

柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯（主部／南部）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	2
3. 調査結果	3
(1) 鍛冶屋断層鍛冶屋地点	3
(2) 関ヶ原断層秋葉地点	5
(3) 宮代断層宮代地点	6
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	8
(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

柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯は、福井県の丹生山地西方の日本海から、越前岬沖、南越前町、滋賀県長浜市、米原市を通り、岐阜県不破郡関ヶ原町、同垂井町に至る断層帯主部と、敦賀半島北端付近から敦賀湾を横切り、滋賀県長浜市北部に至る浦底-柳ヶ瀬山断層帯からなる。断層帯主部は、鮎川断層群、甲楽城断層、山中断層、柳ヶ瀬断層、鍛冶屋断層、醍醐断層、大清水断層、関ヶ原断層、および門前断層などで構成される。また浦底-柳ヶ瀬山断層帯は、浦底断層、ウツロギ峠の断層、池河内断層、および柳ヶ瀬山断層で構成される。これらのうち鮎川断層群は北東-南西走向であるが、それ以外は概ね北北西-南南東ないしは北西-南東方向に延び、全体的に左横ずれ変位が卓越する断層帯である。

柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯は、中部地方と近畿地方以西とを境する顕著な地形構造変換線「敦賀湾-伊勢湾線」として岡山（1956）によって注目され、また Huzita（1962）が西南日本の特異な第四紀地殻変動区とした近畿三角帯の北東辺にあたることから、近畿地方の地質構造発達史上重要な意味をもつ断層帯とされてきた。断層帯の一部をなす甲楽城断層や柳ヶ瀬断層については、小川（1906）、辻村（1926, 1932）、山崎・多田（1927）、市川（1929）によって山地内や山地縁辺に顕著な断層谷あるいは断層崖地形を形成していることから、古くからその存在は知られ、河谷地形や段丘分布の不連続を伴うとして更新世後期に活動した可能性がすでに指摘されていた。その後、杉村（1963）は地質構造から左ずれ断層としての柳ヶ瀬断層を認め、空中写真判読による活断層調査が本格化した 1970 年代には、藤田・岸本（1972）、岡田（1973）、松田ほか（1976）、東郷（1974）、村井・金子（1975）、岡田（1979）などによって、甲楽城断層、柳ヶ瀬断層が活断層あるいはその可能性のあるものとして改めて認定されるとともに、左ずれの活断層である山中断層、鍛冶屋断層、関ヶ原断層の存在や性格が明らかになった。本断層帯の海域延長については、海上保安庁（1980）による若狭湾音波探査の結果、海底部における甲楽城断層の実態の一部が明らかとなった。山本ほか（1996）は、越前海岸沿いに分布する各地形面の旧汀線高度、段丘の形成年代及び古海面高度から、甲楽城断層の隆起速度を求めた。また山本・木下（2001）は越前海岸沿いに発達する離水海食地形及び海成段丘の高度分布と離水時期を明らかにし、甲楽城断層の活動時期を推定した。本断層帯の活動履歴に関する調査としては、武藤ほか（1981）が完新世堆積物を切るいくつかの断層露頭の報告をしている。また杉山ほか（1993）は椿坂地点で、吉岡ほか（1998）は椿坂峠地点においてトレンチ調査を実施した。その後、岐阜県（1996）及び福井県（1997, 1998）は本断層帯を対象として活断層調査を実施し、本断層帯の活動性等についてとりまとめた。本断層帯及び周辺の断層の位置等を示したものとしては、上記のほか、活断層研究会編（1980, 1991）、

杉山ほか (1994), 岡田・東郷編 (2000), 山本ほか (2000) 及び中田・今泉編 (2002), 東郷ほか (2005), 鈴木ほか (2005) などがある。

以上の調査結果を受けて平成 16 年 1 月に公表された地震調査研究推進本部による長期評価 (地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2004) では, 柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯は断層帯主部と浦底-柳ヶ瀬山断層帯に区分して評価され, 断層帯主部は過去の活動時期の違いからさらに, 北部, 中部, 南部の 3 つに区分された (図 1)。そして, このうちの断層帯主部の南部では, 最新活動時期が約 4,900 年前以後 15 世紀以前と十分に絞り込めておらず, また平均活動間隔も求められていなかったため, 将来の地震発生確率は不明とされた。とくに鍛冶屋断層以南では, 活動時期に関する資料がほとんど得られておらず, 今後十分な調査を行う必要があるとされた。これを受け, 本追加・補完調査では, 柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯主部の南部における将来の地震発生確率を明らかにすることを目的に調査を実施した。

2. 調査内容

今回の調査では, 柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯主部の南部を構成する断層のうち, 顕著な断層変位地形が発達する鍛冶屋断層, 関ヶ原断層, および宮代断層を調査対象とし, 鍛冶屋断層の滋賀県長浜市鍛冶屋町 (鍛冶屋地点) および関ヶ原断層の岐阜県不破郡関ヶ原町秋葉 (秋葉地点) でトレンチ調査を, 宮代断層の岐阜県不破郡垂井町宮代 (宮代地点) においてボーリング調査を, それぞれ実施した (図 2)。なお, 宮代断層については, 地震調査研究推進本部の長期評価では養老-桑名-四日市断層帯を構成する断層として挙げられているが (地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2001), 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2004) に示された柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯の活断層位置図には, 宮代断層付近までが断層帯主部の南部に含まれるように図示されているため, 今回の調査対象に含めることにした。

鍛冶屋断層の鍛冶屋地点では, 山麓に分布する低位および中位の段丘面上に直線的な逆向きの低崖が認められ (図 3), またその延長線上には河谷の左ずれ屈曲が見られることから, この低崖が鍛冶屋断層による逆向き低断層崖であると考え, 集落東側の中位段丘面上 (A 地点) と, その約 200m 北西方にあたる低位段丘面上 (B 地点) の 2 地点 (図 4) において, それぞれ逆向き低断層崖を横切るようにトレンチを掘削した。A 地点では, まず比高約 1.5m の逆向き低断層崖を横切るように A1 トレンチを掘削したが, 断層上部の地層が削剥されていたため, より削剥が少ないと予想された 10m 東方地点で A2 トレンチを掘削した (図 5)。また B 地点でも同様に, 逆向き低断層崖を横切るようにトレンチを掘削した (図 6)。

関ヶ原断層の秋葉地点では、シャッターリッジと見られる分離丘陵と山地との間の鞍部の南寄りにおいてトレンチを掘削した。この地点は岐阜県（1996）によるトレンチ調査地点の約 40m 西方にあたる（図 7, 8）。岐阜県（1996）のトレンチでは明瞭な断層は確認されていないが、トレンチ南寄りの斜面基部で、スケッチに V 字形の地層境界が描かれていることから、この延長上に当たる分離丘陵の斜面基部においてトレンチを掘削した。

宮代断層の宮代地点では、低位段丘面を変位させる低断層崖が認められるが（図 9）、この崖を横切る変位量をより正確に見積もるために、断層の低下側の低位段丘面上（A 地点）で深度 30m のボーリングを 1 本掘削した。また、低位段丘面を浅く開析する谷の内部（B 地点）で、最新活動時期の情報を得ることを目的に、低断層崖を挟んで深度 5m のボーリングを 2 本掘削した。

3. 調査結果

（1）鍛冶屋断層鍛冶屋地点

A1 トレンチ

トレンチのスケッチを図 10 に、壁面写真を図 11 に示す。トレンチ壁面には、段丘堆積物の砂礫層と腐植質の土壌が接するほぼ垂直の断層が露出した。壁面に露出した地層は、上位から 1 ないし 5 層に区分した。このうち 1 層は人工の耕作土である。2 層はやや不淘汰な礫混じり土壌で、人工の埋土の可能性がある。3 層は角礫混じりの腐植質土壌で、色調や礫の混じり度合いで 3a 層～3d 層に細分した。4 層は断層沿いに分布する角礫層で、礫は 5 層と類似するがマトリクスが粘土質である。5 層は不淘汰な角礫からなる礫層で、マトリクスは黄褐色のシルトを主体とする。

断層は、4 層を挟んで 5 層と 3 層が接する主断層と、3 層内部に数条の分岐断層が認められ、3a 層以下の地層を変位させている。また、西壁面では、3d 層の上面が断層から北に向かって 45° 程度の傾斜で傾き下がっており、上位の 3c 層はその斜面を覆うように分布する。斜面を構成する部分の 3d 層は、3 層の他の部分より色調が淡く、断層隆起側の 5 層から供給されたと考えるのが合理的であることから、断層活動に伴って形成されたイベント堆積物である可能性が指摘できる。一方、東壁面では、グリッド E2, E3 間において、3c 層が 3d 層に楔状に落ち込んでいるが、これに対し 3b 層と 3c 層の境界は、この部分で大きく変形していない。したがって、3d 層の下部の堆積後、3c 層の少なくとも上部の堆積前に、少なくとも 1 回の断層活動があった可能性が指摘できる。

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、3a 層からは 2990 ±

40yBP および 3160 ± 40 yBP (暦年で BC 1302-1132 および BC 1493-1408 ; 以下すべて IntCal09 を用いた 1σ の値) の年代値が得られた. したがって, この地点での断層の最新活動時期は, 少なくとも約 3,300 年前以後であると考えられる. また 3d 層の下部からは 6140 ± 40 yBP および 6380 ± 40 yBP (暦年で BC 5207-5006 および BC 5464-5315), 3c 層からは 5590 ± 40 yBP および 5910 ± 40 yBP (暦年で BC 4455-4368 および BC 4827-4726) の年代値が得られた. したがって, 西壁面の 3d 層上部をイベント堆積物とした場合, その断層活動時期は約 7,200 年前以後, 6,700 年前以前となる. なお, 断層を覆う 2 層から 2970 ± 40 yBP および 3660 ± 40 yBP (暦年で BC 1265-1127 および BC 2131-1965) の年代値が得られた. しかしながら, 2 層は人工による埋土の可能性があるので, 後述する B トレンチから推定された断層活動時期と矛盾することなどから, これらの年代試料は再堆積の可能性が高いと考えられ, これらの年代値からは断層活動時期を限定できないと判断した.

A2 トレンチ

トレンチのスケッチを図 12 に, 壁面写真を図 13 に示す. トレンチ壁面には, A1 トレンチ同様, 段丘堆積物の砂礫層と腐植質の土壌が接する断層が露出したが, 断層は数本に分岐し, また 3 層の層内構造が不明瞭なため, 断層の上端は不明瞭である. ただし, 少なくとも 2 層には変位を与えていない.

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, 断層を覆う 2 層から 2880 ± 40 yBP および 3850 ± 40 yBP (暦年で BC 1126-1001 および BC 2449-2210) の年代値が得られた. しかしながら, 2 層は人工による埋土の可能性があるので, 後述する B トレンチから推定された断層活動時期と矛盾することなどから, これらの年代試料は再堆積の可能性が高いと考えられ, これらの年代値からは断層活動時期を限定できないと判断した.

B トレンチ

トレンチのスケッチを図 14 に, 壁面写真を図 15 に示す. トレンチ壁面では, 基盤岩とその上位の段丘堆積物が断層で切られ, 細粒堆積物と接しているのが観察された. 壁面に露出した地層は, 上位から 1 ないし 8 層に区分した. このうち, 1 層 (1a 層, 1b 層) は人工の埋土である, 2 層は層相から 2a 層~2c 層に細分したが, いずれも淘汰の悪い堆積物であること, 円礫が比較的多く含まれているものの, 地形からこの場所を流れる河川は想定しにくいことなどから, 7 層を削平した結果の人工の堆積物の可能性が高いと考えられる. 3 層は腐植質の礫混じりシルト層, 4 層は植物遺体を多く含む腐植土層である. 5 層は白色のシルトないし粘土層を主体とし, 円礫層および

やや腐植質のシルト層を挟む。6層は断層沿いに分布する円～亜角礫層で、礫は7層と類似するがマトリクスが粘土質である。7層は比較的淘汰のよい円～亜角礫層で、東壁面では厚さ30cm程度の砂層を挟む。8層の基盤岩をほぼ水平に覆って分布していることから、草野川の段丘堆積物と考えられる。8層は基盤岩の美濃／丹波帯の堆積岩類の破碎帯である。

断層は、6層を挟んで8層および7層と5層が接する主断層と、それから分岐する数条の分岐断層からなる。低下側（北側）に分岐するいくつかの断層は東壁面で4層までを変位させ、3層に覆われるのが確認された。さらに、5層中に挟まれる礫層や腐植質シルト層の構造が、4層と比較してより大きく変形していることから、5層堆積後、4層堆積前にも断層活動があったと推定される。

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、断層変位を受けた堆積物のうち、最上位の4層からは 890 ± 40 yBP から 1640 ± 40 yBP の4つの年代値が得られた。このうち、 890 ± 40 yBP (KB-E-05) については、4層の最上部から得られた試料の年代であり、確実に断層変位を受けている層準の年代とは言い切れない。したがって、次に新しい年代値である 1000 ± 30 yBP (暦年で AD 992-1116) を採用するのが妥当と考えられ、その結果この地点での鍛冶屋断層の最新活動時期は約1,000年前(10世紀末)以後と推定される。なお、東壁面で断層沿いの5層に挟まれる腐植質シルト層からは 3820 ± 40 yBP (暦年で BC 2341-2155) の年代値が得られたが、同じ5層からは 10280 ± 50 yBP および 10410 ± 40 yBP (暦年で BC 10191-9894 および BC 10454-10202) の年代値が得られているため、この年代試料は後に断層沿いに挟み込まれたもので、5層の年代を示していない可能性がある。したがって、この地点での最新活動に先行する活動時期は、約12,000年前以後、約1,000年前以前としか限定できない。

