

敦賀発電所 敷地の地質・地質構造

調査報告書

平成 25 年 7 月 11 日
日本原子力発電株式会社

目 次

I . 概要編.....	1
II . 本編.....	19
1. はじめに(今回得られた新知見).....	20
2. 敷地の地形及び地質・地質構造.....	25
2.1 調査内容.....	25
2.2 調査結果.....	29
2.2.1 敷地の地形.....	29
2.2.2 敷地の地質.....	33
2.2.3 敷地の地質構造.....	39
3. D-1 破砕帯に関する調査内容.....	55
4. D-1 破砕帯に関する調査結果.....	59
4.1 2号炉原子炉建屋付近の調査.....	59
4.2 2号炉原子炉建屋南方の調査.....	71
4.3 2号炉原子炉建屋北方の調査.....	77
4.3.1 D-1 トレンチの地質層序.....	90
4.3.1.1 層相区分.....	90
4.3.1.2 テフラ分析.....	93
4.3.1.3 花粉分析.....	125
4.3.2 G断層の連続性及び活動性.....	129
4.3.3 K断層の連続性及び活動性.....	141
5. 総合評価.....	177
6. その他の破砕帯について.....	179
<参考文献>.....	183

I . 概要編

1. 2号炉原子炉建屋直下を通るD-1破碎帯の評価について

(1) 評価書における判断の理由

去る5月22日、原子力規制委員会(以下「規制委員会」という。)は、当社の敦賀発電所敷地内破碎帯について有識者会合がとりまとめた評価書(以下「評価書」という。)を了承した。

その評価書においては、「現在までに得られたデータ等をもとに『敦賀発電所2号炉原子炉建屋直下を通るD-1破碎帯については、後期更新世以降の活動が否定できないものであり、したがって、耐震指針における「耐震設計上考慮する活断層」である』旨判断できるとした。」としている。

その判断の理由として、以下の2つの観点からの評価を示している。

(ア) K断層、G断層、D-1破碎帯の活動時期

(イ) K断層、G断層、D-1破碎帯の連続性

【別添1】

(2) 規制委員会における議論

5月22日の規制委員会においては、上記2つの観点からの評価内容に関しては、実質的な議論をほとんど行うことなく、主として調査経過や調査方法などについて短時間の審議をただけで、評価書を了承した。(なお、当社はここでの議論内容に対しては、公表資料(平成25年6月7日付け「敦賀発電所敷地内破碎帯の調査に係る当社の対応の事実関係について」)により意見を表明している。)

(3) 判断に至る2つの観点からの評価

- ① 当社は、6月末時点におけるD-1破碎帯の調査結果に基づき、本報告書を取り纏めた。本報告書において、K断層、G断層、D-1破碎帯のそれぞれの(ア)活動時期、及びそれらの(イ)連続性について、考察する。
- ② 評価書においては、当社がこれまで提示した調査方法や、調査データ等の技術的問題点を幾つか指摘する一方、客観的事実やデータの裏付けを示すことなく、可能性のみの根拠により結論を導き出し、当社による評価を全面的に否定している。したがって、本報告書にお

いては、評価書が示す判断の理由と対比しつつ、新たな調査データも含めて、当社の評価の妥当性を証明していく。

2. K断層とG断層及びD-1破碎帯の活動時期

(1) 活動時期の評価の考え方

- ① 評価書では、「K断層は、③層をずらしているが、③層より上位の⑤層までは、ずれが達していない」とする一方、「特に⑤層下部で確認したとする火山灰(テフラ)について、降灰層準の認定及びテフラの同定が不十分であることから、⑤層下部を約12万年前の地層と特定するのは困難であると考える。」とし、また「③層と⑤層(約9.5万年前のK-Tz降灰層を含んでいる地層)は、それ程堆積時期に差がないと考えられるため、③層についても、後期更新世の地層である可能性が否定できない」としている。
- ② このため当社は、K断層とG断層及びD-1破碎帯の活動時期を改めて評価するため、これらの上載地層の状態の調査を行うとともに、検出されたテフラの詳細な分析を行った。

(2) 上載地層の調査

D-1トレンチ内及びその周辺において、上載地層の状態の調査を行った。その結果、

- ① D-1トレンチ内では、K断層は、③層下部には変位・変形を与えているが、⑤層下部には変位・変形を与えていないことを確認した。このことは、既に評価書においても確認されている。 **【別添2】**
- ② K断層の活動性について、評価書においては、「上載地層法による確認がD-1トレンチ内1箇所露頭のみでしかなく、活動性評価としての信頼性は低い」旨の指摘があるが、今回、2箇所目となるD-1トレンチ外南側の原電道路ピットにおいて、K断層は③層上部に変位・変形を与えていないことを確認できたことから、これまでの評価を変える必要のないことが改めて確認された。
- ③ 一方、G断層は、D-1トレンチ北側ピット内で①層に変位・変形を与えていないことを既に確認しているとともに、後述3.(2)のとおり、G断層とD-1破碎帯とは走向・傾斜、性状及び変位センスがよく一致していることから連続していることを確認している。

(3) テフラの詳細分析

D-1トレンチ全域(幅約50m)にわたり新たに10箇所を加えて、計18箇所の測線で連続サンプリング調査を実施した。【別添2】

その結果、

- (a) ⑦層から約5.8～5.9万年前のテフラである^{だいせんくらよし}大山倉吉(DKP)が検出された。
- (b) ⑤層上部から約9.5万年前のテフラである^{きかいとずらはら}鬼界葛原(K-Tz)が検出された。
- (c) その下層(さらに古い地層)である⑤層下部及び③層から普通角閃石が検出された。

さらに、D-1トレンチ外においても、発電所敷地南側の敦賀湾で採取したボーリングコアについてテフラ分析を新たに実施した結果、

- (d) ボーリングコアの上から順に、DKP、K-Tz、⑤層下部の普通角閃石、③層の普通角閃石が検出された。

① ⑤層下部及び③層の降灰層準に関する検討

⑤層下部の普通角閃石は、以下の(a)～(d)の分析結果から、基盤岩から供給されたものではなく、テフラが降灰し堆積したものであり、かつ、③層から再堆積されたものではないと判断した。

- (a) 敦賀発電所敷地内の基盤岩の鉱物組成を確認したところ、そこには普通角閃石が含まれないことから、基盤岩からの供給はありえないこと。
- (b) ③層から検出された普通角閃石と⑤層下部の普通角閃石について成分分析を実施した結果、両者の間には明らかに有意な差が認められることから、起源が異なるテフラであること。
- (c) ⑤層下部の普通角閃石の産出下限は、その下の③層との不整合面よりいずれも浅い位置であり、③層には⑤層下部で検出されたものと同じ普通角閃石は含まれていないこと。
- (d) ⑤層下部の普通角閃石は、複数の測線で実施した連続サンプリングによるテフラ分析において、いずれもほぼ同じ層準に産出下限があり、その他のテフラ(DKP:約5.8～5.9万年前、K-Tz:約9.5万年前)も含め地層の堆積年代に逆転がないこと。

② ⑤層下部の普通角閃石の同定に関する検討

(ア)美浜テフラの同定

(i) ⑤層下部で検出された普通角閃石の起源を明らかにするために、約9.5万年前よりも以前に敦賀発電所付近に降灰した可能性のある10種類の対比候補テフラから、文献にて普通角閃石を含むテフラを絞り込み、^{だいせんひるぜんぼら}大山蒜山原(DHP)、^{だいせんまつえ}大山松江(DMP)、^{だいせん}美浜テフラ、^{よどえ}大山淀江(DYP)、NEXCO80 (Lower)について、普通角閃石の成分分析等を新たに行った。

その結果、⑤層下部に含まれる普通角閃石の成分・屈折率は、美浜テフラの模式地(美浜町/若狭町気山)で採取された美浜テフラ及び三方湖東岸で採取されたNEXCO80 (Lower) (石村他、2010)の成分・屈折率と一致し、それ以外のテフラの普通角閃石の成分の特徴とは明らかに異なっていることから、**⑤層下部に含まれるテフラは美浜テフラ(NEXCO80 (Lower))であると判明した。** 【別添3】

(ii) なお、評価書におけるテフラの検出頻度が低いことにより信頼性が相当低い旨の指摘に対しては、以下の(a)～(c)の理由から、信頼度の高いテフラ分析ができていると判断できる。

- (a) 新たにD-1トレンチ内で調査測線を水平方向へ追加することによってテフラ分析のサンプル数を増やして降灰状況を確認したところ、ほぼ同じ層準に産出下限があり、他のテフラも含め地層の堆積年代に逆転がないこと。
- (b) D-1トレンチ外の過去に採取した海上ボーリングコアについて新たに分析したところ、⑤層下部に含まれる普通角閃石が検出され、D-1トレンチ内の層準と整合していること。
- (c) 普通角閃石の成分・屈折率の分析に関しては、試料の採取量を増やして分析すべき必要な量を確保したことにより、信頼性は確保できていること。

(イ)美浜テフラの年代判定

評価書における美浜テフラの年代を判定する根拠として、既往の研究論文の信頼性が低い旨の指摘については、新たに既存の調査・研究成果を収集、確認するとともに、必要に応じてそれらの調査・研究の実施者から試料を入手して、⑤層下部の普通角閃石と比較し、美浜テフラの年代に係るデータの拡充を行った。その結果、以下の(a)、(b)の観察事実から、美浜テフ

ラ(⑤層下部の普通角閃石)の降灰時期は約12.7万年前であると判断した。

【別添2】

(a) ⑤層下部の普通角閃石は、模式地で採取された美浜テフラ及び NEXCO80 (Lower) 中の普通角閃石と成分・屈折率が一致していること(前述(ア)のとおり)。

(b) NEXCO80 (Lower) 中の火山ガラスは、琵琶湖で採取された約12.7万年前のBT37(長橋他、2004)中の火山ガラスと成分・屈折率が一致していること。

なお、降灰した年代や降灰した範囲が不明であった「美浜テフラ」について、「美浜テフラ」以外の様々なテフラに関する分析も行い、それらを相互に比較することによって、「美浜テフラ」が約12.7万年前に降灰した火山灰であること、また、降灰を確認した地点から、「美浜テフラが広範囲にわたって降灰した火山灰」であることが今回の調査において新たに判明した。

このことは、今後の活断層調査にも有益である。

③ ③層の普通角閃石の同定に関する検討

③層で検出された普通角閃石については、以下の(a)、(b)から中期更新世の海洋酸素同位体ステージ6(MIS6 :約13万年前以前)に堆積したものであると判断した。

【別添3】

このことと、前述②のとおり⑤層下部は約12.7万年前に堆積した地層であることから、その下位に不整合面を介して接している③層は中期更新世に堆積した地層であると考えられること。

(a) 敦賀湾海上ボーリング試料を用いて、今回新たに分析を行った結果、海上ボーリングの MIS6に相当するコアから検出された普通角閃石は、③層で検出された普通角閃石と同じ成分であることを確認したこと。

(b) 前述①のとおり、③層の普通角閃石と⑤層下部の普通角閃石の成分分析の結果には明らかに有意な差があり、起源が異なるテフラであること。

(4) K断層とG断層及びD-1破碎帯の活動時期についての結論

① 上記(1)～(3)により明らかになったとおり、K断層とG断層及びD-1破碎帯はいずれも、約12.7万年前に降灰したことが確認された美浜テフラを含む⑤層下部に変位・変形を与えていないことから、後期更新世以降は活動していない

② したがって、連続性を問うまでもなく、**いずれの断層や破碎帯も「耐震設計上考慮する活断層※」ではない**

ことが明確に確認された。

※「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（平成18年9月19日原子力安全委員会）における記載。平成25年7月8日施行の「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」では、「後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動が否定できない断層」を含めて「将来活動する可能性のある断層等」と記載されている。（本注釈は、本報告書において以下同じ）

3. K断層とG断層及びD-1破碎帯の連続性

(1) 連続性の評価の考え方

- ① 評価書では、「明瞭なずれを伴うK断層は南方へさらに延びる可能性が高い。また、一般的に断層は直線的に延びるとは限らず、屈曲して方向が多少変化したり、いったん途切れて並走したり、分岐したりする。このことから、有識者会合としては、K断層及びG断層とD-1破碎帯は、一連の構造である可能性が高いと考える。」としている。
- ② このため当社は、K断層が、南方すなわち2号炉原子炉建屋の方向に延びている可能性があるか否か、またK断層とG断層及びD-1破碎帯が一連の構造である可能性が高いか否かを確認するため、ボーリング調査、露頭調査、トレンチ調査等で認められた破碎帯について、走向・傾斜及び最新活動面の変位センスのほか、破碎帯の性状(断層ガウジの構成粒子の形状、断層ガウジの縞状構造の有無、色調、断層幅、硬さ等)の類似性に基づき、連続性を評価した。

(2) K断層とG断層及びD-1破碎帯の性状及び変位センスの調査

下記①～③から明らかなように、**G断層及びD-1破碎帯**については**走向・傾斜、性状及び変位センスがよく一致しているが、K断層**については**G断層及びD-1破碎帯とは異なっていることを確認した。**

なお、評価書において指摘のあった「最新活動面の変位センスの認定」に係る技術的事項については、[付属書]で後述する。

① 走向・傾斜

走向・傾斜については、**G断層及びD-1破碎帯**は共に主として**N-S走向で高角度西傾斜**の特徴を示すが、**K断層**は短区間で**走向・傾斜が著しく変化し、G断層及びD-1破碎帯とは異なっていることを確認した。**

② K断層の性状及び変位センス

(a) 性状

K断層の性状を確認するため、D-1トレンチ内及びその外側周辺でボーリング調査、ピット調査、道路等の剥取調査などを行った。

K断層の断層ガウジを観察した結果、構成粒子は角ばっている、縞模様がない等の特徴を有していることを確認した。

(b) 変位センス

K断層は、地層のずれの様子等から、縦ずれ主体の**逆断層センス**であることを確認した。

③ G断層の性状及び変位センス

(a) 性状

G断層の性状を確認するため、D-1トレンチでピット調査などを行った。

G断層の断層ガウジを観察した結果、構成粒子は丸くなっている、縞模様が発達している等の特徴を有していることを確認した。

(b) 変位センス

G断層は、薄片試料による最新活動面の変位センスの観察により、縦ずれ主体の**正断層センス**であることを確認した。

④ D-1破砕帯の性状及び変位センス

(a) 性状

D-1破砕帯の断層ガウジを観察した結果、構成粒子は丸くなっている、縞模様が発達している等の特徴を有していることを確認した。

(b) 変位センス

建設時の岩盤スケッチに示されているD-1破砕帯について、2号炉原子炉建屋南側の背後斜面を剥取、観察した。

その結果、D-1破砕帯は、条線観察及び薄片試料による最新活動面の変位センスの観察により、縦ずれ主体の**正断層センス**であることを確認した。

(3) K断層が南方へ延びる可能性について

K断層が、南方すなわち2号炉原子炉建屋の方向に延びている可能性があるか否かを確認す

るため、上述の各断層、破碎帯の変位センスや性状を踏まえて、新たにD-1トレンチ内及びその外側周辺でピット調査、道路等の剥取調査などを行った。その結果、

- (a) K断層は、D-1トレンチ北壁面で③層下部の堆積層内のN-S方向のせん断面として出現し、
- (b) その後D-1トレンチ内の西側ピット付近でNW-SE方向に向きを変え、擁壁撤去法面付近で再度N-S方向に変化するなど蛇行しながらずれ(変位量)が急激に減少し、D-1トレンチ外南側の原電道路ピットの③層内で変位がほぼ認められなくなる(消滅している)ことを確認した。

これらのことから明らかなように、

K断層は、非常に大きく蛇行し、極めて狭い範囲で消滅するなど、活断層とは大きく異なる特徴を示し、かつ、2号炉原子炉建屋の方向には延びていない

ことが明確に確認された。

なお、評価書における「K断層がいったん途切れて並走したり、分岐したりする、いわゆるステップの可能性」の指摘については、前述のとおり、K断層が後期更新世以降活動していないことが明らかなことから、K断層の活動を前提としたステップの可能性については議論するまでもないと考えます。

(4) K断層とG断層及びD-1破碎帯の連続性についての結論

上記(1)～(3)により明らかになったことから、

- ① K断層は、途中で消滅し、2号炉原子炉建屋の方向には延びていない
- ② G断層及びD-1破碎帯は一連の構造であるが、K断層とは一連ではない

ことが明確に確認された。

4. 結論

(1) 観察事実及びデータに基づく分析結果等から、

- ① 「後期更新世以降の活動が否定できない」ということはなく、K断層とG断層及びD-1破碎帯は、いずれも後期更新世以降は活動していない
- ② 「K断層及びG断層とD-1破碎帯は、一連の構造である可能性が高い」ということはなく、G断層及びD-1破碎帯は一連の構造であるが、K断層とは一連ではない

(2) これらのことから、2号炉原子炉建屋直下を通るD-1破碎帯は、

- ① 耐震指針における「耐震設計上考慮する活断層」ではなく、また、
 - ② 浦底断層と同時に活動し、直上の重要な施設に影響を与えるおそれはない
- ことが明確に確認された。

(3) なお、「K断層が南方すなわち2号炉原子炉建屋の方向へさらに延びる可能性が高い」ということはなく、K断層は、途中で消滅し、2号炉原子炉建屋の方向には延びていないことも明確に確認された。

[付属書]

最新活動面の変位センスの認定について

- (1) 評価書においては、当社が行った連続性の評価について、「断層の変位方向（正断層か逆断層か）の比較により、複数の断層の連続性の有無を特定しているが、その変位方向分析手法（試料薄片のマイクロ観察）には限界がある等、適切に最新活動面の変位センスを認定していない可能性があること等から、G断層とD-1破碎帯が同一のものであるとは特定できないと考える。」としている。
- (2) このため、破碎帯及び断層の最新活動面の変位センスの認定の信頼性を向上させるため、以下の事項を新たに拡充して調査及び分析を行った。
- (a) 最新活動面の認定に当たっては、露頭、ブロック試料、薄片試料とマクロからミクロスケールの整合性を十分確認した上で、直線的に全体を切断する最も軟質な面を絞り込んで観察を行った。また、一部のブロック試料については、CT画像解析も導入し、試料表面にしか現れていない面だけではなく構造を切る連続的な全ての面を調査することにより、最新活動面をより正確に観察した。
- (b) 薄片試料の顕微鏡観察については、最新活動面における運動方向をより正確に認定するため、最新活動面の水平面・鉛直面を基準にしたものに加え、最新活動面の条線の向きに沿った方向を基準にすべきとの指摘を踏まえ、条線の向きに沿った方向を基準にした方法での観察も実施した。また、一部については実体顕微鏡によるブロック試料の条線観察も併用して行った。そして同一箇所の薄片試料について両基準により観察を行った結果、すべてのケースにおいて水平・鉛直面基準、条線方向基準のいずれの方法でも同様の変位センスが観察されることを確認した。
- (c) なお、条線の向きの判定に当たっては、条線を統計的に整理し、変位センスをより客観的に判断する必要があるとの指摘を踏まえ、複数の試料を採取できる露頭では一露頭当り20点程度で条線を測定し、統計処理した上で条線の向きを観察した。
- (d) さらに上記の最新活動面の変位センスの他、破碎帯の性状(断層ガウジの構成粒子の形状、断層ガウジの縞状構造の有無、色調、断層幅、硬さ等の類似性)についても十分観察した。

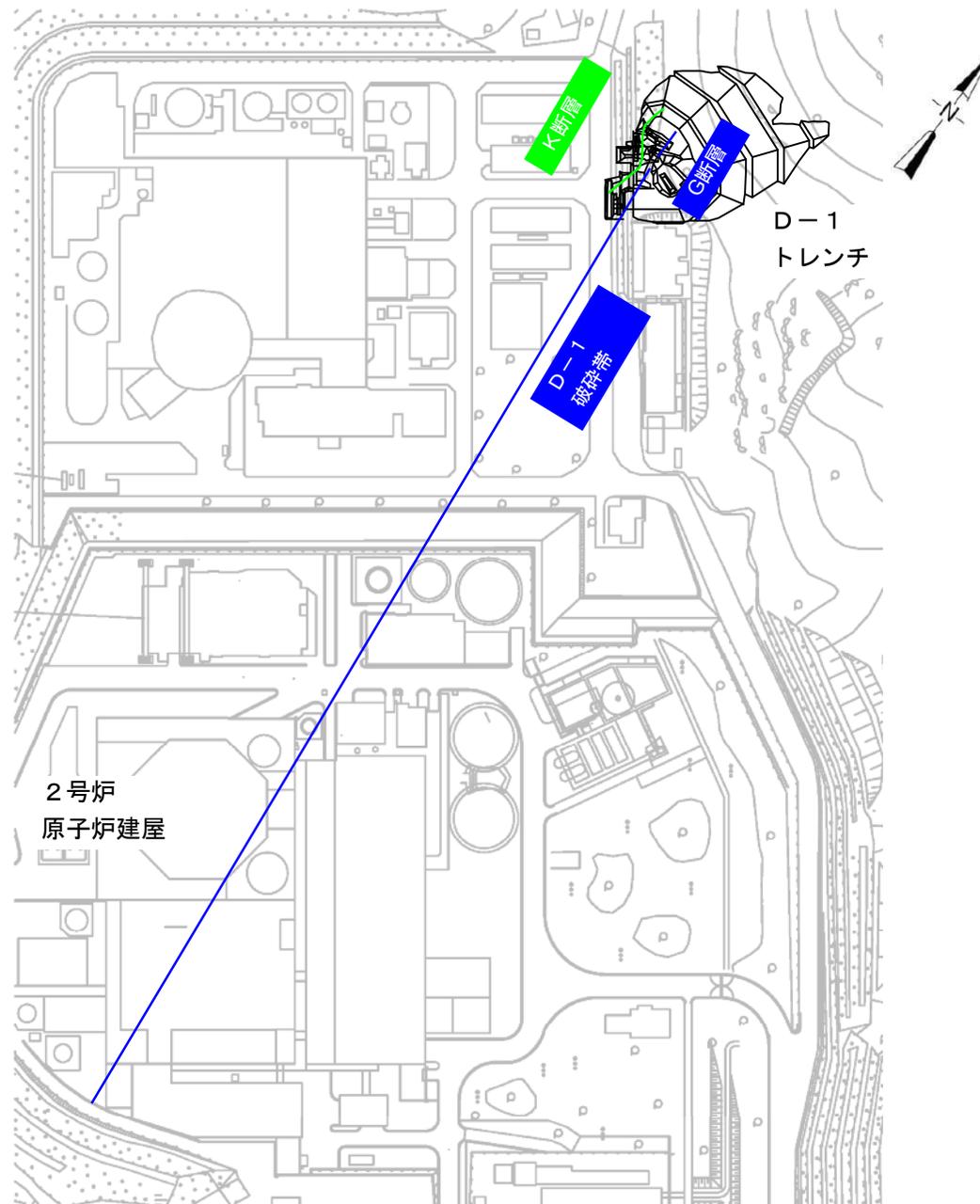
(3) このように拡充した調査内容及び分析手法によって、破砕帯及び断層について最新活動面の変位センスや性状等の特徴を調査した結果、

- ① 最新活動面については、**K断層**は縦ずれ主体の**逆断層センス**であり、**G断層**及び**D-1破砕帯**は縦ずれ主体の**正断層センス**であること、また走向・傾斜や断層ガウジの構成粒子の形状などの特徴についても、**K断層**は、**G断層**及び**D-1破砕帯**とは異なることを確認した。
- ② これらのことから、**G断層**及び**D-1破砕帯**は一連の構造である一方、**K断層**は**G断層**及び**D-1破砕帯**とは一連ではないことが明らかになった。

(4) なお、評価書における「断層が異なる変位センスの運動を経験している場合、破砕部に残された新旧の活動による構造を確実に識別できるか、また新しい活動による構造が完全に古い構造を上書きしていて最近の運動による構造が認定できるのか」という旨の指摘については、既往の野島断層の破砕帯の調査研究(林 (1996) やKobayashi et.al. (2001))において、薄片試料観察により最新活動面の変位センスが認定できたとする複数の論文が確認できていることから、薄片試料観察による最新活動面の変位センスの評価について問題ないと考えらる。

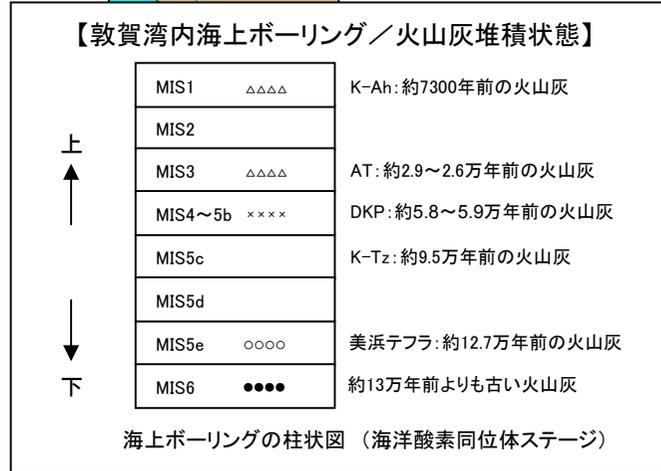
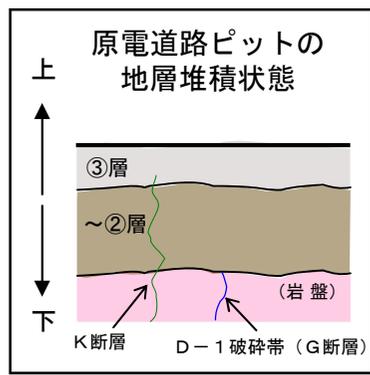
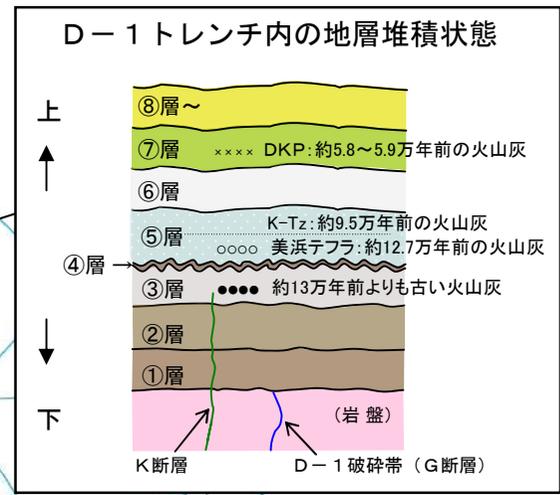
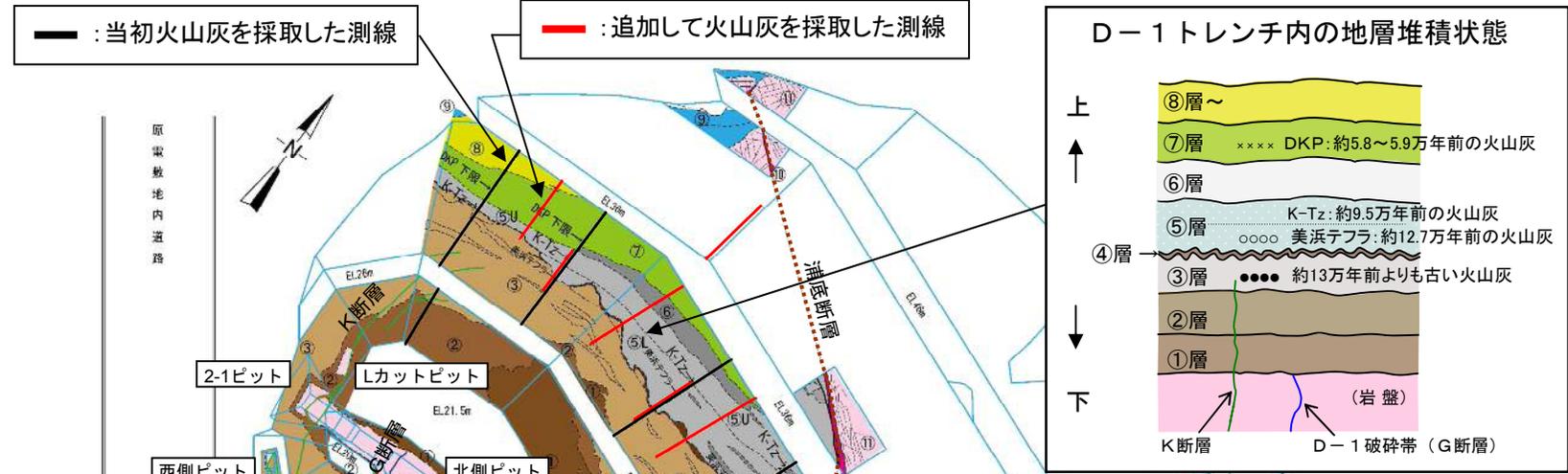
K断層とG断層及びD-1破砕帯の位置図

[別添1]



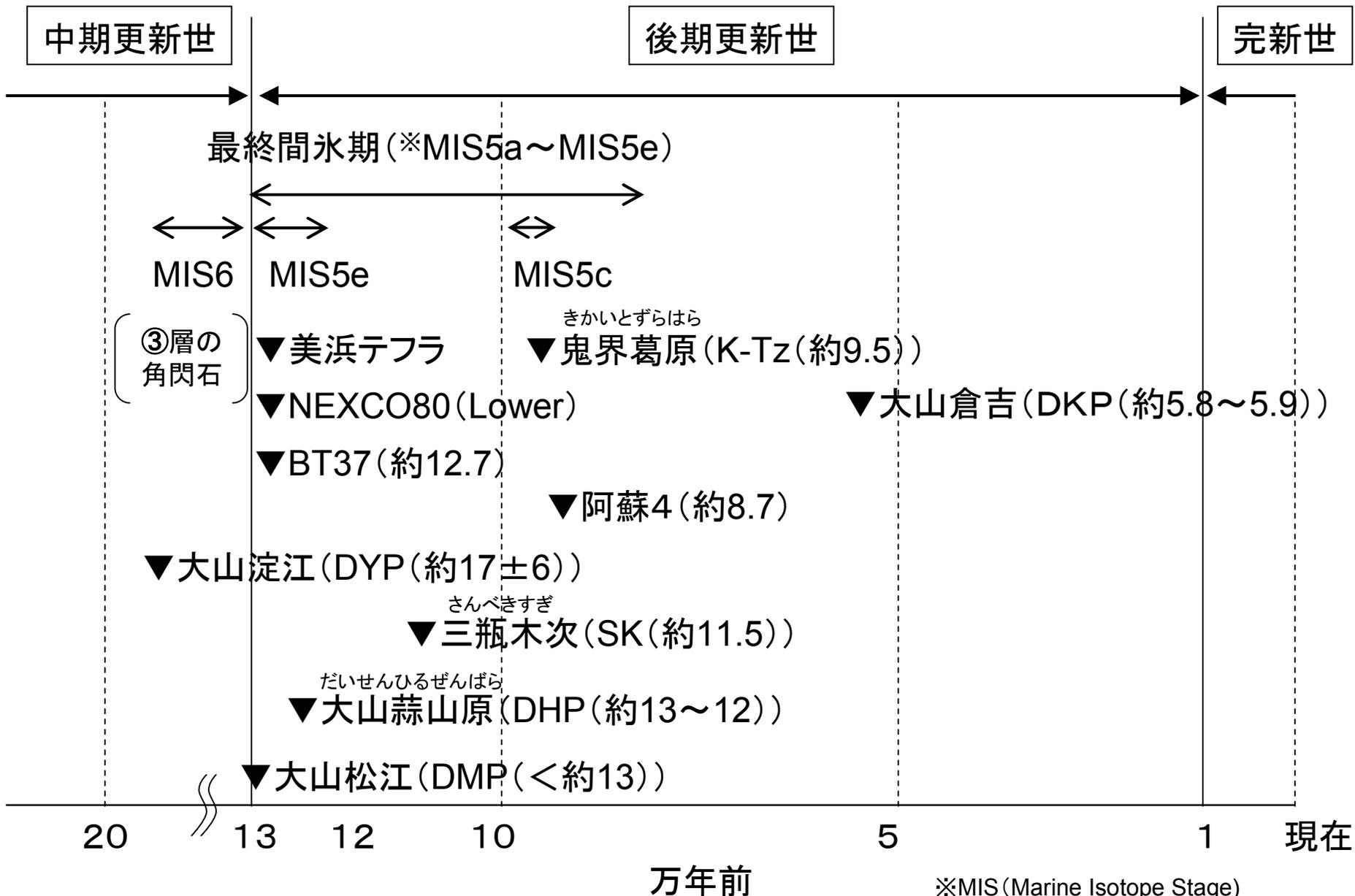
D-1トレンチ(地質平面図)

[別添2]



地質年代・後期更新世の指標テフラ(火山灰)

[別添3]



※MIS (Marine Isotope Stage)
海洋酸素同位体ステージ

(空ページ)

Ⅱ. 本編

1. はじめに（今回得られた新知見）

敦賀発電所敷地内の破砕帯の評価については、旧原子力安全・保安院及び旧原子力安全委員会による耐震バックチェックにおいて審議されてきた。

耐震バックチェックの審議においては、平成 24 年 4 月 24 日に実施された旧原子力安全・保安院による敦賀発電所敷地内の破砕帯に関する現地調査における意見及び旧原子力安全・保安院の指示を踏まえ、更なるデータ拡充を行うため、当社は追加の地質調査を実施することとした。

追加調査における基本方針は以下のとおりであり、平成 24 年 5 月 14 日に実施された旧原子力安全・保安院による地震・津波に関する意見聴取会において調査計画について了承を得、調査を行ってきた。

- ・ 破砕帯の後期更新世以降における活動性の評価は、上載地層法による評価を基本とする。
- ・ 上載地層法による評価が困難な場合には、種々の地質調査、数値解析等の結果に基づき総合的に評価する。

本報告書は、平成 24 年 5 月 14 日に実施された旧原子力安全・保安院による地震・津波に関する意見聴取会において示した追加調査計画を基本とし、さらに、有識者会合での指摘も踏まえて実施した D-1 破砕帯等に関する調査結果及び評価を取りまとめたものである。

新発見1（美浜テフラの降灰年代や降灰範囲に関する新発見）

- (1) 降灰した年代が明確でないとされた「美浜テフラ」については、「美浜テフラ」以外の様々なテフラに関する分析を行い、それらを相互に比較することによって、「美浜テフラが約 12.7 万年前に降灰した火山灰である」ことが今回新たに判明した。
- (2) また「美浜テフラは広範囲にわたって降灰した火山灰である」ことが、今回新たに確認された。

(詳細)

- ・ D-1 破砕帯 (G 断層含む) 及び K 断層を覆う地層である「⑤層下部に含まれるテフラ (普通角閃石^{かくせんせき})」(以下、「⑤層下部テフラ」という。)の降灰年代の特定を行うため、「美浜テフラ」などについて以下の分析、検討を新たに実施した。
 - － D-1 トレンチにおける追加のテフラ分析
 - － 敦賀湾内で実施した海上ボーリングの新たなテフラ分析
 - － 美浜テフラの模式地 (気山地点^{きやま})における新たなテフラ分析
 - － 他機関が実施したボーリングのサンプルを用いた新たなテフラ分析
 - － 文献調査
- ・ その結果、「⑤層下部テフラ」は、「美浜テフラ」(美浜町気山/若狭町気山)、「NEXCO80 (Lower)」(三方湖東岸で実施されたボーリングコア中のテフラ)、「BT37」(琵琶湖高島沖で実施されたボーリングコア中のテフラ)に対比されることが確認された。
- ・ 「⑤層下部テフラ」、「美浜テフラ」、「NEXCO80 (Lower)」の降灰年代については、同じテフラと対比された「BT37」の降灰年代が長橋他 (2004) において 127.6ka 前とされていることから、約 12.7 万年前 (海洋酸素同位体ステージ (以下、MIS という。) MIS5e) であることが確認された。
- ・ また、上記の確認地点の広がりから、「⑤層下部テフラ」や「美浜テフラ」は、広範囲にわたって分布するテフラであることも新たに判明した。

新知見 2 (K 断層の活動性に関する新知見)

1. (1) D-1 トレンチ北壁面において、K 断層を覆うことを確認していた⑤層下部の堆積年代については、新知見 1に示したとおり、「⑤層下部の堆積年代が約 12.7 万年前であることが新たに確認」された。
 - ・ (2) また、これまで D-1 トレンチ北壁面 1 箇所を確認していた K 断層の活動性については、さらに新たな地点で確認したことにより、「K 断層が少なくとも約 12.7 万年前の地層に覆われることを“2 箇所”の地点」で確認できた。
 - ・ (3) 以上のことから、K 断層は「耐震設計上考慮する活断層」ではないことがより明確となった。
2. K 断層は、「D-1 トレンチ付近の基盤岩の中で大きく蛇行する」、「変位を急激に減少し、極めて狭い範囲で変位がほぼ認められなくなる」等、活断層に見られる特徴とは大きく異なることが確認された。

(1 詳細)

- ・ 新知見 1の通り、K 断層を覆う地層である⑤層下部については、約 12.7 万年前の地層であることが明らかになった。
- ・ また、敦賀湾の海上ボーリングコアの追加分析の結果、③層に含まれるテフラ（普通角閃石）が MIS6 に相当するコアの中に含まれるテフラ（普通角閃石）と同一であり、「③層のテフラ（普通角閃石）の降灰年代は MIS6 であること」が新たに確認された。
- ・ したがって、⑤層下部が MIS5e、③層が MIS6 であることから、「K 断層は MIS6 で活動が終息し、確実に MIS5e の地層に覆われていること」がより明確になった。
- ・ K 断層の活動性について、さらに確認地点を増やすことを模索した。具体的には、D-1 トレンチ内及びその周辺において追加のピット調査を行った。
- ・ その結果、「D-1 トレンチ外南側の原電道路ピットにおいて、K 断層が⑤層よりも古い③層上部に変位・変形を与えていないこと」を新たに確認した。

- ・ 以上のことから、「**K** 断層は少なくとも約 12.7 万年前以降には活動していないことが、**D-1** トレンチ北壁面と合わせて計 “2 箇所” の地点」で確認された。

(2 詳細)

- ・ **D-1** トレンチ及びその周辺で追加実施した高密度のボーリング調査によって、**K** 断層の詳細な幾何学的形状を把握した。具体的には、**D-1** トレンチ北部では走向が **N-S** 方向であるが、西側ピット付近から **NW-SE** 方向となり、さらにその南方においては **NNE-SSW** 方向になっており、「**K** 断層は走向が著しく変化し大きく蛇行する形状を呈する断層であること」を確認した。
- ・ **D-1** トレンチ及びその周辺で追加実施した複数のピット調査によって、**K** 断層の詳細な変位量分布を把握した。具体的には、「**D-1** トレンチ北部においては 1m 強の上下変位量が認められるが、南方にいくにつれてその変位量を急激に減少し、③層中の変位量は原電道路ピット付近でほぼ認められなくなること」を確認した。

新知見 3 (D-1 破砕帯, G 断層及び K 断層の連続性に関する新知見)

D-1 破砕帯, G 断層及び K 断層の連続性について, 新たな着目点も含め, 多角的に検討した結果, 「2 号炉原子炉建屋直下の D-1 破砕帯は G 断層と一連であるが, K 断層とは一連でない」ことがより明確になった。

(詳細)

- ・ 破砕帯の連続性について, これまでの着目点である「破砕帯の幾何学的位置関係」, 「破砕帯の走向・傾斜」, 「最新活動面の変位センス」に加えて, 「破砕帯の幅」, 「断層ガウジの構成粒子の形状」, 「断層ガウジの構成鉱物」, 「破砕帯の色調」等, 新たな着目点を加えて多角的に検討した。
- ・ その結果, これまで D-1 破砕帯と一連と評価していた G 断層については, 上記着目点の特徴に関しても D-1 破砕帯の特徴と類似することが確認された。
- ・ 一方, K 断層については, 上記着目点の特徴に関しても, D-1 破砕帯の特徴とは異なることが確認された。
- ・ 以上のことから, 「2 号炉原子炉建屋直下の D-1 破砕帯は G 断層と一連であるが, K 断層とは一連でない」ことがより明確になった。

2. 敷地の地形及び地質・地質構造

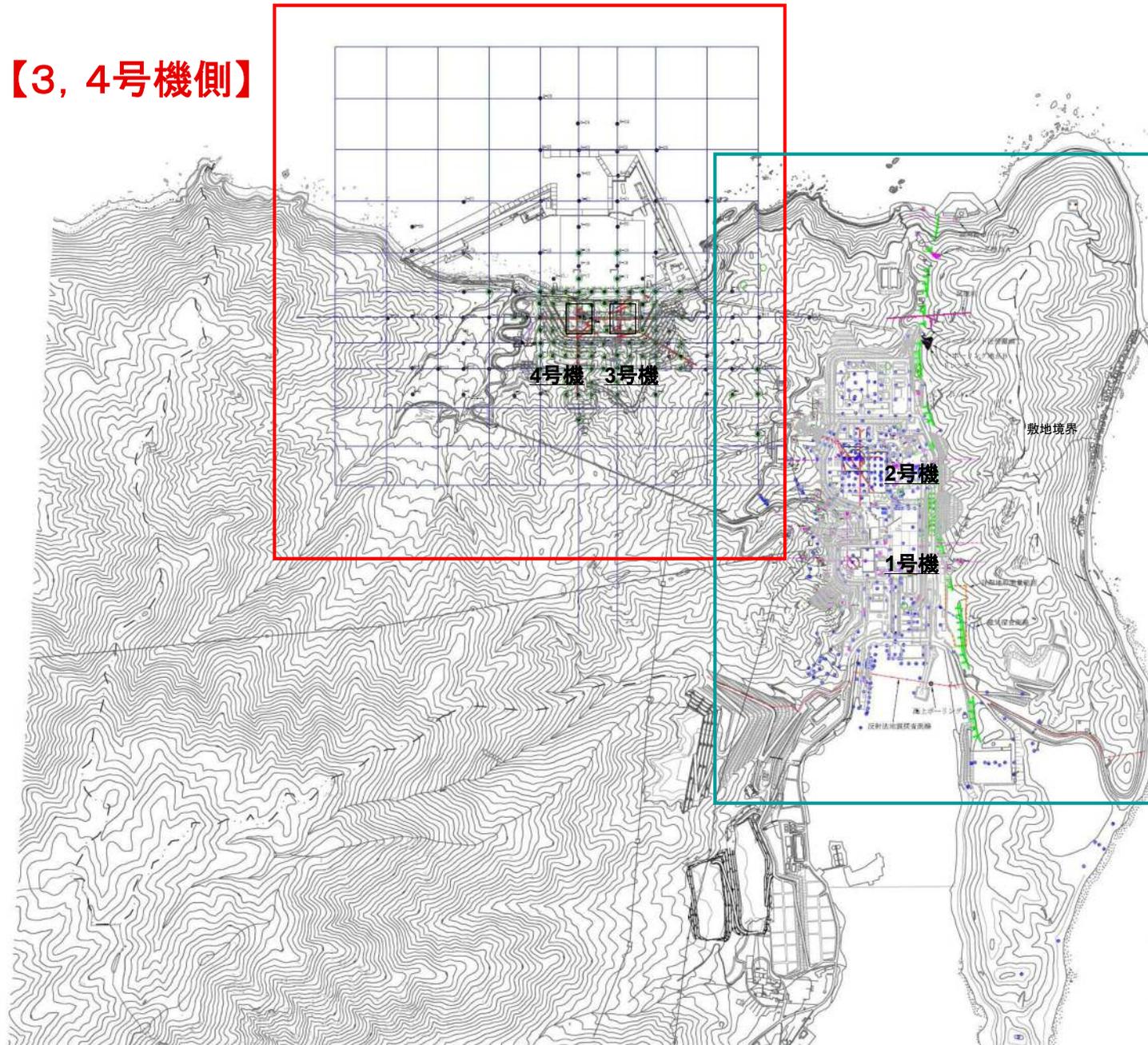
2.1 調査内容

敷地の地形及び地質・地質構造を把握するため、主として以下の調査を実施した。【資料

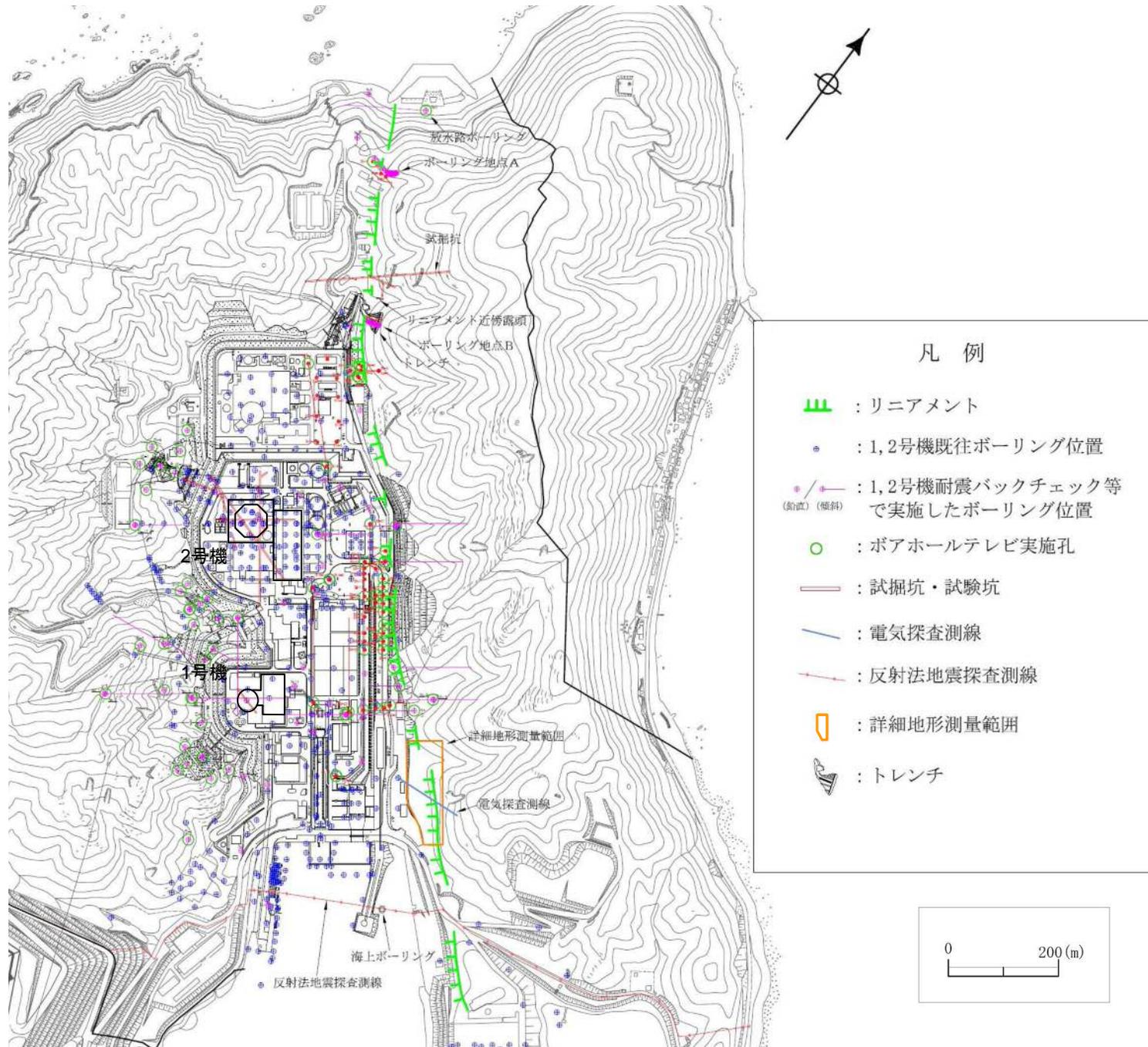
2.1-1～3】

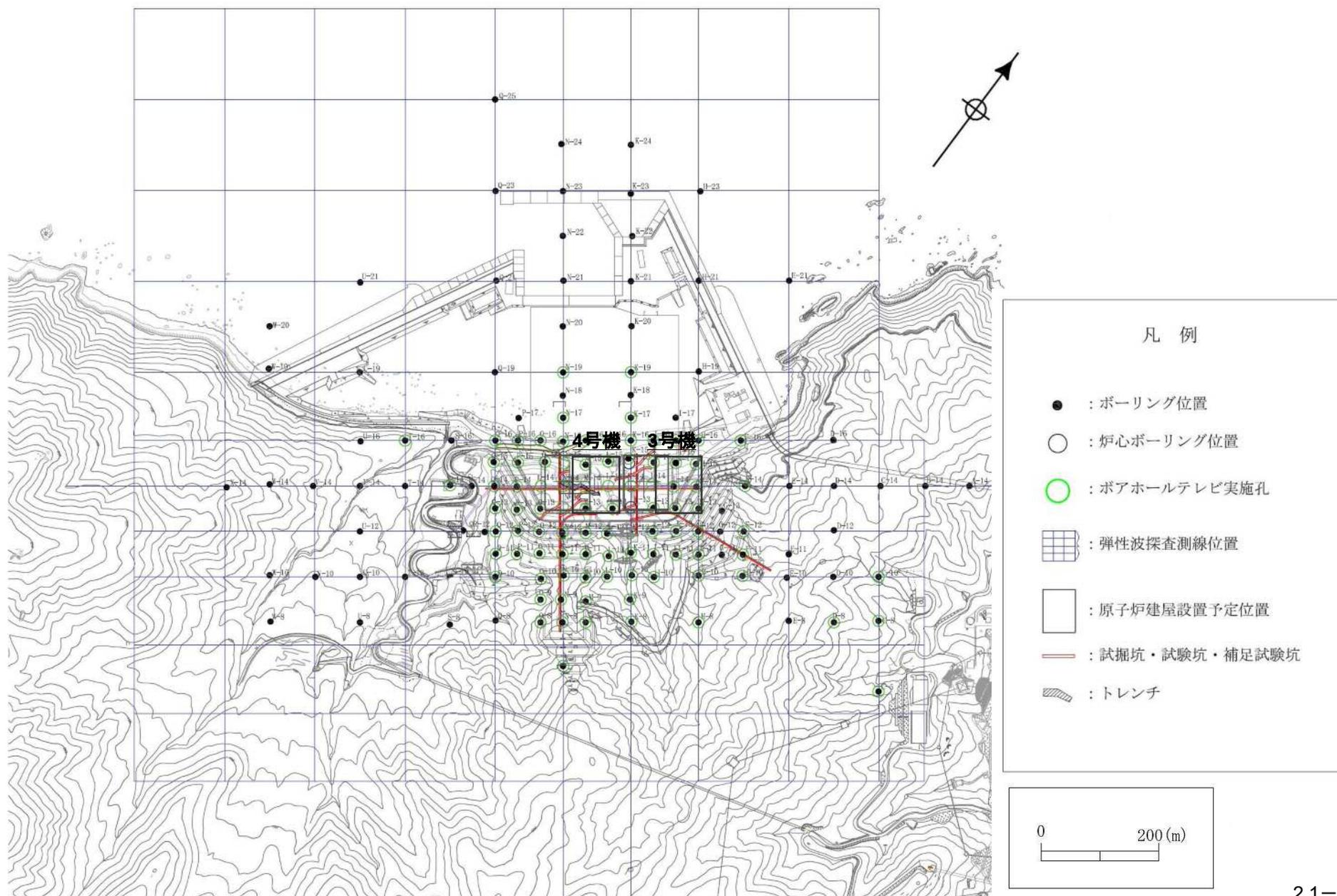
- ・ 文献調査
- ・ 変動地形学的調査
- ・ 地表地質調査
- ・ ボーリング調査
- ・ トレンチ調査
- ・ 試掘坑調査
- ・ 年代分析（テフラ分析等）
- ・ 断層破碎部の微細構造観察（狩野他（1998）（中島他（2004））

【3, 4号機側】



【1, 2号機側】





2.2 調査結果

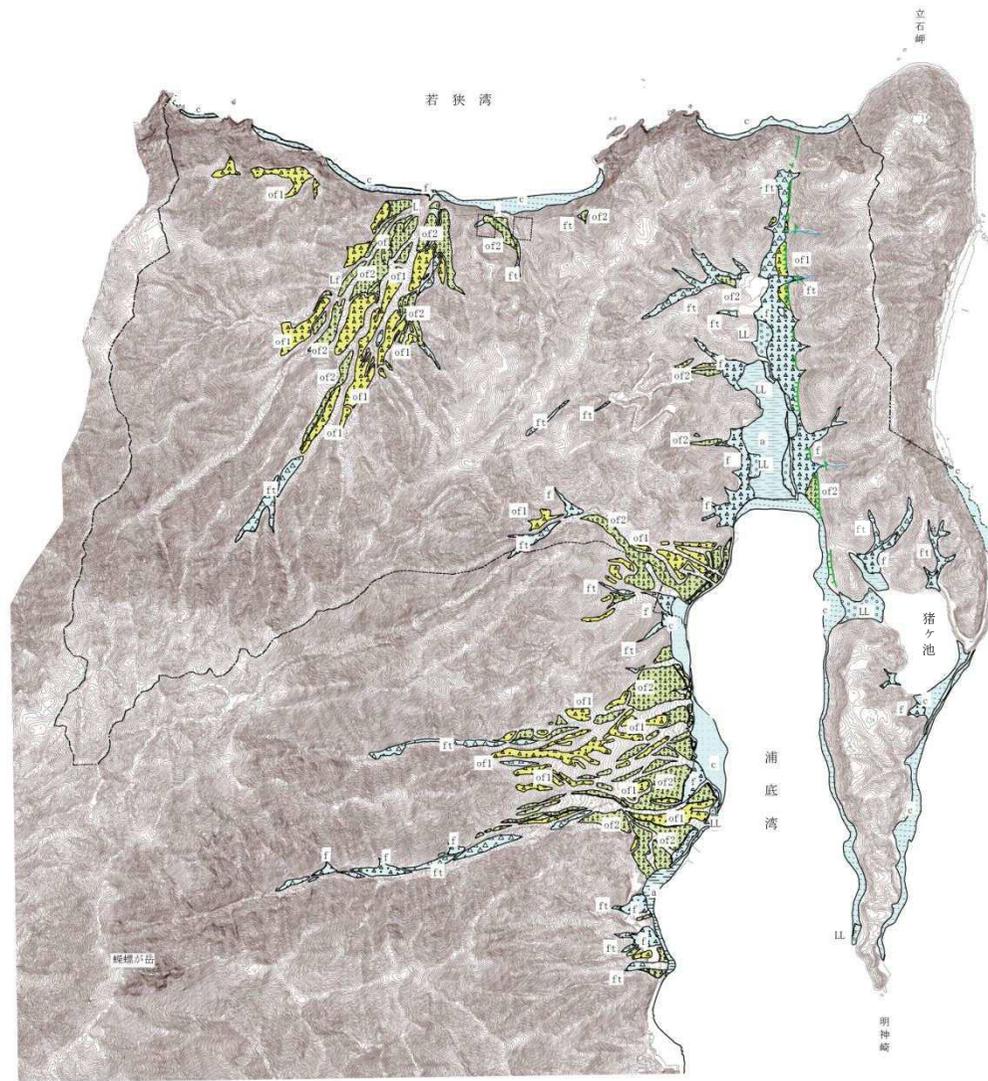
2.2.1 敷地の地形

空中写真判読等の結果によれば、敷地は主として山地からなる。開析の進んだ古期扇状地面は主に若狭湾側、浦底湾西方に分布する。低位段丘面は、若狭湾側にごく小規模に分布する。最低位段丘面は、浦底湾東岸等に分布する。新期扇状地面は、山地を刻む河谷の下流に小規模に分布する。現河床及び崖錐面は、山地を刻む河谷及び山地斜面に分布する。沖積低地面は、浦底湾周辺の低地に広く分布する。海岸低地面は、海浜及び浜堤を構成して分布する。【資料 2.2.1-1】

文献で示される浦底断層に対応して、立石岬たていしから猪ヶ池いのがいけ西方に至る区間に山地と低地との境界を通り、急崖、鞍部、直線谷及び河谷の屈曲からなる NW-SE 方向の変動地形の可能性のある地形が判読される。また、破碎帯に対応する変動地形の可能性のある地形は認められない。

なお、文献調査結果によれば、浦底断層以外には、敷地に活断層を指摘する文献はない。

【資料 2.2.1-2】



凡例

	海岸低地面 (c)
	沖積低地面 (a)
	現河床・崖斜面 (ft)
	新期扇状地面 (f)
	最低位段丘面 (LL)
	低位段丘面 (L)
	古期扇状地面2 (of2)
	古期扇状地面1 (of1)
	リニアメント 短線は地形的に低い割を示し、 矢印は尾根・谷の屈曲方向を示す
	河谷の屈曲
	敷地境界

敷地境界

- ・敷地は主として山地からなる。
- ・開析の進んだ古期扇状地面は主に若狭湾側、浦底湾西方に分布。
- ・低位段丘面は若狭湾側にごく小規模に分布。
- ・最低位段丘面は浦底湾東岸などに分布。
- ・新期扇状地面は、山地を刻む河谷の下流に小規模に分布。
- ・現河床、崖斜面は山地を刻む河谷及び山地斜面に分布。
- ・沖積低地面は浦底湾周辺の低地に広く分布。
- ・海岸低地面は、海浜及び浜堤を構成して分布。
- ・文献で示される浦底断層に対応して、立石岬から猪ヶ池西方に至る区間に山地と低地との境界を通り、急崖、鞍部、直線谷及び河谷の屈曲からなるNW-SE方向のリニアメントが判読される。
- ・破砕帯に対応する変動地形は認められない。



- ・本図は発電所建設による地形改変前に撮影した20,000分の1の空中写真(1963年)及び航空レーザー測量から地形図を作成。
- ・航空レーザー測量は、計測密度(重複なし)2点/m²、計測密度(重複あり)6点/m²である。

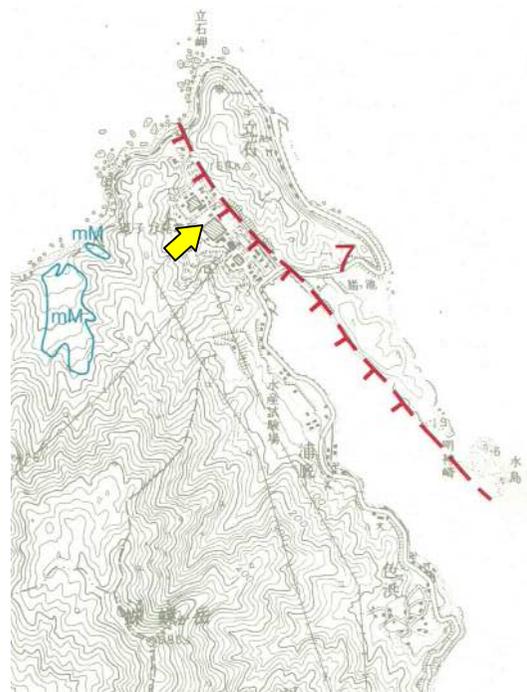
活断層研究会編
「新編 日本の活断層(1991)」



断層名	長さ	確実度	変位の向き
61浦底	3km	I	北東隆起

確実度 I : 活断層であることが確実なもの
 確実度 II : 活断層であると推定されるもの
 確実度 III : 活断層の疑いがあるリニアメント

岡田・東郷編
「近畿の活断層(2000)」



断層名	長さ	確実度	変位の向き
7浦底	3.5km	II	北東隆起

確実度 I : 活断層であることが確実なもの
 確実度 II : 活断層であると推定されるもの

中田・今泉編
「活断層詳細デジタルマップ(2002)」



断層名	長さ	分類	変位の向き
①名称なし	約3km (図読)	推定活断層	北東隆起

活断層 : 過去に繰り返し動いてきた跡が地形に現れ、今後も活動を繰り返すと考えられる断層
 推定活断層 : 地形的な特徴により活断層の存在が推定されるが、現時点では明確には特定できないもの

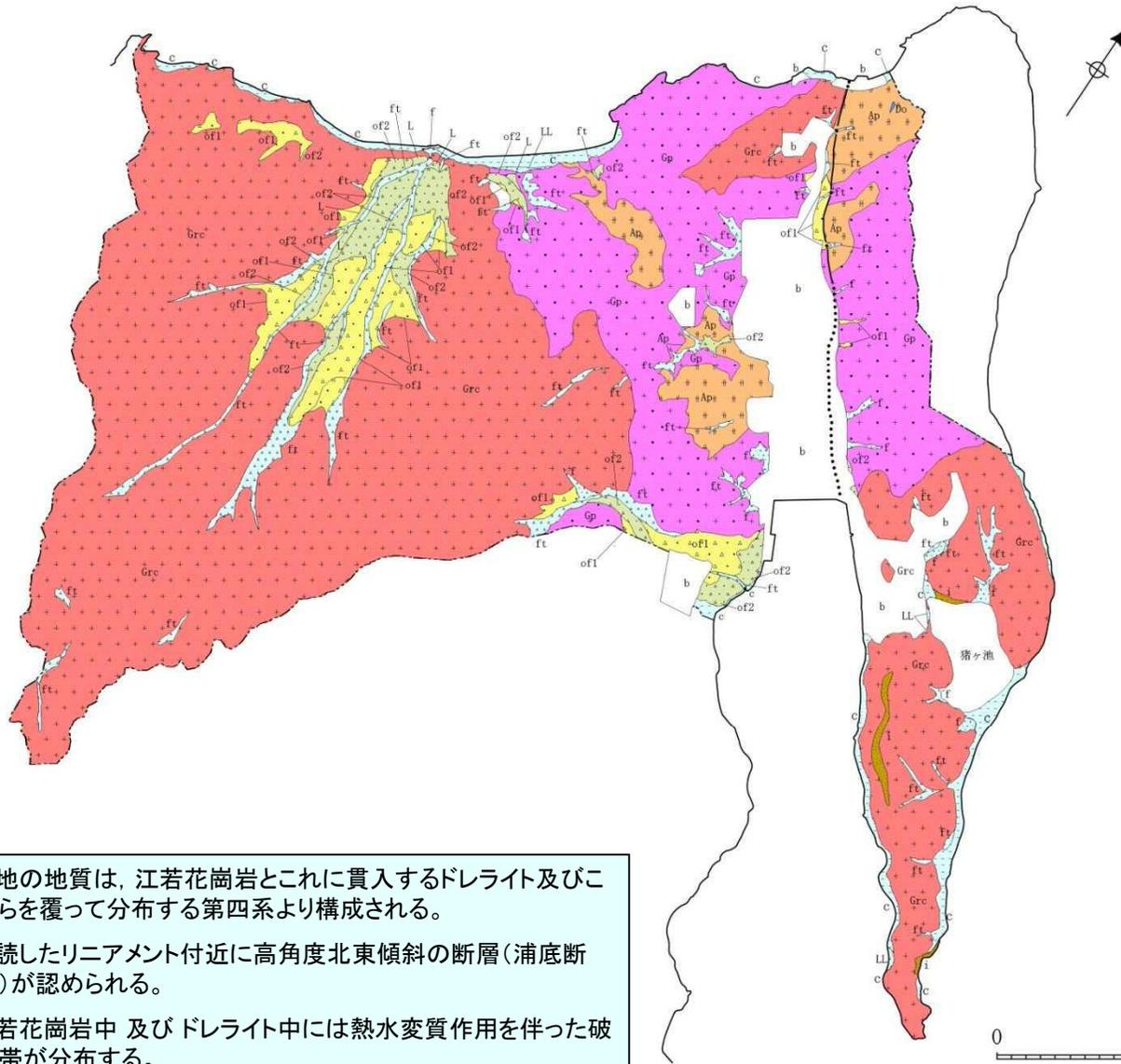
- ・敷地及びその近傍には浦底断層が指摘されている。
- ・浦底断層以外には、敷地に活断層を指摘する文献はない。

(空ページ)

2.2.2 敷地の地質

敷地の地質は、江若花崗岩とこれに貫入するドレライト及びこれらを覆って分布する第四系より構成される。江若花崗岩の形成年代はカリウム・アルゴン法年代測定値が約 66.6Ma～約 64.2Ma を示すことから、白亜紀後期～古第三紀と判断される。ドレライトの貫入時期は、カリウム・アルゴン法年代測定値が約 21.1Ma を示すことから、新第三紀中新世と判断される。判読したリニアメント付近には、高角度北東傾斜の断層（浦底断層）が認められる。江若花崗岩中及びドレライト中には熱水変質作用を伴った破碎帯が分布する。江若花崗岩は、黒雲母花崗岩、花崗斑岩、アプライトからなる。【資料 2.2.2-1~3】

断層ガウジの X 線回折分析の結果、江若花崗岩中の断層ガウジは、1, 2 号炉側, 3, 4 号炉側ともに石英, カリ長石, 斜長石, 白雲母類, カオリナイト及びスメクタイトが含まれる。粘土鉱物のカリウム・アルゴン法年代測定値は約 61.4Ma～約 54.6Ma（古第三紀）を示す。浦底断層の断層ガウジは、石英, カリ長石, 斜長石, 白雲母類, カオリナイト及びスメクタイトが含まれる。粘土鉱物のカリウム・アルゴン法年代測定値は約 50.3Ma（古第三紀）を示す。ドレライト中の断層ガウジは、多量のスメクタイトと中量の方解石を含むとともに濁沸石を伴っている。粘土鉱物のカリウム・アルゴン法年代測定値は約 18.9Ma（新第三紀中新世）を示す。【資料 2.2.2-4】



凡 例		
第四紀	完新世	盛土・埋め戻し土 (b)
	新世	海浜低地堆積物 (c)
		現河床堆積物及び崖錐堆積物 (ft)
		新期扇状地堆積物 (f)
		最低位段丘堆積物 (LL)
	更新世後期	低位段丘堆積物 (L)
		古期扇状地堆積物2 (of2)
		古期扇状地堆積物1 (of1)
	更新世中期	猪ヶ池層 (i)
	新第三紀	中新世
白亜紀後期 古第三紀		アプライト (Ap) 花崗斑岩 (Gp) 黒雲母花崗岩 (Grc)
断層	(実在) (伏在)	敷地境界

- ・敷地の地質は、江若花崗岩とこれに貫入するドレライト及びこれらを覆って分布する第四系より構成される。
- ・判読したリニアメント付近に高角度北東傾斜の断層(浦底断層)が認められる。
- ・江若花崗岩中及びドレライト中には熱水変質作用を伴った破碎帯が分布する。

確認された岩種について

岩種名 地質記号	写真(ボーリングコア)	特 徴
黒雲母花崗岩 Gr		<ul style="list-style-type: none"> ・完晶質等粒状組織 ・鉱物の粒径は, 5mm前後 ・主たる鉱物組成は, カリ長石・斜長石・石英・黒雲母 ・形成年代は, カリウム・アルゴン法年代測定値が約66.6Maを示すことから, 白亜紀後期～古第三紀と判断される。
花崗斑岩 Gp		<ul style="list-style-type: none"> ・完晶質斑状組織 ・斑晶の粒径は, 2～10mm ・石基の粒径は, 1mm以下 ・主たる鉱物組成は, 斜長石・カリ長石・石英・黒雲母 ・形成年代は, カリウム・アルゴン法年代測定値が約66.3Maを示すことから, 白亜紀後期～古第三紀と判断される。
アプライト Ap		<ul style="list-style-type: none"> ・完晶質等粒状組織 ・斑晶を少量含み, 斑状組織を示す箇所も認められる。 ・斑状組織を示す箇所での石基は, 微晶質である。 ・主たる鉱物組成は, 石英・カリ長石・斜長石であり黒雲母は微量 ・形成年代は, カリウム・アルゴン法年代測定値が約64.2Maを示すことから, 白亜紀後期～古第三紀と判断される。
ドレライト Do		<ul style="list-style-type: none"> ・填間状組織 ・粒径は, 2mm以下 ・主たる鉱物組成は, 斜長石・輝石であり, 微量の不透明鉱物を伴う。 ・形成年代は, カリウム・アルゴン法年代測定値が約21.1Maを示すことから, 新第三紀中新世と判断される。

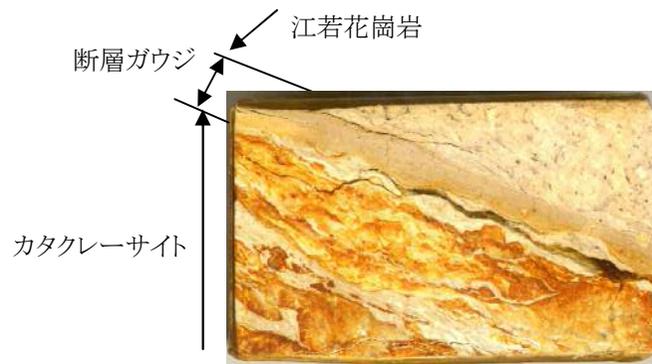
断層岩の区分

	粉碎	融解(粉碎)	再結晶
	ランダムファブリックまたは面構造が発達		面構造が発達
	未固結	固結	
断層角礫	プロトカタクレーサイト	シュードタキライト	プロトマイロナイト
断層ガウジ	カタクレーサイト ウルトラカタクレーサイト		マイロナイト ウルトラマイロナイト
細区分の境界値			
分類名	肉眼観察可能な破片の量比	破片の粒径	
断層角礫	>30%	メガプレッチャー >256mm メソプレッチャー 10-256mm マイクロプレッチャー <10mm	
断層ガウジ	<30%	通常 <10mm	
	破片の量比	破片の粒径	
プロトカタクレーサイト カタクレーサイト ウルトラカタクレーサイト	>50% 10-50% <10%	通常 <10mm	
	ポーフィロクラストの量比	基質構成鉱物の平均的粒径	
プロトマイロナイト マイロナイト ウルトラマイロナイト	変形の強さと、 原岩の鉱物組成により変化	>100 μm 20-100 μm <20 μm	

↓
細粒化

敷地に分布する江若花崗岩中には白色系の断層ガウジ、カタクレーサイトが、ドレライト沿いでは黒色系の断層ガウジが分布する。

(参考文献) 高木秀雄、小林健太、1996、断層ガウジとマイロナイトの複合面構造—その比較組織学。地質学雑誌、102、170-179。



断層ガウジの性状 (X線回折分析)

1,2号機側(断層ガウジ)

分類	対象断層帯	鉱物名 試料採取位置	緑泥石	白雲母類	カオリナイト	白雲母類/スメクタイト混合層鉱物	スメクタイト	濁沸石	石英	斜長石	カリ長石	方解石	黄鉄鉱	菱鉄鉱
f-①-5	No. ①孔			・*		○		◎	△	△				
f-②-2	No. ②孔			・	・	・		◎	◎	◎				
f-③-1	No. ③孔			・*	・	・		◎	◎	○				
D-1	No. ②-1孔			・*	・	・		◎	△	◎				
D-2	No. ③-1孔			・	・	・*		◎	△	△				
D-3	No. 3孔					△		◎	・	△				
D-4	①-10孔			△	・	・		◎	・	△				
D-5	No. ①-9孔			・	・	△		◎	△	◎				
D-6	No. ①-4孔			・	・	・		◎	△	△				
D-7	No. 4孔			・	・	・		◎	◎	◎				
D-11	No. 17孔			・	・	△		◎	・	△				
D-12	No. 17孔			・	・	△		◎		・				
D-13	No. 16孔			・*	・	△		◎	・	△				
D-14	No. 17孔			・*	・*	△		◎	○	○				
D-14	D-14既往露頭			△	・	△		◎	・	○				
D-15	No. 17孔			・	・	△		◎	◎	◎				
D-16	No. 17孔			・	・	・		◎	○	△				
D-17	No. 17孔			・	・	・		◎	◎	◎				
D-18	No. 17孔			・	・	・		◎	◎	○				
D-19	No. ①-4孔			・	・	・		◎	△	◎				
D-20	No. ④-5孔			△				◎		△				
D-21	No. ④-5孔			△	・			◎		○				
D-22	No. ⑥-1孔							◎	・	△				
D-23	No. ⑥-2孔			・	・*	・		◎	○	○				
f-7-1	No. 7孔			・	・	・		◎	△	△				
f-8-2	No. 8孔					・		◎	○	○				
f-8-5	No. 8孔			・	△	△		◎	◎	△				
f-19-2	No. 19孔			・	・	・		◎	△	○				
f-④-7-1	No. ④-7孔			・	・	・		◎		△				
f-④-4	No. ④孔			・	・	・		◎	◎	◎				
f-④-5	No. ④孔			・	・	・		◎	○	○				
H-3a	H-3a既往露頭			・	・	○		◎	・	○				

※水ひ時のみ確認される。

3,4号機側(断層ガウジ)

分類	対象	鉱物名 試料採取位置	緑泥石	白雲母類	カオリナイト	スメクタイト	濁沸石	石英	斜長石	カリ長石	方解石	黄鉄鉱	菱鉄鉱
f-1	F-10孔		・	・	・	△		◎	△	◎	○		
f-2	H-10孔			・	・	○		◎	○	◎			
f-3	試掘坑B2			・	△			◎	・	○			
f-4	H-11孔			△	・	・		◎	・	○			
f-5	試掘坑B1			・	◎			◎	○	◎			
f-6	試掘坑B1			・	・	○		◎	△	○			
f-7	O-9孔			・	△			◎	○	◎			
f-8	試掘坑C2			・	△	△		△	◎				
f-9	試掘坑B1			・	・	△		◎	△	○			
f-10	試掘坑C2			・	△	○		△	△	△			
f-11	試掘坑B1			・	△			◎	○	△			
f-12	試掘坑A1			・	・	◎		◎	△	△			
f-13	補足試掘坑A4			・	△	△		◎	◎	△			
f-14	試掘坑C1			・	△	△		◎	○	○			
f-15	試掘坑C1			・	・	・		◎	○	○			
f-16	試掘坑A3 山崖			・	△			◎	・	△	・		
f-17	試掘坑A3 山崖			・	△	△		◎	△	△	△		
f-18	試験坑1			・	△	○		◎	△	△			
f-19	補足試掘坑f			・	△	△		◎	△	△			
f-20	Q-13孔			△	△			◎	○	△			
f-21	試掘坑A1			・	△	△		◎	△	△			△
f-22	補足試掘坑A5			・	△	・		◎	△	△			
f-23	S-14孔			・	・	・		◎	◎				
f-24	K-19孔			・	△	△		◎		△	・		
ドレライト中	f-25 試験坑m			△		◎		△			○		

