

【③数値シミュレーション(Ando(2013)に基づく計算)】

○旧Bトレンチ北西壁のスケッチに基づき安山岩と砂礫 I・II 層をモデル化し、Ando(2013)の手法により変位シミュレーションを行い、砂礫 I・II 層に発生するせん断構造の出現形態を検討した。

○その結果、旧Bトレンチ北西壁の砂礫層中において、断層直上から地表まで達するせん断帯が形成されるとの結果を得た(次頁)。

■検討内容

・旧Bトレンチ北西壁のスケッチに基づき安山岩と砂礫 I・II 層をモデル化し、Ando(2013)の手法により変位シミュレーションを行い、砂礫 I・II 層に発生するせん断構造の出現形態を求める。

■Ando(2013)の手法

・岩盤を剛体、未固結の上載層をビンガム流体と仮定し、差分法の一つであるCIP(Constrained Interpolation Profile)法を用いて、岩盤の断層運動により生じる上載層の変形を計算する。ダイレイタンス(砂層が変形する際に体積が変化する現象)については、内部摩擦角の変化として考慮する。

■計算条件

砂礫 I・II 層の物性値

	密度(g/cm ³)	粘着力(N/mm ²)	内部摩擦角(°)※1	備考
物性値A	1.846	0.0017	39.1	埼玉県鴻巣市のボーリング試料(細粒砂、深度6.07-7.00m)の土質試験より得られた値(吉見・竿本, 2006)
物性値B	1.75	0.041	13.1	原子炉設置位置付近の表土(深度0.5-0.75m)の土質試験より得られた値

※1 ダイレイタンスを考慮した内部摩擦角の増加量は、榊原ほか(2008)の圧密を受けた砂層における値を参考に最大25°とした。

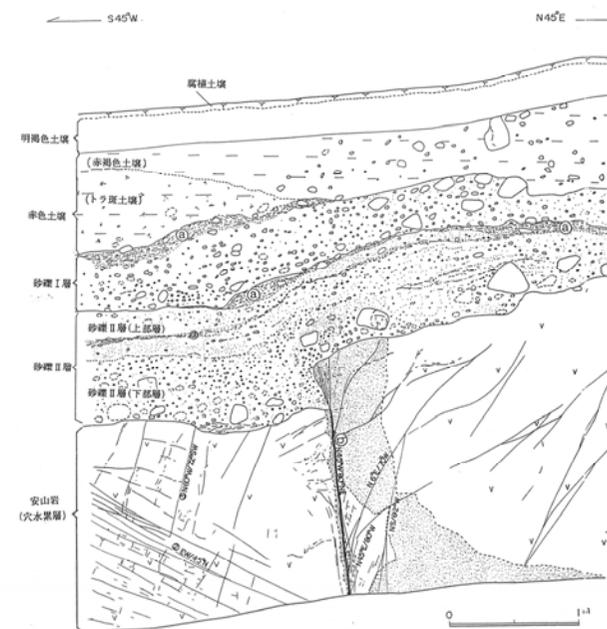
計算ケース

ケース	単位変位量(cm)	最大すべり速度(m/s)※2	砂礫 I・II 層の物性値
①	35	1.0	物性値A
②	35	0.5	物性値A
③	10※3	0.5	物性値A
④	35	0.5	物性値B

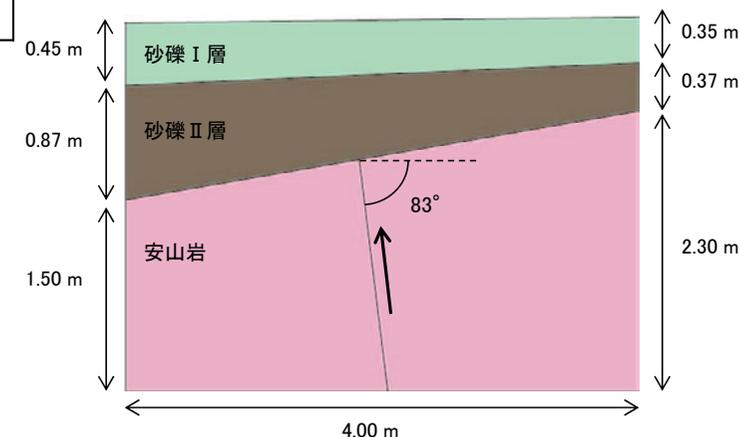
※2 地震時における断層のくい違い速度は0.5~6.3m/sとされている(中田・宮内, 1985)

※3 複数回の変位を考慮し、設定した数値

■モデルの設定



旧Bトレンチ北西壁のスケッチ



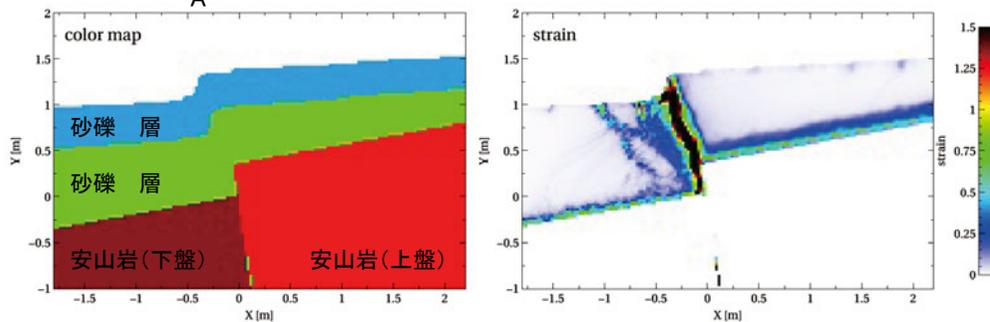
計算に使用するモデル

上図のS-1上盤側を35cm低下させ、地層境界を直線に単純化した

【③数値シミュレーション(Ando(2013)に基づく計算結果)】

①単位変位量：35cm，最大すべり速度：1.0m/s，物性

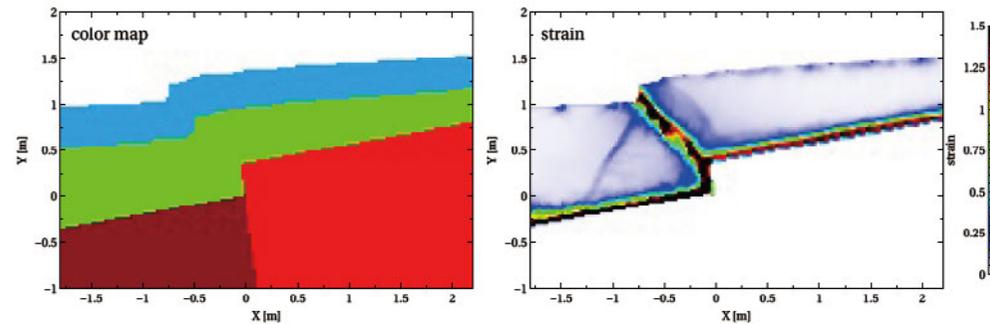
A



変形図

せん断ひずみ分布図

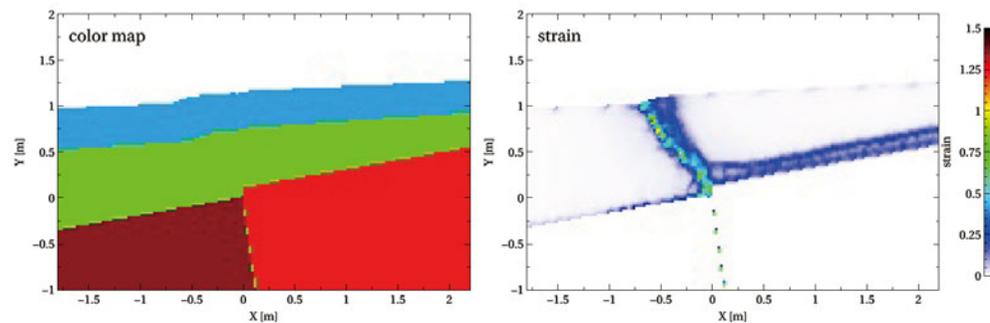
②単位変位量：35cm，最大すべり速度：0.5m/s，物性A



変形図

せん断ひずみ分布図

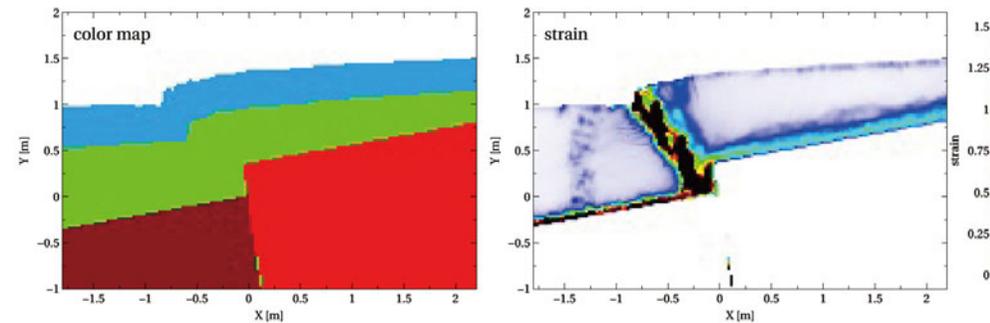
③単位変位量：10cm，最大すべり速度：0.5m/s，物性A



変形図

せん断ひずみ分布図

④単位変位量：35cm，最大すべり速度：0.5m/s，物性B



変形図

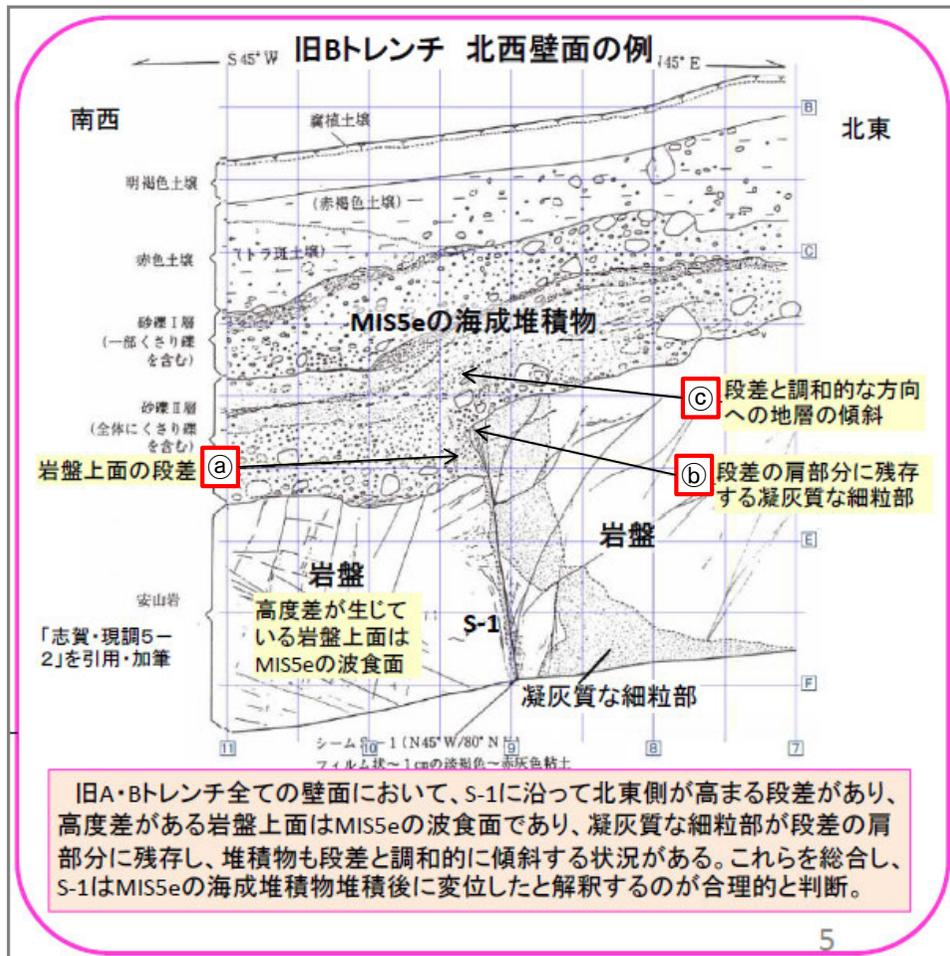
せん断ひずみ分布図

5.3.2(4) S-1 旧A・Bトレンチ ー有識者会合以降の追加検討ー

○有識者会合は、旧A・Bトレンチにおいて、S-1に沿ってMIS5eの波食面である岩盤上面にほぼ一様な段差が認められること(下図①)、その段差沿い及び肩部分の岩盤には軟質な細粒部が認められること(下図②)、堆積物の層理面はすべて南西側(段差と調和的な方向)に傾斜しており、段差直上において層理面の系統的な増傾斜も認められること(下図③)から、S-1はMIS5eの海成堆積物堆積後に変位したと解釈するのが合理的であると評価している。

○この有識者会合の評価について、下記右に示す検討(a)～(c)を行った。

○なお、有識者会合は、旧A・Bトレンチの岩盤の上位に分布する砂礫I層・II層を「MIS5eの海成堆積物」としているが、前述した海成堆積物の認定基準(P.554)に基づき、海成段丘堆積物を認定することができないことから、陸成堆積物の可能性も考慮して検討を行った。



有識者会合による旧A・Bトレンチの評価

(「北陸電力株式会社志賀原子力発電所の敷地内破砕帯の評価について(報告) 平成28年4月27日原子力規制庁」に加筆)

有識者会合の評価

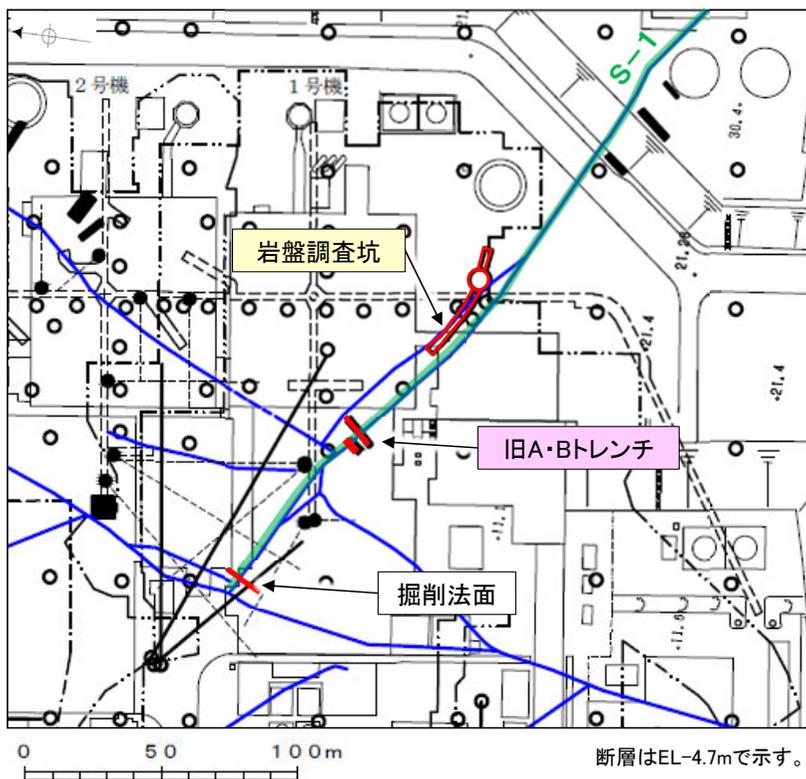
- ① **岩盤上面の段差**
 - ・旧A・Bトレンチにおいて、S-1に沿って岩盤上面にほぼ一様な段差が認められる。
 - ・岩盤上面はMIS5eの波食面であり、波食面に系統的な段差が認められることは、岩盤上面がほぼ平坦に削剥された後に、S-1のずれによって段差が生じたことを示唆する。
- ② **岩盤部の凝灰質な細粒部**
 - ・段差沿い及び肩部分には軟質な細粒部が分布する。
 - ・段差が侵食により形成された場合、S-1の南西側の硬質な安山岩だけが侵食され、軟質と思われる細粒部が肩部分や壁面に残ることは難しいと思われる。
- ③ **堆積物の変位・変形の有無**
 - ・上位の堆積物の層理面は全て南西側に傾斜しており、一部の壁面を除けば段差直上において層理面の増傾斜も認められる。
 - ・これらの地層の傾斜は、個々には、堆積構造と解釈する余地もあるが、S-1の変位によって形成されたとも解釈できる。

データ拡充・検討内容

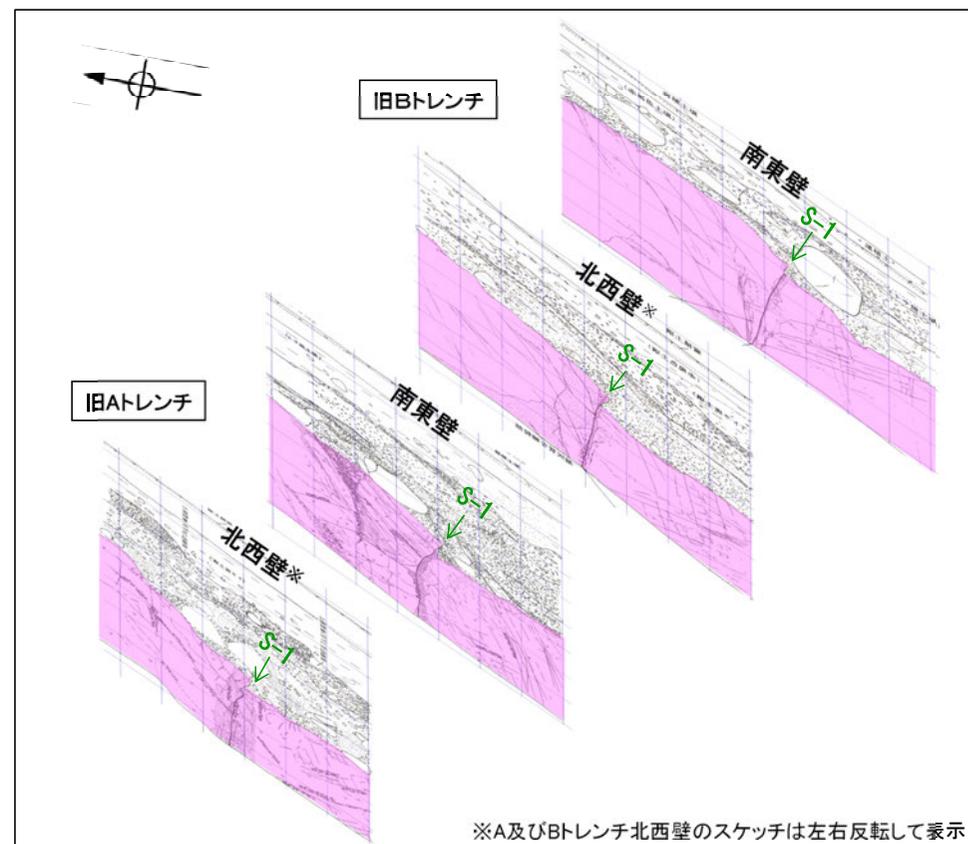
- (a) **岩盤上面の段差の検討**
(建設時のデータによる検討) 今後の課題①に対応
内容: 旧A・Bトレンチ付近に位置する建設時の掘削法面において、岩盤上面の段差の連続性の有無を確認した(P.613～616)。また、発電所建設前の地形との関係から、旧A・Bトレンチの岩盤上面の段差の成因について考察を行った(P.617)。
- (b) **凝灰質な細粒部の硬さに関する検討**
(細粒部の針貫入試験)
内容: 段差の地下延長部にあたる岩盤調査坑において、S-1沿いに分布する凝灰質な細粒部(固結した破砕部)と周辺の母岩(凝灰角礫岩)の硬さを、針貫入試験により比較した(P.618, 619)。
- (c) **層理面の傾斜等に関する検討**
(堆積実験, 断層変位実験)
内容: 段差と調和的な方向への地層の傾斜が、堆積構造か、断層運動によるものか判断するための知見を得るため、旧A・Bトレンチを模擬した堆積実験・断層変位実験を行った(P.620～622)。

5.3.2(4) S-1 旧A・Bトレンチ (a)岩盤上面の段差の検討(概要)

- 有識者会合は、旧A・Bトレンチの4つの全ての壁面において、S-1に沿って岩盤上面にほぼ一様な段差が認められ(右下図)、この岩盤上面はMIS5eの波食面であることから、波食面に系統的な高度差が認められることは、岩盤上面がほぼ平坦に削剥された後に、S-1のずれによって段差が生じたことを示唆すると評価している。
- 有識者会合は、上記評価は限られた資料やデータに基づいて行われていることから、より正確・確実な評価にするために、1号原子炉建屋建設時等におけるS-1とその周囲の形状を示す未提示の写真やスケッチの提示を今後の課題①としている。
- 今後の課題①を踏まえ、仮にS-1のずれにより、MIS5eの波食面に高度差が生じたとした場合、同じ中位段丘I面上に位置する建設時の掘削法面にも同程度の高度差を持つ段差が認められるはずであるが、そのような状況が見られるか否かについて検討を行った(P.614~616)。
- また、旧A・Bトレンチの4つの壁面と人工改変前の地形との関係から、段差の成因について考察を行った(P.617)。
- 以上の検討の結果、旧A・Bトレンチの岩盤上面の段差は、河川の侵食作用によりS-1沿いに形成されたものと考えられる。



調査位置図

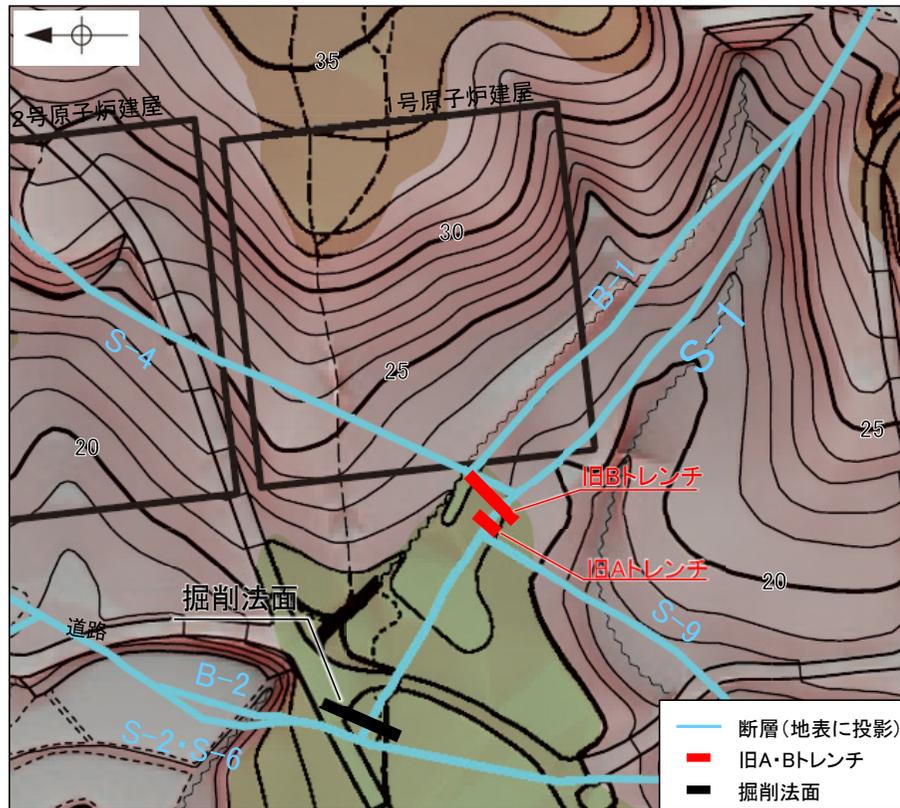


トレンチ壁面の位置関係

5.3.2(4) S-1 旧A・Bトレンチ (a)岩盤上面の段差の検討(掘削法面との比較) —

- 旧A・Bトレンチにおいては、岩盤上面がS-1を境にして北東側が南西側に対して見かけ20~35cm高い段差が認められる。
- 仮にS-1のずれにより、MIS5eの波食面に高度差が生じた場合、同じ中位段丘I面上に位置する建設時の掘削法面にも同程度の高度差を持つ段差が認められるはずであるが、掘削法面における調査の結果、そのような波食面の高度差は認められない(次頁)。
- このことから、旧A・Bトレンチの岩盤上面の段差は、後期更新世以降にS-1の変位により形成されたものではないと判断される。

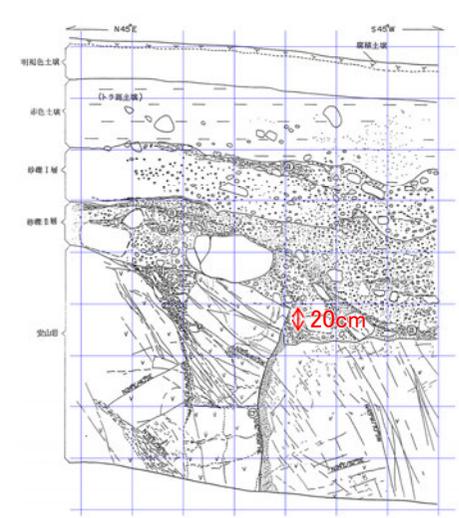
【旧A・Bトレンチ 位置図及びスケッチ】



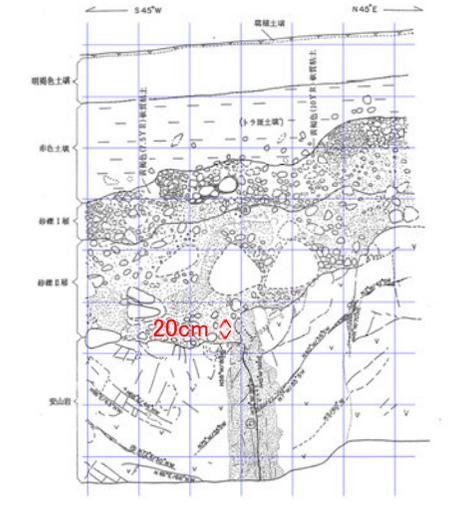
この図は、1985年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺8,000分の1)、1961年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺15,000分の1)及び水準測量結果をもとに作成した立体地図(等高線は1m間隔)を基図として、空中写真判読及び既存ボーリングの地質データ等に基づいた段丘面分布等を示したものである。



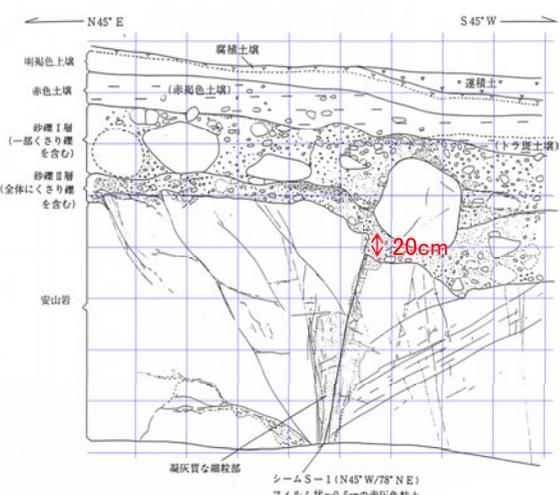
旧地形図(立体地図)



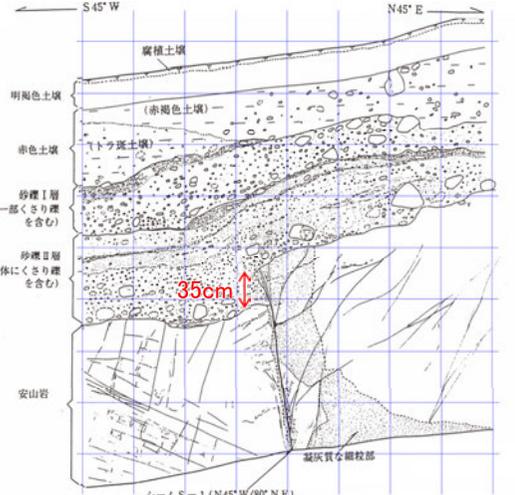
旧Aトレンチ南東壁面スケッチ



旧Aトレンチ北西壁面スケッチ

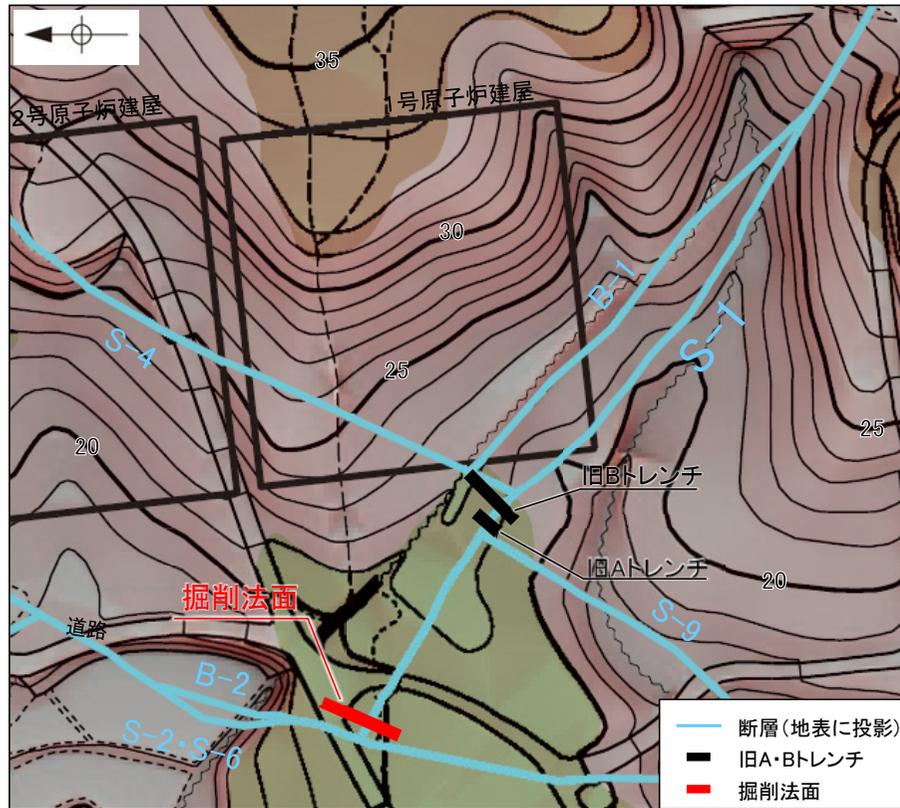


旧Bトレンチ南東壁面スケッチ



旧Bトレンチ北西壁面スケッチ

【掘削法面 位置図及びスケッチ】

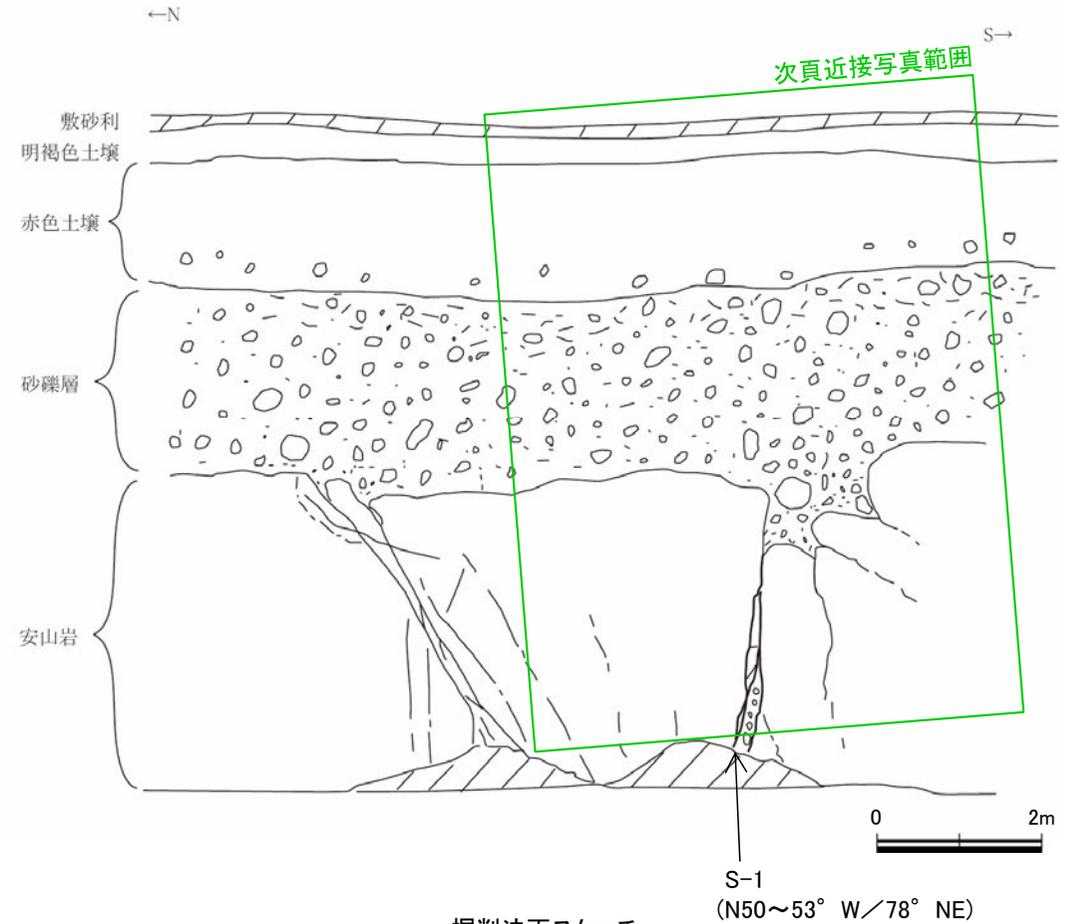


段丘面凡例
高位段丘1面
H1a
中位段丘1面
M1

この図は、1985年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺8,000分の1)、1961年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺15,000分の1)及び水準測量結果をもとに作成した立体地図(等高線は1m間隔)を基図として、空中写真判読及び既存ボーリングの地質データ等に基づいた段丘面分布等を示したものの。



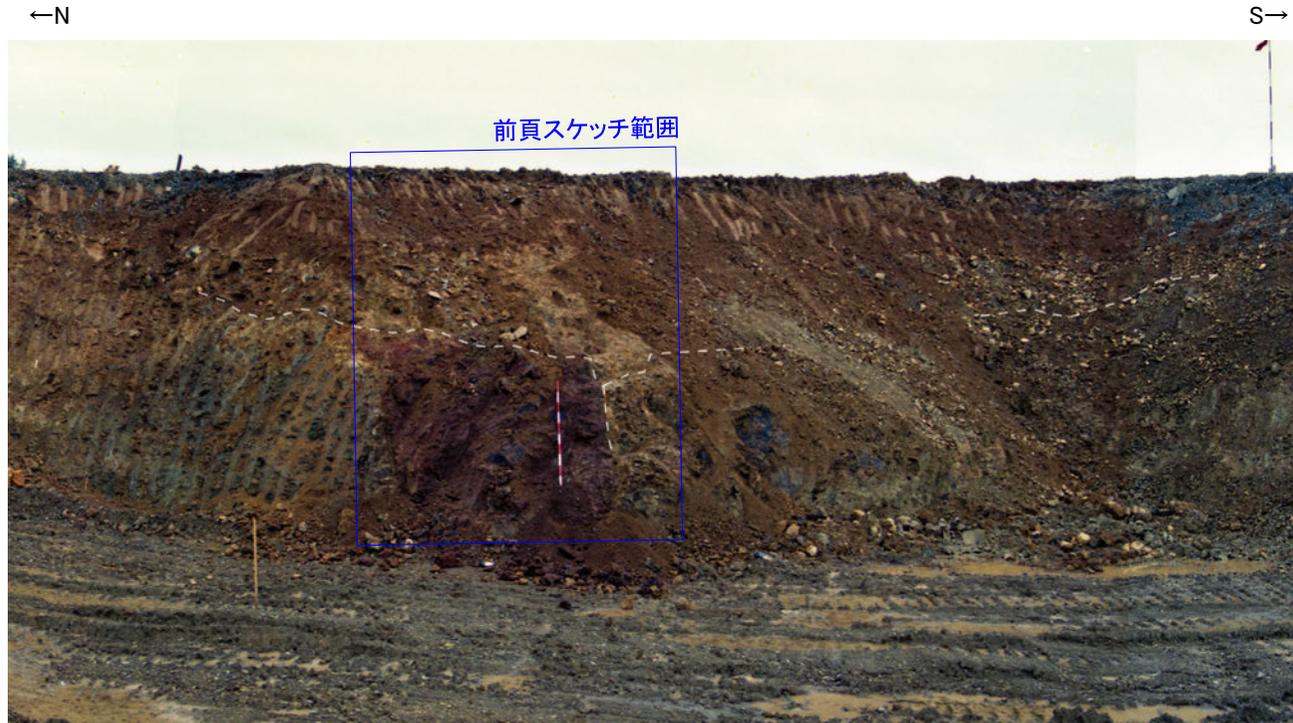
旧地形図(立体地図)



掘削法面スケッチ

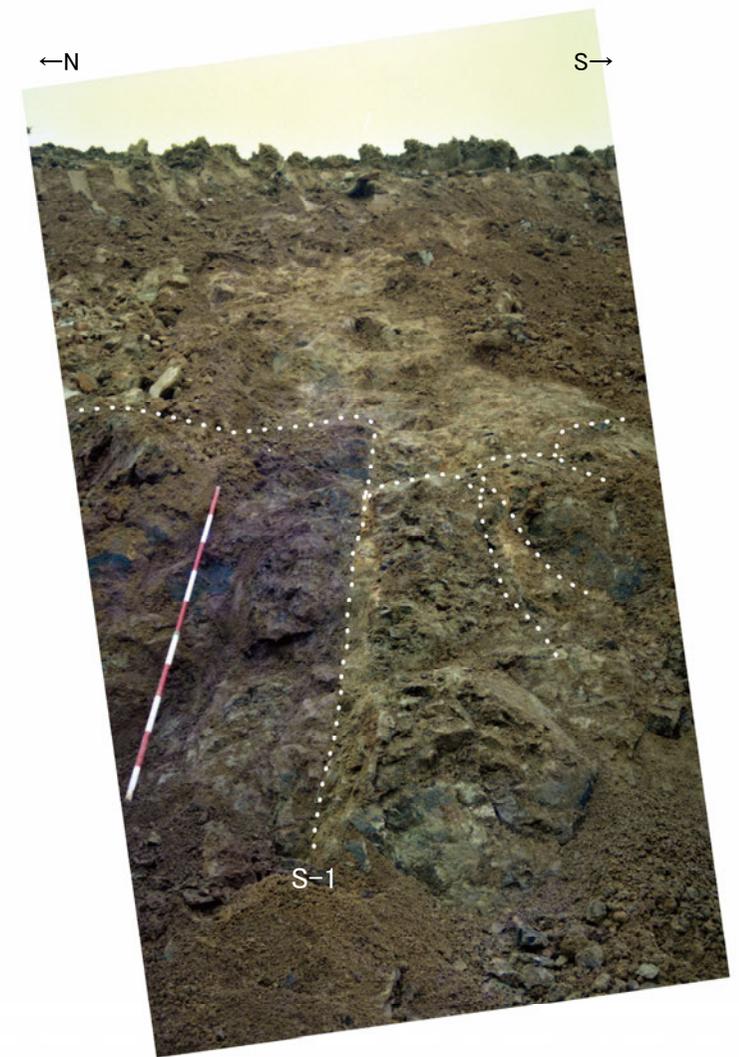
・S-1沿いに侵食による岩盤の窪みが認められるものの、その窪みを挟んで岩盤上面の高度差は認められない。

【掘削法面 S-1近接写真】



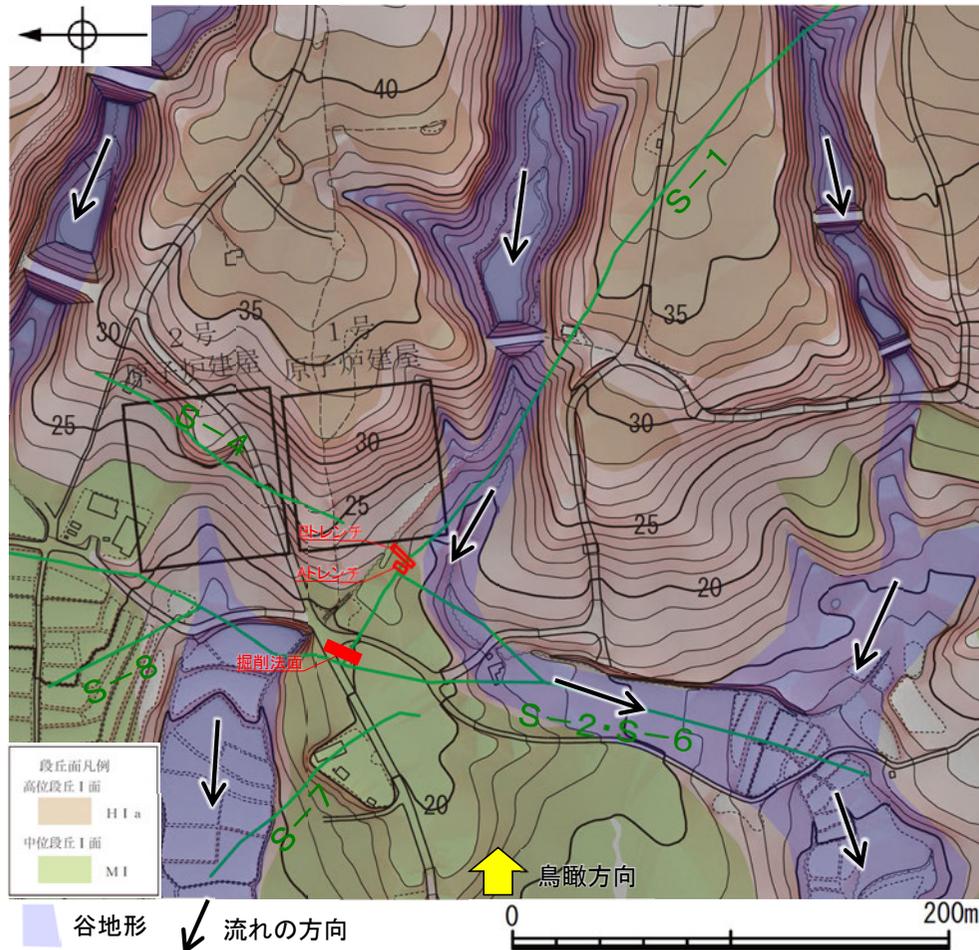
掘削法面 全景写真
(岩盤上面, S-1を白破線で加筆)

※全景写真, 拡大写真にある赤白ポールの高さは2m
(赤, 白部分が20cmで交互に色分けされている)

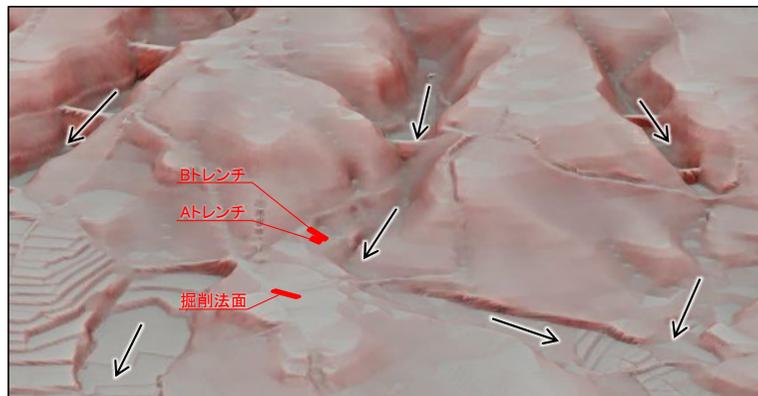


掘削法面 近接写真
(岩盤上面, 割れ目, S-1を白点で加筆)

5.3.2(4) S-1 旧A・Bトレンチ (a)岩盤上面の段差の検討(段差の成因の考察)

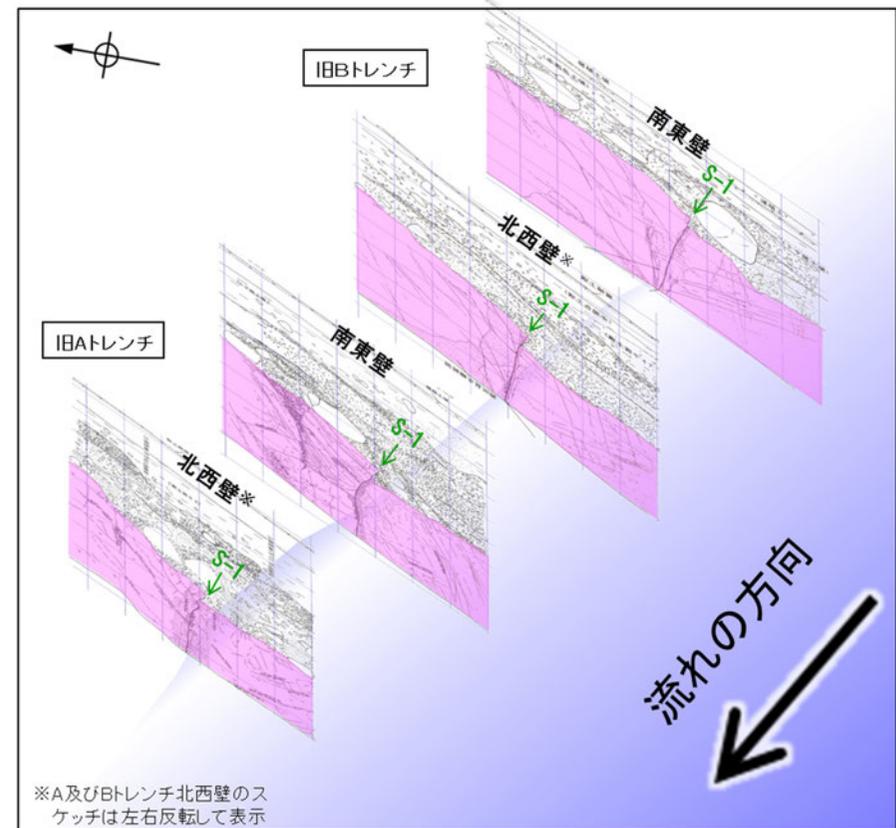


旧トレンチ周辺の赤色立体地図



鳥瞰図(H:V=1:3)

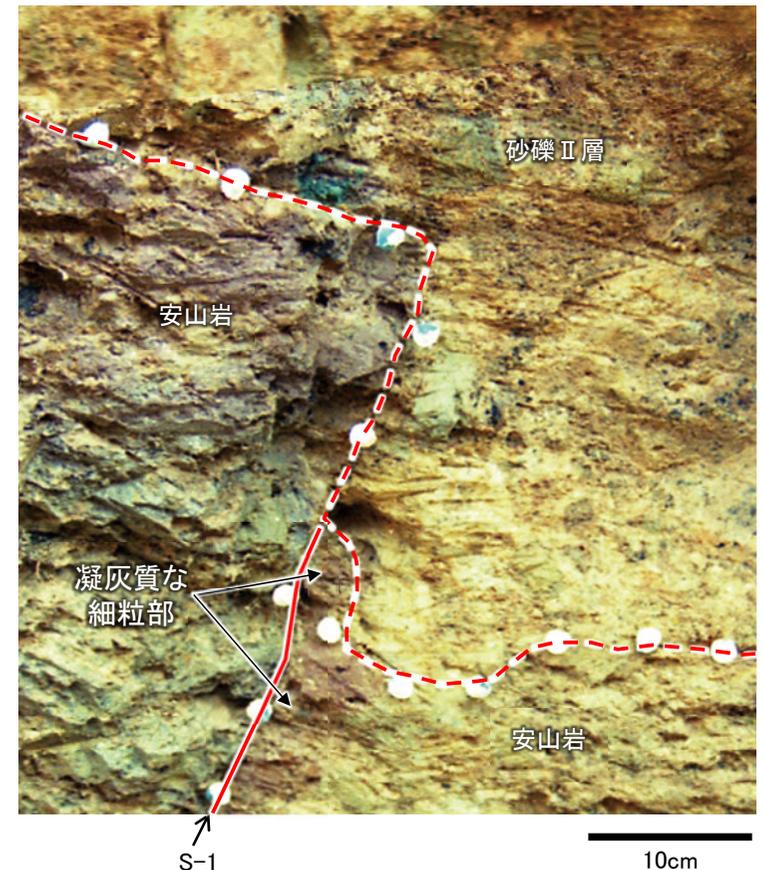
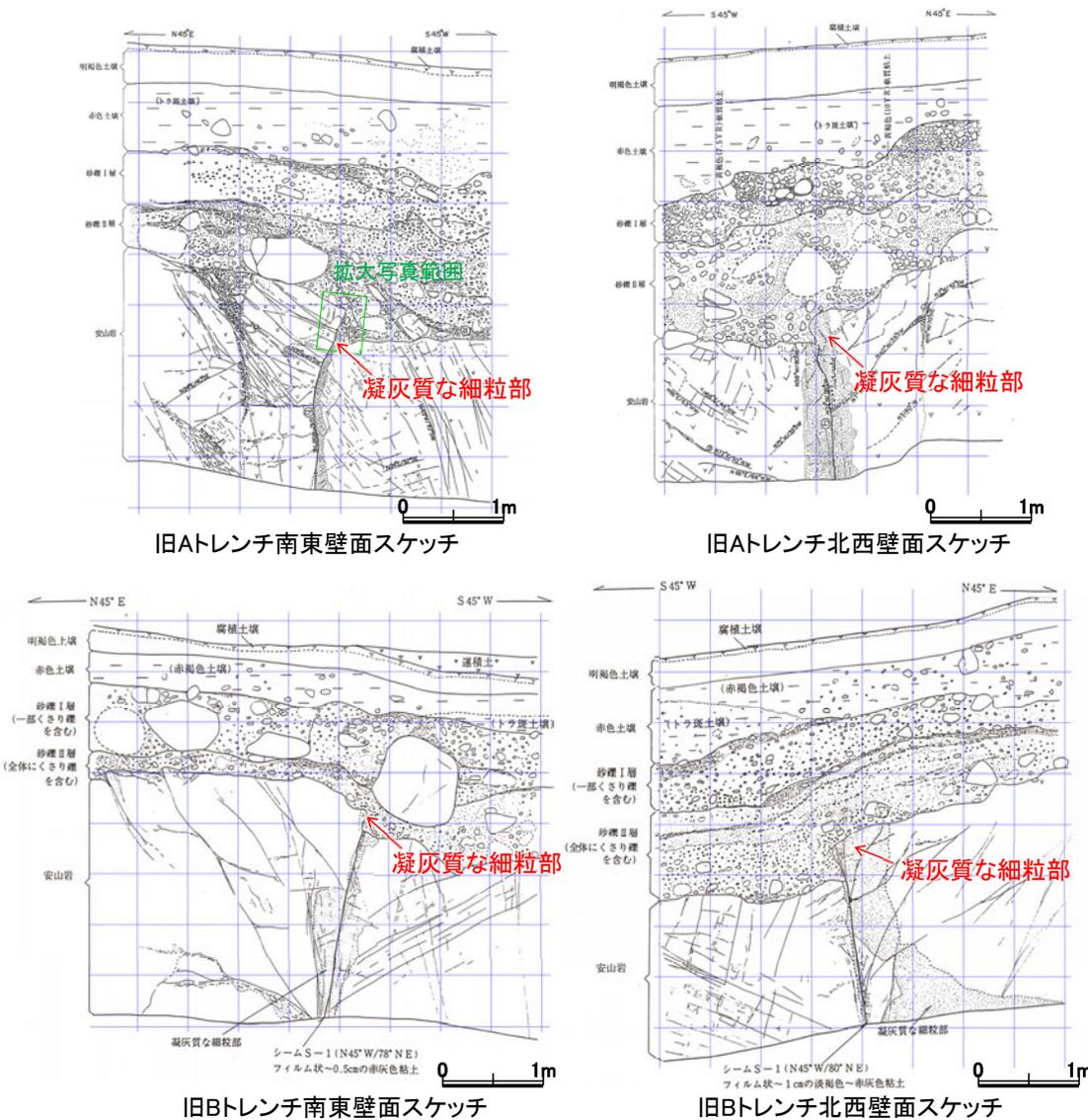
- 旧A・Bトレンチでは岩盤上面に段差が認められたが、掘削法面では岩盤上面に高度差が認められなかったことについて、地形の観点から考察を行った。
- 旧A・Bトレンチは、中位段丘 I 面の縁辺部に位置し、南側には高位段丘 I a面と中位段丘 I 面を開析する谷が近接しているため、同トレンチの南西側は河川の営力を受けやすい位置関係にある。
- それに対して、掘削法面は、中位段丘 I 面上で、河川の営力を受けにくい位置にある。
- このことから、旧A・Bトレンチでは、S-1の割れ目を介して、南西側の一部の岩盤が侵食作用を受け、段差が形成されたものと考えられる。



