

志賀原子力発電所2号炉 敷地の地質・地質構造について

敷地内断層の活動性評価
(コメント回答)

2022年12月15日
北陸電力株式会社

余白

はじめに

- 当社は、第1073回審査会合(2022年9月16日)及び第2回現地調査(2022年10月13, 14日)において、敷地内断層の活動性評価について説明を行い、以下、[1]～[8]のコメントを受けた。

- [1]敷地の粘土鉱物の組成
- [2]福浦断層の粘土鉱物
- [3]S-4 35m盤トレンチのブロックサンプリング
- [4]福浦断層における白色脈の切断状況
- [5]セラドナイトのK-Ar年代分析データ
- [6]主たる根拠とする鉱物脈データ
- [7]K-18の鉱物脈法による評価
- [8]K-3の鉱物脈法による評価

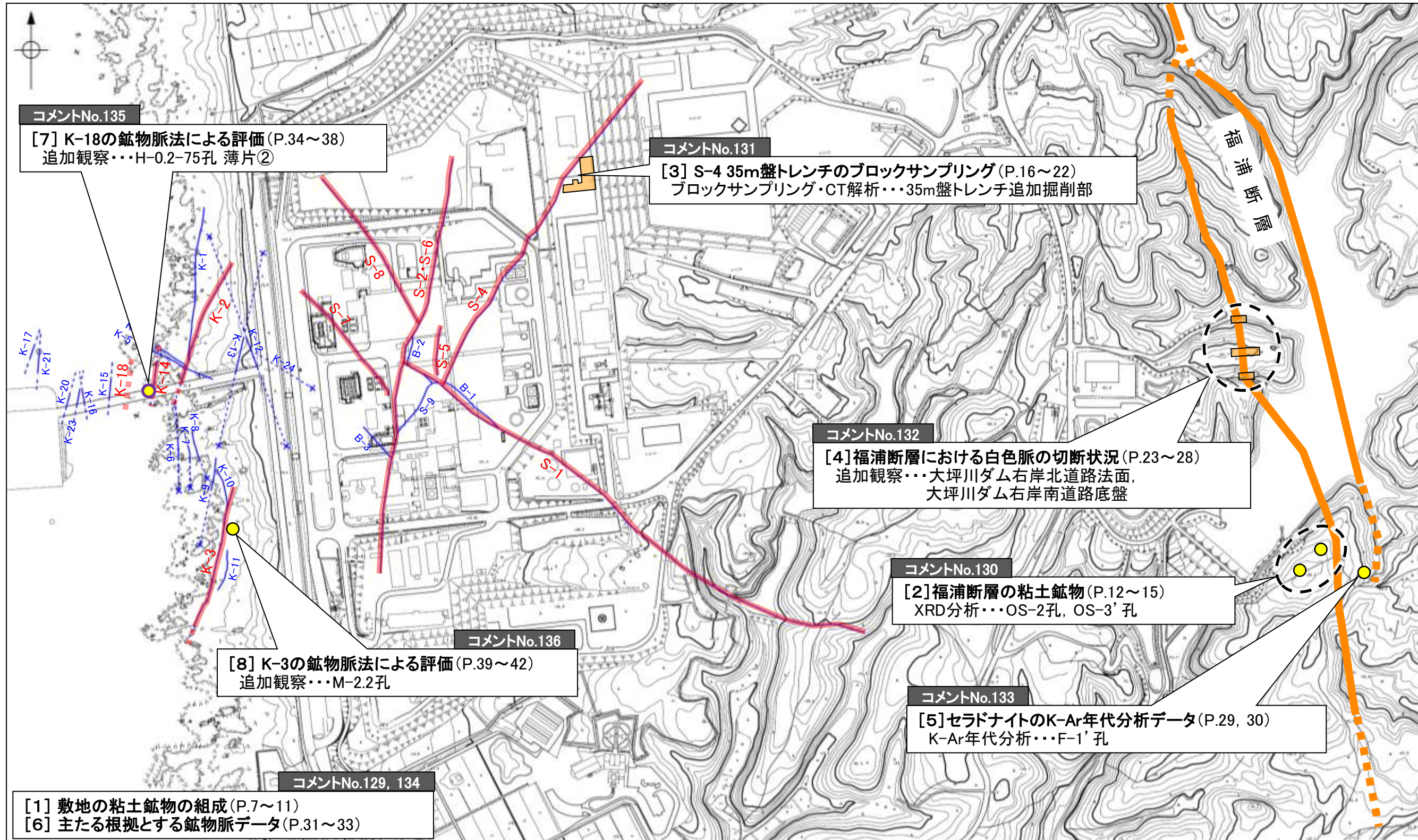
- 当資料では、上記コメントへの回答を行う。

コメント回答の概要

○ 今回、第1073回審査会合(2022年9月16日)及び現地調査(2022年10月13, 14日)における未回答のコメントについて回答するものであり、コメントの一覧と回答概要を下表に示す。

区分	No.	コメント			回答概要	詳細記載頁
		開催回	日付	内容		
鉱物脈	129	第1073回	2022.9.16	敷地の粘土鉱物のEPMA分析の結果、AlとFeの含有量の違いが生じた原因の考察について、より具体的に記載すること。	・敷地の粘土鉱物のEPMA分析結果におけるAlとFeの含有量の違いは、反応する溶液の性質にばらつきがあったことを反映している可能性が考えられる。	P.7~11
鉱物脈	130	第1073回	2022.9.16	FK-1孔のイライト混合率が敷地の粘土鉱物(I/S混合層)に比べて小さいことについて、福浦断層の粘土鉱物のXRD分析データを追加し、データに基づく考察を加えること。	・データの客観性向上を目的に福浦断層南部(OS-2孔, OS-3'孔)でXRD分析を行い、結晶構造判定を実施した。 ・その結果、福浦断層全体のイライト混合率が敷地よりも小さい傾向は認められず、混合率のばらつきの範囲は変質の程度の違いによるものと判断した。	P.12~15
上載地層法(S-4)	131	第2回現地調査	2022.10.13, 14	35m盤トレンチの新北面において、ブロックサンプリング等を実施し、断層が岩盤上面まで達しているか確認し、当該地点で上載地層法が適用可能か検討すること。	・S-4が岩盤上面で不明瞭となっている区間において、ブロックサンプリングを実施し、CT画像観察及び掘り込み後の壁面の観察を行った結果、S-4は岩盤上面まで連続して認められ、その上位のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていないことを確認したことから、当該地点の上載地層データを、S-4の活動性評価の根拠として用いることとする。	P.16~22
敷地内断層と活断層との破碎部性状の比較	132	第2回現地調査	2022.10.13, 14	福浦断層の大坪川ダム右岸北道路路面・南道路底盤において、敷地内断層と異なる点として、白色脈が断層によって切られている状況の観察結果を示すこと。	・敷地内断層では破碎部中に鉱物脈が確認され、鉱物脈に変位・変形は認められないのに対し、活断層では母岩に認められる鉱物脈は主せん断面や破碎部に切られており、鉱物脈に変位・変形が認められる。 ・これは、敷地内断層では鉱物脈の生成以前に断層活動があり破碎部が形成したと判断されるのに対し、活断層では鉱物脈の生成後に断層活動があったことを示す。 ・以上より、敷地内断層は活断層と異なる破碎部性状を有しており、敷地内断層の最新活動はI/S混合層の生成以前と評価したものと整合する。	P.23~28
鉱物脈	133	第2回現地調査	2022.10.13, 14	大坪川ダム付近のボーリングコアで認められる青色の物質(セラドナイト)のK-Ar年代分析データを資料に添付すること。	・敷地近傍(F-1'孔)で確認された緑灰色の粘土鉱物について、XRD分析の結果、緑灰色の粘土鉱物はセラドナイトであることを確認した。 ・K-Ar年代分析の結果、緑灰色の粘土鉱物のK-Ar年代値は 11.8 ± 0.4 Maを示す。 ・上記の調査の結果、セラドナイトとI/S混合層は生成温度が類似しており、K-Ar年代値もほぼ同じ値を示すことから、敷地近傍のセラドナイトとI/S混合層はほぼ同様な温度環境で生成したと判断した。(セラドナイトのK-Ar年代分析結果に、本考察結果を加えて資料に添付する。)	P.29, 30
鉱物脈法	134	第2回現地調査	2022.10.13, 14	各評価対象断層の鉱物脈法による活動性評価において、どの薄片を主たる根拠とするかを明確に示すこと。	・鉱物脈法による評価において、各評価対象断層の活動性評価の明確な根拠として用いる薄片(主たる根拠)と、そのうち最新面と鉱物脈との切り合い関係が最も明確であると評価した薄片を一覧表で示した。	P.31~33
鉱物脈法(K-18)	135	第2回現地調査	2022.10.13, 14	H-0.2-75孔 薄片②において、最新面の延長位置に認められる割れ目をせき止めるように高角度で横断する鉱物脈について、詳細な観察結果を示すこと。	・H-0.2-75孔 薄片②の範囲Aにおいて、最新面の延長位置に認められる割れ目や最新面とI/S混合層との関係を詳細に確認した。 ・割れ目が途切れて不連続になる箇所には、粘土鉱物(I/S混合層)が割れ目や最新面を遮るように分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。	P.34~38
鉱物脈法(K-3)	136	第2回現地調査	2022.10.13, 14	M-2.2孔において、岩片の縁辺から内部まで認められる脈状の粘土鉱物が、マトリクスの中まで連続していることについて、詳細な観察結果を示すこと。	・M-2.2孔の最新ゾーンにおいて、微細な脈状の粘土鉱物(I/S混合層)が、岩片付近の基質中の変質部から岩片の内部まで連続的に分布する状況について、観察結果をスケッチに示した。	P.39~42

コメント回答の概要(位置図)



— 評価対象断層

位置図



目次

[1]敷地の粘土鉱物の組成(コメントNo.129)	.....	7
[2]福浦断層の粘土鉱物(コメントNo.130)	.....	12
[3]S-4 35m盤トレンチのブロックサンプリング(コメントNo.131)	.....	16
[4]福浦断層における白色脈の切断状況(コメントNo.132)	.....	23
[5]セラドナイトのK-Ar年代分析データ(コメントNo.133)	.....	29
[6]主たる根拠とする鉱物脈データ(コメントNo.134)	.....	31
[7]K-18の鉱物脈法による評価(コメントNo.135)	.....	34
[8]K-3の鉱物脈法による評価(コメントNo.136)	.....	39
参考文献	.....	43

[1] 敷地の粘土鉱物の組成

(コメントNo.129)

No	コメント	回答概要
129	敷地の粘土鉱物のEPMA分析の結果, AlとFeの含有量の違いが生じた原因の考察について, より具体的に記載すること。	・敷地の粘土鉱物のEPMA分析結果におけるAlとFeの含有量の違いは, 反応する溶液の性質にばらつきがあったことを反映している可能性が考えられる。

[1] 敷地の粘土鉱物の組成 ー 概要 ー

コメントNo.129

【回答の概要】

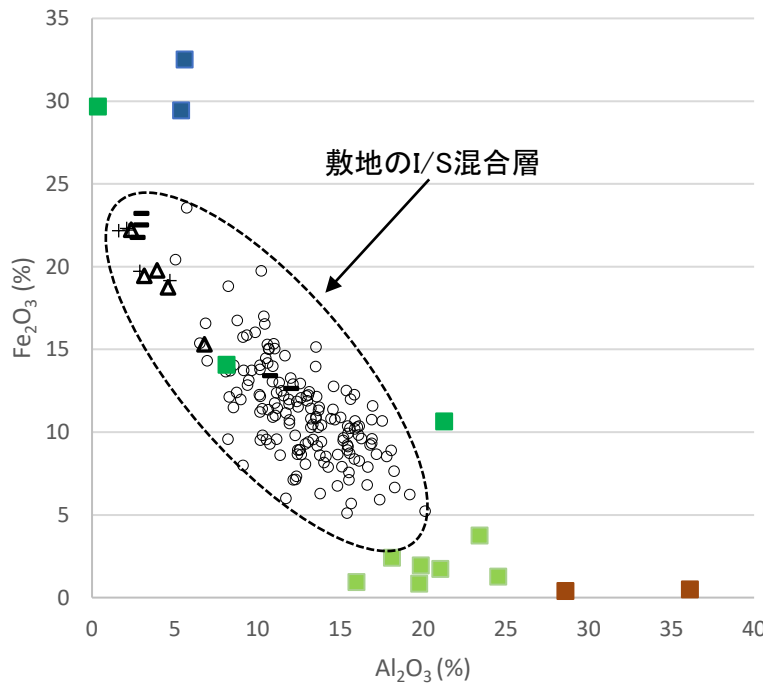
敷地の粘土鉱物のEPMA分析の結果、AlとFeの含有量の違いが生じた原因の考察について、より具体的に記載すること。

- 敷地のI/S混合層における Al_2O_3 、 Fe_2O_3 の含有量は、複数の集団には分かれられないものの、漸移的な分布を示す(左下図)。これについて、以下の通り考察した。
- ・文献調査(吉村, 2001; Deer et al., 2013 など)によれば、変質作用により生成される粘土鉱物について、場所によりその化学組成が異なる原因は、主に ①温度、②母岩や母材の性質、③反応する溶液の性質、の違いによるものと考えられる。
 - ・①温度については、I/S混合層が敷地周辺にも広く認められ、敷地周辺一帯が同じような環境下で変質を被ったと考えられることや(次頁)、敷地が少なくとも曹長石化するような高温の熱水の影響は受けていないことから(次々頁)、これらは同程度の温度環境で生成したと考えられる。
 - ・②母岩や母材の性質については、試料採取位置の母岩が共通して別所岳安山岩類からなり、敷地の安山岩の既往の分析結果に基づけば大きな組成のばらつきは認められないことから(P.11)、母岩や母材の性質に大きなばらつきはないと考えられる。
 - ・以上のことを踏まえると、敷地のI/S混合層における Al_2O_3 、 Fe_2O_3 の含有量が漸移的な分布を示すことは、③反応する溶液の性質※にばらつきがあったことを反映している可能性が考えられる。

○敷地の粘土鉱物のEPMA分析結果におけるAlとFeの含有量の違いは、反応する溶液の性質※1にばらつきがあったことを反映している可能性が考えられる。

※1 溶液のpHや鉄イオンの濃度など

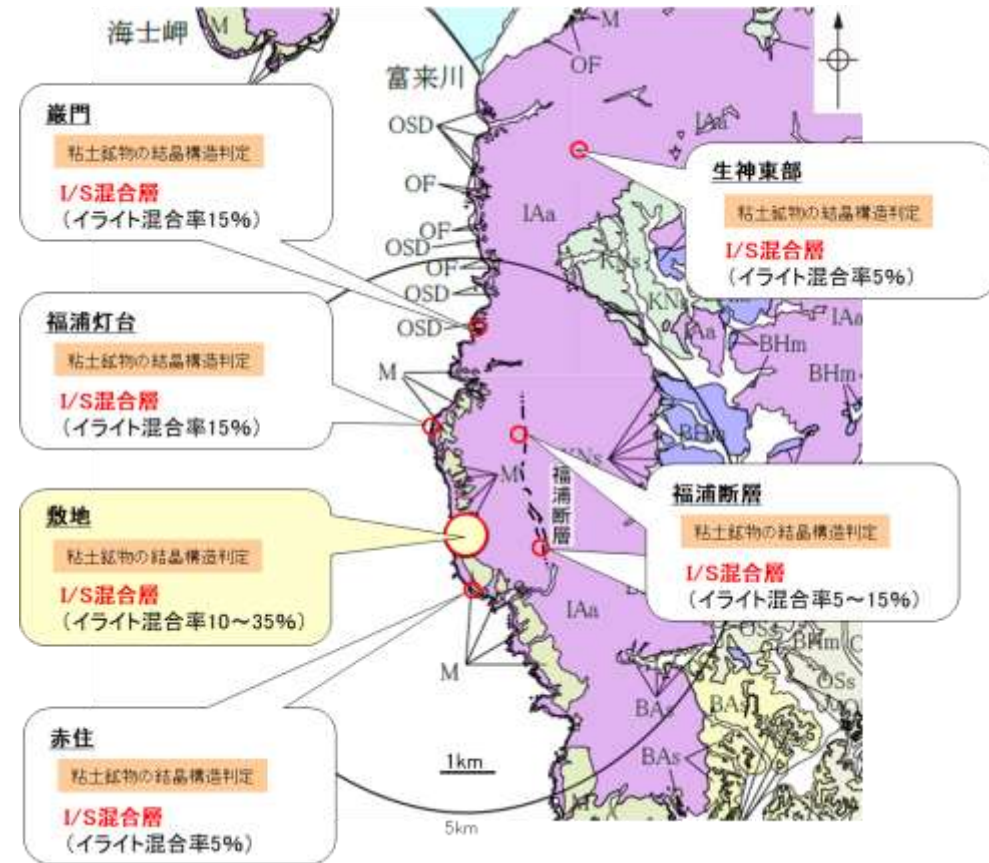
・敷地のI/S混合層における Al_2O_3 、 Fe_2O_3 の含有量は、複数の集団には分かれられないものの、漸移的な分布を示す。



		試料
敷地※2	Al ₂ O ₃ の含有量が少ない地点	▲ H-0.2-60孔 — 岩盤調査坑No.25切羽 + M-2.2孔
	その他の地点	○ E-11.1SE-2孔ほか
	文献※2	2八面体型スメクタイト
		● モンモリロナイト ■ 鉄質モンモリロナイト ■ ノントロナイト ■ バイデライト

※2 分析値の詳細は補足資料5.3.2(3)

敷地における分析結果と文献に基づく粘土鉱物の Al_2O_3 と Fe_2O_3 の含有量



敷地周辺で確認される変質鉱物

地質時代	新地層の層序	地層・岩石名
第四紀	更新世	SD 砂丘砂層
		沖積層
		M 中位段丘堆積層
		OSD 古砂丘砂層
第四紀	地生層	古湖沼状地塊堆積層
第三紀	新第三紀	出雲石灰質砂岩層 (非石灰質部)
		出雲石灰質砂岩層 (石灰質部)
	中新世	浜田泥岩層
		赤浦砂岩層
	古第三紀	上横尾岩層
		山戸田泥岩層
		草木互層
		谷出層
		別所岳安山岩類
		安山岩・安山岩質火砕岩・デイサイト質火砕岩

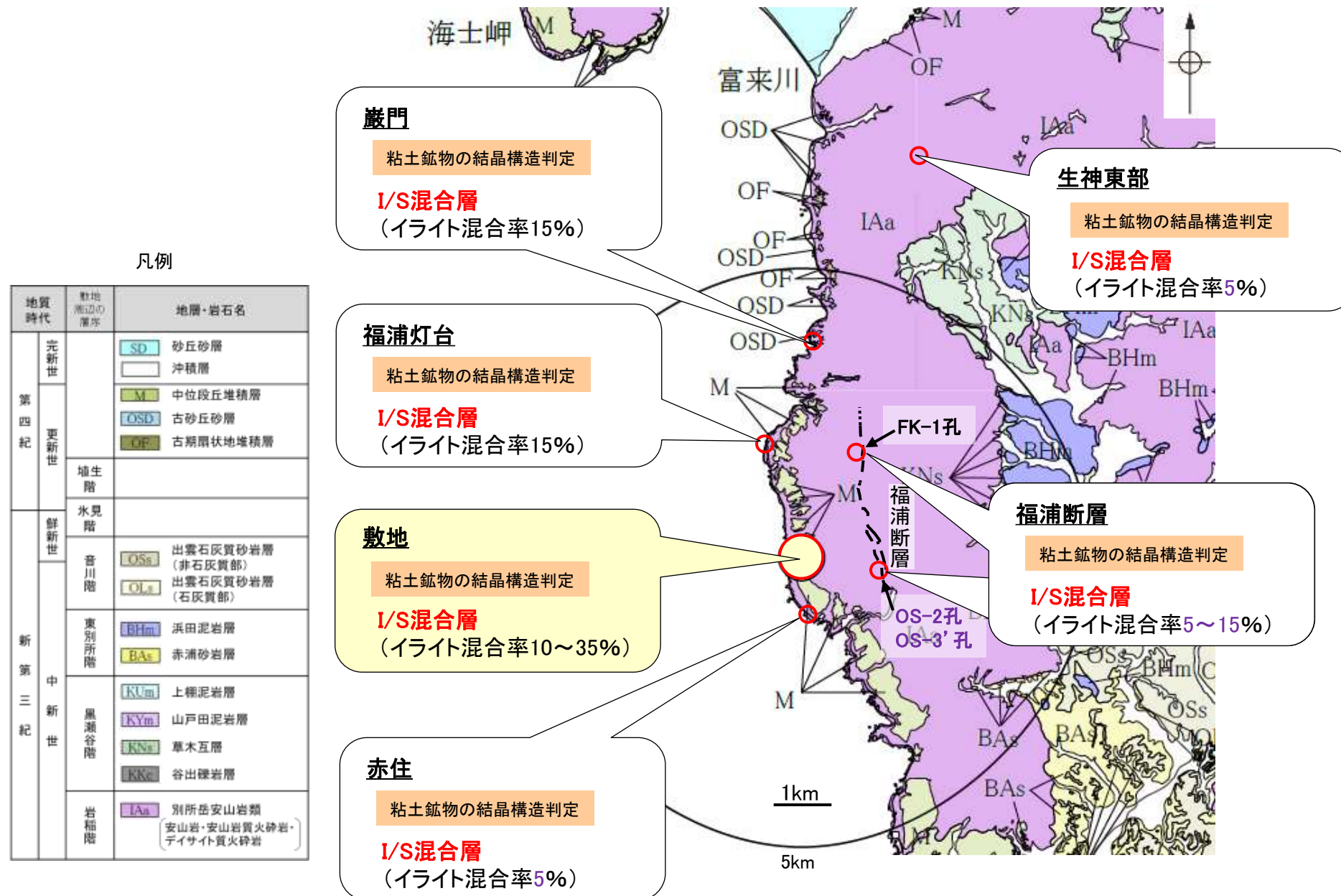
【敷地周辺の変質に関する調査】

○敷地周辺の赤住，福浦灯台，巖門，生神東部及び福浦断層で認められる粘土鉱物を対象として，粘土鉱物のXRD分析による結晶構造判定を行った結果，これらの敷地周辺で確認される粘土鉱物は，敷地と同程度のイライト混合率をもつI/S混合層であると判定した。
○よって，敷地で確認される変質鉱物(I/S混合層)が，敷地内に限って分布するものではなく，敷地周辺の別所岳安山岩類中にも広く分布することから，敷地周辺一帯は同じような環境下で変質を被ったと判断した。

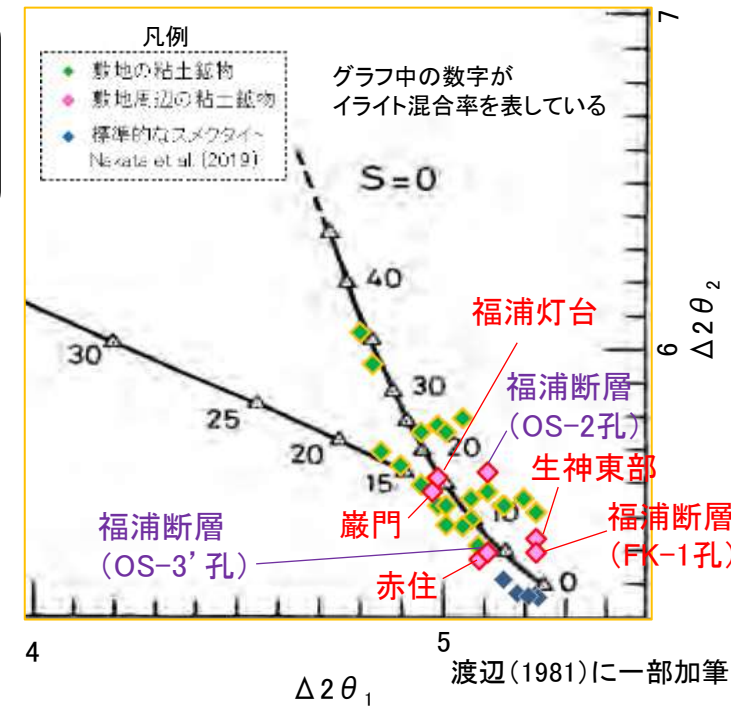
※局所的な変質状況に関する調査結果は，補足資料5.3-2(12)

