

## 明治期の二地震の震源改訂の提案

### Revised hypocenters of Two Destructive Earthquakes in Meiji Era

松浦 律子<sup>1\*</sup>

Ritsuko S. Matsu'ura<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>(公財)地震予知総合研究振興会

<sup>1</sup>ERC, ADEP

1885年から1922年の地震には、宇津(例えば宇津, 1979)のカタログが広く用いられている。我々は、地震調査研究推進本部の評価活動のために、古い地震に関する情報を集める作業の一つとして、明治と大正時代の地震についての追加情報をあらゆる機会を捉えて収集してきた。その途上で、1894年10月7日東京湾北部の地震と1911年6月15日喜界島近海地震に関して震源を改訂するに十分な情報を得たので、これらの結果を報告する。

1894年10月7日M6.7東京湾北部の地震は、プレート内あるいはプレート間地震で1894年6月20日明治東京地震の余震と信じられてきた。宇津はMと震源を中央気象台の5観測点の震度・振幅を用いて求めた。石辺・他(2012)は中央気象台(1897)の震度コンターマップからこのイベントをPACプレート内地震と結論づけている。しかし、官報(1894年)と灯台の気象報告(1894)を用いて震度分布を作ると、2005年7月23日M6.0の東京湾北部PACプレート内地震のものよりは、1992年2月2日M5.9浦賀水道のプレート内地震に似ている。新たな震源として、北緯35.2度東経139.8度深さ90キロを提案する。また、このイベントは明治東京地震の単純な余震ではない。

1911年6月15日喜界島近海地震に関して、志田(1911)、Gutenberg and Richter(1954)は、奄美大島西方沖の震源を得ている。今村(1913)は、奄美大島の北東沖としている。後藤(2013)は、到着時刻データから今村震央近くに震源地を求めている。この地震に関して宇津(1979)は、珍しく躊躇を示しつつ、震源を奄美大島東方沖、深さ100km、M8.0とした。今回、官報や灯台、大森コレクションの新聞切り抜きなど震度、被害報告、津波報告など使用可能なすべての情報を検討した。さらに、水沢、大阪、フィレンツェ、リバービューで地震波形を確認した。波形は単にこの地震一個を見るのでは無く、20世紀に奄美群島付近で発生したいくつかの大粒イベントをできるだけ同じ観測点で比較した。これらの検討から、波形形状は1911年の地震の深さが浅いことを示す。この地震は最大の深い地震ではなく、琉球海溝北部で明治以降で最大のプレート間地震である。震央は宇津の、北緯28度東経130度規模M8.0のまま、深さは宇津カタログではShallow、この付近では40km程度のプレート境界とすべきである。宇津にも深さ100kmを選択させたGutenbergの求めた深さ160kmは、彼が海面反射位相を固体地球表面での反射波と解釈したためである。今後も我々は可能な限り、煤書き記録に残された波形データまで含めて可能な限りの古いイベントの情報をコンパイルするための努力を続けていく。

国立天文台水沢の田村博士、イタリアINGVのDr. FerrariとGeoscience AustraliaのDr. BartonとMr. Harringtonのご協力で貴重な古い地震記録を利用させて頂けた。この研究は、ひずみ集中帯プロジェクトやその他複数の文部科学省の委託研究の蓄積によって可能となった。記して感謝する。

キーワード: 宇津カタログ, 明治東京地震の余震, 1911年喜界島近海地震, 地震波形の情報, 琉球海溝の大地震, 1894年10月7日の地震

Keywords: Utsu's Catalogue, aftershock of Meiji Tokyo Earthquake in 1894, Kikaijima Earthquake in 1911, information in waveforms, large earthquake in Ryukyu Trench, the earthquake on Oct. 7, 1894

## サロベツ断層帯海域延長部における断層・褶曲分布について

### Spatial distribution of faults and folds in the offshore extension of the Sarobetsu fault zone, Hokkaido, Japan

阿部 信太郎<sup>1\*</sup>, 内田 康人<sup>2</sup>, 荒井 良祐<sup>3</sup>, 岡村 行信<sup>1</sup>

Shintaro Abe<sup>1\*</sup>, Yasuhito Uchida<sup>2</sup>, Ryoyu Arai<sup>3</sup>, Yukinobu Okamura<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所, <sup>2</sup> 北海道立総合研究機構, <sup>3</sup> 川崎地質株式会社

<sup>1</sup> AIIST, <sup>2</sup> HRO, <sup>3</sup> KGE Co., Ltd

サロベツ断層帯海域延長部において、断層長と活動履歴の把握を主な目的として、海底活断層調査を実施した。陸域部におけるサロベツ断層帯は、サロベツ原野周辺に伏在する東傾斜の逆断層に伴う断層関連褶曲で、断層長44、平均変位速度0.7m/千年以上、平均活動間隔4千年から8千年と評価されている(地震調査研究推進本部2007)。

本調査においては、ユニブームを震源とする高分解能マルチチャンネル反射法地震探査、およびウォーターガンを震源とするシングルチャンネル反射法地震探査を実施し、断層、褶曲の分布、性状を把握した。また、断層帯が陸域から海域に至る沿岸部においてチャープソナーを実施し、完新統堆積物の分布状況を把握した。これに基づき断層の活動履歴を把握するための柱状採泥試料を採取した。このうち本発表においては、サロベツ断層帯海域延長部における断層、褶曲の分布、性状について報告する。

本調査で取得された反射法地震探査記録に基づけば、野寒布岬の沖合西側、サロベツ断層帯海域延長部において、複数の褶曲構造がほぼ南北方向に並走して連なっているのが確認された。この褶曲帯は、利尻および礼文を含む基盤の高まりと、野寒布岬および宗谷岬を含む基盤の高まりに挟まれた舟状海盆である礼文トラフ(荒井晃作2013)の東縁にあたり、少なくとも礼文トラフの北端部付近(北緯45度40分付近)まで連続する。褶曲帯は背斜の頂部を大きく削剥されているものの、海底面、最終氷期浸食面(約18000年前)にはともに傾動を伴う高低差があることから、活構造であると考えられる。

深部反射法地震探査記録に基づく既往研究成果により、陸域におけるサロベツ断層帯と同様、この褶曲帯も地下深部の断層運動にともなう断層関連褶曲と解釈されている(小椋伸幸他1992、徳山英一他2001)。

海域における本褶曲帯と陸域部におけるサロベツ断層帯との地質的、地形的な連続性については既往研究成果により議論されている(池田安隆2002など)。本調査結果に加えて、これらの研究成果も踏まえると、サロベツ断層帯海域延長部の全長は約60程度となる。陸域部における活動との連動性については、今後、海域部における活動性評価をすすめたいと検討する。

<参考文献>: 地震調査研究推進本部(2007) サロベツ断層帯の長期評価について / 荒井晃作(2013) 海洋地質図78(CD) / 小椋伸幸他(1992) 石油技術協会誌, 57, 32-44 / 徳山英一他(2001) 海洋調査技術, 13, 27-53 / 池田安隆他(2002) 東京大学出版会, 35-36

<謝辞>: 本調査は文部科学省委託「沿岸域における活断層調査」の一環として実施したものである。調査の実施にあたっては調査海域に隣接する自治体および漁業、港湾関係の方々にも多大なるご協力を頂きました。

キーワード: サロベツ断層帯, 沿岸海域, 断層, 褶曲, 活構造, 高分解能反射法地震探査

Keywords: Sarobetsu fault zone, offshore, fault, fold, active structure, high-resolution seismic reflection survey

## 日本海東縁の海底活断層

### Submarine active fault map of the eastern part of Sea of Japan

渡辺 満久<sup>1\*</sup>, 中田 高<sup>1</sup>, 後藤 秀昭<sup>2</sup>, 鈴木 康弘<sup>3</sup>, 西澤 あずさ<sup>4</sup>, 堀内 大嗣<sup>4</sup>, 木戸 ゆかり<sup>5</sup>

Mitsuhiisa Watanabe<sup>1\*</sup>, Takashi Nakata<sup>1</sup>, Hideaki Goto<sup>2</sup>, Yasuhiro Suzuki<sup>3</sup>, Azusa Nishizawa<sup>4</sup>, Daishi Horiuchi<sup>4</sup>, Yukari Kido<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 東洋大学, <sup>2</sup> 広島大学, <sup>3</sup> 名古屋大学, <sup>4</sup> 海上保安庁, <sup>5</sup> 海洋研究開発機構

<sup>1</sup>Toyo Univ., <sup>2</sup>Hiroshima Univ., <sup>3</sup>Nagoya Univ., <sup>4</sup>Japan Coast Guard, <sup>5</sup>JAMSTEC

#### 1 はじめに

海底活断層の位置・形状は、巨大地震の発生域や地震規模を推定する上で欠くことのできない基礎的資料である。演者らはこれまで、南海トラフ・相模トラフ・日本海溝周辺において海底活断層の詳細な分布を提示し、巨大地震と海底活断層との関係を論じてきた。本報告では、大きな地震と津波が繰り返し発生している日本海東縁部を調査対象地域とし、海底活断層の位置形状を明らかにし、歴史地震との対応関係を検討した。

