

3. 研究報告

3. 1 活断層の変位履歴及び歴史史料に基づく連動履歴の解明

3. 1. 1 複数回の変位履歴を復元するための活断層調査

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 複数回の変位履歴を復元するための活断層調査

(b) 担当者

	所属機関	役職	氏名
国立研究開発法人	産業技術総合研究所	主任研究員	近藤 久雄
一般財団法人	電力中央研究所	上席研究員	木村 治夫
学校法人	同志社大学	教授	堤 浩之

(c) 業務の目的

過去の地震時変位量を複数回復元する調査を実施し、変位量が地震毎にどのように変化したかを明らかにして、連動イベントと非連動イベントを判別する。変位履歴から連動型イベントの発生間隔を明らかにし、国内外の事例も踏まえて、最新活動からの経過時間等を考慮した連動確率を算出する評価手法について検討する。

(d) 3 ヶ年の年次実施業務の要約

1) 令和5年度：

四国陸域の活動区間において、過去の地震時変位量を複数回明らかにするための変位履歴調査を実施した。その結果と周辺断層における既往の活動時期・地震時変位量等を整理した。

2) 令和6年度：

四国陸域の活動区間において、過去の地震時変位量を複数回明らかにするための変位履歴調査を実施した。その結果と周辺断層における既往の活動時期・地震時変位量等を整理した。

3) 令和7年度：

四国陸域の活動区間において、過去の地震時変位量を複数回明らかにするための変位履歴調査を実施する。その結果と既往の活動時期・地震時変位量等を整理し、四国陸域4区間の変位履歴をとりまとめる。さらに、過去の連動型イベントの頻度を明らかにし、最新活動からの経過時間を考慮した連動型地震の発生確率の算出手法について検討する。

(2) 令和6年度の成果

(a) 業務の要約

四国陸域の中央構造線断層帯・石鎚山脈北縁区間と石鎚山脈北縁西部区間の境界付近を主な対象として変位履歴を解明するため、次の地形地質調査を実施した。石鎚山脈北縁西

部区間・川上断層に位置する西条市氷見地区において、ドローンLiDAR計測、トレンチ調査、ボーリング調査を実施し、過去4回の活動時期と活動間隔、地震時変位量等を明らかにした。トレンチ壁面で確認された最新活動は少なくとも約2000年前以降、江戸時代中期以前に生じたと推定され、1596年文禄（慶長）・伊予地震に対応する可能性を確認した。また、最新イベントを覆うチャンネル充填堆積物からは、カキ・二枚貝を含むイベント堆積物がみいだされ、これは1707年宝永地震に伴う津波堆積物の可能性がある。群列ボーリングを含めた地質断面では、過去4回のイベントに伴う地震時上下変位量は、それぞれ1.2m、1.8m、2.2m、1.5mと計測された。最近3回の活動は鬼界アカホヤ火山灰（K-Ah）降灰以降に生じており、平均活動間隔は3300～3500年程度と推定される。K-Ahを基準とした累積上下変位量と年代から、上下平均変位速度は0.8～1.2mm/yrと算出される。平均活動間隔等を周辺断層と比較した結果、川上断層の既往トレンチ調査結果や岡村断層の平均活動間隔700～1500年よりも有意に長いことが明らかになった。

(b) 業務の成果

1) 石鎚山脈北縁西部区間・川上断層における西条市氷見地区の変位履歴調査

a) 調査地点の概要

石鎚山脈北縁西部区間は、愛媛県西条市から西へ松山市まで至る、長さ41kmの活動区間である（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2017）。構成する断層は、川上断層と重信断層であり、それぞれ右横ずれを主成分とする横ずれ断層である。（図1～3）。川上断層上の氷見土居地区では、この評価に資するトレンチ調査が実施され（堤・他，2000）、過去3回の古地震イベントが識別されている。それらの活動時期は、新しいものからイベントA：西暦630年～江戸時代、イベントB：AD25～1000年、イベントC：4040±170 y. B. P. 以降である。石鎚山脈北縁西部区間では川上断層と重信断層で行われたトレンチ調査等の古地震調査に基づき、最新活動は15世紀以後、18世紀以前、先行する活動2は1世紀以後、8世紀以前、活動3は2800年前以後、1世紀以前、平均活動間隔は700～1300年と評価されている。これを基に、今後30年以内の地震発生確率はほぼ0～11%以下（Sランク）と評価されている（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2017）。

本事業の初年度にあたる令和5年度には、中央構造線断層帯で最大の断層不連続をなす石鎚山脈北縁西部区間と石鎚山脈北縁区間との連動性を古地震学的に評価するため、石鎚山脈北縁区間の岡村断層で調査を実施した。断層不連続は、川上断層と岡村断層の右ステップオーバーであり、両者の間には右横ずれに伴う沈降場と正断層群が形成されている（例えば、後藤・中田，2000）。石鎚山脈北縁区間を構成する岡村断層の西条市坂元地区は、岡村断層の西端付近に位置し、令和4年度に調査を実施した大生院地区から西へ約10km、岡村断層の西端から東へ約3kmの地点である（図3）。周辺では、岡村断層が西へ向かって分岐し、盆地内に主に2条の正断層が発達する。ドローンLiDAR計測、トレンチ調査、ボーリング調査を実施し、過去3回の活動時期と活動間隔、地震時変位量等を明らかにした。その結果、最新活動は西暦660年以降に生じ、1596年文禄伊予地震に対応する可能性が高く、先行するイベントの発生年代は約1.3～1.8万年前、さらに前の活動は約2.9万年前頃と推定された。これらをもとに最近3回の活動間隔は11200～18200年程度と推定され、周辺断層の活動間隔1000～1500年よりも有意に長いことが明らかとなった。また、各イベン

トの地震時上下変位量は、それぞれ 1.5m、1.0m、1.7m と計測された。

今年度の調査は、右ステップオーバーの西側を構成する、石鎚山脈北縁西部区間の川上断層上で具体的な変位履歴を複数回明らかにするため、西条市氷見乙地区においてドローン LiDAR 調査、トレンチ調査、ボーリング調査を実施した。

b) ドローン LiDAR 調査

西条市氷見乙地区では、川上断層の正確な分布と調査位置との関係を把握するため、米軍撮影の空中写真判読、ドローン LiDAR による 0.1m メッシュの数値標高モデル (DEM) を作成した。ドローン LiDAR による地形陰影図を図 4 に示す。

調査地周辺では、川上断層は相対的な北側低下を伴うとみられており、堤・他 (2000) によるトレンチ調査は、北側低下の低断層崖の東延長で実施された。トレンチでは高角からほぼ鉛直の複数の断層が露出している。今回の調査地はさらに東延長に位置し、高位面相当の段丘面の北縁に沿って川上断層が延びる (図 3, 4)。段丘面は主に南東へ傾動し、旧河道の存在により逆傾斜が明瞭に示されている (図 3 ; 中田・他, 1998)。

米軍空中写真判読の結果、調査地周辺では堤・他 (2000) で確認された断層位置から、東へ延びる溝状凹地がみられた。現在は、田圃の圃場整備によって溝状地形にみえる区割りは消失している。ドローン LiDAR による地形陰影図では、溝状凹地におおむね沿うように相対的な低地 (図 4 の青色範囲) が形成されている。凹地の南縁は北側低下の低断層崖であり、低崖の比高は 2.2m である (図 5)。そのため、この凹地が断層凹地もしくは低断層崖に沿って流れた旧流路である可能性等を詳細に検討するため、凹地の北縁を限る位置でトレンチを掘削し、南縁を含めて横断する測線で群列ボーリングを実施した。

c) トレンチ調査

氷見乙地区のトレンチ調査は、溝状凹地の北縁を横断して長さ約 30m、幅 6 m、深さ約 3 m 程度の 1 孔を掘削した。凹地全体を横断するトレンチは、用地の制限と道路、水路の存在により実施できなかった (図 4)。以下では、トレンチ壁面の層序と断層、イベント層準の認定等について詳述する。

トレンチ壁面には、下位から扇状地性砂礫層、湿地性堆積物、チャンネル堆積物及びフラッドローム層、干拓に伴う歴史時代の人工改変土層、近代の人工改変土層が露出した。トレンチ南端付近では、湿地性堆積物以下の地層を切断する南傾斜の高角な断層が出現し、トレンチ全体に及ぶ緩やかな南側低下の撓曲変形が認められる。断層は北傾斜 60~80° 程度と高角であり、微弱な剪断面と撓曲変形を同時に形成する構造を示す。地層の分布や層相の特徴、年代等を基に、トレンチ内に露出した地層を I~VIII 層のユニットに区分した。トレンチ壁面の写真を図 6~8、スケッチを図 9~11、考古学的遺物と生物遺骸の写真を図 12 に示す。また、壁面から採取した試料の放射性炭素同位体年代測定の結果を表 1、珪藻分析の結果を表 2、花粉分析の結果を表 3、有孔虫分析の結果を表 4 に示す。

以下では、それらの層相と特徴、年代について略述する。なお、放射性炭素同位体年代測定結果の暦年較正は、Ramseys (1995 ; 2009) を基に Reimer et al. (2020) の較正曲線を使用し、 2σ に対応する暦年代を西暦もしくは cal BP で表記する。

I 層 : 本層は主に砂礫混じりシルトで、田畑耕作土 (および田畑の底土)、敷き均し土、

および水路堆積物。本層は層相から I a、I b、I c の 3 層に区分される。

I a 層：現在、田圃として使用されている表土。暗褐色の礫混じりのシルトからなる。植根、細～中礫を含む。トレンチ東および南壁面では、トレンチ掘削に伴う耕作土とその下位の地層を分けるため、スケッチからは厚さ 20cm 程度除かれている。断層変位は認められない。

I b 層：橙灰色の礫混じりの砂からなる。硬質でおおむね厚さ 20cm 程度で耕作土の直下に水平に分布している。現在、上下の地層の重なりから圃場整備時の敷き均し土と推定される。

断層変位：断層変位は認められない。

I c 層：灰色の礫からなる。東壁面のみ分布し、他の壁面への連続が不明である。上下の地層の重なりから圃場整備前の田畑の水路堆積物と推定される。断層変位は認められない。

II 層：本層は主にシルトと砂礫で、層相から II a、II b、II c の 3 層に区分される。耕作土の直下で主にシルトからなりトレンチ全体に分布する II a 層に対し、II b 層、II c 層はトレンチ北西側で局所的に分布する。

II a 層：褐色のシルトからなる。植物根や有機質分を含む。断層変位は認められない。

II b 層：灰色のシルトや礫からなる。淘汰が悪く堆積物や構造物層が入り乱れている。下部に団子状またはレンズ状の有機質シルトを含む。トレンチの北西側に水路状に形態で分布する。断層変位は認められない。

II c 層：暗灰色の有機質シルトからなる。淘汰が悪く、トレンチ北壁面のみ分布し、上位は II a 層、東側および下位は III 層、西側は II b 層に囲まれていることから、II b 層の同時異相と推定される。断層変位は認められない。

III 層：本層は主にシルトと礫で、層相から III a、III b の 2 層に区分される。

III a 層：黄灰色砂質シルトからなる。ところどころに礫を含む。断層変位は認められない。

III b 層：灰色の礫からなり、主に礫支持である。分布はトレンチ北側（東壁面 E00～E01、西壁面 W00～W09、北壁面 N00～W05）、および東壁面の E18～E21 に水路状に局所的に分布する。西壁面 W03～W09 の上端（層厚 6～12cm）は基質支持からなる。礫は主に砂岩、片岩で石英を含み、礫径は 2～50mm の円～垂円礫である。基質は粗粒砂からなる。断層変位は認められない。

IV 層：主に灰色のシルトからなる。砂や礫が混じる。断層変位は認められない。江戸時代の遺物が混じる。

V 層：主に暗褐色砂質シルトからなり、砂、礫や貝殻片（牡蠣、蜆など二枚貝）を多く含むチャンネル堆積物を挟む。礫の多い層準は、細礫サイズの礫は石英 4 割程度、砂岩 4 割程度、その他 2 割程度含み、主に円礫からなる。中～大礫サイズの礫は砂岩 4 割程度、珪質片岩 1 割程度、泥質片岩 1 割程度、砂質片岩 1 割程度、安山岩類 1.5 割程度、石英 0.5 割程度含み、主に垂角礫からなる。断層変位は認められない。

基質はシルト質細粒砂からなる。牡蠣の破片から 650～710 年前（E24（EL. -0.2））、蜆の破片から 700～760 年前（E24.5（EL. -0.2））の年代値が得られた。以上から本層の堆積時期は 650～760 年前と推定される。

VI層：主にシルト（VIa）で、複数のレンズ状の礫層を挟む。それら礫層のうち、東壁面および西壁面において南北方向に比較的連続性の良い礫層をVIbと区分した。

VIa層：灰色のシルトで砂や礫が混じる。断層変位・変形は認められない。

VIb層：灰色の砂礫からなる。細～中礫サイズの礫は石英5割程度、砂岩3割程度、その他2割程度含み、主に円礫～垂円礫からなる。中～大礫サイズの礫は砂岩4割程度、泥質片岩3割程度、珪質片岩2割程度、安山岩類1割程度含み、主に垂円礫からなる。基質は粗粒砂からなる。礫のインプリケーションをE28～E29付近でみると、砂岩礫の長軸方向はN42Eで傾斜は40°S、片岩礫の長軸方向はN50Eで傾斜は44°S、安山岩礫の長軸方向はN84Wで傾斜は37°S、E26～E27付近でみると、砂岩礫の長軸方向はN24Eで傾斜は22°Sであることから、おおむね南から北への流下が推定される。明瞭な断層変位・変形は認められないものの、東壁面と西壁面の北側（東壁面E00～E07；約15cm、西壁面W00～W07；約25cm）と南側（東壁面E11～E30；約15cm、西壁面W9～W30；約15cm）で緩やかに高度が低下する。

