

地域評価のための活断層調査（九州地域）

平成 26 年度成果報告書

1. 小倉東断層

平成 27 年 5 月

国立研究開発法人
産業技術総合研究所

目 次

1. 断層帯の概要とこれまでの調査研究	1
2. 調査内容	2
3. 調査結果	2
3. 1 上志井地点トレンチ調査	
(1) 調査地点の地形	2
(2) トレンチ壁面の記載	2
(3) 断層活動時期	3
(4) ボーリングコアとの対比と上下変位量	4
3. 2 北方海域の音波探査	4
(1) 断層帯の位置と分布	4
(2) データ取得諸元	5
(3) 調査海域の海底地形と底質	5
(4) 調査結果	5
4. まとめ	7
4. 1 断層帯の位置及び形態	7
(1) 断層帯を構成する断層	7
(2) 断層面の位置・形状	7
(3) 変位の向き	7
4. 2 断層帯の過去の活動	7
(1) 平均変位速度	7
(2) 活動時期	7
(3) 1回の変位量	8
(4) 活動間隔	8
(5) 活動区間	8
文 献	9
図 表	11

1. 断層帯の概要とこれまでの主な調査研究

小倉東断層は、福岡県北九州市小倉北区から北九州市小倉南区にかけて北北東-南南西方向に分布する活断層である（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013）。断層周辺の地質は、主に古生代に形成された付加コンプレックスの呼野（よぶの）層群，下部白亜系の関門層群，上部白亜系の花崗閃緑岩，および第三紀の堆積岩からなる（久保ほか，1993；中江ほか，1998；図1）。

活断層研究会編（1980）は、北九州市小倉南区新道寺（しんどうじ）付近において河成段丘面に断層変位を認め、これを新道寺断層と命名した。この断層は、走向が北北東-南南西で、JR 日田彦山線の石田駅付近から南方の平尾台付近まで連続するとされた。渡辺（1989）は、新道寺断層の北方延長部において複数の地形面に変位を認め、西側が数 m 程度相対的に隆起していることを示し、従来想定されていたよりも活断層の分布がさらに広域に及び、より典型的かつ明瞭な断層変位地形が旧小倉市東部において分布することから、この活断層を「小倉東断層」と改称することを提案した。千田（1990）は、小倉市街地付近における小倉東断層の詳細位置を2万5千分の1地形図と旧版（明治 30-31 年測図）の1万分の1地形図で表現した。高津（1996）は、小倉東断層周辺の詳細な現地調査を行い、断層露頭の確認と地形面の編年を試みた。これによると、小倉東断層によって変位している段丘面はほとんど阿蘇4火山灰（Aso-4）（約8万5千-9万年前）に覆われており、上下変位量からみて小倉東断層の活動度を C 級と判断している。

北九州市（1997）およびそれをまとめた渡辺ほか（2002）は、空中写真判読，現地調査およびトレンチ調査等に基づいて、小倉東断層の平均変位速度や過去の活動についての検討を行った。その結果、地形から推定された平均変位速度は、上下成分で 0.03~0.07m/千年以下、ネットスリップでは0.1 m/千年以上と推定された。また本断層帯の活動履歴については、紀元前2世紀の前半頃に最新活動があり、約10,000年前に1回前の活動があったと推定された。なお、断層の詳細位置は千田ほか（2005，2008）に図示されている。

平成 25 年 2 月に地震調査研究推進本部地震調査委員会から公表された長期評価（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013）では、最新活動時期が約 4,600 年前以後，約 2,400 年前以前と推定されたが、平均活動間隔が不明のため、将来の地震発生確率は不明とされた。また、重力異常の分布から断層が北方に延長される可能性が指摘され、その場合、長さが 23km 程度となるとされた。そのため、本調査では、小倉東断層の位置形状，断層活動性および過去複数回の活動履歴を明らかにすることを目的とし、初年度には地質踏査およびボーリング調査を実施した。2 年目の平成 26 年度は陸上部でのトレンチ調査，および北方延長海域の断層の分布を把握するための調査を実施した。

2. 調査内容

最新活動に先立つ活動時期および変位量の把握を目的に、上志井地点（図2；平成25年度報告書の志井南地点と同一地点）でのトレンチ調査，および北方延長にあたる山口県下関市西方海域での海上音波探査を実施した．なお，上志井地点では初年度に実施した4孔のボーリングに加え，トレンチ埋め戻し後に2孔のボーリング（SI-5孔，SI-6孔）を追加掘削した．上志井地点の調査平面図を図4に示す．

3. 調査結果

3. 1 上志井地点トレンチ調査

（1）調査地点の地形

北九州市（1997）のトレンチ地点から南に約1kmの範囲では，山地基部に比高1～5m程度の低断層崖が断続的に認められる（図3）．このうち志井鷹羽台団地の南では，谷の出口の小扇状地に比高1m程度の直線的な低崖が見られるが，地形の連続性からこの崖が小倉東断層の低断層崖にあたると考えられる．なお，調査地点の北側は，志井鷹羽台団地の造成に伴って地形が大きく改変されているが，本来はトレンチ北東の小丘（現在の鷹羽台東公園）は存在しなかったことが，1966年撮影空中写真などで確認できる．またトレンチの南側の高まりは東九州自動車道の建設に伴う盛土である．したがって，人工改変前は断層がほぼ低地と丘陵の境となっていた．

（2）トレンチ壁面の記載

トレンチは，西からの支流の出口に，長さ14m，幅8m，深さ3.5mの規模で掘削した．壁面のスケッチを図5，6に，写真を図7，8に示す．トレンチ壁面には，変質した古生界からなる基盤岩と，木片等を多く含む腐植質のシルト層および砂礫層が露出し，それらを変位させる高角の断層が確認された．壁面に露出した地層は，上位から1層～11層に区分した．1層は表層の耕作土，2層のうち2a層は礫混じりシルト層，2b層はシルト質の角礫層で，いずれも人工の盛土と考えられる．3層はラミナの発達した細礫を主体とするシルトマトリクスの礫層であるが，礫の配列からいくつかのフローユニットに分けられる．なお南壁面の上部のやや粗粒な礫を主体とする部分とその上位のシルト層を3a層として細分し，その他の部分は3b層として一括した．4層は連続性のよいシルト層でレンズ状の砂層を挟む．5層は比較的淘汰のよい礫層で，下位層を削り込んで分布する．6層は腐植質のシルト層と礫層の互層で，トレンチ西方に向かってシルト層の比率が高くなる．7層は腐植質のシルト層で砂層を挟む．8層は細礫を含む粗粒砂層，9層は礫混じりの不淘汰なシルト層で，材片を多く含む．10層は亜角礫を主体とする礫層，11層は破碎した堆積岩および緑色岩である．なお，各層の層相

と堆積構造から、4層より上位の地層はトレンチ西方の山地から供給された堆積物、5層および6層は断層沿いを南から北に流れる河川によって供給された堆積物と考えられる。7層および9層は腐植質のシルト層で、断層低下側のボーリングコアで分布が確認できないため、閉塞された環境で局所的に堆積したものと考えられる。

断層は人工の1層および2層を除くすべての地層を、西側が相対的に隆起する成分を持って変位させている。撓みを含む見かけの上下変位で1m程度である。断層面の走向はN10° E、傾斜は70°程度の西傾斜である。断層付近の近接写真を図9に示す。トレンチ北壁面では、断層は上方に向かって2条に分岐し、その間に3b層の礫層が楔形に挟まれる。これに対して、3層と4層、および4層と5層の地層境界については、断層面上でのずれはわずかで、南壁面では全体の上下変位とは逆に、東側が見かけ上高くなるようなずれが認められる。このような構造は断層が横ずれ変位を有していることを示していると考えられる。

(3) 断層活動時期

トレンチ壁面から、3a層堆積後に最新の断層活動があったことは確実である。ただし、3a層上部は人工の2層に削剥されているため、その間の活動回数は特定できず、複数回の活動があったことを否定できない。最新活動に先立つ活動としては、低下側に分岐した断層が6層を変位させ、5層に覆われる構造が認められることから、6層堆積後、5層堆積前に断層活動があったことが読み取れる。さらに、9層には下位の10層の礫が下から突き上げるように貫入しており、液状化に伴う構造と見られる(図10)。この構造は8層に覆われていることから、9層堆積後、8層堆積前に断層活動に伴って液状化が発生した可能性がある。なお、このほかに8層を切る液状化に伴うと見られる貫入構造も認められるが、どの層準に覆われるかが確認できなかったため、発生時期は不明である。

壁面から得られた試料の放射性炭素同位体年代測定の結果を表2に示す。なお、年代値は $\delta^{13}\text{C}$ 補正を行った ^{14}C 年代と暦年較正值(誤差幅 1σ)を示す。暦年較正は、Oxcal 4.2 (Bronk Ramsey, 2001; Bronk Ramsey and Lee, 2013)を使用し、IntCal 13データセット(Reimer et al., 2013)に基づいて計算した。断層変位を受けた3b層からは $12420 \pm 50\text{yBP}$ (暦年でBC 12736–12360)の年代が得られた。したがって、断層の最新活動時期は少なくとも約15,000年前以降である。4層の4試料からは $15790 \pm 50\text{yBP}$ (暦年でBC 17157–16996)から $15990 \pm 50\text{yBP}$ (暦年でBC 17456–17251)の年代値が、5層からは $15860 \pm 50\text{yBP}$ (暦年でBC 17249–17072)から $16140 \pm 50\text{yBP}$ (暦年でBC 17630–17451)の年代値が得られた。これらの年代値は、5層の1試料のものを除いて、ほぼ15800–16000yBP(暦年でBC 17500–17000)に集中する。これに対して6層の9試料からは、 $15990 \pm 50\text{yBP}$ (暦年でBC 16946–16833)を示す1試料を除いて、 $16100 \pm 50\text{yBP}$ (暦年でBC 17586–17396)から $16330 \pm 50\text{yBP}$ (暦年でBC 17856–17648)の年代値が得られた。したがって、最新活動に先立つ活動は、年代値の逆転する2試料を除

くと、4層の最も古い年代値と5層の最も新しい年代値からは、 1σ の誤差でBC 17586-17251（約19,900-19,300年前）の間に限定される。またそれぞれの層内の年代値のばらつきを考慮しても、断層活動時期は概ねBC 18000-17000の間に収まる。したがって、最新活動に先立つ活動は約20,000年前から約19,000年前の間であったものと推定される。さらに、8層の3試料からは 23860 ± 90 yBP（暦年でBC 26038-25831）から 25070 ± 100 yBP（暦年でBC 27314-26990）の年代値が、9層の4試料からは 30160 ± 160 yBP（暦年でBC 32406-32060）から 35250 ± 260 yBP（暦年でBC 38207-37557）の年代値が得られた。したがって、9層堆積後、8層堆積前の液化イベントは、約34,000年前から約29,000年前の間であったものと推定される。

（4）ボーリングコアとの対比と上下変位量

初年度およびトレンチ調査終了後に実施したボーリングコアの断面図を、近接するトレンチ壁面に投影したものを図11、12に示す。各層の上下変位量については、断層を挟んで連続的に分布する4層に着目すると、上面は3b層にやや削り込まれているものの、初生的は勾配を考慮して上下変位量は約0.7mと計測される。これ以下の地層については、6層が断層の低下側で大きく下位層を削り込んでおり、断層の両側で対比できる地層が分布しないため、上下変位量を正確に見積もることができない。ただ、概ね8層に相当する年代値がボーリングコアのSI5'-4およびSI6-4から得られており、これらに対比すると、8層の上下変位量は概ね1.5m程度と見積もることができる。この変位量は4層の上下変位量の概ね2倍となっており、4層と7層の間には複数回の断層活動があった痕跡は認められないため、4層堆積後の断層活動も1回のみであった可能性がある。なお、基盤岩の上面の高度差は、断層近傍で約1.4mと計測されるが、断層低下側には9層に相当する地層がないこと、北壁面に沿うSI-3孔およびSI-5孔で基盤岩上面が断層に向かって深くなっていることなどから、少なくとも9層堆積前には断層西側の基盤岩上面が東側よりも低くなっていた可能性があると考えられる。

3. 2 北方海域の音波探査

（1）断層帯の位置と分布

地震調査研究推進本部地震調査委員会(2013)では、小倉東断層の分布について、関門海峡を挟んで山口県下関市彦島の西部、さらに北方の海域に延びる重力異常等から断層が延びる可能性を指摘している（図13）。本年度彦島沖で実施した音波探査の結果、海底直下の堆積層に累積的な変位を与える断層が認められた。その位置は重力急変帯の西縁にあたるが、彦島に近い測線では変位が認められなかった。ただし、音波探査断面は深度200m程度を捉えたものであるため、海底付近まで変位がおよんでいないような伏在断層の存在を検討した上で、断層の連続性を評価する必要がある。中江ほか(1998)の地質図によれば、この位置には下部白亜系の関門層群と古第三系堆積岩の境界をなす地質断層が推定されている。なお、関門海峡

海域においては、北九州市（1997）が音波探査を実施しているが、堆積物が粗粒であること、人為的な浚渫等の地形改変が進んでいることから、堆積物を変位させる断層は確認されていない。