トレンチ壁面の位置関係

5.3.2(4) S-1 旧A・Bトレンチ (b)凝灰質な細粒部の硬さに関する検討(概要)

- 有識者会合は、旧A・Bトレンチにおいて、岩盤上面の段差沿い及び肩部分の岩盤には“軟質な”細粒部が存在することから、S-1沿いの差別侵食ではなく、S-1のずれによって段差が生じたことを示唆すると評価している。
- 当社は、当時のスケッチの記載での「凝灰質な細粒部」は固結した破碎部あるいは細粒凝灰岩であり、周辺母岩と同程度の硬さを有していることから、当該細粒部は、差別侵食により段差が形成された際に、侵食されずに残ったものと評価している。
- この評価を検証するために、旧A・Bトレンチに近接した位置にある岩盤調査坑において、針貫入試験により、S-1に沿って分布する凝灰質な細粒部の硬度について定量的に測定を行った結果、凝灰質な細粒部は岩盤と同程度の硬度を有している(次頁)。
- したがって、旧A・Bトレンチの段差の肩部分や壁面に分布する細粒部は、段差部において侵食されずに残ったものと考えられる。



S-1
旧Aトレンチ南東壁面 シーム付近拡大写真
(シーム及び岩盤/堆積物境界を加筆)

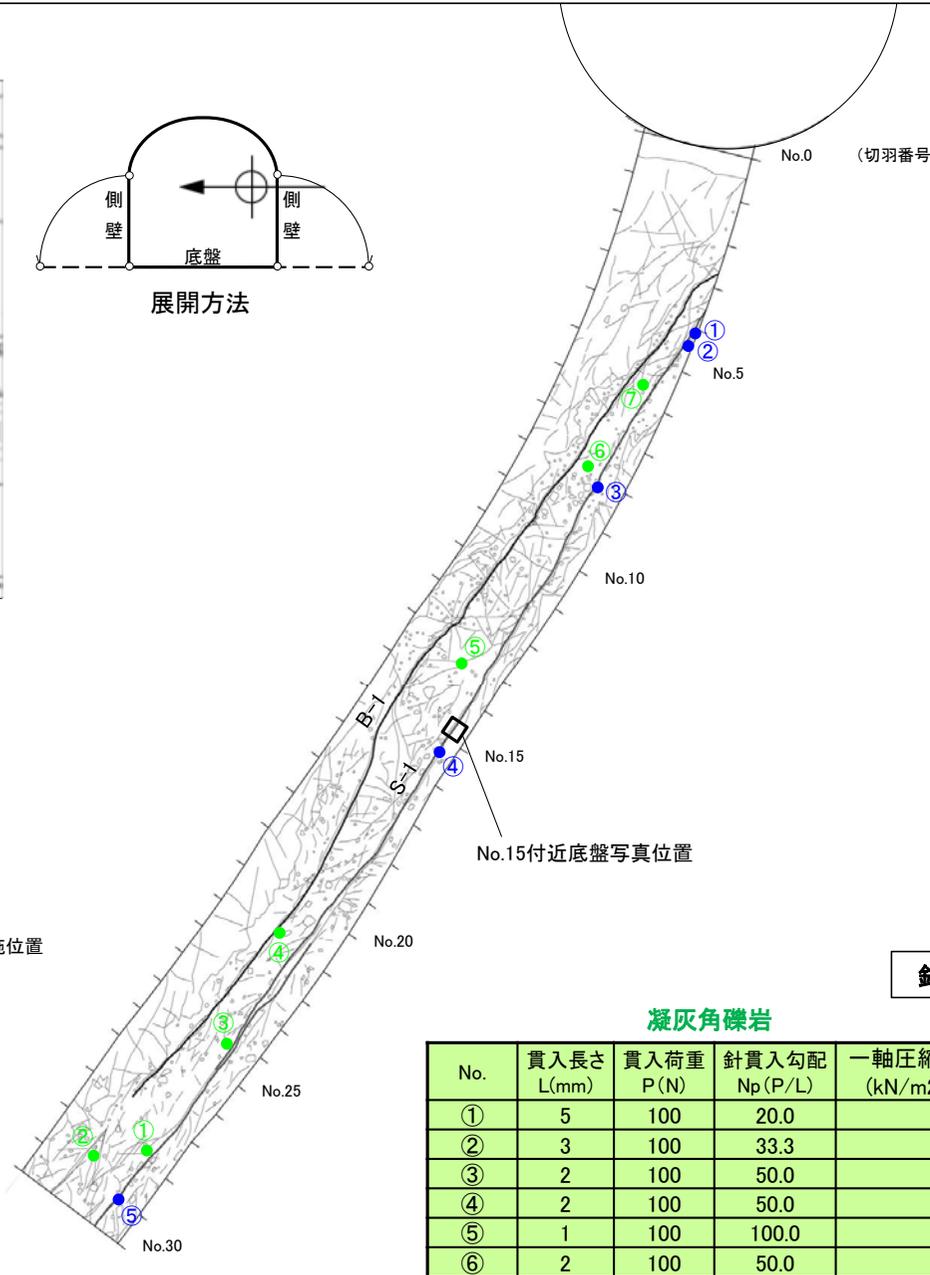
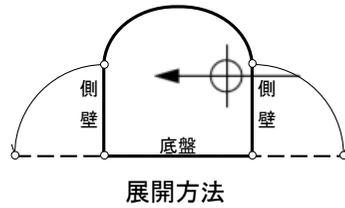
・旧Aトレンチ南東壁において、S-1に沿って分布する凝灰質な細粒部は、段差の下側のみに存在しており、差別侵食により段差が形成された際に残ったものと考えられる。

5.3.2(4) S-1 旧A・Bトレンチ (b)凝灰質な細粒部の硬さに関する検討(針貫入試験)

○旧A・Bトレンチに近接した位置にある岩盤調査坑において、S-1に沿って分布する凝灰質な細粒部の硬度を定量的に測定するために、針貫入試験を行った結果、周辺の凝灰角礫岩と同程度の値を示しており、敷地の穴水累層の安山岩(角礫質)や凝灰角礫岩と同程度の硬度を有している。

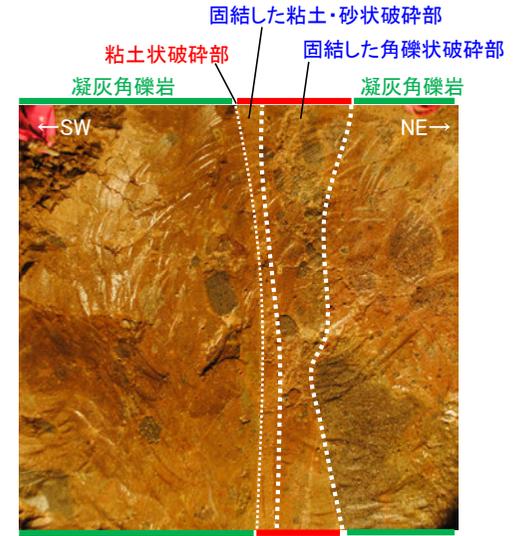


断層はEL-4.7mで示す。
位置図



岩盤調査坑 針貫入試験実施位置

- 凝灰角礫岩の針貫入試験実施位置
- 凝灰質な細粒部(固結した破砕部)の針貫入試験実施位置



No.15付近底盤写真

※針貫入勾配からの一軸圧縮強度の換算式(宗村・北村, 2009)

$$y=0.978x+2.621 \text{ (相関係数}0.914\text{)}$$

y: 一軸圧縮強度の対数値

x: 針貫入勾配(N_p =貫入力(N)/貫入量(mm))の対数値

針貫入試験結果

凝灰角礫岩

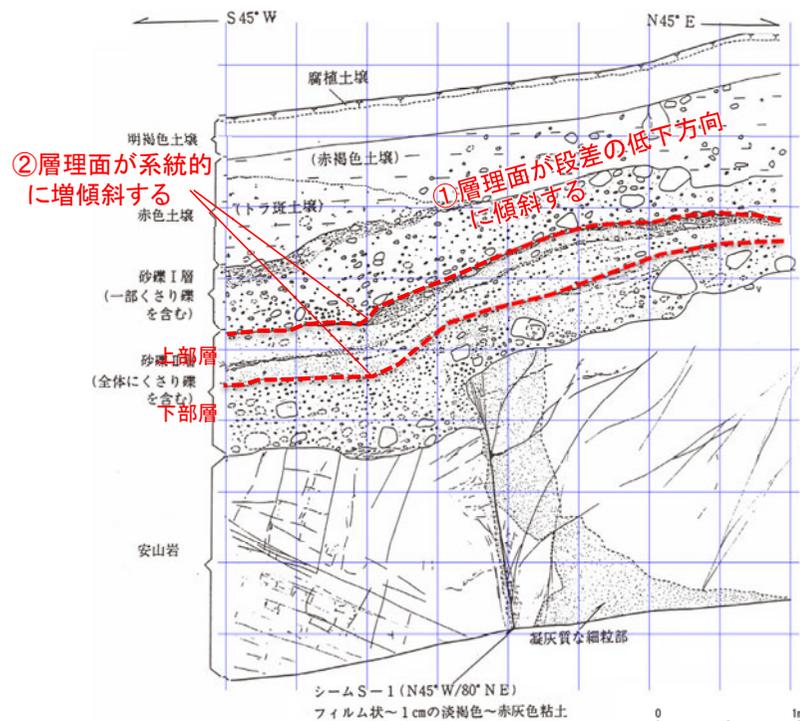
No.	貫入長さ L(mm)	貫入荷重 P(N)	針貫入勾配 N_p (P/L)	一軸圧縮強度 (kN/m^2)※
①	5	100	20.0	7824
②	3	100	33.3	12894
③	2	100	50.0	19169
④	2	100	50.0	19169
⑤	1	100	100.0	37757
⑥	2	100	50.0	19169
⑦	2	100	50.0	19169
全平均			50.48	19347

凝灰質な細粒部(固結した破砕部)

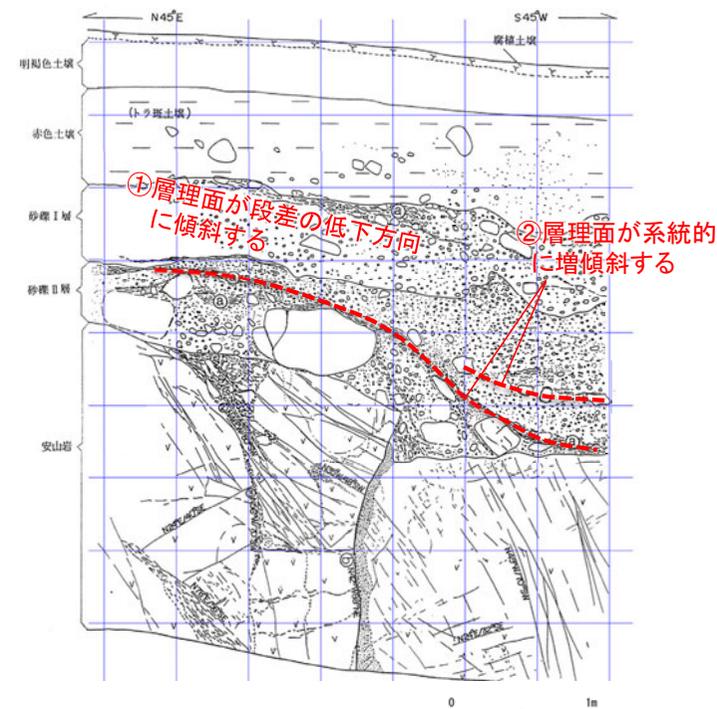
No.	貫入長さ L(mm)	貫入荷重 P(N)	針貫入勾配 N_p (P/L)	一軸圧縮強度 (kN/m^2)※
①	3	100	33.3	12894
②	2	100	50.0	19169
③	2	100	50.0	19169
④	2	100	50.0	19169
⑤	3	100	33.3	12894
全平均			43.33	16665

5.3.2(4) S-1 旧A・Bトレンチ (c)層理面の傾斜等に関する検討(概要)

- 有識者会合は、旧A・Bトレンチにおいて、岩盤の上位に分布する堆積物の層理面は、全て南西側(S-1の段差と調和的な方向)に傾斜しており(下図①)、一部の壁面を除けば段差直上において層理面の系統的な増傾斜も認められる(下図②)ことから、この堆積物(砂礫Ⅱ層)の堆積後にS-1が変位したと解釈するのが最も合理的であると評価している。
- 当社は、段差部周辺の砂礫Ⅱ層には断層変位を示唆するようなせん断面や地層の擾乱は認められないことから、上記①②は、既存の段差を砂礫層が埋めるように堆積した堆積構造を示していると評価している。
- この評価を検証するために、既存の段差を陸側(山側)からの堆積物が埋めるケースを模擬した堆積実験(次頁)及び砂礫層が断層変位を受けたケースを模擬した断層変位実験(次々頁)を実施し、旧A・Bトレンチの堆積物でみられる構造との比較検討を行った。
- 検討の結果、層理面の傾斜等は、S-1の変位により形成されたものではなく、段差を埋める堆積構造であると考えられる。



旧Bトレンチ北西壁 スケッチ



旧Aトレンチ南東壁 スケッチ

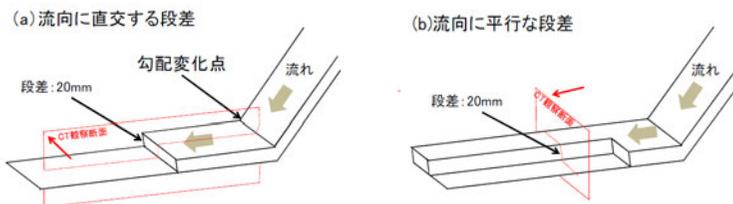
5.3.2(4) S-1 旧A・Bトレンチ ー(c)層理面の傾斜等に関する検討(堆積実験)ー

○旧A・Bトレンチを模擬して、既存の段差を陸側(山側)からの堆積物(砂礫)が埋める場合の段差付近の砂礫層内部に見られる構造の特徴について確認した。

○実験の結果、旧A・Bトレンチに見られる砂礫層の構造について、既存の段差を砂礫層が埋積したとする評価を支持する知見が得られた。

実験条件

装置: アクリル製小型水路
 基盤の段差: 水平区間の底盤に段差を配置
 段差の形状: 高さ20mm, 傾斜は90° とオーバーハングで60° と75°
 段差の向き: 流向に対して平行と直交
 材料: 1号砂利, 3号砂利, 8号珪砂, 水の混合
 (砂礫含有量は約50vol%)
 (粒子径は中央値でそれぞれ約6, 2, 0.08mm)
 撮影: 堆積時をビデオカメラで,
 堆積後に医療用X線CTで撮影



【主な成果】

- 礫を含む高濃度密度流を模擬した堆積物は、粗粒な礫に富む下部層と砂に富む上部層に分けられた。
- 基盤岩に段差がある場合、段差が流向に直交する場合も平行な場合も、段差の直近では礫の長軸が立ち上がることや下段方向に傾斜することが確認された。
- 段差近傍で上段から下段に層構造が傾斜すること、地層が撓むような形状を示すことが確認された。

堆積作用によっても断層の直近で礫の長軸が急傾斜になることや地層が撓むような構造が生じることが確認できた。

(a) 流向に直交する段差がある場合の堆積構造

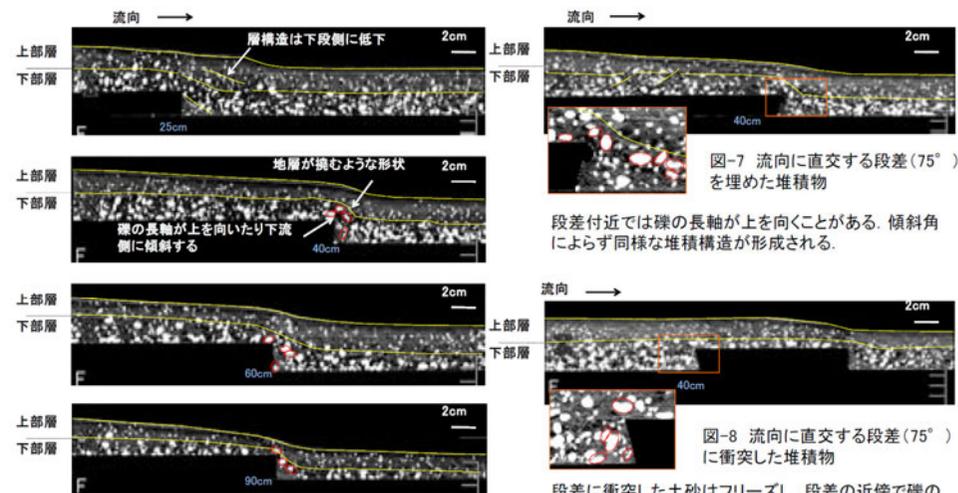


図-6 流向に直交する段差(90°)を埋めた堆積物。青字は勾配変化点からの距離

段差付近では礫の長軸が上を向いたり下流側に傾斜する。下部層と上部層を分ける層構造は段差の直上もしくはやや下流側で地層が上に撓むような形状を示す(図-6, 7)。

(b) 流向に平行な段差がある場合の堆積構造

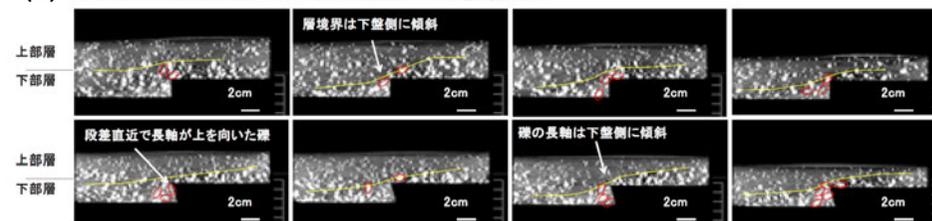


図-9 流向に平行な段差を埋めた堆積物。左がより上流側の断面。上段: 段差角度90°, 下段: 段差角度75°

段差の上段から下段の方向に層構造が緩く傾斜する。段差近傍の下段側では礫の長軸方向が鉛直方向に近くなったり、下段側に傾斜する。段差の傾斜角によらず同様な傾向が見られた(図-9)

5.3.2(4) S-1 旧A・Bトレンチ (c)層理面の傾斜等に関する検討(断層変位実験)

- 有識者会合は、淘汰の悪い砂礫層の場合や、含水条件で流動性を持つ場合、せん断面や地層の擾乱は必ずしも判断できないため、旧A・Bトレンチの砂礫Ⅱ層が変位・変形を受けている可能性は否定できないと評価している。
- そこで、砂礫層の断層運動による変形様式を実験的に検討することを目的に、乾燥状態・浸水状態における砂礫の混合試料を用いた断層変位実験を実施した結果、いずれの場合も同様にせん断面や地層の擾乱が生じることが確認された。
- この知見を踏まえると、旧A・Bトレンチの砂礫Ⅱ層にはせん断面や地層の擾乱が認められないことから、断層運動による変位・変形を受けていないと判断される。

実験条件

装置：アクリル製土槽（2種類）（図-3）
 地盤材料：砂（8号珪砂），礫（3号砂利，1号砂利）
 礫層配合：8号珪砂：3号砂利：1号砂利=15：2：3（重量比）
 層厚：約40～50mm
 湿潤状態：乾燥状態¹⁾，湿潤状態（含水比約26%），浸水状態（図-4）
 断層運動：逆断層運動（傾斜角=60°，75°）
 変位速度：0.01mm/s（鉛直成分）
 撮影：変位量2mm毎にX線CTで撮影

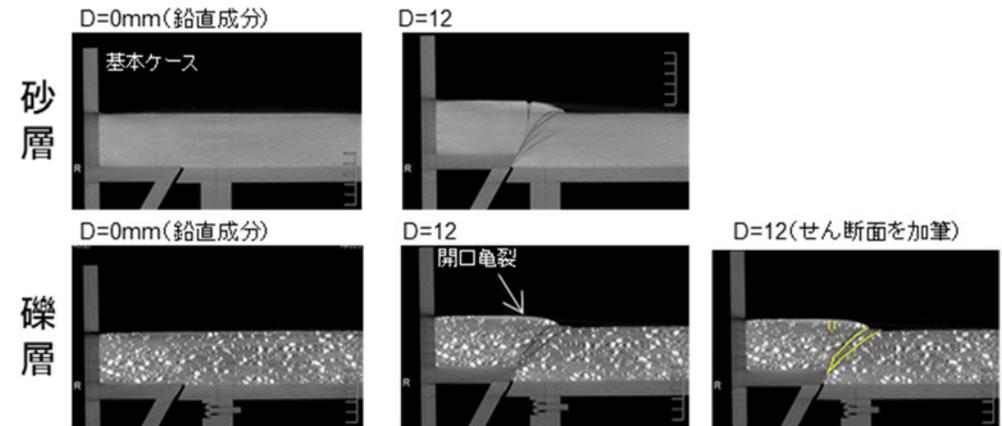


図-3 断層模型実験に用いたアクリル製の土槽（写真は水中用）

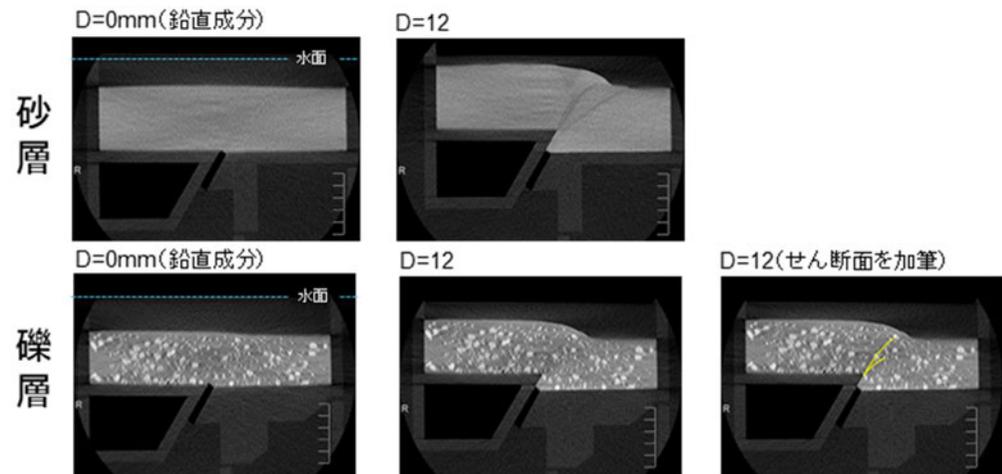


図-4 土槽を浸水させることで水中の未固結堆積物を模擬

(a)乾燥状態



(b)浸水状態(水中)



【主な成果】

- 乾燥状態，浸水状態(水中)いずれにおいても，礫層が変位・変形を受けた場合，淘汰の良い砂層の場合と同様に，せん断面や礫の回転が生じることが確認された。

(5) 掘削法面

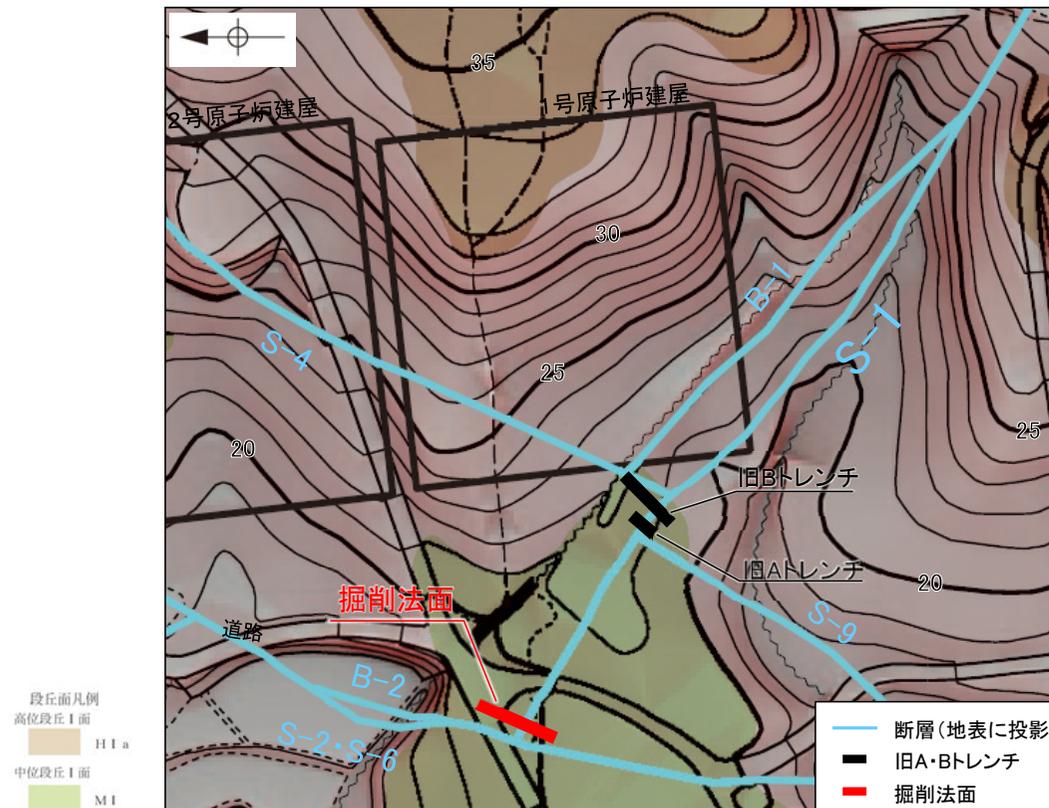
5.3.2(5) S-1 掘削法面 — 評価結果 —

【有識者会合時の当社評価】

- 建設時に、中位段丘 I 面を判読した位置において掘削法面を調査した結果、S-1を確認した。
- S-1は中位段丘 I 面を構成する堆積物に変位・変形を与えていない。

【現在の当社評価】

- 掘削法面において、S-1は中位段丘 I 面を構成する堆積物に変位・変形を与えていない。
- ただし、露頭が現存しないため、上載地層の年代が明確に判断できない。

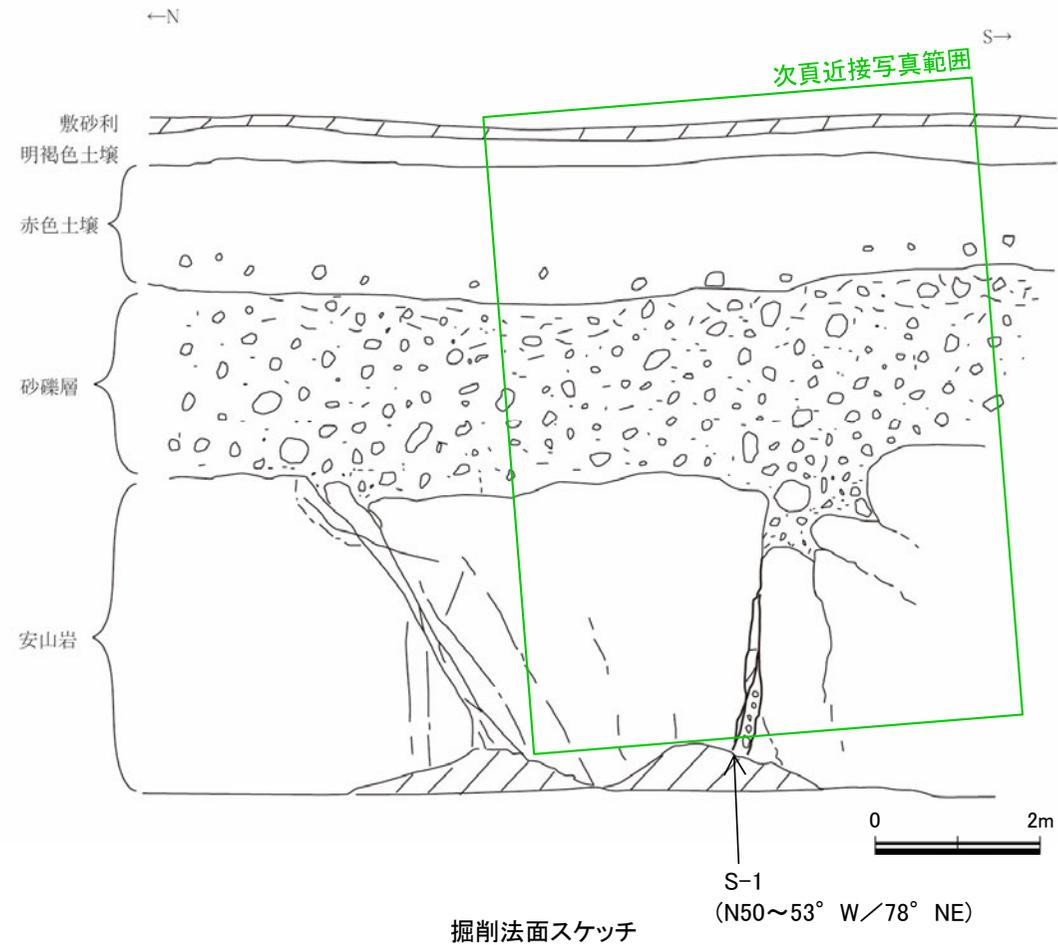


この図は、1985年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺8,000分の1)、1961年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺15,000分の1)及び水準測量結果をもとに作成した立体地図(等高線は1m間隔)を基図として、空中写真判読及び既存ボーリングの地質データ等に基づいた段丘面分布等を示したものである。



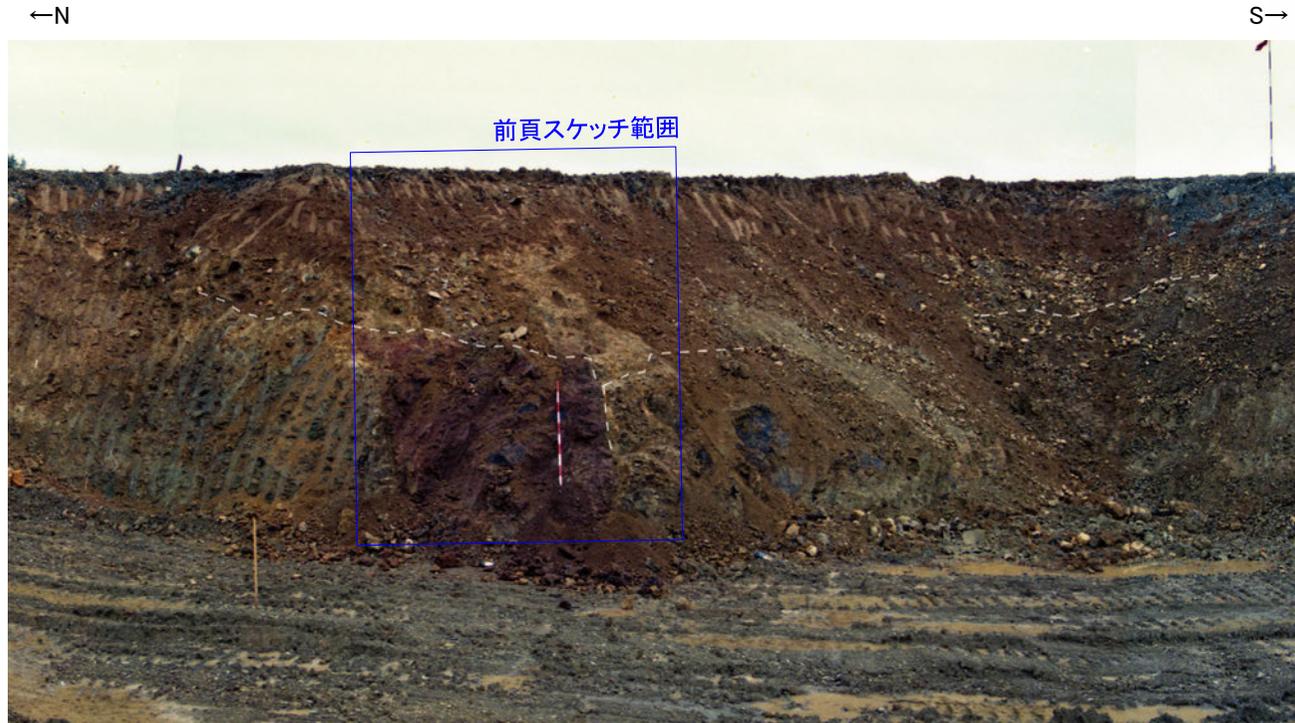
旧地形図(立体地図)

【掘削法面 スケッチ】

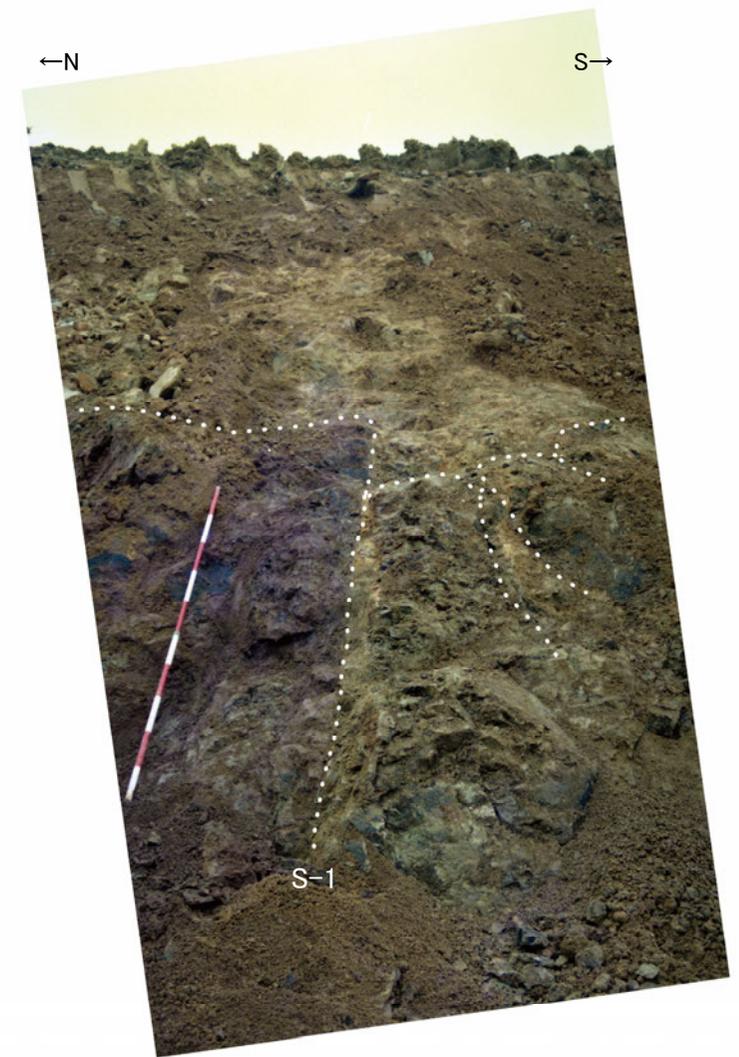


- ・S-1は中位段丘 I 面を構成する堆積物に変位・変形を与えていない。
- ・S-1沿いに侵食による岩盤の窪みが認められるものの、その窪みを挟んで岩盤上面の高度差は認められない。

【掘削法面 S-1近接写真】



掘削法面 全景写真
(岩盤上面, S-1を白破線で加筆)

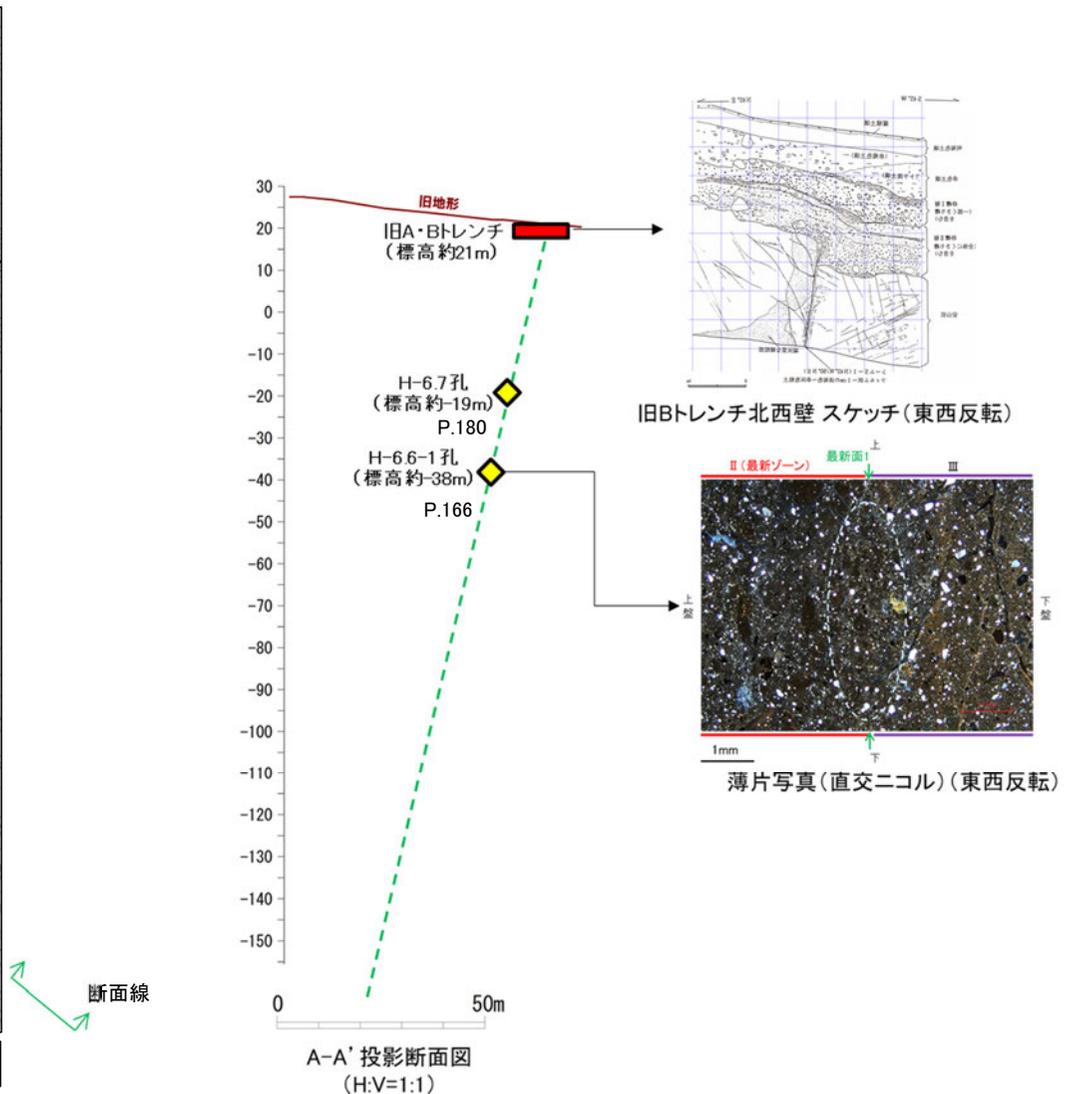


掘削法面 近接写真
(岩盤上面, 割れ目, S-1を白点で加筆)

※全景写真, 拡大写真にある赤白ポールの高さは2m
(赤, 白部分が20cmで交互に色分けされている)

5.3.2 S-1北西部の活動性評価 —地下延長部における鉱物脈法による評価—

- 有識者会合は、S-1の南東部については後期更新世以降の活動はないと評価しているが、旧A・Bトレンチ既往スケッチ及び写真等の情報から、S-1の北西部については、後期更新世以降に、北東側隆起の逆断層活動により変位したと解釈するのが合理的であると評価している。
- 有識者会合によれば、**上記評価は、限られた資料やデータに基づいて行われており、より正確・確実な評価にするためには、「今後の課題」に示すデータ等の拡充が必要**としていることから、「今後の課題」を踏まえ、旧A・Bトレンチ地下延長部において、**鉱物脈法による評価**を実施した。
- 仮にS-1北西部が北東側隆起の逆断層活動により変位したとした場合、地下延長部のS-1も同センスの変位が生じているはずであるが、**鉱物脈法による評価の結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。**
- したがって、S-1の北西部についても、後期更新世以降の活動はないと判断される。



5.3.3 S-2·S-6

5.3.3 S-2・S-6の上載地層法による評価地点

■上載地層法による評価地点

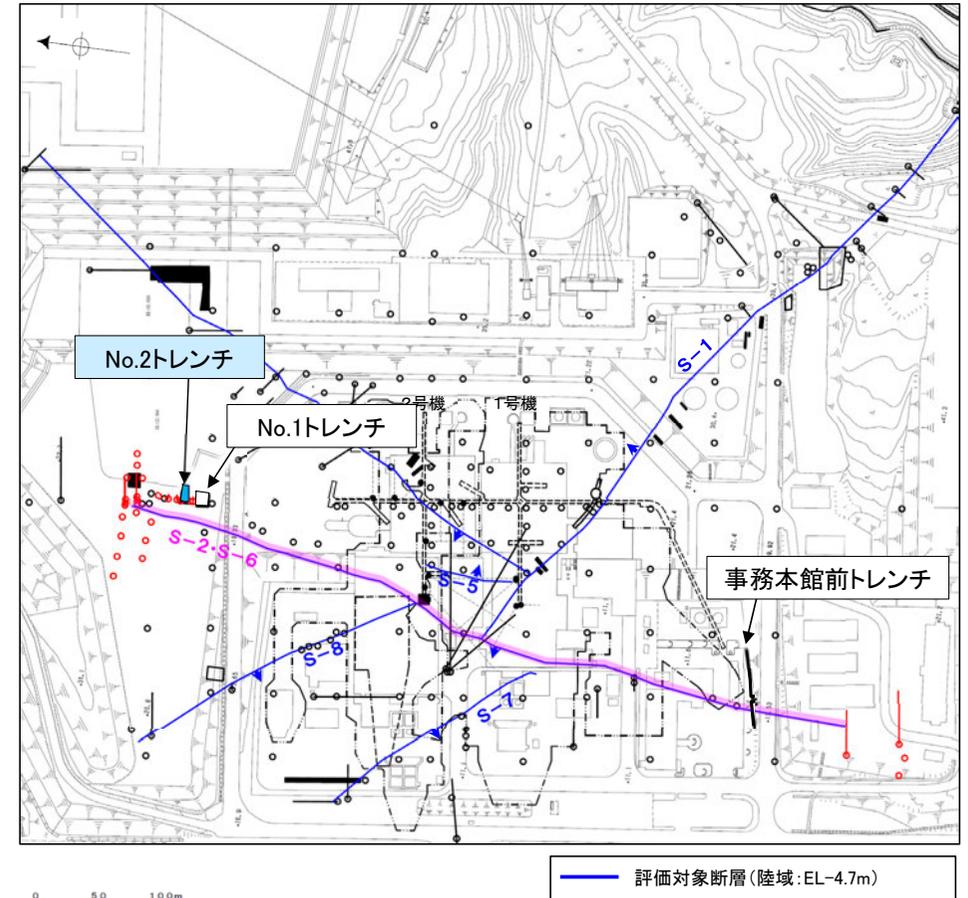
- S-2・S-6が分布する基盤岩の直上に、約12～13万年前に堆積した地層であるM I 段丘堆積物が確認できることから、No.2トレンチにおいて、評価を行った。
- S-2・S-6の地下延長部の断層の活動による地表付近の変形の有無を確認するために、S-2・S-6周辺の地形及び岩盤上面高度分布の確認等を行った。
- 有識者会合時の評価データ(No.1トレンチ, 事務本館前トレンチ)も用いて、評価を行った。

評価地点	記載頁
No.2トレンチ	P.630～644
(補足1)S-2・S-6周辺の地形及び岩盤上面高度分布	P.646～656
(補足2)「凸状地形」に関する検討	P.657～667
No.1トレンチ	P.668～673
事務本館前トレンチ	P.674～677

青色網掛け: 断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり、地層や鉱物脈等の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータ

□ 上載地層法に関する調査箇所
 (断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり、地層や鉱物脈等の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータを着色)

○ 有識者会合以降に追加した地形確認ボーリング孔



位置図

5.3.3 S-2・S-6 (1)No.2トレンチ ー評価結果ー

【有識者会合時の当社評価】

- S-2・S-6の活動性評価を行うため、中位段丘 I 面を判読した位置において、トレンチ調査(No.2トレンチ)を実施した。
- No.2トレンチにおいて、幅5～40cmの固結した破砕部及び幅フィルム状～2mmの粘土状破砕部からなるS-2・S-6を確認。
- 基盤の安山岩(均質)及び安山岩(角礫質)の上位には、下位からM I 段丘堆積物、赤褐色土壌が分布する。
- S-2・S-6は基盤直上のM I 段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

【有識者の評価】

- No.2トレンチではS-2・S-6に沿う明瞭な変位は認められないが、MIS5eの海成堆積物中の層理面が山側(東側)に向かって緩やかに傾斜している状況が認められた。・・・(A)
 - S-2・S-6付近では、地形、岩盤上面高度とともに、S-2・S-6通過位置の海側(西側)の方が高く、山側(東側)が低い傾向が認められる。・・・(B)
- ⇒ S-2・S-6は、後期更新世以降に左横ずれ成分を持つ西側隆起の逆断層として活動した可能性がある。この際、S-2・S-6の地下延長部の断層が活動し、地表付近の新第三系及び上部更新統に変形を及ぼしたものと判断する。

【有識者会合以降の追加検討】

礫の形状の定量的な分析

- No.2トレンチの基盤直上に分布する中位段丘 I 面を構成する堆積物は、礫の平均真円度による評価に基づき認定される海成堆積物(M I 段丘堆積物)であり、MIS5e(約12～13万年前)に堆積したものである(P.570)。

層理の傾斜等のデータ分析(上記Aに対する検討)

- M I 段丘堆積物の山側(東側)への傾斜の有無についてより定量的に分析するために、トレンチ両面のM I 段丘堆積物中に認められる層理について、有識者会合以降に測定データを25データ追加し、層理の傾斜と断層との関係を確認することにより、S-2・S-6の断層活動による影響について検討を行った。その結果、層理の傾斜角は、北面・南面のそれぞれにおいて、断層からの距離に関係なくばらつきが認められる。また、断層の直近で急傾斜となる傾向や、断層から離れるにしたがって緩傾斜となるような傾向は認められない(P.635～641)。また、No.2トレンチ南北両面においてM I 段丘堆積物中の礫等の長軸の角度分布を確認した結果、礫等の長軸が一様に山側(東側)に傾斜する傾向は認められない(P.642～644)。
- したがって、No.2トレンチのM I 段丘堆積物に、S-2・S-6の断層活動による変形を示唆する傾向は認められない。

S-2・S-6周辺の地形及び岩盤上面高度分布(上記Bに対する検討)

- S-2・S-6の海側(西側)の地形及び岩盤上面が山側に傾くのは、エリア5の局所的な範囲に限られ、その他のエリアでは山側への傾きは認められず、S-2・S-6に沿った全線で海側(西側)の地形及び岩盤上面の系統的な山側への傾きはない(P.646～656)。
- よって、S-2・S-6周辺の地形、岩盤上面高度に、S-2・S-6の断層活動による変形は認められない。

「凸状地形」に関する検討(上記Bに対する検討)

- エリア5において、S-2・S-6の北方に西側が高い「凸状地形」が認められたことから、3本のボーリング調査を実施した結果、いずれのボーリングコアにも深部に西側を隆起させるような断層は認められない(P.657～659)。また、「凸状地形」が最も顕著に表れているNo.3トレンチ地点において、断層は確認されない(P.664～667)。
- 「凸状地形」の頂部付近には、相対的に堅硬である安山岩(均質)が周辺よりもやや優勢に分布していることから、「凸状地形」は、波蝕台形成時における岩盤上面の起伏を反映した局所的なものと推定される(P.660～663)

S-2・S-6及びその周辺の岩盤中のせん断面における鉱物脈法による評価(P.678)

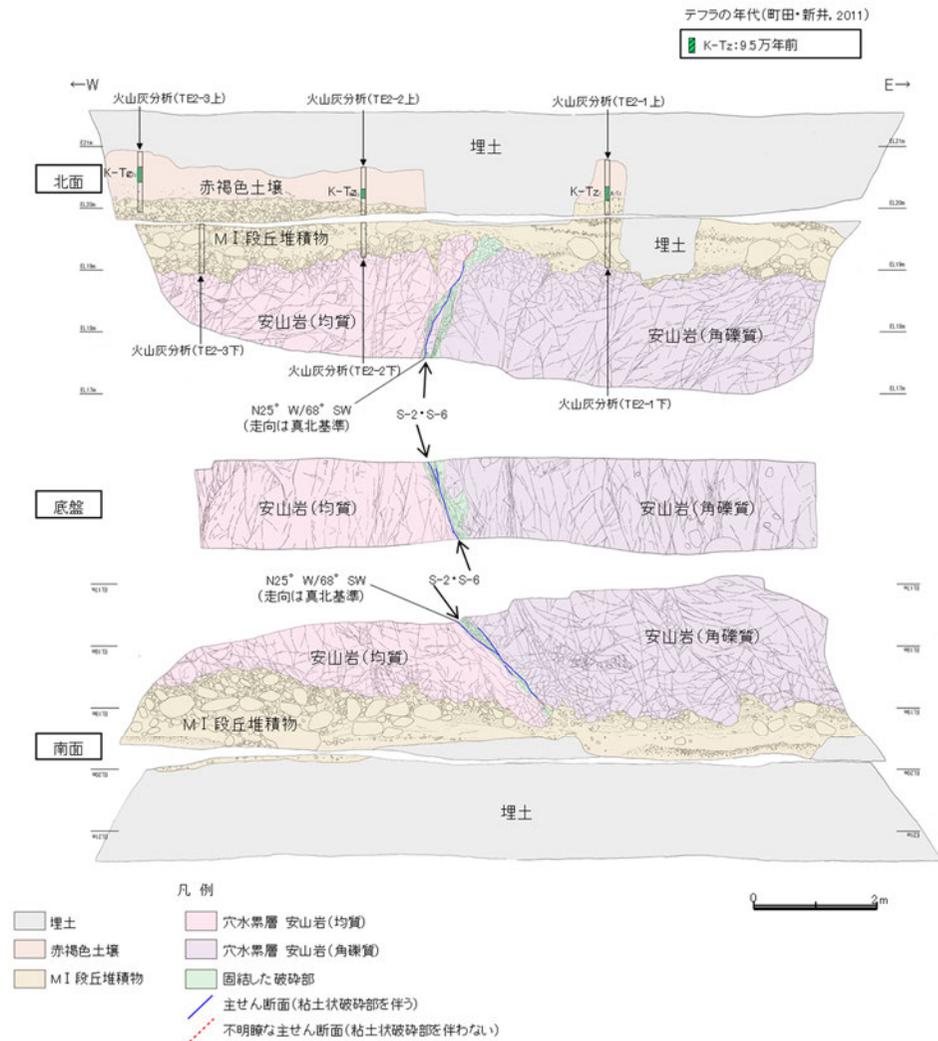
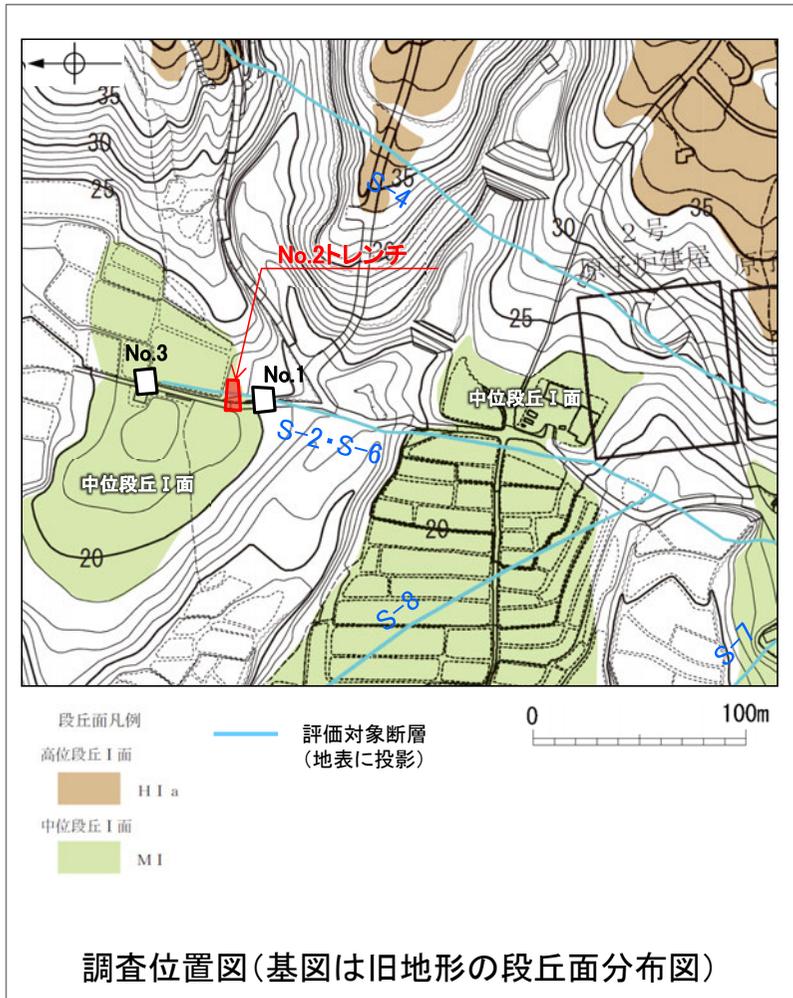
- 有識者会合は、S-2・S-6の地下延長部の断層が活動し、海側(西側)隆起の変形を及ぼした場合に、S-2・S-6下盤側直近(S-1の北西部)でS-1の動きを促進する局所的な応力変化が生じている。また、その場合、S-2・S-6及び上盤側の岩盤中のせん断面(S-7, S-8)にも、薄片観察(微視的観察)により微小な変位が認められると考えられる。
- S-2・S-6及び下盤側直近のS-1北西部、上盤側のS-7, S-8を対象に、鉱物脈法による評価を実施した結果、S-2・S-6及び下盤側直近のS-1北西部、上盤側のS-7, S-8の最新面を横断する粘土鉱物(I/S混合層)に、変位・変形は認められない。

