

(1) 実施機関名：

東北大学

(2) 研究課題(または観測項目)名：

沈み込み帯の水循環の全容解明

(3) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

イ．上部マントルとマグマの発生場

(4) その他関連する建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

ア．列島及び周辺域のプレート運動，広域応力場

ウ．広域の地殻構造と地殻流体の分布

(2) 地震・火山噴火に至る準備過程

(2-1) 地震準備過程

ウ．ひずみ集中帯の成因と内陸地震発生の準備過程

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

沈み込み帯の水循環について、地震波速度構造や減衰構造などの地震学的観測事実と電気伝導度構造などの地球電磁気学的観測事実に基づき、スラブ内で脱水反応が起こる深さ、脱水反応により生じた水の移動経路、マントル上昇流の微細構造などを明らかにし、スラブから地表に至る流体の移動経路の全容を解明する。さらに、5 か年の計画で得られる新たな観測事実に基づき、これまでに提案されている東北日本弧におけるマグマ生成・上昇モデルを高度化する。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

平成 21 年度は、地震波速度・減衰トモグラフィのための地震波形の読み取りを行うとともに、得られたデータを用いて、北海道および紀伊半島下の速度構造の予備的な解析を行う。また、中国北東部におけるトモグラフィを行い、太平洋停滞スラブと活火山の関係を明らかにする。減衰構造推定のためのインバージョンプログラムを開発する。

平成 22 年度は、紀伊半島下の減衰構造の推定し、西南日本下のマントル上昇流について、速度異常と減衰異常からその原因の考察を行う。また、North China Craton の活発化と太平洋停滞スラブとの関係の考察を行う。

平成 23 年度は、遠地地震を用いた解析を行い、日本列島下のマントル構造を明らかにする。

平成 24 年度は、これまで進められてきた波形の読み取り値を用いて、日本列島下の速度トモグラフィを行い、特にスラブ直上及びマントルウエッジの構造を高分解能で推定する。東北地方に関して

は3次元最上部マントル電気伝導度構造も推定し、地震学的構造と電磁気学的構造の両者を詳細に比較検討する。

平成25年度は、それまでに得られた結果から、沈み込む太平洋スラブに関わる水や物質の循環を、日本列島から中国北東部に至る広い領域で考察し、Big Mantle Wedgeにおける流体の移動経路の全容を解明する。

(7) 平成24年度成果の概要：

東北地方下に沈み込む太平洋プレートの地殻の詳細なP波速度構造の推定、及び島弧スケールのマントル不均質構造解析を行い、マルチスケールでの水の分布域を明らかにした。

1. 東北地方のスラブ内地震に見られる太平洋プレート上部境界でのPS変換波について、基盤地震観測網で得られた地震波形からフェイズを同定し、その読み取りを行った。さらに、読み取った走時を用いて地震波速度トモグラフィを行い、海洋性地殻の面的なP波速度分布を明らかにした。その結果、深さ60-90kmの範囲において得られたP波速度構造は、岩石学的モデル(Hacker et al., 2003)や室内実験(Fujimoto et al., 2010)から期待される速度よりも10%程度遅いことが明らかになった(図1)。この結果は、前弧域では海洋性地殻が多量の水(自由水)を保持していることを強く示唆する結果である。さらに、速度構造から期待される水の分布域と地殻内地震分布とは非常に良い対応をしめす。

2. 近地および遠地地震の走時データを用いて、日本列島下における深さ700kmまでの三次元P波速度構造を詳細に決定した。その結果、九州下ではフィリピン海プレートが深さ430kmまで沈み込んでいること、東北地方と九州地方下のマントルウエッジには斜めの低速度域が明瞭に分布し、それはそれぞれ日本海下および東シナ海下から、火山フロント釜で連続的に存在すること、西南日本の上部マントルには大規模な低速度域が分布すること、などが明らかになった(図2, 図3)。

3. 基盤地震観測網で得られた高品質の地震波形のスペクトルについて、Sコーダ波のスペクトル比を取ることで、各地震のコーナー周波数を精度よく決定した。そのようにして求めたコーナー周波数を用いて、各波形のスペクトルから減衰のパラメータである t^* を推定し、その t^* をインバージョンすることにより、東北地方の三次元P波減衰構造の推定を行った。背弧側のマントルウエッジにイメージされた高減衰域は、地震波低速度域とほぼ一致することから、島弧マグマ活動に関わる不均質構造であると考えられる。