相対含有量: ◎多量, ○中量, △少量, ・微量

浦底断層

分類	対象	鉱物名 試料採取位置	緑泥石	雲母粘土鉱物	カオリナイト	白雲母類/スメクタイト混合層鉱物	スメクタイト	濁沸石	石英	斜長石	カリ長石	方解石	黄鉄鉱	菱鉄鉱
Bトレンチ	①-a			△						◎		△		
Bトレンチ	②-a			・						◎	△	○		
Bトレンチ	③-a			・*	・		△			◎		△		
Bトレンチ	③-2-a			・		△				◎		△		
Bトレンチ	④-a			・*	・		△			◎		・		
M露頭	X-M-1-1			・*	・	・*				◎		△		
浦底断層 北部鞍部	X-Ur-62-1			△						◎	・	△		
Bトレンチ 群列ボーリング	1-7X			・	・		△			◎	△	△		
Bトレンチ 群列ボーリング	1-8X			・		・				◎	△	△		
Bトレンチ 群列ボーリング	9-4X			・*	・		△			◎		△		
Bトレンチ 群列ボーリング	9-5X			・		・				◎	△	△		
Bトレンチ 群列ボーリング	9-6X			・		・				◎		△		
Bトレンチ 群列ボーリング	9-7XW			・		・				◎	△	△		
Bトレンチ 群列ボーリング	9-7XB			・		・				◎	△	△		
Bトレンチ 群列ボーリング	2-4X			・		・				◎	△	○		

*水ひ時のみ確認される。

- ・ 花崗岩中の断層ガウジは1,2号機側, 3,4号機側ともに石英, カリ長石, 斜長石, 白雲母類, カオリナイト及びスメクタイトが含まれる。粘土鉱物のカリウム・アルゴン法年代測定値(熱水変質作用を受けた時期)は約61.4Ma~約54.6Ma(古第三紀)を示す。
- ・ 浦底断層の断層ガウジは石英, カリ長石, 斜長石, 白雲母類, カオリナイト及びスメクタイトが含まれる。粘土鉱物のカリウム・アルゴン法年代測定値(熱水変質作用を受けた時期)は約50.3Ma(古第三紀)を示す。
- ・ ドレライト中の断層ガウジは多量のスメクタイトと中量の方解石を含むとともに濁沸石を伴っている。粘土鉱物のカリウム・アルゴン法年代測定値(熱水変質作用を受けた時期)は約18.9Ma(新第三紀中新世)を示す。

(空ページ)

2.2.3 敷地の地質構造

敷地には、複数の破砕帯が確認されている。

1, 2号炉付近の破砕帯は、走向がN-S~NE-SW方向で、西側へ傾斜するものが多い。

3, 4号機付近の破砕帯は、走向がN-S~NE-SW方向で、東側へ傾斜するものが多い。

3, 4号機側のドレライト中にはENE-WSW方向の破砕帯が認められ、N-S~NE-SW方向の破砕帯に変位を与えている。

また、節理の走向は、N-S~NE-SW方向、NNW-SSE方向、E-W方向のものが分布する。このうち、N-S~NE-SW方向のものが卓越する。傾斜については、1, 2号炉側は高角度西傾斜のものが多く、3, 4号機側は高角度東傾斜のものが多い。【資料 2.2.3-1~11】

なお、破砕帯の連続性については、幾何学的位置関係及び走向・傾斜に基づき評価した。

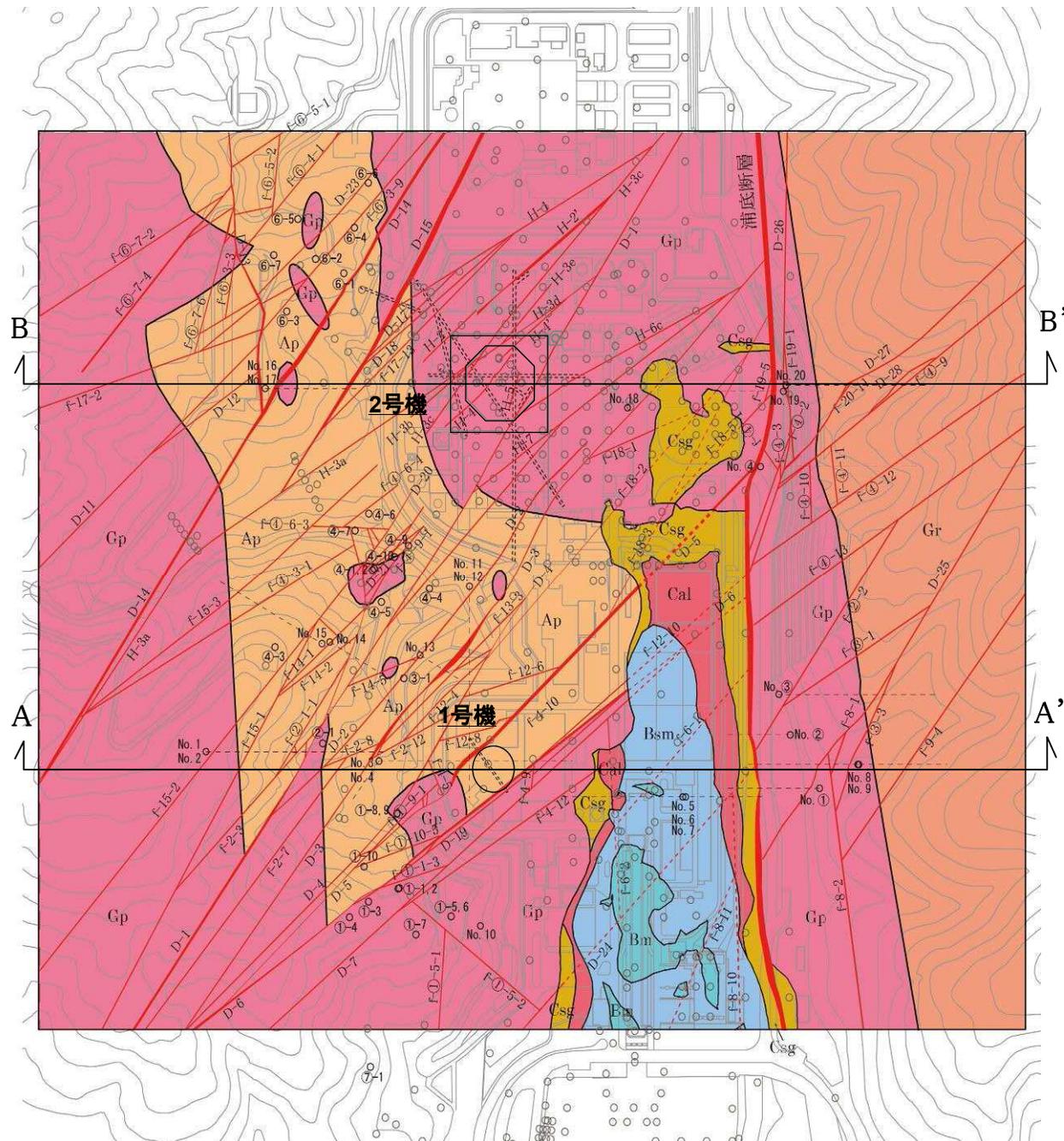
【資料 2.2.3-12】

文献に示される浦底断層については、断層の活動性を確認するため、ボーリング調査及びトレンチ調査を、敷地南部での断層の通過位置を確認するために電気探査、反射法地震探査等を実施している。

調査の結果、浦底断層は江若花崗岩と第四系とを境する北東側隆起の直線性の高い断層であり、最新活動時期は約4,000年前以降と判断される。【資料 2.2.3-13,14】

地質平面図 (1, 2号機側)

40

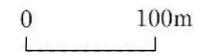


地質区分凡例

tk	表土・埋土	
A	A層 : 沖積低地堆積物、扇状地堆積物、扇尾堆積物 (砂、礫、シルト、腐植及び腐植物を含む場合がある)	完新統
Ba	Ba層 : 三角州堆積物 (粗砂、中砂及び貝殻を含む)	完新統
Bsm	Bsm層 : 内湾堆積物 (中砂、粗砂、細礫、シルト及び貝殻を含む)	完新統
Cal	Cal層 : 低地堆積物 (細砂、中砂及び腐植を多く含む)	完新統 ～更新統
Csg	Csg層 : 扇状地堆積物 (礫、粗砂、中砂及び腐植を含むことがある)	完新統 ～更新統
Ap	アプライト	江若花崗岩
Gp	花崗斑岩	
Gr	黒雲母花崗岩	
D-1	破碎帯及び破砕帯番号	
F-1	地質境界線	

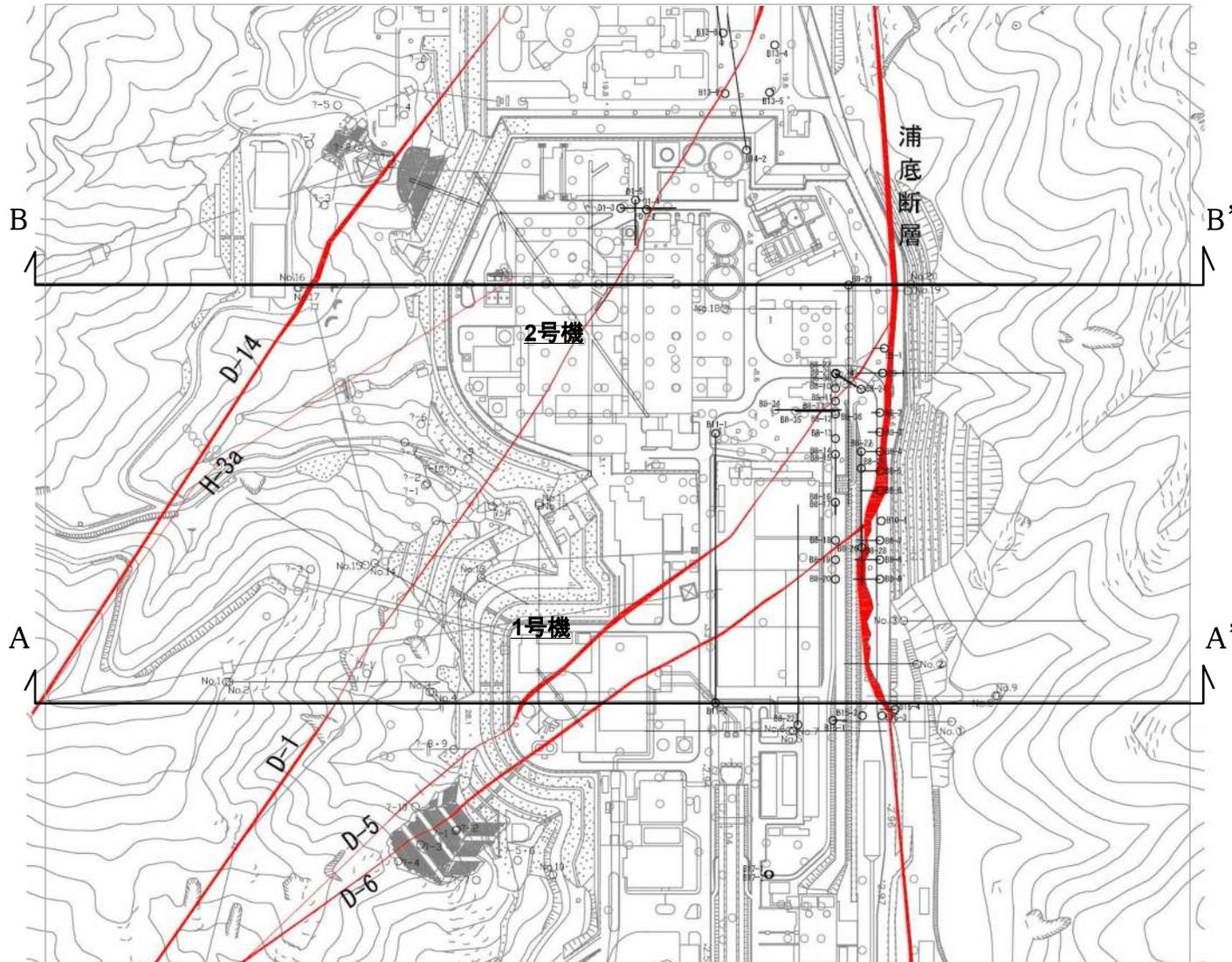
T.P.-15m水平断面図

※追加調査結果反映前



追加調査結果による主要破砕帯の分布平面図（1，2号機側）

41



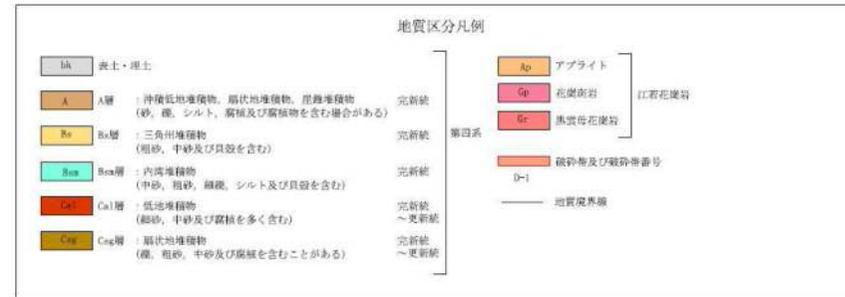
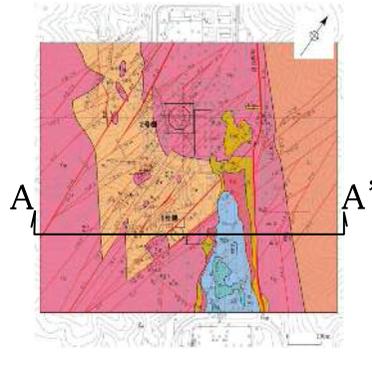
T.P. -15m水平断面図

※平成25年6月末時点の追加調査結果を反映

- 凡例
-  破砕帯及び破砕帯番号
 -  ボーリング位置
(始点/終点)

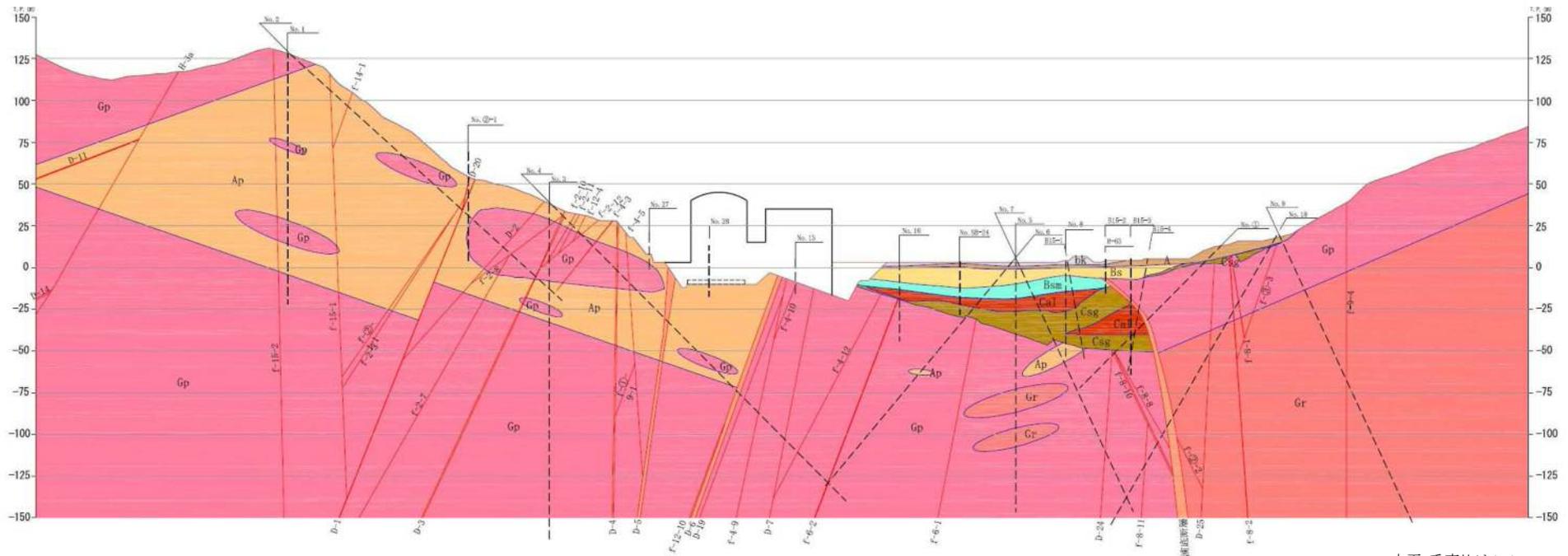


地質断面図（1号機側）



SW ←
A

→ NE
A'

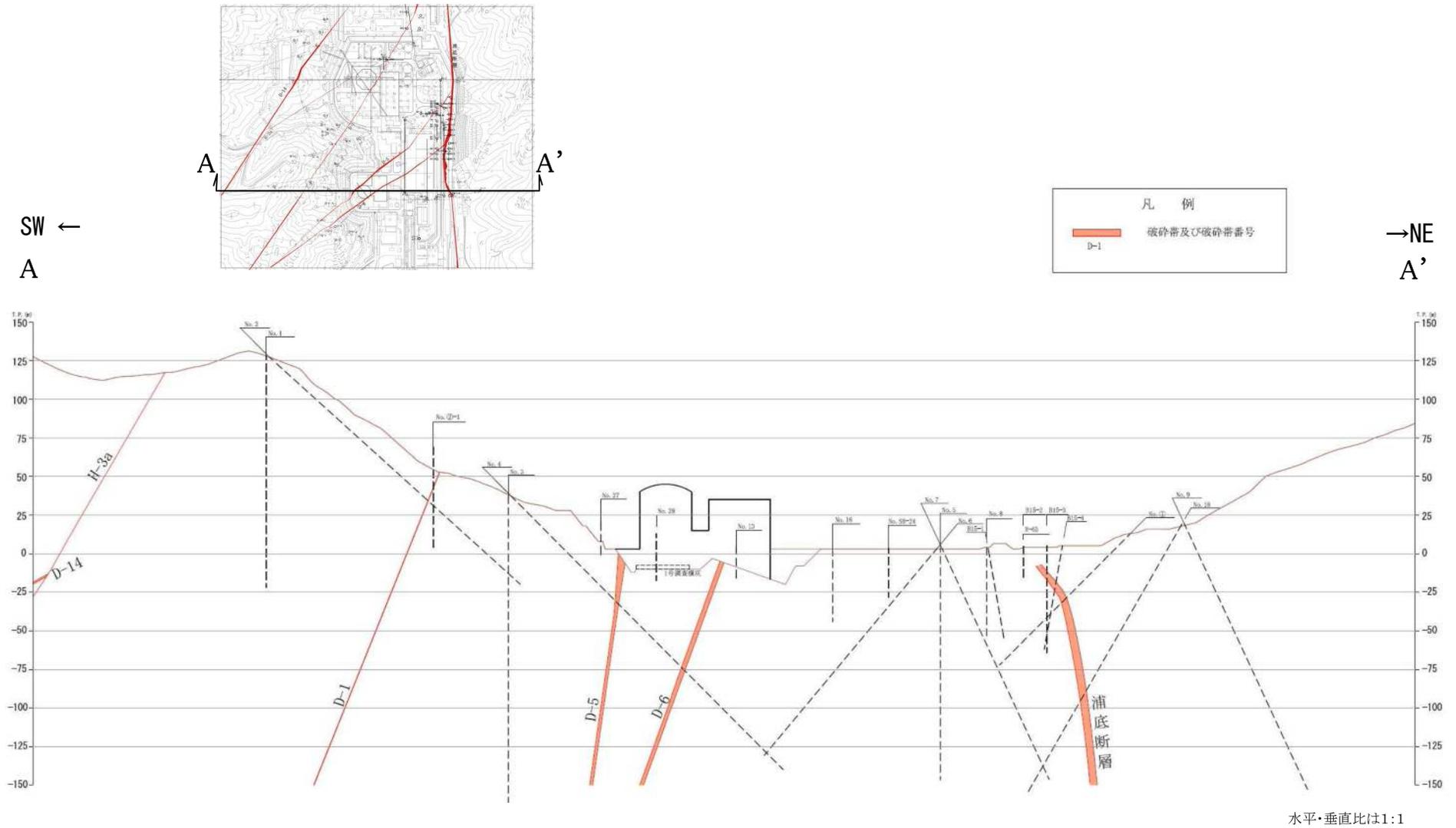


水平・垂直比は1:1

・破砕帯は、高角度で西側に傾斜するものが多い。

1号機地質断面図 A-A'断面
※追加調査結果反映前

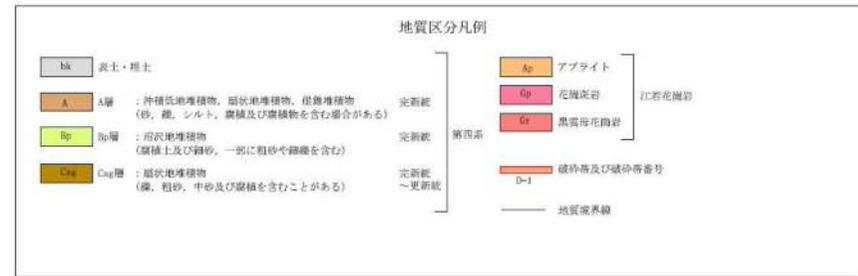
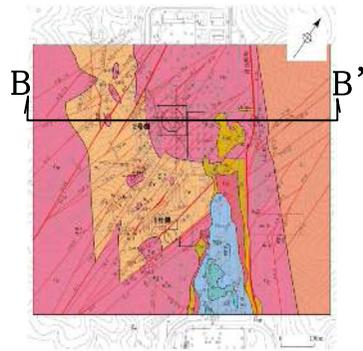
追加調査結果による主要破砕帯の分布断面図（1号機側）



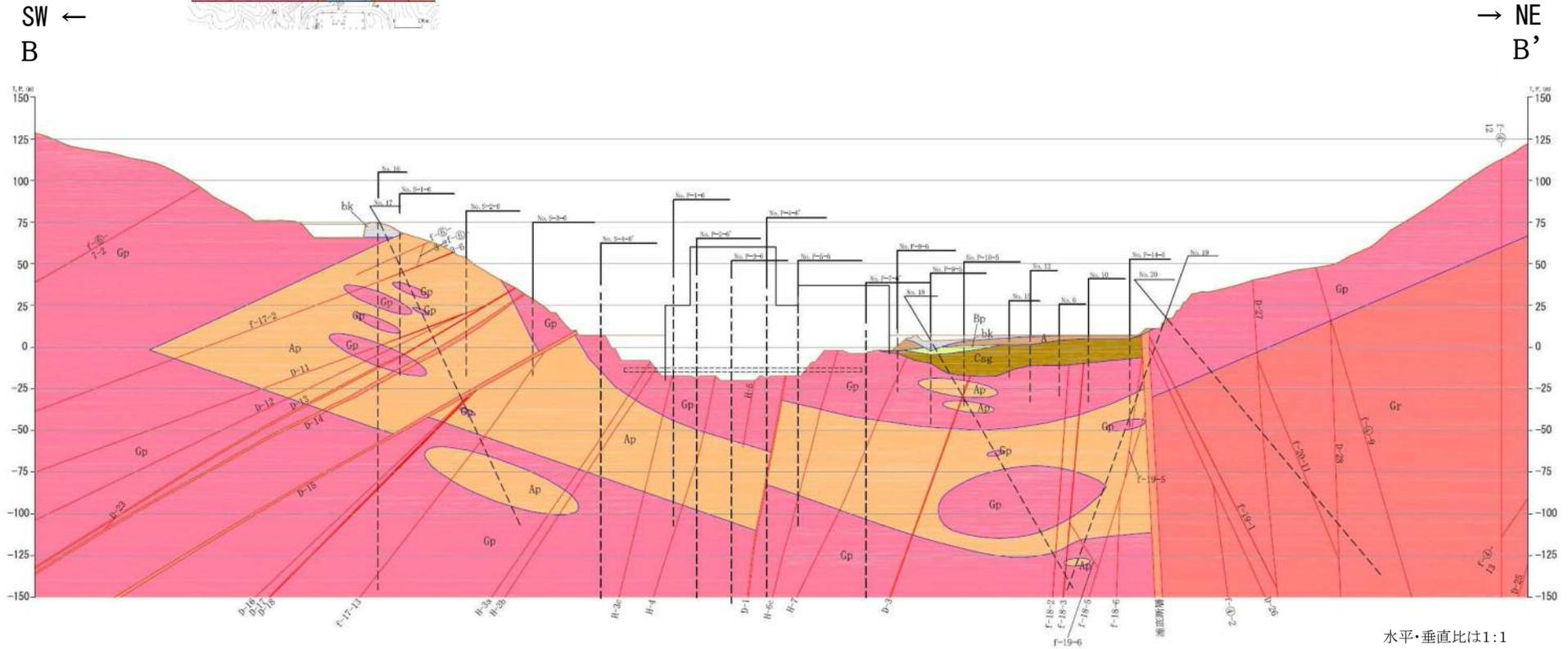
主要破砕帯分布断面図 A-A'断面

※ 平成25年6月末時点の追加調査結果を反映

地質断面図 (2号機側)



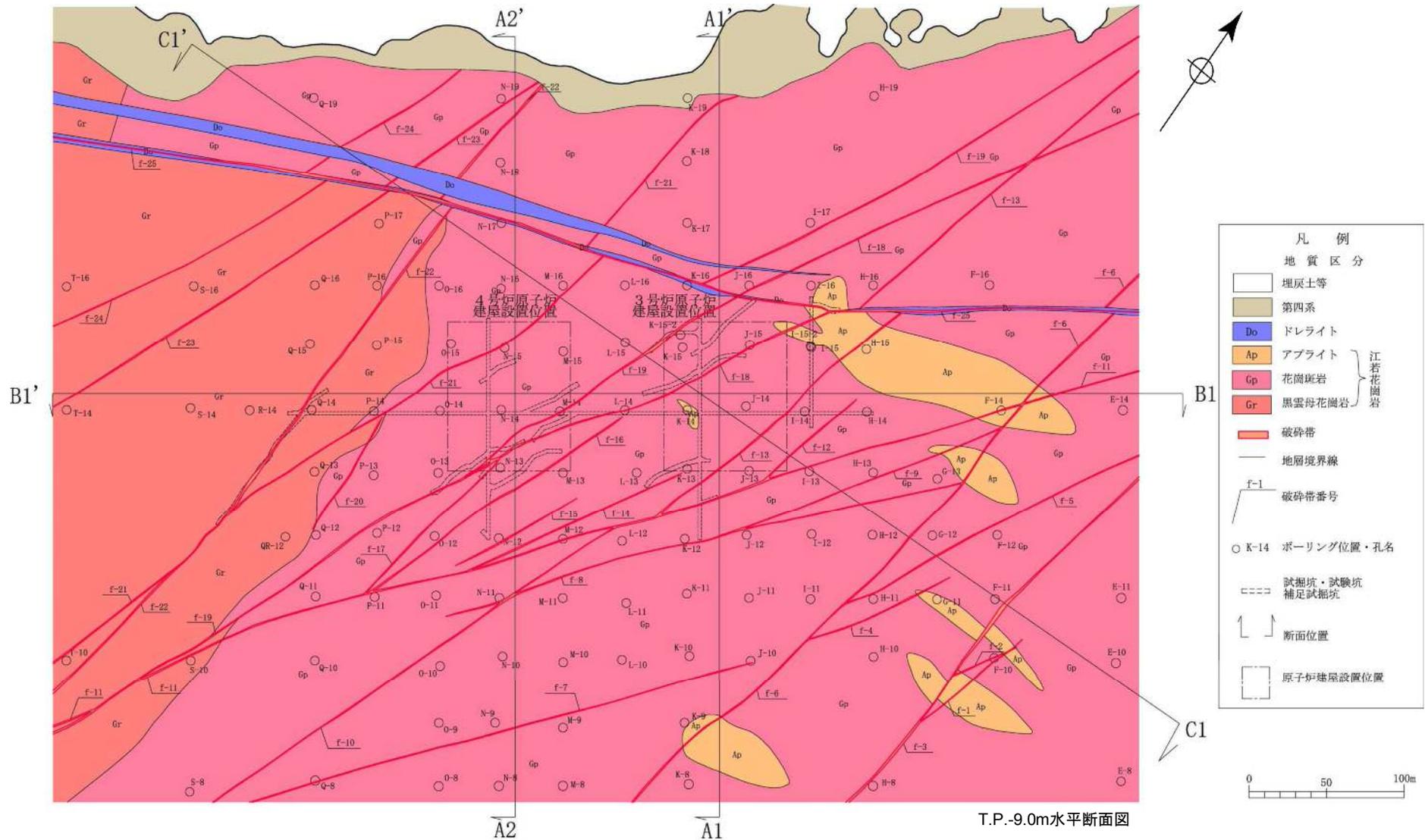
44



・破砕帯は、高角度で西側に傾斜するものが多い。

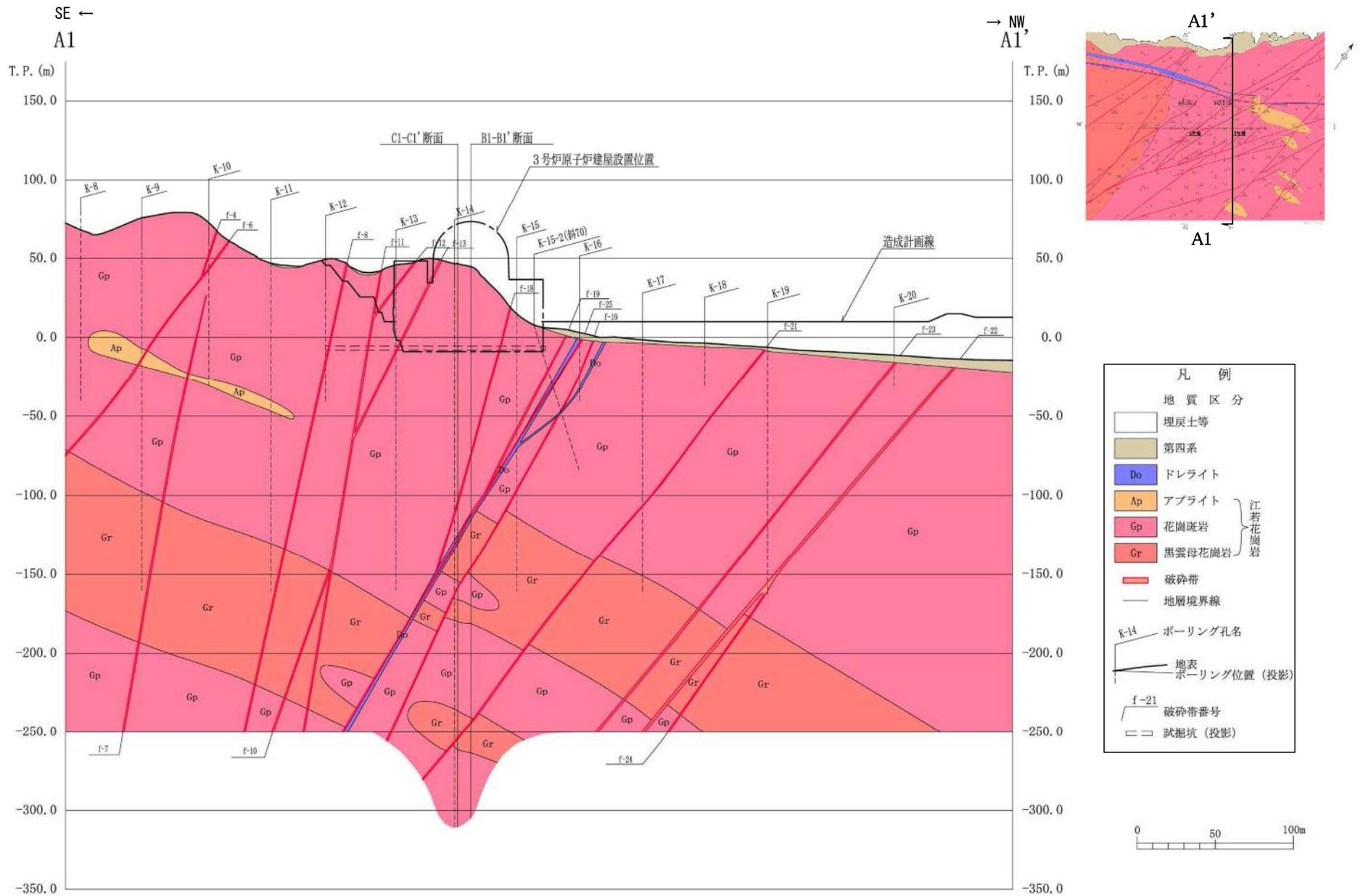
2号機地質断面図 B-B' 断面
※追加調査結果反映前

地質平面図（3，4号機側）



・破砕帯は、N-S～NE-SW方向のものが卓越している。
 ・ドレライト中にはENE-WSW方向の破砕帯が認められ、N-S～NE-SW方向の破砕帯に変位を与えている。

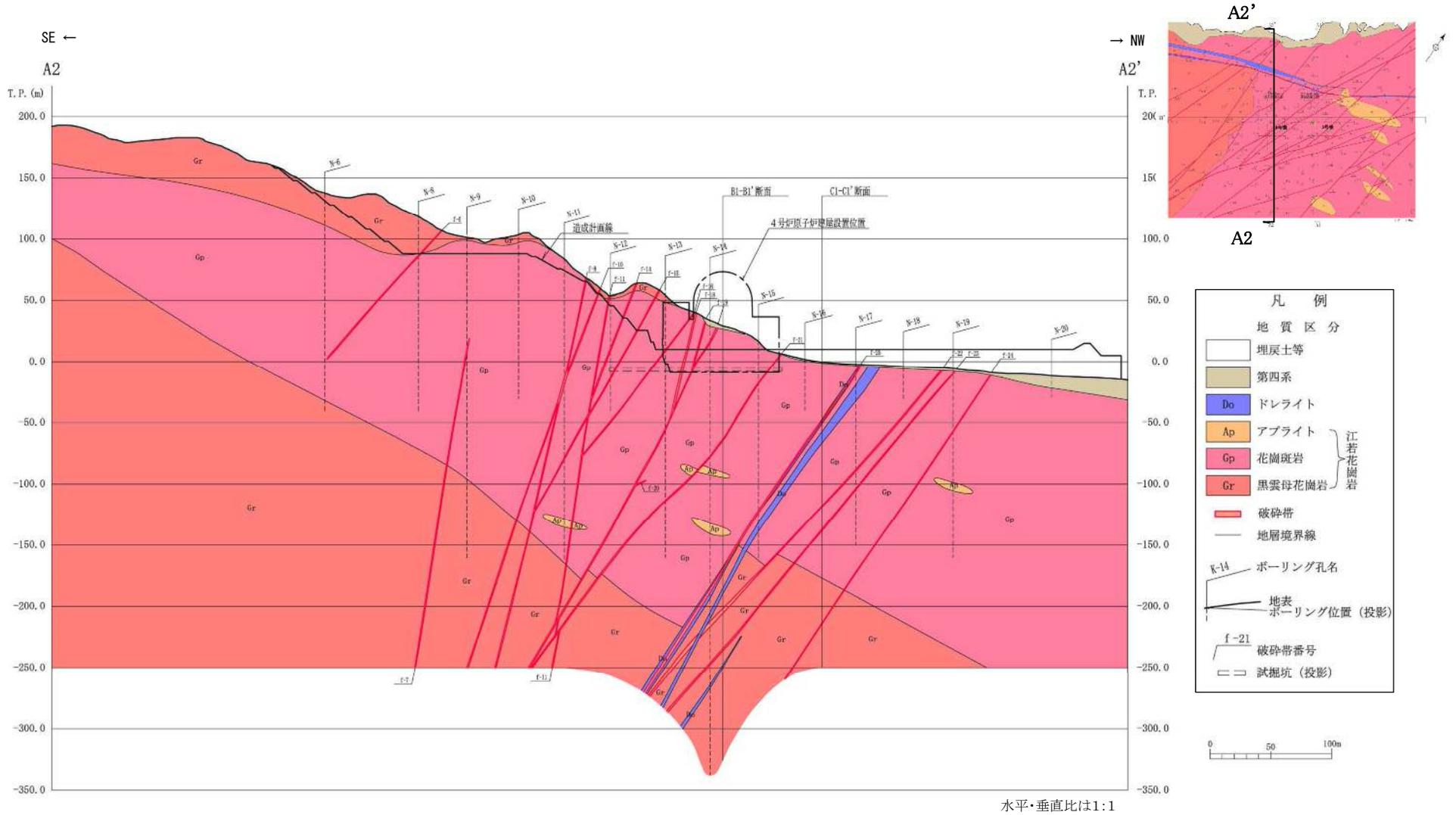
地質断面図（3号機側）



・破碎帯は、高角度で東側に傾斜している。

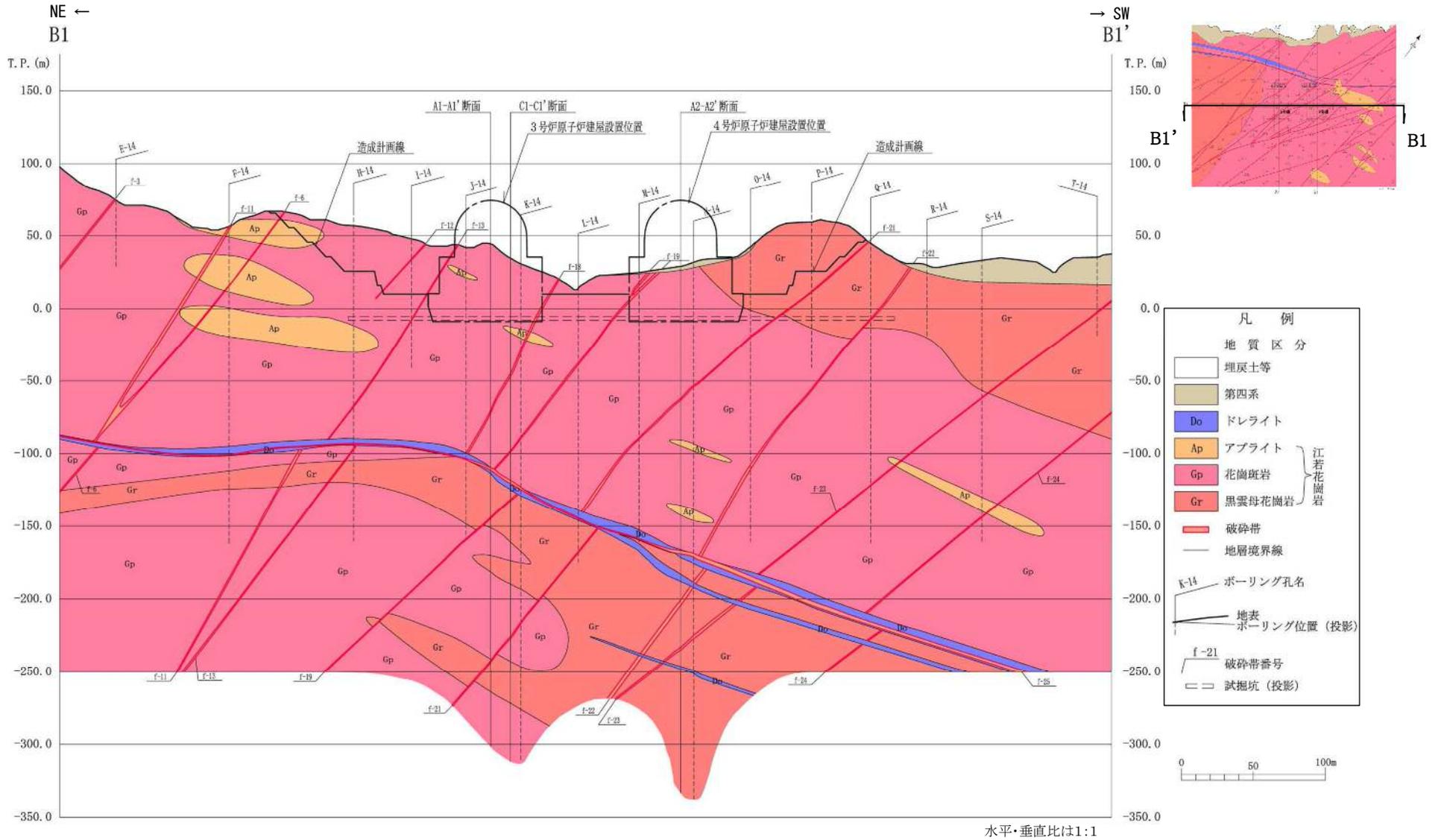
水平・垂直比は1:1

地質断面図（4号機側）



・破碎帯は、高角度で東側に傾斜している。

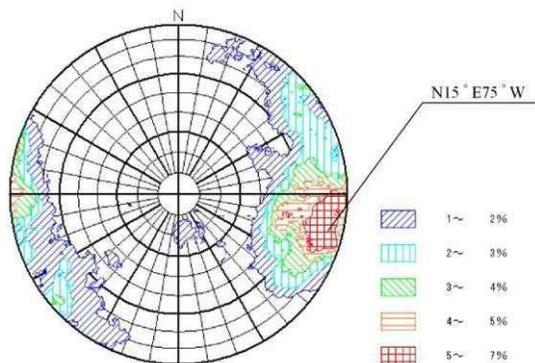
地質断面図 (3, 4号機側)



・破碎帯は、東側に傾斜している。

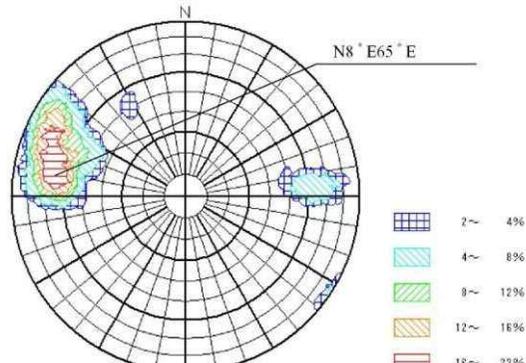
破碎帯

1, 2号機側破碎帯



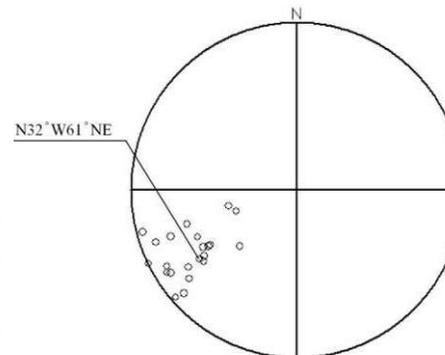
バックチェックボーリングのうち、浦底断層下盤側 データ総数 883

3, 4号機側破碎帯



3・4号機地表破碎帯 N=16
3・4号機設置位置破碎帯 N=142

浦底断層

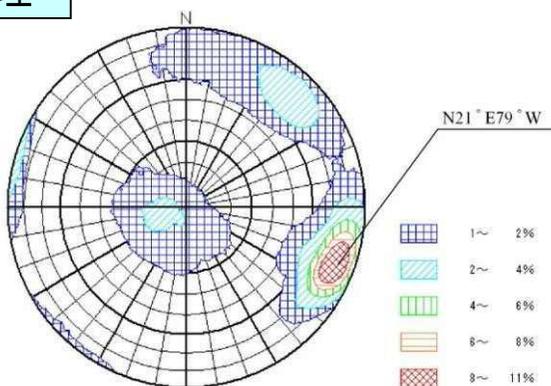


浦底断層の走向・傾斜

- ・浦底断層を除く破碎帯については、主にN-S～NE-SW方向で、高角度西傾斜のものであり、節理の卓越方向と調和的である。
- ・浦底断層は、概ねNW-SE方向で鉛直～高角度東傾斜である。

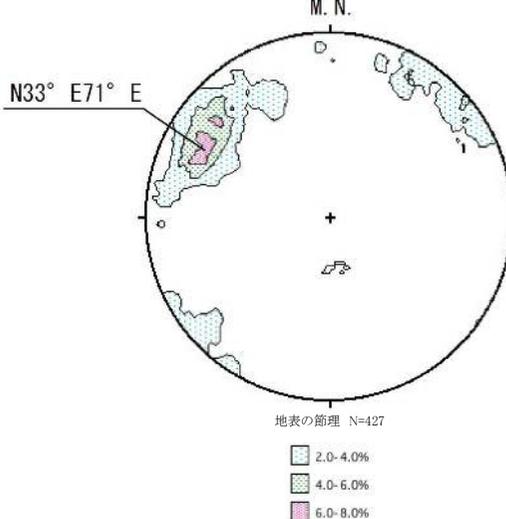
節理

1, 2号機側節理



バックチェックボーリングのうち、浦底断層下盤側

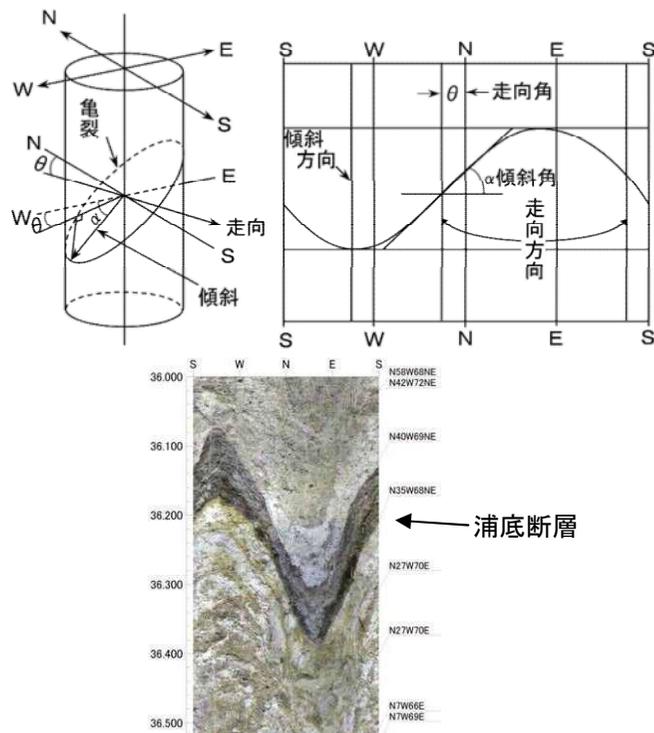
3, 4号機側節理



地表の節理 N=427

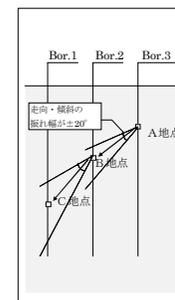
- ・節理の走向はN-S～NE-SW方向、NNW-SSE方向、E-W方向のものが分布。このうち、N-S～NE-SW方向のものが卓越する。
- ・傾斜については、1, 2号機側は高角度西傾斜のものが多く、3, 4号機側は高角度東傾斜のものが卓越する。

- ①確認した破砕帯について、走向・傾斜及び破砕帯の性状に基づき延長。
 - － 走向・傾斜については、BHTV、地表地質調査、試掘坑調査等で計測した値を用いる。
 - － 屈曲させる合理的理由がない場合、直線的に延長させることを基本とする。
 - － なお、地表で連続することが確認される破砕帯については、その限りではない。
- ②延長した位置に「走向・傾斜が類似する破砕帯がある場合」及び「走向・傾斜が不明な破砕帯がある場合」には連続するものとして評価。
 - － 走向・傾斜が局所的に変化することも想定して連続させる(ここでは走向・傾斜の振れ幅を $\pm 20^\circ$ 程度とした)。
 - － 延長した位置において「破砕帯の有無が不明である場合」には、そのまま延長させる。
- ③延長した位置に「破砕帯が認められない場合」及び「走向・傾斜が異なる破砕帯がある場合」には、それ以上延長させない。

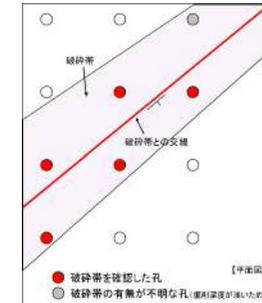


BHTVによる破砕帯の走向・傾斜の計測の一例

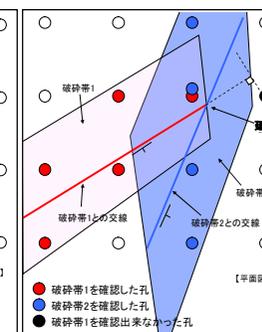
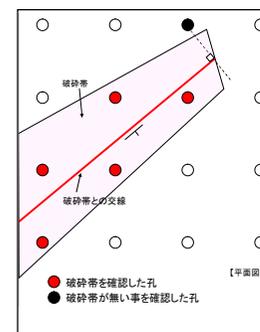
①, ② 破砕帯の連続性検討



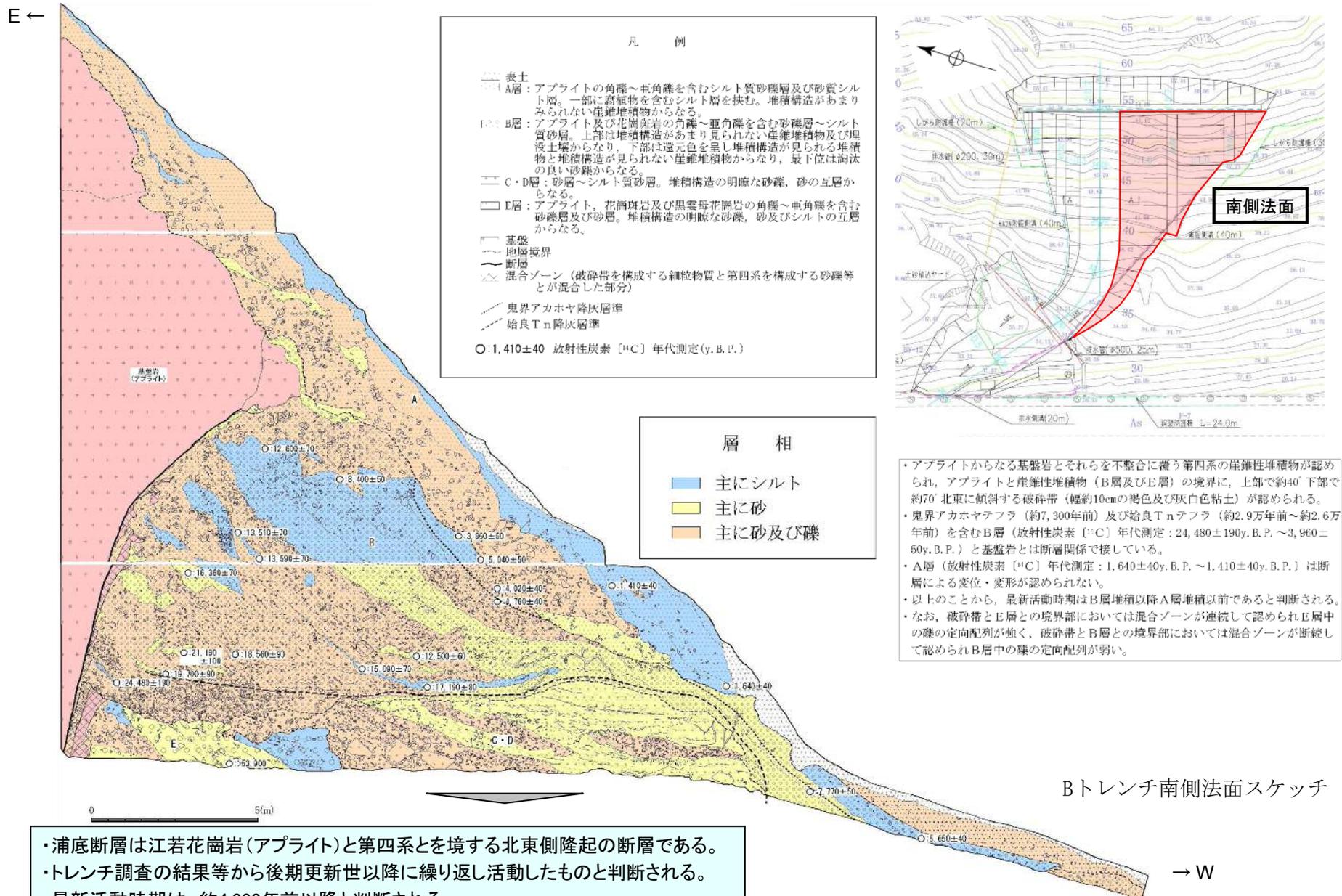
② 破砕帯の延長



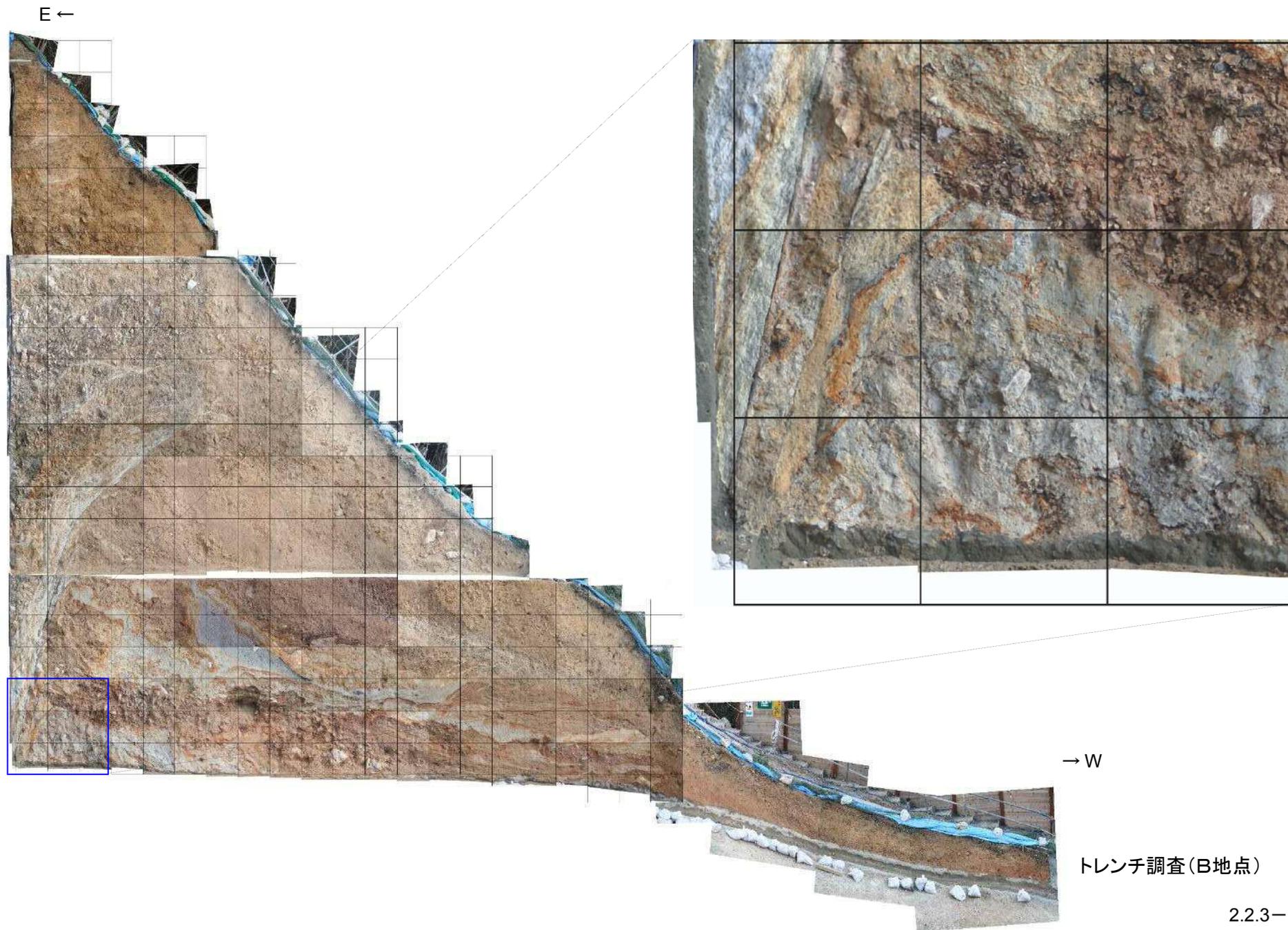
③ 破砕帯を延長させない



連続性評価の考え方の模式図



- ・浦底断層は江若花崗岩（アプライト）と第四系とを境する北東側隆起の断層である。
- ・トレンチ調査の結果等から後期更新世以降に繰り返し活動したものと判断される。
- ・最新活動時期は、約4,000年前以降と判断される。
- ・断層ガウジ中の粘土状部は、複数の色調を呈し、縞状に分布。
- ・低地側に倒れこんだ破砕部を背後の断層が変位させている。



(空ページ)

3. D-1 破碎帯に関する調査内容

D-1 破碎帯の連続性及び活動性を把握するために、主として以下の調査を実施している。

【資料 3-1,2】

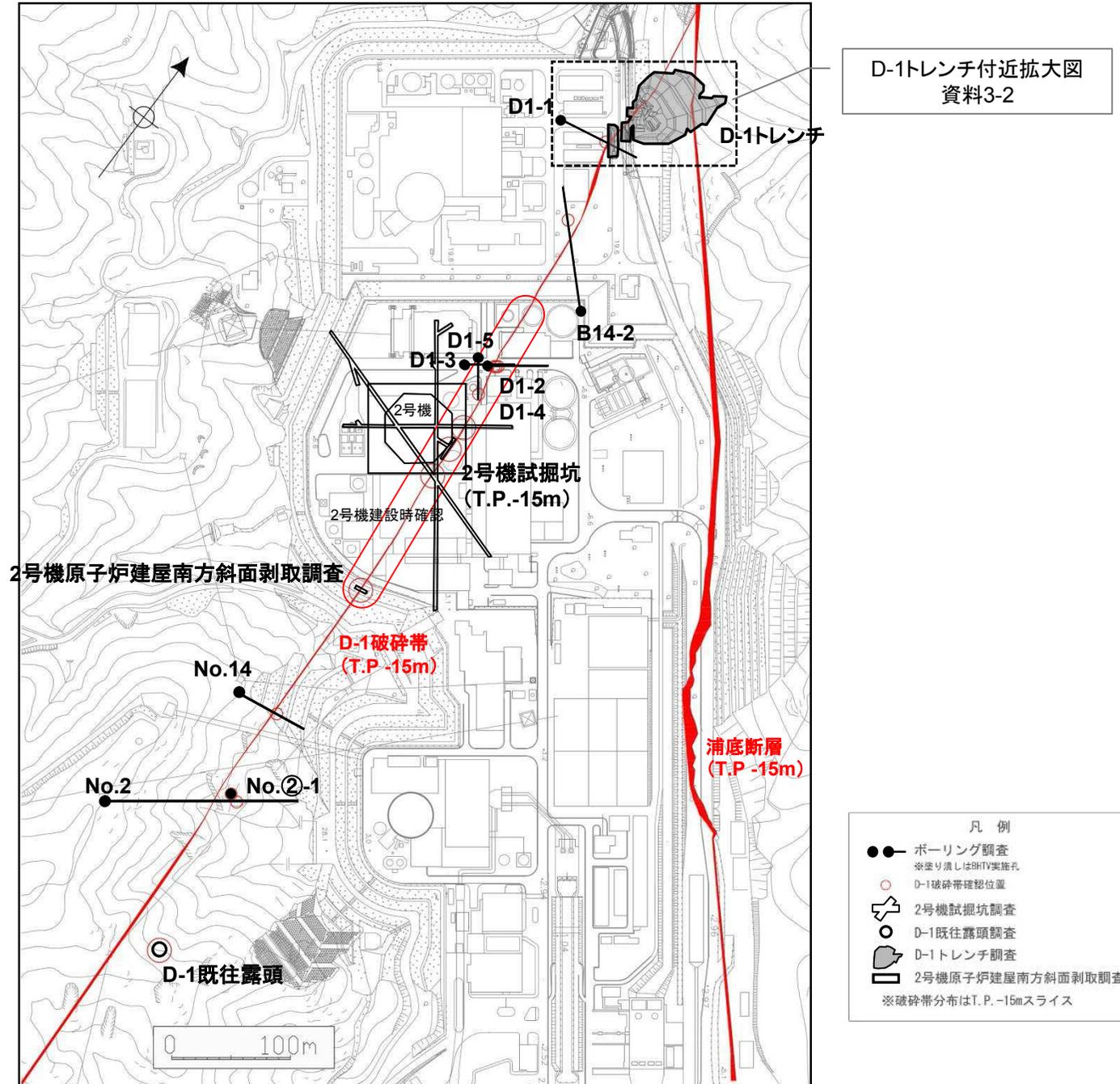
- ・ ボーリング調査
- ・ 露頭調査
- ・ トレンチ調査及びピット調査
- ・ 年代分析（テフラ分析，花粉分析等）
- ・ 断層破碎部の微細構造観察 （狩野他（1998））（中島他（2004））

なお，調査にあたっては，D-1 破碎帯の分布状況等を踏まえ，ボーリング調査やトレンチ調査等の複数の調査手法を適切に組み合わせて評価を行っていくことを基本とした。

D-1破碎帯の調査位置図（全体）

H25.4.24以降得られたデータ

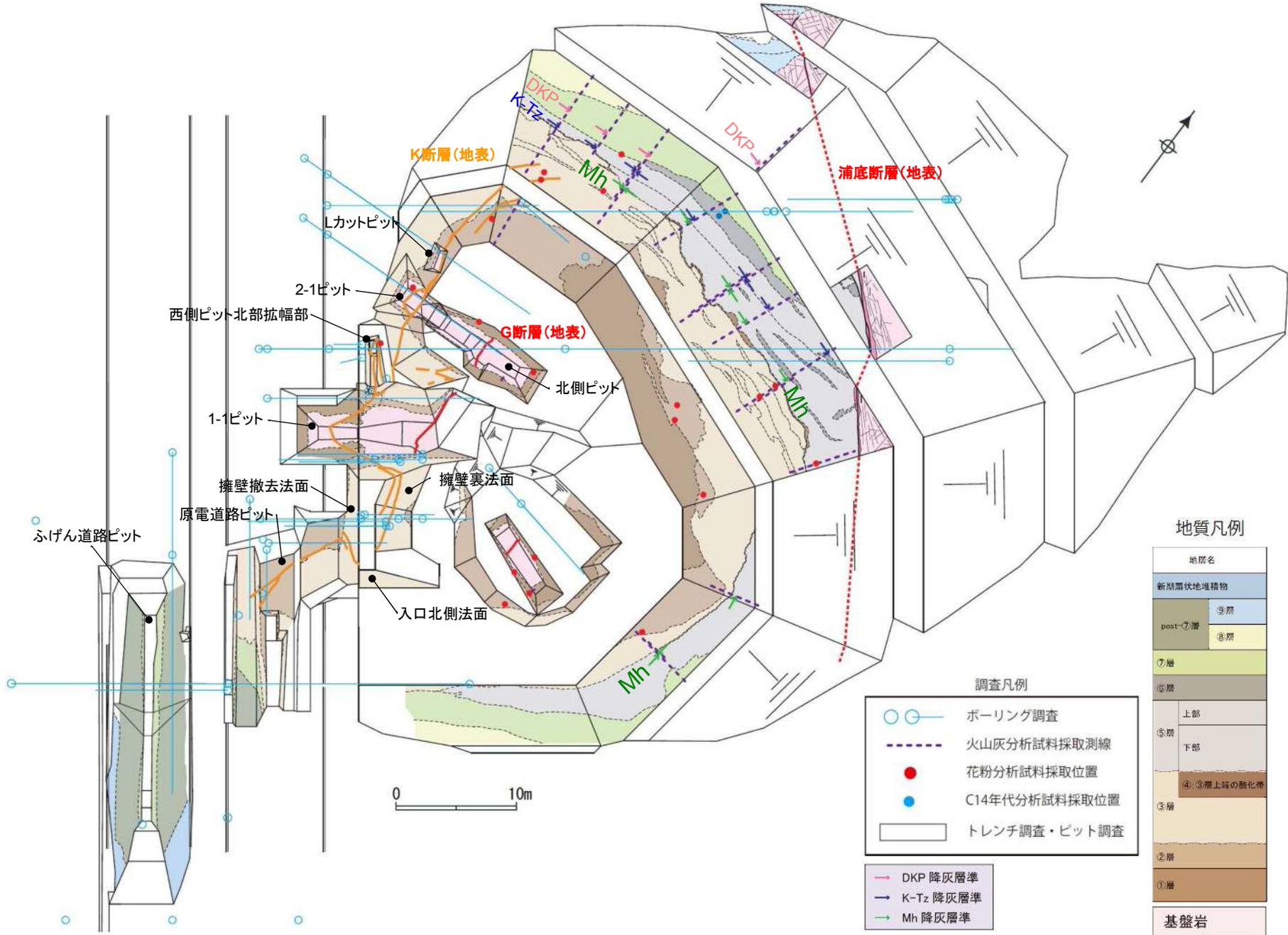
56



D-1破碎帯の調査位置図（D-1トレンチ付近）

H25.4.24以降得られたデータ

57



(空ページ)

4. D-1 破砕帯に関する調査結果

4.1 2号炉原子炉建屋付近の調査

2号炉原子炉建屋直下に連続するD-1破砕帯の性状を直接確認するために、2号炉原子炉建屋南方斜面で剥取調査及び2号炉原子炉建屋北方でボーリング調査（D1-2孔、D1-3孔、D1-4孔、D1-5孔）を実施した。【資料4.1-1】

2号炉原子炉建屋南方斜面での剥取調査では、D-1破砕帯はNNE-SSW方向で、西傾斜を示し、カタクレーサイト及び断層ガウジからなる【資料4.1-2】。断層ガウジは暗褐色の色調を呈する縞状構造が認められ、面構造が発達し、比較的明瞭である。断層ガウジ内の構成粒子はよく円磨されている。

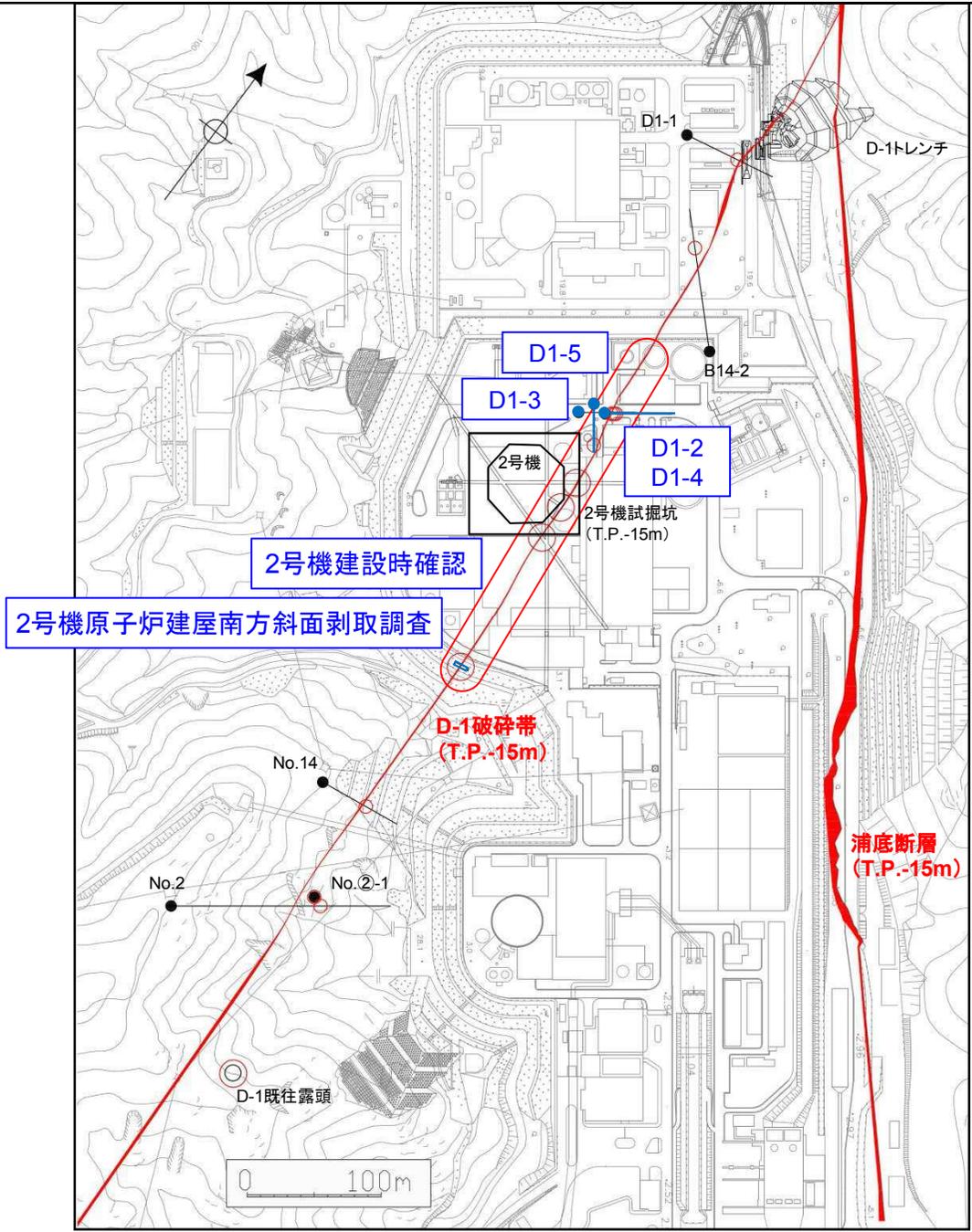
最新活動面について複数の条線方向を統計的に確認した結果、縦ずれ成分が卓越する【資料4.1-3】。条線の面構造から推定される変位センスは、正断層成分が卓越している【資料4.1-4~6】。最新活動面の薄片試料観察による変位センスは、正断層センスである【資料4.1-7】。

2号炉原子炉建屋北方で実施したボーリング調査では、各孔のD-1破砕帯は、カタクレーサイト及び断層ガウジからなり、N-S~NNW-SSE方向の高角度西傾斜の特徴を有する。断層ガウジは、灰黄色、灰白色、灰褐色等の色調を呈する縞状構造が認められ、構成粒子がよく円磨され面構造が発達している。最新活動面の薄片試料観察による変位センスは、正断層センスが推定される。【資料4.1-8~10】

2号機原子炉建屋付近の調査 位置図

H25.4.24以降得られたデータを反映

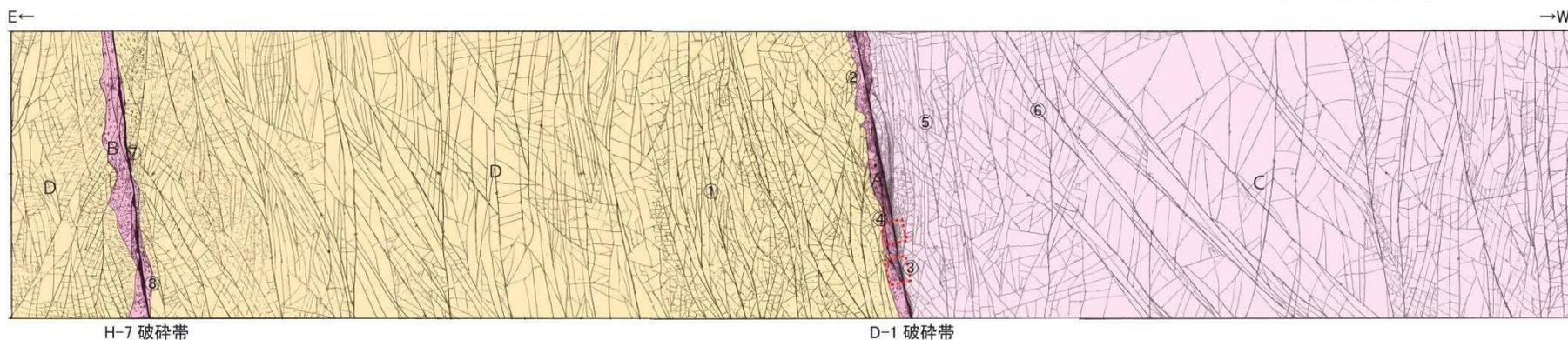
60



- 凡例
- ボーリング調査
※塗り潰しはBH-TV実施孔
 - D-1破碎帯確認位置
 - ⊕ 2号機試掘坑調査
 - D-1既往露頭調査
 - D-1トレンチ調査
 - 2号機原子炉建屋南方斜面剥取調査
※破碎帯分布はT.P.-15mスライス

2号機原子炉建屋南方斜面剥取調査(D-1破碎帯) スケッチ及び写真

H25.4.24以降得られたデータを反映



断裂の走向傾斜

⑦ fN1E76W

⑧ fN9E74W

⑦～⑧ H-7 破碎帯

・断層ガウジ 幅 0.1-1.0 cm程度

(暗褐色粘土からなる)

・カタクレーサイト 幅 10-15 cm程度

断裂の走向傾斜

① j:N7E73W

② fN16E63W

③ fN22E65W

④ fN20E63W

②～④ D-1 破碎帯

・断層ガウジ 幅 0.5-3 cm程度

断層ガウジには面構造が発達している。

(暗褐色粘土幅 0.2-1.0 cm,

礫混じり粘土幅 0-3 cm)

