

マルチチャンネル反射法地震探査による1983年日本海中部地震震源域～飛鳥沖における地殻構造イメージング Crustal structure imaging around the rupture zone of the 1983 Nihonkai-Chubu earthquake by seismic reflection survey

野 徹雄^{1*}, 佐藤 壮¹, 高橋 成実¹, 小平 秀一¹, 金田 義行¹

NO, Tetsuo^{1*}, SATO, Takeshi¹, TAKAHASHI, Narumi¹, KODAIRA, Shuichi¹, KANEDA, Yoshiyuki¹

¹ 海洋研究開発機構

¹JAMSTEC

日本海東縁は、1983年日本海中部地震($M_J7.7$)や1993年北海道南西沖地震($M_J7.8$)など過去に大地震と大津波によって大きな被害地震が繰り返し発生している。このうち、1983年日本海中部地震は、佐渡海嶺西縁から奥尻海嶺西縁にかけて発生し、余震分布や発震機構の解析によって東傾斜の逆断層で引き起こされたとされている(e.g. Urabe et al., 1985 や Sato, 1985)。また、破壊面は3つの領域に分かれているとした震源域の南端付近に位置する破壊の開始点とし、逆くの字型の分布をしており、地殻構造の急変した場所で生じたと推定されている(大竹・他, 2002)。JAMSTECでは、2011年8月5日～8月27日までの期間に、日本海中部地震震源域南部の海域において、深海調査研究船「かいらい」によるマルチチャンネル反射法地震探査と海底地震計による地震探査を行った。この調査域内では、東北地方太平洋沖地震発生後、3月12日に秋田沖にて $M_J6.4$ の地震が発生し、地震活動の変化も生じている。本発表では、日本海中部地震震源域を中心に、男鹿半島沖大陸棚から大和海盆と日本海盆へ遷移する領域までのマルチチャンネル反射法地震探査の結果について報告する。この調査海域は、日本海中部地震震源域付近の地殻構造だけではなく、男鹿半島沖大陸棚における地殻構造や大和海盆・日本海盆と日本海東縁における地震発生との関係を検討する上で重要である。なお、本研究は、科学技術振興調整費「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」の受託研究として実施した。

本調査は、計11測線でマルチチャンネル反射法地震探査を行った。主なデータ取得仕様は、発震間隔50m、エアガン総容量7800 cu.in. (約128リットル、Tuned airgun array[エアガン数32])、エアガン動作圧力2000 psi (約14 MPa)、エアガン曳航深度10m、受振点間隔12.5m、ストリーマケーブル曳航深度12m、ストリーマケーブルのチャンネル数444、オフセット100～5700m、サンプリング間隔2ms、記録長は16秒である。調査期間中、調査海域周辺の漁業活動による影響などはあったが、データの品質は概ね良好であった。

Preliminary な解析結果ではあるが、日本海中部地震の震源域付近は東傾斜の逆断層を伴った非対称な背斜が発達しており、背斜が発達している西側の地殻内は低周波な反射面が認められる。日本海中部地震震源域付近の基盤は、南側の測線の方が変形は大きい、堆積層内の変形は北側の測線の方が大きい。男鹿半島沖大陸棚に関しては、男鹿半島南部沖では測線の東端付近で急激に基盤深度が深くなり、堆積層の層厚が4秒以上に達する海盆を形成している。堆積層内には背斜が発達していて、基盤は低周波なイメージで不明瞭である。男鹿半島北部沖では、堆積層の層厚は最大2秒程度で南部沖と比較すると薄い、西傾斜の逆断層を伴った非対称な背斜が明瞭に発達しており、南部沖と比較すると変形構造の発達が顕著である。大和海盆・日本海盆においては、日本海盆に位置する北側の測線の方がモホ面の反射面を明瞭に確認することができ、地殻内も reflective で地殻全体を横切るようなコヒーレントな反射面も複数確認できる。

キーワード: 日本海東縁, ひずみ集中帯, 反射法地震探査, 日本海中部地震

Keywords: the eastern margin of the Japan Sea, strain concentration areas, seismic reflection survey, 1983 Nihonkai-Chubu Earthquake

海底地震計を用いた地震探査による日本海盆南縁部～男鹿半島北方沖・1983年日本海中部地震震源域の地震波速度構造 Seismic velocity image off the northern Oga Peninsula in the Japan Sea, deduced from the offshore seismic survey