VII層：本層は主にシルトで、層相からVIIa、VIIb、VIIcの3層に区分される。

VIIa層：灰色のシルトからなる。上位のVI層との境界に有機質シルト（VIIa-1）を挟む。トレンチ壁面全体で変形を生じており、南への逆傾斜と断層近傍で南側低下の撓曲変形が認められる。

VIIb層：暗灰～灰褐色のシルトからなる。有機質分を含み、上部から有機質シルト（VIIb-1）、灰白色粘土（VIIb-2）、有機質シルト（VIIb-3）を挟む。VIIb-1およびVIIb-3はトレンチ南側の局所的な範囲（東壁面E-26～E-29、西壁面W23～W29）に分布し、それより北側には分布しない。VIIb-2はそれらよりも広い範囲（東壁面E13～E29、西壁面W02～W29）に分布する。南への逆傾斜と断層近傍で南側低下の撓曲変形が認められる。

VIIc層：黒灰色の有機質シルトからなる。植物片、材、腐植物を含む。南への逆傾斜と断層近傍で南側低下の撓曲変形が認められる。

壁面より採取された試料を放射性炭素年代測定した結果、3780～3840年前（E15-3）および3840～3900年前（E28(EL.-1.45)）の年代値が得られた。以上から本層の堆積時期は3780～3900年前と推定される。

VIII層：緑灰色の砂および礫からなり、植物片、材を含む。上端の層厚15cm程度は砂や細礫（主に径2～5mm程度の石英）からなり、下部は団子状またはレンズ状の粘土～シルトが散在する。礫が多い層準では、石英が7割程度、泥質片岩1割程度、砂岩1割程度、砂質～結晶質片岩0.5割程度、木片0.5割程度で、礫径は2～10mm、主に垂角～垂円礫からなる。基質はシルト混じり粗粒砂からなる。南への逆傾斜と断層近傍で南側低下の撓曲変形が認められる。東壁面のE26-E27付近と西壁面のW25-W26では剪断を伴う断層面が認められ、それぞれの走向と傾斜はN74°W/70°SとN61°W/72°S～80°Sである。

壁面より採取された試料を放射性炭素年代測定した結果、4950～5010年前（E15-2）および5060～5120年前（E15-1）の年代値が得られた。以上から、本層の堆積時期は4950～5120年前と推定される。

d) ボーリング調査

氷見乙地区のボーリング調査は、トレンチでみられる断層と変形構造よりも深部の断層

を確認するため、溝状凹地を横断して6孔（SJHM-01～06孔）を掘削した。各孔の掘削長は、18～22m程度である。ボーリングの地層は、主として耕作土、火山灰（本文中は火山灰質と記載し、再堆積の可能性のある層は火山灰混じりと記載する）、地形面を構成する河川成のシルト、砂および礫、海成のシルト、本流性および支流性の砂礫から構成される。SJHM-03孔では明瞭な剪断を伴う断層面が確認され、一部の地層には傾斜した変形が認められる。層相の特徴や分布等を基に、それらの地層を上位から下位にI～VIII層のユニットに区分した。I～VIII層はトレンチ壁面のユニットと対比した。以下では、ボーリングのみでみられたIX層以下の各ユニットの特徴について略述する。ボーリングコアの写真を図13～18、ドローンLiDARとボーリングに基づく地形地質断面を図19、詳細地質断面と古地震イベントを図20に示す。また、火山灰分析の結果を表5に示す。

X層：主に緑灰色の細粒砂～極粗粒砂からなる。植物片を含み、団子状の粗粒砂やシルトを含み、石英の岩片が散在する。一部に円～亜角礫の薄層を挟む。礫は主に砂岩で、礫径2～20mmの円～亜円礫、基質はシルト混じり中粒～粗粒砂である。下位との境界は明瞭で凹凸を呈する。

XI層：主に緑灰色のシルト～礫からなる。上部は細粒砂～粗粒砂を挟むシルトを主体とし、下部は礫を主体とする。上部のシルトの層中に中粒砂～粗粒砂の薄層を複数枚挟み、団子状～レンズ状の中粒砂、亜円～亜角の細礫を含む。生物擾乱、生痕化石がみられる。下部の礫は主に砂岩で、安山岩、片岩、石英を含み、礫径2～60mm以上の円～亜円礫からなる。基質は中粒砂～粗粒砂で基質支持及び礫支持の部分からなる。下位との境界は明瞭で凹凸する。

XII層は層相の違いからXIIa層、XIIb層およびXIIc層に細分した。

XIIa：主に褐色の有機質シルト～灰白～褐灰白色の火山灰混じり細粒砂からなる。植物片を多く含み、平行葉理、生物擾乱がみられる。植物片を含み火山灰混じりシルトの薄層を挟み、下位のXIIb層の火山灰の二次堆積物とみられる。下位との境界は明瞭でほぼ水平である。

XIIb：主に灰白色の火山灰からなる。一部に砂が混じる。下位との境界は明瞭でおおむね水平である。火山灰分析の結果、鬼界—アカホヤ火山灰（K-Ah；町田・新井，2003）に対比される。

XIIc：主に暗灰色～灰褐色の有機質シルトからなる。植物片を多く含み、シルト～砂の薄層を挟む。また平行葉理（幅2～20mm）に沿って植物片を含む。一部に褐色の極細粒砂と有機質極細粒砂（植物片多い薄層）との互層（幅2～20mm）を挟む。

XIII層：主に緑灰色の細粒砂～中粒砂および礫からなる。植物片、貝殻片、円～亜角礫を含み、生物擾乱がみられ、平行葉理を有する。一部、有機質シルト、灰色のシルトの薄層を挟む。礫を主体とする部分は主に砂岩、安山岩、泥質片岩で、径2～40mmの円礫～亜円礫からなる。基質は細粒～中粒砂で礫支持である。下位との境界は明瞭で凹凸を呈する。

XIV層は層相の違いからXIVa層、XIVb層およびXIVc層に細分した。

XIVa：主に灰色の極細粒砂～砂礫からなる。まれに火山灰の薄層を挟む。また、一部シルト混じり極細粒～細礫（基質支持）からなる上方細粒化層を示す薄層を挟む。細～中粒砂に平行葉理がみられる。礫を主体とする部分は主に砂岩で径2～60mm以上の円～亜角礫からなる。基質は細粒砂～中粒砂である。下位との境界は明瞭で凹凸を呈する。

XIVb: 主に灰色の細粒砂～シルトからなる。有機質シルトを挟み、一部に団子状またはレンズ状の有意質シルト、灰色シルトまたは砂質シルトが混じり岩相は乱れる層を挟む。SJHM-03 孔には、みかけの傾斜 56° の断層が認められる。下位との境界は明瞭で凹凸を呈する。

XIVc: 主に灰色の礫からなる。有機質分、砂分を含み、団子状の灰とシルトが点在する。礫は主に砂岩、凝灰岩、安山岩で、片岩を含み、径 2～60mm 以上の円～垂角礫からなる。基質は細粒～粗粒砂で礫支持である。一部葉理に沿って径 2～4 mm の円礫や粗粒砂がみられる極細粒砂を挟む。下位との境界は明瞭で凹凸を呈する。

XV層: 主に淡緑灰～灰色の砂礫からなる。緑灰色の粘土、シルトおよび砂を挟む。礫は主に砂岩で安山岩、片岩を含み、径 2～60mm 以上の円～角礫からなる。基質は細粒～粗粒砂で礫支持である。

XVI層: 主に黄灰色のシルト混じり砂礫からなる。礫は、砂岩を主体とし、珪質岩、安山岩、石英、粘板岩、流紋岩、緑色片岩、泥質片岩、紅レン片岩などからなる。径の大きな礫は半分以上が砂岩からなる。流紋岩は最大コア長は 130mm と最も大きい。礫径は主に 2～20mm 程度以下である。基質は黄灰色のシルト混じり細粒～粗粒砂からなる。

e) 古地震イベントの認定と上下変位量

トレンチ壁面及びボーリングコアに露出した断層と地層の被覆・切断関係、撓曲変形の程度、上下変位量の差異をもとに、最近の古地震イベントを 4 回認定した。以下では、新しいものからイベント 1～4 と呼称し、それぞれの認定根拠と発年代について略述する。最新イベントのイベント 1 は主にトレンチ壁面でみられる断層変位・変形と被覆関係に基づき、イベント 2～4 はボーリングに基づく地質断面の上下変位量等を基に認定を行った。それらのイベントは、主断層から派生した北側の副断層が SJHM-02 孔と SJHM-03 孔の間に認められ、断層を挟んだ両側での上下変位量の差異や低下側を埋積して厚く堆積する地層の分布等から識別された。また、現時点では個別のイベントの詳細な発生時期が特定できていないため、ここでは暫定的な年代測定結果等を基に平均活動間隔を算出する。

イベント 1 は、トレンチ壁面にみられる南側低下の撓曲変形と断層変位により明瞭に認められる。断層は、上述のように東壁面の E26-E27 付近および西壁面の W25-W26 に認められ、両壁面での走向は $N61\sim 74^\circ W$ である。この走向は、周辺の活断層分布の一般走向 $N65^\circ E$ と斜交しており、主断層に沿う雁行亀裂の一部である可能性が高い。断層面直近の上下変位に加えて、トレンチの広い範囲で撓曲変形がみられ、VIIb 層以下の地層に変形が及んでいる。VII層上面が南北方向に水平であったと仮定した場合、トレンチの範囲の上下変位は南側低下 1.1m である。上位のVIIa 層は無層理のシルト層からなり、断層近傍では明瞭な変位・変形はみられない。しかし、トレンチ北端付近では上位のVIa 層のチャンネルに侵食されており、トレンチ全体の構造からみてVIIa 層とVIa 層が傾斜不整合の関係にあることがわかる。したがって、イベント 1 は、VIIa 層堆積後、VIa 層堆積前に生じたと判断される。

イベント 1 の発年代は、IV層から得られた 1990 ± 30 y. B. P (1994-1834 cal BP) が現時点で得られた妥当な堆積年代として最も新しく、約 2000 年前以降に限定される。ただし、この試料は、VIIa-1 層最上部の腐植質シルト薄層から採取されたバルク試料であり、古い腐植の再堆積である可能性がある。VIIa 層中のシルトからは年代が得られていない。

すなわち、イベント1の下限の年代を示すVIIa-1層の実年代はさらに新しいものと推定される。現時点での試算では、VIIb層の 2880 ± 30 y. B. PとVIIc層の 3870 ± 30 y. B. Pの年代差1000年と層厚40cmから外挿して、VIIa層上面は1400 y. B. P.前後と概算される。この年代は、年代測定試料をさらに分析して再検討する必要がある。

イベント1の上限を示す年代は、V層のチャンネル充填堆積物から産出した牡蠣と二枚貝から得られた。それぞれ、 730 ± 30 y. B. P（西暦1690年以降）と 680 ± 30 y. B. P（西暦1640年以降）である。ただし、これらの暦年についてはリザーバー効果を未補正の年代である。また、東壁面のV層からは江戸時代中期頃のきせるの吸い口、VIa層からは耳かき付きのかんざしの考古遺物が出土した。耳かき付きのかんざしは、江戸時代中期の公家であった高橋宗直が、北野天満宮の御開帳があった享保7年（1722年）に商人に作らせたことが端緒とされている（喜多村，1927）。よって、VIa層の堆積年代は、西暦1722年以降で江戸時代中期頃とみられる。以上から、イベント1の発生時期は、約2300年前から江戸時代中期以前と推定される。この年代は、従来の川上断層の最新イベントに対比される、西暦1596年文禄（慶長）伊予地震と矛盾しない。

イベント2は、X層下面を基準とした上下変位量が3.0mと計測され、VIII層下面では1.2mと計測されることから、両者の間にイベント2の存在が示される。イベント1に伴う上下変位量は、トレンチ壁面で1.1m、地質断面では1.2mと同程度であり、X層下面の3.0mの比高は累積上下変位量と判断できる。IX層は、凹地内のSJHM-03孔とSJHM-04孔にのみ層厚1.5m程度で分布する。断層の北側に位置するSJHM-01孔とSJHM-02孔では、IX層は分布していない。よって、イベント2はX層堆積後に1.8mの上下変位を伴って生じ、その後凹地を埋積してIX層が堆積したと考えられる。

イベント3は、XIIa層堆積後、XI層最下部の堆積前に生じた。XIIa層上面、XIIb層下面、XIIc層上部の腐植質シルトを基準とした上下変位量は、それぞれ5.0m、5.1m、5.4mである。XIIb層は、K-Ah火山灰層とその二次堆積物である。断層の北側と凹地内にも堆積しており、一方、上記のようにX層下面は3.0mであるため、少なくともXIIa層とX層との間にイベント3が生じたことが確実である。凹地内ではXIIa層の上位にはXI層最下部を構成する砂礫層がみられ、凹地内を埋積してまず流路堆積物が分布し、XI層の汽水性シルト層も断層北側より厚く分布する。XI層の汽水性シルト層は、珪藻分析の結果では河口域の潮間帯の環境とみられ、断層低下側の凹地に沿って堆積したとみられる。したがって、イベント3はXIIa層堆積後、XI層最下部の堆積前に生じた。以下では、5.0～5.4mの平均値である5.2mをイベント3回分の累積上下変位量と判断し、上位の累積変位量3.0mと差し引きして、イベント3に伴う上下変位量は2.2mとなる。

