

## 2.1.2 地層の堆積年代 OSL年代測定（文献調査結果(その2)）

- 林崎(2022)によれば、福島県南相馬市の塚原海岸において、年代が既知の安達太良-岳テフラと田頭テフラに挟まれた地層に対してOSL年代測定をpIR法のパIR<sub>50</sub>IR<sub>290</sub>法及びpIR<sub>200</sub>IR<sub>290</sub>法で実施した。
- pIR<sub>50</sub>IR<sub>290</sub>法で得られた未補正值が火山灰層序で予想される年代値よりも若く、フェーディングの影響を受けている一方で、pIR<sub>200</sub>IR<sub>290</sub>法で未補正の年代値は予想される年代値と一致した(Buylaert et al(2012)による、1~1.5%/decade程度の小さなg2days値は測定に起因するものでフェーディング補正は必要ないとする報告と整合的な結果である)。
- pIR<sub>200</sub>IR<sub>290</sub>法はフェーディングの影響を受けず、12万年前以降の年代測定法として有効である**ことが示されたと結論付けている(図1, 表1)。

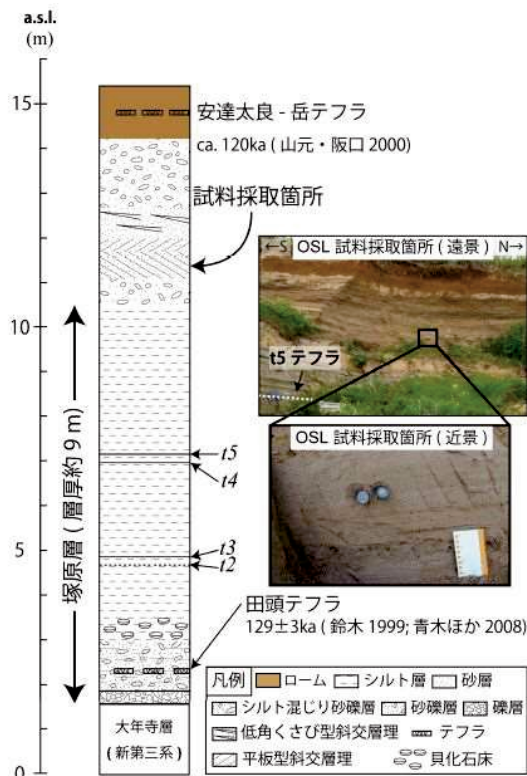


図 1. 福島県南相馬市塚原海岸の柱状図, 試料採取位置 林崎(2022)

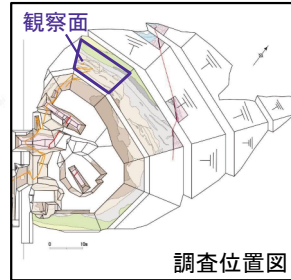
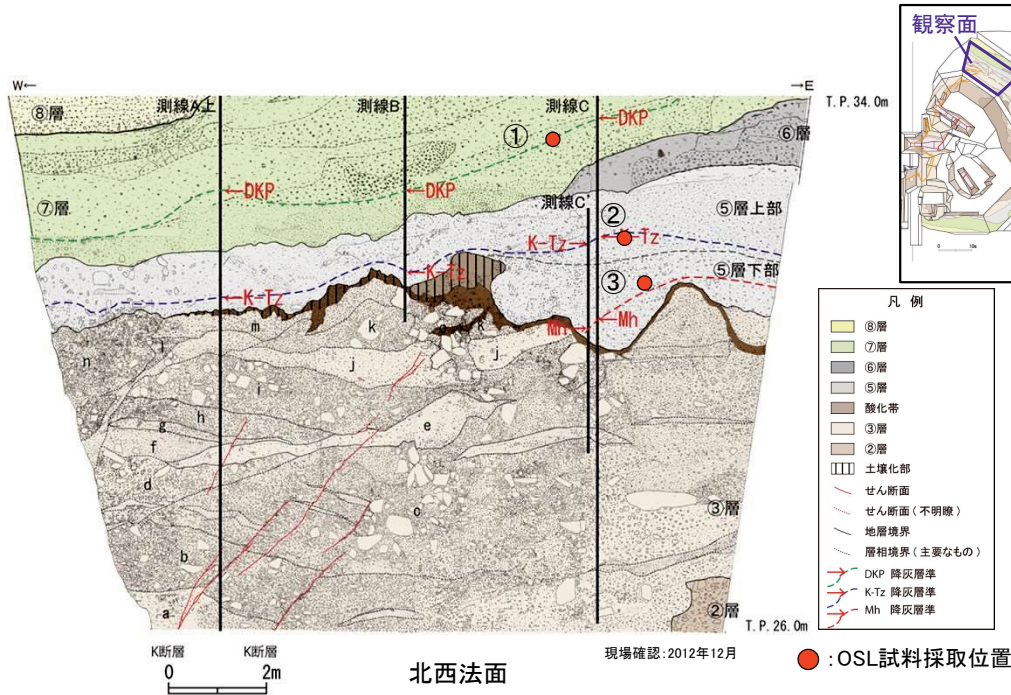
表 1. pIR<sub>50</sub>IR<sub>290</sub>法, pIR<sub>200</sub>IR<sub>290</sub>法による年代測定結果 林崎(2022)

試料名	測定手順	装置	等価線量 (Gy)	年間線量率 (mGy/year)	年代 (ka)	g2days 値 (%/decade)	フェーディング補正年代 (ka)
塚原海岸 段丘堆積物	pIR <sub>50</sub> IR <sub>290</sub> 法	Lexsyg Smart	233.4 ± 9.5	2.99 ± 0.14	78.0 ± 4.9	0.9 ± 0.3	96.2 ± 7.6
		Lexsyg Research	226.8 ± 5.0		75.8 ± 3.9	-0.5 ± 0.3	-
		Risø TL/OSL reader	257.9 ± 19.3		86.3 ± 7.6	1.8 ± 0.3	122.8 ± 10.8
	pIR <sub>200</sub> IR <sub>290</sub> 法	Lexsyg Smart	364.7 ± 24.8		122.0 ± 10.1	1.1 ± 0.4	164.5 ± 17.2
		Lexsyg Research	364.6 ± 26.1		121.9 ± 10.5	-0.7 ± 0.3	-
		Risø TL/OSL reader	369.2 ± 22.2		123.5 ± 9.4	1.3 ± 0.4	166.1 ± 12.5

