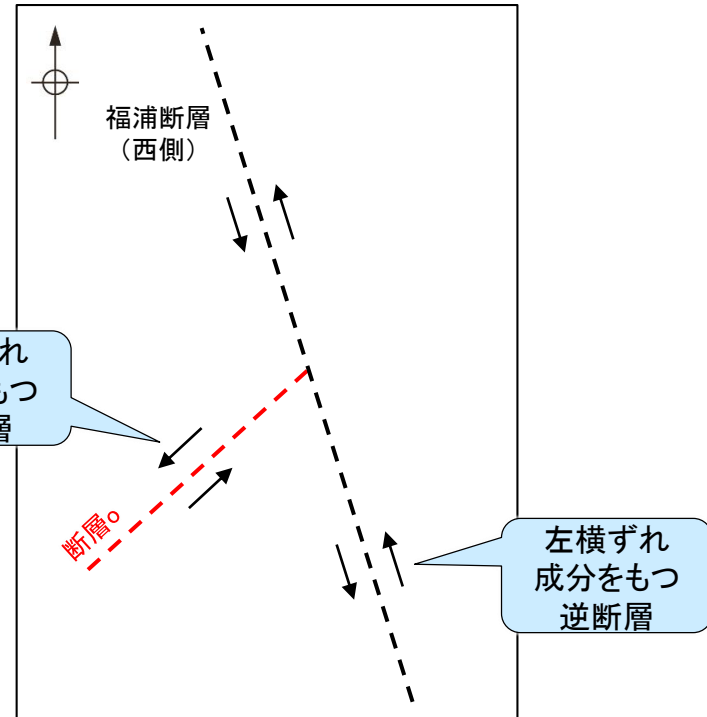


2.2.2 (5)-6 断層oと福浦断層との関係 — 共役断層の可能性に関する検討 —

- 断層oと福浦断層が共役断層である可能性について検討を行った。
- 狩野・村田(1998)は、「2方向の断層の交差する鋭角を挟む方向に短縮する変位成分、鈍角方向に伸張成分をもち、かつ破碎帯の性質が同様なものを共役断層と呼ぶ」としている。
- 断層oと福浦断層の運動方向を確認した結果、断層oは鋭角を挟む方向が短縮する変位成分をもつものに対し、福浦断層は鋭角を挟む方向が伸張する変位成分をもつ。
- また、断層oと福浦断層の薄片を比較した結果、断層oにおいて福浦断層のような層状構造は観察されず、断層oで認められる複合面構造は福浦断層と比べて不明瞭であることから、これらは破碎部の性質が異なる(P.284, 285)。
- 以上のことから、これらは共役断層ではないと判断した。



断層oと福浦断層の模式図
(矢印は変位方向を示す)

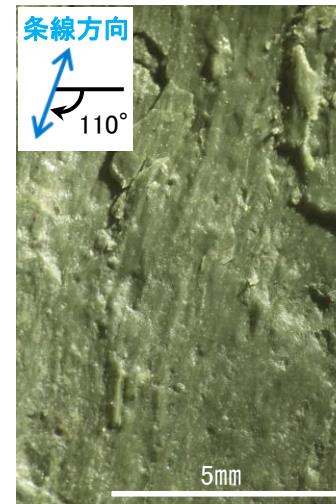
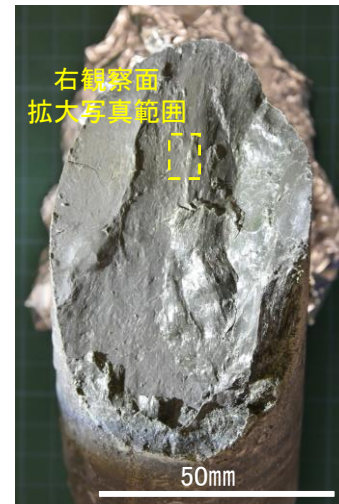


図II.1-8 共役断層の例(アルゼンチンのアンデス山脈東部)

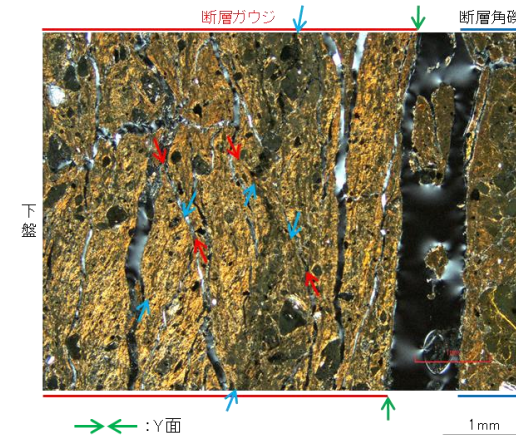
この露頭面は垂直で、地層はほぼ垂直に傾斜している。右上から左下へ延びる断層では上盤が右上へ衝上し、ほぼ水平にある断層では上盤は右から左へ衝上している。2つの断層が交差する部分では、断層が分岐して複雑な形態をとる。スケールバー=1 m。

共役断層の例(狩野・村田, 1998)

断層o



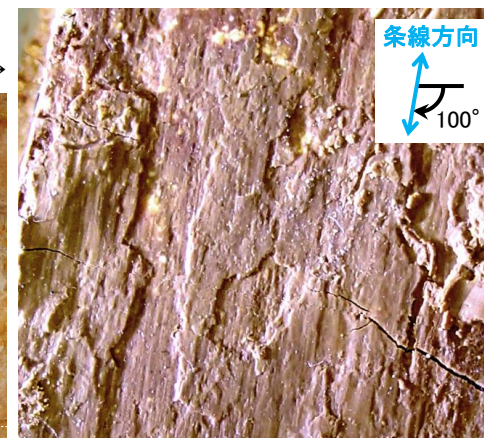
・主せん断面の下盤側の観察面で110° Rの条線が認められる。



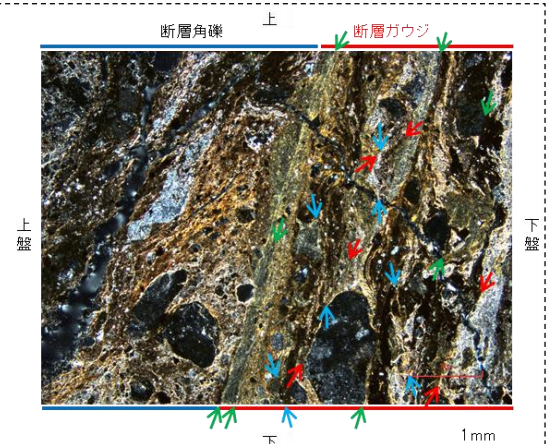
・粘土鉱物や岩片の定向配列をP面、これらの配列を切断する微細な割れ目をR1面とし、Y面との関係から逆断層センスを推定した。

・断層oの運動方向は、縦ずれ主体で左横ずれ成分をもつ逆断層センスであると推定される。
・層状構造は観察されず、複合面構造は不明瞭である。

福浦断層



・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。

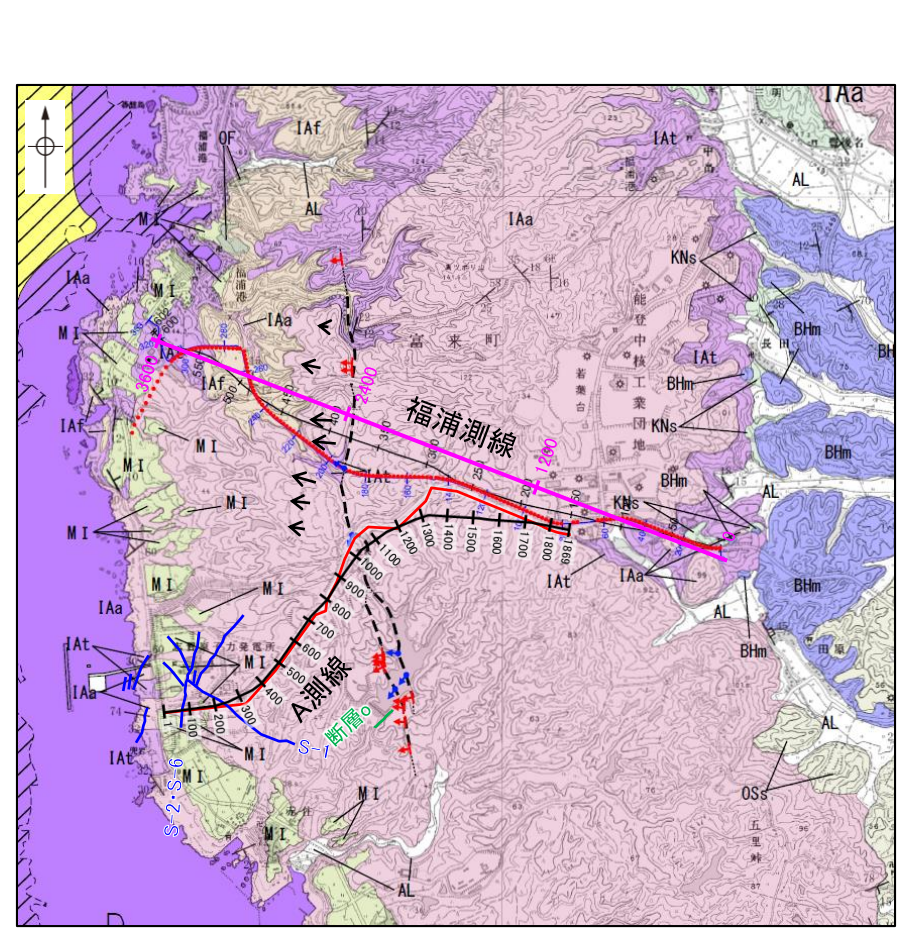


・粘土鉱物や岩片の定向配列をP面、これらの配列を切断する微細な割れ目をR1面とし、Y面との関係から逆断層センスを推定した。

・福浦断層の運動方向は、縦ずれ主体で左横ずれ成分をもつ逆断層センスであると推定される。
・層状構造が観察され、複合面構造は明瞭である。

2.2.2 (6) 断層oの端部 — 北方延長の反射法地震探査(福浦測線, A測線) —

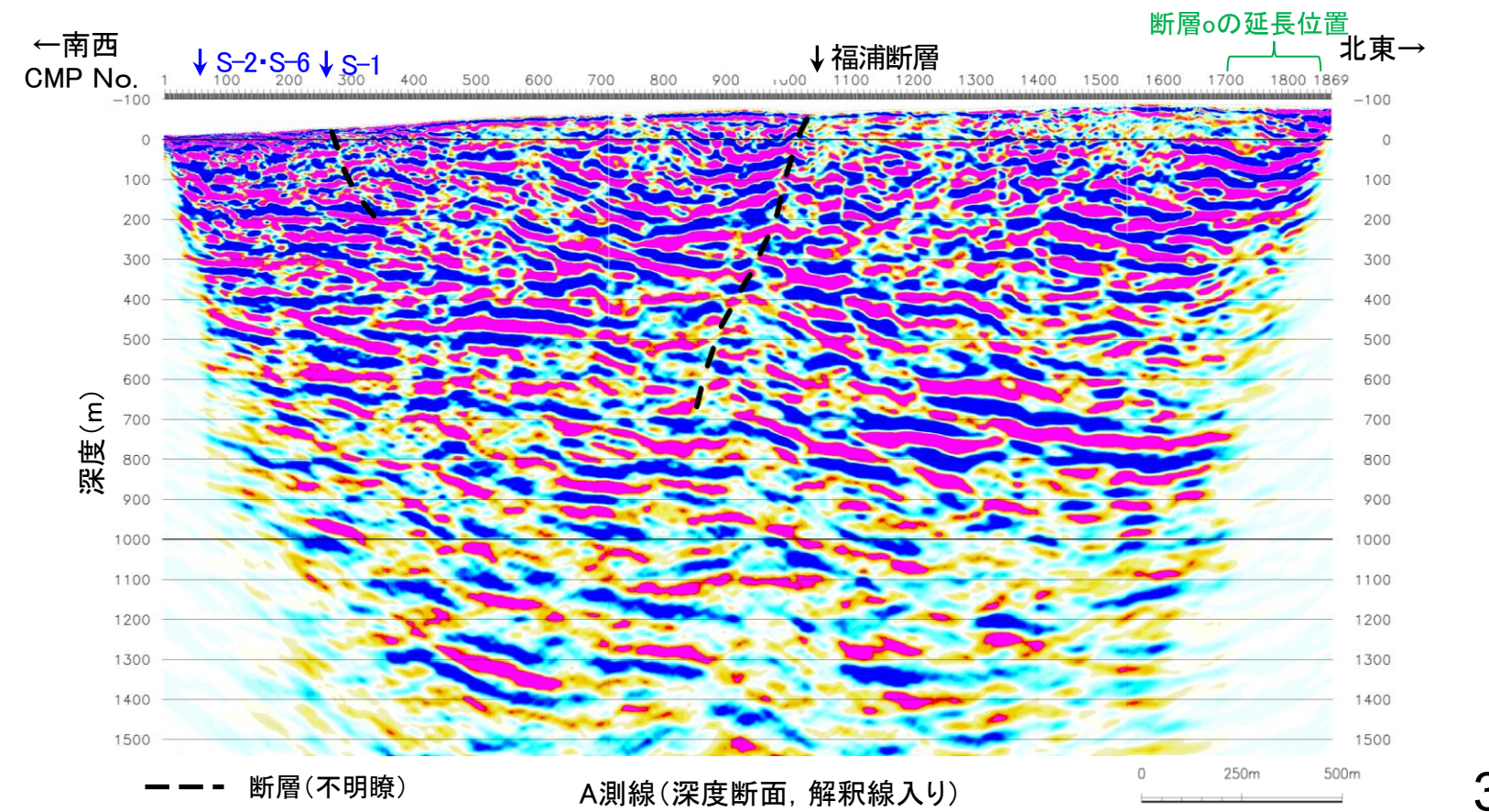
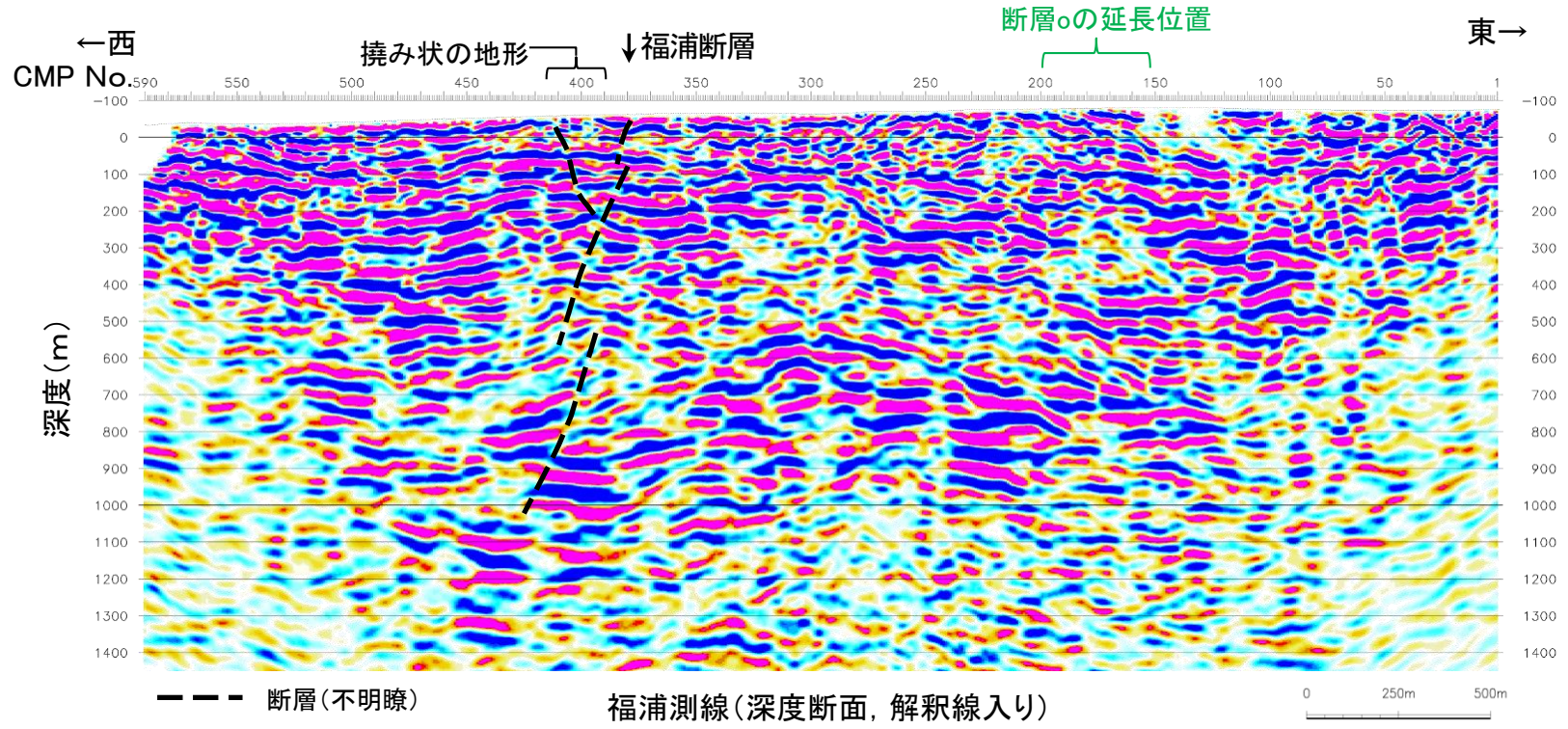
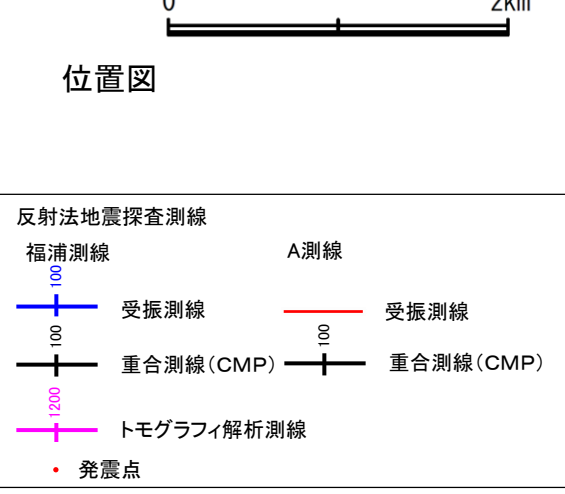
○断層oの北方延長で実施した反射法地震探査(福浦測線, A測線)において, 断層oの延長位置に深部まで連続する断層は推定されない。
○なお, 福浦測線におけるトモグラフィ速度分布でも, 断層oの延長位置(水平距離1200m付近)において速度構造はほぼ水平であり, 断層を示唆するような速度分布は認められない(P.93)。



凡例

地質時代	陸域 地層・岩石名	海域 地層名
完新世	SD 砂丘砂層	A層
	AL 沖積層	
	OSD 古砂丘砂層	
第四紀	OF 古期扇状地堆積層	B層
	MI 中位段丘I面堆積層	
更新世		C層
新第三紀	OSs 出雲石灰質砂岩層 (非石灰質部)	
	OLs 出雲石灰質砂岩層 (石灰質部)	
	BAs 赤浦砂岩層	
	Btm 浜田泥岩層	
第三紀	KNs 草木互層	D層
	IAa 別所安山岩類 安山岩	
	IAt 別所安山岩類 安山岩質火砕岩 (凝灰角礫岩)	
	IAf 別所安山岩類 安山岩質～デサイト質火砕岩 (凝灰岩)	

【記号】
 20° 43' 地層の走向・傾斜 20° 43' 断層の走向・傾斜
 ▲ 断層確認位置 ← 地形面の傾斜の向き (撓み状の地形)
 ● 反射法地震探査での断層確認位置 --- 断層位置



2.2.2 (6) 断層oの端部 —南端のボーリング調査(OS-5.5孔)—

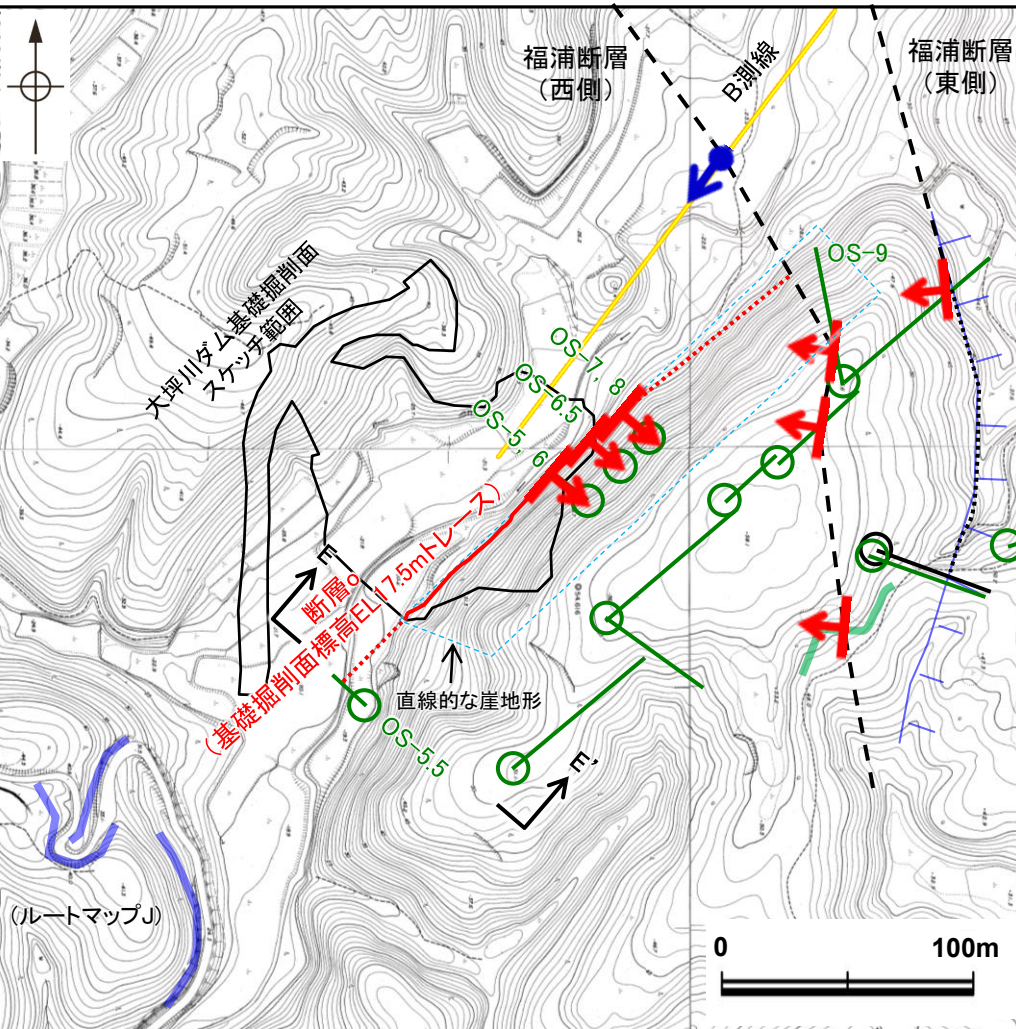
【断層oの特徴】

○大坪川ダム基礎掘削面スケッチ及び追加調査(OS-5孔, OS-6孔, OS-6.5孔, OS-7孔, OS-8孔のコア観察, 条線観察, 薄片観察)結果により, 断層oは大坪川ダム左岸の直線的な崖地形に沿って分布し, 凝灰角礫岩と強く変質を被る安山岩の岩相境界に認められ, 厚い未固結な破碎部を伴うなどの性状を有することを確認した(P.231~234)。

【OS-5.5孔の調査結果】

○断層oの南方への連続性を確認するために, 大坪川ダムの下流でボーリング調査(OS-5.5孔)を実施し, 断層oの想定延長位置を含んだ範囲において, 断層の有無の確認を行った。

○その結果, OS-5.5孔において断層oは認められない。



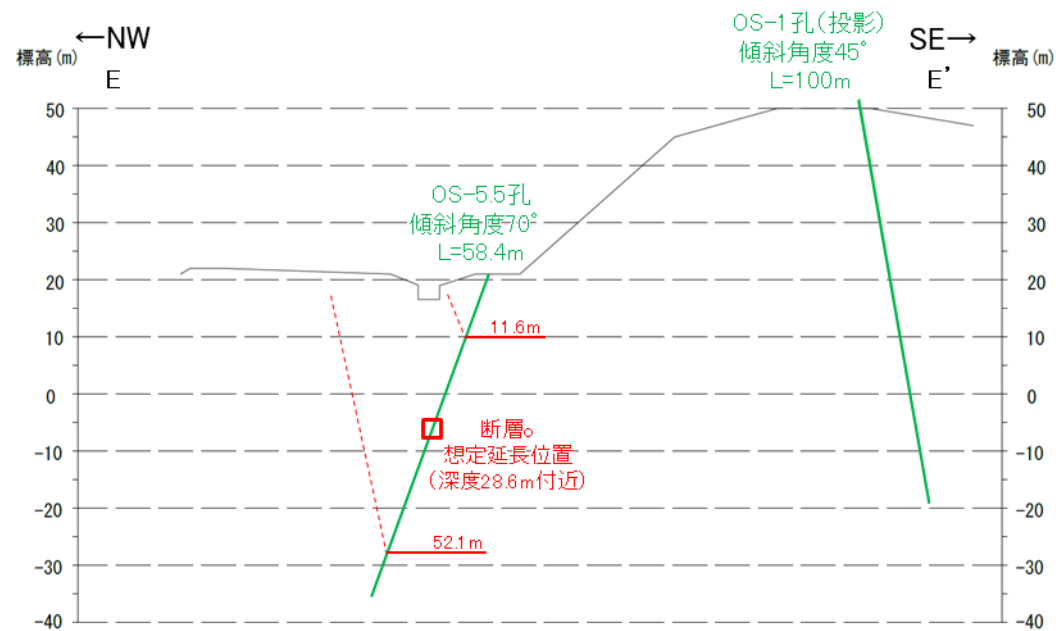
大坪川ダム付近 調査位置図(旧地形※)

※地形変更前の航空写真(当社撮影(1985年), 縮尺8千分の1)から作成

凡例

[リニアメント・変動地形]	黄色線: 反射法地震探査(湖内)	緑色: 第1回現地調査以降に実施した調査
--- (変動地形である可能性は非常に低い)	青線: 表土はぎ調査	
ケバは低下側を示す。	黒線: 斜めボーリング	
赤矢印: 断層確認位置 (傾斜を考慮して地表付近に上げた位置)	黒点: 断層位置	
青矢印: 反射法地震探査での断層確認位置 (傾斜を考慮して地表付近に上げた位置)	--- (推定区間)	

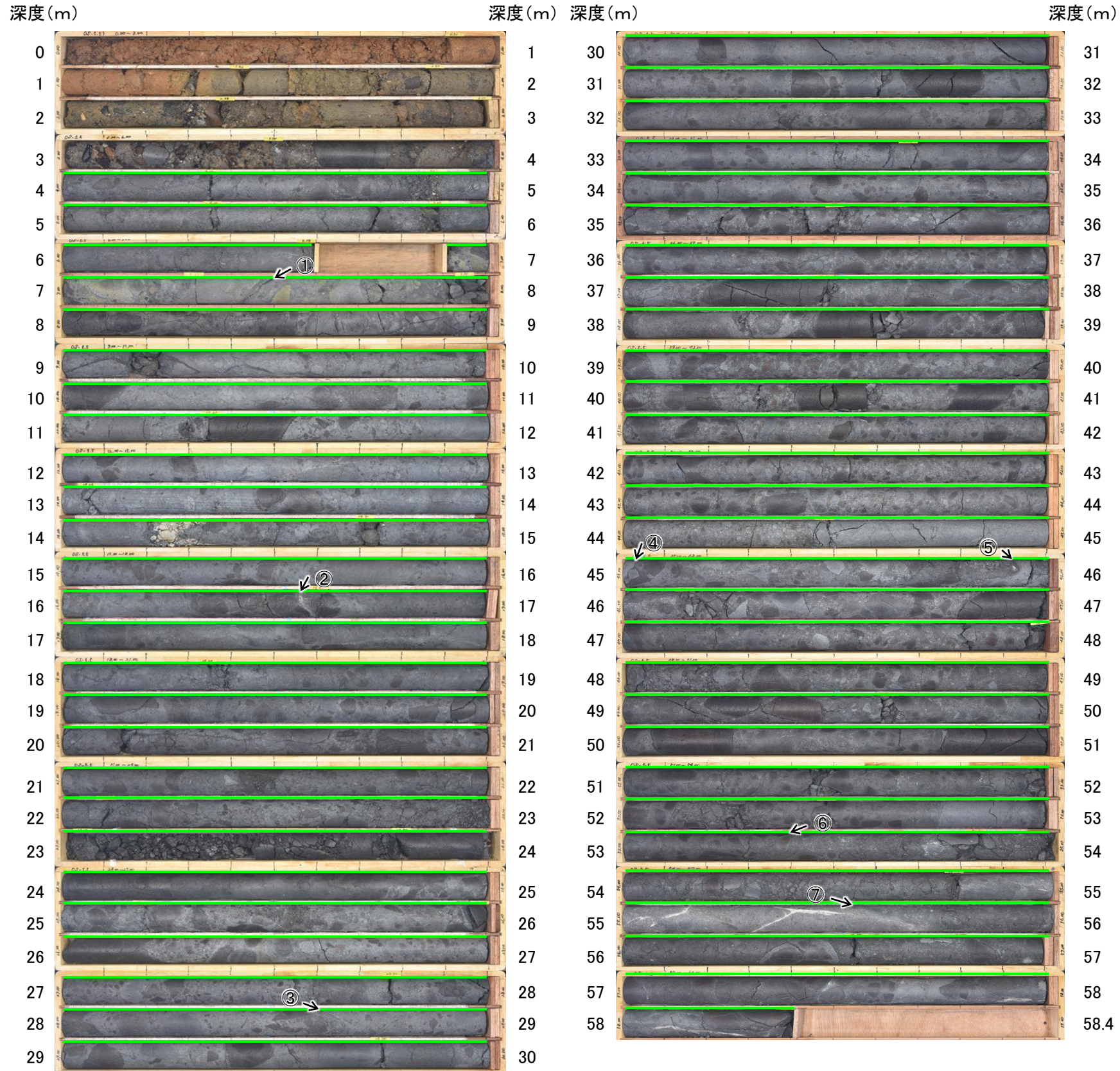
項目	断層oの特徴	OS-5.5孔の調査結果
地形との対応	断層oは大坪川ダム左岸の直線的な崖地形に沿ってNE-SW方向に分布しており, 断層トレースの屈曲はほぼ認められない。	大坪川ダム左岸の直線的な崖地形の南方延長位置で実施しており, 当該地形との関係は確認できない。
岩相境界	大坪川ダム基礎掘削面スケッチ及びOS-5~8孔で認められる断層oは, 凝灰角礫岩と安山岩の岩相境界に分布する。	安山岩は認められず, 凝灰角礫岩のみからなる。
変質の程度	OS-5~8孔で認められる断層oの下盤側の安山岩は強く変質を被っている。	破碎部を境に強く変質を被る箇所は認められない。
走向・傾斜 破碎部の幅 連続性	大坪川ダム基礎掘削面で確認した走向・傾斜はN45~60° E/69~77° SE。 OS-5~8孔で確認した破碎部の幅は24~51cmであり, 幅4~12cmの未固結な破碎部を伴う。 断層oは長さ約120m区間で確認。	確認された破碎部は, いずれも断層oと走向・傾斜, 性状が異なる, あるいは連続性に乏しい破碎部であり, 断層oに対応しない(次々頁)。



地形断面図(H:V=1:1)

【断層が認められないボーリング孔(OS-5.5孔) 1/2】

OS-5.5孔(孔口標高21.21m, 掘進長58.4m, 傾斜70°)



— 凝灰角礫岩

- 破碎部**
- ① 深度7.44~7.46mに厚さ1.6cmの破碎部 (N73E/75SE)
 - ② 深度16.57~16.70mに厚さ11cmの破碎部 (N83E/57SE)
 - ③ 深度28.63~28.64mに厚さ1.0cmの破碎部 (N9E/76SE)
 - ④ 深度45.01~45.05mに厚さ6.4cmの破碎部 (N84W/76SW)
 - ⑤ 深度45.67~45.89mに厚さ7.5cmの破碎部 (N75W/83SW)
 - ⑥ 深度53.48~53.58mに厚さ7.1cmの破碎部 (N45E/87NW)
 - ⑦ 深度55.62~64mに厚さ1.4cmの破碎部 (N84E/89NW)

コア写真(深度0~58.4m)

断層○

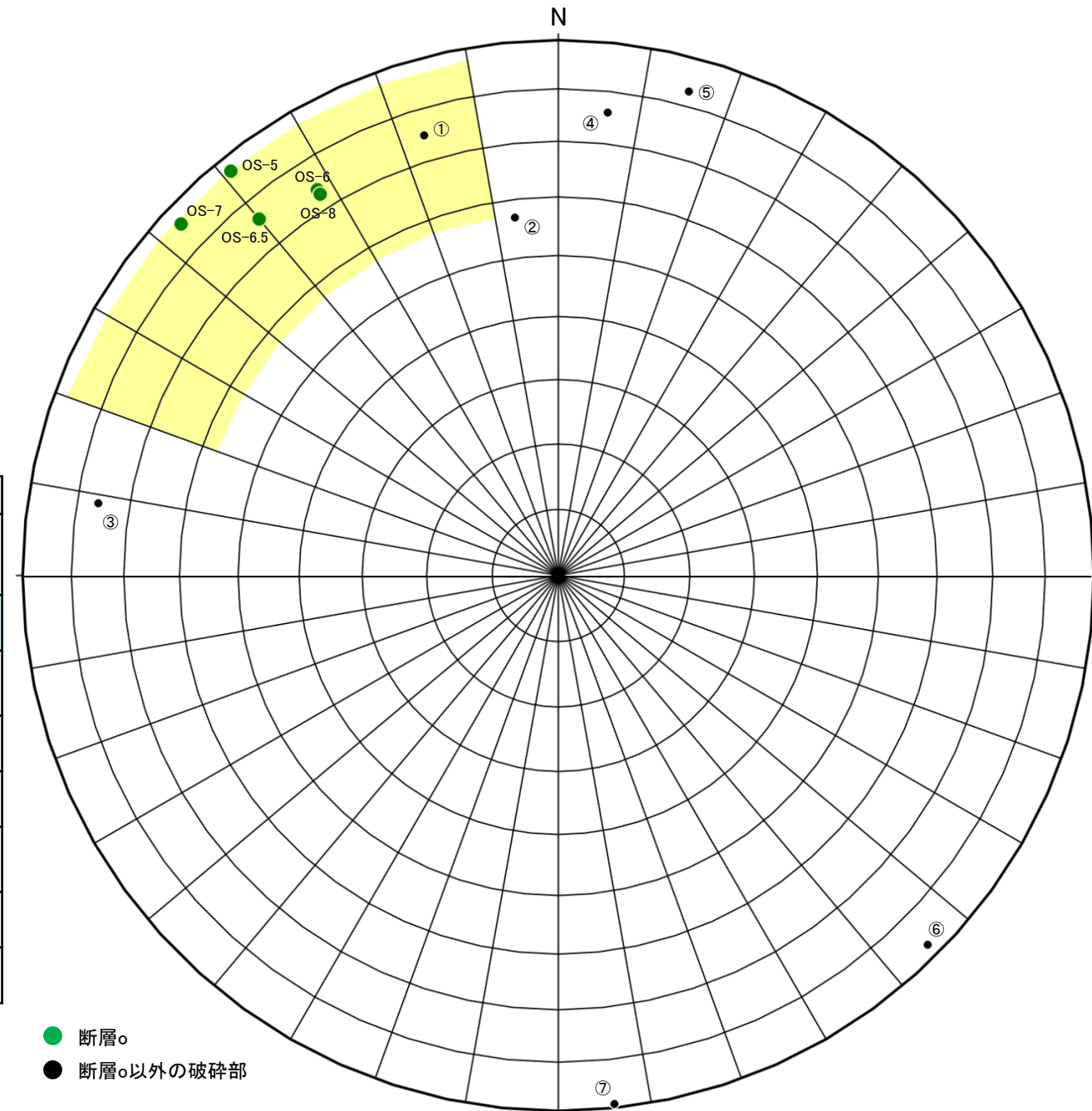
【断層○が認められないボーリング孔(OS-5.5孔) 2/2】

○大坪川ダム基礎掘削面スケッチの結果から、N50° E/73° SEを基準とし、断層○の走向・傾斜に調和的な破砕部(走向:±30° , 傾斜:±15° , 下図 ■ 範囲※)について、性状の比較, 連続性の検討を行った。
 ○検討の結果, OS-5.5孔に断層○に対応する破砕部は認められない。

※:アンジュレーションの範囲は、福浦断層に準拠し、検討を行った。

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)	破砕部の幅 (cm)	粘土状破砕部の幅 (cm)	砂状・角礫状 破砕部の幅 (cm)
大坪川ダム基礎掘削面	地表	EL17.5付近	N45~60E/ 69~77SE	—	—	—
OS-5	39.66~40.34	EL-0.02~0.62	N51E/87SE	49	6.2, 5.8	—
OS-6	44.31~44.79	EL-5.37~-4.91	N58E/74SE	24	5.5	—
OS-6.5	35.66~36.31	EL3.72~4.33	N50E/76SE	43	12, 11	—
OS-7	28.22~28.90	EL11.68~12.29	N43E/86SE	35	11	—
OS-8	29.90~30.68	EL9.04~9.77	N58E/73SE	51	4.0	—

OS-5.5							
No.	確認深度 (m)	標高 (m)	走向・傾斜 (走向は真北)	破砕部の幅 (cm)	粘土状破砕部の幅 (cm)	砂状・角礫状 破砕部の幅 (cm)	断層○に対応しないと判断した根拠
①	7.44~7.46	EL 14.20~14.22	N73E/75SE	1.6	1.6	—	性状が断層○と異なり、ルートマップJに連続しない。
②	16.57~16.70	EL 5.52~5.64	N83E/57SE	11	—	11	走向・傾斜、性状が断層○と異なり、隣接孔(OS-1孔 76.7~79.3m, OS-2孔 33.8~40.4m)に連続しない。
③	28.63~28.64	EL -5.70~-5.69	N9E/76SE	1.0	1.0	—	走向・傾斜、性状が断層○と異なる。
④	45.01~45.05	EL -21.12~-21.09	N84W/76SW	6.4	—	—	走向・傾斜、性状が断層○と異なる。
⑤	45.67~45.89	EL -21.91~-21.71	N75W/83SW	7.5	2.4 3.9 0.5	3.8	走向・傾斜、性状が断層○と異なる。
⑥	53.48~53.58	EL -29.14~-29.05	N45E/87NW	7.1	—	7.1	走向・傾斜、性状が断層○と異なり、ルートマップJに連続しない。
⑦	55.62~55.64	EL -31.08~-31.06	N84E/89NW	1.4	—	—	走向・傾斜、性状が断層○と異なり、隣接孔(OS-11孔 21.7~37.6m)に連続しない。



