と、中央隆起帯の高速度領域、さらにその東方に位置する小諸盆地の低速度領域がマッピングされた。大町下の先第三系基盤は東傾斜でなだらかに東に傾斜しており、地表の糸静線活断層直下でも大きな段差は見られない。大町地域における新第三系の堆積層に相当する低速度領域は、楔状に中央隆起帯下まで追跡され、この低速度領域の上面は糸静線活断層の地下延長部とほぼ一致する。中央隆起帯の東翼から小諸盆地下にかけての薄い低速度層と、糸静線活断層の深部延長との連続性については検討が必要である。

第 3 図に、糸静 2002 測線で実施した反射法地震探査によって得られた深度変換断面とその地質学的な解釈断面を示す。地質学的解釈は、反射法地震探査データと地表地質をもとにバランス断面法によって行った。糸静線活断層系を構成する松本盆地東縁断層は、東に 30 度程度傾斜した emergent thrust をなし、低角度でほぼ一定の傾斜を示し中央隆起帯下に延長される。測線西端で実施したダイナマイトによるショット記録では、往復走時 13 秒まで地殻下部からの反射波が観測され、稠密アレイ・データをもとにしたレシーバー関数解析法から推定されたモホ面深度と調和的である。バランス断面法による推定では、中新世に 40km 程度の伸張変形が単純剪断型の変形様式で達成され、その後、新第三紀後期から第四紀にかけて 20km 程度の短縮変形が達成されたことになる。短縮変形の開始時期を 6 - 4 Ma とすると、第四紀後期の糸静線活断層系北部の実平均変位速度と整合する⁵⁾。尚、糸静 2002 で見られた糸静線活断層系北部の東傾斜の衝上断層型の形状は、2002 年に実施された松本盆地東縁の反射法地震探査・重力探査の結果⁶⁾と調和的である。

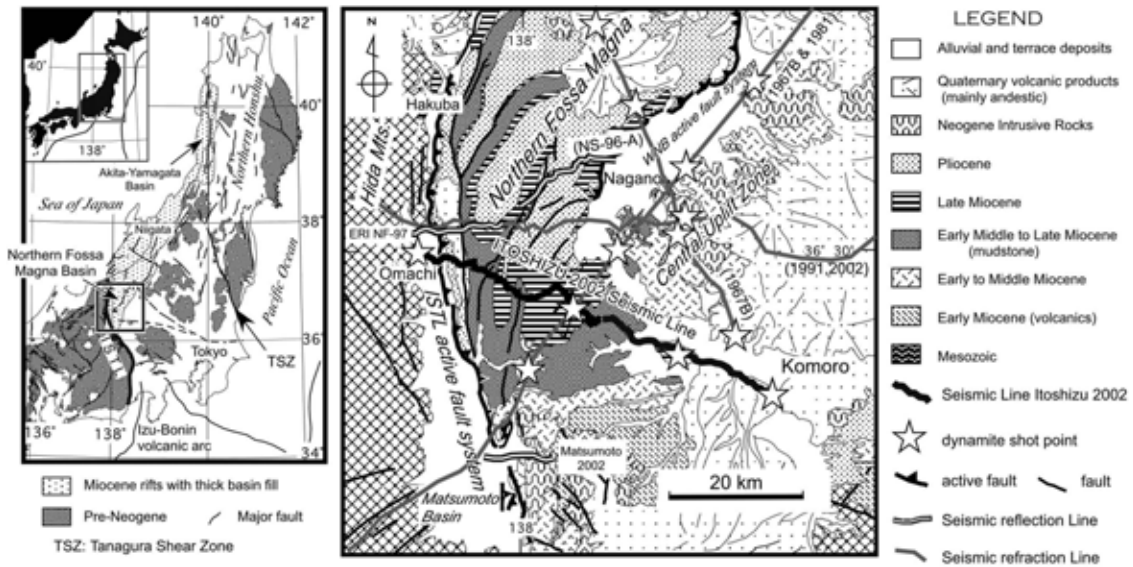
第 4 図には、糸静 2002 測線沿いで実施された各種の観測・解析結果を重ねて示したものである。MT 法による