（２）データ取得諸元

断層活動に伴う海底浅部の変状を明らかにするために、ブーマー音源を用いたマルチチャンネル音波探査を実施した。実施期間は平成 26 年 9 月 2 日～平成 26 年 9 月 3 日、調査海域は下関市の西方沖の長州出島以南である。音波探査の音源にはブーマー（Applied Acoustic Engineering 社製 AA200 型）、受信器には 2.5m 間隔に 12ch のハイドロフォン組み込んだストリーマケーブル（MicroEel, Geometrics 社製）を使用した。これらの機器は船尾から約 20m 後方で曳航した。発振間隔は 2.5 m とした。ストリーマケーブルで受信した波形データは Geode（Geometrics 社製）でデジタル収録した。記録は 0.125 msec でサンプリングした。船位測定には DGPS（Trimble 社製 DSM232）を使用した。表 3 に探査仕様を示す。

上記システムを用いて、地震調査研究推進本部地震調査委員会(2013)で指摘された重力異常急変帯を横断するように東西方向に 19 測線、それらをつなぐ南北方向に 2 測線を探査測線として配置し、計測を行った（図 14）。取得したデータは反射探査データ処理ソフト SPW（Parallel Geoscience 社製）を用いて、振幅補償、帯域周波数通過フィルター、デコンボリューションを含む一般的な CMP 重合法より処理を行った。なお、時間から深度への変換は、音波伝搬速度を 1500m/sec と仮定して行った。図 15 に処理フローを示す。

（３）調査海域の海底地形と底質

調査海域は南に本土と六連島との間に位置し、南には彦島から西方に延びる砂州によって繋がった竹ノ子島がならぶ。調査海域に流れ込む大きな河川はなく、海岸際は急崖と出入りに富む海岸線によって特徴付けられる。調査海域の水深は概ね 10～16m で、東から西に向かって深くなる。海底面には比高数 m の起伏があり、北部では島状の高まりもみられる。六連島の東岸には幅 1～1.5km の海釜が形成され、調査海域と関門海峡とを繋いでいる。なお、音波探査断面からも明らかなように、海底地形の起伏は基盤上面の起伏に調和的ではなく、堆積層の層厚によって大きく変化している。

下関港湾事務所（1992）の長州出島建設に伴うボーリング調査結果によると、調査海域には最上部に泥・砂からなる完新統が層厚数 m 程度（10m 以下）あり、それより下位に砂岩・泥岩が認められている。この砂岩・泥岩は芦屋層群に対比されている。

（４）調査結果

図 16～図 20 に処理後の断面図を示す。本調査の反射断面では反射パターンの特徴から 3

層に区分可能である。上位より特徴を述べると、最上位は均質でほぼ水平な層状の反射面群から構成されているユニットで、層が厚い場合には白く抜ける特徴を有する。その下位は上位ユニットよりも強い反射面であるもののやや乱れた形態を示す。最下位のユニットは斜層理の発達した層状パターンを示し、その上面は凹凸が激しく回折波がよくみられる。一方、海上保安庁(1980)は周囲陸上の地質分布から、関門層群および古第三系～新第三系を基盤として、これを薄く沖積層が覆う地質構造が想定されるとし、本地域の音響層序をI～Vに区分し、陸上地質との対比を行っている。本調査のユニットの音響的特徴を海上保安庁(1980)と照らし合わせると、最上位ユニットはI層に、中位ユニットはII層に、最下位ユニットはIII層以下に対比される。また、地層の時代について海上保安庁(1980)はI層を沖積世、II層を洪積世、III層を新第三紀以前としている。本調査においても周囲の地質状況から、この層序が妥当であると判断したが、便宜上、洪積世を更新世に、沖積世を完新世に読み替え、最上位ユニットを完新統、中位ユニットを更新統、最下位ユニットを基盤岩類とした。なお、海上保安庁(1980)においてもコアリングを実施しておらず、上記の層序ユニットが真に完新統・更新統に対比されるかは、堆積物調査を行って明らかにする必要があることを付記する。最下位のユニットは斜層理の発達した層状パターンを示すものである。その様相は一様ではないが更新統の下を基盤岩類(芦屋層群および関門層群)とまとめた。基盤岩類の上面は凹凸が激しく回折波がよくみられる。また、海底面に露出している場合等には音波が散乱してしまい海底下が見えなくなる。

得られた音波探査断面には、斜層理の発達する基盤岩類の上を更新統・完新統が薄く覆っている様子が捉えられている。本調査において変位が明瞭であったのはBM04～BM11(図17および図18)で、調査範囲の中程にあたる。これらの断面で共通しているのは、断面の中央～やや西よりに基盤岩類の高まりが発達していること、基盤岩類の高まりを覆う更新統・完新統の内部反射面に撓みや不連続が認められることである。本調査ではこの基盤岩類の高まり東西縁に断層が存在し、その活動によって高まりが形成されたと推定した。完新統の内部反射面は高まりに対してオンラップの形状だけでなく、高まり全体を覆うような反射面も存在する。それらは断層近傍において折れ曲り、その変形の程度は上方程小さい。

このような基盤岩類の高まりを形成した断層は雁行し、北端部ではやや東へと走向がふれるものの、全体的には、ほぼ南北に連続している(図21)。また、断層分布の北端はBM14付近と推定した。BM11の地質構造はBM13まではほぼ同じ形状で連続している。これより北方のBM14では基盤岩類の高まりの縁に存在する断層として西側の断層を認識することはできるが散乱によって東側の断層を確認することができない。BM15では、基盤岩類上面の形状も異なり、完新統に変形が認められない事から西側の断層についてはBM15以北へは連続しないと判断される。また、BM16では変形が認められないため、上記を考慮したとしても、これより北方には連続しないと思われる。一方、南端については、BM03の断面(図16)が散乱によ

って地質構造を捉えられないことに加え、BM02以南も基盤岩類上面の深度が浅く完新統の変形が読み取れないため、本調査断面からはBM3以南の連続性は判断できない。

以上をまとめると、調査海域には基盤岩類から完新統までを変位させる活断層が少なくとも2条存在することが明らかとなった。それらは地震調査研究推進本部（2013）が推定した位置よりも西側を通っているが、ほぼ南北の走向を持つ。

4. まとめ

4. 1 断層帯の位置及び形態

（1）断層帯を構成する断層

小倉東断層および下関市西方海域の断層から構成される。

（2）断層面の位置・形状

断層面の位置については、山口県下関市西方海域から北九州市小倉南区頂吉（かぐめよし）付近までの約28 kmの範囲と推定される。一般走向は概ねN 10° Eであるが、関門海峡付近で大きく左ステップする。断層面の傾斜については、トレンチ壁面の断層露頭から高角西傾斜と考えられる。北方延長海域の断層については、古第三系堆積岩の層面すべりの可能性がある。

（3）変位の向き

地形から概ね西側隆起の上下変位を有すると考えられる。谷の屈曲等の変位地形の特徴から右横ずれ変位を伴うと考えられる。

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（2013）の評価結果を変更するような情報は得られなかった。トレンチからは上下変位より横ずれ変位が大きいことが示唆される。

（2）活動時期

上志井地点におけるトレンチ調査の結果、最新活動に先立つ活動時期は約20,000年前以後、約19,000年前以前（個々の試料の年代値を採用すると、約19,900年前以後、約19,300年前以前に限定）にあったと推定される。さらに約34,000年前以後、約29,000年前以前に液状化を伴うイベントがあったと推定される。なお、最新活動時期については、北九州市（1997）の調査結果から約4,600年前以後、約2,400年前以前と推定されている。

(3) 1回の変位量

野外での調査からは1回変位量を推定するためのデータは得られなかった。断層帯の長さ(約28 km)からは3 m程度と推定される。

(4) 活動間隔

過去2回の活動時期からは約15,000-18,000年と計算される。それに先立つ液状化イベントを含めると約12,000-16,000年となる。

(5) 活動区間

下関市西方海域の断層と小倉東断層との間で約2 kmの幅のステップが認められるが、活動区間を区分するための具体的な情報は得られていない。

(調査担当：吉岡敏和・楳原京子)

文 献

- Bronk Ramsey, C. (2001) Development of the radiocarbon calibration program OxCal, *Radiocarbon*, **43**, 355-363.
- Bronk Ramsey, C. and Lee, S. (2013) Recent and planned development of the program OxCal, *Radiocarbon*, **55**, 720-730.
- 千田 昇 (1990) 九州における活断層ストリップマップの試作-小倉東断層, 水縄断層系の例-, *活断層研究*, no. 8, 105-113.
- 千田 昇・池田安隆・岡田篤正・鈴木康弘・中田 高 (2005) 1:25,000都市圏活断層図「行橋」, *国土地理院技術資料 D・1-No. 449*.
- 千田 昇・渡辺満久・岡田篤正 (2008) 1:25,000 都市圏活断層図「小倉」第2版, *国土地理院技術資料 D・1-No. 502*.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2013) 「小倉東断層の長期評価」. *地震調査研究推進本部地震調査委員会*, 21p.
- 海上保安庁 (1980) 北部九州沿岸域総合整備計画調査「関門海峡付近調査報告書」, *海上保安庁*, 66p, 3図葉.
- 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*, 363p.
- 北九州市 (1997) 「平成8年度地震調査研究交付金 小倉東断層に関する調査成果報告書」, 147p.
- 久保和也・松浦浩久・尾崎正紀・牧本 博・星住英夫・鎌田耕太郎 (1993) 20万分の1地質図「福岡」, *地質調査所*.
- 中江 訓・尾崎正紀・太田正道・藪本美孝・松浦浩久・富田幸臣 (1998) 「小倉地域の地質」*地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅)*, *地質調査所*, 126p.
- Reimer, P. J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Buck, C. E., Cheng, H., Edwards, R. R., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Haflidason, H., Hajdas, I., Hatté, C., Heaton, T. J., Hoffmann, D. L., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kaiser, K. F., Kromer, B., Manning, S. W., Niu, M., Reimer, R. W., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J. R., Staff, R. A., Turney, C. S. M., van der Plicht, J. (2013) IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curve 0-50,000 years cal BP, *Radiocarbon*, **55**, 1869-1887.
- 下関港湾事務所 (1992) 下関沖合人工島建設事業にかかる土質調査業務委託報告書.
- 高津茂樹 (1996) 小倉東断層とその周辺地形. *活断層研究*, no. 14, 48-59.
- 渡辺満久 (1989) 九州北部において新たに見出された活断層-小倉東断層-, *活断層研究*, no. 7, 93-97.

渡辺満久・松田時彦・千田昇・下山正一・岡村眞・鈴木貞臣・北九州市防災対策部（2002）
小倉東断層の活動性，活断層研究，no. 22, 83-98.

Yamamoto, A., R. Shichi and T. Kudo, (2011) Gravity Database of Japan (CD-ROM),
Earth Watch Safety Net Research Center, ChubuUniversity, Special Publication,
No. 1.

図 表

表 1 小倉東断層のまとめ

表 2 小倉東断層の放射性炭素同位体年代測定結果

表 3 音波探査のデータ取得諸元

図 1 周辺地域の地質と活断層の位置

産業技術総合研究所シームレス日本地質図を使用。太線は活断層（破線は推定，点線は海域部および地質断層の伏在部）。

図 2 小倉東断層の活断層の分布

赤線は活断層（破線部は推定）。青字は平成 25 年度の調査地点

図 3 小倉南区志井付近の断層変位地形

1/2, 500 北九州市基本図を使用。赤線は低断層崖（短線を付した側が低下）を示す。

図 4 上志井地点の実測平面図

数字は海拔標高を示す。

図 5 上志井トレンチ北壁面のスケッチ

グリッドは 1m 間隔。赤字は放射性炭素同位体年代測定結果を示す。

図 6 上志井トレンチ南壁面のスケッチ

グリッドは 1m 間隔。赤字は放射性炭素同位体年代測定結果を示す。

図 7 上志井トレンチ北壁面の写真

図 8 志井トレンチ南壁面の写真

図 9 上志井トレンチ北壁面の断層部分の近接写真

図 10 上志井トレンチ北壁面における液状化痕跡と見られる砂礫の貫入

図 11 上志井トレンチ北壁面での上下変位量

近接するボーリングコア柱状図を重ねて表示.

図 12 上志井トレンチ南壁面での上下変位量

近接するボーリングコア柱状図を重ねて表示.

図 13 調査地域周辺の重力異常と地震調査研究推進本部 (2013) による活断層分布

重力異常図は Yamamoto et al. (2011) による.

図 14 関門海峡以北の地質構造と測線位置

基図には中江ほか (1998) の地質図と基盤地図情報数値標高モデル 10m メッシュから作成した陰影図を重ね合わせた. 投影法は平面直角座標 III 系を用いた.

図 15 データ処理フローチャート

図 16 音波探査断面 (その 1)

各測線の位置は図 2 を参照. 垂直誇張は 5 倍. 上段にニアトレース断面, 下段に重合断面とその地質解釈を示す.

図 17 音波探査断面 (その 2)

各測線の位置は図 2 を参照. 垂直誇張は 5 倍. 上段にニアトレース断面, 下段に重合断面とその地質解釈を示す.

図 18 音波探査断面 (その 3)

各測線の位置は図 2 を参照. 垂直誇張は 5 倍. 上段にニアトレース断面, 下段に重合断面とその地質解釈を示す.

図 19 音波探査断面 (その 4)

各測線の位置は図 2 を参照. 垂直誇張は 5 倍. 上段にニアトレース断面, 下段に重合断面とその地質解釈を示す.