● 断層○
● 断層○以外の破砕部

OS-5.5孔の調査結果
(シュミットネット下半球投影図)

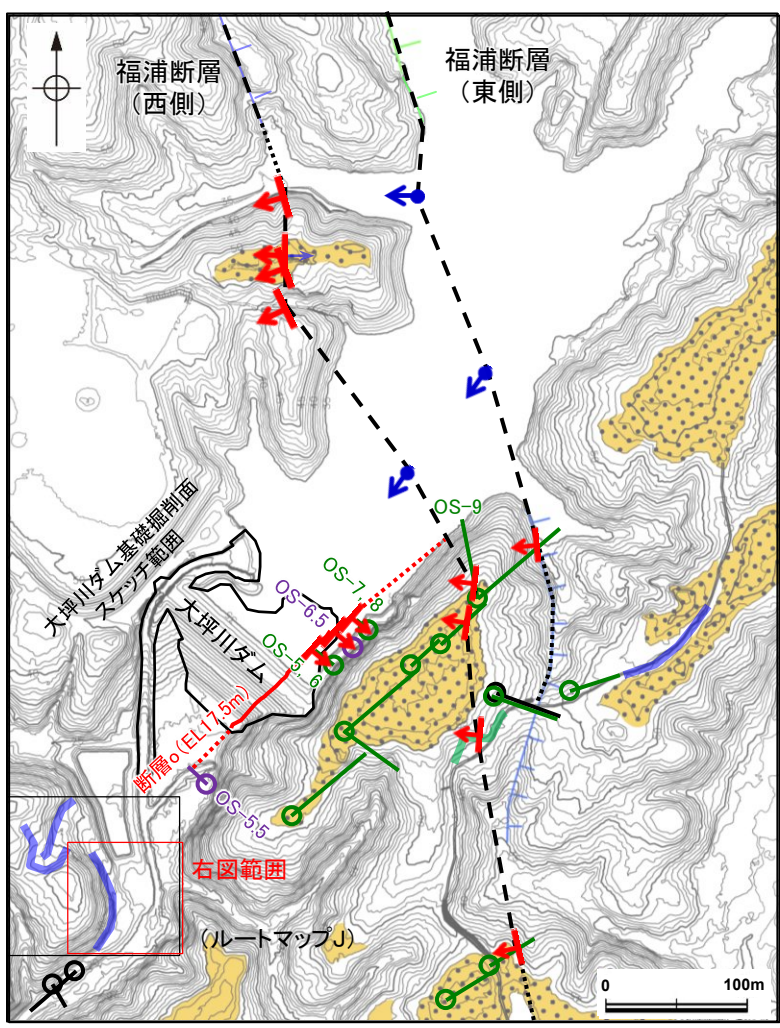
- 断層○と走向・傾斜が対応する破砕部は ■ で示す。
- 範囲に近接する破砕部②, ⑥, ⑦についても、連続性の検討を行った。
- 連続性の検討結果は、[補足資料2.2-2\(6\)](#)

2.2.2 (6) 断層oの端部 — 南方延長の表土はぎ調査(ルートマップJ) —

○断層oの南方延長位置において、表土はぎ調査を実施した結果、別所岳安山岩類の安山岩が分布し、断層が1箇所(次頁)で認められる。
○この断層は、走向・傾斜が断層oと異なることから、断層oに対応する断層ではないと判断した。

【表土はぎ調査結果(ルートマップJ) 1/2】

紫字: 第1105回審査会合以降の追加箇所

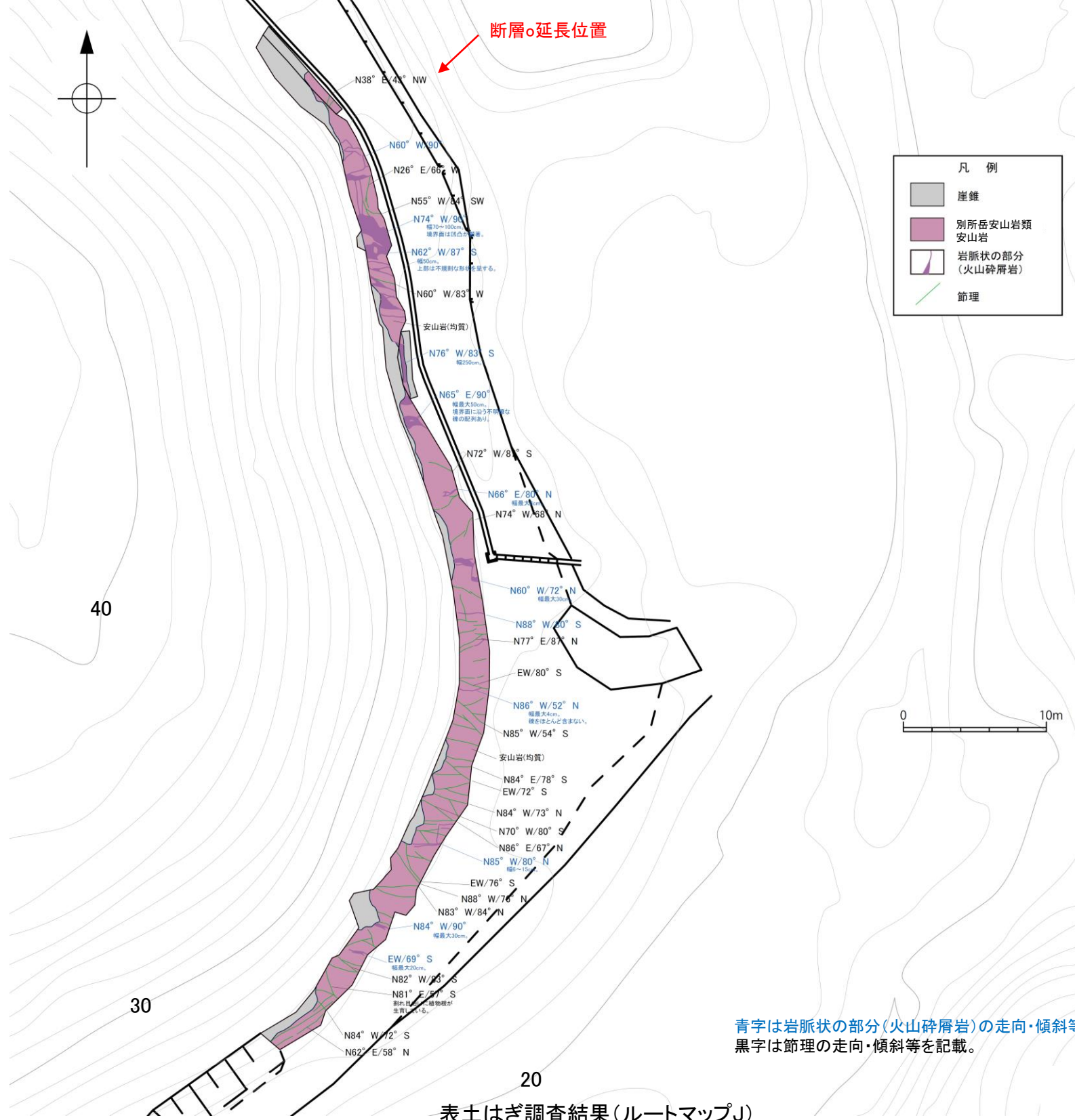


大坪川ダム付近 調査位置図

凡例

- | | |
|--|-------------------------|
| 高位段丘I面 | —: 反射法地震探査(陸域) |
| ■: Ib面 | —: 反射法地震探査(湖内) |
| ■: Ia面 | —: 表土はぎ調査 |
| [リニアメント・変動地形] | —: 斜めボーリング |
| — (変動地形である可能性が低い) | — (緑色は第1回現地調査以降に実施した調査) |
| — (変動地形である可能性は非常に低い) | |
| ↑: ケハは低下側を示す。 | |
| ↓: 地形面の傾斜の向きを示す。 | |
| ←: 断層確認位置 (傾斜を考慮して地表付近に上げた位置) | |
| ←: 反射法地震探査での断層確認位置 (傾斜を考慮して地表付近に上げた位置) | |
| ---: 断層位置 | |
| ---: 推定区間 | |

表土はぎ調査の写真は補足資料2.2-2(7)



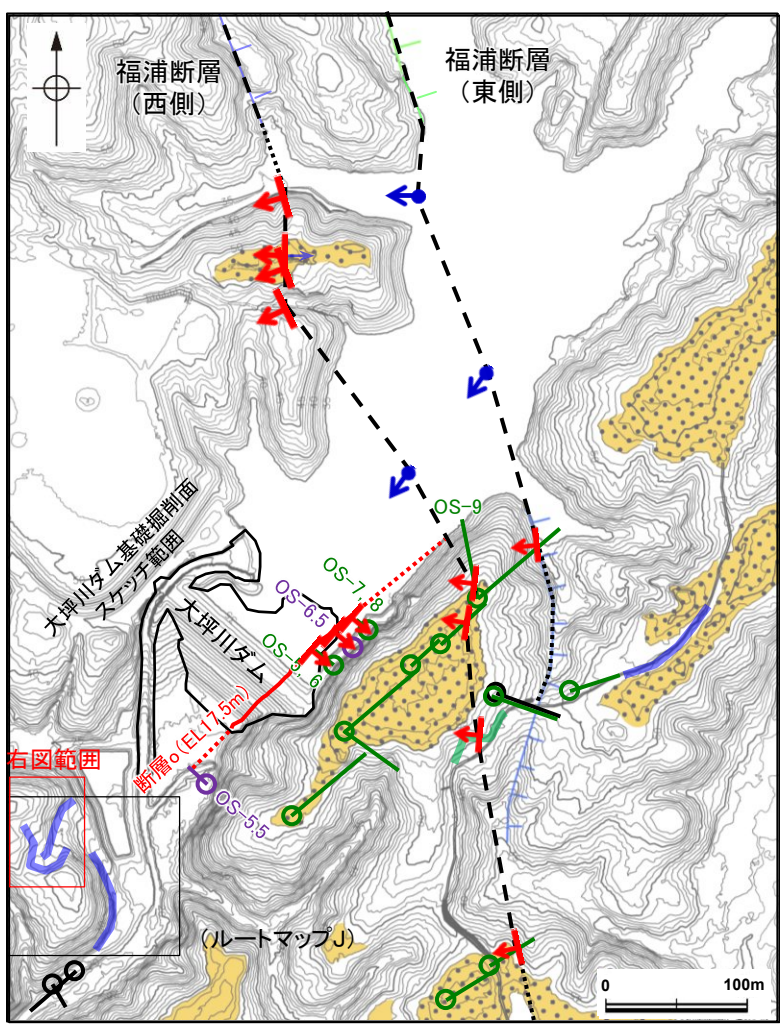
表土はぎ調査結果(ルートマップJ)

青字は岩脈状の部分(火山碎屑岩)の走向・傾斜等を記載。
黒字は節理の走向・傾斜等を記載。

断層

紫字: 第1105回審査会合以降の追加変更箇所

【表土はぎ調査結果(ルートマップJ)2/2】

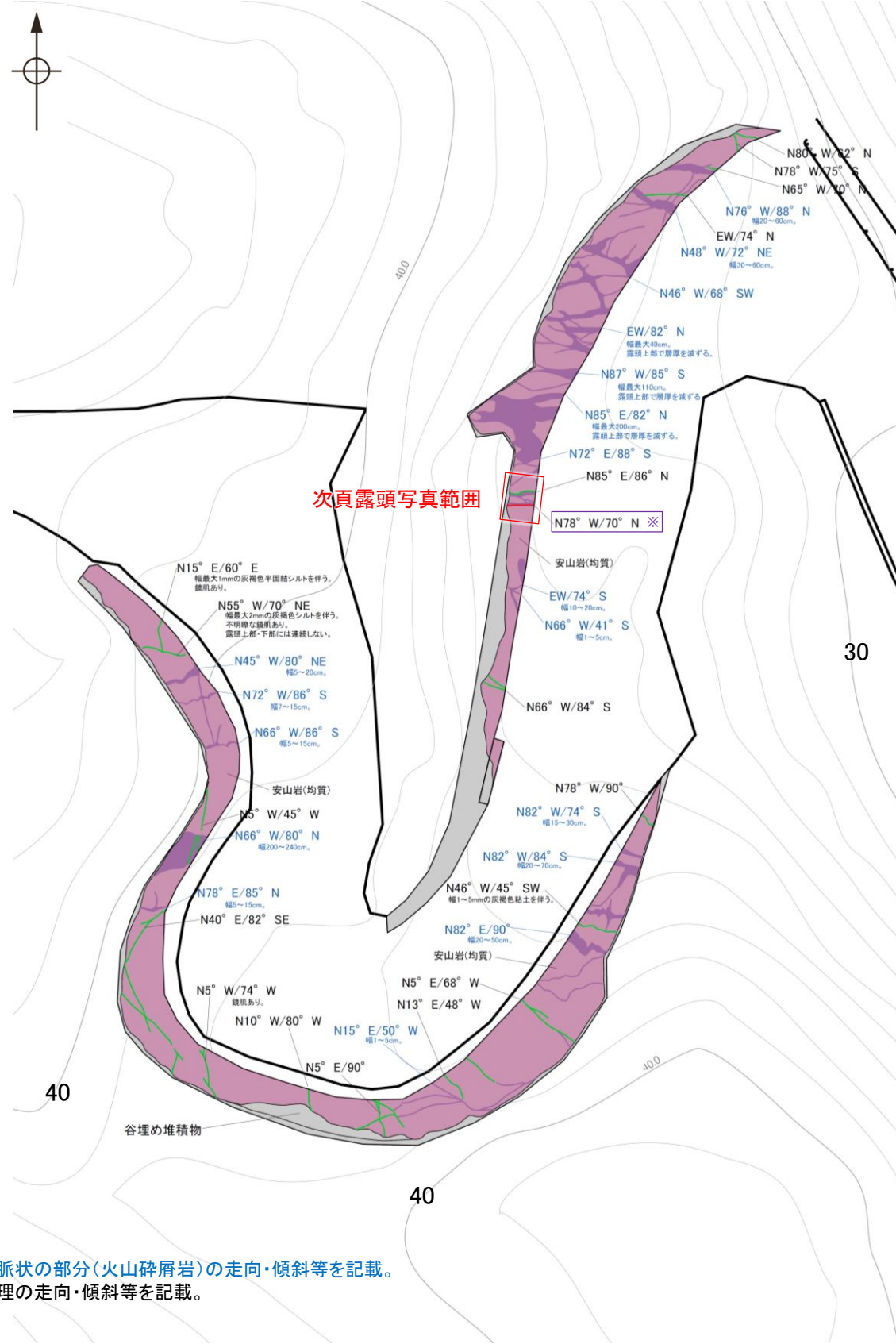


大坪川ダム付近 調査位置図

凡例

- 高位段丘I面
- Ib面
- Ia面
- [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)
- ケハは低下側を示す。
- ↓は地形面の傾斜の向きを示す。
- 断層確認位置 (傾斜を考慮して地表付近に上げた位置)
- 反射法地震探査での断層確認位置 (傾斜を考慮して地表付近に上げた位置)
- 断層位置
- 推定区間
- 反射法地震探査(陸域)
- 反射法地震探査(湖内)
- 表土はぎ調査
- 斜めボーリング
- 緑色は第1回現地調査以降に実施した調査

表土はぎ調査の写真は補足資料2.2-2(7)



青字は岩脈状の部分(火山碎屑岩)の走向・傾斜等を記載。
黒字は節理の走向・傾斜等を記載。

表土はぎ調査結果(ルートマップJ)

※第2回現地調査における「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」との指摘を踏まえて、当該箇所の節理を再観察した結果、礫の配列からなる変形構造が認められたことから、当該箇所を破碎部として評価を見直した。

- 凡例
- 崖錐
- 別所岳安山岩類
- 安山岩
- 岩脈状の部分(火山碎屑岩)
- 節理
- 断層

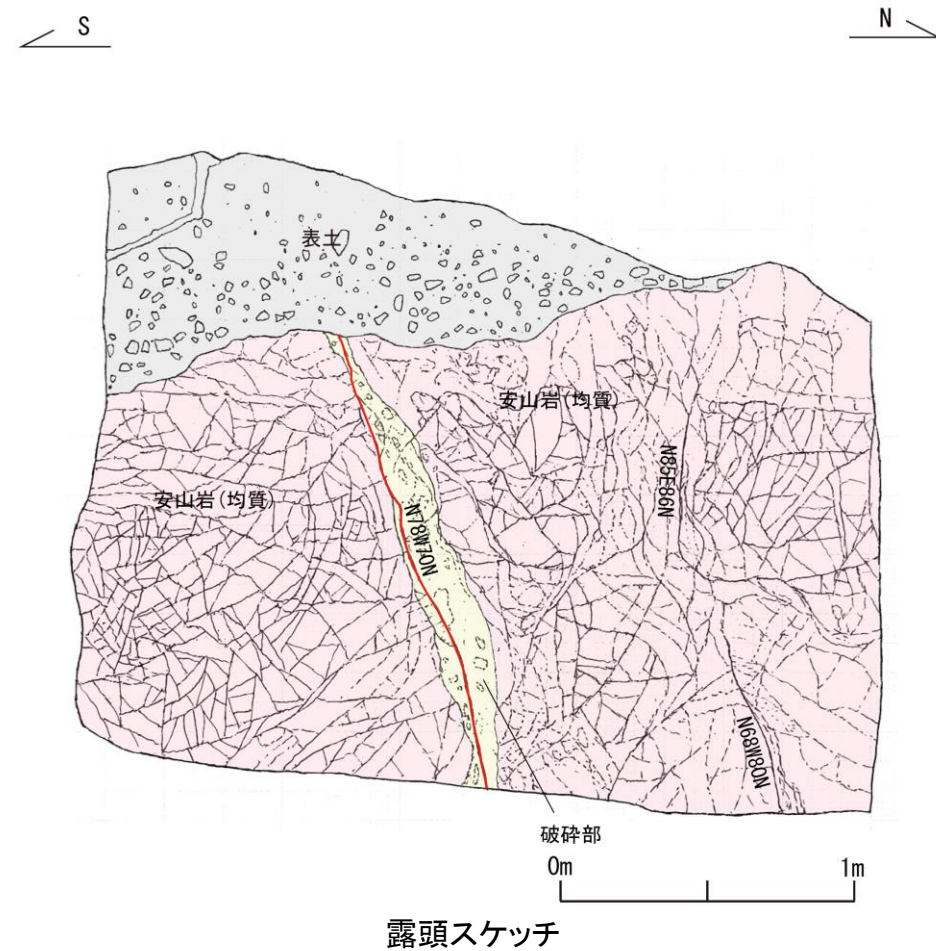
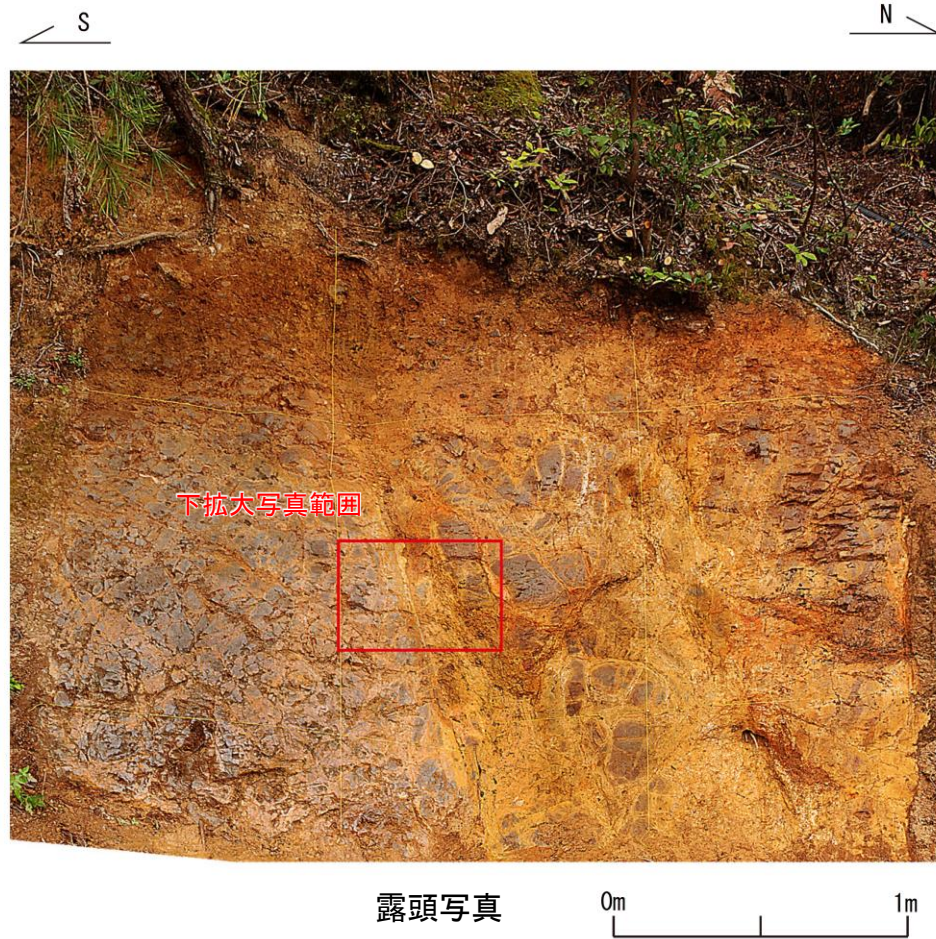


断層○

【ルートマップJで認められた断層の詳細観察結果】

○ルートマップJにおいて、走向・傾斜がN78° W/70° NEの断層が認められる。

○この断層は、走向・傾斜が断層○(N50° E/73° SE)と異なることから、断層○に対応する断層ではないと判断した。

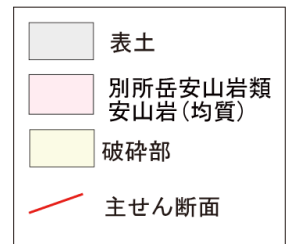


表土
褐色を呈する(7.5YR4/4~4/3)砂質シルトに、径5~20cmの安山岩角礫を20~30%含む。指圧で跡が残る程度に軟質である。

安山岩(均質)
下盤側で灰色~褐灰色を呈する。風化を受けており、ナイフで削ることができる程度に軟質である。全体に10~30cmの間隔で割れ目が認められる。割れ目は概ね密着しているが褐鉄鉱が沈着している。
上盤側では褐灰~黄褐色を呈する。変質および風化を受けており、ナイフで削ることができる程度に軟質である。全体に10~30cmの間隔で割れ目が認められる。しばしば、割目に沿って白色に変質する。N58E86NWとN68W80NEの割目は、明瞭であるが連続はしない。

破碎部
走向傾斜N78W70NEを示し、平滑な主せん断面が認められる。主せん断面は緩やかに波曲し、鏡肌が認められが条線は観察されない。
主せん断面の下盤側には、灰色の固結した粘土を幅0.5~2cmで伴う。また、黄褐色を呈する砂状破碎部が主せん断面に沿って認められ、幅は上盤側で3~13cm、下盤側で0~8cmである。内部に径2~10cmの安山岩角礫を含み、主せん断面に沿って配列する傾向がある。

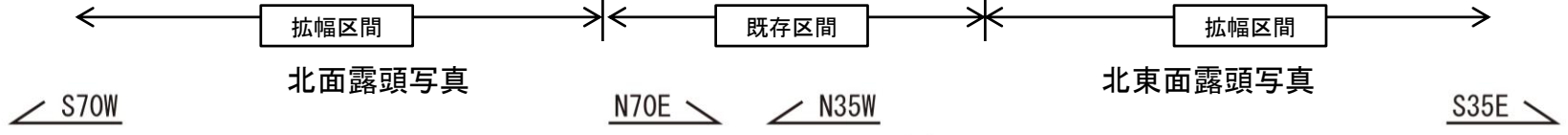
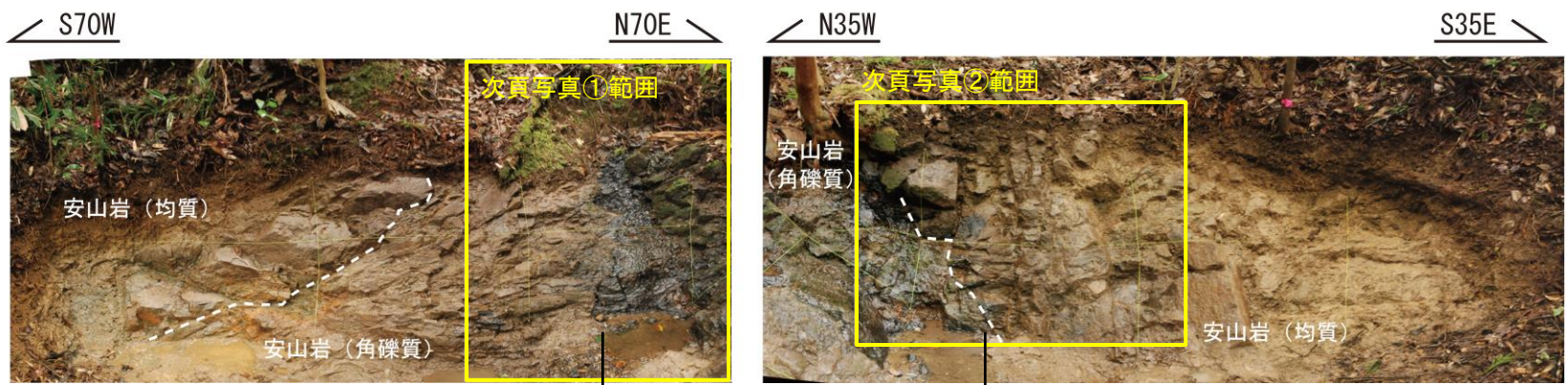
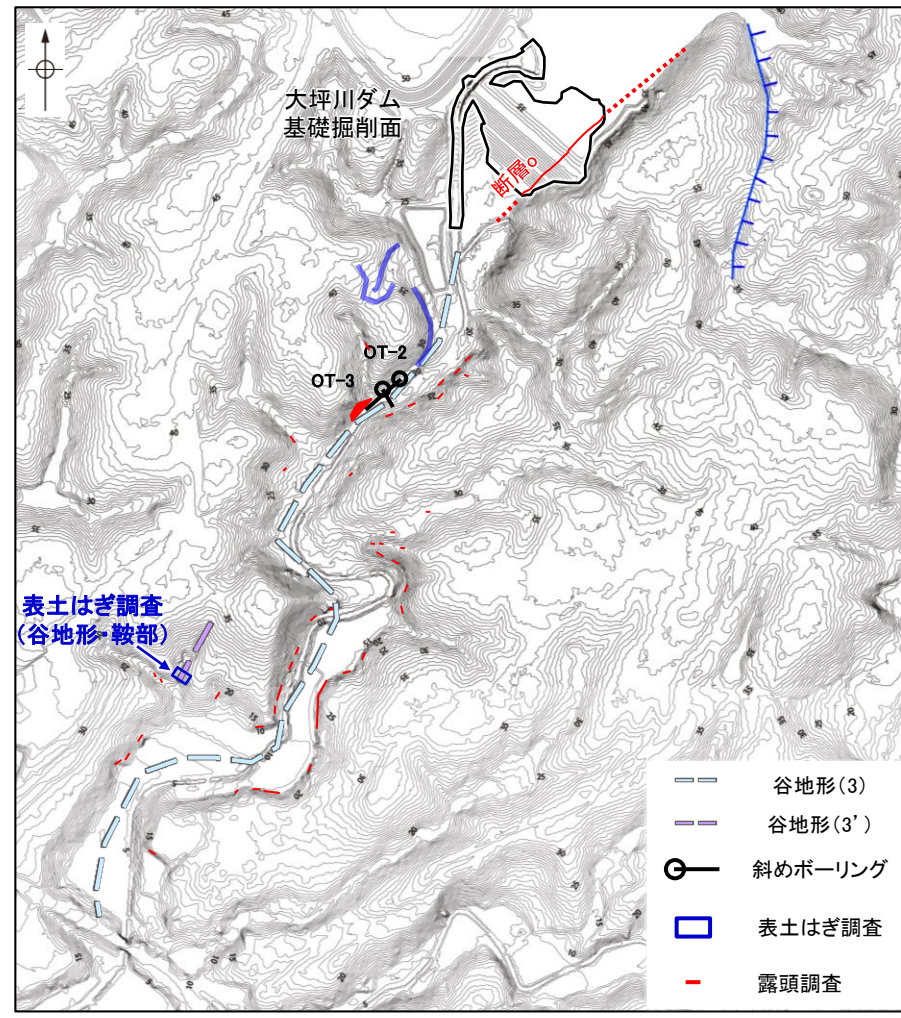
凡例



2.2.2 (6) 断層の端部 — 南方延長の表土はぎ調査(谷地形・鞍部) —

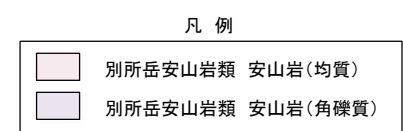
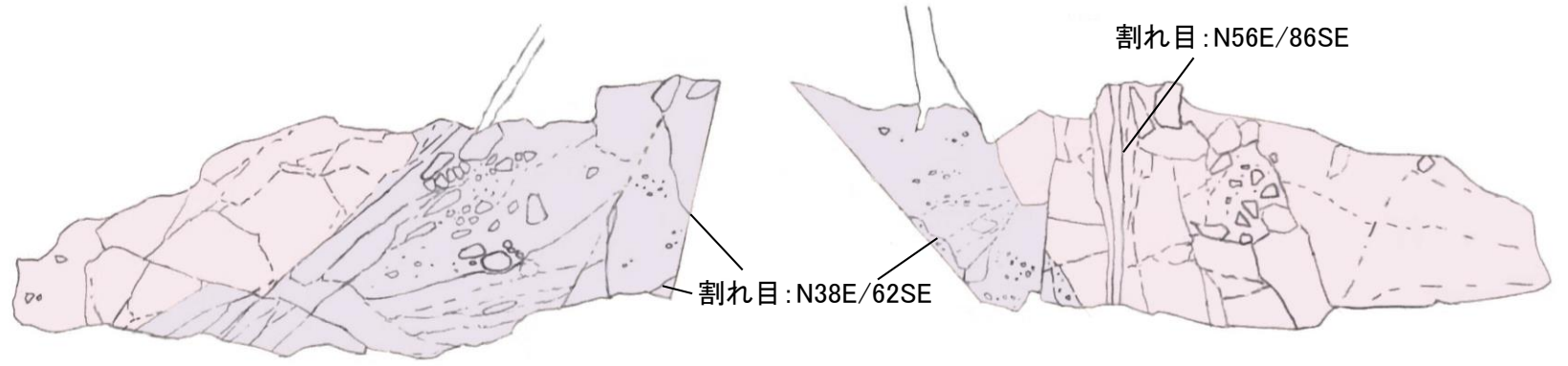
○断層の南方延長にあたる谷地形・鞍部の位置で、表土はぎ調査を実施し、既存の露頭をさらに拡げて確認を行った結果、別所岳安山岩類の安山岩が分布し、それは非破碎であり、断層は認められない。

【表土はぎ調査結果(全景写真・スケッチ)】



安山岩(均質)
全体的に風化を受け、褐～黄褐色を呈する。全体的に堅硬であり、ハンマーの軽打で半金属音を発する。北面では塊状であるが、北東面ではNE-SW 走向 / 高角度南傾斜の板状割れ目が5～20cm 間隔で発達する。本相と下位の安山岩(角礫質)は凹凸に富み南南西に傾斜する岩相境界で境される。北面では露頭の西端に幅1.5m程度分布し、北東面では南東端に幅2.5m程度分布する。北面露頭の西側幅0.2m程度の範囲は風化が進んでおり、より強く黄褐色を呈し、指圧で崩れる部分も認められる。北東面露頭の南側幅1m程度の範囲は風化が進んでおり、より強く黄褐色を呈し、指圧で崩れる部分も認められる。

安山岩(角礫質)
やや風化を受け、黄褐～暗褐色を呈する。径1～15cmの角～亜角礫を多く含み、一部、黒褐色を呈する基質が認められる。全体的に堅硬である。北面では露頭下方にENE-WSW 走向 / 低～中角度北傾斜の割れ目が5～10cm 間隔で発達する。本相は安山岩(均質)の下位に分布する。北面では露頭の東側に幅1.7m程度分布し、北東面では南東側に幅0.7m程度分布する。露頭中央部(北面の東端、北東面の北西端)に露頭上部から下部にかけて分布する割れ目が認められる。割れ目沿いに鏡肌・条線は認められない。走向傾斜はN38E/62SE。



断層

【表土はぎ調査結果(拡大写真)】



割れ目 : N38E/62SE



- ・割れ目は露頭上部から下部にかけて連続して認められる。
- ・割れ目に沿って条線・鏡肌は認められず、不規則に凹凸する。
- ・走向・傾斜はN38E/62SE

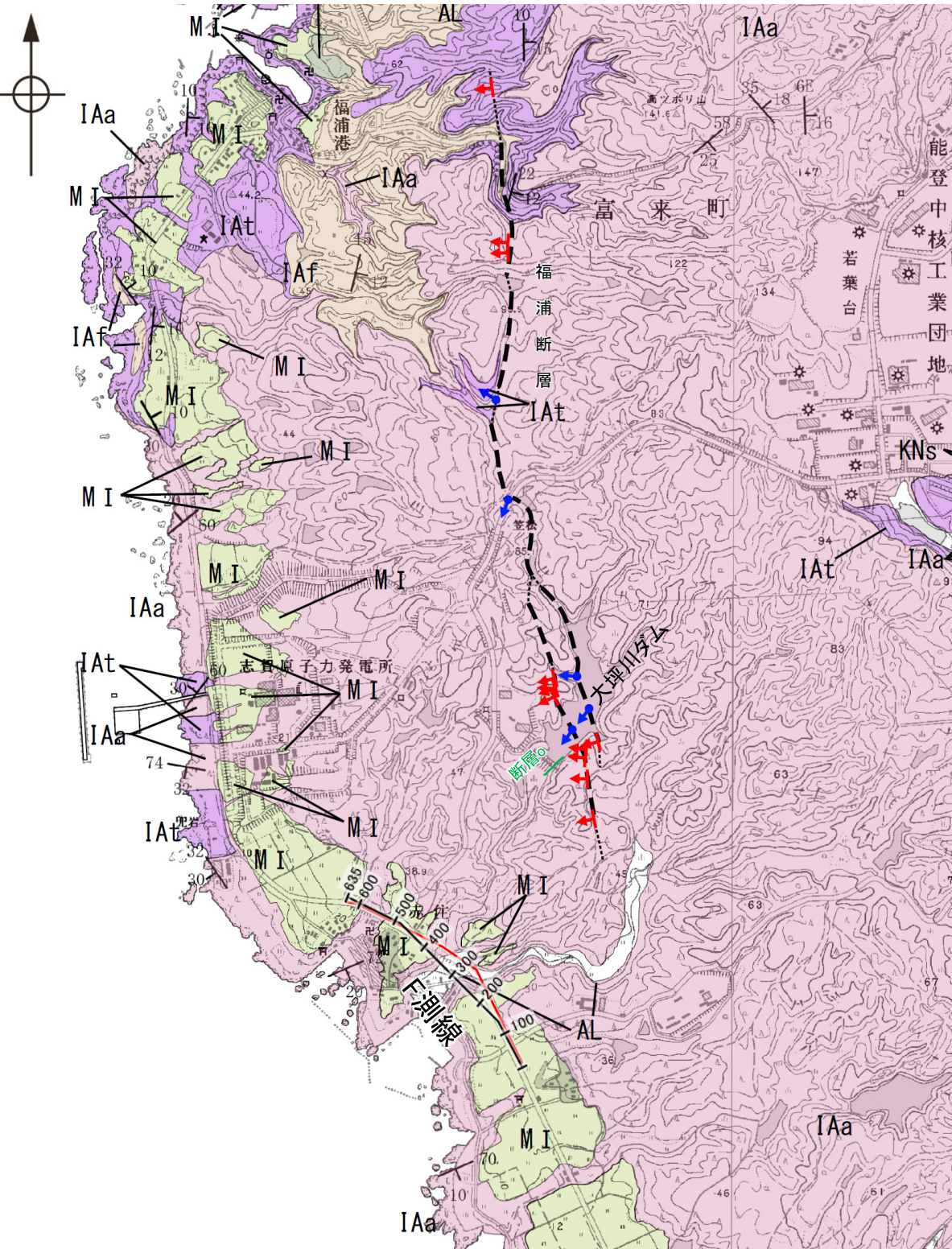


写真② 安山岩(均質)に発達する板状割れ目
(上: 割れ目を加筆, 下: 加筆なし)

写真① 露頭中央の安山岩(角礫質)に分布する割れ目
(上: 割れ目を加筆, 下: 加筆なし)

2.2.2 (6) 断層oの端部 — 南方延長の反射法地震探査(F測線) —

○断層oの南方延長で実施した反射法地震探査(F測線)において、断層oの延長位置に深部まで連続する断層は推定されない。



位置図

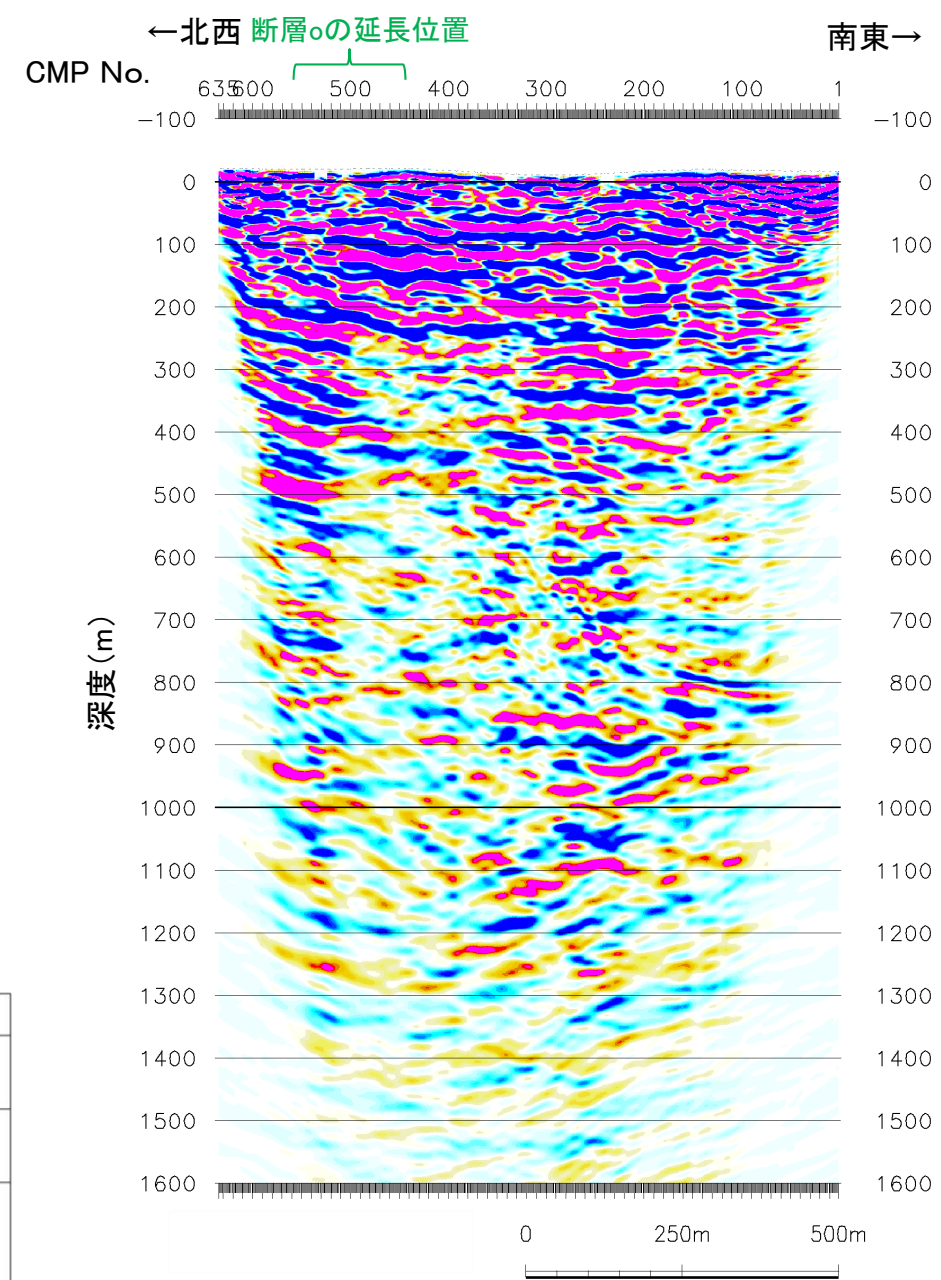
反射法地震探査測線

- 受振測線
- 重合測線(CMP)

