

令和元年6月17日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K05533

研究課題名(和文)地震学的手法を用いた海洋プレートの過去の運動方向推定

研究課題名(英文) Past oceanic plate motion based on seismological analysis

研究代表者

一瀬 建日 (ISSE, Takehi)

東京大学・地震研究所・助教

研究者番号：60359180

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：太平洋域の陸上地震観測点および海底広帯域地震計で記録された地震波形データを解析し、太平洋域の上部マントルS波速度構造を推定した。このうちS波速度の方位異方性構造は深部では現在のプレート運動方向と調和的であったが、過去のプレート運動方向を保持していると推定される浅部の構造は複雑であった。方位異方性構造から過去のプレート運動方向を推定するために解析海域の中でプレート成長からずれた異常な地域を除く必要が生じた。そこで得られた速度構造と海洋マントルの温度構造を組み合わせた解析を行い、プレート成長モデルで説明できない異常地域を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

太平洋域の上部マントル地震波速度構造はこれまで陸上定常地震観測網のみから推定されており、推定された構造の空間解像度に限界があった。本研究は陸上観測網に加え、日本・アメリカの研究グループにより実施された臨時海底広帯域地震観測記録を用いて太平洋の海洋プレート構造を解析した最初の研究である。またプレート成長モデルで説明できない領域の解明は地球成長史の解明に寄与する知見である。

研究成果の概要(英文)：We analyzed seismic waveform data recorded by land seismic stations and ocean bottom broadband seismometers in the Pacific Ocean, and obtained the upper mantle shear wave velocity structure in the Pacific region. Fast axis of the azimuthal anisotropic structure of shear wave was consistent with the direction of current plate motion in the deep part, but the shallow part structure is complicated. To estimate the past plate motion direction from the azimuthal anisotropic structure, it is necessary to remove the anomalous area that deviates from the plate growth in the analysis area. We performed analysis combining the velocity structure obtained and the temperature structure of the oceanic mantle, and clarified anomalous regions that can not be explained by the plate growth model.

研究分野：地球内部構造

キーワード：海洋プレート構造

1. 研究開始当初の背景

プレート運動と地震波異方性の関係

プレートテクトニクス理論によって、地球は固いプレート(リソスフェア)で表層を覆われており、プレートは、その下層の柔らかいアセノスフェアの上を動いていることが良く知られている。地震波による解析では、海洋地域のマントル最上部に高速度域が存在し、その下に低速度領域が存在している事が知られており、この高速度領域がプレート(リソスフェア)、低速度領域はアセノスフェアであると解釈されている。これまで、プレートの運動史は、海底の地磁気異常、ホットスポットの海山列の並び、GPS 等による測地学的観測等から求められてきた。

ところで、マントルの主要構成物質であるオリピンは速度異方性(伝播方向によって伝播速度が異なる)を持っている。マントル内では、オリピンがマントルの流れにより選択配向する結果、流れ方位の伝播速度(地震波速度)が速いという方位異方性が生じる。このため、現在流動しているアセノスフェアでは方位異方性の方向(地震波が速く伝播する方向)はマントルの現在の流れの方向と調和的であり、リソスフェアでは固化する時点の流れ、すなわちプレート生成時の海嶺軸での(過去の)流れの方向である海洋底拡大方向と調和的であると考えられている。

地震学では、表面波と呼ばれる地震波を用いたトモグラフィ解析により、リソスフェア・アセノスフェアを含む最上部マントルの3次元地震波速度方位異方性構造が求められてきており(例えば **Tanimoto and Anderson, 1984; Nishimura and Forsyth, 1989**)、リソスフェア内の方位異方性の方向(地震波が速く伝播する方向)は海洋底拡大方向、アセノスフェア内は現在のプレート運動方向と調和的であることが示されている。近年では、多量の地震波データを用いた全地球規模の方位異方性構造が求められてきているが、水平方向解像度は **1000km** 程度とかなり大きい。

このように水平方向解像度が粗いため、現在まで、地震波速度方位異方性は、他の地球科学によって得られたプレート運動と調和的であるという比較研究にとどまっている。

2. 研究の目的

地球進化の解明の為に、過去のプレート運動を復元する事は重要な事であり、これまで海底の磁気異常や海底地形からの推定が行われてきた。地震学でも、地震波速度の方位異方性の解析により、現在のプレート運動との関連性が議論されてきた。最近、最新の海底地震観測による解析により、太平洋プレートの一部で、方位異方性が過去のプレート運動の痕跡をとどめている事が見出された。これは、従来の知見と異なり、地震学的手法によるプレート運動復元の可能性を示すものである。そこで、本研究では、プレート運動史の全体像を解き明かすために、過去のプレート運動の痕跡をとどめる海洋プレートの方方位異方性を明らかにする。

3. 研究の方法

太平洋西部地域を解析対象として、これまで太平洋地域で実施された延べ 100 台以上の広帯域海底地震計によって得られた地震波形記録と太平洋地域の定常・臨時陸上地震観測の地震波形記録を用いて表面波地震波速度解析を行い、該当地域の上部マントルの3次元 S 波速度構造(等方不均質構造及び方位異方性)を水平方向解像度約 300~500km で求める。