まず、海底 DEM データと陸上地形（いずれも 250 m グリッド）とを重ね合わせ、立体視可能なアナグリフ画像を作成した。DEM 画像処理ソフトは Simple DEM Viewer を用いた。海底地形を立体視し、陸上における地形解析と同様の作業を行い、海底活断層を認定した。本研究では、平成 23 年～25 年度科学研究費補助金（基盤研究（B））研究代表者：中田 高）平成 21～24 年度科学研究費補助金（基盤研究（C））研究代表者：渡辺満久）を使用した。

#### 2 結果

日本海東縁は新生のプレート境界として注目され、これまでも海底地形や地質構造の特徴をもとに活断層が多数認定されてきた。また、歴史地震の震源モデルなどについても、いくつかの詳しい検討が報告されている。本研究によって、これまでの活断層トレースと比較して、その位置・形状や連続性に対する精度・信頼性が高い結果が得られたと考えられる。

松前海台の南西部（松前半島の西約 100 km）～男鹿半島北部付近を境に、北部と南部では活断層の密度が異なる。北部では、活断層の数はやや少なく、南北あるいは北北西-南南東走向の活断層が多く、長大な活断層が目立つ。奥尻島の東西にある活断層も同様に長大な活断層である。1993 年北海道南西沖地震（M7.8）の震源断層モデルとして、奥尻島の西方で西傾斜の逆断層が想定されているが、その周辺海底においてはこれに対応するような活断層を認定することができない。北海道南西沖地震の震源断層に関しては、今回明らかになった詳細な海底活断層の分布との関係で、再検討する必要があると考えられる。後志トラフの西縁は、奥尻島東縁から連続する活断層に限られており、その東方には北北西-南南東走向の複数の活断層が確認できる。積丹半島の西方沖には半島の隆起に深く関与していると考えられる東上りの活断層が、南北 70 km 程度連続している。

松前海台の南端から南方へ、約 120 km 連続する活断層トレースが認められる。これは、余震分布などと調和的であることから、1983 年日本海中部地震（M7.7）の震源断層に相当すると考えられる。久六島西方の巨大地すべり（崩壊）地域では活断層のトレースが一旦途切れるようにも見えるが、これは、データの精度の問題かもしれない。これより南方においては、北北東-南南西走向の活断層が密に分布している。粟島の北方に分布する深海平坦面には北北西側が隆起するような活断層が複数認められる。この深海平坦面には、南から北へ延びる最上海底谷があり、上記の活断層を横切って先行性の流路を形成している。このような変動地形は、海底活断層の活動性が極めて高いことを示している。なお、1964 年新潟地震の起震断層に関しては、浅部の解像度が悪いいため、十分には検討できない。

#### 3 まとめ

アナグリフ画像を用いて海底地形の立体視解析を行うことにより、日本海東縁部の海底活断層の位置・形状を精度よく示すことができた。その結果、歴史地震の震源域との比較が可能となった。ただし、浅海底では詳細な水深データの取得が困難であり、陸域に近い部分での活断層の認定には問題が残っている。より詳細なデータを取得することは今後の課題である。また、海底活断層の位置・形状に加えて、周辺の変動地形の特徴を明らかにすることによって、地震発生域や津波の発生源の特定や減災になどに関して、より具体的な検証や提案が可能になると考えられる。今後は、歴史地震と海底活断層との関係をさらに詳細に検討してゆく予定である。

キーワード: アナグリフ, 海底活断層, 巨大歴史地震, 津波, 日本海東縁部

Keywords: anaglyph, submarine active fault, large historical earthquake, tsunami, eastern part of Sea of Japan

## 十勝平野断層帯（光地園断層）の断層活動時期

### The latest fault event of the Kochien fault of the Tokachi-heiwa fault zone, southeastern Hokkaido, Japan

吾妻 崇<sup>1\*</sup>, 小俣 雅志<sup>2</sup>, 森 良樹<sup>2</sup>, 郡谷 順英<sup>2</sup>, 佐藤友哉<sup>2</sup>, 岩崎 孝明<sup>3</sup>

Takashi Azuma<sup>1\*</sup>, Masashi OMATA<sup>2</sup>, Yoshiki MORI<sup>2</sup>, Yorihide KORIIYA<sup>2</sup>, Tomoya SATO<sup>2</sup>, Takaaki IWASAKI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>産総研 活断層・地震研究センター, <sup>2</sup>株式会社クレアリア, <sup>3</sup>アイ・イー・エス地質調査

<sup>1</sup>Active Fault and Earthquake Research Center, AIST, <sup>2</sup>Crearia Inc., <sup>3</sup>ias

十勝平野断層帯の南部を構成する光地園断層は、北海道南東部の十勝平野と日高山脈との境界に位置する北北西-南南東走向の逆断層であり、河成段丘に累積的な東側隆起の変形を与えている。光地園断層の活動履歴については、北海道が2002年度から2004年度にかけてトレンチ調査を実施しており、約2万年前以降に2回活動した可能性があることが報告されている。しかし、地震調査研究推進本部地震調査委員会の長期評価においては、2回の断層活動のうちの最新活動については、その確実性が低く、その時期についても検討の余地が残されていた。

発表者らは、2012年度に文部科学省から受託研究として、光地園断層の活動時期とその上下変位量を明らかにすることを目的として、広尾郡広尾町のカシュウナイ地区と野塚地区の2地点においてトレンチ掘削調査ならびに群列ボーリング調査を実施した。

カシュウナイ地区のトレンチ調査では、Spfa-1を含む泥炭層およびそれらを削り込んで堆積した礫層を切る明瞭な断層が観察された。礫層下面の高度差から、上下変位量は約5mであることが確認された。断層構造を覆う細粒堆積物下限付近の腐植質シルトから約12,000年前の14C年代が得られており、最新活動時期はその年代以前である。群列ボーリング調査の結果からは、断層を挟んだ基盤の高度差は約5mであり、この地点においては断層活動の累積性は認められなかった。

野塚地区では、野塚1トレンチにおいて上流側に傾く地層とそれを傾斜不整合で覆う地層（いずれも一部に泥炭層を挟む砂礫層）が観察された。上流側への傾斜は下位層で変形構造が顕著になることから、断層近傍の上盤側での変形と考えられる。変形した地層からは約4万年前、それを覆う地層からは約9000年前の14C年代が得られており、最新活動時期はこれらの年代の間であることが確認された。最新の断層活動による上下変位量は約3mである。群列ボーリング調査の結果では、断層を挟んだ基盤の高度差は約9mであり、断層活動の累積性が認められた。

以上の調査結果から、光地園断層の最新断層活動による上下変位量は3-5mであり、その発生時期は約12000年前よりも以前で、約4万年前以降には光地園断層はその1回しか活動していないことが確認された。今回調査を実施した両地点のうち、野塚地区だけで断層活動の累積性が認められたことについての解釈については現在まだ検討中である。

キーワード: 活断層, 古地震トレンチ調査, 群列ボーリング調査, 活動履歴, 14C年代測定, 北海道

Keywords: active fault, paleoseismological trench survey, line drilling survey, fault activity, 14C dating, Hokkaido

## 北上低地西縁断層帯に沿う浅部地下構造と変動地形

### Subsurface structure and tectonic geomorphology along the Western marginal fault zone of the Kitakami lowland

楳原 京子<sup>1\*</sup>, 小坂 英輝<sup>2</sup>, 三輪 敦志<sup>3</sup>, 今泉 俊文<sup>4</sup>

Kyoko Kagohara<sup>1\*</sup>, Hideki Kosaka<sup>2</sup>, atsushi Miwa<sup>3</sup>, Toshifumi Imaizumi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 山口大学, <sup>2</sup> 株式会社環境地質, <sup>3</sup> 応用地質株式会社, <sup>4</sup> 東北大学大学院理学研究科

<sup>1</sup> Yamaguchi University, <sup>2</sup> Kankyo-Chishitsu Ltd., <sup>3</sup> OYO Co. Ltd., <sup>4</sup> Graduate School of Science, Tohoku University

北上低地西縁断層帯は東北日本弧の火山フロント沿いに発達する南北約70kmにわたる逆断層帯である。活断層の分布形態は凹凸に富み、大小の湾曲したトレースが多数みられる。断層帯北部の南昌山断層群では、変動地形から山地・盆地境界の断層崖と盆地内に数条の推定活断層が認定されている。楳原ほか(2010)では、これらがそれぞれ西傾斜の逆断層の存在を反映しており、逆断層に伴う隆起が低地の地形形成に大きく寄与したことを示した。断層帯南部の夏油川から胆沢川の間広がる台地には、何列もの併走する断層(天狗森-出店断層群)がある。出店断層についてはこれまでKato et al.(2006)等でテクトニックインバージョンの断層であることが分かり、浅層で分岐する断層を伴う高角逆断層であることが知られている。しかし、台地に分布する個々の断層が地下でどのように連続するののかについては不明である。さらに断層帯の南方延長にあたる仙北平野をみると、ここでは2003年宮城県北部の地震(Mj 6.4)をはじめ、規模こそ小さいものの過去約100年間に3回もの被害地震が発生し、2008年には岩手・宮城内陸地震が発生している。これらの地震は変位地形が不明瞭な場所で発生したものであるが、断層帯末端部における断層の配置や変位様式を明らかにする上でも、この地域の活構造を明らかにすることは重要であると考えられる。