図 20 音波探査断面 (その 5)

各測線の位置は図 2 を参照。垂直誇張は 5 倍。上段にニアトレース断面，下段に重合断面とその地質解釈を示す。

図 21 調査海域における海底活断層分布図

表1 小倉東断層のまとめ

項目	従来評価	今回調査を含めた結果	備考
1. 活断層の位置・形態			
(1)構成する断層	小倉東断層	小倉東断層, 下関市西方海域の断層	海上音波探査の結果による.
(2)断層帯の位置・形状 断層帯の位置	(北端)北緯33° 59', 東経130° 54' (地表における北端) 北緯33° 53.1', 東経130° 54.3' (南端)北緯33° 46.5', 東経130° 52.3'	(北端)北緯33° 58.4', 東経130° 53.7' (南端)北緯33° 43.9', 東経130° 50.2'	
長さ	約13 km	約28 km	
一般走向	N6° E(全体) N14° E(地表)	N10° E	
(3)ずれの向きと種類	右横ずれ主体の断層 西側隆起の逆断層成分を含む	右横ずれ主体の断層 西側隆起の逆断層成分を含む	変更なし
2. 断層面の地下形状			
(1)断層面の傾斜	西傾斜70° 以上(地表付近)	西傾斜70° 以上(地表付近)	変更なし
(2)断層面の幅 上端の深さ	約0 km	約0 km	変更なし
下端の深さ	約15 km	約15 km	変更なし
断層面の幅	15-16 km程度	15-16 km程度	変更なし
(3)断層面の長さ	延長部を含めた地下の断層面の長さ 23 km程度 (地下の震源断層が北方に約11 km延長した場合の長さ)	地下の断層面の長さ 28 km程度	
3. 断層の過去の活動			
(1)平均的なずれの速度	0.03-0.1 m/千年程度もしくはそれ以下(上下成分)	0.03-0.1 m/千年程度もしくはそれ以下(上下成分)	変更なし
(2)過去の活動時期	活動1(最新活動) 約4千6百年前以後, 約2千4百年前以前	活動1(最新活動) 約4千6百年前以後, 約2千4百年前以前 活動2 約2万年前以後, 約1万9千年前以前 活動3 約3万4千年前以後, 約2万9千年前以前 (液状化イベント)	上志井地点のトレンチ調査結果による.
(3)1回のずれの量	2 m程度	3 m程度	断層の長さから推定
(4)平均活動間隔	不明	約1万5千-1万8千年 (過去2回の活動時期から計算) 約1万2千-1万6千年 (液状化を含む過去3回の活動時期から計算)	上志井地点のトレンチ調査結果による.
(5)過去の活動区間	断層帯全体で1区間	不明	海域の断層との間には約2 kmのステップが存在

表2 小倉東断層の放射性炭素同位体年代測定結果

トレンチ壁面試料

試料No.	層区分	試料	測定No	$\delta^{13}C$ 補正年代 (yBP)	暦年代(IntCal13) 1Sigma (Cal)	測定方法	処理方法	備考
KSI-1	3b	有機質堆積物	Beta-397918	12420±50	BC 12736 to 12360	AMS法	A	
KSI-38	4	木片	Beta-397927	15790±50	BC 17157 to 16996	AMS法	AAA	
KSI-35	4	木片	Beta-397925	15870±50	BC 17261 to 17081	AMS法	AAA	
KSI-37	4	木片	Beta-397926	15900±50	BC 17301 to 17107	AMS法	AAA	
KSI-29	4	木片	Beta-398616	15990±50	BC 17456 to 17251	AMS法	AAA	
KSI-30	5	木片	Beta-398617	15860±50	BC 17249 to 17072	AMS法	AAA	
KSI-33	5	木片	Beta-397924	16140±50	BC 17630 to 17451	AMS法	AAA	
KSI-4	6	木片	Beta-398605	15590±50	BC 16946 to 16833	AMS法	AAA	
KSI-2	6	木片	Beta-398604	16100±50	BC 17586 to 17396	AMS法	AAA	
KSI-25	6	木片	Beta-398613	16140±50	BC 17630 to 17451	AMS法	AAA	
KSI-28	6	木片	Beta-398615	16180±60	BC 17679 to 17488	AMS法	AAA	
KSI-27	6	木片	Beta-397923	16210±50	BC 17700 to 17532	AMS法	AAA	
KSI-26	6	木片	Beta-398614	16240±60	BC 17746 to 17556	AMS法	AAA	
KSI-5	6	木片	Beta-398606	16260±50	BC 17760 to 17580	AMS法	AAA	
KSI-7	6	木片	Beta-397920	16330±50	BC 17856 to 17648	AMS法	AAA	
KSI-13	6	木片	Beta-398607	16330±50	BC 17856 to 17648	AMS法	AAA	
KSI-6	7	木片	Beta-397919	20950±80	BC 23484 to 23228	AMS法	AAA	
KSI-9	7	木片	Beta-401061	21990±100	BC 24362 to 24100	AMS法	AAA	
KSI-21	7	木片	Beta-401064	22030±90	BC 24400 to 24140	AMS法	AAA	
KSI-41	7	木片	Beta-398618	23840±100	BC 26028 to 25816	AMS法	AAA	
KSI-15	7	植物片	Beta-401062	24130±100	BC 26362 to 26043	AMS法	AAA	
KSI-22	7	木片	Beta-398611	24360±100	BC 26626 to 26321	AMS法	AAA	
KSI-11	8	木片	Beta-397922	23860±90	BC 26038 to 25831	AMS法	AAA	
KSI-16	8	木片	Beta-398609	24680±100	BC 26886 to 26642	AMS法	AAA	
KSI-24	8	木片	Beta-398612	25070±100	BC 27314 to 26990	AMS法	AAA	
KSI-18	9	球果	Beta-401063	30160±160	BC 32406 to 32060	AMS法	AAA	
KSI-14	9	木片	Beta-398608	33940±230	BC 36776 to 36276	AMS法	AAA	
KSI-8	9	木片	Beta-397921	34730±250	BC 37592 to 36960	AMS法	AAA	
KSI-19	9	木片	Beta-398610	35250±260	BC 38207 to 37557	AMS法	AAA	

ボーリングコア試料

試料No.	採取深度 (m)	試料	測定No	$\delta^{13}C$ 補正年代 (yBP)	暦年代(IntCal13) 1Sigma (Cal)	測定方法	処理方法	備考
SI2-1	2.81	木片	Beta-370736	16040±60	BC 17520 to 17307	AMS法	AAA	2013年度実施
SI3-1	3.22	植物片	Beta-370737	16350±70	BC 17896 to 17660	AMS法	AAA	2013年度実施
SI3-2r	3.47	木片	Beta-401052	16300±50	BC 17816 to 17617	AMS法	AAA	
SI3-3r	3.63	木片	Beta-401053	16180±50	BC 17669 to 17501	AMS法	AAA	
SI3-4	3.78	木片	Beta-370738	28250±190	BC 30496 to 29787	AMS法	AAA	2013年度実施
SI3-6	4.07	木片	Beta-371837	>43500	NA	AMS法	AAA	2013年度実施
SI4-1	1.91	炭化物	Beta-370740	18680±70	BC 20656 to 20484	AMS法	AAA	2013年度実施
SI4-2r	2.51	木片	Beta-401875	27020±140	BC 29221 to 29016	AMS法	AAA	
SI4-3	2.80	有機質堆積物	Beta-370741	33900±290	BC 36803 to 36101	AMS法	A	2013年度実施
SI5-2	3.42	木片	Beta-401055	16220±60	BC 17723 to 17534	AMS法	AAA	
SI5-4	3.70	木片	Beta-401876	23320±90	BC 25696 to 25512	AMS法	AAA	
SI5-5	3.91	木片	Beta-401877	28210±250	BC 30497 to 29692	AMS法	AAA	
SI6-2	3.37	木片	Beta-401878	16960±50	BC 18606 to 18421	AMS法	AAA	
SI6-3	3.55	木片	Beta-401059	17100±60	BC 18766 to 18576	AMS法	AAA	
SI6-4	3.89	植物片	Beta-401060	26490±120	BC 28958 to 28722	AMS法	AAA	

