

志賀原子力発電所2号炉 敷地周辺の地質・地質構造について

敷地近傍の断層の評価
(コメント回答)

2023年7月14日
北陸電力株式会社

当資料には商業機密または防護上の観点から公開できないデータを含んでいます。

余白

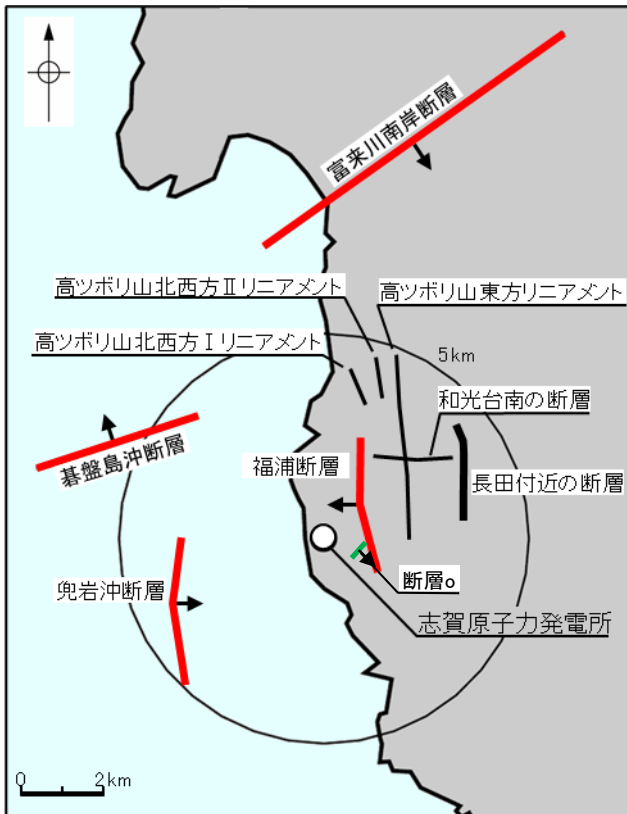
- 当社は、敷地近傍の断層の評価について、第1064回審査会合(2022年7月29日)及び第2回現地調査(2022年10月13, 14日)において説明を行った。
- また、第2回現地調査でのコメントを踏まえ、第1090回審査会合(2022年11月11日)及び第1105回審査会合(2022年12月23日)において断層oの活動性評価方針について説明を行い、その方針に沿ってデータ拡充を行った。
- 本日は、上記審査会合及び現地調査以降に追加したデータを踏まえて、断層o及びその他の敷地近傍の断層の評価に関するコメント回答を行う。

敷地近傍の断層の分布と評価結果(概要)

評価結果一覧表

- 敷地近傍に分布する福浦断層, 兜岩冲断層, 基盤島冲断層及び敷地から約9km北方に分布する富来川南岸断層については, 後期更新世以降の活動が否定できない。
- 断層oについては, 後期更新世以降の活動が認められない。
- 長田付近の断層, 和光台南の断層, 高ツボリ山付近の3条のリニアメントについては, 対応する断層は認められない。
- 海域において海上音波探査記録の解析及び海底重力探査を実施した結果, 富来川南岸断層から兜岩冲断層に連続する構造は認められない。

調査・評価	名称	文献調査			リニアメント・変動地形 (空中写真判読)	海上音波探査	詳細調査 (地質調査等)	評価	備考
		活断層研究会(1991)	今泉ほか(2018)	その他の文献					
敷地近傍陸域	ふくら 福浦断層	確実度 I 2.5km	推定活断層 [約2.0km]	加藤・杉山(1985)等に図示あり	直線的に連続する逆向きの低崖等 約2.7km		下末吉期を経て赤色土壌化した地層に断層の影響が否定できない。	約3.2km区間※1を後期更新世以降の活動が否定できないと評価。	今回コメント回答
	断層o	なし	なし	なし	なし		粘土鉱物(イライト/スメクタイト混合層)に変位・変形は認められない。海成段丘面の段丘面内縁標高, 旧汀線高度等に, 断層oの上盤側(南東側)が一樣に高い傾向は認められない。	後期更新世以降の活動は認められない※2。	
	ながた 長田付近の断層	確実度 II 2km	なし	加藤・杉山(1985)等に図示あり	直線的に連続する急崖等 約2.5km		リニアメント・変動地形として判読した急崖, 鞍部及び直線状の谷は, 別所岳安山岩類と草木互層との地層境界に位置し, そこに断層は認められない。	別所岳安山岩類と草木互層の地層境界を反映した差別侵食地形であり, 対応する断層は認められない。	
	わこうだいまなみ 和光台南の断層	確実度 II 2km	なし	なし	なし		高位段丘面に高度差が認められない。和光台南の断層と推定される位置の沢部に別所岳安山岩類が広範囲に連続して分布し, そこに断層は認められない。	直線性・連続性に乏しい谷地形であり, 対応する断層は認められない。	
	たか やまほくせいほう 高ツボリ山北西方 I リニアメント	確実度 III [約0.5km]	なし	なし	なし		リニアメントと推定される位置を横断する沢部に別所岳安山岩類が広範囲に連続して分布し, そこに断層は認められない。	直線性・連続性に乏しい谷地形であり, 対応する断層は認められない。	
	たか やまほくせいほう 高ツボリ山北西方 II リニアメント	確実度 III [約0.8km]	なし	なし	なし		高位段丘面に高度差が認められない。リニアメントと推定される位置を横断して別所岳安山岩類が連続で分布し, そこに断層は認められない。	直線性・連続性に乏しい谷地形であり, 対応する断層は認められない。	
	たか やまとうほう 高ツボリ山東方 リニアメント	確実度 III [約3.4km]	なし	なし	なし		高位段丘面に高度差が認められない。リニアメントと推定される位置を横断して別所岳安山岩類が連続で分布し, そこに断層は認められない。	直線性・連続性に乏しい谷地形であり, 対応する断層は認められない。	
敷地近傍海域	ごばんじまおき 基盤島冲断層	なし		なし		B _{1L} 層基底以下の地層に変形が認められる(3測線)	B _{1L} 層(中期更新世の地層)に変位, 変形の可能性が否定できない。	約4.9km区間を後期更新世以降の活動が否定できないと評価。	
	かぶといわおき 兜岩冲断層	なし		なし		B _{1L} 層基底以下の地層に変位, 変形が認められる(4測線)	B _{1L} 層(中期更新世の地層)に変位, 変形の可能性が否定できない。	約4.0km区間を後期更新世以降の活動が否定できないと評価。	
敷地周辺陸域	ときがわなんがん 富来川南岸断層	確実度 II 2km	推定活断層 [約6.4km]	加藤・杉山(1985)等に図示あり	直線的に連続する急崖等 約6km		地下深部で逆断層を確認したものの, 断層を覆う上載地層や, 断層を挟んで明確な段丘面が認められない。	約9.0km区間※3を後期更新世以降の活動が否定できないと評価。	今回コメント回答



断層等 (赤線は後期更新世以降の活動が否定できないと評価したもの)
 (細線はリニアメント・変動地形は判読されないが, 文献に示されたもの)
 (緑線はリニアメント・変動地形は判読されず, 文献にも示されていないもの)

断層の傾斜方向
 敷地近傍の断層等の分布

〔活断層研究会(1991)〕
 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 : 活断層の疑のあるリニアメント

[] 括弧内は文献から図読した長さ

※1※2: 現地調査(2022.10.13, 14)以降にデータ拡充を実施(P.156~168, 231~343)。
 ※3: 富来川南岸断層の北東端の評価について, 根拠の記載を充実(P.370~380)。

敷地周辺の地質・地質構造に関するコメント一覧(1/2)

○ 断層○に関するコメント及びその他の敷地周辺の地質・地質構造に関する未回答コメントを下記に示す。

区分	No.	コメント			回答
		開催回	日付	内容	
富来川断層	26	第1009回	2021.10.14	富来川南岸断層の北東方に位置する富来川断層の評価について、文献との対応や富来川南岸断層との関係も含めて説明すること。	次回以降説明
福浦断層	36	第1064回	2022.7.29	福浦断層の地質調査に基づく傾斜角を示したうえで、地震動評価にあたって設定する傾斜角や、敷地境界及び各々の耐震重要施設からの最短距離について記載すること。	今回説明
福浦断層	37	第1064回	2022.7.29	断層上下盤の岩盤中で採取した試料の化学分析値等から、岩盤中に認められる粘土質の物質がどのような物質であるか確認し、説明すること。	今回説明
富来川南岸断層	38	第1064回	2022.7.29	北東端の評価について、地質調査で断層が認められなくなる地点を明示したうえで、断層の長さを直線的な重力異常急変部が途絶える地点までと評価した根拠を記載すること。	今回説明
富来川南岸断層	39	第1064回	2022.7.29	Loc.Aにおける調査データについて、断層推定位置の周辺に分布する露頭の写真を追加して示すこと。	今回説明
福浦断層	41	第2回 現地調査	2022.10.13, 14	ルートマップにおいて、岩相分布や破碎部等に関する地質学的記載を充実させること。	今回説明
福浦断層	42	第2回 現地調査	2022.10.13, 14	大坪川ダム右岸トレンチから推定される福浦断層の活動履歴等について、北壁面だけでなく南壁面の観察結果も含めて、総合的な説明を行うこと。	今回説明
福浦断層	43	第2回 現地調査	2022.10.13, 14	大坪川ダム右岸トレンチのXRD分析・XRF分析データについて、北壁面の西側から東側へ順に整理して示すこと。	今回説明
福浦断層	44	第2回 現地調査	2022.10.13, 14	福浦断層とその他の破碎部との違いが分かるように、性状、破碎部の幅などの特徴を整理して記載し、福浦断層南部の認定の考え方について整理すること。	今回説明
断層○	45	第2回 現地調査	2022.10.13, 14	断層○について、地形・地質データに基づき、どのような方針で活動性評価を行うのか検討すること。	第1105回審査会合 で説明
ボーリングコア	46	第2回 現地調査	2022.10.13, 14	ボーリングコアにおいて、ドレライトや水冷破碎岩の可能性のある箇所について、柱状図に記載すること。	今回説明
断層○	47	第1090回	2022.11.11	断層○の活動性評価方針について、変更点とその経緯、データ拡充の目的、評価の論理構成等を明確にすること。	第1105回審査会合 で説明
断層○	48	第1105回	2022.12.23	地形面の変位の有無による評価にあたっては、データ拡充を行った上で、以下の点について説明を充実させること。 ・断層○及びその延長位置を境に、中位段丘 I 面、高位段丘 I a面及び I b面の旧汀線高度、段丘面内縁標高に有意な高度分布の差の有無について検討すること。 ・断層○及びその延長位置を挟んで分布する地形面の高度を比較する断面について、段彩図、接峰面図を示す等して、断面線を設定する方向の考え方の妥当性を説明すること。	今回説明
断層○	49	第1105回	2022.12.23	断層○の鉱物脈法による評価については、継続的にデータ拡充を実施し、断層の最新面と鉱物脈との関係が明瞭なデータが得られた場合には、その結果を説明すること。	今回説明

敷地周辺の地質・地質構造に関するコメント一覧(2/2)

区分	No.	コメント			回答
		開催回	日付	内容	
評価の流れ	50	第1144回	2023.5.12	文献調査を個別断層の段階と連動評価の前段で分けて行っているが、文献調査は最初の段階で一括して整理し、その結果を踏まえ、個別断層の評価及び連動の評価を行うこと。	次回以降説明
追加の連動評価	51	第1144回	2023.5.12	追加の連動評価を行う断層の組合せの選定にあたっては、松田(1990)のルールに基づき離隔距離が5km以内の断層に限定しているが、5kmを超えるものも選定の対象に含めて評価すること。	次回以降説明
追加の連動評価	52	第1144回	2023.5.12	追加の連動評価にあたっては、国の行った評価結果を踏まえた評価を行っているが、画一的な評価で一律に評価することは難しいため、事業者の整理した考慮事項を踏まえ、個別断層毎にデータを考慮した上で総合的な評価を行うこと。	次回以降説明
追加の連動評価	53	第1144回	2023.5.12	敷地近傍断層の福浦断層と兜岩沖断層についても、5km以内で近接して分布することから、追加の連動評価の検討対象として選定すること。	次回以降説明
海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲	54	第1144回	2023.5.12	海士岬沖断層帯と羽咋沖東撓曲の連動評価については、断層面の傾斜方向が逆として連動を否定しているが、国の評価事例等も踏まえて、地表の痕跡だけにとらわれず、深部のデータを確認した上で、連動の可能性について評価すること。	次回以降説明
海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)	55	第1144回	2023.5.12	海士岬沖断層帯と笹波沖断層帯(東部)の連動評価については、両断層間の詳細な音波探査記録、変位量分布からの検討も追加して、海士岬沖断層帯の北端を明確にした上で連動の可能性について評価すること。	次回以降説明
笹波沖断層帯(全長)と能登半島北部沿岸域断層帯	56	第1144回	2023.5.12	笹波沖断層帯(全長)と能登半島北部沿岸域断層帯の連動評価については、猿山沖セグメントの南西端付近の屈曲部を震源断層とは評価していないが、屈曲部はB1層に変位・変形が認められることから、この屈曲部も震源断層に含めた上で、連動の可能性について評価すること。	次回以降説明
重力異常分布	57	第1144回	2023.5.12	各断層の連動評価に用いている重力異常分布図について、解析精度を確認できるよう、重力測定点の位置を図示すること。	次回以降説明
笹波沖断層帯(西部)	58	第1144回	2023.5.12	笹波沖断層帯(西部)の南西端の評価結果については、No.101.5測線とNo.8測線の間を抜けて連続していかないことを示すデータを整理して説明すること。	次回以降説明
小断層群	59	第1144回	2023.5.12	小断層群分布域に見られる断層はB1層に変位、変形を与える断層であるが、震源として考慮する活断層ではないと評価した根拠をしっかりと説明すること。	次回以降説明
石川県能登地方の群発地震	60	第1144回	2023.5.12	2023年5月5日に石川県能登地方で発生したM6.5の地震を含め、当該地方で発生している群発地震について引き続き最新の知見を収集し、資料に反映すること。	次回以降説明

コメント回答の概要(1/2)

○ 今回説明するコメント回答の概要を示す。

No	区分	コメント	回答概要	記載頁
[1] 36	福浦断層	福浦断層の地質調査に基づく傾斜角を示したうえで、地震動評価にあたって設定する傾斜角や、敷地境界及び各々の耐震重要施設からの最短距離について記載すること。	<ul style="list-style-type: none"> 福浦断層の地質調査に基づく傾斜角については、地表付近の露頭・ボーリング調査結果によれば55～80°、地下数100mまでのデータが得られている反射法地震探査の結果によれば約70°（平均値）である。 一方、能登半島周辺に分布する断層は、日本海の形成時に伸張応力場で形成された古い地質構造に規制された高角逆断層の特徴を有し、いずれも同様の形成メカニズムであるとされていることから、地下深部形状も類似すると考えられ、そのうち笹波沖断層帯（東部）（2007年能登半島地震の震源断層）及び羽咋沖東撓曲等は地下数kmまでの深部形状が明らかにされており、その断層傾斜角は約60°である。よって、能登半島周辺に分布する断層の地下深部における傾斜角は約60°であると考えられる。 地震動評価にあたって設定する福浦断層の基本震源モデルの傾斜角は、地下深部における断層の傾斜角が約60°であることを重視し、60°を基本ケースとする予定である。 施設への影響を確認するために、福浦断層と敷地境界及び重要施設との位置関係を確認した結果、福浦断層（地表位置）と耐震重要施設及び重大事故等対処施設との最短距離は約930m、敷地との最短距離は約170mである。 	P.216～218
[2] 43	福浦断層	大坪川ダム右岸トレンチのXRD分析・XRF分析データについて、北壁面の西側から東側へ順に整理して示すこと。	<ul style="list-style-type: none"> 大坪川ダム右岸トレンチの北壁面において、福浦断層の上下盤における岩盤の地質や変質状況の違いを調査するため行ったXRD、XRF分析データについて、北壁面の西側（上盤側）から東側（下盤側）へ順に整理して示した。 XRD分析の結果、断層上下盤とも、安山岩に初生的に含まれる斜長石がほとんど検出されず、強く変質を受けていることを示唆する。また、断層下盤では上盤に比べて、ソーダ明礬石、パイロフィライト、カオリナイトといった酸性の熱水変質作用を受けたことを示す鉱物がより強く検出されることから、断層下盤の方が変質を強く受けていると判断した。 XRF分析の結果、断層上下盤とも一般的な安山岩に比べてSiO₂の含有量が小さい一方で、Al₂O₃の含有量が大きく、上記のXRD分析を踏まえると、これは変質の影響によるものと推定した。また、断層上下盤では、CaO、Na₂O、K₂O、P₂O₅について下盤の方がやや大きい傾向が認められるが、SiO₂やその他の元素の含有量に系統的な差は認められない。 	P.75, 76, 78～86
[2] 37	福浦断層	断層上下盤の岩盤中で採取した試料の化学分析値等から、岩盤中に認められる粘土質の物質がどのような物質であるか確認し、説明すること。	<ul style="list-style-type: none"> 以上を踏まえると、大坪川ダム右岸トレンチにおける福浦断層周辺の基盤岩については、上下盤とも変質を受けているが、下盤の方がやや強く変質を受けていると判断した。また、上下盤における地質の違いについては、両者とも酸性の熱水変質作用を受けた岩相となっており、明らかな岩相の違いは認められない。 また、大坪川ダム右岸トレンチにおいて岩盤中に認められる粘土質の物質について、詳細を解明するために、どのような物質であるか、及びその成因について検討した結果、これらは主に白色～褐色の粘土質の物質（粘土部）からなり、XRD分析結果を踏まえると、別所岳安山岩類の安山岩が酸性の熱水変質作用を受けて形成された変質鉱物が主体であると判断した。 	
[3] 44	福浦断層	福浦断層とその他の破碎部との違いが分かるように、性状、破碎部の幅などの特徴を整理して記載し、福浦断層南部の認定の考え方について整理すること。	<ul style="list-style-type: none"> 福浦断層のリニアメント・変動地形が認められなくなる大坪川ダム以南での断層の追跡においては、リニアメント・変動地形が連続的に分布する大坪川ダム以北の調査で確認された福浦断層の特徴に基づき、ボーリング・表土はぎ調査で確認された破碎部が福浦断層に対応するか、その他の破碎部であるかを評価した。 評価にあたり、破碎部の走向傾斜、破碎部の性状、及び連続性の観点を踏まえた認定の考え方を整理した。 	P.110, 111
[4] 41	福浦断層	ルートマップにおいて、岩相分布や破碎部等に関する地質学的記載を充実させること。	<ul style="list-style-type: none"> 福浦断層を確認した大坪川ダム右岸法面、南道路底盤、トレンチ、ルートマップI及び福浦断層、断層oの端部の止めの地質データであるルートマップF、G、Jにおいて、現地状況をより詳細に示すために露頭の再観察を行い、断層や節理、岩相区分等に関する地質学的記載を充実させた。 	P.44, 45, 47～56, 58, 125, 157～168, 338, 339
[5] 42	福浦断層	大坪川ダム右岸トレンチから推定される福浦断層の活動履歴等について、北壁面だけでなく南壁面の観察結果も含めて、総合的な説明を行うこと。	<ul style="list-style-type: none"> 福浦断層の活動履歴等について解明するために、大坪川ダム右岸トレンチでの北壁面及び南壁面の調査結果に基づき検討した結果、福浦断層は、少なくとも下記Ⅰ～Ⅳの期間に活動した可能性があるかと判断した。 断層活動時期Ⅰ：砂礫層、砂層（層理部）の堆積後～砂層（無層理部）の堆積前 断層活動時期Ⅱ：砂層（無層理部、土壌化部）の堆積後～灰色粘土層の堆積前 断層活動時期Ⅲ：赤色土壌の形成時（MIS5e）～明褐色土壌の形成前 断層活動時期Ⅳ：明褐色土壌、黄褐色シルト層の形成後 また、本調査地点における福浦断層の平均変位速度は、断層変位量が岩盤上面、砂礫層、砂層（層理部）で約2～2.5m、赤色土壌基底で約1mと推定されることを踏まえると、砂礫層、砂層（高位段丘I b面形成時の海成堆積物）の年代をMIS9（約30万年前）、赤色土壌基底面の形成年代をMIS5e（約12万年前）と想定した場合には、0.0083m／千年となる。 	P.65～67

コメント回答の概要(2/2)

	No	区分	コメント	回答概要	記載頁
[6]	49	断層o	断層oの鉱物脈法による評価については、継続的にデータ拡充を実施し、断層の最新面と鉱物脈との関係が明瞭なデータが得られた場合には、その結果を説明すること。	<ul style="list-style-type: none"> 断層oの活動性について鉱物脈法による評価を行うために、既存及び追加掘削したボーリングコアから新たに薄片を作成し、詳細観察を行った結果、OS-5.5'孔 薄片①の範囲A、範囲B及びOS-7孔 薄片③の範囲A、薄片④の範囲Aにおいて、粘土鉱物(イライト/スメクタイト混合層)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、不連続箇所粘土鉱物(イライト/スメクタイト混合層)に変位・変形は認められない。 したがって、断層oの最新活動は、イライト/スメクタイト混合層(I/S混合層)の形成以前であり、断層oに後期更新世以降の活動は認められない。 	P.268～285, 287, 291～304
	48	断層o	地形面の変位の有無による評価にあたっては、データ拡充を行った上で、以下の点について説明を充実させること。 <ul style="list-style-type: none"> 断層o及びその延長位置を境に、中位段丘I面、高位段丘Ia面及びIb面の旧汀線高度、段丘面内縁標高に有意な高度分布の差の有無について検討すること。 断層o及びその延長位置を挟んで分布する地形面の高度を比較する断面について、段彩図、接峰面図を示す等して、断面線を設定する方向の考え方の妥当性を説明すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 断層oの活動性について地形面の変位の有無による評価を行うために、段丘面内縁標高、旧汀線高度の検討を行った結果、広域的な傾向として、断層o及びその延長位置を挟んで分布する中位段丘I面、高位段丘Ia面の段丘面内縁標高、旧汀線高度に、断層oの上盤側(南東側)が一様に高い傾向は認められない。なお、高位段丘Ib面については、同様の傾向が認められるものの、断層o上盤側のデータが少なく、高度分布の傾向に関する評価の信頼性に劣る。 断層oの活動性について地形面の変位の有無による評価を行うために、断層oを挟んで分布する段丘面において地形面や岩盤上面の高度を比較するにあたり、以下のAの考え方に基づき断面線を設定した。 <ul style="list-style-type: none"> A: 段丘面は海側に向かって緩く傾斜していることから、旧汀線と概ね平行な方向に断面を設定する必要がある。ただし当該範囲の旧汀線は入り組んだ形状を示すため、高度帯毎に色を変えて表現した地形標高段彩図や、複雑な起伏のある山地の大局的な高度分布や形態を把握することのできる接峰面図を用いることにより、旧汀線と概ね平行な方向に断面線を設定した。 地形面や岩盤上面の高度を比較した結果、断層o及びその延長位置を挟んで分布する段丘面において、上盤側(南東側)と下盤側(北西側)の比高にばらつきが認められ、上盤側(南東側)が低い箇所も認められることから、地形面や岩盤上面に断層oの上盤側(南東側)が一様に高くなるような系統的な高度差は認められない。 また、断層oにおいて、震源として考慮する活断層と評価した福浦断層で見られるような地形面や岩盤上面の高度差は認められない。 したがって、断層oに後期更新世以降の活動は認められない。 	P.253～266
[7]	38	富来川南岸断層	北東端の評価について、地質調査で断層が認められなくなる地点を明示したうえで、断層の長さを直線的な重力異常急変部が途絶える地点までと評価した根拠を記載すること。	<ul style="list-style-type: none"> 富来川南岸断層の北東端について検討するために、地形、地質調査を行った結果、少なくともLoc.Aより北東方には、富来川南岸断層に対応する断層は認められないものの、海岸線付近からLoc.Aまでの区間において断層と対応して認められた直線的な重力異常急変部がさらに北東方へ連続していることから、直線的な重力異常急変部が途絶える地点(鉛直一次微分値が0mGal/kmの等値線が屈曲する地点)を北東端と評価した。 	P.347, 370, 375～380
[8]	39	富来川南岸断層	Loc.Aにおける調査データについて、断層推定位置の周辺に分布する露頭の写真を追加して示すこと。	<ul style="list-style-type: none"> 富来川南岸断層の北東端の状況について確認するために、富来川南岸断層の北東方にあたるLoc.Aにおいて、断層推定位置の周辺に分布する露頭の写真を追加した。 富来川南岸断層の推定延長位置を横断して凝灰角礫岩の露頭が分布し、断層は認められない。 	P.376, 377
[9]	46	ボーリングコア	ボーリングコアにおいて、ドレライトや水冷破碎岩の可能性のある箇所について、柱状図に記載すること。	<ul style="list-style-type: none"> TJ-1孔 深度135.1～139.1mで認められる暗灰色の岩種を特定するために、XRF分析及び薄片観察を実施した結果、以下のことから、当該箇所はドレライトではなく安山岩であると判断した。 <ul style="list-style-type: none"> XRF分析の結果を周藤・小山内(2002)の$\text{SiO}_2-(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$による火成岩の分類に照らすと、ドレライト(粗粒玄武岩)には区分されず、安山岩に区分される。 薄片観察の結果、斑状組織を示すこと、斜長石、輝石類を含み、斑晶、石基ともに輝石類(有色鉱物)よりも斜長石の割合がかなり高いことから、安山岩であると推定される。 水冷破碎岩と考えられる岩相について確認するために、ボーリングコアの再観察を行った結果、F-1'孔 深度27.60～29.60m及び32.00～33.55m、FD-6孔 深度17.06～21.26m及び26.56～34.52mの安山岩は、角礫状岩片をなし、その縁辺部が変質していることから、水冷破碎を受けている可能性があるとして判断し、柱状図に追記した。 	P.358, 359, データ集1

【コメント回答の概要(位置図)】

コメントNo.36, 41, 44

- [1] 福浦断層の傾斜角と敷地境界・重要施設からの最短距離 (P.12)
- [3] 福浦断層南部の認定の考え方 (P.15)
- [4] ルートマップの記載の充実 (P.16)

コメントNo.37, 42, 43

- [2] 福浦断層周辺の岩盤の性状 (P.13~14)
- [5] 福浦断層の活動履歴等 (P.17)

コメントNo.48, 49

- [6] 断層oの活動性評価 (P.18~23)

コメントNo.39

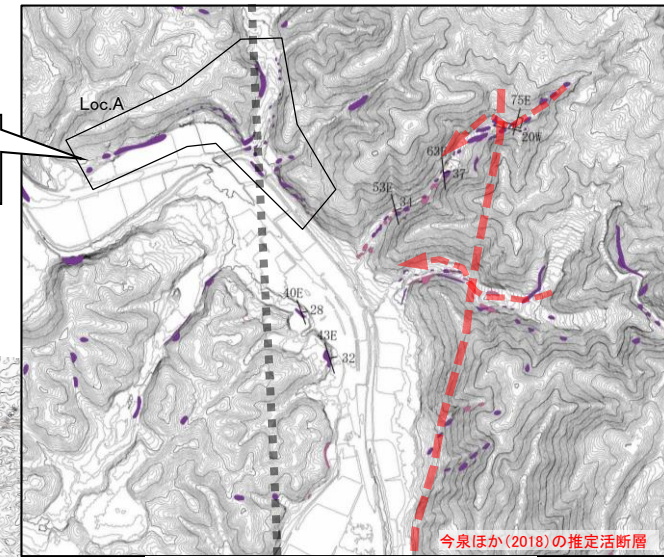
- [8] Loc.Aにおける調査 (P.25)

コメントNo.38

- [7] 富来川南岸断層の北東端の評価 (P.24)

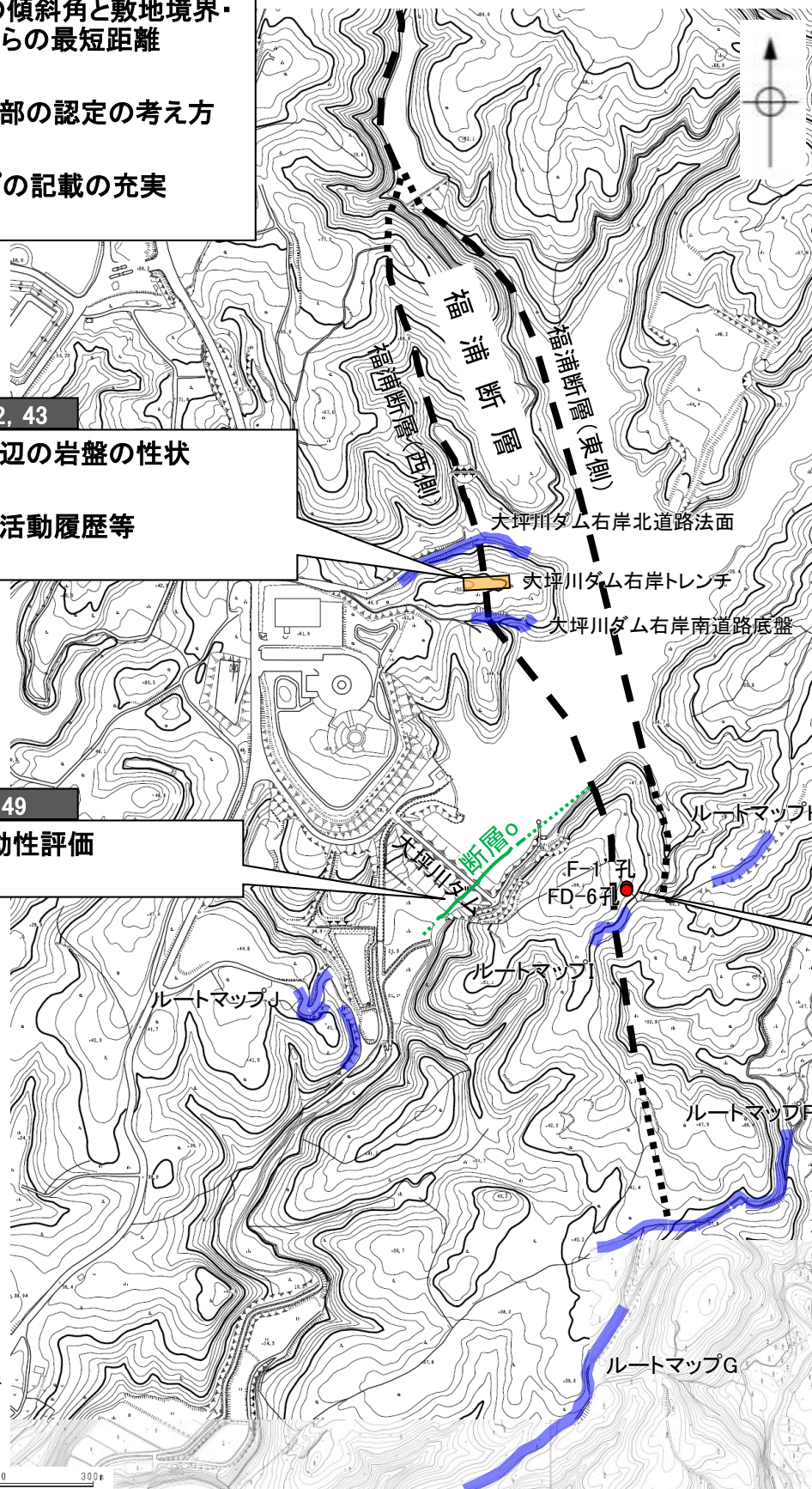
コメントNo.46

- [9] ドレライト・水冷破碎岩の確認 (P.26)

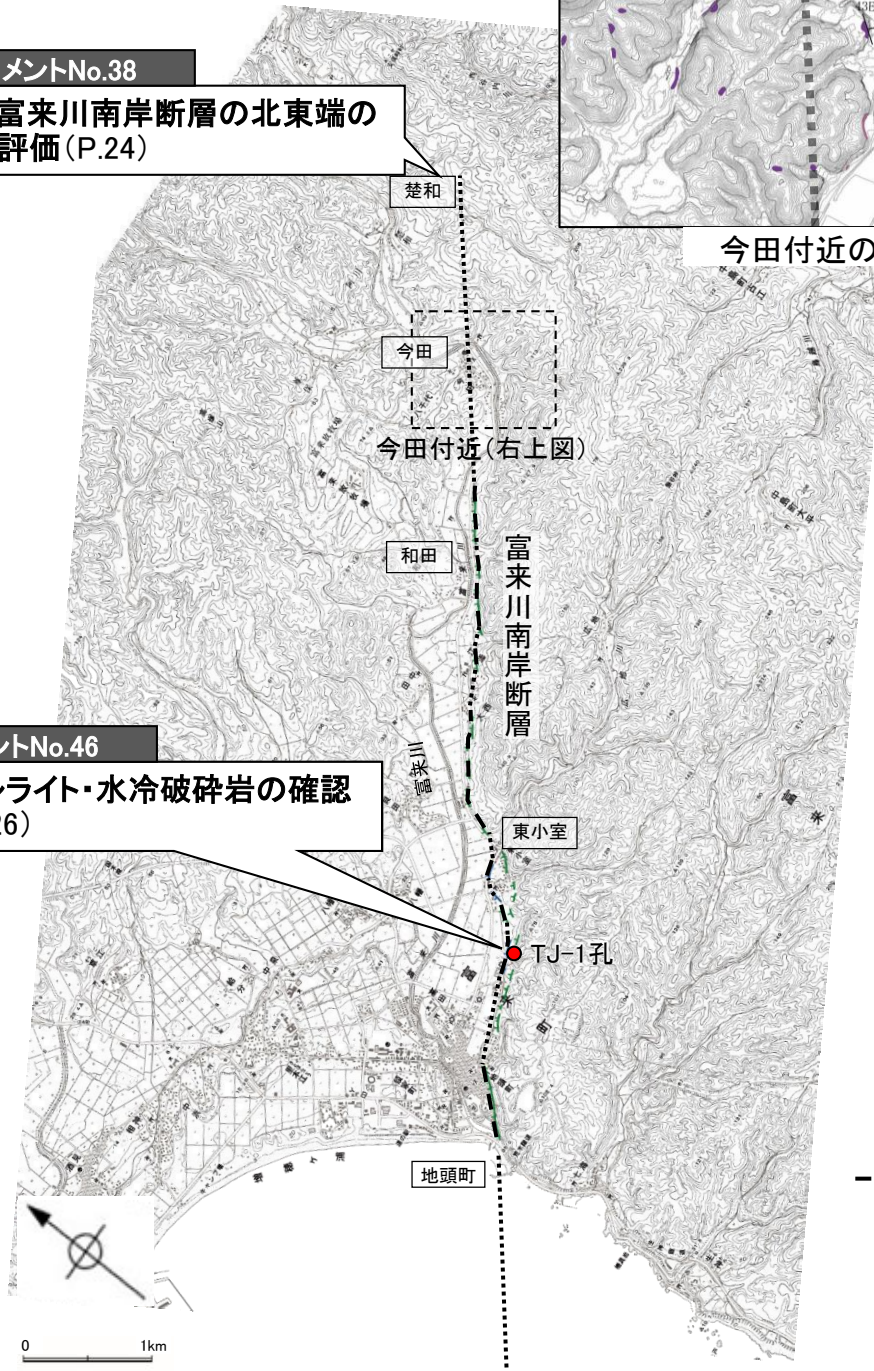


今田付近の調査位置図

今泉ほか(2018)の推定活断層



福浦断層・断層o 位置図



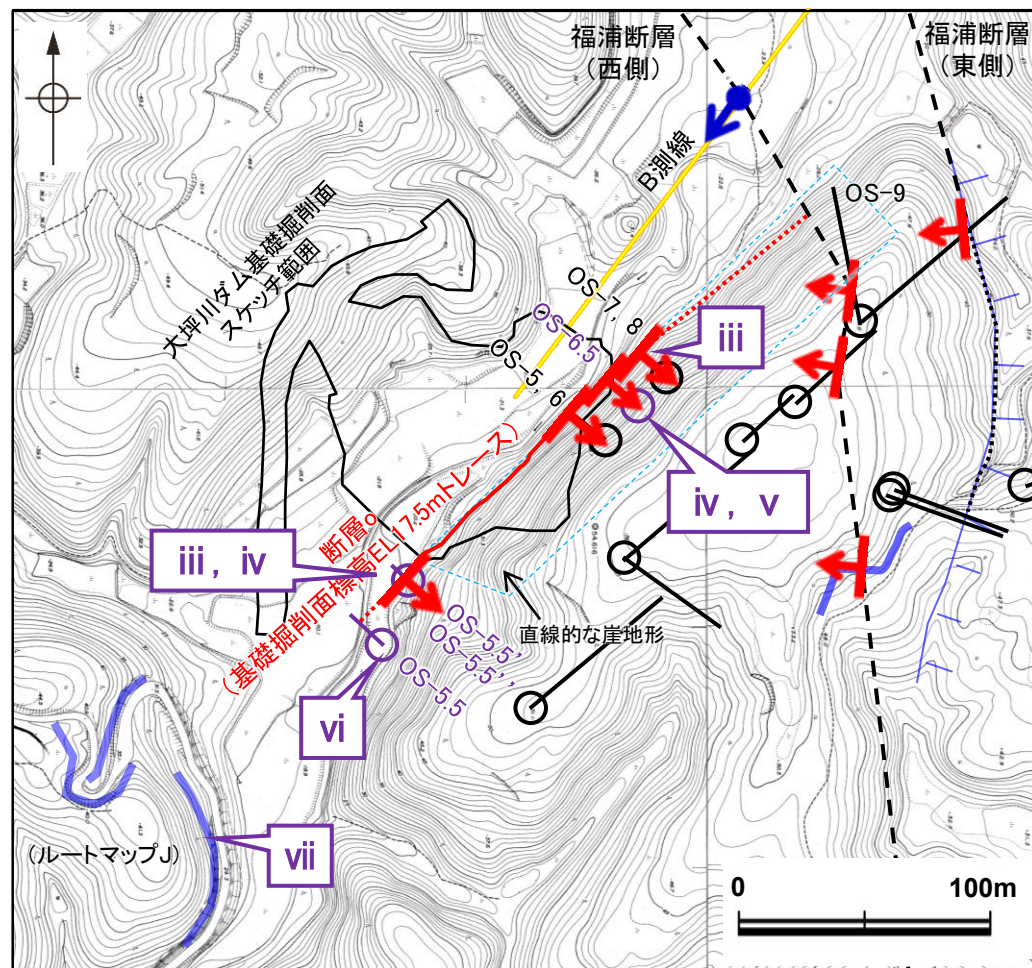
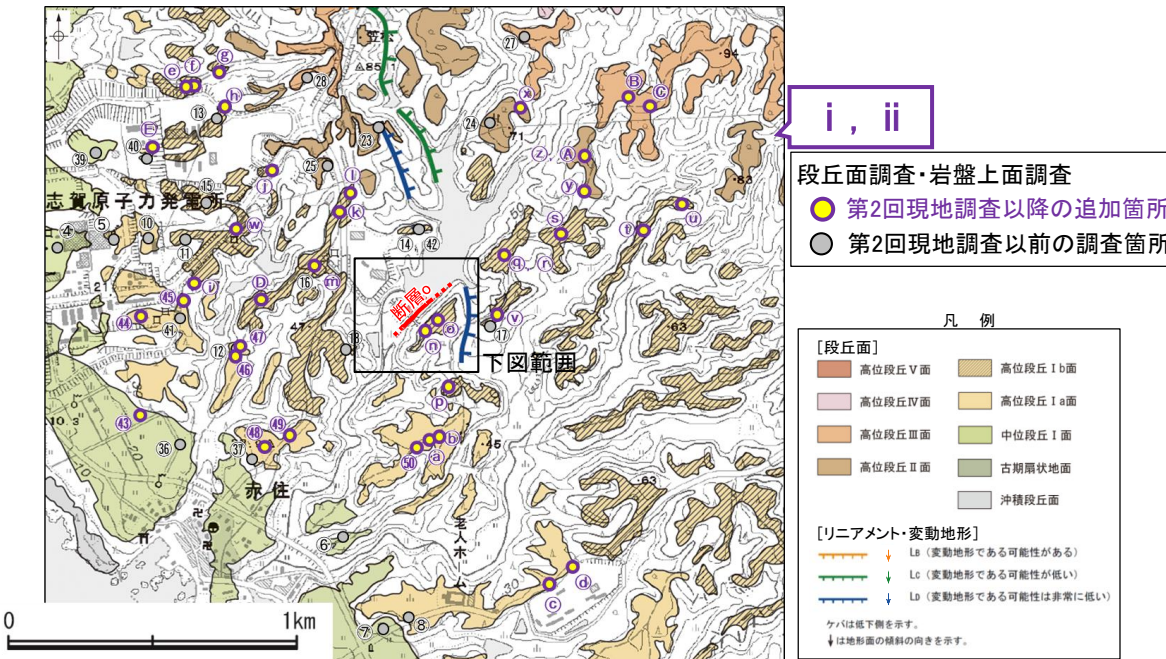
富来川南岸断層 位置図

断層oに関するデータ拡充

断層oに関するデータ拡充

○第1105回審査会合において説明した断層oの活動性評価方針に沿って、
下図に示す i ~ vii の地点で、右表に示すデータ拡充を行った。

調査地点	調査の目的	調査の内容	関連するコメントNo.	掲載頁
i 周辺の地形面	段丘面の分布、年代の確認	【段丘面調査 39箇所】 ・断層oを挟んで分布する段丘面において火山灰や赤色土壌等の有無を確認。	48	P.248, 249
ii 周辺の地形面	岩盤上面高度の確認	【岩盤上面調査 37箇所】 ・断層oを挟んで同じ時期に形成された波食台の高度差の有無を確認。	48	P.248, 249
iii OS-5.5' 孔 OS-7孔	鉬物脈法による活動性評価	【薄片観察】 ・新たに作成した薄片の観察により、断層oの最新面とイライト/スメクタイト混合層との切り合い関係を確認。	49	P.268~304
iv OS-5.5' 孔 OS-5.5' 孔 OS-6.5孔	破碎部性状の確認	【ボーリング調査, 薄片観察】 ・追加ボーリング(3孔)を実施。 ・断層oと敷地内断層及び福浦断層との破碎部性状を比較。	—	P.231, 234, 237, 238, 305
v OS-6.5孔	岩盤の変質の違い、硬軟の差の確認	【XRD分析, 針貫入試験】 ・断層oの上下盤の岩盤の変質の違いや硬軟の差を示す定量的なデータの取得。	—	P.242
vi OS-5.5孔	断層oの南端の確認	【ボーリング調査】 ・追加ボーリング(OS-5.5孔)を実施。 ・断層oに対応する破碎部の有無を確認。	—	P.335~337
vii ルートマップJ	断層o端部の地質状況の確認	【露頭再観察】 ・断層や節理、岩相区分等に関する地質学的記載の充実。 ・断層についての詳細観察(1箇所)。	41	P.338~340

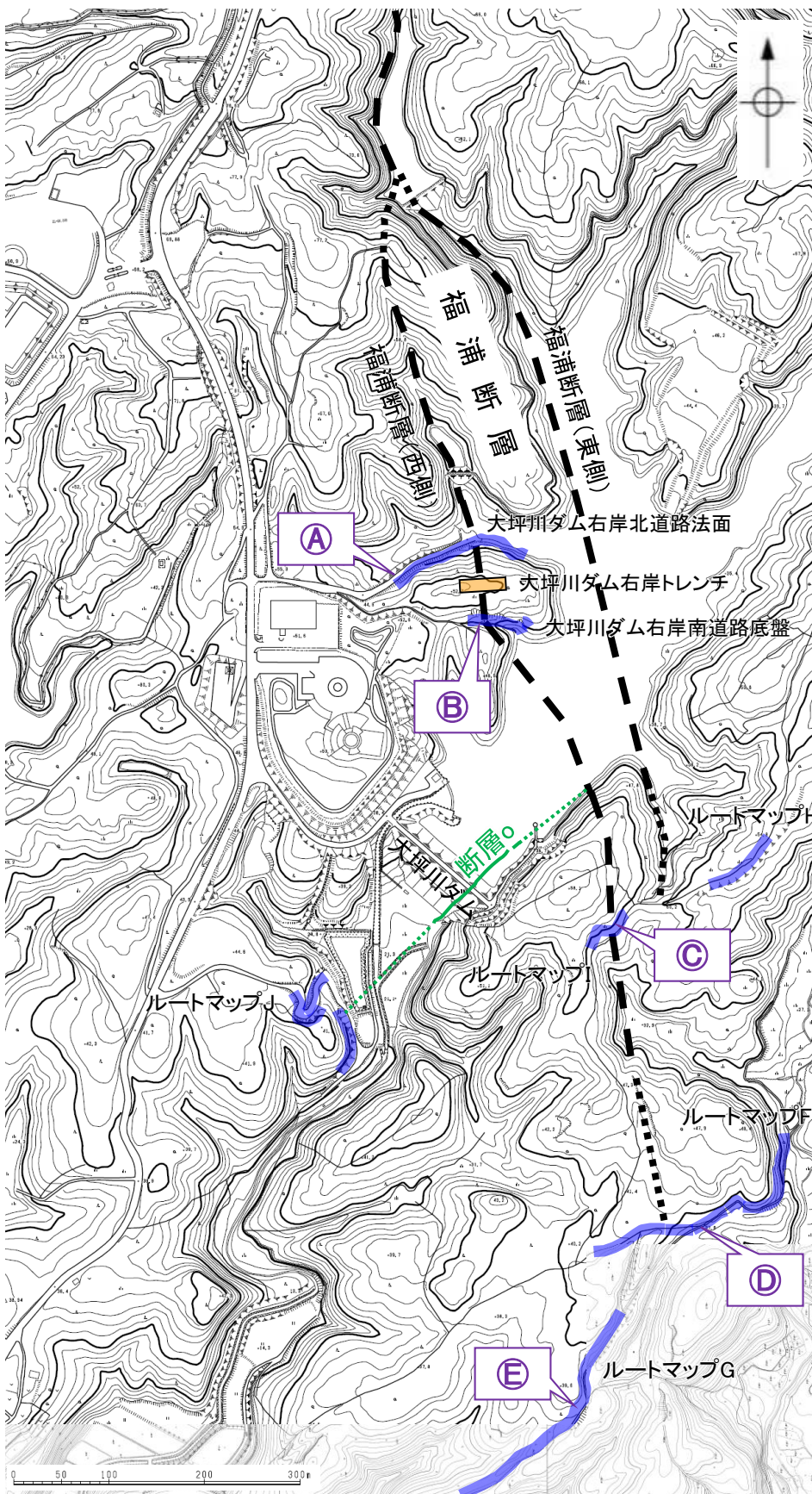


福浦断層に関するデータ拡充

○第2回現地調査におけるコメントを踏まえ、福浦断層周辺及び端部付近の地質状況に関するデータ拡充を行った。

【福浦断層に関するデータ拡充】

調査地点	調査の目的	調査の内容	関連するコメントNo.	掲載頁
① 大坪川ダム右岸北道路法面	福浦断層(西側)周辺の地質状況の確認	【露頭再観察】 ・断層や節理, 岩相区分等に関する地質学的記載の充実。 ・福浦断層の図学上の延長位置で確認された断層及びその他の断層についての詳細観察。	41	P.45~50
② 大坪川ダム右岸南道路底盤	福浦断層(西側)周辺の地質状況の確認	【露頭再観察】 ・断層や節理, 岩相区分等に関する地質学的記載の充実。 ・断層の変位センス及びその他の断層についての詳細観察。	41	P.51~56
③ ルートマップI (大坪川ダム左岸)	福浦断層(西側)周辺の地質状況の確認	【追加掘削, 露頭再観察】 ・福浦断層の西側で確認された断層の連続性を確認するための追加掘削。 ・断層や節理, 岩相区分等に関する地質学的記載の充実。	41	P.125, 126
④ ルートマップF (福浦断層南端)	福浦断層端部付近の地質状況の確認	【露頭再観察】 ・断層や節理, 岩相区分等に関する地質学的記載の充実。 ・断層についての詳細観察(4箇所)。	41	P.157~162
⑤ ルートマップG (福浦断層南方延長)	福浦断層端部付近の地質状況の確認	【露頭再観察】 ・断層や節理, 岩相区分等に関する地質学的記載の充実。 ・断層についての詳細観察(5箇所)。	41	P.163~168



福浦断層 調査位置図

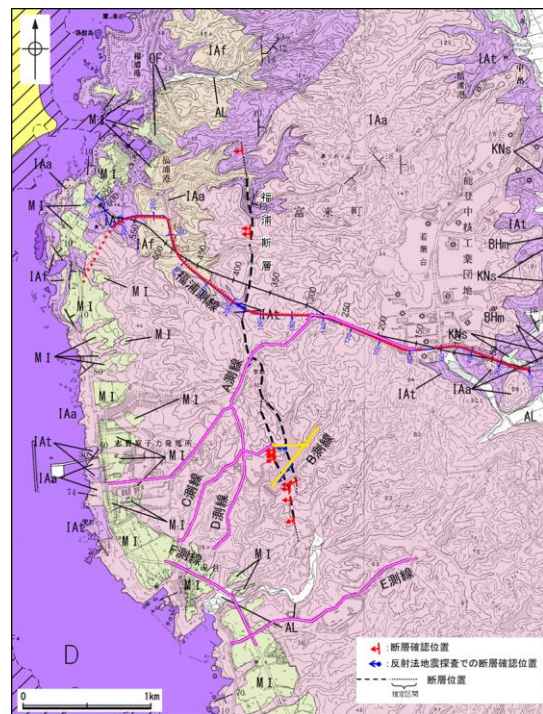
[1] 福浦断層の傾斜角と敷地境界・重要施設からの最短距離

コメントNo.36

福浦断層の地質調査に基づく傾斜角を示したうえで、地震動評価にあたって設定する傾斜角や、敷地境界及び各々の耐震重要施設からの最短距離について記載すること。

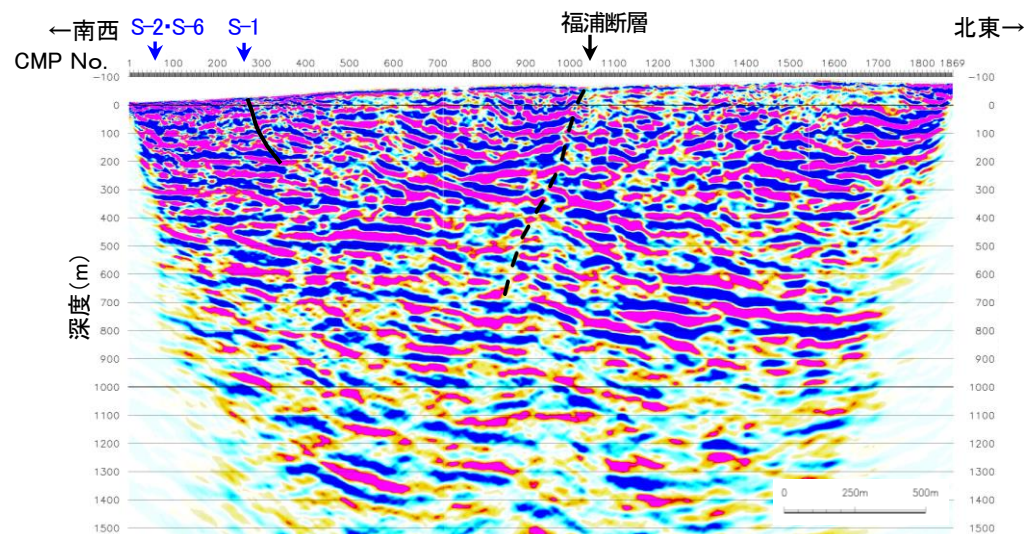
【回答の概要】(P.216～218)

- 福浦断層の地質調査に基づく傾斜角については、地表付近の露頭・ボーリング調査結果によれば55～80°，地下数100mまでのデータが得られている反射法地震探査の結果によれば約70°（平均値）である。
- 一方、能登半島周辺に分布する断層は、日本海の形成時に伸張応力場で形成された古い地質構造に規制された高角逆断層の特徴を有し、いずれも同様の形成メカニズムであるとされていることから、地下深部形状も類似すると考えられ、そのうち笹波沖断層帯（東部）（2007年能登半島地震の震源断層）及び羽咋沖東撓曲等は地下数kmまでの深部形状が明らかにされており、その断層傾斜角は約60°である。よって、能登半島周辺に分布する断層の地下深部における傾斜角は約60°であると考えられる（詳細は補足資料2.2-1(12)）。
- 地震動評価にあたって設定する福浦断層の基本震源モデルの傾斜角※1は、地下深部における断層の傾斜角が約60°であることを重視し、60°を基本ケースとする予定である。
- 施設への影響を確認するために、福浦断層と敷地境界及び重要施設との位置関係を確認した結果、福浦断層（地表位置）と耐震重要施設及び重大事故等対処施設との最短距離は約930m、敷地との最短距離は約170mである。



※1: 地震動評価にあたって設定する傾斜角については、「震源を特定して策定する地震動」の審査において改めて説明する。

位置図



・福浦断層の反射法地震探査に基づく傾斜角は約70°である。

----- 断層(不明瞭)

反射法地震探査結果(A測線)

枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

福浦断層と重要施設との位置関係

[2] 福浦断層周辺の岩盤の性状(鉱物組成・化学組成)

コメントNo.43

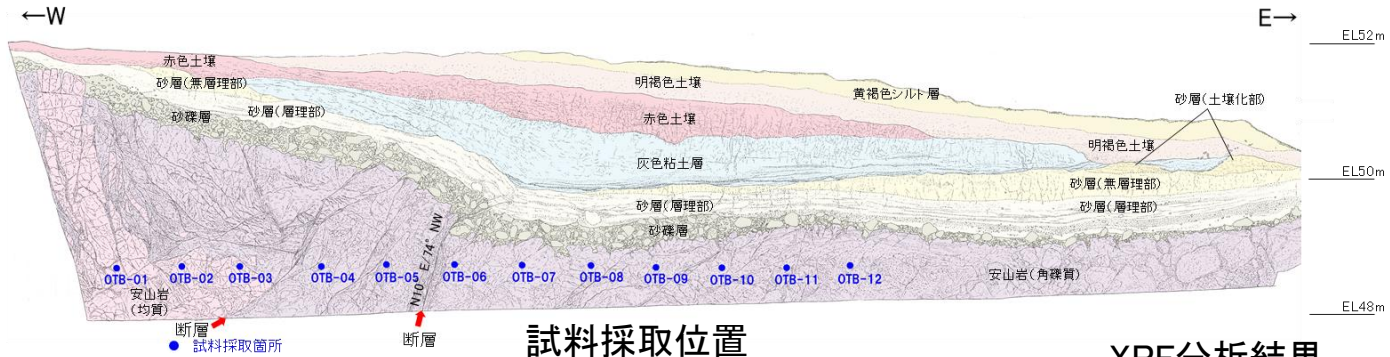
大坪川ダム右岸トレンチのXRD分析・XRF分析データについて、北壁面の西側から東側へ順に整理して示すこと。

