

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：10101

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）

研究期間：2020～2023

課題番号：20KK0073

研究課題名（和文）カムチャツカ海溝におけるスロー地震の探索

研究課題名（英文）Explore the slow earthquake in Kamchatka subduction zone

研究代表者

高橋 浩晃（Takahashi, Hiroaki）

北海道大学・理学研究院・教授

研究者番号：30301930

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,500,000円

研究成果の概要（和文）：ロシア・カムチャツカ海溝でのスロー地震複合観測研究を計画したが、新型コロナウイルス感染症と紛争で現地渡航が困難となったため、研究対象を千島海溝南部根室沖に変更してスロー地震の探索を行った。先行研究によるVLFE（超低周波地震）とされた886イベントについて、国内及び北西太平洋地域の広帯域地震計の波形を走査した結果、遠地震の位相をVLFEと判定したものがほとんどであり、根室沖ではVLFE活動が極めて低い可能性が明らかになった。根室沖プレート境界では、測地データからも強い固着が推定された。これらの結果は、根室沖の浅部プレート境界が将来発生する巨大地震の大すべり域となる可能性を示唆するものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

根室沖でVLFEの活動度が低い事実は、測地データにより強いプレート間固着が推定されていることと調和的な結果であり、VLFEが巨大地震のすべり域を規定している可能性を支持する。千島海溝南部では、M8.8程度以上の超巨大地震の発生が切迫している、国の被害想定では津波により最大約10万人の死者数が示されている。VLFEの低活動度やプレート間固着の結果は、津波を効率的に励起する蓋然性が高いことを示す科学的なデータであり、津波が想定される地域では、十分な防災対策を行うことが必要であることを支持する結果である。

研究成果の概要（英文）：Slow earthquake observation in Kamchatka trench, Russia, was planned. The target region, however, was changed to off Nemuro region of Kuril trench because of difficulties to visit Russia due to coronavirus infection and conflicts. Broadband seismograms in Japan and the Northwest Pacific region were investigated for 886 events that were considered VLFE (very low frequency earthquake) by previous studies. We found all of VLFE events in catalog were phases from distant earthquakes, and the possible extremely low VLFE activity off Nemuro. Strong plate interface coupling was inferred from geodetic data inversion off Nemuro and Tokachi region, where coincide with the rupture area of 17th century M8.8 great earthquake. These results suggest that the shallow plate boundary off the Nemuro-oki plate may be a large slip zone for future large earthquakes.

研究分野：地震学

キーワード：超低周波地震 千島海溝 根室沖 プレート間固着

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年の地震観測網の拡充により、通常の地震に比べゆっくりと断層が動くスロー地震の存在が明らかになってきた。南海トラフをはじめ、日本海溝やカスケディア、ニュージーランドなど、世界各地の沈み込み帯から、スロー地震の発生が報告されている。一方、太平洋プレート沈み込み帯の北西縁辺を占めるカムチャツカ海溝においては、これまでスロー地震の調査が行われておらず、その活動が不明であった。このため、新たな複合地震観測を実施することで、当該地域のスロー地震活動を調査することとした。

2. 研究の目的

研究開始時の目的として、カムチャツカ海溝でのスロー地震の発生状況を調査するため、カムチャツカ半島のペトロパブロフスク近傍に広帯域複合地震観測点を設置し、スロー地震の可能性のあるシグナルの検出を試みることであった。ところが、研究期間前半においては新型コロナウイルス感染症拡大のためロシアへの渡航が出来ず、その後は、ロシアのウクライナ侵略が始まったためロシアへの渡航中止勧告が日本国外務省から出され、不可抗力が重なったため、ロシアへの渡航が困難となった。このため、当初の研究目的を変更し、カムチャツカ海溝に隣接する千島海溝でのスロー地震の活動状況を調査することとした。

3. 研究の方法

当初の研究方法は以下である。カムチャツカ海溝でのスロー地震の検出を目指し、ペトロパブロフスク近郊で傾斜計・広帯域地震計からなる複合広帯域地震観測を実施する。傾斜計は浅層ボアホールを掘削して設置し、広帯域地震計は地中埋設型とすることで、ノイズの低減を図る。ロシア側共同研究機関が制作した地震カタログを用いて、既存の大地震の震源域の海溝軸側の群発的活動等から、スロー地震の発生が期待される領域を抽出する。公開されている GNSS データの座標時系列から非正常地殻変動を調査し、地震計や傾斜計データと照合することでスロー地震の可能性を調査することを予定していた。