・カタクレーサイト 幅 5-20 cm程度

⑤ j:N3E74W

j:節理

⑥ j:N48W69W

f:せん断面

A: D-1 破碎帯カタクレーサイト: 黒褐色～浅黄橙色 (10YR3/1 ~ 10YR8/3)。

礫混じりシルト質砂状でやや固結している。

厚さ 2 ~ 3mm の暗褐色 (7.5Y3/3) を呈すガウジを含む。

B: H-7 破碎帯カタクレーサイト: 黒褐色～灰白色 (2.5Y3/1 ~ 2.5Y8/1)。

礫混じり砂質シルト粘土状でやや軟質である。

厚さ 3 ~ 20mm の黒褐色 (7.5Y3/1) を呈すガウジを含む。

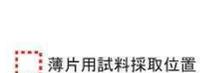
C: アプライト: 灰白色～浅黄橙色 (2.5Y7/1 ~ 10YR8/3)。

やや軟質で変質を受けているが西側ほど新鮮で硬質である。

D: アプライト: 灰白色～浅黄橙色 (2.5Y7/1 ~ 7.5YR8/3)。

弱風化を受けた細角礫主体であり、細かい割れ目が発達する。

0 100cm



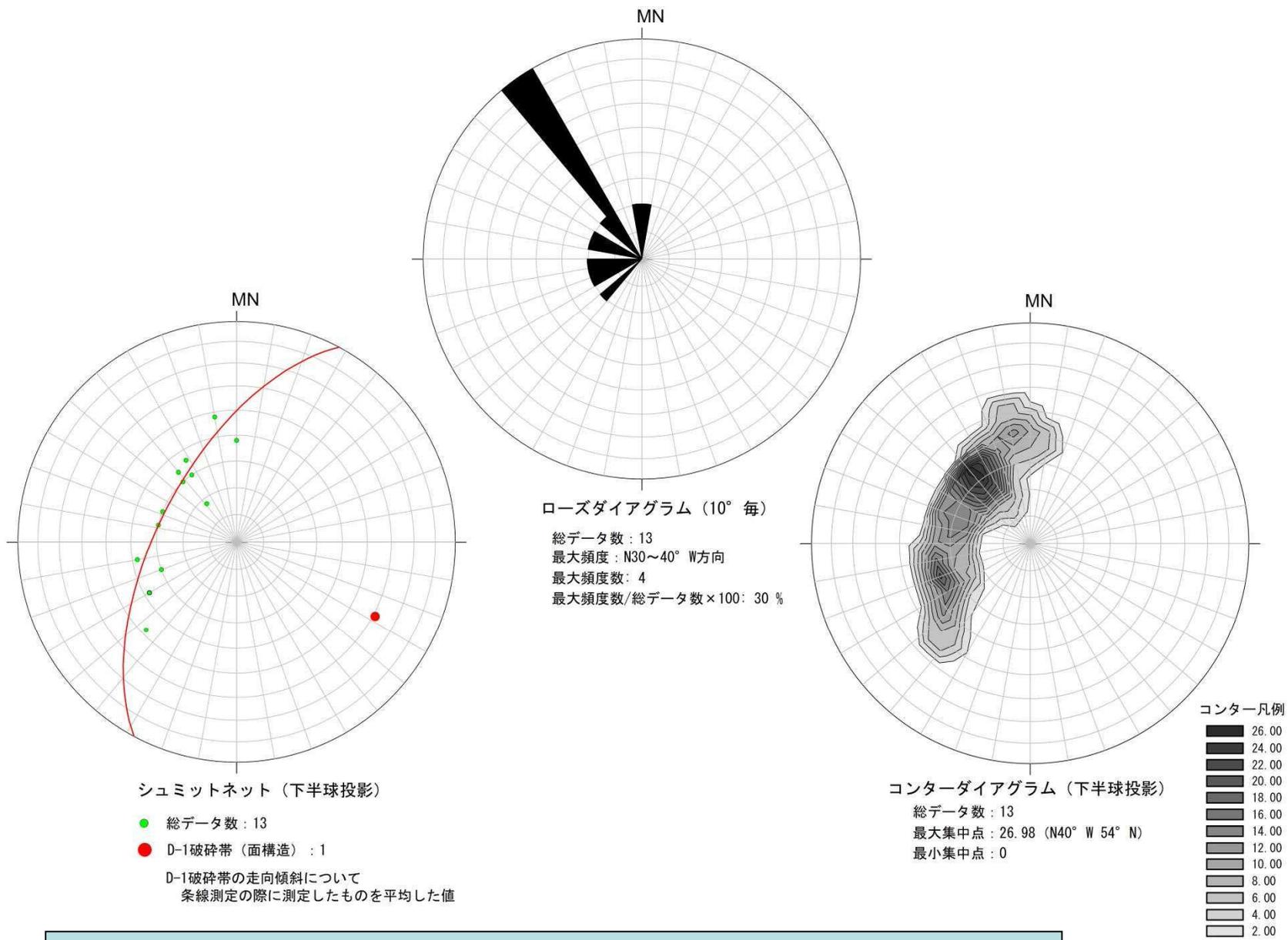
薄片用試料採取位置

地質凡例



※破碎帯の走向・傾斜は偏角未補正である。

- ・岩相境界に位置する破碎帯をD-1破碎帯と判断した。
- ・D-1破碎帯はNNE-SSW方向、西傾斜を示し、カタクレーサイト及び断層ガウジからなる。

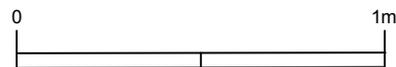


・D-1破碎帯最新活動面における条線については、N30° ~40° Wを示す縦ずれ成分が卓越。
 ・高~中角度を示すプランジが多い。

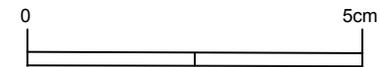


法面剥取部写真(全景)

・褐色及び黒褐色の断層ガウジが直線的に露頭全体を切っている。



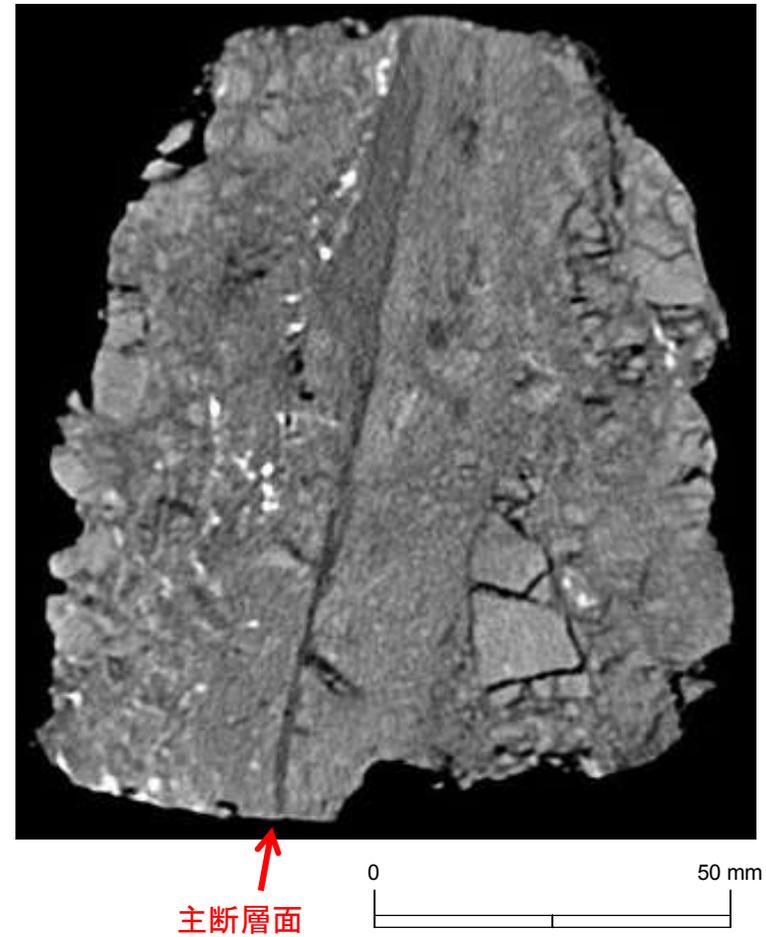
・褐色を呈する薄く軟質な断層ガウジが直線的に周囲の断層ガウジを切っている。



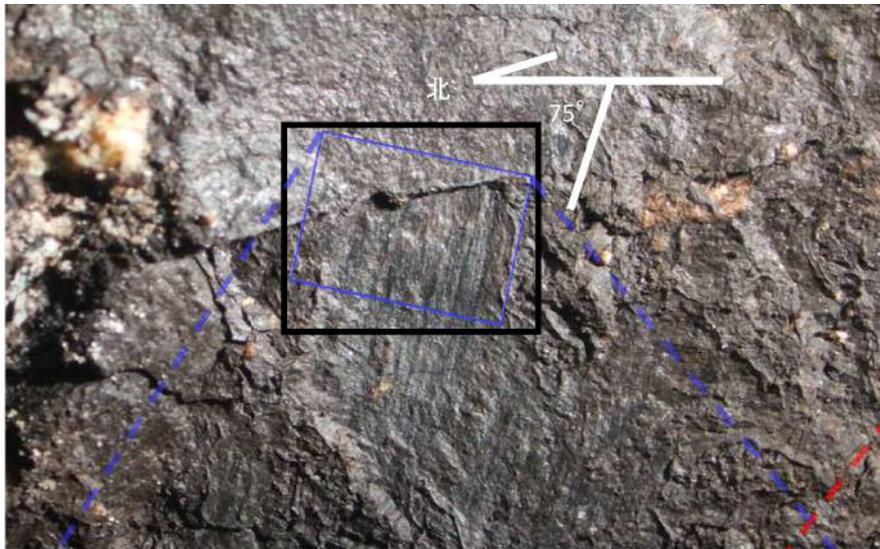
最新活動面は、露頭全体において、全体を切っていて最も軟質な面の中で最も直線的な面としている。



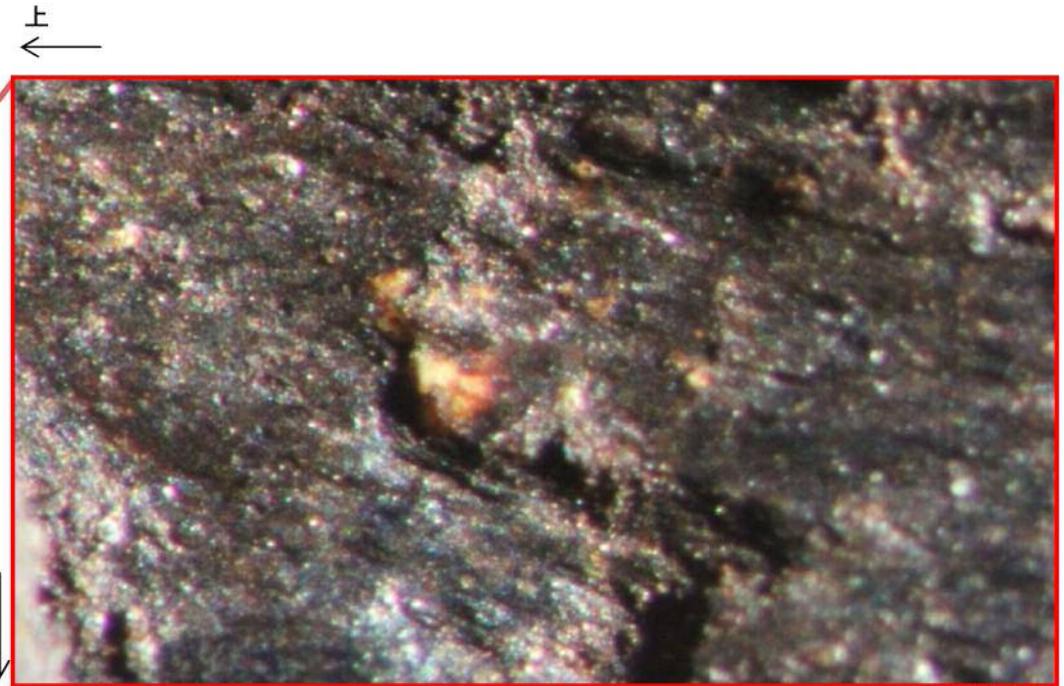
主断層面(最新面)に沿って約2mmの幅の断層ガウジが観察される。



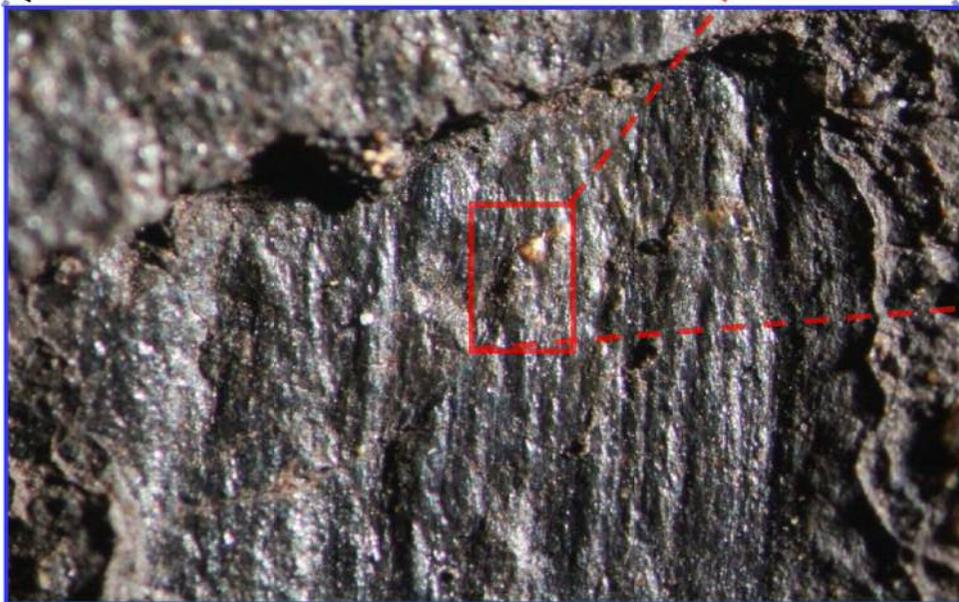
主断層面(最新面)沿いに断層ガウジが狭長な分布を示す。



西側から下盤上の主断層面を見る。高角度(L75°)の条線が観察される。



西側から下盤上の主断層面を見る。

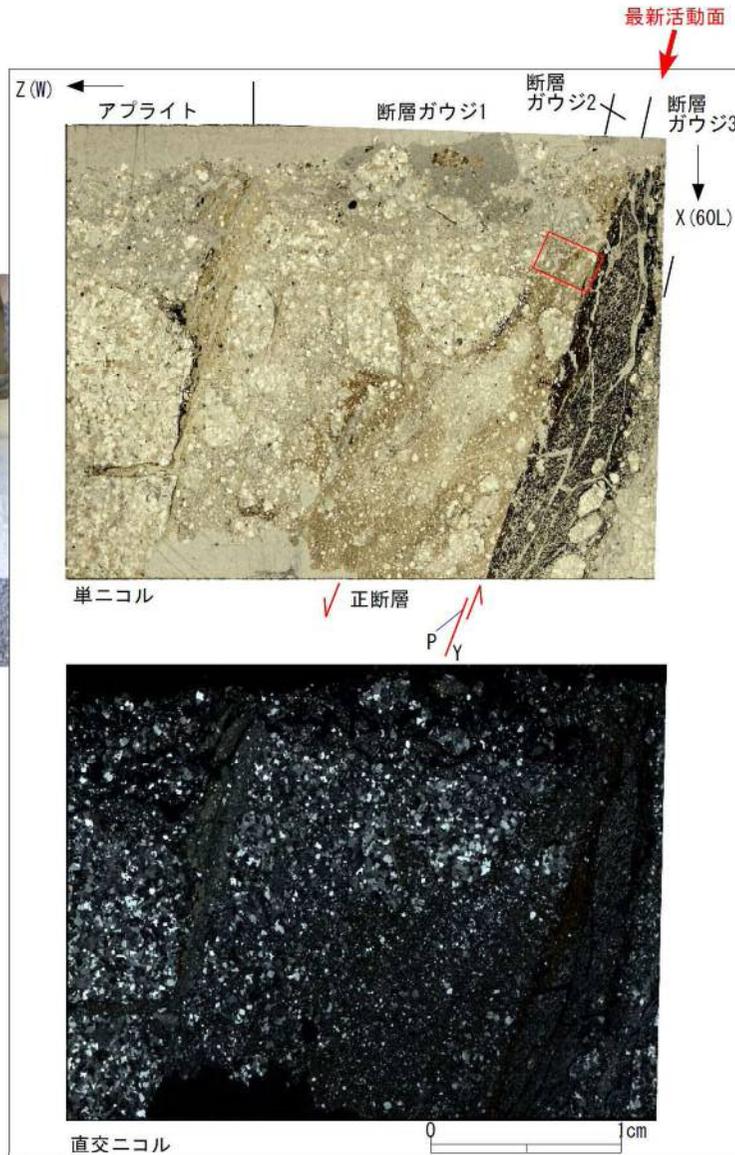
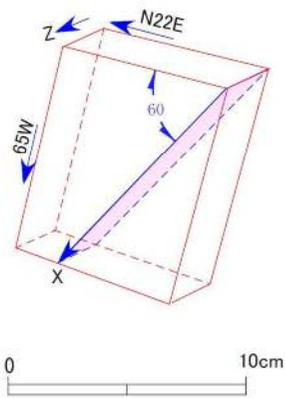
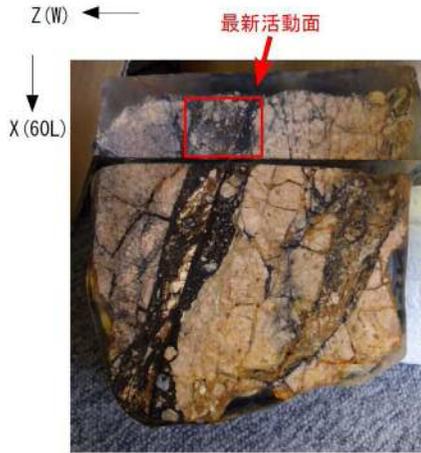


西側から下盤上の主断層面を見る。高角度の条線が観察される。

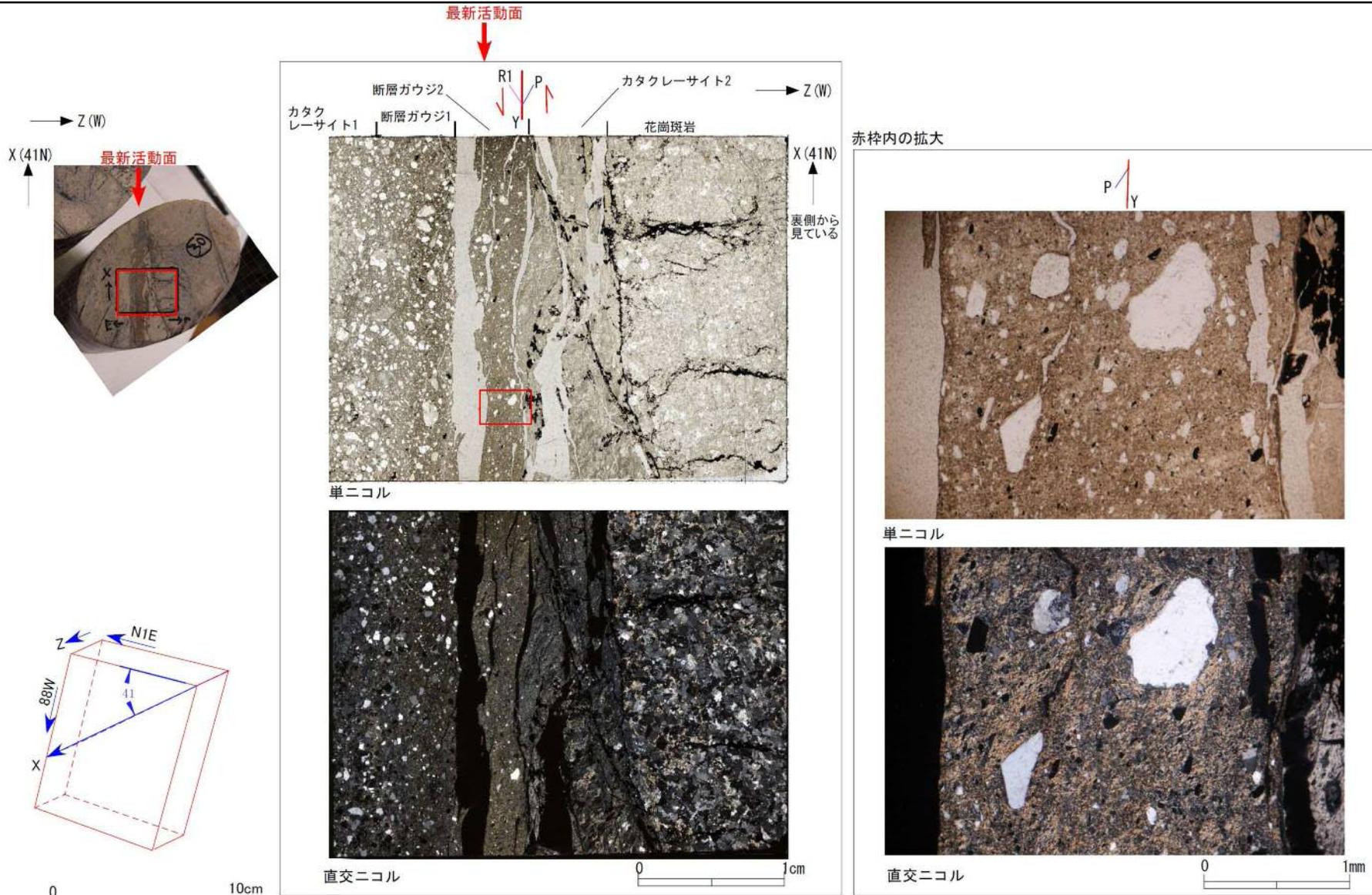
- ・高角度(L75°)の条線が観察される。
- ・条線の面構造より、正断層の変位センスが確認された。

2号機原子炉建屋南方斜面剥取調査(D-1破碎帯) 薄片試料観察(条線方向)

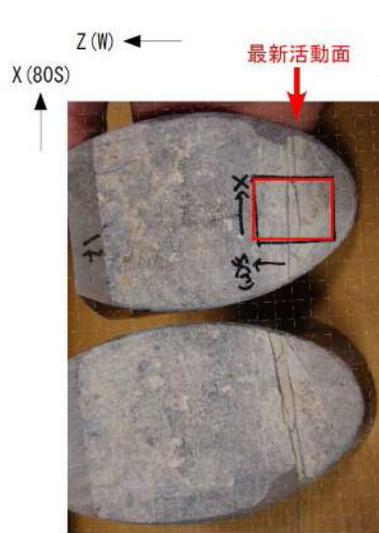
69



- ・アブライト
石英、斜長石、カリ長石からなる。
- ・断層ガウジ1
褐灰色を呈する細粒の基質及び径0.1mm~6mmの亜角~垂円礫状の石英、長石、カタクレーサイトのフラグメントからなる。
基質には粘土鉱物を多く含む。
- ・断層ガウジ2 (最新活動面)
褐色~褐灰色を呈する細粒の基質及び径0.01mm~1mmの亜円~亜角礫状の石英、長石、カタクレーサイトのフラグメントからなる。フラグメントは円磨されているものが多い。
基質には粘土鉱物を多く含む。P面から正断層の変位センスが判読される。
- ・断層ガウジ3
褐色を呈する細粒の基質及び径0.01mm~0.5mmの垂円礫状の石英、長石、カタクレーサイトのフラグメントからなる。



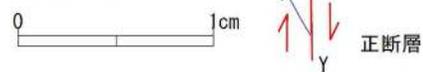
- 断層ガウジ1
褐灰色を呈する細粒の基質及び径0.01mm~3mmの垂角~垂円礫状の石英、長石。カタクレーサイトのフラグメントからなる。基質には粘土鉱物を含む。フラグメントは角張っている。
- 断層ガウジ2(最新活動面)
褐灰色を呈する細粒の基質及び径0.01mm~2mmの垂円~垂角礫状の石英、長石。カタクレーサイトのフラグメントからなる。基質には粘土鉱物を含む。フラグメントは円磨されている。不明瞭であるがP面から右ずれ正断層の変位センスが判読される。
- カタクレーサイト1
径0.1mm~3mmの花崗斑岩、石英、長石のフラグメントからなる。褐灰色を呈する基質には局所的に粘土鉱物が見られるが、全体に少ない。
- カタクレーサイト2
径0.01mm~2mmの花崗斑岩、石英、長石のフラグメントからなる。褐色を呈する基質には局所的に粘土鉱物が見られるが、全体に少ない。
- 花崗斑岩
径0.1mm~2mmの石英、長石からなる。



単ニコル



直交ニコル



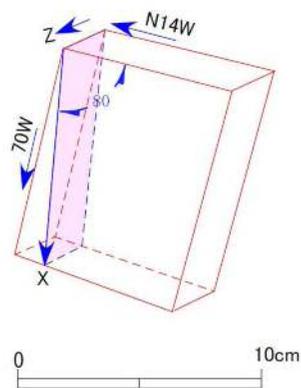
赤枠内の拡大



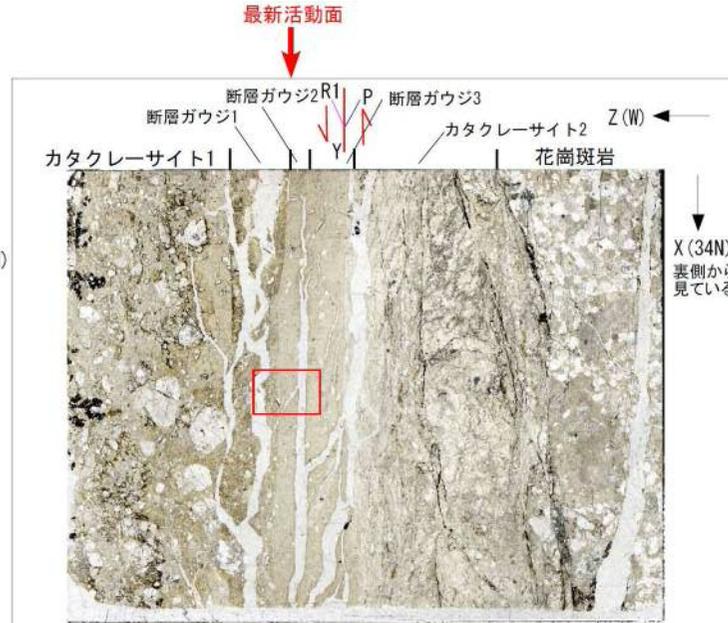
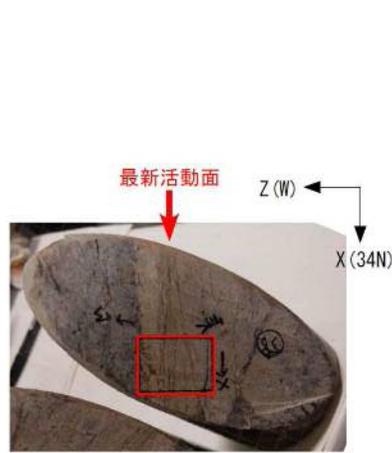
単ニコル



直交ニコル



- 断層ガウジ (最新活動面)
褐色を呈する細粒の基質及び径0.1mm~2mmの亜円~亜角稜状の石英、長石、カタクレーサイトのフラグメントからなる。基質には粘土鉱物を多く含む。P面から正断層の変位センスが判断される。フラグメントは円磨されている。
- カタクレーサイト1
褐色を呈する細粒の基質及び径0.1mm~3mmの花崗斑岩、石英、長石のフラグメントからなる。基質には粘土鉱物が少ない。
- カタクレーサイト2
褐色を呈する細粒の基質及び径0.1mm~2mmの花崗斑岩、石英、長石のフラグメントからなる。

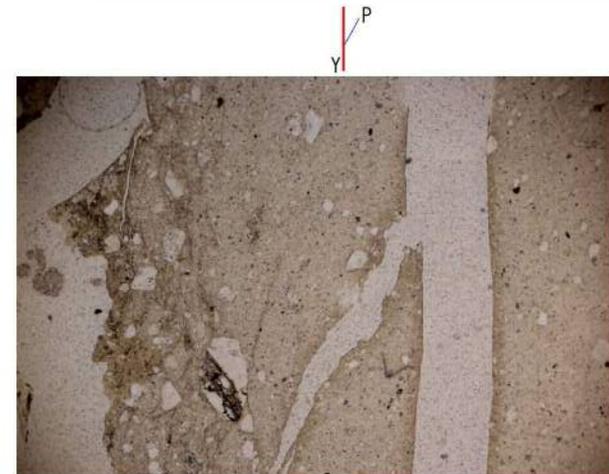


単ニコル



直交ニコル

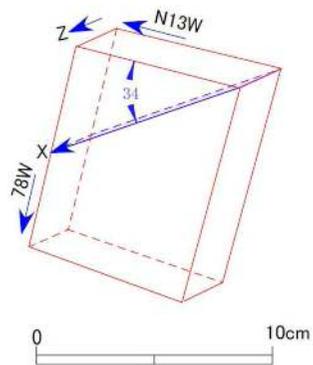
赤枠内の拡大



単ニコル



直交ニコル



- 断層ガウジ1
褐色を呈する細粒の基質及び径0.01mm~3mmの亜角礫状の石英、長石、カタクレーサイトのフラグメントからなる。基質には粘土鉱物を含む。フラグメントは角張っている。
- 断層ガウジ2(最新活動面)
褐灰~灰色を呈する細粒の基質及び径0.01mm~1mmの垂円~亜角礫状の石英、長石、カタクレーサイトのフラグメントからなる。基質には粘土鉱物を多く含む。R1面及びP面から右ずれ正断層の変位センスが判読される。フラグメントは円磨されている。
- 断層ガウジ3
褐灰~灰色を呈する細粒の基質及び径0.01mm~1mmの垂円~亜角礫状の石英、長石、カタクレーサイトのフラグメントからなる。基質には粘土鉱物を多く含む。フラグメントは円磨されている。
- カタクレーサイト1
径0.1mm~4mmの花崗斑岩、石英、長石のフラグメントからなる。褐色を呈する基質には局所的に粘土鉱物が見られるが、全体に少ない。
- カタクレーサイト2
径0.1mm~2mmの花崗斑岩、石英、長石のフラグメントからなる。褐色を呈する基質には局所的に粘土鉱物が見られるが、全体に少ない。
- 花崗斑岩
径0.1mm~2mmの石英、長石からなる。

(空ページ)

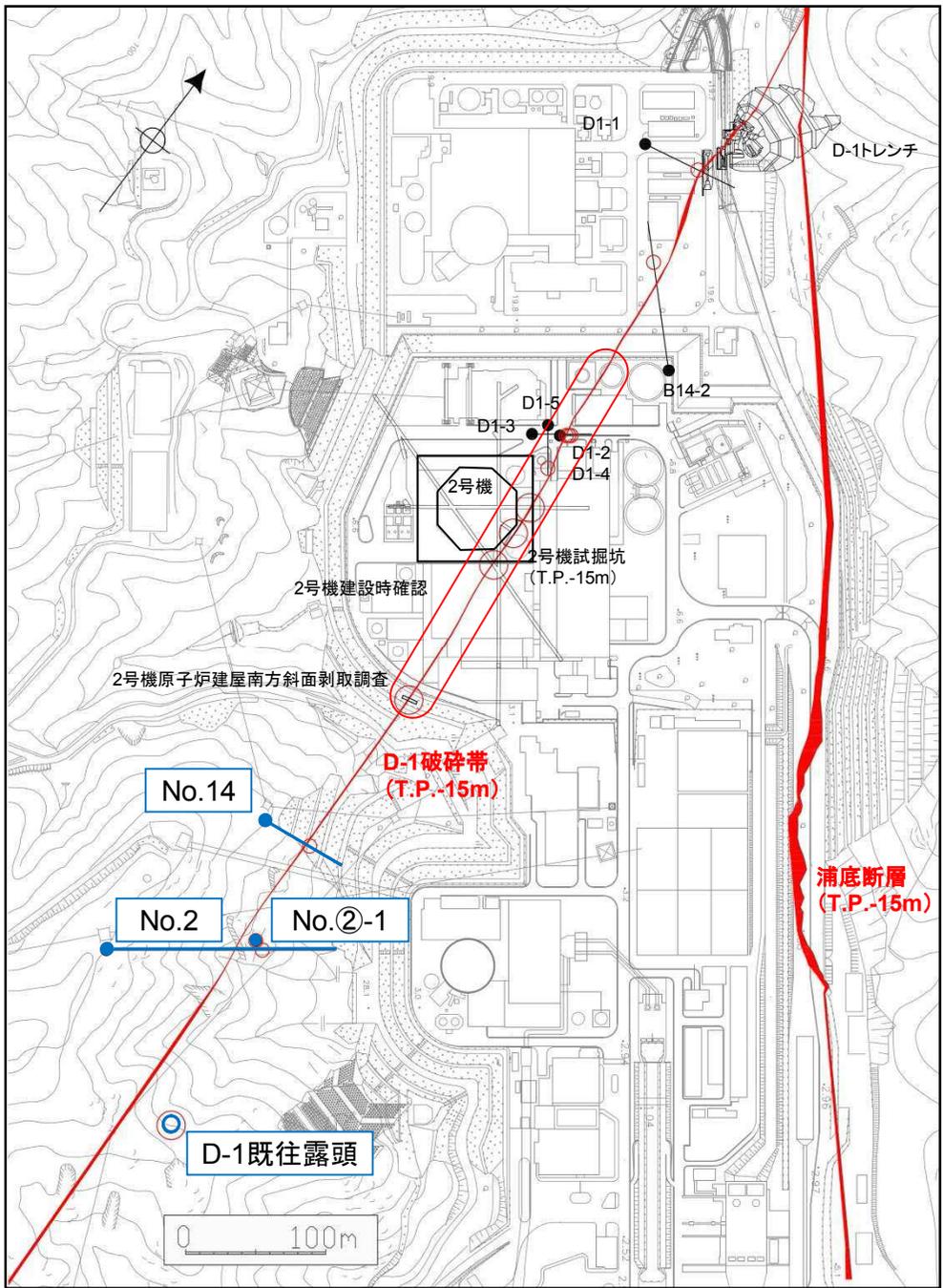
4.2 2号炉原子炉建屋南方の調査

2号炉原子炉建屋南方のD-1 破碎帯の分布を明らかにし、上載地層法に基づく活動性評価を行うため、ボーリング調査（No.14 孔，No.②-1 孔，No.2 孔）及びD-1 既往露頭調査を実施した。【資料 4.2-1】

D-1 既往露頭については、第四系を層相により上位からA～C層に、基盤岩を岩種や風化の程度によりD～Hに区分した。

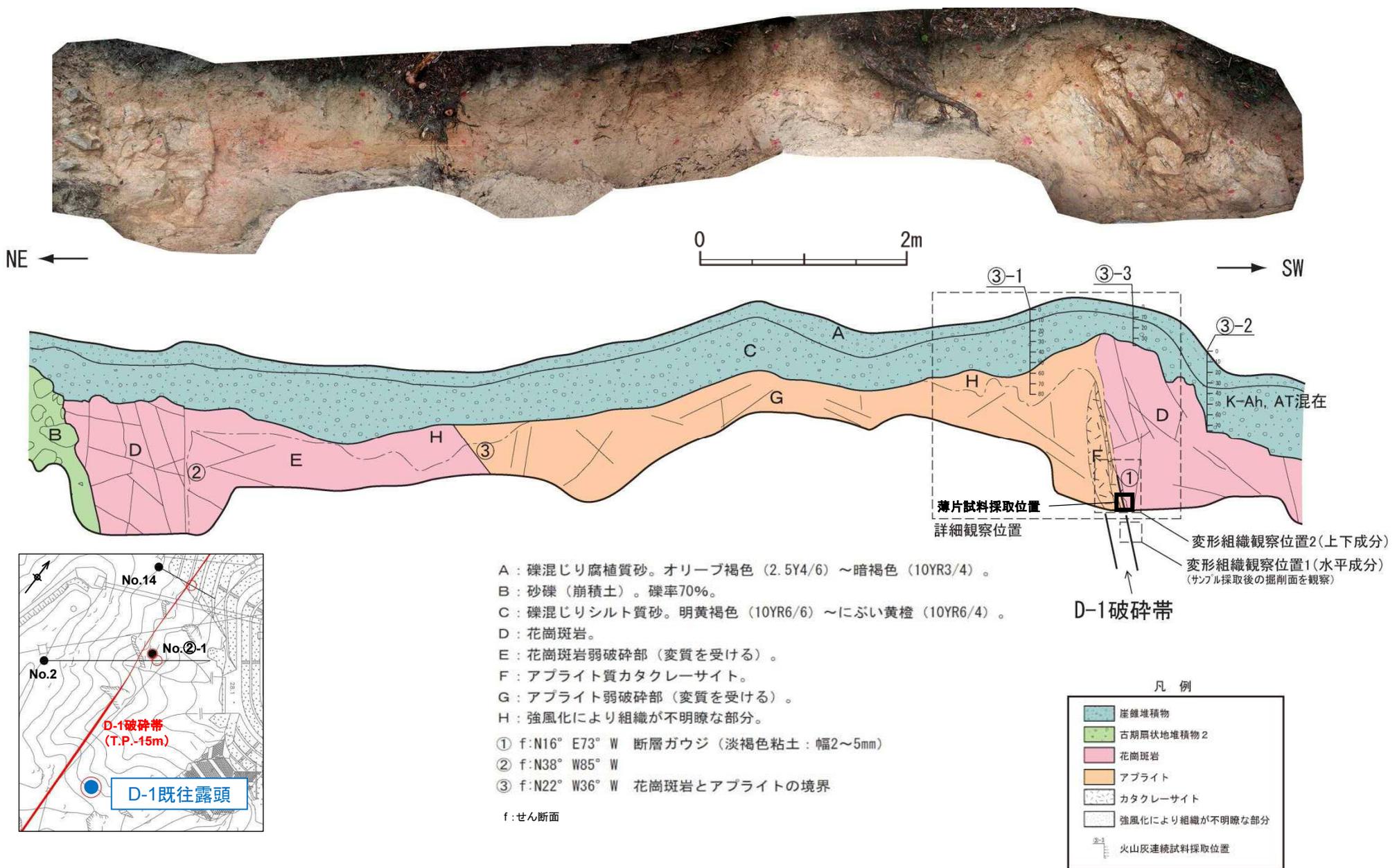
D-1 破碎帯は、アプライト質カタクレーサイト及び淡褐色の色調を呈する断層ガウジからなり、NNE-SSW 方向で高角度西傾斜である。詳細観察結果によれば、破碎帯は基盤岩上部の風化により、ガウジ部の組織が不明瞭となるが、C層に変位・変形を与えていない。【資料 4.2-2,3】

テフラ分析の結果、C層には、AT（約 2.9~2.6 万年前，第四紀後期更新世最末期）並びに K-Ah（約 7,300 年前，第四紀完新世；町田他(2003)）が混在して含まれている。【資料 4.2-4】



- 凡例
- ボーリング調査
※塗り潰しはBH-TV実施孔
 - D-1破砕帯確認位置
 - ⊕ 2号機試掘坑調査
 - D-1既往露頭調査
 - ⊖ D-1トレンチ調査
 - 2号機原子炉建屋南方斜面剥取調査
※破砕帯分布はT.P.-15mスライス

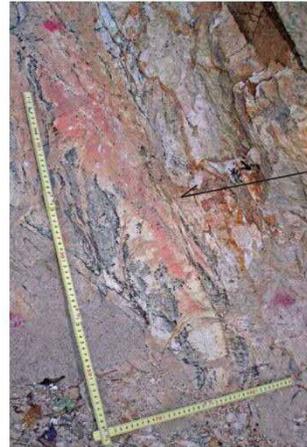
73



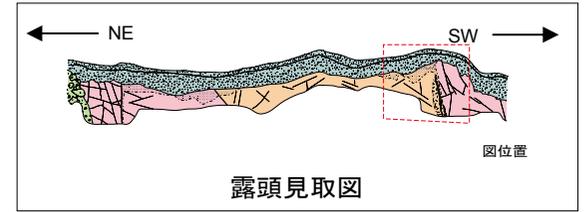


拡大写真位置

D-1破碎帯



割れ目に沿って風化が進んでいる



露頭見取図

- ・破碎帯はK-Ah(約7,300年前)以降に堆積した地層に変位・変形を与えていない。
- ・破碎帯は基盤岩上部の風化により、ガウジ部の組織が不明瞭となる。

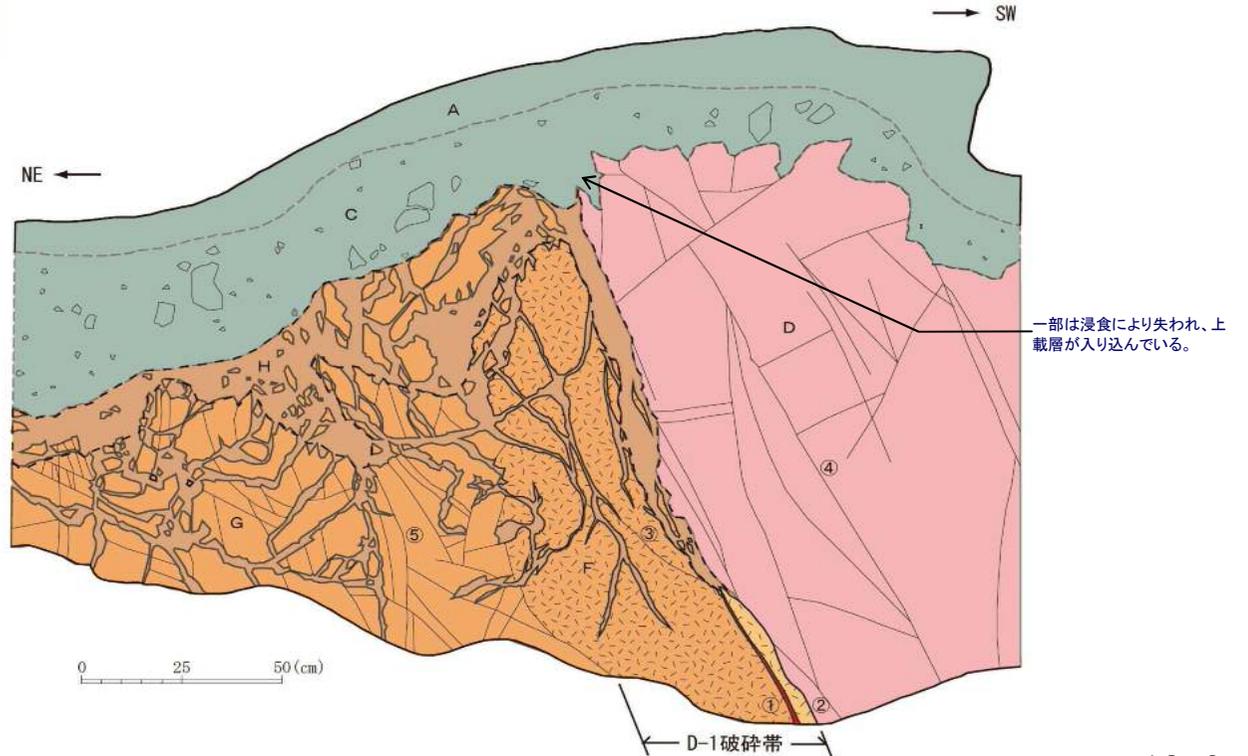
凡例

- 崖錐堆積物
- アブライト
- 花崗斑岩
- カタクレーサイト
- 強風化により組織が不明瞭な部分

- A: 腐植質シルト質砂 黄褐色 (10YR5/2)
- C: 礫混じりシルト質砂 にぶい黄橙 (10YR6/4)。礫率10%
- D: 花崗斑岩 浅黄橙色 (7.5YR8/3)
- F: アブライト質カタクレーサイト
- G: アブライト 風化し、軟質。浅黄橙色 (10YR8/4)
- H: アブライト(強風化部) 砂質シルト状。浅黄橙色 (10YR8/3) ~ 橙色 (7.5YR7/6)

- ① f: N28° E67° W 断層ガウジ (淡褐色粘土: 幅2~5mm)
- ② f: N26° E66° W 断層ガウジ (淡褐色粘土: 幅0~1mm)
- ③ j: N6° W63° W マンガン付着
- ④ j: N27° E66° W
- ⑤ j: N28° W65° W マンガン付着

j: 節理
f: せん断面

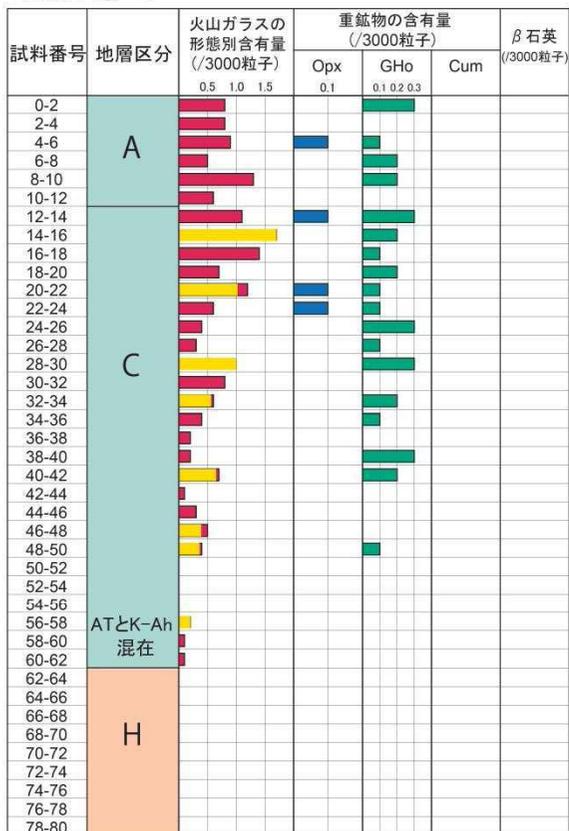


一部は浸食により失われ、上載層が入り込んでいる。

D-1破碎帯

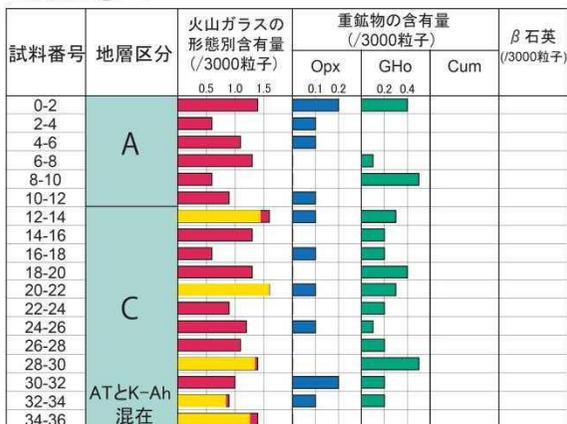
75

地点: ③-1

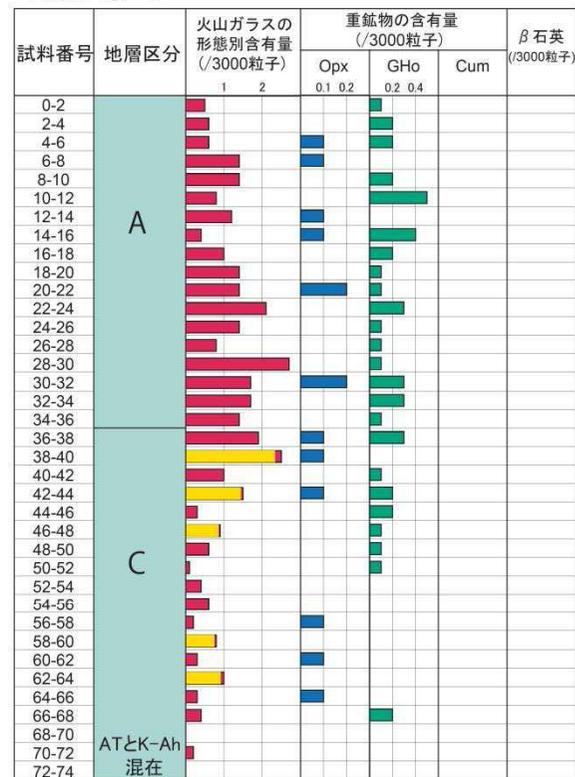


■ K-Ah
■ AT

地点: ③-3



地点: ③-2



C層には、AT（約2.9～2.6万年前）及びK-Ah（約7,300年前）が混在して含まれている。

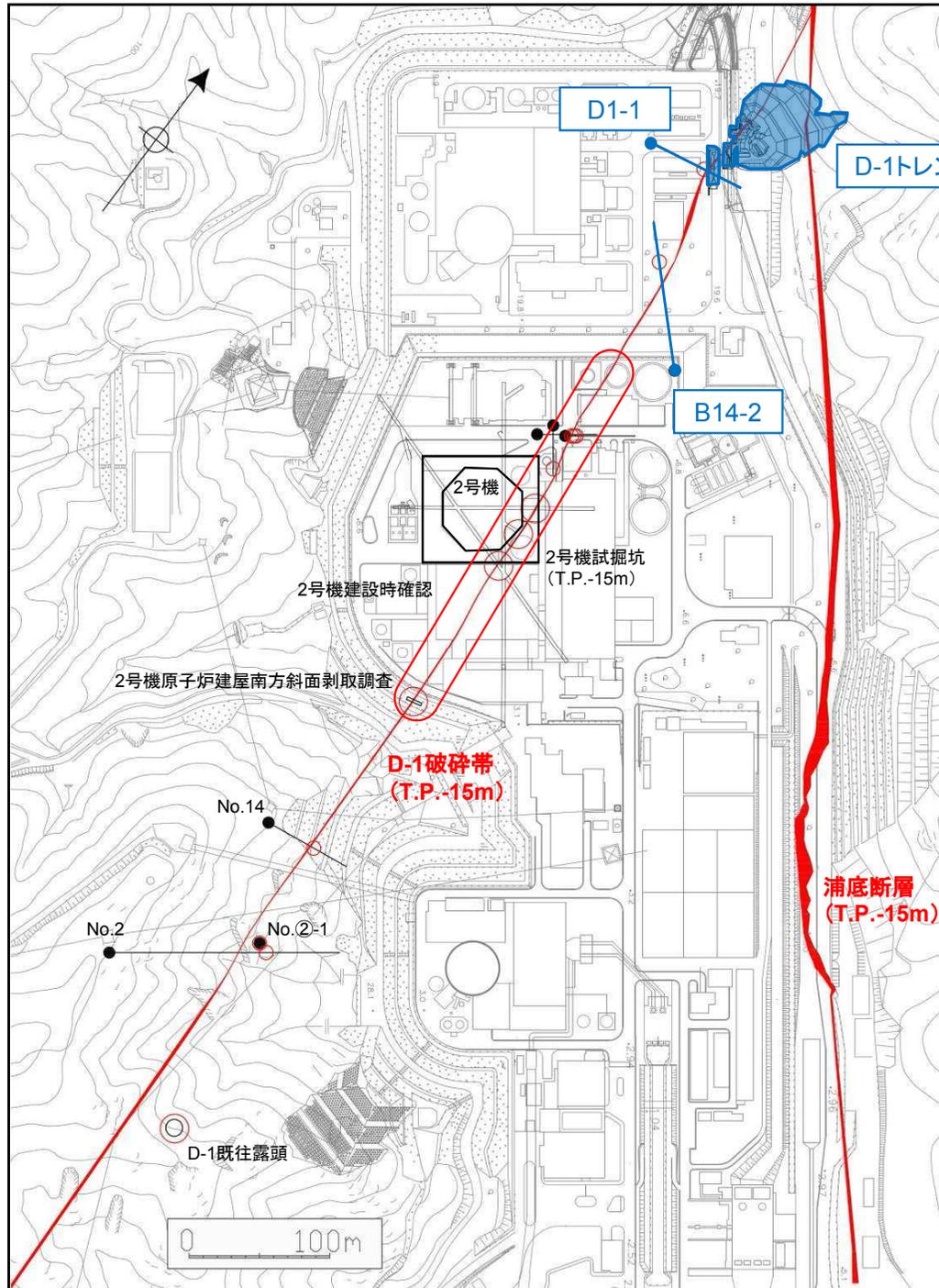
(空ページ)

4.3 2号炉原子炉建屋北方の調査

2号炉原子炉建屋北方のD-1破砕帯の分布を明らかにし、上載地層法に基づく活動性評価を行うため、ボーリング調査（B14-2孔、D1-1孔及びD-1トレンチ内のボーリング）を行うとともに、D-1トレンチ調査を実施した。【資料4.3-1~3】

ボーリング調査結果によれば、2号炉原子炉建屋直下で確認したD-1破砕帯は、幾何学的位置関係及び走向・傾斜に加え、破砕部の性状（主に、断層ガウジの構成粒子の形状、色調、断層幅、硬さ等）及び変位センスの類似性から、D-1トレンチに延長すると判断される。

トレンチ掘削した結果、D-1破砕帯に相当すると判断される破砕帯（以下、「G断層」という）と、その西側に第四系に変位・変形を与えるせん断面（以下、「K断層」という。）が確認された。【資料4.3-4~12】



- 凡例
- ボーリング調査
※塗り潰しはBHIV実施孔
 - D-1破碎帯確認位置
 - 2号機試掘坑調査
 - D-1既往露頭調査
 - D-1トレンチ調査
 - 2号機原子炉建屋南方斜面剥取調査
※破碎帯分布はT.P.-15mスライス



写真1

79

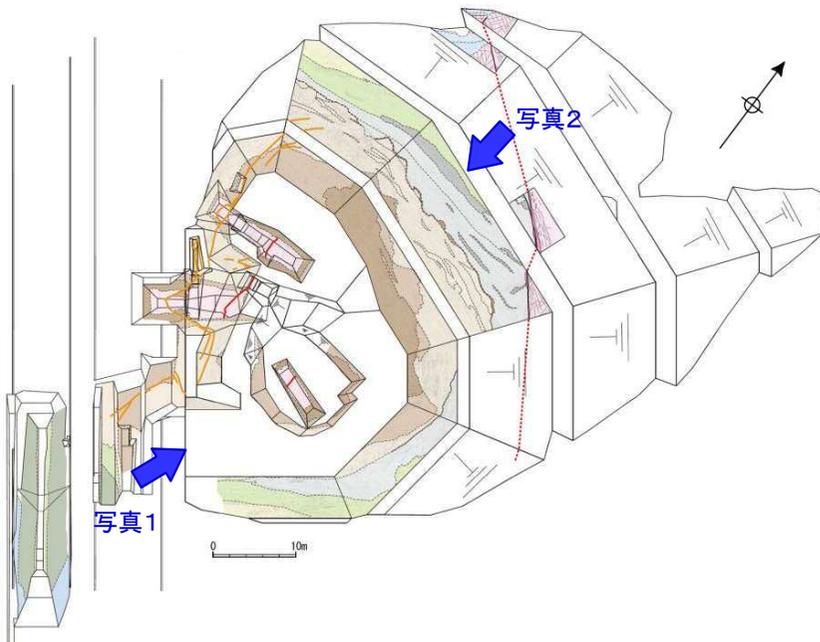
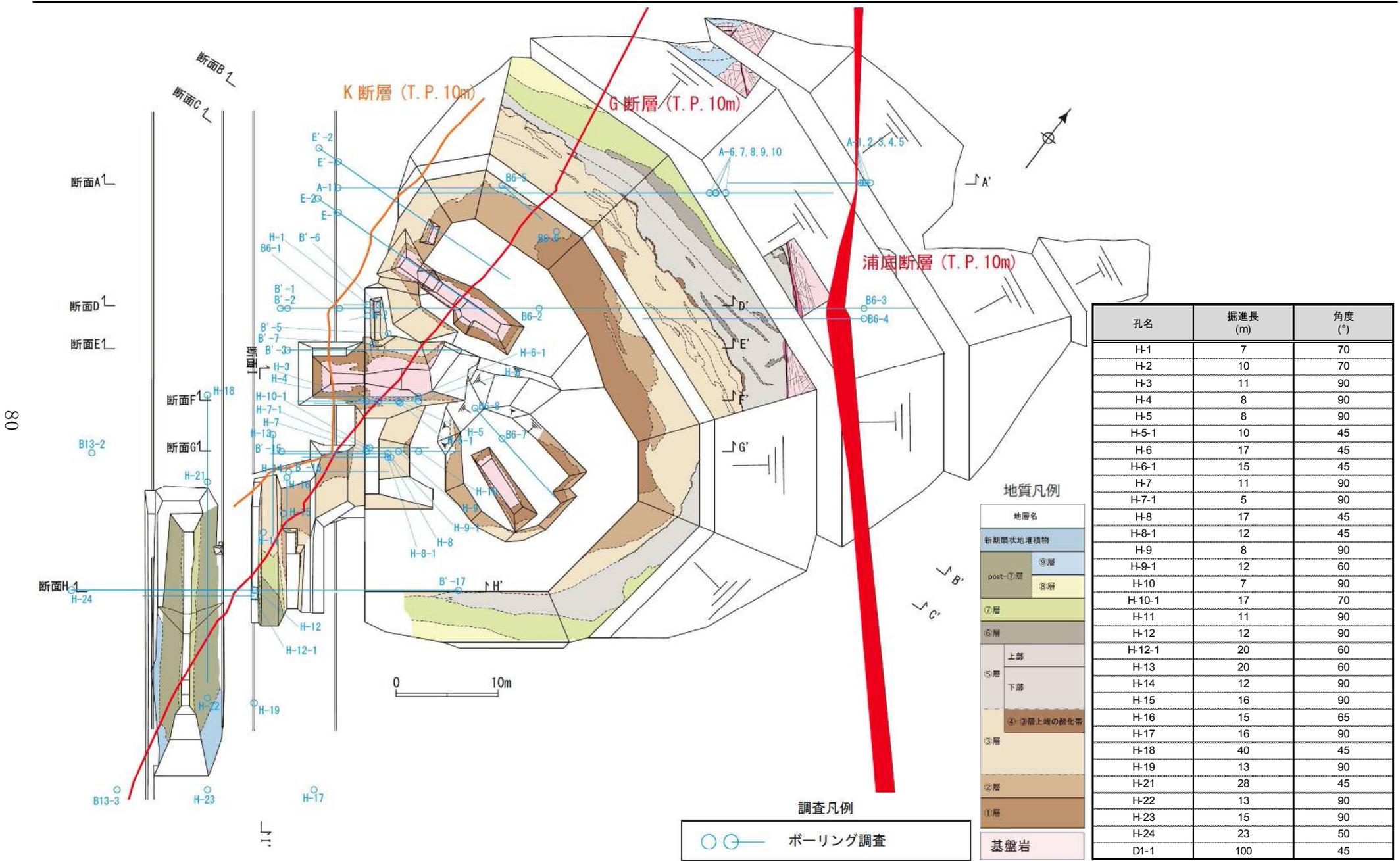


写真2

D-1トレンチ ボーリング調査 平面図

H25.4.24以降得られたデータを反映

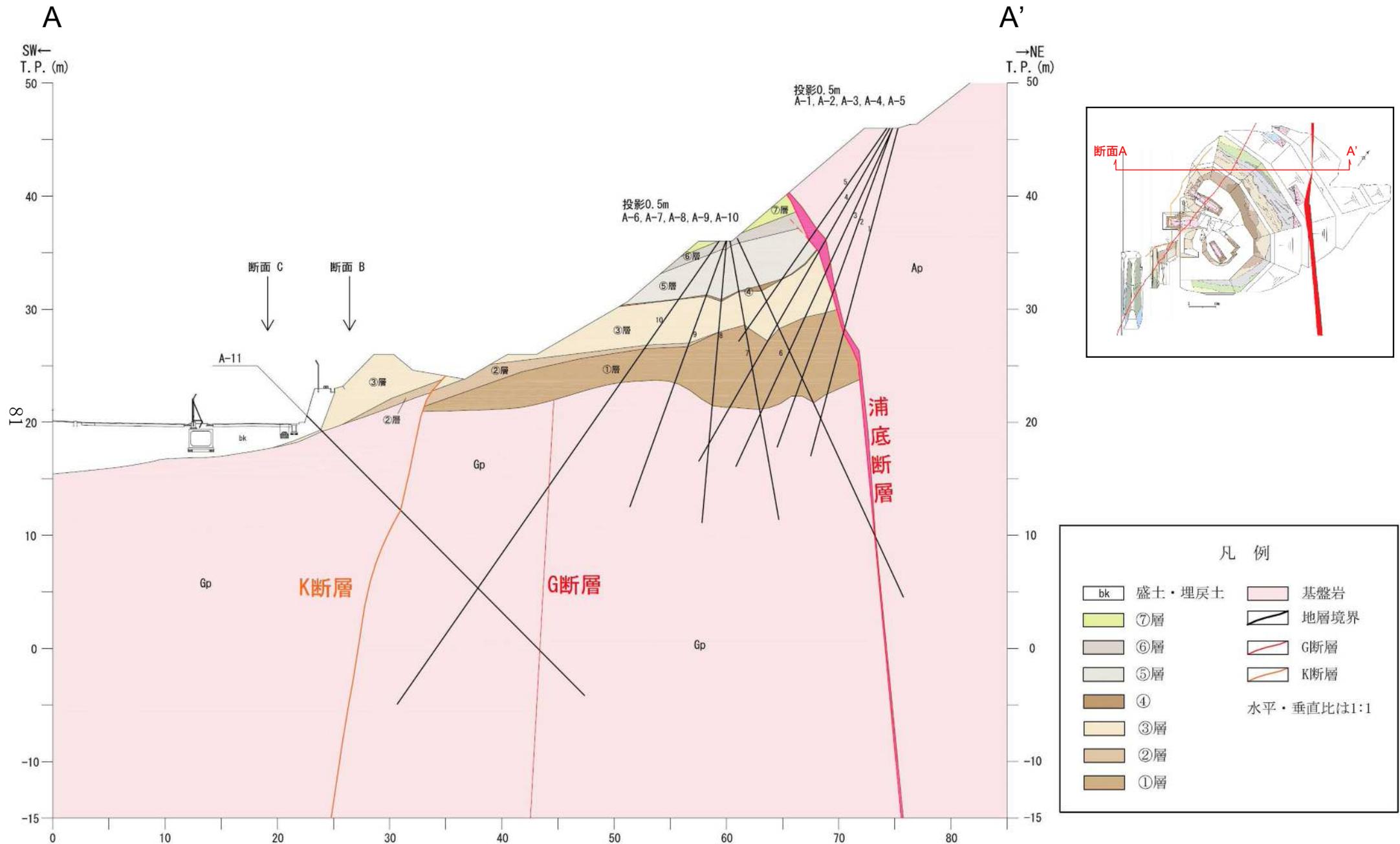


孔名	掘進長 (m)	角度 (°)
H-1	7	70
H-2	10	70
H-3	11	90
H-4	8	90
H-5	8	90
H-5-1	10	45
H-6	17	45
H-6-1	15	45
H-7	11	90
H-7-1	5	90
H-8	17	45
H-8-1	12	45
H-9	8	90
H-9-1	12	60
H-10	7	90
H-10-1	17	70
H-11	11	90
H-12	12	90
H-12-1	20	60
H-13	20	60
H-14	12	90
H-15	16	90
H-16	15	65
H-17	16	90
H-18	40	45
H-19	13	90
H-21	28	45
H-22	13	90
H-23	15	90
H-24	23	50
D1-1	100	45

80

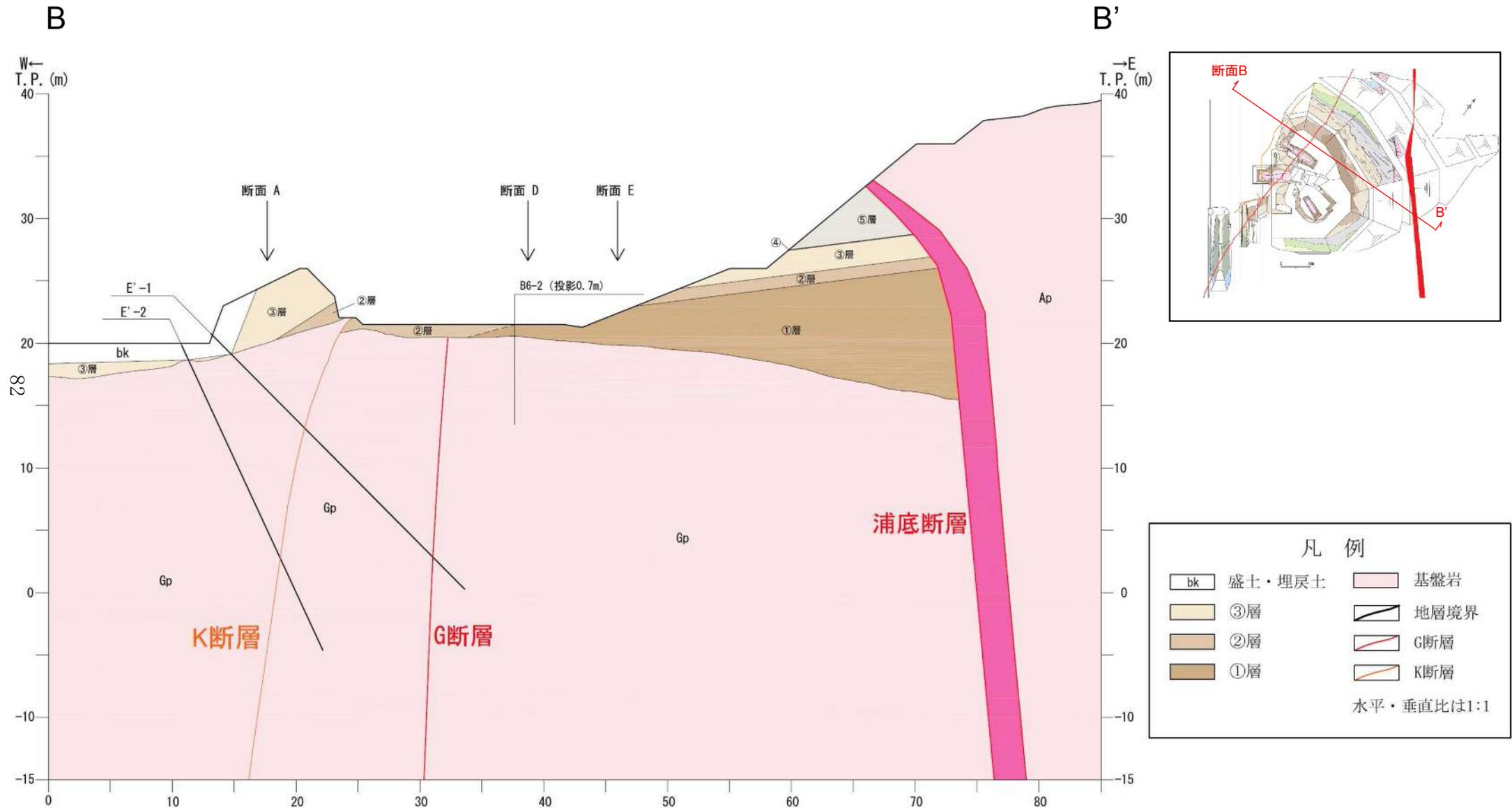
D-1トレンチ ボーリング調査 (断面A-A')

H25.4.24以降得られたデータ



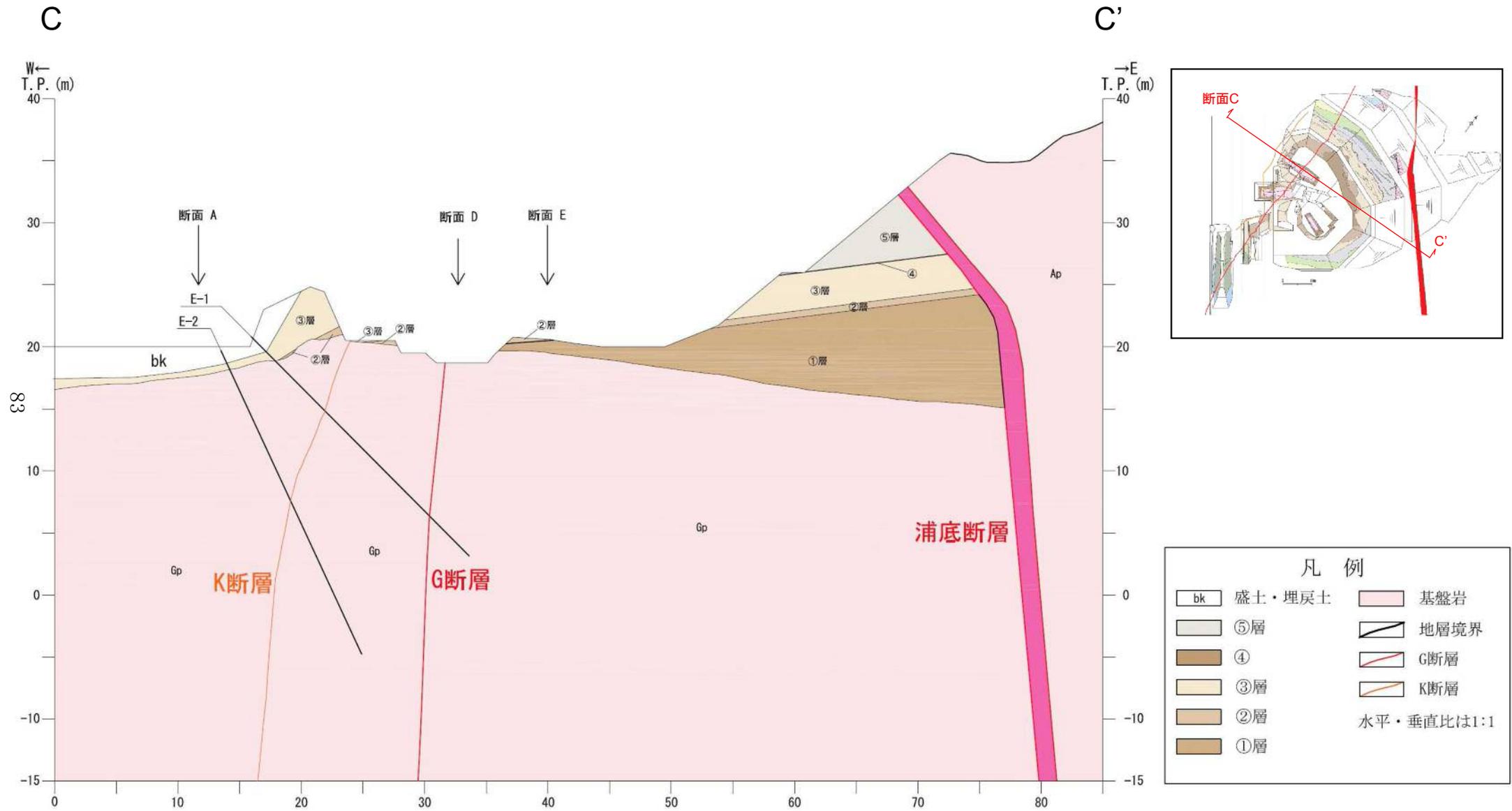
D-1トレンチ ボーリング調査（断面B-B'）

H25.4.24以降得られたデータ



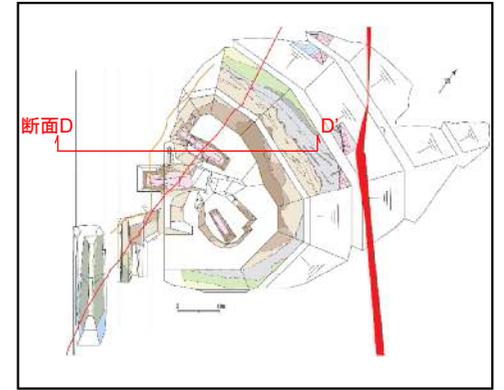
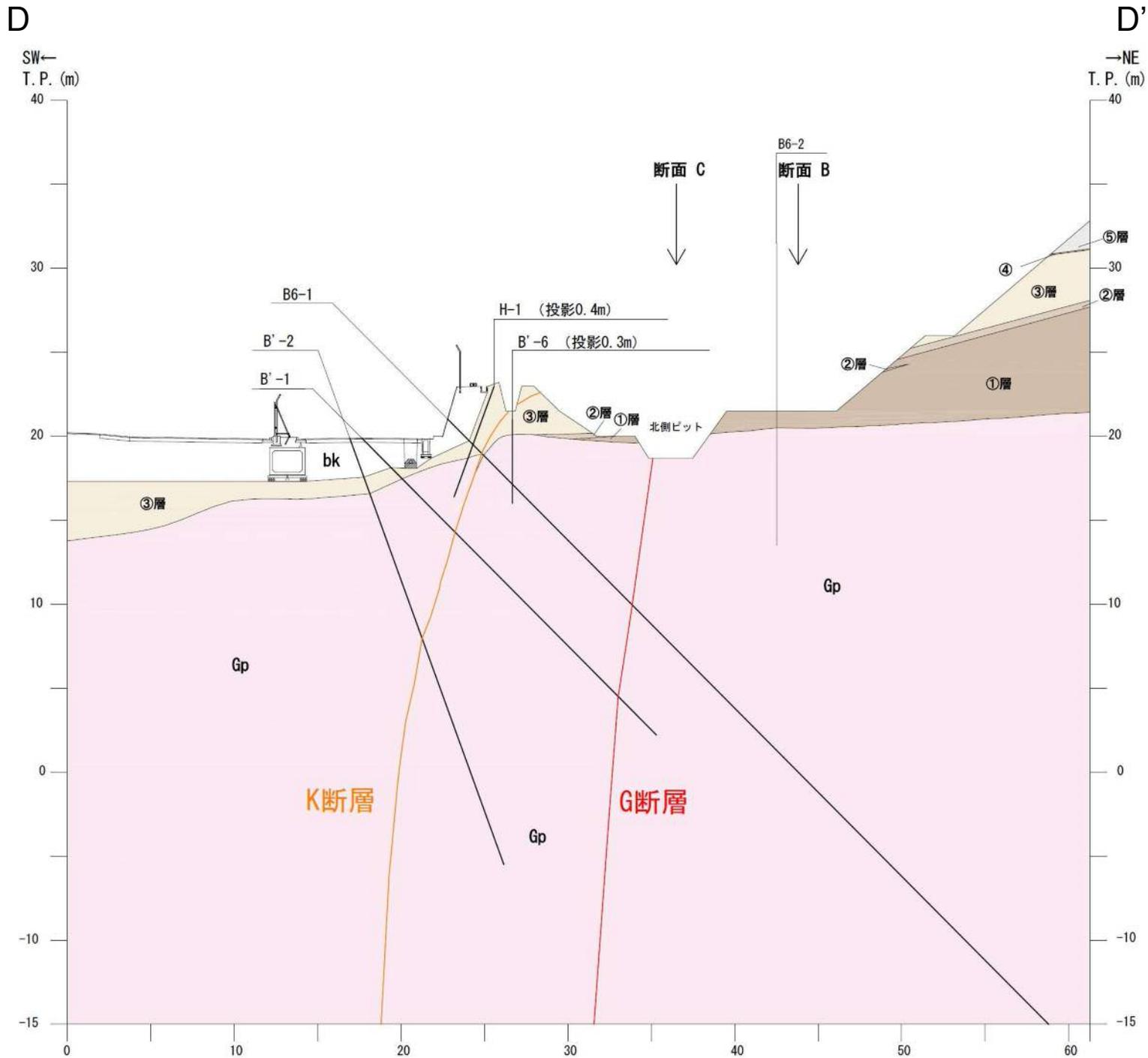
D-1トレンチ ボーリング調査（断面C-C'）

H25.4.24以降得られたデータ



D-1トレンチ ボーリング調査 (断面D-D')

