

平成 22 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18540425
 研究課題名（和文） 南西諸島南西端域における「島弧胴切り」型海底活断層群と巨大津波発生に関する研究
 研究課題名（英文） Study on the active across-arc submarine faults and its relationship to large-scale tsunamis in the southwest Ryukyu arc
 研究代表者
 松本 剛（MATSUMOTO TAKESHI）
 国立大学法人琉球大学・理学部・教授
 研究者番号：30344287

研究成果の概要：

音響による海底精密地形調査と深海無人探査機による海底目視観察調査の手法によって、南西諸島石垣島の東方に位置する海底活断層に当たる「石垣島東方沖断層」の調査を行い、その活動度の特徴を求め、1771年にこの海域で発生したとされる明和の大津波「八重山地震津波」との因果関係を明らかにした。この断層は単一の断層ではなく、5個のセグメントから成り、またその主断層から派生した分岐断層もあること、南端部が最も古くから発達し、次第に北方に伝播して、現在の44kmの長さとなっていることが判明した。この発達過程は、当該海域の広域テクトニクスと呼応したものである。従って、この断層全体が同時に同じ量のスリップを起こすことは考えにくく、明和の大津波の波源であった可能性は極めて小さいことが示された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
21年度	500,000	0	500,000
22年度	2,100,000	630,000	2,730,000
23年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	870,000	4,270,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：琉球弧・海底活断層・明和の大津波

1. 研究開始当初の背景

南琉球域（宮古・八重山地方）には、島弧を胴切りする規模（長さ40～50km）の海底活断層が多く発達しており、地震・津波が発生した場合は、近隣島嶼部での被害が懸念される。これらの「活断層」の認定は、1970年代の海上保安庁水路部による水路測量、反射法探査の結果に負うところが多い。また、この海域での地震分布とそのメカニズム解から、

これらの海底活断層は、前弧域に卓越する正断層型であることが推定されている。しかしながら、個々の活断層の詳細については不明な点が多かった。

2. 研究の目的

本研究では、最新の装置による海底精密地形調査、デジタル反射法探査、海底目視調査、数値シミュレーションの手法を駆使して、こ

これらの海底活断層の活動度とその原因となった応力場を評価することを目的とする。併せて、1771年4月23日(新暦)に石垣島・宮古島を中心とする南琉球域で発生した明和の大津波(1771八重山地震津波)の波源域を特定し、その波源での津波発生に至る海底変動過程及びその反復性を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

明和の大津波により甚大な被害を被った石垣島の約20km東方沖に位置する海底活断層である「石垣島東方沖断層」について、2005年に実施された精密海底地形調査、深海無人探査機による海底目視調査のデータの詳細解析を行った。また、その解析結果をもとに新たに2008年にこの断層の補完調査実施し、これらのデータの総合解析を通して、断層の性状とその波源の可能性の有無を確定させた。併せて、これら活断層を生じさせるに到った広域テクトニクスについて、既存モデルの検証を行った。

本研究を進める上では、以下の作業仮説を設定し、その検証を行った。

- (1) 南西諸島海域南西端部で活断層と認定されている「島弧胴切り」型の正断層群は活動度が高く、近年活動した、或いは今後活動する可能性が高い。
- (2) これら海底活断層は、フィリピン海プレートの斜め沈み込みと沖縄トラフのリフティングに伴う正断層系の歪・応力場によって発達した。
- (3) これら海底活断層は1771八重山地震津波の波源となったものもある。
- (4) これら海底活断層に沿って陸橋が分断された。

4. 研究成果

「石垣島東方沖断層」は、石垣島・多良間島間にはほぼ北西・南東方向に分布しており、 $24^{\circ} 38' N, 124^{\circ} 23' E$ から $24^{\circ} 21' N, 124^{\circ} 41' E$ に至る44kmに達すること、また、この断層が連続した1本の断層ではなく、計5セグメントから成ることが確認された(Matsumoto et al., 2009a)。ここでは仮に、北端部・北部・中部・南部・南端部セグメントと呼ぶこととする。地形の特徴から見て、断層全体の活動度は一様ではなく、地溝斜面の勾配が大きく地溝底と上盤側最浅部との水深差の最も大きい最南端部セグメント($24^{\circ} 26' N$ 以南の約10kmの部分)の活動度が最も大きいと考えられる。一方、北部セグメント($24^{\circ} 33.5' N$ の北約10kmの部分)については、トラフ地形は見られるものの、その規模は小さく、地形の起伏も全体的に乏しい。一方、 $24^{\circ} 32' N, 124^{\circ} 33' E$ 付近には、主断層から分岐した断層が石垣

鞍部の上に発達していて、その長さは10km以上に達する。

2005年には計3潜航(第405・406・407潜航)を、また2008年には1潜航(第874潜航)を実施した。各潜航地点は、405:南端部、406:南部、407:北部、874:中部であり、いずれも主断層の方向に直交する向きに航走を行った。南部では、主断層崖の西方400m以遠では石灰岩の基盤岩が露出していたが、主断層崖付近ではリップルマークを伴う細粒砂となっていた。南端部も同様とみられる。主断層崖直下のトラフ底では角礫が堆積しており、断層崖上では堆積物はほとんど見受けられず、基盤岩が露出していた。断層崖を上りきった辺りからは再び堆積層が現れ、リップルマークや粗粒砂が観察された。