具体的には

1 収集した波形データから、表面波の周波数毎(25~250 秒)モード毎(0~4 次)の震源-観測

点間の平均位相速度を測定する。

2 得られた位相速度データから，周波数毎の異方性を考慮した位相速度不均質構造を求める。

3 得られた Rayleigh 波周波数毎の位相速度不均質構造から 3 次元 S 波速度構造モデルを求める。
収集した波形データは約 30 万波線であるが，信頼できる位相速度データが得られたのは約 1 万 4 千波線であった。

得られた構造モデルの方位異方性構造と現在のプレート運動方向，過去の海洋底拡大方向、過去のプレート運動方向との関連性の詳細を明らかにする。

4．研究成果

これまでアメリカ・日本の海底広帯域地震計データを同時に使用して海洋プレート構造を解析した例はなく，本研究が最初である。

太平洋域の陸上地震観測点および海底広帯域地震計で記録された地震波形データを解析し，太平洋域の上部マントル S 波速度構造を推定した。このうち S 波速度の方位異方性構造は深部では現在のプレート運動方向と調和的であったが，過去のプレート運動方向を保持していると推定される浅部の構造は複雑であった。得られた方位異方性と過去のプレート運動方向との関係性を明らかにするためには，得られた浅部の方位異方性構造が，プレート成長の過程で保持された過去のプレート運動によるものなのかその他の要因(例えばマントルプルームによる流れ)によるものかを識別する必要がある。すなわち，太平洋において，上部マントル S 波速度構造が冷却に基づくプレート成長モデルで説明可能かを検証することが必要である。そこで太平洋のプレート成長に着目した S 波速度構造解析を新たに行った。

これまで収集した 200 点以上の海底広帯域地震波形記録および太平洋とその周辺の陸上地震観測波形記録を用いて表面波トモグラフィ手法を用いて，太平洋地域の上部マントル構造解析を行った。得られた S 波速度構造と半無限冷却モデルに基づいた上部マントルの温度構造モデルを組み合わせ，冷却によるプレート成長に基づく太平洋プレートの S 波速度構造を推定した。推定された太平洋プレート S 波速度構造と現実の S 波速度構造の差から，プレート成長モデルで説明できない異常領域を明らかにした。明らかになった異常領域は海嶺やホットスポット周辺，北西太平洋の一部であった。これらの得られた結果は，国内外の学会にて発表するとともに国際学術雑誌で公表した。

5．主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

T. Isse, H. Kawakatsu, K. Yoshizawa, A. Takeo, H. Shiobara, H. Sugioka, A. Ito, D. Suetsugu, D. Reymond, Surface wave tomography for the Pacific Ocean incorporating seafloor seismic observations and plate thermal evolution, Earth and Planet. Sci. Lett., 510, 116-130, doi: /10.1016/j.epsl.2018.12.033, 2019.

〔学会発表〕(計 8 件)

T. Isse, H. Kawakatsu, K. Yoshizawa, A. Takeo, H. Shiobara, H. Sugioka, A. Ito, D. Suetsugu, D. Reymond, Surface wave tomography for the Pacific Ocean incorporating seafloor seismic observations and its age-dependence, AGU fall meeting 2018, T54B-03, 2018/12/14, Washington D.C., USA.

T. Isse, D. Suetsugu, H. Shiobara, H. Sugioka, A. Ito, Y. Ishihara, S. Tanaka, M. Obayashi, T. Tonegawa, J. Yoshimitsu, T. Kobayashi, Shear wave upper mantle structure beneath the Ontong Java Plateau, Japan Geoscience Union meeting 2018, SIT24-03, 2018/5/22, Chiba.

T. Isse, H. Kawakatsu, K. Yoshizawa, A. Takeo, H. Shiobara, H. Sugioka, A. Ito, D. Suetsugu, Upper mantle structure beneath the Pacific Ocean revealed from seafloor and land broadband seismic observations, Japan Geoscience Union meeting 2018, SIT28-P04, 2018/5/22, Chiba.

T. Isse, H. Shiobara, K. Yoshizawa, H. Kawakatsu, H. Sugioka, A. Ito, D. Suetsugu, H. Utada, Upper mantle structure beneath the Pacific Ocean revealed by land and seafloor broadband observations, IAG-IASPEI 2017, S21-3-03, 2017/08/04, Kobe, Hyogo.

T. Isse, H. Shiobara, K. Yoshizawa, H. Kawakatsu, H. Sugioka, A. Ito, D. Suetsugu, H. Utada, Upper mantle structure beneath the Pacific Ocean revealed by land and seafloor broadband observations, JpGU-AGU joint meeting 2017, SIT25-04, 2017/05/20, Chiba.

T. Isse, H. Shiobara, K. Yoshizawa, H. Kawakatsu, H. Sugioka, A. Ito, D. Suetsugu, H. Utada, Upper mantle structure beneath the Pacific Ocean revealed by land and seafloor broadband observations, 2017 OBS symposium, 2017/09/18-19, Portland, Maine.

一瀬建日・塩原肇・吉澤和範・杉岡裕子・伊藤亜妃・末次大輔, 広帯域海底地震観測記録を用いた太平洋上部マントル3次元S波速度構造, 日本地震学会 2016年度秋季大会, S07-07, 2016年10月5日, 名古屋市

T. Isse, H. Shiobara, D. Suetsugu, H. Sugioka, A. Ito, Upper mantle structure of the Pacific and Philippine Sea plates revealed by seafloor seismic array observations, EGU General Assembly 2016, EGU2016-5359, 2016/4/21, Vienna, Austria.

6. 研究組織

(1)研究分担者
なし

(2)研究協力者
なし

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。