

「活断層の追加・補完調査」成果報告書 No. H22-2

邑知潟断層帯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. 調査の方針と調査地の選定	2
3. 活動履歴調査	2
3. 1 水白地点	2
(1) 調査概要	2
(2) トレンチ調査	3
(3) 群列ボーリング調査	4
(4) 地質構造に関する考察	5
(5) 断層活動時期に関する考察	5
3. 2 酒井地点	5
(1) 調査概要	5
(2) ピット調査	6
(3) 地質構造に関する考察	6
3. 3 本江地点	6
(1) 調査概要	6
(2) 群列ボーリング調査	7
(3) ピット調査	8
(4) 地質構造に関する考察	8
(5) 活動時期に関する考察	9
3. 4 敷波地点	9
(1) 調査概要	9
(2) ピット調査	9
(3) 群列ボーリング調査	10
(4) 地質構造に関する考察	10
(5) 断層活動時期に関する考察	11

4. 平均変位速度解明にかかる調査	11
4. 1 小田中地点	11
(1) 調査地点概要	11
(2) 地形断面測量	11
(3) ボーリング調査	11
(4) 平均変位速度に関する考察	12
4. 2 四柳地点	12
(1) 調査地点概要	12
(2) 地形断面測量	12
(3) ボーリング調査およびピット調査	12
(4) 平均変位速度に関する考察	12
5. まとめ	13
5. 1 断層帯の位置および形態	13
(1) 断層帯を構成する断層	13
(2) 断層面の位置・形状	13
(3) 変位の向き	13
5. 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	17

1. 断層帯の概要とこれまでの主な調査研究

邑知瀉断層帯は、能登半島南部の邑知瀉平野付近（石川県七尾市）から宝達丘陵北西縁に沿って石川県かほく市にいたる、長さ約 44 km で主として南東側ないし東側隆起の逆断層帯である（図 1）。断層帯を構成する活断層には、石動山断層、古府断層、野寺断層、坪内-八野付近の断層および内高松付近の断層（いずれも、名称は活断層研究会編（1991）による）が含まれる。最近の地形判読調査に基づく邑知瀉断層帯の詳細な位置については、杉戸ほか（2010）、堤ほか（2010）により縮尺 1/25,000 の活断層図が公表されている。

邑知瀉断層帯の活動時期について、杉戸ほか（2004）は、石動山断層の水白地点で実施したトレンチ調査の結果に基づき、最新活動時期を「約 3,200 年前以後」、1 回前の活動時期を「約 3,700 年前～2,100 年前（限定した場合には約 3,200～2,400 年前）」、2 回前の活動時期を「約 4,900 年前～3,700 年前」と推定した。吾妻ほか（2004）は、石動山断層の本江地点で実施したトレンチ調査の結果に基づき、4,400 BC～680 AD の間であると推定した。これらの調査結果を受けて、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）では、邑知瀉断層帯の長期評価においてその活動時期について、最新活動時期を「約 3 千 2 百年前以後、9 世紀以前」（信頼度○）、1 つ前の活動時期を「約 3 千 9 百年前以後、約 2 千 4 百年前以前」（信頼度△）、2 つ前の活動時期を「約 4 千 9 百年前以後、約 3 千 7 百年前以前」（信頼度○）と評価した。一方で、杉戸ほか（2007）は、これらのデータをそのほかの研究成果と併せて総合的に整理・検討し、最新活動時期を約 850-250 年前、1 回前の活動時期を約 3,690-1,990 年前、2 回前の活動時期を 4,830-3,580 年前と推定しており、最新活動時期の認定について地震調査研究推進本部（以下、「地震本部」という）における長期評価と大きな違いがある。

邑知瀉断層帯の平均変位速度について、活断層研究会編（1991）は、石動山断層について 0.2-0.4 m/千年および 0.3 m/千年以上、古府断層では 0.08 m/千年以上、野寺断層および坪内-八野付近の断層では 0.08 m/千年、内高松付近の断層では 0.08-0.1 m/千年と推定した。杉戸ほか（2004）は、石動山断層の水白地点における調査結果から AT 火山灰降下以後の上下平均変位速度を 0.63-0.89 m/千年と見積った。堤ほか（2000）は、石動山断層の宇土野地点における調査結果から約 6,000 年前以後の上下平均変位速度を 0.8-1.0 m/千年と算出した。これらの調査成果を受けて、邑知瀉断層帯の長期評価では上下平均変位速度を 0.4-0.8 m/千年と評価している（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2005）。

2. 調査の方針と調査地の選定

本調査では、地震調査推進本部地震調査委員会（2005）と杉戸ほか（2007）との間での最新活動時期に関する解釈の違いを解消することを主目的とした。また、杉戸・堤（2005）で提案されている断層の走向方向に沿った平均変位速度分布に関する情報を補完するための情報を新たに入手するための調査を行った。

上記の目的を達成するための調査地点を選定すべく、米軍が1948年から1949年にかけて撮影した縮尺約1万分の1空中写真による地形判読を行った。その結果、石動山断層における4地点（水白、酒井、本江および敷波）を選出し、各地点の状況に応じてトレンチ調査、ピット調査、ボーリング調査を組み合わせ実施した。

また、平均変位速度に関する情報を入手するため、地形断面の作成と地形面の形成年代を明らかにするための地質調査を実施した。空中写真判読で地形学的に認められる断層変位地形の中には、圃場整備や宅地造成などによって現在は地形が失われていることが多いことから、空中写真図化によって多数の地点において活断層を横切る地形断面を作成し、変位量を検討することを試みた。地形面の形成年代については石動山断層上の2地点（小田中および四柳）において地質調査を実施し、採取した試料を用いて地形面の構成層および被覆層の年代測定を行い、上下平均変位速度を算出した。

3 活動履歴調査

邑知瀉断層帯の最新活動時期を明らかにすることを目的として、水白、酒井、本江および敷波の各地点（図1）で、トレンチ掘削調査、ピット掘削調査およびボーリング掘削調査を行なった。各調査においては、トレンチおよびピットの壁面で地層の層相と構造を観察し、炭化物や火山灰などの分析用試料を採取した。以下では、各地点の調査結果について、北から順に地点ごとに報告する。

なお、以下の記載に示す放射性炭素同位体年代値は、加速器を用いたAMS法によるものであり、測定値に $\delta^{13}\text{C}$ 補正を行なった後に、暦年較正プログラム（OxCalv4.1: Bronk Ramsey, 2009）によって計算された暦年である。暦年較正年代の計算にはIntCal09データベース（Reimer *et al.* 2009）の較正曲線が用いられている。

3. 1 水白地点

(1) 調査概要

水白地点（鹿島郡中能登町）は、石動山断層のほぼ中央に位置している。この地点の南西約300mの地点において、2003年度に産業技術総合研究所がトレンチ調査およびボーリング調査を実施しており、その結果に基づき杉戸ほか（2007）が歴史時代（約

850-250 年前) における断層活動の存在を指摘している。

本地点では、谷底低地に認められる撓曲帯の基部において、トレンチ調査とボーリング調査を実施した(図 2, 3)。谷幅が広いため、沖積層が厚く、地層中の時間分解能が以前のトレンチ調査地点よりも高いと予想した。

(2) トレンチ調査

トレンチ壁面では、現地表から深さ 2.7 m までの砂礫・シルト(約 7,000 年前以後に堆積)が観察された。層位および層相に基づき、これらの地層は A 層から F 層までに区分される(図 4, 5)。

最上位の A 層は人工改変を受けている地層で、水田を畑地に改良する際の客土された均質な細砂(A1 層)とかつての水田土壌(A2 層)に細分される。南西壁面の A2 層の最下部から、1225 AD-1265 AD の年代が得られている。

B 層はほぼ水平に堆積した層厚 10-15 cm の細砂で、北東壁面では層を成しているが、南西壁面ではパッチ状に分布する。

C 層は S5, N5 付近よりも西側に分布する砂混じりの腐植質シルトで、1139 AD-1429 AD, 1165 AD-1214 AD, 885 AD-968 AD の年代が得られている。

D 層は砂礫を伴う細砂層、南西壁面の S7 よりも東側と北東壁面の N3 よりも東側に分布し、北東壁面から 994 AD-1030 AD, 899 AD-993 AD, 584 AD-638 AD の年代が得られている。

E 層は、南西壁面のほぼ全面および北東壁面の両端に分布するシルト、砂、礫からなる地層である。北東壁面から 2280 BC-2145 BC, 南西壁面から 1609 BC-1511 BC, 2566 BC-2470 BC, 1870 BC-1693 BC, 2291 BC-2201 BC, 1681 BC-1531 BC, 1017 AD-1,147 AD, 1020 AD-1148 AD の年代値が得られている。これらのうち、紀元後の年代を示す 2 試料については、他の測定値より著しく若い年代を示すため、以降の地層の年代の推定には参照しないこととする。

F 層は大礫を含む砂礫層である。この層準に含まれる腐植質砂から得られた年代値は 5974 BC-5643 BC, 5707 BC-5643 BC, 563 AD-620 AD を示す。これらのうち、紀元後の年代を示す 1 試料については、他の測定値より著しく若い年代を示すため、以降の地層の年代の推定には参照しないこととする。

トレンチ壁面に明瞭な断層構造や地層の変形構造は認められなかった。北東壁面の東端(N6 グリッド付近)で D 層および E 層の砂・シルトが急傾斜する構造がみられたが、用地の関係から掘削範囲を広げることができず、断層運動に関係した構造かどうかを確認できなかった。南西壁面では砂礫層の上面およびその上位の礫混じりシルト層が西に緩く勾配を持ちながら上方に凸状の形状をなすが、砂礫層中に明瞭な断層構

造は認められず、堆積構造であることを完全に否定するまでの証拠は得られなかった。

(3) 群列ボーリング調査

トレンチで観察された地層の北西への延長およびトレンチで観察したよりも深部の地質構造を観察するため、撓曲帯と直交する方向に測線を配置し、計6孔のボーリングを掘削した(図3)。群列ボーリングにおける各孔の掘削深長は、最長で24.0 m、最短で5.0 mである(図6)。

MJR-2 から MJR-4 のコアでは、耕作土の下位から深度1.6 m付近まで腐植質シルト、シルト、細砂が分布する。MJR-3 のこの層準から得られた年代値は832 AD-969 AD および783 AD-881 ADを示しており、層相からトレンチで観察されたC層もしくはD層に対比される可能性がある。

この層準の下位には、MJR-1 から MJR-5 のコアでは深度7-8 m前後まで大礫を主体とする礫が観察される。この礫の上部は、層相からトレンチで観察されたF層に対比される。F層から得られた年代値は、MJR-1 で5463 BC-5317 BC、MJR-3 で5038 BC-4946 BCを示す。

一方、大礫を主体とする礫の下部をG層とする。G層の最上部には腐植質シルト、シルト、細砂などが層厚約50 cm分布する。G層から得られた年代値は、MJR-2 で9110 BC-8714 BC、MJR-3 で9114 BC-8743 BC、MJR-4 で9118 BC-8770 BCを示す。

G層の下位に分布する層厚2-3 mの細粒堆積物をH層とする。腐植質シルト、シルト、砂が互層を成しており、この層準から得られた年代値は、MJR-2 で31380 BC-30951 BC、MJR-3 で28346 BC-27346 BC および32458 BC-31442 BC、MJR-4 で30142 BC-29631 BC、MJR-5 で30980 BC-30349 BCを示す。

H層の下位(深度10 m付近)に再び現れる大礫を含む砂礫をI層とする。I層の層厚はMJR-3 で約2.5 m、MJR-5 で約3.3 mである。

I層の下位には、腐植質シルトを主とする細粒堆積物が分布する。これをJ層とする。J層の層厚は、MJR-3 で約2.7 m、MJR-5 で約2.5 m、MJR-6 で8.5 mである。MJR-3 のJ層から得られた年代値は、>53,590 yrBP、47454 BC-45779 BC、>53,720 yrBPを示しており、AMS法による測定限界を超えている可能性がある。なお、MJR-6 のJ層は、地層の境界が高角度で接しており、断層により著しく変形している。その部分を拡大した写真とそのスケッチを図7に示す。

J層の下位に分布する礫を主体とする層準をK層とする。K層の層厚は、MJR-3 で約1.7 m、MJR-5 で約1.9 m、MJR-6 で約1.1 mである。

K層より下位の層準を一括してL層とする。MJR-3 のL層の深度20.83 mから>53,630 yrBPの年代値が得られている。MJR-5 の深度19.84 mから19.91 mに細粒火山灰が分

布する。火山灰は淡褐色のバブル型火山ガラスを主とし、その屈折率は 1.507-1.512 とやや幅広い値を示す。これらの特徴と、火山ガラスの EPMA 分析による主成分化学組成と併せて検討した結果、この火山灰は阿蘇 4 火山灰（約 8.5-9 万年前：町田・新井，2003）に対比される可能性が高いことが確認された。

（４）地質構造に関する考察

トレンチ壁面では、断層活動を示唆する地質構造は確認されなかった。後に述べる MJR-6 で確認された断層構造の存在を考慮すると、北東壁面の東端にみられる E 層の急傾斜や、南西壁面にみられる F 層の北西への緩い傾斜は、断層による変位や撓曲変位である可能性が考えられるが、本調査の結果からだけで結論づけることはできない。

群列ボーリング調査では、トレンチの東端で掘削したボーリング（MJR-6）のコアでは、J 層の腐植質シルト（深度 4.5-12 m 付近）に急傾斜した地層境界や地層が引き延ばされた構造（図 7）が観察された。MJR-6 では J 層の層厚が MJR-3，MJR-5 の倍以上となっており、MJR-6 では断層構造により J 層が繰り返し現れていると考えられる。この断層構造の存在を考慮すると、トレンチで観察された F 層の西への傾き下がりや群列ボーリングの結果から読みとれる G 層下限の急な勾配（図 8）は、断層活動と関係した撓曲変形である可能性もある。また、E 層中のほぼ同時期の年代を示す腐植質シルトにみられる高度差（約 1.5 m）も、堆積構造ではなく、断層運動による可能性も考えられる。

（５）断層活動時期に関する考察

水白地点では、群列ボーリング調査により J 層を切る断層が認められたが、J 層の年代は AMS 法による年代測定の限界を超えているため、具体的な活動時期を特定することはできない。F 層（約 7,000 年前）と G 層（約 11,000 年前）はこの断層の活動により撓曲変形を受けている可能性があるが、本調査の結果だけからは堆積構造であることを完全に否定することは難しい。

上記のように、水白地点における本調査結果からは、歴史時代における断層活動を示す地質学的な証拠は得られなかった。なお、調査地点の近傍で活断層トレースと近接する 5 世紀に作られた古墳には損壊した跡が認められないが、このことをもって断層の最新活動時期を限定することはできないと考えた。

3. 2 酒井地点

（１）調査概要

開析扇状地面上に連続する NNE-SSW 方向の比高 1 m 弱の低崖（図 9）を横切って構

造の確認のためのピット調査を実施した。

(2) ピット調査

ピットの各壁面では、シルトを主体とする地層、礫層およびそれを覆う土壌層が観察された(図10)。これらの地層について、層相、累重関係および構造に基づき、上位より順に、A層からG層に区分した。A層は黒色表土、B層は褐灰色の砂混じりシルト、C層は暗灰色の礫混じりシルト、D層は中粒砂、E層は腐植質シルト、F層は腐植混じりの砂礫、G層は還元色(緑灰色)を呈する礫混じりシルトである。

C層(砂質シルト)とD層(細砂)は崖上側(南西側)のみに分布するが、それらの下位のF層(分解の進んだ腐植質シルト)とG層(砂礫)は崖を横切って連続して分布する。E層からは暦年で1311 AD-1400 AD、984 AD-1020 AD、F層からは898 AD-990 AD、611 AD-647 ADの年代がそれぞれ得られている。

(3) 地質構造に関する考察

酒井地点では、ピット壁面に現れた地層は変形しておらず、この崖は侵食崖であると判断された。ただし、崖上の面の構成層が湿地性堆積物であるため、かつて低湿地であった平坦面が断層活動により隆起して、その後に侵食されて崖地形が後退したと考えることもできる。したがって、想定される断層の位置は低崖よりも平野側であり、杉戸ほか(2010)が図示した活断層線とは異なる位置に活断層が存在することが予想されるが、詳細は不明である。

3. 3 本江地点

(1) 調査概要

本地点における調査結果について、地震調査推進本部地震調査委員会(2005)ではトレンチ内で観察された断層構造を最新活動として評価しているが、吾妻ほか(2004)では断層構造を覆う地層を隆起させた断層活動がより新しい時期にあった可能性が指摘されている。また、杉戸ほか(2007)は上記の可能性を積極的に取り入れ、本江地点における最新活動時期を、暦年較正後の年代で1,060yBP以後(890 AD以後)とした。

本調査では、2003年度に実施した本江トレンチの掘削地点よりも平野側に存在する比高約1.3mの低崖が断層崖である可能性があると考え、この崖地形を調査対象とした(図11)。しかし、崖上には舗装道路が設けられているため、崖地形を横切ってトレンチを掘削することはできないため、崖地形の両側で群列ボーリング(崖下5孔、崖上3孔)実施した(図12)。低崖直上に設けられた舗装道路の下の地層を確認する

ため、崖の上下で各1孔を斜めボーリングとした。また、崖上側では、地層の連続性を確認するためのピット調査を実施した。

(2) 群列ボーリング調査

本地点では、米軍撮影の空中写真で認められる活断層トレースと直交する方向に測線を配置し、計8孔(HON-1~HON-8)のボーリングを掘削した(図12)。群列ボーリングにおける各孔の掘削深長は、最長で10.0 m、最短で6.0 mである。

各孔で掘削されたコアを観察し、人工攪乱層以深の地層をA層からK層までに区分した。本地点で特徴的な鍵層となったのは、E層のシルトとF層の腐植質シルト、H層の礫層、およびAT火山灰に同定されるJ層である。これらを有力な指標として、その他の層序について層相および年代測定結果に基づき細分した。各コアの柱状図を図13に示す。

A層は崖の下側にのみ分布する人工攪乱層直下の腐植質シルトで、層厚は約20-40 cmである。

B層は、A層と同様に崖の下側にのみ分布する砂質シルトから粗砂大の堆積物で、層厚は約30-50 cmである。

C層は崖の両側に分布する腐植質シルトで、層厚は10-90 cmである。HON-8では本層中の深度0.78 mから採取された試料(腐植質シルト)から774 AD-870 ADの年代値が得られた。

D層はC層の下位に位置する砂質シルトから小礫大の堆積物で、層厚は約15-80 cmである。HON-5の本層中から採取された試料から833 AD-969 ADおよび78 AD-209 ADの年代値が、HON-6の本層中から採取された試料から611 AD-648 ADの年代値が、それぞれ得られた。層相および年代に基づくと、杉戸ほか(2007)のHGb層にあたるものと考えられる。

