

機関番号：82706

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2008～2012

課題番号：20244074

研究課題名 (和文) 地震探査による海底下の固液複合構造と海洋の鉛直混合構造のイメージング

研究課題名 (英文) Seismic imaging of fluid-containing structure beneath the seafloor and vertical-mixing structure of the ocean

研究代表者

深尾 良夫 (FUKAO YOSHIO)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域・領域長

研究者番号：10022708

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：海底地下構造・海洋循環・海底地殻現象・海洋構造

### 1. 研究計画の概要

新型エアガン・ストリーマーシステム、海底地震計アレー及び本計画で用意する海洋物理計測システムを組み合わせた観測を実施することにより海底制御地震学の新展開を図る。具体的には (1) 海底巨大地震の断層上盤側の固体/流体複合系の 2 次元構造を求め、複合系特有の海底地殻現象 (海溝付近の低周波地震など) との関わりを明らかにする。(2) 地震探査の折に海洋物理観測を行い得られた音速・密度構造並びに流速・乱流構造と屈折・反射構造とを比較することにより、海洋内部波生成過程及び海洋鉛直混合の実態を明らかにする。

### 2. 研究の進捗状況

(1) 地震探査の結果に基づく巨大地震の断層上盤側の 3 次元構造モデルを構築し、熊野灘沖に発生した超低周波地震活動の震源解析を行った。その結果、これらの地震がデコルマ沿いの超低角逆断層運動であると同時に、デコルマを流路とする地下深部の水による水圧破碎現象であること、そのため異常にゆっくりとした断層伝播であるにも関わらず高周波が異常に励起されていることを明らかにした。

(2) 伊豆小笠原の東西・南北それぞれ複数の測線で、地震反射探査と併せて海洋物理測定 (XCTD+XCP) を実施し多くのデータを得た。海洋反射構造を鮮明にイメージするために地下構造イメージングとは異なる手法が必要なことを明らかにした。

(3) 反射波構造から求めた shear と XCP から求めた shear とを比較して高い相関を得た。伊豆海嶺と直交する方向で M2 内部潮汐波を検出し、XCTD から計算した M2 内部潮

汐波ビームとは深い所でよく一致することを明らかにした。浅い所での不一致は黒潮の影響として理解できることを ADCP データを用いて明らかにした。

(4) 超深海における海底地形の凹凸から鉛直上方へ伝播する内部潮汐波」と「深海の背景場に存在する内部波」との非線形相互作用に関する高精度の数値実験を行った。その結果、この非線形相互作用を通じて海底地形の凹凸上で励起される鉛直乱流拡散の強度は従来推察されてきたものよりも鉛直方向に急激に減衰することを明らかにした。

### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。(理由：数字は「研究の進捗状況」の項目に対応)

(1) 海底地震観測期間中に 5 年ぶりの超低周波地震活動が発生したという幸運もあって当初予定以上に成果が上がった。現在は成果の第 1 報を NATURE に投稿した段階である。

(2) 当初予定通りの達成度で手法開発的な部分は既に論文として公表した。調査船割り当ての都合で 22 年度の最後 (3 月) に実施した観測はデータ解析が始まったばかりである。

(3) ほぼ当初予定通りの達成度。M2 内部潮汐波のイメージングは励起理論的な問題をクリアすれば論文にできる段階にある。一方、鉛直乱流混合に関しては、MCS データと海洋物理データにおける鉛直分解能と相関値との間のトレードオフの中で最適解が得られる見通しがついた。

(4) は理論計算の部分は完成し論文として発表した。一方、その成果を踏まえて実際の伊豆海嶺を横切る海洋反射構造と比較しう

る計算を開始する部分は、担当研究員の採用に難航したため、当初予定よりも遅れていることは否めないが、計算を23年度中に終える目途はついており既に周辺環境は整備しつつある。

