

令和 5 年 6 月 5 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K04010

研究課題名(和文) Tremor震源近傍の異常構造の定量的評価に基づく、スロー地震断層の新しい描像

研究課題名(英文) A new depiction of slow earthquake fault zone based on the quantitative evaluation of anomalous structures around tremor sources

研究代表者

藤 亜希子 (Toh, Akiko)

東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・特別研究員

研究者番号：70587344

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：[1] 南海トラフで2015-2017年に発生した浅部超低周波地震(sVLFE)を、発生域直上のDONET1広帯域海底地震計で捉えた記録を利用し、それらの震源位置と地震モーメントテンソルを推定した。得られた分布は、この地域に沈み込む海嶺の影響を受けて、トラフに沿って南側と北側で歪みの蓄積解放様式が異なることを示唆するものであった。

[2] 既存の微動発生モデルでは説明できない波形を呈する微動をDONET1記録から発見し、Short-duration tremorと名付けた。波形解析及び波動伝播シミュレーションにより、それらが震源周辺の強い地震波散乱構造により説明可能であることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

[1] 南海トラフ東部の超低周波地震の分布が、沈み込む海嶺の影響を受けていることを明らかにした。この結果は、この領域における津波発生の空間様式を予測するうえで重要である。

[2] 普通地震と微動の波形の違いが、震源過程だけでなく震源周辺構造の違いにも起因することを明らかにした。微動震源周辺には、強い地震波散乱構造が在る可能性を示した。この異常構造がスロー地震断層構造そのものである可能性が高く、今後のスロー地震のメカニズム解明の鍵となると考えられる。これまでの地震学であまり着目されてこなかった「地震の震源とその周辺構造の相互作用」という現象の重要性を示唆する結果を得た。

研究成果の概要(英文)：[1] Locations and focal mechanisms of shallow, very low frequency earthquakes in the Nankai Trough were estimated using near-field and broadband ocean bottom seismic records. The obtained distribution showed that it is influenced by a subducting-ridge in this region. Because the subducting-ridge appears to press seismically active area landward, tsunamigenic slip may occur closer to the land compared to the regions without the ridge.

[2] We discovered tremors that exhibit short duration signals when recorded close from the source which we referred to as "short-duration tremors". They suggest that tremors' source process is not always long. We performed numerical simulations on elastic wave propagation and demonstrated that the observations can be qualitatively reproduced by assuming a strongly scattering material surrounding the seismic source. Such a structure could be embedded along the slow-earthquake fault zone and play a key role in their source process.

研究分野：地震学

キーワード：南海トラフ 地震波散乱 スロー地震 震源と構造の相互作用 微動 超低周波地震 海底広帯域地震計 低周波微動

1. 研究開始当初の背景

プレート沈み込み帯の浅部では、スロー地震の一種である「VLFE-Tremor(以下 Tremor)」と「普通地震」の二種類の地震が発生することが知られており、それらは波形の特徴により分類される。二種類の地震が存在する理由の解明は、地震学の重要課題である。Tremorは普通地震と比べて、シグナル継続時間が長く、10Hz以上の地震波エネルギーに枯渇し、シグナルの立ち上がり不明瞭である。これまで、Tremorと普通地震の違いは震源過程の違いにあると考えられてきた。つまり、Tremorの長いシグナル継続時間は、長い震源時間過程を反映すると考えられてきた。

2. 研究の目的

本研究ではかつてない至近距離で Tremor を捉えた DONET1 海底地震計観測網の記録から、遠方では典型的な長い継続時間のシグナル(> 10 s)を呈する一方で、直上では継続時間の短いシグナル(< 3 s)を呈する Tremor を発見した(図1)。”Short-duration Tremor”と名付けたこれらの Tremor の特徴は、従来考えられてきた長い震源時間過程では説明できない。そこで、観測される Short-duration Tremor の特徴を精査するとともに、短いシグナルが示唆する短い震源時間過程から、継続時間の長いシグナルが作り出されるメカニズムを考え出すことを目的とした。

3. 研究の方法

Tremor 震源周辺に水平方向に広がり、地震波散乱によりシグナル継続時間を伸ばすような異常構造を考えた。このような構造があれば、震源直上と遠方で継続時間の短いシグナルと長いシグナルがそれぞれ見られるはずである。候補となりうる構造は無数にあるが、ここでは、その内側で超低速 S 波速度を持つ多数の小さな介在物が震源周辺に局在する構造を考えた(図2a)。スペクトル要素法を用いて地震波形シミュレーションを実施した。