北部は全体的に水深が315~350mと起伏に乏しい地形であった。海底の殆どの箇所では石灰岩の基盤岩が露出しており、基盤岩の間の窪みの箇所で僅かに堆積物が見受けられた。また、堆積物が見られた断層崖麓やトラフ底は、主断層とは異なる場所であった。主断層周辺の海底は、粒度が細かい細粒砂や粗粒砂は堆積していなかった。その周辺では海底の起伏が割合明瞭であった。測線全体に亘り、基盤岩が露出しているところでは多数のクラックが走っていた。主断層の東側及び西側1km以遠では走向がほぼ主断層の走向と一致していたが、この間では走向のばらつきが大きかった。

中部では主断層崖より潜航を開始し、分岐断層を通過して石垣鞍部東斜面に至る7kmに亘って海底の観察を行った。分岐断層は比高10~15mの垂直な崖で縁取られた低地であり、そこでは一部砂より成り、また一部はクラックを伴う石灰岩であって、そのクラックの走向のばらつきが大きかった。

断層崖に接するトラフの相対的な高さは南端部で最も大きく、次いで南部で大きい。北部セグメントでは地形の起伏に乏しく、主断層の特徴はもはや見られない。しかし、露出した石灰岩の基盤に多数の新鮮なクラックが走っている状況を考慮すると、このセグメントは断層の発達過程のうちの最も初期の段階にあるとみることができる。また、 $24^{\circ} 33' N, 124^{\circ} 28' E$ 付近にある逆V字形の地形の特徴についても考え合せると、この断層は北に伝播しているとみることができる(Matsumoto et al., 2009b)。そして、石垣島東方沖断層は、その南端の部分が最初に形成され、次第にNNE方に伝播していった、現在の44kmの長さに達したと推定できる。このような、断層の北方へ伝播は、沖縄トラフの拡張に伴う島弧域での張力場の発達モデル(Kubo and Fukuyama, 2003)とも整合性がある。さらに、断層のセグメント構造の存在を考慮すると、このような断層の伝播は断

続的に起こり、それによりセグメントが南から順次北に向かって形成されたことが推定される。この断層全てが一時にスリップを起こしたとは考えにくい。従って、この断層が明和の大津波の波源となったとは考えにくい。北部で走向のばらつきの大きいクラックが見られた箇所は、南端部・南部で細粒砂が見られた箇所の延長部であることから、これらクラックは石灰岩の基盤岩が粉碎した結果の産物であり、最終的には南端部・南部で見られる細粒砂に達することが推定される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 20 件)

(1)Noguchi, T. et al.(含新城), Data report: Pb isotope compositions of sediment from the eastern flank of Juan de Fuca Ridge, Proc. IODP, 301, doi:10.2204/iodp.proc.301.203.2008, 2008

(2)Meshesha, D. and Shinjo, R.Rethinking geochemical feature of the Afar and Kenya mantle plumes and geodynamic implications, J. Geophys. Res., 113, doi:10.1029/2007JB005549, 2008

(3)Deschamps, A. et al.(含新城・松本), Propagators and ridge jumps in a back-arc basin, the West Philippine Basin, Terra Nova 20, 327-332, 2008

(4)Chen, C.H. et al. (含新城, Was there Jurassic paleo-Pacific subduction in South China?: Constraints from 40Ar/39Ar dating, elemental and Sr-Nd-Pb isotopic geochemistry of the Mesozoic basalts, Lithos, 106, 83-92

(5)Baba, S. et al. (含新城), Origin of sapphirine-bearing garnet-orthopyroxene granulites; possible hydrothermally altered ocean floor, Polar Science, 2, 87-107, 2008

(6)与那覇 寛・藤田 和彦・新城 竜二, 那覇市の河川及び沿岸堆積物の起源と人為的影響, Galaxea (日本サンゴ礁学会誌), 10, 1-21, 2008

(7)Ando, M. et al. (含中村), Observed high amplitude tsunami 0.5-20 km away from the northern Sumatra coast during the 2004 Sumatra earthquake, J. Asian Earth Sciences, 2008

(8)Y.M. Wu et al. (含中村), Improved seismic tomography offshore northeastern Taiwan: Implications for subduction and collision processes between Taiwan and the southernmost Ryukyu, Geophys. J. Inter., 2008

(9)Y.M. Wu et al. (含中村), A Comprehensive Relocation of Earthquakes in Taiwan from 1991 to 2005, Bull. Seism. Soc. Am. 98, 2008

(10)Baba, S. et al. (含新城), Origin of sapphirine-bearing garnet-orthopyroxene granulites; possible hydrothermally altered ocean floor, Polar Science, 2008

