

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：32663

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K01233

研究課題名(和文) 海岸線と並走する海底活断層と海岸隆起に関する変動地形学的研究

研究課題名(英文) Tectonic geomorphological study on submarine active faults running parallel to the coastline and coastal uplift

研究代表者

渡辺 満久 (Watanabe, Mitsuhsa)

東洋大学・社会学部・教授

研究者番号：30222409

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：岩手県・三陸海岸や和歌山県・南紀の海岸地域において、旧汀線高度を面的に測定した。その結果、MIS 5eに形成されたと推定される海成段丘面の旧汀線高度が海岸が傾いており、海岸部が海側へ撓曲していることを明らかにすることができた。三陸海岸では、MIS 5cの海成段丘面とテフラとの関係を明らかにし、地殻変動の量的検討が可能となった。南紀では、海成段丘面の確実な編年に関わる試・資料は得られていない。これらの海岸域の離水地形をLiDAR計測によって把握できる段階となったので、地震性隆起と海岸の地形発達との関係を論じてゆく予定である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでの研究では、海岸線に沿って、海成段丘面の旧汀線高度がどのように変化するか注目されることが多かった。本研究では、海岸線と直行する方向での旧汀線高度の変化に注目し、沿岸部に存在すると予想される海底活断層の活動と海岸隆起との関係を検討した。その結果、例えば、紀伊半島の沖合に存在するプレート境界付近での断層運動ではなく、沿岸域の活断層の活動が海岸隆起に重要な役割を果たしていることが示された。このような成果は、地震防災においても基礎的な資料となる。起震断層の位置や形状など、今後、改めて再検討する必要があると考えられる。

研究成果の概要(英文)：I measured the height of former shorelines in the coastal areas of Sanriku coast, Iwate prefecture and Nanki coast, Wakayama prefecture. The marine terrace presumed to have been formed on MIS 5e is tilted toward the sea. This indicates that the areas bent toward the submarine active faults. In the Sanriku coast, the marine terrace surface of MIS 5c was identified tephrochronologically. Thus, It is possible to quantitatively examine crustal deformation. On the contrary, I could not obtain the dating materials in the Nanki area. Using the LiDAR data of emerged topography of these coastal areas, I plan to discuss the relationship between seismic uplift and the geomorphic development of the coast.

研究分野：変動地形学

キーワード：海成段丘 海底活断層 海岸隆起 地震性地殻変動

1. 研究開始当初の背景

従来の研究においては、三陸海岸のように、全体が緩慢に隆起してきたと理解されていた「長波長・小振幅の変形が卓越するとされる地域」においては、海岸地域の隆起と断層運動との関係はほとんど論じられてこなかった。ところが、これまでの申請者の研究によって、上記のような特徴をもつ海岸地域であっても、海岸線と並走する海底活断層の活動によって海岸地域が隆起していることが明らかになってきた。

また、積丹半島西岸(短波長の曲動地域)・若狭湾(とくに特徴はない地域)・遠州灘～紀伊半島南岸(傾動地域)においても、海岸に並走する海底活断層が存在すると考えられるが、地形発達における沿岸の海底活断層の重要性は検証されていない。なお、傾動地域とされる紀伊半島南岸においては、南海トラフにおける断層活動との関係に注目集まっていた。しかし最近、より陸域に近い沿岸域に海底活断層が見いだされたので、断層活動と海岸隆起との関係を検証し直す必要がある。

このように、沿岸海域に存在すると予想される活断層の活動は、海岸地域の地形発達に重要な役割を果たしていると推察できるが、十分に検討されることはなかった。これらの海岸地域の変動地形を解析し、海岸地域の地形発達と断層活動との関係が明らかになれば、日本列島の形成や地震被害軽減に係わる重要な情報が得られると期待される。

2. 研究の目的

北海道積丹半島、三陸海岸、福井県若狭湾、静岡県駿河湾沿岸～御前崎～紀伊半島南岸地域などを調査対象とし、詳細な変動地形調査を実施し、海成段丘面の対比・編年を確認し、それらの高度分布・形態的特徴を明らかにする。また、陸域に分布する活断層や、地震性隆起を示す離水ベンチ等の微地形についても調査を実施する。地形の年代を明らかにするために、テフラなどの年代測定試料を採取する。地形測量等の調査も行うが、最近、High ポールカメラで撮影した写真や、ドローンで撮影した写真を用いて立体モデルを作成することが可能となった。これによって、撮影範囲の詳細な DSM が得られ、詳細な測量も可能となった。本研究では、海岸に見られる変動地形の立体モデルを作成し保存することも試みる。

