

第四紀断層及び基礎岩盤の状況の調査・検討

目 次

1. 立野ダムの事業概要	
1.1 流域の概要	1
1.2 過去の洪水被害	2
1.3 立野ダムの目的と機能	4
1.4 事業経緯及び諸元	4
2. 地形・地質概要	
2.1 白川流域の地形・地質	6
2.2 ダムサイト周辺の地形・地質	7
3. 立野ダム建設予定地周辺の第四紀断層	
3.1 第四紀断層調査（熊本地震前）	10
3.1.1 調査方法	10
3.1.2 文献調査の結果（半径 50km 以内）	10
3.1.3 地形学的調査の結果	12
3.1.4 文献調査結果と地形学的調査結果との対比	14
3.1.5 調査結果	16
3.2 第四紀断層調査（熊本地震後）	17
3.2.1 追加調査の目的	17
3.2.2 追加調査の方法	17
3.2.3 追加調査の結果	18
3.2.4 現時点の調査結果（まとめ）	36
4. 立野ダム建設予定地の基礎岩盤	
4.1 地形・地質の概要	37
4.2 基礎岩盤（熊本地震前）	40
4.2.1 岩級区分基準	40
4.2.2 岩級分布	43
4.2.3 岩盤の力学的特性	44
4.2.4 ダム設計の考え方	45
4.3 基礎岩盤（熊本地震後）	46
4.3.1 追加調査の目的	46
4.3.2 追加調査の結果	47
4.3.3 現時点の調査結果（まとめ）	72

1. 立野ダムの事業概要

1.1 流域の概要

白川は熊本県の中央部に位置する河川で、その源を熊本県阿蘇郡高森町根子岳（標高 1,433m）に発し、阿蘇カルデラの南の谷（南郷谷）を流下し、同じく阿蘇カルデラの北の谷（阿蘇谷）を流れる黒川と立野で合流した後、熊本平野を貫流して有明海に注ぐ、幹川流路延長約 74km、流域面積 480km² の一級河川である。上流域は阿蘇カルデラであり、立野ダムサイトは阿蘇カルデラの流出口である立野火口瀬付近に位置する。中流域では緩やかな火砕流台地や中位段丘面を流下し、下流域では熊本市街部の扇状地や沖積平野を流れ、有明海に注いでいる。



図- 1.1.1 流域の概要図（数値地図 200000（地図画像） 日本-III 平成 25 年 4 月 1 日刊行 に一部加筆）

1.2 過去の洪水被害

白川流域では、戦後、熊本市街部を中心に大災害をもたらした昭和28年6月洪水をはじめとして、昭和55年8月洪水及び平成2年7月洪水など、多数の家屋浸水被害をもたらす洪水が繰り返し発生している。平成24年7月の九州北部豪雨でも、基準地点代継橋において観測史上第1位の水位を観測し、沿川各所で洪水はん濫により甚大な被害が発生した。

表- 1.2.1 主要な既往洪水被害一覧表

洪水発生年月日	流域平均 2日雨量 (代継橋上流)	概要
昭和28年 6月25～28日	552.9mm	梅雨前線による豪雨で、阿蘇山のヨナが大量流下し、白川大洪水となる。死者行方不明422名、流失全壊家屋2,585戸、半壊家屋6,517戸、浸水家屋31,145戸、橋梁流失85橋、田畑の流失埋没1,372ha、冠水2,980ha、罹災者数388,848人
昭和28年 7月16～17日		熊本市及び阿蘇郡で、床上浸水67戸、床下浸水204戸、代継橋、明午橋、白川橋、泰平橋の仮橋いずれも流失
昭和32年 7月25～26日	257.3mm	前線による豪雨、熊本市で死者行方不明83名、家屋の流失・全壊・半壊348戸、床上浸水8,627戸、床下浸水7,308戸、橋梁流失16橋(代継橋水位観測所：3.55m)
昭和37年 7月7～8日	226.0mm	坪井川増水、井芹川堤防が決壊し、花園、寺原、世安町の低地で1,000戸が浸水(代継橋水位観測所：3.62m)
昭和38年 8月16～18日	359.9mm	低気圧、温暖前線による豪雨、熊本市で床上浸水860戸、床下浸水1,837戸、堤防欠壊14(代継橋水位観測所：4.78m)
昭和40年 6月30～7月3日	316.3mm	30日夜から1日にかけて、白川、井芹川、坪井川が氾濫し、家屋倒壊4戸、床上浸水340戸、床下浸水651戸、一の宮署管内で床上3戸、床下45戸、2日夜から3日朝にかけて、白川、井芹川、坪井川が増水、床上20戸、床下250戸で白川の安己橋が折れ曲がり、11日に崩壊(代継橋水位観測所：4.97m)
昭和55年 8月29～31日	416.4mm	台風の影響で前線が活発化し、豪雨となった。流域関連市町村の被害は死者・行方不明1名、家屋の全半壊18戸、床上浸水3,540戸、床下浸水3,245戸(代継橋水位観測所：5.88m)
平成2年 7月1～3日	379.0mm	梅雨前線による豪雨。流域関連市町村の被害は、死者・行方不明14名、家屋の全半壊146戸、一部破損250戸、床上浸水1,614戸、床下浸水2,200戸(代継橋水位観測所：5.79m)
平成9年 7月6～13日	406.8mm	梅雨前線による豪雨。流域関連市町村の被害は、家屋の一部破損3戸、床上浸水68戸、床下浸水664戸(代継橋水位観測所：4.59m)
平成11年 9月24日	—	台風18号による高潮被害。床上浸水7戸、床下浸水37戸、浸水面積11.3ha
平成19年 7月6～7日	318.7mm	熊本市街部において、「避難準備情報」が発令(代継橋水位観測所：4.93m)
平成24年 7月12日	393.6mm	梅雨前線による豪雨。白川沿川の被害は、死者行方不明者25名、家屋の全半壊1,451戸、一部損壊26戸、床上浸水407戸、床下浸水977戸(代継橋水位観測所：6.32m)

※被害の概要は「昭和28年西日本水害調査報告書(土木学会西部支部)」、「熊本県災異誌(熊本地方気象台)」、「防災・消防・保安年報(熊本県)」、「熊本県災害年報」、出水記録および熊本河川国道事務所調査結果による。

※被害の数値には内水被害、土砂災害を含む場合がある。

(1) 昭和28年6月洪水

昭和28年は6月上旬頃から阿蘇地方にたびたび強い雨が降っていた。6月末になって南西海上から高温多湿の気流(湿舌)の流れ込みが激しくなり、梅雨前線を強く刺激したため、6月25日～28日にかけて熊本県中部一帯に豪雨となった。阿蘇地方ではそれまで降り続いた雨によって地盤は高い湿潤状態であったが、この大雨が降ったため、白川は瞬間に増水して大洪水となって沿岸一体に氾濫した。

また豪雨により阿蘇地方で山崩れが頻発し、火山基層を厚く覆う「ヨナ」と呼ばれる火山灰混じりの砂が洪水で流され氾濫堆積したため、熊本市内は泥土に埋もれた。

被害状況は、死者行方不明者422名、流失全壊家屋2,585戸、半壊家屋6,517戸、浸水家屋31,145戸、橋梁流失85橋、田畑の流失埋没1,372ha、冠水2,980ha、罹災者数388,848人となった。



写真- 1.2.1 流失直前の明午橋



写真- 1.2.2 洪水後のヨナの堆積状況(熊本市上通町)



写真- 1.2.3 洪水後の子飼橋付近の状況

※流木により河道閉塞が起り、濁流によりえぐりとられた大江町。左岸側の橋は保安隊によって架けられた仮橋

(2) 昭和 55 年 8 月洪水

8 月 28 日熊本県地方は、台風の間接的な影響で大気が非常に不安定な状態となり、九州北部に前線が現れ、南西の高温多湿の空気が流れ込んだため前線の活動が活発となり、29 日夜から 31 日にかけて県の中部以北で強い雨が降った。降り始めからの連続雨量は、阿蘇黒川観測所で最大 666mm、熊本観測所で 334.5mm を記録した。この大雨は、白川が熊本市街部で越水する洪水となり、主に熊本市で多数の家屋浸水を発生させた。この雨による流域関連市町村の被害は死者・行方不明 1 名、家屋の全半壊 18 戸、床上浸水 3,540 戸、床下浸水 3,245 戸であった。



写真- 1.2.4 熊本市二本木地区の越水状況



写真- 1.2.5 熊本市城東地区の越水状況

(3) 平成 2 年 7 月洪水

6 月 28 日頃から梅雨前線はゆっくり南下し、7 月 2 日には台風 6 号崩れの低気圧が接近し、太平洋高気圧周辺部からの暖かい湿った空気の流入に伴って、前線の活動が活発になり、九州中北部で局地的な集中豪雨となった。白川流域では、7 月 1 日深夜から集中豪雨に見舞われ、阿蘇山観測所の 7 月 1 日 23 時～7 月 2 日 23 時までの累加雨量は 341mm、時間最大雨量で 50mm (7 月 2 日 8 時～9 時) の降雨となった。この大雨は、白川が熊本市街部で越水し、支川黒川が広範囲に氾濫する洪水となり、主に熊本市、阿蘇市で多数の家屋浸水をさせた。この雨による流域関連市町村の被害は、死者・行方不明 14 名、家屋の全半壊 146 戸、一部破損 250 戸、床上浸水 1,614 戸、床下浸水 2,200 戸であった。



写真- 1.2.6 白川橋下流右岸の流下状況



写真- 1.2.7 第一白川橋梁地点の流下状況

(4) 平成 24 年 7 月洪水 (九州北部豪雨)

7 月 11 日から 14 日にかけて、本州付近に停滞した梅雨前線に向かって南から非常に湿った空気が流れ込み、九州北部を中心に非常に強い大雨となった。白川流域では坊中雨量観測所で観測史上第 1 位となる時間雨量 124mm を記録するとともに、流域の 5 雨量観測所 (立野、内牧、坊中、湯ノ谷、芭見) において 3 時間雨量が観測史上第 1 位を記録した。また、河川水位についても、基準地点代継橋において昭和 31 年の観測開始以来、観測史上第 1 位となる水位を観測した。この大雨により、白川が熊本市街部で越水し、支川黒川が広範囲に氾濫する洪水となり、沿川で多数の家屋浸水を発生させた。この大雨による白川沿川の被害は死者行方不明者 25 名、家屋の全半壊 1,451 戸、一部損壊 26 戸、床上浸水 407 戸、床下浸水 977 戸であった。



写真- 1.2.8 明午橋右岸上流の越水状況



写真- 1.2.9 大甲橋上流の流下状況



写真- 1.2.10 蓮台寺橋地点の流下状況



写真- 1.2.11 熊本市龍田陣内地区の越水状況



写真- 1.2.12 洪水後のヨナの堆積状況 (熊本市黒髪地区)



写真- 1.2.13 阿蘇市内牧市街部の浸水状況

1.3 立野ダムの目的と機能

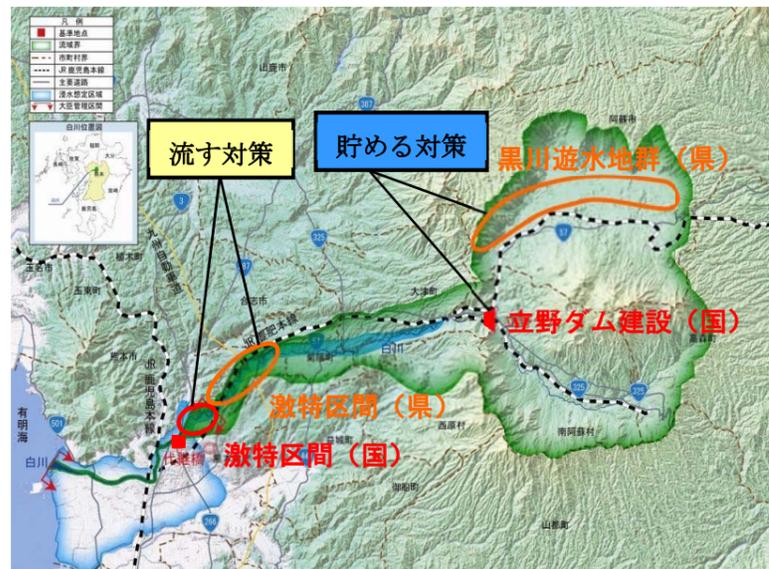
白川の河川整備は、「白川水系河川整備基本方針」及び「白川水系河川整備計画」に基づき実施しており、流域内の洪水調節施設として立野ダムが位置づけられている。

立野ダムは、白川沿川の洪水被害の防止又は軽減を図ることを目的とした洪水調節専用ダム（流水型ダム）である。

白川水系河川整備基本方針は、昭和28年6月洪水と同程度の洪水を安全に流すことを目的とし、基準地点である代継橋地点において基本高水のピーク流量 $3,400\text{m}^3/\text{s}$ を、立野ダム（洪水調節施設）により $400\text{m}^3/\text{s}$ の洪水調節を行い、計画高水流量を $3,000\text{m}^3/\text{s}$ に低減し、河道の整備と併せて洪水被害の防止又は軽減を図るものである。

また、今後20年～30年間の河川整備の目標を定めた、白川水系河川整備計画に基づき、現在河川整備を進めており、基準地点の代継橋地点において、整備計画目標流量 $2,300\text{m}^3/\text{s}$ を立野ダム等で $300\text{m}^3/\text{s}$ の洪水調節を行い河道で $2,000\text{m}^3/\text{s}$ を安全に流下させる計画である。

白川の治水対策は、河道の整備（流す対策）と立野ダム建設等（貯める対策）の両方の整備が不可欠な計画となっている。



【白川水系河川整備基本方針：流量配分（代継橋地点）】

流す対策 $3,000\text{m}^3/\text{s}$ 河道への配分流量	貯める対策 $400\text{m}^3/\text{s}$ 洪水調節施設
---	--

【白川水系河川整備計画：流量配分（代継橋地点）】

$2,000\text{m}^3/\text{s}$ 河道への配分流量		$300\text{m}^3/\text{s}$ 立野ダム + 黒川遊水地群
現況流下能力 約 $1,500\text{m}^3/\text{s}$	激特事業 約 $500\text{m}^3/\text{s}$	

図- 1.3.1 現時点の白川流域整備イメージ図

1.4 事業経緯及び諸元

(1) 立野ダムの計画諸元

立野ダムの諸元を表-1.4.1に示す。

表- 1.4.1 立野ダム諸元

位置	左岸:熊本県菊池郡大津町大字外牧地先		
	右岸:熊本県阿蘇郡南阿蘇村大字立野地先		
河川名	白川水系白川	堤高(高さ)	約90m
ダム名	立野ダム	堤頂長(長さ)	約200m
型式	曲線重力式コンクリートダム	堤体積(減勢工を含む)	約 40万m^3
集水面積	約 383km^2	天端高	標高282.0m
湛水面積	約 0.36km^2	洪水時最高水位	標高276.0m
貯留容量	約 $1,000\text{万m}^3$	計画堆砂量	約 60万m^3

(2) 立野ダムの事業経緯

立野ダムの事業経緯を表-1.4.2に示す。

表- 1.4.2 立野ダムの事業経緯

西暦	年号	計画の変遷等
1969	昭和44年	予備調査着手(4月)
1979	昭和54年	実施計画調査着手(4月)
1983	昭和58年	建設事業着手(4月)
1984	昭和59年	損失補償基準妥協[宅地・建物](9月)
1989	平成元年	損失補償基準妥協[農地・山林](5月)
1993	平成5年	「立野ダム建設と長陽村(現南阿蘇村)地域整備事業促進のための協定書及び確認書」調印(1月) 白川水源地域対策基金の設立(3月)
2000	平成12年	白川水系河川整備基本方針策定(12月)
2002	平成14年	白川水系河川整備計画策定(7月)
2009	平成21年	新たな基準に沿った検証の対象とするダム事業に選定(12月)
2010	平成22年	ダム事業の検証に係る検討について国土交通大臣から九州地方整備局長への指示(9月)
2012	平成24年	ダム事業の検証に関する対応方針(立野ダム建設事業の継続)の決定(12月)
2014	平成26年	仮排水トンネル工事契約(3月)
2014	平成26年	漁協補償契約(4月)
2015	平成27年	上流仮締切堤工事契約(9月)

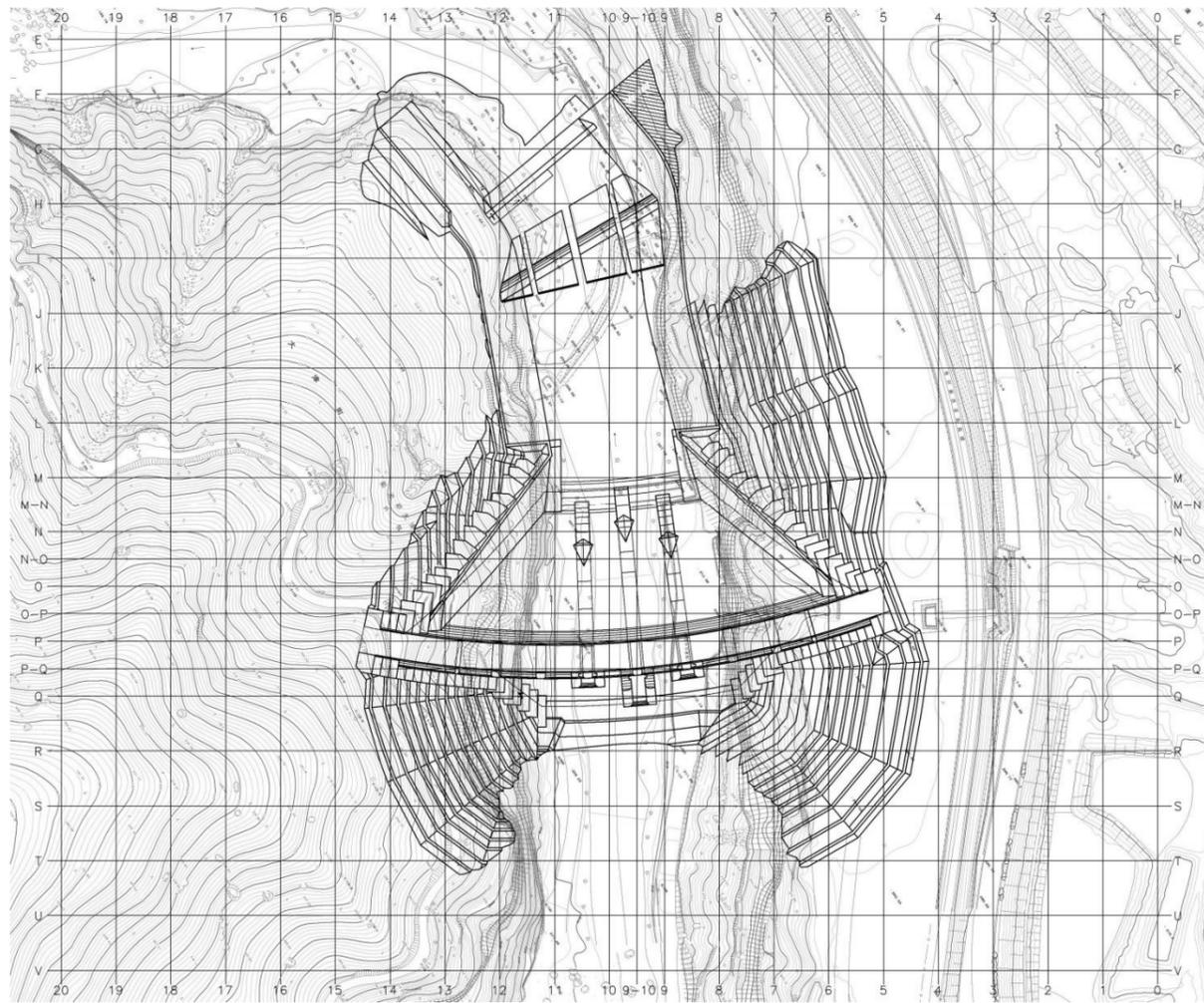


図- 1.4.1 立野ダム平面図

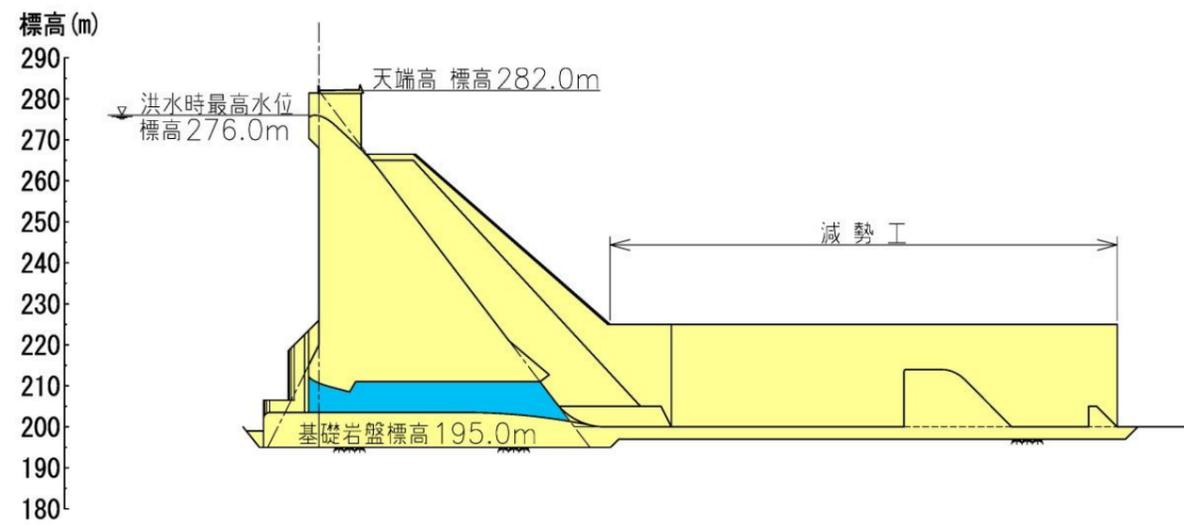


図- 1.4.2 立野ダム標準断面図

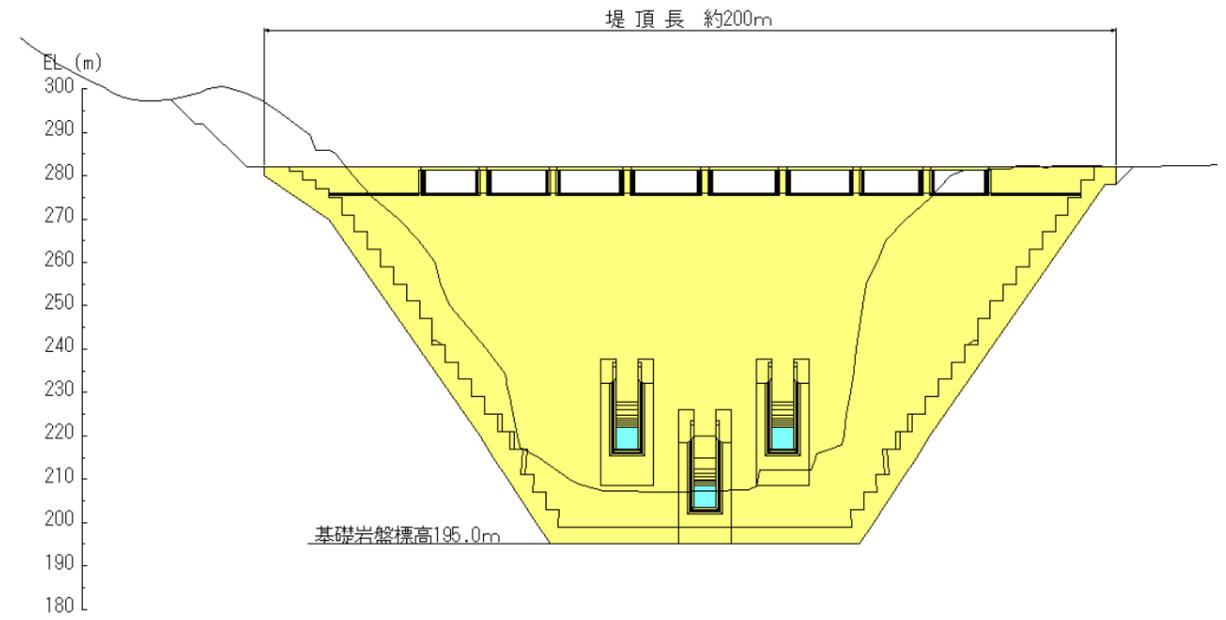


図- 1.4.3 立野ダム上流面図

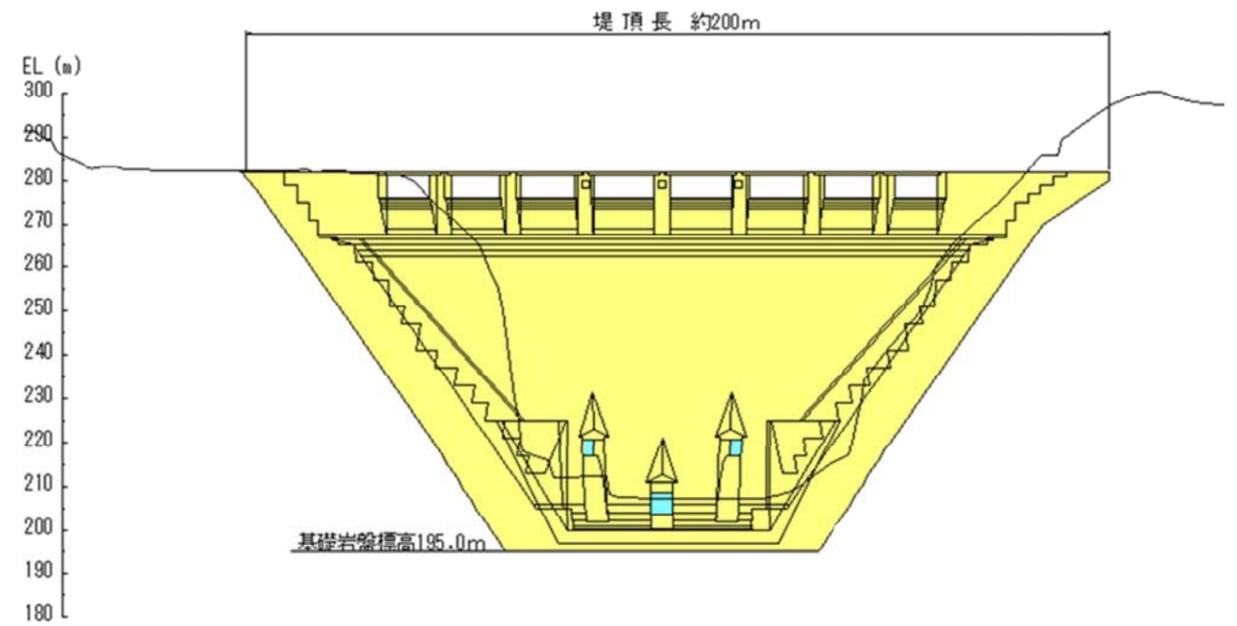


図- 1.4.4 立野ダム下流面図

2. 地形・地質概要

2.1 白川流域の地形・地質

(1) 地形概要

白川の流域は、“おたまじゃくし”に似た形をしており、上流域は標高700～1,200m級の外輪山で囲まれた南北24km、東西19kmの阿蘇カルデラである。白川はカルデラ東部の根子岳付近に源を発し、カルデラ内の南側を流下する。白川はカルデラ内の北側から流下してきた黒川とカルデラ西部で合流し、唯一の出口である立野火口瀬を通してカルデラ外に流出する。

立野火口瀬は外輪山を東西に横断する谷で、溶岩類からなる急崖地形が連続する。火口瀬を抜けると、白川中流域は緩やかな火砕流台地となり、下流域では熊本市街部の扇状地や沖積平野となる。立野ダムは、白川の上流域と中流域の境界部に相当する立野火口瀬付近に計画されている。

(2) 地質概要

白川流域周辺の地質は、中生代～古生代の変成岩類や中生代白亜紀の花崗岩類、御船層群などを基盤とし、白川の上流域から中流域にかけては第四紀更新世以降の火山岩類が広く分布している。

火山岩類は、下位より先阿蘇火山岩類、阿蘇火砕流堆積物、阿蘇火山岩類が累重する。白川下流域では、これら火山岩類を段丘堆積物や扇状地堆積物、沖積層等が被覆している。先阿蘇火山岩類は、更新世中期に噴出した安山岩質溶岩や火砕岩から構成され、カルデラの外輪山を形成する。阿蘇火砕流堆積物は、更新世の27万年前より後に4回の大きな火山活動で噴出した溶結凝灰岩が主体であり、外輪山の頂部から周辺にかけて広く分布する。阿蘇火山岩類は、カルデラ形成後に中央火口丘群から噴出した溶岩類である。

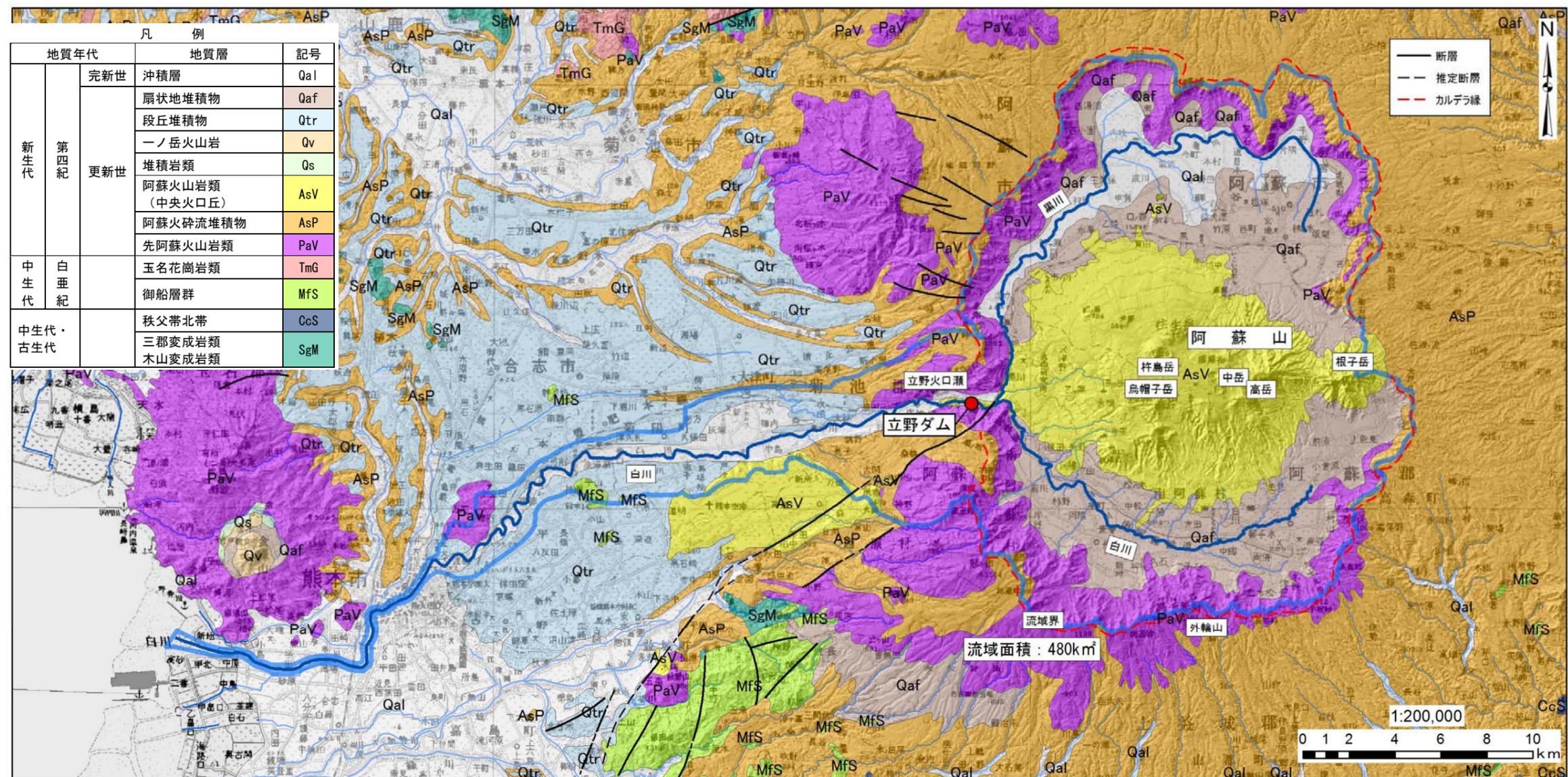


図-2.1.1 流域の地質（九州地方土木地質図（1986）を編集・加筆）

2.2 ダムサイト周辺の地形・地質

(1) 地形概要

ダムサイトは、白川と黒川の合流点から約 1.3km 下流の立野火口瀬付近に位置する。立野火口瀬付近は、外輪山を東西方向に横断する幅 500~700m の谷地形であり、カルデラ外への唯一の出口であり、大地を大きく浸食している。ダムサイトの右岸は 80m 前後の直立した急崖が連続し、標高 300m より上流では緩やかな台地面へ移行する。一方、左岸は外輪山に続く約 40~60° の斜面である。ダムサイトの河床標高は約 210m、河床幅は 50~70m であり、標高 300m 以下では左岸側にやや開いた非対称な箱沢谷である。



写真-2.2.1 立野火口瀬周辺の地形(下流側右岸の尾根よりダムサイトを望む)