(11)Armid, A. et al.(含新城), Determination of uranium in pore water from coastal sediment by standard addition ICP-MS analysis, J. Radioanal. Nucl. Chem., 275, 233-237, 2008

(12)新城 竜一・宮本正雪, 蛍光 X 線分析装置 (XRF) による 1 : 5 希釈ガラスビードを用いた全岩主成分・微量成分元素の定量分析、琉球大理学部紀要、84, 5-13, 2007

(13)volcanic province, Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 102, 272-289, 2007

(14)Meshesha, D. and Shinjo, R., Crustal contamination and diversity of magma sources in the northwestern Ethiopian

(15)大坪 誠・他 (含久保), 不均一な発震機構データから応力を分離する応力テンソルインバージョンの開発とその適用、月刊地球、29, 292-296, 2007

(16)Southwest Indian Ridge, European Journal of Mineralogy, 19, 871-882, 2007

(17)Morishita, T. et al. (含松本), Petrology of local concentration of chromian spinel in dunite from the slow-spreading

(18)Baines, A.G., et al.(含松本), The evolution of the Southwest Indian Ridge and the implications of major changes in ridge axis geometriesince 26Ma, G-cubed, doi:10.1029/2006GC001559, 2007

(19)松本 剛, 明和の大津波を通して見え

てきた海洋底の素顔, 季刊沖繩, 30, 30-33, 2006

(20) Kombo, M. M., et al. (含新城), Chemical impact of the acidic red soil on seawater, Galaxea, JCRS 8, 13-23, 2006

[学会発表] (計 16 件)

(1) Matsumoto, T. et al., Submarine, Across-Arc Normal Fault System in the Southwest Ryukyu Arc Might Trigger the 1771 Tsunami Hazard, International Conference on Environmental Impacts of Tsunami, 2008

(2) 松本 剛・他、沖繩トラフ中軸部の構造と発達史概説、日本地質学会第 115 年学術大会、2008

(3) 松本 剛・他、南東・南西インド洋海嶺の磁化構造、日本地球惑星科学連合 2008 年大会

(4) 松本 剛・他、「みらい」船上三成分磁力計による北太平洋の磁化構造、第 11 回みらいシンポジウム、2008

(5) Matsumoto, T., An underwater landslide or slump on an active submarine fault - a possible source of a devastating tsunami?, AGU Fall Meeting, 2007

(6) 松本 剛・他、南極プレート発散境界インド洋海嶺の磁化構造、南極地学シンポジウム、2007

(7) Matsumoto, T., Estimation of recent activities of identified 'active faults' and their associated underwater slumps in relation to the recent devastating tsunami hazards, Bicentennial Conference, London Geological Society, 2007

(8) 松本 剛・他、「みらい」海洋地球物理観測データの活用、日本海洋学会 2007 年秋季大会

(9) 松本 剛・他、石垣島東方沖断層上に見られる変動地形と津波ポテンシャルの検証、日本地球惑星科学連合 2007 年大会

(10) 松本 剛、2006 年 7 月 17 日ジャワ島沖地震の震源域に見られる海底地回り痕について、第 10 回みらいシンポジウム、2007

(11) 松本 剛・他、南西諸島南西端域におけ

る「島弧胴切り」型海底活断層の活動度と巨大津波発生との因果関係、第 23 回しんかいシンポジウム、2007

(12) Matsumoto, T., Tsunami hazard mitigation in tourism in the tropical and subtropical coastal areas: a case study in the Ryukyu Islands, southwest of Japan, AGU, Fall Meeting, 2006

(13) Matsumoto, T., et al., Submarine, across-arc normal fault system in the southwest Ryukyu Arc: trigger of the 1771 tsunami hazard?, AGU Fall Meeting, 2006

(14) 松本 剛・他、海底地形・地磁気異常に基づく南西インド洋海嶺の発達史、南極地学シンポジウム、2006

(15) 松本 剛・他、「しらせ」重力データに基づく南東インド洋海嶺の地殻構造とアイソスタシー、日本地球惑星科学連合 2006 年大会

(16) 松本 剛・他、南西諸島宮古・八重山地方に見られる「島弧胴切り型」活断層群、日本地球惑星科学連合 2006 年大会

< 研究代表者が筆頭発表者のもののみ >

[図書] (計 1 件)

松本 剛 (共著・琉球大学編)、沖繩タイムス社、「やわらかい南の学と思想」、447pp、2008

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松本 剛 (MATUMOTO TAKESHI)

琉球大学・理学部・教授

研究者番号: 30344287

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

新城 竜一 (SHINJO RYUICHI)

琉球大学・理学部・教授

研究者番号: 30244289

中村 衛 (NAKAMURA MAMORU)
琉球大学・理学部・准教授
研究者番号：60295293

木村 政昭 (KIMURA MASAACKI)
琉球大学・名誉教授
研究者番号：20112443

小野 朋典 (ONO TOMONORI)
琉球大学・理学部・教務職員
研究者番号：70233583