イベント4は、XIV層の砂礫層堆積後、XIII層堆積前に生じたと考えられる。XIV層の砂礫層は完新統の基底をなす砂礫層であり、地質断面上で全てのコアに広く分布する。上位のXIII層は、淡水性の腐植シルト及びシルトを主体とする。XIV層を基準とした累積上下変位量は6.7mであり、上述のXIIc層上部の累積変位量5.4mよりも有意に大きい。XIIc層上部は貝殻片が産出する海成層であり、珪藻分析の結果も内湾～沿岸域の古環境を示す。これらの海成層は断層の北側にも分布するため、XIIc層上部堆積時は調査地周辺の広い範囲が内湾～沿岸域であったとみられる。よって、イベント4の発生層準はこれよりも下位に位置することが確実である。一方、XIV層の直上にみられる陸生の湿地堆積物やシルト

層は、断層の北側には分布していない。これらは、イベント4で生じた凹地内を埋積したと考えられ、その後調査地周辺に浅海域が広がったと判断できる。以上から、イベント4は、XIV層堆積後、XIII層堆積前に生じた。イベント4に伴う上下変位量は、累積の6.7mからイベント3回分の累積5.2mを差し引きして、1.5mと判断した。

以上から、イベント1から4までの過去4回のイベントに伴う上下変位量は、それぞれ1.2m、1.8m、2.2m、1.5mであることが明らかとなった。これらは凹地の北側に位置する副断層による沈降成分であり、主断層を含めたトータルの地震時上下変位量ではない。そのため、いずれも厳密には最小値である。しかし、同一の断層面上で繰り返し生じた上下変位を計測しているため、川上断層の変位履歴を示す妥当な値と考えられる。4回の上下変位量は、平均1.7m、標準偏差0.4mでおおむね同程度の変位が繰り返されているが、最大で1.0m、2倍弱のばらつきを示している。各イベントに伴う変位量のばらつきは、それぞれのイベントの連動範囲や地震規模に応じた変化を示している可能性がある。

f) 平均活動間隔の推定

イベント1～4の個別の活動時期は現時点で明らかではないが、最新活動時期とK-Ahの年代から最近3回の平均活動間隔を算出した。最新活動時期は、記述のように約2000年前から江戸時代中期以前と推定される。江戸時代中期は元禄期から正徳期にあたり、一般に西暦1690～1780年頃とされる。イベント3は、K-Ah層準の直上に位置するXIIa層堆積後、XI層堆積前に生じた。XIIa層は腐植質シルトを含むシルト層であり、層厚20cm程度以下の薄層である。よって、イベント3の発生時期は、おおむねK-Ah降灰直後の約7300年前頃 (Smith et al., 2013) とみなせる。この場合、イベント3回がK-Ah降灰時の約7300年前から約2000年もしくは江戸時代中期までの間に発生したと考えることができ、平均活動間隔は2700～3600年となる。

また、最新活動時期は、既往の調査研究と同様に、西暦1596年文禄(慶長)の伊予地震に相当する可能性が高い。現時点では、最新活動時期の下限の年代は約2300年前と推定されているが、上述のように実際の地層の堆積年代はこれよりも新しい可能性が高い。したがって、最新活動時期を西暦1596年とした場合、約7300年前から約350年前に3回のイベントが生じたことになり、約3500年の平均活動間隔が推定される。

ここで推定された平均活動間隔2700～3600年は、従来の川上断層の平均活動間隔700～1300年よりも有意に長い。また、東の隣接区間である石鎚山脈北縁区間・岡村断層の平均活動間隔は1500～1800年であり、これと比較しても長い間隔となっている。これは、石鎚山脈北縁区間と石鎚山脈北縁西部区間が、それぞれ区間単独の大地震を生じる頻度の違いを示し、何回かに1回の割合で両区間の連動型イベントが生じる可能性を示唆する。一方では、令和5年度に実施した岡村断層・坂本地区の活動間隔は、11200～18200年程度であり、これらの活動間隔よりもさらに桁違いに長い。これらの活動間隔の差異を最も合理的に判断するため、今後、より詳細な個別の活動時期を明らかにするとともに、地震時上下変位量も含めて、連動型イベントの抽出と頻度の見積もりを行う必要がある。

g) トレンチでみられるイベント堆積物の検討

トレンチ壁面には、カキと二枚貝が多産するチャンネル充填堆積物(V層)がみられる。

これらの貝類は、ほぼ全てが開いた状態で産出し、細かく粉砕された破片も認められる。開いた貝類は、人間が食用とした後にゴミとして流路へ放棄したと考えられ、粉砕された状態は、流路内の流れで移動し再堆積した結果である可能性が高い。これらの貝類は何枚かのレンズ状に分布し、充填するマトリックスは泥を主体とする。一部の二枚貝には、砂が充填される様子も確認できる。これらの地層は、チャンネルの主に南壁に近い場所に3～4層みられ、トレンチ西壁面では流路の北側壁付近にも認められる。したがって、流速が高い何らかの流れによって、チャンネル全体に広がる堆積をした後、チャンネル中央付近ではV層上部の新しい流れによって侵食もしくは充填された可能性が高い。ただし、より新しい流れと貝類を含むレンズとの境界は明瞭ではなく、また、均質な泥を主体とした細粒堆積物であり、氾濫原堆積物によるものとみられる。

貝類を含むレンズのマトリックスから得た試料の微化石分析の結果、堆積当時の古環境は次のように推定された。試料名は、E24.55E.L.-0.1である。珪藻分析では化石の産出数が少ないものの、種の生態性と群集の特徴は、湿地環境を示す種が複数種産出すること、内湾性の珪藻も産出することが示唆される(表2)。また、花粉分析では、個体数が100未満と少ないものの、木本花粉の割合が高く、アカガシ亜属、ハンノキ属、マツ属が多い(表3)。草本花粉ではイネ科が多く、水生シダ植物のサンショウモが含まれる。すなわち、少数ながらも陸生の環境を示す花粉が産出する。さらに、有孔虫の分析結果からは、膠着質殻種が主に産出し、潟から内湾湾奥、汽水湖の低～中塩分汽水域であったと推定される(表4)。よって、堆積時の環境はチャンネル内の陸生湿地であった場所へ、一時的に海域から海水と内湾の底質が流入したものと考えられる。これらを踏まえると、貝類を含む泥質のレンズが少なくとも陸側からの流れによって運ばれたとは考えにくく、海側から運ばれたイベント堆積物であると判断できる。

イベント堆積物としての成因は、江戸時代中期に生じた津波もしくは高潮に伴う堆積物の可能性が考えられる。チャンネル充填堆積物内のイベント堆積物付近には、江戸時代中期のきせるの吸い口や陶器片が雑多に出土した。きせるの吸い口は、2本揃って並んだ状態で産出している。並んだ状態が流れの中で保たれるとは考えにくいため、堆積時には紐等の何らかで2本を縛った状態であったと考えられる。トレンチ壁面の表面に吸い口のみが刺さった状態で出土したため、羅宇(本体部分)や火皿はトレンチ掘削時に消失した可能性が高い。また、きせるの吸い口は真鍮製で重量がある一方で、レンズのマトリックスや上下の地層が泥を主体とするため、陸上の土石流のようなサイズが異なる粒子の混相流であった可能性が高い。

現時点では、津波堆積物か高潮に伴う堆積物のいずれかを断定できる証拠はないが、周辺で知られている歴史記録からは、西暦1707年宝永地震に伴う津波堆積物の可能性がある。西条市周辺の宝永地震に伴う沈降現象について、柴田(2017)により詳細にまとめられている。調査地の氷見乙地区直近では、宝永地震に伴う地震時の沈降量は知られていないが、調査地から北西へ約3km離れた広江村では1.0～1.5mと推定されている(柴田, 2017)。また、元禄四年春(西暦1691年)に開発された、沿岸域の深の州外新田が宝永地震の津波に伴い、木村家の居宅と共に欠潰したとされる(秋山, 1952; 九門, 1966; 柴田, 2017)。翌年に復旧工事に着手し、宝永六年(西暦1709年)に完成したが、同年秋にも高潮による被害を受け、自力に及ばないためそのままにしたとの記録があるらしい(柴田,

2017)。よって、調査地近傍においても宝永地震に伴う津波が襲来したものと考えられる。

イベント堆積物の年代は江戸時代中期頃とみられるため、現状では宝永津波に伴うものと判断できる。宝永地震の2年後にも深の州外新田では高潮による新田の被害が報告されているが、宝永津波では新田とともに居宅にも被害を生じる程であったとされる。よって、現時点で知られている限り、宝永津波に伴う被害の方が高潮被害よりも明らかに大きい。そのため、調査地のトレンチ壁面でみられる、カキ・二枚貝やきせる、陶器片など雑多なイベント堆積物は、現時点では1707年宝永地震に伴う津波による可能性があると判断した。

(c) 結論ならびに今後の課題

令和6年度は、中央構造線断層帯の石鎚山脈北縁西部区間の川上断層において、変位履歴に基づく連動性評価を実施するための基礎的なデータを野外地形地質調査により取得した。横ずれ断層に沿う上下変位量に基づく変位履歴によって過去の連動型イベントを判別する新たな評価手法を確立するため、昨年度に引き続き、川上断層で複数回の地震時変位量と平均活動間隔等を明らかにした。

石鎚山脈北縁西部区間の東端を構成する川上断層は、西条平野のプルアパート盆地の北縁を限る断層である。川上断層条の氷見乙地区において、ドローンLiDAR計測、トレンチ調査、ボーリング調査を実施した。周辺の活断層分布は、おおむね東西走向で延びる溝状凹地を形成する。トレンチ調査は、北側の断層トレースを横断して掘削し、最新活動と地震時の撓曲変形、上下変位量等を明らかにした。最新活動は、放射性炭素同位体年代測定や考古学遺物の年代から、約2300年前から江戸時代中期以前と推定される。この年代は、従来の川上断層の最新イベントに対比される、西暦1596年文禄（慶長）伊予地震と矛盾しない。また、トレンチ壁面では、最新活動層準を覆うチャンネル堆積物を充填するイベント堆積物がみいだされた。このイベント堆積物は、カキ、二枚貝、きせるの吸い口、陶器片などを含む雑多な堆積物であり、マトリクスは泥と砂からなる。微化石分析の結果、陸生植物の花粉、珪藻分析では湿地及び内湾の混合種、有孔虫では底生有孔虫を含む潟から内湾湾奥の汽水性種が検出された。マトリクスに含まれる江戸時代中期の遺物や周辺の歴史記録から判断して、このイベント堆積物は西暦1707年宝永地震に伴う津波による可能性がある。

さらに、調査地の凹地を横断する群列ボーリング調査の結果、深さ約20mまでの地質断面において、過去4回の古地震イベントが検出された。個別のイベント発生時期は特定できていないが、K-Ah火山灰降灰以降に3回のイベントが認められ、平均活動間隔は2700～3600年と推定される。各イベントに伴う上下変位量は、新しいものからイベント1：1.2m、イベント2：1.8m、イベント3：2.2m、イベント4：1.5mと計測された。これらは、平均 $1.7\text{m} \pm 0.4\text{m}$ であり、おおむね同程度の変位が繰り返されているが、最大で1m、2倍弱のばらつきを示している。これらの変位量の差は、連動型イベントの範囲を反映している可能性もある。したがって、今後、個別の正確な活動時期に基づき詳細な変位履歴を復元し、周辺断層との連動型イベントの判別や頻度の推定を詳しく行う必要がある。

以上のように、令和6年度は昨年度に引き続き、横ずれ断層によるプルアパート盆地を伴う活動区間境界付近において、上下変位の変位履歴から連動型イベントを判別する手法

を検討した。中央構造線断層帯全体の連動性評価を高い信頼度で行うためには、引き続き調査手法を改良し、多地点で効率的に多数回の変位履歴を復元していく必要がある。さらに、これまでの連動型地震の発生確率算出はポアソン過程に基づいて実施しており、BPTモデルなど他の統計モデルによる評価手法も持続的に検討し、連動確率算出手法の高度化を図っていく必要がある。

謝辞：野外調査の実施にあたり愛媛県県民環境部危機管理課、西条市経営戦略部危機管理課の各位にご協力を頂きました。掘削調査地の地権者及び耕作者の方々には、調査の趣旨をご理解頂き、土地の使用と掘削をご快諾頂きました。西条市氷見乙トレンチでは、出土した考古学的遺物を愛媛県教育委員会ならびに西条市教育委員会に鑑定いただいた。きせるの年代については、たばこと塩の博物館・西田亜未氏に貴重な文献をご教示いただいた。広島大・奥村晃史氏、四国総研・池田倫治氏ら諸氏に、壁面の解釈や周辺の地形地質について有益な議論を頂きました。皆様に記して御礼申し上げます。

(d) 引用文献

- 秋山英一，西條干拓史，西條干拓史刊行會，1952.
- 榎原雅治，文禄五年豊後地震に関する文献史学からの検討，日本歴史，865，18-36，2020.
- 後藤秀昭・中田 高，四国の中央構造線活断層系：詳細断層線分布図と資料，広島大学総合地誌研究資料センター，35，2000.
- 石橋克彦，同時代史料による文禄五年閏七月九日（1596.9.1）の伊予・豊後地震，地震第2輯，72，69-89，2019.
- 喜多村信節，嬉遊笑覧 上，成光館出版部，pp. 566，1927.
- 古泉 弘，日本考古学ときせるの研究史，「VOCと日蘭交流 VOC遺跡の調査とたばこ」，たばこと塩の博物館研究紀要10号，
- 九門範政，西条市誌，西条市役所，418-427，1966.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会，「中央構造線断層帯（金剛山地東縁一由布院）の長期評価(第二版)」，162pp，2017.
- 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，336pp，2003.
- 中田 高・後藤秀昭・岡田篤正・堤 浩之・丹羽俊二，1:25,000都市圏活断層図「西条」，国土地理院，1998.
- Ramsey, C.B., Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: the OxCal program. Radiocarbon, 37(2), 425-430, 1995.
- Ramsey, C.B., Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360, 2009
- Reimer, P., Austin, W., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P., Bronk Ramsey, C., Butzin, M., Cheng, H., Edwards, R., Friedrich, M., Grootes, P., Guilderson, T., Hajdas, I., Heaton, T., Hogg, A., Hughen, K., Kromer, B., Manning, S., Muscheler,

R., Palmer, J., Pearson, C., van der Plicht, J., Reimer, R., Richards, D., Scott, E., Southon, J., Turney, C., Wacker, L., Adolphi, F., Büntgen, U., Capano, M., Fahrni, S., Fogtmann-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A., and Talamo, S., The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kBP). *Radiocarbon*, 62, 2020.