コメントNo.37

断層上下盤の岩盤中で採取した試料の化学分析値等から、岩盤中に認められる粘土質の物質がどのような物質であるか確認し、説明すること。

【回答の概要】(P.75, 76, 78~86)

- 大坪川ダム右岸トレンチの北壁面において、福浦断層の上下盤における岩盤の地質や変質状況の違いを調査するため行ったXRD, XRF分析データについて、北壁面の西側(上盤側)から東側(下盤側)へ順に整理して示した。
- XRD分析の結果、断層上下盤とも、安山岩に初生的に含まれる斜長石がほとんど検出されず、強く変質を受けていることを示唆する。また、断層下盤では上盤に比べて、ソーダ明礬石、パイロフィライト、カオリナイトといった酸性の熱水変質作用を受けたことを示す鉱物がより強く検出されることから、断層下盤の方が変質を強く受けていると判断した。
- XRF分析の結果、断層上下盤とも一般的な安山岩に比べてSiO₂の含有量が小さい一方で、Al₂O₃の含有量が大きく、上記のXRD分析を踏まえると、これは変質の影響によるものと推定した。また、断層上下盤では、CaO, Na₂O, K₂O, P₂O₅について下盤の方がやや大きい傾向が認められるが、SiO₂やその他の元素の含有量に系統的な差は認められない。
- 以上を踏まえると、大坪川ダム右岸トレンチにおける福浦断層周辺の基盤岩については、上下盤とも変質を受けているが、下盤の方がやや強く変質を受けていると判断した。また、上下盤における地質の違いについては、両者とも酸性の熱水変質作用を受けた岩相となっており、明らかな岩相の違いは認められない。
- また、大坪川ダム右岸トレンチにおいて岩盤中に認められる粘土質の物質について、詳細を解明するために、どのような物質であるか、及びその成因について検討した結果、これらは主に白色~褐色の粘土質の物質(粘土部)からなり、XRD分析結果を踏まえると、別所岳安山岩類の安山岩が酸性の熱水変質作用を受けて形成された変質鉱物が主体であると判断した(次頁)。



XRD分析結果
福浦断層位置

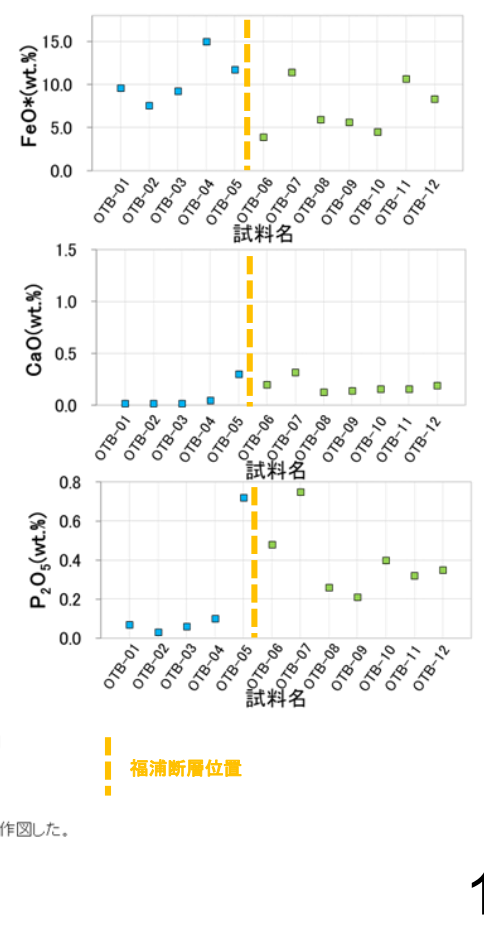
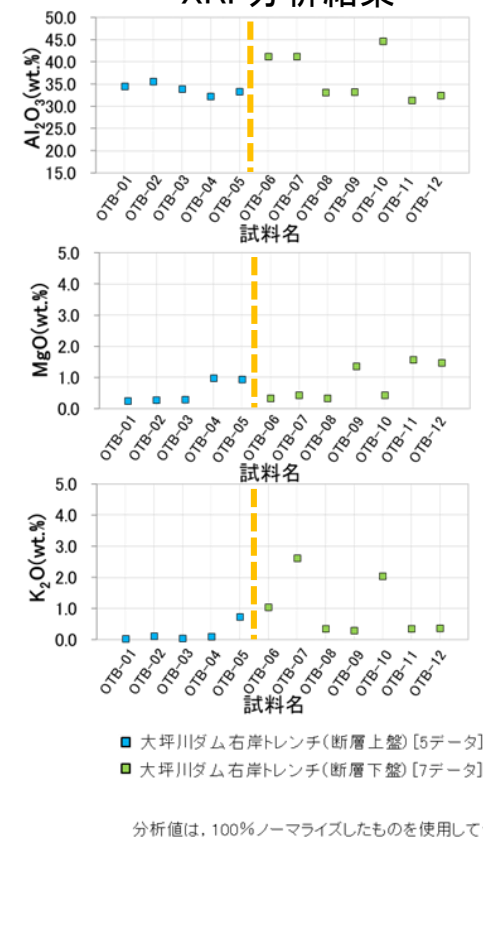
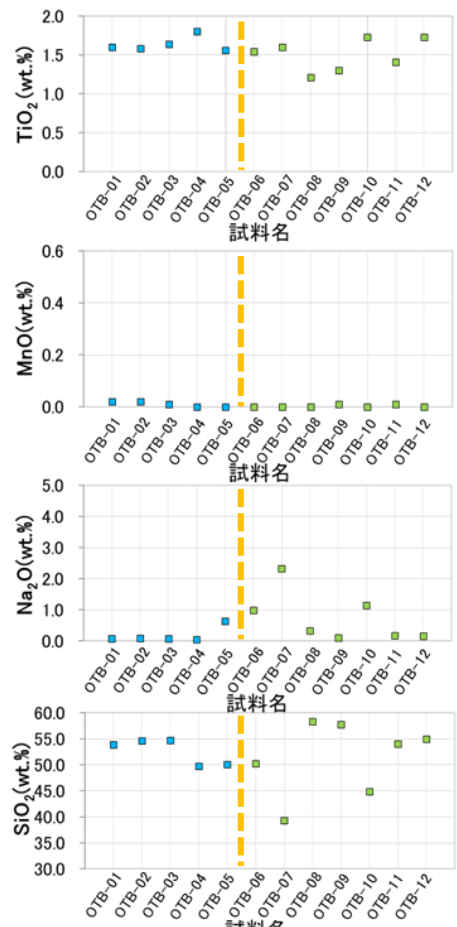
試料採取位置

XRF分析結果

試料位置	断層上盤(西側)					断層下盤(東側)							
	安山岩(均質)					安山岩(角礫質)							
地層区分	OTB-01	OTB-02	OTB-03	OTB-04	OTB-05	OTB-06	OTB-07	OTB-08	OTB-09	OTB-10	OTB-11	OTB-12	
試料名													
石英										±	+	±	±
クリストパライト	△	△	△	+	△	±				+	±	±	±
カリ長石					±								
斜長石	±	±	±										
カオリナイト						+	△	±	+	±	△	+	±
10Å型ハロイサイト	±	±	±	±						±			
7Å型ハロイサイト	+	+	△	+									
パイロフィライト						±	△	±	△	±	±	±	
雲母鉱物											±		
スメクタイト	±	±	±	±	△		±		△	△	△	△	
パーミキュライト								±		±			
明礬石											±		
ソーダ明礬石	±	±	±		△	△	○	+		△			±
ギブサイト	±												
アナターズ					±				±				±
赤鉄鉱	±	±	±							±			
針鉄鉱					±	±	±	+	±	±	±	±	±
レピドクロサイト					±	±	±	±	±	±	±	±	±

岩盤のXRD分析の結果認められる主な変質鉱物

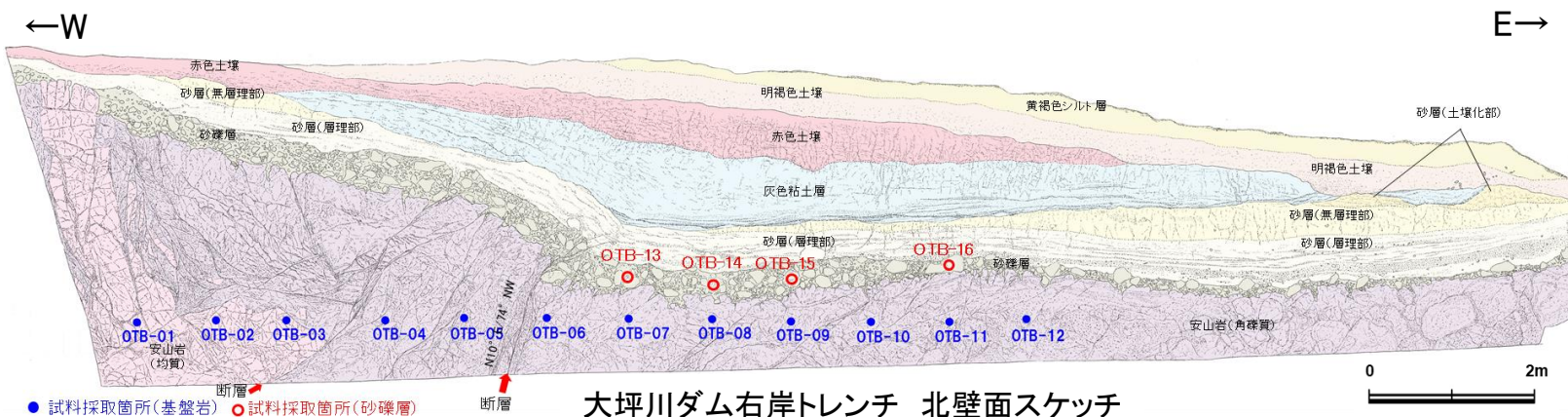
◎: 多量 (>5,000cps)
○: 中量 (2,500~5,000cps)
△: 少量 (500~2,500cps)
+: 微量 (250~500cps)
±: ぎわめて微量 (<250cps)



分析値は、100%ノーマライズしたものを使用して作図した。

【粘土質の物質】

・大坪川ダム右岸トレンチにおいて岩盤中に認められる粘土質の物質は、主に白色～褐色の粘土質の物質(粘土部)からなり、XRD分析結果を踏まえると、別所岳安山岩類の安山岩が酸性の熱水変質作用を受けて形成された変質鉱物が主体であると判断した。

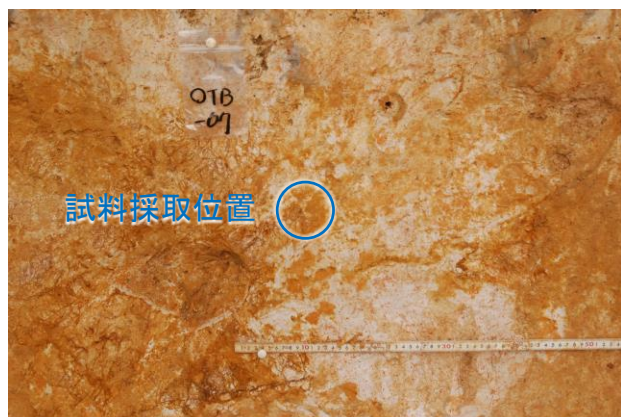


大坪川ダム右岸トレンチ 北壁面スケッチ

岩盤のXRD分析の結果認められる主な変質鉱物(分析結果は前頁)

変質鉱物	温度 (°C)			
	100	200	300	
変質鉱物	ハロイサイト帯	カオリナイト帯	パイロフィライト帯	
酸性変質帯	明礬石			
	ハロイサイト			
	カオリナイト			
	ディッカイト			
	ナクライト			
	パイロフィライト			
	紅柱石			
	ペーマイト			
	ダイアスポア			
	ズニ石			
	トパーズ			
	ルチル			
	クリストバライト			
	石英			
	黄鉄鉱			
	石膏			
	硬石膏			
中性変質帯	スメクタイト帯	混合層鉱物帯	イライト帯	カリ長石帯
	スメクタイト			
	イライト/スメクタイト			
	緑泥石/スメクタイト			
	イライト			
	緑泥石			
	黒雲母			
	エピソード			
	プレーナイト			
	パンペリー石			
	アクチノライト			
	ざくろ石			
	単斜輝石			
	氷長石			
	アルバイト			
	方解石			
	ドロマイト			
アルカリ性変質帯	スティルバイト帯	ヒューランダイト帯	ローモンタイト帯	ワイラカイト帯
	モルデナイト帯	アナルサイム帯	アルバイト帯	
	スティルバイト			
	チャバサイト			
	モルデナイト			
	ヒューランダイト			
	ローモンタイト			
	ユガワラライト			
	ワイラカイト			
	アナルサイム			

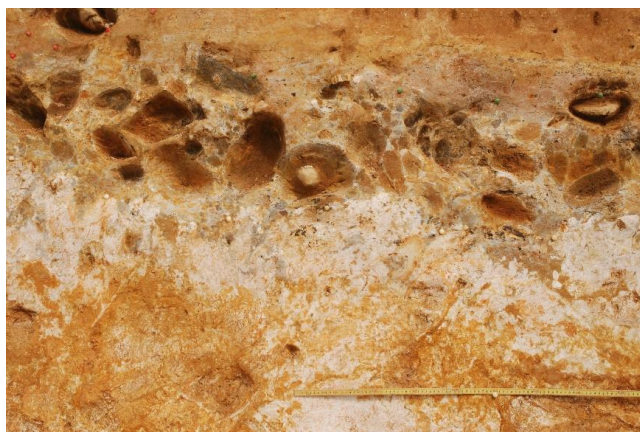
変質鉱物の生成環境(井上, 2003)



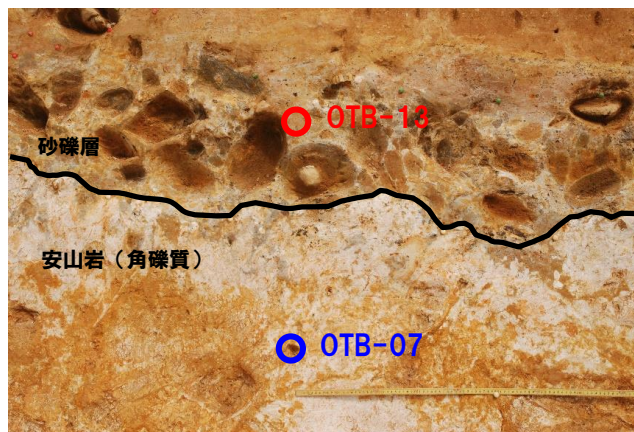
試料採取箇所写真(OTB-07)



分析試料写真(OTB-07)



岩盤と第四系の堆積物(砂礫層)の境界付近における写真



岩盤と第四系の堆積物(砂礫層)の境界付近における写真(岩盤上面等を加筆)

白色～褐色の粘土部を形成した変質作用の時期については、肉眼観察及びXRD分析の結果、粘土部が上位の第四系(MIS5eより古い高海面期の地層)に削剥されていることから、上位の第四系の堆積以前であると判断した。

[3] 福浦断層南部の認定の考え方

コメントNo.44

【回答の概要】(P.110, 111)

福浦断層とその他の破碎部との違いが分かるように、性状、破碎部の幅などの特徴を整理して記載し、福浦断層南部の認定の考え方について整理すること。

- 福浦断層のリニアメント・変動地形が認められなくなる大坪川ダム以南での断層の追跡においては、リニアメント・変動地形が連続的に分布する大坪川ダム以北の調査で確認された福浦断層の特徴に基づき、ボーリング・表土はぎ調査で確認された破碎部が福浦断層に対応するか、その他の破碎部であるかを評価した。
- 評価にあたり、破碎部の走向傾斜、破碎部の性状、及び連続性の観点を踏まえた認定の考え方を以下のように整理した。

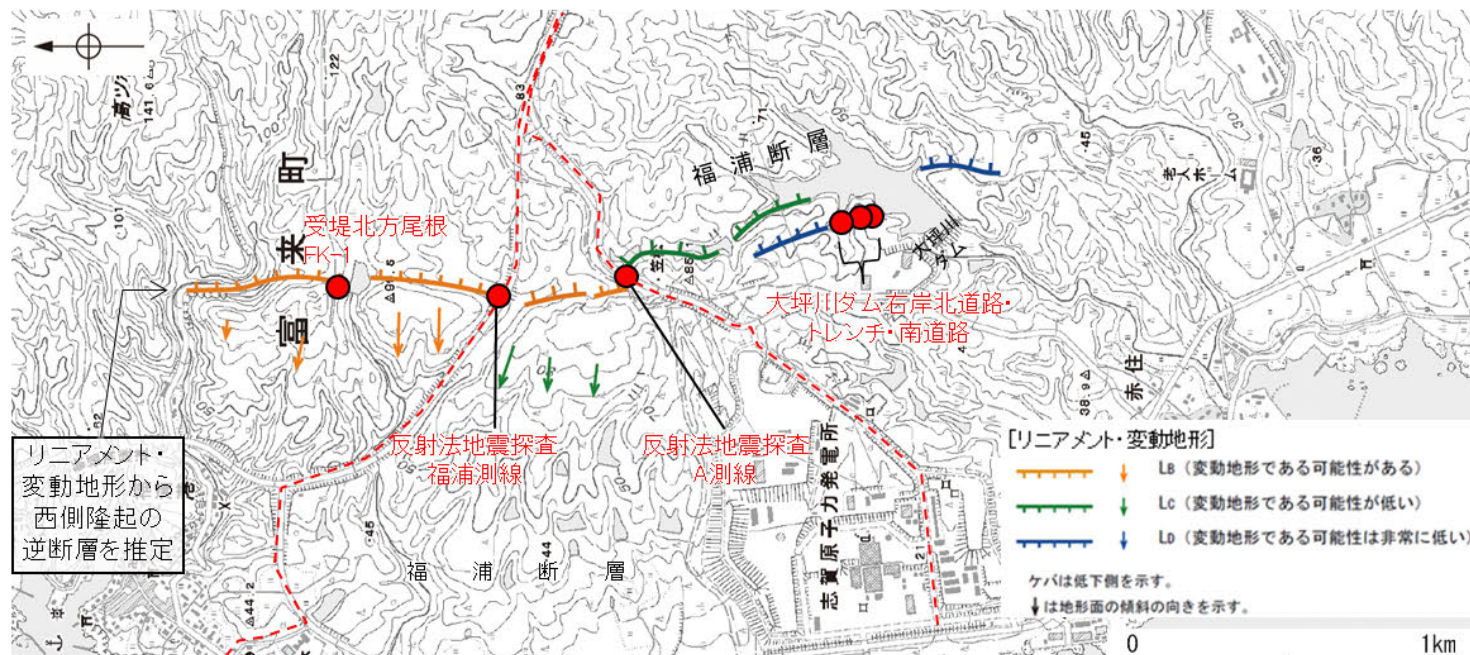
※1: 走向は、大坪川ダム以北における福浦断層の断層トレースの走向データ、傾斜は、反射法地震探査等で確認した傾斜データに基づき、それぞれのばらつきに余裕を考慮して、走向: ±30°、傾斜: ±15° のアンジュレーションを設定した。

■ボーリング・表土はぎ調査で確認された破碎部について福浦断層に対応するか否かを評価する考え方

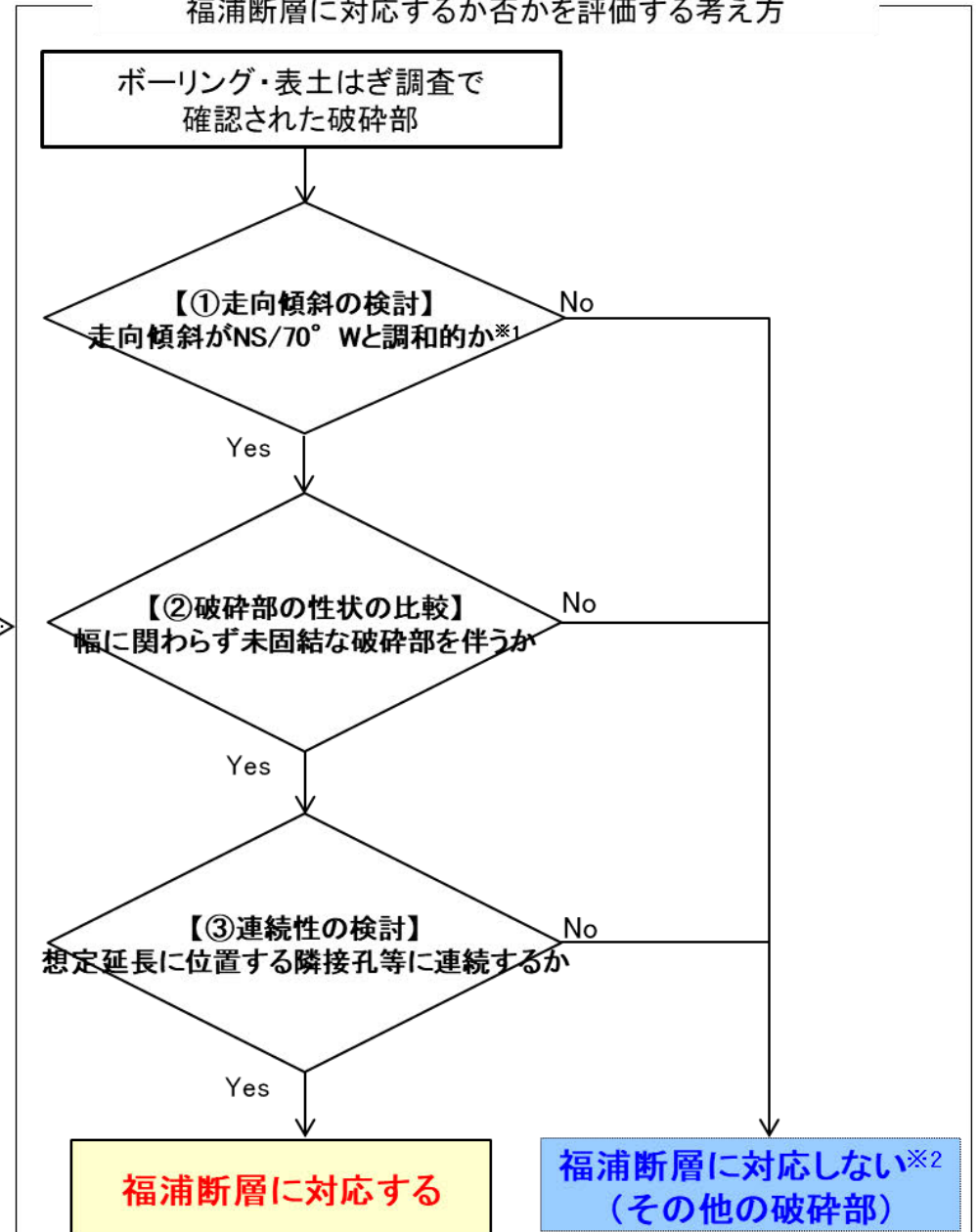
□福浦断層について大坪川ダム以北の調査で確認された特徴

項目	特徴
走向・傾斜	<ul style="list-style-type: none"> ■ リニアメント・変動地形はおおむね南北走向である。 ■ 反射法地震探査で確認された断層傾斜角の平均値は、約70度の西傾斜である。
破碎部の性状	<ul style="list-style-type: none"> ■ 破碎部全体の幅は1～35cmである。 ■ 幅1-2cmの未固結な粘土状破碎部を伴う。
連続性	<ul style="list-style-type: none"> ■ リニアメント・変動地形付近に連続的に認められる。

福浦断層の性状一覧表						
福浦断層						
名称	確認位置 確認深度(m)	標高(m)	走向・傾斜 (走向は真北)	破碎部の幅 (cm)	未固結な破碎部	
					粘土状破碎部の幅 (cm)	砂状・角礫状破碎部の幅 (cm)
受堤北方尾根	地表	EL87付近	N2W/80SW	1.0	1.0	—
FK-1	52.48～52.55	EL 57.37～57.32	N4W/69SW	6.5	1.0	—
反射法地震探査 福浦測線	CMP380付近	—	約75度西傾斜	—	—	—
反射法地震探査 A測線	CMP1030付近	—	約70度西傾斜	—	—	—
大坪川ダム 右岸北道路	地表	EL35付近	N16W/48～72SW	6.5	1.5	—
大坪川ダム 右岸トレンチ	地表	EL48付近	N2E/74NW	35	1.0	—
大坪川ダム 右岸南道路	地表	EL43付近	N26W/60SW	20	2.0	—



福浦断層 調査位置図



※2: なお、福浦断層に対応しないと考えられる破碎部についても、当該破碎部が断層端部付近に位置する場合は、リニアメント・変動地形との位置関係等も踏まえて、保守的な観点から再検討する。

[4] ルートマップの記載の充実 — ルートマップF, G, I, J —

コメントNo.41

【回答の概要】(P.44, 45, 47~56, 58, 125, 157~168, 338, 339)

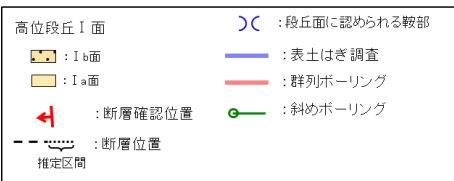
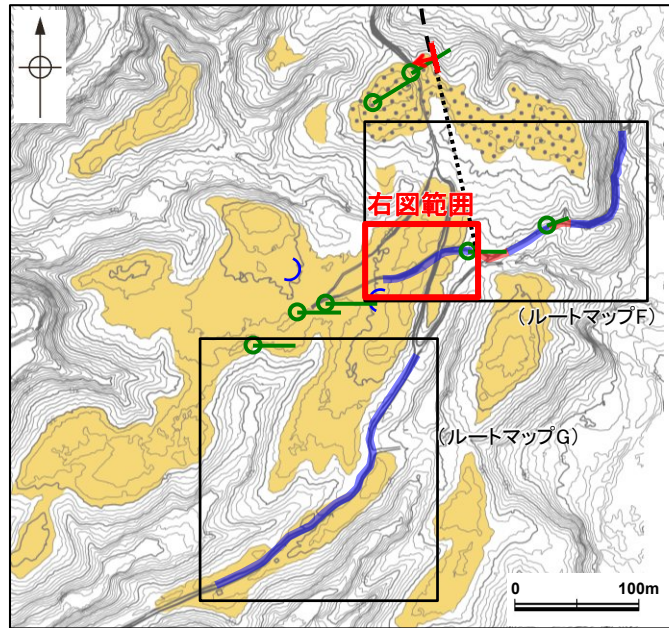
ルートマップにおいて、岩相分布や破碎部等に関する地質学的記載を充実させること。

○福浦断層を確認した大坪川ダム右岸法面、南道路底盤、トレンチ、ルートマップI及び福浦断層、断層oの端部の止めの地質データであるルートマップF, G, Jにおいて、現地状況をより詳細に示すために露頭の再観察を行い、断層や節理、岩相区分等に関する地質学的記載を充実させた。

○以下にルートマップFにおける第1064回審査会合時と今回の観察結果の比較を例示する。

ルートマップFを例示

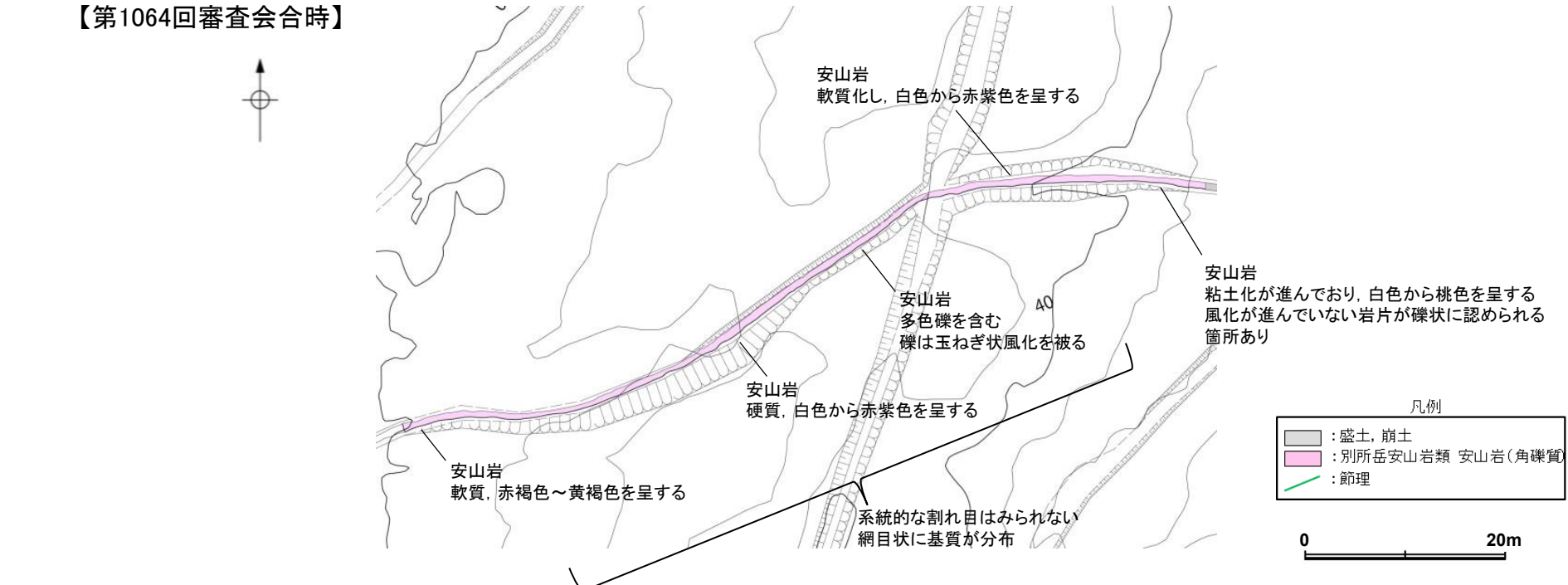
【第1064回審査会合時】



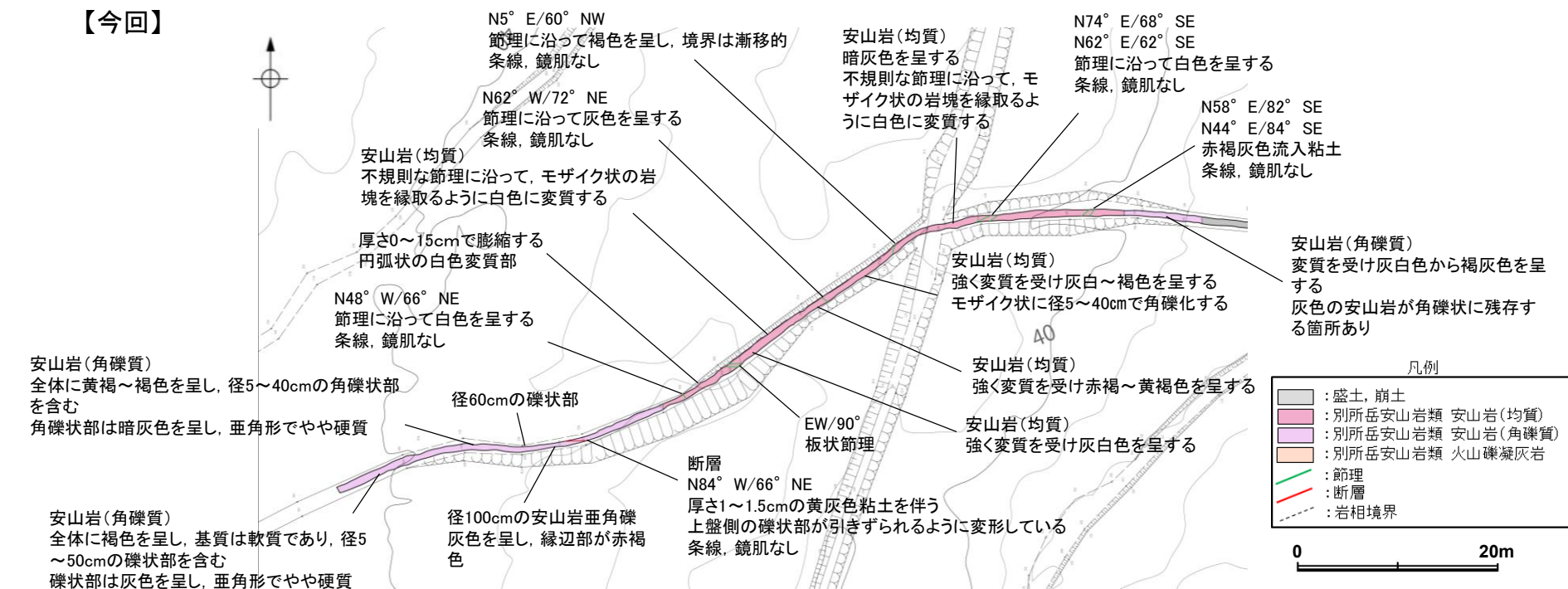
表土はぎ調査位置図

充実させた記載の概要

- ・岩相の細区分及び岩相の特徴を詳細に加筆。
- ・これまで記載していた主要な節理に加え、掘削幅を横断する小規模な節理や断層についても加筆。



【今回】



表土はぎ調査結果(ルートマップF)

[5] 福浦断層の活動履歴等

コメントNo.42

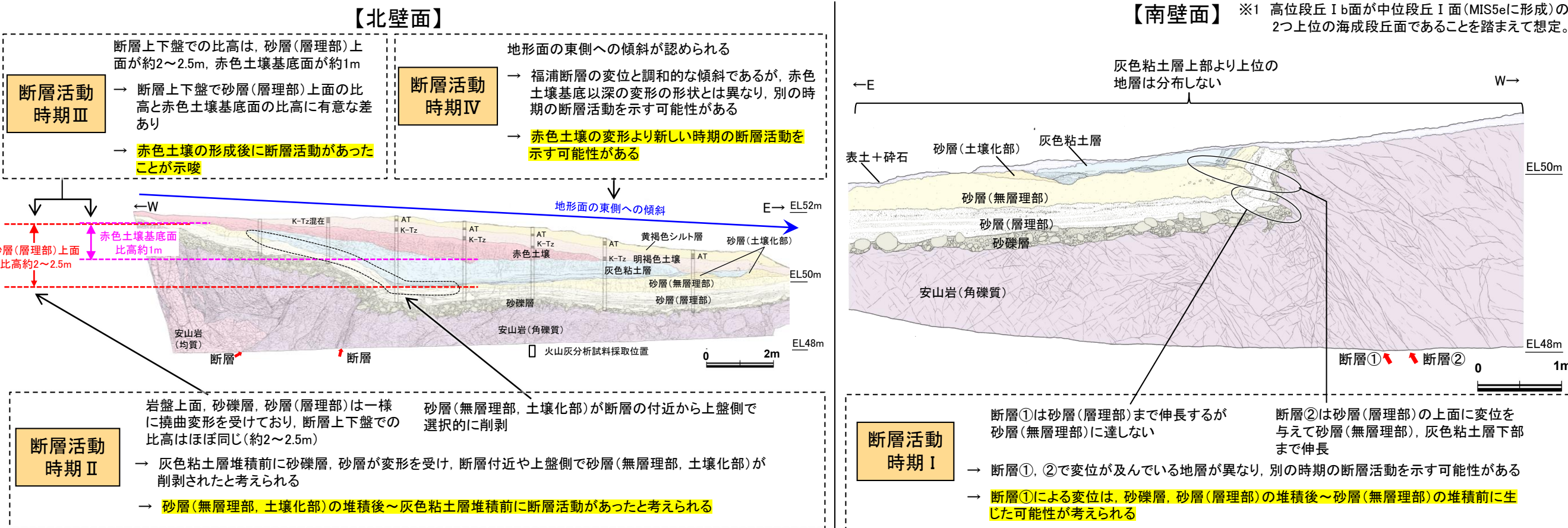
【回答の概要】(P.65～67)

大坪川ダム右岸トレンチから推定される福浦断層の活動履歴等について、北壁面だけでなく南壁面の観察結果も含めて、総合的な説明を行うこと。

○福浦断層の活動履歴等について解明するために、大坪川ダム右岸トレンチでの北壁面及び南壁面の調査結果に基づき検討した結果、福浦断層は、少なくとも下記Ⅰ～Ⅳの期間に活動した可能性があると判断した。

- 断層活動時期Ⅰ：砂礫層、砂層(層理部)の堆積後～砂層(無層理部)の堆積前
- 断層活動時期Ⅱ：砂層(無層理部、土壌化部)の堆積後～灰色粘土層の堆積前
- 断層活動時期Ⅲ：赤色土壌の形成時(MIS5e)～明褐色土壌の形成前
- 断層活動時期Ⅳ：明褐色土壌、黄褐色シルト層の形成後

○また、本調査地点における福浦断層の平均変位速度は、断層変位量が岩盤上面、砂礫層、砂層(層理部)で約2～2.5m、赤色土壌基底で約1mと推定されることを踏まえると、砂礫層、砂層(高位段丘Ⅰb面形成時の海成堆積物)の年代をMIS9(約30万年前※1)、赤色土壌基底面の形成年代をMIS5e(約12万年前)と想定した場合には、0.0083m/千年となる。



【福浦断層の活動履歴】

・福浦断層は、北壁面、南壁面での調査結果から、少なくとも下記Ⅰ～Ⅳの期間に活動した可能性があると判断した。

- 断層活動時期Ⅰ：砂礫層、砂層(層理部)の堆積後～砂層(無層理部)の堆積前
- 断層活動時期Ⅱ：砂層(無層理部、土壌化部)の堆積後～灰色粘土層の堆積前
- 断層活動時期Ⅲ：赤色土壌の形成時(MIS5e)～明褐色土壌の形成前
- 断層活動時期Ⅳ：明褐色土壌、黄褐色シルト層の形成後

【福浦断層の活動度】

- ・北壁面、南壁面での調査結果から、本調査地点で確認できる福浦断層の断層変位量について、岩盤上面、砂礫層、砂層(層理部)で約2～2.5m、赤色土壌基底で約1mと推定した。
- ・本調査地点における福浦断層の平均変位速度は、砂礫層、砂層(高位段丘Ⅰb面形成時の海成堆積物)の年代をMIS9(約30万年前※1)、赤色土壌基底面の形成年代をMIS5e(約12万年前)と想定した場合には、以下の通りとなる。
 - ・砂礫層、砂層の変位量から推定される平均変位速度: 2.5m/30万年 = 0.0083m/千年
 - ・赤色土壌基底面の変位量から推定される平均変位速度: 1m/12万年 = 0.0083m/千年

・なお、上記の活動履歴、活動度は、福浦断層が2本並走する区間における福浦断層(西側)での調査に基づくため、福浦断層全体の活動履歴、活動度を示さない可能性もある。

[6]断層の活動性評価

○下記に示す断層の活動性評価方針に沿ってデータ拡充を行い、断層の活動性評価を行った。

断層の活動性評価方針(第1105回審査会合において説明)

・「①地形面の変位の有無による評価」及び「②鉱物脈法による評価」を主たる根拠として断層の活動性評価を行い、さらに、「③破碎部性状の比較からの評価」と「④切り合い関係からの評価」の評価結果について、①②の評価結果と整合することを確認する。

：断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり、地形面や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)

：鉱物脈法による評価において、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

①地形面の変位の有無による評価

段丘面内縁標高、旧汀線高度に基づく検討 地形面・岩盤上面高度の比較

- ・広域的な傾向として、断層及びその延長位置を挟んで分布する中位段丘I面、高位段丘Ia面の段丘面内縁標高、旧汀線高度に、断層の上盤側(南東側)が一様に高い傾向は認められない。
 - ・地形面や岩盤上面の高度を比較した結果、断層及びその延長位置を挟んで分布する段丘面において、地形面や岩盤上面に断層の上盤側(南東側)が一様に高くなるような系統的な高度差は認められない。
 - ・断層において、震源として考慮する活断層と評価した福浦断層で見られるような地形面や岩盤上面の高度差は認められない。
- ⇒断層に後期更新世以降の活動は認められない。…①

②鉱物脈法による評価

OS-5.5' 孔 薄片①範囲A
薄片①範囲B

OS-7孔 薄片③範囲A
薄片④範囲A

- ・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(粘土鉱物(I/S混合層)変位・変形)は認められない。
- ⇒断層の最新活動はI/S混合層の生成以前であり、断層に後期更新世以降の活動は認められない。…②

OS-7孔 薄片②範囲A~C

- ・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っており、不連続箇所(粘土鉱物(I/S混合層)に)変位・変形は認められない。*
- ・ただし、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係は不明確である。

※：評価結果②と整合する。

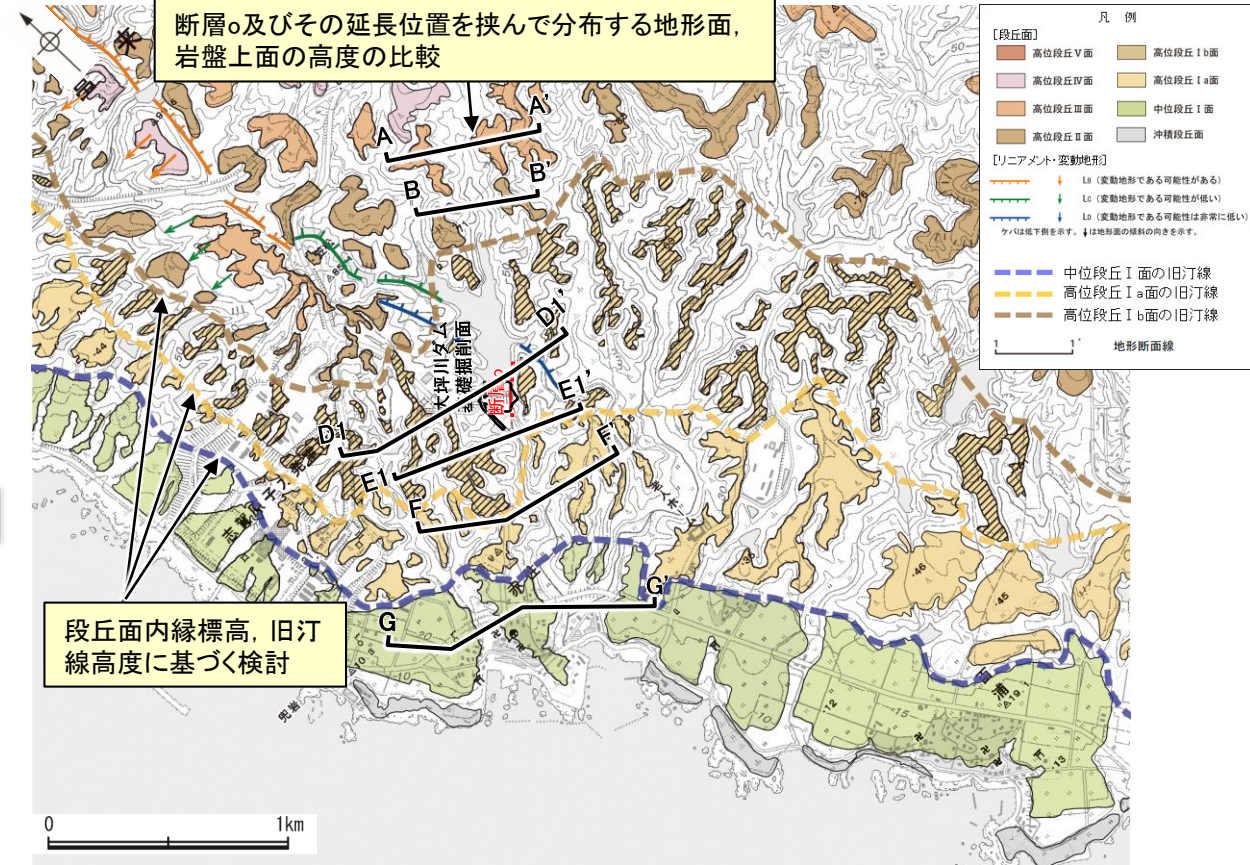
③破碎部性状の比較からの評価

④切り合い関係からの評価

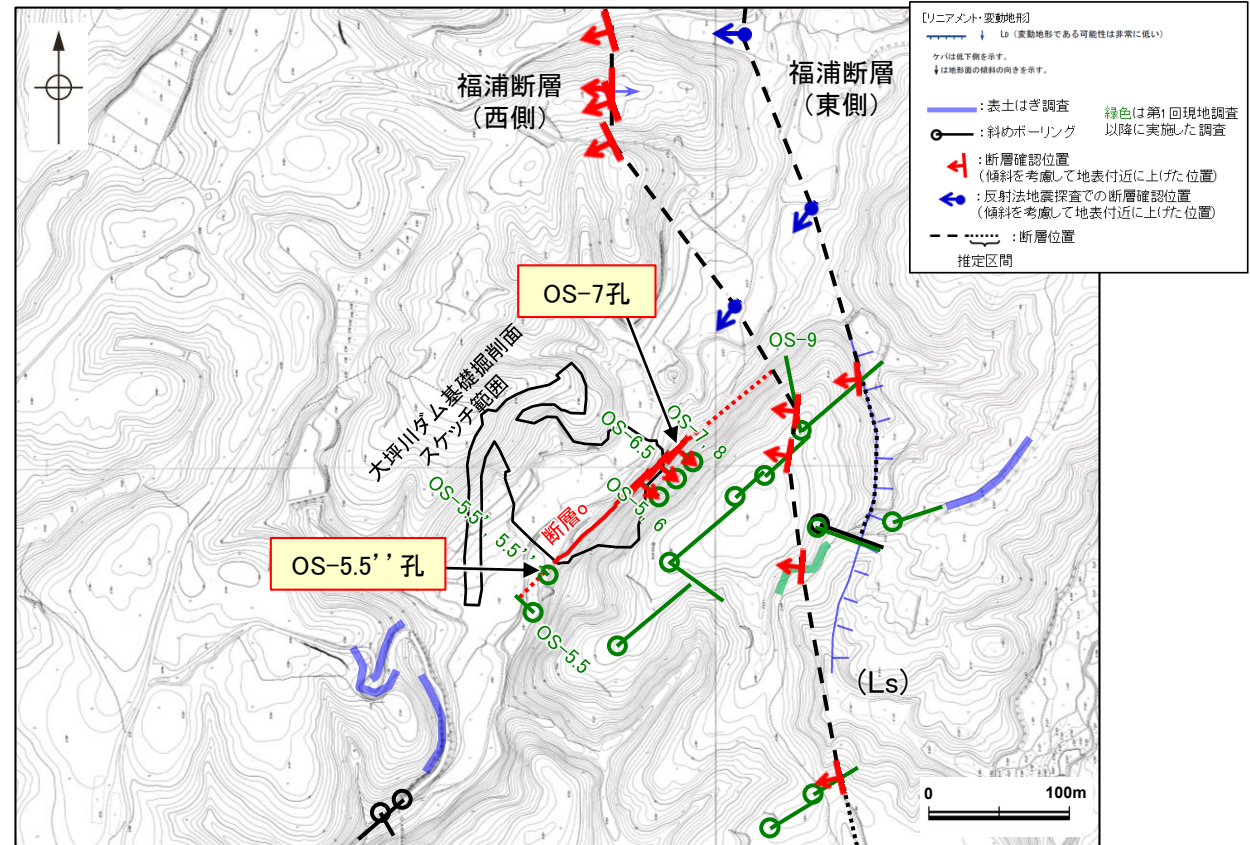
評価結果①②と整合する。

断層の評価

地形面の変位の有無による評価及び鉱物脈法による評価の結果、断層に後期更新世以降の活動は認められない。
なお、その他の調査データについても上記評価と整合する。



段丘面分布図



大坪川ダム付近 調査位置図(旧地形)

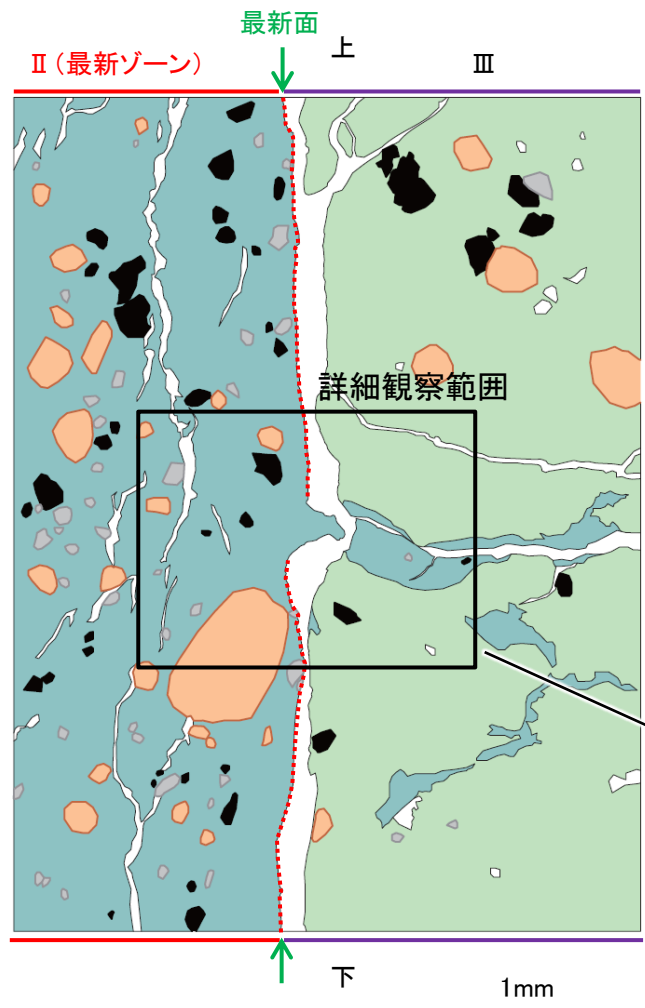
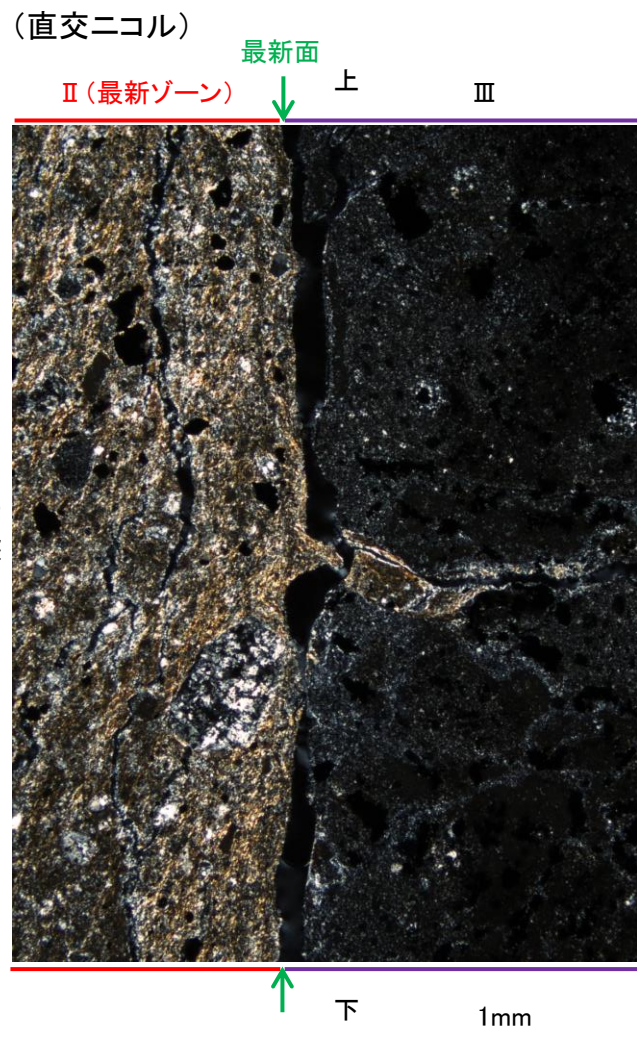
[6]断層の活動性評価: 鉱物脈法による評価

コメントNo.49

【回答の概要】(P.268~285, 287, 291~304)

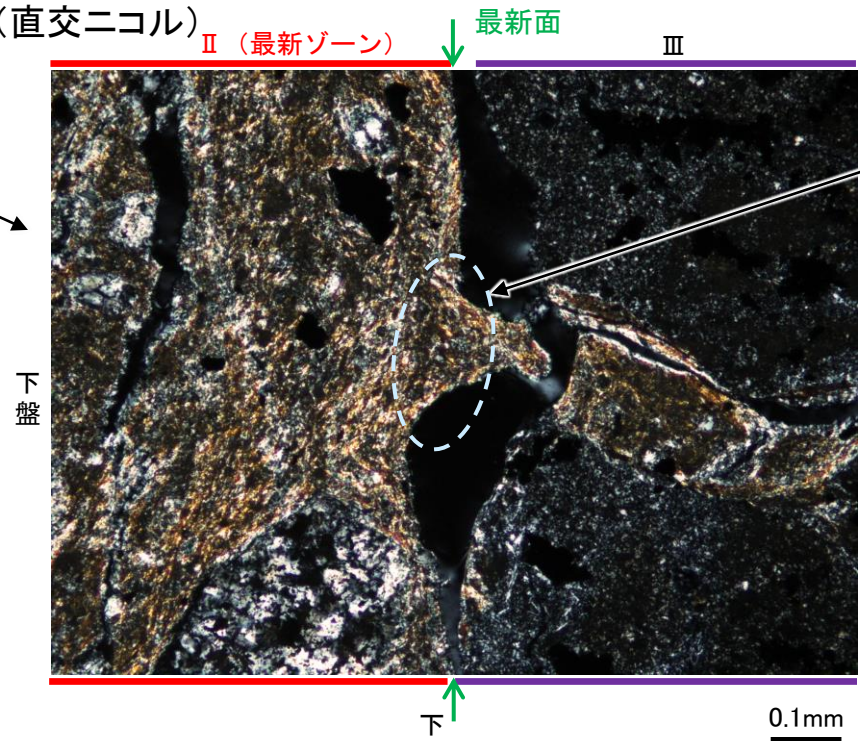
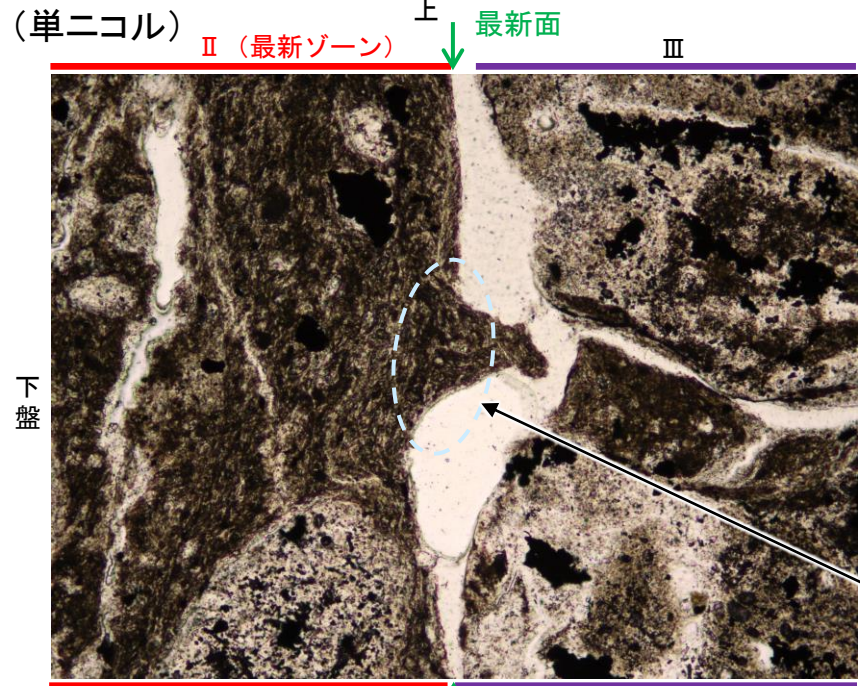
断層の鉱物脈法による評価については、継続的にデータ拡充を実施し、断層の最新面と鉱物脈との関係が明瞭なデータが得られた場合には、その結果を説明すること。

