

「活断層の追加・補完調査」成果報告書 No. H22-4

山田断層帯（主部）の活動性および活動履歴調査

平成 23 年 5 月

独立行政法人
産業技術総合研究所

本報告書は、文部科学省の科学技術基礎調査等委託事業による委託業務として、独立行政法人産業技術総合研究所が実施した平成22年度「活断層の追加・補完調査」の成果を取りまとめたものです。

目 次

1. 断層帯の概要とこれまでの主な調査研究	1
2. 調査内容	1
3. 調査結果	2
3. 1 DEM および空中写真判読等による変位地形の検討	2
(1) 岩滝地区	2
(2) 幾地地区	2
(3) 寺坂地区	3
3. 2 岩滝地区におけるトレンチ調査, ボーリング調査	4
(1) 岩滝地点におけるトレンチ・ボーリング調査	4
(2) 岩滝東地点におけるトレンチ調査	6
3. 3 中藤地点における露頭調査	7
3. 4 坂野地点におけるトレンチ調査	8
(1) 調査地周辺の地形・地質	8
(2) トレンチ壁面の地質と断層構造	8
(3) 古地震イベントの認定と発生年代	9
4. まとめ	12
4. 1 断層帯の位置及び形態	12
(1) 断層帯を構成する断層	12
(2) 断層面の位置・形状	13
(3) 変位の向き	13
4. 2 断層帯の過去の活動	13
(1) 平均変位速度	13
(2) 活動時期	13
(3) 1回の変位量	14
(4) 活動間隔	14
(5) 活動区間	14
文 献	15
図 表	16

1. 断層帯の概要とこれまでの主な調査研究

山田断層帯主部は、京都府宮津市北部から与謝郡与謝野町岩滝，同郡与謝野町山田を経て，兵庫県但東町まで延びる北東-南西走向の活断層帯である（図1）．本断層帯の歴史時代の活動は知られていないが，1927年北丹後地震に伴って，上山田および下山田付近の断層帯では，延長約6～8kmの区間で地表地震断層を生じた．主に郷村断層帯を震源とする同地震断層については，その分布と変位量が岡田・松田（1997）によってまとめられている．

山田断層帯の分布について，辻村（1932）は主として地形図の判読によって全国の断層崖を抽出し，その分布を先駆的に明示した．この中で，本断層帯については，山田断層崖と峰山断層崖の存在を示している．植村（1985）は空中写真判読と地表踏査をもとに，本断層帯の断層変位地形を詳細に記述し，上下の平均変位速度などを明らかにした．海上保安庁水路部（1980，1994）は，本断層帯の海域延長部において音波探査を実施し，活断層が存在する可能性を示した．

本断層帯の位置は，活断層研究会編（1980，1991），岡田・東郷編（2000），中田・今泉編（2002）などの活断層図にも示され，断層の変位様式や変位速度などの諸元がまとめられている．

さらに，同断層帯においては佃ほか（1993），吉岡ほか（2001）によって，トレンチ調査がおこなわれている．佃ほか（1993）は，1927年北丹後地震に伴い地震断層が生じた上山田地点において，山田断層帯主部の最新活動時期が約3300年前以前である可能性を指摘している．

このような調査研究成果を基に，平成16年に山田断層帯の長期評価が公表された（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2004）．その中では，同断層帯の主部では活動時期や平均活動間隔に関するデータが乏しく，断層帯の特性が精度よく求められていないという課題が指摘されている．

2. 調査内容

本調査では，従前の評価結果および課題を踏まえて，山田断層帯の過去の活動時期を解明するため，以下の調査研究を実施した．1）空中写真判読，航空レーザ計測による詳細な数値標高モデル（DEM），および現地踏査による活断層分布の再検討，2）トレンチ調査，群列ボーリング調査による過去の活動時期の解明，3）詳細な断層分布および活動時期を指標とした活動区間の推定．

3. 調査結果

3. 1 DEM および空中写真判読等による変位地形の検討

(1) 岩滝地区

岩滝地区（岩滝地点および岩滝東地点）は、丹後半島の東南岸に位置し、天橋立で宮津湾と画された阿蘇海に面している（図2）。山田断層帯は概ね山地と低地の境界付近を延び、谷口から低地へ向けて広がる扇状地面を断続的に切断する。本調査では2mメッシュDEMを作成し、国土地理院発行2万分の1空中写真の判読、現地踏査によって微細な変位地形を再検討した。この結果は、岡田・東郷（2000）、中田・今泉（2002）による従来の活断層分布と概ね調和的である。さらに本調査では、DEMを用いてトレンチ調査地を選定するよう努めた。トレンチ調査地の選定については、後述の岩滝地点および岩滝東地点の調査結果で詳述する。

(2) 四辻地区

四辻（よつつじ）地区における山田断層帯は、同断層帯の中で最も複雑かつ断続的な分布形態を示す（図3）。断層は概ね山地と低地の境界付近に分布し、低断層崖、河川の系統的な右屈曲などの明瞭な変位地形を形成する。

従来の活断層分布と大きく異なる点は、1）断層帯西部から東へ延びてきた断層が岩屋付近で不連続をなし、幅約400-500mの小規模な左ステップを伴う点、2）低地内に点在する河成段丘面が左ステップに伴う圧縮場の副断層による隆起によって残存していると解釈する点である。

1）について、岡田・東郷（2000）は、岩屋北方の山地内から岩屋にかけて河川の右屈曲を報告し、本調査とほぼ同様の断層位置を図示している。ただし、このトレースがさらに西へ延長し、岩屋峠付近で中藤断層と滑らかに連続するように図示している点が本調査とは異なる。一方、中田・今泉（2002）は、岩屋と四辻の間は低地のほぼ中央を伏在断層が通過するものと考えている。

本調査による結果は、岩屋北方の山地内から四辻にかけては、系統的な河川の右屈曲が新たに見いだされたことから、岡田・東郷（2000）と概ね同様と考える。ただし、西への延長へは明瞭な変位地形が分布せず、岩屋の集落から西方では、扇状地面を切断する低断層崖、河食崖の横ずれが見いだされたため、山地-低地境界付近を西へ延びるものと判断する。この区間の断層位置については、中田・今泉（2002）とほぼ同様である。

以上の断層分布からは、岩屋付近で断層トレースは左ステップすることを示し、岩屋～四辻の低地部は圧縮場となることを示す。低地部には、現河床から比高10m程度の段丘面が分布する。段丘堆積物の層序、年代に関する資料は得られていないが、本

調査では便宜的に L1 面および L2 面の高低 2 面に区分した。これらの段丘面の分布は屋川および支流の侵食から取り残された形で残存し、地形発達史的に通常の堆積-侵食作用のみで形成されたとは考えにくい。岩屋～四辻の低地部が圧縮場であることを考え合わせると、主断層の左ステップに伴い形成された副断層がこれらの段丘面を隆起させ、その結果として部分的に残存すると解釈できる。

この岩屋～四辻にかけての左ステップで特徴付けられる断層不連続は、山田断層帯主部の中で最も規模が大きい。さらに、不連続部を境に、西部および東部の断層区間でそれぞれ一般走向が異なっている（図 1）。したがって、断層の幾何学的形態の特徴からは、この幅約 400-500m の不連続を境界として西部および東部の活動区間を推定できる。なお、活動区間の推定には、後述する活動時期の情報も加味して検討する。

（3）寺坂地区

寺坂付近の断層については、活断層研究会（1991）により記載され、ENE 走向で長さ約 3km の区間を延びる確実度 III の活断層とされた。その認定根拠および変位基準は、相対的な南側隆起を伴う山地斜面に形成された鞍部列とされている。

本調査では、2 万分の 1 空中写真判読、10mDEM を用いた変位地形の再検討をおこなった。その結果、シャープなりニアメントをなす寺坂付近の断層に沿って、系統的な河谷の右屈曲が新たに認められた（図 4）。4 つの屈曲には、河谷が屈曲する方向が上流側へ向かっており、重力に逆らって強制的に屈曲した up hill の形態を示すものも含まれている。また、同断層に沿って白亜紀後期の流紋岩～デイサイト火山碎屑岩が広く分布し（上村ほか、1974）、これらの屈曲およびリニアメントが地質の差異を反映した差別侵食とは考えられない。したがって、寺坂付近の断層による累積的な右横ずれ変位によって河谷の右屈曲が形成され、同断層は現在も活動を繰り返す活断層であることが確実である。なお、従来から指摘された南側隆起の鞍部列は、右横ずれ断層の末端付近で生じる上下変位パターンを反映している可能性がある。

寺坂付近の断層を活断層と考えた場合、従来の山田断層帯南西端を構成する高竜寺付近の断層との間には、微弱な引張性左ステップを伴う長さ 2.5km の断層不連続が認められる。この不連続部には、三畳紀の超苦鉄岩質類からなる円錐形の山頂（標高 390.7m）が存在する。この超苦鉄質岩類の深部分布形状は特定できないが、寺坂付近の断層よりも古い時代であることが明らかであり、断層の不連続は超苦鉄質岩類の分布に規定された構造的な不連続であることが確実である。

以上から、寺坂付近の断層は系統的な河谷の屈曲を伴う活断層であり、高竜寺付近の断層との不連続は 2.5km であることが明らかになった。松田（1990）の起震断層の定義に従えば、寺坂付近の断層は山田断層帯に含まれる。この結果、山田断層帯主部

全体の長さは南西へ約 6km 延び、約 39km である。

3. 2 岩滝地区におけるトレンチ調査、ボーリング調査

(1) 岩滝地点におけるトレンチ・ボーリング調査

1) 調査地周辺の地形・地質

本地区は、丹後半島の東南岸に位置し、天橋立で宮津湾と画された阿蘇海に面している(図 2, 5)。調査地の北北西側は、山頂標高 200~290m の尾根が北東-南西方向に連なり、調査地は尾根の南南東斜面基部付近に位置する。また、この尾根を開析する複数の小河川が南南東方向に流下し、いずれの小河川も斜面基部付近を谷口として、南南東に広がる扇状地を形成する(図 5)。これらの扇状地は現成の合流扇状地であり、岩滝地点は大局的にはその谷口付近に位置する。さらに詳細にみると、岩滝地点は扇状地面をわずかに開析する幅 50m の谷を埋積した谷底低地に位置する。

広川・黒田(1960)によると、調査地の背後斜面を構成する地質は、粗粒花崗岩のうちの黒雲母花崗岩であり、一般に粗粒、等粒で、淡紅色の長石を含むとされている。後述の岩滝地点におけるボーリング調査でも、この黒雲母花崗岩が確認された。一方、調査地の南東側には扇状地が広がっており、扇状地堆積物が周辺に広く分布すると想定される。

岩滝地点の約 50m 東方には南南東に開いた幅約 30m の谷があり、その谷底低地面を切って比高 1.7~2.1m の低崖が東北東-西南西方向に延びている(図 5, 6)。この低崖の基部には人工の水路が敷設されており、その水路は岩滝地点の西南西方に位置する板列(いたなみ)稲荷神社まで直線的に連続する。板列神社付近では、比高 2m 程度の低崖があり、その低崖の延長に水路が位置している。さらに、岩滝地点の谷を挟んで東側にも直線的な低崖が東北東-西南西方向に延び、左岸谷壁に沿う水路が低崖の延長を境に右ずれの平面形態を示す。これらの低崖は扇状地を形成する河川の流向とほぼ直交するため、河川の侵食崖とは考えにくい。すなわち、低崖地形は断層変位地形と判断され、山田断層は調査地の水路の位置に沿って分布するものと推定された。このため、岩滝トレンチは低崖の延長線上を横断する箇所を掘削した。

さらに、岩滝地点ではトレンチ調査より深い地質情報を得るため、群列ボーリング調査を実施した(図 6)。群列ボーリング調査では、低崖の基部に沿う水路を挟んでボーリング孔を 4 孔(各孔の深度 13~15m)掘削した。

2) トレンチ壁面の地質と年代

岩滝トレンチでは、上位から耕作土、盛土等の人工攪乱層、腐植質シルトおよび礫混じり砂の互層(4~8 層)、不淘汰な礫混じり砂質シルト層(9 層)が確認された。これ

らの地質を層相および堆積環境の特徴、地層の連続性、地層上面の削剥の有無などから1～9層に区分した。表2に層序表、表3に放射性炭素同位体年代測定の結果を示す。また、トレンチ壁面の写真を図7および図8に、スケッチを図9および図10に示す。

7b層および8a～8c層から、弥生時代後期後半の土器が多数出土した。また、金属で面取りされた径10cm、長さ270cmの丸木、ほぞ孔のような四角の孔等の加工が認められる板等が多数出土する。さらに4層から室町時代の陶器が出土した。

炭素同位体年代測定値として8d層から $2,040 \pm 30\text{yBP}$ が、9層から $3,650 \pm 30\text{yBP}$ がそれぞれ得られた(表3)。

岩滝トレンチの壁面には、断層の存在を示す地層の変位・変形は確認されなかった。また、液状化跡や崩落など強震動の影響を受けた地層についても確認されなかった。

3) ボーリング調査による地質と断層

岩滝地点でIWB-1～IWB-4の4孔の群列ボーリングを掘削し、コアを採取した。群列ボーリングの測線は、岩滝トレンチの位置する谷底低地のほぼ中心線に沿い、推定される断層線を横断して設定した。ボーリング孔の深度は各13～15mで、孔間距離は5mないし10mである。各ボーリングコアにみられる地質は、上位から下位に、盛土、谷底堆積物(4～8層)、扇状地堆積物(9～12層)、黒雲母花崗岩(13層)である。扇状地堆積物の最下部は、不淘汰な礫混じり砂質シルトを主体とし、土石流堆積物であると推定される。表3に層序表、表5に放射性炭素同位体年代測定の結果を示す。

各孔とも、深度3m程度以浅は、腐植質シルトを主体としており、中粒～粗粒砂を挟んでいる。この地層は、層相と分布深度から岩滝トレンチの4～8層に対比される。同様に、深度3～5m付近に分布する青灰色を呈す不淘汰な礫混じり砂質シルトは9層にあたりとみられる。9層の下位には、各孔とも粗粒砂と砂質シルトの互層(10層)、腐植質砂・粗粒砂(11層)、砂質礫と砂質シルトの互層(12層)が認められ、側方に連続的である。また、各孔とも風化花崗岩が確認され、その上面深度が把握された。それによると、IWB-2孔から北方にIWB-4孔まで基盤上面が緩く上がり、最北のIWB-1孔で基盤上面が下がっており、IWB-4孔とIWB-1孔の間で1.5m程度の高度差を有している。

年代値としては扇状地堆積物である10層から $9,670 \pm 40\text{yBP}$ 、11層から $9,580 \pm 40\text{yBP}$ 、 $9,580 \pm 40\text{yBP}$ および $9,550 \pm 40\text{yBP}$ の各年代値が、扇状地堆積物下部の土石流堆積物から $27,830 \pm 120\text{yBP}$ および $24,290 \pm 90\text{yBP}$ の年代値がそれぞれ得られた(表5)。

群列ボーリング調査により、推定された地質断面図を図11に示す。各層とも見か

け上，下流側である南へ緩く傾斜し，9～11層は上流側，下流側ともに概ね層厚が一定であると推定される．12層はIWB-2孔～IWB-4孔間で層厚がほぼ等しく，最北のIWB-1孔で層厚を増している．一方，基盤(黒雲母花崗岩)の上面は既述したとおり，IWB-4孔とIWB-1孔との間で北側低下の約1.5mのみかけ上の高度差を有している．周辺の変位地形分布と推定断層位置から判断して，この基盤高度差は山田断層帯の活動によると推定される．断層がどの地層まで切断・変形させるかは明瞭ではないが，11層下面は南側がみかけ上低下し，断層による変位／変形が及んでいる可能性が高い．さらに上位の10層および9層については明瞭な高度差があるか判断できない．

これらの結果から，岩滝地点において山田断層帯は基盤花崗岩類の上流側を相対的に1.5m低下させ，少なくとも11層に変位／変形を与える活動を生じた可能性が高い．イベント層準を特定することはできないが，地質断面における地層の連続性と高度差から判断して，少なくとも11層堆積以後に最新活動が生じたことは確実である．したがって，11層の最も新しい年代である $9,550 \pm 40$ yBP (IWB-3-C2: 暦年でBC 9139-8762) 以後に，山田断層帯東部に位置する岩滝地点では最新活動が生じたと考えられる．

