

12-10 日本海東縁地震発生帯と地下構造の関係

Relationship between the seismogenic zone of the eastern margin of the Japan Sea and the crustal structure

海洋研究開発機構 野 徹雄, 小平 秀一

Tesuo No, Shuichi Kodaira

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

1. はじめに

日本海東縁では、1833 年庄内沖地震 ($M7.5$)、1964 年新潟地震 ($M_J7.5$)、1983 年日本海中部地震 ($M_J7.7$)、1993 年北海道南西沖地震 ($M_J7.8$) など $M7$ を超える逆断層のメカニズムの大地震が繰り返され、近年では、2007 年能登半島沖地震 ($M_J6.8$) や 2007 年新潟県中越沖地震 ($M_J6.8$) などの被害地震が相次いで発生した。海洋研究開発機構では、文部科学省の科学技術試験研究委託事業による委託業務「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」において、その代表機関である独立行政法人防災科学技術研究所からの受託研究として、2009 年～2012 年の 4 カ年にわたり、日本海東縁において地殻構造探查を実施し、地殻構造研究の側面から日本海東縁における地震発生帯の研究を進めてきた。調査は、新潟沖から西津軽沖にかけての沿岸域の大陸棚から大和海盆・日本海盆に至る海域で、主に当機構の深海調査研究船「かいれい」を用い、マルチチャンネル反射法地震 (MCS) 探查 (44 測線) と海底地震計 (OBS) による地震探查 (4 測線) を実施した (第 1 図)。調査海域の東側の部分は先行研究¹⁾ によりひずみ集中帯の分布が指摘されている。

本報告では、「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」で当機構が実施した調査結果をもとに、新潟沖～西津軽沖における日本海東縁の地震発生帯と地下構造の関係をまとめる。

2. 日本海東縁地震発生帯と地下構造

第 1 図では、本研究で実施した測線と共に、調査で得られた結果から推定される逆断層の分布と地殻構造の分類を示した。OBS による P 波速度構造から日本海東縁の地殻構造は少なくとも 3 つ (島弧地殻・厚い海洋地殻・海洋地殻) に区分されるとみられる。島弧地殻 (第 1 図の赤線部分) は大陸棚・佐渡島・白山瀬・佐渡海嶺などの領域に分布し、厚い海洋地殻 (第 1 図の緑線部分) は大和海盆・富山トラフ・日本海中部地震震源域付近～日本海盆南東部 (松前海台と大和堆の間) に分布し、海洋地殻 (第 1 図の青線部分) は日本海盆 (厚い海洋地殻の領域より西側) に位置する。これらの地殻構造の区分とひずみ集中帯の分布を重ねてみると、ひずみ集中帯の分布は、島弧地殻の中に分布しているタイプ、島弧地殻と厚い海洋地殻の境界付近に分布しているタイプ、厚い海洋地殻と海洋地殻の境界付近に分布しているタイプの 3 つに分けられることがわかった。さらに、地殻構造とひずみ集中帯の 3 タイプの区分は、北部 (秋田沖～西津軽沖) と南部 (新潟沖～山形沖) と違いがあり、日本海東縁における北部と南部での地震発生帯の違いに関係している可能性がある。