K. Ito, T. Tamura and S. Tsukamoto(2017), K. Ito, T. Tamura and S. Tsukamoto(2018)及び林崎(2022)の文献を踏まえ、本調査ではpIR<sub>200</sub>IR<sub>290</sub>法によりOSL年代測定を実施した。

## 2.1.2 地層の堆積年代 OSL年代測定 (D-1トレンチ北西法面 試料採取位置)

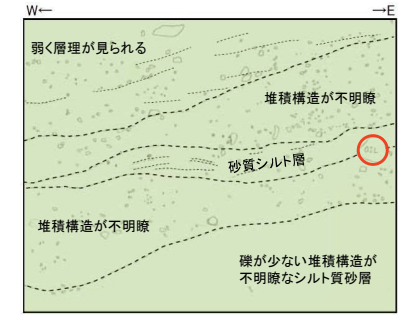
- OSL年代測定用の試料採取位置を下図に示す。
- OSL年代測定はD-1トレンチ北西法面の⑤層下部中のMhテフラの降灰層準付近、D-1トレンチ北西法面の⑤層上部中のK-Tzテフラの降灰層準付近及びD-1トレンチ北西法面の⑦層中のDKPテフラの降灰層準付近で実施した。



①DKPテフラ降灰層準付近(⑦層)



写真 スケッチ作成範囲



スケッチ

・礫混じりシルト質砂からなり、褐灰色を呈する砂質シルト層を挟む。緩く西に傾斜する堆積構造が見られる。

②K-Tzテフラ降灰層準付近(⑤層上部)



写真 スケッチ作成範囲



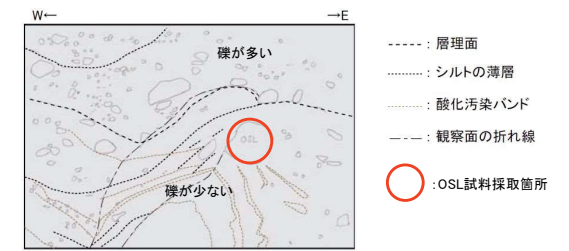
スケッチ

・礫混じり砂質シルト～シルト質砂からなり、南側に傾斜した層状構造が見られる。上位ほどやや腐植質である。

③Mhテフラ降灰層準付近(⑤層下部)



写真 スケッチ作成範囲



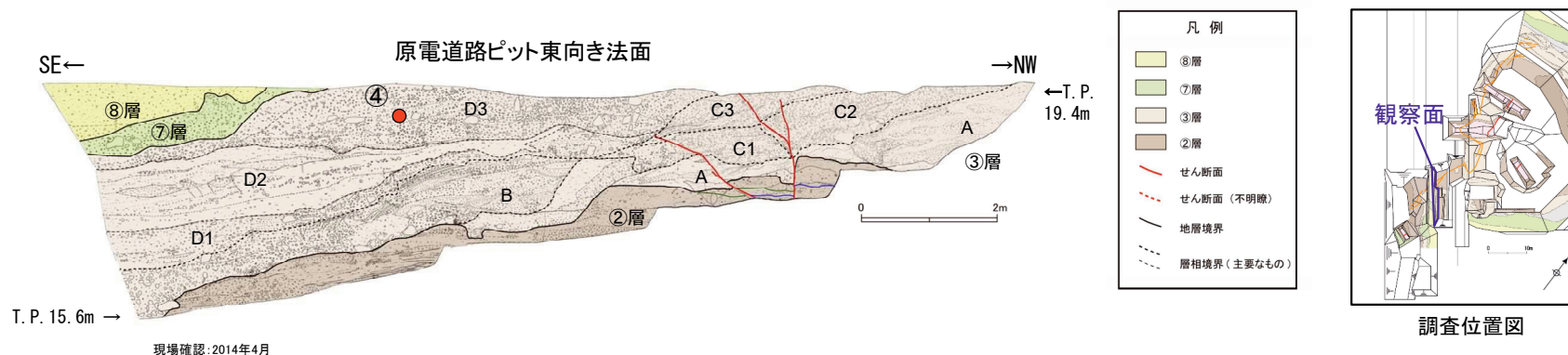
スケッチ

・礫混じりシルト質砂からなり、下部の礫が少ない部分にはシルトの薄層を多く挟む。南側に傾斜した堆積構造が見られる。堆積構造と斜交して酸化汚染のバンドが見られる。



## 2.1.2 地層の堆積年代 OSL年代測定（原電道路ピット東向き法面 試料採取位置）

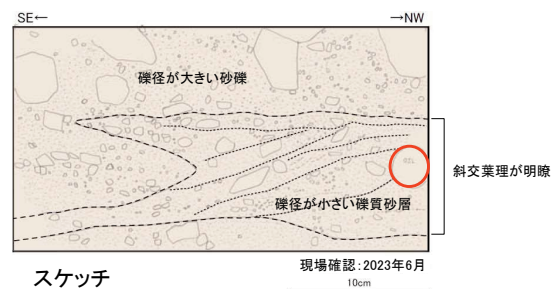
- OSL年代測定用の試料採取位置を下図に示す。
- OSL年代測定は原電道路ピット東向き法面の③層中のD3層で実施した。



### ④原電道路ピット(③層D3層)



写真 スケッチ作成範囲



・砂礫からなり、間に礫径が小さい礫質砂層を挟む。礫質砂層中には南東側に傾斜した斜交葉理が明瞭に見られる。

○ OSL試料採取箇所

## 2.1.2 地層の堆積年代 OSL年代測定（分析結果）

- OSL年代測定結果を下表に示す。
- 林崎(2022)によれば、 $pIR_{200}/IR_{290}$ 法においてg2days値が小さい場合、フェーディング<sup>※1</sup>補正は必要ないとしており、今回のg2days値はいずれも $0.04 \pm 0.56 \sim 1.16 \pm 1.12$  (%/decade)と小さい値であることから、補正は不要と判断した。
- D-1トレンチ北西法面で実施したOSL年代測定結果は、テフラ分析の結果と整合的である。
- 原電道路ピット東向き法面で実施したOSL年代測定結果は、OSL信号が飽和しており③層の堆積年代は $133 \pm 9ka$ より古いことを示している。

