

平成22年 5月 13日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2007～2009

課題番号：19500887

研究課題名 (和文) 海成段丘を切る活断層の成因と古環境・古地震学的意義の解明

研究課題名 (英文) Origin of the active fault cutting marine terraces and its paleoenvironmental and paleoseismological significance.

研究代表者

山崎 晴雄 (YAMAZAKI HARUO)

首都大学東京・都市環境科学研究科・教授

研究者番号：70260784

研究成果の概要 (和文) : 海成段丘上に位置する孤立した短い活断層の成因を検討するため、日本各地の当該断層について、断層地形の特徴、運動様式、地質構造、地震活動等を考察した。その結果、1. 沖合に存在する大規模な逆断層のバックスラストと、2. 海岸沿いの基盤地質構造が、遠方の大地震や過去の環境条件の変化による応力集中によって再活動したもの、の2タイプの断層があることが判った。何れも起震断層として活動する可能性は考えにくい。

研究成果の概要 (英文) : In order to discuss the origin of isolated active faults which located on the marine terraces with short length, author investigated the geomorphic feature, tectonics, geological structure, and seismicity of those active faults. The result shows that those active faults are distinguished into two types; 1. a back-thrust of the large thrust fault which is located in the off coast, and 2. the reactivated old geological structure parallel to the coast line which was stimulated by the strong motion of distant event or the change of environmental condition. It is not easy to think about the possibility of both types of fault acting as seismogenic fault.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：

科研費の分科・細目：地理学

キーワード：活断層、海岸段丘、地震、自然災害、環境変動、断層長、海水準変化

1. 研究開始当初の背景

活断層はその長さから将来発生する地震規模が推定できることや、1990年代に行われた多数のトレンチ発掘調査により詳しく発

生間隔が求められるようになったことから、確率手法を用いた全国を概観した地震動予測が行われるようになった。一方、2000年鳥取県西部地震(M7.2)や2004年新潟県中越地

震 (M6.9) の発生によって、活断層が顕著でない地域にM7級の大地震が発生する可能性があること、あるいは、活断層沿いに断層長から推定される固有地震より規模の小さい、しかし被害を引き起こす地震(一回り小さい地震と呼ぶ)が発生することが明らかになった。

これから、発電所等の原子力施設の耐震安全性評価に用いる直下地震の推定規模 M6.5 が小さすぎるとの意見が多くなり、耐震安全設計指針の見直しが行われた。そして、2006年に新耐震安全設計指針が公表された。この中では、特に直下地震の推定については、一律のマグニチュード (M) の大きさによる評価とはせず、地域の地震活動性や地質構造を考慮して評価することになった。また、活断層については断層の長さを基にMを評価する従来の手法(松田式:松田,1975)が踏襲された。しかし、この手法は地震断層や震源断層の長さとの関係から導かれたもので、延長の短い断層については適用範囲外である。また、地震断層の中には起震断層とは直接関係せず、強い地震動によって活動が励起されたものがあり、短い活断層の中には、そのような断層も存在するものと思われる。活断層評価を有効なものにするには延長の短い活断層について、その実態を明らかにする必要がある。

2. 研究の目的

日本列島では大地震を発生する地下の震源断層の活動は、地下3~20kmの地殻内に存在する地震発生層内で引き起こされている。地表に地下の震源断層と繋がる地震断層が出現するのは、地震発生層内での震源断層の運動領域が十分大きい場合(断層が深さ方向に地震発生層を飽和している場合)、その端の部分の破断が地表まで伸びてくるためと考えられる。毎回の断層運動では地表に短い長さの地震断層しか現れなくても、断層運動が繰り返されるたびに地震断層の出現位置が変わり、結果として震源断層の全長が地表に傷跡を残すことになる。これが活断層である。したがって、延長が15~20km程度以上と、地震発生層の幅以上の長さを持つ活断層は、地下の震源断層に対応していると考えられる。

ところが実際には、延長が10km程度以下で、かつ、周辺の活断層は5km以上離れた孤立した活断層が多数存在している。これまで、日本の活断層の地震活動性評価の中では、長さ15km以下の活断層はほとんど無視されてきた。しかし、2007年新潟県中越沖地震の経験をふまえた、新耐震設計指針による既存安全性の見直し評価(バックチェック)の中で、原子力安全保安院は、短い活断層も大きな地震を引き起こす可能性があるとして、長さ