【現在の当社評価】

- 以上のことを踏まえると、S-2・S-6の最新活動は、M I 段丘堆積物の堆積以前であり、S-2・S-6の地下延長部の断層が後期更新世以降に活動し、地表付近に変形を及ぼしたことはない。

【No.2トレンチ 観察結果】

- S-2・S-6の活動性評価を行うため、中位段丘I面を判読した位置において、トレンチ調査(No.2トレンチ)を実施した。
- No.2トレンチにおいて、幅5~40cmの固結した破碎部及び幅フィルム状~2mmの粘土状破碎部からなるS-2・S-6を確認。
- 基盤の安山岩(均質)及び安山岩(角礫質)の上位には、下位からM I 段丘堆積物、赤褐色土壌が分布する。
- S-2・S-6は基盤直上のM I 段丘堆積物に変位・変形を与えていない。



No.2トレンチスケッチ(展開図)

5.3.3 S-2・S-6 (1)No.2トレンチ -S-2・S-6と上載地層との関係-

○上載地層との関係を詳細に観察した結果、S-2・S-6は基盤直上のM I 段丘堆積物に変位・変形を与えていない(次頁, 次々頁)。

赤褐色土壌

- ・色調5YR4/8及び7.5YR5/6, ごく一部でトラ斑が認められる。
- ・シルト質粘土からなる。よく締まっており, 中程度の垂角塊状土壌構造が認められる。

M I 段丘堆積物

- ・砂礫層からなり, 色調は7.5YR5/8~10YR5/8で, 基質はシルト質中~粗粒砂であり, 径5~20cmの安山岩垂円~垂角礫を25~50%含む。また, 最大80cmの礫がわずかに混じる。上部20~40cm間では, 比較的小さな径(2~8cm程度)の礫を40~60%含む。径5cm以下の礫はくさり礫化が進む。
- ・よく締まっており, 強い指圧でわずかに跡が残る。一部で白色細粒物(ギブサイト)が認められる。
- ・径数mm~10cm以下の礫等からなる層理が複数認められる。

S-2・S-6

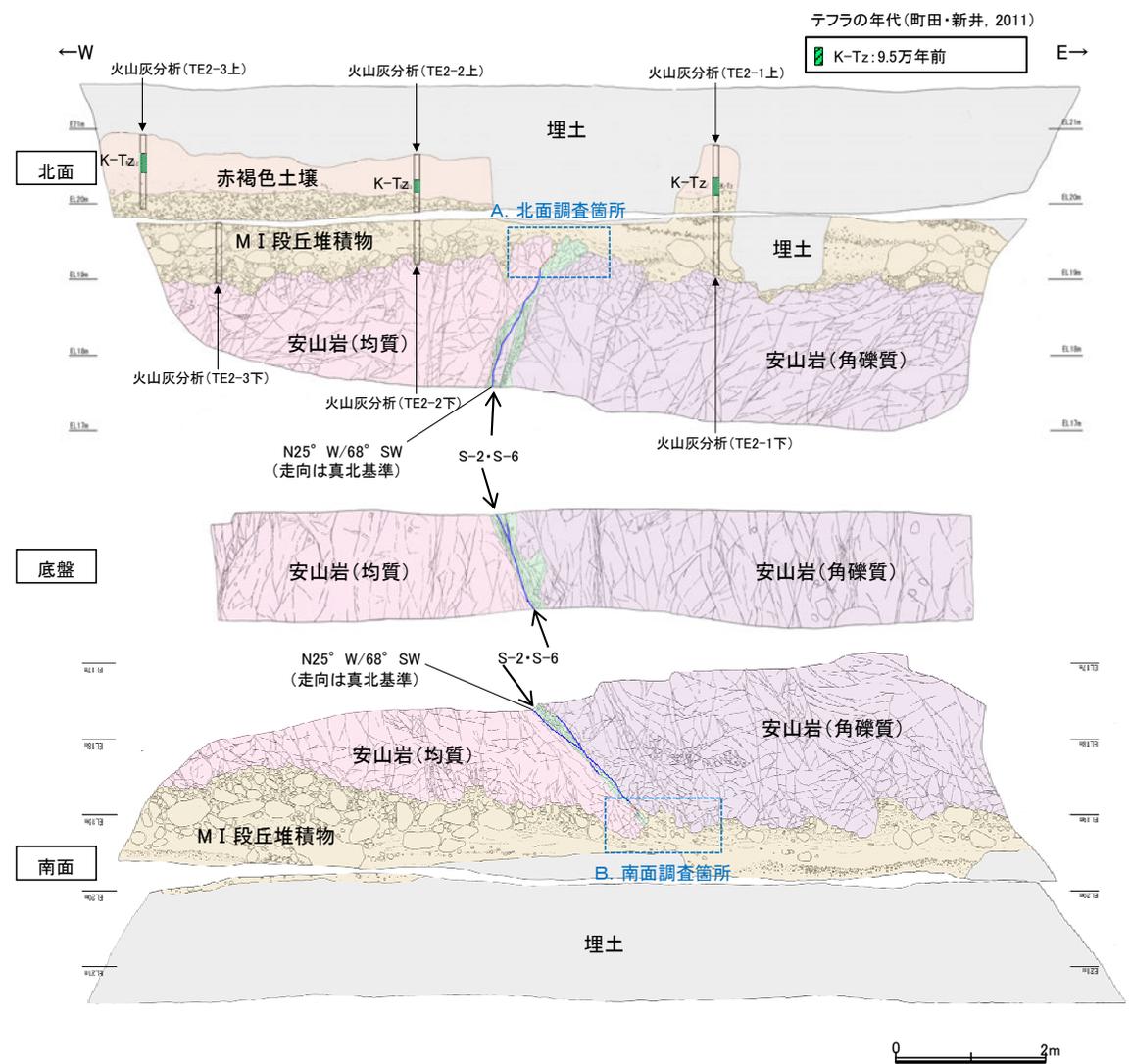
- ・西側の安山岩(均質)と東側の安山岩(角礫質)の境界に位置する。
- ・走向・傾斜N25° W/68° SW(走向は真北基準)で, 幅5~40cmの固結した破砕部及び幅フィルム状~2mmの明褐色~明褐灰色を呈する粘土状破砕部からなる。
- ・S-2・S-6は基盤直上のM I 段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

【火山灰分析結果】

- ・赤褐色土壌中から, K-Tz(9.5万年前)が認められる。

- ・岩盤と堆積物の境界に関する調査結果については**補足資料5.3-3(3)**
- ・S-2・S-6周辺の割れ目に関する調査結果については**補足資料5.3-3(4)**

- 凡例
- 埋土
 - 赤褐色土壌
 - M I 段丘堆積物
 - 穴水累層 安山岩(均質)
 - 穴水累層 安山岩(角礫質)
 - 固結した破砕部
 - 主せん断面(粘土状破砕部を伴う)
 - 不明瞭な主せん断面(粘土状破砕部を伴わない)



No.2トレンチスケッチ(展開図)

S-2・S-6 No.2トレンチ

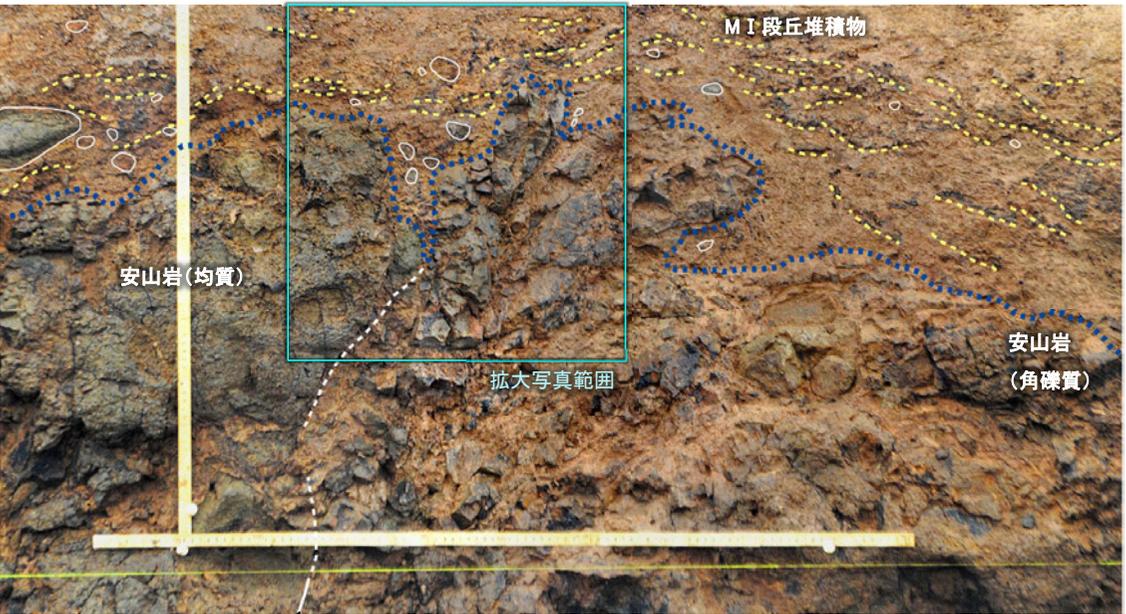
【北面拡大写真】



A.北面調査箇所



S-2・S-6上部付近拡大写真



S-2・S-6 A.北面調査箇所(礫, 構造等を加筆)

0 20cm

- 礫
- 堆積構造
- 岩盤上面
- 主せん断面
- 不明瞭な主せん断面

- ・S-2・S-6付近の岩盤上面(図中青点線)の凹部には, MI 段丘堆積物が入り込むように堆積している。
- ・凹部を挟んで両側のMI 段丘堆積物の基底は, ほぼ同じ高さである。
- ・S-2・S-6直上のMI 段丘堆積物中には, せん断面は認められない。
- ・S-2・S-6上方のMI 段丘堆積物中には, 堆積構造(図中黄点線)が認められ, この堆積構造に乱れは認められない。

S-2・S-6 No.2トレンチ

【南面拡大写真】

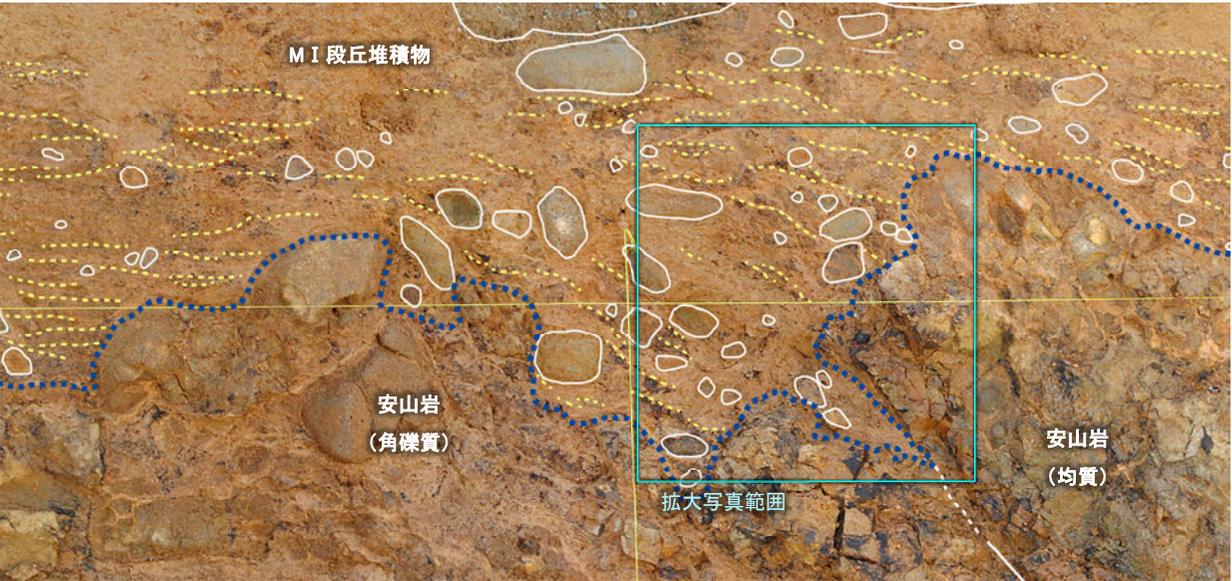


B. 南面調査箇所



0 10cm

S-2・S-6



0 20cm

S-2・S-6

- 礫
- 堆積構造
- 岩盤上面
- 主せん断面
- 不明瞭な主せん断面

S-2・S-6上部付近拡大写真

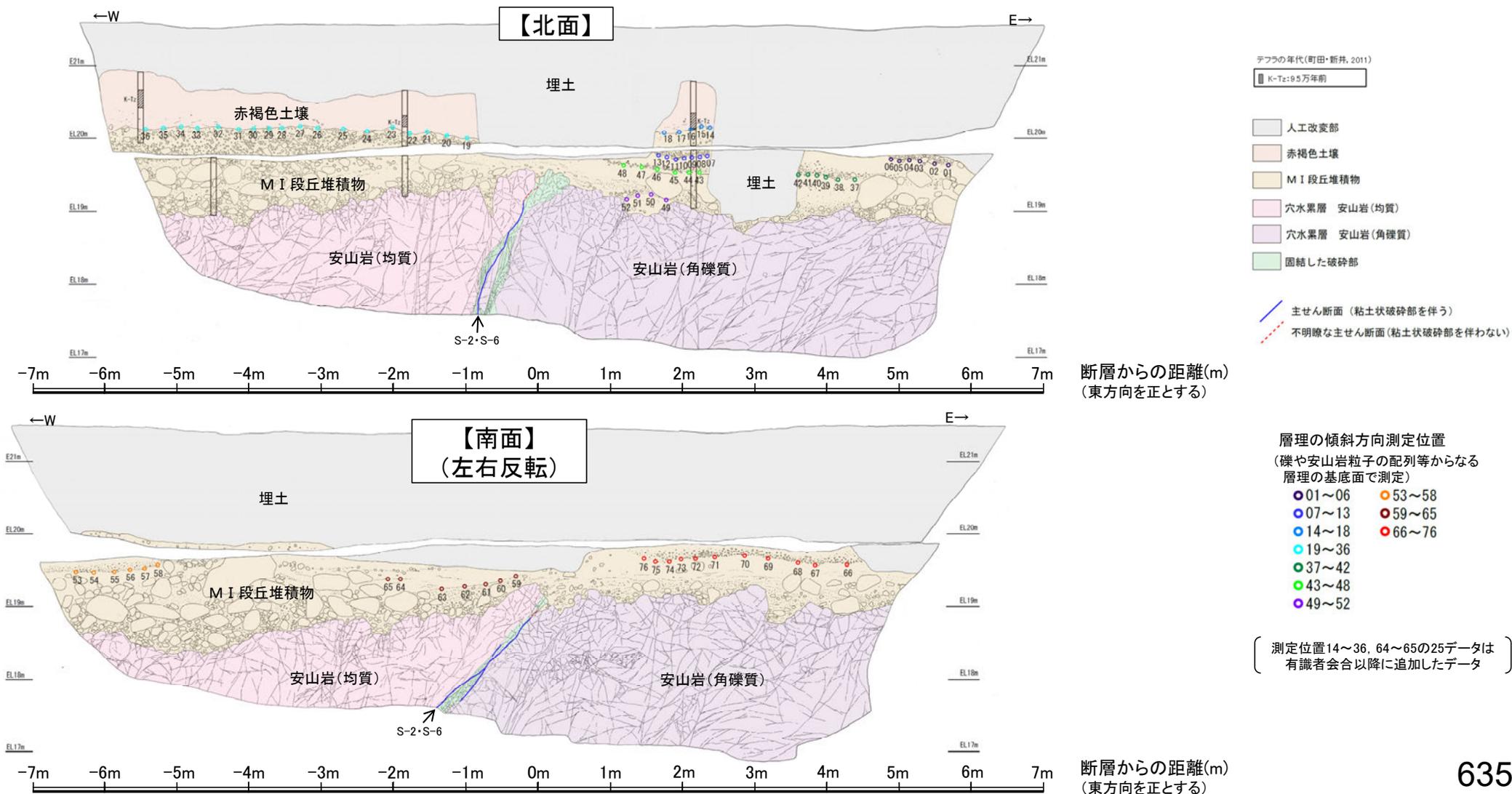
- ・ S-2・S-6付近の岩盤上面(図中青点線)の凹部には、MI 段丘堆積物が入り込むように堆積している。
- ・ 凹部を挟んで両側のMI 段丘堆積物の基底は、ほぼ同じ高さである。
- ・ S-2・S-6直上のMI 段丘堆積物中には、せん断面は認められない。
- ・ S-2・S-6上方のMI 段丘堆積物中の凹部には、西側の岩盤面に対してアバットする堆積構造(図中黄点線)が認められ、この堆積構造に乱れは認められない。

B. 南面調査箇所(礫, 構造等を加筆)

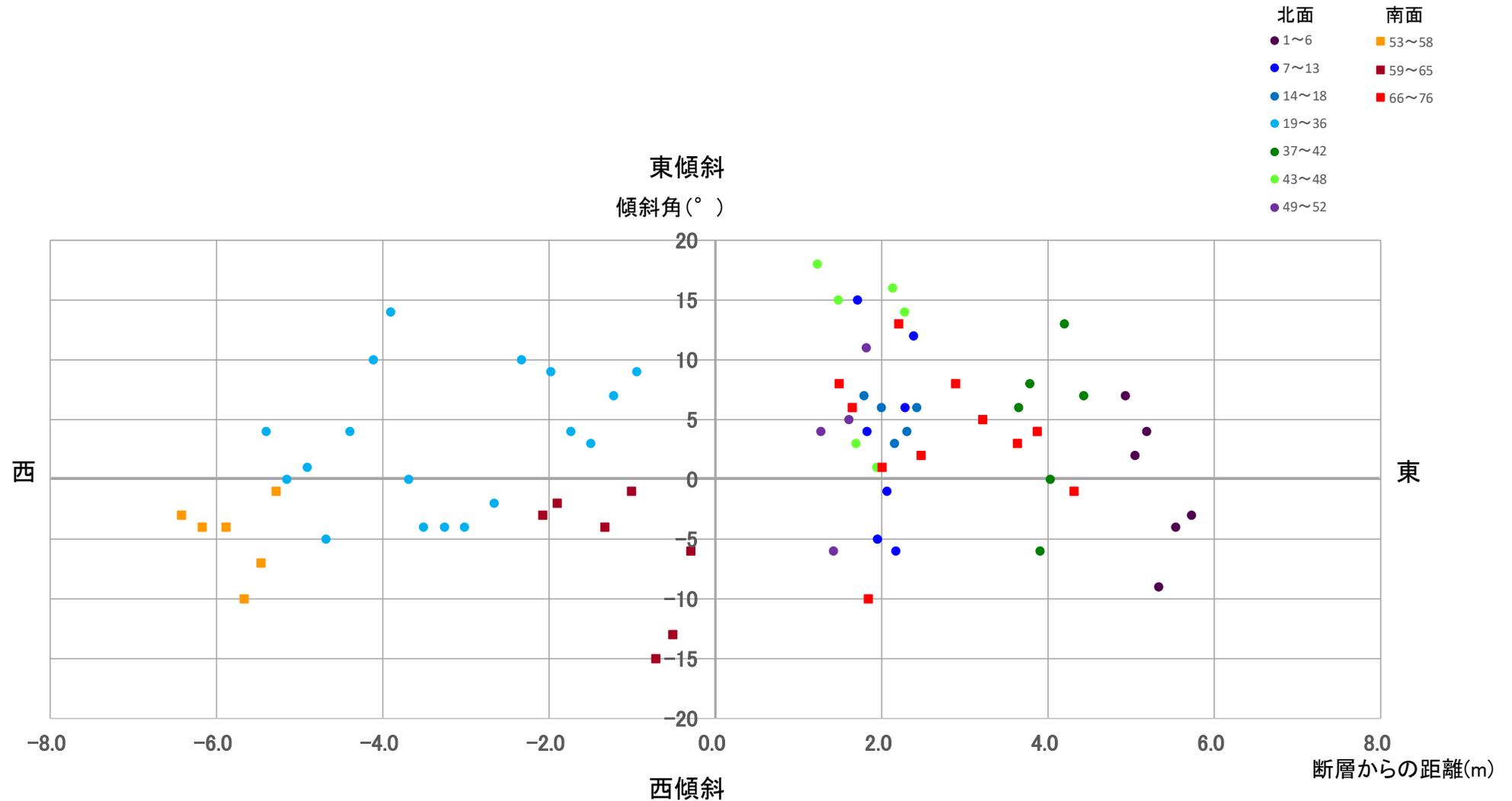
5.3.3 S-2・S-6 (1)No.2トレンチ 一層理の傾斜等のデータ分析

- 有識者会合は、No.2トレンチのM I 段丘堆積物が山側(東側)に傾斜すると評価している。
- M I 段丘堆積物の山側(東側)への傾斜の有無についてより定量的に分析するために、トレンチ両面のM I 段丘堆積物中に認められる層理について、有識者会合以降に測定データを25データ追加し、層理の傾斜と断層との関係を確認することにより、S-2・S-6の断層活動による影響について検討を行った。
- その結果、層理の傾斜角は、北面・南面のそれぞれにおいて、断層からの距離に関係なくばらつきが認められる。また、断層の直近で急傾斜となる傾向や、断層から離れるにしたがって緩傾斜となるような傾向は認められない(次頁)。
- 層理の一部(測定位置37~48)では東傾斜の傾向が認められるものの、トレンチ全体の層理の傾斜方向を三次元的にみると、北面、南面とも全体的に南傾斜が卓越しており、系統的に東西のどちらか一方に傾斜する傾向は認められない。トレンチ周辺の岩盤上面高度は南側にいくにしたがって低くなることから、この層理の南傾斜はM I 段丘堆積物の堆積時の岩盤上面の傾斜を反映したものであると考えられる(次々頁)。
- No.2トレンチ南北両面において、M I 段丘堆積物中の礫等の長軸が一様に山側(東側)に傾斜する傾向は認められない(P.642~644)

○以上のことから、No.2トレンチのM I 段丘堆積物に、S-2・S-6の断層活動による変形を示唆する傾向は認められない。

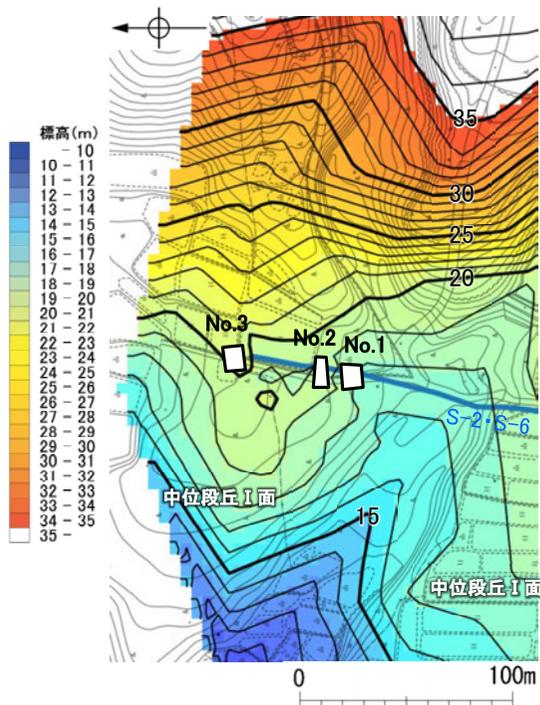


【層理の傾斜角と断層からの距離の関係】



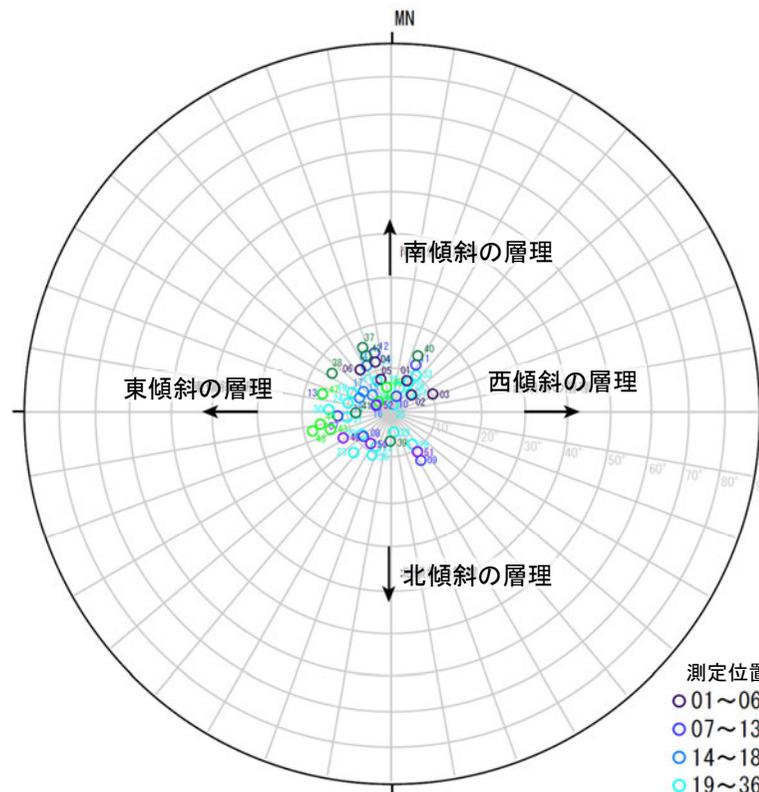
- ・層理の傾斜角は、北面・南面のそれぞれにおいて、断層からの距離に関係なくばらつきが認められる。
- ・また、断層の直近で急傾斜となる傾向や、断層から離れるにしたがって緩傾斜となるような傾向は認められない。

【層理の傾斜方向(北面・南面)】



・トレンチ周辺の岩盤上面高度は、南側にいくにしたがって低くなる。

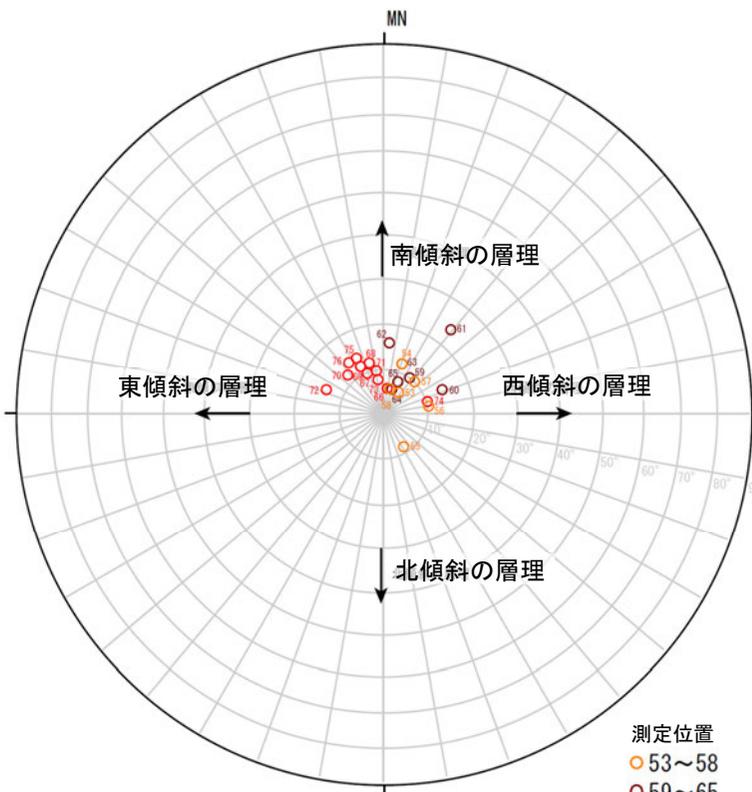
トレンチ周辺の
岩盤上面標高段彩図



シュミットネット 下半球投影
(北面 層理の走向・傾斜を基に作成)

測定位置
 ○ 01～06
 ○ 07～13
 ○ 14～18
 ○ 19～36
 ○ 37～42
 ○ 43～48
 ○ 49～52

測定位置14～36は
有識者会合以降に
追加したデータ



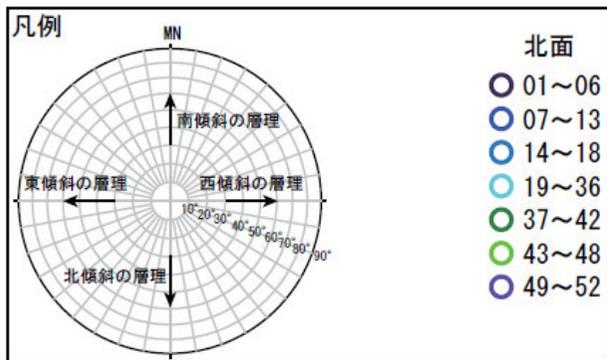
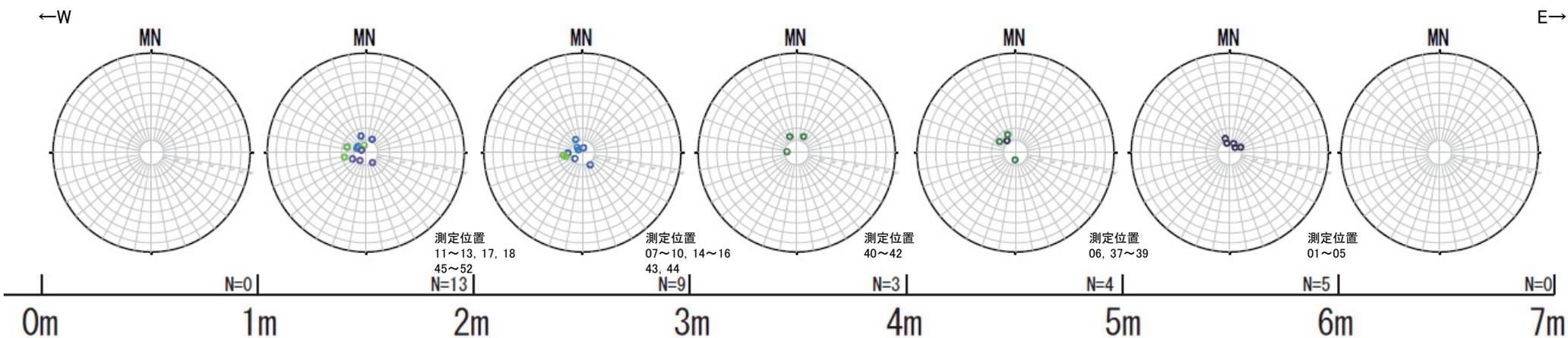
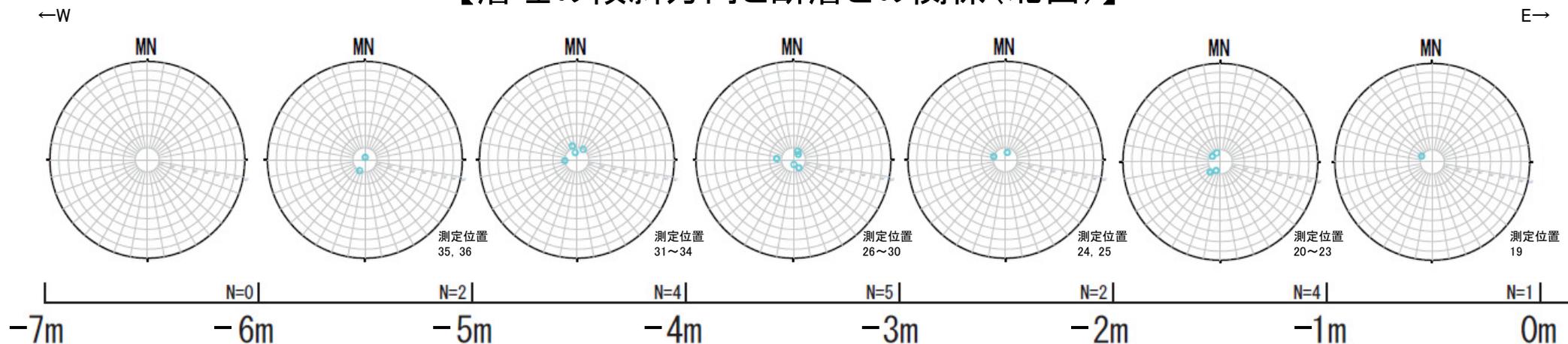
シュミットネット 下半球投影
(南面 層理の走向・傾斜を基に作成)

測定位置
 ○ 53～58
 ○ 59～65
 ○ 66～76

測定位置64～65は
有識者会合以降に
追加したデータ

- ・層理の一部(測定位置37～48)では東傾斜の傾向が認められるものの、トレンチ全体の層理の傾斜方向を三次元的にみると、北面、南面とも全体的に南傾斜が卓越しており、系統的に東西のどちらか一方に傾斜する傾向は認められない。
- ・岩盤上面標高段彩図(左図)によれば、トレンチ周辺の岩盤上面高度は南側にいくにしたがって低くなることから、この層理の南傾斜はM I 段丘堆積物の堆積時の岩盤上面の傾斜を反映したものであると考えられる。

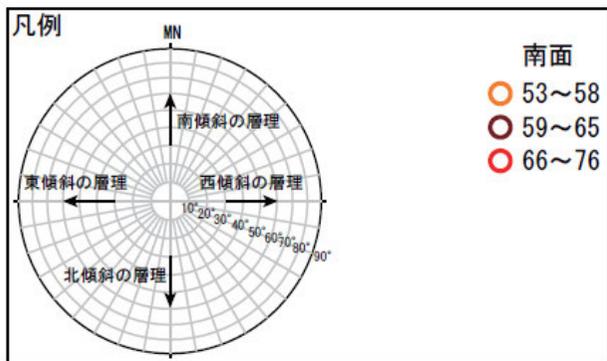
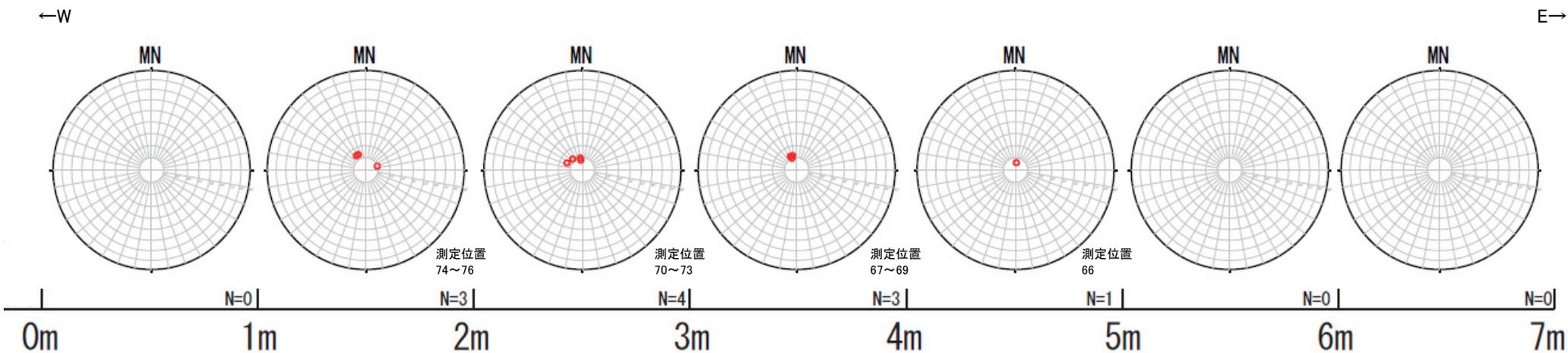
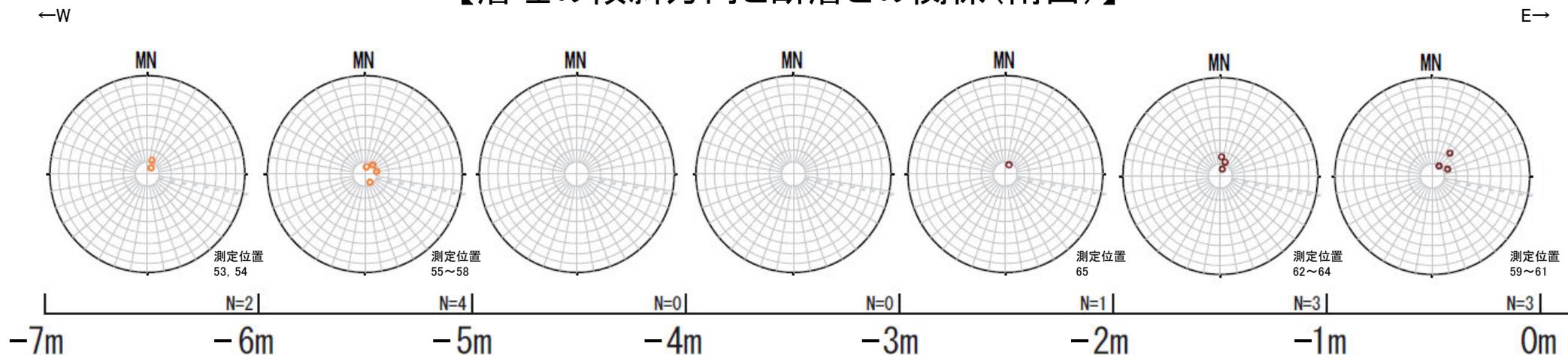
【層理の傾斜方向と断層との関係(北面)】



〔測定位置14~36は
有識者会合以降に
追加したデータ〕

断層からの距離(m)
(東方向を正とする)

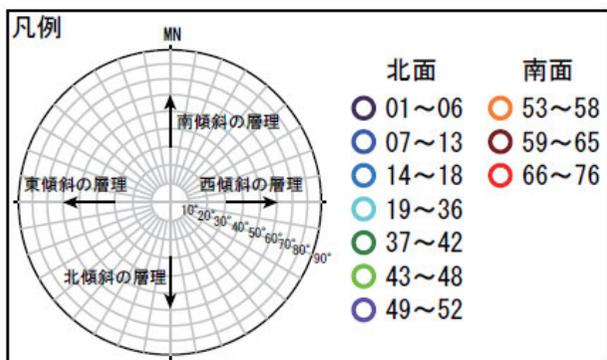
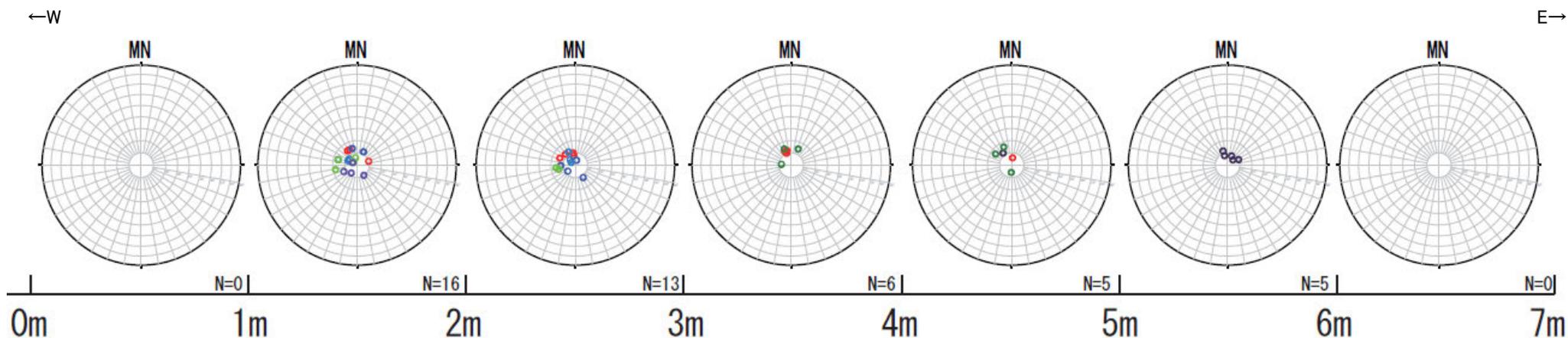
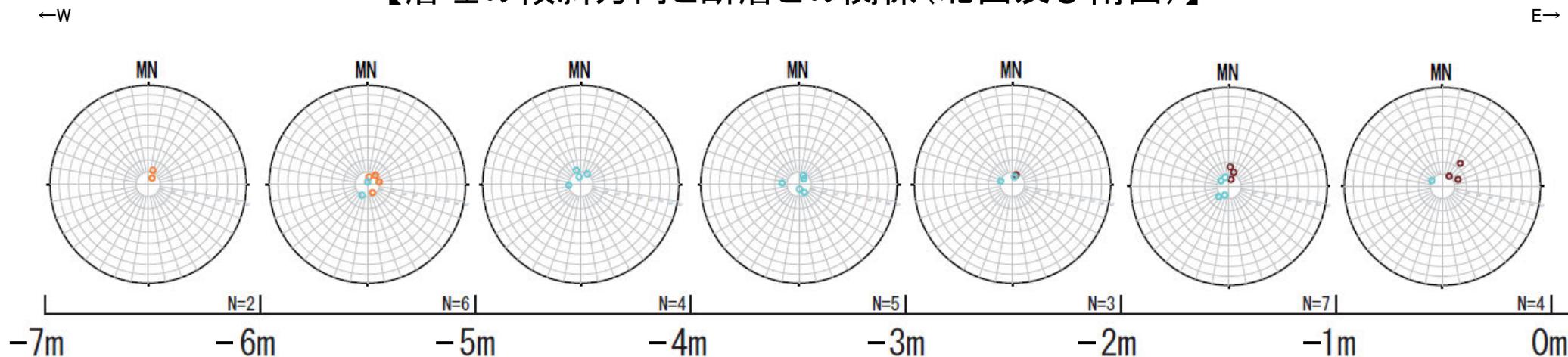
【層理の傾斜方向と断層との関係(南面)】



測定位置64~65は
有識者会合以降に
追加したデータ

断層からの距離(m)
(東方向を正とする)

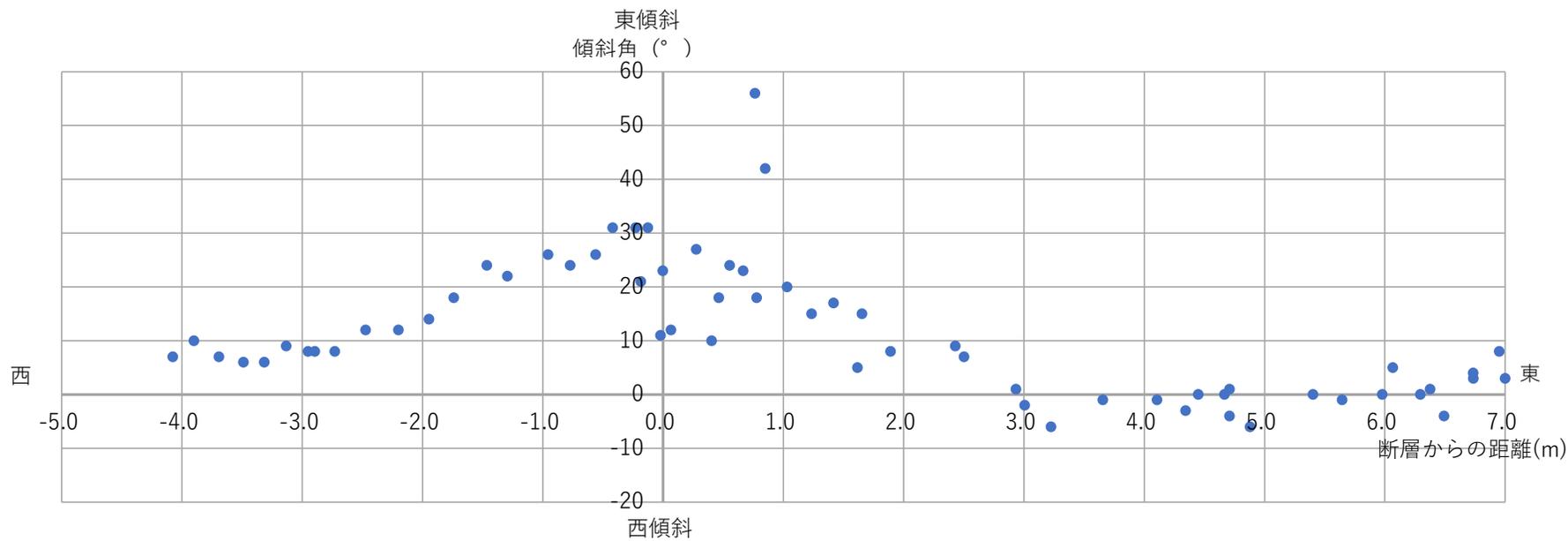
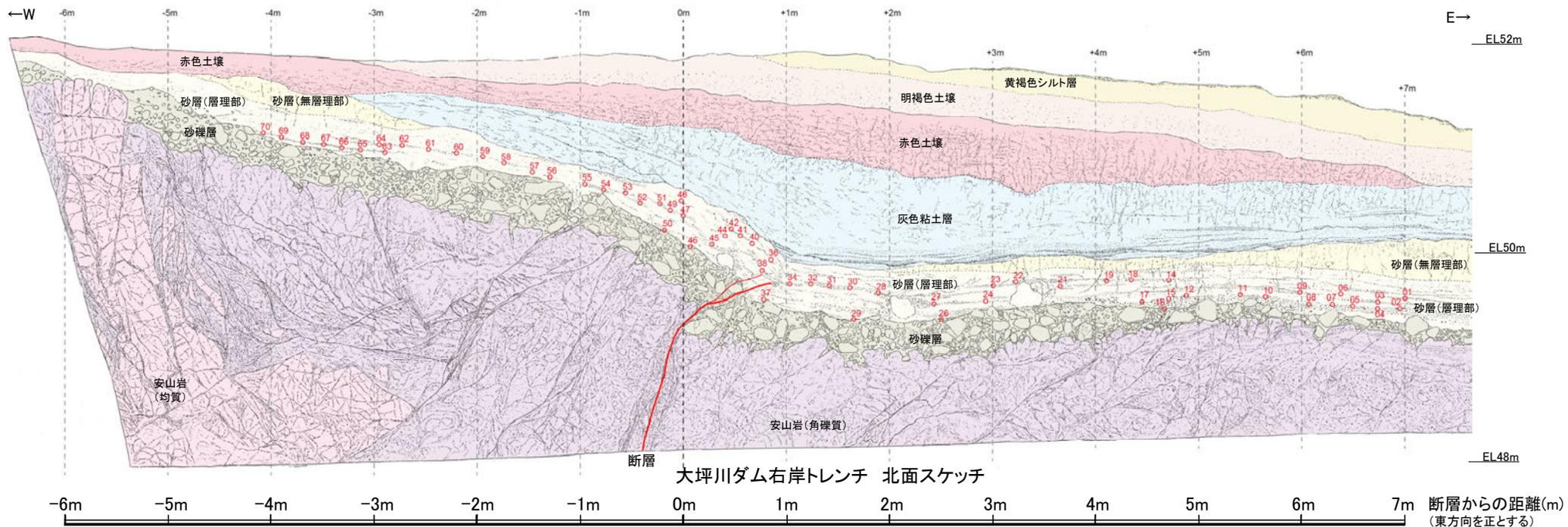
【層理の傾斜方向と断層との関係(北面及び南面)】



〔測定位置14~36, 64~65は有識者会合以降に追加したデータ〕

断層からの距離(m)
(東方向を正とする)

【(参考)福浦断層 大坪川ダム右岸トレンチで認められる層理の傾斜と断層からの距離の関係】



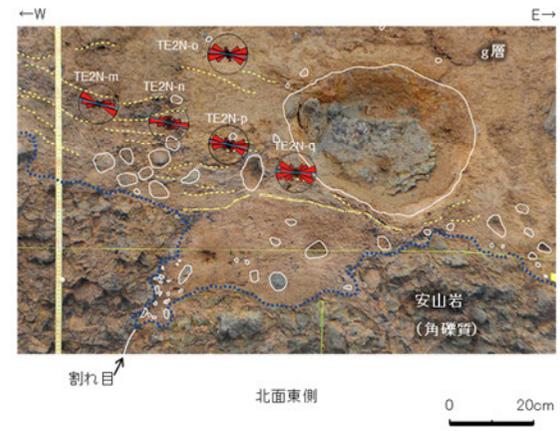
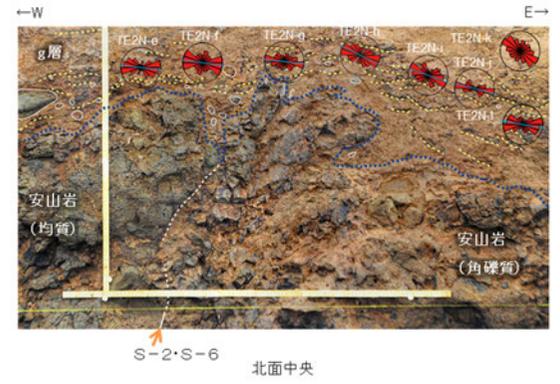
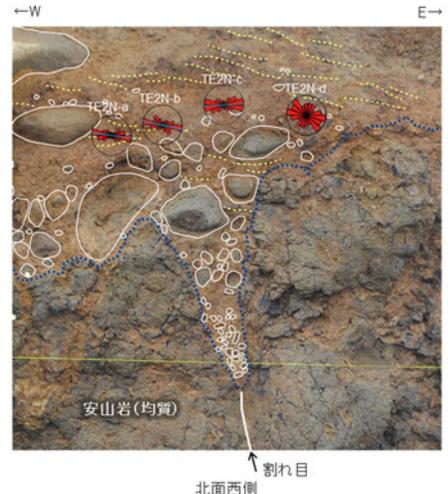
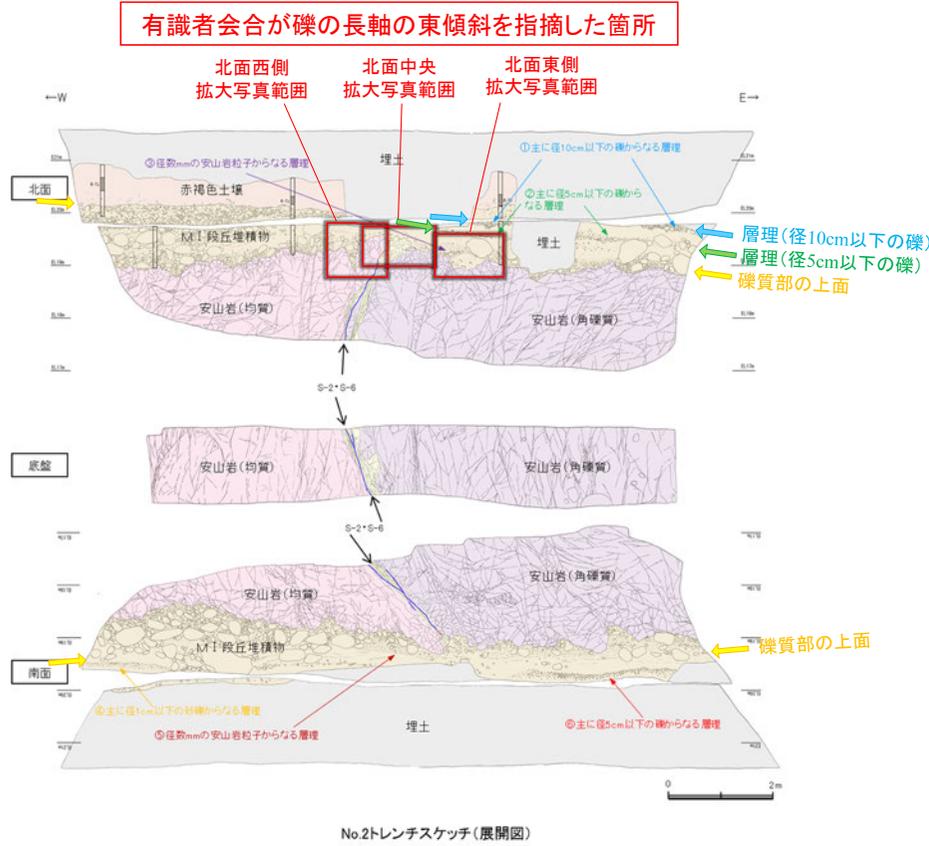
層理の傾斜角と断層からの距離の関係