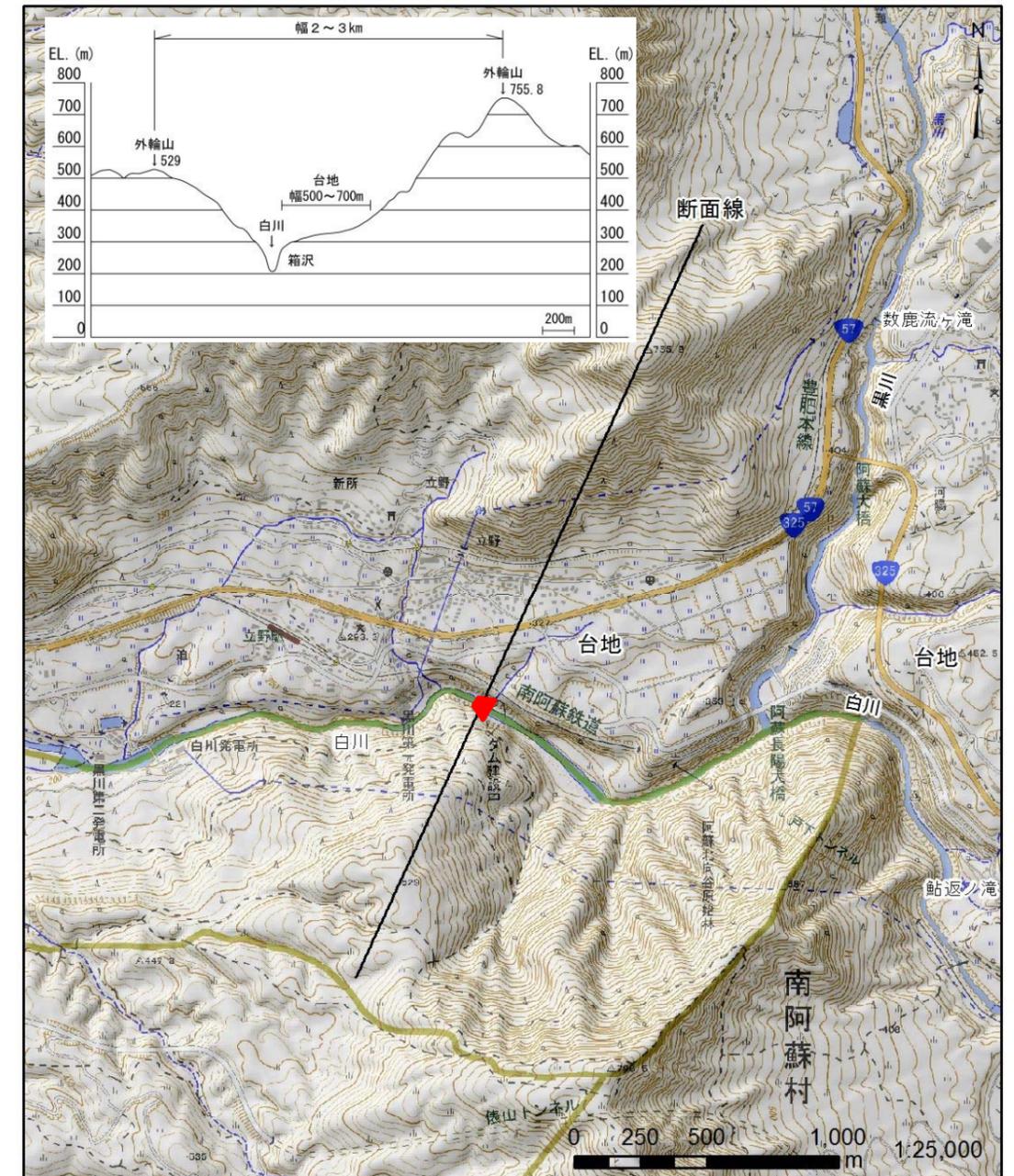


図-2.2.1 立野火口瀬周辺の地形と代表的な断面

(この背景地図等データは、国土地理院の電子国土 Web システムから提供されたものである。)

(2) 地質概要

立野火口瀬周辺には火山岩類として、更新世中期から更新世後期の先阿蘇火山岩類、阿蘇火砕流堆積物、阿蘇火山岩類が分布する。

先阿蘇火山岩類は輝石安山岩と角閃石安山岩の溶岩・火砕岩で、阿蘇の外輪山を構成する(40~80万年前)。その後、4回の大規模な阿蘇火砕流が噴出し(27万~9万年前)、東西18km、南北25kmのカルデラが形成された。これらの火砕流の噴出間隙に火山活動があり、根子岳火山、外牧溶岩などが噴出した。カルデラ形成以後、カルデラ内で活発な火山活動が始まり中央火口丘が形成された。この火山岩類でもっとも古い鮎返ノ滝溶岩は立野火口瀬に向けて流下し、引き続き栃ノ木溶岩、立野溶岩、赤瀬溶岩、火山研究所溶岩などが火口瀬に流下した。また、ダムサイトの周辺では、先阿蘇火山岩類と立野溶岩の間に立野層が分布する。

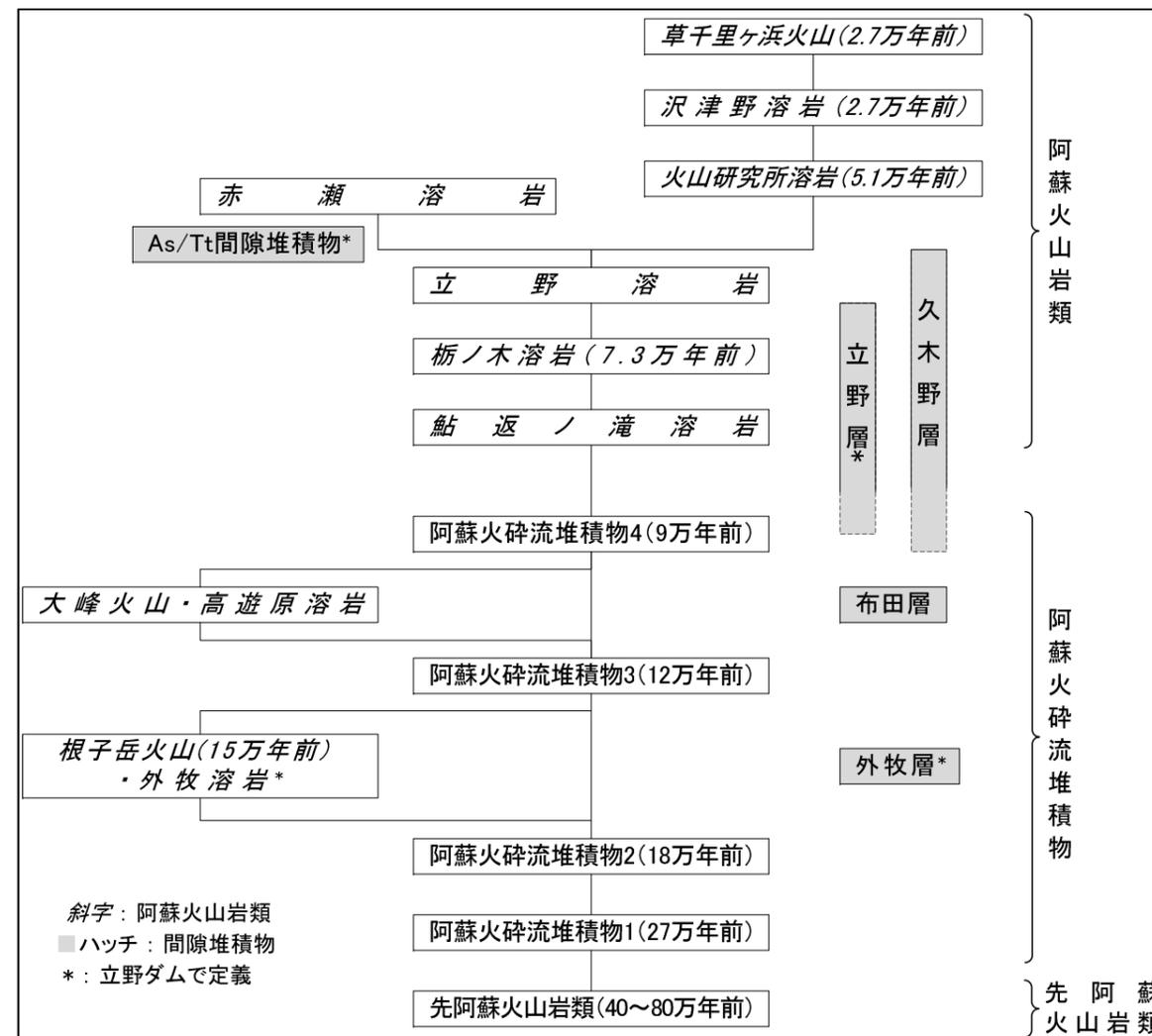
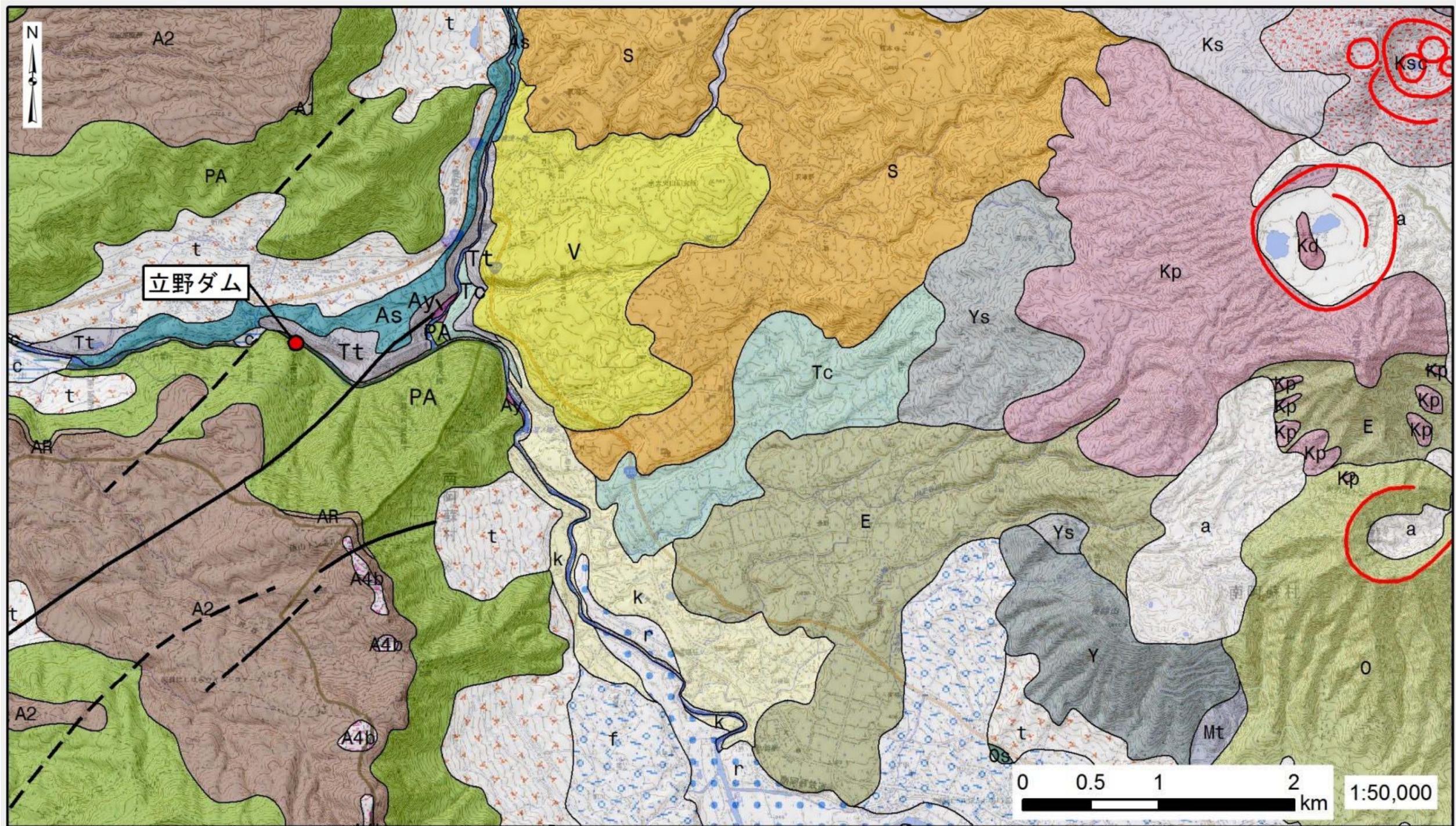


図-2.2.2 阿蘇火山の活動史(小野・渡辺;1985 を修正加筆)

*地質名称は「阿蘇山地質図(小野・渡辺1985)に準拠。
当該文献に記載がない地質は立野ダムで定義



凡例

- | | | | | | | |
|------------|-------------------|------------|------------|-----------------|-----------------|------|
| a: 降下火山灰 | Oc: 往生岳火山 スコリア丘 | E: 烏帽子岳火山 | As: 赤瀬溶岩 | Tt: 立野溶岩 | AR: Aso-2R溶結火砕岩 | 噴火口 |
| c: カルデラ埋積層 | Ks: 杵島岳火山 溶岩流 | Y: 夜峰山火山 | S: 沢津野溶岩 | Tc: 栃ノ木溶岩 | A1: Aso-1火砕流 | 断層 |
| t: 崖錐 | Ksc: 杵島岳火山 スコリア丘 | Mt: 松ノ木火山 | V: 火山研究所溶岩 | Ay: 鮎返ノ滝溶岩 | PA: 先阿蘇火山岩類 | 伏在断層 |
| r: 河岸段丘堆積物 | Kd: 草千里ヶ浜火山 中央火口丘 | O: 御竈門山火山 | Ys: 吉岡溶岩 | A4b: Aso-4A火砕流 | | |
| f: 扇状地堆積物 | Kp: 草千里ヶ浜火山 主軽石丘 | Os: 古期小火山体 | k: 久木野層 | A2: Aso-2A.B火砕流 | | |

図-2.2.3 立野火口瀬周辺の地質図(小野・渡辺 ; 1985 に加筆)

3. 立野ダム建設予定地周辺の第四紀断層

3.1 第四紀断層調査 (熊本地震前)

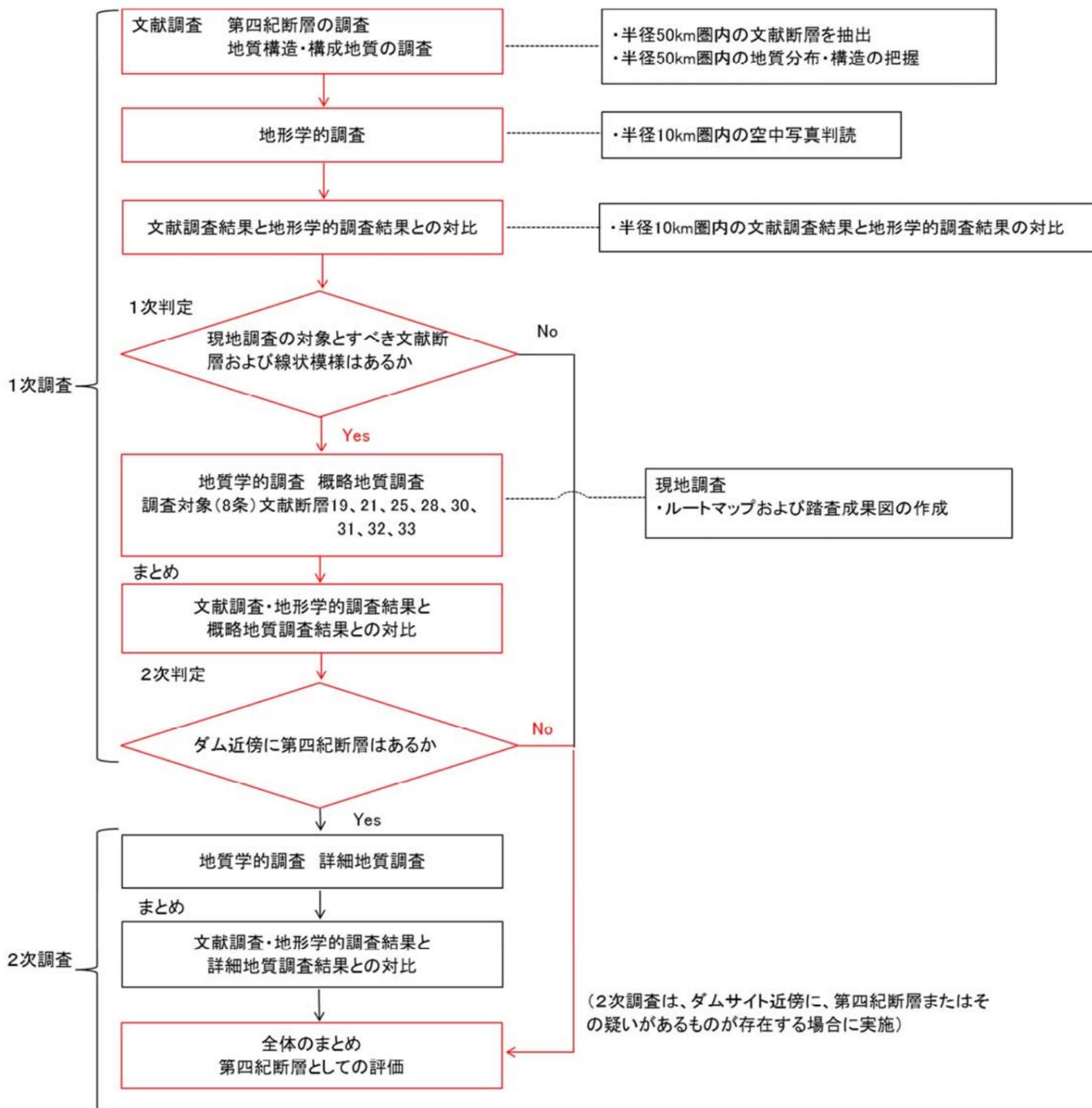
3.1.1 調査方法

ダム建設における第四紀断層の調査の内容と方法は「第四紀断層の調査 (河川砂防技術基準 調査編)」等の技術資料と文献によって示されており、立野ダムにおいてもこれらの技術資料等に基づき第四紀断層調査を実施した。

3.1.2 文献調査の結果 (半径 50km 以内)

文献調査の結果としては、ダム敷から半径 50km 圏内に分布するものが 177 条であり、ダム敷から半径 10km 圏内に分布するものが 20 条である。そのうち長さ 10km 以上のものが 1 条、ダム敷から半径 3km 圏内に分布するものが 7 条である。

文献断層の位置図を図-3.1.2 に示す (活断層を明記しているか否かにかかわらず掲載されているものを文献断層としている)。



- ① 「新編 日本の活断層—分布図と資料—」 (活断層研究会、1991、東京大学出版会)
- ② 「九州の活構造」 (九州活構造研究会、1989、東京大学出版会)
- ③ 「都市圏活断層図 熊本」 (池田安隆ほか、2001、国土地理院技術資料)
- ④ 「都市圏活断層図 八代」 (中田 高ほか、2001、国土地理院技術資料)
- ⑤ 「活断層詳細デジタルマップ」 (中田 高ほか、2002、東京大学出版会)
- ⑥ 「熊本県地質図」 (熊本県地質図編集委員会、2007、熊本県地質調査業協会)
- ⑦ 「阿蘇火山地質図」 (小野晃司ほか、1985、地質調査所資料)
- ⑧ 「別府—万年山断層帯の評価」 (地震調査研究推進本部地震調査委員会、2005、地震調査研究推進本部資料)
- ⑨ 「布田川断層帯・日奈久断層帯の評価(一部改訂)」 (地震調査研究推進本部地震調査委員会 2013、地震調査研究推進本部資料)



凡 例

「新編 日本の活断層」(1991)、「九州の活構造」(1989)

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

「九州の活構造」(1989)のみ

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

「都市圏活断層図」(2001)※「熊本」「八代」

- 活断層
- 活断層 (位置やや不明確)

「活断層詳細デジタルマップ」(2002)

- 活断層
- 活断層 (位置やや不明確)

「熊本県地質図」(2007)

- 断層
- 推定断層

「阿蘇火山地質図」(1985)

- 断層

「地震調査研究推進本部」(2013)

- 活断層

地 震

1984年まで 1985年～1987年

- M7.0以上
- M6.0～6.9
- M5.9以下

記号に添えた数字は発生年月日とマグニチュードを示す。
「新編 日本の活断層」(1991)より

平成7年以降に実施された第四紀断層調査(トレンチ実施)位置

図-3.1.2 ダム敷から半径 50km 圏内の文献断層位置図

3.1.3 地形学的調査の結果

地形学的調査としては、空中写真及び地形図を判読し、断層変位地形を伴った線状模様を抽出した。ダム敷から半径 10km 圏内に 18 条の線状模様が抽出され、文献断層の分布傾向と調和的であった。抽出された線状模様は、L1 に区分されるものが 7 条、L2 に区分されるものが 9 条、L3 に区分されるものが 2 条である。そのうち、ダム敷から半径 3km 圏内に分布するものが 1 条である。

表-3.1.1 線状模様の確からしさの分類(桑原、1987)

分類	記 事
L1	地質構造を反映していると思われる線状模様のうち、ごく最近(第四紀程度)に変位を示す地形である確からしさの最も高いもの。具体的には、変位の基準となる地形が明瞭なもの。すなわち、線状模様の両側の尾根、谷、地形面がごく最近まで一続きであった事が明らかに判り、それが線状模様によって系統的に変位(変位の向き、変位量等がほぼ同じになっている事)しているもの。
L2	L1 に準じ、変位を示す地形である確からしさのやや高いもの。すなわち、段丘などの明瞭な変位基準地形がないために確実度が低い、尾根や谷が横ずれ様に配列していたり、低断層崖と思われる地形などがあって、変位の向きは推定できるが、両側の地形面の時代が異なるなど、ごく最近の変位地形である事が不明瞭な線状模様。
L3	L2 に準じ、変位を示す地形の確からしさの最も低いもの。すなわち、断層地形である事が最も不明瞭なもので、変位地形ともみられる地形を持つが、変位の向きが不明瞭であったり、他の原因も考えられるもの。

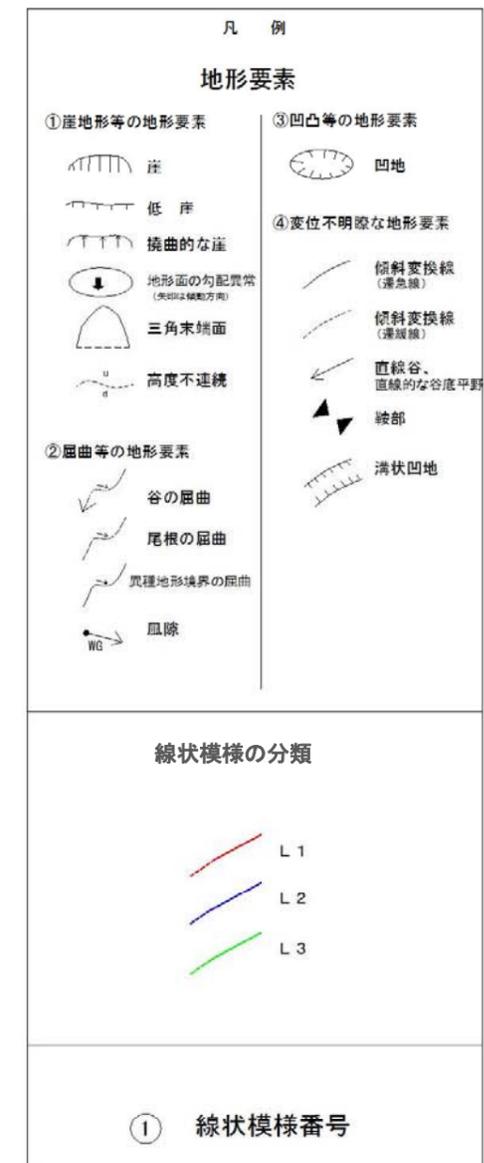


図-3.1.3 線状模様判読結果

3.1.4 文献調査結果と地形学的調査結果との対比

ダム敷から半径 10km 圏内の文献断層と、判読した線状模様を対比した結果、現地における地表地質踏査が必要とされるものとして、8 条を抽出した。

- 文献断層 19：瀬田断層、線状模様⑨・・・3km 圏内でダムサイトへの方向性がある。
- 文献断層 28：北向山断層、線状模様⑩・・・3km 圏内にある。
- 文献断層 30：布田川断層、線状模様⑪・・・10km 圏内でかつ延長 10km 以上。ダムサイトへの方向性がある。
- 文献断層 21・・・・・・・・・・・・・・3km 圏内にある。
- 文献断層 25・・・・・・・・・・・・・・3km 圏内でダムサイトへの方向性がある。
- 文献断層 31・・・・・・・・・・・・・・3km 圏内にある。
- 文献断層 32・・・・・・・・・・・・・・3km 圏内にある。
- 文献断層 33・・・・・・・・・・・・・・3km 圏内にある。

現地調査の必要性の評価基準

- ①ダム敷から 3km 圏内で指摘されている文献断層（第四紀断層）又は、確認される線状模様（L1～L3）
- ②ダム敷から 10km 圏内の文献断層かつ線状模様で延長が 10km 以上のもの
- ③ダム敷から 3km 圏外であってもダムサイトに向かう可能性のある線状模様等

表-3.1.2 文献調査結果と地形調査結果との対比

断層番号	文献調査結果					地形調査結果							ダムとの関係			地表踏査の要否
	断層名	確実度	活動度	長さ(km)	文献名*1	線状模様番号	ダム敷からの距離(km)	長さ(km)	方向	明瞭度	変位基準	分類	ダム敷から3km圏内	ダム敷から10km圏内かつ延長10km以上	ダムサイトへの方向性がある	
1	端辺原野断層	I	B	2.6 2.4	日活・九活 活D 阿蘇	①	8.85	2.15	WNW	明瞭	阿蘇4火砕流堆積面 先阿蘇火山岩類面	L1	×	×	×	×
2	ツームシ山断層	I	C	5.6 5.0	日活・九活 活D 阿蘇	②	8.4	5.6	WNW	明瞭	阿蘇4火砕流堆積面 先阿蘇火山岩類面	L1	×	×	×	×
3	的石牧場Ⅰ断層	I	B	2.4 3.0	日活・九活 活D 阿蘇	③	8.15	3.25	WNW	明瞭	阿蘇4火砕流堆積面 先阿蘇火山岩類面	L1	×	×	×	×
4	的石牧場Ⅱ断層	I	B	1.4 1.4	日活・九活 活D	④	7.9	1.15	WNW	明瞭	阿蘇4火砕流堆積面	L1	×	×	×	×
6	的石牧場Ⅲ断層	I	B	1.8 1.4	日活・九活 活D	⑤	7.5	1.0	EW	やや明瞭	阿蘇4火砕流堆積面	L2	×	×	×	×
9	的石原野断層	I	B	3.4 1.5	日活・九活 活D 阿蘇	⑥	5.8	1.6	WNW	明瞭	阿蘇2火砕流堆積面	L1	×	×	×	×
11	坂ノ下断層	Ⅱ	B	4.2 1.7	日活・九活 活D	⑦	5.6	1.3	WNW	やや明瞭	阿蘇2火砕流堆積面 先阿蘇火山岩類面	L2	×	×	×	×
13	古城断層	I	B	4.0 2.2	日活・九活 活D	⑧	5.3	3.6	WNW	やや明瞭	阿蘇4火砕流堆積面 先阿蘇火山岩類面	L2	×	×	×	×
19	瀬田断層	Ⅱ	B	2.5 4.1	日活・九活 活D	⑨	3.1	4.9	WNW	やや明瞭	中位河成段丘面 阿蘇2火砕流堆積面	L2	○*3	×	○	○
28	北向山断層	Ⅱ	B	5.2 20.0*2	日活・九活 活D 熊本・阿蘇	⑩	0.5	4.85	NE	やや明瞭	(立野溶岩面) 阿蘇2火砕流堆積面 先阿蘇火山岩類面	L2	○	×	×	○
30	布田川断層	I	B	12.5 20.0*2	日活・九活 活D 熊本	⑪	4.6	11.2以上	NE	明瞭	高遊原溶岩面	L1	×	○	○	○
—	(北向山断層 南端付近)	(Ⅱ)	(B)	—	(日活) (活D)	⑫	4.3	0.5	NE	不明瞭	土石流堆積面	L3	×	×	×	×
—	—	—	—	—	—	⑬	4.7	1.3	ENE	不明瞭	土石流堆積面 高遊原溶岩面	L3	×	×	×	×
20	小森牧場断層	I	B	0.6	九活	⑭	3.9	1.25	NE	やや明瞭	土石流堆積面 阿蘇2火砕流堆積面 先阿蘇火山岩類面	L2	×	×	×	×
14	出ノ口断層	Ⅱ	B	3.8 2.9	日活・九活 活D・都市	⑮	6.2	2.7	ENE	明瞭	中位河成段丘面 先阿蘇火山岩類面	L1	×	×	×	×
	宮山断層	I	B	0.5	九活 活D	⑯	8.0	0.45	ENE	明瞭	中位河成段丘面	L1	×	×	×	×
16	滝断層	Ⅱ	B	2.8 3.3	日活・九活 活D・都市	⑰	8.7	3.5	NE	やや明瞭	中位河成段丘面	L2	×	×	×	×
34	十文字断層	Ⅱ	B	1.0	日活・九活	⑱	9.3	1.1	NE	やや明瞭	阿蘇2火砕流堆積面	L2	×	×	×	×
21	(無名断層)*4			0.98	阿蘇						線状模様は判読されない	対象外	○	×	×	○
25	(無名断層)*4			1.5	阿蘇						線状模様は判読されない	対象外	○	×	○	○
31	(無名断層)*4			2.75	阿蘇						線状模様は判読されない	対象外	○	×	×	○
32	(無名断層)*4			1.19	阿蘇						線状模様は判読されない	対象外	○	×	×	○
33	(無名断層)*4			0.9	阿蘇						線状模様は判読されない	対象外	○	×	×	○

*1：日活；新編日本の活断層一分布図と資料（1991）、九活；九州の活断層（1989）、活D；活断層詳細デジタルマップ（2002）、都市；都市活断層図「熊本」「八代」（2001）、熊本；熊本県地質図（2007）、阿蘇；阿蘇火山地質図（1985）
*2：北向山断層と布田川断層を1本の断層と認定。*3：文献では3km圏内。*4：断層の図示があるのみ。

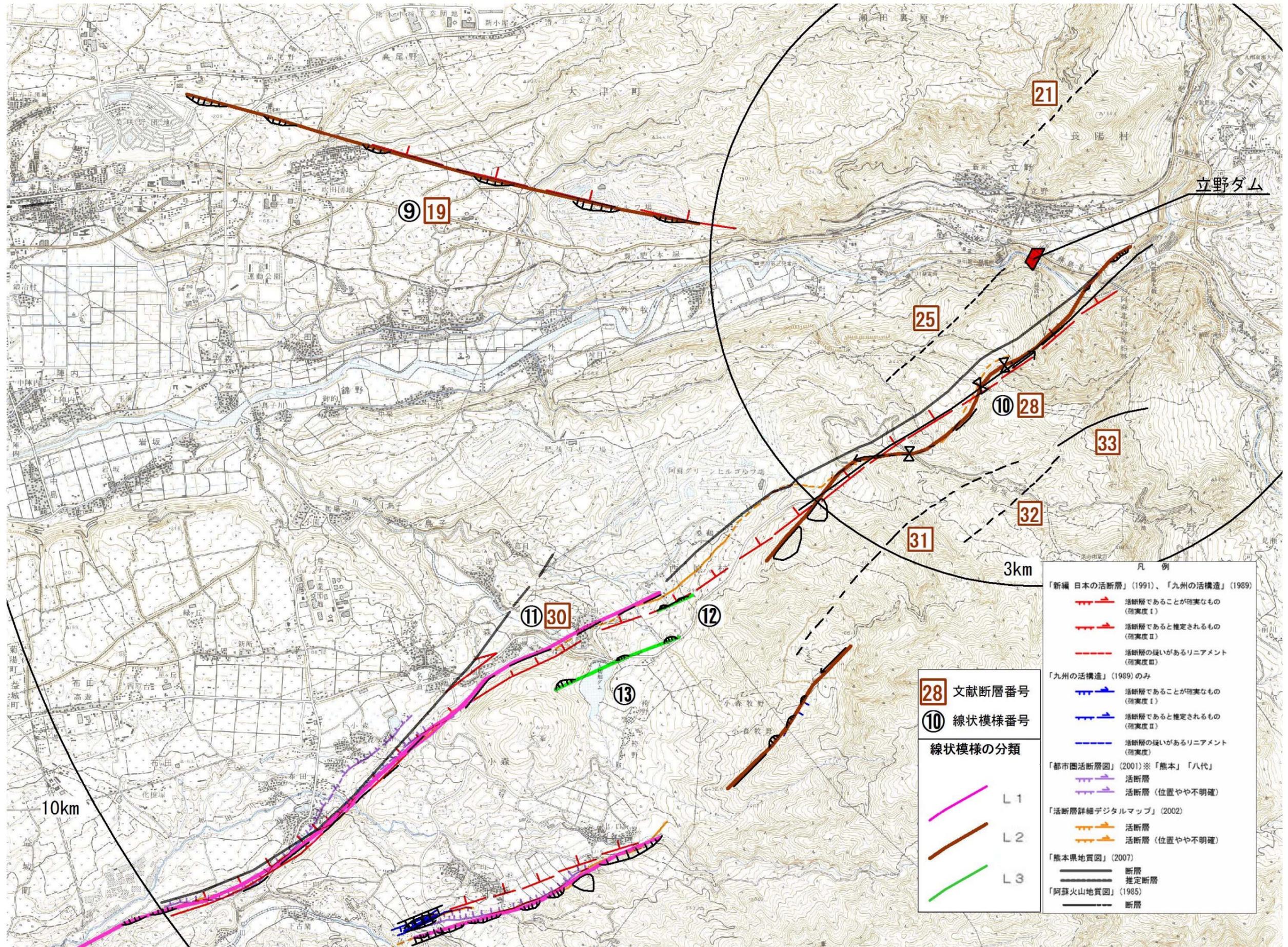


図-3.1.4 現地調査位置図

3.1.5 調査結果

文献調査、地形調査、地表地質踏査などの結果を総合的に勘案して、ダム建設を行う上で特に考慮する必要がある第四紀断層は存在しないと判断した。

表-3.1.3 第四紀断層としての評価一覧表

文献断層		線状模様		断層露頭 ○:認められた ×:認められない	第四紀断層の可能性	評価
番号	名称	番号	区分			
19	瀬田断層	⑨	L2	×	変位基準面に標高差が認められるものの断層露頭は認められない。 第四紀断層の可能性は不明である。	延長部はダム敷に向かう方向だが、連続露頭に断層が認められない。 第四紀断層が分布する可能性は否定できないものの、ダム敷及びその近傍まで連続しない。
28	北向山断層	⑩	L2	○	第四紀の地層を変位させており、第四紀断層である。	ダム敷上流側 500m 付近の断層露頭を通過し、その延長はダム敷近傍に向かわない。 第四紀断層が分布することは明らかであるものの、ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。
30	布田川断層	⑪	L1	○		延長部はダム敷に向かう方向だが、断層による変位地形が認められず線状模様は途切れる。 第四紀断層が分布することは明らかであるものの、ダム敷及びその近傍まで連続しない。
21	(無名断層)	判読されない	対象外	×	断層による変位地形は認められず断層露頭も認められない。 第四紀断層の可能性は不明である。	ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。
25	(無名断層)			×		延長部はダム敷に向かう方向だが、連続露頭に断層が認められない。 ダム敷及びその近傍まで連続しない。
31	(無名断層)			×		ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。
32	(無名断層)			×		ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。
33	(無名断層)			×		ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。

