

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 7 年 6 月 2 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2022～2024

課題番号：22H00755・23K22027

研究課題名（和文）海底段丘と海底活断層から構築する相模トラフ周辺の新たな地殻変動モデル

研究課題名（英文）Establishing new fault model along the Sagami trough based on the tectonic geomorphology, including submarine topography and submerged marine terraces

研究代表者

後藤 秀昭（Goto, Hideaki）

広島大学・人間社会科学研究科（文）・教授

研究者番号：40323183

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,500,000円

研究成果の概要（和文）：数値地形データの整備と利用が急速に進み、これを用いた実体視可能なステレオ画像により、これまで認識が困難であった変動地形が抽出されるようになった。陸域に近く、1923年関東地震の震源となった相模トラフを対象に、既存の海底地形データと測深調査で得たデータを用いて高精細なステレオ画像を作成し、変動地形学的判読を行った。その結果、房総半島南沖には新期の逆断層の変動地形が認められる一方、トラフ中軸部付近には右ステップする細長い丘を形成する活断層が認められ、相模湾断層に沿っては右横ずれ変位が確認できた。伊豆半島東沖の逆断層地形とあわせ、フィリピン海プレートの北西進で统一的に説明できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

相模トラフ周辺ではフィリピン海プレートの北東への沈み込みに伴う変形や発達が議論されてきたが、本研究により、新期の変動地形では北西進に伴う変位、変形であることを明確な地形学的証拠で提示された。この領域では1923年関東地震を引き起こした震源断層があるとされ、多様な断層モデルが提示されているが、断層の形態や変位の向きに関して重要な拘束条件を与える情報を得たとも言える。プレート境界では大地震が頻度高く、繰り返ししており、日本の首都に極めて近いプレート境界の実像に迫るものとして、今後の地震災害予測に資する重要な研究となったと考える。

研究成果の概要（英文）：Stereo geomorphological images, produced from digital elevation models, allow us to easily observe variable topography that was previously difficult to recognize. This study focuses on the Sagami Trough, located near the epicenter of the 1923 Kanto earthquake and close to Japan's capital. We created high-resolution stereo images of the area around the trough using existing bathymetry data and data obtained from bathymetric surveys. We used these images to interpret tectonic geomorphology. As a result, we identified a reverse fault off the southern coast of the Boso Peninsula and the eastern coast of the Izu Peninsula. Concurrently, right-stepping elongative hills are organized along the mid-axis of the trough, and right lateral displacement extends along the Sagami Bay Fault. The distribution and patterns of these faults can be explained by the northwestward movement of the Philippine Sea Plate.

研究分野：地理学

キーワード：海底活断層 海底段丘 海底地形 相模トラフ アナグリフ

様式 C - 19, F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

数値化された地形データの整備と利用が急速に進み、これを用いた実体視可能なステレオ画像により、空中写真判読や等高線図、陰影図では認識が困難であった変動地形が抽出されるようになった。変動地形研究では空中写真から数値地形データを用いた研究に転換しつつあり、重要な手法的新展開となっている。海底の地形についても、高解像度な地形データの収集とステレオ画像の変動地形学的解釈により、従来とは異なる海底活断層分布図が描かれるようになった (Goto et al., 2022)。

一方、南海トラフや日本海溝など、深海に分布するプレート境界断層は一枚のプレート境界断層が地震を起こし、地形・地質を作ってきたと一般に考えられている。これは、多様な分野の研究者間の議論不足による誤解の可能性がある。陸上と同様に海底の地形をステレオ画像で詳細に判読できるようになった今日、陸上変動地形研究者が海底の地形形成を検討し、多様な専門家と議論すべき段階を迎えていると考えられる。プレート境界断層のうち、相模トラフ周辺は、陸域に取り囲まれ、深海から沿岸海域、沿岸陸域の地形が観察でき、プレート境界断層の特性を詳しく観察できる場所である。