○断層の活動性について鉱物脈法による評価を行うために、既存及び追加掘削したボーリングコアから新たに薄片を作成し、詳細観察を行った結果、OS-5.5'孔 薄片①の範囲A、範囲B及びOS-7孔 薄片③の範囲A、薄片④の範囲Aにおいて、粘土鉱物(イライト/スメクタイト混合層)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(イライト/スメクタイト混合層)に変位・変形は認められない。
○したがって、断層の最新活動は、イライト/スメクタイト混合層(I/S混合層)の形成以前であり、断層に後期更新世以降の活動は認められない。



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

範囲Aスケッチ(OS-5.5'孔 薄片①)



・粘土鉱物(イライト/スメクタイト混合層)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(イライト/スメクタイト混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。

範囲A写真(OS-5.5'孔 薄片①)

詳細観察範囲写真

コメントNo.48

【回答の概要】(P.253~257)

地形面の変位の有無による評価にあたっては、データ拡充を行った上で、以下の点について説明を充実させること。

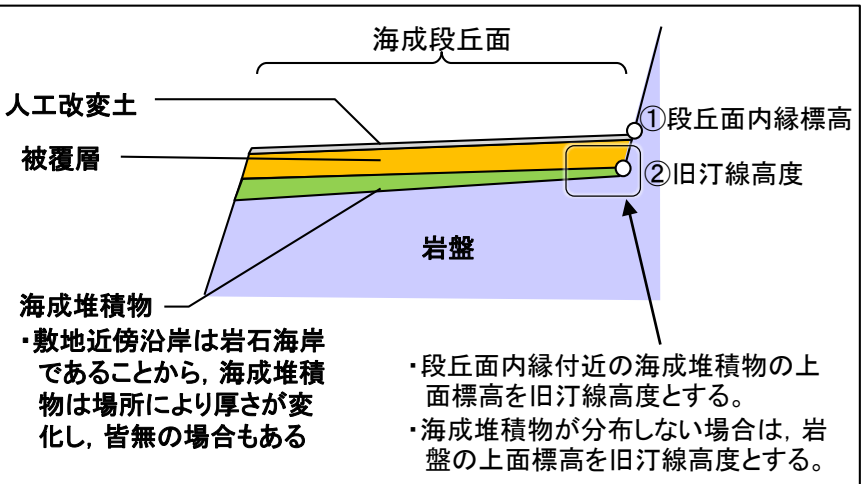
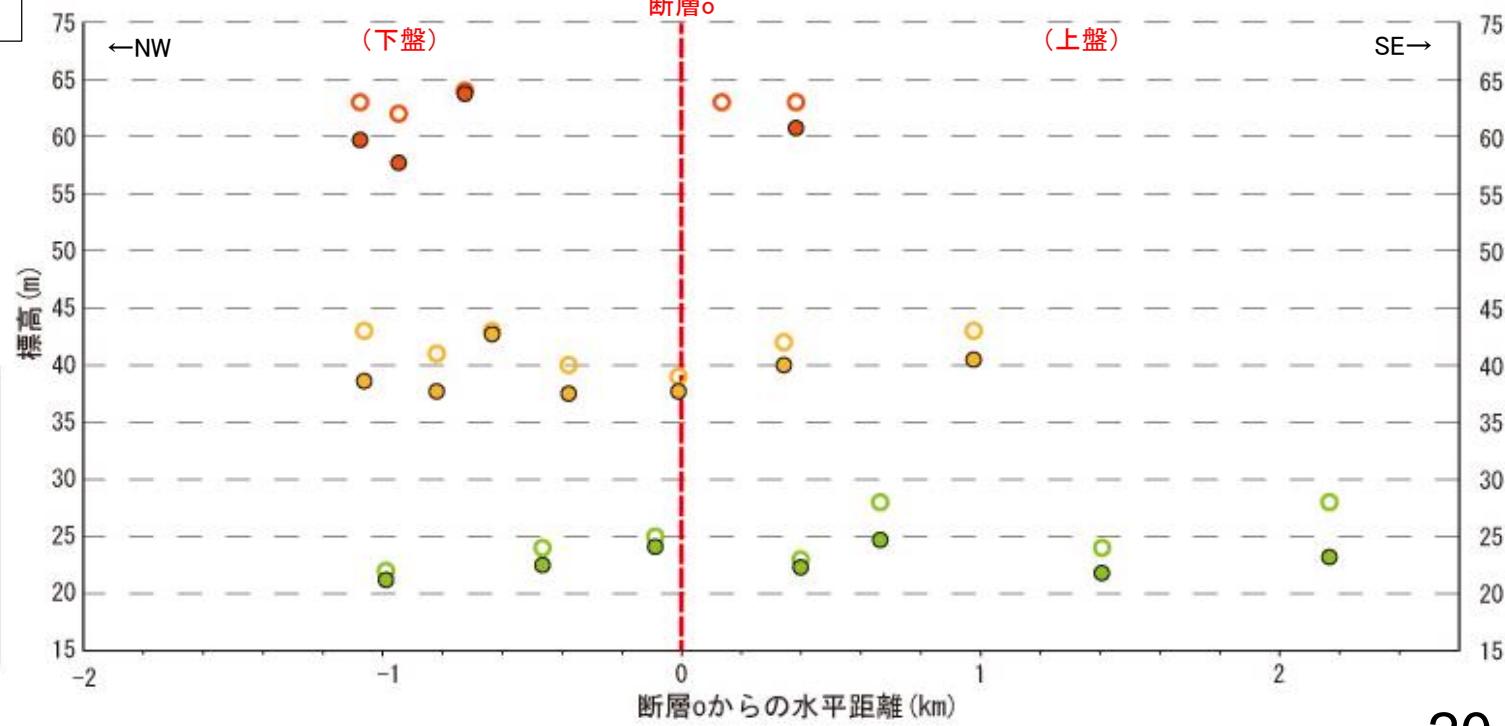
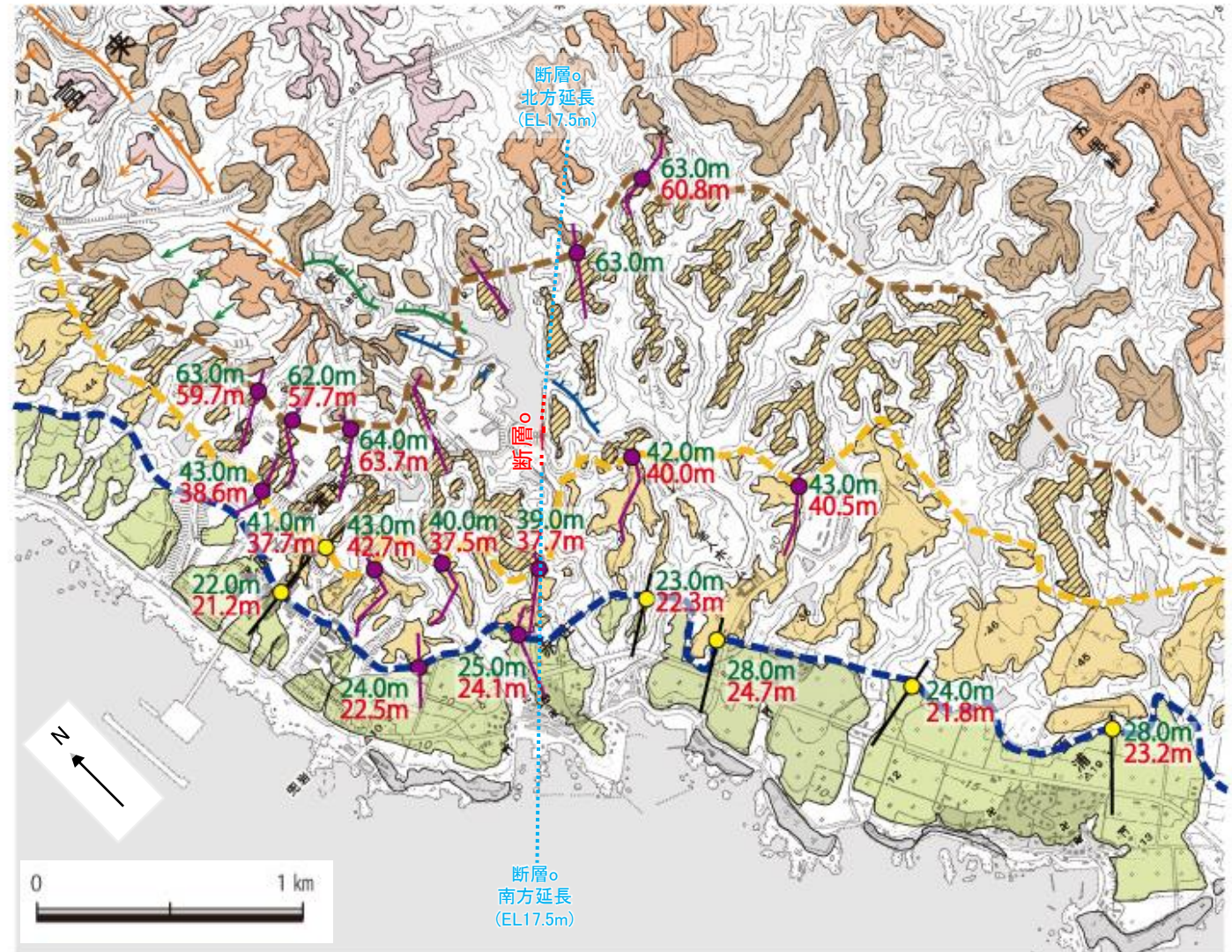
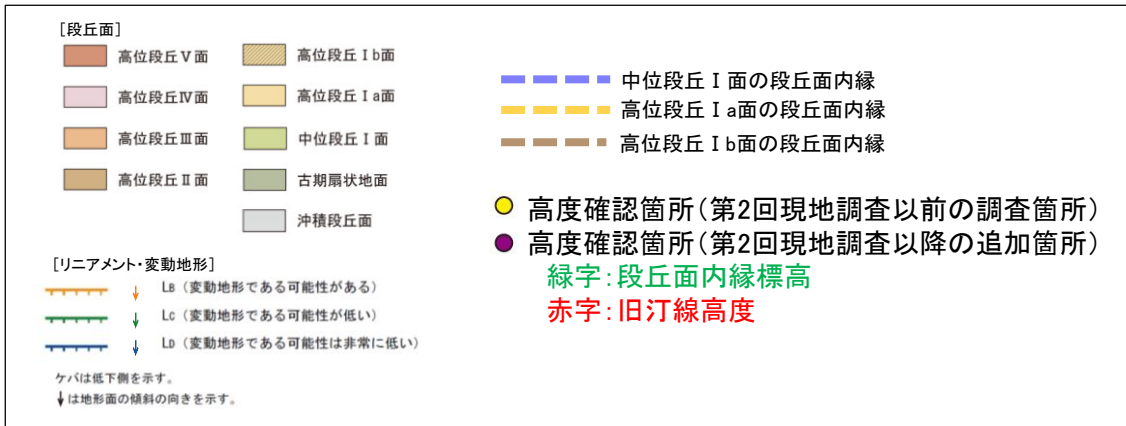
- 断層o及びその延長位置を境に、中位段丘I面、高位段丘Ia面及びIb面の旧汀線高度、段丘面内縁標高に有意な高度分布の差の有無について検討すること。

○断層oの活動性について地形面の変位の有無による評価を行うために、段丘面内縁標高、旧汀線高度*の検討を行った結果、広域的な傾向として、断層o及びその延長位置を挟んで分布する中位段丘I面、高位段丘Ia面の段丘面内縁標高、旧汀線高度に、断層oの上盤側(南東側)が一様に高い傾向は認められない。

○なお、高位段丘Ib面については、同様の傾向が認められるものの、断層o上盤側のデータが少なく、高度分布の傾向に関する評価の信頼性に劣る。

*旧汀線高度は、段丘面内縁付近の海成堆積物の上面標高とし、海成堆積物が分布しない場合は基盤岩の上面標高とした。

凡例



海成段丘面の模式断面図



中位段丘I面、高位段丘Ia面、Ib面の高度分布

コメントNo.48

【回答の概要】(P.258～266)

地形面の変位の有無による評価にあたっては、データ拡充を行った上で、以下の点について説明を充実させること。

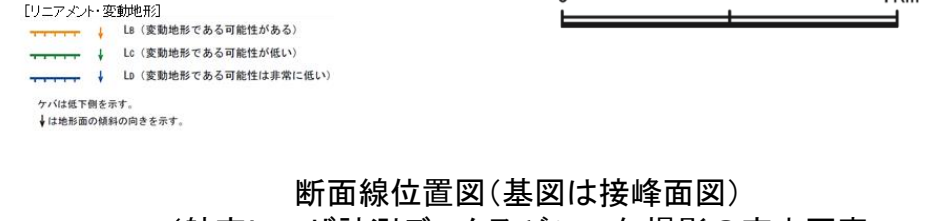
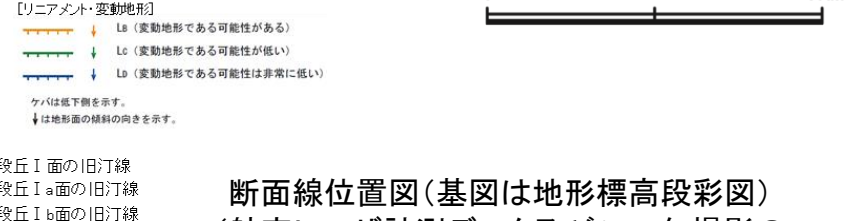
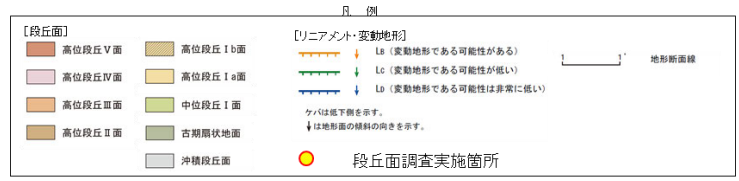
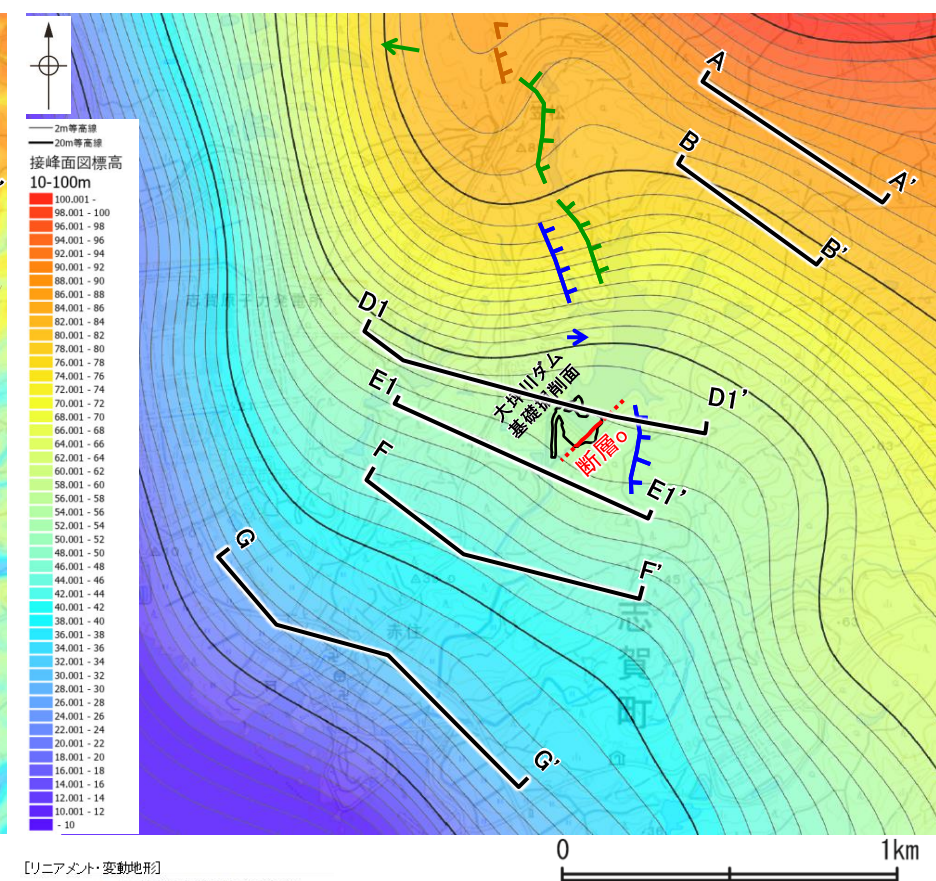
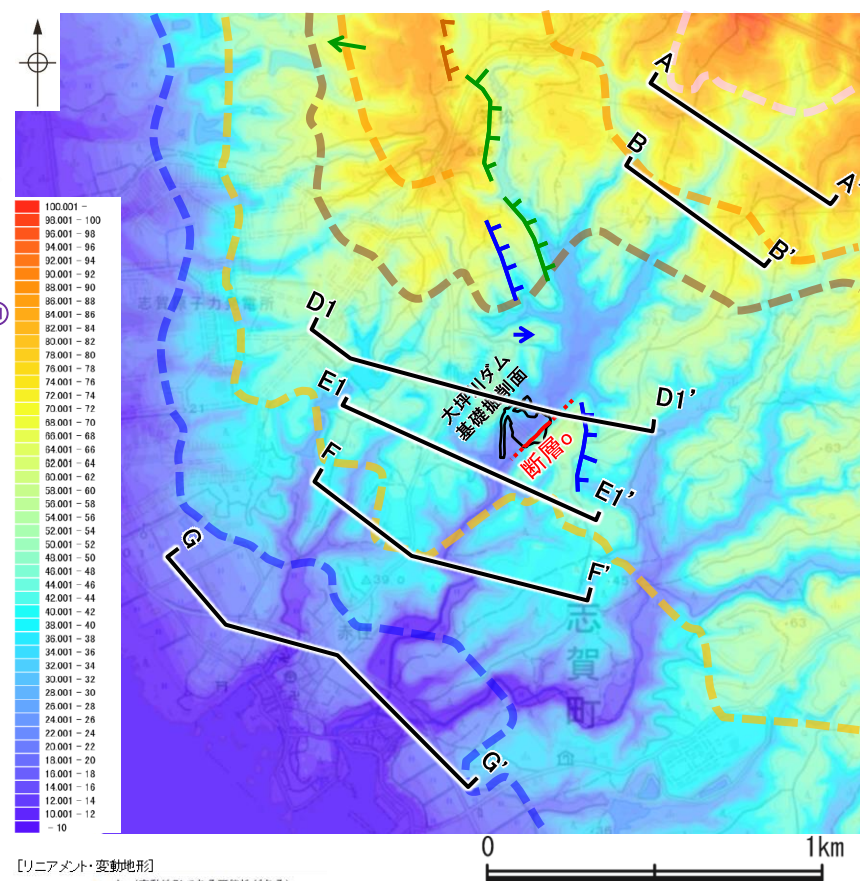
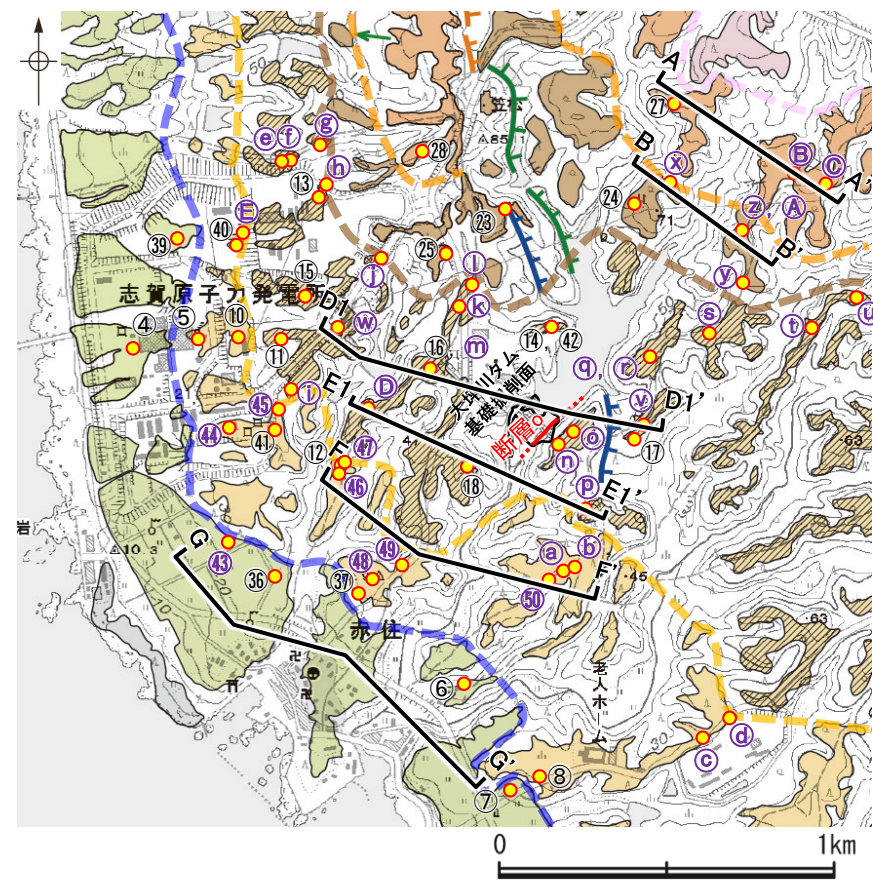
- ・断層o及びその延長位置を挟んで分布する地形面の高度を比較する断面について、段彩図、接峰面図を示す等して、断面線を設定する方向の考え方の妥当性を説明すること。

○断層oの活動性について地形面の変位の有無による評価を行うために、断層oを挟んで分布する段丘面において地形面や岩盤上面の高度を比較するにあたり、以下のA)の考え方に基づき断面線を設定した。

A)：段丘面は海側に向かって緩く傾斜していることから、旧汀線と概ね平行な方向に断面を設定する必要がある。ただし当該範囲の旧汀線は入り組んだ形状を示すため、高度帯毎に色を変えて表現した地形標高段彩図や、複雑な起伏のある山地の大局的な高度分布や形態を把握することのできる接峰面図を用いることにより、旧汀線と概ね平行な方向に断面線を設定した(A-A', B-B', D1-D1', E1-E1', F-F', G-G' 断面)。

○地形面や岩盤上面の高度を比較した結果、断層o及びその延長位置を挟んで分布する段丘面において、上盤側(南東側)と下盤側(北西側)の比高にばらつきが認められ、上盤側(南東側)が低い箇所も認められることから、地形面や岩盤上面に断層oの上盤側(南東側)が一様に高くなるような系統的な高度差は認められない(次頁)。

○また、断層oにおいて、震源として考慮する活断層と評価した福浦断層で見られるような地形面や岩盤上面の高度差は認められない(次々頁)。



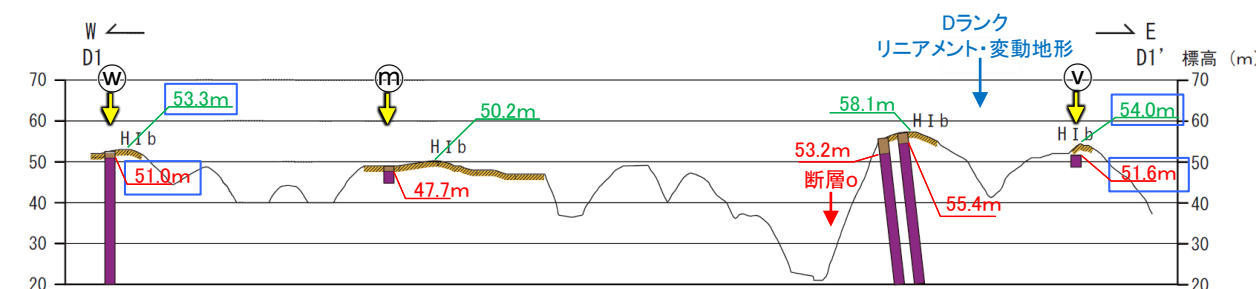
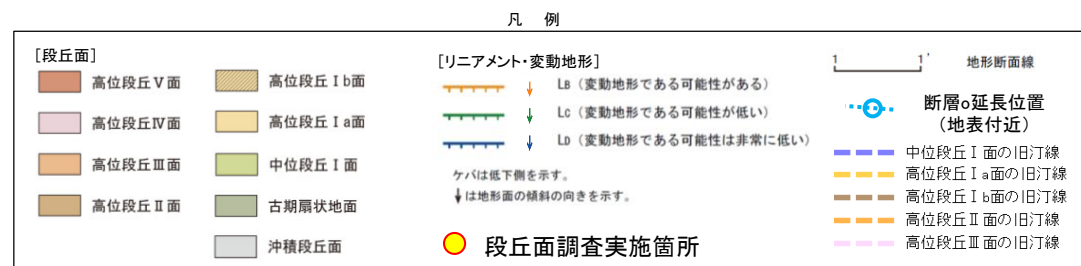
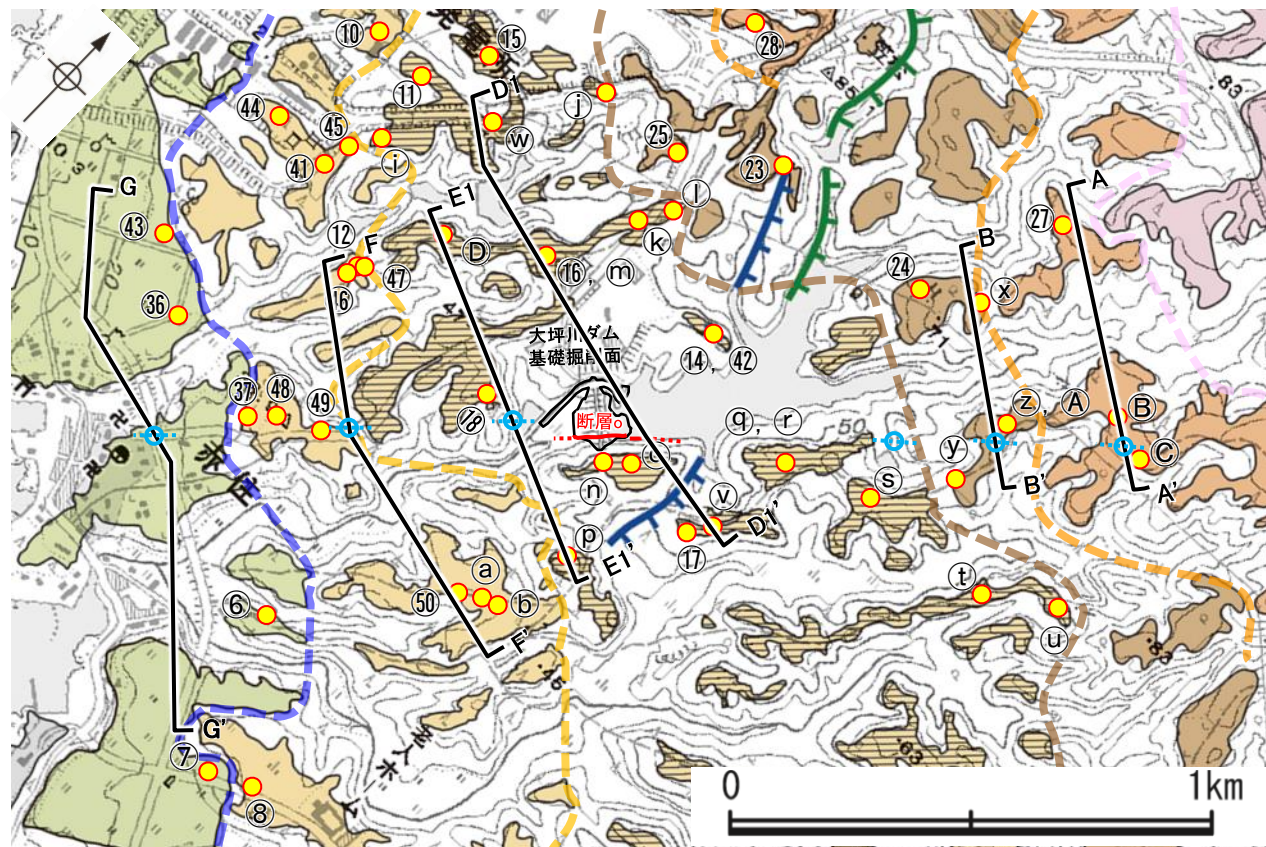
断面線位置図(基図は段丘面分布図)

断面線位置図(基図は地形標高段彩図)
(航空レーザ計測データ及び1985年撮影の
空中写真を基に作成)

断面線位置図(基図は接峰面図)
(航空レーザ計測データ及び1985年撮影の空中写
真を基に、方眼法により作成(300m方眼))

【断層o及びその延長位置を挟んで分布する地形面・岩盤上面高度の比較】

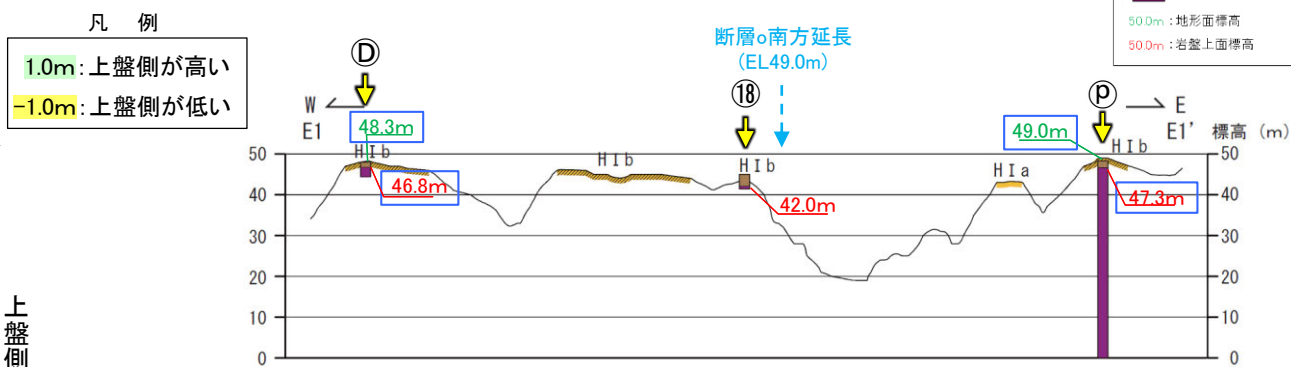
・地形面や岩盤上面の高度を比較した結果、断層o及びその延長位置を挟んで分布する段丘面において、上盤側(南東側)と下盤側(北西側)の比高にばらつきが認められ、上盤側(南東側)が低い箇所も認められることから、地形面や岩盤上面に断層oの上盤側(南東側)が一様に高くなるような系統的な高度差は認められない。



D1-D1' 断面	比高(上盤側-下盤側)
地形面標高	54.0m-53.3m=0.7m
岩盤上面標高	51.6m-51.0m=0.6m

D1-D1' 断面

・地形は北陸電力撮影(1985)の空中写真を基に作成。



E1-E1' 断面	比高(上盤側-下盤側)
地形面標高	49.0m-48.3m=0.7m
岩盤上面標高	47.3m-46.8m=0.5m

E1-E1' 断面

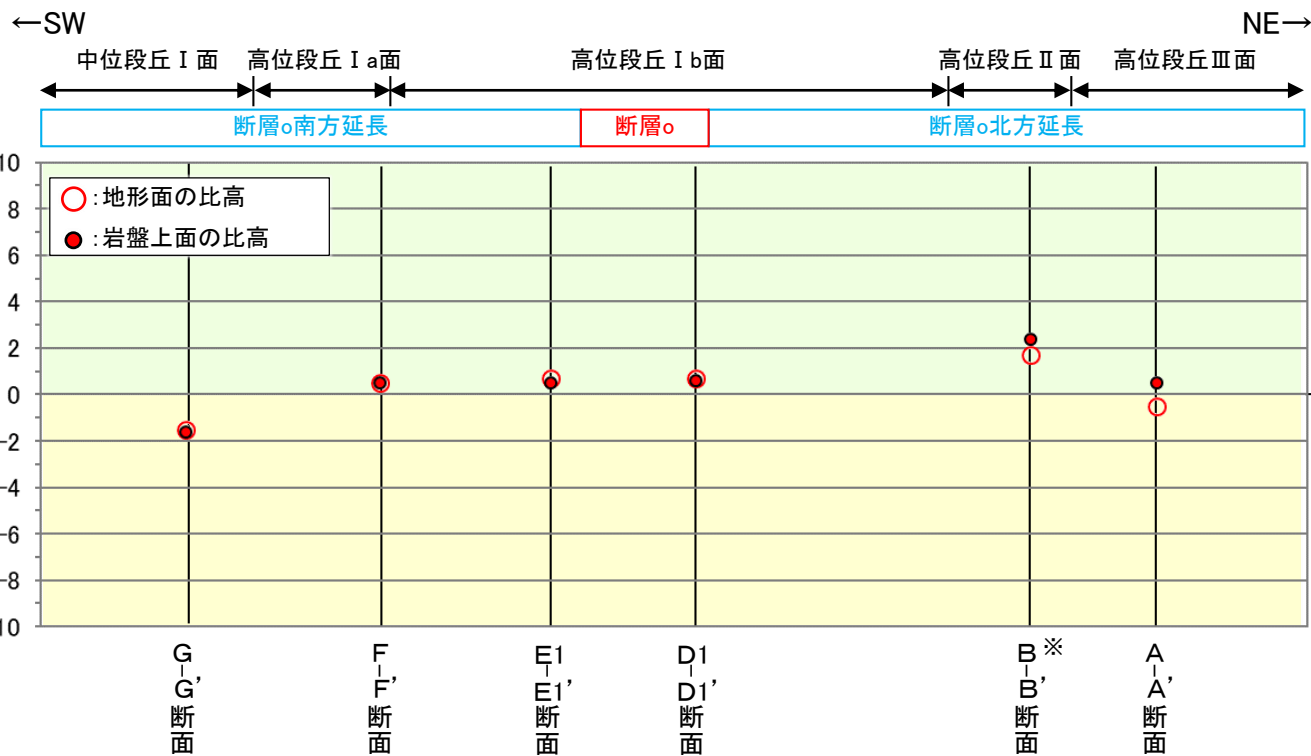
地形断面図(D-D', E1-E1' 断面の例)

・断層oを挟んで分布する段丘面において、地形面や岩盤上面の高度を比較するにあたり、旧汀線と概ね平行な方向の断面線を設定した。

・各断面における、断層oの上盤側(南東側)の地形面と下盤側(北西側)の地形面との比高(○)を左図に示す。

・また、各断面における、断層oの上盤側(南東側)の岩盤上面と下盤側(北西側)の岩盤上面との比高(●)も併せて左図に示す。

・なお、断層oの上盤側(南東側)及び下盤側(北西側)のそれぞれで複数の標高データがある場合には、離水後の侵食や改変の影響を受けていないと考えられる最も標高の高いデータを用いることとする。

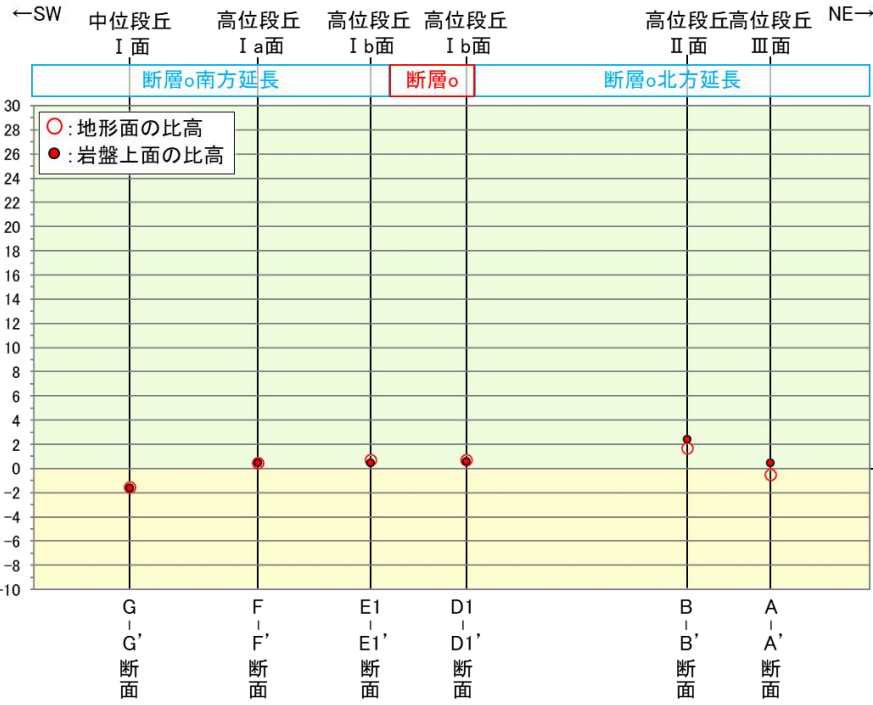
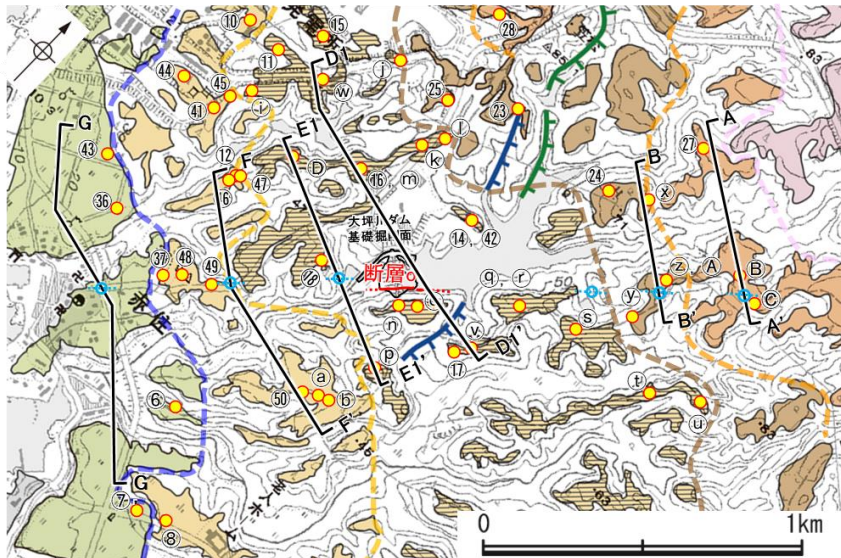


断層o及びその延長位置を挟んで分布する地形面、岩盤上面の比高

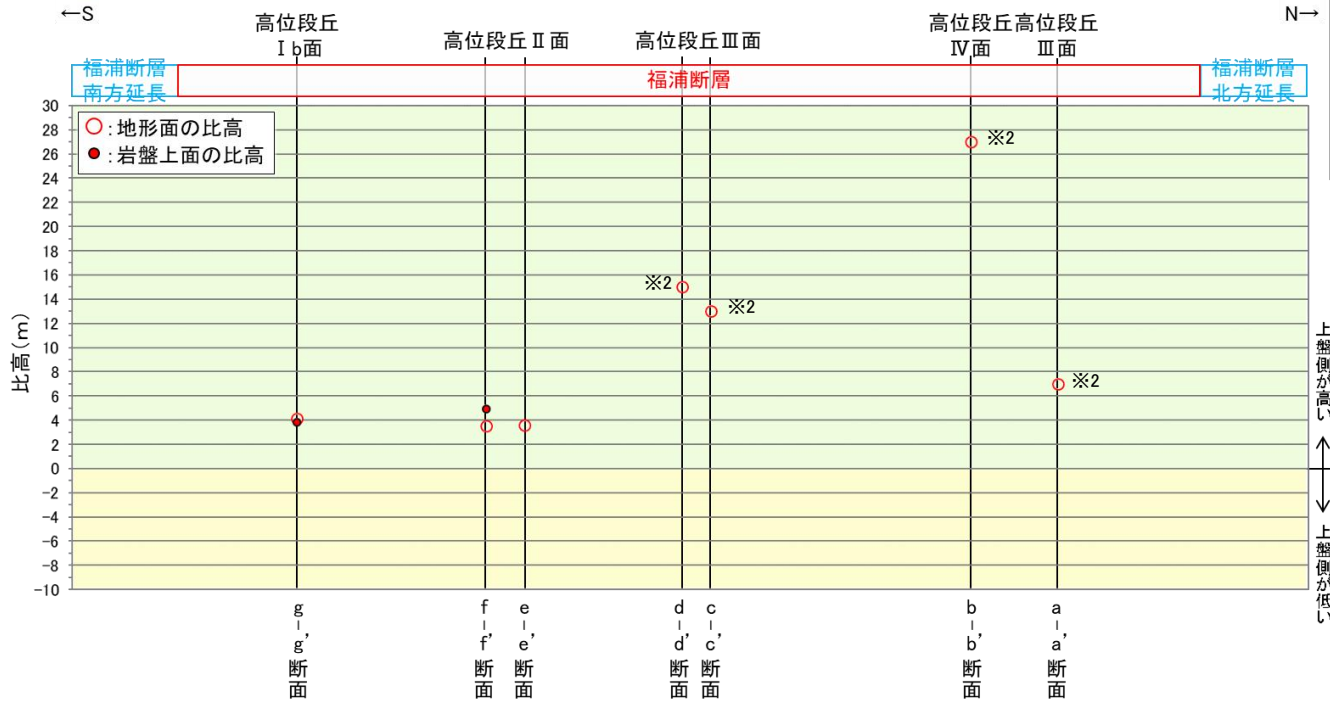
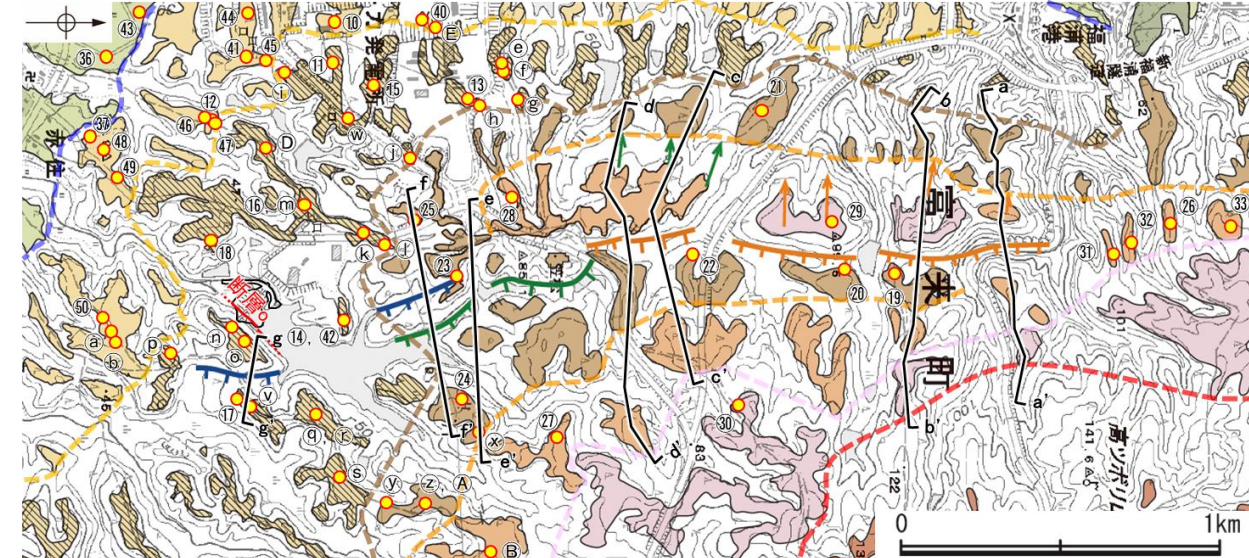
※:断層oが北方延長が、B-B' 断面中央の谷に位置すると仮定した場合の比高を示す。

【断層○と福浦断層の比較】

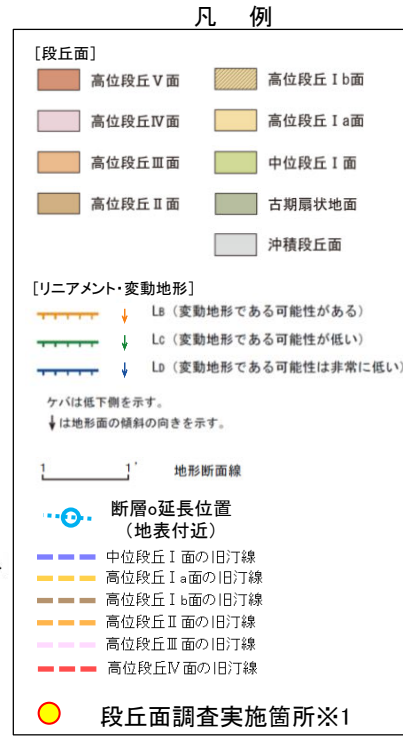
・断層○において、震源として考慮する活断層と評価した福浦断層で見られるような地形面や岩盤上面の高度差は認められない。



断層○及びその延長位置を挟んで分布する地形面, 岩盤上面の比高



福浦断層を挟んで分布する地形面, 岩盤上面の比高



※1: 段丘面調査結果は 補足資料2.2-1(1)

※2 旧汀線と直角する方向に 断面線を設定。

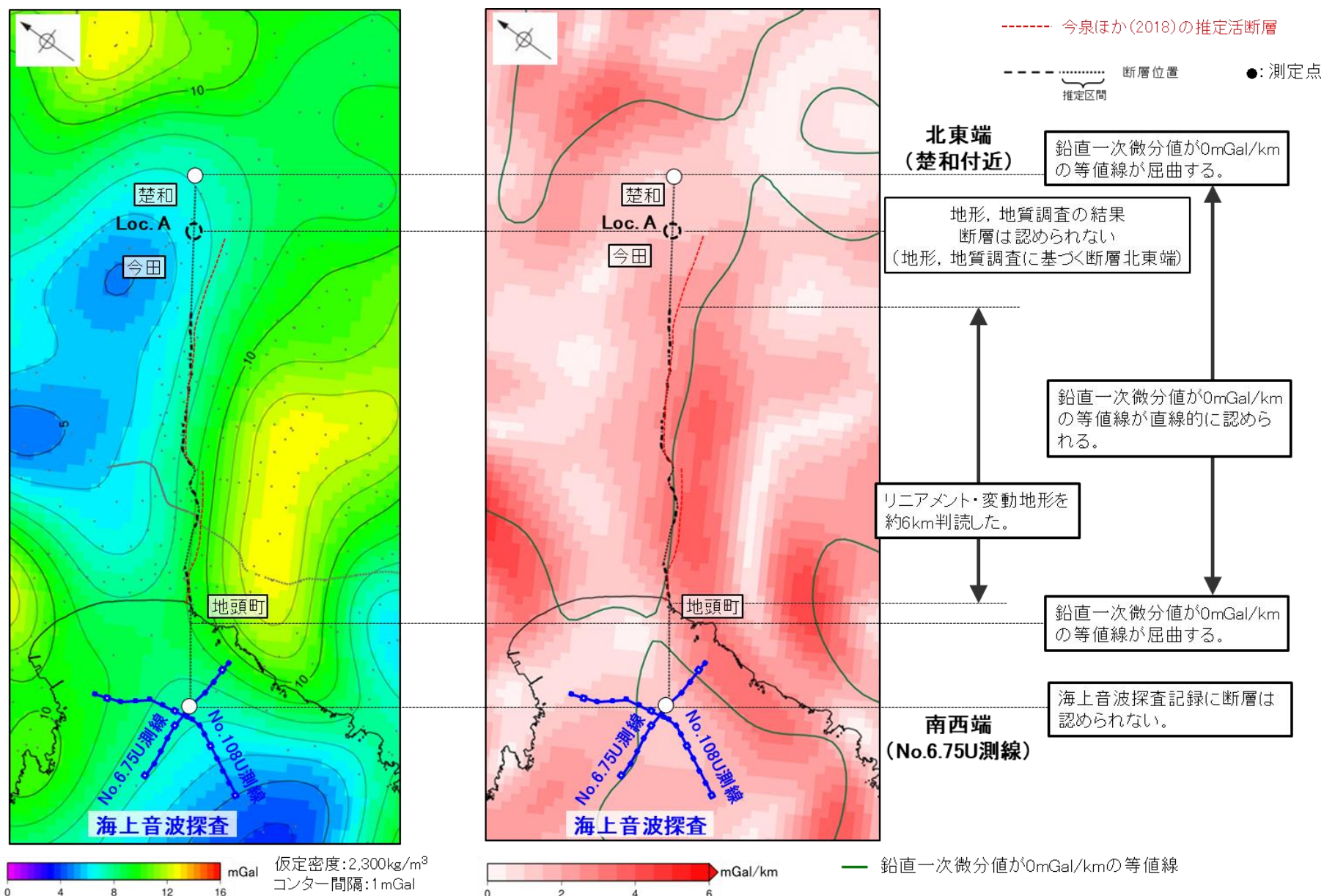
[7] 富来川南岸断層の北東端の評価

コメントNo.38

【回答の概要】(P.347, 370, 375~380)

北東端の評価について、地質調査で断層が認められなくなる地点を明示したうえで、断層の長さを直線的な重力異常急変部が途絶える地点までと評価した根拠を記載すること。

○富来川南岸断層の北東端について検討するために、地形、地質調査を行った結果、少なくともLoc.Aより北東方には、富来川南岸断層に対応する断層は認められないものの、海岸線付近からLoc.Aまでの区間において断層と対応して認められた直線的な重力異常急変部がさらに北東方へ連続していることから、直線的な重力異常急変部が途絶える地点(鉛直一次微分値が0mGal/kmの等値線が屈曲する地点)を北東端と評価した。



富来川南岸断層周辺のブーゲー異常図

富来川南岸断層周辺の水平一次微分図

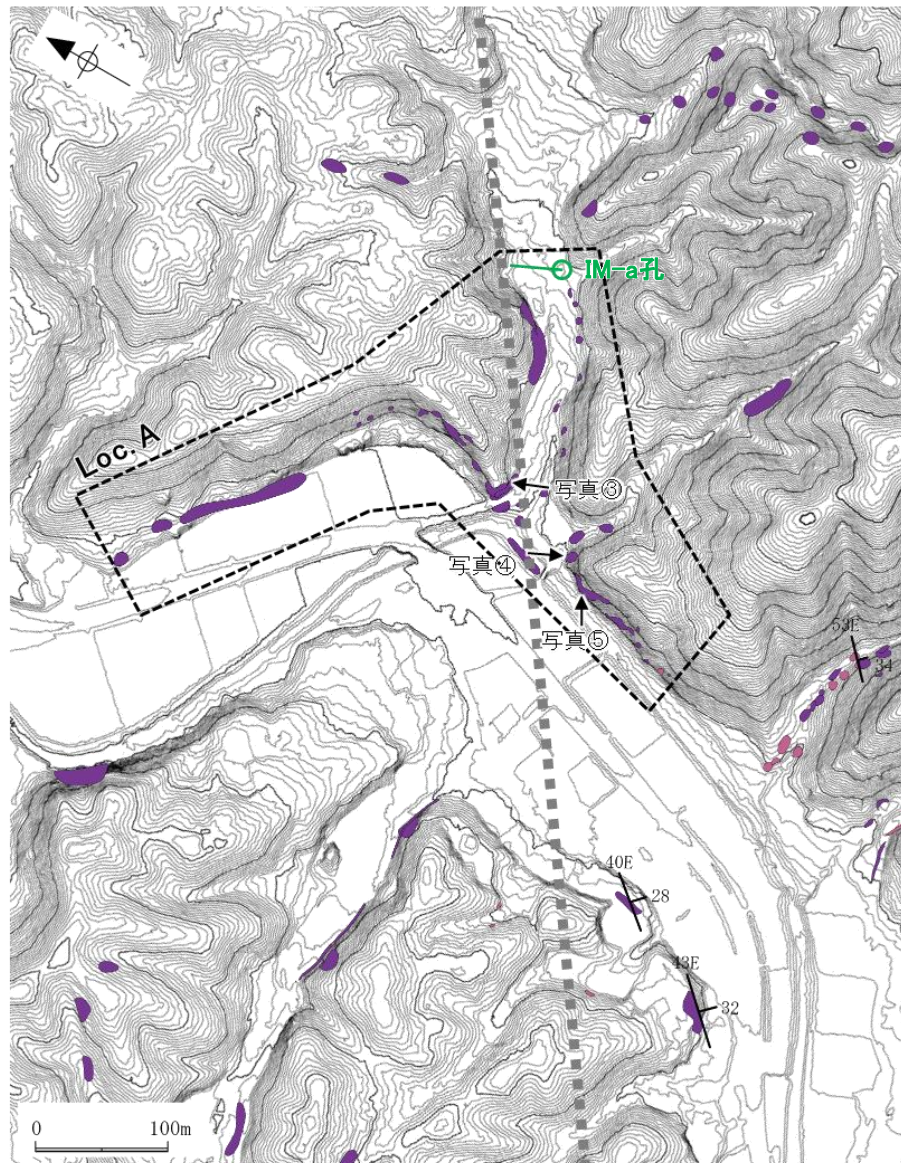
[8] Loc.Aにおける調査

コメントNo.39

【回答の概要】(P.376, 377)

Loc.Aにおける調査データについて、断層推定位置の周辺に分布する露頭の写真を追加して示すこと。

- 富来川南岸断層の北東端の状況について確認するために、富来川南岸断層の北東方にあたるLoc.Aにおいて、断層推定位置の周辺に分布する露頭の写真を追加した。
- 富来川南岸断層の推定延長位置を横断して凝灰角礫岩の露頭が分布し、断層は認められない。



凡例

地質時代	岩石・地層名	
中新第三紀	岩種	IAa 別所岳安山岩類 安山岩
	階	IAc 凝灰角礫岩

■■■■ 断層位置(推定区間)