(2) 岩滝東地点におけるトレンチ調査

1) 調査地および周辺の地形・地質

本地点は，岩滝地点とともに丹後半島の東南岸に位置し，天橋立で宮津湾と画された阿蘇海に面している(図2)．調査地の北北西側は，山頂標高が200～290mの尾根が北東-南西方向に連なり，調査地はその尾根の南南東斜面の基部付近に位置する．また，この尾根を開析する複数の小河川が南東方向に流下しており，いずれの小河川も尾根斜面基部付近を谷口として，南東側に扇状地を形成している．これらの扇状地は現成の合流扇状地であり，岩滝東地点は扇状地面上に位置する．一方，岩滝地点は，上記扇状地面をわずかに開析する幅50mの谷の谷底に位置する(図5)．トレンチ調査地点の北方の山地斜面には，南に開いた幅約30mの馬蹄形崩壊地形が認められる．岩滝東トレンチは，低断層崖とみられる崖地形の東延長で掘削した(図6)．

2) トレンチ壁面の地質と年代

岩滝東トレンチにみられる地質は，扇状地堆積物とみられる不淘汰な礫混じり砂質シルト層を主体とする地層，弥生時代後期後半の環濠とみられる凹地を埋積する腐植質シルト，盛土等の人工攪乱層および耕作土である．これらの地質を層相および堆積環境の特徴，地層の連続性，地層上面の削剥の有無などから1～9層に区分した．表6に層序表，放射性炭素同位体年代測定結果を表7に示す．また，トレンチ壁面の写真

を図 12 および図 13 に、スケッチを図 14 および図 15 に示す。

年代測定の結果、6 層から $17,150 \pm 60\text{yBP}$ の年代値が、7 層から $18,910 \pm 70\text{yBP}$ 、 $20,380 \pm 70\text{yBP}$ および $20,660 \pm 90\text{yBP}$ の年代値がそれぞれ得られた (表 7)。さらに、与謝野町教育委員会教育推進課の加藤晴彦氏によると、4 層は環濠跡であり、弥生時代後期後半の遺物が多数出土するとのことである。また、同氏によると 3a 層は鎌倉時代の墓穴であると推定される。

地質構造の特徴として、5~7 層は南に $10 \sim 30^\circ$ 傾斜し、地層が波打つなど乱れた構造を示している。また、地層内および地層境界付近に円弧状の薄い粘土を伴い地層が切断されている。トレンチ東壁面では、円弧状の切断面の一部がトレンチ南部で上方に跳ね上げる形態で出現した (例えば、図 13 および図 15)。トレンチ壁面にみられる地層全体が波状に乱れていること、トレンチの背後に滑落崖と推定される馬蹄形地形が存在すること、切断面が円弧状を呈すことから、トレンチ内で確認された地層の切断は地すべりのすべり面であると判断される。なお、この地すべりの影響によって、堆積層の層序や有機物の層位が乱されているため、上述の年代値についても参考程度であり、本来の堆積年代とは異なると推定される。

このように、岩滝東トレンチでは、断層の存在を推定させるような地層の変位・変形は確認されなかった。また、液状化跡など強震動の影響を受けたと考えられる地層は確認されなかった。

3. 3 中藤地点における露頭調査

豊岡市但東町中藤に段丘礫層を変位させる断層露頭が確認された。この露頭は、植村 (1985) で記載された Loc 17 と同一の露頭とみられる。断層の性状をさらに詳細に把握するため、露頭の観察、スケッチの作成と断層の走向・傾斜を測定した。露頭の位置を図 16 に、露頭のスケッチおよび写真を図 17 に、露頭の層序表を表 8 にそれぞれ示す。

ここでは、基盤の花崗岩類が礫層 (2 層および 3 層) に衝上する明瞭な断層が認められる (図 17)。この断層は、走向 $N21 \sim 36^\circ W$ 、露頭下部の傾斜が $60^\circ NE$ であり、上方では傾斜 34° と低角になる逆断層成分を伴う。礫層は淘汰不良の亜角~亜円礫を主体とし、マトリクスが未固結の細礫~粗砂からなる。

礫層の年代が不明であるため、現段階では活動時期および活動性を特定することができないが、礫層は未固結の亜角~亜円礫からなる河川成堆積物であるため、第四紀の河成段丘堆積物であると判断できる。植村 (1985) は、周辺の段丘堆積物および侵食小起伏面の推定年代と地形面の対比から、この露頭の段丘堆積物を M~H 面相当層であることが確実としている。したがって、ここで観察される断層は、少なくとも第

四紀に活動した活断層であり，その断層面は地表付近で北東傾斜 60° を有する。

3. 4 坂野地点におけるトレンチ調査

(1) 調査地周辺の地形・地質

本地点は，丹後山地の中央部に位置し，丹後山地の法沢山(644m)から東北東に，高竜寺ヶ岳(697m)，磯砂山(661m)へと連なる尾根の南南東斜面基部付近にあたる(図 1，図 16)．植村(1985)は，この斜面を南～南東へ流下する河谷に系統的な右ずれ屈曲を指摘し，これが山田断層帯の累積的な右横ずれ変位によると指摘している．調査地の西方にはその一つである坂野川が南へ流下する．坂野川は，坂野集落付近で谷幅を広げ，幅および長さが 250m 程度の谷底低地を形成する．

トレンチを掘削した坂野地点は，坂野川の支流で西へ流下する谷 A と，山田断層により形成された分離丘陵が合流する付近に位置する(図 16)．トレンチ位置の東には，山地斜面と分離小丘に挟まれた断層鞍部が形成されている．この鞍部は，東北東－西南西方向の直線谷に沿った幅 10m 程度，長さ 80m 以上の溝状凹地となっている．また，坂野川右岸の尾根上にも断層鞍部が認められる．坂野周辺の山田断層は，この鞍部と上述の断層鞍部および直線谷を結んだ線上に位置すると判断し，坂野トレンチの掘削位置を選定した(図 18)．

上村ほか(1974)によると，調査地の北北西側斜面を構成する地質は主として，粗粒角閃石黒雲母花崗岩からなる．トレンチ南側の分離小丘では西側斜面基部に露頭があり，アプライト質の花崗岩が観察される．坂野トレンチは上述の通り，谷 A と分離丘陵との境界付近にあたり，谷 A から運搬される比較的細粒な河川性堆積物が保存されていることが期待された．

なお同地点では，平成 12 年に 2 つのトレンチを掘削とボーリング調査が実施された(吉岡ほか，2001：図 18)．この際には，軟弱な壁面の維持が困難で掘削深度が不足したこと，細粒な堆積物が予想以上に厚く堆積していたことなどから，明瞭な断層が確認されなかった．しかし，トレンチ壁面およびボーリングによる地質断面図では，基盤の花崗岩上面高度に北側低下が認められ，山田断層帯の横ずれ変位様式を考慮すれば断層が存在する可能性を否定できないとされた．そこで，本調査では，さらに深い約 5m 程度までのトレンチ壁面による観察を実施し，相対的に堆積層が薄く断層が明瞭に確認できる上流側に坂野トレンチを掘削した．

(2) トレンチ壁面の地質と断層構造

トレンチ壁面には，地表付近の耕作土，腐植質なシルト質砂，黒ボク土状の砂混じり腐植質シルト，河川成の砂・シルトを主体とした谷底堆積物，斜面堆積物，および

基盤岩として花崗岩が露出した。これらの地層を、層相および堆積構造の特徴、地層の連続性、地層上面の侵食の有無などから1～12層に区分した(表9)。トレンチ壁面の写真を図19および図20に、スケッチを図21および図22に示す。以下では、明瞭な断層と地層の変形が認められた西側壁面(図19、21)を中心に断層構造の記載をおこなう。

西側壁面では河川性堆積物と花崗岩を覆う斜面堆積物を高角に切断する明瞭な断層が認められた。河川成の谷底堆積物である9層が断層近傍の引きずり変形によって最大約70°で北へ傾斜し、分布南縁が断層によって切断され斜面堆積物である10a層と接している。10a層付近の断層は主に二条の断層からなり、剪断面に沿って再配列した中砂～粗砂が帯状に分布する。さらに、10a層内部および断層に沿って、地下水脈により酸化した赤褐色の縞状構造が認められ(表9)、この構造は剪断および断層面を境とした微小な粒度分布の差異を反映したものとみられる。

また、上位の腐植質シルトからなる8層も急斜しており、その分布南縁が断層を境に10a層と接している。トレンチ底付近では、断層の走向・傾斜はN47°E/10°Nである。一方、8層を覆う斜面堆積物である7a層は、8層から10a層を切る明瞭な断層の上端を被覆している。また、河川性堆積物である7c層および7d層内部の層理面はほぼ水平であり、南へ傾き上がる8層および9層に対してアバットする。

東壁面では、上述の10a層から8層を切断する明瞭な断層は認められなかった。しかし、東壁面においても9層および8層の南端付近には北へ傾き上がる地層の変形が認められる。さらに、グリッドE5からE6間のトレンチ底付近には、やや北に傾斜する断層が9層を北側低下15cm変位させている。したがって、西側壁面の断層は東壁面との間でわずかに左ステップないし雁行しているものと考えられる。

さらに上位の地層では、トレンチ両壁面の7a層中には、明瞭な剪断および数十cm以上の上下変位を伴う断層は認められないものの、微弱な亀裂群が断続的に分布する。この亀裂群は、壁面における垂直方向の長さが約1m、個々の亀裂の幅が0.5～3cmであり、内部が茶褐色の砂質シルトで充填されている。この亀裂群の下半部は長さが20～30cmの複数の亀裂で構成され、上方へ雁行配列している。また、最上部の亀裂群は放射状に分岐し、砂層である5層により覆われている。

(3) 古地震イベントの認定と発的年代

トレンチ壁面に露出した地層と断層の被覆・切断関係、変形程度の差異をもとに、新旧2つの古地震イベント、イベント1およびイベント2を認定した。ここでは、それぞれのイベント認定と年代値について記述する。年代は、主として腐植質シルト、木片、稀に炭化物を試料としてAMS法放射性炭素同位体年代測定により実施した(表

10). 同層準から複数の異なる年代値が得られた場合、原則として最も新しい年代値および上下の地層から得た試料と層序学的に矛盾しない年代値を該当する地層の堆積年代として採用した。

さらに、火山灰層とみられる 6c 層および 6a 層～3b 層の柱状連続採取試料について火山灰分析を実施した。その結果、AT, U-0ki, K-Ah (町田・新井, 2003) に対比可能な火山ガラスが検出された (表 11)。

1) イベント 1 の認定と層準

イベント 1 は、7a 層中に発達する亀裂群の形成とそれらの上端が 5 層により覆われることから、7a 層堆積後、少なくとも 5 層堆積前に生じた。亀裂群に沿う地層境界には顕著な上下変位が認められないものの、より下位の地層を切断する明瞭な断層の直上ないし上方延長に亀裂群が発達している。亀裂群の上方への放射状分岐、鉛直方向の長さが 1 m 程度であることから判断して、この亀裂群は 7a 層上面が地表付近にある際に形成されたと考えられる。7a 層は斜面堆積物であり、後述するようにイベント 2 の後に生じた斜面崩積に伴い、比較的短時間で堆積した可能性が高い。これに引き続き、7a 層に亀裂群を生じるイベント 1 が生じたと考えられる。

イベント 1 後の堆積層として、5 層より下位には 6a～6d 層の河川性堆積物が分布する。6a～6d 層の堆積と亀裂群形成との前後関係を直接示す証拠はないため、以下では 5 層がイベント 1 を確実に覆う地層として判断する。

2) イベント 1 の発的年代

イベント 1 発生前の年代を指示する 7a 層の堆積年代は $9,290 \pm 40\text{yBP}$ (SKCW-5: 暦年で BC 8633-8349) および $9,400 \pm 40\text{yBP}$ (SKCE-6: 同 BC 8765-8570) の 2 つの年代試料から得られる (表 10)。7a 層は斜面堆積物であり、斜面を滑動ないし流動して表層の物質を取り込みながら堆積した可能性が高い。よって、最も新しい年代値が真の堆積年代に近いと考え、7a 層の堆積年代として $9,290 \pm 40\text{yBP}$ (SKCW-5: 暦年で BC 8633-8349) を採用する。

一方、イベント 1 発生後の年代を示す試料は 5 層および上位の 4 層からは得られていない。さらに上位の腐植質砂質シルト 3c 層基底から、 $7,210 \pm 40\text{yBP}$ (SKCW-11: 暦年で BC 6208-6004) および $7,600 \pm 40\text{yBP}$ (SKCW-10: 同 BC 6504-6404) の 2 つの年代試料が得られている。いずれの年代も上下の層準から得た他試料の年代値と矛盾しないため、より新しい年代である $7,210 \pm 40\text{yBP}$ (SKCW-11: 暦年で BC 6208-6004) を 4 層基底の年代として、これ以前にイベント 1 が生じたと考える。

以上より、地表付近に亀裂群を形成したイベント 1 は、 $9,290 \pm 40 \sim 7,210 \pm 40\text{yBP}$

(暦年で BC 8633-6004) に発生したことが確実である。既述のように、このイベントは数十 cm を超える上下変位を伴わず、断層および変形構造もイベント 2 に比較して極めて不明瞭である。したがって、イベント 1 は数 m 規模の地表変位を伴った主要な断層活動ではなく、周辺域で生じた地震動に起因した受動的な地表変位である可能性が高い。その震源断層および古地震像については現段階で特定はできないが、年代値のみから判断すれば、岩滝地点で推定した最新イベント年代と矛盾せず、イベント 1 は山田断層帯東部の最新活動に随伴した可能性がある。

3) イベント 2 の認定と層準

西側壁面のトレンチ壁面には、明瞭な剪断面を伴う断層が斜面堆積物の 10a 層を切断し、河川性堆積物である 9 層および 8 層に北傾斜の引きずり変形を与えている。特に 8 層は粗砂混じりの腐植質シルトからなり、初生的にはほぼ水平に近い形で堆積したとみられるが、引きずり変形によって最大 70° まで急傾斜を示す。さらに、断層上端は 7a 層の斜面堆積物によって覆われ、河川性の谷埋堆積物である 7b~7d 層が 8 層以下の引きずり変形に対してアバットする堆積構造が明瞭である。

また、東側壁面においても北傾斜の断層が 9 層および 8 層を切断し、その上端を 7d 層により覆われている。ただし、9 層上面の上下変位量は北側低下 15cm であり、東壁面の変形程度とは不調和である。したがって、この断層は副次的なもの、あるいはトレンチ両壁面間で左ステップする断層の末端を見ている可能性がある。後者の場合は、トレンチ壁面を北東へさらに掘り込むことにより、この断層に沿う変位量がみかけ増加し、変形程度もより明瞭になる可能性が高い。

以上から、イベント 2 は 8 層堆積後、7d 層堆積前に生じたことが確実である。イベントに伴う変位量は、変位基準がないため上下変位量は正確には計測できない。ただし、8 層が水平であったと仮定した場合、堆積上面の高度差は少なくとも 70cm である。これは、山田断層帯の変位様式が右横ずれを主体とするため(例えば、植村, 1985; 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2004)、この高度差を形成したイベント 2 の変位量が数 m 規模であったことを示唆する。

4) イベント 2 の発生日代

イベント 2 発生前の年代は、8 層から採取した 5 つの年代試料から得られた(表 10)。それらの年代は、9,640±40yBP (SKCW-19: 暦年で BC 9236-8837)、10,280±40yBP (SKCW-7: 同 BC 10426-9877)、10,790±50yBP (SKCE-4: 同 BC 10880-10624)、10,800±40yBP (SKCW-6: 同 BC 10878-10627)、11,610±40yBP (SKCE-2: 同 BC 11676-11365) である。ここで、炭化物試料である 9,640±40yBP (SKCW-19: 同 BC