#### 4. 今後の研究の推進方策

(1) 本研究により超低周波地震が海溝近傍プレート境界に沿う断層運動であると同時に、境界を流路とする地下深水の水圧破碎現象でもある可能性を示された。これは熊野灘沖の例であるが、これが他地域も含めて一般的に言えることかどうかを、他地域のMCS反射構造と超低周波地震海底記録の解析結果とを組み合わせて明らかにする。

(2) 予定していたMCS測線に沿って順調に(一部測線は予定以上の規模で)海洋物理観測を終えることができた。23年度に新たな観測は計画していない。イメージング手法については更なる改良を検討する。

(3) 海洋物理測定により得られたshearと反射探査から推定されるshearとを比較し、反射探査イメージからの最適なshear推定法を確立する。これを伊豆小笠原海域で得られている多くのMCS断面に適用し、同海域の鉛直乱流混合の構造を明らかにする。M2内部潮汐波の地震学的イメージングについては、音響反射波を生み出すような短波長のM2内部潮汐波がどのように励起されるのかが残されている問題でこれを解決して論文にまとめる。

(4) 伊豆小笠原海域においてはJAMSTEC調査船のシーブームによる詳細な海底地形図ができあがった所であり、これを利用して内部潮汐波の励起を短波長まで計算する。同時にGWスペクトル構造を持つ内部波をランダムに分布させて励起された内部潮汐波の非線形散逸過程を励起-散逸プロセスの数値シミュレーションを行う。結果と実測MCSプロファイルとの比較検討を行う。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

- ① Mohri, K., T. Hibiya, and N. Iwamae, Revisiting internal wave generation by tide-topography interaction, J. Geophys. Res., 115, C11001, doi: 10.1029/2009 JC005908, 2010. 査読有
- ② 横田華奈子, 勝又勝郎, 山下幹也, 深尾良夫, 小平秀一, 三浦誠一, 地震音響海洋学—

反射法地震探査データを用いた海洋物理研究, 海の研究, 19, 18-24, 2010. 査読有

- ③ Yamashita, M., K. Yokota, Y. Fukao, S. Kodaira, S. Miura, K. Katsumata, Seismic reflection imaging of a Warm Core Ring south of Hokkaido, Exploration Geophysics, doi:10.1071/EG11004, 2011. 査読有
- ④ Fukao, Y., K. Nishida, and N. Kobayashi, Seafloor topography, ocean infragravity waves and background Love and Rayleigh Waves, J. Geophys. Res., B04302, doi:10.1029/2009JB006678, 2010. 査読有
- ⑤ Minamo, S., T. Tsuji, T. Noguchi, K. Shiraishi, T. Matsuoka, Y. Fukao, and G. Moore, Estimation of detailed temperature distribution of sea water using seismic oceanography, BUTSURI TANSA, 62, 6, 509-520, 2010. 査読有

[学会発表] (計4件)

- ① Yokota, K., K. Katsumata, T. Hibiya, M. Yamashita, Y. Fukao, S. Kodaira, and S. Miura, Fine-scale strain distribution estimated by Multi-Channel Seismic data, 2010 Ocean Sciences Meeting, 2010年2月24日, オレゴン学会センター, ポートランド, 米国.
- ② 山下幹也, 横田華奈子, 深尾良夫, 小平秀一, 三浦誠一, 勝又勝郎, 反射法地震探査の音源が海洋微細構造イメージングに与える影響, 物理探査学会第122回学術講演会, 早稲田大学, 2010年5月31日
- ③ 山下幹也, 横田華奈子, 深尾良夫, 小平秀一, 三浦誠一, 勝又勝郎, 反射法地震探査から得られた海洋微細構造の特徴, 物理探査学会第123回学術講演会, 東北大学, 2010年9月29日
- ④ 横田華奈子, 勝又勝郎, 山下幹也, 且比谷紀之, 深尾良夫, 小平秀一, 三浦誠一, 海洋の中・深層における反射法地震データを用いたfine-scaleのストレインの見積もり, 2010年度日本海洋学会春季大会, 東京海洋大学品川キャンパス, 2010年3月28日