佐藤 壮^{1*}, 野 徹雄¹, 高橋 成実¹, 小平 秀一¹, 金田 義行¹

SATO, Takeshi^{1*}, NO, Tetsuo¹, TAKAHASHI, Narumi¹, KODAIRA, Shuichi¹, KANEDA, Yoshiyuki¹

¹ 海洋研究開発機構

¹JAMSTEC

日本海東縁部では、約 30 Ma からの日本海拡大による伸張変形とその後約 3.5 Ma からの短縮変形により、褶曲 - 断層帯が発達、集中的に分布し (Sato, 1994)、多くの被害地震 (例えば、2004 年新潟県中越地震、2007 年新潟県中越沖地震) が発生している。しかしながら、日本海東縁部で発生する被害地震と、伸張・短縮変形を受けた地殻構造や褶曲 - 断層帯中の活断層、活褶曲との関係はよくわかっていない。被害地震と活断層、活褶曲を含めた地殻構造との関係を知るためには、日本海拡大の伸張変形のみで形成された日本海盆や大和海盆の海盆域から、伸張・短縮変形の集中により褶曲 - 断層帯が発達している日本海東縁部の大陸棚部にかけての地殻・最上部マントル構造の全体像を知ることは重要である。そこで、1983 年日本海中部地震の震源域と考えられている日本海東縁部の男鹿半島北方沖海域の地殻・最上部マントル構造を明らかにするために、2011 年に屈折法・広角反射法地震探査を実施した。本発表では、本探査で得られた地震波速度構造を報告する。

屈折法・広角反射法地震探査は、日本海盆南縁部から 1983 年日本海中部地震の震源域を横切り、粟島 - 男鹿断層帯 (岡村他, 1998) が位置する男鹿半島北方沖の大陸棚部にかけて、海底地震計 55 台と制御震源としてエアガンアレー (総容量 7,800 cubic inch) を用いて実施した。本探査の測線長は約 283 km である。海底地震計で得られたエアガン発振の記録では、堆積層を含めた地殻内、最上部マントルを通過した屈折波だけではなく、地殻、最上部マントル内からの反射波も確認できている。本研究では、探査測線下の地震波速度構造と反射面形状を求めるために、初動走時を用いたトモグラフィックインバージョン (Zhang et al., 1998) と後続の反射波走時を用いたマッピング法 (Fujie et al., 2006) を行った。

現在求まっている暫定結果は以下の通りである。日本海盆南縁部の地殻の厚さは約 9 km であり、佐渡島北西沖、粟島沖の大和海盆の地殻の厚さよりも十分に薄い。この日本海盆南縁部の地殻は、水深 3,000 m 付近で厚くなり始めている。地殻が厚くなり始める部分は、岡村他 (1998) で指摘されている奥尻海嶺から松前海台の西縁にかけて南西方向に分布している活構造帯に対応している。また、陸域にいくにしたがって、地殻は徐々に厚くなり、1983 年日本海中部地震の震源域下の厚さは約 19 km、モホ面は約 21 km に位置している。さらにこの震源域下では、上・中部地殻、下部地殻ともに P 波速度は周りと異なっており、P 波速度が異なっている地域の南東側の境界面は、1983 年日本海中部地震に関連する断層面に対応している可能性がある。日本海中部地震の震源域より陸側の大陸棚部では、活構造帯 (岡村他, 1998) に対応していると考えられる速度構造の不均質が確認でき、この不均質は一部では深さ約 10 km まで分布している。

本研究は科学技術振興調整費「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」(文部科学省, 2008) の一環として実施した。

ひずみ集中帯稠密直線アレイのレシーバ関数解析～序報

Subsurface image inferred from receiver functions using a dense linear array in Niigata region: Preliminary results

汐見 勝彦^{1*}, 武田 哲也¹, 関口 涉次¹

SHIOMI, Katsuhiko^{1*}, TAKEDA, Tetsuya¹, SEKIGUCHI, Shoji¹

¹ 防災科学技術研究所

¹ NIED

防災科学技術研究所では、文部科学省委託研究「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」において、佐渡島から磐梯山南麓を結ぶ直線状の地震計アレイ（以下、直線アレイ）を設置し、臨時地震観測を行ってきた。今回、ひずみ集中帯域およびその周辺における地殻・最上部マントル構造の特徴を把握するため、この臨時観測および基盤観測網で得られたデータにレシーバ関数解析法を適用したので、その結果について報告する。

