

南海トラフ巨大地震の「安政型」と「宝永型」について On the Ansei-type and the Hoei-type of great Nankai trough earthquakes

石橋 克彦^{1*}
 ISHIBASHI, Katsuhiko^{1*}

¹ 神戸大学名誉教授
¹ Kobe Univ., Prof. Emer.

●南海トラフ巨大地震の発生様式や発生機構は新たな見直しの段階に入っている(例えば, 石橋, 2014, 『南海トラフ巨大地震』岩波書店). 瀬野(2012, 地震 ii, 64, 97)は, 従来の, 震源域をA~E領域(図参照)に割り振る考え方に疑問を呈し, 破壊様態とシリーズに関する新説を発表した. すなわち, seismic-b.eq(震源断層面上で短周期地震波を生成する領域; 以下, sb)の特徴によって「安政型」と「宝永型」に2分でき, 前者(sbが駿河湾に入り込み熊野灘には存在しない)は1854, 1498, 1096(+1099), 684年の地震で平均間隔は約400年, 後者(sbが駿河湾に入り込まず熊野灘には存在する)は1944(+1946), 1707, 1361, 887年の地震で平均間隔は約350年だという. そして, 1944年と1854年はsbが相補的だから「Eが未破壊」という東海地震説は成り立たず, Eを破壊する東海地震(安政型)の発生は約200年先だろうとした. 本報では, sbの特徴の認定が妥当か, 安政型と宝永型が確かに存在するか, を歴史地震学的に検討する.

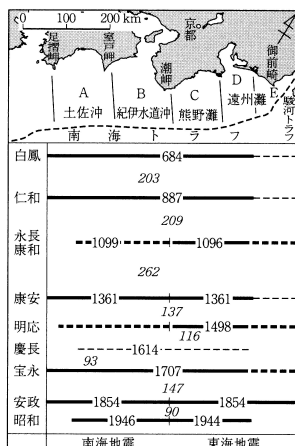
●「安政型」: 1854年安政東海地震のsbがC+Dにはなかったと瀬野が考えた根拠は, 紀伊半島の震度は6未満という認識だった. しかし, 熊野灘にsbがあった1944年地震でも, 尾鷲以北はおおむね震度5弱, 熊野市木本以南は震度4で, 震度6は唯一新宮の狭い範囲と三重県大杉谷だけだった. 一方安政東海地震では新宮・熊野などが震度5~6, 志摩市越賀は震度7だった. 伊勢湾周辺にも震度6が分布するから, 1854年のsbは少なくともDを含み, さらにCでも地震波を放出したと考えたほうがよい. 瀬野は, geodetic-b.eq(地殻変動をもたらし震源領域)もCにはなかったとしているが, 湯峯温泉の停止は熊野灘の震源断層運動による可能性がある. 尾鷲で地震後じきに津波が来たことは, tsunami-b.eq(津波を発生させる震源領域)もC領域に存在したことを示唆する. 1498年も, 1096年も, 熊野灘にsbがなかったとはいえない. 結局, 「安政型」という類別は成り立たないと考えられる.

●「宝永型」: 瀬野に限らず, 1707年宝永地震の震源域は駿河湾に入っていなかったという見方が強くなっている. しかし, 安政期に比べて史料が圧倒的に少ないことも考慮して震度分布を見れば, 駿河湾内にある程度のsbはあったと考えられる. 瀬野は, 1361年については門間沼遺跡(愛知県一宮市)より東に, 887年については地蔵越遺跡(同県稲沢市)より東に, それぞれ文献史料や考古学資料がないことをあげて, 両地震が宝永型だったことと矛盾しないというが, 古地震学の制約を考えればこのような議論はできない. 両地震の時期に駿河湾北岸の浮島ヶ原が急激に沈降した可能性(藤原・他, 2009, 地質学会講演要旨など)が注目される. 結局「宝永型」という類別は疑問である.

●結論: 瀬野が指摘したように, A~E領域の固有地震的なものの組み合わせとして南海トラフ巨大地震を捉えるのはよくないだろうが, 安政型と宝永型という新たなタイプの導入も適切ではないと思われる. なお, 石橋(2014)が見直した南海トラフ巨大地震の時空間分布を図に示す. 【本発表は日本地震学会2014年度秋季大会に申し込み, 予稿集にも掲載されているが, 怪我で参加不能となって取り消したものである】

キーワード: 南海トラフ巨大地震, 歴史地震, くり返しパターン, 安政型, 宝永型

Keywords: great Nankai trough earthquakes, historical earthquakes, recurrence pattern, Ansei-type, Hoei-type



千葉県館山市の海浜堆積物から推定した元禄地震の前の関東地震 Pre-1703 Genroku earthquake estimated from coastal geology at the southwestern Boso Peninsula

藤原 治^{1*}
FUJIWARA, Osamu^{1*}

¹産総研活断層・火山研究部門
¹Geol. Surv. Japan, AIST

元禄関東地震の前の関東地震が何時起きたかを調べるため、館山湾岸の沖積低地でボーリング調査を行った。この地域は元禄・大正の関東地震で1~2m隆起したとされる。元禄地震時の隆起で離水した低地は、元禄段丘(沼IV面)としてよく知られている。沼IV面の陸側を限る浜堤は、古絵図の情報から元禄地震が起きたときの海岸砂丘にあたるとされる。この浜堤は、元禄地震の前に起きた関東地震による海岸の隆起で離水した可能性が高い。この浜堤の上で2本のボーリングコアを掘削し、離水時期を推定した。ボーリングはほぼ同じ地点(標高5.4m)で2本(深度5.0mおよび6.0m)掘削した。

ボーリングコアの層相は大きく分けて、貝化石を含む極細粒砂層からなる下部と、砂層および礫層の互層からなる上部に分かれる。下部は内湾堆積物、上部は浜堤の構成層である。上部の砂層礫層の基底高度は標高約1.2mである。下部と上部の境界が離水イベントを示している。下部と上部の間には、貝化石や粘土礫を含む砂礫層と粘土層の互層(層厚約1.4m)が挟まる。これは砂礫層を堆積させる強い流れと、粘土層が沈殿する流れの停滞期が繰り返すことで形成されたもので、津波堆積物の可能性がある。

貝化石と植物片を用いた¹⁴C年代測定によると、この”津波堆積物”からは9世紀から14世紀にわたる複数の年代値が得られ、最も若い値は1215-1360ADである。浜堤構成層の下部からは1210-1357ADの値が得られた。浜堤の離水時期は13世紀から14世紀前半と推定される。これは穴倉(2003)が調査地北方の岩井低地の浜堤地形から推定した隆起時期や、Shimazaki et al. (2011)が三浦半島で検出した隆起イベントと津波堆積物から推定した関東地震の時期(1293年)と対応する。

キーワード: 関東地震, 地震隆起, 津波堆積物, 古地震
Keywords: Kanto earthquake, Coastal uplift, Tsunami deposit, Paleoearthquake

式根島における隆起貝層からみた後期完新世の隆起:1498・1605年の大津波の波源域に関する含蓄 Late Holocene uplifts of Shikine Island on the northern Zenisu Ridge off Central Japan

今井 啓文^{1*}; 北村 晃寿²; 伊藤 真実¹; 宮入 陽介³; 横山 祐典³; 山口 寿之⁴; 杉原 薫⁵; 安藤 雅孝⁶;
三井 雄太²; 金 幸隆⁷; 中村 衛⁸
IMAI, Takafumi^{1*}; KITAMURA, Akihisa²; ITO, Mami¹; MIYAIRI, Yosuke³; YOKOYAMA, Yusuke³;
YAMAGUCHI, Toshiyuki⁴; SUGIHARA, Kaoru⁵; ANDO, Masataka⁶; MITSUI, Yuta²; KIM, Haeng yong⁷;
NAKAMURA, Mamoru⁸

¹ 静岡大学理学部, ² 静岡大学理学研究科, ³ 東京大学大気海洋研究所, ⁴ 神奈川大学, ⁵ 国立環境研究所, ⁶ 静岡大学防災総合センター, ⁷ 神奈川県温泉地学研究所, ⁸ 琉球大学理学部

¹Institute of Geosciences, Shizuoka University, ²Faculty of Science, Shizuoka University, ³Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, ⁴Faculty of Science, Kanagawa University, ⁵Center for Environmental Biology and Ecosystem Studies, National Institute for Environmental Studies, ⁶Center for Integrated Research and Education of Natural hazards, Shizuoka University, ⁷Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture, ⁸Faculty of Science, Ryukyu University

2013年、国から「南海トラフの地震活動の長期評価の第二版」が公表され、フィリピンプレート内の遠州灘～銭州海嶺付近～新島・神津島付近～相模トラフのどこかにも、巨大地震の震源域に含まれる領域が存在する可能性が示唆された。一方、伊豆半島沖の式根島では、福富(1938)が離水貝層を発見し、約3mの隆起が起きたことを報告していた。この隆起をもとに羽島(1975)は、1498年の明応地震(M8.6)の津波波源域を東海沖～伊豆半島南方沖と推定した。また、相田(1981)は明応地震とともに1605年の慶長地震の津波波源域を東海沖～伊豆半島南方沖に置いたモデルを提示した。これに対して、太田ほか(1983)は島内3か所で離水貝層の14C年代を測定し、約1400年前に隆起したことを明らかにし、上記の仮説を否定した。だが、最近、中田ほか(2013)は、神津島から銭洲を経て浜名湖沖に達する銭州海嶺の南縁に沿う銭洲断層系活断層(全長275km)が、明応地震の震源断層の可能性を指摘している。こうした状況を踏まえ、本研究では、先行研究よりも遥かに高精度の年代決定を可能とした加速器質量分析装置で、式根島の隆起貝層の¹⁴C年代を測定し、1498年明応地震の津波および1605年の慶長地震の津波の波源域としての東海沖～伊豆半島南方沖の可能性を検討した。その結果、以下のことが明らかとなった。

1. 本研究で式根島において、新たに4地点で離水生物遺骸を発見した。
2. 年代-高度分布から、隆起貝層は3つのグループに分けられ、これは過去1000年間に3回の突発的隆起事件が起きた可能性を示唆する。
3. 隆起事件の年代と最大隆起量は、西暦1120-1400年で0.4m、1530-1890年で1.8m、1860-1950年で1.0m、と見積もられる。
4. 西暦1858-1950年の隆起は、式根島の南東沖で起きた1890年の地震による可能性が高い。
5. 西暦1120-1400年と1530-1890年の隆起は、1498年明応地震の津波および1605年の慶長地震の津波の波源域としての東海沖～伊豆半島南方沖の可能性を支持しない。

キーワード: 式根島, 隆起貝層, 後期完新世, 隆起, ¹⁴C年代

Keywords: Shikine Island, Emerged marine sessile assemblages, Late Holocene, uplifts, ¹⁴C dating

関東地方の近世以降 400 年間の被害地震について Seismicity of Kanto District for 400 years since 1615

松浦 律子^{1*}

MATSU'URA, Ritsuko S.^{1*}

¹ (公財) 地震予知総合研究振興会

¹ADEP

近世から現代まで系統的に地震活動を解析する作業のうち、今回は関東地方の陸域で発生して被害を生じた地震に関して、報告する。震度分布を主に用いる手法であるが、史資料にある地震活動の情報を全て用いている。従来のカタログからは、東京都域に震央が仮置きされていた近世の地震や、明治・大正期の地震のいくつかは、茨城県南西部や神奈川県西部、浦賀水道などのプレート内やプレート間のやや深い地震となった。1888年宇都宮、1889年町田、1894年10月東京湾の震源位置が変更になり、1921年龍ヶ崎、1924年丹沢はプレート内地震として規模が小さくなった。その結果、東京都域に震央がある被害地震は減少し、関東地方の地殻の被害地震も減少した。

関東地方には、太平洋プレートとフィリピン海プレートがその下に沈み込んでいる。しかも相模トラフの西端では伊豆半島が本州に衝突している。このような地学環境のために、関東地方は世界でも大変有感地震の多い場所である。茨城県や房総半島の東沖合の地震を除いて震央が関東の陸にあるものに限っても、関東地方の被害地震は当然多い。近世に関東地方で最初に被害地震が記録された1615年からの400年間に、震央が関東地方の陸部にかかる被害地震は127回ある。もちろん現代になってから発生して記録された地震が圧倒的に多く、その被害の多くは建物の破損や、慌てたことによる怪我人など、軽微なものが殆どではある。しかし400年間には、元禄地震や関東地震、その翌日の勝浦沖のようなプレート境界の大地震も3個、やや深いプレート内地震で最大級であるM7前後には、1782年天明小田原地震、1855年安政江戸地震と1924年丹沢地震の3個がある。圧倒的に頻度が多いのは、茨城県南西部や千葉市の下などに多く発生している50~80km程度のやや深い地震でM7には満たない地震と、20~30km程度の深さで多発する神奈川県西部~山梨県東部の地震である。これらやや深い被害地震は前記の6個をいれて111回と関東地方の被害地震の殆どを占める。