紫字：第1073回審査会合以降に追加・変更した箇所

＜敷地周辺の別所岳安山岩類で確認される変質鉱物※＞



＜粘土鉱物の結晶構造判定結果＞

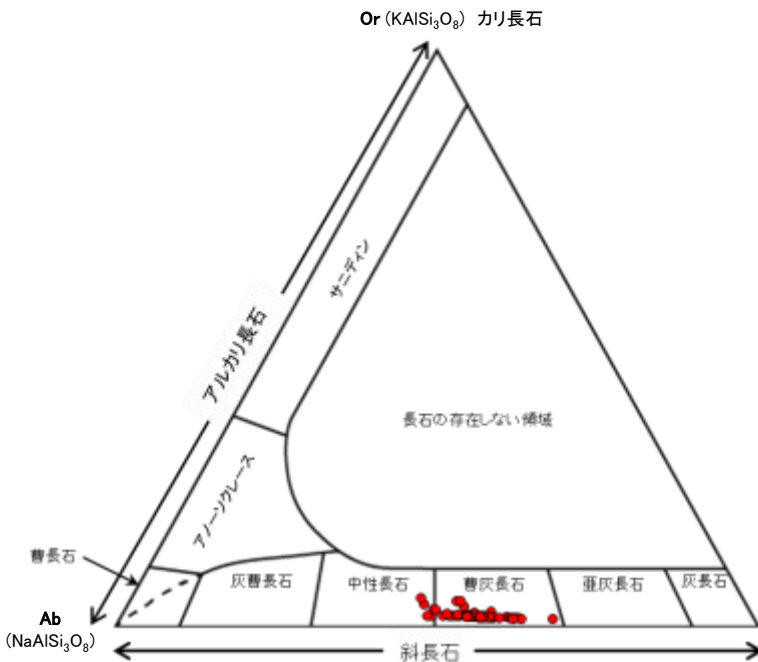


【斜長石の曹長石化検討】

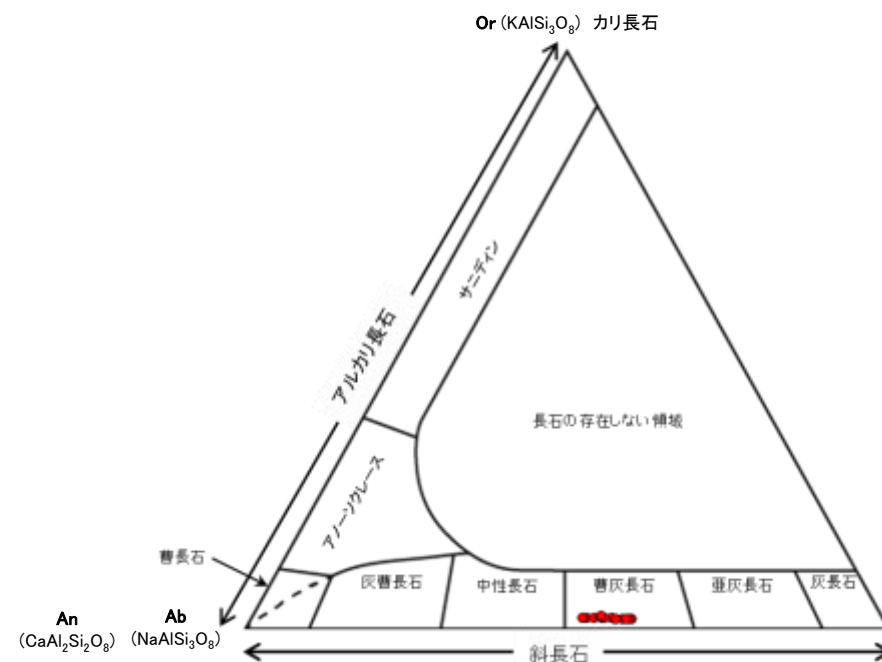
○EPMA分析により、敷地のEL12.66m～EL-945.90mまでの間の斜長石を対象として、曹長石化の検討を行った結果、いずれの斜長石も概ね曹灰長石～亜灰長石を示し、曹長石化は認められない。

○よって、敷地は、少なくとも斜長石が曹長石化するような高温の熱水の影響を受けていないと考えられる。

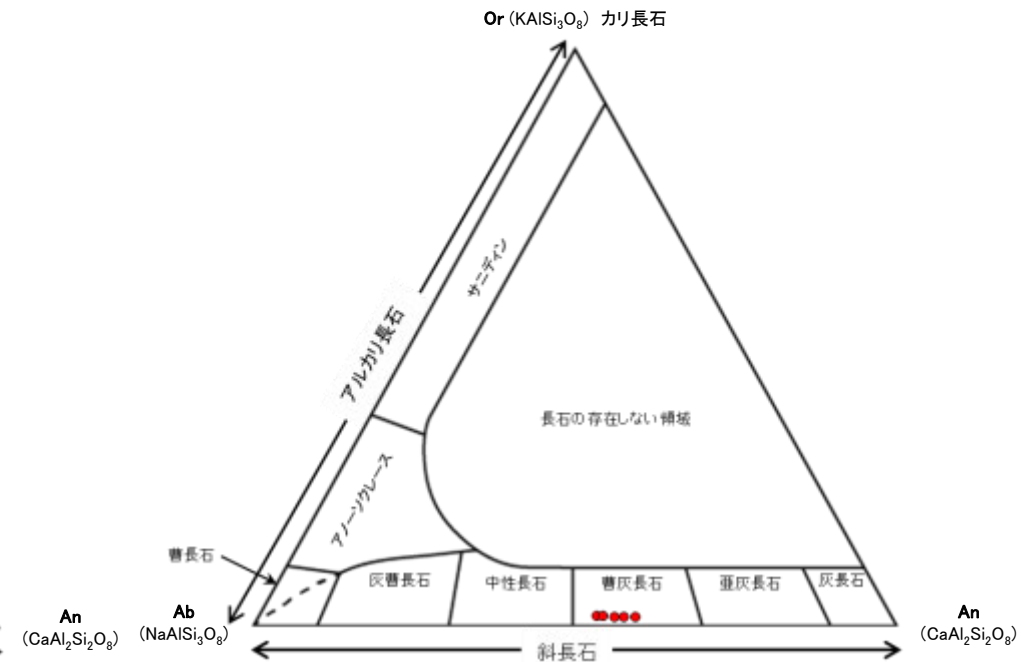
固結した破碎部中(E-8.5-2孔, EL12.66m)



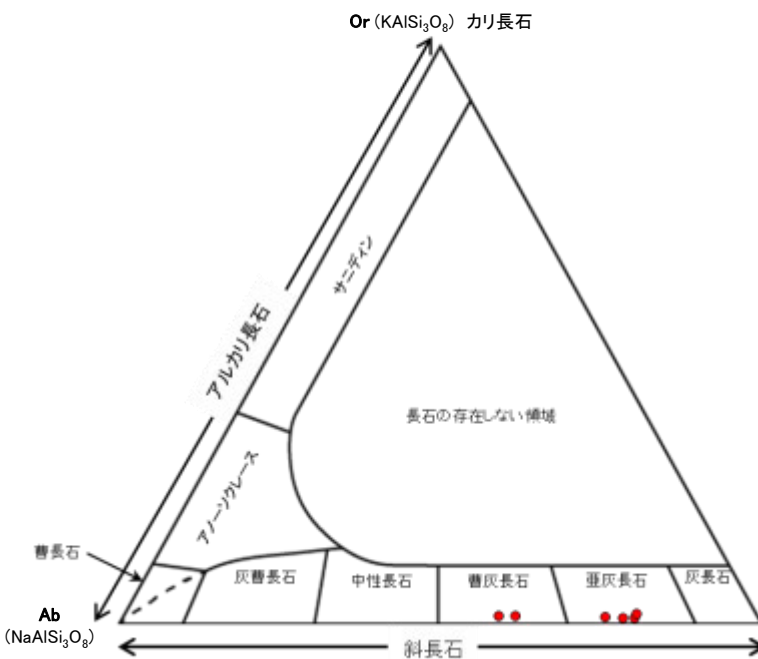
粘土状破碎部中(E-8.5-2孔, EL12.66m)



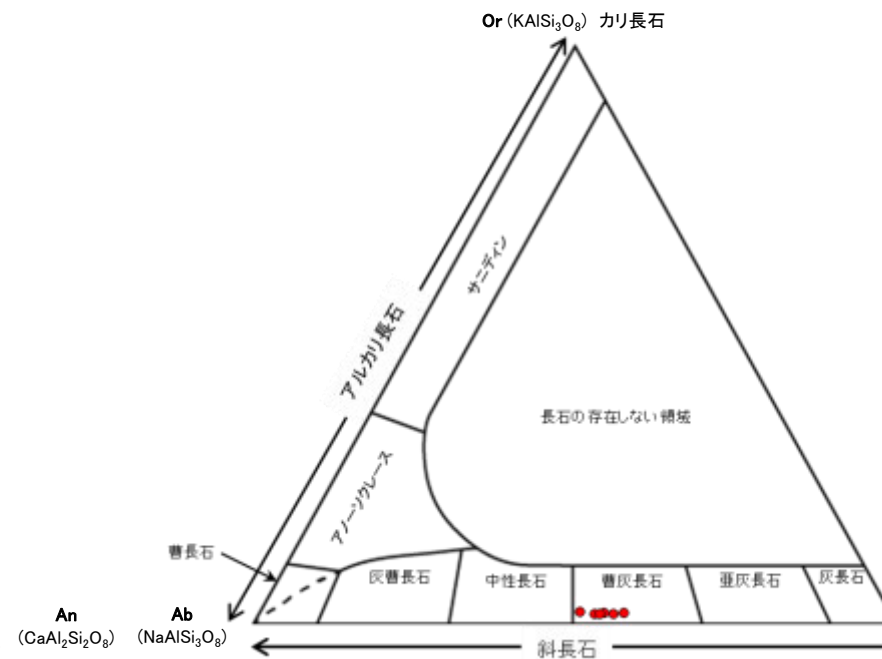
破碎部近傍の安山岩中(L-6'孔, EL-11.97m)



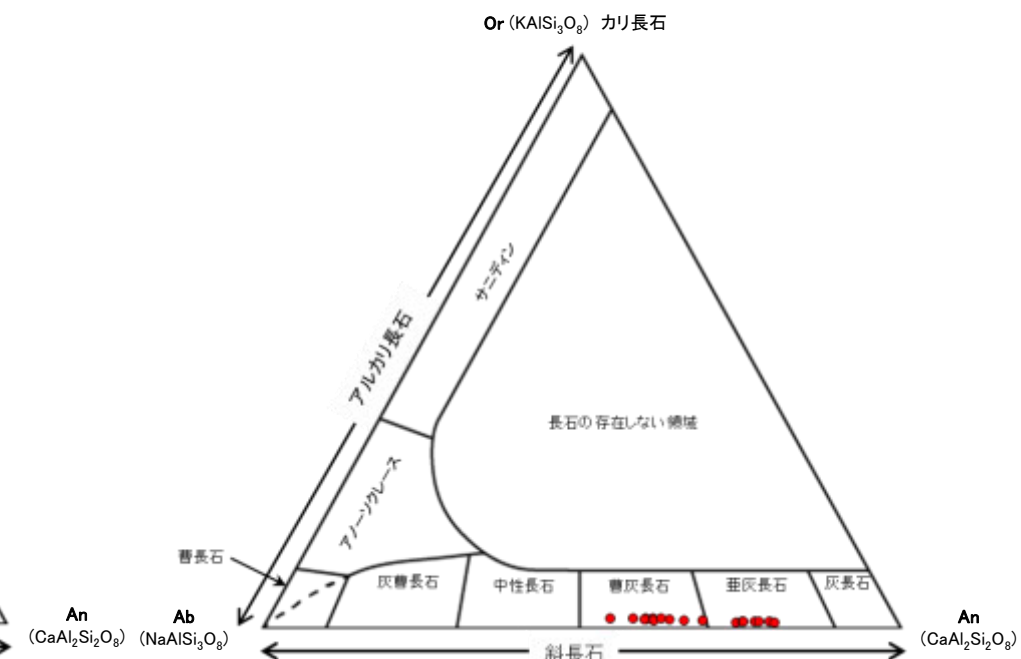
白色変質部付近(K-13.6孔, EL-422.50m)



白色変質部付近(K-13.6孔, EL-507.10m)



白色変質部付近(K-13.6孔, EL-945.90m)



上図は、黒田・諏訪(1983)を基に作成した。各分析試料の詳細は補足資料5.3-2(9)

【敷地の安山岩に関する調査(化学分析)】

○敷地の安山岩の化学組成を確認するため、大深度ボーリング及び岩盤調査坑から採取した敷地内の安山岩(均質)について、化学分析を実施した。

○分析の結果、採取位置による大きな組成のばらつきは認められない。

[生データ]

・試料採取位置の詳細は補足資料5.3-1(3)

対象物	試料No.	採取標高 (m)	(wt.%)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Total	FeO*/MgO	Na ₂ O+K ₂ O
安山岩	GC-1	-18.25		56.77	0.80	16.83	6.79	0.13	3.60	6.99	3.59	1.16	0.16	96.82	1.89	4.75
安山岩	I-9-1	-27.65		60.15	0.72	16.39	5.49	0.07	1.82	5.93	3.81	1.37	0.16	95.91	3.02	5.18
安山岩	I-9-2	-156.50		57.61	0.88	15.43	6.59	0.13	3.62	7.15	3.90	1.17	0.17	96.65	1.82	5.07
安山岩	K-13.6-1	-197.88		58.05	0.77	16.86	6.15	0.15	4.12	7.01	3.68	1.13	0.16	98.08	1.49	4.81
安山岩	I-9-3	-199.90		56.61	0.78	16.06	6.73	0.12	4.70	6.60	3.41	0.82	0.16	95.99	1.43	4.23
安山岩	K-13.6-2	-205.93		56.90	0.73	17.98	6.14	0.12	3.64	7.48	3.66	1.03	0.15	97.83	1.69	4.69
安山岩	I-9-4	-258.80		57.49	0.80	15.99	6.54	0.10	4.04	6.78	3.70	1.18	0.16	96.78	1.62	4.88
安山岩	K-13.6-3	-279.23		58.56	0.77	16.11	6.14	0.08	3.57	6.35	3.85	1.26	0.16	96.85	1.72	5.11
安山岩	K-13.6-4	-504.38		58.20	0.95	16.41	6.56	0.12	3.96	6.74	3.83	1.24	0.18	98.19	1.66	5.07
安山岩	K-13.6-5	-719.08		55.37	0.69	16.74	6.63	0.11	4.46	5.98	3.75	1.51	0.14	95.38	1.49	5.26
安山岩	K-13.6-6	-942.58		58.75	0.61	17.51	4.09	0.13	2.37	5.13	3.99	1.99	0.15	94.72	1.73	5.98
安山岩	K-13.6-7	-982.93		57.03	0.70	16.74	6.05	0.20	3.52	4.91	4.35	1.62	0.14	95.26	1.72	5.97
安山岩	K-13.6-8	-1039.93		53.95	0.74	15.50	6.84	0.13	4.29	6.26	3.72	1.28	0.15	92.86	1.59	5.00
安山岩	K-13.6-9	-1072.88		53.90	0.68	17.02	6.82	0.14	4.47	5.89	3.88	0.95	0.16	93.91	1.53	4.83

[100%ノーマライズデータ]

対象物	試料No.	採取標高 (m)	(wt.%)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Total	FeO*/MgO	Na ₂ O+K ₂ O
安山岩	GC-1	-18.25		58.63	0.83	17.38	7.01	0.13	3.72	7.22	3.71	1.20	0.17	100.00	1.89	4.91
安山岩	I-9-1	-27.65		62.72	0.75	17.09	5.72	0.07	1.90	6.18	3.97	1.43	0.17	100.00	3.02	5.40
安山岩	I-9-2	-156.50		59.61	0.91	15.96	6.82	0.13	3.75	7.40	4.04	1.21	0.18	100.00	1.82	5.25
安山岩	K-13.6-1	-197.88		59.19	0.79	17.19	6.27	0.15	4.20	7.15	3.75	1.15	0.16	100.00	1.49	4.90
安山岩	I-9-3	-199.90		58.97	0.81	16.73	7.01	0.13	4.90	6.88	3.55	0.85	0.17	100.00	1.43	4.41
安山岩	K-13.6-2	-205.93		58.16	0.75	18.38	6.28	0.12	3.72	7.65	3.74	1.05	0.15	100.00	1.69	4.79
安山岩	I-9-4	-258.80		59.40	0.83	16.52	6.76	0.10	4.17	7.01	3.82	1.22	0.17	100.00	1.62	5.04
安山岩	K-13.6-3	-279.23		60.46	0.80	16.63	6.34	0.08	3.69	6.56	3.98	1.30	0.17	100.00	1.72	5.28
安山岩	K-13.6-4	-504.38		59.27	0.97	16.71	6.68	0.12	4.03	6.86	3.90	1.26	0.18	100.00	1.66	5.16
安山岩	K-13.6-5	-719.08		58.05	0.72	17.55	6.95	0.12	4.68	6.27	3.93	1.58	0.15	100.00	1.49	5.51
安山岩	K-13.6-6	-942.58		62.02	0.64	18.49	4.32	0.14	2.50	5.42	4.21	2.10	0.16	100.00	1.73	6.31
安山岩	K-13.6-7	-982.93		59.87	0.73	17.57	6.35	0.21	3.70	5.15	4.57	1.70	0.15	100.00	1.72	6.27
安山岩	K-13.6-8	-1039.93		58.10	0.80	16.69	7.37	0.14	4.62	6.74	4.01	1.38	0.16	100.00	1.59	5.38
安山岩	K-13.6-9	-1072.88		57.40	0.72	18.12	7.26	0.15	4.76	6.27	4.13	1.01	0.17	100.00	1.53	5.14

FeO*: 全鉄をFeOとして表示

[2] 福浦断層の粘土鉱物

(コメントNo.130)

No	コメント	回答概要
130	FK-1孔のイライト混合率が敷地の粘土鉱物(I/S混合層)に比べて小さいことについて、福浦断層の粘土鉱物のXRD分析データを追加し、データに基づく考察を加えること。	<ul style="list-style-type: none">データの客観性向上を目的に福浦断層南部(OS-2孔, OS-3'孔)でXRD分析を行い、結晶構造判定を実施した。その結果、福浦断層全体のイライト混合率が敷地よりも小さい傾向は認められず、混合率のばらつきの範囲は変質の程度の違いによるものと判断した。

[2] 福浦断層の粘土鉱物 一概要

コメントNo.130

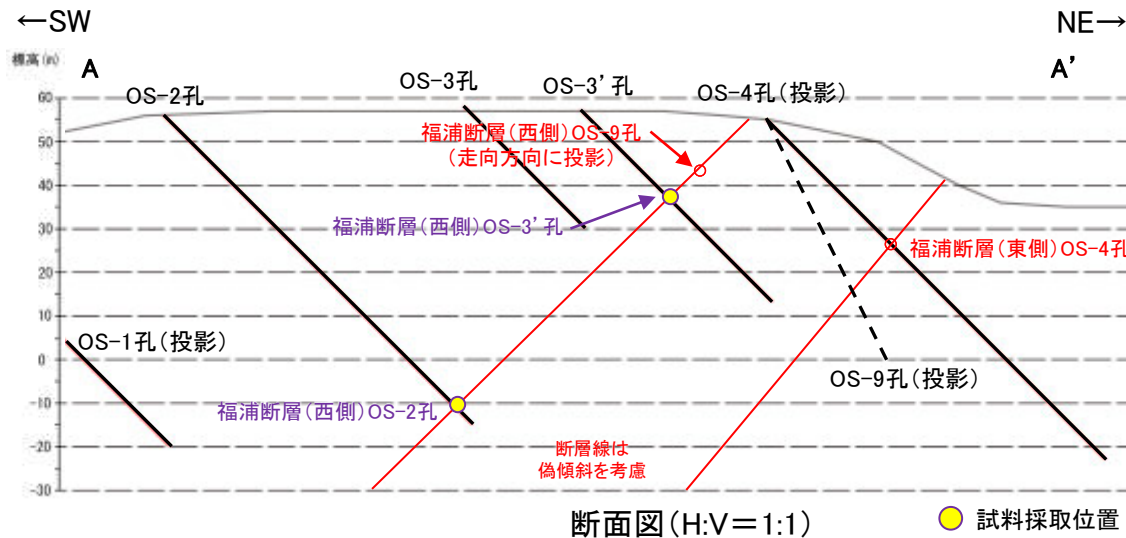
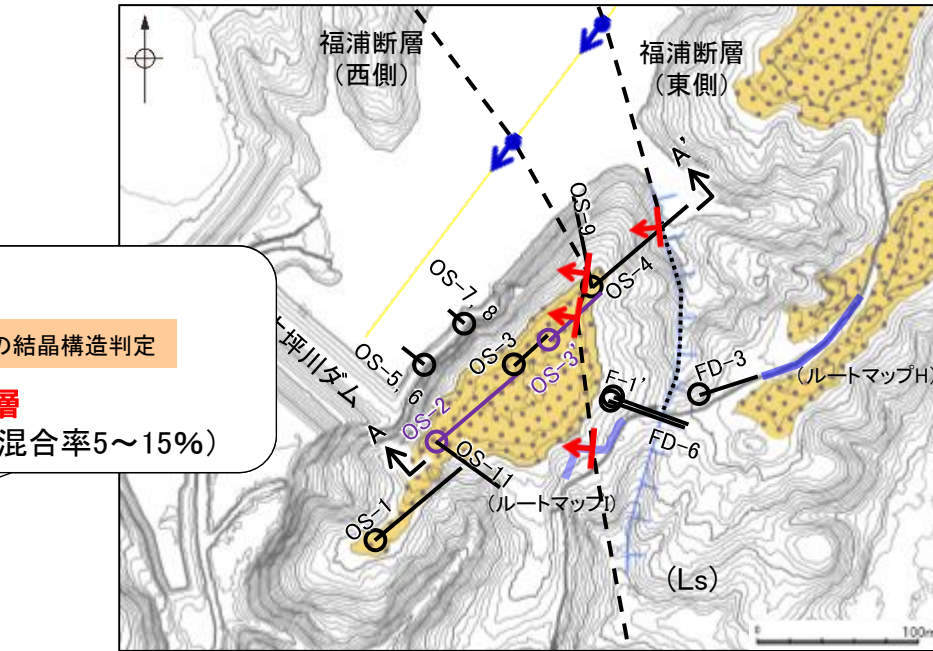
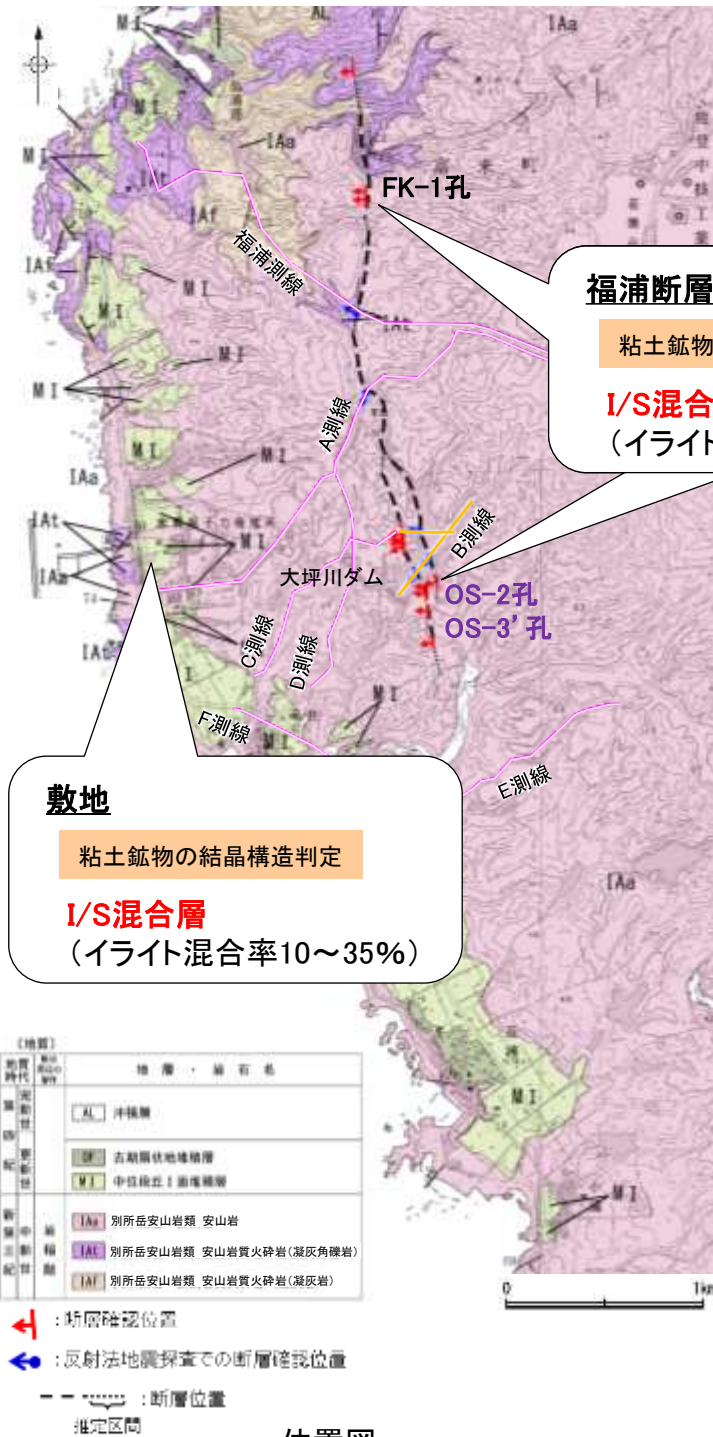
【回答の概要】