20km以下の活断層については、長さにかかわらずM6.8以上の地震動評価を事業者に求めるようになった。

このように延長の短い、しかも周辺の活断層から離れた孤立した活断層について、その成因や地震発生との関係については、これまでほとんど検討されてこなかった。僅かに太田ほか(1979,1992)が能登半島や佐渡島の海岸沿いの活断層について、逆向き断層で海側に撓曲する地表の変形形態から、沖合により大きな主断層の存在を推定していたが、これらの研究では運動様式や地震発生様式については検討されていなかった。

本研究は、2004年新潟県中越地震や2007年新潟県中越沖地震の発生、それに伴う原子力施設への耐震性評価の強化という社会情勢の中で、その実態にかかわらず一律M6.8以上の地震発生が評価されている活断層について、個別に検討を加えてその成因や地震発生との関係を明らかにしようとするものである。延長の短い断層は、沿岸部の海成段丘を切るものが特に顕著で、活動性を把握しやすいことから、調査対象を、海成段丘を切る活断層に限った。

3. 研究の方法

日本の活断層に関するインベントリー(活断層研究会編「新編日本の活断層」など)から、周囲の活断層帯等から5km以上離れ、かつ延長20km以下の活断層で、海成段丘を変位させている活断層(以下、孤立した短い活断層と呼ぶ)を抽出し、そのリストを作成した。

この中から、周辺地域の地質構造・海底構造等についてある程度既存情報が整っていると予想されるいくつかの活断層を選び、①各断層について活断層の実態、②活断層と既存地質構造との関係、③地震活動との関係を調査した。

これらの検討のために、現地における野外地質調査で変位地形や表層部での断層変位に関する証拠を集め、活断層の存在や過去の断層運動に関するデータを得た。同時に、既存の地質構造等については地質調査所発行の地質図、学術誌に掲載されている関連論文等からの地質情報、海上保安庁海洋情報部発行の沿岸基本図等を活用した。また、利用可能な地域については原子力発電所の設置許可申請書や既存発電所の耐震バックチェック審査資料などの公開資料中に記載された地質図や海底音波探査記録なども利用した。

検討のために抽出した活断層は、①北海道太平洋岸の日高地方沿岸の節婦断層・荻伏付近の活断層など、②北海道日本海沿岸の留萌付近の力昼・広富断層、③下北半島六カ所村付近の出戸西方断層、④佐渡島大佐渡の小田断層、⑤静岡県御前崎付近の白羽断層及び鬼

女新田断層などの活断層群、⑥福井県越前海岸の和布・鮎川断層であり(番号は図1と対応)、これらについて上記項目の調査を行った。

4. 研究成果

(1) 海成段丘を切る孤立した短い活断層の分布に関する地域性

活断層研究会(1991)の「新編日本の活断層」を基に、標記活断層を抽出した。

その分布(図1)には大きな地域的な特徴があり、能登半島で多数認められる他、本州東北日本の日本海側、北海道、中部地方の太平洋岸と日本海側にいくつか認められる。これに対して本州西南日本と四国の海岸沿いには短い活断層は認められず、九州では西部にごく少数存在するのみである。このような特徴は海成段丘の分布と関連している。本州西南日本と四国では海成段丘の発達が悪く、広い段丘面が存在しないため断層変位が識別されていない可能性がある。これに対し、東北日本や北海道で標記活断層が認識される地域はいずれも海成段丘の良く発達する地域である。これらに対して、能登半島には例外的に多数の短い活断層が存在する。能登半島では海成段丘の発達が良いが、同じく段丘の発達が良い男鹿半島や佐渡島と比べて、認められる短い活断層の数が遙かに多いことが特徴である。

海成段丘を切る孤立した短い活断層の共通する特徴は変位速度が低いことである。

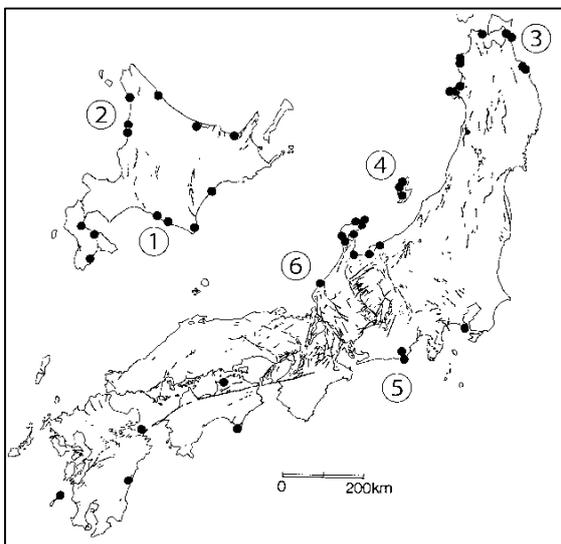


図1 海岸段丘を切る延長の短い活断層の分布図(断層が存在する位置を黒丸で示した。能登半島などでは複数の断層を1つの丸で代表させた。)