解析に用いた直線アレイは、臨時に設置した固有周期 1Hz の 3 成分速度型地震計 31 観測点および防災科研 Hi-net の津川、高郷両観測点からなる。臨時点については 2008 年 11 月から 2011 年 9 月、Hi-net 観測点については 2000 年 10 月から 2011 年 11 月までの間に発生した M5.5 以上の遠地地震記録を抽出し、十分な S/N を持つ観測記録に対してレシーバ関数の推定を行った。この際、1Hz および 2Hz をコーナー周波数とする低域通過フィルタを適用し、2 種類のレシーバ関数を得た。なお、本解析では、直線アレイからわずかに離れている防災科研 F-net の赤泊観測点についても、参考として同様の解析を行った。

磐梯山南麓および越後山脈内に設置された観測点では、比較的良好な記録が多数得られた。各観測点において、動径方向（radial）成分のレシーバ関数の経過時間 4~4.5 秒付近に明瞭な変換波位相が到着している。この到着時間は、おおそ深さ 35km 程度に存在する速度不連続面で励起したと考えられることから、モホ面起源と推定できる。この位相と同時間帯の transverse 成分レシーバ関数を見ると、一部の観測点において、地震波到来方向が 180 度（南）、270 度（西）、360 度（北）付近で位相の極性の逆転が発生していた。この特徴は、軸が南北あるいは東西を向く異方性媒質がモホ面付近に存在することを意味しており、この地域を対象とした S 波偏向異方性解析の結果 [例えば、榊原（2004）] と調和的である。ただし、近接している観測点において、特徴が全く異なるレシーバ関数が得られている例もあり、今後、より詳細な検討が必要である。新潟平野縁辺部に位置する観測点では、直達 P 波に相当する位相（経過時間ゼロに出現するパルス）の幅広化や遅延が顕著に見られた。同様の特徴は、国仲平野（佐渡島）や会津盆地に設置された観測点でも確認することが出来る。この特徴は、地表付近に低速度な層が厚く存在する場合に発生することが知られており、この場合、表層部分の多重反射波が顕著となり、モホ面からの変換波の到着時刻と重なることがある [汐見・小原（2005）; 地震 2]。そのため、これらの観測点で得られるレシーバ関数そのものの視覚的特徴から地殻構造を評価することは難しく、逆解析等の追加解析が必要となる。なお、これらの観測点において、2Hz のフィルタを適用した場合は、安定した結果を得ることが出来なかった。新潟平野内の観測点では、1Hz のフィルタを適用した場合であっても安定したレシーバ関数は推定出来ていない。これは、観測点が市街地にあることによる S/N の問題のほか、厚い堆積層内やその底面と地表面等との多重反射の影響があると考えられる。

今後は、レシーバ関数から得られる地殻内の異方性モデルの構築と S 波偏向異方性の比較、モホ面形状モデルの作成等を進める予定である。

キーワード: レシーバ関数, ひずみ集中帯, モホ面, 異方性

Keywords: Receiver function, High strain rate zone, Moho discontinuity, Anisotropy

東北日本背弧域のひずみ集中の諸問題

Some problems on the deformation of the back arc region of Northern Honshu arc, Japan

佐藤 比呂志^{1*}, 石山 達也¹

SATO, Hiroshi^{1*}, ISHIYAMA, Tatsuya¹

¹ 東京大学地震研究所

¹ERI, Univ. Tokyo

太平洋プレートの沈み込みに伴う上盤プレートの変形は、プレート境界のカップリング強度など、プレート境界部での条件に一義的には大きく作用される。上盤プレートの変形については最も基本的なものは、リソスフェアの形状である。とくにウェッジマントル部分の大きな強度を有する部分と、背弧海盆域のリソスフェアの厚さについてのいかに妥当な形状を求めるかが、上盤プレートの長時間変形を考える場合、極めて重要である。東北日本背弧側の地質学的な短縮変形は、脊梁部から増大し、日本海東縁で最大となるが、基本的には温度構造を背景にした脊梁部でのリソスフェアの薄化、下部地殻の強度弱体化に起因し、さらには日本海拡大期のリフトによる上部地殻の薄化、断層形成などによる全体としての強度低下が推定される。リフト帯の断層褶曲帯の形成は、基本的には正断層の再活動によって達成されているが、その再活動帯には背弧側の西端にフロントがあり、再活動はその東側に限られる。これらの変形の基本的な形状には、沈み込み運動による火成活動も要因の一つではあるが、基本的には日本海上部マントル中のリソスフェアの形状が、一義的には重要である。