産業技術総合研究所(2021) 活断層データベース 2021年7月13日版.

<https://gbank.gsj.jp/activefault/>

柴田 亮, 1707年宝永地震の地殻変動を示唆する史料, *歴史地震*, 32, 1-17, 2017.

Smith, V. C., R. A. Staff, S. P. E. Blockley, C. Bronk Ramsey, T. Nakagawa, D. F. Mark, K. Takemura and T. Danhara, Identification and correlation of visible tephras in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: chronostratigraphic markers for synchronising of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150 ka. *Quaternary Science Reviews*, 67, 121-137, 10.1016/j.quascirev.2013.01.026, 2013.

堤 浩之・岡田篤正・後藤秀昭・松木宏彰, 中央構造線活断層帯川上断層の完新世後期における活動履歴, *活断層研究*, 19, 77~86, 2000.

宇佐美龍夫・石井 寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子, 「日本被害地震総覧 599-2012」, 東京大学出版会, 東京, 694p, 2013.

表1 西条市氷見乙地区における放射性炭素同位体年代測定の結果

Beta	sample name	マテリアル/前処理	Conventional Age	暦年代校正	IRMS 613C	Unit
734147	E28 (EL.-1.45)	(Organic sediment): acid washes	3870 +/- 30 BP	(86.8%)2461 - 2279 cal BC(4411 - 4229 cal BP) (5.5%)2251 - 2228 cal BC(4201 - 4178 cal BP) (3.1%)2222 - 2207 cal BC(4172 - 4157 cal BP)	-29.48o/oo	VIIc
734146	E28 (EL.-1.3)	(Organic sediment): acid washes	3570 +/- 30 BP	(75.8%)1982 - 1874 cal BC(3932 - 3824 cal BP) (8.6%)2022 - 1992 cal BC(3972 - 3942 cal BP) (6.9%)1843 - 1818 cal BC(3793 - 3768 cal BP) (4.1%)1798 - 1776 cal BC(3748 - 3726 cal BP)	-28.4o/oo	VIIb-2
734145	E28 (EL.-1.1)	(Organic sediment): acid washes	2880 +/- 30 BP	(85.6%)1128 - 971 cal BC(3078 - 2921 cal BP) (3.6%)1195 - 1172 cal BC(3145 - 3122 cal BP) (3.4%)955 - 932 cal BC(2905 - 2882 cal BP) (2.8%)1160 - 1143 cal BC(3110 - 3093 cal BP)	-27.05o/oo	VIIb(中部)
734144	E28 (EL.-0.85)	(Organic sediment): acid washes	3290 +/- 30 BP	(95.4%)1621 - 1499 cal BC(3571 - 3449 cal BP)	-25.28o/oo	VIIa(下部)
734143	E26.6 (EL.-0.45)	(Organic sediment): acid washes	1990 +/- 30 BP	(88.1%)44 cal BC - 84 cal AD(1994 - 1866 cal BP) (7.3%)95 - 116 cal AD(1855 - 1834 cal BP)	-27.35o/oo	VIIa-1
734142	E24.5 (EL.-0.2)	(Shell): acid etch	730 +/- 30 BP	(95.4%)1640 - 1940 cal AD(310 - 10 cal BP)	.72o/oo	V
734141	E24 (EL.-0.2)	(Shell): acid etch	680 +/- 30 BP	(95.4%)1687 - Post 1950 cal AD(263 - Post 0 cal BP)	-.14o/oo	V
732811	E15-10	(Organic sediment): acid washes	1490 +/- 30 BP	(95.4%)545 - 642 cal AD(1405 - 1308 cal BP)	-25.65o/oo	IIIa
732810	E15-9	(Organic sediment): acid washes	1860 +/- 30 BP	(94.2%)119 - 243 cal AD(1831 - 1707 cal BP) (1.2%)86 - 93 cal AD(1864 - 1857 cal BP)	-24.83o/oo	IV(上部)
732809	E15-8	(Organic sediment): acid washes	1530 +/- 30 BP	(68.5%)527 - 603 cal AD(1423 - 1347 cal BP) (26.8%)434 - 519 cal AD(1516 - 1431 cal BP)	-25.31o/oo	IV(下部)
732808	E15-7	(Organic sediment): acid washes	2780 +/- 30 BP	(75.7%)1006 - 889 cal BC(2956 - 2839 cal BP) (19.7%)881 - 833 cal BC(2831 - 2783 cal BP)	-25.5o/oo	VIIa(中部)
732807	E15-6	(Organic sediment): acid washes	2790 +/- 30 BP	(83.5%)1011 - 891 cal BC(2961 - 2841 cal BP) (11.9%)879 - 835 cal BC(2829 - 2785 cal BP)	-27.08o/oo	VIIb(上部)
732806	E15-5	(Plant material): acid/alkali/acid	2120 +/- 30 BP	(84.4%)203 - 49 cal BC(2153 - 1999 cal BP) (11%)345 - 315 cal BC(2295 - 2265 cal BP)	-27.19o/oo	VIIb(中部)
732805	E15-4	(Organic sediment): acid washes	3730 +/- 30 BP	(93.7%)2203 - 2031 cal BC(4153 - 3981 cal BP) (1.7%)2270 - 2259 cal BC(4220 - 4209 cal BP)	-27.81o/oo	VIIb(下部)
732804	E15-3	(Organic sediment): acid washes	3810 +/- 30 BP	(81.1%)2345 - 2188 cal BC(4295 - 4138 cal BP) (12.2%)2183 - 2140 cal BC(4133 - 4090 cal BP) (2.2%)2400 - 2381 cal BC(4350 - 4331 cal BP)	-25.34o/oo	VIIc
732803	E15-2	(Organic sediment): acid washes	4980 +/- 30 BP	(88.4%)3803 - 3651 cal BC(5753 - 5601 cal BP) (6.8%)3910 - 3876 cal BC(5860 - 5826 cal BP) (.2%)3930 - 3929 cal BC(5880 - 5879 cal BP)	-25.91o/oo	VII (E15-1より 上位)
732802	E15-1	(Organic sediment): acid washes	5090 +/- 30 BP	(60%)3883 - 3796 cal BC(5833 - 5746 cal BP) (35.4%)3964 - 3890 cal BC(5914 - 5840 cal BP)	-24.86o/oo	VII (E15-2より 下位)

表 2 珪藻分析の結果

種 類	生態性			環境 指標種	E24.55 E. L.		E28 E. L.		SJHM-03		
	塩分	pH	流水		-0.1 :ID13	-0.55 :ID18	-1.45 :ID25	6.09- :ID28	7.79- :ID31	11.52- :ID34	14.49- :ID37
<i>Auliscus</i> spp.	Euh			B	-	-	-	-	1	-	-
<i>Campylodiscus ralfsii</i> W. Smith	Euh			A	-	-	-	-	1	-	-
<i>Campylodiscus</i> spp.	Euh			A, B	-	-	-	-	3	-	-
<i>Coccinodiscus</i> spp.	Euh			A	-	-	-	1	-	-	-
<i>Fallacia nummularia</i> (Grev.) D. G. Mann	Euh			A, B	-	-	-	-	2	-	-
<i>Navicula</i> aff. <i>gieskesii</i> Cholnoky	Euh			A, B	-	-	-	-	1	-	-
<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cleve	Euh			A, B	4	-	-	-	-	-	-
<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cleve Large Type (>30μ)	Euh			A, B	1	-	-	-	-	-	-
<i>Podosira</i> spp.	Euh			A, B	1	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia</i> spp.	Euh			A	-	-	-	-	1	-	-
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grun.) Grunow	Euh			A, B	-	-	-	-	12	-	-
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehr.) Cleve	Euh			A	-	-	-	-	3	-	-
<i>Thalassiosira lineata</i> Jouse	Euh			A	-	-	-	-	1	-	-
<i>Trachyneis aspera</i> (Ehr.) Cleve	Euh			A	-	-	-	-	2	-	-
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg	Euh-Meh			C1	-	3	-	-	3	3	-
<i>Cyclotella striata</i> (Kuetz.) Grunow	Euh-Meh			B	-	3	-	-	3	5	-
<i>Cyclotella</i> spp.	Euh-Meh			B	-	1	-	-	-	-	-
<i>Delphineis surirella</i> var. <i>australis</i> (Ehr.) Andrews	Euh-Meh			B	-	-	-	-	2	-	-
<i>Diploneis smithii</i> (Breb. ex W. Smith) Cleve	Euh-Meh			E2	-	1	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia sigma</i> (Kuetz.) W. Smith	Euh-Meh			E2	-	-	-	-	1	-	-
<i>Petronis latissima</i> (Breb.) Stickle & D. G. Mann	Euh-Meh			B	-	-	-	2	1	-	-
<i>Achnanthes haukiana</i> Grunow	Meh			D1	-	-	-	-	1	-	-
<i>Achnanthes</i> spp.	Meh				-	-	-	-	2	-	-
<i>Nitzschia cocconeiformis</i> Grunow	Meh			E1	8	32	-	-	3	7	-
<i>Nitzschia compressa</i> (Bailey) Boyer	Meh			E1	-	-	-	-	7	2	-
<i>Nitzschia granulata</i> Grunow	Meh			E1	3	13	-	-	21	5	-
<i>Nitzschia levidensis</i> (W. Smith) Grunow	Meh			E1	2	24	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia plana</i> W. Smith	Meh			D1, E1	-	3	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia</i> spp.	Meh				-	12	-	-	-	-	-
<i>Opephora martyi</i> Heribaud	Meh			D1	-	-	-	1	-	-	-
<i>Pseudopodosira kosugii</i> Tanimura et Sato	Meh			D1, E1	-	-	-	-	10	-	-
<i>Terpsionoe americana</i> (Bail.) Ralfs	Meh			D1, E1	-	-	-	-	14	-	-
<i>Nitzschia palea</i> (Kuetz.) W. Smith	Ogh-Meh	ind	ind	S	-	-	-	1	-	-	-
<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehr.) Mueller	Ogh-Meh	al-il	ind	U	3	8	-	-	-	-	-
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen	Ogh-ind	al-il	l-bi	M, U	1	-	-	-	-	-	-
<i>Aulacoseira</i> spp.	Ogh-unk	unk	l-ph	U	-	-	1	-	-	-	-
<i>Cocconeis</i> spp.	Ogh-unk	unk	unk		-	3	-	-	-	-	-
<i>Cymbella amphioxys</i> (Kuetz.) Cleve	Ogh-ind	ind	l-ph		-	-	-	-	1	-	-
<i>Cymbella naviculiformis</i> Auerswald	Ogh-ind	ind	ind	O	-	3	-	-	-	-	-
<i>Cymbella tumida</i> (Breb. ex Kuetz.) Van Heurck	Ogh-ind	al-il	ind	T	1	3	-	-	-	-	-
<i>Cymbella</i> spp.	Ogh-unk	unk	unk		1	3	-	-	-	-	-
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve	Ogh-ind	al-il	ind		1	-	-	-	-	-	-
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabenh.) D. G. Mann	Ogh-ind	ind	ind	T	7	17	-	-	-	-	-
<i>Eunotia pectinalis</i> (Dillwyn) Rabenhorst	Ogh-hob	ac-il	ind	O, T	-	-	3	-	-	-	-
<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>minor</i> (Kuetz.) Rabenhorst	Ogh-hob	ac-il	ind	O	-	-	13	-	-	-	-
<i>Eunotia serra</i> Ehrenberg	Ogh-hob	ac-bi	l-bi	P	-	-	3	-	-	-	-
<i>Eunotia</i> spp.	Ogh-unk	unk	unk		-	4	3	-	-	-	4
<i>Fragilaria</i> spp.	Ogh-unk	unk	unk		-	10	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg	Ogh-ind	ind	ind	U	-	1	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	Ogh-ind	al-il	l-ph	O, U	-	8	3	-	-	-	-
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kuetz.) Kuetzing	Ogh-ind	ind	ind	U	3	-	11	-	-	-	-
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grunow	Ogh-ind	al-il	ind	RA, U	-	2	-	-	-	-	-
<i>Neidium ampliatum</i> (Ehr.) Krammer	Ogh-ind	ind	l-ph	O	4	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia acrosphaera</i> W. Smith	Ogh-ind	al-il	l-ph	N, O, U	1	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia divergens</i> W. Smith	Ogh-hob	ac-il	l-ph	O	-	-	2	-	-	-	-
<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg	Ogh-ind	ac-il	ind	O	1	-	3	-	-	-	-
<i>Pinnularia macilenta</i> (Ehr.) Cleve	Ogh-hob	ac-il	l-ph	O	1	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitz.) Ehrenberg	Ogh-ind	ind	ind	O	2	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia</i> spp.	Ogh-unk	unk	unk		3	-	-	-	-	-	8
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) Mueller	Ogh-ind	al-il	ind	O, U	5	-	-	-	-	-	-
<i>Sellaphora pupula</i> (Kuetz.) Mereschkowsky	Ogh-ind	ind	ind	S, U	3	-	-	-	-	-	-
<i>Stauroneis tenera</i> Hustedt	Ogh-ind	ind	ind	RB	1	-	-	-	-	-	-
<i>Stauroneis</i> spp.	Ogh-unk	unk	unk		1	-	-	-	-	-	-
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kuetzing	Ogh-ind	ac-il	l-bi	O, T	-	-	42	-	-	-	-
<i>Tabellaria ventricosa</i> Kuetzing	Ogh-hob	ac-il	l-bi	T	-	-	113	-	-	-	-
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kuetzing	Ogh-hob	ac-il	l-bi	T	-	-	21	-	-	-	-
海水生種					6	0	0	1	9	18	0
海水～汽水生種					0	8	0	2	9	9	0
汽水生種					13	84	0	1	58	14	0
淡水～汽水生種					3	8	0	1	0	0	0
淡水生種					35	54	218	0	0	1	12
珪藻化石総数					57	154	218	5	76	42	12