なお、トレンチでは断層低下側の段丘堆積物および基盤岩が確認できなかったため、産総研による追加調査として、トレンチの北端から約1.5m北でボーリング調査を実施した。その結果、地表下9.4mでも基盤岩に達しないことが確認された(図16, 17)。放射性炭素同位体年代測定の結果、深度8.4m付近の礫層からは 18930 ± 90 yBP (暦年で BC 20925-20359) の年代値が得られた。この礫層は円礫を含むことから、この礫層とトレンチ壁面の7層(段丘堆積物)を対比すると、約22,000-23,000年間に約7-9mの上下変位があった可能性があり、上下方向の平均変位速度は約0.3-0.4m/千年となる可能性がある。

(2) 関ヶ原断層秋葉地点

トレンチのスケッチを図18に、壁面写真を図19に示す。トレンチ壁面には傾斜した基盤岩の上面を覆うように角礫層や細粒の堆積物が堆積しているのが観察された

が、それらを変位させる断層は確認されなかった。壁面に露出した地層は、上位から1ないし7層に区分した。このうち1層は表層の土壌である。2層はやや不淘汰な礫混じり土壌で、人工の埋土の可能性がある。3層は角礫混じりの斜面堆積物、4層は谷を埋積した礫混じりシルト層である。5層はやや腐植質の斜面堆積物で、ほぼ一様の傾斜で6層および7層を覆っている。6層は礫層ないし不淘汰な礫混じり砂層で、トレンチ北部では腐植質粘土層を挟む。7層は基盤岩で、美濃帯の砂岩層を主とし、低角度の小断層が発達しているが、破碎度は低く、堆積構造が残存している程度である。なお、トレンチ西壁面のグリッド3.5付近で、ほぼ垂直な境界を境にして7層の色調が変わるとともに、その北側が粘土質になるが、基盤岩の堆積構造は連続しており、この変化は基盤岩の風化程度の違いによるものと判断される。

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、5層からは 9230 ± 50 yBP（暦年で BC 8542-8347）、6層の腐植質粘土層からは 12330 ± 50 yBP（暦年で BC 12566-12130）の年代値が得られた。一方、鞍部中軸を横断するように掘削された岐阜県（1996）の調査結果では、トレンチ下部には $15,230 \pm 140$ yBP（暦年で BC 16706-16163）ないし $15,850 \pm 140$ yBP（暦年で BC 17316-16902）の放射性炭素同位体年代が得られた地層が分布しており、この地層は断層変位を受けていないことが示されている（図20）。今回のトレンチ調査の結果から、鞍部南側の分離丘陵の基部には、基盤岩中にも顕著な断層は存在していないことが確認されたため、断層がこの鞍部を通過するとすれば、岐阜県（1996）のトレンチ範囲を通過する可能性が高いと考えられる。したがって、その場合の断層の活動時期は約19,000年前以前と推定される。

なお、関ヶ原断層が分離丘陵の南側山麓部を通過する可能性も否定できないが、山麓部に分布する低位段丘面には、低断層崖などの断層変位地形は認められず、その可能性は低いと考えられる。

（3）宮代断層宮代地点

A地点では、低位段丘面を切る比高約8mの低断層崖の低下側で、深度30mのボーリング調査を実施した。その結果、地表下23m付近に東海層群と段丘堆積物との境界と推定される不整合面が確認された（図21）。断層隆起側では、既存ボーリング資料からは東海層群上面の深度は約4mと推定されており、両ボーリング地点間で断層を挟んで東海層群の上面に約35mの高度差が認められる。隆起側の段丘面構成層の上部には、始良 Tn テフラ（AT、約2.8万年前）起源の火山ガラスが含まれていることが報告されている（杉戸ほか、2002）。しかしながら、今回掘削したボーリングコアでは、東海層群の上位の礫層のうち、深度19.5-20m付近に挟まれる木片2試料の放射性炭素同位体年代測定を行ったところ、いずれの試料も43500yBPより古いという結果が

得られた。ボーリングコアではこれより上位の礫層中には明瞭な不整合は確認できないが、少なくとも断層低下側の礫層は一連の堆積物でない可能性が高く、この調査結果からこの地点の上下変位量を厳密に議論することはできない。

B地点では、比高約1.5mの崖を挟んで、2孔(M-3, M-4)のボーリングを掘削した。その結果、段丘堆積物の上位に分布する砂礫層の基底に、約3mの高度差が認められたため、産総研による追加調査として、両孔間にさらに2孔(M-5, M-6)のボーリングを掘削した。その結果、段丘堆積物の上面、上位の砂礫層の基底ともに、4本のコア間でほぼ一様に10-15%程度の傾きで傾斜していることが確認された(図22)。放射性炭素同位体年代測定の結果、上位の砂礫層に挟まれる腐植土片からは1400±40yBP(暦年でAD 614-660)、段丘堆積物直上の礫混じりシルト層からは10270±50yBP(暦年でBC 10177-9890)の年代値が得られた。これらの地層の傾斜については、この付近の扇状地の傾斜と比較して優位に大きいことから、断層活動による撓曲変位の可能性が高いが、段丘堆積物の上面の傾斜と上位の砂礫層の基底の傾斜がほぼ同じであることから、変形時期や変形速度についてはより詳細な調査・検討が必要である。

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

地震調査研究推進本部地震調査委員会(2004)による構成断層を変更するような情報は得られていない。

(2) 断層面の位置・形状

断層面の位置については、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。断層面の形状については、トレンチ壁面の露頭から、鍛冶屋断層の傾斜はほぼ垂直と考えられる。

(3) 変位の向き

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。変位地形の特徴から左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

鍛冶屋Bトレンチ地点で実施した追加ボーリングからは、局所的な上下平均変位速

度で約 0.3-0.4m/千年の可能性はある。

(2) 活動時期

鍛冶屋地点でのトレンチ調査の結果から、鍛冶屋断層の最新活動時期は約 1,000 年前 (10 世紀末) 以後と推定される。それに先立つ活動時期については約 7,200 年前以後、約 6,700 年前以前の可能性がある。

秋葉地点のトレンチ調査からは、関ヶ原断層の最新活動時期は約 19,000 年前以前の可能性が高い。

(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) では、南部区間の断層長から 1 回変位量を約 3-4m と推定したが、(5) に述べるように複数の活動区間に区分され、かつ境界位置が不明のため活動区間の断層長が不明となった。したがって 1 回の変位量は不明である。

(4) 活動間隔

鍛冶屋地点の過去 2 回の活動時期からは約 6,200-5,700 年の可能性がある。

(5) 活動区間

南部区間のうち、少なくとも鍛冶屋断層鍛冶屋地点と関ヶ原断層秋葉地点の間で活動時期が異なるため、複数の活動区間に区分されるものと考えられる。しかしながらその境界位置については不明である。

(調査担当：吉岡敏和)

文 献

- Bronk Ramsey, C. (2009) Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51, 337-360.
- 福井県 (1997) 「平成 8 年度地震関係基礎調査交付金 柳ヶ瀬断層帯 (柳ヶ瀬断層、山中断層、甲楽城断層) に関する調査」. 福井県, 165p.
- 福井県 (1998) 「平成 9 年度地震関係基礎調査交付金 柳ヶ瀬断層帯 (柳ヶ瀬断層、山中断層、甲楽城断層) に関する調査」. 福井県, 48p.
- 岐阜県 (1996) 「平成 7 年度地震調査研究交付金 関ヶ原断層に関する調査 成果報告書」. 岐阜県, 100p, 216p, 112p.
- Huzita, K. (1962) Tectonic development of the Median Zone (Setouti) of Southwest Japan, since Miocene. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, 6, 103-144.
- 藤田和夫・岸本兆方 (1972) 近畿のネオテクトニクスと地震活動. *科学*, 42, 422-460.
- 市川 渡 (1929) 越前城崎村地方の地形と其の発達に就いて. *地理学評論*, 5, 1058-1072.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2001) 養老-桑名-四日市断層帯の評価. 27p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2004) 柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯の評価. 29p.
- 海上保安庁 (1980) 5 万分の 1 沿岸の海の基本図 海底地形地質調査報告書「若狭湾 東部」. 33p.
- 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.
- 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.
- 松田時彦・岡田篤正・藤田和夫 (1976) 日本の活断層分布図およびカタログ. *地質学論集*, 12, 185-198.
- 村井 勇・金子史朗 (1975) 琵琶湖周辺の活断層系. *地震研究所彙報*, 50, 93-108.
- 武藤 章・豊蔵 勇・松浦一樹・池戸正行 (1981) 活断層調査の例-柳ヶ瀬断層. *応用地質*, 22, 32-51.
- 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.
- 小川琢治 (1906) 西南日本地質構造概観 (二) 丹波高原. *地質要報*, 19, 45-53.
- 岡田篤正 (1973) 中央構造線の第四紀断層運動について. 杉山隆一編「中央構造線」, 東海大学出版会, 49-86.
- 岡田篤正 (1979) 「愛知県の地質・地盤 (その 4) [活断層]-愛知県とその周辺における活断層と歴史地震-」. 愛知県防災会議地震部会, 122p.
- 岡田篤正・東郷正美編 (2000) 「近畿の活断層」. 東京大学出版会, 408p.
- 岡山俊雄 (1956) 柳ヶ瀬断層と敦賀湾伊勢湾線. *駿台史学*, 7, 75-101.

- 杉村 新 (1963) 柳ヶ瀬断層. 第四紀研究, 2, 220-231.
- 杉戸信彦・東郷正美・竹村恵二・岡田篤正・野原 壯・高田圭太 (2002) 濃尾平野西縁部に位置する宮代断層の活動について. 活断層研究, no. 21, 51-57.
- 杉山雄一・栗田泰夫・吉岡敏和 (1994) 「柳ヶ瀬-養老断層系ストリップマップ」. 構造図10, 地質調査所.
- 杉山雄一・栗田泰夫・佃 栄吉・吉岡敏和 (1993) 1992年柳ヶ瀬断層 (椿坂地区) トレンチ調査. 活断層研究, 11, 100-109.
- 鈴木康弘・池田安隆・後藤秀昭・東郷正美・宮内崇裕 (2005) 1:25, 000都市圏活断層図「大垣」. 国土地理院技術資料, D・1-No. 449.
- 東郷正美 (1974) 琵琶湖北岸・野坂山地の変動地形. 地理学評論, 47, 669-683.
- 東郷正美・岡田篤正・澤 祥・鈴木康弘・堤 浩之・平川一臣 (2005) 1:25, 000都市圏活断層図「長浜」. 国土地理院技術資料, D・1-No. 449.
- 辻村太郎 (1926) 断層谷の性質並びに日本島一部の地形学的断層構造 (予報). 地理学評論, 2, 192-218.
- 辻村太郎 (1932) 東北日本の断層盆地 (上・中・下). 地理学評論, 8, 641-658, 747-760, 977-992.
- 山本博文・木下慶之 (2001) 福井県越前海岸沿い活断層群の活動履歴. 地球惑星科学関連学会2001年合同大会予稿集, Jm-005.
- 山本博文・中川登美雄・新井房夫 (1996) 越前海岸に発達する海成中位段丘群の対比と隆起速度. 第四紀研究, 35, 75-85.
- 山本博文・上嶋正人・岸本清行 (2000) ゲンタツ瀬海底地質図及び説明書. 海洋地質図, 50, 地質調査所, 35p.
- 山崎直方・多田文男 (1927) 琵琶湖付近の地形と其の地體構造につきて. 地震研究所彙報, 2, 85-108.
- 吉岡敏和・杉山雄一・細矢卓志・逸見健一郎・渡辺俊一・田中英幸 (1998) 柳ヶ瀬断層の最新活動-滋賀県余呉町椿坂峠におけるトレンチ発掘調査-. 地震, 第2輯, 51, 281-289.