地質学的な塑性変形速度と、測地的な変形速度には大きな乖離があり、2011年東北沖地震に伴う地殻変動は、そうした乖離を含めて、島弧における応力-ひずみの蓄積と解放を理解するために極めて重要である。とくに、地震発生前には新潟-神戸のひずみ集中帯が注目されていたが、同時に2011年東北沖地震のすべりの大きな領域には、短縮変形域が形成され、ここでは2003年宮城沖・2008年岩手宮城内陸地震が発生しており、東北沖地震のひずみ蓄積過程として理解することができる。

こうしたプレート境界から伝えられる応力やひずみがどのようにして蓄積され、そして解放されるのかを正しく理解するには、どの程度の塑性ひずみが上盤プレートに蓄積されているのかという、ひずみの収支を三次元的に理解する必要がある。これは極めて重要な課題であり、地球科学の全ての知識を動員して、モデル化を行っていくと同時に、必要な調査を海域に渡って進めていく必要がある。

東北日本弧の構成岩石モデルの構築とその問題 Petrological crustal structure model of the northeast Honshu arc, Japan

石川 正弘^{1*}ISHIKAWA, Masahiro^{1*}¹ 横浜国立大学・大学院環境情報研究院¹Yokohama National University

3月11日に三陸沖を震源とするマグニチュード9の巨大地震(東北地方太平洋沖地震)が発生した。それ以降、日本列島では東北日本の余効変動の影響で、島弧地殻内部を震源とする比較的規模の大きい内陸地震が多数発生している。しかし、島弧地殻内部を震源とする地震の分布は不均質であり、例えば、いわき市周辺地域では比較的多くの内陸地震が発生している。東北地方太平洋沖地震以降の東北日本の余効変動やそれに伴う内陸地震発生の不均質な分布は、東北本州弧の地殻や最上部マントルの粘性や強度を反映していると考えられるので、地殻・最上部マントルを構成する岩石種、鉱物組み合わせと構成鉱物体積比、鉱物化学組成を推測することが重要である。

東北日本の下部地殻の不均質についてはにより報告されている。この研究では一の目濁捕獲岩を使用し、温度~800℃、圧力~1.0 GPaの高温高压条件下でP波(V_p)・S波(V_s)測定を行ない、P波速度構造ならびに地震波速度トモグラフィーの岩石学的な解釈を行った。その結果、下部地殻において、背弧側では、日本海沿岸部は角閃石輝石はんれい岩、東北本州弧西側は角閃石はんれい岩が分布すると推定された。背弧側の鳥海山周辺と奥羽脊梁山脈地域の火山体周辺では、角閃石はんれい岩が部分熔融状態にある可能性が高い。北上山地は東北本州弧の中では特異な地震波速度値を示し、相対的に石英に富む岩石が分布すると推定された。この下部地殻の不均質性は東北本州弧の地質発達史と対応する。すなわち「北上山地の古い地殻」、「背弧海盆拡大期における日本海西縁及び沿岸部の大和海盆・飛鳥海盆の新しい地殻」、「鳥弧火山活動期における奥羽脊梁山脈での火山体の発達に対応する現在の地殻」、という長い地質発達史のなかでそれぞれに特徴的な下部地殻が形成されたと考えられる。下部地殻における輝石や石英の有無は下部地殻の粘性を見積もる上では非常に重要な情報である。地殻深部の粘性は東北日本の余効変動を理解する上で、決定的に重要なパラメータであるので、島弧の地殻深部の構成岩石の不均質性をより高精度に明らかにすることは、今後の東北日本の余効変動予測に向けた重要な戦略の一つと捉えている。そのためには、Nishimoto et al. (2008)の例で示されたように、岩石の弾性波速度データを用い、地殻構造探査や自然地震観測から得られた日本列島の地震波速度・地震波速度パータベーション・V_p/V_s構造を統合的に説明する地殻構成岩石モデルを構築することが有効であると考えている。

