

DEMから作成する変動地形判読のためのステレオ等高線図 DEM-derived stereo contour maps for visual analysis of tectonic geomorphology

粟田 泰夫^{1*}
AWATA, Yasuo^{1*}

¹ 産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門
¹ Inst. Earthq. Volcano Geology, Geol. Surv. Japan, AIST

航空計測データや衛星観測データなどから得られる DEM データの拡充が急速に進んでいる。それらの DEM を可視化して詳細な変動地形判読を直感的かつ効率的に行えるよう、等高線を主題とするステレオ地形解析図（ステレオ等高線図）を開発した。このステレオ等高線図は沖積面や段丘面などの堆積地形面の表現に優れており、尾根谷線・低崖などの線状地形と微細な凹凸地形の表現に優れているステレオ傾斜量図を併用することにより、変動地形のみならず様々な地形の判読に用いることができる。

ステレオ等高線図の作成は2段階からなり、最初に、2次元でも有効に利用できる品質の地形解析図を作成し、次いで、地形解析図を数値標高モデルの上にテクスチャーマッピングして、アナグリフ画像を作成する。DEM 可視化ソフトである SimpleDEMViewer を使用したステレオ等高線図の作成手法は以下の通りである。

2次元地形解析図は、DEM から作成する細密な等高線図を基本として、標高段彩図、傾斜量図および傾斜陰影図を透過させて重ねた図からなる。等高線図は、DEM の精度と対象とする地形の特性に応じて、等高線間隔と描画する地形図画像のサイズを調整する必要がある。たとえば、等高線間隔を DEM のメッシュ間隔と等しい間隔とした場合、DEM と同間隔の画素からなる画像では理論的には傾斜約 26 度以下の斜面について描画が可能である。一方、DEM の高さ精度を十分に生かしたより細かい間隔の等高線を急傾斜地まで描画するためには、画像のサイズを大きくする必要がある。このため、多様な傾斜を持つ地域については、急傾斜地域を含む全域を描画するための等高線間隔の大きな図と、緩傾斜地域に焦点を当てた等高線間隔の小さい図を併せて作成することが効率的である。標高段彩図は、色相関に基づいた配色に、微地形を強調できる濃淡の縞模様を組み合わせることでダイナミックレンジを大きくすることができる。また、グレースケールの傾斜量図を透過して重ねることにより、等高線では表現できない微細な地形の凹凸を描画し、標高段彩色をアナグリフに適した淡い色に抑えることができる。さらに、傾斜陰影図を透過して重ねることにより、2次元地形解析図の擬似的な立体感を高めることができる。

アナグリフ方式による立体視地形解析図は、広範囲の立体視に適するとともに、他の GIS ソフト等に画像として取り込む場合において親和性が高い。立体視画像の等高線を見やすくするには、2次元画像の 1.5 倍程度のサイズでアナグリフ画像を書き出すとよい。

ステレオ等高線図に描画される等間隔の等高線は、地形の標高を表示するとともに、その間隔によって一次微分量である傾斜を、間隔の変化と形状によって二次微分量である曲率を視覚的に表示できる優れた地形解析手法である。これに標高段彩を重ねることは、2次元地形図に擬似的な立体感を与えると同時に広範囲の地形を直感的に判読させる手法として伝統的に用いられてきた。さらに、それらを併せて立体視することにより、極めて直感的かつ効率的に広範囲の地形を詳細に判読することができる。ステレオ等高線図では、変位規準となる各種の堆積地形面の判読が容易であり、地形発達史の理解の上に変動地形を抽出することができる。また、細密な等高線を判読することにより、地形を定量的に判読することができる。

しかし、ステレオ等高線図では、等高線間隔よりも小さい起伏や平面形状をもつ微地形の表現は困難であり、微地形強調の標高段彩との組み合わせによる表現にも限界がある。これを補うために、グレースケールの傾斜量図に重点をおいたステレオ地形解析図を判読に併用することは、尾根・谷線や鞍部、崖地形などの視覚的抽出にも効果的である。傾斜量図は、段丘面などの広がりを持つ堆積地形面の表現に適さないこと、緩傾斜地では人工構築物やデータのノイズなどによる局所的で微細な高低が判読を妨げることなどの欠点をもつが、それらは等高線図を併用することによって解消できる。

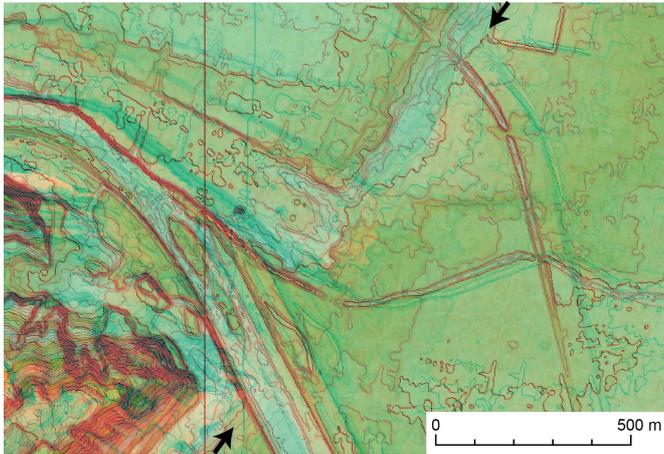
図：基盤地図情報数値標高モデル（5m メッシュ）を使用した長町-利府線断層帯の変動地形を示すステレオ等高線図。矢印は、累積変形する段丘面群上の撓曲崖基部の位置を示す。矢印は、累積変形する段丘面群上の撓曲崖基部の位置を示す。等高線間隔は 1m。2次元画像を DEM のメッシュサイズの 2 倍、アナグリフ画像を同 3 倍のスケールで作成した。

キーワード: ステレオ等高線図, ステレオ傾斜量図, DEM, 地形解析, 変動地形
Keywords: stereo contour map, stereo slope map, DEM, geomorphological analysis, tectonic geomorphology

SSS28-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 18:15-19:30



前期更新世までに活動を停止した断層における破砕帯の特徴 Characteristics of the fault zones of their activities terminated until the Early Pleistocene

椿 純一^{1*}; 大谷 具幸¹; 河野 雅弘¹; 小嶋 智¹

TSUBAKI, Junichi^{1*}; OHTANI, Tomoyuki¹; KONO, Masahiro¹; KOJIMA, Satoru¹

¹ 岐阜大学

¹Gifu Univ.

活断層の活動性を評価する際に地表付近に若い被覆層が残されていない場合があり、基盤岩の破砕帯を調べることでより活動性を評価する手法の開発が望まれる。このときに活断層における破砕帯の特徴を明らかにするとともに、その特徴を比較的最近の地質時代に活動を停止した断層と比較することが重要である。そこで、奈良県吉野町に分布する中央構造線を対象として調査を行うとともに、それを活断層における調査結果と比較する。

中央構造線は四国から紀伊半島の中央部にかけては活断層としての活動を有するものの、紀伊半島中央部の奈良県五條市付近からは活断層としての活動は中央構造線から北に伸びる金剛断層へと続いており、そこから東側に続く構造線としての中央構造線には最近の活動は認められない。またこの地域では、岡田・東郷(2000)により活断層図に30万年前以前に活動を停止した断層が示されている。また、寒川・岡田(1977)は白亜紀の和泉層群と前期更新世の菖蒲谷層下部層が中央構造線の破砕帯を挟んで接しており、それらを中期更新世の菖蒲谷層上部層が不整合で覆っている露頭を報告している。菖蒲谷層の上部層と下部層の堆積年代(水野・百原, 1993)からこの露頭では中央構造線は100~120万年前にはほぼ活動を停止したとされている。寒川・岡田(1977)により報告された露頭は現在は観察できないので、この露頭から東へ13km離れた地点に露出する破砕帯露頭と西へ1km離れた地点に露出する露頭の2地点で調査を行った。

前者の露頭では、幅約1mの断層ガウジ帯がほぼ東西走向で分布している。北側には和泉層群が分布するものの、南側には露出がなく中央構造線に接する地質体の種類を確認できていない。原岩である和泉層群は泥岩を主体としており、緩傾斜の層理面と思われる面構造が発達するものの、断層ガウジ帯の近くに分布するカタクレーサイトでは断層ガウジ帯とほぼ平行に急傾斜の面構造が発達している。カタクレーサイトには南側隆起のせん断センスを示す複合面構造が認められる。後者の露頭では、北側の和泉層群と南側の菖蒲谷層の境界に幅約10cmの断層ガウジ帯がほぼ東西走向で分布している。この露頭では、松本(2001)が中央構造線と菖蒲谷層との関係を報告しており、寒川・岡田(1977)の断層露頭とは異なり、中央構造線が菖蒲谷層上部層を切断していることから、菖蒲谷層上部層の堆積以降にも中央構造線が活動したことが指摘されている。

これらの露頭から試料採取を行い、粉末X線回折分析と蛍光X線分析を行った。前者の露頭では粉末X線回折分析の結果、断層ガウジに接する面状カタクレーサイトでは、雲母粘土鉱物の消失、緑泥石の生成が生じている。またこの面状カタクレーサイトとその直近の断層ガウジでは斜長石の分解が生じている。このように変質鉱物の形成は断層ガウジよりもそれに接する面状カタクレーサイトで顕著である。一方で、断層ガウジ、カタクレーサイトともにスメクタイトは検出されなかった。蛍光X線分析の結果、原岩からカタクレーサイトに向かうにつれてMgO, CaO, Fe₂O₃, TiO₂は増加し、SiO₂は減少する傾向が認められる。一方で、カタクレーサイトから断層ガウジに向かうにつれて、MgO, CaO, Fe₂O₃, TiO₂は減少し、SiO₂は増加する。また、K₂Oは断層ガウジに接する面状カタクレーサイトで原岩と比べて減少する傾向が認められる。後者の露頭では、粉末X線回折分析の結果、断層ガウジにおいてスメクタイトの生成が生じている。また、蛍光X線分析の結果、原岩と比べて断層ガウジではMgO, CaO, Fe₂O₃, Al₂O₃の増加とSiO₂の減少が認められる。

このような傾向を活断層の基盤岩からなる破砕帯における結果と比較すると、活断層の場合には破砕帯の最新すべり面にスメクタイトが含まれており、かつMnが濃集することが認められている。これは比較的低温で形成する鉱物であるスメクタイトが地表付近で形成し、地表付近の酸化的環境でMnが濃集すると考えられる。一方で、現在活動を停止している断層では以前に活動を生じた際には現在より地下深く地下水面下の還元的環境で変位を生じたためにMnが濃集していないと考えられる。あるいは、Mnの濃集が生じていたとしても長い期間をかけ濃集部分が浸食作用により失われた可能性も考えられる。なお、スメクタイトが含まれていないことは、当時の地下水水質等が影響を与えるため、スメクタイトの有無と活断層の活動性については今後慎重に検討する必要がある。

キーワード: 断層破砕帯

Keywords: fault zone

1896年陸羽地震・横手盆地の断層露頭

Fault exposure in the Yokote basin accompanied with the 1896 Rikuu earthquake Akita prefecture, Northeast Japan

阿部 恒平^{1*}; 黒澤 英樹²; 小坂 英輝³; 楮原 京子⁴; 三輪 敦志⁵; 今泉 俊文⁶; 宮内 崇裕⁷
ABE, Kohei^{1*}; KUROSAWA, Hideki²; KOSAKA, Hideki³; KAGOHARA, Kyoko⁴; MIWA, Atsushi⁵;
IMAIZUMI, Toshifumi⁶; MIYAUCHI, Takahiro⁷

¹ 応用地質株式会社, ² 応用地質株式会社, ³ 株式会社環境地質, ⁴ 山口大学, ⁵ 応用地質株式会社, ⁶ 東北大学, ⁷ 千葉大学
¹Oyo Corporation, ²Oyo Corporation, ³Kankyo Chishitsu Co., Ltd, ⁴Yamaguchi University, ⁵Oyo Corporation, ⁶Tohoku University, ⁷Chiba University

1896年陸羽地震の際、横手盆地北部東縁に沿って明瞭な地表地震断層が現れ、それらは松田ほか(1980)によって、北から白岩断層・太田断層・千屋断層とされた。陸羽地震は明治以降に活動した逆断層タイプの地震としては、最も典型的な事例で、この地震を起こした断層については、地表地震断層調査、地形・地質学的調査、古地震学的調査、反射法地震探査・重力探査、地球物理学的調査が行われてきた。

しかし、地表地震断層の出現位置やその形状については、松田ほか(1980)や千屋断層研究グループ(1986)の調査以降ほとんど進展がなく不明な箇所はそのままである。また、明治以降今日まで行われてきた様々な人工改変(圃場整備や道路・水路の改修工事など)によって、特別に保存されている場所を除くと、断層地形は消失したり、不明瞭になったりしている。本論では圃場整備に伴って、白岩断層で新たに見出した断層露頭について、堆積物の性状と年代測定結果を報告する。さらに、今泉ほか(2006)で報告された千屋断層の断層露頭の年代測定結果も併せて報告し、1896年陸羽地震に伴う地表地震断層トレースの再検討を行う。