E層は灰白色のシルトで、層厚は約20-70 cmである。層相に基づくと、杉戸ほか(2007)のHGd層にあたるものと考えられる。

F層は約30-100 cmの層厚の腐植質シルトであり、一部では砂混じりや小礫混じりになったり、粗砂の薄層を挟んだりする。HON-5の本層の上部から採取された試料から7520 BC-7374 BCの年代値が、下部から採取された試料から10645 BC-10458 BCの年代値が、また、HON-6の本層から採取された試料から10581 BC-10273 BCの年代値が、それぞれ得られている。層相および年代に基づくと、杉戸ほか(2007)のHGe層にあたるものと考えられる。

G層は砂質シルトから小礫大の堆積物で、層厚は約10-100 cmである。

H層は径5 cmを超える大礫を主体とし、層厚は70-290 cmで南東側(丘陵側)に

向かって徐々に厚さを増し、HON-8 でとくに厚い。

I 層は砂質シルトから粗砂大の堆積物からなる。

J 層は細粒ガラス質火山灰である。この火山灰について分析した結果、透明なバブルウォール型の火山ガラスが主体であり、その屈折率が 1.499-1.500 であることから、AT 火山灰に対比されることが確認された。

K 層は J 層より下位の堆積物で、シルト、砂、砂礫からなる。

(3) ピット調査

崖地形の上側で、層序観察用ピットを掘削した。掘削規模は、北東側および南西側の壁面の長さが 2 m、北西側および南東側の壁面が約 1.5 m で、深さは約 1.2 m である (図 14)。位置的には、ちょうど群列ボーリングの HON-6 と HON-8 との間にあたる。

壁面で観察された地層を、層相に基づき上位から順に a 層、b 層、c1 層、c2 層および d 層に区分した。各層の厚さはそれぞれ 10-30 cm である。

最上位の a 層は、暗灰色の砂質シルトからなり、所々に径 10-30 mm の礫を含む。人工攪乱を受けた耕作土である。

b 層は、丘陵側の北東壁面と南東壁面のみで観察される褐色の砂質シルトである。

c1 層は灰色のシルトで、下位の c2 層との境界は漸移的である。

c2 層は暗灰色ないし黒色の腐植質シルトで、下部ほど腐植の度合いが高い。群列ボーリングの層序区分における C 層にあたる。

d 層は淡褐色の砂混じりシルトで、砂は粗砂を主体とし、まれに径 2 mm 程度の小礫が含まれる。群列ボーリングにおける D 層にあたる。また、杉戸ほか (2007) の本江トレンチで観察された HGb 層に相当するものと考えられる。

(4) 地質構造に関する考察

群列ボーリングおよび層序確認ピットによる調査結果に基づく地質断面では、いずれのボーリングコアからも AT 火山灰 (図 13 の J 層) が認められ、その分布高度はいずれも標高 1.5 m 付近でほぼ水平に分布する (図 15)。したがって、調査範囲においては、AT 火山灰の層準を変位させる断層構造はないことが確認される。

一方、AT 火山灰の上位には、砂礫 (H, I 層) とそれを覆うシルト・砂の互層 (A~G 層) が堆積するが、これらの層準は分布高度に注目すると、C 層から F 層までは HON-1 と HON-6 の間で、H 層は HON-6 と HON-8 の間で、それぞれ各層の上面高度が著しく異なっている (図 15)。A 層と B 層は HON-1 よりも北西側 (崖地形の下側) にしか分布していない。

C 層から H 層までにみられる高度差は、地層の分布高度のバラツキや初生勾配を考

慮しても有意なものであり、堆積構造ではなく、それぞれの地層がほぼ水平に堆積した後に変位したものであると判断される。

このような地層の変位が断層によるものと考えて、この変位を生じさせる断層の地下形状を推定すると、まず、調査範囲内でJ層(AT火山灰の層準)を変位させないことから、断層はHON-8のJ層の上を通過することが想定される。また、H層の上面高度がHON-6とHON-8の間で食い違うことから、HON-6のH層上面よりも上かつHON-8のH層上面よりも下を断層が通過することが想定される。さらに、C層、D層、E層の上面高度がHON-1とHON-6の間で食い違うことから、断層面の上方延長は両ボーリング掘削地点の間を通過することが想定される(図15)。

(5) 活動時期に関する考察

上記の地質構造の解釈に基づくと、本調査の対象とした低崖は、C層堆積以後の断層活動により形成されたと考えられる。C層から得られた年代値(774 AD-870 AD)が歴史時代に及んでいること、この低断層崖はC層堆積以後に一度だけ生じた断層活動により形成されたと推定される。また、H層上面の上下変位とC層上面の上下変位、地形的に見られる崖の高さがほぼ同じであるため、H層堆積後は、このC層堆積後の活動以外には断層活動がなかったと考えられる。

したがって、本江地点の石動山断層の最新活動はC層堆積以後に発生し、その時期は774 AD-870 AD以後(8~9世紀以後)であった可能性がある。ただし、本調査では断層面を直接確認していないため、上記イベント認定の確実性はやや低い。

なお、崖下のみに分布するA層とB層は、断層崖形成後に断層の低下側のみに堆積したpost-イベント堆積物にあたるものと考えられる。崖高とC層以下の地層の高度差がほぼ同じであるが、これは、隆起側の土地が、かつての水田を果樹園に耕地転換したときに客土されたためと考えることができる。

3. 4 敷波地点

(1) 調査概要

敷波地点では、丘陵縁辺に分布する小規模な平坦面と低地との境界の低崖を横切って、層序確認のためのピット調査と群列ボーリング調査を掘削した(図16, 17)。

(2) ピット調査

敷波地点では、平坦面上に深さ1.5mのピットを掘削し、層相の観察を行った(図18)。壁面で観察された層相は砂質シルトであるが、下部の方がやや砂質がちであり、粒度および腐植の度合いに基づき、壁面に現れた地層をa層からd層に区分した。こ

これらのうちC層については、層相の違いおよび腐植の混入の程度の差に基づきc1層からc5層までの5つのユニットに区分した。5つのユニットのそれぞれから採取した炭化物の年代を測定したところ、下位から順に1028 AD-1151 AD (SHI-P1-C1), 1275 AD-1378 AD (SHI-P1-C6), 1284 AD-1384 AD (SHI-P1-C15), 1277 AD-1380 AD (SHI-P1-C17), 622 AD -655 AD (SHI-P1-C25) の年代値が得られた。また、C層からは円磨されていない珠洲焼（12-15世紀）の破片が出土した。

（3）群列ボーリング調査

敷波地点では、崖下の水田で2孔（SHI-1, SHI-2）、崖上の平坦面上（休耕作地）で1孔（SHI-3）のボーリングを掘削した。コアで観察した地層を、層相によってA層からH層までに区分した（図19）。

A層からD層までは、その層相から、ピットで認められた各地層に対比した。

E層は腐植質シルトおよびシルトで、SHI-2における本層の最上部（深度2.53 m）から4981 BC-4851 BC (SHI-2-2.53) が得られた。それより下位の層準については深度3.37 m から5207 BC -5056 BC (SHI-2-3.37/soil) と5196 BC -4962 BC (SHI-2-3.37/wood), 深度3.79 m から5299 BC-5221 BC (SHI-2-3.79/soil), 5289 BC-5076 BC (SHI-2-3.79/plant fragment), 深度4.20 m から5,465 BC-5,325 BC (SHI-2-4.20) の年代値が得られた。また、SHI-3のE層について深度5.78 m から5467 BC-5380 BC (SHI-3-5.78) の年代が得られた。

F層は細砂および中砂で、下方に向かって粗粒化する。

G層はよく円磨された円礫からなる砂礫である。

H層は淘汰の良い砂質シルトおよびシルトで、層内の堆積構造が最大で約40°傾斜する。一部に生痕化石がみられる。

（4）地質構造に関する考察

崖地形の両側で掘削したボーリング調査の結果（図19）に基づくと、標高約8 m以下の地層はほぼ水平に連続し、崖地形を挟んで地層の食い違いは認められない。なお、標高-2 m以下の砂層（H層）では堆積構造が約40°傾斜しているが、これが断層活動によるものかどうかは判断できなかった。また、低崖上の平坦面で掘削したピットの北東壁面では、地層（C層とD層）が崖側（西方）に傾いている様子が観察されたが、これについても堆積当時のオリジナルな傾斜の可能性もあり、断層活動による変形と判断するには至らなかった。

(5) 断層活動時期に関する考察

本地点では、約 7,000-7,500 年前頃の年代を示す腐植質シルト (E 層) が標高 6-7 m 付近に認められ、その上位にも湿地環境に堆積したと思われる砂質シルト (C 層と D 層) が連続する。堤ほか (2000) は、本地点の北東約 10 km の羽咋市宇土野町において、縄文海進時の潟湖堆積物 (腐植土) が撓曲変形し、標高約 6 m まで隆起していることを示しているが、本地点もこれと同様に、調査地点全体が E 層堆積後に隆起した可能性がある。さらに、隆起時期が C 層堆積後とすると、ピット壁面の C 層から採取された試料の年代が約 1,400-700 年前を示し、同層準から 12-15 世紀に製造されていた珠洲焼の破片が見出されたことから、隆起イベントが生じた時期は歴史時代 (12-15 世紀以後) であった可能性も指摘できるが、これが石動山断層の最新活動にあたるかどうかは判断できない。

4 平均変位速度解明にかかる調査

小田中地点および四柳地点で、ピット調査およびボーリング調査を行った。

4. 1 小田中地点

(1) 調査地点概要

小田中地点は、水白地点の南約 2 km に位置する。この地点では背後の丘陵地から出てくる小扇状地面上を石動山断層が通過している (図 20)。この地点における石動山断層の走向は、断層帯の一般走向よりも東西に近くなる。

(2) 地形断面計測

小田中地点では、小扇状地面の縦断方向に測線を設定した (図 19 の X-X')。この測線に沿った地形断面にみられる石動山断層による上下変位量は 2.2 m である (図 22)。

(3) ボーリング調査

小田中地点では、2 本のボーリング (KOD-1, 2) を掘削して、年代測定試料を採取した。それぞれの掘削深度は、KOD-1 で 6.0 m、KOD-2 で 5.0 m である。小田中地点におけるボーリング調査の柱状図を図 22 に示す。

ボーリングコアで観察された地層は、腐植質シルト、シルト、砂および礫に大別される。深度 4.5 m 付近に分布する礫層は、大礫を含んでおり、基質が少ないことから、この地形面を形成した扇状地性の礫層であると考えられる。その上位に分布する腐植および材から 13533 BC-13110 BC, 13050 BC-12606 BC および 13564 BC-13160 BC の

年代が、礫層の下位の腐植質砂から 19157 BC-18585 BCの年代が、それぞれ得られた (図 22).

(4) 平均変位速度に関する考察

小田中地点では、この地形面が離水した後 (約 15,000 年前以後) に南東側隆起の断層活動があった。空中写真図化によって作成されたこの地形面の断面形から推定される変位量は約 2.2 m であることから、この地点における平均変位速度 (上下成分) は 0.15 m/千年と算出される。ただし、この値は最小値であり、実際の平均変位速度はこれよりも高い可能性がある。

4. 2 四柳地点

(1) 調査地点概要

四柳地点は、小田中地点から南方へ約 5 km に位置する。この地点では背後の丘陵地から出てくる小扇状地面上を石動山断層が 2 列に分岐して通過している (図 23)。

(2) 地形断面計測

四柳地点では、小扇状地面の縦断方向に測線を設定した (図 22 の Y-Y')。この測線に沿った地形断面にみられる石動山断層による上下変位量は 1.5 m である (図 24)。

(3) ボーリング調査およびピット調査

四柳地点では、層序を確認するためのピット (YOT-P1) とボーリング 1 孔 (YOT-1) を掘削して、年代測定試料を採取した。四柳地点におけるピット壁面の概略およびボーリング調査の柱状図を図 25 に示す。

ピットは深さ 1.5 m まで掘削した。壁面で観察された地層の大部分 (図 25 の A 層および B 層) は人工的に攪乱された地層であり、珠洲焼 (12-15 世紀) の破片を含んでいる。ピットの底面付近に旧表土と思われる黒色腐植土 (C 層) が観察された。

ボーリング調査では深度 7.0 m まで掘削した。深度 2 m 付近まで C 層が分布し、その下位には、風成もしくは斜面堆積物と推定される砂礫混じりの細粒堆積物 (D 層)、氾濫堆積物 (E 層) および地形面を形成したと思われる礫層 (F 層) が分布する。これらのうち、D 層中の炭化物から 8197 BC-7842 BC および 8745 BC-8638 BCの年代が、E 層中の腐植質シルトから 10668 BC-10601 BC の年代がそれぞれ得られた (図 25)。

(4) 平均変位速度に関する考察

四柳地点では、この地形面が離水した後 (約 10,200 年前以後) に南東側隆起の断

層活動があった。空中写真図化によって作成されたこの地形面の断面形から推定される変位量は約 1.5 m であることから、この地点における平均変位速度（上下成分）は 0.15 m/千年と算出される。ただし、断層が活動した時期は地形面が形成されてからかなり時間が経過した後であった可能性があることから、実際の平均変位速度はこれよりも高い可能性がある。

5. まとめ

5. 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（2005）の評価結果を変更するような資料は得られていない。

(2) 断層面の位置・形状

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）の評価結果を変更するような資料は得られていない。

(3) 変位の向き

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）の評価結果を変更するような資料は得られていない。累積的な変位地形の特徴から南東側隆起の上下成分を主とする活断層と考えられる。

5. 2 断層帯の過去の活動

(1) 平均変位速度

本調査により、小田中地点および四柳地点において 0.15 m/千年の上下平均変位速度が得られた。これらの値は、従来、石動山断層に対して評価されていた上下平均変位速度（0.4-0.8 m/千年）よりも低い値であるが、地形面が離水する以前の年代に基づくものであり、実際の値はこれより大きい可能性がある。

(2) 活動時期

本江地点の調査結果から最新活動時期は 8~9 世紀以後である可能性がある。石動山断層の活動と関係づけられる大地震に関する歴史記録は知られていないので、少なくとも江戸時代以降はこの断層の活動はないものと考えられる。したがって、最新活動時期は、8~9 世紀以後、16 世紀以前と考えられる。

本調査の結果により，従来の長期評価で最新とされていた断層活動（約3,200年前以後，9世紀以前）は，石動山断層の1回前の活動である可能性がある．また，それ以前の活動についても，それぞれ1つ古い断層活動に対比されることとなる．

（3）1回の変位量

本江地点で確認された低断層崖の比高および地層の分布高度差から，同地点における最新活動時の上下変位量は1.3 mと推定される．この値は，従来，邑知潟断層帯に対して評価されていた1回の変位量（2-3 m）よりも小さい値である．

（4）活動間隔

本調査により，これまで評価されていた3回の断層活動に加えて，さらに最新活動が新たに加わった．最新活動時期（8～9世紀以後，16世紀以前）と活動4の活動時期（約4,900年前以後，約3,700年前以前）に基づくと，平均活動間隔は800-1,500年程度と算出される．

（5）活動区間

本調査では活動区間の設定に関する新しい情報は得られなかった．

（調査担当：吾妻 崇・杉戸信彦・堤 浩之・廣内大助）

文 献

- 吾妻 崇・下川浩一・水野清秀・杉山雄一・杉戸信彦・堤 浩之 (2004) 邑知瀉断層帯・石動山断層の活動履歴調査 (その2/本江地区). 活断層・古地震研究報告, 産業技術総合研究所活断層研究センター, No. 4, 103-112.
- Bronk Ramsey, C. (2005) Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51, 337-360.
- 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.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2005) 邑知瀉断層帯の長期評価について. 23p.
- 活断層研究会編 (1991) 「新編 日本の活断層一分布図と資料」. 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. 東京大学出版会, 336p.
- 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, DVD2枚+60p, 付図1葉.
- Reimer, P. J., Baillie, M. G. L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Buck, C. E., Burr, G. S., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hajdas, I., Heaton, T. J., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kaiser, K. F., Kromer, B., McCormac, F. G., Manning, S. W., Reimer, R. W., Richards, D. A., Southon, J. R., Talamo, S., Turney, C. S. M., van der Plicht, J. and Weyhenmeyer, C. E. (2009) IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 cal BP. *Radiocarbon*, 51, 1111-1150.
- 杉戸信彦・水野清秀・堤 浩之・吾妻 崇・下川浩一・吉岡敏和 (2004) 邑知瀉断層帯・石動山断層の活動履歴調査 (その1/水白地区). 活断層・古地震研究報告, 産業技術総合研究所活断層研究センター, No. 4, 85-101.
- 杉戸信彦・堤 浩之 (2005) 邑知瀉平野南東縁・石動山断層の断層変位地形と完新世における断層活動史. 地学雑誌, 114, 21-40.
- 杉戸信彦・吾妻 崇・水野清秀・堤 浩之 (2007) 邑知瀉平野南東縁・石動山断層の活動時期と地震時変位量, 地震第2輯, 60, 71-83.
- 杉戸信彦・池田安隆・今泉俊文・堤 浩之・東郷正美 (2010) 1:25,000 都市圏活断層図 邑知瀉断層帯とその周辺「邑知瀉」, 国土地理院技術資料D・1-No. 561.
- 堤 浩之・東郷正美・今泉俊文・石山達也・原口 強 (2000) 石川県羽咋市における石動山断層の地層抜き取り調査. 活断層研究, 19, 69-76.
- 堤 浩之・石山達也・杉戸信彦・中田 高・平川一臣 (2010) 1:25,000 都市圏活断層

図 邑知瀉断層帯とその周辺「邑知瀉西南部」，国土地理院技術資料 D・1-No. 561.

図 表

表 1 邑知潟断層帯のまとめ

表 2 放射性炭素年代測定結果一覧

図 1 邑知潟断層帯及び調査地点の位置図

基図には国土地理院発行「数値地図 25000（地図画像）」を使用。活断層線は池田ほか編（2002）による。

図 2 水白地点の詳細地形図

基図には旧鹿島町発行 2500 分の 1 都市計画図を使用。
赤線は杉戸ほか（2010）で示された活断層の位置を示す。

図 3 水白地点の調査地点位置図

図 4 水白地点で掘削されたトレンチの南西壁面スケッチ

図 5 水白地点で掘削されたトレンチの北東壁面スケッチ

図 6 水白地点で実施された群列ボーリング調査の柱状図および年代測定結果

図 7 MJR-6 コアの変形帯のコア写真とスケッチ

赤い矢印の範囲が変形帯と判断した層準。

図 8 水白地点で実施されたトレンチ調査と群列ボーリング調査に基づく地形地質断面図

図 9 酒井地点の詳細地形図および調査地点位置図

基図には羽咋市発行 2500 分の 1 都市計画図を使用。
赤線および赤い網かけは杉戸ほか（2010）で示された活断層および撓曲帯の位置を示す。

図 10 酒井地点で掘削されたピットの南西壁面スケッチ

図 11 本江地点の詳細地形図

基図には羽咋市発行 2500 分の 1 都市計画図を使用。
赤線は杉戸ほか（2010）で示された活断層の位置を示す。

図 12 本江地点の調査地点位置図

凡例は図 3 と同じ。

図 13 本江地点で実施された群列ボーリングの柱状図と年代測定結果

図 14 本江地点で掘削されたピットの壁面スケッチ

図 15 本江地点で実施されたピット調査と群列ボーリング調査に基づく地形地質断面
図

2003 本江トレンチの結果は杉戸ほか（2007）による。

図 16 敷波地点の詳細地形図

基図には羽咋市発行 2500 分の 1 都市計画図を使用。赤線は堤ほか（2010）で示された活断層の位置を示す。紫色の破線は今回の調査で低断層崖であると推定した低崖の位置を示す。

図 17 敷波地点の調査地点位置図

図 18 敷波地点で掘削されたピットの壁面スケッチと年代測定結果

図 19 敷波地点におけるピット調査と群列ボーリング調査に基づく地形地質断面図および年代測定結果

図 20 小田中地点の詳細地形図

基図には旧鹿島町発行 2500 分の 1 都市計画図を使用。赤線および赤い網かけは杉戸ほか（2010）で示された活断層および撓曲帯の位置を示す。

図 21 小田中地点における石動山断層による上下変位量を示す地形断面図

図 22 小田中地点で掘削したボーリングの柱状図と年代測定結果

図 23 四柳地点の詳細地形図

基図には羽咋市発行 2500 分の 1 都市計画図を使用. 赤線および赤い網かけは杉戸ほか (2010) で示された活断層および撓曲帯の位置を示す.