さらにNishimoto et al. (2008)の地殻構成岩石モデルを拡張させる重要なポイントは、最新の地震波速度・地震波速度パータベーション・V_p/V_s構造を用いてより広範囲、より高精度な地殻構成岩石モデルを構築することである。具体的には、太平洋沿岸から日本海溝にいたる東北本州弧海域の地殻構成岩石モデルを加えて、海溝域から日本海にいたる東北本州弧全体の地殻構成岩石モデルを構築することである。海溝域から日本海にいたる地殻構成岩石モデルを踏まえたうえで、地殻深部粘性や島弧地殻強度の分布をモデリングし、東北地方太平洋沖地震以降の東北日本の余効変動をより高い精度で評価することが可能となると期待される。また、南北方向への地殻構成岩石モデルの拡張も欠かせないと考えている。東北地方太平洋沖地震以降、余効変動と関連していると思われる内陸地震がいわき市周辺地域において比較的多く発生しており、周辺の地殻構成岩石モデルの構築は急務と考えている。最大級の内陸地震の一つとして、福島県浜通りにおいて2011年4月11日にM7.0の地震(震源深さ6 km)が発生しており、この内陸地震に伴って、塩ノ平断層に沿って地表地震断層(正断層)が出現している。塩ノ平断層の分布する基盤地質は阿武隈変成帯の東半分を占める御斎所変成岩類(緑色片岩や角閃岩を主要構成岩石として、変成チャートや泥質片岩を含む)であり、地表地質としては比較的硬い結晶質な岩石が分布している地域である。御斎所変成岩類は玄武岩類を主とするジュラ紀付加体が変成したものであり、周囲には白亜紀花崗岩を大量に伴う。地質発達史の時間軸の中では、前述の「北上山地の古い地殻」と「背弧海盆拡大期」の間に位置するものであり、その下部地殻の特徴を明らかにすることは、東北本州弧全体の地殻構成岩石モデルを構築する上で欠かせない課題の一つである。

キーワード: 地殻, 弾性波速度, 地震波速度, 東北, 島弧

Keywords: crust, elastic wave velocity, seismic velocity, Tohoku, island arc

東北日本弧の基盤構造と下部地殻構成岩石 Basement structures and lower crustal rocks of the NE Japan arc

吉田 武義^{1*}, 趙 大鵬², 黄周伝², 海野 徳仁², 中島 淳一², 松澤 暢², 長谷川 昭²

YOSHIDA, Takeyoshi^{1*}, Dapeng ZHAO², Zhouchuan HUANG², Norihito UMINO², Junichi NAKAJIMA², Toru MATSUZAWA², Akira HASEGAWA²

¹ 東北大・理・地球惑星物質, ² 東北大・理・予知セ

¹Inst. Min. Petr. Econ. Geol., Graduate School of Sci., Tohoku Univ., ²RCPEV, Graduate School of Sci., Tohoku Univ.

東北日本弧は典型的な背弧を伴う島弧のひとつである。近年、東北日本弧の地殻構造について、多くの新しい知見が得られてきている(例えば、佐藤ら、2004; Nakajima et al., 2006; Nishimoto et al., 2005, 2008、吉田、2009; Huang et al., 2010; Zhao et al., 2011、他)。それらによれば、東北日本弧の地殻構造は、弧を横切る断面においても、弧に沿った断面においても、顕著な不均質性を有している。それらの不均質性の多くは、東北本州弧で生じた火成活動や構造発達史と密接に関連している様に見える。

