

地震探査による日本海東縁・日本海盆南部と粟島沖大和海盆北部の地殻構造の差異 Difference of the seismic crustal structure between the northern Yamato Basin and the southern Japan Basin, Japan Sea

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

Takeshi Sato^{1*}, Tetsuo No¹, Narumi Takahashi¹, Shuichi Kodaira¹, Yoshiyuki Kaneda¹

¹ 海洋研究開発機構

¹JAMSTEC

背弧海盆である日本海の東縁部や東北日本弧の日本海側の地域では、約 30 Ma からの背弧拡大による伸張変形とその後の約 3.5 Ma からの短縮変形によって形成・発達した褶曲 - 断層帯が集中的に分布している (Sato, 1994)。日本海東縁部や東北日本弧の日本海側域の構造発達や短縮変形が集中するメカニズムには、背弧拡大による日本海形成時の伸張変形も大きく関係していると考えられており、これらの構造発達やメカニズムを理解するためには、日本海形成時の伸張変形のみを受けている日本海盆や大和海盆の地殻構造の特徴、およびこれら両海盆から短縮変形もを受けている日本海東縁部の大陸棚域への地殻構造の空間方向の変化を明らかにすることは重要である。そこで、日本、大和両海盆から日本海東縁部・大陸棚域への地殻構造の特徴を明らかにするために、2009 年から 2012 年に日本海盆南部、大和海盆北部を含む日本海東縁部において、マルチチャンネルストリーマを用いた反射法地震探査 (MCS 探査) と海底地震計 (OBS) を用いた屈折法・広角反射法地震探査 (OBS 探査) を実施した。本発表では、主に OBS 探査より明らかになった日本海形成時の伸張変形のみを受けた日本海盆南部、大和海盆北部の地殻構造の特徴、および両海盆部から大陸棚域にかけての地殻構造の空間方向の変化の差異について報告する。

粟島沖の大和海盆北部の地殻は約 16 km の厚さを持っており、海嶺で形成した標準的な海洋性地殻よりも厚くなっている。鉛直速度勾配の特徴から、急な速度勾配をもつ音響基盤から P 波速度約 6.5 km/s の地殻上部と緩やかな勾配をもつ約 6.6 km/s からモホ面の地殻下部の部分に分けられ、厚さはそれぞれ、地殻上部で約 5 km、下部で約 8 km であった。海盆域の地殻内には、P 波速度約 5.5-6.4 km/s の部分はほとんど存在しない。また、海盆域の中央部では、下部地殻最下部の P 波速度はまわりよりも速くなっている (P 波速度約 7.1-7.3 km/s)。この高速度部の存在は、大和海盆の形成時のマントル温度はやや高い状態であったことを示していると考えられる。一方、大和海盆北部から大陸棚域の間に位置する佐渡海嶺では、地殻上部に島弧上部地殻に相当していると考えられる P 波速度約 5.5-6.4 km/s の部分が厚く存在している。下部地殻は約 6.8-7.0 km/s の P 波速度をもち、これは島弧下部地殻に対応していると考えられ、海嶺下の地殻全体の厚さは約 23.5 km である。

日本海盆南部では、堆積層を含めた地殻全体の厚さは約 10 km となり、標準的な海洋性地殻とほぼ同等、もしくは若干厚くなっている。P 波速度分布は典型的な海洋性地殻と同等であるが、下部地殻最下部の P 波速度は少し速い (約 7.4 km/s)。この日本海盆南部と大和海盆北部の地殻構造を比較すると、下部地殻の最下部を除いて P 波速度分布は下部地殻の最下部を除いて類似しているが、地殻の厚さは大和海盆北部に比べ、日本海盆南部は十分に薄くなっており、形成過程等が両海盆域で異なっている可能性が考えられる。日本海盆南部から大陸棚域にかけての領域の地殻は徐々に厚くなり、大和海盆北部の地殻構造に類似している。大和海盆北部から大陸棚域、日本海盆南部から大陸棚域にかけての地殻構造の空間変化は異なっており、これらの違いは、短縮変形を受けている日本海東縁部の地殻構造や構造発達に影響を与えている可能性がある。

日本列島下のモホ面の形状 地震波トモグラフィからの推定 Configuration of Moho discontinuity beneath Japanese Islands estimated with seismic tomography

松原 誠^{1*}Makoto MATSUBARA^{1*}¹ 防災科研¹ NIED

1. はじめに

下部地殻のP波の地震波速度は6.5~7.0 km/s程度である一方、最上部マントルでは7.5~8.0 km/sに達する。その境界であるモホ面では速度不連続面が形成され、大きな地震波速度勾配が存在することになる。Zhao et al. (1992)は地震波速度構造に基づいてモホ面を推定した。領木 (1999)は、反射・屈折法探査による結果を集成してモデルを構築した。Katsumata (2010)は、モホ面の形状そのものをトモグラフィ法で推定した。一方、地震波トモグラフィ法を用いて、日本列島下の同一分解能による詳細な地震波速度構造が明らかになった (Matsubara and Obara, 2011)。地震波トモグラフィでは、三次元的に配置した各グリッドにおける地震波速度を推定するため、速度不連続面は存在しない。しかし、グリッド間における速度勾配は計算可能であり、大きな速度勾配が存在すれば、そこをモホ面と推定することが可能である。本研究では、地震波トモグラフィで推定されたP波速度構造を基に日本列島下のモホ面の形状を推定した。

2. 手法

Matsubara and Obara (2011)により推定された地震波速度構造モデルにおいて、6.5~8.0 km/sの速度について0.1 km/s刻みで、それぞれの速度を挟んだ速度勾配を算出した。その結果、7.2 km/s, 7.3 km/sを挟んだ速度勾配が最大の0.078 (km/s)/kmであった。本研究では、7.2 km/sの等速度面をモホ面深度と仮定した。

3. 結果

7.2 km/sの等速度面をモホ面と仮定し、日本列島下のモホ面構造が得られた。深さ35km以深の深いモホ面は、東北地方では脊梁山脈(八幡平、栗駒山~鬼首、飯豊山地周辺(福島・新潟県境))や北上山地、中部地方東部(長野県、山梨県、関東山地、赤石山脈)、近畿地方北部、中国山地~山口県、九州地方北部(福岡県北部)や東部(宮崎県北部)に存在する。一方、深さ30km以浅の浅いモホ面は、北海道南東部(十勝平野~根室地方)、関東地方北部、関東地方南部(三浦半島~房総半島)、能登半島、東海地方南部~紀伊半島南部、四国南部、九州南西部に存在する。

