

令和 2 年 6 月 16 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K05630

研究課題名（和文）琉球海溝南西部の歪場を海底地殻変動観測から解明する

研究課題名（英文）Seafloor geodetic measurements and modeling of the subduction processes along the southernmost Ryukyu trench

研究代表者

安藤 雅孝（Ando, Masataka）

静岡大学・防災総合センター・客員教授

研究者番号：80027292

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）：本研究では、先島諸島、波照間島沖の琉球海溝沿いに設置した海底音響局の位置を繰り返し測定することで、海底の地殻変動を観測した。先島諸島は1771年、明和の大津波で大きな被害を受けている。この津波の波源がプレート境界地震であるとの仮説（Nakamura 2009）に基づき、この場所のプレート境界の固着を計測するために海底音響局を設置し、2014年から2019年までの5年間にわたって計測を行った。結果、海底音響局はユーラシアプレートに対して 5.2 ± 1.2 cm/yr、海溝向きの南進が見られた。これは波照間島の南進速度とほぼ等しく、この直下にはプレート境界固着が存在しないことを示している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

琉球海溝南端部における、巨大プレート境界地震の発生源の有無について、初めて海域下の実際の地殻変動を高精度で計測し、固着の有無を検討した。結果、巨大プレート境界地震を発生するような強い固着が認められなかったことは新たな発見である。

さらに、本研究では着脱式、低コストのGNSS-音響測位装置を開発し、十分な精度で計測ができることを示した。現在台湾のグループが同じ方式で観測システムを作成しているが、装置の低コスト化と観測の簡易化に道を開いたことも大きな意義である。

研究成果の概要（英文）：We have conducted a seafloor geodesy measurement at the southern end of Ryukyu trench. The site is located on the fore-arc basin south off Hateruma Island. It is known that Ishigaki, Miyako and the surrounding islands along the southern Ryukyu Trench suffered a significant damage from a large Tsunami in 1771. Nakamura [2009] proposed that this Tsunami was generated by a large tsunami earthquake of Mw8.0 that occurred along the southern Ryukyu Trench. We deployed a seafloor benchmark at the fore-arc basin to observe the inter-plate coupling between the subducted Philippine sea slab and the fore-arc wedge. Six campaigns were conducted within five years from 2014 to 2019. As a result, the benchmark velocity is estimated to be 5.2 ± 1.2 cm/yr southward with reference to the Eurasian plate, which is comparable with the southward movement of Hateruma Island. This suggests that there is no or very weak inter-plate coupling at the plate boundary just beneath our seafloor benchmark.

研究分野：地震学

キーワード：背弧拡大 海底地殻変動 GNSS 音響 プレート間の固着 前弧のせり出し

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

琉球海溝ではフィリピン海プレートが琉球弧の下に沈み込んでおり、その北側の沖縄トラフで背弧拡大が生じている（図1）。背弧拡大をしている海溝は、一般的に巨大プレート境界地震を起こすような強いプレート間固着を生じないと見なされてきた。しかし代表者らは、八重山諸島石垣島における地層掘削調査により、4枚の津波堆積層を発見し、この地域で巨大津波が約600年間隔で発生してきたことを明らかにした（Ando et al. 2018）。これらの津波は琉球海溝南西部の巨大地震によるものと推定された。しかし、島嶼でのGPS観測からは、プレート間固着による圧縮場は検出できなかった。このため、プレート固着による圧縮場が沖合にあり、島々にまで及んでいないと考え、海底ベンチマークを設置し、2014年度より3年間、海底地殻変動観測を行った。その観測結果から、沖合に圧縮場を示すデータが得られた。しかし、これらの結果の信頼性は低く、更に長期間の観測を行うことが必要であった。

