

機関番号：15401

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20300298

研究課題名（和文）海底活断層から発生する大地震の予測精度向上のための変動地形学的研究

研究課題名（英文）STUDY ON SUBMARINE ACTIVE FAULTS FOR BETTER ASSESSMENT OF LARGE EARTHQUAKES

研究代表者

中田 高 (NAKATA TAKASHI)

広島大学・文学研究科・名誉教授

研究者番号：60089779

研究成果の概要（和文）：

近い将来M8クラスの巨大地震が発生すると予測される南海トラフ沿いの海域を対象に、高い分解能の立体視画像を用いて地形解析を行ない、地震発生源となる活断層の位置・形状、連続性を詳細に解明した。これをもとに活断層と歴史地震との対応関係を検討し、これまで運動型・非運動型として概念的に把握されていたプレート境界型巨大地震像に対して、発生場所や地震規模の予測精度向上に資する基本的な資料を整備した。

研究成果の概要（英文）：

We newly made detailed map of submarine active faults along the Nankai by interpretation of 3D images processed from multi-beam sonar data recently obtained by Japan Coast Guard. We correlated source areas of large historical earthquakes and location of these active faults, and presented more concrete idea and data for better assessment of location and size of future destructive earthquakes along the trough.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	5,700,000	1,710,000	7,410,000
2009年度	5,400,000	1,620,000	7,020,000
2010年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
年度			
年度			
総計	14,700,000	4,410,000	19,110,000

研究分野：地形学

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：活断層 海底活断層 南海トラフ 断層変位地形 デジタル画像

## 1. 研究開始当初の背景

南海トラフ沿いで発生すると巨大地震は、近い将来、日本の広い地域に大きな災害をもたらすと予測される地震のひとつであり、政府地震調査委員会によると、今後30年間の発生確率は50%以上に及ぶ。しかしながら、この予測は、地震動や津波の記録などから南海トラフに沿って設定された過去の地震の破壊領域区分（石橋・佐竹：1998など）に沿って、「どの領域で」地震が発生するのかと

いう視点で行われており、トラフ沿いの海底活断層分布についてはまったく配慮されていない。このような状況のもとで、研究代表者及び分担者は、将来発生する地震の予測精度向上のために、活断層の詳細な位置・形状の研究の重要性を再認識し、国の内外で粘り強く調査研究に取り組んできた。

南海トラフのトラフ斜面から陸棚にかけての地形は、数条のほぼ並行する活断層によって限られたリッジや堆などの高まりと盆

状や舟状の凹地が組み合わさる構造をなしており、研究代表者は、衝突プレート境界であるヒマラヤ前縁帯における活断層と地形との関連と類似していることを、指摘してきた。ヒマラヤ前縁帯では、主要構造線や地質境界に沿って発達するほぼ数条の並行する活断層が一括して活動するのではなく、固有の活動歴をもって別個に活動し大地震を発生させてきた。したがって、南海トラフ沿いの活断層群もプレート境界のメガラストが活動した際に海底に偶発的に派生したものではなく、それぞれの活断層が固有の活動歴を持って繰り返し活動してきたものであると考えることができる。このような考えに立てば、当該海域の海底活断層の位置・形状や活動特性を解明することは、より具体的に詳細な地震発生予測を行ううえで極めて重要である。

そこで、これまでの陸上活断層と海底活断層の地形学的研究成果を踏まえ、それぞれの分野の研究者が協力して、既存の貴重なデータを活用し、近い将来に発生すると予測されている東海・東南海の震源断層像の具体的解明など、極めて社会的に意義の大きな問題について、新たな視点から研究に取り組み、具体的な成果を挙げることを目指した。