北海道南東部の浅いモホ面、東北脊梁山脈や中部地方東部、九州東部の深いモホ面等の特徴は、Zhao et al. (1992)、領木 (1999)、Katsumata (2010)においても共通して推定されている。Zhao et al. (1992)や領木 (1999)では、東北地方から関東地方にかけては海岸線と平行な等深度線の形状が推定されている。一方、本研究やKatsumata (2010)では、脊梁山脈の下において複雑な形状が推定されているだけでなく、関東地方では北部と南部は浅く東京都周辺で深いモホ面が共通して推定されている。一方、Katsumata (2010)では、中国地方で深さ30kmより浅いモホ面が推定されているが、本研究では深さ35kmより深く求められている。領木 (1999)においても中国地方中部(岡山・広島県境付近)から四国地方中部(愛媛県東部や高知県中部)の深いモホ面が推定されている。また、レーパー関数法による推定 (Shiomi et al., 2006)では、中国山地の下では深さ35kmより深いモホ面が推定されており、本研究と調和的である。

ユーラシアプレートの地殻と沈み込むフィリピン海プレートの海洋性地殻が接触している領域では、マントル物質が存在しないためモホ面の検出は難しく、海洋性モホ面を推定していることになる。一方で、マントル物質が存在すれば高速度域が存在するためモホ面の検出が可能である。西南日本では、深部低周波微動が観測されている (Obara, 2002等)。これらは、フィリピン海プレートの海洋性地殻とユーラシアプレートのマントルウェッジの会合部で発生していると考えられている (Matsubara et al., 2009)。そこで、西南日本における深部低周波微動発生領域より南については、海洋性モホ面を推定している可能性がある。東海地方南部の深さ30kmより浅いモホ面については、Shiomi et al. (2008)等の海洋性モホ面の深さと調和的である。

キーワード: モホ面, トモグラフィ, 日本列島, 地震波速度, 7.2 km/s

Keywords: Moho discontinuity, tomography, Japanese Islands, seismic velocity, 7.2 km/s

北部フォッサマグナ横断地殻構造探査

Deep seismic reflection profiling across the northern Fossa Magna, central Japan

佐藤比呂志^{1*}, 白石和也², 石山達也¹, 加藤直子¹, 蔵下英司¹, 阿部進², 稲葉充³, 岩崎貴哉¹, 川本友久⁴, 武田哲也⁵

Hiroshi Sato^{1*}, Kazuya Shiraishi², Tatsuya Ishiyama¹, Naoko Kato¹, Eiji Kurashimo¹, Susumu Abe², Mitsuru Inaba³, Takaya Iwasaki¹, Tomihisa Kawamoto⁴, Tetsuya Takeda⁵

¹ 東京大学地震研究所, ² 地球科学総合研究所, ³ 石油資源開発(株), ⁴ 国際石油開発帝石(株), ⁵ 防災科学技術研究所
¹Earthquake Research Institute, The university of Tokyo, ²JGI, Inc., ³Japan Petroleum Exploration Co., Ltd., ⁴INPEX Corp.,
⁵National Research Institute for Earth and Disaster Prevention

北部フォッサマグナは、日本海拡大期に形成された本州を二つに分ける大規模なグラベンである。糸魚川-静岡構造線がその西縁となり、信濃川断層帯までの間には褶曲した厚い新第三系堆積岩が分布する。この骨格的な地殻構造を明らかにすることは、日本列島の形成プロセスを明らかにする上で、また災害予測の観点からも重要である。この地域の地殻構造を明らかにするために、2012年9月に長野県飯山を通り新潟県小谷に至る延長60kmの区間で、制御震源による地殻構造探査を行った。震源はバイブレータ4台と、薬量100kgのダイナマイト(4点)を使用し、最大1533チャンネルで波形を収録した。通常のCMP重合法による解析の他、屈折トモグラフィーによるP波速度構造断面を求めた。

得られた速度構造断面は、測線中央部の北部フォッサマグナの中軸部では、ほぼ先新第三系上面に相当するP波速度5.4km/s層が約深さ5kmに位置し、厚い堆積物によって充填されていることが分かる。この堆積盆地の基底は、西縁では、糸魚川-静岡構造線や小谷-中山断層の北東延長で、ステップ状に東側に低下する。両断層とも東傾斜で中角度の見かけ上正断層である。垂直変位量は糸魚川-静岡構造線では500m程度であるが、小谷-中山断層の北東延長では4kmとなり、新第三紀に形成された北部フォッサマグナを実質的に規制しているのは、糸魚川-静岡構造線ではない。妙高から斑尾山間で大きな層厚を示す堆積層は、背斜の軸部が急斜した褶曲を形成する。信濃川断層帯の隆起側では、短波長の翼部が急斜する褶曲が形成されているが、地下1.5kmにデタッチメントが形成され、信濃川断層帯の本体は、この褶曲の下でフラットを作る。幾何学的制約から野尻湖とその西側に、ランプを想定する必要がある。

信濃川断層帯では、1847年善光寺地震(M7.3)が発生した。この地震の被害分布は、信濃川沿いに集中し、地殻構造から推定されるランプの位置と明瞭な一致は示さない。構造と被害分布を統一的に満たす断層モデルとしては、信濃川断層帯がウェッジスラストを構成し、地震発生鵜に大きな影響を及ぼす断層は、東傾斜の逆断層で、浅部は西傾斜となると推定した。こうした形状を推定すれば、越後平野東縁断層帯など、新潟堆積盆地の東縁の構造と類似した構造となる。

キーワード: 褶曲衝上断層帯, 震源断層, 北部フォッサマグナ, 地殻構造探査, 活断層, 1847年善光寺地震

Keywords: fold-and-thrust belt, source fault, Northern Fossa magna, deep seismic profiling, active fault, 1847 Zenkoji earthquake

月岡断層を横切る高分解能反射法地震探査

High-resolution seismic reflection profiling across the Tsukioka fault, central Japan

加藤 直子^{1*}, 石山 達也¹, 佐藤 比呂志¹, 戸田 茂², 豊島 剛志³, 小林 健太³, 飯塚 弦奨², 品田 航也³, 入谷 正人³
Naoko Kato^{1*}, Tatsuya Ishiyama¹, Hiroshi Sato¹, Shigeru Toda², Tsuyoshi Toyoshima³, Kenta Kobayashi³, IIZUKA, Genki², SHINADA, Kouya³, IRITANI, Masato³