凡例

塩分:塩分濃度に対する適応性 pH:水素イオン濃度に対する適応性 流水:流水に対する適応性

Euh :海水生種 al-bi:真アルカリ性種 l-bi:真止水性種

Euh-Meh:海水生種-汽水生種 al-il:好アルカリ性種 l-ph:好止水性種

Meh :汽水生種 ind :pH不定性種 ind :流水不定性種

Ogh-Meh:淡水生種-汽水生種 ac-il:好酸性種 r-ph:好流水性種

Ogh-hil:貧塩好塩性種 ac-bi:真酸性種 r-bi:真流水性種

Ogh-ind:貧塩不定性種 unk :pH不明種 unk :流水不明種

Ogh-hob:貧塩嫌塩性種

Ogh-unk:貧塩不明種

・環境指標種

A:外洋指標種 B:内湾指標種 C1:海水藻場指標種 C2:汽水藻場指標種

D1:海水砂質干潟指標種 D2:汽水砂質干潟指標種

E1:海水泥質干潟指標種 E2:汽水泥質干潟指標種 F:淡水底生種群(以上は小杉,1988)

G:淡水浮遊生種群 H:河口浮遊性種群 J:上流性河川指標種 K:中～下流性河川指標種

L:最下流性河川指標種群 M:湖沼浮遊性種群 N:湖沼沼沢湿地指標種

O:沼沢湿地付着生種 P:高層湿原指標種群 Q:陸域指標種群(以上は安藤,1990)

S:好汚濁性種 U:広適応性種 T:好清水性種(以上はAsai and Watanabe,1995)

R:陸生珪藻(RA:A群, RB:B群, RI:未区分、伊藤・堀内,1991)

表3 花粉分析の結果

	E24.55		E28			SJHM-03			
	E. L.		E. L.			6.09-	7.79-	11.52-	14.49-
	-0.1 :ID12	-0.55 :ID17	-1.45 :ID24	6.12 :ID27	7.83 :ID30	11.55 :ID33	14.53 :ID36		
木本花粉									
モミ属	7	2	-	-	1	18	-		
ツガ属	3	14	4	-	-	4	-		
トウヒ属	3	-	-	-	-	-	-		
マツ属複雑管束亜属	9	7	2	-	-	1	-		
マツ属 不明	11	18	2	2	-	10	-		
スギ属	2	12	3	-	-	3	-		
イチイ科-イヌガヤ科-ヒノキ科	1	28	9	-	-	4	-		
ヤマモモ属	1	2	-	-	-	-	-		
サウゲルミ属-クルミ属	-	-	-	-	-	2	-		
クマシデ属-アサダ属	2	7	1	-	-	6	-		
ハンノキ属	26	1	63	1	-	2	4		
ブナ属	3	3	-	1	-	6	-		
コナラ属コナラ亜属	6	19	10	2	1	21	-		
コナラ属アカガシ亜属	31	86	41	2	1	73	1		
クリ属	-	2	-	-	-	-	-		
シイ属	1	28	6	1	-	4	-		
ニレ属-ケヤキ属	2	1	1	-	1	7	-		
エノキ属-ムクノキ属	2	1	4	-	1	15	-		
ウルシ属	-	-	-	-	-	2	-		
カエデ属	-	1	-	-	-	-	-		
トチノキ属	-	1	-	-	-	-	-		
ブドウ属	1	-	-	-	-	-	-		
ツタ属	-	-	1	-	-	-	-		
ツバキ属	-	-	-	-	-	1	-		
ウコギ科	-	-	-	-	-	1	-		
イボタノキ属	-	-	1	-	-	-	-		
草本花粉									
ガマ属	-	-	8	-	-	-	-		
ミクリ属	-	-	12	-	-	-	-		
イネ科	25	28	1	-	-	1	-		
カヤツリグサ科	1	15	2	-	-	-	-		
アカザ科	2	-	-	-	-	-	-		
ナデシコ科	1	-	-	-	-	-	-		
キンポウゲ科	1	-	-	-	-	-	-		
アブラナ科	1	-	-	-	-	-	-		
イチビ属	1	-	-	-	-	-	-		
ヨモギ属	-	3	-	-	-	6	-		
キク亜科	1	-	-	-	-	-	-		
不明花粉									
不明花粉	1	1	2	-	-	1	-		
シダ植物胞子									
サンショウモ	4	-	-	-	-	-	-		
他のシダ植物胞子	25	17	9	1	6	8	40		
合計									
木本花粉	111	233	148	9	5	180	5		
草本花粉	33	46	23	0	0	7	0		
不明花粉	1	1	2	0	0	1	0		
シダ植物胞子	29	17	9	1	6	8	40		
総花粉・胞子	173	296	180	10	11	195	45		

表 4 有孔虫分析の結果

ID loc sample	14 - E24.55(EL.-01)	19 - E28(EL.-0.55)	35 SJHM-03 11.52-11.55
膠着質殻種			
<i>Haplophragmoides canariensis</i> (d'Orbigny)	21		
<i>Miliammina fusca</i> (Brady)	13		
<i>Trochammina</i> cf. <i>japonica</i> Ishiwada			4
<i>Trochammina</i> spp.		1	2
石灰質殻種			
<i>Ammonia beccarii</i> (Linne)	2		60
<i>Elphidium</i> sp.			1
合計	36	1	67