白岩断層は、松田ほか(1980)の調査当時でも、白岩広区内・後村集落付近から高屋敷集落付近までは、山麓に通る用水路のために、断層の正確な位置がわからず、地震時の変位量は水路の土手を跨いで推定された。約10年前(2005年)頃に、高屋敷西方一帯で大規模な圃場整備が行われ、断層崖沿いの用水路が改修された。この工事に伴って、高屋敷北方で、断層崖前面の小扇状地堆積物が撓曲変形する露頭が現れた。演者らは、断層露頭の記載および堆積物の年代測定を行い、白岩断層の過去の活動について検討したところ、1896年陸羽地震による活動を認めることができた。さらに昔の水路工事に伴う盛り土と断層地形の関係を示唆する資料を入手し、検討したところ、地表地震断層は、山麓に沿うものの、微細に見ると地表トレースは、今泉ほか(2006)で指摘された千屋断層や他の地域と同様に、断層面の東傾斜にあわせて湾曲することが明らかになった。

千屋断層は、これまでトレンチ調査をはじめ多数の調査が行われ、一部地域が国指定の天然記念物となっている。大道川沿いの花岡地区では、今泉ほか(2006)によって、陸羽地震の活動で生じた断層露頭が発見されたが、現在では露頭の一部が河川改修で隠れている。この断層露頭の年代測定結果から、小崖は1896年陸羽地震で初めて生じたことがわかり、地表地震断層のトレースと低角逆断層の形状の関係を明らかにすることができた。

キーワード: 陸羽地震, 地表地震断層, 断層崖, 断層露頭

Keywords: Rikuu earthquake, surface trace, fault scarp, fault outcrop

日本海における断層分布 Fault distribution in the Japan Sea

新井 麗^{1*}; 勝山 美奈子¹; 及川 信孝¹; 清水 祥四郎¹; 安藤 五郎¹; 高橋 成実¹; 金田 義行²
ARAI, Rei^{1*}; KATSUYAMA, Minako¹; OIKAWA, Nobutaka¹; SHIMIZU, Shoshiro¹; ANDO, Goro¹;
TAKAHASHI, Narumi¹; KANEDA, Yoshiyuki²

¹ 独立行政法人海洋研究開発機構, ² 名古屋大学減災連携研究センター

¹JAMSTEC, ²Disaster mitigation research center

This study is a part of "the Comprehensive evaluation of offshore fault information project" by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT). The project composes three themes, 1) Collecting seismic survey data and building a database, 2) Data processing and analysis using unified methods, and interpreting faults utilizing the processed seismic sections, 3) Building fault models from the interpreting results and simulating strong motion and tsunami utilizing these models. Here, we present the interpretation of the fault distribution in the Japan Sea and re-processing to trace faults. Various research institutes have conducted seismic surveys over the decades in the Japan Sea. The dense seismic survey data has been collected and provided us an opportunity to observe seismic data from multiple surveys at the same time. This gave us a great advance to investigate and evaluate submarine active faults.

The past seismic survey data was re-processed using state-of-the-art data processing methods for obtaining high resolution seismic profiles. In particular, it is important to remove multiple reflections and we specially paid attention to apply the algorithm for demultiples. The revised seismic profiles defined clearly the geometry of subsurface structure, and provided us better understanding to determine fault system and shape. Since the fault models for simulation require parameters of length, strike and dip angles and depth, a velocity model for entire seismic data must be constructed to convert seismic section in depth unit. With the depth section we carry quality control of the interpretation results and evaluate their spatial distribution. Discussion includes demonstration of the fault interpretation on representative seismic sections from Tsushima-Kita Kyushu area to off northern tip of Hokkaido.

Normal faults which have developed during the opening of the Japan Sea in the Miocene and reverse faults which have developed after from the normal faults under inversion tectonic settings at compressive stress exist along Japan Sea coast. Those faults in the north eastern area especially reverse faults in the earthquake zone of the Nihonkai-Chubu earthquake extend at depth near the Moho. On the other, those reverse faults in landward are in large scale but extend at depth near Upper-Lower crust boundary. Lateral strike-slip faults are developed in the Sanin coast area, and fault-related-fold structures are observed. Those structures were developed under compressive stress field after the opening of the Japan Sea and following lateral stress field was much dominated to form lateral slip. In Kita Kyushu coast area, fault belts, which composes small strike-slip faults, develop forming echelon structure. As studies on 2005 Fukuoka earthquake suggest that those small individual faults could cause interrelated earthquakes, it is very essential to argue the possible occurrence pattern of interrelated earthquakes to build fault model.

Keywords: submarine fault, Japan Sea, seismic survey

重力異常からみた新潟平野東縁断層帯の特徴 Characteristics of the Eastern Boundary Fault Zone of the Niigata Plain as inferred from gravity anomalies

和田 茂樹^{1*}; 澤田 明宏²; 平松 良浩²; 岡田 真介³; 田中 俊行⁴; 本多 亮⁴
WADA, Shigeki^{1*}; SAWADA, Akihiro²; HIRAMATSU, Yoshihiro²; OKADA, Shinsuke³; TANAKA, Toshiyuki⁴; HONDA, Ryo⁴

¹ 金沢大学大学院自然科学研究科, ² 金沢大学理工研究域, ³ 東北大学災害科学国際研究所, ⁴ 東濃地震科学研究所
¹Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, ²Institute of Science and Engineering, Kanazawa University, ³IRIDeS, Tohoku University, ⁴Tono Research Institute of Earthquake Science

新潟平野と越後山脈を境する地域には櫛形山脈断層帯および月岡断層帯が NNE-SSW 方向に分布しており、池田ほか [2002] ではこれらをまとめて新潟平野東縁断層帯 (以下、東縁断層帯) と呼んでいる。東縁断層帯は北部フォッサマグナ東縁の一部を成し、山下 [1970] が提唱した新発田-小出構造線に沿って分布する断層帯の 1 つでもある。新潟平野は最深部において 6000 m を超える極めて厚い堆積盆であり、一方で越後山脈には基盤岩類が露出し、さらに月岡断層帯西方には明瞭な新津丘陵 (背斜) が発達している。月岡断層帯を横切る高分解能反射法地震探査 [加藤ほか, 2013] によると、月岡断層帯は基盤岩類を不整合に覆う新第三系底部に沿って発達する層面すべり断層であると報告している。このように本地域周辺の地質構造は極めて変動的であり、地表で認識される個々の活構造が地下でどのように関連しているのかについては不明な点が多い。

本研究は、重力異常の観点から東縁断層帯の特徴を解明することを目的とし、東縁断層帯を横断する稠密重力探査およびその解析結果について報告する。

2014 年 9 月 1~9 日、東縁断層帯周辺において重力探査を実施した。探査では Scintrex 社製 CG-3M 型重力計を用いた。月岡断層帯および新津丘陵を横断する探査測線 4 本を設定し、その測定上および周囲の測定点数は計 181 点である。国土地理院 [2006]、Yamamoto *et al.* [2011]、産総研地質調査総合センター [2013] による測定データも使用した。

重力データには通常の処理・補正手順に加え、地形補正 [本多・河野, 2005] とスラブ補正 [Furuse and Kono, 2003] を施しブーゲー異常図を作成した (仮定密度 2,670 kg/m³)。4 本の探査測線沿いに 2 次元タルワニ法 [Talwani *et al.*, 1959] を適応し密度構造解析を行った。また地質構造の不連続線を抽出するべく、ブーゲー異常の水平・鉛直 1 次微分操作によるフィルタリング処理も行った。

ブーゲー異常は平野側では低異常、越後山脈側では平野側よりも 40 mGal 以上高い高異常を示す。ブーゲー重力急勾配や鉛直微分のゼロ等値線 (地下での構造不連続を表す) はそれぞれ東縁断層帯に沿って連続かつ明瞭に延長し、2 つの断層帯の間でも連続している。したがってこれらの断層帯は、地下では 1 つの断層構造として存在していることが示唆される。新津丘陵ではブーゲー異常のやや高異常 (平野側よりも 30~40 mGal 高い) となる領域やブーゲー重力急勾配と鉛直微分のゼロ等値線はその西翼側に存在する。

反射法地震探査測線上で実施した稠密重力探査から、ブーゲー異常は測線西部より連続的に変化し、ブーゲー重力急勾配の極大やゼロ値は断層地表トレースの西部近傍に位置することが分かった。これは東縁断層帯が高角西傾斜の断層構造であることを示唆し、反射法地震探査の結果と整合的である。また密度構造解析から、櫛形山脈断層帯と月岡断層帯の間には西傾斜伏在断層や東傾斜半地溝が存在し、さらに新津丘陵が西翼緩傾斜の非対称背斜構造であることが確認された。

本研究は科研費基盤 (C) 課題番号 26400450 の助成を受けて行った。

キーワード: 櫛形山脈断層帯, 月岡断層帯, 重力探査, 密度構造解析

Keywords: Kushigata Mts. fault zone, Tsukioka fault zone, gravity survey, density structural analysis

河成段丘面の長波長変形に基づく断層構造を考慮した地形発達の説明—高田平野東縁および越後平野東縁地域の事例—
Active tectonics and landform development in Takada and Echigo plain estimated from fluvial terrace data

清水 龍来^{1*}; 廣内 大助²
SHIMIZU, Ryuku^{1*}; HIROUCHI, Daisuke²

¹ 信州大学・院, ² 信州大学
¹Graduate Student, Shinshu Univ., ²Shinshu University

本研究対象地域が位置する北部フォッサマグナ地域には、山地や丘陵を構成する新第三系～第四系の褶曲構造や、断層関連褶曲などの複雑な地下構造が指摘されている。また、それらが活構造であることを裏付けるように地震時の地表変形が褶曲や撓曲などの長波長変形として出現する事例が確認されている [岡村・石山 (2005), 渡辺ほか (2005)]。長波長変形の存在は逆説的には地下の断層形状の拘束条件であり、その説明は断層地下形状や形成史の理解につながると考えられる。

そこで、本研究では高田平野東縁地域の保倉川流域および越後平野東縁地域の五十嵐川および刈谷田川流域において、地形の長波長変形を累積的に記録する河成段丘に着目し空中写真判読および現地調査、テフラ分析を行いその分布や形成年代、連続性、分布高度などを明らかにした。その上で地殻変動量の検出を行い地下構造との対応を考察した。

テフラ分析および現地調査の結果、本研究対象地域の河成段丘は気候変動に対応して形成されている可能性が高い。すなわち、上流域においてはそれぞれ Iz-Ktc(125-150ka) および As-K(15-16.5ka) に覆われ、基盤が露出する現河床と異なり分厚い構成層からなる MIS6 段丘および MIS2 段丘が発達する。また、下流域においては風成 - 水成境界付近に My-HB(130ka) や Tt-D(120-130ka) を挟在し沖積層と類似の分厚い砂礫層の構成層からなる MIS5e 段丘が発達する。

これら気候性段丘を用いて隆起量の推定 [吉山・柳田 (1995)] を行い、地下構造との関連を考察した。その結果、保倉川沿いでは高田平野東縁断層帯の地表トレースから東方へ約 1.5km 地点から約 4km 地点にかけて隆起速度が徐々に増大 (約 0.3mm/yr-0.8mm/yr) することから断層トレース東方で断層の高角化ないし分岐した高角な断層の伏在が想定される。また断層トレースから約 5km 地点、熊谷川向斜東翼では基盤の急傾斜と調和的に隆起速度が増大 (1.3mm/yr) する。隆起量の急変箇所において高位段丘面の高度不連続および 2 本の開析谷の右横ずれが見られることから、原之町方面から連続する断層の上盤側の一部が、妙高方面から連続する断層によって変形を被っている可能性がある。五十嵐川では、防科技研 (2008) の反射法地震探査が示した地下構造と調和的な隆起速度分布が得られ、地下のランプ構造上で隆起速度が大きい (0.8mm/yr)。刈谷田川では、東山背斜の北部延長にあたる地域で約 0.75mm/yr の隆起速度が得られた。

文献

- 岡村・石山,2005, 活断層・古地震研究報告,5.
小林ほか,2002, 三条地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅).
Sagiya et al.,2000,*Pur. Appl. Geophys.* 157.
産総研,2006, 高田平野東縁断層帯における反射法地震探査 報告書.
田力・池田,2005, 第四紀研究,44(4).
防災科学技術研究所,2008, ひずみ集中帯重点 平成 20 年度成果報告書.
防災科学技術研究所,2010, ひずみ集中帯重点 平成 22 年度成果報告書.
吉山・柳田,1995, 地学雑誌,104(6).
渡辺ほか,2005, 地震第 2 輯,58.