¹ 東京大学地震研究所, ² 愛知教育大学, ³ 新潟大学

¹Earthquake Research Institute, The Univ. of Tokyo, ²Aichi University of Education, ³Niigata University

震源断層と活断層との関係を明らかにしていくことは、発生する地震災害を予測する上で基本的な課題である。阿賀野川沿いの越後山地の西縁部には、月岡断層や村松断層など、低地の方向に傾斜した逆断層性の活断層が分布する(活断層研究会, 1991)。全体の地形的な配置と不調和なこのような逆断層の深部断層との関連はよく分っていない。文部科学省プロジェクト「ひずみ集中帯の重点的観測・研究」の一環として、平成12年度に佐渡-会津測線において震源断層のイメージングを目的とした地殻構造探査が実施された(佐藤ほか, 2010)。この探査では、屈折トモグラフィによって越後山地の西縁には東傾斜の低速度帯が伸びており、断層帯の存在が明らかになっている。こうした東傾斜の主要な断層と月岡断層の詳細な関係を明らかにするため、高分解能反射法地震探査を行った。探査は、「ひずみ集中帯の重点的観測・研究」と地震予知事業「大規模活断層システムにおける長期地殻歪みの蓄積過程の解明」の一環として実施した。

高分解能反射法地震探査を行った期間は2012年10月下旬から11月上旬で、測線は新潟県阿賀野市百津地区から同市大室地区に至る約8km区間である。震源は大型パイプロサイス1台を使用した。受振点間隔は10mで計812チャンネルの固定展開でデータを取得した。受振システムはオフラインレコーダ(GSR-1)とJGI製MS2000を用いた。発震点間隔は10m、スイープ周波数は8-100Hz、標準スイープ回数は2回である。レコーディングのサンプリング間隔は2 msecで記録長は4 secとした。得られたデータに関して反射法地震探査は共通反射点重合処理法により解析を行った。

測線東部では基盤の花崗岩類を覆う堆積層が約30度の西傾斜で分布する。月岡断層はこの反射面群と平行に位置し、層面すべりによって形成されていることが分かる。測線西部の1.5km以浅ではやや緩傾斜になるが堆積層は、同様に西傾斜を示す。一方、測線中央部から西部の深さ約2.5 km付近の領域では、やや凸型を示す反射面が存在する。阿賀野川沿いの深部反射のイメージと合わせて検討すると、月岡断層は、越後山地西縁の東傾斜の逆断層である主要断層とともにウエッジスラストを形成していると推定される。従って、東傾斜の逆断層が震源断層として重要であり、二次的な断層である月岡断層よりも変位量が大きいものと推定される。

2011年3月12日長野県・新潟県県境付近の地震 (M6.7) の地震活動の詳細と背景にあるサイスモテクトニクス Detailed characteristics of the March 12, 2011 Nagano-Niigata earthquake sequence and its seismo-tectonic background

武田 哲也^{1*}, Enescu Bogdan², 浅野 陽一¹, 関口 涉次¹, 小原 一成³
Tetsuya Takeda^{1*}, Bogdan Enescu², Youichi Asano¹, Shoji Sekiguchi¹, Kazushige Obara³

¹ 防災科学技術研究所, ² 筑波大学, ³ 東京大学地震研究所

¹National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, ²University of Tsukuba, ³Earthquake Research Institute, University of Tokyo

2011年3月11日に東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) が発生し、各地で余震や誘発地震が頻発する中、それから約13時間後の3月12日にひずみ集中帯内において長野県・新潟県県境付近の地震 (M6.7) が発生した。Hi-netおよびF-netによる発震機構解はともに北北西-南南東圧縮の逆断層型を示す。また、約30分後にはM5.9の最大余震が発生し、その発震機構解は本震とほぼ同じく北北西-南南東圧縮の逆断層型であった。東北地方太平洋沖地震は、広域にわたり地殻変動を生じさせた (例えば Ozawa et al., 2011)。しかし、このように応力場が変化している中で、従来からひずみ集中帯内で発生した地震 (例えば、2004年新潟県中越地震や2007年新潟県中越沖地震) とほぼ同じメカニズム解を示す地震が発生したことは興味深い。この地震の発生メカニズムを理解する上で、その地震活動の詳細と背景にあるサイスモテクトニクスを調べることは重要である。そこで、最初にこの一連の地震活動を解析して詳細な余震分布を得て、三次元速度構造との比較から、この地震活動の特徴について明らかにする。そして最後に今回の地震が誘発された原因について考察する。

得られた余震分布と詳細三次元速度構造 (エネスク他、2012) から地震の特徴について述べる。余震域は、2つの基盤岩のブロックから構成され、北東側と南西側とに分かれる。北東側ブロックの中には、本震の震源断層が存在し、南東傾斜の断層面を持つ。一方、南西側ブロックには、最大余震を引き起こした震源断層が存在し、その傾斜は本震断層とは異なる北西方向を示す。北東側ブロックと南西側ブロックは基盤岩の速度構造が異なっており、南西側の方が北東側より相対的に速度が速い。この速度の違いは、岩石の組成の違い、つまりはブロックの形成過程の違いから生じていると考えられる。

このブロックは、日本海拡大時に正断層およびトランスフォーム断層によって形成され、ひずみ集中帯下にはこのようなブロックが多数存在していると考えられる。2004年新潟県中越地震や2007年新潟県中越沖地震でも、今回の地震と同様に本震と余震の震源断層は複数のエリアに分けることができる (例えば、Kato et al., 2005 や Yukutake et al., 2008)。つまり、ひずみ集中帯で発生する地震は、複数のブロックが同時もしくは短い時間差で破壊を起こし、ブロック単位で活動しているのかもしれない。

最後に地震が誘発された原因について考える。東北地方太平洋沖地震後に日本中の多くの火山で地震活動が増加した。はるか遠い九州の火山も含まれていることから、その原因は、静的応力変化よりも動的応力変化、つまり表面波の通過によるトリガリングであると考えられる。トモグラフィーの結果から本震の下には高 V_p/V_s 比の領域が存在している。その高 V_p/V_s 比領域には、火山下と同様に流体が存在している可能性が高い。つまり、東北地方太平洋沖地震による大振幅の表面波の通過による動的応力変化によって、火山と同様の活発化を引き起こされたと考えられる。