図 表

表 1 柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯（主部／南部）のまとめ

表 2 柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯（主部／南部）の放射性炭素同位体年代測定結果

図 1 柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯に属する活断層の分布

図 2 調査対象とした活断層と調査地点の位置

図 3 鍛冶屋地点周辺の 1961 年撮影の空中写真

図 4 鍛冶屋地点周辺の詳細地形と調査位置

図 5 鍛冶屋 A 地点調査位置実測図

図 6 鍛冶屋 B 地点調査位置実測図

図 7 秋葉地点周辺の詳細地形と調査位置

図 8 秋葉地点調査位置実測図

図 9 宮代地点付近の詳細地形図と地形断面

図 10 鍛冶屋 A1 トレンチの壁面スケッチ

図 11 鍛冶屋 A1 トレンチ壁面の写真

図 12 鍛冶屋 A2 トレンチの壁面スケッチ

図 13 鍛冶屋 A2 トレンチ壁面の写真

図 14 鍛冶屋 B トレンチの壁面スケッチ

図 15 鍛冶屋 B トレンチ壁面の写真

図 16 <参考>鍛冶屋 B トレンチおよびボーリング断面図

図 17 <参考>鍛冶屋 B 地点の模式断面図

図 18 秋葉トレンチの壁面スケッチ

図 19 秋葉トレンチ壁面の写真

図 20 岐阜県によるトレンチの壁面スケッチ

図 21 宮代 A 地点のボーリング断面図

図 22 宮代 B 地点のボーリング断面図

表1 柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯(主部／南部)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	柳ヶ瀬断層, 鍛冶屋断層, 醍醐断層, 大清水断層, 関ヶ原断層, 門前断層	柳ヶ瀬断層, 鍛冶屋断層, 醍醐断層, 大清水断層, 関ヶ原断層, 門前断層	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) 長さ 地下における断層面の位置・形状 上端の深さ 一般走向 傾斜 幅	(北西端)北緯35° 38', 東経136° 10' (南東端)北緯35° 21', 東経136° 31' 約45km 地表での長さ・位置と同じ 0km N50° W ほぼ垂直(地表付近) 北東ないし東傾斜 約15km	(北西端)北緯35° 38', 東経136° 10' (南東端)北緯35° 21', 東経136° 31' 約45km 地表での長さ・位置と同じ 0km N50° W ほぼ垂直(地表付近) 北東ないし東傾斜 約15km	変更なし 変更なし 変更なし 変更なし 変更なし
(3)断層のずれの向きと種類	左横ずれ断層 北東ないし東側隆起の逆断層	左横ずれ断層 北東ないし東側隆起の逆断層	変更なし
2. 断層の過去の活動 (1)平均的なずれの速度	不明(活動度はB級)	不明(活動度はB級) 鍛冶屋Bトレンチ地点での局所的な上下変位速度は0.3-0.4m/千年の可能性	
(2)過去の活動時期	活動1(最新活動) 約4,900年前以後, 15世紀以前	鍛冶屋断層 活動1(最新活動) 10世紀末以降 活動2 約7,200年前以後, 6,700年前以前の可能性 関ヶ原断層 活動1(最新活動) 約19,000年前以前	鍛冶屋地点および秋葉地点トレンチ調査結果による。
(3)1回のずれの量と平均活動間隔 1回のずれの量 平均活動間隔	3-4m程度(左横ずれ成分) 不明	活動区間境界が限定できないため不明 鍛冶屋断層 約6,200-5,700年の可能性 関ヶ原断層 不明	鍛冶屋地点トレンチ調査結果による。
(4)過去の活動区間	北部, 中部, 南部の3区間	南部はさらに鍛冶屋断層と関ヶ原断層の間で区分	

表2 柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯(主部/南部)の放射性炭素同位体年代測定結果

鍛冶屋A1トレンチ

試料No.	層区分	試料	測定No	δ 13C補正年代 (yBP)	暦年代(IntCal 09) 1Sigma (Cal)	測定方法	処理方法	備考
KA1-E-04	2	炭化物	Beta-288989	2970±40	BC 1265 to 1127	AMS法	AAA	
KA1-E-02	3a	炭化物	Beta-288993	2990±40	BC 1302 to 1132	AMS法	AAA	
KA1-E-13	3a	有機質堆積物	Beta-289004	3160±40	BC 1493 to 1408	AMS法	A	
KA1-E-11	3b	有機質堆積物	Beta-289002	3810±40	BC 2335 to 2148	AMS法	A	
KA1-W-05	2	有機質堆積物	Beta-289001	3660±40	BC 2131 to 1965	AMS法	A	
KA1-W-03	3b	炭化物	Beta-288992	4740±40	BC 3632 to 3385	AMS法	AAA	
KA1-W-07	3c	有機質堆積物	Beta-289005	5590±40	BC 4455 to 4368	AMS法	A	
KA1-W-12	3c	有機質堆積物	Beta-291058	5910±40	BC 4827 to 4726	AMS法	A	
KA1-W-13	3d	有機質堆積物	Beta-289003	6140±40	BC 5207 to 5006	AMS法	A	
KA1-W-14	3d	有機質堆積物	Beta-289000	6380±40	BC 5464 to 5315	AMS法	A	

鍛冶屋A2トレンチ

試料No.	層区分	試料	測定No	δ 13C補正年代 (yBP)	暦年代(IntCal 09) 1Sigma (Cal)	測定方法	処理方法	備考
KA2-E-07	2	炭化物	Beta-288991	2880±40	BC 1126 to 1001	AMS法	AAA	
KA2-E-13	3	有機質堆積物	Beta-288988	5640±40	BC 4530 to 4404	AMS法	A	
KA2-W-04	2	有機質堆積物	Beta-288998	3850±40	BC 2449 to 2210	AMS法	AAA	
KA2-W-01	3	炭化物	Beta-290273	3940±40	BC 2549 to 2347	AMS法	AAA	
KA2-W-02	3	有機質堆積物	Beta-288999	4900±40	BC 3705 to 3647	AMS法	A	

鍛冶屋Bトレンチ

試料No.	層区分	試料	測定No	δ 13C補正年代 (yBP)	暦年代(IntCal 09) 1Sigma (Cal)	測定方法	処理方法	備考
KB-E-04	2c	炭化物	Beta-291063	230±40	AD 1641 to 1953	AMS法	AAA	
KB-E-11	3	有機質堆積物	Beta-291061	1770±40	AD 216 to 338	AMS法	A	
KB-E-05	4	炭化物	Beta-288990	890±40	AD 1049 to 1211	AMS法	AAA	
KB-E-01	4	木片	IAAA-101489	1000±30	AD 992 to 1116	AMS法	AAA	
KB-E-10	4	有機質堆積物	Beta-291060	1360±40	AD 637 to 689	AMS法	A	
KB-E-09	4	有機質堆積物	Beta-288995	1640±40	AD 346 to 530	AMS法	A	
KB-E-07	5	有機質堆積物	Beta-291059	3820±40	BC 2341 to 2155	AMS法	A	
KB-E-08	5	有機質堆積物	Beta-288997	10280±50	BC 10191 to 9894	AMS法	A	
KB-W-02	3	有機質堆積物	Beta-288996	2040±40	BC 106 to AD 17	AMS法	A	
KB-W-01	5	有機質堆積物	IAAA-101490	10410±40	BC 10454 to 10202	AMS法	A	

<参考>鍛冶屋B地点追加ボーリング

試料No.	深度(m)	試料	測定No	δ 13C補正年代 (yBP)	暦年代(IntCal 09) 1Sigma (Cal)	測定方法	処理方法	備考
K-1-1	1.58-1.63	植物遺体	Beta-291062	1110±40	AD 894 to 980	AMS法	AAA	
K-1-2	2.12-2.18	有機質堆積物	Beta-291064	6870±40	BC 5799 to 5714	AMS法	A	
K-3-1	3.35	有機質堆積物	Beta-291065	11250±50	BC 11275 to 11154	AMS法	A	
K-1-4	4.90	木片	Beta-292947	16090±70	BC 17471 to 17032	AMS法	AAA	
K-1-5	6.90-6.93	植物遺体	Beta-292948	17850±80	BC 19526 to 19284	AMS法	AAA	
K-1-6	8.43	植物遺体	Beta-292949	18930±90	BC 20925 to 20359	AMS法	AAA	

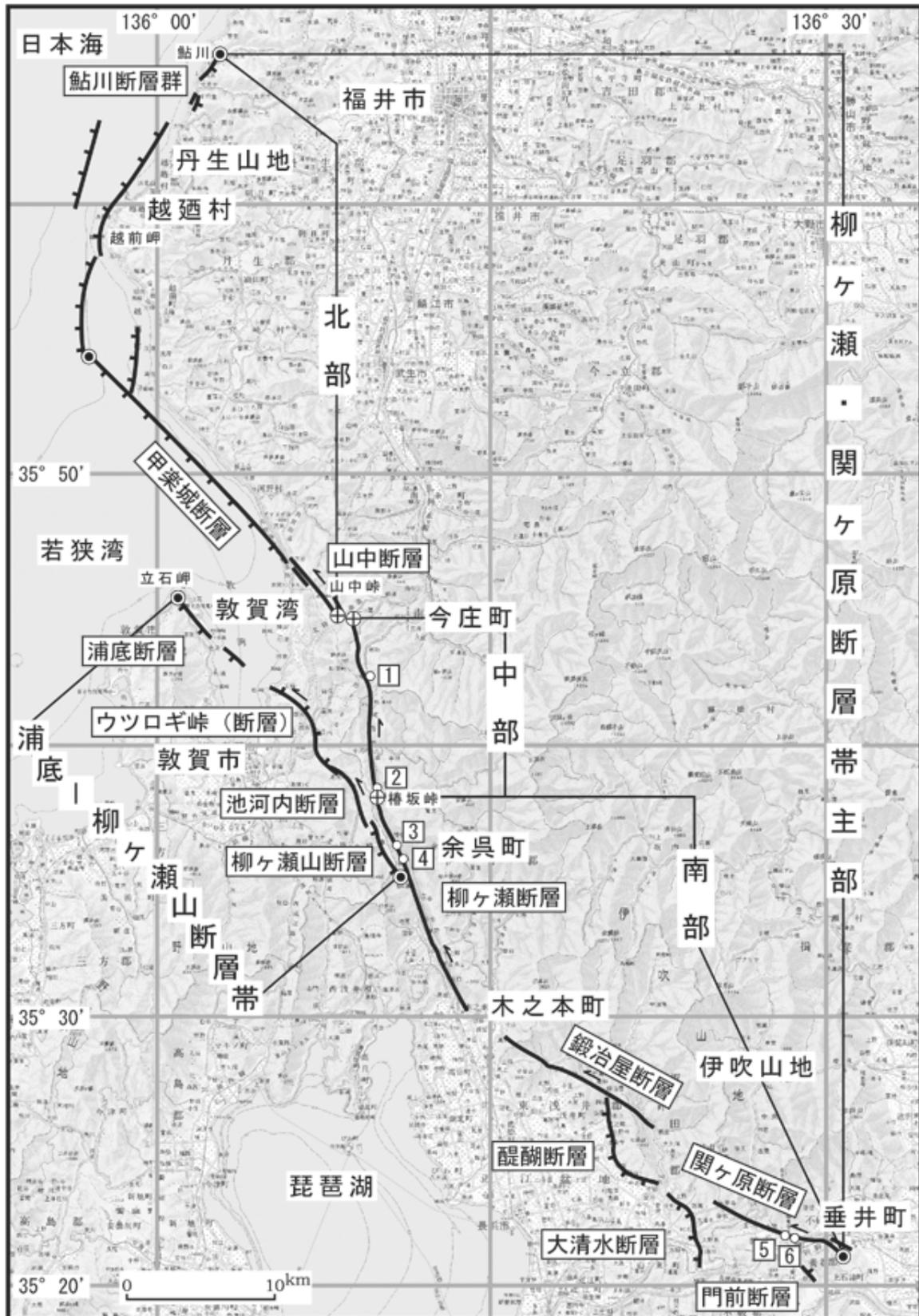
秋葉トレンチ

試料No.	層区分	試料	測定No	δ 13C補正年代 (yBP)	暦年代(IntCal 09) 1Sigma (Cal)	測定方法	処理方法	備考
SC-E10		炭化物	Beta-289025	9230±50	BC 8542 to 8347	AMS法	AAA	
SEKI-E05		有機質堆積物	Beta-289024	12330±50	BC 12566 to 12130	AMS法	A	

宮代ボーリング

試料No.	深度(m)	試料	測定No	δ 13C補正年代 (yBP)	暦年代(IntCal 09) 1Sigma (Cal)	測定方法	処理方法	備考
M-1-1	19.50-19.55	木片	Beta-289026	>43500		AMS法	AAA	
M-1-2	19.80-19.85	木片	Beta-291066	>43500		AMS法	AAA	
M-3-1	1.80	有機質堆積物	Beta-289027	1400±40	AD 614 to 660	AMS法	A	
M-3-2	2.85-3.03	有機質堆積物	Beta-289028	10270±50	BC 10177 to 9890	AMS法	A	

暦年代の計算はOxCal 4.1 (Bronk Ramsey, 2009)を使用。



1 : 清水洞地点 2 : 椿坂峠地点 3 : 椿坂地点
 4 : 雁ヶ谷口地点 5 : 丸山地点 6 : 秋葉地点
 活断層の位置は文献2, 3, 5, 6及び11に基づく。
 ◎ : 断層帯の両端と屈曲点 ⊕ : 断層帯の北部・中部・南部の境界
 基図は国土地理院発行数値地図200000「金沢」「岐阜」「名古屋」

「宮津」及び「京都及大阪」を使用。

図1 柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯に属する活断層の分布
 (地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2004)