3.2 第四紀断層調査（熊本地震後）

3.2.1 追加調査の目的

熊本地震を受け、ダム敷及びその近傍に立野ダム建設を行う上で特に考慮する必要のある第四紀断層が存在するか確認する。

3.2.2 追加調査の方法

熊本地震を受け、既往の第四紀断層調査の結果に加えて、熊本地震に関する大学・研究機関等の発表文献調査、地形学的調査、現地踏査等を実施した。

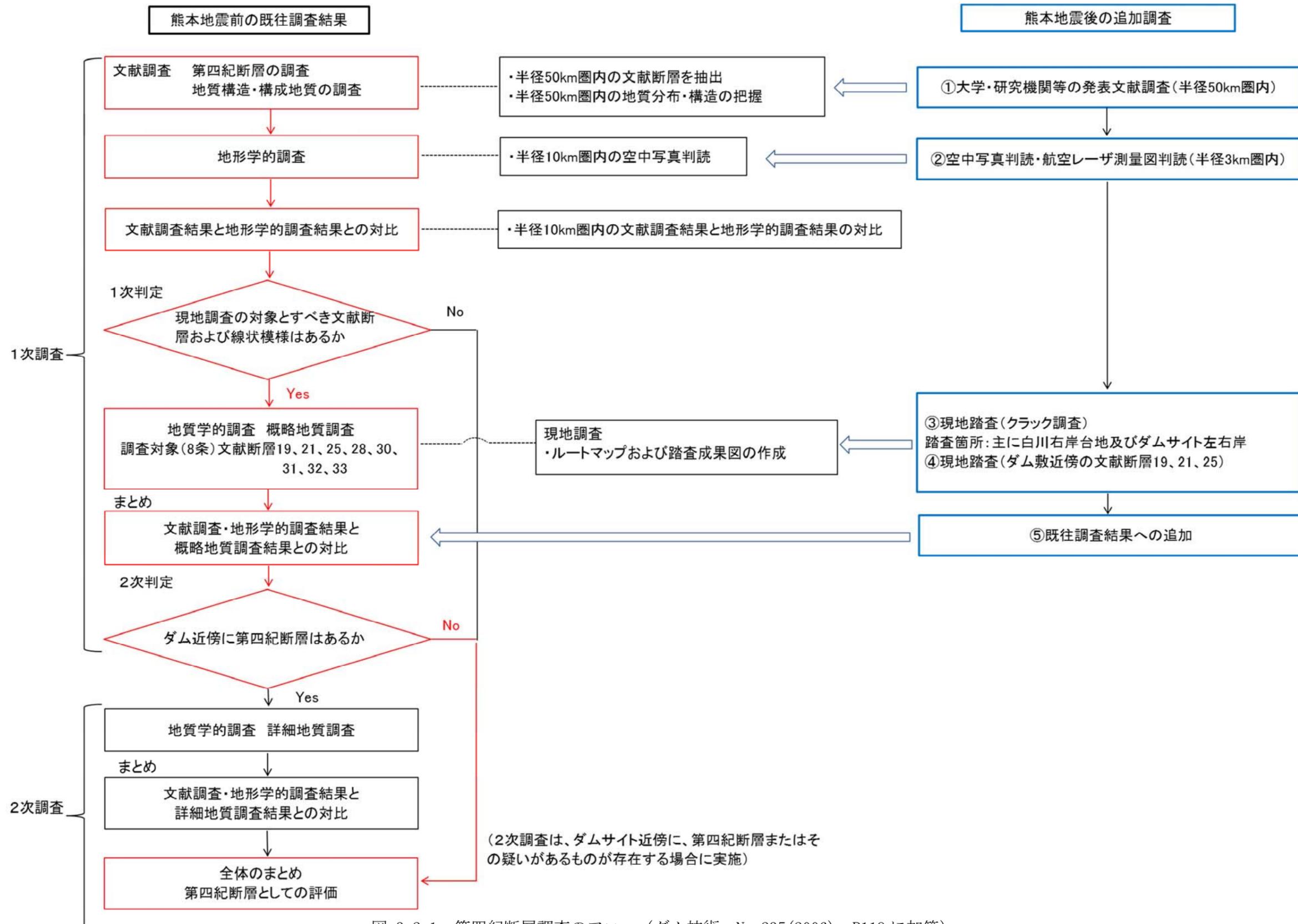


図-3.2.1 第四紀断層調査のフロー（ダム技術、No. 235(2006)、P119 に加筆）

3.2.3 追加調査の結果

(1) 大学・研究機関等の発表文献調査

熊本地震後の大学・研究機関等の発表文献について、平成28年7月22日時点で46件の文献を収集・整理した。

このうち、地表地震断層（可能性があるものを含む）の位置が記載されている文献が27件、推定地表地震断層の位置が記載されている文献が1件あるが、ダム敷及びその近傍に活断層によって生じたと見られる地表地震断層及びその疑いのある変状は報告されていない。

また、今回の熊本地震は「主に布田川断層帯の布田川区間の活動によると考えられる。（文献番号30：地震調査研究推進本部 地震調査委員会）」とされている。

表-3.2.1 収集文献一覧

番号	機関	著者	表題	報告の場	地表地震断層等として抽出	番号	機関	著者	表題	報告の場	地表地震断層等として抽出
1	地震調査研究推進本部 地震調査委員会		平成28年(2016年)熊本地震の評価	ホームページ		24	東京大学地震研究所 地震予知研究センター	平田直	熊本地震と日本の地震活動ー益城町で震度7を記録した熊本地方の二つの地震ー	プレス・ブリーフィング	
2	東京大学地震研究所	石山達也(東京大学地震研究所)ほか	平成28年(2016年)熊本地震(M7.3)の地表地震断層調査	ホームページ	○	25	日本活断層学会	廣内大介・杉戸信彦・石山達也ほか	平成28年(2016年)熊本地震(M7.3)における布田川ー日奈久断層帯周辺に出現した地表地震断層調査	ホームページ	○
3	東京大学地震研究所	佐藤比呂志・石山達也・加藤直子	平成28年(2016年)熊本地震(M6.5)の地学的背景と布田川断層帯・日奈久断層帯について	ホームページ		26	日本学術会議		熊本地震・緊急報告会	日本学術会議主催公開シンポジウム 熊本地震・緊急報告会	○
4	日本地理学会災害対応委員会		災害緊急速報 平成28年熊本地震	ホームページ等		27	日本学術会議・防災学術連携体	宇根寛	活断層について	日本学術会議主催公開シンポジウム 熊本地震・緊急報告会	○
5	福岡教育大学	黒木貴一・出口将夫	平成28年(2016年)熊本地震調査 概報	日本地理学会災害対応委員会 平成28年熊本地震・日本地理学会災害対応本部		28	香川大学工学部	長谷川修一・山中稔・野々村敦子	2016年熊本地震災害調査速報	ホームページ	○
6	福岡教育大学	黒木貴一・出口将夫	平成28年(2016年)熊本地震調査 報告	日本地理学会災害対応委員会 平成28年熊本地震・日本地理学会災害対応本部		29	産業技術総合研究所 地質調査総合センター		「第四報」緊急現地調査報告[2016年5月13日] 2016年熊本地震に伴って出現した地表地震断層	ホームページ	○
7	広島大学ほか	熊原康博・後藤秀昭・中田高ほか	2016年熊本地震・地表地震断層に関する緊急速報(4/19)	日本地理学会災害対応委員会 平成28年熊本地震・日本地理学会災害対応本部	○	30	地震調査研究推進本部 地震調査委員会		平成28年(2016年)熊本地震の評価	ホームページ	○
8	大阪教育大学ほか	後藤健介・吉武貴志・後藤恵之輔	平成28年(2016年)熊本地震調査 緊急報告	日本地理学会災害対応委員会 平成28年熊本地震・日本地理学会災害対応本部	○	31	地震調査研究推進本部 地震調査委員会		平成28年(2016年)熊本地震の評価(地震調査委員長見解)	ホームページ	
9	東北大学災害科学国際研究所災害理学研究部門	遠田晋次・岡田真介・吉田春香	熊本地震 速報版(第1報、2016.4.16)布田川断層にて地表地震を確認	日本地理学会災害対応委員会 平成28年熊本地震・日本地理学会災害対応本部	○	32	東北大学災害科学国際研究所 調査報告会(第4回)	遠田晋次・岡田真介・石村大輔	熊本地震による地表地震断層調査	ホームページ	○
10	西南学院大学・福岡教育大学	黒田圭介・磯望・黒木貴一ほか	平成28年(2016年)熊本地震 地表地震断層調査～上益城郡御船町にて	日本地理学会災害対応委員会 平成28年熊本地震・日本地理学会災害対応本部	○	33	国土地理院		平成28年熊本地震に関する情報	ホームページ	○
11	広島大学大学院	後藤秀昭・熊原康博	熊本県熊本地方を震源とする地震に関する記者説明会	記者説明会		34	国土地理院		だいち2号干渉SARIによる変動の検出について	ホームページ	○
12	広島大学大学院	後藤秀昭・熊原康博	平成28年4月16日熊本県熊本地方の地震を引き起こした活断層(地表地震断層)	記者説明会	○	35	国土地理院		平成28年熊本地震・空から見た(航空写真判読による)布田川断層帯周辺の地表の亀裂分布図	ホームページ	○
13	京都大学防災研究所 地盤災害研究部門	松四雄騎	平成28年(2016年)熊本地震による南阿蘇村における斜面変動の発生状況 第1報(2016/4/16 18:00時点での判明箇所)	ホームページ	○	36	島根大学	向吉秀樹・内田嗣人・大久雅貴ほか	阿蘇カルデラ北西部に出現した亀裂群の成因解明(地表地震断層か否か)	ホームページ	
14	京都大学防災研究所 地盤災害研究部門	千木良雅弘・松四雄騎	平成28年(2016年)熊本地震による南阿蘇村における斜面変動の発生状況 第2報(2016/4/18 19:00時点での判明箇所)	ホームページ		37	(公社)地盤工学会	村上哲(福岡大学)・永瀬英生(九州工業大学)	平成28年熊本地震 液状化被害	平成28年熊本地震地盤災害説明会	
15	広島大学	熊原康博・後藤秀昭・中田高	2016年熊本地震・地表地震断層に関する緊急速報	ホームページ		38	東北大学災害科学国際研究所	森口周二・寺田賢二郎(東北大学)	平成28年熊本地震調査報告書(速報) [平成28年6月3日公開、平成28年6月7日修正]	ホームページ	○
16	地震調査研究推進本部 地震調査委員会		平成28年4月16日熊本県熊本地方の地震の評価	ホームページ		39	土木学会西部支部	鳥井真之(熊本大学減災センター)	活断層ー地質学的観点からー	土木学会西部支部「2016年熊本地震」地震被害調査報告会	
17	東北大学	遠田晋次・岡田真介	2016年熊本地震 熊本県御船町で新たに地表地震断層を確認	ホームページ	○	40	香川大学	山中稔・長谷川修一ほか	ため池被害と災害廃棄物処理/地表地震断層と建物の被害	香川大学「熊本地震第1回報告会」	○
18	広島大学	後藤秀昭・熊原康博	記者説明会発表資料(2016.4.18)	記者説明会	○	41	災害科学研究所	常田賢一(大阪大学大学院)	平成28年熊本地震の現地調査による被害の特徴と今後の対応に関する考察	ホームページ	
19	産業技術総合研究所 地質調査総合センター	白濱吉起・森宏・丸山正・吉見雅行	「第三報」緊急現地調査報告[2016年4月18日]	ホームページ	○	42	愛知工業大学地域防災研究センター	正木和明	熊本地震報告	ホームページ	○
20	東北大学災害科学国際研究所 調査報告会(第2回)	岡田真介・遠田晋次	2016年熊本地震に関する活断層調査報告(現地緊急調査)	ホームページ	○	43	福岡管区気象台		阿蘇山の火山活動解説資料(平成28年5月)	ホームページ	
21	東北大学災害科学国際研究所	遠田晋次・岡田真介・石村大輔ほか	布田川断層帯に正断層も確認:地下深部では斜めずれ、地表では横ずれ断層と正断層が並走	ホームページ	○	44	九州地方整備局熊本河川国道事務所		第2回国道325号ルート・構造に関する技術検討会	第2回国道325号ルート・構造に関する技術検討会	○
22	山口大学大学院	大橋聖和・田村友謙	平成28年熊本地震における地震断層露頭調査	ホームページ		45	林野庁 森林整備部 治山課		平成28年熊本地震に係る「森林域における航空レーザ計測業務」の成果の公表について	ホームページ(記者発表)	
23	産業技術総合研究所	吉見雅行・産総研緊急調査グループ	平成28年熊本地震で出現した(地表)地震断層調査概報	平成28年熊本地震 地震被害調査結果 速報会	○	46	日本学術会議		熊本地震・三ヶ月報告会	ホームページ	○

※文献番号44は推定地表地震断層を記載

(2) 大学・研究機関等の発表文献で確認された地表地震断層等

1) 半径 50km 圏内

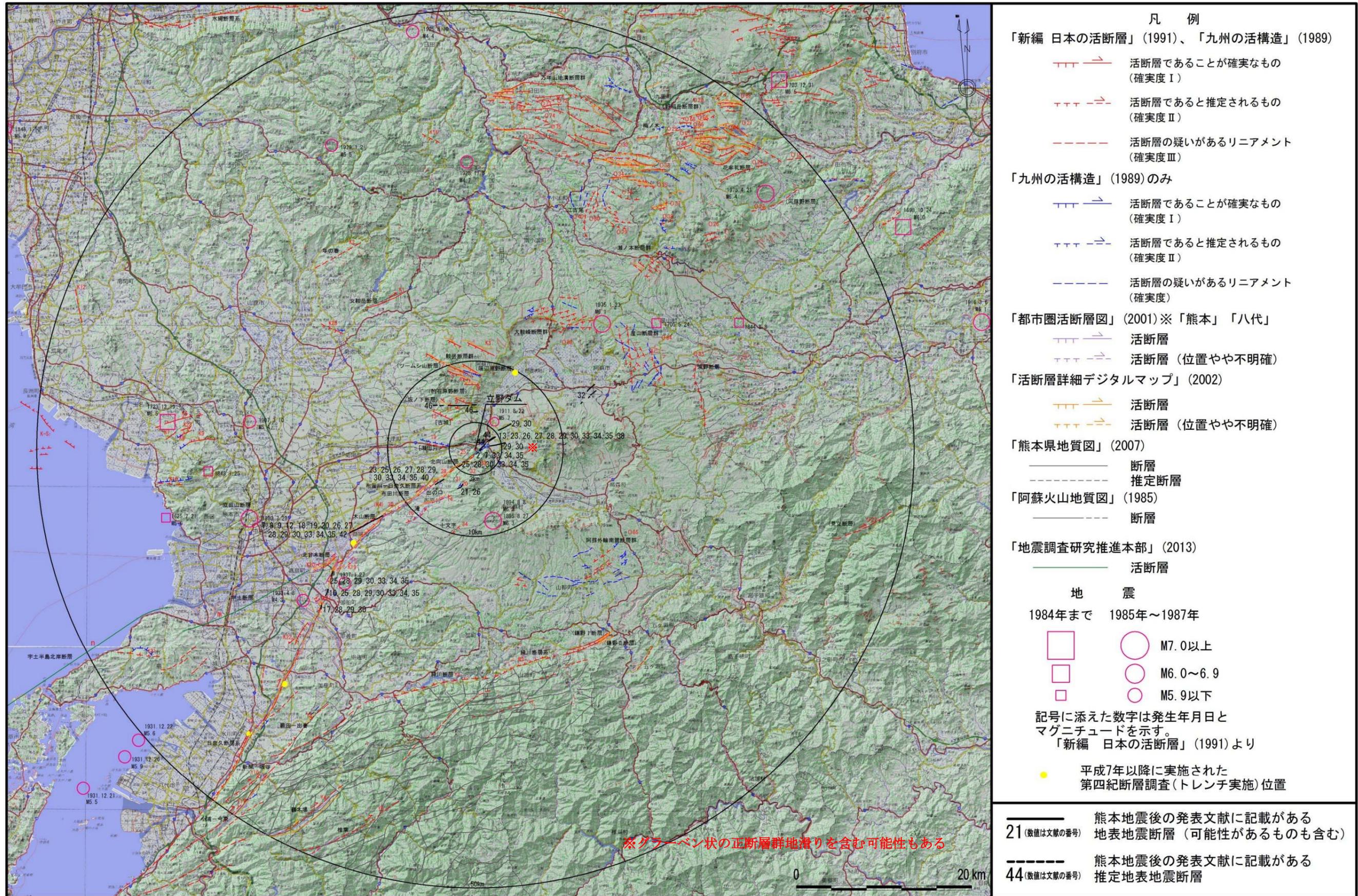
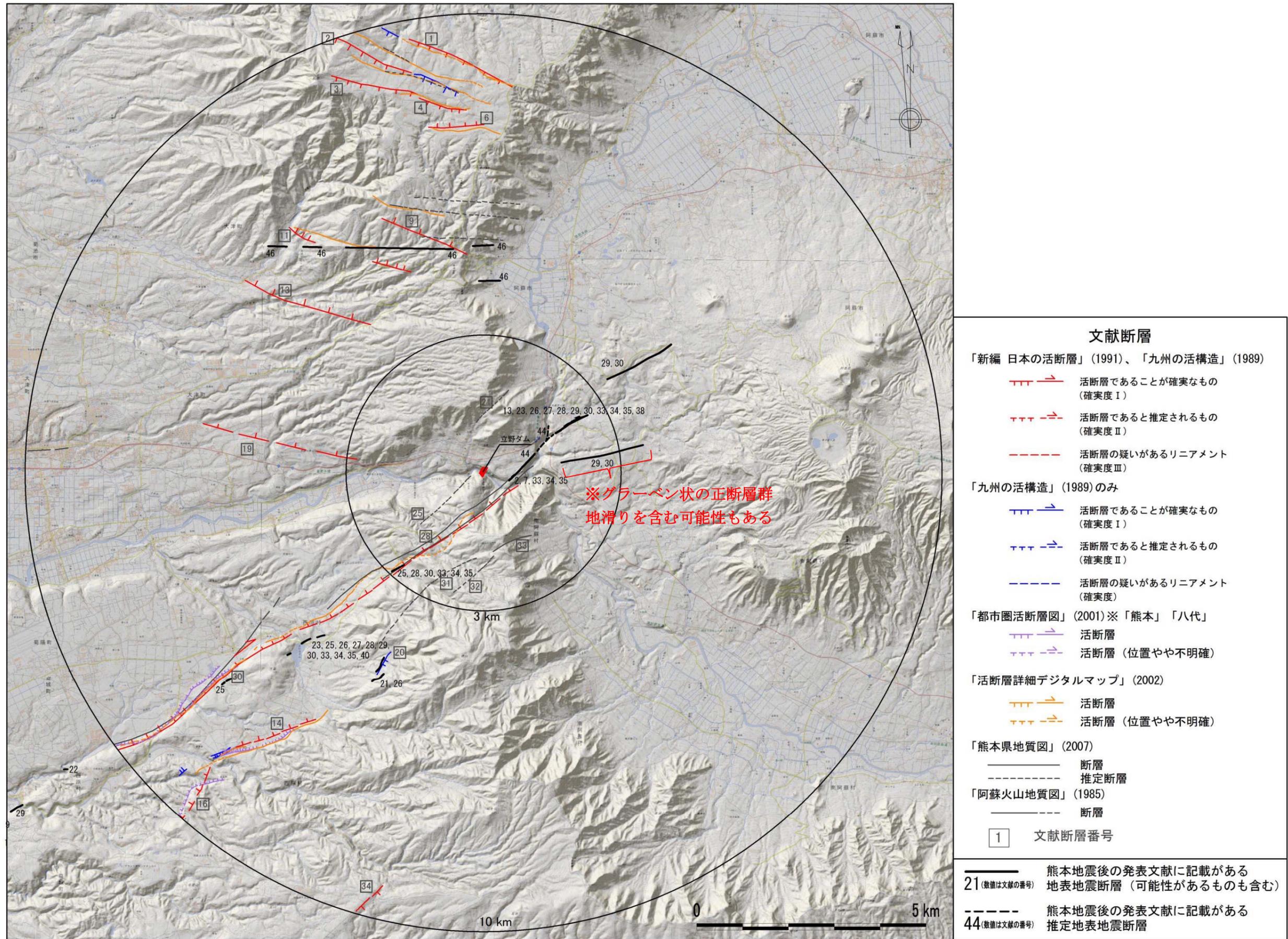


図-3.2.2 熊本地震後に地表地震断層等が確認された位置の概略と文献番号 (半径 50km 圏内)

2) 半径 10km 圏内



文献断層

「新編 日本の活断層」(1991)、「九州の活構造」(1989)

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

「九州の活構造」(1989)のみ

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

「都市圏活断層図」(2001)※「熊本」「八代」

- 活断層
- 活断層 (位置やや不明確)

「活断層詳細デジタルマップ」(2002)

- 活断層
- 活断層 (位置やや不明確)

「熊本県地質図」(2007)

- 断層
- 推定断層

「阿蘇火山地質図」(1985)

- 断層

文献断層番号

熊本地震後の発表文献に記載がある
21(数値は文献の番号) 地表地震断層 (可能性のあるものも含む)

熊本地震後の発表文献に記載がある
44(数値は文献の番号) 推定地表地震断層

図- 3.2.3 熊本地震後に地表地震断層等が確認された位置の概略と文献番号 (半径 10km 圏内)

3) 半径 3km 圏内

地震後の大学・研究機関等の発表文献において、「布田川断層帯の地表変位は、(中略)、東端は従来認定されていた活断層の端点より約 4km 東側の阿蘇カルデラ内まで、約 28km にわたって認められた(文献番号 29: 産業技術総合研究所 地質調査総合センター)」とするものや、「阿蘇カルデラ内にも地表の亀裂が多数確認された(文献番号 35: 国土地理院)」とするものがあるが、地表地震断層及びその疑いのある変状がダム敷及びその近傍に延びているという報告はない。

- 東海大学周辺-----文献番号 13、23、26、27、28、29、30、33、34、35、38
- 阿蘇大橋周辺-----文献番号 44
- 濁川周辺-----文献番号 29、30
- 犀角山周辺-----文献番号 2、7、33、34、35
- 俵山周辺-----文献番号 25、28、30、33、34、35

■ 地表地震断層の記載図抜粋



図- 3.2.5 文献番号 2

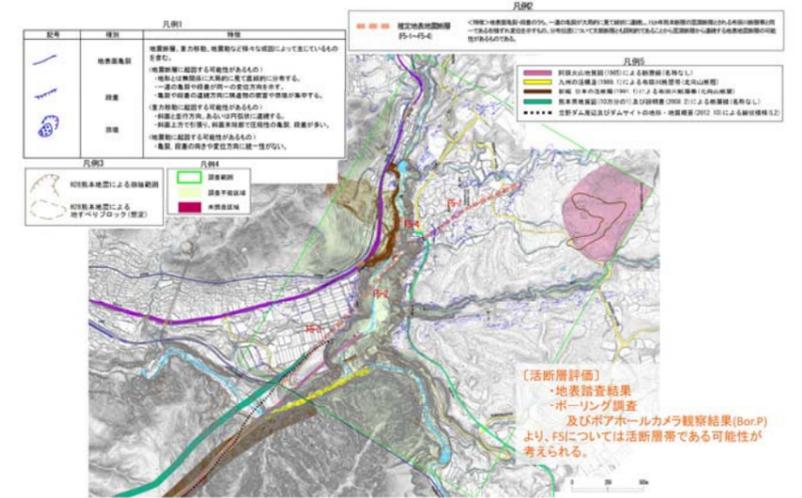
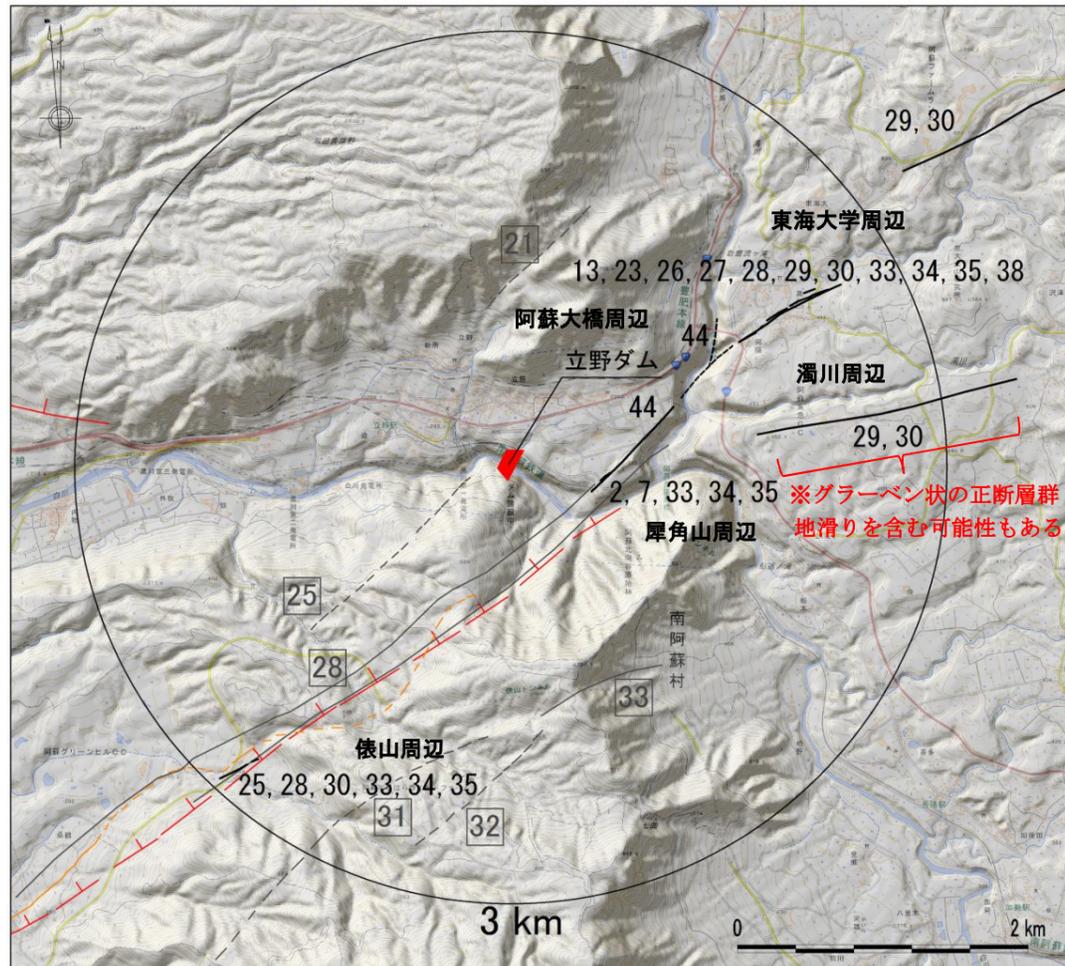


図- 3.2.6 文献番号 44



——— 熊本地震後の発表文献に記載がある
21(数値は文献の番号) 地表地震断層(可能性があるものも含む)

- - - - 熊本地震後の発表文献に記載がある
44(数値は文献の番号) 推定地表地震断層

図- 3.2.4 熊本地震後に地表地震断層等が確認された位置の概略と文献番号(半径 3km 圏内)

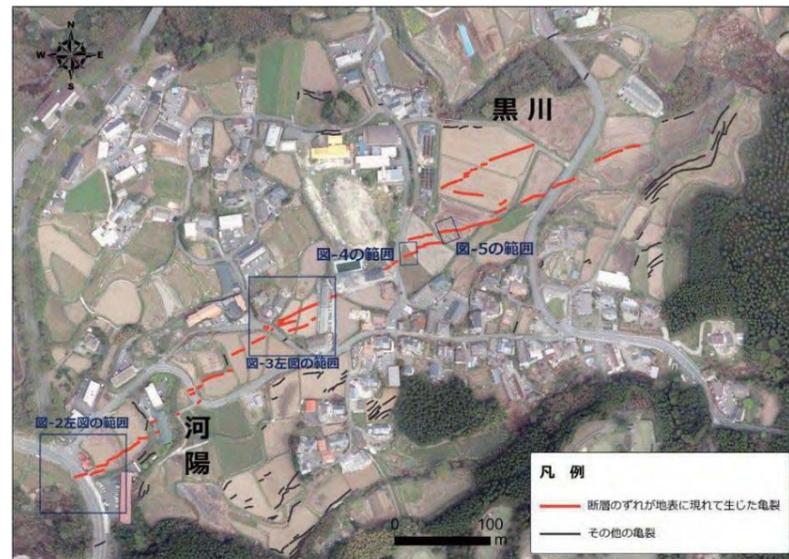


図-3.2.7 文献番号 27

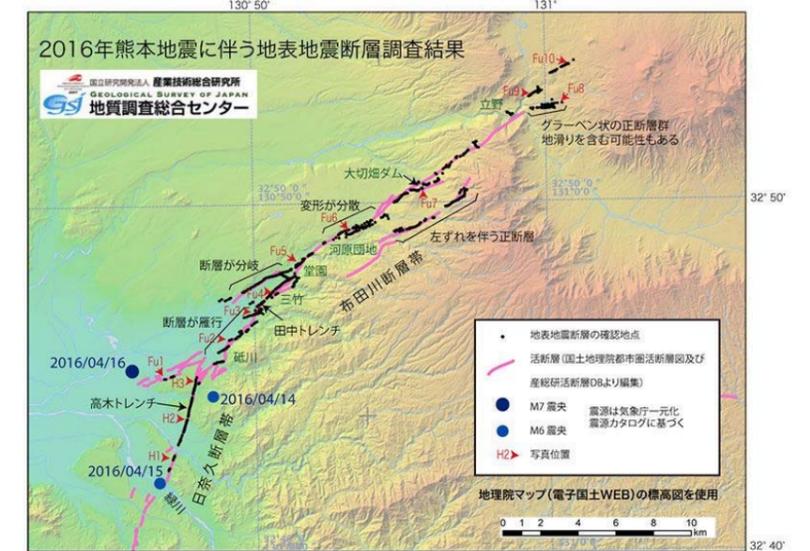


図-3.2.8 文献番号 29

表-3.2.2 ダム敷から3km圏内に関する収集文献の記載内容等

番号	機 関	表 題	記載内容等(3km圏内に関するもの)
2	東京大学地震研究所	平成28年(2016年)熊本地震(M7.3)の地表地震断層調査	・南阿蘇立野地区では、白川右岸の舗装道路に約70cmの右横ずれ変位が認められた ・地表地震断層は雁行配列を呈しながら最高353mの孤立丘(南阿蘇村立野)を横断して継続的に分布 ・大域的に阿蘇カルデラ内に連続するものとみられる ・今回の調査結果からは、熊本地震に際して、布田川断層に沿って典型的な右横ずれの地表地震断層が出現したと、また、布田川断層に併走する断層に沿っても地表地震断層が出現したことが明らかになりました
7	広島大学ほか	2016年熊本地震・地表地震断層に関する緊急速報(4/19)	・地震断層は、都市圏活断層図「熊本」や活断層詳細デジタルマップで示された布田川断層に沿って出現した ・これまで確認した地点は、南阿蘇郡立野地区から御船町滝川地区の間で、長さ約26kmである ・北東端の南阿蘇郡立野地区では、約70cmの右ずれ変異が認められた
13	京都大学防災研究所 地盤災害研究部門	平成28年(2016年)熊本地震による南阿蘇村における斜面変動の発生状況 第1報(2016/4/16 18:00時点での判明箇所)	・熊本県南阿蘇村では南西-北東方向に延びる地表地震断層が出現
23	産業技術総合研究所	平成28年熊本地震で出現した(地表)地震断層 調査概報	・右横ずれ、北側落ちの地震断層を確認—布田川断層:布田川区間を主体とする約28km区間 ・確認した最大変位は2m程度(未踏査・未計測区間あり) ・地震断層位置は既知の活断層線にほぼ一致—※阿蘇カルデラ内の断層は長期評価では漏れていた ・最大のズレ量は、地震本部長期評価(2m)と整合的 ・規模、位置ともに、ほぼ想定されていた地震(布田川)
25	日本活断層学会	平成28年(2016年)熊本地震(M7.3)における布田川—日奈久断層帯周辺に出現した地表地震断層調査	・平成28年4月16日に発生した熊本地震では、これまで知られている布田川—日奈久断層帯に概ね沿う形で、地表地震断層が広島大学の研究グループによっていち早く報告されている ・阿蘇グリーンヒルゴルフ場東方、県道28号線の新道から東へ旧道を分ける付近では、新道アスファルトを回転させながら破壊し、その東で路面にモールドラックを形成しながら、さらに東の家屋直下を通過して北東へ延びる地表地震断層が出現した
26	日本学術会議	熊本地震・緊急報告会	・地震調査研究推進本部が公表していた「布田川断層帯」「日奈久断層帯」が活動 ・北東から南西約30kmにわたって地下の断層がずれ動いた ※日本活断層学会宇根寛(国土地理院)の報告資料より抜粋
27	日本学術会議・防災学術連携体	活断層について	・地震調査研究推進本部が公表していた「布田川断層帯」「日奈久断層帯」が活動 ・北東から南西約30kmにわたって地下の断層がずれ動いた
28	香川大学工学部	2016年熊本地震災害調査速報	・一連の熊本地震は、布田川断層帯と日奈久断層帯の交差部で発生した右横ずれ活断層のよる地震で、地震は九州中央部北東-南西方向に分布する活断層で連鎖的に発生 ・震度7を記録した益城町から西原村にかけて、右横ずれを示す地表地震断層を確認した。また、地表地震断層は南阿蘇村黒川まで追跡できた
29	産業技術総合研究所 地質調査総合センター	「第四報」緊急現地調査報告[2016年5月13日] 2016年熊本地震に伴って出現した地表地震断層	・布田川断層帯の地表変位は、日奈久断層帯の接合点より約3km西側を西端とし、東端は従来認定されていた活断層の端点より約4km東側の阿蘇カルデラ内まで、約28kmにわたって認められた。 ・布田川断層帯の地表変位も、ほぼ従来指摘されていた活断層に沿って出現
30	地震調査研究推進本部 地震調査委員会	平成28年(2016年)熊本地震の評価	・4月16日のM7.3の地震の震源付近には布田川断層帯が存在している。この地震は、主に布田川断層帯の布田川区間の活動によると考えられる ・今回の一連の地震活動の領域は「4月16日01時25分に発生したM7.3の地震は、現地調査の結果によると、布田川断層帯の布田川区間沿いなどで地表地震断層が見つかることから、主に布田川断層帯の布田川区間の活動によると考えられる」と評価した
33	国土地理院	平成28年熊本地震に関する情報	・航空写真等を使用して「地震による亀裂分布」等を分析
34	国土地理院	だいち2号干渉SARによる変動の検出について	・布田川断層帯及び日奈久断層帯に沿って、顕著な地殻変動が見られる ・布田川断層帯の北側では最大1m以上の沈降と東向きの変動、南側でと最大30cm以上の隆起と50cm以上の西向きの変動が生じたことが明らか ・これらの特徴は、今回の地震が右横ずれ断層運動であることと調和的
35	国土地理院	平成28年熊本地震・空から見た(航空写真判読による)布田川断層帯周辺の地表の亀裂分布図	・益城町や西原村付近では、都市圏活断層図「熊本」で示されている布田川断層帯の断層線付近に継続的に亀裂が確認でき、この活断層が活動したことが伺える ・河陽地区及び黒川地区では、地表の亀裂が多数確認できます。それらのうち、赤色線で示した亀裂は、平坦な農地や道路を横切って直線状に並んでおり、また、道路や土手などの右横ずれゆ右横ずれによる雁行状の配列も確認できることから、斜面の崩落によっては生じないと判断できます。そのため、これらの亀裂は地表に現れた断層のずれと考えられます。
38	東北大学災害科学国際研究所	平成28年熊本地震調査報告書(速報)	・布田川断層の先端に阿蘇大橋が存在していた ・阿蘇大橋に近い河陽地区においても断層変位が地表面に現れていることが確認されている
44	九州地方整備局熊本河川国道事務所	第2回国道325号ルート・構造に関する技術検討会	・推定地震断層(F5-1~F5-4):<特徴>地表面亀裂・段差のうち一連の亀裂が大域的に見て線状に連続し、H28熊本断層の震源断層とされる布田川断層帯と同一である右横ずれ変位を示すもの、分布位置について文献断層とも調和的であることから震源断層から連続する地表地震断層の可能性があるのである
46	日本学術会議	熊本地震・三ヶ月報告	・布田川断層帯の3地点において新たに断層露頭を確認 ・阿蘇カルデラ西部において、東西走向の断層露頭及び東西方向に延びる亀裂を確認。一部の亀裂は断層の延長部に発達。これらの亀裂は断層活動で形成されたと考えられる ・阿蘇カルデラ内で確認されている北東方向の亀裂群については断層活動に伴うものとする明瞭に証拠は認められなかった ※一般社団法人 日本地質学会 大橋聖和(山口大学)向吉秀樹(島根大学)の報告資料より抜粋