キーワード: ひずみ集中帯, 長野県・新潟県県境付近の地震, 東北地方太平洋沖地震

Keywords: the high-strain-rate zone of Japan, Nagano-Niigata earthquake, Tohoku-oki earthquake

関東北部から東北地方にかけてのS波偏向異方性の地域的特徴 Seismic anisotropy at the northern part of Kanto and Tohoku regions

飯高 隆^{1*}, 小原 一成¹, 五十嵐 俊博¹, 武藤 潤², 芝崎 文一郎³

Takashi Iidaka^{1*}, Kazushige Obara¹, Toshihiro Igarashi¹, Jun Muto², Bunichiro Shibazaki³

¹ 東京大学地震研究所, ² 東北大学大学院理学研究科地学専攻, ³ 建築研究所国際地震工学センター

¹Earthquake Research Institute, University of Tokyo, ²Tohoku Department of Earth Sciences, Tohoku University, ³IISEE, Building Research Institute

1) はじめに

日本列島下には東から太平洋プレートが、また南からはフィリピン海プレートが沈み込み複雑な構造をしている。日本列島における応力場はそれらの沈み込みと密接な関係があり、最大主応力の分布においても顕著な地域的特徴がみられる。関東地方北部から東北地方にかけての領域においては、東から西へと沈み込む太平洋プレートの影響が大きく、これまでの研究から主応力軸の方向は東西であることがわかってきた。

一方、地殻の異方性の原因は、地殻内に存在するクラックが応力場の影響を受け、最大主圧縮軸方向に長軸をもつクラックが開くことによるものと考えられている。そのため、S波偏向異方性は、地殻内の応力場を知るために有効な方法の一つと考えられている。そこで、地殻内の異方性を観測することによって、その地域の応力場を推定できる性質を利用して、本研究では関東地方北部から東北地方で発生した地殻内地震を用いて、地殻の異方性の分布を調べた。

2) データ

解析に用いた地震は、気象庁の一元化震源から、2001年から2011年3月10日までの、2011年東北地方太平洋沖地震以前の地殻内部で発生した地震を用いた。用いた地震の震源の深さは30km以浅のものを用い、観測点は防災科研 Hi-netの観測点を中心に気象庁、東大地震研の観測点を使用した。

3) 結果

関東北部から東北地方にかけてのS波偏向異方性においては、顕著な地域的な特徴がみられた。解析領域の西側においては概ね東西方向の偏向方向が観測された。その一方で、東側である阿武隈山地から三陸地域においては、南北方向の偏向が観測された。これまでの研究から、東北地方における最大主圧縮軸方向は、太平洋プレートの沈み込みに伴って東-西方向であると考えられていた。しかしながら、得られた結果は単純なものではなかった。内陸地域の偏向方向はこれまでの結果と調和的であるが、関東北部の海岸沿いから三陸方向の異方性の偏向方向は明らかに異なることがわかった。このような特徴は、Iidaka and Obara (2013)における茨城県北部から福島南部にかけての領域での解析でも得られており、広域的な特徴である可能性が考えられる。この原因について、太平洋プレートの沈み込みの影響とこれらの地域的特徴について、数値モデリングの結果と比較検討することにより議論する。

キーワード: S波偏向異方性, 地殻, 沈み込み

Keywords: Shear-wave splitting, crust, subduction

東北日本南部の地殻・上部マントル構造と第四紀ひずみ速度分布 Quaternary strain rates distribution and crust-upper mantle structure of the southern North-east Japan

石山 達也^{1*}, 佐藤 比呂志¹, 加藤 直子¹, 松原 誠², 武田 哲也², 岩崎 貴哉¹, 今泉 俊文³

Tatsuya Ishiyama^{1*}, Hiroshi Sato¹, Naoko Kato¹, Makoto MATSUBARA², Tetsuya Takeda², Takaya Iwasaki¹, Toshifumi Imaizumi³

¹ 東京大学地震研究所, ² 防災科学技術研究所, ³ 東北大学大学院理学研究科地学専攻

¹ERI, University of Tokyo, ²NIED, ³Department of Geosciences, Tohoku University

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、変動地質学・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。石山ほか(2012)では、こうしたデータを検討し、東北日本南部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地質学的ひずみ速度分布および長波長の地殻変動速度分布について議論した。本発表では、これらについてその後の検討による若干の修正を行うとともに、地震波トモグラフィや地殻構造探査の結果との比較を試みる。

1. 活断層の地質学的ひずみ速度

活断層における地質学的ひずみ速度は角田-弥彦断層で最大となり、いずれも 10-8/yr オーダーであり、従来の歴史地震や第四紀断層に基づく見積りの 10 から 100 倍となる。活断層による地質学的ひずみ速度は、背弧域で大きくなり、前弧域で小さくなる。また、2011 年東北地方太平洋沖地震前のひずみ速度はこれよりも一桁程度大きく、その乖離は太平洋側ほど大きい。阿武隈山地南部では、2011 年福島県浜通りの地震に代表される正断層が複数分布するが、これらの平均変位速度は概して小さく、ひずみ速度は 10-9?10-10/yr オーダーと考えられる。また、東北日本南部の活断層の殆どは、中新世に形成された正断層の再活動であることが特徴的である。ただし、背弧域の逆断層は中新世の背弧拡大の中心であったことを反映して、大規模な地殻の薄化に寄与する正断層および副次的な正断層と、形成された地溝を埋積する厚い堆積物を反映して、一般に断層関連褶曲・薄皮構造やデタッチメント褶曲、分岐断層を伴う複雑な褶曲衝上断層帯を形成する。これに対して、前弧域では比較的単純かつ構造的落差の小さい半地溝を形成する西傾斜の正断層群の再活動である。

2. 長波長上下地殻変動

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。背弧域の顕著な沈降運動の開始時期は第四紀初期であり、その範囲は日本海沿岸に沿って断続的に分布している。一方、越後山地や脊梁山地の隆起の開始は、海成中新統の分布から、後期中新世には既に開始していたらしい。

3. 地殻構造との比較

沈み込み帯先端部から前弧域にかけての反射断面をみると、海溝陸側斜面から沈み込み帯先端部にかけては顕著な褶曲衝上断層帯が分布しているが、大陸棚の広い範囲には、海溝陸側斜面上部に正断層群が発達する以外は比較的静穏である。阿武隈山地と奥羽脊梁山地に挟まれた狭い領域(郡山盆地や仙北平野など)では地殻が非常に薄い部分があり、厚さ 20 数 km まで薄化する。一方、脊梁山地直下では概して周辺に比べてモホ面が深く、地殻の厚さは 35 km 程度まで厚くなる。沈降速度の速い新潟平野や村上沖では地殻が再び厚さ 20 km 程度まで薄くなる。前弧域との相違点は、地殻の薄化に加えて、背弧域の沈降帯の直下ではマントル上部内に P 波速度の低速度異常が分布することが大きな特徴である。

島弧地殻はどこまで弾性的か？ How elastic is the island arc crust?