↙ 層理面の走向・傾斜

位置図



露頭写真③
スケールは1m



露頭写真③(近景)
凝灰角礫岩からなる



露頭写真④
スケールは1m



露頭写真④(近景)
凝灰角礫岩からなる



露頭写真⑤
白矢印: 近景写真の撮影方向



露頭写真⑤(近景)
凝灰角礫岩からなる
スケールは1m

[9]ドレライト・水冷破碎岩の確認 —TJ-1孔, F-1'孔, FD-6孔—

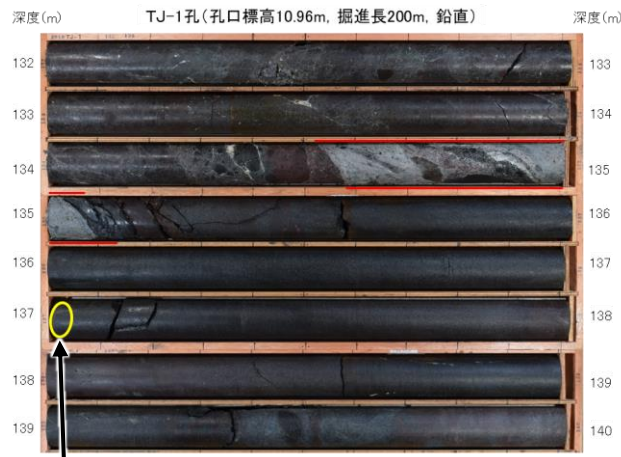
コメントNo.46

【回答の概要】(P.358, 359, データ集1)

ボーリングコアにおいて、ドレライトや水冷破碎岩の可能性のある箇所について、柱状図に記載すること。

○TJ-1孔 深度135.1~139.1mで認められる暗灰色の岩種を特定するために、XRF分析及び薄片観察を実施した結果、以下のことから、当該箇所はドレライトではなく安山岩であると判断した。
 ・XRF分析の結果を周藤・小山内(2002)のSiO₂-(Na₂O+K₂O)による火成岩の分類に照らすと、ドレライト(粗粒玄武岩)には区分されず、安山岩に区分される(左下図表)。
 ・薄片観察の結果、斑状組織を示すこと、斜長石、輝石類を含み、斑晶、石基ともに輝石類(有色鉱物)よりも斜長石の割合がかなり高いことから、安山岩であると推定される(下図表)。
 ○水冷破碎岩と考えられる岩相について確認するために、ボーリングコアの再観察を行った結果、F-1'孔 深度27.60~29.60m及び32.00~33.55m, FD-6孔 深度17.06~21.26m及び26.56~34.52mの安山岩は、角礫状岩片をなし、その縁辺部が変質していることから、水冷破碎を受けている可能性があると判断し、柱状図に追記した(右下図)。

TJ-1孔で認められる暗灰色の岩種



分析試料採取位置 コア写真(深度132~140m) 薄片作成位置

【TJ-1孔 XRF分析結果】

(wt. %)

試料名	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	T-Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Total
TJ-1孔 137.01m	58.26	0.78	17.34	6.93	0.10	3.08	6.25	3.90	1.05	0.17	97.86



火成岩の分類に照らすと、ドレライト(粗粒玄武岩)には区分されず、安山岩に区分される。

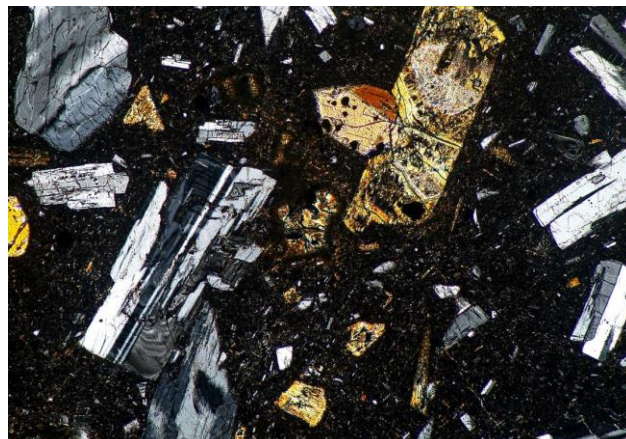
SiO₂-(Na₂O+K₂O)による火成岩の分類 周藤・小山内(2002)を編集

【TJ-1孔 薄片観察結果】

(単ニコル)



(直交ニコル)



薄片写真(TJ-1孔 深度137.01m)

斑状組織を示すこと、斜長石、輝石類を含み、斑晶、石基ともに輝石類(有色鉱物)よりも斜長石の割合がかなり高いことから、安山岩であると推定される。

構成物		
斑晶	略号	量
斜長石	Pl	△
斜方輝石	Opx	±
単斜輝石	Cpx	+
石基		
略号	略号	量
クリストバライト	Crs	±
斜長石	Pl	○
単斜輝石	Cpx	+
燐灰石	Ap	±
不透明鉱物	Opx	△
火山ガラス	Vg	△
変質鉱物		
略号	略号	量
粘土鉱物	Cly	△
炭酸塩鉱物	Cb	±
その他		
略号	略号	量
アミグダル	Amg	△
クラック	Cra	±

◎多量(>50%)
 ○中量(20~50%)
 △少量(5~20%)
 +微量(<5%)
 ±きわめて微量(<1%)

0.5mm

F-1'孔で認められる水冷破碎岩

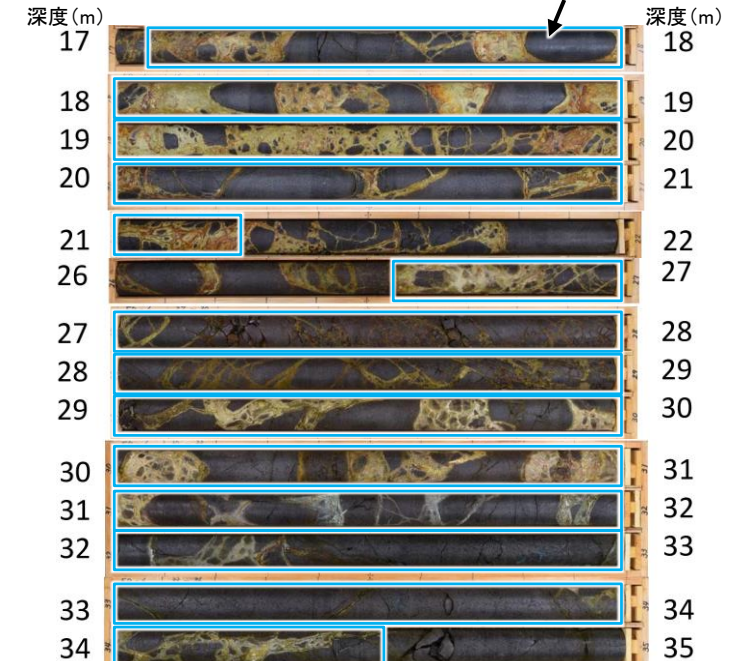
水冷破碎の可能性あり



(柱状図の記載)
 27.60~29.60 亀裂沿いに白色変質あるいは角礫状岩片あり。水冷破碎の可能性あり。
 32.00~33.55 亀裂沿いに白色変質あるいは角礫状岩片あり。水冷破碎の可能性あり。

FD-6孔で認められる水冷破碎岩

水冷破碎の可能性あり



(柱状図の記載)
 17.06~21.26 割目に沿ってモザイク状に角礫化し、角礫状岩片の縁辺部が黄白色に変質している。水冷破碎を受けている可能性がある。
 26.56~34.52 割目に沿ってモザイク状に角礫化し、角礫状岩片の縁辺部が黄白色に変質している。水冷破碎を受けている可能性がある。

目次

1. 敷地周辺の地質・地質構造について

1.1 陸域の地形, 地質・地質構造

- (1) 地形
- (2) 地質・地質構造

1.2 海域の地形, 地質・地質構造

- (1) 地形
- (2) 地質・地質構造

1.3 敷地近傍の地形, 地質・地質構造

- (1) 地形
- (2) 地質・地質構造

1.4 能登半島の段丘面高度分布

2. 敷地周辺の断層の評価

2.1 敷地周辺の断層の評価(概要)

- (1) 陸域
- (2) 海域

2.2 敷地近傍陸域の断層の評価30

2.2.1 福浦断層31

- (1) 福浦断層の評価結果32
- (2) 福浦断層の文献調査34
- (3) 福浦断層の地形調査35
- (4) 福浦断層の活動性40
- (5) 福浦断層の反射法地震探査87
- (6) 福浦断層南部の分布109
- (7) 福浦断層の端部132
- (8) 福浦断層周辺に認められる谷地形181
- (9) 福浦断層周辺の重力異常215
- (10) 2号炉の耐震重要施設及び重大事故等対処施設との位置関係216

2.2.2 断層o219

- (1) 断層oの評価結果222
- (2) 大坪川ダム建設時の地質観察データ及び断層oの文献調査224
- (3) 断層oの地形調査227
- (4) 断層oの地質調査231
- (5) 断層oの活動性243
 - (5)-1 地形面の変位の有無による評価に用いる海成段丘面244
 - (5)-2 鉱物脈法による評価に用いる変質鉱物250
 - (5)-3 地形面の変位の有無による評価253
 - (5)-4 鉱物脈法による評価268
 - (5)-5 破碎部性状の比較からの評価305
 - (5)-6 切り合い関係からの評価325
- (6) 断層oの端部333

目次

2.2.3 長田付近の断層

- (1) 長田付近の断層の評価結果
- (2) 長田付近の断層の文献調査
- (3) 長田付近の断層の地形調査
- (4) 長田付近の断層の地質調査
- (5) 長田付近の断層周辺の重力異常

2.2.4 和光台南の断層

- (1) 和光台南の断層の評価結果
- (2) 和光台南の断層の文献調査
- (3) 和光台南の断層の地形調査
- (4) 和光台南の断層の地質調査
- (5) 和光台南の断層周辺の重力異常

2.2.5 高ツボリ山北西方Ⅰリニアメント

- (1) 高ツボリ山北西方Ⅰリニアメントの評価結果
- (2) 高ツボリ山北西方Ⅰリニアメントの文献調査
- (3) 高ツボリ山北西方Ⅰリニアメントの地形調査
- (4) 高ツボリ山北西方Ⅰリニアメントの地質調査
- (5) 高ツボリ山北西方Ⅰリニアメント周辺の重力異常

2.2.6 高ツボリ山北西方Ⅱリニアメント

- (1) 高ツボリ山北西方Ⅱリニアメントの評価結果
- (2) 高ツボリ山北西方Ⅱリニアメントの文献調査
- (3) 高ツボリ山北西方Ⅱリニアメントの地形調査
- (4) 高ツボリ山北西方Ⅱリニアメントの地質調査
- (5) 高ツボリ山北西方Ⅱリニアメント周辺の重力異常

2.2.7 高ツボリ山東方リニアメント

- (1) 高ツボリ山東方リニアメントの評価結果
- (2) 高ツボリ山東方リニアメントの文献調査
- (3) 高ツボリ山東方リニアメントの地形調査
- (4) 高ツボリ山東方リニアメントの地質調査
- (5) 高ツボリ山東方リニアメントの反射法地震探査
- (6) 高ツボリ山東方リニアメント周辺の重力異常

2.3 敷地近傍海域の断層の評価

2.3.1 碁盤島沖断層

- (1) 碁盤島沖断層の評価結果
- (2) 碁盤島沖断層の分布及び文献調査
- (3) 碁盤島沖断層周辺の海底地形
- (4) 碁盤島沖断層の活動性
- (5) 碁盤島沖断層の端部
- (6) 碁盤島沖断層周辺の重力異常

2.3.2 兜岩沖断層

- (1) 兜岩沖断層の評価結果
- (2) 兜岩沖断層の分布及び文献調査
- (3) 兜岩沖断層周辺の海底地形
- (4) 兜岩沖断層の活動性
- (5) 兜岩沖断層の端部
- (6) 兜岩沖断層周辺の重力異常

2.4 敷地周辺陸域の断層の評価

2.4.1 富来川南岸断層

2.4.1.1 富来川南岸断層

- (1) 富来川南岸断層の評価結果347
- (2) 富来川南岸断層の文献調査349
- (3) 富来川南岸断層の地形調査350
- (4) 富来川南岸断層の活動性353
- (5) 富来川南岸断層の反射法地震探査364
- (6) 富来川南岸断層の端部370

2.4.1.2 富来川南岸断層～兜岩沖断層間の地質構造

- (1) 富来川南岸断層～兜岩沖断層間の地質構造の評価結果
- (2) 富来川南岸断層～兜岩沖断層間の海域の地質構造調査
(参考) 富来川南岸断層～兜岩沖断層間の地形面の地質調査

目次

【巻末資料】

- 巻末資料1 海域の地質層序について
- 巻末資料2 能登半島西岸域における完新世の海水準変動
- 巻末資料3 能登半島の段丘面高度分布と地質構造等との関係
- 巻末資料4 能登半島西岸の段丘面高度分布に関する検討

参考文献参- 1

2.2 敷地近傍陸域の断層の評価

2.2.1 福浦断層

2.2.1 (1) 福浦断層の評価結果

【文献調査】(P.34)

- 活断層研究会(1991)は、福浦断層(確実度 I, 東側低下)を図示し、N-S走向、長さ2.5km、活動度C、西側の海成段丘H₂面が20m隆起と記載している。
- 今泉ほか(2018)は、推定活断層及び水系の屈曲を図示している。

【空中写真判読】(P.35~39)

- 文献で示される福浦断層とほぼ同じ位置の、福浦港東部から大坪川ダム付近までの約2.7km区間に、逆向きの低崖、直線状の谷、撓み状の地形、緩く湾曲する谷、東側への傾斜からなるリニアメント・変動地形を判読した。

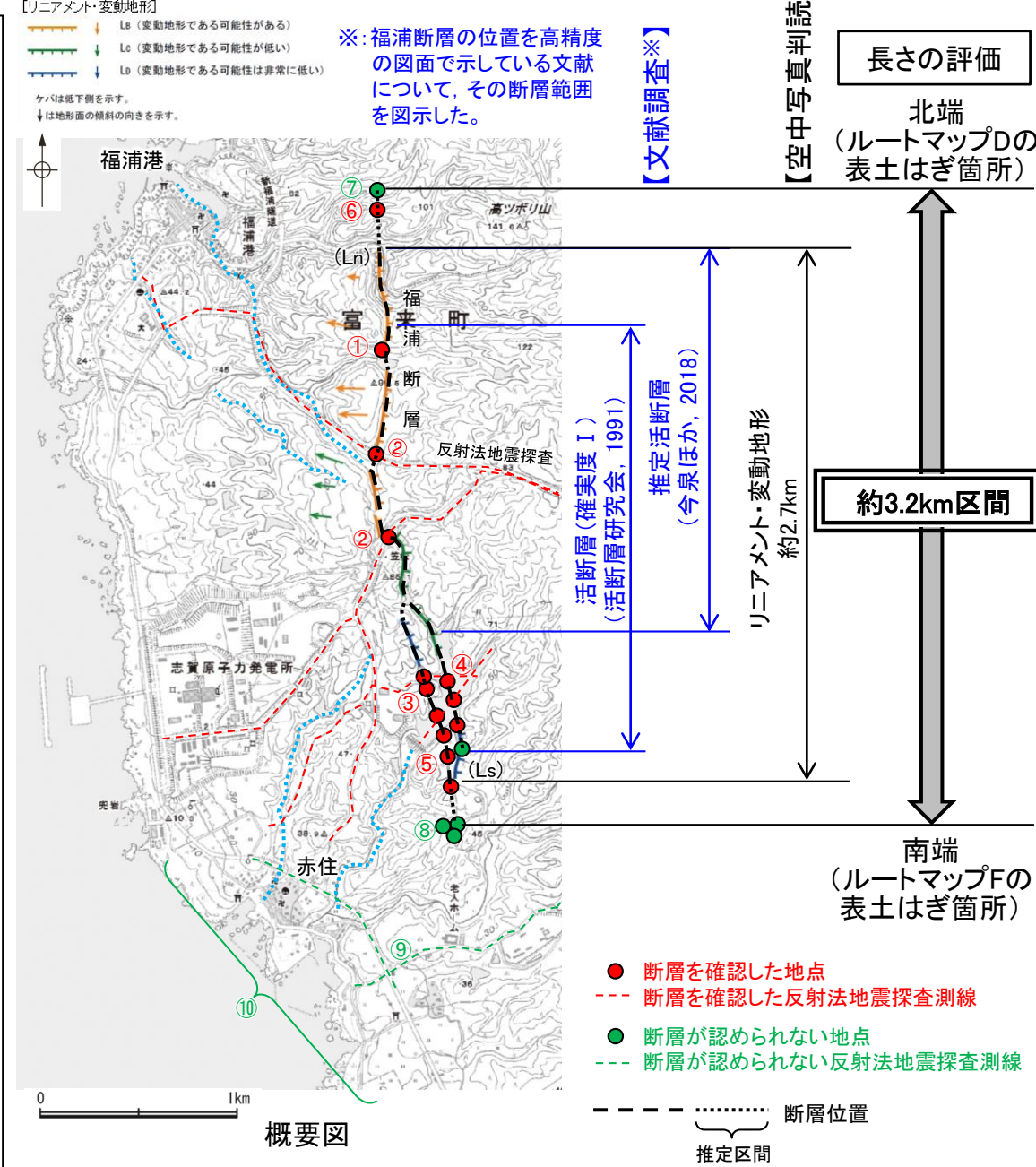
紫字:第1064回審査会合以降に追記

活動性評価

- 福浦断層は、高位段丘面群の分布域に逆向きの低崖等が直線的に連続して認められる西側隆起の逆断層である。
 - 受堤北方尾根(図中①)で実施した表土はぎ・ボーリング調査の結果、別所岳安山岩類中にN-S走向、高角(約70°)で西傾斜の断層が認められる(P.42, 43)。薄片観察の結果、複合面構造から逆断層センスを推定した(P.61)。
 - 反射法地震探査(図中②)の結果、不明瞭ながら高角(約70~75°)で西傾斜する反射面の不連続が認められ、反射面のずれ及び変形が読み取れる(P.89~96)。
 - 大坪川ダム右岸周辺(図中③)で実施したトレンチ調査の結果、下末吉期を経て赤色土壌化した地層に断層活動の影響が否定できない(P.58)。
 - 反射法地震探査(図中④)の結果、大坪川ダム付近で高角(約65~80°)で西傾斜する2本の断層が推定される(P.97~105)。
 - 大坪川ダム左岸(図中⑤)におけるボーリング調査及び表土はぎ調査の結果、2本の断層を確認した(P.109~127)。これらのうち西側の断層は、複数のボーリング孔及び表土はぎで連続性が確認できるが、東側の断層は、複数のボーリング孔に連続しないことを確認した。
- ⇒地形調査、地質調査、反射法地震探査の結果、福浦断層は、走向がN-S方向、傾斜が西傾斜(傾斜角約70°)の逆断層と推定され、後期更新世以降の活動が否定できないと評価。

長さの評価

- #### ■北端(P.132~152)
- 福浦港東部のLn地点以南には逆向きの低崖が連続するが、福浦港東部のLn地点以北においては、逆向きの低崖等のリニアメント・変動地形は判読されない。
 - 断層北方の福浦港東部に位置するルートマップA(図中⑥)において表土はぎ調査を実施した結果、確認した断層を福浦断層と評価した。
 - その北方延長に位置するルートマップD及びE(図中⑦)において表土はぎ調査を実施した結果、別所岳安山岩類の岩盤が連続して分布し、福浦断層に対応する断層は認められない。また、断層延長位置を挟んで地層境界等にずれは認められない。
- 断層の北方延長位置において、断層が確実に認められないことを確認したルートマップDの表土はぎ箇所を福浦断層の北端と評価。
- #### ■南端(P.153~180)
- 大坪川ダム付近のLs地点以北には逆向きの低崖が連続するが、大坪川ダム付近のLs地点以南においては、逆向きの低崖等のリニアメント・変動地形は判読されない。
 - 大坪川ダム左岸(図中⑤)で確認した西側の断層の南方延長において表土はぎ調査(ルートマップF及びG)及びボーリング調査(図中⑧)を実施した結果、福浦断層に対応する断層は認められない。
 - 断層南方において実施した反射法地震探査(図中⑨)の結果、福浦断層に対応する断層は推定されない。
 - 断層南方(図中⑩)に分布する中位段丘I面及び高位段丘Ia面の旧汀線高度ないし段丘面内縁標高はほぼ同じ高度で連続する。
- 西側の断層の南方延長位置において、断層が認められないことを確認したルートマップFの表土はぎ箇所を福浦断層の南端と評価。
- #### ■重力探査(P.215)
- 福浦断層に対応する重力異常急変部は認められない。
- ⇒ルートマップDの表土はぎ箇所(北端)からルートマップFの表土はぎ箇所(南端)までの約3.2km区間を評価。

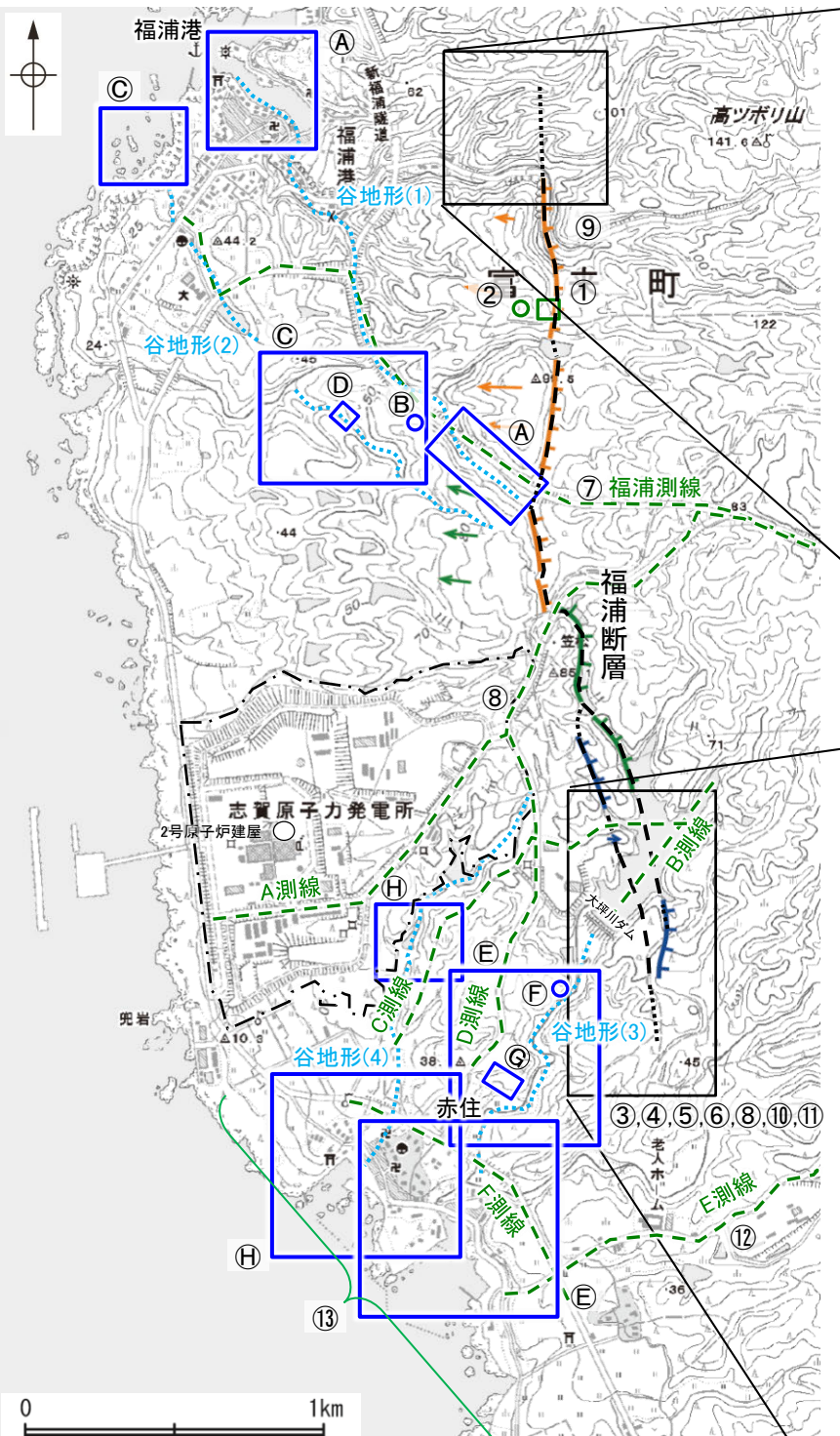


【大坪川ダム基礎掘削面に認められたシームに関する調査結果(2.2.2)】
 ・ボーリング調査の結果、安山岩と凝灰角礫岩の境界に破碎部を確認した(以下、断層oと呼ぶ)。
 ・地形面の変位の有無による評価及び鉱物脈法による評価の結果、断層oに後期更新世以降の活動は認められないと評価した。

【福浦断層周辺に認められる谷地形に関する調査結果(2.2.1(8))】
 ・福浦断層の北西方及び南西方に分布する谷地形(図中.....)において、地表踏査、表土はぎ調査、ボーリング調査を実施した結果、福浦断層から分岐する断層は認められない。

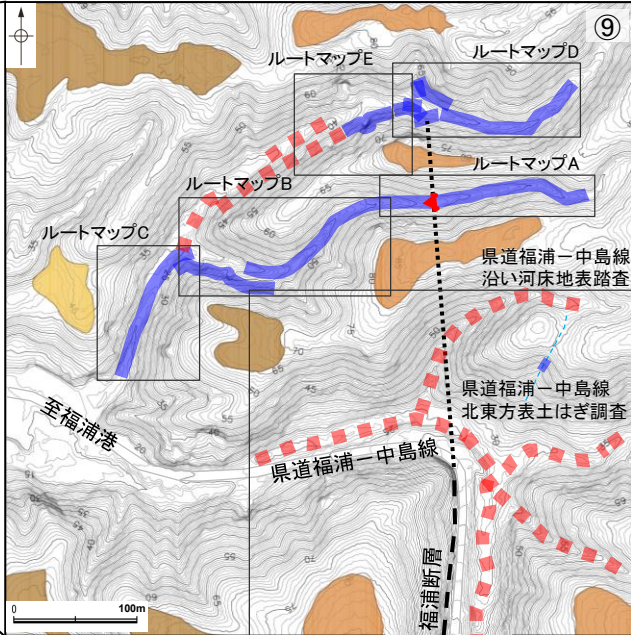
福浦断層は後期更新世以降の活動が否定できず、その長さとして約3.2km区間を評価する。

【調査位置図】

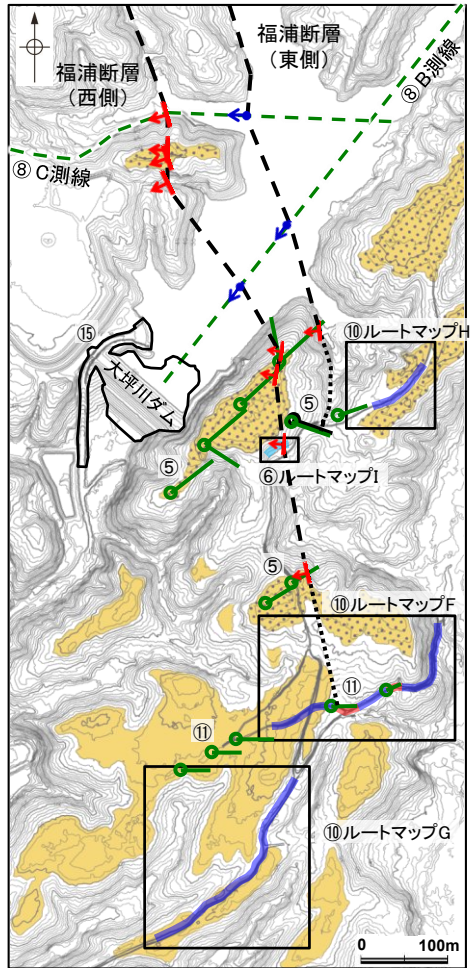


調査位置図

- 断層位置
 - 推定区間
 - 福浦断層の調査位置
 - 福浦断層周辺に認められる谷地形
 - 福浦断層周辺に認められる谷地形の調査位置
 - 敷地
- ※: ⑭は断層周辺の全域で実施



北端付近の調査位置図



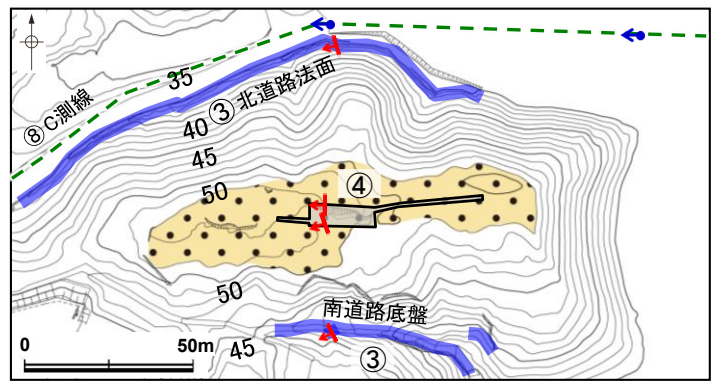
南端付近の調査位置図

福浦断層に関する調査一覧表

内容	位置	目的	参照頁
① 表土はぎ調査	受堤北方周辺 ・受堤北方尾根表土はぎ調査	断層の活動性評価	P.42
② ボーリング調査	受堤北方周辺 ・FK-1孔	断層の分布を確認	P.43
③ 表土はぎ調査	大坪川ダム右岸周辺 ・北道路路面表土はぎ調査	断層の活動性評価	P.44~67
④ トレンチ調査	・南道路底盤表土はぎ調査 ・大坪川ダム右岸トレンチ調査		
⑤ ボーリング調査	大坪川ダム左岸 ・F-1' 孔 ・OS-1~OS-4孔, OS-9孔, OS-11孔 ・FD-3孔, FD-6孔 ・FD-8孔, FD-8' 孔, FD-9孔	断層の分布を確認	P.109~118, 120~124
⑥ 表土はぎ調査	大坪川ダム左岸 ・ルートマップ I	断層の分布を確認	P.125~127
⑦ 反射法地震探査	福浦断層中央付近 ・福浦測線	断層の分布を確認	P.89~93
⑧ 反射法地震探査	福浦断層南部 ・A測線, B測線, C測線, D測線	断層の分布を確認	P.94~108
⑨ 表土はぎ調査	福浦断層北端付近 ・ルートマップA~E ・県道福浦-中島線沿い河床地表踏査 ・県道福浦-中島線北東方表土はぎ調査	断層の連続性を確認	P.135~152
地表踏査			
⑩ 表土はぎ調査	福浦断層南端付近 ・ルートマップF~H	断層の連続性を確認	P.119, 156~168
⑪ ボーリング調査	福浦断層南端付近 ・FD-1, FD-2, FD-4, FD-5, FD-7	断層の連続性を確認	P.169~174
⑫ 反射法地震探査	福浦断層南方延長 ・E測線, F測線	断層の連続性を確認	P.177~180
⑬ 段丘面調査	福浦断層南方延長	断層の連続性を確認	P.175, 176
⑭ 重力異常	福浦断層周辺*	深部構造を確認	P.215
⑮ 露頭調査	大坪川ダム基礎掘削面	断層の連続性を確認	P.224, 225

福浦断層周辺の谷地形に関する調査一覧表

内容	位置	目的	参照頁
A 地表踏査	谷地形(1)	断層の有無を確認	P.181~214
B ボーリング調査	谷地形(1) ・FW-1孔		
C 地表踏査	谷地形(2)		
D 表土はぎ調査	谷地形(2)		
E 地表踏査	谷地形(3)		
F ボーリング調査	谷地形(3) ・OT-2孔 ・OT-3孔		
G 表土はぎ調査	谷地形(3')		
H 地表踏査 表土はぎ調査	谷地形(4)		



大坪川ダム右岸周辺の調査位置図

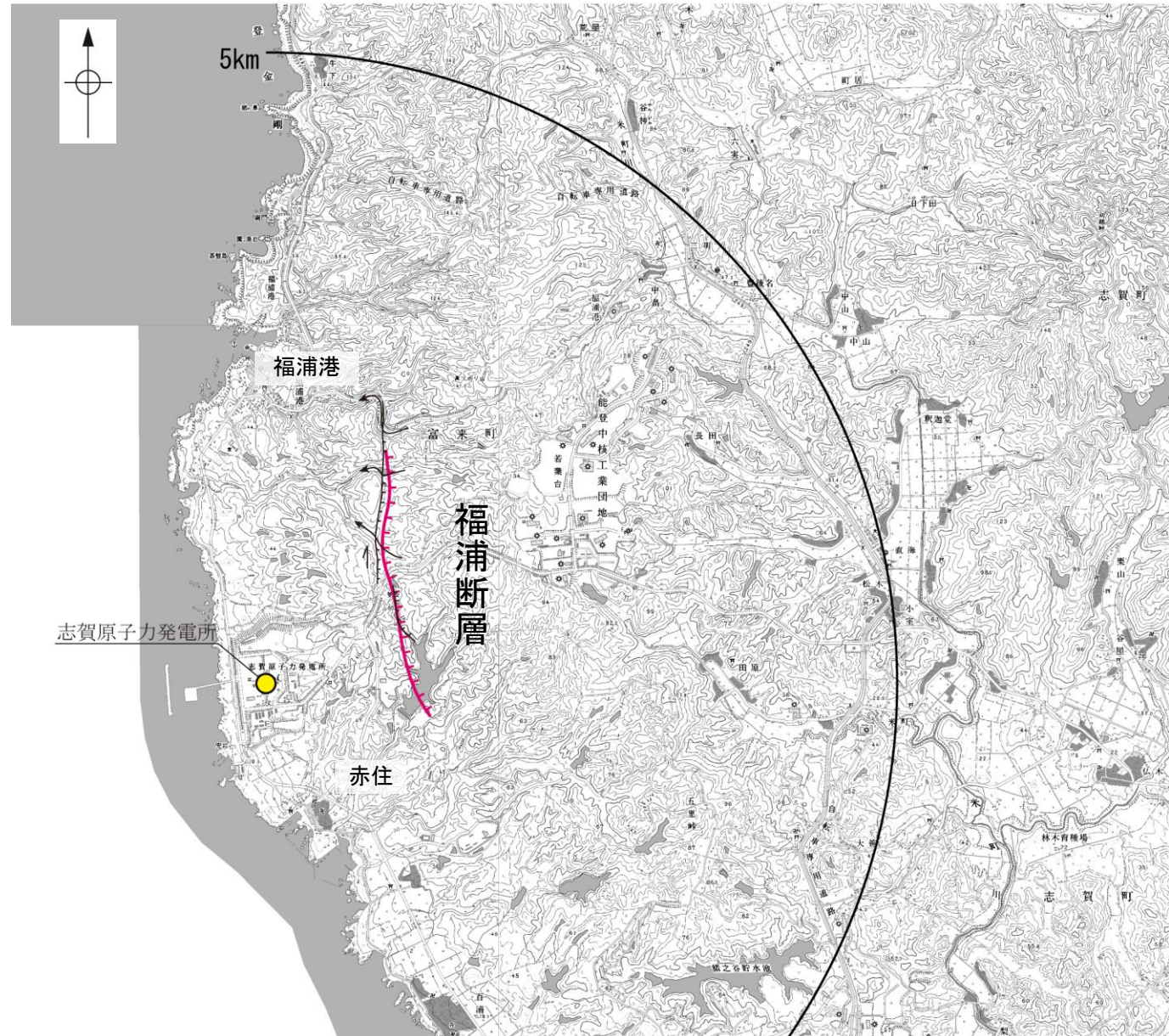
- 凡例
- [段丘面]
 - 高位段丘V面
 - 高位段丘IV面
 - 高位段丘III面
 - 高位段丘II面
 - 高位段丘I面
 - 中位段丘I面
 - 古期扇状地面
 - 沖積段丘面
 - [リニアメント変動地形]
 - ↑ Lh (変動地形である可能性がある)
 - ↑ Ls (変動地形である可能性が低い)
 - ↑ Lb (変動地形である可能性が非常に低い)
 - △ 谷は地下河を示す。
 - ☆ は地形面の傾斜の向きを示す。
- 地表踏査による確認箇所
 - 表土はぎ調査による確認箇所
 - 断層確認位置
 - 反射法地震探査での断層確認位置

2.2.1 (2) 福浦断層の文献調査

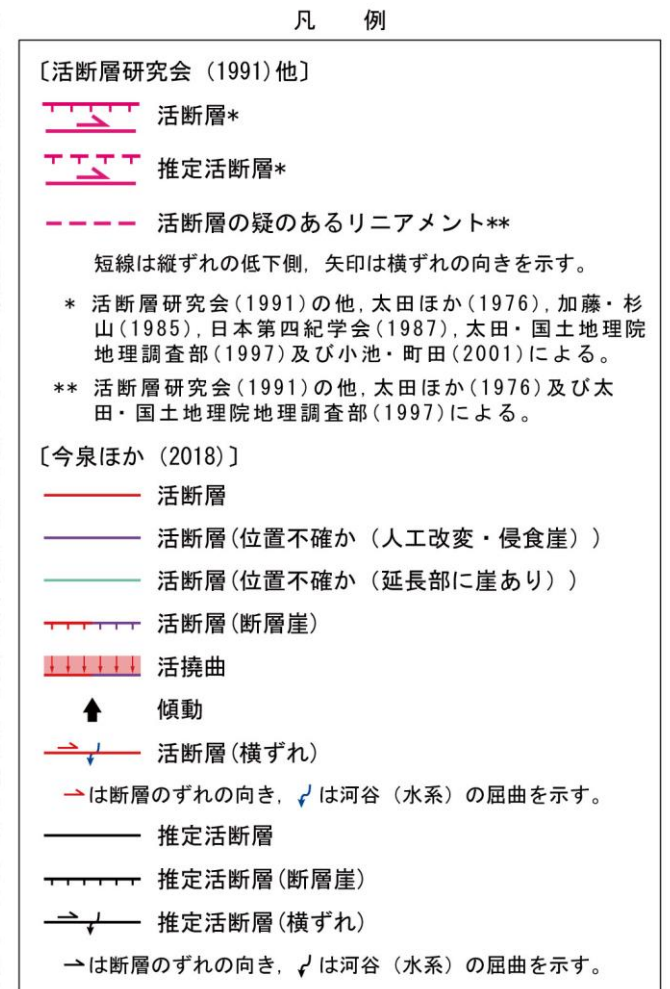
- 太田ほか(1976)は、敷地から約1km東方に活断層を図示し、これを福浦断層と命名して、長さ2.5km、西側の海成段丘H₂面(>22万年前)が21m隆起、逆断層、平均変位速度Cクラス(1~10cm/1000年)、タイプⅢ(段丘面の局地的変位を引き起こした小規模な活断層)と記載している。
- 「新編 日本の活断層」(活断層研究会, 1991)は、太田ほか(1976)とほぼ同じ位置に福浦断層(確実度 I, 東側低下)を図示し、N-S走向、長さ2.5km、活動度C、西側の海成段丘H₂面が20m隆起と記載している。
- 「活断層詳細デジタルマップ[新編]」(今泉ほか, 2018)は、東側低下の断層崖及び右横ずれの水系の屈曲を伴う推定活断層を図示している。なお、断層の諸元に関する記載はない。
- その他、木村・恒石(1978)は、福浦断層の存在を想定し、東下りの正断層あるいは東下りの鉛直に近い逆断層であろうと記載している。加藤・杉山(1985)は、主として第四紀後期に活動した、東側落下で平均変位速度が1m/10³年未満の活断層を図示している。また、日本第四紀学会(1987)は、第四紀後期に活動した推定活断層を図示し、東側落下としている。太田・国土地理院地理調査部(1997)は、活断層を図示している。小池・町田(2001)は、東側落下の活断層を図示し、断層のタイプは逆断層で、海成段丘面H₂面(40.8万年)が21m上下変動し、平均上下変動速度が0.5m/万年と記載している。
- 「活断層データベース」(産業技術総合研究所地質調査総合センター)は、福浦断層を起震断層・活動セグメントとして示していない。



位置図



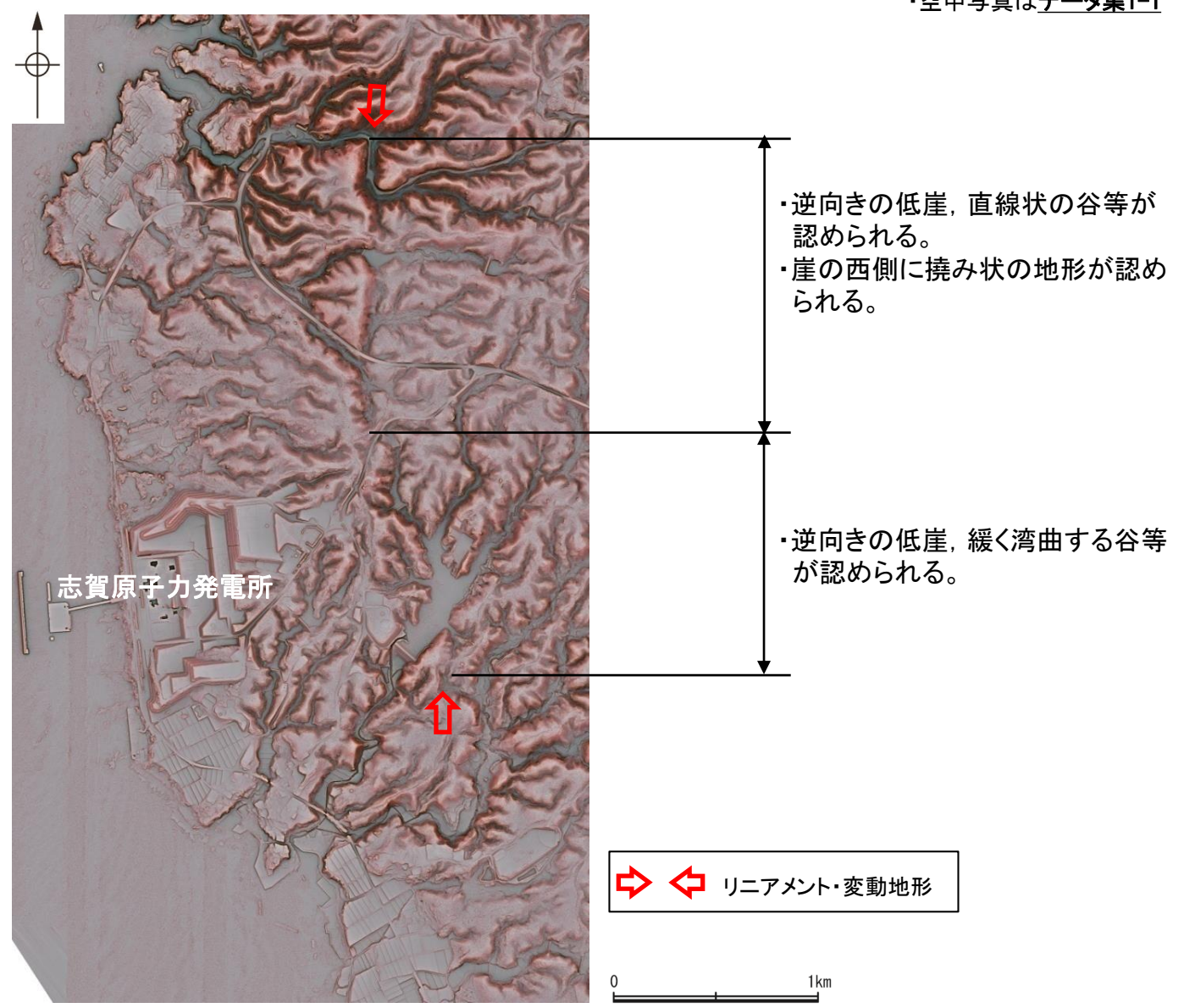
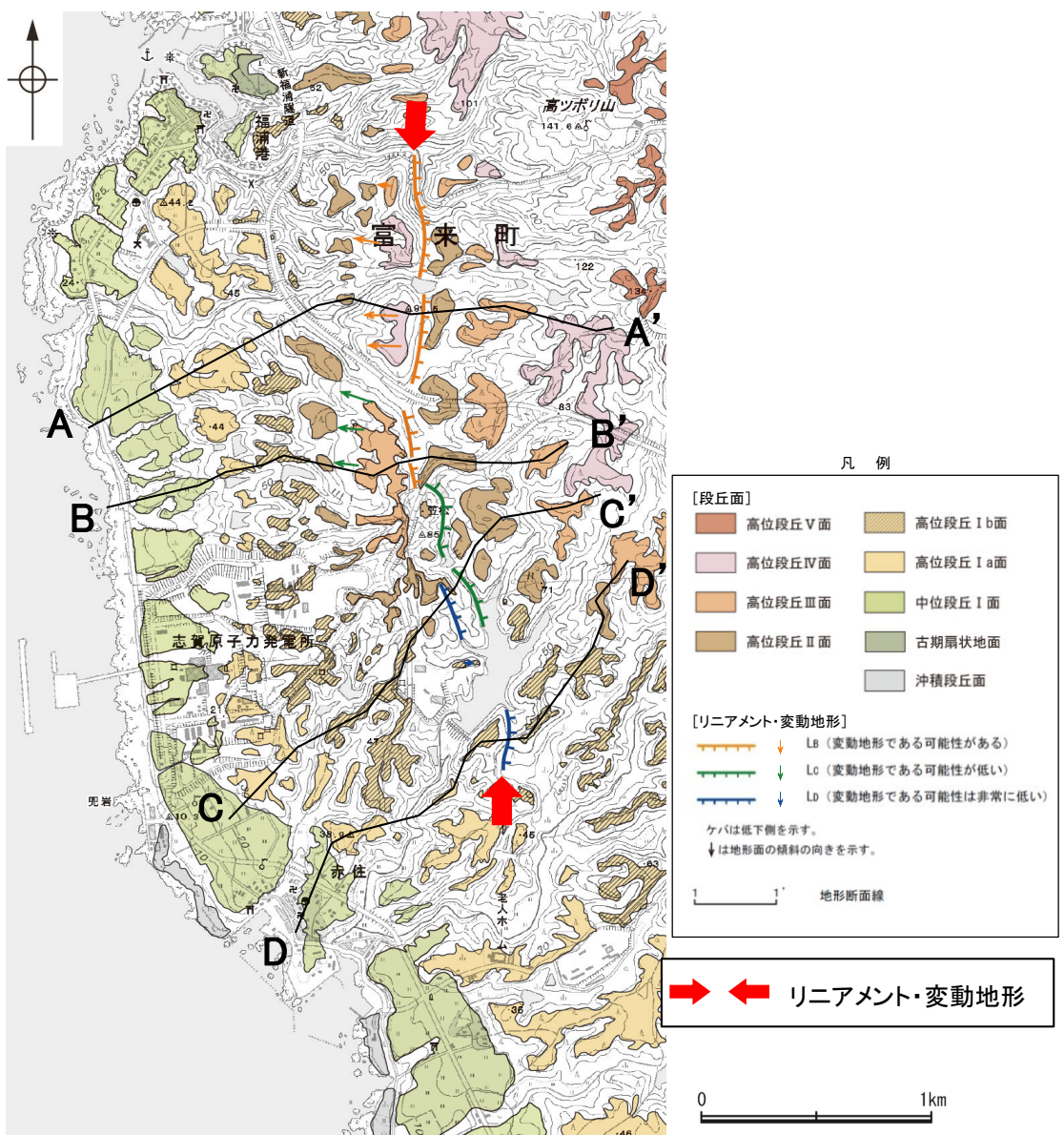
位置図



2.2.1 (3) 福浦断層の地形調査

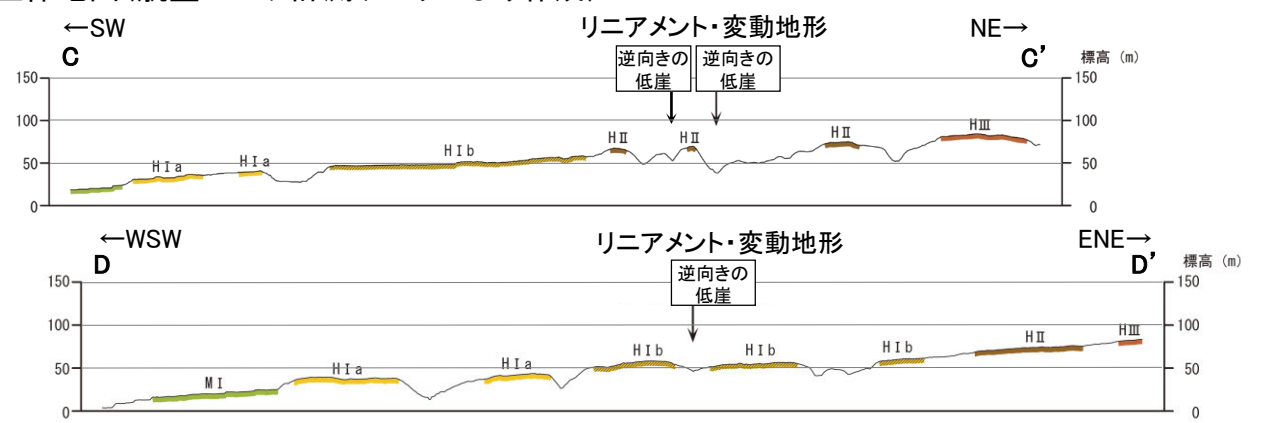
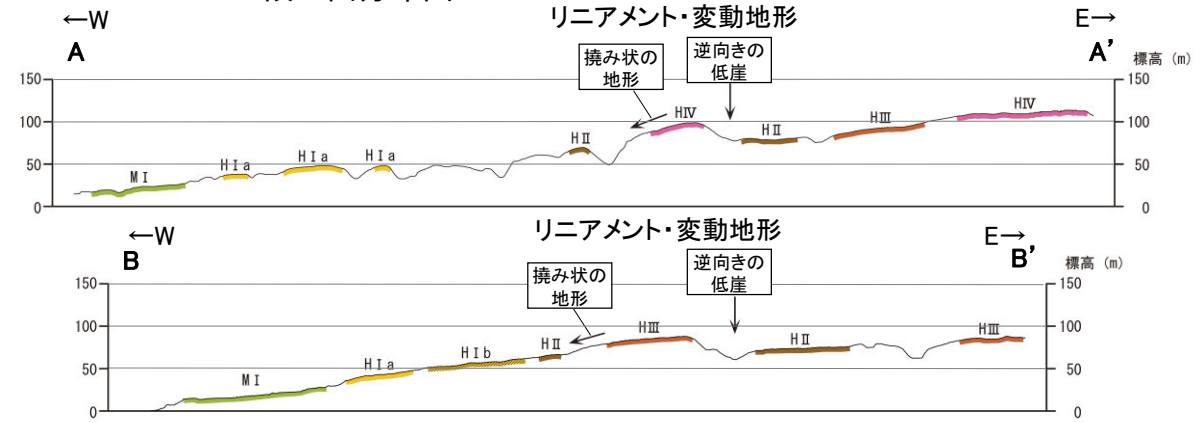
○活断層研究会(1991)に図示された福浦断層及び今泉ほか(2018)で図示された推定活断層とほぼ同じ位置の約2.7km区間に、逆向きの低崖、直線状の谷及び撓み状の地形からなるBランク、逆向きの低崖、緩く湾曲する谷等からなるCランク及びDランクのリニアメント・変動地形を判読した。

・空中写真はデータ集1-1



段丘面分布図

赤色立体地図(航空レーザ計測データにより作成)



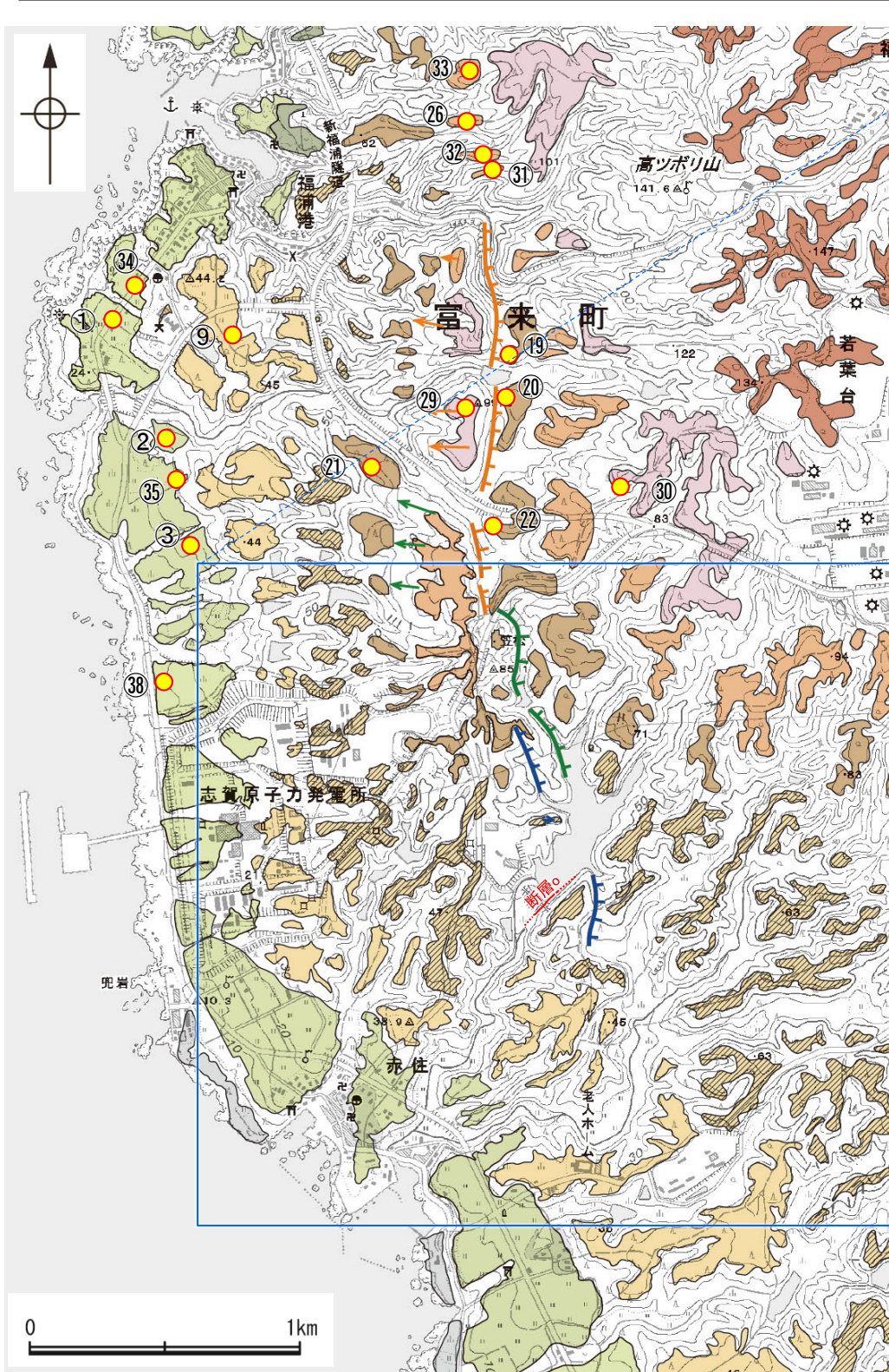
地形断面図(H:V=1:2)(航空レーザ計測データにより作成)

