

勇払平野海岸部の活構造

Active structure beneath the Yufutsu coastal lowland, Hokkaido, Japan

横倉 隆伸^{1*}, 小松原 純子¹, 山口 和雄¹, 岡田 真介², 小松原 琢¹

Takanobu Yokokura^{1*}, Junko Komatsubara¹, Kazuo Yamaguchi¹, Shinsuke Okada², Taku Komatsubara¹

¹ 産業技術総合研究所地質情報研究部門, ² 東北大学災害科学国際研究所

¹ Geological Survey of Japan, AIST, ² IRIDeS, Tohoku University

1. はじめに

北海道・勇払平野の海岸には新生界を変位させる褶曲が伏在することが佐藤ほか(1998), Kato et al.(2004) によって明らかにされているが, 第四紀後期における活動については情報がなかった。我々は, 産総研「沿岸域の地質・活断層調査」プロジェクトの一環として, 稠密発震の反射法地震探査とボーリング調査を行い, この構造の第四紀後期における活動性を評価した。

2. 反射法地震探査

勇払の海岸線にほぼ沿って, 苫小牧西港周辺から苫小牧東港を経てむかわ町田浦一区に到る 19.7km の測線で, 深度 1000m 以上までを対象とする P 波反射法地震探査を実施した。上記褶曲構造を横断する測線西半部については, 稠密発震と MiniVib スイープの高周波数化により高精度な構造抽出と浅部ボーリングとの対比を行うことを試みた。その結果, 約 1500m まで明瞭な反射面が認められ, この伏在背斜が新生代後期に累積的に活動していること, 背斜軸部では約 80m 付近と 230m 付近に顕著な傾斜不整合が認められること, この背斜の西側地下深部約 1000m には開いた背斜が伏在しており, スラストの先端がさらに西側まで到達していること, などが明らかになった。

3. ボーリング調査

背斜軸上と西翼端部で深度 80m のオールコアボーリング BT1 および YF1 をそれぞれ実施した。BT1 コアでは深度 19m の海成層より Toya(110-120ka) が出現し, さらに深度 26~35m, 50~66m および 71~80m に海成砂~泥層が認められた。このうち 52~66m の海成層からブナの花粉が多量に産出した。YF1 コアでは深度 45m まで沖積層が分布し, その下位の深度 45~48m と 57~80m に海成層が認められた。このボーリングではブナ花粉の多産帯は認められなかった。BT1 の深度 28m 付近の海成層(潮下帯下部)と YF1 の深度 58m 付近の同様の堆積物は, MIS ステージ 7 の同時間面・同標高面を示すと考えられ, その比高(31m)から, この背斜構造の第四紀後期の上下変位速度は 0.1~0.15m/千年と見積もられる。

参考文献

佐藤ほか(1998) 石技誌, 63, 323-324。

Kato et al.(2004) Tectonophysics, 388, 75-84.

キーワード: 活構造, 勇払, ボーリング, 反射法地震探査

Keywords: active structure, Yufutsu, boring, seismic reflection survey

断層露頭の観察に基づく黒松内低地断層帯の活動性

Paleoseismic activity of the Kuromatsunai teichi fault zone, based on fault outcrop observations

黒澤 英樹^{1*}, 小坂 英輝², 三輪 敦志¹, 楮原 京子³, 今泉 俊文⁴

Hideki Kurosawa^{1*}, Hideki Kosaka², atsushi Miwa¹, Kyoko Kagohara³, Toshifumi Imaizumi⁴

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

¹OYO Corporation, ²Kankyochishitsu Co., ³Yamaguchi University, ⁴Tohoku University

黒松内低地断層帯は、北海道南西部の寿都湾と内浦湾をつなぐ低地帯（黒松内低地）に発達する南北約32kmの長さにおよぶ逆断層帯である。本断層帯は、相対的には西側隆起を示すが、断層帯を構成する各活断層の変位センスは低地内にみられる大小の高まりや凹地と調和的で、波状の変形や逆向きの断層崖を伴う。また、各断層の長さは3-4km程度の短い断層から構成され、北半部では、低地帯と東側山地との境界に沿って、南半部は、西側山地と低地帯の境界に沿うように配列する。このような黒松内低地帯の活断層に対して、地震調査研究推進本部（2005）では、低地帯の活断層が一括で活動し、おおよそマグニチュード7.3程度の地震を発生させる可能性があるとして評価している。

筆者らは黒松内低地帯の2地点で断層露頭の観察を行った。ひとつは地震調査推進本部（2005）で“熱郭原野付近の断層”とされた断層トレース沿いに出現した露頭で、新期の河川性堆積物が変位している。従来、黒松内低地断層帯の最新活動時期は、蕨岱地点で得られた約5千9百年前以後、約4千9百年前以前のみであったが、本露頭の観察結果からこれよりも新しい時代の活動が推定された。もうひとつは、長万部公園を流れるフラノベツ川右岸に出現した露頭で、ここでは最も山よりの逆断層にともなって、やや固結した砂層（約40万年前頃の知来川層に対比される可能性が高い）が南東側に傾斜（撓曲変形）する様子が観察された。従来、この地点には写真判読から活断層が図示されていたが、今回、その内部構造を観察することができた。また、類似の変位は完新世の地形面にもおよんでいることが明らかとなった。

既存の調査結果を踏まえると、熱郭、蕨岱、長万部と3地域で完新世に少なくとも1回以上の活動が推定される。黒松内低地断層帯の活断層分布は複雑であること、熱郭原野付近の断層で得られていた最新活動時期は蕨岱断層のそれよりも優位に若く、一致しない。このことはそれぞれが別の活動によるとも考えられる。今後、年代測定試料を補足するなど古地震の履歴解明に努めるとともに、複雑な分布形態をなす活断層群が構造的にどのような関連性を持っているのか検討する。

キーワード: 黒松内低地帯, 熱郭原野, 長万部, 断層露頭, 低角逆断層, 古地震イベント

Keywords: Kuromatsunai Lowland, Neppu Plain, Oshamanbe, fault outcrop, active thrust fault, paleoseismic event

三陸海岸，久慈川低地の完新世古環境復元 垂直変動に関連して Holocene environmental change in Kuji-gawa Lowland, Northeast Japan, with reference to vertical crustal movement

山市 剛^{1*}, 宮内崇裕², 石村大輔²

YAMAICHI Tsuyoshi^{1*}, MIYAUCHI Takahiro², ISHIMURA Daisuke²

¹ 東京大学大学院新領域創成科学研究科, ² 千葉大学大学院理学研究科

¹Graduate School of Frontier Sciences, University of Tokyo, ²Graduate School of Sciences, Chiba University

リアス海岸として有名な東北地方太平洋岸の三陸海岸は、2011年東北地方太平洋沖地震前には測地的には速い速度で沈降していた(最大11mm/年)。これに対し、第四紀海成段丘群の存在から地質学的には10万年~100万年スケールでは三陸海岸は隆起傾向にある(平均隆起速度:0.2mm/年前後)。このような垂直変動の矛盾は海溝型巨大地震時に発生する地殻変動によって三陸海岸が隆起することで解消され、トータルでは若干の隆起成分が残留すると考えられていた(池田,1996)。しかし、今回の巨大地震時には広範で顕著な海岸の沈降(最大1.2m)が記録され、この矛盾は解消されなかった。地震後の余効変動が隆起を回復させるという見方もあるが、現時点では定かではない。このようなパラドックスを解決するために、最近の地質時代(完新世)における垂直変動史を明らかにし、隆起沈降の実態を検証することが極めて有効である。

本研究では、日本海溝側へ張り出し、垂直変動の様子を地形や地層によく記録していると思われる完新世河口部沖積低地として久慈川低地を選び、研究地域とした。基礎的資料取得のために、地形発達史に関する解析、海岸線環境・年代に関して掘削コアの珪藻分析・堆積相解析・放射性炭素年代測定を行い、久慈川低地の古環境復元を行った。それらを基に相対的海面変化曲線を描き、垂直変動について検討した。その結果、(1)完新世離水海岸地形は少なくとも1つ、標高約1m(年代未詳)に存在する。それより高位の完新世段丘は2つのレベルに認められる(主に河成段丘)、(2)久慈川低地は、10ka前後から河口部内湾環境、10ka~7.5kaには三角州干潟環境、7.5~7kaには内湾からラグーン環境、それ以降は河川環境へと変化した、(3)相対的海面変化曲線は7ka以前では隆起成分が、7ka以降では沈降成分が勝り、複雑な垂直変動史を示す、(4)十和田中掇テフラ(6ka)の堆積環境と水深は、少なくとも完新世後期に5m程度の隆起があったことを示している。離水海岸地形の存在から、間欠的な地震性地殻隆起の発生が隆起様式の原因の一つと考えられる。今後、地形地質の年代について分解能を高め、垂直変動の質的量的理解を深める必要がある。年代精度を上げるための放射性炭素年代測定については、(株)加速器分析研究所において実施中であり、この結果を合わせて発表時に紹介する。

キーワード: 完新世, 三陸海岸, 沖積低地, 珪藻分析, 古環境, 相対的海水準変動

Keywords: Holocene, Sanriku coast, alluvial lowland, diatom analysis, paleoenvironment, relative sea-level change

カルデラ縁辺などのリトリック正断層が再動した岩手・宮城内陸地震 (M6.9) の 地表地震逆断層

Surface ruptures of the Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake: Reverse fault reactivation of caldera-collapse normal faults

遅沢 壮一^{1*}, 布原啓史²

Soichi Osozawa^{1*}, Keiji Nunohara²

¹ 東北大学理学研究科地学専攻, ² テクノ長谷

¹Department of Earth Sciences, Graduate School of Science, Tohoku University, ²Tecno Hase, Co. Ltd.

地質学会仙台大会のプレ巡検で案内します。ぜひ、ご参加下さい。

2008年6月14日に起こった岩手・宮城内陸地震では、崩壊も顕著であったが、地表地震断層が現れた。そしてこれら断層についての数多くの調査報告書が作成された。しかし、層序・構造の詳細や、それらと断層との関連について、記述した報告は少ない。一関市本寺の本見学コースでは、地表地震断層は改修により、痕跡も見られないが、自然露頭を中心に、花崗岩と、カルデラ充填の陸成堆積物や海成層を区分したうえで、これらが断層関係にあることを観察する。地表地震断層は露頭に見られるこれら断層のごく近傍に、再動によって生じたことを、既に消失しているが、地表地震断層の位置を解説したうえで、観察する。荒砥沢ダムでは、地表地震断層はカルデラ縁正断層そのものに生じているが、既に観察不能であるため、見学しない。

キーワード: 岩手・宮城内陸地震, 地表地震断層, リトリック正断層, 地殻伸長伸張, カルデラ崩壊正断層, 再動

Keywords: The 2008 M 6.9 Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake, earthquake surface rupture, reverse fault, istic normal fault, crustal extension, caldera-collapse normal fault, reactivation

仙台平野南部における浅層反射法地震探査データ取得 Seismic reflection survey in the Southern part of Sendai Plain

岡田 真介^{1*}, 今泉 俊文¹, 楢原 京子², 越後 智雄³, 戸田 茂⁴, 松原 由和⁵, 三輪 敦志⁵, 池田 安隆⁶, 宮内 崇裕⁷, 石村 大輔⁷

Shinsuke Okada^{1*}, Toshifumi Imaizumi¹, Kyoko Kagohara², Tomoo Echigo³, Shigeru Toda⁴, Matsubara Yoshikazu⁵, atsushi Miwa⁵, Yasutaka Ikeda⁶, Takahiro Miyauchi⁷, Daisuke Ishimura⁷

¹ 東北大学災害科学国際研究所, ² 山口大学, ³ 一般財団法人地域地盤環境研究所, ⁴ 愛知教育大学教育学部地学教室, ⁵ 応用地質株式会社, ⁶ 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻, ⁷ 千葉大学大学院理学研究科地球生命圏科学専攻地球科学コース

¹International Research Institute of Disaster Science, ²Yamaguchi University, ³Geo-Research Institute, ⁴Department of Earth Sciences, Faculty of Education, Aichi University of Education, ⁵OYO Corporation, ⁶Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo, ⁷Department of Earth Sciences, Graduate School of Science, Chiba University

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震の発生に伴って、東北地方を中心とする地殻応力場は劇的に変化した。これに伴って内陸地域でも地震が多発するようになった。また、地震調査研究推進本部は午伏寺断層、阿寺断層帯、立川断層帯、三浦半島断層群と共に双葉断層の地震発生確率が高まったとして、早急な調査が必要であると評価した。本調査の対象地域は、双葉断層と長町-利府断層に挟まれた地域であり、これまでの調査では、活断層は認定されていない地域である。しかし、本研究において、空中写真判読、1 m DEM および 2 m DEM の解析を行ったことにより、仙台平野南部において南北方向の伏在活断層が示唆された。

そこで本研究では、仙台平野南部における地下構造を明らかにするために、2013年1月から2月にかけて浅層反射法地震探査を実施した。反射法地震探査測線は、宮城県巨理郡巨理町竹ノ花から逢隈神宮寺を経て、巨理大橋西詰付近に至る東西約 5.3 km の測線である。震源にはIVI社製 Enviro Vib を用い 10?100 Hz の周波数帯で 16 秒間のスイープを行った。受振器には、GS-20DX (Geospace社製、固有周波数 10 Hz) を用いた。発震点間隔および受振点間隔は共に 10 m を標準とした。また各発震毎に 192 ch の信号を記録した。総発震点数は 526 点である。レコーディングシステムは、Geometrics社製のジオードを使用し、サンプリング間隔は 1 msec とした。

本調査は、阿部春建設株式会社、巨理町役場、宮城県土木事務所の方々に多くのご協力を頂き実施することができました。関係機関の方々に謝意を表します。また、東北大学理学部地圏環境学科の3年生・4年生の諸君にも探査において尽力いただいた。ここに記すと共に感謝します。

キーワード: 反射法地震探査, 長町-利府断層, 双葉断層, 伏在断層, 巨理町

Keywords: seismic reflection survey, Nagamachi-Rifu fault, Futaba fault, concealed fault, Watari town

福島県会津坂下町周辺の第四紀地下地質と会津盆地西縁断層帯の活動 Quaternary underground geology and activity of the West Aizu Basin Fault Zone in the Aizu basin, Northeast Japan

鈴木 毅彦^{1*}, 齋藤 はるか¹, 今泉 俊文²Takehiko Suzuki^{1*}, Haruka Saito¹, Toshifumi Imaizumi²¹ 首都大学東京大学院都市環境科学研究科, ² 東北大学大学院理学研究科¹Tokyo Metropolitan Univ., ²Tohoku Univ.