鷲谷 威^{1*}
Takeshi Sagiya^{1*}

¹ 名古屋大学
¹ Nagoya University

The earth's crust is usually treated as elastic in the many studies. The term elasticity refers to a physical property of materials that recover their original shape after they are deformed. The elastic theory is very useful in data analysis and interpretation in seismology and geodesy. On the other hand, elasticity of the crust is nothing but a first order approximation. It has not been thoroughly tested in which time scale, in which spatial scale, and to what extent the crust is elastic. These issues have important implications associated with tectonic loading of crustal faults, evaluation of seismic potential, and topographical as well as geological structure development. As an example, we have found that there is significant inconsistency between geodetic and geologic deformation rates around active fault zones in central Japan such as the Atotsugawa Fault and the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line. Geodetically estimated fault slip rate is larger than geologic estimates by a factor of 2 to 3 there. Such an observation strongly suggests that there exists significant amount of inelastic deformation, and a large part of the inelastic deformation should be accommodated within the crustal blocks. Currently available geologic data about crustal strain rate are mostly related to fault offset and do not take deformation of the whole block into account. Thus it is important to develop appropriate methods to estimate long-term deformation rate of crustal blocks. One possibility is to examine cumulative deformation of strata based on seismic exploration and boring. Another possibility is to translate seismological properties such as attenuation and/or scattering coefficient into inelasticity. These possibilities should be investigated and derived results should be integrated into comprehensive modeling of deformation process of the Japanese island arc.

キーワード: 島弧地殻, 弾性変形, 塑性変形, ひずみ速度, 地震発生ポテンシャル
Keywords: island arc crust, elastic deformation, plastic deformation, strain rate, seismic potential

有限要素法による日本列島域における2011年東北沖地震の余効変動シミュレーション Simulation for coseismic and postseismic deformation in the Japan region due to the 2011 Tohoku earthquake with finite e

橋間 昭徳^{1*}, FREED, Andy², 佐藤 比呂志¹, 西村 卓也³, OKAYA, David⁴, 石山 達也¹, 松原 誠⁵, 岩崎 貴哉¹, BECKER, Thorsten⁴

Akinori Hashima^{1*}, Andy Freed², Hiroshi Sato¹, Takuya NISHIMURA³, David Okaya⁴, Tatsuya Ishiyama¹, Makoto MATSUBARA⁵, Takaya Iwasaki¹, Thorsten Becker⁴

¹ 東京大学地震研究所, ² パーデュー大学, ³ 国土地理院, ⁴ 南カリフォルニア大学, ⁵ 防災科学技術研究所

¹ Earthquake Research Institute, the University of Tokyo, ² Purdue University, ³ The Geospatial Information Authority of Japan,

⁴ University of Southern California, ⁵ National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

M9に及んだ2011年東北沖地震は、東北地方の地震発生システムを特徴づけるものであり、現在の日本列島域のプレート沈み込みシステムに大きな影響を与えている。このような状況下にある日本列島域において、合理的な地震活動・地殻変動予測を行うためには、現実的な地下の物性構造モデルを構築し、それにもとづいた地殻変動シミュレーションを行わなければならない。日本列島域では太平洋プレート、フィリピン海プレートという2つのプレートの沈み込みが起きているので、この地域の変形問題は本質的に三次元的である。このような問題を解くにあたっては、任意の形状を取り入れることが可能な有限要素法によってモデリングを行うことが必要である。また、現時点では、東北沖地震の発生後に周囲にどのような応力変化がもたらされ、時間変化していくのかを解明することが非常に重要である。したがって、本研究では、東北沖地震後の日本列島域における現実的な地震活動予測を行うため、有限要素法を用いて、三次元的な地殻構造のもと日本列島域における東北沖地震の余効変動のシミュレーションを行った。

日本列島域の時間依存変形のシミュレーションを行うにあたって、まず考慮に入れるべき構造はプレート境界形状と弾性-粘弾性物性構造である。はじめにモデル領域として4500 km × 4900 km × 600 kmの領域をとる。これは千島列島-マリアナ列島-琉球列島を含む領域に対応する。プレート境界形状としては、日本列島近辺においては主に地震活動から求めたNakajima & Hasegawa (2006)、Nakajima et al. (2009)、Kita et al. (2010)、弘瀬ほか (2008) などによるモデル、千島弧、伊豆小笠原弧、琉球弧に関してはHayes et al. (2012) によるSlab1.0モデルを用い、これらを補間して、プレート境界形状を作成した。日本列島下の地殻構造については高密度に展開されたHi-netの観測網により、詳細な地震波速度構造が得られている(Matsubara et al, 2011)が、現段階では大陸側の弾性層の厚さを一様に30 km、海洋プレート側の弾性層とスラブの厚さを70 kmという単純な構造であると仮定した。

上記のモデル領域に境界条件を設定する。境界条件は、モデル領域の外壁に与える条件の他に、震源域の断層面における接線方向の変位の食い違い(断層すべり)条件がある。このような条件のもとで数値計算を実行し、変形問題を解くことができる。本発表では、第1次モデルとして、上記構造における変形問題の計算結果を紹介する。

このような変形モデルによる計算結果から、モデルに制約を与える構造パラメータを絞り込み、そのパラメータを効率的に観測するための合理的な観測計画を立てることが可能となる。得られた観測データをもとに変形モデルを向上させることができ、さらに効率的な観測計画を立てることができる。このような観測-シミュレーションのサイクルを作ることが、今後の地震活動・地殻変動予測にとって必須である。