キーワード: 河成段丘, 高田平野東縁断層帯, 越後平野東縁断層帯, 地殻変動, テフロクロノロジー

Keywords: fluvial terrace, eastern boundary fault zone of the Tkada plain, eastern boundary fault zone of the Tkada plain, crustal movement, tephrochronology

沿岸海域における活断層調査「鴨川低地断層帯」、高分解能地層探査結果 Offshore active survey "Kamogawa lowland fault zone" -Result of high-resolution stratigraphic survey-

坂本 泉^{1*}; 八木 雅俊¹; 滝野 義幸¹; 松下 小春¹; 荒川 拓也¹; 藤巻 三樹雄²; 阿部 信太郎³
SAKAMOTO, Izumi^{1*}; YAGI, Masatoshi¹; TAKINO, Yoshiyuki¹; MATSUSHITA, Kaharu¹; ARAKAWA, Takuya¹;
FUJIMAKI, Mikio²; ABE, Shintarou³

¹ 東海大学海洋学部, ² 沿岸海洋調査株式会社, ³ 産業技術総合研究所
¹School of Marine Science and Technology, Tokai Univ., ²COR, ³AIST

鴨川低地断層帯は房総半島南部を東西方向に横切る断層帯である。本断層帯は鴨川地溝北断層と鴨川地溝南断層からなり、全体として幅 6-7km の地溝帯を形成するとされ、活断層研究会編 (1980,1991) は既存の研究結果から両断層は活動度 A-B 級の断層としている。また、中田・今泉編 (2002) は、鴨川地溝帯北断層の大部分を推定活断層、鴨川地溝南断層を活断層として示している (地震調査研究推進本部地震調査委員会,2004)。しかし、本断層帯において第四紀の特性に関する研究 (千葉県,1999,2000,2001; 宮内ほか,2003; 宍倉ほか,1999) がなされてきたが、活断層の存在を示す証拠は得られておらず、その活動履歴等は不明である。

本研究では、鴨川低地断層帯の (1) 北西延長にあたる保田沖、(2) 南東延長にあたる鴨川沖において、本断層帯の位置、性状及び活動履歴を明らかにする目的で、高分解能地層探査を実施した。

(1) 保田沖 (鴨川低地断層帯北西側) 海域

本断層帯北縁の構造境界付近において、断層帯に直交する N-S 方向の測線を設け調査を実施した。探査の結果、音響基盤の隆起部と考えられる露岩域が調査域北部に分布し、その南側では内部反射に乏しい透明層が被覆している。全体として音の透過が悪く反射面も断片的であり、構造を反映する明瞭な変位を認めることができなかった。

(2) 鴨川沖 (鴨川低地断層帯南東側) 海域

本断層帯南縁の構造境界付近において、断層帯に直交する NE-SW もしくは N-S 方向の測線を設け調査を実施した。探査の結果、新規の堆積物は内部反射に乏しい透明層として表現され、明瞭な変位は認められなかった。調査海域北部及び南西部では、音響基盤の隆起による露岩域が広がり、この露岩域との構造境界付近に隆起部側へ傾動する数条の内部反射面が認められた。これら反射面の変位は東西方向に約 3km 連続する。また、沖側では海底面にほぼ垂直な南落ちの急崖 (最大落差約 15m) が認められ、東西方向に約 3km 連続している。これら表層部に現れている特徴的な地形及び反射面は本海域の構造を反映していると思われ、雁行状の配列を示す。

キーワード: 活断層, 鴨川低地帯断層

Keywords: active fault, Kamogawa lowland fault zone

沿岸域における活断層調査「三浦半島断層群」—高分解能地層探査手段 Offshore active survey "Miura peninsula fault groups" - Result of high-resolution stratigraphic survey-

松下小春^{1*}; 坂本泉¹; 八木雅俊¹; 荒川拓也¹; 藤巻三樹雄²; 阿部信太郎³
MATSUSHITA, Kaharu^{1*}; SAKAMOTO, Izumi¹; YAGI, Masatoshi¹; ARAKAWA, Takuya¹; FUJIMAKI, Mikio²; ABE, Shintaro³

¹ 東海大学, ² 沿岸海洋調査株式会社, ³ 産業技術総合研究所

¹Tokai University, ²Coastal Ocean Research, ³AIST

神奈川県三浦半島にある三浦半島断層群は5つの断層帯に細分され、北から衣笠・北武断層帯、武山断層帯、南下浦断層帯・引橋断層帯となっている。特に断層群主部にあたる衣笠・北武断層帯、武山断層帯は2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の影響により地震発生率が上がったと判断された(地震調査委員会, 2011)。しかし三浦半島断層群の海域延長部における活断層の分布は一部を除いて把握されていない。そこで三浦半島西側の相模湾と東側の東京(金田)湾における三浦半島断層群の海域延長部における活断層の分布および活動履歴を把握するためにSBPによる海洋地質調査を実施した。

三浦半島沿岸は、三浦半島の基盤とされる前期中新世から中期中新世の葉山層群と鮮新世の三浦層群が陸上と同様に海底においても分布している。また、相模湾側のSBP記録でも三浦半島沿岸の海底は基盤が露出し表層堆積物が少ないという特徴が見られた。このため記録解析では一部海域の沿岸域において北東-南西方向に約0.5kmの幅で地層変位が認められたが、沖合方向に変位構造を追跡出来なかった。地層変位以外の構造的特徴として、陸上からの推定断層延長部において連続する露岩及び海脚状の地形(地層変位と平行で約0.5kmの幅)が雁行状に発達していることを確認したが、これらの活動履歴を示す地質情報は得られなかった。

東京(金田)湾側のSBP記録より金田湾沖3km付近に長さ約1.5kmにわたる北西-南東方向を呈する。層厚が5m-10mほどの南落ちの地層変位を確認した。この変位の垂直成分は1m程度であり、累積性は認められない。またこの変位構造は横ずれ断層において観察される花卉構造の形状に酷似している。この変位は今泉ほか(1987)にて示された金田湾断層に相当する。またこの断層よりも南に幅約1.5kmの北落ちの変位がみられた。これらの変位は岩淵ほか(1997)にて指摘されたように陸上における武山断層または南下浦断層の雁行・分岐ではないかと推定した。活動履歴を示すような地質情報が欠如しているため活動度は推定できない。

以上三浦半島断層群の海域延長部を調査した結果陸上断層の延長部に地層変形構造・露岩分布および横ずれ断層状変位構造の分布が明らかになった。

キーワード: 三浦半島断層群, 相模湾, 金田湾

Keywords: Miura peninsula fault groups, Sagami Bay, Kaneda Bay

三浦半島南部, 最近4回の関東地震の発生履歴と地殻変動 Recurrence History and Crustal Movement for Recent Four Times of Kanto Earthquakes at Southern Miura Peninsula

金 幸隆^{1*}; 萬年 一剛¹; 熊木 洋太²; 松島 義章³

KIM, Haeng yong^{1*}; MANNEN, Kazutaka¹; KUMAKI, Yohta²; MATSUSHIMA, Yoshiaki³

¹ 神奈川県温泉地学研究所, ² 専修大学, ³ 神奈川県生命の星地球博物館

¹ Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture, ² Senshu University, ³ Kanagawa Prefecture Museum of Natural History

三浦半島南端付近の水準測量と潮位観測によれば, 同半島は1923年の関東地震の時に約1.2 m~1.5 m隆起し, 地震間では約3.7 mm/年の速度で沈降している. 本研究は, 歴史時代における関東地震の発生履歴と変位累積過程を解明するものである. 調査地は半島南端の毘沙門湾に面した谷底低地の下流部であり, 空襲写真判読による地形分析とボーリング調査による地質調査を実施した. その結果, 平安時代以降の4回の関東地震による地殻変動が明らかとなった(図1). さらに本研究は, 発生間隔と地殻変動量から地震の発生過程を考察した.

1. 1946年の空中写真を用いた地形判読から, 標高0~10 mに, 高さ1~2 mの低崖で画された5段の海成段丘が認められる. 現在, 海岸低地は嵩上げされているが, 後述のボーリング調査から最低位の段丘は標高+2m前後に分布し, その1つ上は+3.6~+3.9 mに分布する. 本研究は, 最低位の段丘をL段丘とその1つ上をH段丘とする. これらの段丘は, さらに小さい低崖に画された段丘に細分することができ, 最低位の段丘は5段に分けられる. 後述する年代調査から, 最低位段丘の形成年代の古い順にL1, L2, L3, L4, L5とした.

2. 深度5mまでの掘削調査をL2面で2地点, L3面で1地点, L4面で1地点, L5面で2地点, またL4又はL5の境界付近および+3.6~3.9 m面でもそれぞれ1地点実施した. 掘削地の標高はVRS-GPSにより測量し, 誤差は0.1 m未満である.

3. 堆積物は全ての地点の掘削コアから, 上位より下位に, ①潮上帯よりも標高の高い陸上の堆積物, ②潮間帯の堆積物および③潮下帯よりも深い内湾の堆積物の3つユニットからなる. ①陸上の堆積物は, 盛り土の厚さが1~2 mあり, また土壌層ならびに河成の砂礫層, 塩生湿地, 崩落堆積物が盛土の下に分布する. ②潮間帯の堆積物は, L2およびL5の貝殻を多量に含む河口干潟の砂礫層やL3の木片や貝殻が混じり有機質の砂泥層で, 泥層と砂層が互層となっているラグーン又は河口干潟の波打ちぎわの堆積物からなる. L4面は岩石海岸に位置し, 波蝕棚の上に波蝕礫が厚さ約0.1 mで堆積している. ③内湾の堆積物は, シルト・粘土からなり, 粒度は淘汰されている.

4. 潮間帯の堆積物の上面の標高は, H面: +3.6~3.9 m, L2面: 0.6~2.0 m, L3面: 1.2 m, L4面: 1.6 m, L5面: 0.9~1.6 mである.

5. 干潟層の中の木片および貝殻と干潟層を覆う土壌層の放射性炭素年代および堆積物のセシウム137と鉛210による年代測定を実施した結果, H面: 2290BC~2060BC, L2: 1000AD~1210AD, L3: 1260AD, L4: 1703年, L5: 1923年と見積もられた.

6. 干潟層の高度および年代は地形分類の段丘によって異なることから, 認定した段丘は海成段丘であることが確認された. 海成段丘は, 関東地震による急激な隆起によって形成され, またそれらの年代はL2面: 平安後期の関東地震, L3面: 1293年永仁関東地震, L4面: 1703年元禄関東地震, L5面: 1923年大正関東地震の発生履歴を示していると考えられる.

なお平安後期の地震の年代は, 段丘堆積物の放射性年代からは西暦1210年以前ですが, 鎌倉幕府の歴史編纂書である吾妻鏡には西暦1180年~1210年の間に地震の記録がないので1180年以前であり, 放射性炭素年代結果と合わせると1000年~1180年の間と推定される.

7. 関東地震の発生間隔はばらついており, 平安後期の地震と1293年永仁地震との発生間隔は113年~293年, 1293年永仁地震と1703年元禄地震との発生間隔は410年, 1703年元禄地震と1923年大正地震の発生間隔は220年である.

8. 元禄・大正関東地震によるL4とL5段丘が海岸線に顕著に認められ, さらに内陸側の海岸低地にはL1, L2, L3からなる形成期の古い段丘も分布するものの, L1~L5の標高はほとんど変わらない. これは, 現在は元禄・大正関東地震の隆起が顕著に残留しているものの, 歴史時代を通してみると隆起の蓄積量は小さいことを示している. 三浦半島では関東地震が発生すると, 地盤は隆起し, その次の地震までゆっくりと沈降するが, とくに1293年永仁関東地震と1703年元禄関東地震の発生間隔は長く, その間の地盤の沈降量は大きかったため, 1293年のL3段丘やそれ以前の地盤の高さは低くなっている. そのため段丘の高さからでは, 累積変位量は小さく見積もられる. 実際には, 三浦半島では, 隆起と沈降の大きな変動が繰り返されているので, 注意が必要である.

9. 1703年元禄関東地震の規模がM8.2と大きかったのは, 歪が蓄積する期間が長く, その分, 地震時にエネルギーの解放量は大きかったと考える. 同地震に続く1923年大正関東地震の規模はM7.9であり, 元禄関東地震のそれよりも小さく, 破壊領域も三浦半島沖の相模トラフ沿いのみであったが, これは1703年元禄関東地震の滑り遅れに伴う地震と考えれば, 大正関東地震と元禄関東地震の発生間隔が短い理由も説明できる.