会津盆地は東北日本弧南部に位置し、奥羽脊梁山脈西方に発達する内陸盆地群の一つである。会津盆地西縁には活断層である会津盆地西縁断層帯（活断層研究会, 1991; 福島県, 2002）が存在し、断層帯西側には会津盆地西縁丘陵が発達する。中新世以降の長期にわたる会津盆地の発達史は鈴木ほか（1977）、山元ほか（2006）などにより議論されており、断層帯の最近数万年間の活動については福島県（2002）により報告されている。しかし中期更新世以降の盆地発達史や断層帯の活動史については、それらを明らかにする上で重要な盆地地下の堆積物の知見が限られるために十分に明らかでない。

栗山・鈴木（2012）は盆地中西部に位置する会津坂下町において断層帯を挟み、丘陵と盆地地下で 129 ka に降下年代をもつ田頭テフラ（TG, 鈴木ほか, 2004; 青木ほか, 2008）を検出し、盆地発達史や断層帯活動史解明のための知見を得た。鈴木ほか（2013）では、より古い年代にさかのぼり同課題を議論し、盆地側での断層による変形を明らかにするため、2012年5-7月に会津坂下町中心部付近の盆地内2地点において、深度29 m（AB-12-1: 会津坂下町字上口）と深度99.5 m（AB-12-2）のオールコアボーリングを実施した結果を述べた。本発表では鈴木ほか（2013）で報告したことに加え、その後の分析で明らかになったテフラの認定を含めて調査結果を報告する。

AB-12-2 コア

本コアは断層帯から東方約900 mの標高179.09 mの地点（会津坂下町字中岩田）で得られた。深度48-50.46, 54.49-56.47, 76.81-84.74, 88.76-98.59 mに礫層があるほかは、シルト・泥炭層・砂からなり、多数のテフラを含む。これらテフラに含まれる火山ガラスの主成分化学組成と一部テフラの屈折率にもとづき検討した結果、深度4.09 m（いずれもテフラの基底深度）に沼沢沼沢湖（Nm-NM, 5.4 ka; 山元, 2003）、17.05 mに始良 Tn（AT, 29-30 ka; 町田, 2011）、30.12 mに大山倉吉（DKP, 62 ka; 長橋ほか, 2007）、31.63 mに沼沢金山（Nm-KN, 62-65 ka; 栗山・鈴木, 2012）、36.82 mに赤城追貝（Ag-OK, 鈴木ほか, 1995）、45.75 mに田頭（TG, 129 ka）、88.34 mに砂子原松ノ下（Sn-MT, 180-260 ka; 鈴木ほか, 2004）の各テフラを検出した。上記のうちTGとSn-MTは火砕流堆積物ないしはラハールとして堆積し、ほかは降下テフラとして堆積した。

AB-12-1 コア

本コアは断層帯から東方約2.5 kmの標高177.32 mの地点（会津坂下町字上口）で得られた。本コアで認定されたテフラは、深度14.72 mから検出されたATのみであり、火山ガラスの主成分化学組成・屈折率が認定根拠である。AB-12-2で深度4.09 mに検出されたNm-NMが本コアで検出されないのは、AB-12-1の掘削地点が鶴沼川沿いの沖積低地であり、深度6.7 mまで続く砂礫層（沖積低地堆積物）の堆積に伴う侵食で削られたものと考えられる。

堆積速度と断層帯の活動

AB-12-2での堆積速度は、地表・Nm-KN間で0.50 m/kyr、Nm-KN・TG間で0.22 m/kyrと栗山・鈴木（2012）で得られた値とほぼ同じである。また、Sn-MTの噴出年代は180-260 kaと幅があるが220 kaとした場合、TG・Sn-MT間では0.35 m/kyrとなる。いずれにせよTG・Sn-MT間とTG降下以降で堆積速度に大きな変化はない。仮に断層帯低下側である盆地床の堆積速度が断層帯の活動度に依存すると過去約20万年間で大きな変位速度の変化は無かったと考えられる。

なお、本ボーリング調査は、文科省科研費「変動地形マッピングに基づく伏在活断層・活褶曲と地震発生様式の解明」によった。

引用文献: 青木ほか 2008. 第四紀研究 47: 391-407. 福島県 2002. 会津盆地西縁断層帯に関する調査成果報告書. 活断層研究会 1991. 新編日本の活断層. 栗山・鈴木 2012. 日本地理学会発表要旨集 81: 147. 町田 2011. 第四紀研究 50: 1-19. 長橋ほか 2007. 第四紀研究 46: 305-325. 鈴木ほか 1977. 地質学論集 14: 17-44. 鈴木ほか 1995. 地学雑誌 104: 551-560. 鈴木ほか 2004. 地学雑誌 113: 38-61. 鈴木ほか 2013. 日本地理学会発表要旨集 83. 山元ほか 2006. 喜多方地域の地質. 山元 2003. 地質調査研究報告 54, 323-340.

キーワード: 会津盆地, テフラ, 活断層, 中期更新世, 地下地質

Keywords: Aizu basin, tephra, active fault, Middle Pleistocene, underground geology

2011年4月11日福島県浜通りの地震 M7.0 に伴って生じた地震断層の地下構造 Subsurface structure of Fukushima Hamadori Earthquake (M7.0).

横井 大輝^{1*}, 戸田 茂¹
Daiki Yokoi^{1*}, Shigeru Toda¹

¹ 愛知教育大学

¹Aichi University of Education

2011年4月11日福島県浜通りで、深さ6kmを震源とするM7.0の正断層型の地震が発生した。この地震に伴って、既存の2条の断層(塩ノ平断層A, 湯ノ岳断層B)に沿った地表地震断層が出現した。

塩ノ平断層に伴って生じた地震断層について、石山・杉戸(2011)と堤・遠田(2011)は、それぞれ深さ2m, 3.5mのトレンチ掘削調査を実施し、断層のずれの量から、過去に最低1回の活動があったと考えられる結果を得ているが、さらに深い地下構造はわかっていない。

そこで、本研究は塩ノ平断層に伴って生じた地震断層について石山・杉戸(2011)の調査地付近で反射法地震探査を実施し、地震断層の地下における状態、ずれの量から断層の過去の活動を明らかにする。

観測は2012年8月30日, 31日に実施した。かけや震源を用い、測線は60m, スタック回数5回, 受振点間隔1mで行った。尚, レコード長は0.5sec, サンプリング間隔は1.0msecである。0

本研究の結果は以下の通りである。

1. 断層は地下においても正断層であり、下位ほどずれが蓄積している。
2. 福島県浜通りでは、過去においても正断層型の地震が発生している。
3. 正断層の断層面は地下において屈曲している可能性があり、それは地下の地層の剛性率の変化に因るものではないかと考えられる。

キーワード: 2011年4月11日福島県浜通りの地震, 地震断層, 反射法地震探査

Keywords: Fukushima Hamadori Earthquake, surface rupture, seismic reflection survey

房総半島南端部における後期更新世以降の隆起速度

Long-term uplift rate of the southernmost Boso Peninsula, northeast Japan, since the late Pleistocene

金田 平太郎^{1*}, 片岡奈央子², 河村 集³, 石村 大輔¹, 宮内 崇裕¹

Heitaro Kaneda^{1*}, Naoko Kataoka², Shu Kawamura³, Daisuke Ishimura¹, Takahiro Miyauchi¹

¹ 千葉大学大学院理学研究科地球科学コース, ² 大多喜ガス, ³ 千葉大学理学部地球科学科

¹Department of Earth Sciences, Chiba University, ²Otaki Gas, ³Department of Earth Sciences, Chiba University

相模トラフで繰り返し発生する巨大地震に伴う隆起運動により、房総半島南端部には複数段の完新世海成段丘が形成されている。この段丘群から求められた完新世の平均隆起速度は3~4 mm/yrに達し、火山による隆起を除くと、これは日本列島の中でも最大級の値である。一方、同地域では更新世の海成段丘の発達・保存が極めて悪いため、完新世以前の隆起速度についてはこれまでほとんど明らかになっていない。唯一、杉原ほか(1978)は、房総半島南端部、長尾川下流部大畑地区に分布する標高80m弱の保存の良い段丘面(以下、大畑面)が更新世の海成段丘である可能性を指摘し、同面上でハンドオーガー掘削を行った結果から、この面が三浦半島の三崎面相当の段丘面(MIS 5a = 約80ka)であると考えた。これが事実であるとする、後期更新世以降の房総半島南端部の隆起速度は1 mm/yr強程度となり、後期更新世~完新世前半の間にこの地域の隆起を大幅に加速させる何らかのイベントが必要となる。しかしながら、杉原ほか(1978)は、詳細なテフラ分析や離水層準の認定は行っておらず、大畑面がMIS 5aの海成段丘であるかどうかについては再検討の余地があった。

そこで、本研究では、大畑面上で深度約7mまでの簡易ボーリング掘削を行い、得られた堆積物試料について粒度組成、構成粒子組成等の連続分析を実施した。大畑面下の風成ローム層の厚さは5.0~6.0mであり、その下位には、海生珪藻化石および海綿骨針化石を多く含む、層境界の明瞭な粘土~シルト層が確認された。したがって、杉原ほか(1978)が指摘する通り、大畑面は海成段丘であると考えられる。また、深度2.8m付近にはAT起源と考えられる火山ガラスの濃集層が明瞭に認められたため、ここから求められる堆積速度を外挿して大畑面の離水年代と求めると50~60ka程度となる。MIS 4(60~65ka)に降下したとされるHk-TPが確認されないことも考慮すると、大畑面はMIS 3初頭に離水した海成段丘である可能性が高い。Chappell et al. (1996)によるMIS 3初頭の海面高度(-50~-70m)に基づくと、後期更新世以降の隆起速度は2~3 mm/yr程度となり、完新世の隆起速度とも大きく矛盾しない。房総半島南端部の隆起は後期更新世以降、基本的には変化をせずに継続していると考えられる。なお、完新世の隆起速度がやや大きい点については、ハイドロアイススタシーの影響の可能性もある。

キーワード: 房総半島, 隆起, 海成段丘, 後期更新世

Keywords: Boso Peninsula, uplift, marine terrace, late Pleistocene

房総半島内房海岸の完新世地震性地殻変動 - 北武断層の活動に関連して Holocene seismotectonic movement in the Uchibo coast of Boso Peninsula, central Japan, related to the Kitatake fault

小林 大育^{1*}, 宮内崇裕¹

Taiku Kobayashi^{1*}, Takahiro MIYAUCHI¹

¹ 千葉大学大学院理学研究科

¹Graduated School of Science, Chiba University

1923年の大正関東地震(M7.9)と1703年元禄関東地震(M8.1)に伴う顕著な海岸隆起をレファレンスとして、房総半島南部に発達する階段状の離水海岸地形の高度と離水年代の特定から相模トラフに発生した完新世古地震の復元がなされてきた。これらのプレート間巨大地震は関東地震と総称され、それに伴う地殻変動は房総半島の北への傾動隆起を説明する主たる要因であると考えられてきた。しかし、元禄地震時には内房海岸(保田低地よりも北の海岸)に顕著な隆起はなくむしろ沈降した(宍倉、1999)ことから考えると、上総湊付近では完新世旧汀線が17mにあること(岡田、1995MS)を大正型地震の累積隆起では十分に説明できない。本研究では、内房海岸の隆起プロセスを検討するため、最高位完新世旧汀線とそれより低位の離水海岸地形の再認定、潮間帯化石生物群集の放射性炭素年代測定、2mメッシュDEMを活用した旧汀線高度分布の解析、内陸の活構造に関連づけた断層モデリングを行った。その結果、完新世離水海岸地形の高度と離水年代について新知見を得たので、それに基づく内陸活断層の運動の可能性を提示する。

1) 堆積性・侵食性完新世離水海岸地形のレベルは10前後存在し、相離れた地域の対比を細かくすることは難しいが、房総半島全体で従来の研究および本研究での放射性炭素年代測定値を基に離水の同時期離水時間面(7ka, 5ka, 3ka)の対比がおよそ可能である。

2) 最高位7kaの旧汀線は、南の館山では25m北へ徐々に低くなり保田低地では15m、それ以北の内房海岸では逆に高くになり20mほどの極大域をもつ。この傾向は5ka, 3ka時間面にも見られ累積的である。鋸山北西方の城山洞穴遺跡(縄文後期)が分布する離水海食洞穴内のノッチ(retreat pointで11m)に付着した穿孔外貝(ニオガイ)は5280-5050 CalBPを示し、内房海岸の速い隆起を裏付けている。

3) 最新で最低位離水海岸地形である大正ベンチ(1.2m前後)の上位に位置する離水ベンチ(2.2m前後)は内房海岸にしか見られない。このことは内房海岸以北を隆起させるローカルな地殻変動の可能性を示している。このような変動をもたらす活構造として、その連続性や物理探査の記録からみて、三浦半島の活断層である北武断層の東への延長部が推定される。これは、浦賀水道およびその東部の海底地形には北側隆起の断層変位が認められることも示唆される。

4) 大正ベンチとその上位の離水ベンチの比高を北武断層の運動による断層上盤側の隆起とし、食い違い理論に基づくディスロケーションを計算した結果、長さ27km、幅10km、走向292度、傾斜50度(北)、すべり角度251度、すべり量2.9mの断層諸元において隆起量を再現することができた。地震の推定規模はMw7.0である。

キーワード: 完新世, 地震性地殻変動, 古地震, 内房海岸, 北武断層

Keywords: Holocene, seismotectonics, paleoseimology, Uchibo coast, Kitatake fault

重力異常からみた富山盆地の構造

Subsurface structures of Toyama basin estimated by Bouguer gravity anomaly

宇田 俊秋^{1*}, 楠本 成寿²

Toshiaki Uda^{1*}, Shigekazu Kusumoto²

¹ 富山大学大学院理工学教育部, ² 富山大学大学院理工学研究部 (理学)

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

富山盆地は、中新世の日本海拡大以降に堆積した堆積物によって、厚く覆われている。富山盆地の新第三紀から下部第四紀の基本的な構造は、東北東-西南西方向を軸とする南上がりの傾動運動によって形成され、それ以降の構造は、北東-南西方向に長軸をもつ矩形ブロックの昇降運動へ転換することで形成されたということが知られている。したがって、第四紀から現在に至る富山盆地形成は、北西-南東方向に主応力軸をもつ圧縮場の卓越に伴う、断層運動によるところが大きいと考えられる。

本研究の最終的な目標は、富山盆地形成プロセスを力源と共に明らかにすることであり、そこでは現在の盆地構造形状を、ディスロケーションモデリングにより再現する予定である。本発表では、これらのシミュレーションに先立ち、現在の富山盆地の大枠の形状を、重力異常データを用いて考察した。

解析には、駒澤 (2004) による日本重力異常グリッドデータベースを用いた。富山地域の重力異常の特徴は以下のとおりである。

- 1) 南東部 (飛騨山脈南部および松本盆地) に -80 mGal に達する低重力異常がみられる。
- 2) 能登半島は概ね高重力異常帯となっており、砺波平野、富山平野は低重力異常帯となっている。
- 3) 能登半島の付け根、高岡や氷見に重力異常の急変帯が存在し、これらは既存の石動断層などの砺波平野断層帯に相当すると思われる。
- 4) 朝日町 - 親不知 - 糸魚川には高重力異常と低重力異常が隣接しており、朝日町と糸魚川に顕著な重力異常急変帯が存在する。その大きさは 9 mGal/km である。

本地域のブーゲー重力異常にスペクトル解析を施したところ、この地域の地下に 4 層構造を仮定できることが分かった。三つの境界面の平均深度は 10km, 6 km, 3 km であり、波長 16km 以上、5-16 km, 2-5 km の重力異常にそれぞれ相当する。長波長の重力異常の特徴から、以下の事柄を推測できる。

- i) 飛騨山脈の構造の議論には、ローカルアイソスタシーを考慮する必要がある。松本盆地は、下部地殻にまで達するような盆地ではない。
- ii) 糸魚川 - 静岡構造線は、糸魚川付近で浅くなる。
- iii) 富山県東部の高重力異常と重力異常急変帯の規模は大きく、下部地殻に断層が達しているかもしれない。また、富山平野の基本的な構造の一部は、この大きな断層運動によって形成されたのかもしれない。

参考文献

駒澤正夫, 2004, 日本重力異常グリッドデータベース, 日本重力 CD-ROM 第 2 版, 数値地質図 P-2, 地質調査総合センター.