← : 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

[地質]		地層・岩石名
第四紀 更新世	AL	沖積層
	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
	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)

0 1km



F測線(深度断面)

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

2.4.1.1 (1) 富来川南岸断層の評価結果

【文献調査】(P.326)
 ○活断層研究会(1991)は、富来川左岸の山地－平野境界に、富来川南岸断層(確実度Ⅱ、北西側低下)を図示し、NE-SW走向、長さ2km、活動度B、南東側の海成段丘M₁面及びT₇面がそれぞれ30m隆起と記載している。
 ○今泉ほか(2018)は、活断層研究会(1991)とほぼ同じ位置からさらに北東方に、推定活断層及び水系の屈曲を図示している。

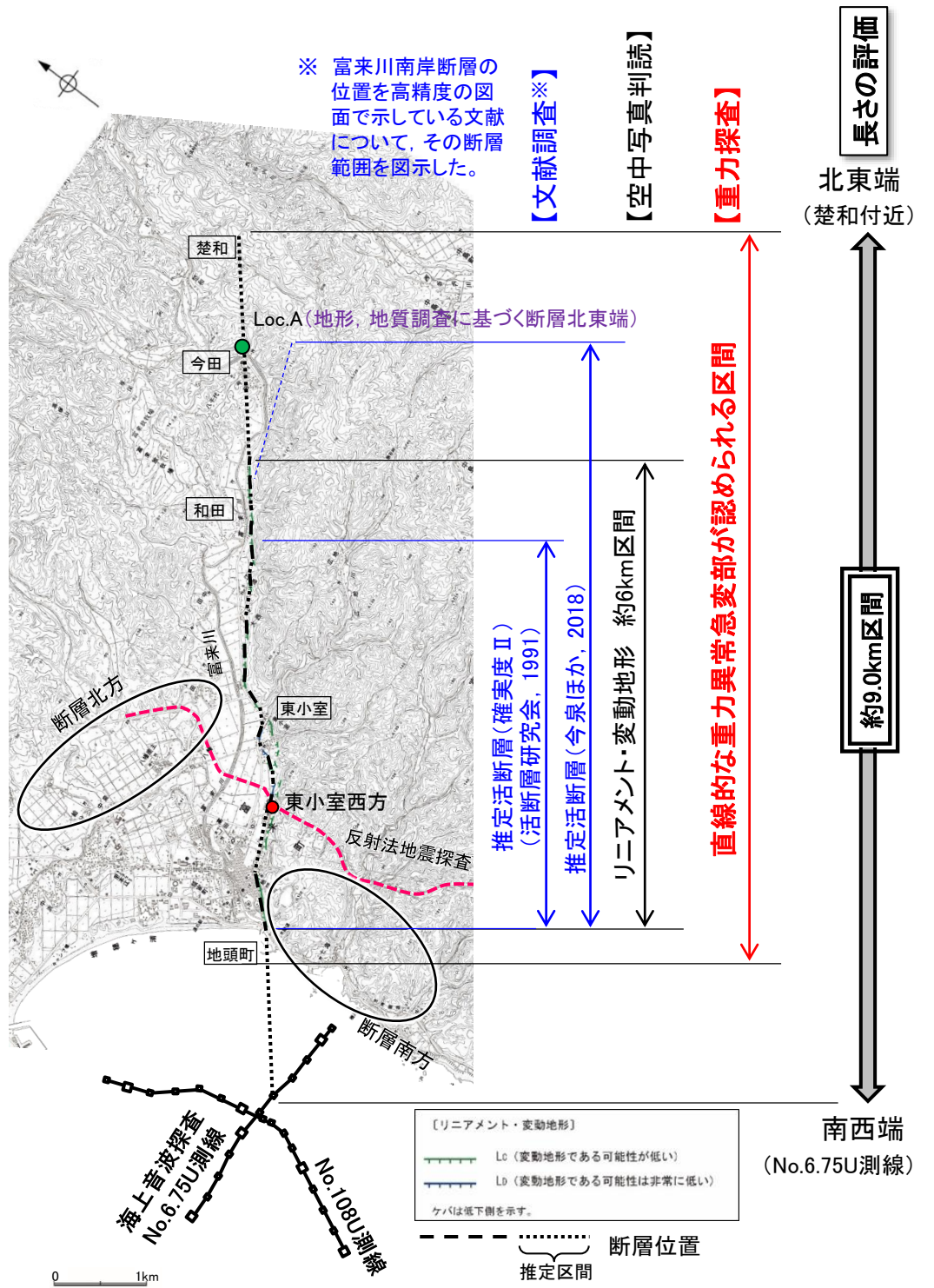
【空中写真判読】(P.327～329)
 ○富来川左岸の山地－平野境界の約6km区間に、傾斜変換部、急崖、低崖からなるリニアメント・変動地形を判読した。

活動性評価

- 富来川南岸断層は、富来川左岸の山地－平野境界に急崖等が連続して認められる南側隆起の逆断層である。
 - 東小室西方の山地－平野境界付近におけるボーリング調査・薄片観察の結果、逆断層センスの破碎部が認められる(P.333, 334)。
 - 反射法地震探査の結果、南傾斜(約60°)の逆断層の構造が認められる(P.341～344)。
 - 断層の活動性評価に用いることができる上載地層は認められず、断層南方には、断層の活動性評価として断層北方の段丘面分布高度と比較することができる明確な段丘面は認められない(P.337～340)。
- ⇒地形調査、地質調査の結果、富来川南岸断層は、走向がNE-SW方向、傾斜が南東傾斜(傾斜角約60°)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

- 北東端(P.345～361)
 ○ 和田付近までは直線的な急崖等が連続するが、和田付近より北東方においては地形境界が湾曲し、崖の直線性・連続性が途絶えることから、リニアメント・変動地形は判読されない。
- リニアメント・変動地形の北東方延長の和田～今田において、山地・平野境界、今泉ほか(2018)による推定活断層の位置及びLoc.A(沖積平野の北東方で富来川が大きく屈曲する位置)等で実施した地表踏査及びボーリング調査の結果、別所岳安山岩類の凝灰角礫岩等の露頭が分布し、富来川南岸断層に対応する断層は認められない。
- 【重力探査】
 ○ 海岸部付近からLoc.Aまでの断層が推定された区間と対応して、直線的な重力異常急変部が認められ、さらに北東方延長の楚和付近まで連続して認められる。
- 地形、地質調査によれば、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/mの等値線が屈曲する地点)を北東端と評価。
- 南西端(P.362, 363)
 【海上音波探査】
 ○ 富来港西方沖のNo.6.75U測線において断層は認められない。
 ○ さらにNo.108U測線においても断層は認められない。
 ○ なお、海域延長部では、断層を挟んでD₂層上面深度に差は認められない(第1009回審査会合 資料1 P.290)。
- No.6.75U測線を南西端と評価。
- ⇒直線的な重力異常急変部が途絶える地点(北東端)から海上音波探査で断層が認められないことを確認したNo.6.75U測線(南西端)までの約9.0km区間を評価。



富来川南岸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9.0km区間を評価する。

紫色: 第1064回審査会合以降の追記箇所

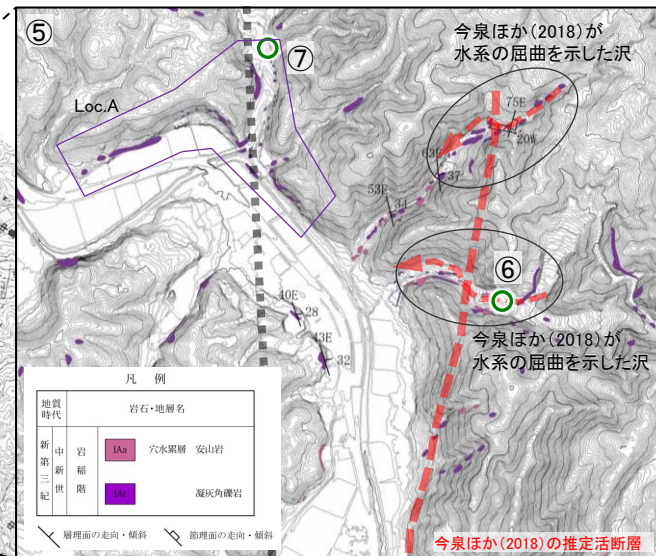
概要図

【調査位置図】

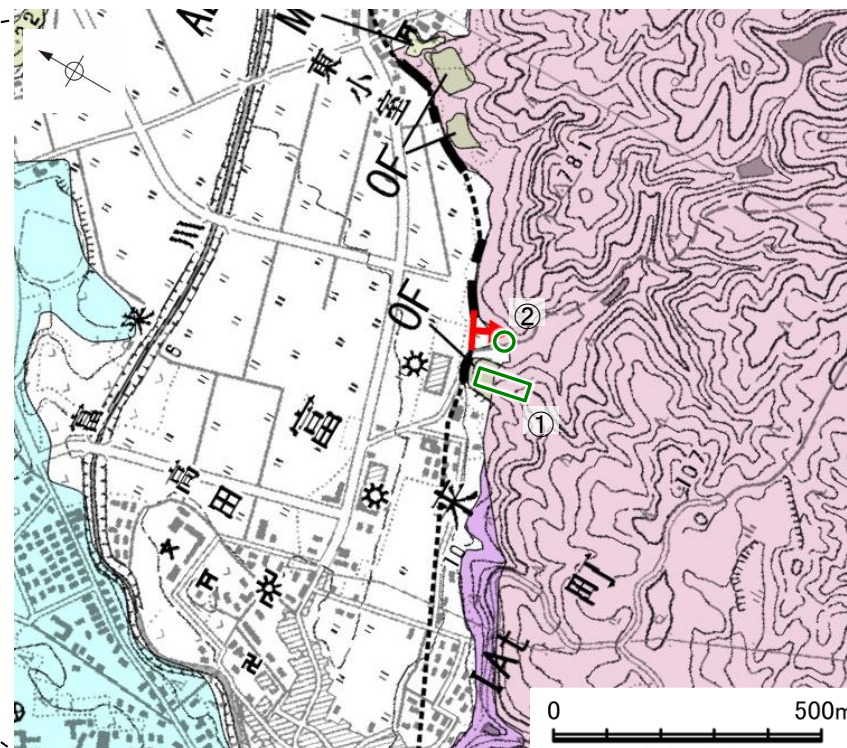
富来川南岸断層に関する調査一覧表

内容	位置	目的	参照頁
① トレンチ調査	東小室西方	断層の活動性評価	P.332
② ボーリング調査	東小室西方 ・TJ-1孔	断層の分布を確認	P.333～336
③ 段丘面調査	富来川南岸断層北方, 南方	断層の活動性評価	P.337～340
④ 反射法地震探査	富来川南岸断層南西部付近	断層の分布を確認	P.341～344
⑤ 地表踏査	今田付近 ・Loc.A ・今泉ほか(2018)が水系の屈曲を示した沢	断層の連続性を確認	P.347～349, 352～354
⑥ ボーリング調査	今田付近 ・WD-1孔	断層の連続性を確認	P.350, 351
⑦ ボーリング調査	今田付近 ・IM-a孔 (Loc.Aに含まれる)	断層の連続性を確認	P.355～357
⑧ 地表踏査	断層周辺※1	広域的な地質分布を確認	P.330, 331
⑨ 重力異常	断層周辺※1	断層の深部構造を確認	P.358～361
⑩ 海上音波探査	富来川南岸断層南西方延長 ・No.6.75U測線 ・No.108U測線	断層の連続性を確認	P.362, 363

※1:⑧, ⑨は断層周辺の全域で実施



今田付近の調査位置図



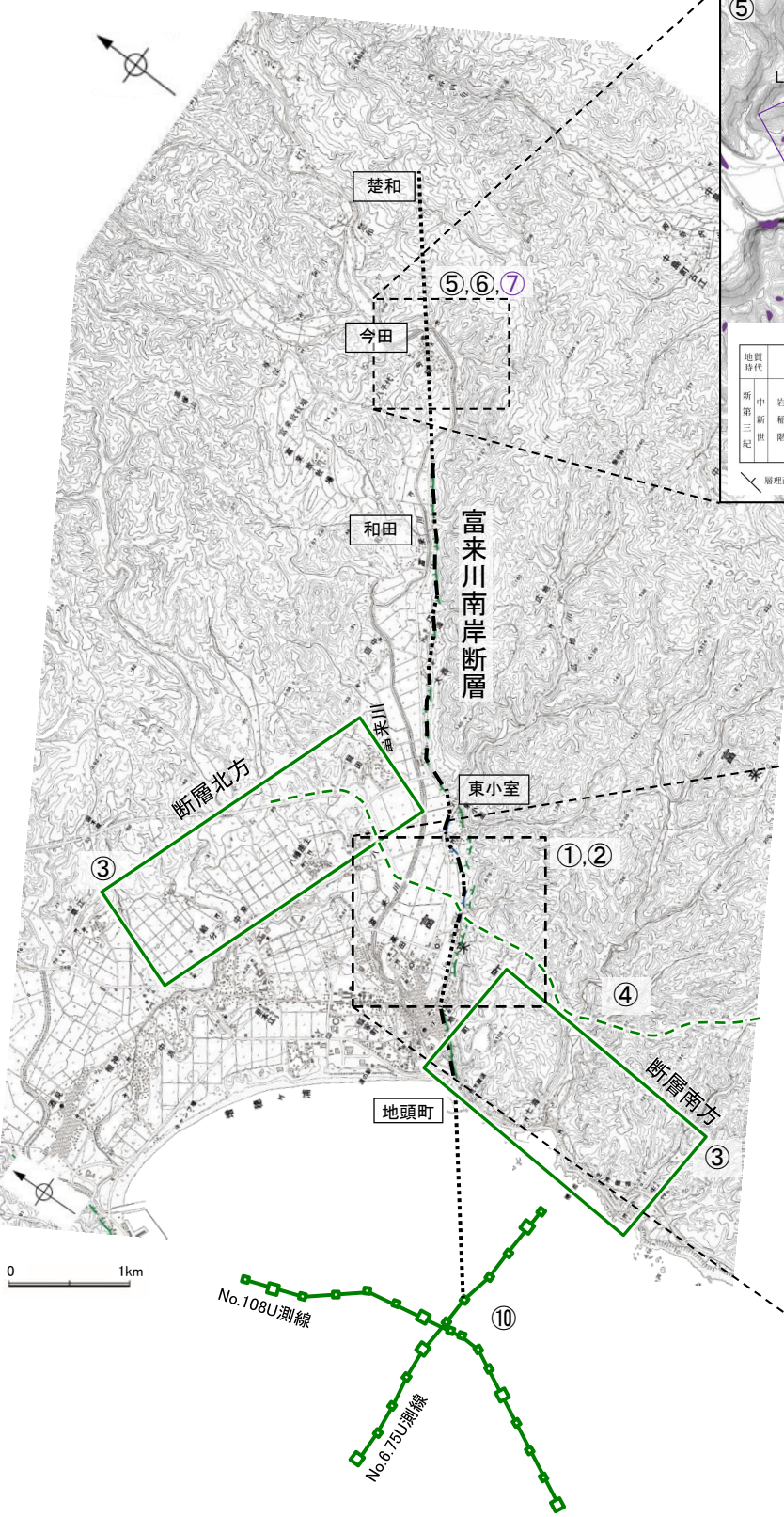
東小室西方の調査位置図

地質時代	地層・岩石名
第四紀更新世	SD 砂丘砂層
	AL 沖積層
	QF 古期扇状地堆積層
	M I 中位段丘I面堆積層
新第三紀中新世	QSD 古砂丘砂層
	黒藻全層
新第三紀岩層	KNs 草木互層
	KKc 谷出礫岩層
	I Aa 別所岳安山岩類 安山岩
	I Aa 別所岳安山岩類 安山岩質火砕岩 (凝灰角礫岩) 別所岳安山岩類 安山岩質～デイスাইト質火砕岩 (凝灰岩)

断層確認位置 (走向はリニアメント・変動地形からの推定)

断層位置 推定区間

調査位置



位置図

2.4.1.1 (2) 富来川南岸断層の文献調査

- 太田ほか(1976)は、富来川南岸の東小室から和田付近にNE-SW走向のリニアメントを図示し、富来川河口では、12万年前に形成されたM1面の旧汀線高度について、南部が北部より30m高く、差別的隆起が想定されるとしている。
- 「新編 日本の活断層」(活断層研究会, 1991)は、太田ほか(1976)のリニアメント区間を含む地頭町から和田付近に富来川南岸断層(確実度Ⅱ, 北西側低下)を図示し、NE-SW走向, 長さ2km, 活動度B, 南東側の海成段丘M₁面及びT₇面*がそれぞれ30m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、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、太田・平川(1979)は、M1面やH3面の旧汀線高度について、富来川河口を挟んだ南上がりの分布を図示している。加藤・杉山(1985)は、主として第四紀後期に活動した、北西側落下で平均変位速度が1m/10³年未満の推定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、北西側落下としている。太田・国土地理院地理調査部(1997)は、推定活断層を図示している。井上ほか(2010)及び尾崎(2010)は、富来川南岸断層について実在活逆断層(伏在)として図示し、尾崎(2010)は、MIS5eの旧汀線に食い違いが認められ、後期更新世以降、南側が隆起したと考えられ、逆断層の形態を示す断層と推定している。渡辺ほか(2015)は、富来川南岸断層が海成段丘面を変位させており、南東～東傾斜の逆断層と考えられ、MIS5e以降の累積鉛直変動量が約30mであり、沖合の海底活断層に連続する可能性があるとしている。能登半島中部西海岸活断層研究グループ(2019)は、10万年前または12万年前の中位段丘が富来川の北で低くなり、富来川南岸断層の活動が推定されるとしている。
- 「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、富来川南岸断層を起震断層・活動セグメントとして示していない。

※: 太田ほか(1976)ではT₇面について「>22万年前」としている。

凡 例

- [活断層研究会(1991)他]
- 活断層*
 - 推定活断層*
 - 活断層の疑のあるリニアメント**
- 短線は縦ずれの低下側, 矢印は横ずれの向きを示す。
- * 活断層研究会(1991)の他, 太田ほか(1976), 加藤・杉山(1985), 日本第四紀学会(1987), 太田・国土地理院地理調査部(1997), 小池・町田(2001), 井上ほか(2010)及び尾崎(2010)による。
- ** 活断層研究会(1991)の他, 太田ほか(1976)及び太田・国土地理院地理調査部(1997)による。
- [今泉ほか(2018)]
- 活断層
 - 活断層(位置不確か(人工改変・侵食崖))
 - 活断層(位置不確か(延長部に崖あり))
 - 活断層(断層崖)
 - 活撓曲
 - 傾動
 - 活断層(横ずれ)
 - は断層のずれの向き, ↙は河谷(水系)の屈曲を示す。
 - 推定活断層
 - 推定活断層(断層崖)
 - 推定活断層(横ずれ)
 - は断層のずれの向き, ↙は河谷(水系)の屈曲を示す。

0 1km



位置図



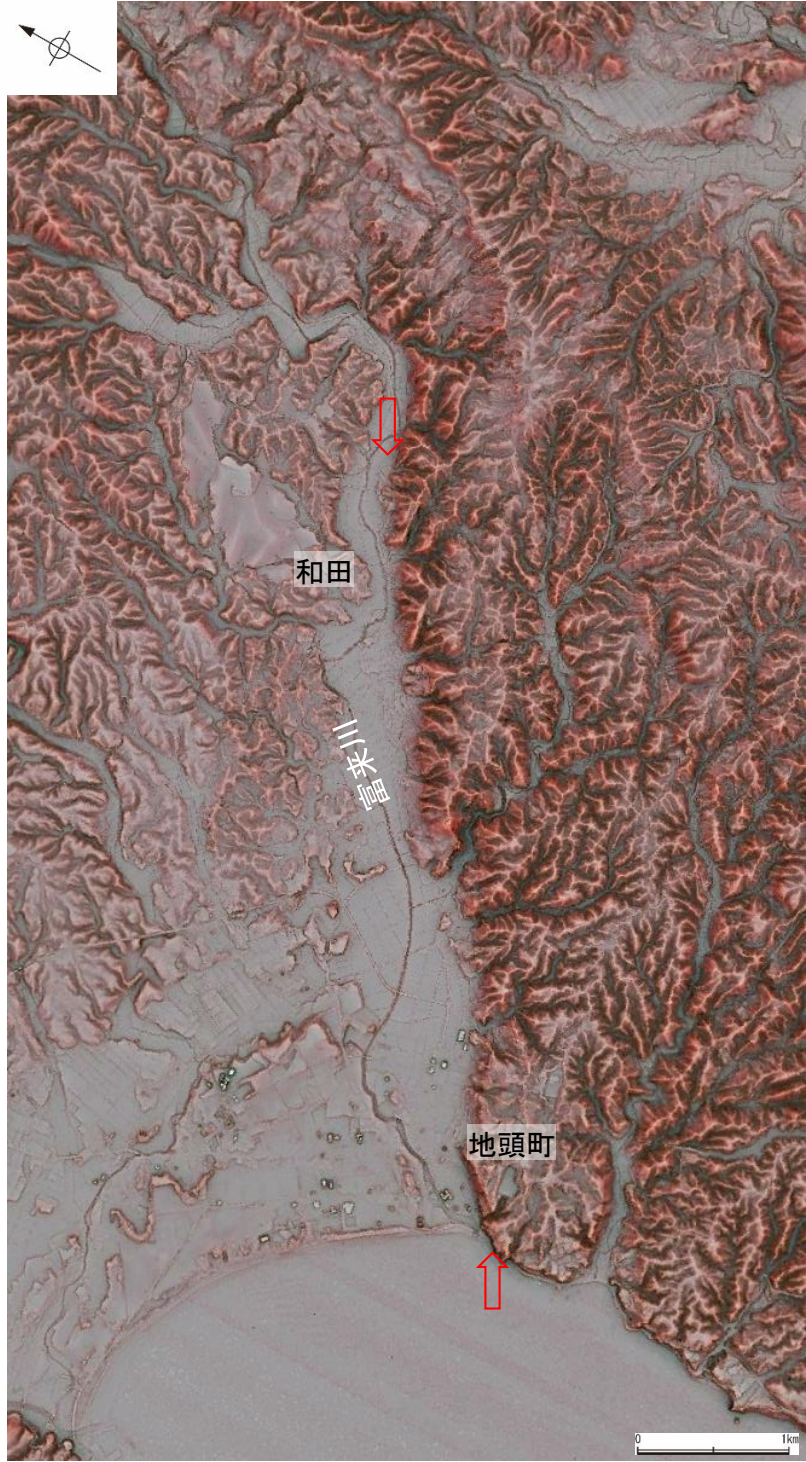
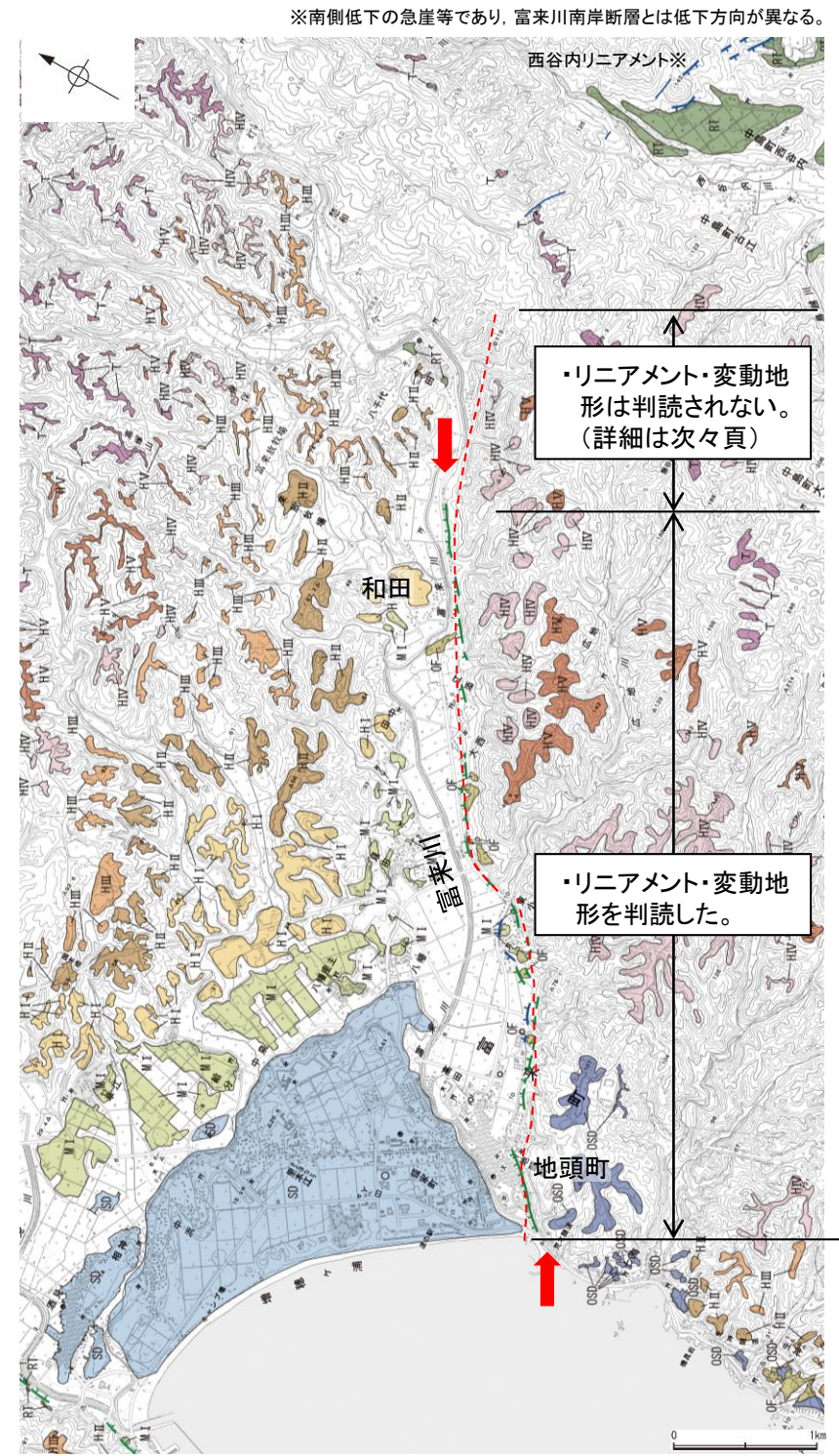
この図は、国土地理院発行の2万5千分の1地形図(観地・下唐川・富来・中島)を使用したものである。

位置図

2.4.1.1 (3) 富来川南岸断層の地形調査

○活断層研究会(1991)に図示された富来川南岸断層及び今泉ほか(2018)で図示された推定活断層とほぼ同じ位置の約6km区間に、傾斜変換部、急崖、低崖からなる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。

○なお、今泉ほか(2018)はリニアメント・変動地形の北東端よりさらに東方まで推定活断層を図示しているが、当該区間にはリニアメント・変動地形は判読されず(次々頁)、地質調査の結果からも対応する断層は認められない(P.345～351)。



・空中写真はデータ集1-1

〔段丘面〕	
■ T 最高位段丘面群	■ MI 中位段丘I面
■ HV 高位段丘V面	■ OSD 古砂丘
■ HⅣ 高位段丘Ⅳ面	■ OF 古期扇状地面
■ HⅢ 高位段丘Ⅲ面	■ SD 砂丘
■ HⅡ 高位段丘Ⅱ面	■ RT 河成段丘面
■ HI 高位段丘I面	
〔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。	
- - - - 今泉ほか(2018)の推定活断層	

➡ ➡ リニアメント・変動地形

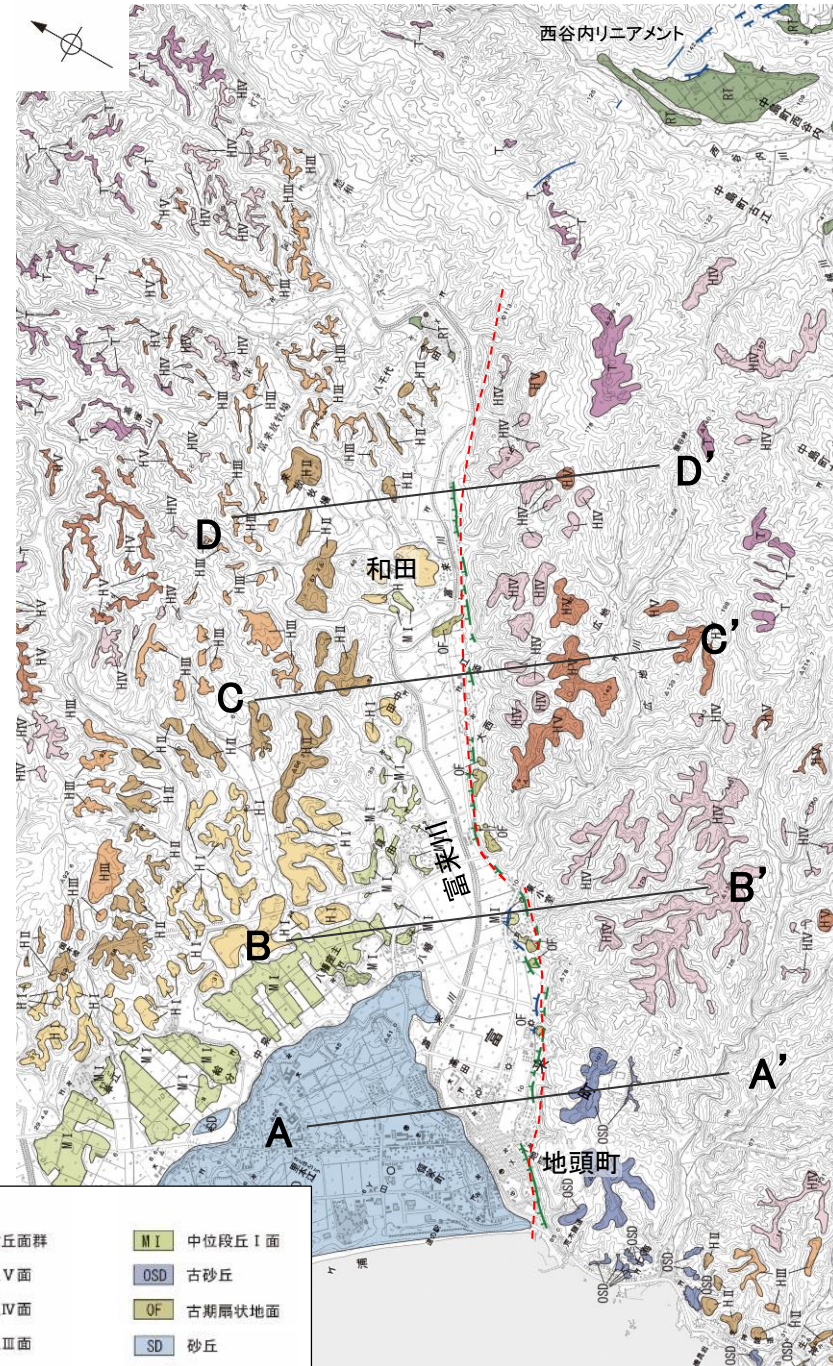
➡ ➡ リニアメント・変動地形

リニアメント・変動地形分布図

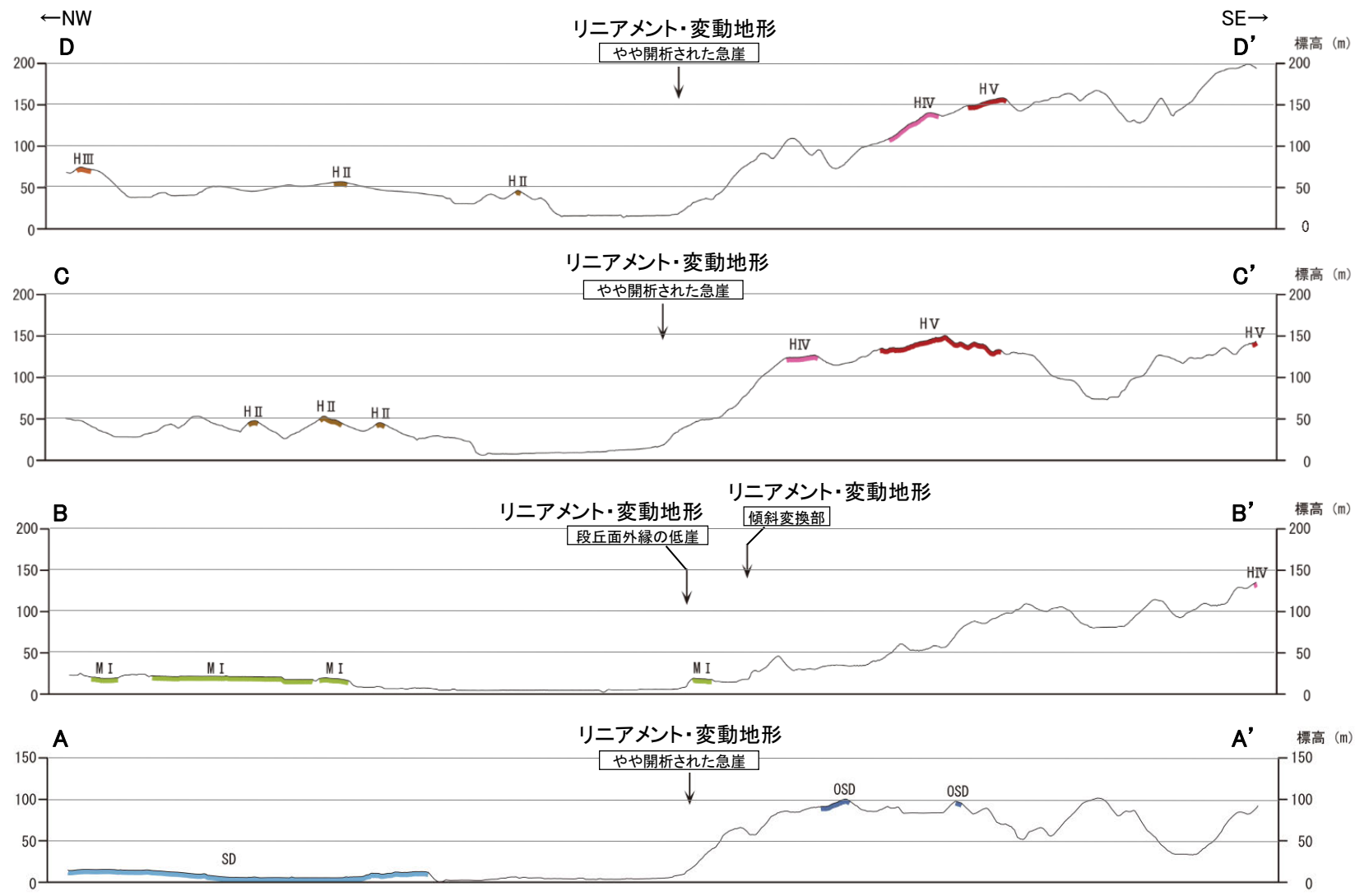
赤色立体地図(航空レーザ計測データにより作成)

富来川南岸断層

【地形断面図】



- 【段丘面】
- T 最高位段丘面群
 - HV 高位段丘V面
 - HIV 高位段丘IV面
 - HIII 高位段丘III面
 - HII 高位段丘II面
 - HI 高位段丘I面
 - MI 中位段丘I面
 - OSD 古砂丘
 - OF 古期扇状地面
 - SD 砂丘
 - RT 河成段丘面
- 【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。
- 今泉ほか(2018)の推定活断層



地形断面図(H:V=1:2)

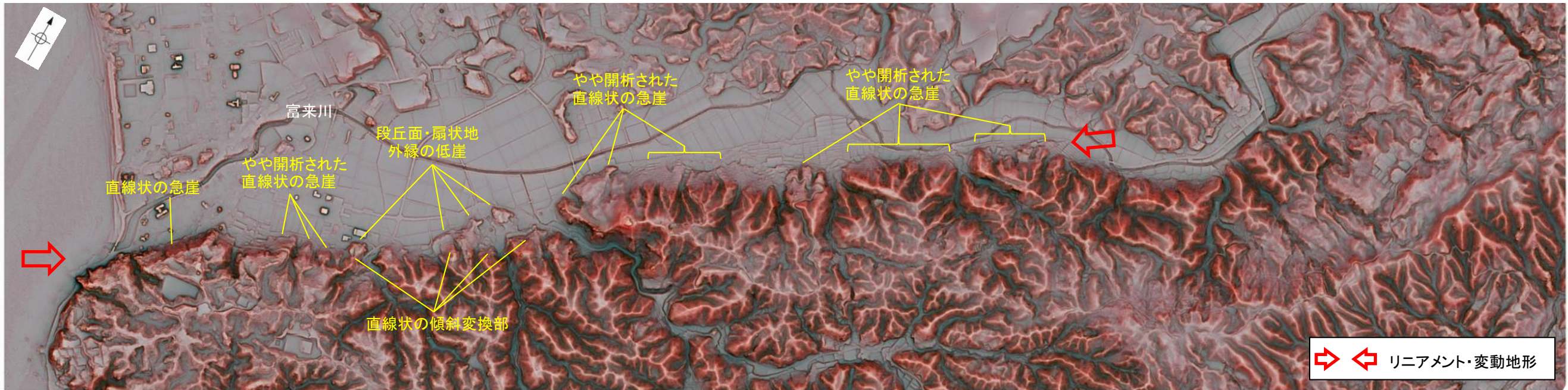
(航空レーザ計測による1mDEMから作成)