図 24 四柳地点における石動山断層による上下変位量を示す地形断面図

図 25 四柳地点で掘削したボーリングの柱状図, ピットのスケッチおよび年代測定結果

表1 邑知潟断層帯の活動性調査結果のまとめ

	従来評価	今回調査を含めた結果	備考
1. 断層帯の位置・形態			
(1)断層帯を構成する断層	石動山断層, 古府断層, 野寺断層, 坪内-八野付近の断層および内高松付近の断層	石動山断層, 古府断層, 野寺断層, 坪内-八野付近の断層および内高松付近の断層	変更なし
(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)	(北端)北緯37° 02', 東経136° 59' (南端)北緯36° 42', 東経136° 44'	(北端)北緯37° 02', 東経136° 59' (南端)北緯36° 42', 東経136° 44'	変更なし
長さ	約44km	約44km	変更なし
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	N35°E	N35°E	変更なし
傾斜	約30°南東傾斜	約30°南東傾斜	変更なし
幅	不明	不明	変更なし
(3)断層のずれの向きと種類	南東側隆起の逆断層	南東側隆起の逆断層	変更なし
2. 断層の過去の活動			
(1)平均的なずれの速度	0.4-0.8 m/千年程度(上下成分)	0.4-0.8 m/千年程度(上下成分)	変更なし
(2)過去の活動時期	活動1(最新活動) 約3,200年前以後, 9世紀以前 活動2(1つ前の活動) 約3,900年前以後, 約2,400年前以前 活動3(2つ前の活動) 約4,900年前以後, 約3,700年前以前	活動1(最新活動) 8~9世紀以降, 16世紀以前の可能性 活動2(1つ前の活動) 約3,200年前以後, 9世紀以前 活動3(2つ前の活動) 約3,900年前以後, 約2,400年前以前 活動4(3つ前の活動) 約4,900年前以後, 約3,700年前以前	
(3)1回のずれの量と平均活動間隔			
1回のずれの量	2-3m程度(上下成分)	2-3m程度(上下成分)	変更なし
平均活動間隔	1,200-1,900年程度	800-1,500年程度	
(4)過去の活動区間	断層帯全体で1区間	断層帯全体で1区間	変更なし

表2 放射性炭素同位体年代測定結果一覧

測定は(株)加速器分析研究所に依頼した。測定方法はすべてAMS法とし、暦年較正にはIntCal09データベース(Reimer et al., 2009)を用い、OxCal 4.1較正プログラム(Bronk Ramsey, 2009)を使用した。

Site	survey type	Sample	Material	Lab. No.	$\delta^{13}C$ (permil)	Conventional ^{14}C age (yBP)	Calibrated age (1 σ)	(%)	Calibrated age (2 σ)	(%)
水白	トレンチ	MJR-TR-1	wood	IAAA-101769	-28.39 \pm 0.50	540 \pm 20	1,399 AD - 1,428 AD	68.2	1,322 AD - 1,348 AD 1,391 AD - 1,346 AD	18.7 76.7
水白	トレンチ	MJR-TR-2	soil	IAAA-101770	-21.86 \pm 0.53	1,140 \pm 30	885 AD - 903 AD 915 AD - 968 AD	16.7 51.5	782 AD - 789 AD 812 AD - 845 AD 857 AD - 984 AD	1.1 6.2 88.1
水白	トレンチ	MJR-TR-3	wood	IAAA-101771	-26.12 \pm 0.49	1,460 \pm 30	584 AD - 638 AD	68.2	557 AD - 648 AD	95.4
水白	トレンチ	MJR-TR-4	wood	IAAA-101772	-28.20 \pm 0.70	6,770 \pm 30	5,707 BC - 5,684 BC 5,678 BC - 5,643 AD	25.6 42.6	5,722 BC - 5,630 BC	95.4
水白	トレンチ	MJR-TR-5	charred material	IAAA-101773	-24.02 \pm 0.66	3,980 \pm 30	2,566 BC - 2,525 AD 2,496 BC - 2,470 BC	39.5 28.7	2,580 BC - 2,456 BC 2,418 BC - 2,408 BC 2,374 BC - 2,369 BC 2,361 BC - 2,356 BC	94.1 0.7 0.3 0.3
水白	トレンチ	MJR-TR-6	wood	IAAA-101774	-27.33 \pm 0.59	780 \pm 30	1,225 AD - 1,265 AD	68.2	1,216 AD - 1,276 AD	95.4
水白	トレンチ	MJR-TR-7	charred material	IAAA-101775	-25.33 \pm 0.52	3,810 \pm 30	2,291 BC - 2,201 BC	68.2	2,389 BC - 2,385 BC 2,346 BC - 2,140 BC	0.3 95.1
水白	トレンチ	MJR-TR-8	wood	IAAA-102374	-26.22 \pm 0.48	1,010 \pm 30	994 AD - 1,030 AD	68.2	982 AD - 1,045 AD 1,095 AD - 1,120 AD 1,141 AD - 1,148 AD	88.2 5.8 1.3
水白	トレンチ	MJR-TR-9	wood	IAAA-102375	-28.08 \pm 0.53	1,470 \pm 30	567 AD - 620 AD	68.2	552 AD - 642 AD	95.4
水白	トレンチ	MJR-TR-11	wood	IAAA-102376	-26.43 \pm 0.67	1,080 \pm 30	899 AD - 920 AD 947 AD - 993 AD	22.0 46.2	895 AD - 927 AD 936 AD - 1,016 AD	28.7 66.7
水白	トレンチ	MJR-TR-12	wood	IAAA-102377	-25.36 \pm 0.52	860 \pm 30	1,165 AD - 1,214 AD	68.2	1,051 AD - 1,081 AD 1,127 AD - 1,135 AD 1,152 AD - 1,253 AD	7.1 1.2 87.1
水白	トレンチ	MJR-TR-14	charcoal	IAAA-102378	-23.87 \pm 0.44	7,000 \pm 30	5,974 BC - 5,951 BC 5,917 BC - 5,871 BC 5,865 BC - 5,846 BC	18.2 36.5 13.5	5,985 BC - 5,804 BC	95.4
水白	トレンチ	MJR-TR-15	charcoal	IAAA-102379	-26.46 \pm 0.57	3,780 \pm 30	2,280 BC - 2,250 BC 2,231 BC - 2,219 BC 2,212 BC - 2,195 BC 2,175 BC - 2,145 BC	23.8 7.8 13.6 23.0	2,297 BC - 2,134 BC 2,069 BC - 2,065 BC	95.0 0.4
水白	トレンチ	MJR-TR-17	humic silt	IAAA-102380	-22.80 \pm 0.58	1,700 \pm 30	263 AD - 278 AD 330 AD - 391 AD	11.5 56.7	256 AD - 303 AD 315 AD - 411 AD	24.8 70.6
水白	トレンチ	MJR-TR-18	humic silt	IAAA-102381	-26.10 \pm 0.64	1,680 \pm 30	339 AD - 408 AD	68.2	259 AD - 295 AD 322 AD - 422 AD	13.1 82.3
水白	トレンチ	MJR-TR-20	charcoal	IAAA-102382	-25.71 \pm 0.35	3,280 \pm 30	1,608 BC - 1,570 BC 1,561 BC - 1,546 BC 1,541 BC - 1,511 BC	31.7 11 25.5	1,625 BC - 1,494 BC 1,471 BC - 1,466 BC	94.8 0.6
水白	トレンチ	MJR-TR-21	charcoal	IAAA-102383	-25.65 \pm 0.50	980 \pm 20	1,020 AD - 1,046 AD 1,094 AD - 1,120 AD 1,141 AD - 1,148 AD	36.3 25.7 6.2	1,015 AD - 1,059 AD 1,068 AD - 1,155 AD	43.4 52
水白	トレンチ	MJR-TR-22	charcoal	IAAA-102384	-26.15 \pm 0.61	3,450 \pm 30	1,870 BC - 1,846 BC 1,810 BC - 1,805 BC 1,776 BC - 1,733 BC 1,716 BC - 1,693 BC	15.2 2.5 34.6 15.9	1,879 BC - 1,838 BC 1,830 BC - 1,688 BC	20.4 75
水白	トレンチ	MJR-TR-25	charcoal	IAAA-102385	-26.47 \pm 0.49	420 \pm 20	1,441 AD - 1,471 AD	68.2	1,432 AD - 1,495 AD 1,601 AD - 1,614 AD	91.9 3.5
水白	トレンチ	MJR-TR-26	wood	IAAA-102386	-26.80 \pm 0.68	3,310 \pm 30	1,618 BC - 1,600 BC 1,594 BC - 1,531 BC	14.7 53.5	1,668 BC - 1,508 BC	95.4
水白	トレンチ	MJR-TR-28	charcoal	IAAA-102387	-25.54 \pm 0.33	4,410 \pm 30	3,093 BC - 3,010 BC 2,980 BC - 2,958 BC 2,952 BC - 2,941 BC	52.3 10.7 5.2	3,309 BC - 3,010 BC 3,283 BC - 3,278 BC 3,265 BC - 3,240 BC 3,106 BC - 2,918 BC	0.6 0.3 4.4 90.1
水白	トレンチ	MJR-TR-29	wood	IAAA-102388	-24.19 \pm 0.53	990 \pm 20	1,017 AD - 1,044 AD 1,103 AD - 1,119 AD 1,143 AD - 1,147 AD	50.8 14.7 2.6	995 AD - 1,051 AD 1,083 AD - 1,125 AD 1,136 AD - 1,153 AD	59.9 27.2 8.3
水白	トレンチ	MJR-TR-38	charcoal	IAAA-102389	-27.04 \pm 0.41	540 \pm 20	1,399 AD - 1,426 AD	68.2	1,322 AD - 1,348 AD 1,391 AD - 1,435 AD	18.6 76.8
水白	トレンチ	MJR-TR-39	wood	IAAA-102390	-26.57 \pm 0.34	550 \pm 20	1,328 AD - 1,342 AD 1,395 AD - 1,418 AD	21.6 46.6	1,316 AD - 1,355 AD 1,388 AD - 1,430 AD	37.3 58.1
水白	トレンチ	MJR-TR-42	humic silt	IAAA-102590	-24.17 \pm 0.50	4,100 \pm 30	2,840 BC - 2,814 BC 2,678 BC - 2,579 BC	14.4 53.8	2,863 BC - 2,807 BC 2,758 BC - 2,718 BC 2,707 BC - 2,570 BC 2,514 BC - 2,502 BC	21.7 9.8 62.4 1.5
水白	トレンチ	MJR-TR-43	humic silt	IAAA-102591	-21.54 \pm 0.57	1,090 \pm 30	898 AD - 920 AD 945 AD - 987 AD	24.2 44.0	891 AD - 1,014 AD	95.4
水白	トレンチ	MJR-TR-44	charcoal	IAAA-102592	-24.62 \pm 0.68	>53,880				
水白	トレンチ	MJR-TR-45	humic silt	IAAA-102593	-25.61 \pm 0.57	7,280 \pm 40	6,212 BC - 6,137 BC 6,112 BC - 6,084 BC	50.8 17.4	6,223 BC - 6,067 BC	95.4
水白	ボーリング	MJR-1-3.22	wood	IAAA-101802	-28.97 \pm 0.36	6,380 \pm 30	5,463 BC - 5,447 BC 5,417 BC - 5,411 BC 5,379 BC - 5,317 BC	10.0 3.2 55.0	5,469 BC - 5,400 BC 5,391 BC - 5,309 BC	32.3 63.1
水白	ボーリング	MJR-2-4.12	humic silt	IAAA-102576	-24.43 \pm 0.54	9,490 \pm 40	9,110 BC - 9,087 BC 9,042 BC - 9,030 BC 8,837 BC - 8,714 BC	6.4 3.1 58.7	9,120 BC - 9,004 BC 8,918 BC - 8,897 BC 8,875 BC - 8,696 BC 8,683 BC - 8,639 BC	22.2 2.2 65.1 5.9
水白	ボーリング	MJR-2-8.25	wood	IAAA-102577	-24.25 \pm 0.36	28,660 \pm 140	31,380 BC - 30,951 BC	68.2	31,634 BC - 30,519 BC	95.4
水白	ボーリング	MJR-3-0.62	humic silt	IAAA-102578	-22.49 \pm 0.54	1,150 \pm 30	832 AD - 836 AD 869 AD - 903 AD 915 AD - 969 AD	1.9 25.0 41.2	780 AD - 792 AD 805 AD - 975 AD	3.4 92.0
水白	ボーリング	MJR-3-1.32	humic silt	IAAA-102579	-21.21 \pm 0.57	1,190 \pm 30	783 AD - 790 AD 810 AD - 881 AD	6.5 61.7	730 AD - 735 AD 771 AD - 896 AD 924 AD - 939 AD	0.5 92.7 2.2
水白	ボーリング	MJR-3-3.34	humic silt	IAAA-102580	-27.67 \pm 0.47	6,080 \pm 30	5,038 BC - 4,946 BC	68.2	5,205 BC - 5,169 BC 5,075 BC - 4,897 BC 4,866 BC - 4,851 BC	4.9 88.9 1.6