キーワード: 日本列島, コミュニティ・モデル, 2011年東北沖地震, 応力場, 地殻構造, 有限要素法

Keywords: Japan islands, Community model, 2011 Tohoku earthquake, Stress field, Crustal structure, Finite element modeling

2011年東北地方太平洋沖地震に伴い応力場が変化した領域の広がり と 応力・強度の推定

Change in the stress field in the inland area of NE Japan after the 2011 Tohoku-Oki earthquake

吉田 圭佑^{1*}, 長谷川 昭¹, 岡田 知己¹, 中島 淳一¹, 飯沼 卓史³, 伊藤 喜宏¹, 佐藤 忠弘¹, 浅野 陽一², 2011年東北地方太平洋沖地震合同余震観測グループ⁴

Keisuke Yoshida^{1*}, Akira Hasegawa¹, Tomomi Okada¹, Junichi Nakajima¹, Takeshi Iinuma³, Yoshihiro Ito¹, Tadahiro Sato¹, Youichi Asano², Group for the aftershock observations of the 2011 Tohoku Earthquake⁴

¹ 東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター, ² 防災科学技術研究所, ³ 東北大学災害科学国際研究所, ⁴ 2011年東北地方太平洋沖地震合同余震観測グループ

¹ RCPEVE, Tohoku University, ² National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, ³ International Research Institute of Disaster Science, ⁴ Group for the aftershock observations of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

We have reported that the principal stress orientations changed after the 2011 Tohoku-Oki earthquake even in the inland areas far from the source area (Yoshida et al., 2012). A typical example of such areas with changed stress orientations is central Akita Prefecture. We investigated amply the stress field in the inland area of Tohoku to further confirm the above results and to know in detail the areas where the principal stress orientations changed after the 2011 Tohoku-Oki earthquake. In order to considerably increase focal mechanism data, we picked P-wave initial-motion polarity data from original seismic waveform records observed at many temporary seismic stations that are deployed in this area both before and after the Tohoku-Oki earthquake. Then we determined focal mechanisms of those events. The number of well-determined focal mechanisms is 2835 and 4291 before and after the 2011 Tohoku-oki earthquake, respectively. These numbers almost doubled the previous dataset. First, we estimated the spatial variation of the stress fields in NE Japan before and after the Tohoku-Oki earthquake in each 50 km spaced grid by applying the stress tensor inversion method. The results show that the estimated principal stress orientations significantly changed after the earthquake in three regions; northeast Miyagi Prefecture, central Akita Prefecture and southeast Tohoku near Iwaki city. The estimated orientations correspond to those of the static stress change caused by the coseismic slip of the Tohoku-Oki earthquake.

Then, we estimated again the stress fields in those regions before and after the Tohoku-Oki earthquake in more detail. We relocated hypocenters using the double-difference location method in the three regions, and applied the stress tensor inversion method to those data by subdividing the regions. Although the change in the stress fields near Iwaki city was not significant due to the existence of the depth variations of stress fields, the stress fields changed significantly in NE Miyagi Prefecture and central Akita Prefecture. This suggests that the stress magnitudes in NE Japan are very low because the static stress changes are only about 1-3 MPa of differential stress. Another possibility is that the stress fields in NE Japan are spatially very heterogeneous with the scale < 10 km.

To confirm whether the stress magnitude has such a low value, we investigated the effect of the tidal stress on earthquake rate. Tidal stresses were calculated including both the solid earth and ocean loading to focal mechanisms estimated above. The phase distribution exhibits a strong influence of tidal shear stress increments in NE Japan both before and after the Tohoku-Oki earthquake. Statistical test shows that it is significant (Schuster, 1897). Using the formula by Dieterich (1987), which was obtained through numerical simulations based on rate- and state-dependent friction law, we estimated the effective normal stress from the phase distribution. Assuming $a = 0.004-0.01$, the effective normal stress is estimated as 1.0-2.5 MPa. This value is roughly consistent with the value estimated using the change of the stress field after the 2011 Tohoku-oki earthquake.

Keywords: stress field, static stress change, focal mechanism, tidal triggering, stress magnitude, frictional strength

IBMの岩石学と島弧進化と「安山岩問題」 IBM arc petrology, arc evolution and andesite problem

田村 芳彦^{1*}

Yoshihiko Tamura^{1*}

¹ 海洋研究開発機構地球内部ダイナミクス領域

¹IFREE, JAMSTEC

伊豆小笠原マリアナ (IBM) 弧は、しばしば、代表的な海洋性島弧の一つにあげられる。その火山活動は、シリカ成分が 55 パーセント以下の玄武岩マグマとシリカ成分が 70 パーセント前後 (66?74 パーセント) のデイサイト-流紋岩マグマのバイモーダルな活動を特徴とする (Tamura & Tatsumi, 2002)。つまり、シリカ成分が 60 % 程度の安山岩マグマはほとんど噴出ししない。これは、他の海洋性島弧 (たとえばケルマディック弧、Wright et al., 2006) でも同様である。また、ODP のコアのタービダイトの研究から、伊豆弧のバイモーダルな火山活動は 3000 万年以上も継続していることがわかっている (Gill et al., 1994)。一方、東北日本弧やカスケードのような '成熟した' 沈み込み帯では、安山岩マグマが最も卓越し、大量に噴出する (e.g., Aramaki & Ui, 1978)。

太陽系の中でも地球をユニークにしているものは海と大陸の存在であり、大陸は安山岩の平均組成を持つ (e.g. Rudnick & Gao, 2003)。よって、大陸は沈み込み帯の火成活動で生じたと考えられる (Taylor, 1967)。それでは、バイモーダルな火山活動の未成熟な島弧 (海洋性島弧) が成長して安山岩マグマの活動の盛んな成熟した島弧へと進化し、成熟した島弧で、大陸地殻が形成されるのであろうか。

この「常識」を見事に覆したのが IBM の地殻構造の研究である (e.g. Suyehiro et al., 1996; Kodaira et al., 2007; 2008; Takahashi et al., 2007; 2008; 2009)。彼らは、IBM 海洋性島弧の中部地殻が (1) 大陸地殻と同じ地震波速度を持つこと、かつ (2) 玄武岩火山の下で、中部地殻が厚く、流紋岩火山の下では中部地殻が薄いこと、つまり (3) 玄武岩火山の地下で安山岩質の大陸地殻が成長していること、を示唆したのである。