(3) 空中写真判読・航空レーザ測量図判読

半径 3km 圏内で空中写真判読および地震前後の航空レーザ測量図判読を実施した結果、判読された線状模様は地震前の判読結果と同様であった。また、既往の文献断層や地震後の発表文献とも調和的であり、ダム敷及びその近傍に向かう新たな線状模様は確認されなかった。

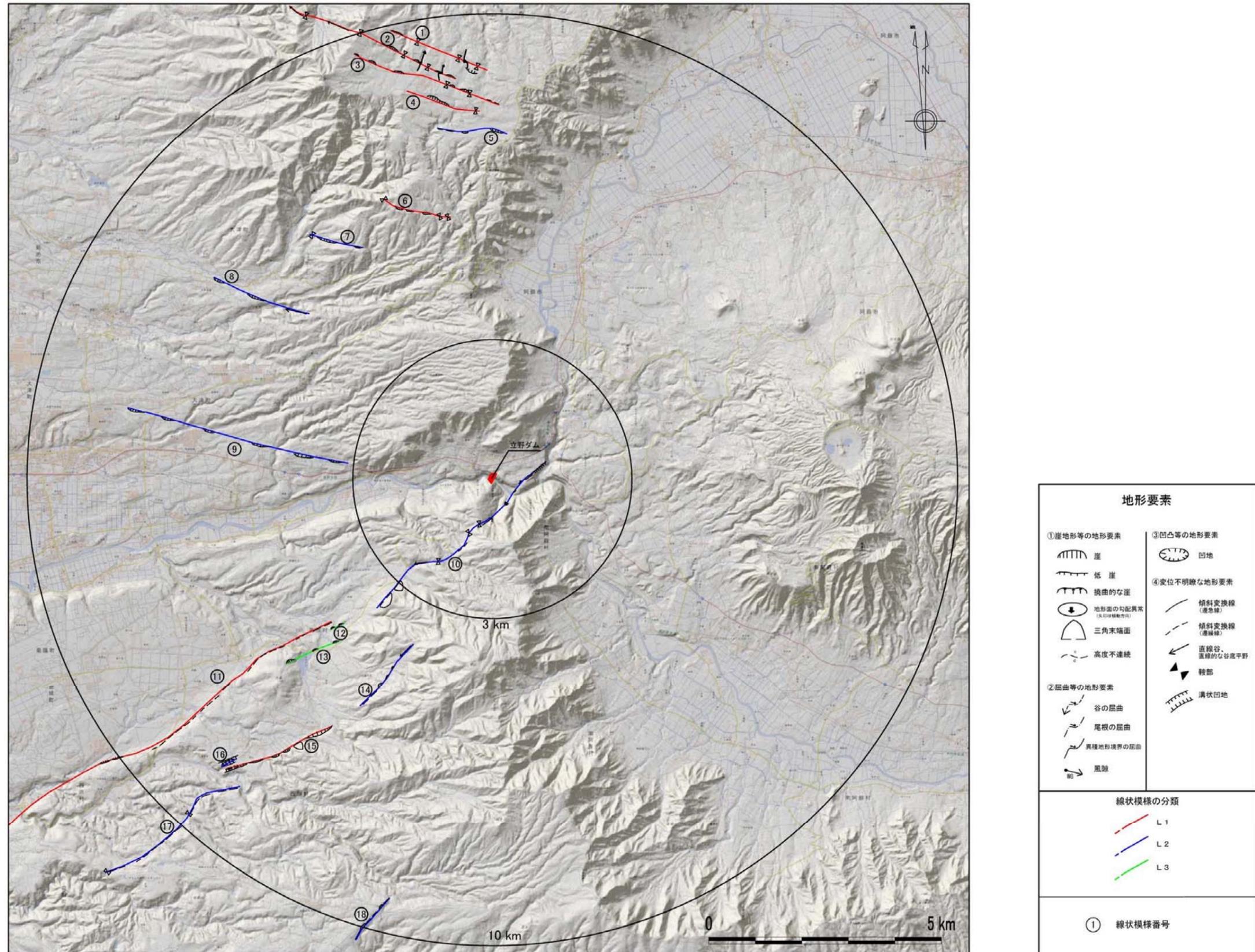


図-3.2.9 空中写真による線状模様判読結果 (既往判読結果にダム敷から半径 3km 圏内の判読結果を追記)

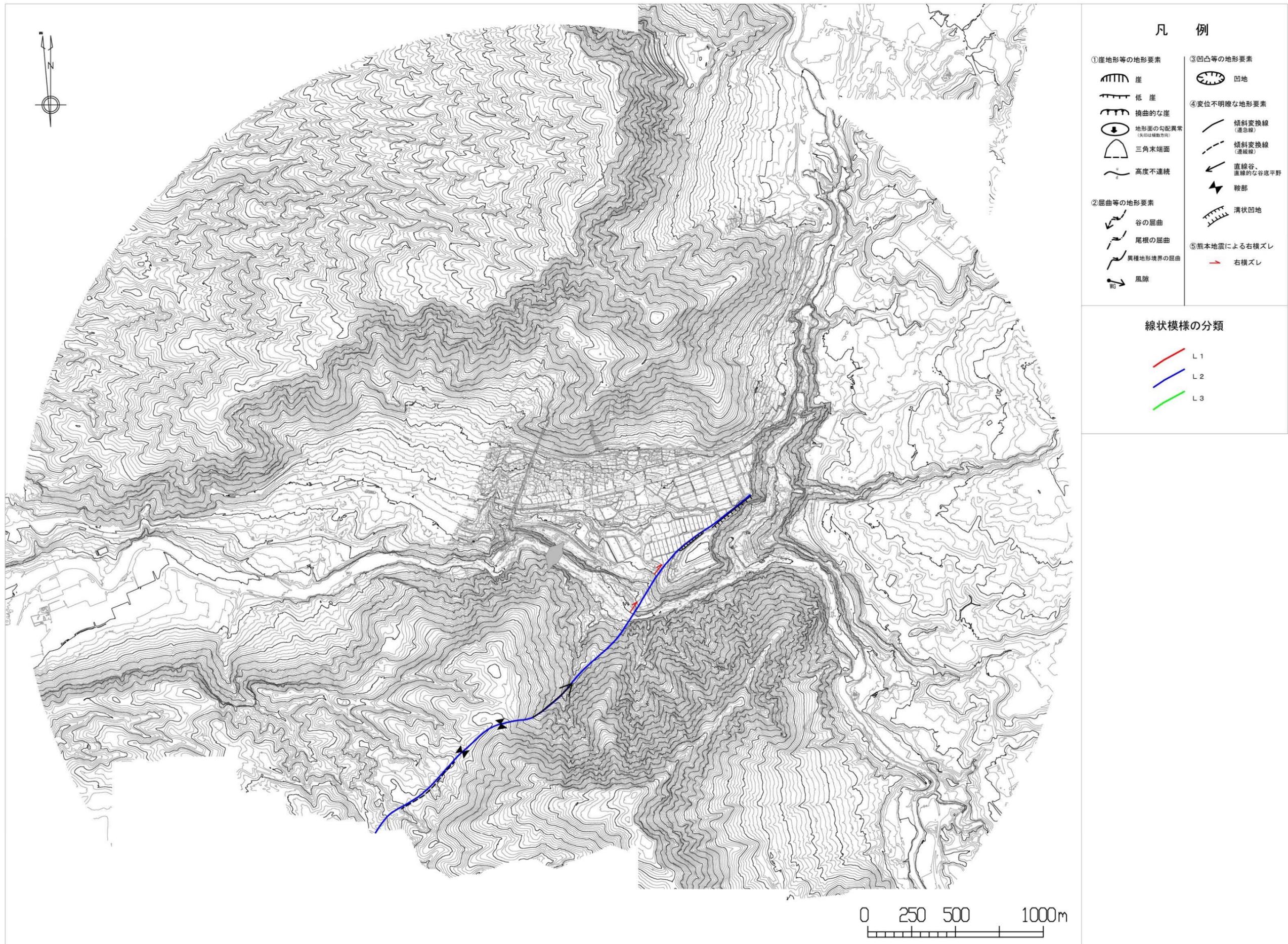


図-3.2.10 航空レーザ測量図による線状模様判読結果 (半径 3km 圏内の判読結果)

(4) 現地踏査 (クラック調査)

黒川合流点下流の白川右岸台地と左右岸のダム敷周辺を中心にクラック調査を実施した。

現地踏査により確認した亀裂 (クラック) の結果を基に、地表地震断層の可能性のある亀裂を整理した結果、以下のことが明らかになった

- ① ダム敷及びその近傍に地表地震断層の可能性のある亀裂は確認されなかった。
- ② ダム敷及びその近傍の亀裂は、斜面に平行であり、地震動による表層の滑りに伴う引っ張りによって生じた重力性亀裂と考えられる。
- ③ 熊本地震前の第四紀断層調査結果のとおり、ダム敷から約 500m 離れた既知の北向山断層に沿って、地表地震断層の可能性のある亀裂が線状に確認された。
- ④ 北向山断層付近からダム敷方向に延びる地表地震断層の可能性のある亀裂は確認されなかった。

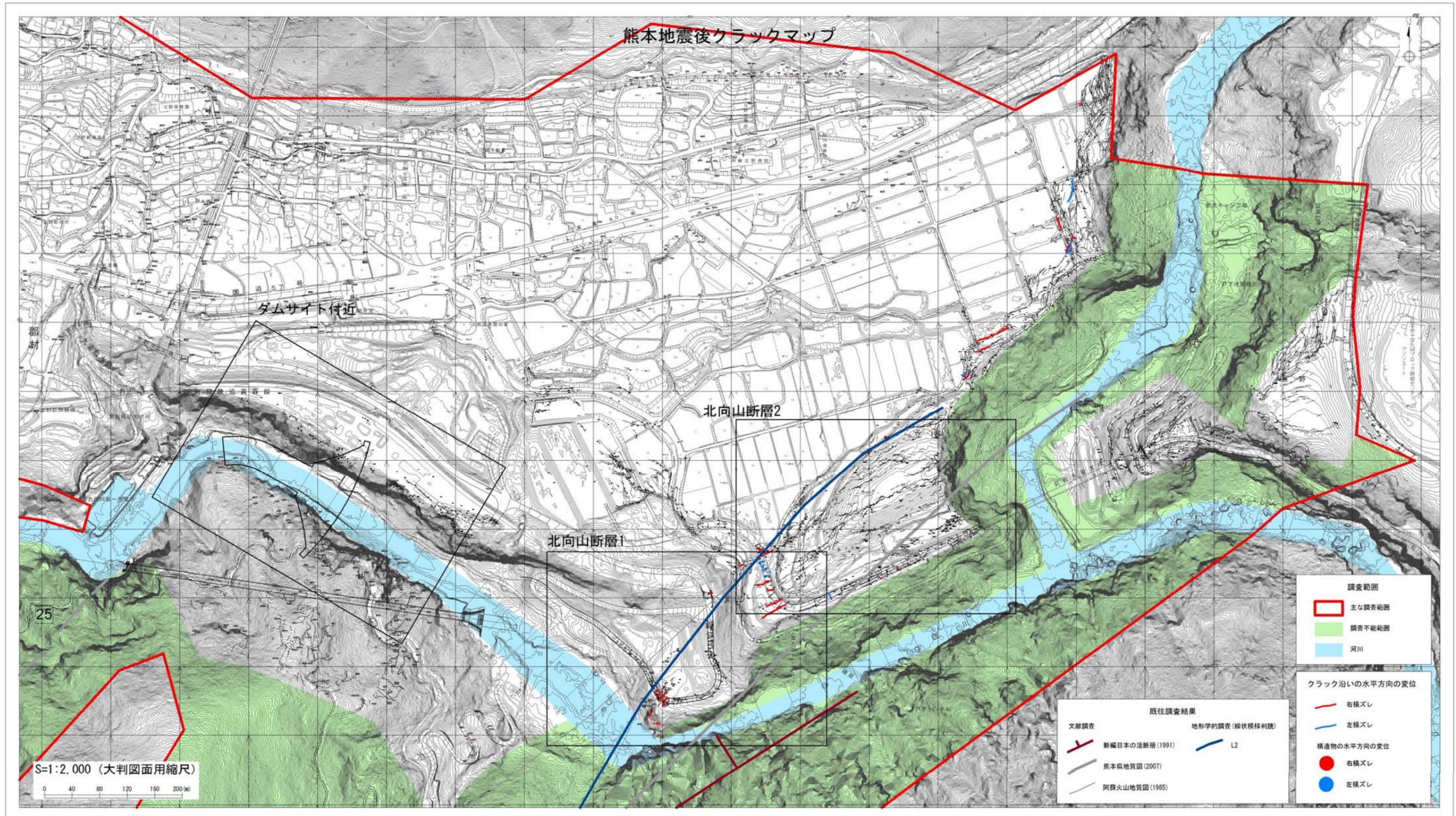
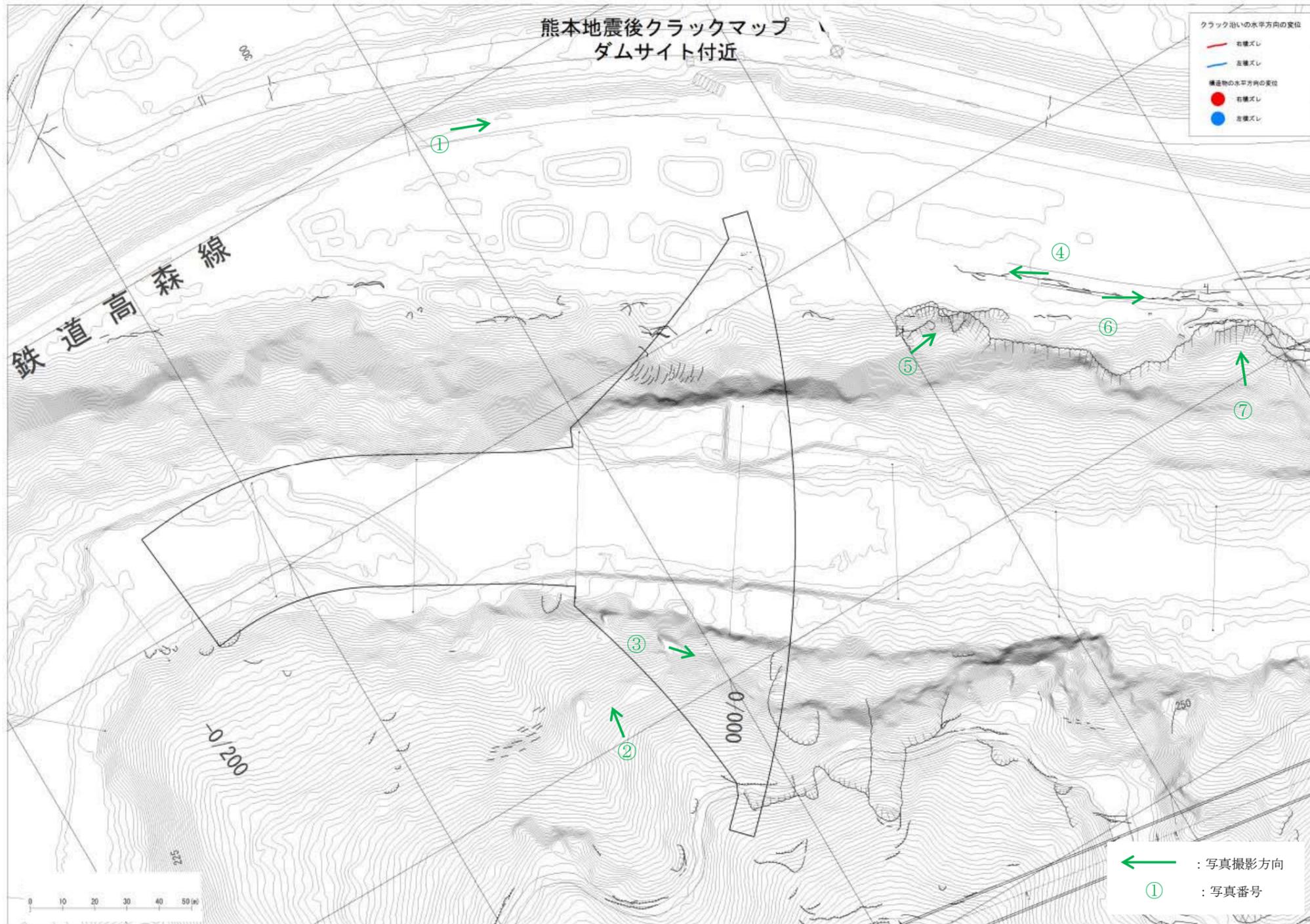
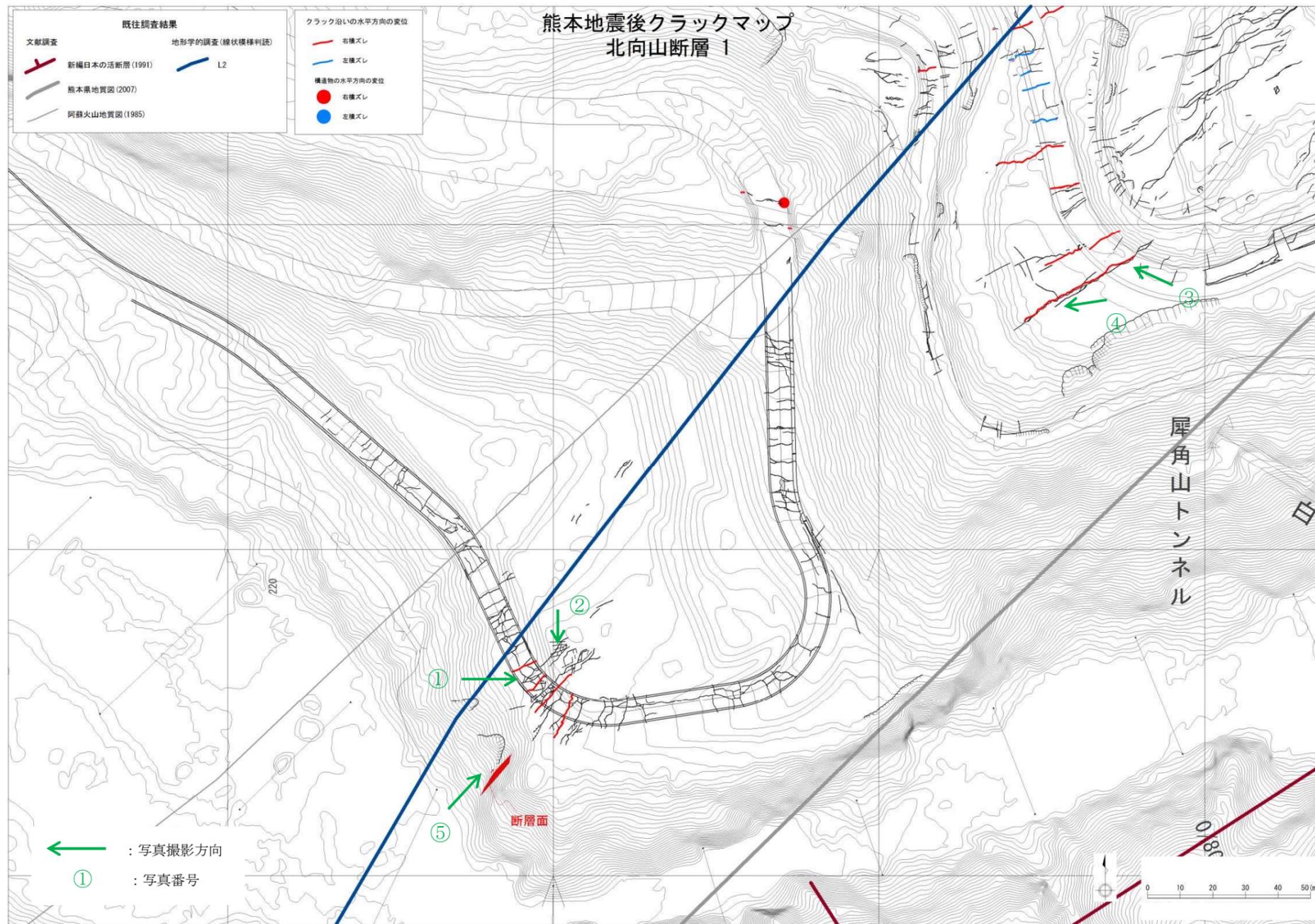


図-3.2.11 クラック調査結果

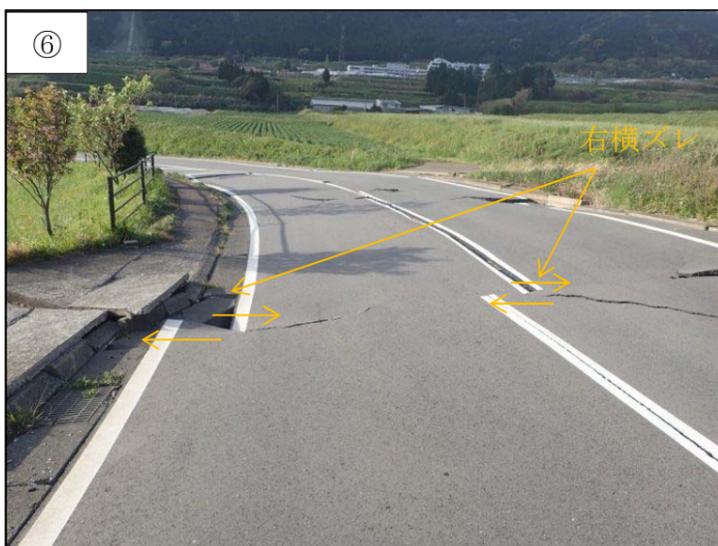
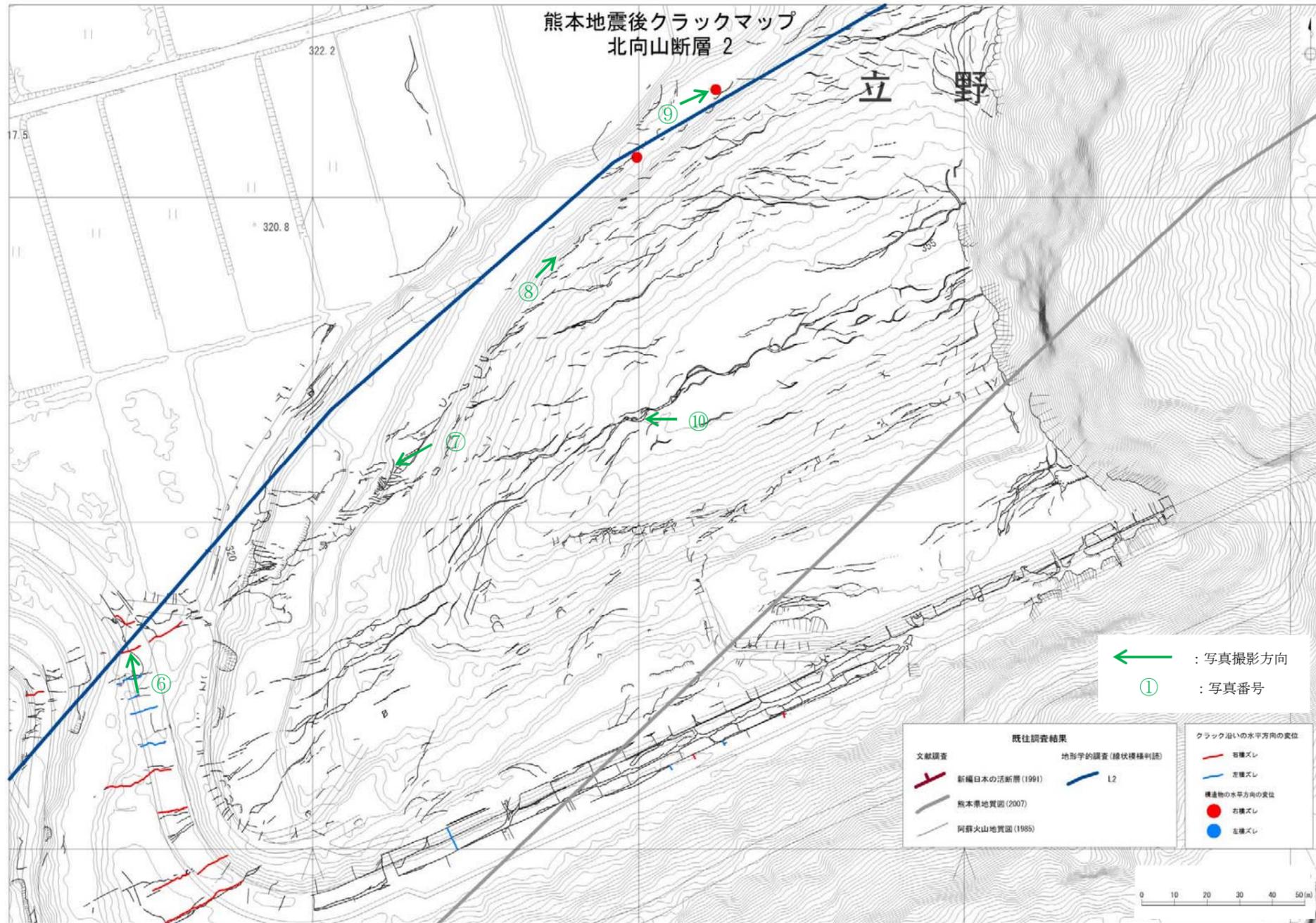
■ダムサイト付近



■北向山断層 1



■北向山断層 2



(5) 現地踏査（ダム近傍の文献断層 19、21、25 踏査）

① 文献断層 25

文献断層 25 の北端として示されている白川左岸の岩盤露頭や周辺の連続露頭を調査した結果、断層による変位地形や、断層は確認されなかった。
また、白川右岸側の構造物に変状も確認されないことから、ダム敷及びその近傍まで連続しないことを再確認した。

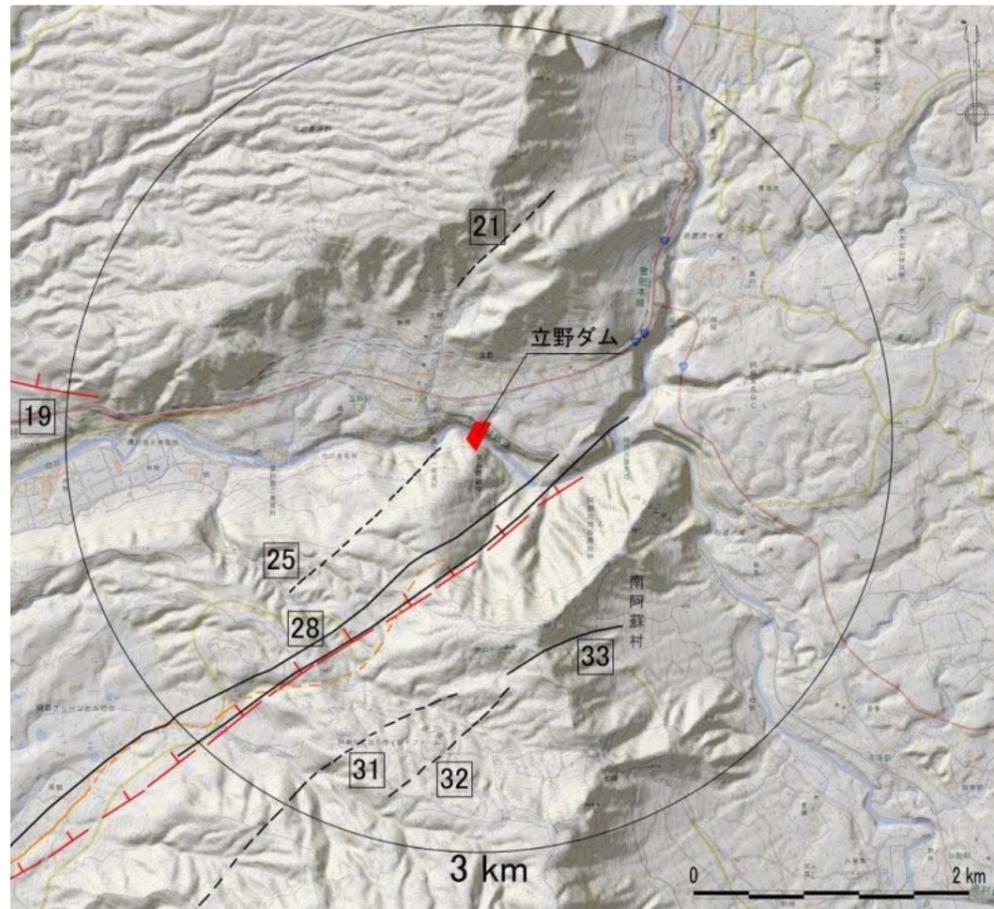


図-3.2.12 文献断層位置図

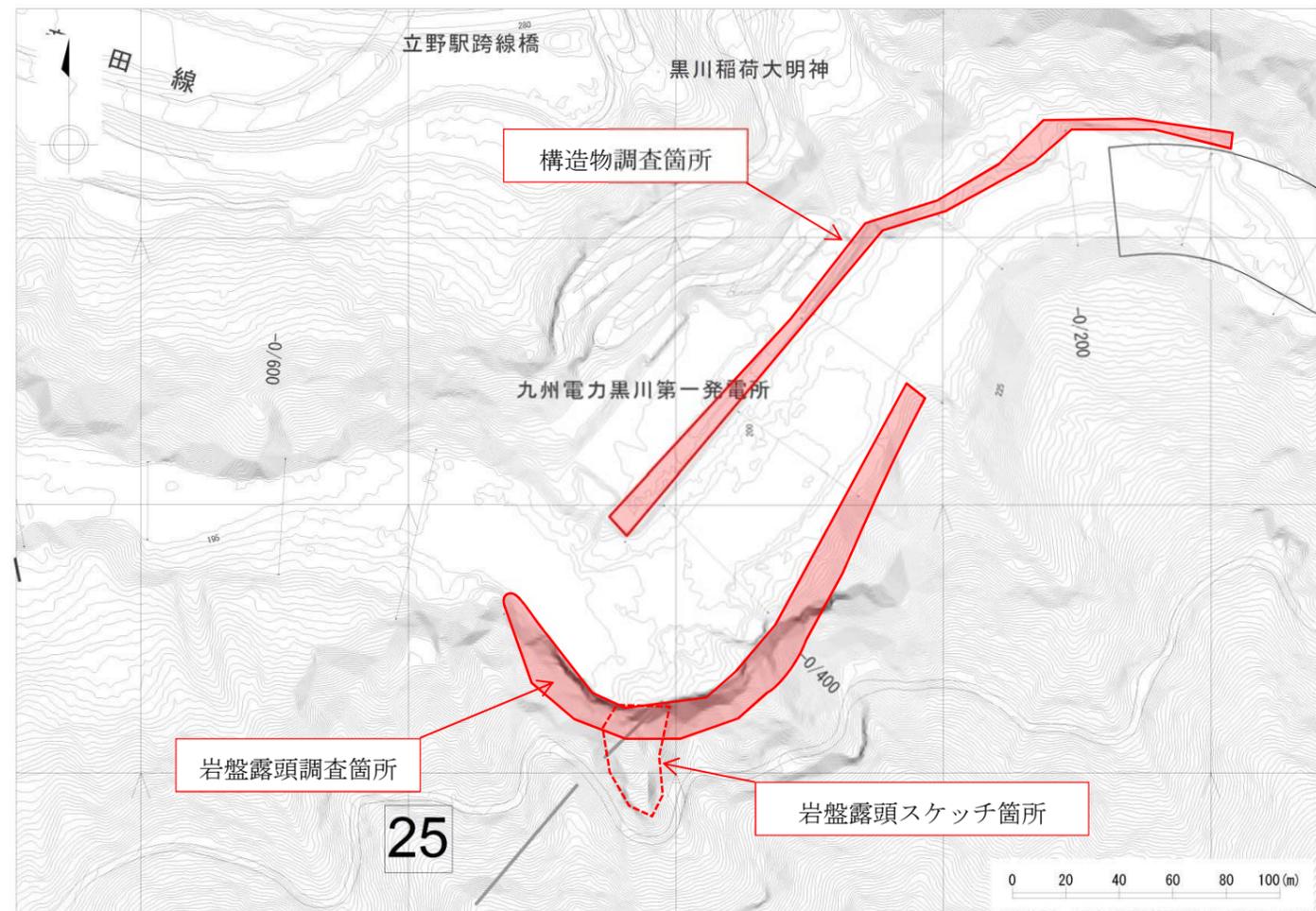


図-3.2.13 文献断層 25 調査位置図

■文献断層 25 (岩盤路頭調査)