Site	survey type	Sample	Material	Lab. No.	$\delta^{13}C$ (permil)	Conventional ^{14}C age (yBP)	Calibrated age (1 σ)	(%)	Calibrated age (2 σ)	(%)
水白	ボーリング	MJR-3-4.09	humic silt	IAAA-102581	-25.09 \pm 0.52	9,500 \pm 40	9,114 BC - 9,081 BC 9,052 BC - 9,021 BC 8,841 BC - 8,743 BC	11.7 9.9 46.6	9,123 BC - 9,000 BC 8,922 BC - 8,706 BC 8,670 BC - 8,657 BC	31.6 62.6 1.2
水白	ボーリング	MJR-3-7.11	humic silt	IAAA-102582	-25.61 \pm 0.71	25,190 \pm 110	28,346 BC - 27,848 BC	68.2	28,385 BC - 27,646 BC	95.4
水白	ボーリング	MJR-3-8.83	charcoal	IAAA-102583	-27.26 \pm 0.59	29,130 \pm 150	32,458 BC - 32,430 BC 32,146 BC - 31,442 BC	1.9 66.3	32,542 BC - 31,338 BC	95.4
水白	ボーリング	MJR-3-12.68	charcoal	IAAA-102584	-24.69 \pm 0.51	>53,590				
水白	ボーリング	MJR-3-14.03	humic silt	IAAA-102585	-27.16 \pm 0.42	45,240 \pm 550	47,454 BC - 45,779 BC	68.2	48,005 BC - 45,063 BC	95.4
水白	ボーリング	MJR-3-14.88	humic silt	IAAA-102586	-26.68 \pm 0.51	>53,720				
水白	ボーリング	MJR-3-20.88	wood	IAAA-102587	-25.14 \pm 0.45	>53,630				
水白	ボーリング	MJR-4-4.07	humic silt	IAAA-102588	-24.19 \pm 0.55	9,530 \pm 40	9,118 BC 9,070 BC 9,059 BC 9,009 BC 8,914 BC 8,902 BC 8,847 BC 8,770 BC	18.2 17.7 3.6 28.7	9,135 BC 8,974 BC 8,935 BC 8,742 BC	44.8 50.6
水白	ボーリング	MJR-4-8.72	humic silt	IAAA-102589	-26.36 \pm 0.69	27,820 \pm 130	30,142 BC 29,631 BC	68.2	30,564 BC 29,527 BC	95.4
水白	ボーリング	MJR-5-8.82	humic silt	IAAA-103717	-26.03 \pm 0.57	28,300 \pm 110	30,980 BC - 30,349 BC	68.2	31,162 BC - 30,017 BC	95.4
酒井	トレンチ	SKI-TR-1	wood	IAAA-102407	-27.23 \pm 0.63	1,190 \pm 30	782 AD 790 AD 809 AD 885 AD	6.4 61.8	729 AD 736 AD 771 AD 899 AD 920 AD 946 AD	0.8 90.0 4.6
酒井	トレンチ	SKI-TR-2	humic silt	IAAA-102408	-24.65 \pm 0.47	920 \pm 30	1,045 AD 1,095 AD 1,120 AD 1,141 AD 1,148 AD 1,156 AD	42.9 18.2 7.1	1,029 AD 1,171 AD	95.4
酒井	トレンチ	SKI-TR-3	humic silt	IAAA-102409	-19.80 \pm 0.47	1,090 \pm 30	898 AD 920 AD 946 AD 990 AD	23.2 45.0	894 AD 1,014 AD	95.4
酒井	トレンチ	SKI-TR-4	humic silt	IAAA-102410	-20.71 \pm 0.50	1,050 \pm 30	984 AD 1,020 AD	68.2	899 AD 919 AD 963 AD 1,028 AD	7.1 88.3
酒井	トレンチ	SKI-TR-5	wood	IAAA-102411	-27.75 \pm 0.28	1,430 \pm 30	611 AD 647 AD	68.2	585 AD 657 AD	95.4
酒井	トレンチ	SKI-TR-6	wood	IAAA-102412	-24.69 \pm 0.58	600 \pm 30	1,311 AD 1,360 AD 1,387 AD 1,400 AD	54.4 13.8	1,299 AD 1,370 AD 1,380 AD 1,410 AD	71.1 24.3
酒井	トレンチ	SKI-TR-7	humic silt	IAAA-102413	-24.34 \pm 0.40	980 \pm 30	1,019 AD 1,046 AD 1,094 AD 1,120 AD 1,141 AD 1,148 AD	37.6 24.7 6.0	995 AD 1,057 AD 1,076 AD 1,155 AD	46.4 49.0
酒井	トレンチ	SKI-TR-8	humic silt	IAAA-102414	-21.96 \pm 0.40	1,020 \pm 30	992 AD 1,024 AD	68.2	903 AD 914 AD 970 AD 1,043 AD 1,107 AD 1,118 AD	1.3 92.8 1.3
酒井	トレンチ	SKI-TR-9	humic silt	IAAA-102415	-22.27 \pm 0.51	970 \pm 30	1,022 AD 1,046 AD 1,092 AD 1,121 AD 1,140 AD 1,148 AD	31.2 29.2 7.8	1,016 AD 1,155 AD	95.4
酒井	トレンチ	SKI-TR-10	humic silt	IAAA-102416	-27.64 \pm 0.55	1,680 \pm 30	340 AD 408 AD	68.2	259 AD 295 AD 322 AD 422 AD	12.6 82.8
酒井	トレンチ	SKI-TR-11	humic silt	IAAA-102417	-23.09 \pm 0.61	710 \pm 30	1,270 AD 1,295 AD	68.2	1,261 AD 1,305 AD 1,364 AD 1,385 AD	83.5 11.9
酒井	トレンチ	SKI-TR-12	charcoal	IAAA-102418	-22.07 \pm 0.38	540 \pm 30	1,333 AD 1,337 AD 1,398 AD 1,429 AD	3.7 64.5	1,320 AD 1,350 AD 1,391 AD 1,438 AD	20.2 75.2
酒井	トレンチ	SKI-TR-13	charcoal	IAAA-102419	-26.83 \pm 0.52	3,720 \pm 30	2,196 BC 2,170 BC 2,146 BC 2,123 BC 2,092 BC 2,043 BC	17.1 15.4 35.7	2,201 BC 2,034 BC	95.4
本江	ボーリング	HON-1-1.90	humic silt	IAAA-101527	-23.26 \pm 0.45	8,010 \pm 40	7,054 BC 7,021 BC 7,014 BC 7,004 BC 6,970 BC 6,913 BC 6,883 BC 6,831 BC	17.2 3.3 23.1 24.6	7,063 BC 6,815 BC	95.4
本江	ボーリング	HON-1-2.40	humic silt	IAAA-101528	-22.97 \pm 0.53	8,940 \pm 30	8,246 BC 8,186 BC 8,111 BC 8,092 BC 8,074 BC 8,064 BC 8,041 BC 7,997 BC	34.5 8.5 3.6 21.6	8,258 BC 8,166 BC 8,133 BC 7,968 BC	41.9 53.5
本江	ボーリング	HON-1-9.38	humic silt	IAAA-102391	-27.91 \pm 0.34	25,470 \pm 110	28,538 BC - 28,271 BC	68.2	28,695 BC - 28,217 BC 28,090 BC - 27,741 BC	83.5 11.9
本江	ボーリング	HON-5-1.40	wood	IAAA-102392	-27.95 \pm 0.57	1,150 \pm 30	833 AD - 836 AD 870 AD - 903 AD 915 AD - 969 AD	1.1 25.2 41.9	780 AD - 791 AD 806 AD - 975 AD	3.2 92.2
本江	ボーリング	HON-5-1.62	charcoal	IAAA-102393	-27.63 \pm 0.58	1,880 \pm 30	78 AD - 140 AD 155 AD - 168 AD 195 AD - 969 AD	54.0 6.6 7.6	72 AD - 221 AD	95.4
本江	ボーリング	HON-5-2.37	humic silt	IAAA-102394	-24.16 \pm 0.45	8,380 \pm 40	7,520 BC - 7,452 BC 7,398 BC - 7,374 BC	54.2 14.0	7,530 BC - 7,353 BC	95.4
本江	ボーリング	HON-5-3.24	humic silt	IAAA-102395	-20.42 \pm 0.39	10,580 \pm 40	10,645 BC 10,577 BC 10,518 BC 10,485 BC	48.9 19.3	10,677 BC - 10,472 BC	95.4
本江	ボーリング	HON-6-1.12	charred material	IAAA-102396	-27.19 \pm 0.50	1,430 \pm 30	611 AD - 648 AD	68.2	584 AD - 658 AD	95.4
本江	ボーリング	HON-6-2.77	humic silt	IAAA-102397	-19.89 \pm 0.47	10,460 \pm 40	10,581 BC - 10,504 BC 10,494 BC - 10,430 BC 10,392 BC - 10,376 BC 10,321 BC - 10,273 BC	27.0 24.6 3.2 13.4	10,612 BC - 10,415 BC 10,410 BC - 10,257 BC 10,246 BC - 10,191 BC	59.3 29.3 6.8
本江	ボーリング	HON-8-0.78	humic silt	IAAA-102398	-19.20 \pm 0.48	1,430 \pm 30	774 AD - 870 AD	68.2	695 AD - 700 AD 708 AD - 748 AD 766 AD - 889 AD	0.9 13.4 81.2
敷波	ピット	SHI-P1-C1	wood	IAAA-101629	-23.57 \pm 0.31	950 \pm 30	1,028 AD - 1,049 AD 1,085 AD 1,123 AD 1,138 AD 1,151 AD	19.9 36.5 11.9	1,023 AD 1,155 AD	95.4
敷波	ピット	SHI-P1-C6	wood	IAAA-101630	-24.05 \pm 0.51	690 \pm 30	1,275 AD - 1,298 AD 1,372 AD 1,378 AD	60.9 7.3	1,267 AD 1,307 AD 1,362 AD 1,386 AD	74.3 21.1
敷波	ピット	SHI-P1-C15	wood	IAAA-101800	-27.16 \pm 0.40	660 \pm 30	1,284 AD 1,304 AD 1,365 AD 1,384 AD	35.8 32.4	1,278 AD 1,317 AD 1,353 AD 1,390 AD	49.7 45.7
敷波	ピット	SHI-P1-C17	wood	IAAA-101632	-27.07 \pm 0.61	690 \pm 30	1,277 AD - 1,299 AD 1,370 AD 1,380 AD	54.7 13.5	1,269 AD 1,310 AD 1,360 AD 1,387 AD	69.3 26.1
敷波	ピット	SHI-P1-C25	wood	IAAA-101801	-26.68 \pm 0.46	1,410 \pm 30	622 AD - 656 AD	68.2	603 AD 663 AD	95.4
敷波	ボーリング	SHI-2-2.53	humic silt	IAAA-101634	-24.02 \pm 0.60	6,030 \pm 30	4,981 BC - 4,971 BC 4,964 BC 4,896 BC 4,867 BC 4,851 BC	5.5 50.9 11.8	5,016 BC 4,832 BC 4,813 BC 4,808 BC	94.9 0.5
敷波	ボーリング	SHI-2-3.37	soil	IAAA-101635	-19.11 \pm 0.60	6,160 \pm 30	5,207 BC - 5,145 BC 5,139 BC 5,127 BC 5,122 BC 5,092 BC 5,081 BC 5,056 BC	32.4 6.0 15.9 13.9	5,215 BC 5,018 BC	95.4

Site	survey type	Sample	Material	Lab. No.	$\delta^{13}C$ (permil)	Conventional ^{14}C age (yBP)	Calibrated age (1 σ)	(%)	Calibrated age (2 σ)	(%)	
敷波	ボーリング	SHI-2-3.37	wood	IAAA-101789	-11.13 \pm 0.54	6,110 \pm 30	5,196 BC - 5,180 BC	7.0	5,208 BC	5,146 BC	15.5
							5,061 BC 4,979 BC	57.0	5,138 BC	5,127 BC	1.2
							4,973 BC 4,962 BC	4.3	5,121 BC	5,094 BC	3.5
									5,082 BC	4,939 BC	75.2
敷波	ボーリング	SHI-2-3.79	soil	IAAA-101636	-21.45 \pm 0.49	6,270 \pm 30	5,299 BC - 5,245 BC	55.0	5,322 BC	5,207 BC	93.7
							5,235 BC	13.2	5,160 BC	5,154 BC	0.3
									5,144 BC	5,139 BC	0.4
									5,127 BC	5,122 BC	0.3
									5,091 BC	5,081 BC	0.7
敷波	ボーリング	SHI-2-3.79	plant fragment	IAAA-101790	-17.06 \pm 0.34	6,220 \pm 30	5,289 BC - 5,270 BC	8.9	5,301 BC	5,195 BC	42.5
							5,226 BC 5,205 BC	13.7	5,180 BC	5,061 BC	52.9
							5,168 BC 5,076 BC	45.6			
小田中	ボーリング	KOD-1-2.80	wood	IAAA-102399	-27.57 \pm 0.59	12,820 \pm 50	13,533 BC - 13,366 BC	24.7	13,880 BC	13,821 BC	1.1
							13,323 BC 13,110 BC	43.5	13,714 BC	12,978 BC	94.3
小田中	ボーリング	KOD-1-3.64	wood	IAAA-102400	-26.28 \pm 0.48	12,530 \pm 50	13,050 BC - 12,606 BC	68.2	13,154 BC	12,456 BC	85.6
									12,446 BC	12,278 BC	9.8
小田中	ボーリング	KOD-2-4.40	humic silt	IAAA-102401	-24.58 \pm 0.54	12,860 \pm 50	13,564 BC - 13,160 BC	68.2	13,935 BC	13,042 BC	95.4
小田中	ボーリング	KOD-2-5.90	wood	IAAA-102402	-27.52 \pm 0.53	17,510 \pm 60	19,157 BC - 18,916 BC	31.5	19,316 BC	18,521 BC	95.4
							18,832 BC 18,585 BC	36.3			
四柳	ボーリング	YOT-1-2.64	humic silt	IAAA-102403	-22.40 \pm 0.53	8,850 \pm 40	8,197 BC - 8,192 BC	1.0	8,209 BC	8,031 BC	46.0
							8,186 BC 8,111 BC	23.7	8,025 BC	7,794 BC	49.4
							8,092 BC 8,073 BC	4.8			
							8,064 BC 8,040 BC	6.2			
							8,002 BC 7,937 BC	18.5			
							7,926 BC 7,918 BC	1.9			
									7,898 BC	7,842 BC	12.2
四柳	ボーリング	YOT-1-2.65	humic silt	IAAA-102404	-30.92 \pm 0.30	9,420 \pm 40	8,745 BC - 8,638 BC	68.2	8,800 BC	8,609 BC	95.4
四柳	ボーリング	YOT-1-2.66	humic silt	IAAA-102405	-24.93 \pm 0.28	10,630 \pm 40	10,668 BC - 10,601 BC	68.2	10,731 BC	10,582 BC	
									10,511 BC	10,491 BC	

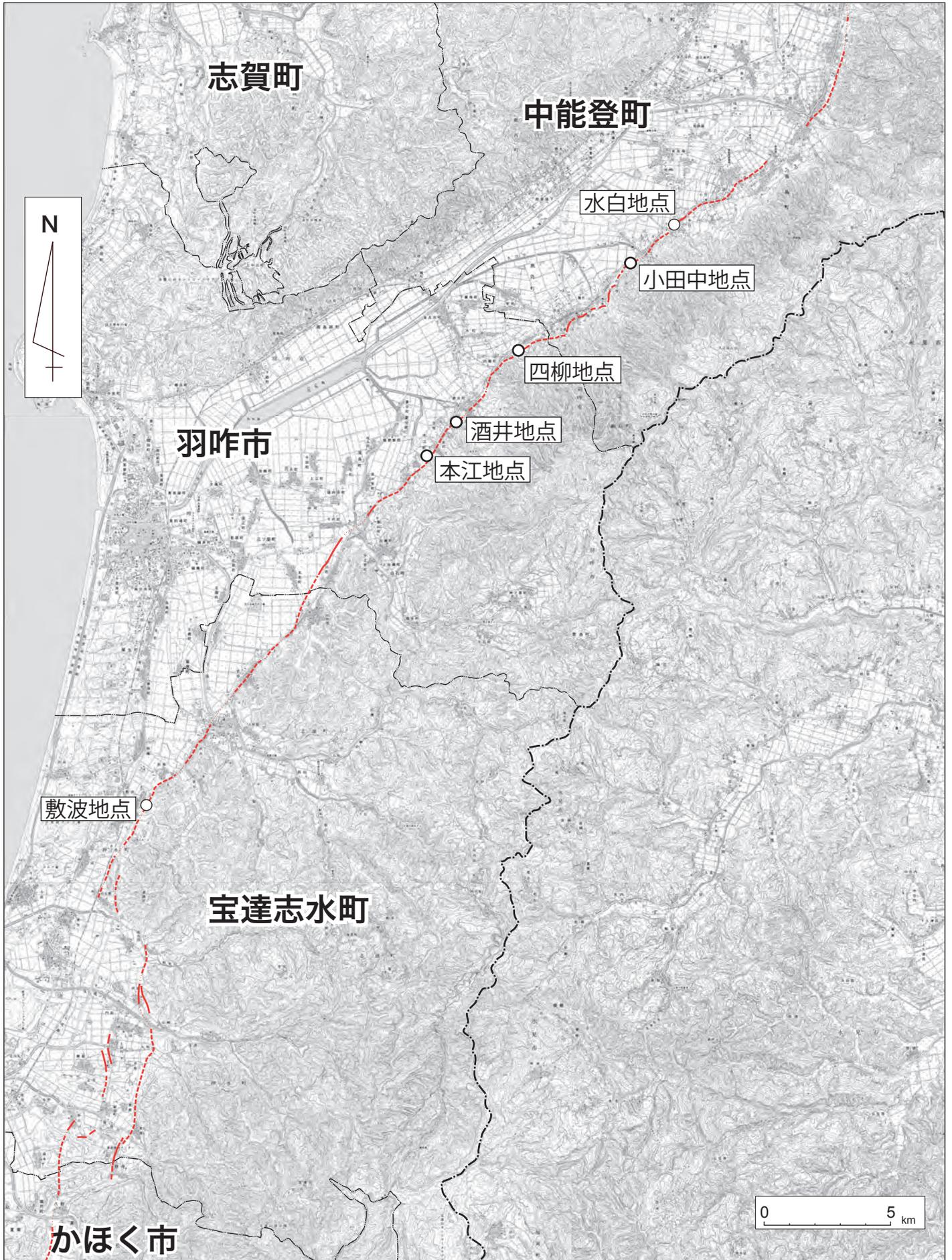


図1 邑知潟断層帯及び調査地点の位置図

基図には国土地理院発行「数値地図25000（地図画像）」を使用.
活断層線は池田ほか編（2002）による.