では、深さ20km以下の被害地震は関東地方でどの程度あるのだろうか。明らかに浅いと判る被害地震は15回ある。内火山活動や、広義の火成活動による流体起源と考えられる地震は6回、2011年東北地方太平洋沖地震以後関東地方の北東部で発生するようになった浅い地震が4回、それ以外の浅い地震が5回である。

これらのうち、1633年寛永小田原地震と1853年嘉永小田原地震は、震源域は極浅くまで及んだ地震ではあるが、プレート境界からの分岐断層の一部が活動した可能性が高い。1683年天和下野と1931年西埼玉地震は、関東地方では珍しい浅い大地震である。1887年秦野付近の地震M6.2は、東西方向に震源が伸びる珍しく浅い中地震だった。

残る1856年安政武蔵は、プレートの地震か、地殻内の地震か、現状では明快には決定できていない。安政武蔵の地震は、狭山丘陵の南東部辺りで被害があったが、二次史料による被害の集中は詳細が不明であり、場所も現在中小地震が時折発生する青梅付近からは東にずれている。やや深い中地震である可能性が高い。

関東地方は有感地震が数多く、数少ないが浅い地震も発生する。しかし被害の相当の部分は震源の場所によらず被害箇所毎の地盤条件に支配されている。これから日本の人口が減少することをチャンスと捉えて、少なくとも関東地方は、地盤の堅牢な場所への居住の奨励や、地盤に応じた建物強度を確保するようなインセンティブを与える方策が有効な地域である。

本研究には文科省の委託研究や、立川断層重点調査プロジェクトの委託費を用いて行われた。

キーワード: 関東地方の歴史地震, 1921年龍ヶ崎地震, 1855年安政江戸地震, 1856年安政武蔵の地震, 1887年秦野地震, 1924年丹沢地震

Keywords: Depth of historical Earthquake in Kanto District, 1921 Ryugasaki Earthquake, 1855 Ansei Edo Earthquake, 1856 Ansei Musashi Earthquake, 1887 Hadano Earthquake, 1924 Tanzawa Earthquake

1855年安政江戸地震における千葉県域の被害 Damage in the Chiba Prefecture from the 1855 Ansei Edo earthquake

村岸 純^{1*}; 佐竹 健治¹
MURAGISHI, Jun^{1*}; SATAKE, Kenji¹

¹ 東京大学地震研究所

¹ Earthquake Research Institute, University of Tokyo.

安政江戸地震は、安政二年十月二日夜四ツ時（1855年11月11日）に発生し、江戸市中を中心に関東地方に被害を与えた地震である。北原（2013、『地震の社会史』）は江戸市中の被害と地震後の救済について論じている。中村ほか（2011、歴史地震）は、江戸市中の被害から震度分布図の作成や首都圏の被害などの研究を行っている。いずれの研究も主に江戸市中を研究対象としており、千葉県域では佐倉・木更津など一部地域を除いて被害の有無が明らかになっていない。千葉県域の被害の程度を明らかにするため、千葉県文書館・船橋市郷土資料館・慶應義塾大学文学部古文書室等において史料調査を実施した。史料調査と共に、これらの地域の安政江戸地震に関係する史料について、自治体史を中心に文献調査をした。この成果を報告する。

はじめに千葉県北西部の被害について報告する。『習志野市史 第三巻』に『渡辺東淵雑録』がある。鷺沼村の医師渡辺東淵が文政七～安政六年にわたり近隣諸村で起きた出来事をまとめたものである。「十二（ママ）月二日ノ夜四ツ時、夜明迄十毎四ツ五ツ位大々地震 所々地ワレタ、西東へ割め通ル、北南ノサケメスクナシ」と、鷺沼村では地割れが発生するほどの強い揺れであったことが推測される。ただし、家屋・人的被害は記載されておらず不明である。

隣接する船橋市域では『船橋市史 史料編十』所収の「地震変動控」があるが、「武蔵下総上総常陸四ヶ国大地震、多家潰」とあるのみで、船橋市域での被害記録はない。船橋市内ではこの記録のみが知られていたが、今回、船橋市郷土資料館において調査したところ武藤家文書の『大福帳』の中に地震の記述を見つけた。「当所ニ而者潰家一軒も無之、尚又、即死人も無難ニ御座候、行徳辺、市川辺、松戸近辺者相応ニ破家有之候、尚また怪我人も是村ニ而凡十人計り候有之由、去ながら当所ニおいてハ別段即死人も無之」とある。武藤家は現在の船橋市宮本あたりに家があったらしく、このあたりでは潰れた家や怪我人が出たりするほどの被害はなかったようである。

船橋市域で書かれた史料は上記の史料のみであるが、地震後に船橋市域を通過したという人物の記録がある。北東部に位置する東金市台方村の名主が記した『前嶋治助日記』（『千葉県の歴史 史料編 近世1』）という史料である。名主の前嶋治助は領主より呼び出されたため、九日に江戸に向けて出発した。その道中、「地震之儀者行徳辺より家潰れ初、中川御番所より本所・深川大潰れニ而、誠ニ驚入申候」と、行徳付近から潰れた家が確認され始めたという。次に、『成田山新勝寺史料集 第5巻』の『江戸開帳諸用留』によると、千住宿では、地震で被害があったため開帳行列の本陣を変更してほしい旨が申し出されている。一方、船橋宿ではこれまでの本陣のままである。このことから船橋市域では、江戸市中と比べると被害が小さかったと推測される。

次に千葉県南部の被害についてである。千葉県文書館所蔵奥史収集複製資料の中から、宝珠院の日記を発見した。『安政二乙卯年日記』（南房総市府中 宝珠院文書）の十月二日の条には、宝珠院の石碑・石灯籠・宝筐印塔が倒れたこと、仁王門が西方へゆり出したことが記録されている。また周辺の寺院にも被害があったことが記されている。宝珠院の隣村である本織村の加藤家文書（慶應義塾大学古文書室蔵）の中に『日記覚』があり、その中にも十月二日は「極大地震」であったと記されている。江戸周辺のみならず、南房総でも揺れが強かったことが推測される。

以上をまとめると、千葉県北西部では、地震の具体的な被害を記した史料が少ないが、他の史料から推測すると千住や深川辺りと比べて被害は軽微であった可能性が考えられる。千葉県南部地域では、宝珠院の日記を発見し、南部にも被害があったことが確認できた。今後、安政江戸地震の史料調査を進め、千葉県域の被害を明らかにしていきたい。

付記) 本研究は文部科学省委託研究「都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト」の一環として実施された。

キーワード: 1855年安政江戸地震, 歴史地震, 史料

Keywords: 1855 Ansei Edo earthquake, Historical earthquake, Historical document

日本列島の活断層群の長期的地震活動シミュレーション Numerical simulation of long-term earthquake activity on an active-fault cluster in the Japanese island

長 郁夫¹; 桑原 保人^{1*}

CHO, Ikuro¹; KUWAHARA, Yasuto^{1*}

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター

¹ AIST, GSJ

我々はこれまで、様々な地質・地球物理データに基づき、日本列島の地殻の3次元の温度構造やレオロジー構造モデルを作成してきた(Cho & Kuwahara, 2013a, b, 長・桑原, 2013)。今回は列島中央部について作成したレオロジー構造モデルに、糸魚川-静岡構造線活断層帯など60の主要な活断層を導入し、それらの活断層での5万年間の地震活動のシミュレーションを実施した。地殻・マントルのレオロジー構造は、上層部を完全弾性体、下層部をMaxwell粘弾性体の2層とし、上層部の厚さが非一様、下層部の粘性係数は $10E21\text{Pa}\cdot\text{s}$ で一様とした。各活断層の走向傾斜等のパラメータは、地震本部の評価値を参考にした。活断層の深部延長部には粘弾性体の厚さ5kmのシアゾーンを置き、その部分の粘性係数は下層部と同じ $10E21\text{Pa}\cdot\text{s}$ とした。また、断層の両端には応力集中緩和のための粘性領域を置く場合と置かない場合の2通りのモデルを検討し、その影響を検討した。モデル全体に外部からかかる応力場としては、日本列島全体にかかる東西圧縮に、伊豆半島の衝突を加え、定常的に増加する応力場とした。

活断層での地震の発生は、断層内の複数の点の応力値を監視し、ある点で閾値をこえたら断層全体が破壊するものとした。断層でのすべり量は応力降下量が10MPaになるように与えた。各断層で地震が発生した際の他の断層への影響はあらかじめ計算しておき、上記の定常的に増加する応力場に各断層で地震が発生した影響を重ね合わせた。これによって、各断層の地震発生サイクルに対する、日本列島で定常的に増加する応力と内陸の地震発生による応力擾乱の影響を評価できることになる。

ここでは、このシミュレーションによって得られた、各活断層の地震発生間隔やその揺らぎについての結果を紹介する。

文献

Cho, I. and Y. Kuwahara, 2013, Modeling of a three-dimensional thermal structure in the lower crust for numerical simulations of crustal deformation of the Japanese Islands, EPS, 65, 855-861.

Cho, I. and Y. Kuwahara, 2013, Numerical simulation of crustal deformation using a three-dimensional viscoelastic crustal structure model for the Japanese Islands under east-west compression, EPS, 65, 1041-1046.

長郁夫・桑原保人, 2013, 日本列島の地殻温度構造と粘弾性構造の3次元モデルおよび地殻活動シミュレーションに関する数値データ, 地質調査総合センター研究資料集 586.

(長郁夫は現在、文部科学省)

キーワード: 活断層, 長期的地震活動, 数値シミュレーション, 日本列島, 応力場, レオロジー構造

Keywords: active fault, long-term earthquake activity, numerical simulation, Japanese island, crustal stress, rheology structure

活断層の長さから推定する地震モーメント Predicted seismic moment based on the length of active fault

島崎 邦彦^{1*}
SHIMAZAKI, Kunihiko^{1*}

¹ 東京大学
¹University of Tokyo

地震モーメントを活断層の長さから予測する場合、過小評価となる可能性があり注意が必要である。予測には、震源断層の長さ（あるいは面積）と地震モーメントとの関係式が使われるが、地震発生前に使用できるのは活断層の情報であって、震源断層のものではない。地震モーメントは断層モデルの基本物理量であり、その予測値は、将来発生する地震の揺れや津波の高さなどの予測に使われることが多い。このため地震モーメントの過小予測は、災害の過小想定につながりかねない。

日本の陸域およびその周辺の地殻内浅発地震（マグニチュード7程度以上）について、断層長 L (m) と地震モーメント M_o (Nm) との関係式をわかりやすさを重視して表現すると次のようになる。

- (1) $M_o = 4.37 \times 10^{10} \times L^2$ (武村, 1998)
- (2) $M_o = 3.80 \times 10^{10} \times L^2$ (Yamanaka & Shimazaki, 1999)
- (3) $M_o = 3.35 \times 10^{10} \times L^{1.95}$ (地震調査委, 2006)
- (4) $M_o = 1.09 \times 10^{10} \times L^2$ (入倉・三宅, 2001)

なお、入倉・三宅(2001)では地震モーメントと断層面積との関係式が提案されているが、厚さ14kmの地震発生層中の垂直な断層を仮定し(4)を導いた。断層の傾斜角を60度とした場合には、係数が1.09ではなく1.45となる。(4)と他との差異は顕著で、同じ断層長で比較すると、地震モーメントは4倍程度異なる。一方、同じ震源モーメントで比べれば、断層長が2倍程度異なる。

上記の関係式中の L として、活断層の長さを用いた場合の地震モーメントの予測値と、活断層で発生した地震の地震モーメントの観測値とを1891年濃尾地震、1930年北伊豆地震、2011年4月11日福島県浜通りの地震と比較し、さらに1943年鳥取地震、1945年三河地震、1978年兵庫県南部地震で検討した。例は少ないが(4)を用いると地震モーメントが過小評価される傾向が明らかとなった。

地震本部の強震動予測では、いわゆる改正レシピが使われており、(3)によって地震モーメントが予測され、(4)のもととなる入倉・三宅(2001)の式から断層面積が推定されている。昨年9月に発表された国土交通省の日本海における大規模地震に関する調査検討会の報告書では、日本海の「最大クラス」の地震による津波想定において、入倉・三宅(2001)の式により地震モーメントが推定されている。一方、原子力発電所の津波推定では(1)が使われている。

キーワード: 地震モーメント, 活断層, 震源断層, 予測, ハザード, 津波
Keywords: seismic moment, active fault, seismic fault, prediction, hazard, tsunami

北上低地帯西縁断層帯中部の浅部地質構造 Geologic structure across the central part of the western marginal faults of the Kitakami Lowland

越谷 信^{1*}; 日高 功揮¹; 佐藤 比呂志²; 加藤 直子²; 阿部 進³; 東中 基倫³
KOSHIYA, Shin^{1*}; HIDAKA, Koki¹; SATO, Hiroshi²; KATO, Naoko²; ABE, Susumu³;
HIGASHINAKA, Motonori³

¹ 岩手大学工学部, ² 東京大学地震研究所, ³ 地球科学総合研究所
¹Fac. Eng., Iwate Univ., ²ERI, Univ. Tokyo, ³JGI