※1 フェーディングは長石のOSL信号強度が時間とともに減衰する現象。フェーディング補正の有無の判断には、48時間あたりのOSL信号強度の減衰率g2days値(%/decade)が用いられる。

OSL年代測定用試料採取箇所			等価線量 (Gy)	g2days値 (%/decade)	年間線量 (mGy/year)	年代値 (ka)	飽和年代 (ka)	テフラの降灰年代
①	北西法面	⑦層(DKP降灰層準)	$333.5 \pm 20.7$	$0.91 \pm 2.18$	$5.83 \pm 0.15$	$57.2 \pm 3.8$	$142.0 \pm 5.6$	約5.8～5.9万年前
②	北西法面	⑤層上部(K-Tz降灰層準)	$738.4 \pm 14.4$	$0.04 \pm 0.56$	$6.76 \pm 0.16$	$109.3 \pm 3.3$	$181.9 \pm 4.9$	約9.5万年前
③	北西法面	⑤層下部(Mh降灰層準)	$793.5 \pm 21.1$	$0.21 \pm 0.55$	$6.29 \pm 0.15$	$126.2 \pm 4.6$	$204.7 \pm 5.9$	約12.7万年前
④	原電道路ピット 東向き法面	③層(D3層)	$1051.4 \pm 90.8$	$1.16 \pm 1.12$	$7.01 \pm 0.16$	$150.0 \pm 13.4^{※2}$	$133.2 \pm 8.9^{※2}$	—