表3 音波探査データの取得諸元

音源系

音源	ブーマー(AA200, Applied Acoustic Engineering社)
出力	200 J
発振間隔	2.5 m

受振系

受振器	ストリーマーケーブル (MicroEel, Geometrics社)
チャンネル数	12 ch
受振間隔	2.5 m

記録系

探鉱機	Gode (Geometrics社)
サンプリング周波数	8000 Hz
記録長	0.4 sec



図1 周辺地域の地質と活断層の位置

産業技術総合研究所シームレス日本地質図を使用．太線は活断層（破線は推定，点線は海域部および地質断層の伏在部）．

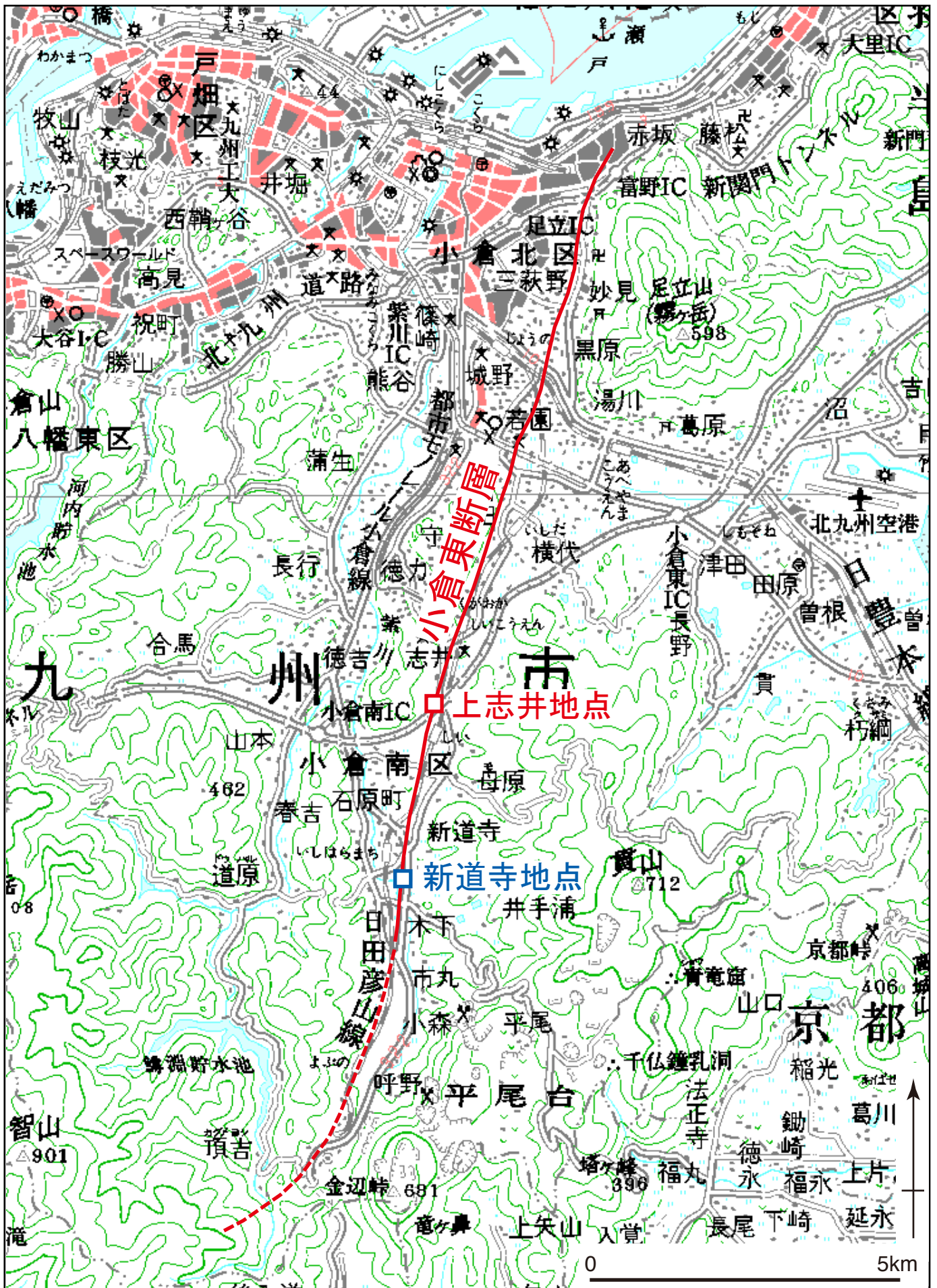


図2 小倉東断層の陸域部分の活断層の分布
 赤線は活断層（破線部は推定）、青字は平成25年度の調査地点。

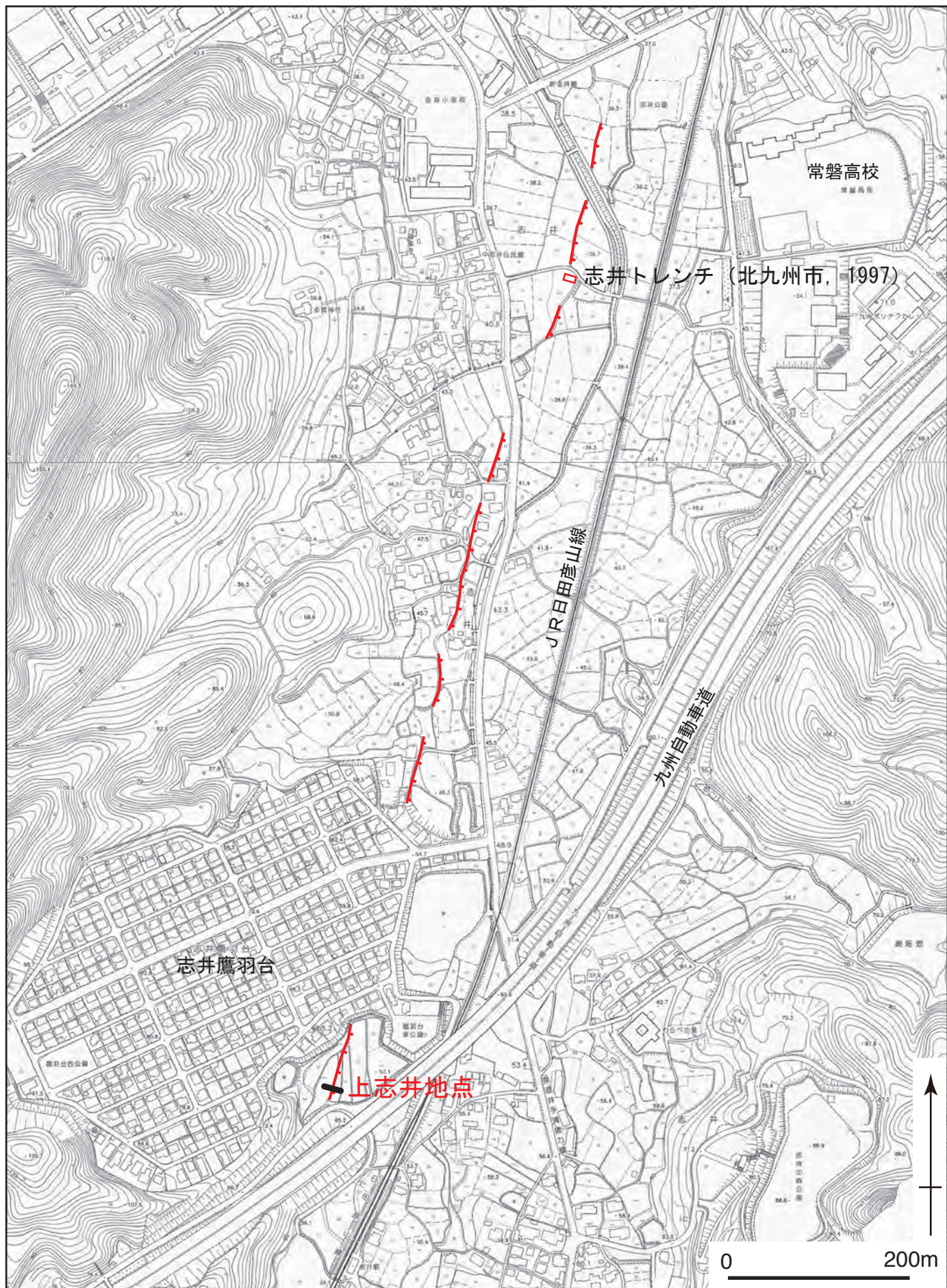


図3 小倉南区志井付近の断層変位地形

1/2,500北九州市基本図を使用. 赤線は低断層崖 (短線を付した側が低下) を示す.

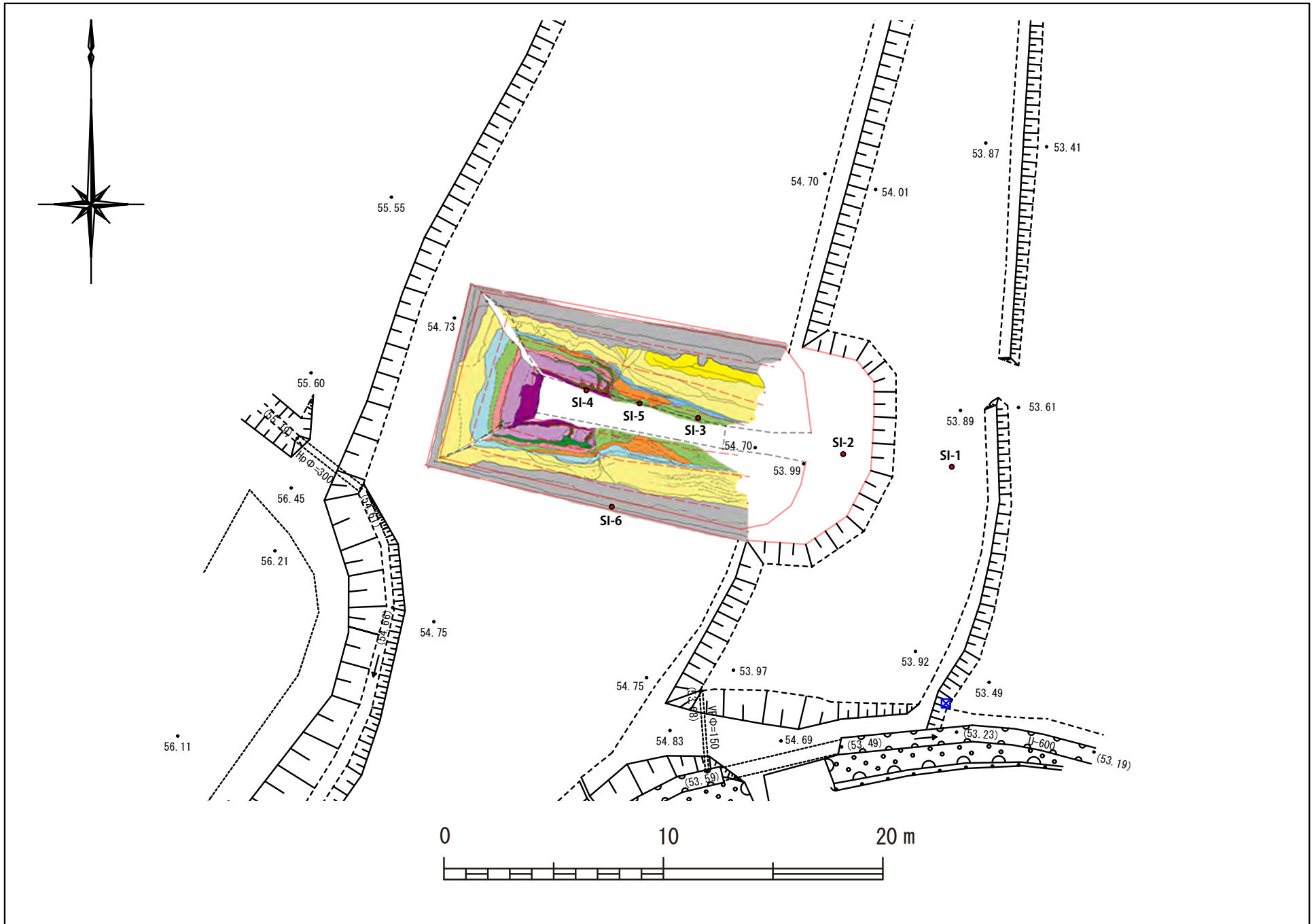


図4 上志井地点の実測平面図 数字は海拔標高を示す.

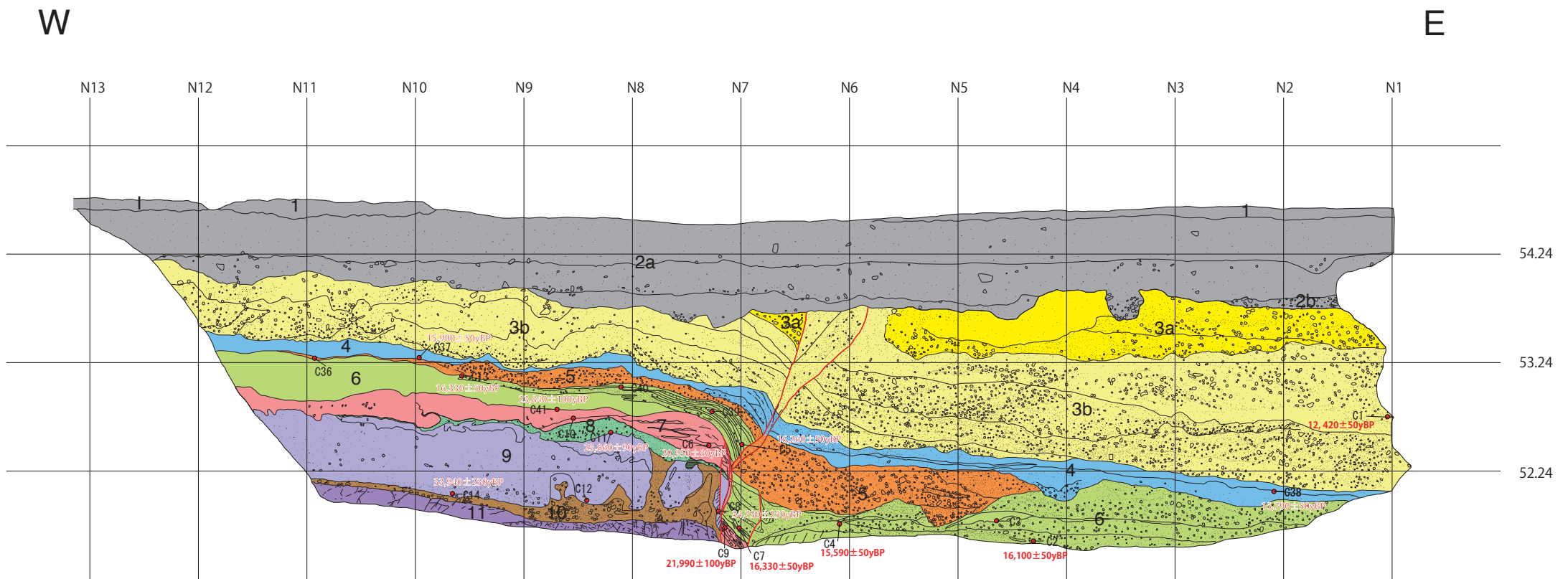


図5 上志井トレンチ北壁面のスケッチ

グリッドは1m 間隔. 赤字は放射性炭素同位体年代測定結果を示す.

E

W

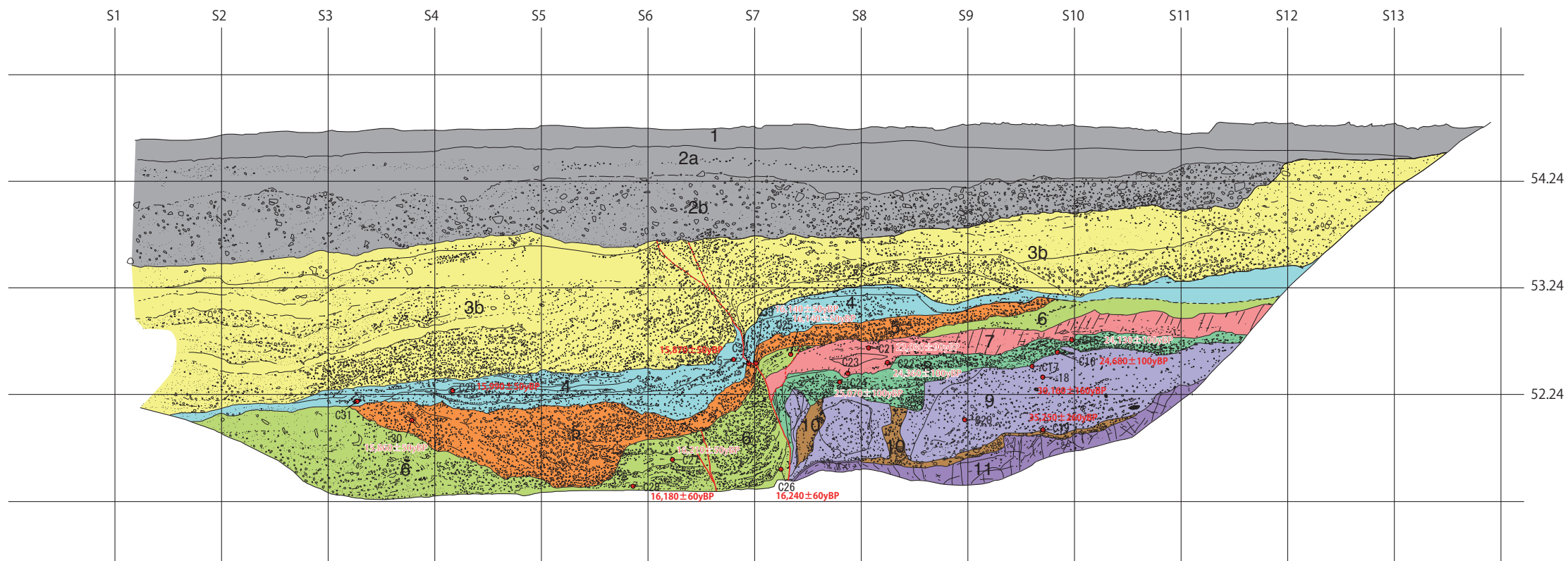


図6 上志井トレンチ南壁面のスケッチ

グリッドは1m間隔. 赤字は放射性炭素同位体年代測定結果を示す.