キーワード: 関東地震, 発生間隔, 残留変位, 古地震

Keywords: Kanto Earthquake, Recurrence Interval, Residual Displacement, Paleo Seismology

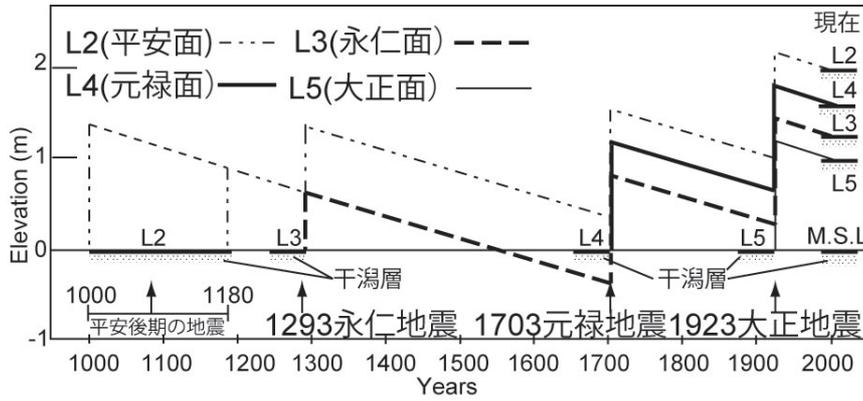


図1 三浦半島南部における上下変位の累積過程

2014年長野県北部地震 (Mw6.2) の地表地震断層の構造特徴 Structural features of co-seismic surface ruptures produced by the 2014 Mw 6.2 Nagano earthquake, central Japan

林 愛明^{1*}; 佐野 実可子¹; 閻 兵¹; 王 毛毛¹
LIN, Aiming^{1*}; SANO, Mikako¹; YAN, Bing¹; WANG, Maomao¹

¹ 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室
¹Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto Univ., Japan

2014年11月22日に長野県でMj 6.8 (Mw 6.2)の地震が発生し、震源周辺域に大きな被害をもたらした。地震直後の現地調査により、1) 総延長9.3 kmの地表地震断層はほぼ既存の活断層-神城断層沿いに現れたことと、2) 地表地震断層は横ずれ成分を伴った逆断層であることと、3) 最大0.7mの左横ずれを伴う鉛直変位量は5cmから1.5 m (おおよそ0.5?1 m)であったことなどが明らかになった。地表地震断層は、明瞭な断層崖、雁行割れ目、モールトラック・撓曲構造や噴砂を含む地表の変形構造により特徴付けられる。

Field investigations reveal that the Mj 6.8 (Mw 6.2) Nagano (Japan) earthquake of 22 November 2014 produced a 9.3-km-long co-seismic surface rupture zone. Slip occurred on the pre-existing active Kamishiro Fault, which is developed along the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, which defines the boundary between the Eurasian and North American plates. The surface-rupturing earthquake produced dominant thrusting and subordinate strike-slip displacement. Structures that developed during the co-seismic surface rupture include thrust faults, fault scarps, en-echelon tension cracks, folding structures such as mole tracks and flexural folds, and sand-boils. The surface displacements measured in the field range from ~5 cm to 1.5 m in the vertical (typically 0.5-1 m), accompanied by a strike-slip component that reached 0.7 m along NE-trending ruptures. These observations indicate a thrust-dominated displacement along the seismogenic fault. Our results show that (i) the pre-existing Kamishiro Fault, which strikes NNE-SSW, controlled the spatial distribution of co-seismic surface ruptures and displacements; and (ii) the style and magnitude of thrust displacements indicate that the present-day shortening strain on the Eurasian?North American plate boundary in the study area is released mainly by seismic thrust displacements along the active Kamishiro Fault.

キーワード: 2014年 Mw 6.2 長野地震, 地表地震断層, 神城断層, 糸魚川-静岡構造帯, プレート境界, 衝上断層
Keywords: 2014 Mw 6.2 Nagano earthquake, co-seismic surface rupture, Kamishiro Fault, Itoigawa?Shizuoka Tectonic Line, plate boundary, thrust

2014年長野県北部の地震（神城断層地震）に伴う地表地震断層と活断層 Surface rupture of the 2014 Kamishiro fault earthquake

廣内 大助^{1*}; 杉戸 信彦²; 金田 平太郎³; 後藤 秀昭⁴; 松多 信尚⁵; 鈴木 康弘⁶; 石黒 聡士⁷;
熊原 康博⁴; 2014年神城断層地震 地形調査グループ¹
HIROUCHI, Daisuke^{1*}; SUGITO, Nobuhiko²; KANEDA, Heitaro³; GOTO, Hideaki⁴; MATSUTA, Nobuhisa⁵;
SUZUKI, Yasuhiro⁶; ISHIGURO, Satoshi⁷; KUMAHARA, Yasuhiro⁴; GEOMORPHOLOGICAL RESEARCH, Group¹

¹ 信州大学, ² 法政大学, ³ 千葉大学, ⁴ 広島大学, ⁵ 岡山大学, ⁶ 名古屋大学, ⁷ 国立環境研究所

¹Shinshu Univ., ²Housei Univ., ³Chiba Univ., ⁴Hiroshima Univ., ⁵Okayama Univ., ⁶Nagoya Univ., ⁷National Institute for Environmental Studies

2014年長野県北部の地震（Mj 6.7, 長野県は神城断層地震と命名）は、11月22日の22時8分頃白馬村東部を震源として発生した。余震分布から断層面は東傾斜で、東から西へ乗り上げる逆断層成分が卓越した地震である（気象庁, 2014）。今回の地震で確認された地表地震断層は、白馬村北部の塩島付近から神城南部にわたる少なくとも約9kmの範囲で出現した（廣内ほか, 2014; 鈴木ほか, 2015; 勝部ほか 2014 など）。発表者らは地震発生翌日から現地調査を実施し、地表地震断層の分布や変位量計測を実施し、地表地震断層を地震後に航測会社に依頼し撮影した航空写真にマッピングした。また地表踏査に加えて UAV（小型無人航空機）による空撮、ポールカメラによる高所撮影、地表ライダーによる精密測量を実施して詳細な地表データを収集し、地表モデル（Digital Surface Model; DSM）を作成して、その位置を連続的に示すとともに、断面計測を行い変位量を計測した。

神城断層については、既存の都市圏活断層図や、2010年の糸静線重点的調査観測による「糸静線活断層情報ステーション」において詳細な活断層図が公表されている。今回出現した地表地震断層は、多くの場所で既存活断層線に沿って出現した。

今回の地震では、地表地震断層の北端に近い白馬村塩島地区の松川左岸において、約300mに渡って最も明瞭な地震断層が出現し、その変位量は東側隆起約90cmであった。その南方、松川右岸でも連続的に出現し、大出地区の南まで出現したが、大出の南では、地表地震断層は既存の活断層推定位置（姫川河床）を離れ、より西の低位段丘に出現し、白馬駅の南東約500m付近まで断続的に追跡できるが、その南延長は飯森まで途切れている。ただし大塚（2014）では、姫川右岸側の山地内に変形を認めているが、本研究では積雪のため確認できていない。

飯森地区で再び明瞭に確認できる地震断層は、既存の断層推定位置の西側に沿う形で、断続的に東側上がりの地表地震断層が出現し、左横ずれ変位も認められた。神城地区では西側への撓曲崖の基部に、東側隆起の変位が出現した。それ以外には道路面の短縮などが認められたものの、明瞭な東上がりの変位は見られなかった。

地表地震断層と活断層

今回の地震後、既存の断層線と地表地震断層との齟齬が一部に話題となった。特に大出の南方では、断層推定位置の姫川河床ではなく、これまで指摘のない低位段丘上に地表地震断層が出現した。ここにはバルジ状の地形もあり、詳細な検討ができれば、ある程度事前に指摘できていた可能性があった。また大出東方に出現した2条の変位などについても、検討の余地がある。ただ多くの地点ではこれまで指摘のある断層線に沿って地表変位が出現している。

また今回の地震では、特に大出地区において、断層直上にいくつかの家屋が見られた。これらは倒壊しなかったが、そのほとんどで傾動や基礎の破壊が見られた。倒壊を免れたのは変位量が十数cmと小さかったことに他ならない。断層線上の構造物を避ける必要性についても、改めて強く認識できる重要な地震であった。

* 2014年神城断層地震地形調査グループ

池田一貴・桐生和樹・清水龍来・山崎福太郎（信州大）、中田高・北野志歩（広島大）、宮内崇裕・林星和・阿部将弥・高木颯汰（千葉大）、澤祥（鶴岡高専）、石山達也（東大地震研）、安江健一（原子力機構）、渡辺満久（東洋大）

引用文献

廣内ほか 2014. 活断層研究 41, 勝部ほか 2014. 活断層研究 41, 気象庁 2014. 気象庁 HP, 大塚 2014. 信州大 HP, 鈴木ほか 2015. 科学 85 岩波書店.

キーワード: 2014年長野県北部の地震, 神城断層地震, 地表地震断層, 糸魚川-静岡構造線活断層帯

Keywords: The 2014 Kamishiro fault earthquake, surface rupture, ISTL active fault zone

2014年長野県北部の地震（神城断層地震）で現れた地表地震断層と既存活断層の位置関係 Active fault along the Kamishiro fault, Central Japan, Especially its close coincidence with the location of the surface

澤 祥^{1*}; 松多 信尚²; 渡辺 満久³; 鈴木 康弘⁴; 中田 高⁵; 長野県神城断層地震 変動地形研究グループ⁴
SAWA, Hiroshi^{1*}; MATSUTA, Nobuhisa²; WATANABE, Mitsuhisa³; SUZUKI, Yasuhiro⁴; NAKATA, Takashi⁵;
GEOMORPHOLOGICAL RESEARCH GROUP FOR, The 2014 kamishiro fault earthquake⁴

¹ 鶴岡工業高等専門学校, ² 岡山大学, ³ 東洋大学, ⁴ 名古屋大学, ⁵ 広島大学

¹National Institute of Technology, Tsuruoka College, ²Okayama University, ³Toyo University, ⁴Nagoya University, ⁵Hiroshima University

1 はじめに

2014年11月22日の長野県北部の地震（神城断層地震、マグニチュード6.7）では、明瞭な地表地震断層が長さ約9 kmにわたって出現した（廣内ほか, 2014など）。本地震はほぼ南北走向の神代断層（東傾斜の逆断層）が活動したもので、地表地震断層は東西圧縮の場を反映して東上がりの逆断層という変位様式で現れた。筆者らは本地震発生前に、変動地形学的手法によって神代断層の詳細活断層図（縮尺2.5万分の1, 17断面での変位量計測）を作成していた（松多ほか, 2006; 糸静変動地形グループ, 2007）。神代断層では、それら以前にも活断層図が公表され（澤ほか, 1999; 東郷ほか, 1999; 池田ほか編, 2002）、縮尺2.5万~5万分の1地形図上に変動地形学的に認定された活断層線の位置が示されていた。筆者らは既存の松多ほか（2006）と糸静変動地形グループ（2007）の詳細活断層図の改訂作業を行い、地表地震断層出現位置と既存活断層線との関係を考察した。

2 松多ほか（2006）・糸静変動地形グループ（2007）の詳細活断層図の再検討

地表地震断層が出現した範囲を含む神城断層（北部の姫川第二ダム付近から南部の青木湖北方）について、活断層線の位置および連続性を再検討した。1947~1948年米軍撮影大縮尺空中写真（縮尺約1.6~2万分の1）を再判読し、その結果に地表地震断層調査での観察を加味して松多ほか（2006）と糸静変動地形グループ（2007）の詳細活断層図を改訂した。活断層線の位置に大きな変更は無かった。しかし北部から南部へ向かい、塩島、大出、白馬駅南東、神城の各地点において若干の活断層線の追加と連続の変更が行われた。神城においては、山麓線に沿う比高1m程度の東上がりの新鮮な変位地形と、東上がりの撓曲崖背後のバックスラストが追加された。また、松多ほか（2006）と糸静変動地形グループ（2007）の調査範囲外であった野平に、西上がりの変位地形をあらためて示した。

3 地表地震断層と既存の活断層との位置関係

地表地震断層と既存活断層の位置は概ねよく一致する。地表地震断層の多くは東上がりの成分を持ち、これらは東傾斜の逆断層である神代断層の活動を反映したものと考えられる。

北部の塩島と大出では、L2面（4~7ka）とL3面（1~2ka）を2~8m東上がりの変位させる既存の撓曲崖基部に明瞭な地表地震断層が出現した。塩島に現れた東上がり0.9mの最大変位は、沖積低地上に今回新たに認定された比高1m弱の東上がりの撓曲崖の位置と一致する。研究地域北部では、変位基準が若いにもかかわらず既存活断層線と地表地震断層の位置の一致が概してよい。

南部の神城付近では、L1面（10~20ka）を比高10mで東上がりの変位させる明瞭な撓曲崖基部に、東上がり約0.3mの地表地震断層が現れた。既存断層線と地表地震断層の位置はよく一致する。

最北部の野平では、M面（50~100ka）を西上がり切る低断層崖と一致する位置に、西上がり約0.4mの明瞭な地表地震断層が出現した。これは約1km西方に位置する神代断層のバックスラストと解釈できる。

4 防災および活断層の長期予測との関連

神城断層地震で出現した地表地震断層は、既存の断層変位地形の位置とよく一致する。このことから考えると、強震動だけでなく地表変位（ずれ）による建物やライフラインの不同沈下、傾斜そして切断による被害を予測・軽減するために、詳細な変位地形の位置を事前に周知することは重要である。今回の地震では、逆断層上盤側での変位（バックスラストや逆断層の短縮変形に伴う増傾斜や膨らみ）に伴う傾斜異常による建物被害がみられた。小さな変位でも建物や農地への影響は大きく、比高1m程度の小規模な変位地形や微細な傾斜異常を詳細活断層図に示すことは、防災上有効であると考えられる。

糸魚川-静岡構造線北部（総延長約55km, 白馬~大町:神城断層, 大町~松本:松本盆地東縁断層帯）では、断層変位地形から算出された平均変位速度分布に基づいて、同区間が一括して活動した場合のモーメントマグニチュードが7.46~7.55と推定されている（鈴木ほか, 2010）。今回の地震は、このような固有地震としての大地震よりも一回り以上規模の小さな地震がより短い区間で発生し、明瞭な地表変位を出現させて変位地形を成長させることを示した。鈴木ほか（2010）の平均変位速度、地震時変位量および地震時ネットスリップ分布は、大町市を境にして北部の神城断層（総延長約20km）

SSS28-P12

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 18:15-19:30

と南部の松本盆地東縁断層帯の2つの部分に別れるようにも見える。マグニチュード7弱の神城断層地震によって、1m未満とはいえ明瞭な地表地震断層が現れ最大震度6弱の強震動が生じ建物被害が発生したことは重要である。変動地形学的なより詳細な研究によって、固有地震とより小さな地震の関係を検討する必要がある。

キーワード: 2014年神城断層地震, 地表地震断層, 活断層, 断層変位地形, 詳細活断層図

Keywords: the 2014 Kamishiro fault earthquake, Surface rupture, Active fault, Tectonic landform, Detailed active fault map

斜め空中写真から推定した断層変位量について～長野県北部の地震を例に About the amount of fault displacement presumed from oblique aerial photograph.