※2 OSL信号が飽和しており、 $133.2 \pm 8.9ka$ より古い



余白

## 2.2 K断層の分布及び性状

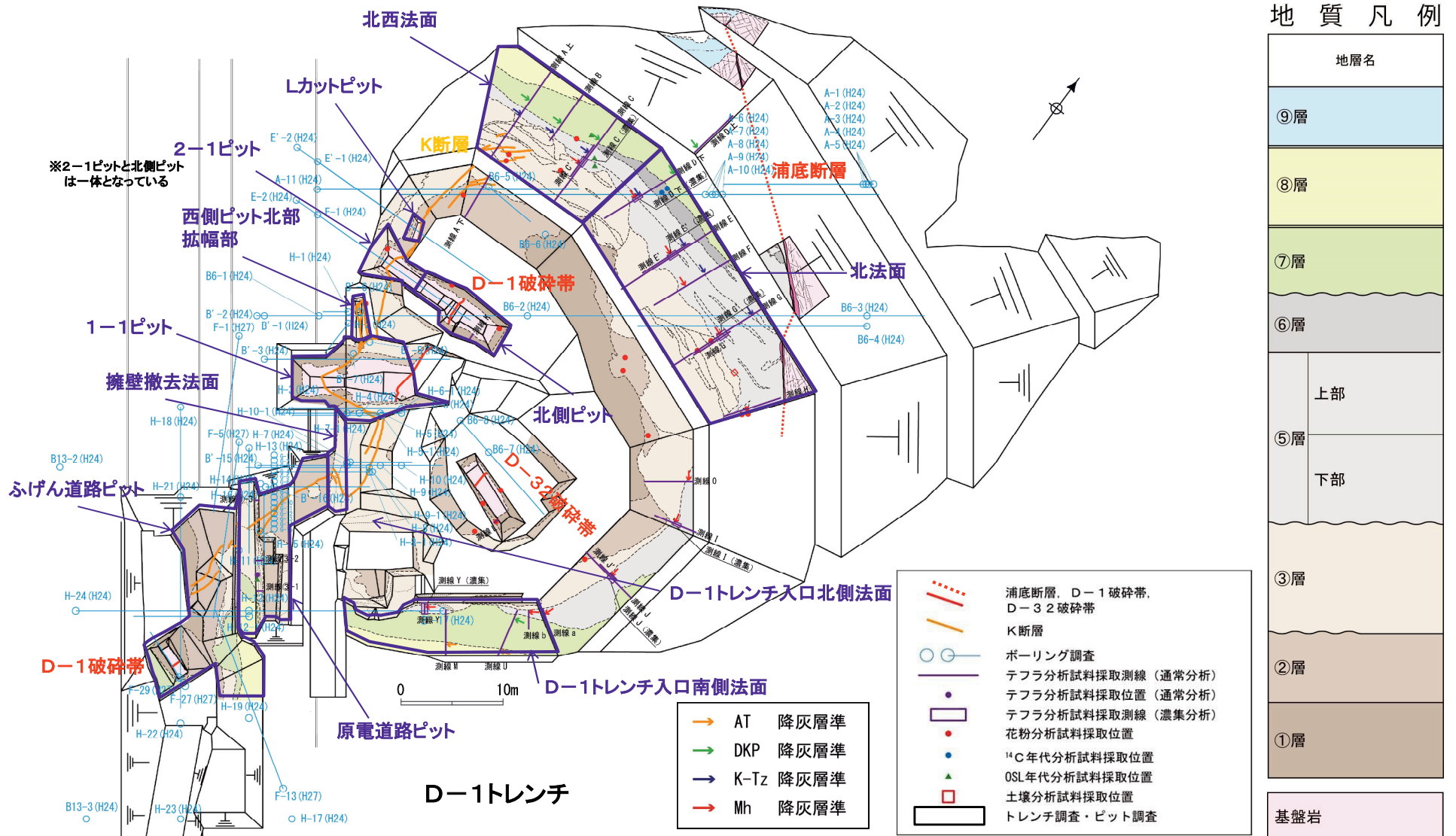
余白



## 2.2.1 K断層に関する調査内容

## 2.2.1.1 K断層に関する調査内容

- K断層は、D-1トレンチ北西法面からふげん道路ピットに至る区間において連続して認められる断層である。
- D-1破碎帯に関する調査の過程において、D-1トレンチの西端付近で基盤岩及び第四系に変位・変形を与えていることを確認したK断層の連続性及び活動性を把握するため、文献調査、空中写真判読、航空レーザー測量や、K断層の分布や走向・傾斜や変位センス等の性状を把握するため、トレンチ調査、ピット調査、ボーリング調査等を実施した。
- D-1トレンチでは、Lカットピット、2-1ピット、西側ピット、1-1ピット、原電道路ピット及びふげん道路ピットでピット調査を実施した。また、ボーリング調査はD-1トレンチにおけるK断層の確認地点の最南部にあたるふげん道路ピットの南方から2号炉原子炉建屋間で実施した。
- 地層の堆積年代を評価するため、テフラ分析(通常分析, 重鉱物濃集分析, 主成分分析), OSL年代測定, 放射性炭素[<sup>14</sup>C]年代測定, 花粉分析, 土壌分析を実施した。
- 調査位置, 分析試料採取位置を示す。



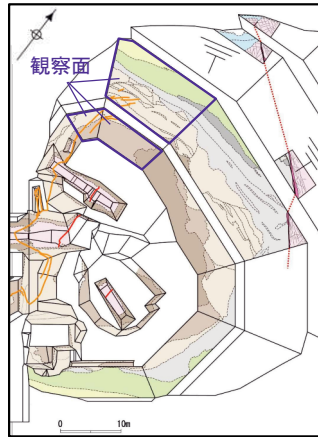
## 2.2.2 北西法面



## 2.2.1.2 北西法面 (D-1トレンチ北西法面 スケッチ)

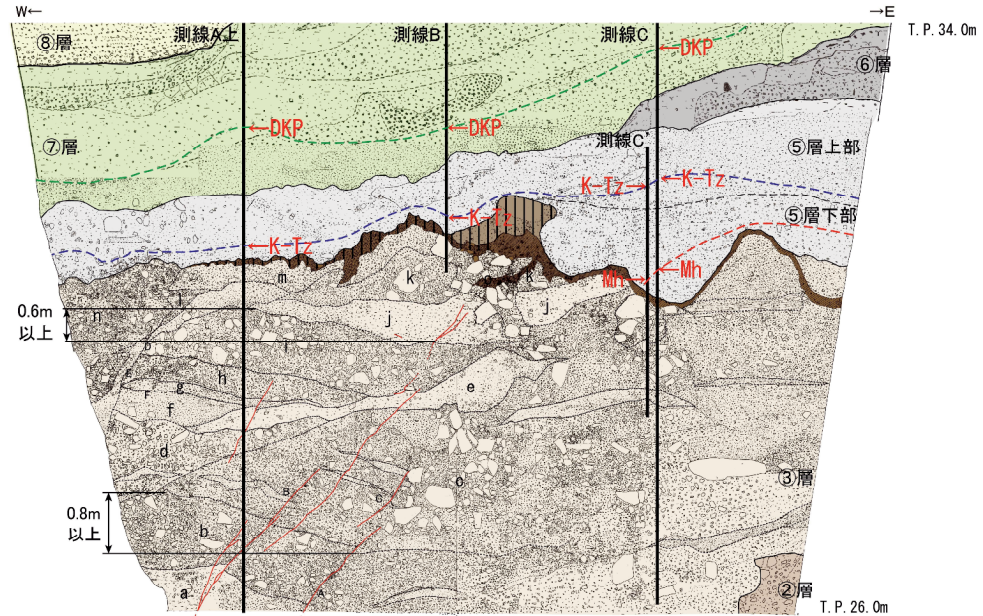
令和5年10月6日  
提出資料 修正

- K断層は、D-1トレンチ北西法面の付近の②層と③層の境界に逆断層変位を与え、北西法面の③層中の鉛直変位量は0.9mであり、D-1トレンチ北西法面の上方に向かって変形が主体となっている。
- 断層の変位・変形量を鉛直面に投影した量を「鉛直変位量」と呼称する。鉛直変位量については、同一の地層境界などを変位基準として求めている。