本研究では上記のような広義の北上低地における多様な変動地形と地下構造を明らかにし、さらには活構造としての空間的な連続性を明らかにすることを目的とする。研究を進めるにあたっては、空中写真および地形解析図を用いた地形判読、地表踏査、反射法地震探査、重力探査を実施し、北上低地および周辺地域の地形・地質、地下構造に関する情報を取得した。その結果、天狗森-出店断層群では、既知の断層線よりも東部の地下に伏在する断層が認められるほか、断層群の地表トレースに対応する複数の断層が認められた。ただし、地下深部へ連続しない活断層も複数存在していることも分かった。また、2008年岩手・宮城内陸地震の余震分布が本断層群の地下延長部によく一致していることもみえている。さらに、断層帯末端部にあたる磐井丘陵では、地質学的に認められていた一関-石越撓曲線が、地下につづく高角逆断層の活動に伴う変形構造であり、C級~B級下位程度の活動度を有していると推定された。発表では、以上の結果について報告すると共に、北上低地全体を通してみた場合の活構造の連続性について議論する。

キーワード: 北上低地西縁断層帯, 反射法地震探査, 重力探査, 変動地形, 浅部地下構造

Keywords: Western marginal fault zone of the Kitakami lowland, seismic reflection profiling, gravity survey, tectonic geomorphology, subsurface structure

## 首都圏山手台地における推定第四紀断層と建設工事における「地層分布の深度急変箇所」との関連性 Relationship between inferred Quaternary faults and abrupt depth changes of layers in the Tokyo metropolitan area

豊蔵 勇<sup>1\*</sup>, 青砥 澄夫<sup>5</sup>, 川田昭夫<sup>6</sup>, 須藤 宏<sup>3</sup>, 福井 謙三<sup>2</sup>, 松崎 達二<sup>7</sup>, 渡邊平太郎<sup>4</sup>, 山崎 晴雄<sup>8</sup>  
 Isamu Toyokura<sup>1\*</sup>, Sumio Aoto<sup>5</sup>, Akio Kawada<sup>6</sup>, Hiroshi Sudou<sup>3</sup>, Kenzo Fukui<sup>2</sup>, Tatsuji Matsuzaki<sup>7</sup>, Heitarou Watanabe<sup>4</sup>, Haruo Yamazaki<sup>8</sup>

<sup>1</sup> ジオ・とよくら技術士事務所, <sup>2</sup> 川崎地質, <sup>3</sup> 大和探査技術, <sup>4</sup> 応用地質, <sup>5</sup> 基礎地盤コンサルタンツ, <sup>6</sup> サンコーコンサル  
 タント, <sup>7</sup> アサノ大成基礎設計エンジニアリング, <sup>8</sup> 首都大学東京

<sup>1</sup>Geo-Toyokura PE's Office, <sup>2</sup>Kawasaki Geological Engineering Co., Ltd., <sup>3</sup>Daiwa Exploration & Consulting Co.,Ltd., <sup>4</sup>OYO Corporation, <sup>5</sup>Kiso-Jiban Consultants Co.,Ltd., <sup>6</sup>Suncoh Consultants Co., Ltd., <sup>7</sup>Asano Taiseikiso Eneengineering Co.,Ltd., <sup>8</sup>Tokyo Metropolitan University

### 1. はじめに

首都圏には多数の土木構造物が建設されているが、そのうちの近年の地下鉄線は既設構造物を避けるため比較的地下深く建設されている。また、建設に先立ち地質調査ボーリングが路線沿いに実施され、工事内容がまとめられて建設史として出版されている例が多い。その中では、ボーリング調査および工事に伴って得られた地盤情報が取りまとめられ、地質断面図が示されているが、このような地質断面図では断層は表現されていないことが通例である。

本発表では、講演者らがこれまで発表している山手台地中央部東側地区の推定第四紀断層（豊蔵ほか、2009 など）が、これらの地質断面図において描かれている「地層分布の深度急変箇所（仮称）」に対応する事例がしばしばあることから、その事例ならびに地下鉄断面図の利用法、ならびに課題等について報告する。

### 2. 建設史等地質断面図における「地層分布の深度急変箇所」

#### 1) 地下鉄南北線：飯田橋駅 - 四谷駅間（延長約 2.0km 間）

飯田橋推定第四紀断層（豊蔵ほか、2009 など）は、外堀沿いに NNE-SSW 方向に延び、同路線とは極低角度で交叉する。この間では 250 m 間隔の 7 つの東西断面で西側隆起の断層として推定されるが、細かく見ると幅 200 ~ 300m 内の複数の断層からなり、その合計のずれ量は 3m ~ 11.5m と見積られた。

同線建設に伴う江戸城外堀沿いの遺跡発掘調査報告書（帝都高速度交通営団編、1996）および同線建設史（帝都高速度交通営団編、2002）にはほぼ同じ地質断面図が示されており、前者にはこの間に 20 本のボーリングが含まれている。これらの地質断面図によると、連続性の良い東京礫層とその直上の粘性土層は、飯田橋駅付近と四ツ谷駅付近で、それぞれ約 6 m と約 3 m の地層分布の深度急変箇所を伴うが、連続した地層として示されている。

両者の比較から、推定断層の分布位置はこれらの「地層分布の深度急変箇所」に該当すると判断される。

#### 2) 地下鉄南北線：東大前駅 - 駒込駅間（延長約 2.5km 間）

飯田橋推定第四紀断層（豊蔵ほか、2009 など）は、この間では本駒込駅付近で NNE-SSW の走向を示し、同路線とは中程度の角度で交叉する。南側の 250m 間隔の 3 つの東西断面では西側隆起の断層として推定され、そのずれ量は 5 ~ 10.5m と見積られた。同線建設史における地質断面図では、東京礫層直上の粘性土層は本駒込駅付近の約 300m 間で約 12m の、またその約 10 ~ 15 m 上位の本郷礫層およびその直上のローム層の基底面が幅 100m 内でそれぞれ約 4m および約 2m の地層分布の深度急変箇所として描かれている。

推定断層の分布位置はおおよそ本駒込駅付近であることから、「地層分布の深度急変箇所」に該当すると判断される。

#### 3) 地下鉄東西線：神楽坂駅付近

市ヶ谷推定第四紀断層（豊蔵ほか、2009 など）は NNE-SSW 走向でその北端が神楽坂駅南東付近に位置し、その北方延長線は同線と高角度で交差する。北端付近の 250 m 間隔の 3 つの東西断面では西側隆起の断層として推定され、そのずれ量は 3.5 ~ 7.5m と見積られた。同線建設史の地質断面図では、上記例とは異なり掘削工事で現れた地層の分布のみが示されている。神楽坂駅の東側で、関東ロームが幅数 10m の範囲で 15 m 以上もチューリップ状に落ち込んだような断面図が描かれ、異常な地質ないし地盤状況であったことが推定される。その両側には対比可能性の高い東京礫層直上の粘性土層が描かれているが、その分布高度を比較すると、西側が約 6 m 高いと判読される。その他、飯田橋駅付近でも東京礫層とその直上の粘性土層の「地層分布の深度急変箇所」が推定される。

### 3. 推定第四紀断層と地下鉄地質断面図上の「地層分布の高度急変箇所」との対応関係

本研究では、東京層基底の東京礫層とその上位の腐植物や貝殻混じりの泥層からなるペア層の高度不連続箇所が複数断面においてほぼ直線的に数 km 追跡されることから推定しているものであるが、上記のように地下鉄断面図では東京礫層とその直上の粘性土層の分布高度が、幅 100 ~ 300m 内で 5 ~ 10m 前後も急変しているにもかかわらず連続した地層として示されている。東京礫層と直上の泥層の地質的成因から考えると、その急変部の成因としては段丘の浸食崖あるいは断層等が考えられる。本研究では、堆積学的・地質構造的に検討した結果、後者の成因の可能性が高いことを根拠

SSS32-06

会場:303

時間:5月22日 10:15-10:30

に第四紀断層と推定したものである。

上記の例のように第四紀断層の通ると推定している場所には、地下鉄路線地質断面図で「地層分布の深度急変箇所」として示されていることが確認された。このことは、今後これらの第四紀断層の分布を検討する際の有力な候補箇所としてとらえることを意味し、将来他地区で伏在断層を調査する際の候補箇所を選定するにあたって効率的かつ有効な手法となるものと考えられる。本講演では、これら以外の地下鉄地質断面図をもとに断層候補箇所を議論する。

キーワード: 第四紀断層, 活断層, 首都直下, 地下鉄建設, 地層分布の深度急変箇所, 高度不連続

Keywords: Quaternary fault, active fault, metropolitan area, subway construction, abrupt depth change of layer distribution, height difference