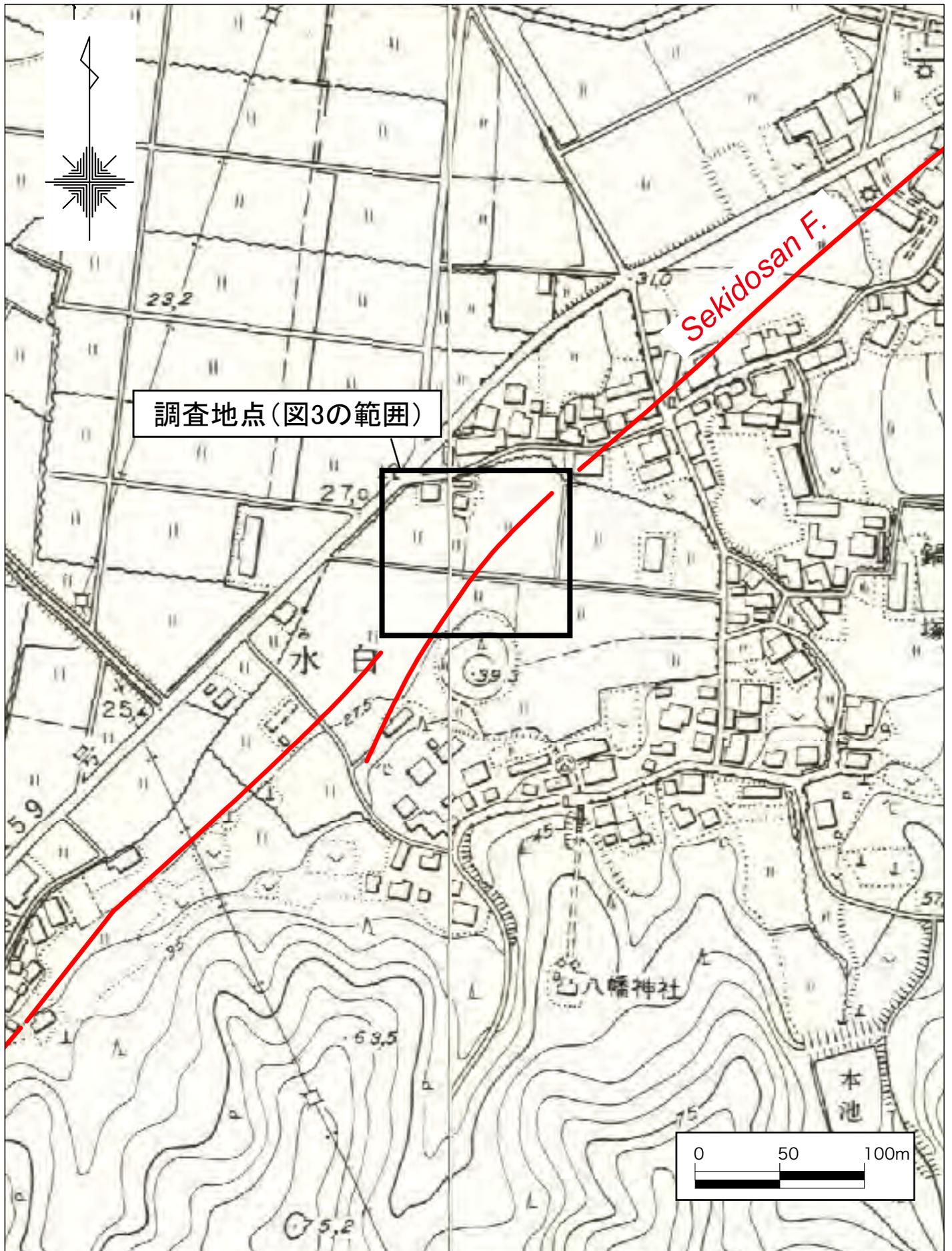


図2 水白地点の詳細地形図

基図には旧鹿島町発行2500分の1都市計画図を使用。
赤線は杉戸ほか（2010）で示された活断層の位置を示す。

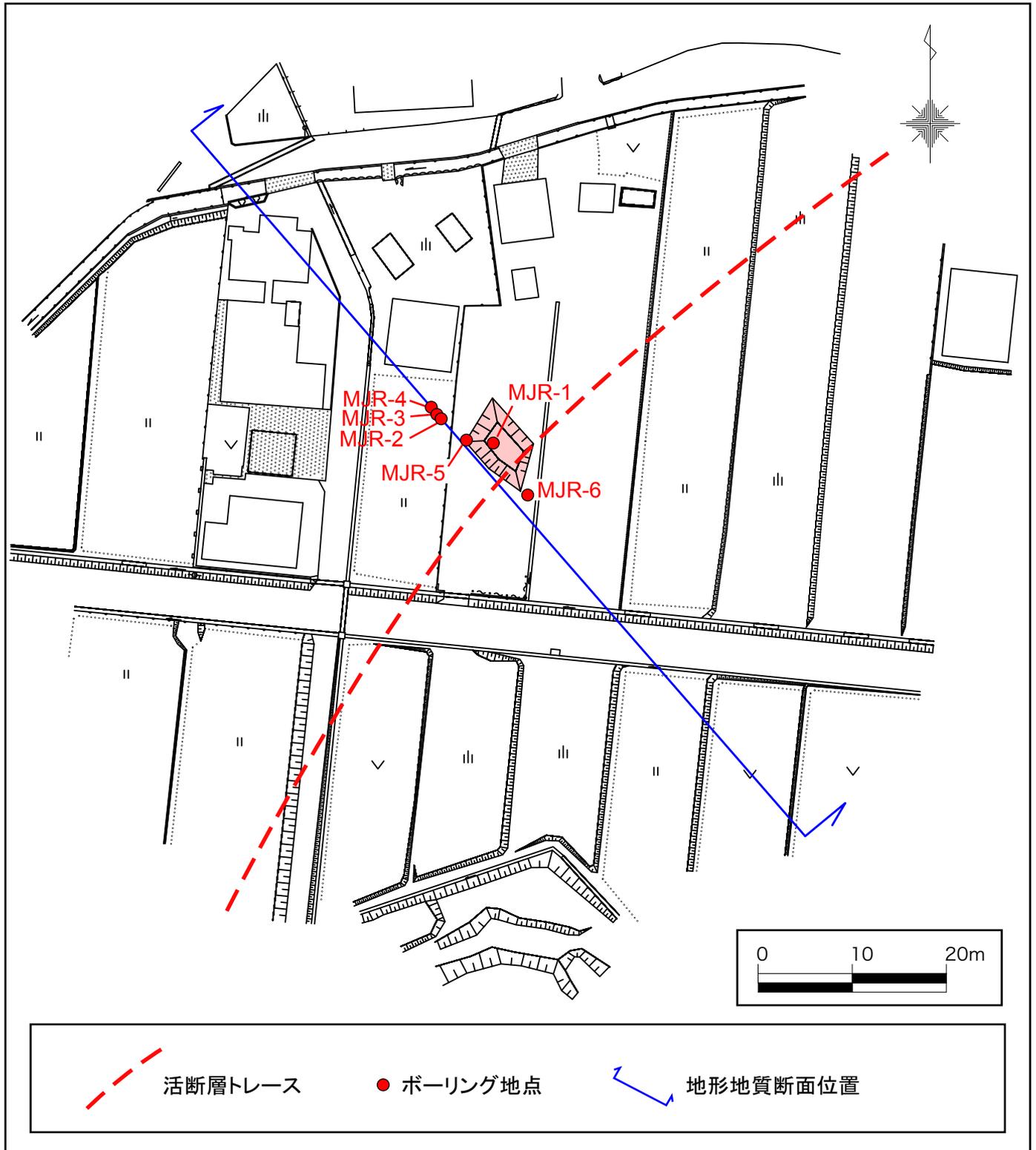


図3 水白地点の調査地点位置図

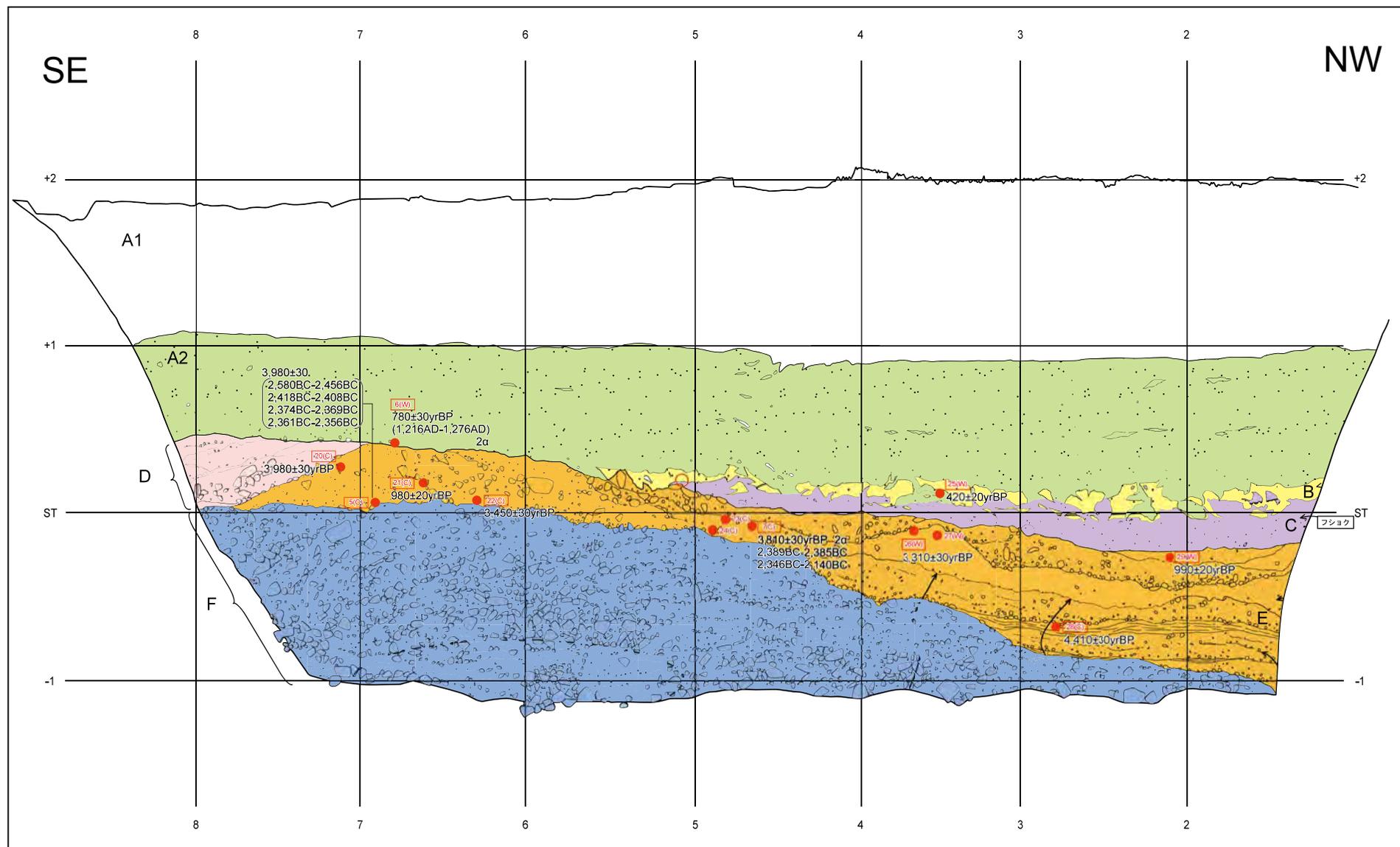


図4 水白地区トレンチの南西壁面スケッチ

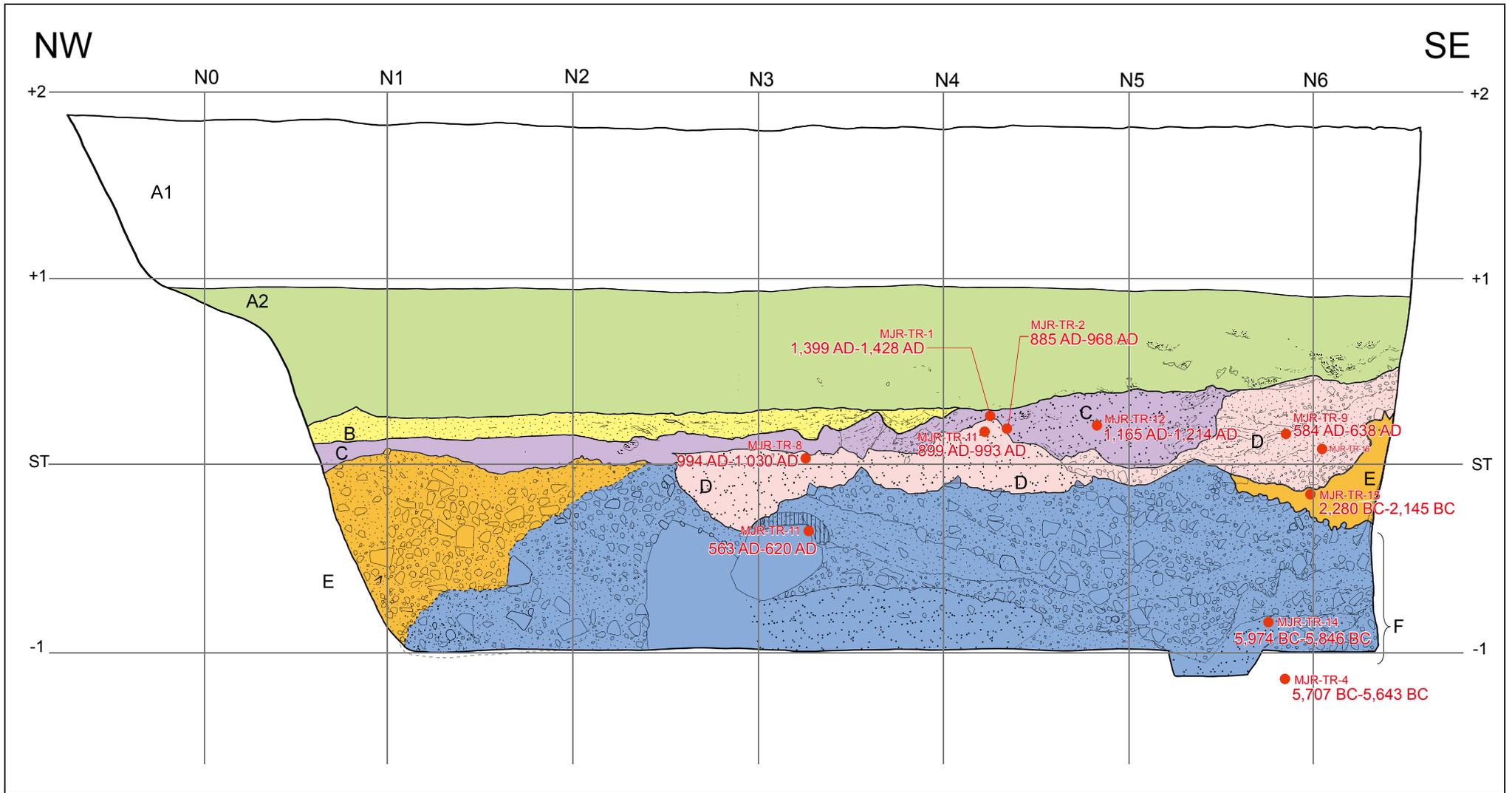


図5 水白地点で掘削されたトレンチの北東壁面スケッチ

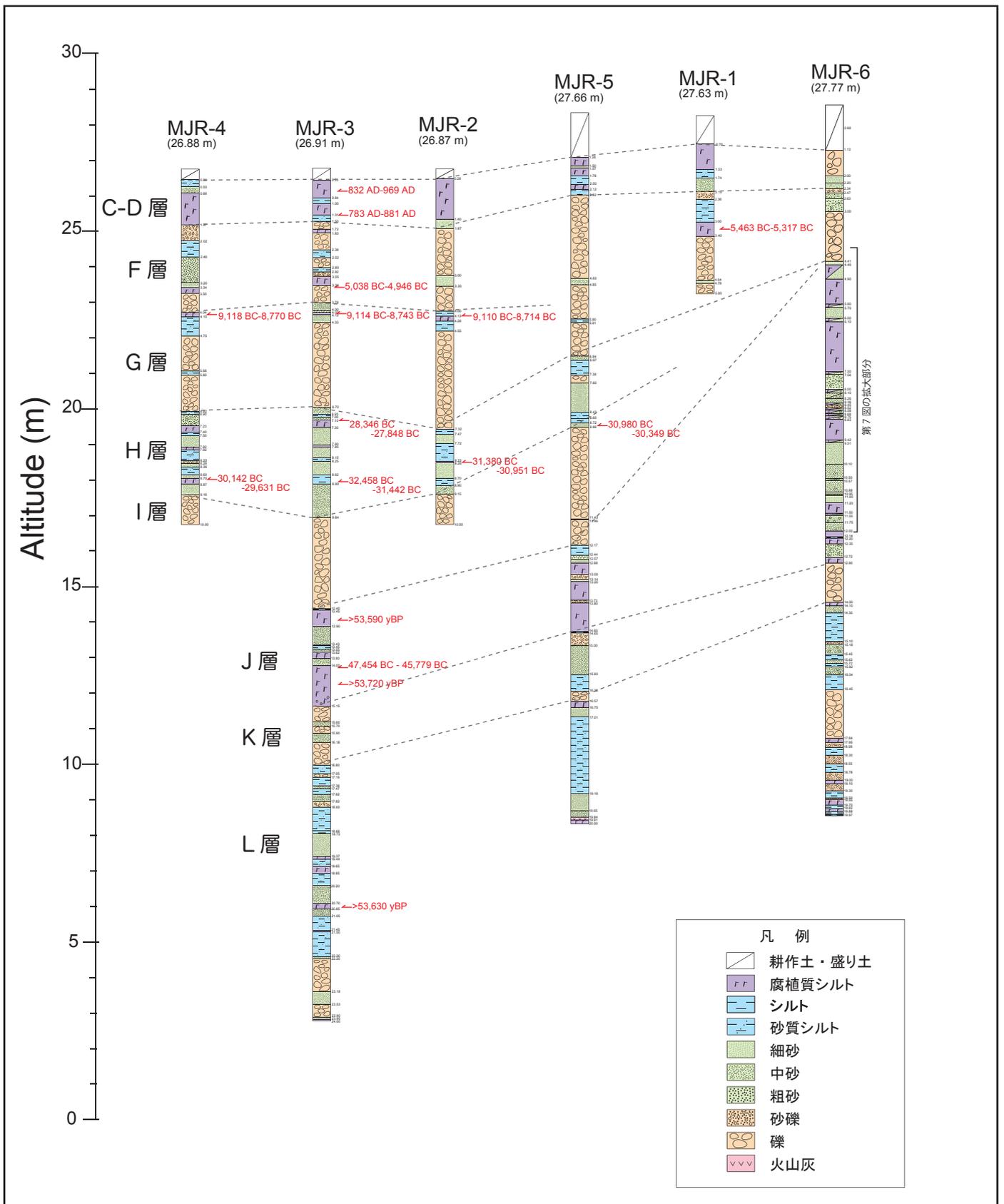


図6 水白地点で実施された群列ボーリング調査の柱状図および年代測定結果

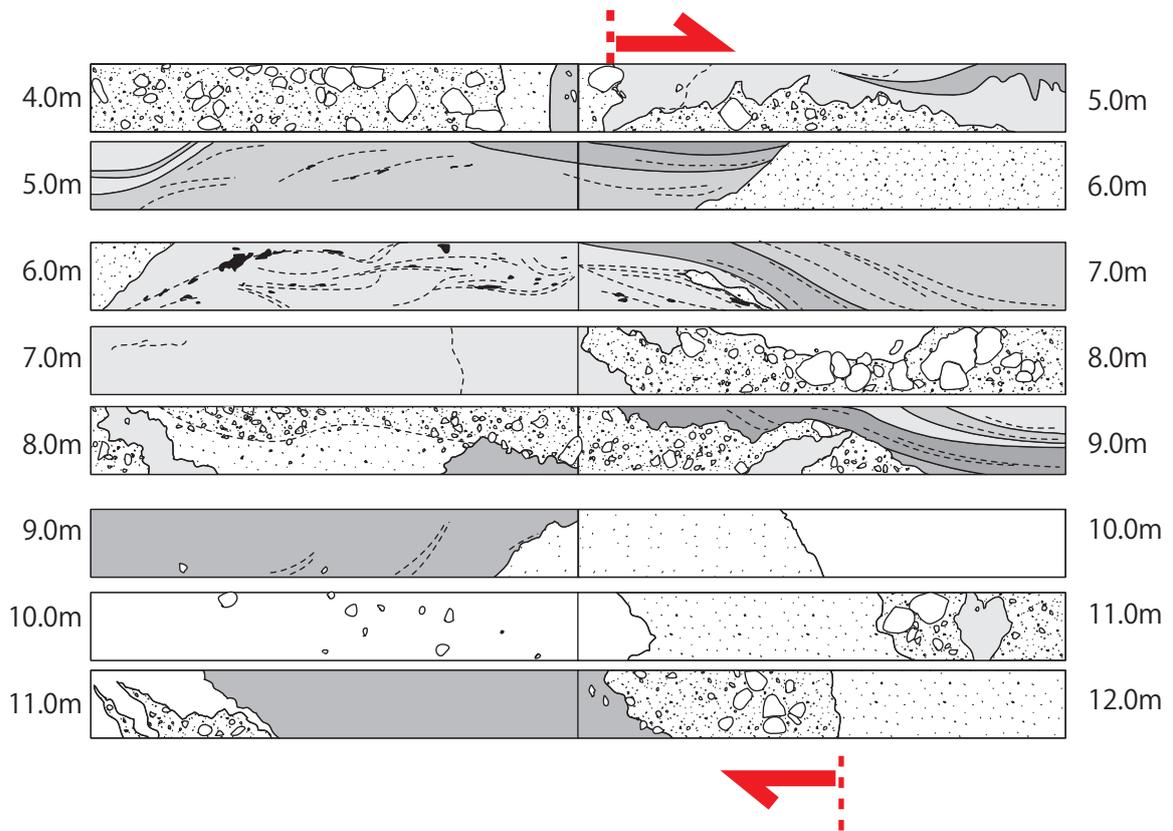


図7 MJR-6 コアの変形帯のコア写真とスケッチ
赤い矢印の範囲が変形帯と判断した層準.