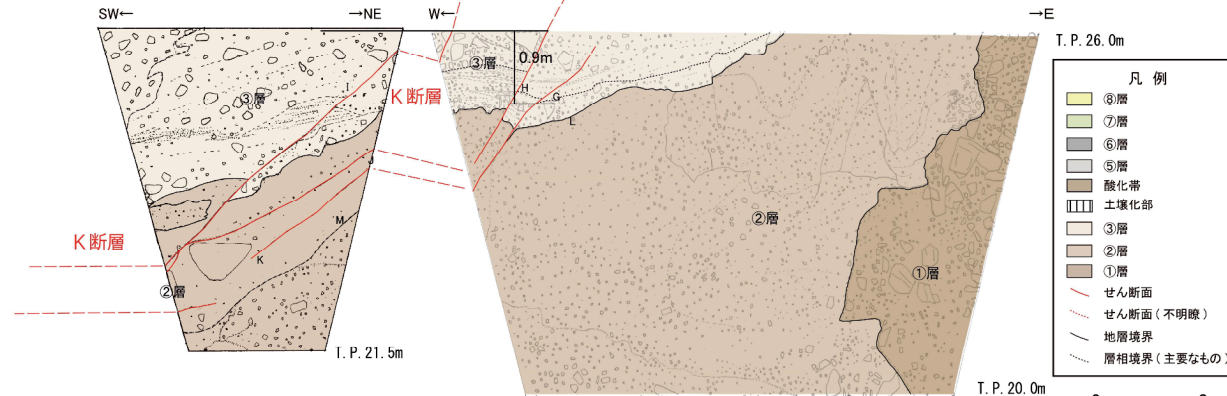


調査位置図

- ⑧層：砂礫  
礫径5cm以下。特に1cm以下の角～亜角礫を主体とし、まれに10cm程度の礫を含む。礫種は新鮮な花崗岩、アブライト、石英である。基質はシルト質礫～中粒砂からなり、ゆるい、成層構造（ほぼ水平、一部斜交葉理様）が見られる。  
褐 (7.5YR/4/6)、黄橙 (7.5YR/7/8) を呈する。
- ⑦層：礫混じりシルト質砂～礫混じり砂質シルト (砂礫を伴う)  
橙色～明黄褐色 (7.5YR/6/6～10YR/6/6)、灰色 (10Y6/1) を呈する。
- ⑥層：腐植質砂質シルト～シルト質砂 (一部に砂礫を伴う)  
木片を多数含む。  
暗灰 (N3/7)、灰 (10Y6/1) を呈する。
- ⑤層：砂礫主体 (礫混じりシルト質砂～礫混じり砂質シルト層を伴う)  
礫は径0.5～20cmの角～亜円礫主体。  
大局的には上方細粒化の傾向を示す。  
黄灰色～明オリーブ灰色 (2.5Y6/1～2.5GY7/1) を呈する。
- 酸化帯：③層と⑤層の境界面付近に多い。
- ③層：砂礫  
主に70cm以下 (まれに50cm大) の角～亜角礫を含む。  
礫種は花崗岩質、花崗岩である。淘汰は極めて悪い。  
基質は細～粗粒砂で、締まりは良好である。一部レンズ状に砂礫を挟む。  
にぶい橙色～橙色 (7.5YR/7/3～7.5YR/6/6) を呈する。  
K断層近辺の砂礫層は、擾乱を示す。
- ②層：礫混じりシルト  
礫径0.2～30cm (まれに50cm以上) で、亜角～角礫を含む。  
礫種はアブライト、粗粒花崗岩からなる。礫率10～20%である。  
にぶい橙色～明黄褐色 (5YR6/4～10B6/7/1) を呈する。
- ①層：砂礫  
礫径0.5～30cm (最大100cm以上) で、亜角～角礫を含む。  
礫種は花崗岩質、粗粒花崗岩、アブライト、石英である。淘汰は悪い。  
基質は砂質シルトで、締まりは良好である。  
黄褐色 (10YR6/8) を呈する。



北西法面 (上段)  
現場確認: 2012年12月



- 凡例
- ⑧層
  - ⑦層
  - ⑥層
  - ⑤層
  - 酸化帯
  - 土壌化部
  - ③層
  - ②層
  - ①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)

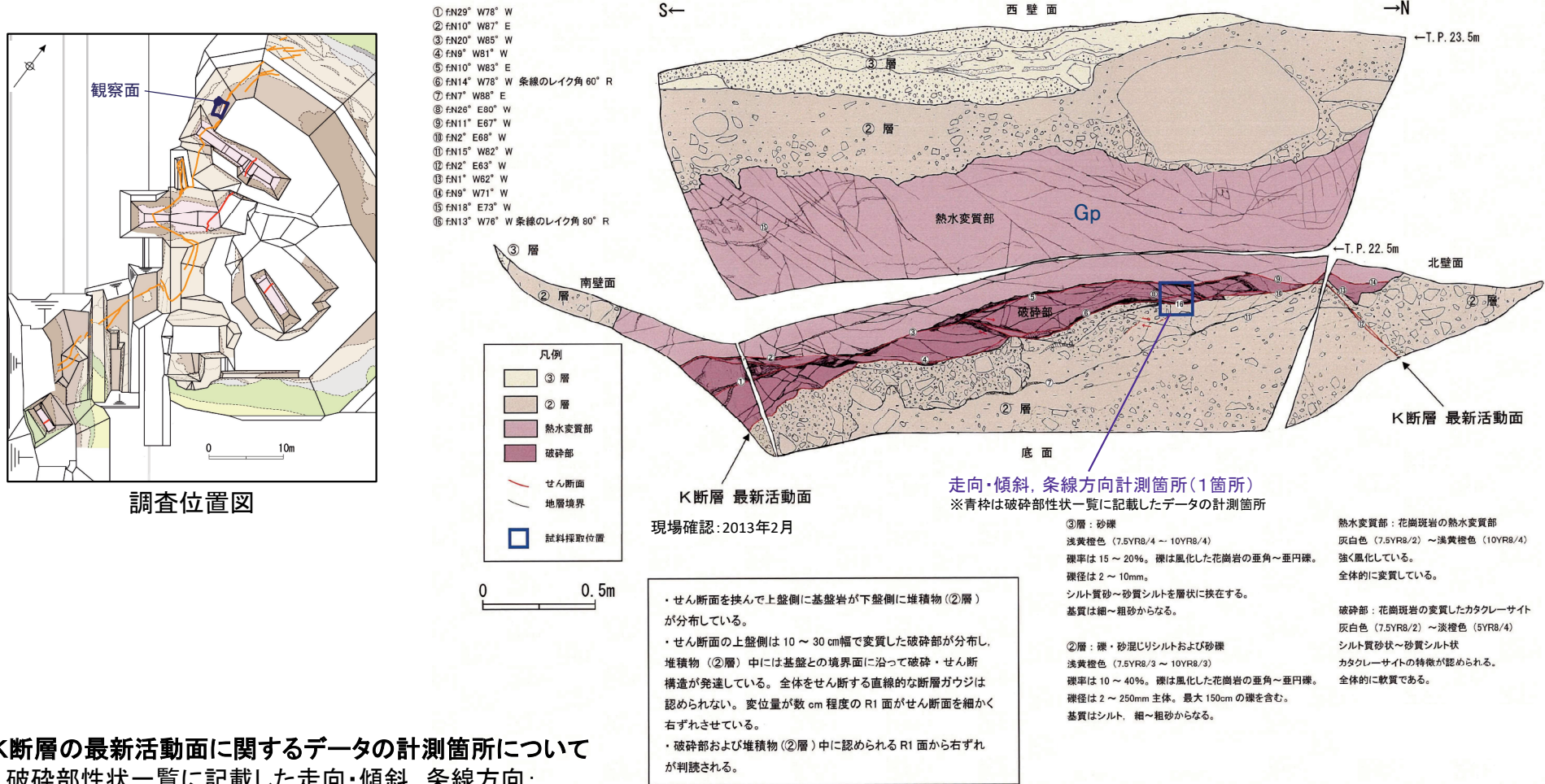
- A: せん断面: N25° E58° W  
B: せん断面: N20° E63° W  
C: せん断面: N22° E57° W  
D: 層理面 (チャネル壁): N87° W42° S  
E: 層理面 (チャネル壁): N33° W46° W  
F: 層理面 (堆積構造): N69° E16° S  
G: せん断面: N41° E60° NW  
見かけ 15cm 変位 (逆断層)  
H: せん断面: N33° E72° NW  
見かけ 10cm 変位 (逆断層)  
I: せん断面: N11° W64° W  
J: せん断面: N9° W44° W  
K: せん断面: N13° E48° NW  
L: 層理面 (②層③層境界): N47° W20° SW  
M: 層理面: N19° E56° NW