写真-3.2.1 文献断層 25 延長部の連続露頭 1



写真-3.2.2 文献断層 25 延長部の連続露頭 2

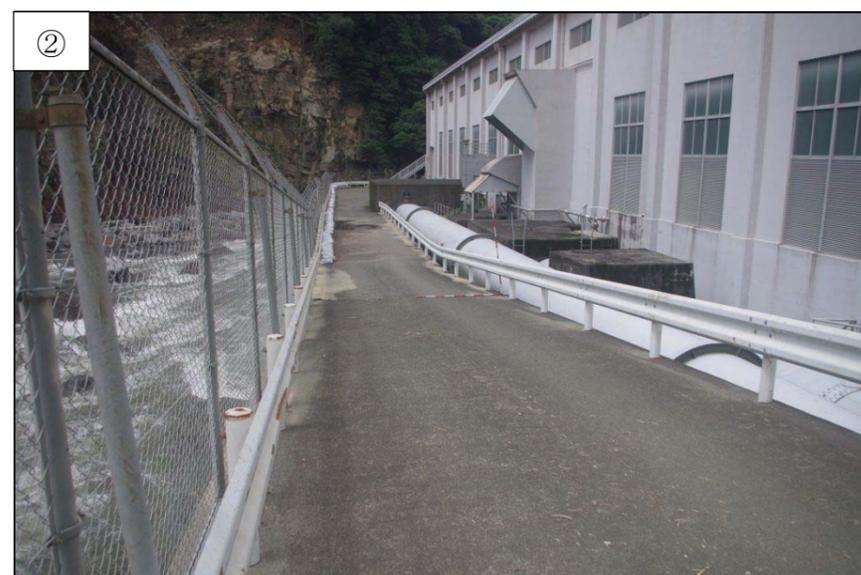
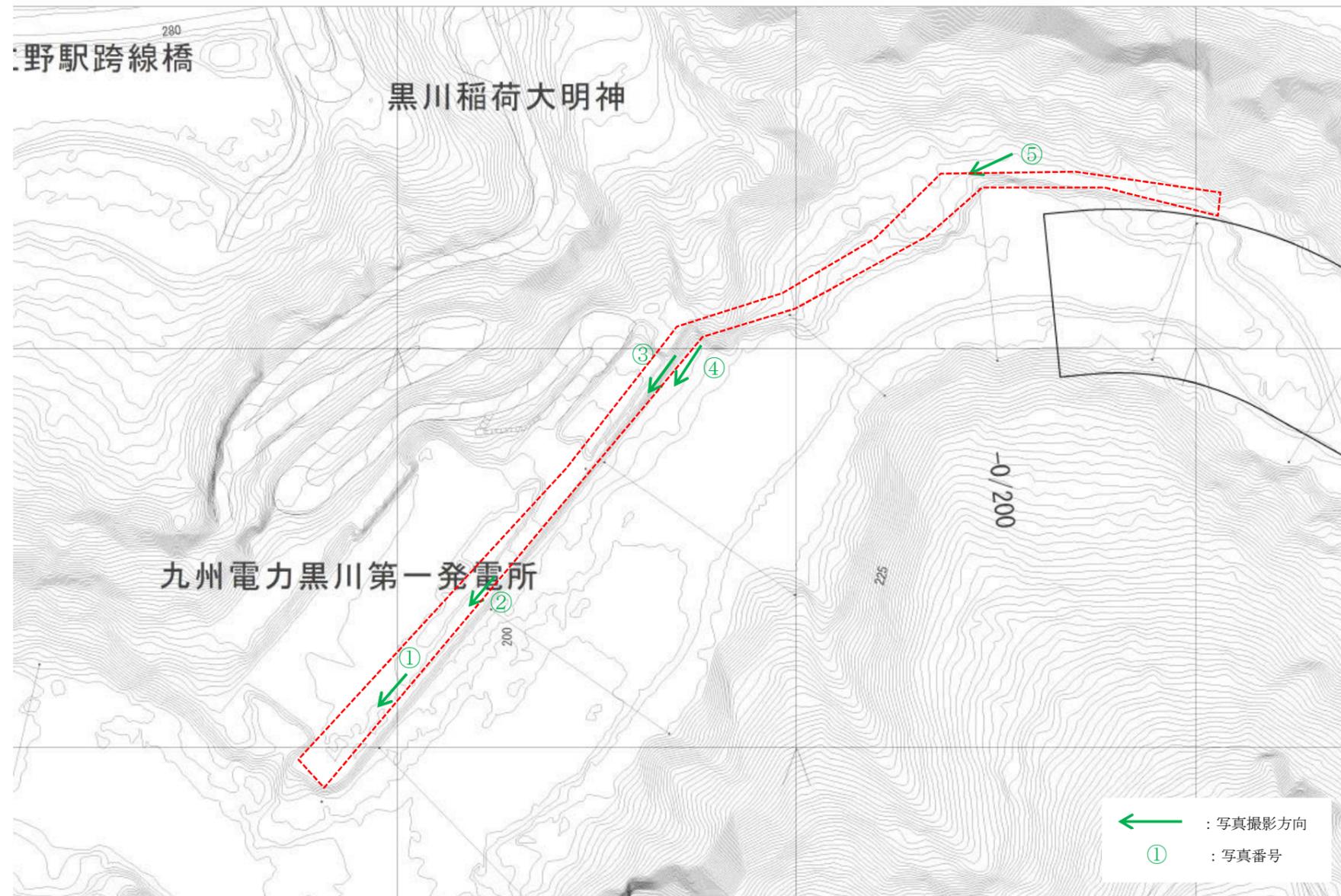
■文献断層 25 (岩盤スケッチ)



図-3.2.14 文献断層 25 延長部の岩盤露頭スケッチ



写真-3.2.3 文献断層 25 延長部の岩盤露頭



②文献断層 19

文献断層周辺の現地踏査を実施した結果、文献断層の延長線上にある火砕流堆積物の露頭に断層は確認されなかった。また、道路や護岸等にも断層による変状は確認されなかった。

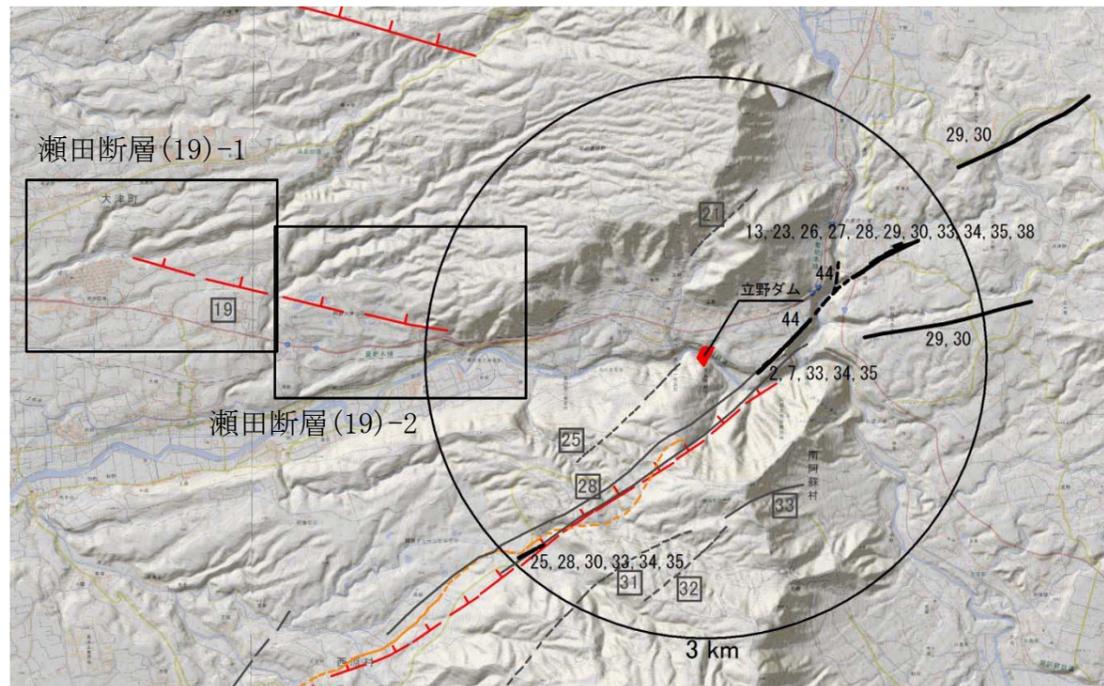


図-3.2.15 文献断層位置図

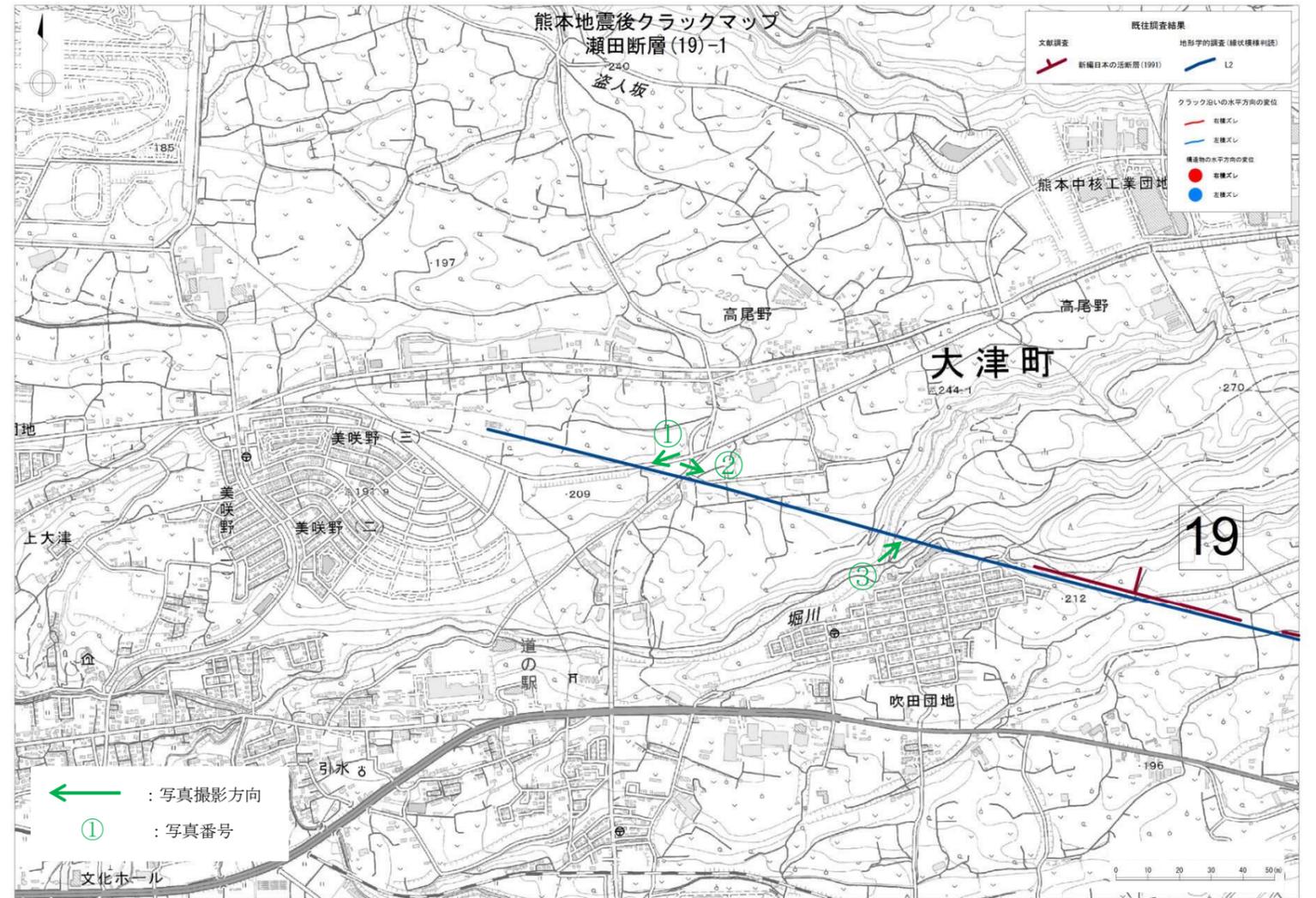


図-3.2.16 文献断層 19 調査位置図 1



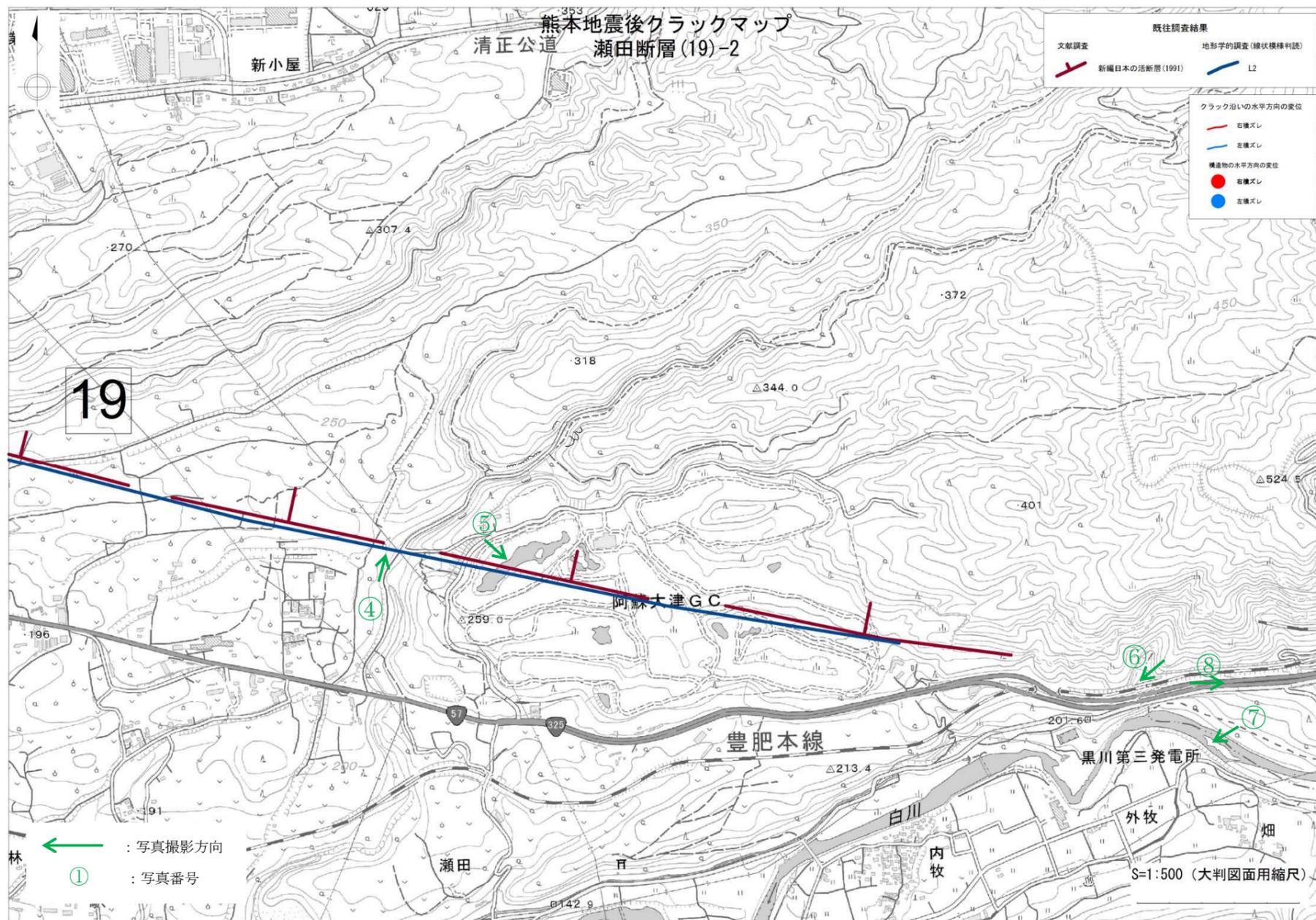


図-3.2.17 文献断層19 調査位置図2



③文献断層 21

文献断層周辺の現地踏査を実施した結果、法面の崩落は確認されるが、道路に断層による変状は確認されなかった。

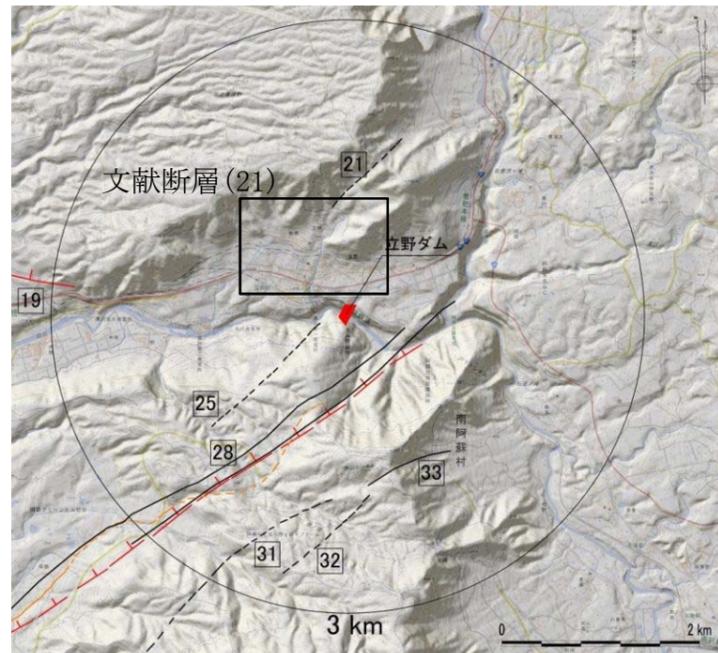


図-3.2.18 文献断層位置図

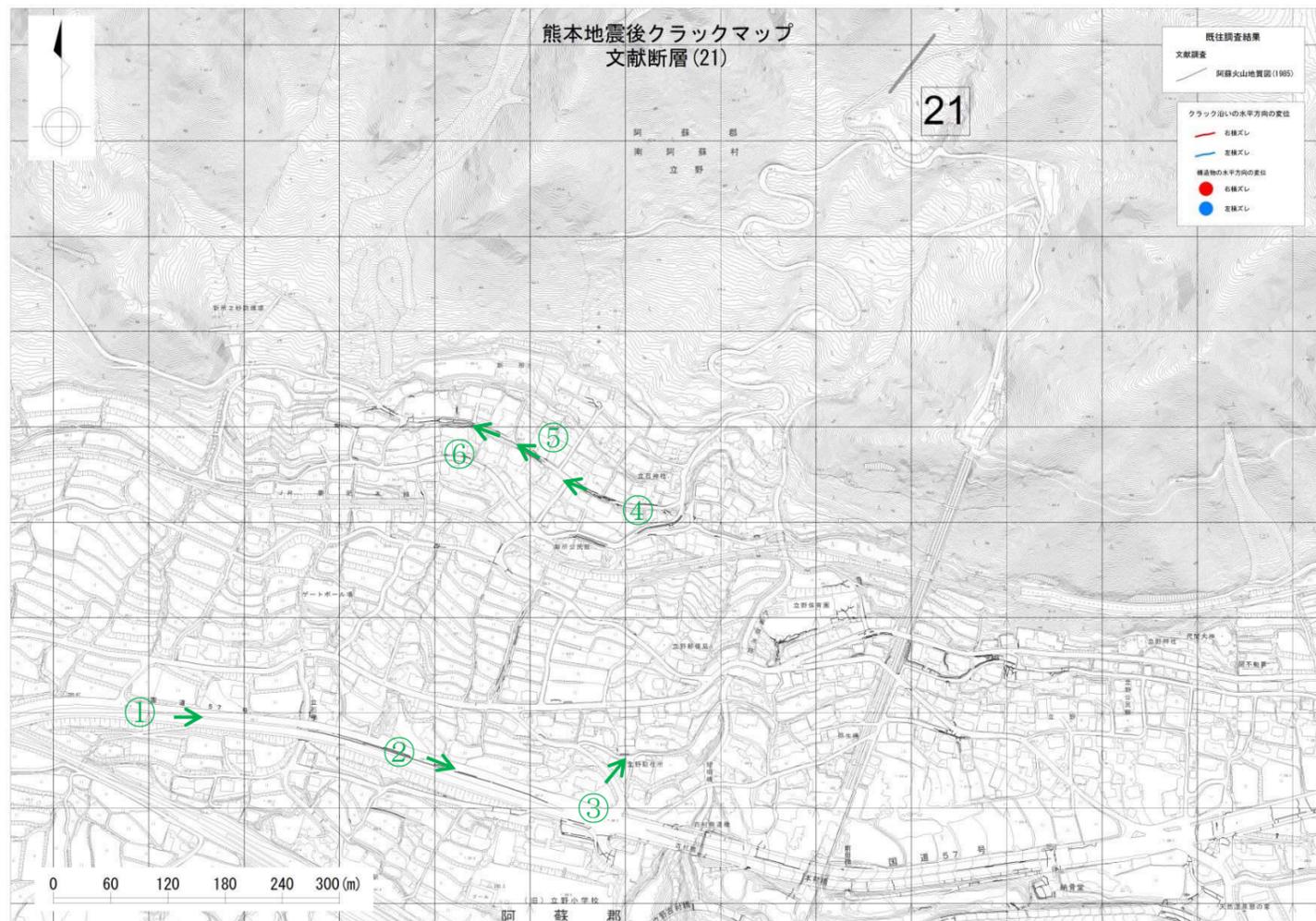


図-3.2.19 文献断層 21 調査位置図



3.2.4 現時点の調査結果（まとめ）

これまでの第四紀断層調査で、以下のことが確認された。

- ・熊本地震後の大学・研究機関等の発表文献を収集・整理した結果、ダム敷及びその近傍に活断層によって生じたとみられる地表地震断層及びその疑いのある変状は報告されていないことを確認した。
- ・熊本地震後の空中写真判読や航空レーザ測量図判読をダム敷より半径 3km 圏内で実施した結果、判読された線状模様は位置は既往の文献断層や地震後の発表文献と調和的であり、ダム敷及びその近傍に向かう新たな線状模様は確認されなかった。
- ・地震後の現地踏査により確認した亀裂（クラック）の結果をもとに、地表地震断層の可能性のある亀裂を整理した結果、ダム敷及びその近傍に地表地震断層の可能性のある亀裂は確認されなかった。また、熊本地震前の第四紀断層調査結果のとおり、ダムから約 500m 離れた既知の北向山断層に沿って線状に地表地震断層の可能性のある亀裂が確認され、北向山断層付近からダム敷及びその近傍に延びる地表地震断層は確認されなかった。
- ・文献断層 25 については、北端として示されている白川左岸の岩盤露頭や周辺の連続露頭を調査した結果、断層による変位地形や、断層は確認されなかった。また、白川右岸側の構造物に変状も確認されないことから、ダム敷及びその近傍まで連続しないことを再確認した。
- ・文献断層 19 については、周辺の現地踏査を実施した結果、文献断層の延長線上にある火砕流堆積物の露頭に断層は確認されなかった。また、道路や護岸等にも断層による変状は確認されなかった。
- ・文献断層 21 については、周辺の現地踏査を実施した結果、法面の崩落は確認されるが、道路に断層による変状は確認されなかった。

これらの調査結果を踏まえれば、熊本地震後もダム敷及びその近傍に立野ダム建設を行う上で特に考慮する必要がある第四紀断層は存在しないと考えられる。
 なお、今後の調査等を踏まえ、最終的な評価を行う。

表-3.2.3 第四紀断層としての評価一覧表（案）

文献断層		線状模様		断層露頭 ○:認められた ×:認められない	第四紀断層の可能性	評価(案)
番号	名称	番号	区分			
19	瀬田断層	㊟	L2	×	変位基準面に標高差が認められるものの断層露頭は認められない。 第四紀断層の可能性は不明である。	延長部はダム敷に向かう方向だが、連続露頭に断層が認められない。 第四紀断層が分布する可能性は否定できないものの、ダム敷及びその近傍まで連続しない。
28	北向山断層	㊚	L2	○	第四紀の地層を変位させており、第四紀断層である。	ダム敷上流側 500m 付近の断層露頭を通過し、その延長はダム敷近傍に向かわない。 第四紀断層が分布することは明らかであるものの、ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。
30	布田川断層	㊛	L1	○	熊本地震の震源となった第四紀断層である。	延長部はダム敷に向かう方向だが、断層による変位地形が認められず線状模様は途切れる。 第四紀断層が分布することは明らかであるものの、ダム敷及びその近傍まで連続しない。
21	(無名断層)	判読されない	対象外	×	断層による変位地形は認められず断層露頭も認められない。 第四紀断層の可能性は不明である。	ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。
25	(無名断層)			×		延長部はダムサイトに向かう方向だが、連続露頭に断層が認められない。 ダム敷及びその近傍まで連続しない。
31	(無名断層)			×		ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。
32	(無名断層)			×		ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。
33	(無名断層)			×		ダム敷及びその近傍へ向かう方向性はない。

※下線部は、既往の評価結果（熊本地震前）からの変更箇所

4. 立野ダム建設予定地の基礎岩盤

4.1 地形・地質の概要

立野ダムサイト周辺の白川は、南東から北西にほぼ直線状に流下し、現ダム軸付近から約200m下流でほぼ直角に流路を変え北東から南西に流下する。河床に面する両岸は傾斜約70°～80°で、箱形の谷地形（箱沢）をなす。

ダム敷及びその周辺においてこれまで12坑約880mの横坑調査・縦坑調査、306本約25,000mのボーリング調査を行っており、地質や基礎岩盤の状況を詳細に把握している。これらの調査から明らかになったダムサイトの地質概要は以下のとおりである。

ダムサイト左岸高標高部には、外牧層（H）、外牧溶岩（Hk）が分布し、ダムサイト左岸から河床にかけて先阿蘇火山岩類（Pa）が分布する。先阿蘇火山岩類（Pa）は、溶岩塊状部（Pam）と溶岩自破碎部（Paa）からなる。

河床深部の標高150m以深には、先阿蘇火山岩類凝灰角礫岩（Pab）が分布する。

右岸深部には、立野層（T）が分布する。立野層（T）の上部には立野溶岩（Tt）が分布する。立野溶岩（Tt）は、溶岩塊状部（Ttm）と溶岩自破碎部（Tta）からなる。