比抵抗構造では、北部フォッサの褶曲帯から飛騨山脈の中部地殻と小諸盆地下の中上部地殻に低比抵抗体が、中央隆起帯下の上部地殻に高比抵抗体が分布することが明らかにされている⁷⁾。地震波トモグラフィーによる解析も、この結果と調和的であり中央隆起帯は高速度領域をなしている。地震波トモグラフィーによる解析ではとくに北部フォッサマグナ褶曲帯下の先第三系基盤中の上部地殻でもP波速度構造の低下が見られ、 V_p/V_s 比の検討から高アスペクト比をもつ水の存在が指摘できる²⁾。この結果は、低比抵抗領域の存在や制御震源で得られている顕著な反射層の存在と調和する。この図には得られた速度構造をもとに再決定された震源分布を示した。微小地震は中央隆起帯下の高いP波速度領域・高比抵抗領域と褶曲帯下の低速度・低比抵抗領域の境界付近で多く見られる。平面的にはこの微小地震の集中帯は北北西-南南東方向の走向を持ち、高角度で横ずれ型の発震機構を示す⁸⁾。このような地震活動から、高角度の断層の存在が推定される。しかし、こうした高角度の断層のみでは、西北西-東南東方向の短縮成分を賄うことができず、構造探査の結果から指示されるように、この断層は、糸静線活断層系の下盤側の変形と判断される。