1. はじめに

北上低地帯西縁断層帯は、奥羽脊梁山地東縁部に発達する西側隆起の衝上断層帯である。この断層帯は初生的には中新世の日本海拡大時に引張応力場のもとで正断層として形成され、鮮新世以降の圧縮応力場により逆断層として再活動していると言われている。南部地域では Kato et al. (2006) などにより反転テクトニクスを示す地質構造が確認されているが、本断層帯中部地域においても同様の構造を呈するのかどうかは必ずしも明らかではない。そこで、本研究では、この点を明らかにするために重力調査により2次元地下密度構造モデルを作成し、地質構造の推定を行った。さらに、本断層帯の西側に位置する綱取断層との成因的關係について検討した。

2. 重力測定・解析

重力調査は、岩手県北上市の和賀川沿いの北上低地帯西縁断層帯を挟んだ東西約12 kmの測線沿いに行った。測定点数は62点で、測定間隔は200 mを基本とした。使用した重力計は、シントレックス社製可搬型相対重力計CG-5である。観測点の位置および標高は、RTK-GPSを用いて測定した。取得したデータの処理は、概ね地質調査総合センター(2004)に従っているが、球面ブーゲー補正の補正範囲は、地形補正の補正範囲に合わせて45 kmとした。また、ブーゲー補正および地形補正に用いた仮定密度は、調査地域の地質や屈折法地震探査の結果を考慮して、 2.2 g/cm^3 とした。得られたブーゲー異常に対して、広域的な重力異常の影響を取り除くためトレンド補正を行った。

3. ブーゲー異常と密度構造モデルによる地質構造

トレンド補正後のブーゲー異常値は、断層帯付近で最も小さく、東西両側で大きくなり、その差は約20 mgalである。密度構造モデルは、調査地域の地質を考慮して、密度の異なる3層を仮定した。第1層が 2.1 g/cm^3 、第2層が 2.5 g/cm^3 および第3層が 2.7 g/cm^3 である。第1層は表層構成層や上部中新統、第2層は中部中新統および第3層は基盤岩類にほぼ相当する。

北上低地帯西縁断層帯を構成する山側の断層と綱取断層の西側には、それぞれ中部中新統により埋積された半地溝状の構造が発達する。また、両断層とも基盤岩類や上部中新統に逆断層変位を与えている。

講演ではこれらの断層と地質構造発達史との関連を示す予定である。

文献

地質調査総合センター, 2004, 日本重力CD-ROM, 第2版。
Kato et al., 2006, Journal of Structural Geology, 28, 2011-2022

キーワード: 北上低地帯西縁断層帯, 重力異常, 活断層

Keywords: the western marginal faults of the Kitakami Lowland, gravity anomaly, active fault

会津盆地東縁および西縁における反射法地震探査 Seismic Reflection Survey at Eastern and Western Edge of Aizu Basin

伊藤 忍^{1*}; 山口 和雄¹; 内田 洋平¹; 石原 武志¹
ITO, Shinobu^{1*}; YAMAGUCHI, Kazuo¹; UCHIDA, Youhei¹; ISHIHARA, Takeshi¹

¹産総研

¹GSI, AIST

2014年9月に、福島県喜多方市の会津盆地の東縁および西縁で反射法地震探査を実施した。会津盆地は南北に走る東縁および西縁の断層帯で挟まれている。会津盆地の全体像を把握するのに、その東西の端を規定している断層帯の詳細を明らかにすることは有益である。会津盆地の全体像を把握するためのコントロールデータを得るのが本研究の目的である。

会津盆地西縁断層帯は慶長会津地震の震源断層であると推定されていて、地表ではその痕跡と考えられる特徴も見られる。また、反射法地震探査によっても明瞭な撓曲構造が見られる。一方、会津盆地東縁断層帯については、地表地形等から存在が推定されているものの、明瞭な痕跡が見られず、活動履歴もはっきりしない。

会津盆地西縁断層帯については、慶長会津地震によって堰止湖ができたと言われている、喜多方市慶徳町山科の路線(KKY)で探査を実施した。発震および受振は阿賀川の河川敷で行った。測線長は約500mである。会津盆地東縁断層帯については、喜多方市熊倉町雄国の路線(KKO)で探査を実施した。この路線では、猫魔火山噴出物を火山麓扇状地堆積物が覆っている。測線長は約800mである。両測線とも、発震にはGEOSYM社製の可搬型パイプレーター震源であるEIViS IIIを用い、S波探査を行った。発震間隔は2m、発震周波数は20-160Hz、発震時間は7秒とした。受振器はGeospace社製の10HzジオフォンGS32CTを水平動シングルで2m間隔に96点を同時展開し、48点ずつ移動した。

KKYでは、断層帯の位置がほぼ把握できていることから良好な結果が期待されたが、明瞭な断面を得ることができなかった。河川敷の地盤が十分に固結しておらず、震動を効率よく伝えることができなかつたためと考えられる。あるいは未舗装面はこの震源には合わないのかもしれない。KKOは火山噴出物に覆われていることからあまり良好な結果は期待されていなかったが、予想に反して撓曲と考えられる有意な構造が見られた。今後、より詳細な処理・解析を行う予定である。

キーワード: 会津盆地, 活断層, 反射法地震探査

Keywords: Aizu Basin, active fault, seismic reflection survey

地殻構造探査により明らかになった富山堆積盆地の活断層の構造的特徴 Structural characters of active faults in the Toyama sedimentary basin revealed by shallow to deep seismic profiling

石山 達也^{1*}; 佐藤 比呂志¹; 加藤 直子¹
ISHIYAMA, Tatsuya^{1*}; SATO, Hiroshi¹; KATO, Naoko¹

¹ 東京大学地震研究所

¹ Earthquake Research Institute, University of Tokyo

文部科学省「日本海地震津波調査プロジェクト」のプロジェクトの一環として、北陸地域において、震源断層の分布・形状と地殻構造を解明する目的で、海陸統合および沿岸域における地殻構造調査と浅部地下構造探査が実施された。本発表では、深部構造探査等の地質構造解釈（佐藤ほか、2014；今大会）と浅部の高精度反射法地震探査の結果（石山ほか、2014；今大会）などを用いて、富山堆積盆地周辺部の活断層・活褶曲に関連する断層の構造的特徴について議論する。北陸地域の地形・地質の特徴は(1) 島弧側の隆起・傾動帯（飛騨山地北西縁など）(2) 富山トラフ、富山平野、砺波平野などの沈降域とその縁辺の新第三系・第四系を变形させ、トラフ軸とほぼ平行な逆断層帯、(3) 大陸側の隆起帯（能登半島、白山瀬など）に大別される。深部構造探査では、地形・地質の特徴に対応して、富山トラフおよび陸域延長部にあたる富山堆積盆地は構造的低所に、その両側の隆起部は構造的な高所をなす。地震波トモグラフィによる速度構造（Matsubara and Obara, 2011）によれば、富山トラフの陸域延長部の沈降域では下部地殻のP波高速度異常が認められ、日本海拡大時の主要なリフト軸の一つであったと考えられる。活動的な逆断層はこのリフト軸近傍にて正断層運動と比較的厚い地溝充填堆積物が生じた場所に分布している。呉羽山断層南部（石山ほか、2014）や高清水断層（加藤ほか、2013；石山ほか、今大会）、石動断層（石山ほか、今大会）などで実施した反射法地震探査の結果、これらの逆断層の多くは正断層の反転構造と考えられる。また、呉羽山断層帯北部（薄皮褶曲衝上断層構造）と南部（中角度のウェッジスラスト）のように、走向方向の構造形態の顕著な変化は、明瞭な重力異常急変帯（山本・志知編、2004）で示唆されるようなリフト軸と直交する西北西走向の大規模なトランスファー断層に規制されている可能性がある。また、2013年に実施された構造探査では、富山トラフと東側の飛騨山脈の間には大規模な逆断層が見出された。(1)のような飛騨山脈北西縁にみられる中期?後期更新世の河成段丘面群の傾動や、飛騨山地北西縁部に分布する新第三系の同斜構造は、両白山地北西縁に北西方向に続く。この縁辺の平野部では段丘面の傾動や海成段丘面の分布が認められ、背弧リフトの端部を規制する地殻規模の断層に起源を持つ逆断層運動による隆起・傾動帯である可能性が高い。また、富山トラフと能登半島の間や宝達山地西部の沿岸域には大規模な逆断層が見つかり、これらの活動が能登半島や宝達山地などの構造的な高所の隆起の一部に寄与した可能性がある。このような(1)から(3)の地形・地質学的な特徴と地殻構造の特徴や第四紀のテクトニクスには、北部フォッサマグナや新潟地域など中絶背弧リフト帯との類似点が多く認められ、その多くは中新世に形成された中絶リフトの地殻構造とその再活動に支配された現象として理解される。

庄内平野の伏在活断層 Blind active fault beneath Shonai plain, NE Japan

佐藤 比呂志^{1*}; 稲葉 充²; 石山 達也¹; 加藤 直子¹; 竹花 康夫²
SATO, Hiroshi^{1*}; INABA, Mitsuru²; ISHIYAMA, Tatsuya¹; KATO, Naoko¹; HAKEHANA, Yasuo²

¹ 東京大学地震研究所, ² 石油資源開発 (株)

¹ERI, Univ. Tokyo, ²JAPEX Co., Ltd.

東北日本日本海沿岸の秋田-山形堆積盆地や新潟堆積盆地では、鮮新世後期から継続的に沈降している。こうした地域では活断層や活褶曲による変形が埋積され、変動地形のみでは活構造の認定が困難な場合が多い。庄内平野も鮮新世後期以降の沈降が著しい地域で(池辺ほか, 1979)、平野下の活構造については不明な点が多い。1884年に発生した庄内地震(M7.0)については、庄内平野東縁断層の活動と推定されているが(地震調査推進本部, 2009)、必ずしも明瞭ではない。ここでは、庄内地域の反射法地震探査データから、伏在活断層に起因する構造が見いだされたので報告する。

庄内平野は石油・天然ガスを産することから、資源探査を目的とした反射法地震探査などの地下構造探査が実施されている。検討した測線は北青沢から荒瀬川沿いに遊佐にいたる約15kmの測線である。反射法地震探査データは大型バイブレータ4台を使用、25m間隔で受発震した記録である。断面は通例のCMP重合法処理による。これらの反射法地震探査断面と坑井資料、地表地質データをもとに、地下構造を推定した。これらの解釈については、バランス断面法による検討を加えた。

反射法地震探査測線では出羽丘陵西縁の青沢断層から派生したデタッチメントにより、その西側に形成された断層関連褶曲が見られる。これは一連の短縮変形により形成された構造で、デタッチメントは草薙層?北俣層に形成されている。この構造は庄内リッジと呼ばれる伏在する構造的な高まり東翼を構成している。庄内リッジの西翼は、更新統の庄内層群を含めた地層群が西傾斜する。庄内リッジの西翼には東傾斜の低逆断層が位置し、観音寺層堆積時以降、第四紀後期にいたるまで成長層を形成させてきたと判断される。

1894年庄内地震は、庄内平野東縁断層帯の活動と推定されているが、被害は平野部に集中し、断層上盤の丘陵部では家屋倒壊の被害が報告されていない(松浦, 2012)。したがって、ここで紹介した活構造の南方延長の平野下に伏在する震源断層によって引き起こされた可能性がある。

キーワード: 伏在活断層, 反射法地震探査, 庄内地震, 逆断層

Keywords: Blind active fault, Seismic refraction profiling, Shonai earthquake, Reverse fault

高分解能音波探査による十勝平野断層帯南部，光地園断層海域延長部の浅部構造調査
High-resolution sonic survey of the shallow structure of the southern extension of the Kochien fault, Hokkaido

内田 康人^{1*}; 仁科 健二¹; 高見 雅三¹
UCHIDA, Yasuhito^{1*}; NISHINA, Kenji¹; TAKAMI, Masazo¹

¹ 北海道立総合研究機構 地質研究所

¹ Geological Survey of Hokkaido, Hokkaido Research Organization

光地園断層は十勝平野の南西縁に位置し、十勝平野断層帯の最南部に相当する東側隆起の逆断層である(地震調査研究推進本部, 2005)。本断層の活動時期・変位量に関しては、北海道(2004)によれば低位段丘面に明瞭な地形変位がみられ、2箇所の特レンチおよび1箇所のピットでいずれも東傾斜で30~60°程度の傾斜を示す逆断層を確認し、最新活動時期を2,160 ± 60yBP以降、1つ前の活動時期を17,700 ± 70yBP以降、12ka以前とした。これらから地震調査研究推進本部(2005)は、本断層においては約21,000年前以降に2回の断層活動があったとし、平均活動間隔は7千年~2万1千年程度の可能性があるとしている。これに対して、産業技術総合研究所(2013)は、別地点における特レンチ及びボーリング調査結果より最新活動時期を約31,000年前以後、約12,200年前以前とし、約12,200年前の直前であった可能性が高くこれ以降の断層活動は確認されなかったこと、及び1つ前の断層活動時期は約5万4千年前以前と推定されることから本断層は活動間隔が非常に長い活断層である可能性を示している。

また、本断層の南端部は海岸に達している可能性があるものの、海岸を越えて南方の海域への延長は確認されていない。もし本断層の海域延長を確認し、変位や変形のみられる堆積層の年代が決定できれば、本断層の活動に関する新たな情報を得ることができる。このため発表者らは、本断層の南方延長部海域に相当する十勝港付近から沖合いにかけての約5 × 10kmの海域において、断層分布の手掛かりとなる詳細な浅部堆積構造データを取得することを目的として、高分解能地層探査装置による予察的調査を実施した。

測線は陸域断層の走向に直交するように、WSW-ENE方向に約500m間隔で設定し、総延長は約75kmである。その結果、数本の測線の記録断面に変位地形と考えられる特徴的な反射面を確認した。ここではこの音波探査の結果概要について報告する。

キーワード: 光地園断層, 沿岸海域, 活構造, 高分解能音波探査, 北海道

Keywords: Kochien fault, offshore, active structure, high-resolution sonic survey, Hokkaido

三陸海岸北部を隆起させる海底活断層 Submarine active fault and uplift of the northern part of Sanriku coast

渡辺 満久^{1*}
WATANABE, Mitsuhsisa^{1*}

¹ 東洋大学
¹Toyo Univ.