## 海底地形に基づく伊豆東方線沿いの活断層帯の提起

## Existence of An Active Fault Zone along the Izu-Toho Tectonic Line Inferred from the Marine Geomorphology

金 幸隆<sup>1\*</sup>, 吉田明夫<sup>1</sup>, 小林昭夫<sup>2</sup>Haeng Yoong Kim<sup>1\*</sup>, YOSHIDA, Akio<sup>1</sup>, KOBAYASHI, Akio<sup>2</sup><sup>1</sup> 神奈川県温泉地学研究所, <sup>2</sup> 気象研究所<sup>1</sup> Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture, <sup>2</sup> Meteorological Research Institute

伊豆東方線と呼ばれる伊豆半島東方沖の海底崖に沿って、新期の海底扇状地を切る西側隆起の活断層の存在を推定した[金・他(2012)]。撓曲変形を受けていることから、活断層は逆断層であると推定される。本研究では、この活断層を伊豆東方線活断層帯と呼ぶ。

フィリピン海プレート北東縁では、同プレートに乗る伊豆 小笠原弧が、伊豆半島の東側の相模湾と西側の駿河湾から、本州弧下に沈み込んでいる。伊豆半島は、伊豆 小笠原弧の北端部に形成されており、半島北縁では本州弧に衝突していると考えられている[杉村(1972)]。島弧 島弧の地震火山帯であることから、伊豆半島のテクトニクスに関して様々な議論がなされてきた。

石橋(1988)は、伊豆北部の相模湾の西部に南北性の「西相模湾断裂」が存在するという仮説を提示し、初島付近から北方に向かって伊豆弧のスラブが断裂し、西側の地塊が隆起している可能性を示唆した。小山(1995)は西相模湾断裂を受け、伊豆弧の北部について、「真鶴マイクロプレート」説を提言した。この説では、西相模湾断裂よりま先に伊豆内弧東端を推定し、それと平山断層・丹那断層、それに伊豆東方単成火山群で囲まれた領域がマイクロプレートとなっており、伊豆東方単成火山群で地殻が南北に開くことによるこのマイクロプレートの運きに伴って丹那断層は左横ずれトランスフォーム断層として活動すると考える。吉田・他(2011)は、丹那断層と国府津 松田断層で境される「真鶴ブロック」が浮揚性沈み込みをしていると考えている。また Taira et al. (1989; 1998) および青池(1999)は、伊豆弧 小笠原弧の衝突帯の付加体構造と衝突史を考察して、伊豆半島の東方沖にテレーン境界としてのスラスト断層を想定している。Seno(2005)は、伊豆半島の上部地殻と下部地殻は剥がれて、伊豆半島・銭州海嶺の下に水平な逆断層が存在しているとする「デタッチメント仮説」を唱えている。

様々な議論はあるが、断層の存在に関する情報は少ない。相模湾西部の海底に目を向けると、東落ちの海底崖が、初島沖から南南西に向かって、南伊豆沖の伊豆海脚まで連なっている。岡山(1968)は、この崖を伊豆東方線と称した。海上保安庁海洋情報部の500mメッシュ水深データに基づくと、総延長は約115 kmあり、海底崖の高さは最大で約1,100~1,800 mである。伊豆東方線は、沈み込みと衝突の境界問題を解明する上で重要な鍵をになうものであるが、その実態に関する議論は不足している。

本研究は、伊豆半島と伊豆海脚を合わせて伊豆地塊(テレーン)と呼び、その東縁を画する伊豆東方線周辺の海底地形を詳細に調べた。伊豆下田沖の水深約200~400 mの海底には、扇状地性の地形面が分布する。この扇状地は、海岸から約2~10 km沖合の大陸棚斜面の脚部に発達し、南東に向かって広がっている。扇状地は侵食されて地形的に複数段に分かれているので、それらを北からA, B, C, Dの4面に区分した。これらの扇状地には、北東 南西走向の西側上がりの撓曲崖が認められ、隆起側の扇状地は南東に向かって撓んでいる。したがって西傾斜の逆断層であることが推定されることから、本研究ではこの逆断層を下田沖断層と呼ぶ。撓曲崖の総延長は約26 kmである。

南伊豆沖の海底には、三つのほぼ同じ走向の活断層が認められた。それらは、伊豆海脚の東縁に沿う北東 南西走向、西傾斜の逆断層、伊豆半島南部から銭州海嶺まで延びる北北東 南南西走向で同じく西傾斜の逆断層、そして利島から伊豆海脚にかけて、新島、式根島、神津島の西方沖を北東 南西走向に分布する褶曲性の逆断層である。これらの断層をそれぞれ伊豆海脚東縁断層、南伊豆南方沖断層、南伊豆南東沖断層と呼ぶことにし、合わせて南伊豆沖断層帯と称する。なお音波探査と海底地形図の分析から、伊豆海脚の東縁に西側隆起の活断層の存在が示唆されている(活断層研究会, 1980)。

GNSS観測に基づくと、南伊豆と新島・式根島・神津島の間で、2011年東北地方太平洋沖地震の際に約1cmの急激な短縮変動が見られ、それ以後も、短縮変動がゆっくと継続している。この短縮変動は、東北地方太平洋沖地震の余効変動によるもので、伊豆東方線活断層帯に関連した変動とは関係しないものである可能性もあるが、我々はそれとの関連性についても、今後、注意深く検討していく必要があると考える。伊豆半島を乗せる地塊が、フィリピン海プレートの主体とは別の、時計回りの回転運動をしていることがGNSS観測から明らかにされている(Sagiya, 1999)。しかし、その地塊の東側の境界がどこにあり、そこでどのような動きをしているかについては、いままお、ほとんど解明が進んでいない(例えば、Nishimura, 2011)。伊豆東方線活断層帯は、その境界の有力な候補とみることができる。

キーワード: 伊豆半島, 伊豆-小笠原弧, 伊豆東方線活断層帯, 海底地形学, 伊豆地塊, GNSS観測

Keywords: Izu Peninsula, Izu-Bonin Arc, Active Fault Zone along the Izu-Toho Tectonic Line, Marine Geomorphology, Izu

# Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SSS32-07

会場:303

時間:5月22日 11:00-11:15

Terrain, GNSS

## 隆起貝層に基づく伊豆半島南端の地殻変動

### Coseismic uplift of the southern of the Izu Peninsula, central Japan, based on emerged marine sessile assemblages

北村 晃寿<sup>1\*</sup>, 小山 真人<sup>2</sup>, 板坂 孝司<sup>3</sup>

Akihisa Kitamura<sup>1\*</sup>, Masato Koyama<sup>2</sup>, Koji Itasaka<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 静岡大学理学部, <sup>2</sup> 静岡大学教育学部, <sup>3</sup> 静岡県危機管理部危機政策課

<sup>1</sup>Institute of Geosciences, Shizuoka University, <sup>2</sup>Faculty of Education, Shizuoka University, <sup>3</sup>Shizuoka Prefecture Emergency Management Department, Emergency Management Strategic Division

伊豆半島はフィリピン海プレートの北縁に位置し、本州に衝突している。同地域は駿河・南海トラフや相模トラフで起きるプレート境界地震の被害を受けてきたが、これらの地震に伴う伊豆半島南部の地盤変動の歴史記録は知られていない。だが、福富(1935)は下田市吉佐美の海食洞で離水貝層を発見し、1703年元禄地震の隆起の痕跡と解釈した。その後、太田ほか(1986)は2.3-2.7mの貝殻と0.9-1.1mの貝殻の14C年代を測定し、それぞれ2650-2830年前と645-670年前の年代を得たが、歴史地震との関係を明らかにすることができなかった。そこで、本論では同海食洞の離水貝層を再調査し、加速器で14C年代測定を行い、下田沖のローカルリザーバー効果( $R = 109$ ; Yoneda et al. 2000)を使って暦年代を求めて、歴史地震との関係を検討した。

離水貝層は3帯に分けられる(図1)。I帯(海拔3.5~2.7m)は固結した石灰岩からなり、主にフジツボからなる。II帯(海拔2.7-2.0m)は保存状態の良いフジツボ *Chthamalus challenger* の密集からなる。III帯(海拔2.0-1.0m)は保存状態の非常に良いヤッコカンザシ(ゴカイ類) *Pomatoleios kraussii* の棲管の多産で特徴づけられ、*C. challenger* を伴うIII-1帯(海拔2.0-1.6m)と二枚貝 *Saccostrea kugaki* を伴うIII-2帯(海拔1.6-1.0m)に細分される。海拔1m以下には大型固着生物は見られず、これは波浪の侵食を受けていることを示唆する。*C. challenger* は潮間帯上部に密集し、ヤッコカンザシは中~低潮位付近に生息する。これらの固着生物の垂直分布と14C年代から(図2)、西暦640-740年に約1.2-1.5mの隆起、西暦1030-1180年に0.2-0.4mの隆起、西暦1460-1560年に2.5mの隆起があったと推定される。1460-1560年の隆起は、1495年の鎌倉の地震または1498年の明応東海地震に関係しているかもしれない。