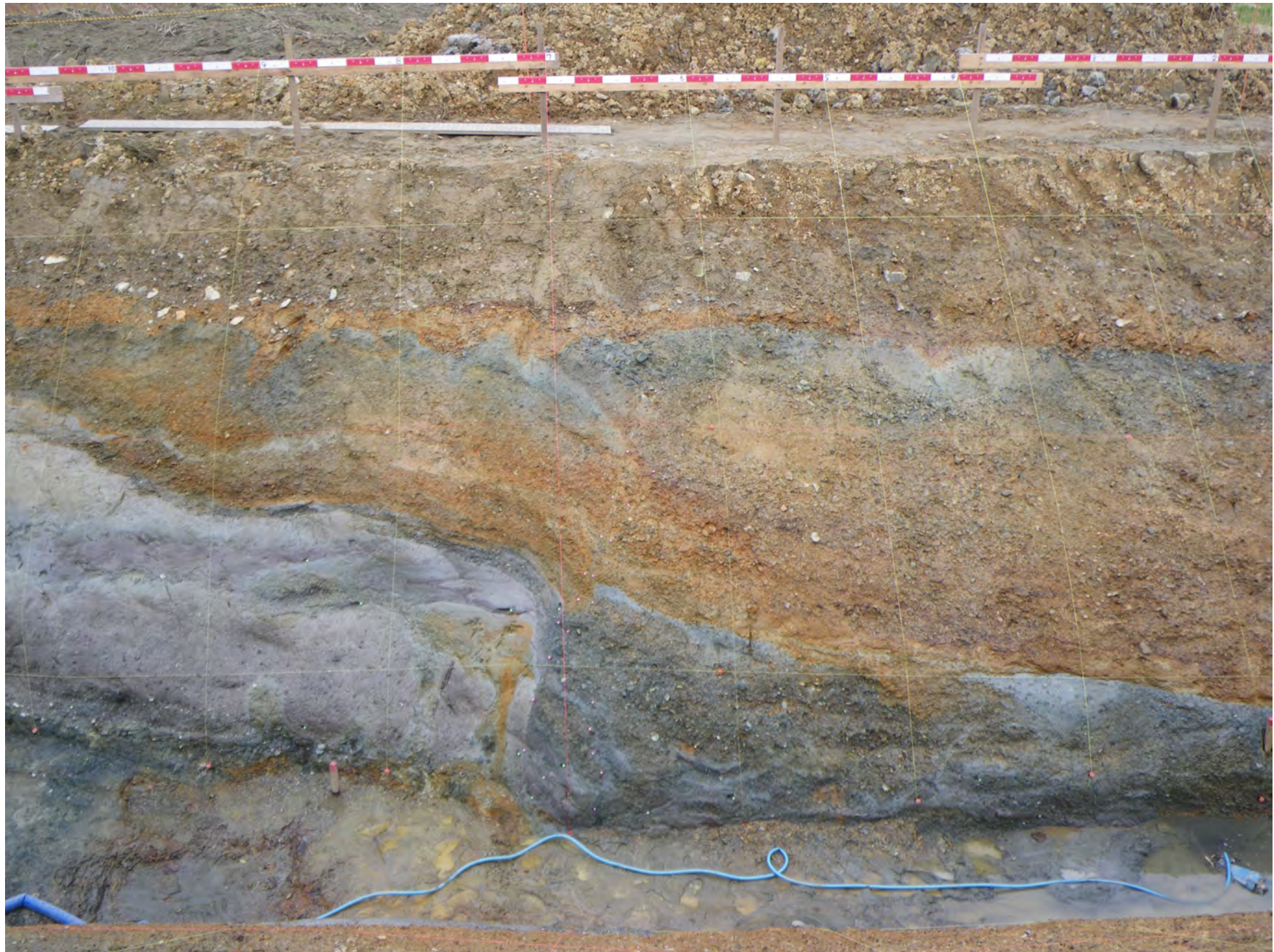


図7 上志井トレンチ北壁面の写真

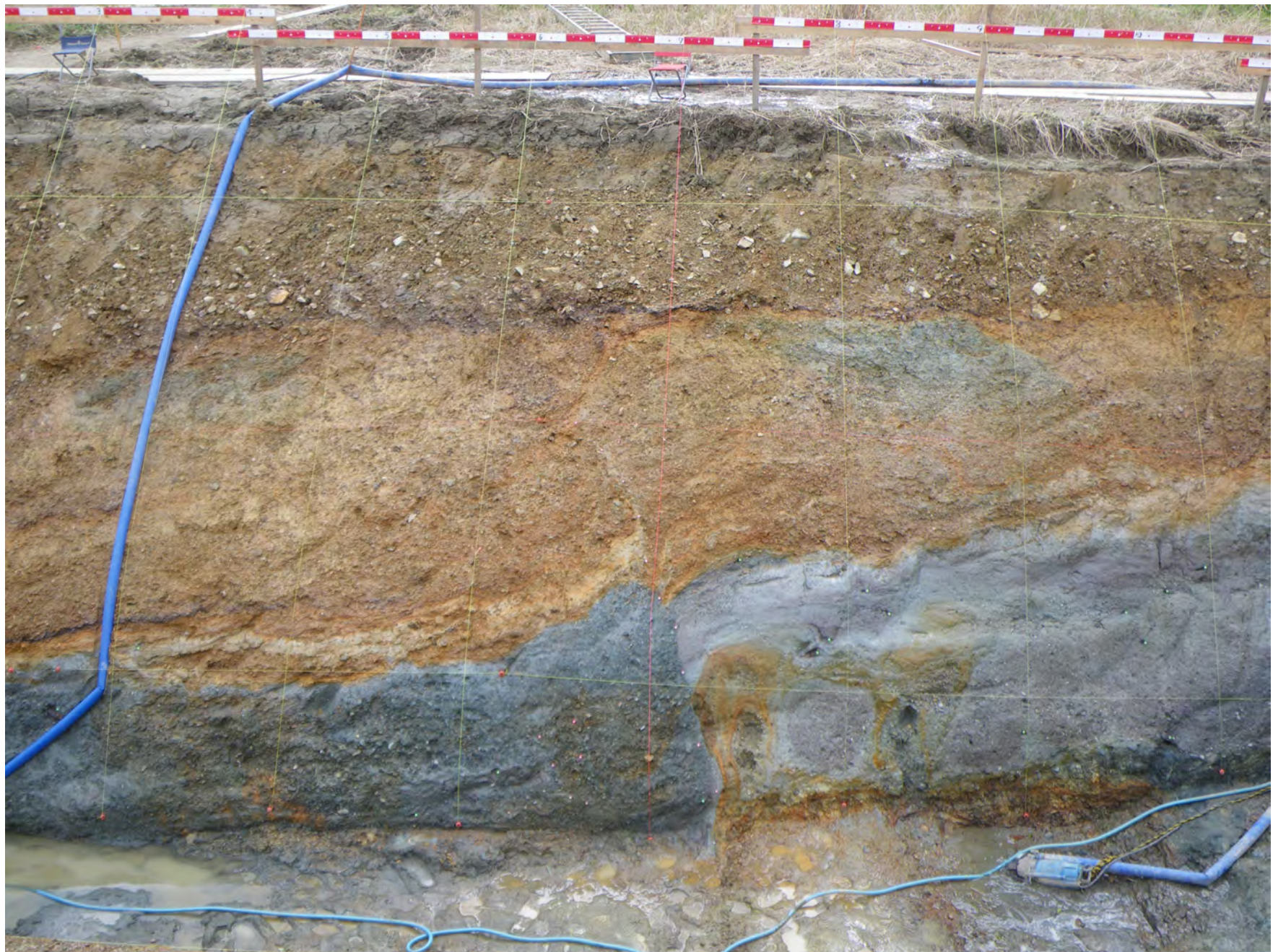


図8 上志井トレンチ南壁面の写真



図9 上志井トレンチ北壁面の断層部分の近接写真

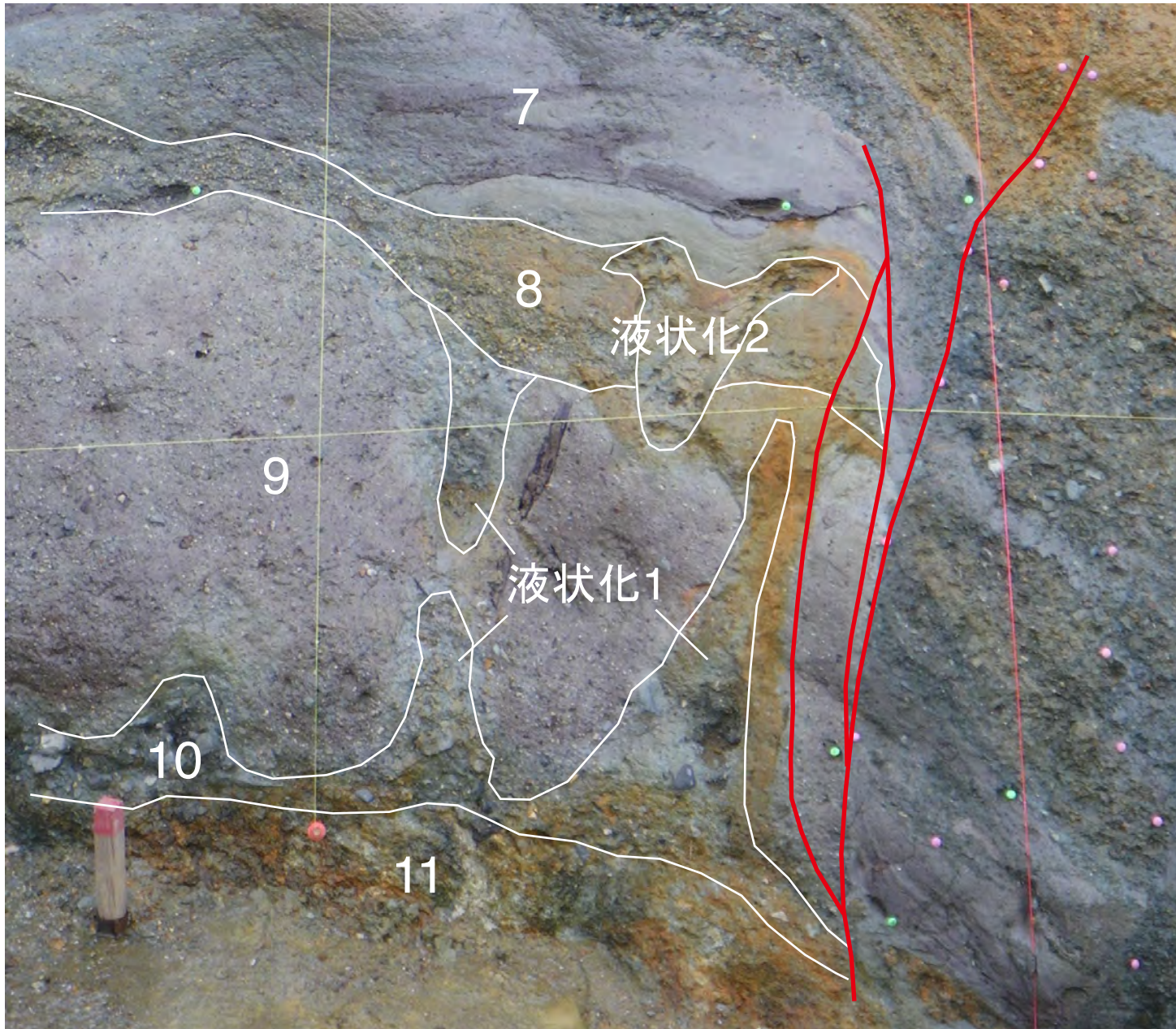


図10 上志井トレンチ北壁面における液状化痕跡と見られる砂礫の貫入

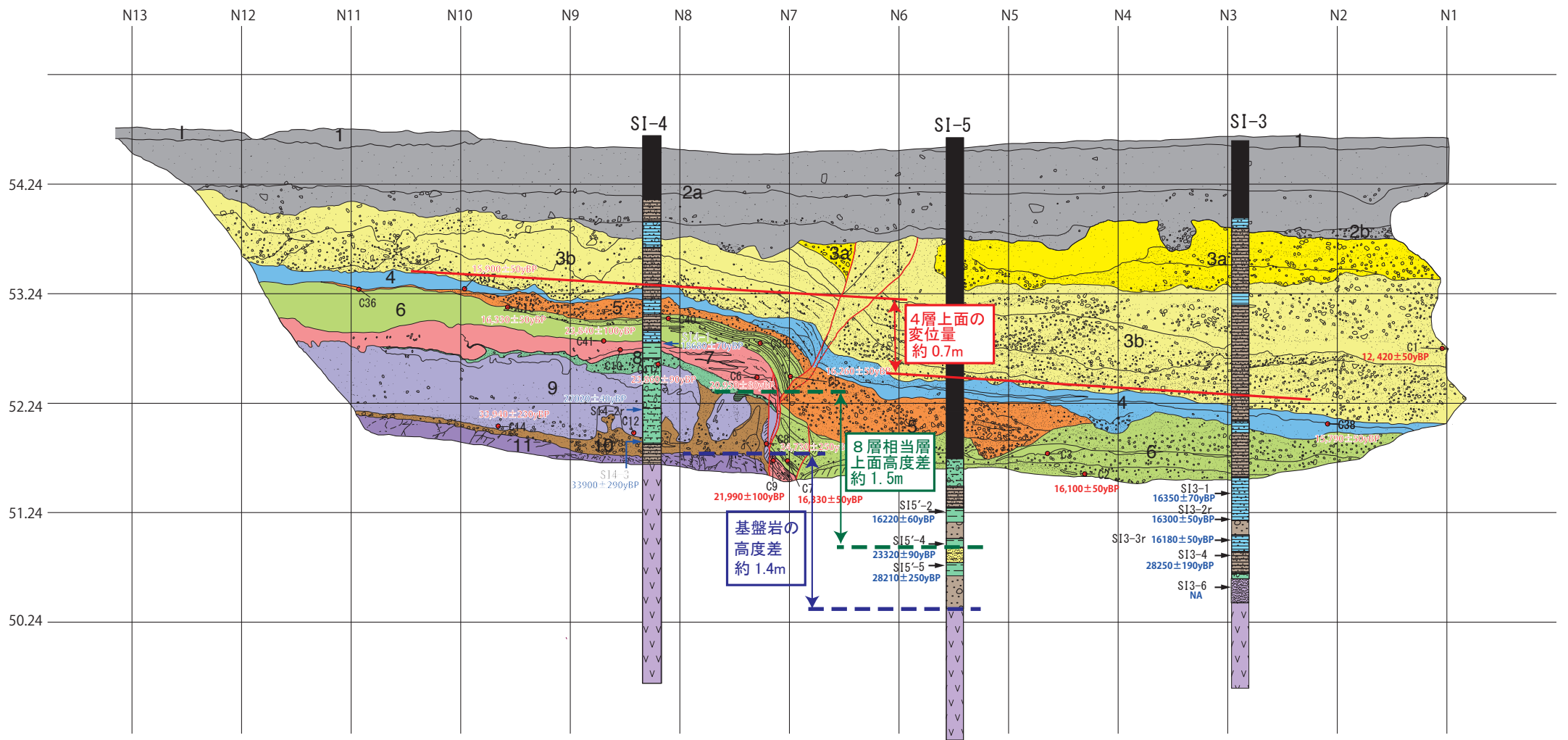


図11 上志井トレンチ北壁面での上下変位量
 近接するボーリングコア柱状図を重ねて表示.