福浦断層

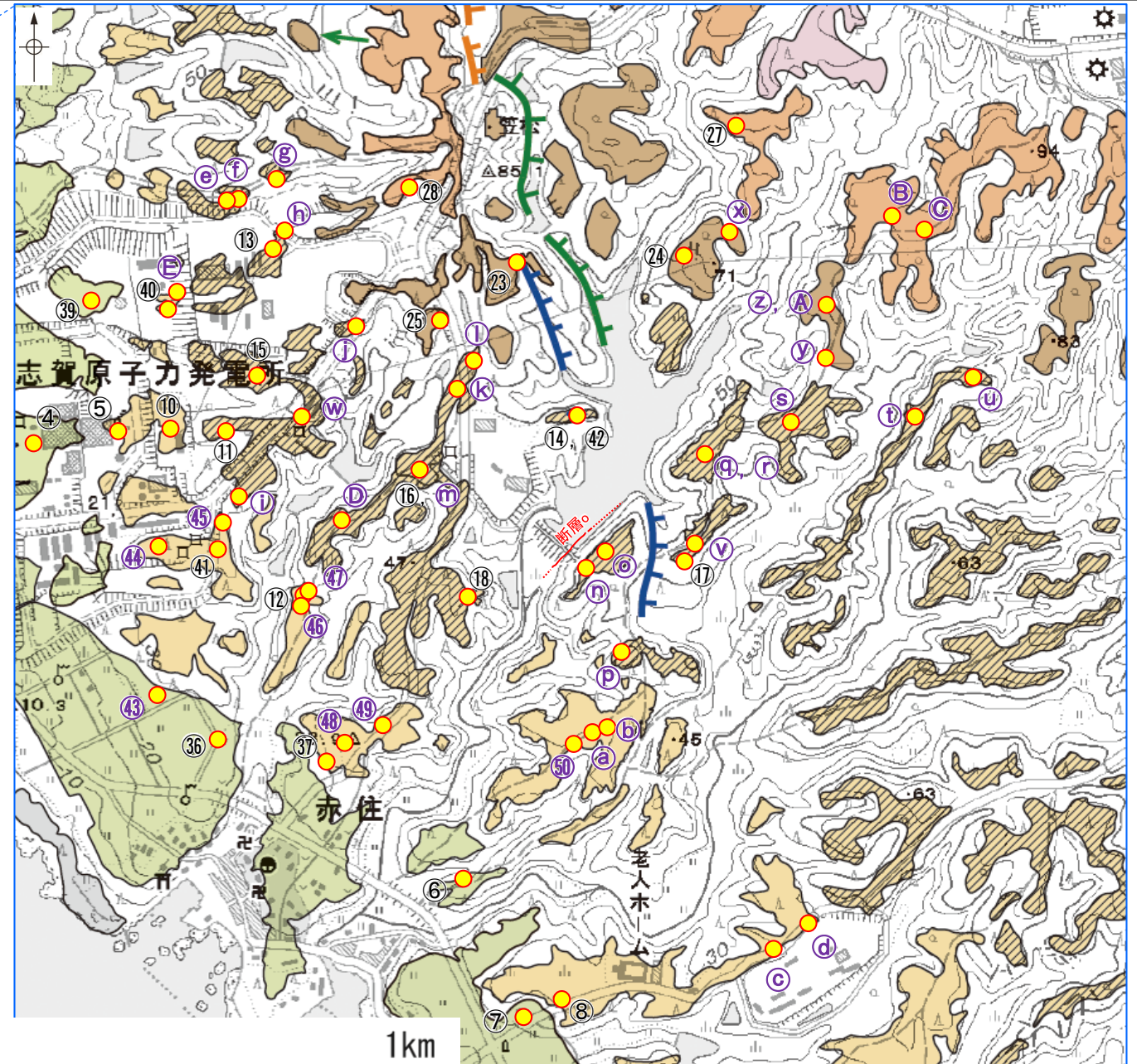
【福浦断層周辺の段丘面調査】

紫字: 第1064回審査会合以降の追加変更箇所

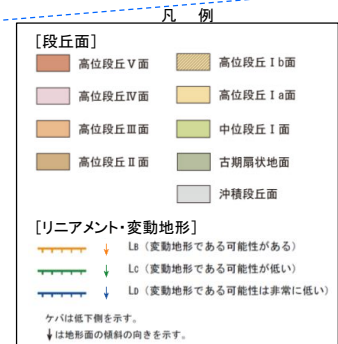
○福浦断層周辺には、中位段丘Ⅰ面、高位段丘面(Ⅰa面, Ⅰb面, Ⅱ面, Ⅲ面, Ⅳ面)が分布している。
○これらの地形面については、海成段丘面と判読した確度を高めるために、露頭調査、トレンチ調査、ピット調査、ボーリング調査、コアサンプラー調査、検土杖調査を実施し、高位段丘面の特徴として認められる赤色土壌やK-Tz(9.5万年前)等の火山灰の分布に関する地質データを取得しており、段丘面区分と概ね整合することを確認した(詳細は補足資料2.2-1(1))。



段丘面分布図



● 段丘面調査実施箇所



福浦断層

【福浦断層周辺の段丘面調査】

紫字: 第1064回審査会合以降の追加変更箇所

調査地点	段丘面区分	調査方法	土壌	火山灰	標高(m)		備考
					地形面	岩盤上面	
①	中位段丘Ⅰ面	ピット, ボーリング, コアサンプラー調査	赤褐色土壌あり	AT, K-Tz	23.4	21.7	No.1
					25.9	24.1	No.2
					27.4	26.0	No.3
					28.5	26.7	No.4
②	中位段丘Ⅰ面	ピット調査	赤褐色土壌あり	AT, K-Tz	22.3	20.0	No.1
					26.5	25.3	No.2
					26.7	24.7	No.3
③	中位段丘Ⅰ面	ピット調査	赤褐色土壌あり	AT, K-Tz	16.5	14.9	No.1
					18.5	16.4	No.2
					20.4	18.2	No.3
					23.4	21.9	No.4
					26.0	24.4	No.5
④	中位段丘Ⅰ面	ボーリング調査	赤褐色土壌あり	AT, K-Tz	18.2	18.0	No.1
					19.9	19.1	No.2
					20.5	19.8	No.3
					21.9	20.4	No.4
⑤, ⑩	高位段丘Ⅰa面	ボーリング調査	赤褐色土壌あり	AT, K-Tz	33.8	32.5	⑤No.8/⑩No.1
					34.9	33.7	⑤No.9/⑩No.2
					37.5	34.1	⑤No.10/⑩No.3
					38.2	37.2	⑩No.4
⑥	中位段丘Ⅰ面	ピット調査	赤褐色土壌あり	K-Tz	22.3	20.1	No.1
					23.3	20.9	No.2
					25.4	24.7	No.3
⑦	中位段丘Ⅰ面	コアサンプラー調査	赤褐色土壌あり	AT, K-Tz	27.4	24.7	No.1
					28.3	24.7	No.2
⑧	高位段丘Ⅰa面	露頭調査	赤色土壌あり	—	33.0	32.0	No.3
⑨	高位段丘Ⅰa面	ボーリング調査	赤色土壌あり	×	45.6	44.0	
⑪	高位段丘Ⅰb面	ボーリング調査	なし	—	46.4	45.3	No.6
⑫	高位段丘Ⅰa面	トレンチ調査(えん堤左岸トレンチ)	赤色土壌あり	AT, K-Tz	38.6	35.7	
⑬	高位段丘Ⅰb面	ピット調査	赤色土壌あり	—	58.0	55.7	
⑭	高位段丘Ⅰb面	露頭調査	赤色土壌あり	—	52.1	—	
⑮	高位段丘Ⅰb面	ピット調査	赤色土壌あり	—	53.0	50.0	
⑯	高位段丘Ⅰb面	露頭調査	赤色土壌あり	—	52.0	—	
⑰	高位段丘Ⅰb面	露頭調査	赤色土壌あり	—	52.0	—	
⑱	高位段丘Ⅰb面	露頭調査	赤色土壌あり	—	45.0	42.0	
⑲	高位段丘Ⅱ面	コアサンプラー調査	赤色土壌あり	K-Tz	84.8	83.1	
⑳	高位段丘Ⅱ面	コアサンプラー調査	赤色土壌あり	—	79.8	78.4	
㉑	高位段丘Ⅱ面	露頭調査	赤色土壌あり	—	62.0	59.6	
㉒	高位段丘Ⅱ面	コアサンプラー調査	赤色土壌あり	—	70.8	67.6	
㉓	高位段丘Ⅱ面	コアサンプラー調査	赤色土壌あり	—	74.7	—	
㉔	高位段丘Ⅱ面	露頭調査	赤色土壌あり	—	68.0	65.0	
㉕	高位段丘Ⅱ面	露頭調査	赤色土壌あり	—	72.0	69.9	
㉖	高位段丘Ⅲ面	露頭調査	なし	×	83.0	82.0	
㉗	高位段丘Ⅲ面	露頭調査	赤色土壌あり	—	82.0	79.7	
㉘	高位段丘Ⅲ面	ピット調査	赤色土壌あり	—	78.0	—	
㉙	高位段丘Ⅳ面	ピット調査	赤色土壌あり	—	99.0	96.4	
㉚	高位段丘Ⅳ面	露頭調査	赤色土壌あり	K-Tz	102.0	—	
㉛	高位段丘Ⅲ面	検土杖調査	赤褐色土壌あり	AT, K-Tz	89.0	—	

テフラの年代(町田・新井, 2011)

火山灰凡例

AT: 2.8万~3万年前
Aso-4: 8.5万~9万年前
K-Tz: 9.5万年前
SK: 10.5万年前

×: 火山灰検出せず
—: 分析未実施

調査地点	段丘面区分	調査方法	土壌	火山灰	標高(m)		備考
					地形面	岩盤上面	
㉜	高位段丘Ⅲ面	検土杖調査	赤褐色土壌あり	AT, K-Tz	82.0	—	
㉝	高位段丘Ⅲ面	検土杖調査	赤褐色土壌あり	AT	99.0	—	
㉞	中位段丘Ⅰ面	ボーリング調査	なし	AT	27.9	26.6	
㉟	中位段丘Ⅰ面	ボーリング調査	なし	AT, K-Tz	24.2	22.6	
㊱	中位段丘Ⅰ面	露頭調査	赤褐色土壌あり	AT, K-Tz	27.2	—	
㊲	高位段丘Ⅰa面	露頭調査	赤色土壌あり	K-Tz	34.0	31.2	
㊳	中位段丘Ⅰ面	ピット, ボーリング調査	赤褐色土壌あり	Aso-4, K-Tz, SK	9.6	7.2	
㊴	中位段丘Ⅰ面	トレンチ調査(No.2トレンチ)	赤褐色土壌あり	K-Tz	21.5	19.2	海成堆積物確認 (礫の形状の定量的な評価を実施)
㊵	高位段丘Ⅰa面	トレンチ調査(35m盤トレンチ)	赤色土壌あり	K-Tz	35.1	33.7	
㊶	高位段丘Ⅰa面	トレンチ調査(駐車場南東方トレンチ)	赤色土壌あり	K-Tz	41.3	38.6	
㊷	高位段丘Ⅰb面	トレンチ調査(大坪川ダム右岸トレンチ)	赤色土壌あり	AT, K-Tz	51.8	49.1	
㊸	中位段丘Ⅰ面	ボーリング調査	なし	—	24.0	22.5	
㊹	高位段丘Ⅰa面	ピット調査	赤色土壌あり	AT, K-Tz	34.7	32.5	
㊺	高位段丘Ⅰa面	ボーリング調査	赤褐色土壌あり	—	43.7	41.2	
㊻	高位段丘Ⅰa面	ボーリング調査	赤色土壌あり	AT, K-Tz	39.1	37.5	
㊼	高位段丘Ⅰa面	ボーリング調査	赤色土壌あり	AT, K-Tz	40.8	37.5	
㊽	高位段丘Ⅰa面	ボーリング調査	赤色土壌あり	—	38.8	36.4	
㊾	高位段丘Ⅰa面	ボーリング調査	なし	—	38.6	37.7	
㊿	高位段丘Ⅰa面	ボーリング調査(FD-5孔)	なし	—	37.2	36.1	
㋀	高位段丘Ⅰa面	ボーリング調査(FD-4孔)	なし	×	38.9	37.7	
㋁	高位段丘Ⅰa面	ボーリング調査(FD-7孔)	なし	—	39.0	38.0	
㋂	高位段丘Ⅰa面	ボーリング調査	なし	—	38.9	36.0	
㋃	高位段丘Ⅰa面	ボーリング調査	赤色土壌あり	—	42.3	40.5	
㋄	高位段丘Ⅰb面	ピット調査	赤色土壌あり	AT, K-Tz	55.0	53.8	
㋅	高位段丘Ⅰb面	ピット調査	赤褐色土壌あり	AT	57.0	56.4	
㋆	高位段丘Ⅰb面	ピット調査	赤色土壌あり	AT	61.0	59.7	
㋇	高位段丘Ⅰb面	露頭調査	赤色土壌あり	—	59.6	57.7	
㋈	高位段丘Ⅰb面	ボーリング調査	赤色土壌あり	—	44.8	43.6	
㋉	高位段丘Ⅰb面	ボーリング調査	赤色土壌あり	—	64.4	63.7	
㋊	高位段丘Ⅰb面	露頭調査	赤色土壌あり	AT, K-Tz	56.2	54.7	
㋋	高位段丘Ⅰb面	ボーリング調査	なし	—	58.7	58.2	
㋌	高位段丘Ⅰb面	ボーリング調査	赤色土壌あり	—	49.0	47.7	
㋍	高位段丘Ⅰb面	ボーリング調査(OS-2孔)	赤色土壌あり	K-Tz	55.9	53.2	
㋎	高位段丘Ⅰb面	ボーリング調査(OS-3孔)	赤色土壌あり	—	57.2	55.4	
㋏	高位段丘Ⅰb面	ボーリング調査(FD-8孔)	赤色土壌あり	×	48.3	47.3	
㋐	高位段丘Ⅰb面	検土杖調査	赤褐色土壌あり	AT	56.0	—	
㋑	高位段丘Ⅰb面	ボーリング調査	赤色土壌あり	—	55.9	53.0	
㋒	高位段丘Ⅰb面	ボーリング調査	赤色土壌あり	—	59.2	57.2	
㋓	高位段丘Ⅰb面	露頭調査	赤色土壌あり	—	60.2	58.5	
㋔	高位段丘Ⅰb面	ボーリング調査	なし	—	61.6	60.8	
㋕	高位段丘Ⅰb面	ボーリング調査	なし	—	51.7	51.6	
㋖	高位段丘Ⅰb面	ボーリング調査	赤色土壌あり	—	52.6	51.0	
㋗	高位段丘Ⅱ面	ボーリング調査	なし	—	71.4	70.3	
㋘	高位段丘Ⅱ面	露頭調査	赤褐色土壌あり	—	68.3	67.0	
㋙	高位段丘Ⅱ面	検土杖調査	赤褐色土壌あり	AT, K-Tz	74.0	—	
㋚	高位段丘Ⅱ面	ボーリング調査	赤色土壌あり	—	74.1	72.7	
㋛	高位段丘Ⅲ面	露頭調査	赤色土壌あり	—	81.9	80.6	
㋜	高位段丘Ⅲ面	検土杖調査	赤褐色土壌あり	AT	81.0	80.2	
㋝	高位段丘Ⅰb面	ボーリング調査	赤色土壌あり	—	48.0	46.8	
㋞	高位段丘Ⅰa面	ボーリング調査	赤色土壌あり	—	41.0	38.6	

福浦断層

【福浦断層周辺の地形の特徴】

紫字：第1064回審査会合以降の追加変更箇所

- 福浦断層周辺の地形については、空中写真判読及び航空レーザ計測データによれば、逆向きの低崖、谷等が直線的に連続して認められ、断層北部では、崖の西側の高位段丘Ⅲ面及びⅣ面に撓み状の地形が認められることから、西側隆起の逆断層を推定した。
- 断層両側の段丘面については、断層北部において西側の段丘面を高位段丘Ⅲ面あるいはⅣ面、東側の段丘面を高位段丘Ⅱ面に区分しており、断層を挟んで段丘面区分が異なることから（P.35, A-A', B-B' 断面）、断層直近での段丘面の比高に基づく変位量は不明である。ただし、段丘面の海側への傾斜を考慮した場合には、断層上盤側（西側）が一様に高くなる系統的な高度差が認められる（P.265）。
- 今泉ほか（2018）が図示した右横ずれの水系の屈曲については、水系の本数が少なく、屈曲が系統的か否かの判断ができないことから、上記の地形要素に含めていない。
- なお、リニアメント・変動地形を判読した区間は、活断層研究会（1991）及び今泉ほか（2018）が図示した推定活断層の区間を包含している。



リニアメント・変動地形の地形要素



今泉ほか（2018）が図示した屈曲の位置付近の主な水系の分布

- 今泉ほか（2018）が図示した推定活断層
- ↪ 今泉ほか（2018）が図示した水系の屈曲
- 主な水系

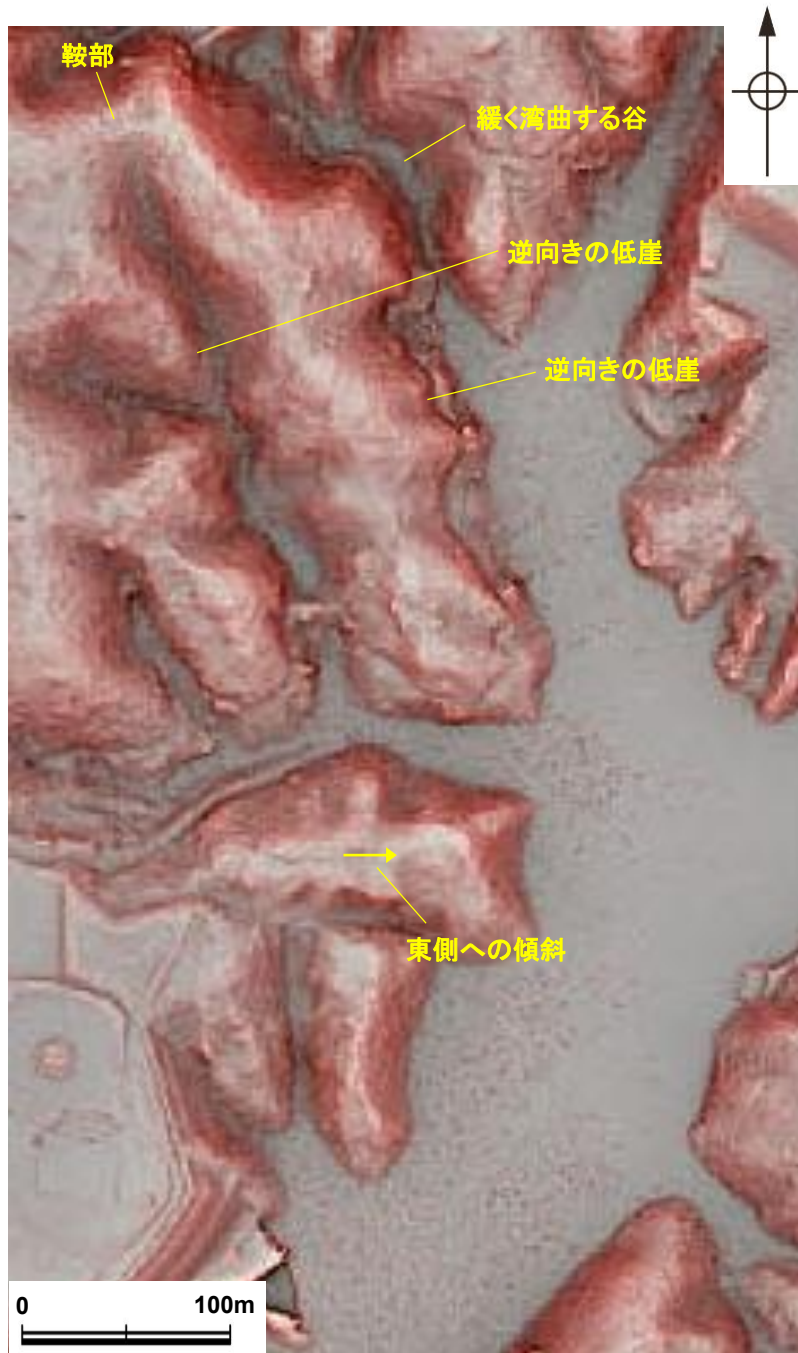


福浦断層

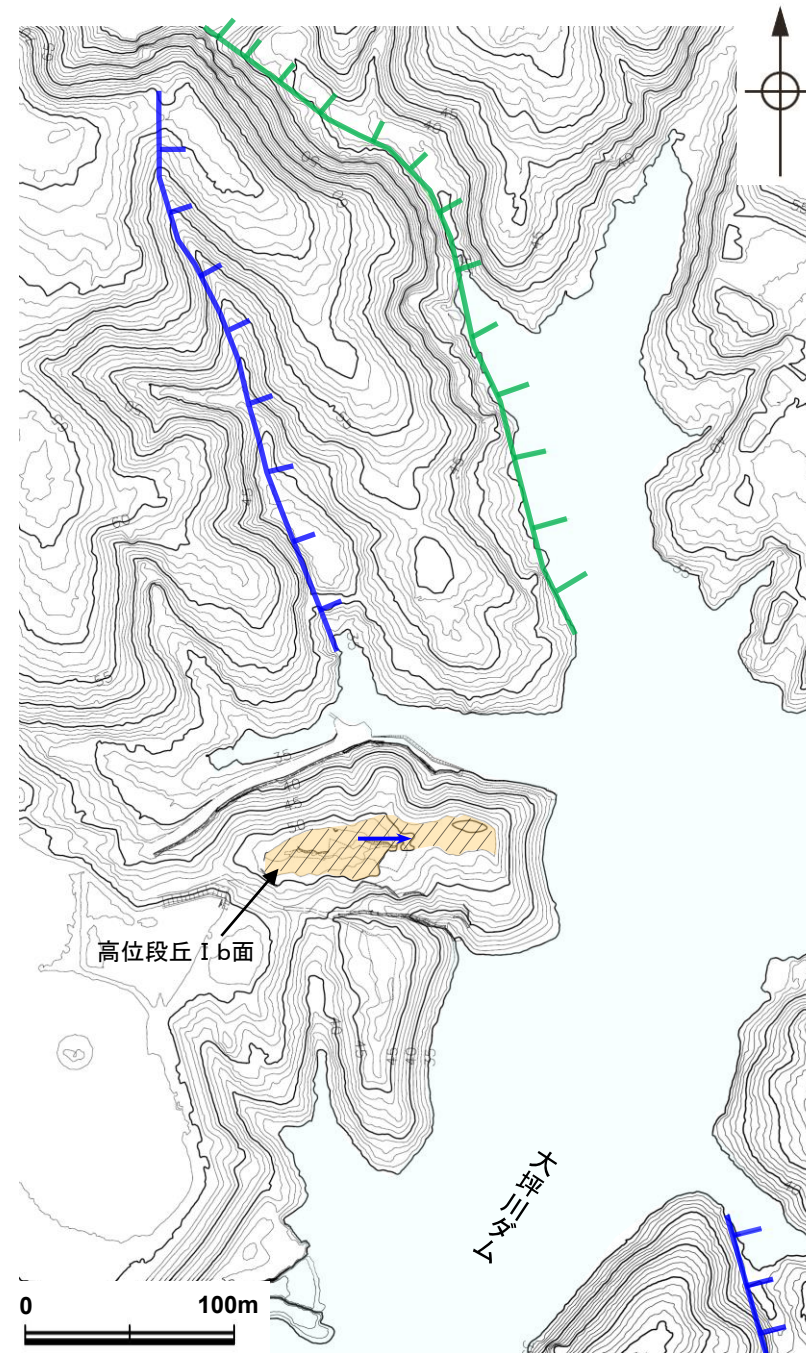
【大坪川ダム右岸の逆向きの低崖，東側への傾斜について】

○空中写真判読の結果，大坪川ダム右岸周辺において，逆向きの低崖，緩く湾曲する谷からなるCランクのリニアメント・変動地形の西方に，逆向きの低崖及び鞍部からなるDランクのリニアメント・変動地形※を判読した(設置変更許可申請時からの変更)。
○また，南方延長に分布する小規模な高位段丘 I b面に，東側への傾斜からなるDランクのリニアメント・変動地形を判読した(設置変更許可申請時からの変更)。

※設置変更許可申請書(2014年8月)では，このDランクのリニアメント・変動地形を「直線状の谷」として記載していた。



赤色立体地図

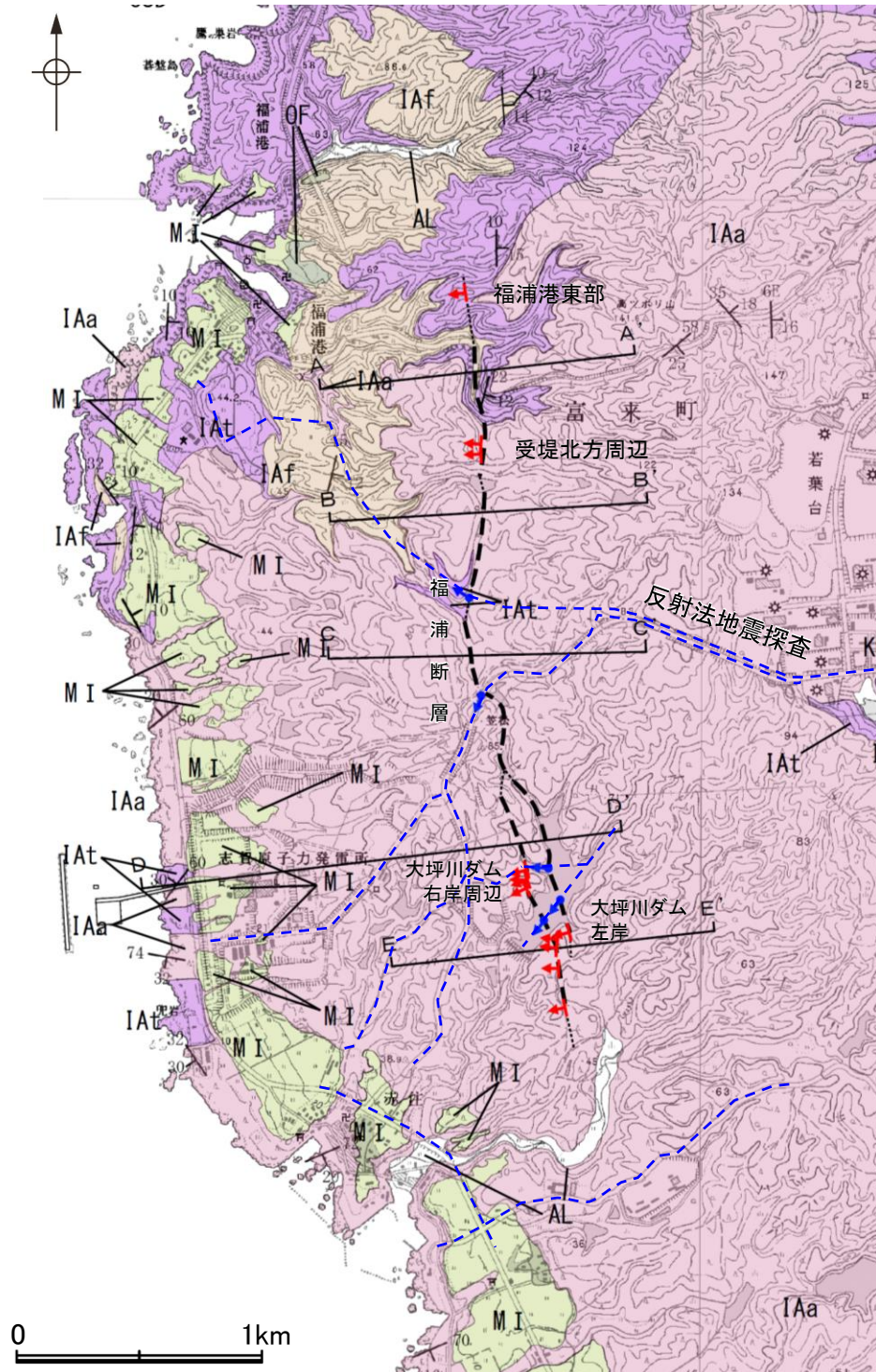


リニアメント・変動地形分布図

凡 例	
〔リニアメント・変動地形〕	
	Lc (変動地形である可能性が低い)
	Ld (変動地形である可能性は非常に低い)
ケバは低下側を示す。	
↓は地形面の傾斜の向きを示す。	

2.2.1 (4) 福浦断層の活動性 —福浦断層周辺の地質図—

- リニアメント・変動地形の周辺に分布する岩稲階の別所岳安山岩類は、主として安山岩からなり、安山岩質火砕岩(凝灰岩)、安山岩質～デイサイト質火砕岩(凝灰角礫岩)を挟在する。
- 断層北部に位置する福浦港東部及び受堤北方周辺において表土はぎ調査及びボーリング調査、断層南部に位置する大坪川ダム右岸周辺及び大坪川ダム左岸において表土はぎ調査、トレンチ調査及びボーリング調査、さらに断層の地下構造を確認するため、反射法地震探査を実施した。
- その結果、各調査地点においてリニアメント・変動地形にほぼ対応する位置に断層を確認したことから、下図のように断層位置を図示した(大坪川ダム付近の2本の断層については、いずれも福浦断層に対応すると評価)。なお、リニアメント・変動地形が判読されない箇所については推定区間として図示した。



福浦断層周辺の地質図

[地質]		地層・岩石名
地質時代	数地周辺の層序	
第四紀	完新世	AL 沖積層
	更新世	OF 古期扇状地堆積層
		MI 中位段丘I面堆積層
第三紀	中新世	IAa 別所岳安山岩類 安山岩
	岩稲階	IAAt 別所岳安山岩類 安山岩質火砕岩(凝灰角礫岩)
		IAf 別所岳安山岩類 安山岩質～ デイサイト質火砕岩(凝灰岩)

[記号]

20 43 地層の走向・傾斜

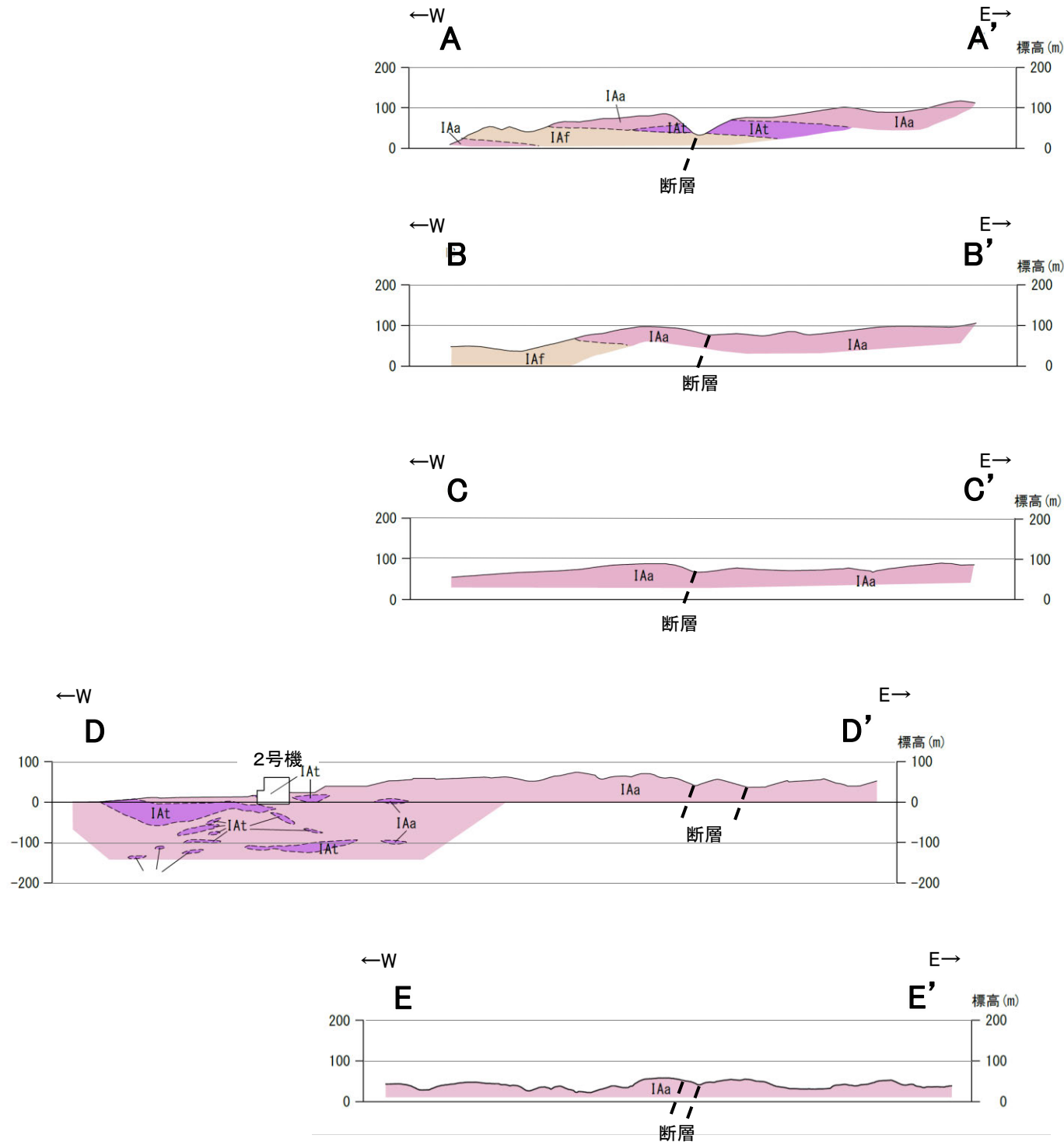
断層確認位置

反射法地震探査での断層確認位置

断層位置
推定区間

反射法地震探査測線

【地質断面図】



【地質】

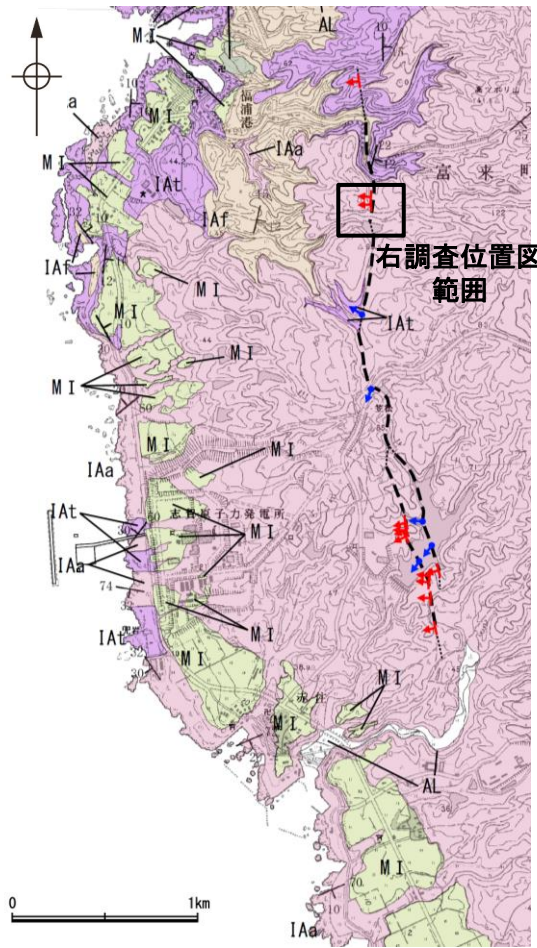
地質時代	敷地周辺の層序	地層・岩石名
第四紀	完新世	AL 沖積層
	更新世	OF 古期扇状地堆積層
		MI 中位段丘I面堆積層
第三紀	中新世 岩稲階	IAa 別所岳安山岩類 安山岩
		IAAt 別所岳安山岩類 安山岩質火砕岩 (凝灰角礫岩)
		IAf 別所岳安山岩類 安山岩質～ デイサイト質火砕岩 (凝灰岩)



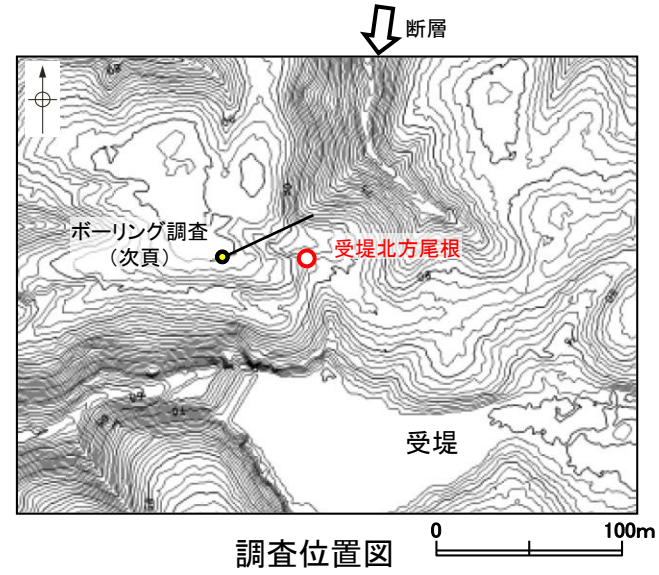
地質断面図

2.2.1 (4) 福浦断層の活動性 — 受堤北方周辺 受堤北方尾根 表土はぎ調査 —

○受堤北方周辺において、リニアメント・変動地形とほぼ一致する位置で表土はぎ調査を実施した。
 ○受堤北方尾根における表土はぎ調査の結果、断層を確認した。この断層は、下盤側のシルト質粘土層に断層活動による影響を及ぼしているが、上位の礫混り砂質シルト層(1)には断層活動の影響は認められない。しかし、各層の年代値を特定することはできず、断層の最新活動時期を特定することはできない。

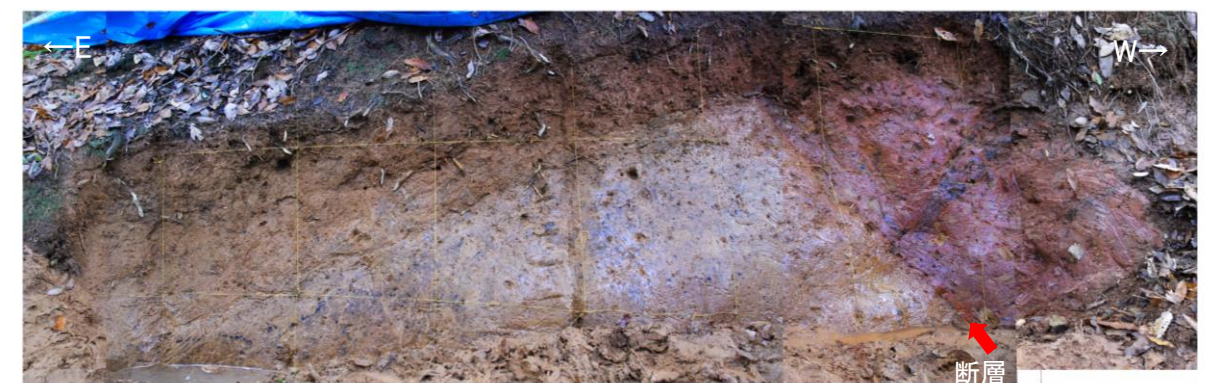


位置図



調査位置図

表土はぎ調査(受堤北方尾根)

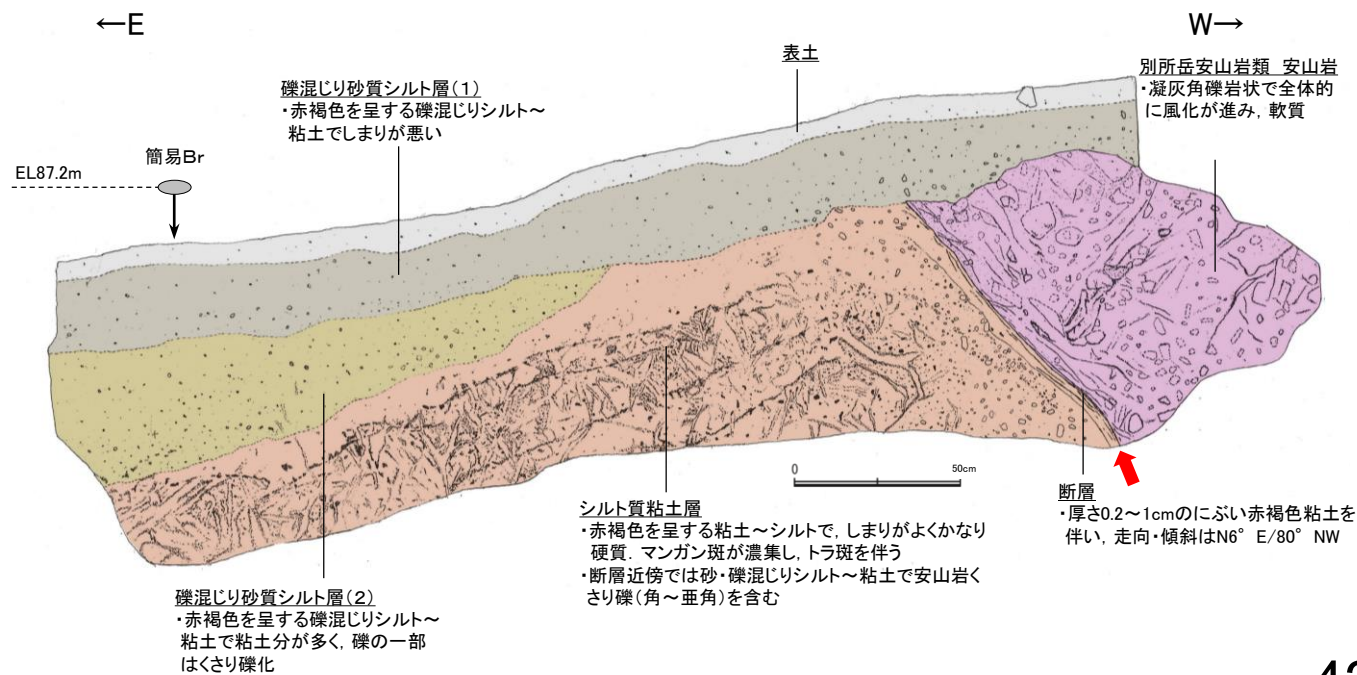


写真

地質時代	地層・岩石名
第四紀 更新世	AL 沖積層
第四紀 中更新世	OF 古期扇状地堆積層
第四紀 中更新世	MI 中段丘I面堆積層
第三紀 中新世	IAa 別所岳安山岩類 安山岩
第三紀 中新世	IAAt 別所岳安山岩類 安山岩質火砕岩(凝灰角礫岩)
第三紀 中新世	IAf 別所岳安山岩類 安山岩質~ デイサイト質火砕岩(凝灰岩)

← :断層確認位置
← :反射法地震探査での断層確認位置
 - - - - - 断層位置
 推定区間

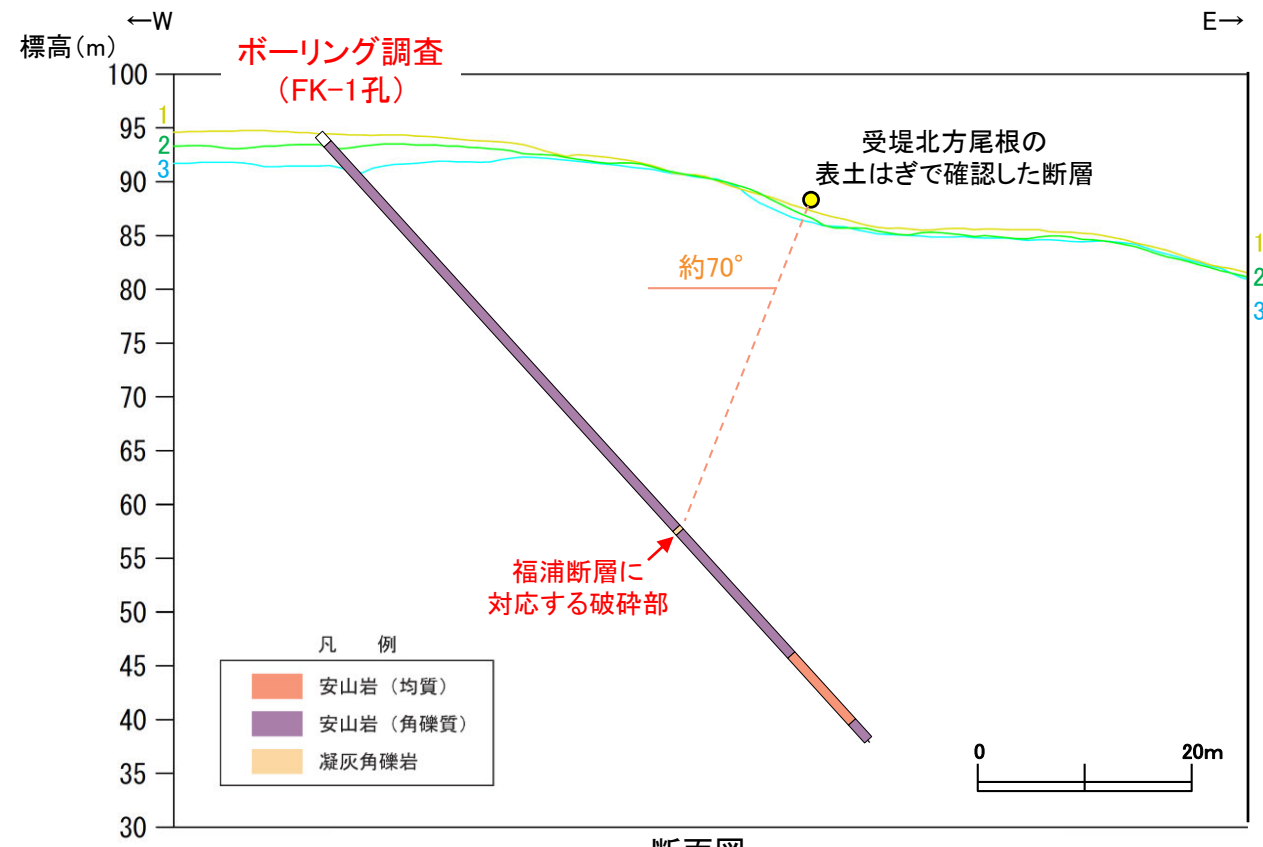
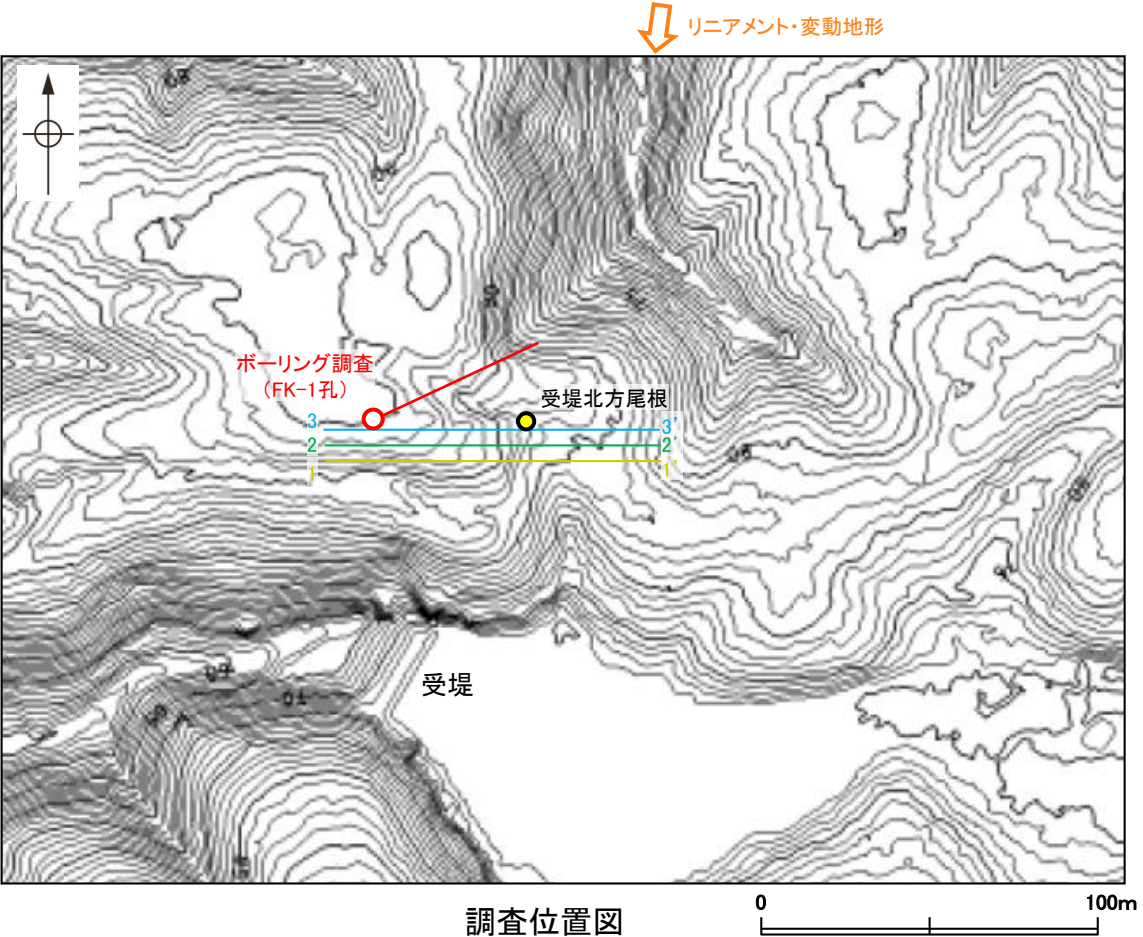
- ・リニアメント・変動地形とほぼ一致する位置に断層を確認した。
- ・断層の走向傾斜は $N6^{\circ} E/80^{\circ} NW$ 。
- ・断層下盤側のシルト質粘土層は、締まりの程度、くさり礫やトラ斑の分布等から古い時代の堆積物と想定されるが年代は不明。
- ・断層下盤側での簡易ボーリングの結果、地表下約3.5mに別所岳安山岩類の安山岩を確認。



スケッチ

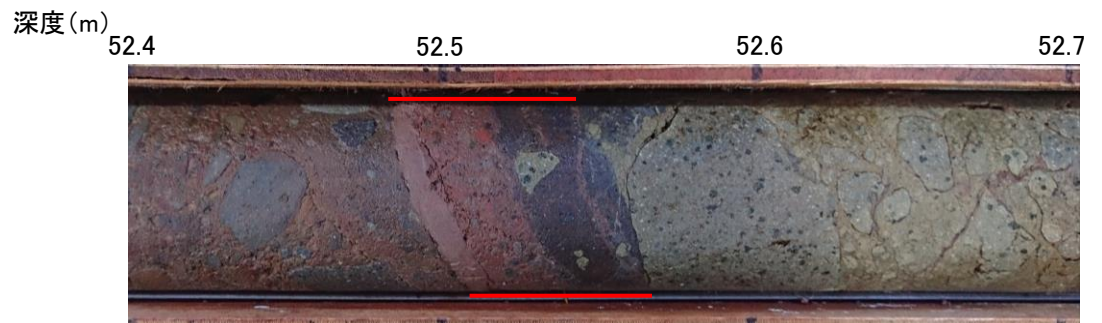
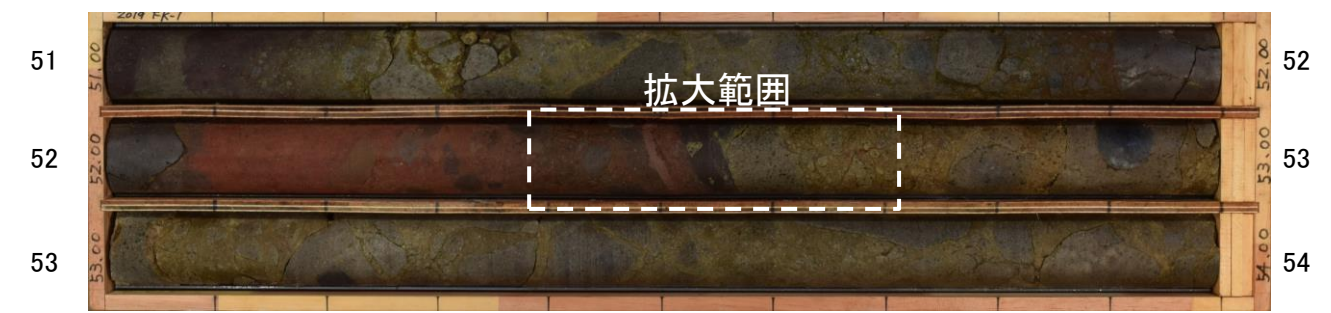
2.2.1 (4) 福浦断層の活動性 — 受堤北方周辺 ボーリング調査 —

- 受堤北方尾根において表土はぎ調査により確認した断層付近でボーリング調査を実施し、深部方向の分布を確認した結果、別所岳安山岩類中に未固結な粘土を挟在する破碎部が認められた。
- この破碎部は走向・傾斜がBHTVでN4° W/69° SW(走向は真北基準)であり、表土はぎ調査により確認した断層の走向・傾斜(N2° W/80° SW(走向は真北基準))と類似している。さらにこの破碎部と受堤北方尾根の表土はぎで確認した断層を直線で結んだ傾斜角は約70° となり、表土はぎ調査、BHTVで確認した傾斜と概ね一致することから、この破碎部を福浦断層と判断した。



(各調査位置及び1-1', 2-2', 3-3' 断面図を投影して表示)

深度(m) FK-1孔(孔口標高94.48m, 掘進長80m, 傾斜45°) 深度(m)