FK-1孔のイライト混合率が敷地の粘土鉱物(I/S混合層)に比べて小さいことについて、福浦断層の粘土鉱物のXRD分析データを追加し、データに基づく考察を加えること。

○福浦断層で実施したXRD分析の結果、I/S混合層(FK-1孔:イライト混合率5%)が確認された。ただし、分析結果はFK-1孔のみであったことから、データの客観性向上を目的に福浦断層南部(OS-2孔, OS-3'孔)でXRD分析を行い、結晶構造判定を実施した。
 ○その結果、いずれもI/S混合層(OS-2孔:イライト混合率15%, OS-3'孔:イライト混合率5%)であると判定された(次頁, 次々頁)。FK-1孔, OS-3'孔は敷地のI/S混合層(イライト混合率10~35%)と比べてイライト混合率が小さいが、OS-2孔は敷地と同程度の混合率である。

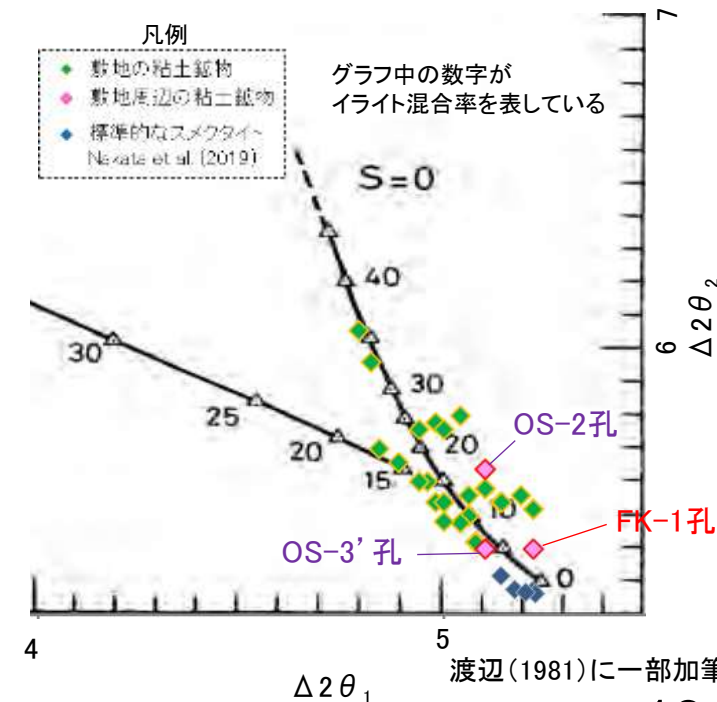
○以上のことから、福浦断層全体のイライト混合率が敷地よりも小さい傾向は認められず、混合率のばらつきの範囲は変質の程度の違いによるものと判断した。

紫色: 第1073回審査会以降分析を追加した箇所



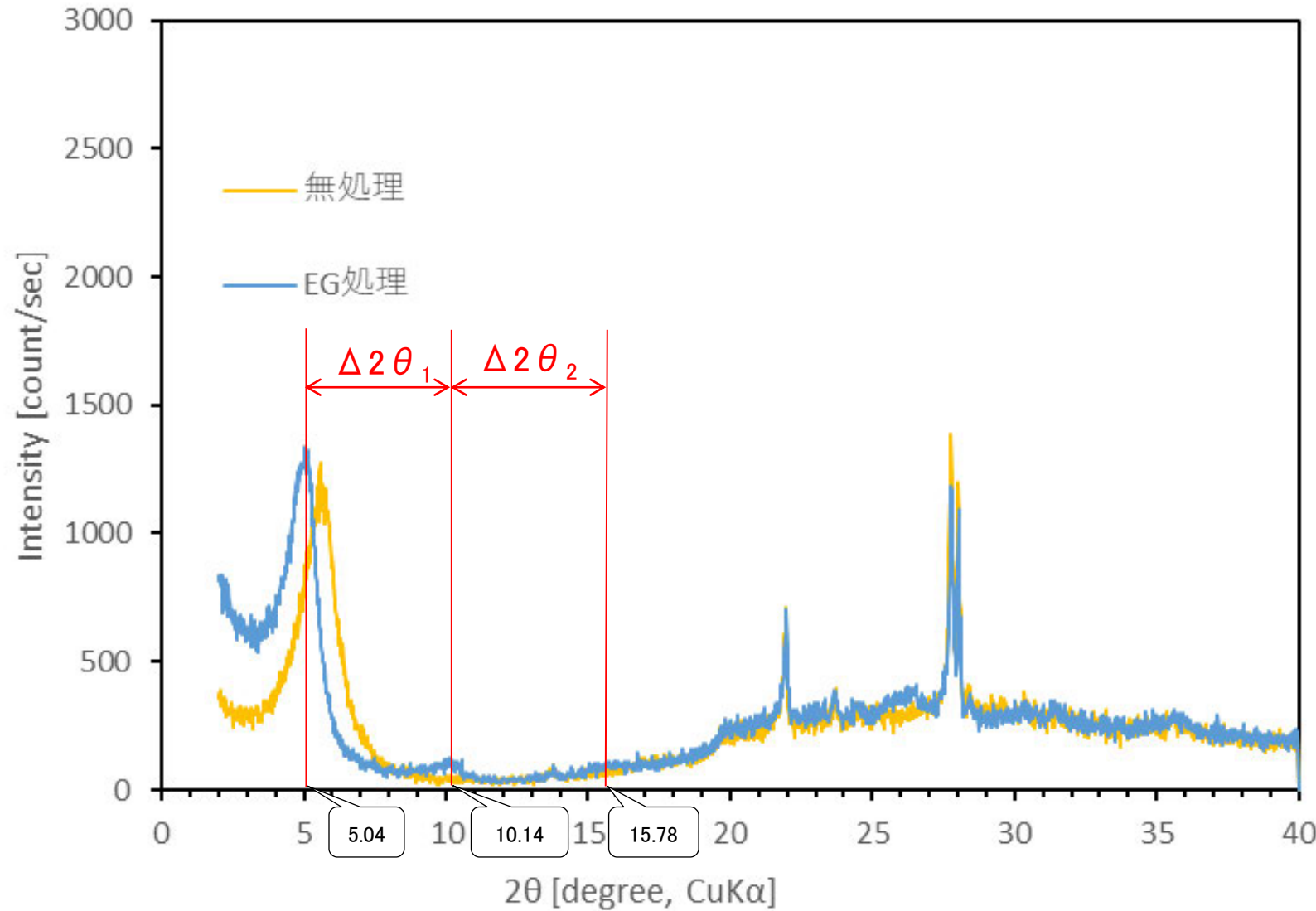
<粘土鉱物の結晶構造判定結果>

断層名	試料採取箇所 (XRD分析試料)		渡辺(1986, 1981)の図へのプロット結果	
	採取位置	標高	ライヒバイテ	イライト混合率
福浦断層	FK-1孔	EL 57m	R=0	5%程度
	OS-2孔	EL -11m	R=0	15%程度
	OS-3'孔	EL 37m	R=0	5%程度



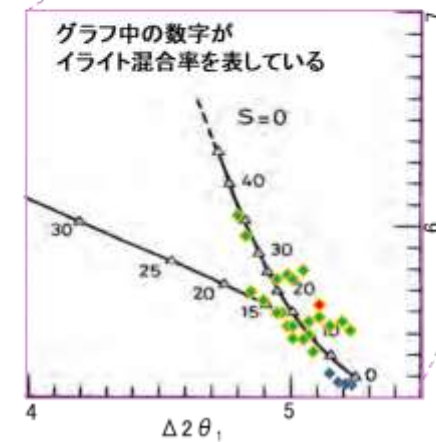
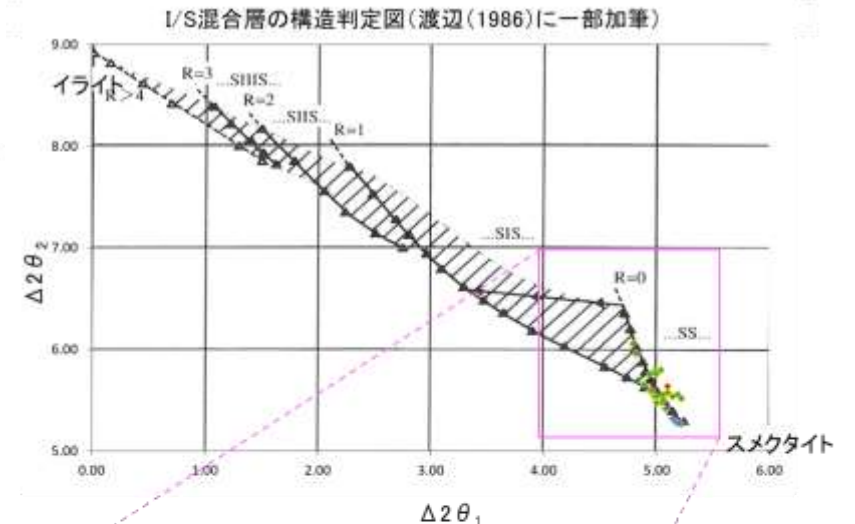
福浦断層_OS-2孔

【XRD分析結果】



回折チャート
(EG処理も合わせて表示)

・OS-2孔の粘土鉱物でXRD分析による結晶構造判定を実施した結果、粘土鉱物(スメクタイト)はI/S混合層であると判定した。



- ◆ 福浦断層 (OS-2孔)
- ◆ 敷地の粘土鉱物
- ◆ 標準的なスメクタイト Nakata et al.(2019)

EG処理スメクタイトのピーク回折角

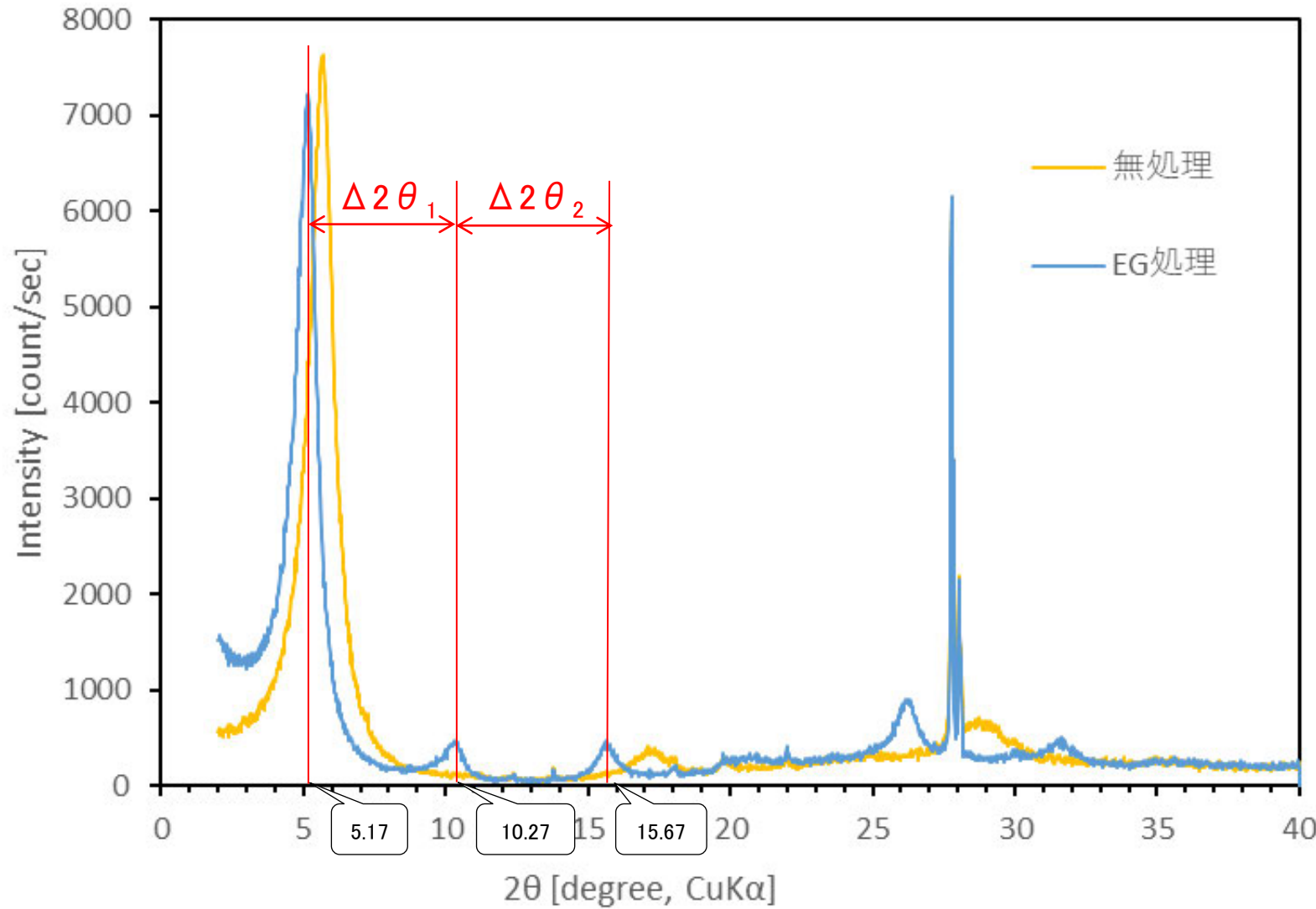
①5~8°	5.04°
②9~11°	10.14°
③16~18°	15.78°
$\Delta 2\theta_1$ (②-①)	5.10°
$\Delta 2\theta_2$ (③-②)	5.64°

I/S混合層構造判定

渡辺(1986)によるI/S混合層構造判定	I/S混合層(R=0)
渡辺(1981)によるイライト混合割合	イライトが15%程度混合

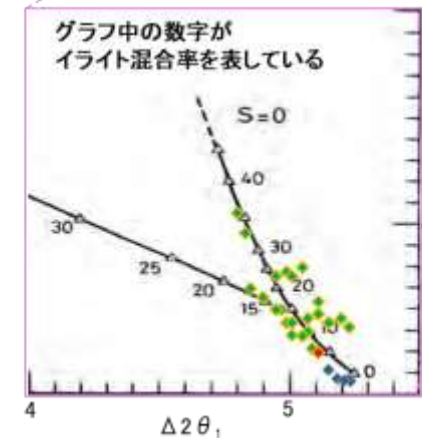
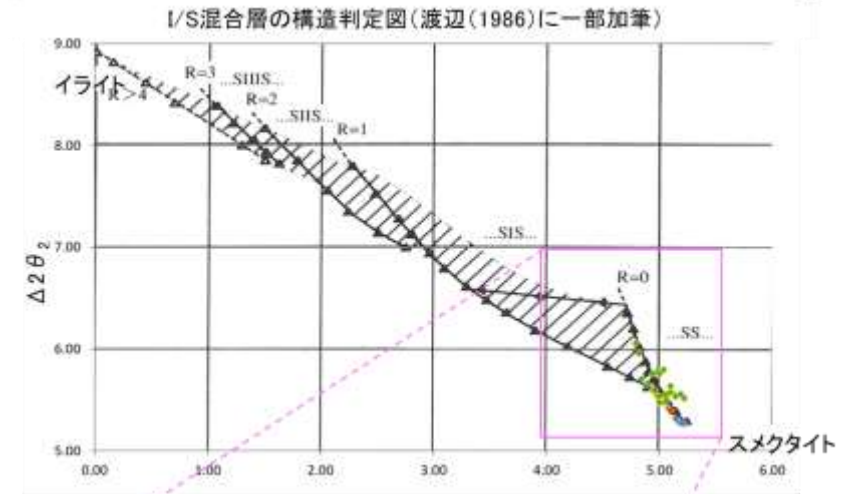
福浦断層_OS-3' 孔

【XRD分析結果】



回折チャート
(EG処理も合わせて表示)

・OS-3' 孔の粘土鉱物でXRD分析による結晶構造判定を実施した結果, 粘土鉱物(スメクタイト)は I/S混合層であると判定した。



グラフ中の数字が
イライト混合率を表している

- ◆ 福浦断層 (OS-3' 孔)
- ◆ 敷地の粘土鉱物
- ◆ 標準的なスメクタイト Nakata et al.(2019)

EG処理スメクタイトのピーク回折角

①5~8°	5.17°
②9~11°	10.27°
③16~18°	15.67°
$\Delta 2\theta_1$ (②-①)	5.10°
$\Delta 2\theta_2$ (③-②)	5.40°

I/S混合層構造判定

渡辺(1986)による I/S混合層構造判定	I/S混合層(R=0)
渡辺(1981)による イライト混合割合	イライトが5%程度混合

[3] S-4 35m盤トレンチのブロックサンプリング

(コメントNo.131)

No	コメント	回答概要
131	35m盤トレンチの新北面において、ブロックサンプリング等を実施し、断層が岩盤上面まで達しているか確認し、当該地点で上載地層法が適用可能か検討すること。	・S-4が岩盤上面で不明瞭となっている区間において、ブロックサンプリングを実施し、CT画像観察及び掘り込み後の壁面の観察を行った結果、S-4は岩盤上面まで連続して認められ、その上位のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていないことを確認したことから、当該地点の上載地層データを、S-4の活動性評価の根拠として用いることとする。

[3] S-4 35m盤トレンチのブロックサンプリング ー概要ー

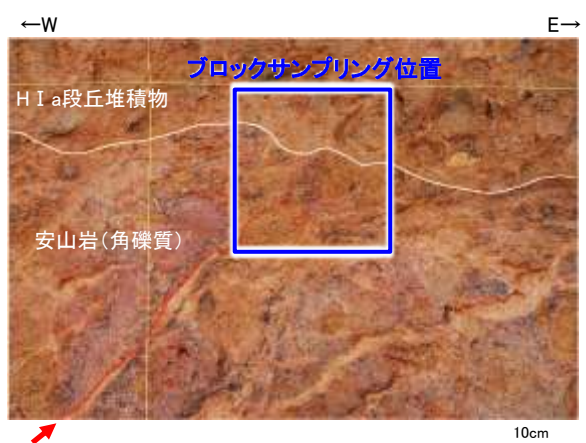
コメントNo.131

【回答の概要】

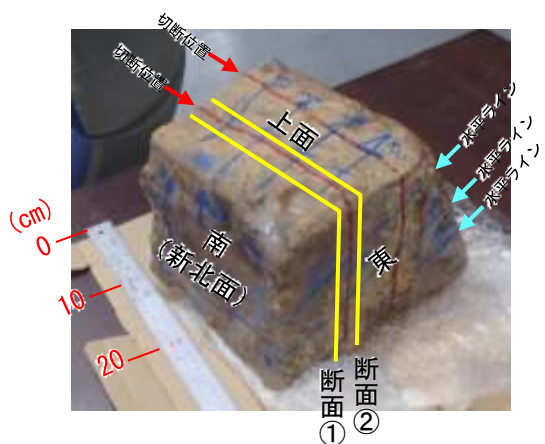
35m盤トレンチの新北面において、ブロックサンプリング等を実施し、断層が岩盤上面まで達しているか確認し、当該地点で上載地層法が適用可能か検討すること。

○35m盤トレンチの旧北面では岩盤上面から約1m区間でS-4が不明瞭であったことから、その北東側で追加掘削を行ったところ、新北面では明瞭なS-4がより上方まで連続していることが確認されたが、岩盤上面から約15cm区間でS-4が不明瞭であった(第1049回審査会合及び第2回現地調査で説明)。
 ○そこで、今回、このS-4が岩盤上面で不明瞭となっている区間において、ブロックサンプリングを実施し、その内部状況をCT画像により詳細に観察した。
 ○CT画像観察の結果、S-4は岩盤上面まで連続し、その上位に堆積するH I a段丘堆積物に変位、変形を与えていないことを確認した。
 ○さらに、掘り込み後の壁面においても、目視観察レベルで同様な状況を確認した。

○CT画像観察及び掘り込み後の壁面の観察の結果、S-4は岩盤上面まで連続して認められ、その上位のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていないことを確認した。【当該地点の上載地層データを、S-4の活動性評価の根拠として用いることとする】



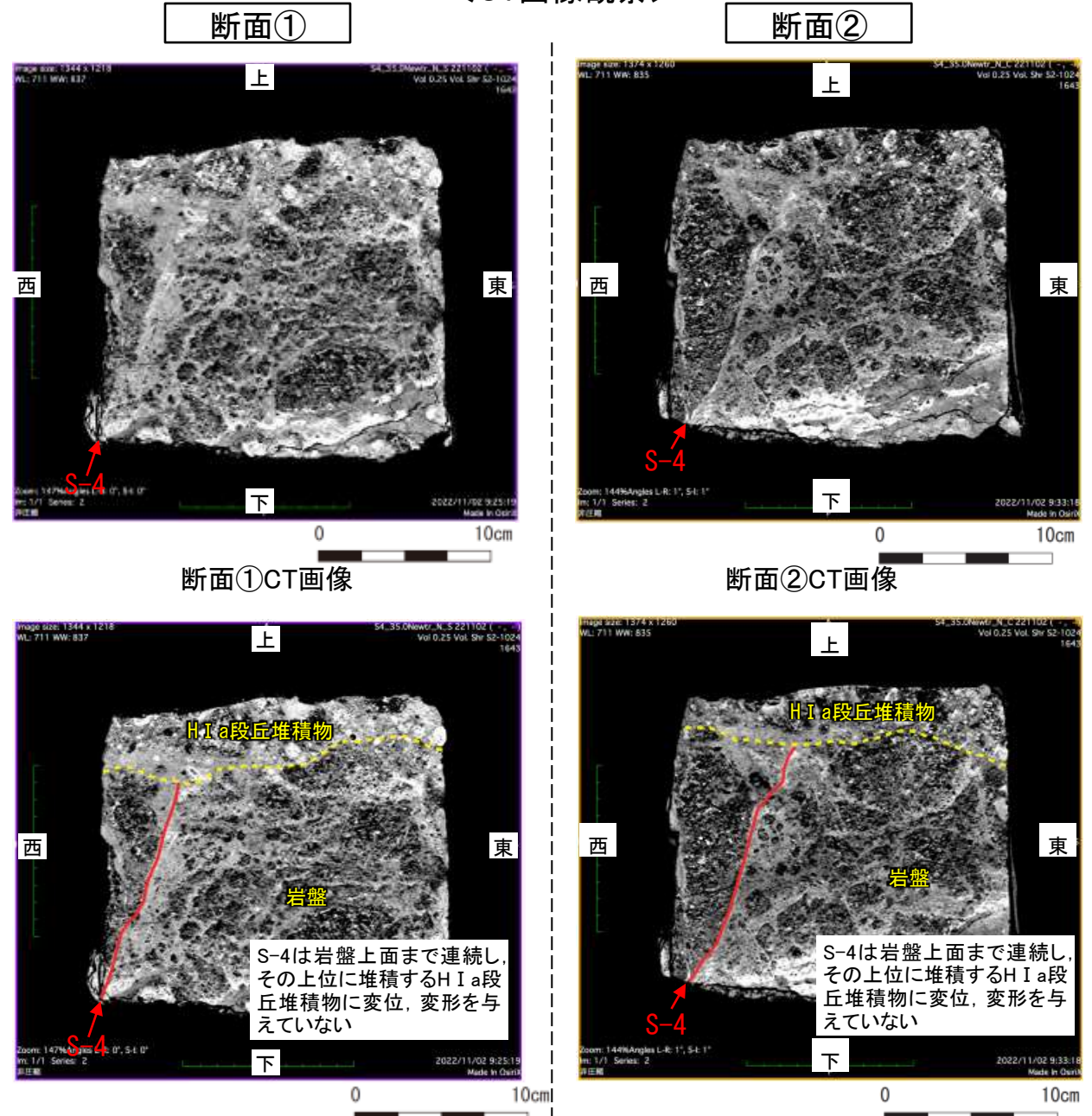
ブロックサンプリングの位置
(2022年11月撮影)