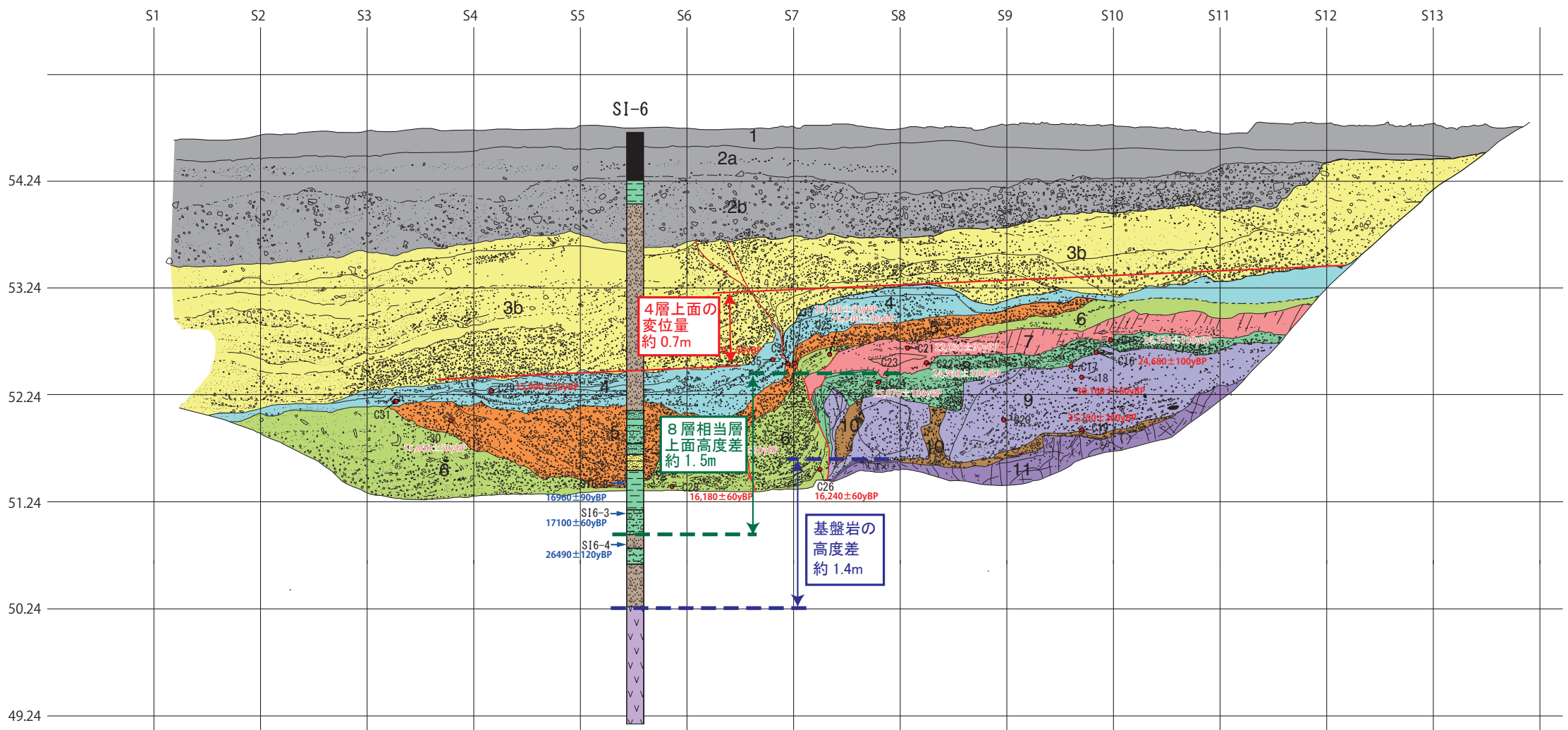


図12 上志井トレンチ南壁面での上下変位量
 近接するボーリングコア柱状図を重ねて表示.

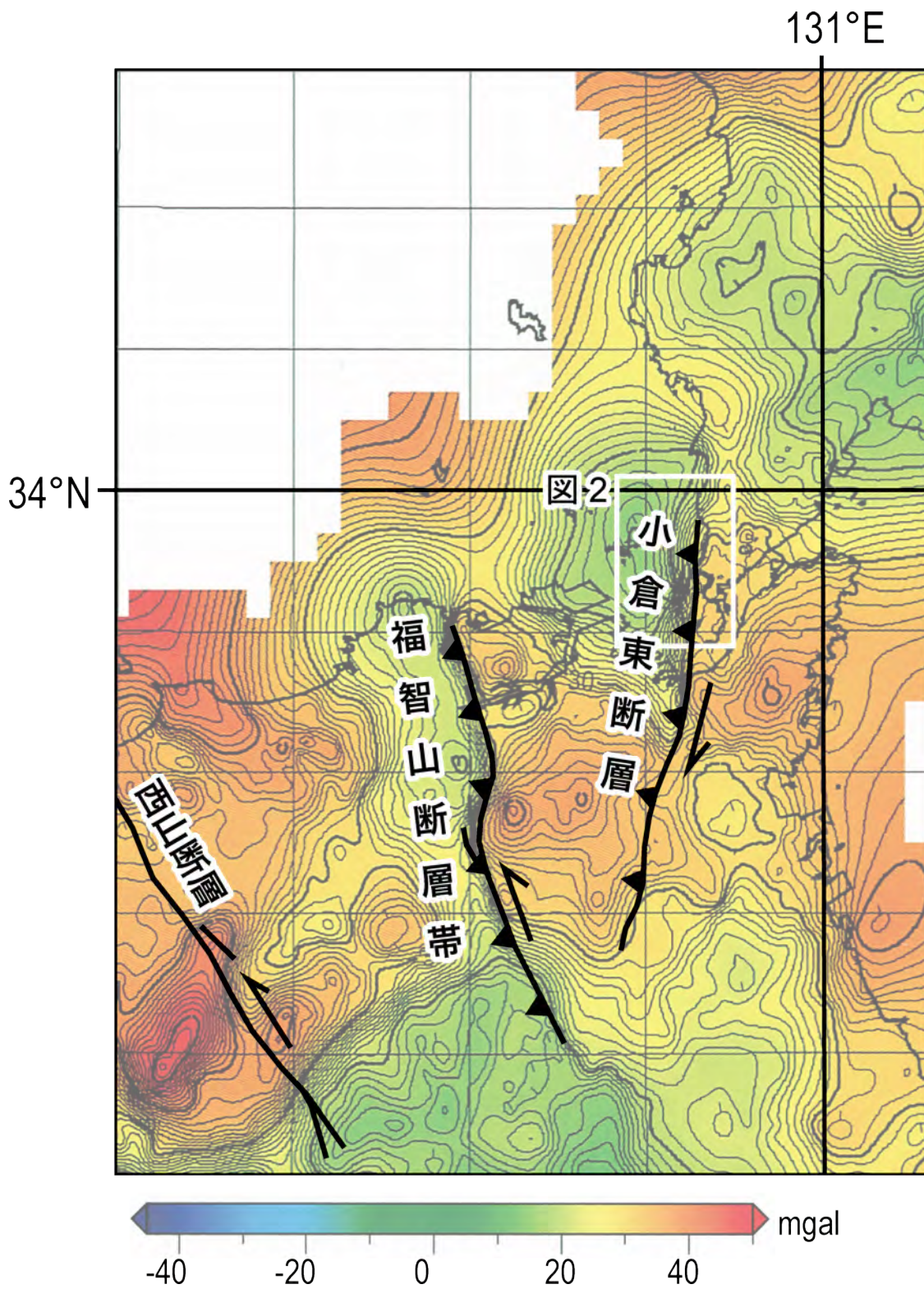


図13 調査地域周辺の重力異常と地震調査研究推進本部 (2013) による活断層分布
重力異常図はYamamoto et al. (2011)による.