図3 鍛冶屋地点周辺の1961年撮影の空中写真
矢印の間が鍛冶屋断層の低断層崖. 国土地理院撮影 KK-61-10 C6B-13を使用

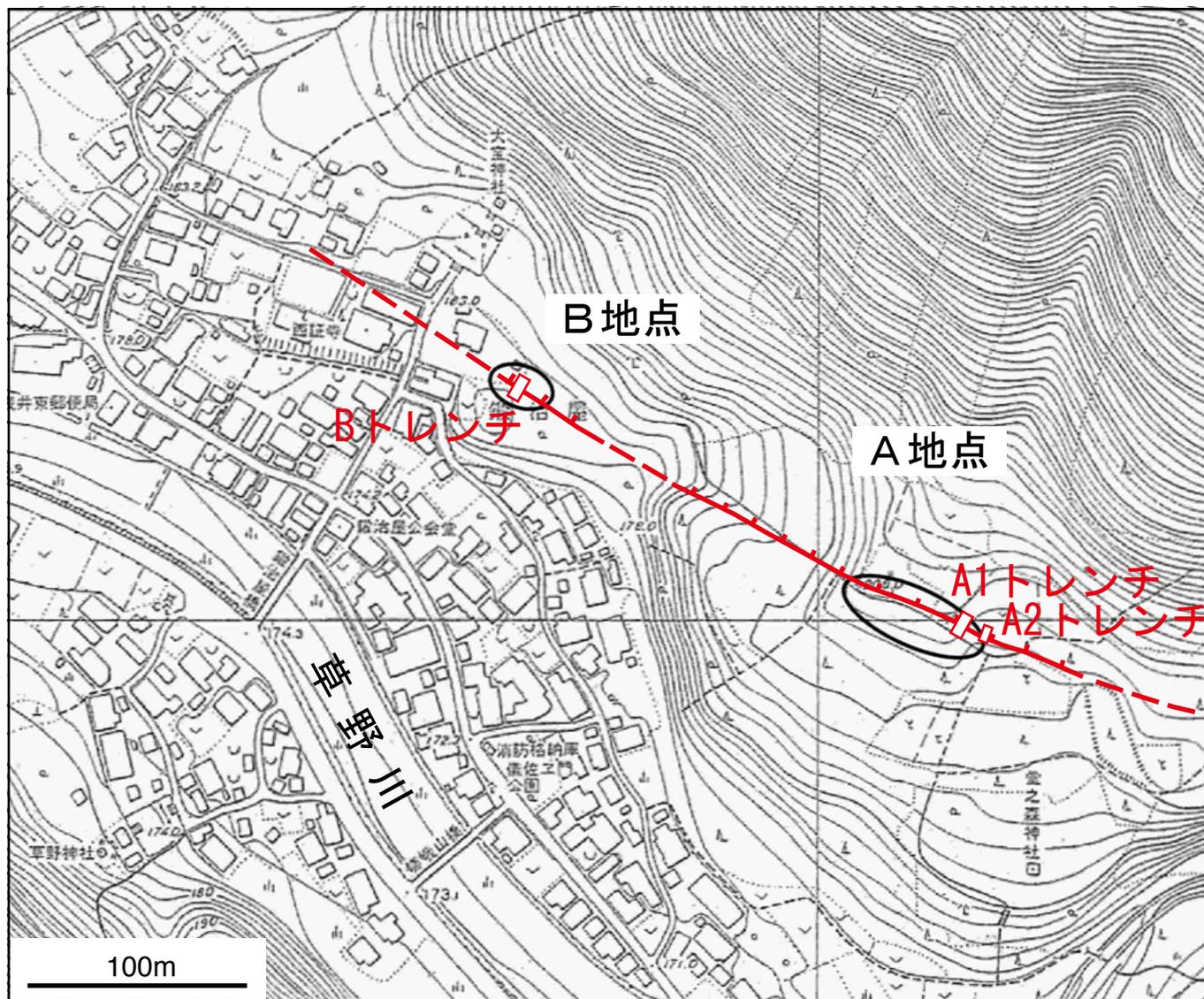


図4 鍛冶屋地点周辺の詳細地形と調査位置
長浜市作成1/2, 500地図を使用

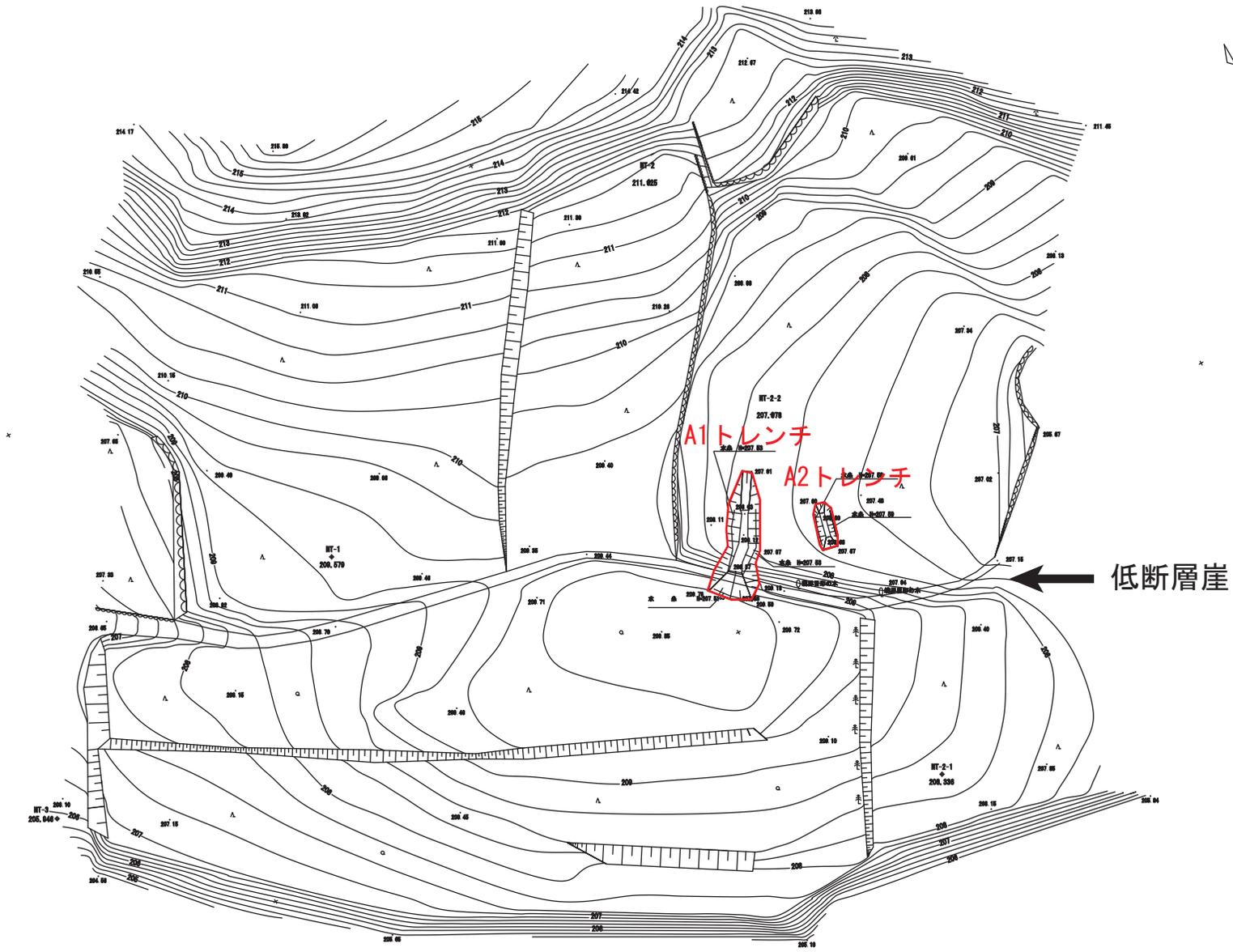


図5 鍛冶屋A地点調査位置実測図

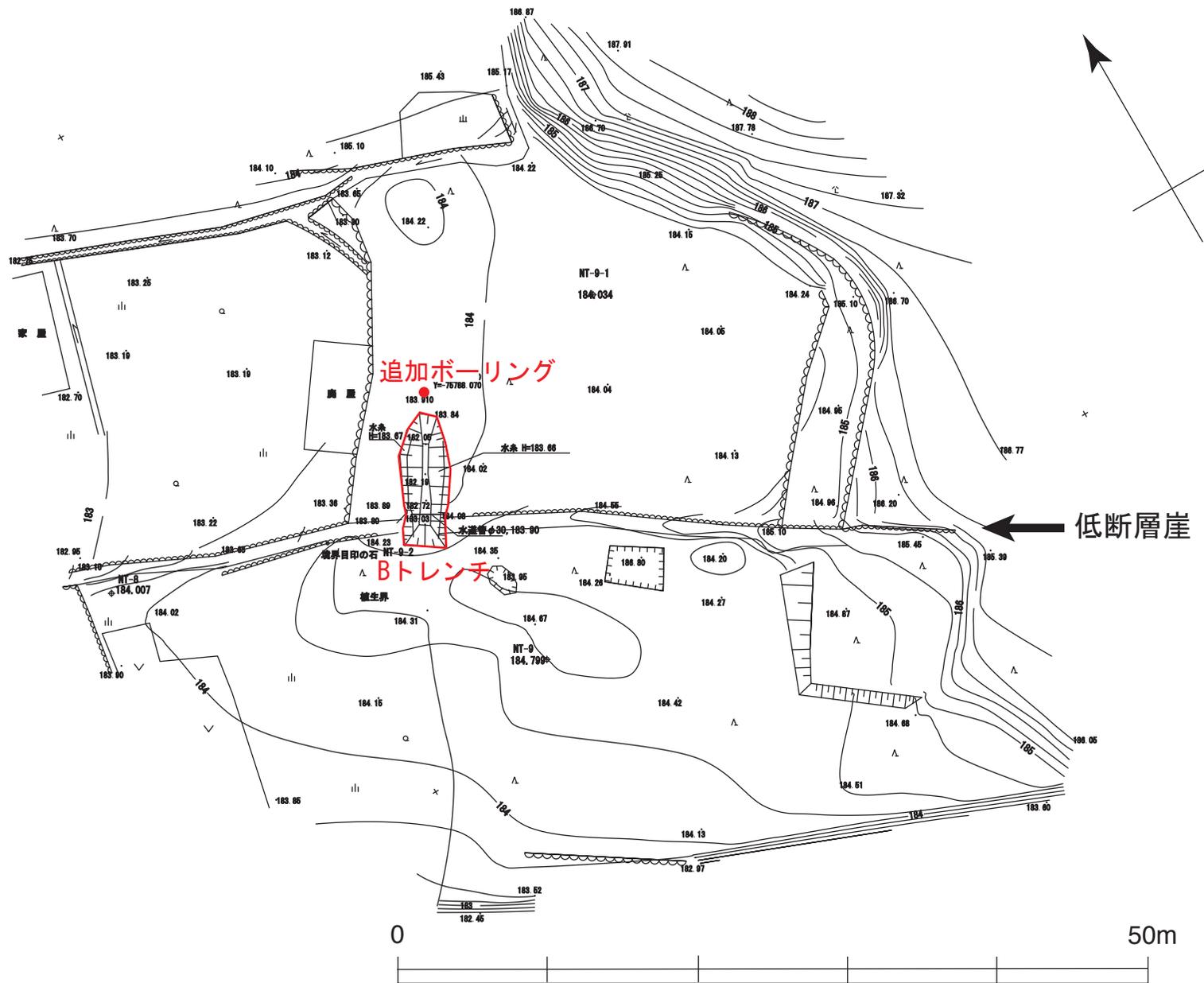