採取したブロック写真と断面位置

(作業の流れ)
 ・追加掘削部の新北面に対して垂直な方向(斜め下方向に傾斜15°の方向)に掘削し、ブロックを採取した。
 ・CT撮影を行うため、ブロックを厚さ約6cmに切断し、各ブロックをCT撮影した。
 ・各ブロックの代表断面(①, ②)で撮影したCT画像の観察結果をここに示す。

<CT画像観察>



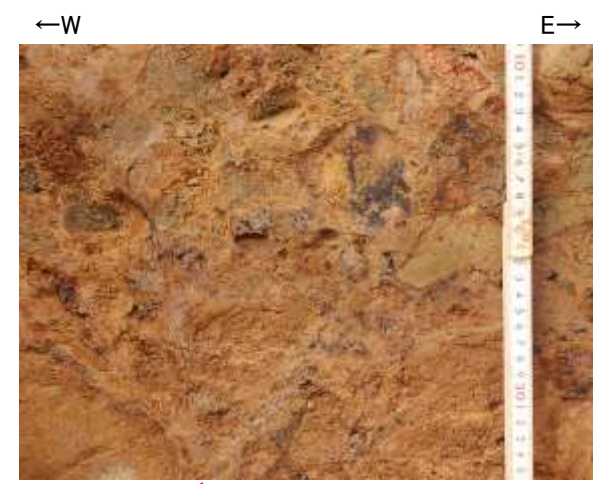
断面① CT画像 (S-4等を加筆)

断面② CT画像 (S-4等を加筆)

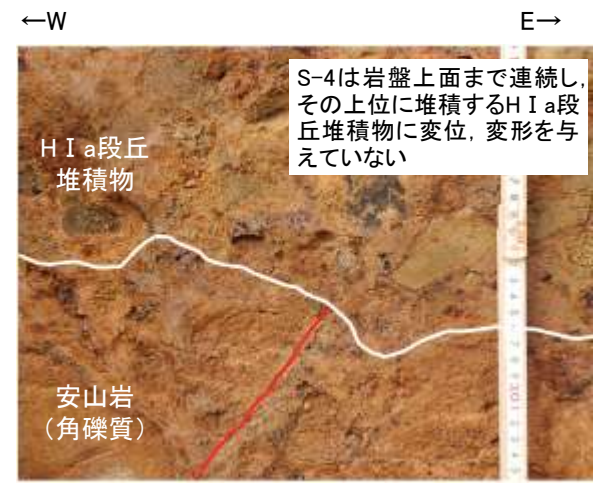
詳細はP.19参照

詳細はP.20参照

<掘り込み後の壁面観察>



新北面:掘り込み後 壁面拡大写真

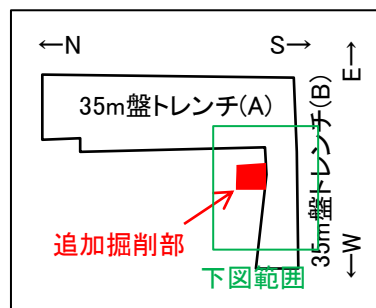


新北面:掘り込み後 壁面拡大写真 (S-4等を加筆)

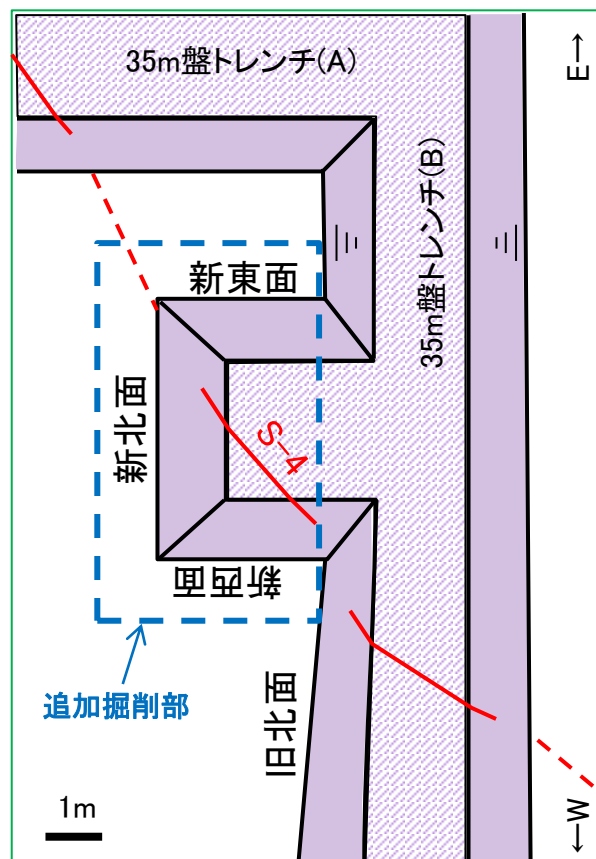
詳細はP.21, 22参照

【35m盤トレンチ 新北面】

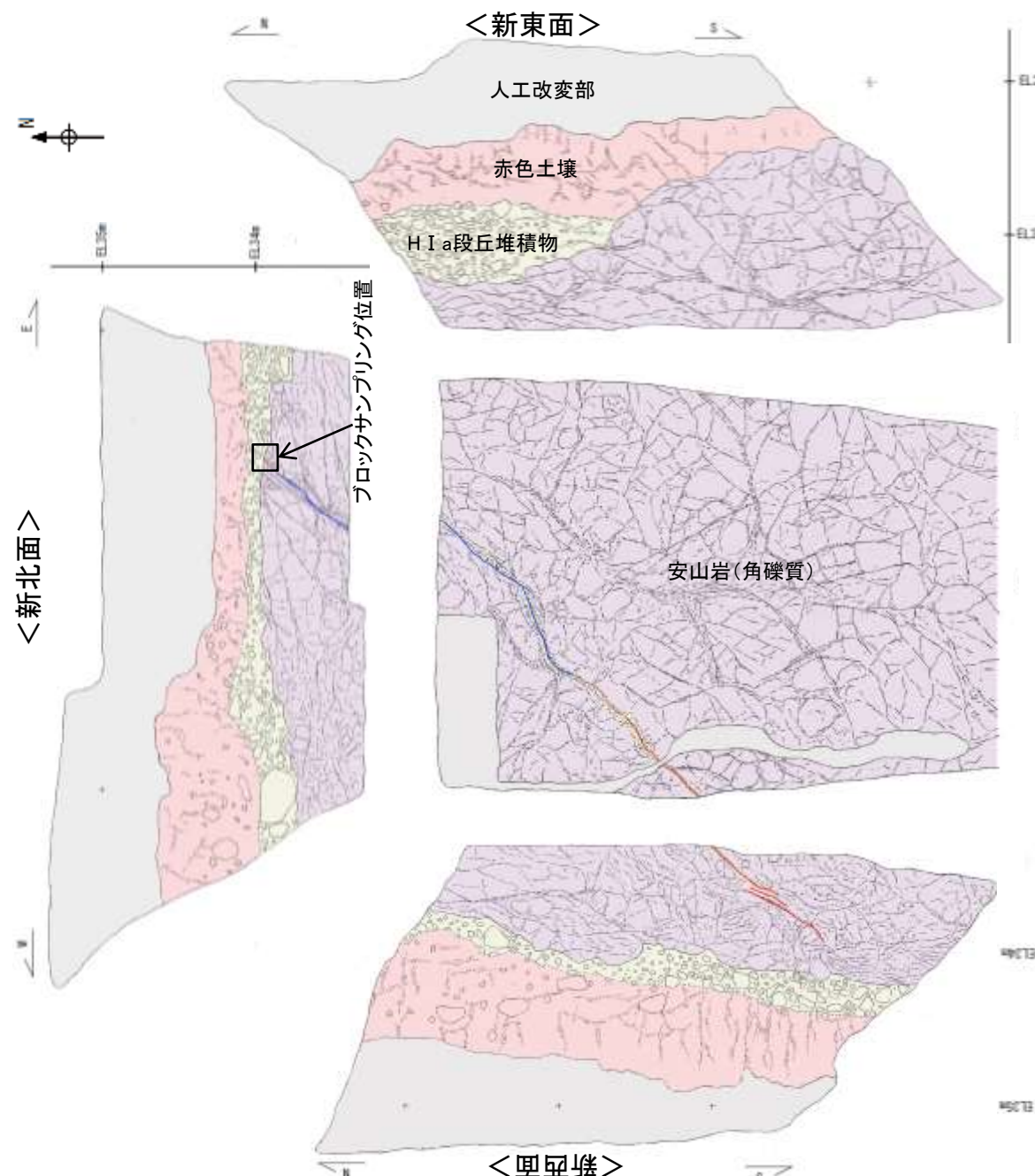
- 旧北面では岩盤上面から約1m区間でS-4が不明瞭となっていたことから、旧北面の北東側で追加掘削を実施した結果、幅2.0～10cmの固結した破碎部及び幅フィルム状～1.5cmの粘土状破碎部を伴うS-4を確認した。
- 旧北面において不明瞭であったS-4は、新北面では岩盤の風化の影響が小さくなり、明瞭なS-4がより上方まで連続していることが確認されたが、岩盤上面から約15cm区間でS-4が不明瞭となる。
- そこで、S-4が岩盤上面で不明瞭となっている区間においてブロックサンプリングを実施し、CT画像観察(P.19, 20)及び掘り込み後の壁面の観察(P.21, 22)を行った結果、S-4は岩盤上面まで連続して確認でき、上位のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていないことを確認した。



トレンチ概要図



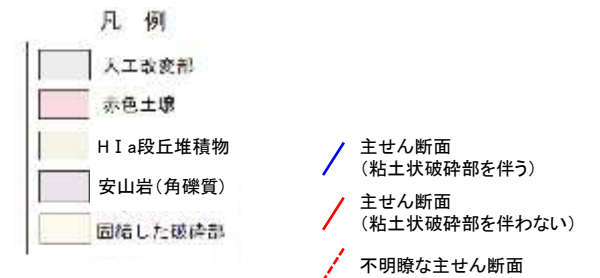
拡大図



追加掘削部 スケッチ(展開図)

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

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



S-4 35m盤トレンチ(ブロックサンプリング)

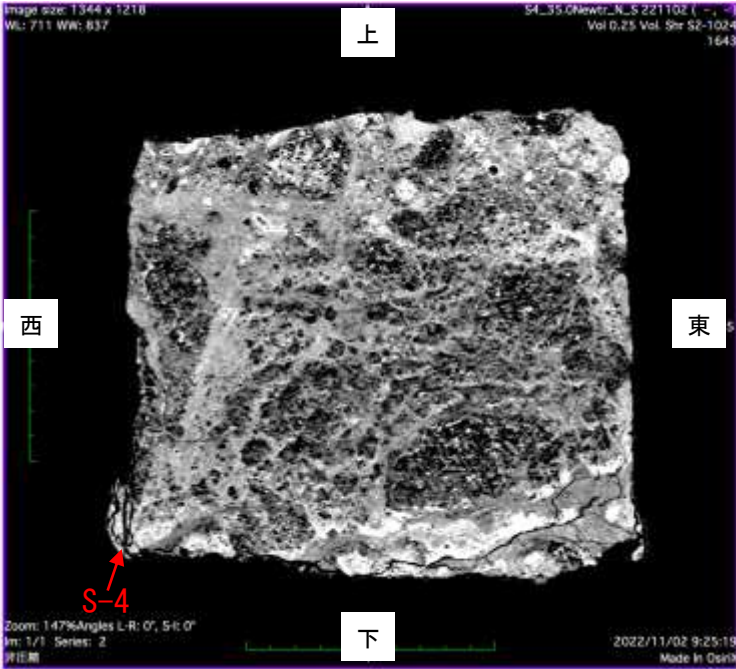
【CT画像観察結果】

OCT画像観察の結果、

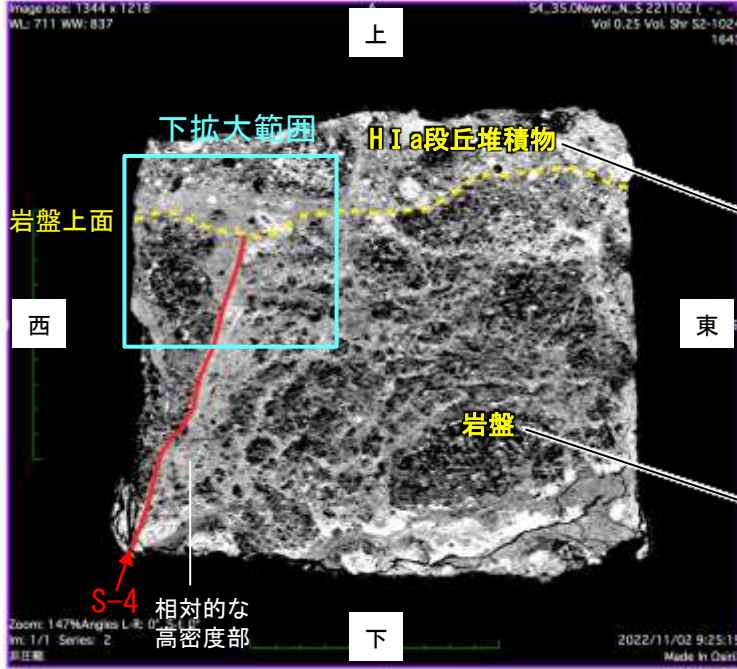
- ・H I a段丘堆積物は、相対的に高密度の基質と低密度の礫で特徴づけられる部分として認められ、一部で高密度の礫も含まれる※。
- ・岩盤は、風化の影響により低密度な状態を示す暗い色調を呈する部分として認められる※。
- ・S-4は、岩盤中の相対的な高密度部の直線的な境界や線状の構造として認められる。
- ・S-4は、岩盤上面まで連続し、その上位に堆積するH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

※H I a段丘堆積物と岩盤で見られる上記の特徴は、旧北面及び新西面におけるCT画像観察結果と類似している(補足資料5.6-1(1)-3, (1)-4)。

<断面①の観察結果> 注:密度(白色部>黒色部)



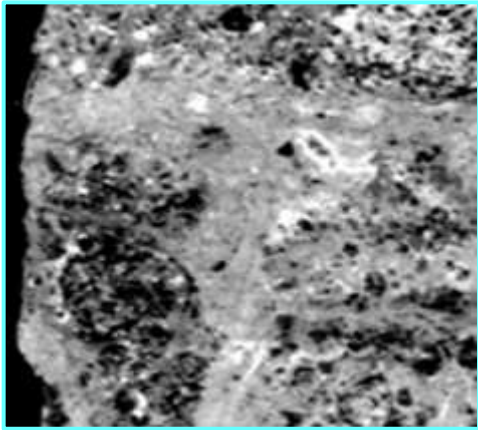
断面① CT画像



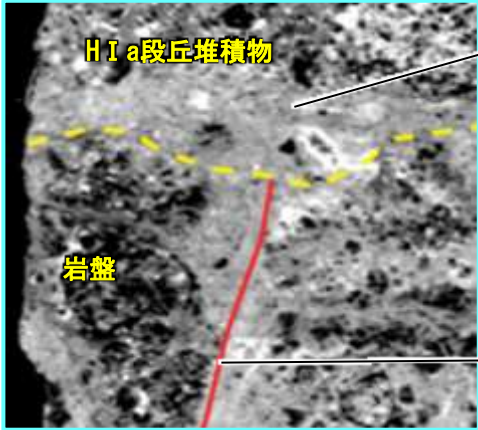
断面① CT画像(S-4等を加筆)

H I a段丘堆積物は、相対的に高密度の基質と低密度の礫で特徴づけられる。一部で高密度の礫も含まれる。

岩盤は、風化の影響により低密度な状態を示す暗い色調を呈する。



断面① 拡大写真



断面① (S-4等を加筆)

S-4は、H I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

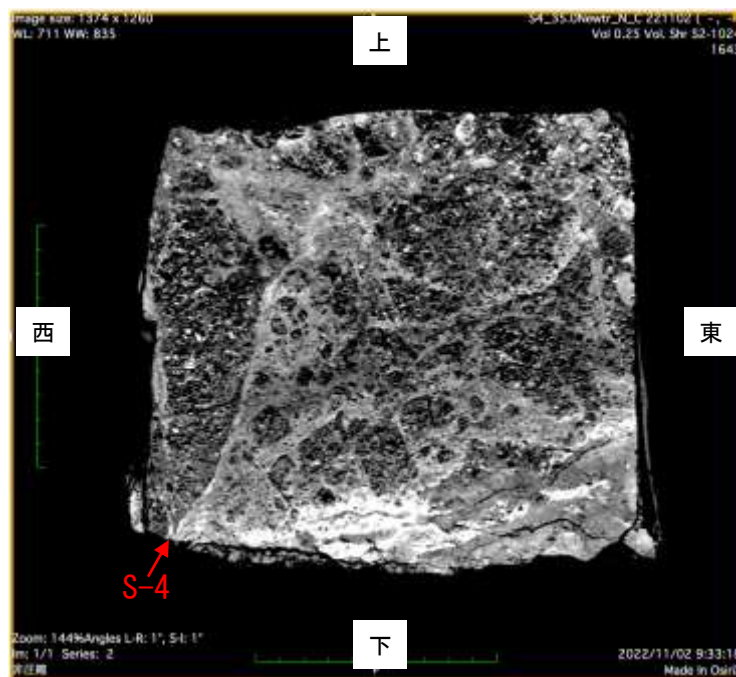
S-4は、岩盤中の相対的な高密度部の直線的な境界や、その境界から延長する線状の構造として認められ、岩盤上面まで連続する。

S-4 35m盤トレンチ(ブロックサンプリング)

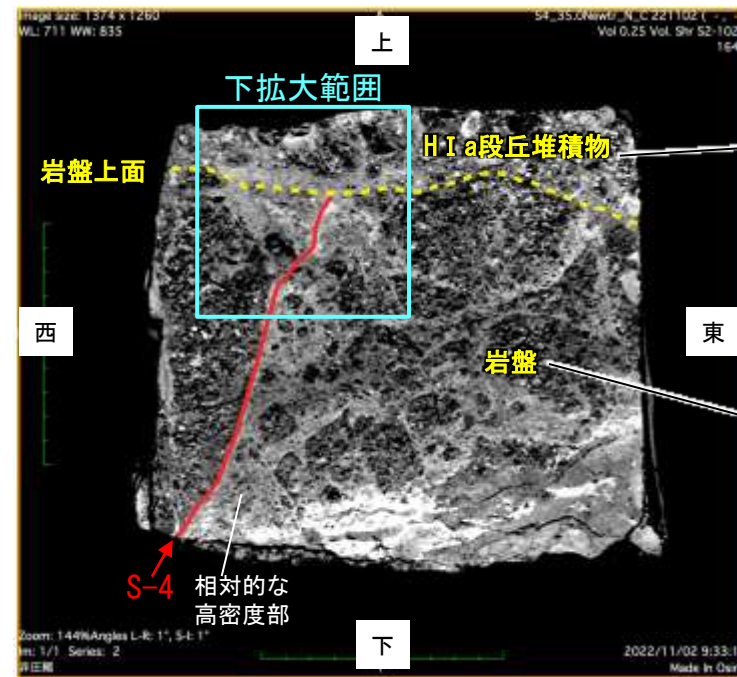
- ・H I a段丘堆積物は、相対的に高密度の基質と低密度の礫で特徴づけられる部分として認められ、一部で高密度の礫も含まれる。
- ・岩盤は、風化の影響により低密度な状態を示す暗い色調を呈する部分として認められる。
- ・S-4は、岩盤中の相対的な高密度部の直線的な境界や線状の構造として認められる。
- ・S-4は、岩盤上面まで連続し、その上位に堆積するH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

<断面②の観察結果>

注:密度(白色部>黒色部)



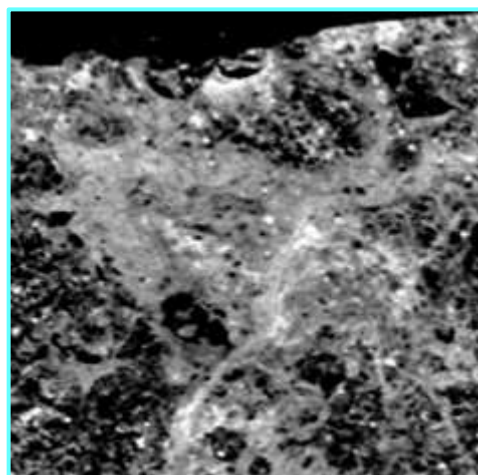
断面② CT画像



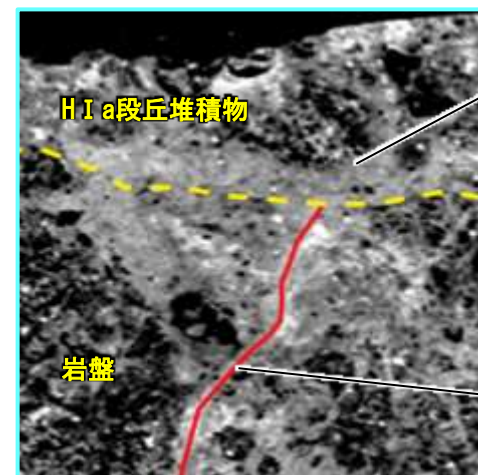
断面② CT画像(S-4等を加筆)

H I a段丘堆積物は、相対的に高密度の基質と低密度の礫で特徴づけられる。一部で高密度の礫も含まれる。

岩盤は、風化の影響により低密度な状態を示す暗い色調を呈する。



断面② 拡大写真



断面② (S-4等を加筆)

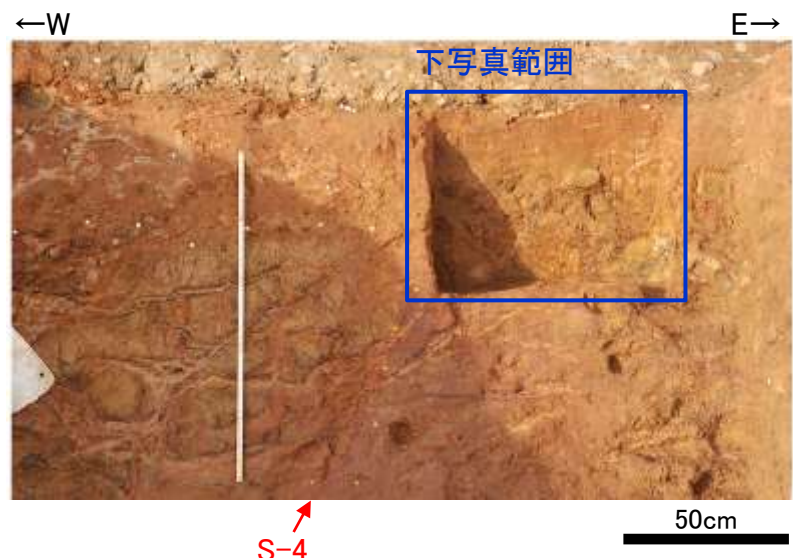
S-4は、H I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

S-4は、岩盤中の相対的な高密度部の直線的な境界や、その境界から延長する線状の構造として認められ、岩盤上面まで連続する。

S-4 35m盤トレンチ

【新北面：掘り込み後の壁面の観察結果】

○掘り込み後の壁面において観察を行い、断層と上載地層との関係について確認した。
 ○その結果、S-4は岩盤上面まで連続して確認でき、上位のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない(次頁)。