H25.4.24以降得られたデータ



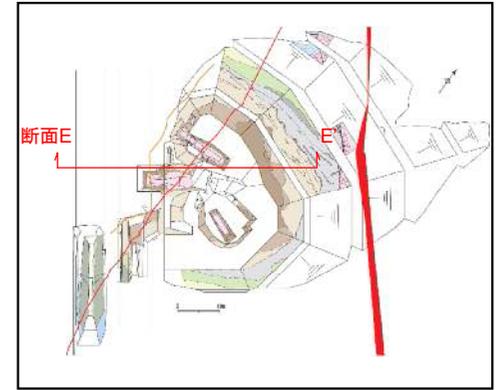
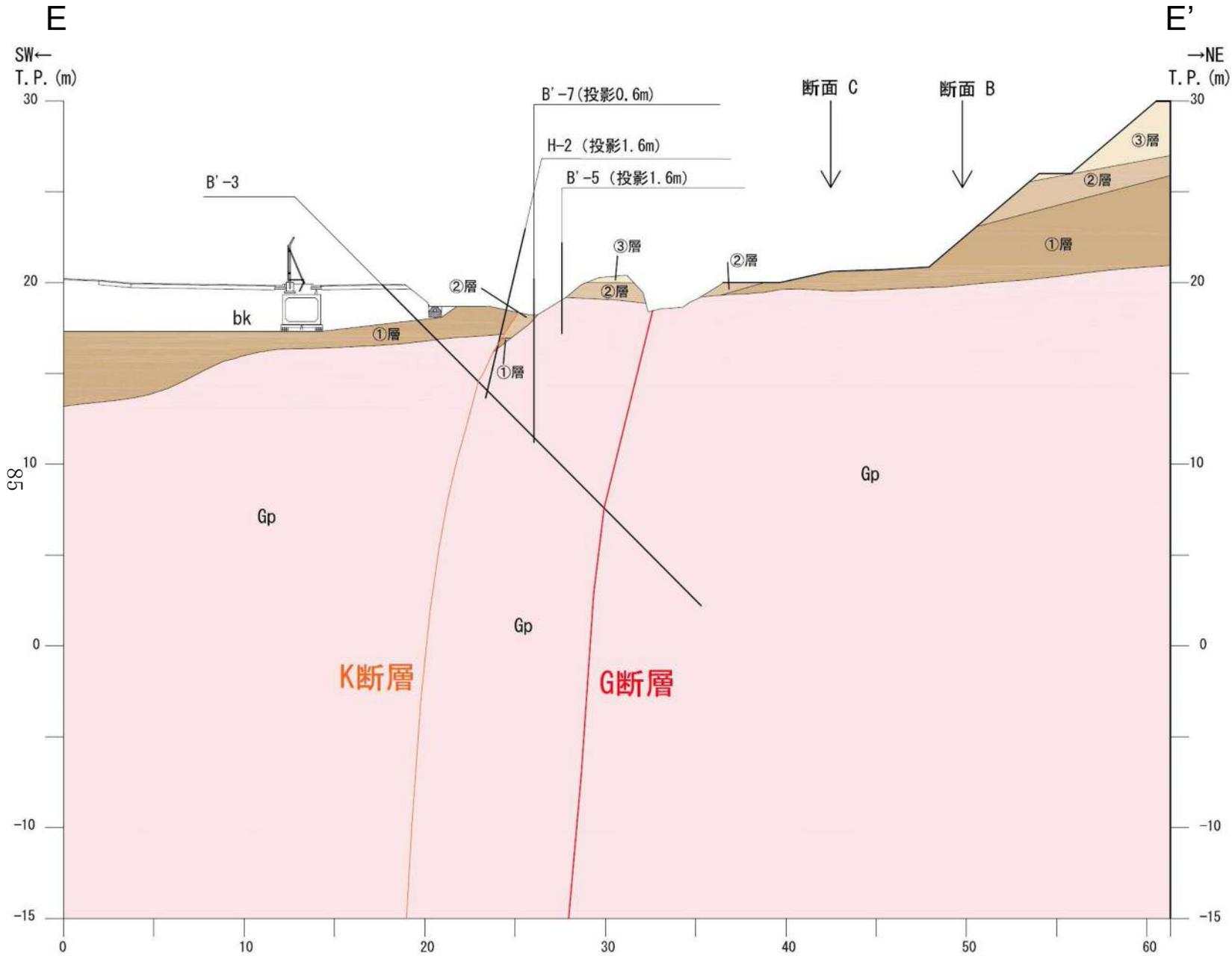
凡例

bk	盛土・埋戻土		基盤岩
⑤層			地層境界
④層			G断層
③層			K断層
②層			水平・垂直比は1:1
①層			

84

D-1トレンチ ボーリング調査 (断面E-E')

H25.4.24以降得られたデータ



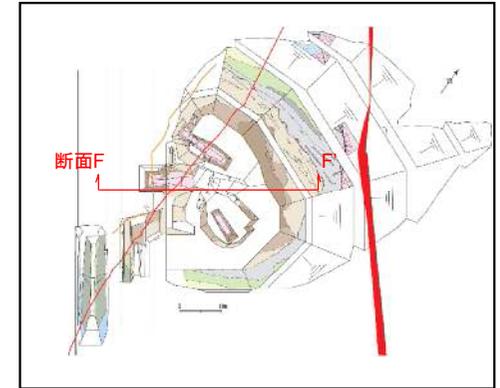
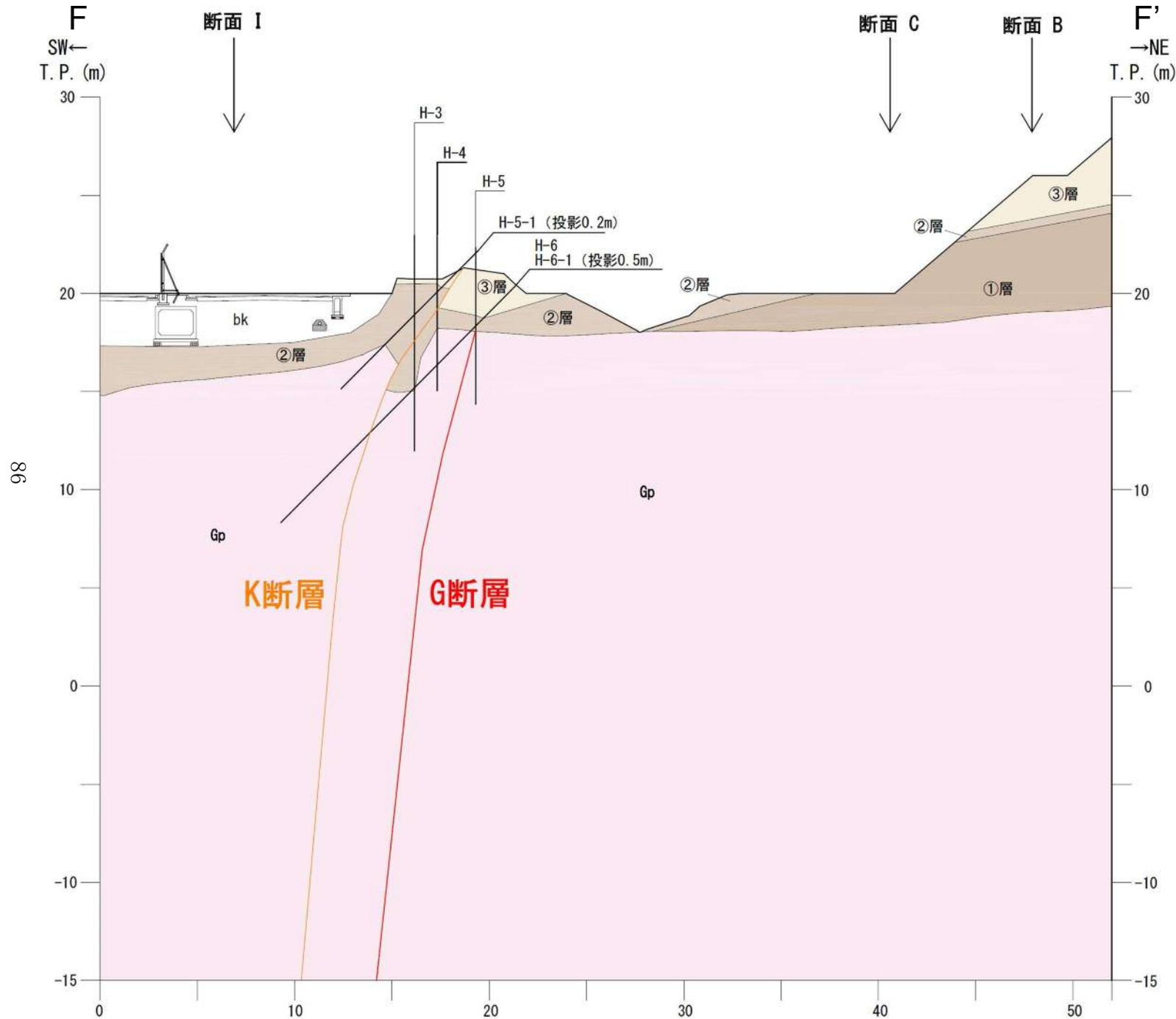
凡例

bk	盛土・埋戻土	基盤岩
③層		地層境界
②層		G断層
①層		K断層

水平・垂直比は1:1

D-1トレンチ ボーリング調査 (断面F-F')

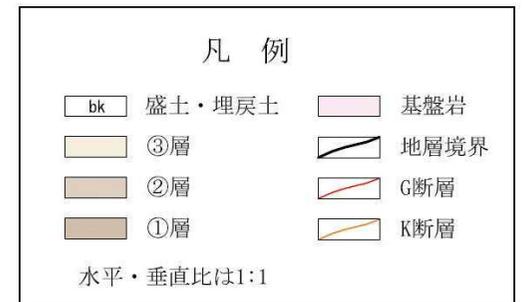
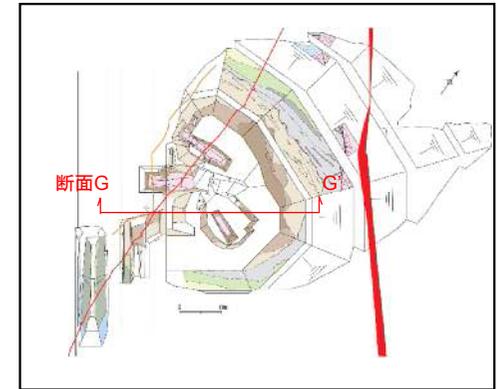
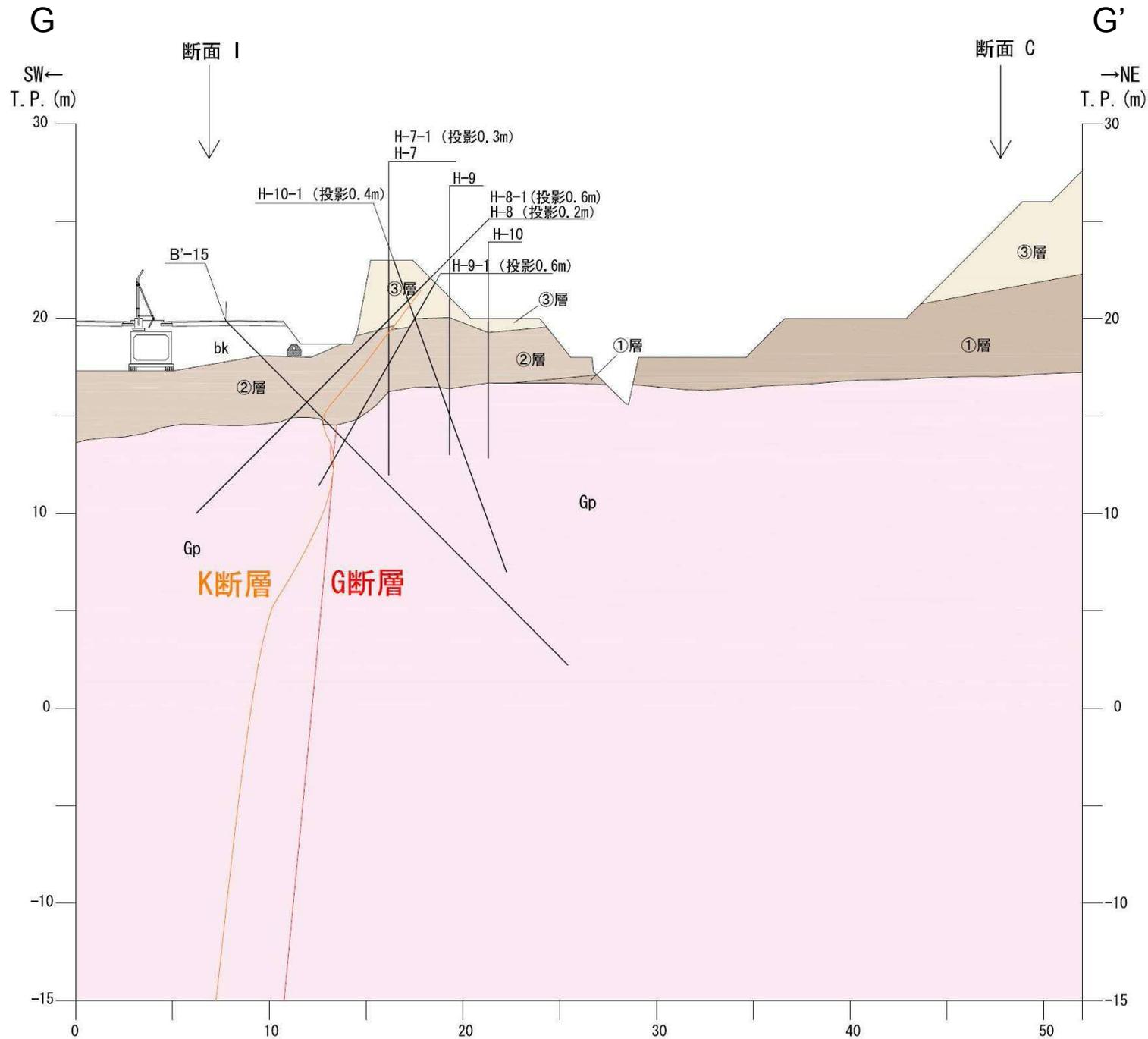
H25.4.24以降得られたデータ



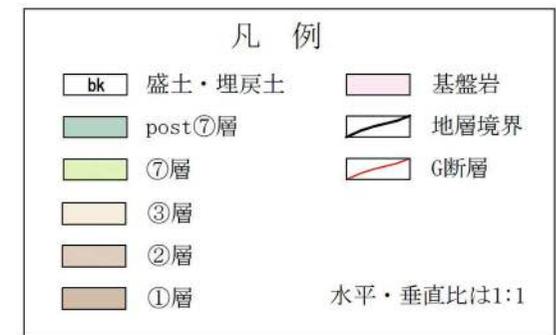
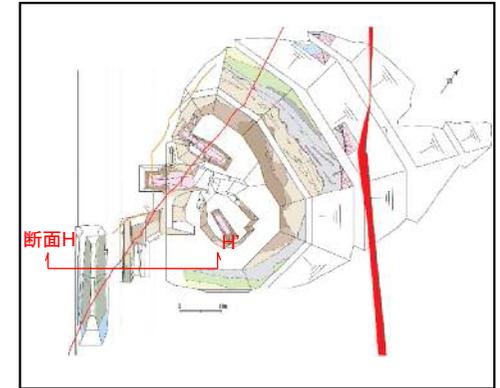
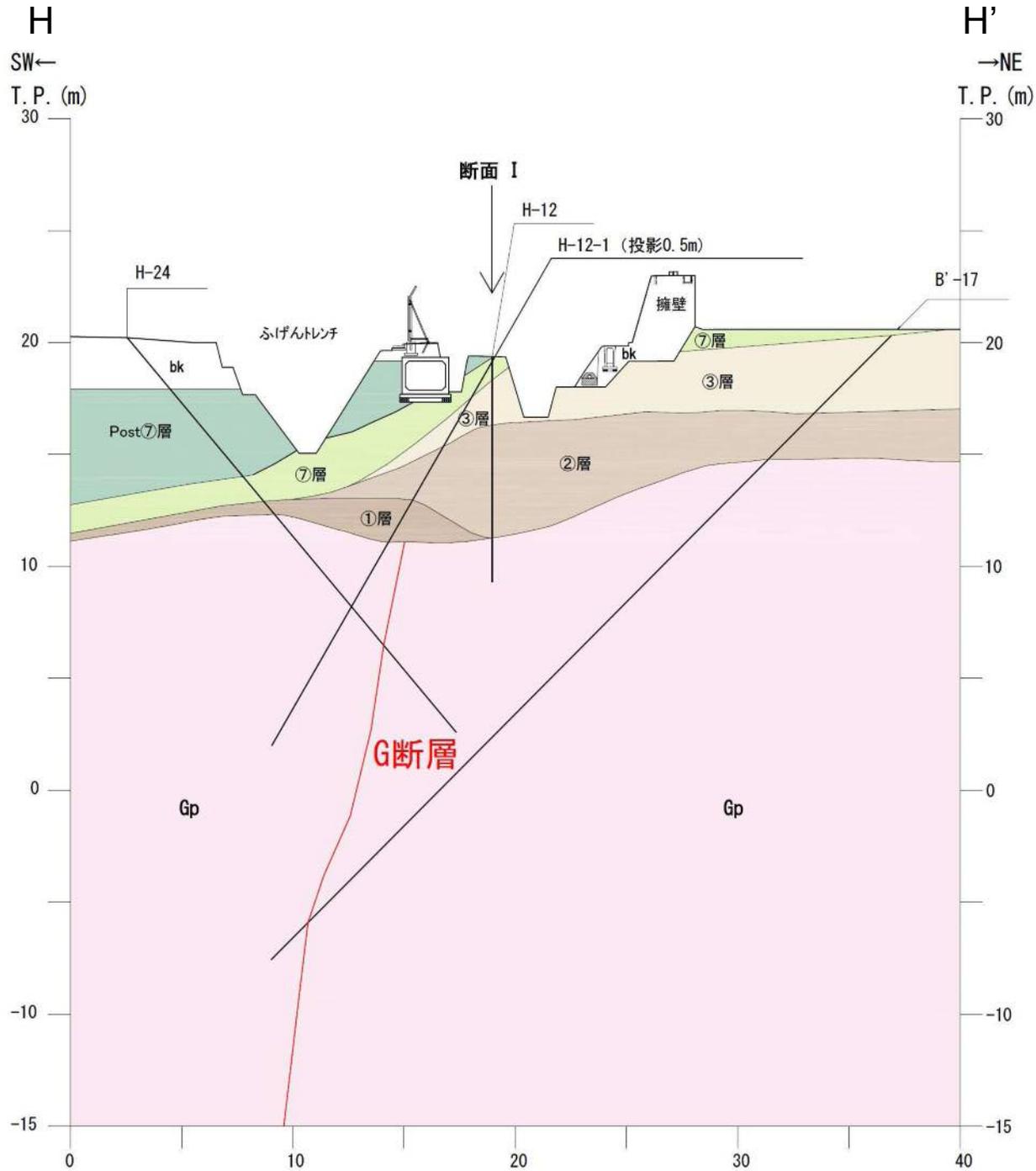
凡例

bk	盛土・埋戻土	基盤岩
③層	地層境界	G断層
②層		K断層
①層		

水平・垂直比は1:1

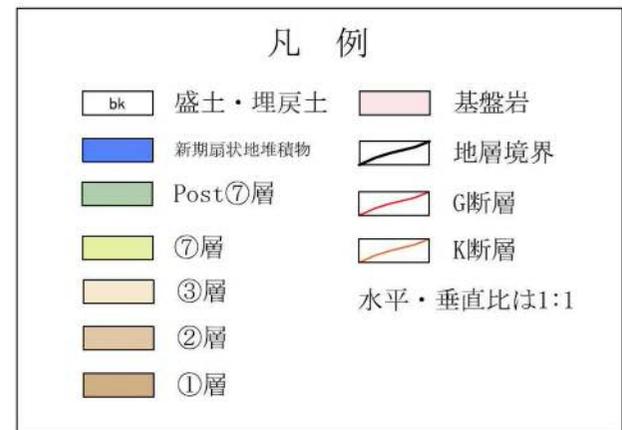
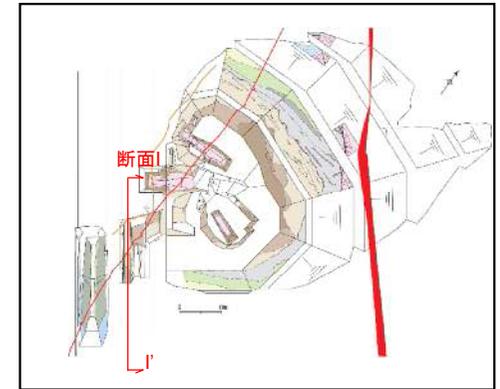
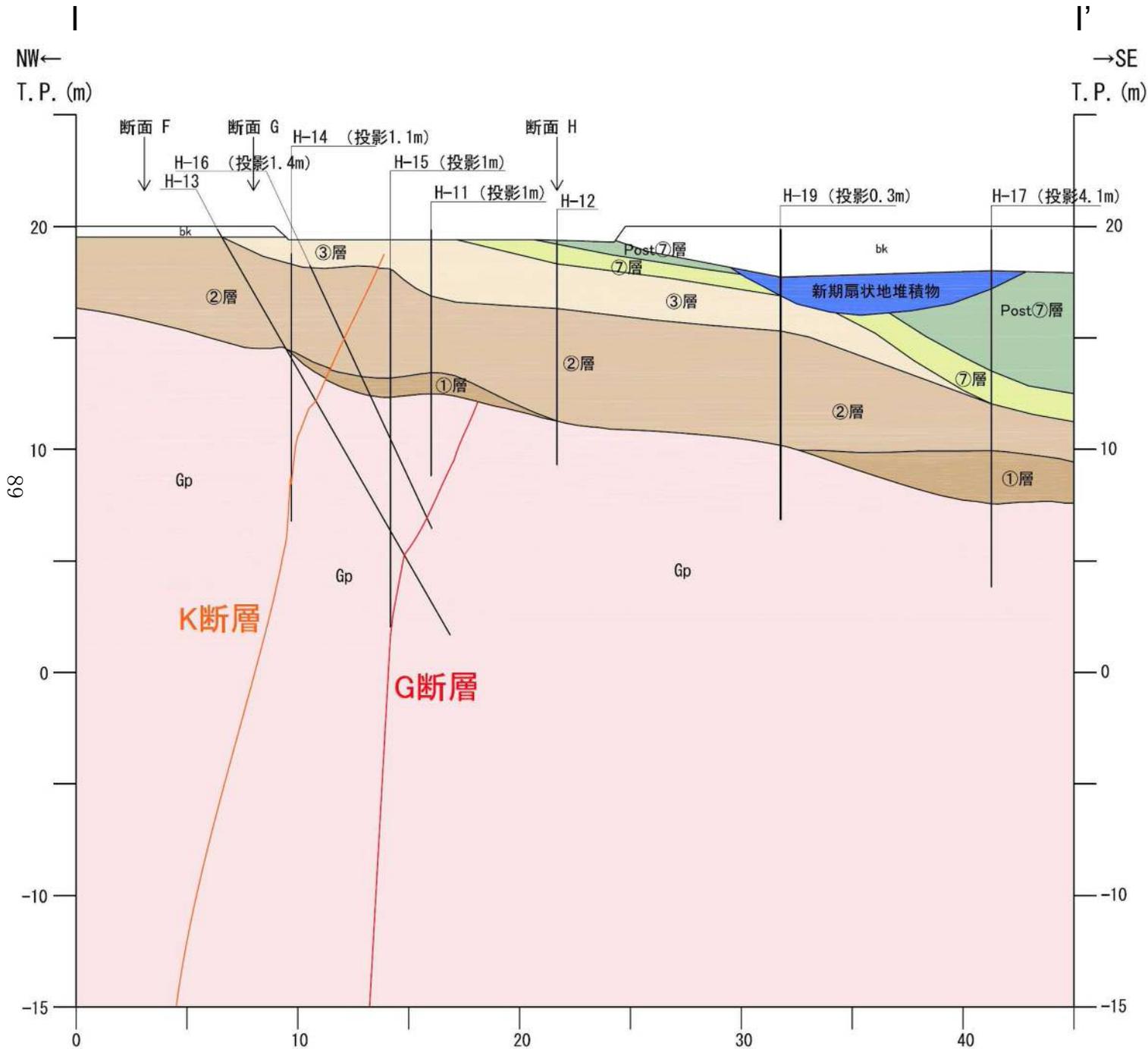


D-1トレンチ ボーリング調査（断面H-H'）



D-1トレンチ ボーリング調査 (断面I-I')

H25.4.24以降得られたデータ



4.3.1 D-1 トレンチの地質層序

4.3.1.1 層相区分

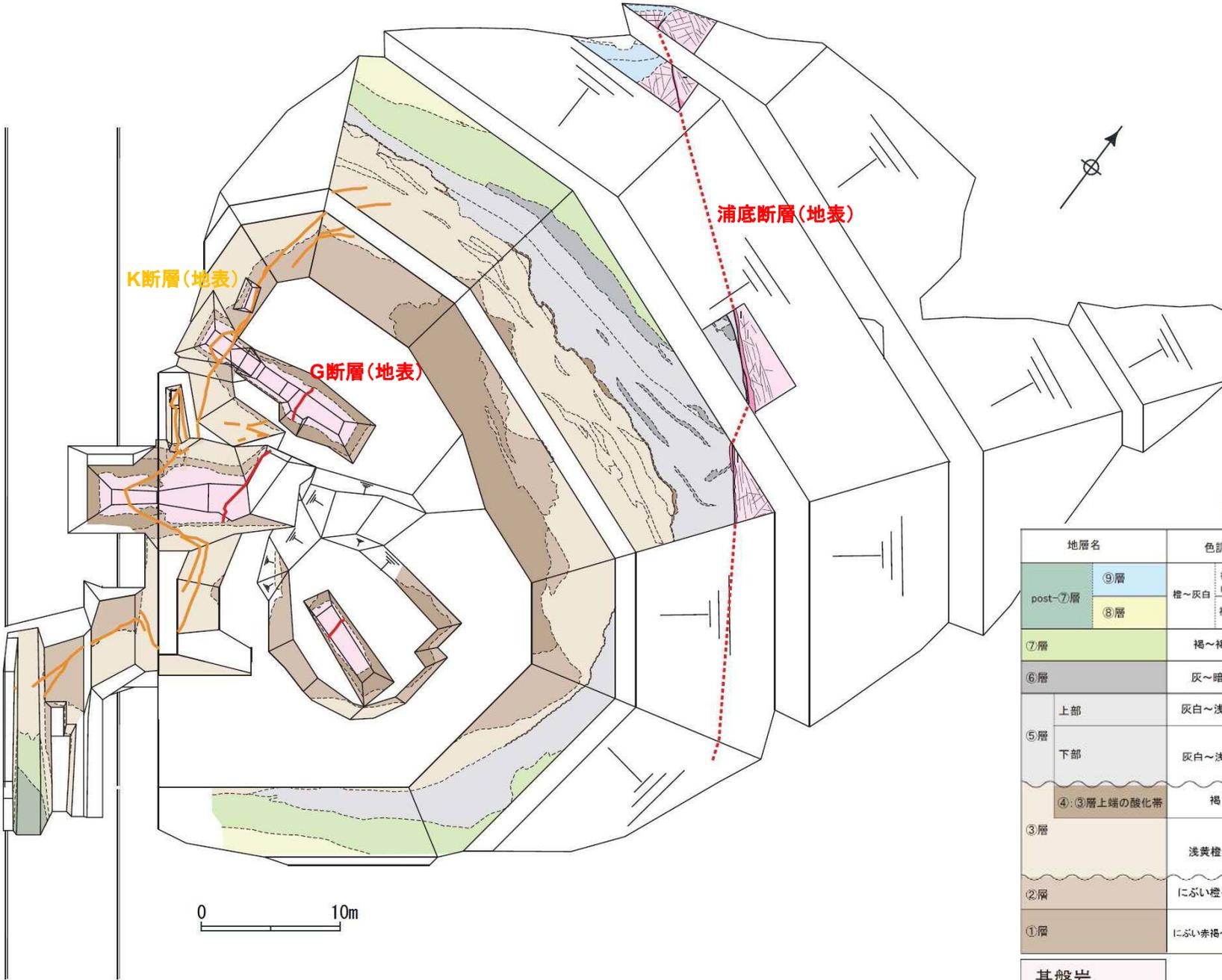
D-1 トレンチの地層は、花崗斑岩とそれを覆う第四系からなり、第四系は層相から下位より①層～⑨層に区分した。【資料 4.3.1.1-1,2】

①層は、よく締まった淘汰の悪い砂礫からなる。②層は、塊状で締まった砂質シルト～シルト質砂からなり、くさり礫を多く含み、腐植質シルトを含む。③層は、砂礫主体で、シルト層やシルト質砂層を層状～レンズ状に挟在する。④は、③層上端の酸化帯からなる。⑤層は、堆積構造の違いから上部と下部に細区分される。⑤層下部は、シルト質砂礫主体で、シルト層～シルト質砂層が不連続に層状を呈し、腐植質シルトを含む。北壁面の東方に向かって基底面が低くなり、層厚が厚くなっている。⑤層上部は、シルト質砂礫主体で、腐植質シルトを含み、比較的水平で一定の層厚を示す。⑤層下部は、下位層を大きく削りこみ不整合関係で接する。⑥層は、腐植質砂質シルト～シルト質砂からなり、木片を多く含む。⑦層は、礫混じり砂質シルト～礫混じりシルト質砂からなる。⑧層は、シルト質砂を基質とする砂礫からなり、一部に成層構造もみられる。⑨層は、礫混じり砂質シルトからなる。

D-1トレンチの層相区分

H25.4.24以降得られたデータを反映

91



地質凡例

地層名	色調	層相
⑨層	褐〜にぶ い黄褐	礫混じり砂質シルト。下位層とは 平行な不整合面で接する
post-⑦層	橙〜灰白	礫混じり砂質シルト〜 砂質シルトを層状〜レ ンズ状に挟む。
⑧層	褐〜黄橙	砂礫主体。基質はシルト質砂。部分的に 成層構造が見られる。下位層とは平行な 不整合面で接する
⑦層	褐〜褐灰	礫混じり砂質シルト〜礫混じりシルト質砂。下位層とは平行 な不整合面で接する
⑥層	灰〜暗灰	腐植質砂質シルト〜シルト質砂。木片を多く含む。 下位層とは平行な不整合面で接する
⑤層 上部	灰白〜浅黄橙	シルト質砂礫主体。
⑤層 下部	灰白〜浅黄橙	シルト質砂礫主体。シルト〜シルト質砂層が不連続に 層状を呈する。③層を削剥して不整合で接する
④・③層上端の酸化帯	褐	③層上端に分布する
③層	浅黄橙〜橙	砂礫主体。シルト層〜シルト質砂層が不連続に層状〜レンズ 状を呈する。下位層を削剥した不整合で接する
②層	にぶい橙〜灰白	砂質シルト〜シルト質砂。塊状を呈する。くさり礫を多く含む
①層	にぶい赤褐〜明黄褐	砂礫主体。淘汰が悪い。よく締まっている
基盤岩		

D-1 トレンチ地質層序

H25.4.24以降得られたデータを反映

地層名		色調	層相	年代指標		堆積年代解釈		
				テフラ	花粉			
post-⑦層	⑨層	橙～灰白	褐～にぶ い黄褐	シルト混じり砂を主体。 礫混じり砂質シルト～ 砂質シルトを層状～レ ンズ状に挟む。	礫混じり砂質シルト。下位層とは 平行な不整合面で接する	-	-	MIS4以降
	⑧層		褐～黄橙	砂礫主体。基質はシルト質砂。部分的に 成層構造が見られる。下位層とは平行な 不整合面で接する	-	-		
⑦層		褐～褐灰	礫混じり砂質シルト～礫混じりシルト質砂。下位層とは平行な不整合面で接する		DKP降灰層準を 含む(約59～58ka)			
⑥層		灰～暗灰	腐植質砂質シルト～シルト質砂。木片を多く含む。下位層とは平行な不整合面で接する		-			MIS5a～b
⑤層	上部	灰白～浅黄橙	シルト質砂礫主体。		K-Tz降灰層準を 含む(約95ka)	-		MIS5c
	下部	灰白～浅黄橙	シルト質砂礫主体。シルト～シルト質砂層が不連続に層状を呈する。③層を削剥して不整合で接する		美浜テフラ(127.6ka) の降灰層準を含む	温暖期の花粉 を含む		MIS5e
④: ③層上端の酸化帯		褐	③層上端に分布する					
③層		浅黄橙～橙	砂礫主体。シルト層～シルト質砂層が不連続に層状～レンズ状を呈する。下位層を削剥した不整合で接する		MIS6のテフラを 含む	-		MIS6以前
②層		にぶい橙～灰白	砂質シルト～シルト質砂。塊状を呈する。くさり礫を多く含む		-	温暖期の花粉 を含む		
①層		にぶい赤褐～明黄褐	砂礫主体。淘汰が悪い。よく締まっている		-			

4.3.1.2 テフラ分析

D-1 トレンチでは①層から⑧層を対象として、テフラ分析を実施した。分析は10cmピッチを基本とした連続サンプリングで行い、⑦層からDKP(約5.9~5.8万年前、第四紀後期更新世;入谷他(2005))が、⑤層上部からK-Tz(約9.5万年前、第四紀後期更新世;町田他(2003))が検出された。

また、⑤層下部から普通角閃石が検出された。基盤岩の鉱物組成分析結果によれば基盤岩には普通角閃石が含まれないことから、⑤層下部の普通角閃石はテフラ起源のものであると判断される。【資料4.3.1.2-1~10】

以下、K断層の活動性評価にとって特に重要となる⑤層下部の堆積年代を明らかにするため、文献調査、鉱物の主成分分析等を行った結果を示す。

(1) ⑤層下部テフラ等の降灰年代に関する検討

⑤層下部テフラの降灰年代を明らかにするために、敦賀発電所付近に降灰した可能性のあるテフラについて検討した。

火山灰アトラス(町田他(2003))によれば、K-Tzより下位で、普通角閃石を伴い、かつ⑤層下部の普通角閃石と同様の屈折率を示すテフラについては、上位より^{だいせんひるぜんぼら}大山蒜山原(DHP)、^{だいせんまつえ}大山松江(DMP)、^{だいせんべっしょ}大山別所(DBP)、^{だいせん}大山h2(hpm2)、^{だいせん}大山h1(hpm1)、^{よどえ}淀江(DYP)及び^{だいせんおくつ}大山奥津(DOP)が知られている。また、その他のテフラとして、美浜テフラ(Yasuno(1991))、NEXCOコアのNEXCO80(Lower)(石村他(2010))及び琵琶湖高島沖コアのBT37(吉川他(1991)、長橋他(2004)、Satoguchi et. al.(2008))が知られている。なお、NEXCO80(Lower)については、石村他(2010)に示される火山ガラス、普通角閃石及び斜方輝石の屈折率、斜方輝石と普通角閃石の量比が、吉川他(1991)、Satoguchi et. al.(2008)に示されるBT37の値と酷似しており、これに加え今回実施した火山ガラスの主成分の対比結果によって、NEXCO80(Lower)はBT37と同一のテフラと判断された。【資料4.3.1.2-11~13】

上記について、⑤層下部テフラに対比されるテフラを特定するため、主成分分析による対比を行った。

普通角閃石の主成分は、DBP, hpm2, hpm1 及び DOP については小滝他(2011)を参照し、DHP, DYP, DMP, 美浜テフラ及び NEXCO80 (Lower) のテフラについては今回測定を行った。美浜テフラについては、Yasuno(1991)に示される気山露頭及びその付近で実施したボーリング調査で採取した試料を用いた。なお、美浜テフラと NEXCO80 (Lower) については斜方輝石が確認されたことから、斜方輝石の屈折率の比較も実施した。

普通角閃石の主成分等の対比の結果、⑤層下部テフラ、美浜テフラ及び NEXCO80 (Lower) が酷似していることから、⑤層下部テフラは美浜テフラ及び NEXCO80 (Lower) に対比される。したがって、⑤層下部テフラは BT37 に対比される。【資料 4.3.1.2-14~22】

BT37 については、長橋他(2004)によれば、琵琶湖高島沖コアの堆積速度とテフラ年代から、降灰年代が 127.6ka 前であるとされている【資料 4.3.1.2-23】。なお、加藤（私信）によれば、美浜テフラのフィッシュトラック年代値は、 $0.16 \pm 0.05\text{Ma}$ とされている。

さらに、当社が敦賀湾で実施した海上ボーリングにおいて、MIS5e に相当するコアの中から検出された普通角閃石について、主成分分析等を行った結果、⑤層下部テフラに対比された。【資料 4.3.1.2-24,25】

以上のことから、⑤層下部テフラの降灰年代は約 12.7 万年前（第四紀後期更新世）であると判断される。

③層に含まれる普通角閃石については、海上ボーリングの MIS6 に相当するコアの中から検出された普通角閃石と主成分の対比を行った。海上ボーリングの普通角閃石の主成分の分布は、概ね 2 つのグループに分けられ、その 1 つが③層の普通角閃石と一致した。したがって、③層は MIS6 に対比される。【資料 4.3.1.2-26】

(2) ⑤層下部の降灰層準に関する検討

- ・ D-1 トレンチ内の複数の測線で確認した⑤層下部の普通角閃石については、主成分化学組成がいずれも同じ範囲に値が集中しており、同一のテフラ起源であると判断さ

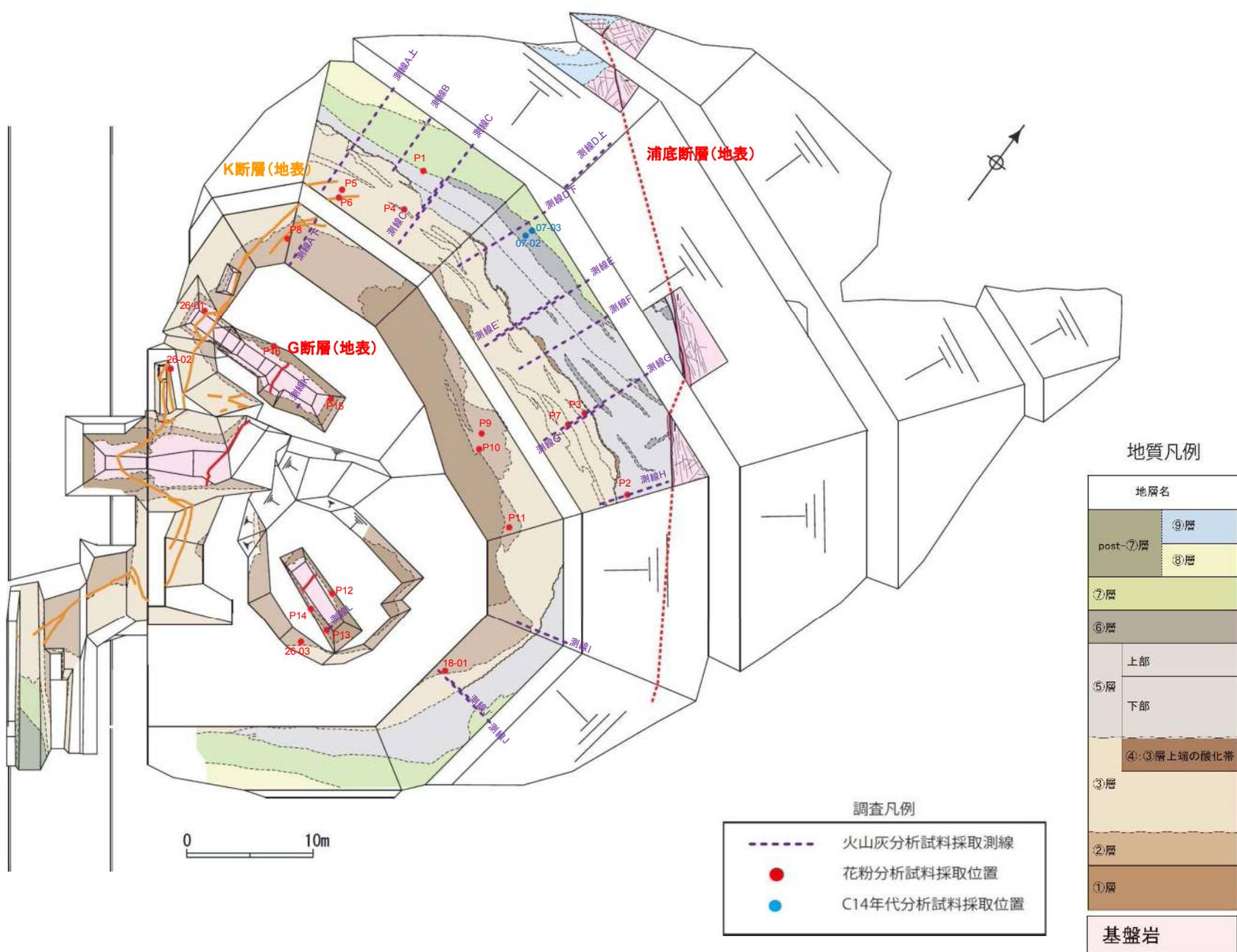
れる。【資料 4.3.1.2-27】

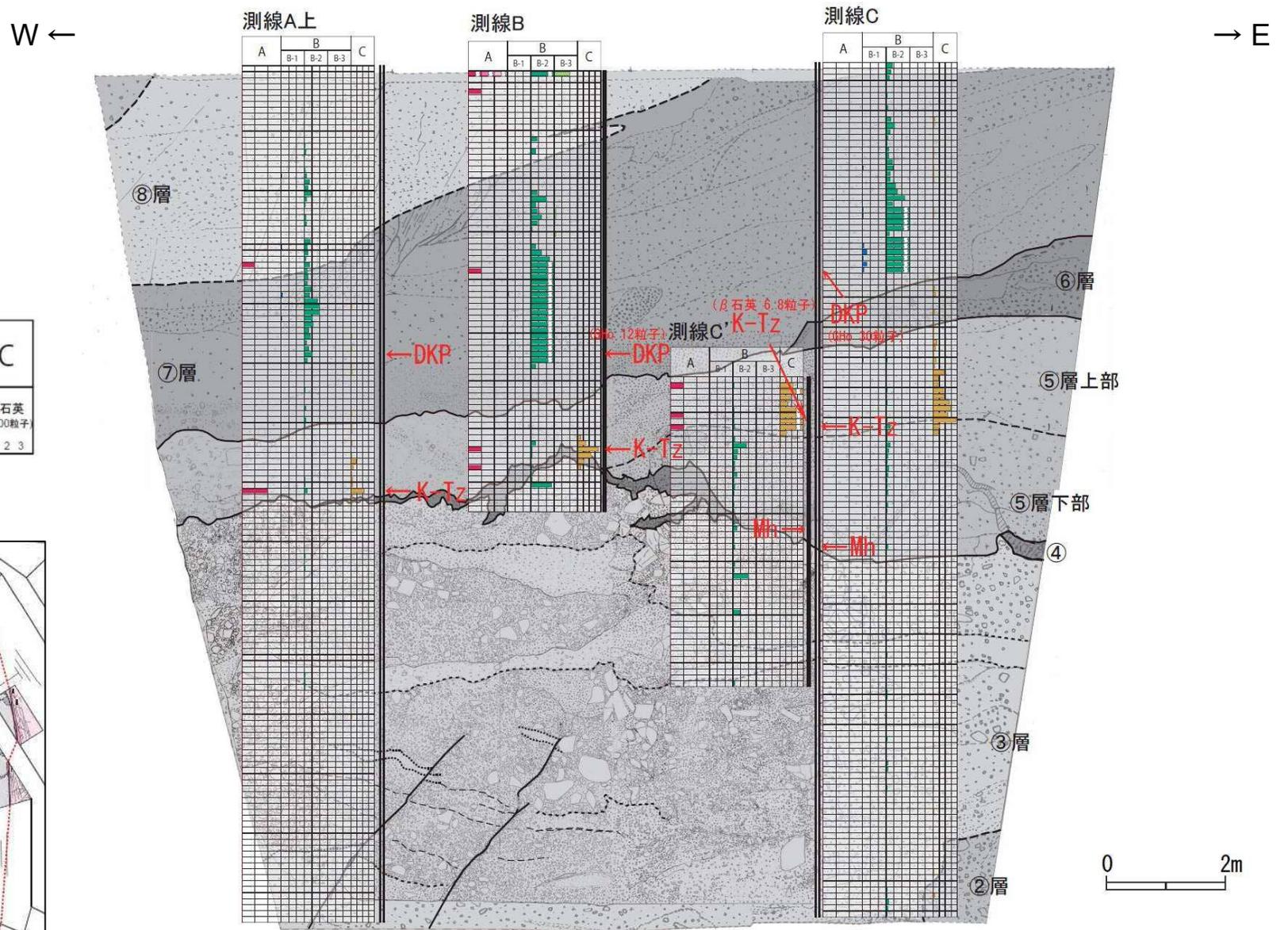
- ③層に検出された普通角閃石については、主成分分析に基づく対比の結果、⑤層下部の普通角閃石とは有意な差が認められることから、異なるテフラであると判断される。【資料 4.3.1.2-28】
- D-1 トレンチ内の複数の測線で実施した連続サンプリングによるテフラ分析の結果、上位から、DKP、K-Tz 及び⑤層下部テフラの順番で確認されており、各テフラの産出下限に逆転は認められない。
- ⑤層下部テフラについては、⑤層下部の地層において実施した連続サンプリングにおいてその産出下限が側方への広がりを示す分布として確認でき、複数の測線で K-Tz 等と同様に降灰層準を示すピークも認められている。

以上のことから、⑤層下部テフラの降灰層準を認定した。

D-1破碎帯の調査位置図（D-1トレンチ付近）

H25.4.24以降得られたデータを反映

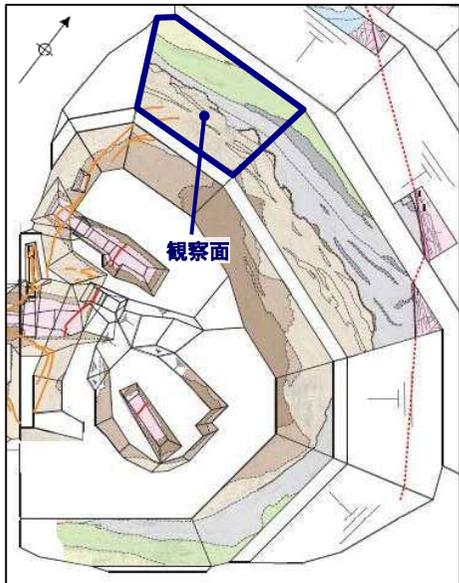




凡例

A	B			C
	B-1	B-2	B-3	
火山ガラスの 形態別含有量 (/3000粒子)	重鉱物の含有量 (/3000粒子)			β石英 (/3000粒子)
0.1 0.2	Opx 1 2	GHo 1 2	Cum 1 2	0.1 0.2 1 2 3

97



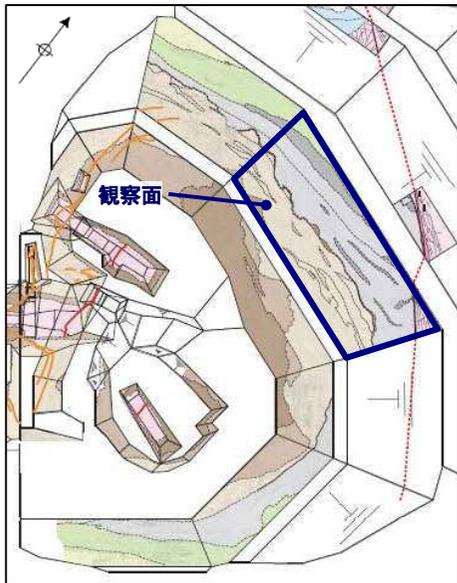
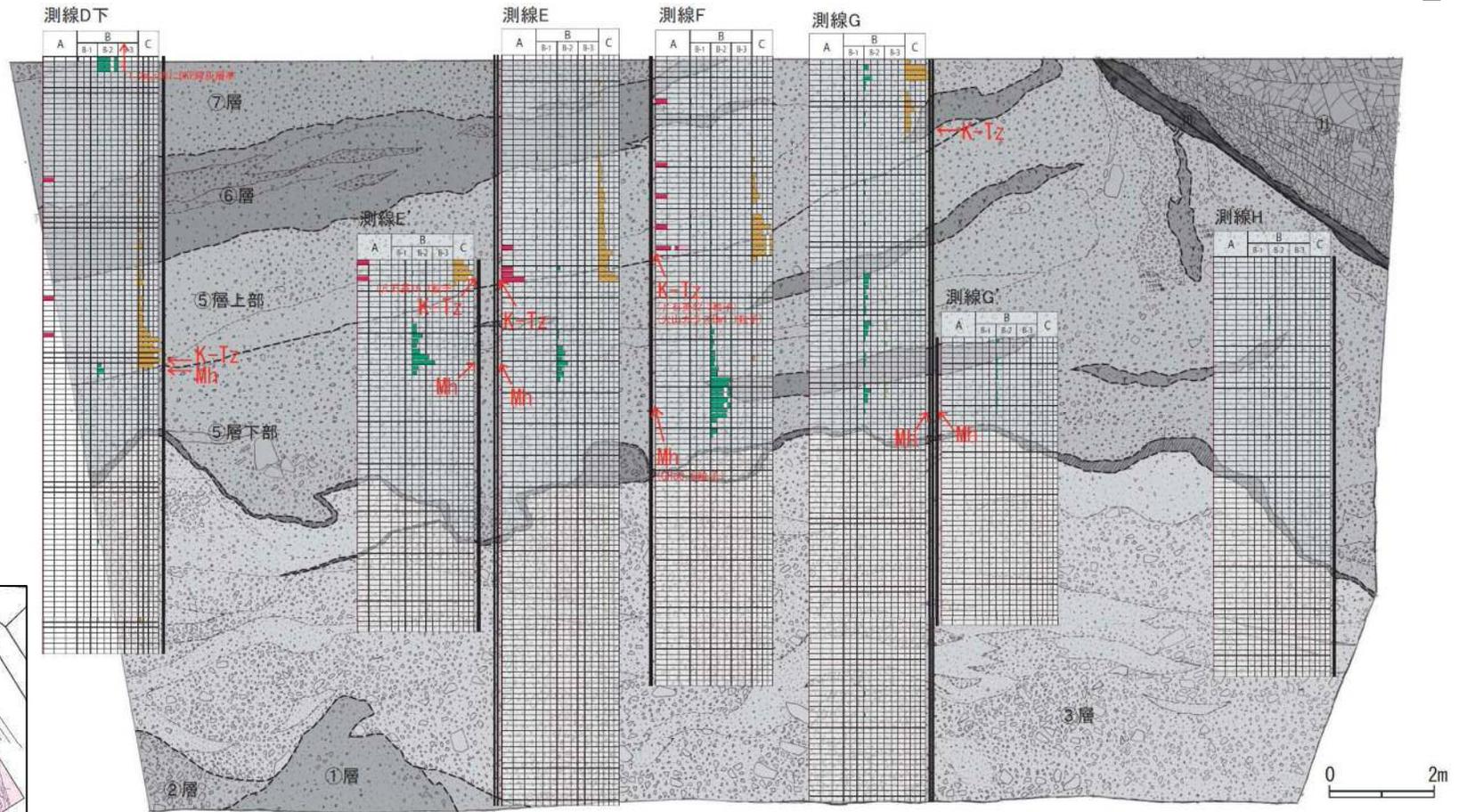
・上位から、DKP、K-Tz及び⑤層下部テフラ(Mh)の順番で確認されており、各テフラの産出下限に逆転は認められない。
 ・⑤層下部テフラ(Mh)は、産出下限が側方への広がりを示す分布として確認でき、複数の測線でK-Tz等と同様に降灰層準を示すピークも認められている。
 ・③層中からも、微量ながら普通角閃石が検出された。

W ←

→ E

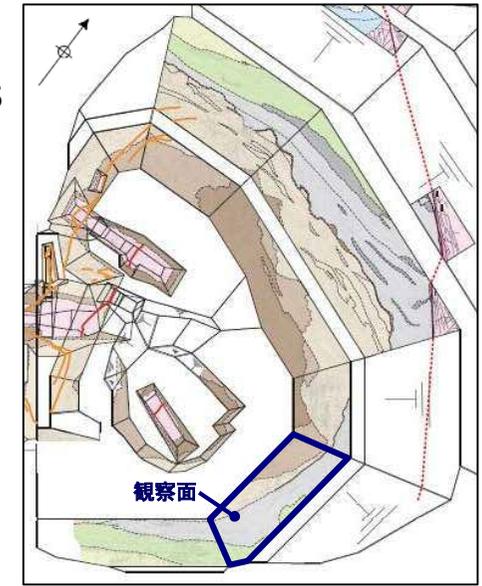
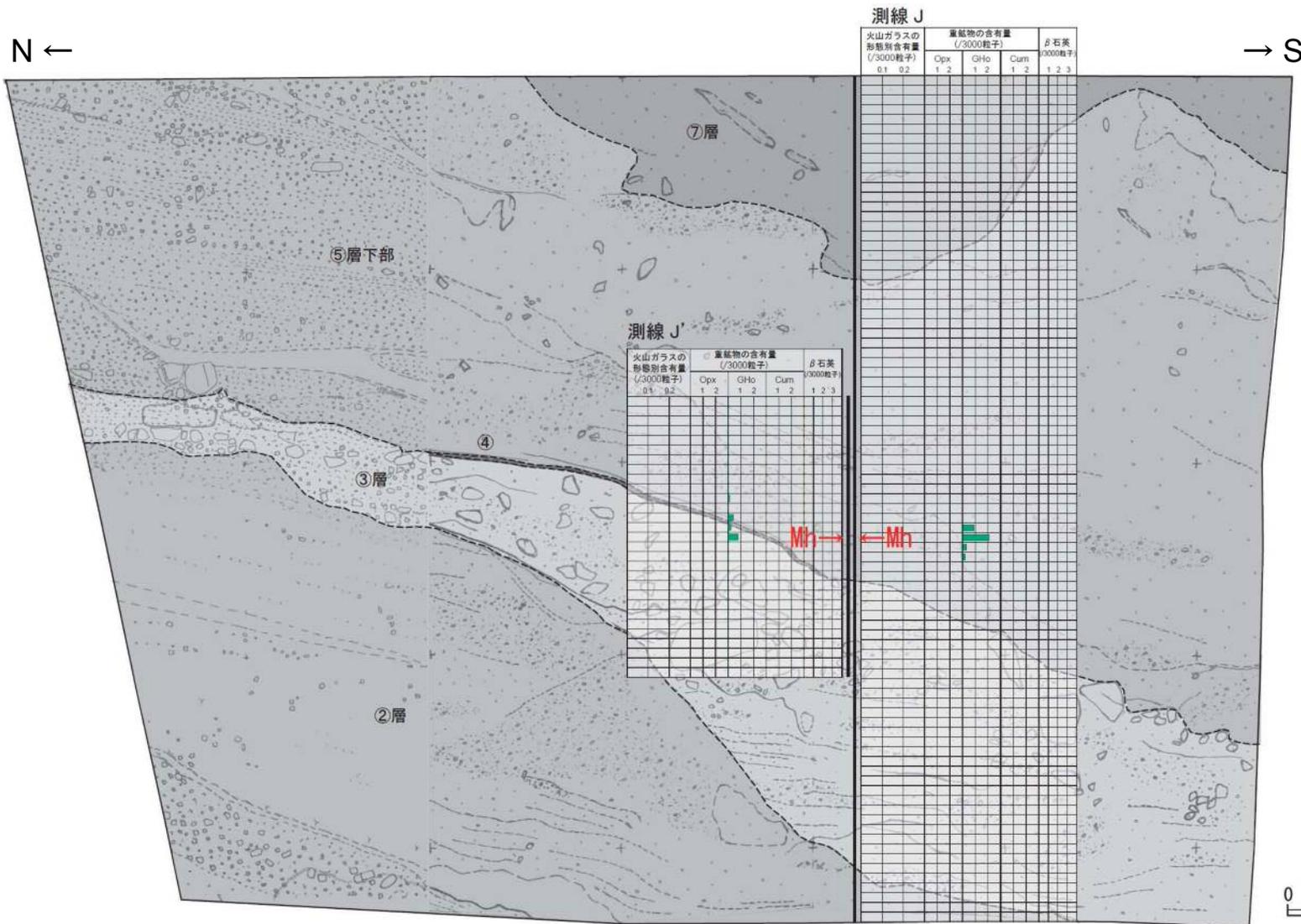
凡例

A	B			C
	B-1	B-2	B-3	
火山ガラスの 形態別含有量 (/3000粒子)	重鉱物の含有量 (/3000粒子)			β石英 (/3000粒子)
0.1 0.2	Cpx 1 2	GHo 1 2	Cum 1 2	1 2 3



- ・上位から、DKP、K-Tz及び⑤層下部テフラ(Mh)の順番で確認されており、各テフラの産出下限に逆転は認められない。
- ・⑤層下部テフラ(Mh)は、産出下限が側方への広がりを示す分布として確認でき、複数の測線でK-Tz等と同様に降灰層準を示すピークも認められている。
- ・③層中からも、微量ながら普通角閃石が検出された。

100



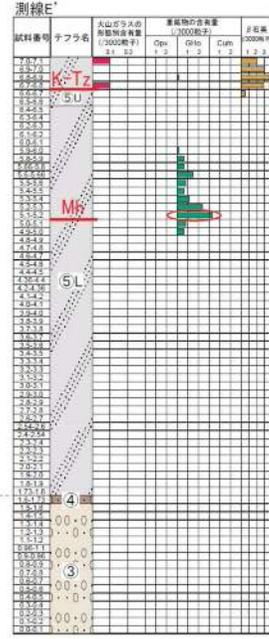
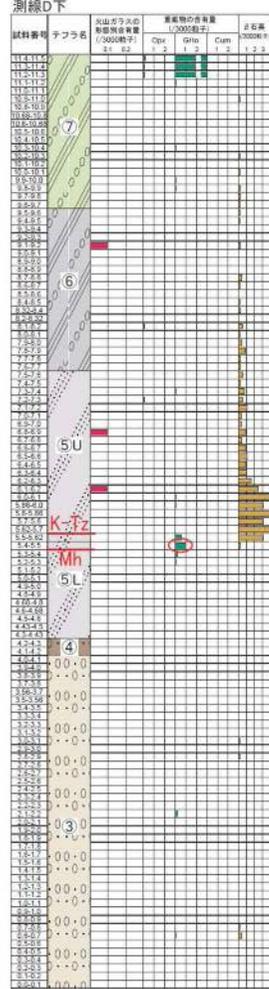
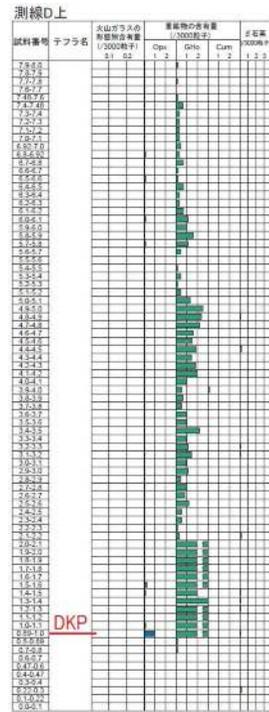
調査位置図

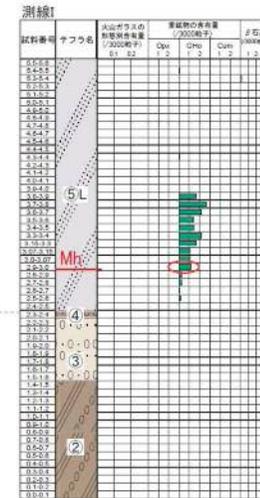
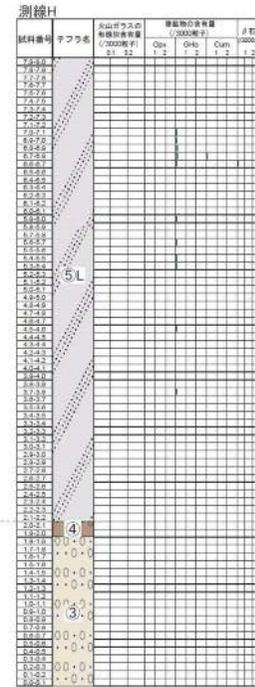
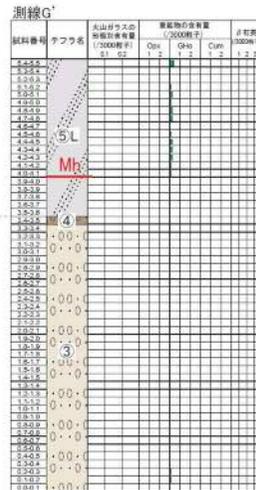
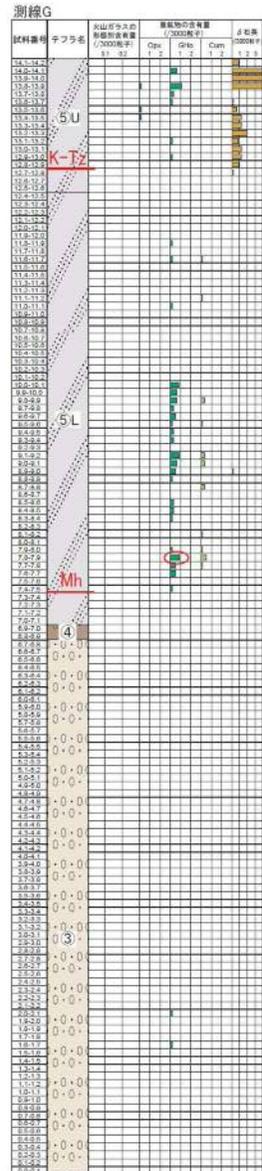


・⑤層下部の基底付近から⑤層下部テフラ(Mh)が検出された。

D-1トレンチ テフラ分析 (2/4)

H25.4.24以降得られたデータを反映



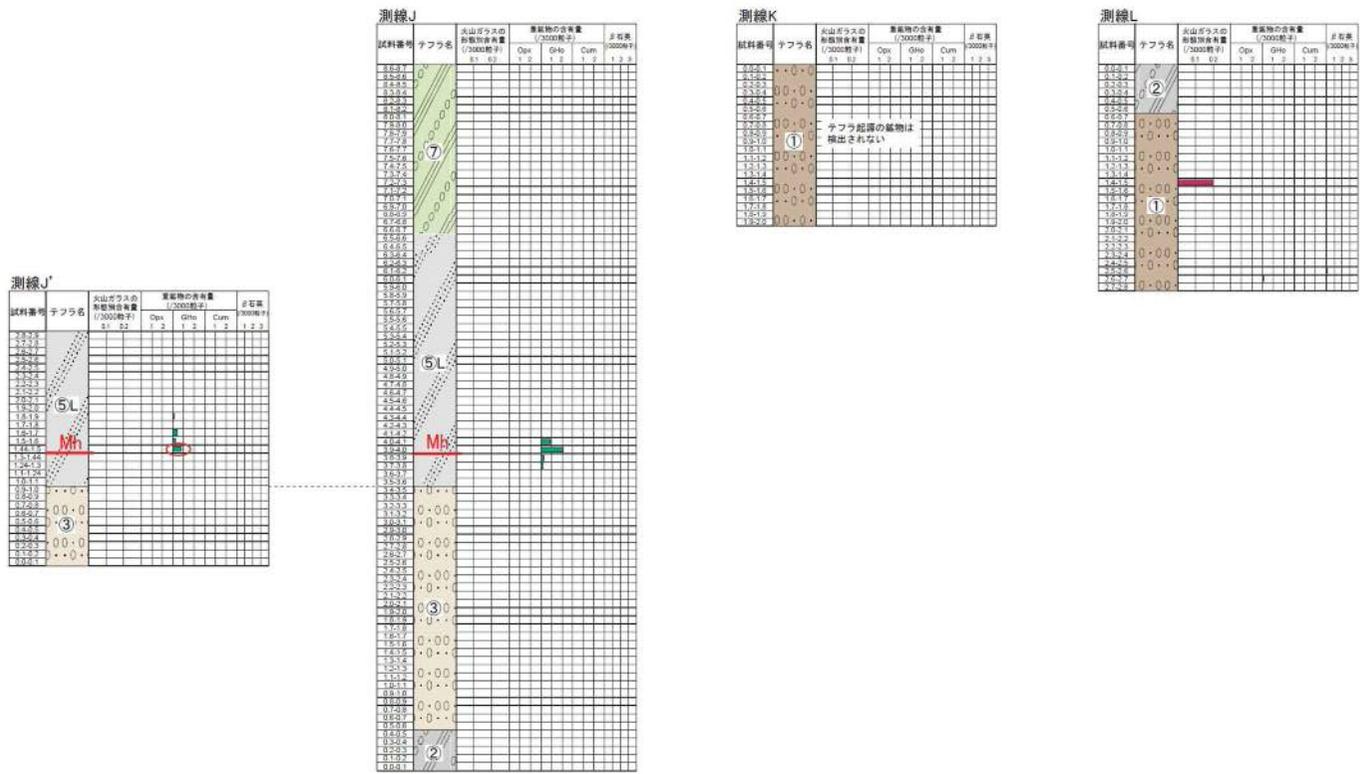


*表中のDKP、K-Tzのテフラ名の記載は、降灰層準の位置を示す。

*○は、主成分分析の試料採取位置を示す。

D-1トレンチ テフラ分析 (4/4)

H25.4.24以降得られたデータを反映



*表中のDKP、K-Tzのテフラ名の記載は、降灰層準の位置を示す。

敷地内の基盤岩中の鉱物組成比

岩石名	試料名	項目	鉱物名										計
			石英	斜長石	カリ長石	単斜輝石	斜方輝石	黒雲母	白雲母	不透明鉱物	スメクタイト	普通角閃石	
黒雲母花崗岩	Gr-1	カウント数	1367	891	1315	-	-	12	-	-	-	-	3585
		含有量(%)	38.1	24.9	36.7	-	-	0.3	-	-	-	-	100
	Gr-2	カウント数	906	560	884	-	-	28	-	0	-	-	2378
		含有量(%)	38.1	24.8	36.6	-	-	1.2	-	0	-	-	100
花崗斑岩	Gp-1	カウント数	911	500	719	-	-	53	-	5	-	-	2188
		含有量(%)	41.6	22.9	32.9	-	-	2.4	-	0.2	-	-	100
	Gp-2	カウント数	756	546	728	-	-	39	-	6	-	-	2075
		含有量(%)	36.4	26.3	35.1	-	-	1.9	-	0.3	-	-	100
アプライト	Ap-1	カウント数	1118	675	1264	-	-	24	6	13	-	-	3100
		含有量(%)	36.1	21.8	40.8	-	-	0.8	0.2	0.4	-	-	100
	Ap-2	カウント数	750	500	707	-	-	30	5	8	-	-	2000
		含有量(%)	37.5	25.0	35.4	-	-	1.5	0.3	0.4	-	-	100
ドレライト	Do-1	カウント数	-	1415	-	297	30	-	-	149	861	-	2752
		含有量(%)	-	51.4	-	10.8	1.1	-	-	5.4	31.3	-	100
	Do-2	カウント数	-	1182	-	108	32	-	-	109	569	-	2000
		含有量(%)	-	59.1	-	5.4	1.6	-	-	5.5	28.5	-	100

- ・敷地内で採取した試料について、薄片あるいは研磨した岩石スラブを顕微鏡下で観察して鉱物組成比を求めた。
- ・その他微量成分としては、花崗岩類はジルコン、リン灰石、ドレライトは、方解石、沸石である。
- ・以上のように、基盤岩はいずれも普通角閃石を含んでいない。

[1] 三瓶山・大山周辺

火山・テフラ名	記号	年代	測定方法	堆積様式と層相	分布・体積	A	V	注・[対比・他の名称]
大山荒田 ^{1), 3), 36)}	DAP1			pfa	E (S) 50 km	3?	4-5	
鬼界葛原 ³²⁾	K-Tz	95		afa(風化)				本文・表 3.1-1 参照.
阿多 ³²⁾	Ata	105~110		同上				本文・表 3.1-2 参照.
三瓶木次 ^{1), 15), 17)}	SK	110~115	ST	pfl, pfa	ENE 900 km 図 2.2-3	5	6	[古志原] ⁹⁾ , 本文参照. 漂着礫石は越前海岸, 能登・男鹿半島に分布 ^{17), 18)} .

記号	主な鉱物	火山ガラス タイプ	火山ガラス n	opx γ	ho, cum n ₂	模式地・その他
DAP1	ho, opx, (bi)			1.700-1.706	1.675-1.689	関金町荒田
K-Tz	qt	bw	1.496-1.499			八束村宮城
Ata	(opx)	bw	1.508-1.510	1.706-1.708		同上
SK	bi; qt	prn	1.494-1.498 (1.497)			木次町寺領, 松江市古志原.

火山・テフラ名	記号	年代	測定方法	堆積様式と層相	分布・体積	A	V	注・[対比・他の名称]
大山蒜山原 ⁷⁾	DHP			pfa, pfl	E 200 km	4	5-6	pfl は [旧奈和] ¹⁰⁾ .
大山松江 ⁷⁾	DMP	<130	ST	pfa	W 80 km E 50 km? 図 3.2-1	4	5-6	直下に最終間氷期海成層 ⁷⁾ .

記号	主な鉱物	火山ガラス タイプ	火山ガラス n	opx γ	ho, cum n ₂	模式地・その他
DHP	ho, bi				1.673-1.679	八束村蒜山高校
DMP	ho, cum, (bi, opx)				1.670-1.676 (1.673) cum 1.656-1.664 (1.659)	米子市岡成上泉, 松江市古志原

1) 松井・井上 (1971), 2) 草野・中山 (1999), 3) 林 (1991), 4) 三浦・林 (1991), 5) 林・三浦 (1987), 6) 服部ほか (1983), 7) 町田・(1986), 14) 竹本ほか (1987), 15) 町田ほか (1985), 16) 津久井・棚山 (1981), 17) 豊蔵ほか (1991), 18) 白石ほか (1992), 19) 荒川 (1984), Ooi (1992), 27) 加藤ほか (1996), 28) 佐藤・町田 (1996), 29) 愛鷹ローム団研グループ (1969), 30) 宮郷ほか (1999), 31) 石賀 (1997a), 32)

新井 (1979), 8) 津久井 (1984), 9) 堂満ほか (2002), 10) 佐治ほか (1975), 11) 町田・新井 (1976), 12) 蒜山原団研グループ (1973), 13) 林・三浦 (1987), 20) 野村・田中 (1987), 21) 竹村・榎原 (1987), 22) 竹本 (1991), 23) 町田ほか (1991), 24) 福沢・Zolitschka (2000), 25) 吉川ほか (1986), 26) 石賀 (1997b), 33) 木村ほか (1999), 34) 福岡・松井 (2002), 35) 野村ほか (1995), 36) 岡田・石賀 (2000).

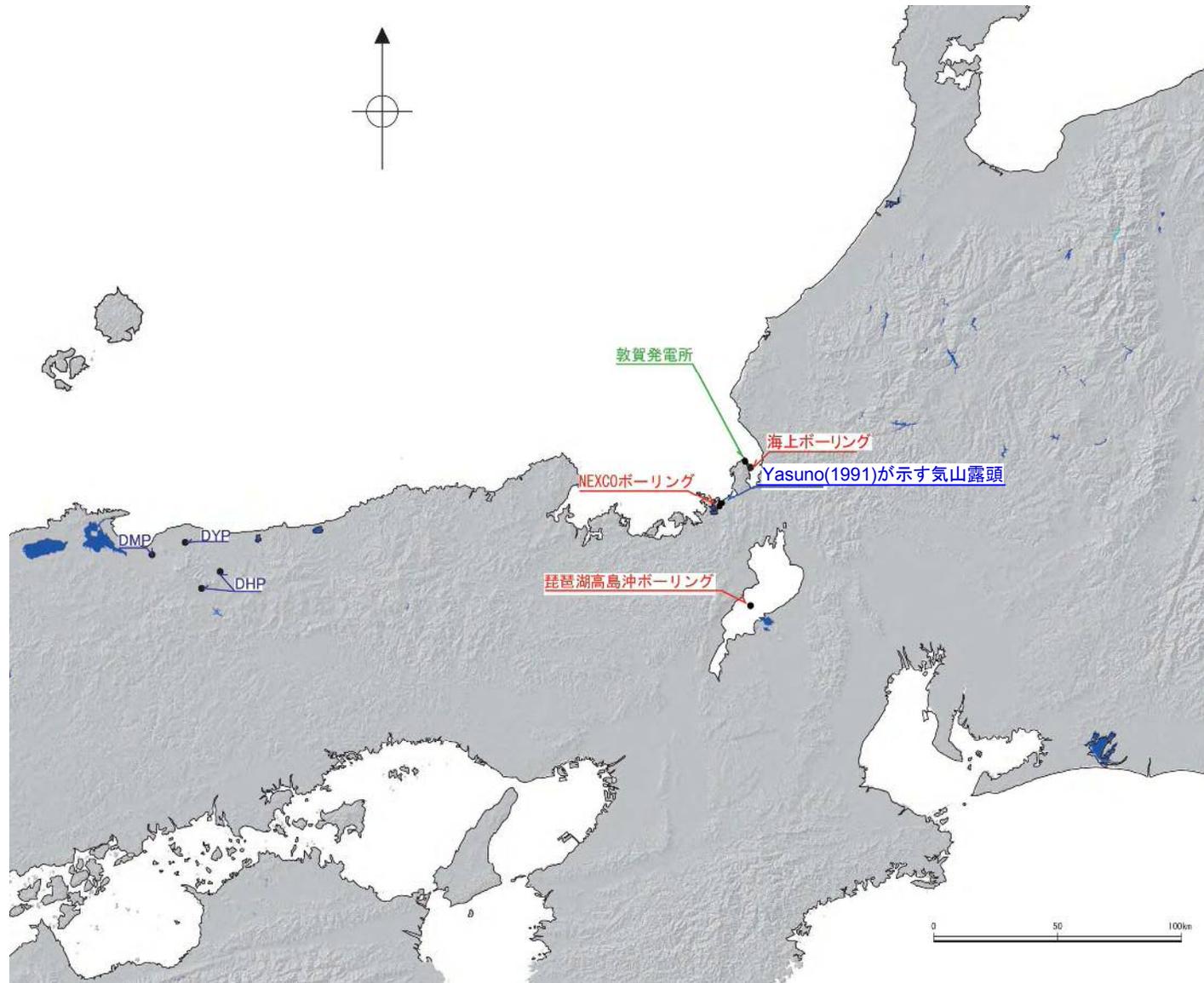
テフラ	記号	給源火山	堆積様式	年代 ka (測定方法)	模式地	対比
大山別所 ^{1), 5)}	DBP	大山	pfa	MIS 6	八束村三谷川	大山南東麓に分布
大山h2 ^{2), 4), 6)}	Dh2	大山	pfa	MIS 7-6	倉吉市中野・大河内奥	大山東～南東麓に分布
大山h1 ^{2), 4), 6)}	Dh1	大山	pfa	230±70 (FT) ⁹⁾ , MIS 7-6	倉吉市中野・大河内奥	大山東方へ広く分布
大山淀江(大山檜谷) ^{4), 5)}	DYP	大山	pfa	170±60 (FT) ⁹⁾ , MIS 7-6, ほかの大山テフラとの層位関係不明	赤崎町小田股南	大山から北方に分布
大山奥津 ^{1), 5)}	DOP	大山	pfa	190±60 (FT) ⁹⁾ , Ata-Th の上位 ⁶⁾	八束村三谷川	大山東方へやや広く分布

記号	主な鉱物	火山ガラス タイプ	火山ガラス n	opx γ	ho, cum n ₂	その他
DBP	ho, opx, bi			1.703-1.705	1.672-1.677	
Dh2	ho, (bi)				1.673-1.679	hpm 2
Dh1	ho, (cum, bi, opx)				1.670-1.677; cum 1.660-1.664	hpm 1
DYP	ho, opx, bi			1.703-1.707	1.671-1.676	
DOP	ho, opx, (bi, cum)			1.702-1.706	1.670-1.675; cum 1.660-1.664	

1) 石賀 (1997a), 2) 岡田 (1996), 3) 木村ほか (1999), 4) 石賀 (1997b), 5) 岡田・石賀 (2000).