キーワード: 伊豆半島南端, 完新世, 地震性隆起, 隆起貝層

Keywords: southern of the Izu Peninsula, Holocene, coseismic uplift, emerged marine sessile assemblages

## 猿投山北断層南西端延長部の地質学的検討

### Geological examination in the southwest end extension portion of a Sanageyama-kita fault, Central Japan

野澤 竜二郎<sup>1\*</sup>, 長谷川 智則<sup>1</sup>, 皆黒 剛<sup>1</sup>, 岡田 篤正<sup>2</sup>, 鈴木 康弘<sup>3</sup>, 牧野内 猛<sup>4</sup>, 中根 鉄信<sup>5</sup>

tatsujiro Nozawa<sup>1\*</sup>, Tomonori Hasegawa<sup>1</sup>, Takeshi Minaguro<sup>1</sup>, Atsumasa Okada<sup>2</sup>, Yasuhiro Suzuki<sup>3</sup>, Takeshi Makinouchi<sup>4</sup>, Tetsunobu Nakane<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 玉野総合コンサルタント株式会社, <sup>2</sup> 立命館大学, <sup>3</sup> 名古屋大学, <sup>4</sup> 名城大学, <sup>5</sup> なし

<sup>1</sup>Tamano Consultants Co., Ltd., <sup>2</sup>Ritsumeikan University, <sup>3</sup>Nagoya University, <sup>4</sup>Meijo University, <sup>5</sup>none

猿投山北断層は、愛知県から岐阜県にかけて北東 - 南西方向に伸びる約 22km の活断層とされている。この活断層の主要部は、山地の中に明瞭な右横ずれ地形があり、トレンチや露頭により活断層の証拠が確認されている。一方、この断層の南西端は瀬戸市、豊田市、長久手市などの丘陵地で、明瞭な断層地形は認められないことから、猿投山北断層の南西端は山地と丘陵地の境界までと考えられてきた。

近年、この丘陵地には道路、鉄道、宅地造成などの開発が進み、ボーリングデータや新規の露頭など、地質情報の蓄積が進んでいる。そこで、既存の地質調査報告書など収集を行なって再検討した結果、丘陵地まで猿投山北断層の延長が及んでいることが確認できた。

検討方法：資料収集は、愛・地球博に関する地質調査を始め、愛知環状線の施工報告、陶土資源探査のボーリングの報告など、入手可能な報告書を収集し、地質断面図を作成して基盤岩の垂直変位量について地質学的に検討した。また、収集した報告書の中には、断層露頭を確認しているものもあり、現地で確認された断層露頭を含めて断層の連続性について検討した。

結果：猿投山北断層の南西部は、瀬戸市白坂町から東山路町にかけては非常に明瞭である。瀬戸市海上町から 2 本に分岐しており、南のものは瀬戸市と豊田市の境界付近まで、北のものは瀬戸市吉野町までとされていた。しかし、北側のものは、瀬戸陶土層や東海層群の基底部の垂直変位量を検討した結果、山地から丘陵地にかけて 50m 内外の一定した比高差を保って連続していること、工事現場で断層露頭が確認されていることなどから、丘陵地まで猿投山北断層が連続している考えられる。また、南側のものは、造成地や硅砂鉱山跡地で破碎帯を伴う断層露頭が確認されている。これらのことから、猿投山北断層の北側の分岐断層についてはおよそ 2.5km、南側の分岐断層についてはおよそ 2km 南東方向に伸びていると結論された。

キーワード: 活断層, 丘陵地, 垂直変位量, 断層露頭, 地質学的検討

Keywords: Active fault, Steep range of hills, Perpendicular displacement magnitude, Fault outcrop, Geological examination

## 富山市市街地の呉羽山断層の地表位置と地下構造

## Surface trace and geologic structure of the Kurehayama fault in the downtown area of Toyama City, north-central Japan

竹内 章<sup>1\*</sup>, 村尾英彦<sup>2</sup>, 楠本 成寿<sup>1</sup>, 村地香澄<sup>3</sup>Akira Takeuchi<sup>1\*</sup>, MURAO, Hidehiko<sup>2</sup>, Shigekazu Kusumoto<sup>1</sup>, MURACHI, Kasumi<sup>3</sup><sup>1</sup> 富山大学大学院理工学研究部, <sup>2</sup> 株式会社村尾地研, <sup>3</sup> 富山大学理学部<sup>1</sup>Graduate School of Science and Engineering, University of Toyama, <sup>2</sup>Murao Chiken Co., <sup>3</sup>Faculty of Science, University of Toyama

呉羽山断層は、長さ約 35km、走向傾斜 N30 °E 45 °NW の逆断層で、富山市八尾から富山湾底まで、直線延長は陸域 22km と海域 13km の合計 35km に達し、最新活動は約 3,500 年前以後 - 7 世紀以前で、平均活動間隔は 3,000 ~ 5,000 年程度とされる。これまで、反射法地震探査、ボーリング調査、トレンチ、ピット調査や空中写真判読、現地調査を踏まえた上で断層の位置が推定されてきたが、中心市街地での地表位置や地下構造は明らかになっていなかった。

2011 年と 2012 年に富山市市街地で反射法地震探査 3 測線が実施された。今回、それらの探査データの詳細な解釈を行った結果、呉羽山断層北部の地表位置とその地下地質や構造が明らかになったことから、海底部分を含む同断層全体のトレースと活動性を議論した。

研究方法：富山市による反射法地震探査測線は、内陸部の市街地で 2 測線（南測線 A；北測線 B）と、海岸部での 1 測線 C であり呉羽山断層主断層にほぼ直交する。本研究では、反射法地震探査結果の記録断面図から比較的連続性の良い反射ホライゾン抽出し、深度区間の P 波速度および既往ボーリング資料にもとづく音響層序と解釈断面図を作成した。記録断面図に見られる反射パターンの分布や境界を検討し、ホライゾンの不連続部位に断層や不整合を考えた。卓越波長は、深度断面の表層付近で 25 m 程度であった。

## 反射断面の解釈

[1] 南測線 A では、北西（寺町側）に約 45°傾斜した逆断層が深度 350m まで確認された。断層の上盤（寺町側）では岩盤が浅い深度に分布し、褶曲構造（背斜）が認められる。下盤（有沢側）では厚い堆積層がほぼ水平に分布する。更新世中期以降で 300m 程度の上下変位量が考えられる。

[2] 北測線 B では、北西（下新西町側）に約 45°傾斜した逆断層が深度 500m まで確認された。断層の上盤（下新西町側）では急傾斜した岩盤が比較的浅い深度に分布する。下盤（牛島新町側）では、厚い堆積層が概ね水平に分布する。一部で反射面が斜交する接触関係（部分不整合）が見られる。更新世中期以降で 130m 程度の上下変位量が考えられる。

[3] 海岸測線 C では、深度 200m 以浅の表層は概ね水平で、明瞭な断層は認められない。200m 以深では、北西（岩瀬浜側）に約 50°傾斜した逆断層が深度 1100m まで確認された。この伏在断層の上盤（岩瀬浜側）では東に急傾斜した岩盤が深度 1700?2100m 以深に分布する。上盤の深度 900m から 200m にかけての区間では、約 250m の上下変位に相当する東傾斜の単斜構造（トリシア状の撓曲）が認められる。一方、下盤（浜黒崎側）のこの深度区間では、厚い堆積層が概ね水平に分布する。こうした特徴は、2010 年度に実施した呉羽山断層海域部の反射法探査結果と調和的であり、沿岸測線 10M-A2 と酷似する。

## 断層の性状とトレース

断層の上下変位量は下位の地層ほど見かけ上大きくなっている生じているので変位の累積性が認められる。断層の深部形態については、いずれの測線でも P 波速度 2500m/s 以上の下部中新統相当層で、反射ホライゾンの段差がみられ、分岐断層ないし古い前輪廻の断層と判断した。

測線 A・B の解釈断面から推定された断層の地表位置は、変動地形から中村ほか（2003）が推定した地表トレースにほぼ一致する（走向 N42°E）。一方、上記単斜構造は、測線 C に近接した海域部の 2 測線 10M-A2 および 10M-1 の特徴と対比できるが、それらは直線的には配列していない。そこで、既往の試錐資料を参考にしつつ、各測線における断層地表位置をスムーズに接続できるトレースを作成した。

まとめ 富山市が実施した 2 ヶ年にわたる反射法地震探査により富山市中心市街地における呉羽山断層帯主断層全線のトレース位置や地下形態が概ね明らかになった。既往の陸域および海域の調査結果をまとめたものを図に示す。市街地 3 測線での断層は S 字形に繋がる配置にあるが、都市圏活断層図「富山」に図示された位置とは合致しない。

呉羽山断層帯は海陸両域とも、幅の狭い「断層線」ではなく幅 2 ~ 3 km 程度の断層関連褶曲による変形ゾーンをなす。これは、伏在断層が西北傾斜の逆断層であり、このゾーンが揺れの大きい上盤であることを示唆する。