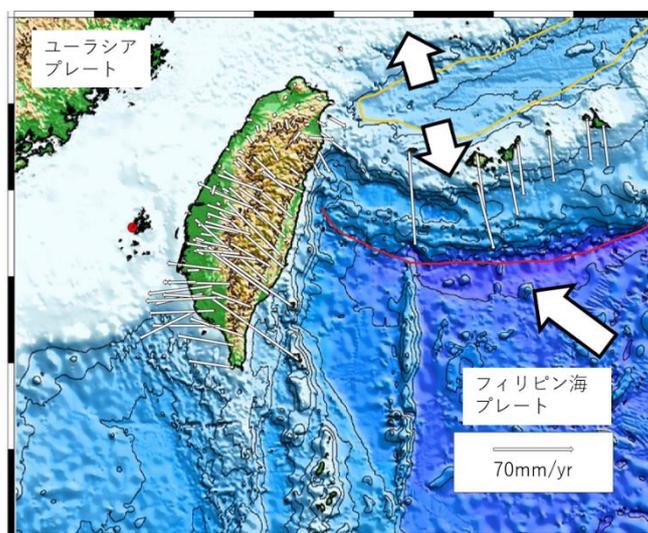


図1. 八重山諸島周辺のテクトニックセッティング。赤線：琉球海溝。黄色線：沖縄トラフ。白矢印：プレートの運動方向。

2. 研究の目的

本研究の目的は、海底地殻変動観測により、信頼できる海底の変位場を検出することである。そのために3年間海底地殻変動観測を実施し、プレート間固着の有無を調査した。

3. 研究の方法

GPS-音響測位法を用いて、海中に設置した3台の音響装置（ベンチマーク）の位置を繰り返し計測する。ベンチマークの位置の変化から、海底の動きを知る。

GPS-音響測位法は図2のように、複数の音響装置を海上の観測船から同時に呼び出す。この計測を毎年1回ずつ行い、その都度ベンチマーク位置を推定する。2014年度からの6年間にわたるベンチマーク位置の変化から、海底の地殻変動を検出する。

本研究計画では、船の位置を精密に決めるためのキネマティック GNSS 解析の精度向上、海中音速構造とベンチマーク位置を決めるインバージョンのための海中音速構造モデルの高度化を主眼に研究を進めた。

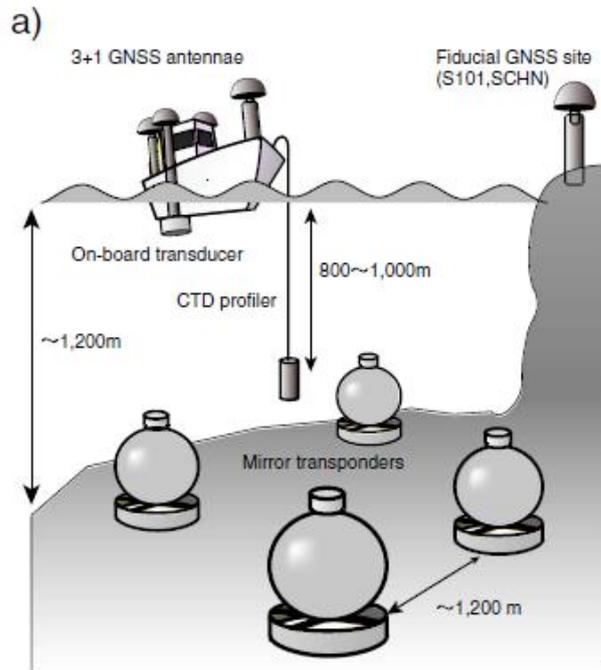


図2. 海底地殻変動観測の原理。波照間島沖では水深 3,300m、transponder 間の距離は 2,000m 程度。Chen et al. 2018 より。

4. 研究成果

本研究では、2017年度から2019年度で合計3回の計測を行うことができた。2014年度から2016年度の3回とあわせ、合計6回の計測で、図3のような南向きの速度ベクトルが得られた。南向きに $5.2 \pm 1.2 \text{ cm/yr}$ であった。

この変位速度は、海底ベンチマーク北方の波照間島、西表島と誤差範囲内で一致しており、これらの観測点との間には、短縮は生じていないことがわかった（図4）。海底ベンチマーク直下のプレート境界は固着してしないか、あるいははしていても非常に弱いと考えられる。この結果は、波照間島付近の前弧海盆の堆積物中に、水平に圧縮されたことを示す褶曲構造が見られないこと（Arai et al. 2017）とも一致する。また、本海底ベンチマーク付近のプレート境界では、短期スロースリップイベント（Nishimura 2014）、低周波地震と超低周波地震が頻発していることがわかってきた（Nakamura 2017）。この場所はこれらのゆっくりすべり活動により、沈み込むプレートによる引きずり込みを解消していることが示唆される。ただし、プレート境界において本ベンチマークより海溝側（傾斜上方）で固着が無いことは本観測からは確認できず、プレート境界のごく浅い場所だけが固着していてプレート境界地震を引き起こす Nakamura 2009 のモデルを否定するものではない。