1 はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震にともなって、青森県～千葉県の太平洋沿岸域のほぼ全域が沈降し、その最大値は約1mであった。地震後の予効変動を考慮しても、これらの沈降運動が回復するにはかなり長期の時間がかかりそうである。深さ100kmまでのプレート境界上におけるすべりが発生すれば回復するという見解もあるが、今後の検討も必要であろう。

三陸海岸の北部には標高数10m以上の位置に複数の海成段丘面が分布しており、長期的には明らかな隆起傾向にあることが知られている。しかし、本地域は東北地方太平洋沖地震発生以前には定常的には沈降傾向にあり、東北地方太平洋沖地震時も、地震後の予効変動でも沈降傾向にあったことが観測されている。このように、長期的な隆起運動と最近の沈降運動とは調和しておらず、三陸海岸北部が隆起するメカニズムに関しては不明の点が多い。今回、三陸海岸北部の久慈市周辺地域において、沿岸域の隆起運動と関係すると予想される、海成段丘面の撓曲変形を確認したので報告する。本研究は、平成25～28年度科学研究費補助金(基盤研究(C))研究代表者:渡辺満久の一部を使用した。

2 海成段丘面の変形

久慈市周辺の沿岸域に分布する海成段丘面は、M面とより高位の海成段丘面(高位のものよりH1～H5面)に区分できる。基盤岩は白亜系の花崗岩類と堆積岩類である。M面はToya火山灰との関係から、MIS 5eに形成されたものであるとされている(小池・町田編, 2001)。H2～H5面およびM面の汀線アンゲル高度は、それぞれ190～200m以上、160～170m、100～120m、約70m、約30m程度である。

久慈市周辺の海成段丘面は、海岸から1km以上内陸側に分布している場合にはほぼ水平に分布していることが確認できる。しかし、種市の南方～小袖海岸の地域では、海岸線に近い地域の海成段丘面は海側へ傾斜するように見える。侍浜周辺では、海岸線付近のH3～H4面は徐々に東～東北東方向(海側)へ傾くようになり、最大で3～4度の傾斜を有する。麦生付近では、海側へ急傾斜するH4面が、さらに海側では内陸側に逆傾斜している。これらの変形構造は、白亜系の堆積岩類の構造と調和的である。小袖海岸周辺においては、三崎周辺ではほぼ水平に分布しているH2面が、北東の海岸付近では北東方向へ3度以上傾く。このため、H2面は上に凸の形状を呈している。より海側に分布しているH4面の傾斜も3～4度の傾斜を有しているように見える。

3 海底活断層

調査地域の沿岸海域では詳細な音波探査などは実施されておらず、活断層の存在を示す直接的な証拠はない。しかし、上に述べた海成段丘面の撓曲変形は、沿岸海域に逆断層が存在しており、その活動によってもたらされた可能性を示唆している。後藤(2013)の沿岸海域のアナグリフ画像を解析すると、海岸線近傍(約1km以内の、水深は50m未満の位置に、明瞭な海底面の傾斜変換線が読み取れる。この部分に海底活断層(逆断層)トレースがあるとすれば、久慈市周辺の変動地形の特徴は良く説明できるように思われる。

4. まとめ

海成段丘面が海側に向かって撓み込むように変形していることは、青森県六ヶ所村周辺での調査(渡辺ほか, 2008)においても確認されている。海底活断層(逆断層)と海成段丘面の変形に関する研究はそれほど多くはない。今回、久慈市周辺においても同様の変形を確認することができたので、今後、同様な研究が必要な分野である。久慈市周辺の海成段丘面が現在の海岸線付近で海側に撓曲するように見えることから、沿岸域に逆断層が存在していて、陸域を隆起させている可能性を指摘できる。このような海底活断層の活動があるとすれば、三陸海岸北部が長期的に隆起傾向にあることを説明できるであろう。

【文献】小池一之・町田 洋編, 2001, 『日本の海成段丘アトラス』東京大学出版会。後藤秀昭, 2013, 広島大学大学院文学研究科論集, 73。渡辺満久・中田 高・鈴木康弘, 2008, 活断層研究, 29。

キーワード: 海底活断層, 海成段丘面, 撓曲, 三陸海岸

Keywords: submarine active fault, marine terrace surface, flexure, Sanriku coast

三浦半島断層群および鴨川低地断層帯海域延長部における海底活断層調査 Active fault investigations in the offshore extension of the Miura Peninsula Faults and the Kamogawa-teichi Fault Zone

阿部 信太郎^{1*}; 坂本 泉²; 森 宏¹; 荒井 良祐³
ABE, Shintaro^{1*}; SAKAMOTO, Izumi²; MORI, Hiroshi¹; ARAI, Ryoyu³

¹ 産業技術総合研究所, ² 東海大学, ³ 川崎地質株式会社
¹ AIST, ² Tokai University, ³ KGE Co., Ltd.

文部科学省委託「沿岸海域における活断層調査」の一環として、三浦半島断層群海域延長部および鴨川低地断層帯海域延長部における断層の分布、活動性を明らかにすることを目的として海底活断層調査を実施した。本講演では、このうち断層の分布について報告する。

<これまでの陸域における調査結果>

三浦半島断層群は、主部と南部から構成されており、いずれも右横ずれが卓越する断層帯である。さらに、断層群主部は、ほぼ西北西-東南東方向に並走する北側の衣笠・北武断層帯と南側の武山断層帯に細分される。確認されている長さは主部の衣笠・北武断層帯で約14km、武山断層帯で約11km、断層群南部で約6kmである。主部、衣笠・北武断層帯の最新活動時期は、6-7世紀であったと考えられ、平均的な活動間隔は概ね1千9百年-4千9百年程度であった可能性がある。武山断層帯の最新活動時期は、概ね2千3百年前以後、1千9百年前以前であったと考えられ、その平均的な活動間隔は1千6百年-1千9百年程度であったと推定される。断層帯南部の最新活動時期は、約2万6千年前以後、約2万2千年前以前であったと推定される。

鴨川低地断層帯は、房総半島南部の千葉県鴨川市から南房総市富山にかけてほぼ東西に延びる鴨川地溝帯南断層、及び、本断層と併走する複数の小断層からなる。断層の長さは約25kmで、断層の南側が北側に対して相対的に隆起する断層帯である。過去の活動に関する資料が乏しく、具体的な活動履歴は不明である。

<本調査の概要と現時点における調査結果>

両断層帯の海域延長部では、千葉大学、電力中央研究所、海上保安庁海洋情報部、産業技術総合研究所が反射法地震探査を実施している。本研究においては、これらの成果を参照しつつ、鴨川低地断層帯海域延長部の鴨川沖（外房側）、保田沖（東京湾側）、三浦半島断層群海域延長部の金田沖（東京湾側）、葉山沖（相模湾側）において、活構造の分布、性状、陸域部との連続性、海域端部の位置を確認するため、ブーマーを音源とするマルチチャンネル音波探査を実施した。また、柱状採泥点を選定するためSES2000を用いた高分解能音波探査を実施し、柱状採泥試料から得られる地層形成年代と合わせて、完新世における活動履歴の解明を試みた。

鴨川沖の保田層群と三浦層群（より上位の地層）との境界は、反射記録断面上は海底面に変位を伴う断層として認識された。この断層は陸域部に分布する鴨川低地断層帯の直接的な延長部にはあたらないものの、陸域に近づくに従って海底面の撓みとなりつつ雁行状に連続している。一方、保田沖の海底には海底谷が発達しているが、累積を伴った顕著な活構造としては認識されない。

金田沖、葉山沖においては、三浦半島を横断する葉山層の隆起帯の延長部が最も顕著な地質構造として認識される。その南側の縁付近が三浦半島断層群武山断層帯の海域延長部にあたり、深部には地層のキンクも認識される。また衣笠・北武断層帯の海域延長部には隆起帯を形成する葉山層内部に複数の断層が認識される。

キーワード: 三浦半島断層群, 鴨川低地断層帯, 海底活断層調査, 高分解能マルチチャンネル反射法地震探査, 海域延長部, 活構造

Keywords: Miura Peninsula Faults, Kamogawa-teichi Fault Zone, marine active fault investigation, high-resolution multichannel seismic reflection survey, offshore extension, active structure

地震性隆起の証拠と断層モデルに基づく伊豆半島南東沖の海底活断層の検討 Examination of submarine active fault off southeast Izu Peninsular, central Japan

北村 晃寿^{1*}; 川手 繁人²; 三井 雄太¹; 金 幸隆³
KITAMURA, Akihisa^{1*}; KAWATE, Shigeto²; MITSUI, Yuta¹; KIM, Haeng yoong³

¹ 静岡大学大学院理学研究科, ² 静岡大学理学部, ³ 神奈川県温泉地学研究所

¹Faculty of Science, Shizuoka University, ²Graduate School of Science, Shizuoka University, ³HoSprings Research Institute of Kanagawa Prefecture

伊豆半島東南端の海岸の4地点に見られる隆起貝層の調査から, Kitamura et al. (submitted) は下田市東部から南伊豆町西部までの地域で過去3000年間に4回の地震性隆起イベントがあったことを示し, それぞれ発生年代を約3000年前, 西暦1000-1270年, 1430-1660年, 1506-1815年と見積もった. 本研究では, 既報の4地点よりも東の九十浜と西の盪(たらい)岬で, 新たに隆起貝層を発見し, それらの構成種の記載と14C年代測定を行った. その結果と先行研究のデータから地震性隆起量の平均値を求め, 断層モデルを用いて, 地震性隆起を起こした海底逆断層を推定した. その結果, 断層は下田市の沖合い約5kmに位置し, 長さ:12km, 幅:15km, 傾斜:25° N, すべり量:3.0m, 剛性率= 3×10^{10} の場合, $M_w=6.7$ と推定される.

キーワード: 海底活断層, 伊豆半島南東, 地震性隆起, 断層モデル

Keywords: submarine active fault, southeast Izu Peninsular, coseismic uplift events, fault model

能登半島北方海域の活断層の最新活動時期とその断層モデル The latest event and its fault model of active faults off the northern coast of the Noto Peninsula, central Japan

浜田 昌明^{1*}; 小田 満広¹; 平松 良浩²; 山口 弘幸³

HAMADA, Masaaki^{1*}; ODA, Mitsuhiro¹; HIRAMATSU, Yoshihiro²; YAMAGUCHI, Hiroyuki³

¹北陸電力株式会社, ²金沢大学, ³ナチュラルコンサルタント株式会社

¹Hokuriku Electric Power Co., Ltd., ²Kanazawa University, ³Natural Consultant Co., Ltd.