(2) 各活断層の特徴

以下、今回の研究で検討した海成段丘を切る延長の短い活断層について記載するが、紙

面の都合から、特徴の異なる日高海岸、留萌海岸、下北半島の3地域について取り上げる。

①日高沿岸の活断層

北海道日高地方の沿岸には MIS9, MIS7, MIS5e の各時代の海成段丘が広く発達している(小池・町田, 2001)。活断層研究会(1991)では、この地域には南東の三石付近から北西の新冠付近まで、点々とリニアメントや逆向き断層崖が指摘されている。三石の近くには荻伏と呼ばれる断層が MIS5e の段丘を 10m 程度逆向き変位させている。但し、段丘面が異なるという異論もある。調査の結果では露頭が無くどちらの見解が正しいか判断できないが、下流側の段丘が高いことは逆向き変位による断層変位を示唆する。

三石・東静内間の舞舞(けりまい)では、リニアメント延長部の河口付近で、高さ 5m ほどの逆向き崖が認められた。隆起側で標高 10m 程度、この面は側方では山地の山麓斜面に繋がるように見え、最終間氷期以降の山麓からの河成面と思われる。低下側は沖積面に覆われている。これらは明確な活断層の証拠は無いが、逆向き崖示すことが大きな根拠である。変位速度は何れも 0.1mm/年以下で C 級活断層となる。更に北西の新冠付近には節婦断層が存在する。この断層は日本で唯一の泥火山帯が、直線的に北西-南東方向に配列することから推定されたものである(松野・山口, 1958)。泥火山は十勝沖地震などの沖合の M8 級巨大地震が発生すると、液状化した砂泥を噴出し、現在も大地震毎に成長を続けている。

この節婦断層に沿っては砂泥岩を主体とする中新統受乞層や元神部層の背斜構造が発達しており、泥火山はこの背斜軸の弱線を利用して、液状化した泥を噴き出していると思われる。泥火山の噴出・形成メカニズムについては、褶曲に沿って天然ガス(メタン)のガス圧が高まりやすく、時折の大地震の震動が引き金となって、液状化した泥を地上に噴き出すものと考えた(千木良・田中, 1997)。

この褶曲構造は鮮新世~下部更新世に形成されたもので、褶曲構造形成運動が現在の泥火山形成と直接繋がるとは考えにくい。しかし、海岸沿いに中新統の褶曲や断層が存在し、沖合の大地震の強震動に反応して泥火山が形成されていることは、活断層の変位と共通する構造的なプロセスが考えられるのでは無かるうか。変位速度が低いことから、現在の応力場の下では活断層は滅多に、活動しないが、海岸付近は海水準変化に伴う応力変化の影響を受けやすいので、過去においてはそのような影響下で、沖合の地震活動に伴って断層が小変位を繰り返していた可能性がある。

地震調査委員会(2009)によれば 1930 年以

降、この地域の地震活動は、やや震源の深い M7 程度の地震が数個発生しているが、震源と活断層等の関係を示す情報は無い。また、沖合には大きな構造変形は知られておらず、プレート沈み込み境界とは 250km 以上離れている。

これらのことから、この地域の活断層は既存構造を再利用して活動しているが、変位速度が低いことから、現在定常的に活動を繰り返しているのではなく、海水準変化等で海岸部の応力状態が変化したときに、沖合の大地震の振動に励起されて変位していたのではないだろうか。強震動予測の観点から見れば、起震断層の可能性は低いと思われる。

②留萌支庁海岸の活断層

北海道中央北部の羽幌・手塩付近の日本海側海岸（以下留萌支庁海岸と呼ぶ）は少なくとも 3 段の明瞭な更新世段丘に縁取られている。これらは MIS9、MIS7、MIS5e の時期に作られた海成段丘で、北海道の海成段丘の模式地となっている。