4. 秋田県南部・岩手県南部を中心に取得した45観測点長周期MTデータを用いて3次元電気伝導度構造モデルを推定した。背弧側の沈み込む太平洋スラブに斜めに並行するような V_p 低速度に対応するような高電気伝導体はイメージされていない。栗駒・焼石岳直下の深さ20-50km、東西幅50km南北幅50km程度のブロック状に0.1-1 S/mの高伝導体が推定されている。更に20kmより浅い部分には非常に低伝導(0.001 S/m)の領域が推定されている。

(8) 平成24年度の成果に関連の深いもので、平成24年度に公表された主な成果物(論文・報告書等)：

Ichiki, M., Y. Ogawa, T. Kaida, et al., A three-dimensional electrical conductivity distribution model of upper mantle beneath Tohoku district, northeastern Japan, The 21st Electromagnetic induction in the Earth (IAGA division I.2, Workshop), Darwin, Australia, July, 2012.

Liu, X., D. Zhao, S. Li, 2013, Seismic imaging of the Southwest Japan arc from the Nankai trough to the Japan Sea. *Phys. Earth Planet. Inter.* 216, 59-73.

Wang, J., D. Zhao, 2012, P wave anisotropic tomography of the Nankai subduction zone in Southwest Japan. *Geochem. Geophys. Geosyst.* 13, Q05017, doi:10.1029/2012GC004081.

Wei, W., J. Xu, D. Zhao, Y. Shi, 2012, East Asia mantle tomography: New insight into plate subduction and intraplate volcanism. *J. Asian Earth Sci.* 60, 88-103.

Zhao, D., 2012, Tomography and dynamics of Western-Pacific subduction zones. *Monogr. Environ. Earth Planets* 1, 1-70.

Zhao, D., Y. Yamamoto, T. Yanada, 2013, Global mantle heterogeneity and its influence on teleseismic

(9) 平成 25 年度実施計画の概要 :

東アジア地域の詳細な 3 次元 S 波速度構造を決定し, 深く沈み込んでいる太平洋スラブとフィリピン海スラブの詳細構造, Big mantle wedge (BMW) 内の対流・水循環とプレート内部火山の起因との関係を調べる. さらに, これまでの研究で得られた成果を総合的に, 日本列島下の上部マントルの水循環を検討する

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

趙 大鵬・中島淳一・海野徳仁・松澤 暢・岡田知己・市來雅啓・他

他機関との共同研究の有無 : 有

愛媛大学 : 山田朗

東京工業大学火山流体研究センター : 小川康雄

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名 : 理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター

電話 : 022-225-1950

e-mail : zisin-yoti@aob.gp.tohoku.ac.jp

URL : <http://www.aob.gp.tohoku.ac.jp/>

(12) この研究課題 (または観測項目) の連絡担当者

氏名 : 中島淳一

所属 : 大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター

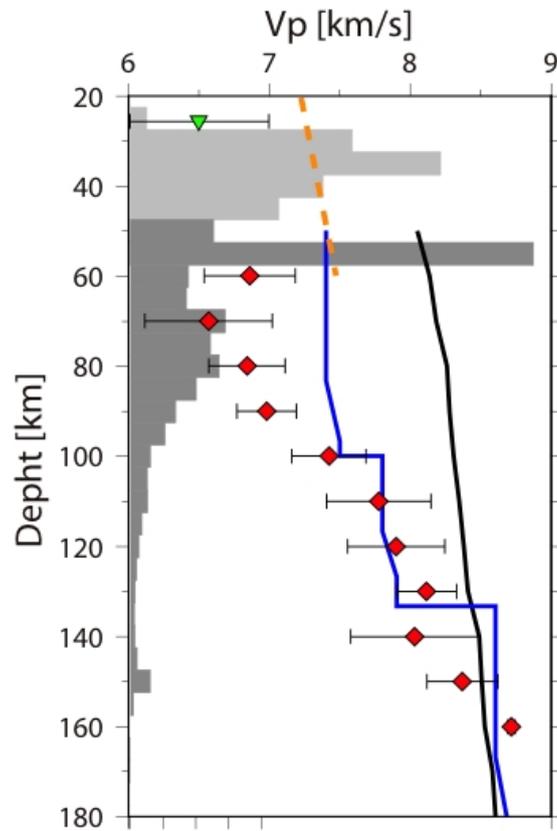


図 1

PS 変換波の走時から推定された海洋性地殻の P 波速度分布図．赤菱形は各深さでの平均速度，黒バーは各深さでの標準偏差をあらわす．緑のシンボルは Ito et al. (2005) で推定された地殻の P 波速度．黒の実線は，初動 P 波から推定された深さ平均の P 波速度．岩石学的モデル (Hacker et al., 2003)，及び室内実験 (Fujimoto et al., 2010) で得られた P 波速度をそれぞれ青線と橙破線で示してある．頻度分布は，各深さにおける地殻内の地震数である．