図6 鍛冶屋B地点調査位置実測図

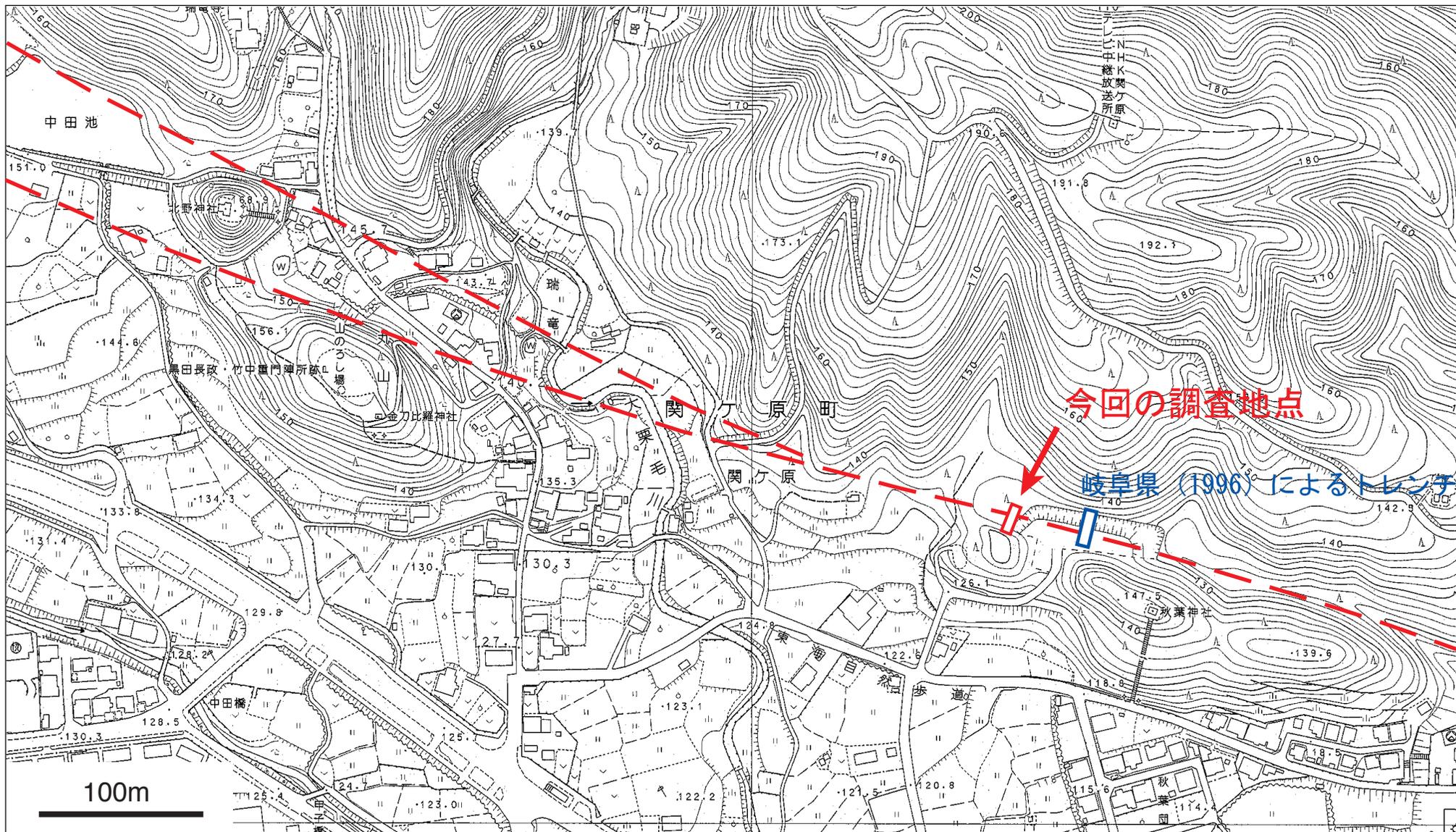


図7 秋葉地点周辺の詳細地形と調査位置
関ヶ原町作成の1/5,000地図を使用

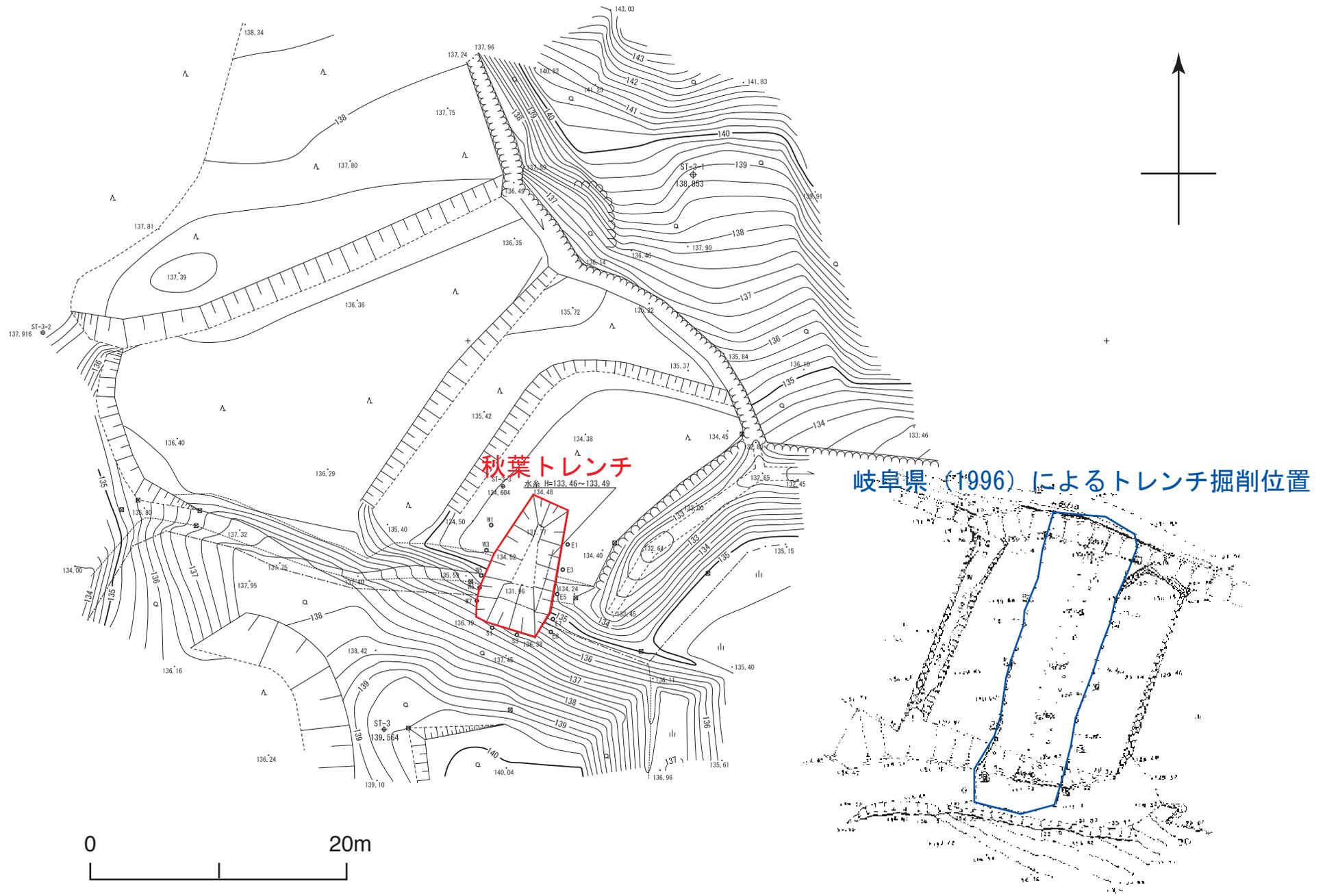


図8 秋葉地点調査位置実測図

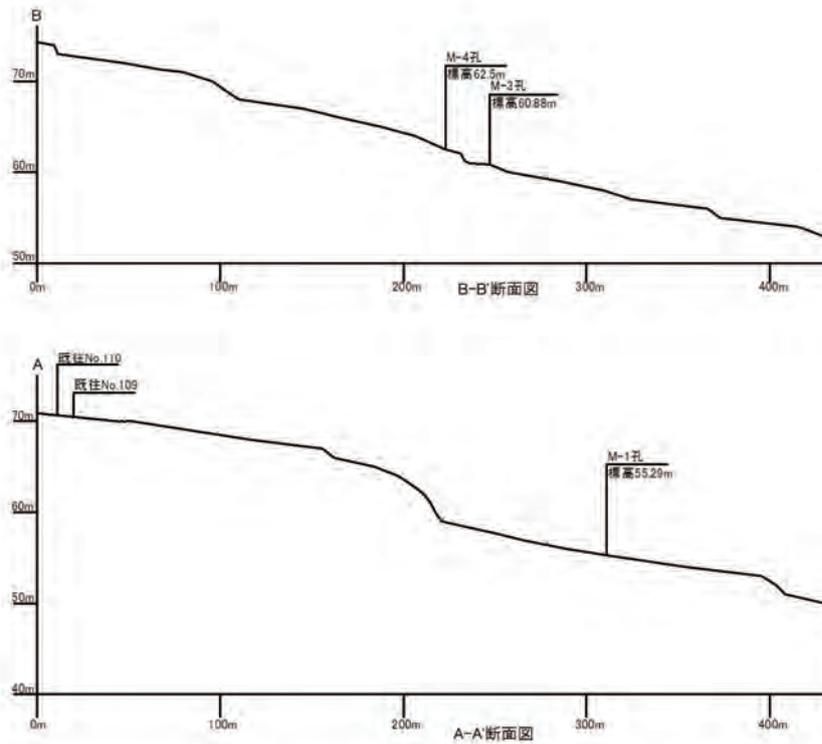
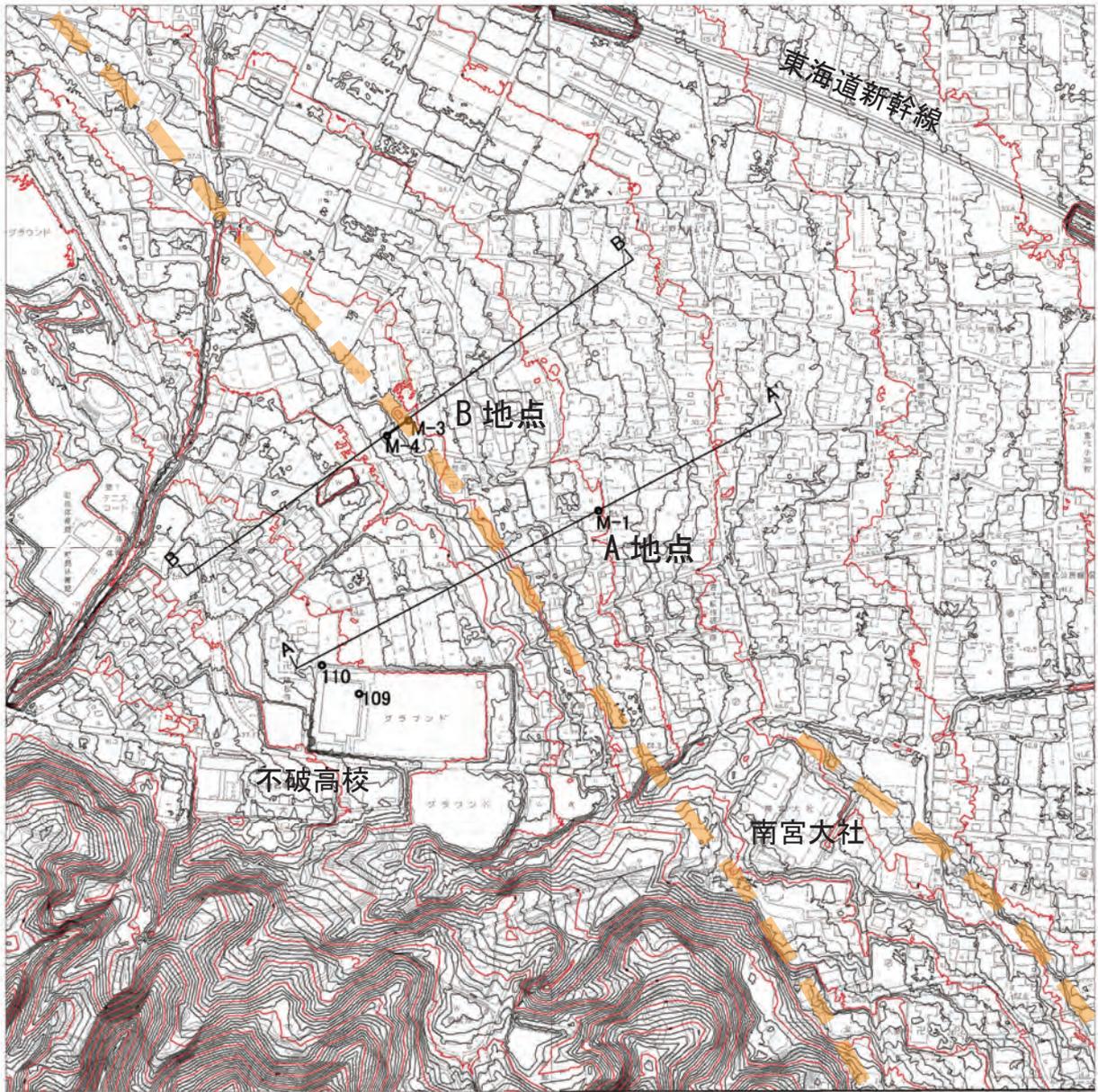