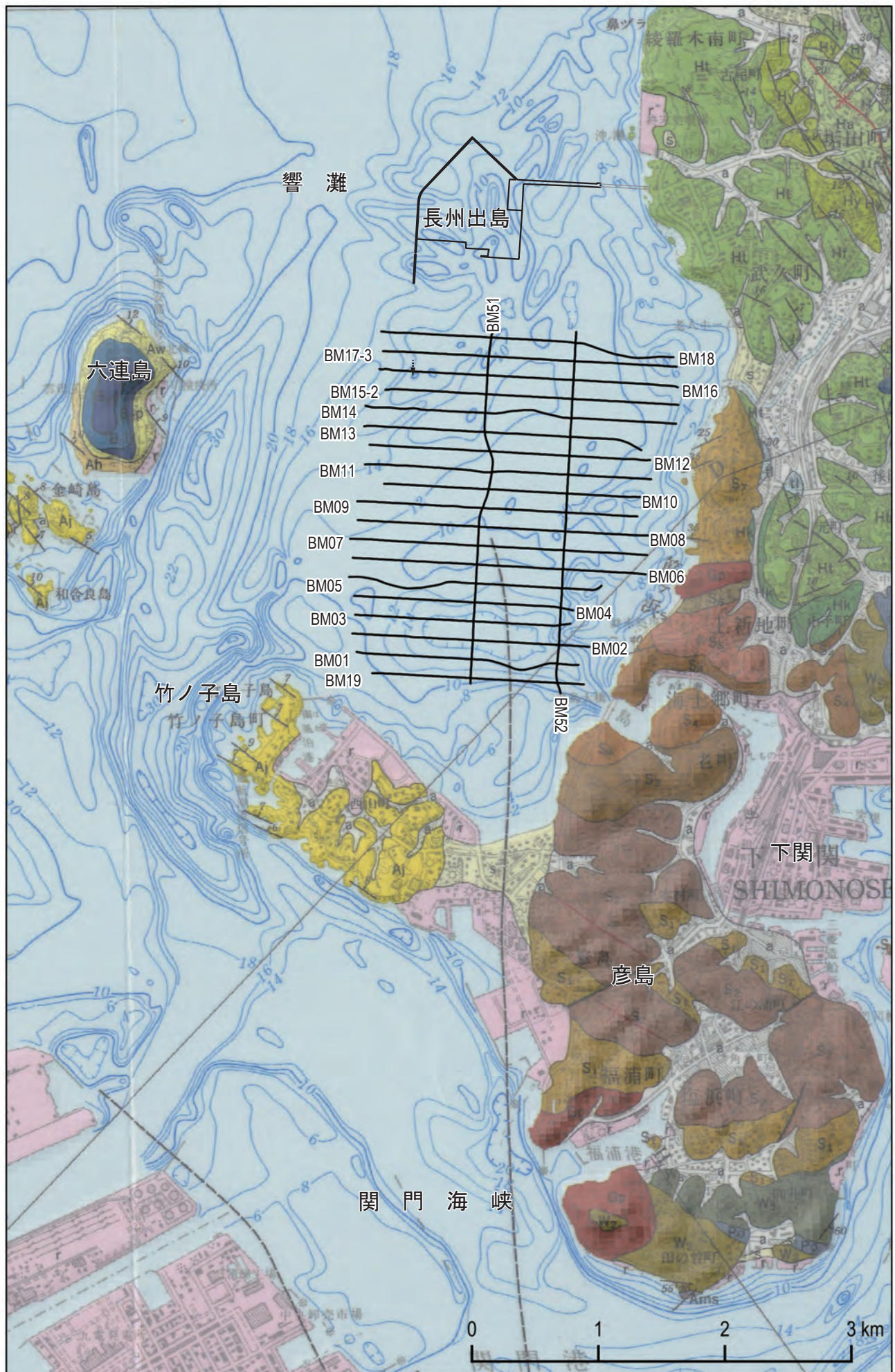


図 14 関門海峡以北の地質構造と測線位置

基図には中江ほか（1998）の地質図と基盤地図情報数値標高モデル 10m メッシュから作成した陰影図を重ね合わせた。投影法は平面直角座標 III 系を用いた。

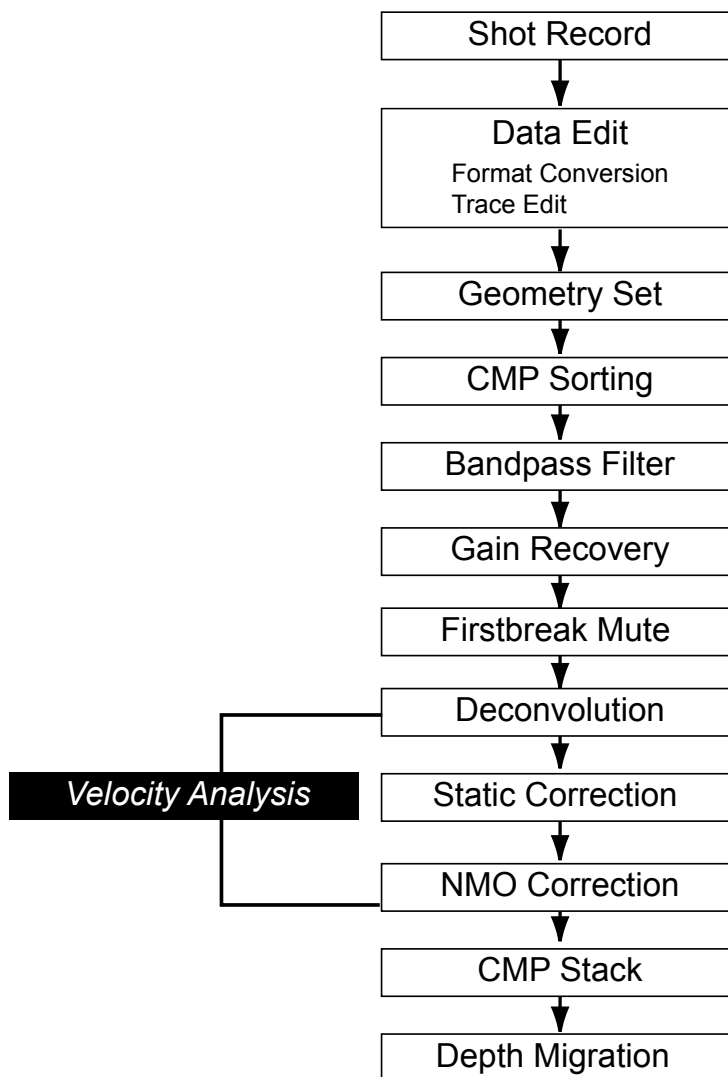


図 15 データ処理フローチャート

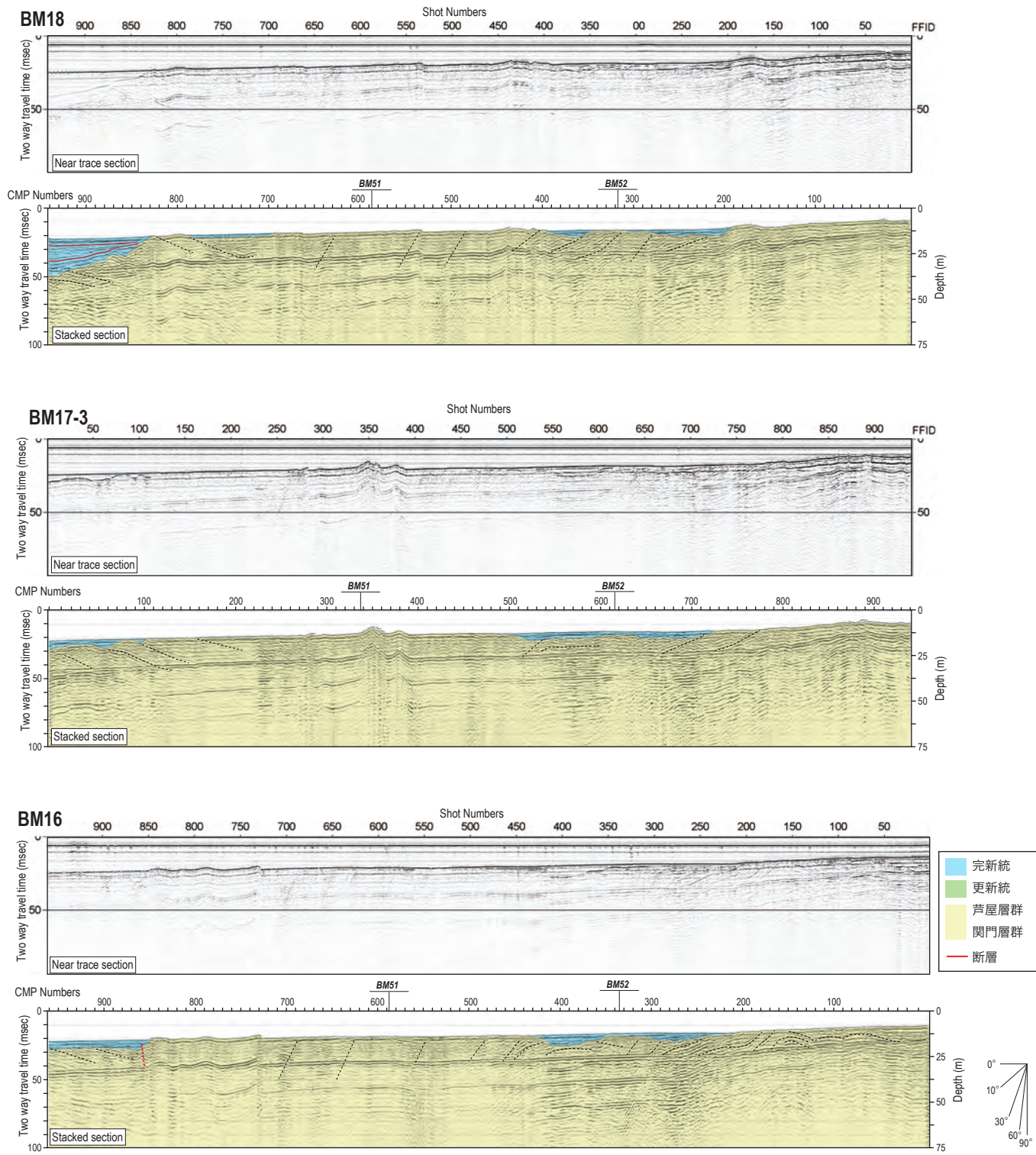


図16 音波探査断面（その1）
 各測線の位置は図2を参照．垂直誇張は5倍．
 上段にニアトレース断面，下段に重合断面とその地質解釈を示す．

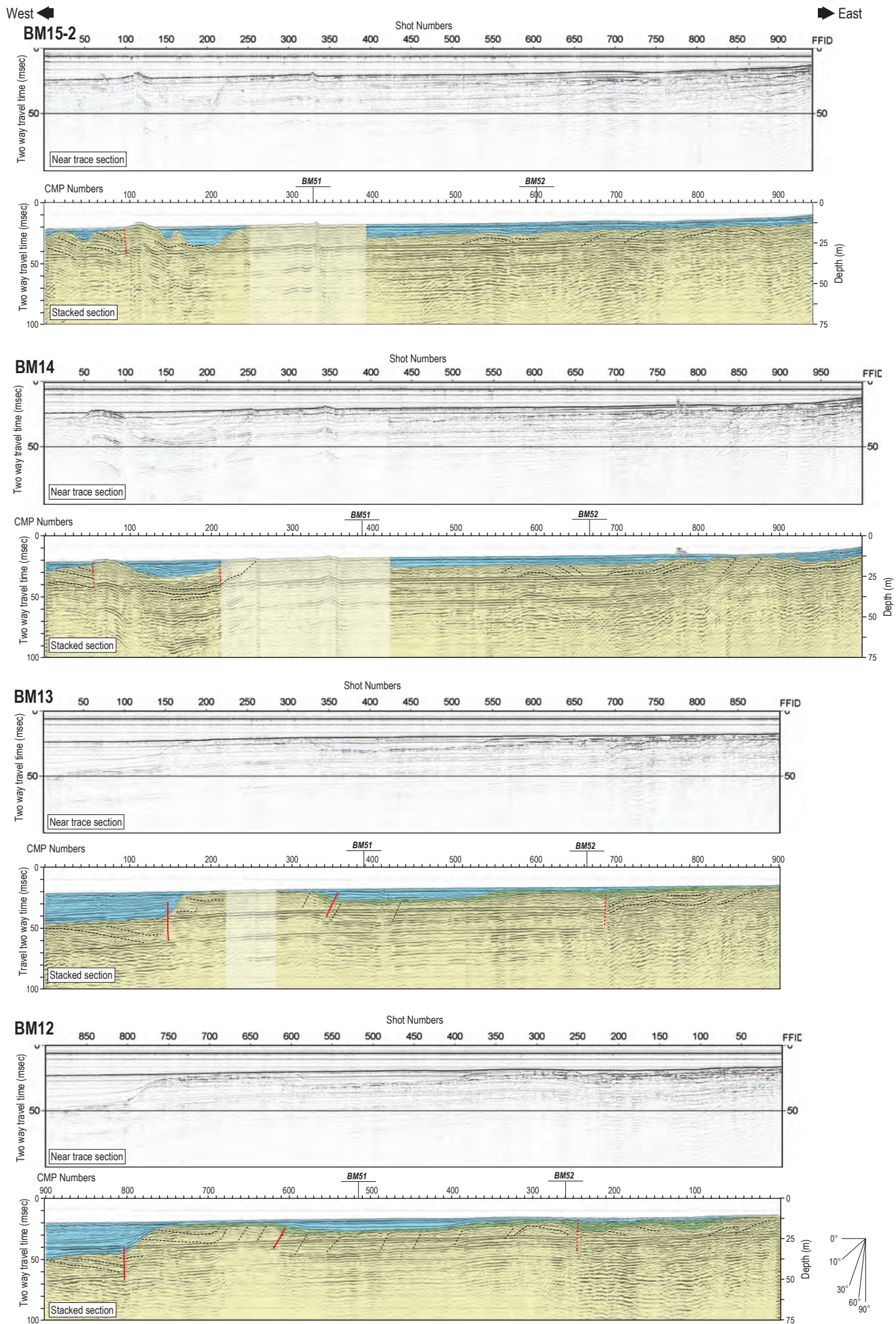


図17 音波探査断面（その2）

各測線の位置は図2を参照．垂直誇張は5倍．

上段にニアトレース断面，下段に重合断面とその地質解釈を示す．