町田洋, 新井房夫, 2003, 新編火山灰アトラス「日本列島とその周辺」, 東京大学出版会, 336p

K-Tzより下位で, 普通角閃石を伴い, かつ⑤層下部テフラと同様の屈折率を持つテフラについて, 主成分分析に基づく対比を行った。

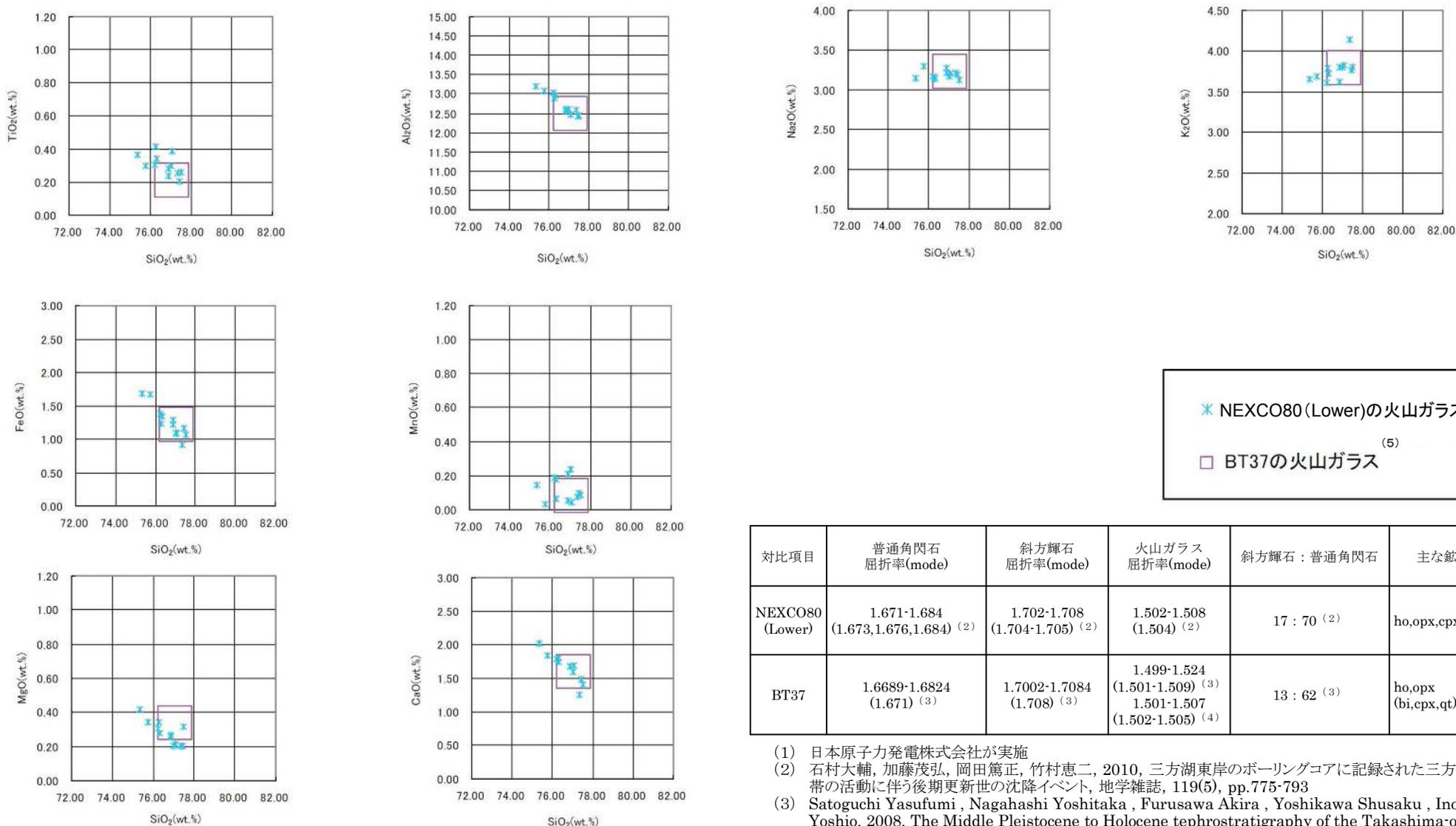


- ・当社が普通角閃石の主成分分析等を実施したテフラの試料採取位置を示す。
- ・Yasuno(1991)が示す気山露頭では美浜テフラが、NEXCOボーリングではNEXCO80(Lower)が、琵琶湖高島沖ボーリングではBT37が検出されている。また、図中の海上ボーリングは当社が敦賀湾で実施した海上ボーリングの位置を示す。

NEXCO80(Lower) と BT37 の火山ガラスの主成分分析結果

H25.4.24以降得られたデータ

801



* NEXCO80(Lower)の火山ガラス⁽¹⁾
 □ BT37の火山ガラス⁽⁵⁾

対比項目	普通角閃石 屈折率(mode)	斜方輝石 屈折率(mode)	火山ガラス 屈折率(mode)	斜方輝石：普通角閃石	主な鉱物
NEXCO80 (Lower)	1.671-1.684 (1.673,1.676,1.684) ⁽²⁾	1.702-1.708 (1.704-1.705) ⁽²⁾	1.502-1.508 (1.504) ⁽²⁾	17 : 70 ⁽²⁾	ho,opx,cpx ⁽²⁾
BT37	1.6689-1.6824 (1.671) ⁽³⁾	1.7002-1.7084 (1.708) ⁽³⁾	1.499-1.524 (1.501-1.509) ⁽³⁾ 1.501-1.507 (1.502-1.505) ⁽⁴⁾	13 : 62 ⁽³⁾	ho,opx (bi,cpx,qt) ⁽³⁾

- (1) 日本原子力発電株式会社が実施
- (2) 石村大輔, 加藤茂弘, 岡田篤正, 竹村恵二, 2010, 三方湖東岸のボーリングコアに記録された三方断層帯の活動に伴う後期更新世の沈降イベント, 地学雑誌, 119(5), pp.775-793
- (3) Satoguchi Yasufumi, Nagahashi Yoshitaka, Furusawa Akira, Yoshikawa Shusaku, Inouchi Yoshio, 2008, The Middle Pleistocene to Holocene tephrostratigraphy of the Takashima-oki core from Lake Biwa, central Japan, Journal of geosciences, Osaka City University 51, 47-58
- (4) 吉川周作, 井内美郎, 1991, 琵琶湖高島沖ボーリングの火山灰層序, 地球科学, 45(2), pp.81-100
- (5) 長橋良隆, 吉川周作, 宮川ちひろ, 内山高, 井内美郎, 2004, 第四紀研究, 43(1), pp.15-35

・NEXCO80(Lower) と BT37 の火山ガラスの主成分化学組成, 文献による斜方輝石の屈折率等の比較を行った結果, 酷似していることを確認した。

敷地周辺の広域テフラの対比表

対比項目	年代ka (測定方法)	普通角閃石 主成分化学組成	普通角閃石 屈折率(mode)	斜方輝石 屈折率(mode)	火山ガラス 主成分化学組成	火山ガラス 屈折率(mode)	斜方輝石：普通角閃石	主な鉱物
⑤層下部 テフラ	—	資料4.3.1.2 - 13,15~22,25,27,28 ⁽¹⁾	1.669-1.683(1.671) ⁽¹⁾	—	—	—	—	ho ⁽¹⁾
美浜テフラ (模式地気山)	—	資料4.3.1.2 - 15 ⁽¹⁾	1.669-1.684(1.674) ⁽¹⁾	1.703-1.710 (1.707) ⁽¹⁾	—	—	—	ho,opx,(bi) ⁽¹⁾
NEXCO80 (Lower)	—	資料4.3.1.2 - 15 ⁽¹⁾	1.671-1.684(1.673,1.676,1.684) ⁽²⁾	1.702-1.708(1.704-1.705) ⁽²⁾	資料4.3.1.2 - 13 ⁽¹⁾	1.502-1.508(1.504) ⁽²⁾	17 : 70 ⁽²⁾	ho,opx,cpx ⁽²⁾
BT37	127.6(ST) ⁽³⁾	—	1.6689-1.6824(1.671) ⁽⁴⁾	1.7002-1.7084(1.708) ⁽⁴⁾	資料4.3.1.2 - 13 ⁽³⁾	1.499-1.524(1.501-1.509) ⁽⁴⁾ 1.501-1.507(1.502-1.505) ⁽⁵⁾	13 : 62 ⁽⁴⁾	ho,opx(bi,cpx,qt) ⁽⁴⁾
大山蒜山原 (DHP)	—	資料4.3.1.2 - 16 ⁽¹⁾	1.673-1.679 ⁽⁶⁾	—	—	—	—	ho,bi ⁽⁶⁾
大山松江 (DMP)	<130(ST) ⁽⁶⁾	資料4.3.1.2 - 17 ⁽¹⁾	1.670-1.676 ⁽⁶⁾	—	—	—	—	ho,com,(bi,opx) ⁽⁶⁾
大山別所 (DBP)	MIS6 ⁽⁶⁾	資料4.3.1.2 - 18 ⁽⁷⁾	1.672-1.677 ⁽⁶⁾ 1.675-1.681(1.679) ⁽⁷⁾	1.703-1.705 ⁽⁶⁾ 1.701-1.705(1.703) ⁽⁷⁾	—	—	19.9 : 71.7 ⁽⁷⁾	ho,opx,bi ⁽⁶⁾
大山h2 (hpm2)	MIS7-6 ⁽⁶⁾	資料4.3.1.2 - 19 ⁽⁷⁾	1.673-1.679 ⁽⁶⁾ 1.673-1.681(1.677) ⁽⁷⁾	1.702-1.706(1.703) ⁽⁷⁾	—	—	4.3 : 73.3 ⁽⁷⁾	ho,(bi) ⁽⁶⁾
大山h1 (hpm1)	203±70(FT) ⁽⁶⁾	資料4.3.1.2 - 20 ⁽⁷⁾	1.670-1.677 ⁽⁶⁾ 1.670-1.684(1.672-1.673) ⁽⁷⁾	—	—	—	3.8 : 87.6 ⁽⁷⁾	ho,(cum,bi,opx) ⁽⁶⁾
大山淀江 (DYP)	170±60(FT) ⁽⁶⁾	資料4.3.1.2 - 21 ⁽¹⁾	1.671-1.676 ⁽⁶⁾	1.703-1.707 ⁽⁶⁾	—	—	—	ho,opx,bi ⁽⁶⁾
大山奥津 (DOP)	190±60(FT) ⁽⁶⁾	資料4.3.1.2 - 22 ⁽⁷⁾	1.670-1.675 ⁽⁶⁾ 1.670-1.682(1.673) ⁽⁷⁾	1.702-1.706 ⁽⁶⁾ 1.702-1.706(1.704) ⁽⁷⁾	—	—	10.8 : 74.4 ⁽⁷⁾	ho,opx,(bi,cum) ⁽⁶⁾
H17原電海上 ボーリング No.2孔MIS5e相当	—	資料4.3.1.2 - 25 ⁽¹⁾	1.669-1.686(1.670-1.674) ⁽¹⁾	—	—	—	—	ho,opx ⁽¹⁾

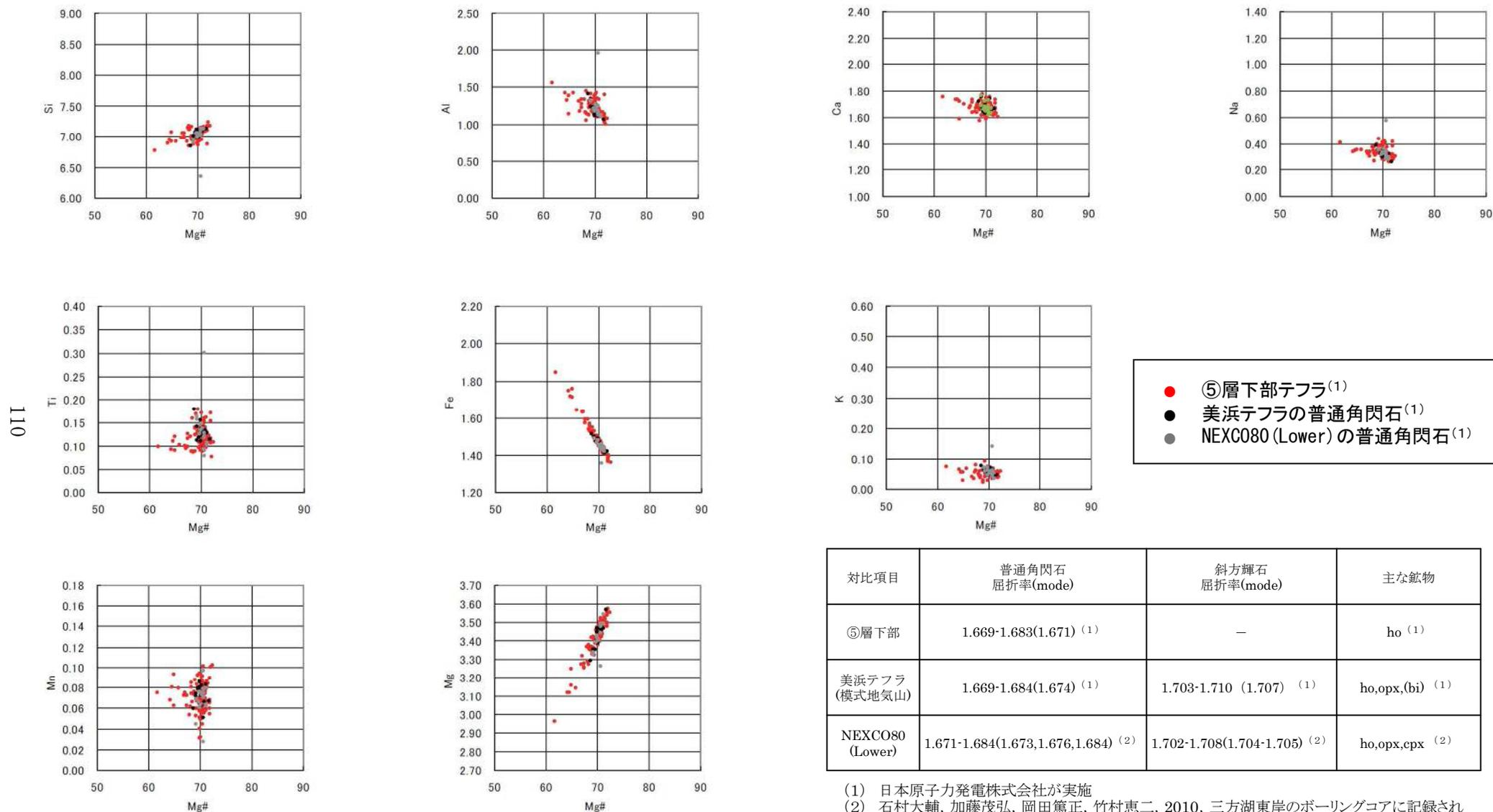
<引用文献>

- (1) 日本原子力発電株式会社が実施
- (2) 石村大輔, 加藤茂弘, 岡田篤正, 竹村恵二, 2010, 三方湖東岸のボーリングコアに記録された三方断層帯の活動に伴う後期更新世の沈降イベント, 地学雑誌, 119(5), pp.775-793
- (3) 長橋良隆, 吉川周作, 宮川ちひろ, 内山高, 井内美郎, 2004, 近畿地方および八ヶ岳山麓における過去の43万年間の広域テフラの層序と編年—EDS分析による火山ガラス片の主要成分化学組成—, 第四紀研究, 43(1), pp.15-35
- (4) Satoguchi Yasufumi, Nagahashi Yoshitaka, Furusawa Akira, Yoshikawa Shusaku, Inouchi Yoshio, 2008, The Middle Pleistocene to Holocene tephrostratigraphy of the Takashima-oki core from Lake Biwa, central Japan, Journal of geosciences, Osaka City University 51, pp.47-58
- (5) 吉川周作, 井内美郎, 1991, 琵琶湖高島沖ボーリングの火山灰層序, 地球科学, 45(2), pp.81-100
- (6) 町田洋, 新井房夫, 2003, 新編火山灰アトラス「日本列島とその周辺」, 東京大学出版会, 336p
- (7) 小滝篤夫, 加藤茂弘, 木谷幹一, 2011, 京都府南丹市, 神吉盆地のボーリングコア中の大山火山起源の中期更新世テフラとその意義, 第四紀研究, 50(1), pp.35-48

年代測定方法・・・ST: 相位からの推定, FT: フィッショントラック法

主な鉱物・・・ho: 普通角閃石, cpx: 単斜輝石, opx: 斜方輝石, bi: 黒雲母, com: カミングトン閃石, qt: 石英、括弧内は少量含まれるもの。

D-1トレンチ テフラ分析 (⑤層下部テフラ、美浜テフラ 及び NEXCO80(Lower) の普通角閃石の主成分分析)



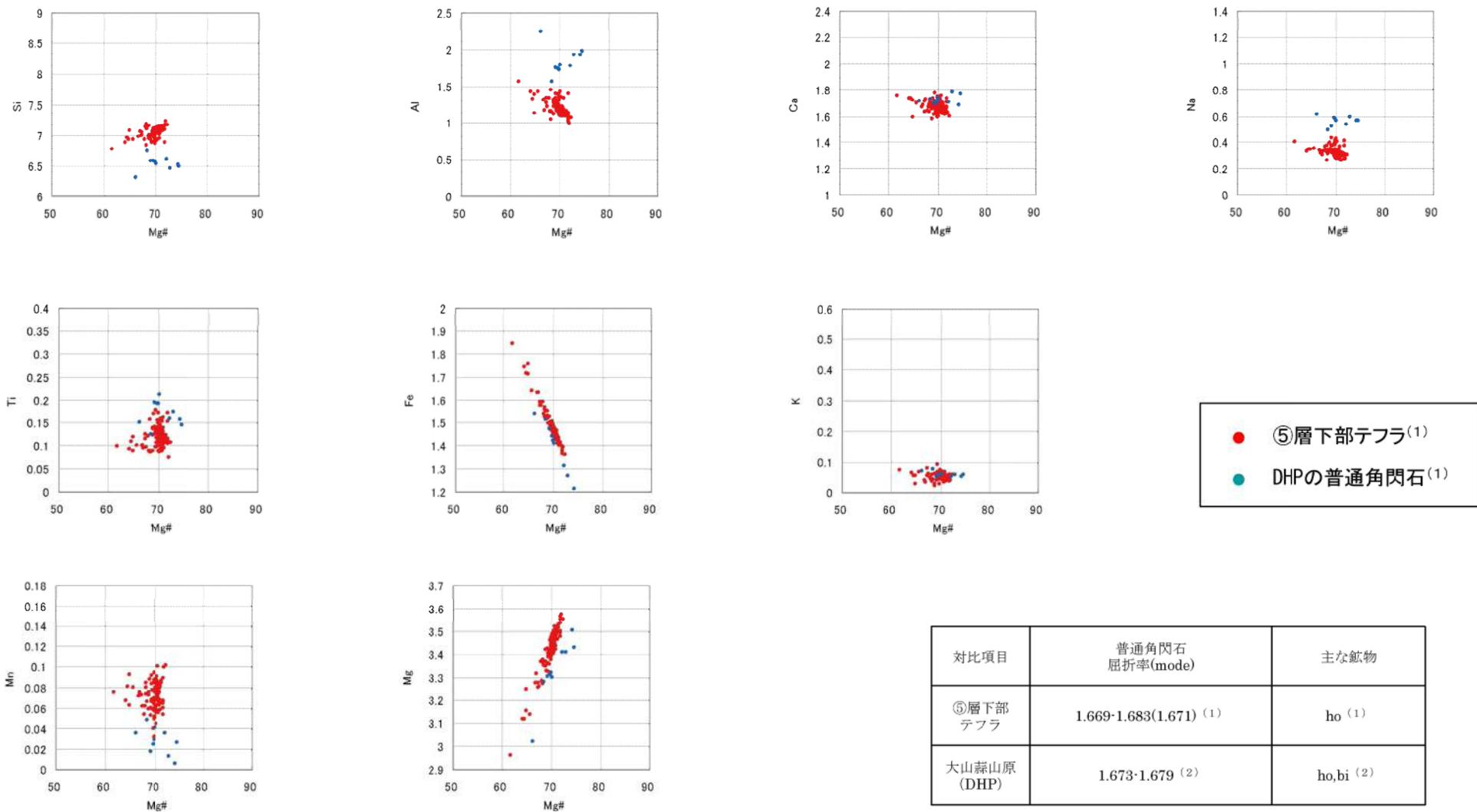
● ⑤層下部テフラ⁽¹⁾
 ● 美浜テフラの普通角閃石⁽¹⁾
 ● NEXCO80 (Lower) の普通角閃石⁽¹⁾

対比項目	普通角閃石 屈折率(mode)	斜方輝石 屈折率(mode)	主な鉱物
⑤層下部	1.669-1.683(1.671) ⁽¹⁾	—	ho ⁽¹⁾
美浜テフラ (模式地気山)	1.669-1.684(1.674) ⁽¹⁾	1.703-1.710 (1.707) ⁽¹⁾	ho,opx,(bi) ⁽¹⁾
NEXCO80 (Lower)	1.671-1.684(1.673,1.676,1.684) ⁽²⁾	1.702-1.708(1.704-1.705) ⁽²⁾	ho,opx,cpx ⁽²⁾

(1) 日本原子力発電株式会社が実施
 (2) 石村大輔, 加藤茂弘, 岡田篤正, 竹村恵二, 2010, 三方湖東岸のボーリングコアに記録された三方断層帯の活動に伴う後期更新世の沈降イベント, 地学雑誌, 119(5), pp.775-793

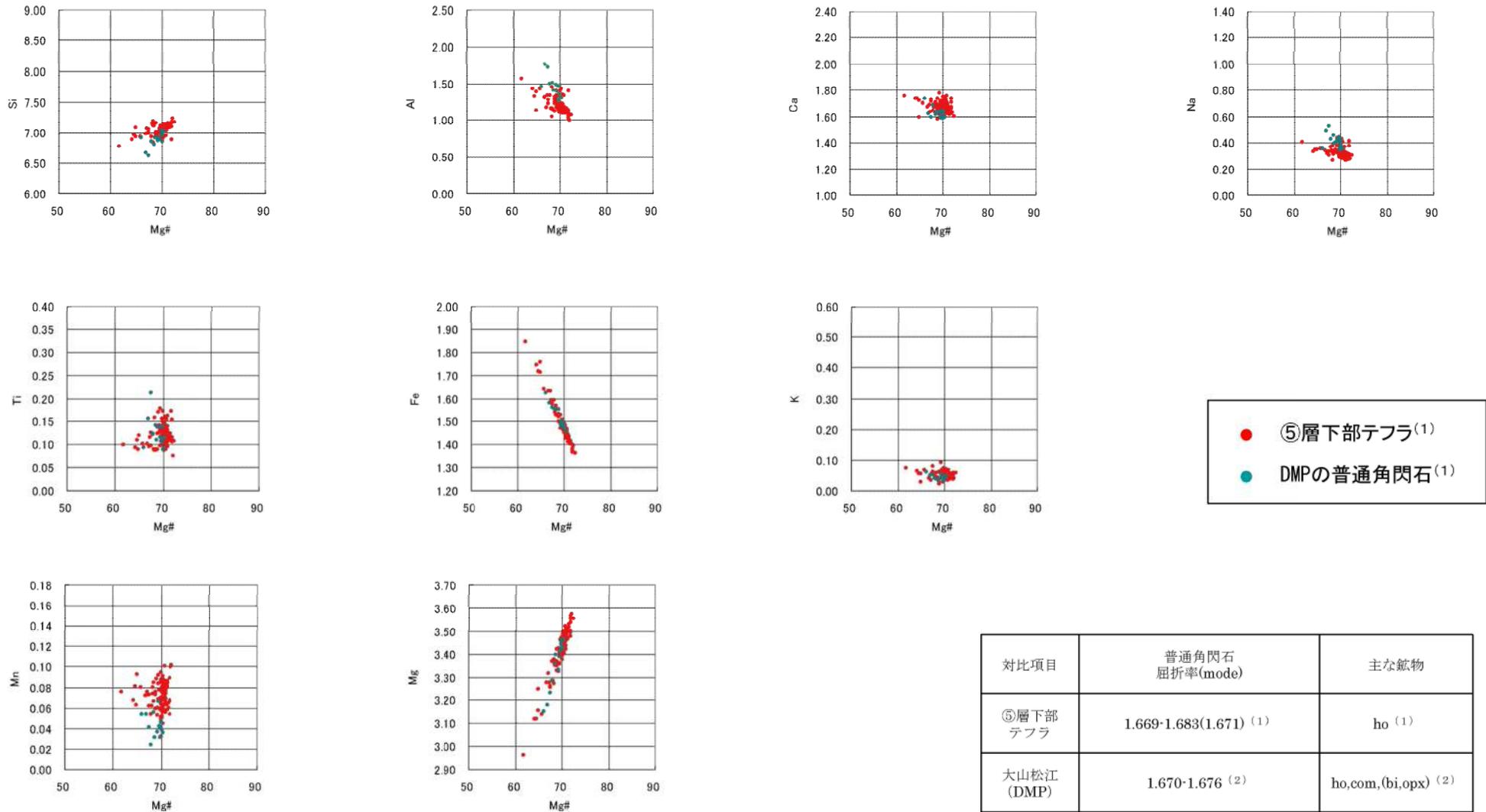
⑤層下部テフラの普通角閃石は、美浜テフラ 及び NEXCO80(Lower) の普通角閃石に酷似していることから、美浜テフラ 及び NEXCO80(Lower) に対比される。

III



(1) 日本原子力発電株式会社が実施
 (2) 町田洋, 新井房夫, 2003, 新編火山灰アトラス「日本列島とその周辺」, 東京大学出版会, 336p

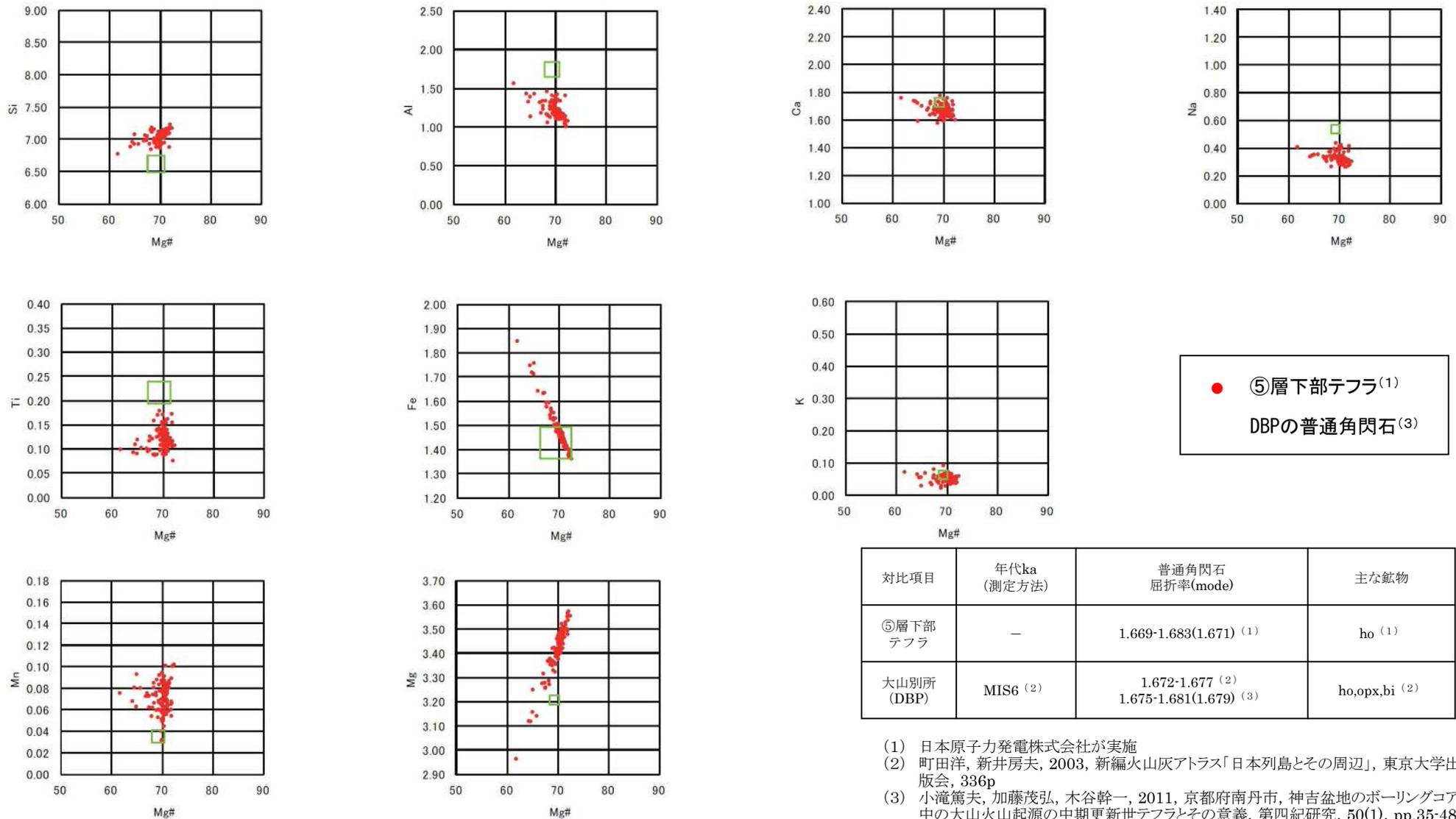
⑤層下部テフラとDHPの普通角閃石の主成分を分析した結果, DHPの普通角閃石は, ⑤層下部テフラの普通角閃石と異なることを確認した。



対比項目	普通角閃石 屈折率(mode)	主な鉱物
⑤層下部 テフラ	1.669-1.683(1.671) (1)	ho (1)
大山松江 (DMP)	1.670-1.676 (2)	ho,com,(bi,opx) (2)

(1) 日本原子力発電株式会社が実施
 (2) 町田洋, 新井房夫, 2003, 新編火山灰アトラス「日本列島とその周辺」, 東京大学出版会, 336p

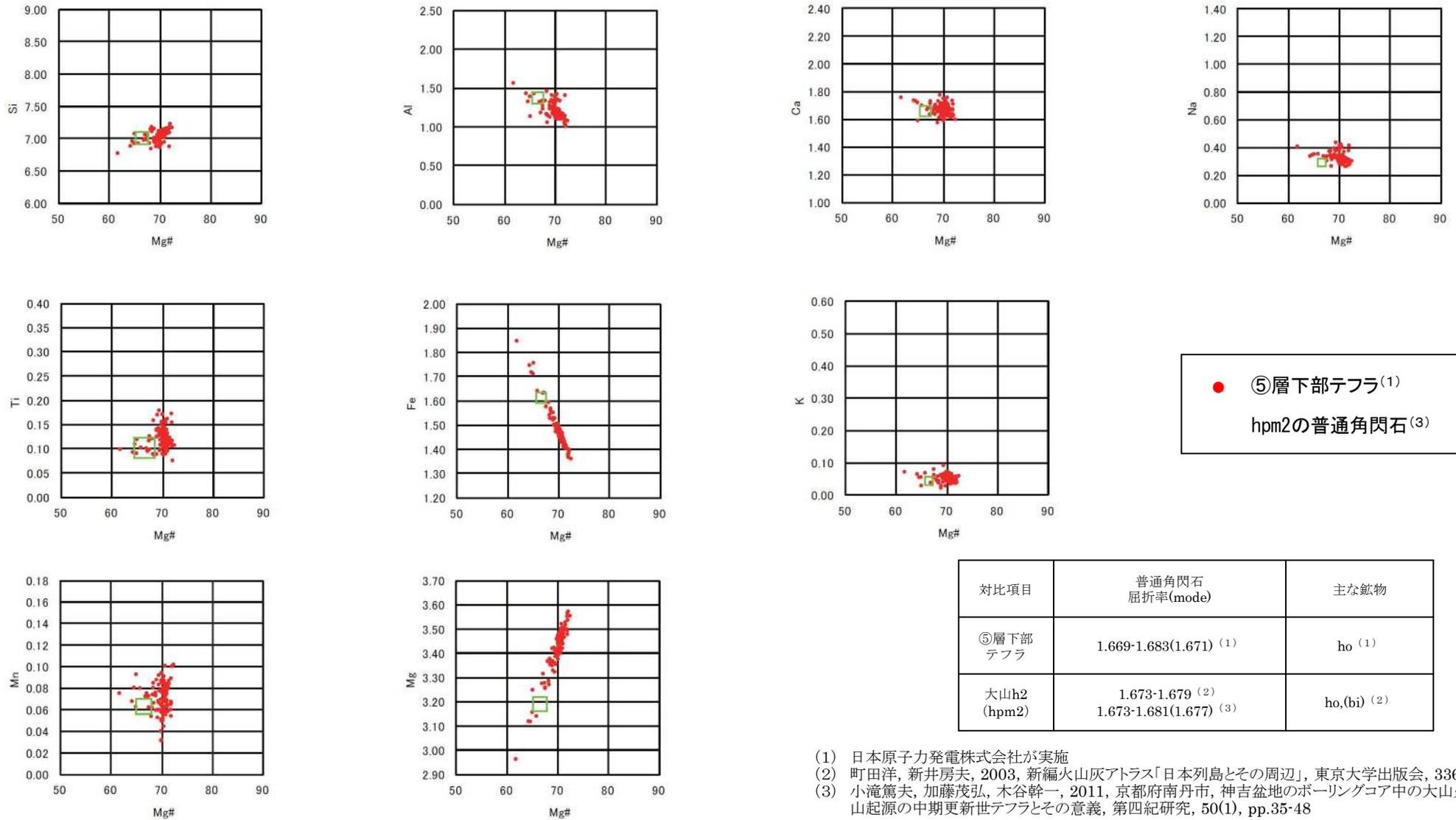
⑤層下部テフラとDMPの普通角閃石の主成分を分析した結果, DMPの普通角閃石は, ⑤層下部テフラの普通角閃石と異なることを確認した。



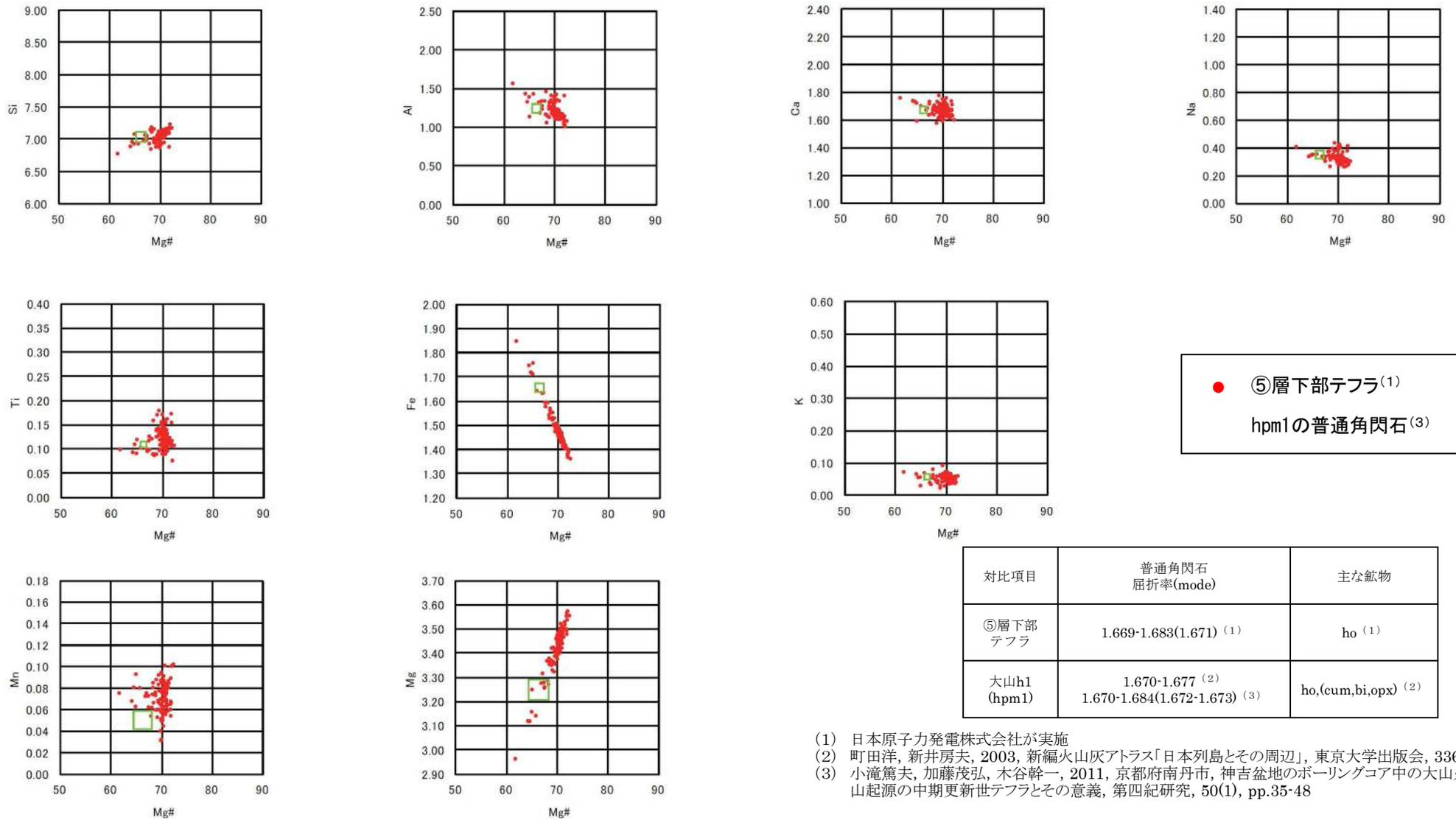
対比項目	年代ka (測定方法)	普通角閃石 屈折率(mode)	主な鉱物
⑤層下部 テフラ	—	1.669-1.683(1.671) ⁽¹⁾	ho ⁽¹⁾
大山別所 (DBP)	MIS6 ⁽²⁾	1.672-1.677 ⁽²⁾ 1.675-1.681(1.679) ⁽³⁾	ho,opx,bi ⁽²⁾

- (1) 日本原子力発電株式会社が実施
- (2) 町田洋, 新井房夫, 2003, 新編火山灰アトラス「日本列島とその周辺」, 東京大学出版会, 336p
- (3) 小滝篤夫, 加藤茂弘, 木谷幹一, 2011, 京都府南丹市, 神吉盆地のボーリングコア中の大山火山起源の中期更新世テフラとその意義, 第四紀研究, 50(1), pp.35-48

⑤層下部テフラとDBPの普通角閃石の主成分を分析した結果, DBPの普通角閃石は, ⑤層下部テフラの普通角閃石と異なることを確認した。



⑤層下部テフラとhpm2の普通角閃石の主成分を分析した結果、hpm2の普通角閃石は、⑤層下部テフラの普通角閃石と異なることを確認した。

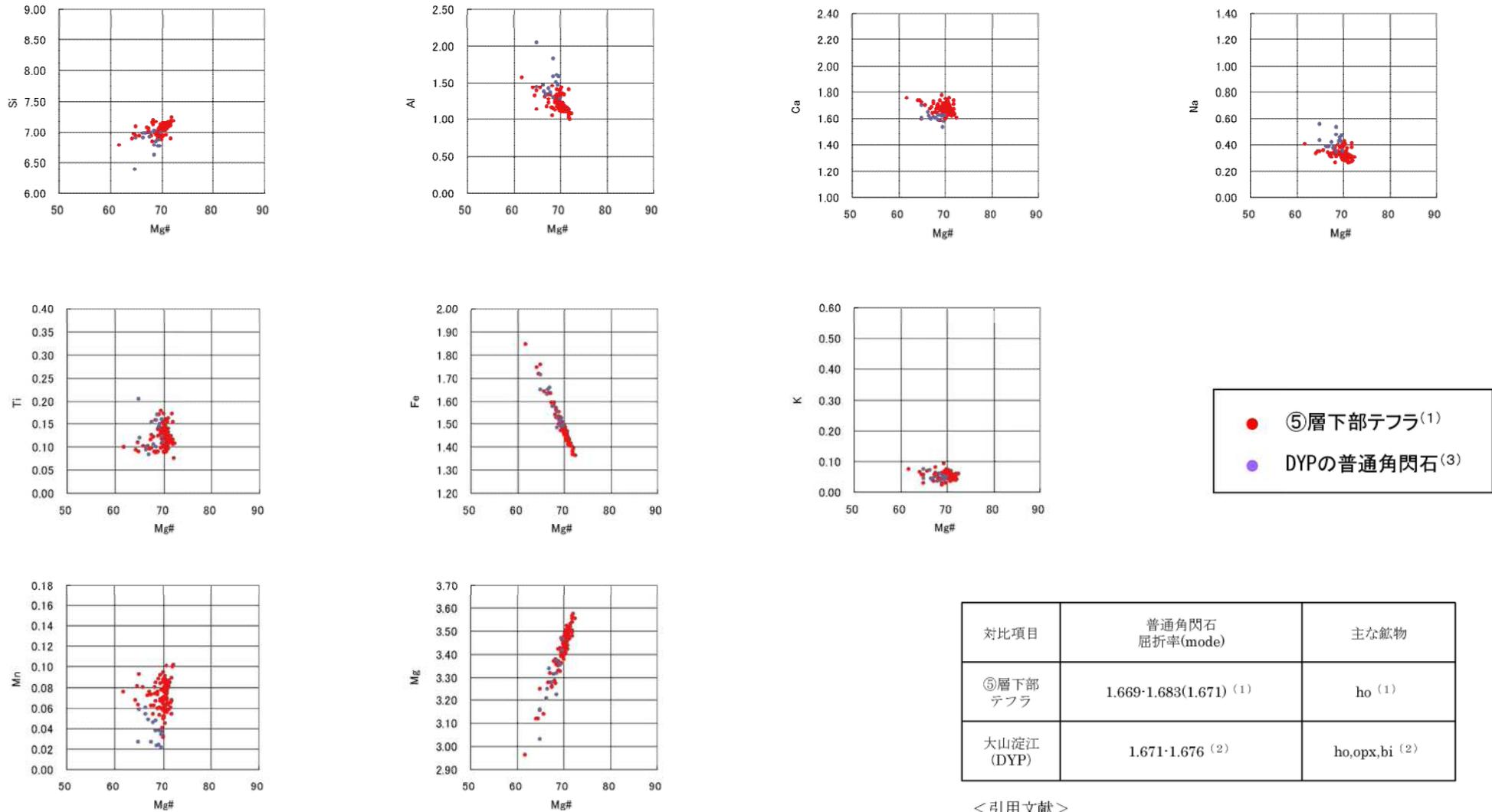


● ⑤層下部テフラ(1)
 ■ hpm1の普通角閃石(3)

対比項目	普通角閃石 屈折率(mode)	主な鉱物
⑤層下部 テフラ	1.669-1.683(1.671) (1)	ho (1)
大山h1 (hpm1)	1.670-1.677 (2) 1.670-1.684(1.672-1.673) (3)	ho,(cum,bi,opx) (2)

(1) 日本原子力発電株式会社が実施
 (2) 町田洋, 新井房夫, 2003, 新編火山灰アトラス「日本列島とその周辺」, 東京大学出版会, 336p
 (3) 小滝篤夫, 加藤茂弘, 木谷幹一, 2011, 京都府南丹市, 神吉盆地のボーリングコア中の大山火山起源の中期更新世テフラとその意義, 第四紀研究, 50(1), pp.35-48

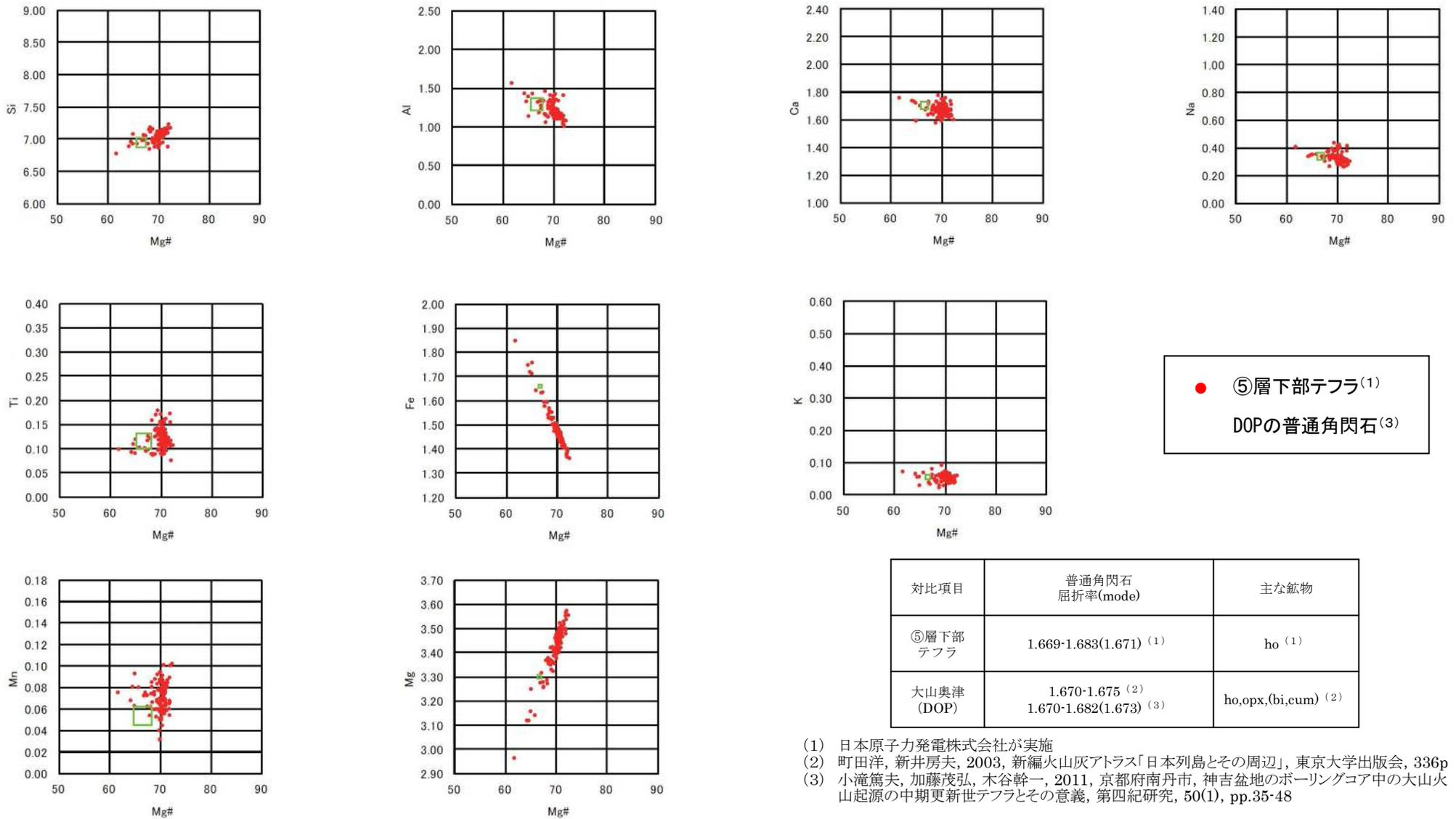
⑤層下部テフラとhpm1の普通角閃石の主成分を分析した結果, hpm1の普通角閃石は, ⑤層下部テフラの普通角閃石と異なることを確認した。



<引用文献>

- (1) 日本原子力発電株式会社が実施
- (2) 町田洋, 新井房夫, 2003, 新編火山灰アトラス「日本列島とその周辺」, 東京大学出版会, 336p

⑤層下部テフラとDYPの普通角閃石の主成分を分析した結果, DYP2の普通角閃石は, ⑤層下部テフラの普通角閃石と異なることを確認した。



対比項目	普通角閃石 屈折率(mode)	主な鉱物
⑤層下部 テフラ	1.669-1.683(1.671) ⁽¹⁾	ho ⁽¹⁾
大山奥津 (DOP)	1.670-1.675 ⁽²⁾ 1.670-1.682(1.673) ⁽³⁾	ho,opx,(bi,cum) ⁽²⁾

- (1) 日本原子力発電株式会社が実施
- (2) 町田洋, 新井房夫, 2003, 新編火山灰アトラス「日本列島とその周辺」, 東京大学出版会, 336p
- (3) 小滝篤夫, 加藤茂弘, 木谷幹一, 2011, 京都府南丹市, 神吉盆地のボーリングコア中の大山火山起源の中期更新世テフラとその意義, 第四紀研究, 50(1), pp.35-48

⑤層下部テフラとDOPの普通角閃石の主成分を分析した結果, DOPの普通角閃石は, ⑤層下部テフラの普通角閃石と異なることを確認した。

表 2 年代指標テフラにもとづき算出した高島沖コアの堆積速度とテフラ年代

Table 2 Tephra ages and sedimentary rate estimated from the age of the principal maker tephra layers

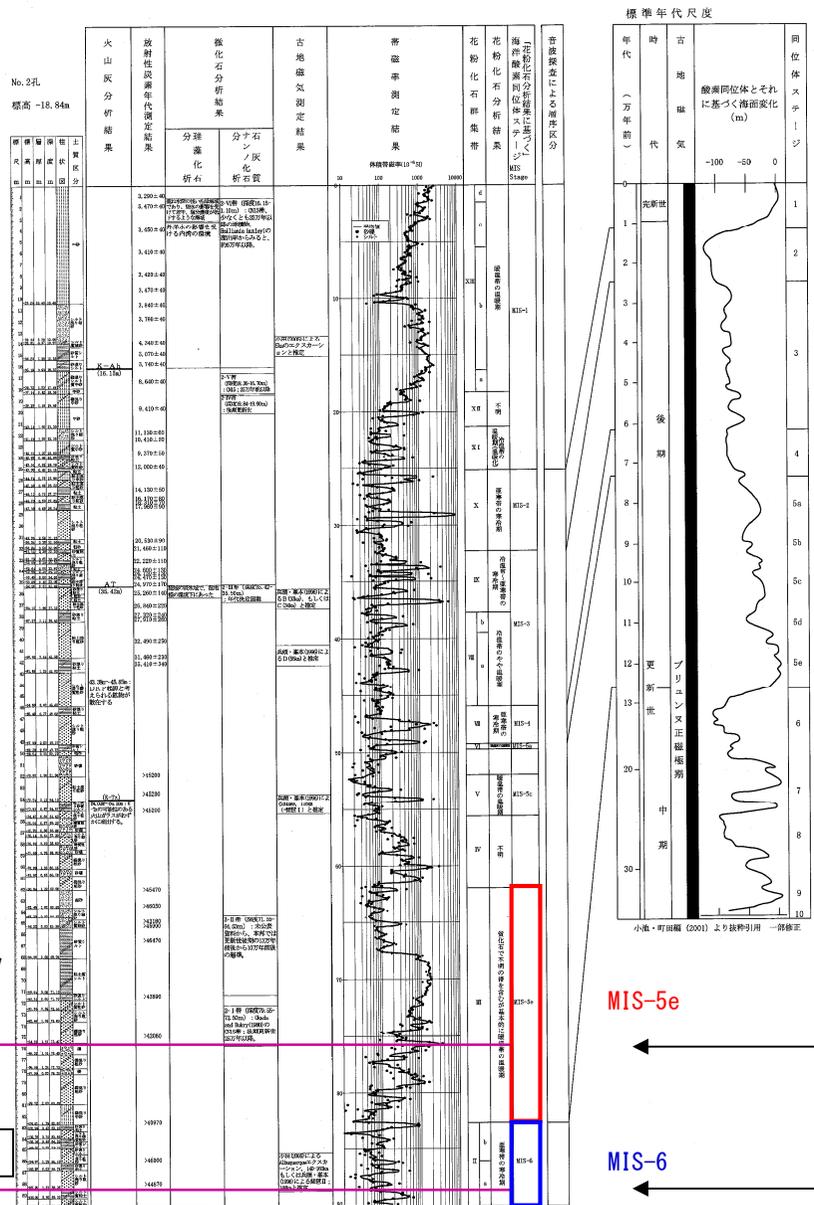
Tephra name	tephra correlation	Depth (m)	Age (Ka)	sed. rate (m/1000y)	Thickness (cm)	Maximam grain size (mm)	Tephra name	tephra correlation	Depth (m)	Age (Ka)	sed. rate (m/1000y)	Thickness (cm)	Maximam grain size (mm)
				0.490									
BT1	Kg	1.52	3.1			0.28	BT45		68.29	209.5	0.805	0.7	0.65
BT2		1.72	4.3	0.163		0.25	BT46		68.72	210.1	↑		0.23
BT3	K-Ah	2.23	7.3		2.5	0.66	BT47		70.26	212.0	↑	0.8	1.87
				0.116			BT48		70.37	212.1	↑	3.0	1.97
BT4	U-Oki	2.65	10.7		2.5	0.27	BT49		70.65	212.4	↑	1.5	1.77
BT5		3.18	12.3	0.318	3.0	0.20	BT50		73.37	215.8	↑		0.70
BT6	Sakate	4.76	17.2	↑		0.33	BT51	Kh-I	73.58	216.0		2.0	1.55
BT7		7.90	27.1	↑	1.0	0.87	BT52		76.97	221.8	0.582		0.28
BT8		8.35	28.5	↑	0.3	0.92	BT53		79.17	225.6	↑		0.40
BT9	Kitoragawa	8.37	28.5	↑	1.0	1.18	BT54		83.57	233.2	↑		0.33
BT10	AT	8.62	29.0		10.0	0.95	BT55		84.72	235.1	↑		0.38
BT11		8.72	29.3	0.301	2.5	0.84	BT56		84.87	235.4	↑		0.28
BT12		8.84	29.7	↑	2.0	0.73	BT57		85.56	236.6	↑	0.5	0.24
							BT58	Ata-Th	86.49	238.0		11.0	1.60
BT14		14.59	48.7	↑		0.40	BT59		92.57	247.0	0.673	5.0	0.28
BT15	Sl	14.69	49.0			0.43	BT60		93.18	247.8	↑	1.5	0.48
BT16		26.70	79.6	0.387	2+	1.33	BT61	Aso-1	94.37	249.0		41.0	0.59
BT17		27.15	80.7	↑	8.5	1.80	BT62		94.45	249.4	0.162	1.5	0.95
BT18		27.20	80.9	↑	2.0	2.55	BT63		94.82	251.7	↑		0.35
BT19		28.24	83.5	↑	5.0	1.90	BT64		95.17	253.8	↑		0.22
BT20		28.34	83.8	↑	1.5	2.53	BT65		99.18	278.6	↑		0.35
BT21		29.44	86.6	↑	1.0	1.38	BT66	Ng-1	101.68	294.0		0.5+	0.10
BT22	Aso-4	29.61	87.0		2+	2.30	BT67		102.54	296.6	0.323	2.0	0.40
BT23		29.72	87.3	0.313	1.0	2.26	BT68		105.08	304.5	↑		0.80
BT24		29.92	88.0	↑	1.10		BT69		108.33	314.5	↑		0.33
BT25	K-Tz	30.88	91.0		1.0	0.78	BT70	Kkt	114.63	334.0			0.40
BT26		30.94	91.2	0.246	0.5	0.52	BT71		119.93	347.2	0.401		0.50
BT27		32.27	96.6	↑	2.0	0.48	BT72		120.72	349.0		7.5	1.14
BT28		32.76	98.6	↑	1.5	2.06	BT73		121.94	352.1	0.392		0.20
BT29		32.89	99.1	↑	2.0	0.60	BT74		122.17	352.6	↑	5.0	1.06
BT30		33.00	99.5	↑		0.30	LCH 12		124.30	358.0			
BT31		34.35	104.9	↑		0.45	BT75		132.78	379.6	↑		0.30
BT32		34.45	105.3	↑		0.40	BT76		135.46	386.4	↑	3.0	0.69
BT33		34.90	107.1	↑		0.60	silt base		137.28	391.0	↑		
BT34		38.60	122.0		3.0	0.60	Ma9 top		208.45	400.0			
BT35		39.07	123.0	0.480		0.38	P10		211.95	401.3	2.768		
BT36		39.45	123.7	↑	4.5	1.18	P11		215.75	402.6	↑	3.0	
BT37		41.34	127.6	↑	1.0	0.83	P12		221.40	404.7	↑		
BT38		42.82	130.7	↑		0.33	P13		241.40	411.9	↑		
BT39		43.49	132.1	↑		0.50	P14		247.40	414.1	↑		
BT40		43.78	132.7	↑	0.5	0.32	Mj-II		248.15	414.3	↑	10.5	
BT41		43.94	133.0		0.5	0.50	Ma9 base		250.10	415.0			
Koyo-I	Aso-3		133.0		5+		Mj-I	Ks5	253.00	430.0		20.0	
BT42		46.81	143.6	0.272		1.00							
BT43	Aso-2	47.41	145.8	↑		0.60							
BT44		63.03	203.0		2.5	1.86							

BT37については、長橋他(2004)によれば、琵琶湖高島沖コアの堆積速度とテフラ年代から、降灰年代が127.6kaである。

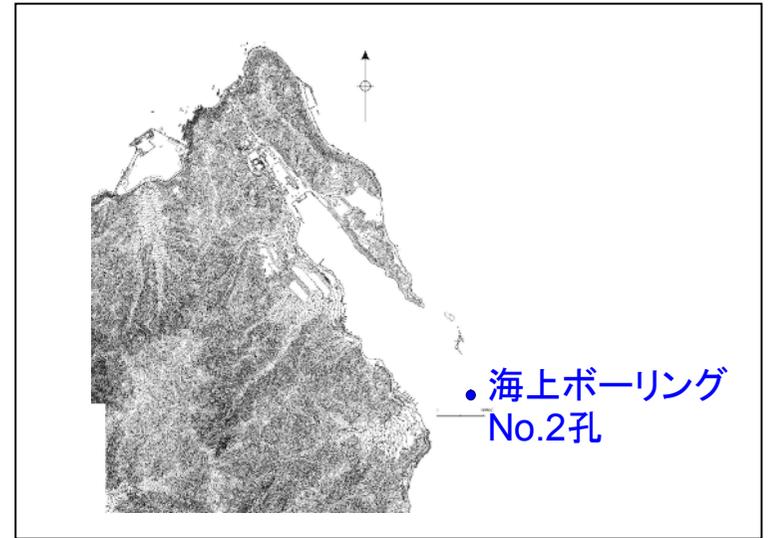
長橋良隆, 吉川周作, 宮川ちひろ, 内山高, 井内美郎, 2004, 近畿地方および八ヶ岳山麓における過去の43万年間の広域テフラの層序と編年—EDS分析による火山ガラス片の主要成分化学組成—, 第四紀研究, 43(1), pp.15-35

海上ボーリング (No.2孔) の柱状図

H25.4.24以降得られたデータ



第3.2.6図(3) ボーリング調査結果 (No.2孔)



No.2

試料番号	テフラ名	火山ガラスの 形状別含有量 (/3000粒子)			斜方輝石の 屈折率 (γ)
		Cpx	Grh	Cum	
74.55-74.60		20.48	50.100	0.5	1.700
74.70-74.75					1.710
74.75-74.80					1.720
74.80-74.85					
74.85-74.90					
74.90-74.95					
75.00-75.05					
75.05-75.10					
75.10-75.15					
75.15-75.20					

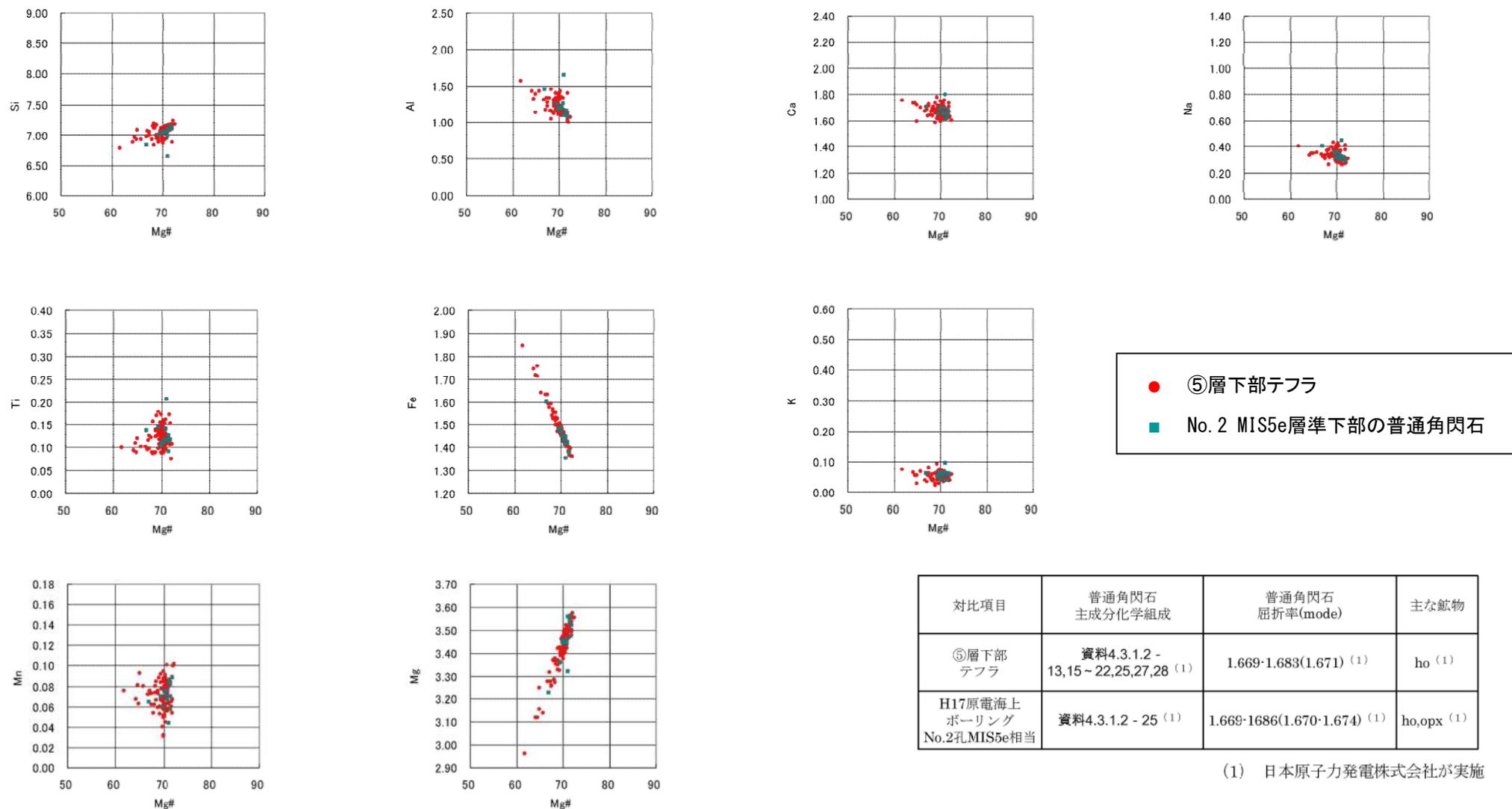
試料番号	テフラ名	火山ガラスの 形状別含有量 (/3000粒子)			斜方輝石の 屈折率 (γ)
		Cpx	Grh	Cum	
86.76-86.80		1.2	1.2		
86.80-86.85					
86.85-86.90					
86.90-86.95					
86.95-87.00					
87.00-87.05					
87.05-87.10					
87.10-87.15					
87.15-87.20					
87.20-87.25					
87.25-87.30					
87.30-87.35					
87.35-87.40					
87.40-87.45					
87.45-87.50					
87.50-87.55					
87.55-87.60					
87.60-87.65					
87.65-87.70					
87.70-87.75					
87.75-87.80					
87.80-87.85					
87.85-87.90					
87.90-87.95					
87.95-88.00					
88.00-88.05					
88.05-88.10					
88.10-88.15					
88.15-88.20					
88.20-88.25					
88.25-88.30					
88.30-88.35					
88.35-88.40					
88.40-88.45					
88.45-88.50					
88.50-88.55					
88.55-88.60					
88.60-88.65					
88.65-88.70					
88.70-88.75					
88.75-88.80					
88.80-88.85					
88.85-88.90					
88.90-88.95					
88.95-89.00					

⑤層下部テフラと対比される普通角閃石をMIS5eに相当するコア中から確認した。

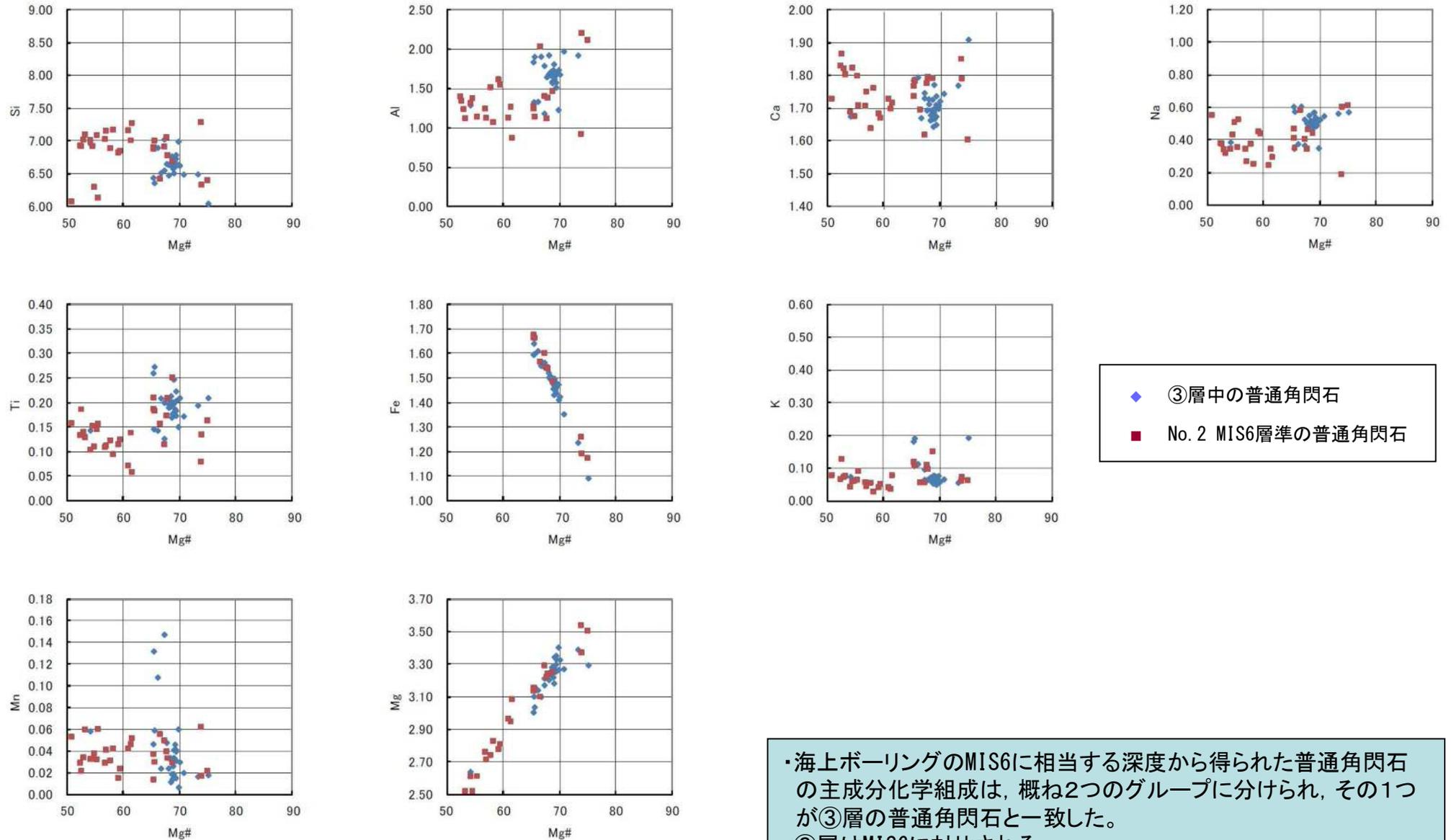
③層中の普通角閃石と対比される普通角閃石がMIS6に相当するコア中に混在する。

119

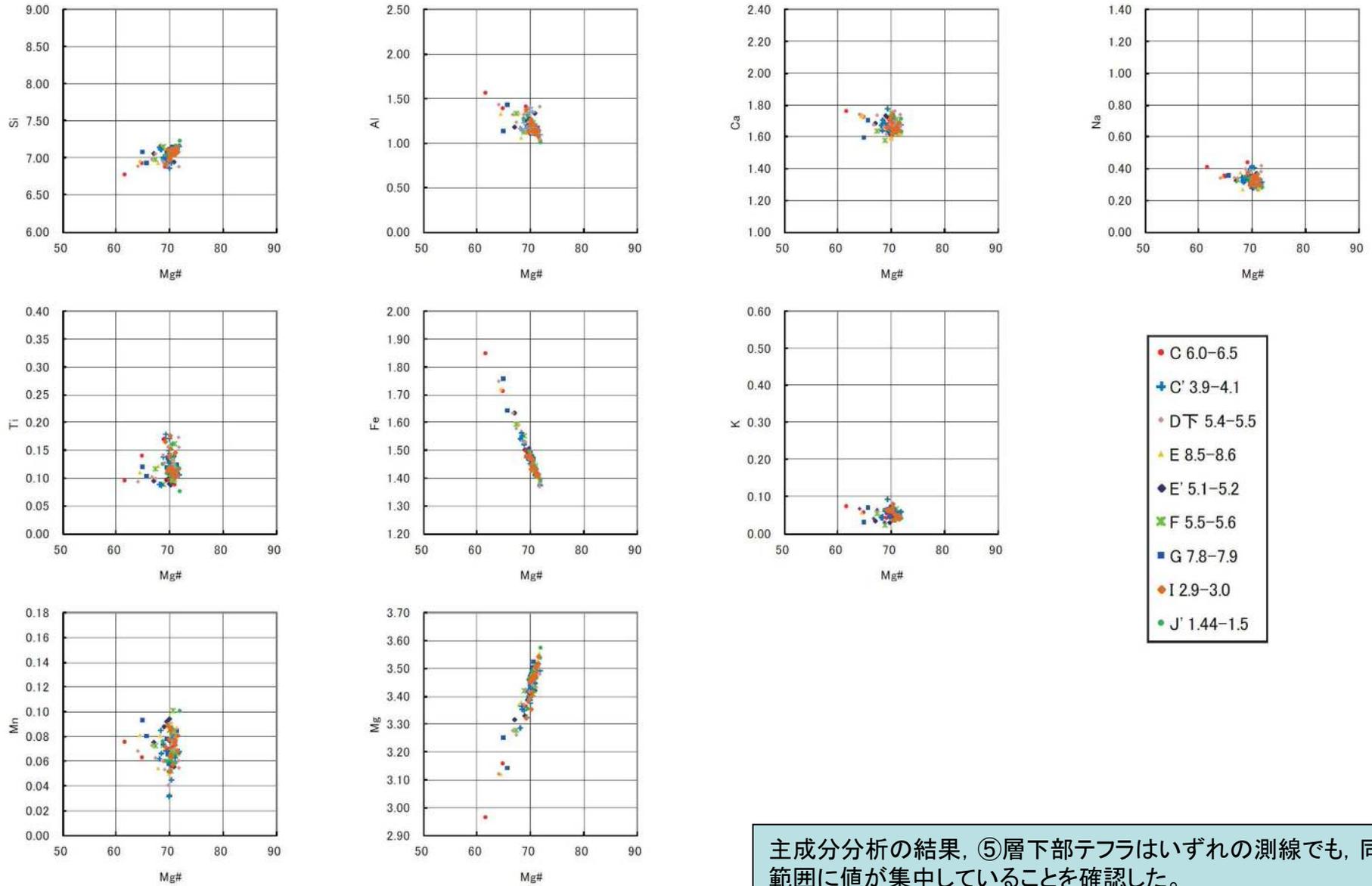
D-1 トレンチ テフラ分析 (⑤層下部テフラと海上ボーリングMIS5eの普通角閃石の主成分分析)



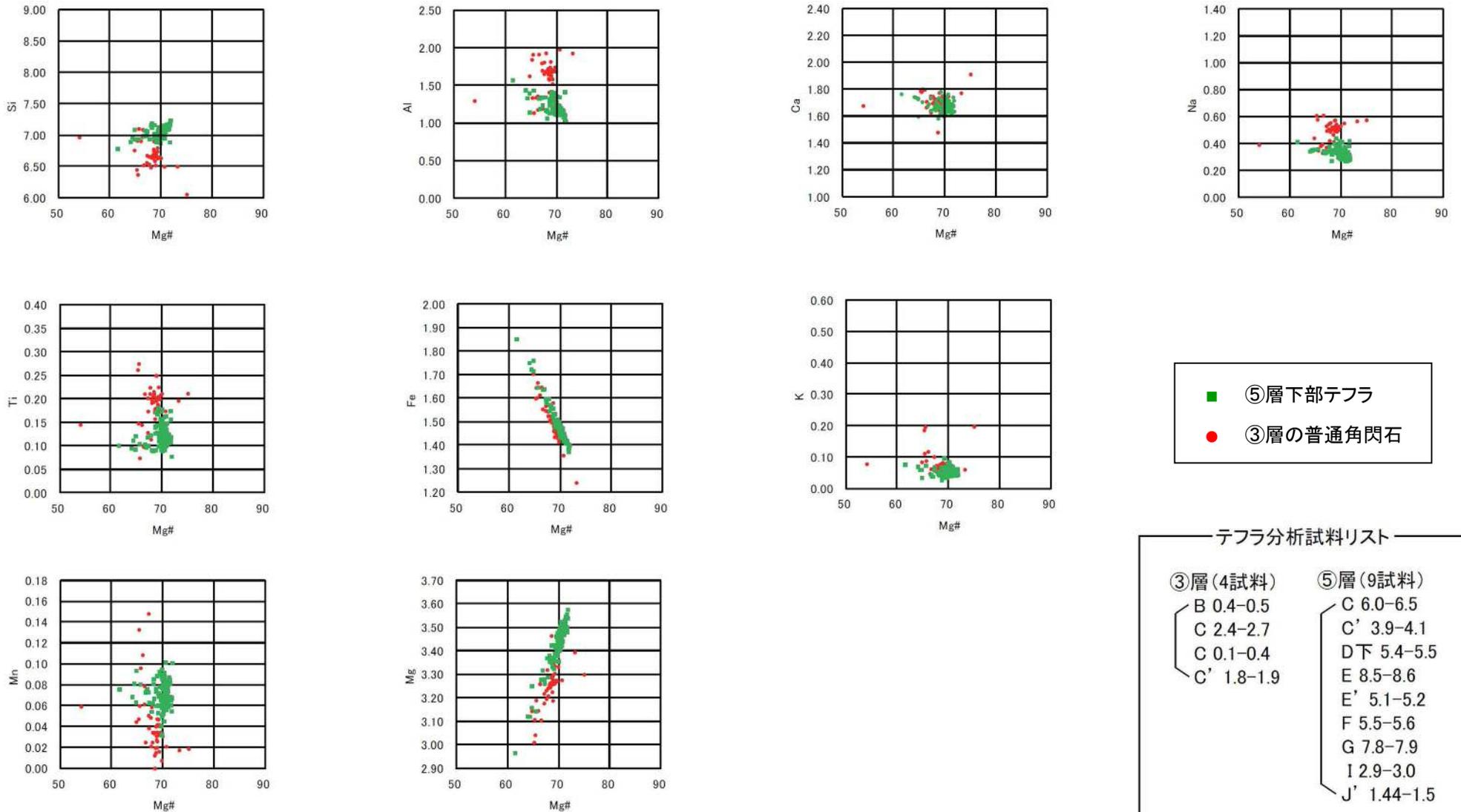
敦賀湾で実施した海上ボーリングでは、⑤層下部テフラと同じ主成分及び屈折率を有する普通角閃石がMIS5eに相当するコア中の下部からも検出された。