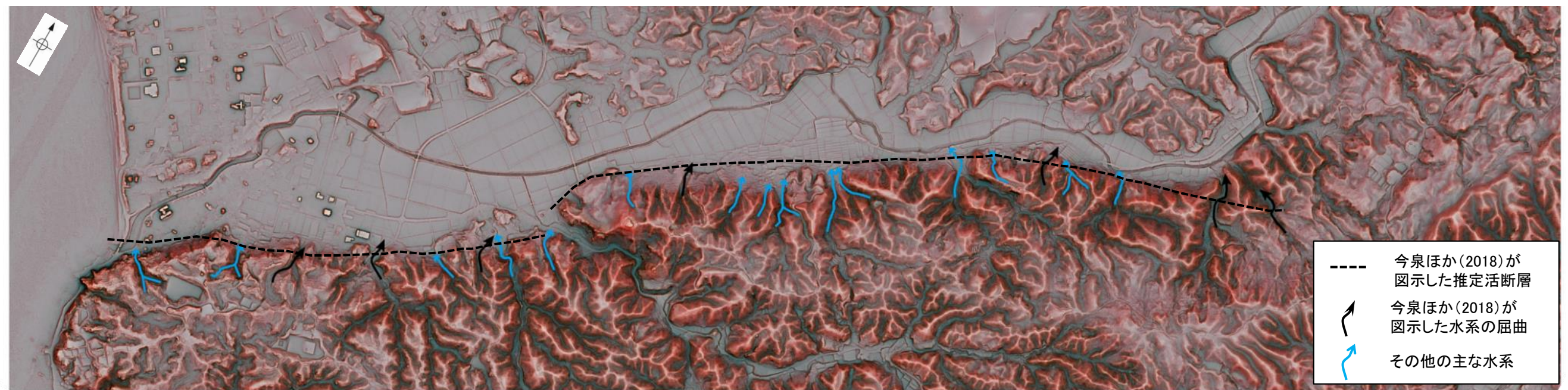
リニアメント・変動地形分布図

【富来川南岸断層周辺の地形の特徴】

- 富来川南岸断層周辺の地形について、空中写真判読及び航空レーザ計測データにより、南側の丘陵と北側の富来川の流れる低地との地形境界付近に、リニアメント・変動地形を判読し、ほとんどの区間では丘陵斜面にみられるやや開析された急崖が認められる。
- また、中央部付近では、中位段丘 I 面及び古期扇状地外縁にみられる低崖と、直線状の傾斜変換部からなる2本のリニアメント・変動地形を判読した。
- 今泉ほか(2018)が図示した水系の屈曲については、その他の主な水系の形状を踏まえると系統的でないことから、上記の地形要素に含めていない。



リニアメント・変動地形の地形要素



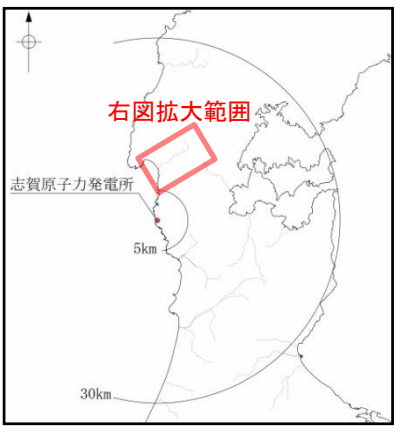
今泉ほか(2018)が図示した屈曲の位置付近の主な水系の分布

2.4.1.1 (4) 富来川南岸断層の活動性 ー位置図ー

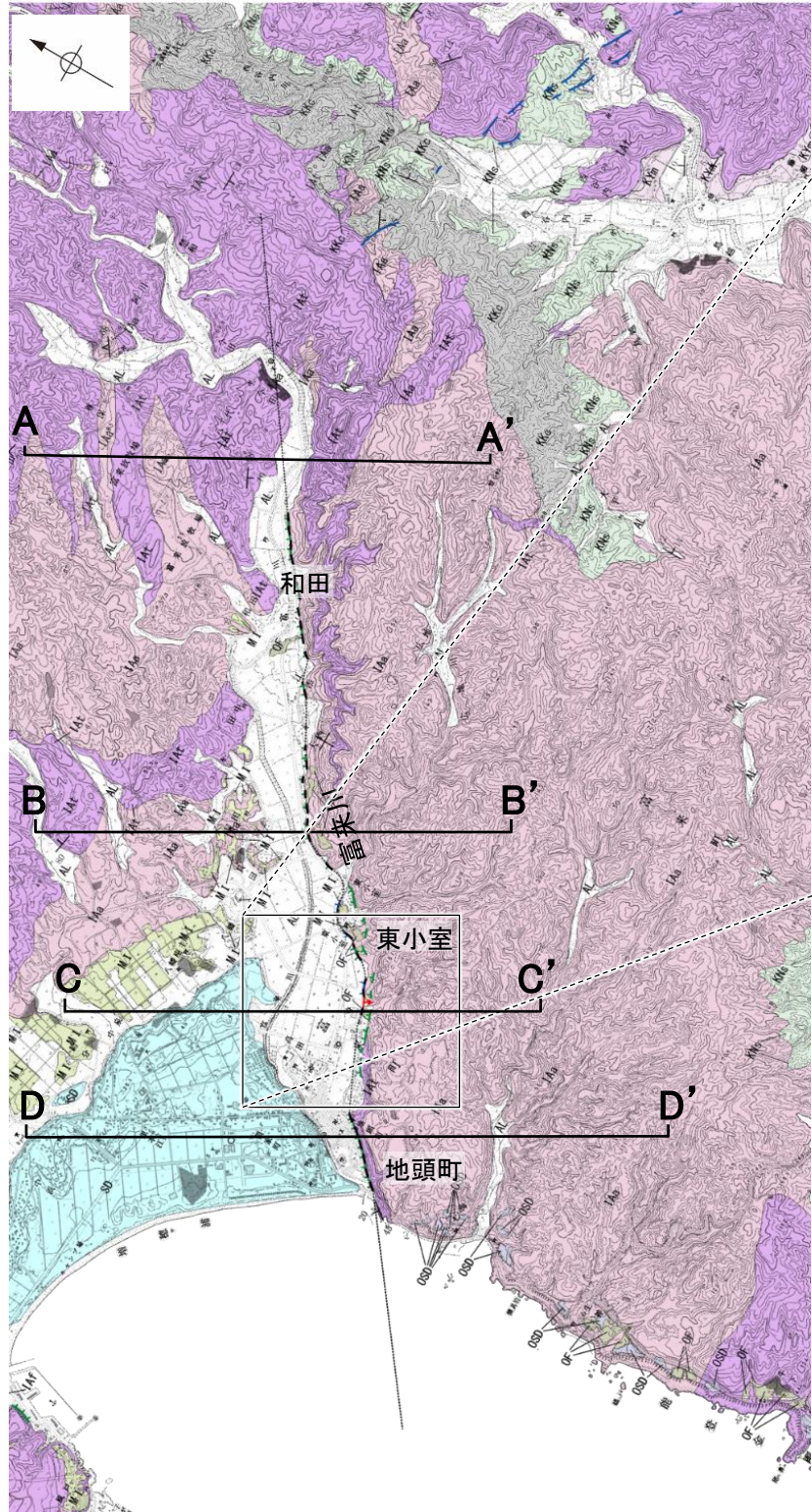
○リニアメント・変動地形周辺には、岩稲階の別所岳安山岩類の安山岩及び安山岩質火砕岩(凝灰角礫岩)が分布し、山地と平野との境界付近には上部更新統～完新統の沖積層が分布する。海岸線沿いには、上部更新統の古砂丘砂層及び完新統の砂丘砂層が分布する。

○また、東小室西方のリニアメント・変動地形周辺にて、トレンチ調査とボーリング調査を実施した。

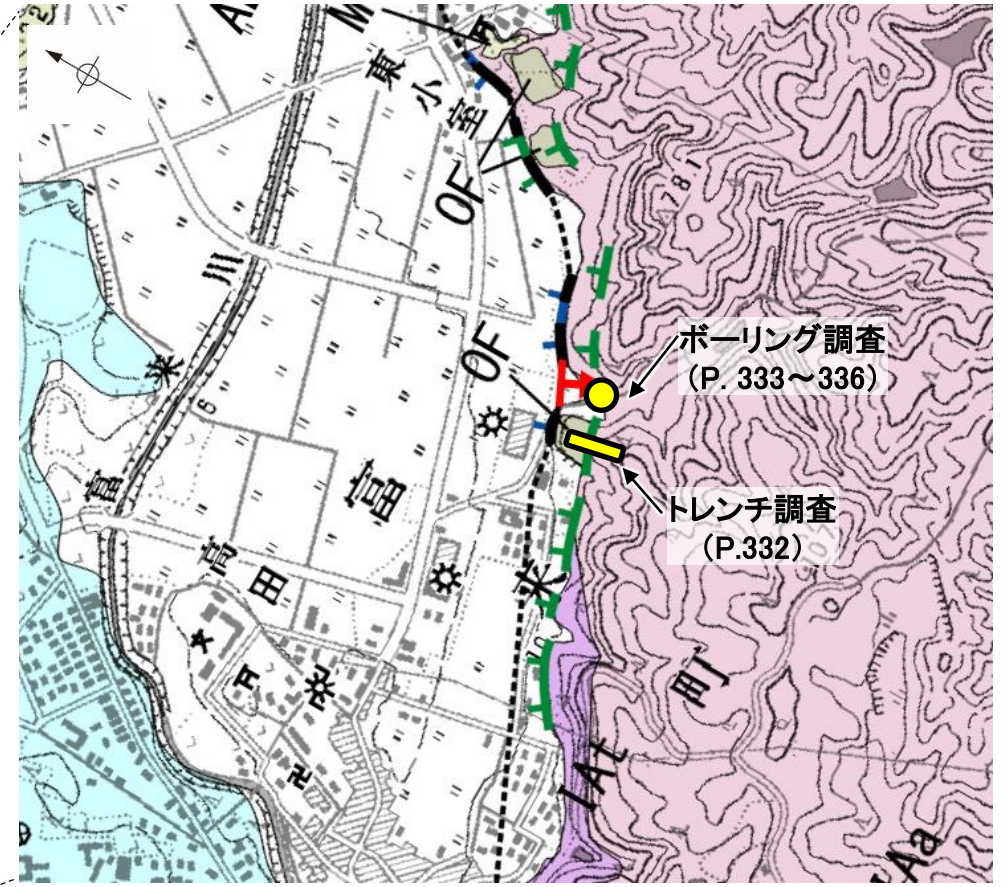
○その結果、リニアメント・変動地形にほぼ対応する位置に断層を確認したことから、下図のように断層位置を図示した。なお、リニアメント・変動地形が判読されない区間については、リニアメント・変動地形の両端を結んだ走向の延長方向に断層が通過する可能性があるものと考え、その方向に沿って推定区間として図示した。



位置図



地質図



拡大位置図



地質時代	敷地周辺の層序	地層・岩石名
第四紀	完新世	SD 砂丘砂層
		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
OSD 古砂丘砂層		
新第三紀	黒瀬谷階	KNs 草木互層
		KKc 谷出礫岩層
	岩稲階	IAa 別所岳安山岩類 安山岩
		IAt 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)		

【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。

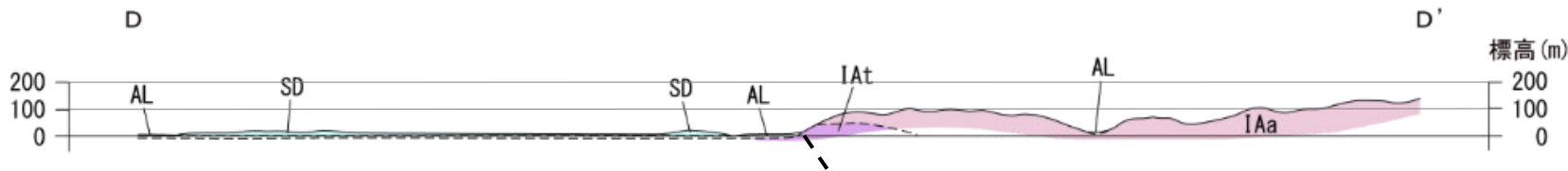
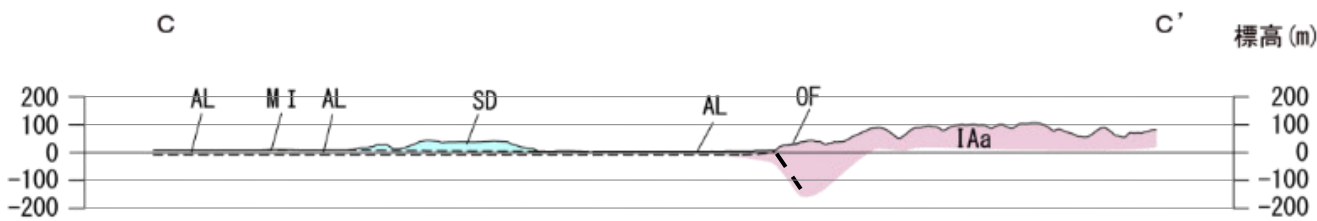
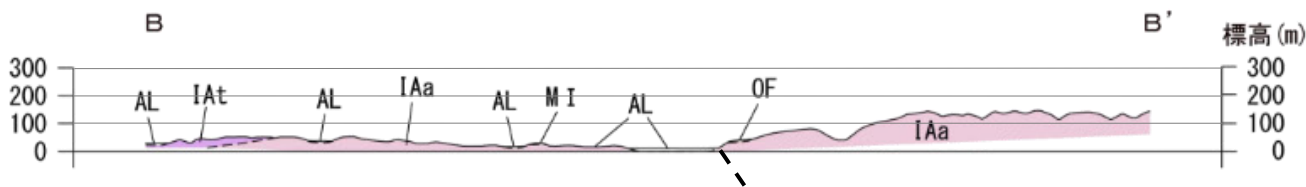
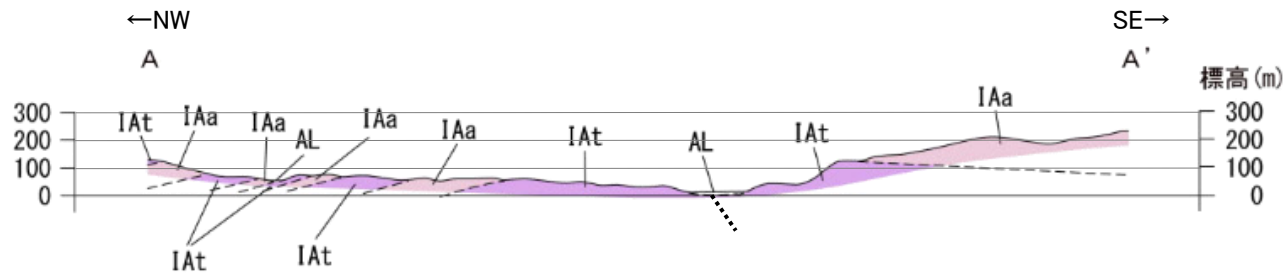
断層確認位置 (走向はリニアメント・変動地形からの推定)

断層位置 (推定区間)

・地質断面図は次頁

富来川南岸断層

【地質断面図】



--- 断層位置
 推定区間

凡例

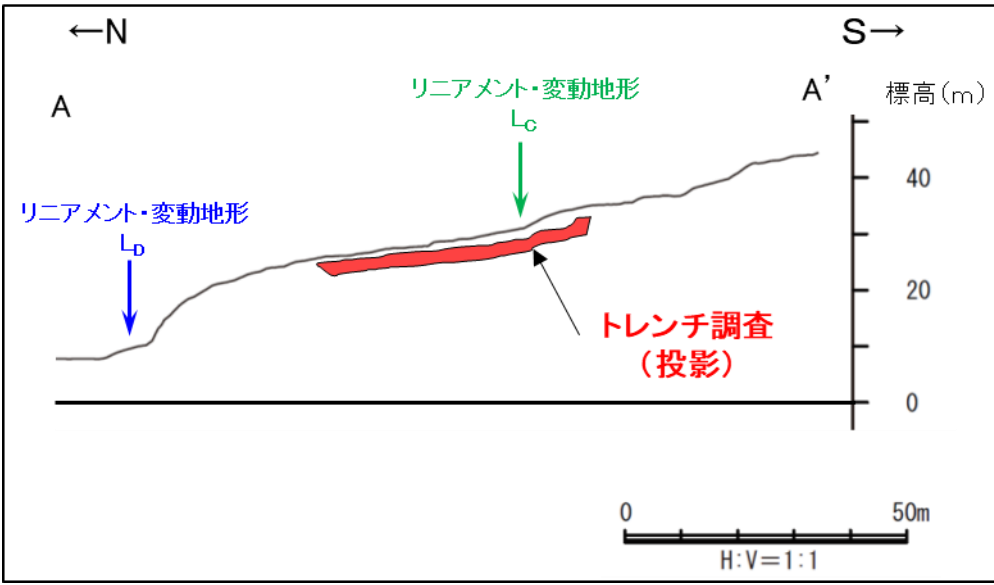
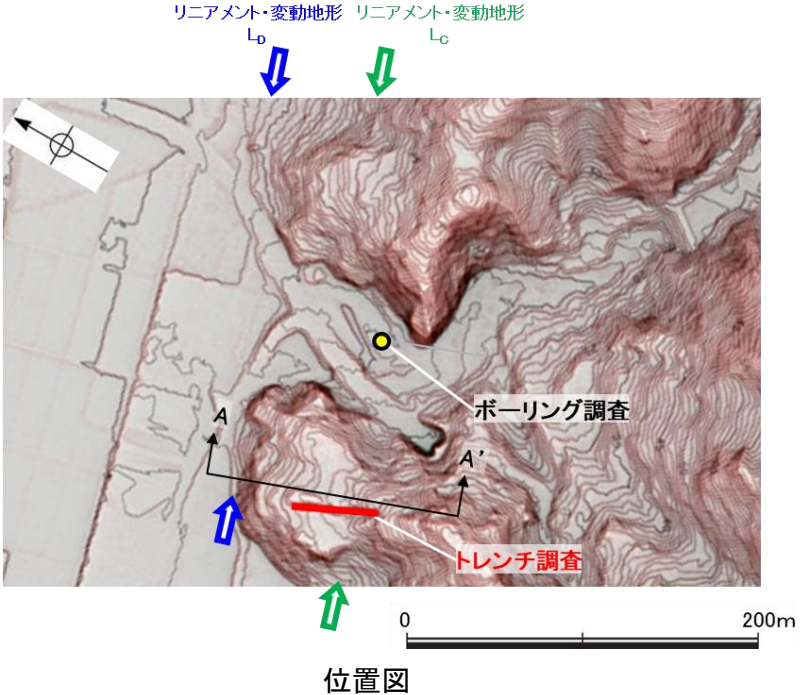
地質時代	敷地周辺の層序	地層・岩石名
第四紀 更新世	完新世	SD 砂丘砂層
		AL 沖積層
	中新世	OF 古期扇状地堆積層
		MI 中位段丘I面堆積層
第三紀 中新世	岩相階	IAa 別所岳安山岩類 安山岩
		IAAt 別所岳安山岩類 安山岩質火砕岩(凝灰角礫岩)

0 1km

・断面位置は前頁

2.4.1.1 (4) 富来川南岸断層の活動性 - 東小室西方 トレンチ調査 -

○判読したCランクのリニアメント・変動地形に対応する傾斜変換部を横断して、トレンチ調査を実施した。
○傾斜変換部を横断して分布する古期扇状地堆積層及び別所岳安山岩類には、リニアメント・変動地形として判読した傾斜変換部に対応する断層は認められない。



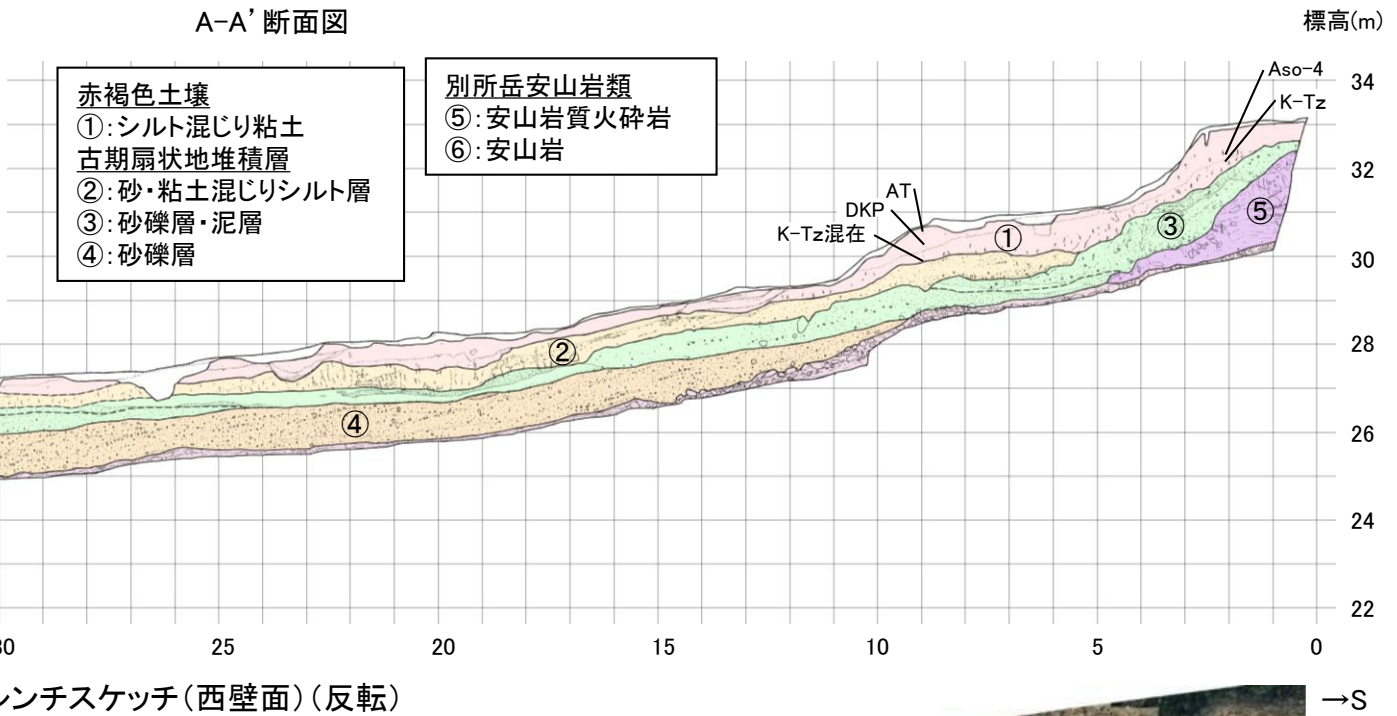
トレンチ調査の詳細データは、補足資料2.4-1(1)

テフラの年代
(町田・新井, 2011)

- AT: 2.8万~3万年前
- DKP: 5.5万年前以前
- Aso-4: 8.5万~9万年前
- K-Tz: 9.5万年前

【トレンチ調査】

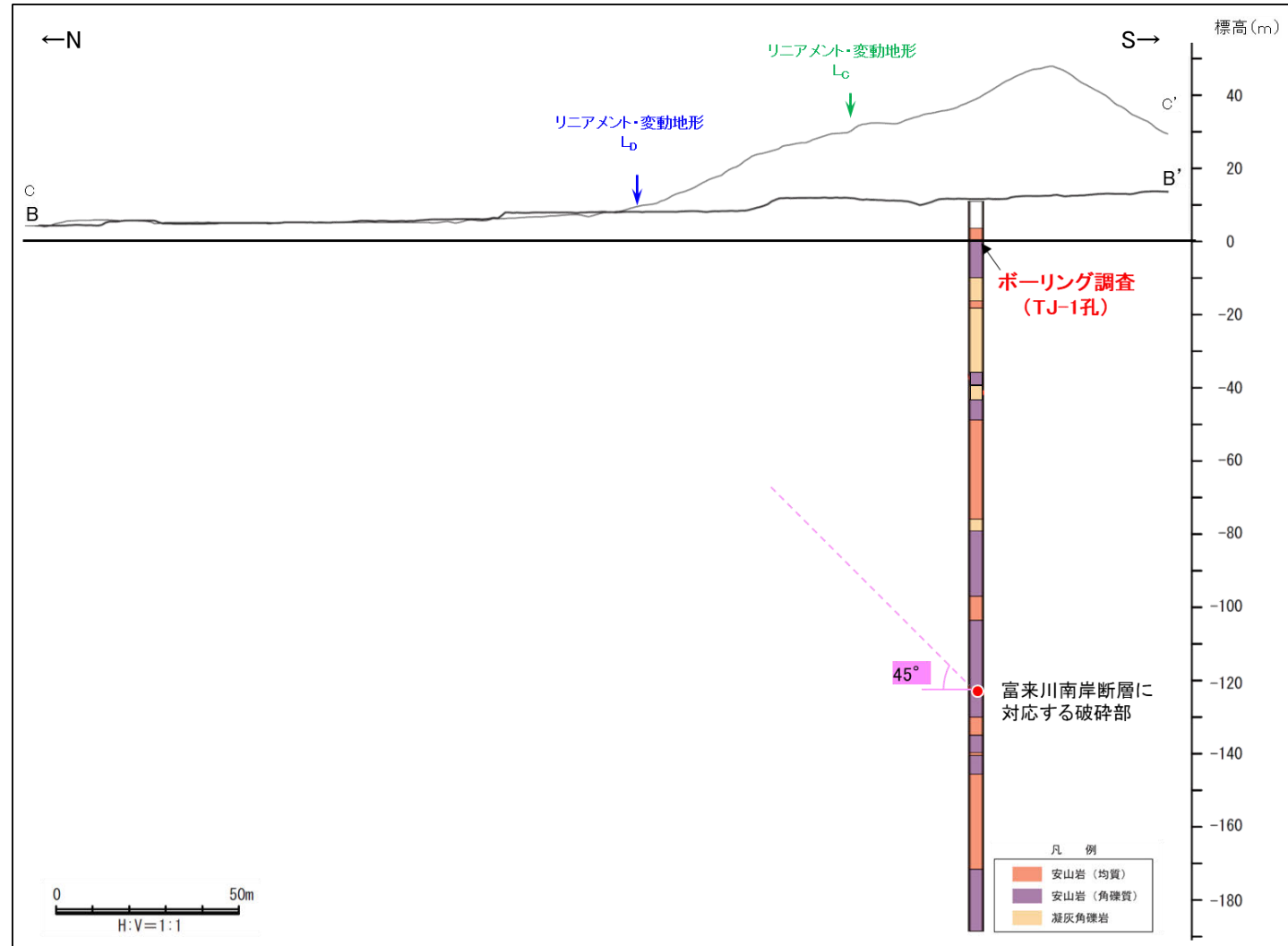
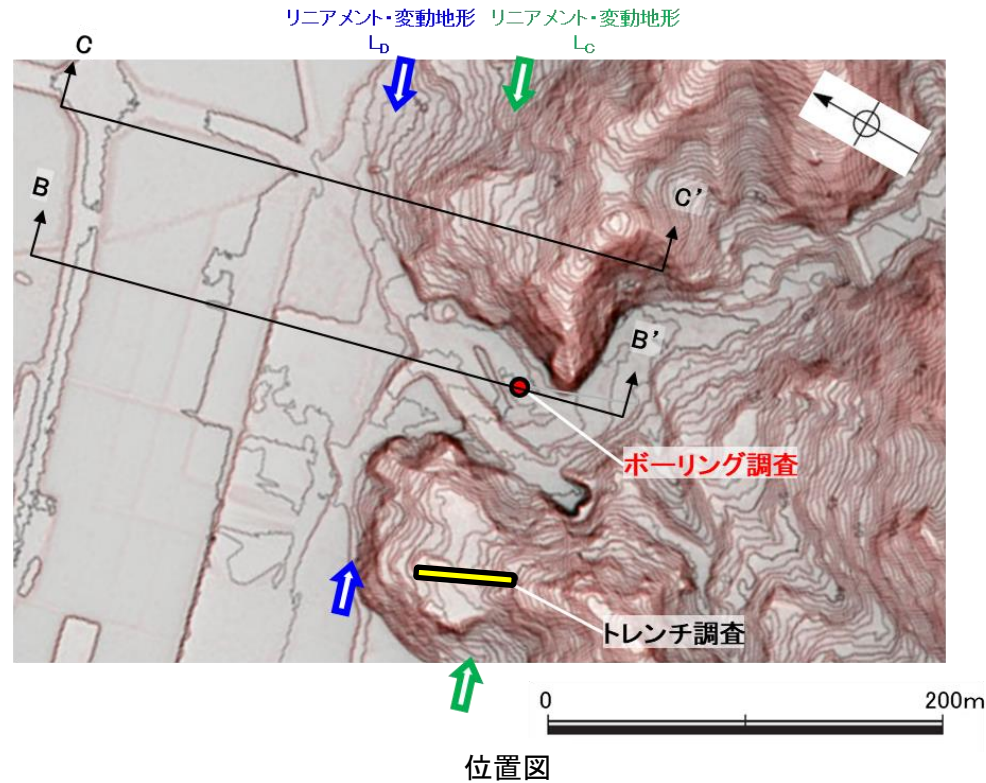
- ・古期扇状地堆積層に断層は認められない
- ・その表層部には中位段丘のものとほぼ同程度の赤褐色土壌が認められる
- ・その土壌中には鬼界葛原テフラ(K-Tz)等が認められ、少なくとも約9.5万年前以前の地層である
- ・安山岩及び安山岩質火砕岩に断層は認められない
- ・安山岩がトレンチ全体にわたって露岩している



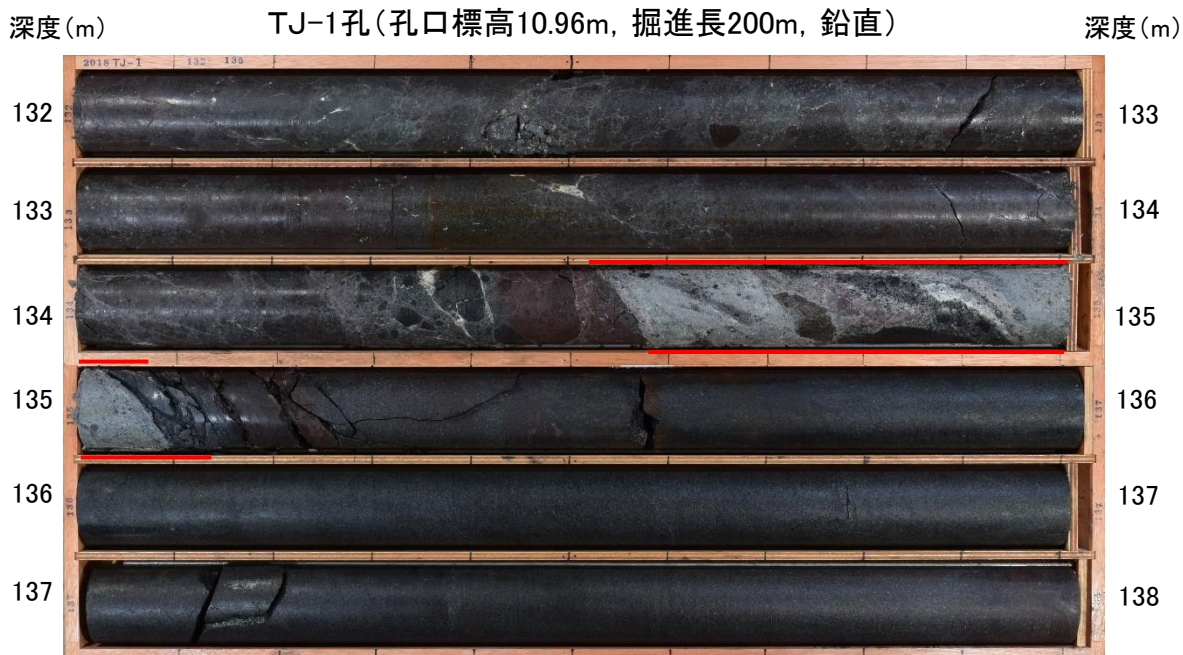
2.4.1.1 (4) 富来川南岸断層の活動性 — 東小室西方 ボーリング調査 —

○判読したDランクのリニアメント・変動地形について、ボーリング調査を実施した結果、EL-124m付近の別所岳安山岩類の安山岩中に破砕部が認められた。
 ○破砕部の傾斜角は約45°、厚さは40cmであり、薄片観察等の結果、複合面構造から逆断層センスが認められること(次頁)、Dランクのリニアメント・変動地形に対応する南側隆起の逆断層であると考えられる※1ことから、この破砕部が富来川南岸断層に対応すると判断した。
 ○上記の結果と、隣接するトレンチ調査地点でCランクのリニアメント・変動地形に対応する断層が認められないこと(前頁)を踏まえ、本区間において富来川南岸断層はDランクのリニアメント・変動地形付近を通過すると評価した。

※1: ボーリングコアで確認した破砕部の傾斜角を考慮すると、この断層は地表のDランクのリニアメント・変動地形に対応すると考えられる。



B-B' 断面図 (C-C' 断面図は投影)



コア写真(深度132~138m) 破砕部

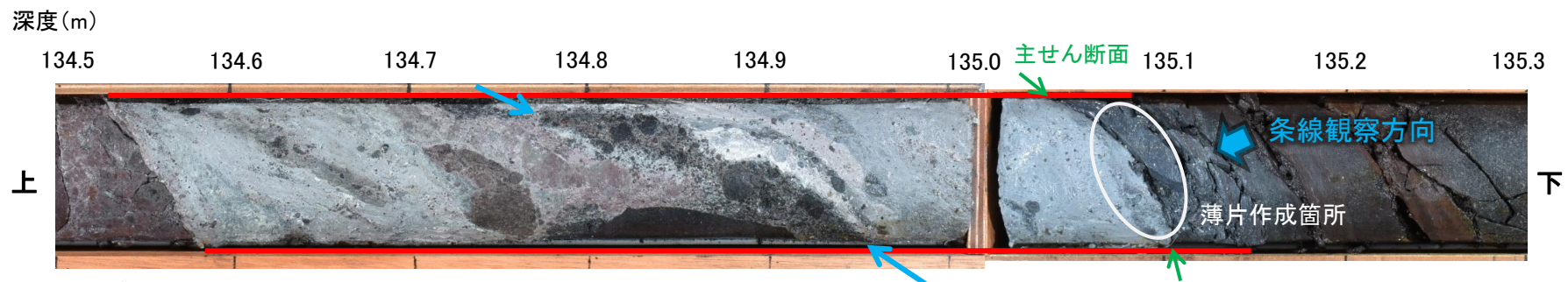
・傾斜角約45° ※2、厚さ40cmの破砕部。灰～緑灰色の礫混じり粘土を挟在する。下部は暗緑灰色で一部は半固結である。
 ・破砕部を境界に、浅部に比べて深部の岩盤状況が良好となる。

※2: 孔壁崩壊のため、BHTVIによる走向傾斜データは取得できず、コア観察による傾斜角を記載。

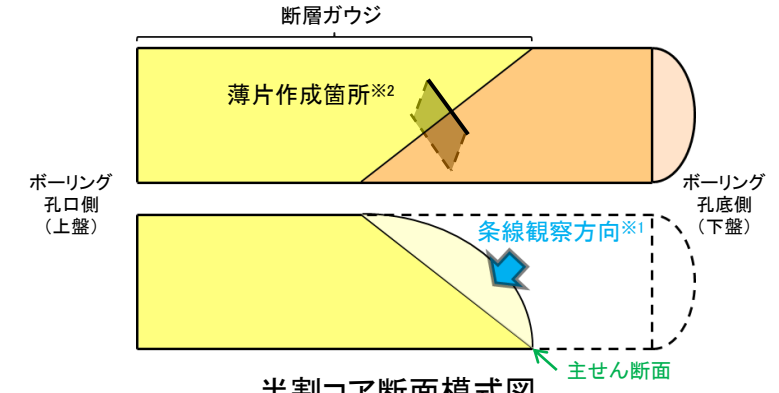
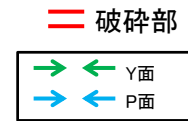
富来川南岸断層

【運動方向】

○TJ-1孔で確認した断層のコア観察の結果, 複合面構造から逆断層センスを推定した。
○断層の主せん断面において, 105° 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。

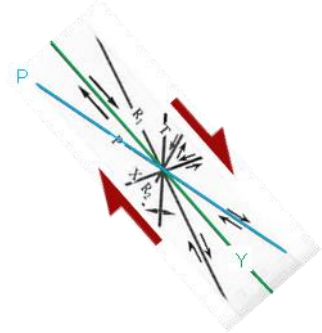


コア写真(TJ-1孔, 断層付近拡大)