## 2. 研究の目的

南海トラフ沿いで発生する巨大地震は、近い将来、日本の広い地域に大きな災害をもたらすと予測される地震のひとつである。政府地震調査委員会によると、今後 30 年間の発生確率は、50%以上に及ぶ。しかしながら、この予測では「プレート境界のどこ」で地震が発生するのかという視点で予測が行われており、南海トラフ沿いの「どの活断層」が地震を発生させるのかという視点が欠如しているため、「地震発生の場所と規模」を詳細に予測することを困難にしており、具体的な防災対策を計画する際の大きな課題として残されているといえる。

本研究では、南海トラフ沿いの海底活断層を対象に、

- (1) 活断層変位地形を詳細に調査・計測し、
- (2) 主要活断層の幾何学的な形状、
- (3) 断層沿いの変位量分布特性、
- (4) 活動性など

を具体的に明らかにし、地震防災の基礎資料として提供しようとするものである。これによって、活断層の位置・形状および変位量分布を基に活断層の破壊開始点や破壊範囲を推定し、将来発生する地震の震源域やその規模に関する予測精度を向上させ、この海域で次に発生する地震災害の軽減に寄与すると期待される。

## 3. 研究の方法

(1) 近年、海上保安庁によってマルチナロービーム測深機で得られた南海トラフ沿いの詳細な測深データから 3D 立体視可能なデジタル画像を整備し、海域全体の活断層およびそれに関連する変位地形の概要を明らかにする。

(2) 海底面の変位・変形によって形成された断層変位地形などの変動地形を、立体視によって詳細に判読し、海底活断層の位置・形状を解明する。

(3) 活断層の幾何学的な形状に基づいて、活断層の破壊開始点や一括して活動する範囲を設定する。

(4) 活断層に沿う変位の累積状況などから活断層の地下のアスペリティの分布特性についての資料を整備する。

(5) 活断層の最新活動時期を海底面の変位の新鮮さ、変位量、変位量などをもとに、南海トラフ沿いの歴史地震との関連を検討する。

(6) これによって、将来発生する地震の震源域や規模の予測精度を向上させ、地震防災の基礎資料として提供する。

## 4. 研究成果

本研究では海上保安庁が取得した詳細測深データから作成した従来とは比較にならない高い分解能の地形画像を用いて解析を行ない、トラフのほぼ全域の活断層の詳細な分布を明らかにし、その連続性や独立性についても議論が十分可能となるデータとして整備した。また、長大な横ずれ断層の発見など数多くの新知見を得た。この結果、巨大地震と関連すると考えられる主要断層の中には、上述の破壊領域区分を超えて連続するものや領域内で連続が途絶えるものも少なからず認められ、これまでの推定破壊領域に依存した地震発生予測の再検討が不可欠となった。主たる成果は以下の通りである。

(1) 南海トラフ沿いの広域的な活断層図を作成し、これらの特徴について検討した。

(2) 南海トラフ陸側斜面や基部に発達する outer ridge と呼ばれる幅数 km、長さ数 10km の尾根状地形は、その基部の逆断層によって形成された背斜構造を持つものであるが、浸食が進み、その上部にはケスタ状の組織地形が発達する。これは、堆積作用が卓越すると考えられている深海底でも、大地震による強震動によって不安定化した斜面では削剥作用が卓越することを示す新たな発見である。

(3) 上記のような組織地形は、分岐断層によって形成された考えられる outer ridge の方が前縁隆起帯より顕著であり、前縁断層より分岐断層の方が古い可能性が大きいことが明らかになった。