海上ボーリングのMIS6に相当する深度から得られた普通角閃石の主成分化学組成は、概ね2つのグループに分けられ、その1つが③層の普通角閃石と一致した。
 ・③層はMIS6に対比される。



主成分分析の結果, ⑤層下部テフラはいずれの測線でも, 同じ範囲に値が集中していることを確認した。



両層に含まれる普通角閃石の主成分を分析した結果、③層の普通角閃石は、⑤層下部テフラの普通角閃石と異なることを確認した。

(空ページ)

4.3.1.3 花粉分析

D-1 トレンチでは、②層～⑤層、⑧層、⑨層及び新期扇状地堆積物を対象として、花粉分析を実施した。

その結果、⑤層最上部、⑤層最下部、②層から花粉が検出された。

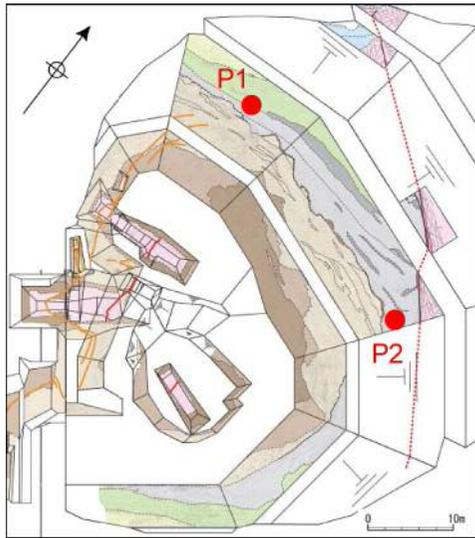
⑤層最上部は、全体に風化の影響を強く受けており、花粉化石の保存状態は悪い。検出される花粉が針葉樹とシダ類胞子にほぼ限られるため、古気候は推定できない。

⑤層最下部は、全体に風化の影響を強く受けており、花粉化石の保存状態は悪いが、針葉樹のマツ属、スギ属が優勢し、他に広葉樹のコナラ属を含む組成により比較的温暖な気候を示す。【資料 4.3.1.3-1】

②層は、針葉樹のスギ属、マツ属が多く、次いでツガ属、モミ属等が検出される。他に広葉樹のコナラ属を含む。スギ属をはじめとする温帯針葉樹が多産することから比較的温暖であったと考えられる。【資料 4.3.1.3-2】

以上の層相、テフラ分析、花粉分析等から、①層～③層は MIS6 以前に、⑤層下部は MIS5e に、⑤層上部は MIS5c に、⑥層は MIS5a～b に、⑦層～⑨層は MIS4 以降にそれぞれ相当する。

126



試料採取位置

		P1	P2
木本花粉	Arboreal Pollen		
モミ属	<i>Abies</i>	-	5
ツガ属	<i>Tsuga</i>	78	17
トウヒ属	<i>Picea</i>	1	3
マツ属複雑管束亜属	<i>Diploxylon</i>	-	15
マツ属 不明	<i>Pinus</i>	107	65
スギ属	<i>Cryptomeria</i>	-	55
イチイ科—イヌガヤ科—ヒノキ科	T.-C.	-	4
ハンノキ属	<i>Alnus</i>	12	6
ブナ属	<i>Fagus</i>	2	3
コナラ属コナラ亜属	<i>Lepidobalanus</i>	-	5
コナラ属アカガシ亜属	<i>Cyclobalanopsis</i>	-	30
ニレ属—ケヤキ属	<i>Ulmus-Zelkova</i>	-	1
モチノキ属	<i>Ilex</i>	-	4
ハイノキ属	<i>Symplocos</i>	-	3
草本花粉	Nonarboreal Pollen		
フウロソウ属	<i>Geranium</i>	1	-
ヨモギ属	<i>Artemisia</i>	1	-
キク亜科	Carduoideae	5	-
不明花粉	Unknown Pollen		
不明花粉	Unknown pollen	1	4
シダ植物胞子	Pteridophyta Spores		
他のシダ植物胞子	other Pteridophyta spores	160	221
合計	TOTAL		
木本花粉	Arboreal Pollen	200	216
草本花粉	Nonarboreal Pollen	7	0
不明花粉	Unknown Pollen	1	4
シダ植物胞子	Pteridophyta Spores	160	221
総花粉・胞子(不明を除く)	Total Number of Pollen & Spores	367	437
分析後残渣の観察			
有機物残渣量: VA: Very Abundant (非常に多い), A: Abundant (多い), C: Common (普通), F: Few (少ない), Tr: Trace (痕跡程度 (微量))		Tr	A
花粉・胞子化石の産出傾向: VA: Very Abundant (非常に多い), A: Abundant (多い), C: Common (普通), R: Rare (稀れ), VR: Very Rare (極く稀れ), N: Non (無化石)		R	C
花粉・胞子化石の保存状態: VG: Very Good (非常に良い), G: Good (良い), M: Moderate (普通), P: Poor (悪い), VP: Very Poor (非常に悪い)		VP	P

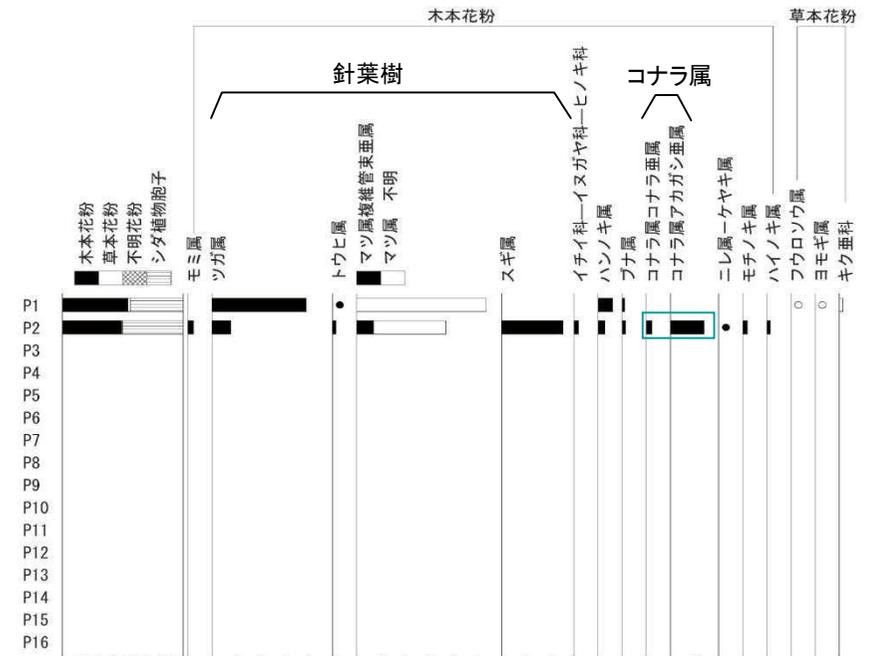


図1. 花粉化石群集
出現率は、木本花粉は木本花粉化石総数、草本花粉などは総数より不明花粉を除く数を基数として百分率で算出した。なお、●○は1%未満を示す。

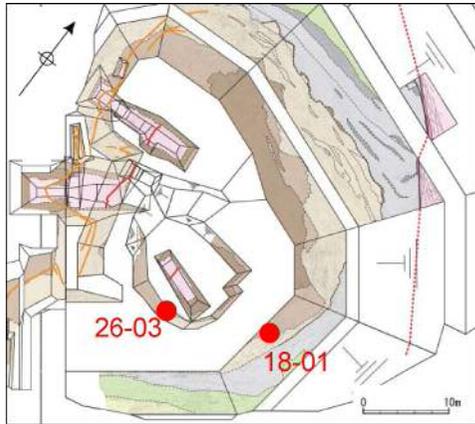
P1: ⑤層最上部

- ・全体に風化の影響を強く受けており、花粉化石の保存状態は悪い。
- ・検出した花粉は針葉樹とシダ類胞子にほぼ限られるため、古気候は推定できない。

P2: ⑤層最下部

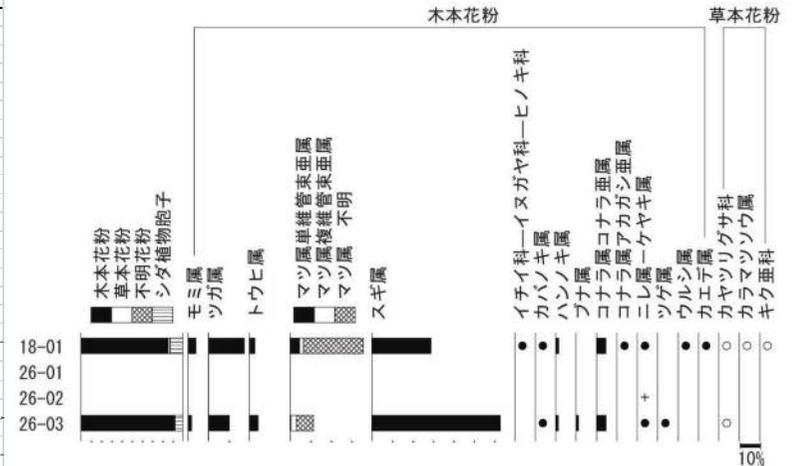
- ・全体に風化の影響を受けている。針葉樹のマツ属、スギ属が優勢し、他に広葉樹のコナラ属を含む組成は比較的温暖な気候を示す。

127



試料採取位置

		D1	D1	D1	D1
		Po	Po	Po	Po
		18-01	26-01	26-02	26-03
木本花粉	Arboreal Pollen				
モミ属	<i>Abies</i>	10	-	-	4
ツガ属	<i>Tsuga</i>	46	-	-	24
トウヒ属	<i>Picea</i>	7	-	-	10
マツ属単維管束亜属	<i>Haploxylon</i>	12	-	-	1
マツ属複維管束亜属	<i>Diploxylon</i>	5	-	-	6
マツ属 不明	<i>Pinus</i>	77	-	-	20
スギ属	<i>Cryptomeria</i>	76	-	-	148
イチイ科—イヌガヤ科—ヒノキ科	T.-C.	1	-	-	-
カバノキ属	<i>Betula</i>	1	-	-	2
ハンノキ属	<i>Alnus</i>	4	-	-	3
ブナ属	<i>Fagus</i>	-	-	-	3
コナラ属コナラ亜属	<i>Quercus</i> subgen. <i>Lepidobalanus</i>	12	-	-	11
コナラ属アカガシ亜属	<i>Quercus</i> subgen. <i>Cyclobalanopsis</i>	1	-	-	-
ニレ属—ケヤキ属	<i>Ulmus-Zelkova</i>	1	-	1	1
ツゲ属	<i>Buxus</i>	-	-	-	2
ウルシ属	<i>Rhus</i>	1	-	-	-
カエデ属	<i>Acer</i>	1	-	-	-
草本花粉	Nonarboreal Pollen				
カヤツリガサ科	Cyperaceae	3	-	-	1
カラマツソウ属	<i>Thalictrum</i>	1	-	-	-
キク亜科	Carduoideae	1	-	-	-
不明花粉	Unknown Pollen				
不明花粉	Unknown pollen	1	-	-	1
シダ植物胞子	Pteridophyta Spores				
他のシダ植物胞子	other Pteridophyta spores	38	-	-	20
合計	T O T A L				
木本花粉	Arboreal Pollen	255	0	1	235
草本花粉	Nonarboreal Pollen	5	0	0	1
不明花粉	Unknown Pollen	1	0	0	1
シダ植物胞子	Pteridophyta Spores	38	0	0	20
総花粉・胞子	Total Number of Pollen & Spores	299	0	1	257
分析後残渣の観察					
有機物残渣量: VA: Very Abundant (非常に多い), A: Abundant (多い), C: Common (普通), F: Few (少ない), Tr: Trace (痕跡程度 (微量))		VA	Tr	Tr	VA
有機物形態: am: amorphous 主体, mix: 混在, wo: woody・coaly・herbaceous 主体		wo	wo	wo	wo
花粉・胞子化石の産出傾向: VA: Very Abundant (非常に多い), A: Abundant (多い), C: Common (普通), R: Rare (稀れ), VR: Very Rare (極く稀れ), N: Non (無化石)		A	VR	VR	A
花粉・胞子化石の保存状態: VG: Very Good (非常に良い), G: Good (良い), M: Moderate (普通), P: Poor (悪い), VP: Very Poor (非常に悪い)		M	M	M	M



木本花粉は木本花粉総数、草本花粉・シダ類胞子は総数から不明花粉を除いた数を基数として百分率で表した。○●は1%未満、+は木本花粉100個未満の試料において検出された種類を示す。

図1. 花粉化石群集

18-01, 26-03: ②層
 ・スギ属, マツ属が多く, 次いでツガ属, モミ属等が検出される。他に広葉樹のコナラ属を含む。スギ属をはじめとする温帯針葉樹が多産することから比較的温暖であったと考えられる。

(空ページ)

4.3.2 G 断層の連続性及び活動性

D-1 トレンチ北側ピットの G 断層は、花崗斑岩質カタクレサイトと黄褐色、灰白色、淡赤褐色、暗褐色の縞状構造を呈する断層ガウジからなり、N-S 方向で高角度西傾斜である。断層ガウジは、面構造が発達し、比較的明瞭である。断層ガウジ内の構成粒子はよく円磨されている。最新活動面について複数の条線方向を統計的に確認した結果、縦ずれ成分が卓越する。条線の面構造から推定される変位センスは、正断層成分が卓越している。D-1 トレンチ北側ピット南方で採取したブロック試料の薄片試料観察によれば、最新活動面の断層ガウジの変位センスは、正断層・右横ずれセンスが推定される。これらの G 断層の特徴は、D-1 破砕帯の特徴と類似しており、G 断層は D-1 破砕帯と一連の構造であると判断された。

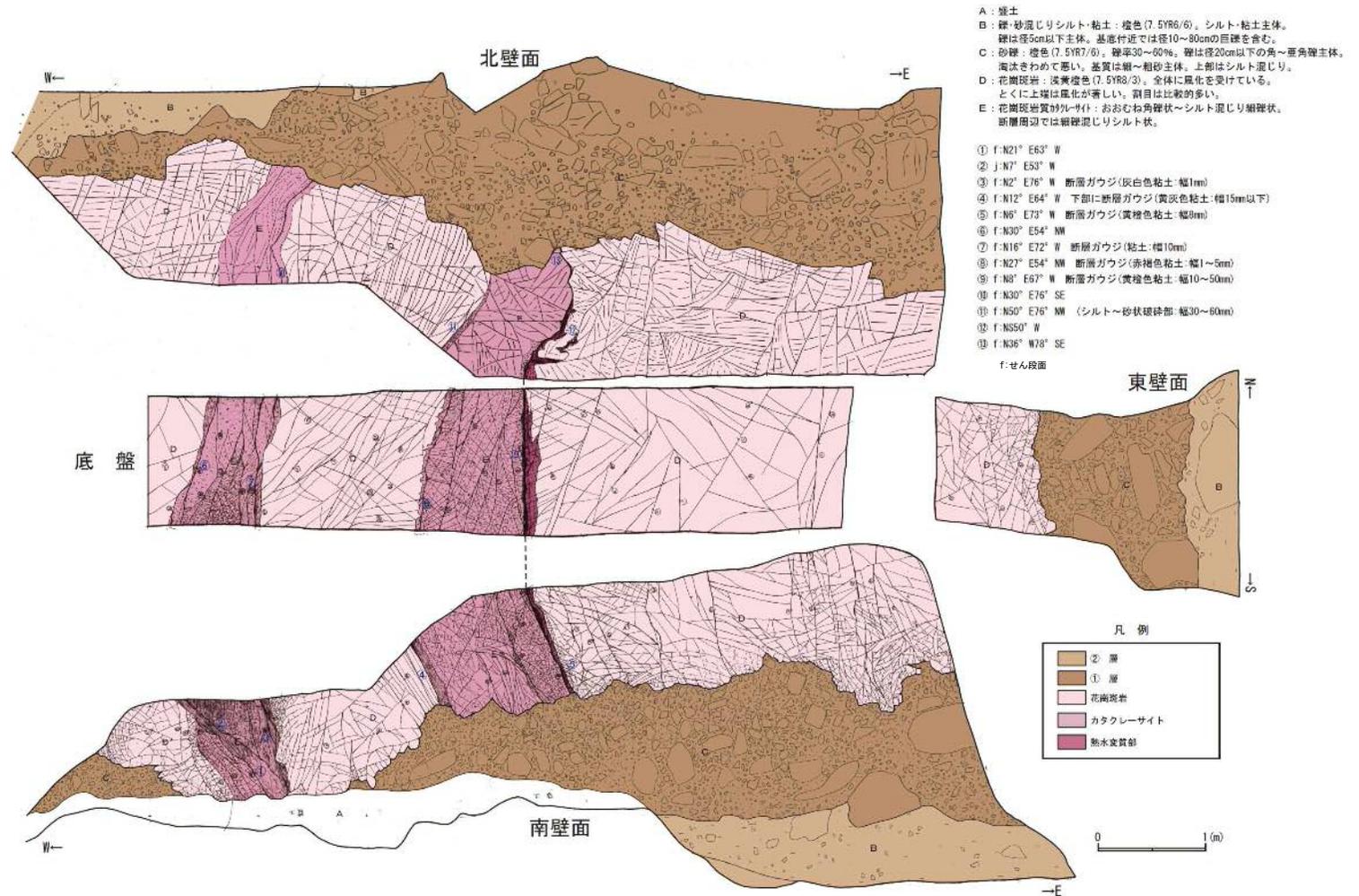
G 断層は D-1 トレンチ北側ピットでは、①層に変位・変形を与えていない。D-1 トレンチ北側ピット南方延長の D-1 トレンチ 1-1 ピットでは、②層には変位・変形は認められない。【資料 4.3.2-1~9】

また、ボーリング調査結果によれば、G 断層はさらに南方延長の原電道路ピット下を通過しており、同ピットの東向き法面部に見られる②層及び③層に変位・変形は認められない。【資料 4.3.2-10】

以上のことから、D-1 破砕帯 (G 断層含む) は、少なくとも MIS6 以前の①層に変位・変形を与えていない。

D-1トレンチ北側ピット (G断層) スケッチ

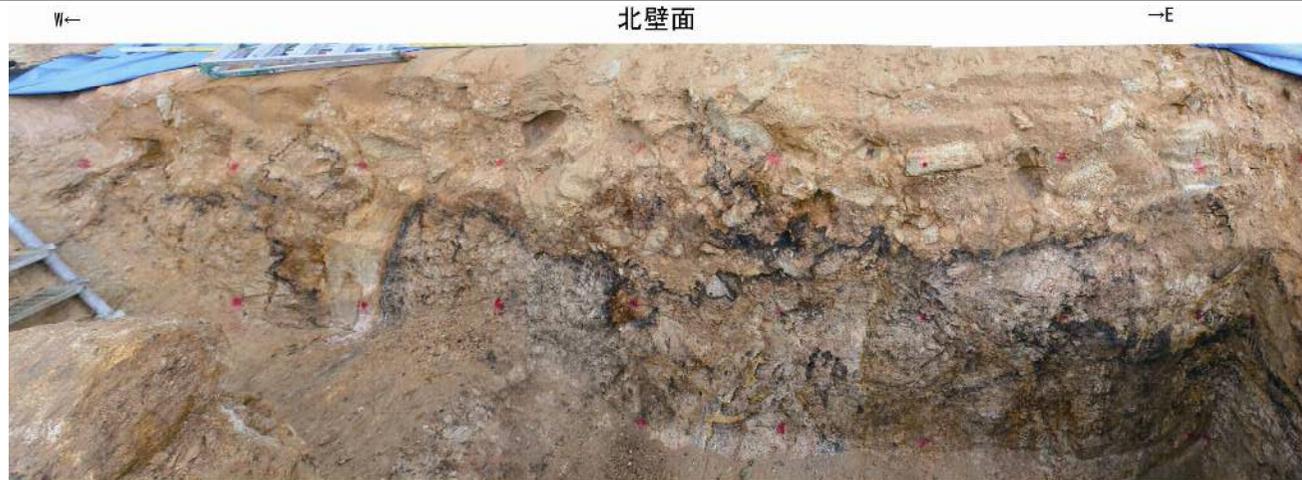
130



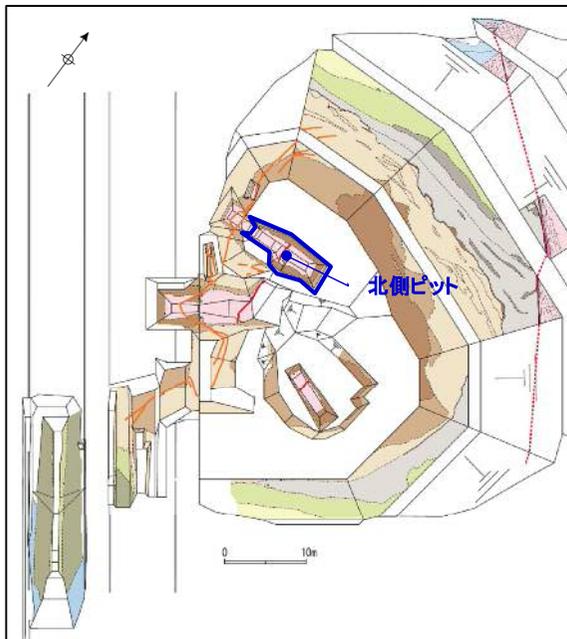
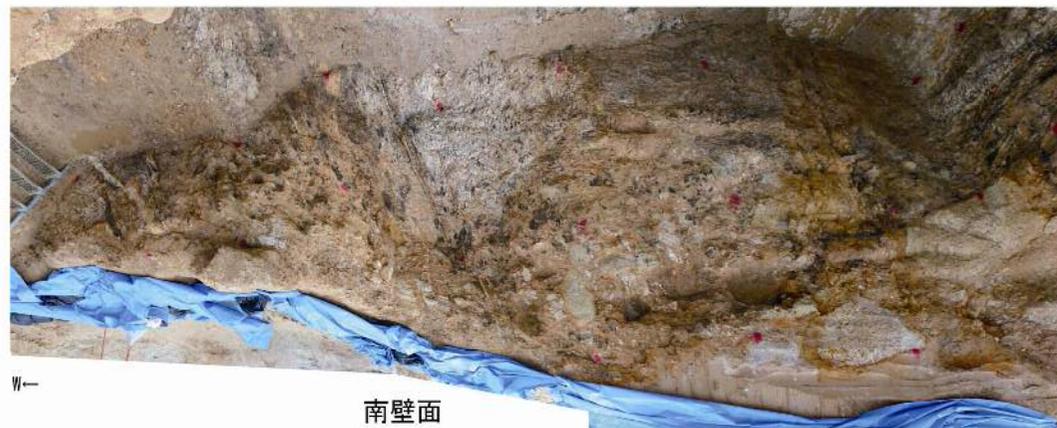
G断層は、花崗斑岩質カタクレーサイトと黄褐色、灰白色、淡赤褐色、暗褐色の縞状構造を呈する断層ガウジからなり、N-S方向で高角度西傾斜である。

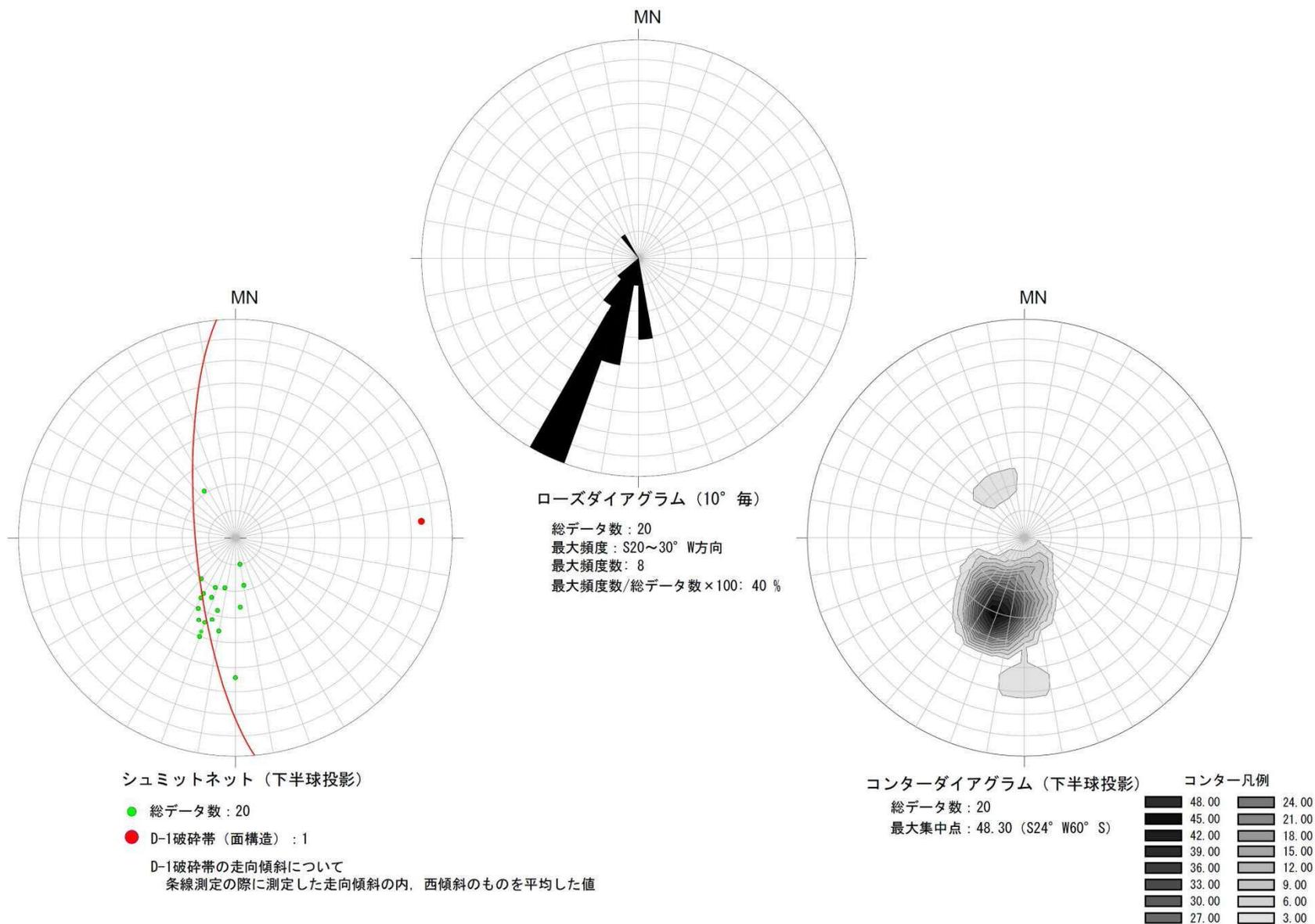
G断層はD-1トレンチ北側ピットでは、①層に変位・変形を与えていない。

D-1トレンチ北側ピット (G断層) 写真



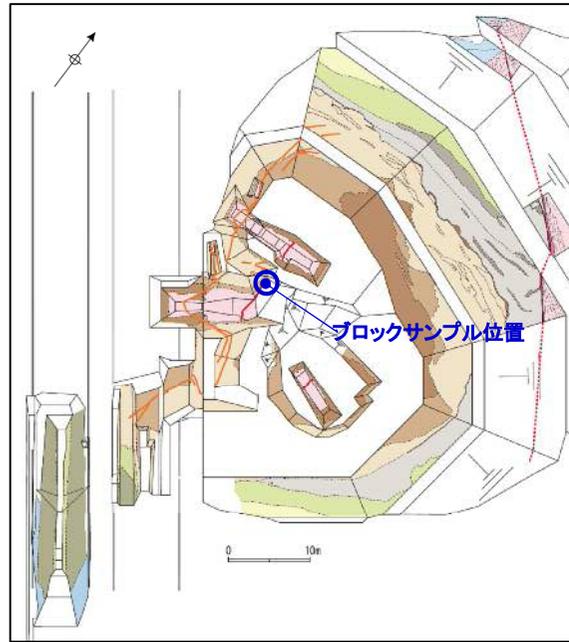
東壁面





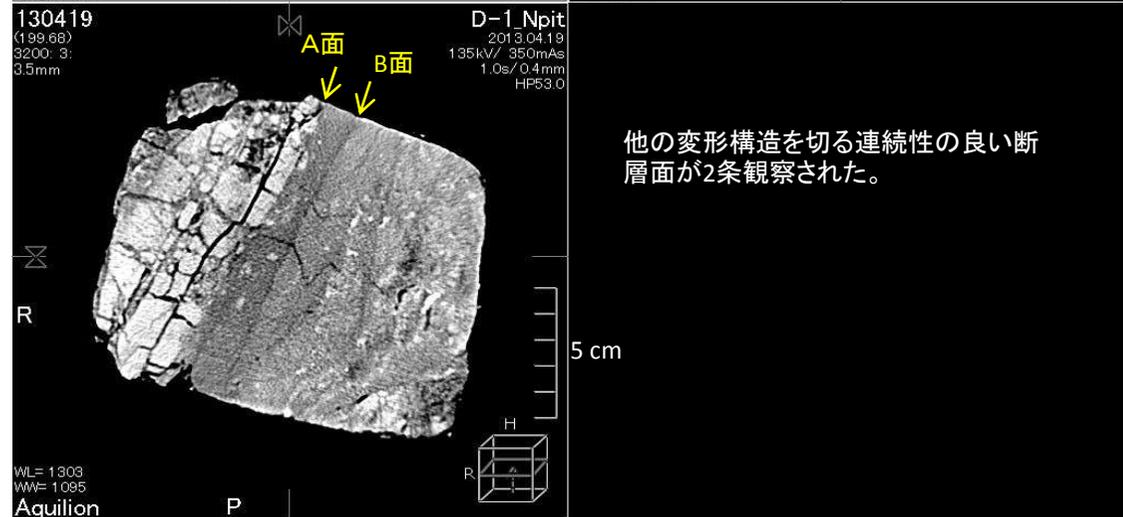
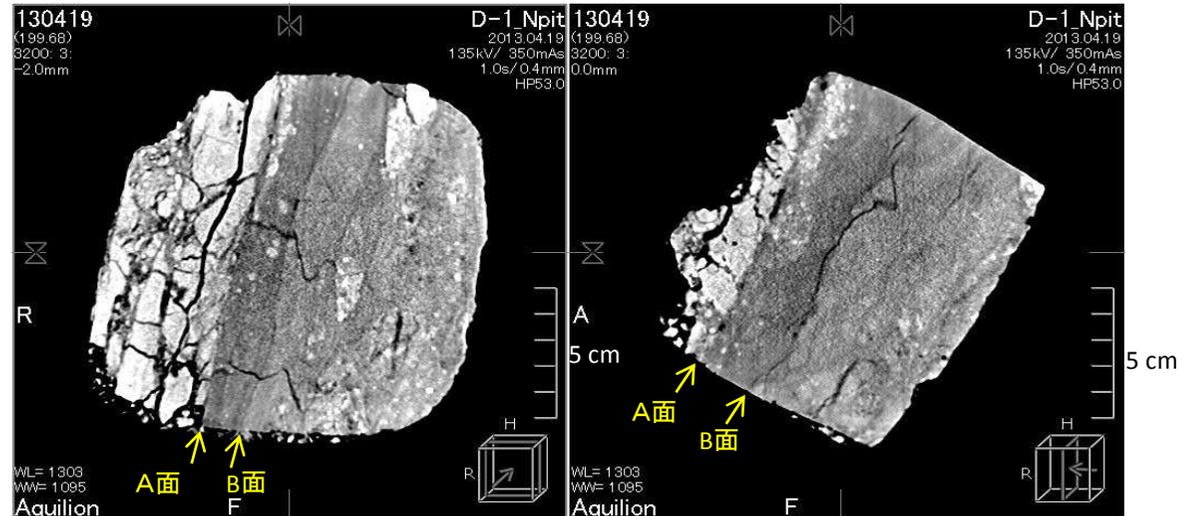
・G断層の最新活動面における条線について、S20° ~30° Wを示す縦ずれ成分が卓越。
 ・高~中角度を示すプランジが多い。

D-1トレンチ北側ピット（G断層） ブロックサンプル及びCT画像解析



水平スライス断面

鉛直断面



他の変形構造を切る連続性の良い断層面が2条観察された。

鉛直断面



D-1トレンチ北側ピットでG断層のブロックサンプルを観察した結果、他の変形構造を切る連続性の良い断層面が2条観察された。

N ←



西側から東方を見る。西傾斜の断層面(A面)の下盤側表面の形態。高角度の条線が認められる。

0 1mm

上 → 西



0 5cm

134

N ←



西側から東方を見る。西傾斜の断層面(A面)の下盤側表面の形態。高角度の条線,微小な窪みが認められる。

0 1mm

→ N



東側から西方を見る。西傾斜の断層面(B面)の上盤側表面の形態。高角度の条線,微小な窪みが認められる。

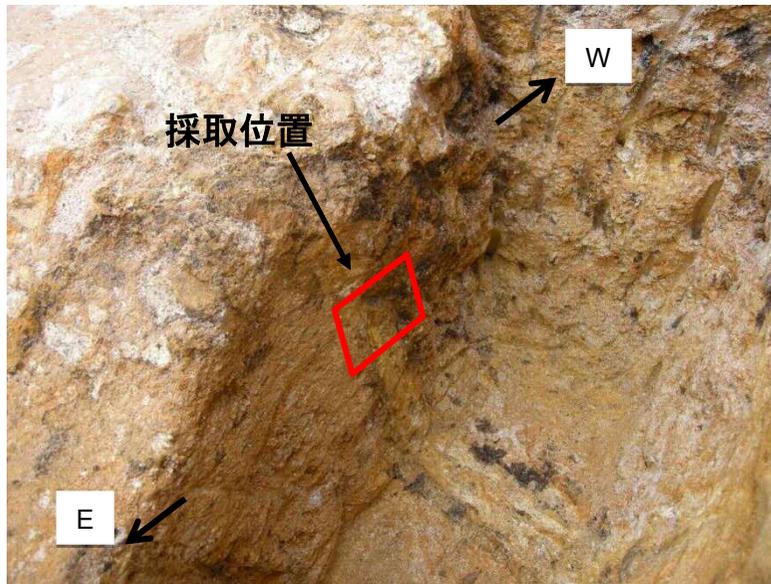
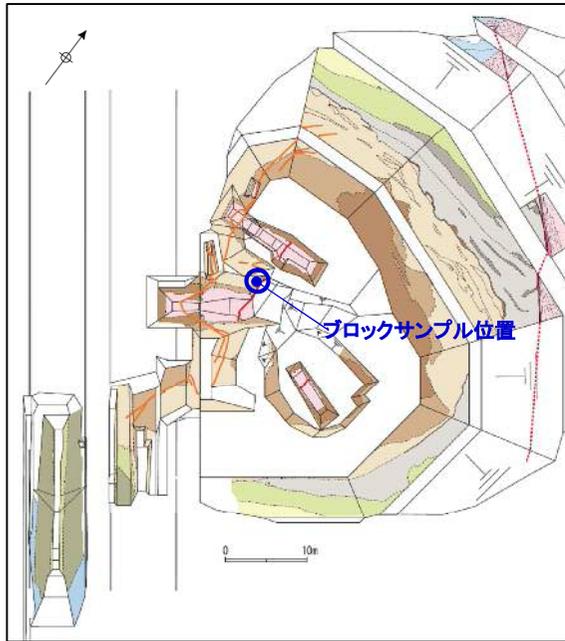
0 1mm

A面上の条線観察

B面上の条線観察

D-1トレンチ北側ピット (G断層) 薄片試料観察

135

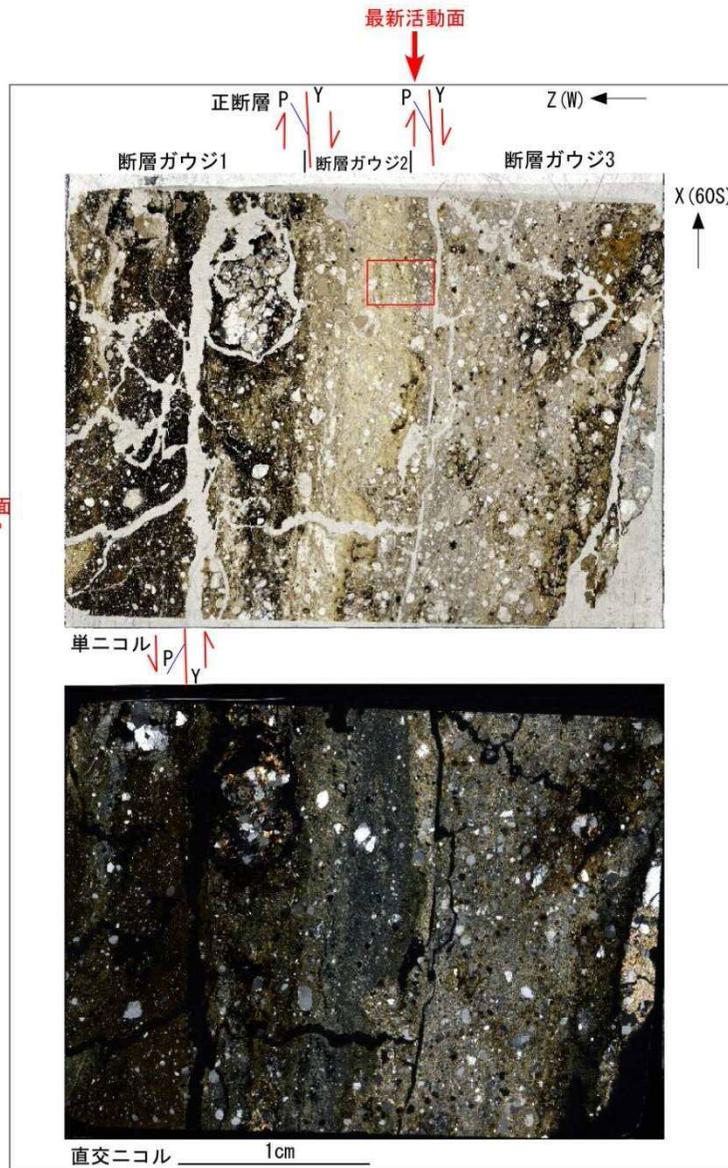
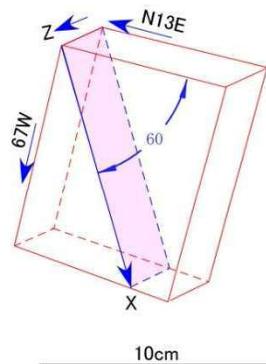
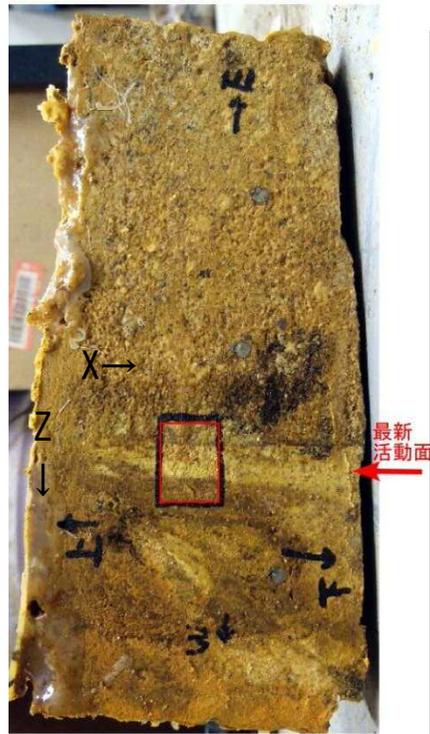


上盤側(西側)から、面状カタクレーサイト、断層ガウジ、カタクレーサイトからなる。
断層ガウジは全体を直線的に切っており、その中でも下盤側が上下方向に連続している

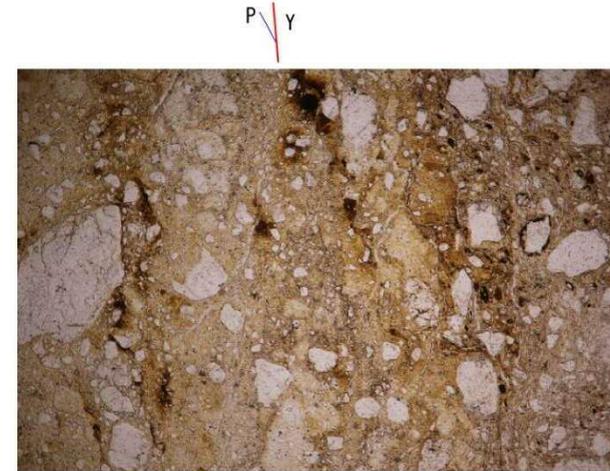
最新活動面は、研磨片において、全体を切っていて最も軟質な面の中で最も直線的な面としている。

D-1トレンチ北側ピット (G断層) 薄片試料観察 (上下成分)

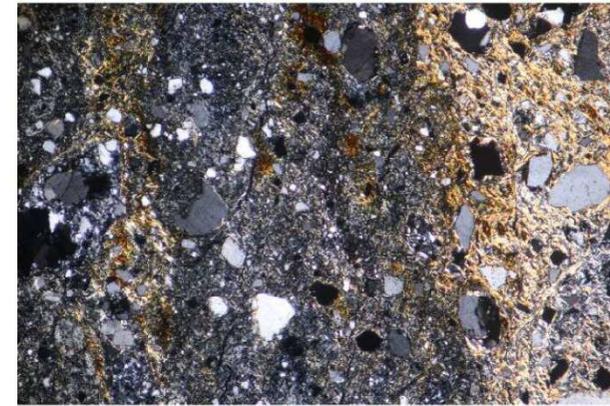
136



赤枠内の拡大



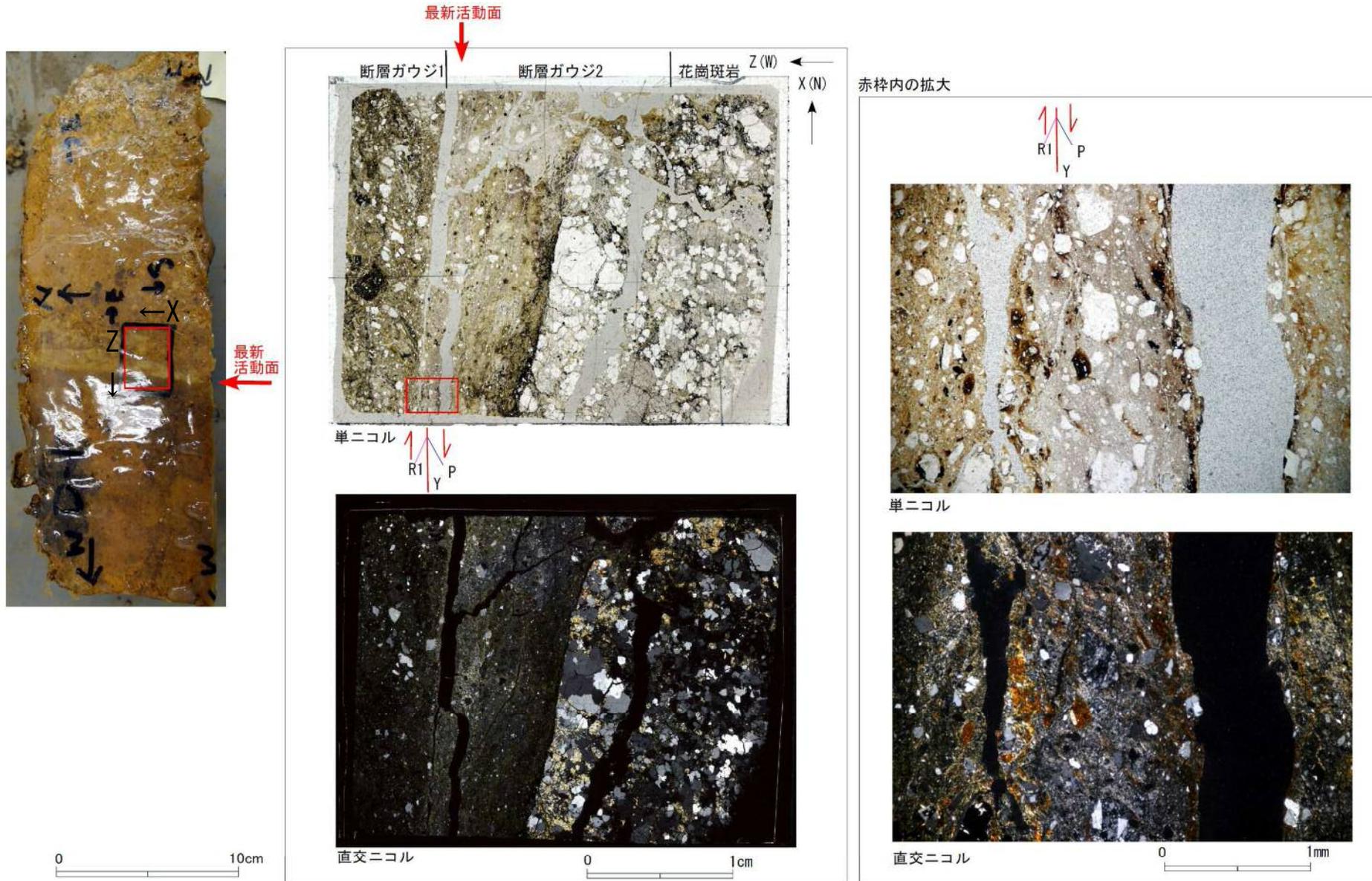
単ニコル



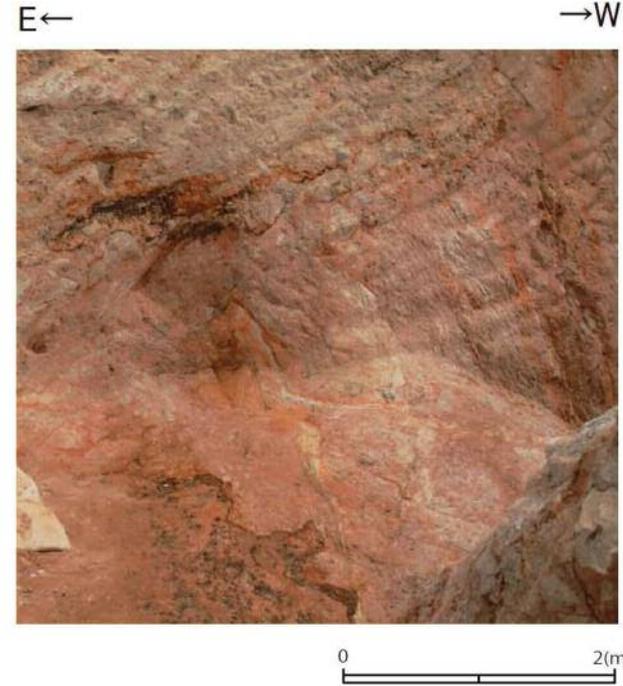
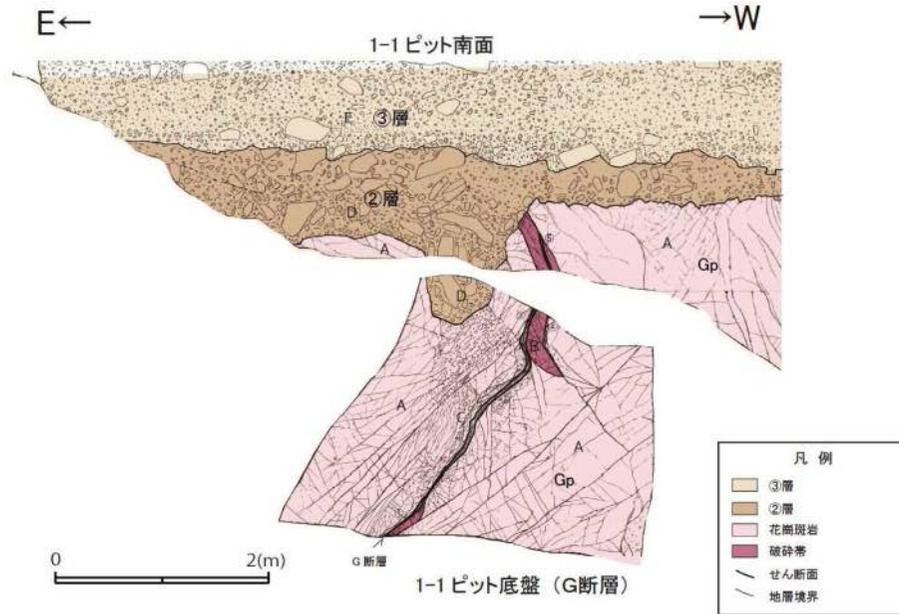
直交ニコル

- 断層ガウジ1
褐色を呈する細粒の基質及び径0.01mm~6mmの垂角~亜円礫状の石英、長石、カタクレーサイトのフラグメントからなる。基質には粘土鉱物を含む。不明瞭であるがP面から逆断層の変位センスが判読される。
- 断層ガウジ2 (最新活動面)
褐灰色を呈する細粒の基質及び径0.01mm~3mmの垂角~垂角礫状の石英、長石、カタクレーサイトのフラグメントからなる。基質には粘土鉱物が多い。不明瞭であるがP面から正断層の変位センスが判読される。フラグメントは円磨されたものが多い。
- 断層ガウジ3
褐灰色を呈する細粒の基質及び径0.01mm~0.3mmの垂角~亜円礫状の石英、長石、カタクレーサイトのフラグメントからなる。基質には粘土鉱物が多い。不明瞭であるがP面から正断層の変位センスが判読される。

D-1トレンチ北側ピット (G断層) 薄片試料観察 (水平成分)



- 断層ガウジ1 (最新活動面)
 褐灰色を呈する細粒の基質及び径0.1mm~3mmの垂円~垂円礫状の石英、長石、カタクレーサイトのフラグメントからなる。
 基質には粘土鉱物を多く含む。R1面及びP面から右ずれの変位センスが判読される。
- 断層ガウジ2
 褐灰色を呈する細粒の基質及び径0.1mm~2mmの垂円~垂円礫状の石英、長石、カタクレーサイトのフラグメントからなる。断層ガウジ1よりフラグメントの率が低い。
 基質には粘土鉱物を多く含む。R1面及びP面から右ずれの変位センスが判読される。
- 花崗斑岩
 径0.1mm~2mmの花崗斑岩、石英、長石のフラグメントからなる。



- ① f.N17° E/63° W 断層ガウジ(灰白色粘土:幅 5mm)
- ② f.N10° E/69° W 断層ガウジ(灰白色粘土:幅 30 ~ 50mm)
- ③ f.N1° E/73° W 断層ガウジ(灰白色粘土:幅 10 ~ 30mm)
- ④ f.N9° W/69° N 断層ガウジ(灰白色粘土:幅 5 ~ 15mm)
- ⑤ f.N2° W/62° W 断層ガウジ(灰白色粘土:幅 12~20mm)

※破砕部の走向・傾斜は偏角未補正である。

f: 破砕部

- A: 花崗斑岩(強風化部): 浅黄橙~にぶい黄橙色(7.5YR8/3 ~ 10YR7/4)。
シルト混じり砂質礫状。全体的に変質を受け、非常に脆弱である。
- B: 花崗斑岩質カクレーサイト: 灰白色(7.5YR8/2)。
礫混じりシルト質砂状。全体的に変質を受け、やや軟質である。
- C: 断層ガウジ: 橙~浅黄橙色(7.5YR7/6 ~ 10YR8/3)。
砂混じり粘土。周辺に珪質部を伴い、非常に軟質である。
- D: シルト質砂礫:
礫率 20 ~ 40%。礫は径 20cm 以下の角~垂角礫主体。
基質はシルト、及び細~中砂からなる。
- E: 砂礫:
礫率 25 ~ 50%。基質は径 20cm 以下(最大径 70cm)の垂角礫を含む。
基質は中~粗砂で、淘汰は悪い。
上部においては、砂質シルト~シルトをレンズ~層状に挟む。

G断層は、②層には変位・変形を与えていない。

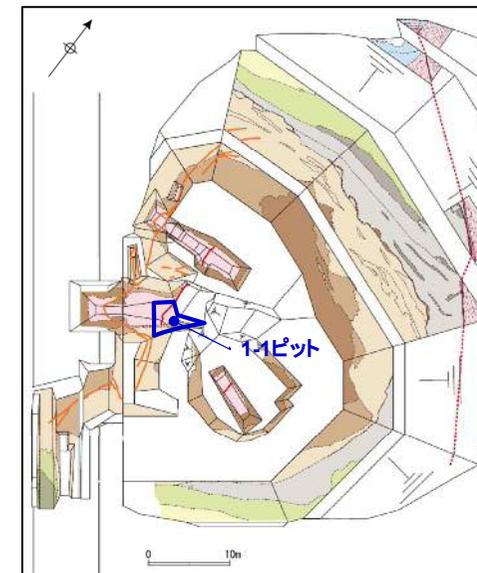




写真1

0 2 (m)



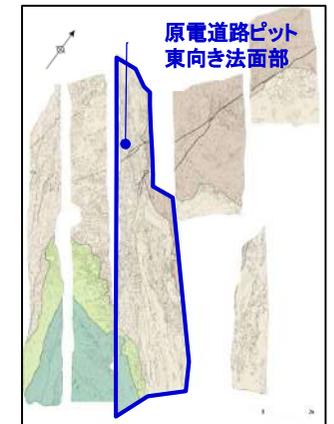
写真2

0 1m



写真3

0 1m



⑤:f:N16° E74° W
 ⑥:f:N12° E64° W
 ※破砕部の走向・傾斜は偏角未補正である。
 f:破砕部

- ②層: 砂礫を主体とする。灰白色 (2.5Y7/1)。礫率20%。礫は径1~10cm以下(最大径50cm)の角~垂角礫を含む。基質は、シルト混じり細砂からなる。
- ③層: 砂礫を主体とする。浅黄色 (2.5Y7/3)。礫率15~40%。礫は径1~10cm程度(最大径40cm)の角~垂円礫を含む。基質は、シルト混じり細砂からなり、葉理が発達する。
- ⑦層: 上部: 礫混じり砂質シルトを主体とする。明赤褐色 (5YR5/6)。礫率7~10%。礫は径3cm程度の垂角礫を含む。基質は、シルト及び中~細粒砂からなる。
 下部: 砂礫を主体とする。橙色 (7.5YR7/6)。礫率30~40%。礫は径20~40cm程度の垂円礫を含む。基質は、シルト混じりの中~細粒砂からなる。
- post-⑦層: 細礫・シルト混じり砂を主体とする。橙色 (5YR6/6)。礫率5~10%。礫は径2~4cm程度の垂角礫を含む。基質は、シルト質細砂からなり、細礫混じり砂質シルト、砂混じり粘土及び砂質シルトをレンズ状~層状に挟在する。

凡例	
	post-⑦層
	⑦層
	③層
	②層
	せん断面
	せん断面(不明瞭)
	地層境界
	層相境界(主要なもの)

- ・ G断層の延長部において、②層及び③層上部には変位・変形は認められない。
- ・ ③層下部の砂層が傾斜する構造は、部分的に浸食された②層上限面を埋積したことによるもので断層による変形・変位構造ではないと判断される。

(空ページ)

4.3.3 K断層の連続性及び活動性

K断層は、走向がD-1トレンチ北壁面ではN-S方向であるが、D-1トレンチ西側ピット付近からNW-SE方向となり、擁壁撤去法面付近で再度NNE-SSW方向に変化する中～高角度の西傾斜の破碎帯である。幅広の白色熱水変質を伴うカタクレーサイトと灰白色、淡褐色等の色調を呈する断層ガウジからなり、断層ガウジの構成粒子は円磨されず角礫状を呈している。断層の変位センスは、地層の変位方向によれば逆断層センスであるが、薄片等では断層ガウジの面構造が不明瞭であることから変位センスの認定が困難なものもある。これらのK断層の特徴はD-1破碎帯及びG断層とは異なる。

次に、K断層の活動性について、以下に述べる。

K断層は、北部のD-1トレンチ北壁面では、③層に認められ、見かけの鉛直変位量の総和は、撓曲を含めると約1.3mであり、③層上部の地層に変位・変形を与えていない。【資料4.3.3-1~4】

D-1トレンチLカットピットでは、風化花崗斑岩と②層とを境している。なお、オーガーボーリングによる基盤岩の比高は、見かけ約1.8mであるが、これはK断層の真の鉛直変位量を表すものではない【資料4.3.3-5,6】。条線の面構造から高角度の条線が観察される【資料4.3.3-7,8】。最新活動面の薄片試料観察による変位センスは逆断層センスである【資料4.3.3-9】。

D-1トレンチ2-1ピットでは、基盤岩から③層までを変位させ、基盤岩上面の見かけの鉛直変位量は、北面で約1.1m、南面で約0.6mである【資料4.3.3-10,11】。最新活動面について複数の条線方向を統計的に確認した結果、縦ずれ成分が卓越する【資料4.3.3-12】。

D-1トレンチ西側ピットの北部拡幅部では、③層を変位させ、ピット内においてN-S方向からNNW-SSE方向の断層に屈曲して走向を変えている。なお、屈曲部から南方へ分岐するN-S方向の断層は、③層に変位・変形を与えていない。【資料4.3.3-13,14】

D-1トレンチ1-1ピットでは、基盤岩から③層を変位させ、北面では、②層上面の見か

けの鉛直変位量は約 1.2m, 南面では, ①層上面で約 1.2m 以上, ②層上面で約 1.1m 以上, ③層内で約 1.5m であり, 累積性は認められない【資料 4.3.3-15~18】。底盤には, NW-SE 方向, 中角度の K 断層が認められる【資料 4.3.3-19】。また, 最新活動面について複数の条線方向を統計的に確認した結果, 縦ずれ成分が卓越する【資料 4.3.3-20】。なお, 西面の基盤岩内には, 熱水変質を伴う NNE-SSW 方向, 高角度東傾斜の破碎帯が認められるが, これを覆う①層に変位・変形は認められない【資料 4.3.3-21】。

D-1 トレンチ 1-1 ピットで認められる破碎帯は, 擁壁裏法面を経て擁壁撤去法面に連続する。【資料 4.3.3-22】 擁壁裏法面では, ③層を逆断層センスで変位させる K 断層の見かけ鉛直変位量は撓曲を含め約 1.3m 以上である。【資料 4.3.3-23,24】

擁壁撤去法面では, ②層, ③層を逆断層センスで変位させる K 断層が認められる。②層上面の見かけの鉛直変位量は, 撓曲を含めて約 0.6m 以上である。【資料 4.3.3-25,26】

D-1 トレンチ入口北側法面では, ③層に変位・変形は認められない。【資料 4.3.3-27】

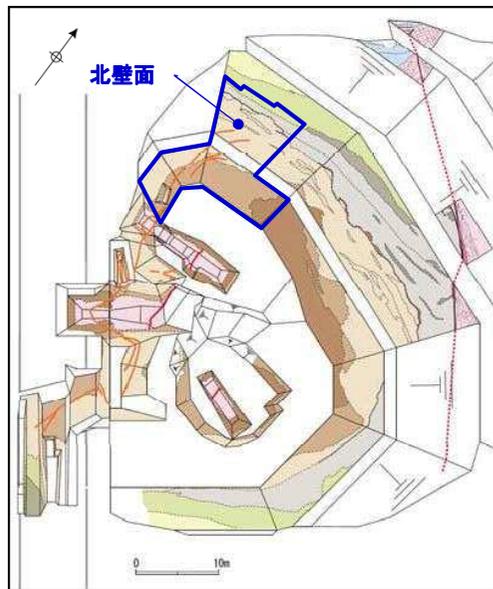
D-1 トレンチ擁壁撤去法面から D-1 トレンチ入口北側法面の間において, ③層に変位・変形を与える破碎帯は擁壁撤去法面で確認される 1 条のみであり, 南方の原電道路ピットに連続している。

K 断層は, 原電道路ピット底盤部及び東向き法面部では, ②層及び③層を変位させる N-S 方向と NNE-SSW 方向に分岐し, これらの③層内の見かけの鉛直変位量は約 15cm である。N-S 方向の K 断層は, 東向き法面部の③層上部に変位・変形を与えていない。また, NNE-SSW 方向の K 断層については, 南側の原電道路ピット西向き法面部で③層内の見かけの鉛直変位量は約 5cm と小さくなり, ③層上部には変位・変形を与えていない。【資料 4.3.3-28~33】

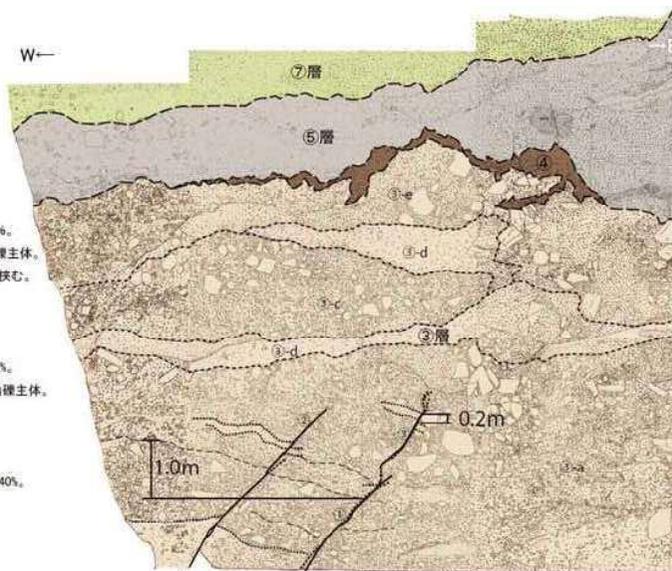
以上のことから, K 断層は D-1 トレンチ付近の基盤岩の中で大きく蛇行し, また, 第四系の見かけの鉛直変位量が短区間で急激に減少し, 原電道路ピット西向き法面部付近ではほぼ変位が認められなくなる断層であり, D-1 トレンチ北壁面及び原電道路ピット西向き法面部で③層上部に変位・変形を与えていない【資料 4.3.3-34】。

D-1トレンチ (K断層北部) スケッチ

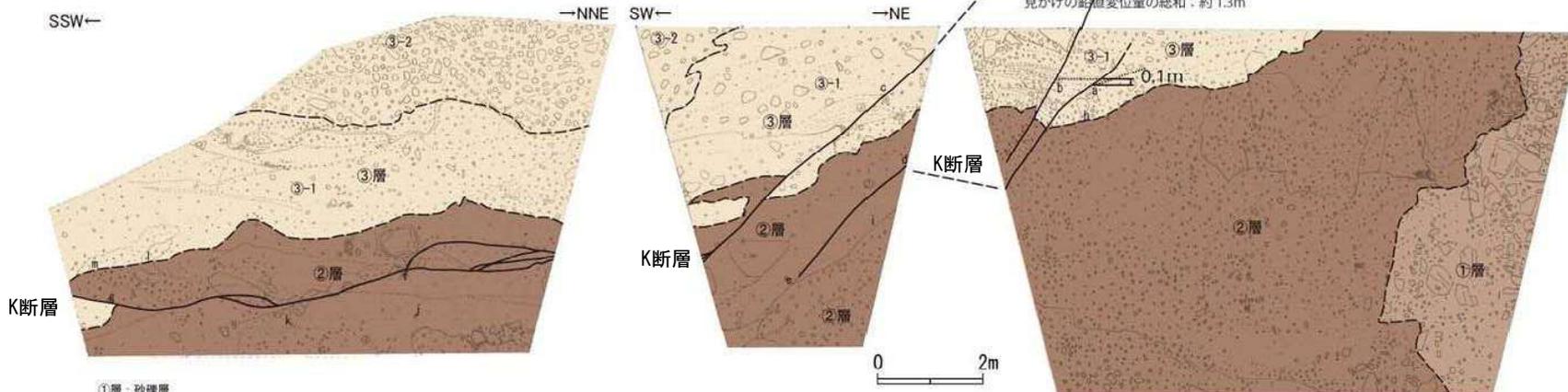
H25.4.24以降得られたデータを反映



- ③層: 砂礫～礫混じりシルト質砂
- ③-a: 砂礫: 淡黄褐色 (7.5YR8/4) 礫率 15～50%。
基質は中～極粗粒砂。礫は20cm以下の亜角礫主体。
淘汰きわめて悪い。レンズ状の砂層、シルト層挟む。
- ③-b: 礫混じりシルト質砂: 灰白 (7.5YR8/2)。
基質はシルト、細～中粒砂。
礫は径1cm以下の同化した亜角礫主体。
- ③-c: 砂礫: 淡黄褐色 (7.5YR8/4) 礫率 20～45%。
基質は中～極粗粒砂。礫は30cm以下の亜角礫主体。
淘汰悪い。
- ③-d: 礫混じりシルト質砂: 灰白 (7.5YR8/2)。
主に細砂～粗砂からなる。
- ③-e: 砂礫: にぶい褐色 (7.5YR6/3) 礫率 20～40%。
基質は中～粗粒砂。礫は主に20cm以下。
所々に20～50cmの亜角礫を含む。
淘汰きわめて悪い。



- ①: f: N32° E58° W
- ②: f: N27° E63° W
- ③: f: N29° E57° W
※走向・傾斜は偏角未補正である。
- ⑦層: 礫混じり砂
橙～灰白色 (7.5YR6/6～7.5YR6/2)
基質は細～粗砂。礫は径1cm以下の風化した角～亜角礫主体。
- ⑤層: 礫混じり砂質シルト
青白～灰白色 (5B6/2～7.5YR8/2)
礫は径4cm以下の風化した亜角～亜円礫主体。
基質はシルト、細～中砂。
- ④: 砂礫
にぶい赤褐色 (5YR5/4)
礫率 20～40%。基質は細～粗砂。礫は径20cm以下の風化した角～亜角礫主体。径20～50cmの礫も含む。



- ①層: 砂礫層
黄褐色 (10YR5/8)
礫: 径最大100cm以上。平均0.5～30cm。
淘汰悪い。亜角礫～角礫。
礫種は花崗斑岩、粗粒花崗岩、
7? 3? 石英片からなる。一部半くさり礫状。
基質: 砂質シルト。締まりが良い。
上位ほど、シルト分増加。
- ②層: 礫混じりシルト
にぶい褐色 (5YR6/4)、明黄褐色 (10B7/1)
礫: 径0.2～30cm (まれに50cm以上)。亜角礫～角礫。
礫種は7? 3? 粗粒花崗岩からなる。礫率10～20%。

- ③層: ③-1: 含礫シルト混じり砂
淡黄色 (2.5Y8/4)、灰白色 (2.5Y8/1)
礫は径0.5～5cm (まれに20cm以上)。
角礫～亜角礫 (一部半くさり)。礫率は10～20%。
薄いシルトを挟む。腐植片を含む。
- ③-2: 砂礫層
明褐色～淡黄褐色 (7.5YR6/6～8/6)
径0.5～30cmの角礫主体。礫種は花崗斑岩、粗粒花崗岩、7? 3? 石英片。
基質はシルト混じり砂 (やや粗粒)。締まりが良い。

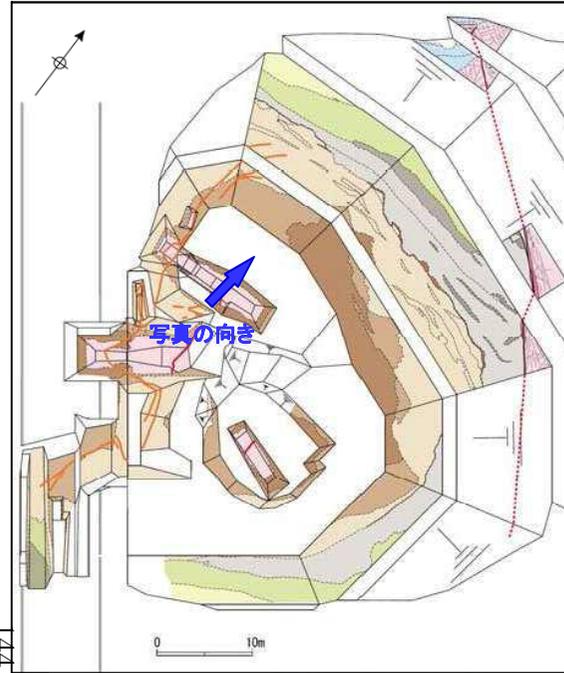
- a: f: N46E/60NW
- b: f: N40E/72NW
- c: f: N4W/64W
- d: f: N2W/44W
- e: f: N20E/48NW
- f: f: N-S/60W
- g: f: N10E/50E

- h: ②層/③層境界: N40W/20SW
- i: 層理面: N26E/56NW
- j: 層理面: N34E/26NW
- k: 層理面: NGW/56W
- l: 層理面: N46E/7S
- m: 層理面: N66E/10S
- ※走向・傾斜は偏角未補正である。
f: 破砕部

凡例

- ⑦層
- ⑤層
- ④
- ③層
- ②層
- ①層
- せん断面
- せん断面 (不明瞭)
- 地層境界
- 岩相境界 (主要なもの)

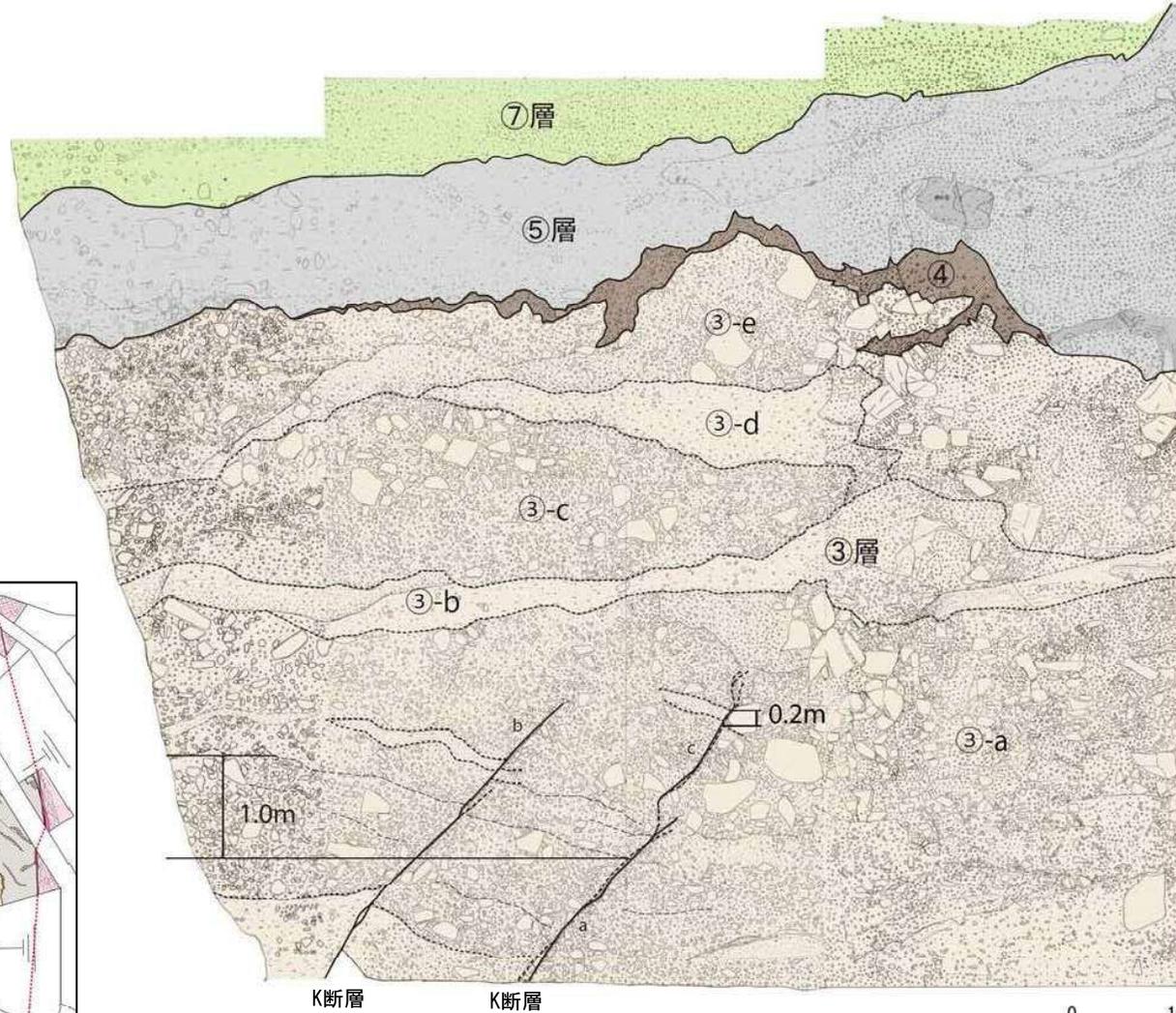
K断層は、③層に認められ、見かけの鉛直変位量の総和は、撓曲を含めると約1.3mであり、③層上部の地層に覆われる。



D-1トレンチ (K断層北部) 拡大スケッチ

H25.4.24以降得られたデータを反映

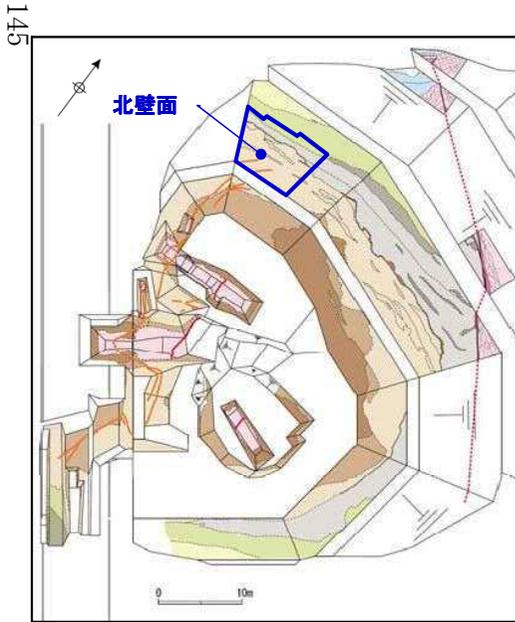
W ← → E



凡例	
	⑦層
	⑤層
	④層
	③層
	せん断面
	せん断面 (不明瞭)
	地層境界
	岩相境界 (主要なもの)