能登半島北方海域の活断層は、西から、門前沖セグメント、猿山沖セグメント、輪島沖セグメント、珠洲沖セグメントの4つのセグメントに区分されている。このうち、門前沖セグメントの東半分は能登半島北西岸で発生した2007年能登半島地震($M_{JMA}=6.9$)で活動し、地震に伴う陸域の隆起量と周辺の段丘面の旧汀線高度との関係から、震源断層の活動間隔が推定されている。しかしながら、その他のセグメントについては、過去の地震との関連が明らかにされていない。

本研究では、猿山沖セグメント～珠洲沖セグメントの活動による地震性隆起を調査するため、これらのセグメントの隆起側にあたる能登半島北岸の延長60 km以上の海岸線に沿って、鉛直方向の地殻変動について調査した。地殻変動の指標として潮間帯海棲生物であるヤッコカンザシを用いた。調査の結果、9地点で岩礁に固着したヤッコカンザシ群集を発見し、合計13の試料を採取した。それぞれの試料の高さについてはGPS測量によって計測し、生息当時の年代についてはAMSにより¹⁴C年代を測定した。

採取した化石群集の標高には、生息当時から現在までの海水準変化の影響が含まれるため、その影響を除去する必要がある。そこで、気候変動のデータから作成された北半球における1000年間の海水準変動曲線(Grinsted *et al.*, 2009)を用いて補正を行った。試料を採取した地点の隆起量と年代から、隆起は西暦1600年から1800年の間に起こったと推定された。また、隆起が認められた範囲は、輪島沖セグメントに対応する輪島市納見から珠洲市馬縹の約20 kmの区間であった。なお、本地域周辺では、この時期の地震の記録として、古文書で示された1729年の能登・佐渡の地震があり、その震源は不明とされている。

この隆起が輪島沖セグメントの断層活動によって生じたことを確認するために、輪島沖セグメントの断層モデルを作成した。地表の変形量の計算にあたっては、均質な半無限弾性体における矩形の断層を仮定し、2007年能登半島地震の断層モデルを参考に、傾斜角は60°、断層上端深さは2 km、断層下端深さは15 kmとした。断層の位置は、輪島沖セグメントの断層トレースに基づき、2条の断層が並走する西部については、南側の断層トレースとした。断層のレイクは90°、105°、120°、135°の4ケースとし、断層面は3区間に区分し、各区間の変位量を非線形インバージョン法によって求めた。

インバージョンの結果、断層のレイクを90°、西側の断層面の変位量を1.8 m、中央および東側の断層面の変位量を0.6 mとした場合、海岸線で推定された各地点の隆起量と最もよく合致した。この断層面の直上は、1729年の地震における潰家率30%以上の範囲とほぼ一致している。地震発生層の剛性率を30 GPaとした場合、モーメントマグニチュード $M_W=6.6$ ($M_{JMA}=6.7$)となった。今回推定した地震の規模は、この1729年の地震の被害から推定された規模($M=6.6\sim 7.0$)と整合的である。また、計算結果によれば、輪島沖セグメントの逆断層運動による0.2 m以上の隆起範囲は、海岸部から内陸10 kmまで広がっていたと考えられる。

本研究において、ヤッコカンザシ群集から求めた地殻変動の時期が1729年の地震の発生時期と整合的であること、想定した輪島沖セグメントの断層面の直上が1729年の地震の被害範囲とほぼ一致すること、さらに、インバージョン解析に基づく輪島沖セグメントの地震の規模が1729年の地震の推定規模と整合的であることが明らかとなった。これらのことから、能登半島北方海域の活断層のうち、輪島沖セグメントの最新活動は、1729年の地震であると考えられる。

キーワード: 地震性地殻変動, 活断層, 潮間帯固着生物, 放射性炭素年代, 断層モデル, 能登半島

Keywords: coseismic crustal movement, active fault, intertidal sessile organisms, carbon dating, fault model, the Noto Peninsula

別府一万年山断層帯（大分平野一由布院断層帯東部）における重点的な調査観測 Integrated Research for Beppu Haneyama Fault Zone (East part of Oita Plain to Yufuin Fault)

竹村 恵二^{1*}; 別府一万年山断層帯 調査観測研究グループ¹
TAKEMURA, Keiji^{1*}; RESEARCH GROUP FOR, Beppu haneyama fault zone¹

¹ 京都大学理学研究科

¹ Graduate School of Science, Kyoto University

<はじめに>

文部科学省の活断層帯の重点的な調査観測として、平成26年度から3年間で、別府一万年山断層帯（大分平野一由布院断層帯東部）の調査観測を開始した。別府一万年山断層帯（大分平野-由布院断層帯東部）はこれまでの各種の調査によって、最新活動時期や平均活動間隔、震源断層形状が提案されているが、活動履歴情報は十分ではなく、また、大分平野付近の伏在断層部分や別府湾海域における分布形状、中央構造線断層系の西端との関連の課題など、不明な点も多い。

<調査の目的>

本研究では既存の調査結果を基礎として、補完するように、ボーリング調査、トレンチ調査、海域音波探査、自然地震観測、人工地震探査、電磁気探査、重力探査、水位変動観測、アレイ微動観測、等を行う。これらの調査観測の成果に基づいて、活断層の基本的な特性である位置や活動履歴、平均変位速度等を断層帯全体で陸域・海域・伏在平野域において包括的に評価することにより、活断層の基本情報の高度化を図る。さらに自然地震探査や電磁気探査によって地震発生層の媒質の不均質性を探り、既往の地下構造観測情報と比較しながら、浅部構造観測調査も含め震源断層形状の高度化を試みる。本対象断層帯に位置し、当該断層帯が活動した場合に大きな揺れに見舞われる可能性が高い大分平野および別府扇状地等の地下構造モデルの高度化を図るとともに、その地下構造モデルと震源断層モデルに基づいた強震動予測を行う。

<研究グループと観測調査内容>

研究グループは、京都大学理学研究科・九州大学理学研究院・産業技術総合研究所を主体として関連研究者からなる。対象断層帯の特徴を踏まえ、本事業を推進するために、3つのサブテーマに区分し、各サブテーマに対する研究グループを構築した。サブテーマ1：活断層の活動区間を正確に把握するための詳細位置・形状等の調査と断層活動履歴や平均変位速度の解明のための調査観測を行う。サブテーマ2：断層帯の三次元的形状・断層帯周辺の地殻構造の解明のための調査観測を行う。サブテーマ3：地下構造モデルの高度化及び強震動シミュレーションによる断層帯周辺における強震動予測の高度化のための研究を行う。

<サブテーマ1>サブテーマ1においては地表踏査・海底地形および堆積物調査と既存及び本事業で行われる各種探査結果をもとに、陸域・海域・伏在平野域での詳細な活断層調査を実施し、別府一万年山断層帯（大分平野-由布院断層帯東部）の詳細な断層位置と分布形状を把握する。また、群列ボーリング、トレンチ、海域コアリングなどの調査等を行い、最新を含む活動時期とやや長期間の平均変位速度を推定する。

<サブテーマ2>サブテーマ2においては、これまでの人工地震探査および重力探査結果に加えて、自然地震観測結果や電磁気探査に基づいて、断層帯及び周辺の地殻上部の不均質構造を明らかにするとともに、断層帯の位置形状情報を得るために平野部で人工地震探査を行う。また、重力探査・地下水調査等やボーリング等のデータ解析から、平野基盤形状の推定と断層との関係を探る。小断層解析等も用いて、本地域の応力の時間的推移をシミュレーションも含めて推定する。これらの調査を踏まえて、震源断層形状及び地殻構造を推定する。

<サブテーマ3>サブテーマ3においては、3次元地下速度構造モデルと浅部地下速度構造モデルを構築する。このため、S波速度等の構造情報が不十分である大分平野・別府地域等においてアレイ微動観測等を行うとともに、対象断層帯周辺域の既存の地下速度構造モデルを地震動記録や地震波干渉法、微動観測等によって検証し、より信頼度の高い予測強震動を得るための改良を行う。また、強震動予測に用いる震源断層モデル（地震シナリオ）を、主としてサブテーマ2によって得られる震源断層形状、および、サブテーマ1によって高度化される断層活動区間等の情報を活かして作成し、強震動予測を行う。

本発表では、平成26年度の成果について報告の予定である。

キーワード: 別府一万年山断層帯, 重点的調査観測, 活断層, 断層モデル, 強震動予測

Keywords: Beppu Haneyama Fault Zone, Integrated Research Project, Active fault, Fault model, strong ground motion

布田川一日奈久断層帯海域延長部における高分解能地層探査結果 Results of the High-resolution seismic survey for the 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)
¹ Tokai University, ² Coastal Ocean Research 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変形構造を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、最大 20m 間隔と緻密な測線配置で実施し、総測線数 83 本、総延長 189km となった。使用機器として、従来の音波探査装置に比べ指向角が $\pm 1.8^\circ$ と狭いためにサイドローブが少なく、また発信レートが高い特徴をもつ高分解能地層探査装置 (SES2000) を用いた。さらに動揺補正装置によるヒーブ補正を行うことで、海底下極浅部において高精度な記録断面を取得した。

本発表では、調査により得られた連続記録断面から断層変位に伴う変形構造を3次元的に解釈し、その特徴について議論を行う。また、今後は海底地形マッピング及び柱状採泥を行い、断層の変位様式をより詳細に検討していく予定である。

キーワード: 布田川一日奈久断層帯, 右横ずれ断層, 高分解能地層探査

Keywords: Futagawa-Hinagu fault zone, right-lateral strike-slip fault, High-resolution seismic survey

伊豆半島における新発見の活断層:狩野川断層 (新称) の変動地形と最近活動性 A newly-found active fault in the Izu peninsula: the Kanogawa fault and its seismotectonic implication

林 愛明^{1*}; 小野 温¹; 佐野 実可子¹
LIN, Aiming^{1*}; ONO, Nodoka¹; SANO, Mikako¹

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
¹ Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto Univ., Japan

伊豆半島における活断層は多く存在することがよく知られている。特に 1930 年 M7.3 北伊豆地震を引き起こした丹那断層や 1974 年 M6.9 伊豆半島沖地震の震源断層である石廊崎断層などの活断層が発達している。伊豆半島において、1930 年 M7.3 北伊豆地震をはじめとして、1934 年 M 5.5 天城山の地震、1976 年 M 5.4 河津地震、1978 年 M 7.0 伊豆大島近海地震、1974 年 5 月 9 日 M 6.9 伊豆半島沖地震、1980 年 M 6.7 伊豆半島東方沖地震などの被害地震が多く発生した。しかし、丹那断層と石廊崎断層を除くと、これらの地震を発生した活断層についてはほとんど分かっていない。本研究では、伊豆半島の活断層についての再解析・調査を行った。その結果、丹那断層の西側の狩野川流域に新たな活断層として、ほぼ南北走向を持つ、全長 30km 以上に及ぶ狩野川断層 (新称) を発見した。

本研究では、空中写真の判読に加えて、1:25,000 地形図と 10m メッシュの DEM データを用いた立体画像の解析により、活断層の変動地形の判読・解析を行った。また、これらの判読・解析の結果に基づいて変動地形と断層の野外調査を行った。その結果、扇状地や低位段丘を横切る、数十センチから 10m 以上の鉛直変位量を持つ断層崖や断層破碎帯が確認された。これらの連続的な低?高断層崖は活断層の累積変位によって形成されたと考えられる。このような断層崖は、北部の三島市から南部の天城峠まで断続的に発達していることを確認することが出来た。従った、狩野川断層帯の全長は約 30 km 以上である可能性が高いと推定される。この断層の最近活動性と変位速度などを明らかにするため、現在野外地質・地形調査を行っており、トレンチ調査も行う予定である。本講演では、主に狩野川断層の変動地形と最近の活動性について報告する。

キーワード: 伊豆半島, 活断層, 狩野川断層, 変動地形, DEM 画像, 空中写真

Keywords: Izu peninsula, active fault, Kanogawa fault, tectonic topography, DEM image, Aerial photography

集落別死者率から推定した安政飛越地震(1858)の震央 Epicenter of the Ansei Hietsu Earthquake in 1858 inferred from ratio of dead persons in each village

小松原 琢^{1*}
KOMATSUBARA, Taku^{1*}

¹ 産業技術総合研究所
¹ Geological Survey of Japan, AIST

1. はじめに

歴史史料は古地震の復元の上で極めて重要な資料である。しかし人的被害の状況から震央を推定したり震源過程を推定したりした研究はいまだ多くない。演者は、集落別の死者率を基に、双子地震とされてきた安政飛越地震(1858年: $M_j = 7.0 \sim 7.1$: 宇佐美ほか, 1979)の震央を推定した。

2. 安政飛越地震の特徴

安政飛越地震は西暦1858年4月9日の深夜に発生した。史料によると、この地震は子の刻と丑の刻に2度大きな震動を発生させている(内閣府中央防災会議, 2003)。この地震による人的・物的被害は高山郡代(幕領)により集落毎に記載されており、飛騨国における被害状況は詳細かつ定量的に検討することができる。それによると、家屋倒壊率は跡津川断層近傍で50~100%と極めて高く同断層から離れると急激に小さくなり、御母衣断層近傍で局所的に20~60%という高い値を示す(宇佐美ほか, 2013)。また、跡津川断層におけるトレンチ調査(佃ほか, 1986)や同断層の露頭の詳細な調査(道家・竹内, 2009)などから跡津川断層が活動したことは確実と考えられる。

3. 岐阜県史 史料編近世八「安政五年飛州村々地震一件」(新収日本地震史料第5巻別巻4 所収)に記載された人的被害から推定される震央

この地震は深夜に生じたため、最初の地震発生時には人々の大多数は家の中に居たと考えられる。したがって、第1震の震央近傍では死者率が高い一方で第1震のために人々が避難していた第2震の震央近くでは死者率は低いと予想される。

上記書に記載された集落別死者率は、跡津川断層中央部(天生~菅沼間)で4~54%(一部で0%)と高く、跡津川断層の東部では低い。また御母衣断層沿いではいずれの集落でも死者率は0%である。

このことは、跡津川断層中央付近で第1震が発生し、御母衣断層沿いの住家被害は第2震(ないしそれ以降の余震)によるものであることを示すと考えられる。

文献

道家涼介・竹内章(2009) 第四紀研究, 48, 11-17.

内閣府中央防災会議(2008)1858飛越地震. <http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/kyoukunnokeishou/rep/1858-hietsuJISHIN/>

佃為成ほか(1986) 活断層研究 3, 59-64.

