

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：12614

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H01306

研究課題名(和文) 上部マントル構造からみる背弧海盆の大地震と沖縄トラフ拡大

研究課題名(英文) Relationship between the upper mantle structure of the Okinawa Trough, large earthquake in the back-arc basin, and expansion of the back-arc basin

研究代表者

中東 和夫 (nakahigashi, kazuo)

東京海洋大学・学術研究院・教授

研究者番号：90709346

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：沖縄トラフ北部に位置する男女海盆周辺に、5台の海底地震計を設置し、海底地震観測を行った。得られた海底地震観測データおよび離島観測データを用いた震源再決定の結果、男女海盆周辺の震源分布は線状に並び、いくつかのクラスター状になる傾向があることがわかった。これらクラスターの走向は様々な方向を向いており、断層帯は複雑な断層形状を形成していることが分かった。また、観測期間中に発生したM6.2の地震発生以降、地震分布が上部地殻から下部地殻まで連続して見られることがわかった。この下部地殻の地震活動は最上部マントルから供給される流体の存在に関係する可能性も考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

沖縄トラフは現在背弧海盆拡大の最も初期の段階にあると考えられており、その北部延長線上には2016年熊本地震(マグニチュード7.3)が発生した「別府-島原地溝帯」に接続していると考えられている。北部沖縄トラフでは、2015年にM7.1の地震が発生した。この地震の余震分布をみると熊本地震と同じくライン状に震源が分布し、複数の断層帯が複雑に分布していることが分かった。熊本地震と同様に日本では珍しい伸長場で発生した大地震の発生様式を考察することは、今後、別府-島原地溝帯で発生する可能性がある地震を考察する上でも重要である。

研究成果の概要(英文)：Five seafloor seismometers were deployed around the Danjyo Basin, located in the northern part of the Okinawa Trough. As a result of hypocenter relocation using the obtained seafloor seismic data and remote island observation data, it was found that the distribution of hypocenters around the Danjyo Basin tends to be linearly aligned and in the form of several clusters. The strike of these clusters is oriented in various directions, indicating that the fault zone forms a complex fault geometry. We also found that the distribution of earthquakes was continuous from the upper crust to the lower crust after the M6.2 earthquake that occurred during the observation period. This seismic activity in the lower crust may be related to the presence of fluid supplied by the uppermost mantle.

研究分野：海洋底科学

キーワード：沖縄トラフ

1. 研究開始当初の背景

2015年11月14日沖縄トラフ北部の中央部でマグニチュード7.1の地震(薩摩半島西方沖地震)が深さ15kmの地殻内で発生し、鹿児島県中之島では0.3mの津波を観測した。さらに翌日15日にはマグニチュード5.9の地震が本震の北西約40km離れた場所で発生した。この地震が発生した北部沖縄トラフは、現在、背弧海盆拡大のもっとも初期のステージであり、その最北部は薩摩半島西方沖地震と同様の横ずれ断層型地震であるの2016年熊本地震(マグニチュード7.3)が発生した「別府-島原地溝帯」に接続していると考えられている。沖縄トラフでは過去100年間、マグニチュード7を超えるような地震の発生は知られておらず、薩摩半島西方沖地震は世界的にも活動的背弧海盆で発生が知られている地震としては最大級である。さらに、熊本地震と同様に日本では珍しい伸長場で発生した地震であり薩摩半島西方沖地震の特徴を理解することは、内陸地震発生メカニズムを考える上でも重要である。

この沖縄トラフでは様々な地球物理学的調査が行われているが、その拡大メカニズムは未だ解明されていない[例えば Sibuet et al., 1995]。沖縄トラフなどの活動的背弧海盆と同様に海底拡大系である中央海嶺ではマントル内の不均質性と海洋地殻形成速度などの海底拡大プロセスに相関がある事が知られており、この不均質性はマントル物質の溶融に関係があると考えられている[例えば Forsyth et al., 1998]。過去に北部や中部沖縄トラフで行われた研究によると拡大軸下の上部マントル内に地震波の低速度異常域[Sadeghi et al., 2000]や低比抵抗領域[Shimakawa et al., 1991]の存在がそれぞれ明らかとなり、上部マントル内に不均質性が見られる事が報告されている。このマントル内の不均質性は背弧海盆拡大のプロセスにも関係していると考えられるが、研究例が少ないこともあり統一的な理解はなされていない。沖縄トラフでの背弧海盆の拡大ステージと上部マントル不均質構造の関係を明らかにすることは背弧海盆拡大メカニズム理解のためにも重要である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、北部沖縄トラフの断層分布から、薩摩半島西方沖地震の震源断層を下記らかにすること、北部沖縄トラフの地震活動状態や上部マントルの構造について考察することを目的とする。