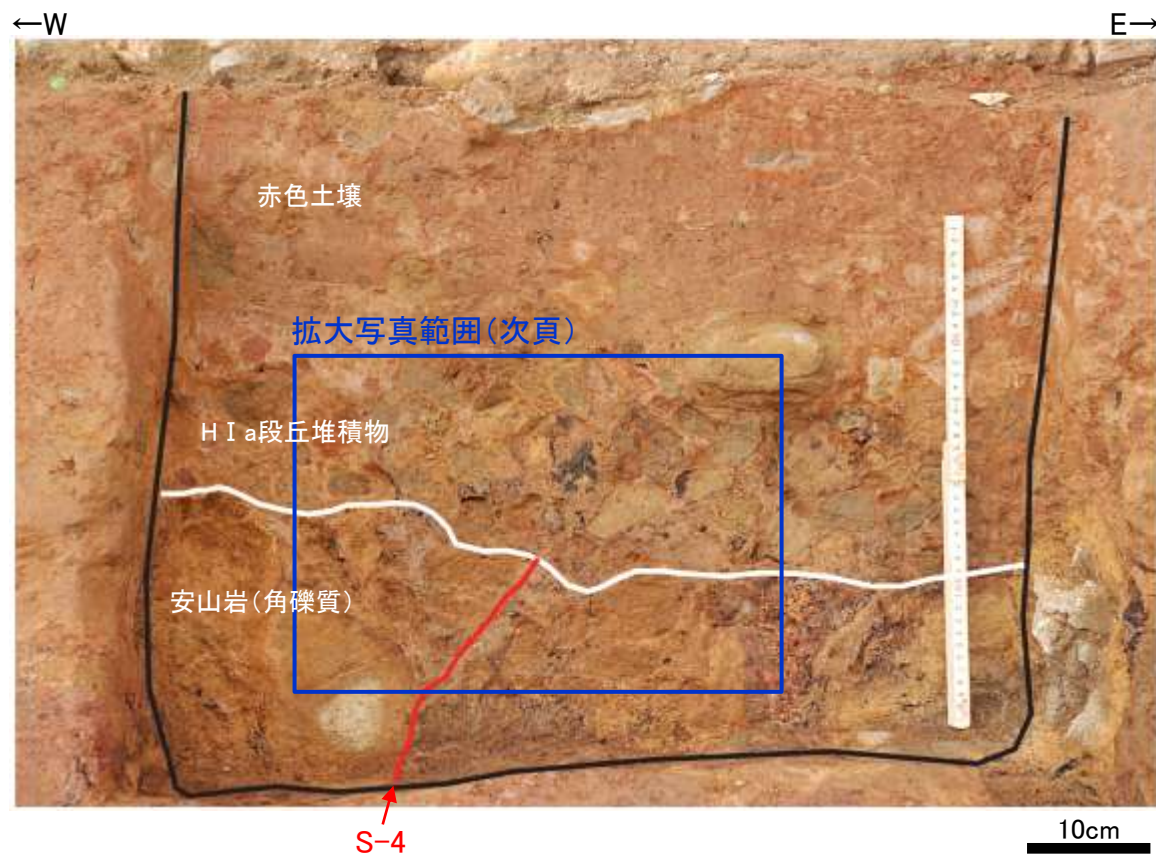


- ・新北面で、S-4が岩盤上面で不明瞭となっている区間において、ブロックサンプリングを実施するために、壁面を約20cm奥に掘り込んだ。
- ・ブロックサンプリング後の壁面を整形して観察を行い、断層と上載地層との関係について確認した。

新北面：掘り込み後 全景写真(2022年11月撮影)



新北面：掘り込み後 壁面写真

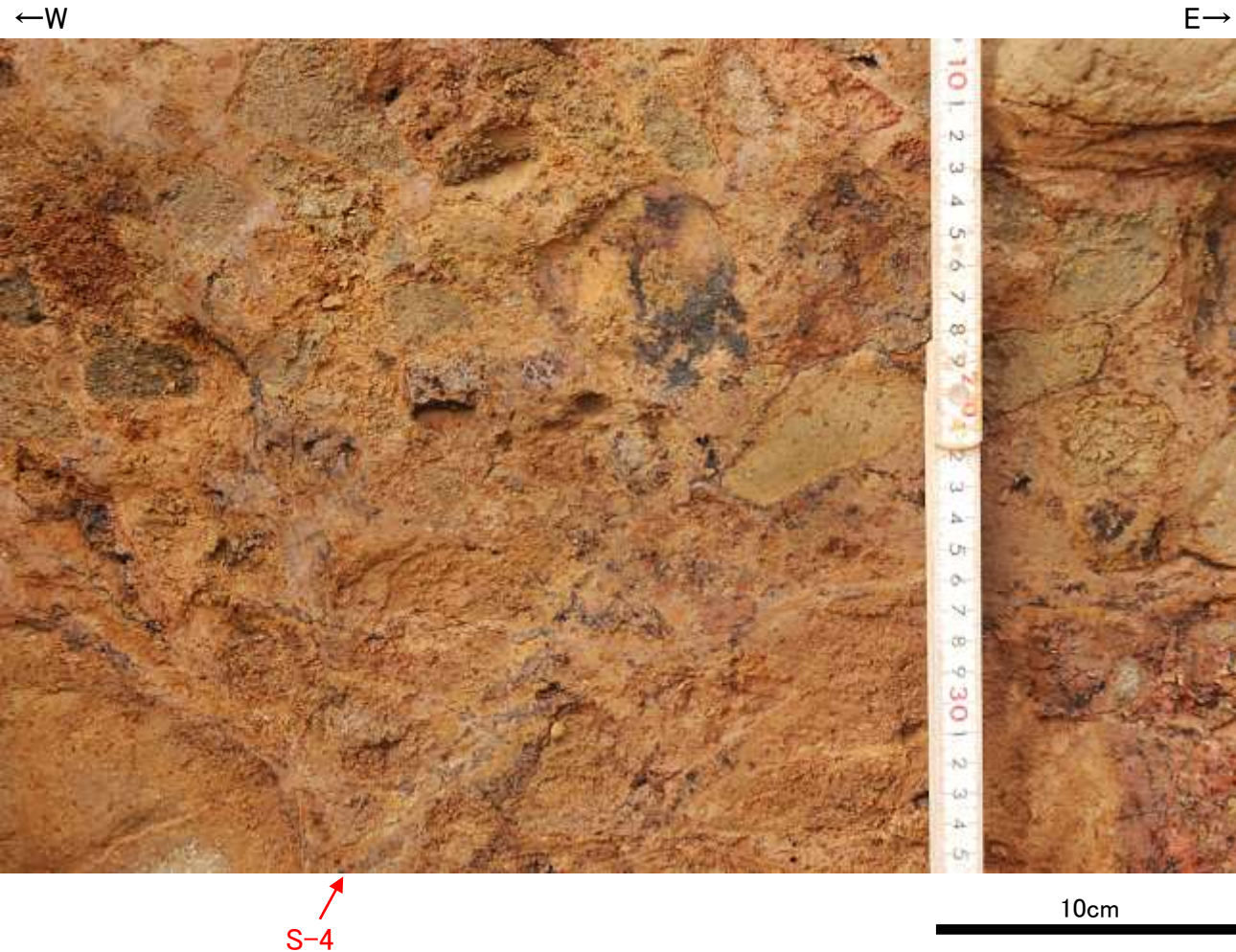


新北面：掘り込み後 壁面写真(S-4等を加筆)

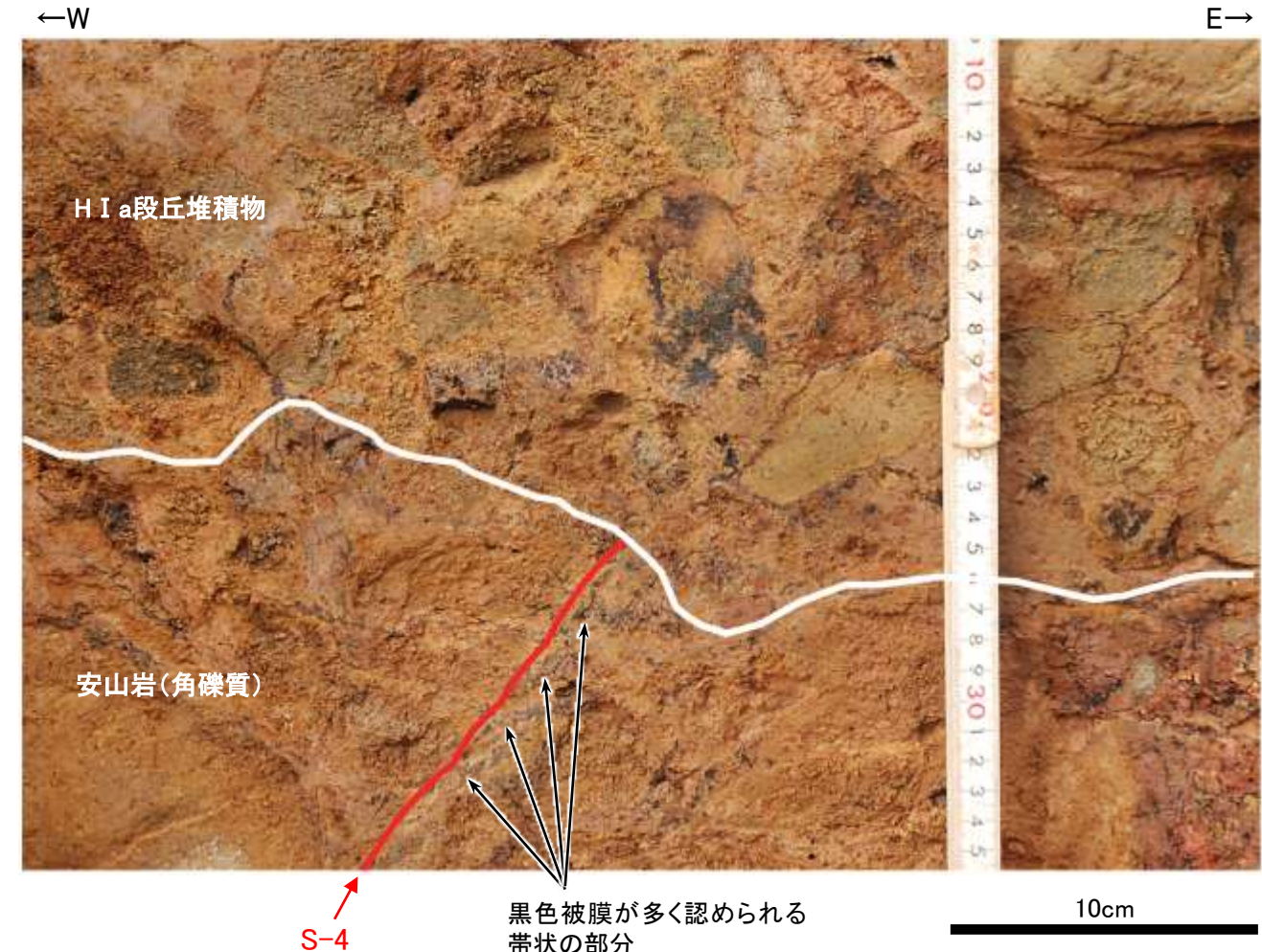
S-4 35m盤トレンチ

＜新北面：掘り込み後の壁面拡大写真＞

OS-4は、黒色被膜が多く認められる帯状の部分の西側の直線的な境界として、岩盤上面まで連続して確認でき、上位のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。



新北面：掘り込み後 壁面拡大写真



新北面：掘り込み後 壁面拡大写真(S-4等を加筆)

岩盤

・黄褐～赤褐色を呈する安山岩(角礫質)からなり、風化を受けてナイフで削れる程度に軟質である。一部で硬質な岩芯を残す角礫状部が認められ、この部分は灰色を呈する。

H I a段丘堆積物

・明褐～黄褐色を呈するシルト質細砂の基質に、灰色、暗灰色、赤褐色、黄灰色等、雑多な色調を呈する安山岩礫を含む砂礫層からなる。
・礫径は概ね5～15cmであるが、基質部にも、より細粒な礫が識別できる。

S-4

・せん断面は、黒色被膜が多く認められる帯状の部分の西側の直線的な境界として認められる。この帯状の部分は、S-4と斜交する方向に厚さ約2cmで分布し、黒色被膜がその方向に配列する傾向が認められる。
・S-4は、岩盤上面まで連続して確認できるが、上位のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていない。

[4] 福浦断層における白色脈の切断状況

(コメントNo.132)

No	コメント	回答概要
132	福浦断層の大坪川ダム右岸北道路法面・南道路底盤において、敷地内断層と異なる点として、白色脈が断層によって切られている状況の観察結果を示すこと。	<ul style="list-style-type: none">・敷地内断層では破碎部中に鉱物脈が確認され、鉱物脈に変位・変形は認められないのに対し、活断層では母岩に認められる鉱物脈は主せん断面や破碎部に切られており、鉱物脈に変位・変形が認められる。・これは、敷地内断層では鉱物脈の生成以前に断層活動があり破碎部が形成したと判断されるのに対し、活断層では鉱物脈の生成後に断層活動があったことを示す。・以上より、敷地内断層は活断層と異なる破碎部性状を有しており、敷地内断層の最新活動はI/S混合層の生成以前と評価したものと整合する。

[4] 福浦断層における白色脈の切断状況 ー概要ー

コメントNo.132

【回答の概要】

福浦断層の大坪川ダム右岸北道路法面・南道路底盤において、敷地内断層と異なる点として、白色脈が断層によって切られている状況の観察結果を示すこと。

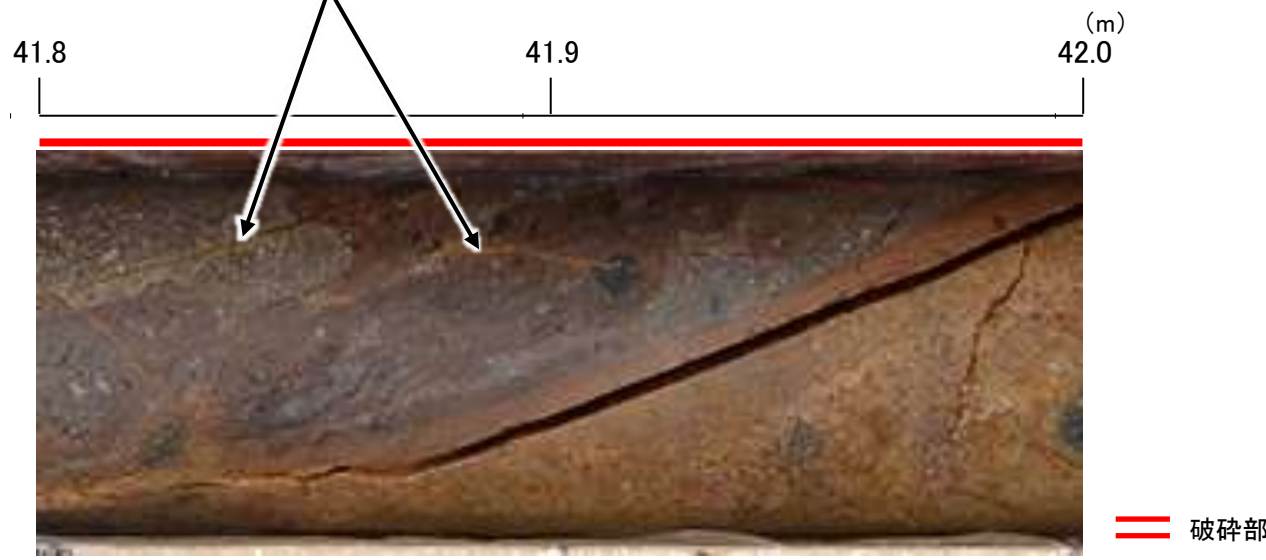
○敷地内断層では破碎部中に鉱物脈が確認され、鉱物脈に変位・変形は認められない(写真①②)のに対し、活断層では母岩に認められる鉱物脈は主せん断面や破碎部に切られており、鉱物脈に変位・変形が認められる(写真③④)。

○これは、敷地内断層では鉱物脈の生成以前に断層活動があり破碎部が形成したと判断されるのに対し、活断層では鉱物脈の生成後に断層活動があったことを示す。

○以上より、敷地内断層は活断層と異なる破碎部性状を有しており、敷地内断層の最新活動はI/S混合層の生成以前と評価したと整合する。

[敷地内断層] (本資料5.3(2))

破碎部中に灰白色～灰オリーブ色の鉱物脈が確認され、変位・変形は認められない。



写真① S-1 L-12.2孔(深度41.8～42.0m)

破碎部中に灰白～オリーブ褐色の鉱物脈が確認され、変位・変形は認められない。

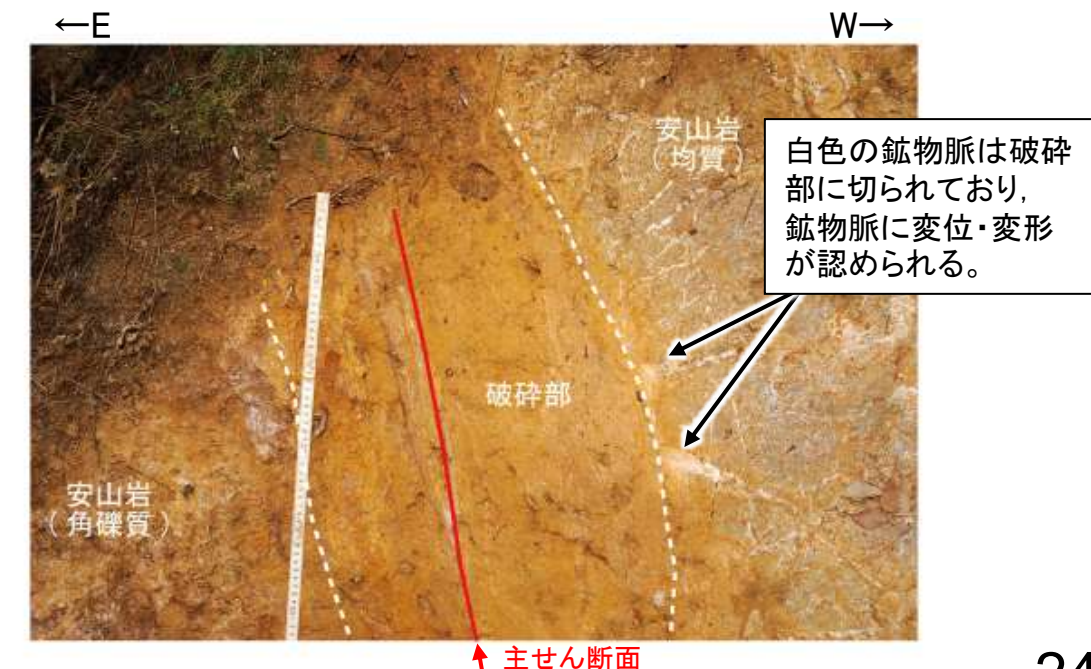


写真② S-1 N-14孔(深度31.0～31.2m)

[活断層(福浦断層)] (次頁～P.28)



写真③ 福浦断層 大坪川ダム右岸北道路(2022年10月撮影)



写真④ 福浦断層 大坪川ダム右岸南道路(2022年10月撮影)

【破碎部と鉱物脈の関係(福浦断層 大坪川ダム右岸北道路)(1/2)】



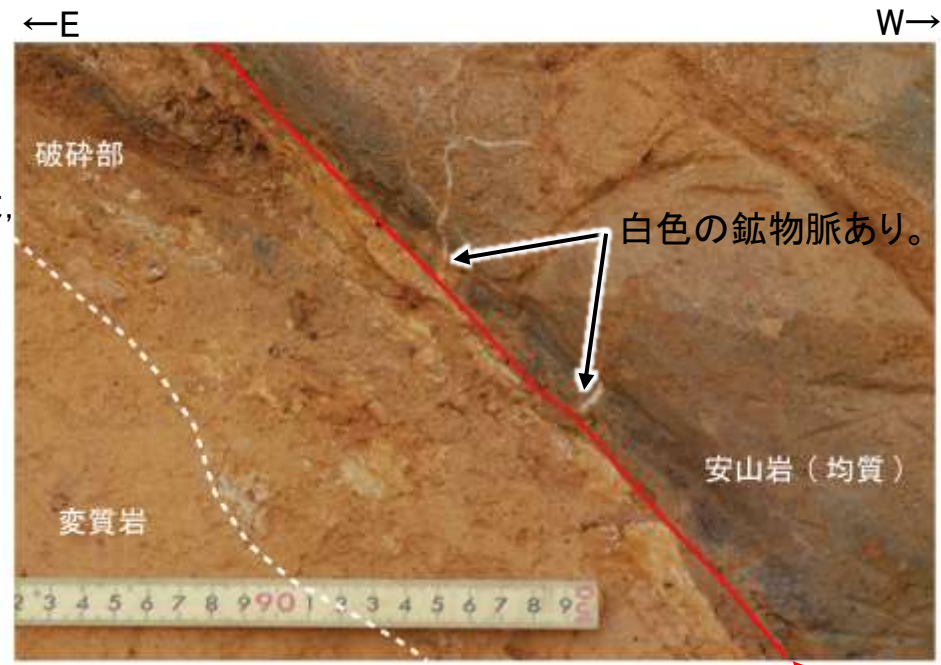
位置図



写真(2013年撮影)



拡大写真1(2022年10月撮影)



拡大写真1(解釈線加筆)

断層上盤の母岩である安山岩(均質)には、幅数mmの白色の鉱物脈※が認められる。この白色の鉱物脈は、福浦断層の明瞭で平滑な主せん断面に切られており、破碎部中には分布しない。

※ 付近の大坪川ダム右岸トレンチ、北道路、南道路における白色脈や白色変質部のXRD分析結果(補足資料5.3-2(12))を踏まえると、石英、クリストパライト、カオリナイト、ソーダ明礬石等からなると考えられる。

・母岩に認められる白色の鉱物脈は、主せん断面に切られており、鉱物脈に変位・変形が認められる。

【破碎部と鉱物脈の関係(福浦断層 大坪川ダム右岸北道路)(2/2)】



位置図



写真(2013年撮影)



拡大写真2(2022年10月撮影)



拡大写真2(解釈線加筆)

断層上盤の母岩である安山岩(均質)には、幅数mmの白色の鉱物脈※が認められる。この白色の鉱物脈は、福浦断層の明瞭で平滑な主せん断面に切られており、破碎部中には分布しない。

※ 付近の大坪川ダム右岸トレンチ、北道路、南道路における白色脈や白色変質部のXRD分析結果(補足資料5.3-2(12))を踏まえると、石英、クリストバライト、カオリナイト、ソーダ明礬石等からなると考えられる。

・母岩に認められる白色の鉱物脈は、主せん断面に切られており、鉱物脈に変位・変形が認められる。

【破砕部と鉱物脈の関係(福浦断層 大坪川ダム右岸南道路)(1/2)】



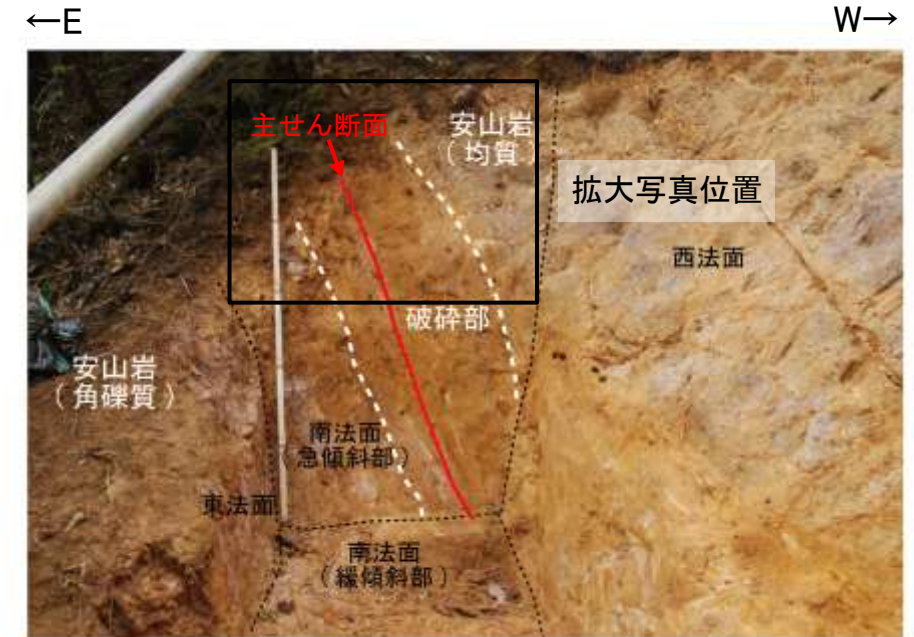
位置図

凡 例

[段丘面]	
高位段丘V面	高位段丘1b面
高位段丘IV面	高位段丘1a面
高位段丘III面	中位段丘1面
高位段丘II面	古懸崖状地帯
	沖積段丘面
[リニアメント・変動地形]	
Li (変動地形である可能性がある)	
Li (変動地形である可能性が高い)	
Li (変動地形である可能性は非常に高い)	
*は以下を指す。 ↓は地形面の傾斜の向きを示す。	
— 敷地内断層(評価対象断層)	



