

3.2 活断層システムの分布・形状と活動性

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 活断層システムの分布・形状と活動性

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立大学法人東京大学地震研究所	助教	石山 達也
国立大学法人東京大学地震研究所	教授	佐藤 比呂志
国立大学法人信州大学	教授	廣内 大助
国立大学法人岡山大学	教授	松多 信尚
公益財団法人地震予知総合研究振興会	主任研究員	田力 正好
公益財団法人地震予知総合研究振興会	副主席主任研究員	伊藤 谷生
静岡大学防災総合センター	客員教授	狩野 謙一
静岡県立富士宮東高校	教諭	山本 玄珠

(c) 業務の目的

富士川河口断層帯および身延断層など駿河トラフ周辺の活断層・活構造について、これまでの研究成果を踏まえて、その分布・形状・活動性・平均変位速度を解明するとともに、特にプレート境界断層に関連する構造的な位置づけを明確にすることを目標に、先行研究のレビューと新たに変動地形・地質調査および高分解能浅層反射法地震探査を主とした調査観測研究を実施する。

(d) 3ヵ年の年次実施業務の要約

1) 平成29年度：富士川河口断層帯を主とする駿河トラフ周辺の活断層・活構造を対象に既存資料を収集し、地形・地質調査を実施するとともに、空中写真判読・高精度数値標高データ解析等による活断層・変動地形の位置・分布・性状を検討した。また、富士川河口断層帯・安居山断層帯およびその北方延長部において高分能反射法地震探査を実施し、地下浅部の構造のデータを取得した。加えて、次年度以降に実施するボーリング・トレンチ等断層帯の活動性調査の地点や内容を検討した。

2) 平成30年度：平成29年度に取得した高分解能反射法地震探査データの解析を行い、富士川河口断層帯浅部の構造を明らかにする。また、地形・地質調査を行い、同じく29年度に取得した地形・地質学的データに基づき富士川河口断層帯を主とする駿河トラフ周辺の活断層・活構造の分布・性状について検討するとともに、次年度に実施するボーリング・トレンチ等断層帯の活動性調査の地点や内容をさらに検討する。

3) 平成31年度：平成29・30年度の調査成果を元に、富士川河口断層帯・身延断層および周辺の活構造において、変動地形・地質調査等を行い、断層の詳細な分布とこれらの活動性・平均変位速度を解明する。以上の結果とサブテーマ1ほかで得ら

れた深部構造データを統合し、富士川河口断層帯を主とする駿河トラフ周辺の活断層・活構造の分布・形状を明らかにする。

(2) 平成29年度の成果

(a) 業務の要約

断層先端部の浅部～中深度の構造を解明するために、安居山断層・芝川断層、安居山断層北部、断層帯北部延長部（富士山北東麓部）において3測線の高分解能反射法地震探査のデータを新たに取得した。安居山断層、芝川断層の主要部にて、1961年国土地理院撮影の約1/1万空中写真を用いて航測図化による変動地形の復元を行った。また、空中写真判読と共に地形解析を行って変位地形の検討を行った。その結果、芝川断層沿いに断層により形成されたと推定される新期の低崖地形が複数見出された。この変位地形の成因を明らかにする目的で上柚野地区にてトレンチ調査を実施し、崖基部に西傾斜の衝上断層の可能性のある構造が確認された。また、段丘面年代推定のための予備的な掘削調査を行い、変位基準の年代推定に有用な試料を得た。これらのことから、芝川断層沿いの地点で本格的な古地震調査を行う手がかりを得た。