佐藤ら(2004)は反射法地震探査で観測された上部地殻が示す顕著なくびれを、それぞれ時期が異なる大和海盆の形成と北部本州リフト系の形成に対応していると解釈した。また、Nishimoto et al.(2005)は、多様な岩石から構成される目濁ゼノリスについて、 V_p を決定し、それらに基づいて、東北日本弧の地殻構成岩石を検討し、下部地殻が主に角閃石を含む含水苦鉄質岩から構成されていることを明らかにした。さらに、Nishimoto et al.(2008)は、これらの目濁ゼノリスについて、高温高压下で V_p 、 V_s を同時測定し、その結果と地震波トモグラフィーの結果とを対応させて、東北日本弧下部地殻の構成岩石について、より詳細に検討している。その結果は、背弧海盆の形成に伴い生じた上部地殻が示す顕著なくびれに対応した下部地殻岩の不均質性が認められることを明瞭に示すとともに、大陸の断片である北上山地の下部地殻が背弧側第三系分布域の下部地殻とは明瞭に異なる性質を有していることを明らかにしている。また、中島ら(Nakajima et al., 2006)は、前弧域に位置する仙台西方の詳細な地震波トモグラフィーを示し、その地震波速度やポアソン比から、それらが、新生代の堆積岩層、流体を有し冷却途上にある浅所深成岩体、流体で充填された割れ目系の発達した部分、苦鉄質深成岩体、そして部分溶融した下部地殻岩等から構成されていることを示し、吉田(2008)はこれらの多様な速度ユニットの多くが火山フロント~前弧域での島弧火成活動の産物であることを示している。

本報告では、これらの最近の実験、観測結果より明らかになってきた島弧地殻にみられる多様な不均質性を、地質学的に構築されている東北日本弧の火成活動史や構造発達史と対応させて検討し、より詳細な地殻構造モデルの構築を試みた。Huang et al.(2010)、Zhao et al.(2011)は、日本海東縁部について、詳しい V_p 、 V_s トモグラフィ像を得て、その意義について議論している。彼らの結果を東北日本弧の基盤構造と対比するとともに、Nishimoto et al.(2008)の成果等と比較して、岩石学的モデルについて検討を行った。その結果、Huang et al.(2010)やZhao et al.(2011)により新たに得られた日本海東縁部についての V_p 、 V_s 値の広域的な変化は、この地域の地質構造、特に棚倉構造線や日本海拡大時に形成されたリフト構造の分布と極めて密接な対応をしていることが明らかとなった。このうち、棚倉構造線は背弧側においてVolcanic Rear Edge(火山分布の背弧側境界線)と重なっているが、これを境に、地震波異方性の広域分布が火山分布域での東西方向から、非火山分布域での北西-南東方向へと変化しており、火山分布域と非火山分布域の間には、マントル岩の異方性に違いがあり、日本海拡大後に活発な火山活動域であった火山分布域では、異方性が太平洋プレートの沈み込み方向に平行な東西に揃ったのに対して、非火山分布域では、より古い構造が保持されていると推定される。また、前弧側の北上山地の下部地殻岩が石英を多く含んだハンレイ岩~花崗岩質岩である(Nishimoto et al., 2008)のに対して、棚倉構造線より西側において分布する花崗岩質下部地殻岩にはアルカリ長石が、より多く含有されていることが、 V_p 、 V_s 値から推定される。このことは、棚倉構造線を境にして、下部地殻岩の性質が東側で、より海洋的で、西側で、より大陸的な特徴を示していることを示唆しているとともに、これまで棚倉構造線を境に、東側が、より新しい東北日本弧、西側が、より古い歴史をもつ西南日本弧に属するとされていることと調和的である。

キーワード: 日本海東縁部, 地震波トモグラフィー, 棚倉構造線, 大陸地殻

Keywords: Japan Sea, 3-D velocity structure, Tanakura tectonic line, Continental crust

海底地震観測から得られている日本海下の地震学的構造：今後の観測に向けて Seismic structures below the Japan Sea compiled from results of ocean bottom seismo- graphic observations