砺波平野断層帯西部 石動断層の位置と活動性

Location and activity of the Isurugi fault in the western part of the Tonami-heiya fault zone

神嶋 利夫^{1*}

Toshio Kamishima^{1*}

¹ 富山大学大学院理工学教育部・小外水産

¹ Graduate school of Science and Engineering for Education, University of Toyama

富山県 砺波平野断層帯には東部の高清水断層、西部の法林寺断層および石動断層などの活断層がある。いずれも北東-南西走向の山地側上がりの逆断層で、B級の活動度を有し、今後30年以内の地震発生確率は、東部の断層で0.04-6%、西部の断層で0-2%もしくはそれ以上と推定されている(地震調査委員会, 2008)。このうち石動断層は北西部の丘陵側上がりの逆断層と推定されているが、丸山ほか(2012)は高岡市福岡町の段丘でのトレンチ調査から、縄文中期以降に平野側上がりのバックスラストの活動を推定した。

石動断層の主断層が平野部のどこを通過しているかについては、従来詳しく研究されていなかったため、本研究では、同断層の主断層の位置とその活動性を把握することを目的とした。そこで富山県および高岡市の消雪用井戸ボーリング柱状図で、地下の堆積物の状況を比較することにより、断層の通過位置を推定した。このほか、河成段丘および広域テフラを対比し、国土地理院の1:2.5万沿岸海域土地条件図、国交省北陸地方整備局の航空測量精密標高データ、京都大学防災研究所上宝観測所の震源リスト(1977-2001)などを使用した。

(1) ボーリング柱状図の解析結果によれば、小矢部川に沿う左岸と右岸で、地表から基盤までの深さや堆積物の相違がみられるので、石動断層は高岡市福岡町から山麓部を離れて小矢部川付近に沿って北東へ向かい、高岡市街地北部へ伸びていると推定した。

(2) 沿岸海域土地条件図によれば、富山湾の射水市新湊地区西部沖で、海底の沖積層下に周囲より約20m高い丘が存在する。この丘は高岡市街地北部を通過すると推定した石動断層の北東延長線上に位置するので、同断層は新湊地区西部で富山湾に達し、この丘の南側を通ると推定した。

(3) このため同断層の長さは、小矢部市南部から富山湾までの約30kmにおよぶことが予想される。

(4) 地震活動の震源分布図(上宝観測所, 2012)によれば、富山湾で新湊地区沖から東北東方向へ15km内外にわたり微小地震の震源が並ぶため、石動断層との関連が推定される。しかし、震源の深さにばらつきがあり、陸上では分布が少ないなどの問題点も残る。

(5) 二上山南東麓で標高50~30mの中位段丘面は、石動断層通過地を挟んで南の高岡古城公園で約15mとなる。両段丘ともに段丘礫層の上位の褐色土壌からDKPパミス(約5.5万年前)が確認されており、比高から単純に計算すれば、1,000年あたり63~27cmの活動度となる。

キーワード: 活断層, 砺波平野断層帯, 石動断層, ボーリング柱状図

Keywords: active fault, Tonami-heiya fault zone, Isurugi fault, boring columnar section

柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯北部海域延長部の音波探査 Seismic profiling of the offshore extension area of the Yanagase-Sekigahara Fault Zone

杉山 雄一^{1*}, 村上文敏¹, 山本 博文², 宇佐見 琢哉³, 畑山一人³, 島崎裕行³

Yuichi Sugiyama^{1*}, Fumitoshi Murakami¹, Hirofumi Yamamoto², Takuya Usami³, Kazuhito Hatakeyama³, Masanori Shimazaki³

¹産総研活断層・地震研究センター, ²福井大学, ³総合地質調査株式会社

¹Active Fault and Earthquake Research Center, AIST, ²Fukui University, ³Sogo Geophysical Exploration Co., Ltd.

2012年度文科省「沿岸海域における活断層調査」の一環として、柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯主部海域延長部の音波探査を行った。探査範囲は、越前海岸大味沖から東尋坊の北西20kmほど沖にある地形的高まり(マツダシ)付近まで、南北約35kmの範囲である。

測線は、2003年度に海洋情報部が実施した「加賀-福井沖」海底活断層調査の測線に沿って、その1つおき(約2km間隔)もしくは2つおき(約3km間隔)に東西方向に設定した。音源にはブーマーを用い、16チャンネルのマルチチャンネル探査を実施した。測線の総延長は約222kmである。

柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯主部の北端は、これまで鮎川付近の陸上の鮎川断層北端とされていたが、大味~和布の約1~1.5km沖に東上がりの顕著な活断層が確認された。この断層は、福井港沖の南北方向の断層・背斜群(海洋情報部, 2004; 日本原子力発電, 2008)に連続することが判明した。更に、このうち、西側の断層は陸棚~陸棚斜面を横断して北北西に延び、マツダシ南東方の南北性背斜(海洋情報部, 2004)の西側へ連続することが明らかになった。

越前海岸沿いでは、鮎川断層群と同様の西上がりのバックスラストを伴い、逆断層的な性格が窺われる。一方、福井港~東尋坊沖の北北西走向部分には背斜やバックスラストを伴わず、横ずれ成分の卓越が示唆される。

柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯主部は、マツダシ、大グリなどからなる越前堆列の北東-南西方向の活断層・背斜と会合するところまで延びている。音波探査断面から推定される同断層帯主部の北端は、2004年に公表された地震調査委員会による長期評価の北端よりも29kmほど北になる。

越前海岸北部、和布沖の測線では、沖積層中に断層変位の累積が認められ、変位は最大海氾濫以降の堆積物に及んでいる。従って、柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯主部の海域延長部の最新活動は、約6千年前(縄文海進最盛期)以降であったと推定される。

この他、越前堆列の南方と北方には、海洋情報部(2004)の指摘のように、北北西-南南東ないし北西-南東走向の正断層群が確認された。マツダシ南方の最も長い断層は約11kmにわたって追跡される。最も傾斜が緩い部分では、海底下の深さ数10~100mの平均傾斜は50度程度である。これらの断層は一部で地壘地溝構造をなし、横ずれ断層によく認められるV字状や小地溝状の断面形態を示す。断層による変位は海底にまで達しているところがあり、完新世にも活動している可能性がある。

キーワード: 柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯, 音波探査, 越前海岸, 越前堆列, 活断層, 沿岸域

Keywords: Yanagase-Sekigahara Fault Zone, seismic profiling, Echizen Coast, Echizen Bank Chain, active fault, coastal area

柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯北部の最新活動時期の再検討 Re-examined last fault event of the northern part of the Yanagase-Sekigahara Fault Zone along the Echizen Coast.

山本 博文^{1*}, 平井 祐太郎¹, 杉山 雄一²
Hirofumi Yamamoto^{1*}, Yutaro Hirai¹, Yuichi Sugiyama²

¹ 福井大学, ² 産総研活断層・地震研究センター

¹Fukui University, ²Active Fault and Earthquake Research Center, AIST

2012年度文科省「沿岸海域における活断層調査」の一環として、柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯北部の最新活動についての再検討を行った。

調査地点は、北は福井市和布から南は越前町米ノまでの越前海岸の岩礁地帯である。調査では離水地形や穿孔貝の巣穴の保存状態の良い8地区（北より布良地区、亀島地区、鮎川地区、佐武地区、大味地区、越前岬地区、森腰隧道地区および米ノ地区）を中心に地形測量を行うとともに、岩礁に残されている生物遺骸を採取し、年代測定をおこなった。さらに越前海岸沿いの遺跡データについて福井県埋蔵文化財調査センターの協力の下、再検討した。

隆起量は波食棚の広がりや保存状態の良い穿孔貝やウニの巣穴の上限から、和布では3.2~3.4m、亀島では6.8~7.0m、越前岬周辺では6m近い隆起量が推定された。これらの数mにも及ぶ隆起が、断層の最新活動1回によるものか、2回の隆起を合わせたものなのかを明らかにするために、岩礁の上部から下部まで生物遺骸を採取し、その年代を比較した。その結果、上部と下部とで年代差はほとんど見られず、また穿孔貝の巣穴が波食棚面近くまで連続しており、その保存状態も良好であることから、数mの隆起は一度の断層活動によるものであると推定した。

次に隆起時期、すなわち断層の最新活動時期について、岩礁から採取された生物遺骸の放射性炭素同位体年代および遺跡の年代から推定した。生物遺骸の年代は離水前の年代を示しており、その多くは17世紀頃に集中していたが、調査地域の南部と北部では、越前岬以南の南部がやや新しい年代を示す傾向にあった。一方、数mの高さにある遺跡データを見ると、17世紀の遺跡が報告されている。以上の年代値からすると、最新活動時期は越前海岸北部では16世紀後半~17世紀前半、南部では17世紀の可能性が高く、同時に活動した可能性もある。しかしこの頃の越前海岸での地震活動を示す史料は見出されていない。

キーワード: 柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯, 越前海岸, 活動履歴, 活断層

Keywords: Yanagase-Sekigahara Fault Zone, Echizen Coast, paleoseismology, active fault

沿岸域海底活断層調査におけるジオスライサー調査法 Geoslicer survey in submarine active fault

市原 季彦^{1*}, 平倉 瑤子², 下山 正一²
Toshihiko Ichihara^{1*}, Yoko Hirakura², Shimoyama Shoichi²

¹ 復建調査設計株式会社, ² 九州大学

¹Fukken Co. LTD, ²Kyushu Univ.

地層観察に基づく海底の活断層調査は、直径 10cm に満たない円柱状のコアリングが一般的である。ジオスライサー調査は、主に陸上で実施されるものであるが、海底の地層採取の実績もあるが、技術的に水深 7m 程度、試料長も 8 m 程が限界であった。

今回、調査対象とした警固断層が分布する博多湾は、水深 10m 前後となり、しかも、音響基盤までの深度が場所によっては海底から 10m 以上の深度となっていたため、試料採取長が最大で 12m 程必要となった。水深、試料長、いずれも、これまでのジオスライサー調査技術では限界であった。そこで、今回、10m の水深でも採取可能な新型のジオスライサーを開発し、調査を実施した。

ジオスライサーは、シャッタープレートとサンプルトレイの 2 つのパーツからなるが、そのうち、サンプルトレイは鋼矢板 III 型を利用した。シャッタープレートは、最大 24m のものを制作した。4 つのパーツを組み立てて製作できるような構造とした。このうち、地層中に打ち込める深度は最大 12m とし、水深に応じて着脱可能な水抜き穴を配置して、実際の調査時に刻々と変化する潮位による水深変化にも機材が対応可能な構造とした。

今回、新たに制作したジオスライサーを用いて地層採取を実施した結果、最大 12m の連続地層試料を得ることができた。また、水深 10m の場所においても最大 10m の連続地層試料を採取することに成功した。

ジオスライサー調査は低方位サンプリングが可能であり、且つ、多量の試料を得ることができる。今回対象としたような沿岸域の地層は、側方変化が著しく、地層対比が容易ではないことが多い。そのため、堆積学的な検討や古生物学的検討を行いやすいジオスライサー調査は沿岸域の 10m よりも浅い場所での調査には非常に適しているといえる。

キーワード: ジオスライサー, 海底活断層, 警固断層

Keywords: Geoslicer, submarine active fault, Kego fault

岐阜県，根尾谷断層中部，門脇バイパス工事に伴う地質露頭と断層バルジ地形 Subsurface geology of a tectonic bulge at Osso, central Neodani fault, based on road construction exposures

流川 遥平^{1*}, 金田 平太郎¹

Yohei Nagarekawa^{1*}, Heitaro Kaneda¹

¹ 千葉大学大学院理学研究科

¹Department of Earth Sciences, Chiba University

岐阜県根尾谷中部，越卒（おっそ）地区には，根尾谷断層の隆起側（北東側）に，段丘面の変形によって形成された小規模なバルジ地形（膨らみ地形）が存在する．2011年12月までこのバルジ地形南西側を横切る形で国道157号バイパス道路の建設工事（門脇バイパス工事）が行われ，根尾谷断層の断層露頭やバルジ地形の地下地質が確認された．本発表では，この工事によって現れた地質露頭について報告するとともに，その結果を基にバルジ地形の形成過程や成因について考察する．