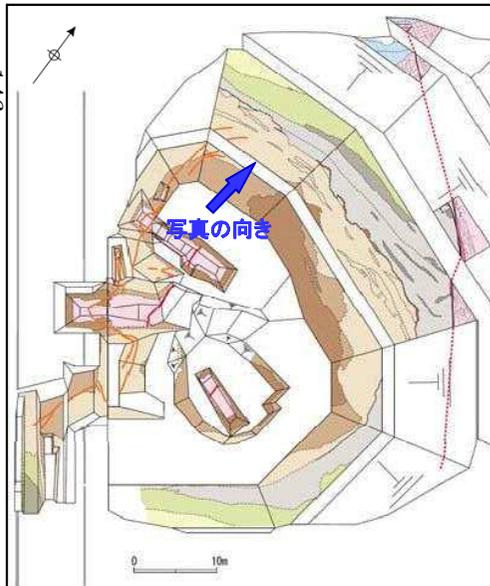
a : f: N32° E58° W
 b : f: N27° E63° W
 c : f: N29° E57° W
 ※走向・傾斜は偏角未補正である。
 f: 破砕部

- ⑦層: 礫混じり砂: 橙～灰白色 (7.5YR6/6 ~ 7.5YR8/2)。
 基質は細～粗砂。礫は径1cm以下の風化した角～亜角礫主体。
- ⑤層: 礫混じり砂質シルト: 青白～灰白色 (SB6/2 ~ 7.5YR8/2)。
 礫は径4cm以下の風化した角～亜円礫主体。
 基質はシルト、細～中砂。
- ④層: 褐色を帯びた砂礫: にぶい赤褐色 (5YR5/4)。礫率20~40%。
 基質は細～粗砂。礫は径20cm以下の風化した角～亜角礫主体。
 径20~50cmのものも見られる。
- ③層: 砂礫～礫混じりシルト質砂
- ③-a: 砂礫: 浅黄橙色 (7.5YR8/4) 礫率15~50%。
 基質は中～極粗粒砂。礫は20cm以下の亜角礫主体。
 淘汰きわめて悪い。レンズ状の砂層、シルト層挟む。
- ③-b: 礫混じりシルト質砂: 灰白 (7.5YR8/2)。
 基質はシルト、細～中粒砂。礫は径1cm以下の同化した亜角礫主体。
- ③-c: 砂礫: 浅黄橙色 (7.5YR8/4)。礫率20~45%。
 基質は中～極粗粒砂。礫は30cm以下の亜角礫主体。淘汰悪い。
- ③-d: 礫混じりシルト質砂: 灰白 (7.5YR8/2)。主に細砂～粗砂からなる。
- ③-e: 砂礫: にぶい橙色 (7.5YR8/3)。礫率20~40%。
 基質は中～粗粒砂。礫は主に20cm以下。
 所々に20~50cmの亜角礫を含む。淘汰きわめて悪い。



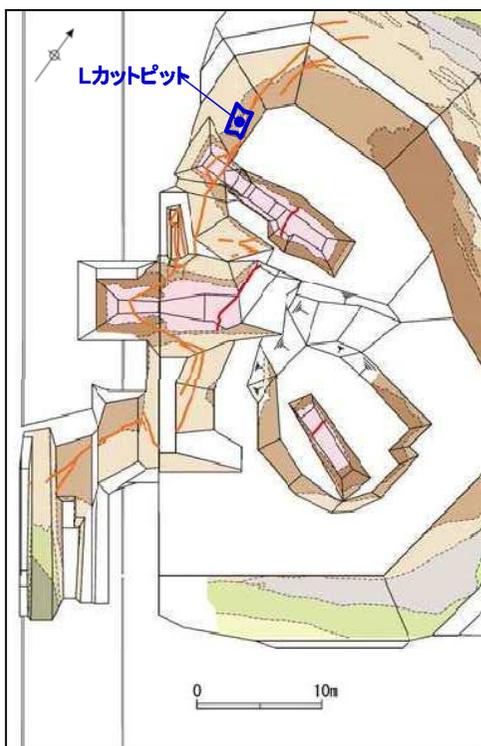
K断層は③層中の細粒層 (礫混じりシルト質砂層) に覆われている。

146

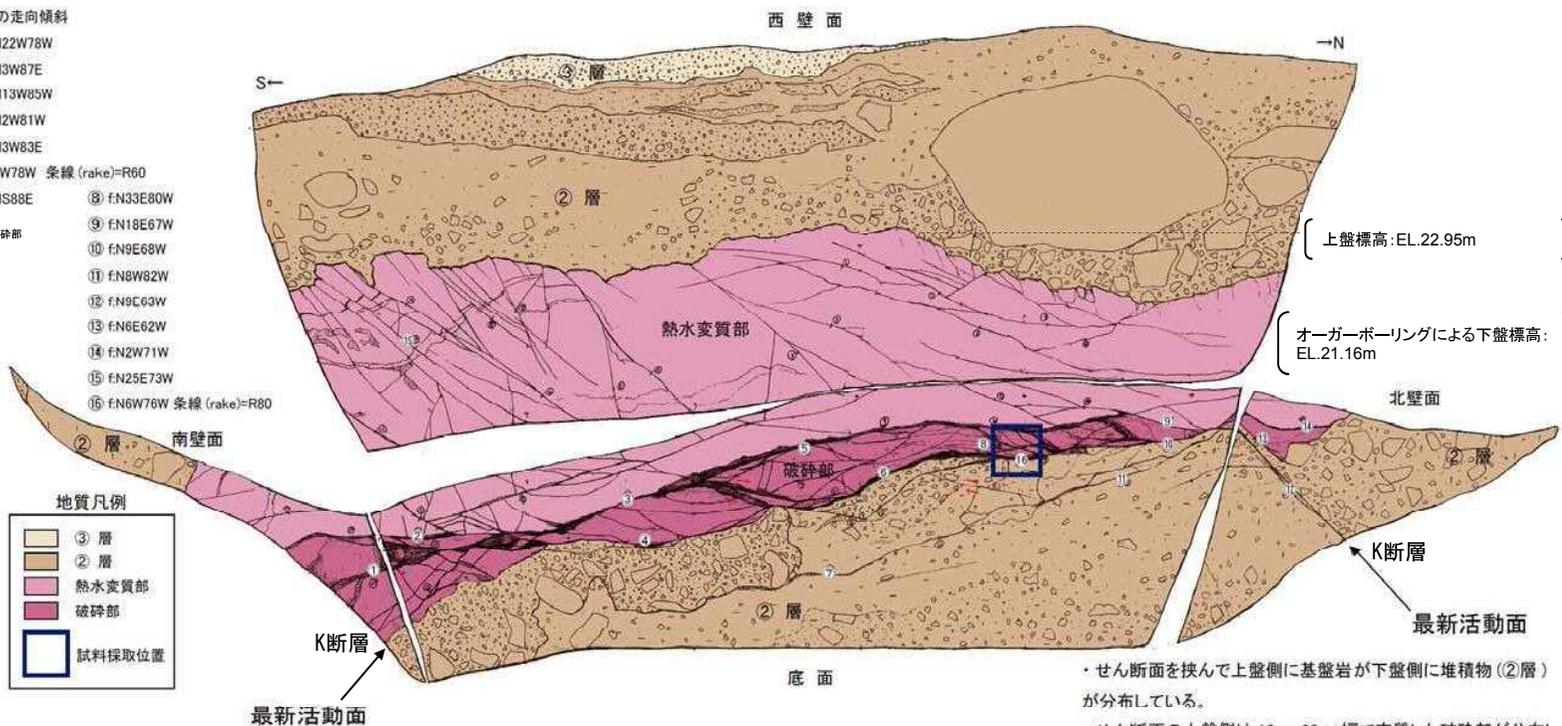


D-1トレンチLカットピット(K断層) スケッチ

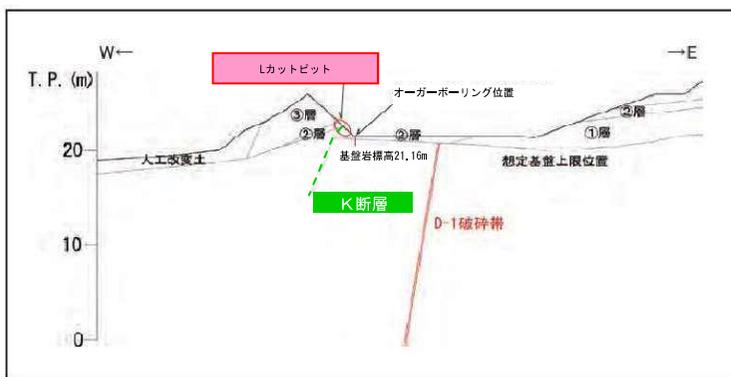
147



- 断層の走向傾斜
- ① fN22W78W
 - ② fN3W87E
 - ③ fN13W85W
 - ④ fN2W81W
 - ⑤ fN3W83E
 - ⑥ f.7W78W 条線 (rake)=R60
 - ⑦ fNS88E
 - ⑧ fN33E80W
 - ⑨ fN18E67W
 - ⑩ fN9E68W
 - ⑪ fN8W82W
 - ⑫ fN9E63W
 - ⑬ fN6E62W
 - ⑭ fN2W71W
 - ⑮ fN25E73W
 - ⑯ fN6W76W 条線 (rake)=R80
- f 破碎部

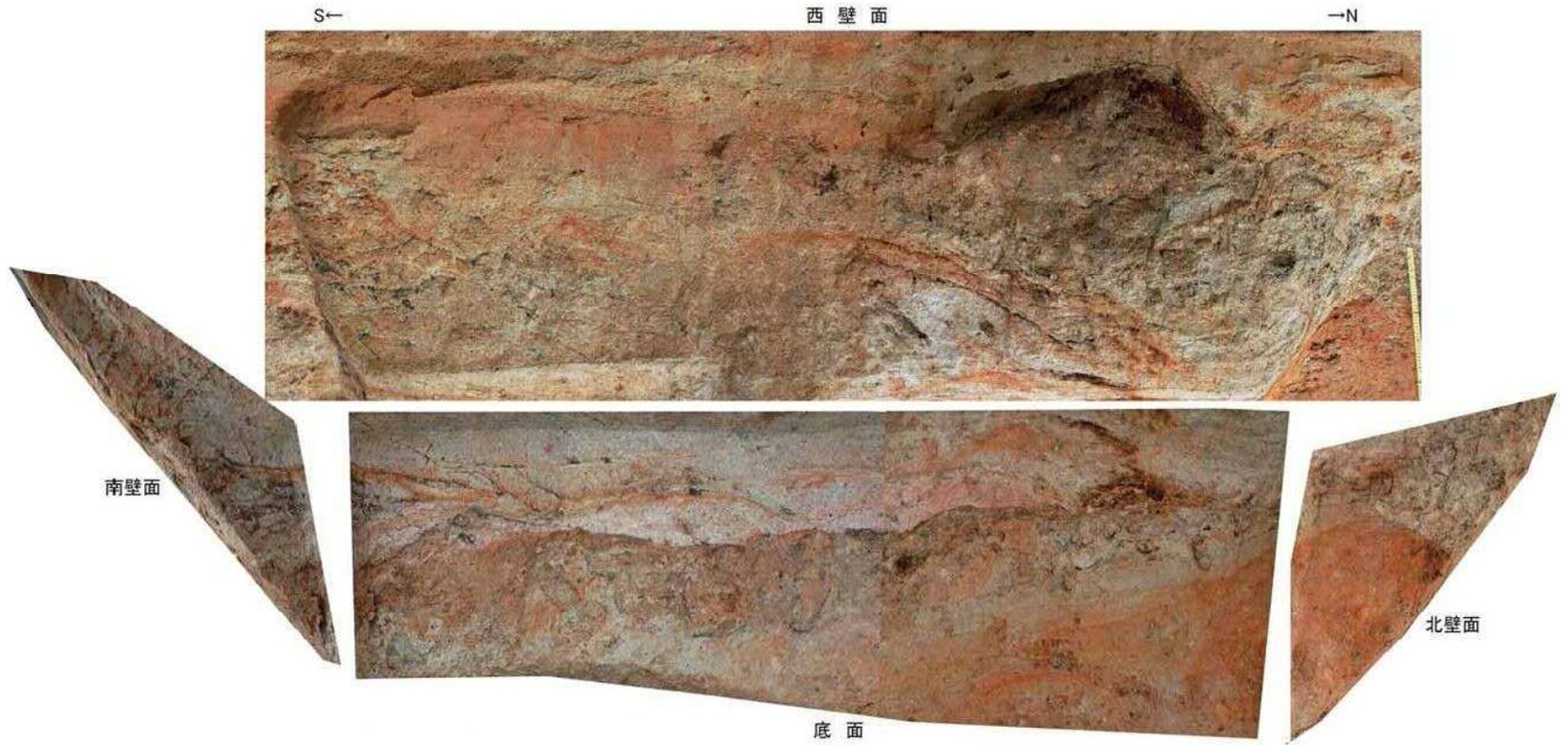
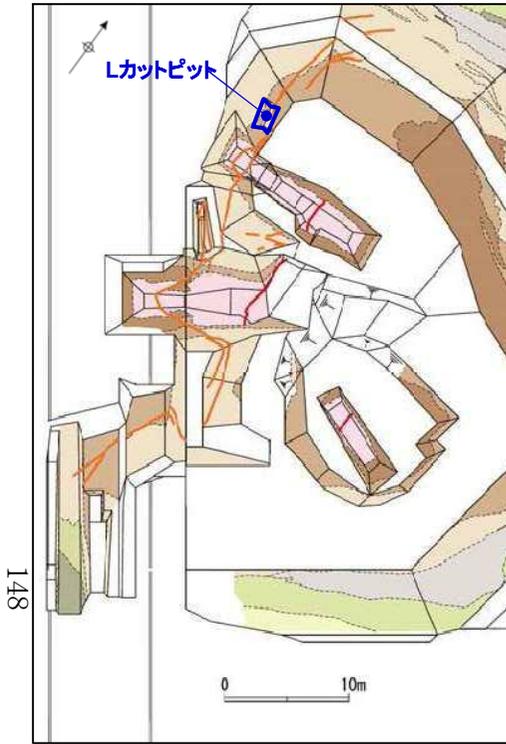


- ・せん断面を挟んで上盤側に基盤岩が下盤側に堆積物(②層)が分布している。
- ・せん断面上盤側は10~30cm幅で変質した破碎部が分布し、堆積物(②層)中には基盤との境界面に沿って破碎・せん断構造が発達している。全体をせん断する直線的な断層ガウジは認められない。変位量が数cm程度のR1面がせん断面を細かく右ずれさせている。
- ・破碎部および堆積物(②層)中に認められるR1面から右ずれが判読される。
- ・上盤側の基盤上限面と下盤側近傍のオーバーボーリングから求めた基盤の食違量は1.79mである。

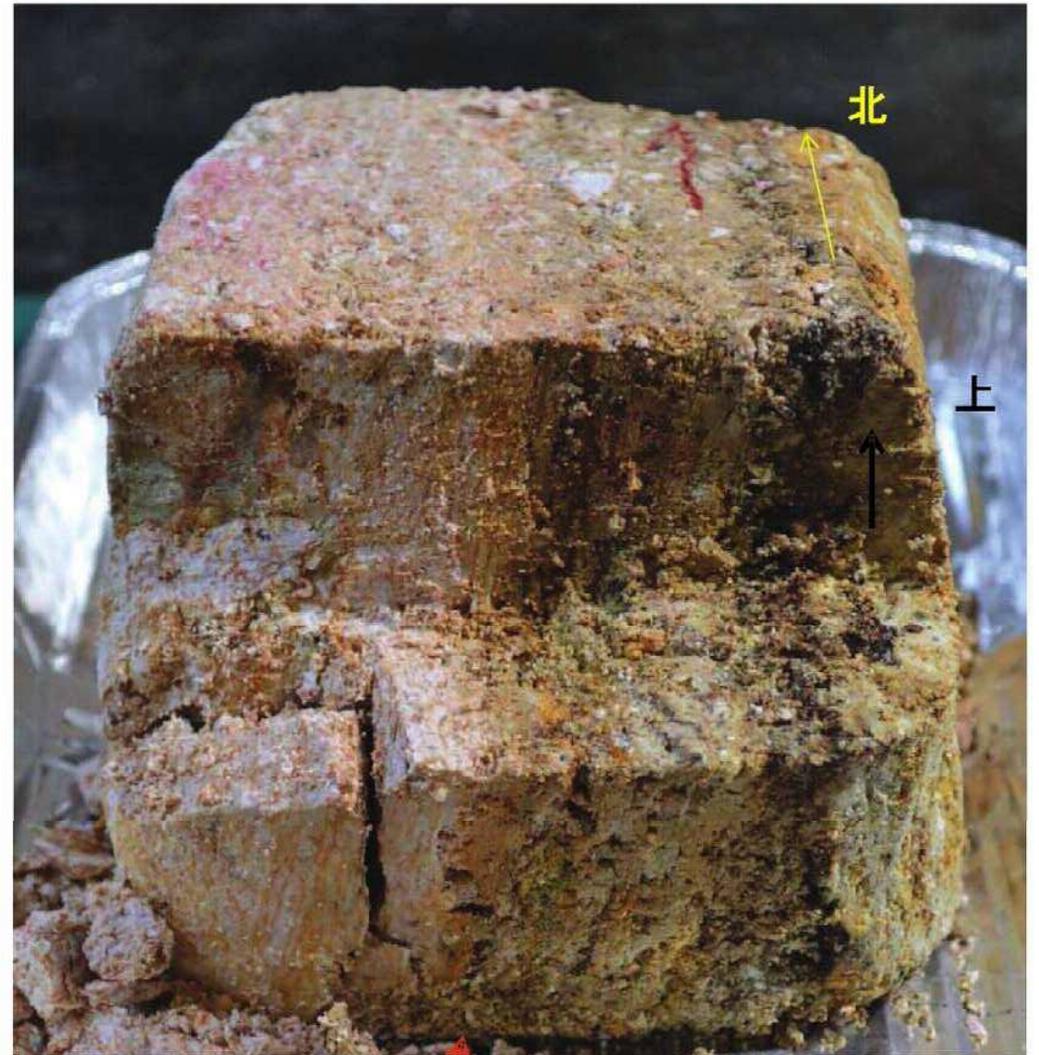
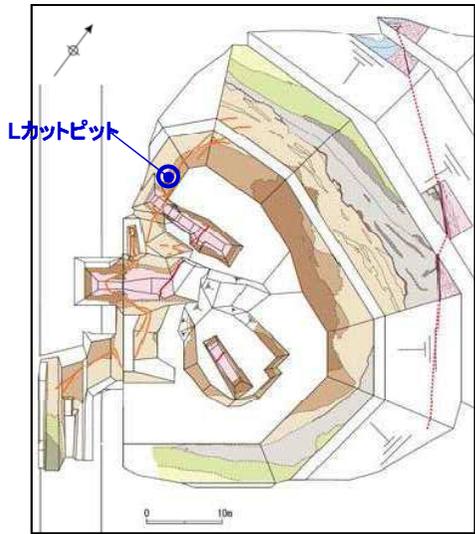


断面図

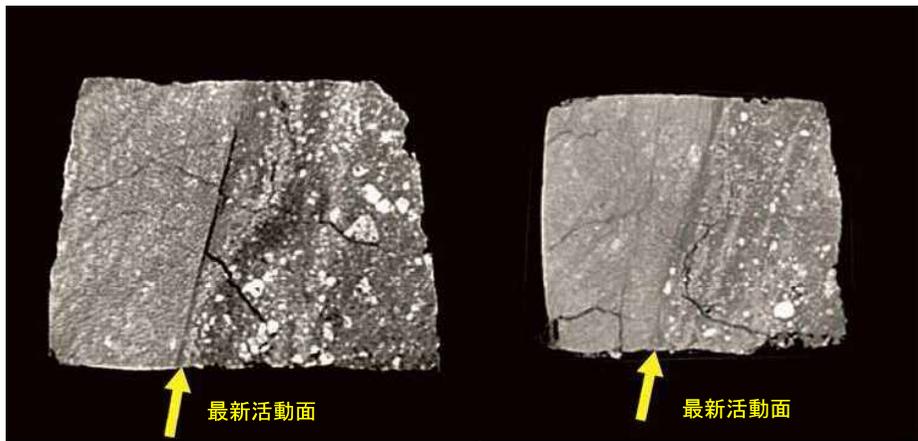
・K断層は、風化花崗斑岩と②層とを境している。
 ・なお、オーバーボーリングによる基盤岩の比高は、見かけ約1.8mであるが、K断層の鉛直変位量を表すものではない。



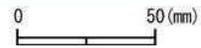
D-1トレンチLカットピット(K断層) ブロックサンプル



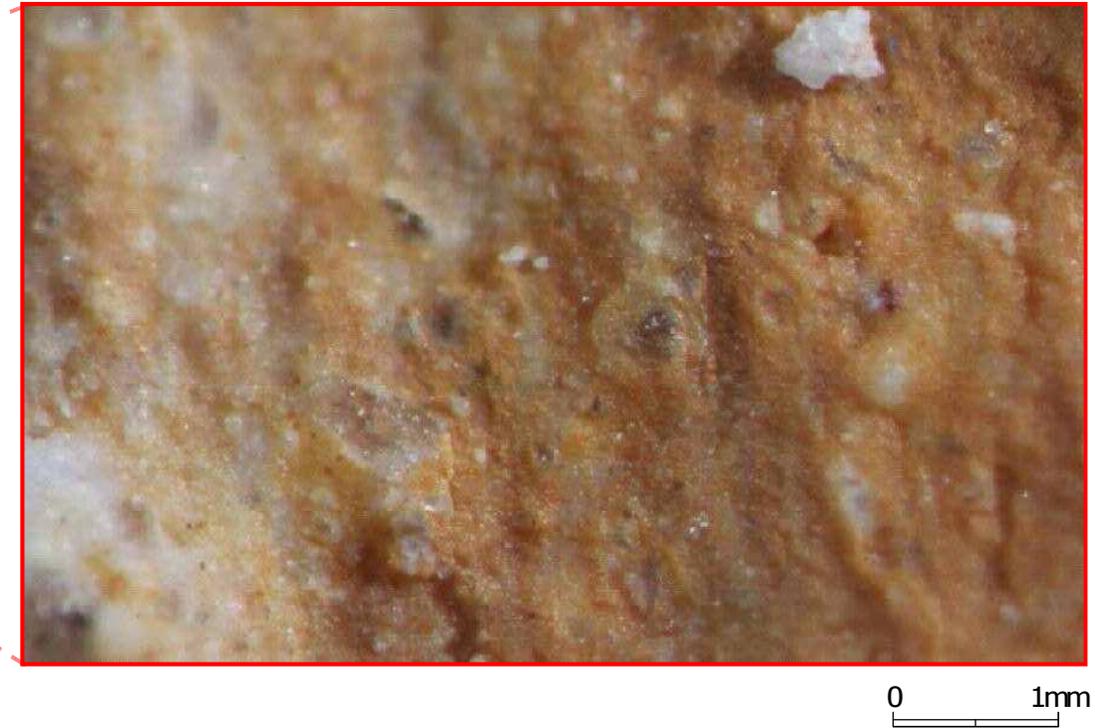
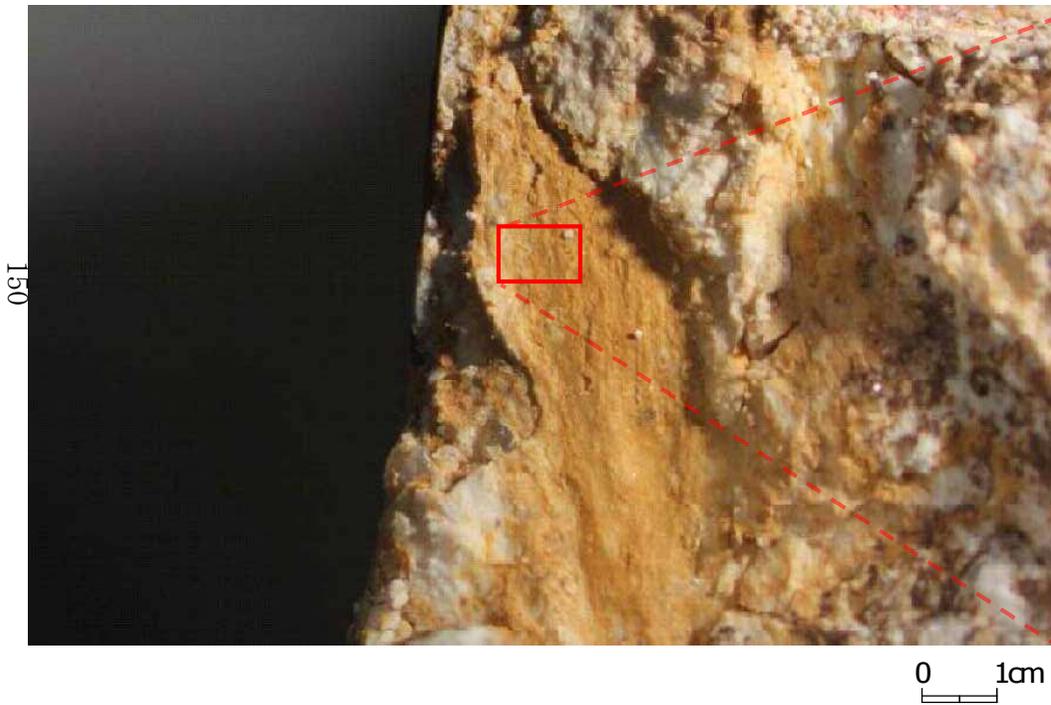
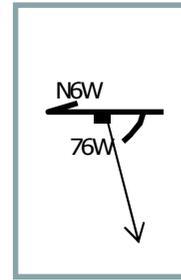
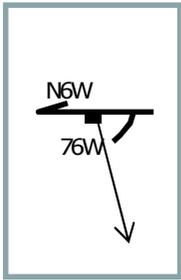
最新活動面N6° W76° W



他の変形構造を切る連続性の良い断層面が観察された。



D-1トレンチLカットピット(K断層) ブロックサンプル

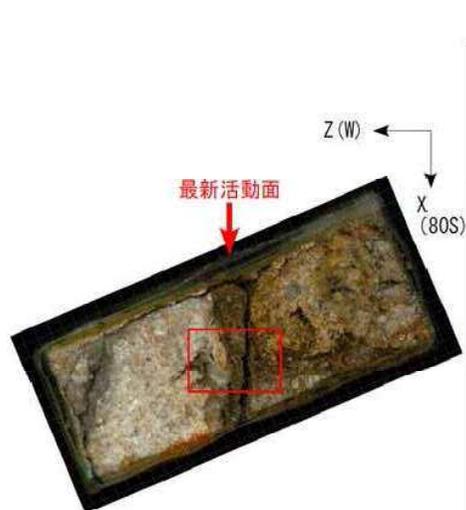


- ・Lカットピット K断層 西から東下盤最新面を見る。
- ・主断層面上に高角度の条線が観察される。

- ・Lカットピット K断層 西から東下盤最新面を見る。
- ・主断層面上に高角度の条線、凹凸が観察される。

D-1トレンチLカットピット(K断層) 薄片試料観察(条線方向)

151

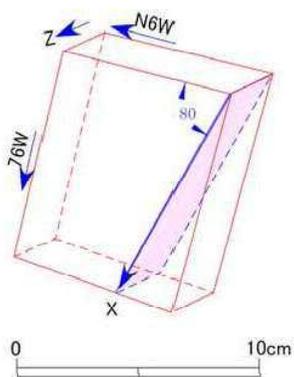


単ニコル

赤枠内の拡大



単ニコル



直交ニコル



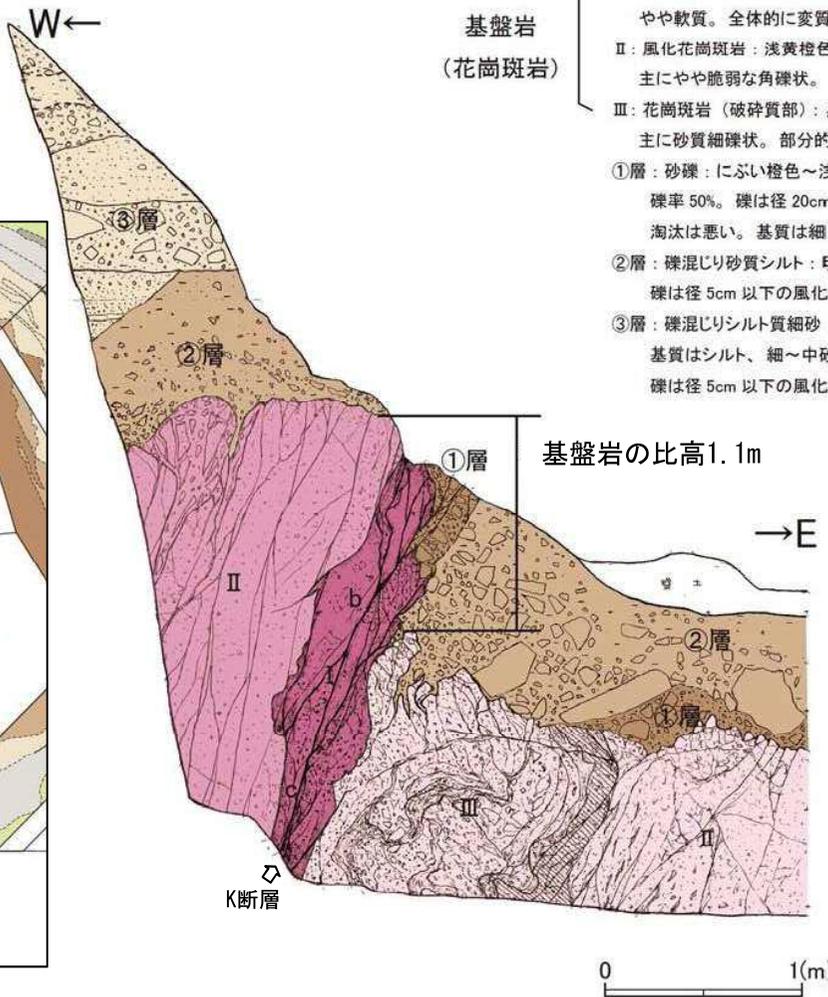
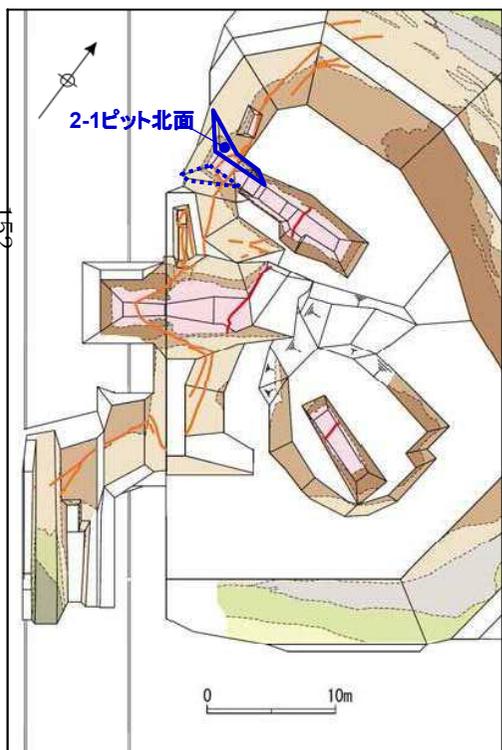
直交ニコル

- ・カタクレーサイト
灰色を呈する細粒の基質及び径0.01mm~3mmの垂円~垂角礫状の石英、長石、カタクレーサイトのフラグメントからなる。粘土鉱物をやや含む。R1面及びP面から逆断層かつ右ずれの変位センスが判読される。
- ・堆積物片と混合した断層ガウジ1 (最新活動面)
褐灰色を呈する細粒の基質及び径0.01mm~3mmの角~垂角礫状の石英、斜長石、カリ長石、黒雲母、カタクレーサイトのフラグメントからなる。フラグメントは新鮮で角張っており堆積物起源である。粘土鉱物を多く含む。R1面及びP面から逆断層かつ右ずれの変位センスが判読される。
- ・堆積物片と混合した断層ガウジ2
褐灰色を呈する細粒の基質及び径0.01mm~2mmの垂角礫状の石英、斜長石、カリ長石、黒雲母、カタクレーサイトのフラグメントからなる。フラグメントは新鮮で角張っており堆積物起源である。粘土鉱物を多く含む。P面から逆断層かつ右ずれの変位センスが判読される。

b: f:N16° E/63° W 断層ガウジ (褐色粘土: 幅 1 ~ 2mm)
 c: f:N7° E/70° W 断層ガウジ (灰白色粘土: 幅 2 ~ 3mm)
 ※破砕部の走向・傾斜は偏角未補正である。
 f: 破砕部

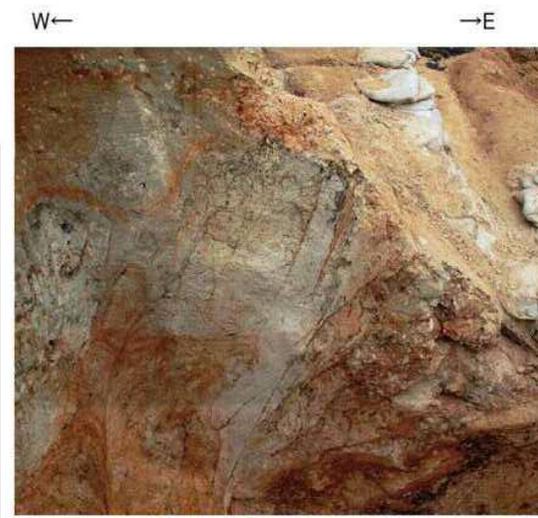
基盤岩
(花崗斑岩)

- I: 花崗斑岩質カクレサイト: 砂質シルト～礫混じりシルト質砂状。やや軟質。全体的に変質を受けている。
- II: 風化花崗斑岩: 浅黄橙色 (7.5YR8/4 ~ 7.5YR8/6)。主にやや脆弱な角礫状。
- III: 花崗斑岩 (破砕質部): 黒褐色～浅黄橙色 (7.5YR3/2 ~ 7.5YR8/6)。主に砂質細礫状。部分的に砂質シルト～シルト質砂を含む。
- ①層: 砂礫: にぶい橙色～浅黄橙 (7.5YR7/4 ~ 7.5YR8/3)。礫率 50%。礫は径 20cm 以下の角～亜角礫主体。淘汰は悪い。基質は細～中砂主体。部分的にシルトを含む。
- ②層: 礫混じり砂質シルト: 明褐色 (7.5YR7/1 ~ 7.5YR8/6)。礫は径 5cm 以下の風化礫。下部ほど細粒。
- ③層: 礫混じりシルト質細砂: 橙～浅黄橙色 (5YR7/8 ~ 7.5YR8/6)。基質はシルト、細～中砂主体。砂礫層をレンズ状に含む。礫は径 5cm 以下の風化礫主体。径 15cm のものも見られる。



凡例

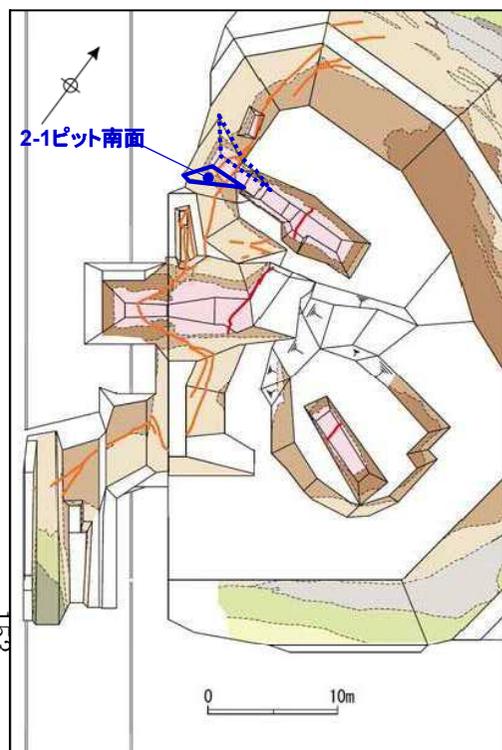
③層
②層
①層
花崗斑岩
破砕部
熱水変質部 (軟質部)
せん断面
せん断面 (不明瞭)
地層境界
岩相境界 (主要なもの)



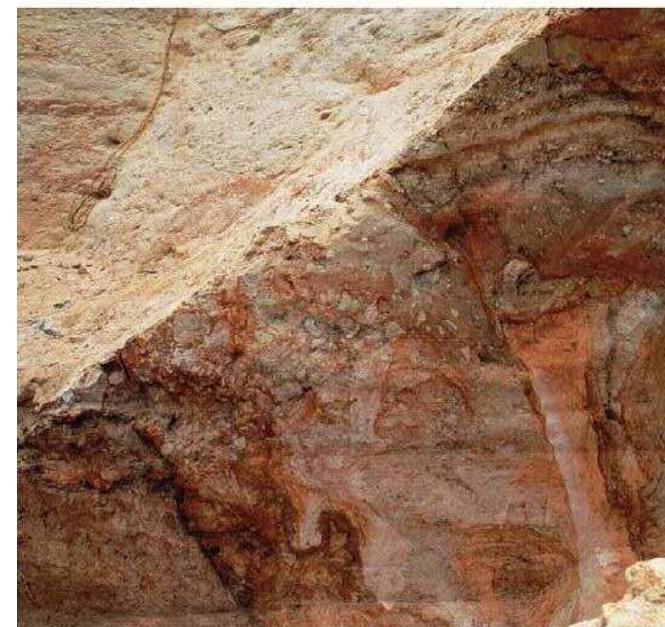
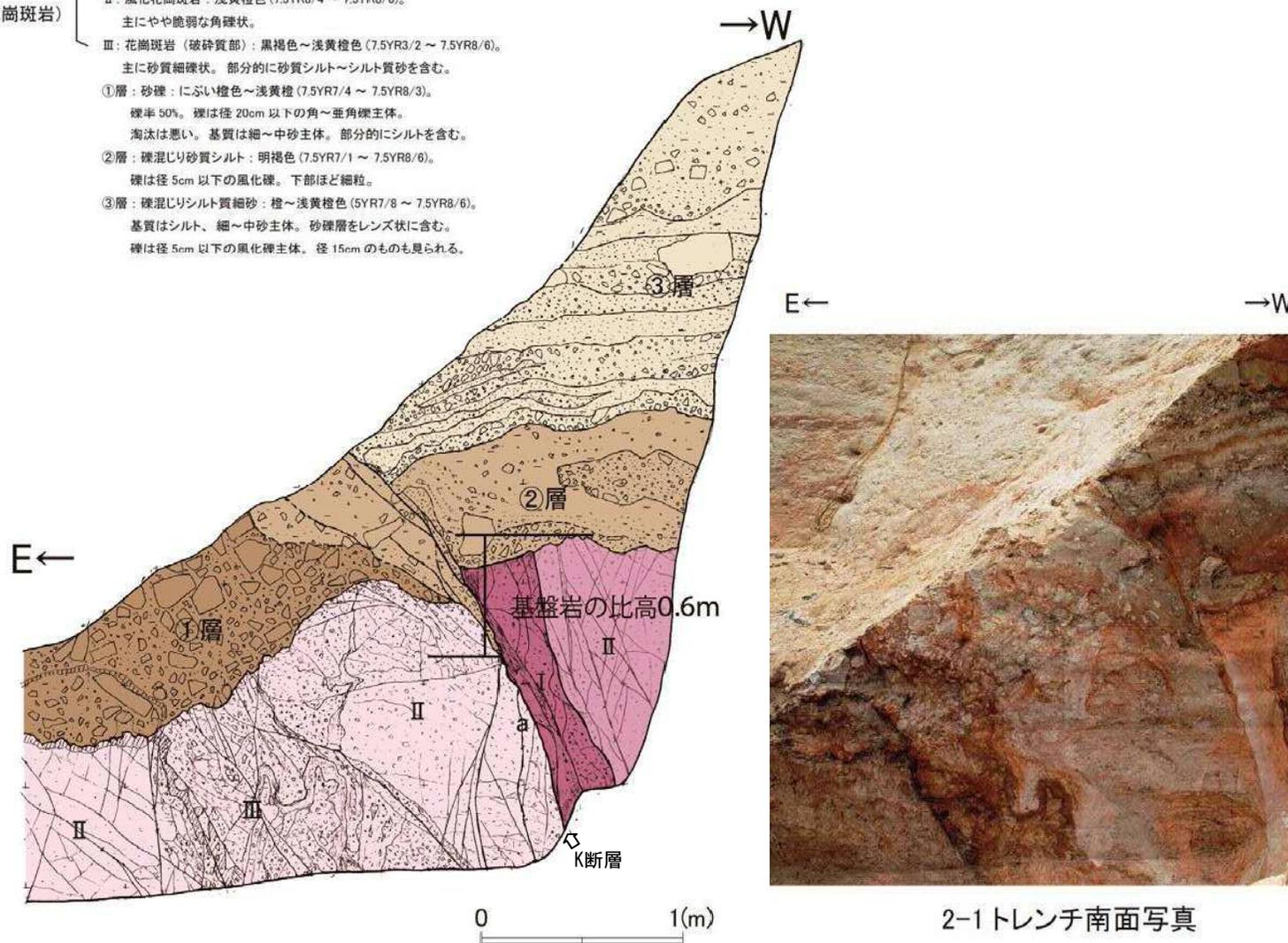
2-1トレンチ北面写真

K断層は、基盤岩から②層までを変位させ、基盤岩上面の見かけの鉛直変位量は、約1.1mである。

D-1トレンチ2-1ピット南面 (K断層) スケッチ及び写真



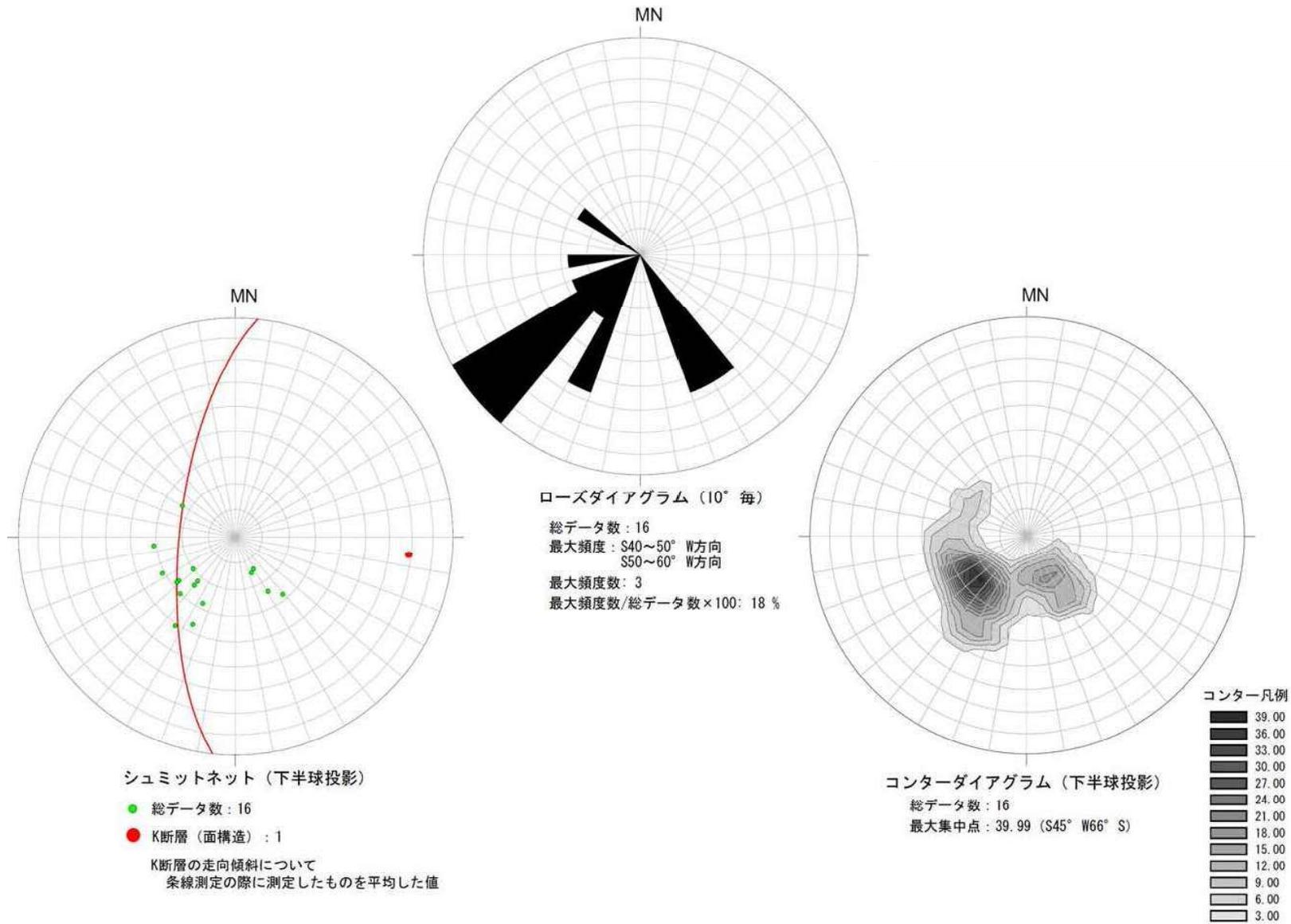
- a. f.N10° E/74° W 断層ガウジ (黄橙色粘土: 幅 1 ~ 3mm)
 ※破砕部の走向・傾斜は偏角未補正である。
 f: 破砕部
- 基盤岩 (花崗斑岩)**
- I: 花崗斑岩質カレースイト: 砂質シルト～礫混じりシルト質砂状。やや軟質。全体的に変質を受けている。
 - II: 風化花崗斑岩: 浅黄橙色 (7.5YR8/4 ~ 7.5YR8/6)。主にやや脆弱な角礫状。
 - III: 花崗斑岩 (破砕質部): 黒褐色～浅黄橙色 (7.5YR3/2 ~ 7.5YR8/6)。主に砂質細礫状。部分的に砂質シルト～シルト質砂を含む。
- ①層: 砂礫: にぶい橙色～浅黄橙 (7.5YR7/4 ~ 7.5YR8/3)。礫率 50%。礫は径 20cm 以下の角～亜角礫主体。淘汰は悪い。基質は細～中砂主体。部分的にシルトを含む。
- ②層: 礫混じり砂質シルト: 明褐色 (7.5YR7/1 ~ 7.5YR8/6)。礫は径 5cm 以下の風化礫。下部ほど細粒。
- ③層: 礫混じりシルト質細砂: 橙～浅黄橙色 (5YR7/8 ~ 7.5YR8/6)。基質はシルト。細～中砂主体。砂礫層をレンズ状に含む。礫は径 5cm 以下の風化礫主体。径 15cm のものも見られる。



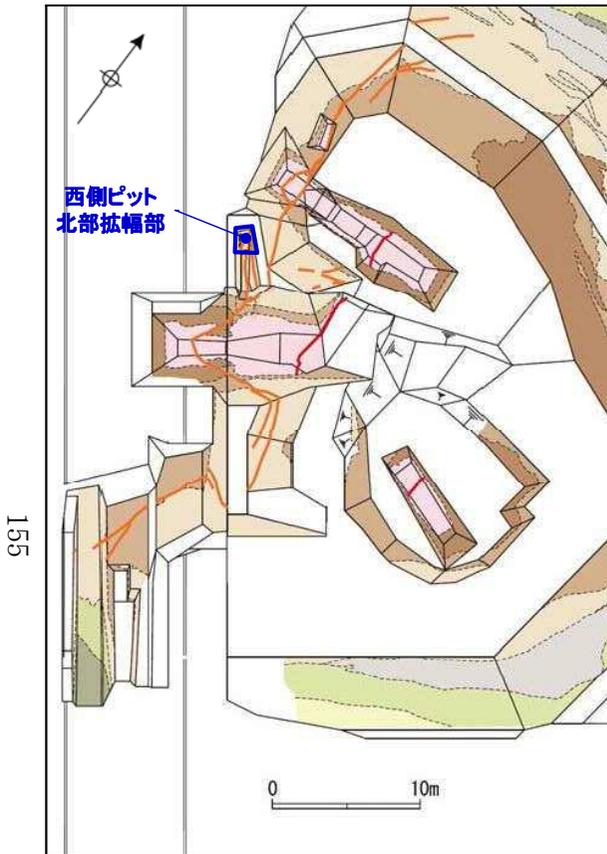
2-1トレンチ南面写真

- 凡例
- ③層
 - ②層
 - ①層
 - 花崗斑岩
 - 破砕部
 - 熱水変質部 (軟質部)
 - せん断面
 - せん断面 (不明瞭)
 - 地層境界
 - 岩相境界 (主要なもの)

K断層は、基盤岩から③層までを変位させ、基盤岩上面の見かけの鉛直変位量は、約0.6mである。



- ・K断層の最新活動面における条線は、S40° ~60° Wを示す縦ずれ成分が卓越。
- ・高~中角度を示すプランジが多い。



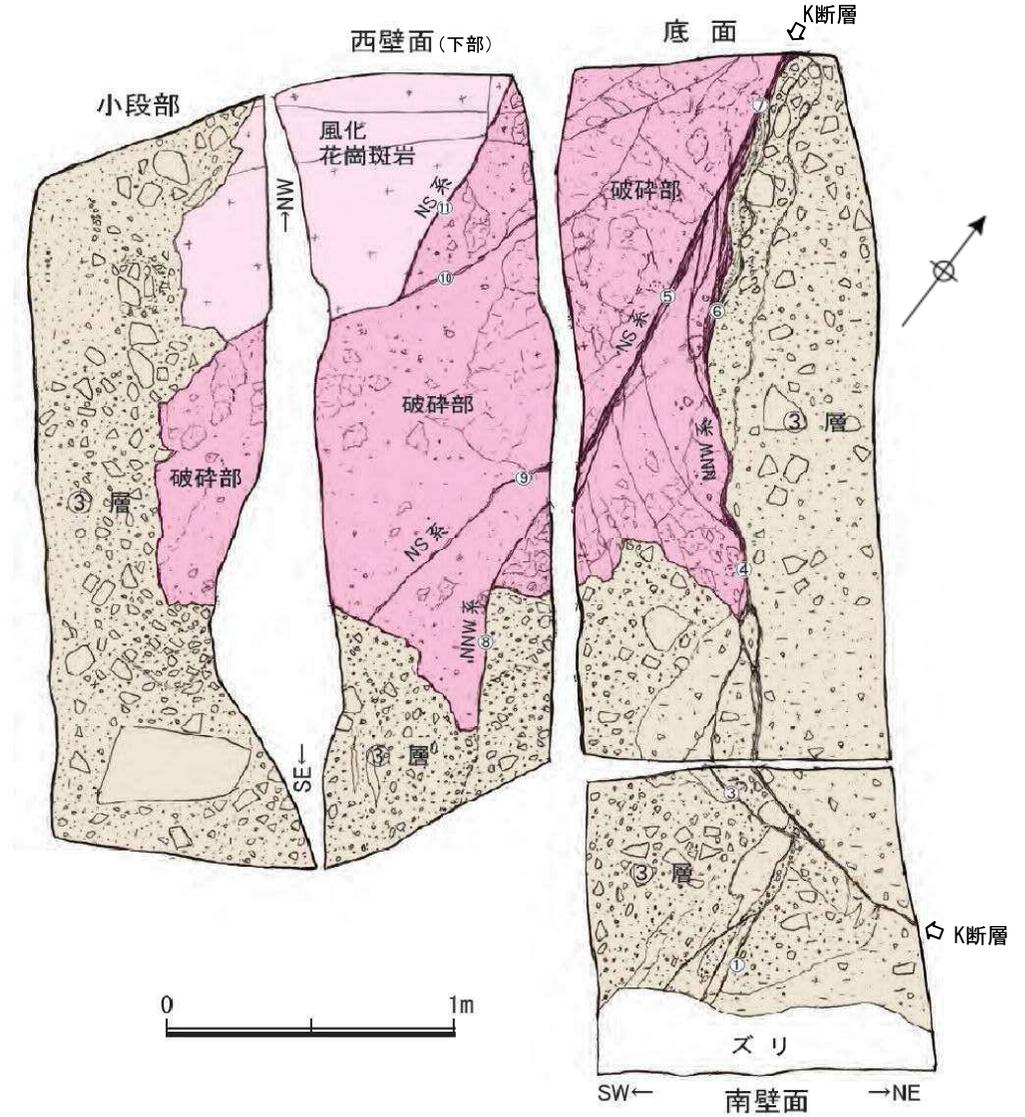
断層の走向傾斜(偏角未補正)

- ① f:N19W50E (堆積構造に沿う滑り)
- ② f:N54W53S (NNW系)
- ③ f:N11W43W (NNW系)
- ④ f:N42W62W (NNW系)
- ⑤ f:N7W83W (NS系)
- ⑥ f:N27W67W (NNW系)
- ⑦ f:N13W72W (NS系)
- ⑧ f:N18W38W (NNW系)
- ⑨ f:N2W86W (NS系)
- ⑩ f:N10E81E
- ⑪ f:N7W71W (NS系)

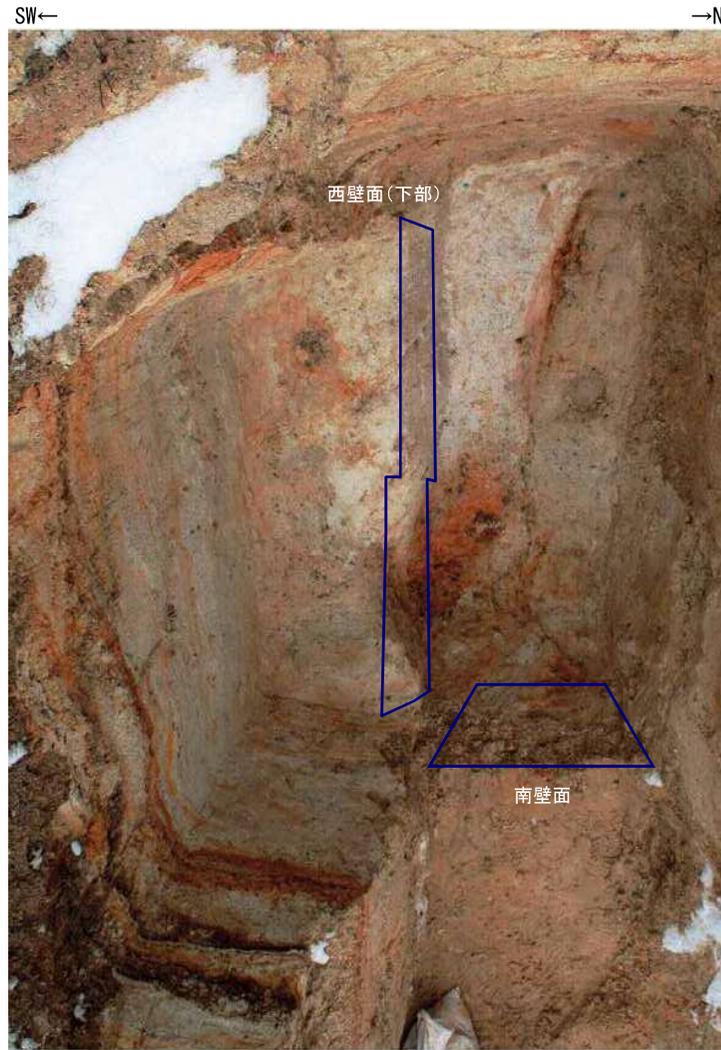
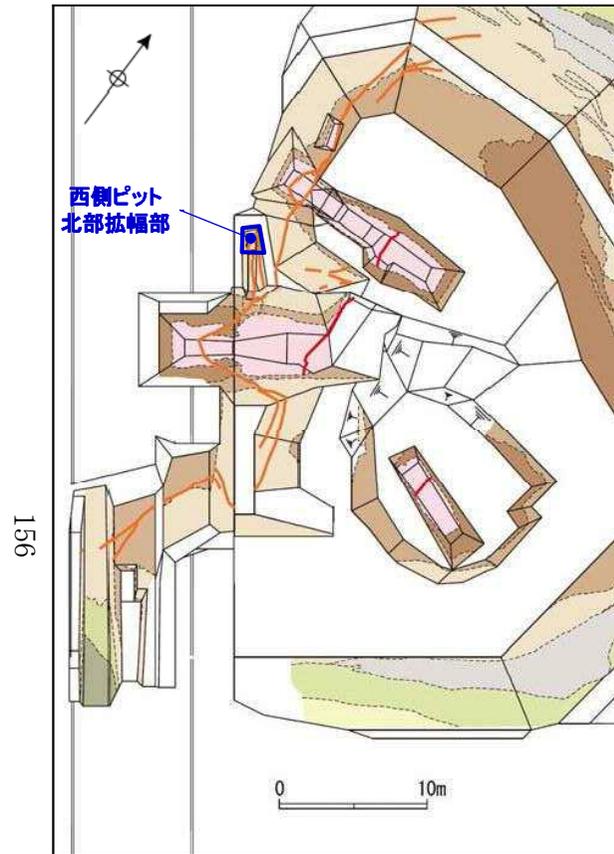
f: 破砕部

地質凡例

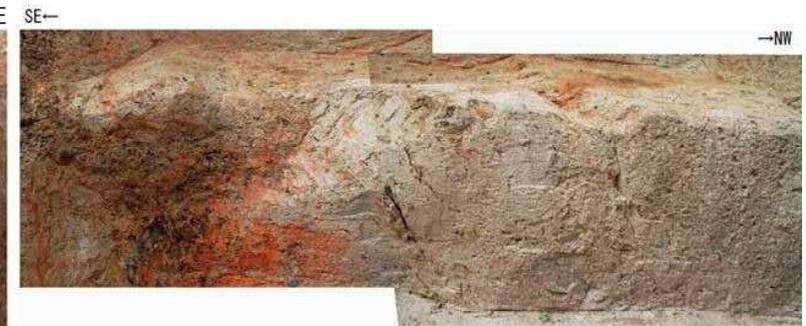
	③層
	風化花崗斑岩
	破砕部



K断層は、③層を変位させ、ピット内においてN-S方向からNNW-SSE方向の断層に屈曲して走向を変えている。
 なお、屈曲部から南方へ分岐するN-S方向の断層は、③層に変位・変形を与えていない。



西側ピット北部拡幅全面



西壁面(下部)



南壁面

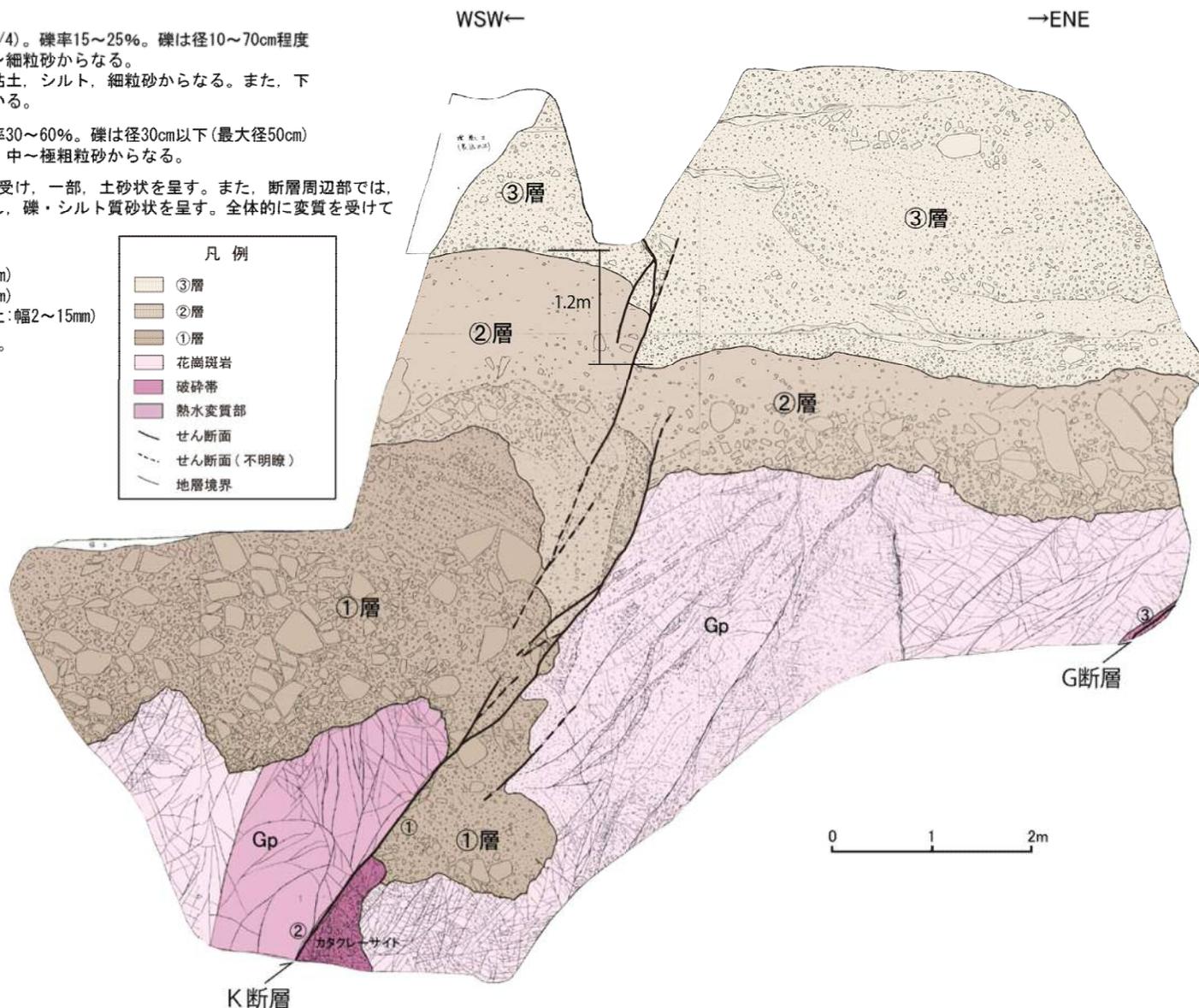
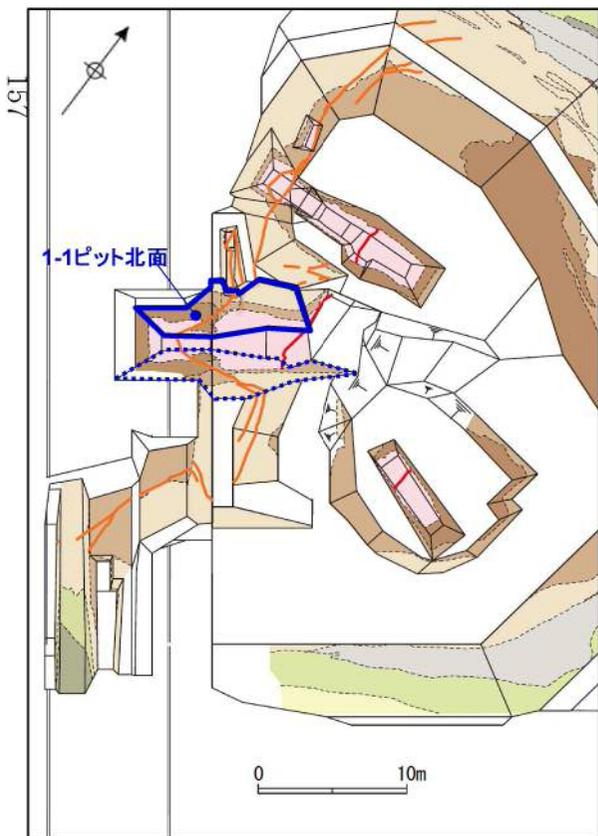
D-1トレンチ1-1ピット北面 (K断層) スケッチ

- ③層: 砂礫を主体とする。浅黄橙色 (7.5YR8/3)。礫率20~40%。礫は径10cm以下の亜角礫を含む。淘汰は良い。基質は、中~粗粒砂からなり、一部、細砂及びシルトからなり、細礫を含み、葉理が発達する。
- ②層: シルト質砂礫を主体とする。にぶい橙色 (5YR7/4)。礫率15~25%。礫は径10~70cm程度の角~亜角礫を含む。基質は、シルト及び中~細粒砂からなる。上部には、礫砂混じりシルトが分布し、主に粘土、シルト、細粒砂からなる。また、下部の一部において、シルト質砂礫が分布している。
- ①層: 砂礫を主体とする。浅黄橙色 (7.5YR7/3)。礫率30~60%。礫は径30cm以下(最大径50cm)の亜角礫を含む。淘汰は極めて悪い。基質は、中~極粗粒砂からなる。
- Gp: 花崗斑岩: 浅黄橙色 (7.5YR8/4)。全体に風化を受け、一部、土砂状を呈す。また、断層周辺部では、花崗斑岩質カタクレサイトが分布し、礫・シルト質砂状を呈す。全体的に変質を受けている。

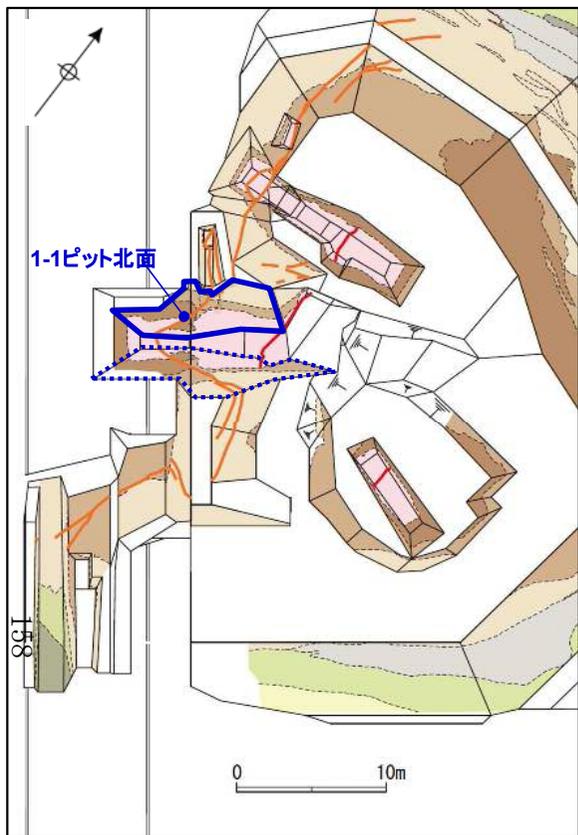
- ①: f: N7° W64° W 断層ガウジ (灰褐色粘土: 幅2~6mm)
- ②: f: N3° W61° W 断層ガウジ (灰褐色粘土: 幅3~6mm)
- ③: f: N13° E65° W 断層ガウジ (橙色 (7.5YR6/6) 粘土: 幅2~15mm)

※破砕部の走向・傾斜は偏角未補正である。
f: せん断面

凡例	
	③層
	②層
	①層
	花崗斑岩
	破砕帯
	熱水変質部
	せん断面
	せん断面 (不明瞭)
	地層境界



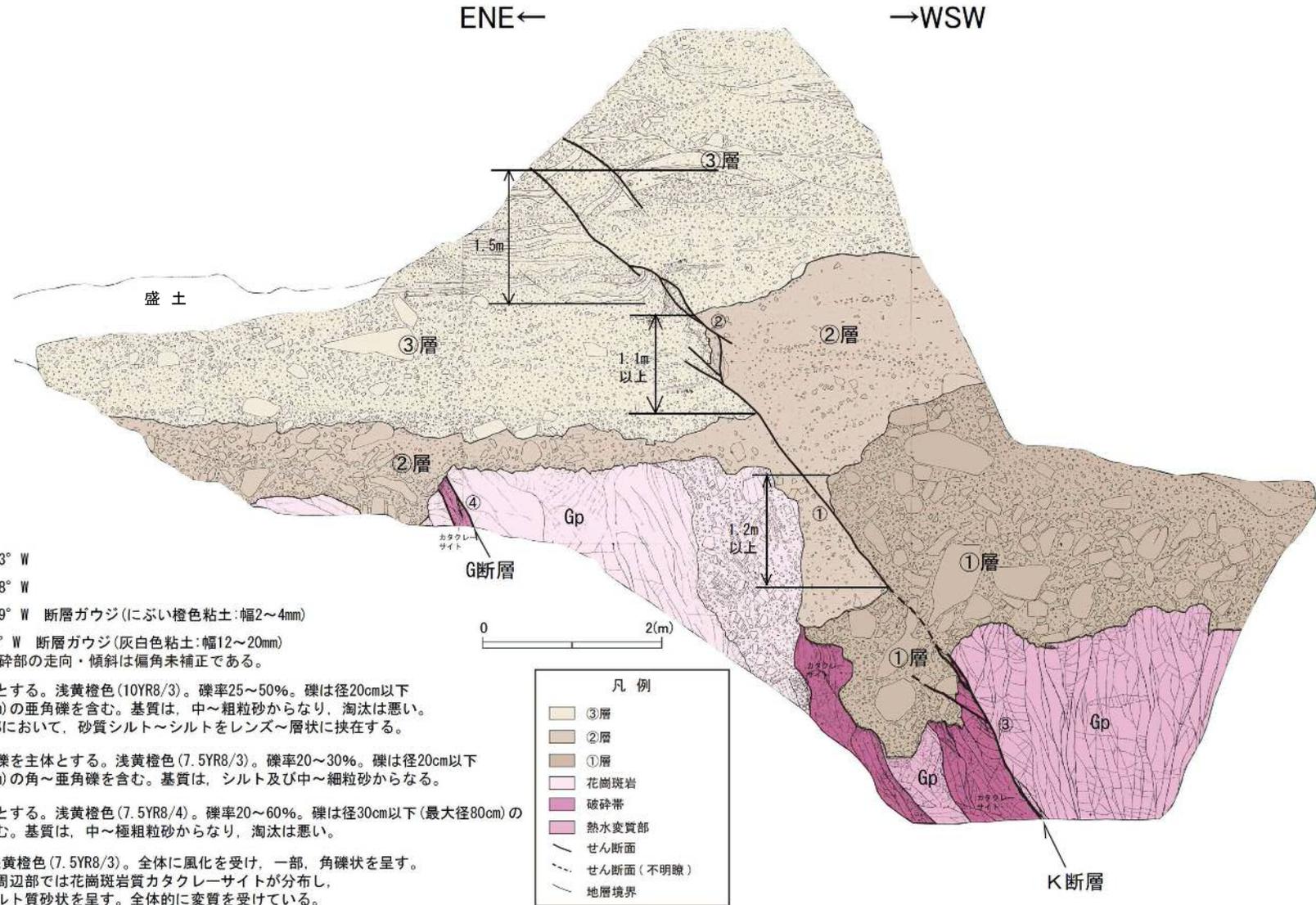
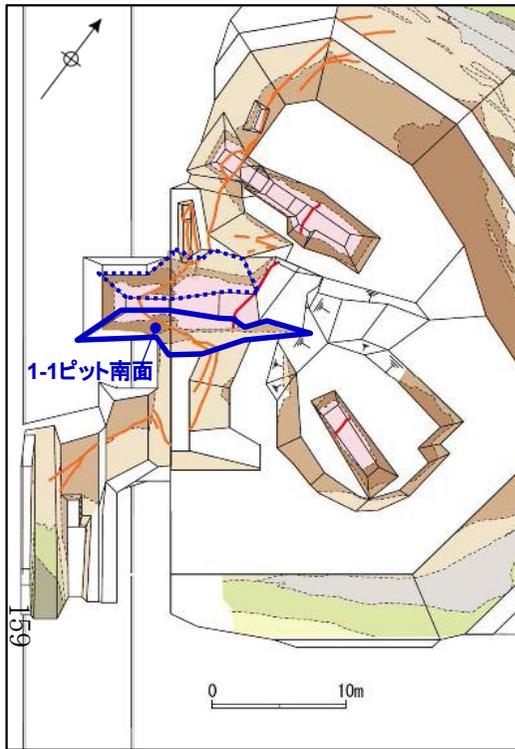
北面にはN-S方向、中角度西傾斜のK断層が分布する。
②層上面の見かけの鉛直変位量は約1.2mである。



WSW←

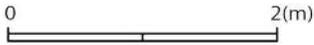
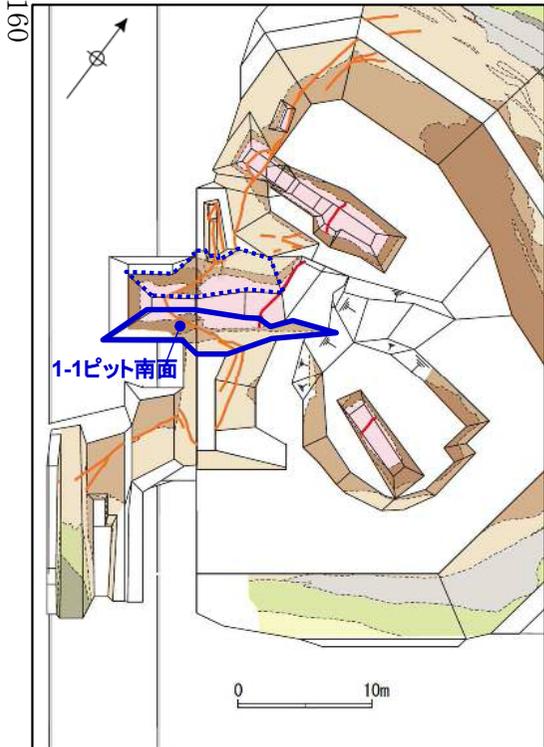
→ENE