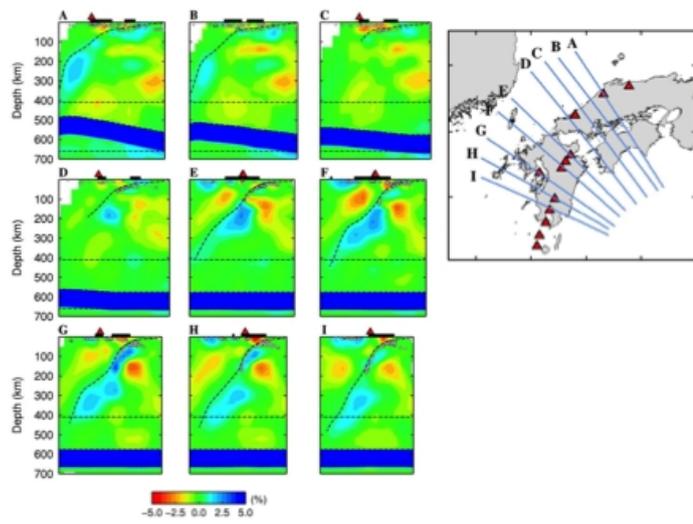


図 2

挿入図に示す測線における P 波速度構造の鉛直断面図．フィリピン海プレートの上境界面を破線で示してある．

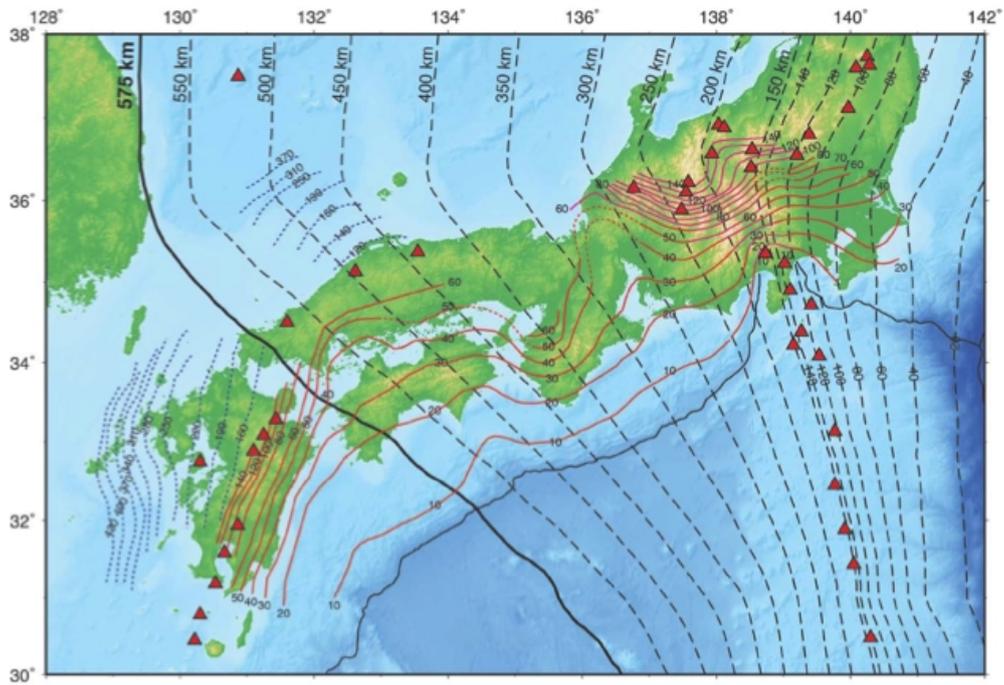


図 3

太平洋プレートとフィリピン海プレートの形状。太平洋プレートはマントル遷移層に停滞している（黒線）。赤線は先行研究で得られているフィリピン海プレートの形状（Nakajima and Hasegawa, 2007; Hirose et al., 2008; Nakajima et al., 2009）であり、青波線は Zhao et al. (2012) によって得られた非地震性のフィリピン海プレートを示す。