9236-8837) は最も新しい年代であるが、腐植質シルトから得た他の4つ試料の年代および上位の7d層から得た9,820±40yBP (SKCE-1: 同BC 9355-9235) と層序学的に矛盾する。腐植質シルトは、比較的緩慢な堆積時間で形成された可能性が高く、下位の層準から上位に向けて年代値が新しくなるはずである。したがって、以下では腐植質シルトから得た、層序的に矛盾がない4つの年代のうち、最も新しい10,280±40yBP (SKCW-7: 暦年でBC 10426-9877) を8層の堆積年代およびイベント2発生前の年代値と考える。

イベント2発生後に堆積した7d層の年代値は、9,820±40yBP (SKCE-1: 暦年でBC 9355-9235), 10,860±40yBP (SKCE-5: 同BC 10940-10661) の2試料が得られている。炭化物試料である後者の年代値は、上下の層準から得た年代値と矛盾するため、真の堆積年代よりも古い試料が再堆積したと判断した。一方、木片試料である9,820±40yBP (SKCE-1) は層序学的に矛盾しないため、7d層の堆積年代およびイベント2発生後の年代を示すとみなせる。

以上から、イベント2の発生年代は、10,280±40~9,820±40yBP (暦年でBC 10426-9235) に限定される。上述のように、イベント2に伴う変位量は、横ずれ成分を考慮すれば数m規模である可能性があり、イベント1の受動的な地表変位とは異なっている。したがって、坂野地点における山田断層帯の最新活動時期としては、この10,280±40~9,820±40yBP (暦年でBC 10426-9235) とすることが妥当である。

さらに、断層帯東部に位置する岩滝地点のトレンチ・ボーリング調査からは、少なくとも9,550±40 yBP (IWB-3-C2: 暦年でBC 9139-8762) 以後に最新活動があった可能性が指摘された。同じく断層帯東部の上山田における佃ほか(1993)では、1927年北丹後地震に先行する活動の年代は、約3300年前以前と推定されている。これらの年代は、坂野地点におけるイベント1とは矛盾がないものの、イベント2とは異なる時期を示している。したがって、現段階での合理的な解釈としては、坂野地点を含む断層帯西部において10,280±40~9,820±40yBP (暦年でBC 10426-9235) にイベントが生じ、その後、断層帯東部による活動が9,550±40 yBP (IWB-3-C2: 暦年でBC 9139-8762) 以後、約3300年前以前に生じ、これに伴って坂野地点においても小規模な地変が生じた可能性が考えられる。

4. まとめ

4. 1 断層帯の位置および形態

(1) 断層帯を構成する断層

地震調査研究推進本部地震調査委員会(2004)では、山田断層帯主部は、北東から

順に、弥助山西の断層、山田断層、高竜寺付近の断層などから構成される。高竜寺付近の断層よりも南西に位置し、長さ約3kmの寺坂付近の断層は、火山碎屑岩に形成されたリニアメントの鮮明さ、新たに検出された河川の系統的な右屈曲等から判断して、活断層であることが確実であると考えられる。高竜寺断層との境界は2.5kmの断層不連続を介しており、松田(1990)の基準に基づけば、寺坂付近の断層も山田断層帯主部の起震断層に含まれる。

(2) 断層帯の位置・形状

地震調査研究推進本部地震調査委員会(2004)では、山田断層帯主部は長さ約33kmとされた。本調査の結果、寺坂付近の断層を活断層として起震断層に含むと考えた結果、山田断層帯主部全体の長さは約39kmになる。

断層の傾斜については、従来、北西傾斜(地表付近)であるとされたものの、傾斜角については不明であった。本調査の結果、坂野地点トレンチ調査で露出した断層が70°、中藤地点の断層露頭では60°であることが明らかになった。

その他の位置・形状に関する諸元については、地震調査研究推進本部地震調査委員会(2004)の評価結果を変更するような資料は得られていない。

(3) ずれの向き

地震調査研究推進本部地震調査委員会(2004)の評価結果を変更するような資料は得られていない。河川の系統的な右ずれ屈曲、南側低下の低断層崖等の変位地形から判断して、北西側の隆起を伴う右横ずれ変位を主体とすると考えられる。

4. 2 断層帯の過去の活動

(1) 平均変位速度

地震調査研究推進本部地震調査委員会(2004)の評価結果を変更するような資料は得られていない。ただし、植村(1985)による河谷の屈曲率に基づく推定では、断層帯西部の中藤断層において右横ずれ変位速度が0.25 mm/yr程度である可能性が指摘されている。

(2) 活動時期

断層帯西部の坂野地点におけるトレンチ調査から、約12400年前以後、約11200年前以前に最新活動が生じたことが確実である。一方、断層帯東部の岩滝地点におけるトレンチ・ボーリング調査および佃ほか(1995)のトレンチ調査から、約11100年前以後、約3300年前に最新活動が生じた可能性がある。

(3) 1回の変位量

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）の評価結果を変更するような資料は得られていない。

(4) 活動間隔

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）の評価結果を変更するような資料は得られていない。

(5) 活動区間

活断層分布の幾何形態，最新活動時期から判断して，断層帯東部区間と西部区間に区分される可能性がある。この場合，東部区間が長さ 23km，西部区間が 19km であり，別々の大地震を生じる可能性もある。

(調査担当：近藤久雄)

文 献

- 広川 治・黒田和男 (1960) : 5 万分の 1 地質図幅「宮津」及び報告書. 22p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2004) : 山田断層帯の長期評価について.
- 海上保安庁水路部 (1980) : 5 万分 1 沿岸の海の基本図「若狭湾西部」(海底地形図、海底地質構造図) 及び報告書. 35 p.
- 海上保安庁水路部 (1994) : 5 万分 1 沿岸の海の基本図「津居山」(海底地形図、海底地質構造図) 及び報告書. 58 p.
- 活断層研究会編 (1980) : 「日本の活断層-分布図と資料」. 東京大学出版会, 363 p.
- 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, 437p.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) : 「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, 336 p.
- 松田時彦 (1990) : 最大地震規模による日本列島の地震分帯図. 地震研究所彙報, 65, 289-319.
- 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, DVD-ROM 2 枚, 付図 1 葉, 60p.
- 岡田篤正・松田時彦 (1997) : 1927 年北丹後地震の地震断層. 活断層研究, 16, 95-135.
- 岡田篤正・東郷正美編 (2000) : 「近畿の活断層」. 東京大学出版会, 395 p.
- 辻村太郎 (1932) : 東北地方の断層盆地 (下). 地理学評論, 8, 984-992.
- 佃 栄吉・杉山雄一・下川浩一 (1993) : 1985 年北丹後断層系・山田断層 (上山田地区) トレンチ調査. 活断層研究, 11, 22-28.
- 吉岡敏和・佐竹健治・松井和夫 (2001) : 近畿北西部、山田断層系・中藤断層の活動履歴調査. 活断層・古地震研究報告, No. 1 (2001 年), p 167-174, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 上村不二雄・坂本 亨・山田直利・猪木幸男 (1974) : 20 万分の 1 地質図幅「鳥取」. 地質調査所.
- 植村善博 (1985) : 郷村・山田断層系の変位地形と断層運動. 活断層研究, 1, 81-92.

図 表

表1 山田断層帯主部のまとめ

表2 岩滝地点におけるトレンチ壁面の層序表

表3 岩滝地点におけるトレンチのAMS法年代測定結果表

表4 岩滝地点におけるボーリングの層序表

表5 岩滝地点におけるボーリングのAMS法年代測定結果表

表6 岩滝東地点におけるトレンチ壁面の層序表

表7 岩滝東地点におけるトレンチのAMS法年代測定結果表

表8 中藤地点における露頭の層序表

表9-1 坂野地点におけるトレンチ壁面の層序表（1）

表9-2 坂野地点におけるトレンチ壁面の層序表（2）

表10 坂野地点におけるトレンチのAMS法年代測定結果表

表11 坂野地点におけるトレンチの火山灰分析結果表

図1 山田断層帯主部および丹後半島周辺の活断層の概観図
地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）に加筆.

図2 詳細DEMによる岩滝地区周辺の地形陰影図（A）および活断層分布図（B）
使用したDEMは本業務で作成した2mメッシュDEM.

図3 詳細DEMによる四辻地区周辺の地形陰影図（A）および活断層分布図（B）
使用したDEMは本業務で作成した2mメッシュDEM.

図4 10mDEMによる寺坂地区周辺の地形陰影図 (A) および活断層分布図 (B)
使用したDEMは国土地理院発行の10mメッシュDEM.

図5 岩滝地区周辺の都市計画図および調査地点
基図は、与謝野町発行2500分の1都市計画図.

図6 岩滝地区周辺の測量図，岩滝地点および岩滝東トレンチの位置.

図7 岩滝地点におけるトレンチ西壁面の写真

図8 岩滝地点におけるトレンチ東壁面の写真

図9 岩滝地点におけるトレンチ西壁面のスケッチ

図10 岩滝地点におけるトレンチ東壁面のスケッチ

図11 岩滝地点におけるトレンチおよびボーリング層序による地質断面
トレンチおよびボーリングの平面位置は図6に示す.

図12 岩滝東地点におけるトレンチ西壁面の写真

図13 岩滝東地点におけるトレンチ東壁面の写真

図14 岩滝東地点におけるトレンチ西壁面のスケッチ

図15 岩滝東地点におけるトレンチ東壁面のスケッチ

図16 中藤地点および坂野地点の位置

図17 中藤地点における断層露頭のスケッチ (A) および写真 (B)

図18 坂野トレンチおよび周辺の測量図

赤線枠が本研究によるトレンチ，黒線枠が吉岡ほか (2001) によるトレンチ位置.

図19 坂野地点におけるトレンチ西壁面の写真

図20 坂野地点におけるトレンチ東壁面の写真

図21 坂野地点におけるトレンチ西壁面のスケッチ

図22 坂野地点におけるトレンチ東壁面のスケッチ

表1 山田断層帯主部のまとめ

	従来評価	今回調査を含めた結果	根拠
1. 断層帯の位置・形態			
(1) 断層帯を構成する断層	弥助山西の断層, 山田断層, 高竜寺付近の断層など	弥助山西の断層, 山田断層, 高竜寺付近の断層, 寺坂付近の断層など	寺坂付近の断層におけるシャープなりニアメント, 河谷の系統的な屈曲(up hill)
(2) 断層帯の位置・形状			
地表における断層帯の位置・形状			
断層帯の位置(両端の緯度・経度)	(北東端)北緯35° 40', 東経135° 14' (南西端)北緯35° 29', 東経134° 57'	(北東端)北緯35° 40', 東経135° 14' (南西端)北緯35° 27', 東経134° 54'	南西端は, 寺坂付近の断層の南西端による.
長さ	約33km	約39km	寺坂付近の断層を含めたことによる
地下における断層面の位置・形状	地表での長さ・位置と同じ	地表での長さ・位置と同じ	変更なし
上端の深さ	0km	0km	変更なし
一般走向	一般走向 N50° E	一般走向 N50° E	変更なし
傾斜	北西傾斜(地表付近)	北西傾斜60° (地表付近)	中藤地点の断層露頭による.
幅	不明	不明	変更なし
(3) 断層のずれの向きと種類	北西側隆起の成分を伴う右横ずれ断層	北西側隆起の成分を伴う右横ずれ断層	変更なし
2. 断層帯の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	不明(活動度はB級)	不明	変更なし
(2) 過去の活動時期	活動1(最新活動) 3300年前以前 それ以前の活動は不明	西部区間 活動1(最新活動) 12400年前以後, 11200年前以前 それ以前の活動は不明 東部区間 活動1(最新活動) 11100年前以後, 3300年前以前 それ以前の活動は不明	西部区間は坂野地点のトレンチ調査, 東部区間は岩滝地点のトレンチ・ボーリング調査による.
(3) 1回のずれの量と平均活動間隔			
1回のずれの量	1回のずれの量 3m程度(右横ずれ成分)	1回のずれの量 3m程度(右横ずれ成分)	変更なし
	平均活動間隔 不明	平均活動間隔 不明	
(4) 過去の活動区間	断層帯全体で1区間	断層帯西部区間(約19km)と東部区間(約23km)で別々に活動した可能性がある	断層帯の分布形態, 最新活動時期から推定

表2 岩滝地点におけるトレンチ壁面の層序表

地層名	堆積相	細層	層相
1層	表土	1a層	耕作土, 腐植質シルト
		1b層	床土, シルト
2層	盛土	—	礫混じり砂質シルト
3層	人工攪乱層	—	シルト, 砂, 礫
4層	谷底堆積物	—	シルト, 砂, 礫, 室町時代の陶器が出土。 トレンチ壁面全周にわたって分布する。やや不淘汰な礫混じり砂混じりシルトを主体とする。西側壁面では一部ラミナが認められ, 層状～不規則な砂層を挟む。東側壁面では本層下部が砂・シルト互層となっている。砂層は厚さ2～6cmのレンズ状～層状である。一部チャネル構造が認められる。
5層	谷底堆積物	5a層	砂・シルト互層。5層は西側壁面に分布する。 腐植質シルトと中粒～粗粒砂の互層からなる。腐植質シルトは層状～レンズ状で厚さは2～10cmである。砂は花崗岩類起源のマサを主体とし, 淘汰が良好でラミナが確認され成層している。一部, チャネル構造が確認される。
		5b層	砂・シルト互層 砂混じり腐植混じりシルトを主体とし, 層状～レンズ状の砂層を挟む。砂層は一部不規則な形状を示す。砂は花崗岩類起源の粗粒なマサからなり, 淘汰はやや良好でラミナが認められ, おおむね成層している。
6層	谷底堆積物	6a層	腐植質シルト 6層はトレンチ壁面のほぼ全周にわたって分布する。西側壁面の6層はさらに層相から6a層～6c層に細区分される。6a層は西側壁面のW2～W11に分布する。厚さ10～20cmの腐植質シルトからなる。本層の上面は, 幅6～12cmで深さ8～15cmの多数のチャネルで侵食される。
		6b層	砂質シルト 腐植混じり砂質シルトからなる。淘汰はやや不良で, ラミナはほとんど認められない。径2～3cmの土器片が散在する。
		6c層	シルト質砂, シルト層のレンズを挟む。 シルト質砂を主体とし, シルトの薄層を頻繁に挟む。シルト層は腐植質のシルト～砂質シルトであり, 厚さ1～7cmのレンズ状～層状である。砂層の砂は花崗岩類起源の粗粒なマサからなり, 淘汰はやや良好でラミナが認められ, おおむね成層する。
7層	谷底堆積物	7a層	腐植質シルト 東側壁面の本層は, 腐植質シルトからなり層厚4～18cmでやや連続性がよい。西側壁面の本層は腐植質砂質シルトである。本層上面の一部は小さなチャネル構造で削られ, 火炎状構造を呈す。
		7b層	砂質シルト, チャネルが発達する。 西側壁面のW7～W23と, 東側壁面の本層上部はやや不淘汰な砂質シルトからなる。西側壁面W6～W13には, 金属で面取りされた直径10cm, 長さ270cmの丸木, 四角の孔が空けられている板等の加工された材が多数出土する。弥生時代後期後半の土器が多数出土する。西側壁面W2～W6の本層下部は厚さ10～15cmの粗粒砂層を挟む。この粗粒砂層は正級化がみられる。東側壁面E8～E11の本層下部はやや淘汰が悪い砂質礫からなる。砂質礫の礫は径2～20cmで花崗岩類起源の風化～強風化した亜角礫を主体とする。東側壁面E3～E5に幅約2m, 深さ約0.5mのチャネル構造が認められる。
8層	谷底堆積物	8a層	腐植質シルト 連続性のよい厚さ12～26cmの腐植質シルトからなる。土器片を含む。
		8b層	礫混じり砂質シルト 礫は, 風化した花崗岩類の径2～10cmの亜角礫を主体とし, 亜円礫を含む。ラミナが認められ, 成層し, 腐植質シルトの薄層を挟む。土器片を含む。
		8c層	腐植質シルト。土器片および加工された材を含む。 連続性のよい厚さ5～16cmの腐植質シルトからなる。
		8d層	砂・腐植質シルト互層, チャネルが発達する。腐植質シルトはおおむね厚さ2～20cmのレンズ状で連続性に乏しく, 頻繁に挟在する。砂はおおむね淘汰のよい花崗岩起源の粗粒なマサからなり, ラミナが発達し成層する。
9層	扇状地堆積物	—	青灰色を呈す不淘汰な礫混じり砂質シルトを主体とし, 礫質砂層を挟む。チャネルが発達する。礫は径0.5～1cmのおおむね新鮮な花崗岩類の亜角礫を主体とし, 径3～8cmの礫を含む。砂層はレンズ状でラミナがみられ成層する。