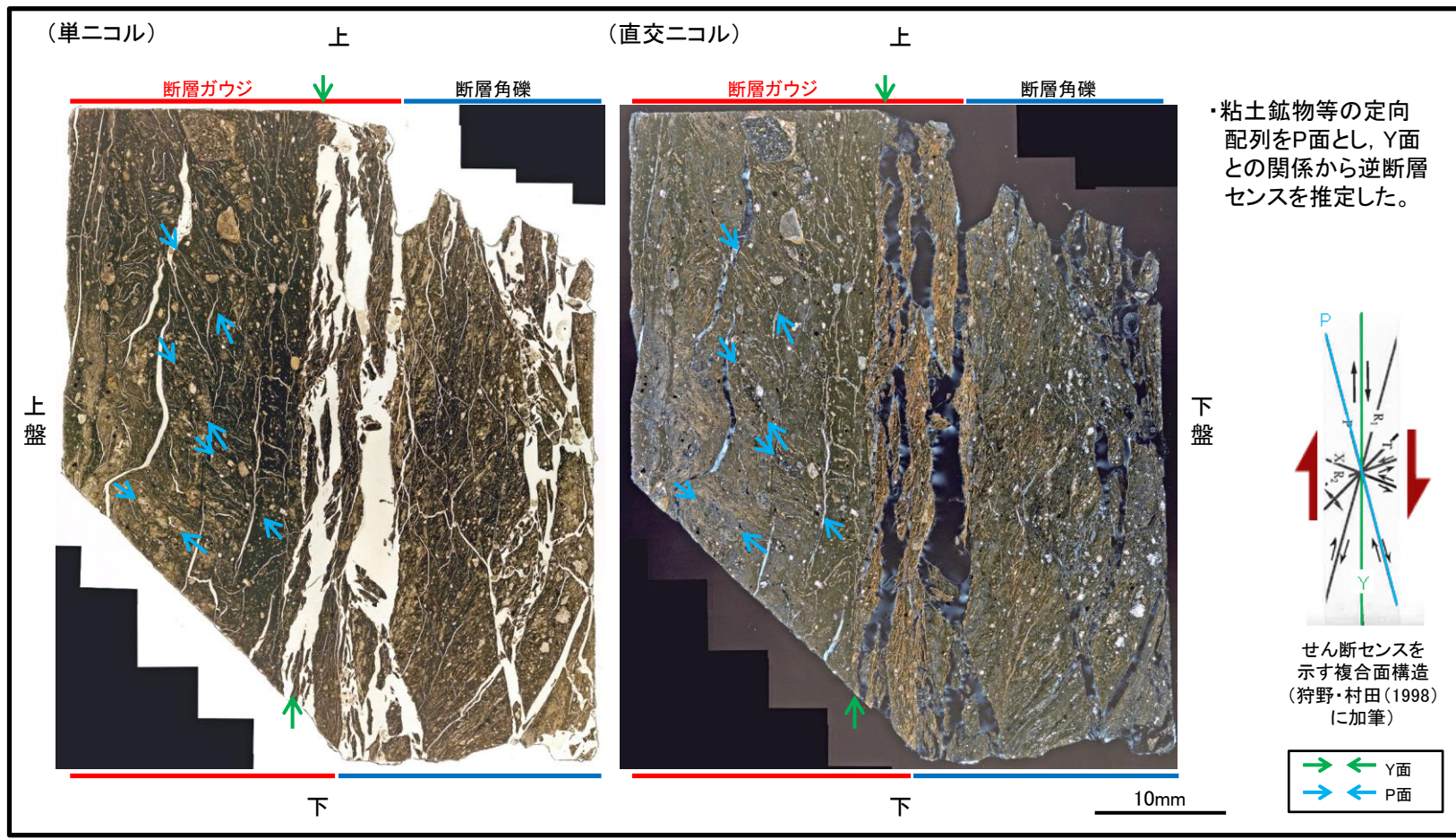
半割コア断面模式図
上: 薄片作成側
下: 条線観察側

※1: 主せん断面を下盤側から上盤側方向に観察
※2: 反対側の半割コアで確認した条線方向で薄片を作成

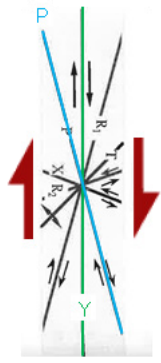


・岩片の定向配列をP面とし, 主せん断面との関係から逆断層センスを推定した。

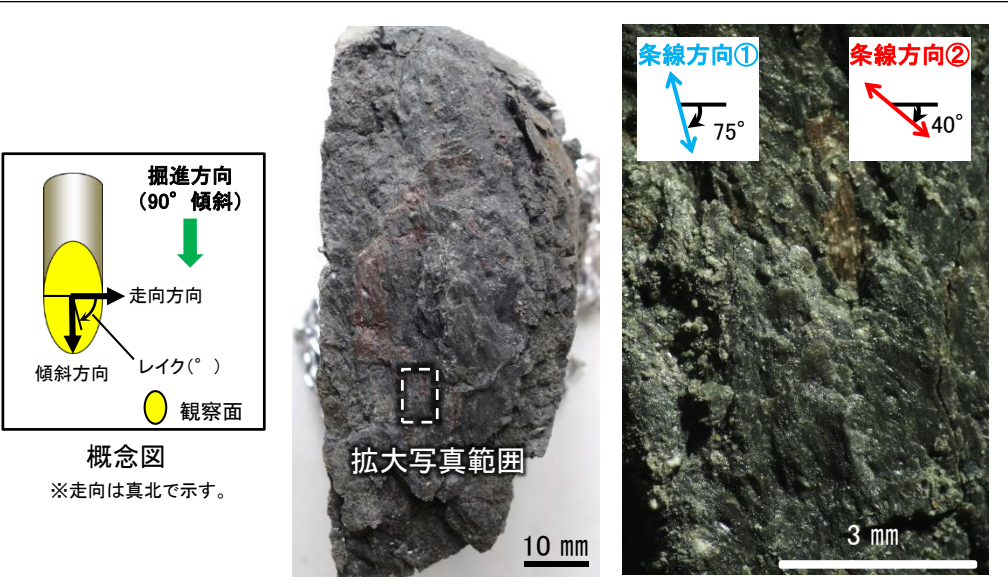
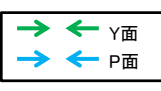
せん断センスを示す複合面構造 (狩野・村田(1998)に加筆)



・粘土鉱物等の定向配列をP面とし, Y面との関係から逆断層センスを推定した。



せん断センスを示す複合面構造 (狩野・村田(1998)に加筆)



観察面写真(上盤側)

拡大写真

・主せん断面における上盤側の観察面で75° R(下盤側換算105° R)が明瞭に認められ, また, 40° R(下盤側換算140° R)の条線も認められる。

条線観察結果

薄片写真(TJ-1_105R)

(参考) TJ-1孔 深度135.1~139.1mに認められる暗灰色の岩種について

- 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、薄片観察を実施した。
- 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(右下図表)。
- 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(次頁)。
- 以上のことから、TJ-1孔 深度135.1~139.1mの暗灰色の岩種は安山岩であると判断した。

【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

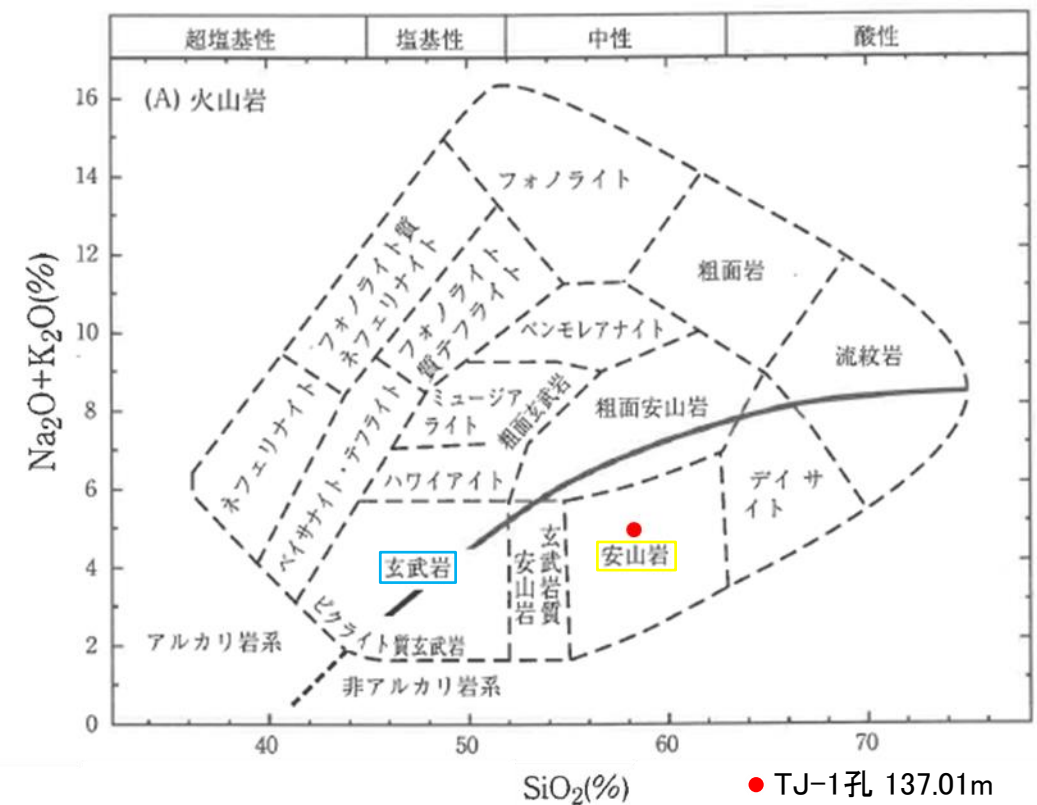
深度(m) TJ-1孔(孔口標高10.96m, 掘進長200m, 鉛直) 深度(m)



コア写真(深度132~140m)

== 破砕部

分析試料採取位置
薄片(次頁)作成位置



・XRF分析の結果、TJ-1孔 137.01mの暗灰色の試料は、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。

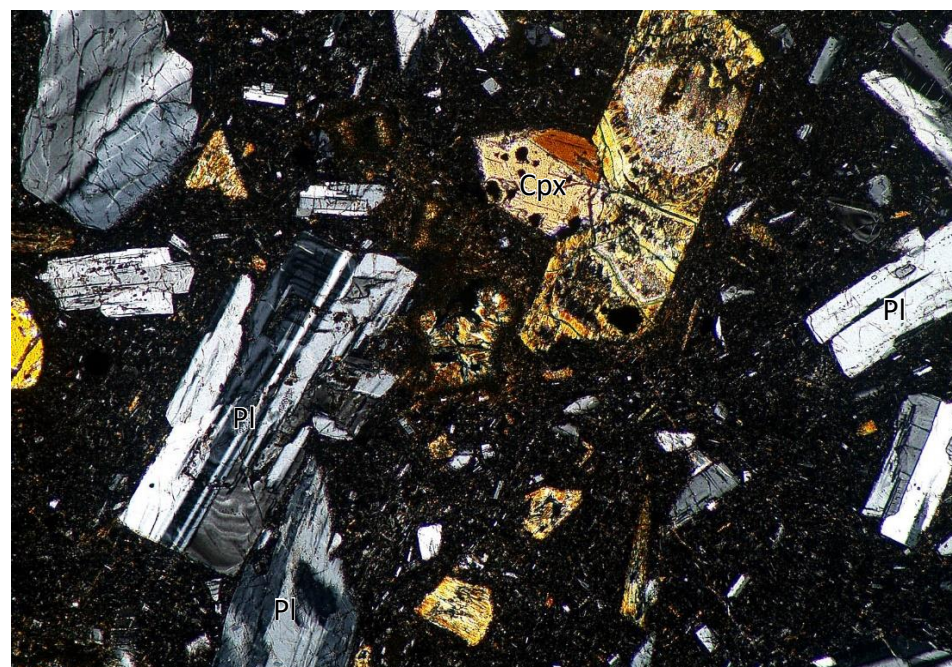
$\text{SiO}_2 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ による火成岩の分類
周藤・小山内(2002)を編集

【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)

構成物の量比(目視観察による判断)

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	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	量	
粘土鉱物	Cly	△
炭酸塩鉱物	Cb	±
その他		
略号	量	
アミグダル	Amg	△
クラック	Cra	±

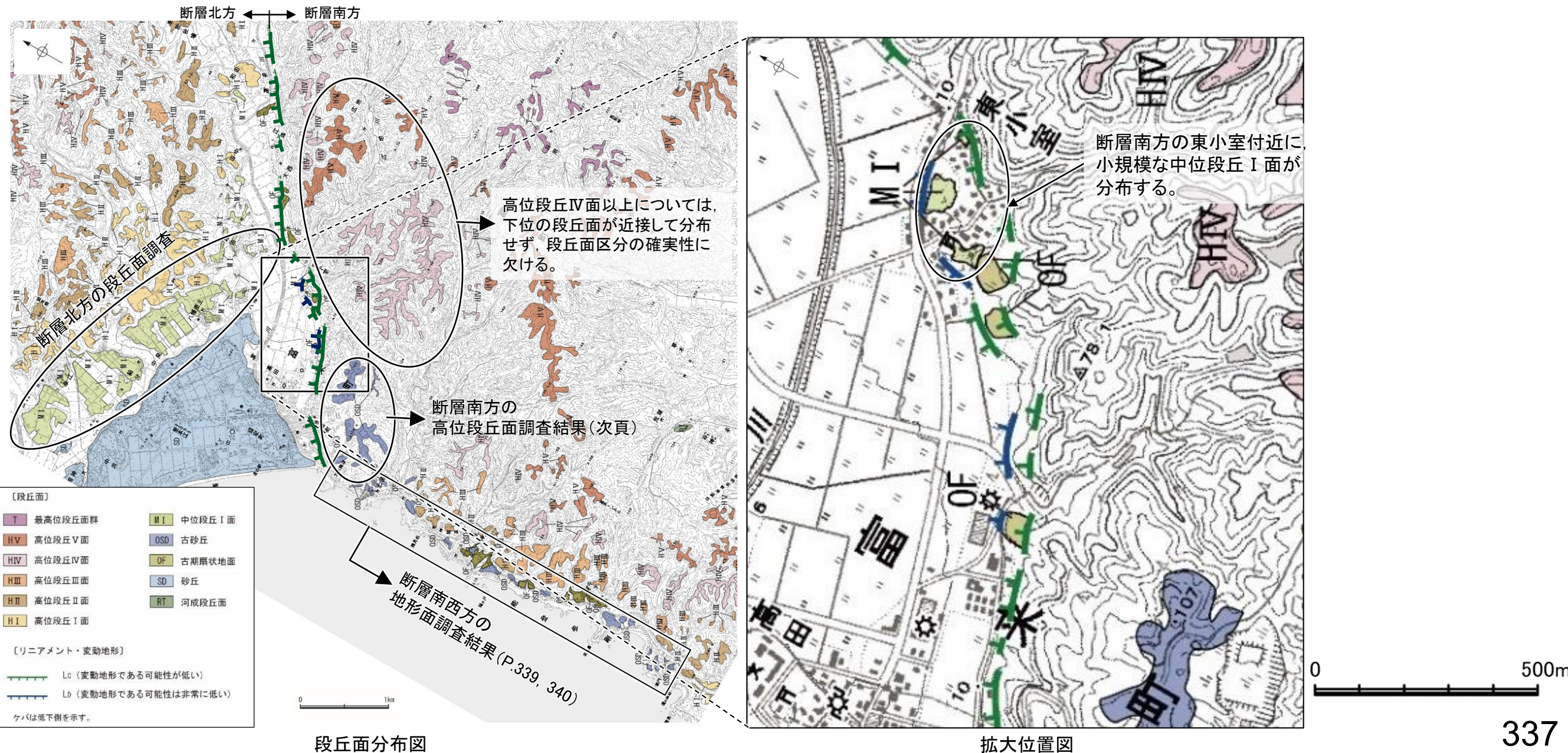
◎多量(>50%) ○中量(20~50%) △少量(5~20%) +微量(<5%) ±きわめて微量(<1%)

- ・斑状組織を示し、斜長石、輝石類を含む。斜長石は厚板状～細柱状を呈し、斑晶では集片双晶や累帯組織が発達する。斜方輝石は柱状を呈し、多くは粘土鉱物化して仮晶となっている。単斜輝石は柱状～不定形柱状を呈する。
- ・斑状組織を示すこと、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。

2.4.1.1 (4) 富来川南岸断層の活動性 一段丘面調査

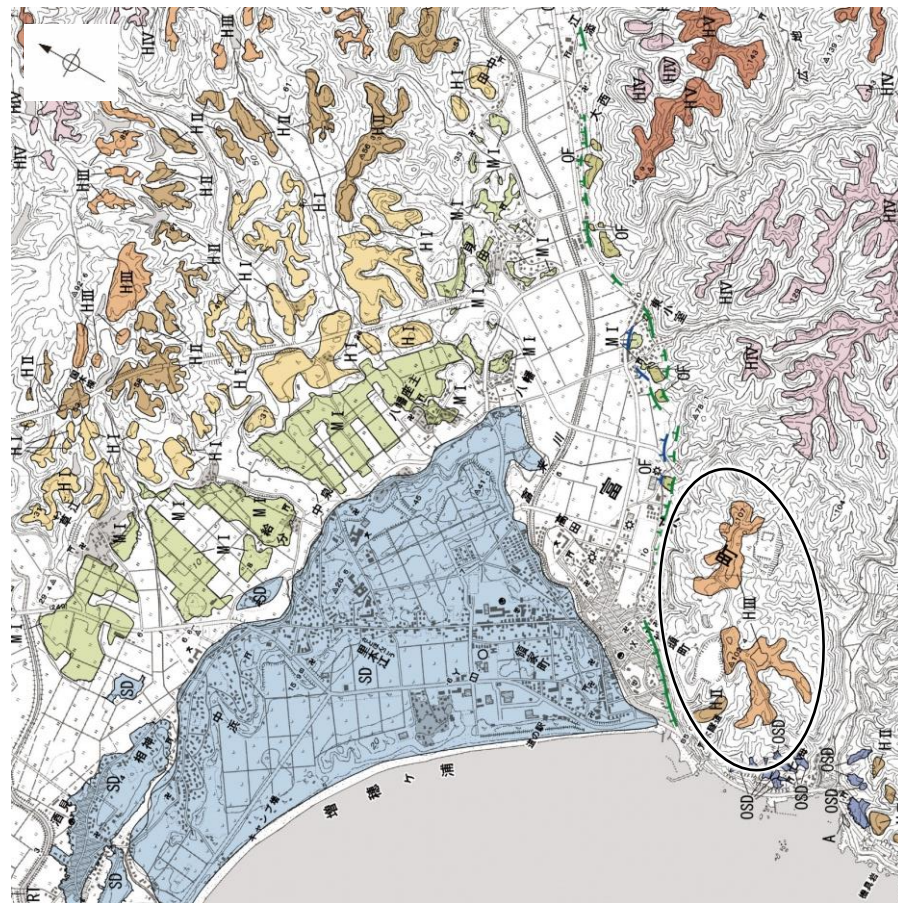
- 太田・平川(1979), 渡辺ほか(2015)等によれば, 断層の南方に分布する中位段丘面, 高位段丘面が, 北方に比べ隆起しているとされている。
- 中位段丘 I 面については, 地形調査の結果, 断層の北方では広く分布する一方, 断層の南方では, 東小室付近に小規模に分布する(右下図)。また, 地質調査の結果, 海成堆積物とそれを覆うSK(10.5万年前:町田・新井, 2011)の降灰層準が認められた^{※1}。
- 高位段丘面についても, 地形調査の結果, 断層の北方には広く分布するものの, 断層の南方には高位段丘 I 面は分布していない。また, 断層の南方の高位段丘 II, III面としていた地形面は, 地質調査の結果, 表層に厚い風成砂層が分布することを確認し(小林ほか, 2018), これらの地形面は古砂丘であると判断した。なお, 断層南方の高位段丘IV面以上の段丘面は, 下位の段丘面が近接して分布せず, 段丘面区分の確実性に欠けるため, 断層北方の段丘面との分布高度の比較による評価には用いない(次頁)^{※2}。
- さらに, 断層南西方(七海～巖門)には, 小規模な古砂丘や古期扇状地面が分布しており, 文献が示すような中位段丘 I 面は認められない(P.339, 340)。
- 以上より, 断層北方には段丘面が広く分布しているが, 断層南方及び南西方には断層の活動性評価として断層北方の段丘面分布高度と比較することができる明確な段丘面が認められなかったことから, 富来川南岸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。

※1:断層の北方・南方の中位段丘 I 面に関する調査結果の詳細データは, [補足資料2.4-1\(2\)](#)
 ※2:断層の北方・南方の高位段丘面に関する調査結果の詳細データは, [補足資料2.4-1\(4\)\(5\)](#)



【富来川南岸断層南方の高位段丘面調査結果(地形面区分の見直し)】

- ・太田・平川(1979)の高位段丘面のうち、断層南方に分布する標高約100m以下の地形面について、当社では設置変更許可申請(2014年8月)において高位段丘Ⅱ面、Ⅲ面と区分しており、これらの形成年代と旧汀線高度の検討を行った。
- ・これらの地形面は丘陵頂部に分布するものの開析を受け分布範囲が狭く、段丘面区分の確実性に欠ける。また、これらの地形面において、ボーリング、露頭調査等の詳細な調査を行った結果、表層に厚さ5~30mの風成砂層が分布することを確認した(小林ほか, 2018)。
- ・以上を踏まえ、これらの地形面を古砂丘と判断した。また、調査結果に基づき、右下図のように地形面区分を見直した。



段丘面分布図(見直し前)

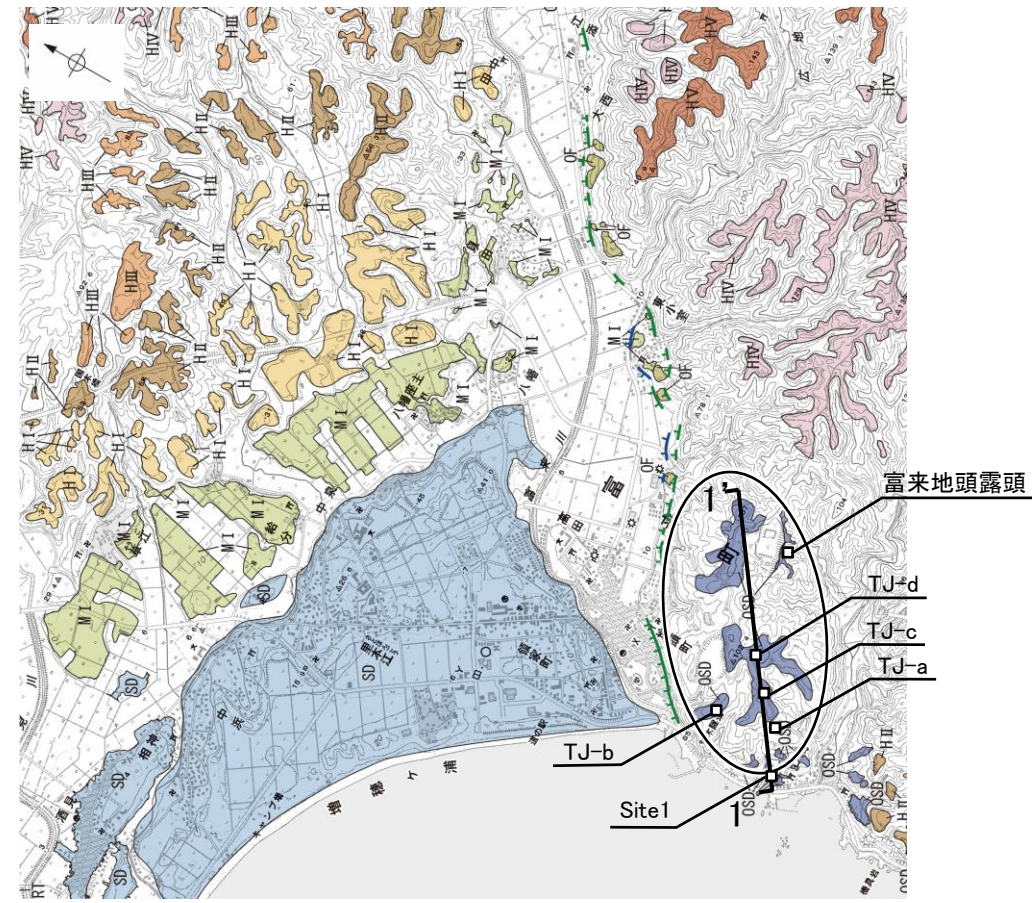
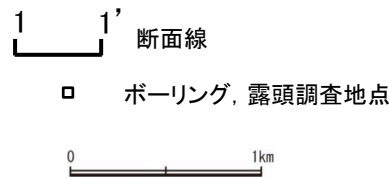
地形面区分
を見直し



【段丘面】	
T	最高位段丘面群
HV	高位段丘V面
HIV	高位段丘IV面
HIII	高位段丘III面
HII	高位段丘II面
HI	高位段丘I面
MI	中位段丘I面
OSD	古砂丘
OF	古期扇状地
SD	砂丘
RT	河成段丘面

【リニアメント・変動地形】	
	Lc (変動地形である可能性が低い)
	Lb (変動地形である可能性は非常に低い)

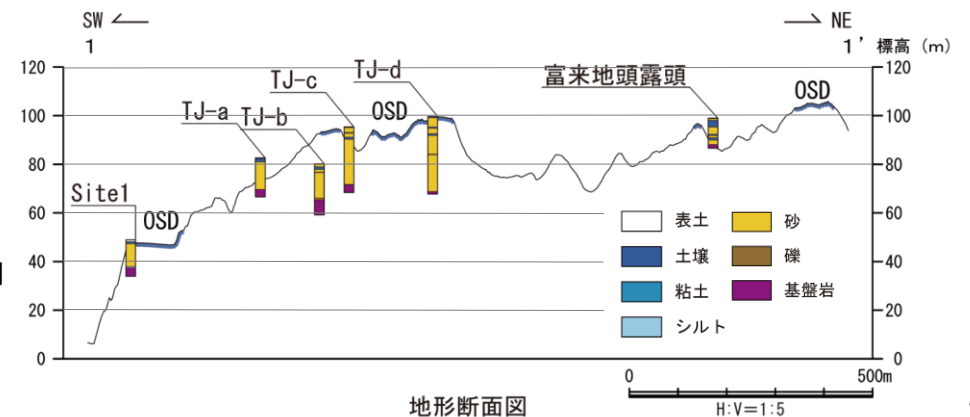
ケバは低下側を示す。



段丘面分布図(見直し後)

ボーリング、露頭調査結果については、[補足資料2.4-1\(4\), \(5\)](#)

地形面下の基盤岩について、周辺の段丘面との関係は不明である。

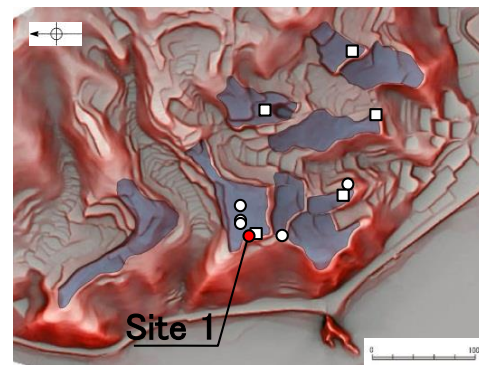


地形断面図

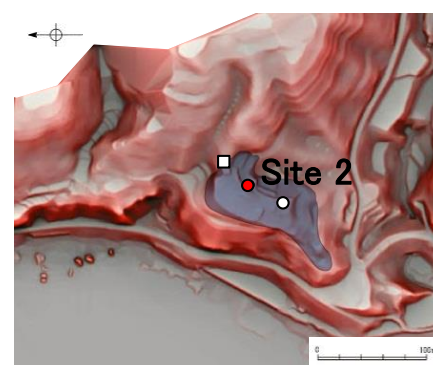
【富来川南岸断層南西方の地形面調査結果】

- 服部ほか(2014)は、富来川南岸断層南西方の七海～巖門の地形面における地表踏査及びボーリング調査を行い、古砂丘は大半が無層理で淘汰のよい一様な砂層からなり、まれに不明瞭な層理を伴う堆積構造が認められ、現砂丘に特徴的な堆積相(増田ほか, 2001; 長谷川, 2005)を示す風成砂層(古砂丘砂層)であることを確認している。また、古期扇状地の構成層はシルト分を含む淘汰の悪い亜円～亜角礫層やシルト質砂層からなり、露頭において陸から海への一方向の古流向を示す堆積構造が認められることから、河川堆積物であることを確認している。
- さらに、上記の服部ほか(2014)の知見に加え、古砂丘を構成する砂層中にMIS5e以降の年代を示すSK, K-Tzの降灰層準が含まれることは、本砂層が、MIS5eの中位段丘 I 面を構成する海成堆積物とは異なり、陸成堆積物であることを支持する。

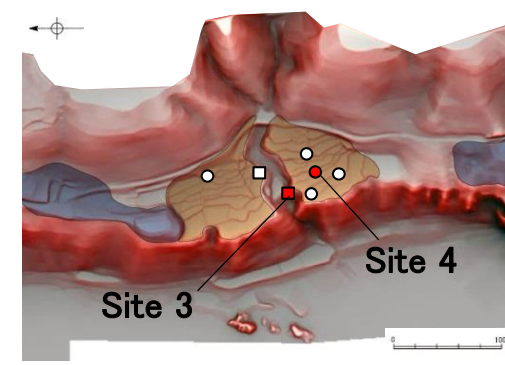
ひつみ うるかみ (七海～生神地点)



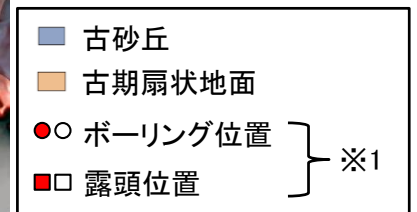
＜地形面の形状＞
・起伏のある尾根状, 小丘状



＜地形面の形状＞
・起伏のある尾根状

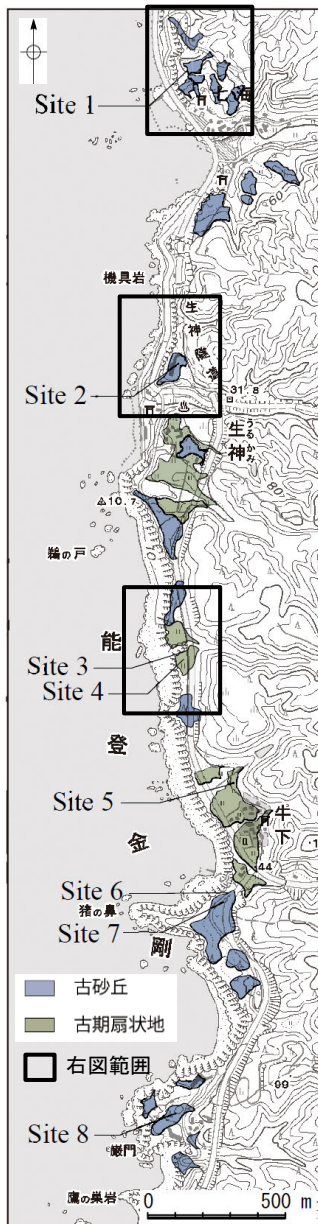


＜地形面の形状＞
・谷口を頂部として扇形に広がる



※1 詳細な地質調査結果については、[補足資料2.4-1\(3\)](#)

地形面区分図(服部ほか(2014)を編集)(基図は1961年撮影の1万5千分の1空中写真を使用して作成)



地形面区分図
(服部ほか(2014)を一部修正)

Site 1 (孔口標高49m)

＜主な構成層＞
・淘汰の良い細～中粒砂層
・層理は不明瞭
・層厚は約10m

＜火山灰分析＞
・砂層からSKとK-Tzを検出

Site 2 (孔口標高47m)

＜主な構成層＞
・淘汰の良い細～中粒砂層
・層理は不明瞭
・層厚は約9m

＜火山灰分析＞
・砂層からSKとK-Tzを検出

Site 3 (露頭最上部の標高45m)

＜主な構成層＞
・淘汰の悪い亜円～亜角礫層
・基質はシルト～極細粒砂
・層厚は約5m
・古流向は西北西(陸→海)方向

＜火山灰分析＞
・検出なし

Site 4 (孔口標高46m)

＜主な構成層＞
・淘汰の悪い亜円～亜角礫層
・基質はシルト～極細粒砂
・層厚は約7m

＜火山灰分析＞
・検出なし



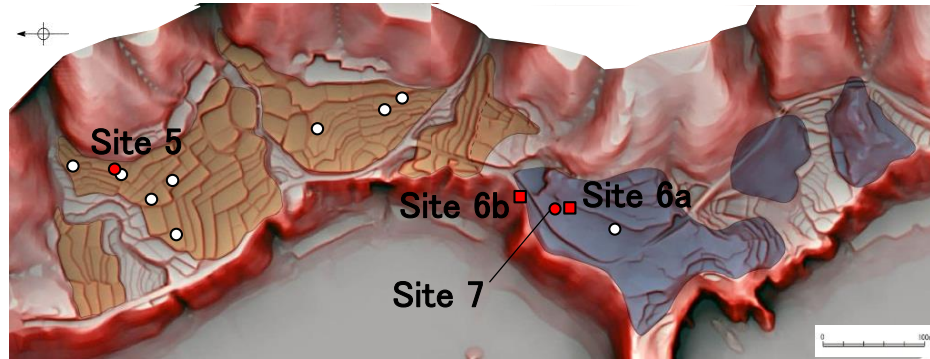
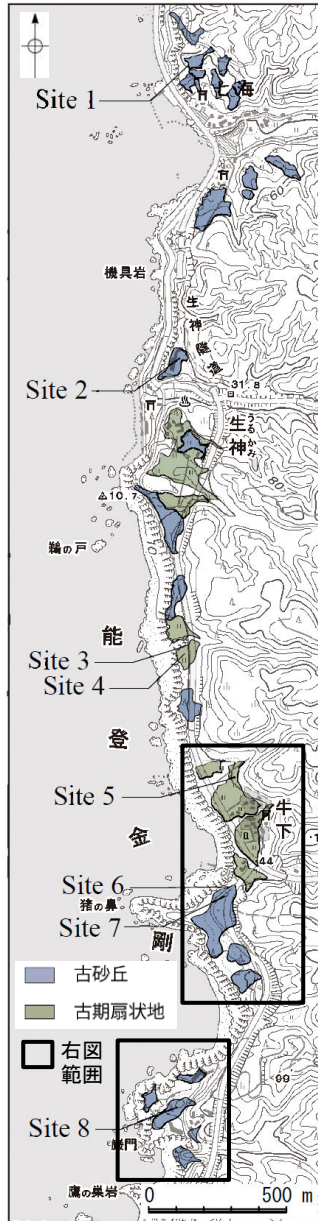
テフラの年代(町田・新井, 2011)
AT: 2.8万～3万年前
K-Tz: 9.5万年前
SK: 10.5万年前

・火山灰分析結果については、[補足資料2.4-1\(3\)](#)

柱状図(服部ほか(2014)を編集)

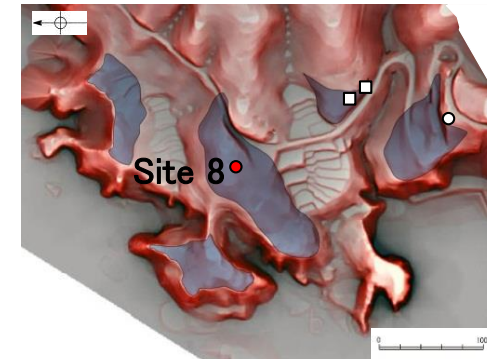
富来川南岸断層(南西方)

うしろし がんもん
(牛下～巖門地点)

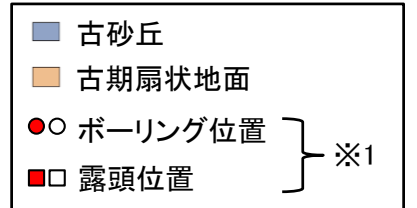


＜地形面の形状＞
・谷口を頂部として扇形に広がり、
それが複合する

＜地形面の形状＞
・起伏のある尾根状

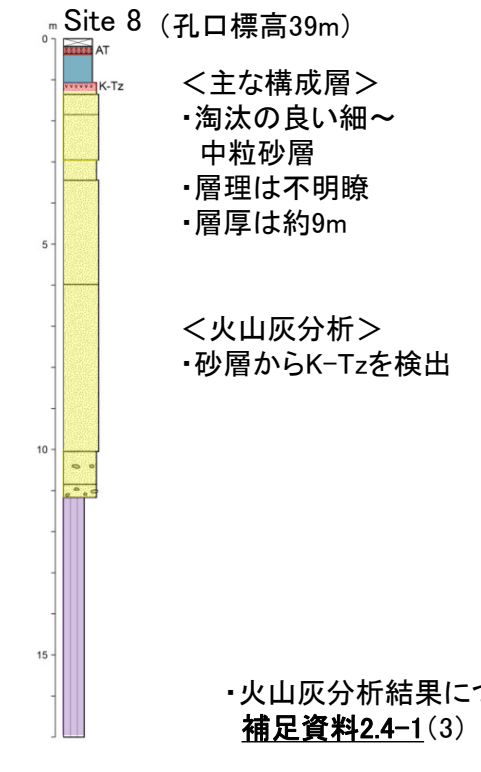
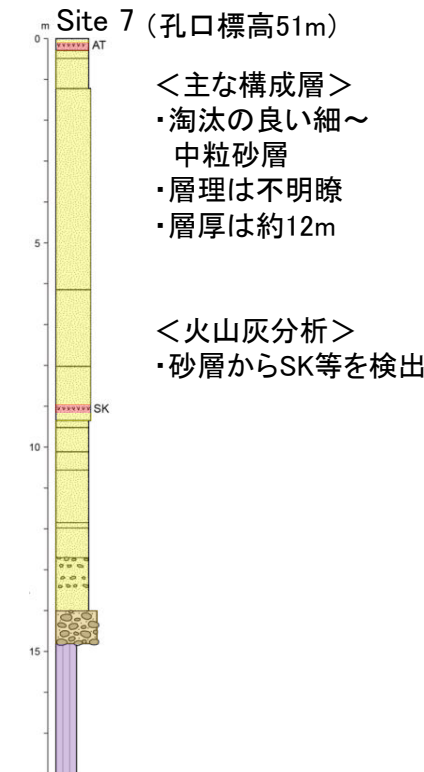
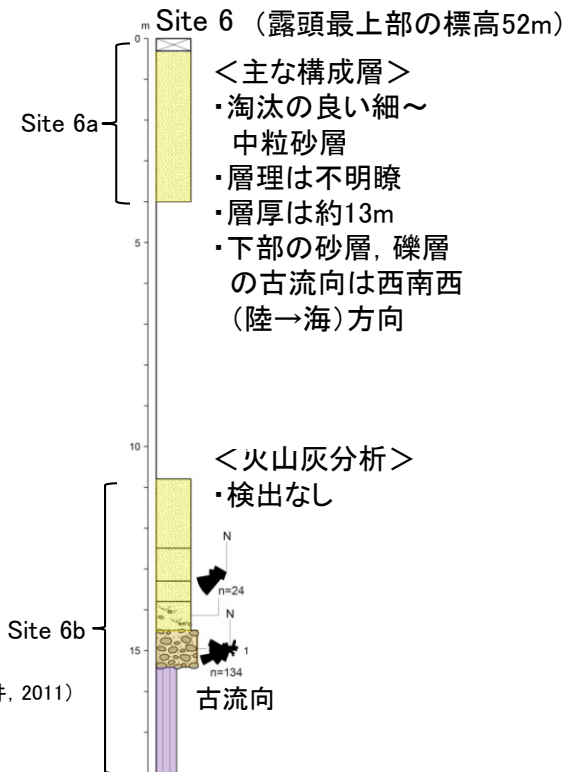
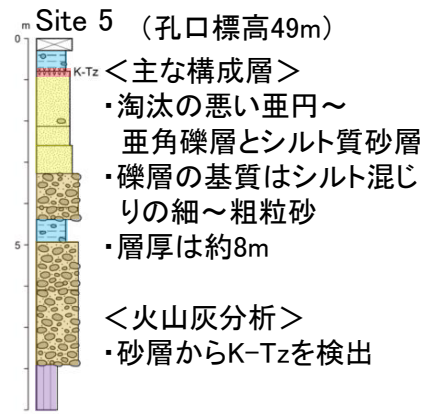


＜地形面の形状＞
・起伏のある尾根状, 小丘状

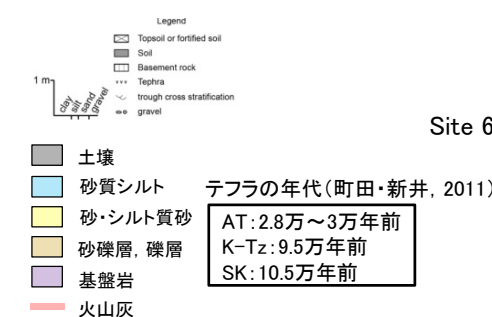


※1 詳細な地質調査結果については、
補足資料2.4-1(3)

地形面区分図(服部ほか(2014)を編集)
(基図は1961年撮影の1万5千分の1空中写真を使用して作成)



・火山灰分析結果については、
補足資料2.4-1(3)