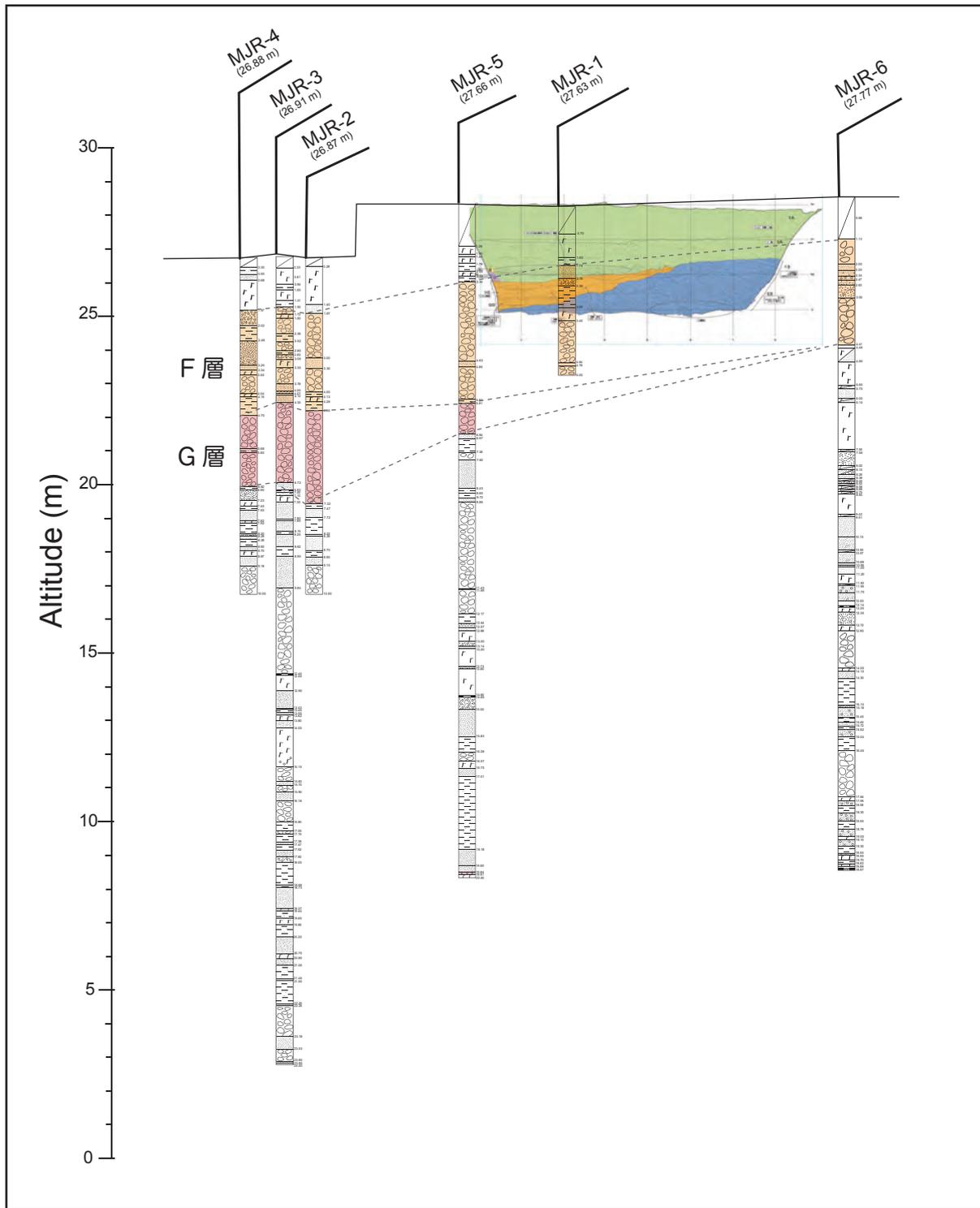


図8 水白地点で実施されたトレンチ調査と群列ボーリング調査に基づく地形地質断面図



図9 酒井地点の詳細地形図および調査地点位置図

基図には羽咋市発行2500分の1都市計画図を使用。赤線および赤い網かけは杉戸ほか(2010)で示された活断層および撓曲帯の位置を示す。

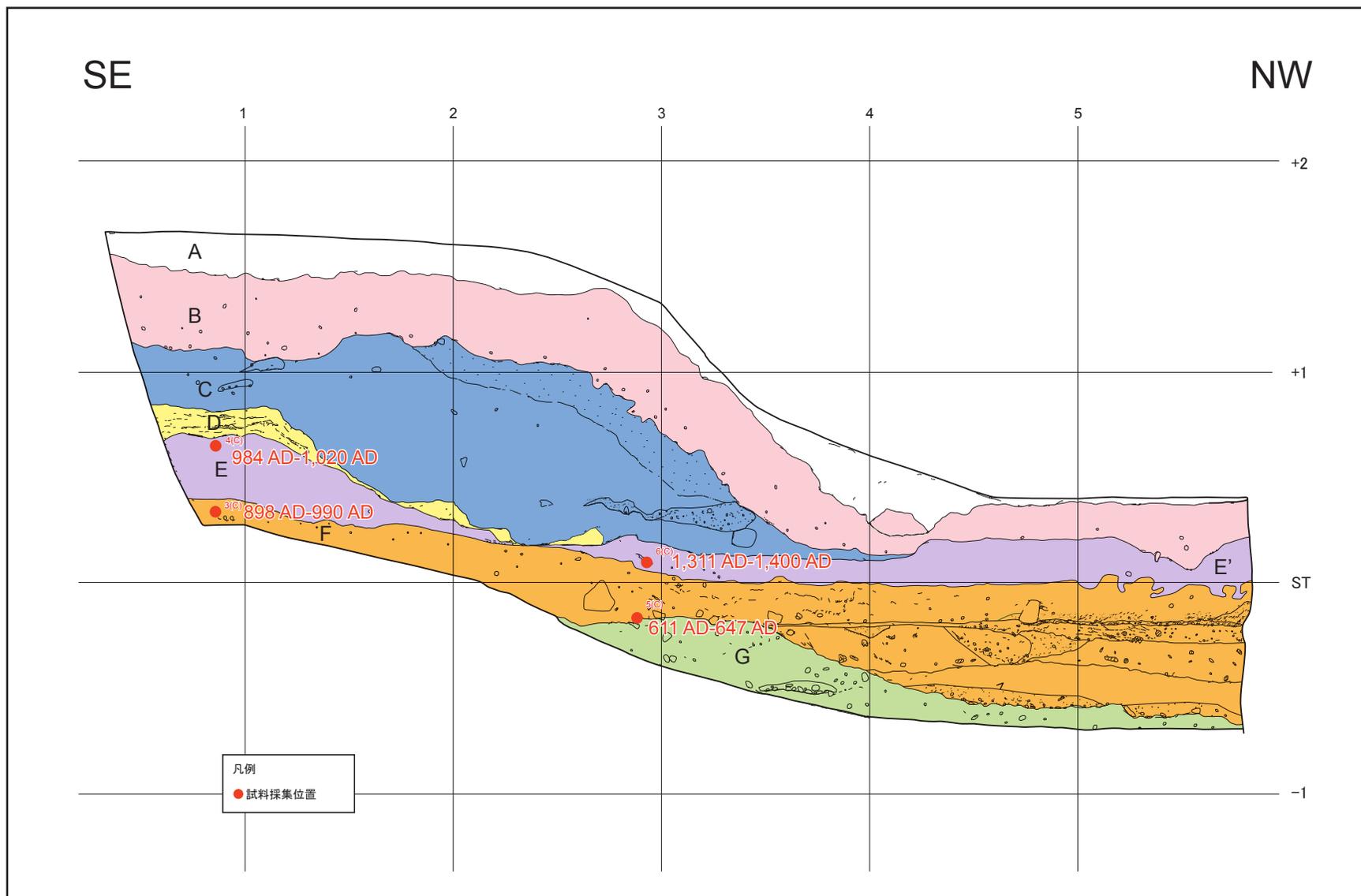


図10 酒井地点で掘削されたピットの南西壁面スケッチ



図11 本江地点の詳細地形図

基図には羽咋市発行2500分の1都市計画図を使用。
赤線は杉戸ほか(2010)で示された活断層の位置を示す。

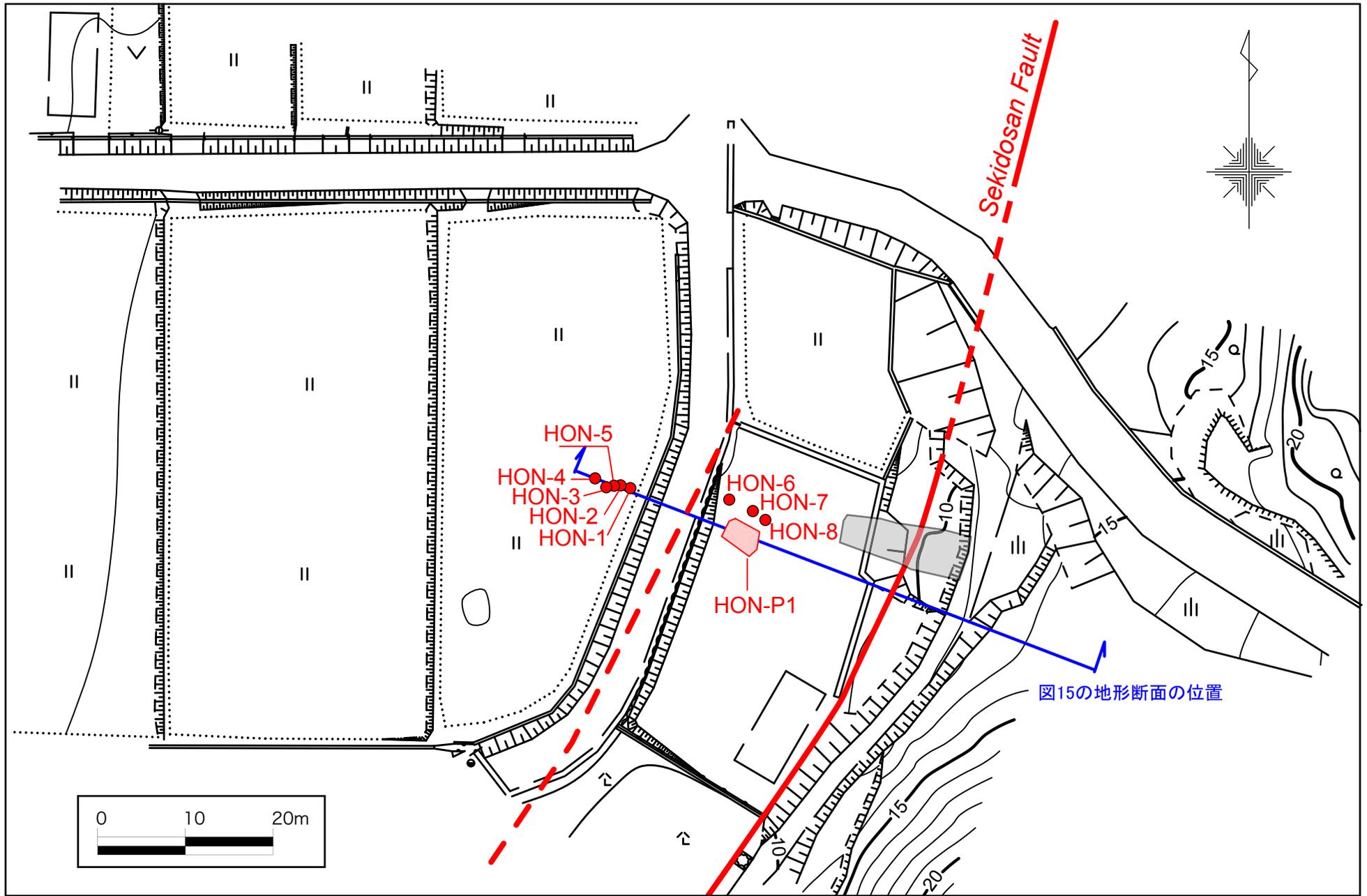


図12 本江地点の調査地点位置図

凡例は図3と同じ

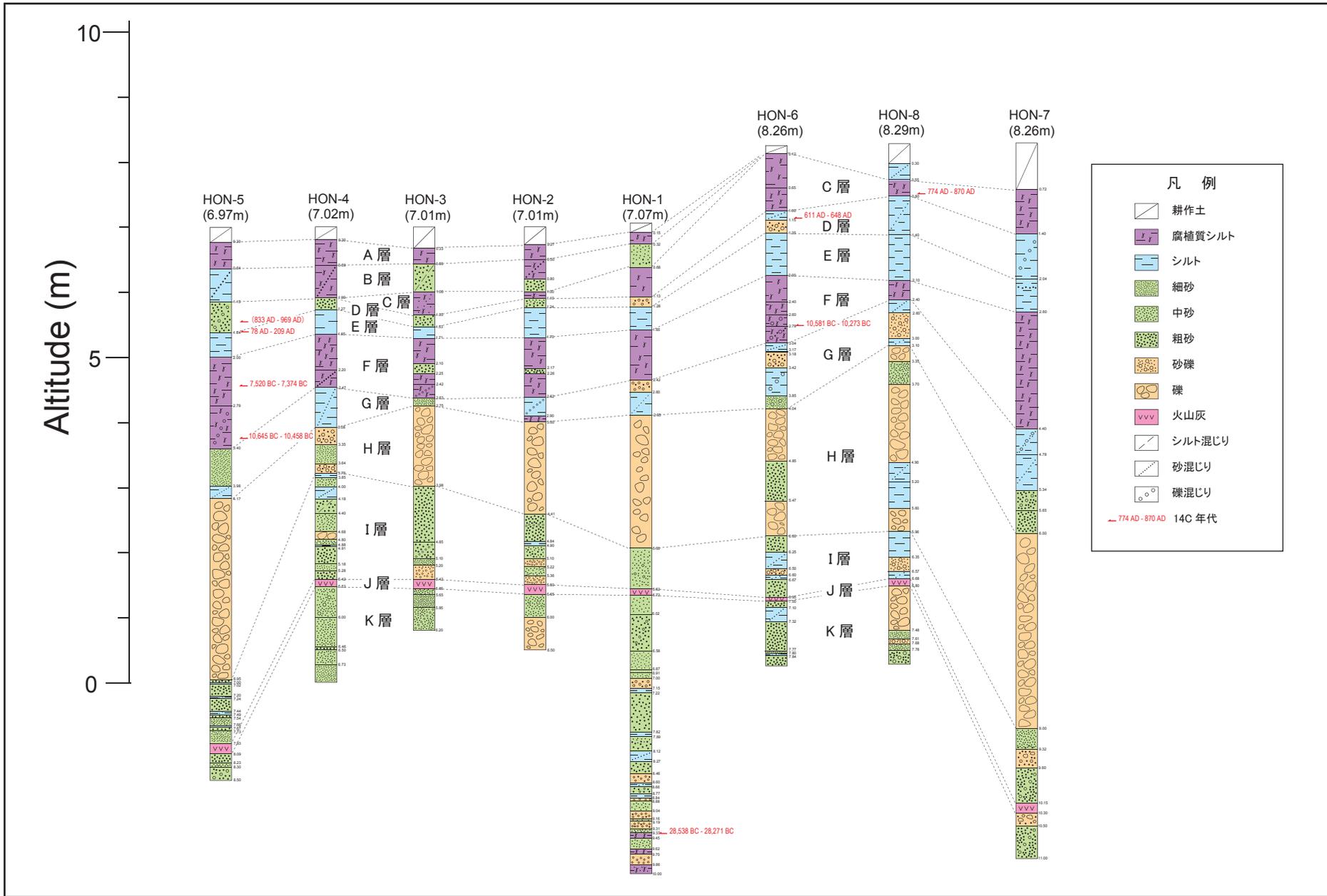


図 13 本江地点で実施された群列ボーリングの柱状図と年代測定結果

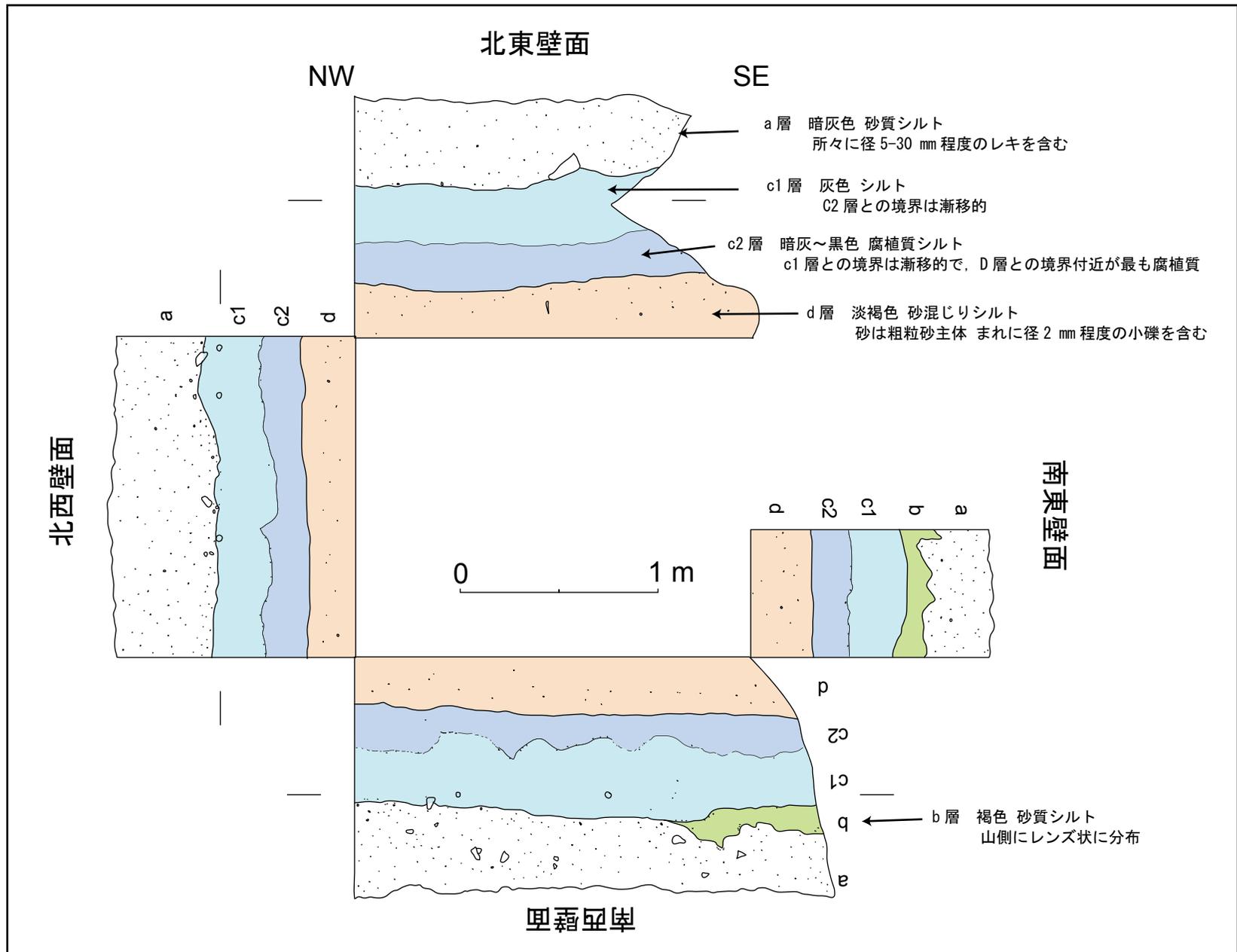


図14 本江地点で掘削されたピットの壁面スケッチ

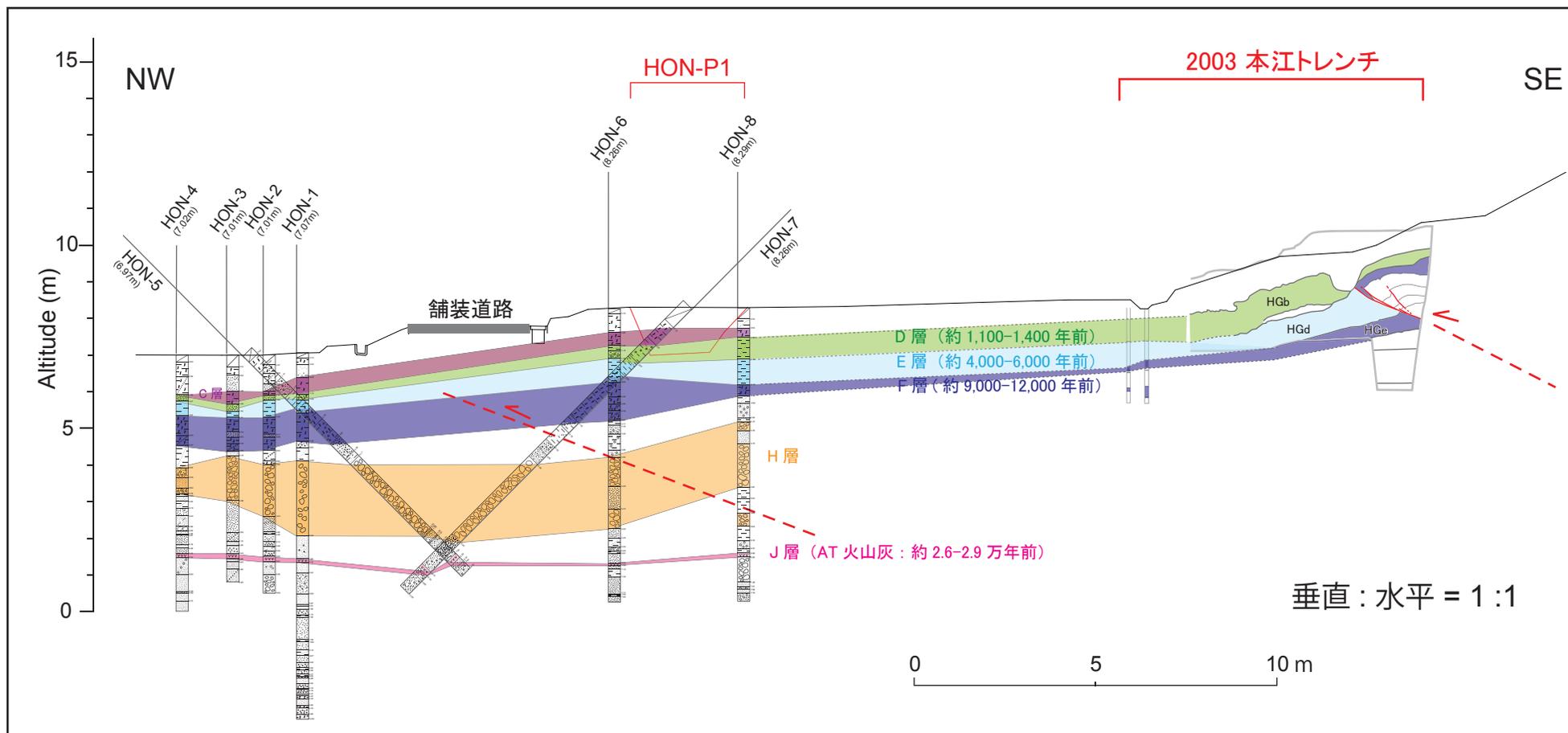


図 15 本江地点で実施されたピット調査と群列ボーリング調査に基づく地形地質断面図
 2003 本江トレンチの結果は杉戸ほか (2007) による.

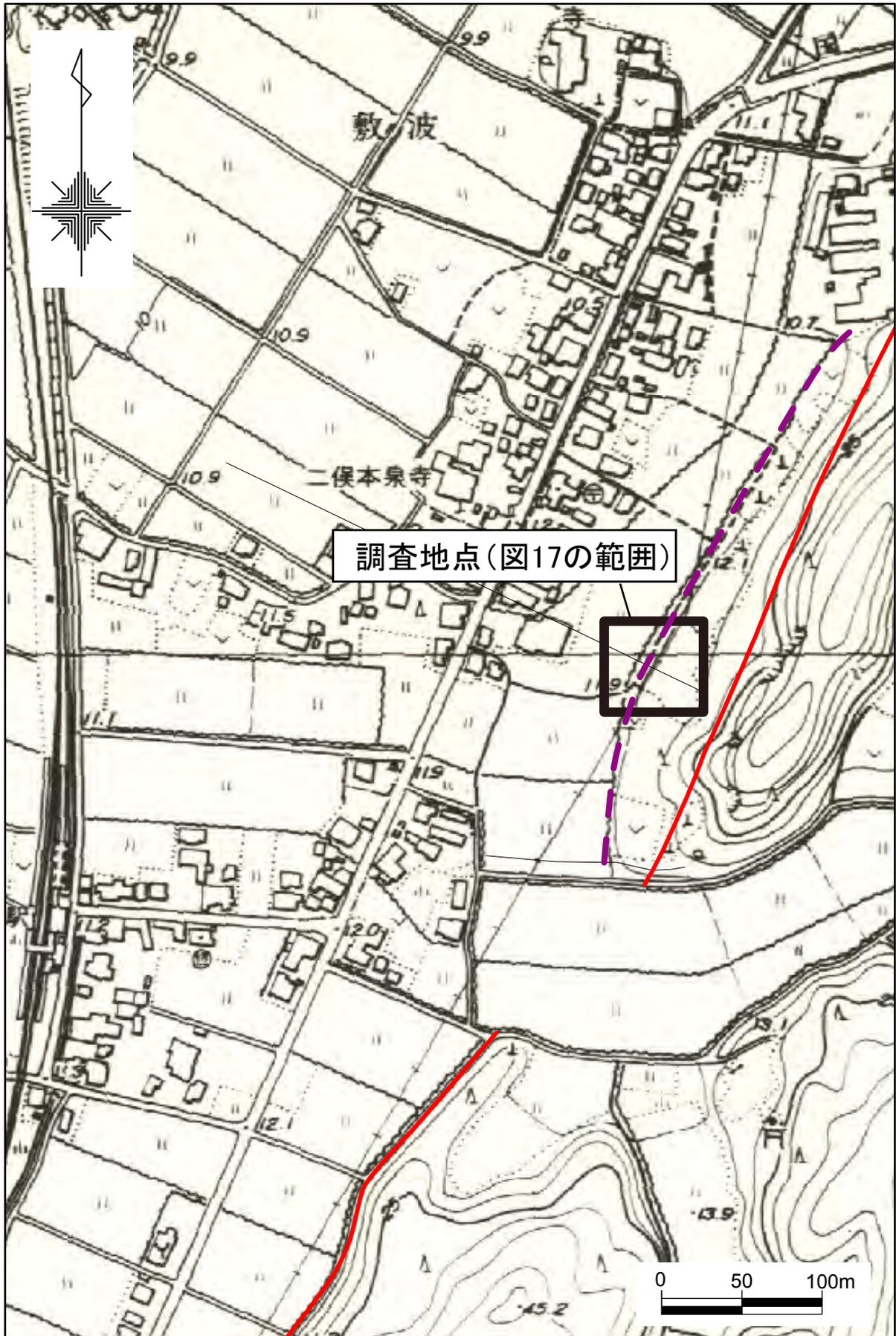


図16 敷波地点の詳細地形図

基図には羽咋市発行2500分の1都市計画図を使用。赤線は堤ほか（2010）で示された活断層の位置を示す。紫色の破線は今回の調査で低断層崖であると推定した低崖の位置を示す。