(b) 業務の実施方法と成果

1) 富士川河口断層帯の概要

富士川河口断層帯は、駿河トラフの陸上延長部にあたる富士川河口部から富士火山東麓部にかけて分布する活断層である（羽田野, 1977; 羽田野・他, 1979; 山崎, 1979; 山崎・他, 1981; 活断層研究会編, 1991; Yamazaki, 1992; 中田・他, 2000; 尾崎・他, 2016; 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2016）。本断層帯に沿っては、富士火山から噴出した新旧の溶岩や、古富士泥流などの岩屑なだれ堆積物、またこれより下位の中・下部更新統に累積的な著しい変形が認められ、変位基準の上下変位量とその年代から、本断層帯の上下平均変位速度は数 mm/年と、内陸活断層としては最大級の活動度を有すると考えられている（Yamazaki, 1992）。また、駿河湾沿岸に分布する完新統、特に縄文海進期前後の堆積物の分布高度からも、本断層帯による顕著な上下変動が指摘されている（羽田野・他, 1979; 松島, 1984; 松原, 1984; 1989; 2000; Yamazaki, 1992; Yamazaki et al., 2002; 米倉・他, 1985）。また、過去の地震活動については、トレンチ調査やボーリング調査に基づき推定されている（下川・他, 1996a; 1996b, 1998; 静岡県, 1996; Yamazaki et al., 2002; 丸山・斎藤, 2007; 地震調査研究推進本部, 2010）。その一方で、変位速度が非常に大きいこと、富士火山起源の溶岩・岩屑なだれ堆積物が厚く累重することなどから、明確な断層露頭や直接的な断層運動の証拠、浅部構造といったデータは未だ十分とはいえず、このような基礎的なデータを蓄積する必要がある。

2) 富士川河口断層帯における浅層反射法地震探査

富士川河口断層帯では過去にいくつかの浅層反射法地震探査が実施されている（伊藤・山口, 2016; 下川・他, 1996b; 下川・他, 1998）。これらはいずれも測線長が短く、可探深度も数 100 m 内外であり、断層や断層運動に関連する地質構造に関する良好な反射断面図は得られていない。そこで、富士川河口断層帯を横断する 3 測線で浅層反射法地震

探査を実施した（図 1）。A 測線は静岡県富士宮市地内から同地内に至る約 6 km 区間、B 測線は静岡県富士宮市地内から同地内に至る約 7 km 区間、C 測線は静岡県富士宮市地内から同地内に至る約 7 km 区間である。3 測線は富士川河口断層帯を横断する主要な活断層である安居山断層、芝川断層およびその延長を横断する。また、A 測線は Lin et al. (2013)で指摘された富士火山北東麓部に分布する活断層を横断すべく設定した。