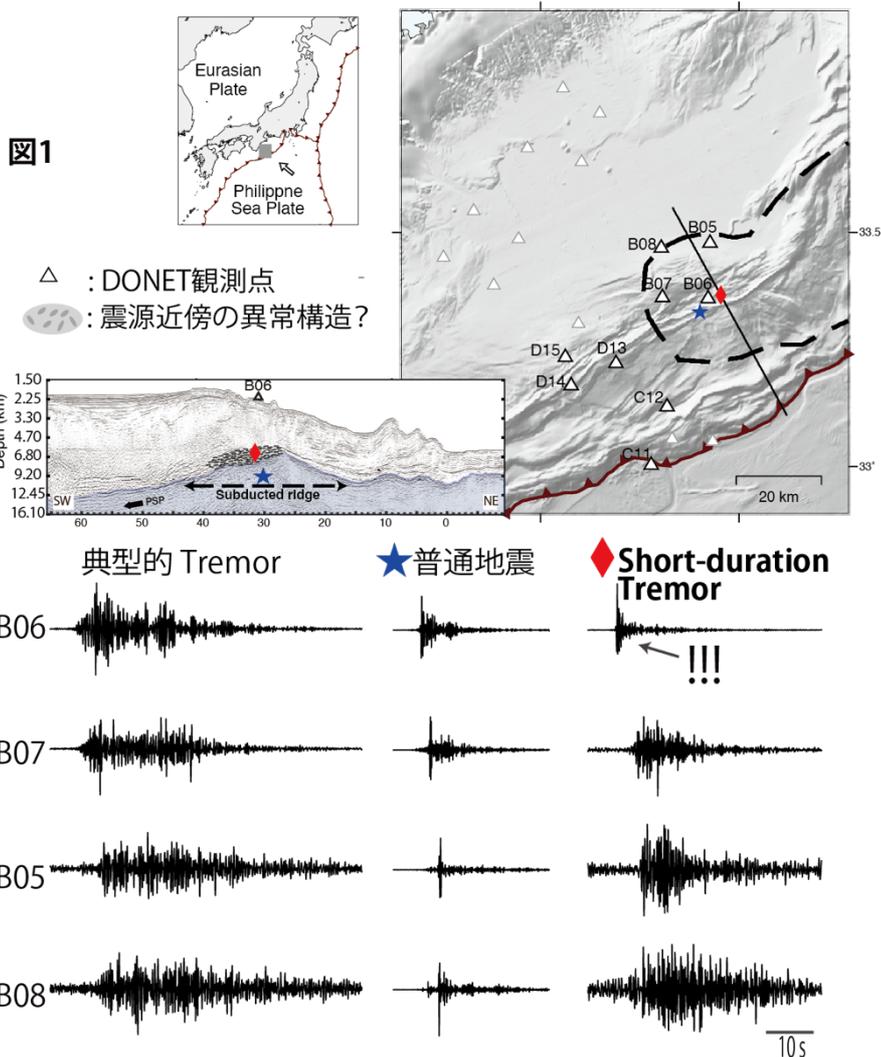


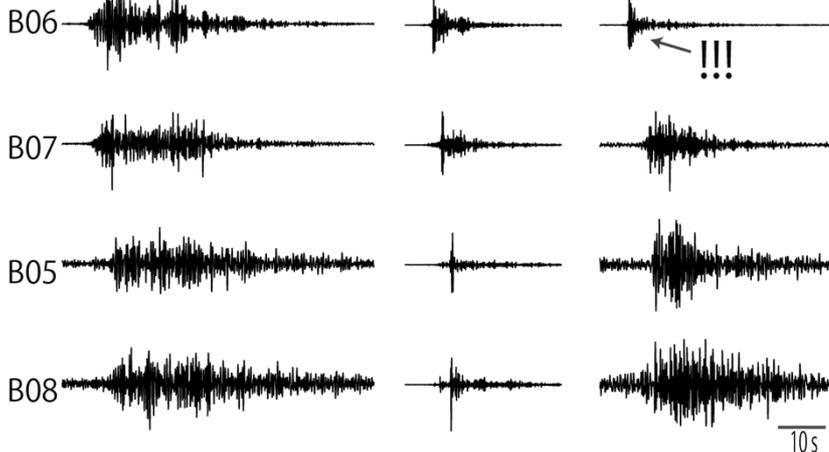
図1

△ : DONET観測点
 (陰影) : 震源近傍の異常構造?