段丘地形の特に明瞭な苫前～鬼鹿付近には、MIS7 段丘と MIS5e 段丘を逆向きに変位させる、それぞれ延長 5km 程度の力昼・広富の活断層が存在する。変位量は MIS7 段丘で 25～20m、平均変位速度は 0.1mm/年程度で、B 級と C 級の境目の断層である。これらの断層の活動時期に関しては情報は全く得られていない。

しかし、海域については海洋情報部の海底測量が行われており、北方のサロベツから留萌付近まで海岸線に沿って褶曲構造が存在することが指摘されている（海上保安庁、1993 など）。また、池田ほか（2002）は沖合 5～10km までは中新世以降の地層が激しく褶曲変形しているのに、その西側には第四系が変形せずに厚く堆積していることから、この褶曲帯の西の縁には東へ傾く断層面を持つ大規模な断層があると想定した。

2004 年に留萌支庁南部の地震（M6.1）が発生し、住家等に小被害が生じた。この地震は北海道大学が地震直後に機動観測を行って余震の観測を行った。その結果、かなり高精度の余震分布が求まり、沖合から陸域に向かって東に傾く明瞭な震源面が求められた（Maeda and Sasatani, 2009）。活断層とこの地震位置関係は見事に調和的で、留萌支庁海岸に沿う大規模な活断層帯の一部が逆断層変位し、一回り小さい地震を引き起こしたと考えられる。

この地域の地震活動は 1910 年北海道鬼鹿沖地震（M5.3）、1918 年留萌沖地震（M5.8）が知られているが、震源位置から見て、2004 年地震と同じ性質の地震と考えられる。

この地域に認められる 2 本の活断層は、上記の東へ傾く逆断層の上盤に位置しており、

断層線を地下に延ばしていくと、海底からの大規模断層とぶつかってしまう。このことから、この段丘を切る活断層は、東に傾く大規模逆断層の運動に伴って生じたバックスラストと考えられる。

地表のバックスラスト活断層は M6 級の断層運動では活動していないが、より大きな断層運動では連動して活動すると考えられる。しかし、大規模逆断層の固有地震については情報が得られていない。逆断層は延長が 100km 以上に及ぶ活断層で、いくつかのセグメントに分割される可能性もある。今後、この断層の活動時期を明らかにする必要がある。

このような海成段丘を切る活断層の沖合海域に、大規模な逆断層が存在する可能性があることについては、太田・平川（1979）以来、能登半島や佐渡島（太田ほか、1992）について指摘されてきた。しかし、これまで、海域の大規模逆断層の存在についてはその実態が解明されていなかった。しかし、2004 年留萌支庁南部の地震発生によって、地表付近に褶曲を伴う大規模逆断層の存在が確認され、海成段丘を切る短い活断層の運動様式や意義も明確になった。

今回の研究では、越前海岸に分布する、布良・鮎川の 2 本の活断層も力昼・広富断層と同様の、沖合の逆断層運動に伴うバックスラストと考えられる。越前海岸では海岸沿いに布良・干飯崎断層、甲楽城断層が存在し、陸側の MIS5e 海成段丘を最大 120m 付近まで持ち上げている（山本ほか、1996）。

能登半島には海成段丘切る小規模で逆向きの断層が多数発達し、太田ほか（1979）は沖合に大規模な主断層の存在を指摘しているが、原子力発電所の安全審査に関連して海域で実施された多数の調査からは、主断層の存在は全く確認されていない。主断層が陸域に近すぎて確認できないのかもしれないが、これらの活断層は、能登半島全域が持ち上がるような隆起運動様式と関連しているのかもしれない。今後の課題である。

③下北半島の出戸西方断層について

下北半島六カ所村北部には MIS5e の海成段丘を切る、延長 6km、南北に延びる活断層が存在する。変位量は最大 8m 程度で平均変位速度は 0.06mm/年で C 級活断層である。

この断層南端部では畑の造成に伴って断層露頭が出現した。ここでは基盤の中新統鷹架層を覆う河成の MIS5c 段丘礫層が、逆断層による西側隆起約 4m の変位を受けている。

断層変位は礫層を覆うテフラ層の中に延びており、鍵テフラの変位量等から、8 万年前の十和田レッド火山灰堆積以降 1 回、3.2 万年前の十和田大不動テフラと 1.5 万年前の八戸火砕流との間に 1 回の、計 2 回の運動が