表3 岩滝地点におけるトレンチのAMS法年代測定結果表

試料名	測定機関コード	層準	試料形態	前処理方法	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	^{14}C 年代値(yBP)	暦年代範囲 (calBC; 2σ)
IWCW-31	IAAA-102790	8d	種子	AAA	-28.56±0.74	2,040±30	161-47
IWCW-29	IAAA-102789	9	木片	AAA	-25.82±0.63	3,650±30	2136-1943

表4 岩滝地点におけるボーリングの層序表

地層名	堆積相	層相
9層	扇状地堆積物	礫混じり砂質シルト，青灰色を呈し不淘汰，一部腐植質。
10層	扇状地堆積物	礫混じり粗粒砂と砂質シルトの互層からなる，一部腐植質。
11層	扇状地堆積物	腐植質砂，粗粒砂を主体とし，腐植質シルト層を挟む。
12層	扇状地堆積物	砂混じりシルト質礫とシルト質砂の互層，一部腐植質。
	土石流堆積物	
13層	黒雲母花崗岩	強風化しマサ状を呈す。

表5 岩滝地点におけるボーリングのAMS法年代測定結果表

試料名	測定機関コード	層準	試料形態	前処理方法	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	^{14}C 年代値(yBP)	暦年代範囲 (calBC; 2 σ)
IWB-3-C1	IAAA-101332	10	木片	AAA	-24.15 \pm 0.66	9,670 \pm 40	9258-8849
IWB-3-C2	IAAA-101333	11	植物片	AAA	-27.23 \pm 0.33	9,550 \pm 40	9139-8762
IWB-1-C1	IAAA-102086	11	木片	AAA	-27.06 \pm 0.50	9,580 \pm 40	9153-8793
IWB-2-C1	IAAA-101344	11	木片	AAA	-28.12 \pm 0.29	9,580 \pm 40	9175-8797
IWB-1-C2	IAAA-102087	12	腐植質シルト	HCl	-21.77 \pm 0.52	24,290 \pm 90	27521-26661
IWB-3-C3	IAAA-101334	12	炭化物	AaA	-22.46 \pm 0.52	27,830 \pm 120	30557-29539

表6 岩滝東地点におけるトレンチ壁面の層序表

地層名	堆積相	細層	層相
1層	表土	—	耕作土, 腐植質シルト
2層	埋土, 盛土等の人工攪乱層	2a	礫混じり砂質シルト
		2b	砂質シルト
		2c	暗渠
3層	埋土, 盛土等の人工攪乱層	3a	墓穴を埋める堆積物, 砂質シルトを主体とし, 円礫が点在する.
		3b	砂質シルト, 腐植質砂質シルト 溝埋め堆積物
		3c	乱された砂質シルト
4層	環濠跡	—	腐植質シルト, 礫, 砂, 木片, 土器. 腐植質シルトを主体とし, 砂層を挟む.
5層	扇状地堆積物	—	シルト質砂 淘汰がやや不良なシルト質砂を主体とし, 径10~50cmの強変質した花崗岩類の礫を含む. 基質はシルト質粗粒砂で, 一部シルトである. 本層は花崗岩類起源の堆積物で著しい風化変質を被り粘土化し, 岩石の強度が低下している. 東側壁面E5~E6にチャネル構造がみられる. チャネル内部は, 淘汰が良好で成層した粗粒砂で埋積される. 木片を含む.
6層	扇状地堆積物	—	砂・シルト互層 花崗岩類起源のシルト質粗粒砂を主体とし, レンズ状で厚さ2~10cmの腐植質シルトを頻繁に挟む. 一部礫混じりシルト層を挟む. 礫混じりシルト層の礫は径0.5~1cmで概ね新鮮な花崗岩類垂角礫を主体とする. 砂層はラミナがみられおおむね成層している. 腐植質シルトの一部は, 波を打ったような乱れた構造を示す. 一部炭化した木片が散在する. 東側壁面E11~E12, 西側壁面W6付近およびW3~W5にチャネル構造がみられる. 木片が散在する.
7層	扇状地堆積物	7a層	砂質シルト 青灰色の砂質シルトを主体とし, 腐植質シルトおよびシルトの薄層を頻繁に挟む. 腐植質シルト層およびシルト層は, 厚さ1~3cmのレンズ状が主体をなす. 砂質シルト層は弱いラミナがみられ, おおむね成層している. 木片を含む.

表7 岩滝東地点におけるトレンチのAMS法年代測定結果表

試料名	測定機関コード	層準	試料形態	前処理方法	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	^{14}C 年代値(yBP)	暦年代範囲 (calBC; 2 σ)
IWECW-12	IAAA-102787	6	腐植質シルト	HCl	-26.21±0.49	17,150±60	18961-18170
IWECW-2	IAAA-102786	7	腐植質シルト	HCl	-29.25±0.58	18,910±70	21288-20288
IWECE-3	IAAA-102788	7	植物片	AAA	-29.14±0.56	20,380±70	22595-21962
IWECE-1	IAAA-101575	7	木片	AAA	-25.39±0.77	20,660±90	23032-22432

表8 中藤地点における露頭の層序表

地層名	堆積相	細層	層相
1層	表土およびクリーブ性斜面堆積物	—	耕作土, 腐植質シルト
2層	段丘堆積物, 一部斜面堆積物を含む	2a	礫混じり砂質シルト
		2b	礫混じり砂質シルト, 砂質礫, 風化した花崗岩の岩塊を含む, 径5cm程度の花崗岩および安山岩の風化した亜角〜角礫を主体とする.
3層	段丘堆積物	3a	礫混じりシルト質砂
		3b	砂質シルト, 礫を 礫を含む.
		3c	砂質礫, 径3〜15cmの風化した花崗岩の亜角〜亜円礫を主体とする. 砂質シルト薄層を挟む.
4層	花崗岩類, 岩脈	4a	アブライト質花崗岩
		4b	ヒン岩岩脈
		4c	亀裂質破碎部

表9-1 坂野地点におけるトレンチ壁面の層序表(1)

地層名	堆積相	細層	層相
1層	表土	1層	耕作土, 腐植質シルト, 植物根混入
2層	斜面堆積物および 谷底堆積物	—	礫混じり腐植質シルト質砂. いわゆる黒ボク質の砂混じりシルト. 極粗粒～細礫が混じる. 不淘汰であるが, 東側壁面のE5～E8は一部に, 厚さ5cmでレンズ状～層状の粗粒砂層を挟み成層している. 東側壁面のE0～E1に分布する径20～30cmの亜円礫群は中世の遺構である.
3層	斜面堆積物および 谷底堆積物	3a層	腐植質砂質シルト, 暗灰色. いわゆる黒ボク質の砂混じりシルト. 極粗粒～細礫が混じる. 不淘汰であるが, 一部に厚さ10～15cmのシルト質粗粒砂層やレンズ状～不規則なシルト質砂層を挟む. 礫は径0.2～1cmで亜角礫を主体とする.
		3b層	シルト質砂. 黄褐色を呈すシルト質粗粒砂からなる. 淘汰はやや不良である.
		3c層	腐植質砂質シルト, 腐植質砂, 暗灰色. いわゆる黒ボク質の砂混じりシルト. 極粗粒～細礫が混じる. 不淘汰であるが, 一部に厚さ10～15cmのシルト質粗粒砂層やレンズ状～不規則なシルト質砂層を挟む. 礫は径0.2～1cmで亜角礫を主体とする.
4層	斜面堆積物および 谷底堆積物	—	シルト質砂, 礫. 黄褐色を呈す礫混じりシルト質砂からなる. 淘汰は不良で, 塊状である. 礫は風化した径1～2cmの花崗岩類亜角礫を主体とする.
5層	斜面堆積物	5層	粗粒砂. 淘汰はやや不良のシルト質粗粒砂からなる.
6層	河川成谷底堆積物 一部斜面堆積物	6a層	チャンネル堆積物, 砂, シルト互層. 礫混じり粗粒砂とシルト層の細互層からなる. シルト層は厚さ1～6cmで層状～レンズ状を呈し, 腐植質ではない. 礫混じり粗粒砂層は, 淘汰はおおむねよく平行層理がみられ成層しており礫支持である. 一部正級化が認められる. 礫は径0.5～1cmのおおむね新鮮～やや風化した亜円礫を主体とし, 亜角礫を含む.
		6b層	腐植質シルト. 礫混じり腐植質シルト層からなる. 礫は, 径0.2～0.5cmの亜角～亜円礫で淘汰不良である. シルト偽礫を含む. 6c層を挟む.
		6c層	火山灰. 赤褐色を呈す極細粒砂～シルト. 厚さ1～3cmのレンズ状～塊状を呈す.
		6d層	腐植質シルト, 砂, 礫. 腐植質の礫混じり砂質シルト層. 下部はやや淘汰不良で, 上部はやや良. 礫は径0.5～1cmのおおむね新鮮～やや風化した亜円礫を主体とし, 亜角礫を含む. 一部正級化が認められる.
7層	河川成谷底堆積物, 一部斜面堆積物	7a層	斜面堆積物, 礫混じり砂質シルト. シルト中に径0.2～1cmの亜角～角礫が散在する. 淘汰はやや不良である.
		7b層	シルト. 灰色のシルトからなり, 中粒～粗粒砂および径0.2～0.5cmの亜角～角礫が散在する. 一部, 厚さ1～3cmでレンズ状のシルト質粗粒砂層を挟む.
		7c層	チャンネル堆積物, 礫質砂・シルト互層. 礫混じり粗粒砂とシルト層の細互層からなる. シルト層は厚さ1～6cmで層状～レンズ状を呈し, 腐植質ではない. 礫混じり粗粒砂層は, 淘汰はおおむねよく平行層理がみられ成層しており礫支持である. 一部正級化が認められる. 礫は, 径0.5～1cmのおおむね新鮮～やや風化した亜円礫を主体とし, 亜角礫を含む. 本層の上面は一部に火炎状構造や, 亀裂への上位層の侵入が認められる.
		7d層	シルト, 砂, 礫, 材を含む. 礫混じり砂質シルトを主体とする. 厚さ2～10cmのレンズ状極粗粒砂層を挟む. 淘汰はやや不良で一部やや良. 礫は径0.2～0.5cmの亜角礫が主体をなす.
8層	河川成谷底堆積物	—	腐植質シルト, 粗粒砂. 礫混じり砂混じり腐植質シルトからなる. 厚さ2～28cmでレンズ状～団子状の礫質粗粒砂層を挟む. 淘汰はやや不良で一部やや良. 礫は径0.2～0.5cmの亜角礫が主体をなす.
9層	河川成谷底堆積物	—	チャンネル堆積物, 礫質砂・シルト互層. 礫混じり粗粒砂とシルト層の細互層からなる. シルト層は厚さ1～4cmで層状～レンズ状を呈し, 腐植質ではない. 礫混じり粗粒砂層は, 淘汰は概ねよく平行層理がみられ成層しており礫支持である. 礫は, 径0.5～1cmのおおむね新鮮～やや風化した花崗岩類の亜円礫を主体とし, 亜角礫を含む. 東側壁面の分布南限10c層との境界付近に, 幅10～20cmで深さ5～10cmのチャンネル構造が複数認められる.

表9-2 坂野地点におけるトレンチ壁面の層序表(2)

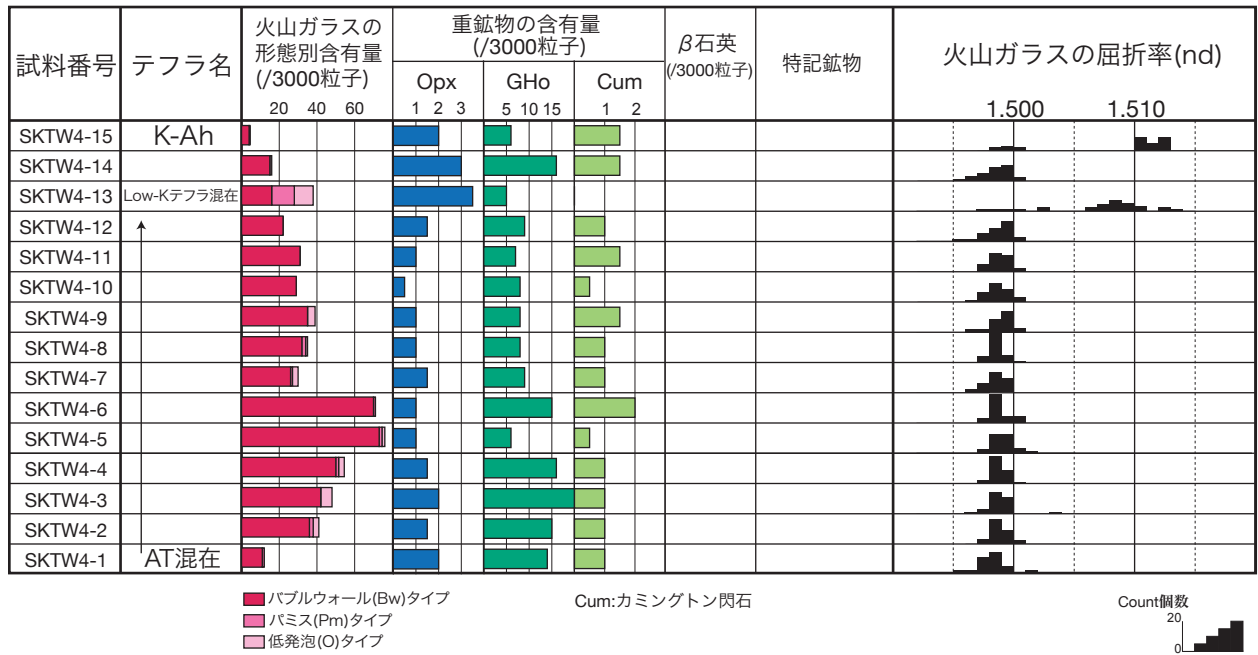
地層名	堆積相	細層	層相
10層	斜面堆積物	10a層	礫混じりシルト。細礫や中粒～極粗粒砂が散在するシルト層からなり、淘汰は不良である。礫は径0.2～0.5cmの亜角礫が主体をなす。一部にレンズ状～不規則なシルト質粗粒砂層や、やや腐植質なシルト層を挟む。
		10b層	砂質シルト。細礫が散在する砂質シルト層からなり、淘汰は不良である。礫は、径0.2～0.5cmの花崗岩類亜角礫が主体をなす。
		10c層	礫混じりシルト。礫質なシルトからなり、淘汰はやや不良である。礫は、径0.5～1cmでやや風化した花崗岩類亜角礫を主体とする。
11層	斜面堆積物	—	礫混じりシルト質砂。礫混じりシルト質砂からなり、淘汰は不良である。礫は、径1～12cmの風化した花崗岩類の角礫が主体をなす。一部、下位層である12層の開口亀裂を充填する。
12層	花崗岩類	—	アプライト質花崗岩、黒雲母粗粒花崗岩