バルジ地形は，その中央に開析谷が存在するため，一見，2ヶ所の隆起部が存在するように見えるが，露頭にみられる基盤上面の隆起の中心は1ヶ所であり，ひとこぶ状の隆起に伴って先行谷が形成されたことによって2つの山に分かれたことが明らかになった．バルジ地形南西側の段丘構成層中から得られた木材のC-14年代から，バルジを作っている段丘面の離水年代は4万年前頃と推定される．一方，バルジ地形の北東側（裏側）には，バルジに遮られる形で湿地状の閉塞地が形成されている．閉塞地内のバルジ直近の箇所では簡易ボーリング掘削を行ったところ，地表面下少なくとも4mまでは，2000～3000年前以降の非常に新しい堆積物が存在することが明らかとなった．バルジ変形との地形的関係を見ると，バルジの裏側にも断層の存在を考える必要がある．

これらの調査結果を踏まえ，半無限弾性体を仮定してバルジ地形下の断層モデルを検討したところ，単純な2次元モデリングにおいては，バルジ裏側（北東側）の副断層を北東傾斜の低角正断層としなければ，主断層側に急傾斜なバルジ地形の横断面形を再現できないことが判明した．地下で主断層から副断層が分岐するポップアップ構造ではバルジの横断面形は再現できない．ただし，今回のモデリングでは断層の横ずれ変位は考慮しておらず，本当にこのような副断層が存在するのかについては，さらに調査・モデリングを行って検討してゆく必要がある．

キーワード: バルジ地形, 活断層, 変動地形, 根尾谷断層

Keywords: tectonic bulge, active fault, tectonic geomorphology, Neodani fault

糸魚川-静岡構造線活断層系中部におけるトレンチ調査(速報)-岡谷市西山地点の調査結果-

Trench Excavation Study of the Middle Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line Active Fault System at Okaya, Central Japan

谷口 薫^{1*}, 杉戸 信彦², 松多 信尚², 丸山 陽央²

Kaoru Taniguchi^{1*}, Nobuhiko Sugito², Nobuhisa Matsuta², Haruhiro Maruyama²

¹産総研 活断層・地震研究センター,²名古屋大学大学院環境学研究科

¹AFERC, GSJ/AIST, ²Nagoya University

糸魚川-静岡構造線活断層系は、長さ 150 km の長大な活断層系の 1 つとして知られている(下川ほか, 1995; 池田ほか編, 2002; 中田・今泉編, 2002 など)。糸魚川-静岡構造線活断層系中部(奥村ほか, 1994)の牛伏寺断層や岡谷断層などでは、数多くの地点で古地震学的な調査が実施されており、完新世における複数回の地震イベントが報告されている(奥村ほか, 1994, 2000; 東郷ほか, 1988, 1989, 2008; 土木学会原子力土木委員会断層活動性分科会, 2004; 谷口ほか, 2011 など)。

糸魚川-静岡構造線活断層系中部の塩尻峠周辺には、北西-南東走向の左横ずれ断層が複数並走する。今回、調査対象とした活断層は、塩尻峠付近の南東側で 2 条にわかれて分布し、長さ約 3 km にわたって北北西-南南東方向に伸びる幅約 100 m の細長い凹地状の地形を形成しているが、明瞭な横ずれ変位地形は認められない(活断層研究会編, 1991; 下川ほか, 1995; 澤ほか, 2007 など)。塩尻峠の南側に位置する断層露頭では、ほぼ垂直な断層が最上部の地層まで変位させていることから、本断層の最近の活動が示唆されるが、同時にそれは地すべりによって形成された可能性があることも指摘されている(土木学会原子力土木委員会断層活動性分科会, 2004)。

このように、最近の活動性が不確かな断層について古地震情報を得て、牛伏寺断層や岡谷断層などで報告されている活動時期との関係を検討するために、塩尻峠の南側に位置する岡谷市西山地点においてトレンチ調査を実施した。

調査地点は凹地状の地形をしており、その中心付近には沼池や湿地といった平坦面が広がっている。これは 2 条の断層の左横ずれにともなう活動により左雁行部分において水平方向に引張を受けて相対的に中心部が落ち込み、谷の下流側(東側)が閉塞されることによって形成されたものと考えられる。

西側の活断層トレンチにおいては、主断層と考えられるトレンチのやや東側に、比高 1 m 程度の西上がりの低崖地形が連続することから、これが本断層の最新活動によって形成されたものと推定し、3ヶ所で掘削調査を実施した。しかしながら、いずれのトレンチにおいても、湿地性堆積物と考えられるシルト層や泥炭層には変位・変形は認められなかった。現在、湿地性堆積物基底から得た年代試料と湿地性堆積物最上部付近で採取した火山灰試料を分析中である。

東側の活断層トレンチに沿っては、下流側(東側)隆起のバルジ状の高まりが形成されており、その西側斜面の傾斜変換点付近を断層が通過するものと推定し、掘削をおこなった。

トレンチに露出した地層は、下位より礫層、褐色風化火山灰質土壌、腐植質土壌、表土に区分される。トレンチ壁面ではほぼ垂直に近い高角な活断層が数条認められた。断層は腐植質土壌をくさび状に落ち込ませるように変形させ、それより上位の表土に覆われる。変形している腐植質土壌からは、4,280 yBP、その上位の断層を覆う表土直下からは 3,660 yBP の年代値が得られていることから、本地点での最新活動は 2909 BC 以後、1979 BC 以前であったと考えられる。1 回の変位量や最新活動に先行する断層活動などについての検討結果の詳細は当日ポスターにて示す。

本研究は文部科学省による平成 21-25 年度「地震および火山噴火予知のための観測研究計画」の課題番号 1704「活断層の地表面形状・ずれ量データにもとづく地震発生予測」(研究代表者:名古屋大学・鈴木康弘)の支援を受けました。

(文献:池田安隆ほか編, 2002, 第四紀逆断層アトラス, 東京大学出版会。活断層研究会編, 1991, 新編日本の活断層-分布図と資料, 東京大学出版会。土木学会原子力土木委員会断層活動性分科会, 2004, 原子力発電所の活断層評価技術-長大活断層系のセグメンテーション-糸魚川-静岡構造線活断層系を例として。奥村晃史ほか, 1994, 地震第 2 輯, 46, 425-438。奥村晃史ほか, 2000, 月刊地球, 号外 28, 92-100。中田 高・今泉俊文編, 2002, 活断層詳細デジタルマップ, 東京大学出版会。澤 祥ほか, 2007, 活断層研究, 27, 169-190。下川浩一ほか, 1995, 糸魚川-静岡構造線活断層系ストリップマップ, 構造図 11, 地質調査所。谷口 薫ほか, 2011, 地震第 2 輯, 64, 11-21。東郷正美ほか, 1988, 活断層研究, 5, 3-10。東郷正美ほか, 1989, 活断層研究, 6, 64-71。東郷正美ほか, 2008, 法政大学多摩研究報告, 23, 1-16。)

キーワード: 活断層, 古地震, トレンチ調査, 糸魚川-静岡構造線

Keywords: active fault, paleoseismology, trench excavation study, ISTL

糸魚川-静岡構造線活断層系・岡谷断層における最近4回の活動

Timing of the last four paleoearthquake events on the Okaya fault along the ISTL active fault system, central Japan

近藤 久雄^{1*}, 谷口 薫¹, 宮脇 昌弘², 佐護 浩一², 増田 祐輝²Hisao Kondo^{1*}, Kaoru Taniguchi¹, Masahiro Miyawaki², Kouichi Sago², yuki masuda²¹産総研 活断層・地震研究センター, ²(株)ダイヤコンサルタント¹AIST Active Fault and Earthquake Researcenter, ²Dia consultants

糸魚川-静岡構造線活断層系(以下,糸静活断層系)は,1980年代以降に精力的に実施された詳細な古地震学的調査によって,近い将来に内陸大地震を生じる断層系の1つと考えられている(例えば,奥村ほか,1994;地震調査研究推進本部地震調査委員会,2003)。近年生じた東北地方太平洋沖巨大地震は,東北地方から関東および中部地方に分布する内陸活断層へも広く影響を及ぼした。とりわけ,糸静活断層系のうち松本付近を延びる牛伏寺断層へは,東北地方太平洋沖巨大地震によって静的応力変化が増加したと考えられている(遠田,2011)。仮に,牛伏寺断層が大地震を生じた場合に,その破壊領域が糸静活断層系のどの範囲で生じるかを検討する上では,牛伏寺断層に隣接する糸静活断層系の古地震学的データが必要不可欠である。

岡谷断層は岡谷市周辺を北北西-南南東へ延び,松本から南方へ延びる牛伏寺断層と概ね一連の連続性を示すことが判明しつつある(谷口ほか,2011)。その南端は,諏訪湖のブルアパート盆地の西縁に連続し,糸静活断層系で最大規模であるセグメント境界の西側境界を担っている。そのため,岡谷断層はセグメント境界を破壊が乗り越えた場合,すなわち諏訪湖以南の断層区間と連動した場合と,破壊が乗り越えなかった場合で,断層活動時期や地震時変位量の差異を記録する可能性がある(近藤ほか,2010)。このような観点から,岡谷断層の郷田地点においてトレンチ・ボーリング掘削調査を実施した。

郷田地点は,低位段丘面と沖積低地を境する比高約4mの低崖に位置する。この東側低下の低崖は,岡谷断層によって形成された低断層崖とみられている(例えば,今泉ほか,1998)。この地点の北方約2kmに位置する中島遺跡では,遺跡発掘に伴うトレンチ調査が実施され,最新活動時期が約2200-2400年前と見積もられている(東郷ほか,2008)。

郷田地点におけるトレンチは,低崖を横断して長さ約18m,幅約6m,深さ約4mの規模で掘削した。トレンチ壁面には,低位段丘を構成する段丘礫層,および沖積低地を構成する砂礫層と腐植質シルト層,これらをほぼ鉛直に切断する高角な断層群が低断層崖基部に露出した。低断層崖直下と断層の上端付近には,複数の崩積堆積物が分布する。さらに,低断層崖基部だけではなく,崖基部から約10m東側にも西側低下の副次的な断層が認められ,幅約10mの断層凹地が形成されている。ボーリング調査の結果,この凹地が低位段丘面以降に形成され,深さ約7mであることが確認された。これらの地層と断層の切断・被覆関係,上下変位および変形程度の差異をもとに4回の古地震イベントが識別できる。これらのイベントはいずれも東側低下を伴っており,これに引き続いて生じた低崖の崩壊と崩積堆積物の分布,低下側の凹地を埋積する氾濫原堆積物と腐植質シルトの堆積が繰り返されている。

各イベントに伴う上下変位量は凹地の中心部において数十cmから1m程度と見積もられた。断層がほぼ鉛直な断層面と負のフラワーストラクチャー構造を伴うこと,一部では同一断層面上で上下変位センスが入れ替わっていること,断層帯に沿って礫の長軸が剪断によって再配列していることから,断層運動に横ずれ成分を伴うと考えられる。周辺の断層分布や変位様式から判断して,同地点の岡谷断層は,牛伏寺断層等にもみられる横ずれ主体の変位成分と諏訪湖のブルアパート盆地を形成する正断層成分が複合している可能性がある。

低下側の地表下3m付近の河川性堆積物からは,K-Ah火山灰(町田・新井,2003)に対比可能な火山ガラスが検出された。過去4回の古地震イベントはK-Ah層準より上位に認められ,約7200年前以降に生じたことが確実である。個別のイベント発生年代は現在詳細を検討中であるが,最新活動時期は少なくとも約1800年前以降である可能性が高い。これは中島遺跡の最新活動時期とは異なる可能性を示唆し,また,ブルアパート盆地東側の茅野断層における最新活動時期約2300年前(近藤ほか,2010)とも異なっている。今後,さらに古いイベントを含めて個別の年代を精緻に求め,セグメント境界周辺の古地震学的な連動性評価へ繋げていく。

キーワード: 活断層, 古地震, 糸魚川-静岡構造線, 歴史地震

Keywords: active fault, paleoseismology, Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, historical earthquake

詳細 DEM と第四系層序を用いた上町断層帯の平均変位速度分布 Vertical slip rate distribution using high-resolution digital elevation model along the Uemachi fault zone

近藤 久雄^{1*}, 関口 春子², 加瀬 祐子¹, 竿本 英貴¹

Hisao Kondo^{1*}, Haruko Sekiguchi², Yuko Kase¹, Hidetaka Saomoto¹

¹産総研活断層・地震研究センター, ²京都大学防災研究所

¹Active Fault and Earthquake Research Center, Geological Survey of Japan, AIST, ²DPRI, Kyoto University

上町断層帯に沿う平均変位速度分布は、断層帯の上盤・下盤に広く分布する下部大阪層群 Ma3 や Ma-1 などを基に求められてきた(例えば、藤田ほか, 1982; 吉川ほか, 1987; 関口ほか, 2003)。一般に内陸逆断層帯では隆起速度が堆積速度を上回る場合、上盤側と下盤側で変位基準となる地層や地形が欠落して、累積上下変位を正確に復元することが困難である。その中でも上町断層帯は、断層帯のほぼ全域に分布する鮮新-更新統を基準とした変位速度が精密に見積もられている(竹村ほか, 2012)。その一方では、大阪層群の対比を基にした上町断層帯の平均変位速度は、大阪層群の Ma 4 / Ma 6 を境として、Ma 4 以前では 0.4m/ka, Ma 6 以降では 0.1m/ka とレートが変化したことが指摘されている(藤田ほか, 1982)。その後、内山ほか(2001)は、大阪層群の海成粘土層の年代をより精緻に検討し平均変位速度を求めている。Ma 4 / 6 がおよそ 60-80 万年前であることを勘案すると、同一の断層帯において第四紀の間に平均変位速度が変化したかという問題は、活断層帯の活動開始時時期や広域応力場の定常性、ひいては活断層の定義をどの時代の変位基準まで遡るかという問題に関連した重要な課題である。

そこで、活断層の定義として使用されることが多い、第四紀後期更新世以降の地形/地層を変位基準として平均変位速度を求めるため、上町断層帯に沿って分布する河成段丘面を変位基準として平均変位速度分布の算出を試みた。その際、断層に沿って分布する段丘地形については、2 mメッシュの詳細 DEM を利用して、任意性ができるだけ低く変位量を求めるようにした(Kondo et al., 2008)。例えば、この方法では、上町台地北部において最新活動に伴い隆起した地形面を基に、上下変位量が 1.3m と求められる。さらに、上町断層帯の特に北部においては、大阪堆積盆の長波長の沈降速度が断層帯近傍の短波長の隆起速度を上回るため、断層帯低下側を埋積する大阪層群および上部更新統・完新統の層厚がよく知られている。これらを野外調査結果や既存文献(市原, 1993; 関西地盤, 2007)を参考に加味して、より正確な累積変位量を求めた。累積変位量の計測間隔は概ね 1 km に一点となるように地形断面測線を設定し、神崎川から久米田池断層南端に至る区間で 38 地点の変位速度を求めた。