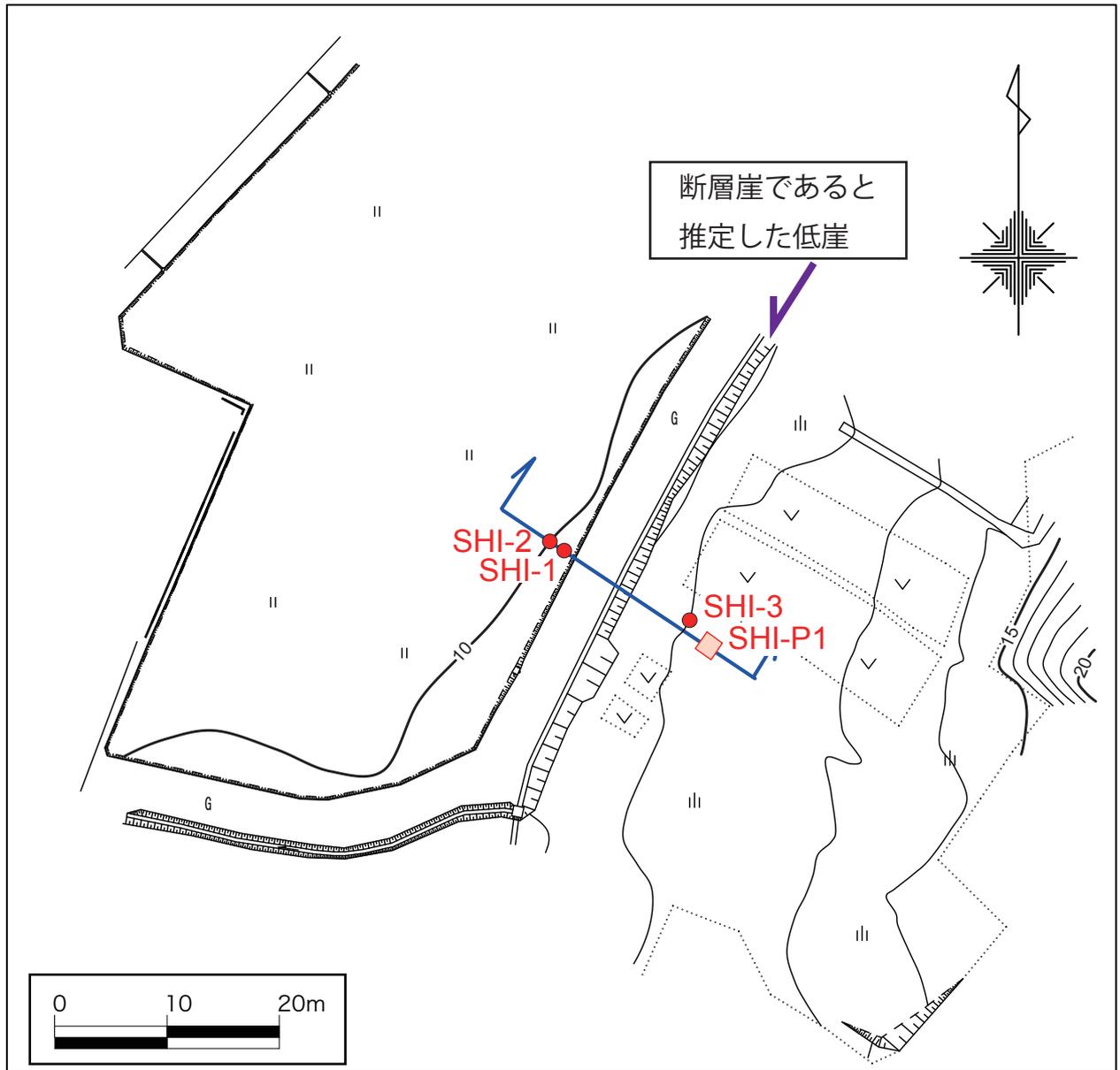


図 17 敷波地点の調査地点位置図
 現地測量結果に基づく。

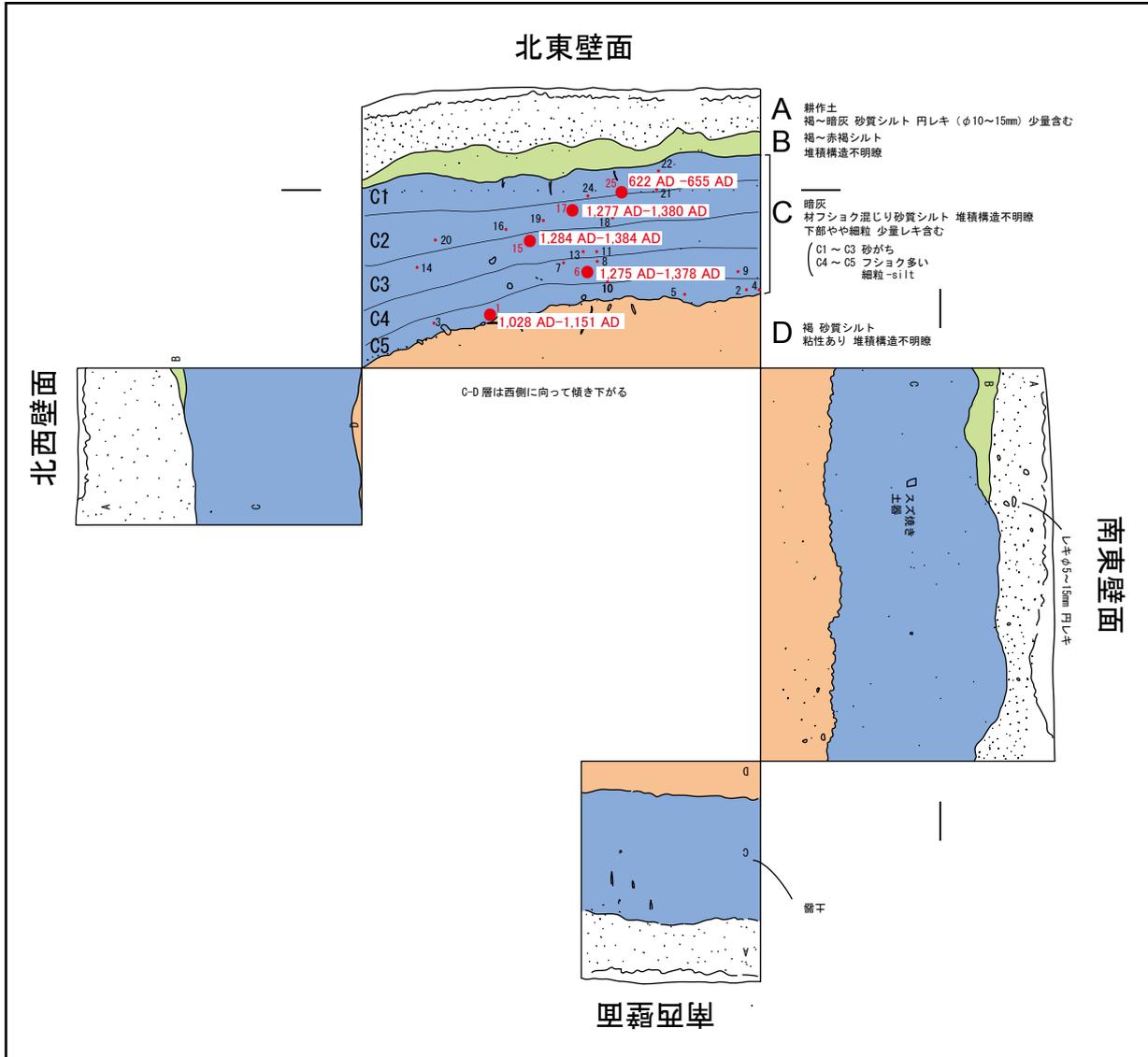


図18 敷波地点で掘削されたピットの壁面スケッチと年代測定結果

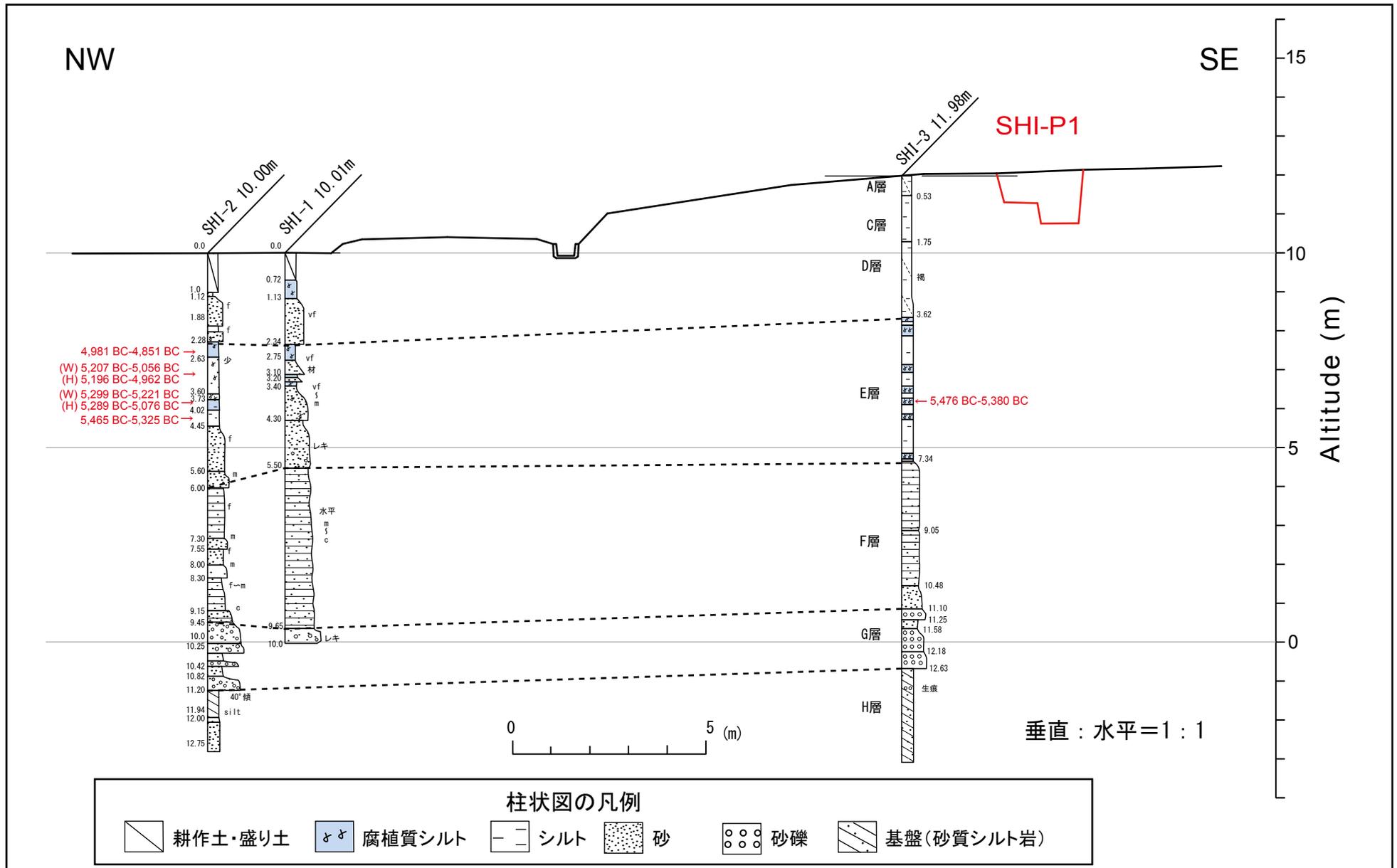


図19 敷波地点におけるピット調査と群列ボーリング調査に基づく地形地質断面図および年代測定結果

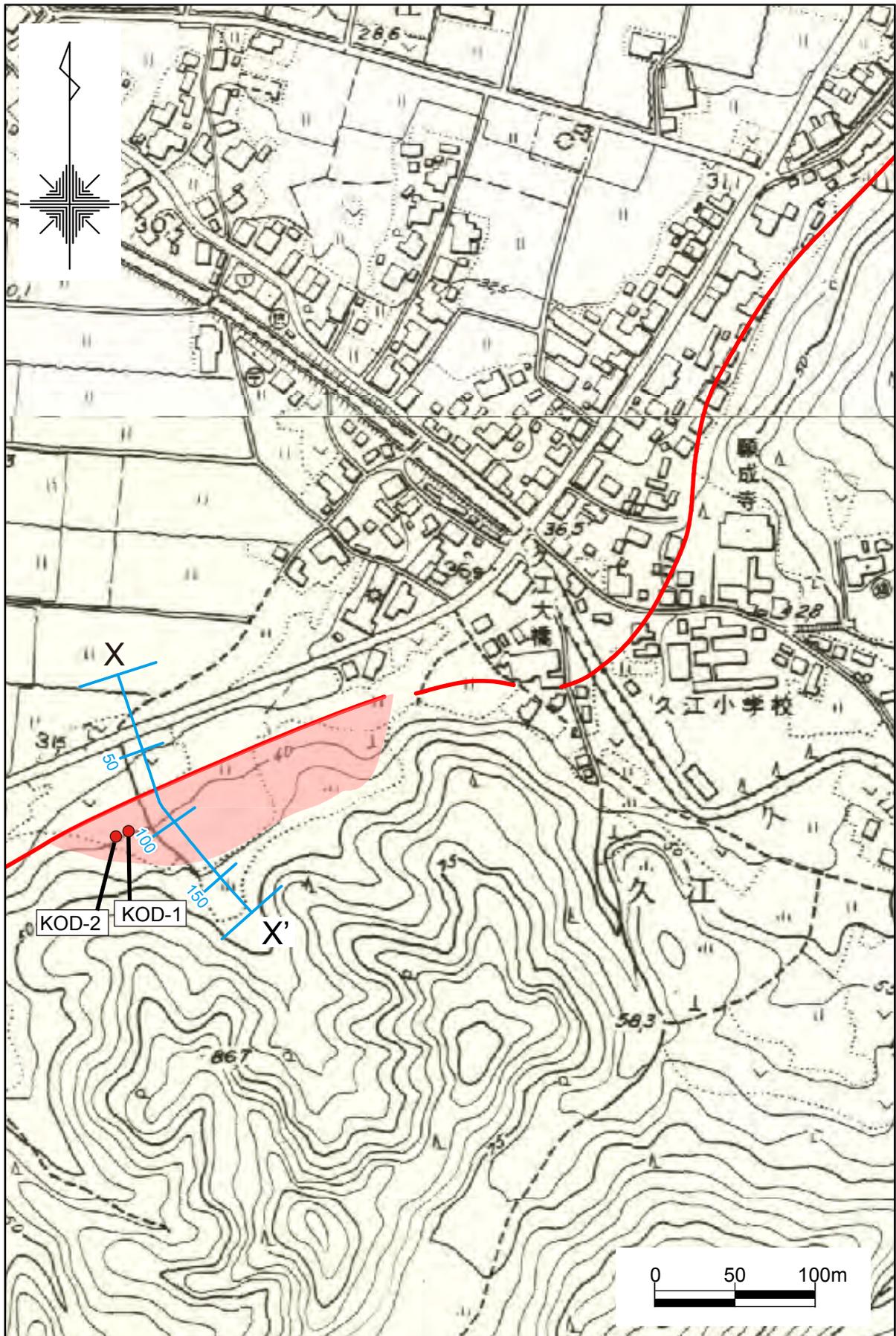


図20 小田中地点の詳細地形図

基図には旧鹿島町発行2500分の1都市計画図を使用．赤線および赤い網かけは杉戸ほか（2010）で示された活断層および撓曲帯の位置を示す．