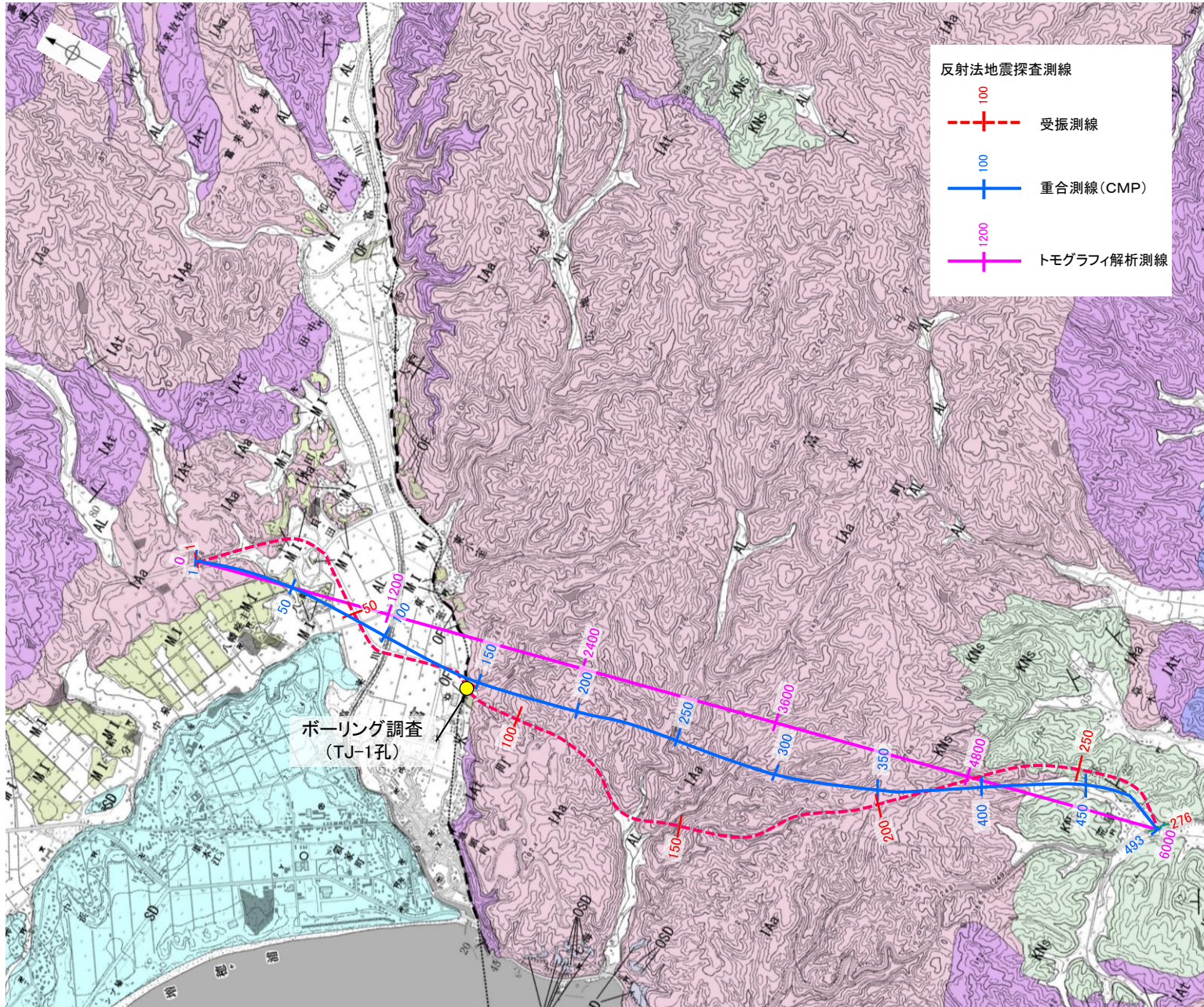


柱状図(服部ほか(2014)を編集)

地形面区分図
(服部ほか(2014)を一部修正)

2.4.1.1 (5) 富来川南岸断層の反射法地震探査 — 測線位置図 —

○富来川南岸断層の地下構造を確認するため、リニアメント・変動地形にほぼ直交して、反射法地震探査を実施した。



反射法地震探査測線位置図

反射法地震探査 仕様

測線長	6.9km
振源	大型バイブロサイス2台 (スイープ数:10回, スイープ周波数:10~70Hz, スイープ長:16s)
発振点間隔	50m
受振器	上下動速度計(SM-24, 固有周波数:10Hz, 3個組)
受振点間隔	25m
記録系	独立型記録システム(RT2)
サンプリング間隔	2ms
記録長	4s
解析CMP間隔	12.5m

・垂直分解能は、反射波の卓越周波数に基づき、深度500m付近で53m程度

地質時代	断層周辺の層序	地層・岩石名	
第四紀 更新世	完新世	SD 砂丘砂層 AL 沖積層	
	中更新世	OF 古期扇状地堆積層 MI 中位段丘I面堆積層 OSD 古砂丘砂層	
		黒瀬谷階	KNs 草木互層 KKc 谷出礫岩層
			岩穂階

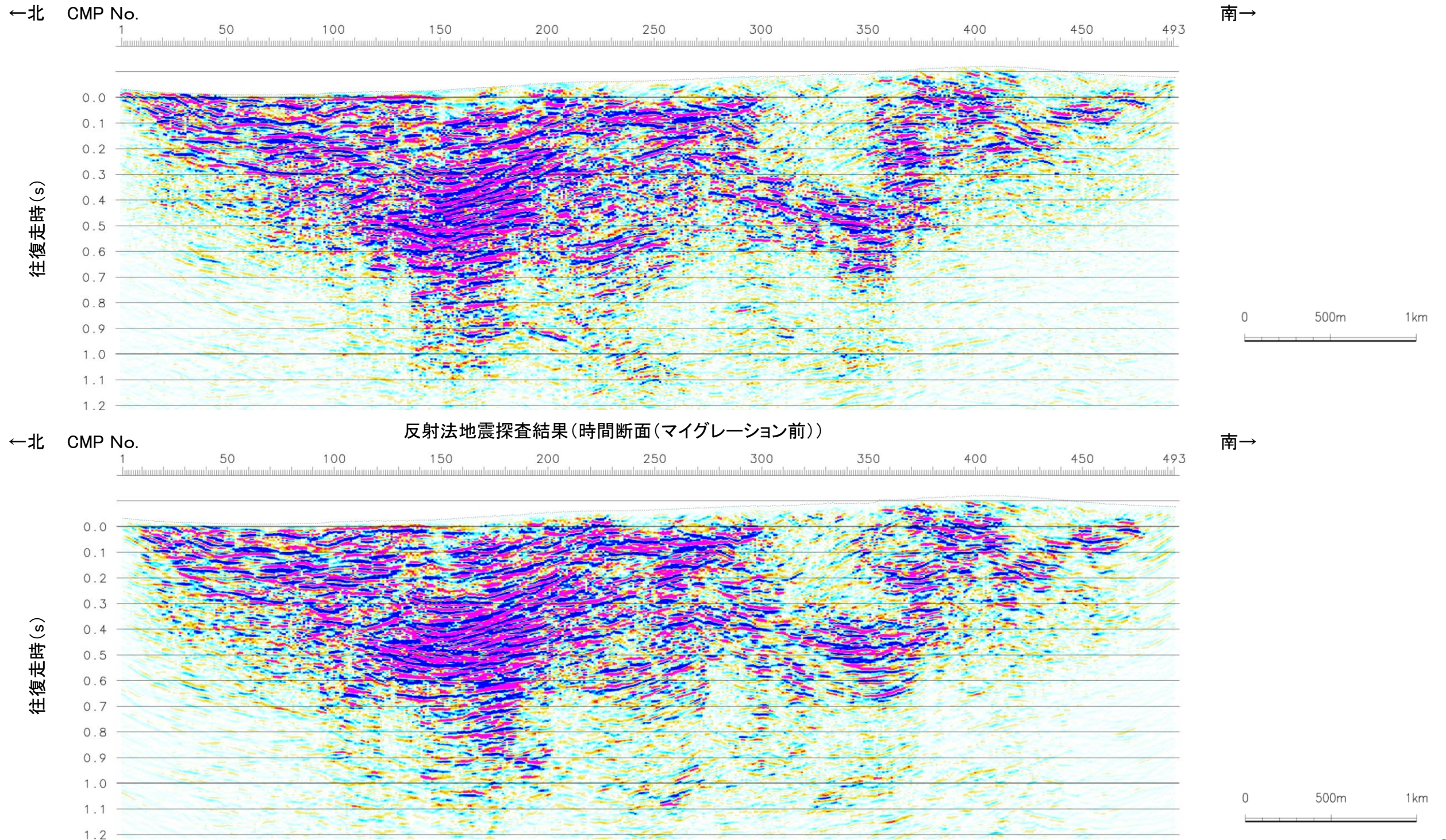
--- 断層位置
----- 推定区間



2.4.1.1 (5) 富来川南岸断層の反射法地震探査 — 反射法地震探査結果 —

- 反射法地震探査の結果，地表でリニアメント・変動地形を判読した位置(CMP150付近)，及びボーリング調査(TJ-1孔)で深部に断層を確認した位置に，南に約60°で傾斜する逆断層が推定された(小林ほか，2020)。
- なお，トモグラフィ速度分布からも，断層を挟んで速度構造が変化する状況が認められる。

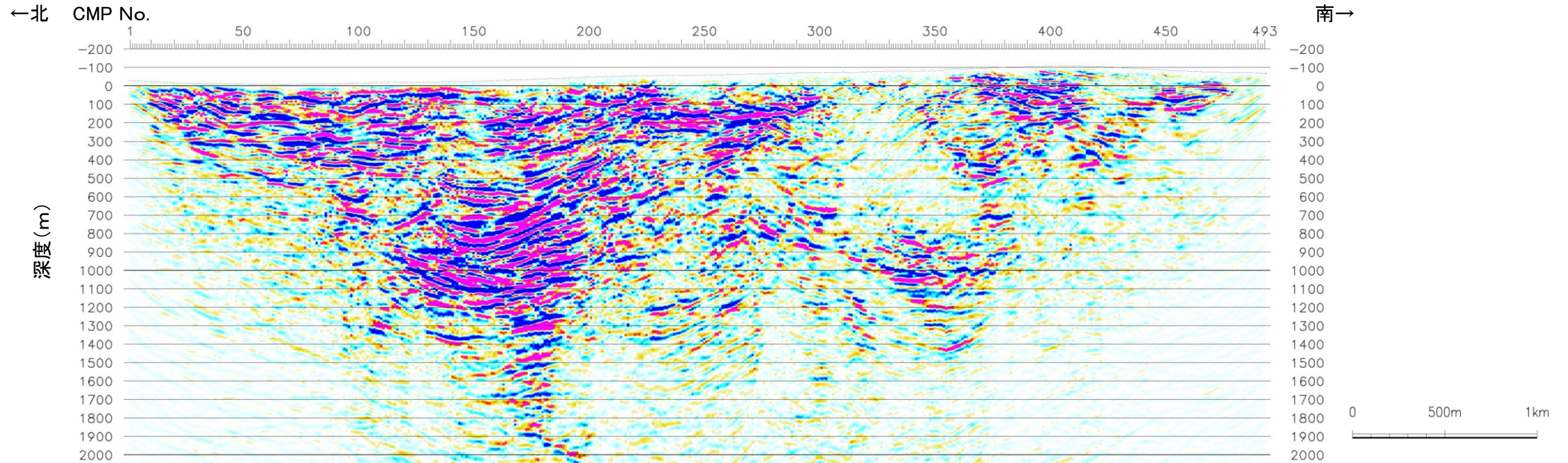
【時間断面(マイグレーション前, 後)(小林ほか, 2020)】



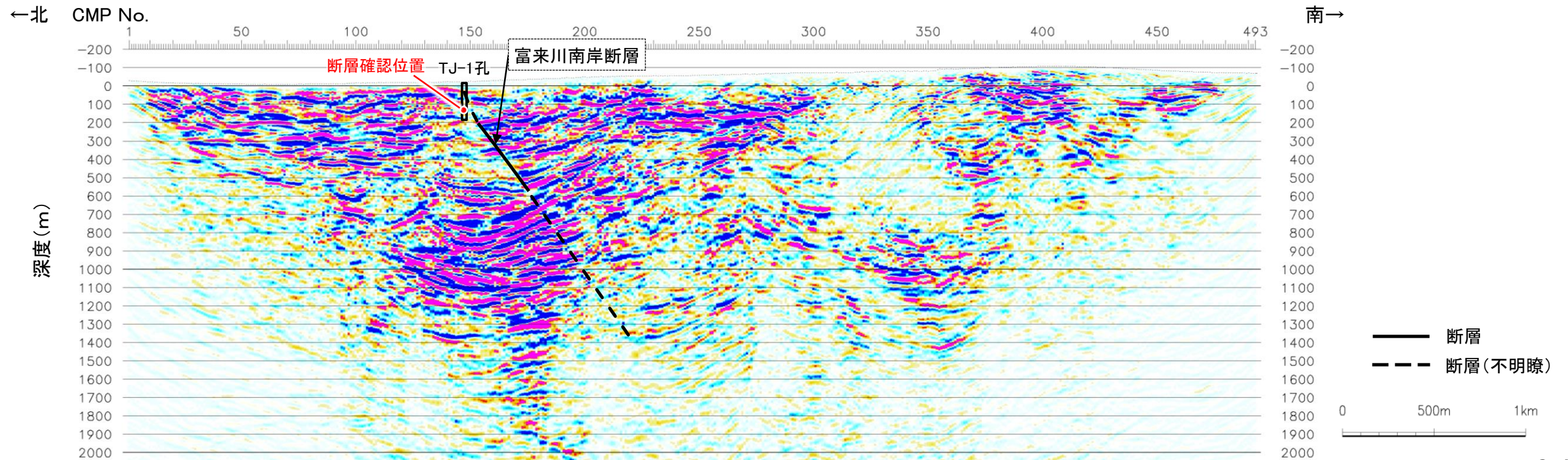
反射法地震探査結果(時間断面(マイグレーション後)) ・本断面は，MDRS(Multi-Dip Reflection Surface(Aoki et al., 2010))法による解析を実施している。

富来川南岸断層

【深度断面(小林ほか, 2020)】



反射法地震探査結果(深度断面)

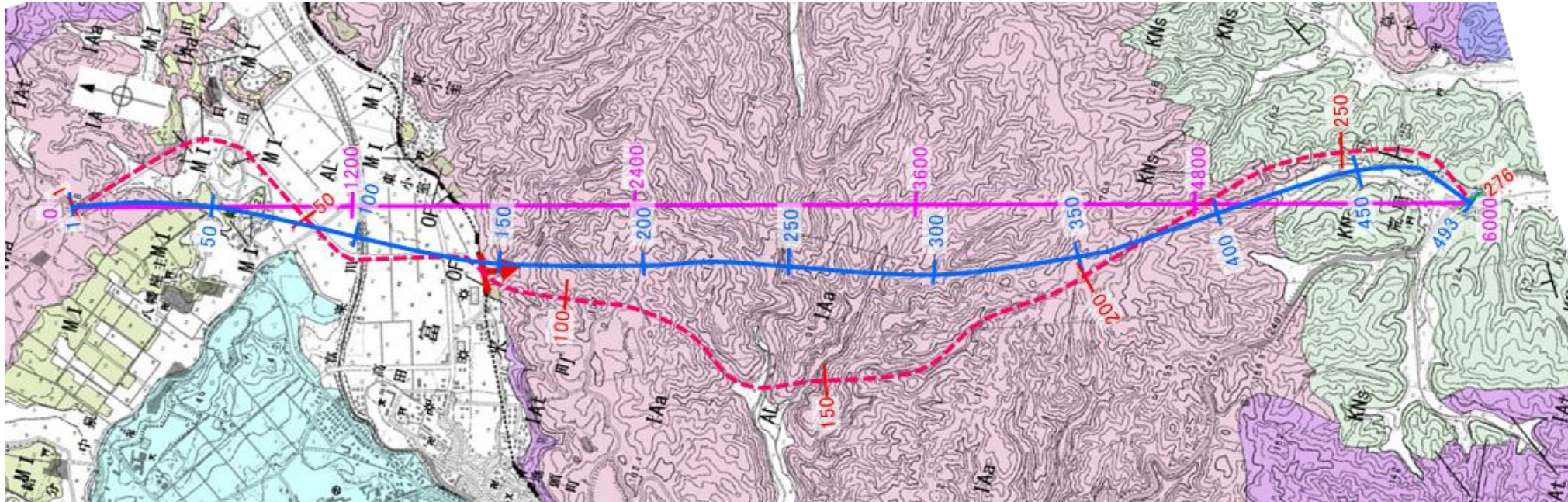


反射法地震探査結果(深度断面, 解釈線入り)

富来川南岸断層

【トモグラフィ速度分布(小林ほか, 2020)】

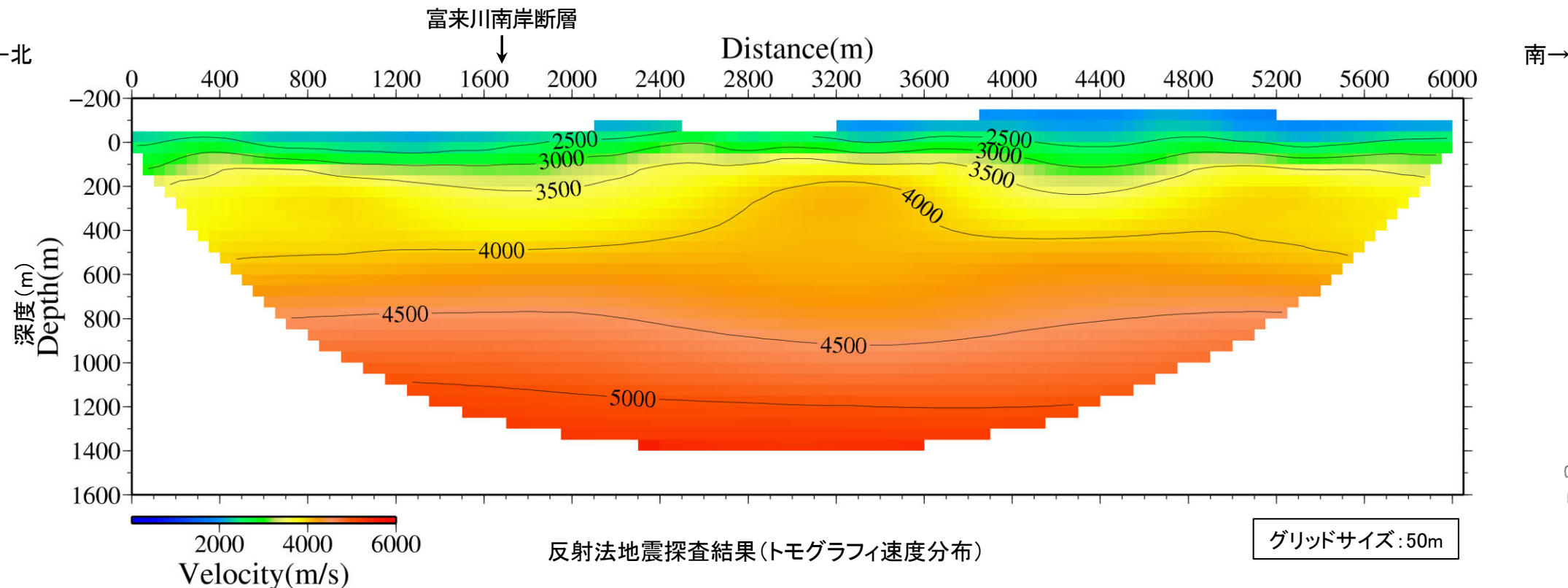
地質時代	新地層の順序	地層・岩石名
第四紀	完新世	SD 砂丘砂層
		AL 沖積層
	更新世	OF 古期扇状地堆積層
		MI 中位段丘I面堆積層
		OSD 古砂丘砂層
新第三紀	黒瀬谷階	KNs 草木互層
		KKc 谷出礫岩層
	岩福階	IAa 別所岳安山岩類 安山岩
		IAt 別所岳安山岩類 安山岩質火砕岩(凝灰角礫岩)
	IaF 別所岳安山岩類 安山岩質～デイサイト質火砕岩(凝灰岩)	



反射法地震探査測線位置図

--- 断層位置
 推定区間
 ← 断層確認位置

反射法地震探査測線
 100
 ---+--- 受振測線
 100
 ---+--- 重合測線(CMP)
 1200
 ---+--- トモグラフィ解析測線

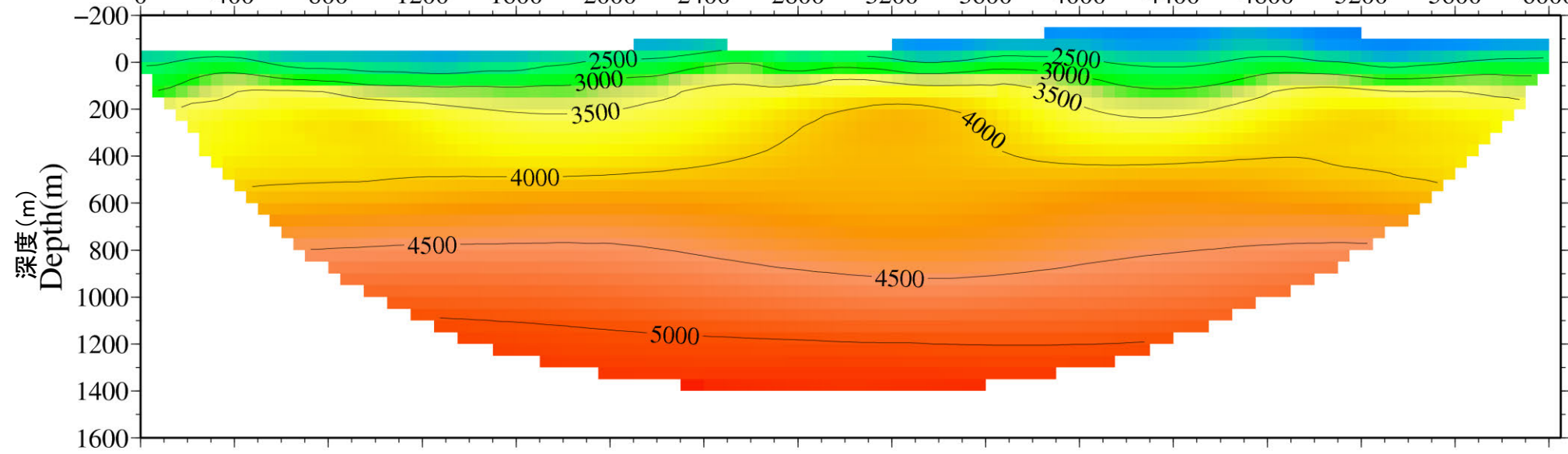


富来川南岸断層

Distance(m)

←北

南→



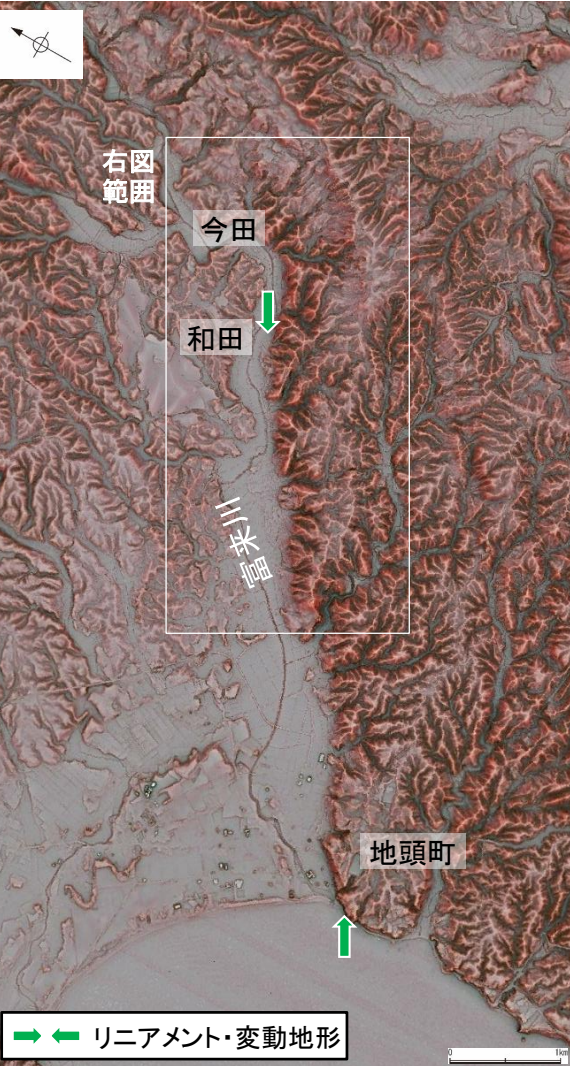
2000 4000 6000
Velocity(m/s)

反射法地震探査結果(トモグラフィ速度分布)

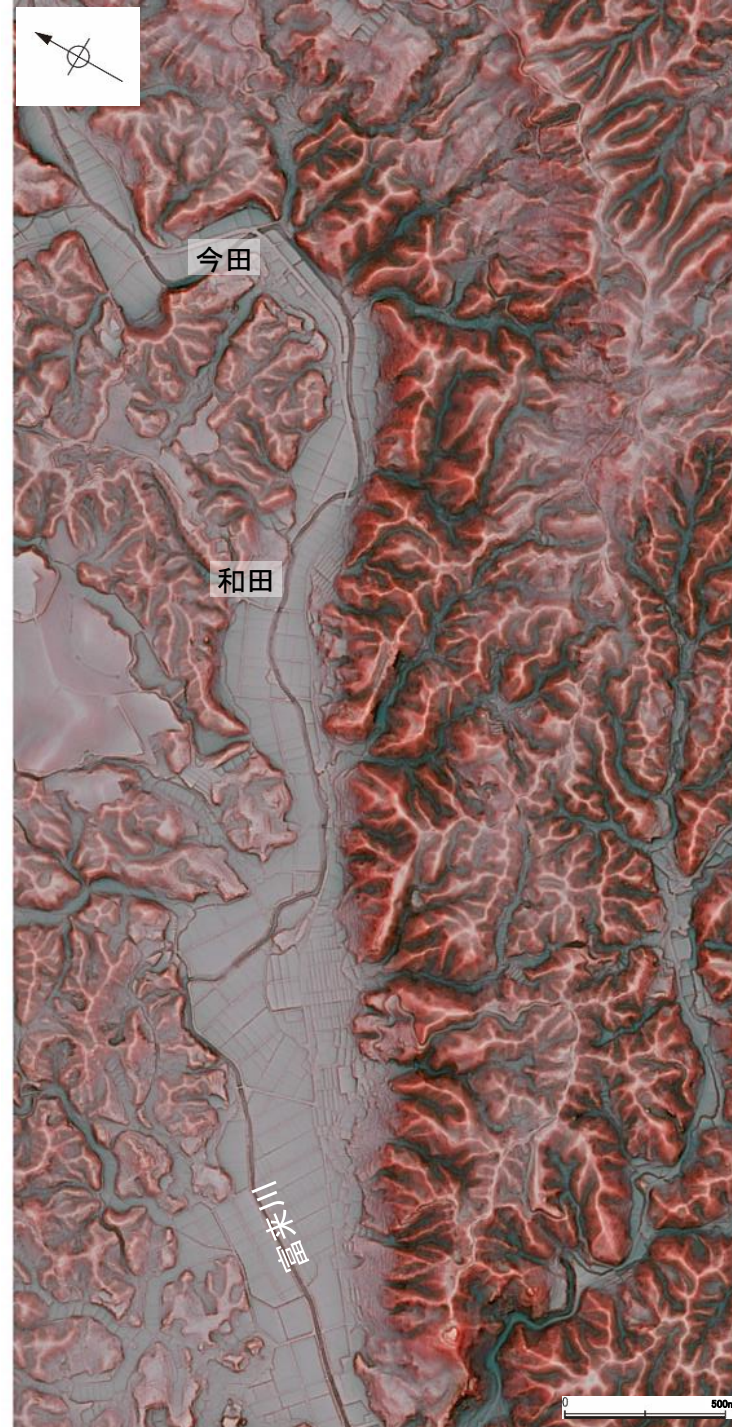
グリッドサイズ: 50m

2.4.1.1 (6) 富来川南岸断層の端部 —地形の特徴—

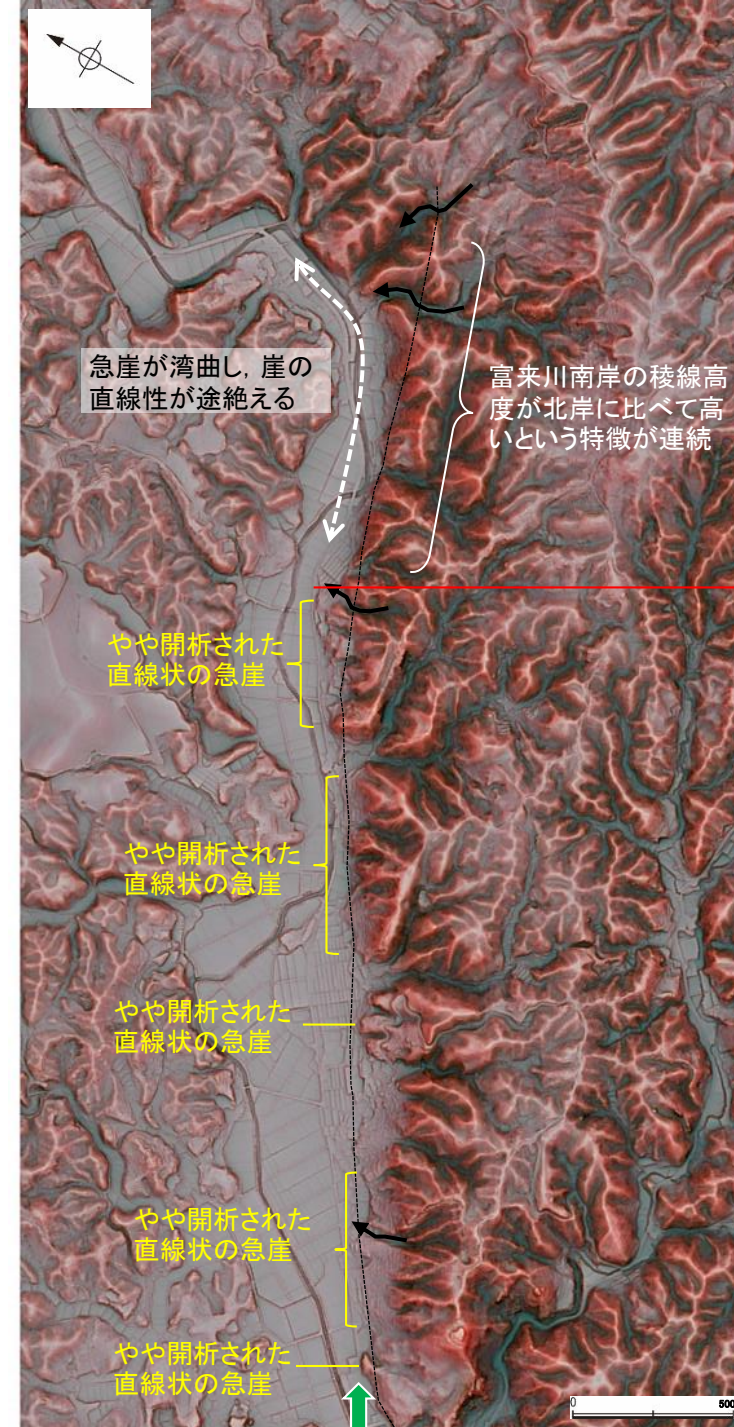
- 地頭町～和田付近までは、直線状の急崖等からなるリニアメント・変動地形が認められるが、さらに北東方では急崖が湾曲することから、崖の直線性が途切れる和田付近までをリニアメント・変動地形として判読した。
- ただし、リニアメント・変動地形のさらに北東方の今田付近までの区間においても、富来川南岸の稜線高度が北岸に比べて高いという特徴が、リニアメント・変動地形の分布域から連続して認められる。
- また、今泉ほか(2018)は、リニアメント・変動地形の北東方に推定活断層及び水系の屈曲を図示している。
- これらの特徴を踏まえ、和田～今田付近において、断層の有無を確認するために地質調査を行った(次々頁以降)。



赤色立体地図
(航空レーザ計測データにより作成)



リニアメント・変動地形の北東方拡大図

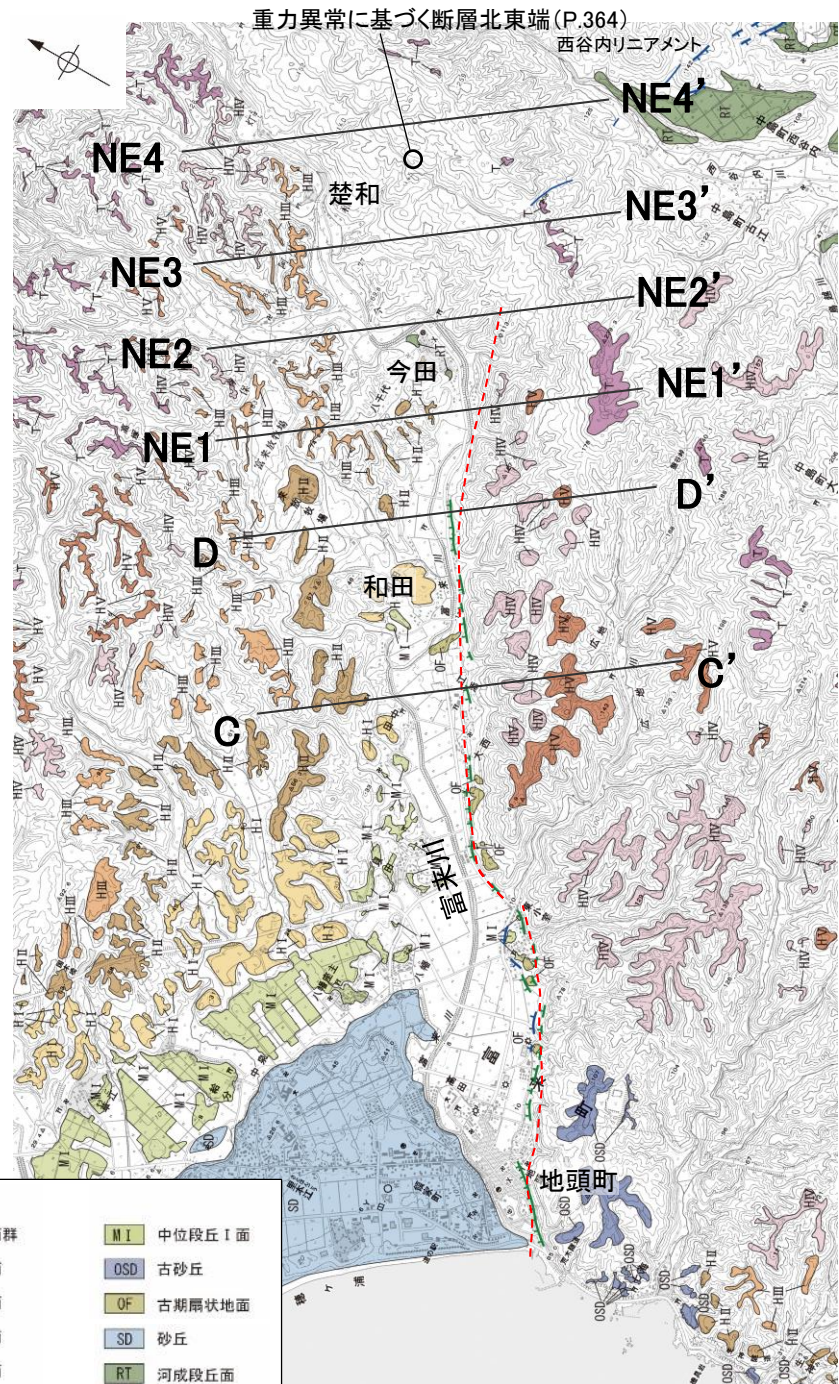


リニアメント・変動地形の北東方拡大図(解釈線入り)

----- 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

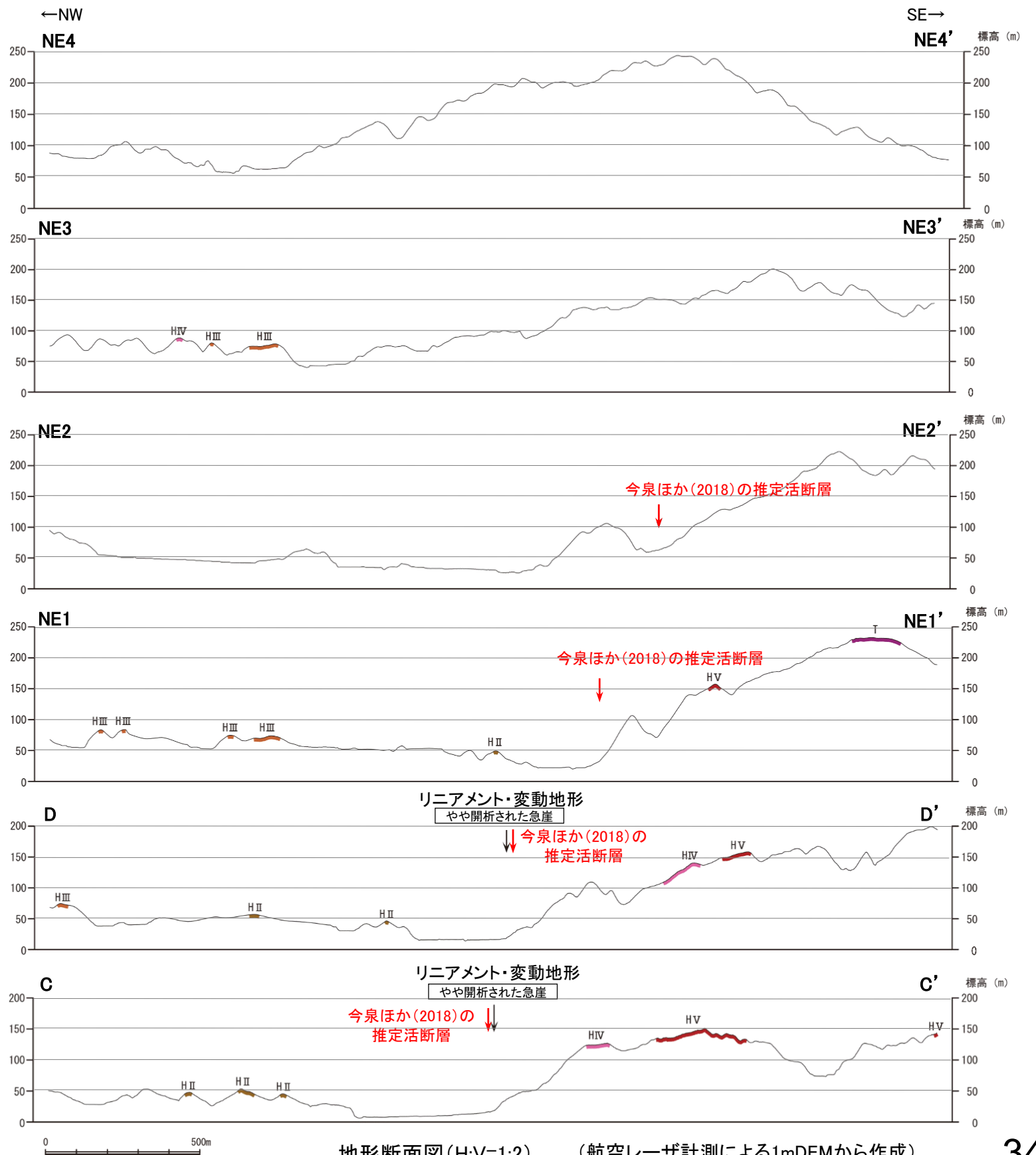
判読した区間

富来川南岸断層(北東端)