第5図に、上記の特性を総括した糸静線活断層北部地域周辺の地殻活動総括概念図を示した。

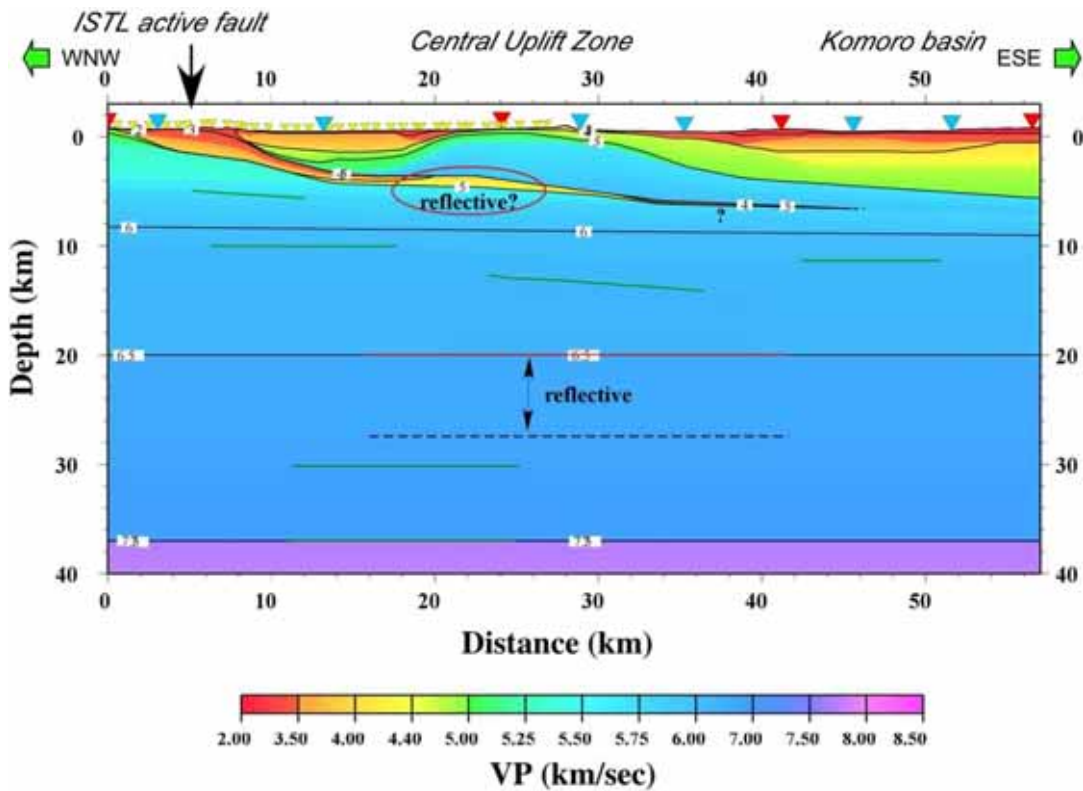
文献

- 1) Sato H., T. Iwasaki, S. Kawasaki, Y. Ikeda, N. Matsuta, T. Takeda, N. Hirata and T. Kawanaka, Formation and shortening deformation of a back-arc rift basin revealed by deep seismic profiling, central Japan, *Tectonophysics*, 2004a (in press).
- 2) Kurashimo, E. and N. Hirata, Low V_p and V_p/V_s zone beneath the northern Fossa Magna basin derived from a dense array observation, *Earth Planets Space* (submitted), 2004.
- 3) Abe, S., E. Kurashimo, H. Sato, N. Hirata and T. Kawanaka, Seismic migration of receiver functions for deep crustal structure across the Itoigawa-Shizuoka tectonic line with dense broad-band seismic arrays, *Proceedings of the 2nd International Symposium on Slip and Flow Process in and below the Seismogenic Region, Tokyo, Japan, 2004*.
- 4) 今井 智子・岩崎 貴哉・武田 哲也・川中 卓・佐藤 比呂志, 制御震源精密地震探査に基づく北部糸魚川-静岡構造線域の地殻構造. 地球惑星科学関連学会 2004 年合同大海予稿集, S075-005.
- 5) Matsuta, N., Y. Ikeda and H. Sato, The Slip Rate along the Northern Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line active fault system, Central Japan, *Earth Planets Space* (submitted), 2004.
- 6) Ikeda, Y., T. Iwasaki, H. Sato, N. Matsuta and T. Kozawa, Seismic reflection profiling across the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line at Matsumoto, Central Japan: strike-slip faulting on an inclined fault, *Earth Planets Space* (submitted), 2004.
- 7) Ogawa, Y., S. Takakura, and Y. Honkura, Resistivity structure across Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line and its implications for concentrated deformation, *Earth Planets Space*, **54**, 1115-1120, 2002.
- 8) Sakai, S., Seismicity of the northern part of Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, *Proceedings of the 2nd International Symposium on Slip and Flow Process in and below the Seismogenic Region, Tokyo, Japan, 2004*.