典型的 Tremor

★普通地震

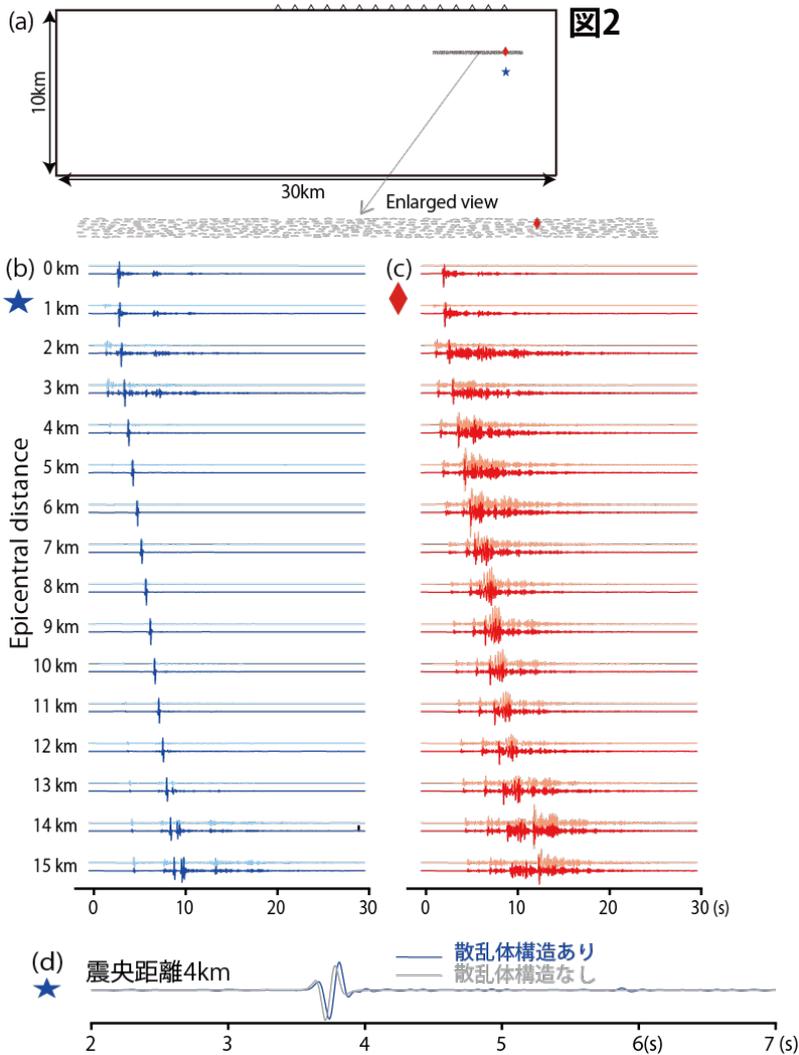
◆ Short-duration Tremor



4. 研究成果

地震波散乱体である介在物が分布する構造内に震源をおき弾性波シミュレーションを実施した。その結果、シグナル継続時間が直上で短く遠方で長い、short-duration tremor の特徴を捉えた地震波形を再現することができた(図 2c)。

近年の南海トラフ海底掘削により、Tremor 震源域には幅数 100 メートルの高間隙水圧帯がパッチ状に点在する可能性が示されている(Hirose et al., 2021)。本研究で示した地震波構造モデルの介在物は、地質学的に観察された高間隙水圧帯に相当するものかもしれない。更に、Tremor はスロー地震の一種であり、広帯域で観測される他のスロー地震(VLFE や SSE)と断層を共有すると考えられている。そうであれば、本研究で示した Tremor 震源周辺の構造は、スロー地震断層の構造そのものである筈で、この構造はスロー地震の支配要因である可能性がある。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Toh A., Chen W. J., Takeuchi N., Dreger D. S., Chi W. C., Ide S.	4. 巻 47
2. 論文標題 Influence of a Subducted Oceanic Ridge on the Distribution of Shallow VLFs in the Nankai Trough as Revealed by Moment Tensor Inversion and Cluster Analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1029/2020GL087244	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Toh A., Capdeville Y., Chi W. C., Ide S.	4. 巻 50
2. 論文標題 Strongly Scattering Medium Along Slow Earthquake Fault Zones Based on New Observations of Short Duration Tremors	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1029/2022GL101851	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計14件（うち招待講演 1件/うち国際学会 4件）