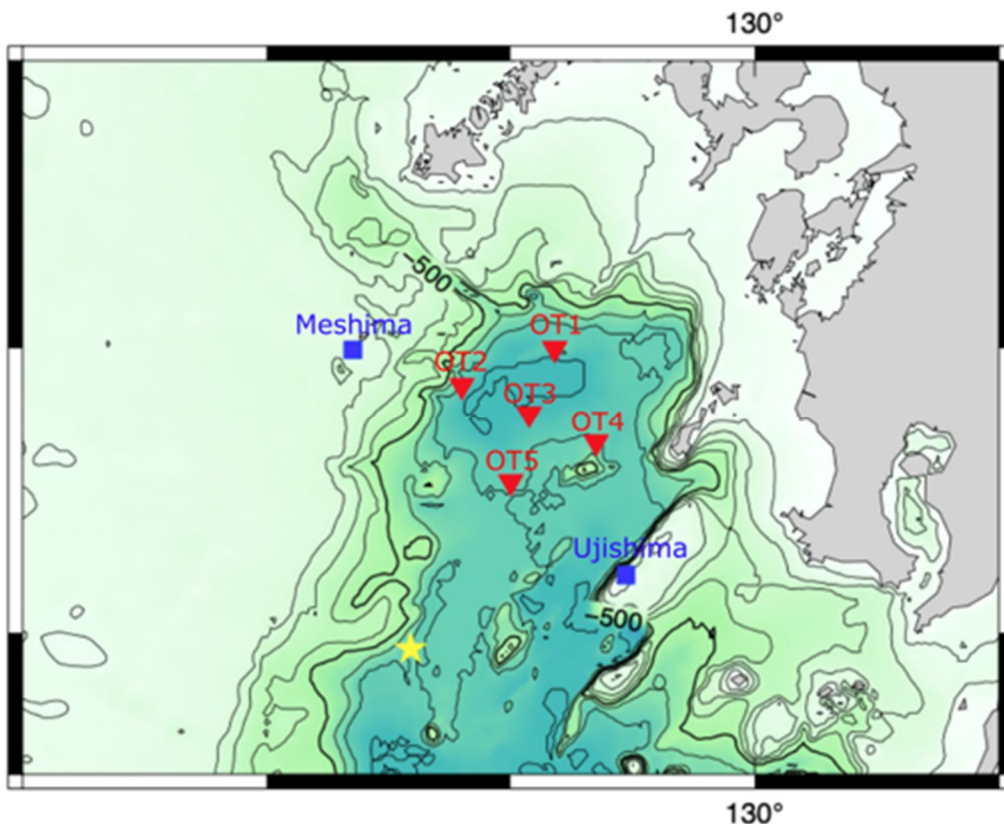


図1 観測点配置

：海底地震計観測点、 ：無人離島観測点

### 3．研究の方法

本研究では、2018年長崎大学長崎丸航海を利用し、薩摩半島西方沖地震震源域においてサブボトムプロファイラーを用いた海底下地層調査を行い、堆積層構造のイメージングを行った。さらに薩摩半島西方沖地震発生以降、地震活動が活発な沖縄トラフ北部に位置する男女海盆周辺に、2019年8月1日から2020年8月1日の1年間、5台の海底地震計を設置し、海底地震観測を行った(図1)。震源再決定には海底地震観測データの他に、女島および宇治島で九州大学、鹿児島大学が実地した臨時観測データと定常地震観測データを使用し、気象庁一元化震源の震源再決定を行った。

### 4．研究成果

長崎大学長崎丸を使用して行ったサブボトムプロファイラーを用いた海底下地層調査では、複数の断層をイメージングした。薩摩半島西方沖地震の震源付近には想定を上回る数の断層が確認されたため、当初の目的であった薩摩半島西方沖地震の震源断層の特定には至らなかった。しかし、これらの断層は海底面にもずれが見られること、地下深部に行くにつれ地層のずれが大きくなっていくことから、最近まで繰り返し活動している断層であることが確認された。これらことから北部沖縄トラフでは定常的に地震が発生していることが考えられる。