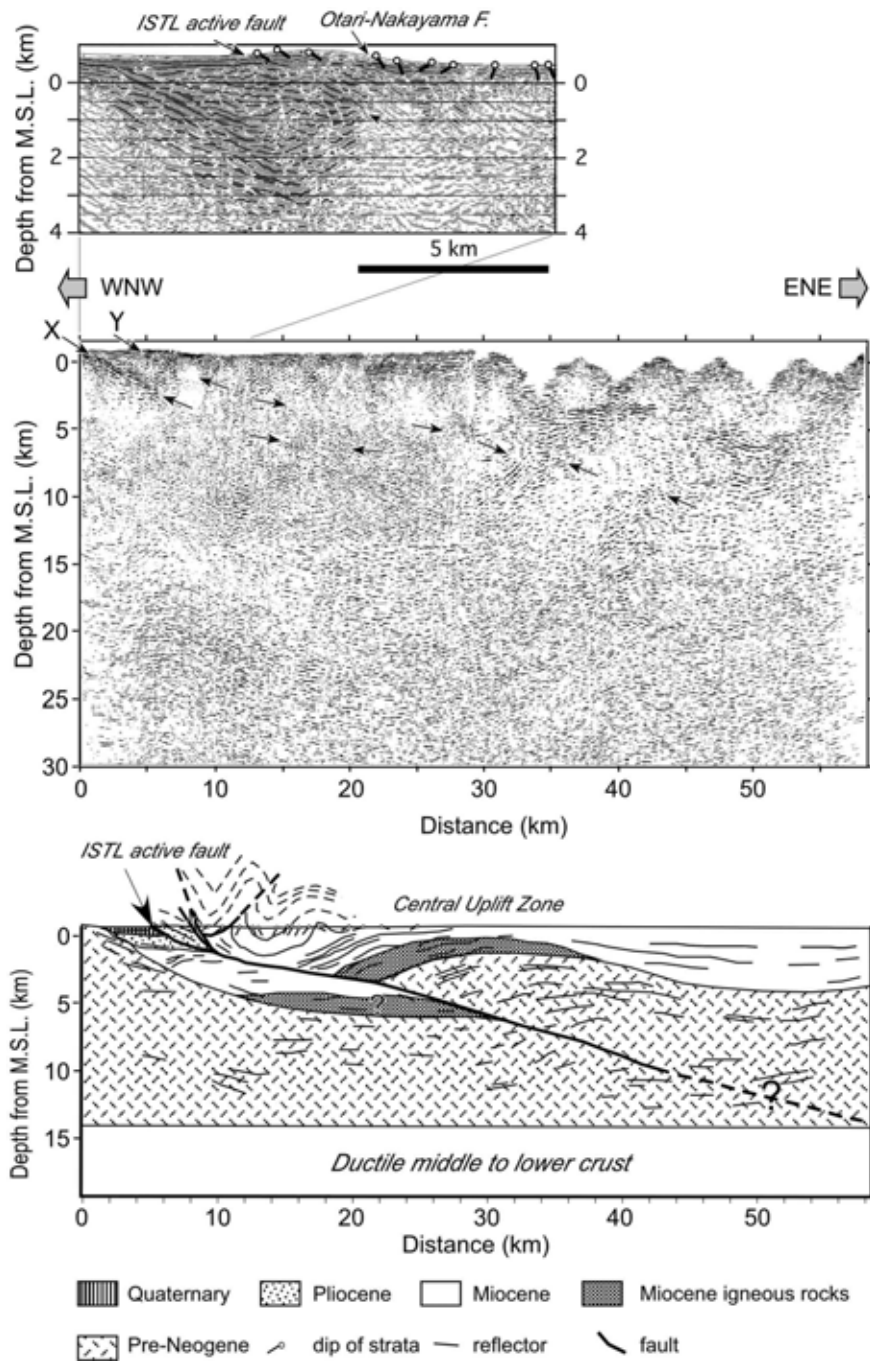
第1図 糸魚川-静岡構造線北部周辺の地質概略図と測線図¹⁾。

Fig. 1. Geologic map of the northern Fossa Magna and location of seismic lines¹⁾.



第2図 波線追跡法により求めた地震探査測線「糸静2002」のP波速度構造モデル⁴⁾。

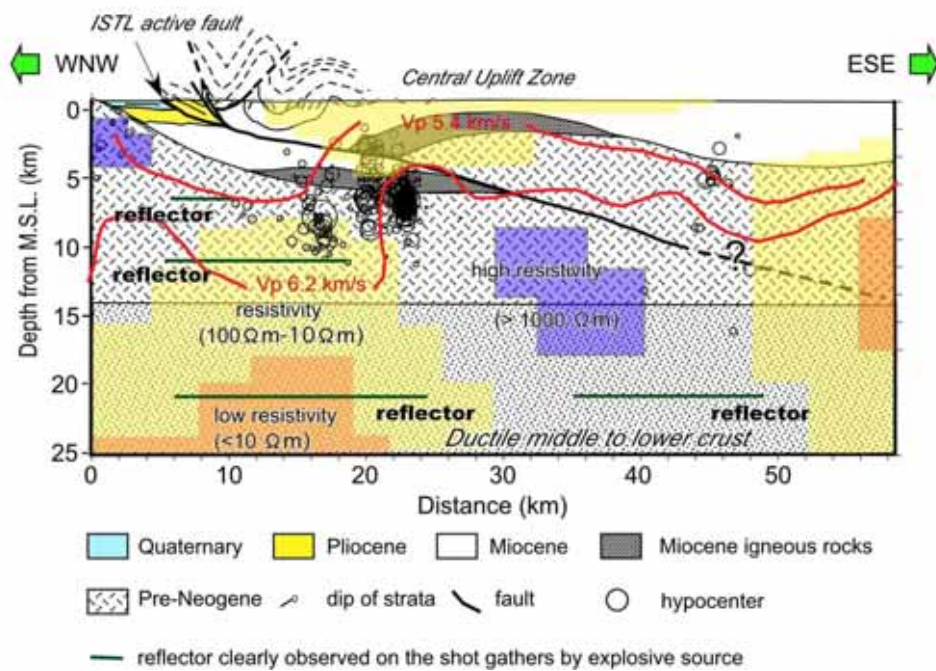
Fig.2 P-wave velocity structure by ray-tracing method along Itoshizu 2002 seismic line⁴⁾.