今回の結果を踏まえて呉羽山断層帯の全長 35km が動いた場合の地震規模を想定すると、少なくとも M7.5 (Mw6.9) になる。今後は、地表付近での断層変位が明瞭な A・B 測線間でトレンチ発掘調査または群列ボーリングなどを実施し

# Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SSS32-10

会場:303

時間:5月22日 11:45-12:00

て、最新活動の年代および断層変位量、再来周期などの活動性を解明する必要がある。これらを明らかにすることで、市民の防災意識の向上や、防災・減災対策に役立てたいと考える。

キーワード: 活断層, 音波探査, 反射法, 富山湾, 呉羽山断層, 断層関連褶曲

Keywords: active fault, seismic reflection profile, Toyama Bay, Kurehayama fault, fault related fold, Toyama Plain

## 長良川上流断層帯，八幡断層の完新世における古地震履歴

## Holocene activities of the Hachiman fault upstream of the Nagara River, Gifu Prefecture, central Japan

栗田 泰夫<sup>1\*</sup>, 橋本智雄<sup>2</sup>, 細矢卓志<sup>2</sup>Yasuo Awata<sup>1\*</sup>, Tomoo Hashimoto<sup>2</sup>, Takashi Hosoya<sup>2</sup><sup>1</sup>産総研 活断層・地震研究センター, <sup>2</sup>中央開発(株)<sup>1</sup>Geological Survey of Japan, AIST, <sup>2</sup>Chuo Kaihatsu Co.

岐阜県美濃地方西部に分布する長良川上流断層帯はNW-SE走向で、長さ約29kmの西側隆起成分を伴う左横ずれの活断層とされている。その主部をなす八幡断層は、長さ約20-25kmで山地の中腹に位置し、高度差300-400m程度の断層崖を形成している。八幡断層に沿っては、50-300m程度以下の左ずれを示す屈曲河谷群が認められるが、扇状地性の段丘面群には明瞭な低断層崖は認められない。本研究では、八幡断層の最近の活動履歴を明らかにする目的で、断層の中北部に認められた断片的な閉塞丘付近と低位段丘面上の3地点で、トレンチ掘削による古地震調査を実施した。

断層中部の郡上市大和町落部谷多和では、左屈曲した尾根が形成する小規模な閉塞丘の斜面から断層鞍部にかけて、長さ約10m、幅約2m、深さ約2mのトレンチを掘削した。トレンチの壁面と底面には、東側の閉塞丘を構成する中生界の奥美濃酸性岩類からなる基盤岩が分布し、断層鞍部には、淘汰の悪い礫層と、それを覆う最大厚さ約1.5mの腐植土層が分布する。腐植土層の下半部と上半部には、それぞれ、閉塞丘側から断層鞍部側に向かってせん滅するレンズ状の砂礫混じり腐植土層が挟まれる。トレンチでは、基盤岩と腐植土層を切る高角度の伸張性の断裂群からなる幅約5mの断層帯が認められた。断層帯の北西側には、NNW-SSE走向で幅0.5mの主断層帯が発達し、この断層帯は腐植土層の中部までを切り、上部の礫混じり腐植土に覆われている。断層帯の南東側には、NW-SE走向で北西落ちの上下変位を伴う副断層群が発達し、その幅は尾根の南東側斜面に向かって広がっている。八幡断層の一般走向と斜交するこれらのhorse tail状の断裂群は、断層の左横ずれセンスと整合する。上部の砂礫混じり腐植土層は、断層の最新活動に伴うイベント堆積物と推定でき、その堆積時期は3700±30 yBP以前、5280±30 yBP以後である。また、下部の砂礫混じり腐植土層は1つ前の断層活動に伴うイベント堆積物の可能性があり、その堆積時期は6580±30 yBP以前、8280±40 yBP以後である。

断層中北部の郡上市白鳥町越佐大谷では、小規模な沖積扇状地をせき止める小規模な閉塞丘の上流側において、鞍部の西側に長さ約15m、東側に長さ約6mのトレンチを掘削した。西側のトレンチでは、扇状地礫層の上部が、鞍部付近では細粒で淘汰の悪いせき止め堆積物に側方変化している。せき止め堆積物からは4570±40 yBPの年代が得られた。東側トレンチでは、扇状地礫層が10°程度の緩やかな西傾斜を示し、閉塞丘を構成する基盤岩にアバットしている。しかし、これらのせき止め堆積物の存在や扇状地堆積物の傾斜が断層活動に関連したものかどうかは不明である。

断層北部の郡上市白鳥町向小駄良の旧油坂スキー場跡地では、扇状地性の低位段丘面上において、段丘面の最大傾斜方向と平行する西南西上りの緩やかな斜面を横切るトレンチを掘削した。しかし、斜面はスキー場造成時の盛り土から構成されており、段丘堆積物である礫層の上面には変形が認められなかった。

以上のトレンチ調査結果から、八幡断層の最新活動時期は3930 Cal yBP以前、6180 Cal yBP以後と推定され、一つ前の活動時期は7430 Cal yBP以前、9400 Cal yBP以後の可能性がある。

キーワード: 長良川上流断層帯, 八幡断層, 活断層, 古地震履歴, 最新活動時期

Keywords: Nagara-gawa fault zone, Hachiman fault, active fault, paleoseismicity, most recent event

最近の活動が認められない地質断層の断層破碎帯における元素分布の特徴：三重県大紀町の仏像構造線を例として  
Relationship of slip plane and element distribution in the inactive fault zone: an example of the Butsuzo Tectonic Line

大谷 具幸<sup>1\*</sup>, 井桁駿輔<sup>1</sup>, 小嶋 智<sup>1</sup>  
Tomoyuki Ohtani<sup>1\*</sup>, IGETA, Shunsuke<sup>1</sup>, Satoru Kojima<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 岐阜大学工学部

<sup>1</sup>Dept. Civil Eng., Gifu Univ.

比較的最近に地震性すべりを生じた断層ガウジの鉱物学的、地球化学的特徴を明らかにすることができれば、基盤岩のみが露出する地域でも最近の地質時代に活動した断層ガウジを特定できるようになり、構造物の建設等への活用が期待される。一方で、最近の活動が認められない地質断層における断層ガウジの特徴を把握することによって、活断層の断層破碎帯のみに認められる特徴を認識することができる。そこで本研究では、三重県大紀町において仏像構造線の破碎帯露頭を調査し、この断層破碎帯の主要元素組成等を調べ、断層ガウジにおける特徴を把握して、その結果を活断層破碎帯におけるこれまでの研究結果と比較をすることを目的とする。

仏像構造線は付加体である秩父帯と四万十帯の境界をなす断層であり、活断層研究会(1991)において活断層として認定されていない。調査地点は加藤・坂(1995)により記載された地点である。断層破碎帯の姿勢はN62W30N、幅は0.9mであり、上盤側に秩父帯、下盤側に四万十帯が分布しており、両者とも泥岩基質のメランジェである。断層破碎帯は幅数cmの断層ガウジ帯と断層角礫帯から構成され、後者は色の違いから断層ガウジ帯の上部を明灰色断層角礫、下部を暗灰色断層角礫に区分される。明灰色断層ガウジには、局所的に淡黄色を示しており、その上盤側には割れ目が発達している。また、両者の断層角礫には多数のブロックが含まれ、その一部には石英脈と方解石脈が多数発達している。

断層破碎帯より試料を採取して、粉末X線回折分析、蛍光X線分析、SEM-EDX分析を行った。その結果、断層ガウジと断層角礫にはシデライトとドロマイトが含まれること、またスメクタイトは含まれないこと、特に断層ガウジと明灰色断層角礫にはドロマイトが多いこと、暗灰色断層角礫にはシデライトが多いこと、Mnは破碎帯全体を通して増加しないことが確認された。また、明灰色断層角礫の淡黄色の部分にはFeが多く含まれており、ゲータイトが検出された。これまでの活断層の破碎帯における調査結果(例えば、大谷ほか(2012))では、断層ガウジ帯にスメクタイトが含まれること、最新すべり面に近づくにつれてMnの増加が認められることが明らかになっており、今回の調査結果と一致しない。また、活断層の破碎帯では、最新すべり面で酸化が生じたと考えられるものの、今回の調査では、淡黄色の部分のみ上盤側の割れ目を浸透した酸化的な水が明灰色断層角礫の一部を酸化させたものと考えられ、この形成過程も一致しない。よって、これらの相違点が活断層の破碎帯を識別する上での指標となり得ると考えられる。

引用文献

加藤・坂, 1995, 早稲田大学教育学部学術研究(生物学・地学編), 44, 1-8.

活断層研究会, 1991, 新編日本の活断層, 440pp.

大谷ほか, 2012, 日本地球惑星科学連合大会予稿集, SSS35-04.