海岸と並走する海底活断層がある場合、海成段丘面を海側へ変形させている事実が見逃されていることがあり、海岸隆起と断層活動との関係が十分に検討されてきたとは言いがたい。海岸地域の隆起の実態を明らかにして日本列島の隆起メカニズムを理解するためには、海成段丘面の変形を正確に把握し、その上で、沿岸海域の断層活動との関係を検証することが不可欠である。しかしながら、沿岸の海底活断層の活動と海岸隆起に関しては、十分に扱われていない地域が多い。

本研究では、上記したような、従来見過ごされてきた側面から切り込み、地殻変動を論ずる。北海道積丹半島においては、短波長の曲動が卓越するとされ、断層活動と地形発達との関係は論じられてこなかった。福井県若狭湾周辺地域は、地殻変動の面からはとくに特徴のない地域とされており、海岸隆起に関する具体的なイメージは得られていない。静岡県駿河湾沿岸～紀伊半島南岸地域では、沖合のプレート境界にある活断層と海岸隆起との関係は論じられてきたが、沿岸海域に活断層が存在すること、その活動が海岸隆起にかかわっている可能性があることは指摘されてこなかった。

沿岸の海底活断層の位置・形状などをもとに数値計算を行い、予想される隆起量分布と変動地形から求めた地殻変動像とを比較・検討して海岸隆起の実態を考察することも目指す。その成果は、海岸地域で発生する地震の性格を把握して地震被害軽減に役立つ基礎的情報を得る上においても重要である。

3. 研究の方法

本研究では、積丹半島西岸・三陸海岸・若狭湾・遠州灘～紀伊半島南岸地域などを調査対象地域とし、海成段丘面の対比・編年を行い、高度分布や変形状態を明らかにした。

まず、研究室において縮尺約 1 万分の 1 空中写真の判読や国土地理院が公開している 5 mDEM を用いたアナグリフ画像の解析を行った。これによって、海成段丘の分布や断層変位地形を確認した。これらの情報を 1/2.5 万の地形図上に提示し、現地調査に必要な基礎的資料を作成した。

現地調査では、GPS と簡易測量機器を用いて海成段丘面の旧汀線アングルの高度を測定した。隆起ベンチなどの微地形についても、簡易測量機器を用いて分布高度を明らかにするとともに、High ポールカメラによる地形の撮影によって海岸の微地形を記載した。また、露頭調査なども丹念に行い、海成段丘面の形成年代を示すような複数のテフラを採取した。High ポールカメラで撮影した写真やドローンで撮影した写真は、専用ソフト (MetaShape) を用いて解析し、隆起ベンチ等の立体モデルの作成に役立てた。ベンチの高度を海成段丘面と比較するとともに、複数の地域で作成したモデルを比較して、隆起パターンとの関係を検討した。以上の成果をもとに、

海成段丘面や隆起ベンチの高度と、分布と沿岸海域に存在する活断層の活動との関係を検討する予定であるが、計算結果との比較・検討に関しては今後の課題として残されている。

4．研究成果

上記の調査地域において、旧汀線高度を面的に測定するとともに、海成段丘面の形成年代を検討した。その結果、MIS 5e や MIS 5c に形成されたと考えられる海成段丘面を特定し、それらの旧汀線高度を詳細に提示することができた。

積丹半島西岸においては、MIS 5e に形成されたと考えられる海成段丘面の旧汀線高度は、北部ほど高くなることが明らかになり、離水ベンチの存在も含めて、沿岸海域の海底活断層の活動によって隆起してきた可能性が高いことを示すに至った。若狭湾沿岸では、横ずれ活断層の活動による隆起パターンと MIS 5e の海成段丘面の高度分布を比較検討することが可能な段階となっており、横ずれ断層に特有な変動パターンがあることが明らかになりつつある。三陸海岸や紀伊半島南岸地域では、旧汀線高度は海側に傾いており、沿岸地域が海側へ撓曲していることを明らかにすることができた。三陸海岸では、MIS 5c の海成段丘面とテフラとの関係を明らかにし、地殻変動の量的検討が可能となった。南紀では、海成段丘面の確実な編年に関わる試・資料は得られていない。これらの海岸域の離水地形を LiDAR 計測によって把握できる段階となったので、地震性隆起と海岸の地形発達との関係を論じてゆく予定である。