1. 発表者名 藤田希子
2. 発表標題 南海トラフ東部に沈み込む海嶺と浅部超低周波地震の震源分布
3. 学会等名 新学術領域「スロー地震学」C01班オンライン研究集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤田希子
2. 発表標題 南海トラフ東部に沈み込む海嶺と浅部超低周波地震の震源分布
3. 学会等名 新学術領域「スロー地震学」Slow Earthquakes WS 2020 Virtual
4. 発表年 2020年

1. 発表者名	Raymundo Omar Plata Martinez, Satoshi Ide, Masanao Shinohara, Emmanuel Garcia, Naoto Mizuno, Luis A Dominguez, Taka'aki Taira, Yusuke Yamashita, Akiko Toh, Tomoaki Yamada, Jorge Arturo Real, Victor M Cruz-Atienza, Allen Leroy Husker, Yoshihiro Ito
2. 発表標題	Shallow slow earthquakes and mechanical properties at the Guerrero seismic Gap, Mexico
3. 学会等名	AGU Fall Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Toh A., W. Chen, D. Dreger, W. Chi, S. Ide
2. 発表標題	Further evidence for the influence of a subducting-ridge on the spatial strain accumulation and release pattern in the shallow eastern Nankai Trough, based on VLFE distribution
3. 学会等名	JpGU2019
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Toh A., W. Chen, D. Dreger, W. Chi, S. Ide
2. 発表標題	南海トラフ東部に沈み込む海嶺と浅部超低周波地震の震源分布
3. 学会等名	日本地震学会2019年秋季大会
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Toh A., W. Chen, D. Dreger, W. Chi, S. Ide
2. 発表標題	Further evidence for the influence of a subducting-ridge on the distribution of shallow VLFs in the eastern Nankai Trough
3. 学会等名	AGU Fall meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名 Martinez R. O. P., S. Ide, N. Mizuno, M. Shinohara, T. Yamada, A. L. Husker, J. A. Real, V. M. Cruz-Atienza, Y. Yamashita, A. Toh, Y. Ito,
2. 発表標題 First insight in OBS data and shallow tremor detection at the Guerrero Gap, Mexico
3. 学会等名 AGU Fall meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toh A., W. Chen, D. Dreger, W. Chi, S. Ide
2. 発表標題 Further evidence for the influence of a subducting-ridge on the distribution of shallow VLFs in the eastern Nankai Trough
3. 学会等名 International Joint Workshop on Slow Earthquakes 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toh A.
2. 発表標題 Revealing the nature of slow earthquakes by applying a cluster analysis to their seismic records"
3. 学会等名 Seismology Frontiers workshop by ELSI
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toh, A., Capdeville, Y., Chi, W.-C., Ide, S.
2. 発表標題 Strongly scattering medium along the slow earthquake fault zones, inferred by new observations of short-duration tremors
3. 学会等名 AGU Fall meeting 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤里希子、戚正務、Capdeville Yann、井出哲
2. 発表標題 Short-duration tremorが示唆する、スロ-地震断層帯の異常構造
3. 学会等名 日本地震学会 2022年度秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤里希子、戚正務、Capdeville Yann、井出哲
2. 発表標題 The anomalous structure along the slow earthquake fault zone, inferred from short signal duration tremors
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会, 千葉市
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤里希子、井出哲
2. 発表標題 Toward a comprehensive catalogue of tremors in shallow subduction zones that enable to identify tremor missing regions
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toh, A., Capdeville, Y., Chi, W.-C., Ide, S.
2. 発表標題 Strongly scattering medium along slow earthquake fault zones, inferred by the new observations of short-duration tremors
3. 学会等名 Slow-to-Fast地震学国際合同研究集会2022
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
--	---------------------------	-----------------------	----

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			
その他の国・地域	中央研究院(中華民国)			
フランス	ナント 大学			
米国	UC バークレー			