この結果、上町断層帯の第四紀中-後期における平均変位速度は約 0.6m/ka であり、上町台地から以南の久米田池断層に至る陸域では、概ね一様の変位速度分布を示すことが明らかになった。発表では累積変位量計測手順の詳細や大阪層群による平均変位速度分布との比較検討について報告する。

【謝辞】本研究は、文部科学省(平成 22~24 年度)科学技術基礎調査等委託事業「上町断層帯における重点的な調査観測」(研究代表者: 京都大学防災研究所・岩田知孝教授)の一部として行われました。

キーワード: 活断層, 平均変位速度, 上町断層帯, 第四紀, 大阪層群

Keywords: active fault, slip rate, Uemachi fault zone, Quaternary, The Osaka Group

上町断層帯の最新活動時期 - 岸和田市磯上町におけるピット掘削調査 - Timing of the latest faulting in the Uemachi fault zone: Pit excavation surveys at Isonokami-cho, Kishiwada City

杉戸 信彦^{1*}, 近藤 久雄²Nobuhiko Sugito^{1*}, Hisao Kondo²¹ 名古屋大学大学院環境学研究科, ² 産業技術総合研究所活断層・地震研究センター¹ Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, ² Active Fault and Earthquake Research Center, Geological Survey of Japan, AIST

大阪城付近から南方へと帯状にのびる上町台地は、東側隆起の逆断層である上町断層帯の活動によって成立した構造的な高まりである(例えば、池田ほか編)。台地の周囲には低平な沖積面がひろがる。そのなかで大阪城の北方、天満～長柄付近、さらに新淀川を北へ渡った崇禅寺付近から神崎川付近にかけての沖積面上には比高1~2mの微高地が南北帯状に発達している。この微高地は従来「長柄砂州」と呼ばれ、砂州もしくは浜堤として理解されてきた(例えば、梶山・市原, 1986)。しかし最近の変動地形的・古地震学的調査により、この微高地の少なくとも北半部は砂州や浜堤ではなく、元来は淀川三角州として縄文海進期より後に形成された低平な沖積面が、上町台地と同様、上町断層帯による隆起運動を受けて成立した構造的な高まりであること、また上町断層帯の最新活動時期は2420 ± 40 yBP以降である可能性が高く、弥生時代中期末頃に限定される可能性があることがわかってきた(近藤ほか, 2012; 杉戸・近藤, 2012a, 2012b)。平成24年度に長柄八幡宮で実施したボーリング調査も、高まり地形が元来淀川三角州であったとする上記の指摘を支持している。

上町断層帯の分布を再検討したところ、池田ほか編(2002)が指摘するように、岸和田市や泉佐野市等の大阪湾沿岸部に、ほぼ海岸線に沿って東側隆起の活断層トレースが認定された。その中で、岸和田市磯上町においては、西への傾斜を有する、ごく最近に形成されたと考えられる河成面が東側隆起の変位を受けて低断層崖ないし撓曲崖が発達している。南海本線忠岡駅西方におけるこの変動崖の比高は約2.5mである。忠岡駅西方からこの変動崖を南へ追跡すると、北西-南東方向にのびる北東側上がり段丘崖よりも南へは連続しておらず、この段丘崖より南では活断層は伏在していると考えられる。平成24年度、この段丘崖の南側でピットP-1を、同じく北側でピットP-2をそれぞれ掘削した。

段丘崖より北側の地形面は、先述のとおり活断層によって変位を受けている。P-2で観察された地形面構成層の扇状地礫層からは約2200~2300 yBPの放射性炭素年代測定値が得られているので、この年代値より後に地震イベントが発生したと考えられる。一方、段丘崖より南側の地形面においては、やはり先述のように活断層は伏在しており、地震イベントはこの地形面の形成時期より前と考えられる。P-1においては耕作土直下の遺物包含層から約1350 yBPの年代が得られているが、この層は江戸時代の耕作土と考えられている。P-1においては他には年代試料が得られていない。したがって地震イベントの時期は少なくとも江戸時代より前である可能性が考えられる。

今回推定された活動時期は、上町台地北方で推定されていた活動時期と調和的である。したがって、上町断層帯の最新活動時には、上町台地北方から岸和田市等の大阪湾沿岸部が活動した可能性がある。田尻町吉見の海岸部においても、縄文海進に関連して形成されたと考えられる河成面(平成24年度、深度約4~5mから約6000~7000 yBPの放射性炭素年代値が得られている)が、現河床よりも数m高く完全に離水しており、縄文海進期以降に生じた隆起イベントを経験している可能性がある。平成23年度には、高石市取石や和泉市観音寺町においてもごく新しい時期に形成された段丘面が変位を受けて比高数mの低断層崖や撓曲崖が発達することがわかっている。こうしたデータも考慮しつつ、上町断層帯の活動時期や活動間隔、地震規模等について、今後も詳しく調査していく必要がある。

【謝辞】岸和田市生涯学習課郷土文化室には遺物や土層についてご教示いただきました。深く感謝申し上げます。本研究は、文部科学省(平成22~24年度)科学技術基礎調査等委託事業「上町断層帯における重点的な調査観測」(研究代表者:京都大学防災研究所・岩田知孝教授)によって実施されました。

【文献】

池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編, 2002, 「第四紀逆断層アトラス」, 東京大学出版会, 254p; 梶山彦太郎・市原 実, 1986, 「大阪平野のおいたち」, 青木書店, 138p; 近藤久雄・杉戸信彦・吉岡敏和・堤 浩之・木村治夫, 2012, 上町断層帯の詳細位置・形状に関する地形・地質学的調査, 日本地球惑星科学連合大会予稿集, SSS35-P13, 千葉, 5月; 杉戸信彦・近藤久雄, 2012a, 上町断層帯の活動による大阪, 河内平野の水没リスク, 日本環境共生学会第15回学術大会, P-3, 福岡, 9月; 杉戸信彦・近藤久雄, 2012b, 上町断層帯の最新活動と地形環境の変化, 日本地質学会第119年学術大会講演要旨, R20-P-5, 大阪, 9月。

キーワード: 活断層, 変動地形, 古地震, 歴史地震, 上町断層帯, ピット掘削調査

Keywords: Active fault, Tectonic landform, Paleoseismicity, Historical earthquake, Uemachi fault zone, Pit excavation survey

ボーリングデータを用いて検討した上町断層前縁部の構造について Structure and distribution of frontal fault of Uemachi Fault using borehole data

北田 奈緒子^{1*}, 竹村 恵二², 井上 直人¹, 伊藤 浩子¹, 三田村 宗樹³, 越後 智雄¹
Naoko Kitada^{1*}, Keiji Takemura², Naoto Inoue¹, Hiroko ITO¹, Muneki Mitamura³, Tomoo Echigo¹

¹ 地盤研究財団, ² 京都大学大学院 理学研究科, ³ 大阪市立大学大学院 理学研究科

¹Geo-Research Institute, ²Kyoto University Graduate School of Science, ³Osaka City University Graduate School of Science

1. はじめに

上町断層は、広域の応力場が東西圧縮系であることから、逆断層であると考えられている。上町台地が南北に分布することから、この地形を形成するように西側に南北走向の上町断層が推定され、反射法探査や地下鉄の開削工事などでその変位が確認されてからは、常に台地に沿った南北走向の断層としてのイメージが強かった。兵庫県南部地震以降に各地で活断層調査が盛んになり、上町断層でも多数の反射法探査やボーリング調査が行われ、西大阪側に2本の派生断層（桜川撓曲、住之江撓曲）をもつことが明らかになった。派生断層の成因と上町台地西側の構造は非常に複雑で、改めて調査を必要としていた。

平成22年度より3ケ年で始まった文部科学省地震調査推進本部による上町断層系重点調査では、京都大学防災研究所を中心に地下構造から表層構造までを総括して検討し、強震動予測を高精度化することを筆頭に、各種断層情報の高精度化により減災につなげることを目的に各種調査が実施されている。本調査はその一部として、上町断層の派生部における表層の変形構造を調査したので報告する。

2. ボーリングデータベースを用いた表層地盤構造

都市部においては、造成や地下構造物の建設などにより、従来の自然地形が残されておらず、トレンチ調査なども適地がほとんどない。特に大阪市内は調査候補地がほとんど存在しない。しかしながら、建設施工時の工学的ボーリング調査は多数実施されており、これらの情報を活用して地層の連続性について検討を行うことが可能である。但し、密度の高いボーリングデータがあったとしても、補間する形で地質学的なボーリング調査も必要である。

本研究は工学ボーリングを中心に収集された、ボーリングデータベース（GI-base :

関西圏地盤情報ネットワーク所有）を用いることにより、表層部の断層による撓曲構造の特徴や分布について検討を行った。GI-baseを用いた研究は、関西圏地盤情報研究会においてかねてより

実施されている3)。大阪平野部における地質ボーリングを含むボーリングデータは約6万本保有しており、データは基本的に大部分が工学的ボーリングであるため、土層、N値、液塑性、各種土質試験結果のデータがそれぞれデジタル化されている。また、これらの作業を通じて経験的にMa13層やMa12層など表層部に多く分布する粘土層については、N値の特徴などを読み取ることができ、地層の同定が行われる。経験的にMaナンバーを決定するのみでは信頼性も科学的根拠も薄くなるが、大阪平野部においては、地質学的に検討を行った研究ボーリングが多数分布しており、これを基準として側方に対比することでかなりの精度で地層の同定を実施することが可能である。データベースでは、このような地質学的ボーリングデータもまた、デジタル化されており、微化石情報や火山灰情報などを用いて検討することができ、これらの情報を基に、工学的ボーリングで地質学的ボーリング情報を補間していると考えている。

3. 検討の結果

GI baseに収録されたボーリングデータのほとんどは、50 - 60m程度のボーリングであるため、基本的に地表部の変形のみを取り扱う。ただし、西大阪地域の表層部には広く上部更新統の海成粘土（Ma12）が分布することから、この堆積面を基準面として、変形の有無を検討する。ボーリングデータによれば、断層や撓曲の分布する付近では数100mの幅を持って緩やかに変形していることが確認される。Ma12層（上部更新統）では、1)大きく撓曲変形がみられるもの、2)撓曲変形があるが、上盤では、浸食を受けて連続しない、の2つのケースがみられる。これに、3)Ma12層よりも古い地層が変形あるいは不連続である、が加わって3つのケースが見受けられた。本来上町断層の主部に該当する南北方向のトレースに沿っては、3)の構造がみられ、西側にみられる桜川撓曲や住之江撓曲では1)、2)の構造がみられる。変形量についての検討は、ボーリングデータから適切な場所において調査を行えば、少なくとも海成粘土底面での堆積開始年代から現在までの総変形量を計算することは可能である。

謝辞

本研究は、文部科学省平成23年度科学技術基礎調査等委託事業「上町断層帯における重点的な調査観測」によって行われました。

キーワード: ボーリング, 構造変形, 大阪層群, 堆積環境, 海水準変動, 活断層

Japan Geoscience Union Meeting 2013

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

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SSS32-P20

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 18:15-19:30

Keywords: borehole, folding, Osaka Group, Sedimentary environment, sea level change, active fault

上町断層帯の市内西側に見られる変形ゾーンの性状について Characteristics of Subsurface flexure of Uemachi Fault in the Osaka City area

竹村 恵二^{1*}, 北田 奈緒子², 井上 直人², 伊藤 浩子², 三田村 宗樹³, 越後 智雄²
Keiji Takemura^{1*}, Naoko Kitada², Naoto Inoue², Hiroko ITO², Muneki Mitamura³, Tomoo Echigo²

¹ 京都大学大学院 理学研究科, ² 地盤研究財団, ³ 大阪市立大学大学院 理学研究科

¹Kyoto University Graduate School of Science, ²Geo-Research Institute, ³Osaka City University Graduate School of Science

1. はじめに

上町断層は、大阪平野の中心にほぼ南北に伏在する断層である。長さ約42kmで、層帯の東側が西側に乗り上げる逆断層として評価されている。大阪盆地を囲む周辺の活断層とともに大阪府や大阪市の地震被害想定の対象活断層でもある。しかしながら、大部分が人工改変された都市部に伏在しているため、最新イベントや平均活動間隔等の情報の精度の低い活断層である。

京都大学防災研究所が、平成22年度より新たに3カ年計画として、上町断層帯について、地震規模及び長期的な発生時期の予測精度の高度化、断層帯周辺における地殻活動の現状把握の高度化、強震動の予測精度の高度化を目的とした重点的な調査観測を実施するための文部科学省による研究委託事業「上町断層帯における重点的な調査観測」に関して、中心となって取り組んでいる。

本研究では、大阪市内の西側に新たに確認された変形ゾーンの活動性を検討するために、実施したボーリング調査による変位量検討について報告する。

2. ボーリングデータによる地表付近における変形ゾーンの変形量調査

上町断層の西側に見られる、桜川撓曲や住之江撓曲はこれまでの考えでは、あくまでも上町断層の派生断層と考えられてきた。しかしながら、1960年代に実施されたODシリーズのボーリングなどのデータから考えられたMa3層の変形は南北性のトレースを持つ従来からの上町断層では顕著に見られるが(Ikebe et al, 1960など)、地表付近では地形の影響を受けて、最近の活動がわかりにくい。これに対して、西大阪側にはMa12層と呼ばれる上部更新統の海成粘土層が大きく変形していることが、表層部にて実施される施工時の工学ボーリングを中心に集められた2万本のボーリングデータベース(GI-base: 関西圏地盤情報ネットワーク所有)によって明らかにされた(北田他, 2012)。

本研究では、この西側に見られる変形ゾーンにおける活動性を検討した。この研究は、文部科学省平成23年度科学技術基礎調査等委託事業「上町断層帯における重点的な調査観測」によって実施されたものであり、JR難波駅付近で平成22年に実施したもの(北田ほか, 2012)、住之江付近で平成23年に実施した結果を総合して考察する。

桜川撓曲の南側に位置するJR難波駅付近では、表層のボーリングデータベースから、従来の上町断層部よりも西側で蛇行状に分布するブロック部でUMH22-1ボーリングを掘削し、東側の上町台地上の夕陽丘ボーリング、西側の北津守ボーリングの結果と対比を行った。掘進長は約120mで砂と粘土の互層からなる(北田ほか, 2012)。一方、住之江撓曲部においてはH23年度にボーリング調査を実施した。地下鉄住之江公園駅西側において、ボーリングデータベースを基に検討を行い、撓曲通過部を挟んで、60mと100mの掘削を行い対比した。いずれも、都市部のため、公共用地である公園にて実施した。