このようは反常識的なことが実際におこっているのであろうか。地質学的研究 (地表に露出した島弧断面) はこれを支持するのであろうか。そこで、伊豆弧-本州弧の衝突帯 (丹沢深成岩体) の研究がおこなわれた (Tani et al., 2010; Tamura et al., 2010)。結論を言うと、伊豆弧の衝突帯には伊豆弧で形成された中部地殻を源岩とする深成岩体が露出している。しかし、それは部分融解を受け、オリジナルな年代情報を消失し、あるものはメルトと分離し、あるものは結晶が集結して、変形上昇して衝突帯に定置したものである。原形をとどめないほど料理された、「もと島弧中部地殻構成岩」といえるだろう。島弧中部地殻が、地球の成因、大陸地殻の成因に大きな役割を演じたことが明らかであるならば、中部地殻の実態解明は急務である。この謎の解明にむけて、地球深部探査船「ちきゅう」をつかって、人類として初めて、海底下 5.5 キロを掘削し、「生まれたての大陸」を持ち帰るプロジェクトが進んでいる。

キーワード: 伊豆小笠原マリアナ弧, 安山岩, 海洋性島弧

Keywords: IBM arc, andesite, oceanic arc

富士川河口断層帯 - 糸魚川静岡構造線横断地下構造探査 (FIST) 報告 (2)

Report on the Fujikawa kako fault system ~ Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line seismic profiling, FIST. (2) Deep structure

伊藤 谷生^{1*}, 狩野 謙一², 池田 安隆³, 津村 紀子⁴, 阿部 信太郎⁵, 野崎 謙治⁴, 山北 聡⁶, 武田 哲也⁷, 加藤 潔⁸, 佐藤 剛¹, 小森 次郎¹, 岩崎 貴哉³, 佐藤 比呂志³, 渡辺 俊樹⁹, 藤原 明¹⁰, 阿部 進¹⁰, 小田原 啓¹¹, 松浦好樹¹²
 Tanio Ito^{1*}, Ken-ichi Kano², Yasutaka Ikeda³, Noriko Tsumura⁴, Shintaro Abe⁵, Kenji Nozaki⁴, Satoshi Yamakita⁶, Tetsuya Takeda⁷, Kiyoshi Kato⁸, Go Sato¹, Jiro Komori¹, Takaya Iwasaki³, Hiroshi Sato³, Toshiki Watanabe⁹, Akira Fujiwara¹⁰, Susumu Abe¹⁰, Kei Odawara¹¹, Yoshiki Matsuura¹²

¹ 帝京平成大学, ² 静岡大学, ³ 東京大学, ⁴ 千葉大学, ⁵ 産業技術総合研究所, ⁶ 宮崎大学, ⁷ 防災科学技術研究所, ⁸ 駒澤大学, ⁹ 名古屋大学, ¹⁰ 地球科学総合研究所, ¹¹ 神奈川県温泉地学研究所, ¹² ジベック
¹ Teikyo Heisei University, ² Shizuoka University, ³ University of Tokyo, ⁴ Chiba University, ⁵ AIST, ⁶ Miyazaki University, ⁷ NIED, ⁸ Komazawa University, ⁹ Nagoya University, ¹⁰ JGI, ¹¹ Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture, ¹² Geebec

通常の処理法に基づく深部反射法断面, 広角反射法断面上には多数の反射波列が認められるが, これらから直接的に深部地下構造を解釈するのは困難を伴う。そこで以下の手法によって速度不均質と反射パターンの可視化を試みた。

1. トモグラフィー解析結果による速度構造を反射法断面上にオーバーレイする。
2. MDRS (Multi-dip reflection surface) 法 (Aoki et al., 2010) によって得られた断面上で卓越する反射パターンをグルーピングしてその領域を定めていく。その際, 卓越パターンを客観的に識別する手法として,
 - 1) 反射波列のスケルトン化。スケルトン化されたセグメント長による分類。
 - 2) スケルトン化アトリビュートの平均傾斜, 連結度による分類。

その結果, 本地域の地下構造は東から西に向かって次の A から E までの 5 領域に区分される。

A: 富士川河口断層帯前縁

深度 4000m 位まで水平に近い反射パターンが卓越する。ただし西傾斜逆断層伏在の可能性もある。

B: 富士川河口断層帯から野下断層まで

大宮, 安居山, 芝川, 野下という西傾斜逆断層が東から西に向かって配列し, 深度約 6000m に至るまで西傾斜の反射パターンが卓越する。トモグラフィー解析による速度構造を基にして考えると, 断層の活動性は野下断層から順に東に向かって弱くなっている。活構造という点で芝川断層から大宮断層までを富士川河口断層帯としているが, 構造的には野下断層から大宮断層までは同一と考えてよい

C: 野下断層から根熊断層まで

西傾斜逆断層の野下断層と同じく西傾斜でありながら正断層の根熊断層までの領域で西傾斜の反射パターンが深度約 5000 m まで卓越する。

D: 根熊断層から田代峠・音下断層まで

地表における地層分布, 反射パターン, 速度構造のいずれからも向斜構造を示す。西縁の田代峠・音下断層は逆断層成分を有する左横ずれ高角西傾斜断層であり, 5000m/s という高速度層に約 2500m の垂直変位を与えている。

E: 田代峠・音下断層から十枚山構造線

糸魚川 - 静岡構造線を中心とする高角西傾斜左横ずれ断層帯である。反射パターンは高角西傾斜が卓越する。

これらの領域のうち富士川河口断層帯を含む B の逆断層群と深部に位置するフィリピン海プレートとの関係が重要であるが, 例えば四国沖で認められるようなフィリピン海プレートの上面形状を直接示す明瞭な反射イベント (Ito et al., 2009) は今回の探査においては確認できなかった。衝突し, 沈み込むフィリピン海プレートも島弧地殻を有しているので, 上盤側との物性的コントラストが極めて弱いためであろう (高橋他, 2010)。しかし, 西傾斜の反射イベントが集中する厚さ約 2km の帯 (DEZ) が, 地表における大宮断層の下, 深度約 5000 m から西傾斜 20~25° で追跡できる。DEZ の底面は比較的明瞭でそれ以深では急激に貧反射状態になる。この底面は防災科技研の Hi-net データから推定されるプレート上面位置付近にほぼ対応していることから, DEZ はプレート沈み込みに直接関係する構造と判断されよう。大宮断層の深部延長は深度 6000~7000 m 付近でこの DEZ に接続している可能性が高い。一方, 芝川断層に伴う西傾斜の強い反射面群は深度 5000 m 付近で緩やかな東傾斜イベント群に接し, それより以深は不明瞭になる。この緩やかな東傾斜イベント群は速度 5300m/s のコンターに対応している。一方, 田代峠・音下断層を含めて E の断層群とフィリピン海プレートとの関係は明らかにできなかった。