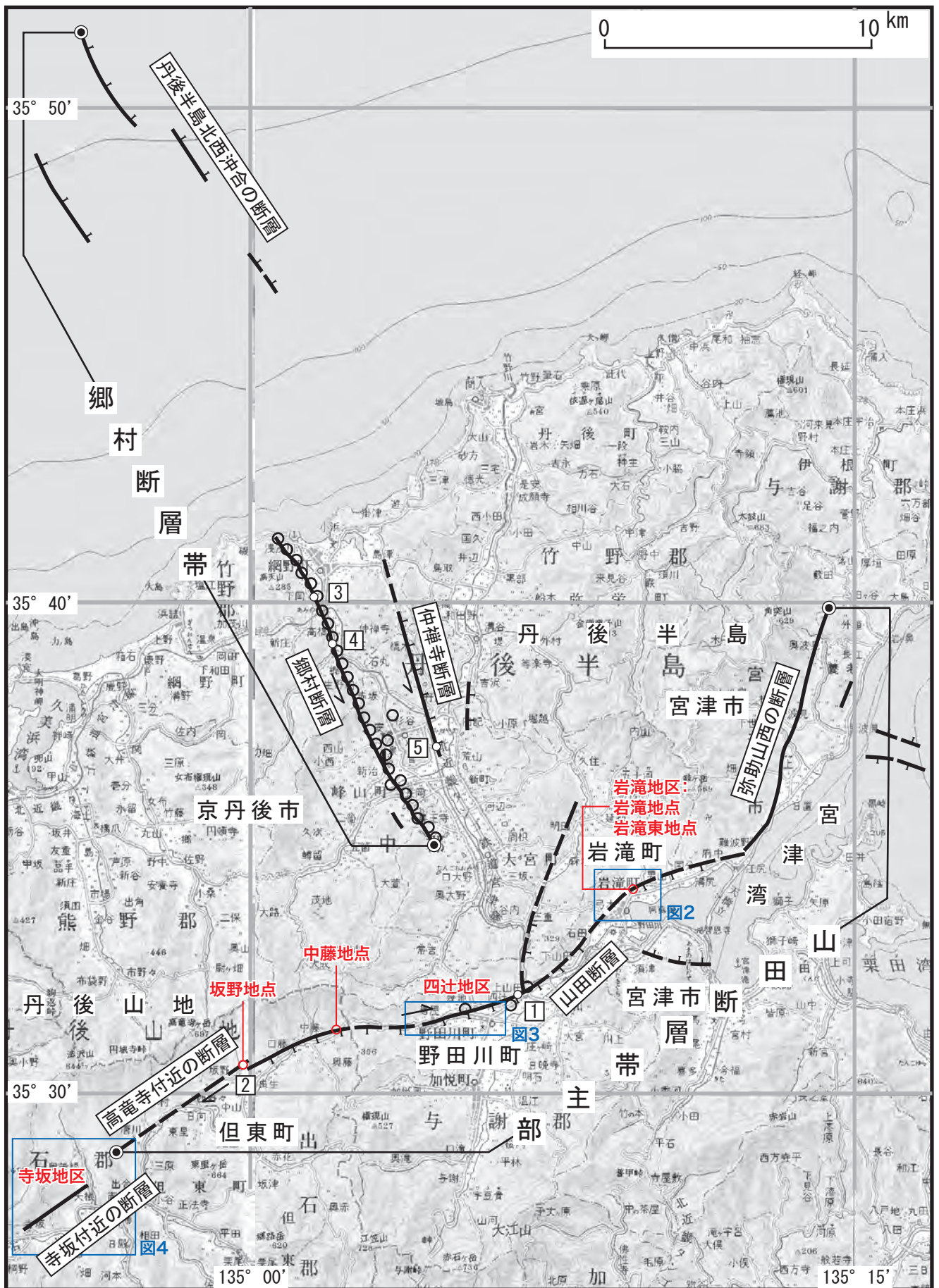
表10 坂野地点におけるトレンチのAMS法年代測定結果表

試料名	測定機関コード	層準	試料形態	前処理方法	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	^{14}C 年代値(yBP)	暦年代範囲 (calBC; 2σ)
SKCW-18	IAAA-102082	3a	黒ボク	HCl	-23.97±0.59	3,140±30	1495-1322
SKCW-15	IAAA-102081	3a	黒ボク	HCl	-21.92±0.51	5,350±30	4324-4054
SKCW-13	IAAA-102080	3c	黒ボク	HCl	-19.84±0.63	7,180±40	6156-5987
SKCW-11	IAAA-102079	3c	腐植質シルト	HCl	-22.17±0.57	7,210±40	6208-6004
SKCW-10	IAAA-102078	3c	腐植質シルト	HCl	-23.39±0.45	7,600±40	6504-6404
SKCW-3	IAAA-102075	6b	植物片	AaA	-30.15±0.36	7,960±40	7043-6701
SKCW-20	IAAA-102083	6b	腐植質シルト	HCl	-26.20±0.41	8,230±40	7446-7082
SKCW-1	IAAA-102074	6b	木片	AAA	-28.64±0.55	8,890±40	8236-7939
SKCW-9	IAAA-102795	6d	腐植質シルト	HCl	-24.60±0.66	9,230±40	8557-8316
SKCW-4	IAAA-102791	6d	腐植質シルト	HCl	-25.01±0.44	10,300±40	10430-9892
SKCW-5	IAAA-102792	7a	腐植質シルト	HCl	-25.22±0.57	9,290±40	8633-8349
SKCE-6	IAAA-102794	7a	炭化物	AaA	-22.20±0.48	9,400±40	8765-8570
SKCE-1	IAAA-101576	7d	木片	AAA	-27.58±0.43	9,820±40	9355-9235
SKCE-5	IAAA-102085	7d	炭化物	AaA	-25.28±0.43	10,860±40	10940-10661
SKCW-19	IAAA-102793	8	炭化物	AaA	-26.56±0.37	9,640±40	9236-8837
SKCW-7	IAAA-102077	8	腐植質シルト	HCl	-27.30±0.58	10,280±40	10426-9877
SKCE-4	IAAA-103130	8	腐植質シルト	HCl	-27.17±0.85	10,790±50	10880-10624
SKCW-6	IAAA-102076	8	腐植質シルト	HCl	-21.35±0.38	10,800±40	10878-10627
SKCE-2	IAAA102084	8	腐植質シルト	HCl	-24.79±0.61	11,610±40	11676-11365

表11 坂野地点におけるトレンチの火山灰分析結果表

坂野トレンチ西壁面(SKTW4)





1 : 上山田地点 2 : 坂野地点 3 : 下岡地点 4 : 郷地点 5 : 矢田地点
 ◎ : 断層帯の両端 (ただし、郷村断層帯の北西端については確認されている範囲)
 ○ : 1927年の地表地震断層
 断層の位置は文献2, 3, 4, 6及び8に基づく。
 基図は国土地理院発行数値地図200000「宮津」「鳥取」を使用。

図1 山田断層帯主部および丹後半島周辺の活断層の概観図
 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2004) に加筆。

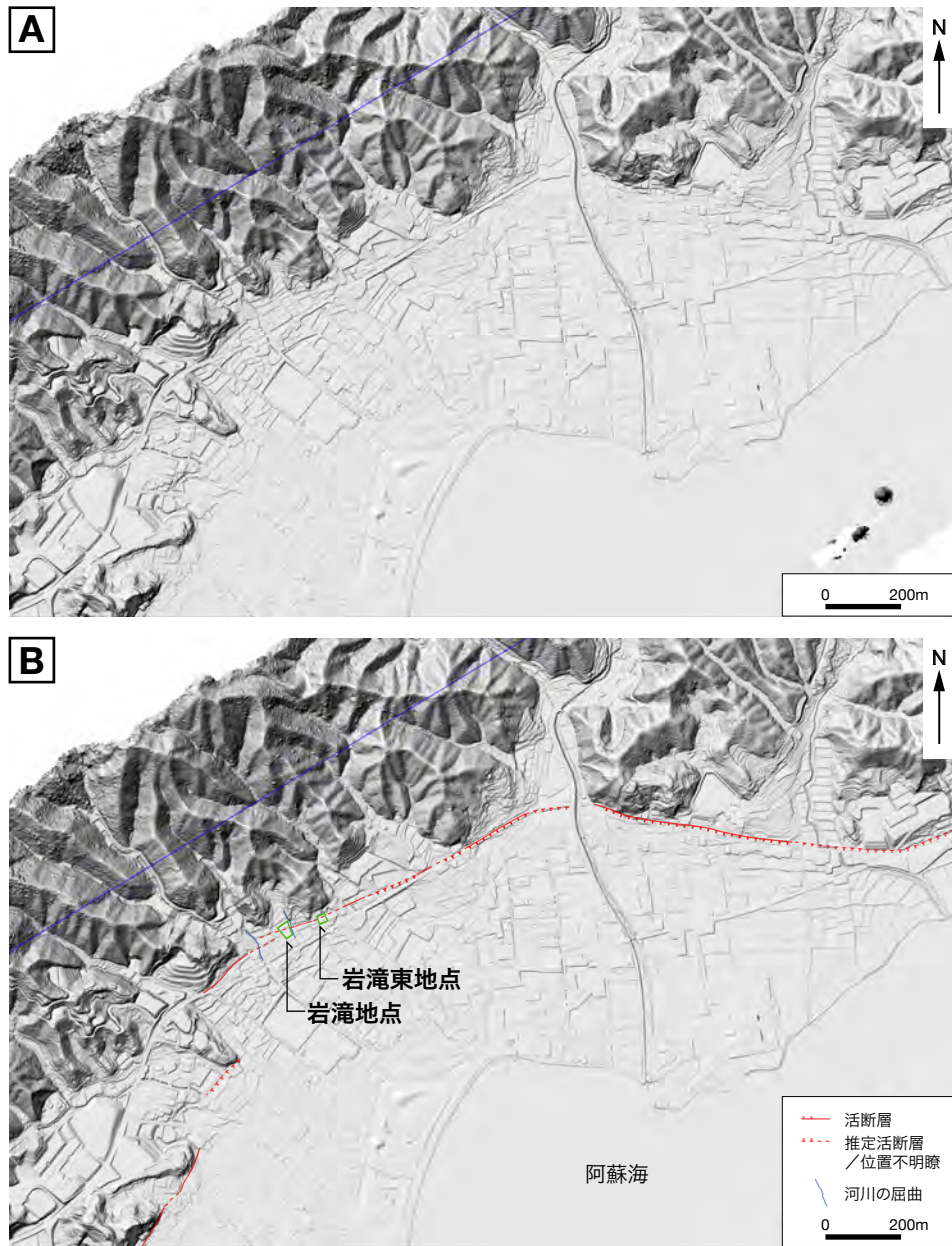


図2 詳細DEMによる岩滝地区周辺の地形陰影図 (A) および活断層分布図 (B)
 使用したDEMは本業務で作成した2mメッシュDEM.

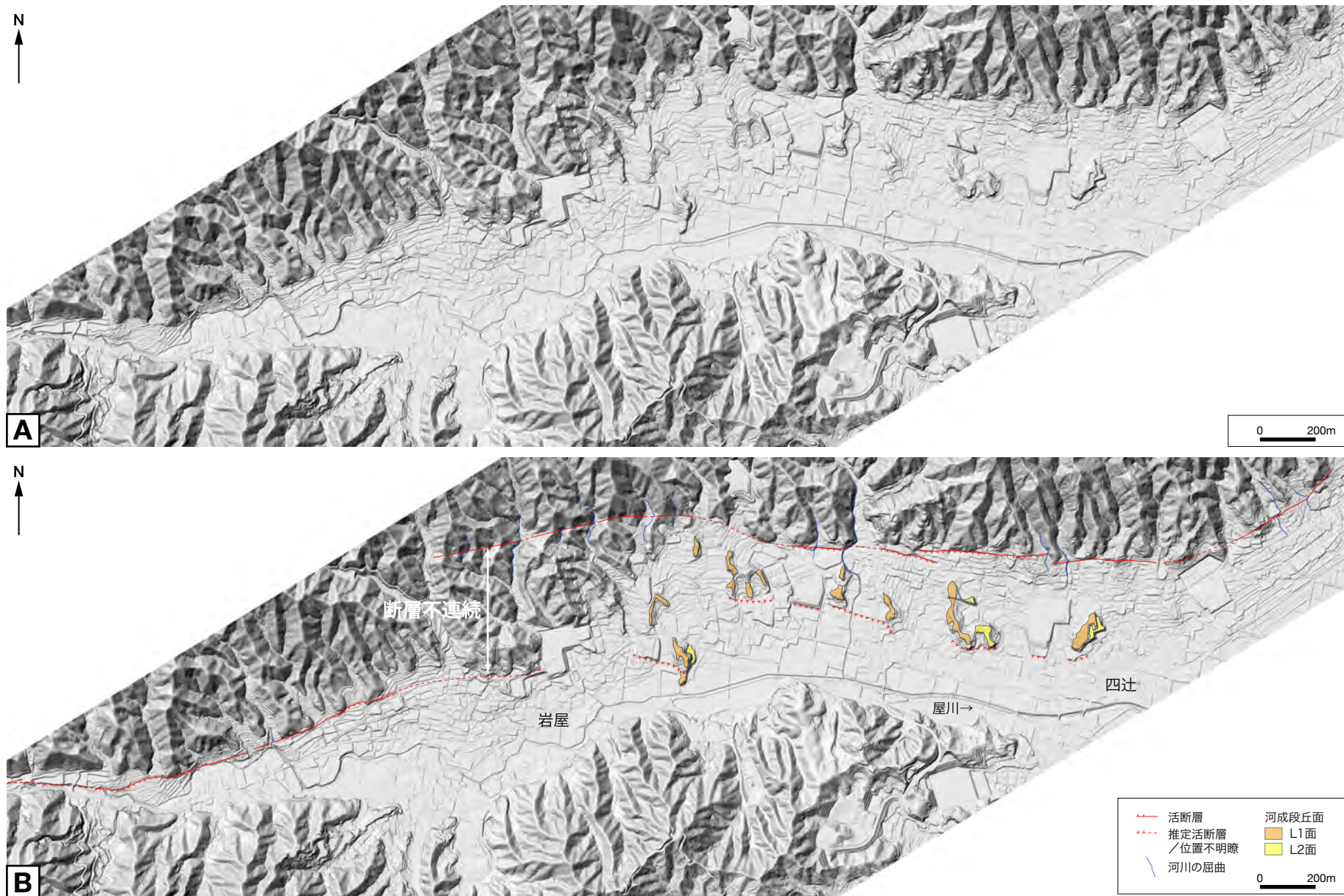


図3 詳細DEMによる四辻地区周辺の地形陰影図 (A) および活断層分布図 (B)
 使用したDEMは本業務で作成した2mメッシュDEM.

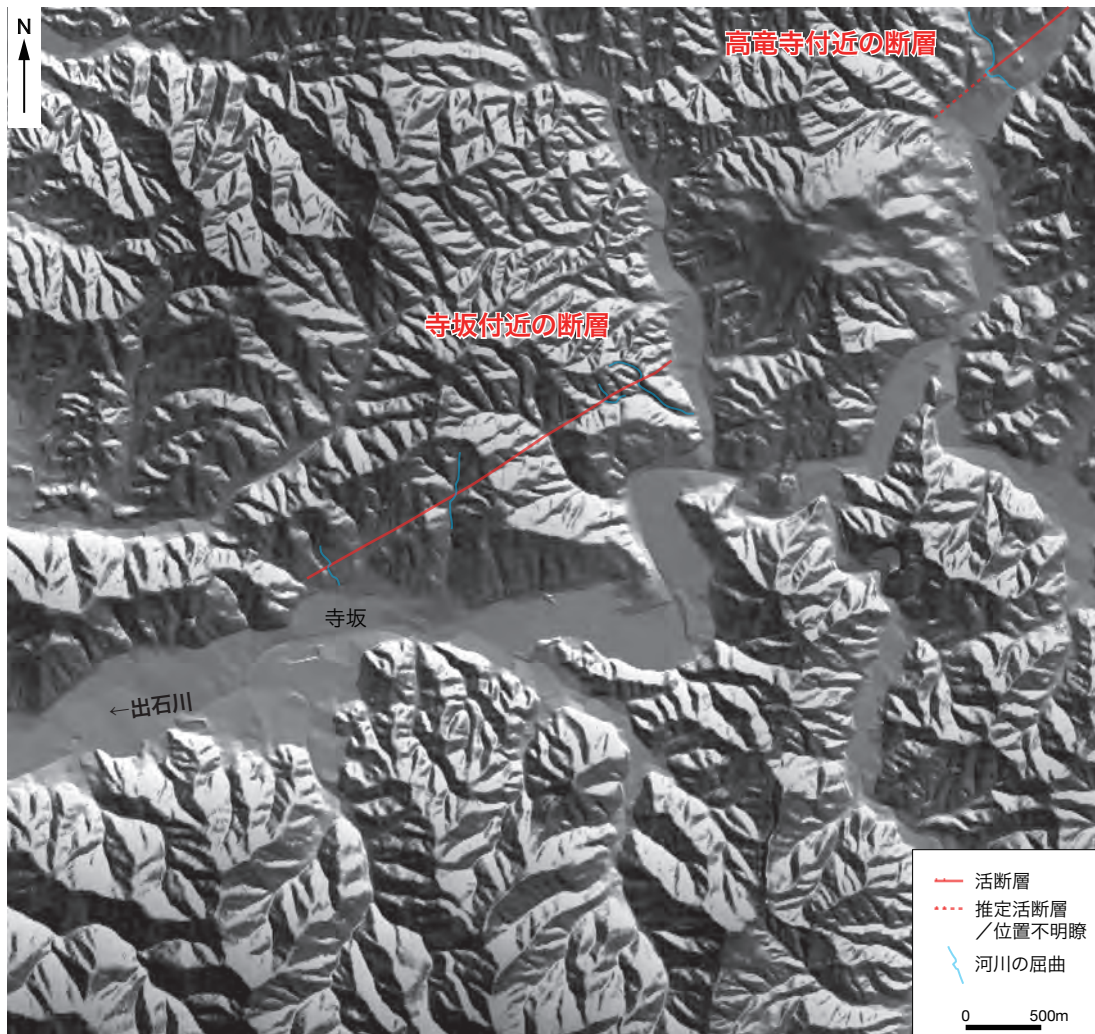


図4 10mDEMによる寺坂地区周辺の地形陰影図 (A) および活断層分布図 (B)
 使用したDEMは国土地理院発行の10mメッシュDEM.