これまでの研究では、海岸線に沿って、海成段丘面の旧汀線高度がどのように変化するか注目されることが多かった。本研究では、海岸線と直行する方向での旧汀線高度の変化にも注目し、沿岸部に存在すると予想される海底活断層の活動と海岸隆起との関係を検討した。その結果、例えば、紀伊半島の沖合に存在するプレート境界付近での断層運動ではなく、沿岸域の活断層の活動が海岸隆起に重要な役割を果たしていることが示された。このような成果は、地震防災においても基礎的な資料となる。起震断層の位置や形状など、今後、改めて再検討する必要があると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 5件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 渡辺満久	4. 巻 92
2. 論文標題 泊原子力発電所の安全審査に関する問題 反論できないことは無視するのか	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 科学	6. 最初と最後の頁 7-10
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 Yasuhiro Suzuki, Takashi Nakata, Mitsuhisa Watanabe, Sukhee Battulga, Dangaa Enkhtaivan, Sodnomsambuu Demberel, Chimed Odonbaatar, Amgalan Bayasgalan, and Tuvshin Badral	4. 巻 30
2. 論文標題 Discovery of Ulaanbaatar Fault: A New Earthquake Threat to the Capital of Mongolia	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Seismological Research Letters	6. 最初と最後の頁 437-447
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1785/0220200109	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 該当する
1. 著者名 杉戸信彦・古澤 明・澤 祥・田力正好・谷口 薫・渡辺満久・鈴木康弘	4. 巻 128
2. 論文標題 山梨県南アルプス市築山における糸魚川 - 静岡構造線断層帯南部区間の平均変位速度	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地学雑誌	6. 最初と最後の頁 453-464
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5026/jgeography.128.453	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 渡辺満久	4. 巻 89
2. 論文標題 六ヶ所断層の評価に関する問題	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 科学	6. 最初と最後の頁 1132-1136
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 渡辺満久	4. 巻 88
2. 論文標題 広い撓曲崖を形成する六ヶ所断層 - 原子力規制委員会による適正な審査のために -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 科学	6. 最初と最後の頁 72-76
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 鈴木康弘・渡辺満久・中田 高	4. 巻 48
2. 論文標題 2016年熊本地震における益城町市街地の地震断層 - 変動地形学的意義と建物被害への影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 活断層研究	6. 最初と最後の頁 13-34
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 渡辺満久・小野有五	4. 巻 88
2. 論文標題 泊原子力発電所敷地内の断層活動時期に関する問題	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 科学	6. 最初と最後の頁 1086-1090
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 渡辺満久・中田 高・後藤秀昭	4. 巻 70
2. 論文標題 後藤秀昭, 変動地形学的特徴にもとづく立川断層南部の存在の再確認	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 地震 第2輯	6. 最初と最後の頁 81-87
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4294/zisin.2016-15	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 渡辺満久・越谷 信	4. 巻 47
2. 論文標題 北上低地帯北部における変動地形と活断層の再検討	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 活断層研究	6. 最初と最後の頁 1-8
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 渡辺満久	4. 巻 88
2. 論文標題 広い撓曲崖を形成する六ヶ所断層 - 原子力規制委員会による適正な審査のために -	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 科学	6. 最初と最後の頁 72-76
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 -

〔学会発表〕 計22件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 渡辺満久・鈴木康弘・中田 高・後藤秀昭・森 涉・ムンフサイハン・デンベレル・パヤスガラン・ナランゲレル
2. 発表標題 ウランバートル断層 (UBF) 北西部におけるトレンチ調査
3. 学会等名 活断層学会2022年度秋季学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡辺満久
2. 発表標題 首都圏の活断層と地震防災の課題
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

1. 発表者名 中田 高・濱 侃・岩佐佳哉・熊原康博・後藤秀昭・森 涉・牧田智大・杉田 暁・鈴木康弘・渡辺満久・楳原京子
2. 発表標題 簡易モバイルLiDARによる3Dマッピング：活断層・地震断層の計測を中心に
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