遠景写真(2013年撮影)



近景写真(2022年10月撮影)



拡大写真(2022年10月撮影)



拡大写真(解釈線加筆)

断層上盤の母岩である安山岩(角礫質)には、幅1~2cmの白色の鉱物脈*が認められる。
この白色の鉱物脈は福浦断層の破砕部に切れ、破砕部中には分布しない。

* 付近の大坪川ダム右岸トレンチ、北道路、南道路における白色脈や白色変質部のXRD分析結果(補足資料5.3-2(12))を踏まえると、石英、クリストバライト、カオリナイト、ソーダ明礬石等からなると考えられる。

・母岩に認められる白色の鉱物脈は、破砕部に切られており、
鉱物脈に変位・変形が認められる。

【破碎部と鉱物脈の関係(福浦断層 大坪川ダム右岸南道路)(2/2)】



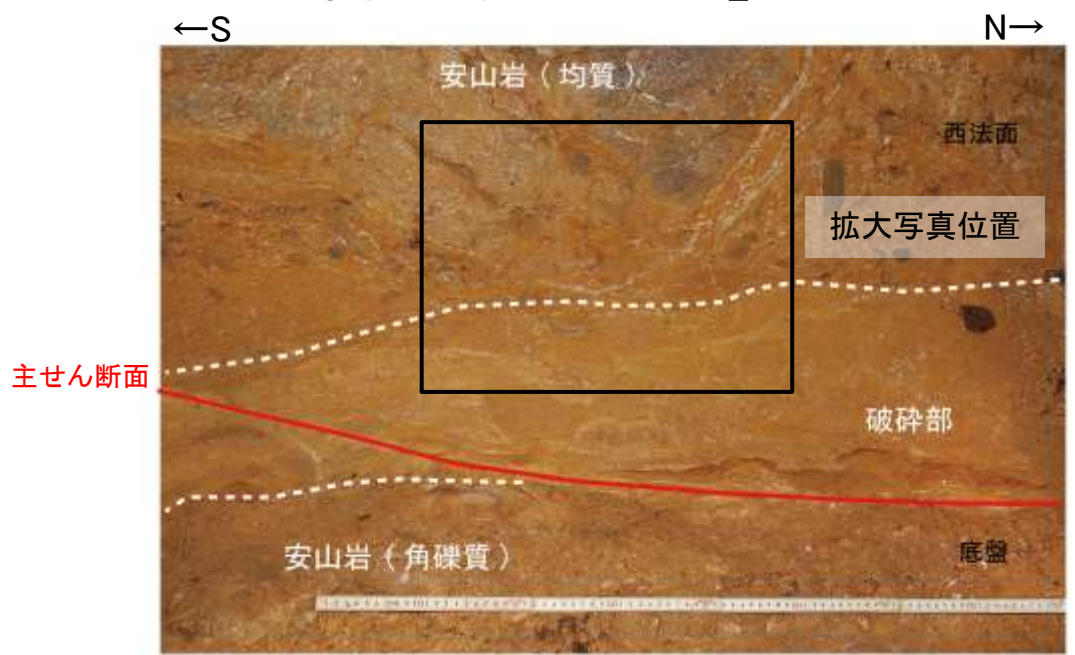
位置図

凡 例

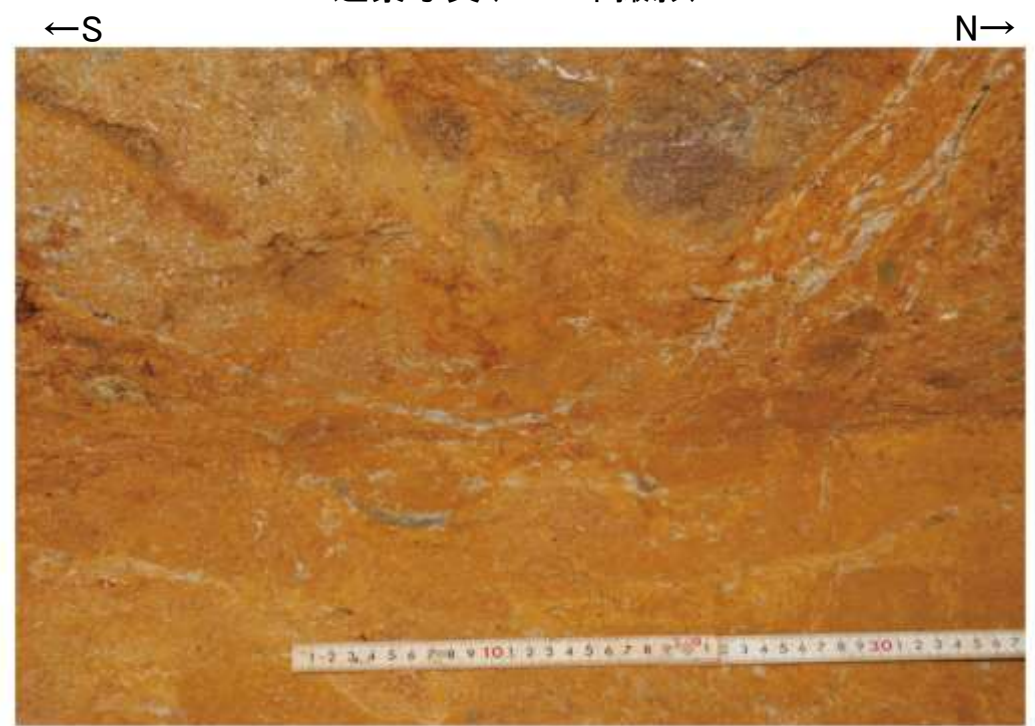
[段丘面]	
高位段丘V面	高位段丘1b面
高位段丘IV面	高位段丘1a面
高位段丘III面	中位段丘1面
高位段丘II面	古期扇状地
	沖積段丘面
[リニアメント・変動地形]	
Li (変動地形である可能性がある)	
Li (変動地形である可能性が高い)	
Li (変動地形である可能性は非常に高い)	
*は以下欄を参照。 ↓は地形面の傾斜の向きを示す。	
— 敷地内断層(評価対象断層)	



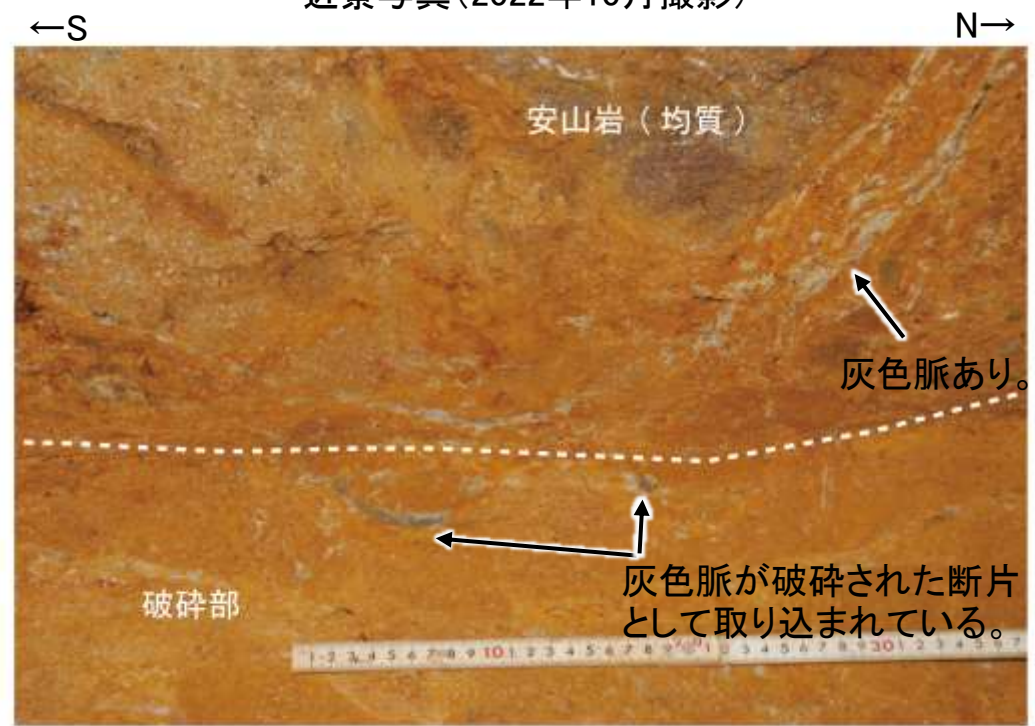
遠景写真(2013年撮影)



近景写真(2022年10月撮影)



拡大写真(2022年10月撮影)



拡大写真(解釈線加筆)

破碎部中には、断層上盤の母岩である安山岩(角礫質)に分布する灰色脈が、破碎された断片として取り込まれて分布する。

- ・母岩に認められる灰色脈は、破碎部中に破碎された断片として取り込まれており、灰色脈に変位・変形が認められる。
- ・これは、灰色脈の形成後に断層活動が起きたことを示す。

[5] セラドナイトのK-Ar年代分析データ

(コメントNo.133)

No	コメント	回答概要
133	大坪川ダム付近のボーリングコアで認められる青色の物質(セラドナイト)のK-Ar年代分析データを資料に添付すること。	<ul style="list-style-type: none">・敷地近傍(F-1' 孔)で確認された緑灰色の粘土鉱物について, XRD分析の結果, 緑灰色の粘土鉱物はセラドナイトであることを確認した。・K-Ar年代分析の結果, 緑灰色の粘土鉱物のK-Ar年代値は11.8 ± 0.4Maを示す。・上記の調査の結果, セラドナイトとI/S混合層は生成温度が類似しており, K-Ar年代値もほぼ同じ値を示すことから, 敷地近傍のセラドナイトとI/S混合層はほぼ同様な温度環境で生成したと判断した。(セラドナイトのK-Ar年代分析結果に, 本考察結果を加えて資料に添付する。)

[5] セラドナイトのK-Ar年代分析データ

コメントNo.133

【回答の概要】

セラドナイトに関する調査結果(今回実施)

- 敷地近傍(F-1' 孔)で確認された緑灰色の粘土鉱物について、敷地の変質鉱物の生成環境に関する評価との関係を確認するため、以下の分析・調査を行った。
- XRD分析の結果、緑灰色の粘土鉱物はセラドナイトであることを確認した(下図)。
- 文献調査の結果、Odin et al.(1988)によれば、酸素同位体温度計から求められたセラドナイトの生成温度は6~84°Cとしており、高いものでは生成温度が50~100°Cのものもあるとしている。
- K-Ar年代分析の結果、緑灰色の粘土鉱物(セラドナイト)のK-Ar年代値は 11.8 ± 0.4 Maを示す(下表)。

I/S混合層に関する調査結果(本資料P.5-41, 45, 第1049回審査会合にて説明済)

- 文献調査の結果、I/S混合層の生成温度は約50°C以上である。
- K-Ar年代分析の結果、I/S混合層のK-Ar年代値は15~10Maを示す。

上記を踏まえた考察

- 上記の調査の結果、セラドナイトとI/S混合層は生成温度が類似しており、K-Ar年代値もほぼ同じ値を示すことから、敷地近傍のセラドナイトとI/S混合層はほぼ同様な温度環境で生成したと判断した。

大坪川ダム付近のボーリングコアで認められる青色の物質(セラドナイト)のK-Ar年代分析データを資料に添付すること。

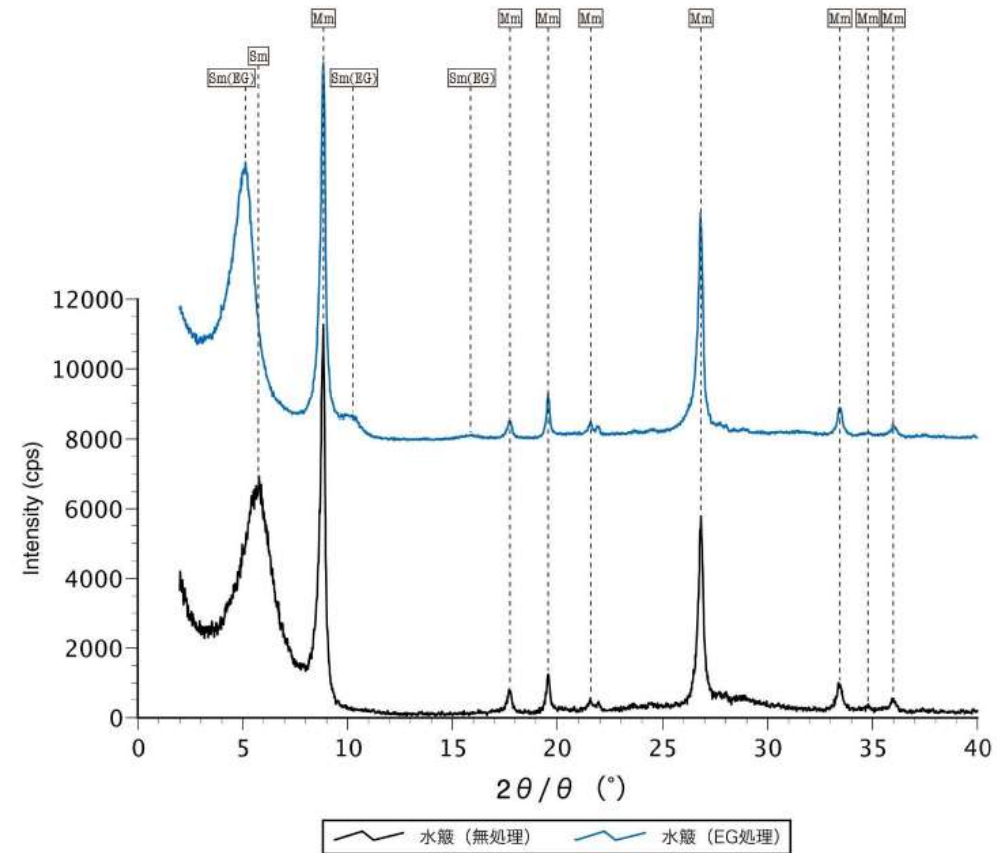
(深度) 36.0 36.1 36.2 36.3 (m)



コア写真(F-1' 孔 36.0~36.3m) ○ 試料採取位置



分析試料



Sm:スメクタイト
Mm:セラドナイト

X線回折チャート(定方位)

K-Ar年代分析結果

対象物	試料採取箇所		測定物(粒径)	カリウム含有量(wt.%)	放射性起源 ⁴⁰ Ar (10 ⁻⁸ cc STP/g)	K-Ar年代(Ma)	非放射性起源 ⁴⁰ Ar(%)
緑灰色の粘土鉱物	F-1' 孔_深度36.20m	EL 27.48m	セラドナイト(0.2-2 μm)	5.373±0.107	247.3±6.6	11.8±0.4	55.0

[6] 主たる根拠とする鉱物脈データ

(コメントNo.134)

No	コメント	回答概要
134	各評価対象断層の鉱物脈法による活動性評価において、どの薄片を主たる根拠とするかを明確に示すこと。	・鉱物脈法による評価において、各評価対象断層の活動性評価の明確な根拠として用いる薄片(主たる根拠)と、そのうち最新面と鉱物脈との切り合い関係が最も明確であると評価した薄片を一覧表で示した。

[6] 主たる根拠とする鉱物脈データ - S-1~S-5 -

コメントNo.134

各評価対象断層の鉱物脈法による活動性評価において、どの薄片を主たる根拠とするかを明確に示すこと。

【回答の概要】

○鉱物脈法による評価において、各評価対象断層の活動性評価の明確な根拠として用いる薄片(主たる根拠)を緑色、そのうち最新面と鉱物脈との切り合い関係が最も明確であると評価した薄片を黄色で示す。

○: 最新面を横断する鉱物脈あるいは最新ゾーン中の鉱物脈に変位・変形が認められない

△: 断層による変位・変形の有無を明確に判断することができない

Ⓐ: 約12~13万年前以前に生成(形成)した

Ⓑ: 年代を明確に判断できない

—: 当該範囲では確認できない

緑色: 断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり、鉱物脈の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータ(主たる根拠)

黄色: 緑色のうち、各評価対象断層の中で、最新面と鉱物脈との切り合い関係が最も明確であると評価したデータ

※同一孔(K-10.3SW孔)において、最新面2と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係を明確にできなかったことから、範囲AだけではS-1の最新活動による変位・変形がないことが確認できないと判断した。

評価対象断層	評価地点			評価に用いた鉱物脈	断層活動(最新面及び最新ゾーン)と鉱物脈の関係			評価結果	
	孔名	薄片名	確認範囲		鉱物脈の年代	最新面			最新ゾーン
						最新面1	最新面2		
S-1	H-6.7孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	○	—	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を横断して分布し、最新面1が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-1(最新面1)の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
			範囲B	I/S混合層	Ⓐ	—	△	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2付近に分布し、最新面2が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を明瞭に横断しておらず、最新面2と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。
		薄片②	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	○	—	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-1の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
			範囲B	I/S混合層	Ⓐ	—	○	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-1の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
	H-6.6-1孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	○	—	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-1の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
			範囲B	I/S混合層	Ⓐ	—	○	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-1の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
	M-12.5”孔	薄片①	範囲A	碎屑岩脈	Ⓐ	○	—	○	・碎屑岩脈が最新面及び最新ゾーン全体を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められないことから、S-1の最新活動は、碎屑岩脈の形成以前である。
			範囲B	碎屑岩脈	Ⓐ	—	○		・碎屑岩脈が最新面及び最新ゾーン全体を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められないことから、S-1の最新活動は、碎屑岩脈の形成以前である。
	岩盤調査坑 No.25切羽	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	—	△	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断しておらず、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。
	H-6.5-2孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	△	—	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1付近に分布し、最新面1が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を明瞭に横断しておらず、最新面1と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。
範囲B			I/S混合層	Ⓐ	—	△	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2付近に分布し、最新面2が不連続になるものの、薄片作成時等の乱れの影響を受けている可能性があり、最新面2と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。	
K-10.3SW孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	○※	—	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を横断して分布し、最新面1が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。	
		範囲B	I/S混合層	Ⓐ	—	△	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2付近に分布し、最新面2が不連続になるものの、薄片作成時等の乱れの影響を受けている可能性があり、最新面2と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。	
S-2・S-6	F-8.5'孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	—	○	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。 ・また、この不連続箇所において、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を遮るように分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-2・S-6の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
	K-6.2-2孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	○	○	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-2・S-6の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
			範囲B	I/S混合層	Ⓐ	—	△	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断しておらず、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。
E-8.5-2孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	—	△	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断しておらず、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。	
S-4	E-8.60孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	—	○	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-4の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
	E-8.50”孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	○	△	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を横断して分布し、最新面1が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-4(最新面1)の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 ・また、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2付近に分布し、最新面2が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を明瞭に横断しておらず、最新面2と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。
			範囲B	I/S混合層	Ⓐ	—	○	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-4の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
	E-11.1SE-2孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	△	—	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、薄片作成時等の乱れの影響を受けている可能性があり、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。
			範囲B	I/S混合層	Ⓐ	△	△	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、薄片作成時等の乱れの影響を受けている可能性があり、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。
R-8.1-1-2孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	—	○	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-5の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	
R-8.1-1-3孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	—	△	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断しておらず、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。	
S-5	H-5.4-4E孔	薄片①	主せん断面付近	—	—	—	△	・最新ゾーンは、周辺の固結した破碎部と類似した性状を有し、Y面は認められないことから、固結した破碎部形成以降の活動はないと考えられるものの、その形成年代については明確に判断できない。 ・最新ゾーンには明瞭な変質鉱物が認められず、変質鉱物と最新活動との関係が明確でない。	

[6] 主たる根拠とする鉱物脈データ - S-7~K-18 -

紫字: 第1073回審査会合以降の追加変更箇所

○: 最新面を横断する鉱物脈あるいは最新ゾーン中の鉱物脈に変位・変形が認められない

△: 断層による変位・変形の有無を明確に判断することができない

Ⓐ: 約12~13万年前以前に生成(形成)した

Ⓑ: 年代を明確に判断できない

—: 当該範囲では確認できない

緑色: 断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり、鉱物脈の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータ(主たる根拠)

黄色: 緑色のうち、各評価対象断層の中で、最新面と鉱物脈との切り合い関係が最も明確であると評価したデータ

評価対象断層	評価地点			評価に用いた鉱物脈	断層活動(最新面及び最新ゾーン)と鉱物脈の関係			評価結果	
					最新面	最新ゾーン			
	孔名	薄片名	確認範囲			鉱物脈の年代	最新面1		最新面2	最新ゾーン
S-7	H-5.7' 孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	○	—	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を横断して分布し、最新面1が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-7(最新面1)の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
			範囲B	I/S混合層	Ⓐ	—	△	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2付近に分布し、最新面2が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を明瞭に横断しておらず、最新面2と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。
		薄片②	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	—	○	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を横断して分布し、最新面2が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-7(最新面2)の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
			範囲B	I/S混合層	Ⓐ	—	○	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-7の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
	H-5.4-1E孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	○	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-7の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	
S-8	F-6.75孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	○	—	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-8の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
			範囲B	I/S混合層	Ⓐ	○	—	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-8の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
K-2	G-1.5-80孔	薄片③	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	○	—	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-2の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
		薄片②	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	○	—	—	
		薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	○	—	—	
	H-1.1-87孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	○	△	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面1を横断して分布し、最新面1が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-2(最新面1)の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 ・また、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2付近に分布し、最新面2が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を明瞭に横断しておらず、最新面2と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。
			範囲B	I/S混合層	Ⓐ	—	○	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面2を横断して分布し、最新面2が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-2(最新面2)の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
	H-1.1孔	薄片①	範囲A	オパールCT	Ⓑ	○	—	○	・オパールCTが最新面及び最新ゾーン全体を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められないものの、オパールCTはI/S混合層より低温で生成される変質鉱物であり、その生成年代については明確に判断できない。
範囲B			オパールCT	Ⓑ	○				
範囲C			オパールCT	Ⓑ	○				
	K-2露頭a地点	薄片①	主せん断面付近	—	—	△	△	・最新ゾーンは、破碎流動が認められる固結した破碎部からなり、封圧の小さな地表付近ではなく、地下深部で形成されたと判断されるものの、その形成年代については明確に判断できない。	
K-3	M-2.2孔	薄片①ほか	破碎部全体	I/S混合層	Ⓐ	△	△	○	・最新ゾーンでは岩片間の基質中に粘土鉱物(I/S混合層)が網目状に分布し、その網目状の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。 ・また、最新ゾーン中の一部の岩片においては、微細な脈状の粘土鉱物(I/S混合層)が、岩片付近の基質中の変質部から岩片の内部まで連続的に分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に礫の回転による変位・変形は認められないことから、K-3の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
	N-2.3-1孔、K-2露頭a地点	薄片①	主せん断面付近	—	—	△	△	△	・最新ゾーンは、破碎流動が認められる固結した破碎部からなり、封圧の小さな地表付近ではなく、地下深部で形成されたと判断されるものの、その形成年代について明確に判断できない。
K-14	H-0.3-80孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	○	—	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-14の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
	H'-1.3孔	薄片①	範囲A	フィリップサイト	Ⓐ	△	—	—	・最新面に接してフィリップサイトの柱状結晶や、最新面直近にフィリップサイトの十字状の自形結晶が晶出しており、これらの結晶に破碎や変形は認められないものの、薄片作成時等の乱れの影響を受けている可能性があり、最新面とフィリップサイトとの切り合い関係が不明確である。
範囲B			フィリップサイト	Ⓐ	△	—	—		
K-18	H-0.2-75孔	薄片②	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	○	—	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。 ・また、最新面の延長位置に認められる最新面と同じ方向の割れ目は、上部で途切れて不連続になっており、この不連続箇所において、粘土鉱物(I/S混合層)が割れ目や最新面を遮るように分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-18の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
		薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	△	—	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断しておらず、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。
	薄片③	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	△	—	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断しておらず、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。	
	H-0.2-60孔	薄片①	範囲A	I/S混合層	Ⓐ	△	—	—	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断しておらず、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。
薄片②		範囲A	I/S混合層	Ⓐ	△	—	—		

[7] K-18の鉱物脈法による評価

(コメントNo.135)

No	コメント	回答概要
135	H-0.2-75孔 薄片②において、最新面の延長位置に認められる割れ目をせき止めるように高角度で横断する鉱物脈について、詳細な観察結果を示すこと。	<ul style="list-style-type: none">・H-0.2-75孔 薄片②の範囲Aにおいて、最新面の延長位置に認められる割れ目や最新面とI/S混合層との関係を詳細に確認した。・割れ目が途切れて不連続になる箇所には、粘土鉱物(I/S混合層)が割れ目や最新面を遮るように分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