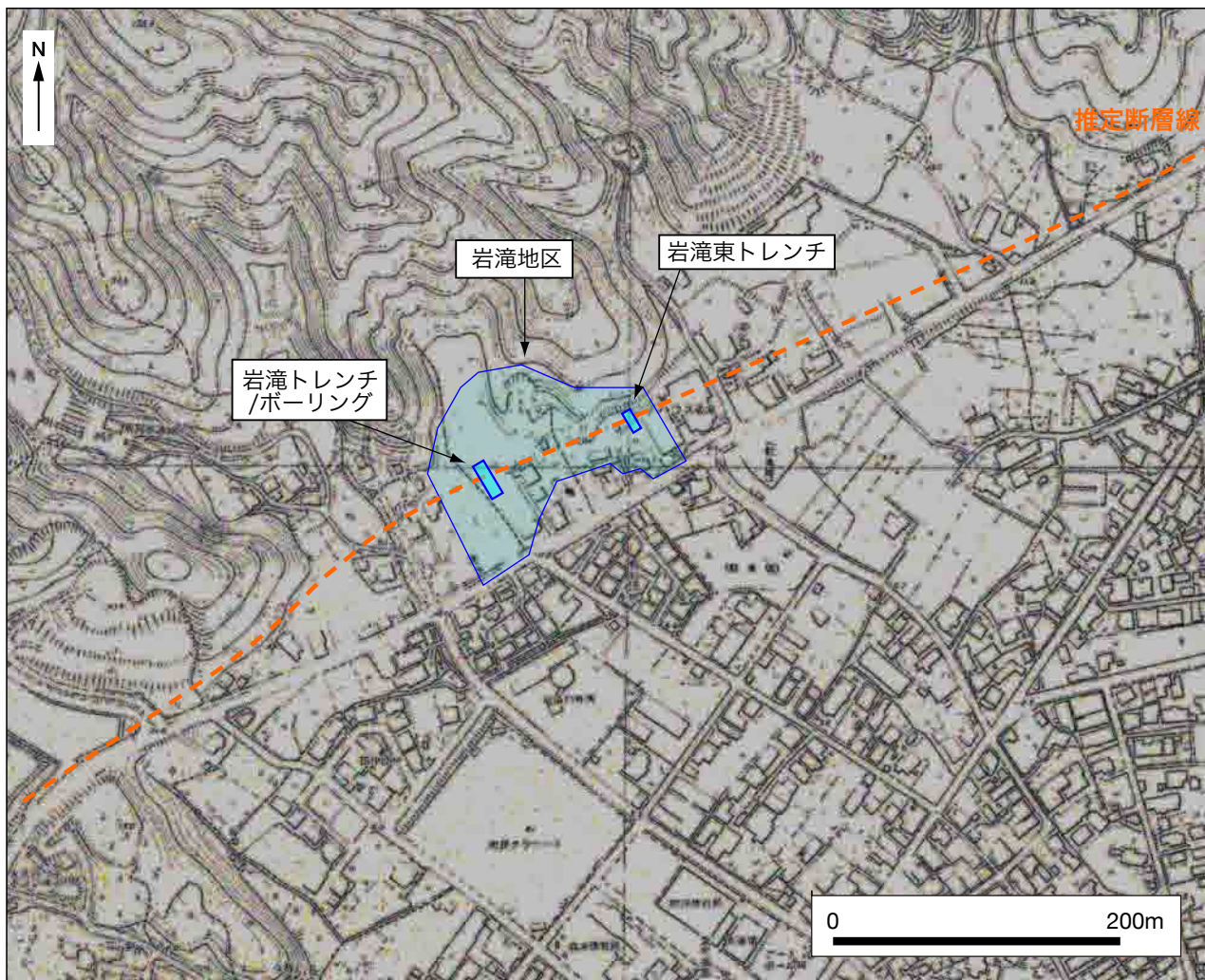


図5 岩滝地区周辺の都市計画図および調査地点
基図は、与謝野町発行 2500 分の 1 都市計画図。

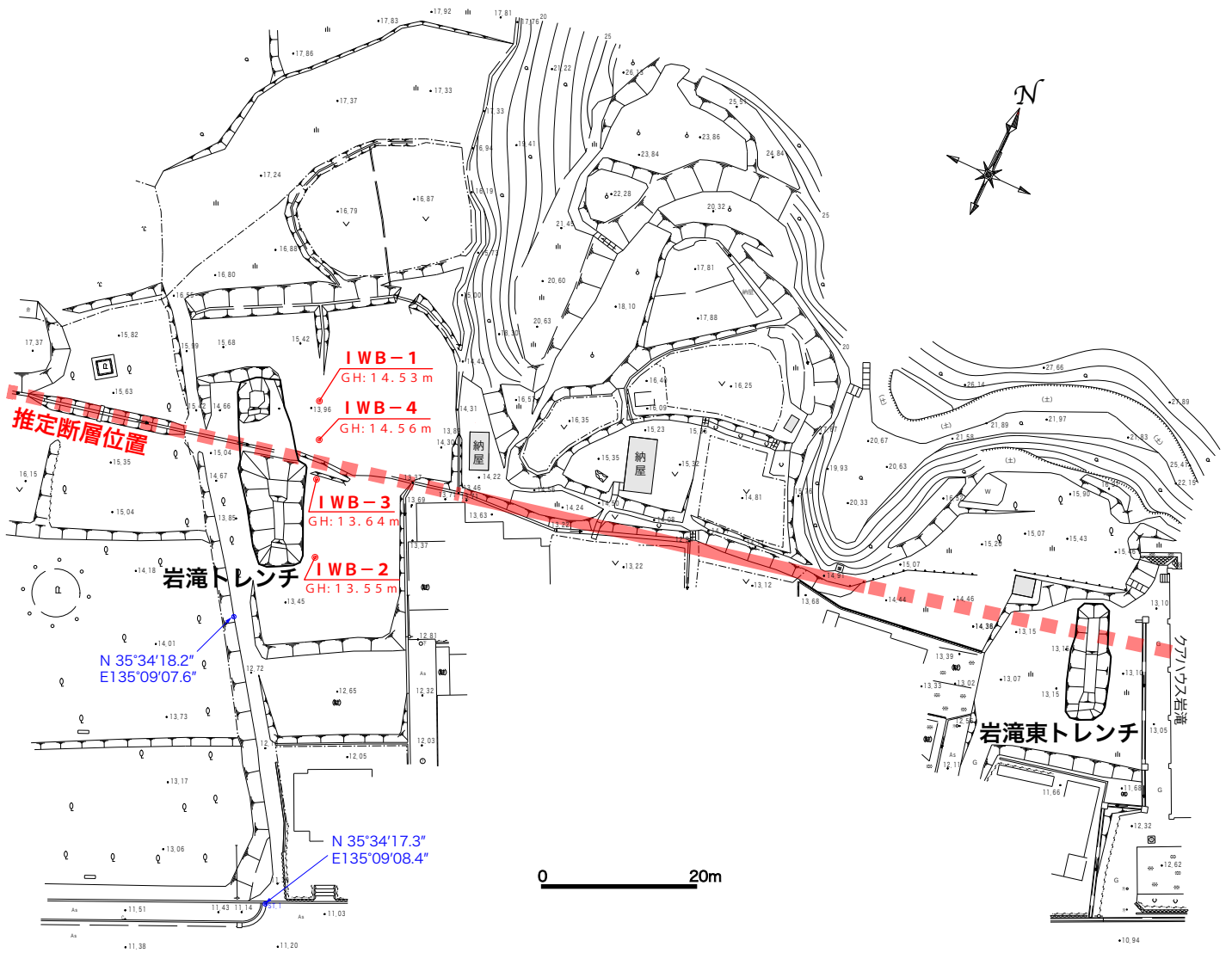


図6 岩滝地区周辺の測量図，岩滝地点および岩滝東トレンチの位置.