2. 研究の目的

本研究は、関東大震災を引き起こした相模トラフ周辺を対象に、主に沿岸海域の詳細な地形調査を実施し、高精細な深海～沿岸地形図を作成するとともに、それらを変動地形学的に判読し、海底段丘と海底活断層の分布を明らかにすることを通して、プレート境界の断層の特性を明らかにすることを目的とする。具体的には、房総半島東部から伊豆半島南岸までの広域的な地殻変動様式を検討すること、海底活断層の分布と変位様式を詳細に明らかにし、広域的な地殻変動様式を1923年関東地震の断層モデル等で説明することにある。

3. 研究の方法

(1) 沿岸海域の詳細な地形データを取得し、既存の海底地形データとあわせて高精細な深海～沿岸地形図および実体視可能なステレオ画像 (アナグリフ) を作成した。本研究では、海洋研究開発機構のデータ公開サイトに格納されていた対象地域の測深データをすべて入手した。海上保安庁の測深データを含め、多数のデータの蓄積が確認できた房総半島周辺では、これらのデータを精査し、重ねあわせて1.5秒 (約45m) 間隔のDEMを作成した。

(2) 変位基準となる平坦面や海底谷の発達が良いが、地形画像が不鮮明で変動地形が明確に捉えられていないトラフ中部軸部北東近傍を対象に測深調査を実施し、約15m間隔のDBMを生成した。これとJ-EGG500 (500m間隔)、陸上の1秒間隔のALOS World 3DのDEMをSimple DEM Viewerに読み込み、Goto (2021) に準じて等深線付きの地形アナグリフを作成し、変動地形学的に判読した。

(3) 高精細なステレオ画像を判読し、深海および浅海に分布する海底活断層の分布と変位様式を明らかにした。また、既存の海底音波探査の記録を解析して、海底下の地層で活断層の存否と変位様式を確認した。

(4) 海底活断層の分布と変位様式に基づき、フィリピン海プレートの水平移動との対応を検証した。

4. 研究成果

(1) 房総半島南沖の変動地形

房総半島南端付近には4段の完新世の海成段丘が知られ、最低位面は1703年元禄関東地震によって形成されたとされる。これらの段丘面の分布高度からは房総半島南方約15km沖付近に分布する東西方向の海底活断層が隆起をもたらしたとされている。この海底活断層については探査記録の判読 (活断層研究会編1991) や5秒間隔 (約150m間隔) のDEMに基づく地形画像の判読 (泉2013) によって推定されている。

本研究で作成した1.5秒メッシュの地形画像に基づくと、これまで推定された場所周辺に、海底の扇状地面を横切る撓曲崖が連続し、一部では撓曲崖が併走する様子が読み取れた。地形的特徴から逆断層による変形と推定される。相鴨海底谷の北縁に全長約50km程度で延びており、海底活断層の位置と形状が精度よく認定できたと考える。なお、房総半島周辺で海底段丘の判読も行ったが、明瞭な地形に乏しく、連続性の追跡も難しいことが解った。

(2) トラフ軸の北東近傍の変動地形

房総半島先端の西には、相模トラフに向かって流下する東京海底谷と南の布良海底谷が知られている。布良海底谷は、半島沖から発して南西～西流した後、北西に延びる布良海脚に流路を阻まれるように北西に向きを変えてから、再び南西流してトラフにいたる。布良海脚の南西麓とその南西沖には、活断層が分布するとされてきた (活断層研究会編1991)。これらは、房総半島の南

岸沖の急崖の基部に分布する東西に延びる活断層の北西延長にあたる(同,1991)。急崖基部には新期の扇状地面に変動地形の存在が指摘されている(泉ほか,2013)が,その北西延長の地形や変位様式はよく分かっていなかった。