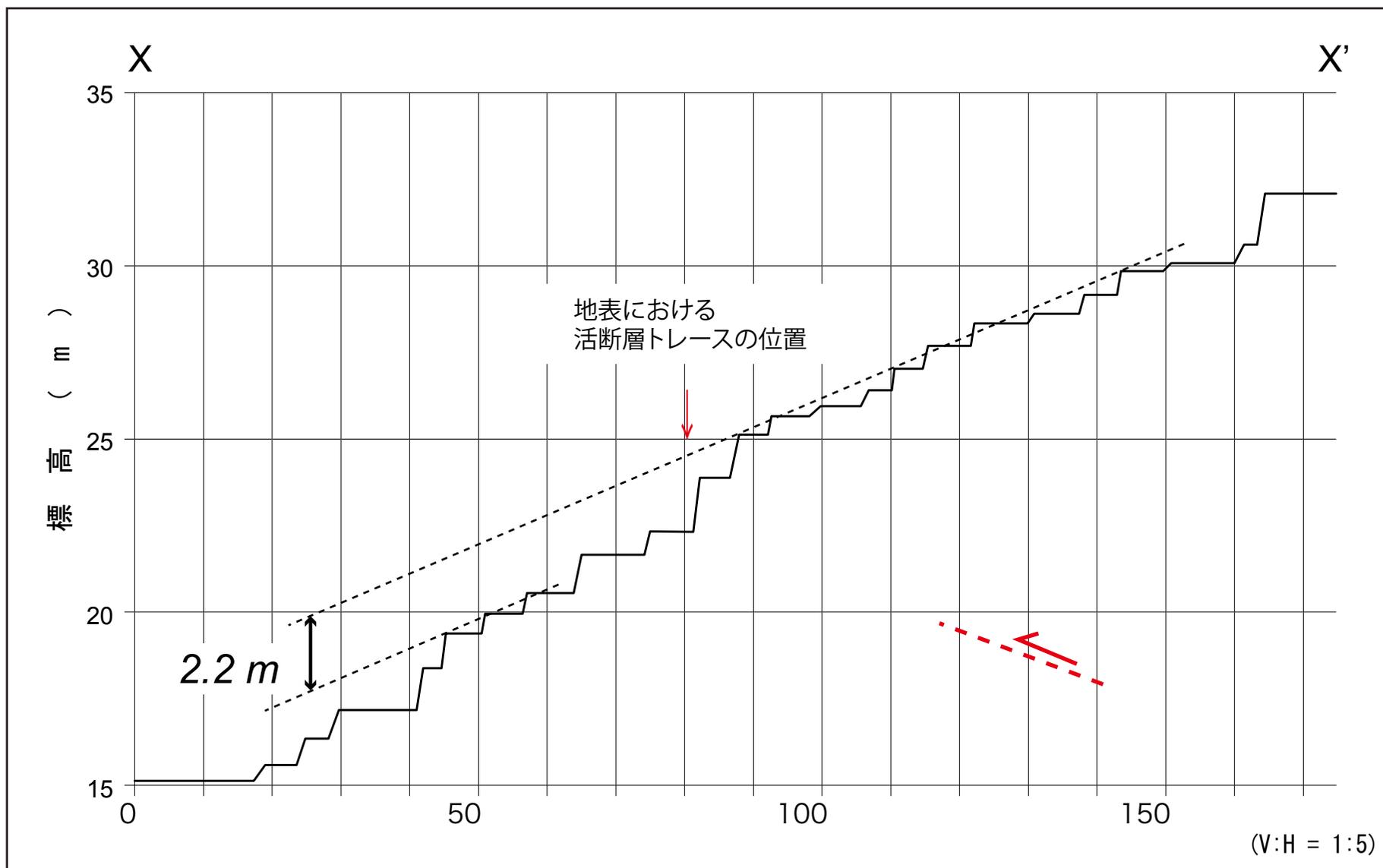


図21 小田中地点における石動山断層による上下変位量を示す地形断面図

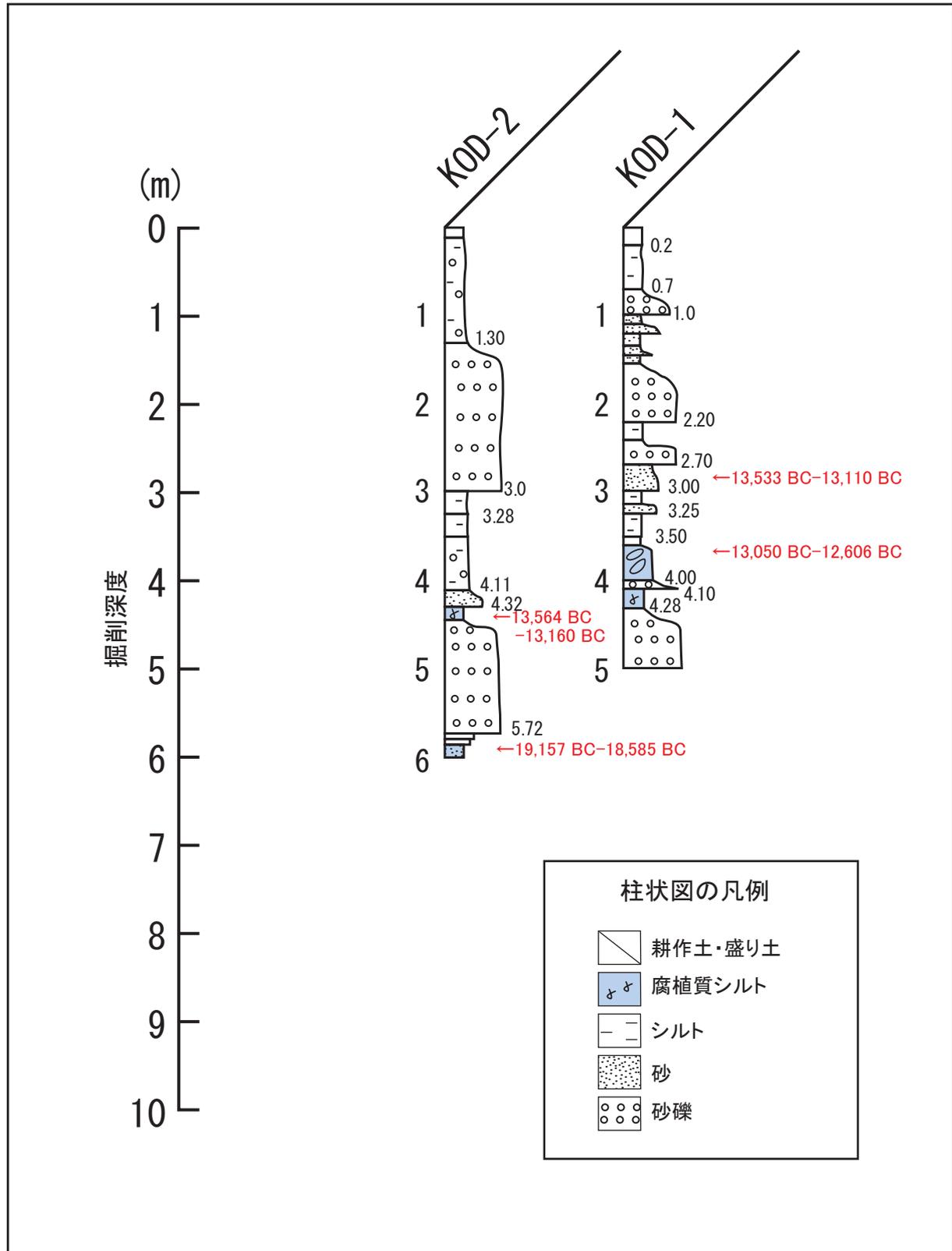


図 22 小田中地点で掘削したボーリングの柱状図と年代測定結果



図23 四柳地点の詳細地形図

基図には羽咋市発行2500分の1都市計画図を使用．赤線および赤い網かけは杉戸ほか（2010）で示された活断層および撓曲帯の位置を示す．

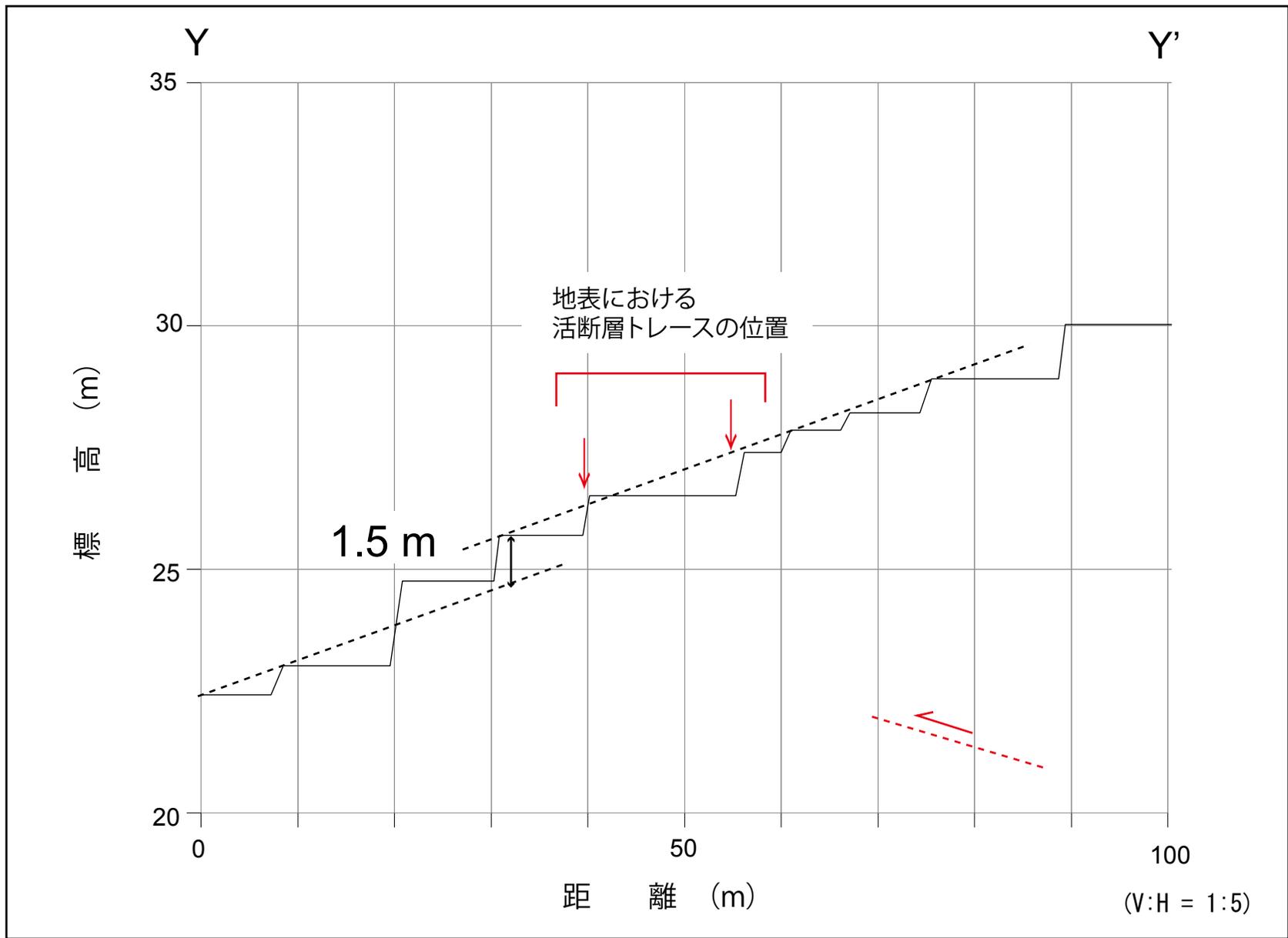


図24 四柳地点における石動山断層による上下変位量を示す地形断面図

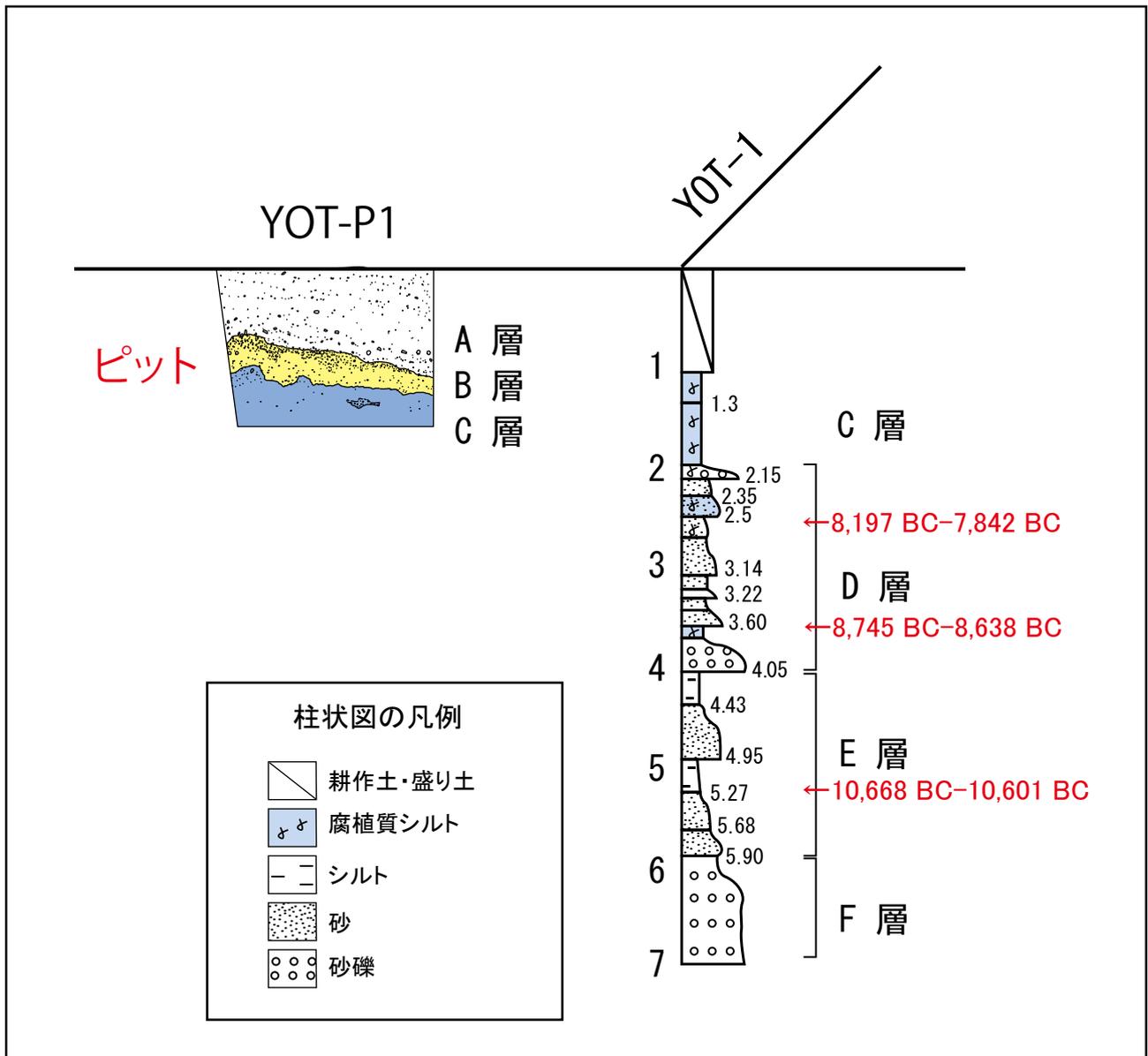


図25 四柳地点で掘削したボーリングの柱状図, ピットのスケッチおよび年代測定結果