小林 浩^{1*}; 鈴木 英夫¹; 木村 了三¹
KOBAYASHI, Hiroshi^{1*}; SUZUKI, Hideo¹; KIMURA, Ryouzou¹

¹ 朝日航洋株式会社

¹ Aero Asahi Corporation

内陸の直下型地震が発生した際は、地震断層の認定や既知の活断層との関係等を明らかにし、発震メカニズムを詳細に推定するための手がかりを得ることが重要である。メカニズムが詳細に把握できれば、今後の余震活動の予測や未活動の活断層の区間の把握を行うことができる。

発震メカニズムを詳細に推定するためには、震源域周辺の地表変位の分布を広域的に調査する必要があるが、踏査主体の調査であるため、山地部では調査効率を高めることが難しい。一方広域の空中写真判読を用いた方法では、地表変位の存在を網羅的効率的に判読することは可能であるが、その変位量、特に垂直変位量を推定することは難しい。

今回、平成26年11月22日に発生した長野県北部の神城断層を震源とする地震において、報道目的で撮影されていた斜め空中写真群から、神城断層の東方に平行する副次的な断層を確認し、その簡易な三次元地形モデルを作成することに成功した。その結果、当該断層での垂直変位を約0.3mと見積もることができた。

この地域は冬季は積雪域であり、積雪してしまうと地表踏査はできなくなるため、迅速な調査が必要であった。本断層はその後別の研究者の地表踏査によって積雪直前に調査されたが、もし調査できていなかったら、たとえ簡易な三次元地形モデルでも十分価値がある。

今後、本手法の精度確認と、効率的な撮影方法の確立、並びに広域の網羅的な撮影の方法について検討することは重要である。

キーワード: 地震断層, 地表変位, 広域調査, 斜め写真, 地形モデル

Keywords: fault associated with earthquake, ground surface displacement, Investigation for wide-area, oblique aerial photograph, three-dimensional terrain model

糸魚川-静岡構造線活断層系・松本盆地東縁断層北部における地震時変位量の復元調査

Reconstruction of paleo-slips based on DEMs and geologic sections across the East Matsumoto Basin faults of ISTL

近藤 久雄^{1*}; 谷口 薫⁴; 勝部 垂矢¹; 木村 治夫²; 森 宏¹; 黒澤 英樹³; 小鹿 浩太³

KONDO, Hisao^{1*}; TANIGUCHI, Kaoru⁴; KATSUBE, Aya¹; KIMURA, Haruo²; MORI, Hiroshi¹;

KUROSAWA, Hideki³; KOSHIKA, Kota³

¹ 産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門, ² 電力中央研究所, ³ (株) 応用地質, ⁴ 産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門 (現: (株) クレアリア)

¹Geological Survey of Japan, AIST, ²Central Research Institute of Electric Power Industry, ³OYO COOPERATION, ⁴Geological Survey of Japan, AIST (Now at Crearia Inc.)

糸魚川-静岡構造線活断層系では、近い将来の大地震発生可能性が指摘されてきたものの (例えば、奥村ほか, 1994; 地震調査研究推進本部, 1996; 松田, 1998), 次の大地震に伴い連動破壊する範囲、すなわち地震規模の予測は依然として未解明の課題である。近年、我々は、地震時変位量に基づいて個別の古地震イベントに伴う連動性を評価し、活断層系全体の古地震シナリオを作成する試みを実施している。その一環として、2012-2013年に松本盆地東縁断層北部の会染地区において、2mメッシュDEM等に基づく詳細な変動地形解析、活動時期・変位量解明のためのトレンチ・ボーリング調査、2014年には極浅部の断層傾斜を推定するS波反射法地震探査を実施してきた。本発表では、これらの調査結果の概要を報告する。

松本盆地東縁断層北部は、大町市平から北安曇郡明科に至る長さ約22kmの区間を延びる東側隆起の逆断層である (例えば、活断層研究会編, 1991; 下川ほか, 1996)。調査地の会染地区は、同断層区間の中央部付近に位置する。会染地区周辺では、一連の活断層トレース上に位置する花見北地点および花見地点においてトレンチ・ボーリング調査が実施され、最近2回もしくは3回の活動時期が推定されている (丸山ほか, 2010)。

本研究による会染地点のトレンチ・群列ボーリング調査では、最新活動以降の扇状地性堆積物に覆われ、トレンチ壁面には上盤側に形成された副次的な断層と液状化痕のみ確認された。しかし、断層通過位置を横断する地形地質断面において、約9000年前以降の河川性および湿地性堆積物に累積的な上下変位が認められた。個別のイベント層準は特定できないものの、各地層の層相と年代、上下変位量等に基づき、花見北地点で推定された古地震イベントとの対比を検討した結果、最近2回の累積上下変位量が3.5m、さらに1つ前の地震時変位量は1.8mであることが明らかとなった。仮に、最近2回の地震時変位量が同程度であった場合には、最近3回の地震時変位量は約2mであったと考えられる。

トレンチ・ボーリング調査地点から約400m北側において、西側低下の撓曲崖を横断するS波反射法地震探査を実施した。測線長は90m、発信点間隔2m、受信点間隔1m、震源は小型重機による板叩きを実施した。その結果、地表まで達する西側低下の撓曲変形と深度30mまでの断層構造がイメージングされ、これに基づく断層の傾斜は東傾斜25-30°である。よって、上述の上下変位量1.8mは、断層傾斜を考慮して3.6-4.3mと換算される。

これらの地震時変位量の実測をもとに、過去の地震規模と連動性を検討する。松田 (1981) の経験則からは、逆断層成分の地震時変位量3.6mを伴う地震規模はM7.6以上となる。一方、松本盆地東縁断層北部の長さ22kmから期待される地震規模はM7.0程度となり、地震時変位量から推定される地震規模を大きく下回る。したがって、最近3回の地震時変位量からみれば、それぞれの古地震イベントは松本盆地東縁断層北部だけでなく、隣接する断層区間と連動したと判断できる。

さらに、2mDEMと米軍撮影空中写真の判読による活断層・変動地形の分布から判断して、会染地区周辺における松本盆地東縁断層北部は左横ずれ成分を伴う、斜めずれの変位様式と考えられる。本地域では前縁断層の上盤側で雁行配列するバルジ群が新たに認められた。これらのバルジ群は一部が河川の浸食を被っているものの、長さ100-400m、幅100m程度の明瞭なバルジからなる。主断層トレースの走向がN130°Wであるのに対し、バルジの長軸方向はN40°EからN150°Eと15-30度斜交している。松本盆地東縁断層が純粋な逆断層運動を生じている場合には、短縮成分を解消するバルジの長軸は主断層トレースの走向と平行となる。しかし、主断層トレースに対してバルジ群は斜交して雁行配列するため、少なくとも地下浅部の主断層に沿って横ずれを伴う逆断層運動が生じ、その結果、地表付近の上盤側で横ずれ成分を解消するスリップパーティショニングによってバルジ群が形成されたと考えられる。上述の反射法地震探査では断層に直交方向だけでなく、低下側で平行方向に約170mの測線を設定した。発表では、断層隆起側の扇状地性段丘面と浸食崖、低下側の地質構造との関係から横ずれ成分の検討を試みる。

このように、個別の古地震イベント毎に地震時変位量を復元することによって、各イベントの活動範囲と地震規模も拘束できることが明らかである。今後、より高密度に地震時変位量を復元することにより、古地震イベント毎に連動性を評価し、古地震シナリオを構築できるものと期待される。

Japan Geoscience Union Meeting 2015

(May 24th - 28th at Makuhari, Chiba, Japan)

©2015. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SSS28-P14

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 18:15-19:30

謝辞：本研究で使用した 2mDEM は北陸地方整備局からデータ貸与と使用許可を頂いた。現地調査では（株）応用地質の各位にご協力頂いた。なお、本研究の一部は、H23 年度第三次補正予算「巨大地震・津波災害に伴う複合地質リスク評価」により実施した。

キーワード: 活断層, 古地震, 糸魚川-静岡構造線活断層系, 松本盆地東縁断層, 地震時変位量

Keywords: active fault, paleoseismology, ISTL active fault system, East Matsumoto Basin faults, coseismic slip

糸魚川-静岡構造線活断層系中部，茅野断層におけるボーリング調査および地中レーダ探査
Drilling Survey and GPR Profiling on the Chino Fault in the Middle ISTL Active Fault System, Central Japan

谷口 薫^{1*}; 近藤 久雄¹; 木村 治夫²; 杉戸 信彦³; 市川 清士⁴
TANIGUCHI, Kaoru^{1*}; KONDO, Hisao¹; KIMURA, Haruo²; SUGITO, Nobuhiko³; ICHIKAWA, Kiyoshi⁴

¹産総研 活断層・火山研究部門, ²電力中央研究所, ³法政大学, ⁴駒澤大学
¹IEVG, AIST, ²CRIEPI, ³Hosei University, ⁴Komazawa University

糸魚川-静岡構造線活断層系は、長さや活動度が日本列島で最も大きい断層系の1つとされている。中でも、同断層系中部の牛伏寺断層や茅野断層では、横ずれ変位が非常に明瞭であり、高い平均変位速度が報告されている。

茅野市坂室付近には、西流する河川によって形成された複数の河成段丘面および段丘崖が発達し、それらが茅野断層によって分布が断たれ、左横ずれ変位している。

本地域周辺では、東郷(1987)、藤森(1991)、田力ほか(2007)、谷口ほか(2012)などによって、段丘面の編年が行われ、段丘面・段丘崖を変位基準として、平均変位速度や活動性について検討されている。

今回、坂室付近の地形発達と平均変位速度をより高精度に求めるために、全油圧駆動・回転打撃式クロードリルおよびパーカッション式ボーリング機を用いて、計7地点において試料採取をおこなった。また、取得したコアより、各段丘面の形成年代を検討するために炭化物や火山灰などの年代試料の採取をおこなった。現在、分析中である。

あわせて、活断層の地表トレースと浅層での変形構造を検討するために、計6測線においてチャープ式地中レーダ探査を実施した。

年代測定や火山灰分析結果、地下構造探査断面の解釈など、検討結果の詳細は当日ポスターにて示す。

キーワード: 活断層, ボーリング調査, 地中レーダ探査, 糸静線活断層系

Keywords: active fault, drilling survey, ground penetrating radar profiling, ISTL

名古屋市を横切る堀川断層における S 波反射法地震探査 S-wave seismic reflection profiling across the Horikawa fault, Nagoya central Japan

中村 勇貴¹; 今泉 充誉¹; 戸田 早耶¹; 長屋 順子¹; 野村 鷹也¹; 戸田 茂^{1*}
NAKAMURA, Yuki¹; IMAIZUMI, Mitsutaka¹; TODA, Saya¹; NAGAYA, Junko¹; NOMURA, Takaya¹;
TODA, Shigeru^{1*}

¹ 愛知教育大学

¹ Aichi University of Education

愛知県の大部分を占める濃尾平野は、西側を養老山地、東側を尾張丘陵・猿投山に限られ、平野西側部分では沖積層が厚く分布し、軟弱地盤を形成している。また、濃尾平野は西縁を養老断層系、南縁を天白河口断層に限られており、平野下には養老断層系に平行な伏在断層が推定されていた。これらの内、岐阜—宮線、大藪—津島線、大垣—今尾線については、平成9年度に実施された「尾張西部地域活断層調査」(愛知県, 1998)の結果、いずれも累積性を持つ大きな上下変位が無いことが確認されている。同様に、これらの構造線を横切って行われた平成11年度に行われたP波反射法地震探査の結果でも、基盤上の堆積層に明瞭な不連続は認められなかった。

名古屋市を南北に縦断する堀川断層は、中田・今泉(2002)によって、熱田面の西側の直線状の崖地形の基部付近に地形変動学的観点から認定している。また、杉戸・後藤(2012)では、5mメッシュDEMを用いて2つの断層の再検討しており、地形変動に加え地質学的資料の再検討も行っている。

本研究では、名古屋市熱田区においてS波ハイブレイク震源(Elvis III)を用いた反射法地震探査を行い、地下構造を明らかにし、堀川断層の形状を明らかにした。

結果

- ① CMPNo.200 (Low側から約100m)付近に断層を確認した。
- ② 断層は東側隆起の逆断層であり、傾斜角は約48度である。
- ③ 断層によっての変位が沖積層にも見られるため、完新世にも活動した断層である。また、活動の累積が見られた。
- ④ 堀川断層は最近活動し始めた活断層である。

キーワード: 堀川断層, S波反射法地震探査, 名古屋市, 活断層

Keywords: Horikawa fault, S-wave seismic reflection profiling, Nagoya city, Active fault

中央構造線断層帯（金剛山地東縁一和泉山脈南縁）の活動履歴調査 Paleoseismological survey on the Median Tectonic Line active fault zone in Kinki district

堤 浩之^{1*}; 杉戸 信彦²; 岡田 篤正³; 後藤 秀昭⁴; 郡谷 順英⁵; 谷口 薫⁵; 小俣 雅志⁵
TSUTSUMI, Hiroyuki^{1*}; SUGITO, Nobuhiko²; OKADA, Atsumasa³; GOTO, Hideaki⁴; KORIYA, Yorihide⁵;
TANIGUCHI, Kaoru⁵; OMATA, Masashi⁵

¹ 京都大学, ² 法政大学, ³ 立命館大学, ⁴ 広島大学, ⁵ (株) クレアリア
¹ Kyoto Univ., ² Hosei Univ., ³ Ritsumeikan Univ., ⁴ Hiroshima Univ., ⁵ Crearia Co. Ltd.