篠原 雅尚^{1*}, 中東 和夫¹, 塩原 肇¹

SHINOHARA, Masanao^{1*}, NAKAHIGASHI, Kazuo¹, SHIOBARA, Hajime¹

¹ 東京大学地震研究所

¹Earthquake Research Institute, University of Tokyo

The Japan Sea is one of back-arc basins in the northwestern Pacific, and is believed to be formed in association with subduction of an oceanic plate below the Japan island arc. Because seismic structure below the Japan Sea is important for revealing the formation of the Japan Sea and the present tectonics of the Japan island arc system, numerous seismic survey using ocean bottom seismometers and controlled seismic sources have been carried out since 1980's. As a result, the Japan Sea becomes one of the most well studied back-arc basins in the world. The northeastern area of the Japan Sea (the Japan Basin) has an oceanic crust. The crustal structures which are neither a typical oceanic nor continental crust were found in the Yamato Basin and the Tsushima Basin in the central part of the Japan Sea. The crustal thicknesses of both the basins are approximately twice that of the oceanic crust. The Kita-Oki Bank which is a topographic high in the southern Japan Sea comprises. In eastern margins of the Japan Sea, it is found that the crusts become thicker toward the Japan island and a variation of thickness of the upper crust is larger than that of the lower crust. It is also essential to obtain the deep seismic structure beneath the Japan Sea. From 2001 to 2004, long-term seismic observations were performed in the Sea using OBSs including broadband type to estimate the deep structure. The broadband OBS data enable an analysis of surface waves, and the estimated S-wave model does not have a large low-velocity zone in the upper mantle. In addition, travel time tomography analysis shows a high velocity anomaly in the mantle wedge extends down to a depth of approximately 150 km beneath the Yamato Basin. To obtain a variation of thickness of the lithosphere of the Japan Sea is necessary to elucidate the formation of the Sea and the dynamics of the arc-trench system at the present. Therefore sea floor long-term seismic observations using broadband seismic sensor are needed.

反射法地震探査と活断層の変位速度から推定した東北日本南部の長期間地殻変動 Long-term permanent strain accumulation in southern Northeast Japan estimated from seismic reflection data and rates of

石山 達也^{1*}, 佐藤 比呂志¹

ISHIYAMA, Tatsuya^{1*}, SATO, Hiroshi¹

¹ 東京大学地震研究所

¹ERI, University of Tokyo

東北日本はユーラシア大陸縁辺のプレート間相互作用に伴い形成された島弧である。近年、ひずみ集中帯プロジェクトを中心とした精力的な地殻構造調査により、長期間地殻変動に重要な寄与をする活断層の浅部から深部にかけての構造が明らかになりつつある。さらに、変動地形学・第四紀地質学による活構造の理解についての進展と第四系層序データが蓄積され、新たな活構造の抽出やひずみ速度の推定が可能になってきた。そこで、本研究では、東北日本南部（富山トラフ・阿武隈山地）の島弧横断方向における活断層の浅部から深部構造と地表で求められるすべり速度に基づくひずみ速度分布を求めた。その結果、ひずみ速度は角田-弥彦断層で最大となり、いずれも 10^{-8} /yr オーダーであるが、背弧域で大きくなり、前弧域で小さくなる。一方、活断層・活褶曲による上下変動の成分を除去した長波長地殻変動は、佐渡海峡から新潟平野にかけて最大となり、 $2-3$ mm/yr 程度の沈降となる。それ以外は波長 50 km 程度の隆起域がみられ、隆起速度は 0.3 mm/yr 程度と沈降速度の絶対値に比べてかなり小さい。陸棚斜面から海溝にかけては 0.1 mm/yr オーダーの沈降域となる。

歴史地震から見たひずみ集中帯 - 1762年宝暦佐渡の地震など

The Research of Historical Earthquakes on the Eastern Margin of Japan Sea - 1762 Horeki Sado Earthquake etc.

松浦 律子^{1*}, 古村 美津子¹, 岩佐 幸治¹, 関根 真弓¹, 鈴木 保典¹

MATSU'URA, Ritsuko S.^{1*}, FURUMURA, Mitsuko¹, IWASA, Koji¹, SEKINE, Mayumi¹, SUZUKI, Yasunori¹