・砂層(層理部)中の層理の傾斜方向は、断層からの距離に応じて系統的に変化しており、断層の直近で急傾斜となり、断層から離れるにしたがって緩傾斜となる。

5.3.3 S-2・S-6 (1)No.2トレンチ ー礫の長軸方向ー

- 有識者会合は、M I 段丘堆積物中の礫等の長軸の角度分布も、北面中央、北面西側及び北面東側の全ての場所において、山側(東側)に緩く傾斜すると評価している。
- 当社は、有識者会合が指摘した箇所以外に、No.2トレンチ南北両面においてM I 段丘堆積物中の礫等の長軸の角度分布を確認しているが、礫等の長軸が一様に山側(東側)に傾斜する傾向は認められない(次頁、次々頁)。

【有識者会合が指摘した箇所の調査結果】



※写真、境界は第2回評議会合時に示したもの ※水平を基準(0°)とし、左回りを正とする。

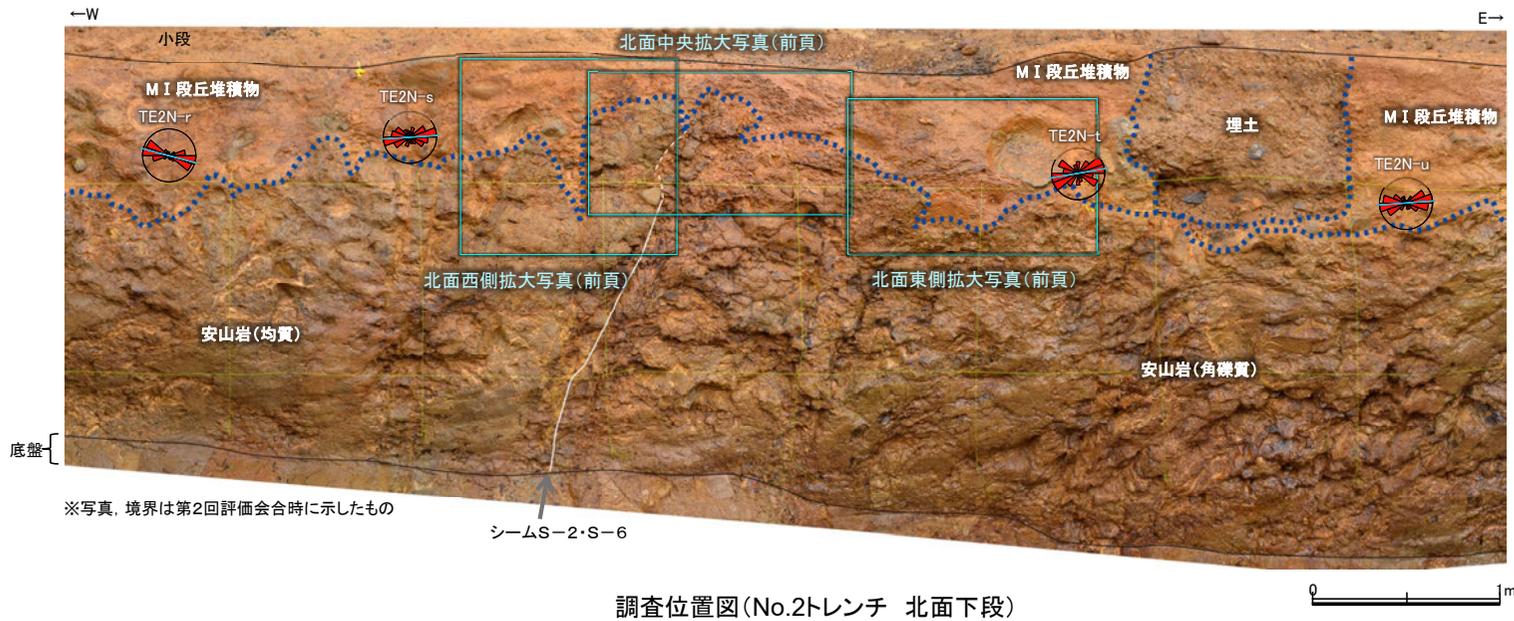
薄片番号	粒子数	平均角度(°)	有意確率(%)
TE2N-a	120	-6.43	1.22×10^{-10}
TE2N-b	136	-11.68	4.25×10^{-6}
TE2N-c	95	3.59	4.33×10^{-5}
TE2N-d	131	-26.14	9.73
TE2N-e	122	-6.33	6.44×10^{-8}
TE2N-f	88	-7.97	1.11
TE2N-g	150	-6.28	3.77×10^{-3}
TE2N-h	115	-25.74	2.03×10^{-3}
TE2N-i	94	-19.59	1.83×10^{-1}
TE2N-j	100	-14.76	1.49×10^{-12}
TE2N-k	74	-32.74	9.46
TE2N-l	116	-9.51	6.43×10^{-6}
TE2N-m	112	-13.30	7.01×10^{-14}
TE2N-n	115	-16.00	2.55×10^{-3}
TE2N-o	86	-8.55	3.83×10^{-6}
TE2N-p	78	-12.06	4.56×10^{-3}
TE2N-q	69	-4.09	3.96×10^{-3}

17試料中15試料で、有意確率5%未満であり、礫等の長軸方向に定向性が認められる。

礫の長軸の東傾斜が認められる箇所(有識者会合による)

・上写真の調査範囲においては、礫の長軸方向は10°程度山側(東側)に傾斜する傾向がみられる。

【有識者会合が指摘した箇所以外の調査結果 (No.2トレンチ北面)】



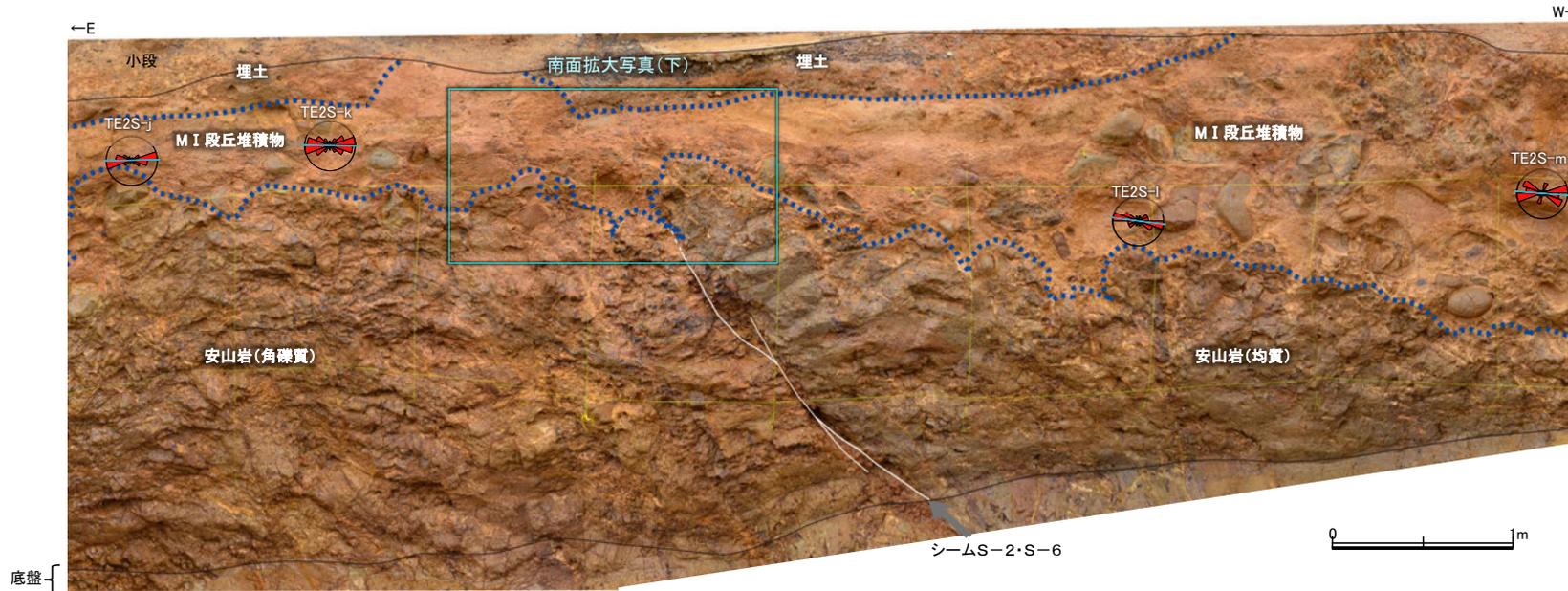
解析結果

薄片番号	粒子数	平均角度 (°)	有意確率 (%)
TE2N-r	105	-14.77	7.18×10^{-15}
TE2N-s	81	3.60	1.88×10^{-2}
TE2N-t	45	9.84	1.27
TE2N-u	80	3.98	2.81×10^{-7}

いずれの試料も有意確率5%未満であり、礫等の長軸方向に定向性が認められる。

・礫の長軸方向が一様に山側(東側)に傾斜する傾向は見られない。

【有識者会合が指摘した箇所以外の調査結果 (No.2トレンチ南面)】



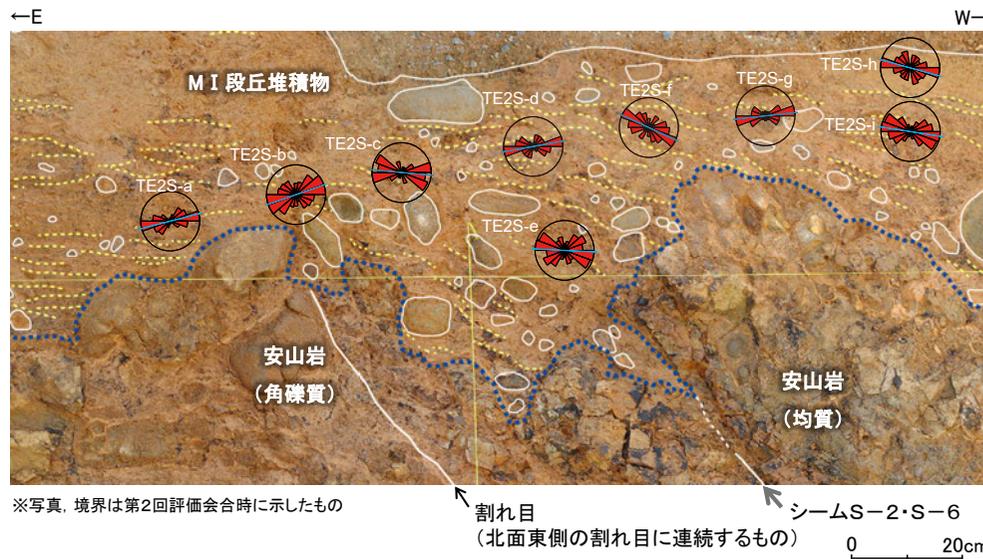
解析結果

薄片番号	粒子数	平均角度 (°)	有意確率 (%)
TE2S-j	111	1.32	9.92×10^{-17}
TE2S-k	115	-0.41	8.52×10^{-10}
TE2S-l	14	-7.41	2.00
TE2S-m	59	-4.32	4.72×10^{-4}

いずれの試料も有意確率5%未満であり、礫等の長軸方向に方向性が認められる。

写真、境界は第2回評価会合時に示したもの

調査位置図 (No.2トレンチ 南面下段)



※写真、境界は第2回評価会合時に示したもの

割れ目
(北面東側の割れ目に連続するもの)

シームS-2・S-6

南面 拡大写真 (解析結果等を加筆)

解析結果

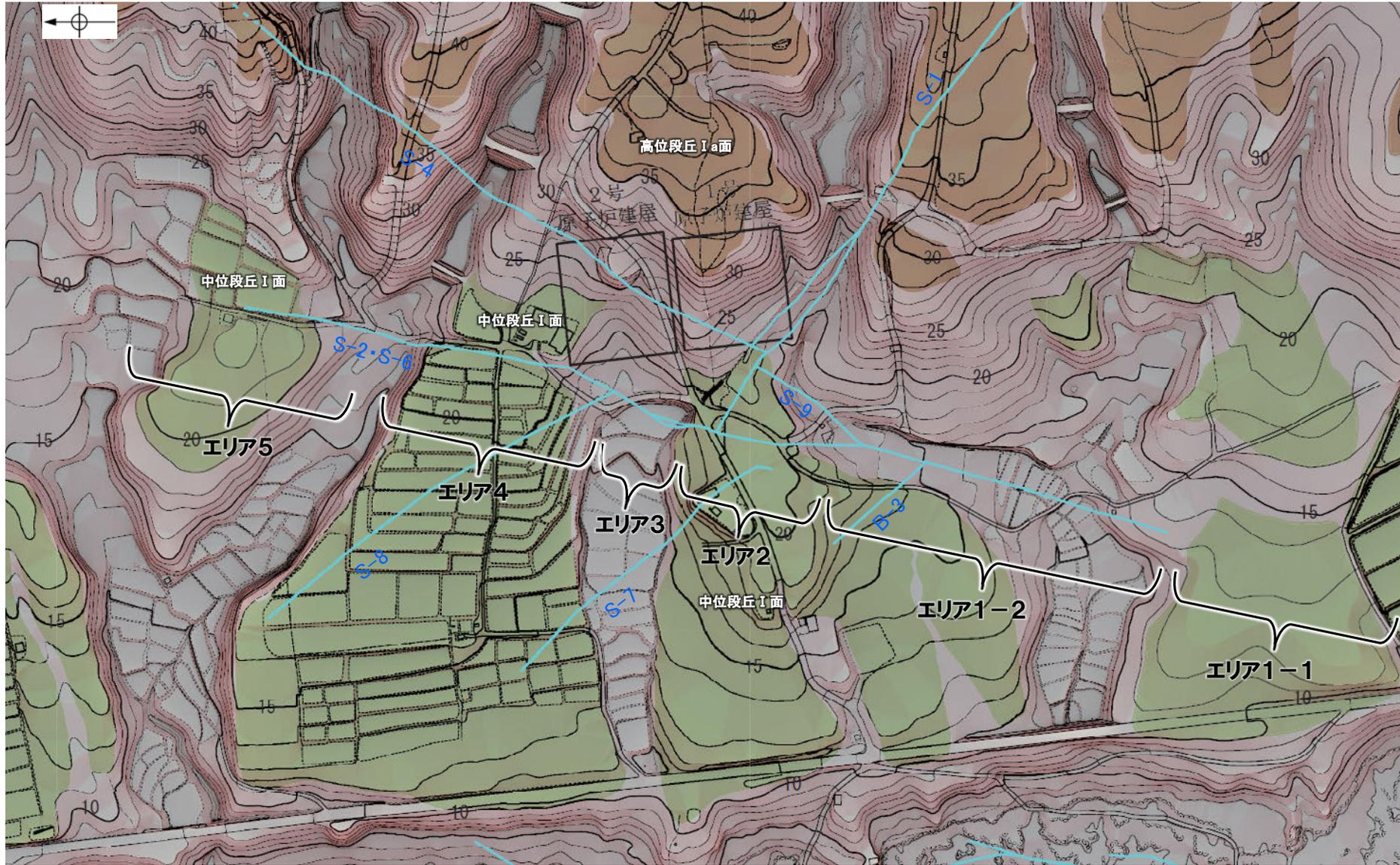
薄片番号	粒子数	平均角度 (°)	有意確率 (%)
TE2S-a	94	14.39	7.30×10^{-7}
TE2S-b	116	19.08	3.51×10^{-3}
TE2S-c	65	-5.24	9.42×10^{-6}
TE2S-d	37	10.20	2.93×10^{-1}
TE2S-e	69	-2.79	1.19
TE2S-f	90	-24.76	2.77×10^{-3}
TE2S-g	80	6.33	1.51×10^{-7}
TE2S-h	63	-15.35	1.50×10^{-1}
TE2S-i	77	-8.87	6.56×10^{-4}

いずれの試料も有意確率5%未満であり、礫等の長軸方向に方向性が認められる。

・礫の長軸方向が一様に山側(東側)に傾斜する傾向は見られない。

余白

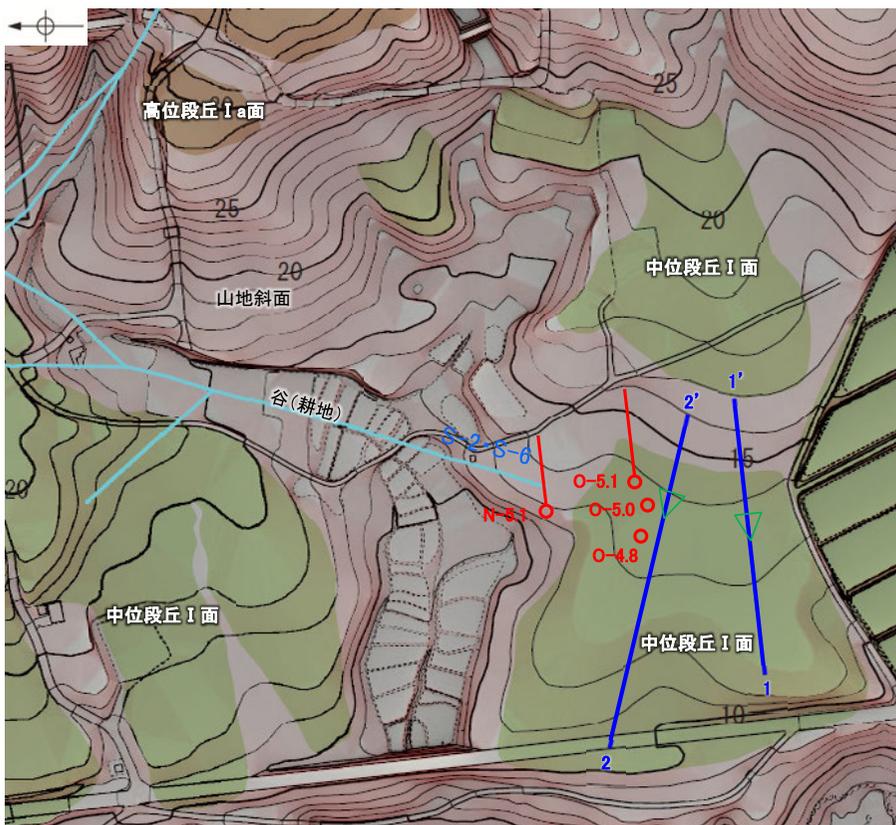
○空中写真判読及び詳細DEM解析を実施し、S-2・S-6に沿って地形の特徴を基にエリアごとに分割し、リニアメント・変動地形の判読を行った。エリアごとの詳細調査結果を踏まえると、S-2・S-6沿いにリニアメント・変動地形は認められない。(下図に示した各エリア毎の調査結果については、次頁以降に示す)



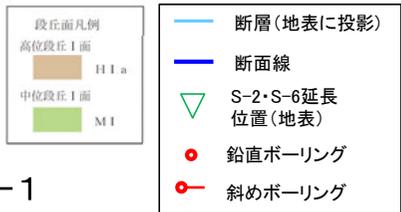
この図は、1985年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺8,000分の1)をもとに、人工改変されている部分は1961年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺15,000分の1)を一部参考にして作成した立体地図(等高線は1m間隔)を基図として、空中写真判読及び既存ボーリングの地質データ等に基づいた段丘面分布を示したものである。

断層位置図(基図は旧地形の段丘面分布図)

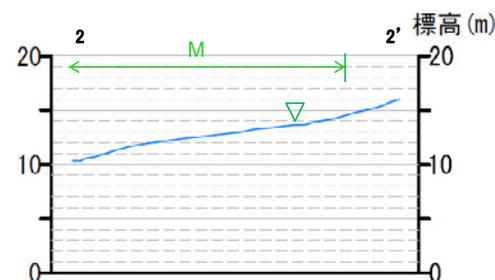
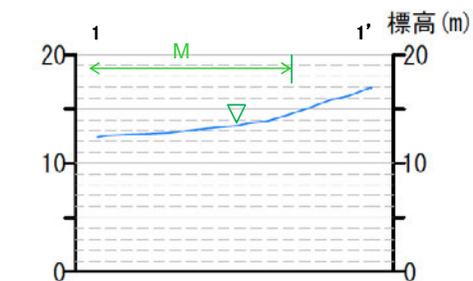
【エリア1-1における調査結果】



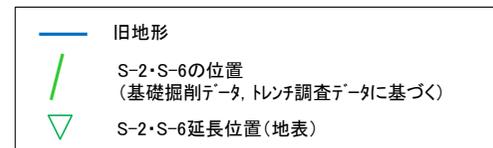
0 100m



エリア1-1



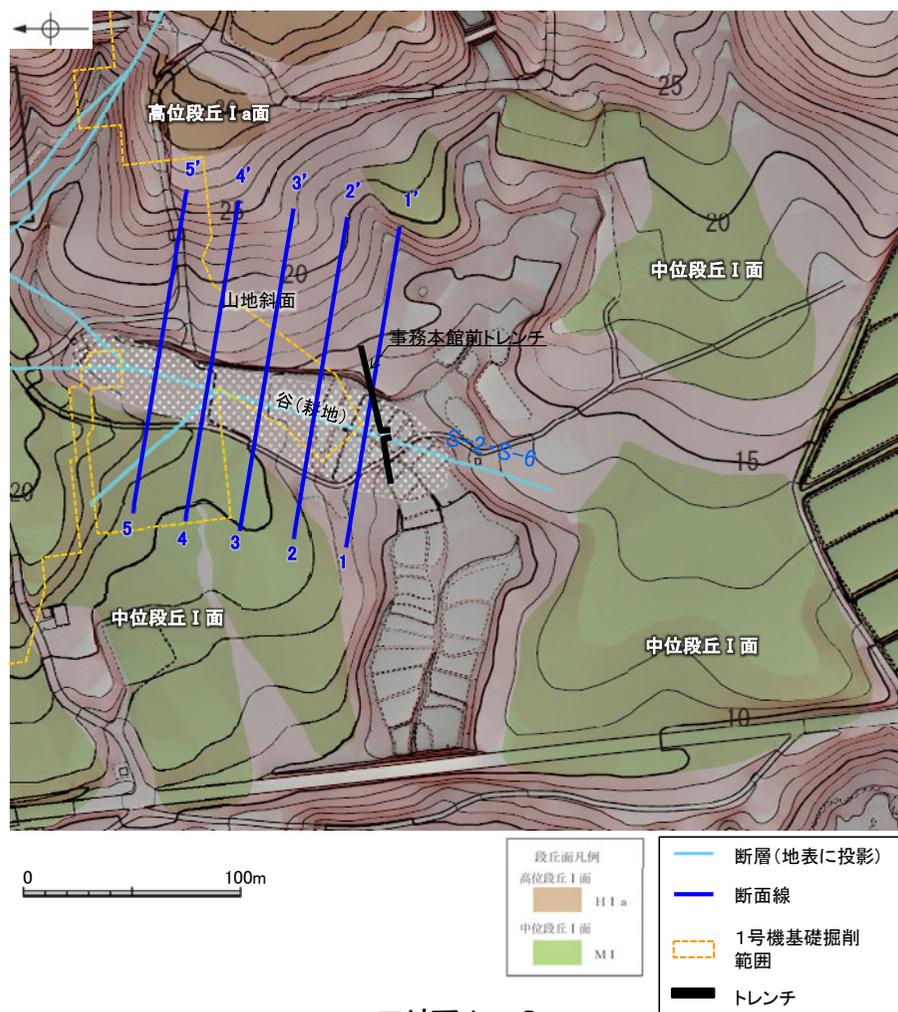
0 100m



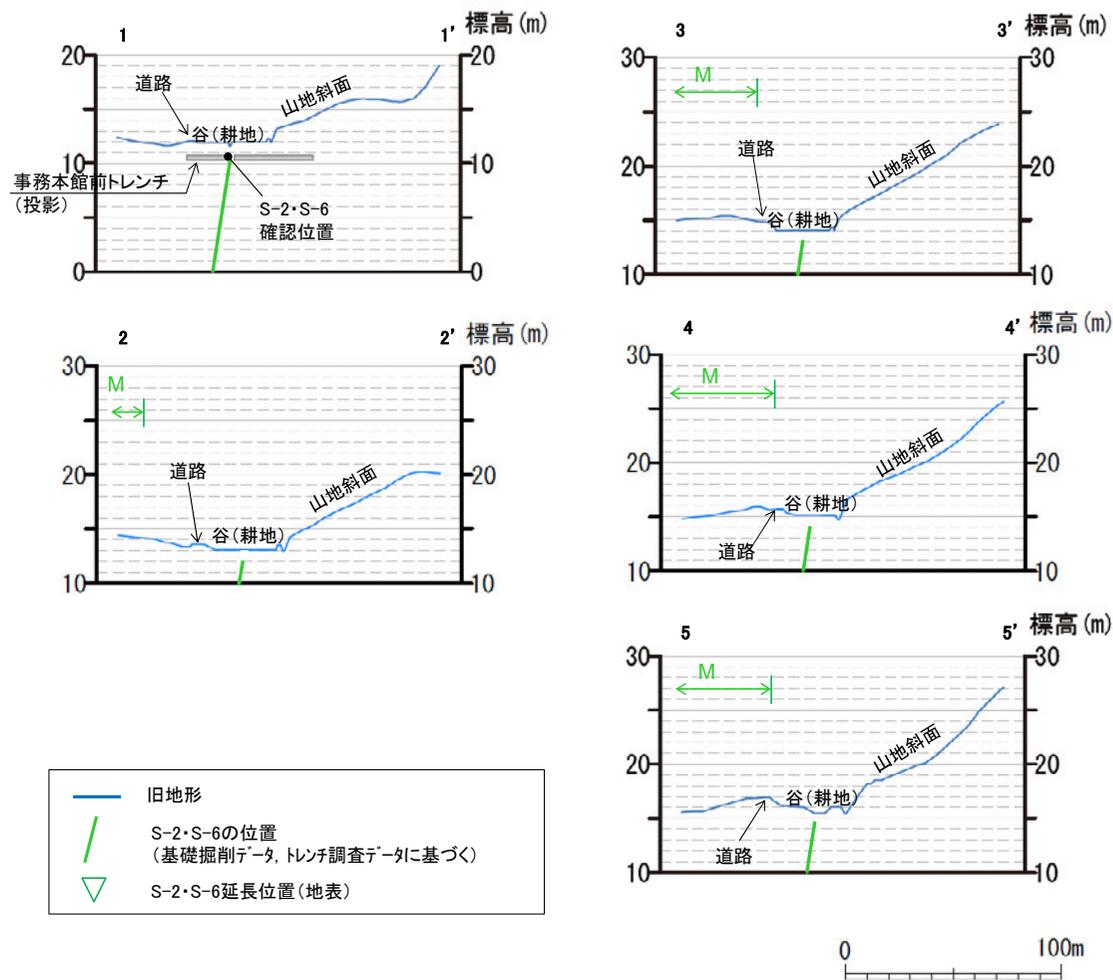
地形断面図(H:V=1:5)

S-2・S-6周辺の地形	・S-2・S-6南方延長部では、中位段丘 I 面はほぼ同一勾配となっており、傾斜変換等は認められない。
地質データ	・ボーリング調査の結果によれば、S-2・S-6はN-5.1孔以南のボーリング孔では認められない。
考察	➢ 「地形」及び「地質」データを踏まえると、S-2・S-6は本エリアには連続しない。

【エリア1-2における調査結果】



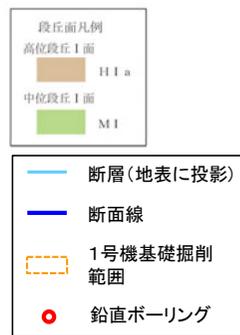
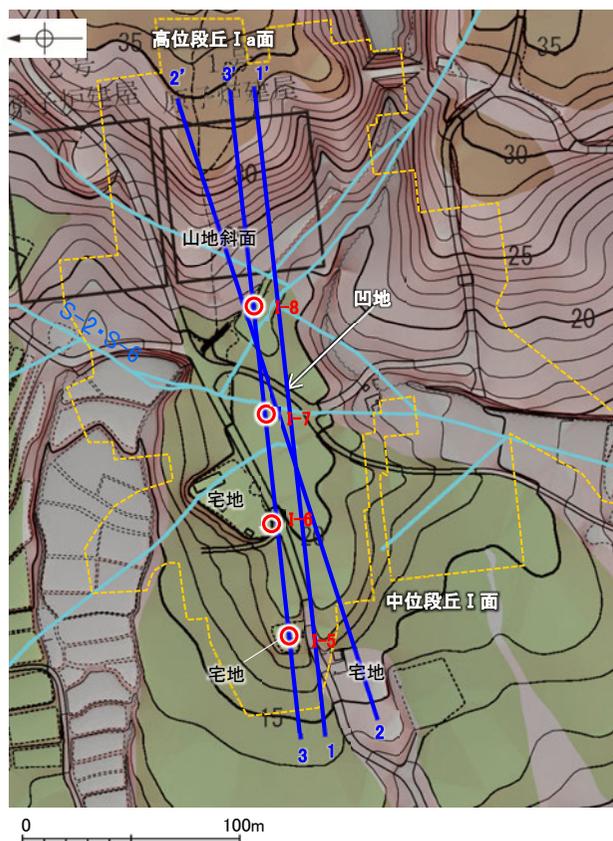
エリア1-2



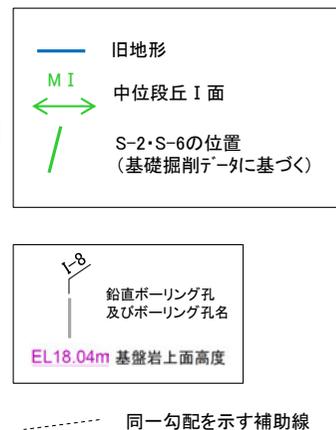
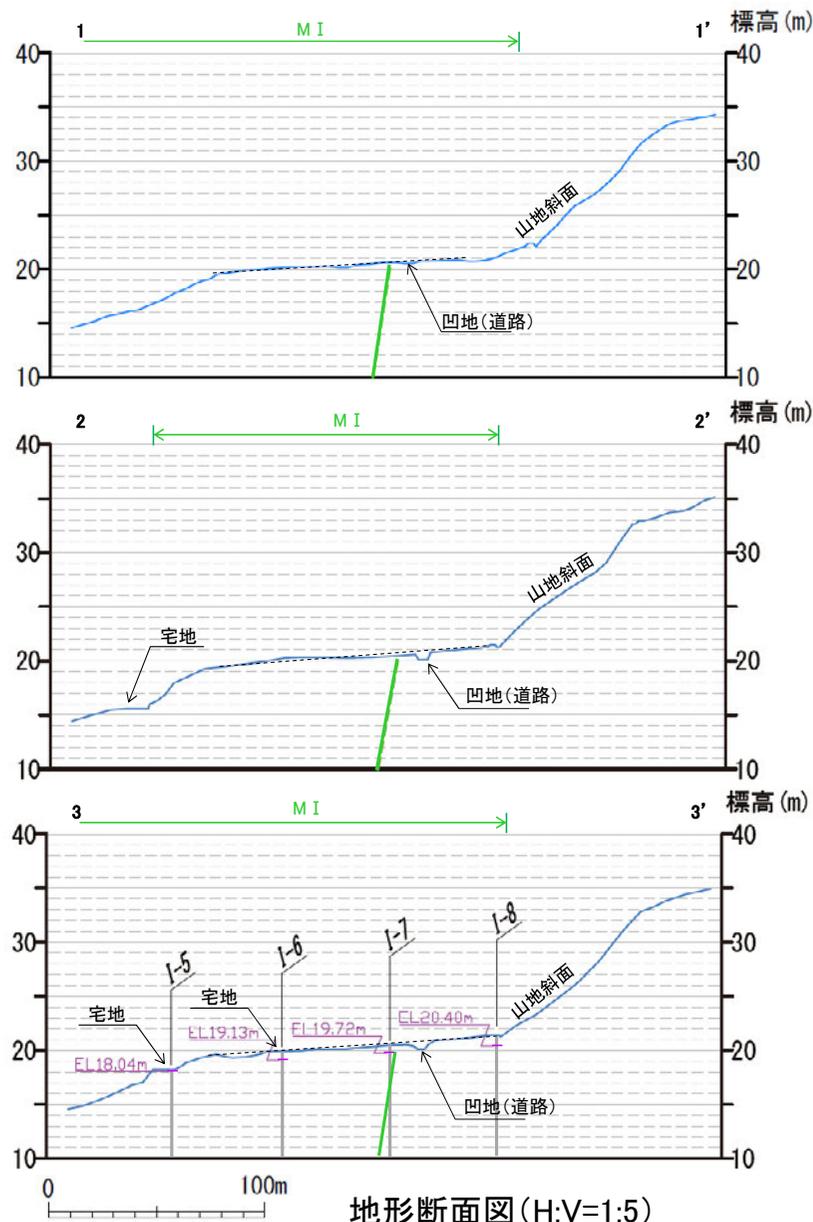
地形断面図(H:V=1:5)

S-2・S-6周辺の地形	・S-2・S-6周辺には、谷が認められる。
地質データ	・1号機基礎掘削データ及び事務本館前トレンチ調査の結果によれば、S-2・S-6以外に断層等の構造は認められない(1-1'断面)。
考察	➢ 「地質」データを踏まえると、S-2・S-6周辺に認められる谷はS-2・S-6周辺が相対的弱部となり差別侵食を受けて形成されたものと推定される。

【エリア2における調査結果】



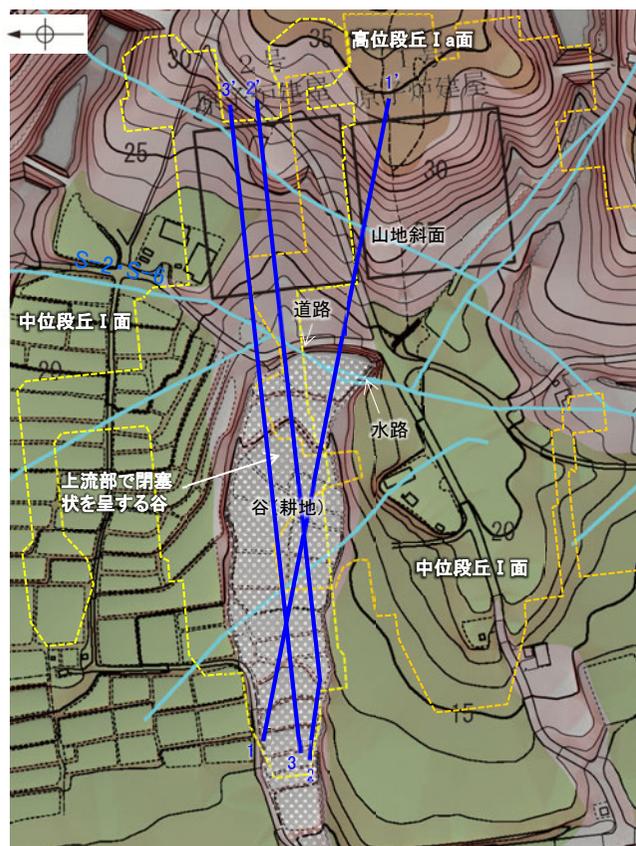
エリア2



地形断面図(H:V=1:5)

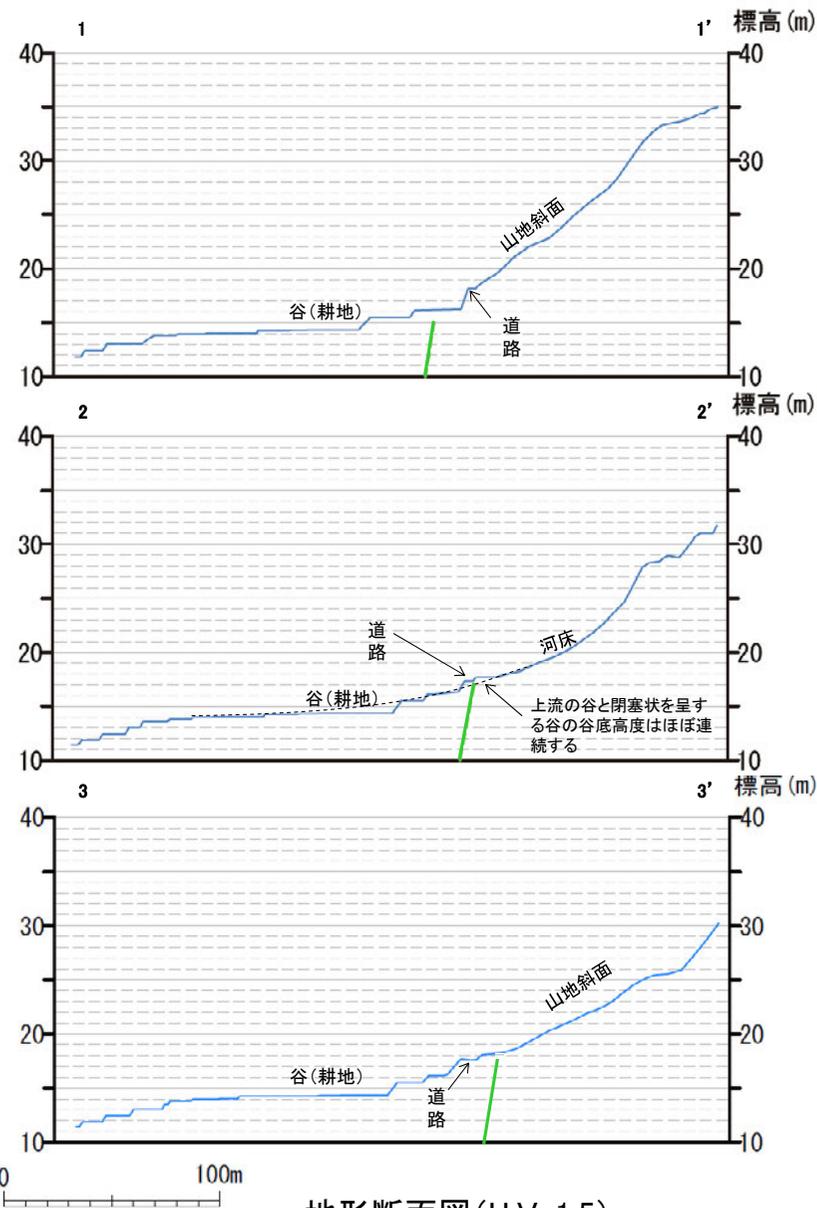
S-2・S-6周辺の地形	<ul style="list-style-type: none"> ・S-2・S-6の東方には凹地が認められる。 ・凹地及びS-2・S-6を挟んで、いずれの断面も中位段丘I面はほぼ同一勾配となっており、傾斜変換等は認められない。(2-2'断面においてS-2・S-6の約50m西側に海側がやや高い地形が認められるが、その高まりは最大でも50cm程度の小さなものであるとともに隣接する2つの断面(1-1', 3-3'断面)では認められないことから、局所的なものであると考えられる)。
地質データ	<ul style="list-style-type: none"> ・50m間隔のボーリングデータによれば、凹地及びS-2・S-6を挟んで、中位段丘I面下の岩盤上面高度は、海側に向かって徐々に低下する(3-3'断面)。
考察	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 「地形」及び「地質」データを踏まえると、S-2・S-6の東方に認められる凹地は道路建設による改変により形成されたものと推定される。

【エリア3における調査結果】

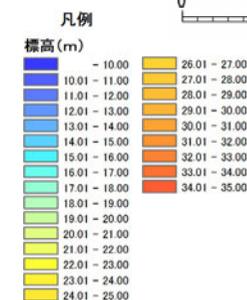
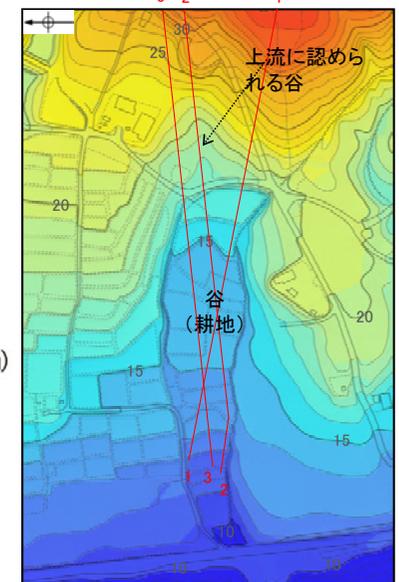


0 100m

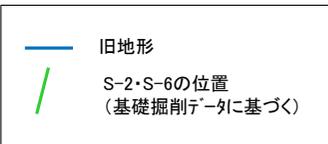
エリア3



地形断面図(H:V=1:5)

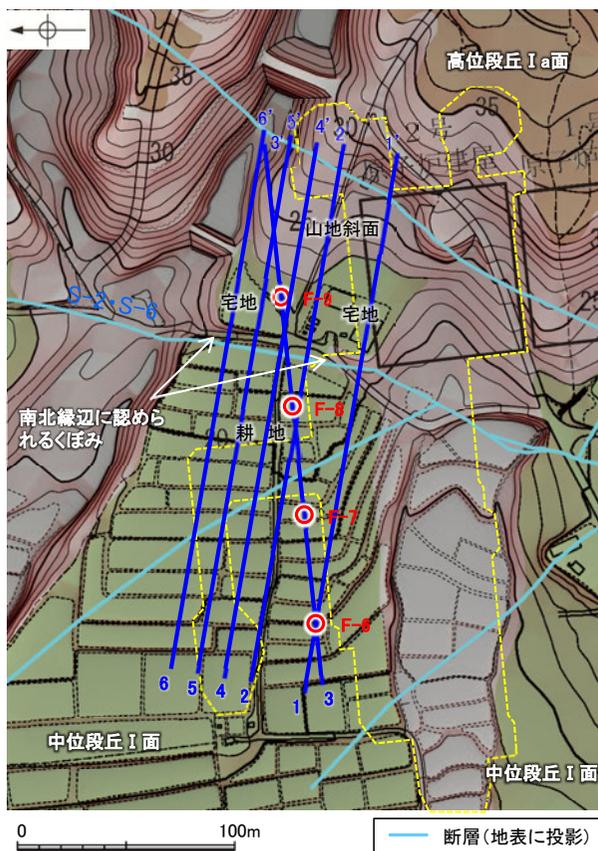


地形段彩図

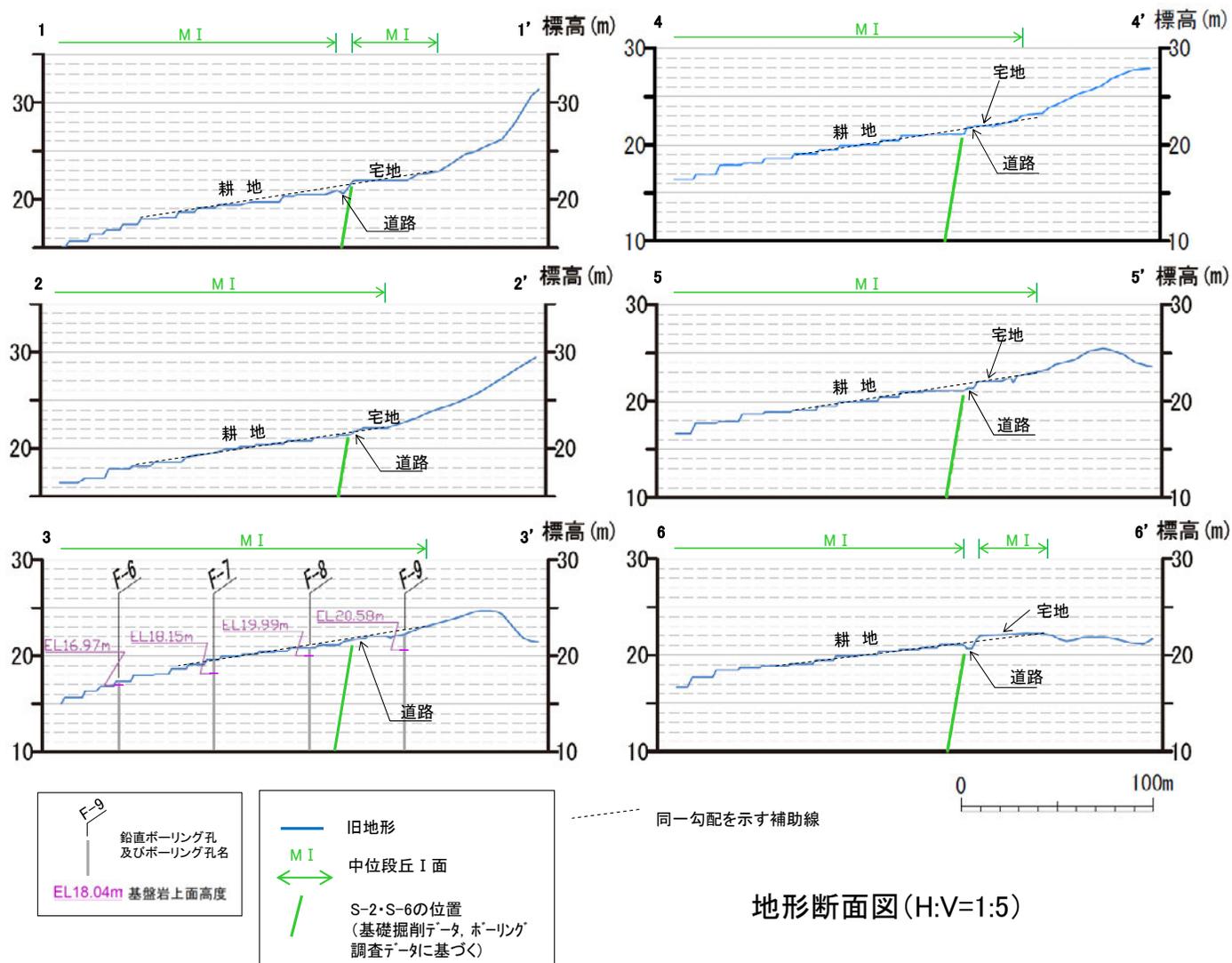


S-2・S-6周辺の地形	<ul style="list-style-type: none"> ・S-2・S-6周辺には、上流部で閉塞状を呈する谷が認められる。 ・閉塞状を呈する谷の位置には、人工的に改変された地形(道路)が認められる。 ・上記地形(道路)の上流にも谷が認められ(地形段彩図)、この谷と閉塞状を呈する谷の谷底高度はほぼ連続する。(2-2'断面) ・谷(耕地)は、谷幅に比べて浅く、また、道路上流部の谷の長さに対して谷幅が広い。
考察	<p>➤「地形」データを踏まえると、閉塞状を呈する谷は、道路建設及び耕地整備による改変により形成されたものと推定される。</p>

【エリア4における調査結果】



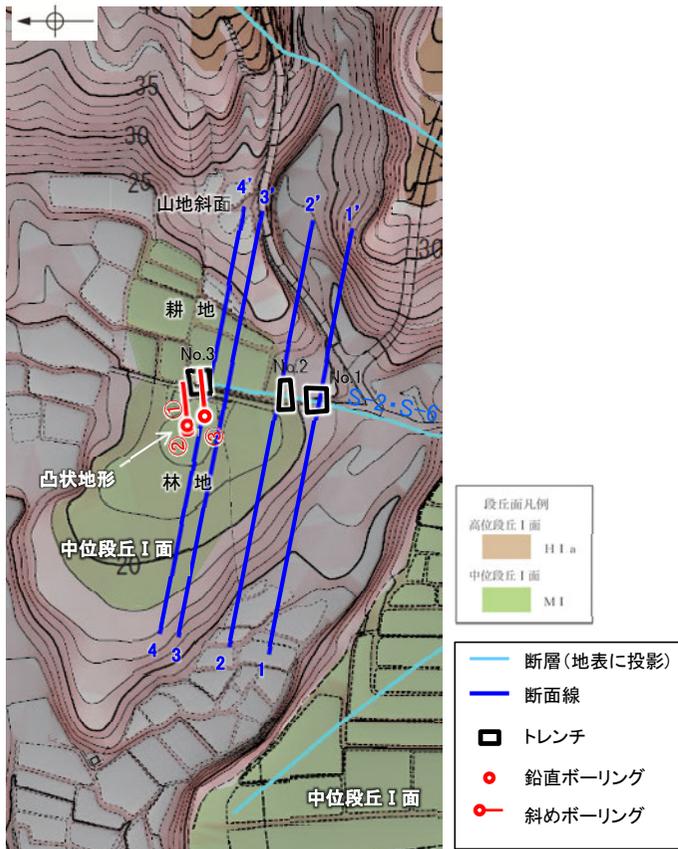
エリア4



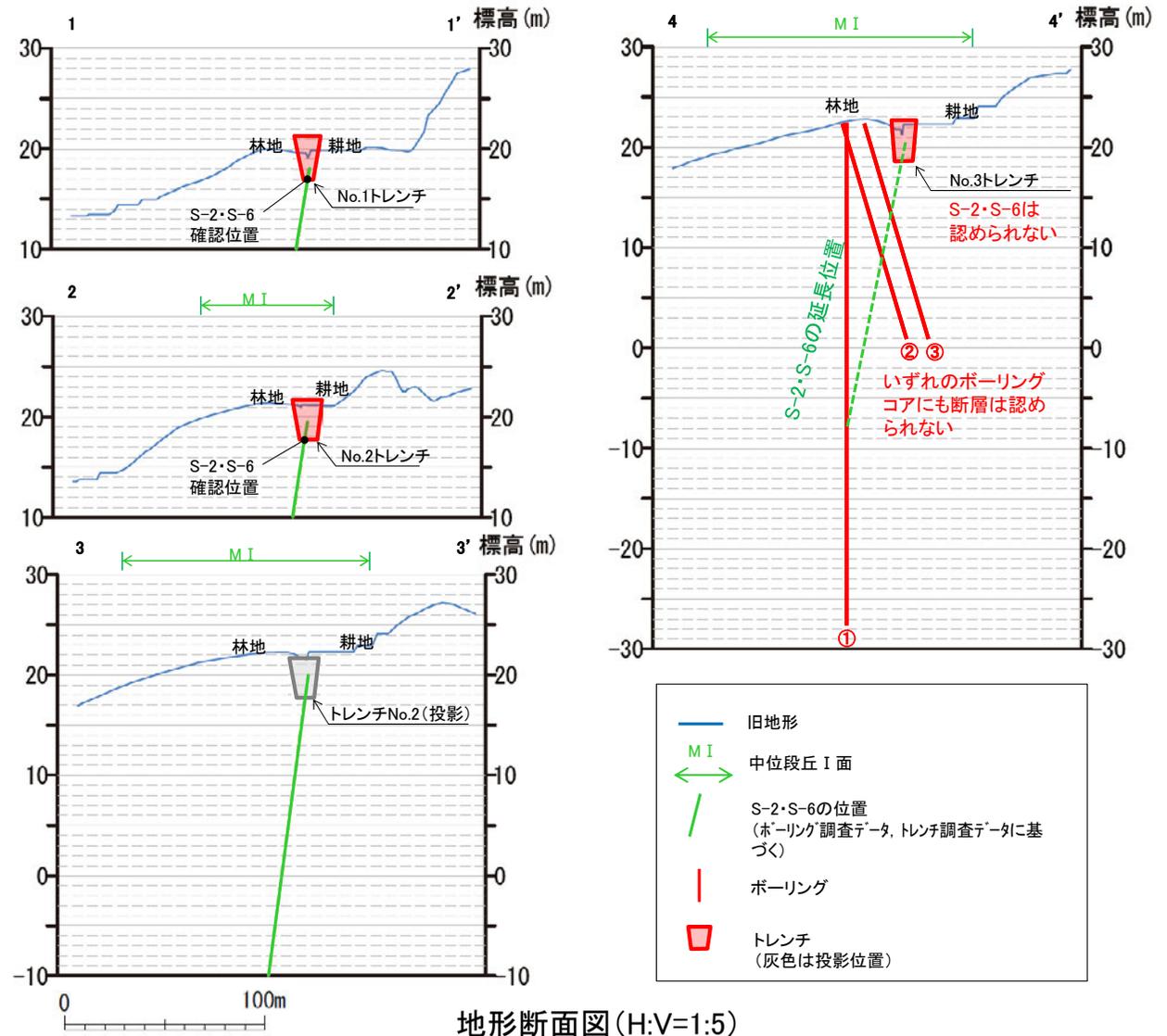
地形断面図(H:V=1:5)