リニアメント・変動地形分布図

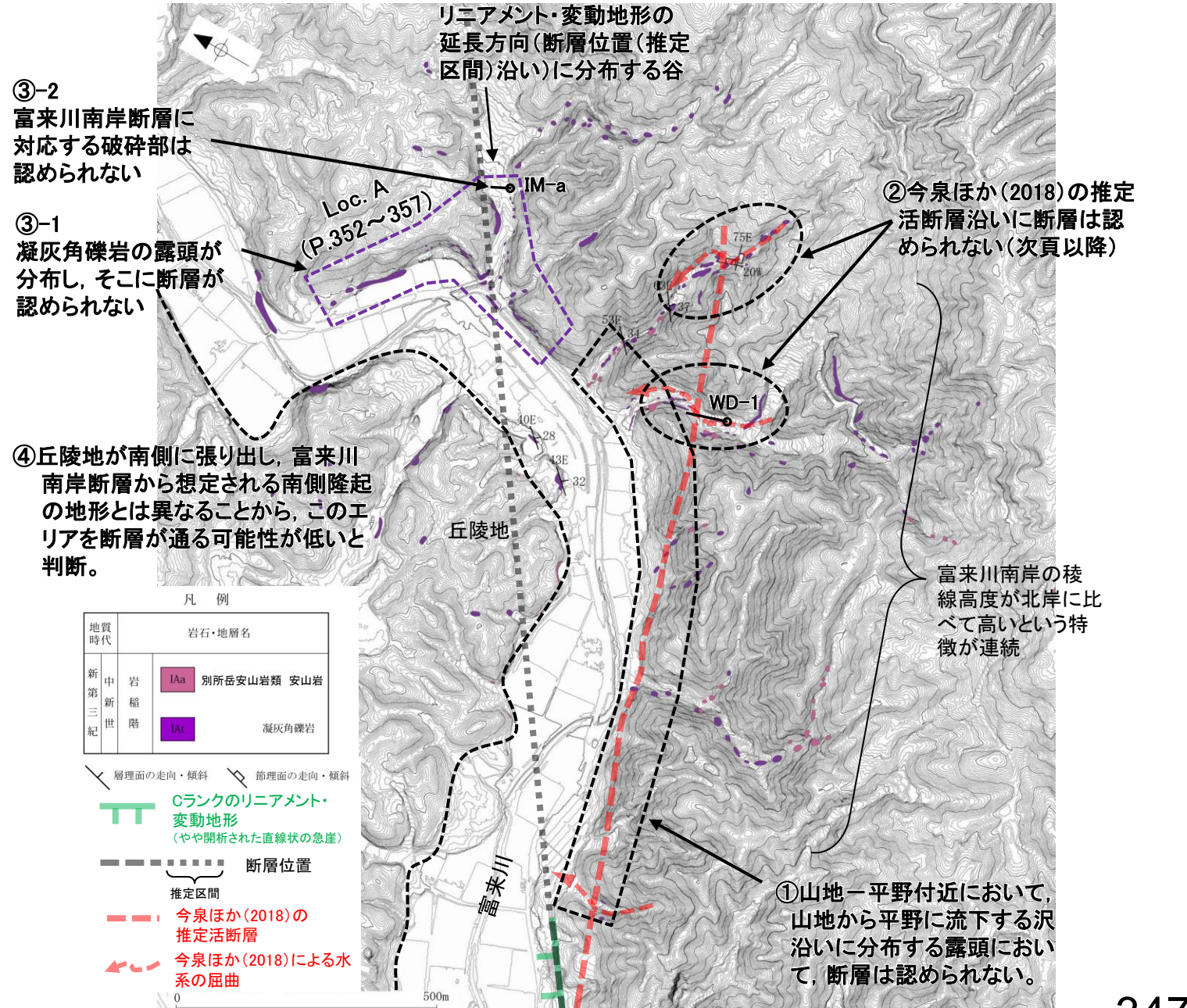
【地形断面図】



地形断面図(H:V=1:2) (航空レーザ計測による1mDEMから作成)

2.4.1.1 (6) 富来川南岸断層の端部 —北東方延長の地質調査—

- リニアメント・変動地形の北東方において、断層の連続性に関する地質調査を行った。
- リニアメント・変動地形は山地—平野境界に判読されることから、和田～今田の山地—平野付近において地表踏査を行った結果、山地から平野に流下する沢沿いに分布する露頭において、断層は認められない(右下図①)。
- また、今泉ほか(2018)は、山地—平野境界付近及びその北東延長の山地内に推定活断層と水系の屈曲を示しているが、これらが示された沢における地表踏査及びボーリング調査(WD-1孔)の結果、断層は認められない(右下図②、次頁以降)。
- さらに、富来川沿いの沖積平野下に断層が伏在して北東方に連続すると考えた場合でも、リニアメント・変動地形の延長方向に位置し、富来川が上流に向かい北東方向から北西方向へ大きく屈曲するLoc.Aにおいては、別所岳安山岩類の凝灰角礫岩が広く分布し、それらは非破碎であり、断層は認められない(右下図③-1)。また、Loc.Aのうち、リニアメント・変動地形の延長方向(断層位置(推定区間)沿い)に分布する谷において、ボーリング調査(IM-a孔)を行った結果、富来川南岸断層に対応する破碎部は認められない(右下図③-2)。
- なお、和田～今田における富来川の北岸については、丘陵地が南側に張り出し、富来川南岸断層から想定される南側隆起の地形とは異なることから、このエリアを断層が通る可能性が低いと判断した(右下図④)。
- 以上を踏まえ、地質調査の結果、富来川南岸断層の北東端については、右下図①～④の範囲に断層が存在するとは考え難く、仮にリニアメント・変動地形北東方の沖積平野下に断層が伏在したとしても、最も長く連続した場合でもLoc.AにおけるIM-a孔より北東方には延長しないと判断した。



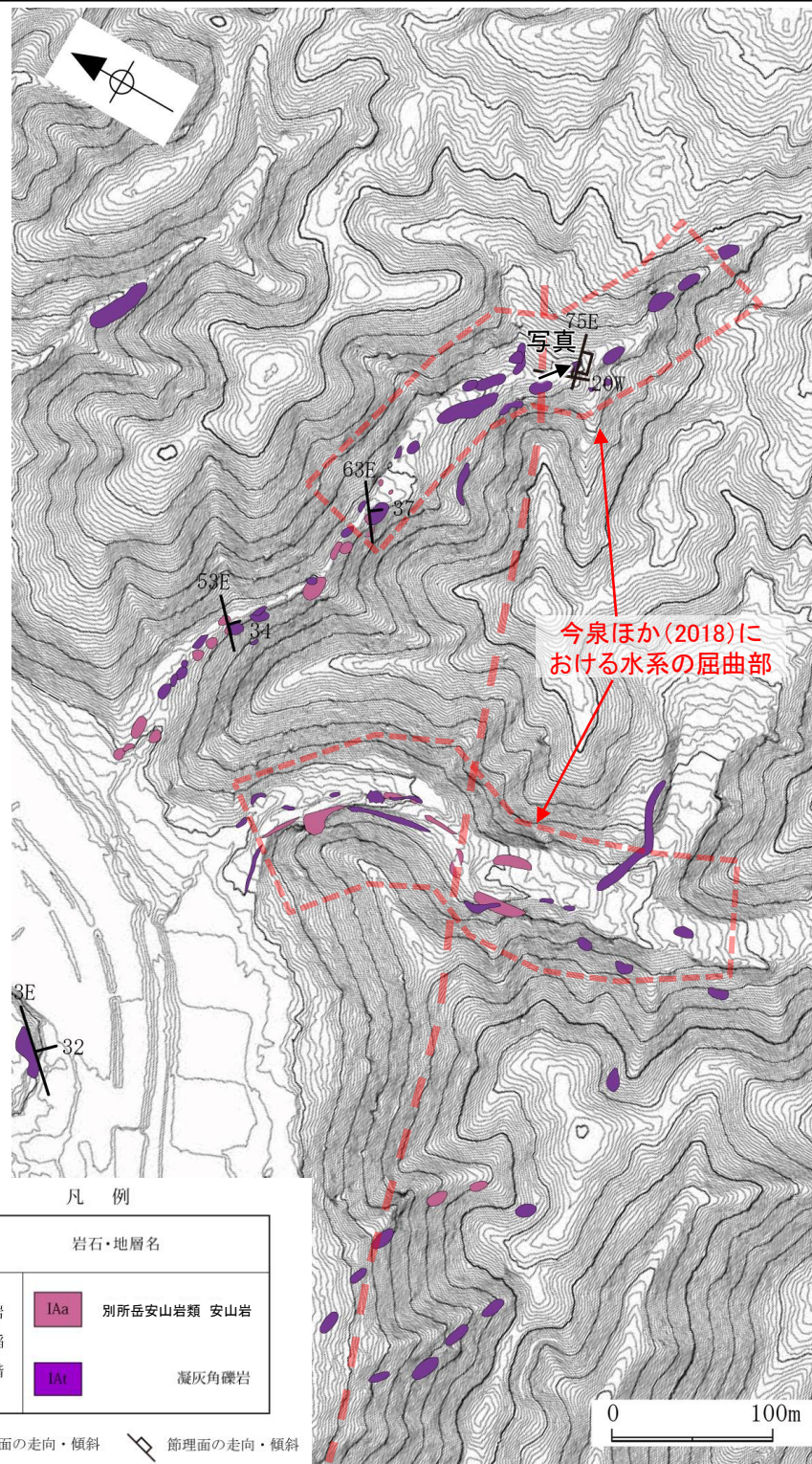
紫字、紫点線:第1064回審査会合以降の変更箇所

富来川南岸断層(北東端)

【今泉ほか(2018)が水系の屈曲を示した沢における詳細調査(1/4)】

○今泉ほか(2018)が水系の屈曲を示した沢には、別所岳安山岩類の安山岩や凝灰角礫岩が分布し、それらは非破碎であり、断層は認められない。

○なお、今泉ほか(2018)の推定活断層の付近に、富来川南岸断層と調和的な走向(N75° E)を示す割れ目が認められるが、この割れ目はおおむね密着し、周囲は固結しており破碎は認められず、節理である。



今泉ほか(2018)の推定活断層

位置図



露頭写真

左図における走向N75° Eの節理の付近を北西側から望む



露頭写真(拡大①)
走向N75° Eの節理



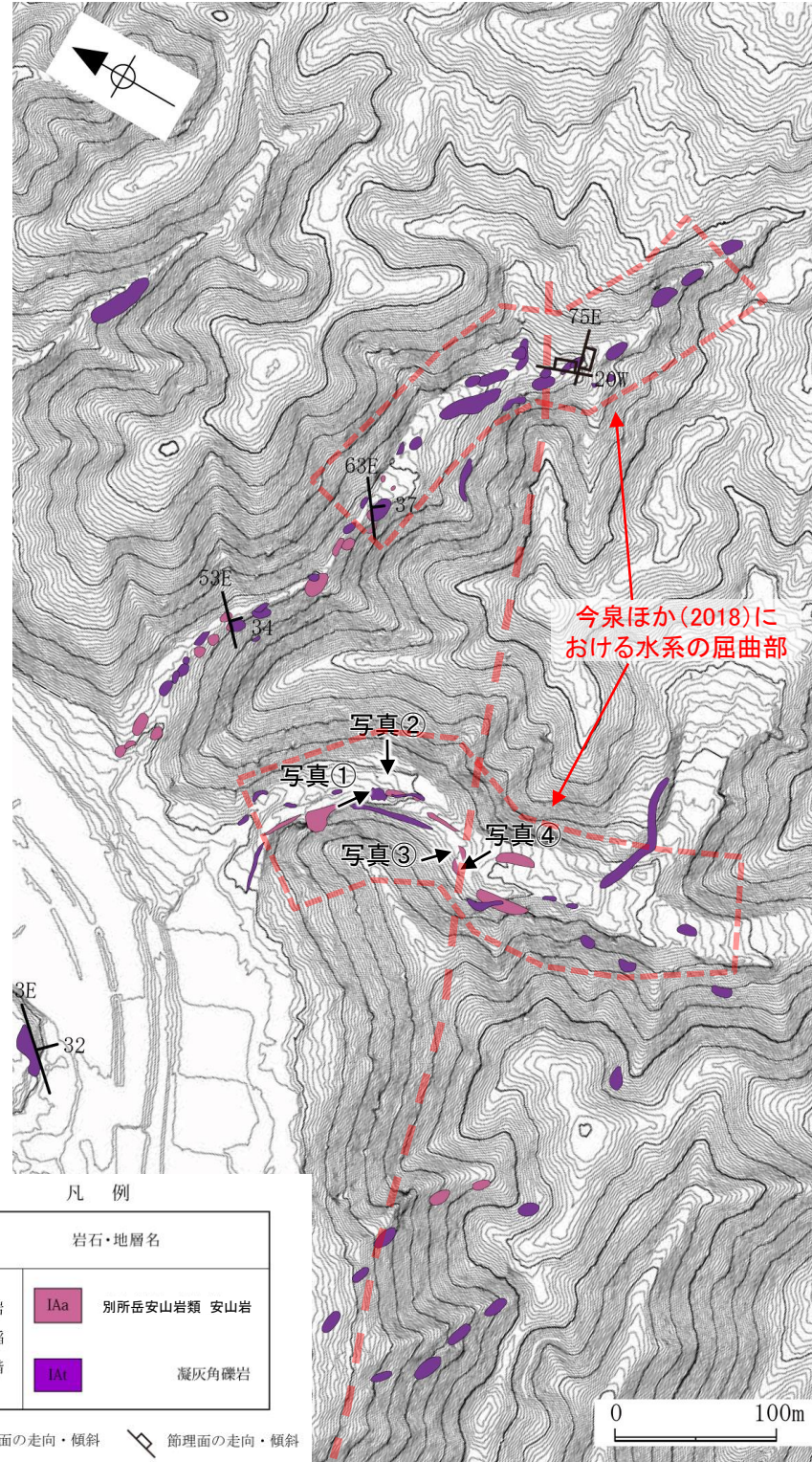
露頭写真(拡大②)
割れ目はおおむね密着し、周囲は固結しており破碎は認められない

・その他の写真は補足資料2.4-1(6)

富来川南岸断層(北東端)

【今泉ほか(2018)が水系の屈曲を示した沢における詳細調査(2/4)】

○今泉ほか(2018)が水系の屈曲を示した沢には、別所岳安山岩類の安山岩や凝灰角礫岩が分布し、それらは非破碎であり、断層は認められない。



今泉ほか(2018)の推定活断層

位置図



露頭写真①
凝灰角礫岩が分布し、断層は認められない



露頭写真②
風化した安山岩が分布し、断層は認められない



露頭写真③
安山岩が分布し、断層は認められない



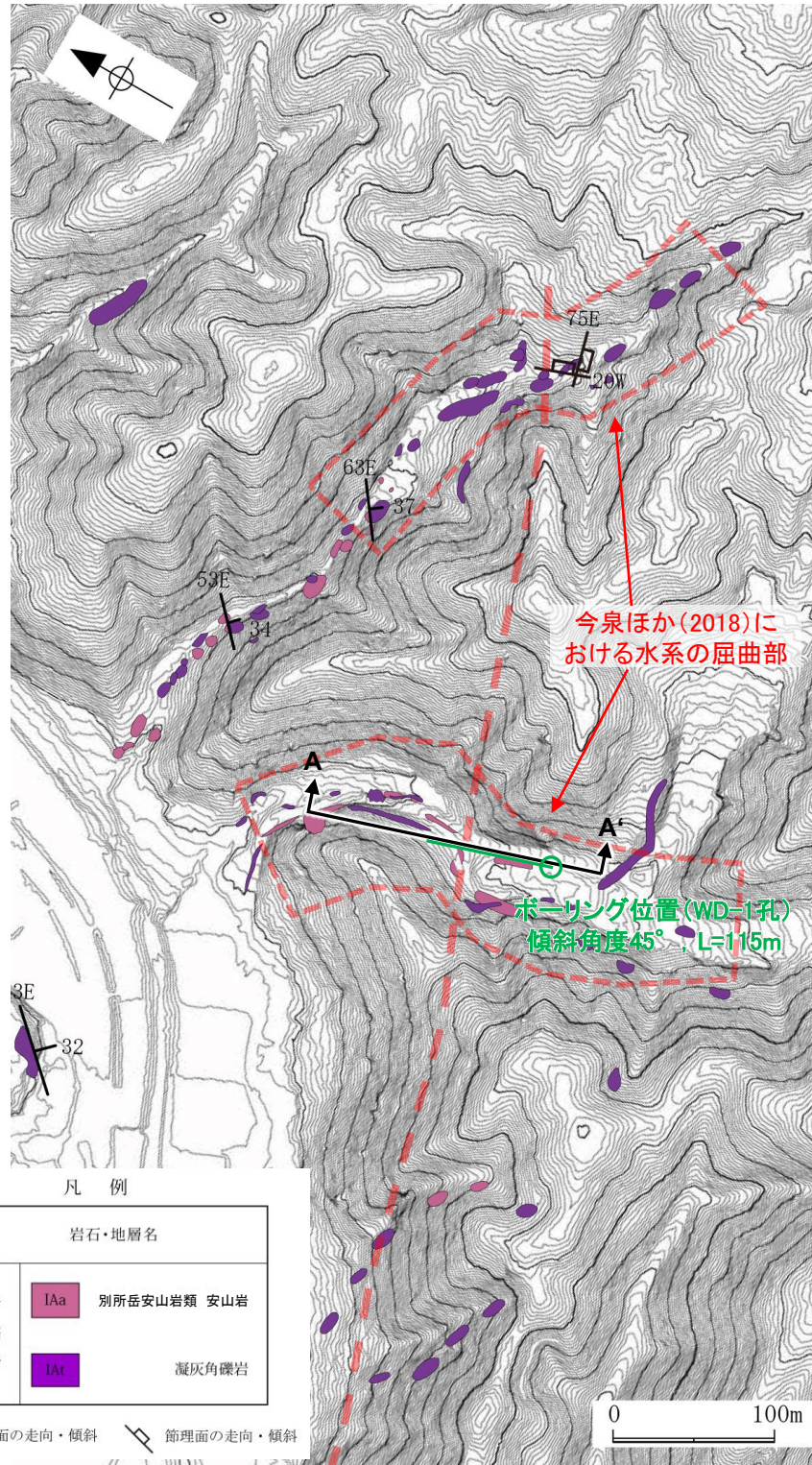
露頭写真④
風化した安山岩が分布し、断層は認められない

富来川南岸断層(北東端)

【今泉ほか(2018)が水系の屈曲を示した沢における詳細調査(3/4)】

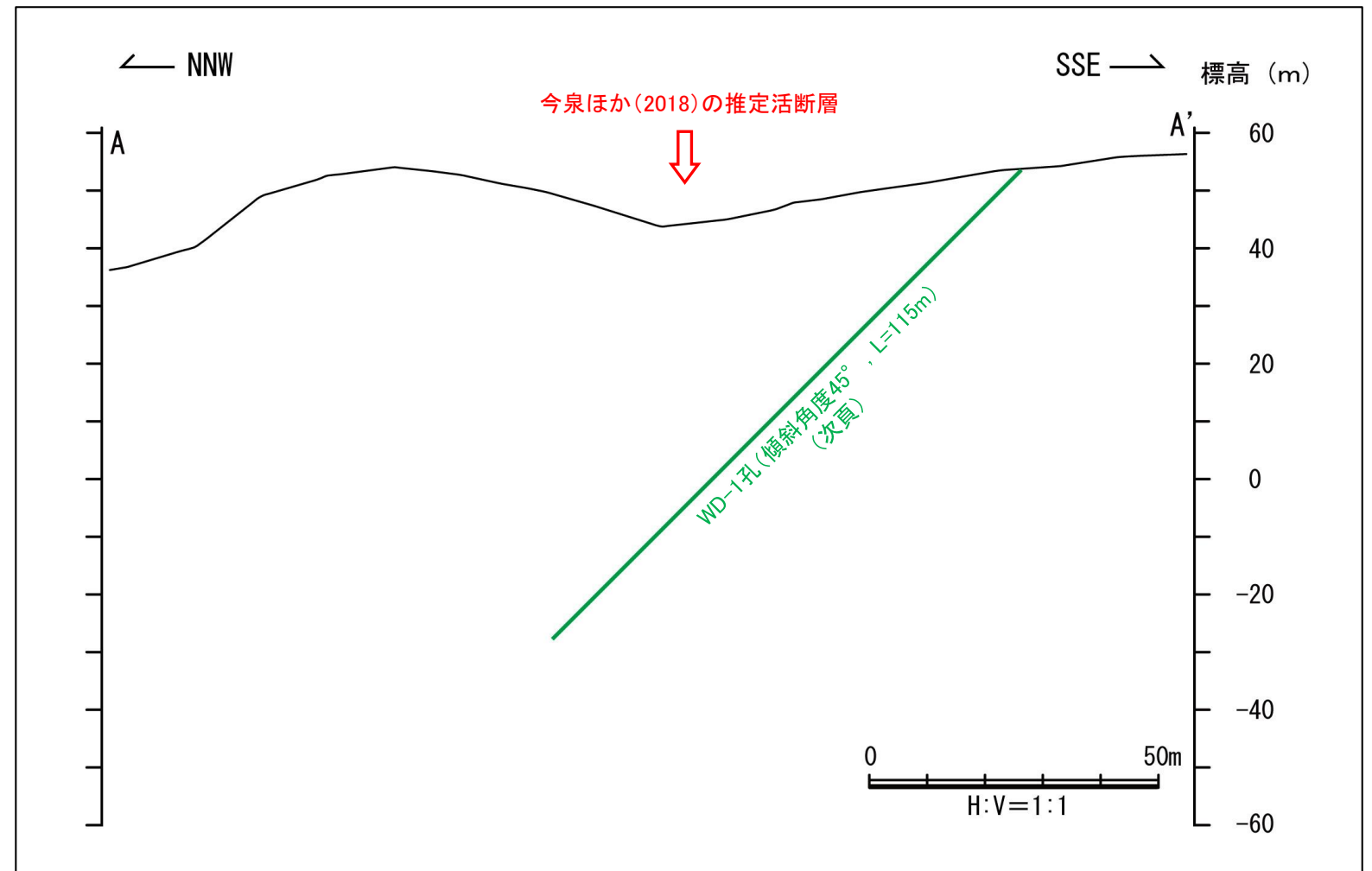
○今泉ほか(2018)が水系の屈曲を示した沢において、ボーリング調査を行った結果、今泉ほか(2018)の推定断層の地下延長部に断層は認められない。

WD-1孔のボーリング柱状図, コア写真, BHTVIは, [データ集1-2](#)



今泉ほか(2018)の推定活断層

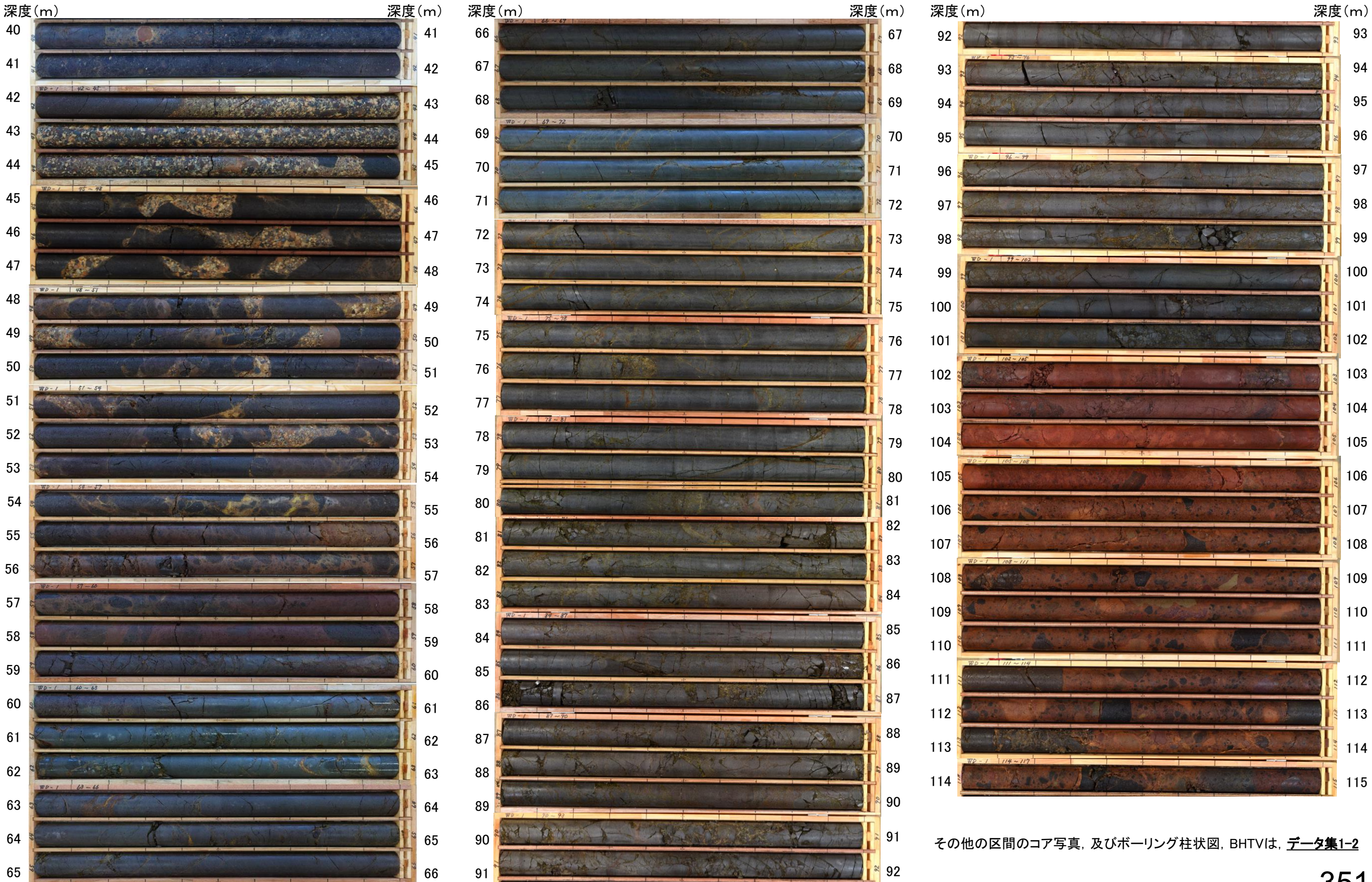
位置図



富来川南岸断層(北東端)

【今泉ほか(2018)が水系の屈曲を示した沢における詳細調査(4/4)】

WD-1孔(孔口標高53.14m, 掘進長115m, 傾斜45°)

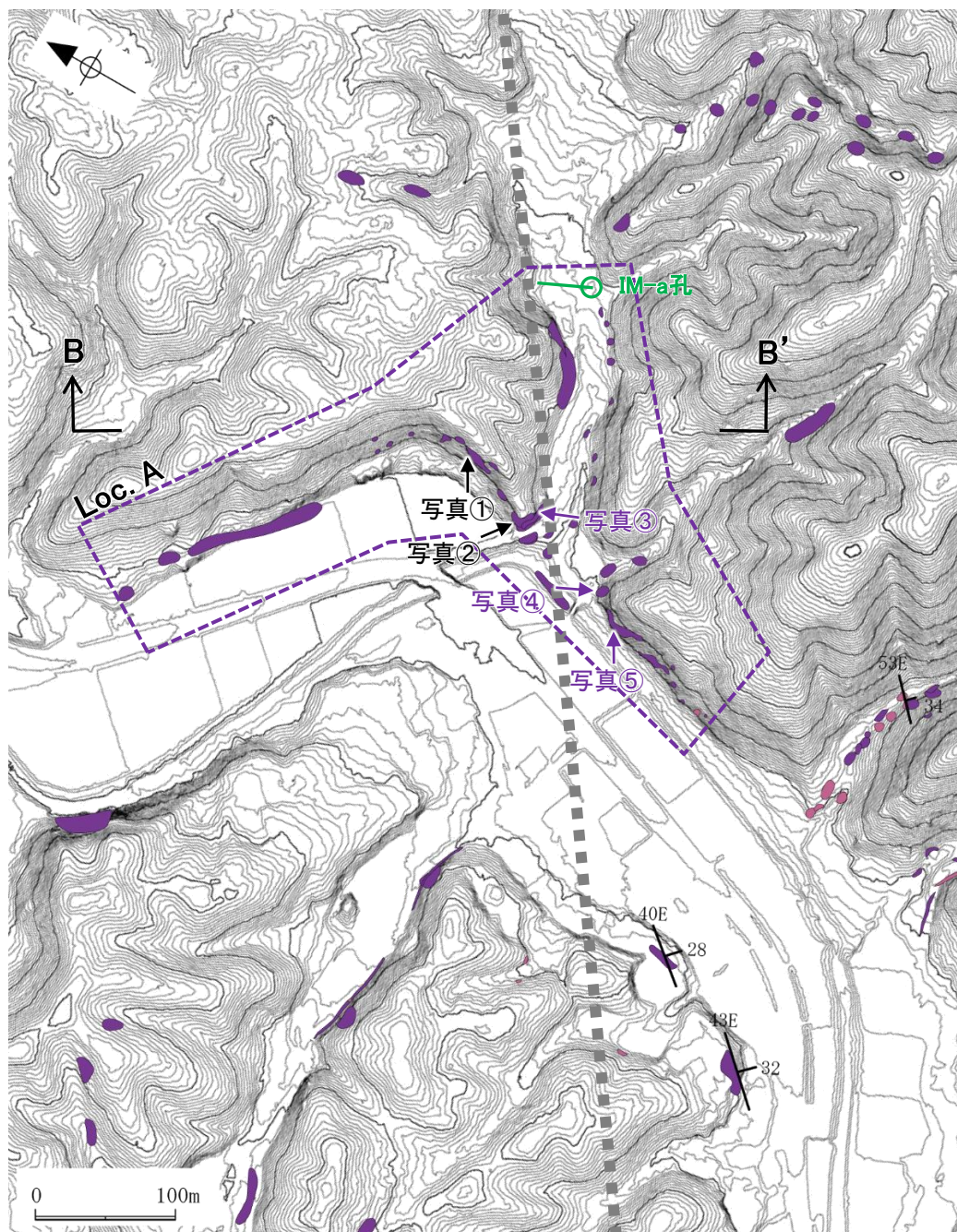


その他の区間のコア写真, 及びボーリング柱状図, BHTVIは, データ集1-2

コア写真(深度40~115m)

【Loc.Aにおける調査結果(露頭調査結果)(1/3)】

○Loc.Aにおいては、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、断層が認められない。



露頭写真①



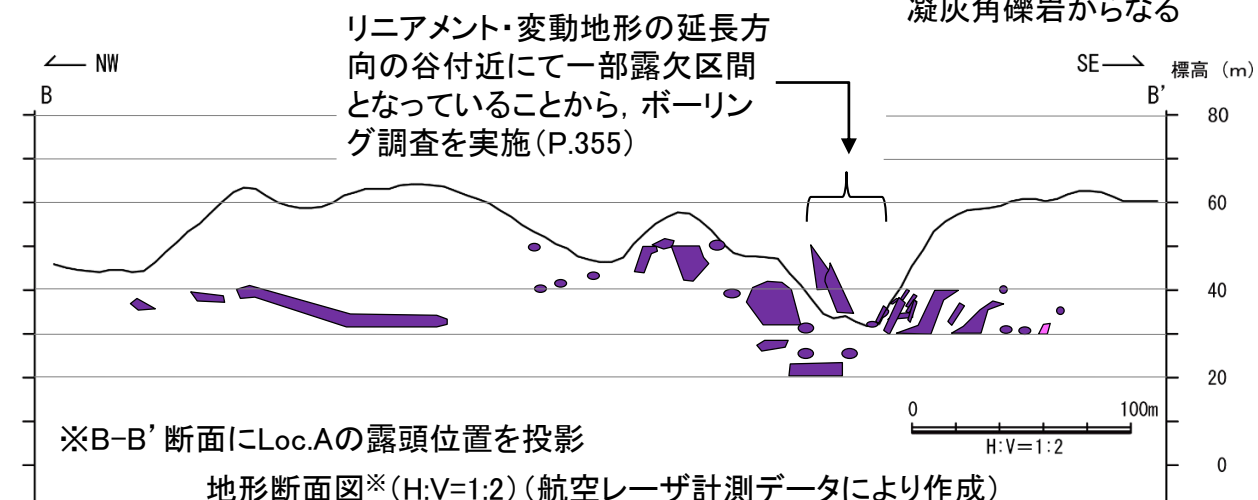
露頭写真①(近景)
凝灰角礫岩からなる



露頭写真②



露頭写真②(近景)
凝灰角礫岩からなる



紫字, 紫点線: 第1064回審査会合以降の追加・変更箇所

■■■■ 断層位置(推定区間)

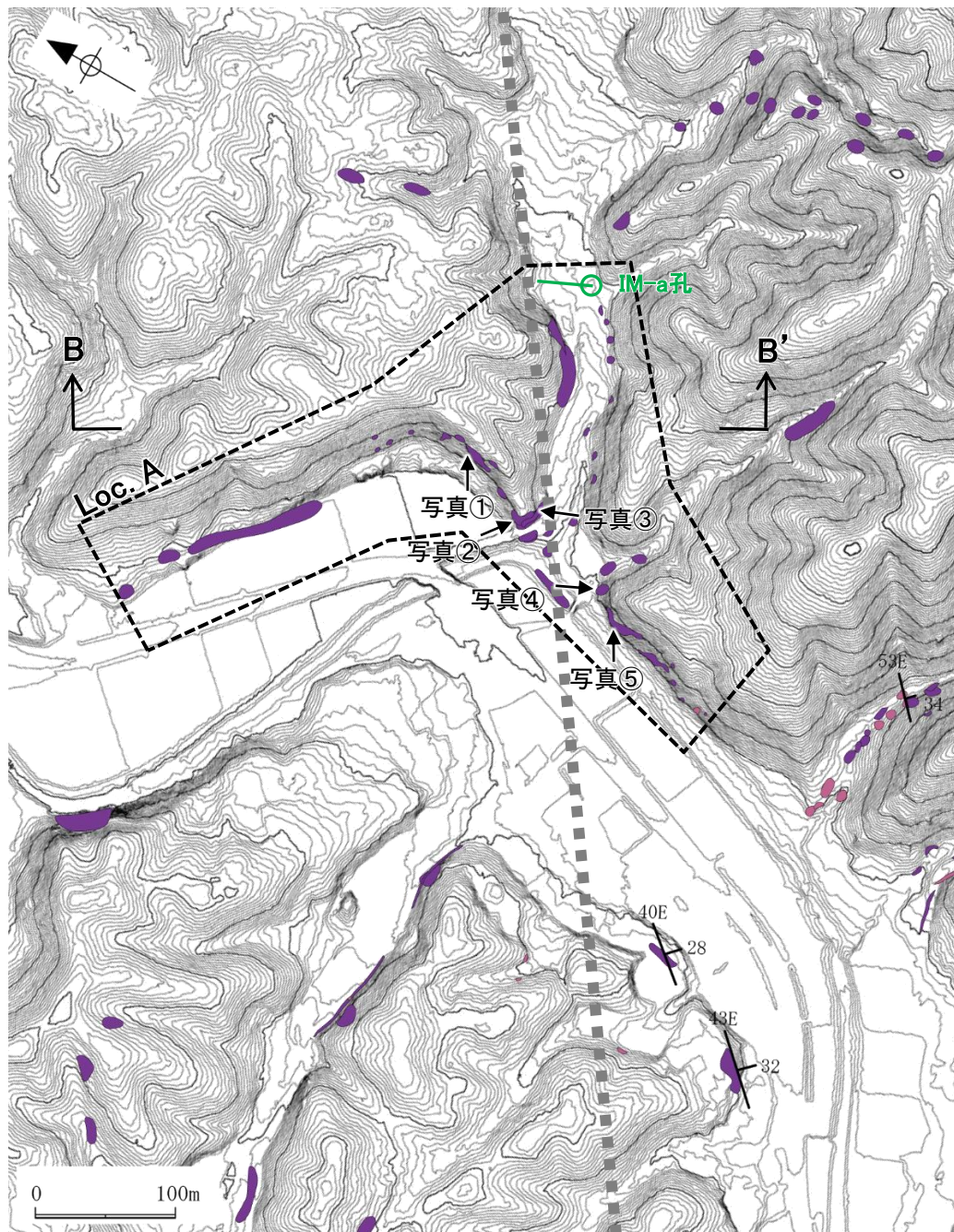
凡例	
地質時代	岩石・地層名
新第三紀	IAa 別所岳安山岩類 安山岩
	IAc 凝灰角礫岩

層理面の走向・傾斜

位置図

【Loc.Aにおける調査結果(露頭調査結果)(2/3)】

○Loc.Aにおいては、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、断層が認められない。



露頭写真③
スケールは1m



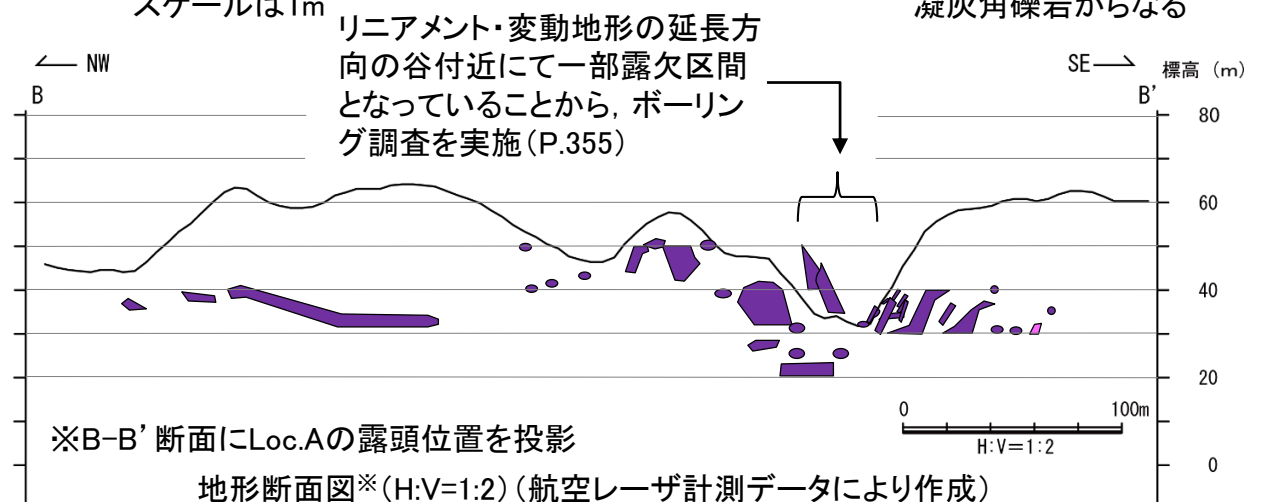
露頭写真③(近景)
凝灰角礫岩からなる



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



凡例

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

断層位置(推定区間)