本研究で得られた地形データに基づく地形画像からは,布良海脚基部やその北西延長の布良瀬海底谷には変位を示す地形は確認できなかった。その一方で,布良海脚基部の南西沖には,緩やかに南西に傾斜する地形面上に,幅 0.3km程度の細長い丘が北西-南東方向に約 6km に渡って延びているのが観察された。この細長い丘は,2 列に分けられ,右ステップするように分布する。北西延長の海底段丘面上には幅 1km,長さ 3km程度の紡錘形の丘が北西-南東方向に延びる。また,これらの間の布良海底谷の谷底面では,紡錘形の丘と同程度の幅の高まりが見られた。これらは,地形的特徴から一連の新期変動地形と解され,陸上の右横ずれ断層による変動地形との類似性が指摘できる。

(3) 相模湾断層沿いの横ずれ変位地形

相模湾断層の北部では三浦海丘,三崎海丘の基部に北西-南東方向に新期の地形面を切る低断層崖が発達する(泉ほか,2013)。三崎海丘北半部基部より北では,低断層崖の西に細長い凹地が延び,その西には断層に平行して両側が凸型斜面をなす細長い丘が発達する。低下側の凹地や細長い丘は逆断層に伴う陸上の変動地形では見られない地形的特徴である。一方,東京海底谷の北岸には三崎海丘基部より西に地形面を変位させる直線状の低断層崖が認められる(森木ほか,2025)。地形面上の微高地や段丘崖を基準とすれば右ずれ変位を認めることができる。沖ノ山北部の西基部には北西-南東方向の直線状の山麓線が発達し,新期地形面の切断が確認できる。一方,南部の基部周辺では出入りのある山麓線が見られ,それより西には地形面を横切って延びるリニアメントが確認できる。地形面上の微地形を基準にすれば右ずれ断層によって形成されたりニアメントと判断できた。

(4) 伊豆半島東沖の逆断層とフィリピン海プレートの北西進

真鶴海丘の南には東西方向の逆断層が知られる(大河内,1990)。その西の熱海海脚から初島,大室山の東にかけて発達する南北方向の急崖基部には新期の地形面を変形させる変動地形が認められる(泉ほか,2013)。基部周辺には堆積物による東傾斜の地形面が発達しており,これを横切って凸型斜面が南北に延びる。これらは西相模湾断層(石橋,1980)の撓曲崖と判断される。これらの背後には西落ちの断層崖が並走しており,陸上の逆断層の変動地形と類似した特徴をなす。

相模トラフの東と西とで変動地形の特徴に大きな相違があった。右横ずれ変位が見られる相模湾断層は北西-南東方向に延び,西相模湾断層は南北方向に延びる。これらはフィリピン海プレートの北西進を反映したものととして統一的に説明できた。

文献

- 泉 紀明・西澤あずさ・堀内大嗣・木戸ゆかり・中田 高・後藤秀昭・渡辺満久・鈴木康弘(2013): 150m グリッド DEM から作成した相模トラフから三重会合点周辺の 3D 海底地形. 海洋情報部研究報告. 50, 126~139.
- 石橋克彦(1980): 伊豆半島をめぐる現在のテクトニクス, 月刊地球, 2, 110~119.
- 大河内直彦(1990): 相模湾の活構造とテクトニクス. 地学雑誌 99, 38~50.
- 活断層研究会編(1991): 『日本の活断層 地図と資料』東京大学出版会
- 森木ひかる・中田 高・後藤秀昭・杉戸信彦・徳山英一・隈元 崇(2024): 変動地形学的手法による海底活断層の認定と意義. 活断層研究,
- Goto H (2021): Submarine terraces reveal Late Quaternary tectonic deformation in the intermediate zone between the island shelf and rift zone of the middle part of the Nanseishoto Islands, southwest Japan, Earth Planets and Space, 73,75
- Goto H, Moriki H, Kumamoto T, Nakata T, Tokuyama H (2022): Revealing the distribution of active submarine faults off the coast of Oga Peninsula using high-resolution stereoscopic topographic images, Geomorphology, 418, 108465