図7 岩滝地点におけるトレンチ西壁面の写真



図8 岩滝地点におけるトレンチ東壁面の写真

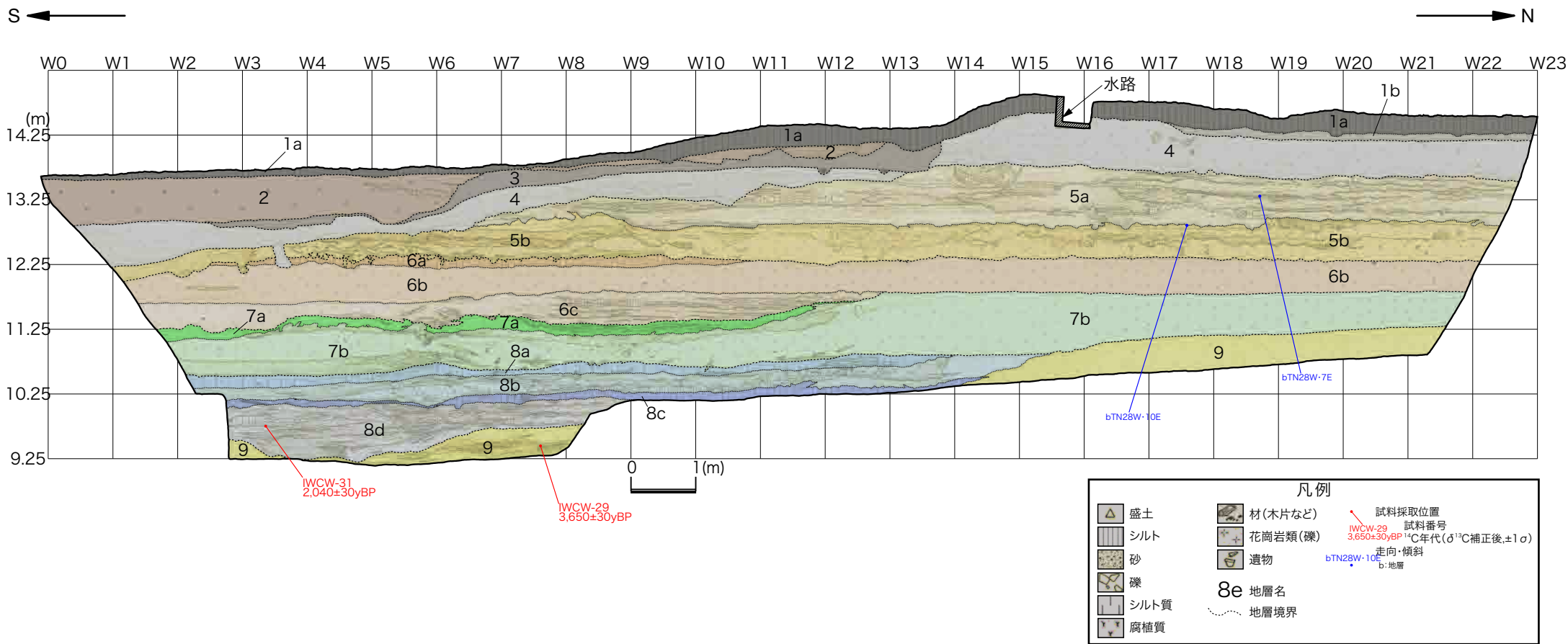


図9 岩滝地点におけるトレンチ西壁面のスケッチ

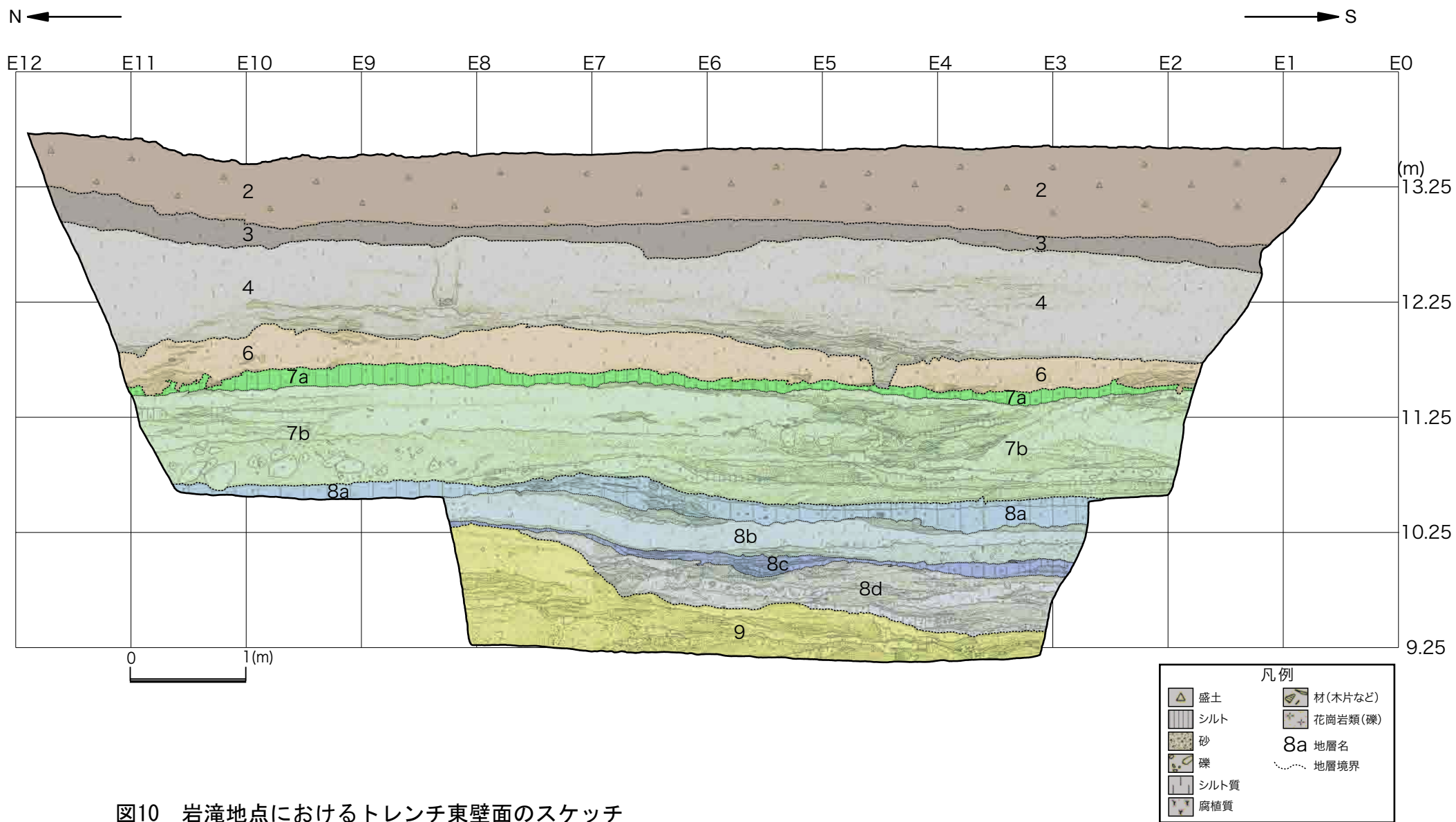


図10 岩滝地点におけるトレンチ東壁面のスケッチ

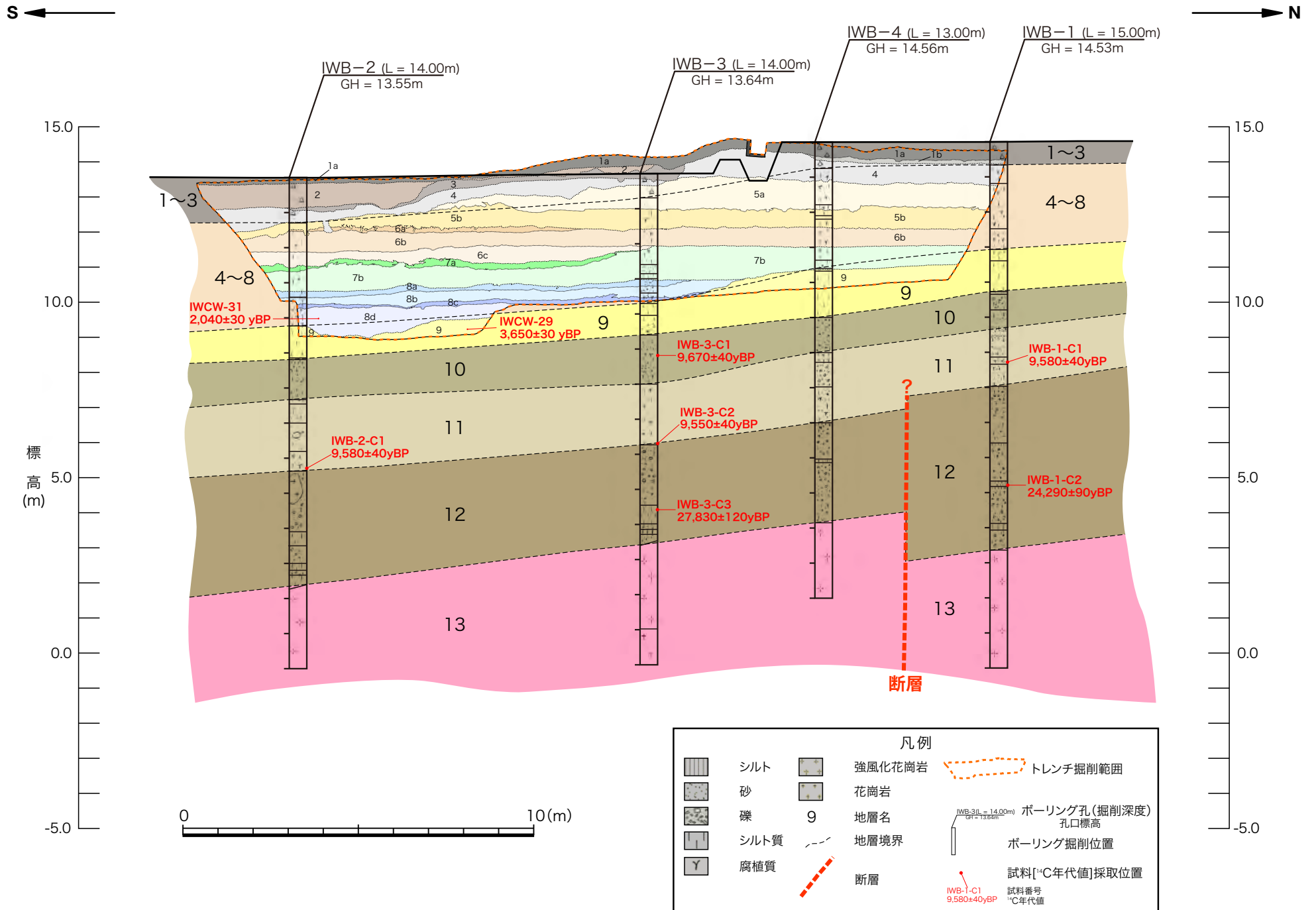


図11 岩滝地点におけるトレンチおよびボーリング層序による地質断面
トレンチおよびボーリングの平面位置は図6に示す。



図12 岩滝東地点におけるトレンチ西壁面の写真



図13 岩滝東地点におけるトレンチ東壁面の写真

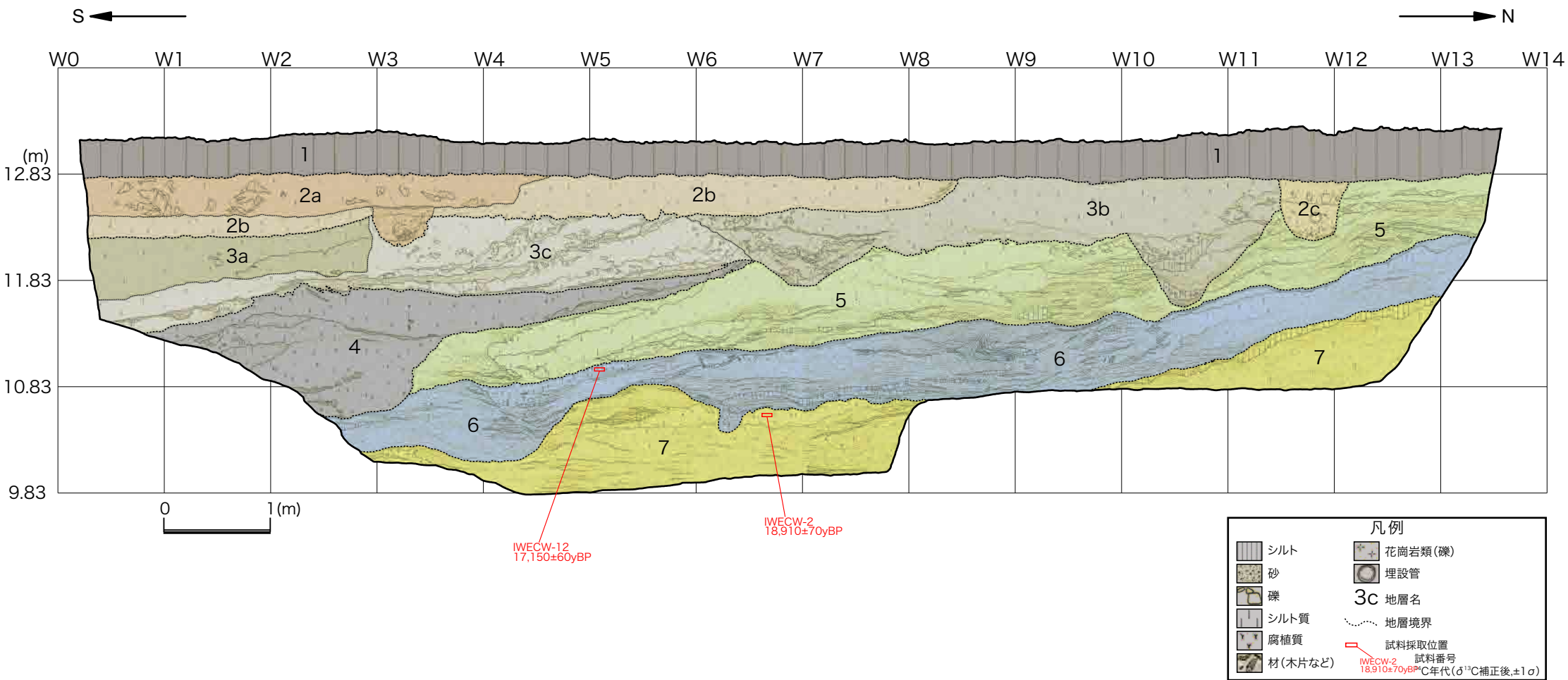


図14 岩滝東地点におけるトレンチ西壁面のスケッチ

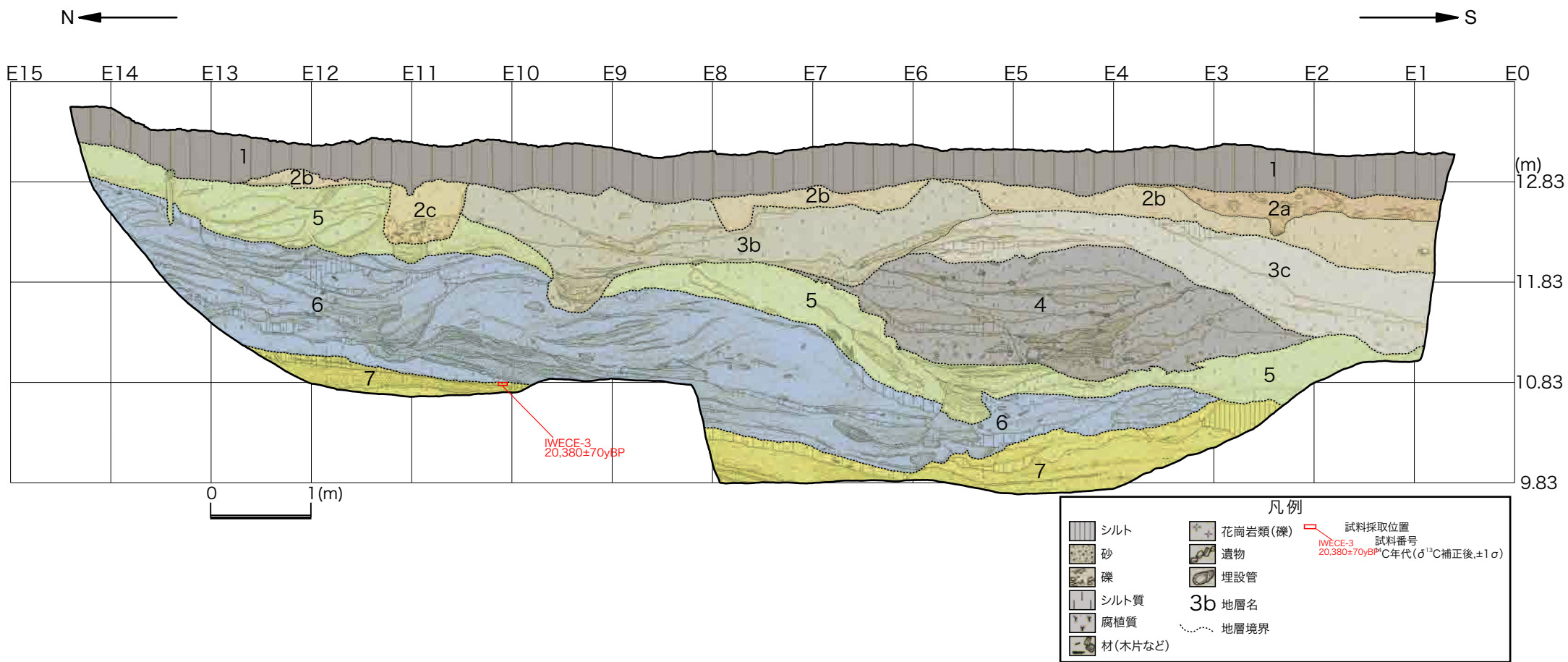


図15 岩滝東地点におけるトレンチ東壁面のスケッチ

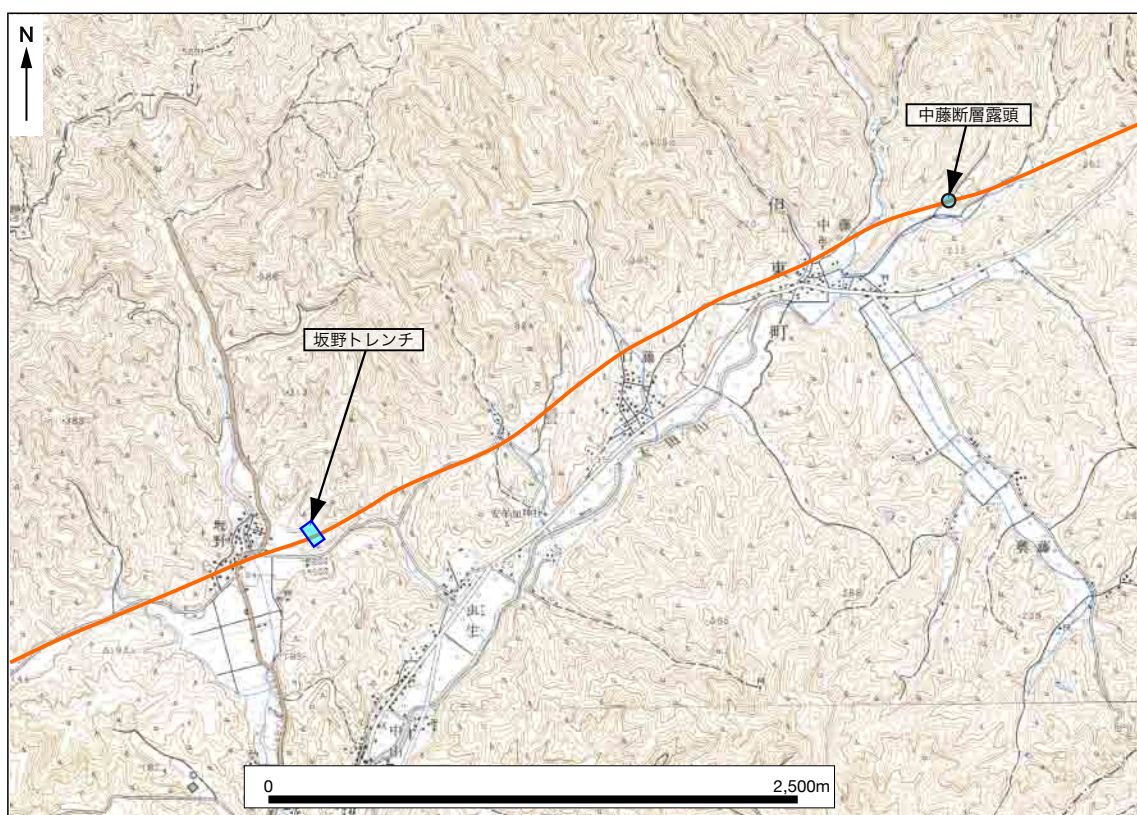


図 16 中藤地点および坂野地点の位置

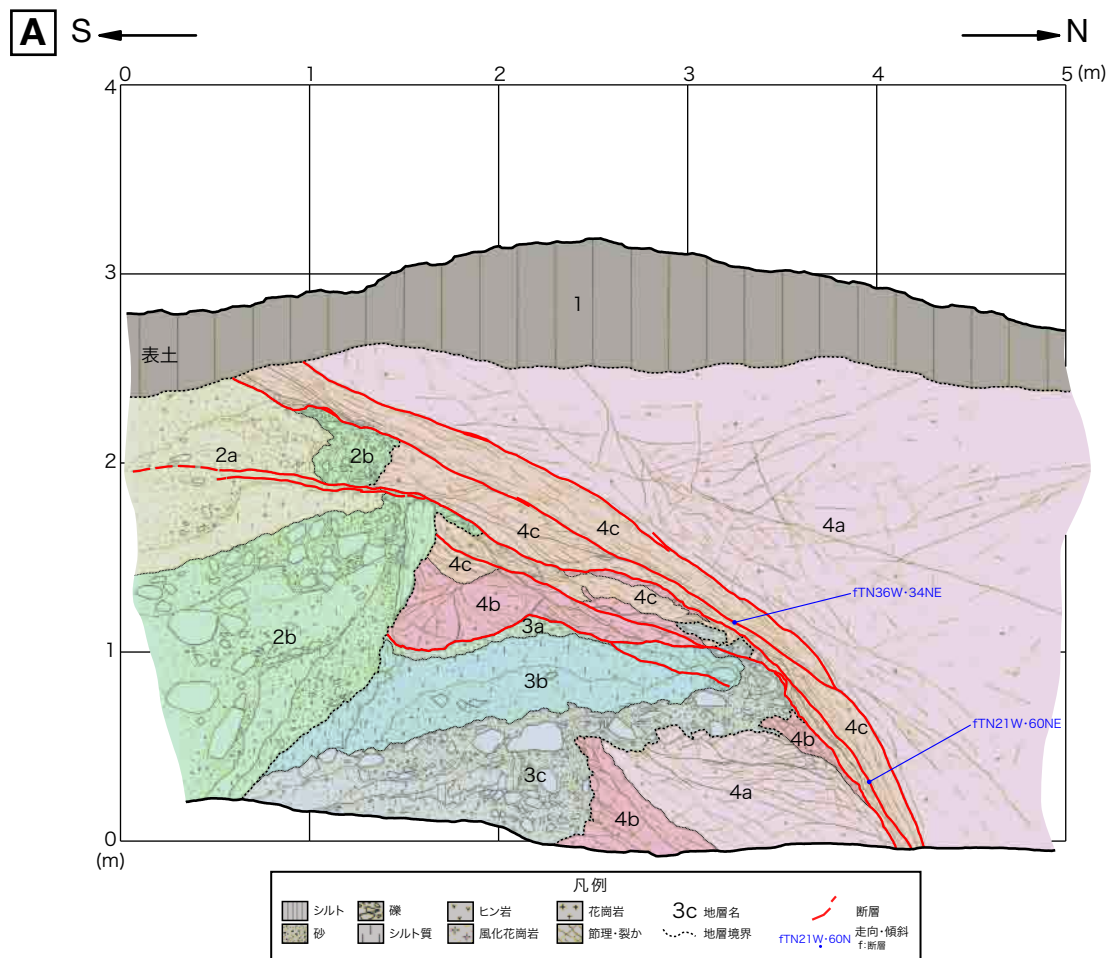


図17 中藤地点における断層露頭のスケッチ (A) および写真 (B)