硬岩（亀裂性岩盤）・・・先阿蘇火山岩類溶岩塊状部、外牧溶岩塊状部、鮎返ノ滝溶岩塊状部、立野溶岩塊状部、赤瀬溶岩塊状部

軟岩（礫質岩盤）・・・先阿蘇火山岩類自破碎部、先阿蘇火山岩類凝灰角礫岩、外牧溶岩自破碎部、鮎返ノ滝溶岩自破碎部、立野溶岩自破碎部、赤瀬溶岩自破碎部

また、地震前の横坑調査・縦坑調査、ボーリング調査でもダム敷周辺の基礎岩盤内に、第四紀断層の疑いのある岩盤変状や断層露頭は確認されていない。

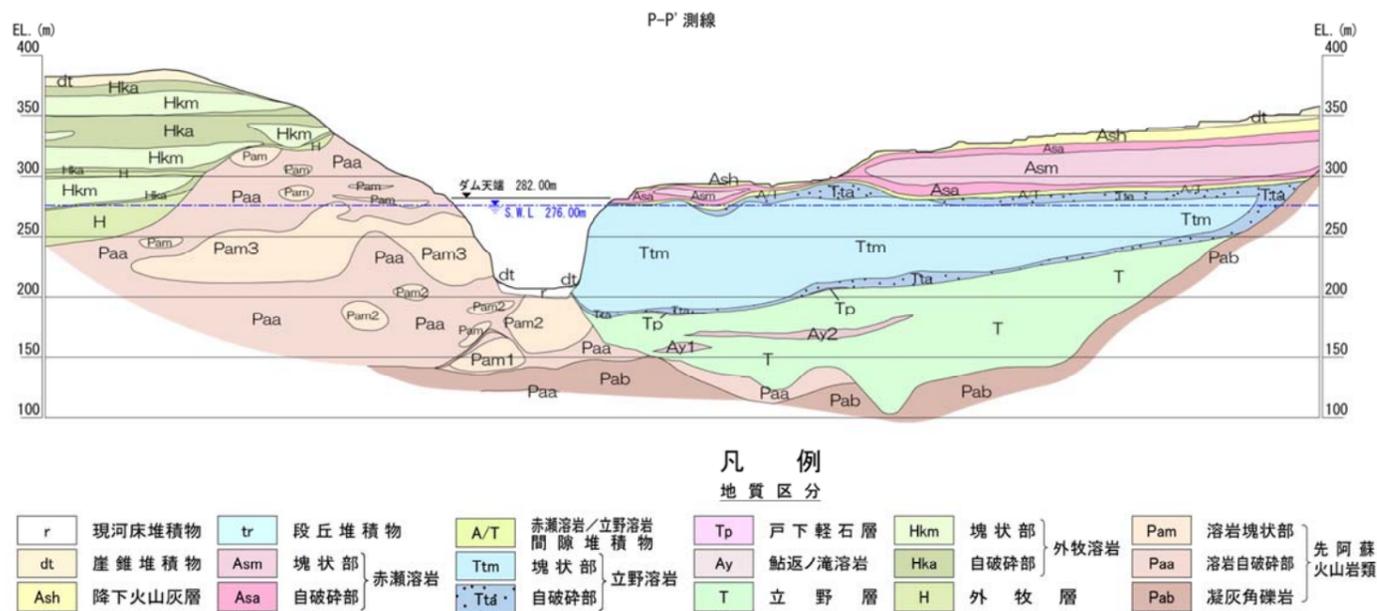


図-4.1.1 ダムサイト周辺の模式地質断面図

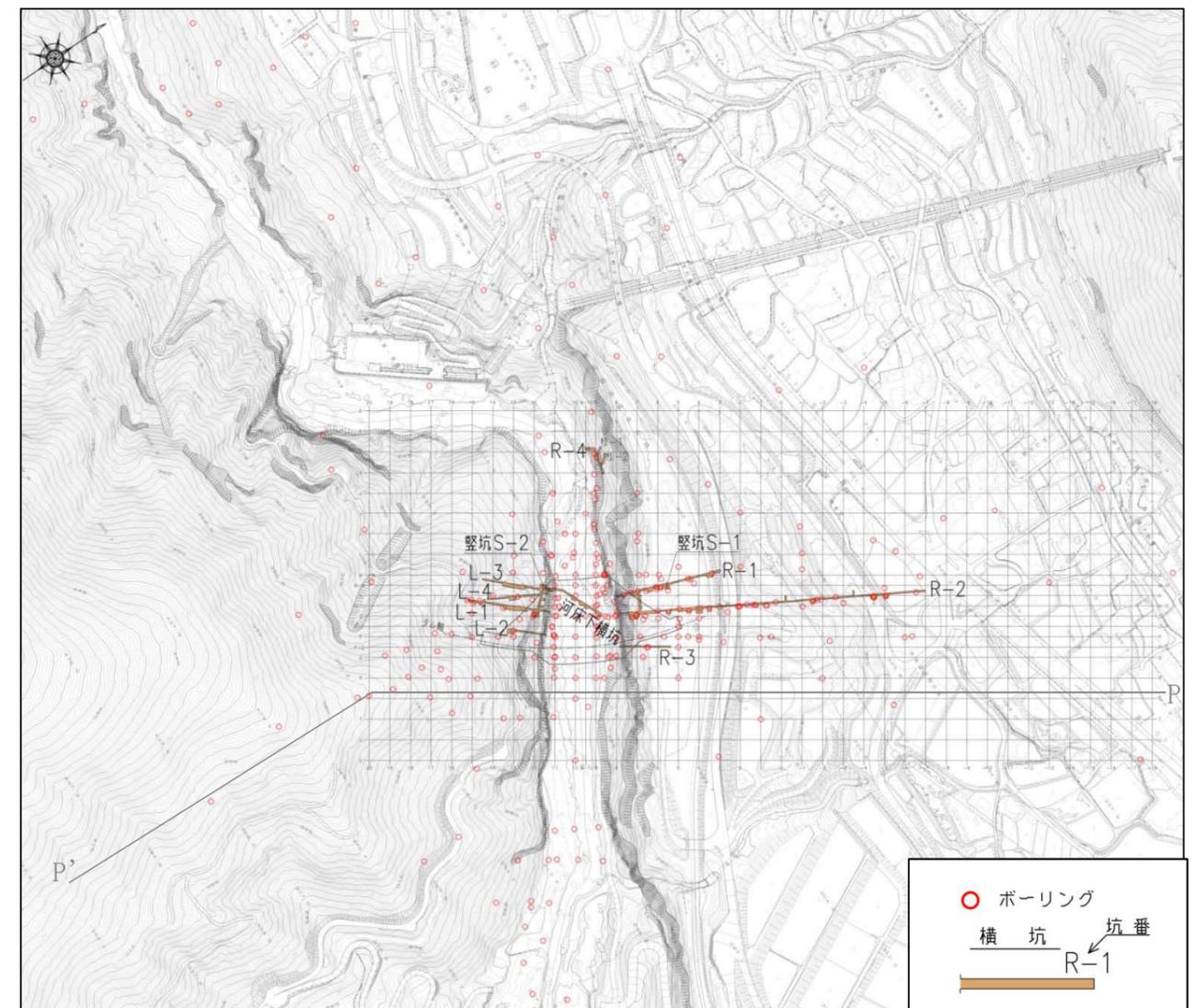


図-4.1.2 ボーリング等調査位置図

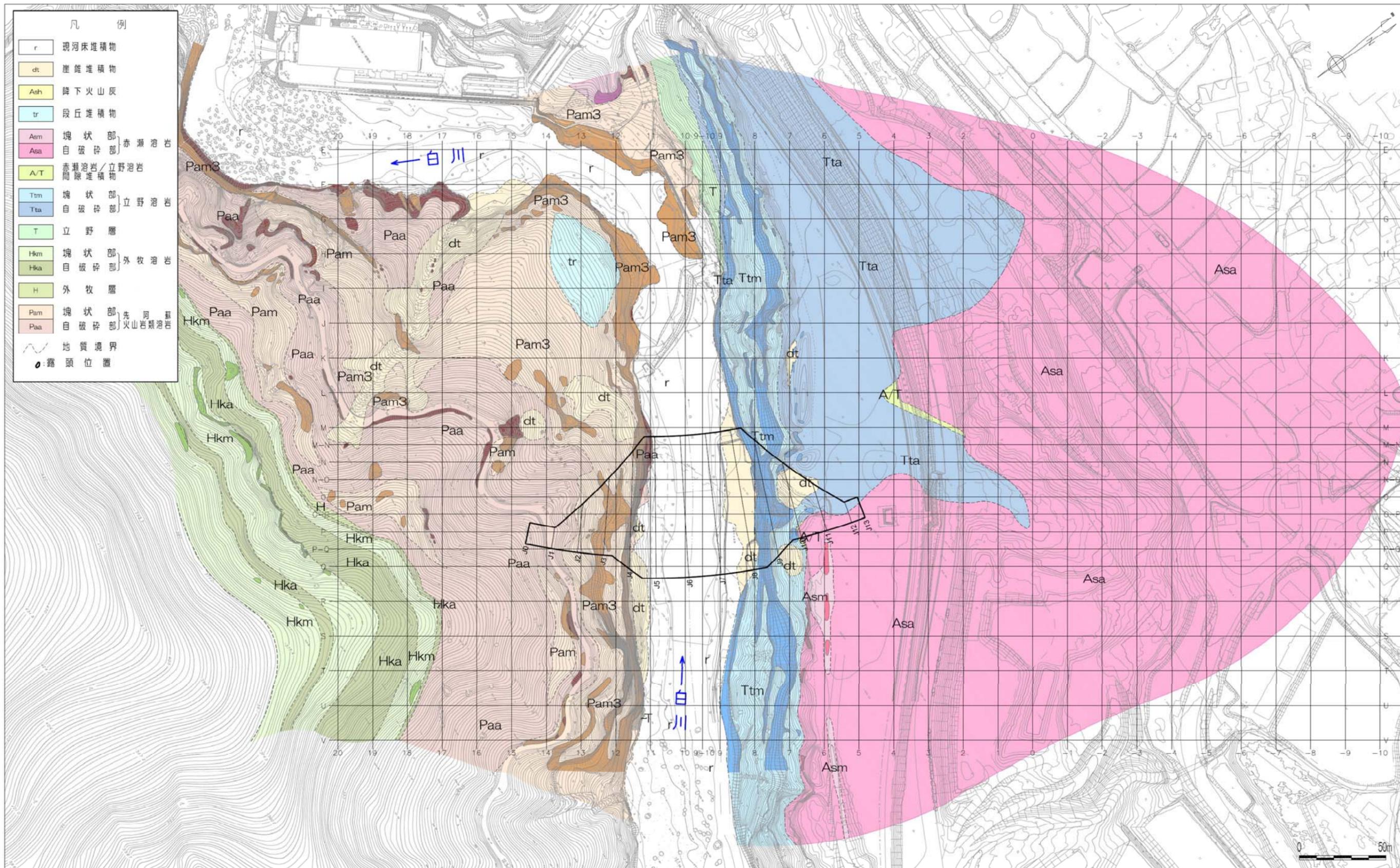


図-4.1.3 ダムサイト周辺の地質平面図

ダム軸

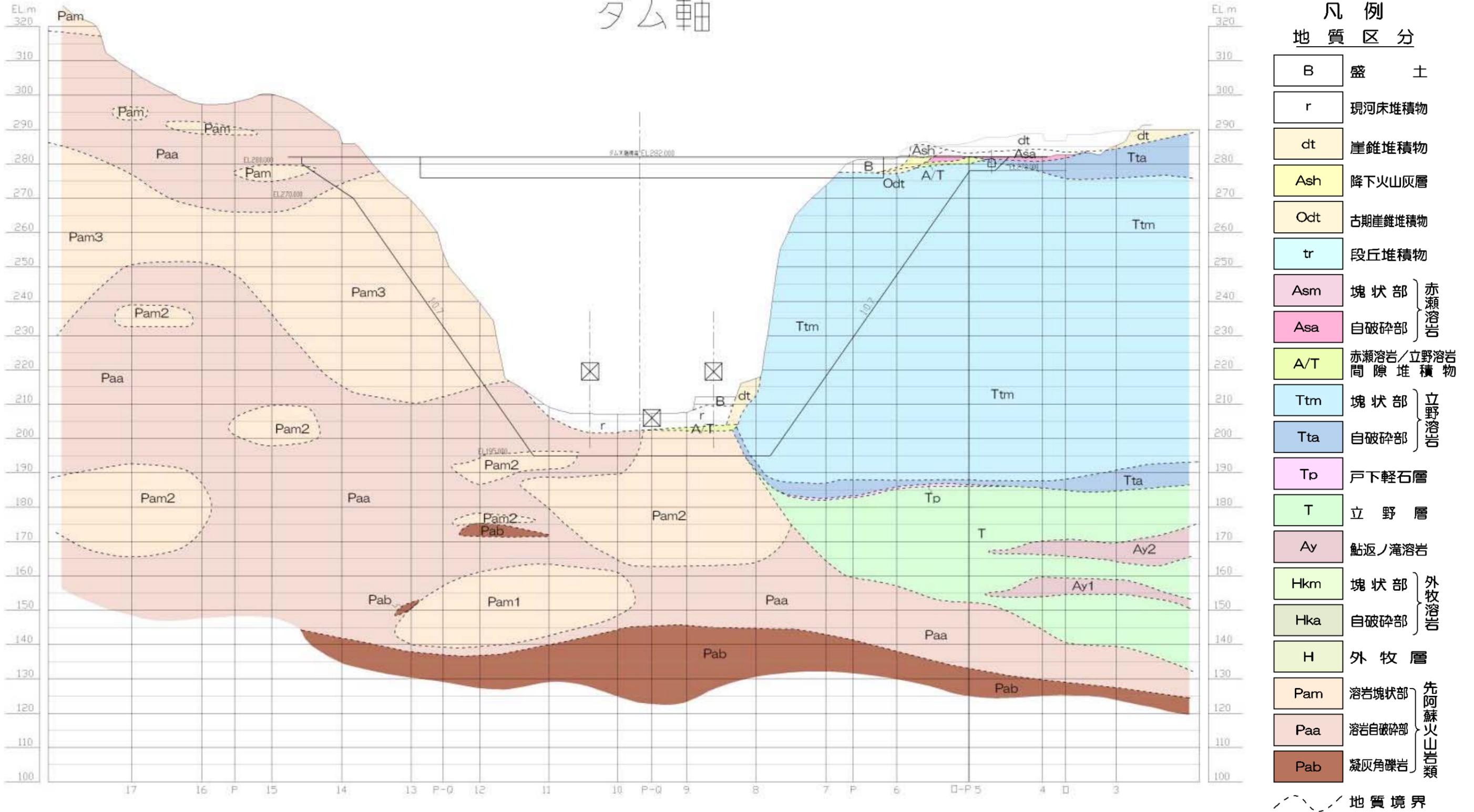


図-4.1.4 ダム軸の地質断面図

4.2 基礎岩盤（熊本地震前）

4.2.1 岩級区分基準

(1) 硬岩（亀裂性岩盤）

硬岩の岩級区分については、岩片の硬さ、割れ目の間隔、割れ目の状態の三要素の組合せで評価している。

表-4.2.1 硬岩の細区分基準

項目	区分	状態
岩片の硬さ	A	極硬、ハンマーで容易に割れない（一軸圧縮強度 100MPa 以上）
	B	硬、ハンマーで金属音（一軸圧縮強度 50~100MPa）
	C	中硬、ハンマーで容易に割れる（一軸圧縮強度 20~50MPa）
	D	軟、ハンマーでポロポロに碎ける（一軸圧縮強度 20MPa 以下）
	E	極軟、マサ状、粘土状
割れ目の間隔	I	長さ 50cm 以上の棒状コア
	II	長さ 50~15cm の棒状コア
	III	長さ 15~5cm の棒状~片状コア
	IV	長さが 5cm 以下の棒状~片状コアでかつコアの外周の一部が認められるもの
	V	主として角礫状のもの
	VI	主として砂状のもの
	VII	主として粘土状のもの
	VIII	コアの採取ができないもの。スライムも含む。
割れ目の状態	a	密着している、あるいは分離しているが割れ目沿いの風化・変質は認められない
	b	割れ目沿いの風化・変質は認められるが、岩片はほとんど風化・変質していない
	c	割れ目沿いの岩片に風化・変質が認められ軟質となっている（粘土等の介在物が認められる）
	d	割れ目として認識できない角礫状、砂状、粘土状コア

表-4.2.2 先阿蘇火山岩類塊状部(Pam)の要素組合せ岩級区分基準

岩片の硬さ	割れ目の状態	割れ目の間隔							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
A	a	B	CH	CH	CH				
	b	B	CH	CH	CH	CM			
	c	CH	CH	CH	CM	CL			
	d					D			
B	a	CH	CH	CM	CM				
	b	CH	CM	CM	CM	CL			
	c	CM	CM	CM	CL	CL			
	d					D			
C	a		CM	CL	CL				
	b	CM	CM	CL	CL				
	c	CL	CL	CL	D	D			
	d					D			

空白は、ダムサイトに存在しない細区分組合せ
 外牧溶岩塊状部、赤瀬溶岩塊状部、鮎返ノ滝溶岩塊状部は Pam の岩級区分基準に準拠する。

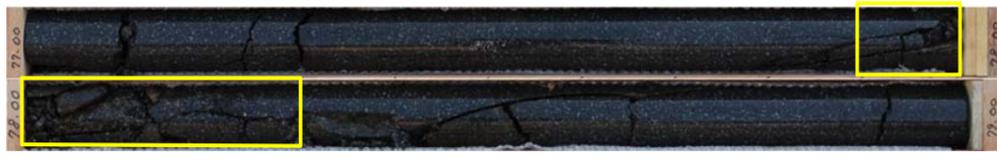
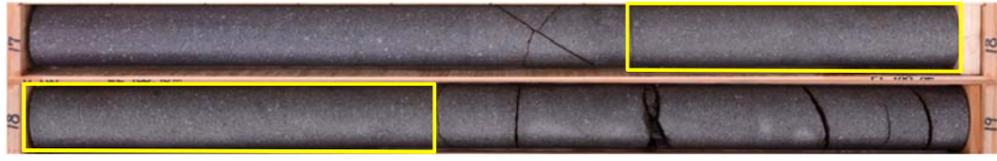
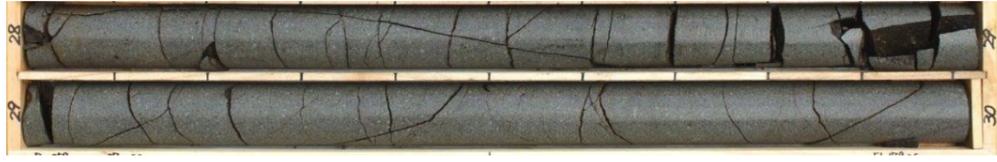
表-4.2.3 立野溶岩塊状部(Ttm)の要素組合せ岩級区分

岩片の硬さ	割れ目の状態	割れ目の間隔				
		I	II	III	IV	V
B	a	CH				
	b	CH	CH	CM	CM	CL
	c	CM	CM	CM	CL	CL
	d		D	D		D
C	a					
	b		CM	CL	CL	
	c			CL	D	D
	d					

空白は、ダムサイトに存在しない細区分組合せ

「原位置岩盤せん断試験によるダム基礎の岩盤分類の定量的な評価の試み森・脇坂他(2007)、ダム工学 Vol. 17、No3」

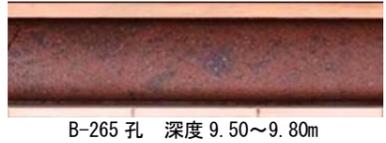
表-4.2.4 代表的な硬岩の岩級区分基準

岩種区分	岩級区分	岩盤性状	代表的要素組合せ	代表的なコア写真（孔径 86mm）
立野溶岩塊状部 (Ttm)	CH	岩片は硬質でハンマーで金属音を発する。割れ目間隔は 30cm 以上で、割れ目沿いに弱く風化・変質が認められる。	B II b	 細区分: B II b B-248 深度 80.00~82.00m
	CM	岩片は硬質でハンマーで金属音を発する。割れ目間隔は 15cm 以下で、割れ目沿いに弱く風化・変質が認められる。	B III b	 細区分: B III b B-250 深度 21.00~23.00m
	CL	岩片は硬質でハンマーで金属音を発する。割れ目間隔は 5cm 以下で、割れ目沿いに細片等の介在物が認められる。	B IV c	 細区分: B IV c B-250 深度 77.90~78.30m
先阿蘇火山岩塊状部 (Pam)	B	緻密な溶岩部で、岩片は極硬質でハンマーの打撃で容易に割れない。割れ目間隔は 50cm 以上で、割れ目沿いに弱く風化・変質が認められる。	A I b	 細区分: A I b B-265 深度 17.65~18.45m
	CH	緻密な溶岩部で、岩片は極硬質でハンマーの打撃で容易に割れない。割れ目間隔は 50cm 以下で、割れ目沿いに弱く風化・変質が認められる。	A II b A III b A IV b	 細区分: A III b B-258 深度 28.00~30.00m
	CM	緻密な溶岩部で岩片は極硬質でハンマーの打撃で容易に割れない。割れ目間隔は 5cm 以下で、割れ目沿いに細片を伴う。 または、発泡質の溶岩部で岩片は硬質でハンマーで金属音を発する。割れ目間隔は 50cm 以下で、割れ目沿いに弱く風化・変質が認められる。	A IV c B II b B III b	 細区分: A IV c B-256 深度 19.78~20.90m
	CL	緻密な溶岩部がやや軟質化または発泡質の溶岩で岩片は硬質でハンマーの打撃で金属音を発する。割れ目間隔は 5cm 以下で割れ目沿いに細片などの介在物が認められる。	B IV c	 細区分: B IV c B-259 深度 13.00~13.41m 深度 13.95~14.29m

(2) 軟岩 (礫質岩盤)

軟岩の岩級区分は、基質の硬さで評価している。

表-4.2.5 代表的な軟岩の岩級区分基準

岩種区分	岩級区分	基質の性状			基質の硬さ区分	横坑写真	代表的なボーリングコア写真
		ハンマー	ナイフ	噴霧器の強い水流			
軟岩	立野溶岩自破碎部 (Tta)	CL	ハンマーの軽打でコンコンと音を発する(ピックで表面を削りにくい)。	傷が付きにくい。表面を削りにくい。	細粒分は全く流れない。	C	 L-3 横坑 深度 59.5m 上流壁  B-265 孔 深度 9.50~9.80m  B-265 孔 深度 16.10~16.40m
	先阿蘇火山岩類溶岩自破碎部 (Paa)	CL	Paa RS-7 ブロックの基質の硬さと同程度			C'	 L-1 横坑 深度 15m 上流壁(拡幅箇所)
	先阿蘇火山岩類凝灰角礫岩 (Pab)		ハンマーの軽打でトントンと音を発する(ピックで表面を削りやすい)。	表面を削りやすい。	細粒分が若干流れる。噴霧器の噴水に併せて指で擦ると細粒分が流れ出し、礫や砂が浮き立ってくる。		
	赤瀬溶岩自破碎部 (Asa)	DH	ハンマーの打撃で崩れる(ピックがやや刺さり、周辺が粉碎する)。	強く押すと刺さるが、やや抵抗感がある。	細粒分が容易に流れ出す。コア形状が崩れる。	D	 L-1 横坑 深度 78.6m 下流壁
	鮎返ノ滝溶岩自破碎部 (Aya)						
	外牧溶岩自破碎部 (Hka)						 B-270 孔 深度 9.10~9.45m
		D	ハンマーの軽打で粉碎する、または深く凹む(ピックが容易に刺さる)。	容易に刺さる。	掘れる。	E	(該当なし)

注) 立野層は DH 級岩盤に相当する。

4.2.2 岩級分布

横坑及びボーリング調査結果から作成した岩級区分図を以下に示す。

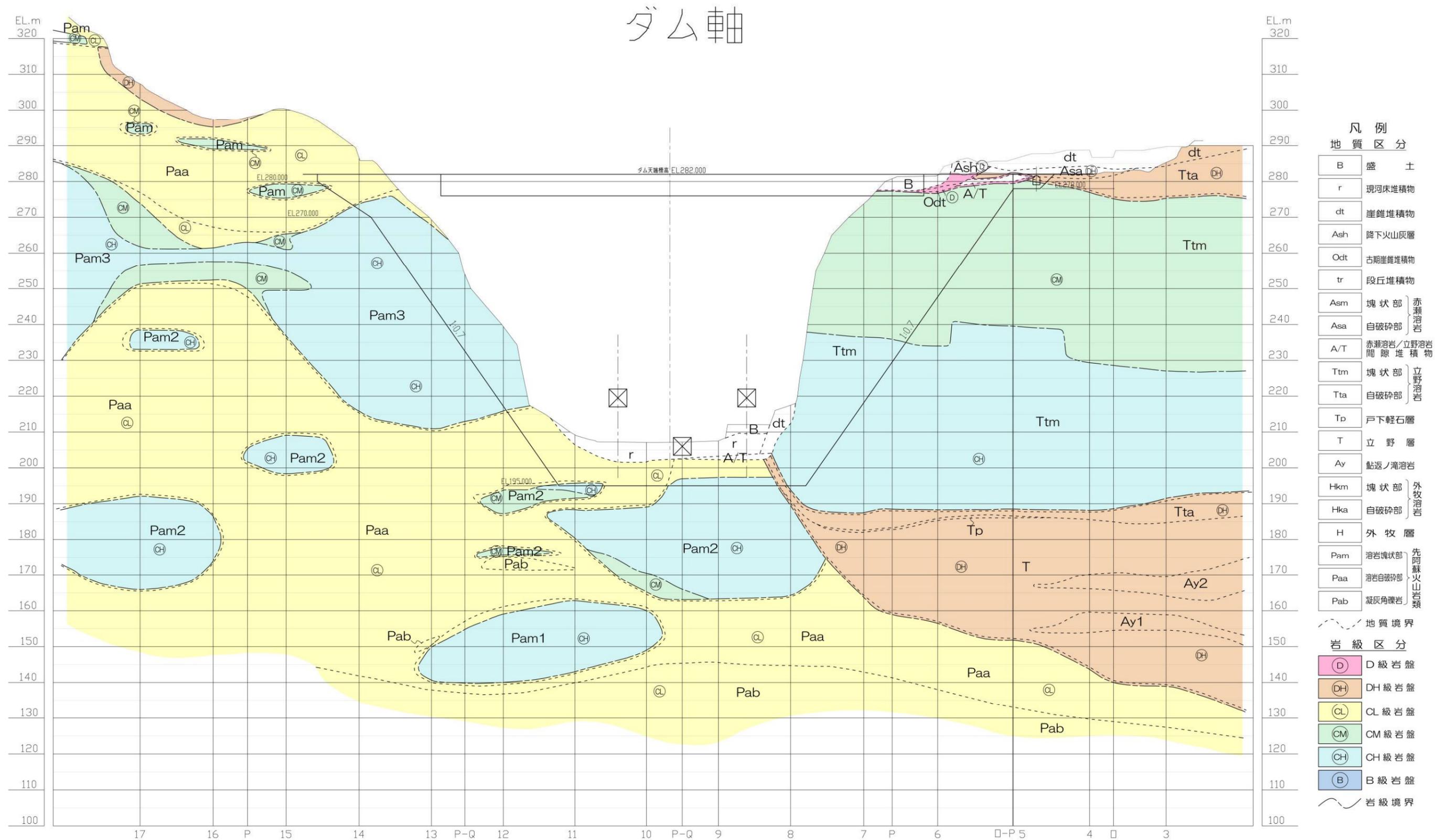


図-4.2.1 ダム軸の岩級区分図

4.2.3 岩盤の力学的特性

コンクリートダムを建設するにあたっては、ダム堤体と基礎岩盤との接合部及び基礎岩盤の内部におけるせん断力による滑動に対して、十分なせん断摩擦抵抗力を有していること、またダムの基礎岩盤が堅硬である（必要な強度を有している）ことが必要である。そこで横坑内においてダムの基礎岩盤の力学的特性を把握するための原位置せん断試験等を実施した。

(1) 原位置せん断試験

原位置せん断試験は、基礎岩盤上にコンクリートブロックを打設し、その上面及び側面に同時にジャッキによる荷重を加え、底面の岩盤にせん断破壊を起こさせ、その時のせん断応力及び垂直応力から岩盤のせん断強度を把握するものである。試験結果は以下に示すとおりであり、この試験結果と、関係する文献^{*}を参考とし総合的に評価して立野ダムサイトの基礎岩盤のせん断強度を定めている。

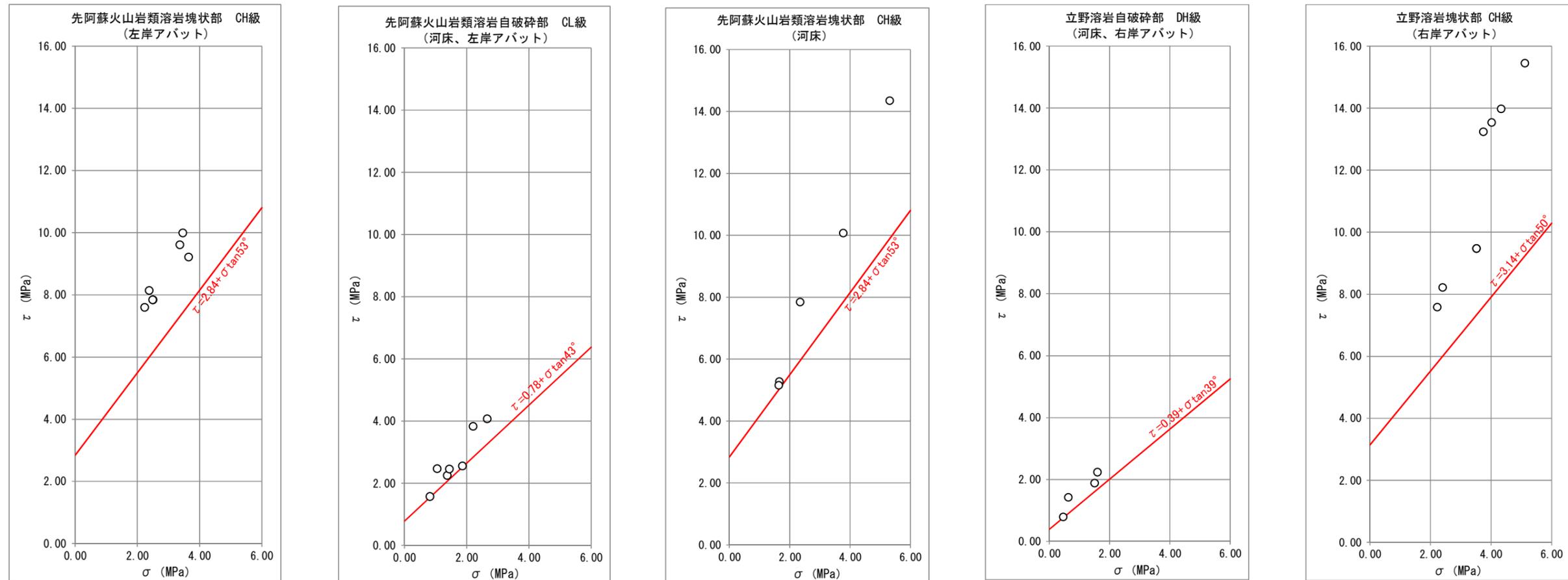


図-4.2.2 原位置せん断試験結果

(2) 原位置変形試験

原位置変形試験は、基礎岩盤に載荷・除荷を繰り返し、その際の荷重と載荷方向の変位から岩盤の変形特性を把握するものである。試験結果は以下に示すとおりであり、この試験結果と、関係する文献^{*}を参考とし総合的に評価して立野ダムサイトの基礎岩盤の弾性係数を定めている。

○弾性係数

弾性係数は、立野溶岩塊状部で 9.4×10^3 MPa、立野溶岩自破碎部で $0.9 \sim 1.1 \times 10^3$ MPa、先阿蘇火山岩類塊状部で $0.3 \sim 1.1 \times 10^4$ MPa、先阿蘇火山岩類自破碎部で $1.4 \sim 2.1 \times 10^3$ MP を示す。

^{*}文献：ダム基礎岩盤の原位置試験に関する諸検討と考察（1983 土木研究所）

4.2.4 ダム設計の考え方

ダムの構造設計については、「河川管理施設等構造令」第4条で以下のような技術的基準が定められている。

- ・ダムの堤体及び基礎岩盤（これと堤体との接合部を含む）は、必要な水密性を有し、及び予想される荷重に対し必要な強度を有するものとする。
- ・コンクリートダムの堤体は、予想される荷重によって滑動し、または転倒しない構造とするものとする。
- ・ダムの基礎地盤は、予想される荷重によって滑動し、滑り破壊または浸透破壊が生じないものとするものとする。

立野ダムにおいても、基礎岩盤の試験結果等を踏まえ、「河川管理施設等構造令」等の技術的基準に基づき設計を行い、安全性を確認している。また、ダム本体工事の際には、両岸の表層の土砂等や、その下の岩盤の弱い部分を取り除いた上で、堅い岩盤に直接ダム本体を築くこととしている。

表-4.2.6 荷重条件一覧

荷重	検討ケース	設計洪水水位 (HWL. 281.0m)	サーチャージ水位 (SWL. 276.0m)	空虚時
自重		○	○	○
静水圧		○	○	○
動水圧		—	○(50%)	○(±100%)
泥圧		○	○	○※)
揚圧力		○	○	○
地震慣性力		—	○(50%)	○(±100%)

※慣性力を下流から上流向きに作用させる場合は、設計上安全側の観点から泥圧は考慮しない。

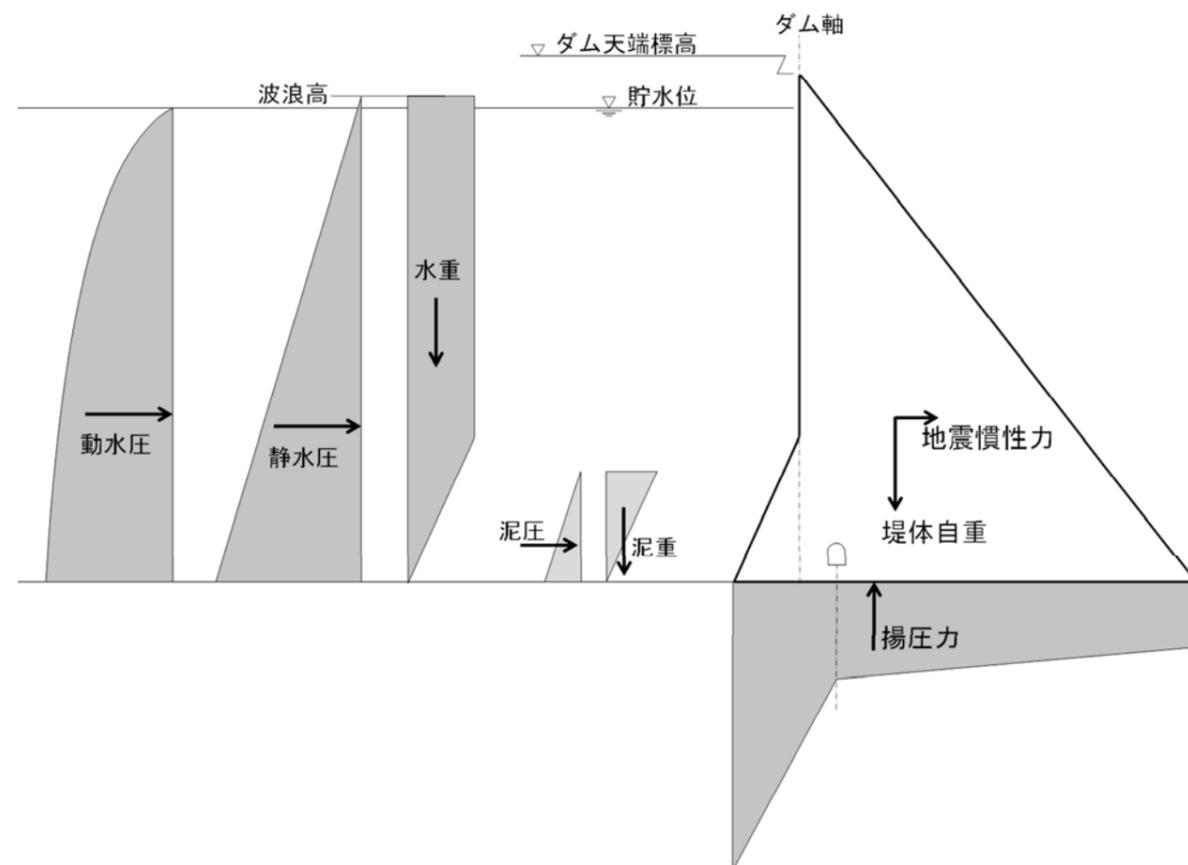


図-4.2.3 荷重条件の模式図

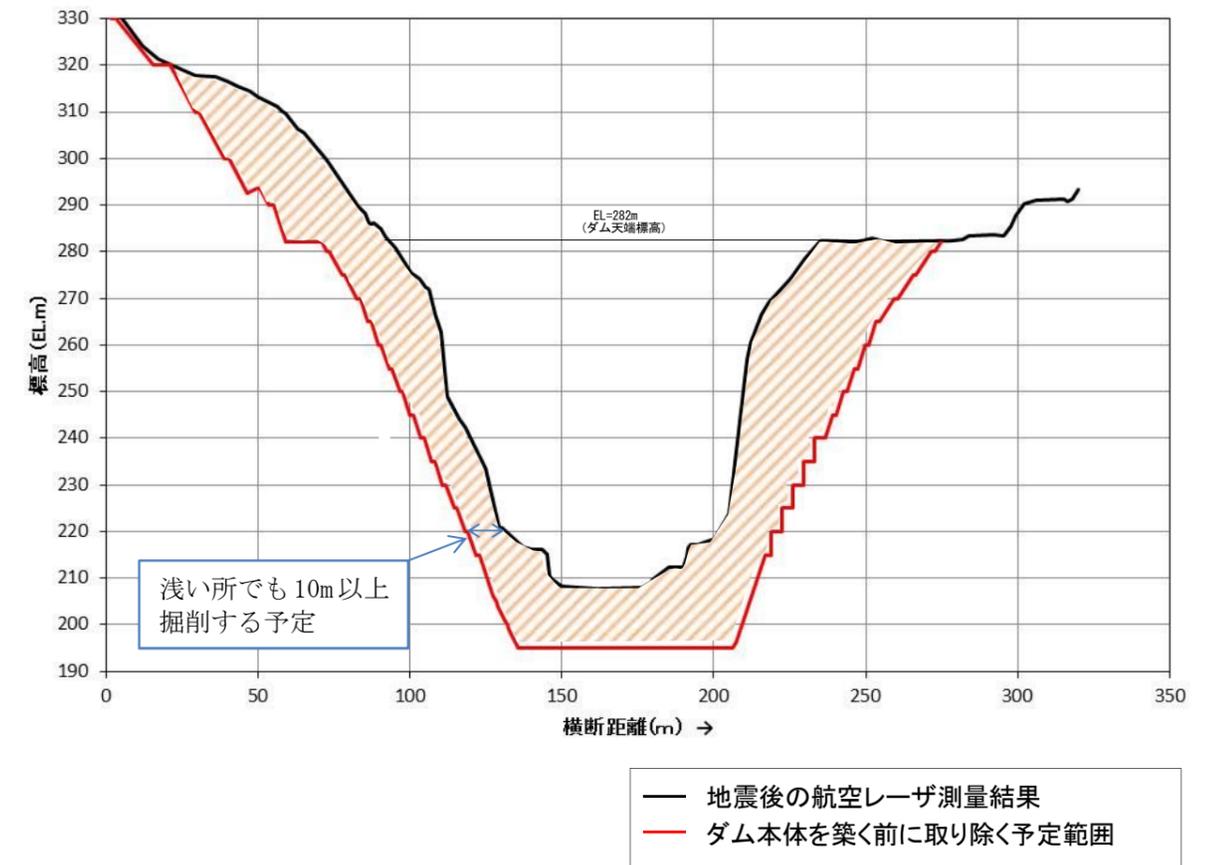


図-4.2.4 基礎掘削断面図

4.3 基礎岩盤（熊本地震後）

4.3.1 追加調査の目的

立野ダムの基礎岩盤である先阿蘇火山岩類、立野溶岩等の熊本地震後の岩盤性状を確認する。

表-4.3.1 追加調査一覧

調査項目		調査目的	数量
地表露頭調査		ダム敷周辺の岩盤性状を確認する。	両岸300m程度
横坑調査 (既存)	L-1 L-3	基礎岩盤のうち、左岸低位標部の先阿蘇火山岩塊状部・自破碎部の岩盤性状、岩盤節理の開口状況等を面的に確認する。	L-1=80m程度 L-3=70m程度
	L-4	基礎岩盤のうち、左岸高位標高の先阿蘇火山岩類塊状部の岩盤性状、岩盤節理の開口状況等を面的に確認する。	L-4=50m程度
	R-1 R-2 R-3	基礎岩盤のうち、右岸低位標高部の立野溶岩塊状部などの岩盤性状、岩盤節理の開口状況等を面的に確認する。	R-1=100m程度 R-2=300m程度 R-3=50m程度
頭部排土調査(新規)		基礎岩盤のうち、右岸高位標高部の立野溶岩塊状部の岩盤性状、岩盤節理の状況等を確認する。	100m ² 程度
右岸ボーリング調査(新規)		基礎岩盤のうち、右岸低位から高位標高部の立野溶岩塊状部の岩盤性状を確認する。	2本(各70m程度)
ボアホール調査(新規・既存)		地震前後の岩盤節理の開口状況(累積開口量等)を確認する。	新規ボーリング 2本(70m程度) 既存ボーリング 1本(100m程度)



図-4.3.1 ボーリング調査断面図

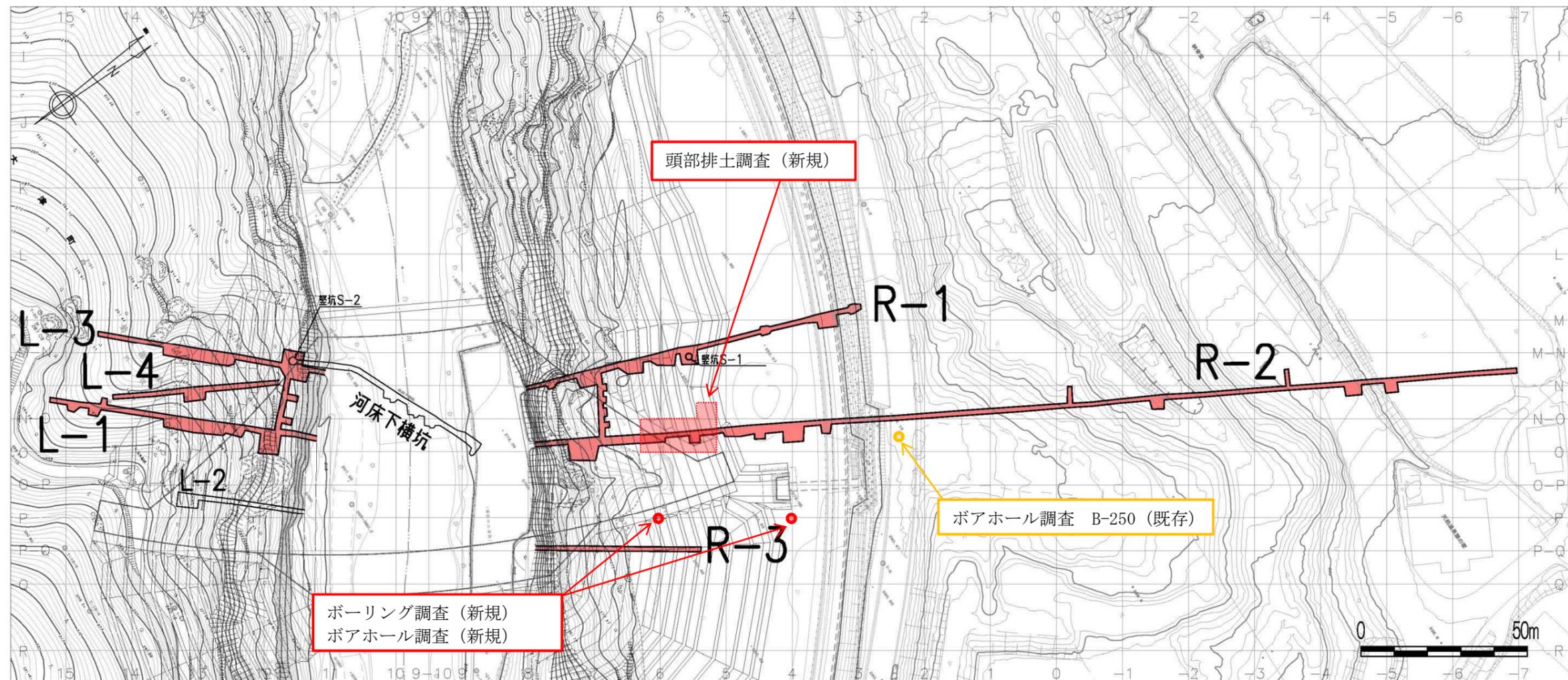


図-4.3.2 調査位置図

4.3.2 追加調査の結果

(1) 地表露頭調査結果

ダム敷及びその近傍にて地表露頭踏査を実施した結果、表層のはがれ落ちはあるものの基礎岩盤として問題となるような変状は認められない。

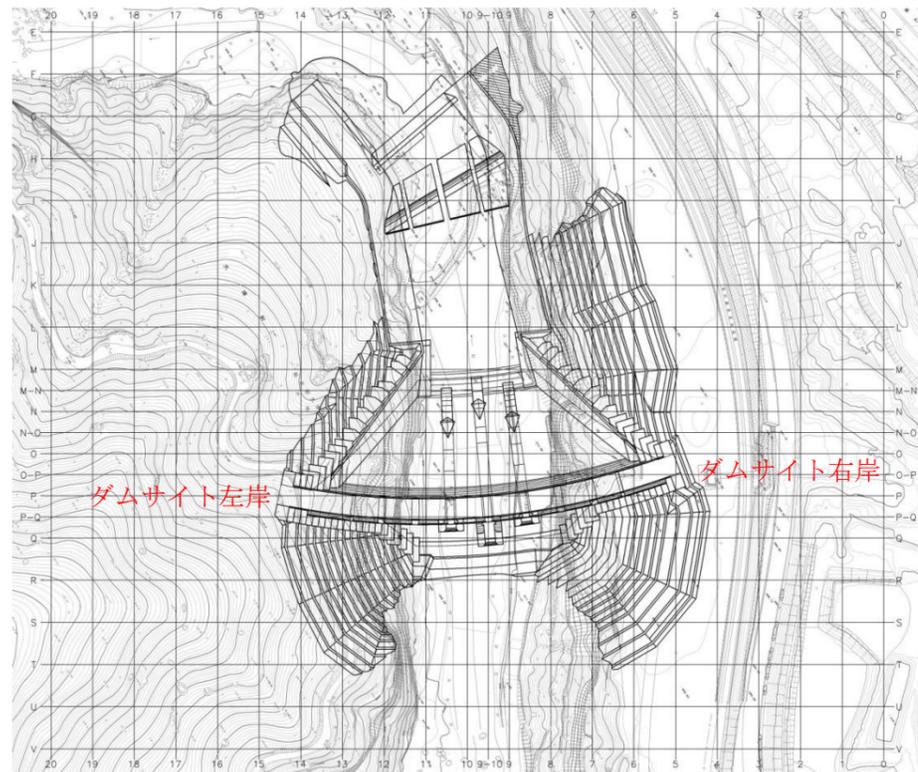


図-4.3.3 立野ダム平面図



写真-4.3.2 ダムサイト右岸 (地震前)