北西法面 (下段)  
現場確認: 2013年6月

## 2.2.3 Lカットピット

## 2.2.1.3 Lカットピット (Lカットピット スケッチ)

- D-1トレンチLカットピットでは、K断層は基盤岩と②層とを境している。
- 最新活動面について条線方向を確認した結果、縦ずれ成分が卓越する。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。



### K断層の最新活動面に関するデータの計測箇所について 破砕部性状一覧に記載した走向・傾斜, 条線方向:

全ての観察面について、断層面のトレンドを示す代表的な箇所計測。一連の断層面については、複数計測した平均値を記載。(ただし、Lカットピットについては、走向・傾斜が断層面のトレンドを示す範囲が狭いことから1箇所とした。1-1ピット北面, 南面, 底盤については各観察面の平均値とした。)

### 破砕部性状一覧に記載した断層ガウジ・断層角礫の幅:

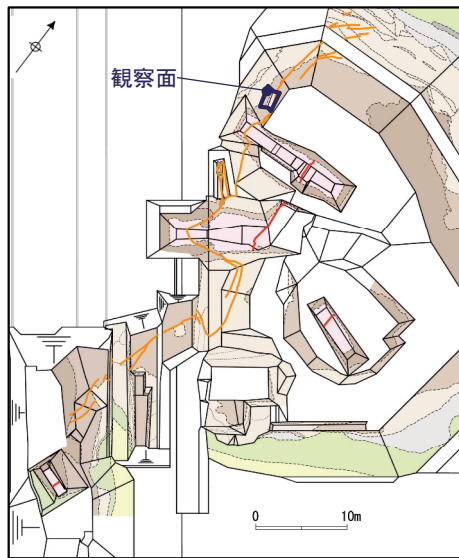
岩盤中の断層ガウジ・断層角礫について、平均的な幅を示す箇所計測。

### スケッチに記載したデータ:

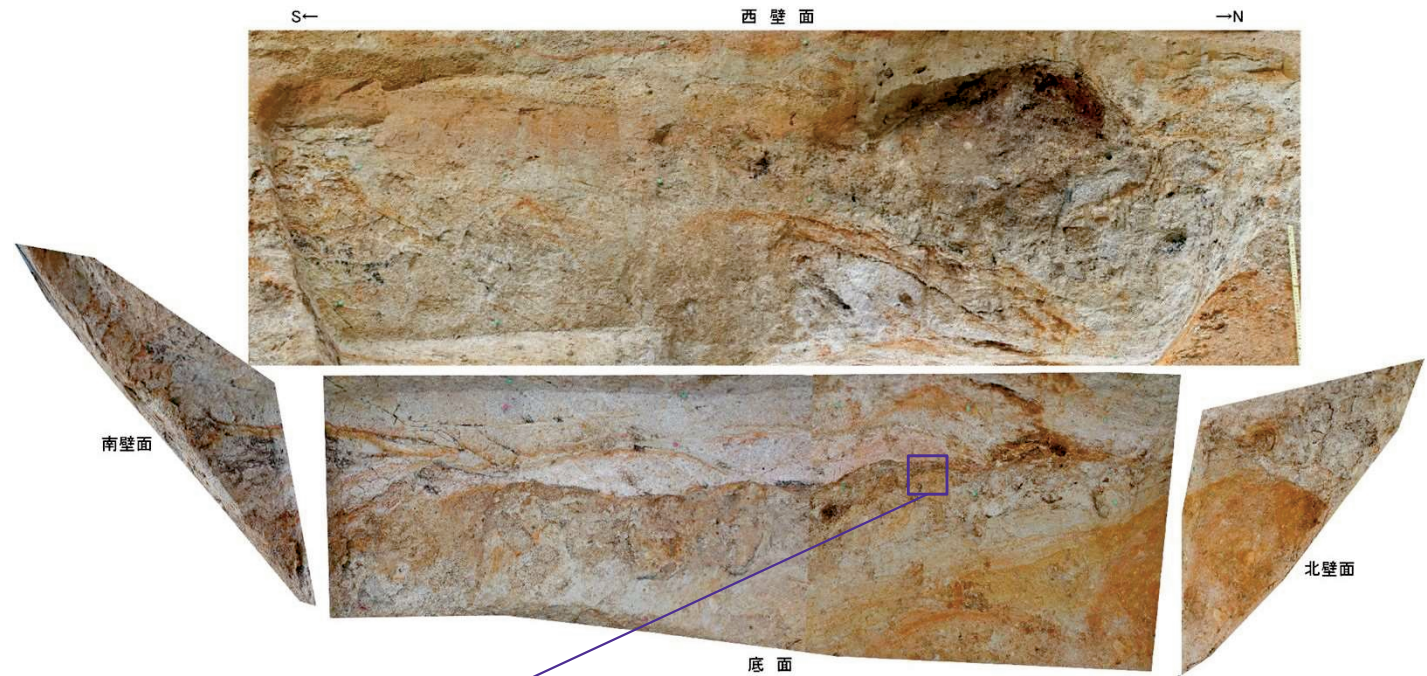
上記に限らず走向・傾斜, 条線方向及び断層ガウジ・断層角礫の幅を計測可能な出来るだけ多くの箇所計測。