【文献】Aoki, N. et al. (2010) SEG Expanded Abstract 29,3604 / Ito, T. et al. (2009) Tectonophysics, 472, 124-134 / 高橋成実他 (2010) 地球惑星科学連合予稿集 SSS027-P12

【謝辞】東大名誉教授松田時彦先生ならびに産総研杉山雄一氏には未公表のフィールドデータを見せていただき, 現地においてもご教示を受けた。本研究は JSPS 科学研究費補助金 (基盤研究 A = 課題番号 23244098), 科学技術戦略推進費地域再生人材創出拠点形成事業「災害科学的基礎を持った防災実務者の養成」研究助成 (静岡大学防災総合センター),

Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SCG68-12

会場:303

時間:5月23日 17:15-17:30

帝京平成大学ならびに千葉大学理学研究科地殻構造研究室からの支援によってなされた。これらの方々，機関に深く感謝する。

キーワード: 富士川河口断層帯, 糸魚川静岡構造線, フィリピン海プレート, 地震探査, MDRS

Keywords: Fujikawa kako fault system, Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, Philippine Sea Plate, seismic survey, MDRS

日高衝突帯のリソスフェア構造の再検討 2. 平取-帯広 測線

Reinterpretation of the lithospheric structure beneath the Hidaka collision zone, Hokkaido, Japan 2 Biratori-Obihiro Line

岩崎 貴哉^{1*}, 津村 紀子², 伊藤 谷生³, 佐藤 比呂志¹, 蔵下 英司¹, 平田 直¹, 在田 一則⁴, 野田 克也⁵, 藤原 明⁵, 阿部 進⁵, 菊池 伸輔⁶, 鈴木 和子⁷

Takaya Iwasaki^{1*}, Noriko Tsumura², Tanio Ito³, Hiroshi Sato¹, Eiji Kurashimo¹, Naoshi Hirata¹, Kazunori Arita⁴, Katsuya Noda⁵, Akira Fujiwara⁵, Susumu Abe⁵, Shinsuke Kikuchi⁶, Suzuki Kazuko⁷

¹ 東京大学地震研究所, ² 千葉大学大学院理学研究科, ³ 帝京平成大学, ⁴ 北海道大学総合博物館, ⁵ 地球科学総合研究所, ⁶ 石油資源開発株式会社, ⁷ シュランベルジャー

¹ERI., the University of Tokyo, ²Graduate School of Science, Chiba University, ³Teikyo-Heisei University, ⁴The Hokkaido University Museum, Hokkaido University, ⁵JGI, Inc., ⁶JAPEX, ⁷Schlumberger Ltd.

The Hidaka region in the central part of Hokkaido Island, Japan is known as an arc-arc collision zone where the Kuril Arc (southern part of eastern Hokkaido) has been collided against the NE Japan Arc (western Hokkaido) since the middle Miocene. This collision is a controlling factor for the formation of the Hidaka Mountains, the westward obduction of the middle/upper part of lower crustal rocks of the Kuril Arc (the Hidaka Metamorphic Belt) and the development of the foreland fold-and-thrust belt. A series of seismic reflection/refraction surveys from 1994 to 2000 revealed the collision and deformation processes occurring in this region (e.g. Arita et al., 1998; Tsumura et al., 1999; Ito et al., 2002). As indicated by Tsumura et al. (2013, this symposium), the high quality of these data sets has large potentiality to provide more clear collision image and new geological finding with the use of more advanced processing and interpretation techniques including CRS/MDRS method.

This paper focus on the reanalysis for the data sets from "the Hokkaido Transect Project from 1998 to 2000", which was multidisciplinary effort intended to clarify the structural deformation process associated with the arc-arc collision. The element of the active source experiment in this project was composed of a 227-km seismic refraction/wide-angle reflection profile running middle part of Hokkaido and three seismic reflection lines from the hinterland to the foreland (Biratori-Obihiro) crossing the Hidaka Mountains.

The previous study for these data sets, mainly based on the forward modelling by the ray-tracing technique, revealed the collision structure in the upper and middle crustal levels beneath the Hidaka Mountains, and a thick sedimentary package developed beneath the fold-and-thrust belt (Iwasaki et al., 2004).

Generally, refraction/wide-angle reflection method and near-vertical reflection profiling are complimentary to each other. Therefore, simultaneous evaluation for these two kinds of data set is expected to yield significant improvement for structural modelling and its geophysical/geological interpretation. In the present analysis, seismic tomography analysis was applied to a combined set of a large amount of near vertical reflection data and the refraction data. This analysis was mainly undertaken to confirm the validity of the upper 20-km crustal structure deduced from the previous result (Iwasaki et al. 2004) and quantitatively evaluate the resolving power of the data sets and the reliability of the structure model. The obtained image is well consistent with the previous result, showing a thick (4-5 km) undulated sediments in the hinterland, the outcrop of crystalline crust beneath the Hidaka Metamorphic Belt with higher Vp and Vp/Vs, probably expressing the obduction of the middle/lower crustal materials, and an enormously thick (>8 km) sedimentary package beneath the foreland. The CRS /MDRS processing for the reflection data provided clearer images of the base of the obducting lower crustal part of the Kuril Arc and shallow structural packages within the fold-and-thrust belt. Furthermore, it succeeded in imaging eastward dipping events around 25-35 km depth beneath the Hidaka Mountains. These reflectors, which were not imaged by the previous conventional CDP processing, are situated below the offscraped and thrust-up part of the Kuril Arc crust, probably representing the lower crustal part and upper mantle of the NE Japan Arc. In several record sections of the wide-angle data, we can recognize weak later phases at a rather distant offsets (> 80-100 km). Their travel times are explained fairly well by the eastward dipping lower crust and Moho of the NE Japan Arc as indicated by the CRS/MDRS imaging.

キーワード: 日高衝突帯, 千島弧, 地殻剥離, 東北日本弧

Keywords: Hidaka Collision Zone, Kuril Arc, Delamination, NE Japan Arc