S-2・S-6周辺の地形	<ul style="list-style-type: none"> ・S-2・S-6周辺の段丘面の南北縁辺(道路付近)には、くぼみが認められ、段丘面の中央部ではくぼみは認められない(2-2', 3-3', 4-4' 断面)。 ・くぼみの有無に関わらず、S-2・S-6を挟んで、いずれの断面も段丘面ではほぼ同一勾配となっており、傾斜変換等は認められない。
地質データ	<ul style="list-style-type: none"> ・50m間隔のボーリングデータによれば、S-2・S-6を挟んで、中位段丘I面下の岩盤上面高度は、海側に向かって徐々に低下する(3-3' 断面)。
考察	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 「地形」及び「地質」データを踏まえると、段丘面の南北縁辺に認められるくぼみは、S-2・S-6周辺が相対的弱部となり側方侵食により形成されたものと推定される。

【エリア5における調査結果】



エリア5

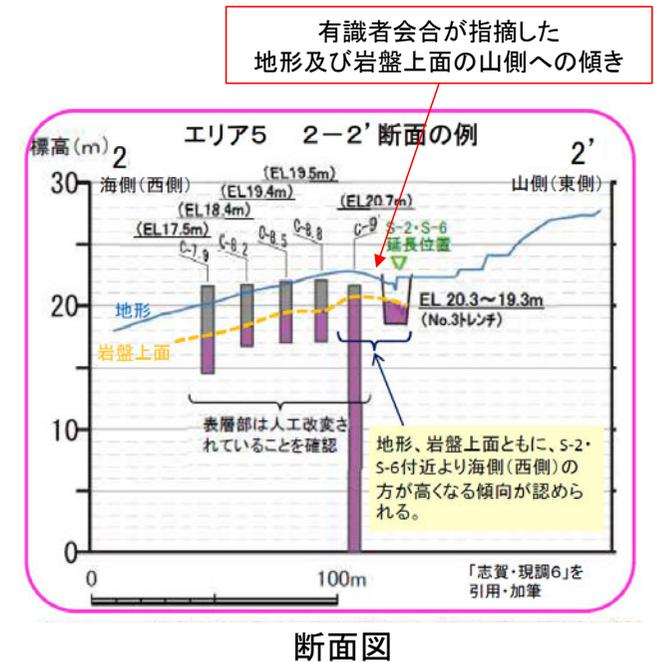


地形断面図(H:V=1:5)

S-2・S-6周辺の地形	・S-2・S-6の北方に西側が高い「凸状地形」が認められる。
地質データ	・傾斜変換の位置におけるトレンチ調査の結果、岩盤中にS-2・S-6が確認され、同岩盤を覆う堆積物に変位・変形は認められない(1-1', 2-2' 断面)。 ・「凸状地形」が最も顕著な箇所位置するNo.3トレンチには、S-2・S-6は認められず、更にその付近で実施した深部方向へのボーリング調査でも断層は認められない(4-4' 断面)。 ・「凸状地形」の頂部付近には、相対的に堅硬である安山岩(均質)が周辺よりもやや優勢に分布している。
考察	➢ 「地質」データ及び「エリア1~4」の考察結果を踏まえると、「凸状地形」は、波蝕台形成時における岩盤上面の起伏を反映した局所的なものと推定される。

5.3.3 S-2・S-6 (補足1)S-2・S-6周辺の地形及び岩盤上面高度分布 (今後の課題④(1))

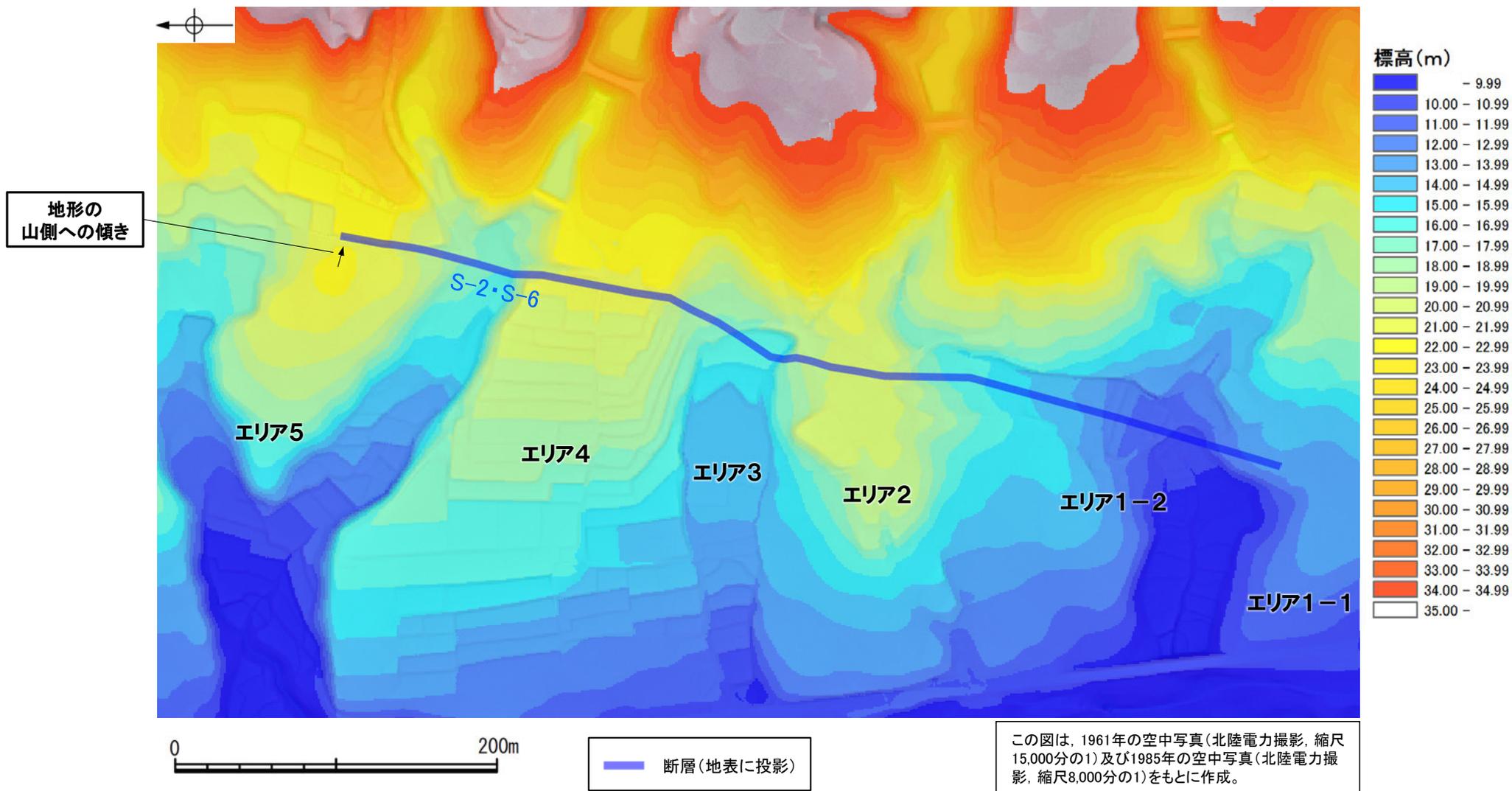
- 有識者会合は、S-2・S-6の海側(西側)においてMIS5eの海成堆積物と考えられる地層が山側へ傾く範囲を確認することを「今後の課題④(1)」として示している。
- S-2・S-6周辺は発電所建設時の改変により海成堆積物のほとんどが取り除かれていることから、S-2・S-6の活動による断層上盤側の変形の有無を確認するため、S-2・S-6の海側(西側)の改変前の地形及び岩盤上面が山側へ傾く範囲について、確認を行った。
- S-2・S-6の海側(西側)の地形及び岩盤上面が山側に傾くのは、エリア5の局所的な範囲に限られ、その他のエリアでは山側への傾きは認められず、S-2・S-6に沿った全線で海側(西側)の地形及び岩盤上面の系統的な山側への傾きがないことを確認した。



(「北陸電力株式会社志賀原子力発電所の敷地内破砕帯の評価について(報告)平成28年4月27日原子力規制庁」)に加筆)

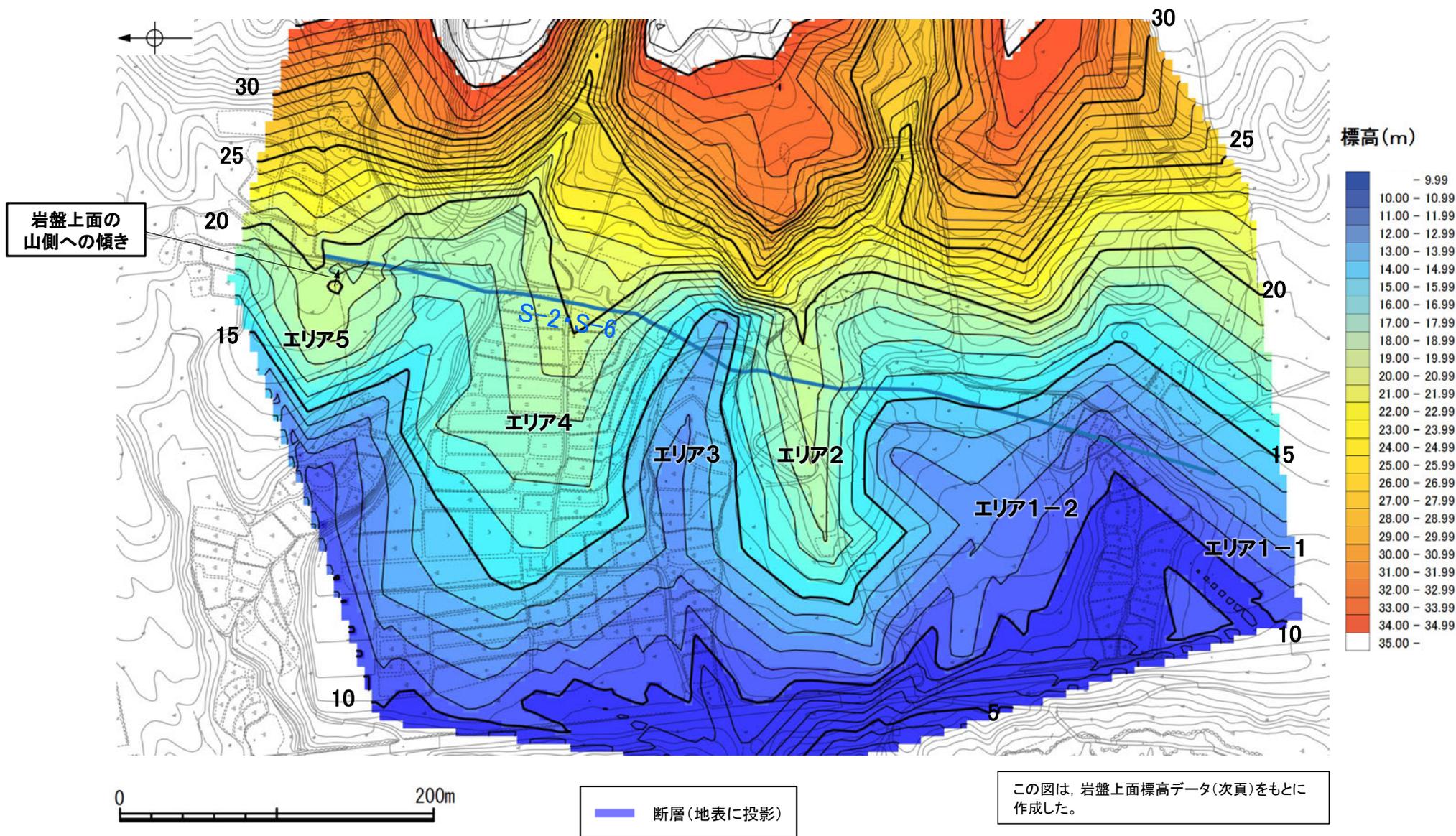
【S-2・S-6付近の地形】

○S-2・S-6の海側(西側)の地形が山側に傾くのは、エリア5の局所的な範囲に限られ、その他のエリアでは山側への傾きは認められず、S-2・S-6に沿った全線で海側(西側)の地形の系統的な山側への傾きがないことを確認した。



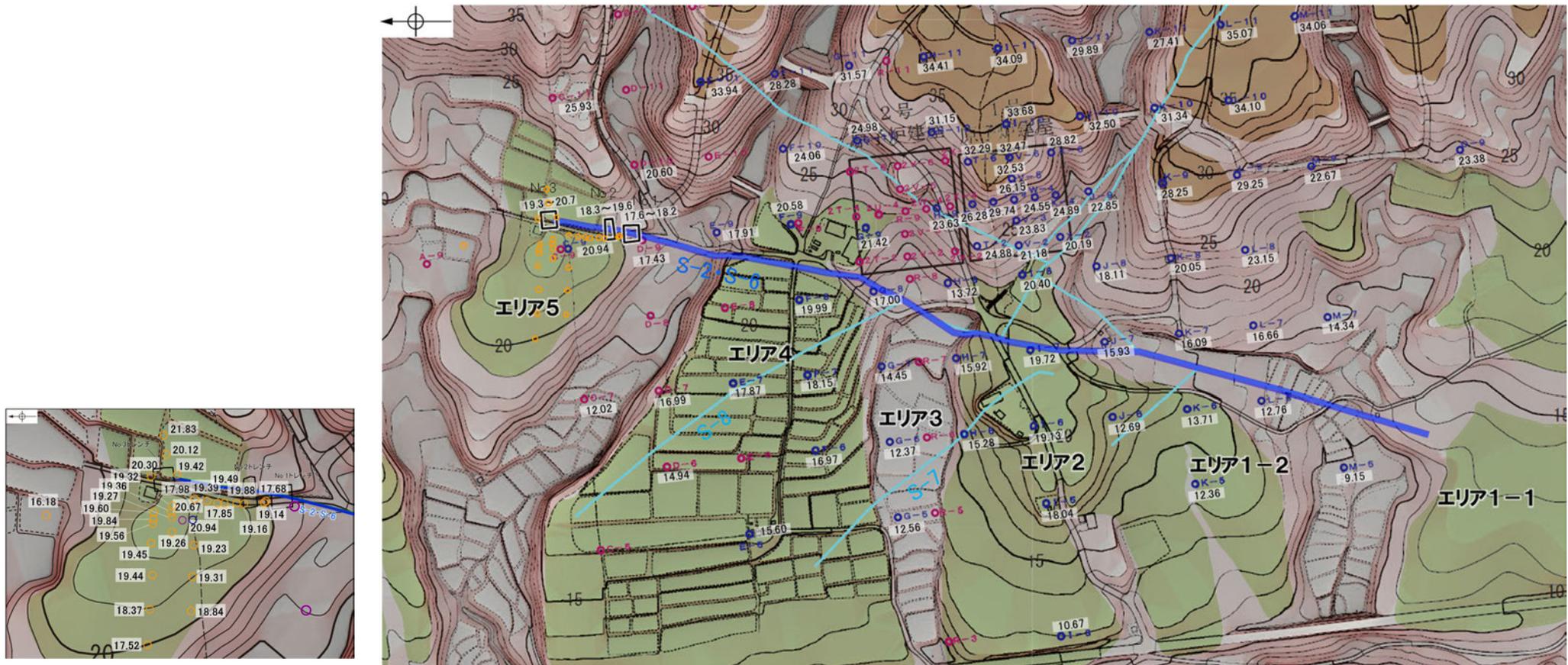
【S-2・S-6付近の岩盤上面】

○S-2・S-6の海側(西側)の岩盤上面が山側に傾くのは、エリア5の局所的な範囲に限られ、その他のエリアでは山側への傾きは認められず、S-2・S-6に沿った全線で海側(西側)の岩盤上面の系統的な山側への傾きがないことを確認した。



岩盤上面標高段彩図

【岩盤上面標高データ】



エリア5周辺の拡大図



- ボーリング孔(1号機建設時)
- ボーリング孔(2号機建設時)
- ボーリング孔(2号機建設以降)
- No.1~No.3トレンチ
- 断層(地表に投影)

数字は岩盤上面の標高(m)

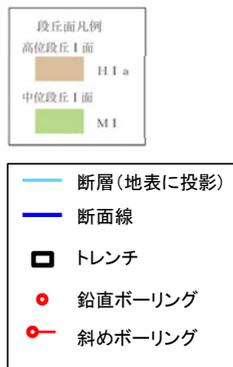
この図は、1961年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺15,000分の1)及び1985年の空中写真(北陸電力撮影、縮尺8,000分の1)をもとに作成した地形図(等高線は1m間隔)に、空中写真判読及び既存ボーリングの地質データ等に基づいた段丘面分布を示したものである。



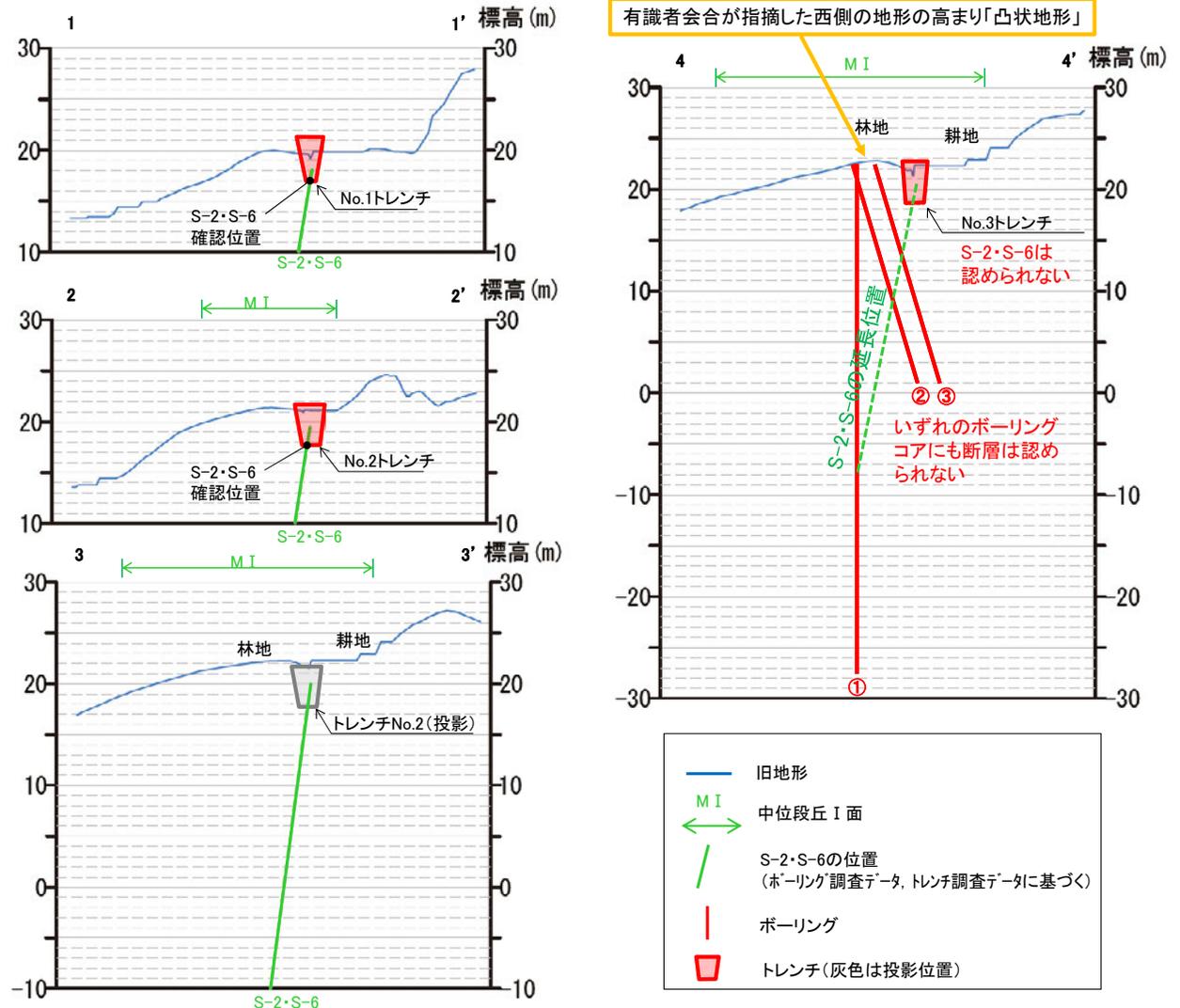
○有識者会合は、S-2・S-6北部(エリア5)において、地形、岩盤上面ともにS-2・S-6付近より海側(西側)の方が高くなることを指摘している。
 ○凸部の頂部付近から3本のボーリング調査を実施した結果、西側を隆起させるような断層は認められない(次頁)。
 ○また、「凸状地形」の頂部付近には、相対的に堅硬である安山岩(均質)が周辺よりもやや優勢に分布している(P.660, 661)ことから、「凸状地形」は、波蝕台形成時における岩盤上面の起伏を反映した局所的なものと推定される(P.662, 663)。



位置図(エリア5)



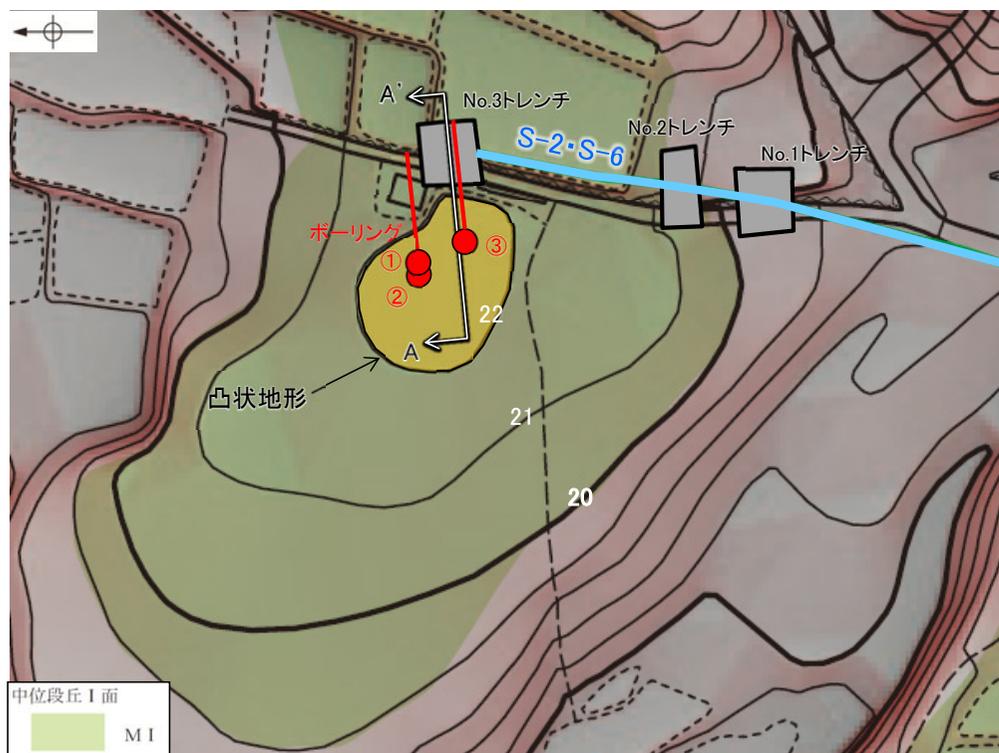
0 100m



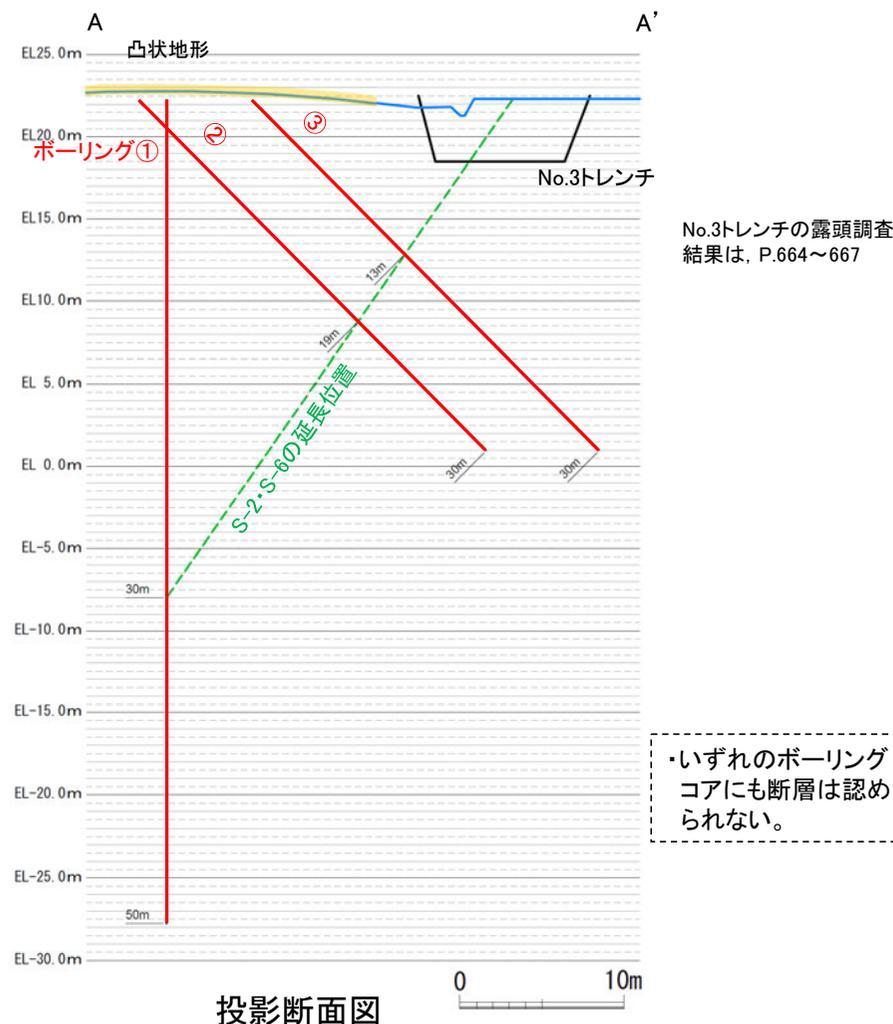
地形断面図(H:V=1:5)

【「凸状地形」の深部における断層の有無】

- エリア5において、S-2・S-6の北方に西側が高い「凸状地形」が認められたことから、この基部において、西側を隆起させるような断層の有無を確認するために、凸部の頂部付近から3本のボーリング調査を実施した。
- その結果、いずれのボーリングコアにも深部に断層は認められないことが確認された(次頁)。
- また、S-2・S-6はNo.1, No.2トレンチでは確認されるが、「凸状地形」が最も顕著に表れているNo.3トレンチにおいては確認されない(P.664~667)。

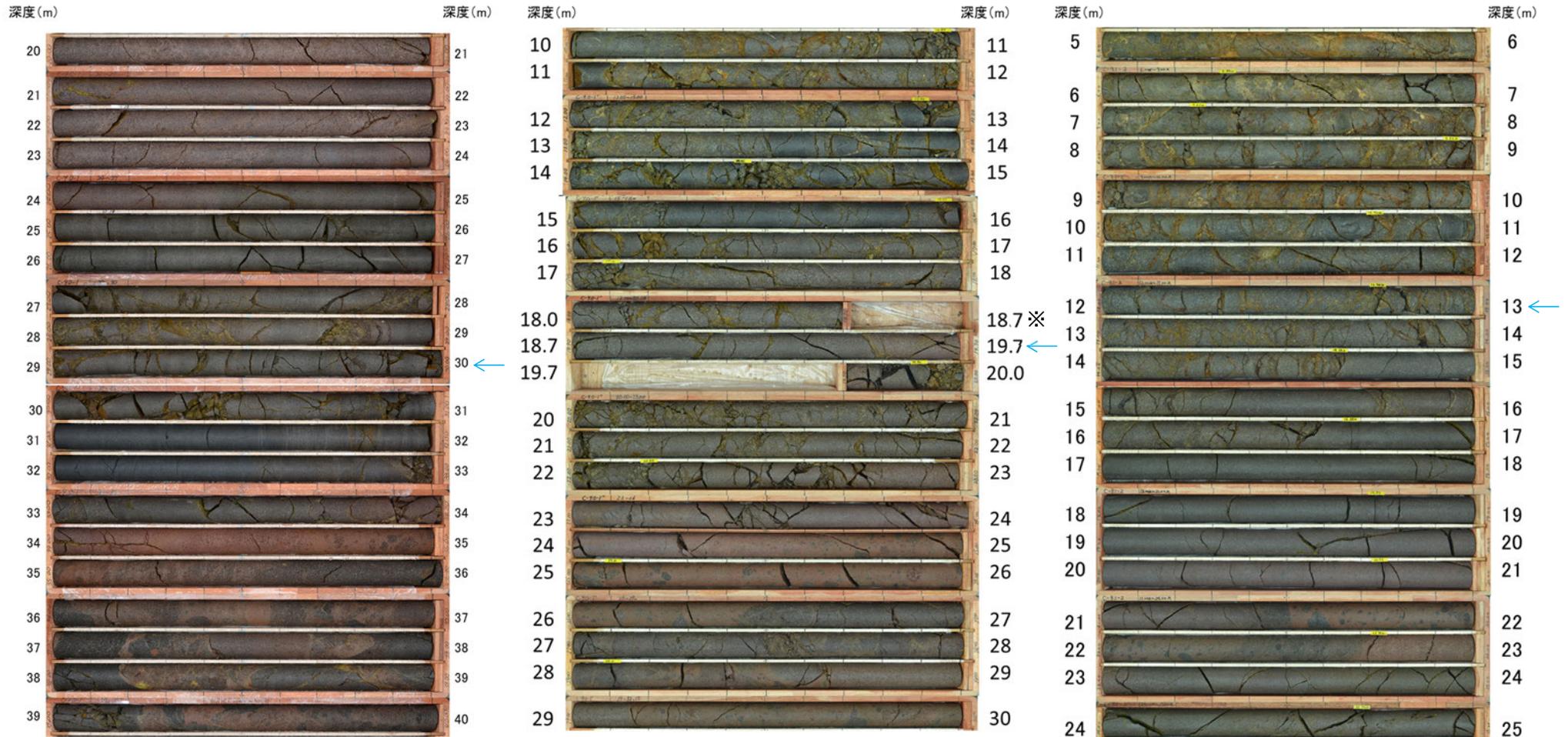


調査位置図



【「凸状地形」の深部における断層の有無 ボーリングコア写真】

← S-2・S-6想定延長位置



ボーリング①
コア写真(深度20~40m)
(S-2・S-6想定深度30m)

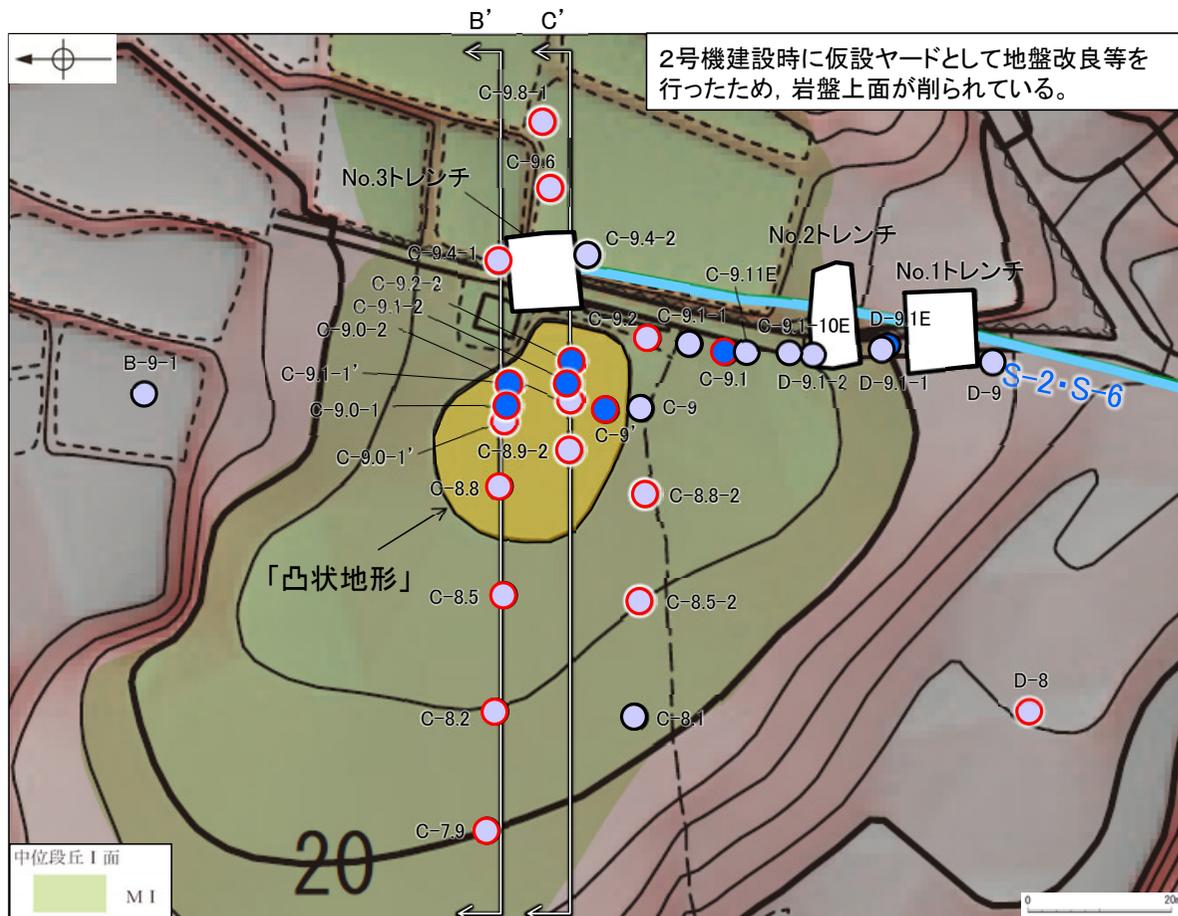
ボーリング②
コア写真(深度10~30m)
(S-2・S-6想定深度19m)

ボーリング③
コア写真(深度5~25m)
(S-2・S-6想定深度13m)

※18.7~19.7m間はS-2・S-6の想定延長位置にあたり、割れ目の詳細観察のため、コアの切断位置を変更した。

○このエリアの表層部については2号機建設工事の際に人工改変を受けている(一度掘削した後、埋土・盛土により現地盤に整地されている)ことから、岩盤上面の地質の状況を直接確認することはできないが、現状の地質の状況が分かる範囲で「凸状地形」の成因について検討するため、周辺で群列ボーリングを実施し、岩盤の性状について検討した。

○群列ボーリングの結果、「凸状地形」の頂部付近の浅層部は、相対的に堅硬である安山岩(均質)が周辺よりやや優勢に分布していることが確認された(本頁に平面図、次頁に断面図を示す)。



岩盤最上位の岩種
(赤丸箇所は岩盤上面が改変されているため、埋土・盛土直下位の岩種を示す)

- 穴水累層 安山岩(均質)
- 穴水累層 安山岩(角礫質)・凝灰角礫岩

次頁断面位置
断層(地表に投影)

地質分布図
(基図は旧地形の段丘面分布図)

(参考)岩石試験一覧表※

岩種	安山岩(均質)		安山岩(角礫質)	凝灰角礫岩
	Aa	Ba	Bb	Bb
試験個数	21	123	317	151
密度 (g/cm ³)	平均値	2.71	2.68	2.27
	標準偏差	0.06	0.05	0.09
吸水率 (%)	平均値	1.12	1.34	12.58
	標準偏差	0.58	0.56	2.45
有効孔隙率 (%)	平均値	2.98	3.53	25.28
	標準偏差	1.41	1.37	4.40
試験個数	21	123	317	151
	P波速度 (km/s)	平均値	5.65	5.53
標準偏差		0.23	0.25	0.41
S波速度 (km/s)	平均値	3.06	2.98	1.90
	標準偏差	0.10	0.18	0.23
動弾性係数 (×10 ⁹ N/m ²) (×10 ⁴ kg/cm ²)	平均値	65.1	61.9	21.8
	標準偏差	(66.4)	(63.1)	(22.2)
動ポアソン比	平均値	0.29	0.29	0.33
	標準偏差	0.02	0.02	0.02
試験個数	21	123	317	151
	一軸圧縮強度 (N/mm ²) (kg/cm ²)	平均値	156.2	147.9
標準偏差		(1,593)	(1,508)	(152)
静弾性係数 (×10 ⁹ N/m ²) (×10 ⁴ kg/cm ²)	平均値	59.6	57.3	12.0
	標準偏差	(60.8)	(58.4)	(12.2)
静ポアソン比	平均値	0.25	0.25	0.25
	標準偏差	0.02	0.03	0.06
試験個数	4	33	65	42
	引張強度 (N/mm ²) (kg/cm ²)	平均値	10.8	9.8
標準偏差		(110)	(100)	(15)

・ 穴水累層の3岩種のうち、安山岩(均質)は他の2岩種に比べて硬質である。

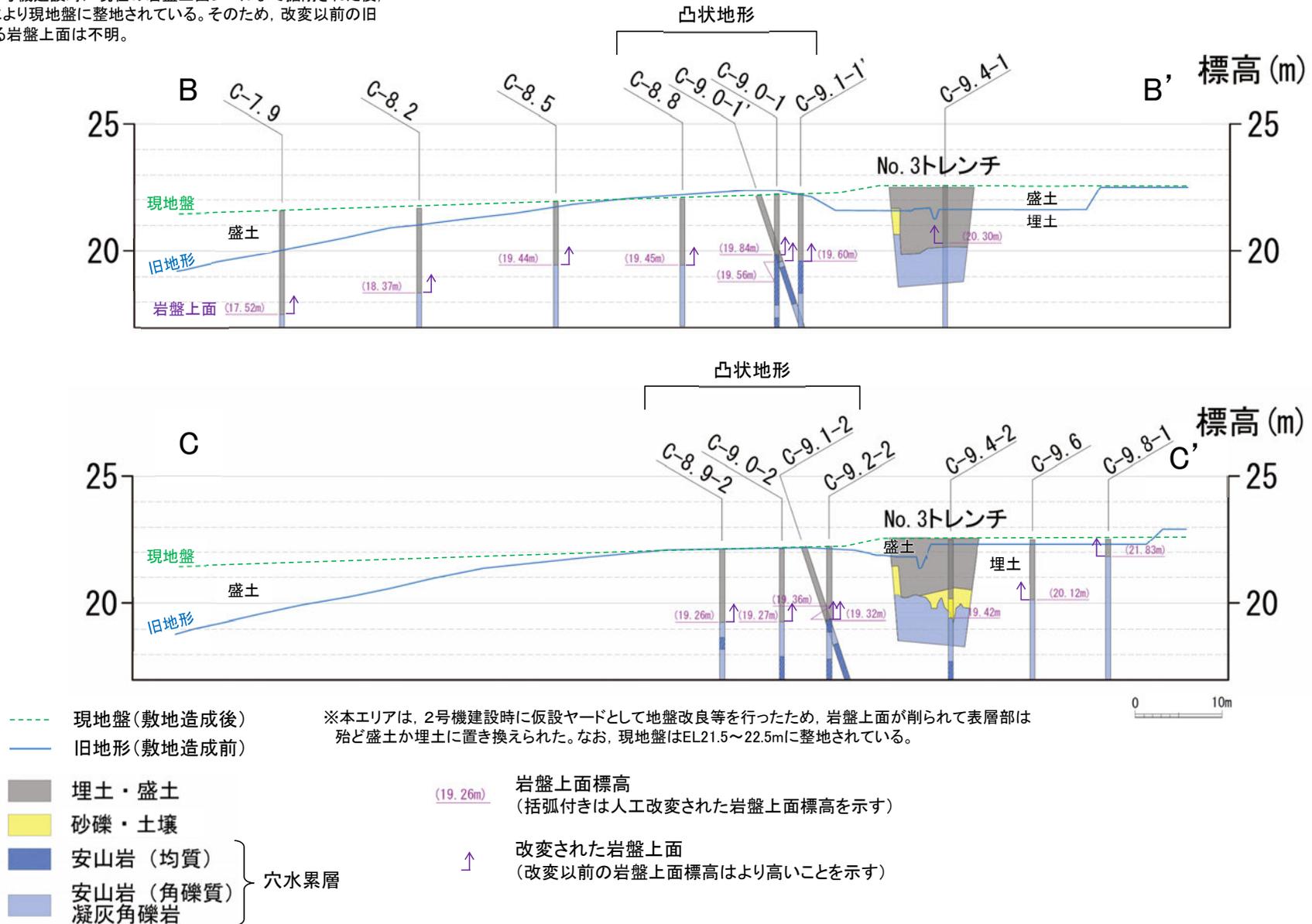
・ 安山岩(角礫質)及び凝灰角礫岩は、ほぼ同程度の硬さである。

※ 敷地全域のボーリングコア等による3岩種の平均物性値(志賀原子力発電所 原子炉設置変更許可申請書(2号原子炉の増設))

各ボーリングデータについては、P.5.3-3-13~22

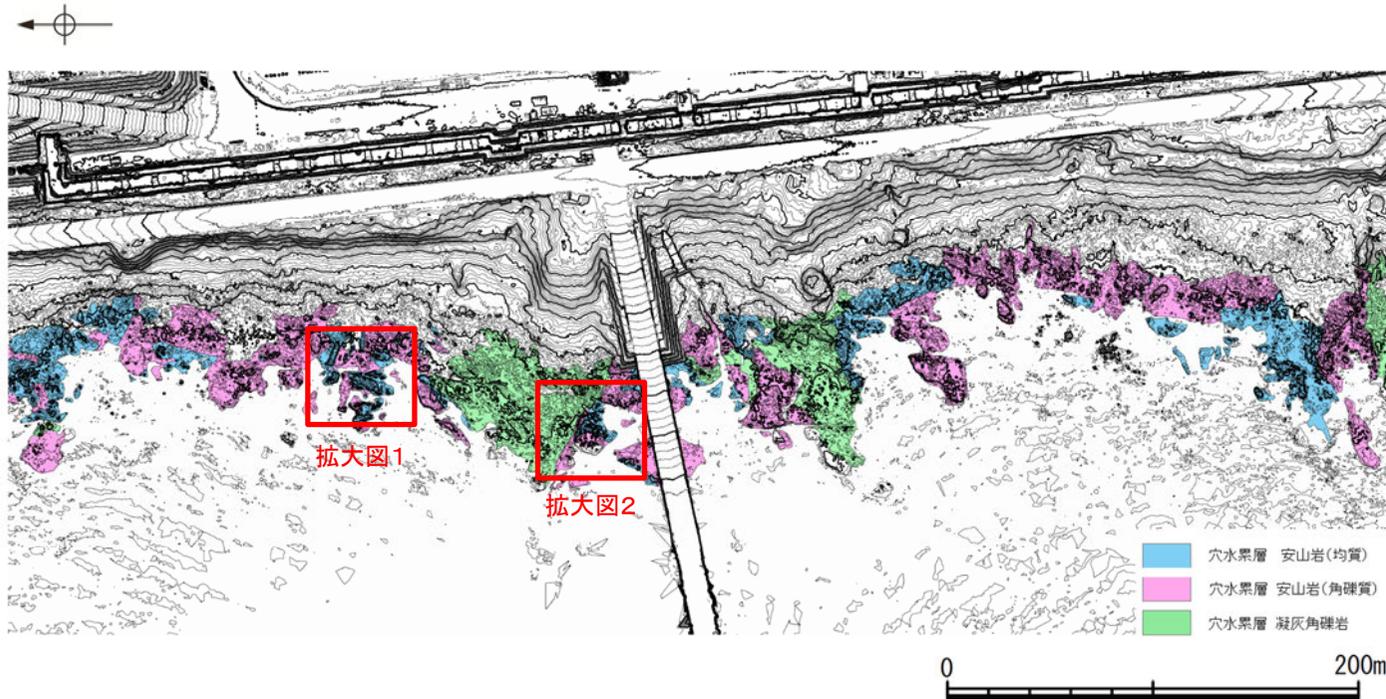
【「凸状地形」と周辺岩盤の硬軟の関係 ー断面図ー】

旧地形は、2号機建設時に現在の岩盤上面レベルまで掘削された後、埋土・盛土により現地盤に整地されている。そのため、改変以前の旧地形における岩盤上面は不明。

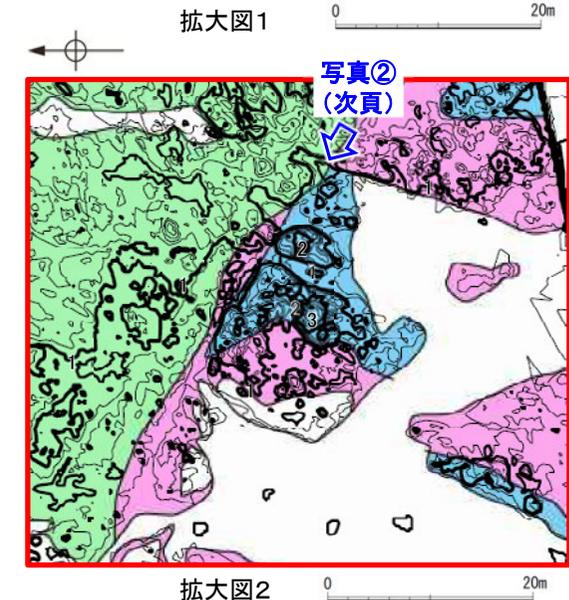
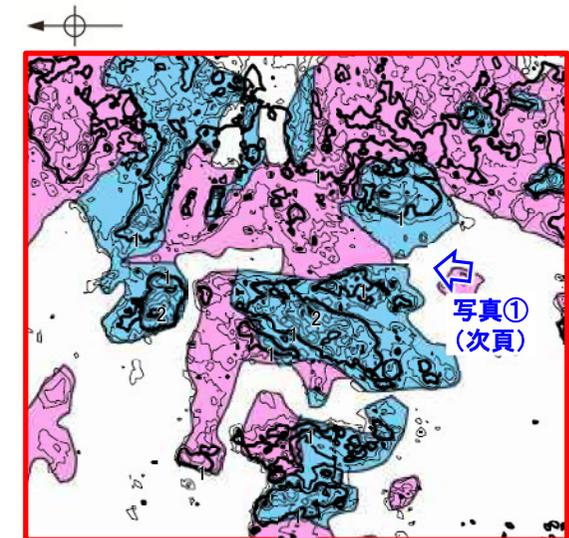


地形地質断面図 (H:V=1:3)

○敷地内と同じ穴水累層の安山岩が広く分布する海岸部では、岩盤上面の形状が凹凸に富む状況が確認されるとともに、安山岩(角礫質)と安山岩(均質)が接して分布する箇所において、相対的に堅硬な安山岩(均質)が高まりとして残る状況が確認される(本頁, 次頁)。
○「凸状地形」付近で実施したボーリング調査によれば、断層は認められず、「凸状地形」の頂部付近には、相対的に堅硬である安山岩(均質)が周辺よりもやや優勢に分布していることから、「凸状地形」は、波蝕台形成時における岩盤上面の起伏を反映した局所的なものと推定される。



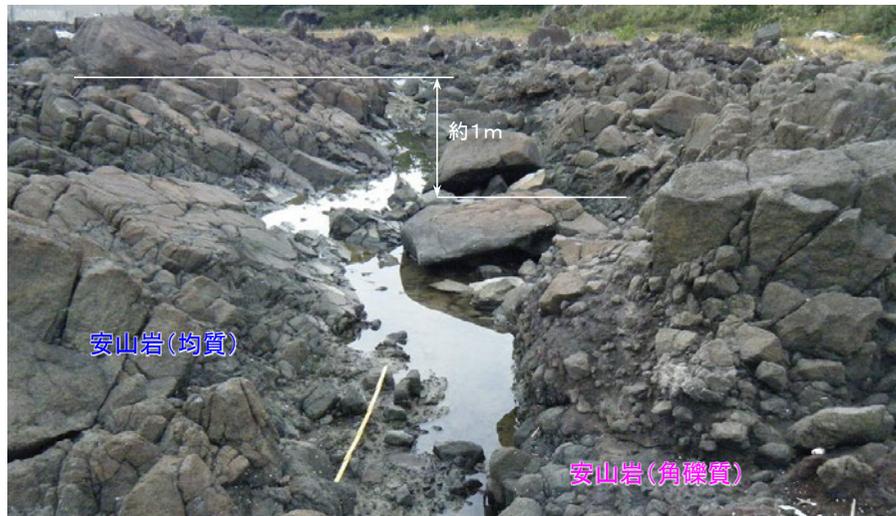
海岸部地形図
(ヘリレーザ計測により作成。コンター間隔20cm。露岩域の岩種分布を着色)



【安山岩(均質)と安山岩(角礫質)の硬軟の差による段差の例】

←W(海側)

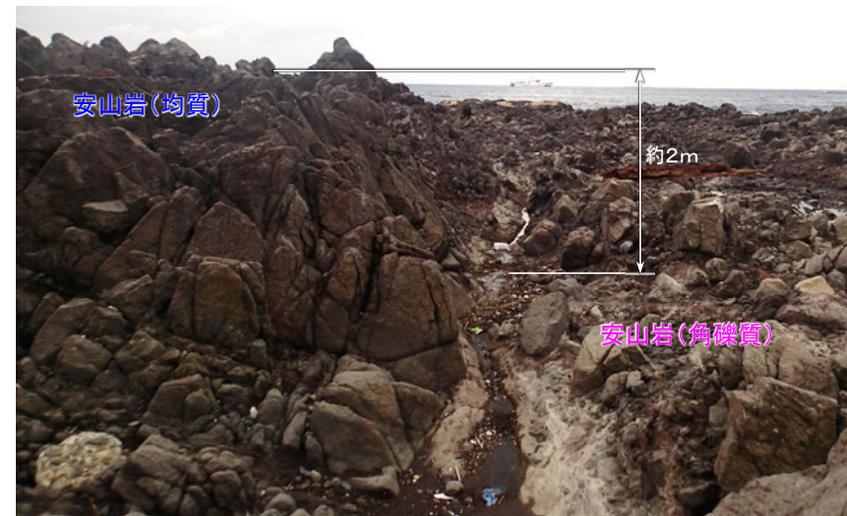
E(山側)→



写真①

←SW

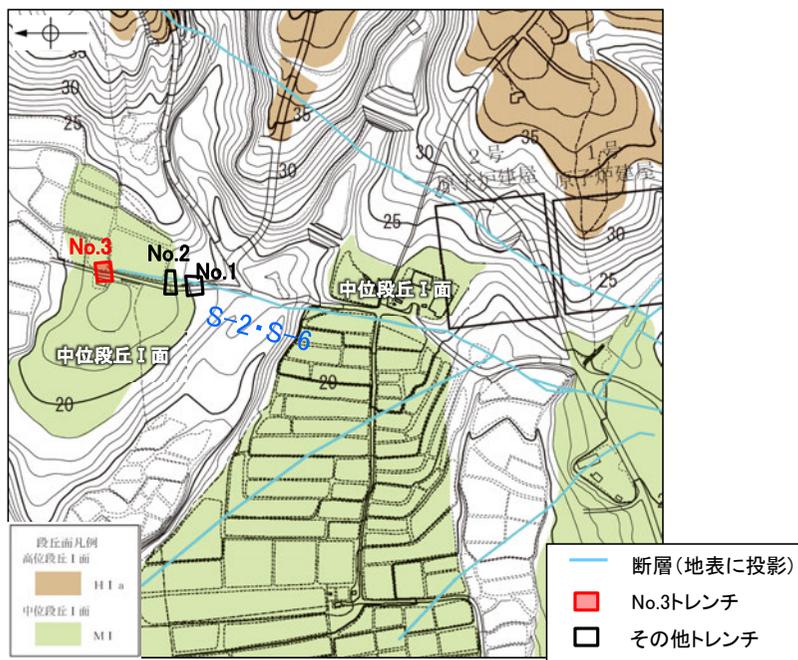
NE→



写真②

【No.3トレンチ 全景写真】

○「凸状地形」の頂部付近にあるNo.3トレンチには断層は認められない。



位置図



北側

トレンチ状況写真(西側から撮影)