前述のように、新型コロナウイルス感染症と紛争によるロシアへの渡航中止勧告という不可抗力のために、研究方法も変更を行った。千島海溝根室沖のスロー地震活動を調査するが、スロー地震のうち VLFE (超低周波地震) を対象とし、根室沖での活動を検討する。北海道東部根室地区に広帯域地震計を設置し、長周期イベントの検知能力の向上を図る。日本国内から北西太平洋にかけての地域の広帯域地震計の波形データと、VLFE を模して作成された合成波形とで波形相関抽出された既存のイベントカタログを用いて、VLFE が満たすべき条件を確認することで、VLFE の活動状況を調査する。測地学的データから得られるプレート間固着の現況や、過去の超巨大地震のすべり域と VLFE 活動を比較して、その時空間的な特性とテクトニクス的な意味を明らかにする。

4. 研究成果

新型コロナウイルス感染症拡大期間中は、カムチャツカ海溝での観測計画に沿った準備を進めた。ロシア側共同研究機関と観測点の選定、電力及びインターネット回線の確保、傾斜計設置用ボアホールの設計までを終えた。この時点でロシアのウクライナ侵略が開始し、日本国外務省より渡航中止勧告が出されたため現地での観測を行うことが困難となった。このため、カムチャツカ海溝については、既存のデータを用いた予察的な調査のみが可能であった。複合観測点を設置予定であったペトロパブロフスク・カムチャツキーの沖合では、1841 年 M8.4 や 1952 年 M9.0 などの巨大地震が発生しているが、これらの震源域の海溝軸付近では近年は地震活動が低調であり、スローイベントの発生を調査する領域候補と成り得る。ペトロパブロフスクの IGS でデータが公開されている GNSS 観測点の座標時系列を調査したところ、スローイベントの可能性のある座標

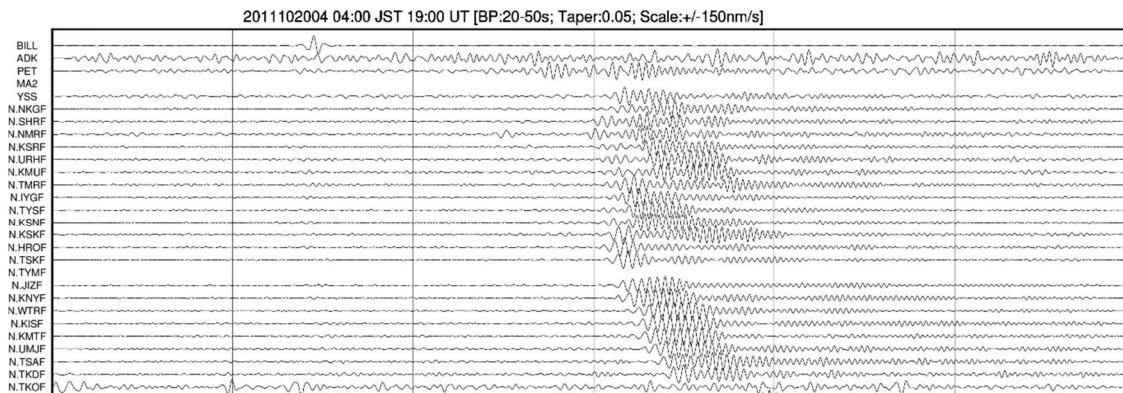


図 1 カタログに根室沖で発生した VLFE とされていたが遠地地震波形と判定された例

の不連続が見られることが分かった。但し、データが1観測点だけしかないために、人工的な要因によるノイズの可能性を排除することが出来なかった。

新たな調査範囲とした千島海溝については、根室沖を対象とした VLFE 活動の調査を行った。Baba et al. (2020)が合成波形をテンプレートとした Matched filter 法で検出したカタログにあるイベントが VLFE の基準を満たすかを調査した。基準として、観測点への地震波到着順(走時)・見かけ速度・振幅の距離減衰・遠地震の位相の有無を設定した。これらの基準を満たしたイベントを VLFE と判定した。F-net 及び IRIS の広帯域地震観測網の地震波形データを用いて、2007 年から 2018 年に検出されたカタログにある 886 イベントについて