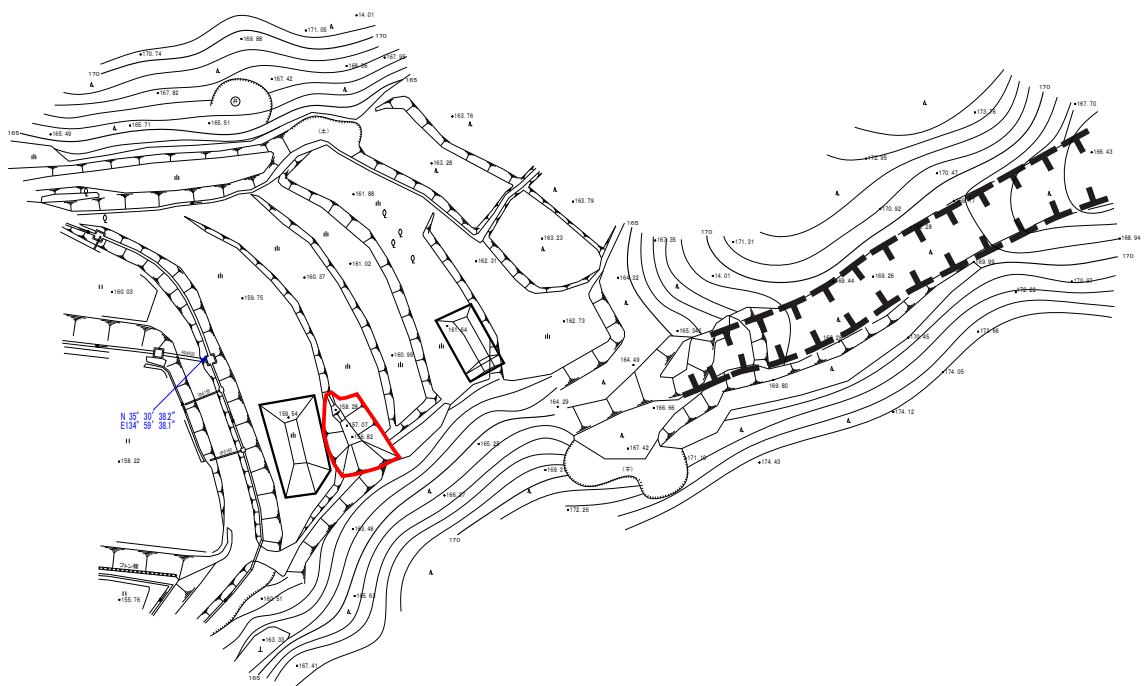


図18 坂野トレンチおよび周辺の測量図

赤線枠が本研究によるトレンチ，黒線枠が吉岡ほか（2001）によるトレンチ位置。



図19 坂野地点におけるトレンチ西壁面の写真

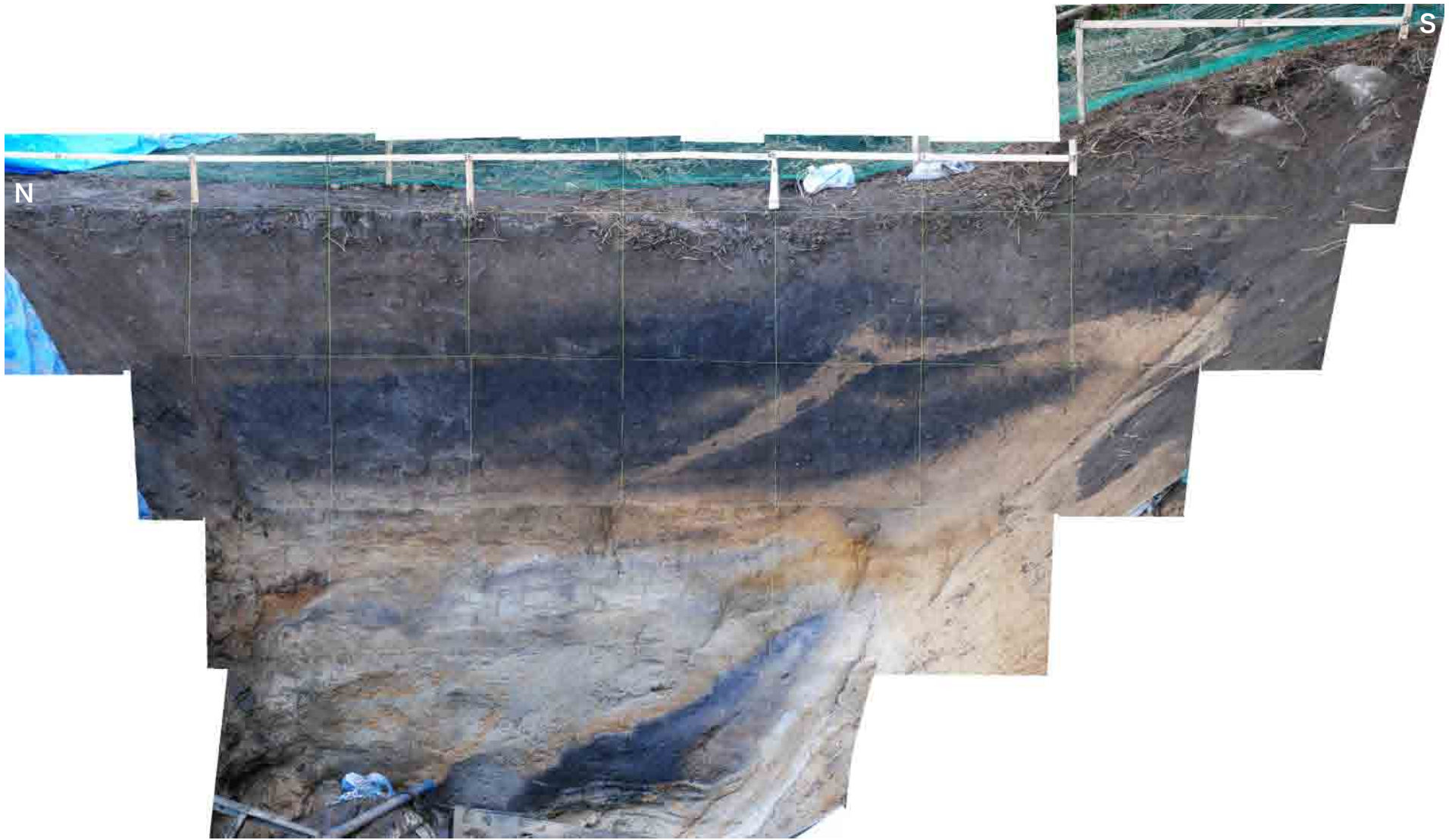


図20 坂野地点におけるトレンチ東壁面の写真

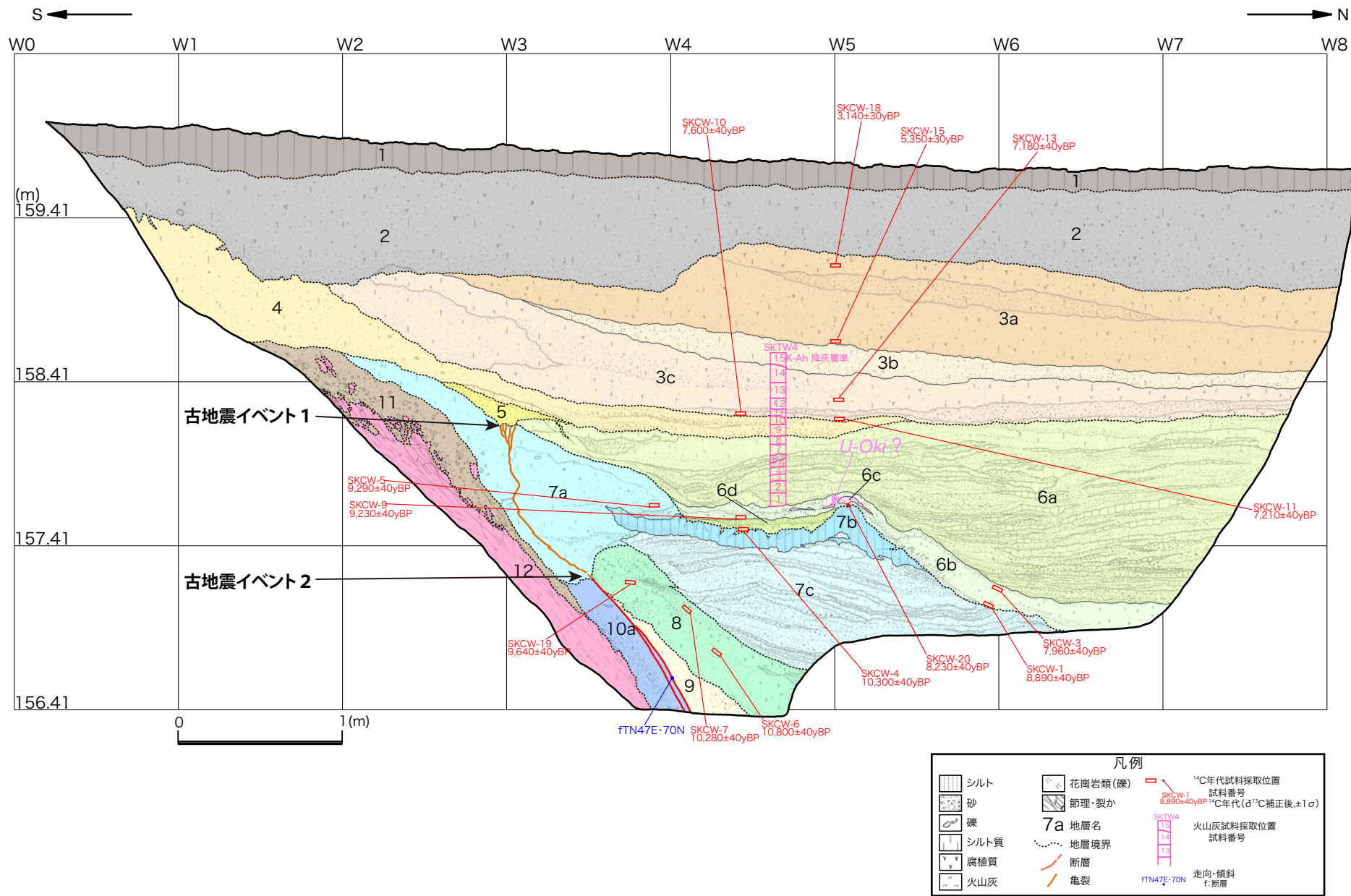


図21 坂野地点におけるトレンチ西壁面のスケッチ

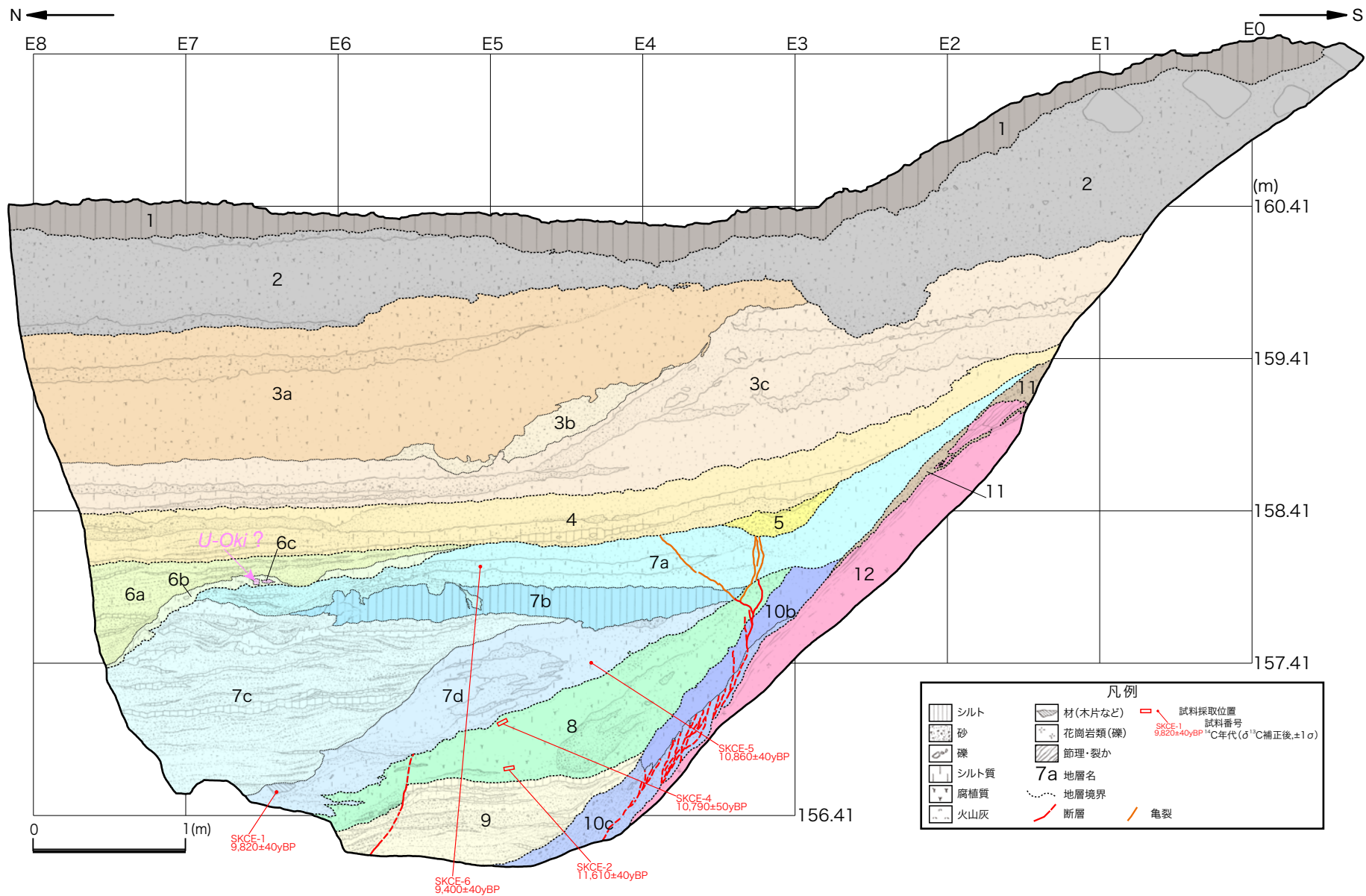


図22 坂野地点におけるトレンチ東壁面のスケッチ