長期観測型海底地震計、無人島観測データおよび定常地震観測網で取得された地震波形データを用いた震源再決定の結果、男女海盆周辺の震源分布は線状に並び、いくつかの線状のクラスター状になる傾向があることがわかった。これは北部沖縄トラフで発生する地震が拡大軸や拡大軸を繋ぐ横ずれ断層で発生しているためであると考えられる。この傾向は、本研究領域周辺で行われた海底地震観測の研究結果[柳田・他, 2022]でも同様の報告がなされている。さらに、これら確認されたクラスターは、過去に明らかにされた構造線を含む断層帯であると考えられる[長宗・中村, 1986]。北部沖縄トラフの断層帯は、薩摩半島西方沖地震が発生した断層をはじめとした複数の断層が鋭角に交わる複雑な断層形状を形成している。また、地震活動の時間変化を見ると、当初北東方向に地震活動が広がっていたが、2020年に入ると南西方向に地震活動域が広がることが分かった。これらのことから研究対象領域では複雑なテクトニクスが働いていることが考えられる。

観測期間中に発生したM6.2の地震発生後の余震活動を見ると、地震発生領域の深度が上部地殻から下部地殻まで連続して余震が分布することが分かった。これら下部地殻内での地震活動は、中越沖地震で見られたように[Nakahigashi et al., 2012]、活動的な最上部マントルからもたらされた流体が影響している可能性が考えられる。今後、実体波トモグラフィ解析などを行い、沖縄トラフ最北部の上部マントル構造と地震発生の関係をより詳細に明らかにする予定である。

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 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 YANAGIDA Hirotugu, NAKATANI Yukihiko, YAKIWARA Hiroshi, HIRANO Shuichiro, KOBAYASHI Reiji, YAMASHITA Yusuke, MATSUSHIMA Takeshi, SHIMIZU Hiroshi, UCHIDA Kazunari, UMAKOSHI Kodo, YAGI Mitsuharu, MORII Yasuhiro, NAKAHIGASHI Kazuo, SHINOHARA Masanao	4. 巻 75
2. 論文標題 Aftershock Activity of the 2015 <i>M</i>7.1 Earthquake and Back-Arc Rifting in the Northern Okinawa Trough	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Zisin (Journal of the Seismological Society of Japan. 2nd ser.)	6. 最初と最後の頁 29 ~ 41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4294/zisin.2021-12	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 -