キーワード: 仏像構造線, 断層破碎帯, 地質断層, 元素分布

Keywords: Butsuzo Tectonic Line, fault zone, geological fault, element distribution

## ボーリングデータ解析に基づく福岡平野の警固断層と地下地質構造の特徴 The Kego Fault and subsurface structure in the Fukuoka Plain analyzed based on borehole data

木村 克己<sup>1\*</sup>, 康 義英<sup>1</sup>, 花島 裕樹<sup>2</sup>

Katsumi Kimura<sup>1\*</sup>, Kou Yoshihide<sup>1</sup>, Yuki Hanashima<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所地質情報研究部門, <sup>2</sup> 筑波大学生命環境科学研究科

<sup>1</sup> AIST, Geological Survey of Japan, <sup>2</sup> Univ. of Tsukuba, Graduate school of Life and Environment Science

警固断層帯は、2005年の福岡県西方沖地震の余震域をなす北西部と博多湾から陸域の南西部に2分されている(地震調査研究調査推進本部, 2007)。しかし、南東部の警固断層については、最大50m以上の沈降を示す天神沈降盆が随伴する一方、基盤岩上面標高の落差が認められない地域が存在するなど、垂直変位の変化が大きく、一つのセグメントをなすかどうか必ずしも明らかではない。本講演では、ボーリングデータの解析に基づいて、福岡平野の三次元の地下地質構造を可視化し、警固断層の形状と運動像、第四系の地質構造のテクトニクスを考察する。第四系の層序は、下山(1989)に基づき、下位から上位へ、仲原礫層、須崎層、阿蘇-4火砕流堆積物、大坪砂礫層、沖積層に区分した。

福岡平野の海岸線から内陸の須玖南方まで、約10kmの区間において、ボーリングデータと基盤面のサーフェスマデルに基づき、基盤面および第四系の地層境界面の急変位置として、警固断層の位置と形状を定めた。断層位置については、既存研究による2地点を含む計15地点で断層に直交する方向に50m以下、走向方向に150m以下の高い精度で断層位置が設定できた。その結果、警固断層は北西-南東方向の1本の直線状の断層ではなく、沈降域北端の赤坂~荒津において従来の断層トレースに相当する北西-南東方向のKf1断層(1.8km長)と新規に定めた南北方向のKf2断層(1.7km長以上)とに分岐すること、従来断層位置が不明とされていた那珂川低地付近では、北東側の基盤面の凹地構造の分布域の南縁を画して、左ステップに雁行状配列をなすことなどの新知見を得た。

警固断層の北東側に随伴する天神沈降盆(福岡地盤図作成グループ(1981)の天神凹地)は、基盤面・第四系の地質構造に基づき、その東縁が南北方向の住吉遷急線で画され、その北端はおおよそ赤坂、天神、呉服の各町を結ぶラインより北において沈降量が急速に減少する地質構造であることを明確にした。同ラインを境に、南側の沈降盆では警固断層沿いに須崎層~沖積層までの第四系からなる、西傾斜で最大深度55mの非対称な凹地構造が発達している。一方、北側では、須崎層ではKf2断層沿い、大坪砂礫層・沖積層ではKf1断層と呉服遷急線沿いにそれぞれ変位の小さい沈降域に地域的に、そして時代的にも移動・分化することが判明した。

以上の警固断層の垂直変位量の変化と分岐・雁行配列、天神沈降盆や阿蘇-4台地南部における凹地構造との密接な関係から、警固断層は沈降域の広がりに対応した断層セグメントに分割できる可能性があると考えられる。

### 文献

福岡地盤図作成グループ(1981) 福岡地盤図。九州地質調査業協会, 174p.

下山正一(1989) 九大理研報(地質), 16, 37-58.

キーワード: 警固断層, 福岡平野, ボーリングデータ, 地下地質構造

Keywords: Kego Fault, Fukuoka Plain, borehole data, subsurface structure

## 1596年慶長豊後地震の断層モデル

### Fault model of 1596 Keicho Bungo Earthquake around Beppu Bay, Kyushu, Japan

竹村 恵二<sup>1\*</sup>, 佐竹 健治<sup>2</sup>, 平井 義人<sup>3</sup>, 大分県防災対策推進委員会有識者会議メンバー<sup>4</sup>, 濱田 俊介<sup>5</sup>

Keiji Takemura<sup>1\*</sup>, Kenji Satake<sup>2</sup>, HIRAI, Yoshito<sup>3</sup>, Intellectual members for Disaster Prevention Counter-measure of Oita Prefecture<sup>4</sup>, Shunsuke Hamada<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 東京大学地震研究所, <sup>3</sup> 大分県立先哲資料館, <sup>4</sup> 大分県, <sup>5</sup> 応用地質(株)

<sup>1</sup> Graduate School of Science, Kyoto University, <sup>2</sup> Earthquake Research Institute, University of Tokyo, <sup>3</sup> Oita Prefecture Ancient Stage Historical Archives, <sup>4</sup> Oita Prefecture, <sup>5</sup> Oyo Corporation

<はじめに> 大分県では、南海トラフ地震、別府湾起源の地震、周防灘断層地震を対象として、地震津波の被害想定を検討している。大分県防災対策推進委員会有識者会議のメンバーは、竹村・佐竹・平井のほか、平原和朗(京都大学)・千田 昇(大分大学)・工藤宗治(大分高専)・岩田知孝(京都大学)・菊池健児(大分大学)・岩尾尊徳(大分地方気象台)・村野淳子(大分県社会福祉協議会)の諸氏である。今回の発表は、1596年慶長豊後地震を起した別府湾の地震についての報告である。1596年慶長豊後地震とは、1596年9月4日(慶長元年閏七月十二日)に別府湾で発生した地震である。羽鳥(1985)は、現地調査や史料に基づき、沿岸部の津波高を推定し、マグニチュード6.9と推定している。また、石辺・島崎(2005)はこの地震に伴う津波の波源推定を実施している。

<1596年慶長津波の津波高> 別府湾周辺には、1596年慶長豊後地震時の地震・津波等に関する記録が残されている。今回対象とした記録は18編にのぼる。それらの記録を吟味して、別府湾周辺の杵築(八幡奈多宮)、別府村、沖の浜(西大分)、府中並近辺(大分県庁付近)、佐賀関(関神社)などの地点の津波高を推定した。津波高は、それぞれ、6m, 4-5m, 4-5m, 4-5m, 4-6mとして計算結果の検証に用いた。

<1596年慶長津波のモデル> 別府湾を取り巻く地域および別府湾内には、中央構造線(豊予海峡セグメント)、別府湾 日出生断層帯東部(別府湾中央断層を含む)、別府地溝南縁断層帯東部(朝見川断層、府内断層を含む)などが分布している。そのうち、別府湾中央断層系の活動履歴の最新活動は1596年慶長豊後地震の可能性が高いと推定されている(岡村ほか, 1992など)。まず、各断層系が個別に活動した場合の評価をした(1)地震調査研究推進本部モデルによる別府湾 日出生断層帯東部を一括したモデル(2)別府湾 日出生断層帯東部を別府湾中央断層系と杵築沖断層系に分けて計算した。計算の結果、湾内の各断層系の活動のみでは、別府湾全域の歴史記録から推定された津波高を求めることはできないことを確認した。このことは、石辺・島崎(2005)によっても指摘されている。その後(3)中央構造線西部(豊予海峡セグメント)、別府湾 日出生断層東部(別府湾中央断層を含む)と別府地溝南縁断層東部(朝見川断層、府内断層を含む)が活動するモデルを検証した。その結果、全部の断層がいつせいに活動する場合は、おおむね各地点の津波古記録と一致するものの、杵築(八幡奈多宮)の記録との整合性が低いことが明らかになった。そのため、中央構造線(豊予海峡セグメント)の断層にひきつづき、別府湾 日出生断層東部(別府湾中央断層を含む)と別府地溝南縁断層東部(朝見川断層、府内断層を含む)が活動するモデルを検証し、時間差8分程度をおくことで、歴史記録による津波高と整合する結果が得られた。今後は、大分県では上記の運動モデルを用いて、津波浸水予測とそれに基づく被害予測の推定を実施していく予定である。

#### 文献:

羽鳥徳太郎(1985) 別府湾沿岸における慶長元年(1596年)豊後地震の津波調査。地震研究所彙報, 60, 429-438.

石辺岳男・島崎邦彦(2005) 1596年慶長豊後地震に伴う津波の波源推定。歴史地震, 20号, 119-131.

岡村真ほか(1992) 別府湾西部の海底活断層 - 浅海域活断層調査の手法とその成果。地質学論集, 40号, 65-74.