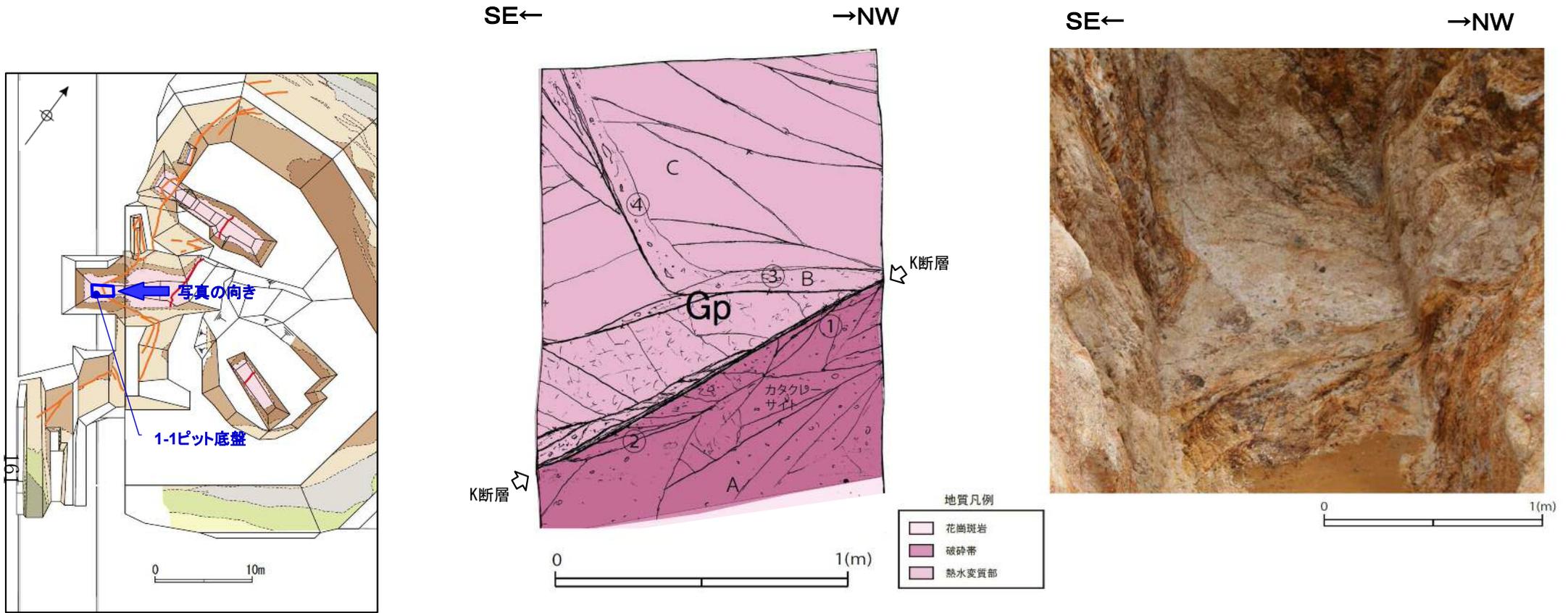




- K断層
- ①: f: N16° W53° W
 - ②: f: N26° W48° W
 - ③: f: N34° W69° W 断層ガウジ(にぶい橙色粘土:幅2~4mm)
- G断層
- ④: f: N2° W62° W 断層ガウジ(灰白色粘土:幅12~20mm)
- f: せん断面 ※破碎部の走向・傾斜は偏角未補正である。
- ③層: 砂礫を主体とする。浅黄橙色(10YR8/3)。礫率25~50%。礫は径20cm以下(最大径70cm)の垂角礫を含む。基質は、中~粗粒砂からなり、淘汰は悪い。また、上部において、砂質シルト~シルトをレンズ~層状に挟在する。
- ②層: シルト質砂礫を主体とする。浅黄橙色(7.5YR8/3)。礫率20~30%。礫は径20cm以下(最大径40cm)の角~垂角礫を含む。基質は、シルト及び中~細粒砂からなる。
- ①層: 砂礫を主体とする。浅黄橙色(7.5YR8/4)。礫率20~60%。礫は径30cm以下(最大径80cm)の垂角礫を含む。基質は、中~極粗粒砂からなり、淘汰は悪い。
- Gp: 花崗斑岩: 浅黄橙色(7.5YR8/3)。全体に風化を受け、一部、角礫状を呈す。また、断層周辺部では花崗斑岩質カタクレーサイトが分布し、礫混じりシルト質砂状を呈す。全体的に変質を受けている。

南面にはNW-SE方向、中角度西傾斜のK断層が分布する。各層の見かけの鉛直変位量は①層で約1.2m以上、②層上面で約1.1m以上、③層内で約1.5mであり、累積性は認められない。





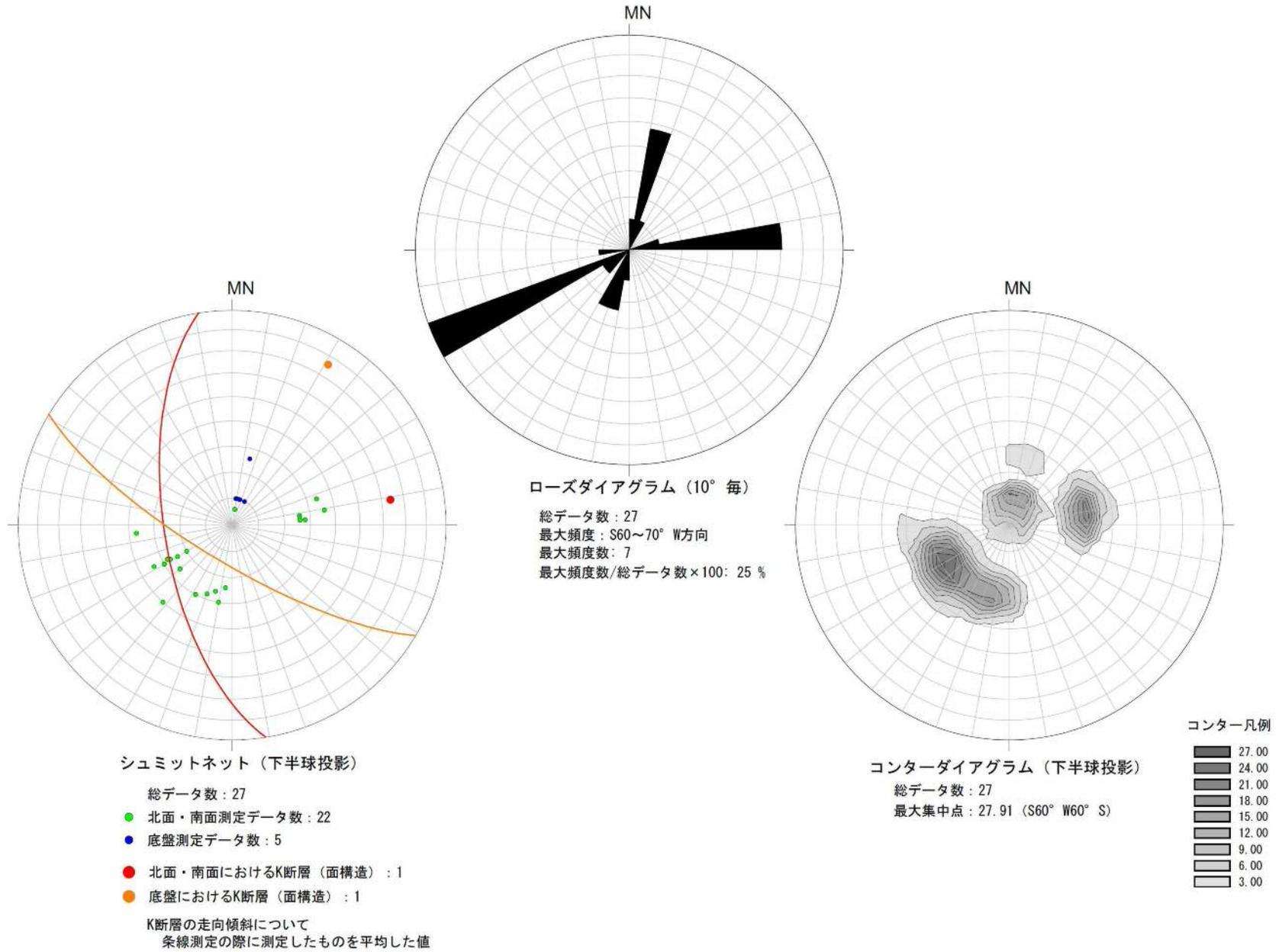
- ① f.N56° W/53° S 断層ガウジ (灰褐色粘土: 幅 3 ~ 6mm)
- ② f.N60° W/62° S 断層ガウジ (灰褐色粘土: 幅 3 ~ 5mm)
- ③ f.N47° W/74° S 断層ガウジ (灰白色粘土: 幅 1 ~ 4mm)
- ④ f.N25° E/86° W

※破碎部の走向・傾斜は偏角未補正である。

f: せん断面

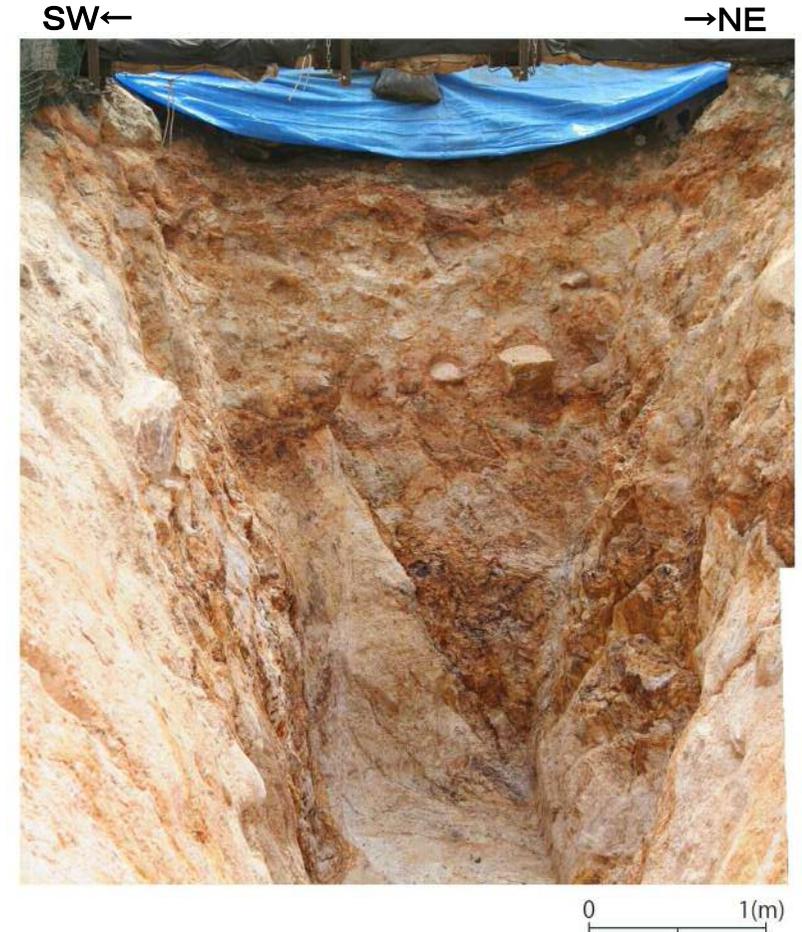
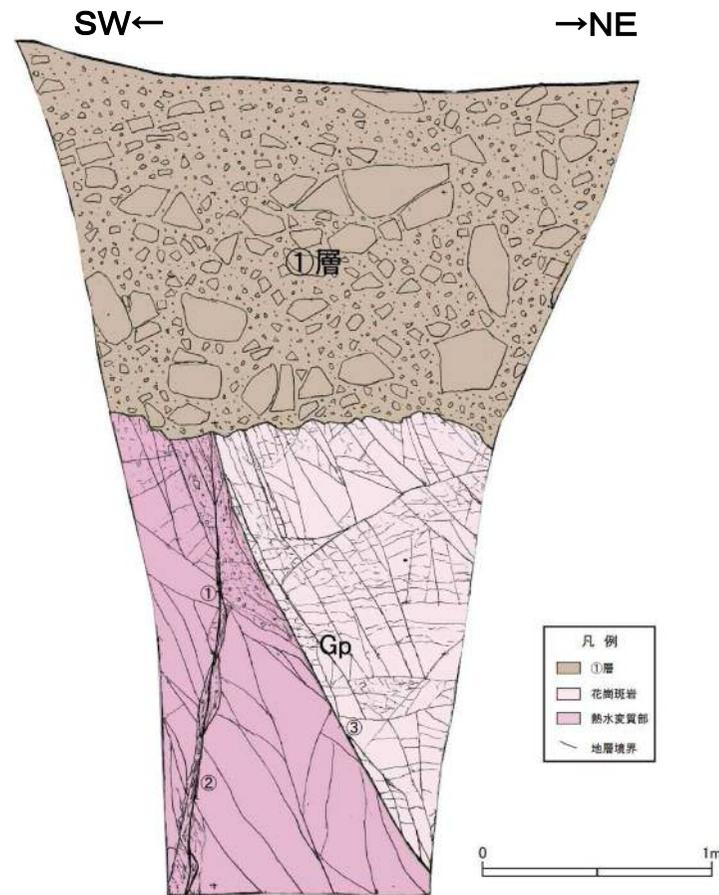
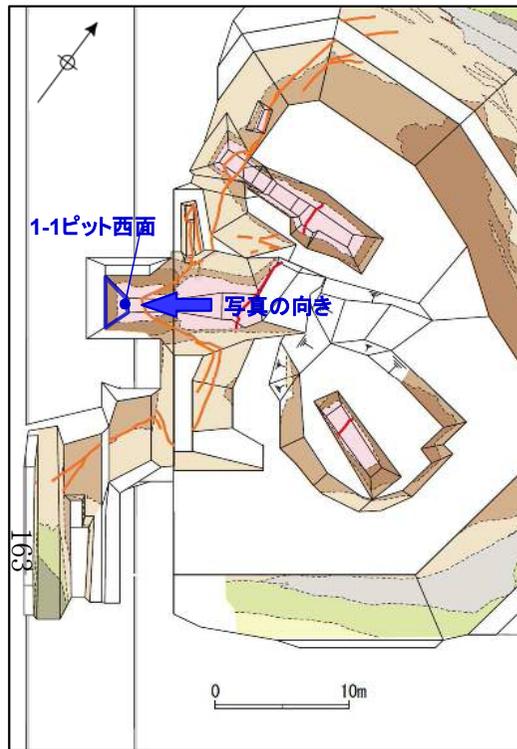
- A: 花崗斑岩質カタクレースイト: 灰白色 (7.5YR8/2 ~ 10YR7/2)。礫混じりシルト質砂状。全体的に変質を受け、やや軟質である。
- B: 角礫状花崗斑岩: 灰白色 (7.5YR8/2)。全体的に変質を受け、やや軟質である。
- C: 花崗斑岩 (風化質部): 橙~浅黄橙色 (7.5YR7/6 ~ 10YR8/3)。割れ目に沿って酸化。

底盤にはNW-SE方向、中角度西傾斜のK断層が分布する。



・K断層の最新活動面における条線は、S60° ~70° Wを示す縦ずれ成分が卓越。
・高角度を示すプランジが多い。

D-1トレンチ1-1ピット西面 スケッチ及び写真



①層: 砂礫からなる。浅黄橙色 (7.5YR8/3)。礫率30~50%。礫は径20~40cm程度の垂角礫を含む。基質は中~粗粒砂からなり、淘汰はかなり悪い。

Gp: 花崗斑岩: 浅黄橙色 (7.5YR8/3)。全体的に風化を受けている。

①: f: N23° E82° E 断層ガウジ (明黄灰色粘土: 幅1~3mm)

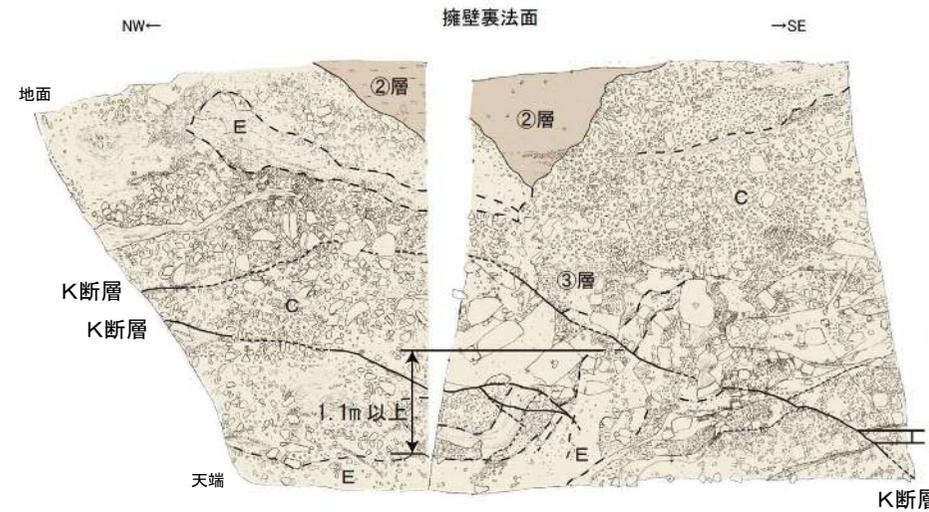
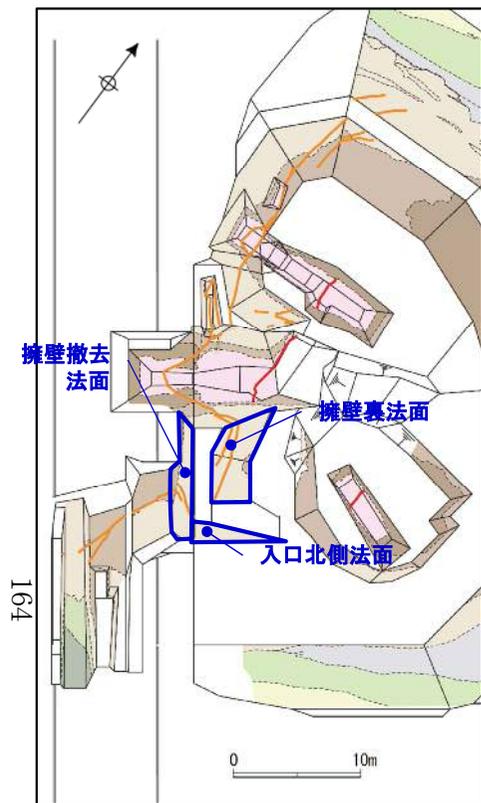
②: f: N29° E78° E 断層ガウジ (明黄灰色粘土: 幅1~6mm)

③: f: N17° E88° W 断層ガウジ (浅黄橙色粘土: 幅1~2mm)

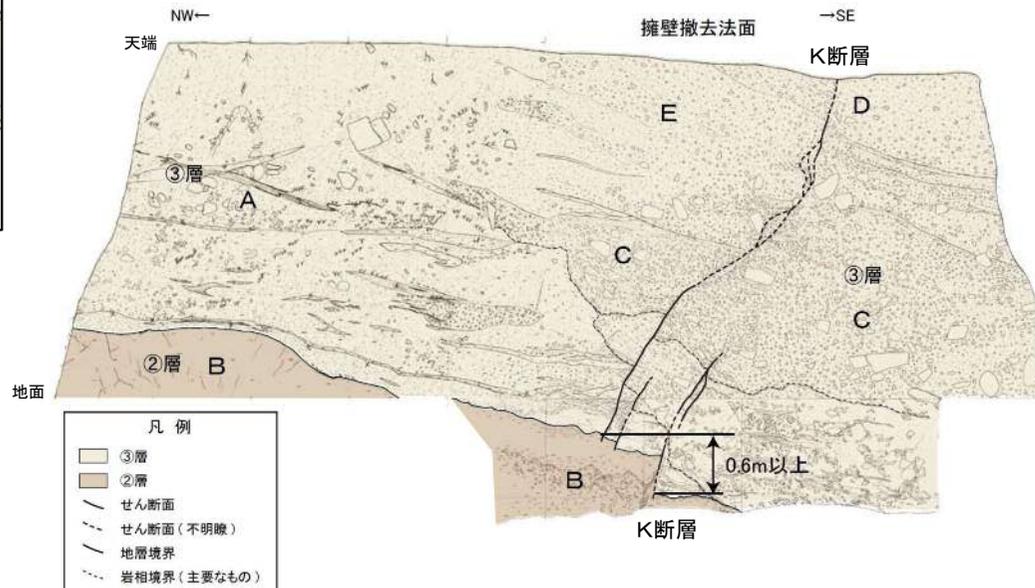
※破碎部の走向・傾斜は偏角未補正である。

f: せん断面

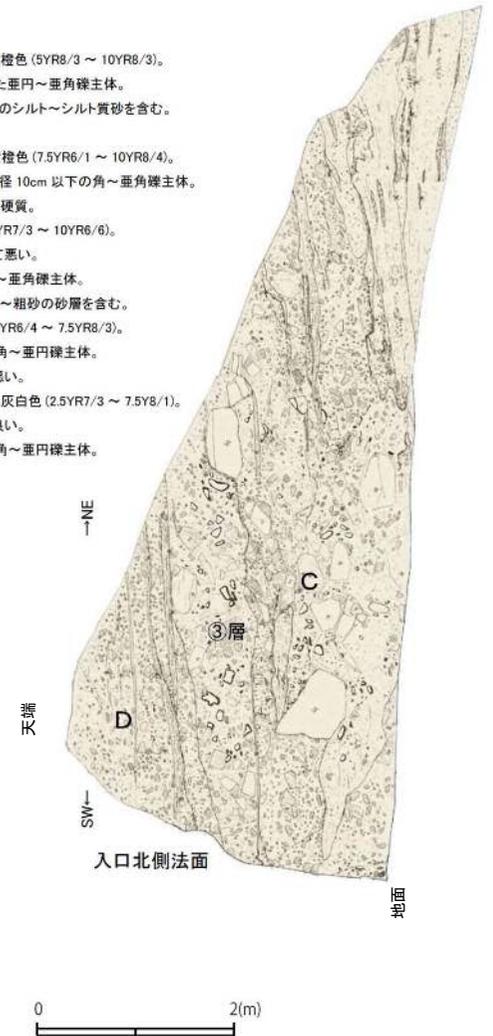
基盤岩内には、熱水変質を伴うNNE-SSW方向、高角度東傾斜の破碎帯が認められるが、これを覆う①層に変位・変形は認められない。



- A: 礫・シルト混じり砂：浅橙～浅黄橙色 (5YR8/3～10YR8/3)。
礫は径20cm以下の風化を受けた垂円～垂角礫主体。
基質は細～粗砂主体。レンズ状のシルト～シルト質砂を含む。
一部に弱い集理を持つ。
- B: 礫混じりシルト質砂：褐灰～浅黄橙色 (7.5YR6/1～10YR8/4)。
基質はシルト、細～中砂。礫は径10cm以下の角～垂角礫主体。
全体的にやや軟質、北西側ほど硬質。
- C: 砂礫：にぶい橙～明黄褐色 (7.5YR7/3～10YR6/6)。
礫率30～60%。淘汰はきわめて悪い。
礫は径20cm以下の風化した角～垂角礫主体。
基質は中～粗砂。レンズ状に中～粗砂の砂層を含む。
- D: 礫質砂：にぶい橙～浅黄褐色 (5YR6/4～7.5YR8/3)。
礫は径10cm以下の風化した垂角～垂円礫主体。
基質は中～粗砂。淘汰はやや悪い。
- E: 礫混じり砂質シルト：淡赤橙色～灰白色 (2.5YR7/3～7.5Y8/1)。
基質は細～中砂。淘汰はやや良い。
礫は径10cm以下の風化した垂角～垂円礫主体。



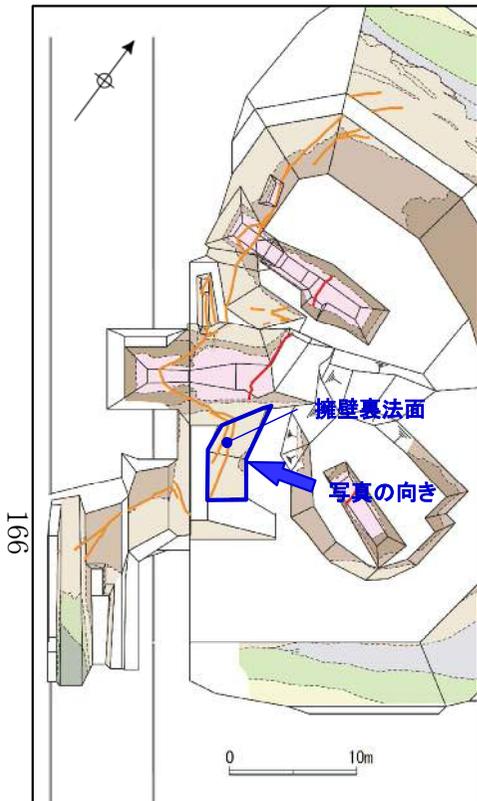
- 凡例
- ③層
 - ②層
 - せん断面
 - せん断面(不明瞭)
 - 地層境界
 - 岩相境界(主要なもの)

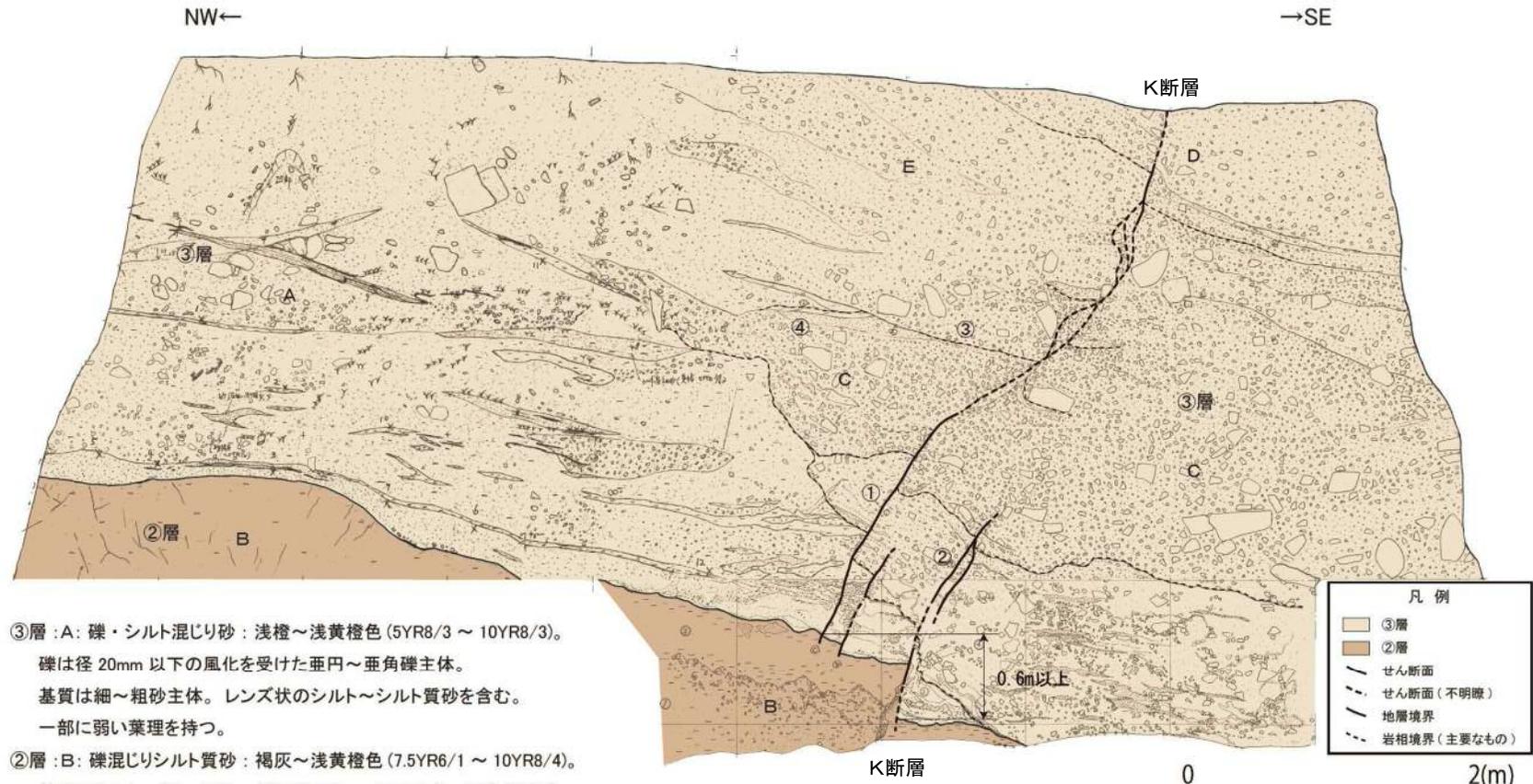
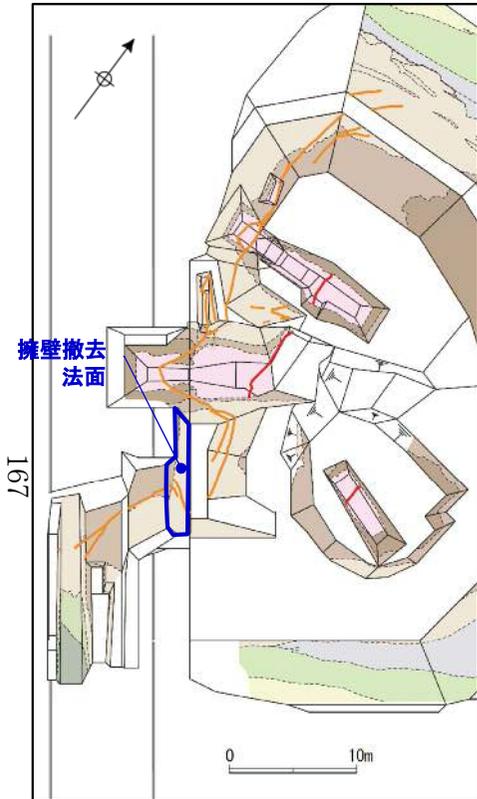


- ・ D-1トレンチ1-1ピットで認められる破碎部は、擁壁裏法面を経て、擁壁撤去法面に連続する。
- ・ D-1トレンチ入口北側法面では、③層に変位・変形は認められない。

SE←

→NW





- ③層 : A: 礫・シルト混じり砂 : 浅橙～浅黄橙色 (5YR8/3 ~ 10YR8/3)。
礫は径 20mm 以下の風化を受けた垂円～垂角礫主体。
基質は細～粗砂主体。レンズ状のシルト～シルト質砂を含む。
一部に弱い葉理を持つ。
- ②層 : B: 礫混じりシルト質砂 : 褐灰～浅黄橙色 (7.5YR6/1 ~ 10YR8/4)。
基質はシルト、細～中砂。礫は径 100mm 以下の角～垂角礫主体。
全体的にやや軟質、北西側ほど硬質。
- ③層 : C: 砂礫 : にぶい橙～明黄褐色 (7.5YR6/3 ~ 10YR6/6)。
礫率 30 ~ 60%。淘汰はきわめて悪い。
礫は径 200mm 以下の風化を受けた角～垂角礫主体。
基質は中～粗砂。レンズ状に中～粗砂の砂層を含む。

- ③層 : D: 礫質砂 : にぶい橙～浅黄橙色 (5YR6/4 ~ 7.5YR8/3)。
礫は径 100mm 以下の風化を受けた垂角～垂円礫主体。
基質は中～粗砂。淘汰はやや悪い。
- ③層 : E: 礫混じり砂質シルト : 淡赤橙色～灰白色 (2.5YR7/3 ~ 7.5Y8/1)。
基質は細～中砂。淘汰はやや良い。
礫は径 40mm 以下の風化を受けた垂角～垂円礫主体。

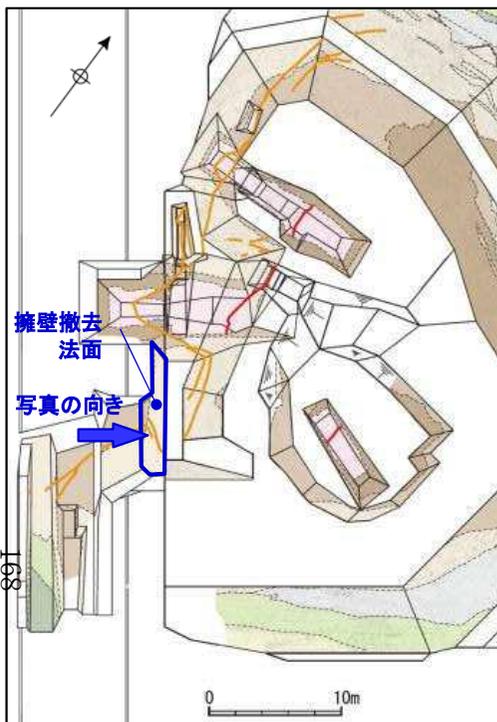
- ①: f: N33° E57° W
 - ②: f: N26° E48° W
 - ③: 層理面: N73° E14° S
 - ④: 層理面: N13° E12° E
- ※破碎部の走向・傾斜は
偏角未補正である。

f: 破碎部

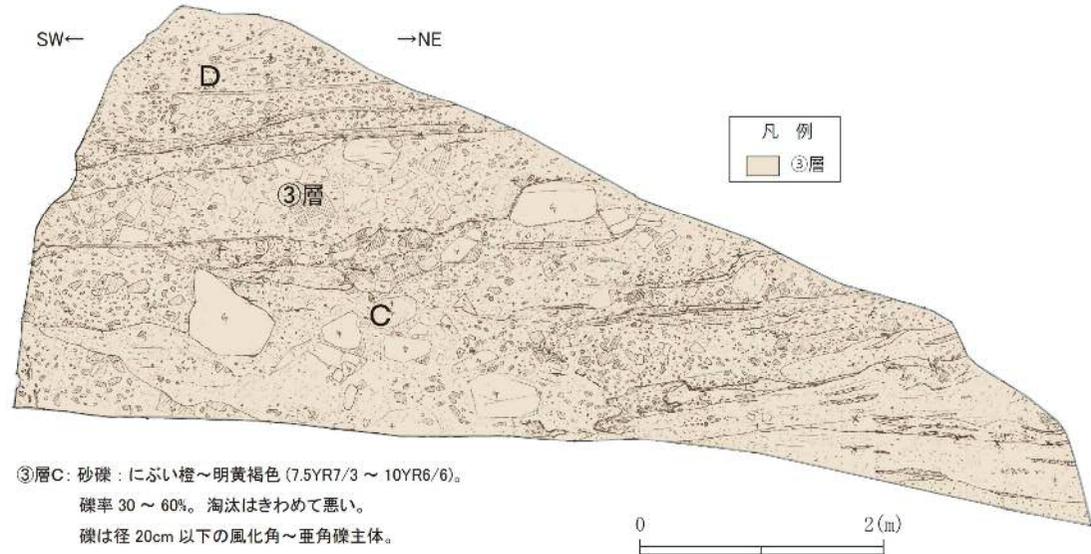
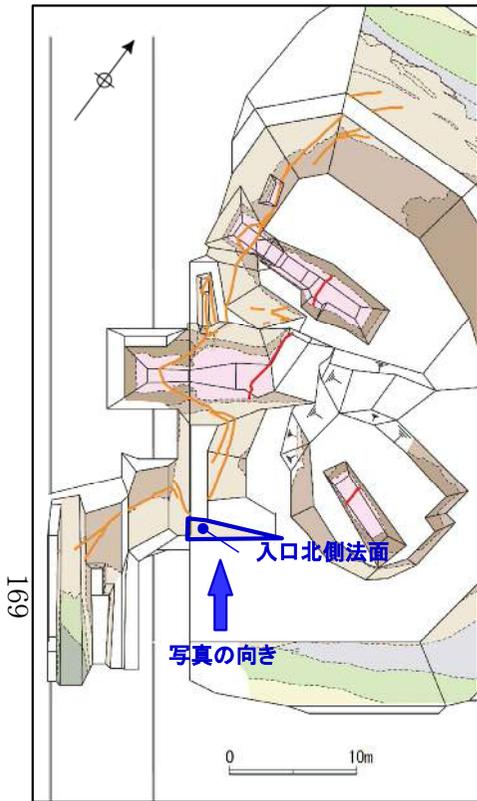
擁壁撤去法面では、②層、③層を逆断層センスで変位させるK断層が認められる。②層上面の見かけの鉛直変位量は、撓曲を含めて約0.6m以上である。

NW←

→SE



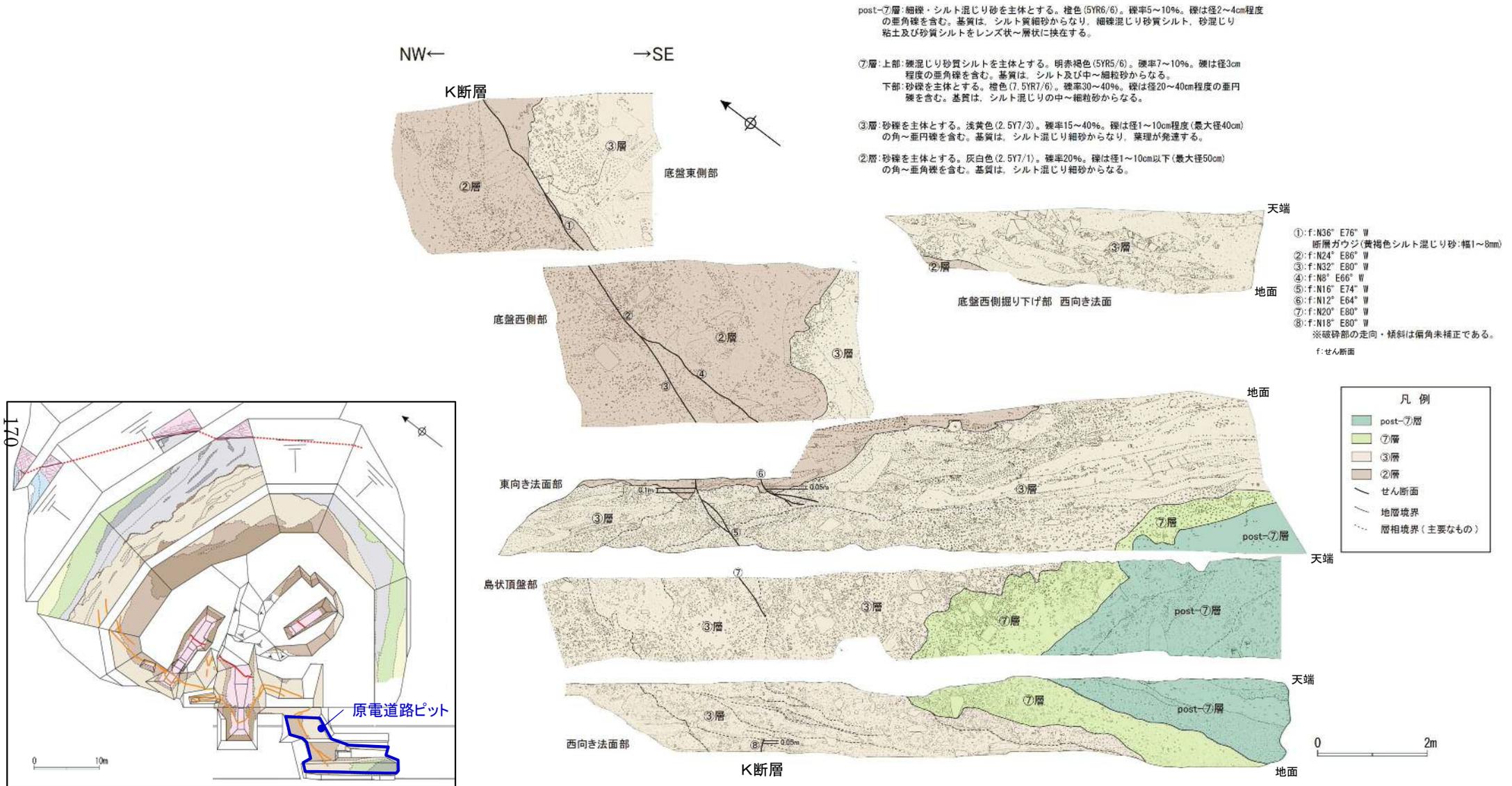
0 2(m)



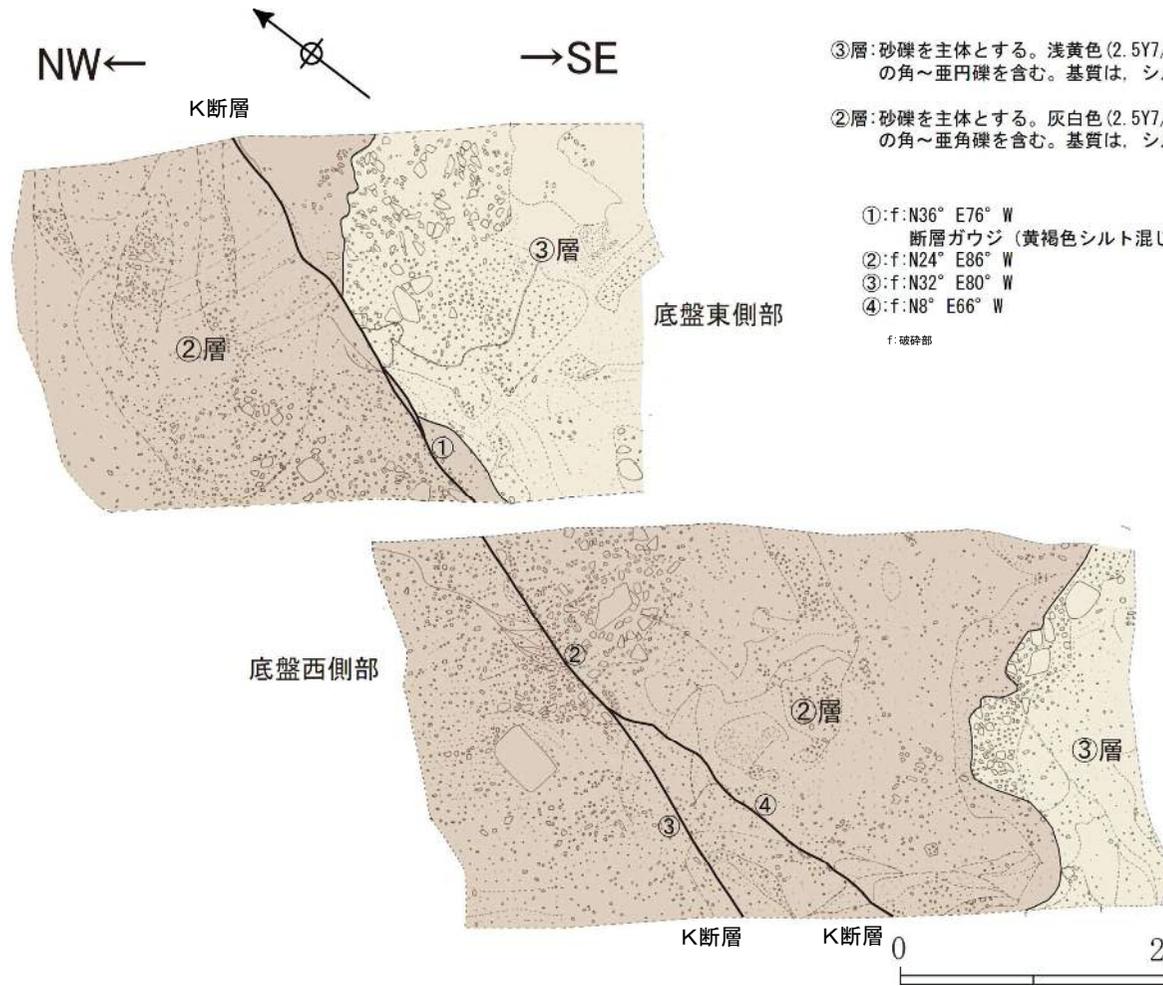
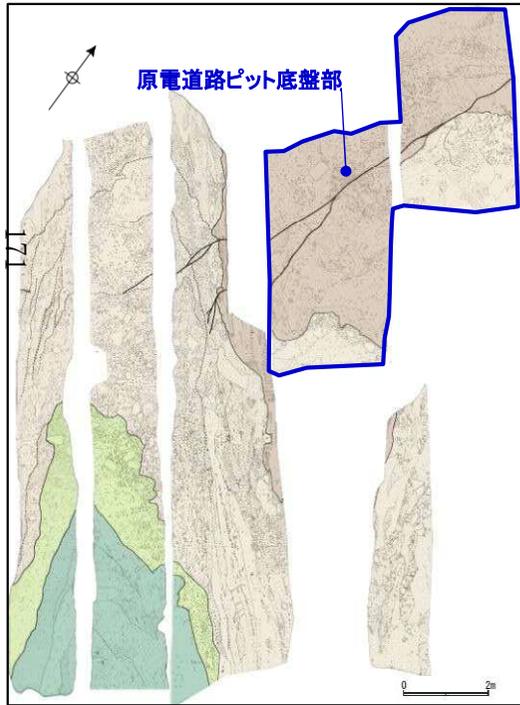
- ③層C: 砂礫: にぶい橙～明黄褐色 (7.5YR7/3 ~ 10YR6/6)。
 礫率 30 ~ 60%。淘汰はきわめて悪い。
 礫は径 20cm 以下の風化角～亜角礫主体。
 基質は中～粗砂。レンズ状に中～粗砂の砂層を含む。
- ③層D: 礫質砂: にぶい橙～浅黄橙色 (5YR6/4 ~ 7.5YR8/3)。
 礫は径 10cm 以下の風化亜角～亜円礫主体。
 基質は中～粗砂。淘汰はやや悪い。



D-1トレンチ入口北側法面では、③層に変位・変形をは認められない。



- ・原電道路ピット底盤部及び東向き法面部では、②層及び③層を変位させるN-S方向とNNE-SSW方向に分岐するK断層が認められる。
- ・NNE-SSW方向のK断層は、さらに南側の西向き法面部で③層内の見かけの鉛直変位量は約5cmと小さくなり、③層上部には変位・変形を与えていない。



③層: 砂礫を主体とする。浅黄色(2.5Y7/3)。礫率15~40%。礫は径1~10cm程度(最大径40cm)の角~垂円礫を含む。基質は、シルト混じり細砂からなる。

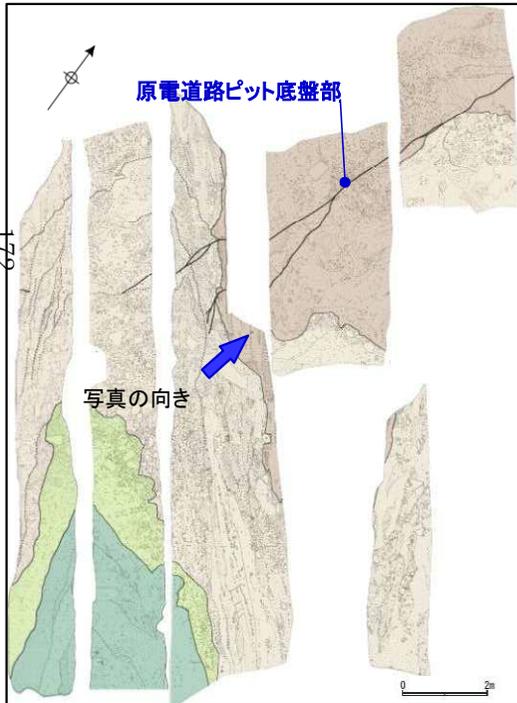
②層: 砂礫を主体とする。灰白色(2.5Y7/1)。礫率20%。礫は径1~10cm以下(最大径50cm)の角~垂角礫を含む。基質は、シルト混じり細砂からなる。

- ①: f: N36° E76° W
断層ガウジ (黄褐色シルト混じり砂: 幅1~8mm)
- ②: f: N24° E86° W
- ③: f: N32° E80° W
- ④: f: N8° E66° W

f: 破砕部

凡例	
	③層
	②層
	せん断面
	せん断面(不明瞭)
	地層境界
	層相境界(主要なもの)

原電道路ピット底盤部では、②層及び③層を変位させるN-S方向とNNE-SSW方向に分岐するK断層が認められる。



底盤東側部



底盤西側部



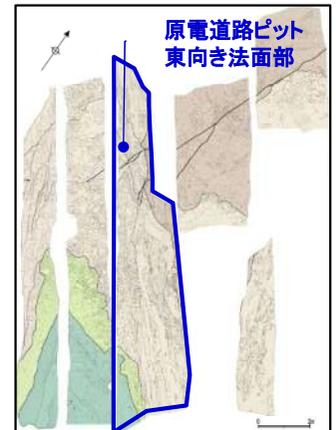
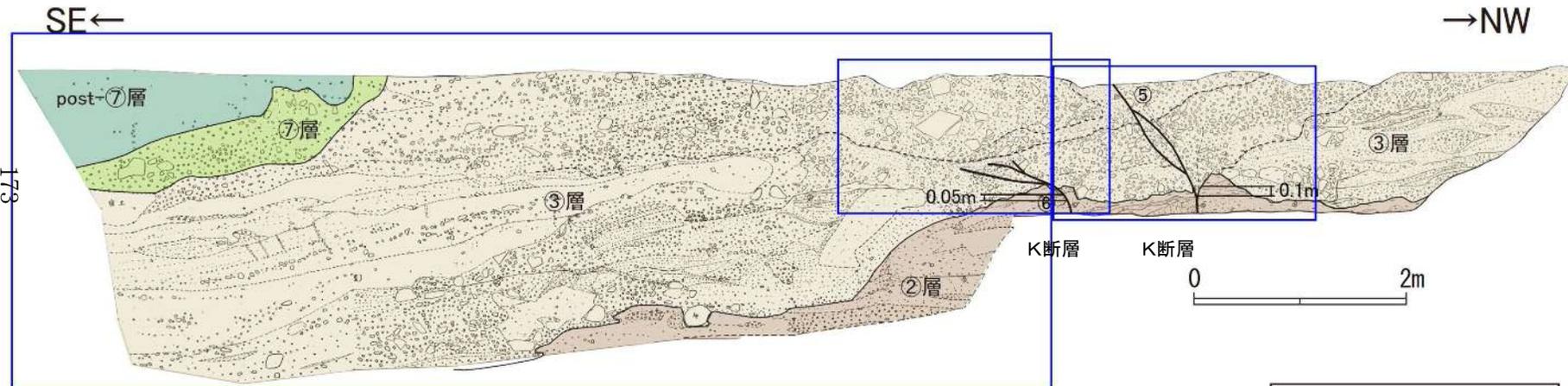
写真1



写真2



写真3

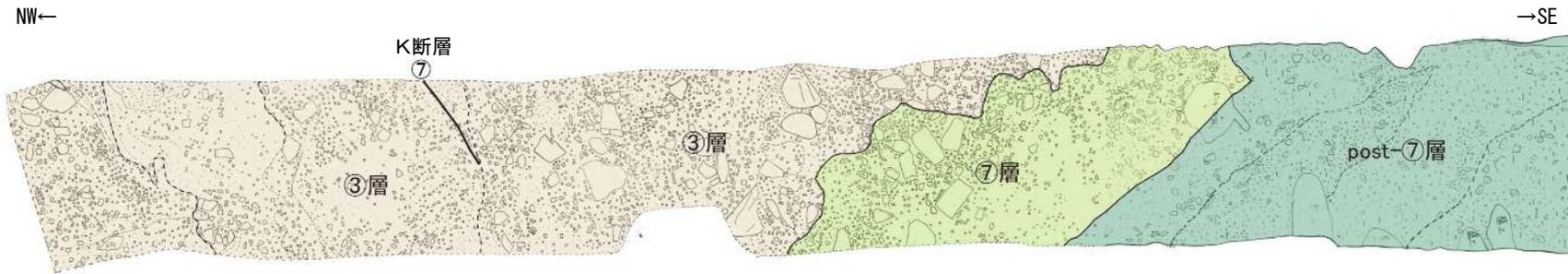


⑤: f: N16° E74° W
 ⑥: f: N12° E64° W
 ※破砕部の走向・傾斜は偏角未補正である。
 f: せん断面

- ②層: 砂礫を主体とする。灰白色 (2.5Y7/1)。礫率20%。礫は径1~10cm以下(最大径50cm)の角~亜角礫を含む。基質は、シルト混じり細砂からなる。
- ③層: 砂礫を主体とする。浅黄色 (2.5Y7/3)。礫率15~40%。礫は径1~10cm程度(最大径40cm)の角~亜円礫を含む。基質は、シルト混じり細砂からなり、葉理が発達する。
- ⑦層: 上部: 礫混じり砂質シルトを主体とする。明赤褐色 (5YR5/6)。礫率7~10%。礫は径3cm程度の亜角礫を含む。基質は、シルト及び中~細粒砂からなる。
 下部: 砂礫を主体とする。橙色 (7.5YR7/6)。礫率30~40%。礫は径20~40cm程度の亜円礫を含む。基質は、シルト混じりの中~細粒砂からなる。
- post-⑦層: 細礫・シルト混じり砂を主体とする。橙色 (5YR6/6)。礫率5~10%。礫は径2~4cm程度の亜角礫を含む。基質は、シルト質細砂からなり、細礫混じり砂質シルト、砂混じり粘土及び砂質シルトをレンズ状~層状に挟在する。

凡例	
	post-⑦層
	⑦層
	③層
	②層
	せん断面
	地層境界
	層相境界(主要なもの)

・ K断層はN-S方向とNNE-SSW方向に分岐し、③層内の見かけの鉛直変位量は約15cmである。
 ・ N-S方向のK断層は、③層上部に変位・変形を与えていない。



島状頂盤部

NW ← → SE

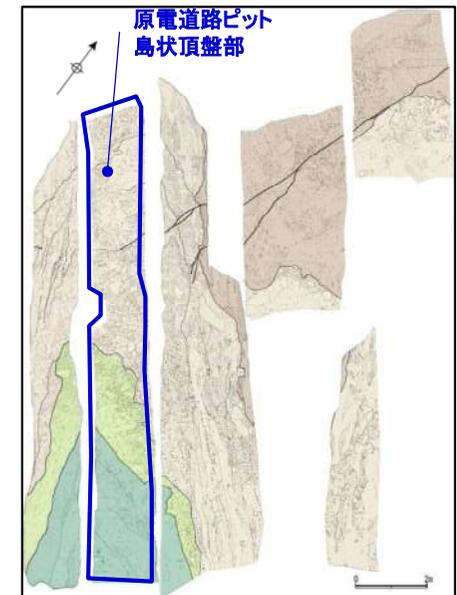


174

③層: 砂礫を主体とする。浅黄色(2.5Y7/3)。礫率15~40%。礫は径1~10cm程度(最大径40cm)の角~垂円礫を含む。基質は、シルト混じり細砂からなり、葉理が発達する。

⑦層: 上部: 礫混じり砂質シルトを主体とする。明赤褐色(5YR5/6)。礫率7~10%。礫は径3cm程度の垂角礫を含む。基質は、シルト及び中~細粒砂からなる。
下部: 砂礫を主体とする。橙色(7.5YR7/6)。礫率30~40%。礫は径20~40cm程度の垂円礫を含む。基質は、シルト混じりの中~細粒砂からなる。

post-⑦層: 細礫・シルト混じり砂を主体とする。橙色(5YR6/6)。礫率5~10%。礫は径2~4cm程度の垂角礫を含む。基質は、シルト質細砂からなり、細礫混じり砂質シルト、砂混じり粘土及び砂質シルトをレンズ状~層状に挟在する。



K断層は、③上部に変位・変形を与えていない。

175



西向き法面部 K断層写真

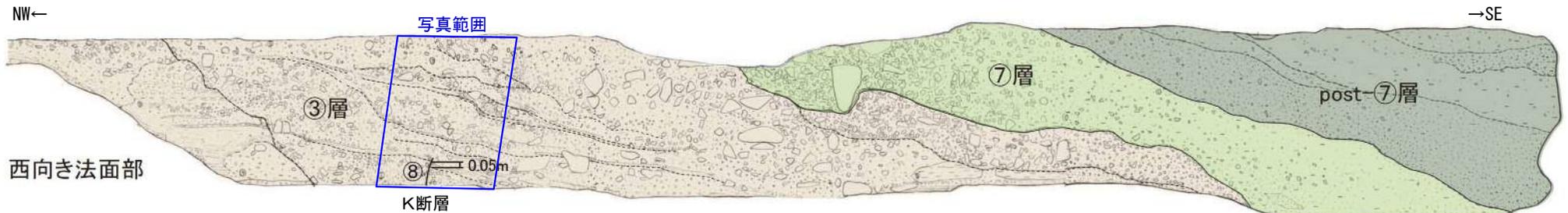
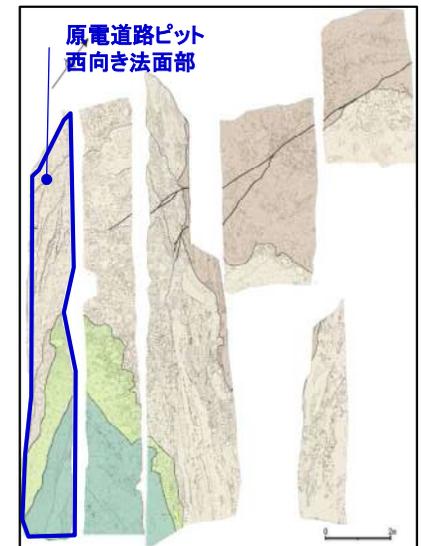


post-⑦層: 細礫・シルト混じり砂を主体とする。橙色 (5YR6/6)。礫率5~10%。礫は径2~4cm程度の亜角礫を含む。基質は、シルト質細砂からなり、細礫混じり砂質シルト、砂混じり粘土及び砂質シルトをレンズ状~層状に挟在する。

⑦層: 上部: 礫混じり砂質シルトを主体とする。明赤褐色 (5YR5/6)。礫率7~10%。礫は径3cm程度の亜角礫を含む。基質は、シルト及び中~細粒砂からなる。
下部: 砂礫を主体とする。橙色 (7.5YR7/6)。礫率30~40%。礫は径20~40cm程度の亜円礫を含む。基質は、シルト混じりの中~細粒砂からなる。

③層: 砂礫を主体とする。浅黄色 (2.5Y7/3)。礫率15~40%。礫は径1~10cm程度 (最大径40cm)の角~亜円礫を含む。基質は、シルト混じり細砂からなり、葉理が発達する。

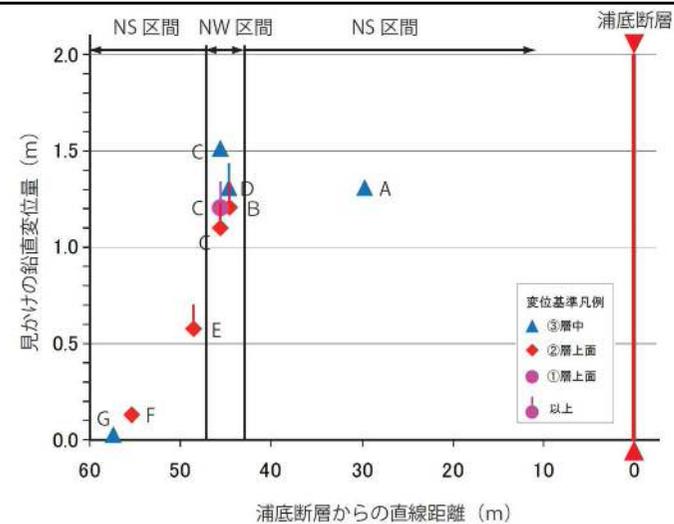
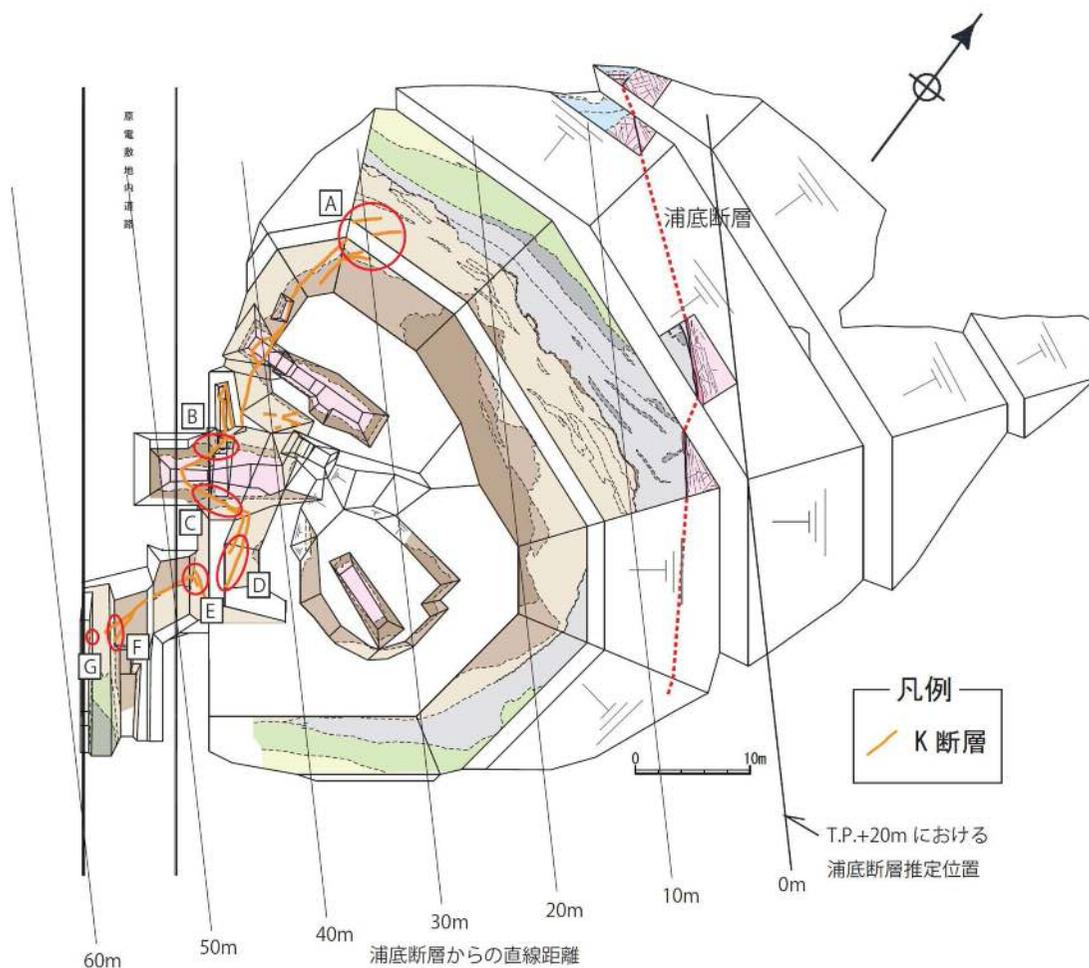
⑧: f: N18° E80° W
※破砕部の走向・傾斜は偏角未補正である。
f: せん断面



K断層は、西向き法面部で③層内の見かけの鉛直変位量は約5cmと小さくなり、③層上部には変位・変形を与えていない。

K断層の変位量について

176



浦底断層からの直線距離と見かけの鉛直変位量の変化

地点名	測定場所	変位基準	見かけ鉛直変位量	備考
A	K断層北部	③層中	1.3m	3条の分岐断層による変位の総和。 撓曲含む。
B	1-1ピット北面	②層上面	1.2m 以上	撓曲含めると1.2m 以上と見積もられる。
C	1-1ピット南面	①層 ②層上面 ③層中	1.2m 1.1m 以上 1.5m	撓曲含む。
D	擁壁裏法面	③層中	1.3m 以上	撓曲含む。
E	擁壁撤去法面	②層上面	0.6m 以上	3条の分岐断層による変位の総和は 0.6m。撓曲含めると0.6m 以上。
F	原電道路東向き法面部	②層上面	0.15m	2条の分岐断層による変位の和。 撓曲なし。
G	原電道路西向き法面部	③層中	0.05m	撓曲なし。

K断層沿いの見かけの鉛直変位量は、北部のN-S区間～NW-SE区間までは1.2m以上～1.8mでほぼ同程度である。一方、擁壁撤去法面より南側のNS区間では急激に変位量が減少し、原電道路西向き法面部(G)では、0.05m程度となる。

K断層の第四系の見かけの鉛直変位量は、短区間で急激に減少し、原電道路ピット西向き法面部付近でほぼ変位が認められなくなり、③層上部に変位・変形を与えていない。

5. 総合評価

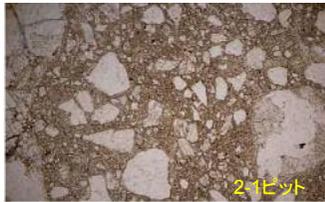
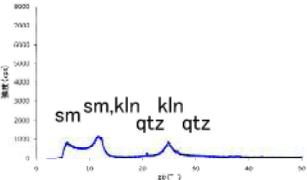
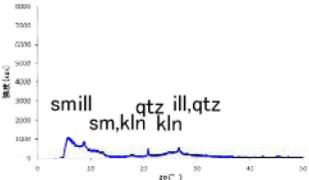
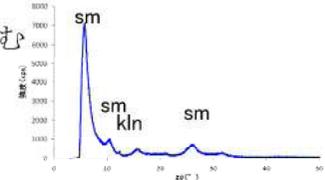
- D-1 破砕帯は、南から D-1 既往露頭，2 号炉原子炉建屋直下を通過し，D-1 トレンチに至る区間で確認された。
- D-1 トレンチ調査では，G 断層と第四系に逆断層センスで変位・変形を与える K 断層が確認された。
- D-1 破砕帯，G 断層及び K 断層の関係については，破砕帯の走向・傾斜，破砕部の性状及び変位センスの類似性から，G 断層は D-1 破砕帯と一連であると判断された。一方，K 断層は D-1 破砕帯とは一連でないと判断された。

【資料 5-1】

- K 断層は D-1 トレンチ付近の基盤岩の中で大きく蛇行し，また，第四系の見かけの鉛直変位量が短区間で急激に減少し，原電道路ピット付近で変位がほぼ認められなくなり，活断層に見られる特徴とは大きく異なることが確認された。
- D-1 トレンチの地質層序に関する調査の結果，⑤層下部は MIS5e に対比されることが確認された。
- D-1 破砕帯(G 断層含む)は少なくとも MIS6 以前の①層に，K 断層は少なくとも MIS5e の⑤層に変位・変形を与えていないことが確認された。

以上のことから，D-1 破砕帯（G 断層含む）及び K 断層は，「耐震設計上考慮する活断層」ではないと判断される。

破碎帯の性状整理表

性状	D-1破碎帯 (2号機原子炉建屋背後斜面、D1-2～1-5孔)	G断層 (D-1トレンチ北側ピット他)	K断層 (D-1トレンチ1-1ピット他)
変位センス	正断層	正断層	逆断層
断層ガウジの微細構造	<ul style="list-style-type: none"> 構成粒子が円磨されている 面構造が発達し、比較的明瞭 	<ul style="list-style-type: none"> 構成粒子が円磨されている 面構造が発達し、比較的明瞭 	<ul style="list-style-type: none"> 構成粒子が角礫状 面構造が不明瞭 
断層ガウジの構造	縞状 	縞状 	無構造 
断層ガウジの色調	黄色、褐色、茶色等 	黄橙色、褐色 	灰赤色、灰白色等 
断層幅	狭い	狭い	広い
断層ガウジの硬さ	締まっている	締まっている	軟らかい
走向	おおむねN-S	N-S	基盤岩中で大きく蛇行(N-S ~ NE-SW)
X線回折分析	スメクタイト(sm)含む カオリナイト(kln)含む 石英(qtz)含む 	スメクタイト(sm)含む カオリナイト(kln)含む 石英(qtz)含む 	スメクタイト(sm)多量含む カオリナイト(kln)含む 石英(qtz)含まず 

連続性評価

G断層はD-1破碎帯と一連である。

K断層はD-1破碎帯とは一連ではない。

活動性評価

①層に変位・変形を与えていない。
「将来活動する可能性のある断層等」ではない。

⑤層下部に変位・変形を与えていない。
「将来活動する可能性のある断層等」ではない。

6. その他の破砕帯について

D-1 破砕帯以外の破砕帯のうち評価書において「原子炉建屋直下を通り、浦底断層付近まで連続するもの」として挙げている下記の破砕帯について、これまでに得られた結果を示す。

各破砕帯について連続性及び活動性を把握するため、露頭調査、剥取調査、ピット調査、大深度坑調査、年代分析（テフラ分析、花粉分析等）等を実施している。【資料 6-1】

各破砕帯の調査結果は下記に示すとおりであるが、上載地層との関係等に関するデータを整理するとともに、引き続き調査方法を含めて検討していく。

○ D-5 破砕帯

D-5 破砕帯の連続性及び活動性を把握するため、大深度坑調査、年代分析（テフラ分析、花粉分析等）等を実施した。

現時点では、掘削のための地盤改良範囲内に D-5 破砕帯が確認されていない。

○ D-6 破砕帯

D-6 破砕帯の連続性及び活動性を把握するため、大深度坑調査、年代分析（テフラ分析、花粉分析等）等を実施した。

調査の結果、D-6 破砕帯は、少なくとも K-Tz（約 9.5 万年前）及び美浜テフラ（約 12.7 万年前）を含む地層に変位・変形を与えていないことを確認した。

○ D-14 破砕帯

D-14 破砕帯の連続性及び活動性を把握するため、既往露頭調査、ピット調査、年代分析（テフラ分析、花粉分析等）等を実施した。

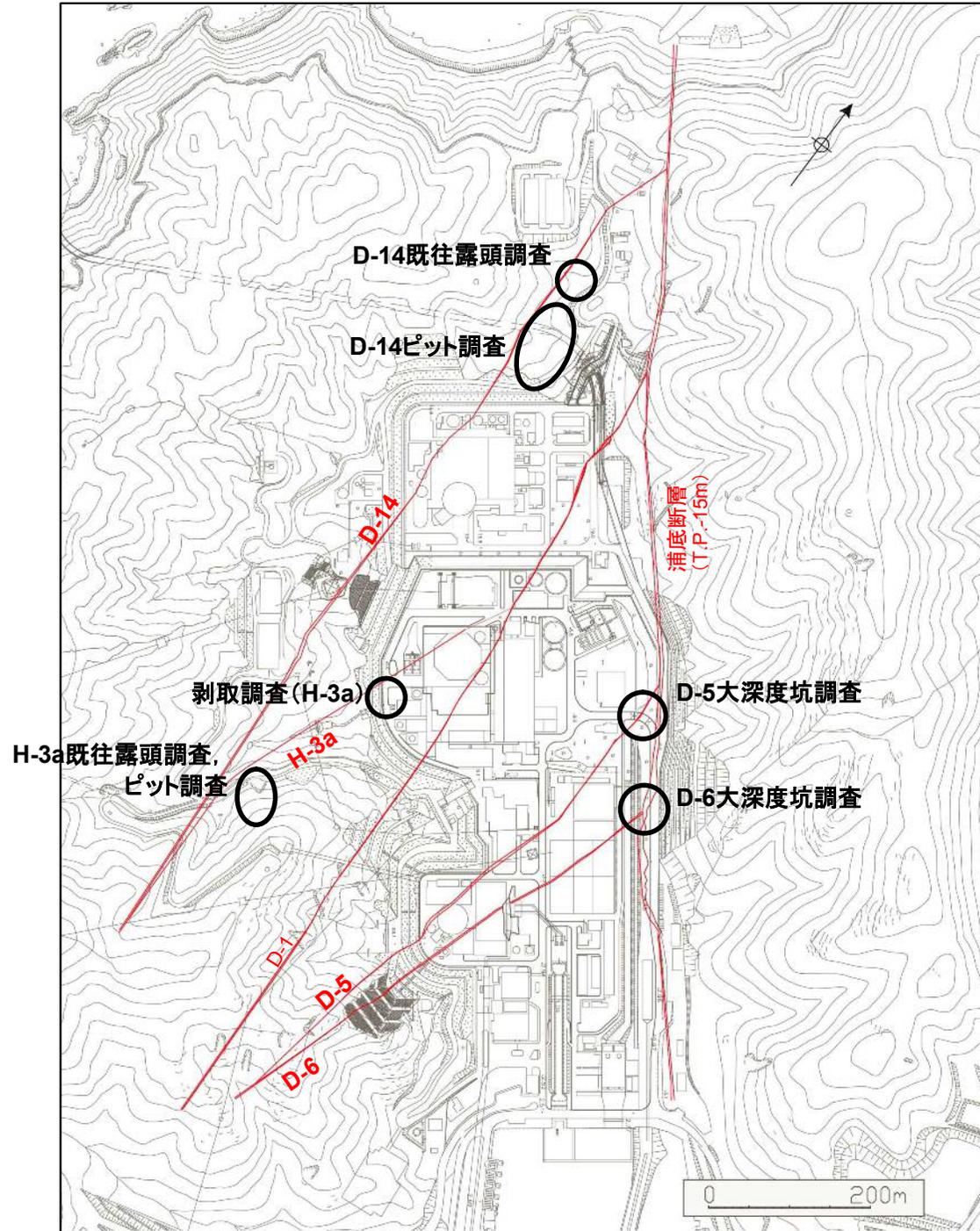
調査の結果、D-14 破砕帯は、少なくとも AT（約 2.9～2.6 万年前）を含む地層に変位・変形を与えていないことを確認した。

○ H-3a 破碎帯

H-3a 破碎帯の連続性及び活動性を把握するため、既往露頭調査、ピット調査、剥取調査、年代分析（テフラ分析、花粉分析等）等を実施した。

調査の結果、H-3a 破碎帯は、少なくとも K-Tz（約 9.5 万年前）を含む地層に変位・変形を与えていないことを確認した。

その他の破砕帯 主な調査の位置図



* 破砕帯はT.P.-15mスライス

(空ページ)

<参考文献>

- 狩野謙一, 村田明広, 1998, 構造地質学, 朝倉書店, 298p.
- 中島隆, 高木秀雄, 石井和彦, 竹下徹, 2004, フィールドジオロジー7 変成・変形作用, 共立出版, 194p.
- 町田洋, 新井房夫, 2003, 新編火山灰アトラス[日本列島とその周辺], 東京大学出版会, 336p.
- 入谷剛, 北川陽一, 大井信夫, 古澤明, 宮脇理一郎, 2005, 長野県北部, 上部更新統高野層のテフラと花粉分析に基づく環境変遷, 第四紀研究, Vol.44, No.6, pp.323-338
- Yasuno, T. , 1991, Discovery of Molluscan Fossils and a Tephra Layer from the Late Pleistocene Kiyama Formation in West of Fukui Prefecture, Central Japan, Bull.Fukui Mus. Nat.Hist., No.38, pp.9-14
- 石村大輔, 加藤茂弘, 岡田篤正, 竹村恵二, 2010, 三方湖東岸のボーリングコアに記録された三方断層帯の活動に伴う後期更新世の沈降イベント, 地学雑誌, 119(5), pp.775-793
- 長橋良隆, 吉川周作, 宮川ちひろ, 内山高, 井内美郎, 2004, 近畿地方および八ヶ岳山麓における過去の43万年間の広域テフラの層序と編年—EDS分析による火山ガラス片の主要成分化学組成—, 第四紀研究, 43(1), pp.15-35
- Satoguchi Yasufumi , Nagahashi Yoshitaka , Furusawa Akira , Yoshikawa Shusaku , Inouchi Yoshio, 2008, The Middle Pleistocene to Holocene tephrostratigraphy of the Takashima-oki core from Lake Biwa, central Japan, Journal of geosciences, Osaka City University, 51, pp.47-58
- 吉川周作, 井内美郎, 1991, 琵琶湖高島沖ボーリングの火山灰層序, 地球科学, 45(2), pp.81-100
- 小滝篤夫, 加藤茂弘, 木谷幹一, 2011, 京都府南丹市, 神吉盆地のボーリングコア中の大山火山起源の中期更新世テフラとその意義, 第四紀研究, 50(1), pp.35-48
- 加藤茂弘 (私信), 気山層最下部に狭在する美浜テフラの LA-ICP-MS-FT 年代と大山火山

起源のテフラとの対比, 日本第四紀学会 2013 年大会にて発表予定

林, 1996, 断層岩の微細構造から見た野島断層の運動像, 構造地質 (構造地質研究会誌),
41, pp.17-29

Kobayashi et. al., 2001, Distribution of fault rocks in the fracture zone of the Nojima
Fault at a depth of 1140 m: Observations from the Hirabayashi NIED drill
core, The Island Arc 10, pp.411-421,