平成 25 - 27 年度に「中央構造線断層帯（金剛山地東縁一和泉山脈南縁）における重点的な調査観測」（研究代表者：岩田知孝（京都大学防災研究所））が進められている。そのサブテーマ 1 として「活断層の活動区間を正確に把握するための詳細位置・形状等の調査及び断層活動履歴や平均変位速度の解明のための調査観測」が設けられており、航空写真や DEM を用いた変動地形学的調査による活断層分布図の作成や、トレンチ掘削調査や群列ボーリング調査による断層の活動履歴の解明を進めている。本発表では、これらのうち、活動履歴に関して平成 25 - 26 年度に行われた（進行中のものも含む）調査内容とその予察的な結果について報告する。

本研究の調査対象は、和泉山脈南縁に位置する根来断層・根来南断層・五条谷断層と金剛山地東縁に位置する金剛断層帯である。過去 2 年間に、根来断層の 3 地点、五条谷断層の 1 地点、金剛断層帯の 1 地点でトレンチ掘削調査を行い、また根来南断層の 1 地点で群列ボーリング調査を行った。本研究の目的は、各断層の最新活動を含む過去複数回の活動履歴を明らかにし、最新活動時期や平均活動間隔など地震の長期予測に資するデータを取得することである。

和歌山市上野で掘削した根来断層のトレンチ壁面には、未固結の堆積物を切るほぼ垂直の数条の断層が露出し、イベント層準の解釈や年代測定を進めている。岩出市根来で行った根来南断層の群列ボーリング調査では、10m 離れたボーリング孔の間で基盤岩の出現深度が 5m 以上異なる（北側が浅い）ことが明らかとなった。北側の和泉層群が 2 万数千年前の年代値が得られた低位段丘堆積物に衝上している可能性があるため、追加の斜めボーリングを掘削中である。橋本市高野口町竹尾で行った五条谷断層のトレンチ調査では、上方に開くフラワーストラクチャーを示す数条の高角断層が露出した。これらの断層は、基盤の和泉層群と AT 降下以降の堆積物を変位させている。このトレンチでは、最新活動時期が $2300 \pm 30\text{yBP}$ 以降で $1420 \pm 30\text{yBP}$ 以前と求められ、従来 3300yBP 以降で 950yBP 以前とされていた最新活動年代（地域地盤環境研究所, 2008）をさらに絞り込むことができた。葛城市中戸で行っている金剛断層帯のトレンチ調査では、約 3000yBP 以降の堆積物が露出した。明瞭な断層は観察されないが、堆積物が東へ急傾斜しており（最大で約 10° ）、周囲の扇状地の初生的な傾斜と比べて有意に大きい。これが金剛断層帯の活動に伴う上盤側の変形である可能性があると考え、トレンチの掘り増しによる検討を進めている。

キーワード: 中央構造線断層帯, 近畿, 古地震, トレンチ掘削調査, 群列ボーリング調査

Keywords: Median Tectonic Line active fault zone, Kinki district, Paleoseismology, Trenching, Arrayed borehole survey

筒賀断層帯およびその周辺地域の活断層の分布と断層変位地形：中国地方西部の活断層密集地域に発達する長大活断層の一例 Distribution and tectonic landforms around the Tsutsuga fault zone, western Chugoku region, Japan

田力 正好^{1*}; 中田 高²; 堤 浩之³; 後藤 秀昭²; 水本 匡起¹; 松田 時彦¹

TAJIKARA, Masayoshi^{1*}; NAKATA, Takashi²; TSUTSUMI, Hiroyuki³; GOTO, Hideaki²; MIZUMOTO, Tadaki¹; MATSUDA, Tokihiko¹

¹ 地震予知振興会, ² 広島大学, ³ 京都大学

¹ERC, ADEP, ²Hiroshima Univ., ³Kyoto Univ.

中国地方西部(山口県, 広島県西部, 島根県西部)には北東-南西走向の地質断層が多数分布するが, 確実な活断層の分布は希薄な地域と従来考えられてきた(活断層研究会編, 1991など). 近年, 大縮尺の空中写真判読により, 地質断層が再活動したと考えられる活断層が新たに多数発見されてきている(中田・今泉編, 2002; 高田ほか, 2003; 後藤・中田, 2008; 山内・白石, 2010; 2012など). 筆者らは, 平成22年度より, 主として70年代国土地理院撮影1/1万カラー写真を用いて中国地方全域の活断層写真判読作業を行っている. その結果, 既報に示された活断層以外にもさらに多数の活断層が認定され, 中国地方西部は日本国内でも有数の活断層が密に分布する地域であることが分かってきた. その結果の一部(菊川断層帯, 弥栄断層帯, 大原湖断層帯)については既に報告しているが(田力ほか, 2011; 2012; 2013), 本発表では広島県西部から山口県東部にかけて分布する長大活断層帯である筒賀断層帯(中田・今泉編, 2002)およびその南北延長部の活断層の分布と断層変位地形の特徴について報告する.

筒賀断層帯およびその南北延長部は, 広島県北広島市から山口県周南市にかけて, 北東-南西走向におよそ100kmにわたって延びる長大な活断層帯である. これらの活断層は標高1000m程度の冠山山地内に発達し, 明瞭な地形境界をなしてはいない. 筒賀断層帯の変位速度は求められていないが, 変位地形の特徴から, B-C級の右横ずれ断層とされている(中田・今泉編, 2002). 筒賀断層帯の南方延長部には, 冠山断層・宇佐郷断層・須金断層(山内・白石, 2010; 2012), 栄谷断層(後藤・中田, 2008)の各断層が既存文献により記載されており, これらも筒賀断層帯と同様, 右横ずれ断層とされている.

今回の調査により, 筒賀断層帯の北方延長部に, 筒賀断層帯とほぼ同様の走向を持つ延長約25kmの活断層が新たにマッピングされた. 本研究では, これを志路原断層と仮称する. 志路原断層沿いには, 系統的な河谷の右屈曲, 分離丘, 山地斜面の逆向き低断層等の断層変位地形が認められ, 確実な活断層として認定できる. 筒賀断層帯以南については, 今回マッピングされた活断層トレースの分布形状は, 大局的に見ると既報と大きくは変わらないが, これまで詳細な記載がされていなかった断層変位地形(河谷の右屈曲, 分離丘, 切断尾根, 截頭谷, 山地斜面の逆向き低断層, 閉塞凹地など)が新たに認定されたことにより, これまで推定活断層, あるいは活断層の疑いのあるリニアメントとされていた, 冠山断層・宇佐郷断層・須金断層の各断層のほぼ全域が確実な活断層であることが確認された. 筒賀断層帯およびその周辺部の活断層の主な変位地形は河谷の系統的な右屈曲であり, 上下変位の向きは地点によって異なっていることから, 本断層帯は右横ずれ変位を主体とする活断層と考えられる. 河谷の屈曲量はほとんどが数10m程度, 最大数100m程度であり, 断層帯を横切る太田川・錦川など比較的大規模な河川の屈曲は明瞭ではない. この特徴は, 隣接する大原湖断層や弥栄断層と類似しており, これらの断層と同様, 筒賀断層帯の総変位量が最大数100m程度であり, 変位速度が非常に小さいか, 活動開始時期が比較的近い過去であることを示唆している.

今回マッピングされた活断層トレースは, 志路原断層から栄谷断層にかけて, 約100kmにわたって顕著な切れ目無く連続的に分布するが, このような長大な活断層の全てが同時に活動することは考えにくい. 宇佐郷断層の北端部付近が北西方向に分岐するようなトレースの分布を示し, 相対する冠山断層が西南方向に分岐するような分布形態を示すこと, 冠山断層以北の断層と宇佐郷断層以南の断層の走向がやや異なっていることから, 冠山断層と宇佐郷断層の境界部にセグメント境界が存在すると推定される. 志路原断層-筒賀断層-冠山断層の総延長が約60km, 宇佐郷断層-須金断層-栄谷断層野の総延長が約44kmであることから, それぞれM7.8, M7.6の地震を発生させる可能性が考えられる. また, 明確ではないが, 断層の分岐は筒賀断層の北端部付近にも認められることから, 志路原断層と筒賀断層-冠山断層は別の活動セグメントをなす可能性も指摘できる. 志路原断層が約25km, 筒賀断層-冠山断層が約34kmであることから, それぞれの断層はM7.2, M7.4の地震を発生させる可能性が考えられる. 中国地方西部には, 本断層帯と類似した長大活断層が多く分布しているが, それらの活断層はより短い活動セグメントに分割できる可能性があり, セグメント境界認定のためには, 詳細な活断層の位置形状のマッピングが有効である.

キーワード: 筒賀断層, 活断層, 中国地方, 内陸地震, 空中写真

SSS28-P18

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 18:15-19:30

Keywords: Tsutsuga fault, active fault, Chugoku, inland earthquake, air photo

アンケート調査に基づく1946年南海地震の震度分布・被害分布 Damage and seismic intensity distributions of the 1946 Nankai earthquake by the reanalysis of questionnaire survey

原田 智也^{1*}; 室谷 智子¹; 佐竹 健治¹; 古村 孝志¹

HARADA, Tomoya^{1*}; MUROTANI, Satoko¹; SATAKE, Kenji¹; FURUMURA, Takashi¹

¹ 東京大学地震研究所

¹ Earthquake Research Institute, Univ. of Tokyo

東京帝国大学地震研究所と理学部地球物理学教室は、戦時中から戦後にかけての6年間に発生し、1000人以上の死者を出した5つの被害地震(1943年鳥取地震(M7.2), 1944年東南海地震(M7.9), 1945年三河地震(M6.8), 1946年南海地震(M8.0), 1948年福井地震(M7.1))について、郵便によるアンケート調査を行い、詳細な震度分布の作成や発光現象などに関する研究を行っていた。しかしながら、調査結果はごく一部を除き公表されず、原資料も散逸したと考えられてきた。最近、アンケート調査票や集計表、分析結果の一部などが東京大学地震研究所で発見された。これらの資料は整理され、PDFファイル化されている(津村・他, 2010, 歴史地震)。西田・他(2013, 地震学会秋季大会)は、これらの資料のうち、1943年鳥取地震のアンケート調査の回答(1952点)を整理し、改正メルカリ(MM)震度階の詳細な震度分布図を作成した。

本研究では、1946年南海地震について、アンケート震度の集計資料と調査票と考えられる2種類の葉書を用いて、この地震の詳細なMM震度分布図の作成を行った。1946年南海地震のアンケート回答数は1034で、1014地点におけるMM震度が得られた。さらに、アンケート調査より明らかになった、地震動による人々や周囲の状況、建物や公共物の被害状況の分布図も作成した。特に、木造家屋や土蔵などの被害分布は、被害の状況が比較的詳しく分かっている1707年宝永地震(M8.7)や1854年安政南海地震(M8.4)の被害分布と比較するための基礎的な資料として有用であると考えられる。

アンケート集計表によると、震度に関する28の質問項目それぞれについて、MM震度が求められており、それらの平均値がその観測点の震度とされている。この平均MM震度の最大は、高知県内で9(気象庁の旧震度階における震度6におおよそ対応)である。四国地方、近畿地方、中国地方の瀬戸内側では、気象庁旧震度の震度5程度に対応するMM震度7, 8が広範囲に分布している。平均震度の分布は、中央気象台(1953, 気象要覧)による震度分布とおおよそ一致している。一方、28件の質問項目によるMM震度の最大値の分布については、気象庁震度の7と対応するMM震度10-12が、四国全域、兵庫県・岡山県・広島県の瀬戸内海側、和歌山県と三重県の太平洋側に分布しており、中央気象台(1953)の震度分布(四国地方の太平洋側、瀬戸内海周辺、三重県の太平洋側の7点で震度6)と比べると、明らかに大きなMM震度が広範囲に分布している。10以上のMM震度は、橋梁や堤防、岸壁などの被害に関する質問項目から推定されているが、これらの被害状況に対応するMM震度が過大であると考えられるので、再検討が必要である。