写真-4.3.3 ダムサイト右岸 (地震後)



写真-4.3.1 ダムサイト状況 (地震後)



写真-4.3.4 ダムサイト左岸 (地震前)



写真-4.3.5 ダムサイト左岸 (地震後)

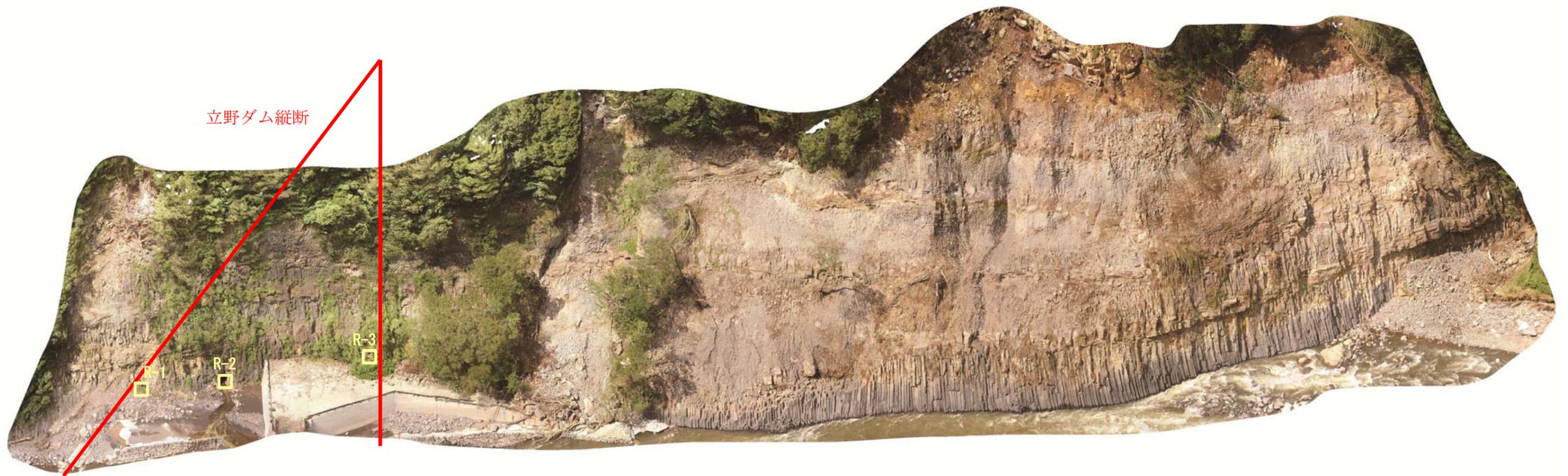


写真-4.3.6 ダムサイト右岸岩盤露頭状況（地震後）

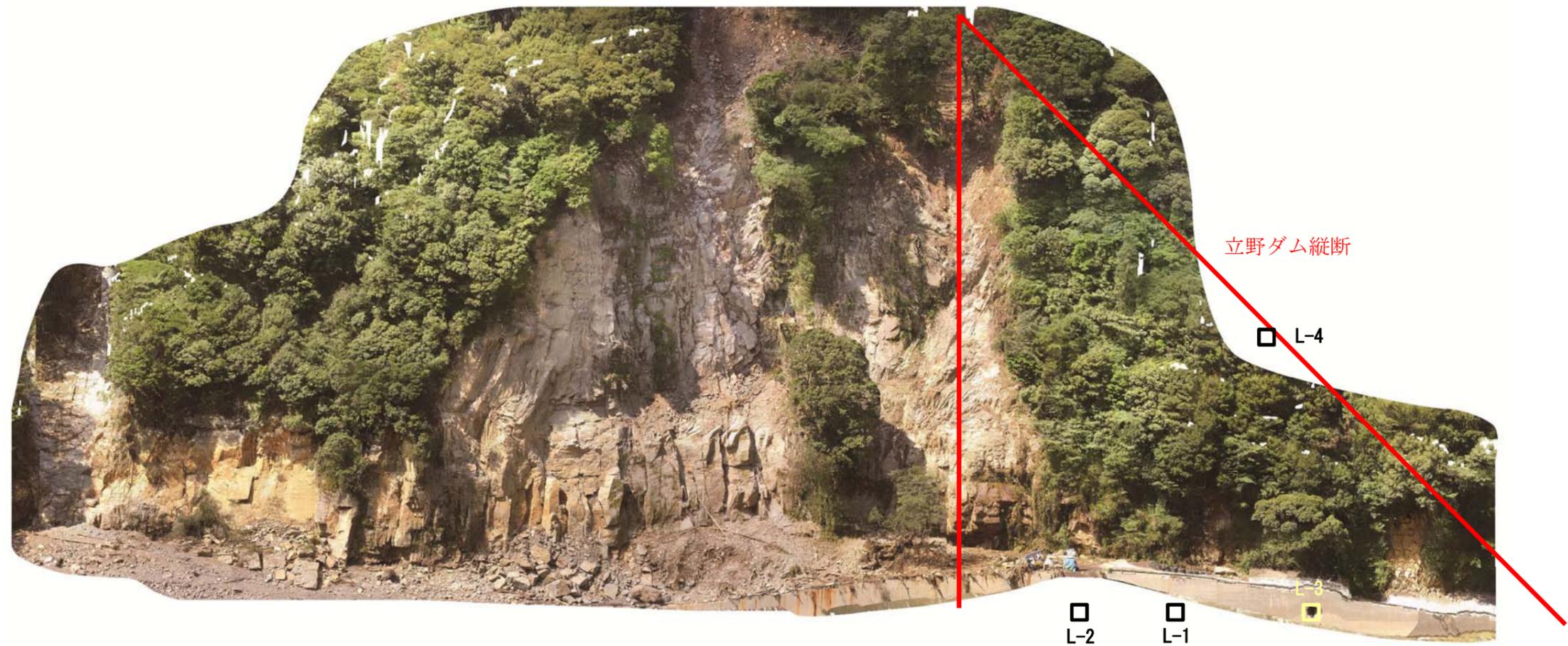
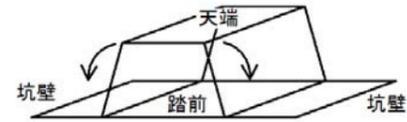


写真-4.3.7 ダムサイト左岸岩盤露頭状況（地震後）

(2) 横坑調査結果

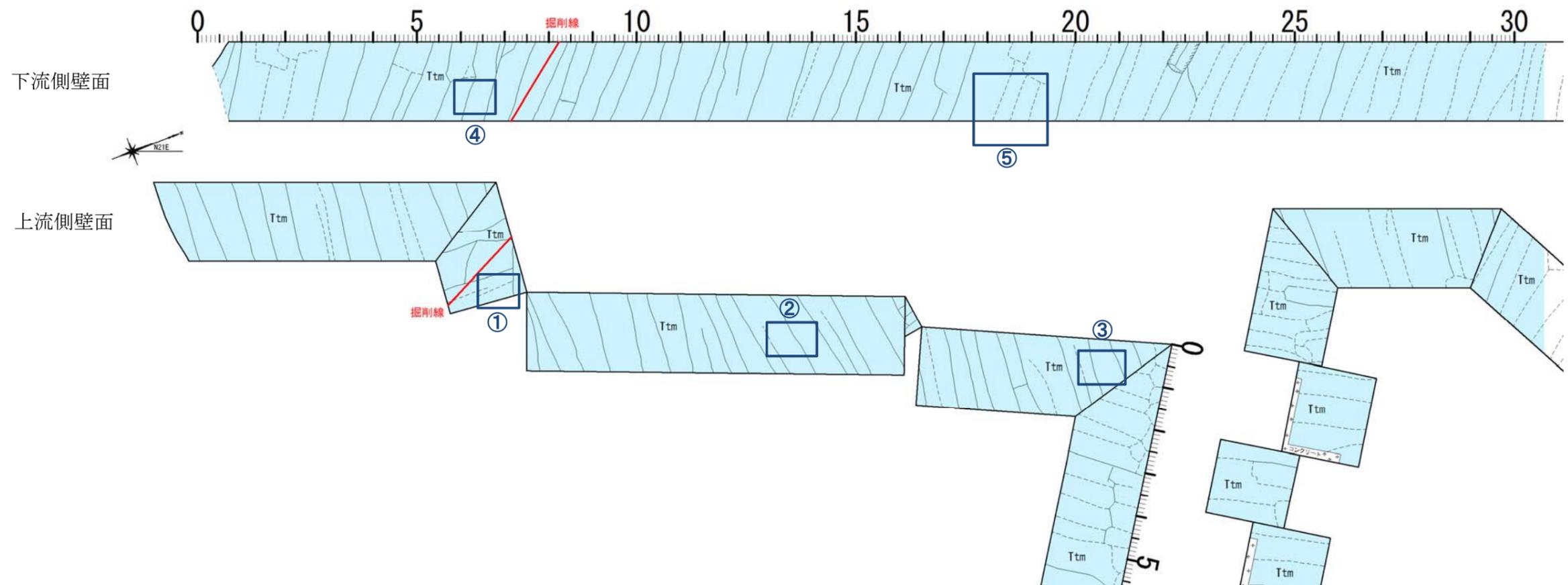
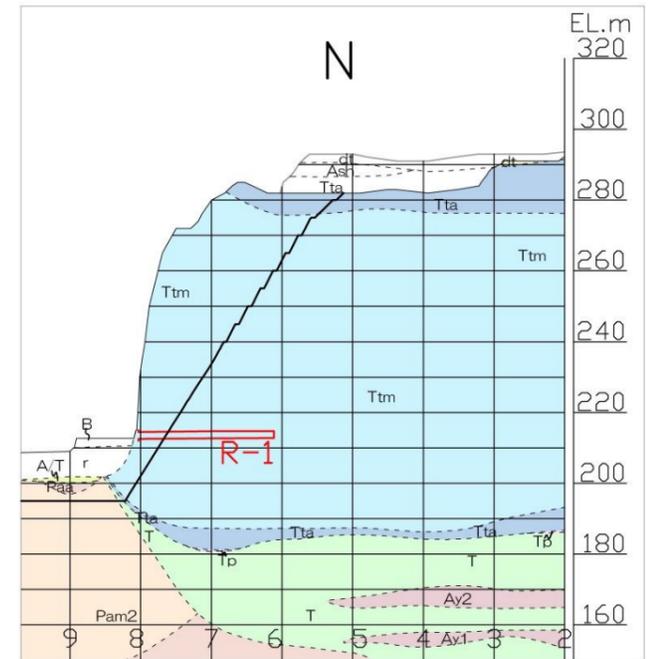
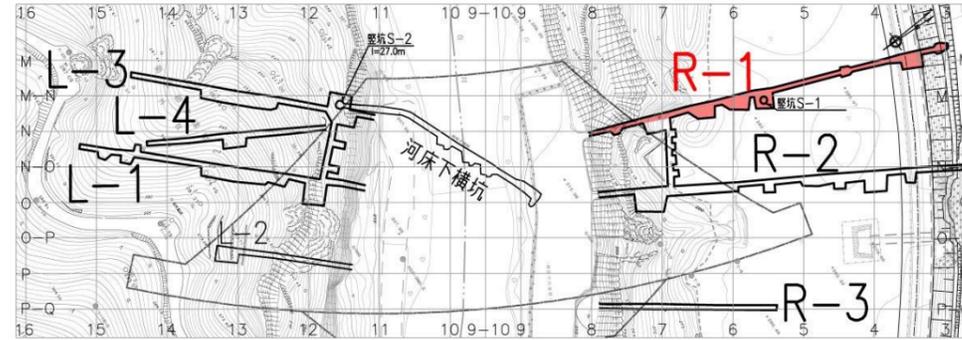
R-1 横坑 (地震前)



凡例

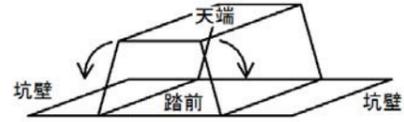
地質区分
Ttm 立野溶岩塊状部

節理
 — 開口した節理
 - - - 密着した節理



R-1 横坑（地震後）

- 横坑壁のごく一部で小規模な岩片の抜け落ちが確認された。
- 地震前に確認している岩盤節理の開口状況に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されなかった。
- 基礎岩盤の性状の変化は確認されなかった。



凡例

抜け落ち箇所

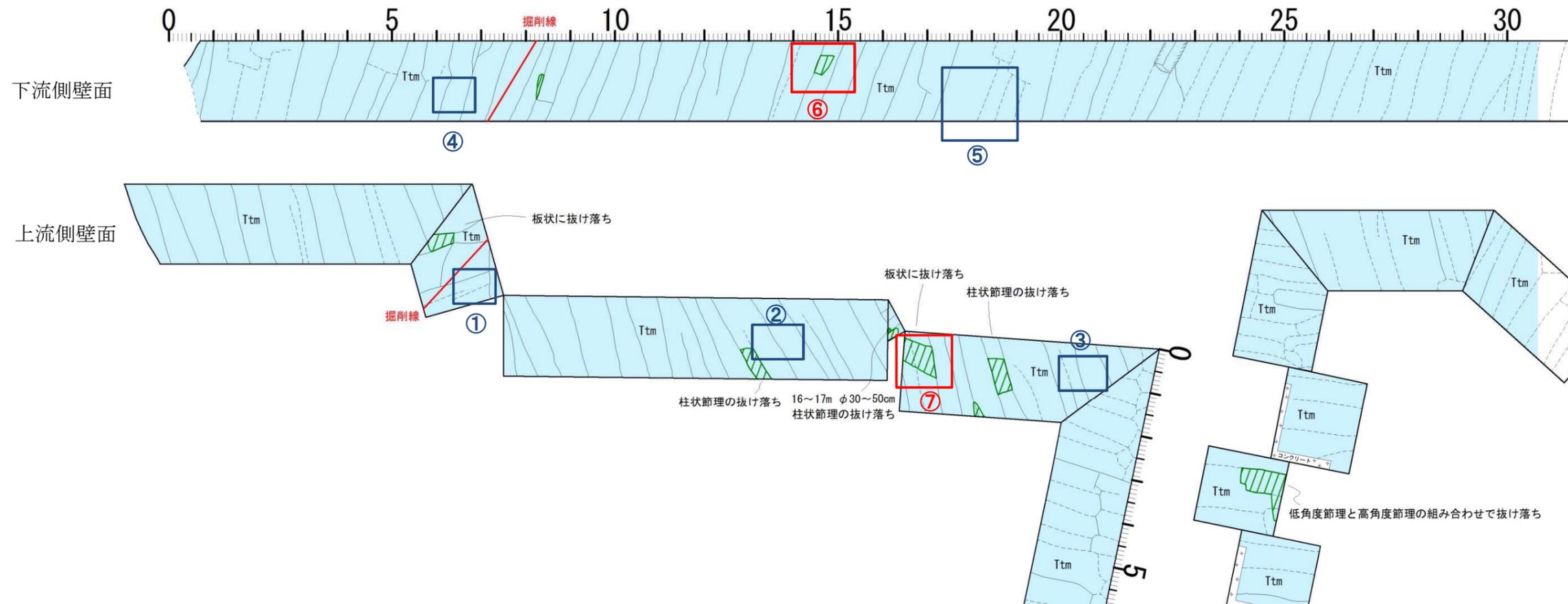
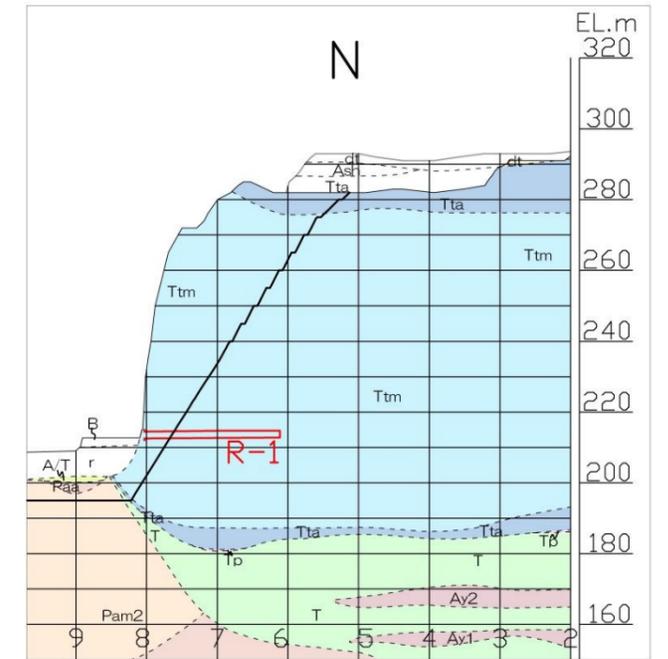
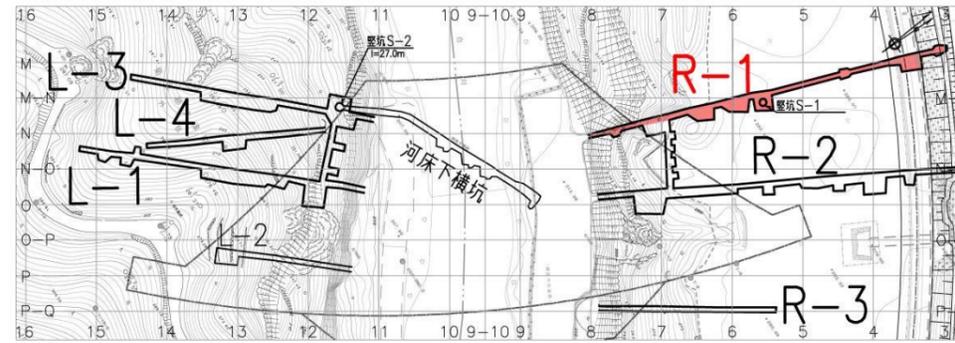
地質区分

Ttm 立野溶岩塊状部

節理

開口した節理

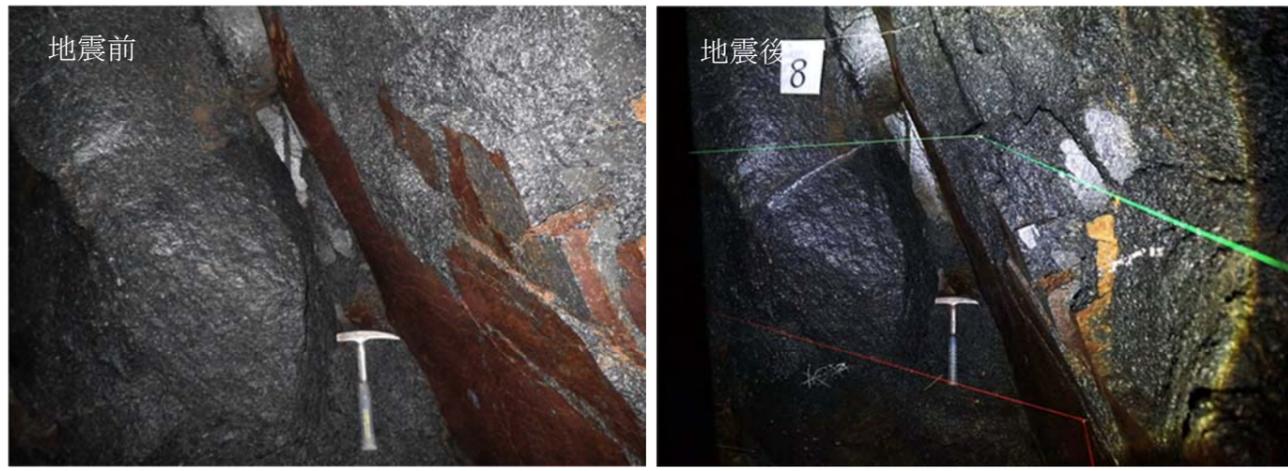
密着した節理



R-1 横坑（壁面写真）

<上流側壁面（地震前後比較）>

①入り口より 7.0m



②入り口より 13.5m



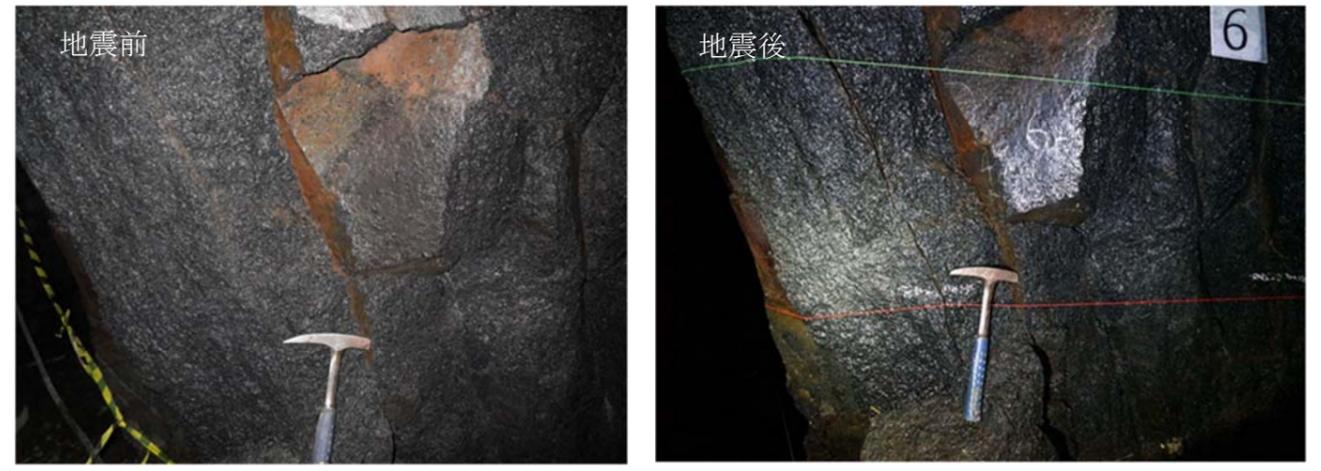
③入り口より 20.5m



※写真の色の違いは、フラッシュによるもので変状は確認されていません。

<下流側壁面（地震前後比較）>

④入り口より 6.2m



⑤入り口より 18.0m

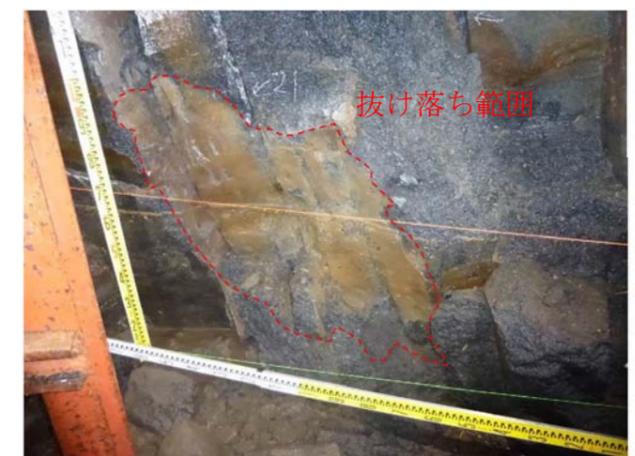


<抜け落ち箇所（地震後）>

⑥入り口より 14.5m（下流壁面）

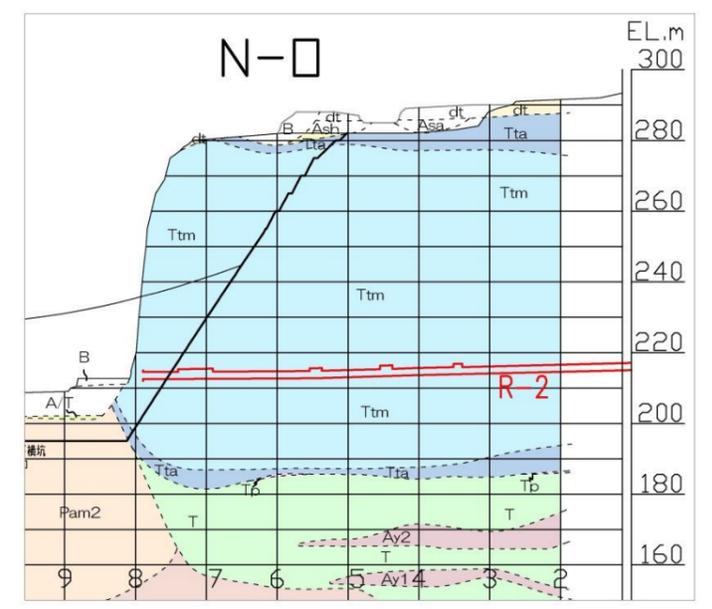
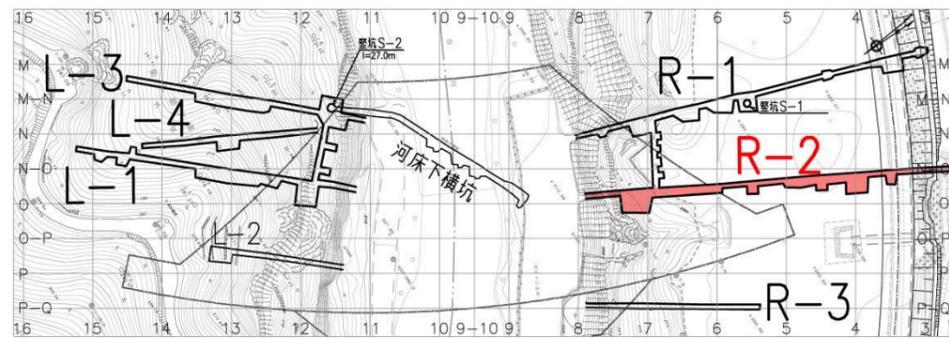
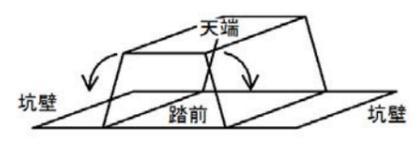


⑦入り口より 17.0m（上流壁面）



空白

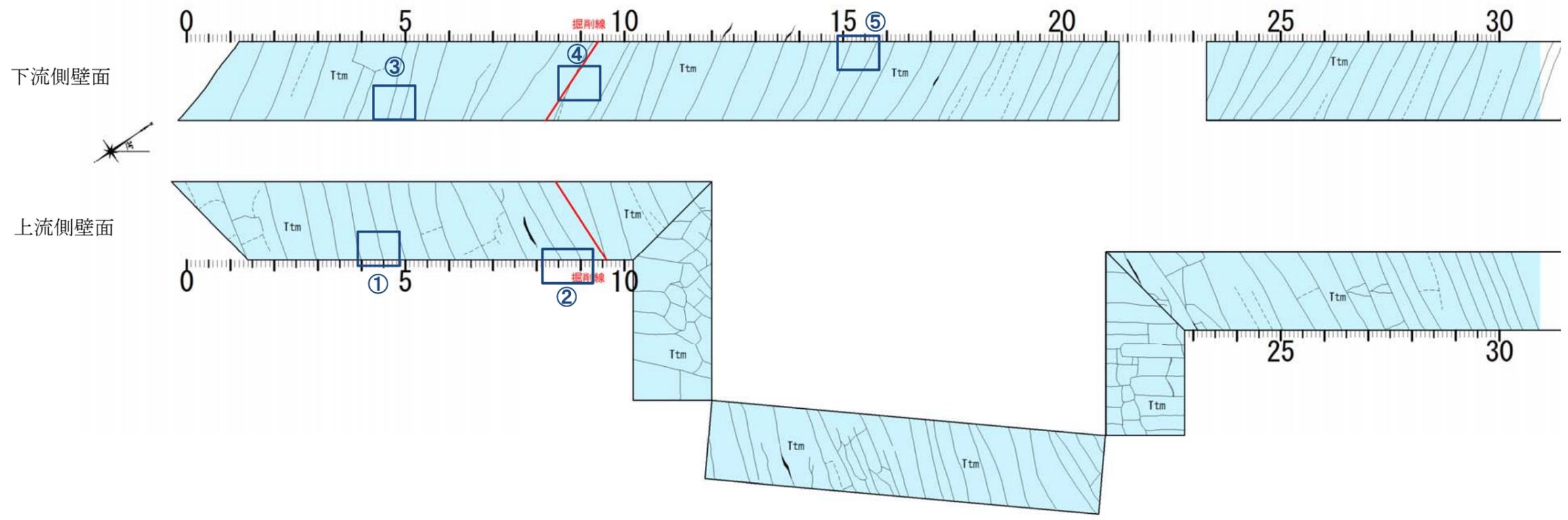
R-2 横坑 (地震前)



凡例

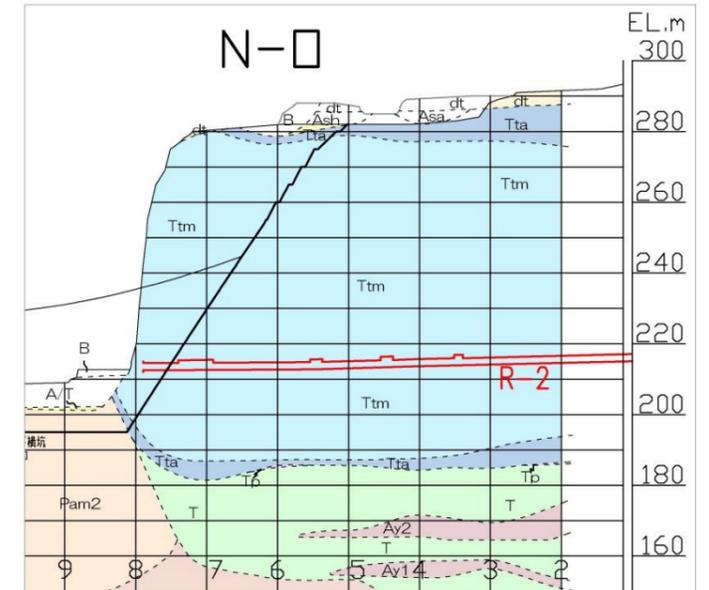
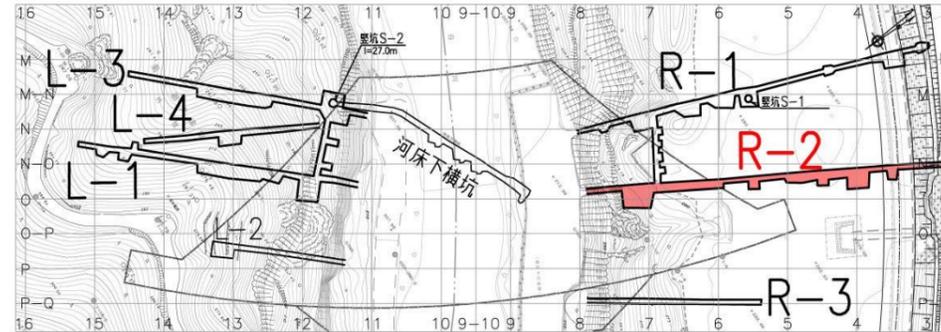
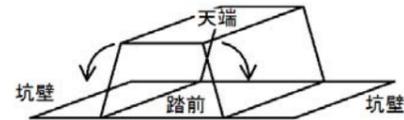
地質区分
Ttm 立野溶岩塊状部

節理
 — 開口した節理
 - - - 密着した節理



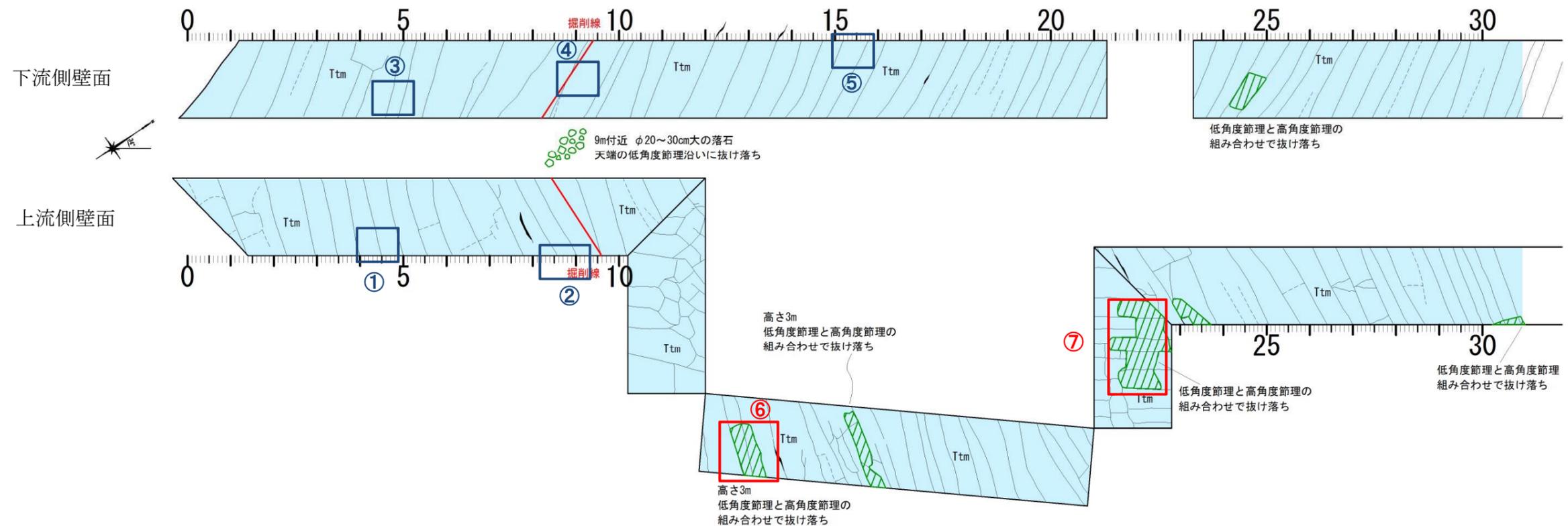
R-2 横坑（地震後）

- 横坑壁のごく一部で小規模な岩片の抜け落ちが確認された。
- 地震前に確認している岩盤節理の開口状況に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されなかった。
- 基礎岩盤の性状の変化は確認されなかった。