### 2.2.1.3 Lカットピット (Lカットピット 写真)



調査位置図



Lカットピット写真

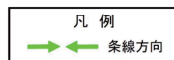
撮影: 2013年2月

条線写真



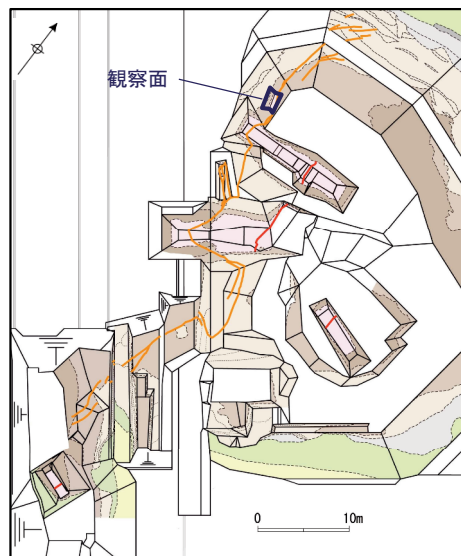
水平方向

LカットピットにおけるK断層の最新活動面の条線方向を確認した結果、80Rの条線が認められる。

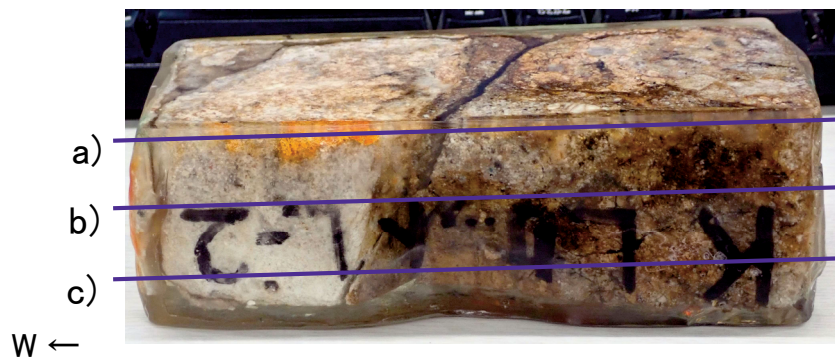
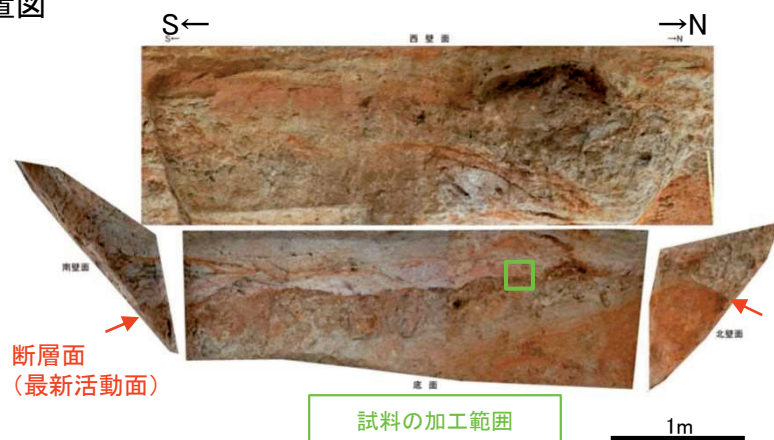


1 mm

## 2.2.1.3 Lカットピット (Lカットピット ブロックサンプル及びCT画像)



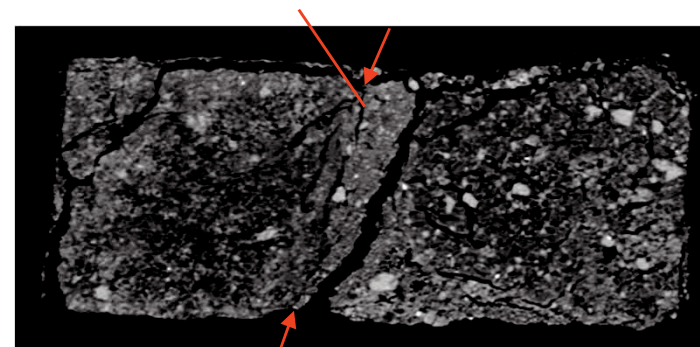
調査位置図



研磨片CT画像

湾曲及び凹凸が認められるが、不連続部が認められない

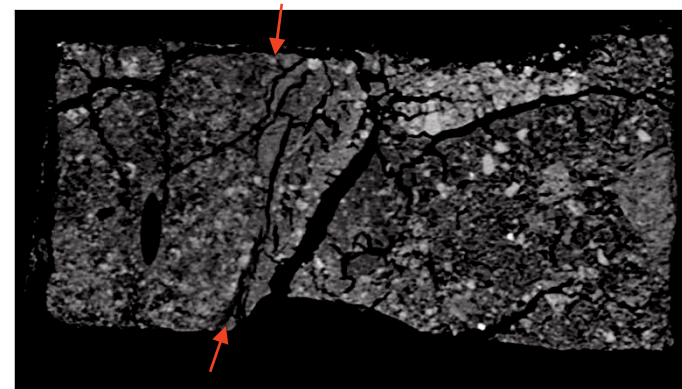
a)



断層面(最新活動面)

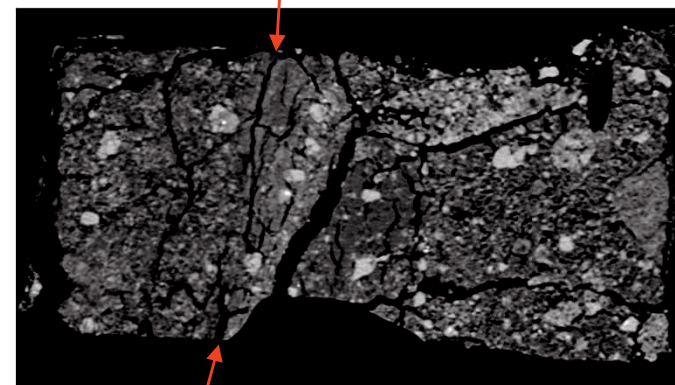
5 cm

b)

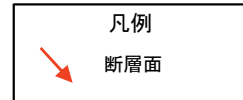


断層面(最新活動面)

c)



断層面(最新活動面)