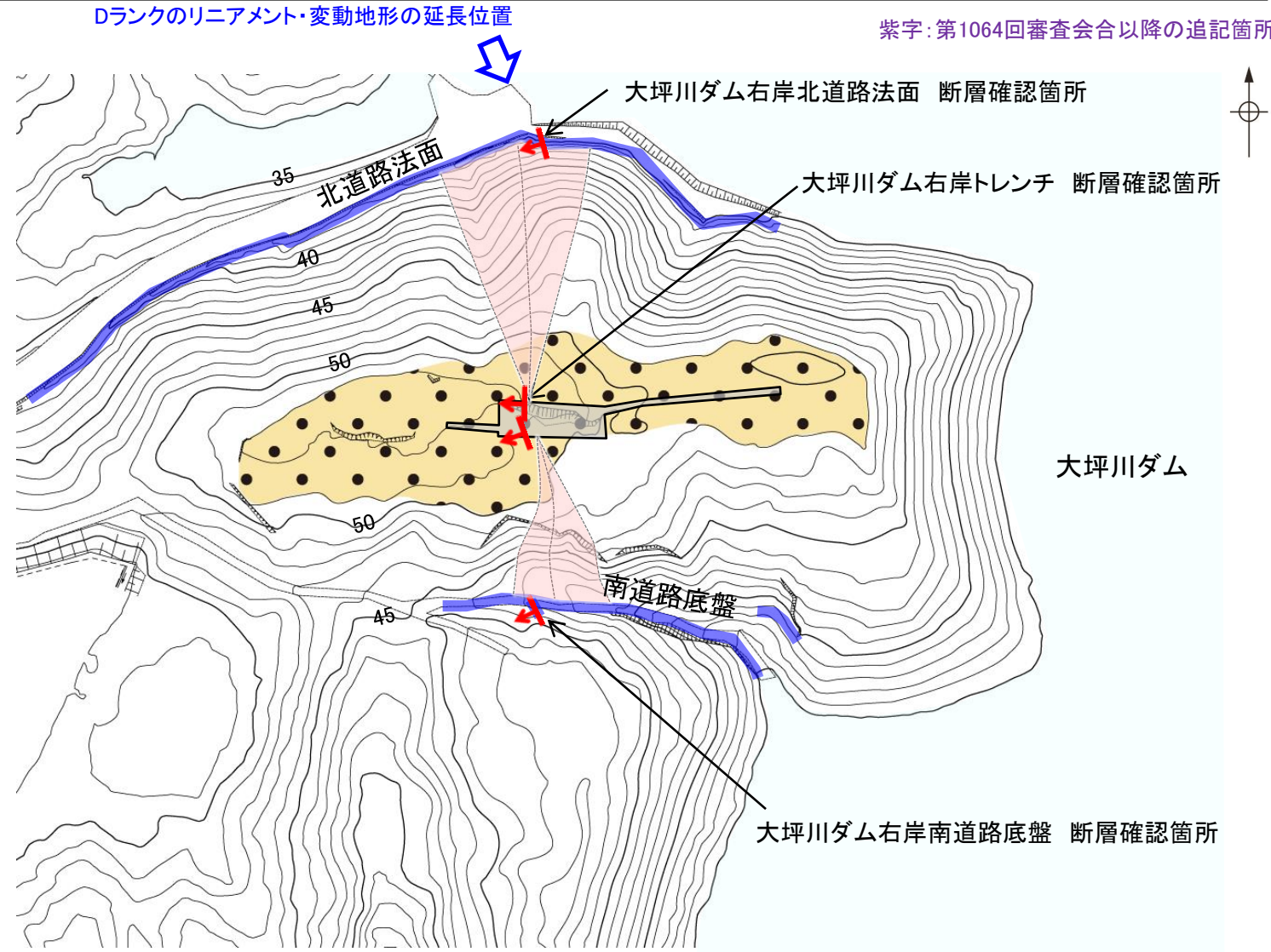
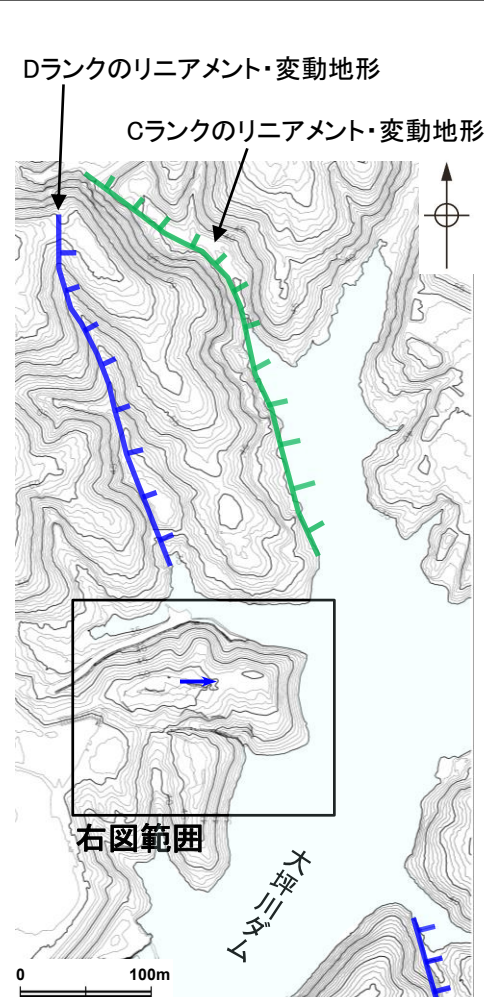
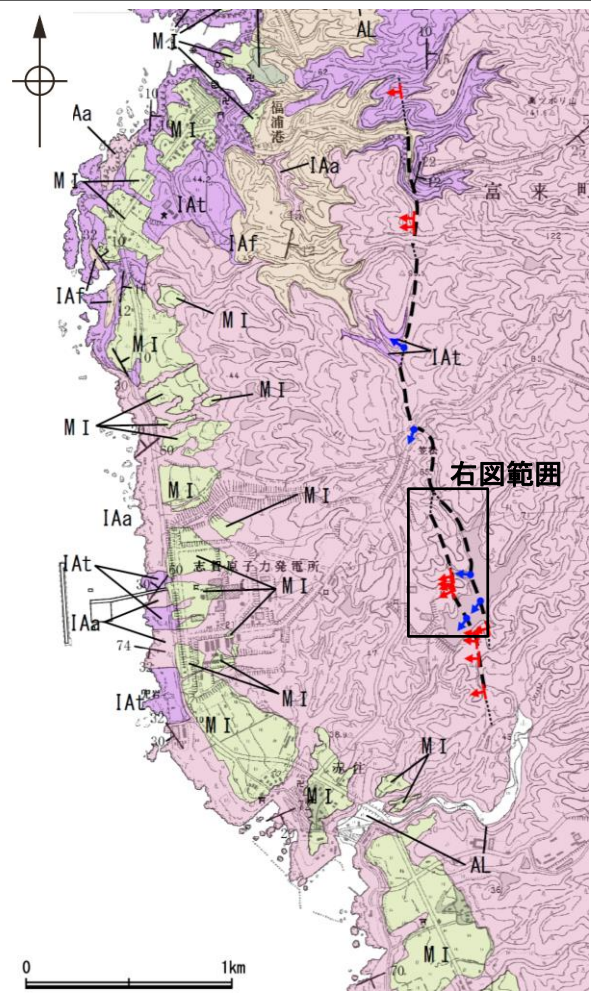


- ・FK-1孔のボーリング柱状図, コア写真, BHTVは, [データ集1-2](#)
- ・FK-1孔で実施した薄片観察結果は, [補足資料2.2-1\(3\)](#)
- ・孔曲がりについては、岩種が類似している敷地内での斜めボーリングでの計測実績(傾斜方向:±1.5°)を踏まえ、影響は小さいと判断した。よって、掘削状況に応じて、必要と判断した場合は計測を実施することとしているが、敷地近傍では未実施。

- ・BHTVでN4° W/69° SW (走向は真北基準)
- ・見かけの傾斜角20~25° の厚さ6.5cmの破碎部。
厚さ1.0cmのにぶい褐色、にぶい赤褐色を呈する未固結な粘土を挟在する。
下部は一部固結している。

2.2.1 (4) 福浦断層の活動性 —大坪川ダム右岸周辺—

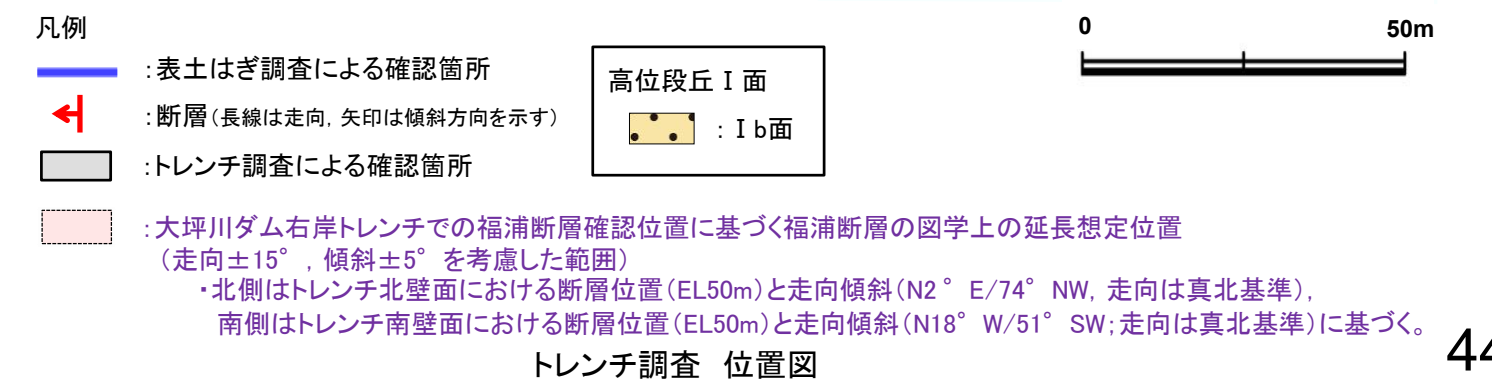
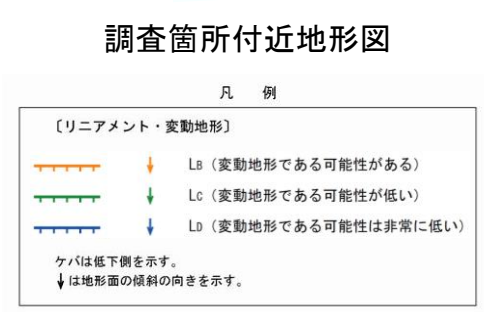
- 大坪川ダム右岸において、Cランクのリニアメント・変動地形の西方に、逆向きの低崖及び鞍部からなるDランクのリニアメント・変動地形を判読した(P.35)。
- この延長位置を横断するように、大坪川ダム右岸の北道路、南道路において表土はぎ調査を実施した結果、Dランクのリニアメント・変動地形のほぼ延長位置に福浦断層を確認した。
- 福浦断層の活動性について調査するために、高位段丘 I b面上で実施したトレンチ調査の結果、断層の上部に堆積する下末吉期を経て赤色土壌化した地層に断層活動の影響が否定できないことから、福浦断層は後期更新世以降の活動が否定できないと評価した。
- なお、上記の各地点で確認された福浦断層は、図学的に整合する位置関係にあることを確認している(P.47, 56)。



位置図

地質時代	地層・岩石名
第四紀 更新世	AL 沖積層
更新世	OF 古期扇状地堆積層
更新世	MI 中位段丘 I 面堆積層
第三紀 中新世	IAa 別所岳安山岩類 安山岩
第三紀 中新世	IAf 別所岳安山岩類 安山岩質火砕岩 (凝灰角礫岩)
第三紀 中新世	IAf 別所岳安山岩類 安山岩質～デイサイト質火砕岩 (凝灰岩)

断層確認位置
 反射法地震探査での断層確認位置
 断層位置
 推定区間



2.2.1 (4) 福浦断層の活動性 —大坪川ダム右岸周辺 北道路法面表土はぎ調査—

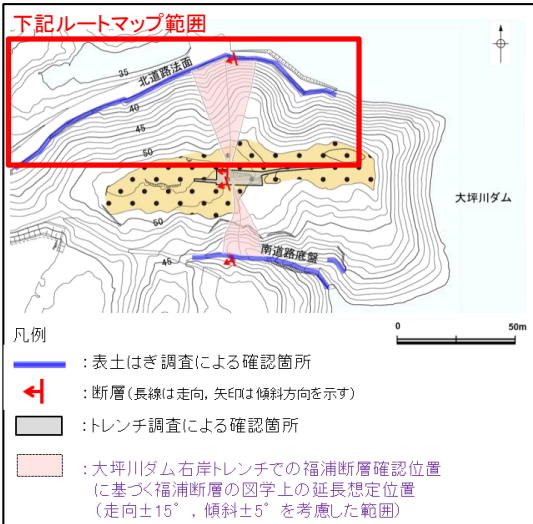
○大坪川ダム右岸の北道路法面で実施した表土はぎ調査の結果, Dランクのリニアメント・変動地形のほぼ延長位置に断層が認められ, 走向傾斜がリニアメント・変動地形と整合的な南北走向, 西傾斜を呈すること, 断層面に半固結粘土を伴うこと(次頁), 岩相境界に位置しており, 上下盤で卓越する岩相が異なることから, 福浦断層と判断した。

○福浦断層を挟み, 岩盤は, 西側(上盤)では安山岩(均質)が卓越する一方で, 東側(下盤)は火山礫凝灰岩からなる。

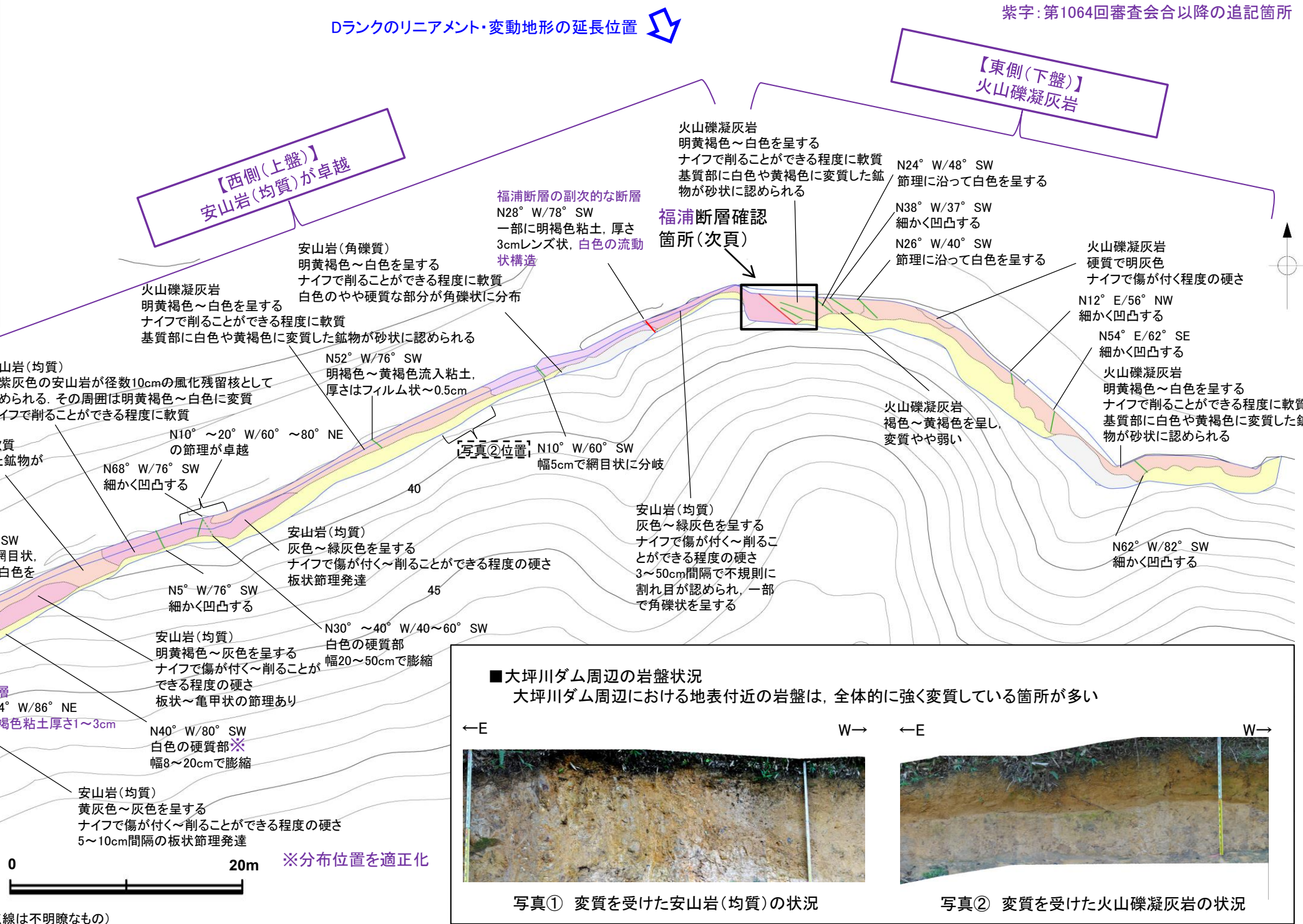
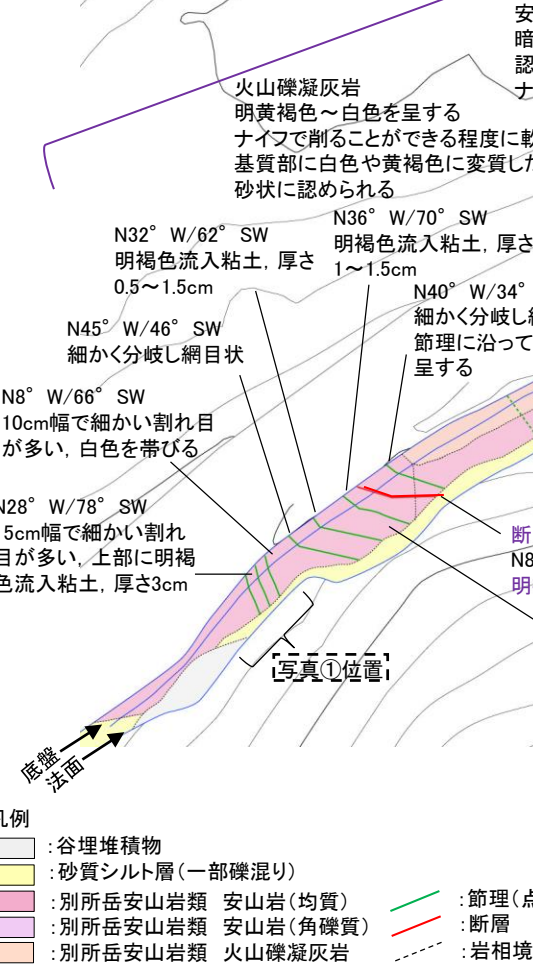
○また, 大坪川ダム右岸トレンチでの福浦断層確認位置に基づく福浦断層の図学上の延長想定位置において, 福浦断層の上盤に分布する副次的な断層を確認した(次々頁)。

○さらに, 福浦断層の約80m南西方において断層を確認し, 福浦断層には対応しない, 連続性が乏しい断層と判断した(P.50)。

紫字: 第1064回審査会合以降の追記箇所



調査位置図



■大坪川ダム周辺の岩盤状況
大坪川ダム周辺における地表付近の岩盤は, 全体的に強く変質している箇所が多い

←E

写真① 変質を受けた安山岩(均質)の状況

←E

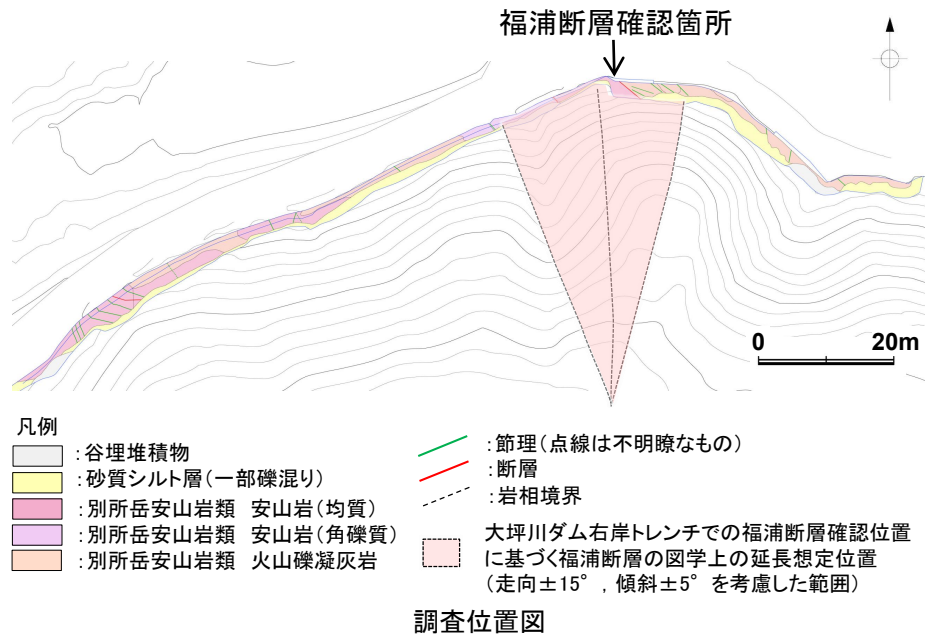
写真② 変質を受けた火山礫凝灰岩の状況

福浦断層(大坪川ダム右岸北道路法面)

【福浦断層確認箇所】

○別所岳安山岩類の岩盤中に断層を確認した。断層の走向・傾斜は、 $N8^{\circ}W/48^{\circ}$ ~ $72^{\circ}SW$ である。

○断層は、鏡肌が認められ、下部では明緑灰色の半固結粘土を厚さ1.5cmで挟む。中～上部では風化・変質の影響から断層面や破碎組織が不明瞭となる。



腐植質シルト層(表土)

- ・暗褐色～黒褐色(7.5YR3/4~3/1)を呈する
- ・しまりの程度は悪い

礫混じり砂質シルト層(1)

- ・褐色～暗褐色(7.5YR4/6~3/4)を呈する
- ・しまりの程度は悪い

礫混じり砂質シルト層(2)

- ・黄褐色～明褐色(10YR~7.5YR5/6)を呈する
- ・指圧で跡が残る程度に締まっている

別所岳安山岩類 安山岩(均質)

- ・灰色～緑灰色を呈する
- ・ナイフで傷が付く～削ることができる程度の硬さ
- ・不規則に割れ目が認められ、割れ目の多い部分では褐色を帯びる

別所岳安山岩類 火山礫凝灰岩

- ・明黄褐色～白色を呈する
- ・ナイフで削ることができる程度に軟質
- ・基質部には白色や黄褐色に変質した鉱物が砂状に認められ、割れ目に沿って一部で砂質シルトに変質している

変質岩(シルト～粘土状)

- ・明黄褐色を呈する
- ・強い指圧で跡が残る～爪でキズが付く程度に変質している
- ・一部で火山礫凝灰岩の基質部と同様に変質した鉱物が砂状に認められるが不明瞭である
- ・X線回折の結果、カオリナイトやクリストバライト、明礬石、針鉄鉱等が検出されている

断層(下部)

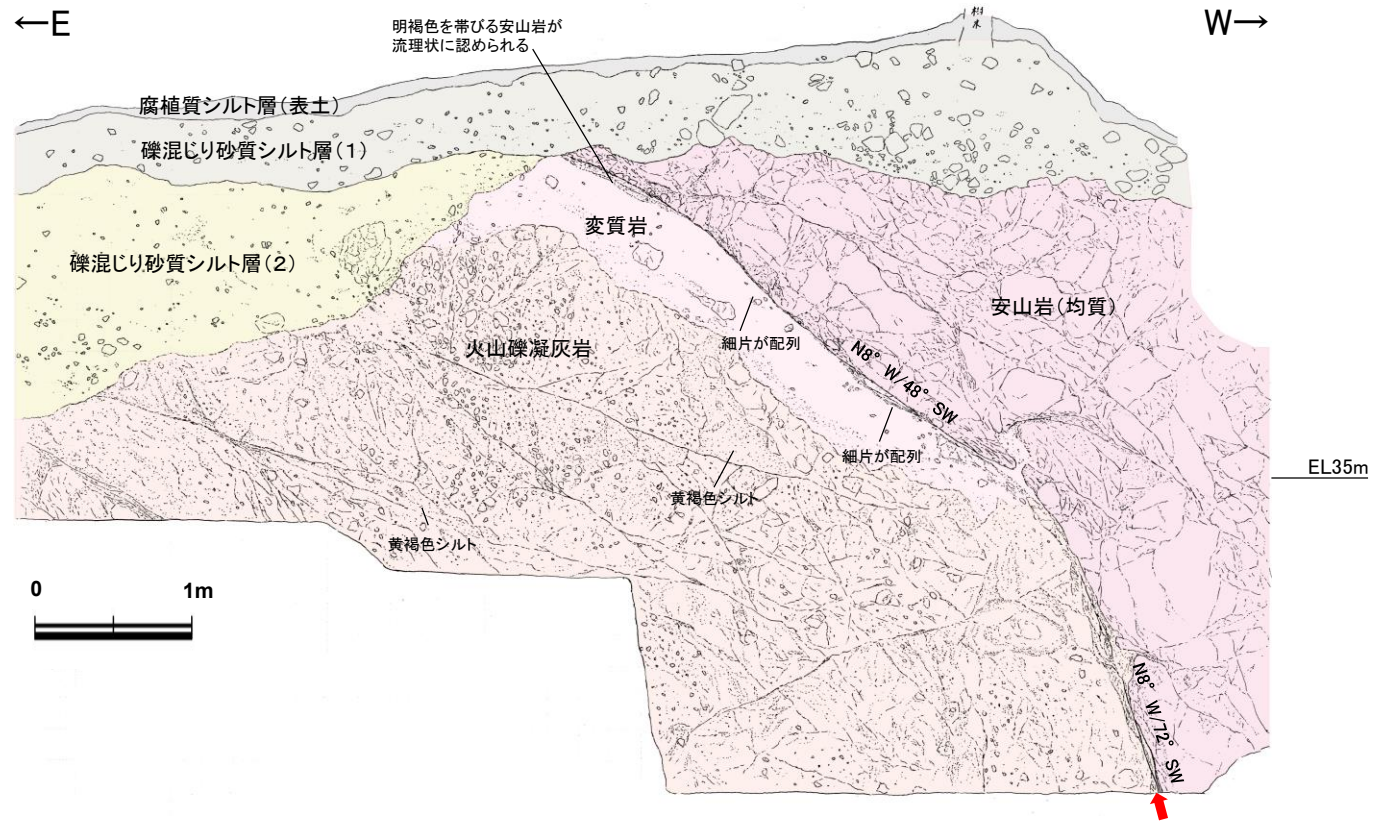
- ・上盤の安山岩(均質)と下盤の火山礫凝灰岩の境界となる。断層面に沿って明緑灰色の半固結粘土を厚さ1.5cmで挟み、粘土は上方へフィルム状となり尖滅し、粘土中には鏡肌、条線(60° L)が認められる
- ・上盤の安山岩(均質)には断層に沿った密着した割目が網目状に1~2cm間隔で認められる。下盤の火山礫凝灰岩には白色を帯び径数mmに細片化した部分が断層に沿って厚さ5cm程度のレンズ状に認められる

断層(中～上部)

- ・上盤の安山岩(均質)と下盤の火山礫凝灰岩の境界となるが、風化・変質の影響を被っており、断層(下部)に比べて断層面や破碎組織が不明瞭である
- ・厚さ数mm、長さ1~2cmに細片化した岩片が断層面に沿って配列する。上部では明褐色を帯びる安山岩が流理状に認められる



写真



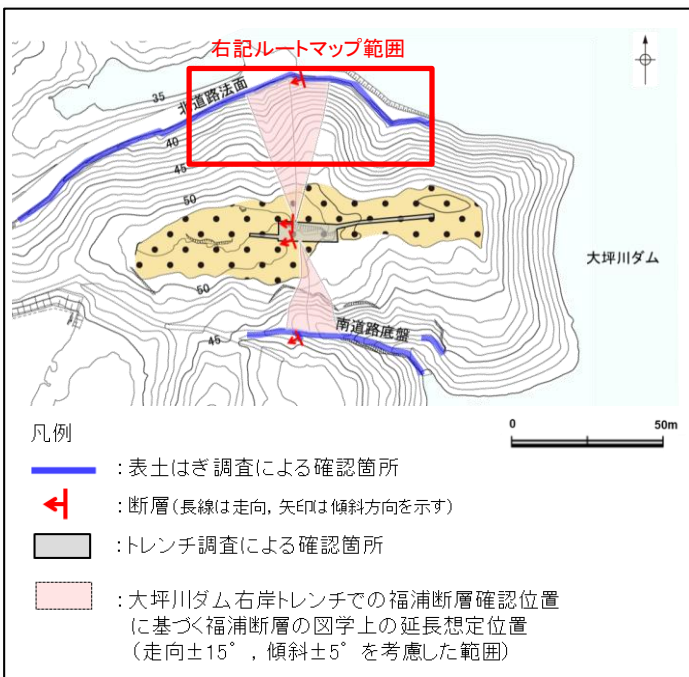
スケッチ

福浦断層(大坪川ダム右岸北道路法面)

【図学上の延長想定位置(1/3)】

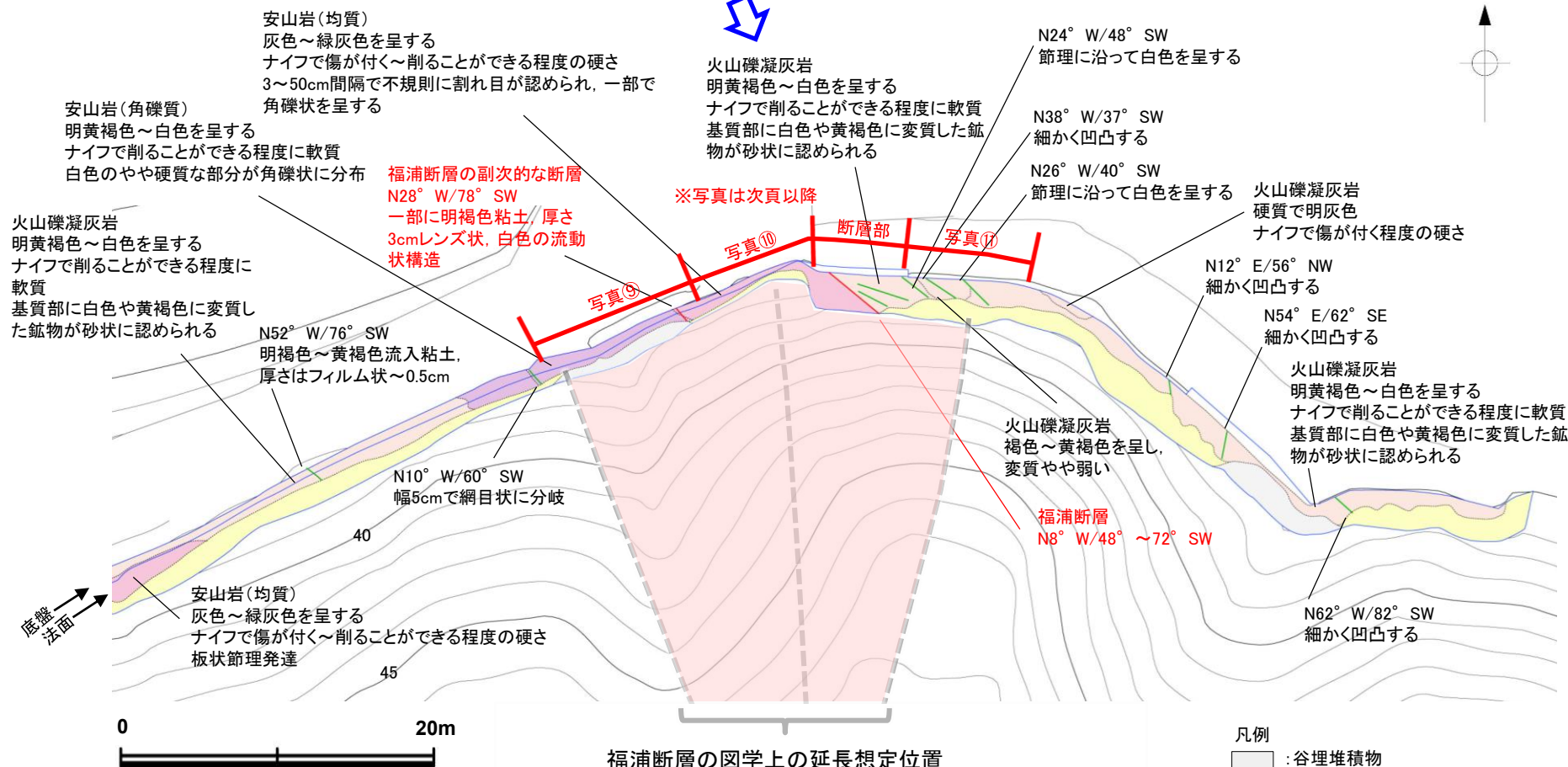
○大坪川ダム右岸北道路法面において、大坪川ダム右岸トレンチ北壁面での断層位置と走向傾斜に基づく福浦断層の図学上の延長想定位置には、安山岩(均質)と火山礫凝灰岩の境界に福浦断層が認められる。

○また、福浦断層の西側において、安山岩(均質)と安山岩(角礫質)の境界付近に断層が認められる。この断層は福浦断層の図学上の想定延長位置の範囲内に位置し、また、走向傾斜が福浦断層と近い。ただし、観察範囲の上部では部分的に平滑な面構造が認められるが、下部では平滑な面構造は認められず、また、条線、鏡肌は認められないことから(次々頁)、福浦断層に比べ、破碎の程度は弱いと判断し、福浦断層の上盤に分布する副次的な断層と評価した。



調査位置図

Dランクのリニアメント・変動地形の延長位置

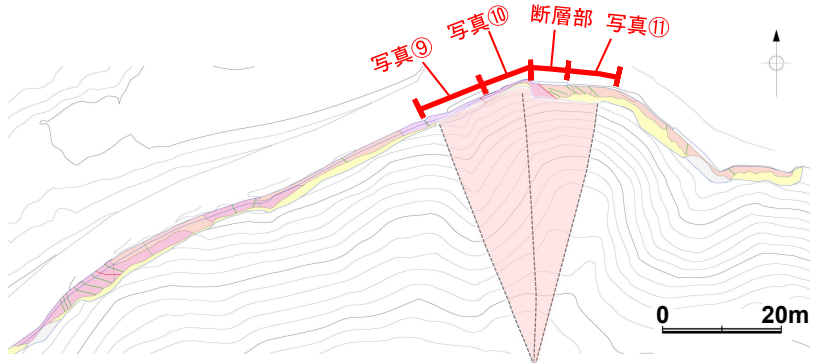


表土はぎ調査結果(ルートマップ)

福浦断層(大坪川ダム右岸北道路法面)

【図学上の延長想定位置(2/3)】

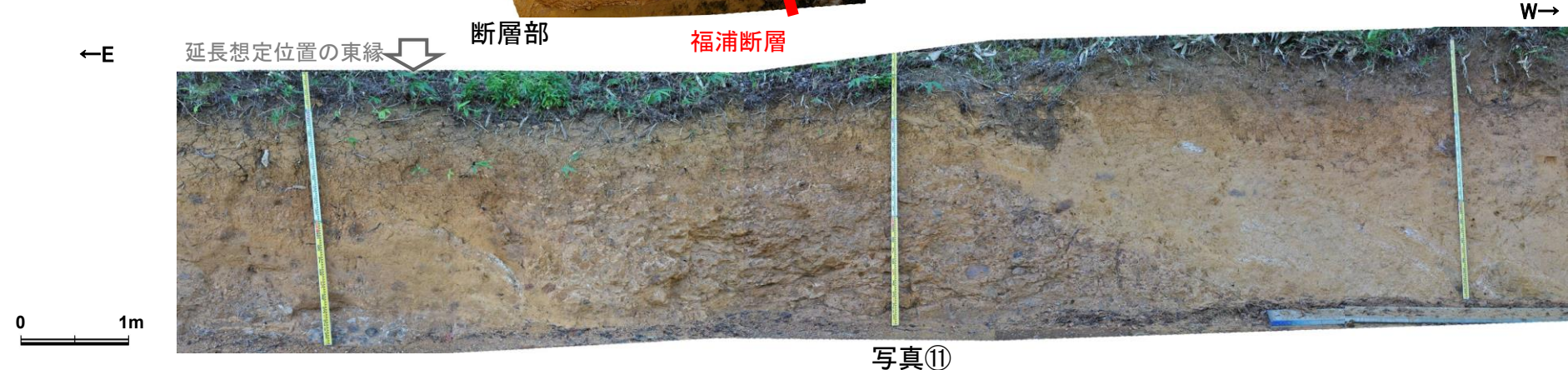
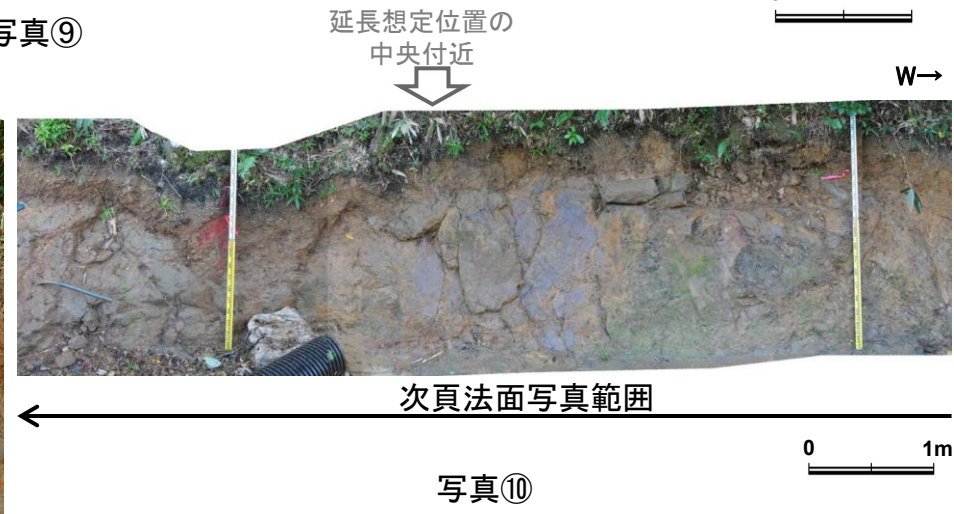
○大坪川ダム右岸トレンチ北壁面での断層位置と走向傾斜に基づく福浦断層の図学上の延長想定位置における露頭写真を以下に示す。



- 凡例
- 谷埋堆積物
 - 砂質シルト層(一部礫混り)
 - 別所岳安山岩類 安山岩(均質)
 - 別所岳安山岩類 安山岩(角礫質)
 - 別所岳安山岩類 火山礫凝灰岩
 - 節理(点線は不明瞭なもの)
 - 断層
 - 岩相境界

大坪川ダム右岸トレンチでの福浦断層確認位置に基づく福浦断層の図学上の延長想定位置(走向±15°, 傾斜±5°を考慮した範囲)

調査位置図



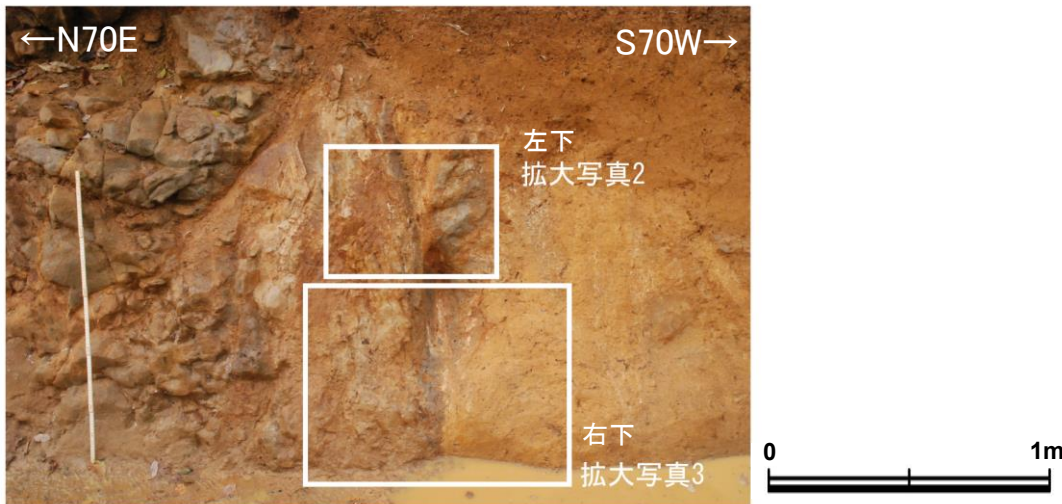
福浦断層(大坪川ダム右岸北道路法面)

【図学上の延長想定位置(3/3)】

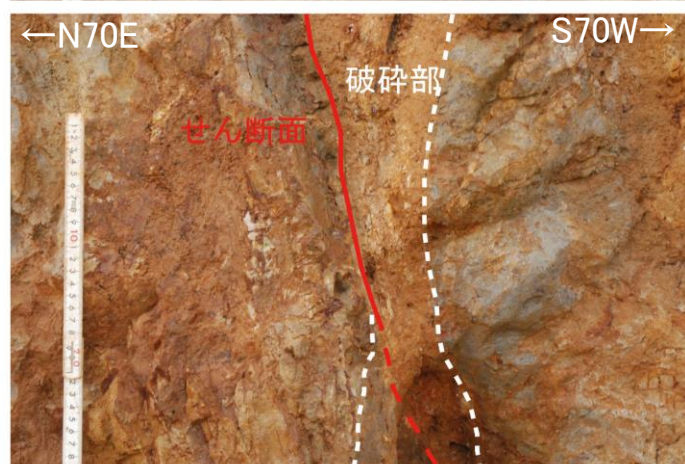
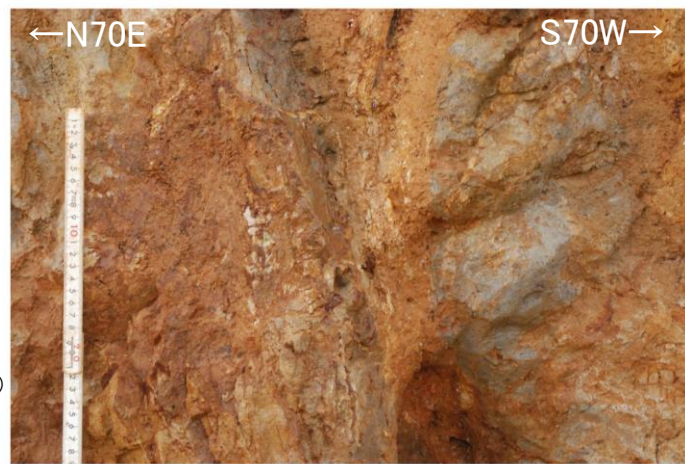
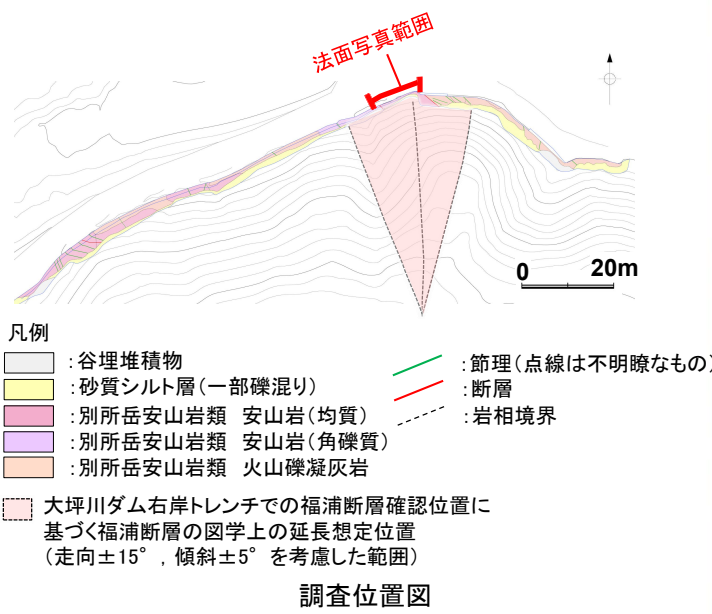
○安山岩(均質)と安山岩(角礫質)の境界付近に断層が認められた断層については、観察範囲の上部では部分的に平滑な面構造が認められるが、下部では平滑な面構造は認められず、また、条線、鏡肌は認められないことから、福浦断層に比べ、破碎の程度は弱いと判断し、福浦断層の上盤に分布する副次的な断層と評価した。



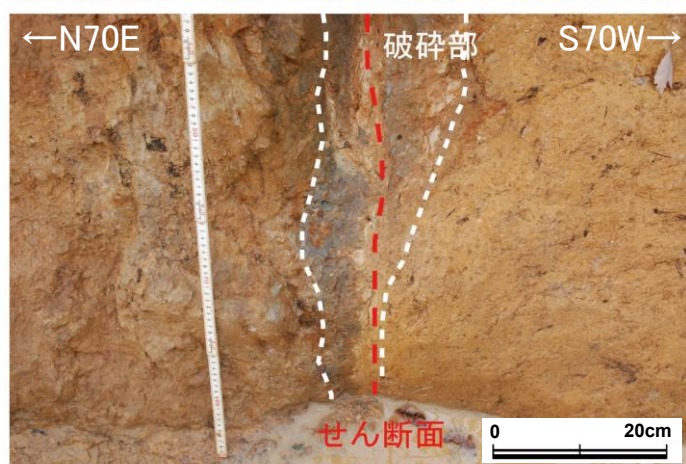
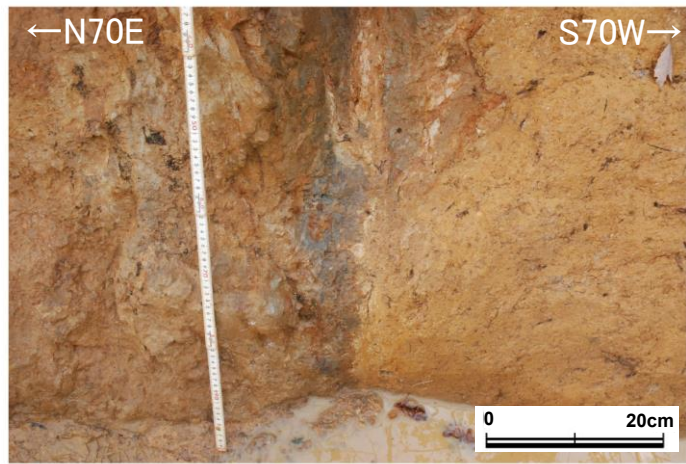
法面写真(位置は前頁参照, 2022年11月撮影)



拡大写真1(2022年11月撮影)



拡大写真2(2022年11月撮影)
(上:加筆なし, 下:解釈線加筆)



拡大写真3(2022年11月撮影)
(上:加筆なし, 下:解釈線加筆)

- 破碎部が認められ、走向傾斜はN24° W/78° SWであり、幅3cmのレンズ状に明褐色の粘土を伴う。
- 上部では幅8cmの砂状～角礫状の破碎部が分布し、内部に白色の流動状構造が認められる。
- 破碎部の幅は下方に薄くなり、最下部では3cmである。
- 上部では部分的に平滑な面構造が認められるが、下部では平滑な面構造は認められない。
- 条線、鏡肌は認められない。

せん断面
 — 平滑な面構造あり
 - - 平滑な面構造なし

せん断面
 - - 平滑な面構造なし

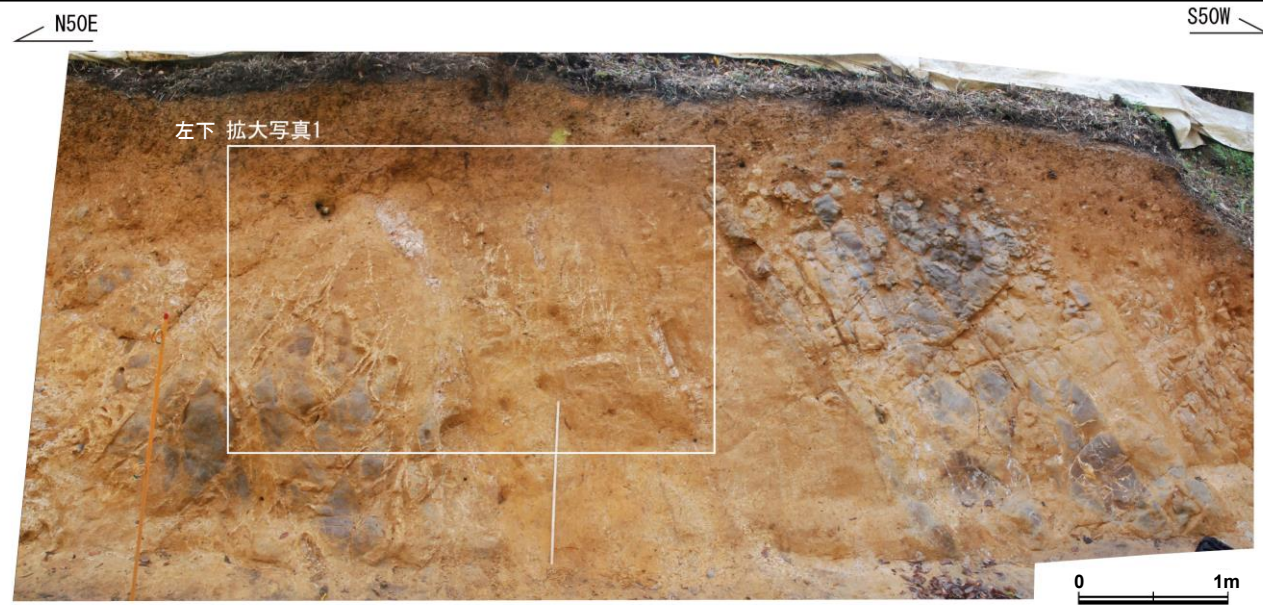
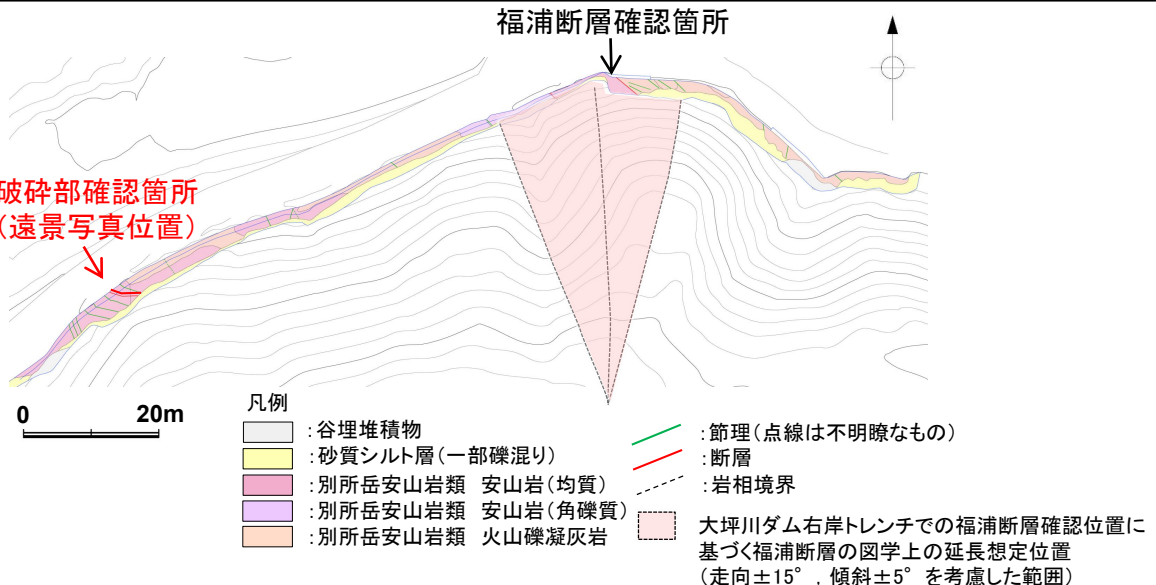
福浦断層(大坪川ダム右岸北道路法面)

【その他の断層】

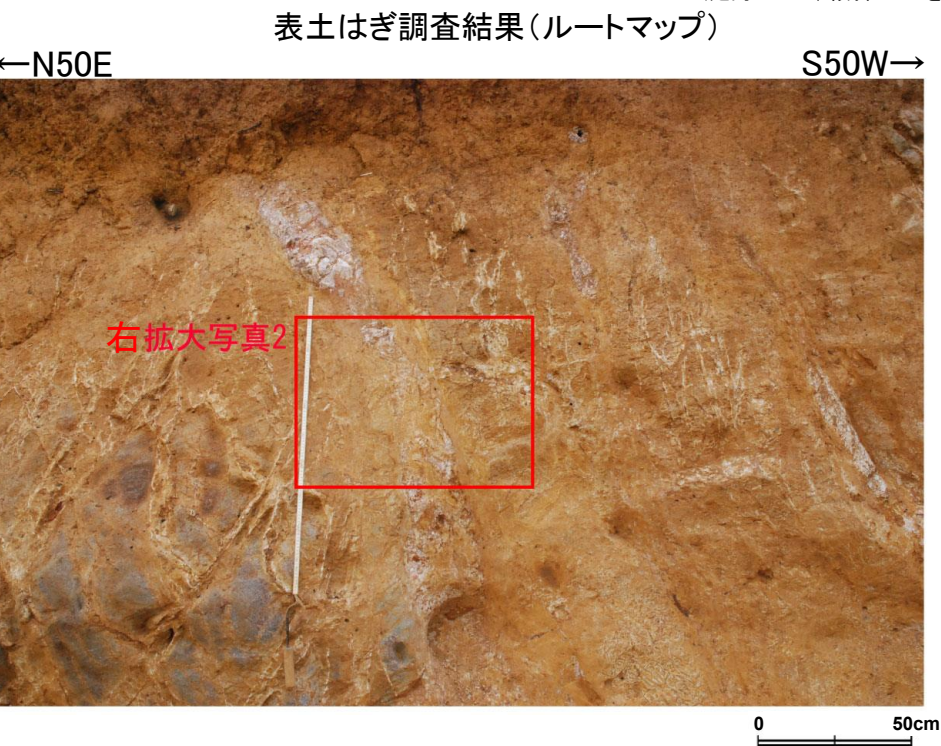
○福浦断層の約80m南西方において、断層が認められる。走向・傾斜は、N84° W/86° NEである。

○この断層は、福浦断層の図学上の延長想定位置から離れており、走向が福浦断層の大局的な南北走向とは直交することや、福浦断層と判断した破碎部とは異なり連続する平滑面が認められないことから、福浦断層には対応しないと判断した。