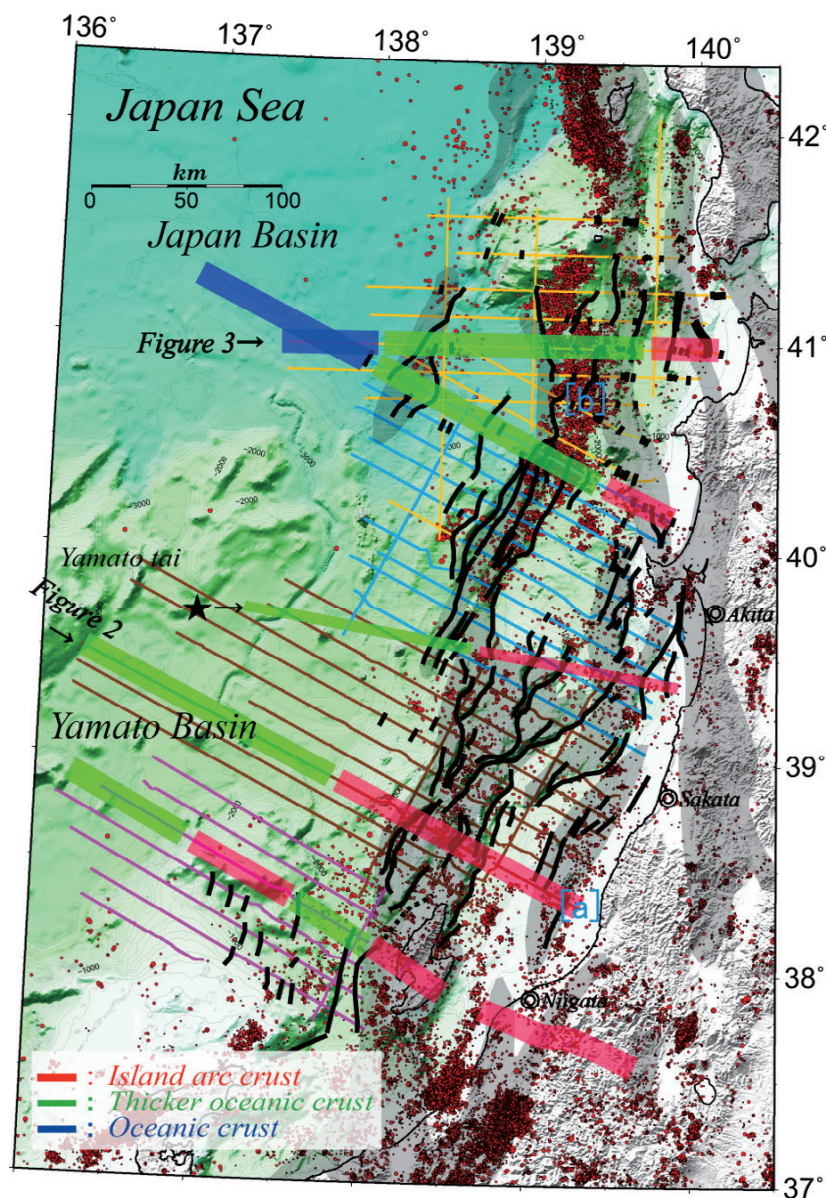
まず、南部 (新潟沖～山形沖) は、島弧地殻と厚い海洋地殻の 2 タイプの地殻構造が分布している (第 2 図)。この 2 タイプの地殻構造の中で、島弧地殻の中にひずみ集中帯や被害地震の震源域 (1964 年新潟地震) が分布している。島弧地殻が形成されている領域は北部 (秋田沖～西津軽沖) と比べると相対的に非常に広く、海岸線から 100 km 以上西まで達し、能登半島沖大陸棚、新潟沖・山形沖大陸棚、最上トラフ、佐渡海嶺において逆断層が多く認められる。これらの逆断層は、MCS 探查の結果から、堆積層中や基盤において、変形が認められるが、基盤下の地殻内には、接続する断層

を示唆するようなイメージは現時点で得られていない。そのため、MCS 探査のイメージのみから、各々の断層の深度を特定することは困難だが、OBS による地震探査から得られた P 波速度構造（第 2 図）によると、上・中部地殻の不均質性が強いことがわかり、さらに同じプロジェクトで東京大地震研究所が実施した栗島沖や佐渡沖における海底地震観測の結果²⁾によると、本研究における島弧地殻に区分している領域で発生した地震の多くが深度 15 km より浅い部分で決まっている。これらのことから、島弧地殻に発達している断層の多くは上・中部地殻の中に形成されていると推定される。また、島弧地殻が形成されている領域より西側には厚い海洋地殻を形成している大和海盆が位置しているが、この領域では堆積層や基盤において短縮変形した構造は認められず、現在のところ歴史地震も確認されていない。