1. 発表者名 渡辺満久・鈴木康弘・中田 高・後藤秀昭・森 涉・ムンフサイハン・デンベレル・パヤスガラン・ナランゲレル
2. 発表標題 ウランバートル断層（UBF）北西部におけるトレンチ調査
3. 学会等名 日本活断層学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡辺満久
2. 発表標題 首都圏の活断層と地震防災の課題
3. 学会等名 日本地理学会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中田 高・濱 侃・岩佐佳哉・熊原康博・後藤秀昭・森 涉・牧田智大・杉田 暁・鈴木康弘・渡辺満久・楳原京子
2. 発表標題 簡易モバイルLiDARによる3Dマッピング：活断層・地震断層の計測を中心に
3. 学会等名 日本地理学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中田 高・後藤秀昭・熊原康博・渡辺満久・田中 圭
2. 発表標題 変動地形学的手法によって認定された中国の活断層に関する新知見-予察
3. 学会等名 日本地理学会2022年春季学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡辺満久・鈴木康弘
2. 発表標題 清正公道に沿う2016年地震断層と地震被害
3. 学会等名 JpGU Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡辺満久
2. 発表標題 六ヶ所断層の活動による海成面の変形
3. 学会等名 JpGU MEETING2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中田 高・鈴木康弘・渡辺満久
2. 発表標題 ALOS 30 DEMの3D画像判読によるモンゴルの活断層図試作
3. 学会等名 JpGU MEETING2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木康弘・中田 高・渡辺満久・BATTULGA,S・ENKHTAIVAN,D・DEMBEREL,S・ODONBAATAR,C・BAYASGALAN, A・BADRAL,T
2. 発表標題 ウランバートル断層の発見とその意義
3. 学会等名 活断層学会2019年度秋季学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺満久
2. 発表標題 活断層の定義
3. 学会等名 活断層学会2019年度秋季学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Suzuki, Y., Nakata, T. and Watanabe, M.
2. 発表標題 Discovery of the Ulaanbaatar Fault in Mongolia
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Suzuki, Y., Watanabe, M. and Nakata, T.
2. 発表標題 Extremely strong ground motions associated with the 2016 Kumamoto earthquake: Special references to Mashiki and Ozu areas
3. 学会等名 Hokudan
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺満久・越谷 信
2. 発表標題 北上低地帯北部における地形・地質構造の再検討
3. 学会等名 日本地理学会2018年度春季学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中 圭・鈴木康弘・渡辺満久・中田 高
2. 発表標題 地震断層の幾何形状と建物被害、2016年熊本地震益城町の事例
3. 学会等名 日本地理学会2018年度春季学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木康弘・渡辺満久・中田 高・田中 圭
2. 発表標題 益城町市街地における地震断層と建物被害集中
3. 学会等名 JpGU MEETING2018, SSS14-05
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺満久
2. 発表標題 紀伊半島南部沿岸における地殻変動
3. 学会等名 pGU MEETING2018, SSS08-14
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺満久・中田 高・鈴木康弘・熊原康博
2. 発表標題 2016年熊本地震と清正公道に沿う被害
3. 学会等名 日本地理学会2019年度春季学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺満久
2. 発表標題 大間原子力発電所における活構造と「将来活動する可能性のある断層等」
3. 学会等名 JpGU MEETING2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡辺満久
2. 発表標題 広い撓曲崖を形成する六ヶ所断層
3. 学会等名 日本活断層学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡辺満久・越谷 信
2. 発表標題 北上低地帯北部における地形・地質構造の再検討
3. 学会等名 日本地理学会2018年度春季学術大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 Y. Kumahara, H. Kaneda and H. Tsutsumi Eds.	4. 発行年 2023年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 241
3. 書名 Surface Ruptures Associated with the 2016 Kumamoto Earthquake Sequence in Southwest Japan	

1. 著者名 鈴木康弘ほか編	4. 発行年 2022年
2. 出版社 明石書店	5. 総ページ数 177
3. 書名 熊本地震の真実	

1. 著者名 漆原和子・藤原吉浩・松山 洋・大西宏浩 編	4. 発行年 2022年
2. 出版社 ナカニシヤ出版	5. 総ページ数 219
3. 書名 図説 世界の地域問題	

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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