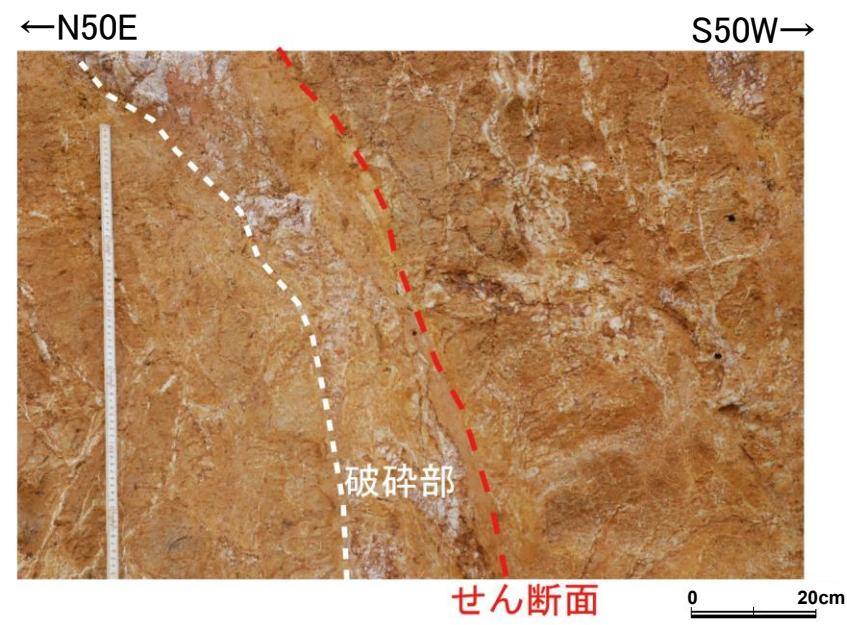
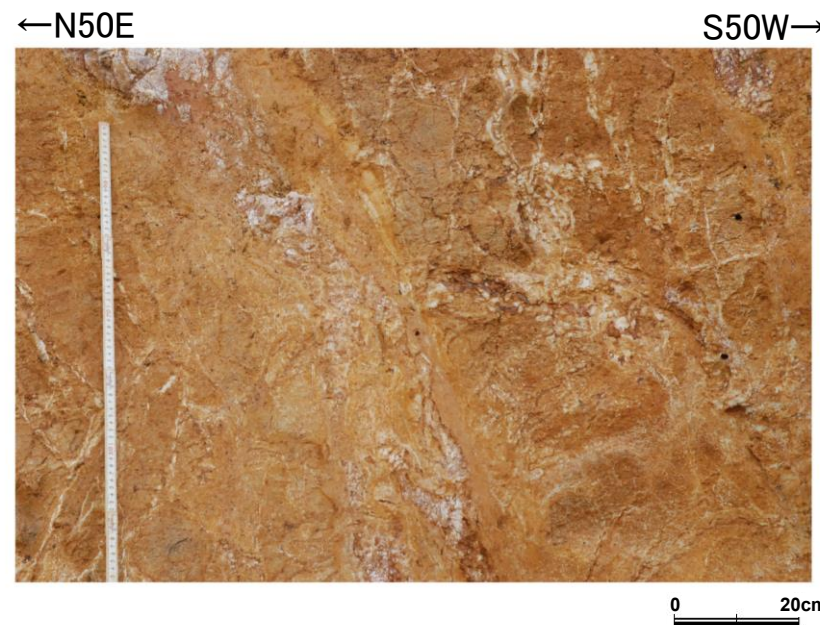
○なお、反射法地震探査(B測線, D測線)において、この断層の延長位置に地表付近から深部まで連続するような断層は認められず(P.97, 101, 108)、この破碎部は連続性の乏しい断層と判断した。



遠景写真(2022年11月撮影)



拡大写真1(2022年11月撮影)



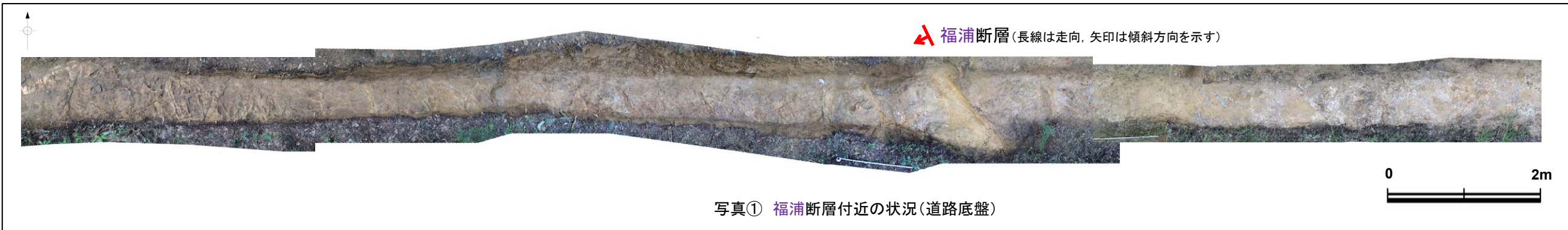
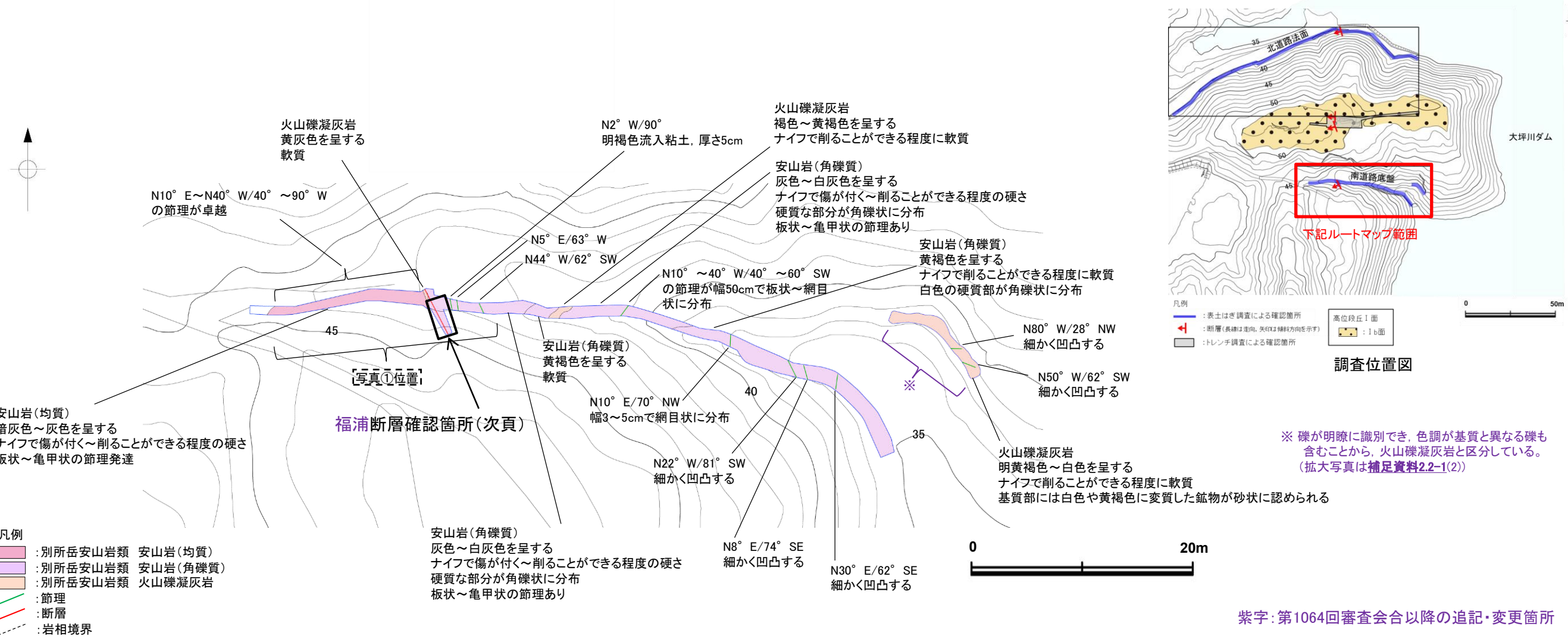
拡大写真2(2022年11月撮影)(左:加筆なし, 右:解釈線加筆)

- ・破碎部が認められ、走向傾斜はN84° W/86° NEであり、幅1~3cmで膨縮する明褐色の粘土を伴う。
- ・粘土の下盤には幅10~30cmで破碎部を伴い、破碎部の内部では、白色鉱物の断片が認められ、しばしばそれらが構成する流動状の構造が認められる。
- ・また、破碎部の上盤側と下盤側の1.5m程度の範囲では周囲より割れ目が多く、割れ目に沿って白色に変質するが、細粒化は進んでおらず原岩組織が残っているため、破碎部ではないと判断した。
- ・連続する平滑面は認められないが、下部では鏡肌が認められる。

2.2.1 (4) 福浦断層の活動性 —大坪川ダム右岸周辺 南道路底盤表土はぎ調査—

○大坪川ダム右岸の南道路底盤で実施した表土はぎ調査の結果、断層が認められ、走向傾斜がリニアメント・変動地形と整合的な南北走向、西傾斜を呈すること、未固結な破碎部を伴うことから、福浦断層と判断した。

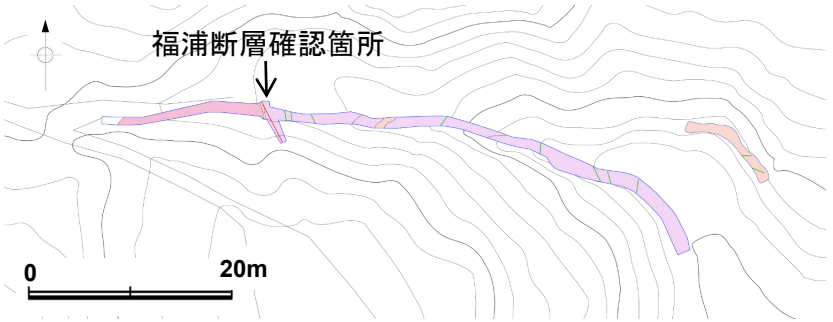
○福浦断層の分布位置付近を挟み、西側(上盤)では安山岩(均質)、東側(下盤)は安山岩(角礫質)が卓越する。



福浦断層(大坪川ダム右岸南道路底盤)

【福浦断層確認箇所】

- 別所岳安山岩類の岩盤中に断層を確認した。断層の走向・傾斜は、N18° W/60° SWである。
- 断層は、鏡肌が認められ、淡褐色の未固結粘土を最大厚さ2cmで挟む。断層を挟んで幅20~30cm程度の破碎部が認められる。



位置図

凡例

	: 別所岳安山岩類	安山岩(均質)
	: 別所岳安山岩類	安山岩(角礫質)
	: 別所岳安山岩類	火山礫凝灰岩
		節理
		断層
		岩相境界



写真(遠景)

右写真, スケッチ範囲

安山岩(角礫質)

下盤側

- ・灰白色~黄灰色を呈する安山岩(角礫質)を主体とし、黄褐色を呈する砂質シルト状部が割れ目沿いなどに分布する
- ・安山岩(角礫質)は硬質で、ナイフで削ることは出来ない。砂質シルト状部は、ナイフで削ることができる程度に軟質

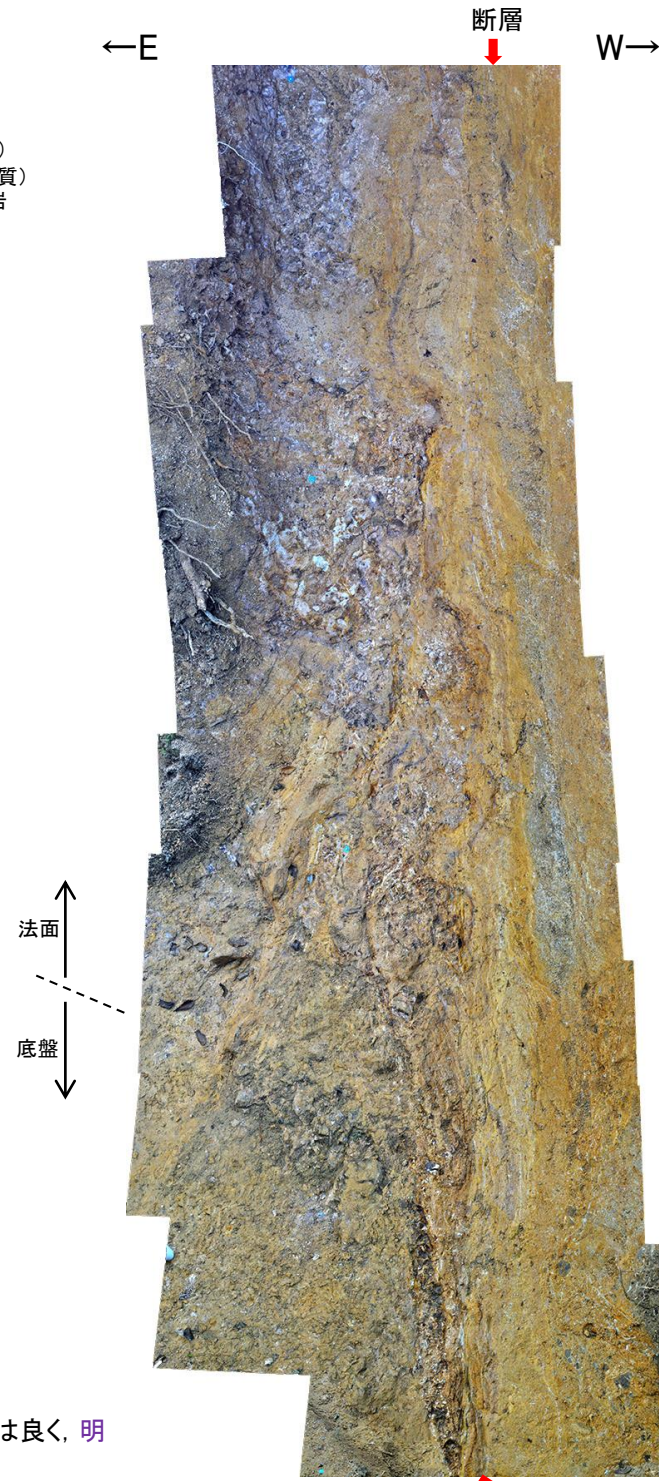
上盤側

- ・安山岩(角礫質)の風化・変質により淡褐色~褐色を呈する砂質シルト状部からなる
- ・ナイフで容易に削ることができる程度に軟質

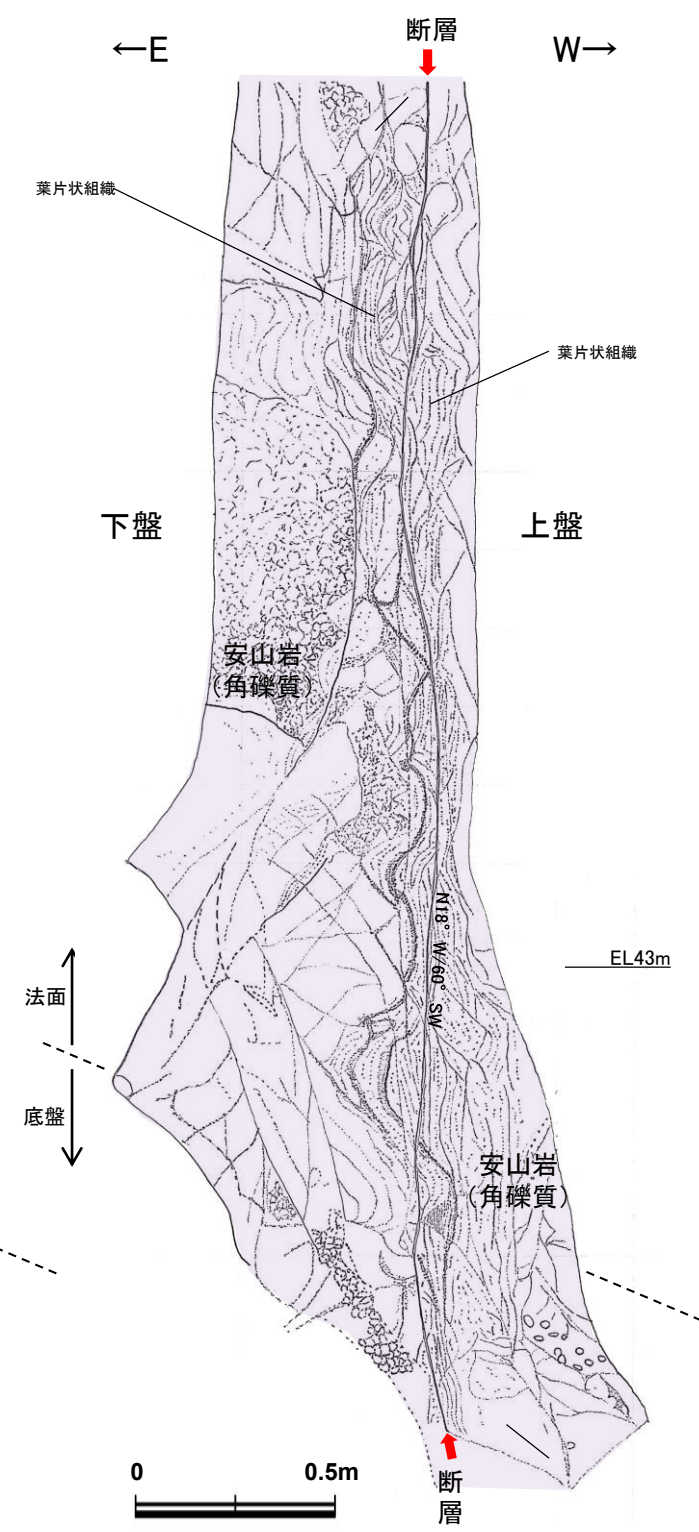
断層

- ・安山岩(角礫質)中にあり、平均厚さ0.2cm、最大厚さ2cmの未固結な淡褐色粘土が分布し、連続性、直線性は良く、明瞭で平滑なせん断面を伴い、周囲との境界は明瞭である。粘土中には、鏡肌が認められる
- ・断層を挟んで幅20~30cm程度にわたり強く破碎した破碎部が認められ、灰色~褐色小角礫混じり粘土~砂質シルト状部となり、鏡肌を伴う葉片状組織が卓越する。また、白色部からなる流動構造が認められる
- ・複合面構造や褐色部のずれの方向から、見かけ左ずれセンスを推定した(次頁以降)

大坪川ダム右岸南道路で実施した薄片観察結果は、[補足資料2.2-1\(3\)](#)



写真(近景)

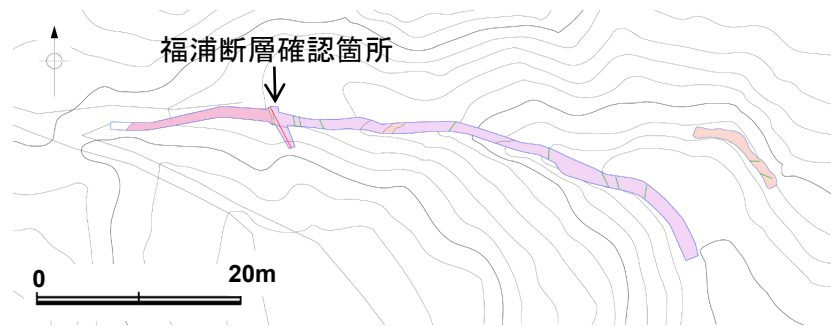


スケッチ

福浦断層(大坪川ダム右岸南道路底盤)

【福浦断層確認箇所(断層の変位センス)(1/2)】

○断層の破碎部に関する観察の結果, 副次的なせん断面によるずれの方向から, 見かけ左ずれの変位センスを推定した。



- 凡例
- :別所岳安山岩類 安山岩(均質)
 - :別所岳安山岩類 安山岩(角礫質)
 - :別所岳安山岩類 火山礫凝灰岩
 - :節理
 - :断層
 - :岩相境界

位置図



写真(遠景)(2013年撮影)

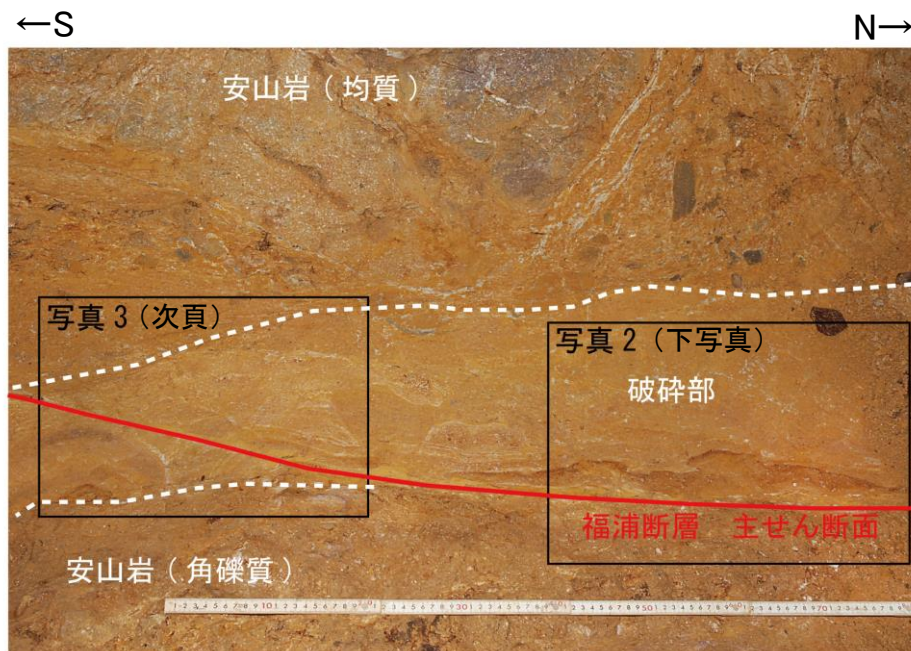


写真1(2022年10月撮影)



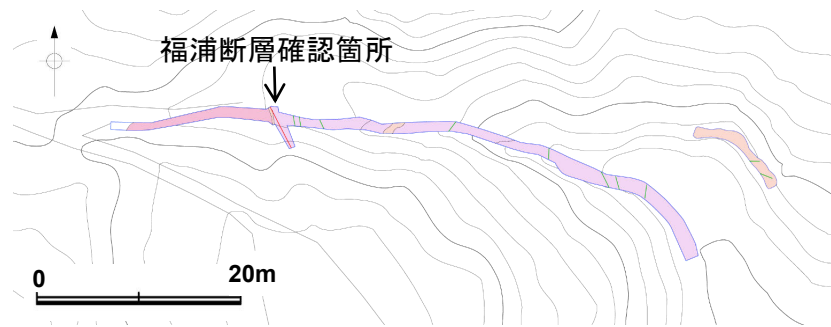
写真2(2022年10月撮影)(左:加筆なし, 右:解釈線加筆)

- 主せん断面から派生する副次的なせん断面により, 褐色部が見かけ左ずれの方向に切られている。
- このことから, 見かけ左ずれの変位センスが推定される。

福浦断層(大坪川ダム右岸南道路底盤)

【福浦断層確認箇所(断層の変位センス)(2/2)】

○断層の破碎部に関する観察の結果, 複合面構造から見かけ左ずれの変位センスを推定した。



位置図

- 凡例
- :別所岳安山岩類 安山岩(均質)
 - :別所岳安山岩類 安山岩(角礫質)
 - :別所岳安山岩類 火山礫凝灰岩
 - :節理
 - :断層
 - :岩相境界



写真(遠景)(2013年撮影)

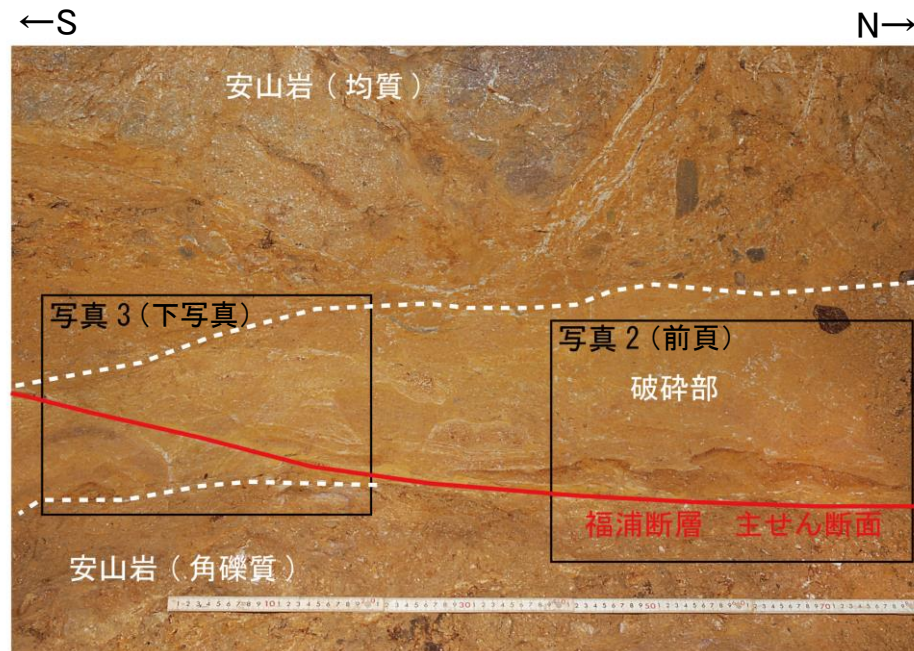


写真1(2022年10月撮影)

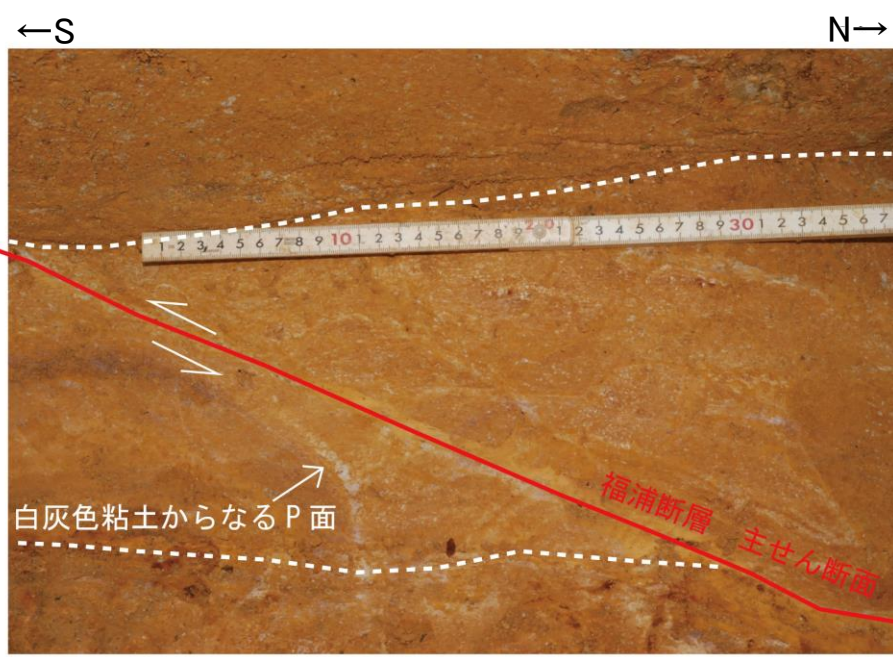
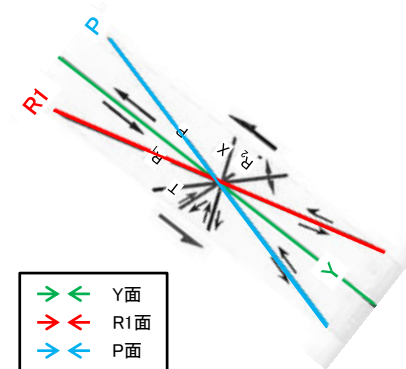


写真3(2022年10月撮影)(左:加筆なし, 右:解釈線加筆)



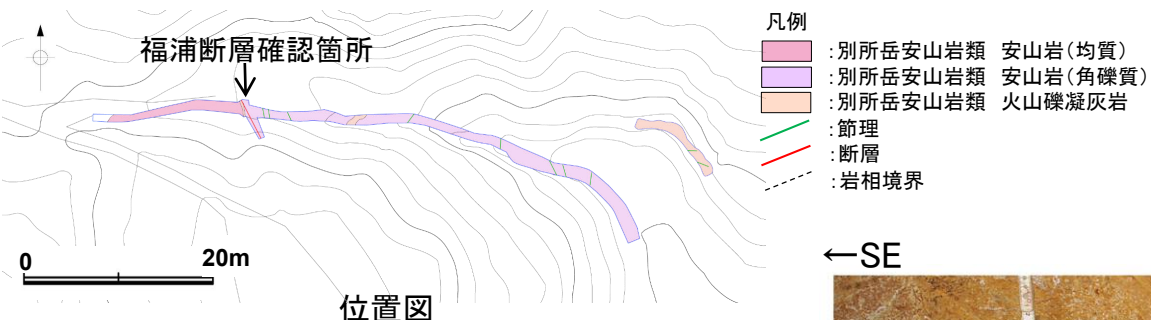
せん断センスを示す複合面構造 (狩野・村田(1998)に加筆)

- 白灰色粘土が主せん断面によるせん断で引きずられるような形状で, 主せん断面と斜交して分布する。
- この主せん断面と斜交する白灰色粘土を複合面構造のP面と考えた場合に, 見かけ左ずれの変位センスが推定される。

福浦断層(大坪川ダム右岸南道路底盤)

【福浦断層確認箇所(その他の断層)】

- 福浦断層の上盤側に断層を確認した。断層の走向・傾斜は、N32° E/68° NWである。
- 断層は、黄灰色の未固結粘土を厚さ0.5~1cmで挟む。断層を挟んで幅10~15cm程度の破碎部が認められる。
- この断層の破碎部は福浦断層の破碎部に切られており、福浦断層の破碎部の内部へ延長しない。



写真(遠景)(2013年撮影)



写真4(2022年10月撮影)(左:加筆なし,右:解釈線加筆)

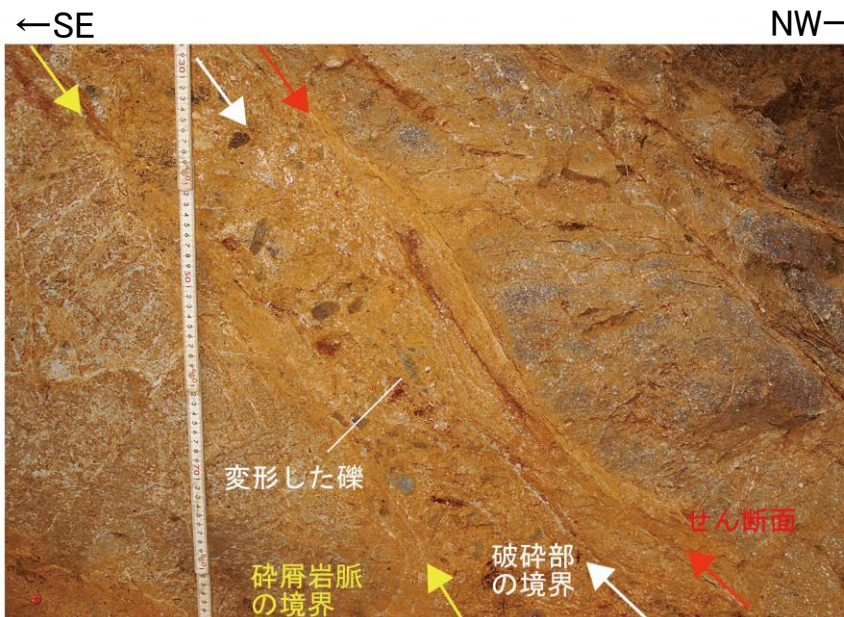
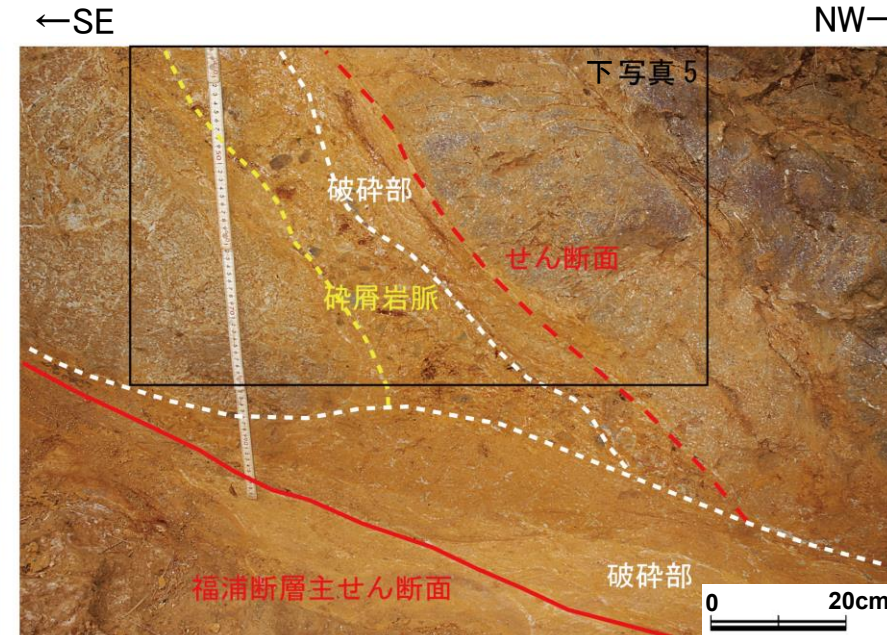


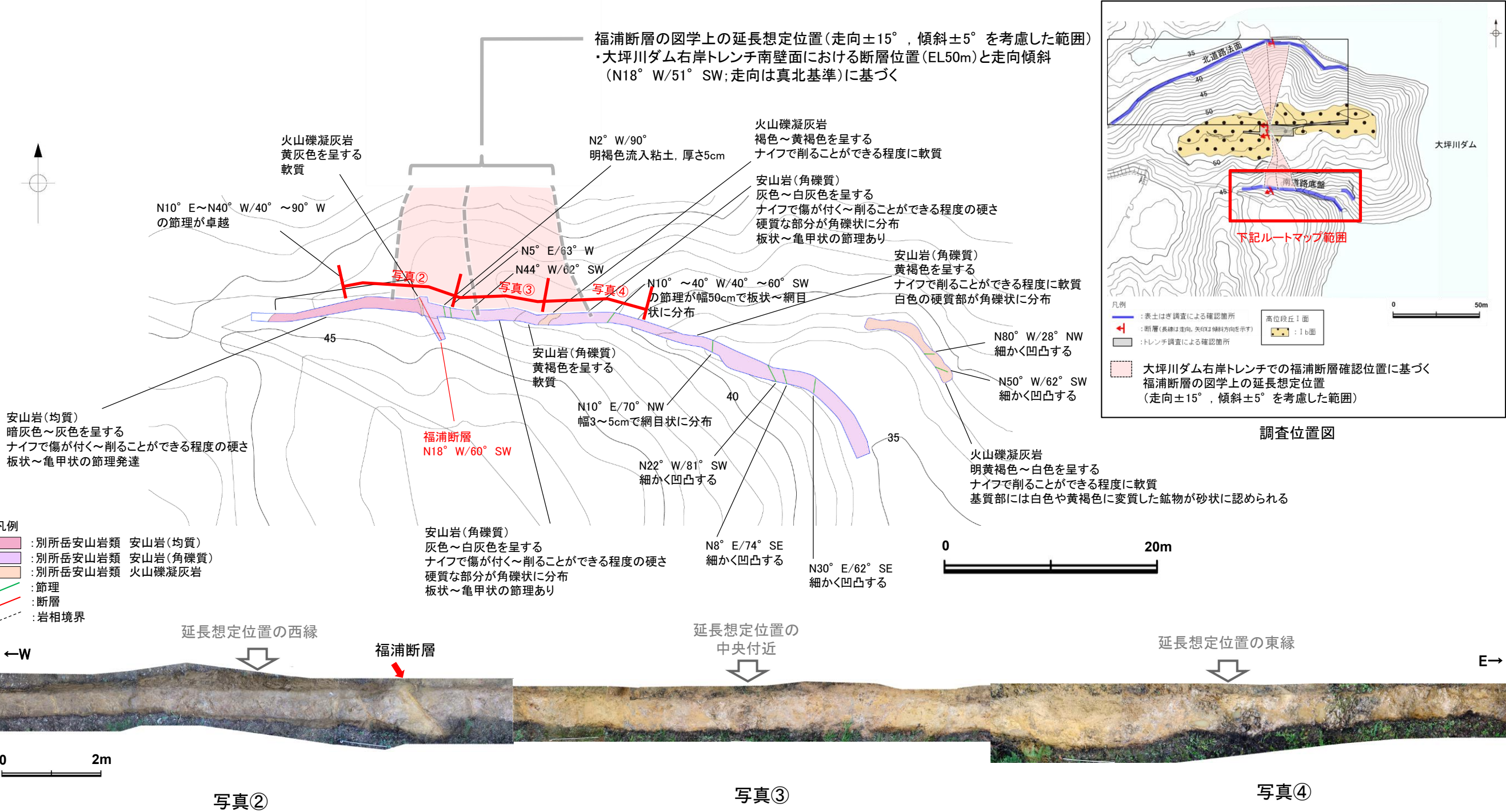
写真5(2022年10月撮影)

- 福浦断層の上盤側に断層が認められる。
- この断層はN32° E/68° NWの走向傾斜を示し、緩やかに湾曲するせん断面に幅0.5~1cmの黄灰色粘土を伴う。
- この断層に沿って幅10~15cmの破碎部が分布し、その内部には流動状の構造が認められる。
- 破碎部とは別に破碎部に沿うように碎屑岩脈も分布し、破碎部が碎屑岩脈の内部を通る場合には、碎屑岩脈中の礫を引き延ばすように変形させている。
- この断層の破碎部は福浦断層の破碎部に切られており、福浦断層の破碎部の内部へ延長しない。

福浦断層(大坪川ダム右岸南道路底盤)

【図学上の延長想定位置】

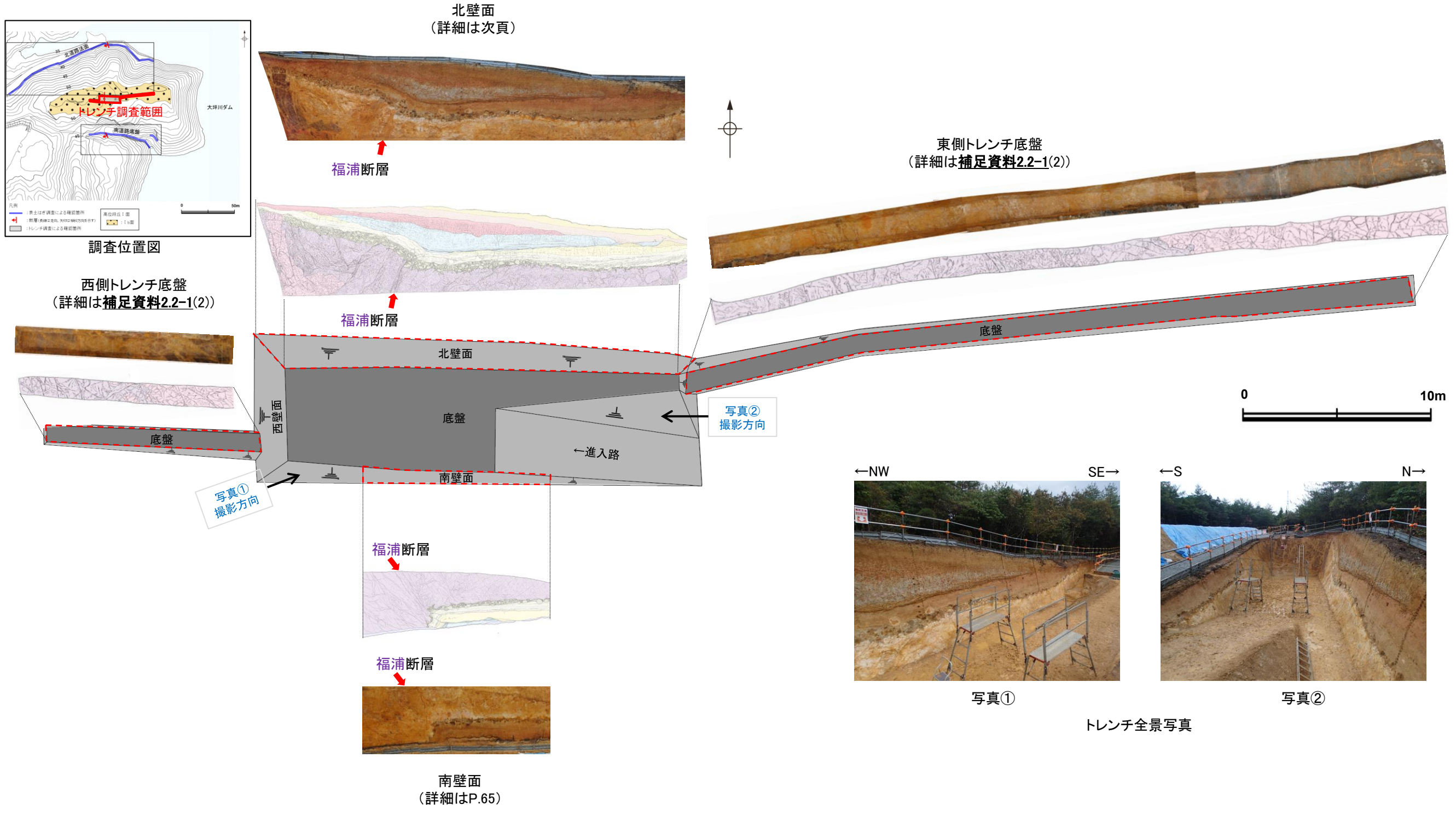
- 大坪川ダム右岸南道路底盤において、大坪川ダム右岸トレンチ南壁面での断層位置と走向傾斜に基づく福浦断層の図学上の延長想定位置には、福浦断層が認められる。
- また、福浦断層の上盤側に、福浦断層に斜交する断層が認められるが、この断層の破碎部は福浦断層の破碎部に切られており、福浦断層の破碎部の内部へ延長しない(前頁)。
- そのほかには明瞭な破碎部を伴う断層は認められない。



2.2.1 (4) 福浦断層の活動性 —大坪川ダム右岸周辺 大坪川ダム右岸トレンチ調査—

○大坪川ダム右岸北道路法面及び南道路底盤の間に分布する高位段丘 I b面で実施したトレンチ調査の結果、西側隆起の逆断層の形状を示す断層が認められた。
○この断層について、走向傾斜がリニアメント・変動地形と整合的な南北走向、西傾斜を呈すること、未固結な破碎部を伴うことから、福浦断層と判断した。

紫字：第1064回審査会合以降の追記箇所



トレンチ写真, スケッチ図

福浦断層(大坪川ダム右岸トレンチ)

【トレンチ北壁面】

○大坪川ダム右岸トレンチの北壁面において、福浦断層を確認した。断層は岩盤を西側に隆起させる比高約2.5mの逆断層の形状を示し、走向・傾斜は、N10° E/74° NWである。断層は鏡肌が認められ、0.2～1.0cmの粘土を挟み、断層を挟んで幅25～35cm程度の破碎部が認められる。断層の主せん断面に沿って粘土鉱物が層状に分布する層状構造が観察され、繰り返し活動した構造が認められる(次々頁)。薄片観察(P.61)及び岩盤を西側に隆起させる形状から逆断層を推定した※。

○岩盤は、断層を挟み、西側(上盤)は安山岩(均質)のブロックを含む安山岩(角礫質)からなり、東側(下盤)では安山岩(角礫質)のみからなる。

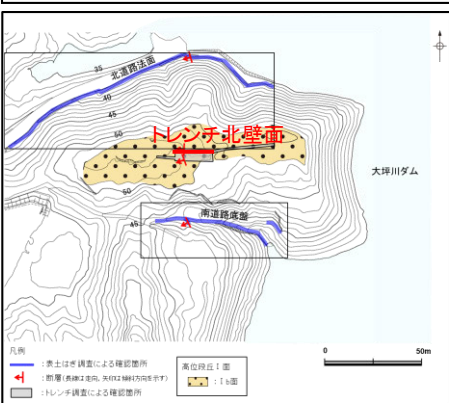
○断層はその付近の岩盤上面を約40cm変位させ、砂礫層と砂層(層理部)中まで認められ、その上方延長付近の灰色粘土層の下部には変形が想定される。その上位に堆積する灰色粘土層の中・上部及び赤色土壌は内部構造が不明瞭であることから変形の有無は判断できないが、赤色土壌の基底の形状が、灰色粘土層下部以深の変形の形状と調和的な形状を示す。

○上載地層の年代に関して、砂礫層、砂層については、砂礫層中の礫の真円度解析の結果を踏まえ、高位段丘 I b面形成時の海成堆積物であり、MIS5e(中位段丘 I 面形成時)より古い高海面期の地層と判断した。赤色土壌は火山灰分析、遊離酸化鉄分析結果から、下末吉期を経た地層と判断した(P.63)。また、主に明褐色土壌の下部にK-Tz(9.5万年前)、黄褐色シルトからAT(2.8～3万年前)の降灰層準が認められる。

○以上より、下末吉期を経て赤色土壌化した地層に断層活動の影響が否定できず、福浦断層は後期更新世以降の活動が否定できないと評価した(活動履歴の詳細はP.66, 67)。

※断層を挟んだ地質分布や変質状況の違いについてはP.73～78。

紫字: 第1064回審査会合以降の追記箇所



調査位置図

黄褐色シルト層

- 黄褐色～明黄褐色(10YR5/6～5YR6/6)を呈する
- しまりの程度は悪い

明褐色土壌

- 明褐色～橙色(7.5YR5/6～6/8)を呈する
- やや締まっており、指圧で跡が残る
- トレンチ東側では、下位の層を削り込むように分布する

赤色土壌

- 明瞭なトラ斑が認められ、赤色部で赤色～明赤褐色(2.5YR4/8～5YR5/6)、淡色部でいぶい褐～灰オリーブ色(7.5YR5/3～5Y6/2)を呈する
- 指圧で跡が残らない程度に締まっている

灰色粘土層

- 灰オリーブ色～灰白色(5Y6/2～7.5Y7/2)を呈する。明赤褐色～赤褐色(5YR5/6～2.5YR4/6)を呈するトラ斑が認められるが、割合は非常に少ない
- 指圧で跡が残らない程度に締まっている
- 最下部には、厚さ2～3cmの細粒砂層が層状に数枚挟まれ、一部では褐鉄鉱が沈着する

砂層(土壌化部)

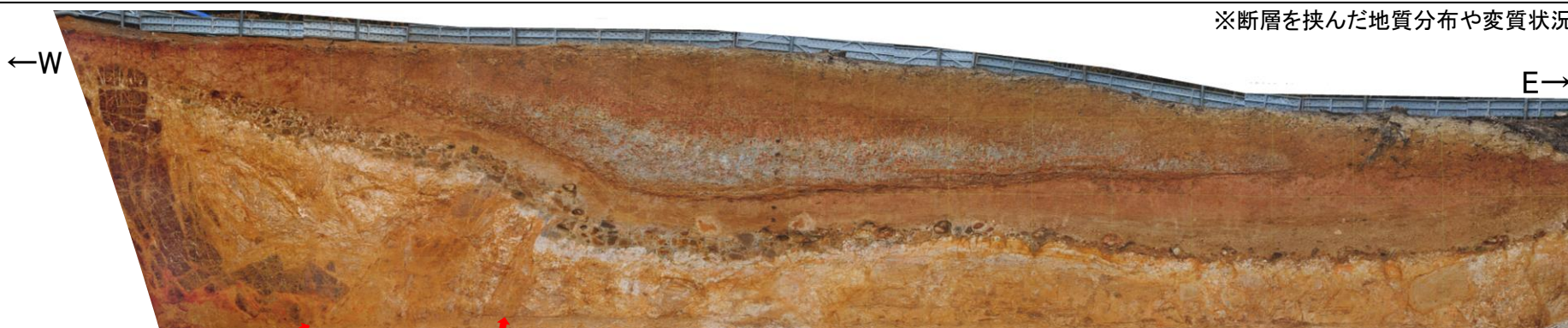
- 弱いトラ斑が認められ、赤色部で明赤褐色(5YR5/8)、淡色部で黄褐色(10Y5/6)を呈する
- 指圧でわずかに跡が残る程度に締まっている

砂層(無層理部)

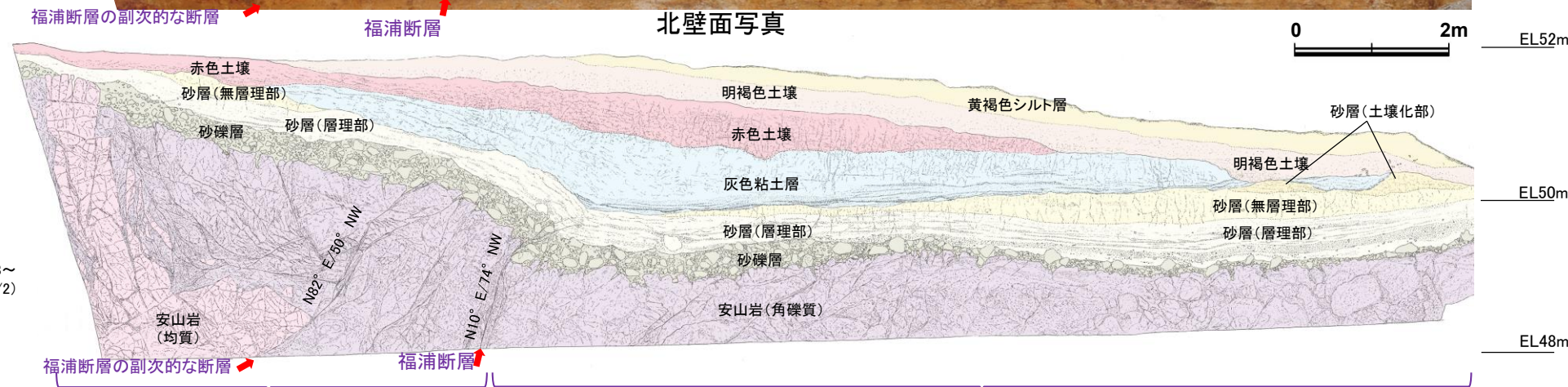
- いぶい黄褐色～いぶい橙色(10YR5/4～7.5YR6/4)を呈する
- 指圧で跡が残らない程度に締まっている
- 縦方向の割れ目が認められ、割れ目に沿って皮膜状に流入した粘土分が沈着し、赤褐色～明赤褐色(5YR4/8～5/4)を帯びる

砂層(層理部)

- オリーブ色～黄褐色(5Y5/4～2.5YR5/6)を呈する
- 指圧で跡が残らない程度に締まっている
- 比較的淘汰が良い
- 径0.2～3cmの礫を層状に含み、明瞭な層理が認められる



北壁面写真



【西側(上盤)】
安山岩(均質)のブロックを含む安山岩(角礫質)

【東側(下盤)】
安山岩(角礫質)のみ

北壁面スケッチ

砂礫層

- 灰オリーブ色～黄褐色(7.5Y5/3～2.5YR5/6)を呈する
- 径2～30cmの安山岩垂角～垂円礫を50%以上含み、礫同士が接した礫支持構造が認められる。ほとんどの礫はくさり礫化しており、一部の礫で中心部に硬質部が残っている
- トレンチの西側では基質部にギブサイトが認められ、白色を帯びる

別所岳安山岩類 安山岩(角礫質)

- 明黄褐色～白色を呈する
- ナイフで削ることができる程度に軟質
- 基質部には、白色や黄褐色に変質した鉱物が砂状に認められる

別所岳安山岩類 安山岩(均質)

- 紫灰色を呈する
- ナイフで削ることができる程度に軟質
- 割れ目等によって細分され、長辺が数mの細長い岩塊状に分布

断層

- 変質した安山岩(角礫質)の上面に西側隆起の変位を与える比高約2.5mの逆断層であり、上方へ傾斜は緩くなる。断層付近の岩盤上面の変位量は、断層方向に約40cmである
- 下部で厚さ0.5～1cmの明灰色～黄灰色の粘土、上部で厚さ0.2～0.5cmの赤紫灰色の粘土が分布し、粘土中には鏡肌、条線(80° L)が認められる。主断層の上盤は幅15～20cmにわたり強く破碎し、径1～10cmに破碎された岩片の間隙を灰色～黄灰色の粘土が充填する。下盤側は幅10～15cmで上盤側と同様に破碎しており、下部では径2～5cmの青灰色の安山岩片が垂角礫状に混じる
- 断層は、砂礫層とその上位の砂層(層理部)中まで伸長する。砂礫層中では、くさり礫を破断し、厚さ5cmの赤紫灰色～黄灰色の粘土を伴う部分も認められる。また、岩盤中へ楔状に落ち込んだ砂礫層中のくさり礫が破断した箇所も認められる

断層周辺の状況

- 断層周辺には副次的な断層が認められる
- 断層の西側2mの副次的な断層は、厚さ0.2～0.5cmの赤紫灰色の粘土を伴い、岩盤の上限に東側隆起の段差が認められる。この断層周辺の礫には、断層に沿って回転しているものもあることから、変位が想定される

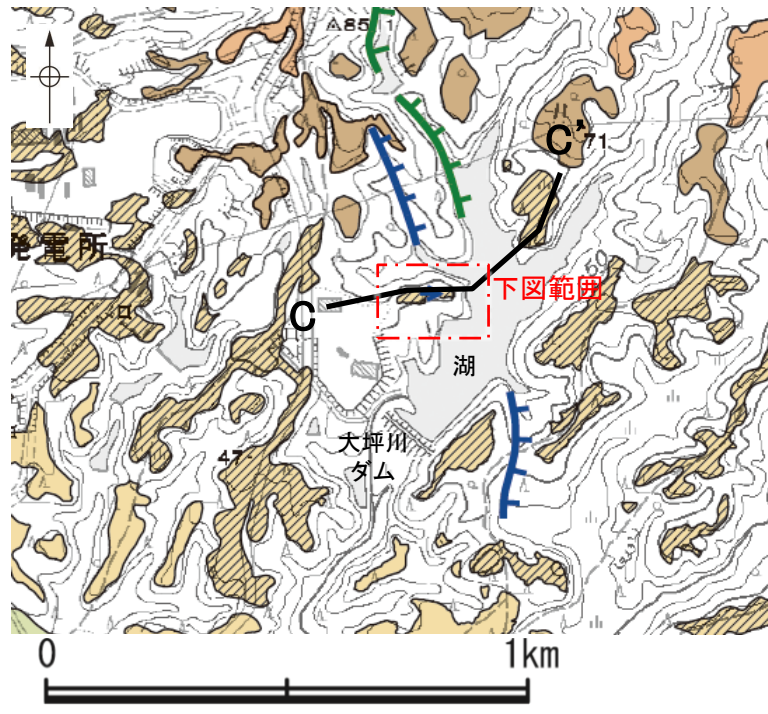
撓曲

- 岩盤上面には、トレンチの西端と断層の下盤で約2.5mの比高が認められ、断層の西側で傾斜が強くなり、下方へ撓むような形状を示す。その上位の砂礫層、砂層(層理部)も岩盤形状と同様に断層の西側で下方へ撓むような形状を示す
- 砂層(層理部)の上位には、砂層(無層理部)及び砂層(土壌化部)が認められるが、断層西側の凸部とその東方の凹部では分布しない
- 灰色粘土層は、撓み形状東方の凹部を埋積するように分布する。その基底部には数枚の砂層が挟まれ全体としてほぼ水平であるが、断層の周辺で東側に緩く傾斜し、岩盤の隆起側へ向けて僅かに高くなり、砂層の上面に交差する
- 赤色土壌は、内部構造が不明瞭である。下位の灰色粘土層との境界はトレンチの西側から東側の撓み形状に向けて東傾斜5°で徐々に低くなり、撓み形状周辺で傾斜15°まで強くなる。その東方ではほぼ水平となる
- その上位の明褐色土壌の基底は、東傾斜5°の同一傾斜で東側に緩やかに傾斜する
- トレンチの西端と断層の下盤での岩盤上面～砂層(層理部)の比高(約2～2.5m)と赤色土壌基底面の比高(約1m)に有意な差が認められること、また、砂礫層中の礫が岩盤中へ楔状に落ち込み、その礫がくさり礫化して破断していること等から複数回の断層活動イベントが想定される