第3図 地震探査測線「糸静2002」沿いの反射法地震探査深度変換断面とその地質学的解釈¹⁾。

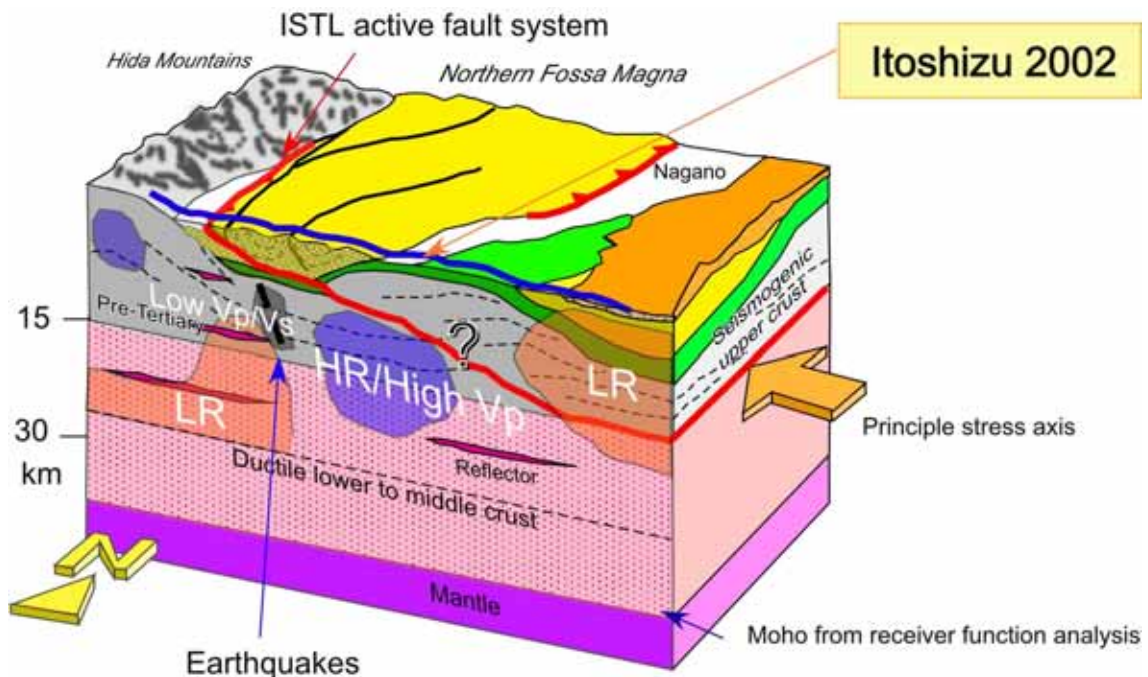
X: 先新第三系上面, Y: 糸静線活断層系の深部延長

Fig. 3 Stacked, migrated, depth converted seismic section of Itoshizu 2002 and its geologic interpretation¹⁾. X: base of Neogene, Y: deeper extension of the ISTL active fault.



第4図 探査測線「糸静2002」沿った地殻構造断面図(比抵抗構造⁷⁾・トモグラフィー解析によるP波速度構造²⁾(赤線), 再決定された震源分布⁸⁾を重ねて示した。

Fig. 4 Geologic cross-section along the Itoshizu 2002 seismic line¹⁾ with the resistivity structure⁷⁾, the hypocentral distribution⁸⁾ and P-wave velocity structure obtained by seismic tomography²⁾.



第5図 北部フォッサマグナ地域南部の地殻構造概念図

Fig. 5 Schematic illustration showing the crustal structure around the southern part of the northern Fossa Magna.