図9 宮代地点付近の詳細地形図と地形断面

等高線は航空レーザー測量データから作成した2mグリッドのDEMによる。間隔は1m

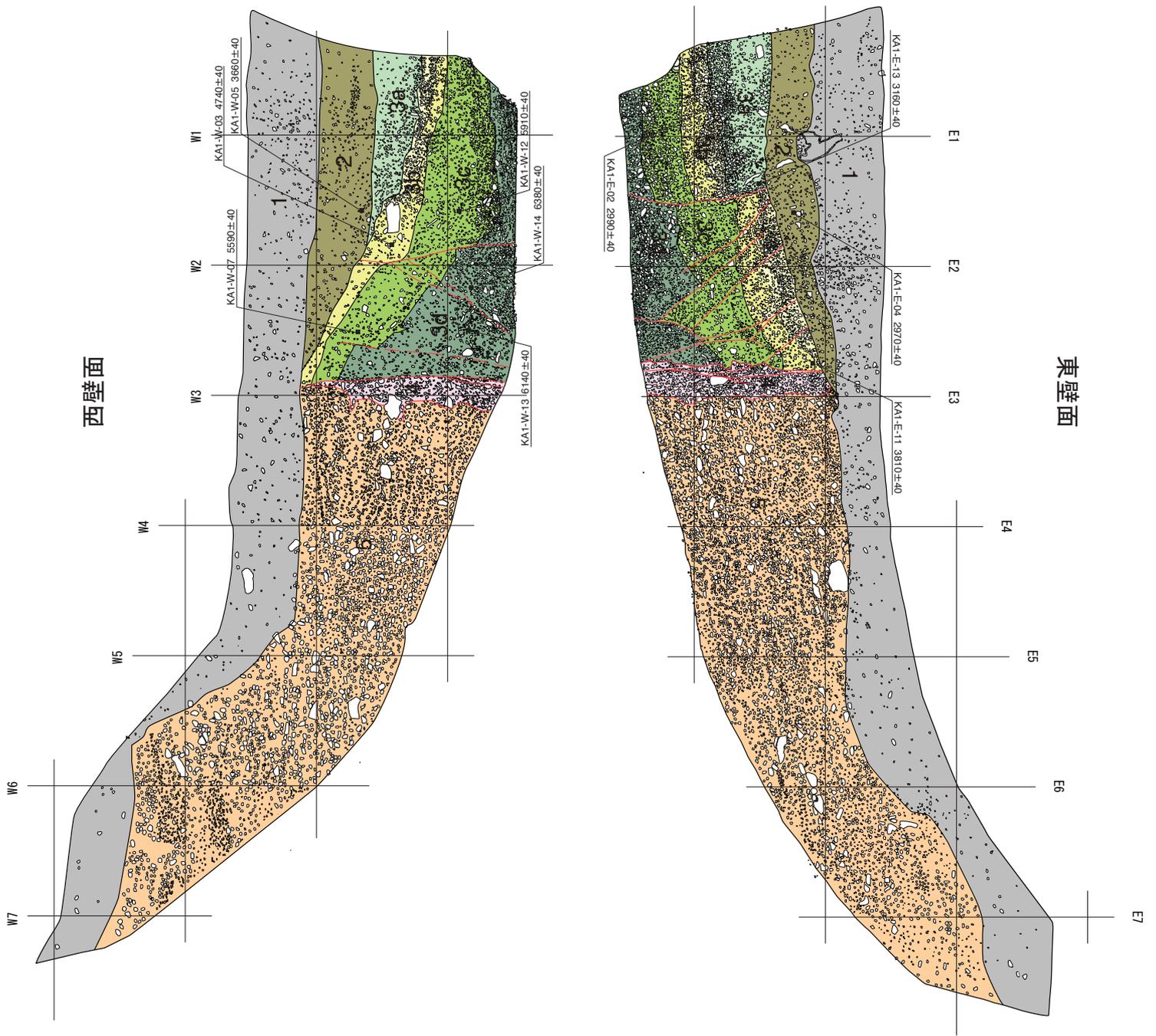


図10 鍛冶屋A1トレンチの壁面スケッチ
 グリッドは鉛直面上で1mを示す。



図11 鍛冶屋A1トレンチ壁面の写真
上：東壁面，下：西壁面

東壁面

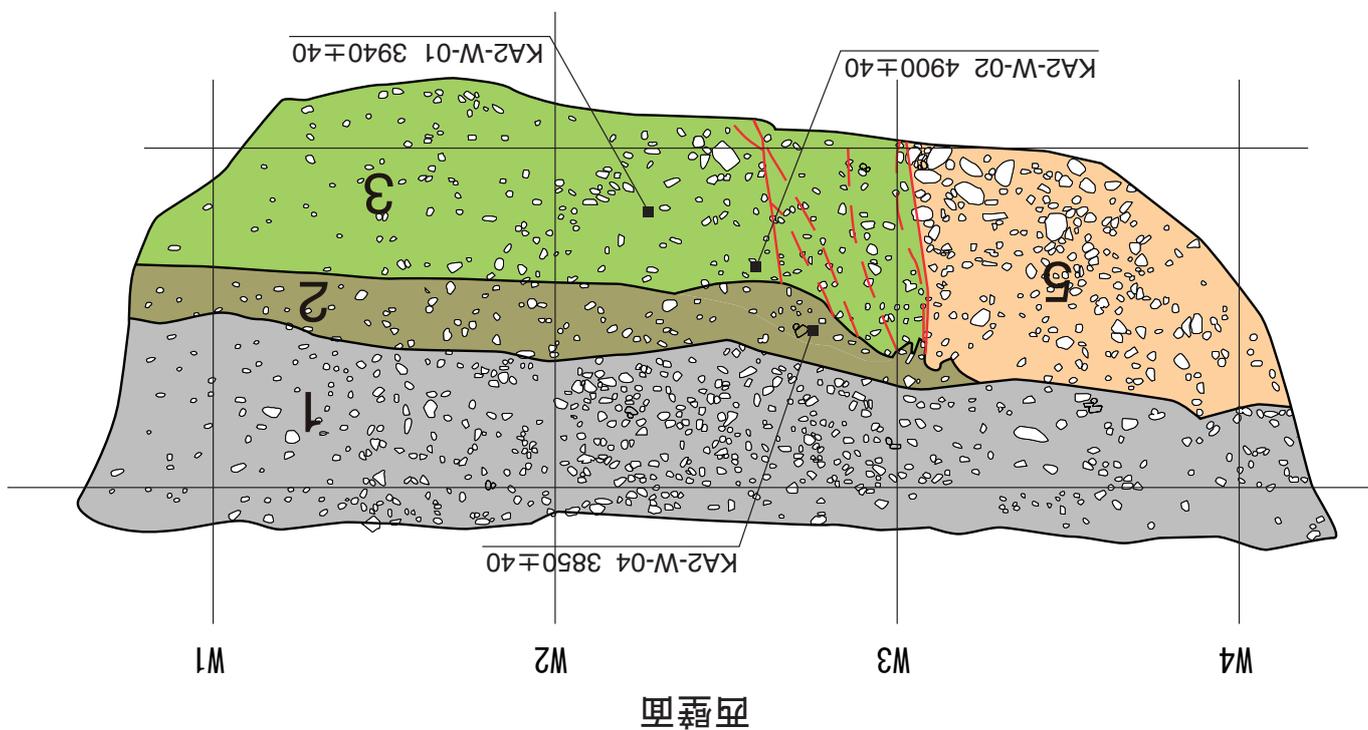
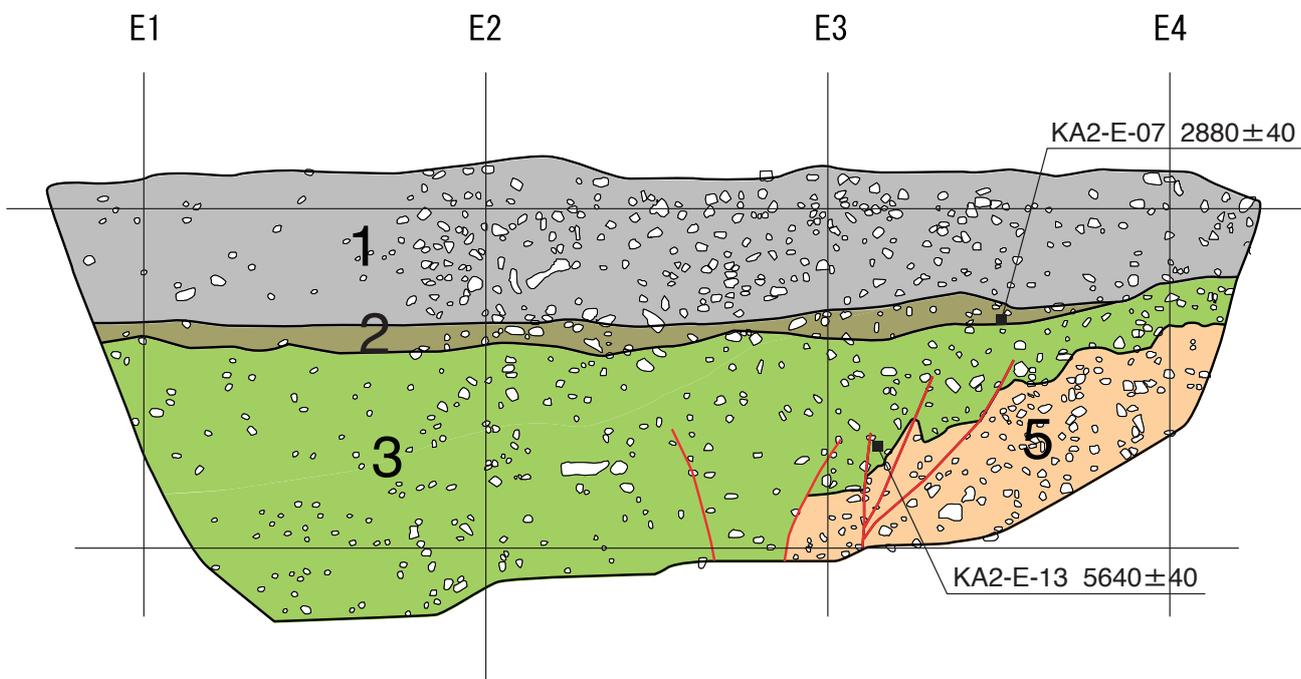


図12 鍛冶屋A2トレンチの壁面スケッチ
グリッドは鉛直面上で1mを示す.