〔学会発表〕 計21件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 仲谷幸浩、八木原寛、平野舟一郎、小林励司、宮町宏樹、中尾茂、山下裕亮、内田和也、松島健、清水洋、中東和夫、山田知朗、阿部英二、篠原雅尚
2. 発表標題 Similar earthquake activity in the northern part of the Ryukyu subduction zone observed by onshore and offshore seismic data
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 仲谷幸浩、八木原寛、平野舟一郎、中尾茂、宮町宏樹、小林励司、山下裕亮、清水洋、松島健、内田和也、中東和夫、阿部英二、山田知朗、篠原雅尚
2. 発表標題 南西諸島海溝北部の準定常海底地震観測網により検出された相似地震の発生間隔と空間分布
3. 学会等名 日本地震学会2020年度秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下裕亮、仲谷幸浩、八木原寛、平野舟一郎、中尾茂、宮町宏樹、小林励司、清水洋、松島健、内田和也、中東和夫、阿部英二、山田知朗、篠原雅尚
2. 発表標題 喜界島東方海域における浅部低周波微動活動(その1)
3. 学会等名 日本地震学会2020年度秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山下裕亮、仲谷幸浩、八木原寛、平野舟一郎、清水洋、松島健、中東和夫、山田知朗、篠原雅尚
2. 発表標題 Ocean bottom seismological observation of shallow slow earthquakes off the east of Kikai Island, Nansei-shoto (Ryukyu) Trench
3. 学会等名 日本地震学会2021年度秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 仲谷幸浩、八木原寛、平野舟一郎、小林励司、宮町宏樹、中尾茂、内田和也、松島健、清水洋、中東和夫、山下裕亮、阿部英二、山田知朗、篠原雅尚
2. 発表標題 Ocean bottom seismographic observation and similar earthquake detection in the northern part of the Nansei Islands
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 島仲和、松野哲男、清杉孝司、清水賢、中岡礼奈、鈴木桂子、瀬戸康友、佐野守、森田結子、井和丸光、両角春寿、堀内美咲、西村公宏、市原寛、林和輝、廣瀬時、金子克哉、山口寛登、沖園雄希、杉岡裕子、中東和夫、山本揚二郎、香田達也、小平秀一、巽好幸、深江丸「鬼界カルデラ探査航海」乗船研究者
2. 発表標題 これまでのKOBEC鬼界カルデラ航海・研究のまとめ
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮町宏樹、高橋浩晃、青山裕、大園真子、椎名高裕、高田真秀、一柳昌義、山口照寛、薄田悠樹、齊藤一真、伊藤ちひろ、村井芳夫、中垣達也、筒井智樹、竹井瑠一、多田悠也、山本希、平原聡、中山貴史、東龍介、鈴木秀市、佐藤利典、蔵下英司、安藤美和子、田中伸一、池澤賢志、山田知朗、中東和夫、他22名
2. 発表標題 Seismic refraction and wide-angle reflection experiment in southern Kyushu, Japan: (3) the 2018 exploration report
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仲谷幸浩、八木原寛、平野舟一郎、小林励司、宮町宏樹、中尾茂、内田和也、松島健、清水洋、山下裕亮、中東和夫、山田知朗、阿部英二、篠原雅尚
2. 発表標題 南西諸島北部域における海底地震観測と検出された相似地震の特徴
3. 学会等名 日本地震学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 八木原寛、仲谷幸浩、平野舟一郎、小林励司、宮町宏樹、中尾茂、山下裕亮、内田和也、松島健、清水洋、中東和夫、馬越孝道、阿部英二、池澤賢志、諏訪祥士、山田知朗、篠原雅尚
2. 発表標題 南西諸島北部の海域及び島嶼域における地震観測によるプレート境界面形状の推定(6)
3. 学会等名 日本地震学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮町宏樹、小林励司、八木原寛、平野舟一郎、久保武史、海野直弘、松島健、内田和也、宮町凜太郎、片尾浩、澁谷拓郎、三浦勉、中川潤、米田格、為栗健、瀧下恒星、仲井一穂、山下裕亮、前田裕太、堀川信一郎、松廣健二郎、奥田隆、辻修平、十川直樹、中東和夫、他25名
2. 発表標題 人工地震探査による南九州横断測線下の速度構造(4)
3. 学会等名 日本地震学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮町宏樹・小林励司・八木原寛・平野舟一郎・久保武史・早田正和・坂尾健有・海野直弘・松島健・内田和也・宮町凜太郎・磯田謙心・Agnis Triahadini・手操佳子・20名・中東和夫・34名
2. 発表標題 人工地震探査による始良カルデラ下の速度構造(4)
3. 学会等名 特定非営利活動法人日本火山学会 2019 年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yusuke YAMASHITA, Masanao SHINOHARA, Tomoaki YAMADA, Saki WATANABE, Kazuo NAKAHIGASHI, Hajime SHIOBARA, Kimihiro MOCHIZUKI, Takuto MAEDA, Kazushige OBARA
2. 発表標題 Spatiotemporal Variation of Shallow Low-frequency Tremor and Very-low-frequency Earthquake Activity in the Western Part of Nankai Trough Revealed by Long-term Ocean Bottom Seismological Observation
3. 学会等名 Asia Oceania Geosciences Society 15th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 八木原寛・仲谷幸浩・平野舟一郎・小林励司・宮町宏樹・中尾茂・馬越孝道・内田和也・松島健・清水洋・中東和夫・山下裕亮・阿部英二・池澤賢志・諏訪祥士・山田知朗・篠原雅尚
2. 発表標題 南西諸島北部の海域及び島嶼域における地震観測によるプレート境界面形状の推定(5)
3. 学会等名 日本地震学会2018年度秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森本尚里、中東和夫、古山精史朗、山下裕亮、仲谷幸浩、平野舟一郎、八木原寛、宮町宏樹、松島健、山田知朗、篠原雅尚
2. 発表標題 Seismic activity in the northernmost Okinawa trough revealed by ocean bottom seismic observations
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023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	山田 知朗  (Yamada Tomoaki)  (40323654)	東京大学・地震研究所・助教    (12601)	

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	八木原 寛  (Yakiwara Hiroshi)  (60295235)	鹿児島大学・総合科学域総合研究学系・准教授    (17701)	
研究分担者	山下 裕亮  (Ymashita Yusuke)  (80725052)	京都大学・防災研究所・助教    (14301)	

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