確認を行った。その結果、カタログにあるイベントは、ほとんどが遠地震の位相を VLFE として検出したものであり、根室沖を震源とする VLFE と考えられるイベントは発生していないことが明らかになった。この結果は、千島海溝根室沖での VLFE 活動が極めて低調であることを示唆している。また、陸域 GNSS データを用いてプレート境界面の応力を正で拘束する手法でプレート間固着の推定を実施したところ、根室沖の領域は固着率が 100%に近いことが明らかになった。当該領域は、17 世紀に発生した M8.8 の超巨大地震の大すべり域に相当している。Nishikawa et al. (2023)では、スローイベントは地震時すべりのバリアとして機能する可能性を指摘している。根室沖で VLFE 活動が確認できないことは、この領域が地震時には大すべり域として機能することを示唆する結果である。

カムチャツカでの観測が実現できなかったため、カムチャツカ海溝でのスロー地震の発生状況は未だ不明である。今後、社会状況が好転した場合には、改めて観測網を展開することを試みる必要がある。一方、例えば十勝沖で発生している VLFE は日向灘等のイベントに比べ振幅が小さいように見え、また、根室沖で VLFE とされていたイベントはすべて遠地震の位相であることが明らかになったように、千島海溝やカムチャツカ海溝での VLFE 等のスロー地震の検出には更なる解析の工夫が必要である。特に、カムチャツカ地域のように観測点数が限られる場合にも VLFE を検出かつ検証可能な手法の検討が望まれる。根室沖については S-net 観測網の活用等も検討すべきである。スロー地震活動の時空間特性は、巨大地震のすべり域と関係している可能性があり、巨大地震が頻発する千島海溝からカムチャツカ海溝にかけての地域についても網羅的な調査を行うことが望ましい。

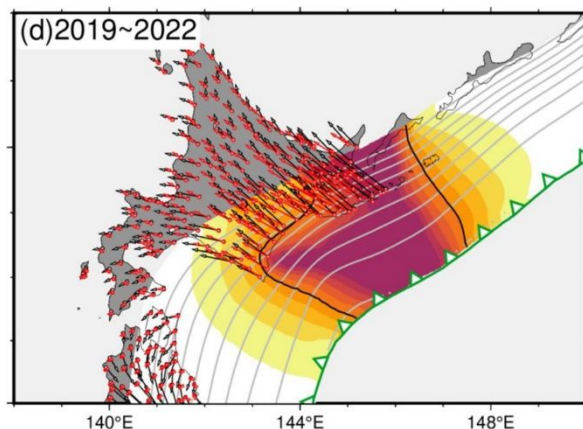


図 2 陸上 GNSS データから推定された千島海溝南部のプレート間固着状況

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 Novia Anggraini, Hiroaki Takahashi
2. 発表標題 Searching for Very Low Frequency Earthquake (VLFE) around Western Kuril Trench
3. 学会等名 日本地震学会秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 今井俊輔、高橋浩晃
2. 発表標題 応力条件を拘束したインバージョン法による千島 海溝南部プレート間固着状況
3. 学会等名 日本地震学会秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 今井俊輔、高橋浩晃
2. 発表標題 応力条件を拘束したインバージョン法による千島 海溝南部プレート間固着状況推定
3. 学会等名 日本地震学会秋季大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	宮町 宏樹 (Miyamachi Hiroki) (30182041)	鹿児島大学・理工学域理学系・教授 (17701)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	松島 健 (Matsushima Takeshi) (40222301)	九州大学・理学研究院・准教授 (17102)	
研究分担者	山下 裕亮 (Yamashita Yusuke) (80725052)	京都大学・防災研究所・助教 (14301)	
研究分担者	大園 真子 (Ohzono Mako) (10623837)	北海道大学・理学研究院・准教授 (10101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
ロシア連邦	ロシア科学アカデミー統一地球物理学サービスカムチャツカ支部			
ロシア連邦	ロシア科学アカデミー極東支部火山地震研究所			