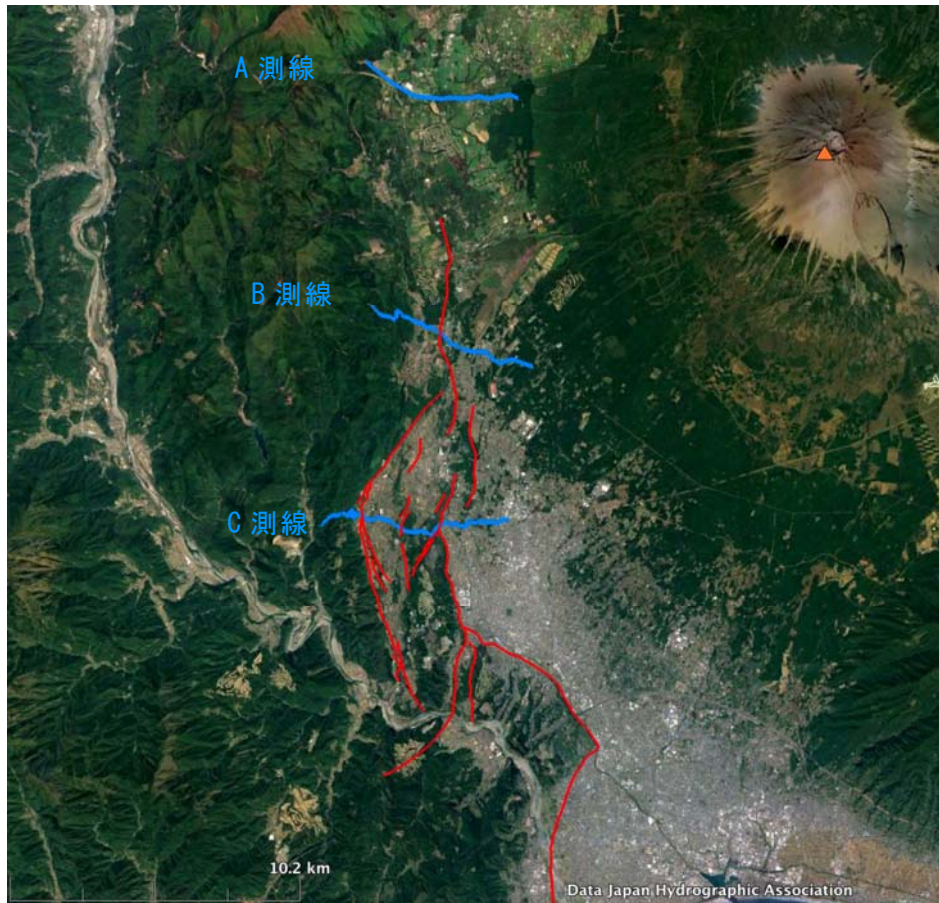


図 1 反射法地震探査の測線図。赤線は活断層の位置（中田・今泉編，2002）を示す。

本探査では独立型収録器 GSR-1 および GSX-3（OYO Geospace 社製）を用いた 10 m 間隔の受振点固定展開と、中型バイブレーター EnviroVib（IVI 社製）2 台による稠密発振を行い、高分解能反射法のデータを取得した（図 2）。実施期間は 2018 年 2 月 1 日～2 月 20 日である。本探査では水平解像度を高める目的で、10 m 間隔の受振点展開に対して、5 m 間隔の稠密発振を行った。

主なデータ取得パラメーターは以下の通りである：受振点間隔：10 m、発振点間隔（標準）：5 m、総発振点数：885 点、展開チャンネル数：885 ch、スイープ長：16 sec、スイープ周波数：8-100 Hz、地震計固有周波数：10 Hz、記録長：4 sec、サンプリング間隔：2 msec、平均垂直重合数：3 回。

次年度は、この観測記録を用いて、共通反射点重合法に基づく反射法のデータ解析を行い、反射断面を作成するとともに、変動地形・地質学的データとあわせて断層帯の形状などについて検討を行う。



図2 C測線での観測風景。(左)震源車2台による発振。(右)敷設された独立型地震波形収録器。

3) 富士川河口断層帯における地形・地質調査

富士川河口断層帯の分布や活動性に関する新規データを取得するにあたり、断層沿いの変位地形を再検討するために、まず断層帯を構成する代表的な活構造である安居山断層と芝川断層の変位地形について既存の空中写真を用いて再検討した。その結果、これらの断層沿いには完新世に形成されたと考えられる新期の低崖地形が断続的に分布する可能性があることがわかった。特に芝川断層沿いには、芝川溶岩(約1.7 ka; 高田・他, 2016)以降に、天子山地東麓部を東西に流下する芝川支流により形成された扇状地性の河成段丘面を変位・変形させる東向き低崖地形が南北方向に断続的に分布する(図3)。