図13 鍛冶屋A2トレンチ壁面の写真
上：東壁面，下：西壁面

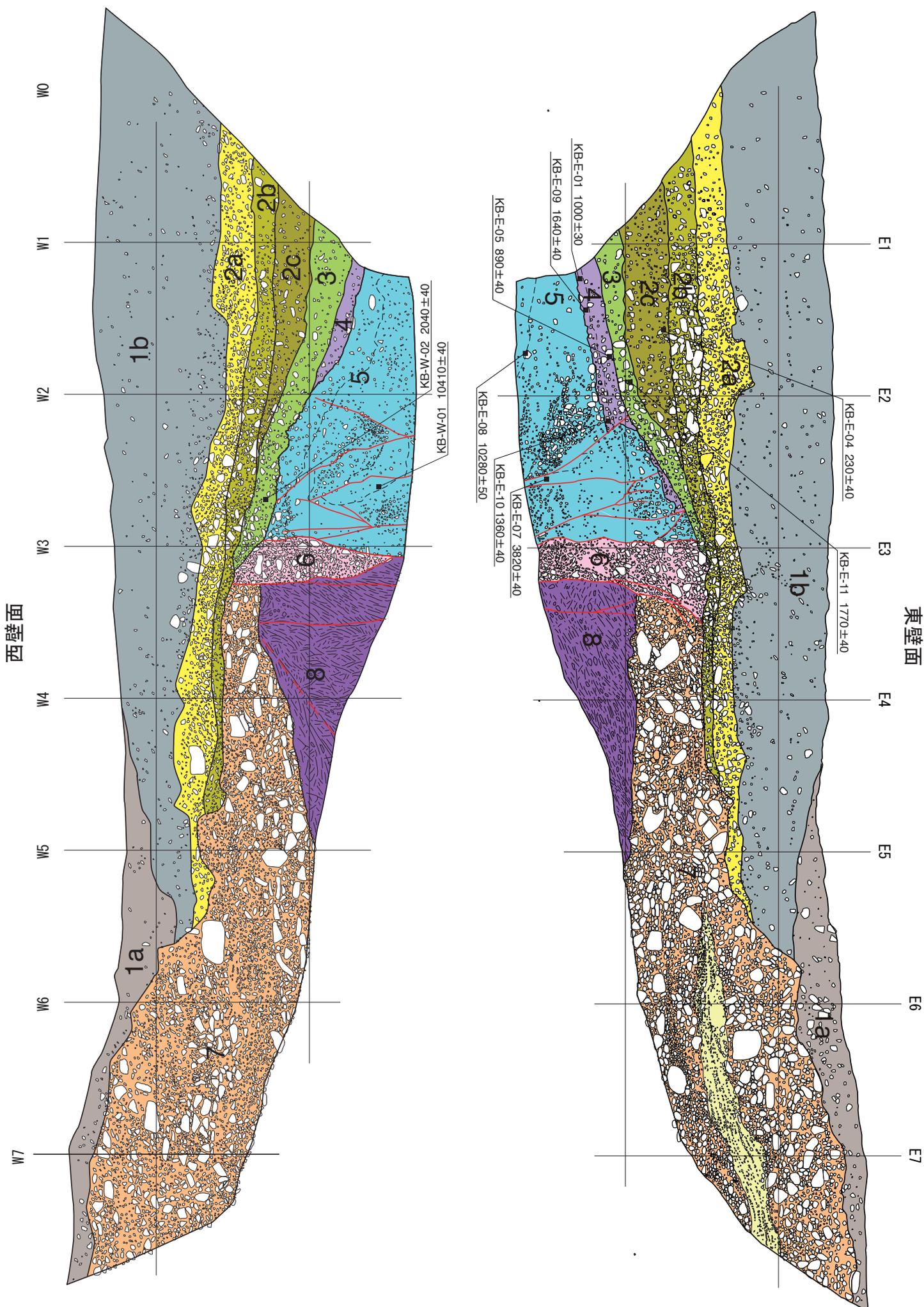


図14 鍛冶屋Bトレンチの壁面スケッチ
 グリッドは鉛直面上で1mを示す。



図15 鍛冶屋Bトレンチ壁面の写真
上：東壁面，下：西壁面

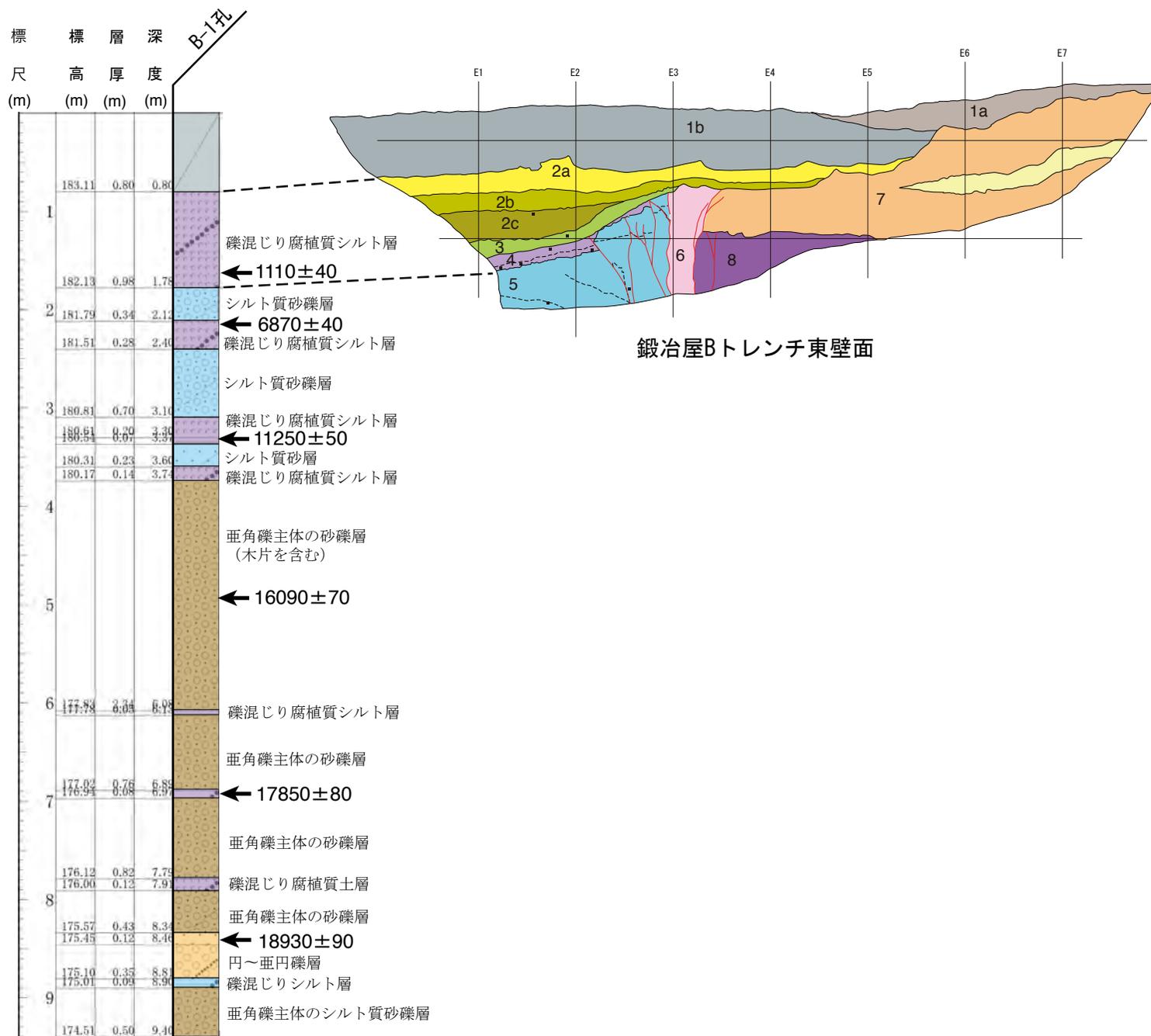


図16 <参考>鍛冶屋Bトレンチおよびボーリング断面図
柱状図の横の数値は放射性炭素同位体年代測定値

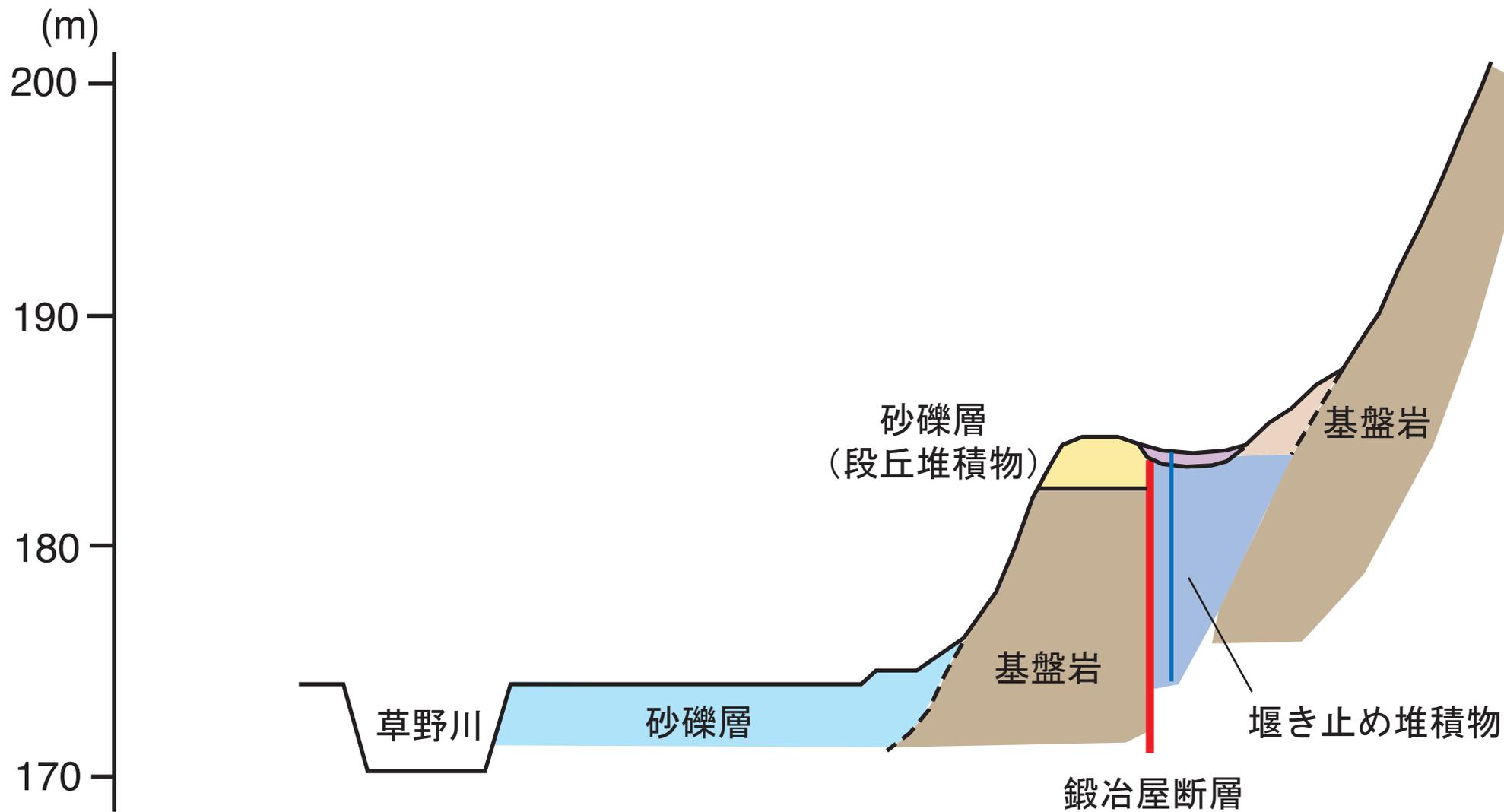


図17 <参考>鍛冶屋B地点の模式断面図
 垂直方向に約5倍に拡大

東壁面

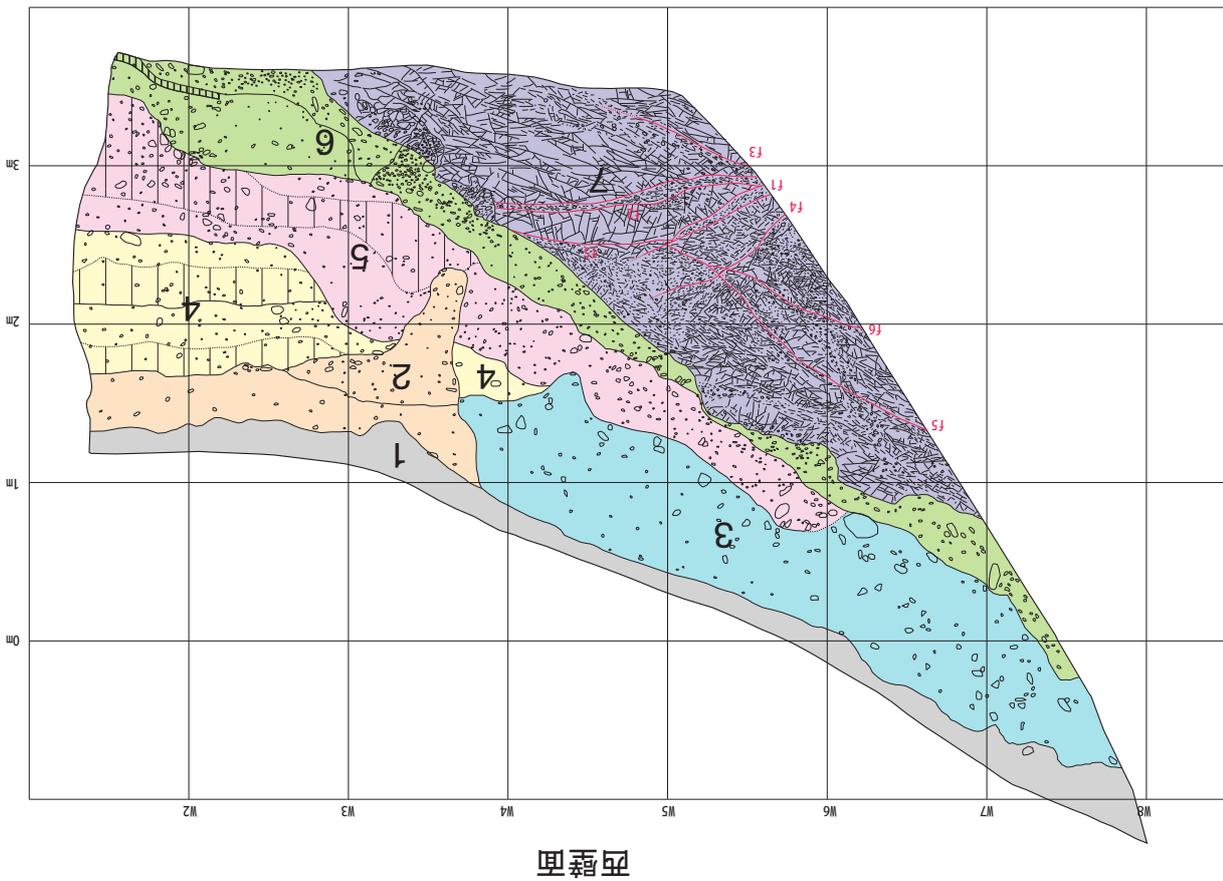
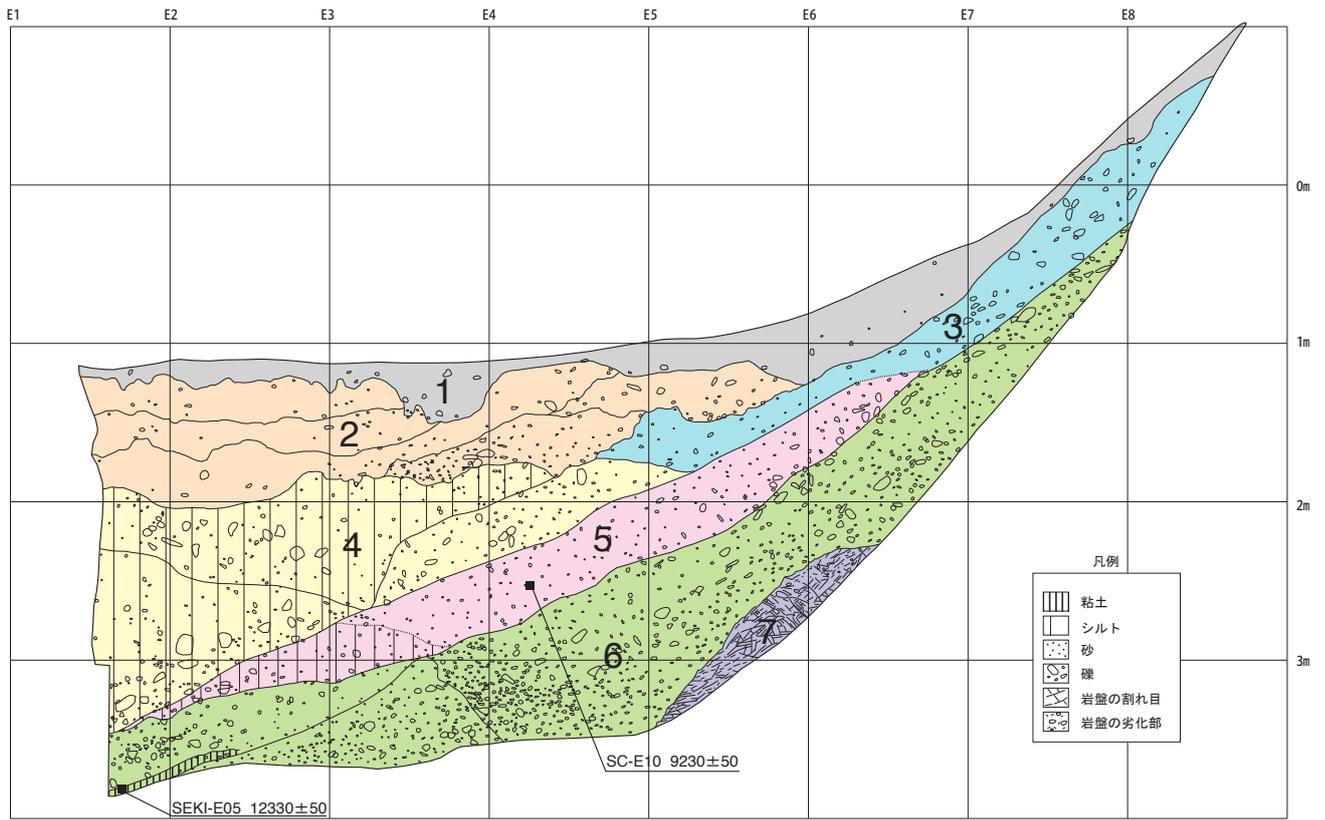