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 森木ひかる・中田 高・後藤秀昭・杉戸信彦・徳山英一・隈元 崇	4. 巻 61
2. 論文標題 変動地形学的手法による海底活断層の認定と意義	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 活断層研究,	6. 最初と最後の頁 17-42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -

1. 著者名 後藤秀昭・鈴木康弘	4. 巻 94
2. 論文標題 地震後に書き加えられた能登半島北岸沖の海底活断層 - 反射断面による活断層認定の問題 -	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 科学	6. 最初と最後の頁 950-955
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 -

1. 著者名 後藤秀昭	4. 巻 69
2. 論文標題 能登半島地震による地変の地図作成と海底活断層	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 地理	6. 最初と最後の頁 45-53
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 -

1. 著者名 後藤秀昭	4. 巻 94
2. 論文標題 海底活断層の認定手法の転換を迫る能登半島地震	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 科学	6. 最初と最後の頁 626-630
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 -

1. 著者名 大熊祐里英・隈元 崇	4. 巻 3
2. 論文標題 文禄五年閏七月九日の伊予・豊後地震に関する特性化震源モデルを用いた中央構造線活断層帯の断層パラメータの検証	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 文明動態学	6. 最初と最後の頁 21-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18926/66189	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 -

1. 著者名 Hideaki Goto, Hikaru Moriki, Takashi Kumamoto, Takashi Nakata	4. 巻 418
2. 論文標題 Revealing the distribution of active submarine faults off the coast of Oga Peninsula using high-resolution stereoscopic topographic images	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Geomorphology	6. 最初と最後の頁 108465
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.geomorph.2022.108465	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 -

1. 著者名 隈元 崇・竹竝大士	4. 巻 なし
2. 論文標題 VOXEL型段丘形成シミュレータを用いた相模トラフ巨大地震に関する変動地形の考察	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 岡山大学創立70周年記念地理学論文集	6. 最初と最後の頁 51-60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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7件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 後藤秀昭・杉戸信彦・隈元崇・楳原京子
2. 発表標題 相模トラフ中北部周辺の変動地形
3. 学会等名 日本地理学会2025年春季学術大会
4. 発表年 2025年

1. 発表者名 後藤秀昭・渡辺満久
2. 発表標題 能登半島北岸沖の海底活断層と地震断層 反射探査に偏った断層認定の問題と海底地形検討の必要性
3. 学会等名 日本地理学会2024年秋季学術大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 後藤秀昭・杉戸信彦・隈元崇・楳原京子
2. 発表標題 相模トラフ中部における軸部近傍の断層地形
3. 学会等名 日本地理学会2023年秋季学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 後藤秀昭・岩佐佳哉・山中蚩・楳原京子・熊原康博・中田高・鈴木康弘・松多信尚・小倉拓郎・牧田智大・青木賢人
2. 発表標題 令和6年能登半島地震に伴う 海岸の隆起と海底活断層
3. 学会等名 日本地理学会2024年春季学術大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 後藤秀昭・森木ひかる・隈元崇・中田高
2. 発表標題 海底地形の変動地形学的判読による海底活断層の認定方法
3. 学会等名 日本活断層学会2022年秋季学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 後藤秀昭
2. 発表標題 活断層の地形を活かした人々の歴史的な営み
3. 学会等名 日本活断層学会2022年秋季学術大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 後藤秀昭・杉戸信彦
2. 発表標題 沿岸海底地形から認定される 房総半島沖および喜界島沖の活断層
3. 学会等名 日本地理学会2023年春季学術大会
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	隈元 崇 (Kumamoto Takashi) (60285096)	岡山大学・環境生命自然科学学域・教授 (15301)	
研究分担者	杉戸 信彦 (Sugito Nobuhiko) (50437076)	法政大学・人間環境学部・教授 (32675)	
研究分担者	楮原 京子 (Kagohara Kyoko) (10510232)	山口大学・教育学部・准教授 (15501)	

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
---------	---------