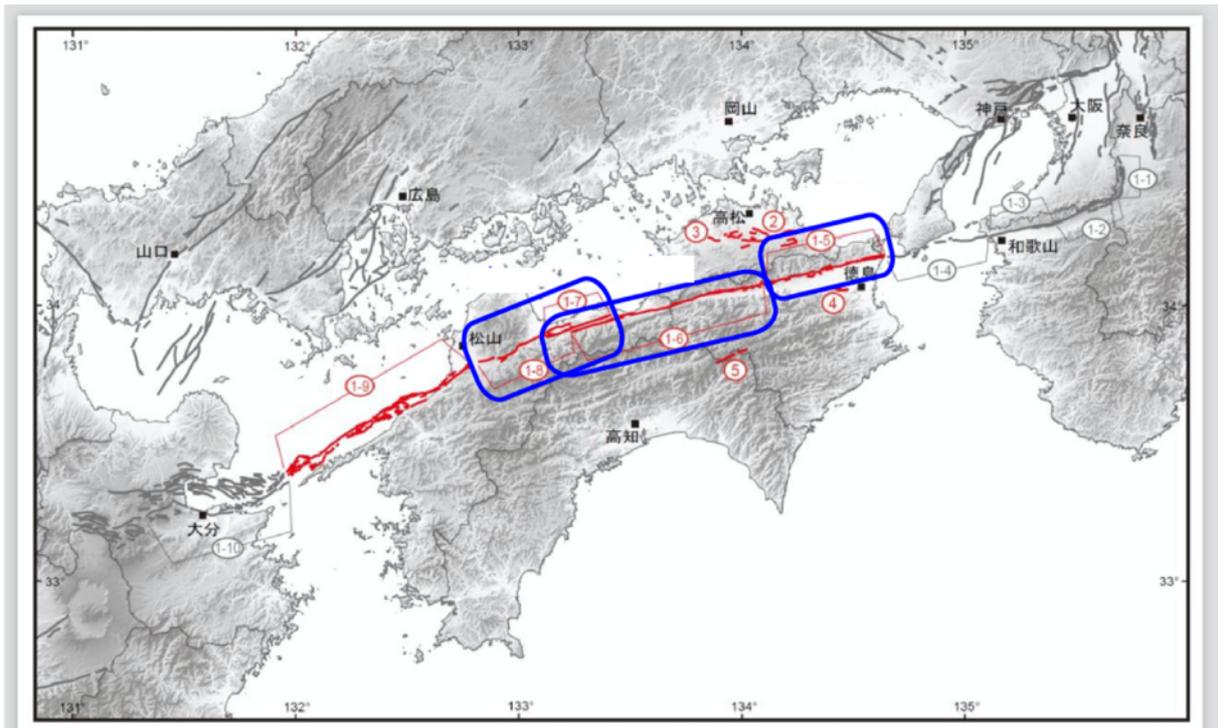


図1 中央構造線断層帯（四国）の位置と本研究で対象とする活動区間。
地震調査研究推進本部地震調査委員会（2017）に加筆。

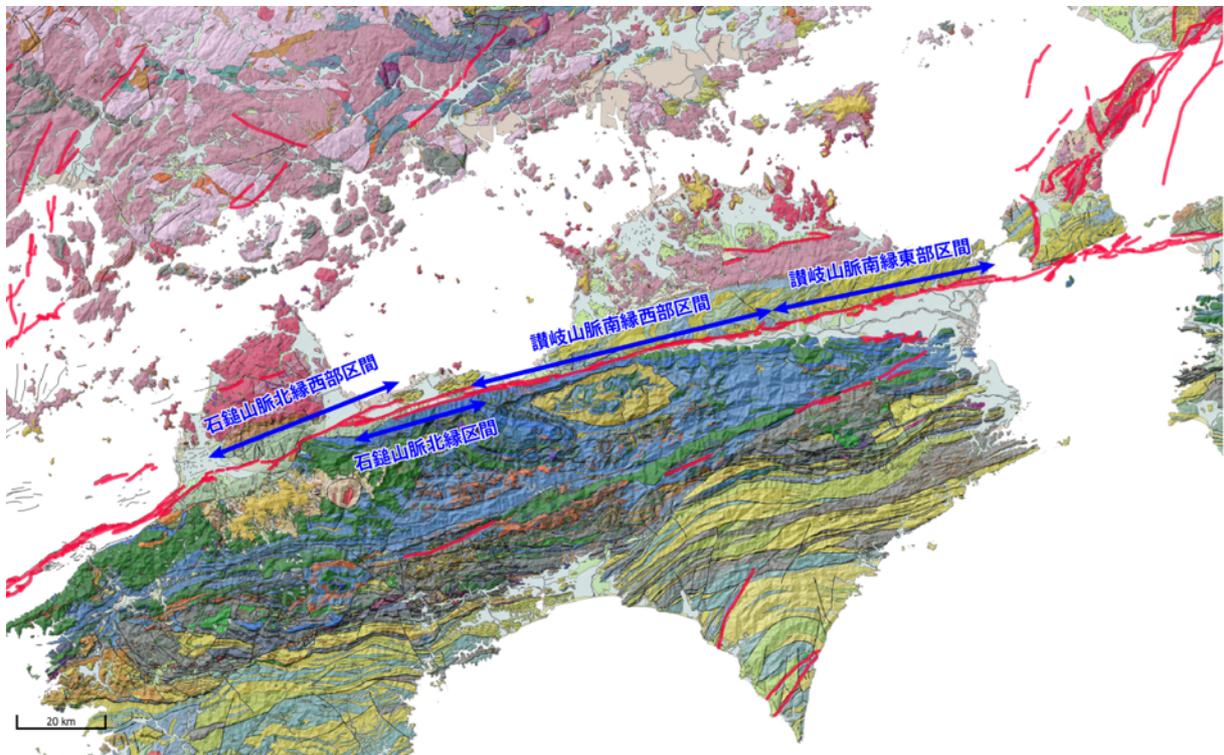


図2 中央構造線断層帯・讃岐山脈南縁東部区間及び西部区間の分布と位置。
基図は、産総研活断層データベース・地質図Navi、国土地理院陰影起伏図。

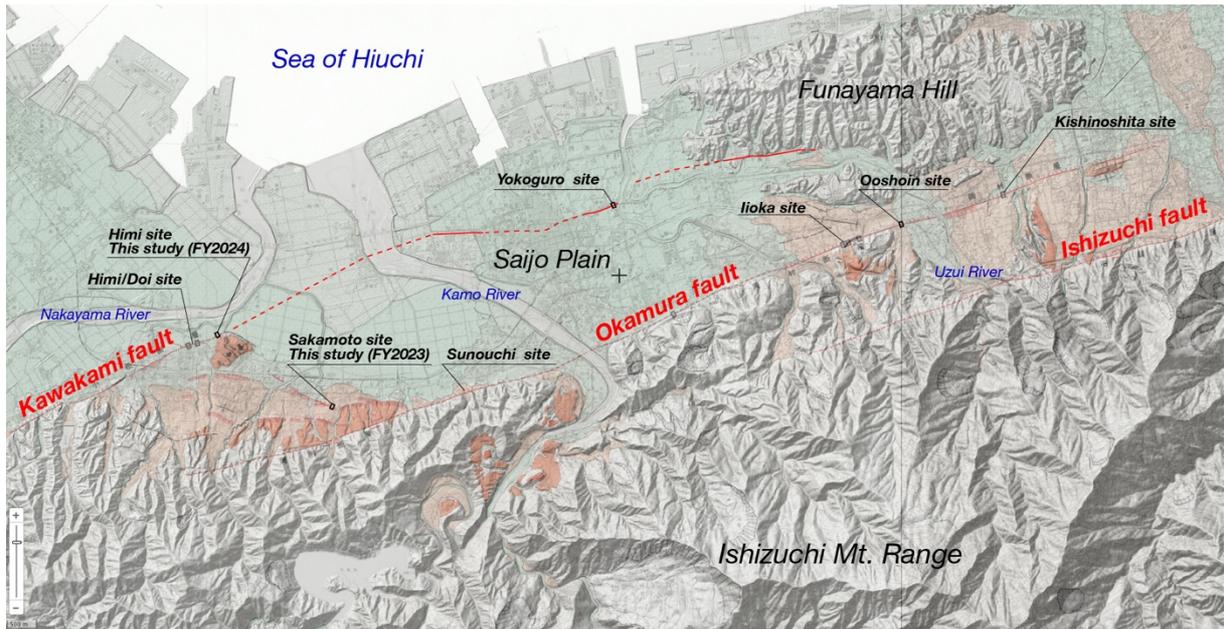


図3 石鎚山脈北縁区間と石鎚山脈北縁西部区間の境界付近の活断層分布。
 国土地理院・地理院活断層図（中田・他，1998；堤・他，2000）に加筆。

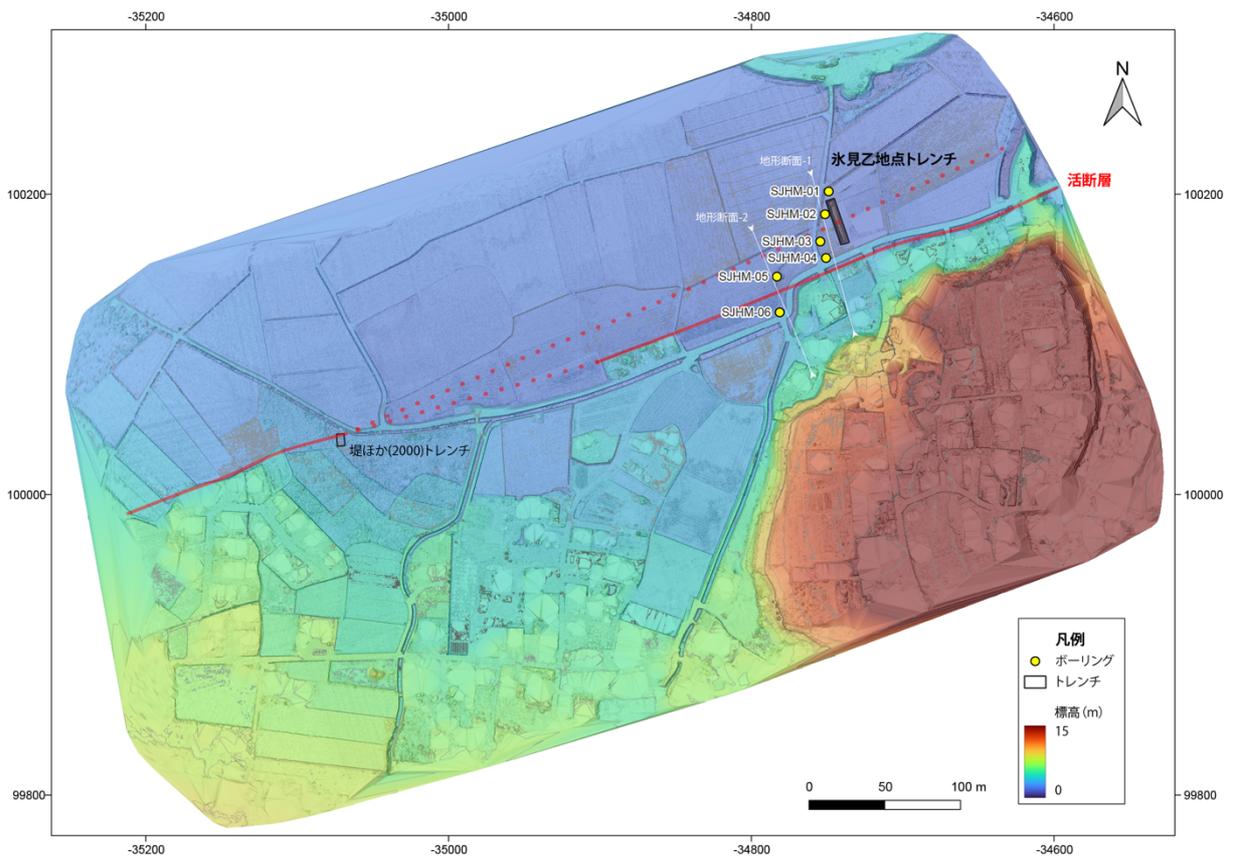


図4 西条市氷見乙地区周辺の高精細DEMと調査位置。
 活断層線を赤色線（ドットは伏在断層）で示す。基図はドローンLiDARによる0.1mメッシュDEM。

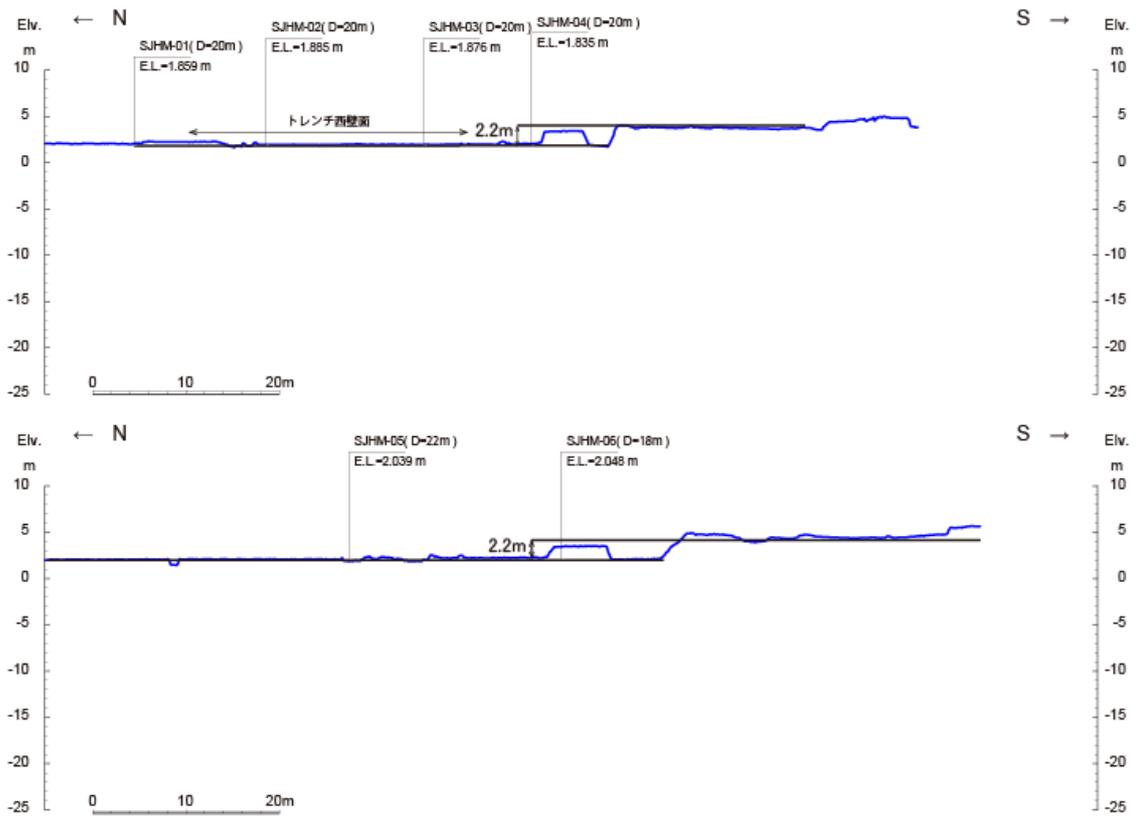


図5 西条市氷見乙地区周辺の地形断面図。
 上段が地形断面-1、下段が地形断面-2。測線位置は図4に示す。

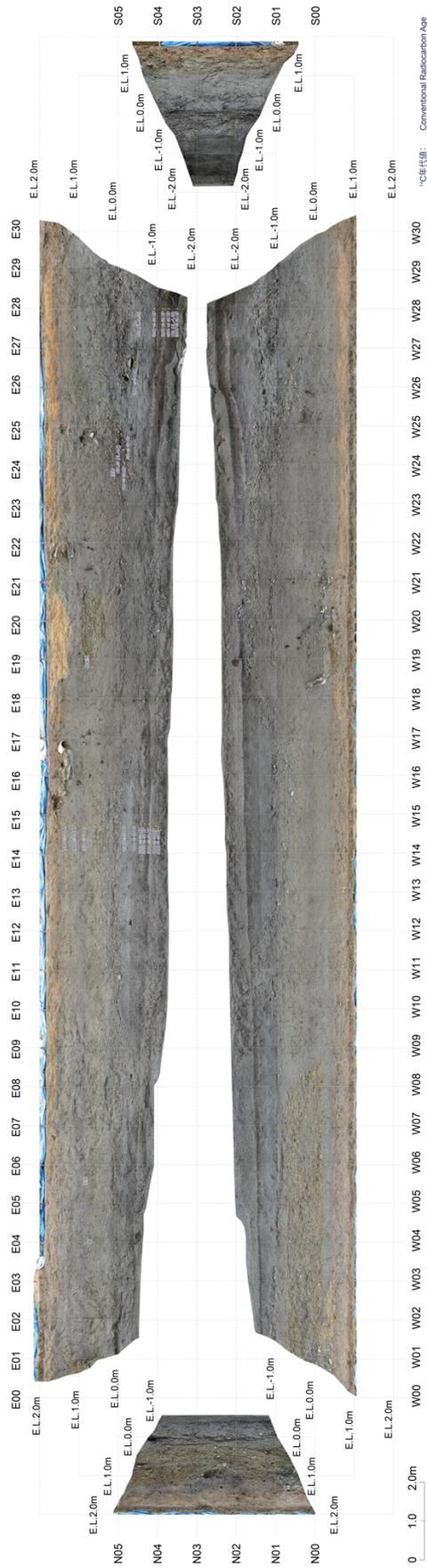


図6 西条市氷見乙地区トレンチの写真（展開図）。



図7 西条市氷見乙地区トレンチの写真（東壁面）。