コメントNo.135

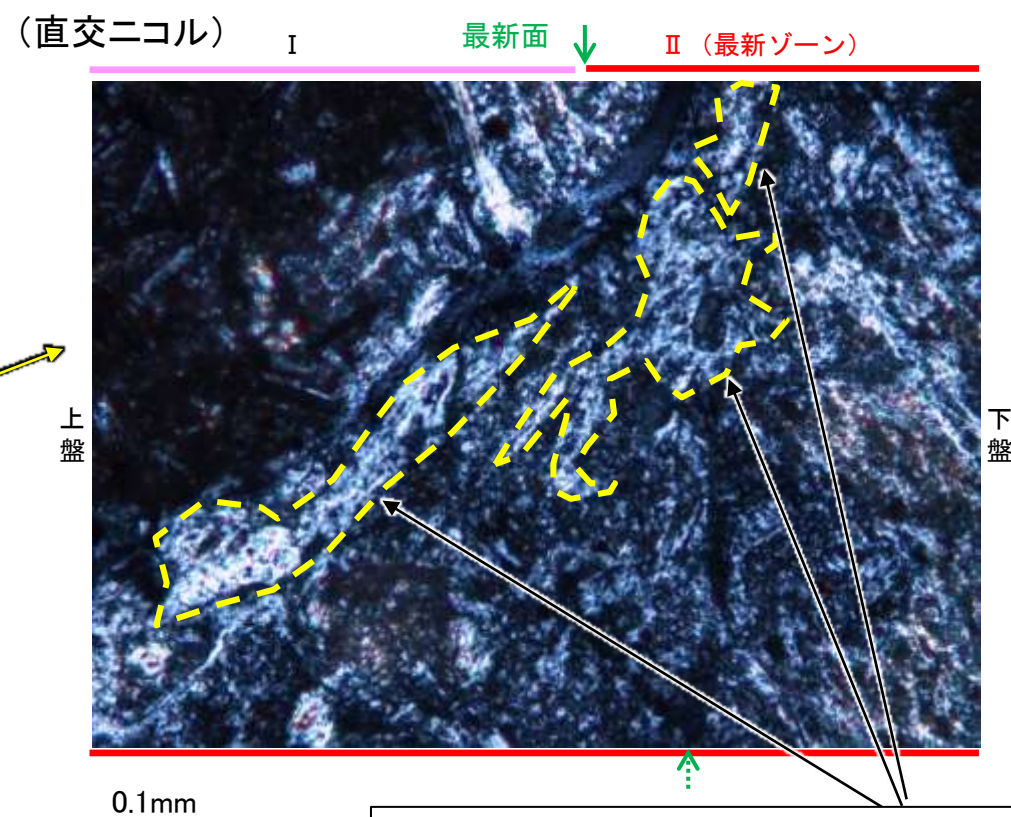
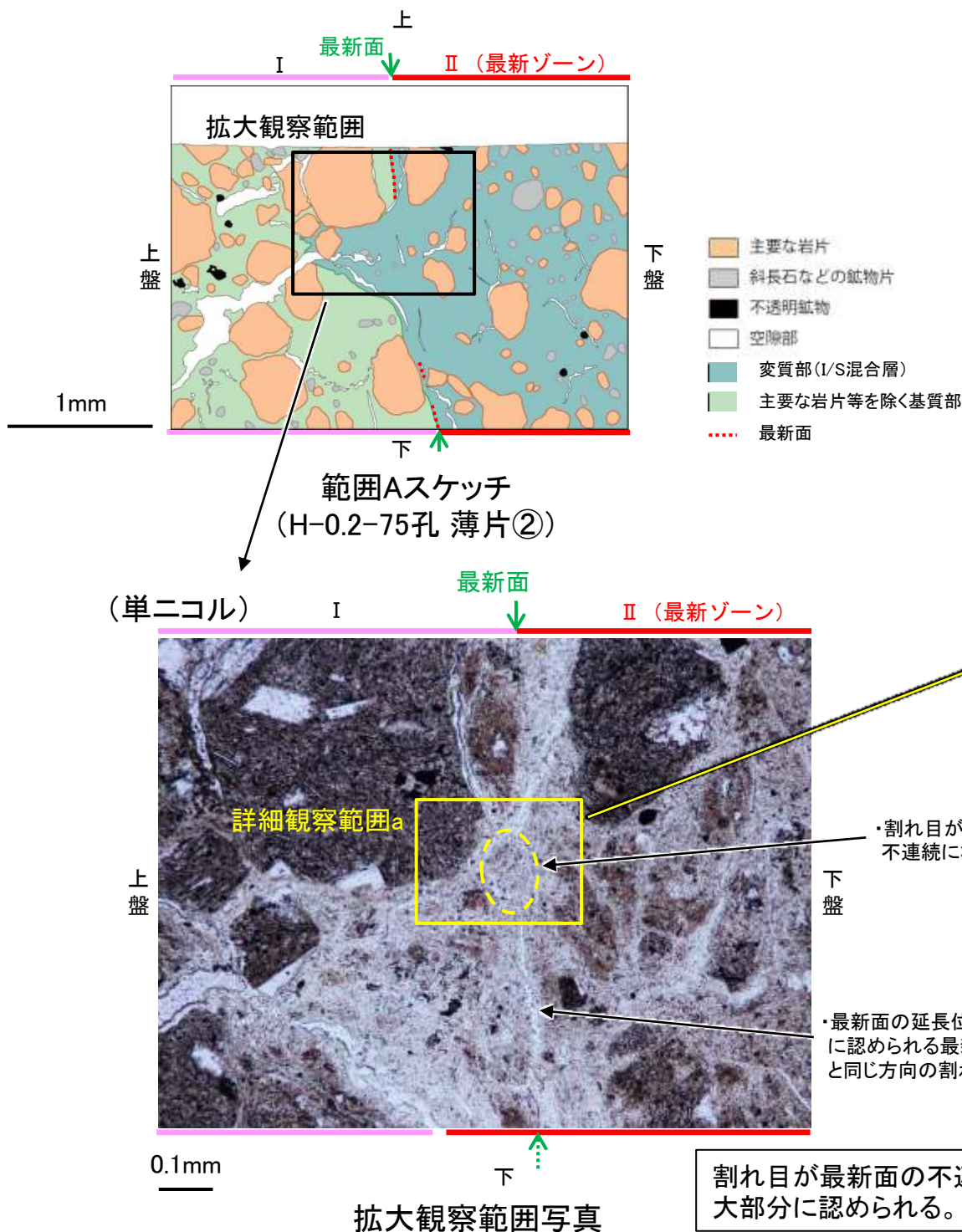
【回答の概要】

H-0.2-75孔 薄片②において、最新面の延長位置に認められる割れ目をせき止めるように高角度で横断する鉱物脈について、詳細な観察結果を示すこと。

○H-0.2-75孔 薄片②の範囲Aにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

○ただし、最新面の延長位置に認められる最新面と同じ方向の割れ目が、最新面の不連続箇所の大部分に認められるため、割れ目が途切れて不連続になる箇所において、この割れ目や最新面とI/S混合層との関係を詳細に確認した。

○H-0.2-75孔 薄片②の範囲Aにおいて、割れ目が途切れて不連続になる箇所には、粘土鉱物(I/S混合層)が割れ目や最新面を遮るように分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。



・粘土鉱物(I/S混合層)が割れ目や最新面を遮るように分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。

詳細観察範囲a写真
(割れ目や最新面を遮るように分布する粘土鉱物を加筆)

割れ目が最新面の不連続箇所の大部分に認められる。

[7]K-18の鉱物脈法による評価

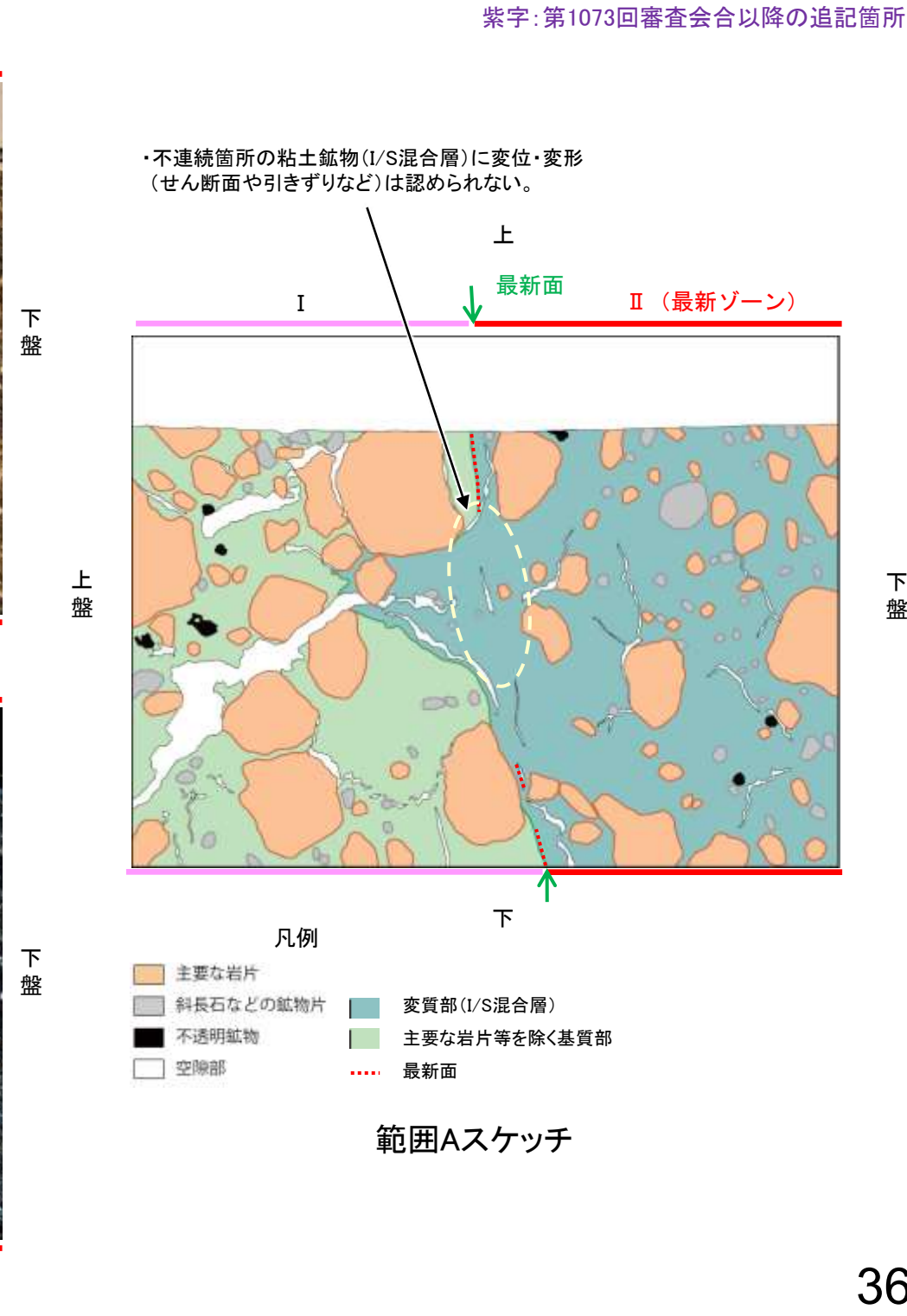
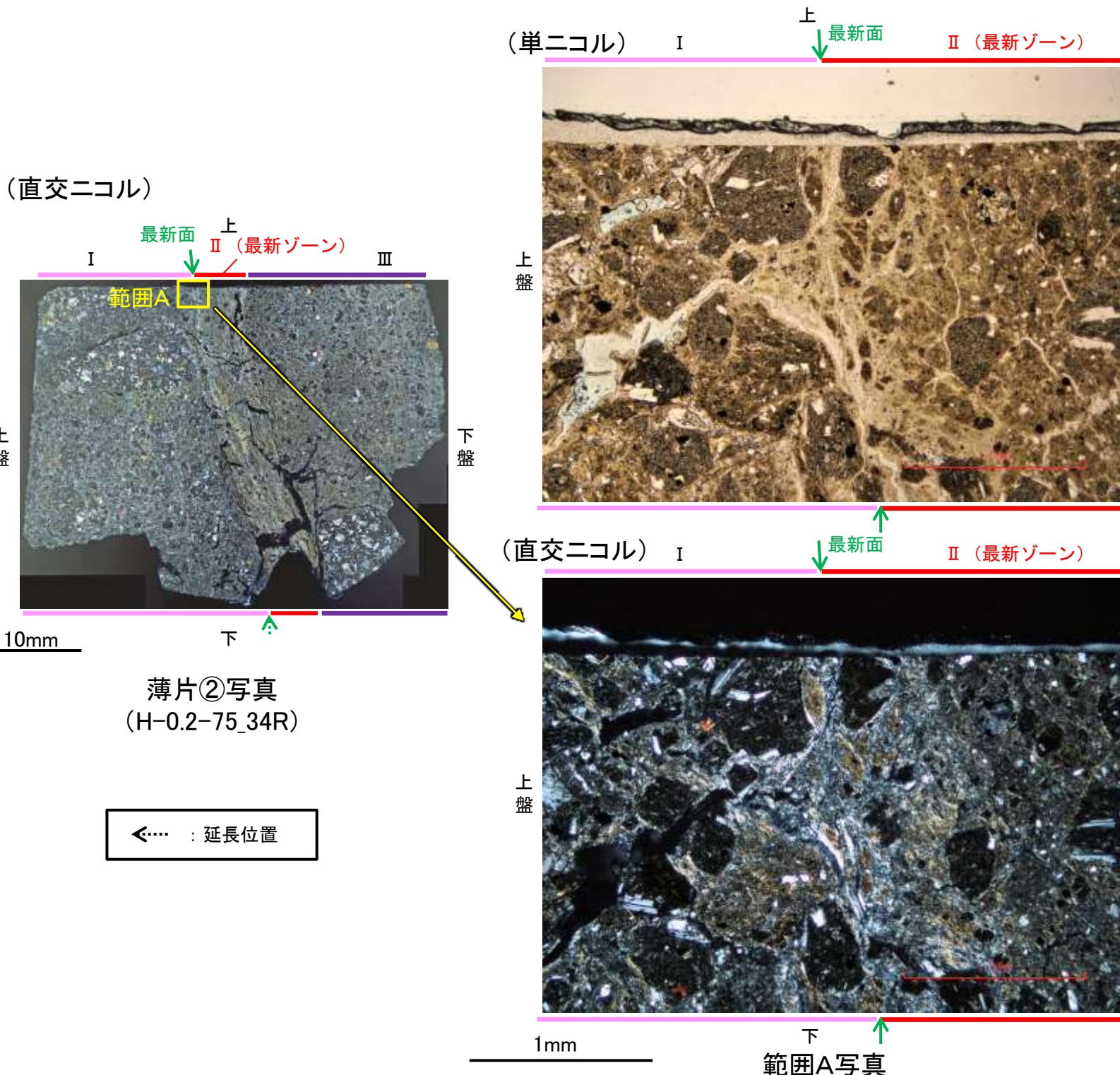
○H-0.2-75孔 薄片②の範囲Aにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所での粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

○また、最新面の延長位置に認められる最新面と同じ方向の割れ目は、上部で途切れて不連続になっており、この不連続箇所において、粘土鉱物(I/S混合層)が割れ目や最新面を遮るように分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断した。

紫字: 第1073回審査会合以降の追記箇所

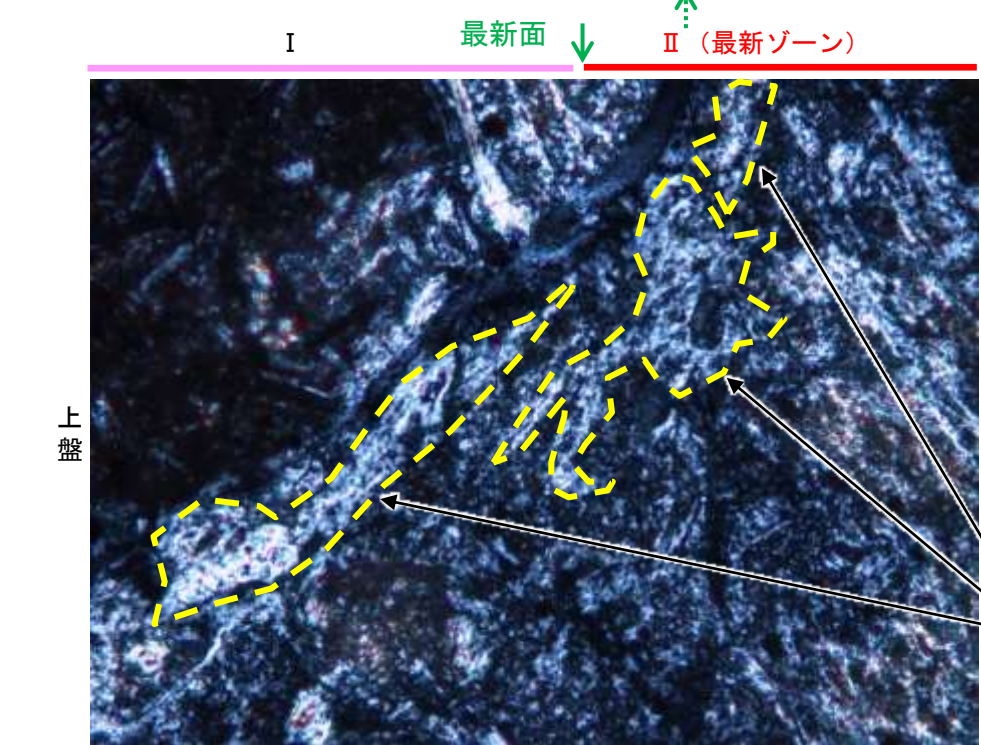
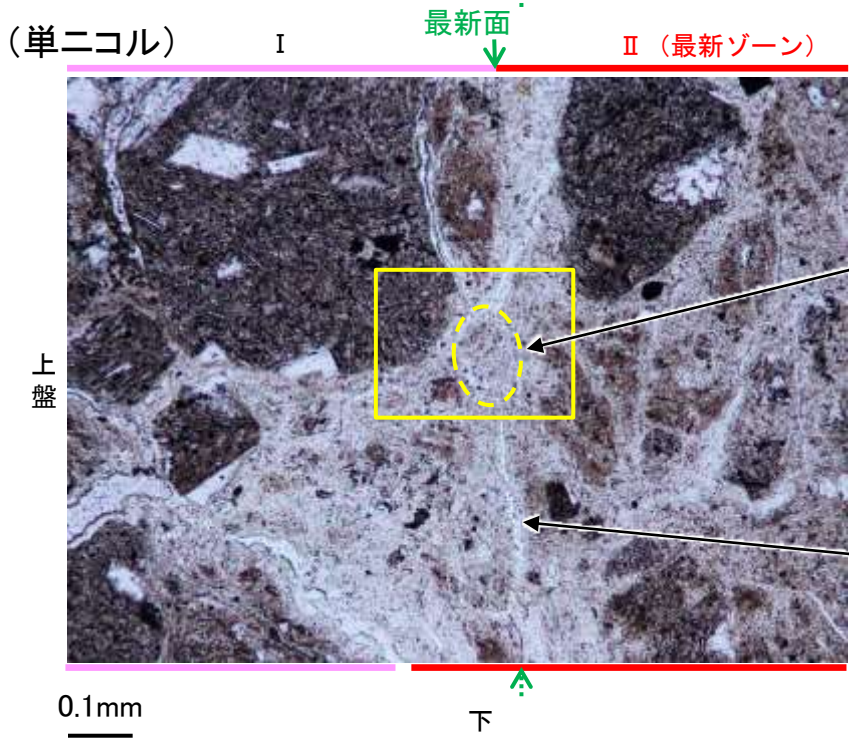
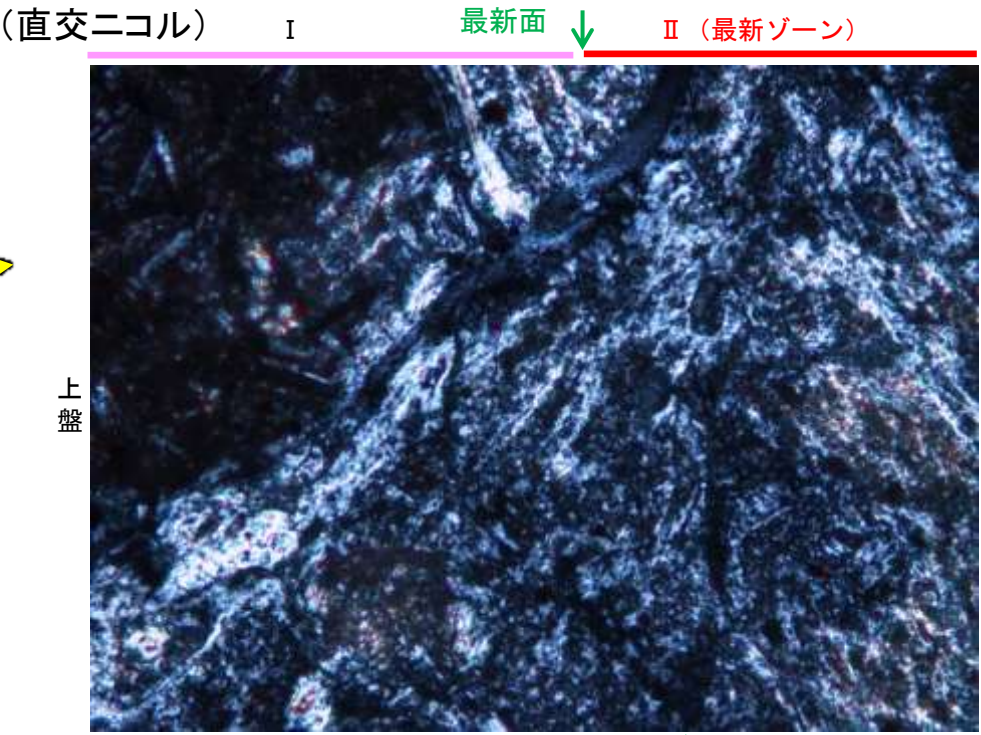
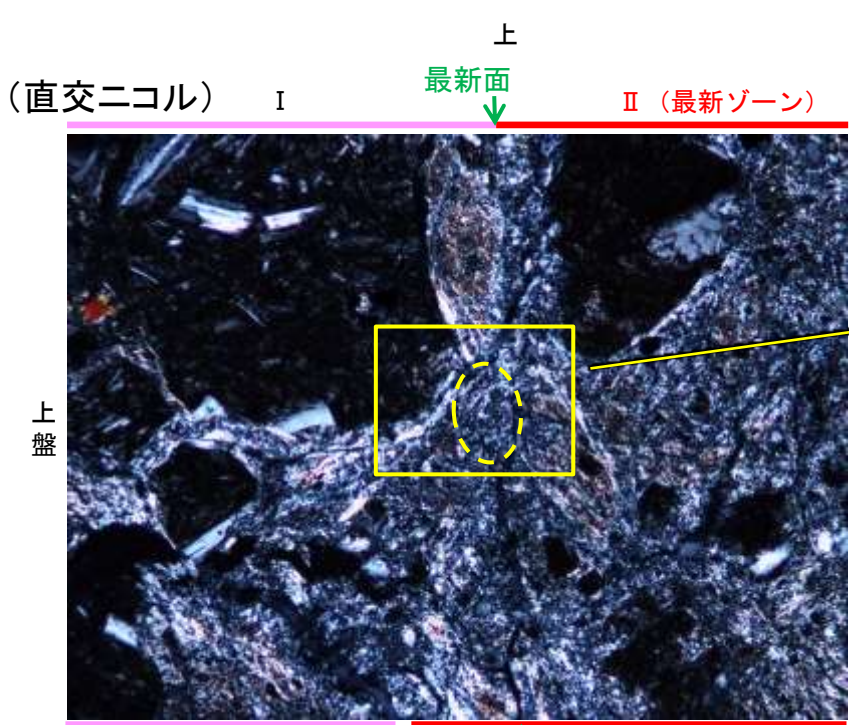


K-18_H-0.2-75孔②

【割れ目や最新面を遮るように分布する粘土鉱物(範囲A)】

○範囲Aの最新面の延長位置に認められる最新面と同じ方向の割れ目はせん断面ではないと判断した(前頁)ものの、割れ目が最新面の不連続箇所的大部分に認められるため、この割れ目や最新面とI/S混合層との関係を詳細に確認した。