南側



北面

北側

底盤

南面

南側

北面

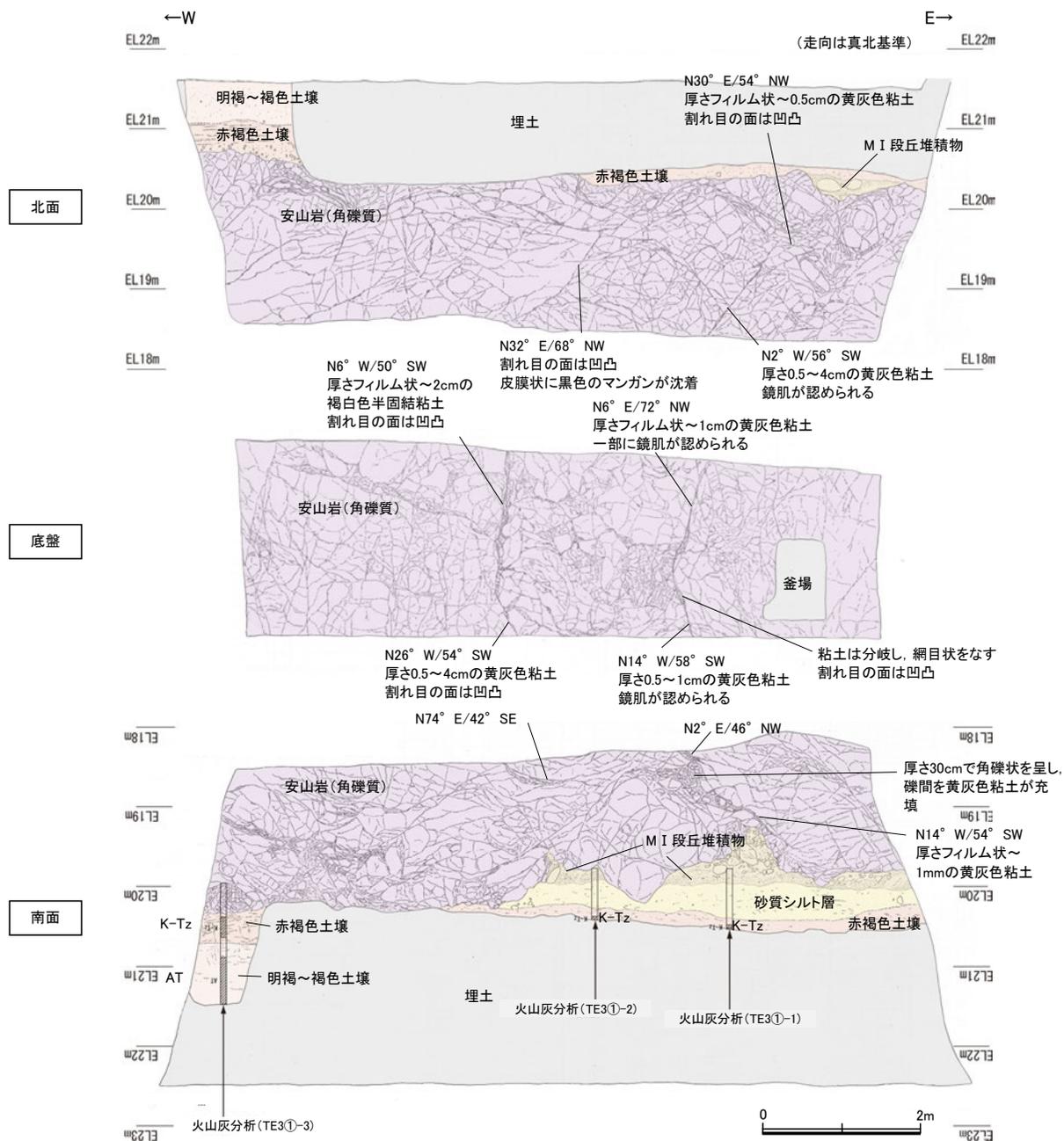
底盤

南面

トレンチ写真



【No.3トレンチ南側 スケッチ(展開図)】



【露頭観察結果】

明褐～褐色土壌

- ・色調7.5YR5/6～5/4を呈し、一部で7.5YR4/6を帯びる。
- ・シルト質粘土からなる。
- ・締まっているが、指圧で跡が残る。
- ・壁状～弱い亜角塊状土壌構造が認められる。

赤褐色土壌

- ・色調5YR4/8～7.5YR5/6、ごく一部で弱いトラ斑が認められる。
- ・シルト質粘土からなる。
- ・よく締まっており、強い指圧で僅かに跡が残る。
- ・中程度の亜角塊状土壌構造が認められる。

砂質シルト層

- ・色調7.5YR5/4～6/6
- ・シルトからなり、砂分が混じる。
- ・よく締まっており、強い指圧で僅かに跡が残る。
- ・径10cm程度の安山岩垂円礫が僅かに含まれる。

MI段丘堆積物

- ・シルト質砂礫層
- ・色調2.5YR6/2～7.5YR/5/3
- ・基質はシルト質細～粗粒砂からなり、径5～30cmの安山岩円～亜角礫を5～30%含む。径5cm以下の礫はくさり礫化が進む。
- ・よく締まっており、強い指圧で僅かに跡が残る。北面では基質部は風化により粘土化し、褐色を帯びる。

・岩盤と堆積物の境界に関する調査結果については補足資料5.3-3(3)

【火山灰分析結果】

- ・赤褐色土壌中から、K-Tz(9.5万年前)が認められる(次々頁)。

凡例

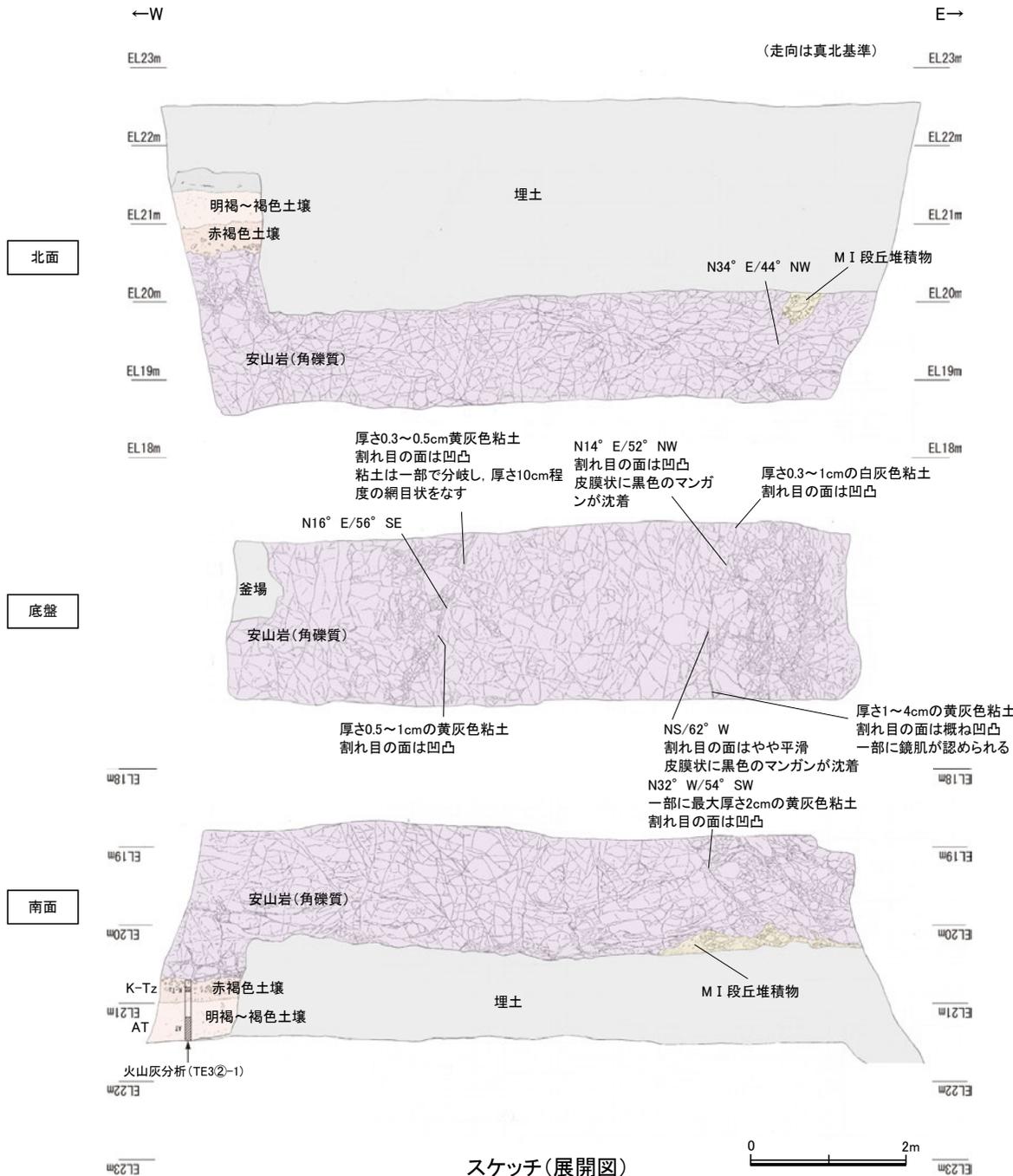
埋土	砂質シルト層	テフラの年代(町田・新井, 2011)
明褐～褐色土壌	MI段丘堆積物	
赤褐色土壌	穴水累層 安山岩(角礫質)	

AT : 2.8万～3万年前
K-Tz: 9.5万年前

・トレンチには、断層は認められない。

スケッチ(展開図)

【No.3トレンチ北側 スケッチ(展開図)】



【露頭観察結果】

明褐～褐色土壌

- ・色調7.5YR5/6～5/4を呈し、一部で7.5YR4/6を帯びる。
- ・シルト質粘土からなる。
- ・締まっているが、指圧で跡が残る。
- ・壁状～弱い亜角塊状土壌構造が認められる。

赤褐色土壌

- ・色調5YR4/8～7.5YR5/6、ごく一部で弱いトラ斑が認められる。
- ・シルト質粘土からなる。
- ・よく締まっており、強い指圧で僅かに跡が残る。
- ・中程度の亜角塊状土壌構造が認められる。

MI段丘堆積物

- ・シルト混じり砂礫層
- ・色調2.5YR6/2～7.5YR/5/3
- ・基質はシルト質細～粗粒砂からなり、径5～30cmの安山岩円～亜角礫を5～30%含む。径5cm以下の礫はくさり礫化が進む。
- ・よく締まっており、強い指圧で僅かに跡が残る。南面では基質部は風化により粘土化し、褐色を帯びる。

【火山灰分析結果】

- ・赤褐色土壌中から、K-Tz(9.5万年前)が認められる(次頁)。

凡例

埋土	MI段丘堆積物
明褐～褐色土壌	穴水累層 安山岩(角礫質)
赤褐色土壌	

テフラの年代(町田・新井, 2011)

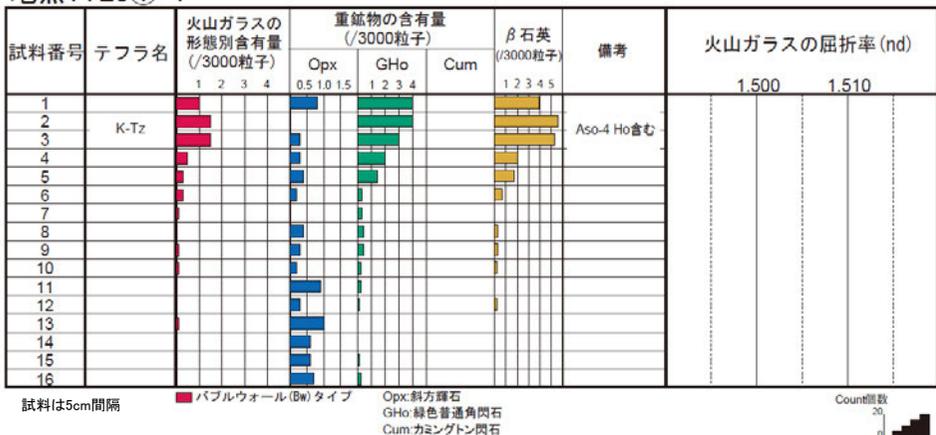
AT	:2.8万～3万年前
K-Tz	:9.5万年前

・トレンチには、断層は認められない。

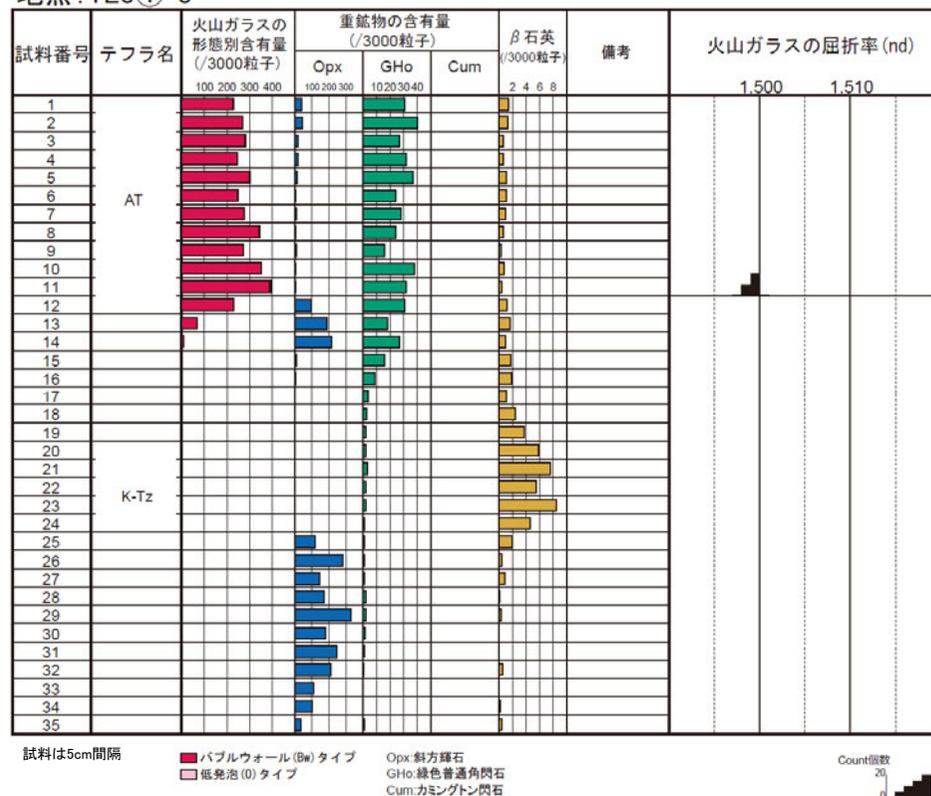
スケッチ(展開図)

【No.3トレンチ 火山灰分析データ】

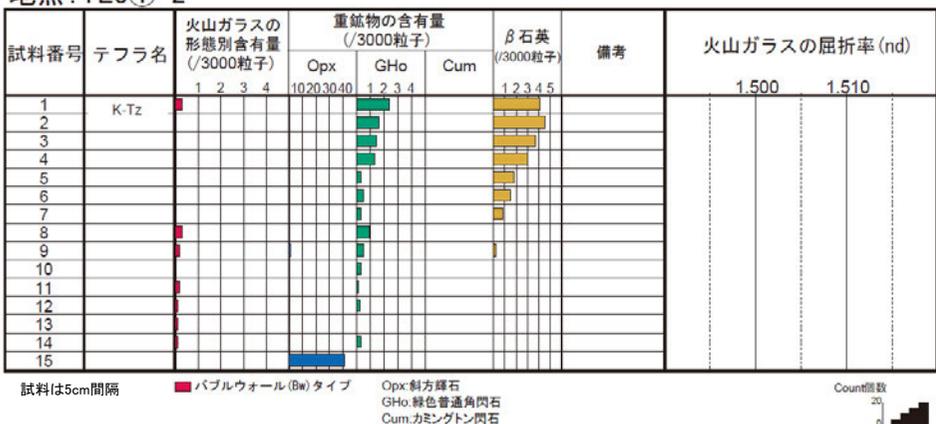
地点: TE3①-1



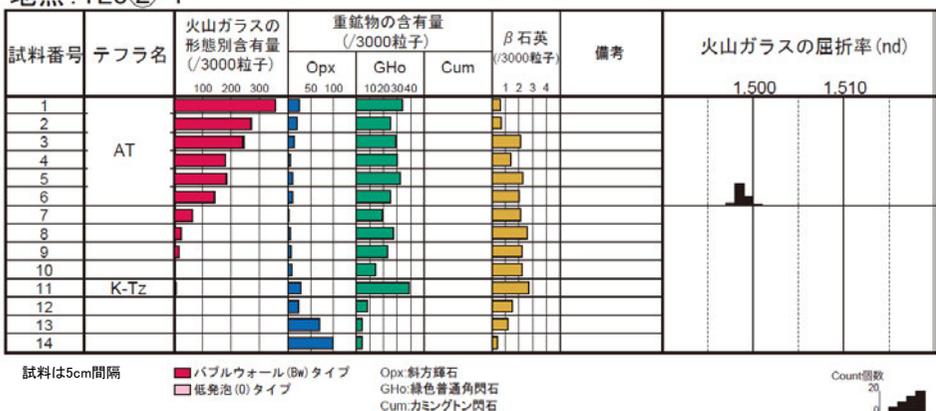
地点: TE3①-3



地点: TE3①-2



地点: TE3②-1



5.3.3 S-2・S-6 (2)No.1トレンチ ー評価結果ー

【有識者会合時の当社評価】

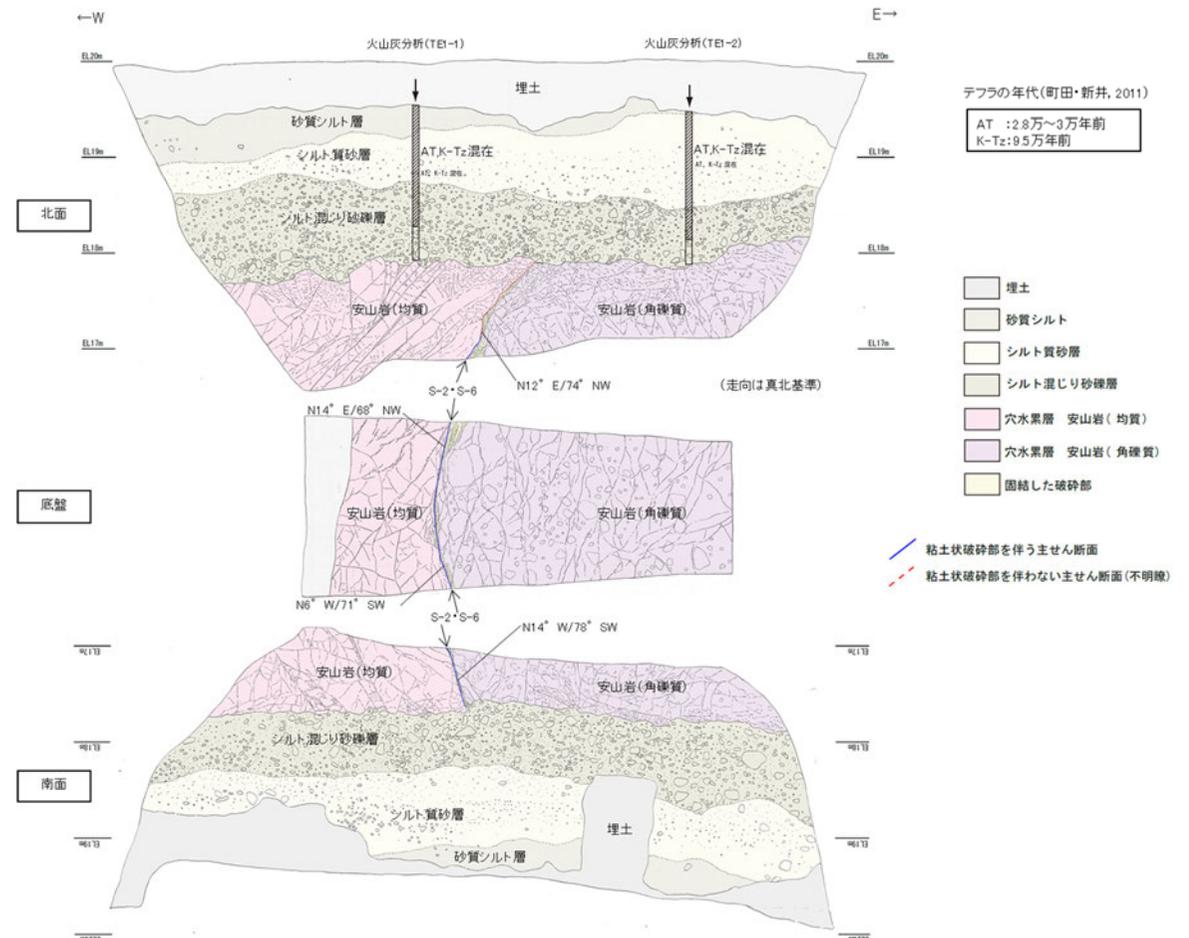
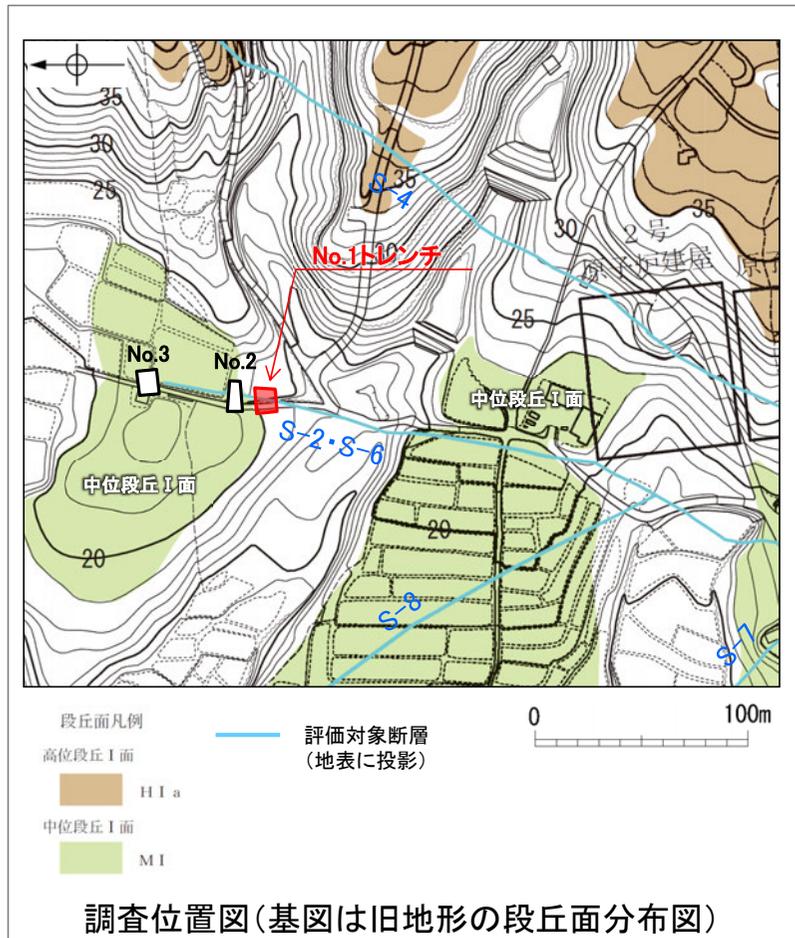
- No.1トレンチにおいて、幅1～15cmの固結した破砕部及び幅フィルム状～3mmの粘土状破砕部からなるS-2・S-6を確認。
- 基盤の安山岩(均質)及び安山岩(角礫質)の上位には、下からシルト混じり砂礫層、シルト質砂礫、砂質シルト層が分布する。
- 火山灰分析結果を踏まえると、基盤直上のシルト混じり砂礫層は、AT降灰時期(2.8万～3万年前)以降の堆積物であると判断される。
- S-2・S-6は基盤直上のシルト混じり砂礫層に変位・変形を与えていない。

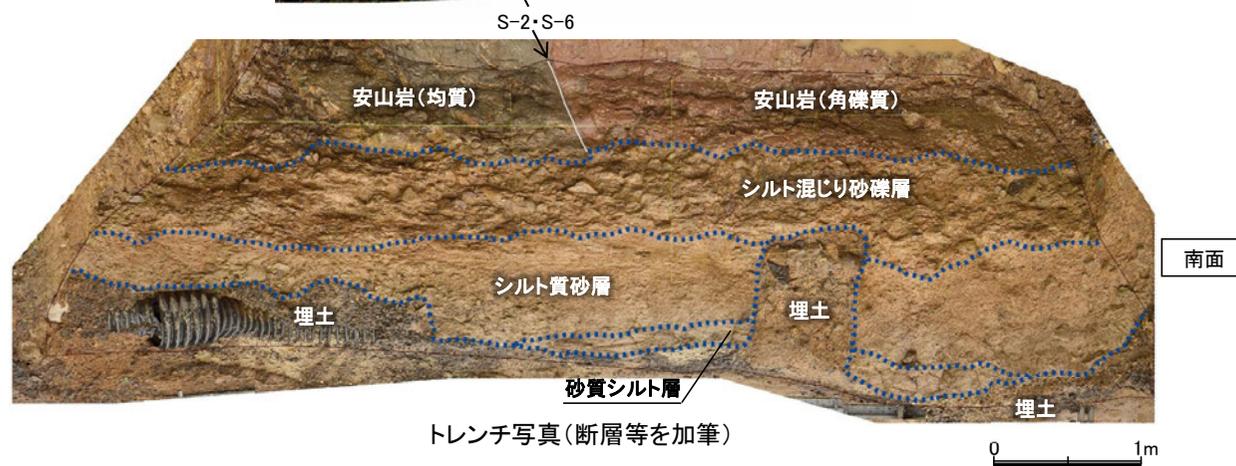
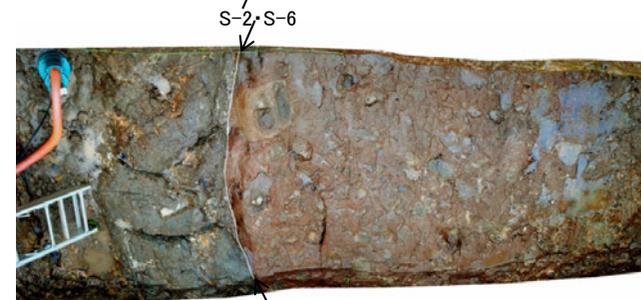
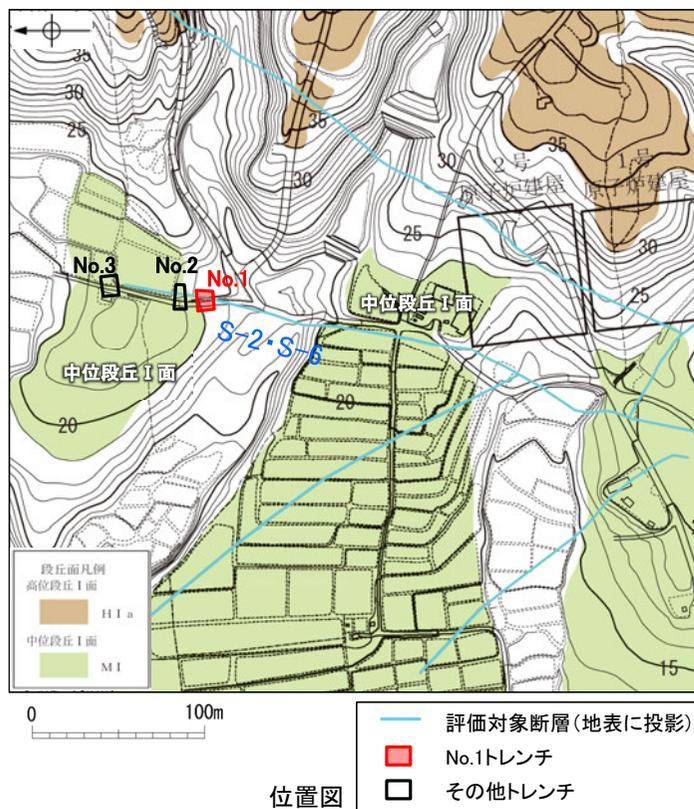
【有識者の評価】

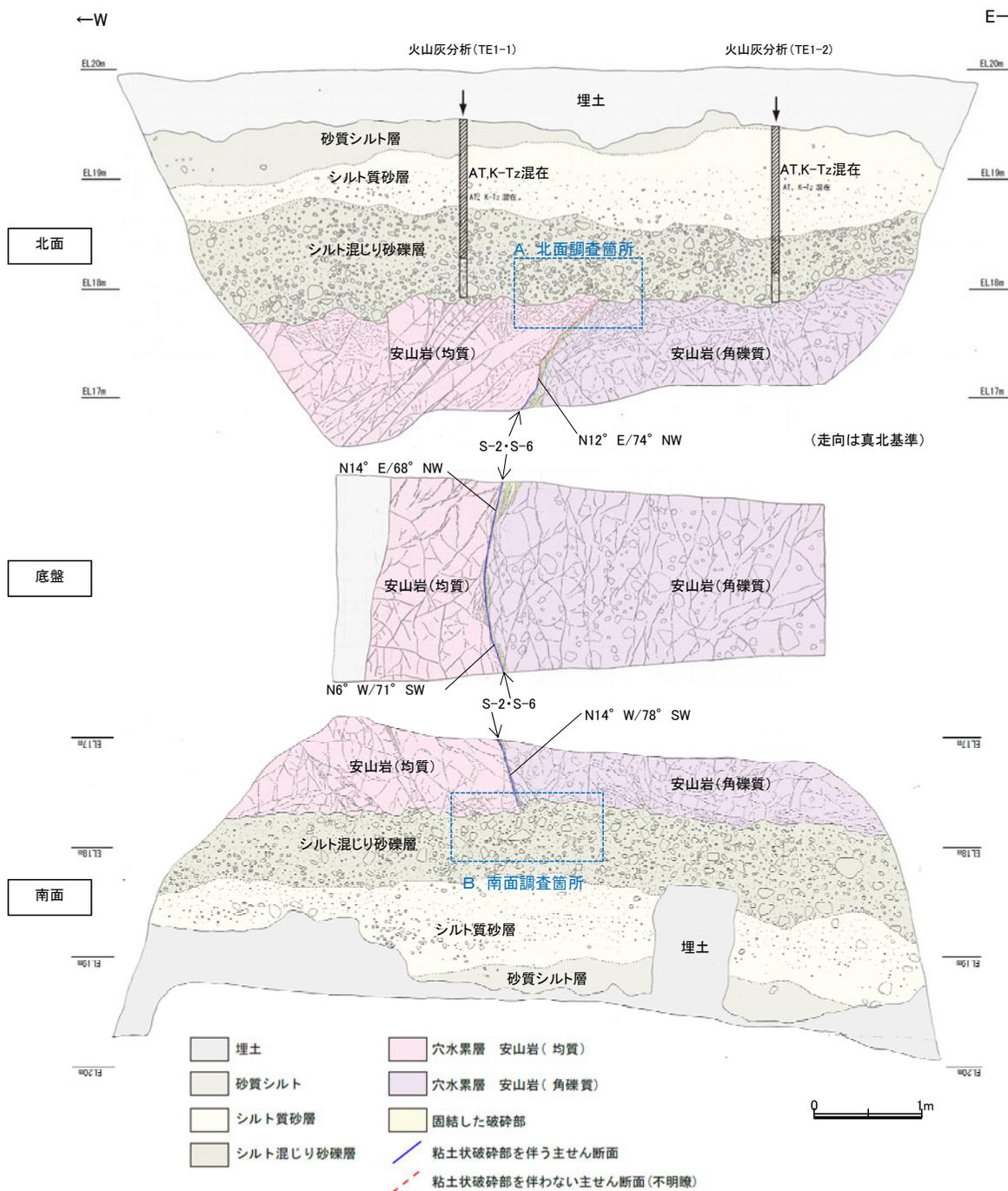
- S-2・S-6 及びその周囲を含め岩盤上面には変位・変形は認められない。岩盤上に分布するいずれの堆積物にも、変位・変形は認められない。
- 堆積物の堆積時期はAT降灰以降と考えられることから、当トレンチでは、後期更新世におけるS-2・S-6の活動性を評価することはできない。

【現在の当社評価】

- 基盤直上の堆積物の堆積年代は約12～13万年前より新しいものの、S-2・S-6はこの堆積物に変位・変形を与えていない。







テフラの年代(町田・新井, 2011)

AT : 2.8万~3万年前
K-Tz: 9.5万年前

【露頭観察結果】

砂質シルト層

- ・色調 7.5YR6/3~10YR6/6
- ・径2~10cmの安山岩角~亜円礫が僅かに混じる。
- ・やや締まっているが、指圧で跡が残る。

シルト質砂層

- ・色調 7.5YR6/3~10YR6/6
- ・やや締まっているが、指圧で跡が残る。

シルト混じり砂礫層

- ・色調 5YR6/3~10YR6/6
- ・基質はシルト混じり細~粗粒砂からなり、淘汰は悪い。
- ・径2~15cmの角~亜円礫を10~30%含み、最大25cmの礫が混じる。
- ・礫は比較的新鮮で硬質。
- ・やや締まっているが、指圧で跡が残る。

S-2・S-6

- ・西側の安山岩(均質)と東側の安山岩(角礫質)の境界に位置する。
- ・走向・傾斜 N14° E~N14° W/68° NW~78° SW(走向は真北基準)で、幅1~15cmの固結した破砕部及び幅フィルム状~3mmの黄灰色を呈する粘土状破砕部からなる。

・岩盤と堆積物の境界に関する調査結果については**補足資料5.3-3(3)**

【火山灰分析結果】

- ・シルト混じり砂礫層中から、AT、K-Tzの混在が認められる(次頁)。

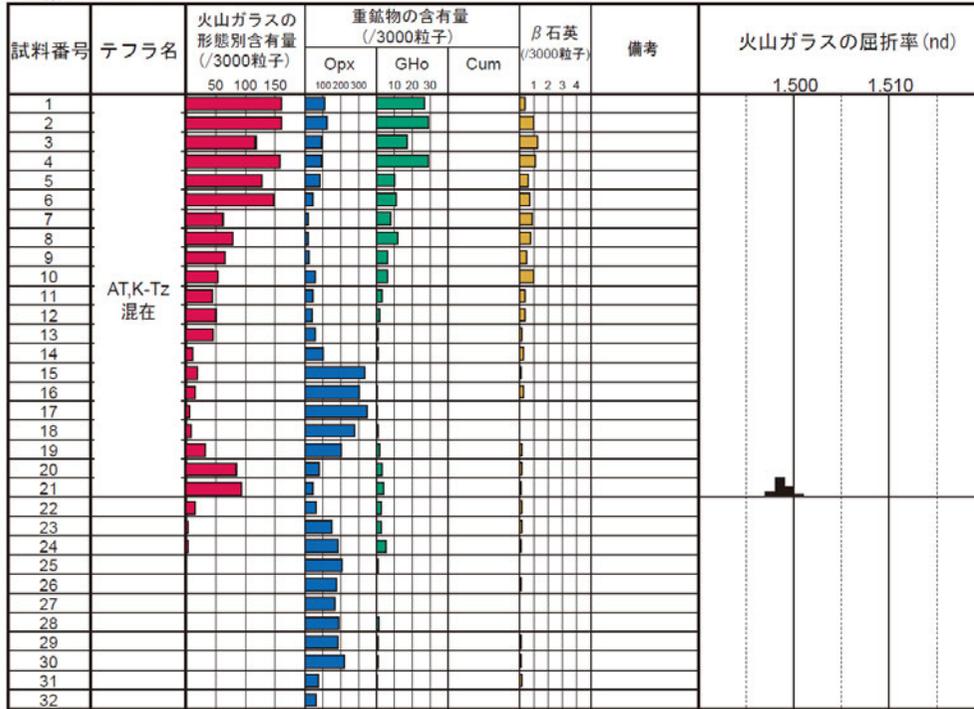
※図中A、Bで示した北面、南面におけるS-2・S-6付近の詳細な確認結果については、P.672、673に示す。

・火山灰分析結果を踏まえると、岩盤上位に分布するシルト混じり砂礫層は、AT降灰時期(2.8万~3万年前)以降の堆積物であると判断される。

スケッチ(展開図)

【No.1トレンチ 火山灰分析結果】

地点: TE1-1



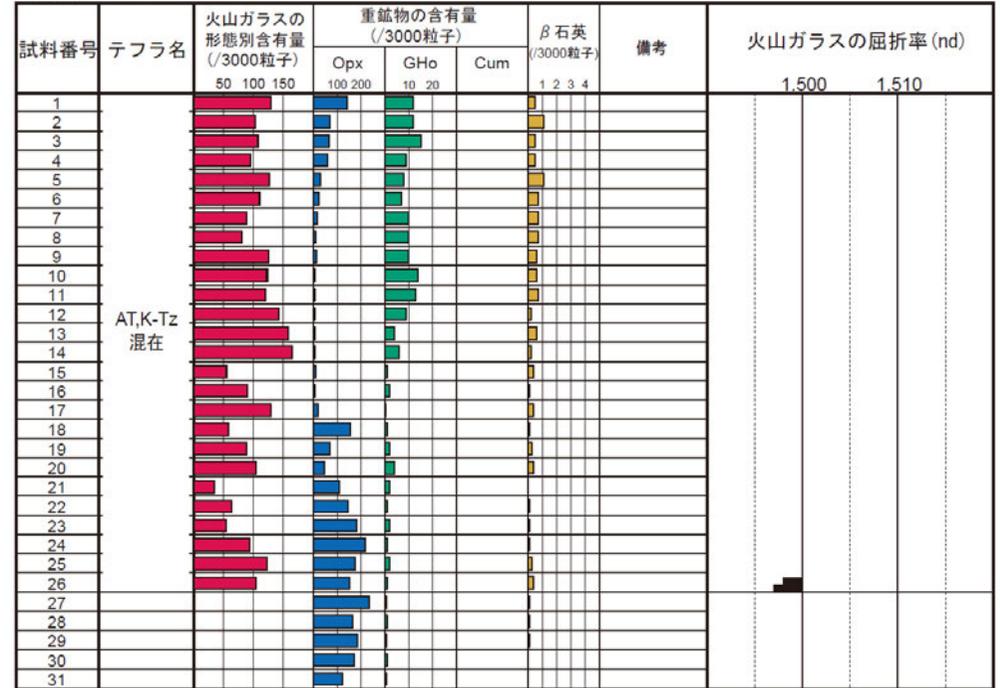
試料は5cm間隔

■ バブルウォール (Bw) タイプ
■ ハミス (Pm) タイプ
■ 低発泡 (0) タイプ

Opx: 斜方輝石
GHo: 緑色普通角閃石
Cum: カミングトン閃石



地点: TE1-2



試料は5cm間隔

■ バブルウォール (Bw) タイプ
■ 低発泡 (0) タイプ

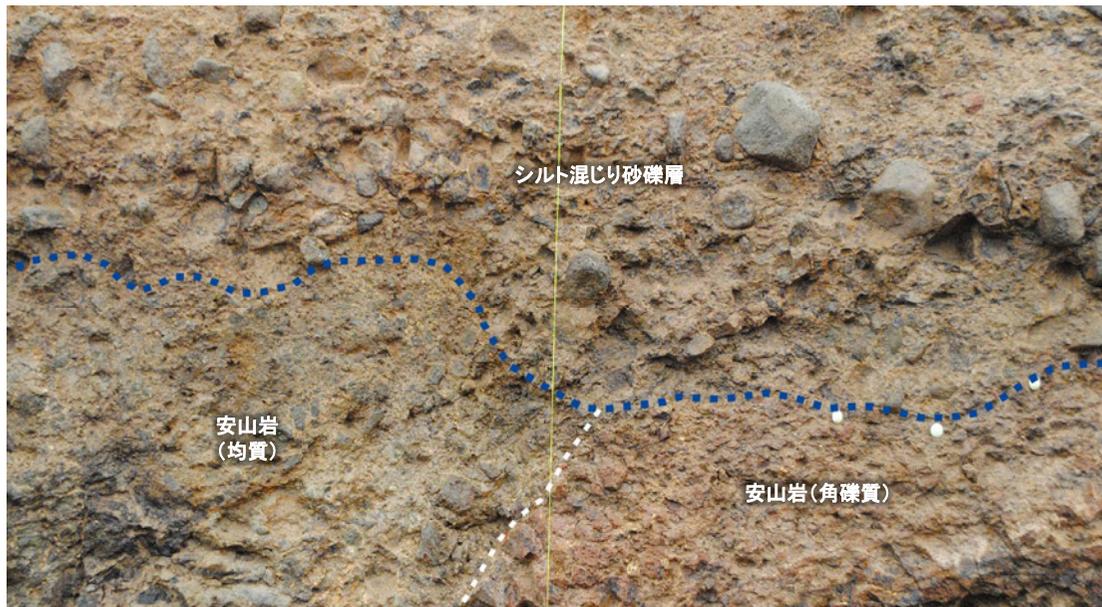
Opx: 斜方輝石
GHo: 緑色普通角閃石
Cum: カミングトン閃石



【北面拡大写真】



北面調査箇所 拡大写真

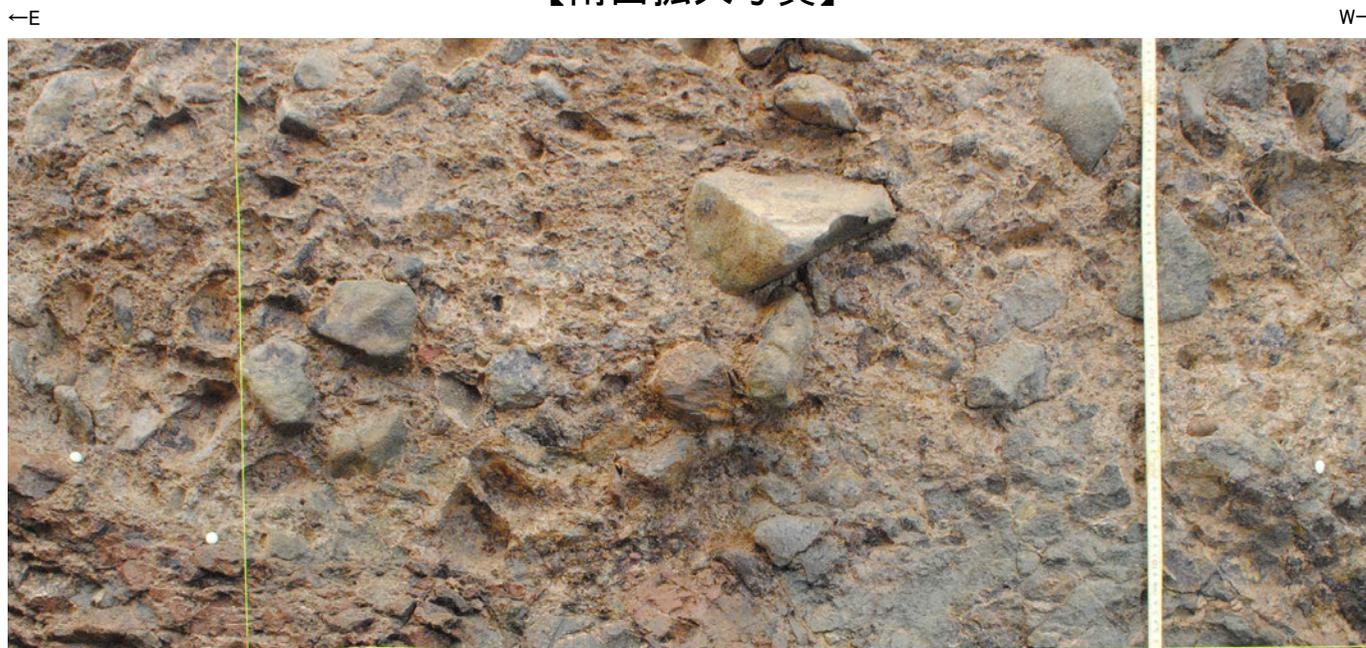


S-2・S-6
北面調査箇所 拡大写真(岩盤境界等を加筆)

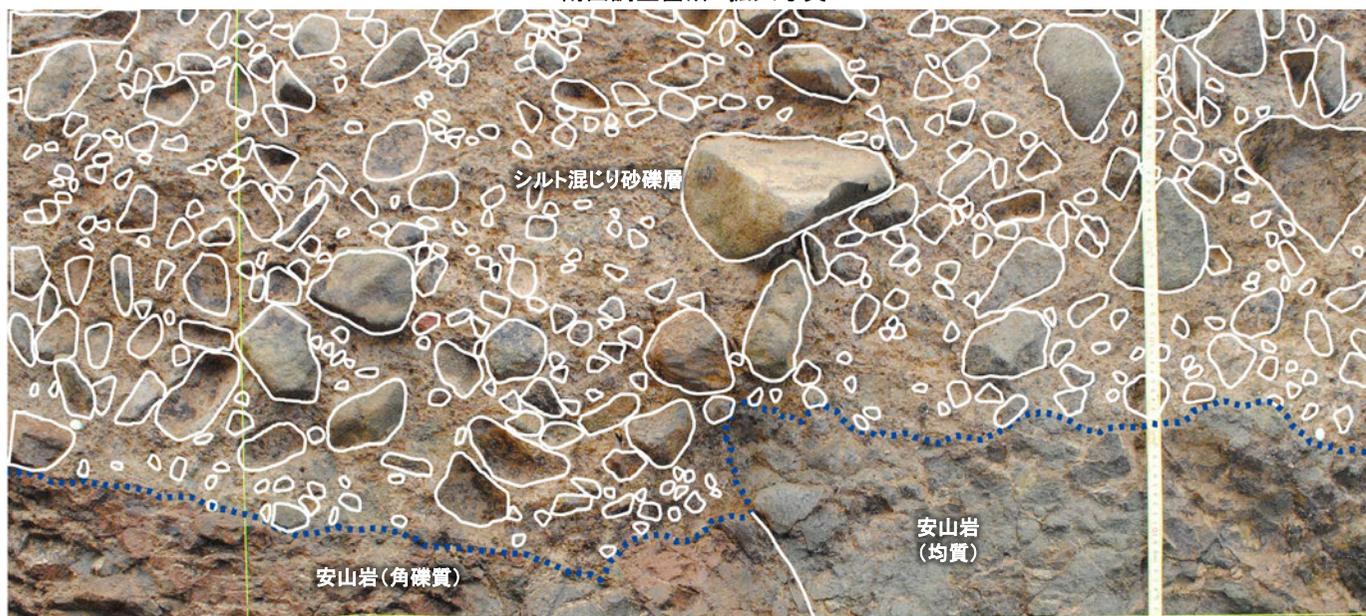
- 岩盤上面
- 不明瞭な主せん断面

・岩盤直上を覆うシルト混じり砂礫層基底には、段差は認められない。
 ・S-2・S-6直上のシルト混じり砂礫層中には、せん断面は認められない。

【南面拡大写真】



南面調査箇所 拡大写真



- 礫
- 岩盤上面
- 主せん断面

・岩盤直上を覆うシルト混じり砂礫層基底には段差が認められるものの、礫の定向配列は認められない。
 ・S-2・S-6直上のシルト混じり砂礫層中には、せん断面は認められない。
 ・S-2・S-6上部に認められる段差を断層運動に伴う段差として考えた場合、相対的に東落ちとなるものの、S-2・S-6の北方延長である北面では東落ちの段差形状は認められない*。

南面においては、断層を挟んで左右で岩種が異なる。安山岩(均質)は安山岩(角礫質)に比べて硬いことから、この段差は、岩盤の硬軟の差による侵食の影響と判断される。



南面調査箇所 拡大写真(礫等を加筆)

5.3.3 S-2・S-6 (3)事務本館前トレンチ ー評価結果ー

【有識者会合時の当社評価】

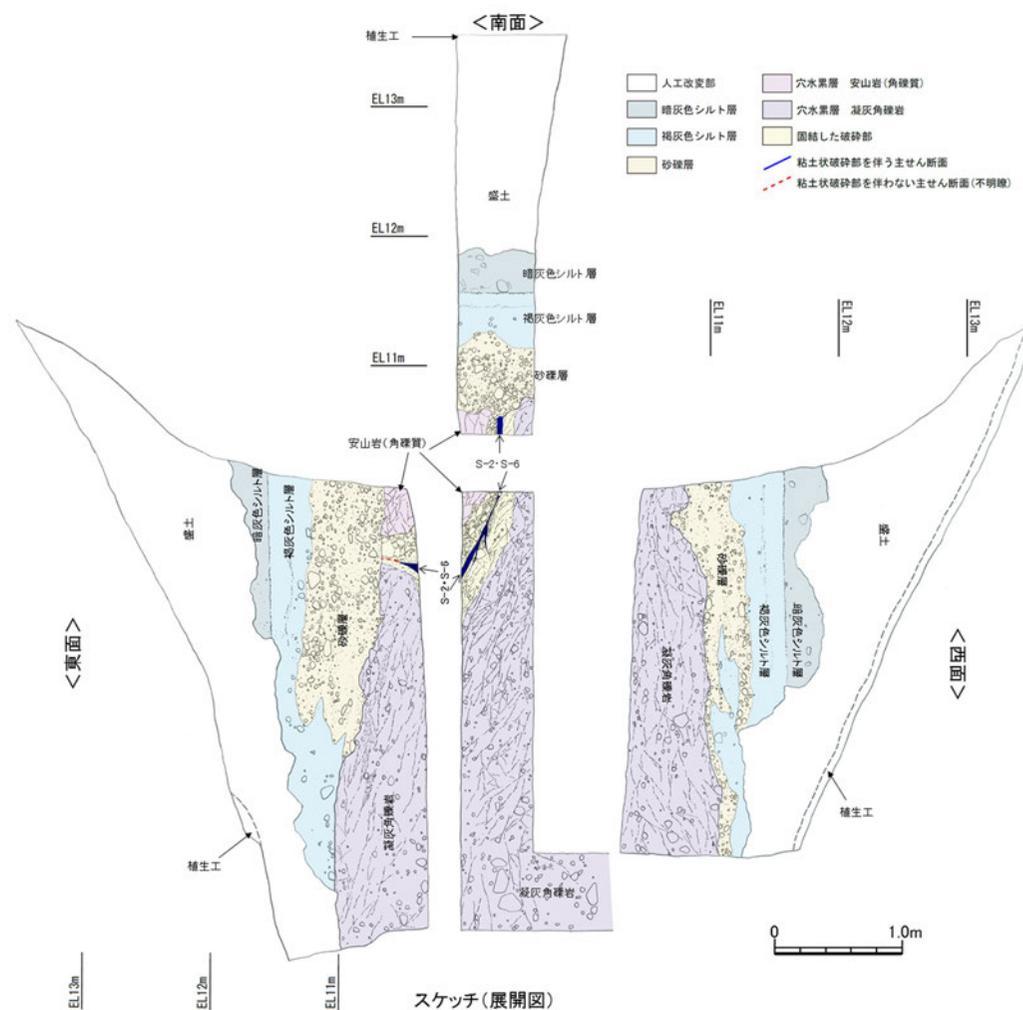
- 事務本館前トレンチにおいて、幅15～25cmの固結した破碎部及び幅フィルム状～5cmの粘土状破碎部からなるS-2・S-6を確認。
- 基盤の凝灰角礫岩及び安山岩(角礫質)の上位には、下位から砂礫層、褐灰色シルト層、暗灰色シルト層が分布する。
- ¹⁴C年代値を踏まえると、基盤直上の砂礫層は、約6千年前の堆積物であると判断される。
- S-2・S-6は基盤直上の砂礫層に変位・変形を与えていない。