(4) 四国沖から紀伊水道沖にかけては長大な右横ずれ活断層が複数発達し、南海トラフ

に沿って斜めに沈むフィリピン海プレートの運動によって、前縁帯における逆断層運動とともにスリップ・パーティショニングを起こしている可能性が高いことが分かった。

近年、熊野トラフから南海トラフに至る地域の大規模な構造調査結果から深海平坦面にあたる熊野トラフの外孤隆起帯 (outer ridge (茂木:1977)) の基部に出現する分岐断層が 1944 年東南海地震の震源断層であるとの説 (木村・木下:2009 ほか) が有力視されてきつつあるが、この断層は潮岬海底谷を挟んで東西に連続し、潮岬沖に設定された破壊領域境界とは無関係である。一方、1946 年南海地震の震源断層は潮岬の東方沖から足摺岬沖に破壊領域を持つと想定されているが、これも分岐断層の位置・形状とは対応しない。新たに認定された活断層の中で 1944 年地震に対応すると推定される活断層は、熊野トラフ底を横切って延びる逆断層で、東海沖活断層研究会 (1999) の遠州断層系の南部にあたり、新鮮な活断層変位地形が認められる活動的な断層である。また、1946 年地震に対応する活断層は、太地沖から潮岬海底谷を横切り土佐バエ南縁の急崖の基部を通り、足摺岬南東に達する逆断層であり、徳山ほか (2001) の遠州断層系南部-南海 OST 断層系-土佐断層系にまたがって連なっている。二つの地震の震源断層の境界は新宮沖にあり、地震に伴う地殻変動や津波発生を説明するのに矛盾はない。

安政東南海地震や安政南海地震の震源断層と関連する活断層としては、それぞれ潮岬南東から室戸岬沖に連なる南海 OST 断層系と東海沖にある東海断層系があげられる。また宝永地震は、長大な南海前縁断層系が震源断層と考えることができる。

これら本研究によって得られた成果は、政府地震調査研究推進本部 (2001) の示す、次の大地震の発生予測範囲の見解 (南海トラフ・駿河トラフの領域 X:足摺岬沖~潮岬沖 (A+B)、領域 Y:潮岬沖~浜名湖沖 (C+D)、領域 Z:浜名湖沖~駿河湾 (E)) の 3 つに分け、それぞれ南海地震、東南海地震、想定東海地震に対応するという見解) とは必ずしも対応していない。巨大地震と関連すると考えられる主要活断層の中には、上述の破壊領域区分を超えて連続するものや領域内で連続が途絶えるものも少なからず認められ、これまでの推定破壊領域に依存した地震発生予測の再検討が不可欠であることが明らかになった。

また、積丹半島沖や佐渡海盆東縁に発達する沿岸活断層などについても、陸域の海岸段丘との関連などから、地震発生予測に関する新たな見解を提示した。

## 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 5 件)

1. 後藤秀昭・中田 高, デジタル化ステレオペア画像を用いたディスプレイでの地形判読, 活断層研究, 34, 査読有, 2011 (印刷中)
2. 中田 高・後藤秀昭, 南海トラフの海底活断層を詳細地形データから探る, 科学, 80, 査読無, 2010, pp852-857
3. 泉紀明・加藤幸弘・西澤あずさ・伊藤弘志・渡邊奈保子・中田 高・後藤秀昭・植木俊明・梶琢, 3 秒グリッド DEM から作成したフィリピン海プレート北縁部の 3D 画像, 海洋情報部研究報告, 47, 査読無, 2010, pp83-91
4. 渡辺満久・中田 高・鈴木康弘, 佐渡海盆東縁断層と 2007 年中越沖地震, 活断層研究, 33, 査読有, 2010, pp27-37
5. 梶琢・中田 高・渡辺満久ほか, 詳細海底地形図に基づく南海トラフ域の海底地すべり分布とその特徴, 月刊「地球」, 号外 No. 61, 査読無, 2010, pp49-55

[学会発表] (計 24 件)