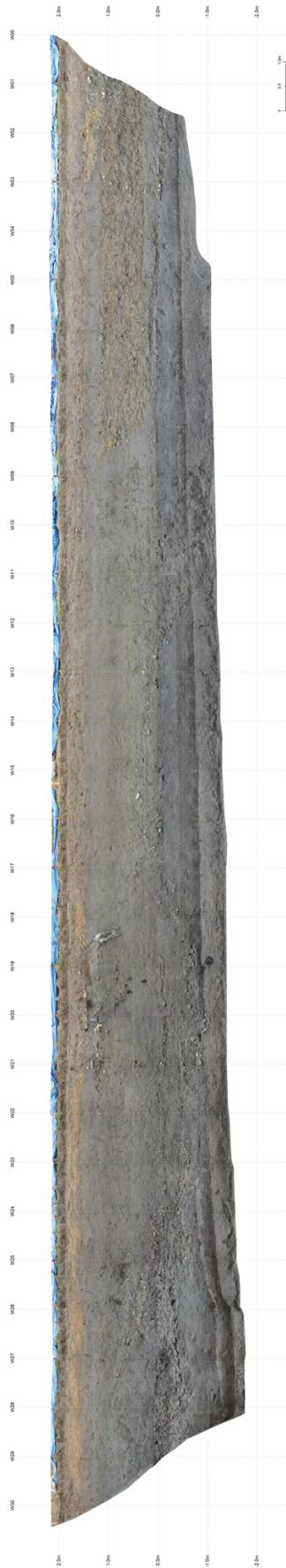


図8 西条市氷見乙地区トレンチの写真（西壁面）。

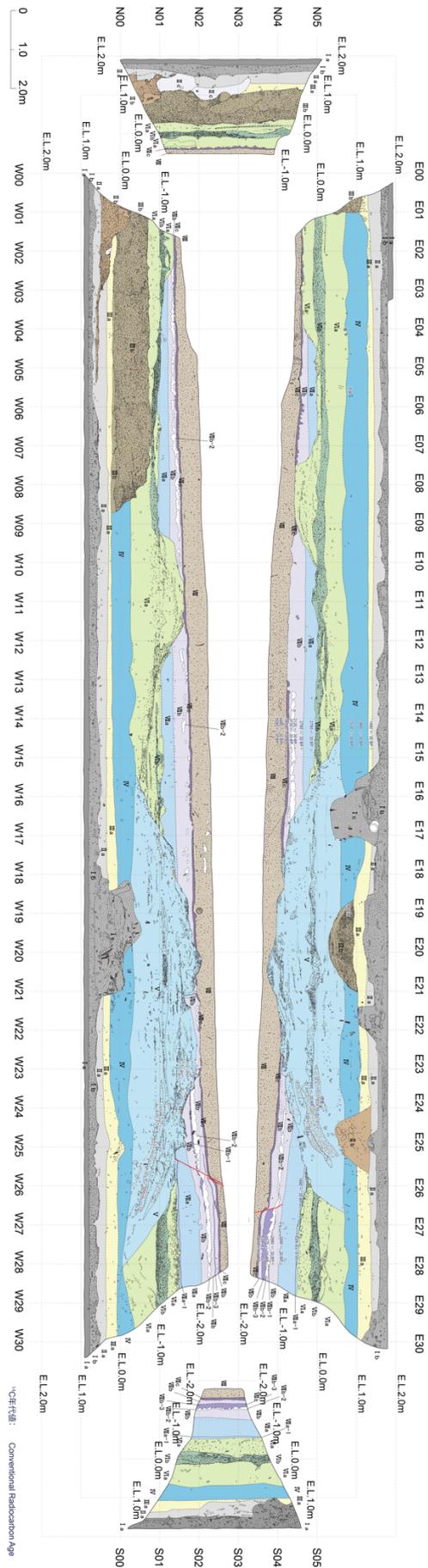


図9 西条市氷見乙地区トレンチのスケッチ（展開図）。

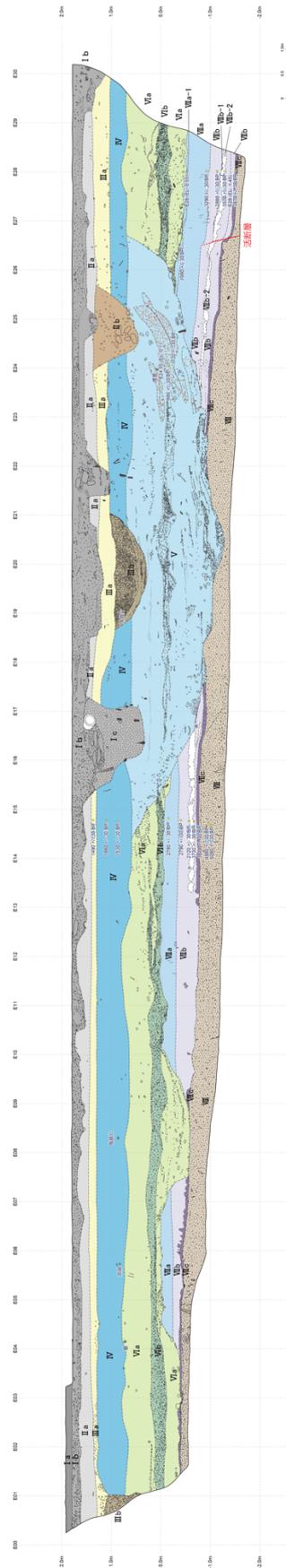


図 10 西条市氷見乙地区トレンチのスケッチ（東壁面）。

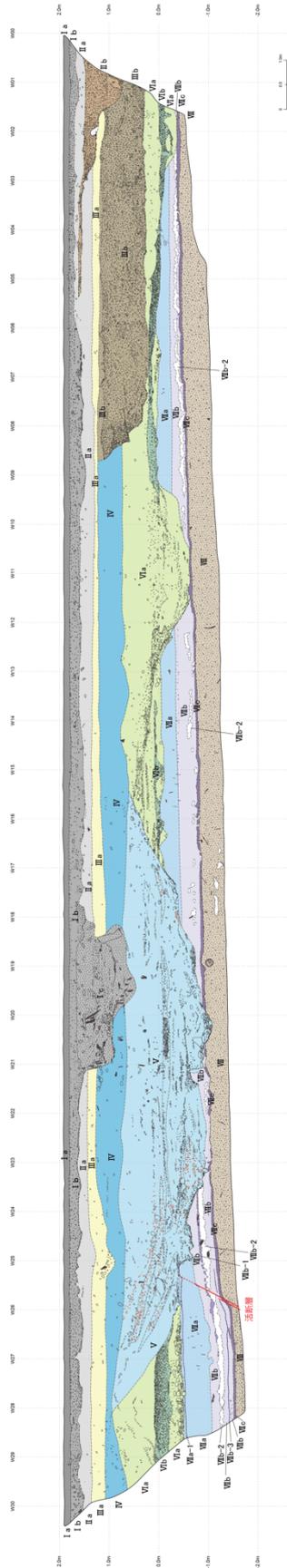


図 11 西条市氷見乙地区トレンチのスケッチ（西壁面）。

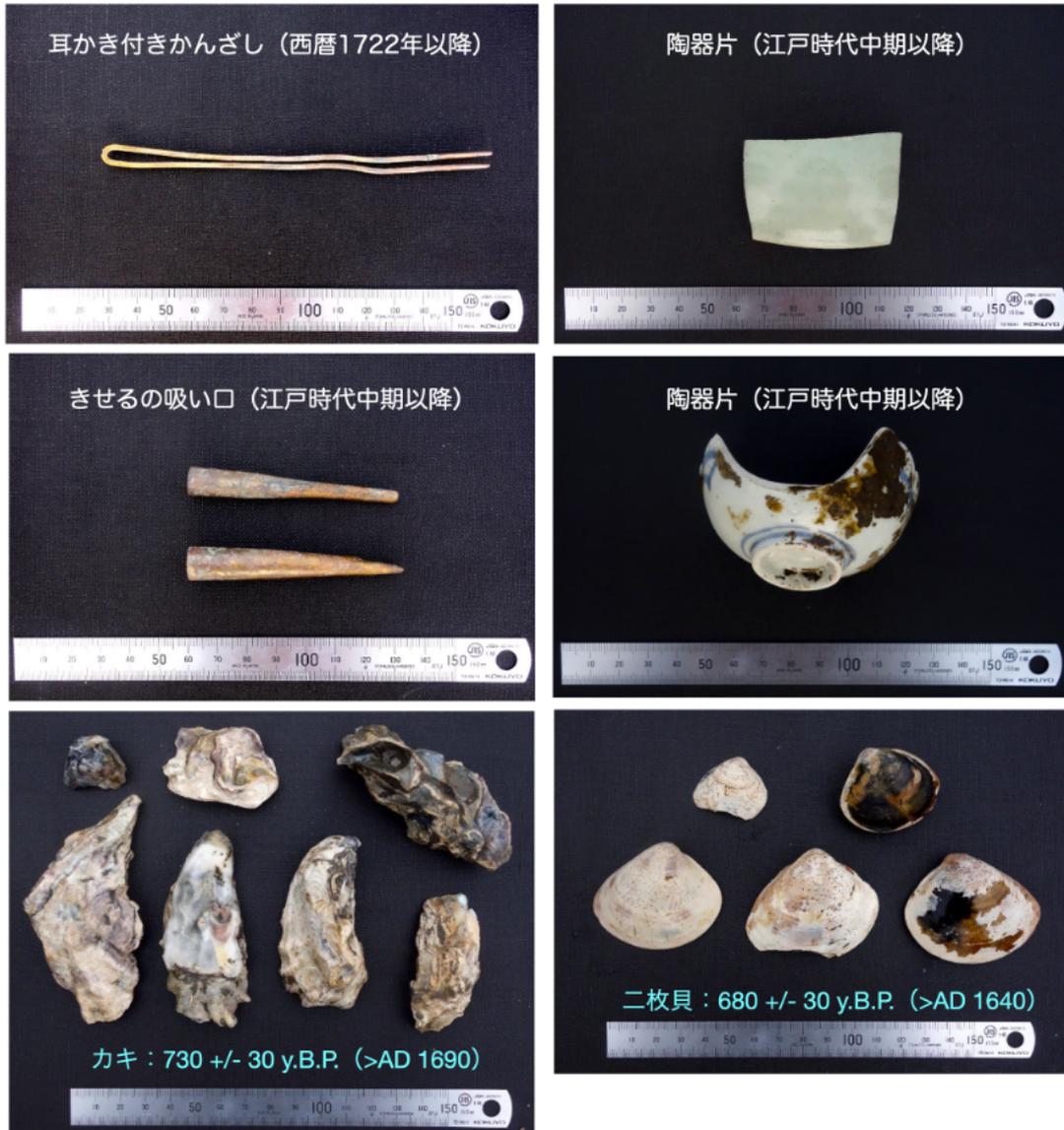


図 12 西条市氷見乙地区トレンチから産出した遺物と生物遺骸。
 考古学的遺物の年代は、主に愛媛県教育委員会、西条市教育委員会による。

調査件名：令和6年度中央構造線断層帯の変位履歴調査
調査孔名：SJHM-01 深度：0.00～20.00 m



図 13 西条市氷見乙地区におけるボーリングコア（SJHM-01 孔）の写真。

調査件名：令和6年度中央構造線断層帯の変位履歴調査
調査孔名：SJHM-02 深度：0.00～20.00 m

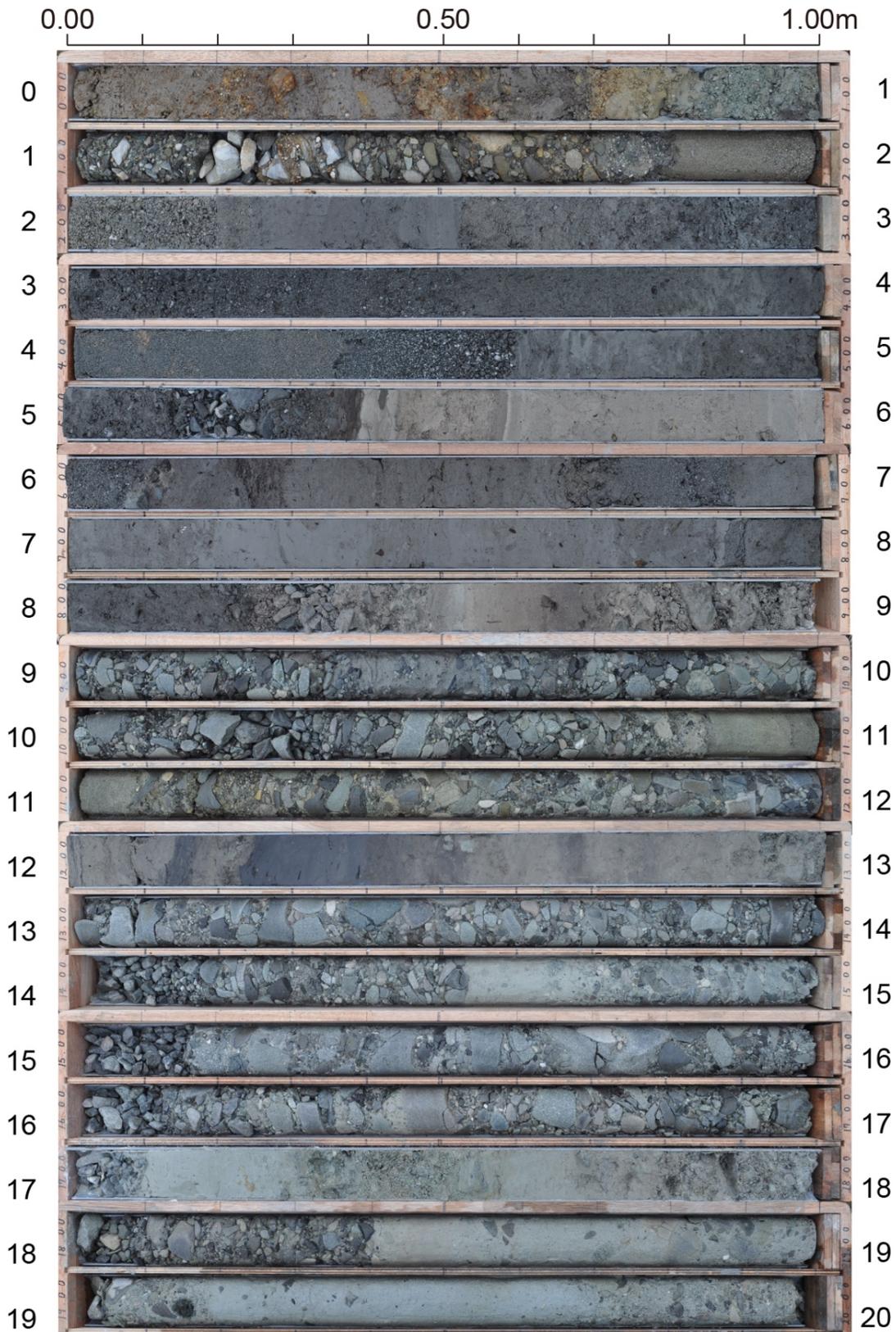


図 14 西条市氷見乙地区におけるボーリングコア（SJHM-02 孔）の写真。

調査件名：令和6年度中央構造線断層帯の変位履歴調査