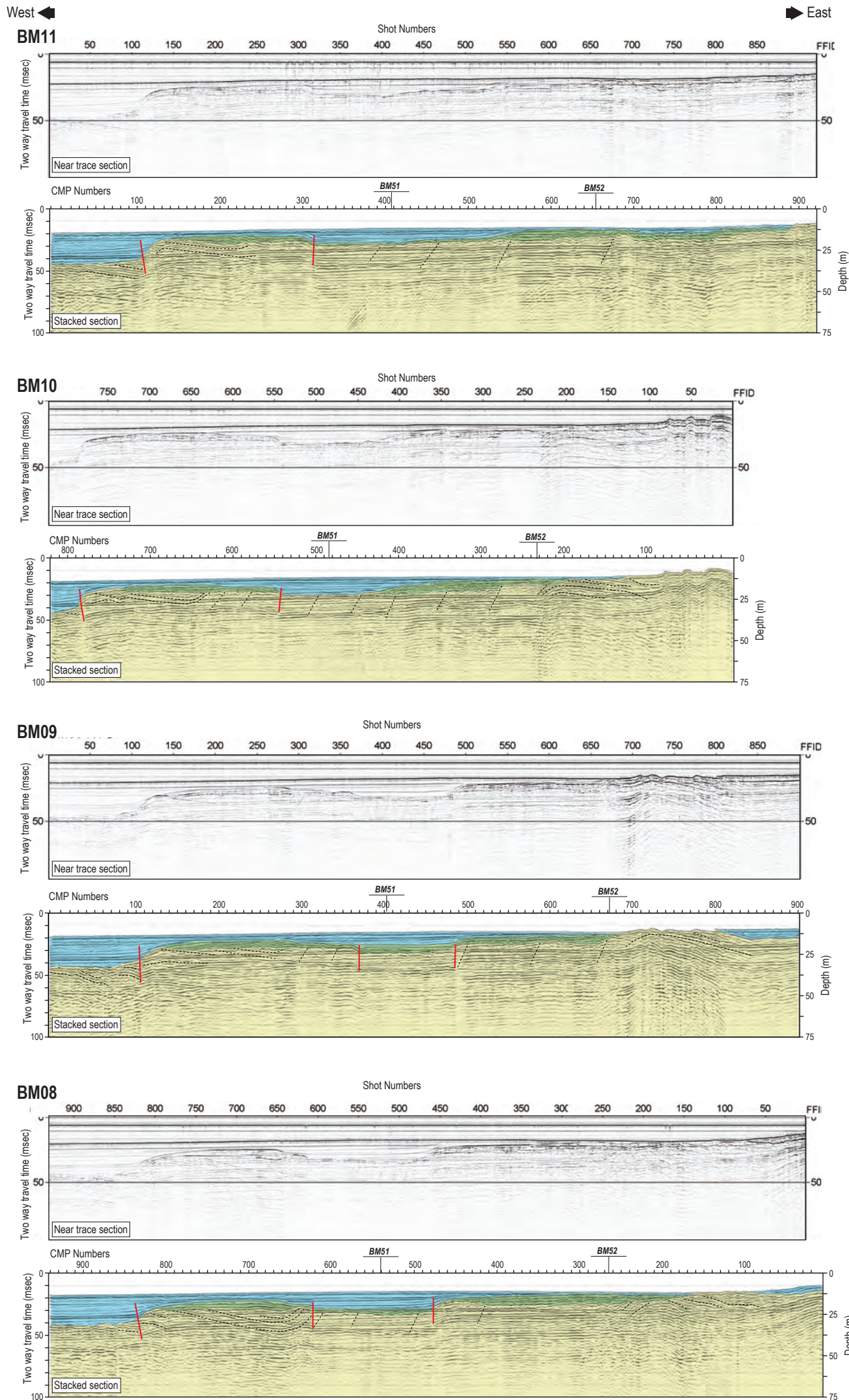


図18 音波探査断面（その3）

各測線の位置は図2を参照．垂直誇張は5倍．

上段にニアトレース断面，下段に重合断面とその地質解釈を示す．

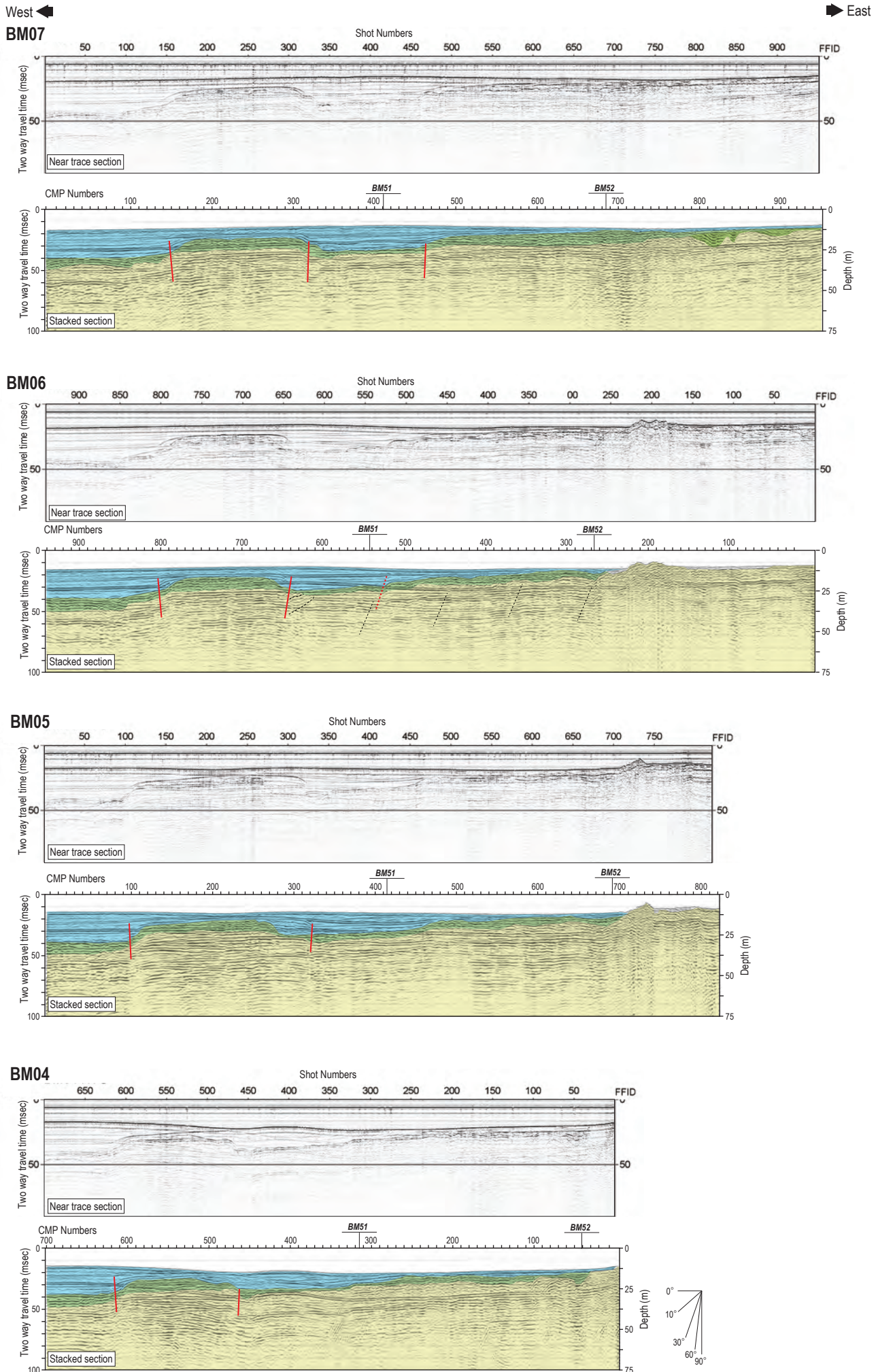


図19 音波探査断面（その4）

各測線の位置は図2を参照．垂直誇張は5倍．

上段にニアトレース断面，下段に重合断面とその地質解釈を示す．

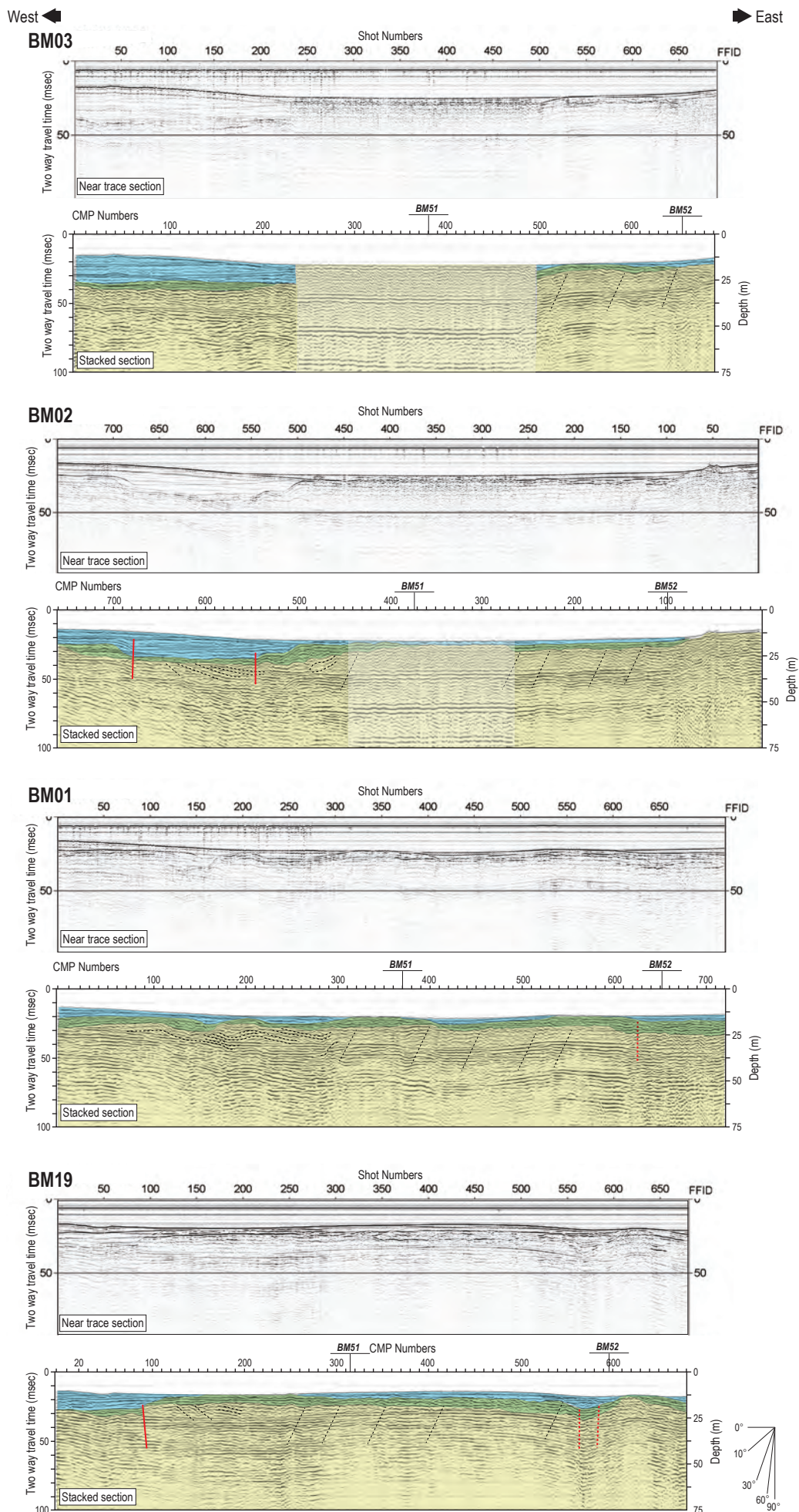


図20 音波探査断面（その5）

各測線の位置は図2を参照．垂直誇張は5倍．

上段にニアトレース断面，下段に重合断面とその地質解釈を示す．

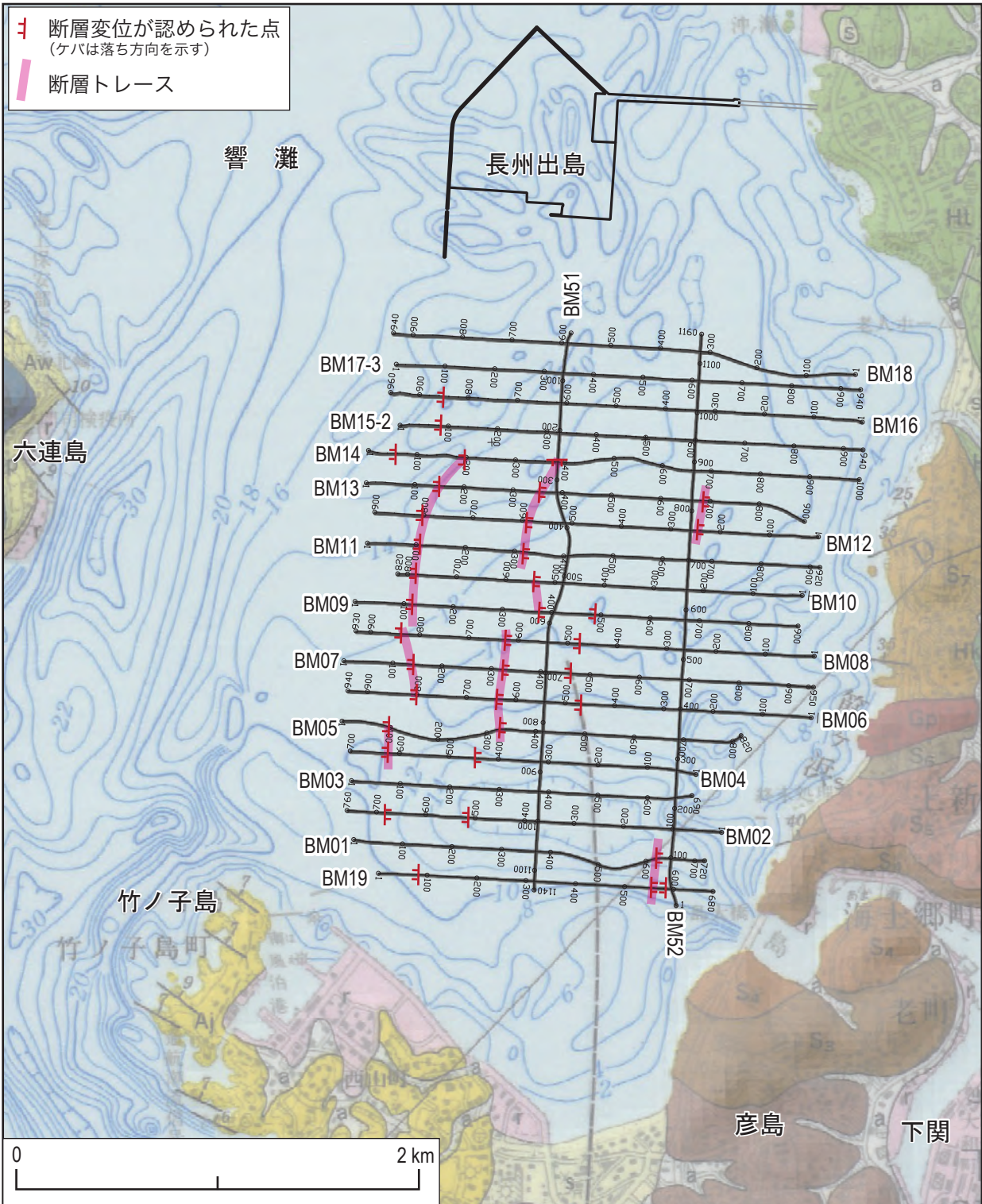


図 21 調査海域における海底活断層分布図