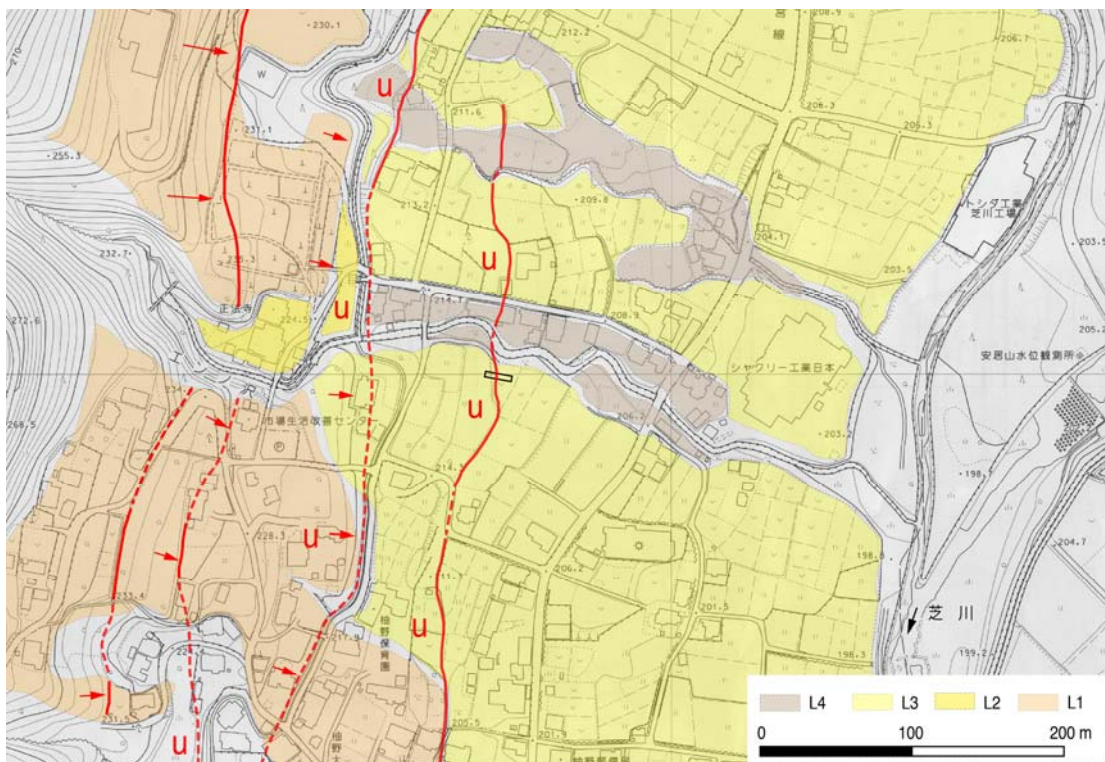


図3 富士宮市上柚野、芝川断層沿いに分布する東向き低崖地形。赤線は崖線(実線は位置明瞭、破線は位置不明瞭)、赤矢印は地形面の撓み下がる方向を、uは地形面上昇側を示す。また黒い矩形はトレンチ(図5)の位置を示す。

これらの崖地形は、国土地理院 1961 年撮影、縮尺約 1 万分の 1 の空中写真を使用して復元した顕著な人工改変前の地形図（図 4）でも明瞭に認められる。

低崖地形は所々に撓みも伴いつつ、複数条の線状分布をなすほか、異なる形成年代の段丘面を同一方向に変位させており、変位の累積性が認められる。特に、段丘面を開析する谷低地形を切断しており、その形成時代が極めて新しいと考えられることは注目される。