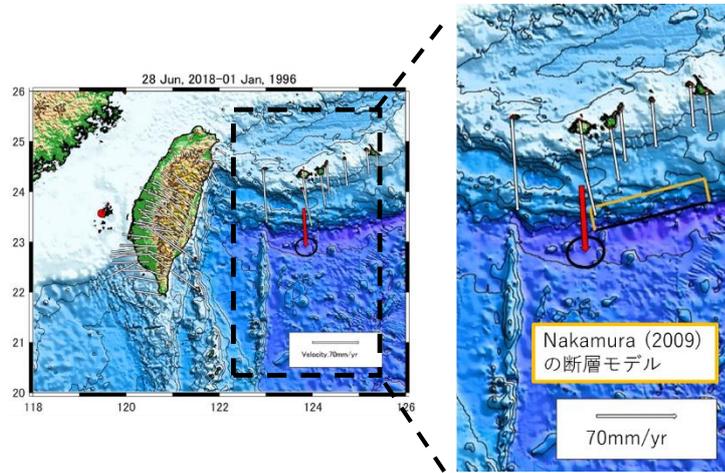


図3. 6年間の観測による速度ベクトル。

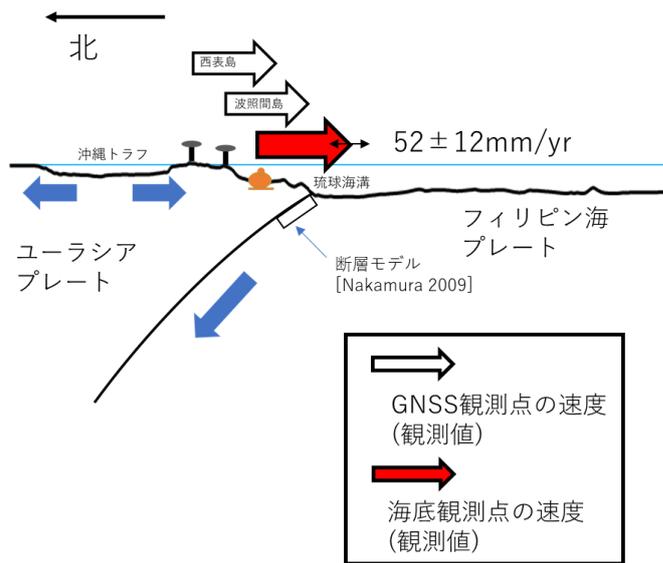


図4. 本研究における観測点と陸上観測点の変位速度の比較。

参考文献

- Ando, M., A. Kitamura, Y. Tu, Y. Ohashi, T. Imai, M. Nakamura, R. Ikuta, Y. Miyairi, Y. Yokoyama, and M. Shishikura (2018), Source of high tsunamis along the southernmost Ryukyu trench inferred from tsunami stratigraphy, *Tectonophysics* 722/ 265 -276
- Arai, R., S. Kodaira, K. Yuka, T. Takahashi, S. Miura, and Y. Kaneda (2017), Crustal structure of the southern Okinawa Trough: Symmetrical rifting, submarine volcano, and potential mantle accretion in the continental back-arc basin, *J. Geophys. Res. Solid Earth*, **122**, 622–641, doi:10.1002/2016JB013448.
- Nakamura, M. (2009), Fault model of the 1771 Yaeyama earthquake along the Ryukyu Trench estimated from the devastating tsunami, *Geophys. Res. Lett.*, **36**, L19307, doi:10.1029/2009GL039730
- Nakamura, M. (2017), Distribution of low-frequency earthquakes accompanying the very low frequency earthquakes along the Ryukyu Trench, *Earth, Planets and Space* 69:49, DOI 10.1186/s40623-017-0632-4
- Nishimura, T. (2014), Short-term slow slip events along the Ryukyu Trench, southwestern Japan, observed by continuous GNSS, *Progress in Earth and Planetary Science*, 1:22, <http://www.progearthplanetsci.com/content/1/1/22>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 香味建・生田領野・安藤雅孝・中村衛・宗林留美・Horng-Yue Chen
2. 発表標題 琉球海溝南端部におけるGNSS/音響観測 プレート境界の固着状態の解明に向けて
3. 学会等名 JpGU
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 生田領野・水野瑚都・Horng-Yue Chen・安藤雅孝・香味建
2. 発表標題 Analysis of GNSS/Acoustic geodetic data including the period of the transponder replacement
3. 学会等名 JpGU
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

Ikuta, R., Nakamura, M., Chen, H-Y. & Ando, M., Inter-plate coupling around southern end of the Ryukyu trench deduced from GNSS/Acoustic geodesy として、現在国際学術誌Frontiers in Earth Science誌に投稿中。

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	中村 衛 (Nakamura Mamoru) (60295293)	琉球大学・理学部・教授 (18001)	