図18 秋葉トレンチの壁面スケッチ
グリッドは鉛直面上で1mを示す。



図19 秋葉トレンチ壁面の写真
上：東壁面，下：西壁面

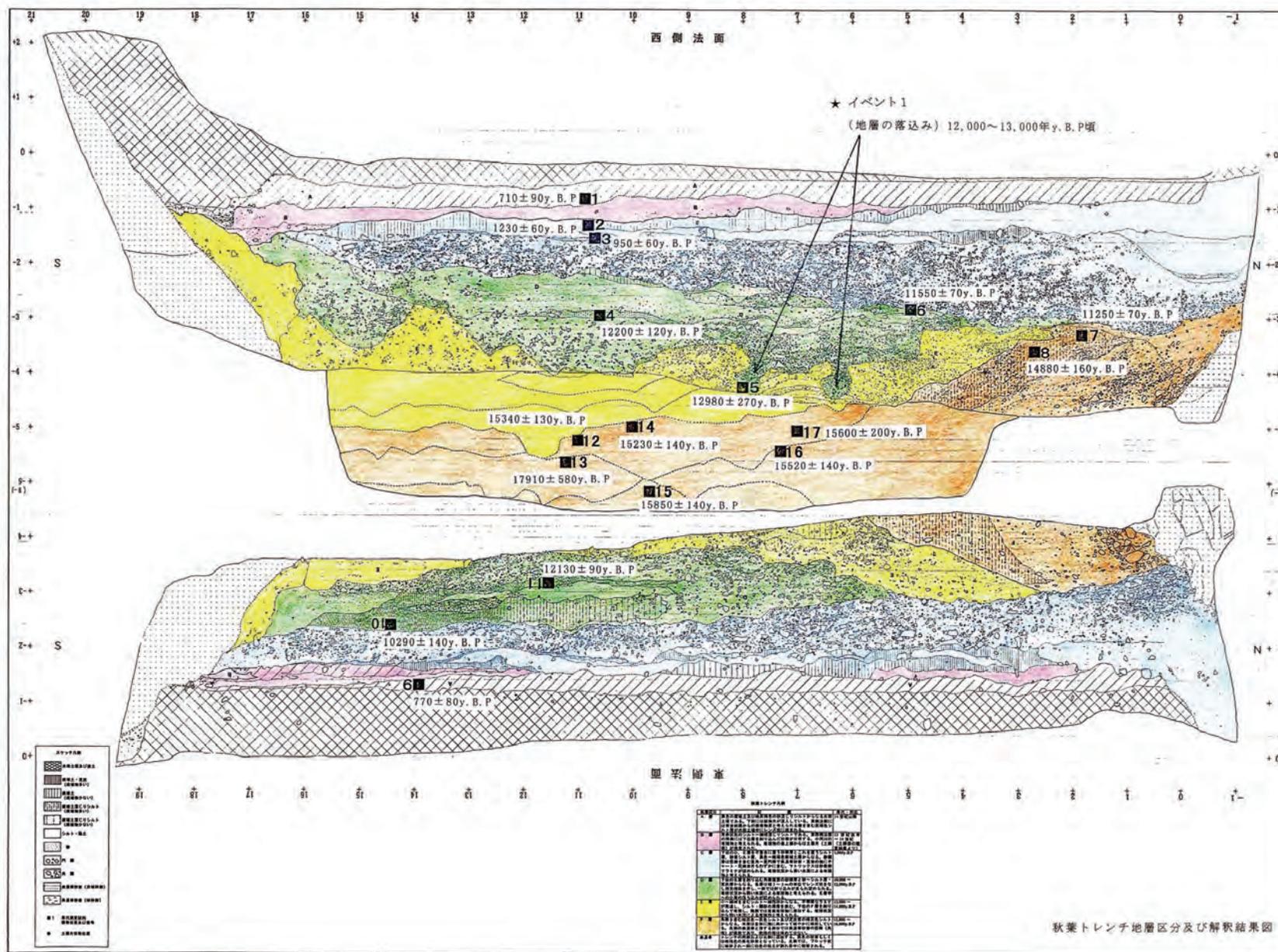


図20 岐阜県によるトレンチの壁面スケッチ (岐阜県, 1996)

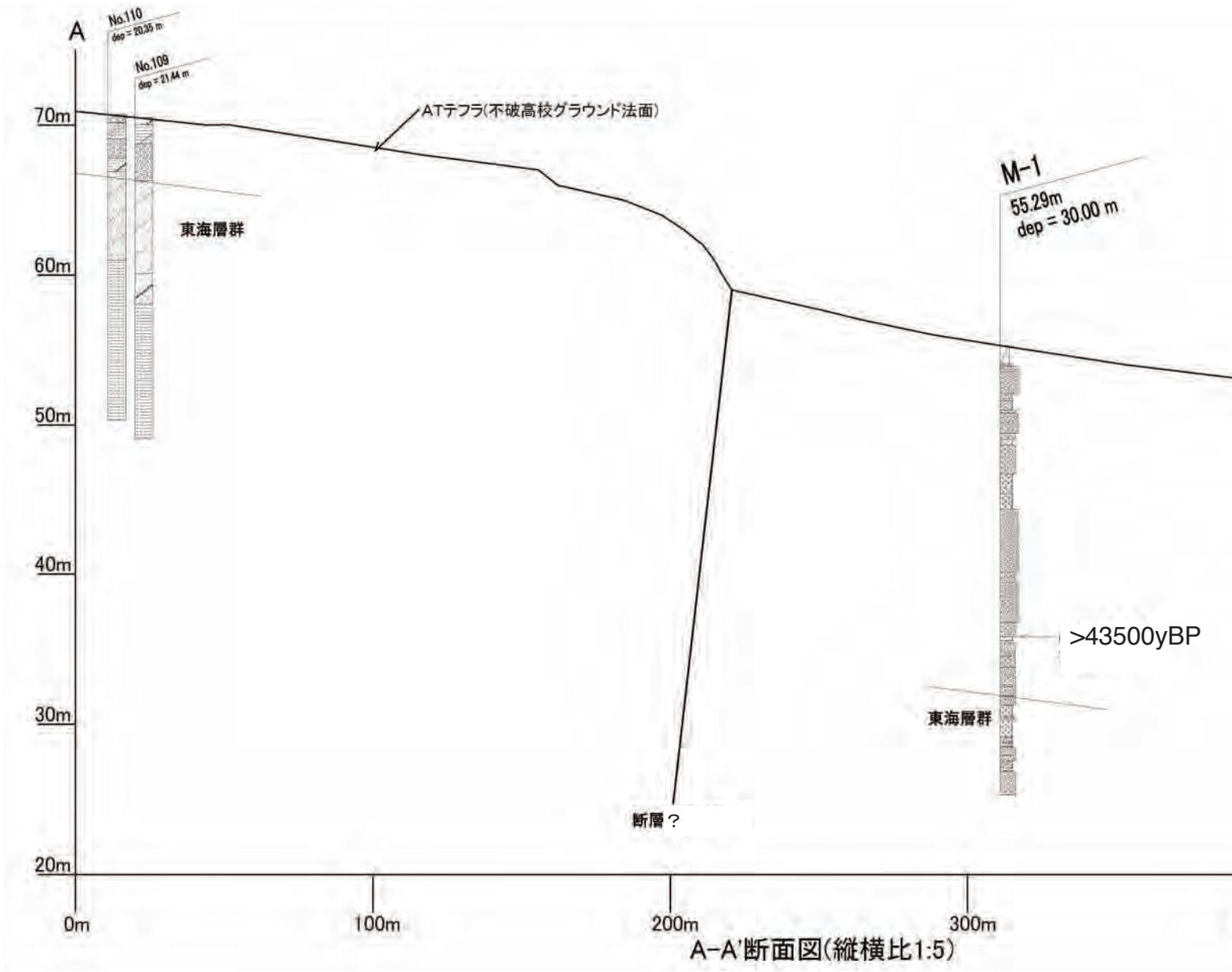


図 21 宮代 A 地点のボーリング断面図

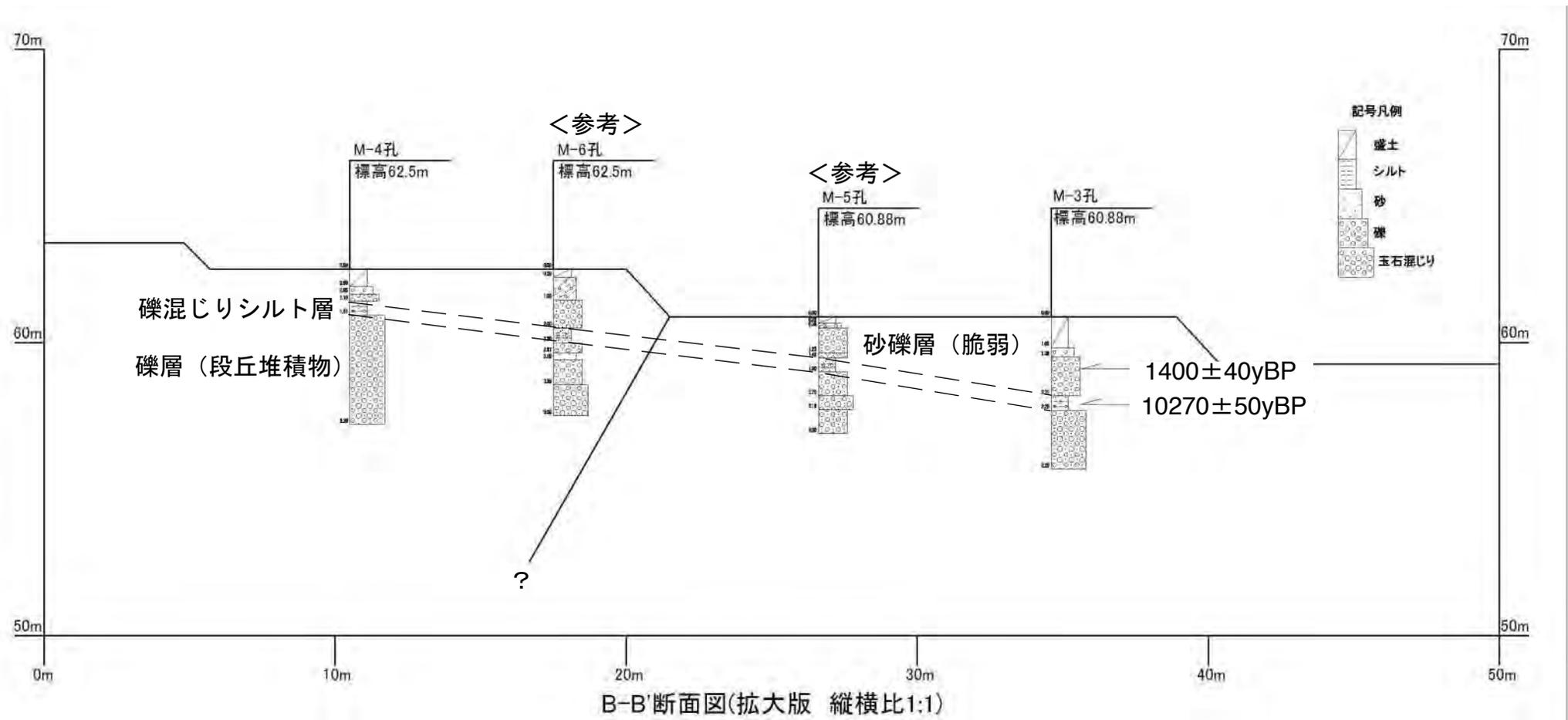


図22 宮代B地点のボーリング断面図