また、アンケート調査の木造家屋の被害状況に関する質問から、南海地震による西日本の木造家屋の被害状況が明らかになった。それによると、濃尾平野、琵琶湖周辺の平野、松江付近の平野部でも、壊れやすい家屋は倒れるものがあった。さらに、中国地方から近畿地方の山間部、四国地方の山間部では「被害がほとんどなし」であるのに対して、震源域からかなり遠くの静岡県平野部、濃尾平野周辺、琵琶湖周辺の平野部、福井平野付近、山陰地方の平野部における木造家屋は「かなり傷む」と回答されており、地盤の影響が家屋の被害に大きく影響を与えていることが分かる。煉瓦造り・石造りの家屋の被害も、木造家屋の被害の程度と調和的であった。

さらに、MM震度の推定には使われていないが「低湿地に土砂を噴き出す」というアンケート回答の選択肢は、軟弱地盤の液状化による噴砂を表していると思われるが、震源域から遠い三重県内や、瀬戸内海周辺でも噴砂の回答があった。

今後、中村・他(2014, 連合大会)、香川・他(2014, 歴史地震研究会)が行ったように、MM震度への換算を前提として作成された28のアンケート項目から、それらに対応する気象庁震度を評価することによって、アンケート結果から現行の気象庁震度を推定する予定である。

謝辞: アンケート調査に関する資料は、東京大学地震研究所の古地震・古津波記録委員会を通じて閲覧した。記して感謝致します。本研究は、文部科学省委託研究「南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト」により行われた。

キーワード: 1946年南海地震, アンケート調査, 改正メルカリ震度階, 震度分布, 被害分布

Keywords: 1946 Nankai earthquake, questionnaire survey, Modified Mercalli (MM) seismic intensity scale, seismic intensity distribution, earthquake damage distribution

歴史南海地震災害の理解に向けた高知県沿岸の海底構造物の形成過程 Submarine rock forming structures at shore of Kochi Prefecture and their correlation with historical Nankai earthquakes

谷川 亘^{1*}; 山本 裕二²; 村山 雅史²; 徳山 英一²; 若木 重行¹; 廣瀬 丈洋¹; 井尻 暁¹; 星野 辰彦¹
TANIKAWA, Wataru^{1*}; YAMAMOTO, Yuhji²; MURAYAMA, Masafumi²; TOKUYAMA, Eiichi²; WAKAKI, Shigeyuki¹; HIROSE, Takehiro¹; IJIRI, Akira¹; HOSHINO, Tatsuhiko¹

¹ 独立行政法人海洋研究開発機構高知コア研究所, ² 高知大学 海洋コア総合研究センター

¹JAMSTEC/KCC, ²Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University

高知県各地において南海巨大地震により集落一帯が沈降したという伝承(『黒田郡』伝承)が残されている。一方、高知県の沿岸部各地において、海底下において人工的に作られたと思われる構造物が確認されており、『黒田郡』伝承とともに歴史津波地震災害を読み解く鍵として注目されている。

高知県幡多郡大月町の柏島北部沿岸では、海岸線と平行に並ぶ石堤と類似した構造物が海底に存在することが知られており、住民たちの間では『岡の土手・沖の土手』といわれ親しまれてきた。この構造物は、巨礫が積み上げられて壁のように切立っていて、各巨礫はその隙間を埋めるセメント状の細粒物質により強固に結合している。柏島陸上に現存する『兼山堤』と平行した位置関係にあることを踏まえると、人工物の可能性を示唆している。一方、巨礫がランダムに積み上げられていることや、温暖域の沿岸部では自然の堆積作用によっても類似の構造物(ビーチロック)が形成されるため、自然作用の産物の可能性も否定できない。『兼山堤』は、江戸時代初期に土佐藩家老であった野中兼山が指揮を執って建設したものである。一方、建築材料として日本で本格的に近代セメントの利用が始まったのは明治時代以降のことである。上記を踏まえると、柏島の海底構造物の成因として以下の3つの仮説が挙げられる。

①人工セメントを用いて人工的に積み上げられた石堤(防波堤・船着場として使用)

②自然構造物(ビーチロック)

③人工的な石積みが海底で自然のセメント化作用を受けて強固になった構造物

対象構造物か「人工物」か「自然物」かの判断はもちろん重要であるが、地震に伴う地殻変動と津波災害との関係で海底構造物を捉えた場合、対象物が形成された年代と環境(水深・陸/海)を把握することが重要である。そこで本研究では、建造物のセメント物質の年代測定(14C年代法・Sr同位体年代法)、化学分析(XRF、SIMS)、鉱物同定(XRD)を行い、その年代と形成された環境を推定する。また、近代以降と明治時代以前の沿岸・河川の人工石造物と海底構造物の化学的特徴の違いを明確にするために、

A. 柏島沿岸陸上に設けられている防波堤

B. 仁淀川に露出する野中兼山が設計に関わった「鎌田堰」跡(取水堰)

を対象として、海底構造物と同様にセメント物の年代・化学分析と、微細構造組織観察を行う。本研究の結果をもとに、人工セメントと自然セメント物(ビーチロック)を区別する指標と形成年代の推定方法を確立し、現存する海底地震遺構の調査・分析に応用する計画である。本発表では、2014年10月に行った柏島の海底地形調査と海底および陸上で採取した試料の化学分析の結果を速報する。

謝辞

本研究の海洋調査は日本海洋株式会社の多大なご協力を頂きました。ここに厚く御礼を申し上げます。

キーワード: 南海地震, ビーチロック, コンクリーション, 地震性地殻変動

Keywords: Nankai earthquake, beach rock, cementation, coseismic uplift and subsidence

小倉東断層延長海域における高分解能マルチチャンネル音波探査 High-resolution Multi-Channel Sonic survey on the seaward extension of the Kokura-Higashi Faults

楮原 京子^{1*}; 吉岡 敏和²; 加藤 勲³; 半場 康弘³

KAGOHARA, Kyoko^{1*}; YOSHIOKA, Toshikazu²; KATO, Isamu³; HAMBATA, Yasuhiro³

¹ 山口大学, ² 産総研 活断層・火山研究部門, ³ 川崎地質 (株)

¹ Yamaguchi Univ., ² IEVG, AIST, ³ Kawasaki Geological Engineering Co. Ltd.

小倉東断層は福岡県北九州市小倉北区から北九州市小倉南区にかけて分布する北北東-南南西方向に延びる右横ずれ断層である。地震調査推進本部(2013)の評価において、小倉東断層の地表で確認される長さは約13kmであるが、重力異常の急変帯がさらに北方へと続くことから、小倉東断層の北方延長が彦島沖、響灘へと連続する可能性が指摘された。そこで、本調査では小倉東断層の北方延長とされる響灘において、活断層の存在や地質構造を確かめるために高分解能マルチチャンネル音波探査を実施した。測線は重力異常で推定された断層を横断するような東西測線を19本、それらをつなぐ南北測線を2本設定した。調査は電磁誘導型音源(ブーマー)を2.5m間隔で発振し、チャンネル間隔2.5m、12チャンネルのストリーマーケーブルで受振した。データ収録時間は0.4秒、サンプリング周波数は8000Hzとした。取得されたデータの解析はCMP重合法を用いた。その結果、極浅層を变形させる断層が彦島の沖合に少なくとも2条、存在していることが明らかとなった。なお、この断層が小倉東断層と直接連続するかについては関門海峡周辺の地質構造と照らし合わせながら議論する必要がある。

キーワード: 小倉東断層, マルチチャンネル音波探査, 横ずれ断層, 響灘

Keywords: Kokura-Higashi Faults, multi-channel sonic survey, strike-slip fault, Hibiki-nada

九州北部, 小倉東断層および福智山断層の古地震調査 Paleoseismological study of the Kokura-higashi fault and the Fukuchiyama fault zone in northern Kyushu Island, Japan

吉岡 敏和^{1*}; 谷口 薫¹; 細矢 卓志²; 植木 忠正²; 森田 祥子²
YOSHIOKA, Toshikazu^{1*}; TANIGUCHI, Kaoru¹; HOSOYA, Takashi²; UEKI, Tadamasa²; MORITA, Sachiko²

¹産総研 活断層・火山研究部門, ²中央開発

¹Institute of Earthquake and Volcano Geology, AIST, ²Chuo Kaihatsu Corporation

小倉東断層は, 九州北部, 福岡県北九州市小倉北区から小倉南区にかけて北北東-南南西方向に分布する活断層である。福智山断層は, 同じく九州北部, 北九州市八幡西区から直方市, 田川郡福智町を経て田川市に至る, 北北西-南南東方向に延びる活断層である。ともに断層の西側が相対的に隆起する上下変位成分を有しており, 小倉東断層では右横ずれ, 福智山断層帯では左横ずれ変位を伴うことが指摘されている。平成 25 年 2 月に地震調査研究推進本部地震調査委員会から公表された長期評価では, 小倉東断層については最新活動時期が約 4,600 年前以後, 約 2,400 年前以前と推定されたが, 平均活動間隔が不明のため, 将来の地震発生確率は不明とされた。また福智山断層では, 断層帯の平均変位速度は 0.02-0.03m/千年程度とされたが, 最新活動時期が約 28,000 年前以後, 約 13,000 年前以前、平均活動間隔が約 9,400-32,000 年と、ともに幅広い評価となっているため, 将来の地震発生確率は今後 30 年間でほぼ 0-3 % と十分に絞り込めていない。そのため産業技術総合研究所では, 平成 25 年度文部科学省の委託を受け, 小倉東断層および福智山断層について, 断層活動性を明らかにするための調査を実施した。

小倉東断層では, 変位地形が比較的明瞭な断層南部の北九州市小倉南区志井(上志井地点)において, ボーリングおよびトレンチ調査を実施した。トレンチは, 西からの支流の出口に, 長さ 14m, 幅 8m, 深さ 3.5m の規模で掘削した。またトレンチ掘削に先立ち 4 孔, トレンチ埋め戻し後に 2 孔のボーリング調査を実施した。トレンチ壁面には, 変質した堆積岩類からなる基盤岩と, 木片等を多く含む腐植質のシルト層および砂礫層が露出し, それらを変位させる高角の断層が確認された。断層は最上部の盛り土を除くすべての地層を, 見かけの上下変位で 1m 以上変位させている。また, 低下側に分岐した断層が下部の地層を変位させ, 上位の地層に覆われる構造が認められることから, 少なくとも複数回の断層活動があったことが読み取れる。さらに, 隆起側最下部の地層には, 少なくとも 2 層準に液状化の痕跡とみられる構造が認められた。壁面から得られた試料の放射性炭素同位体年代測定の結果, 最新活動に先立つ活動は暦年で約 20,000 年前から約 19,000 年前の間にあったものと推定される。

福智山断層では, 断層中部の直方市畑(後山地点)において, ボーリングおよびトレンチ調査を実施した。この地点は, 断層を挟んで分布する緑色岩と古第三系堆積岩との境界にあたる鞍部で, 6 孔のボーリングにより地質境界位置を確認した上で, 3 溝のトレンチ(北から A トレンチ, B トレンチ, C トレンチ)を掘削した。A トレンチの壁面には, 西に急斜する古第三系堆積岩とそれを覆う厚い砂礫層が露出したが, 砂礫層を変位させる断層は確認できなかった。B トレンチでは, 古第三系と緑色岩類との境界断層が, 上位に載る礫層および砂質シルト層を変位させ, さらにその上位の礫層にほぼ水平に覆われているのが確認された。A トレンチでは古第三系と緑色岩類との境界をなすほぼ垂直な断層が確認されたが, その上位には基盤岩の風化粘土層が載るのみであった。B トレンチで断層変位を受けた砂質シルト層からは, 火山ガラスや火山灰起源の鉱物粒子がほとんど認められなかったことから, この地層は阿蘇 4 火砕流よりも古い可能性が高いと考えられる。

キーワード: 小倉東断層, 福智山断層, 福岡県, 九州, 活断層, 古地震

Keywords: Kokura-higashi fault, Fukuchiyama fault, Fukuoka prefecture, Kyushu, active fault, paleoseismology

西山断層帯嘉麻峠区間における群列ボーリング調査と高分解能 S 波反射法地震探査データの再解析 Borehole drillings and reanalysis of the S-wave reflection data across the Kamatoge segment of the Nishiyama fault

向井 理史¹; 村田 和則^{1*}; 堀川 滋雄¹; 堤 浩之²; 吉岡 敏和³
MUKAI, Masashi¹; MURATA, Kazunori^{1*}; HORIKAWA, Shigeo¹; TSUTSUMI, Hiroyuki²;
YOSHIOKA, Toshikazu³

¹ サンコーコンサルタント株式会社, ² 京都大学, ³ 産業技術総合研究所
¹ Suncoh consultants co.,Ltd., ² Kyoto Univ., ³ AIST