宇佐美龍夫ほか(1979) 地震予知連絡会会報, 21, 115-119.

宇佐美龍夫ほか(2013) 日本被害地震総覧 599-2012. 東京大学出版会.

キーワード: 安政飛越地震, 歴史地震, 人的被害, 跡津川断層, 震央

Keywords: Ansei Hietsu Earthquake, historical earthquake, human damage, Atotsugawa fault, epicenter

Reevaluated age of the latest activity of Ushikubi fault with ESR method using calcite proportion in calcareous gouge
Reevaluated age of the latest activity of Ushikubi fault with ESR method using calcite proportion in calcareous gouge

FANTONG Emilia Bi^{1*}; TAKEUCHI, Akira¹; KAMISHIMA, Toshio¹; HOSOTANI, Ryohei¹
FANTONG Emilia Bi^{1*}; TAKEUCHI, Akira¹; KAMISHIMA, Toshio¹; HOSOTANI, Ryohei¹

¹Grad. Sch. Sci. Eng. Educ., Univ.Toyama

¹Grad. Sch. Sci. Eng. Educ., Univ.Toyama

The Ushikubi fault with a recurrence interval of 4-5 ka (Miyashita et al., 2004b) is a 52 km long, NE-SW dextral trending fault and composes of a complex network of active faults in central Japan. Because active faults in Japan have become a major threat to the location and re-running of the nuclear power plants in the country, various methods have been employed to unravel their fault histories and to determine ages of their recent activities. According to previous radiocarbon dating of overlying contact, the latest activity of this fault is about 1 ka while a close age of 1.9 Ka has been obtained directly from calcareous fault gouge using the ESR method (Fantong et al., 2013).

Although ESR ages obtain from defect centers in quartz grains are always greater than 10,000 yrs, age determination of the recent movement of the Ushikubi fault using calcite proportion in the mixture could give a relatively younger and more precise age. This is because defects from calcites have a younger dating range and therefore may be appropriate for determining the age of the most recent fault activities. Accordingly, the main aim of this investigation is to reevaluate the age of the Ushikubi fault based on the proportion of calcite in the samples and also to verify additive dose rate dependency on the ESR signal intensities.

The calcite proportion from the mixture was estimated using calibration curves constructed from known concentrations of pure quartz and calcite obtained from XRD diffractograms. The equivalent doses were estimated using the additive dose method and the annual dose rates (adopted from Fukuchi et al., 2002) were calculated from the concentrations of radioactive elements. Calibration curves revealed that the proportion of calcite in the samples range from 26-37% and 9-17% in the central and eastern part of the Ushikubi fault respectively. Although no great discrepancy was observed in the equivalent dose and the signal intensity upon addition of artificial irradiation (50 Gy/hr and 20 Gy/hr), the equivalent dose determined from some of the samples irradiated at 20 Gy/hr was slightly larger. The average age obtained from these proportion range from 0.75 - 1.15 ka (50 Gy/hr) and 0.88 - 1.2 ka (20 Gy/hr). These ages are in good agreement with that determined by radiocarbon dating (1 ka) (Miyashita et al., 2004b).

References

Fantong E. B., Takeuchi A. and Doke R., (2013): Electron spin resonance (ESR) dating of calcareous fault gouge of the Ushikubi fault, central Japan. *Applied Magnetic Resonance* 44:1105-1123.

Fukuchi T., Mie H., Okubo S. and Imai N., (2002): Assessment of Fault Activity by ESR Dating of Fault Gouge Using Surface E' Center in Quartz Produced with Clay Mineralization: The Case of the Atotsugawa Fault in Japan. *Advances in ESR Application*, 18: 145-151.

Miyashita, Y., Yoshioka, T., Nikaido, M., Takase, N. and Tachibana, T., (2004b): Paleoseismological surveys of the Northeastern part of Ushikubi fault on Toyama/Gifu prefectural border-A trench excavation survey at kamishirakimine site. *Annual Report on Active Fault and Paleearthquake Research*, 4: 131-142 (In Japanese with English abstract).

キーワード: ESR, Calcareous fault gouge, Calcite proportion, Ushikubi fault, Active fault

Keywords: ESR, Calcareous fault gouge, Calcite proportion, Ushikubi fault, Active fault

富山県富山市中心市街地における呉羽山断層の地表トレースと最新活動 Surface trace and latest activities of the Kurehayama Fault through the urban area of Toyama City, north-central Ja

竹内 章^{1*}; 山口 弘幸²
TAKEUCHI, Akira^{1*}; YAMAGUCHI, Hiroyuki²

¹ 富山大学大学院理工学研究部, ² 富山大学大学院理工学教育部

¹Graduate School of Science and Engineering for Research, University of Toyama, ²Graduate School of Science and Engineering for Education, University of Toyama

呉羽山断層帯は、富山市の都市部を縦断する活断層である。市街地で地形調査や地下の物理探査等を実施するには制約が多く、そのため、この断層トレースと活動年代については、まだ不明な点が多い。本研究では、近年、富山河川国道事務所が富山市粟島町付近国道8号線沿いの5地点（西側から T7、T8、T2、T3 および T9）で実施した地盤調査ボーリングの柱状図およびコア試料を用いた。コア観察および炭素同位体年代測定によって深度 50m までの層序断面図を作成・検討した。

地点 T7、T8、T2、T3 における更新世礫層の上限深度は、41.46m、41.18m、40.37m、41.74m と、大きく変わらないのに対し、地点 T9 では標高-40.08m と、T3 と T9 間において、礫層上端に 4.7m の標高差がある。この事実から、呉羽山断層のトレースは国道8号沿い地点 T3 と地点 T9 の間を通過すると考えられた。

層序断面図の検討から、9680calBC 以降、少なくともつぎの2回の断層変位が起こり、この間に累積変位量が 4.7m になったと推定された。まず、標高 0 m 付近の年代測定から、4960calBC 前後以降 1360calBC 前後以前に 2.5m の変位が認められた。最新活動年代は、既往研究成果と総合して BC2285 以降 1360calBC 前後以前である。最新活動より 1 回前の断層運動は、9500calBC 前後以降 - 8380calBC 前後以前に起き、上下に 2.54m 変位した。上下変位は約 2.5 m であり、断層全体がこのすべりを生じた場合、モーメントマグニチュード 7.2 に相当する。さらに、9500calBC 前後以降、8380calBC 前後以前に最新活動の 1 回前の断層活動があり、上下に約 2.5m 変位した。したがって本断層の活動性は、活動間隔が約 7100 年であり、平均変位速度は 0.5 m/kyr となり B 級活断層である。

なお、本研究で推定した断層トレースに該当する変動地形として富山市豊田本町付近から豊若町にかけての段丘を切る低崖が認められるが、この地域の地形発達については、今後の課題として残された。

キーワード: 活断層, 逆断層, 呉羽山断層, 富山平野, 最新活動, 断層トレース

Keywords: active fault, reverse fault, Kurehayama Fault, Toyama Plain, latest activity, fault trace

Offset clusters on the Haiyuan Fault and its implications to earthquake rupture pattern Offset clusters on the Haiyuan Fault and its implications to earthquake rupture pattern

任 治坤^{1*}

REN, Zhikun^{1*}

¹State Key Laboratory of Earthquake Dynamics Institute of Geology China Earthquake Administration

Abstract We use airborne LiDAR data to re-evaluate the single-event offsets of the 1920 Haiyuan Ms 8.5 earthquake and the cumulative offsets along the western and middle segments of the co-seismic surface rupture zone. Our LiDAR data indicate the offset observations along both the western and middle segments fall into groups. The group with minimum slip amount is associated with the 1920 Haiyuan Ms 8.5 earthquake, which ruptured both the western and middle segments. Our research highlights two new interpretations: firstly, the previously reported maximum displacement of the 1920 Earthquake is likely to be due to at least two earthquakes; secondly, Our results reveal that the Cumulative Offset Probability Density (COPD) peaks of same offset amount on western segment and middle segment did not correspond to each other one by one. We suggest that any discussion of the rupture pattern of a certain fault based on the offset data should also consider fault segmentation and paleoseismological data; Therefore, using the COPD peaks for studying the number of palaeo-events and their rupture patterns, the COPD peaks should be computed and analyzed on fault sub-sections and not entire fault zones.

Active thrust faulting and paleoseismic records of the Longquanshan Fault in the interior of the Sichuan Basin, China
Active thrust faulting and paleoseismic records of the Longquanshan Fault in the interior of the Sichuan Basin, China

WANG, Maomao^{1*} ; LIN, Aiming¹ ; YAN, Bing¹
WANG, Maomao^{1*} ; LIN, Aiming¹ ; YAN, Bing¹

¹Department of Geophysics, Kyoto University, Japan

¹Department of Geophysics, Kyoto University, Japan

The Longquanshan Fault (LQSF), located in the interior of the Sichuan basin, China, defines the east boundary of the Longmen Shan fold-and-thrust belt. Previous studies have shown the geometry and kinematic of the LQSF that formed above the shallow (3-5 km) detachment within the Triassic evaporite sequences within the basin. Despite its location near the metropolitan of Chengdu, and total length of about 230 km, evidences for active faulting and paleoseismic records of the LQSF are quite unknown. Here we define the fault activity of the LQSF by integrating seismic reflection profiles, geomorphic observations, and trench survey. Analysis of seismic reflection data and focal mechanism solution show that the 1967 Ms 5.5 Renshou earthquake ruptured the back-thrust of the structural wedge system in the LQSF, causing 7 deaths and 57 injuries. By using high-resolution satellite images combined with the field observations, we mapped the active fault traces of the back-thrust of the LQSF. We excavated the trench across the ~5 m high fault scarp that formed on the alluvial fan. Based on the identification of the colluvial wedges and the uplift and folding of the paleosoil, we infer that there are at least two paleoearthquake events are recorded in the trench wall. These findings confirm the cumulative of uplift of river terraces are produced by the LQSF through repeated paleoearthquake events. Our study shows that the LQSF represents a significant seismic hazard in the center of the high densely inhabited area in the Sichuan basin.

キーワード: Active tectonics, thrust fault, paleoseismic, seismic reflection profile, trench survey, Sichuan basin

Keywords: Active tectonics, thrust fault, paleoseismic, seismic reflection profile, trench survey, Sichuan basin

2014年11月22日長野県北部の地震 (Mw 6.2) にともなって出現した地表地震断層 The surface rupture of the 22 November 2014 Nagano-ken-hokubu earthquake (Mw 6.2), Nagano prefecture, central Japan

石村 大輔^{1*}; 岡田 真介¹; 丹羽 雄一¹; 遠田 晋次¹
 ISHIMURA, Daisuke^{1*}; OKADA, Shinsuke¹; NIWA, Yuichi¹; TODA, Shinji¹

¹ 東北大・災害研
¹ IRIDeS, Tohoku Univ.

2014年11月22日に長野県北部にて Mw 6.2 の地震が発生し、それに伴って既知の活断層沿いに地表地震断層が出現した。私たちは、11月23日-26日と11月29日-12月3日の二回に分けて地表地震断層のマッピングおよびそれに関する地変の記載を行った。一部、簡易測量を行い上下変位量や水平短縮量を求めた。

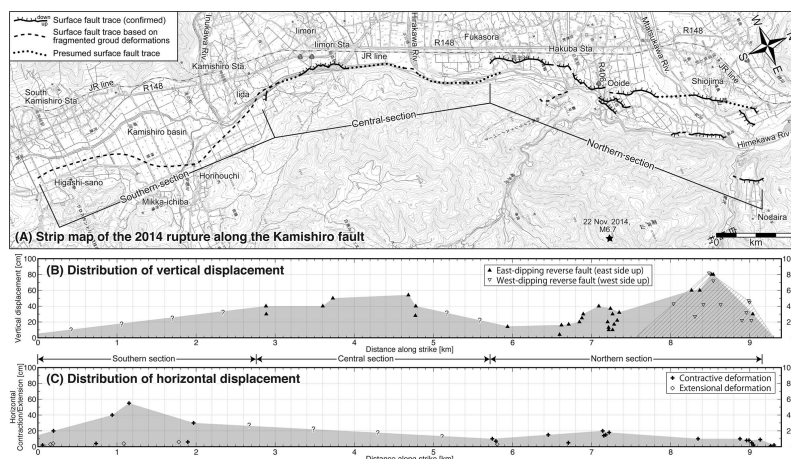
地表地震断層は、既知の活断層である神城断層 (澤ほか, 1999; 東郷ほか, 1999) に沿うように出現した。ただし、既知の活断層位置と一致しない部分もあった。私たちが確認した地表地震断層の総延長は 9.2 km、一般走向は NW-SE であった。地表変位に関しては、おもに東上がりを示し、主断層として東傾斜の逆断層が推定された。これは震源のメカニズム解や InSAR の結果と整合的である (気象庁, 2014; 国土地理院, 2014)。また一部では、バックスラストと思われる高角東落ち断層が主断層の東側に出現した。以下、北から南に向かって地表地震断層の詳細を述べる。