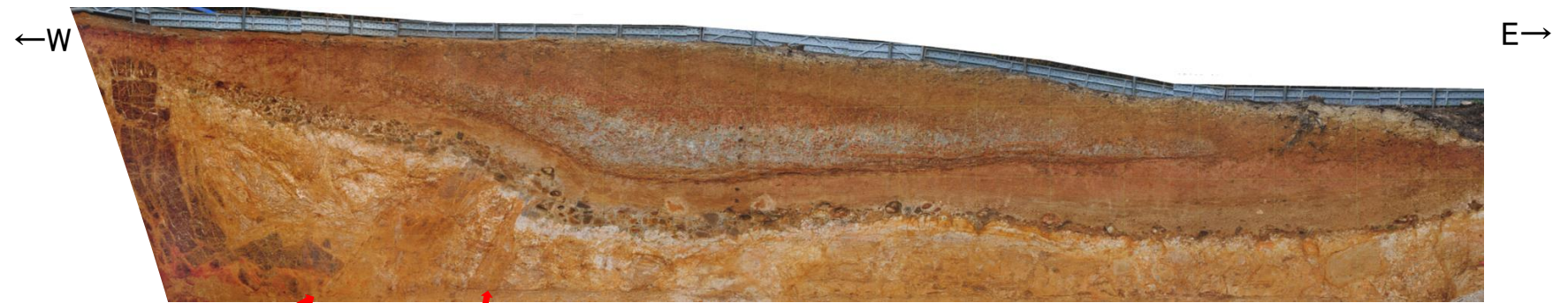
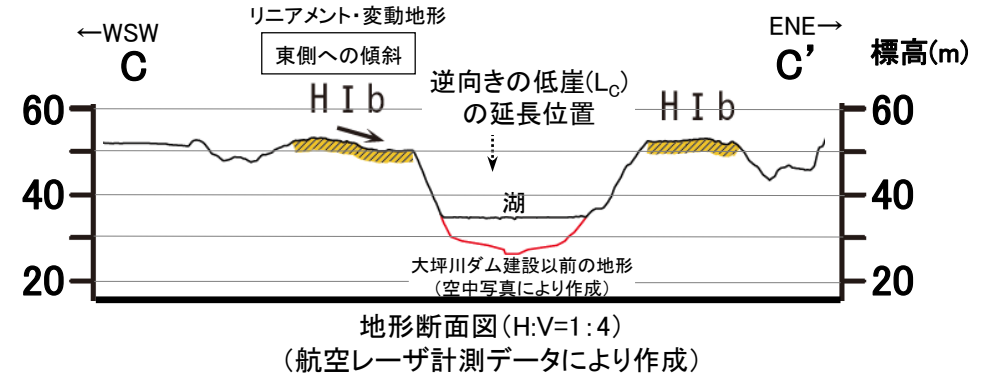
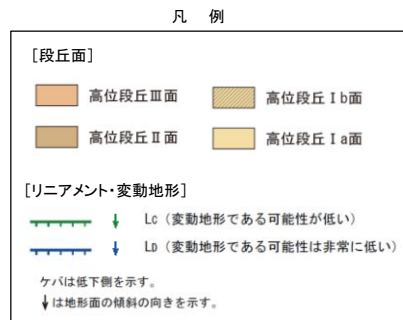
福浦断層(大坪川ダム右岸トレンチ)

【トレンチ北壁面において断層活動が及ぶ地層に関する詳細検討】

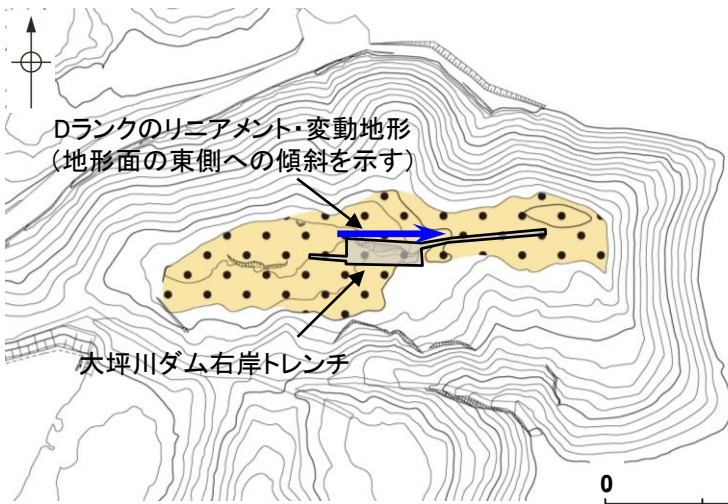
- 大坪川ダム右岸トレンチの北壁面において、下末吉期を経て赤色土壌化した地層に断層活動の影響が否定できないと評価した(前頁)。ここでは、赤色土壌より上位の明褐色土壌以浅の地層における、変位・変形の有無について検討した。
- 明褐色土壌以浅の地層は、地形面に沿って堆積し、赤色土壌基底面以深に認められる撓み状の変形は読み取れない。
- しかし、このトレンチが位置する地点は海成段丘面(高位段丘 I b面)であり、当該地形面は、福浦断層の西上がりの変位と調和的に東側へ傾斜しており(Dランクのリニアメント・変動地形として判読)、この傾斜が現在の地形面の形成後に生じた可能性も考えられる。
- これらのことを踏まえ、赤色土壌の上位に分布する明褐色土壌、黄褐色シルト層についても、断層活動の影響が及んでいる可能性が否定できないものと判断した。



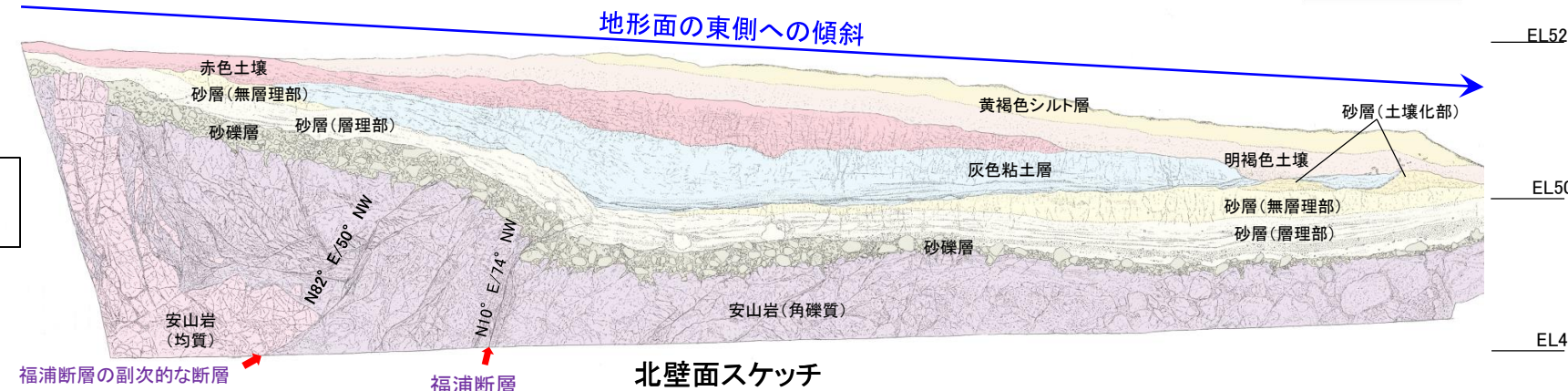
段丘面分布図



北壁面写真



段丘面分布図(拡大)

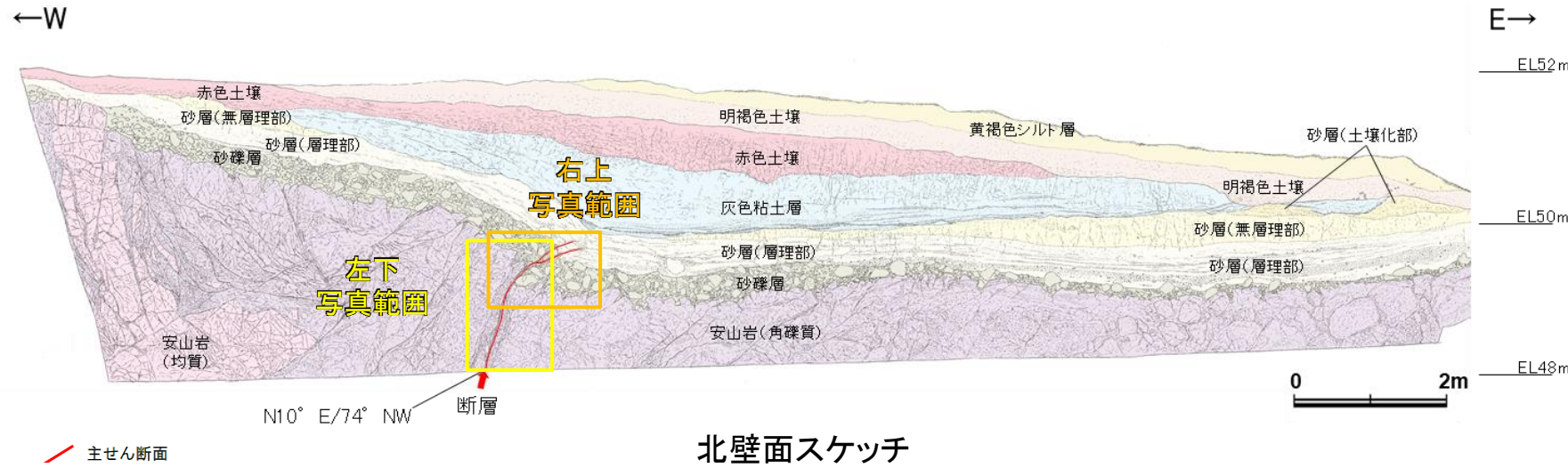


北壁面スケッチ

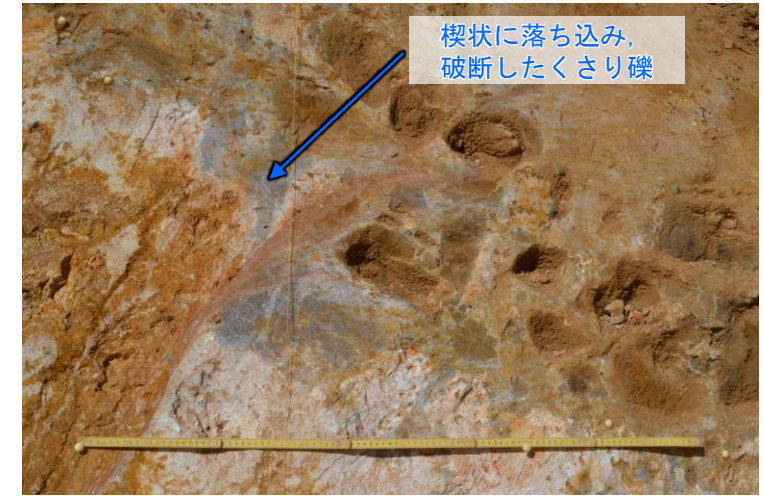
福浦断層(大坪川ダム右岸トレンチ)

【トレンチ北壁面(露頭観察結果)】

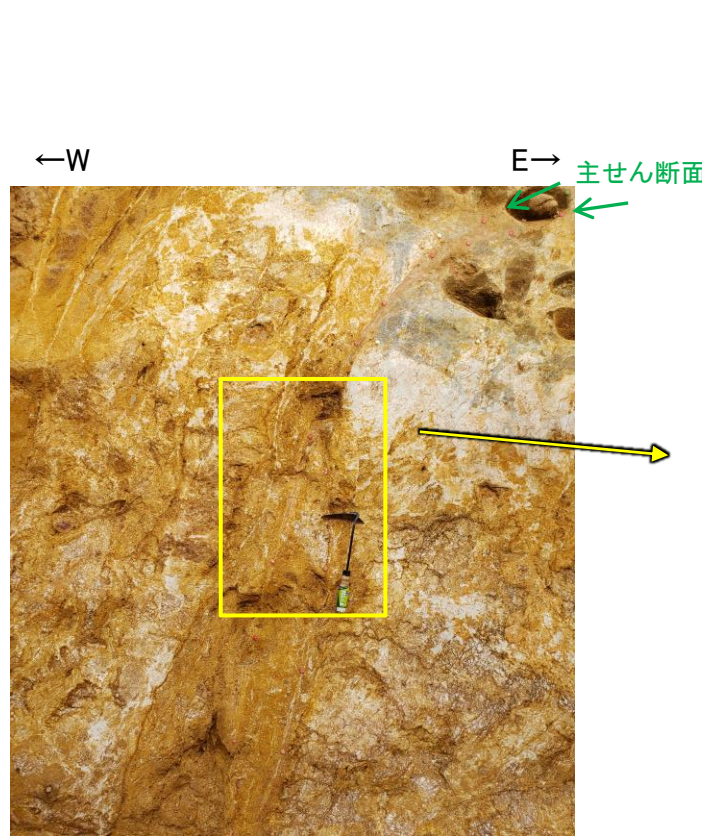
- 主せん断面に沿って粘土鉱物が層状に分布する層状構造が観察され、繰り返し活動した構造が認められる。
- また、砂礫層中の礫が岩盤中へ楔状に落ち込み、その礫がくさり礫化して破断していること等から、砂礫層堆積以後にも複数回の断層活動イベントが想定される。



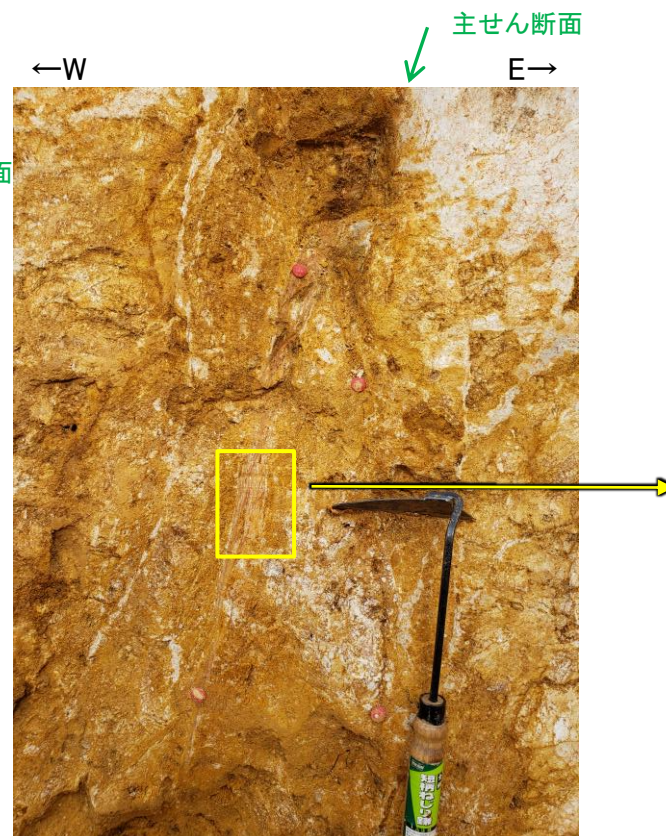
北壁面スケッチ



露頭写真(砂礫層) 20cm



露頭写真(岩盤中の断層) 10cm



拡大写真 10cm

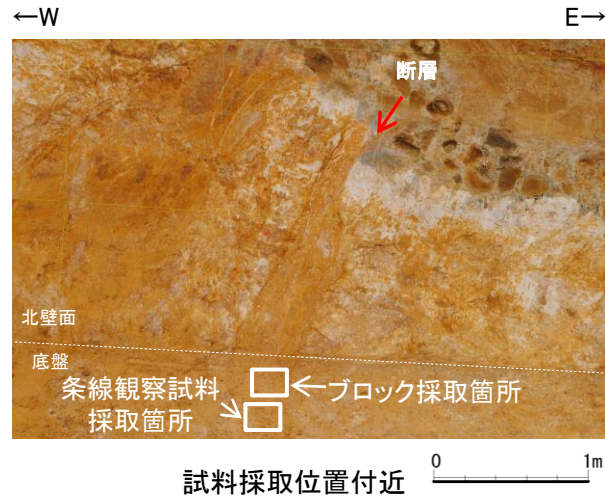


詳細観察写真 (左:加筆なし, 右:層状構造範囲を加筆) 1cm

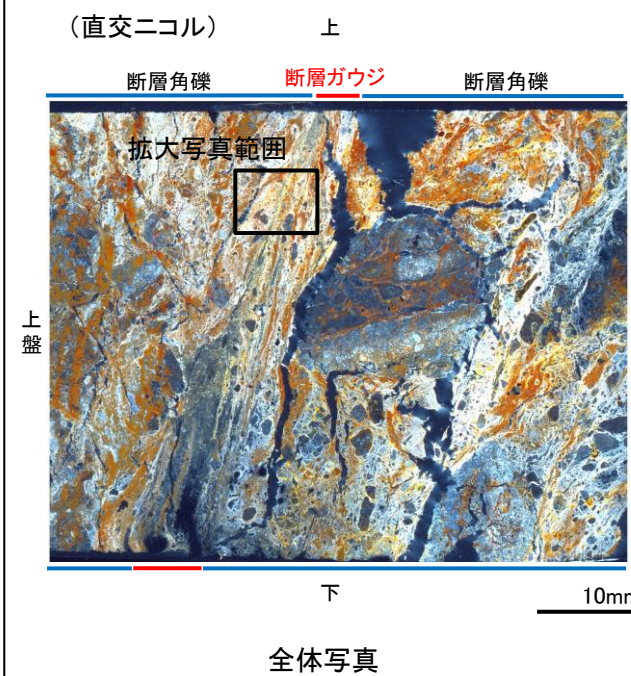
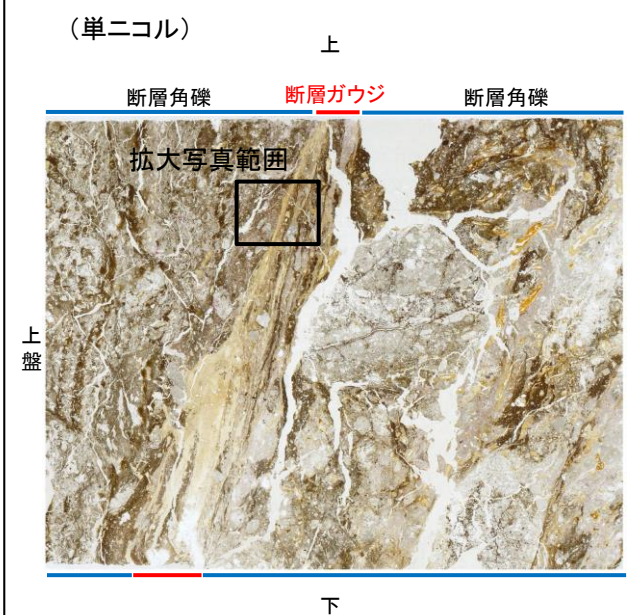
福浦断層(大坪川ダム右岸トレンチ)

【トレンチ北壁面(薄片観察結果)】

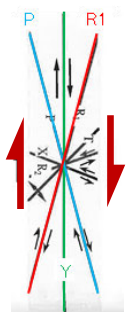
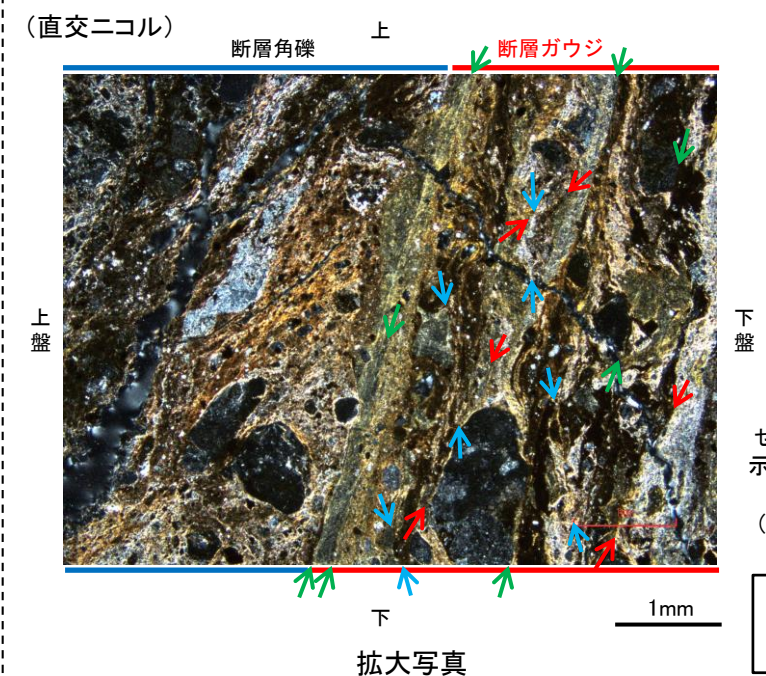
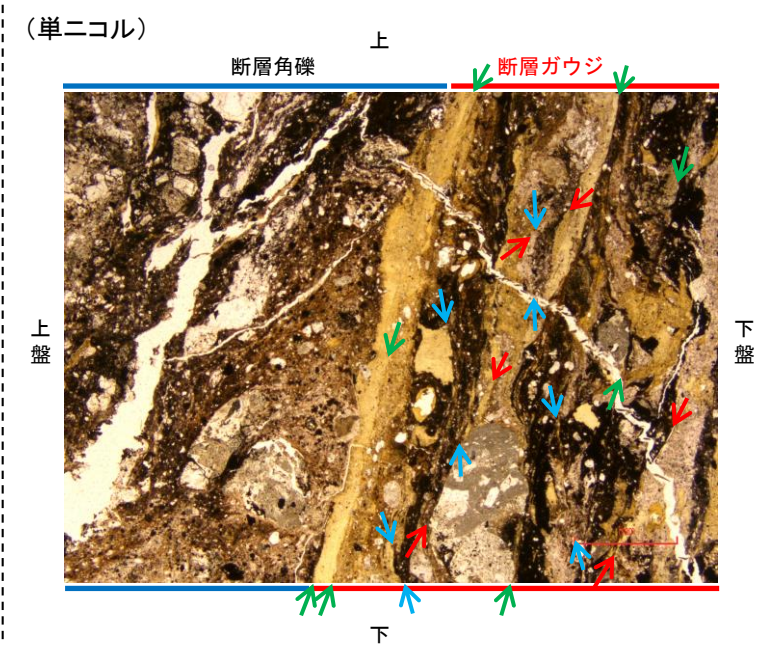
○大坪川ダム右岸トレンチに認められる断層の主せん断面において、100° Rの条線方向で作成した薄片観察の結果、複合面構造から逆断層センスを推定した。
○条線方向及び薄片観察で認められる複合面構造から推定される福浦断層の運動センスは、左横ずれ逆断層センスである。



試料採取位置付近



全体写真

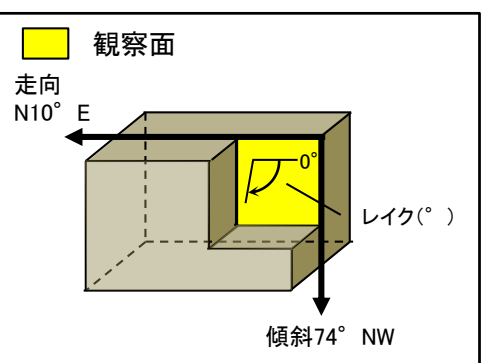


せん断センスを示す複合面構造 (狩野・村田 (1998)に加筆)

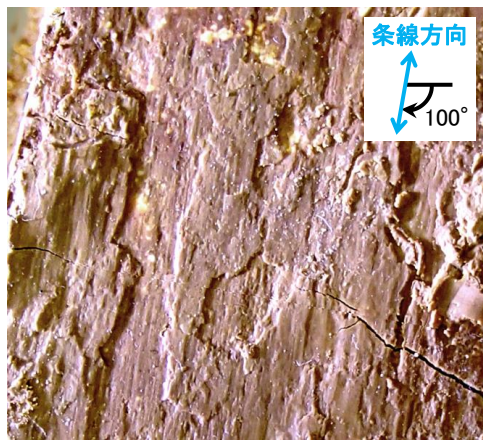


・粘土鉱物や岩片の定向配列をP面、これらの配列を切断する微細な割れ目をR1面とし、Y面との関係から逆断層センスを推定した。

薄片写真(大坪川ダム右岸トレンチ_100R)



概念図 ※走向は真北で示す。



観察面写真(下盤側)

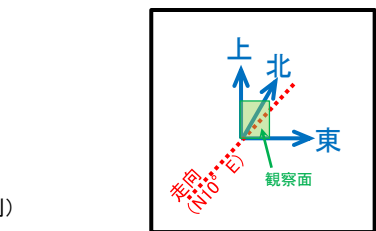
・主せん断面の下盤側の観察面で100° Rの条線が認められる。

条線観察結果



ブロック写真

※左右反転



・トレンチ底盤から採取したブロックの主せん断面において、100° Rの条線方向で薄片を作成した。

大坪川ダム右岸トレンチで実施した薄片観察結果の詳細は、補足資料2.2-1(3)

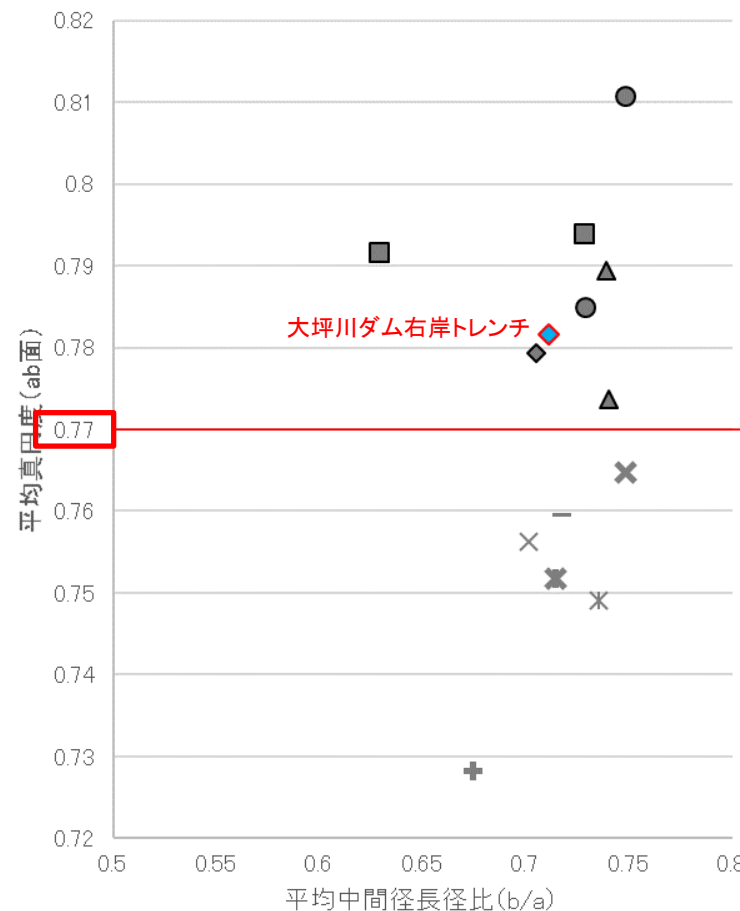
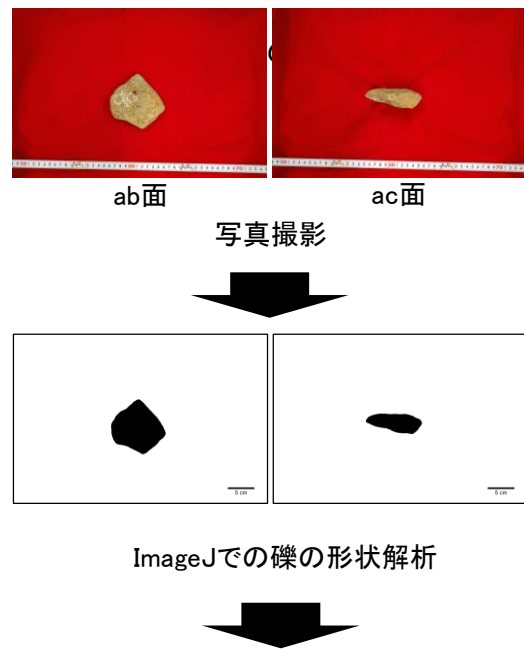
福浦断層(大坪川ダム右岸トレンチ) 【トレンチ北壁面(砂礫層の性状:真円度分析結果)】

○岩盤直上の砂礫層から採取した礫について、解析ソフトImageJによって真円度の計測を行った。
○その結果、大坪川ダム右岸トレンチの平均真円度は約0.78であり、本地域の海成堆積物と同程度に円磨が進んでいることが確認された。

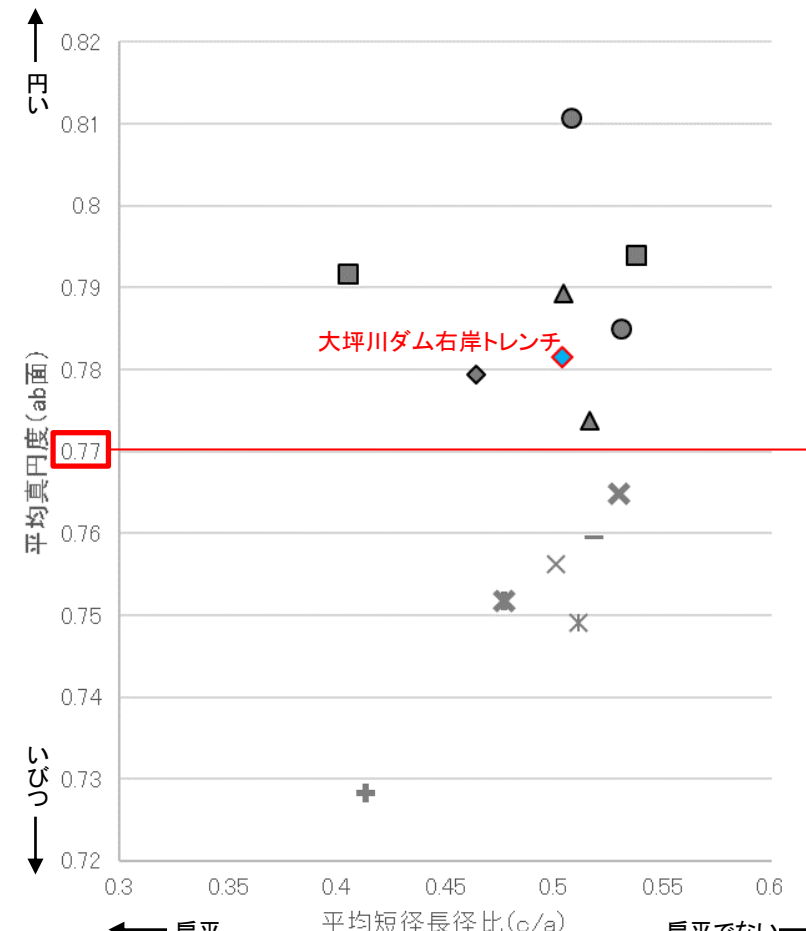
○したがって、大坪川ダム右岸トレンチの砂礫層は、海成堆積物であると判断される。
○大坪川ダム右岸トレンチは高位段丘 I b面に位置することから、この砂礫層は、高位段丘 I b面形成時の海成堆積物であり、MIS5e(中位段丘 I 面形成時)より古い高海面期の地層と判断した。

【礫の形状の計測結果】

※ 大坪川ダム右岸トレンチ以外の地点の調査結果については第1121回審査会合 資料1-1を参照



平均真円度(ab面)と平均中間径長径比(b/a)の関係図
(ab面の二次元的な形状を表す)



平均真円度(ab面)と平均短径長径比(c/a)の関係図
(三次元的な形状を表す)

- 凡 例※
(括弧内の数字は試料数)
- 中位段丘 I 面
 - 安部屋表土はぎ(21)
 - ▲ No.2トレンチ(17)
 - 高位段丘 I a面
 - 35m盤トレンチ(10)
 - 駐車場南東方トレンチ(38)
 - 高位段丘 I b面
 - ◆ 大坪川ダム右岸トレンチ(12)
 - 現海浜
 - ▲ 敷地前面海岸B(122)
 - ◆ 敷地前面海岸C(111)
 - 敷地前面海岸D(115)
 - 古期扇状地
 - 生神南部(48)
 - 開析谷
 - * 事務本館前トレンチ(24)
 - × No.1トレンチ(34)
 - 現河床
 - × 神川本流(81)
 - × 神川支流(96)
 - ★ 小浦川(132)

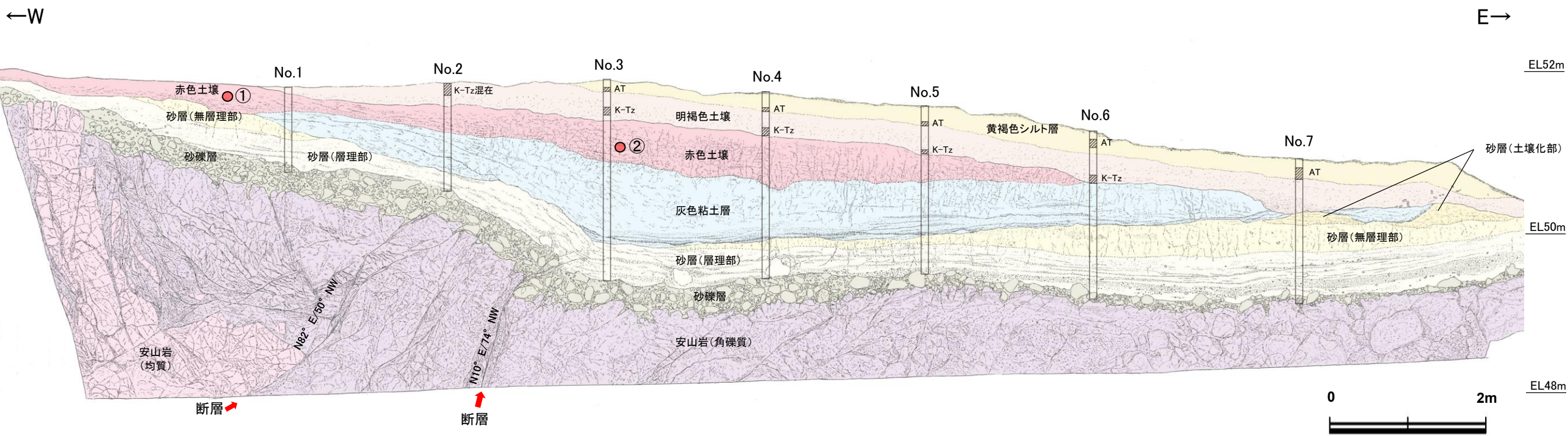
ab面の真円度の値と、ab面、ac面における楕円近似の短径長径比を測定。
ただし、風化による形状への影響が大きい径5cm未満の礫を除くため、ab面における長径(a)と中間径(b)の平均値、ac面における長径(a)と短径(c)の平均値のいずれかが5cm未満の礫については、計算に含めない。

(ImageJでの礫の形状解析)

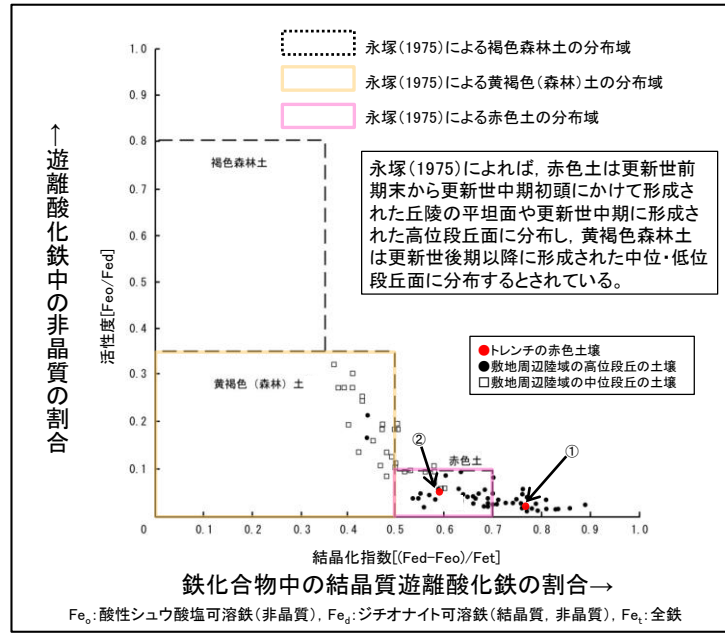
真円度(Circularity) = $4\pi \cdot \text{面積} / (\text{周囲長})^2$
楕円近似の中間径長径比(よこ置き) = b/a
楕円近似の短径長径比(たて置き) = c/a

福浦断層(大坪川ダム右岸トレンチ) 【トレンチ北壁面(火山灰分析結果, 遊離酸化鉄分析結果)】

○大坪川ダム右岸トレンチの北壁面において火山灰分析を実施した結果, 主に明褐色土壌の下部からK-Tz(9.5万年前)が認められる。また, 明褐色土壌の下位の赤色土壌は明瞭なトラ斑を伴い, 遊離酸化鉄分析結果から永塚(1975)が区分した赤色土に相当することから, 下末吉期の温暖な気候下で形成されたと判断した。



北壁面スケッチ



遊離酸化鉄分析結果

テフラの年代(町田・新井, 2011)
AT: 2.8万~3万年前
K-Tz: 9.5万年前

□ 火山灰分析試料採取位置(No.1~No.7)
● 遊離酸化鉄分析試料採取位置(①~②)

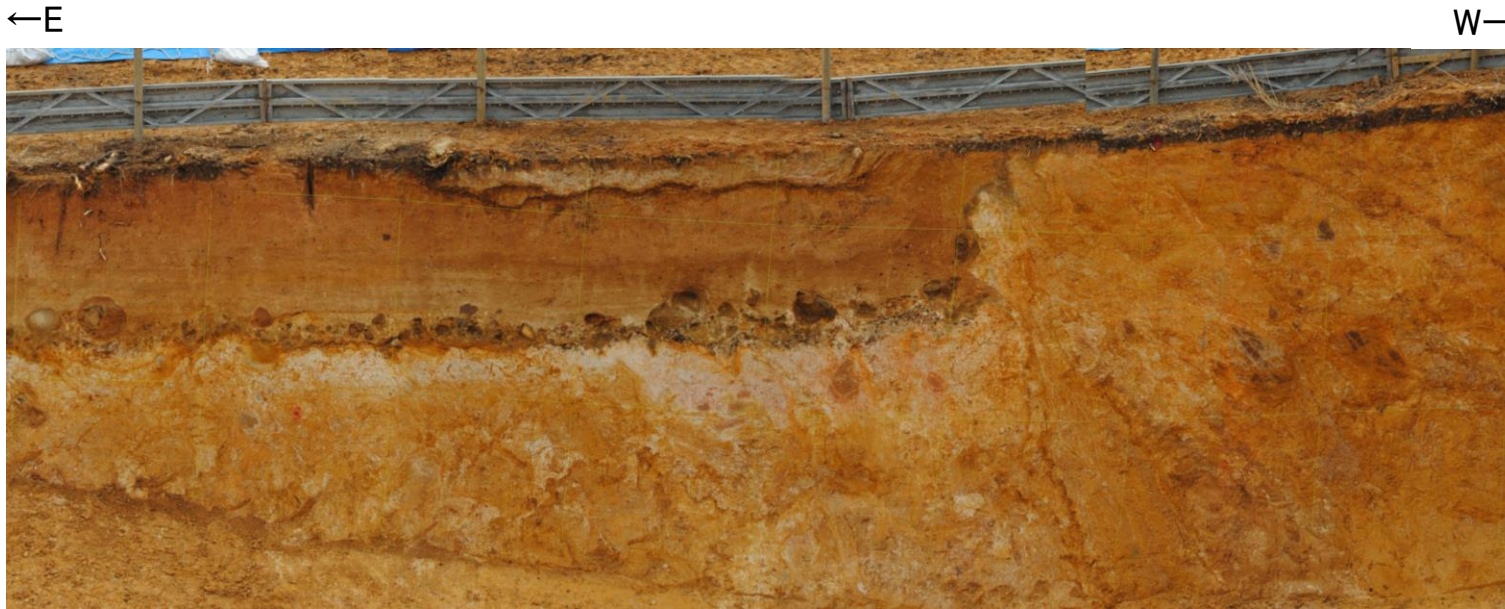
- ・断層付近の岩盤上位には, 砂礫層, 砂層, 灰色粘土層が分布する。その上には下位より, 明瞭なトラ斑を伴う周辺の高位段丘の土壌と同様な赤色土壌, 明褐色土壌, 黄褐色シルト層が分布し, それらの標高は49~52m程度である。
- ・明瞭なトラ斑を伴う赤色土壌は, 松井・加藤(1965), 成瀬(1974), 阿部他(1985), Nagatsuka and Maejima(2001), 赤木他(2003)等によれば, 下末吉期の温暖な気候下で形成されたと考えられ, いずれも高位段丘を識別する重要な特徴とされている。
- ・赤色土壌について実施した遊離酸化鉄分析の結果, 永塚(1975)が区分した赤色土に相当する。
- ・火山灰分析の結果, 主に黄褐色シルト層下部からAT, 明褐色土壌下部からK-Tzが認められる。

福浦断層(大坪川ダム右岸トレンチ)

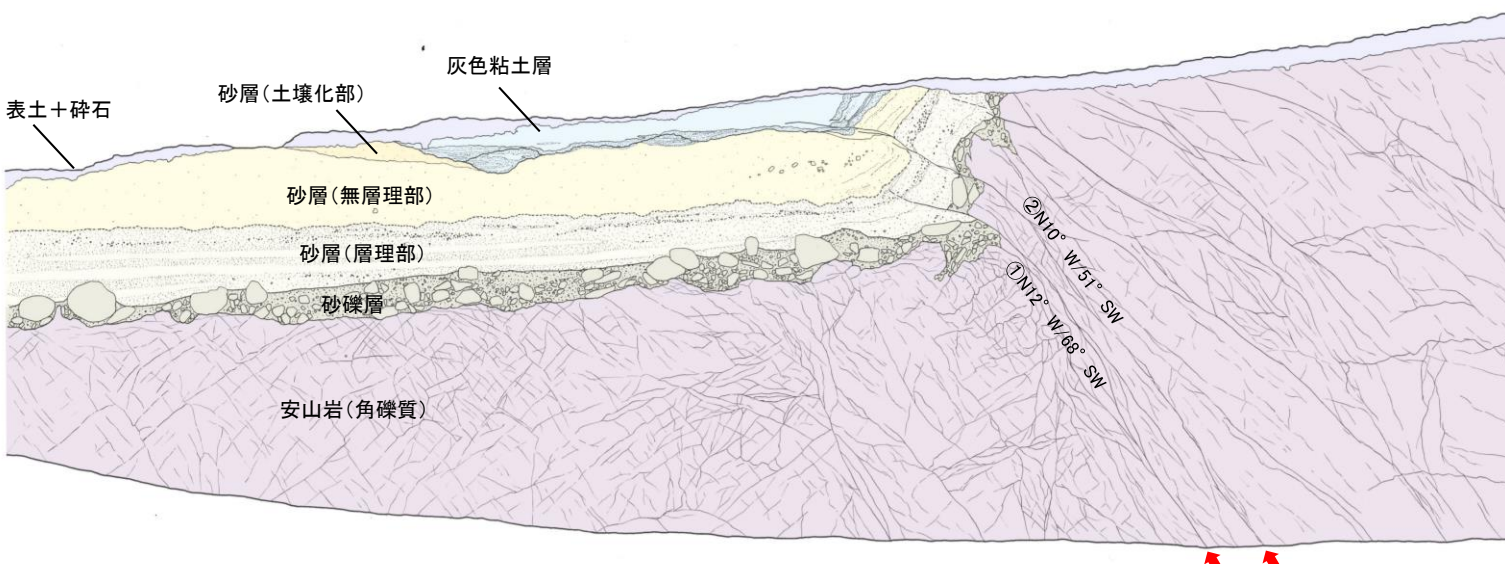
【トレンチ南壁面】

紫字:第1064回審査会合以降の追記箇所

- 大坪川ダム右岸トレンチの南壁面において、別所岳安山岩類の岩盤を西側に隆起させる比高1m以上の逆断層を確認した。その走向・傾斜は、N10° ~12° W/51° ~68° SWである。断層は、鏡肌が認められ、厚さフィルム状~0.8cmの粘土を挟む。
- 断層はその付近の岩盤上面を約30~40cm変位させており、砂礫層、砂層(層理部)、砂層(無層理部)、灰色粘土層下部まで認められる。このうち、断層①は砂層(層理部)まで認められ、岩盤上面及び砂礫層上面の変位量は断層方向に約20cm、断層②は灰色粘土層下部まで認められ、砂層(層理部)上面や層理の変位量は断層方向に約10~20cmである。
- なお、北壁面において灰色粘土層の上位に分布する赤色土壌、明褐色土壌、黄褐色シルト層については、南壁面では削剥されており認められない。



南壁面写真(断層付近)



南壁面スケッチ(断層付近)



灰色粘土層

- ・主に灰白色(7.5Y7/2)を呈する。一部赤褐色部(2.5YR4/8)を呈するトラ斑がレンズ状~帯状に分布する
- ・指圧で跡が残らない程度に締まっている
- ・下位との境界は凹凸し、薄い盆地状を形成する
- ・最下部には、厚さ2~5cmの砂層が挟まれ、一部では褐鉄鉱が沈着し、ゆるく波曲する

砂層(土壤化部)

- ・明赤褐色(5YR5/8)を呈する
- ・指圧でわずかに跡が残る程度に締まっている

砂層(無層理部)

- ・にぶい黄褐色~にぶい橙色(10YR5/4~7.5YR6/4)を呈する
- ・指圧で跡が残らない程度に締まっている
- ・厚さ0.2~0.3cmの赤褐色粘土が縦方向に1~3cm程度の間隔で分布する

砂層(層理部)

- ・オリーブ色~黄褐色(5Y5/4~2.5YR5/6)を呈する
- ・指圧で跡が残らない程度に締まっている
- ・全体的に層理が発達する
- ・白色の中~粗粒粒子が20~30%程度存在する
- ・赤褐色粘土が厚さ0.3~0.7cm程度で水平ないし縦方向に不規則に分布する

砂礫層

- ・灰オリーブ色~黄褐色(7.5Y5/3~2.5YR5/6)を呈する
- ・平均径3~7cm、最大径25cmの安山岩垂円~亜角礫を含み、礫率は80~90%程度で礫同士が接した礫支持構造が認められる。径15cm未満のほとんどの礫はくさり礫化している
- ・基質は淡褐色中~粗粒砂からなり、指圧で変形する程度に軟質で、ギブサイトが認められ、白色を帯びる

安山岩(角礫質)

- ・明黄褐色~灰白色を呈する
- ・ナイフで削ることができる程度に軟質
- ・灰白色部は岩盤上限面付近及び割れ目沿いに分布する

断層

- ・変質した安山岩(角礫質)の上面に西側隆起の変位を与える比高差1m以上の逆断層であり、上盤側の岩盤上面は削剥されている

断層①

- ・変質した安山岩(角礫質)の上面に西側隆起の変位を与える逆断層であり、断層付近の岩盤上面及び砂礫層上面の変位量は、断層方向に約20cmである
- ・下部で灰白色、上部で赤灰色を呈する厚さ0.2~0.8cmの粘土が分布し、粘土中には鏡肌が認められる。下方では、数条の粘土脈に分岐・会合する
- ・断層は、砂礫層とその上位の砂層(層理部)まで伸長する

断層②

- ・変質した安山岩(角礫質)の上面に西側隆起の変位を与える逆断層であり、断層付近の岩盤上面の変位量は、断層方向に約10~20cmであり、砂層(層理部)の上面や層理にも同程度の変位が認められる
- ・厚さはフィルム状~0.3cmの赤灰色粘土が分布し、粘土中には鏡肌が認められる。下方では、不明瞭となり、分岐しながら灰白色~黄褐色の粘土~砂状部となる
- ・断層は、砂礫層とその上位の砂層(層理部、無層理部)、灰色粘土層まで伸長する。砂礫層はほぼ直立し、一部逆転層をなす。砂層及び灰色粘土層下部は東へ60°傾斜する

断層周辺の状況

- ・断層周辺には副次的な断層が認められる
- ・その厚さはフィルム状~0.6cmで、赤灰色~灰白色~褐色の粘土・砂状物質を伴い、岩盤上限に20cm程度の楔状の落ち込みや数cmの変位が認められ、砂礫層とその上位の砂層(層理部)まで不明瞭に伸長するものもある。下方では不明瞭になりながら分岐・会合する

境曲

- ・断層部では、砂礫層が岩盤上限面に沿って水平からほぼ鉛直に変形しており、その上位の砂層(層理部、無層理部)も砂礫層の変形と同様に鉛直~60°東へ傾斜する
- ・その上位の灰色粘土層には、断層②が伸長し、水平~20°西傾斜の幅1cm程度の灰白色粘土層に連続する。また、西端に分布する褐鉄鉱化した砂層が断層②により3cm程度変位するとともに変形して東へ60°傾斜する
- ・灰色粘土層の上位層は削剥されている

福浦断層(大坪川ダム右岸トレンチ)

【調査結果に基づく福浦断層の活動履歴・活動度(1/2)】

○大坪川ダム右岸トレンチでの調査結果から、福浦断層の活動履歴・活動度について検討した。

[北壁面の観察結果]

○福浦断層の主せん断面に沿って粘土鉱物が層状に分布する層状構造が観察されることから、福浦断層は繰り返し活動したと考えられる。また、砂礫層中の礫が岩盤中へ楔状に落ち込み、その礫がくさり礫化して破断していること等から、砂礫層堆積以後にも複数回の断層活動イベントが想定される(P.60)。

○岩盤上面、砂礫層、砂層(層理部)は一様に撓曲変形を受けており、断層上下盤での比高はほぼ同じ(約2~2.5m)である。また、地層の分布状況から、砂層(無層理部、土壌化部)は灰色粘土層の堆積前に断層の付近から上盤側で選択的に削剥されたと考えられる。よって、灰色粘土層堆積前に砂礫層、砂層が変形を受け、断層付近や上盤側で砂層(無層理部、土壌化部)が削剥されたと考えられることから、砂層(無層理部、土壌化部)の堆積後~灰色粘土層堆積前に断層活動があったと考えられる(断層活動時期Ⅱ)。

○赤色土壌基底面は、灰色粘土層下部で深の変形の形状と調和的な形状を示すことから、撓曲状の変形を受けていると考えられる(P.58)。断層上下盤(トレンチ西端と断層の下盤)での比高は、砂層(層理部)上面が約2~2.5m、赤色土壌基底面が約1mであり、両者に有意な差が認められることから、赤色土壌の形成後に断層活動があったことが示唆される(断層活動時期Ⅲ)。

○赤色土壌の上位の明褐色土壌、黄褐色シルト層についても、地形面(高位段丘Ib面)に福浦断層の西上がりの変位と調和的な東側への傾斜が認められることから、明褐色土壌、黄褐色シルトが断層活動の影響を受けた可能性が否定できないと考える(P.59)。その場合、赤色土壌基底面以深の変形の形状とは異なり、別の時期の断層活動を示す可能性があることから、赤色土壌の変形より新しい時期の断層活動を示す可能性が考えられる(断層活動時期Ⅳ)。

[南壁面の観察結果]

○福浦断層は上盤側(西側)の岩盤上面を1m以上隆起させており、砂礫層、砂層(層理部、無層理部)は変形を受けているが、断層の上盤側ではこれらの地層が削剥されており、断層の上下盤における各地層の正確な比高は不明である。

○断層①は砂礫層と砂層(層理部)まで伸長し、岩盤上面や砂礫層上面に約20cmの変位を与えるが、砂層(無層理部)には伸長しない。

○一方で、断層②は砂礫層、砂層(層理部、無層理部)、灰色粘土層下部まで伸長し、岩盤上面や砂層(層理部)の上面に約10~20cmの変位を与える。

○上記の状況から、断層①、②で変位が及んでいる地層が異なり、別の時期の断層活動を示す可能性があることから、断層①による変位は、砂礫層、砂層(層理部)の堆積後~砂層(無層理部)の堆積前に生じた可能性が考えられる(断層活動時期Ⅰ)。また、断層②による変位は、灰色粘土層下部の堆積後に生じたと考えられるが、上位の地層が分布しないため、詳細な時期は不明である。

[北壁面及び南壁面の観察結果を踏まえた評価]

【福浦断層の活動履歴】

○福浦断層は、北壁面、南壁面での調査結果から、少なくとも下記Ⅰ~Ⅳの期間に活動した可能性があるかと判断した。

断層活動時期Ⅰ:砂礫層、砂層(層理部)の堆積後~砂層(無層理部)の堆積前

断層活動時期Ⅱ:砂層(無層理部、土壌化部)の堆積後~灰色粘土層の堆積前

断層活動時期Ⅲ:赤色土壌の形成時(MIS5e)~明褐色土壌の形成前

断層活動時期Ⅳ:明褐色土壌、黄褐色シルト層の形成後

【福浦断層の活動度】

○北壁面、南壁面での調査結果に基づき、本調査地点で確認できる福浦断層の断層変位量について、岩盤上面、砂礫層、砂層(層理部)で約2~2.5m、赤色土壌基底面約1mと推定した。

○本調査地点で推定される福浦断層の平均変位速度は、岩盤上面の砂礫層、砂層(高位段丘Ib面形成時の海成堆積物)の年代をMIS9(約30万年前※)、赤色土壌基底面の形成年代をMIS5e(約12万年前)と想定した場合には、以下の通りとなる。

・砂礫層、砂層の変位量から推定される平均変位速度:2.5m/30万年 = 0.0083m/千年

・赤色土壌基底面の変位量から推定される平均変位速度:1m/12万年 = 0.0083m/千年

○なお、上記の活動履歴、活動度は、福浦断層が2本並走する区間における福浦断層(西側)での調査に基づくため、福浦断層全体の活動履歴、活動度を示さない可能性もある。

※高位段丘Ib面が中位段丘I面(MIS5eに形成)の2つ上位の海成段丘面であることを踏まえて想定。