一方、北部（秋田沖～西津軽沖）では、島弧地殻・厚い海洋地殻・海洋地殻の 3 タイプの地殻構造が分布しており、ひずみ集中帯の分布についても 3 タイプが分布している（第 3 図）。1 つは秋田沖・西津軽沖大陸棚や西津軽海盆などに沿って分布するひずみ集中帯で、この領域は島弧地殻を形成しており、地殻構造の特徴は南部における佐渡海嶺～新潟沖・山形沖大陸棚に至る海域とほぼ同様である。2 つ目のひずみ集中帯の領域は、東経 139 度付近に沿って分布しており、厚い海洋地殻と島弧地殻との境界付近に対応する。この領域内で、日本海中部地震は発生した。特に震源域の西縁に沿った構造は、東傾斜の逆断層を伴った背斜が発達し、一部の測線ではそれに対応した明瞭な反射面を地殻内に同定することができる。この反射面は、地殻の厚さが東側へ向かってさらに厚く変化している部分に位置し、海陸統合処理による日本海中部地震の余震分布³⁾とも非常によく対応していることから、日本海中部地震の主断層である可能性が高い。3 つ目のひずみ集中帯は、日本海中部地震震源域から西へ約 100 km に位置する日本海盆南東部（松前海台と大和堆の間）に位置する領域である。日本海中部地震震源域付近より地殻が薄くなっていき、厚い海洋地殻と海洋地殻との境界付近に位置する。この部分は、発達している背斜に対応する断層と見られる反射面が地殻内にイメージされ、その一部はモホ面近傍まで達しているが、過去に歴史地震が生じたかは不明である。以上をまとめると、北部では、南部と比べて島弧地殻の領域が相対的に狭くなり、ひずみ集中帯は島弧地殻の領域だけではなく、「島弧地殻と厚い海洋地殻」や「厚い海洋地殻と海洋地殻」の地殻構造の境界付近にも分布する。そして、調査海域で最も大きい被害地震である 1983 年日本海中部地震は、「島弧地殻」と「厚い海洋地殻」の地殻構造の境界で生じた地震であることが観測事実から示すことができた。

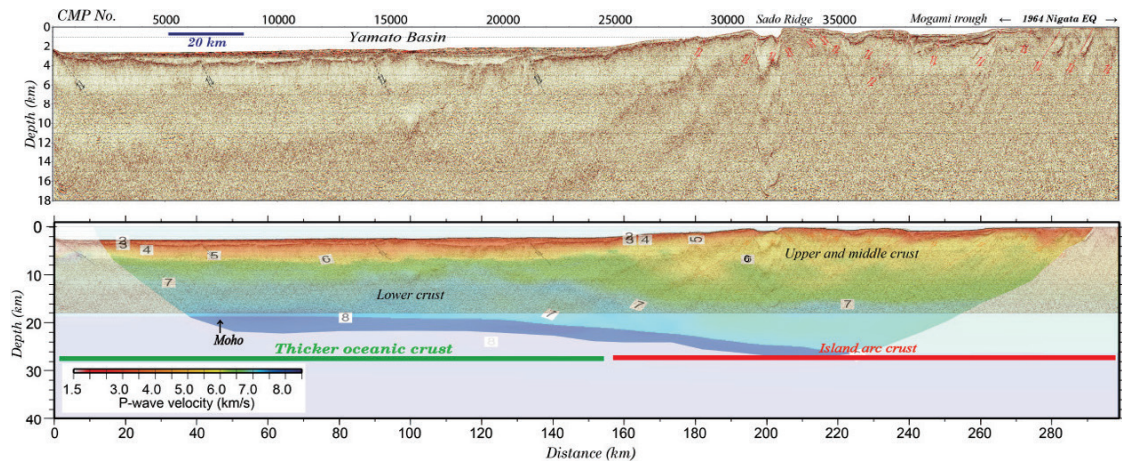
引用文献

- 1) Okamura, Y., M. Watanabe, R. Morijiri, and M. Satoh : Rifting and basin inversion in the eastern margin of the Japan Sea, *The Island Arc*, 4, 166-181, 1995.
- 2) 東京大学地震研究所, 海域における自然地震観測, ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究（平成 23 年度）成果報告書, 文部科学省研究開発局・独立行政法人防災科学技術研究所, 44-69, 2012.
- 3) Nosaka, M., K. Suyehiro, and T. Urabe, Aftershock Distribution of the 1983 Japan Sea earthquake revealed by Ocean-bottom and Land-based station, *J. Phys. Earth*, 35, 209-224, 1987.
- 4) 西坂弘正・篠原雅尚・佐藤利典・日野亮太・望月公廣・笠原順三, 海底地震計と制御震源を用いた北部大和海盆, 秋田沖日本海東縁部海陸境界域の地震波速度構造, *地震* 2, 54, 365-379, 2001.