今回確認した地表地震断層の最大上下変位量 (西落ち 0.8 m) を示す撓曲崖は塩島で認められた。延長部である城山の東側では、ほぼ東西走行の北落ちと南落ちの撓曲崖が並走するが、それより北側では明瞭な変位は認められなかった。塩島の東側の野平と松川・姫川の合流地点付近では東落ち (最大 0.8 m) のバックスラストに伴う断層崖・撓曲崖が認められた。松川から大出の間では、三条の西落ちの撓曲崖および地変が認められ、大出の南で一条に収斂する。さらに深空までの間は大糸線と姫川の間広がる田畑に撓曲崖がほぼ連続して出現し、湾曲するような平面形を示す。深空から飯森までの間には明瞭な地変は認められなかったため、地表地震断層は姫川もしくはさらに東側に存在すると推定された。しかし、その地変を姫川沿いでは確認することはできなかった。飯森では、撓曲崖が姫川の左岸に出現し、約 500 m にわたって連続的に確認できた。ここでも断層の平面形は湾曲した形態を示す。さらに南の堀之内にかけては明瞭な断層変位は認められないが、人工物の短縮変形が認められるようになり、その短縮変形の前面に地表地震断層の地表トレースが推定された。そのため飯田より南側では北側に比べて断層が低角化していると推定される。堀之内から東佐野にかけても短縮変形が連続的に認められ、その地点に断層トレースを推定した。その短縮量は最大で約 0.5 m であった。

以上の性状から北部から南部に向かって地表付近での断層の低角化が推定される。その要因としては、表層堆積物の構成物および厚さの違い (基盤岩深度) によると考えられる。また上下変位量分布からは北部の方が大きく南部の方が小さい傾向が読み取れ、震源に近い部分で上下変位量が多いことがわかる。ただし、南部は断層の低角化が推定されるため地表付近での断層の角度を知ることが正確な断層変位量を知るためだけでなく、地表地震断層の分布形態を理解する上でも重要であると考えられる。

キーワード: 地表地震断層, 2014年11月22日長野県北部の地震, 糸魚川-静岡構造線断層帯, 神城断層

Keywords: surface rupture, the 22 November 2014 Nagano-ken-hokubu earthquake, Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, Kamishiro fault



2014年長野県北部の地震に伴い出現した地表地震断層における地中レーダ探査 Ground penetrating radar survey across the surface rupture generated by the 2014 Northern Nagano Earthquake

中埜 貴元^{1*}; 飛田 幹男¹; 中島 秀敏¹; 神谷 泉¹
NAKANO, Takayuki^{1*}; TOBITA, Mikio¹; NAKAJIMA, Hidetoshi¹; KAMIYA, Izumi¹

¹ 国土地理院
¹ GSI of Japan

2014年11月22日に発生した、長野県北部を震源とする地震(M6.7)(以下、「2014年長野県北部の地震」という)では、糸魚川-静岡構造線の北部を構成する神城断層周辺において、長さ9km以上に及ぶ地表地震断層が出現した(廣内ほか, 2014; 近藤ほか, 2014; 岡田ほか, 2014など)。地表地震断層は、白馬村北部の白馬村北城地区塩島においては約90cm、白馬村北城地区大出においては約40cmの上下変位があり(廣内ほか, 2014)、これらの地域では比較的直線状に分布しているのに対し、白馬村南部の神城地区飯田、神城地区堀之内周辺では水平短縮変形が顕著で、地形に沿って屈曲して分布している。これは、地表地震断層の傾斜角が、北部では高角であるのに対し、南部では低角であるためと考えられる。白馬村南部の神城地区堀之内近辺では、過去にトレンチ調査が実施されており、断層面はほぼ水平であることが確認されている(奥村ほか, 1998)。これらを確認するために、白馬村北城地区大出と神城地区飯田において地中レーダ探査を実施し、地表地震断層の地下浅部構造の把握を試みた。

探査は、2014年12月2日に実施した。北城地区大出では、国道406号線上に地表地震断層を横断する東西方向の測線(LineOi-1)と、国道から10mほど南側の耕作地内に同様の測線(LineOi-2)を設けて探査を実施した。神城地区飯田では、水田内を通る南北方向の砂利道に沿った測線(LineId-1)を設けて探査を実施した。探査装置は、カナダ国 Sensors & Software 社製 Noggin plus を用い、アンテナ中心周波数は250MHzとした。

探査の結果、LineOi-1では、深さ0.5m付近の明瞭な水平の反射面が、地表地震断層出現位置付近で東上りの変位を呈した。また、同地点の深さ1m付近でも反射面が東上りの屈曲を示した。これらの変位量は20~30cm程度であり、地表での上下変位量よりは小さいが、それと調和的な結果である。地表地震断層出現位置より西へ1~2mの地点においては、地表付近から深さ2m付近にかけて、縦方向に伸びる線状の反射空白域が確認でき、その両側で反射面の変位も確認できた。これは、中埜・酒井(2007)が報告している活断層における反射の特徴と一致する。探査プロファイル全体を見ると、地表地震断層出現位置付近を境に、その西側では全体的に反射が強く、東側では反射が弱いことから、断層を境に誘電特性の異なる媒質(地質等)が分布していると考えられる。以上から、本地区の活断層は高角と考えられるが、LineOi-2では明瞭な断層構造は確認できなかった。LineId-1においても、部分的な層構造は確認できるものの、地表地震断層出現位置付近において、明瞭な断層構造を確認することはできなかった。同地点近くの過去のトレンチ調査(奥村ほか, 1998)では、深さ4m付近に水平に近い断層面が確認されており、その上盤側の深さ2m以深に明瞭な地層の褶曲構造が確認されているが、今回の地中レーダ探査のプロファイル深度は2m程度であり、明瞭な層構造まで達していない可能性がある。

以上より、地中レーダ探査により、北城地区大出では高角の活断層を捉えることができたと考えられるが、神城地区飯田の低角の活断層は検出することができなかった。今後、他測線や他アンテナ周波数での調査や簡易ボーリング等を実施することで、探査結果の解釈の信頼性を高めたいと考えている。

謝辞

地中レーダ探査装置は、名古屋大学鈴木康弘教授からお借りした。ここに記して感謝申し上げます。

引用文献

廣内ほか(2014): 2014年11月22日長野県神城断層地震における地表変位について(速報)。

http://danso.env.nagoya-u.ac.jp/jsafr/jishin/20141122_kamishiro/20141122_nagano_report_hirouchi_etal.pdf
(2015年1月14日閲覧)

近藤ほか(2014): 2014年11月22日長野県北部の地震 第二報地表地震断層緊急調査報告(1)。

<https://www.gsj.jp/hazards/earthquake/naganokenhokubu2014/naganokenhokubu20141126.html> (2015年1月14日閲覧)

中埜・酒井(2007): 阿寺断層系中北部における極浅層構造のレーダ探査による研究。活断層研究, 27, 191-200。

岡田ほか(2014): 長野県北部の地震にともなう地表地震断層。

http://irides.tohoku.ac.jp/media/files/topics/20141209_report_nagano.pdf (2015年1月14日閲覧)

奥村ほか(1998): 糸魚川-静岡構造線活断層系北部の最近の断層活動—神城断層・松本盆地東縁断層トレンチ発掘調査—。地震, 50別冊, 35-51。

Japan Geoscience Union Meeting 2015

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

©2015. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SSS28-26

会場:A04

時間:5月28日 16:30-16:45

キーワード: 2014年長野県北部の地震, 神城断層, 地表地震断層, 地中レーダ探査, 地下浅部構造

Keywords: the 2014 Northern Nagano Earthquake, Kamishiro fault, surface rupture, Ground penetrating radar (GPR), shallow underground structure

長野県白馬村神城断層周辺の活断層露頭 Outcrops around the Kamishiro fault, Nagano Prefecture, Central Japan

小林 健太^{1*}; 粉川 真人²; 香取 拓馬²; 飯田 圭輔¹
KOBAYASHI, Kenta^{1*}; KONAKAWA, Masato²; KATORI, Takuma²; IIDA, Keisuke¹

¹ 新潟大学理学部地質科学科, ² 新潟大学大学院自然科学研究科
¹Dep. Geol., Fac. Sci., Niigata Univ., ²Grad. Sch. Sci. & Tech., Niigata Univ.

2014年11月22日に発生した長野県神城断層地震(M6.7)について、関連すると思われる活断層露頭の調査を行った。今回の地震に伴って出現した地表地震断層の北端付近(白馬村北城)は、低位段丘、沖積低地や扇状地の堆積物に広く被われている。その中で城山周辺地域(南北400m×東西200m)では、鮮新世岩戸山層(安山岩質溶岩・火砕岩)が、孤立して高所に分布する。そのさらに上位には、中位段丘堆積物がごく狭く分布する。

活断層露頭は、中位段丘堆積物の上に、南東に低角で傾斜する断層面で境され、変形・変質を被った凝灰角礫岩(岩戸山層)が乗っている。低角断層直下の段丘礫は、これとほぼ平行に再配列している。低角断層は下方(南東側)で、南東に高角で傾斜する別の断層に切断される。高角断層直下(北西側)の段丘礫は、これとほぼ平行に再配列している。高角断層の上盤(南東)側は、凝灰角礫岩が連続して分布する。つまり、低角断層、高角断層とも、中位段丘面の形成より後まで運動した活断層と判断される。

低角断層直上は、凝灰角礫岩を源岩とする断層ガウジ、断層角礫である。灰緑色、黒色、灰色、赤褐色(風化色)などを呈する。Y-P-R1ファブリックが露頭でも観察でき、上盤北西(逆断層)の剪断センスが判定できる。低角断層、高角断層やそれに並走する小断層面上の条線は、ほとんどが左横ずれ成分を伴う逆断層運動を示唆するものであった。

活断層露頭は南向き斜面上にあるが、これより15m下方の低地上では、地表地震断層が南西方に連続し、神城断層に収束する。この地表地震断層は傾斜角から考えて、露頭より約10m西方にある鞍部を通ると推定される。露頭近隣の斜面では、斜面の崩壊や倒木は観られたものの、今回の地震に伴うと断定できる変位の痕跡は、認められなかった。

また、この地表地震断層より東方1kmを並走する鞍部地形に沿って、段丘堆積物内部、およびそれと凝灰角礫岩を境する断層露頭を二カ所で確認した。断層面はいずれも北西に傾斜し、Y-P-R1ファブリックおよび岩相の分布から、左横ずれないし逆断層性の運動と判断される。

新第三系中の地質構造、地質断層(姫川断層)、地表地震断層、余震分布は、震源域を通じて北東-南西に伸び、互いに良く一致している。ところが活断層(神城断層)については、震源域の北部(北城付近)では北東から北西、北へと向きを変え、他の構造と一致していない。今回報告した露頭存在から、活断層でも北東へ一様に伸びるものが存在することが明らかとなった。また、これが主断層であるならば、東方1kmを並走する断層は、逆向き副次的な断層の可能性もある。

キーワード: 長野県, 白馬村, 神城断層, 活断層, 断層露頭, 断層ガウジ

Keywords: Nagano Prefecture, Hakuba Village, Kamishiro fault, active fault, outcrop, fault gouge

2014年 Mw 6.2 長野県北部地震の震源断層-神城断層の古地震の予備調査 Paleoseismic study on the Kamishiro Fault that triggered the 2014 Mw 6.2 Nagano earthquake, 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
¹ Department of Geophysics, Kyoto University

2014年11月22日に発生した Mj 6.8 (Mw 6.2) 長野県北部地震は、糸魚川-静岡構造線北部神城断層沿いに最大 1.5m の鉛直変位を持つ、長さ 9.3km の地表地震断層が現れた (林ほか, 2015)。

歴史記録および地震観測は、過去 1200 年の間に松本?神城盆地周辺域で $M > 6.0$ の大地震が 5 回発生したことを示す (841 年 M6.5、1714 年 M6.3、1791 年 M6.8、1918 年 M6.5 と M6.1) (地震研究推進本部、2000)。1918 年 M6.5 地震は、糸魚川-静岡構造線北部の活断層沿いに、地表の変形をもたらした (多田・橋本、1988)。地質および地震データに基づくと、松本?神城盆地の東縁部に位置する活断層が、 $M > 8.0$ の大地震を引き起こす可能性があるとして推定される (地震研究推進本部、2000)。神城断層の活動性を解明するために、京大調査チームは地震直後に地表地震断層の性状の調査とともに、今回の地震を引き起こした活断層の古地震の調査研究を行った。小規模な露頭掘削調査と年代測定により、神城断層沿いに過去千年間に少なくとも二回の大地震が発生したことが明らかになった。本研究により、1) 過去 400 年に少なくとも一回の大地震があったこと (1918 年 M6.5 または 1791 年 M6.8 地震と対応する可能性がある); 2) さらに、西暦 550 年から西暦 1000 年の間に 841 年 M 6.5 地震と対応するような大地震が発生したことが明らかになった。これらのことから、今回の地震を含めて神城断層沿いに過去~1500 年の間に少なくとも三回の大地震が発生し、その平均再来周期が ~300-500 年であることが示唆される。今回の予備調査はこれまでの先行研究により推定された大地震の再来周期と最新活動の時期と異なる結果を示した。今後、これらのことを明らかにするためにはさらなる詳細な調査が必要であると思われる。