1. 中田 高・渡辺満久・鈴木康弘・後藤秀昭・徳山英一・隈元 崇・加藤幸弘・西澤あずさ・泉紀明・伊藤弘志・渡邊奈保子・植木俊明, 相模トラフ・駿河トラフ・南海トラフ沿いの地震発生領域の再検討, 日本地理学会 2011 年春季学術大会, 2011 年 3 月 29 日, 明治大学
2. 中田 高・後藤秀昭・渡辺満久・鈴木康弘, 南海トラフの活断層分布と地震発生予測の課題, 日本活断層学会 2010 年度秋季学術大会, 2010 年 11 月 26 日, 名古屋大学
3. 渡辺満久・中田 高・後藤秀昭・鈴木康弘, 詳細 DEM 画像から探る相模トラフ・駿河トラフの海底活断層, 日本活断層学会 2010 年度秋季学術大会, 2010 年 11 月 26 日, 名古屋大学
4. 鈴木康弘・中田 高・後藤秀昭・渡辺満久, 詳細 DEM 画像から探る紀伊半島沖の海底活断層, 日本活断層学会 2010 年秋季学術大会, 2010 年 11 月 26 日, 名古屋大学
5. 後藤秀昭・中田 高・渡辺満久・鈴木康弘, 詳細 DEM 画像から探る四国沖の海底活断層, 日本活断層学会 2010 年度秋季学術大会, 2010 年 11 月 26 日, 名古屋大学
6. 中田 高, 変動地形学的研究は地震をどこまで解き明かせるのか?, 日本地震学会 2010 年秋季大会, 2010 年 10 月 29 日, 広島国際会議場
7. 後藤秀昭・中田 高・渡辺満久・鈴木康弘・徳山英一・隈元 崇・佐竹健治・加藤幸弘・西澤あずさ・泉紀明・伊藤弘志・植木俊明・梶琢, 詳細 DEM 画像を用いた南海トラ

フ西部の海底活断層, 日本地震学会 2010 年秋季大会, 2010 年 10 月 29 日, 広島国際会議場

8. 渡辺満久・中田 高・後藤秀昭・鈴木康弘・徳山英一・隈元 崇・佐竹健治・加藤幸弘・西澤あずさ・泉 紀明・伊藤弘志・植木俊明・梶琢, 詳細 DEM 画像から探る相模トラフ-紀伊半島沖の海底活断層, 日本地震学会 2010 年秋季大会, 2010 年 10 月 28 日, 広島国際会議場

9. 後藤秀昭・中田 高・渡辺満久・鈴木康弘・徳山英一・隈元 崇・佐竹健治・加藤幸弘・西澤あずさ・泉紀明・伊藤弘志・植木俊明・梶琢, 詳細 DEM 画像にみる四国沖の海底地形, 日本地理学会 2010 年秋季学術大会, 2010 年 10 月 3 日, 名古屋大学

10. 鈴木康弘・中田 高・後藤秀昭・渡辺満久・徳山英一・隈元 崇・佐竹健治・加藤幸弘・西澤あずさ・泉紀明・伊藤弘志・植木俊明・梶琢, 詳細 DEM 画像から探る紀伊半島沖の海底地形, 日本地理学会 2010 年秋季学術大会, 2010 年 10 月 3 日, 名古屋大学

11. 渡辺満久・中田 高・後藤秀昭・鈴木康弘・隈元 崇・徳山英一・佐竹健治・加藤幸弘・西澤あずさ・泉紀明・伊藤弘志・植木俊明・梶琢, 詳細 DEM 画像から探る相模トラフ・駿河トラフの海底地形, 日本地理学会 2010 年秋季学術大会, 2010 年 10 月 3 日, 名古屋大学

12. 中田 高・後藤秀昭・渡辺満久・鈴木康弘・隈元 崇・徳山英一・佐竹健治・加藤幸弘・西澤あずさ・泉 紀明・伊藤弘志・植木俊明・梶琢, 詳細 DEM 画像から探る南海トラフの海底地形, 日本地理学会 2010 年秋季学術大会, 2010 年 10 月 3 日, 名古屋大学

13. Nakata, T., Mapping of active faults along the Nankai trough revealed by high resolution DEM images, Conference on Submarine Paleoseismology: The Offshore Search of Large Holocene Earthquakes, European Science Foundation Research Conferences, European Science Foundation Research Conferences (招待講演), 2010 年 9 月 11 日, Obergurgl, Austria