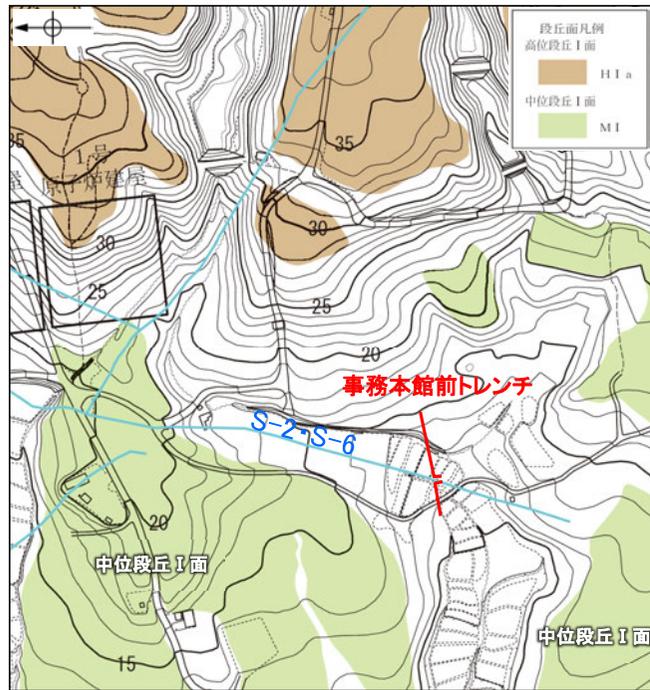
【有識者の評価】

- S-2・S-6を含む岩盤は砂礫層に不整合に覆われており、不整合面に変位は認められない。
- ただし、砂礫層は非常に新しい堆積物であると考えられる。したがって、当トレンチでは、後期更新世におけるS-2・S-6の活動性を評価することはできない。

【現在の当社評価】

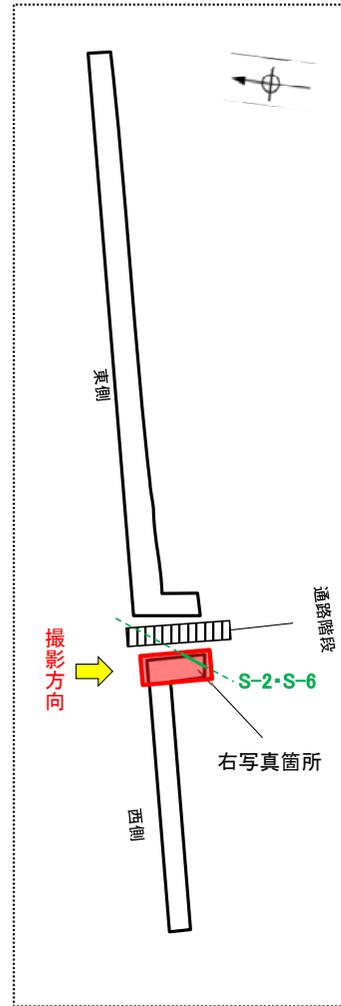
- 基盤直上の堆積物の堆積年代は約12～13万年前より新しいものの、S-2・S-6はこの堆積物に変位・変形を与えていない。





— 評価対象断層(地表に投影)
■ 事務本館前トレンチ

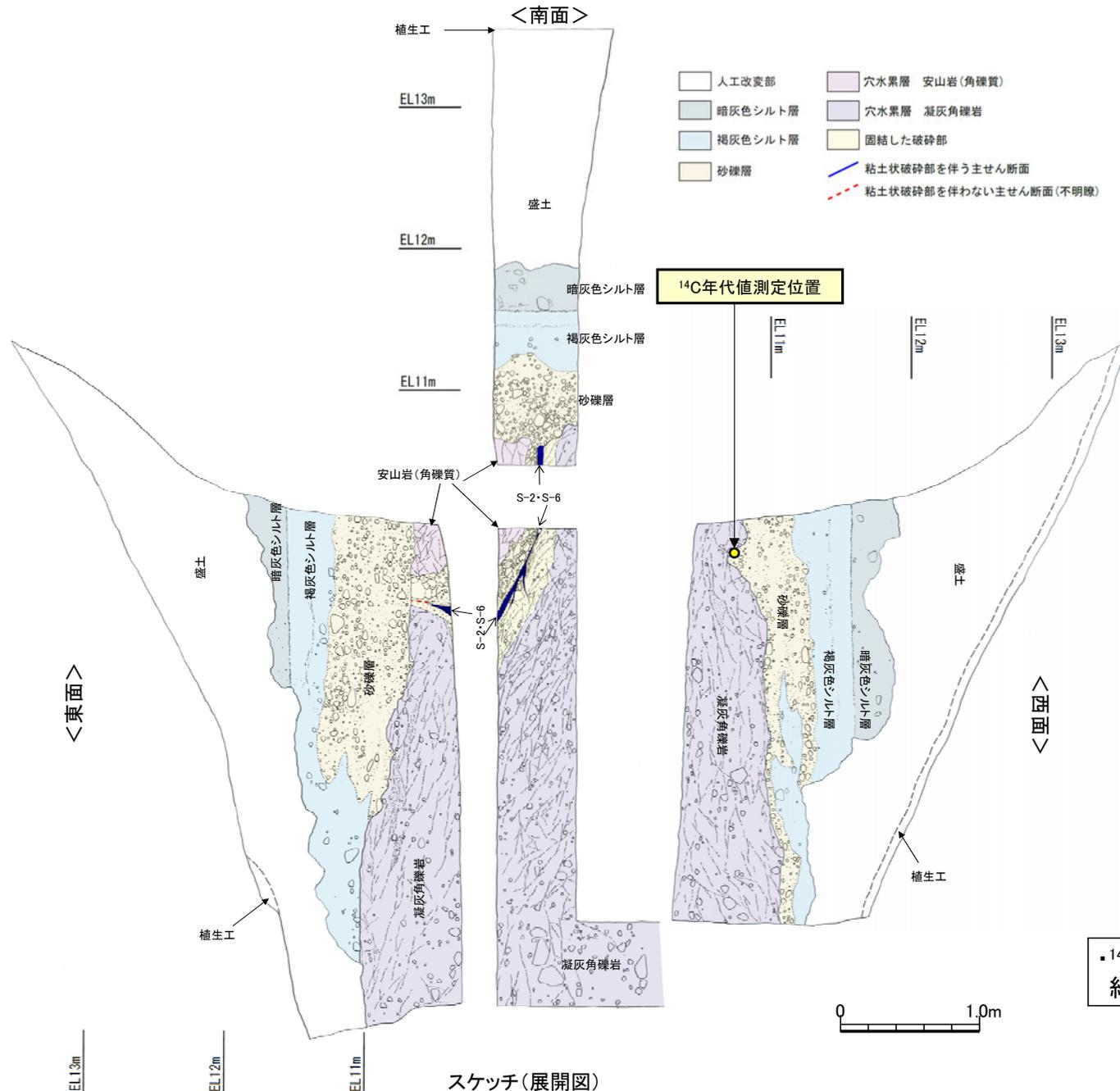
位置図



トレンチ模式図



写真



【露頭観察結果】

暗灰色シルト層

- ・ 褐灰色シルト層を覆って分布する。境界面はほぼ水平であり、境界付近に径0.2～0.5cm程度の腐植物を多く含む。
- ・ 暗灰色を呈する腐植混じりシルトからなり、炭質物、砂粒子及び径2～10cm程度の安山岩亜円～亜角礫を少量含む。指圧でわずかに跡が残る程度に締まっている。

褐灰色シルト層

- ・ 砂礫層を覆い、一部砂礫層と指交して分布する。
- ・ 褐灰色を呈する腐植混じりシルトからなり、炭質物、砂粒子及び径0.5～12cm程度の安山岩亜円～亜角礫を少量含む。一部にほぼ水平の葉理が認められる。指圧でわずかに跡が残る程度に締まっている。

砂礫層

- ・ 径2～6cmの安山岩亜円～亜角礫を30～50%程度含み、最大15cmの礫がわずかに混じる。基質はシルト混じり中～粗粒砂からなり、暗灰黄～褐(2.5Y5/2～10YR4/6)を呈する。炭質物を少量含み、指圧でわずかに跡が残る程度に締まっている。

S-2・S-6

- ・ 南東側の安山岩(角礫質)と北西側の凝灰角礫岩の境界に位置する。
- ・ 走向・傾斜N12° E/70° NW(走向は真北基準)で、幅15～25cmの固結した破碎部及び幅フィルム状～5cmの灰色～灰白色を呈する粘土状破碎部からなる。

【14C年代値(暦年補正)】

- ・ 砂礫層最下部に含まれる木片の14C年代値(暦年補正) 5,970±40yBP。

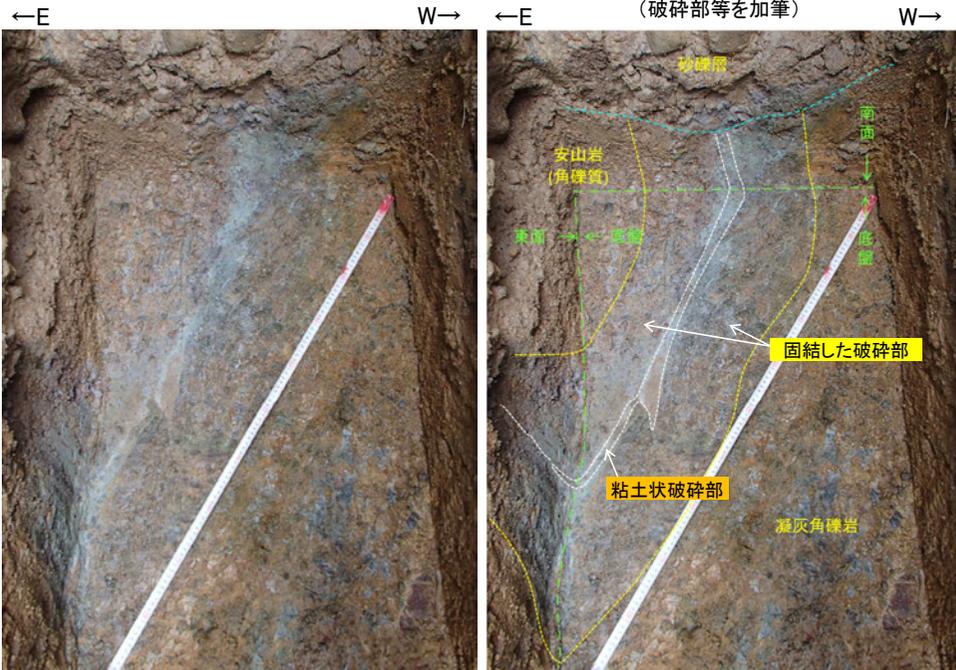
・14C年代値を踏まえると、岩盤上位に分布する砂礫層は、約6千年前の堆積物であると判断される。

【拡大写真】



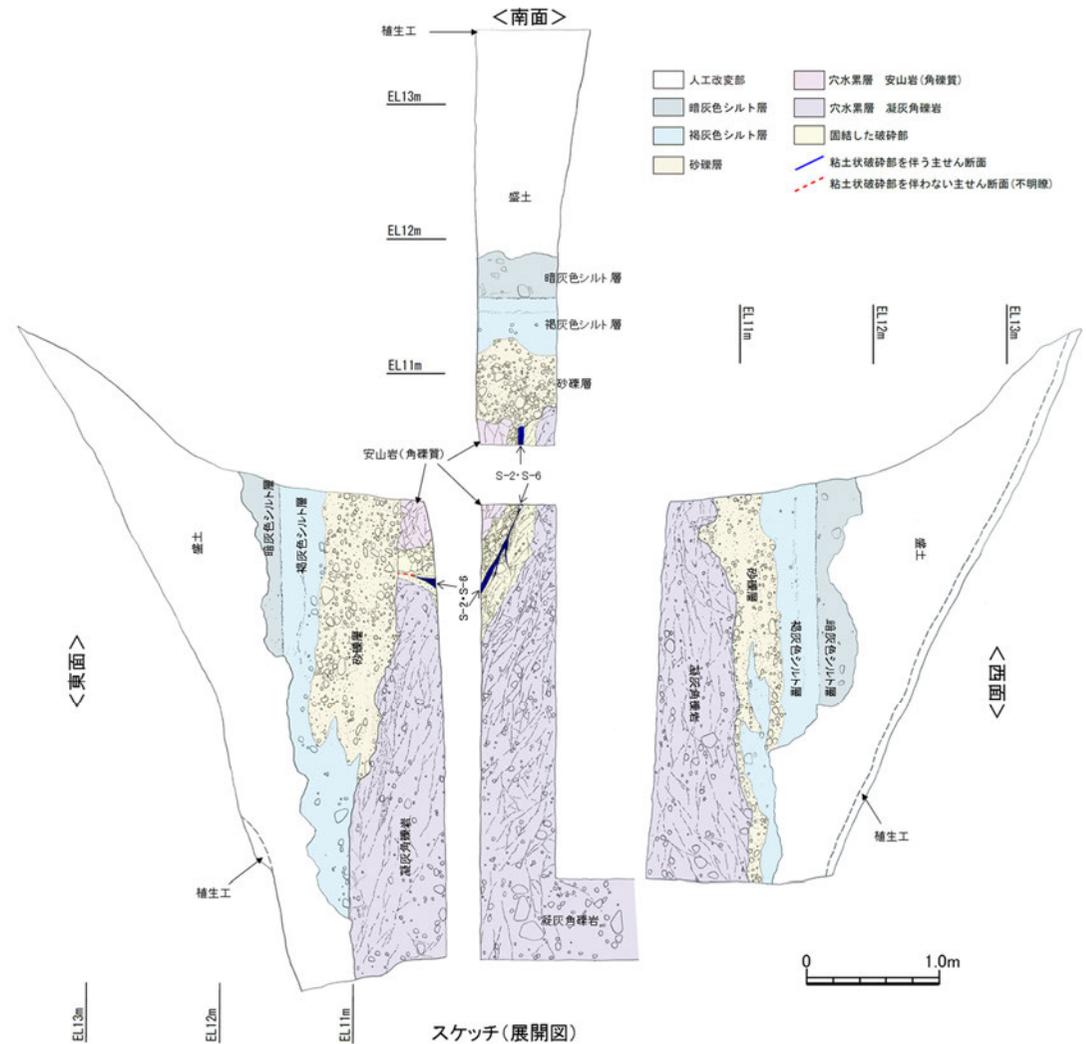
南面 拡大写真

南面 拡大写真
(破碎部等を加筆)



底盤 拡大写真

底盤 拡大写真
(破碎部等を加筆)



・岩盤直上を覆う砂礫層基底には、段差は認められない。
・主せん断面直上の砂礫層中には、せん断面は認められない。

5.3.3 S-2・S-6及びその周辺の岩盤中のせん断面における鉱物脈法による評価

(有識者会合の評価)

① S-1の活動性評価

- ・S-1の北西部については、旧A・Bトレンチ既往スケッチ及び岩盤調査坑で確認された運動方向の情報から、後期更新世以降に、北東側隆起の逆断層活動により変位したと解釈するのが合理的と判断する。
- ・一方、駐車場南東方トレンチを含めて、それより南東部については後期更新世以降の活動はないと判断する。

② S-2・S-6の活動性評価

- ・S-2・S-6は、後期更新世以降に、左横ずれ成分を持つ西側隆起の逆断層として活動した可能性がある。この際、S-2・S-6の地下延長部の断層が活動し、地表付近の新第三系及び上部更新統に変形を及ぼしたものと判断する。

③ S-2・S-6 地下延長部の断層の活動がS-1に及ぼす影響

- ・S-2・S-6の地下延長部の断層が活動し、海側(西側)隆起の変形を及ぼした場合に、S-2・S-6下盤側直近(S-1の北西部)でS-1の動きを促進する局所的な応力変化が生じる。(有識者会合による数値計算については次頁)

(有識者会合の評価に対する検討)

- 有識者会合の評価(左記)を踏まえると、有識者会合は、③の数値計算による検討の結果、S-2・S-6地下延長部の断層の活動(②)により、S-1南東部は変位せず、S-1北西部のみ変位が生じる(①)と評価していると考えられる。
- したがって、左記②及び①に対して、下記の検討を行った。

S-2・S-6及びその周辺の岩盤中のせん断面における鉱物脈法による評価

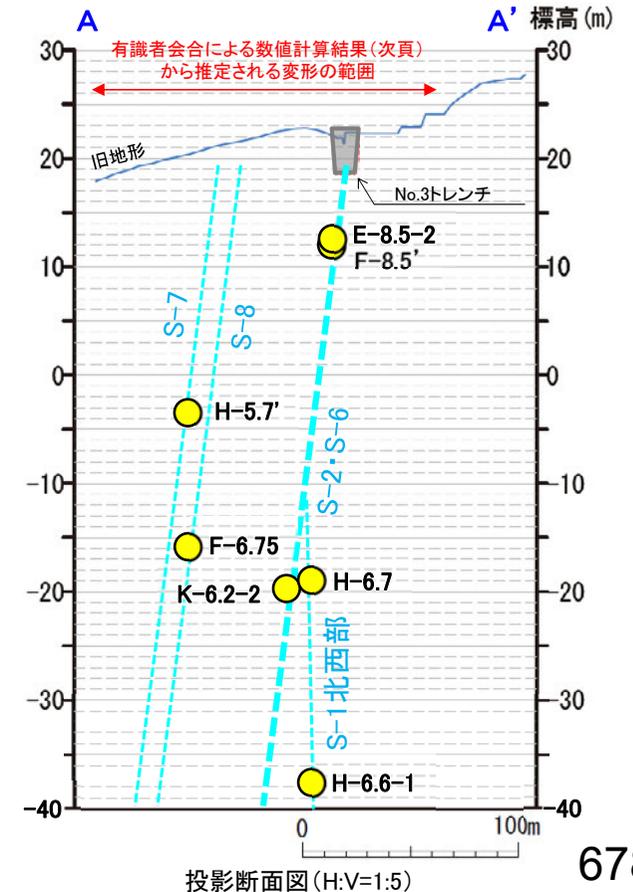
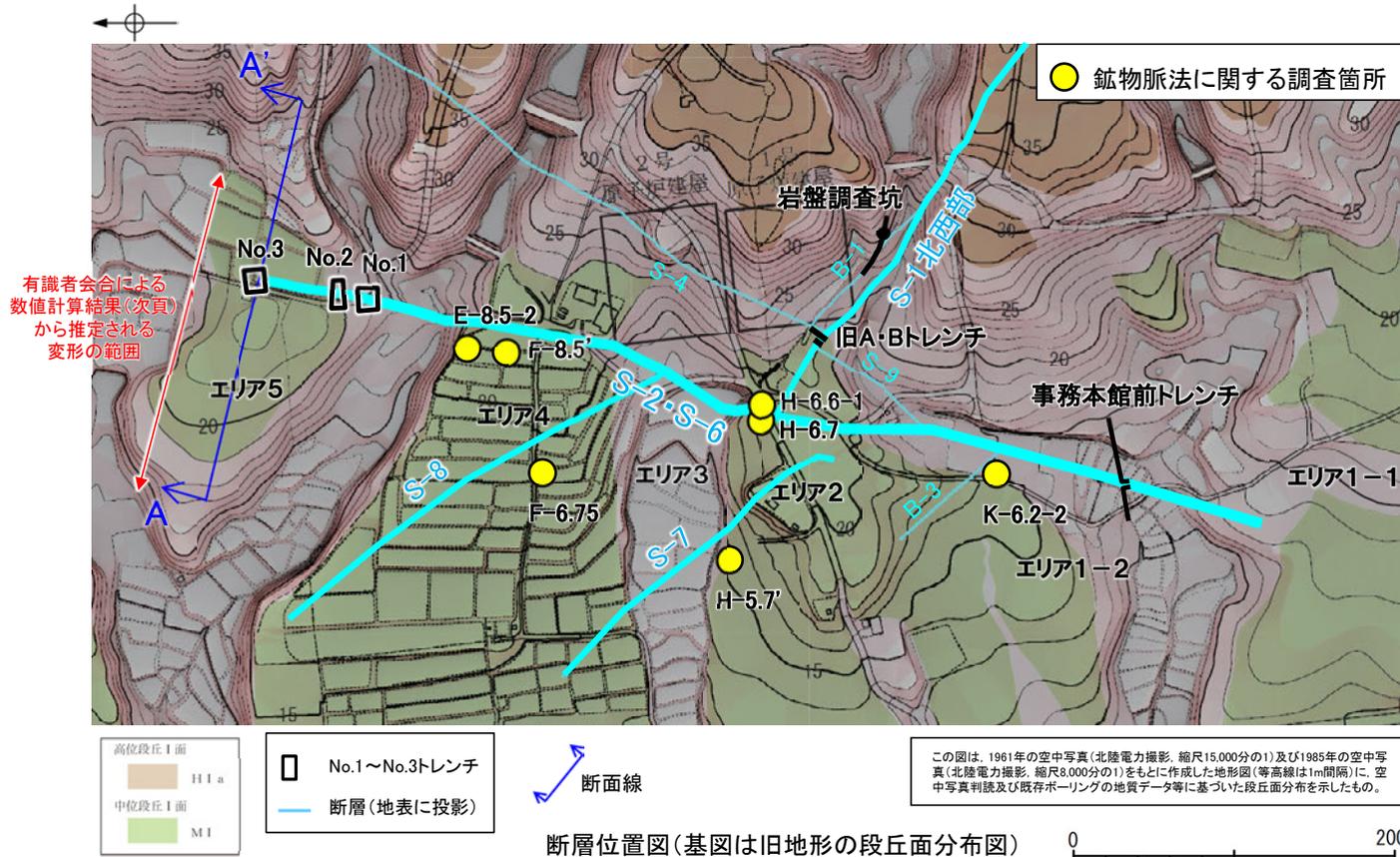
②に対する検討

- ・S-2・S-6の地下延長部の断層が活動し、海側(西側)隆起の変形を及ぼした場合、有識者会合による数値計算結果(次頁)から推定される変形の範囲内に分布するせん断面(S-2・S-6, S-7, S-8)において、薄片観察(微視的観察)により微小な変位が認められるものと考えられるが、S-2・S-6の3箇所(K-6.2-2孔, F-8.5'孔, E-8.5-2孔)及びその上盤側のS-7, S-8(H-5.7'孔, F-6.75孔)における鉱物脈法による評価の結果、最新面を横断する粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

①に対する検討

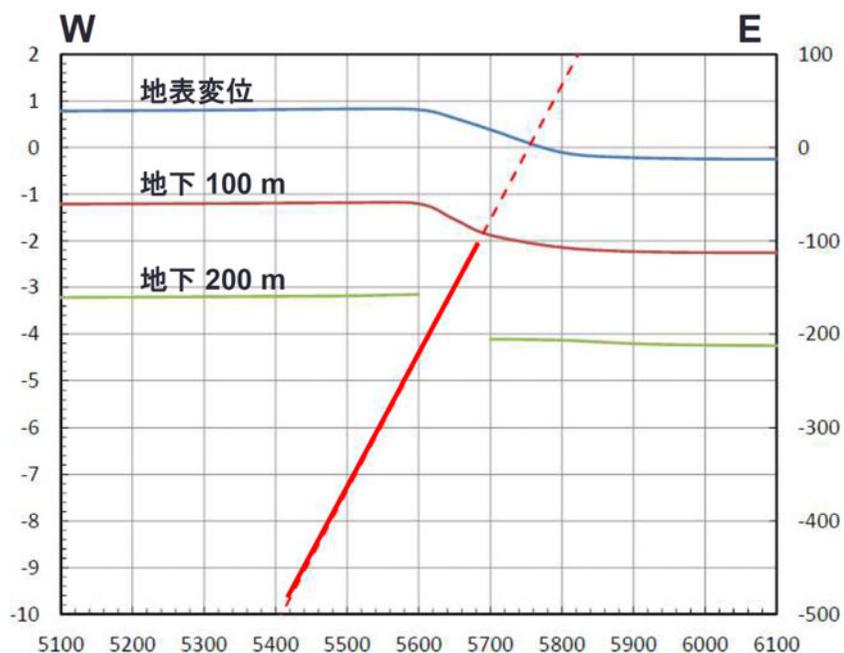
- ・S-1北西部の2箇所(H-6.6-1孔, H-6.7孔)における鉱物脈法による評価の結果、最新面を横断する粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。よって、S-1北西部について、後期更新世以降に北東側隆起の逆断層活動による変位は認められない。
- 以上より、S-2・S-6の地下延長部の断層が活動した場合、S-2・S-6及びその上盤側のS-7, S-8に微小な変位が認められ、下盤側直近のS-1北西部にも変位が認められるものと考えられるが、鉱物脈法による評価の結果、そのような変位は認められない。

S-2・S-6の地下延長部の断層が後期更新世以降に活動し、地表付近に変形を及ぼしたことはない。



【(参考)S-2・S-6地下延長部の断層の活動がS-1 に及ぼす影響】
(有識者会合による数値計算)

計算には Coulomb 3.3
を用いました。



破壊停止深度: 100 m

計算には Coulomb 3.3
を用いました。

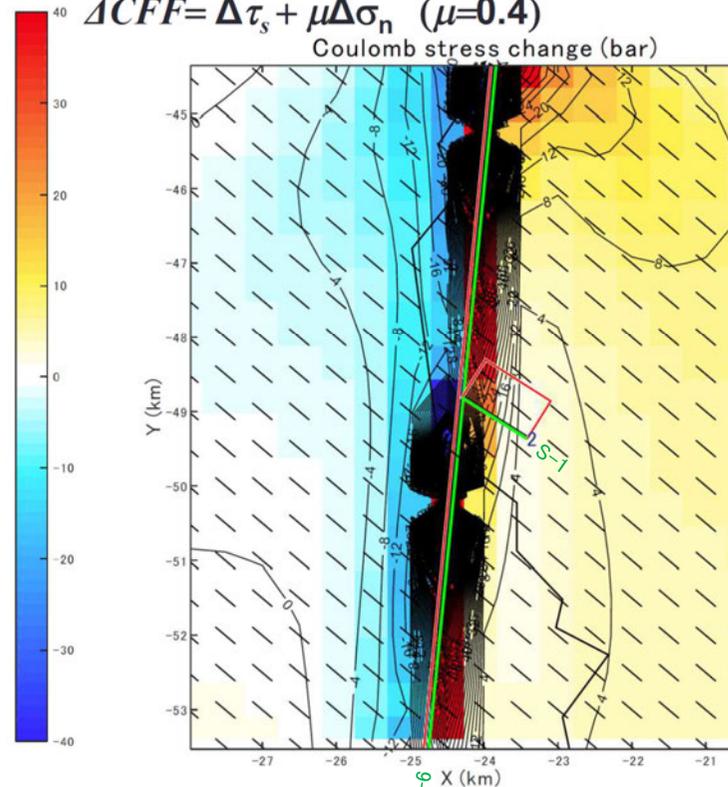
第6回評価会合 (H27.5.13) 資料
「志賀・現調7-1」を引用

・有識者会合による数値計算の結果, S-2・S-6の破壊停止深度が100mの場合, S-2・S-6の位置から100mの範囲に変曲点が認められる。

地下 100 m におけるクーロン応力変化

$$\Delta CFF = \Delta \tau_s + \mu \Delta \sigma_n \quad (\mu=0.4)$$

Coulomb stress change (bar)



S-2・S-6

第6回評価会合 (H27.5.13) 資料
「志賀・現調7-1」に一部加筆

・有識者会合による数値計算の結果, S-2・S-6地下延長部の断層が活動し, 海側(西側)隆起の変形を及ぼした場合には, S-2・S-6下盤側直近(S-1の北西部)でS-1の動きを促進する局所的な応力変化が生じる。

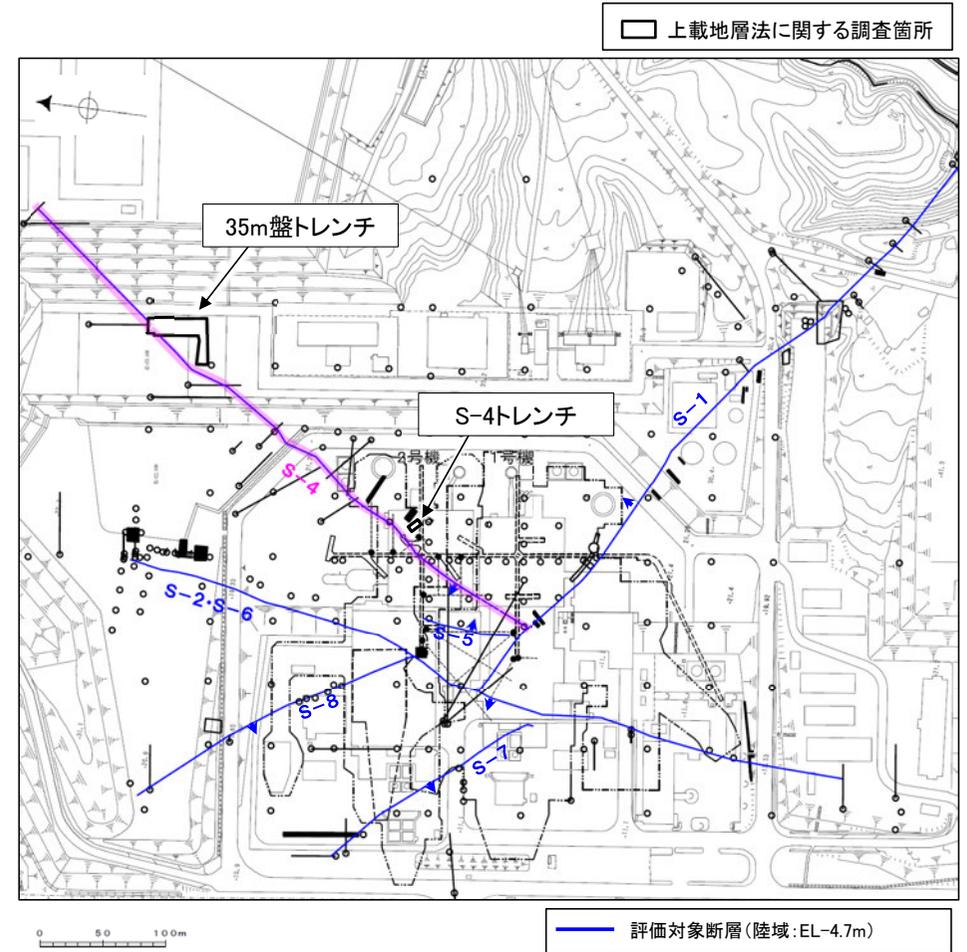
5.3.4 S-4

5.3.4 S-4の上載地層法による評価地点

■上載地層法による評価地点

- S-4が分布する基盤岩の直上に、約12~13万年前以前に堆積した地層であるH I a段丘堆積物が確認できることから、35m盤トレンチにおいて、評価を行った。
- 建設時の調査地点であるS-4トレンチも用いて、評価を行った。

評価地点	記載頁
35m盤トレンチ	P.682~712
S-4トレンチ	P.713~724



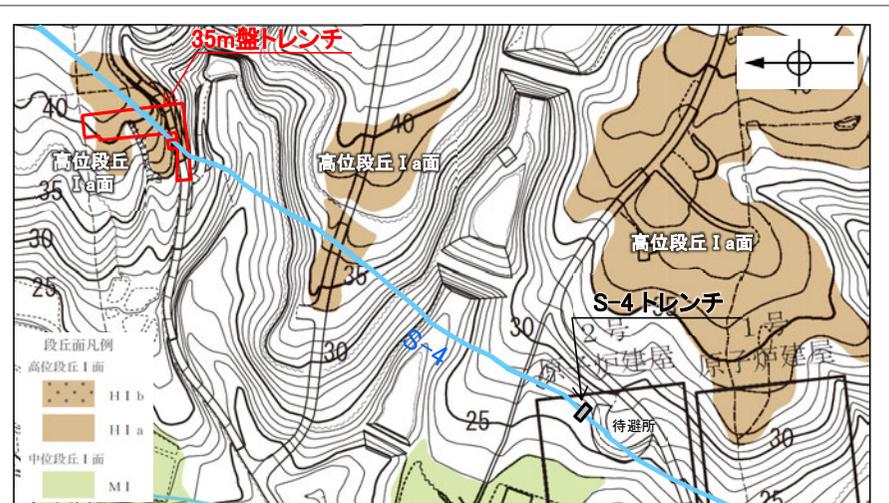
5.3.4 S-4 (1)35m盤トレンチ ー評価結果ー

- S-4の活動性評価を行うため、高位段丘 I a面を判読した位置において、トレンチ調査(35m盤トレンチ)を実施した。
- 35m盤トレンチにおいて、幅2~20cmの固結した破砕部及び幅フィルム状~3cmの粘土状破砕部からなるS-4を確認。
- 基盤の安山岩(角礫質)の上位には、下位からH I a段丘堆積物、赤色土壌、赤褐色土壌が分布する。
- S-4の上方に分布するH I a段丘堆積物に変位・変形は認められないものの、岩盤の風化の影響により、せん断面が不明瞭となる。

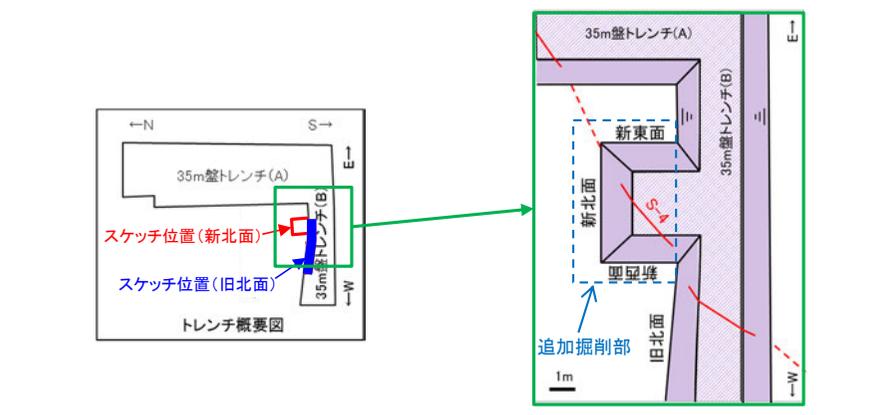


- 追加掘削を実施した結果、新北面では岩盤の風化の影響が小さくなり、せん断面が明瞭に確認できるようになった。
- ただし、岩盤上面付近ではせん断面が不明瞭となる。

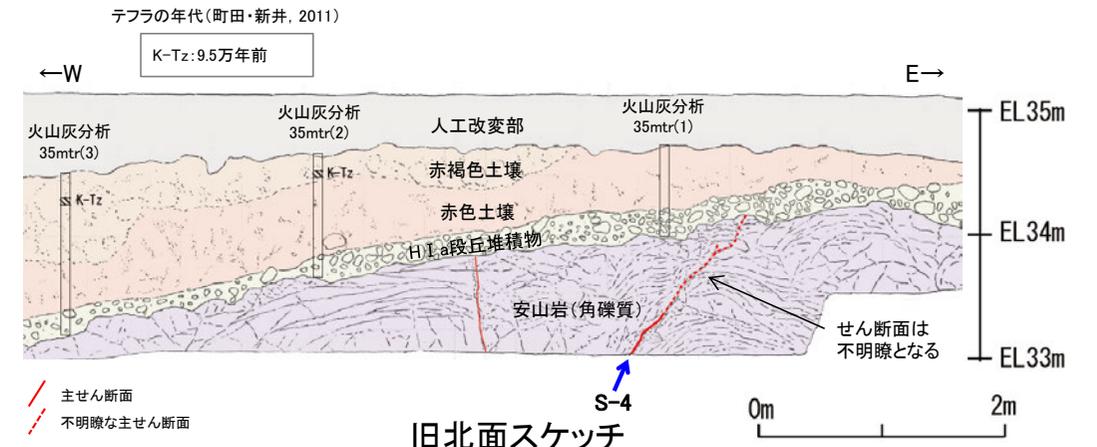
- 追加掘削を実施した結果、S-4の上方に分布するH I a段丘堆積物に変位・変形は認められないものの、岩盤中の断層が岩盤上面付近で不明瞭となる。



評価対象断層(地表に投影)
調査位置図(基図は旧地形の段丘面分布図)



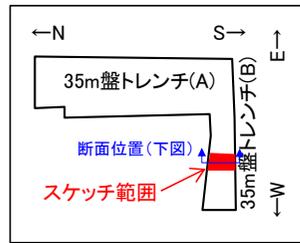
35m盤トレンチ全体の写真・スケッチは補足資料5.3-4(1)



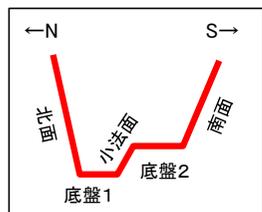
新北面スケッチ

5.3.4 S-4 (1)35m盤トレンチ -S-4と上載地層との関係-

○S-4の上方に分布するH I a段丘堆積物に変位・変形は認められない。
○ただし、岩盤の風化の影響により、S-4は不明瞭となる。

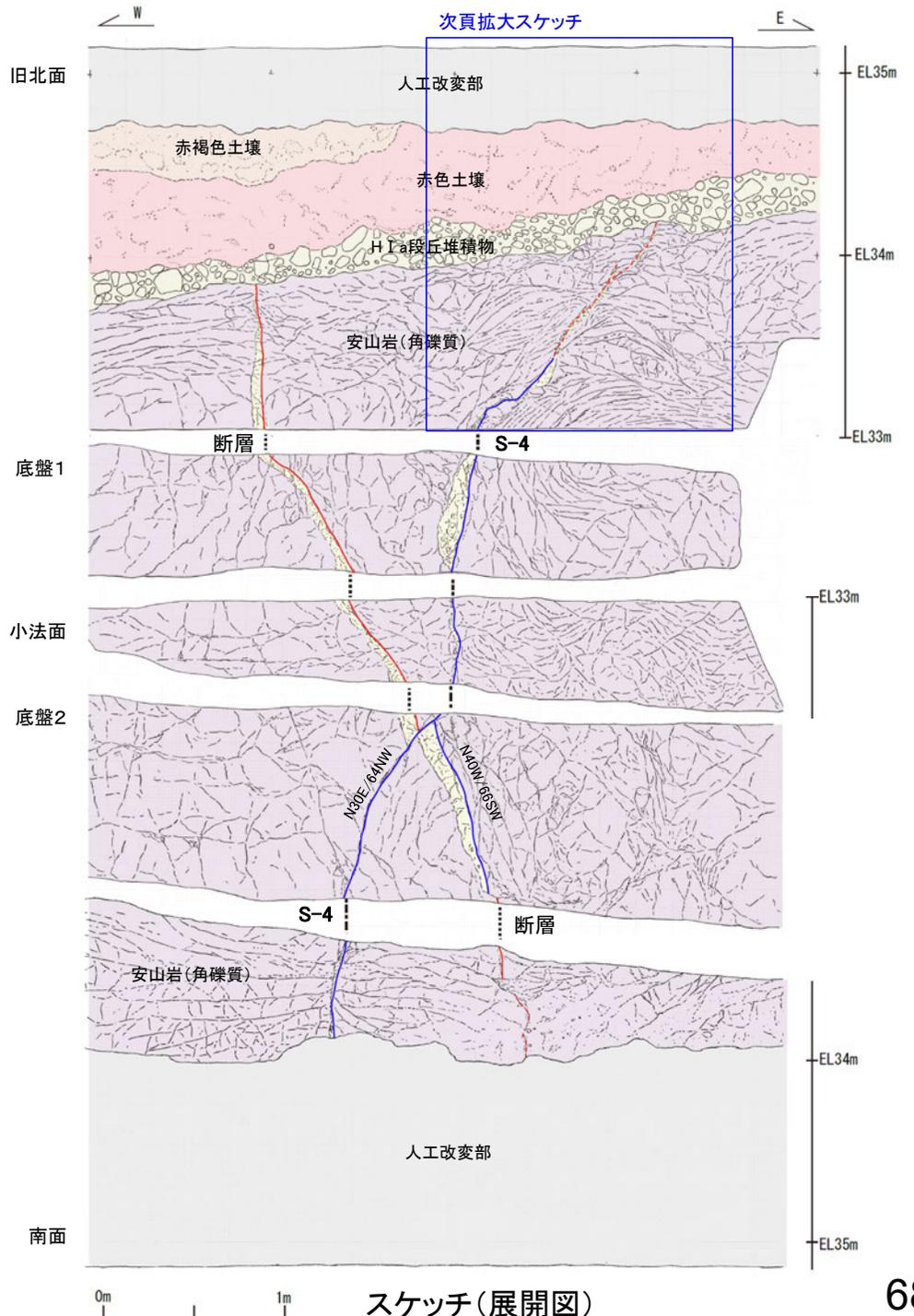


トレンチ概要図



模式断面図

- 人工改変部
- 赤褐色土壌
- 赤色土壌
- H I a段丘堆積物
- 穴水果層 安山岩(角礫質)
- 固結した破碎部
- 主せん断面(粘土状破碎部を伴う)
- 主せん断面(粘土状破碎部を伴わない)
- 破線は主せん断面が不明瞭な箇所

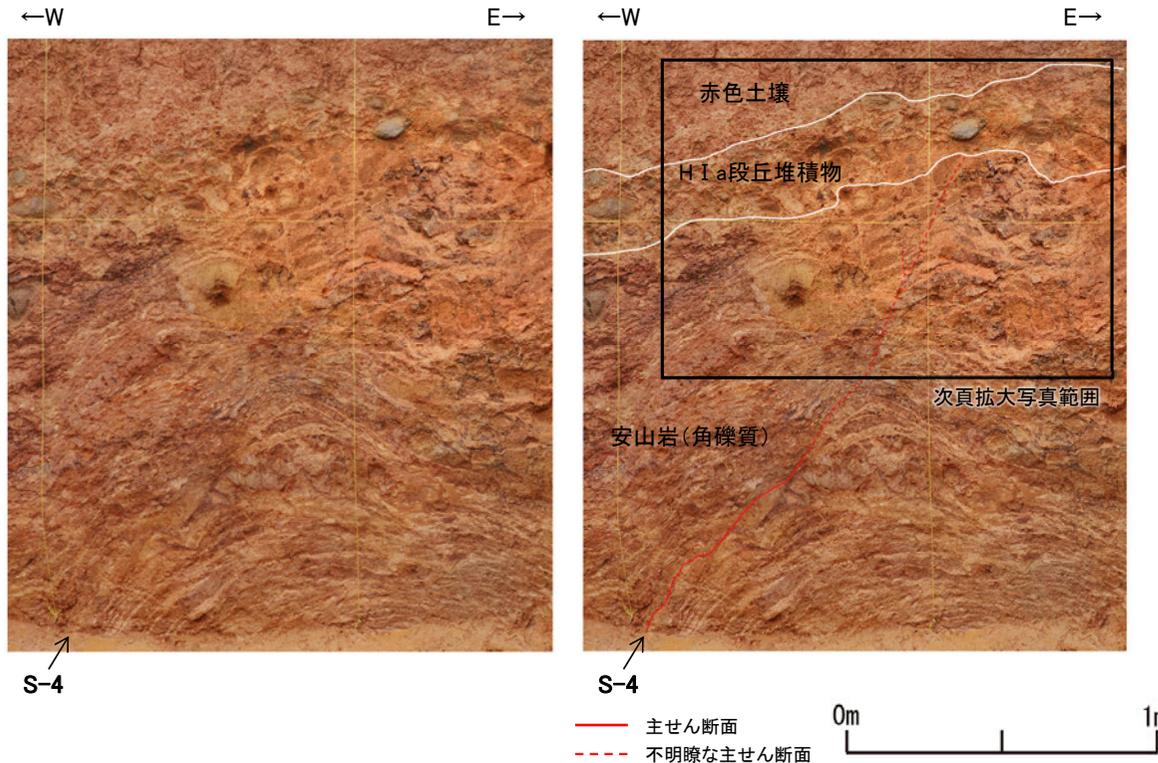


・本トレンチには、S-4の他にS-4に斜交する断層が認められる。S-4に斜交する断層は、底盤にてS-4に切られており、さらに基盤直上のH I a段丘堆積物にも変位・変形を与えていない(P.710~712)。

S-4 35m盤トレンチ

【写真・拡大スケッチ(旧北面)】

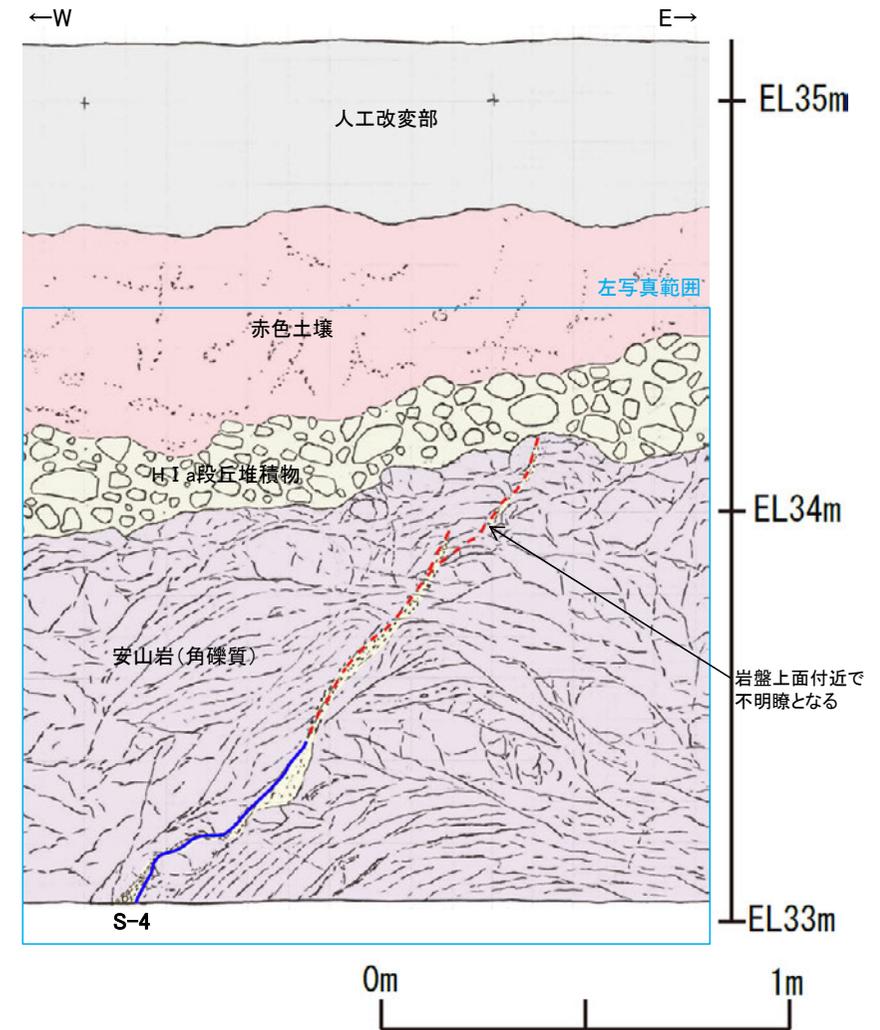
【S-4】
S-4は、走向・傾斜N30° E/64° NW(走向は真北基準)で、幅2~10cmの固結した破砕部及び幅フィルム状~3cmの灰褐~明褐色を呈する粘土状破砕部からなる。
北面においてタマネギ状風化に伴う割れ目が形成され、断層トレースが不明瞭となっている。S-4は、法面の上部において2条に分岐し、西側の破砕部は岩盤中で消失する。東側の破砕部は岩盤の上面まで追跡でき、岩盤を覆うH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。



35m盤トレンチ(B)旧北面 写真
(2018年撮影)

(地質境界等を加筆)

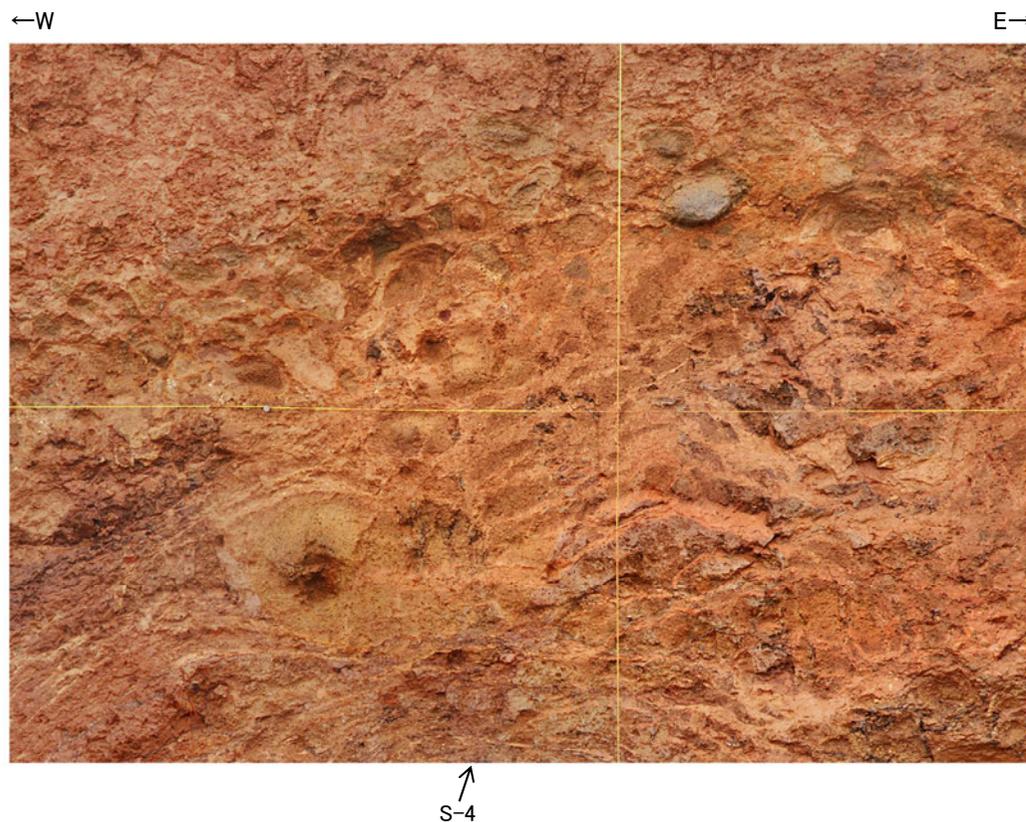
- 人工改変部
- 赤褐色土壌
- 赤色土壌
- H I a段丘堆積物
- 穴水累層 安山岩(角礫質)
- 固結した破砕部
- 主せん断面(粘土状破砕部を伴う)
- 不明瞭な主せん断面(粘土状破砕部を伴わない)