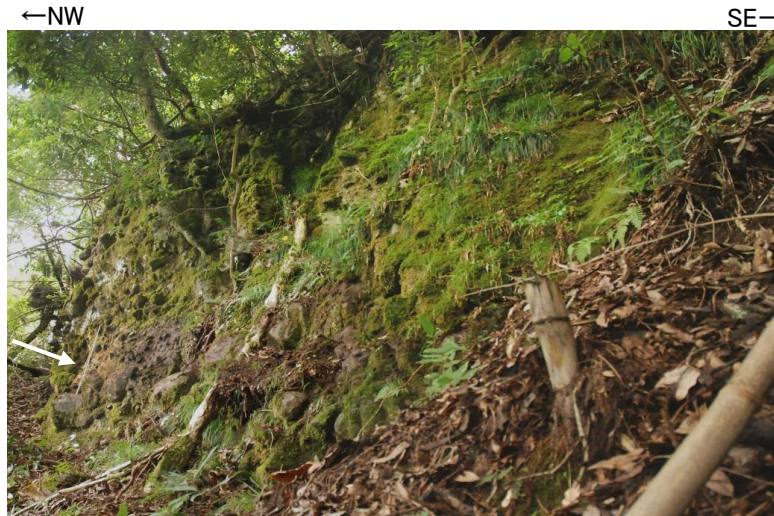
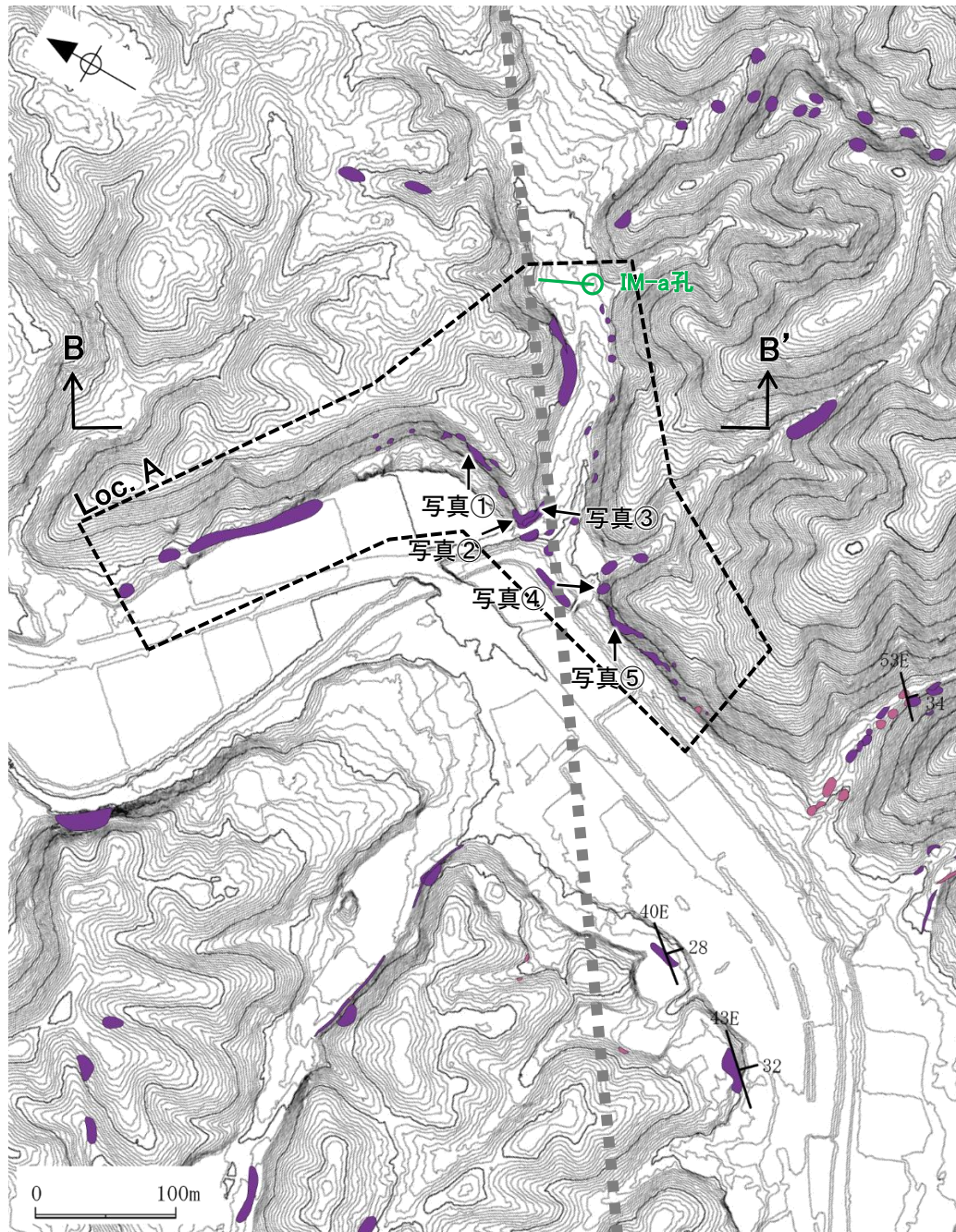
層理面の走向・傾斜

位置図

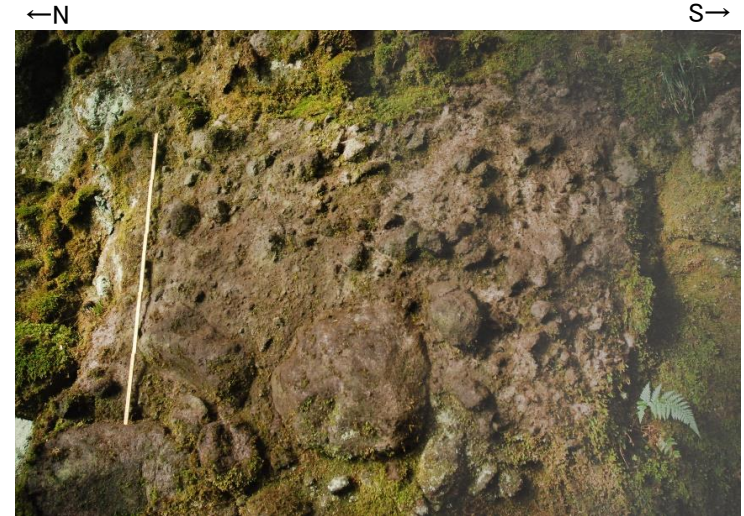
富来川南岸断層(北東端)

【Loc.Aにおける調査結果(露頭調査結果)(3/3)】

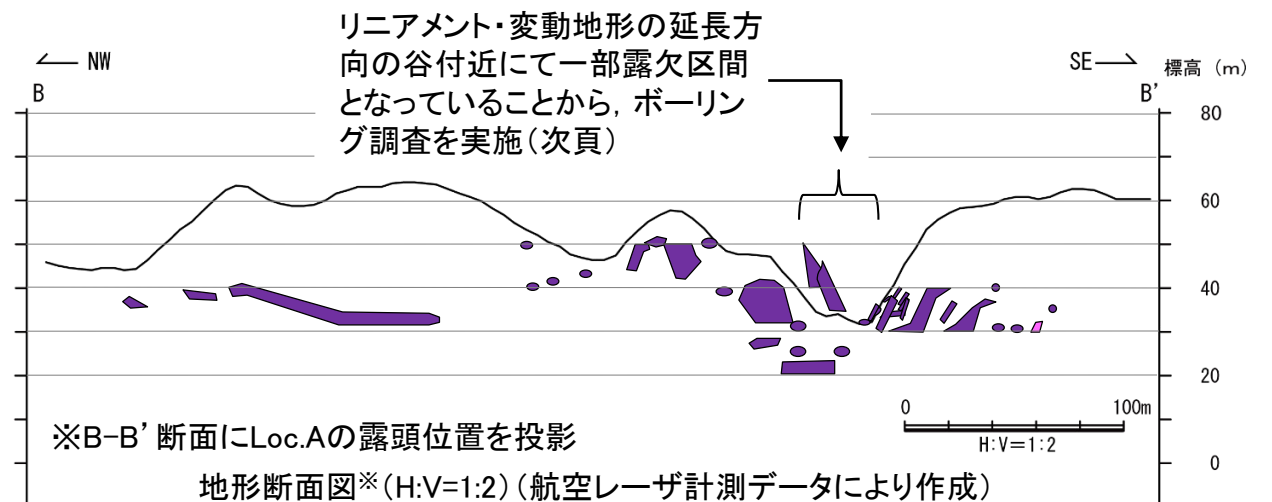
○Loc.Aにおいては、富来川南岸断層の推定延長位置を横断して凝灰角礫岩の露頭が分布し、断層が認められない。



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



凡例

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

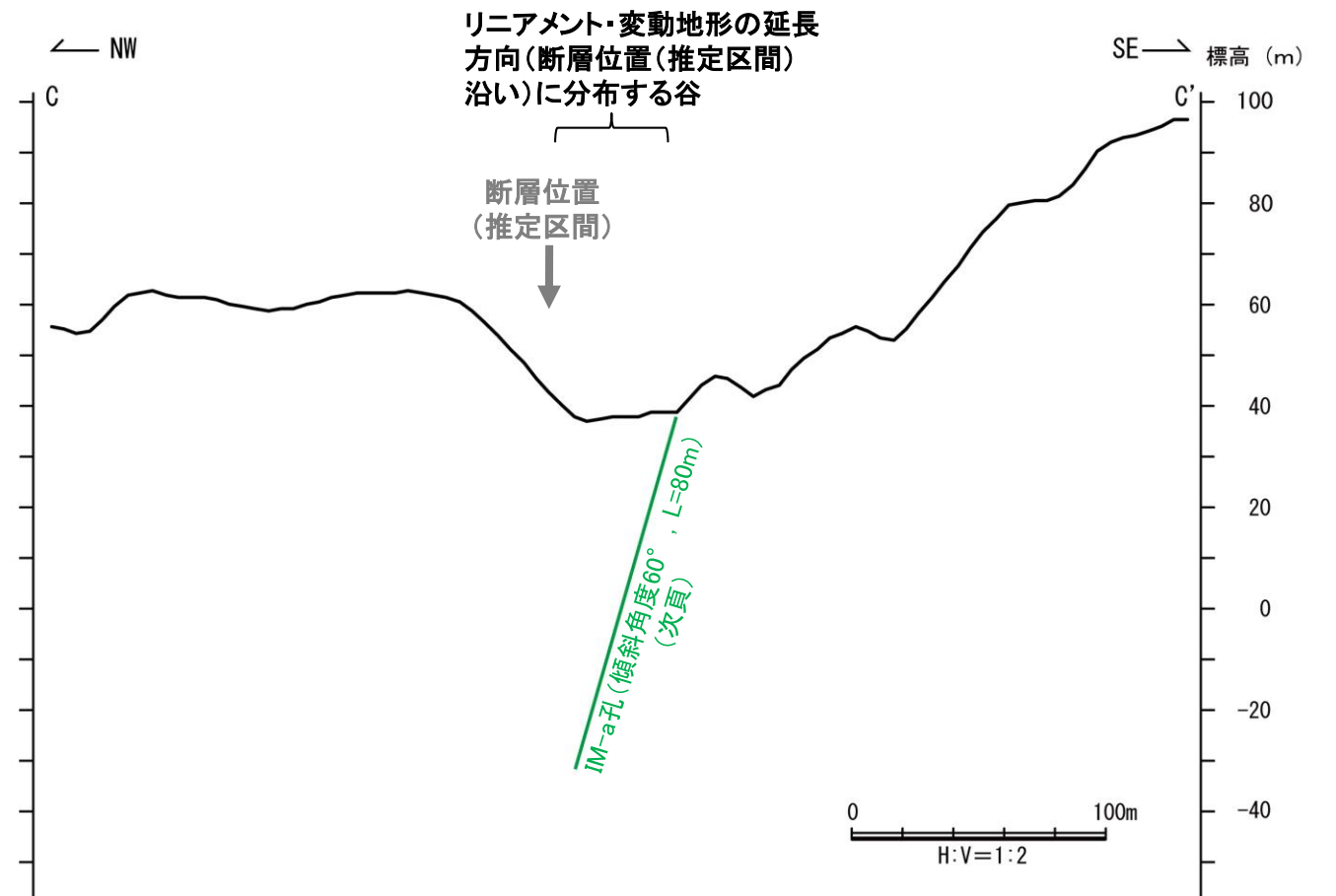
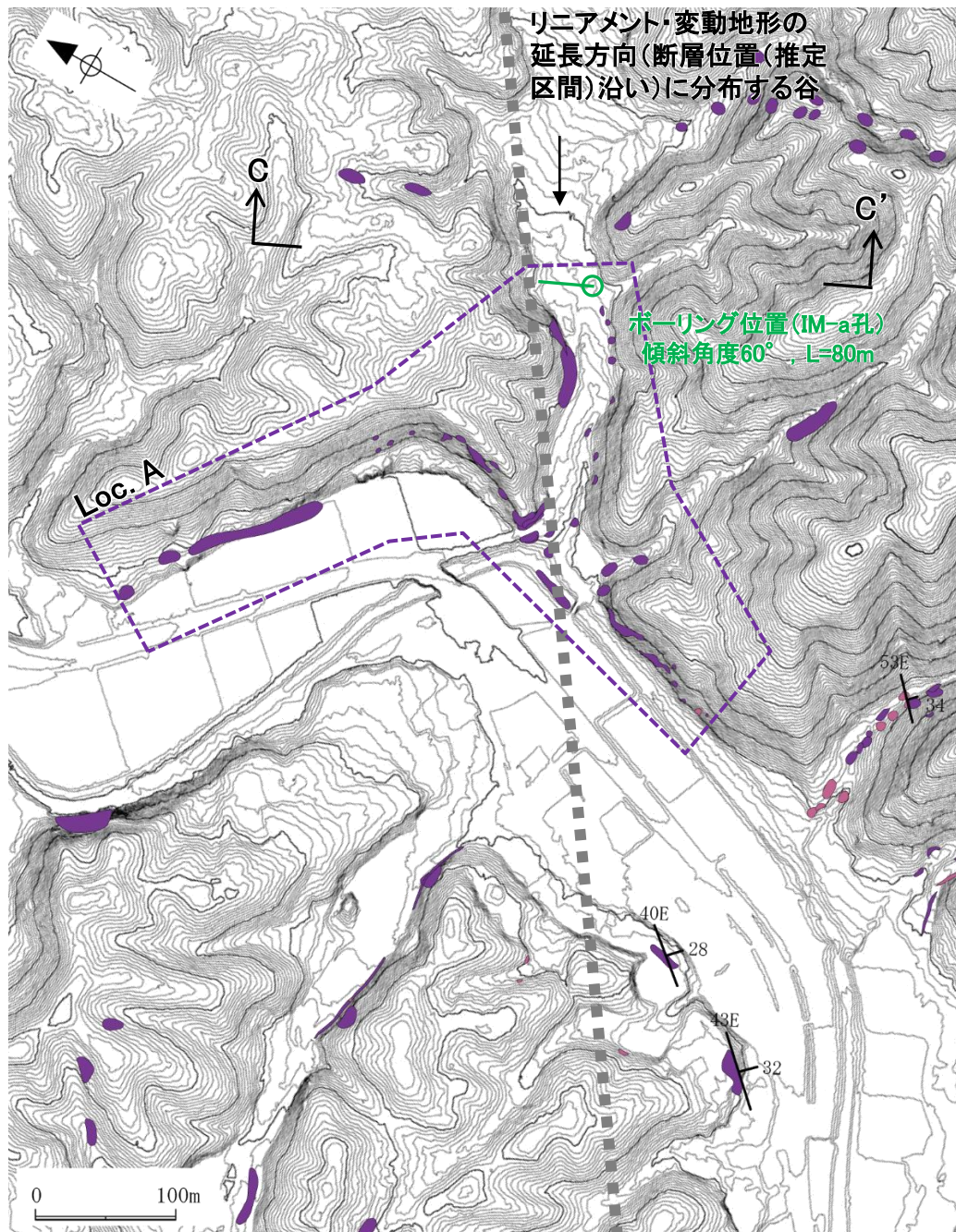
■■■■ 断層位置(推定区間)

位置図

富来川南岸断層(北東端)

【Loc.Aにおける調査結果(ボーリング調査結果)(1/3)】

○リニアメント・変動地形の延長方向(断層位置(推定区間)沿い)に分布する谷において、ボーリング調査を行った結果、富来川南岸断層に対応する破碎部は認められない。



断面図

凡例

紫字, 紫点線: 第1064回審査会合以降の変更箇所

■■■■ 断層位置(推定区間)

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

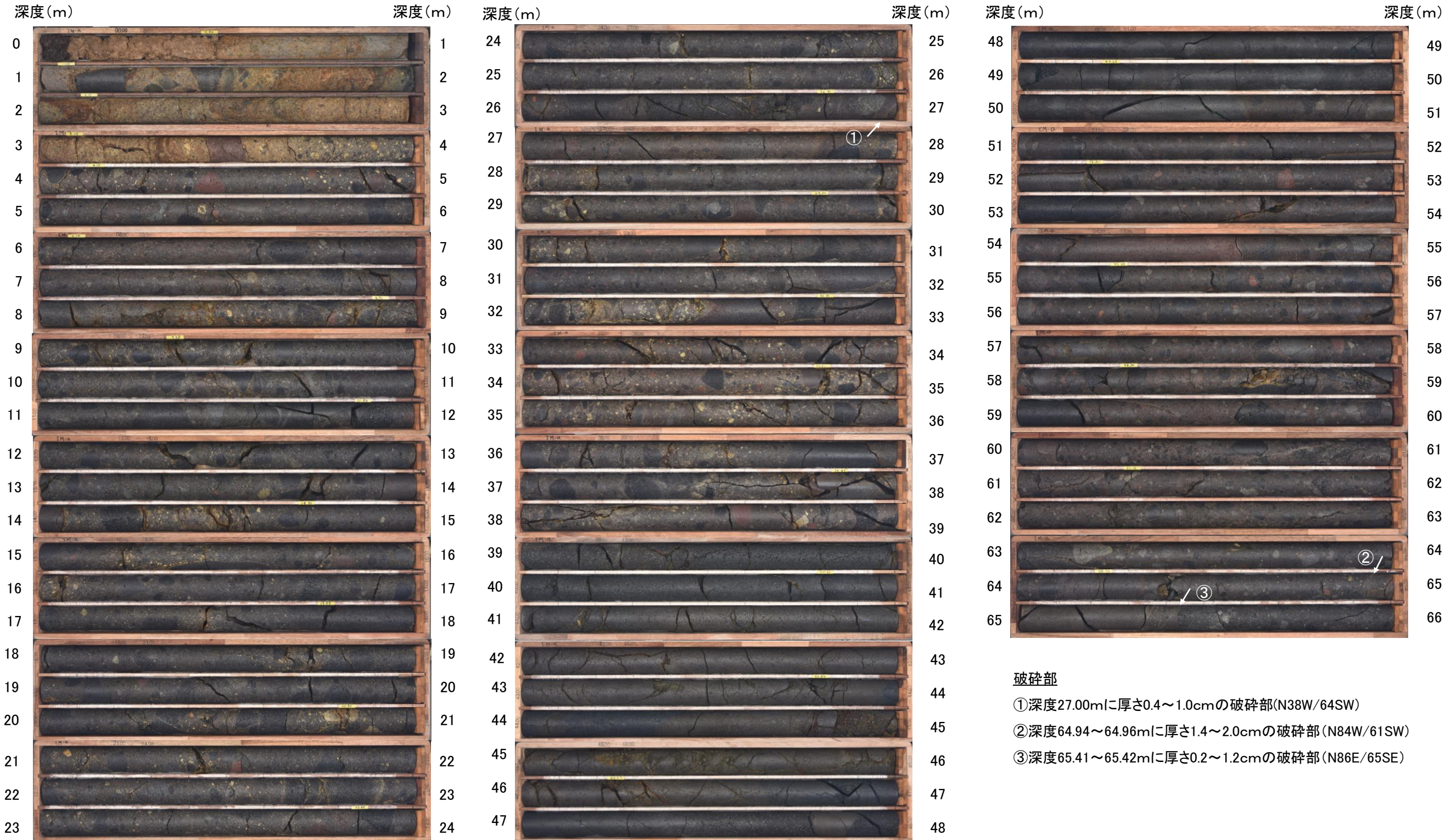
層理面の走向・傾斜

位置図

富来川南岸断層(北東端)

【Loc.Aにおける調査結果(ボーリング調査結果)(2/3)】

IM-a孔(孔口標高37.72m, 掘進長80m, 傾斜60°)

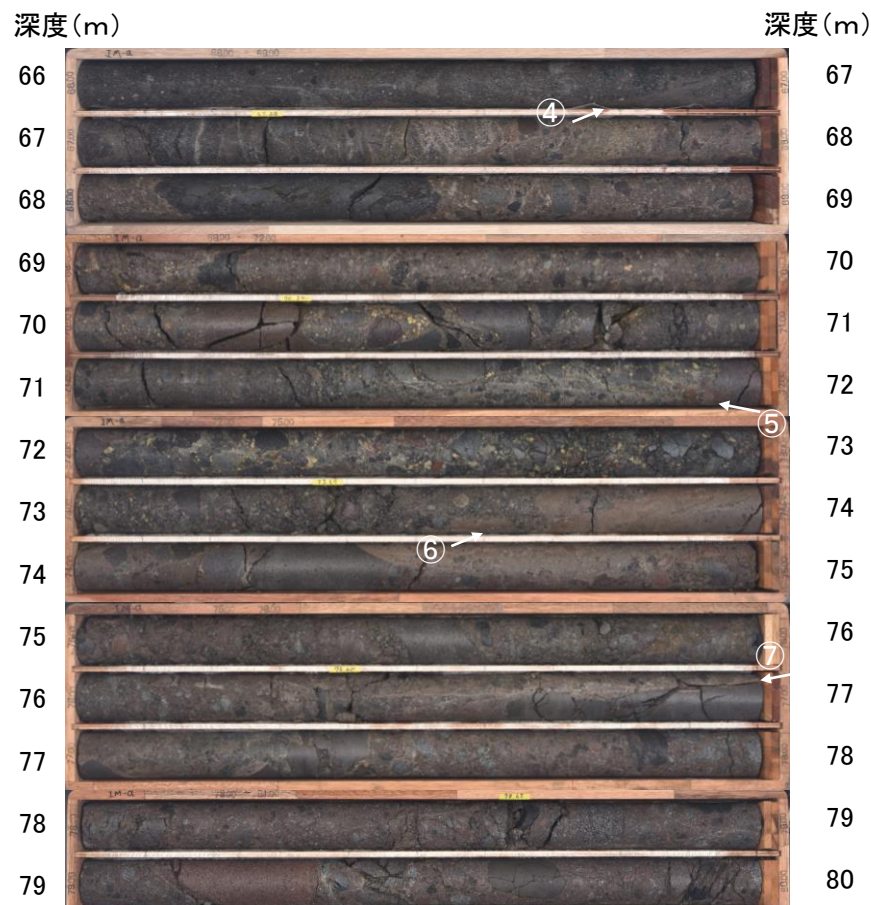


破碎部

- ① 深度27.00mに厚さ0.4~1.0cmの破碎部(N38W/64SW)
- ② 深度64.94~64.96mに厚さ1.4~2.0cmの破碎部(N84W/61SW)
- ③ 深度65.41~65.42mに厚さ0.2~1.2cmの破碎部(N86E/65SE)

【Loc.Aにおける調査結果(ボーリング調査結果)(3/3)】

IM-a孔(孔口標高37.72m, 掘進長80m, 傾斜60°)



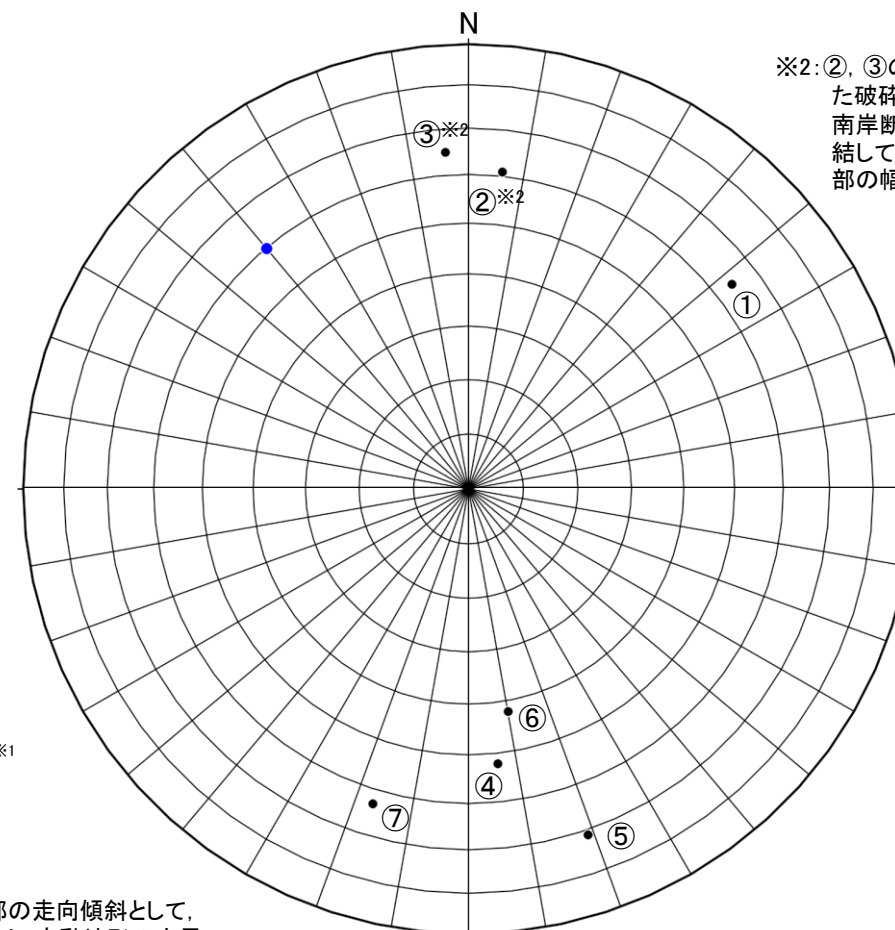
コア写真(深度66~80m)

破砕部

- ④ 深度66.90~66.92mに厚さ0.4~1.2cmの破砕部(N84E/52NW)
- ⑤ 深度71.49~71.95mに厚さ0.4~2.0cmの破砕部(N71E/71NW)
- ⑥ 深度73.68~73.92mに厚さ3.4~4.2cmの破砕部(N80E/42NW)
- ⑦ 深度76.60mに厚さ0.1~1.6cmの破砕部(N73W/63NE)

IM-a孔							
No.	確認深度(m)	標高(m)	走向・傾斜(走向は真北)	破砕部の幅(cm)	粘土状破砕部の幅(cm)	砂状・角礫状破砕部の幅(cm)	富来川南岸断層に対応しないと判断した根拠
①	27.00	EL 14.34	N38W/64SW	1.0	-	-	走向・傾斜, 性状が富来川南岸断層と異なる。
②	64.94~64.96	EL -18.52~-18.54	N84W/61SW	2.0	-	-	走向・傾斜, 性状が富来川南岸断層と異なる。
③	65.41~65.42	EL -18.93~-18.94	N86E/65SE	1.2	-	-	走向・傾斜, 性状が富来川南岸断層と異なる。
④	66.90~66.92	EL -20.22~-20.23	N84E/52NW	1.2	-	-	走向・傾斜, 性状が富来川南岸断層と異なる。
⑤	71.49~71.95	EL -24.19~-24.59	N71E/71NW	2.0	-	-	走向・傾斜, 性状が富来川南岸断層と異なる。
⑥	73.68~73.92	EL -26.09~-26.30	N80E/42NW	4.2	-	-	走向・傾斜, 性状が富来川南岸断層と異なる。
⑦	76.60	EL -28.62	N73W/63NE	1.6	-	-	走向・傾斜, 性状が富来川南岸断層と異なる。

・富来川南岸断層に対応する破砕部の性状としては, ボーリングTJ-1孔の観察結果(P.333)に基づき, 未固結の破砕部を想定した。



※2: ②, ③の破砕部は, IM-a孔で確認された破砕部の中では走向傾斜が富来川南岸断層と比較的近いが, 全体が固結しており性状が異なる。また, 破砕部の幅も2cm, 1.2cmと小規模である。

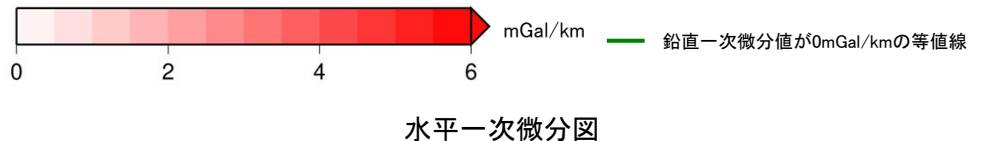
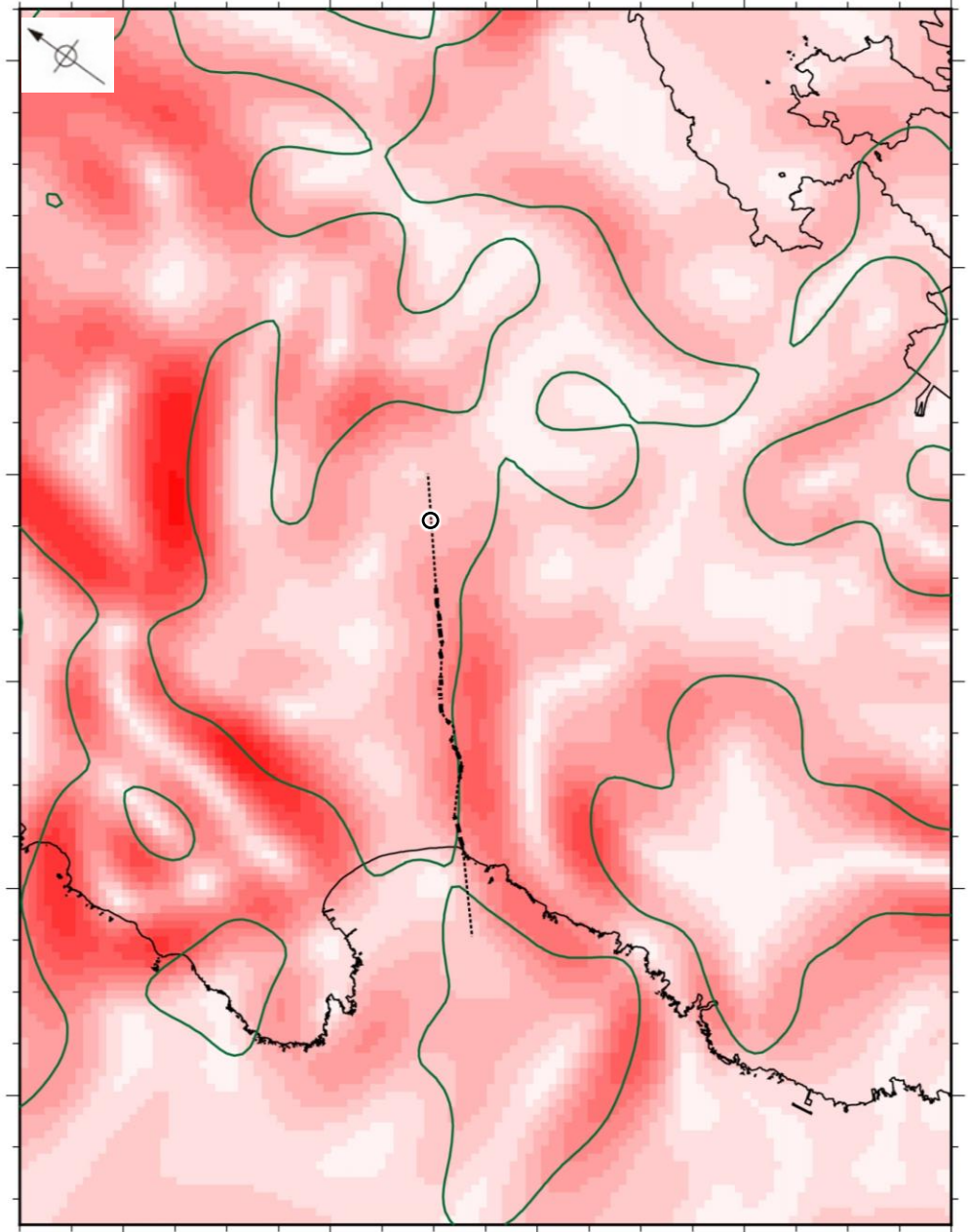
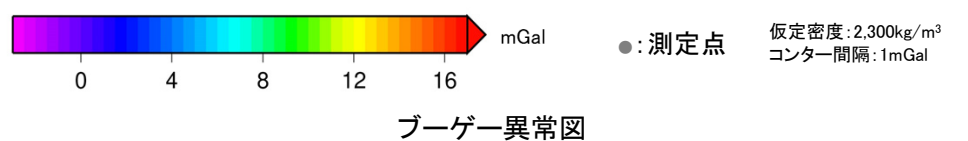
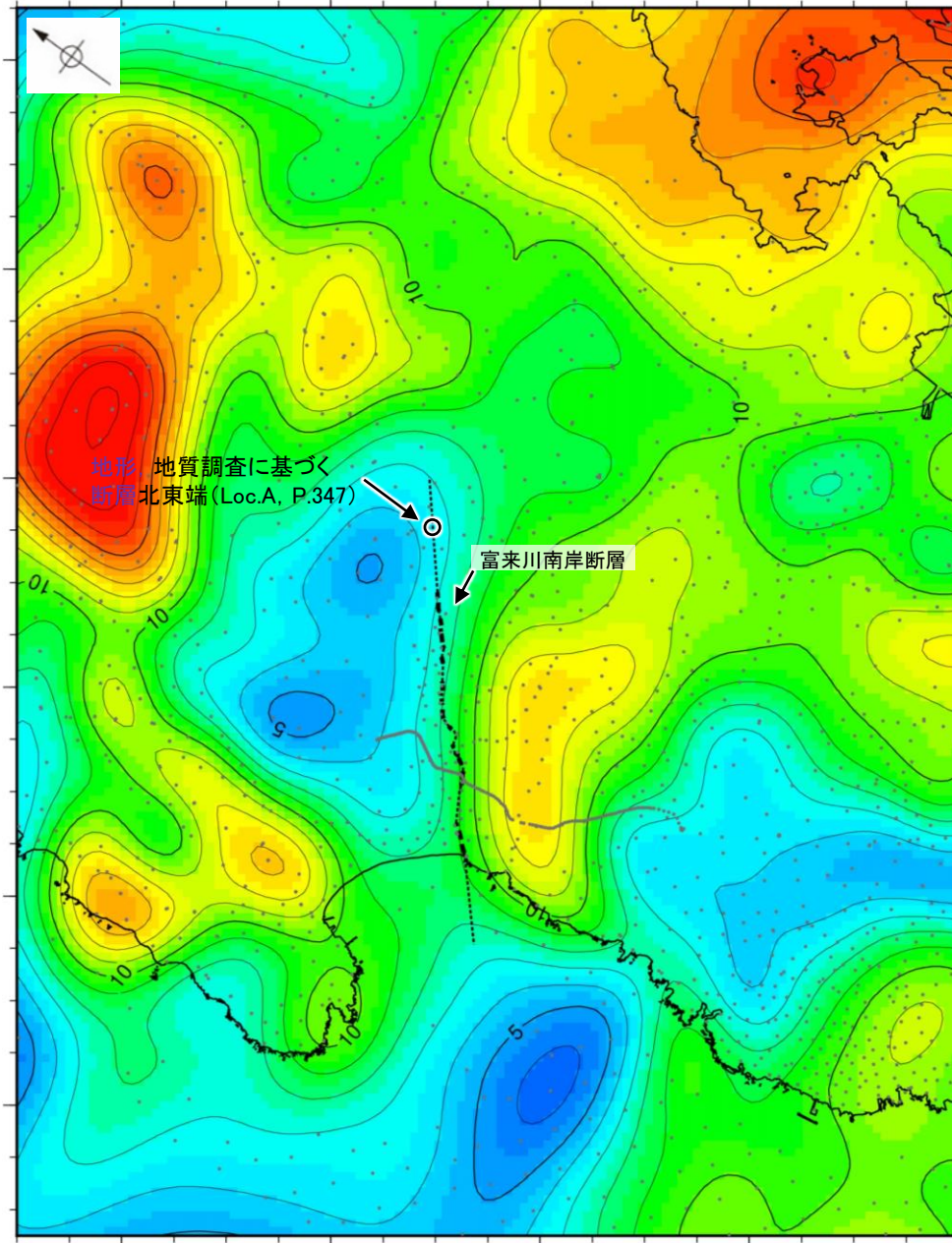
- 富来川南岸断層※1
- IM-a孔の破砕部

※1: 富来川南岸断層に対応する破砕部の走向傾斜として, 走向は富来川南岸断層のリニアメント・変動地形の大局的な方向に基づきN50° E, 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60° SEを想定した。

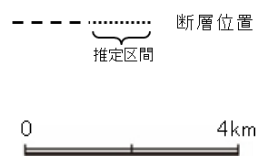
IM-a孔の調査結果
(シュミットネット下半球投影図)

2.4.1.1 (6) 富来川南岸断層の端部 — 重力異常 —

- 富来川南岸断層の深部構造を確認するため、ブーゲー異常図、水平一次微分図を作成した。
- 富来川南岸断層周辺のブーゲー異常図及び水平一次微分図によれば、重力異常の急変部は、海岸線付近からLoc.Aまでの断層が推定された位置にほぼ対応している。
- 基盤等の鉛直な段差構造の位置を示す鉛直一次微分値の0mGal/kmの等値線は、断層沿いに直線的に認められ、その北東側、南西側では屈曲する(下図、次頁)。



・右図は、陸域は本多ほか(2012)、国土地理院(2006)、The Gravity Research Group in Southwest Japan (2001)、Yamamoto et al. (2011)、Hiramatsu et al. (2019)、海域は産業技術総合研究所地質調査総合センター(2013)、石田ほか(2018)を用いて、金沢大学・当社が作成した。



紫字: 第1064回審査会合以降の変更箇所

・ブーゲー異常図は、対象とする断層の規模、調査密度を考慮し、平面トレンド成分の除去及び遮断波長3kmのローパスフィルター処理を行っている。
・なお、フィルター処理については、富来川南岸断層の地下構造について議論している Hiramatsu et al. (2019)を参考にした。

・水平一次微分図は、左のフィルター処理後のブーゲー異常図を基に作成した。