1. はじめに

西山断層帯は、福岡県沖ノ島南方の玄界灘から朝倉郡東峰村および朝倉市に至る長さ約 110km、北西-南東方向に延びる左横ずれ主体の断層帯である(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2013)。同断層帯は、その分布形態などから、沖ノ島南方の海域から宗像大島の北岸付近に至る長さ約 38km の大島沖区間、宗像市の北岸付近から飯塚市西部に至る長さ約 43km の西山区間、嘉穂郡桂川町から朝倉郡東峰村付近と朝倉市杷木町付近に至る長さ約 29km の嘉麻峠区間に区分されている(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2013)。

西山断層帯嘉麻峠区間は、桂川町九郎丸付近から東峰村大行司にかけて北西-南東方向に延びる左横ずれの嘉麻峠-小石原断層と、東峰村小石原鼓付近から朝倉郡杷木町付近にかけて北東-南西方向に延びる右横ずれの杷木断層から構成される(堤ほか, 2008; 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2013; 堤ほか, 2014)。この区間は、堤ほか(2008)によって初めて指摘されたが、後期更新世から完新世における活動性や変位速度、浅層地下地質構造の基本的情報など多くの点が未解決である。このような諸点を解明すべく、筆者らは西山断層帯嘉麻峠区間の調査を行い、その成果の一部は堤ほか(2014)で報告した。本発表では、平成 25~26 年度の文部科学省「地域評価のための活断層調査(九州地域)」の一環として実施したボーリング調査と、それを基に反射法地震探査データの再解析を行った結果について概要を報告する。

2. 調査地点

調査地点は朝倉市杷木寒水に位置する。空中写真による地形判読では、比高差約 2m の東西方向に直線的に伸びた南側隆起の逆向き低崖が連続して認められる。宮下ほか(2013)はこの低崖を挟んで 2 本の浅層ボーリング調査を実施し、堤ほか(2014)は低崖を横断して高分解能 S 波反射法地震探査を行っている。今回、物理探査測線近傍で基盤岩まで到達する 2 本のボーリングを含む計 4 本の追加ボーリング調査を実施し、その結果を基に堤ほか(2014)で取得された物理探査データを再解析した。

3. 群列ボーリング調査

S 波反射法地震探査の結果と照らし合わせるため、物理探査重合測線近傍に群列ボーリングの測線を設定した。前述の低崖を挟み、まず北側および南側で 1 孔ずつ基盤岩到達(深度 17~20m)までボーリング掘削を進め、地質状況を確認して既存コアとの地層の対比を試みた。その後、低崖の北側で 2 本の浅層ボーリングを掘削し、地層の連続性と分布高度を把握し、地層を対比した。ボーリングコアで確認された地層は、上から耕作土・盛土、砂層 1、腐植土~腐植質粘土層 1、砂層 2、腐植土層 2、粘土層、砂層 3、礫層、花崗岩である。砂層 2 は暗緑灰色を呈する砂で、他の砂層とは色調による違いで区別される。同様に、粘土層には赤黒色を呈する層があり、ボーリング間で対比可能である。地層対比の検討結果、砂層 2 および腐植土層 2 は低崖よりも南側には確認されないことから、低崖付近に断層構造の存在が推定され、これまで堤ほか(2008, 2014)が指摘している断層の位置や特性を支持する結果となった。

4. 高分解能 S 波反射法地震探査

堤ほか(2014)で実施した高分解能 S 波反射法地震探査を今回のボーリング調査により得られた地質情報を基に再解析した。解析は CMP 重合法を適用した。堤ほか(2014)の解析との相違点は、ボーリング調査により得られた地層特性に合わせた速度解析を行った点である。解析の結果、標高 40~50m 付近(深度 5~10m 未満)では水平で連続性の良い反射面群が分布する。それより低標高では重合測線の間あたりで北へ緩く傾斜した反射面群が認められ、活断層による変形が及んでいる区間と推定される。今後は、地表地質・ボーリング層序・地層の物性・放射性炭素同位体測定の結果などを考慮して、当該調査地点の浅層地質構造について詳細な解析を進め、群列ボーリングとの比較を検討する予定である。

SSS28-P23

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 18:15-19:30

キーワード: 西山断層帯, 群列ボーリング, S波反射法地震探査

Keywords: Nishiyama fault, borehole drillings, S-wave seismic reflection

佐賀平野北縁断層帯の活動性 Activity of the Northern Marginal Faults of the Saga Plain

吉田 春香^{1*}; 楮原 京子²; 今泉 俊文³; 副田 宜男⁴

YOSHIDA, Haruka^{1*}; KAGOHARA, Kyoko²; IMAIZUMI, Toshifumi³; SOEDA, Yoshio⁴

¹ 福岡県立ありあけ新世高等学校, ² 山口大学教育学部, ³ 東北大学大学院理学研究科, ⁴ 西日本技術開発(株)

¹Fukuoka Prefectural Ariake High School, ²Faculty of Education, Yamaguchi University, ³Graduate School of Science, Tohoku University, ⁴West Japan Engineering Consultants, Inc.

佐賀平野北縁断層帯は、佐賀県吉野ヶ里町立野付近から佐賀県小城市小城町松尾付近にかけて分布する東西約19kmにわたる北側隆起の正断層帯である。活断層の分布形態は直線的なトレースが東西にわたってみられる。佐賀平野北縁断層帯の分布に関して、九州活構造研究会編(1989)や中田・今泉編(2002)等は、北側の背振山地と南側の佐賀平野との地形境界およびその南側に活断層を認定している。しかし、本断層帯を対象としたトレンチ調査などの情報は乏しく、平均変位速度や最新活動時期など本断層帯の活動性については未だ不明である。そこで、本研究では佐賀平野北縁断層帯の平均変位速度や活動履歴、最新活動時期を推定することを目的に微地形判読、地形・地質野外調査及び極浅層反射法地震探査等の調査を進めている。本研究についてはこれまで、楮原ほか(2014)や今泉ほか(2014)によりすでに報告を行っているが、本報告では特に微地形の分布や形態に注目して活断層の分布を再確認し、さらに微地形の対比と断層変位の有無に基づいて本断層帯の活動性について議論する。東は吉野ヶ里町から、神埼市を経て西は佐賀市の嘉瀬川左岸までを調査範囲とした。

微地形の判読に際しては、縮尺1:2500都市計画図から1m間隔の等高線図を作成し、国土地理院が1960年代に撮影した縮尺1万分の1の空中写真を用いた。また、簡易ボーリング調査、極浅層反射法地震探査を含む野外調査を行った。

その結果、佐賀平野北縁の地形面は、高位よりH, M1, 阿蘇4火砕流堆積面, M2, L1, L2 および L3 面の7面に区分された。また、これまでの段丘区分図(故)長岡原図; 下山, 1999; 下山ほか, 1999, 2010など)との対比を踏まえると、それぞれの形成年代は、H面はMIS7相当, M1面はAso?4火砕流堆積面の下位に位置することから最終間氷期最盛期であるMIS5e相当, 阿蘇4火砕流堆積面は8.9kaに、M2面は阿蘇4火砕流堆積物を不整合に覆うことなどからMIS5a相当とそれぞれ考えられる。さらに、L1面は本調査地域で最も広く分布する地形面で、離水面の直上にAT(26-29ka)が挟在されることから最終氷期であるMIS2-4相当, L2面は離水面の直上にK-Ah(7.3ka)が挟在されることなどからMIS1相当, L3面はL2面より低位のMIS1相当とした。

このうちL2面には、既知の断層トレースより南側に東西方向へ連続的に続く数条の地形的な高まりが認められた。この高まりは背斜状で、いずれも南側へ撓み下がり、その様子は詳細等高線図からも読み取れる。地表踏査でこの地形的な高まりは目視で僅かな傾斜(比高)が読み取れる。また、簡易ボーリング調査をこの高まりのあるL2面を中心に、断層トレースの上盤側下盤側にて複数箇所を行った。その結果、L2面上の断層トレースの相対的隆起側にあたる佐賀市川久保(標高約5m)にて、深度102?105cmでK-Ah、深度120?126cmでATがそれぞれ見出された。今回の発表では、地形判読、簡易ボーリング調査等の結果に基づき、佐賀平野北縁断層帯の活動性を議論する。

キーワード: 佐賀平野北縁断層帯, 正断層, 大縮尺地形図, 地形的な高まり, 微地形判読

Keywords: Northern Marginal Faults of the Saga Plain, normal fault, large-scale geographical map, tectonic bulge, interpretation of microtopography

布田川一日奈久断層帯海域延長部における断層変位の形態的特徴 Morphological features of offshore extension of the Futagawa-Hinagu fault zone

八木 雅俊^{1*}; 坂本 泉¹; 藤巻 三樹雄²; 根元 謙次¹
YAGI, Masatoshi^{1*}; SAKAMOTO, Izumi¹; FUJIMAKI, Mikio²; NEMOTO, Kenji¹

¹ 東海大学, ² 沿岸海洋調査 (株)

¹Tokai University, ²Coastal Ocean Reseach Co,LTD

阿蘇外輪山西側から八代海南部へ北東-南西方向に延びる布田川一日奈久断層帯は全体として右横ずれを主体としている。本断層帯南西部に位置する八代海の海底には多数の断層が分布している。

横ずれ断層末端部の消滅機構において、複雑な変形構造が発達することが知られており (例えば垣見・加藤,1994)、それらの構造を把握するためには、3次元のかつ高分解能な地質構造調査技術の構築が必要 (阿部・青柳,2004) という指摘がされている。

本研究では、海域における横ずれ断層に伴う地質構造を3次元的に捉えることを目的とし、既知の断層である布田川一日奈久断層帯海域延長部を対象とした音波探査を実施した。

調査は断層の走向 (NE-SW) に直交する方向を基本として、3次元的に地質構造を捉えるため、高分解能地層探査装置 (SES2000) を用いた観測を最大 20m 間隔と緻密な測線配置で実施した。

記録断面において、堆積層をその反射パターンから5つに区分し、上位からI~V層とした。またこれらの地層境界にあたる不整合面を上位からR1~R4とした。本海域では、ブーマー音源によるマルチチャンネル音波探査及びピストンコアリングによる柱状採泥が実施されており (井上ほか,2011; 楮原ほか,2011)、それらの結果との対比から、R2は完新統の基底面、R3は最大海面低下期の浸食面を示していると推定される。

調査海域を北部と南部の2つに分け、特徴的に認められた構造を以下に示す。

①調査海域北部において、東側隆起を伴うNE-SW方向に延びる断層 (main fault: MA断層) が認められた。傾斜及び変位量ともに中央部で最も大きく、南に向かい小さくなる。中央部では堆積層の下方への引きずり込みが認められた。これは横ずれ断層で特徴的に認められる花卉構造と考えられる。この変形の幅は北に向かい徐々に拡がり、約200m続いた後、散乱層の発達により以北の構造は不明瞭となる。また、III層基底にはMA断層に直交するNW-SE方向に延びる溝状の構造が認められた。

②調査海域南部では、MA断層が南西に向かい枝分かれし拡がる。これらの断層は正断層成分をもち、幅約200m、比高約2mの地溝が形成されている。

以上、3次元的な高分解能探査により、横ずれ断層変位に伴って特徴的に認められる変形構造を捉えることが出来た。

キーワード: 布田川一日奈久断層帯, 右横ずれ断層, 花卉構造

Keywords: Futagawa-Hinagu fault zone, right-lateral strike-slip fault, flower structure

Recurrence interval analysis along the strike-slip Xianshuihe-Xiaojiang Fault System: by Coulomb stress change history

YAN, Bing^{1*} ; TODA, Shinji³ ; LIN, Aiming²
 YAN, Bing^{1*} ; TODA, Shinji³ ; LIN, Aiming²

¹Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University, ²Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University, ³International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University
¹Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University, ²Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University, ³International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

Stress-triggering theory of earthquakes has been generally concerning to evaluate earthquake interactions in the past two decades. Evolution of stress change deduced from the sequences of great earthquakes along fault offers crucial quantitative restriction to the understanding of earthquake cycles.

The Xianshuihe-Xiaojiang Fault System (XXFS) is a typical left-lateral strike-slip fault that has triggered many large historical earthquakes, including the 2010 Mw 6.9 Yushu earthquake in the central Tibetan Plateau. Thirty-five M > 6.5 earthquakes have been recorded along the ca. 1500-km-long XXFS since 1327, which provides an unsurpassed opportunity to study the stress change history. To assess the recurrence interval and seismic hazard of the XXFS, we analyzed the Coulomb stress change history along this fault system using elements including the rupture lengths caused by the 35 events, GPS slip rate and simplified fault geometry. The results of previous paleoearthquake investigations along the XXFS are introduced into the Coulomb stress change history to examine the earthquake recurrence characteristics. The southeastern segment of the Xianshuihe Fault Zone expresses recurrence interval of characteristic earthquake model, which is consistent with the historical earthquake records and result of paleoseismic investigations. Comparatively, the northwestern segment of Xianshuihe Fault Zone displays a characteristic of clustered earthquake model. Modeling of Coulomb stress change revealed that the earthquake recurrence model along the strike-slip XXFS is of multiplicity.

キーワード: Xianshuihe-Xiaojiang Fault System, seismic modeling, Coulomb stress change, recurrence interval, seismic hazard
 Keywords: Xianshuihe-Xiaojiang Fault System, seismic modeling, Coulomb stress change, recurrence interval, seismic hazard