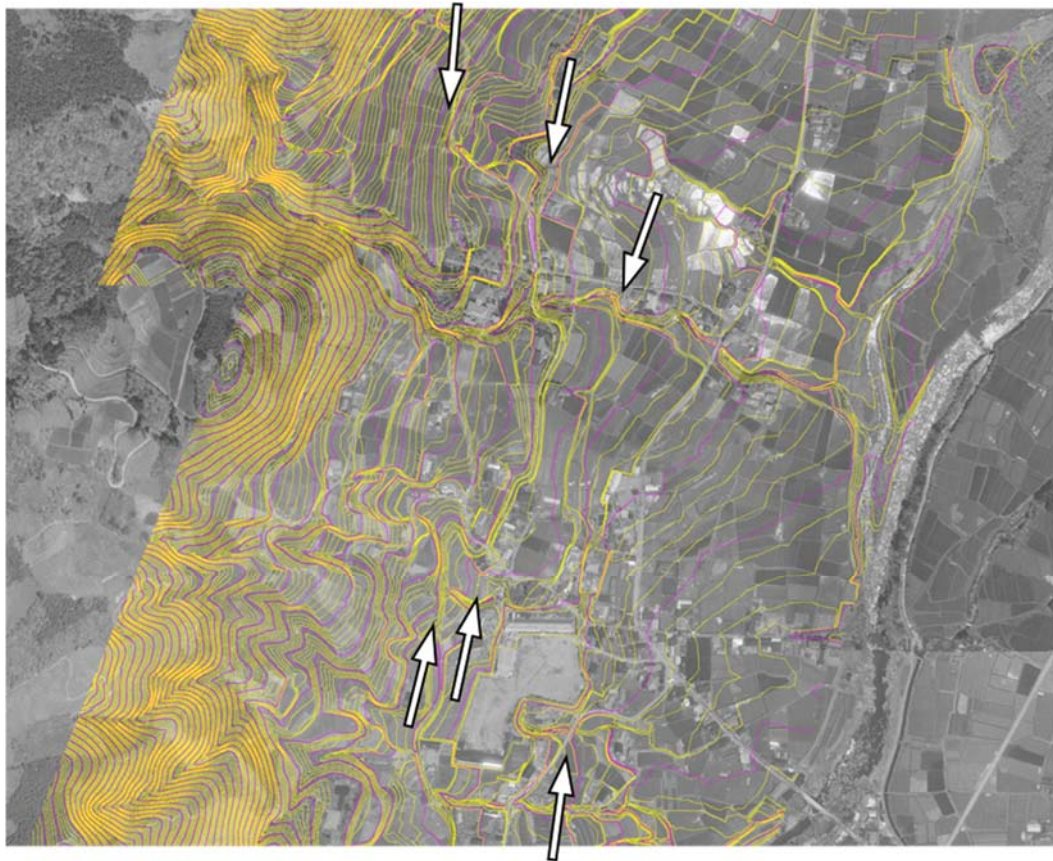


図 4 航測図化により復元した地形図に表現された芝川右岸沿いに分布する東向き低崖地形。白矢印は崖地形基部の位置を示す。

これらの崖地形の成因を確かめるべく、富士宮市上柚野において東向き低崖地形を横断するトレンチ調査を実施した（図 5）。ここでは、最終氷期極相期に形成されたと推定される低位段丘面（L1 面）を開析して広がる L3 面を南北方向に切る、比高 2 m 内外の東向き崖地形が南北に断続的に延びる。崖地形は更に低位の段丘面も切るほか、崖地形のトレースと現河床の交差部分では現河床に遷急点が存在する。トレンチ調査の結果、崖地形基部に L2 面を構成する砂礫層を切断する西傾斜の地層境界が壁面に出現した（図 5）。境界の西側では L2 面を直接構成する砂礫層が F-Os（富士大沢テフラ；約 2.5-2.8 ka；町田・新井，2003）に覆われる。今後、トレンチ壁面や周辺で実施した簡易掘削試料から得られたサンプルの放射性炭素同位体の年代測定や火山灰分析を進め、地層の層序を確定して地質構造の解釈を行う。



図 5 富士宮市上柚野で行ったトレンチ調査で出現した露頭。赤矢印は断層の可能性のある地層境界。北壁面を示す。

このように、地形学的な検討から天子山地東麓部に断続的に認められる東向きの低崖地形が、西傾斜の衝上断層によって形成された変動崖（低断層崖・撓曲崖）である可能性がある。今後は安居山断層も含めて更に地形・地質学的な検討を加えて、最終年度に実施する古地震学的な調査の地点・内容を絞り込む予定である。

(c) 結論ならびに今後の課題

富士川河口断層帯において3測線の高分解能反射法地震探査のデータを新たに取得した。また、航測図化・空中写真判読等に基づき、芝川右岸沿いに芝川断層により形成された可能性のある新期の低崖地形を複数見出した。上柚野地区でトレンチ調査を実施した結果、完新世後期の砂礫層を切断し、地表まで伸びる傾斜の衝上断層が確認された。今後は芝川断層沿いでH31年度に実施する古地震調査にむけた地形・地質調査を更に進めるとともに、他の断層についても同様の検討を進める。また、反射法地震探査のデータ解析を進め、断層帯の形状についても検討する。

(d) 引用文献

- 羽田野誠一，大宮・入山瀬断層と蒲原地震山の読図と判読．地図，15，40-41，1977．
 羽田野誠一・津沢正晴・松島義章，駿河湾北岸の完新世垂直変動と測地的上下変動．地震予知連絡会会報，21，101-106，1979．
 伊藤 忍・山口和雄，富士川河口地域における反射法地震探査．海陸シームレス地質情報集，「駿河湾北部沿岸域」，海陸シームレス地質図S-5，産業技術総合研究所地質調査総合センター，2016．
 地震調査研究推進本部地震調査委員会，富士川河口断層帯の長期評価の一部改訂について（平成22年10月20日公表），2010