3. 概略調査と検討結果

UMH22-1では、6枚の火山灰を確認した。分析の結果、5枚は広域火山灰に対比することができた。それぞれ、小瀬田火山灰、樋脇火山灰、中之島火山灰、八町池火山灰、八町池火山灰であった。各火山灰層は大阪層群内にて、Maナンバーの対比に利用されるものであるため、下位より、Ma5, Ma6, Ma8層に対比した。上部の2枚の粘土層は、Maナンバーを決定するために、炭素年代測定や潜在火山灰層の確認を行い、Ma12層およびMa13層を決定した。

UMH23-1では、5枚の火山灰層を確認した。この地域は比較的砂質であり、海成粘土層もシルト質なものもある。分析の結果、それぞれ、アカホヤ火山灰、KIX18-1-62火山灰、加久藤火山灰、BT74に対比することができた。

謝辞:

本研究は文部科学省平成23年度科学技術基礎調査等委託事業「上町断層帯における重点的な調査観測」によって行われました。

キーワード: ボーリング, 構造変形, 大阪層群, 堆積環境, 海水準変動, 火山灰

Keywords: borehole, deformation, Osaka Group, sedimentary environment, sea level change, tephra

Dislocation モデルによる上町断層と大阪盆地縁辺断層により形成される基盤構造 Basement configuration of Osaka basin based on dislocation model by Uemachi and surrounding faults

井上 直人^{1*}, 北田 奈緒子¹, 竹村 恵二²

Naoto Inoue^{1*}, Naoko Kitada¹, Keiji Takemura²

¹ 地盤研究財団, ² 京都大学地球熱学研究施設

¹Geo-Research Institute, ²Institute for Geothermal Sciences, Kyoto University

上町断層は、大阪平野の中心にほぼ南北に伏在する断層である(地震調査研究推進本部, 2004)。長さ約 42km で、断層の東側が西側に乗り上げる逆断層として評価されており、平成 22 年から 3 カ年計画で文部科学省科学技術基礎調査等委託事業「上町断層帯における重点的な調査観測」の対象断層である。本研究は平成 24 年度の研究成果のうち、大阪盆地周辺断層と上町断層との関係を Dislocation モデルから検討した内容について紹介する。

大阪盆地における Dislocation モデルを用いた研究はすでに楠本・他(2001)で検討されている。中央構造線、有馬-高槻構造線を右横ずれの主断層とし、生駒断層、奈良東縁断層、六甲-淡路断層を各構造線端部の 2 次断層として、これらの逆断層が右横ずれ断層の滑り量に対して、2 割程度の変動成分を与えることで大阪盆地の基盤形状によく似た変位パターンを示すことが報告されている。

楠本・他(2001)の考え方を基本として、上記断層に上町断層、大阪湾断層、金剛断層もモデル化し、それぞれパラメータの変化を考え、シミュレーションを実施した。上町断層以外の断層により形成される基盤形状は、南部は地形的にみられる台地状を呈す。これに上町断層の変位を与えることで、北部は全体的に東に傾動した形状や、有馬-高槻構造線沿いにみられる地溝状の形状が得られた。

謝辞 本研究は、文部科学省平成 24 年度科学技術基礎調査等委託事業「上町断層帯における重点的な調査観測」によって行われた結果の一部を引用した。ここに記して謝意を示す。

キーワード: 大阪盆地, 上町断層, ディスロケーションモデル

Keywords: Osaka Basin, Uemachi fault, dislocation model

大阪湾岸中南部での重力測定 A Gravity Survey in the Middle Southern Part of Osaka Bay Area

領木 邦浩^{1*}, 西谷 忠師²
Kunihiro Ryoki^{1*}, Tadashi Nishitani²

¹ 兵庫能開センター・地球環境電気資源学, ² 秋田大学大学院・地球資源学
¹Hyogo Polytechnic Center, ²Akita University

1. はじめに

大阪の重力分布図(例えば, Nakagawa *et al.* (1991) など)を見ると, 大阪湾岸中南部に特徴的な重力微高地が存在する。重力分布図からは湾岸に沿う断層の存在が示唆されるが, ドーム状地下構造の存在も否定できない。そこで, その構造についての知見を得る目的で今回この重力微高地を横断する測線を設定し, 高密度に重力の測定を行った。

2. 調査地域

調査は大阪府岸和田市北部の今木町付近 A から湾岸部 A' にかけての府道 40 号岸和田中央線に沿う AA' 測線と, 和泉市中央部の和泉府中駅付近 B から泉大津市湾岸部の汐見町 B' にかけての府道 38 号富田林泉大津線及びその延長の 225 号大津港線に沿う BB' 測線上で実施した。前者の測線長は約 5 km, 後者は約 4 km である。測定は主に街区基準点上で行ない, その間隔は概ね 50 m 毎である。重力補正における標高値は街区基準点の測量値を使用した。

3. 測定方法

測定は LaCoste & Romberg 社製重力計 G-308 を用いて行った。仮設の重力原点は岸和田市稲葉町の近畿職業能力開発大学校内に設置され, この点で基準測定を行い, 一日の測定が閉合するようにした。仮設重力原点の重力値は和歌山地方気象台にある一等重力点での重力値と比較して決定されており(領木・西谷, 2010), 京都大学にある京都 FGS とも比較されている(領木, 2012)。

4. 測定結果および考察

測定結果には, AA', BB' 両測線とも, 北西側(海側)が大きく南東側(山側)が小さな断層構造を示唆する箇所がある。両測線の南東側延長上には上町断層系の南端部が位置するが, そこでの重力測定値は, これに反し, 北西側(海側)が小さく南東側(山側)が大きい(領木・西谷(2010), 領木・西谷(2011))。両者の間には泉南活動セグメントがある(池田・他, 2002)とされるが, 重力測定の結果からは明白ではない。以上より, 今回の測定で示された構造は上町断層系の共役断層に相当する構造である可能性が強いと判断できる。

5. おわりに

今回の測定により大阪湾岸中南部に存在する重力微高地域を横断する測線において相当高密度に重力値の分布が得られた。これらの分布は逆断層構造を示唆するものと考えられる。今後は従前の測定結果と統合し, それらの分布に基づいて三次元構造解析を行ってゆく予定である。

謝辞

大阪府港湾局の方々には測定の際し便宜を図っていただいた。記して感謝する。

参考文献

池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志(2002): 第四紀逆断層アトラス, 東京大学出版会, p.p. 254.

Nakagawa, K., Ryoki, K., Muto, N., Nishimura, S. and Ito, K. (1991): Gravity Anomaly Map and Inferred Basement Structure in Osaka Plain, Central Kinki, South-west Japan, *Journal of Geoscience*, Faculty of Science, Osaka City University, vol. 34, p. 103 - 117.

領木邦浩・西谷忠師(2010): 上町断層帯南端部における重力測定, 日本地球惑星科学連合 2010 年大会予稿集, SSS015 - P16.

領木邦浩・西谷忠師(2011): 上町断層帯南部地域における重力測定, 日本地球惑星科学連合 2011 年大会予稿集, SSS034 - P18.

領木邦浩(2012): 大阪市立大学重力基準点における重力測定とその経年変化, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会予稿集, SGD24 - P07.

Japan Geoscience Union Meeting 2013

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

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SSS32-P23

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 18:15-19:30

キーワード: 重力異常, 逆断層, 泉南活動セグメント, 上町断層系, 三次元構造解析, 高密度測定

Keywords: gravity anomaly, reverse fault, Sennan Active Segment, Uemachi Fault Zone, 3D structure analysis, high dense gravity measurement

上町断層帯における重点的な調査観測について (3) Comprehensive research on the Uemachi fault zone (3)

岩田 知孝^{1*}, 上町断層帯重点調査観測研究グループ²

Tomotaka Iwata^{1*}, Comprehensive Research Group on the Uemachi Fault Zone²

¹ 京都大学防災研究所, ² 上町断層帯重点調査観測研究グループ

¹DPRI, Kyoto University, ²Comprehensive Research Group on the Uemachi Fault Zone

The Uemachi fault is running beneath the Osaka sedimentary basin, which is the secondary large populated area in Japan. Our research group has started to study the Uemachi fault zone in detail to get the information for developing the long-term evaluation of earthquake occurrence and the strong ground motion prediction as the integrated research project for the Uemachi active fault system by MEXT for FY2010-2012. Our research group consists of four sub-research groups for (1) research on detail trace for fault segments, (2) research on three-dimensional source fault and crustal velocity structure, (3) research on fault activity and average dislocation velocity, and (4) research on strong ground motion prediction. Here we will summarize research results in this project.

キーワード: 上町断層帯, 活断層調査, 長期評価, 強震動評価

Keywords: Uemachi fault zone, active fault survey, long-term evaluation, strong ground motion evaluation

沿岸域活断層調査「布引山地東縁断層帯」(1) 高分解能地層探査結果 Off shore active fault survey "Nunobiki sanchi eastern Fault group". Result of high resolution geostratigraphic survey.

八木 雅俊^{1*}, 坂本 泉², 横山 由香², 滝野 義幸², 古畑卓真², 原田義信², 根元謙次², 藤巻三樹雄⁴, 岡村 行信³
Masatoshi Yagi^{1*}, Izumi Sakamoto², Yuka Yokoyama², yoshiyuki takino², FURUHATA, Takuma², HARADA, Yoshinobu², NEMOTO, Kenji², FUJIMAKI, Mikio⁴, Yukinobu Okamura³

¹ 東海大学大学院, ² 東海大学海洋学部, ³ 独立行政法人産業技術総合研究所活断層・地震研究センター, ⁴ 沿岸海洋調査株式会社

¹Graduate school, Tokai University, ²School of Marine Science and Technology, Tokai University, ³Active Fault and Earthquake Research Center, ⁴Coastal ocean research, Co.

中央構造線を底辺とし、伊勢湾、大阪湾、若狭湾を結ぶ三角形の領域は近畿三角地帯とされ、活断層が多くみられる。東海大学では平成24年度「沿岸域における活断層調査」のうち、布引山地東縁断層帯の海域延長部において断層の形状や分布、変位を確認するため、高分解能地層探査を伊勢湾西側（鈴鹿市沖の北部、白子沖の中部、津市沖の南部）の浅海域で実施した。

結果、北部では既存の鈴鹿沖断層の南端延長部において、北東-南西方向に湾曲した断層起源と思われる基盤状の高まりが確認された。この基盤上に分布する大陸棚堆積物に変位は観察されなかった。この基盤の高まりには多くの褶曲構造を示す傾斜した反射面や方向性を持つ溝地形が認められた。

中部では、湾中央へ向かい海脚状の地形が発達している。この海脚南側斜面では北側隆起の音響基盤が断層を伴って東西方向に発達しているのが確認された。この断層は既存の白子-野間断層と調和的である。しかしながら、大陸棚堆積物中に変位は確認されなかった。海脚状地形の北側縁辺部においては横ずれ断層の特徴とされるフラワー構造が確認された。

南部では、大陸棚堆積物が厚く発達し、その下位の水深30m付近には緩やかな傾斜をもつ段丘状の地形が認められた。また、この周辺では局地的に約1万年前より新しい年代を示す地層に変位が認められる新規断層NF-6~9の存在が確認された。これらが布引山地東縁断層帯の海域部延長部であるかは不明である。これらの新規断層は全体的にN-S方向を呈しているが、北部の白子-野間断層と接するNF-6断層ではNE-SW方向に変化している。

以上、本調査域では、表層にまでいたる活断層による明瞭な変位は確認されなかった。しかしながら、これまで北側隆起の逆断層であるとされてきた白子-野間断層が横ずれ成分も有している可能性が推定される。

キーワード: 活断層, 伊勢湾, 横ずれ断層, フラワー構造

Keywords: Active Faults, Ise Bay, Strike-slip faults, Flower structure

生駒断層帯に沿って産する断層露頭における断層ガウジの内部構造 Internal structures of the fault gouge zones along the Ikoma active fault zone

三田村 圭祐^{1*}, 奥平敬元¹, 三田村宗樹¹

Keisuke Mitamura^{1*}, OKUDAIRA, Takamoto¹, MITAMURA, Muneki¹

¹ 大阪市立大学理学研究科

¹ Graduate School of Science, Osaka City University

北北東-南南西から南北走向で生駒山脈西麓を走る生駒断層帯は、現在の東西圧縮場における高角逆断層として認識されている。生駒断層帯の第四紀における活動は、大阪層群を傾斜させる撓曲構造の形成によって特徴付けられる（近畿の活断層, 2000）。しかし、岩石力学からは逆断層は一般に低角となるため、生駒断層のような高角逆断層は、以前形成された既存の正断層が再活動したもの（インバージョン）である可能性がある。これを検証するべく、筆者らは生駒断層帯（交野断層および生駒断層）の断層露頭における内部構造の観察を行った。現在、地表で観察される断層露頭はほとんど無いが、今回は大阪府交野市倉治と四條畷市清滝において比較的良好な断層露頭を見いだした。これらには幅数メートルの断層破碎帯が認められ、主断層面に沿って幅 20-30 cm の断層ガウジ帯が発達する。主断層面には明瞭な条線が認められ、主断層面と条線の姿勢は、交野市倉治においては $N45^{\circ}E50^{\circ}E, S60^{\circ}E(50^{\circ})$ 、四條畷市清滝においては $N27^{\circ}W62^{\circ}W, S70^{\circ}W(60^{\circ})$ であった。主断層面近傍と断層ガウジ帯周縁部において定方位試料を採取し、これらを 20-30 μm 厚の薄片に加工し、偏光顕微鏡下において観察を行った。ガウジには主断層面と平行な暗色のシームが発達し、顕著な面構造を形成していた。また、亜角から亜円のフラグメントが認められ、これらの長軸方向はこのシームによる面構造と斜交している場合が多い。シームはフラグメントの周囲で湾曲し、フラグメントにおけるシームと接する部分はより平滑となっているため、シームの形成と圧力溶解が密接に関係していたことを示唆する。このフラグメントの粒径や長軸方位を、主断層面と条線を座標系として解析した。その結果、より高いアスペクト比を持つフラグメントが主断層面から 20° の斜交角をもって配列しており、より断層面に近い試料においてこの斜交角が小さいことが明らかとなった。これはフラグメントの非共軸変形による剛体回転を示していると考えられ、主断層面（条線）に対する非対称性から、上盤が落ちる運動センス（正断層運動）を示した。また、粒径と累積頻度の両対数プロットより、フラクタル次元を求めた結果、両露頭とも主断層面近傍の試料が断層ガウジ帯周縁のものよりもより高いフラクタル次元を示すことが明らかとなった。これらのことは、生駒断層帯の断層露頭において、正断層運動による破碎により形成された断層ガウジ帯の存在を初めて示したものであり、これは現在の生駒断層帯の高角逆断層運動が既存の正断層のインバージョンである可能性を示唆するものである。

引用文献：近畿の活断層（2000）岡田篤正・東郷正美編，東京大学出版会，408p.