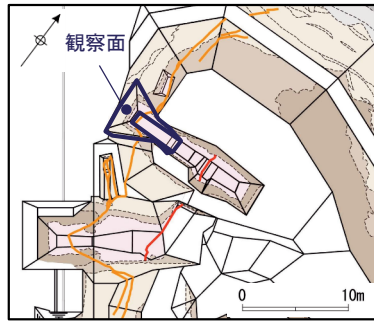
→E

## 2.2.4 2-1ビット

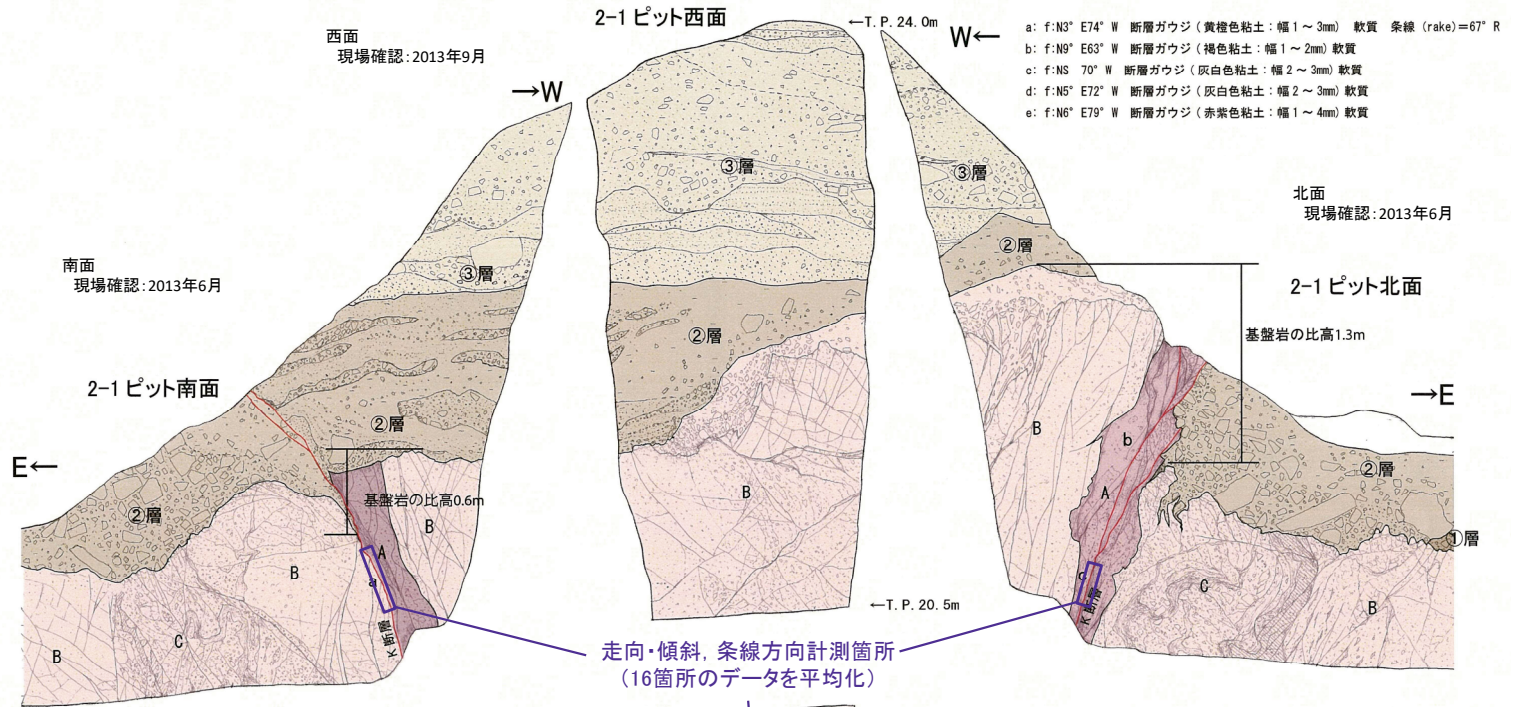


## 2.2.1.4 2-1ピット (2-1ピット スケッチ)

- D-1トレンチ2-1ピットでは、K断層は**基盤岩から②層までを変位させ**、**基盤岩上面の比高は、北面で1.3m、南面で0.6m**である。
- 最新活動面について条線方向を確認した結果、**縦ずれ成分が卓越する**。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。



調査位置図

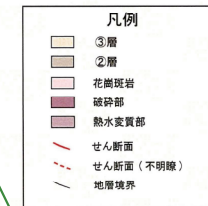


基盤岩  
(花崗斑岩)

- A: 花崗斑岩質の変質したカクレーサイト: 浅黄褐色~灰白色 (7.5YR8/3 ~ 7.5YR8/1)。  
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。  
カタクレースサイトの特徴が認められる。
- B: 風化花崗斑岩: 浅黄褐色 (7.5YR8/4 ~ 7.5YR8/6)。  
主にやや脆弱な角礫状。
- C: 花崗斑岩 (破碎質部): 黒褐色~浅黄褐色 (7.5YR3/2 ~ 7.5YR8/6)。  
主に砂質細礫状。部分的に砂質シルト~シルト質砂状を呈する。
- ②層: 礫混じり砂質シルト: 明褐色~浅黄褐色 (7.5YR7/1 ~ 7.5YR8/6)。  
礫は径 5cm 以下の風化礫。下部ほど細粒。  
シルト質砂礫: 礫径 50cm 以下の亜角礫を含む。
- ③層: 礫混じりシルト質細砂: 橙~浅黄褐色, 灰白色 (5YR7/8 ~ 7.5YR8/6, 7.5YR8/2)。  
基質はシルト、細~中砂主体。砂礫層をレンズ状に挟み 淘汰が悪い。  
礫は径 5cm 以下の風化花崗斑岩の亜角礫主体。径 15cm のものも見られる。



2-1ピット底盤



断層ガウジ・断層角礫の幅計測箇所

※青枠, 緑枠は破碎部性状一覧に記載したデータの計測箇所

底盤  
現場確認: 2013年9月