To better understand the nature of the Kamishiro Fault, we carried out paleoseismic study immediately on the seismogenic fault by fieldworks including fault outcrop investigations within one week after the earthquake. Field investigations and analyses of excavated outcrops reveal that at least two morphogenic earthquakes have occurred on the Kamishiro Fault in the past millennium. Paleoseismic evidence, historical records, and radiocarbon age data show that (1) the penultimate large-magnitude earthquake (i.e., prior to the 2014 Nagano earthquake) occurred within the past 400 yr, probably corresponding to the 1918 M 6.5 or 1791 M 6.8 earthquake; and (2) the third most recent event occurred between A.D. 550 and A.D. 1000, probably corresponding to the 841 M 6.5 earthquake, suggesting at least three large earthquakes associated with surface rupture of the Kamishiro Fault in the past ~1500 years with an average recurrence interval of ~300-500 years. Our results reveal that the style and magnitude of thrust displacements indicate that the present-day shortening strain on the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, 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 長野県北部地震, 神城断層, 古地震, 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, paleoearthquake, Kamishiro fault, Itoigawa?Shizuoka Tectonic Line, plate boundary, thrust

2014年11月22日長野県北部の地震 (Mw 6.2) で生じた地表地震断層の分布と変位量 Surface rupture and slip distribution of the 22 Nov. 2014 Mw 6.2 earthquake at Nagano Prefecture, central Japan

勝部 亜矢^{1*}; 近藤 久雄¹; 谷口 薫²; 加瀬 祐子¹
KATSUBE, Aya^{1*}; KONDO, Hisao¹; TANIGUCHI, Kaoru²; KASE, Yuko¹

¹ 産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門, ² 産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門: 現 株式会社クレアリア
¹Geological Survey of Japan/AIST, ²Geological Survey of Japan/AIST: now at Crearia Inc

2014年11月22日長野県北部を震源としたMw6.2の地震は、糸魚川-静岡構造線活断層系北端を構成する神城断層上で発生した。この地震は、既知の神城断層トレースに沿う明瞭な地表地震断層を伴った。しかし、神城断層はM7以上の地震が予想される全長24kmの活断層であるのに対し、今回の地震規模は比較的小さく、伴われる地表地震断層も有意に短い。我々は、詳細な地表地震断層の記載、および地表変位と地震規模の関係を検討するため、地表地震断層および地形変状のマッピングと、42地点における地表変位量の計測調査を実施した。

調査の結果、地表地震断層は、北城盆地の北端部から神城盆地の中央部までの約9kmの区間で認められた。地表地震断層は、一部区間においては断層走向と平行に流下する姫川に沿うものの、北北東-南南西走向にほぼ連続する。変位様式は、ほぼ全ての地点で東側もしくは南東側隆起の純粋な逆断層もしくはスラストを示し、走向の変化によるみかけの横ずれ成分を一部で伴う。なお、地表地震断層の北端部周辺には、局所的なポップアップ構造や西側もしくは北西側隆起のバックスラストが認められる。

本地震に伴う地表地震断層は、連続性および変位量分布から、本震の震源により近い北側の主要部と、神城盆地付近の従属部に分けられる。地表地震断層主要部は、北城盆地北部の塩島から飯田までの約7kmの区間で、一般走向はN20°EからN30°Eを示し、大局的には北から南に向かって変位量が減少する。北端部に近い塩島地区において上下変位量約90cmが認められ、併走するバックスラストの上下変位量を断層走向の直交方向に加算し、本地震に伴う最大変位量140cmが得られた。一方、主要部のより南側に位置する、地表地震断層の従属部は、神城盆地の湖成堆積物が分布する飯田から三日市場までの約2kmの区間で認められ、走向はN20°EからN20°Wまで変化に富む。上下変位量および水平短縮量は30cm程度以下であり、短縮変形により破壊された構造物や撓曲変形が生じる田圃の位置は、明瞭な変動地形が示す神城断層の位置と必ずしも一致しない。そのため、これらの地表変位は湖成堆積物中に発達した副次的な地表地震断層と判断される。

本調査で認められた地表地震断層は、神城断層に沿う全長約9kmであるものの、既知の神城断層全長に比べ15kmも短い。しかし、地表地震断層の北方および南方延長には明瞭な変動地形が連続して認められている(東郷ほか, 1996; 松多ほか, 2006)。また、本震の震源位置は地表地震断層の北端近くに位置するが、余震震源の分布はさらに北へ約5km以上連続し、本震の震源断層面もさらに北側へ延長すると考えられる。以上から、今回のM6.2の地震は神城断層の一部区間によって引き起こされたと考えられる。

本地震の最大変位量は140cmで、松田(1975)の経験式によると地震規模と比較して変位量が大いように見える。しかし、Wesnousky(2008)によってまとめられた世界の歴史地震に伴う地震断層データと比較すると、本地震の地表地震断層長と地表変位量の関係は、逆断層地震型のデータとよく整合する。これは、松田(1975)の式が主として横ずれ断層型地震のデータを基にした経験式であり、逆断層において小さくなるアスペクト比が反映されていないためと考えられる。

また、この地震による最大変位量(140cm)と既存研究による地震の再来間隔(1100~2400年; 奥村ほか, 1998)からは、神城断層の平均変位速度はおおよそ0.4-0.8 mm/yrと見積もることできる。しかし、この値は、地形・地質学的調査による後期更新世以降の神城断層の平均変位速度1.5-2.7 mm/yr(下川・山崎, 1987; 今泉ほか, 1997; 松多ほか, 2001)より有意に小さい。すなわち、今回の地震は、M7以上の地震をくり返し起こす神城断層においては非固有規模の変動的な地震と考えられる。このような神城断層における非固有地震の頻度を解明する為には、同タイプの地震発生間隔や変位量を古地震学的に明らかにする必要がある。

キーワード: 活断層, 内陸地震, 糸魚川-静岡構造線活断層系, 神城断層, 地震時変位量

Keywords: active fault, inland earthquake, ISTL active fault system, Kamishiro Fault, coseismic slip

2014年長野県神城断層地震と活断層一何を学ぶべきか？ — Issues posed by the 2014 Kamishiro Fault Earthquake, central Japan

鈴木 康弘^{1*}; 2014年神城断層地震地形調査グループ^{*1}

SUZUKI, Yasuhiro^{1*}; TECTONIC GEOMORPHOLOGICAL RESEARCH GROUP, For 2014 kamishiro fault earthquake¹

¹名古屋大学

¹Nagoya University

東日本大震災以降、内陸における地震活動もやや活発化している中で、2014年長野県北部の地震が起きた。この地震の規模はM6.7で大きな人的被害を出さずに済んだが、活断層が起こす地震においては局所的に極めて大きな被害を及ぼすことが改めて示され、阪神・淡路大震災から20年目にあたり重要な教訓を投げかけた。地震を起こした活断層は地震調査研究推進本部が検討対象としている主要活断層であったが、実際に起きた地震は予測とは大きく食い違っていた。単に規模が小さすぎて検討対象外だったということでは済まされない。これまでのトレンチ調査や変動地形学的調査、あるいは地殻変動研究の考え方を再整理する必要もある。さらに近年、様々な計測機器やリモセン調査手法の進歩があり、地震断層調査に関する緊急調査の体制を議論する機会ともなった。

この地震は、地震調査研究推進本部が選んだ110の「主要活断層」のうち、糸魚川-静岡構造線(糸静線)の北部が活動して起きたものである。震源断層面が浅かったために局地的に強い揺れが発生し、地表のずれ(地表地震断層)は、既存の活断層地図に示された位置に出現した。しかし、地震本部が予測した地震よりも明らかに「ひとまわり小さい地震」であり、活断層評価に再考を促した。

地震本部は1996年に糸静線の評価結果を公表している。その内容は「現在を含めた今後数百年以内に、M8程度(M7.5~8.5)の規模の地震が発生する可能性が高い。しかし、地震を発生させる断層区間(場所)がどこまでかは判断できない」というものであった。今回の地震はこれに比べて明らかに「ひとまわり」規模が小さい。予測より規模が小さければ良いという問題ではない。マグニチュードを過大評価すると、その反動で地震発生確率が過小評価される。すなわち、「千年に一度だけM7.5の地震が起きる」と考えれば発生確率は低いが、「M6.7~6.9程度の地震が数百年に一度起きる」とすれば発生確率は高まることに留意する必要がある。

白馬村堀之内地区に甚大な被害が集中した。家屋倒壊率は3割を超えたことから、震度7相当と見られる。その原因は、逆断層直近の上盤側で発生した強震動にある可能性が高い。神城盆地の地盤が軟弱であることを理由にする意見も多々あるが、堀之内地区は上盤側(隆起側)で段丘化しているため、地盤がとくに軟弱だとは言えない。堀之内地区周辺の活断層は複数あり、少なくとも数列は今回の地震時にずれを生じた。集落内に逆向き(西側隆起)の副次的な断層も認められ、堀之内地区は複雑な変形帯に位置する。歴史記録によれば、1714年の信濃小谷地震の際にも堀之内地区の被害は甚大であった。そのことから約300年ごとにこの程度の地震が繰り返しているのではないかという意見もあり、今後の課題である。

2014年神城断層地震地形調査グループ: 松多信尚(岡山大)・杉戸信彦(法政大)・廣内大助(信州大)・渡辺満久(東洋大)・中田 高・後藤秀昭・熊原康博(広島大学)・澤 祥(鶴岡高専)・石黒聡士(国環研)・宮内崇裕・金田平太郎(千葉大学)・楮原京子(山口大)・石山達也(東大)・鈴木康弘(名古屋大)

キーワード: 活断層, 地震断層, 神城断層地震

Keywords: active fault, earthquake fault, Kamishiro Fault Earthquake

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。

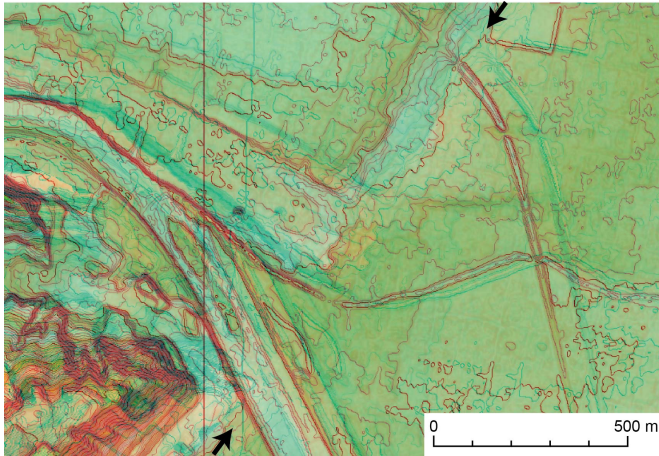
図：基盤地図情報数値標高モデル（5m メッシュ）を使用した長町-利府線断層帯の変動地形を示すステレオ等高線図。矢印は、累積変形する段丘面群上の撓曲崖基部の位置を示す。矢印は、累積変形する段丘面群上の撓曲崖基部の位置を示す。等高線間隔は 1m。2次元画像を DEM のメッシュサイズの 2 倍、アナグリフ画像を同 3 倍のスケールで作成した。

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サイトで顕著である。一方で、断層ガウジ、カタクレ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环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

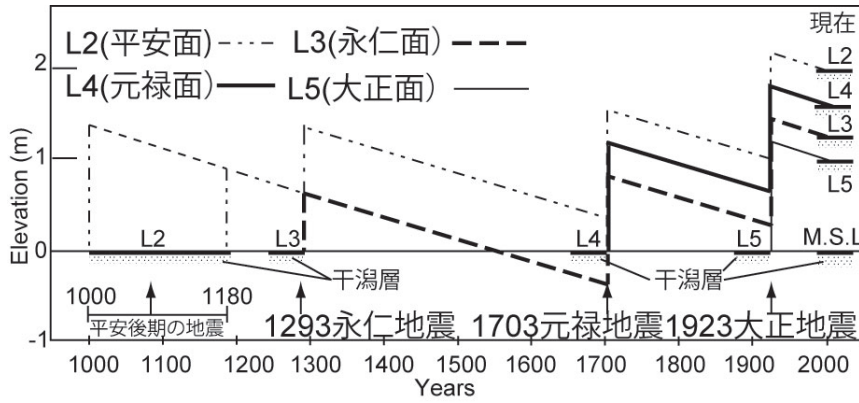


図1 三浦半島南部における上下変位の累積過程

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, Mitsuhiro³; 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）を西上がり切りの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）

Japan Geoscience Union Meeting 2015

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

©2015. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



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³KONDO, Hisao^{1*}; TANIGUCHI, Kaoru⁴; KATSUBE, Aya¹; KIMURA, Haruo²; MORI, Hiroshi¹;KUROSAWA, Hideki³; KOSHIKA, Kota³¹ 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。

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波バイブレータ震源(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 年前の間で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
¹Suncoh consultants co.,Ltd., ²Kyoto Univ., ³AIST

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