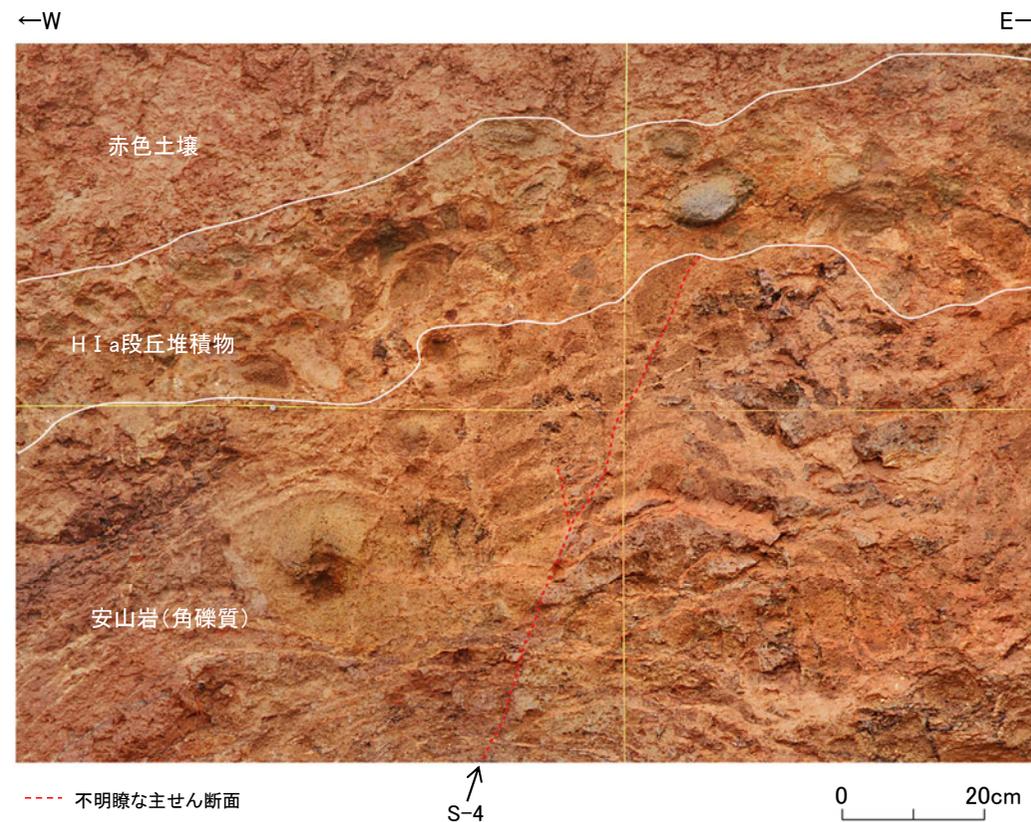
35m盤トレンチ(B)旧北面 拡大スケッチ

S-4 35m盤トレンチ

【拡大写真(旧北面)】



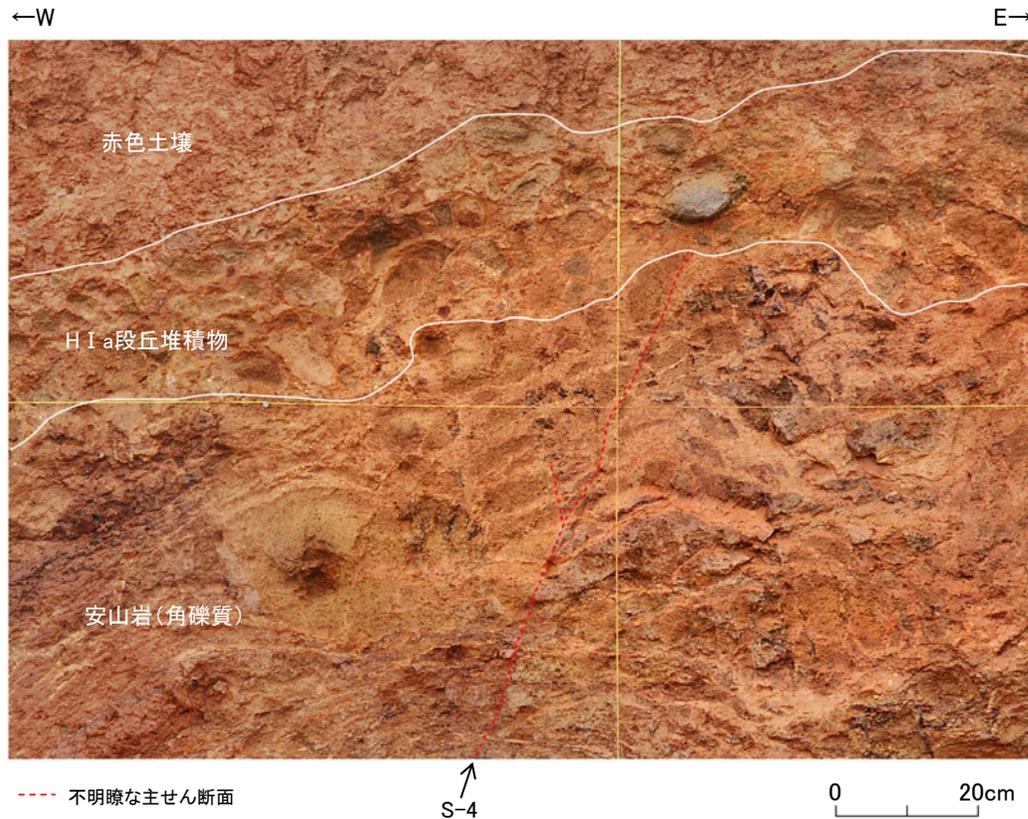
旧北面 岩盤上面付近 拡大写真
(2018年撮影)



旧北面 岩盤上面付近 拡大写真(S-4等を加筆)
(2018年撮影)

5.3.4 S-4 (1)35m盤トレンチ ー岩盤上面に関する分析結果ー

- 北面の地表付近では、風化により岩盤(安山岩)とH I a段丘堆積物の境界が不明確であることから、目視観察による岩盤上面の境界を明確にする目的で、詳細な観察・分析を実施した。
- はぎとり調査、帯磁率測定、CT画像観察の結果、目視観察による岩盤上面位置と整合的なデータが得られた。



岩盤とH I a段丘堆積物の分析結果一覧表

分析項目	結果	掲載頁
はぎとり調査	H I a段丘堆積物は、岩盤(安山岩)に比べて円礫が多く含まれ、岩盤中には認められない多色礫を含むことから、目視観察による岩盤上面の境界と整合的である。	P.687
帯磁率測定	H I a段丘堆積物と岩盤(安山岩)の境界付近で帯磁率の変化が認められることから、帯磁率測定結果は目視観察による岩盤上面の境界と整合的である。	P.688
CT画像観察	H I a段丘堆積物と岩盤(安山岩)で密度差が認められ、密度の境界は目視観察による岩盤上面の境界と整合的である。	P.689

旧北面 岩盤上面付近 拡大写真(目視観察による地質区分を加筆)
(2018年撮影)

S-4 35m盤トレンチ

【はぎとり調査結果(旧北面)】

(はぎとり調査は、2020年11月実施)



はぎとり試料写真(左右反転)



はぎとり試料写真(左右反転, S-4等を加筆)

赤色土壌

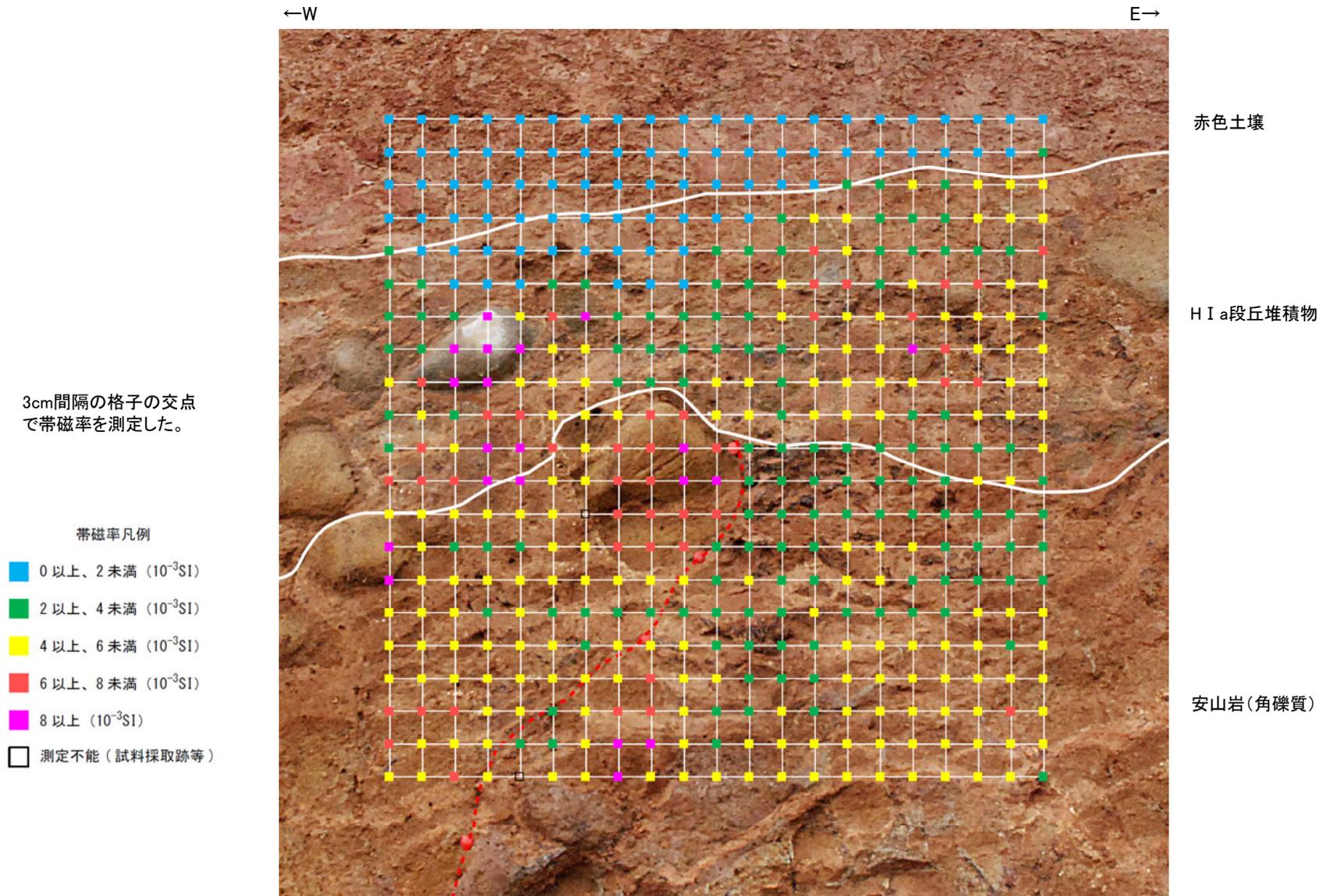
H I a段丘堆積物

安山岩(角礫質)

・H I a段丘堆積物は、岩盤(安山岩)に比べて円礫が多く含まれ、岩盤中には認められない多色礫を含むことから、目視観察による岩盤上面の境界と整合的である。

S-4 35m盤トレンチ

【帯磁率測定結果(旧北面)】



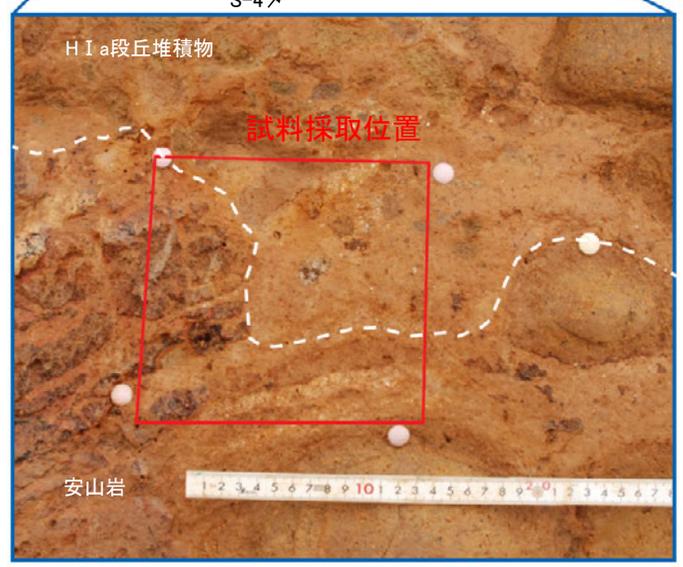
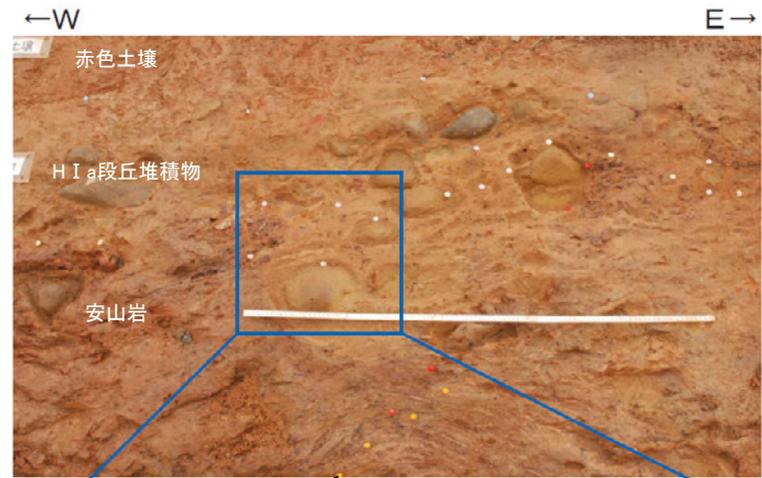
旧北面 測定箇所写真(2022年1月撮影)

・帯磁率測定の結果、H I a段丘堆積物と岩盤(安山岩)の境界付近で帯磁率の変化が認められることから、帯磁率測定結果は目視観察による岩盤上面の境界と整合的である。

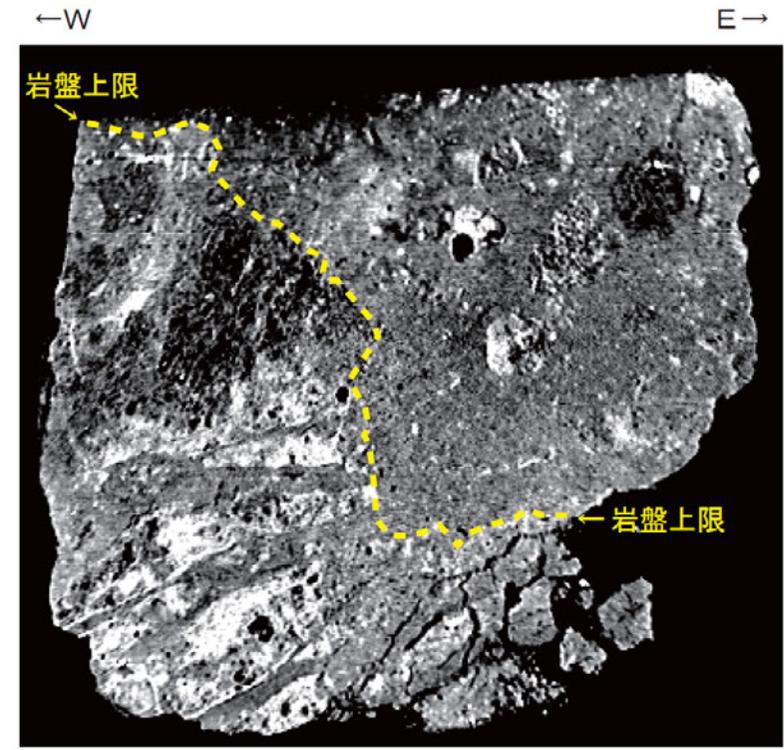
・なお、一部岩盤中においてH I a段丘堆積物よりも低い値を示す箇所が認められるが、これは風化した岩盤の上位に新鮮な礫を含むH I a段丘堆積物が堆積したことによるものと考えられる。

S-4 35m盤トレンチ

【CT画像観察結果(旧北面)】



旧北面 試料採取位置



注：密度（白色部>黒色部）

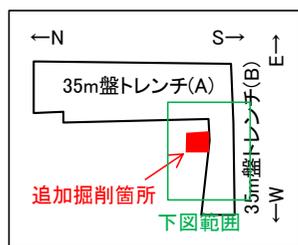
0 10cm

CT画像

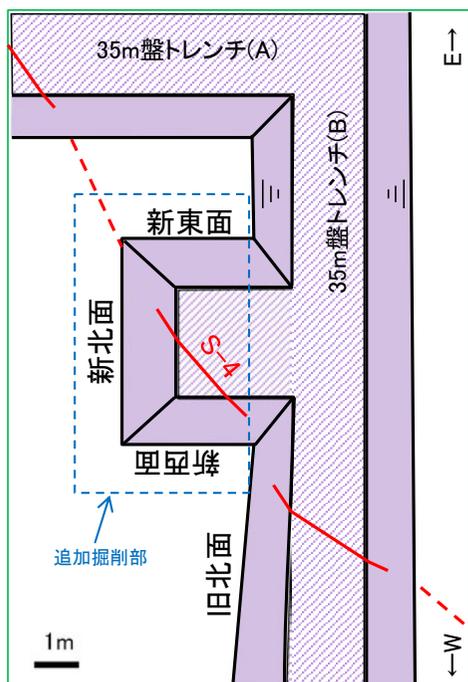
・CT画像によれば、HI a段丘堆積物と岩盤(安山岩)で密度差が認められ、密度の境界は目視観察による岩盤上面の境界と整合的である。

5.3.4 S-4 (1)35m盤トレンチ 追加掘削結果

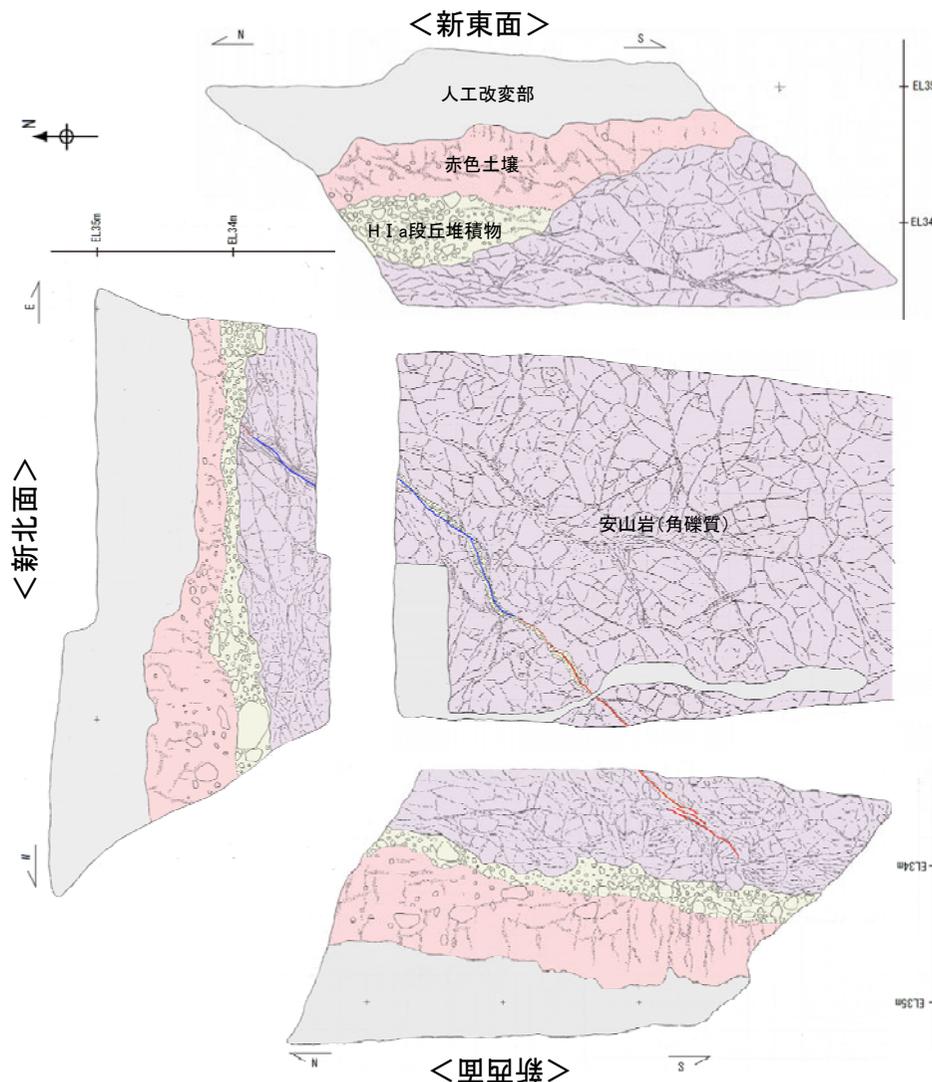
- 旧北面では岩盤のタマネギ状風化の影響によりせん断面が不明瞭となっていたことから、追加掘削を実施した結果、幅2.0~10cmの固結した破碎部及び幅フィルム状~1.5cmの粘土状破碎部を伴うS-4を確認した。
- 基盤の安山岩(角礫質)の上位には、下位からH I a段丘堆積物、赤色土壌、赤褐色土壌が分布する。
- 旧北面において不明瞭であったS-4は、新北面では岩盤の風化の影響が小さくなり、せん断面が明瞭に確認できるようになった。
- S-4の上方に分布するH I a段丘堆積物に変位・変形は認められないものの、S-4は岩盤上面付近で不明瞭となる。



トレンチ概要図

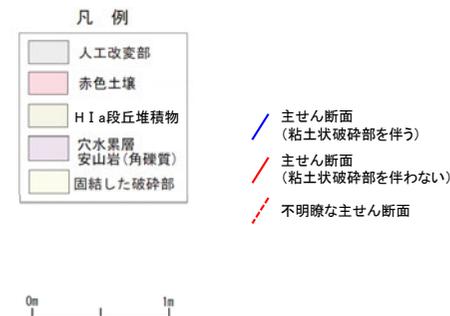


拡大図



赤色土壌
シルト質粘土からなる。赤色部で明赤褐~赤褐色(2.5YR5/8~5YR4/6)、淡色部で明褐~にぶい褐色(7.5YR5/8~5/3)を呈し、トラ斑紋が認められる。淡色部と比べて赤色部の割合が高い。良く締まっており、指圧でほとんど跡が残らない。中程度の角塊状土壌構造が認められる。径5~20cmの垂円~垂角礫を法面の北側で5%程度で含む。角礫も少数混じる。

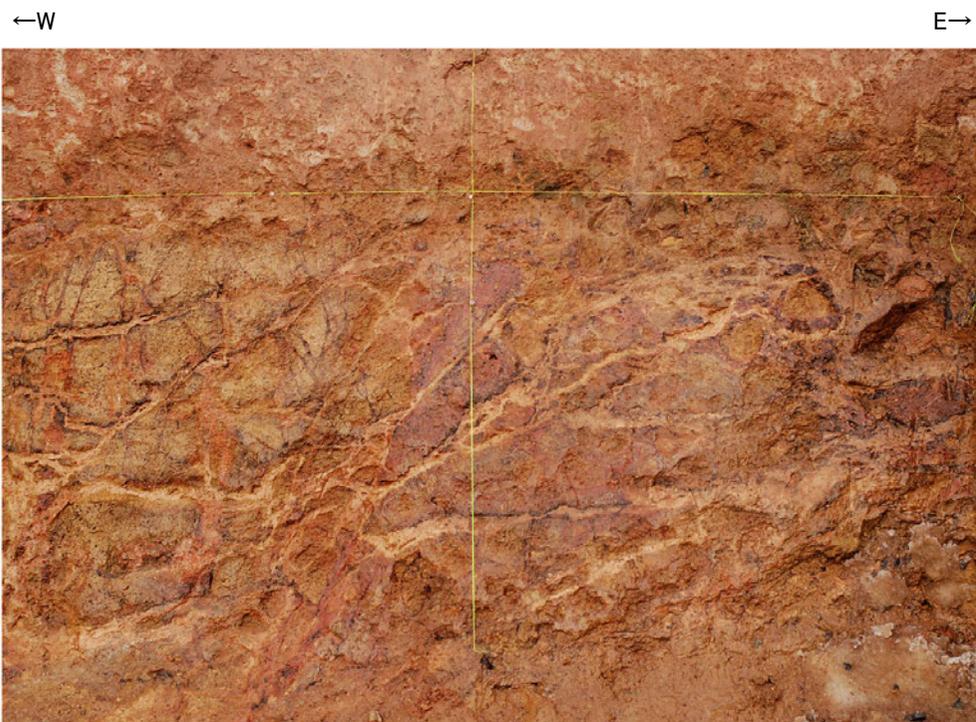
H I a段丘堆積物
砂礫層からなる。径5~20cmの安山岩垂円~垂角礫を20~50%含む。また、円礫も混じる。法面の西側には、径45cmの垂円礫も認められる。基質は明褐~黄褐色(7.5YR5/8~10YR5/8)を呈するシルト質細砂からなり、良く締まっており、強い指圧でわずかに跡が残る。礫は灰色が卓越するが雑多な色調を呈し、半くさり礫を主体とする。



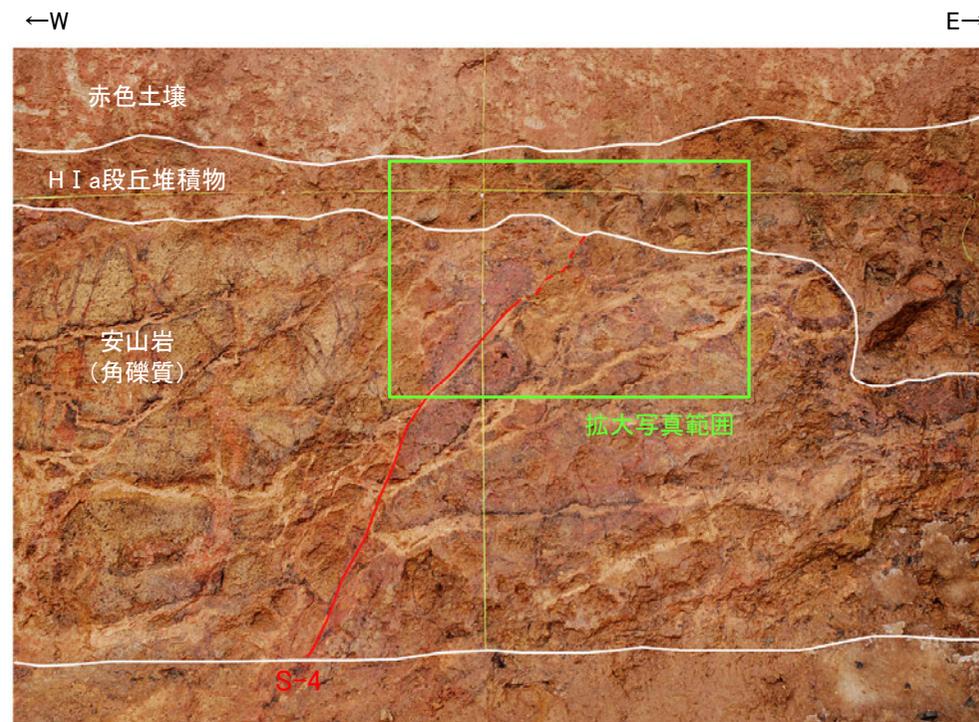
追加掘削部 スケッチ(展開図)

S-4 35m盤トレンチ
追加掘削

【S-4写真(新北面)】



新北面写真



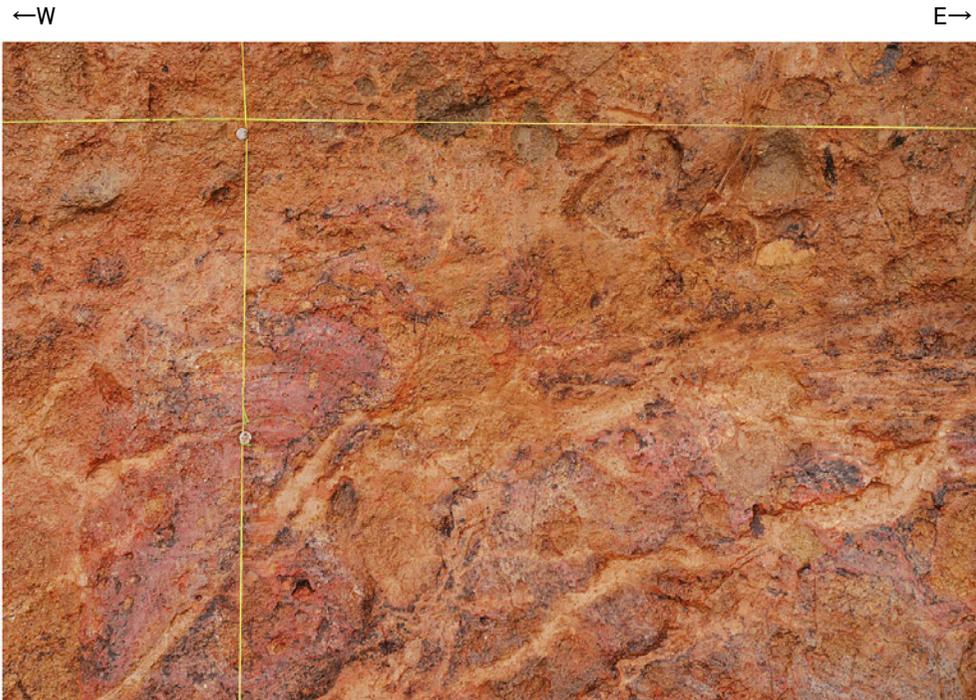
新北面写真(S-4等を加筆)

S-4

- ・走向傾斜N40E/68NWを示し、せん断面に沿って固結した粘土・砂状破碎部が幅2.0～10cmで分布する。
- ・せん断面は明瞭であり、下部でフィルム状～1cm、中部で0.5～1.5cmの明褐～黄灰色の粘土を挟む。
- ・一方、最上部では不明瞭であるが、西側の黄褐色の安山岩(角礫質)と東側の赤褐色の固結した破碎部の境界として識別できる。
- ・固結した粘土・砂状破碎部は灰～赤褐色を呈し、流理状の構造を伴う。

S-4 35m盤トレンチ
追加掘削

【S-4拡大写真(新北面)】



新北面 拡大写真



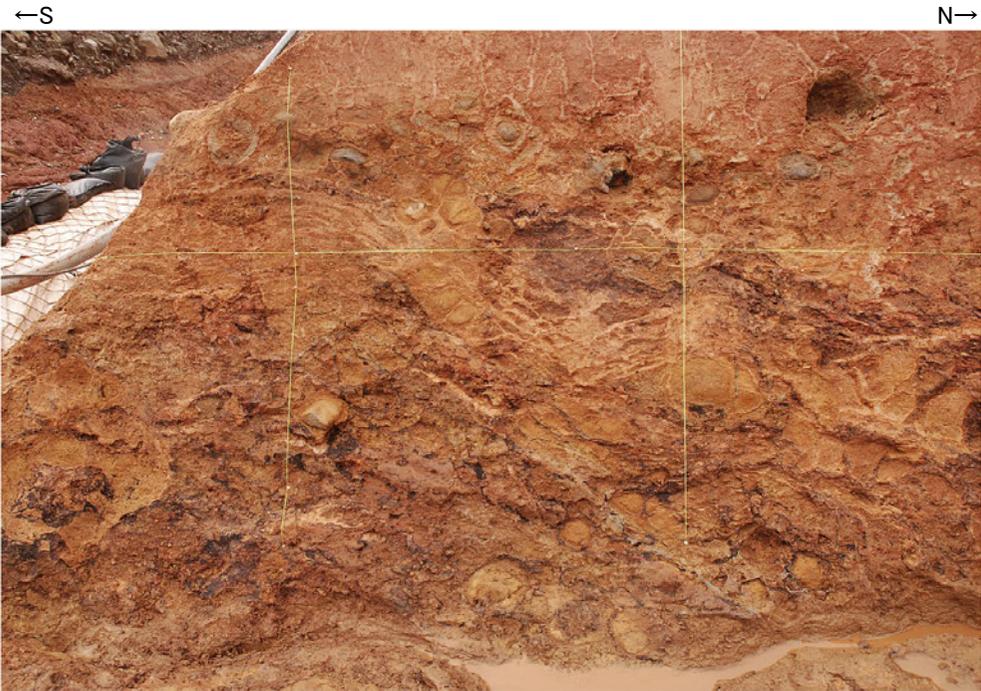
S-4

新北面 拡大写真(S-4等を加筆)

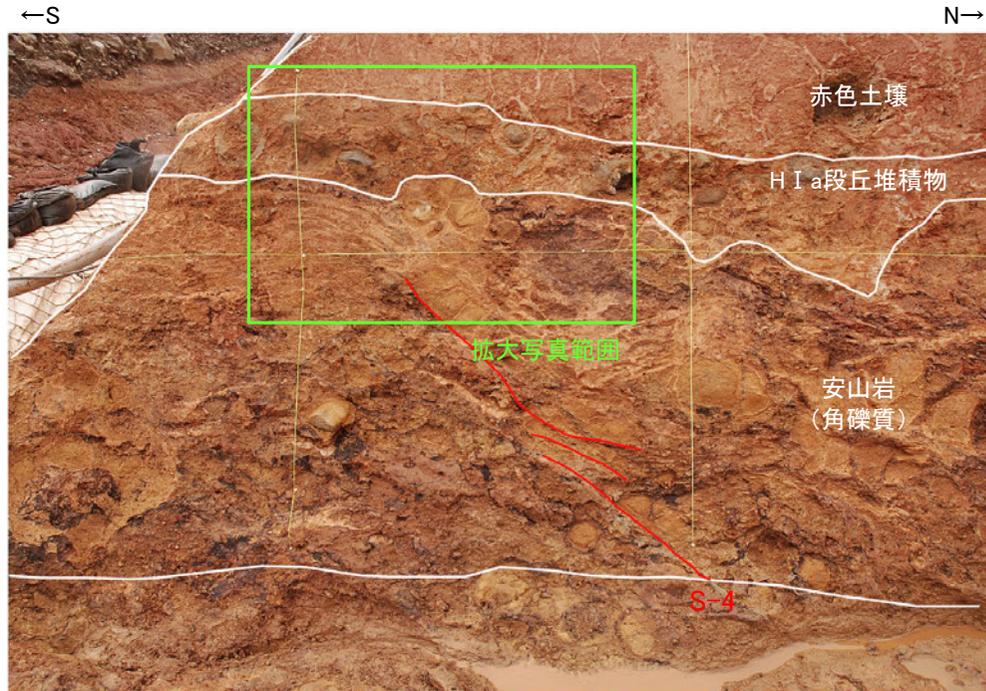
- ・S-4は、HI a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。
- ・ただし、せん断面は岩盤上面のごく直近では不明瞭となる。

S-4 35m盤トレンチ
追加掘削

【S-4写真(新西面)】



新西面写真

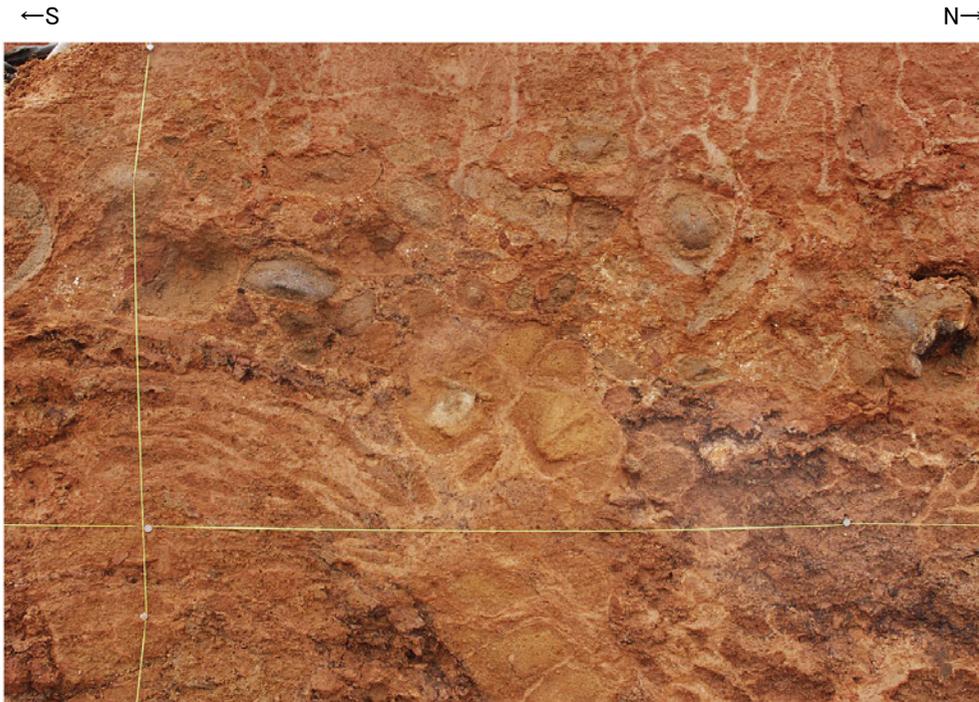


新西面写真(S-4等を加筆)

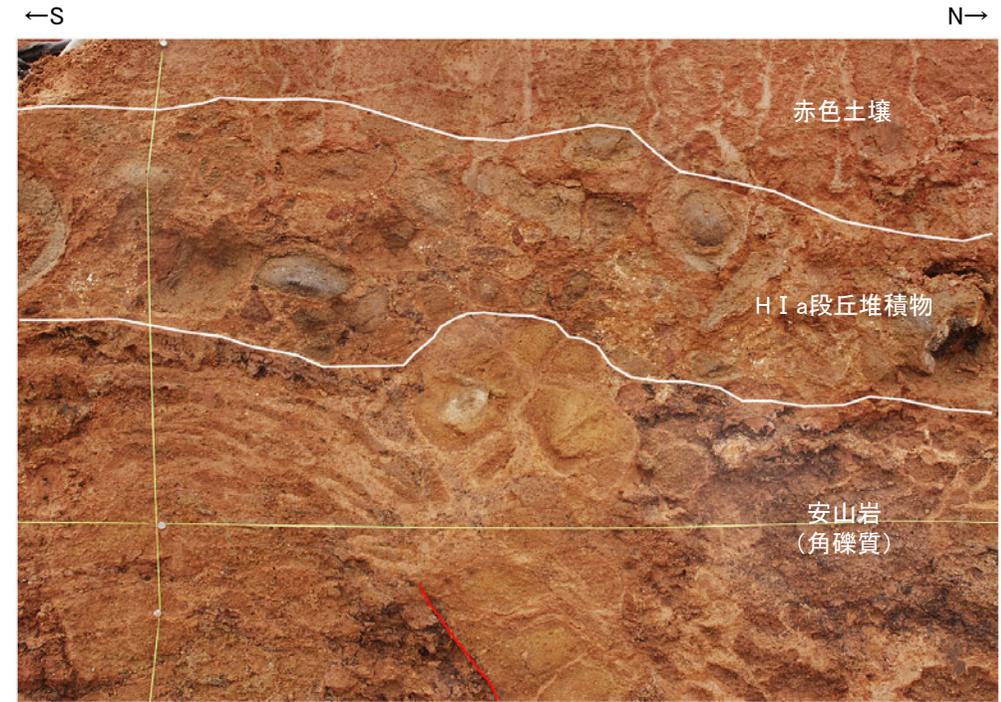
- S-4**
- ・走向傾斜N48E/66NWを示し、せん断面に沿って固結した粘土・砂状破碎部が幅0.5～2.5cmで分布する。法面の中部では、「ミ型」に雁行する。
 - ・せん断面は下部で明瞭であり、黒色の皮膜が沈着している。一方、上部では不明瞭である。
 - ・固結した粘土・砂状破碎部は灰～赤褐色を呈し、流理状の構造を伴う。

S-4 35m盤トレンチ
追加掘削

【S-4拡大写真(新西面)】



新西面 拡大写真

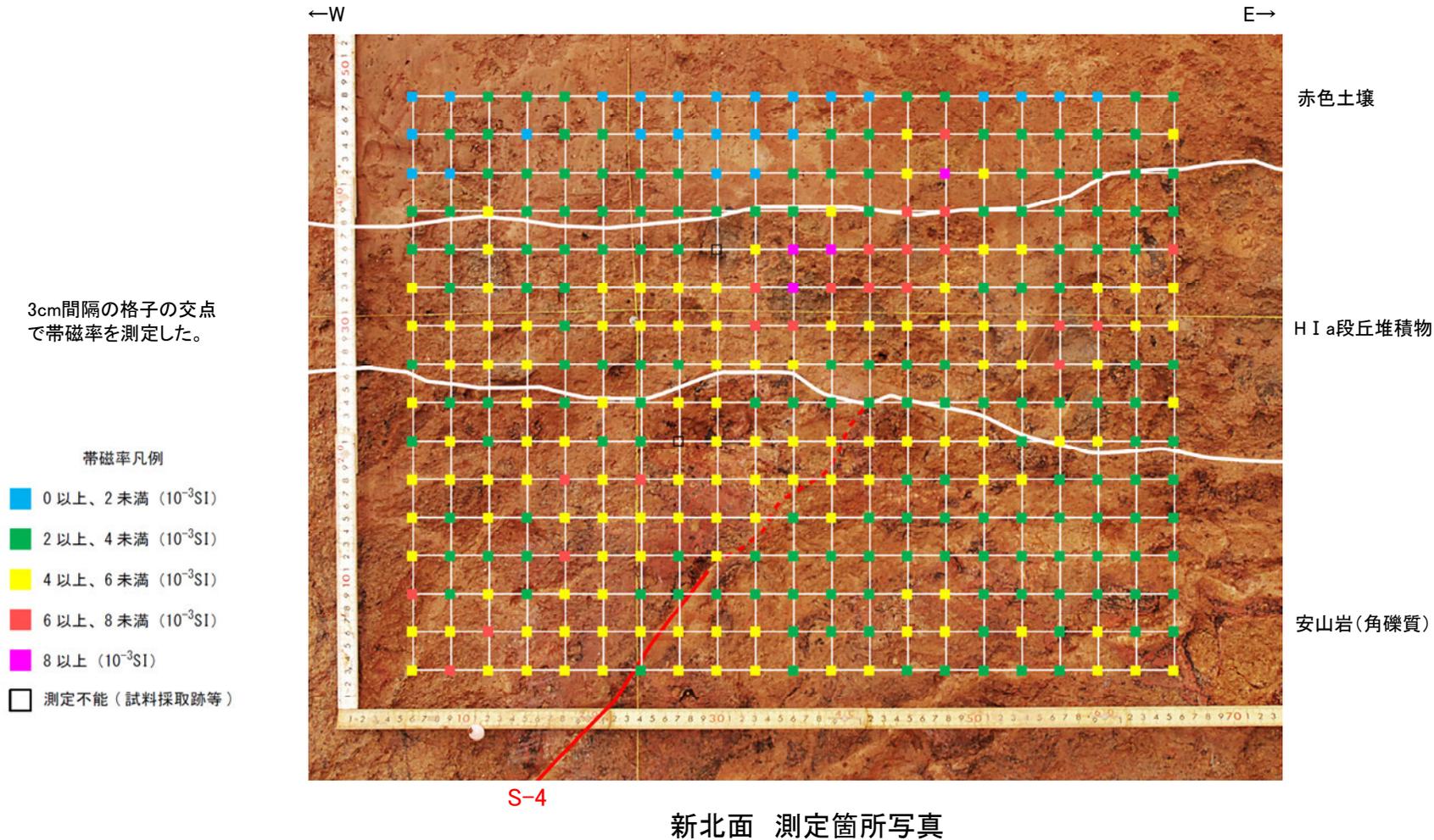


新西面 拡大写真(S-4等を加筆)

・S-4は、岩盤上面付近では不明瞭となる。

○目視観察による岩盤上面の境界を明確にする目的で、詳細な観察・分析を実施した。
 ○帯磁率測定の結果、H I a段丘堆積物と岩盤では大きな違いは認められないものの、CTスキャンの結果、目視観察による岩盤上面位置と整合的なデータが得られた。

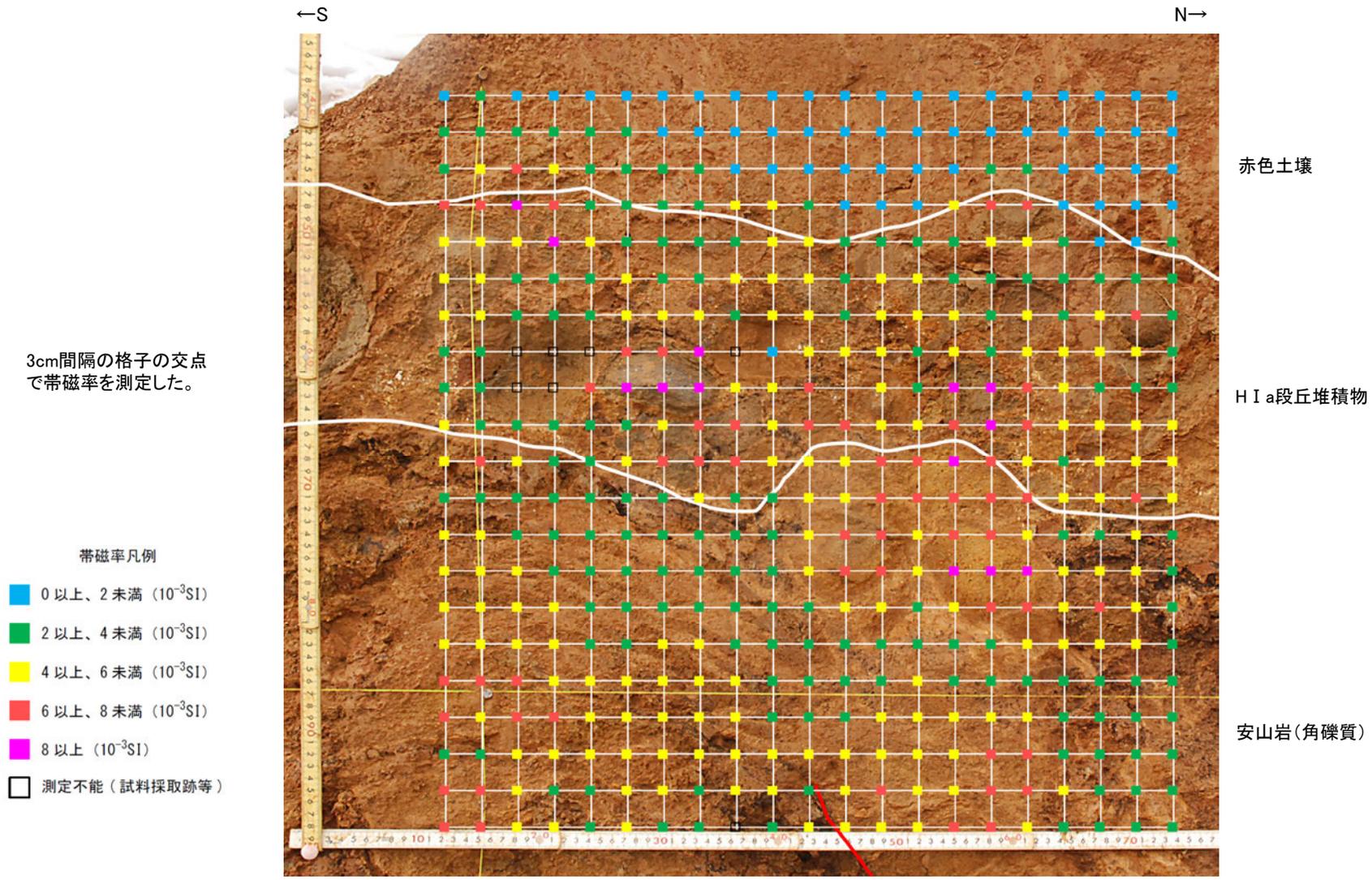
【帯磁率測定結果(新北面)】



・帯磁率測定の結果、赤色土壌では相対的に低い値を示すものの、H I a段丘堆積物と岩盤(安山岩)では帯磁率に大きな違いは認められない。

S-4 35m盤トレンチ
追加掘削

【帯磁率測定結果(新西面)】

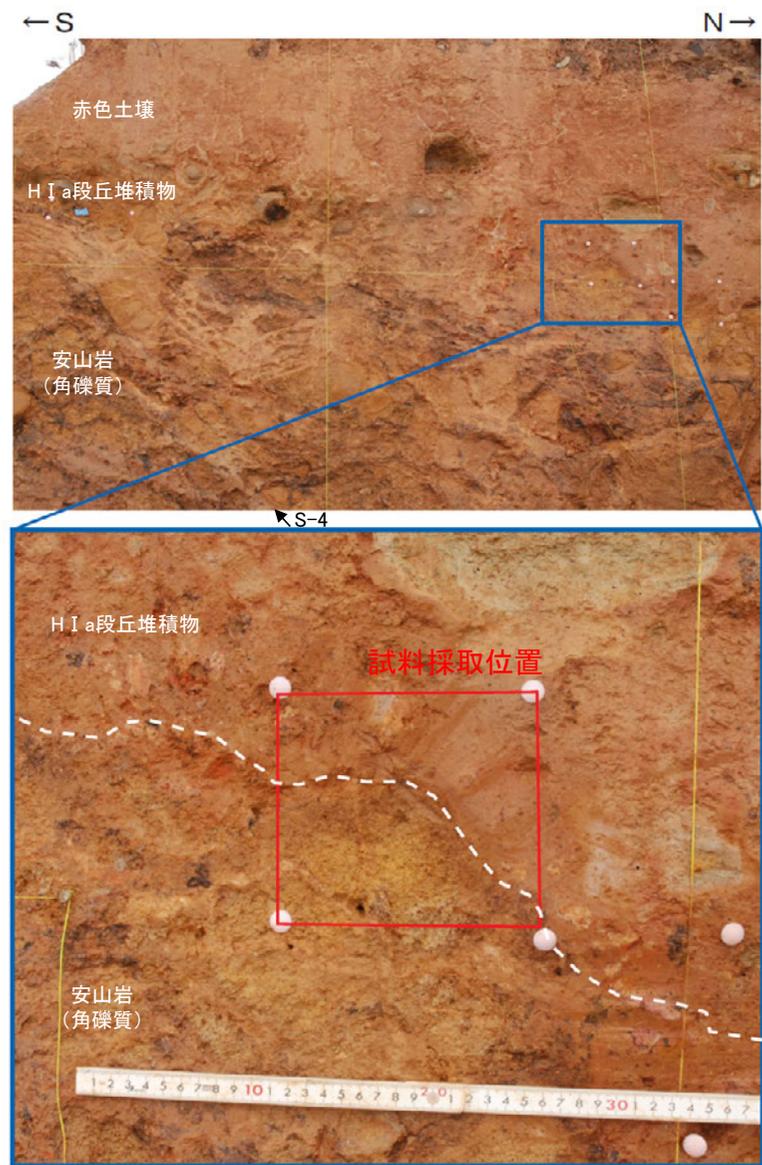


新西面 測定箇所写真

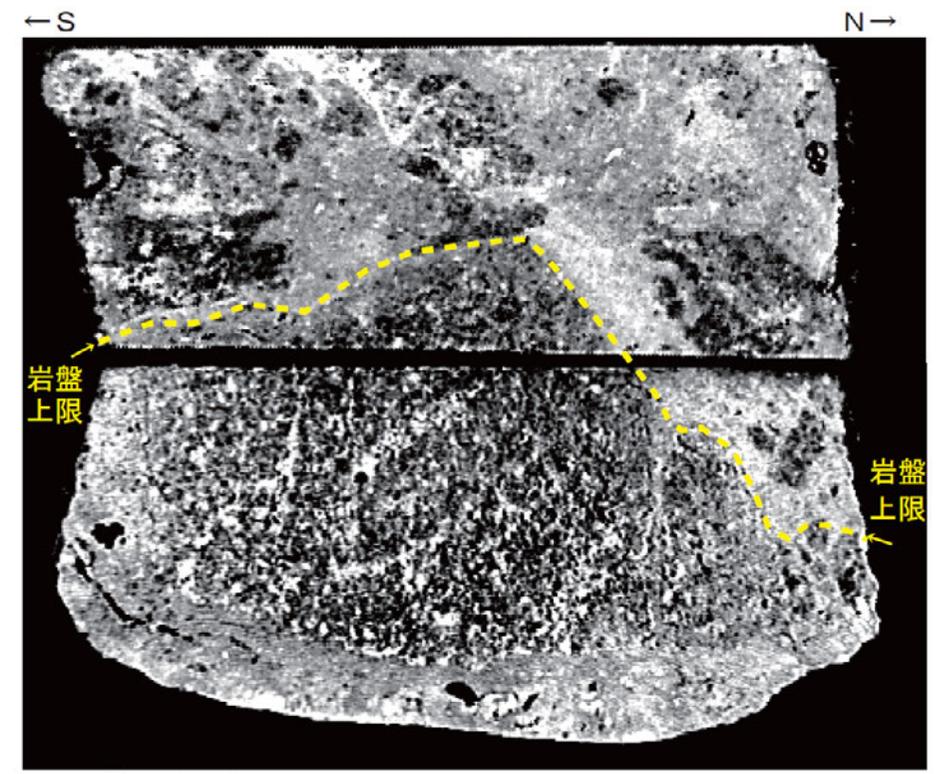
・帯磁率測定の結果、赤色土壌では相対的に低い値を示すものの、HI a段丘堆積物と岩盤(安山岩)では帯磁率に大きな違いは認められない。

S-4 35m盤トレンチ
追加掘削

【CT画像観察結果(新西面)】



新西面 試料採取位置



注：密度 (白色部>黒色部) 0 10cm

CT画像
(採取したブロックを上下2分割に切断して撮影)

・CT画像によれば、H I a段丘堆積物と岩盤(安山岩)で密度差が認められ、密度の境界は目視観察による岩盤上面の境界と整合的である。