キーワード: 生駒断層帯, 変形構造, 断層破碎帯, 断層ガウジ, フラグメント, 活断層

Keywords: Ikoma fault zone, deformation structures, fracture zone, fault gouge, fragments, active fault

四国北西部の中央構造線活断層帯川上断層の完新世活動履歴 Holocene Faulting History of the Kawakami Fault of the Median Tectonic Line Active Fault Zone in northwest Shikoku, Sout

池田 倫治^{1*}, 堤 浩之², 後藤 秀昭³, 西坂 直樹⁴, 大野 裕記⁴, 柳田 誠⁵, 小林 修二¹

Michiharu Ikeda^{1*}, Hiroyuki Tsutsumi², Hideaki Goto³, Naoki Nishizaka⁴, Yuki Ohno⁴, makoto yanagida⁵, Shuji Kobayashi¹

¹(株)四国総合研究所, ²京都大学, ³広島大学, ⁴四国電力(株), ⁵(株)阪神コンサルタンツ

¹Shikoku Research Institute Inc., ²Kyoto University, ³Hiroshima University, ⁴Shikoku Electric Power Co. Inc., ⁵Hanshin Consultants Co. Ltd.

一般に中央構造線のような長大な活断層帯では、1度の地震で断層帯全域が活動するのではなく、幾つかのセグメントに分かれて活動することが知られている。ある活動セグメントの活動履歴を検討するには、理想的にはセグメントに沿った異なる幾つかの地点で得られた情報を比較あるいは組み合わせ、活動履歴情報の精度を上げることが必要となる。中央構造線活断層帯においては、1980年代以降に数多くのトレンチ調査が実施され、その個々の構成断層(あるいは活動セグメント)の活動性(活動履歴・活動間隔および平均変位速度)が議論されてきた。しかし、構成断層(あるいは活動セグメント)の中には1地点のトレンチ調査で活動履歴が評価されている場合もある。今回調査対象とした川上断層はそのような断層の一つである。

川上断層は松山平野の東部から西条市東部まで30km以上にわたって延びる。川上断層では、西条市氷見地点でのみトレンチ調査が行われており(堤ほか, 2000; 愛媛県, 1999), その結果を基に活動履歴が評価されている。堤ほか(2000)によれば、川上断層は過去4000年間に3回変位している可能性が指摘されている。また最新イベントの時期は飛鳥時代から江戸時代までの間に限定され、このイベントに対応する歴史地震として1596年9月1日の地震の可能性があるとされている。

今回、我々は川上断層の活動時期情報をより詳細に検討するため、西条市丹原町白坂においてトレンチ調査を実施した。今回トレンチ掘削調査を行った西条市白坂周辺地域では、川上断層は北東-南西方向に分布する主に三波川変成岩類で形成された丘陵の北縁に沿って比高1.5~5mの明瞭な低断層崖として認められる。

白坂地点でのトレンチ調査の結果、川上断層が過去約6000年間に3回の活動イベントを認定することができた。活動時期は新しい方から順に以下に示すようになる。

(最新活動時期: イベントI) 525 cal. y.B.P 以降 (イベントII) 1885-4240 cal. y.B.P (イベントIII) 3895 cal. y.B.P 以前

このうちイベントIとイベントIIは堤ほか(2000)で示されたイベントAとイベントCの活動時期と調和的である。ただし、今回のトレンチでは地層の欠如から、堤ほか(2000)のイベントBの活動イベントを認定することが出来なかった。両方の活動時期情報をまとめると、川上断層の活動履歴は、以下のようにまとめることが出来る。

(最新活動時期: イベントA) 525-172 yBP 間 (イベントB) 950-1925 cal. y.B.P (イベントC) 1885-4240 cal. y.B.P, (イベントD) 3895 cal. y.B.P 以前

また、最新活動時期(イベントA)を1596年と仮定して平均活動間隔を推定すると、最長で1943年((4240-354)/2)、最短で765年((1596-354)/2)と見積もられる。

キーワード: 中央構造線活断層帯, 川上断層, トレンチ調査

Keywords: Median Tectonic Line Active Fault Zone, Kawakami Fault, Trench survey

大原湖断層帯の断層変位地形 - 中国地方西部の活断層密集域に分布する長大活断層 Tectonic geomorphology along the Oharako fault zone: an example of a long active fault in western Chugoku region, Japan

田力 正好^{1*}, 堤 浩之³, 中田 高², 後藤 秀昭², 吾妻 崇⁴, 松田 時彦¹, 水本 匡起¹, 松浦 律子¹

Masayoshi Tajikara^{1*}, Hiroyuki Tsutsumi³, Takashi Nakata², Hideaki Goto², Takashi AZUMA⁴, Tokihiko Matsuda¹, Tadaki Mizumoto¹, Ritsuko S. Matsu'ura¹

¹ 地震予知振興会, ² 広島大学, ³ 京都大学, ⁴ 産総研

¹ADEP, ²Hiroshima Univ., ³Kyoto Univ., ⁴AFERC, AIST

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。本地域は、活断層の分布が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)が、近年の調査により、地質断層が再活動したと考えられる活断層が多数発見されてきている(中田・今泉編, 2002; 高田ほか, 2003 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、中田・今泉編(2002)や高田ほか(2003)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。その一部の結果(菊川断層帯、弥栄断層帯)については既に報告しているが(田力ほか, 2011; 2012) 本発表では山口市街地付近を通過する長大活断層帯である大原湖断層帯(水野ほか, 2003)の断層変位地形の詳細位置と断層変位地形の特徴について報告する。

大原湖断層帯は山口県東部を北東-南西走向に延び、北部では中国山地内(大原湖断層)、中部では中国山地と山口盆地との境界部(山口盆地北西縁断層)、南部では中国山地と小郡付近の低地との境界部(下郷断層・宇部東部断層)に沿って発達する。いくつかの既存文献で活断層トレースが図示されている(中田・今泉編, 2002; 水野ほか, 2003; 高田ほか, 2003 など)が、その分布は断続的で、活動度が極めて低く、変位地形が不明瞭な C 級活断層とされてきた(水野ほか, 2003 など)。

今回マッピングされた大原湖断層帯の断層線は、大局的に見ると既報と大きくは変わらないが、山口盆地周辺など一部区間において活断層トレースが新たに認定されたことにより、より連続的な分布を示すことが明らかとなった。また、既存の活断層図で図示されているトレース上においても、これまで詳細な記載がなされていなかった断層変位地形(河谷の系統的な右屈曲、分離丘、切断尾根、截頭谷、段丘面上の低断層崖など)が新たに認定され、多くの区間において確実な活断層としてマッピングできる。さらに、大原湖断層の北西 4 - 6 km の位置に大原湖断層とほぼ同走向(北東-南西)で並走する、長さ 20 km 程度の活断層(中郷断層; 新称)が新たに認定された。その結果、大原湖断層帯は確実な変位地形を持つ長さ約 60 km の活断層帯であることがより明確となり、最大 M7.8 程度の地震を発生させる可能性がある。

大原湖断層帯の主な断層変位地形は河谷の系統的な右屈曲であり、右横ずれ変位を主体とする活断層と考えられる。ただし、南部の下郷断層・宇部東部断層では段丘面に西上りの低断層崖が複数地点で認められること、西側の山地と東側の低地の境界をなしていることから、西上りの変位を持つ可能性がある。また、山口盆地の北縁付近に加えて南縁の一部にも断層変位地形が認められることから、山口盆地は右ステップする大原湖断層帯の右横ずれ変位によって形成されたブルアパートベイジンの可能性が考えられる。

大原湖断層帯の南方海域には、宇部断層群の一部をなす宇部南方断層帯が分布する。宇部南方断層帯の北部は大原湖断層帯の南方延長部に位置し、下郷断層・宇部東部断層と同様な走向を持つことから、大原湖断層帯はここまで延びている可能性がある。ただし、宇部東部断層の南方、山口市阿知須以南の海岸付近では明瞭な断層変位地形が分布しないため確実ではない。今後はこの地域の変動地形の有無をさらに詳細に検討する必要がある。

本研究は文部科学省委託研究費により実施した。

キーワード: 大原湖断層帯, 活断層, 中国地方西部, 内陸地震, 空中写真判読

Keywords: Oharako fault zone, active fault, western Chugoku region, inland earthquake, air photo interpretation

堆積年代の検討に基づく博多湾内警固断層の活動時期の推定 Estimation of the activity events of the Kego Fault Zone based on the sedimentary ages in Geo Slicer cores in Hakata Bay

平倉 瑠子^{1*}, 下山正一², 市原季彦³, 山田圭太郎⁴

Yoko Hirakura^{1*}, Shoichi SHIMOYAMA², Toshihiko ICHIHARA³, Keitaro YAMADA⁴

¹九州大学理学部地球惑星科学教室, ²九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門, ³復建調査設計株式会社 地盤環境部, ⁴京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻

¹Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University, ²Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University, ³Division of Ground Survey, Fukken Co., Ltd., ⁴Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University

はじめに

福岡市の市街地を通過する活断層である警固断層は、その延長部が海域にも延長している。延長部の一部は、岡村ほか(2009)によって報告されているが、陸域で見られる警固断層とは特徴が異なる。そこで、今回、海域における警固断層帯の特徴を明らかにするために、博多湾内における海底活断層調査を実施した。

調査手法

断層位置を把握するために、音波探査を実施した。音波探査結果及び既存の研究例を参考に断層位置を特定し、特にその中でも地層採取によって断層運動につながるデータが得られやすいと考えられる2地点(HKA1地点, HKA2地点とする)においてジオスライサー調査を実施した。

ジオスライサー調査の結果、HKA1地点では4本、HKA2地点では3本、長さ約8-10mの連続的な柱状地層試料を採取できた。地層中に含まれる木片や貝殻片を用いて放射性炭素年代測定を実施した。また、地層試料中の火山ガラス含有量を調べ、更にその屈折率を測定した。

音波探査に基づく断層の形状

音波探査の結果、HKA2はこれまで知られている陸域の警固断層及び岡村ほか(2009)と同様に、東落ちの断層として認められる。一方、HKA2よりも東側に位置するHKA1においては、西落ちの断層として認められた。つまり、地溝状の構造が認められる。両地点共に、音響基盤となる地層のずれは明瞭である(深度約8m)。また、その形状より、複数回の活動履歴を記録している可能性が高い。

堆積年代及び断層活動時期の推定

ジオスライサー調査で得られた堆積物試料から20cmごとに採取した火山ガラスは、その特徴や堆積物中の放射性炭素年代から、K-Ahテフラ起源である可能性が極めて高い。火山ガラス含有量ピークとなる層準は、ほぼ降灰層準(約7,300年前)と考えられる。

年代測定結果および火山ガラス検討結果を踏まえると、音響基盤(約8,900年前)以降の断層活動イベントは、HKA1地点では少なくとも2回、HKA2地点では1回確認された。それらの最新活動時期は、HKA1地点で約4,200年前から約4,800年前の間、HKA2地点で約8,000年前から約8,300年前であり、大きく異なっていることが確認された。

キーワード: 警固断層帯, 博多湾, 音響断面, ジオスライサー調査, アカホヤ降灰層準, 最新活動イベント

Keywords: Kego Fault Zone, Hakata Bay, acoustic sections, Geo-Slicer survey, K-Ah tephra fall event, latest activity event

博多湾内警固断層帯の活動性と断層分布特性

The distribution and timing of recent activity in the Kego Fault Zone in Hakata Bay, West Japan

下山 正一^{1*}, 磯 望², 黒木貴一³, 岡村 眞⁴, 市原季彦⁵, 平倉瑤子⁶, 北田奈緒子⁷

Shimoyama Shoichi^{1*}, Nozomi ISO², Takahito KUROKI³, Makoto OKAMURA⁴, Toshihiko ICHIHARA⁵, Yoko HIRAKURA⁶, Naoko KITADA⁷

¹九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門, ²西南学院大学人間科学部児童教育学教室, ³福岡教育大学社会科教育講座, ⁴高知大学理学部自然環境科学教室, ⁵復建調査設計株式会社 地盤環境部, ⁶九州大学理学部地球惑星科学教室, ⁷地域地盤環境研究所地球科学部門

¹Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, ²Department of Child Education, Faculty of Human Sciences, Sainangakuin University, ³Division of Social Studies Education, Fukuoka University of Education, ⁴Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kochi University, ⁵Fukken Co., Ltd., ⁶Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University, ⁷Division of Earth Sciences, Geo-Research Institute

警固断層帯は、北西部と南東部のセグメントに区分されている。北西部は2005年3月20日に発生した、「福岡県西方沖地震(M7.0)」の震源断層であり、南東部(狭義の警固断層、以下で警固断層と呼ぶ)はその延長部で、未活動である。警固断層は福岡市中心地など、福岡平野の人口密集地を通過しているため、防災上、断層の長さや活動履歴などの詳細を知る必要がある。これまでに福岡市薬院トレンチ調査(福岡市、2001)、太宰府市大佐野トレンチ調査(福岡県、1996)、博多湾のピストンコア調査(岡村ほか、2009)、大野城市上大利トレンチの調査(宮下ほか、2007)、福岡市による中央区の浜の町公園でトレンチ調査(福岡市、2009)が実施されている。これらの結果を照合すると、報告されている最新活動時期は、博多湾コアリング地点と上大利トレンチでは約4,000年前、浜の町トレンチでは約8,000年前が最新活動時期である。特に博多湾コアリング地点と浜の町トレンチの間のわずか約5.5kmの区間で最新活動時期が大きく異なっているため、解明が求められている。

そこで、博多湾での警固断層帯の分布形状と最新活動時期を明らかにすることを目的として調査を実施した。博多湾での断層位置を特定するために海底音波探査を、断層活動イベントの解析のために断層付近でジオスライサーによる堆積物コア採取を行い、地層の年代を決定した。

今回、調査対象としたのは、警固断層主部の延長と考えられる地点で2箇所(HKA1, HKA2とする)、警固断層帯の一部と考えられる、海の中道断層近傍で1箇所(HKBとする)である。

海底音波探査によって得た多数の反射断面から、断層位置が特定された。HKA地点は、岡村ほか(2009)の区分にしたがって、主反射面を、上からA層、B層、C層、D層とした。これらの主反射面にもとづいて明らかになった断層変形は、1)断層変位がB層まで達している場合と2)B層まで達していない場合、の2パターンがある。前者は博多湾中央部以北に、後者は博多湾中央部以南に分布し、活動性に地域的な偏りがある。また、両者の境界付近には東落ちの断層と西落ちの断層がセットになった地溝状構造がある。

本研究の結果は、警固断層帯を構成する北西部と南東部の2つのセグメントの境界部が博多湾中央部で地溝を形成しており、両者の活動性が大きく異なることを示唆する。

また、海の中道断層は、これまで十分な調査が実施されていなかったため、その活動履歴等も不明であったが、少なくとも、HKA地区における音響基盤に相当するD層のずれが明瞭であり、警固断層主部と同様に約8900年前以降の断層活動イベントを記録していることが明らかになった。

今回、警固断層帯の中で、空白であった調査地点の新たな情報を得ることができた。今回の成果は、今後の警固断層帯の研究にとって、貴重な基礎資料となるにちがいない。

キーワード: 警固断層帯, 博多湾, 音響断面, ジオスライサーコア, 最新活動イベント, セグメント境界

Keywords: Kego Fault Zone, Hakata Bay, acoustic sections, Geo-Slicer core, latest activity event, segment boundary

沿岸域に分布する正断層の活動履歴の解明：宮崎県川南断層における試み Characteristics of normal faults in coastal area: case study in the Kawaminami Fault, southern Kyusyu

生田 正文¹, 丹羽 正和^{1*}, 高取 亮一¹, 黒澤 英樹², 小坂 英輝³

IKUTA, Masafumi¹, Masakazu Niwa^{1*}, TAKATORI, Ryoichi¹, KUROSAWA, Hideki², KOSAKA, Hideki³

¹ 日本原子力研究開発機構, ² 応用地質, ³ 環境地質

¹Japan Atomic Energy Agency, ²OYO corporation, ³Kankyo-Chishitsu Co., Ltd.