http://www.jishin.go.jp/main/chousa/10oct_fujikawa

- 活断層研究会編，新編日本の活断層－分布図と資料－．東京大学出版会，437p, 1991.
- Lin, A., Iida, K. and Tanaka, H., On-land active thrust faults of the Nankai–Suruga subduction zone: The Fujikawa-kako Fault Zone, central Japan, 2013.
- 町田 洋・新井房夫，「新編 火山灰アトラス-日本列島とその周辺」.東京大学出版会，336p, 2003.
- 丸山 正・齋藤 勝，富士川河口断層帯の古地震調査．活断層・古地震研究報告，no.7, 129-155, 産業技術総合研究所地質調査総合センター，2007.
- 松原彰子，駿河湾奥部沖積平野の地形発達史．地理学評論，Ser. A, 57, 37-56, 1984.
- 松原彰子，完新世における砂州地形の発達過程－駿河湾沿岸低地を例として－．地理学評論，Ser.A, 62, 160-183, 1989.
- 松原彰子，日本における完新世の砂州地形発達．地理学評論 Ser. A, 73, 409-434, 2000.
- 松島義章，完新世段丘からみた相模湾・駿河湾沿岸地域のネオテクトニクス．第四紀研究，23, 165-174, 1984.
- 中田 高・東郷正美・池田安隆・今泉俊文・宇根 寛，1：25,000 都市圏活断層図「富士宮」．国土地理院技術資料D・1-No.375, 2000.
- 中田 高・今泉俊文編，活断層詳細デジタルマップ．東京大学出版会，DVD-ROM2 枚・付図1 葉・60p, 2002.
- 尾崎正紀・水野清秀・佐藤智之，5万分の1富士川河口断層帯及び周辺地域地質編纂図及び説明書．海陸シームレス地質情報集，「駿河湾北部沿岸域」，海陸シームレス地質図S-5，産業技術総合研究所地質調査総合センター，2016.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター，海陸シームレス地質情報集，「駿河湾北部沿岸域」，海陸シームレス地質図S-5，産業技術総合研究所地質調査総合センター，2016.
- 下川浩一・山崎晴雄・水野清秀・井村隆介，平成7 年度活断層調査研究報告No.27 富士川断層系のトレンチ掘削等による活動履歴調査．地質調査所研究資料集，no.251, 49p, 1996a.
- 下川浩一・山崎晴雄・水野清秀・井村隆介，富士川断層系の活動履歴及び活動性調査．平成7 年度活断層研究調査概要報告書，工業技術院地質調査所，地質調査所研究資料集，no.259, 73-80, 1996b.
- 下川浩一・荻谷愛彦・山崎晴雄，富士川河口断層帯．安居山断層の補備調査．地質調査所速報・活断層・古地震研究調査概要報告書(平成9 年度)，EQ/98/1, 27-35, 1998.
- 静岡県総務部地震対策課，平成7 年度静岡県地域活断層調査業務報告書．284 p, 1996.
- 高田 亮・山元孝広・石塚吉浩・中野 俊，富士火山地質図(第2版) 及び解説書．特殊地質図，no.12, 産業技術総合研究所地質調査総合センター，2016.
- 山崎晴雄，プレート境界部の活断層－駿河湾北岸内陸地域を例にして－．月刊地球，1, 571-576, 1979.
- Yamazaki, H., Tectonics of a plate collision along the northern margin of Izu Peninsula, Central Japan. Bulletin of the Geological Survey of Japan, 43, 603-

657, 1992.

山崎晴雄・坂本 亨・秦 光男・倉沢 一・垣見俊弘・羽田野誠一・町田 洋・大八木規夫，駿河湾北岸における活断層の地質学的研究．東海地域の地震予知に関する総合研究報告書，科学技術庁研究調整局，177-207, 1981.

Yamazaki, H., Shimokawa, K., Mizuno, K. and Tanaka, T., Off-fault paleoseismology in Japan: with special reference to the Fujikawa-kako fault zone, central Japan. Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University, 37, 1-14, 2002.

米倉伸之・池田安隆・鹿島 薫・松原彰子，駿河湾周辺の海岸低地における沖積層掘削調査．阪口 豊編：最終氷期以降の自然環境の変動(昭和58・59 年度東京大学特定研究経費成果報告書：文部省科学研究費)，35-80, 1985.