図2 出戸西方断層露頭(老部川左岸)
(撮影 山崎晴雄)

認められた(図2)。これは、活断層としては異常に長い活動間隔である。

また、基盤の鷹架層は断層の西側ではかなり緩い傾斜だが断層に近づくと西傾斜が大きくなり、背斜構造を示す。断層は背斜の軸付近に一致しており、活断層は古い基盤構造の再活動と考えられる。この断層の東側沖合海底には大陸棚東縁断層と呼ばれる古い断層が存在するが、最近の活動は知られていない。

地震活動は下北半島東方のプレート沈み込み境界沿いに、M8級の十勝沖地震が繰り返し発生し、津波などの記録が知られている。だが、日本海溝は東方250kmの沖合にあり、十勝沖地震の震源域からも離れているため地震性地殻変動は知られていない。しかし、MIS5e海成段丘の旧汀線高度は半島全域に亘って30~45mの高さにあり、何らかの地殻変動を受けているはずだがその実態や原因不明である。

以上のことから、出戸西方断層は中新世以降に形成された古い構造を利用して再活動しているが、活動頻度は異常に低く、平均変位速度も小さい。問題はこのような活断層が活動するときにはどのような場合で、そのとき断層から強震動が発生するかどうかである。

海域の巨大地震の際に何回かに1回連動して活動する可能性は、断層の活動頻度が巨大地震の発生頻度に比べて著しく小さいことから考えにくい。むしろ、断層が活動した時期には活動を可能にするような環境変化があったのでは無いだろうか。精度は良くないが前述の出戸西方断層の活動時期は寒冷期に当たり、海水準が現在より大きく低下していた時期に起きていたように見える。海面低下で変化した海岸地域の応力状態の中で、海溝型巨大地震が引き金になって断層変位が生じた可能性がある。

強震動との関係は、内陸の主要活断層とは異なり、他の大きな地震に連動する可能性が高いので、起震断層として単独で評価する意味はあまりないと思われる。

このような状況は日高沿岸の活断層の状況と良く似ている。また、今回の調査では、御前崎や牧ノ原台地に存在する活断層も同じ状況と考えられる。これらは鮮新統相良層群の断層や褶曲構造が再活動したものである。断層の変位速度や活動頻度は低いいため、現在の巨大地震の繰り返しとは異なる構造環境の中で断層が動いた可能性がある。これらについては今回の研究では原因説明には至らなかった。

(3) 結論

海成段丘を切る延長の短い活断層は、その運動や構造の特徴から大きく2つに分けられる。一つは留萌沿岸や越前海岸の活断層など、海域に大規模な逆断層性の活断層が存在し、孤立した短い活断層はその上盤に位置している場合である。

他の一つは、日高沿岸、下北半島六ヶ所村付近、静岡県御前崎周辺の活断層など基盤の第三系中の背斜構造や逆断層と一致しており、これが再活動していると考えられる場合である。

前者の活動は沖合の大地震と連動して活動する可能性が高く、単独で活動する可能性はほとんど無いと思われる。後者は、活動頻度が低く、最近の応力場の中ではほとんど活動していないように見えるので、その活動には現在とは異なる環境条件の変化があり、更にそこに沖合の巨大地震等が活動の引き金になったのではないかと考えられる。沿岸域の最大の環境変化は気候変動に伴う海水準変化である。しかし、今回の研究ではこの具体的、あるいは定量的な関係を検討できなかった。

何れの場合も、海成段丘を切る延長の短い断層が単独で起震断層になる可能性は極めて低いと思われる。

(4) 引用文献

- 千木良雅弘・田中和広(1997)：北海道南部の泥火山の構造的特徴と活動履歴。地質雑、103, 781-791.
- 池田安隆ほか5名(2002)：第四紀逆断層アトラス。東京大学出版会、254p.
- 海上保安庁(1993)：沿岸の海の基本図「鬼鹿」。
- 活断層研究会(1991)：新編日本の活断層：分布図と資料。東京大学出版会、437p.
- 小池和之・町田洋編(2001)：日本の海成段丘アトラス、東京大学出版会、CD3枚、付図2葉、解説書106p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2009)：日本の地震活動(第2版)。496p.
- Maeda, T. and Sasatani, T(2009)：Strong ground motion from an Mj6.1 inland crustal earthquake in Hokkaido, Japan. EPS, 61, 689-701.