太平洋側の沿岸域に分布する活断層の中には、1923年関東地震に伴って活動した延命寺断層（古野ほか、1998、環境地質学シンポジウム論文集）や、1944年南海地震に伴って活動した深溝断層（岡田、2006、活断層研究）のように、海溝型地震に誘発されて活動したものが知られている。2011年東北地方太平洋沖地震の際も、本震の1か月後に福島県浜通りの正断層（井戸沢断層および湯ノ岳断層）が地震断層として活動した（堤・遠田、2012、地質学雑誌）。

これらの現象については、例えば食い違い理論に基づく数値シミュレーションによってクーロン破壊応力の変化を推定し、それに基づき既存の断層の活動可能性を評価することが考えられる（Toda et al., 2011, Earth Planets Space など）。しかし、これまでに現象論的な観測事例も無いことから、まずは類似したテクトニックセッティングの地域を対象に、海溝型地震と沿岸域の断層活動との発生時期や活動規模などの相関に関する基礎データを取得する必要がある。特に、プレート収束帯に位置する日本列島には正断層の分布が少なく、福島県浜通りの地震が発生するまでは、沿岸域の正断層を海溝型地震に誘発されて活動したものと捉えて本格的に研究された事例は皆無であった。そこで演者らは、宮崎県の沿岸域に正断層の分布が指摘されていることに着目し、これらの断層の活動履歴と、日向灘を含む地域の海溝型地震の履歴に関する研究を進めている。本発表では主に前者の内容について、空中写真判読および地形・地質の現地踏査の進捗状況を報告する。後者については別の講演（鎌滝ほか、本大会；丹羽ほか、本大会）にて報告する予定である。

宮崎平野の北縁部には、ほぼ北東-南西走向で川南断層と征矢原断層が分布し、いずれも西側が隆起する正断層とされているが、特に川南断層は高位段丘を変位させていると言われている（九州活構造研究会編、1989）。宮崎平野では、更新世以降の地形発達に関する研究があるものの、高位段丘は椎原面群として一括されており、その詳細はよく分かっていない（長岡ほか、2010、地学雑誌）。また、川南断層と征矢原断層ともに、リニアメントとしては明瞭であるものの、変動地形としては不明瞭である。

椎原面群相当の堆積物は主に、川南断層の西側の標高200~250m程度の領域に断続的に分布している。これらは赤色土壌を基質とし、四万十帯チャートや砂岩、アブライトの径数cm程度の硬い円礫、および、この地域の基盤をなす尾鈴山酸性岩類の溶結凝灰岩の大きささまざまな亜円~亜角礫を含む産状をなす。溶結凝灰岩の礫の一部は変質が進行し、くさり礫化している。最近、東九州自動車道の関連工事に伴い、これらと同様の産状を示す礫層が、川南断層沿いの標高100m前後の領域においても断続的に分布していることが明らかとなった。川南断層を横断する地形断面を検討すると、これら赤色土壌を基質とする礫層の出現層準は川南断層を境に急激に変化しており、正断層運動の累積に伴う変位の影響を受けている可能性が考えられる。また、川南断層沿いの赤色土壌を基質とする礫層の直上には、尾鈴山酸性岩類の溶結凝灰岩の大礫が占める層準が特徴的に分布しており、正断層運動があったとすると、これらは崩積土に相当する可能性がある。現在、堆積物のテフラ分析などを行うことにより、川南断層の活動履歴との関連を検討中である。

現在までの空中写真判読結果に基づく、川南断層や征矢原断層だけでなく、それらの側方延長部や、川南断層の東側の平野部にも、複数のリニアメントや傾動地形が認められるとともに、中位~低位段丘の分布も一部で不規則となっている。これらを対象とした現地踏査を行い、断層活動に伴う変形がどこまで及んでいるかどうかについても検討しているところである。

日向峠-小笠木峠断層と糸島半島沖断層群の連続性について Continuity between the Hinatatoge-Okasagitoge Fault and the Itoshima-hanto-oki Fault Group, West Japan

下山 正一¹, 辻 智樹^{2*}, 磯 望³, 黒木 貴一⁴, 市原 季彦⁵, 高田 圭太⁵

Shoichi Shimoyama¹, Tomoki Tsuji^{2*}, Nozomi Iso³, Takahito Kuroki⁴, Toshihiko Ichihara⁵, Keita Takada⁵

¹九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門, ²元九州大学理学部地球惑星科学科, ³西南学院大学人間科学部児童教育学科, ⁴福岡教育大学社会科教育講座, ⁵復建調査設計株式会社

¹Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, ²Formerly: Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University, ³Department of Childhood Education, Faculty of Human Sciences, Seinan Gakuin University, ⁴Department of Social Studies Education, Fukuoka University of Education, ⁵Fukken Co., Ltd.

1. 研究の背景

近年の調査により、福岡県糸島半島沖から佐賀県鳥栖市にかけて直線状に並ぶ糸島半島沖断層群、前原断層、日向峠-小笠木峠断層の3本の断層の存在が明らかになった。糸島半島沖断層群と前原断層は九州電力の調査(2009)によって、日向峠-小笠木峠断層は「活断層の位置・形状の検討作業グループ」の調査(未発表)によって明らかになったもので、その連続性については調査されていなかった。さらに、日向峠-小笠木峠断層については空中写真による地形判読しか行われていなかった。また、糸島半島付近では1898(明治31)年にM6.0相当の「糸島地震」が起きており(宇津, 1982)、これらの活断層との関連が注目される。

2. 研究の目的・手法

研究の目的は1)日向峠-小笠木峠断層と前原断層の通過位置と活動性を明らかにする, 2)日向峠-小笠木峠断層と糸島半島沖断層群・前原断層の連続性を明らかにすることとした。研究手法は1)空中写真判読による断層変位地形の調査, 2)現地での地形・地質の調査, 3)既存のボーリング資料による地質の調査, 4)ボーリングによる断層の有無, 活動履歴の調査である。

3. 研究結果

空中写真による地形判読を行い、ストリップマップを作成した。これをもとに現地調査を行い、複数の活断層露頭を発見した。さらに、次の3地域については詳細な調査を行った。1)福岡市早良区脇山 低位段丘面を切る比高3.5mの低断層崖を発見した。段丘面の形成年代を約8.5万年前と推定して鉛直方向の平均変位速度を求めると約4cm/1000年となり、断層の活動度はC級と推定される。2)糸島市前原 日向峠-小笠木峠断層と前原断層の間の地域で直線的に連続する崖を発見した。既存のボーリング資料を解析したところ、地下の基盤岩の最上部に、崖を挟んで6.6mの標高差が見られた。さらに群列ボーリング調査によって、基盤岩中に断層が、中位段丘層基底に57cmのずれが見つかった。よって、活断層が通過している可能性が高い。3)糸島市篠原 福岡前原道路のボーリング資料を解析したところ、地層のずれなどから活断層が通過している可能性が高い地点を発見した。さらにボーリング調査により、基盤岩の最上部に7.22mの標高差が見つかった。よって、ここを活断層が通過していることが分かった。

4. 結論

1)複数の活断層露頭を発見するなど、地形・地質の両面から日向峠-小笠木峠断層の通過位置を詳細に検証することができた。2)日向峠-小笠木峠断層と前原断層の間の地域を活断層が通過している。したがって、3)日向峠-小笠木峠断層と糸島半島沖断層群・前原断層は連続する同一の活断層帯(全長:54km)である。4)福岡市早良区脇山での日向峠-小笠木峠断層の鉛直方向の平均変位速度は4cm/1000年で、活動度はC級と推定される。

キーワード: 日向峠-小笠木峠断層, 糸島半島沖断層群, 前原断層, ボーリングコア, 結合断層長, 平均変位速度

Keywords: Hinatatoge-Okasagitoge Fault, Itoshima-hanto-oki Fault Group, Maebaru Fault, borehole cores, combined length, average slip rate

現地調査と合成開口レーダ干渉法によって明らかとなったレイテ島のフィリピン断層のクリープ変位

Aseismic creeping of the Philippine fault in Leyte Island, Philippines, revealed by field observation and InSAR analysis

堤 浩之^{1*}, 福島 洋², Jeffrey S. Perez³, James J. Lienkaemper⁴

Hiroyuki Tsutsumi^{1*}, Yo Fukushima², Jeffrey S. Perez³, James J. Lienkaemper⁴

¹ 京都大学大学院理学研究科地球物理学教室, ² 京都大学防災研究所, ³ Philippine Institute of Volcanology and Seismology, ⁴ US Geological Survey

¹ Department of Geophysics, Kyoto University, ² Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, ³ Philippine Institute of Volcanology and Seismology, ⁴ US Geological Survey

フィリピン断層は、フィリピン弧を縦断する長さ約 1250km の長大な左横ずれ断層であり、フィリピンのテクトニクスや地震災害軽減を考える上で最も重要な地質構造である。フィリピン断層の地震活動は非常に活発で、過去 100 年間に地震断層を伴う大地震を数回発生させている。一方、フィリピン断層の中部に位置するレイテ島ではクリープ変位が観察されることを、昨年度の連合大会で発表した(堤・Perez, 2012)。その後、合成開口レーダ干渉法によりクリープ変位の空間的広がりや速度を検討した。また現地調査をさらに進めて、より多くの地点においてクリープ変位の証拠を見いだした。さらに、クリープ変位速度を精密に算出するための観測を開始したのでここに報告する。

本研究の InSAR 解析には、2007 年 2 月と 2011 年 1 月の 4 年間に西上空から撮像された 20 枚の ALOS 衛星の PALSAR 画像を用いた。その結果、レイテ島の北部から中部にかけての地域で、フィリピン断層のトレースに沿って変位速度の不連続が認められた。クリープ変位速度は島の北端のレイテ市付近で最大となり、衛星視線方向で 2.5mm/yr、断層の走向方向に換算すると 11mm/yr である。一方、レイテ島の南部では明瞭なクリープ変位は検出できなかった。

InSAR 解析で最大のクリープ変位速度が観察されたレイテ島の北端は、現地調査によりクリープ変位の証拠が最初に発見された場所に一致する。レイテ市街地では、道路のセンターラインや縁石、住宅の敷地のフェンスや家屋が例外なく左ずれ変位している。建造年代の古いものほど大きくずれており、過去少なくとも 30 年間にわたってクリープ変位が継続してきたことが分かる。人工構造物の変位量と建造年代から、13~24mm/yr のクリープ変位速度が算出された。この速度は、マスバテ島で GPS 観測によって明らかとなったフィリピン断層の変位速度 22 ± 2 mm/yr に匹敵する。現地調査によって算出されたクリープ変位速度は、InSAR 解析により得られた値よりも有意に大きい。この要因のひとつとして、人工構造物の変位に基づいて得られた値は過去 15~30 年間の平均値であるのに対して、InSAR 解析から得られた値はより短期間(4 年間)の値であるためである可能性が挙げられる。

レイテ市街地以外でも、クリープ変位の証拠を新たに見いだすことができた。レイテ市街地の約 4km 南東に位置する集落では、小学校の校門や教室がクリープ変位しており、約 15mm/yr のクリープ変位速度が算出された。また、レイテ島の中部のアブヨグ市街地の南西でも、国道を変位させる明瞭なクリープ変位の証拠を見いだすことができ、ここでも約 15mm/yr のクリープ変位速度が算出された。島の南部では、InSAR 解析でも明瞭なクリープ変位は確認されておらず、予察的な現地調査でもクリープ変位の証拠を見いだすことはできなかった。

活断層のクリープ変位が知られているのは、サンアンドレアス断層や北アナトリア断層の一部など少数であり、フィリピン断層の事例は世界的にも非常に貴重な例である。また、フィリピン断層の北部のルソン島や南部のミンダナオ島では M7 以上の大地震が発生することから、断層の走向方向に地震発生様式が変化することが分かる。

クリープ変位速度をより精密に明らかにするために、レイテ島の 4 地点とマスバテ島の 2 地点において断層を挟んで 3 点の測量基点を設けて、それらのなす角度の経年変化からクリープ変位速度を算出する測量を開始した。今後、クリープ変位速度を精密に見積もり、レイテ島での大地震の発生可能性の評価やフィリピン断層全体の地震発生ポテンシャルの評価につなげていきたいと考えている。

本研究は、JST-JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力「フィリピン地震火山監視強化と防災情報の利活用推進」の一環として実施している。記して謝意を表す。

キーワード: フィリピン断層, レイテ島, クリープ変位, 合成開口レーダ干渉法, 活断層の繰り返し測量

Keywords: Philippine fault, Leyte Island, creeping, InSAR analysis, alignment array measurement