○その結果、割れ目が途切れて不連続になる箇所において、粘土鉱物(I/S混合層)が割れ目や最新面を遮るように分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。



拡大観察範囲写真

←… : 延長位置

詳細観察範囲a写真

(下は割れ目や最新面を遮るように分布する粘土鉱物を加筆)

[8] K-3の鉱物脈法による評価 (コメントNo.136)

No	コメント	回答概要
136	M-2.2孔において、岩片の縁辺から内部まで認められる脈状の粘土鉱物が、マトリクスの中まで連続していることについて、詳細な観察結果を示すこと。	・M-2.2孔の最新ゾーンにおいて、微細な脈状の粘土鉱物(I/S混合層)が、岩片付近の基質中の変質部から岩片の内部まで連続的に分布する状況について、観察結果をスケッチに示した。

[8]K-3の鉱物脈法による評価 一概要一

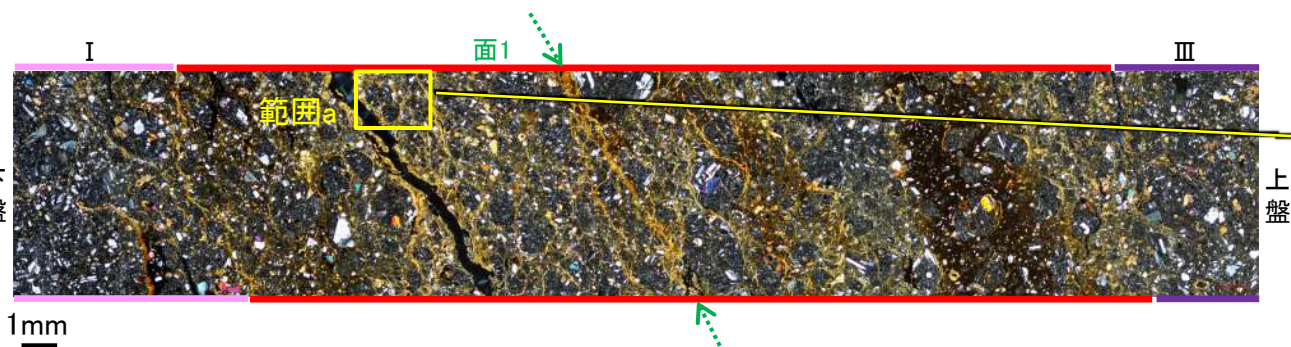
コメントNo.136

【回答の概要】

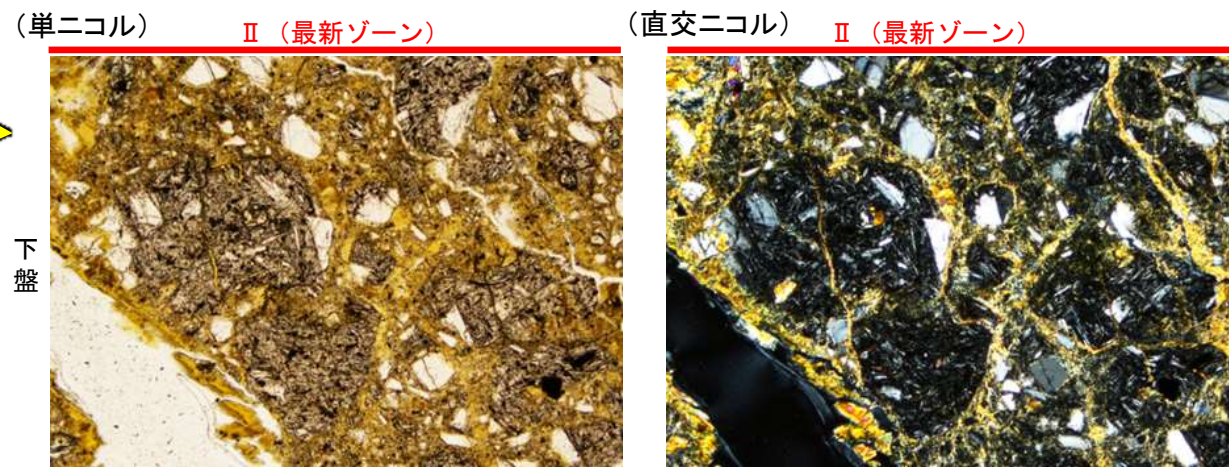
M-2.2孔において、岩片の縁辺から内部まで認められる脈状の粘土鉱物が、マトリクスの中まで連続していることについて、詳細な観察結果を示すこと。

OM-2.2孔の最新ゾーンにおける礫の回転等による変位・変形の有無を確認するために、最新ゾーン中の岩片の周辺を詳細に観察した。

OM-2.2孔の最新ゾーンにおいて、微細な脈状の粘土鉱物(I/S混合層)が、岩片付近の基質中の変質部から岩片の内部まで連続的に分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に礫の回転等による変位・変形は認められない。

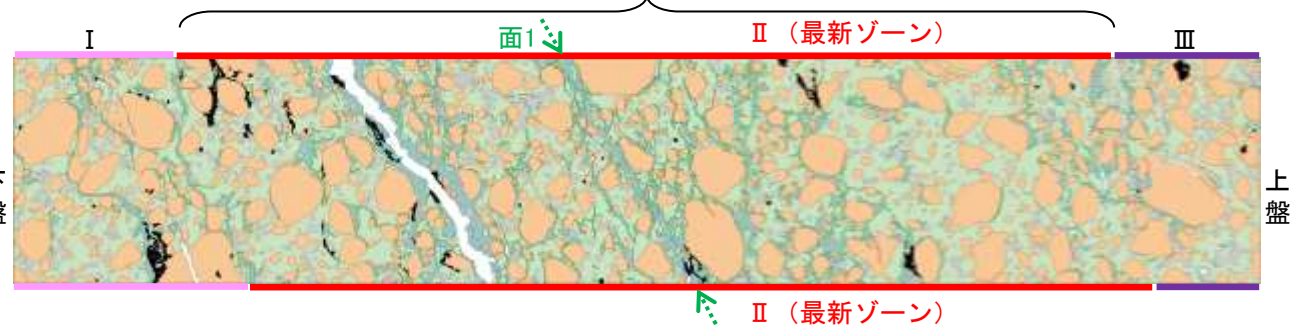


M-2.2孔 範囲A・B写真(直交ニコル)



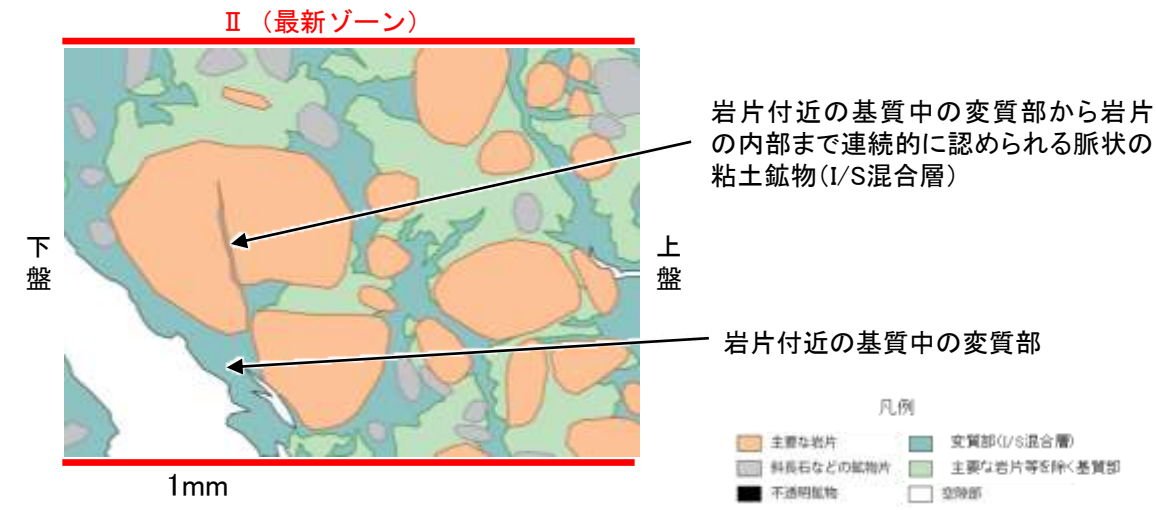
範囲a写真

・最新ゾーンでは岩片間の基質中に粘土鉱物(I/S混合層)が網目状に分布(スケッチ中の水色)し、その網目状の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。



- 凡例
- 主要な岩片
 - 斜長石などの鉱物片
 - 不透明鉱物
 - 変質部(I/S混合層)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 空隙部
- ← : 延長位置

M-2.2孔 範囲A・Bスケッチ



岩片付近の基質中の変質部から岩片の内部まで連続的に認められる脈状の粘土鉱物(I/S混合層)

岩片付近の基質中の変質部

- 凡例
- 主要な岩片
 - 斜長石などの鉱物片
 - 不透明鉱物
 - 変質部(I/S混合層)
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 空隙部

範囲aスケッチ

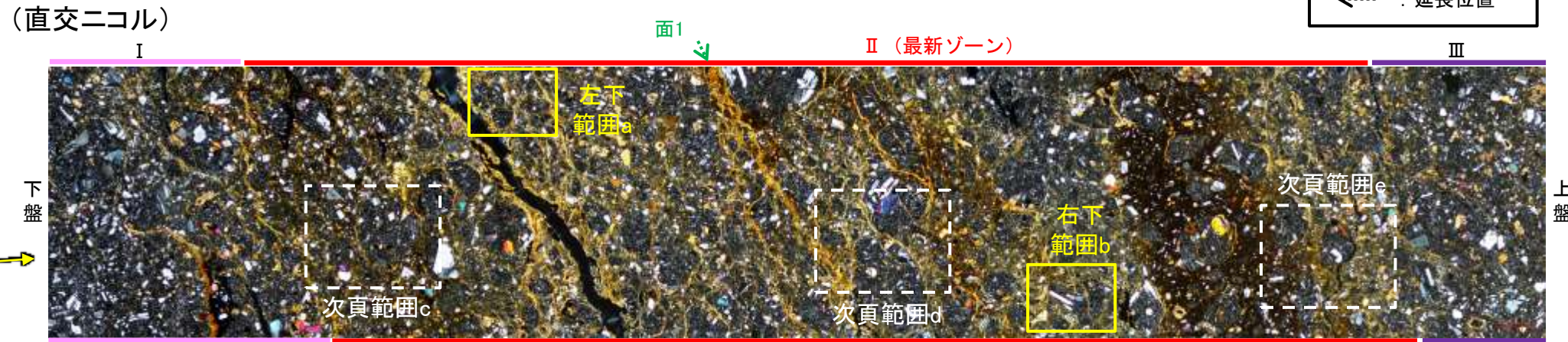
・最新ゾーン中の岩片の周辺を詳細に観察した結果、一部の岩片においては微細な脈状の粘土鉱物(I/S混合層)が、岩片付近の基質中の変質部から岩片の内部まで連続的に分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に礫の回転等による変位・変形は認められない。

紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所

K-3_M-2.2孔

【岩片周辺の粘土鉱物の詳細観察(範囲a, b)】

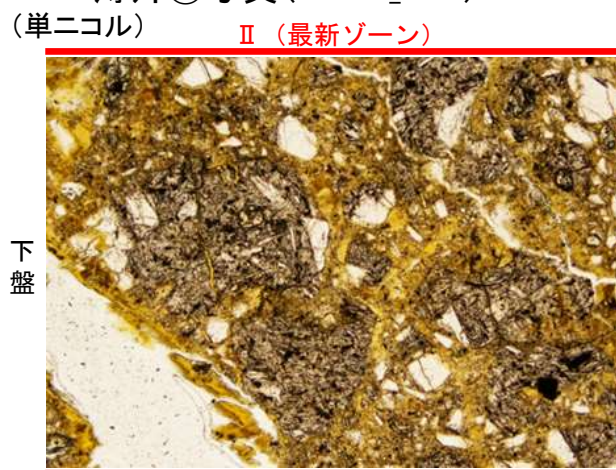
←… : 延長位置



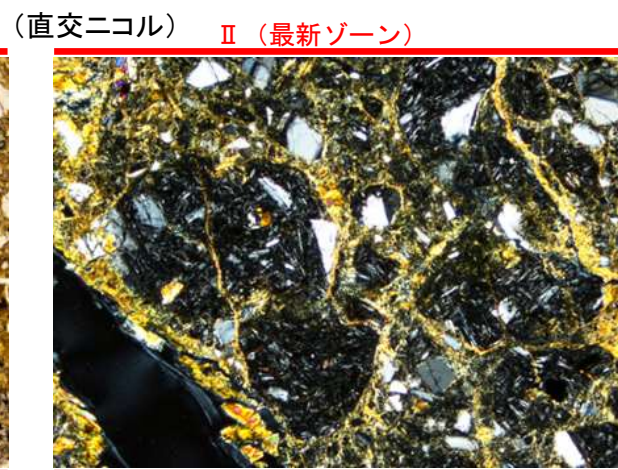
範囲A・B写真

10mm 薄片①写真(M-2.2_90R)

1mm



下盤



上盤

範囲a写真

II (最新ゾーン)



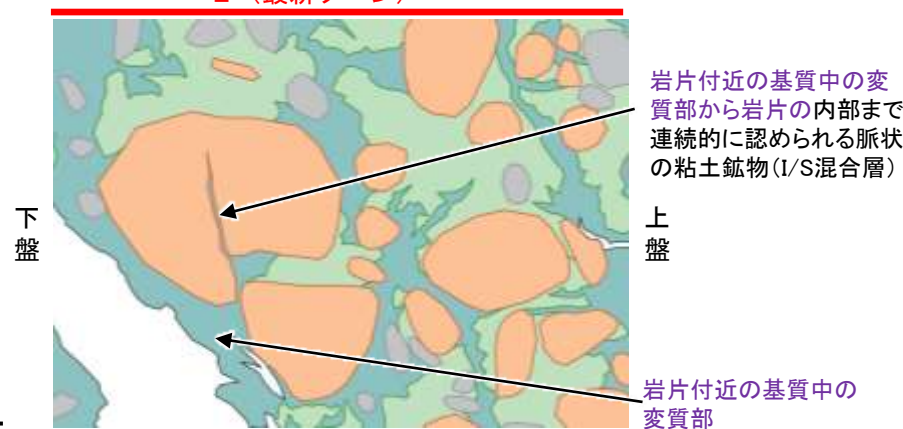
下盤



上盤

範囲b写真

II (最新ゾーン)



下盤

上盤

岩片付近の基質中の変質部から岩片の内部まで連続的に認められる脈状の粘土鉱物(I/S混合層)

岩片付近の基質中の変質部



下盤

上盤

岩片付近の基質中の変質部

岩片付近の基質中の変質部から岩片の内部まで連続的に認められる脈状の粘土鉱物(I/S混合層)

岩片付近の基質中の変質部から岩片の内部まで連続的に認められる脈状の粘土鉱物(I/S混合層)

- 凡例
- 主要な岩片
 - 変質部(I/S混合層)
 - 斜長石などの鉱物片
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 不透明鉱物
 - 空隙部

1mm

範囲aスケッチ

範囲bスケッチ

・最新ゾーン中の岩片の周辺を詳細に観察した結果, 一部の岩片においては微細な脈状の粘土鉱物(I/S混合層)が, 岩片付近の基質中の変質部から岩片の内部まで連続的に分布し, この粘土鉱物(I/S混合層)に礫の回転等による変位・変形は認められない。

紫字: 第1073回審査会合以降
の変更箇所

K-3_M-2.2孔

【岩片周辺の粘土鉱物の詳細観察(範囲c, d, e)】

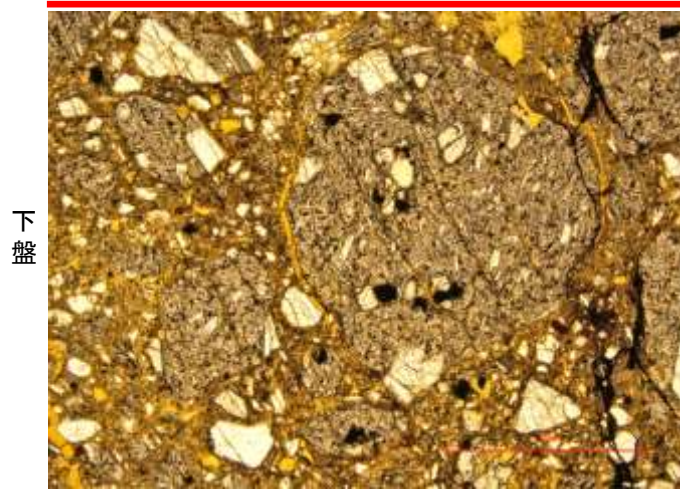
(直交ニコル)



範囲A・B写真

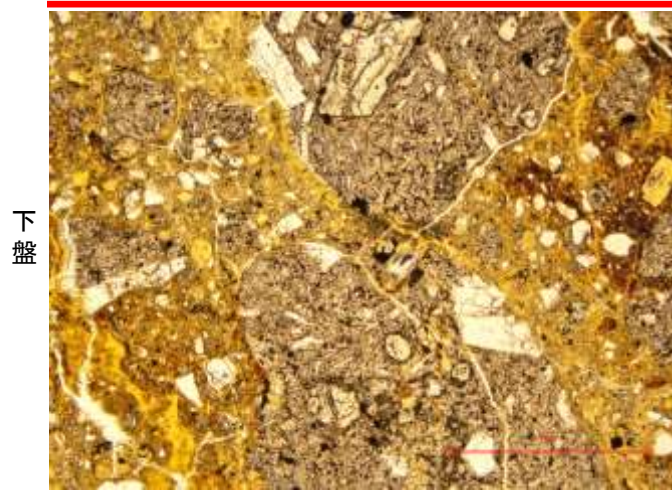
(単ニコル)

II (最新ゾーン)



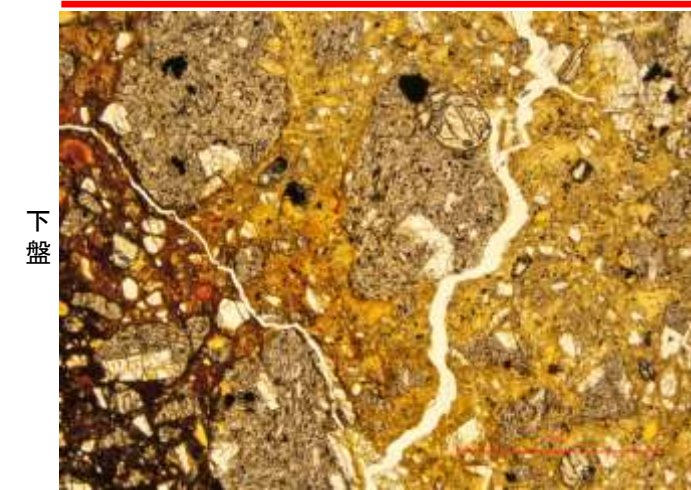
(単ニコル)

II (最新ゾーン)



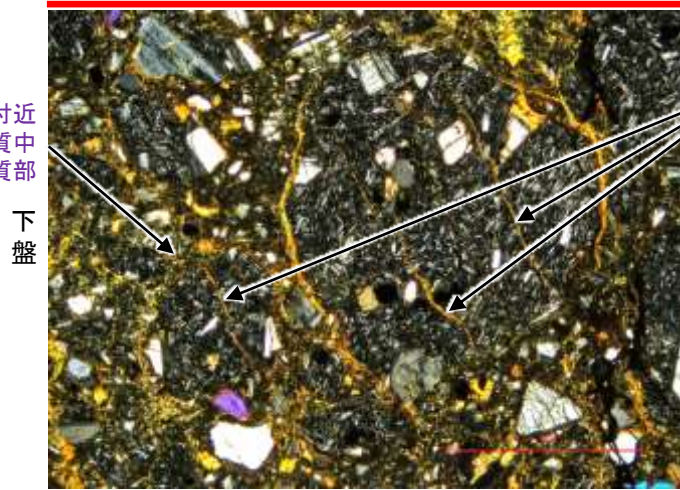
(単ニコル)

II (最新ゾーン)



(直交ニコル)

II (最新ゾーン)

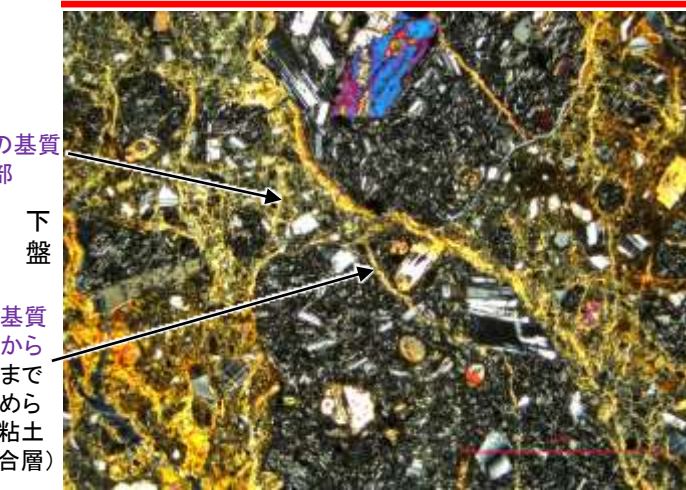


範囲c写真

岩片付近の基質中の変質部から岩片の内部まで連続的に認められる脈状の粘土鉱物(I/S混合層)

(直交ニコル)

II (最新ゾーン)



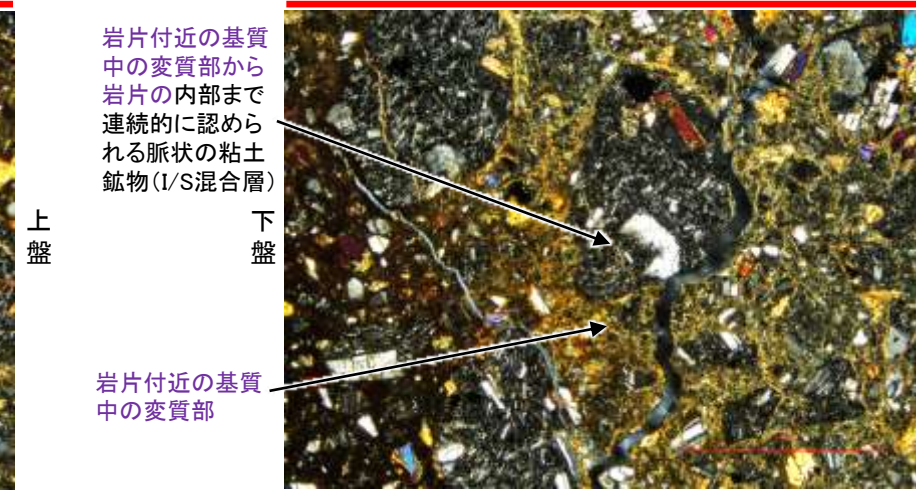
範囲d写真

岩片付近の基質中の変質部

岩片付近の基質中の変質部から岩片の内部まで連続的に認められる脈状の粘土鉱物(I/S混合層)

(直交ニコル)

II (最新ゾーン)



範囲e写真

岩片付近の基質中の変質部から岩片の内部まで連続的に認められる脈状の粘土鉱物(I/S混合層)

岩片付近の基質中の変質部

参考文献

- Deer, W. A., Howie, R. A., Zussman, J. (2013) : ROCK-FORMING-MINERALS 3rd Edition, Mineralogical Society, 58, 98.
- 黒田吉益・諏訪兼位(1983): 偏光顕微鏡と岩石鉱物, 共立出版, 72.
- Nakata, E., Yukawa, M., Okumura, H., Hamada, M. (2019): K-Ar dating by smectite extracted from bentonite formations, E3S Web of Conference, 98, 12015.
- Odin, G. S., Desprairies, A., Fullagar, P. D., Bellon, H., Decarreau, A., Frohlich, F., Zelvelder, M. (1988): Chapter D Nature and geological significance of celadonite, Odin, G. S. editor., Developments in Sedimentology, 45, Elsevier, Amsterdam, 337-398.
- 渡辺隆(1981): イライト／モンモリロナイト混合層鉱物の混合層構造の判定, 鉱物学雑誌, 第15巻 特別号, 32-41.
- 渡辺隆(1986): 混合層粘土鉱物の構造解析と判定法の諸問題, 粘土科学, 第26巻, 第4号, 238-246.
- 吉村尚久(2001): 粘土鉱物と変質作用, 地学団体研究会.