キーワード: 1596年慶長豊後地震, 津波, 別府湾, 断層モデル

Keywords: 1596 Keicho-Bungo Earthquake, tsunami, Beppu Bay, fault model

## 沖縄本島周辺で発生した2つの歴史地震津波の断層モデル - 1768年地震と1791年津波 -

### Source fault models of the 1768 earthquake and the 1791 tsunami near Okinawa-jima, central Ryukyu.

中村 衛<sup>1\*</sup>, 金城 綾乃<sup>1</sup>

Mamoru Nakamura<sup>1\*</sup>, Ayano Kinjou<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 琉球大学理学部

<sup>1</sup> Faculty of Science, University of the Ryukyus

琉球海溝南部は1771年八重山地震津波を初めとする巨大津波が過去頻繁に襲来した地域である。一方、琉球海溝中部では過去300年間顕著な大地震・大津波は記録に残されておらず、地震津波災害の少ない地域であるとされてきた。しかし琉球王府の史書である「球陽」には1768年と1791年に地震津波被害が記録されている。

1768年の地震とは、1768年7月22日(旧暦1768年6月9日)午後沖縄本島周辺で発生した地震である。首里の首里城・玉陵および浦添にある極楽寺の石垣が崩れる地震動被害(震度V以上に相当)があった。那覇港では約1mの津波が襲来し、座間味島(座間味・阿座集落)でも海辺の水田と民家九軒が津波によって破損させられた。現地での測定の結果、当時の集落は標高2~3mに位置していたことから、座間味島での津波浸水高は4~5mであったと推定される。これまでこの地震の震源は那覇と座間味島の中間で発生したとされていたが位置の妥当性は検討されておらず、かつマグニチュードは不明であった。そこで各地の津波最大波高および首里・浦添での震度を用いてこの地震津波の断層モデルを推定した。沖縄トラフおよび慶良間ギャップにM7.4の正断層、沖縄本島南西沖にM7.4の逆断層、および琉球海溝付近にM7.9の低角逆断層を設定して非線形長波式を用いた津波の数値計算および距離減衰式(司・翠川, 1999)を用いた地震動の計算を行った。その結果、琉球海溝から北西方向に約50km離れたプレート境界面にM7.9の低角逆断層を設定した場合に各地の波高および震度が記録と調和的となる結果が得られた。沖縄本島南西沖にM7.4逆断層を設定した場合も、それに次いで調和的な結果となった。

また1791年の津波は、球陽によると1791年5月13日(旧暦1791年4月11日)卯の刻に沖縄本島に襲来している。沖縄本島の泊港では礁縁で大鳴とともに約1.5mの津波が3度繰り返し襲来している。那覇港でも高さ約1.5mの津波が襲来し、船が流される被害が生じている。本部(渡久地)でも村内に津波が遡上(浸水高約2m)している。最大の津波遡上高は与那原で、約11mである。しかしこの津波に関して直前の地震動に関する記録は見られない。またこの時期に世界の他地域で大地震が発生した記録はないことから、遠地津波である可能性は低い。これらのことから、この津波は沖縄本島の近傍、琉球海溝付近で発生した津波地震であると推定した。津波数値シミュレーションを行い各地の波高分布を再現したところ、琉球海溝でM8.2の低角逆断層を設定した場合に各地の波高と調和的な結果が得られた。

1768年の地震と1791年の津波の断層がどちらも琉球海溝付近のプレート間地震であった可能性があることは、中部琉球海溝でもM8クラスの地震が時折発生している事を示している。

キーワード: 琉球海溝, 津波, 歴史地震

Keywords: Ryukyu Trench, tsunami, historical earthquake

## 1739年M 8 中国銀川平羅地震による万里の長城のずれの再評価 Reevaluation of the offset of the Great Wall caused by the ca. M 8.0 Pingluo earthquake of 1739, Yinchuan graben, China

林 愛明<sup>1\*</sup>, Rao Gang<sup>1</sup>, 公 王兵<sup>2</sup>, 胡 建民<sup>2</sup>  
Aiming Lin<sup>1\*</sup>, Gang Rao<sup>1</sup>, Wangbin Gong<sup>2</sup>, Jianmin Hu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院地球惑星科学専攻地球物理学教室, <sup>2</sup> 中国地質科学院地質力学研究所

<sup>1</sup>Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto Univ., <sup>2</sup>Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, China

1739年M 8 中国平羅地震に伴い、明の時代に造られた銀川盆地の北西側に位置する万里の長城に最大約3メートルの右横ずれが生じたことが報告された。しかし、我々の最近現地調査の結果、万里の長城が活断層崖の上に造られたもので、1739年平羅地震の際に変位されていなかったことが明らかになった。本講演では、現地調査の結果を報告するとともに、1739年M 8 平羅地震の震源断層について議論する。

The study of large-magnitude earthquakes that occurred prior to the availability of routine instrumental measurements relies mainly on the analysis of historical documents and field observations. Significant uncertainties often exist in relation to the location of the epicenter, the magnitude, and the actual extent of damage, including the number of fatalities, caused by individual historical earthquakes, because records generally focused on the effects in the restricted regions that were settled. Field observations of the geologic effects of large historical earthquakes provide direct evidence of the coseismic ground deformation and seismic intensity of these large-magnitude events, and can therefore help to improve our understanding of the dynamic mechanisms associated with seismic faulting, and our ability to assess seismic hazards in densely populated epicentral regions.

China is located in one of the most active seismic regions of the world and has experienced numerous destructive earthquakes over its long history. The damage caused by previous large-magnitude earthquakes has been recorded in historical documents, and coseismic ground deformation is locally preserved in ruined ancient buildings such as temples, tombs, and other constructions erected over the past several thousand years (EBASP, 1998; People Network, 2012). Therefore, the ruins of ancient civilizations can sometimes be used to indicate the nature and extent of ground deformation and damage caused by large-magnitude earthquakes.

Previous studies have shown that the Great Wall of China was damaged and offset by the ca. M 8 Pingluo earthquake of 1739 along an active fault zone in the Yinchuan graben, on the western margin of the Ordos Block in northern central China. Based on the apparent displacement, it was concluded that the Great Wall was right laterally offset by 1.45-1.95 m, with a 0.9-2.0 m vertical component, at three locations in this area (He, 1982; Liao and Pan, 1982; Zhang et al., 1986); consequently, the maximum cumulative displacement of the wall was calculated to be 3 m dextral and 2.7 m vertical (Zhang et al., 1986).

However, our recent fieldwork has shown that the Great Wall was probably not affected by the ca. M 8 Pingluo earthquake of 1739, as reported previously. In this study, we reinterpret the offset of the Great Wall on the basis of our new field observations, and attempts to identify the source seismogenic fault that triggered the 1739 M 8 Pingluo earthquake. Our field investigations reveal that (i) the Great Wall was not offset by the ca. M 8 earthquake of 1739, but the wall was, in fact, built on the pre-existing fault scarps; (ii) the Yinchuan-Pingluo fault was most probably the source seismogenic fault of the 1739 earthquake. More work is required if we are to better understand the deformation characteristics of the source seismogenic fault, and also improve our ongoing assessments of the seismic hazard within the densely populated area of the Yinchuan graben.

キーワード: 1739年M 8 中国銀川平羅地震, 万里の長城, 地表地震断層, 活断層, 変位, 古地震

Keywords: 1739M 8.0 Pingluo (China) earthquake, Great Wall, coseismic surface rupture, active fault, displacement, paleoearthquake

## Study Paleoseismology of Cimandiri Fault, Sukabumi, West Java, Indonesia Study Paleoseismology of Cimandiri Fault, Sukabumi, West Java, Indonesia

Supartoyo Supartoyo<sup>1\*</sup>, Sri Hidayati<sup>1</sup>, Emmy Suparka<sup>2</sup>, Chalid Idham Abdullah<sup>2</sup>, Imam A. Sadisun<sup>2</sup>, Nandang<sup>3</sup>  
Supartoyo Supartoyo<sup>1\*</sup>, Sri Hidayati<sup>1</sup>, Emmy Suparka<sup>2</sup>, Chalid Idham Abdullah<sup>2</sup>, Imam A. Sadisun<sup>2</sup>, Nandang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Geological Agency of Indonesia, <sup>2</sup>Institute Technology of Bandung, <sup>3</sup>Indonesian Institute of Sciences

<sup>1</sup>Geological Agency of Indonesia, <sup>2</sup>Institute Technology of Bandung, <sup>3</sup>Indonesian Institute of Sciences

Cimandiri fault lies along the Cimandiri river valley that extends about 55 km from Palabuhanratu Bay to southern part of Sukabumi city. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) and aerial photograph showed lineaments along the valley and associated with the existing of the Cimandiri Fault.

This paleoseismology study is aimed to find out the signs of ancient earthquakes from Cimandiri Fault movement. A trench was dug to ascertain evidence of the ancient earthquakes which can be seen through the wall of the trench. Site of trenching is defined based on field, landform and stratigraphic observations.

Analysis of wall trenching showed a discontinuity of layer (sandy granules, sandy pebbles, sandy clay, clay and paleosols), a minor fault, the deformed of clay and a pattern of the minor of synthetic and antithetic fault. These indicated the evidence of tectonic deformation of ancient earthquakes. Moreover, age analysis of paleosols in the fault zone revealed 2 ancient earthquakes occurred in 1620 moreless 230 BP and 1170 moreless 190 BP (1950). It suggests that Cimandiri Fault can be classified as an active fault.

キーワード: paleoseismology, trenching, paleosols, ancient earthquake

Keywords: paleoseismology, trenching, paleosols, ancient earthquake