- 松田時彦(1975)：活断層から発生する地震の規模と周期について. 地震, 28, 269-283.
- 松野久也・山口昇一(1958)：5 万分の一地質図幅「静内」および同図説明書, 北海道開発庁.
- 太田陽子・平川一臣(1979)：能登半島の海成段丘とその変形. 地理評, 52, 169-189.
- 太田陽子・宮脇明子・塩見美奈子(1992)：佐渡島の海成段丘を切る活断層とその意義. 地学雑, 101, 205-224.
- 島崎邦彦(2008)：活断層で発生する大地震の長期評価：発生頻度推定の課題. 活断層研究, No. 28, 41-51. 田中和広(2009)：泥火山および泥火山の生成に係わる地質・地下水減少の応用地質学的意義. 地学雑, 118, 578-587.
- 山本博文・中川登美雄・新井房夫(1996)：越前海岸に発達する海成中位段丘群の対比と隆起速度. 第四紀研究, 35, 75-85.

5. 主な発表論文等

(分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- ①Tamura, I. and Yamazaki, H., Significance of the remarkable unconformity in the Plio-Pleistocene of the Japanese Islands, Quaternary International, 査読者あり, 印刷中, 2010.
- ②鈴木毅彦・村田昌則・大石雅之・山崎晴雄・中山俊雄・川島眞一・川合将文, テフラ編年による立川断層活動史の復元, 第四紀研究, 査読者あり, 47, 2008, 103-119.
- ③Kaji, T., Nemoto, K., Yamazaki, H., Shono, S., and Matsuda, T., Geological structure of the continental shelf in the northern part of Suruga Bay, 東海大学紀要海洋学部「海—自然と文化」, 査読無し, 6, 2008, 1-14.
- ④Tamura, I., Yamazaki, H., and Mizuno, K., Characteristics for the recognition of Pliocene and early Pleistocene marker tephras in central Japan, Quaternary International, 査読者あり, 178, 2008, 85-99.
- ⑤山崎晴雄, 地層処分にとっての地質環境の長期安定性, 金属, 査読無し, 77, 2007, 1121-1125.

[学会発表] (計 6 件)

- ①山崎晴雄, ユーザーから見た地質情報(ボーリング資料)の利活用と問題点, 地質地盤情報協議会意見交換会, 2009. 10. 09, 東京都秋葉原.
- ②山崎晴雄, 最近の地震と活断層に関する諸

問題, 日本原子力学会, 2008. 9. 06, 高知県香美市.

- ③ Yamazaki, H., Migration of fault activity in the southern Kanto Plain, central Japan. 第 33 回万国地質学会, 2008. 08. 09, ノルウェー オスロ.
- ④ Yamazaki, H., Quaternary tectonics in and around the onshore plate convergence boundary in central Japan. 日本第四紀学会国際シンポジウム: International Symposium on Quaternary Environmental Changes and Humans in Asia and the Western Pacific. 2007. 11. 22, 茨城県つくば市.
- ⑤ Yamazaki, H. and Sasaki, T., Uplift and erosion: Potential impact on the geological environment. Integration Group for Safety Case (IGSC) Workshop "Geosphere Stability", OECD/NEA, 2007. 11. 12, 英国 マンチェスター
- ⑥ Kaji, T., Yamazaki, H., Tokuyama, H., and Kato, Y., Topography and geology of submarine landslide deposits by sector collapse of Ohima-Oshima island in the northern part of Japan. International Union for Quaternary Research (INQUA), 2007. 08. オーストラリア ケアンズ.

[図書] (計 2 件)

- ① 山崎晴雄, 朝倉書店, 加藤禎一ほか 5 名編, 宇宙から見た地形—日本と世界—, 2010, 80-83, 117-135.
- ② Yamazaki, H. and Sasaki, T., Uplift and erosion: Potential impact on the geological environment. OECD NEA Publication. Stability and Buffering Capacity of Geosphere for Long-term Isolation of Radioactive Waste: Application to Crystalline Rock. 2009, 91-97.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山崎 晴雄 (YAMAZAKI HARUO)
 首都大学東京・都市環境科学研究科・教授
 研究者番号: 7 0 2 6 0 7 8 4

(2) 研究分担者

鈴木 毅彦 (SUZUKI TAKEHIKO)
 首都大学東京・都市環境科学研究科・教授
 研究者番号: 6 0 2 4 0 9 4 1