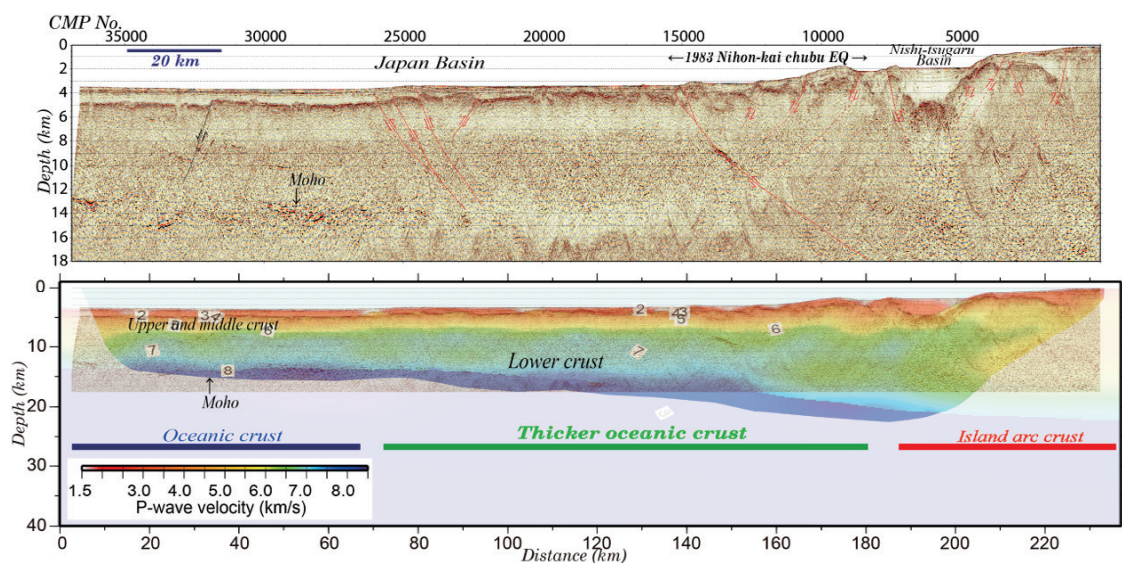
第1図 本研究の調査海域図。実線：地震探査測線（太線：海底地震計による地震探査測線，★印の測線：西坂・他(2002)⁴⁾による地震探査測線），黒線：逆断層，赤点：気象庁一元化震源（深さ：0～50 km，期間：2000～2011 年，マグニチュード： $M_J > 2$ ），灰色の領域：日本海東縁ひずみ集中帯の分布，[a]：1964 年新潟地震($M_J 7.5$)，[b]：1983 年日本海中部地震($M_J 7.7$)。

Figure 1. Bathymetry and location maps of the survey area. Solid lines are MCS lines of this survey, and Solid thick lines are OBS lines. Gray areas are shown the contraction deformation zones. Thrust faults (black lines) estimated by MCS imaging. The classification of the crustal structure (red, green, and blue lines) is based on P-wave velocity imaging obtained from the wide-angle OBS data. Seismic line of a star refers from a result of Nishisaka et al. (2001). Red dots are epicenters of earthquakes with $M \geq 2.0$, depth ≤ 50 km from 2000 to 2011, [a] the 1964 Niigata earthquake ($M_J 7.5$), [b] the 1983 Nihonkai-Chubu earthquake ($M_J 7.7$).



第 2 図 1964 年新潟地震震源域～大和海盆における MCS 探査イメージングと OBS による地震波速度構造の結果。

Figure 2. Result of MCS profile and velocity structure image obtained from the wide-angle OBS data from hypocentral region of the 1964 Niigata earthquake to the Yamato Basin.



第 3 図 西津軽沖～1983 年日本海中部地震震源域～日本海盆における MCS 探査イメージングと OBS による地震波速度構造の結果。

Figure 3. Result of MCS profile and velocity structure image obtained from the wide-angle OBS data from hypocentral region of the 1983 Nihon-kai chubu earthquake to the Japan Basin.