¹ 地震予知総合研究振興会

¹ ADEP, ERC

ひずみ集中帯に発生する地震像を明らかにするため、我々は、江戸時代以降明治・大正・昭和・平成に発生したこの地域の地震に関する資料を収集・解析し、長期評価の精度向上に役立つよう、地震活動の履歴を詳細に検討してきた。糸魚川-静岡構造線までの主として東北～北信越地域の日本海東縁部のひずみ集中帯では、江戸時代以降でも50個近い被害地震が知られており、地震被害への配慮が必要な地域である。プロジェクト4年目には1762年宝暦佐渡の地震に加えてプロジェクト開始前に解析済みであった1644年正保本荘、1666年寛文越後高田、1670年寛文西蒲原、1694年元禄能代、1704年宝永津軽・羽後、1714年正徳信濃小谷、1762年宝暦越後新潟三條、1766年明和津軽、1791年寛政松本、1804年文化象潟、1828年文政越後三條、1847年弘化越後高田、1848年弘化津軽、1855年安政飛騨白川、1858年安政信濃大町の15地震に関してその後公表された史料の情報を加えて震度情報を増やす作業を行った。その結果新たに震度点が追加された地震が9、既に震度判定した地点の情報が増えた地震が4、前解析以降に新史料も新たな研究もなかった地震が2であった。これら追加解析の中で大きい変更があったのは1670年寛文西蒲原である。石橋(2011)の指摘によってこれまで江戸とされていた史料一点が会津若松の記述であることが判明した。これによって石橋は沼越峠断層や月岡断層あたりを震源と示唆しているが、むしろ会津若松震度情報の追加は、従来の我々の結果である、震源は文政三條地震の北隣で、サイズは三條地震よりやや小さい、を補強している。1762年宝暦佐渡の地震は、従来震源は1964年新潟地震の西隣とされてきた。今回の解析からは、佐渡島北西端の津波被害から震源は地震本部の長期評価の佐渡島北方沖領域の一部分、と考えられる。近世以降現代までを見ると、ひずみ集中帯では陸部ではM7程度、海域ではM7.5-8.0の被害地震が数列の帯状の領域を次々埋めるように発生してきているようである。

キーワード: ひずみ集中帯, 日本海東縁部, 歴史地震, 1762年宝暦佐渡地震, 1670年寛文西蒲原地震

Keywords: the concentrated deformation zone, Eastern Margin of Japan Sea, historical earthquakes, 1762 Horeki Sado earthquake, 1670 Kanbun Nishi-Kanbara earthquake

新潟南部地域における地震動・微動・GPS連続観測

Strong ground motion, ambient noise, and GPS continuous observation in southern Niigata prefecture, JAPAN

吉見 雅行^{1*}, 林田 拓己¹, 岡村 行信¹, 堀川 晴央¹, 竿本 英貴¹

YOSHIMI, Masayuki^{1*}, HAYASHIDA, Takumi¹, OKAMURA, Yukinobu¹, HORIKAWA, Haruo¹, SAOMOTO, Hidetaka¹

¹ 産業技術総合研究所 活断層・地震研究センター

¹ Geological Survey of Japan, AIST

新潟県柏崎市から南魚沼市に至る東西 50km 南北 15km 程度の範囲に、15 台の地震動・微動連続観測点と 31 台の GPS 連続観測点（うち 30 台は GPS+GLONASS）からなる観測網を構築した。

地震動・微動連続観測においては、弱震-強震対応の 3 成分速度計（東京測振製 VSE-355EI もしくは VSE-355JE）を設置した。観測点間隔は 5-10km である。水平 2 成分上下 1 成分を 1V/m/s の低感度値と 1000V/m/s の高感度値の両方を記録するものとした。集録周波数は 100Hz である。これらは全てオフライン観測とした。データは適宜回収し、自然地震動記録の収集のほか、増幅特性の把握、地震波干渉法解析（林田・吉見、本大会）に供した。なお、地震観測点網を覆うように微動アレイ探査を実施した（吉見・ほか、本大会）。

地殻変動の把握を目的とした GPS 連続観測においては地域の变形場の状況を予測して観測点を選定することが重要である。新潟南部地域は褶曲構造が発達しており、褶曲軸の走向はおよそ北北東-南南西から北東-南西方向である。地殻変動は褶曲軸直交方向に変化すると予想されるため、背斜、向斜の双方に観測点がほぼ均一に分布するように観測点を設置した。観測点間隔はおよそ 5km である。建造物の屋上外壁を中心とする計 31 点に 2 周波型の GPS 観測装置を設置し観測を実施した。観測は 30 秒サンプリングで連続観測とした。取得データは、国土地理院の GEONET と IGS 観測データを併せて詳細な座標決定を行い、地殻変動解析を行った（吉見・ほか、本大会）

今後はこれらのデータを総合することで、当該地域の地下構造および变形特性の把握を進め、当該地域の地震動予測の高度化に役立てる予定である。

本研究は独立行政法人原子力安全基盤機構の新潟工科大学敷地内における深部地震動観測システムプロジェクトの一環である「柏崎深部地震動観測サイト周辺の広域地下構造調査」の一部として実施した。

キーワード: 地震動, 微動, GPS, 新潟, 連続観測

Keywords: ground motion, ambient noise, GPS, Niigata, continuous observation