調査孔名：SJHM-03 深度：0.00～20.00 m

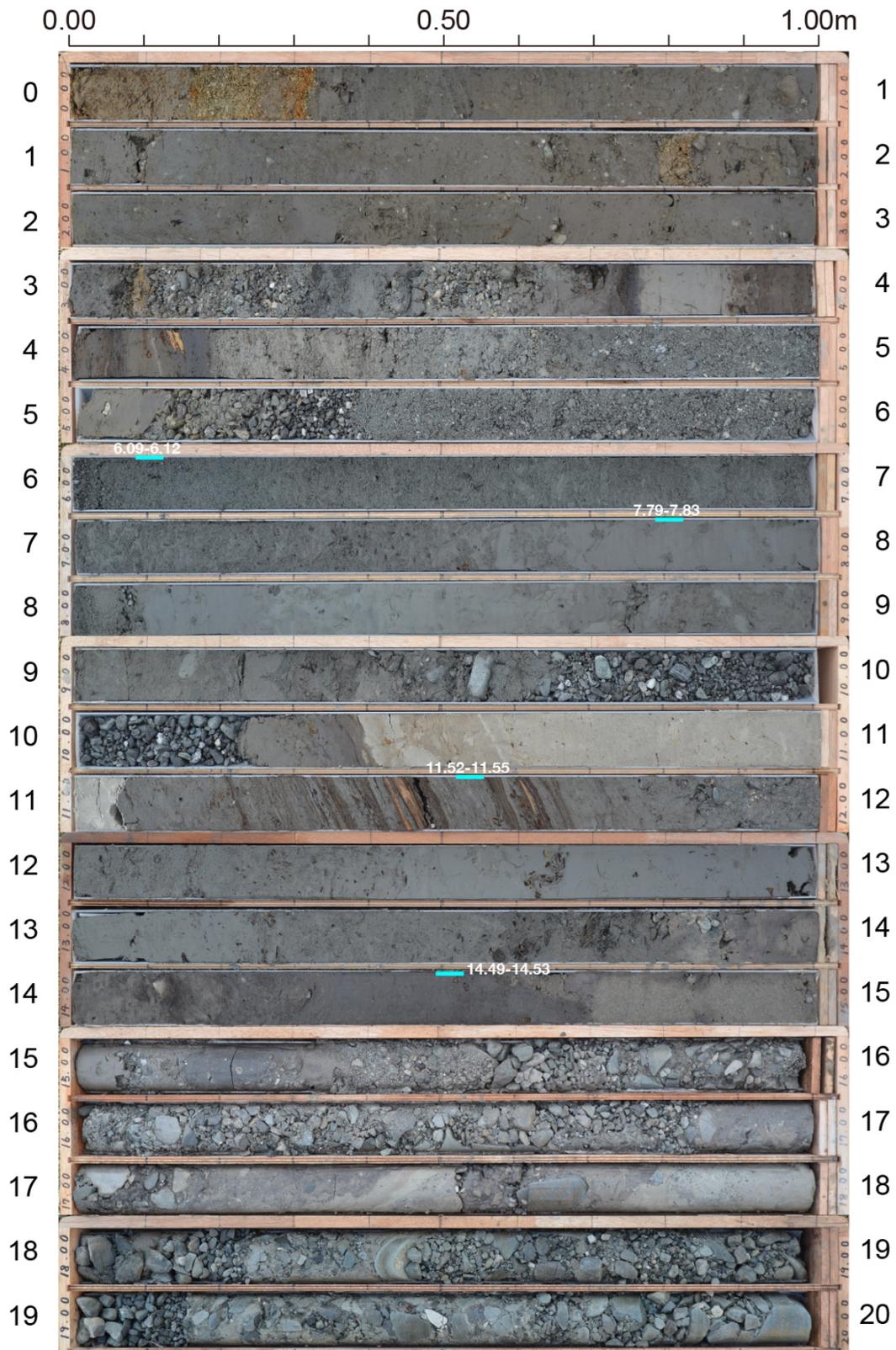


図 15 西条市氷見乙地区におけるボーリングコア（SJHM-03 孔）の写真。
水色のバーと白文字の数字は、微化石分析試料の採取位置。

調査件名：令和6年度中央構造線断層帯の変位履歴調査

調査孔名：SJHM-04

深度：0.00～20.35 m



図 16 西条市氷見乙地区におけるボーリングコア（SJHM-04 孔）の写真。

調査件名：令和6年度中央構造線断層帯の変位履歴調査

調査孔名：SJHM-05

深度：0.00～22.40 m



図 17 西条市氷見乙地区におけるボーリングコア（SJHM-05 孔）の写真。

調査件名：令和6年度中央構造線断層帯の変位履歴調査
調査孔名：SJHM-06 深度：0.00～18.00 m

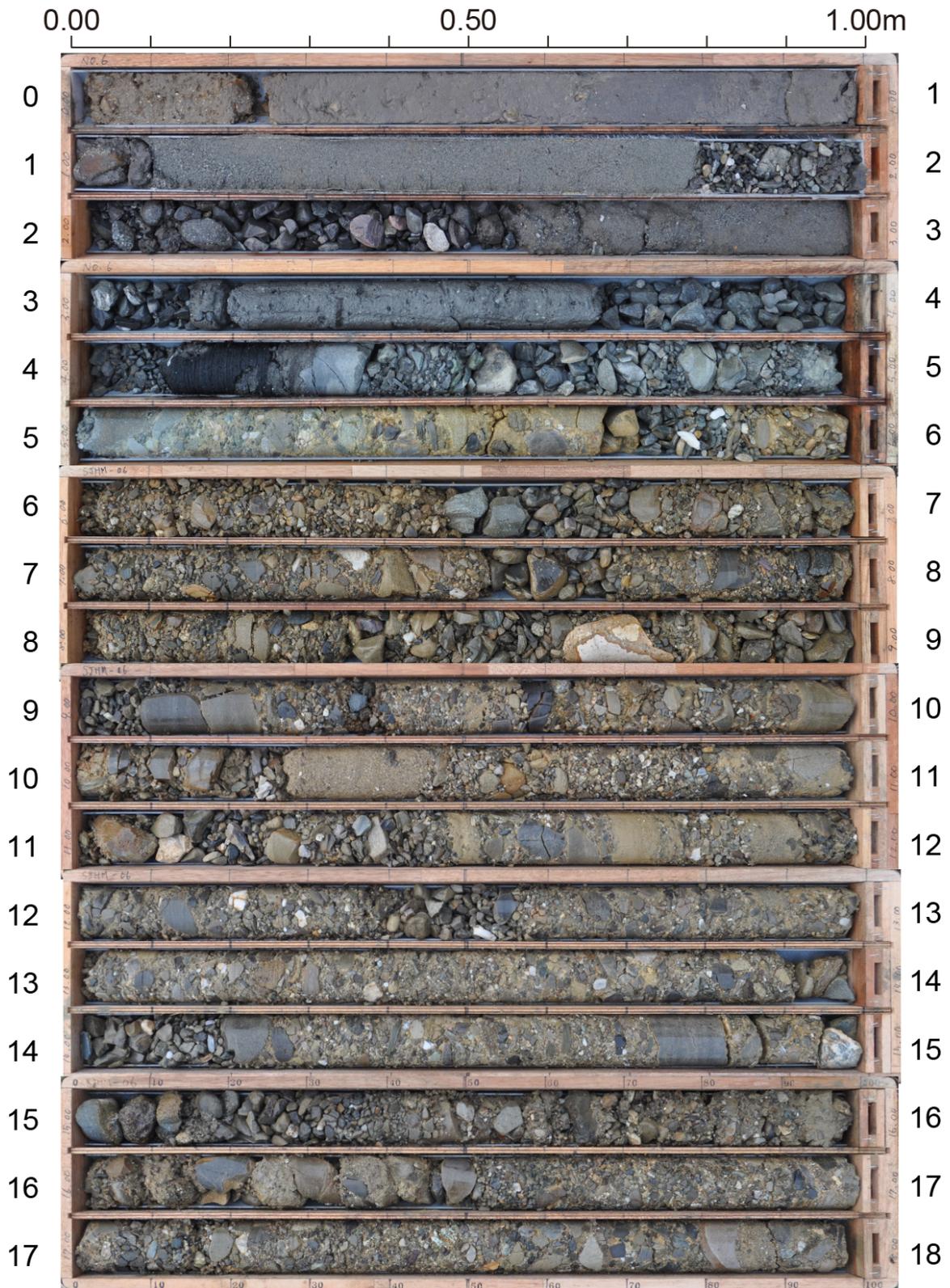


図 18 西条市氷見乙地区におけるボーリングコア（SJHM-06 孔）の写真。

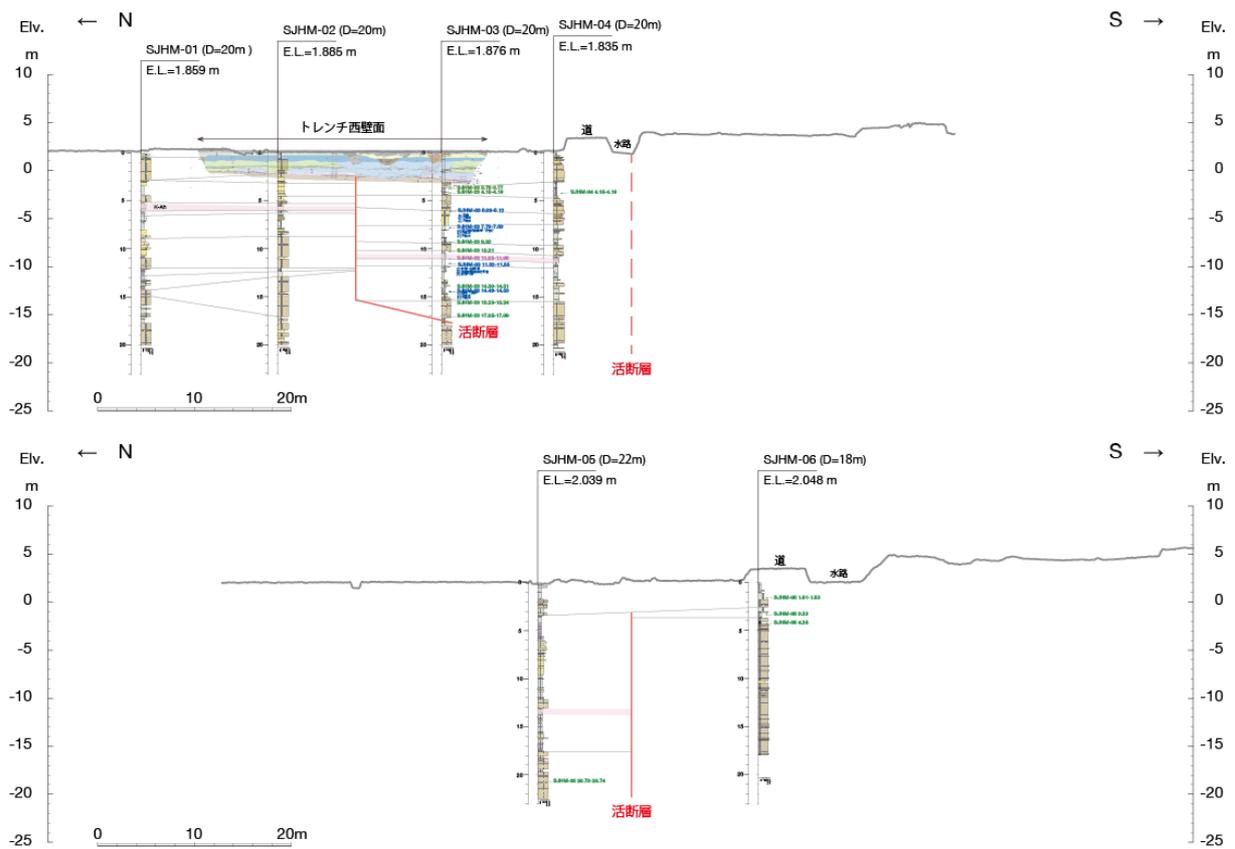


図 19 西条市氷見乙地区における地形地質断面。
 上段は地形断面-1、下段は地形断面-2。測線位置は図 4 に示す。

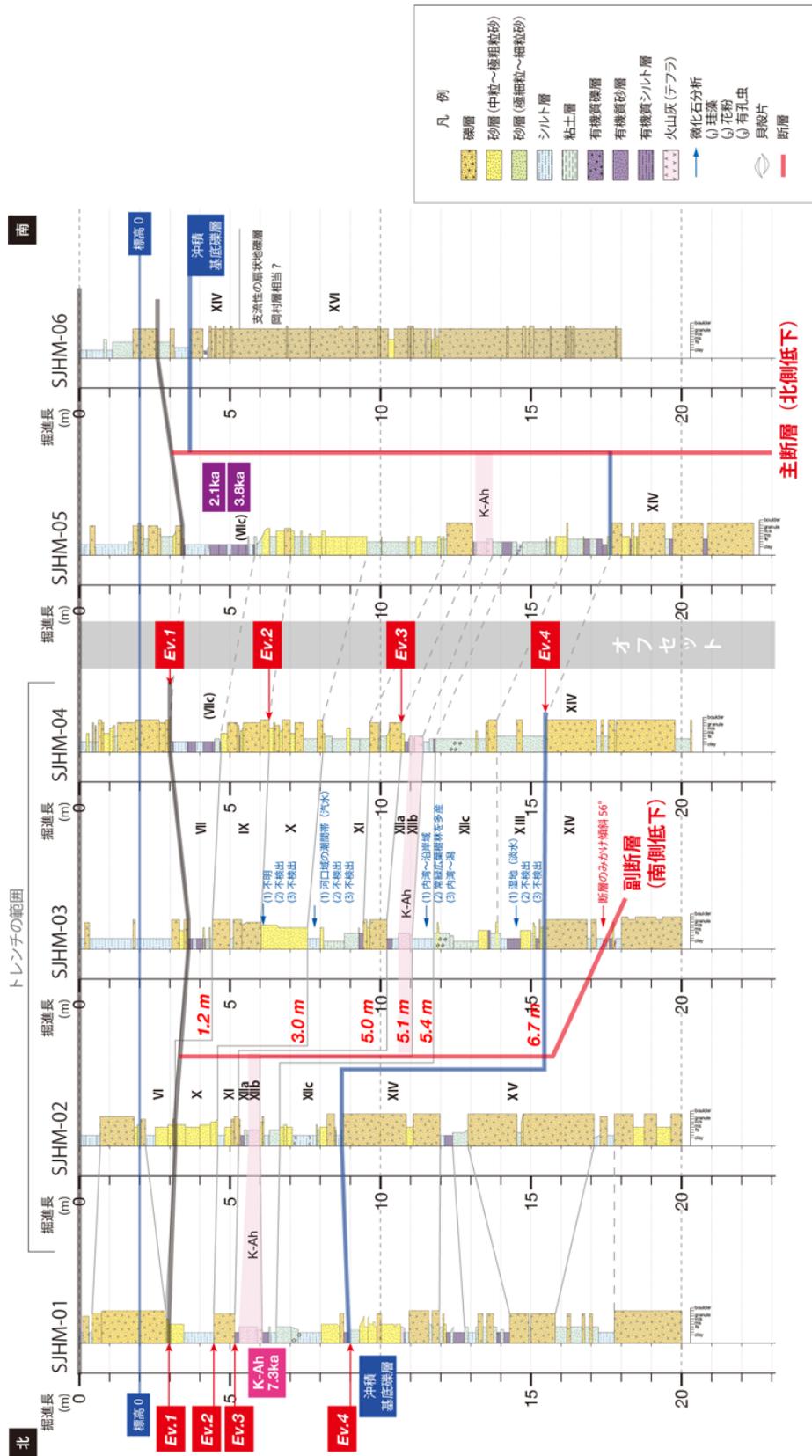


図 20 西条市氷見乙地区における詳細地質断面図と古地震イベント。
測線の位置は、図 4 に示す。