14. 中田 高・渡辺満久・鈴木康弘・徳山英一・隈元 崇・後藤秀昭・佐竹健治・加藤幸弘・西澤あずさ・泉紀明・伊藤弘志・渡辺奈保子・ウェスノウスキー-S.G.・植木俊明・梶琢, 詳細海底地形図からみた南海トラフ沿いの活断層の分布とその特徴, 地球惑星科学関連学会連合 2010 年大会, 2010 年 5 月 24 日, 幕張メッセ国際会議場

15. Nakata, T., M. Watanabe, Y. Suzuki ほか, Distribution of submarine active faults along the Nankai Trough revealed by interpretation of detailed submarine topographic map, Hokudan International

symposium on active faulting 2010, 2010 年 1 月 18 日, 北淡震災記念公園セミナーハウス

16. 渡辺満久・中田 高・鈴木康弘, 佐渡海盆東縁断層と 2007 年中越沖地震, 日本活断層学会 2009 年秋季大会, 2009 年 11 月 7 日, 東洋大学

17. 中田 高・渡辺満久・鈴木康弘ほか, 詳細海底地形図による熊野海盆-南海トラフの微小活断層の判読, 日本活断層学会 2009 年秋季大会, 2009 年 11 月 7 日, 東洋大学

18. 後藤秀昭・中田 高・渡辺満久ほか, アナグリフでみる南海トラフの変動地形, 日本活断層学会 2009 年秋季大会, 2009 年 11 月 7 日, 東洋大学

19. 鈴木康弘, 東海-四国沖の“陸棚外縁撓曲”と紀伊半島・室戸岬の地震性地殻変動との関係についての仮説, 日本活断層学会 2009 年秋季大会, 2009 年 11 月 7 日, 東洋大学

20. 中田 高・渡辺満久・鈴木康弘ほか, 遠州灘・熊野灘の活断層, 日本地震学会秋季大会, 2009 年 10 月 23 日, 京都大学

21. 渡辺満久・中田 高・鈴木康弘, 積丹半島西岸の地殻変動と海底活断層, 日本地震学会 2009 年秋季大会, 2009 年 10 月 23 日, 京都大学

22. 中田 高・渡辺満久・鈴木康弘ほか, 詳細海底地形図に基づく相模湾・駿河湾の海底活断層の陸域への連続性の検討, 日本地球惑星科学連合 2009 年大会, 2009 年 5 月 20 日, 幕張メッセ国際会議場

23. 中田 高・渡辺満久・鈴木康弘, 詳細海底地形図による遠州沖の断層変位地形判読, 日本地理学会 2009 年春季学術大会, 2009 年 3 月 28・29 日, 帝京大学

24. 中田 高・渡辺満久・鈴木康弘, 詳細海底地形図からみた遠州断層の位置・形状(予察), 2009 北淡活断層シンポジウム, 2009 年 1 月 11 日, 野島断層保存館セミナーハウス

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

中田 高 (NAKATA TAKASHI)

広島大学・大学院文学研究科・名誉教授  
研究者番号: 60089779

### (2) 研究分担者

渡辺 満久 (WATANABE MITSUHISA)

東洋大学・社会学部・教授  
研究者番号: 30222409

鈴木 康弘 (SUZUKI YASUHIRO)

名古屋大学・大学院環境学研究科・教授  
研究者番号: 70222065

後藤 秀昭 (GOTO HIDEAKI)  
広島大学・大学院文学研究科・准教授  
研究者番号：40323183

(3)連携研究者

徳山 英一 (TOKUYAMA HIDEKAZU)  
東京大学・大気海洋研究所・教授  
研究者番号：10107451

佐竹 健治 (SATAKE KENJI)  
東京大学・地震研究所・教授  
研究者番号：20178685

隈元 崇 (KUMAMOTO TAKASHI)  
岡山大学・自然科学研究科・准教授  
研究者番号：60285096