凡例

- 抜け落ち箇所
- 地質区分**
- Ttm 立野溶岩塊状部
- 節理**
- 開口した節理
- 密着した節理



R-2 横坑（壁面写真）

<上流側壁面（地震前後比較）>

①入り口より 4.5m



<下流側壁（地震前後比較）>

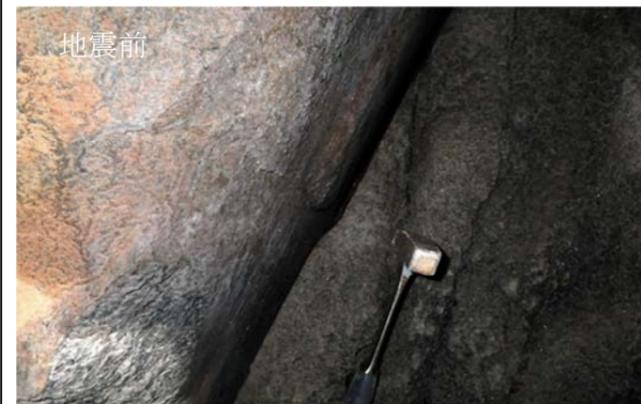
③入り口より 5.0m



②入り口より 8.5m

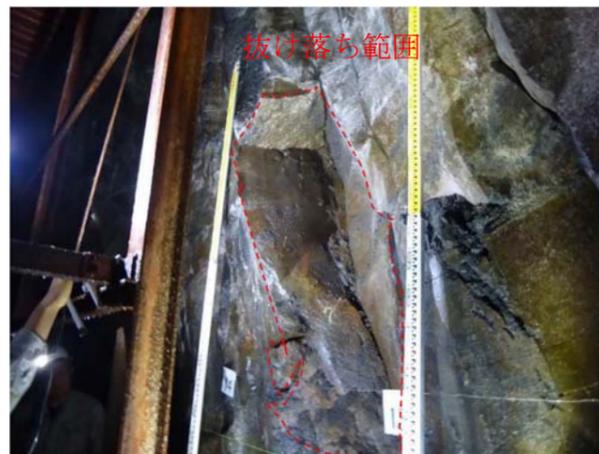


④入り口より 9.0m



<抜け落ち箇所（地震後）>

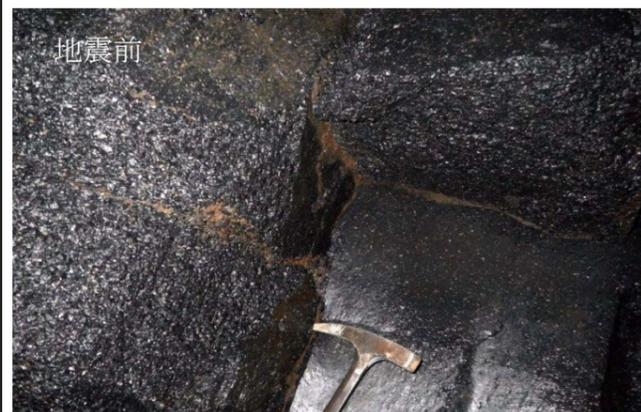
⑥入り口より 13.0m（上流側壁面）



⑦入り口より 21.0m（上流側壁面）



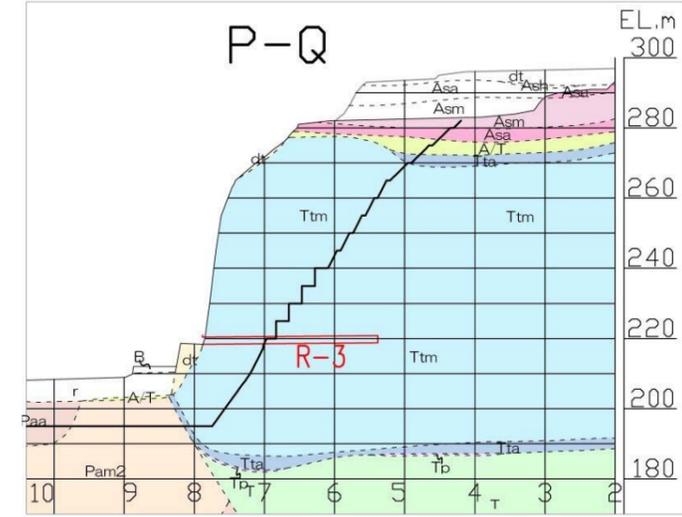
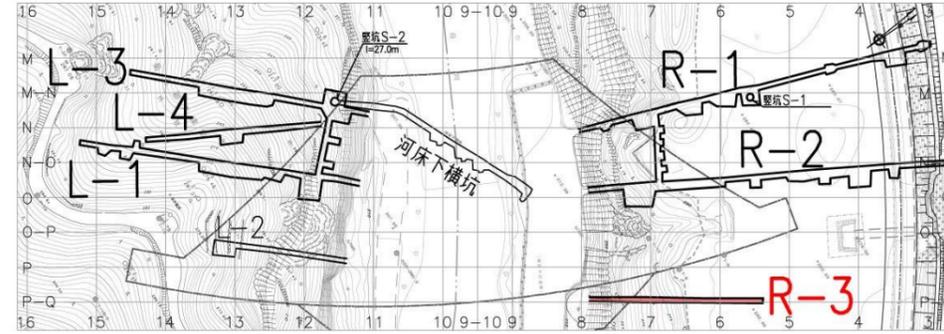
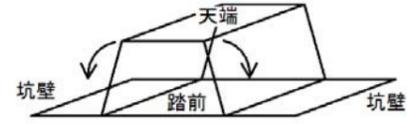
⑤入り口より 15.5m



※写真の色の違いは、フラッシュによるもので変状は確認されていません。

空白

R-3 横坑（地震前）



凡例

地質区分

Ttm 立野溶岩塊状部

節理

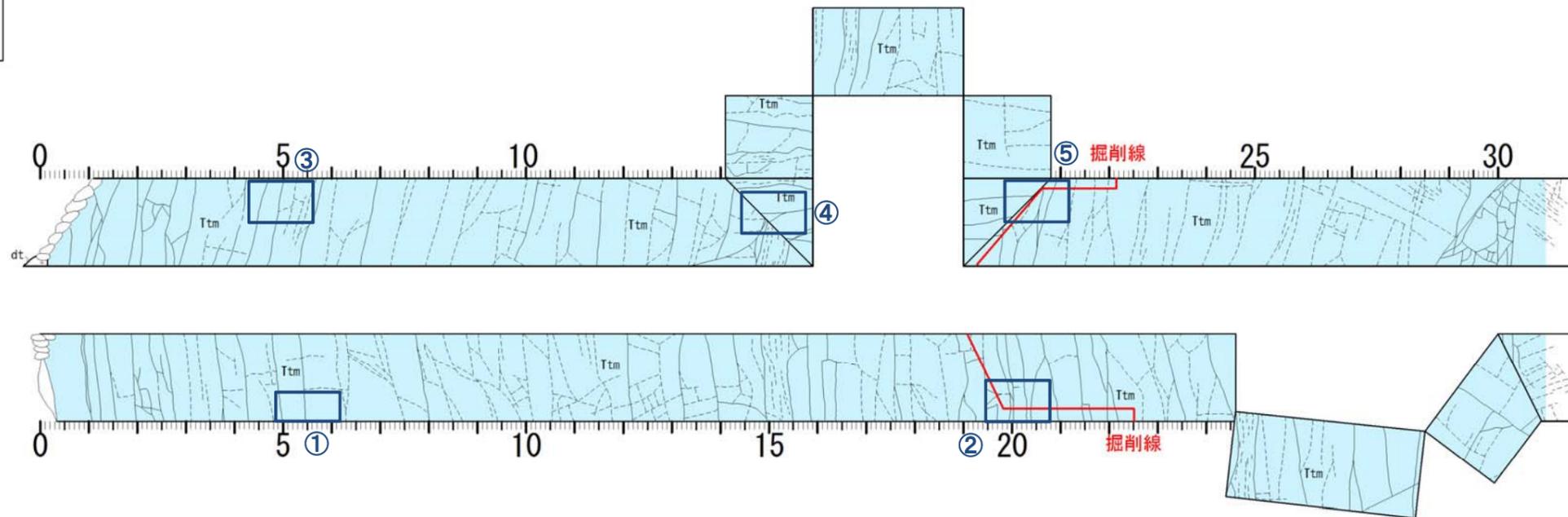
— 開口した節理

- - - 密着した節理

下流側壁面

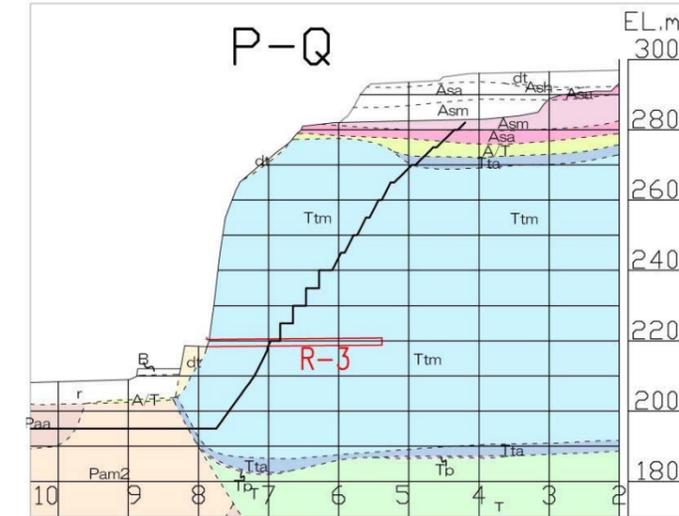
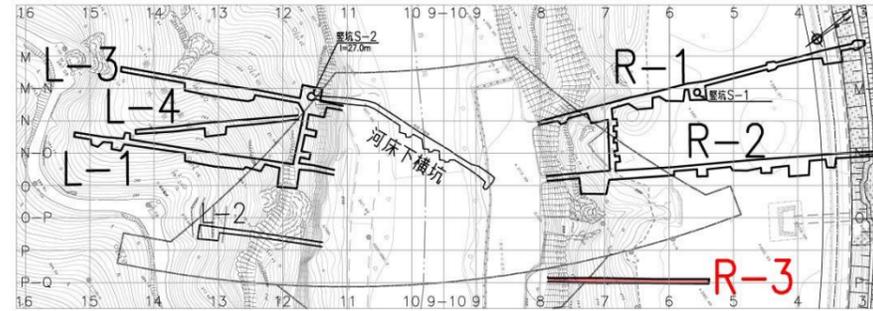
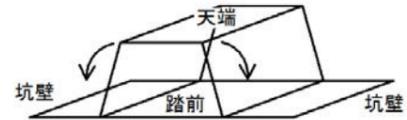


上流側壁面



R-3 横坑 (地震後)

- 横坑壁のごく一部で小規模な岩片の抜け落ちが確認された。
- 地震前に確認している岩盤節理の開口状況に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されなかった。
- 基礎岩盤の性状の変化は確認されなかった。



凡例

抜け落ち箇所

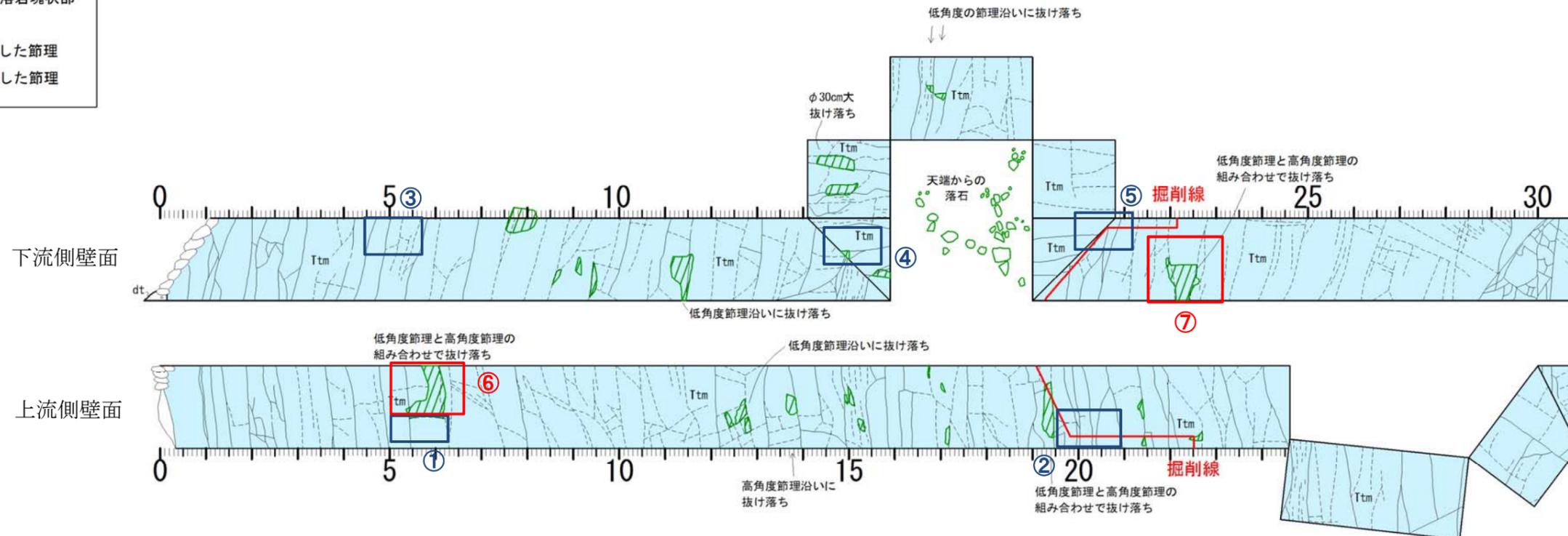
地質区分

Ttm 立野溶岩塊状部

節理

開口した節理

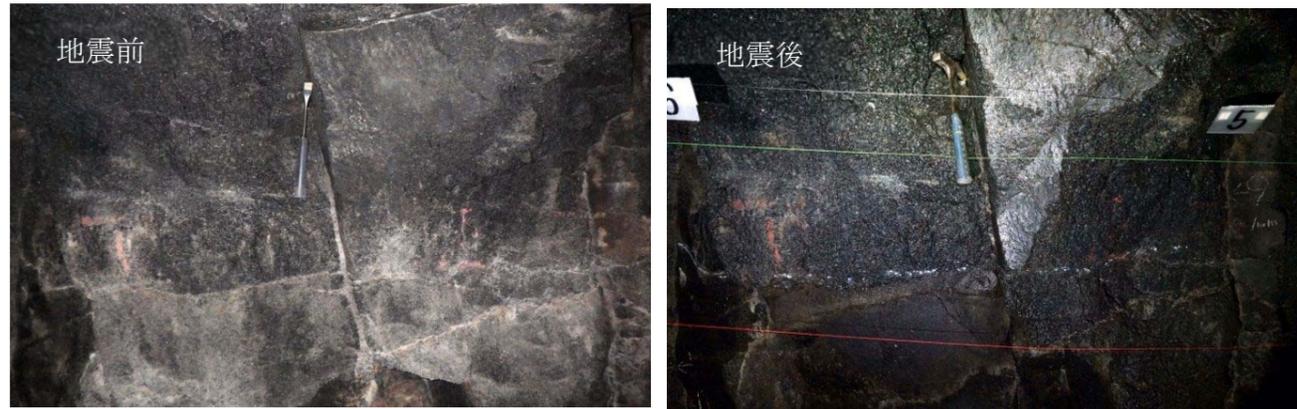
密着した節理



R-3 横坑（壁面写真）

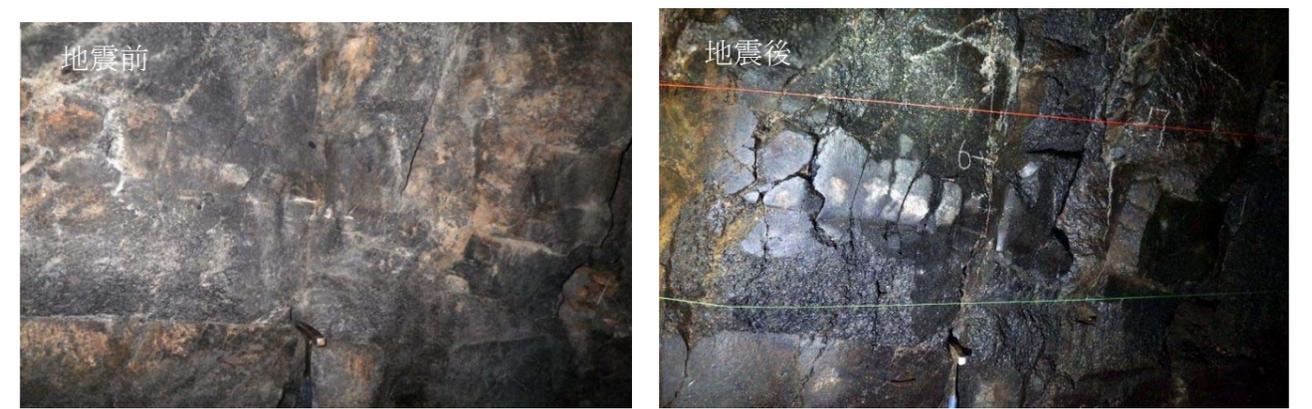
<上流側壁（地震前後比較）>

①入り口より 5.5m

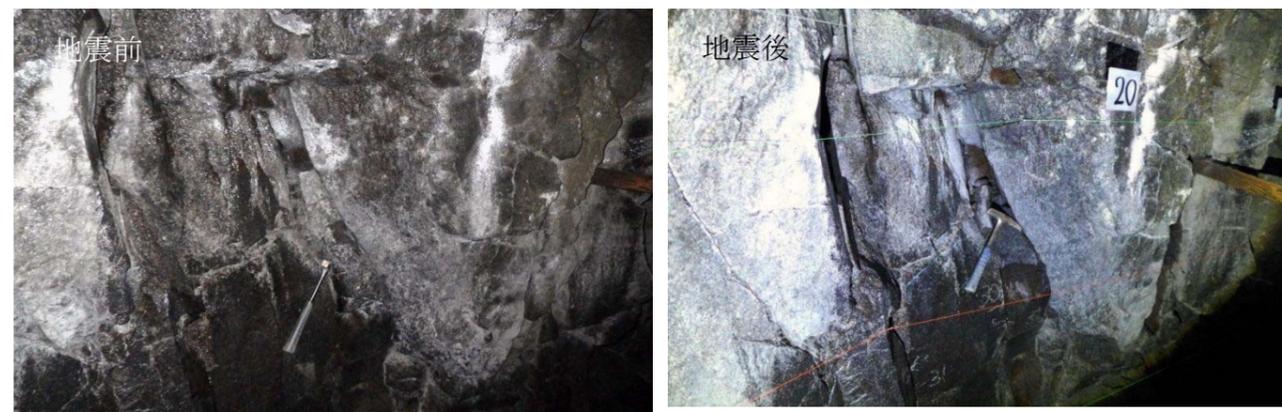


<下流側壁（地震前後比較）>

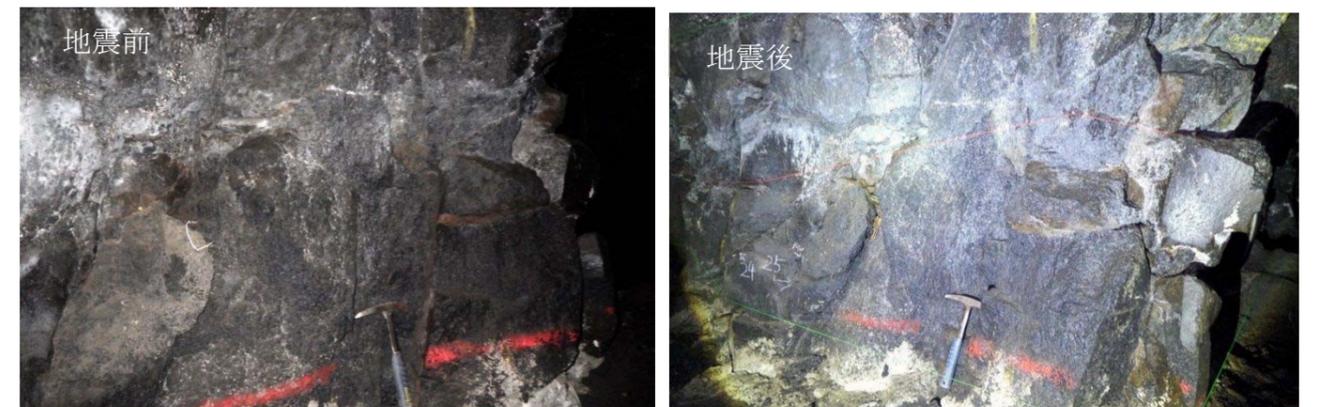
③入り口より 5.0m



②入り口より 20.0m



④入り口より 15.0m



<抜け落ち箇所（地震後）>

⑥入り口より 6.0m（上流側壁面）



⑦入り口より 22.0m（下流側壁面）



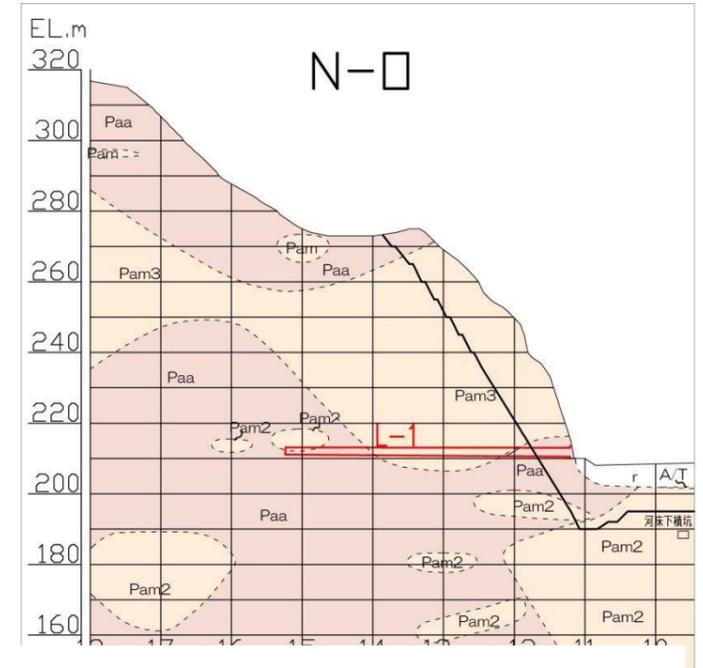
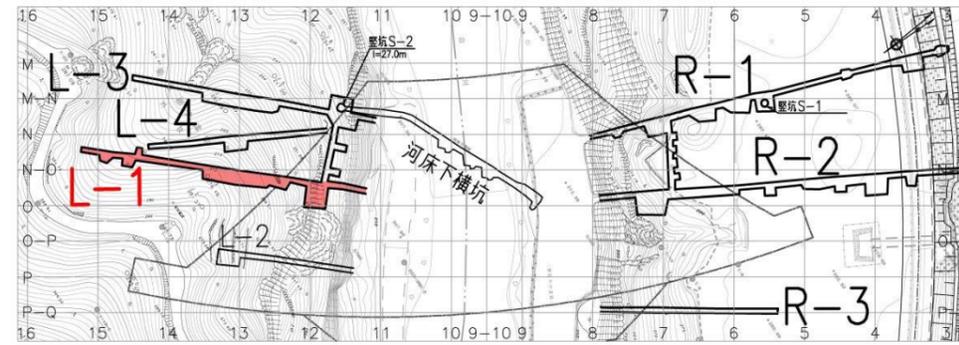
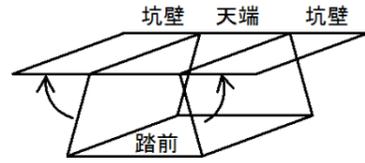
⑤入り口より 21.0m



※写真の色の違いは、フラッシュによるもので変状は確認されていません。

空白

L-1 横坑 (地震前)

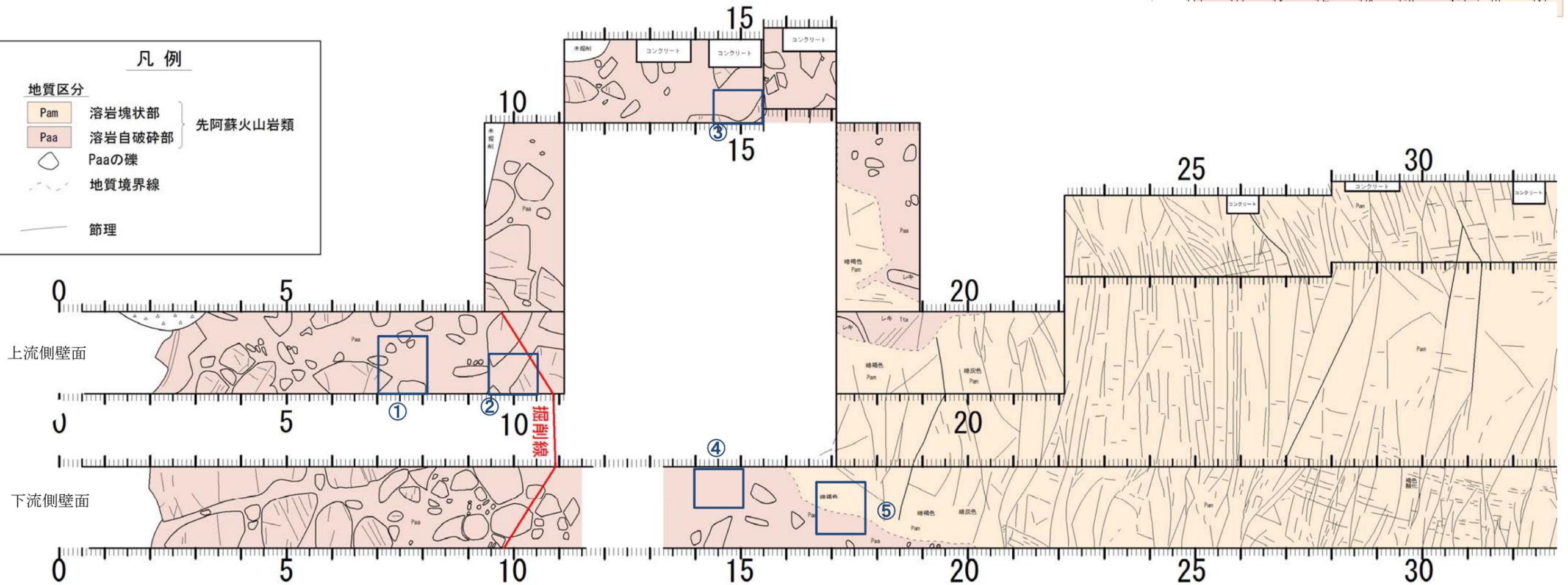


凡例

地質区分

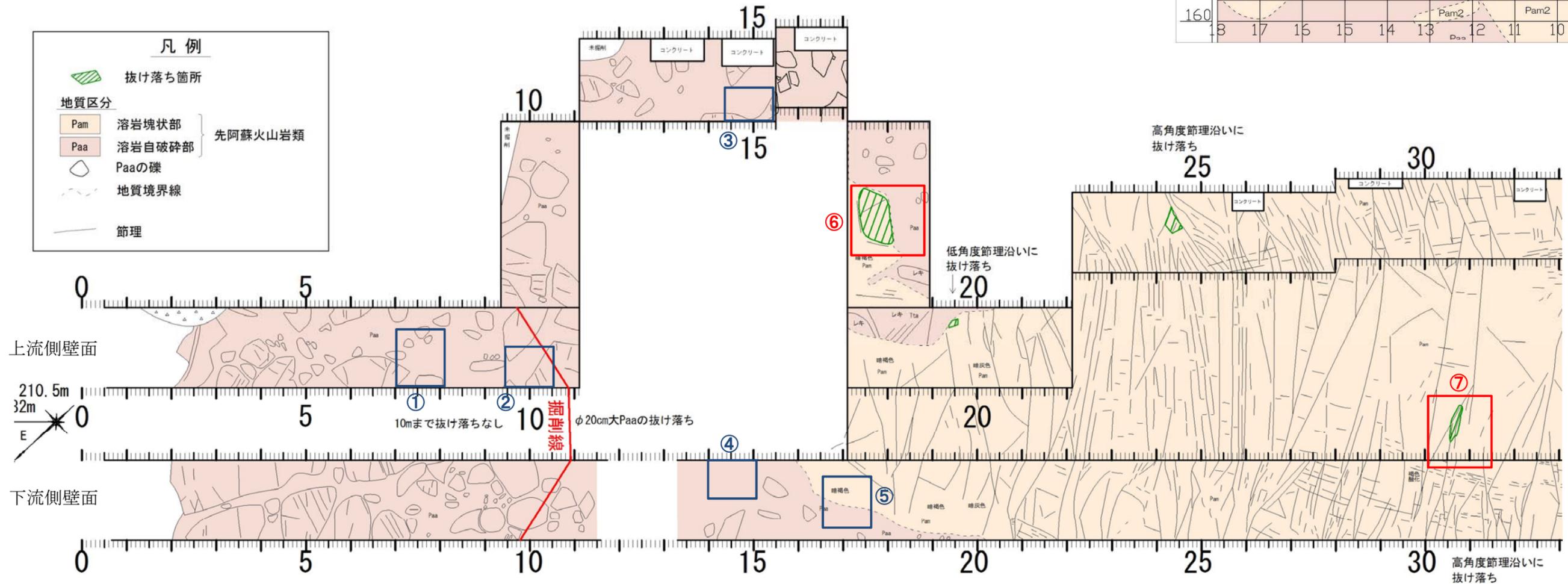
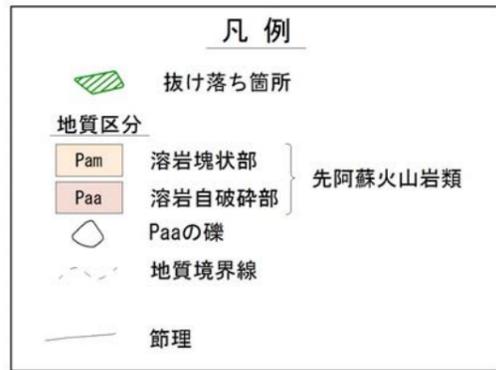
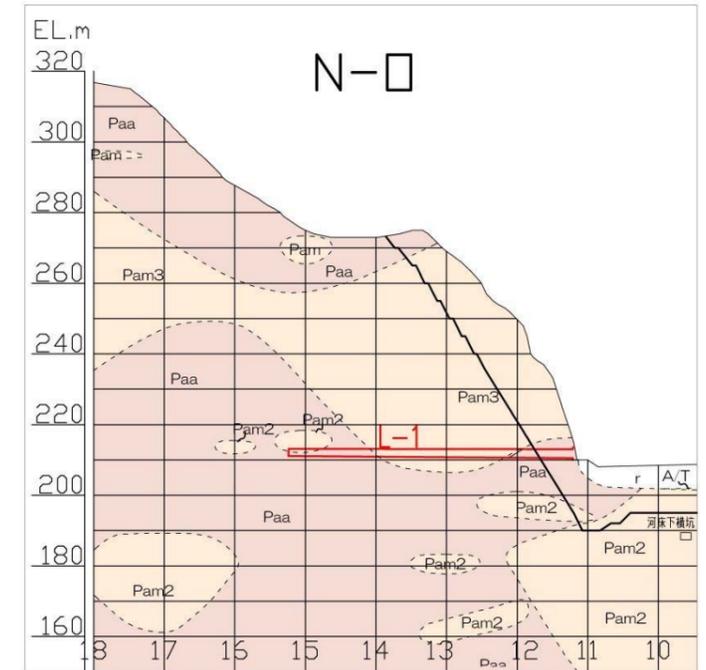
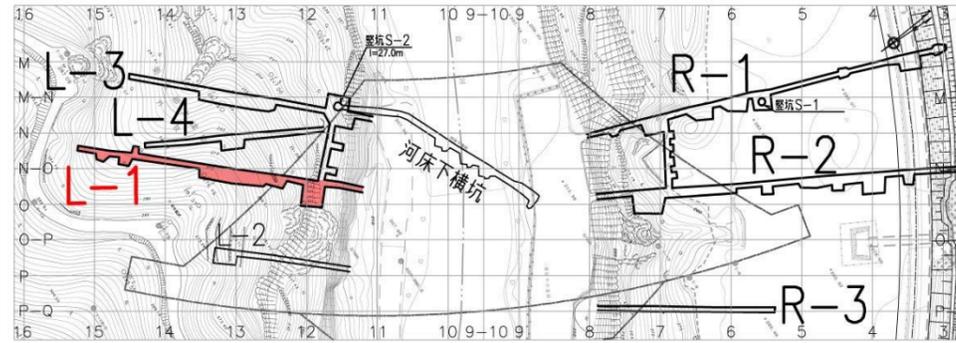
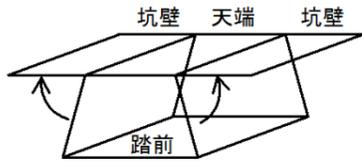
- Pam 溶岩塊状部
- Paa 溶岩自破碎部
- Paaの礫
- 地質境界線
- 節理

先阿蘇火山岩類



L-1 横坑（地震後）

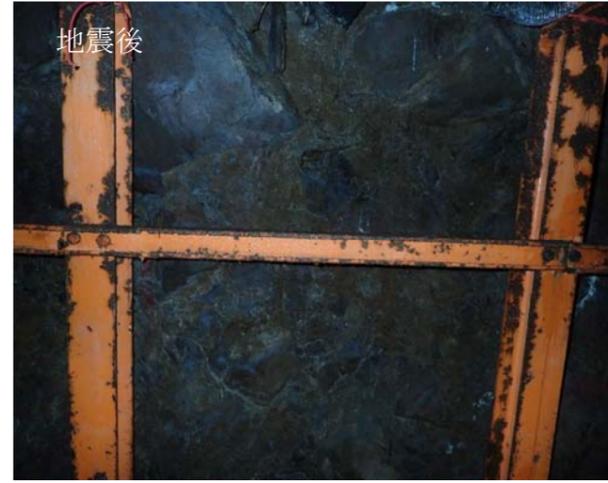
- ・横坑壁のごく一部で小規模な岩片の抜け落ちが確認された。
- ・地震前に確認している岩盤節理の開口状況に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されなかった。
- ・基礎岩盤の性状の変化は確認されなかった。



L-1 横坑（壁面写真）

<上流側壁（地震前後比較）>

①入り口より 7.5m 地点



<下流側壁（地震前後比較）>

④入り口より 14.5m



②入り口より 10.0m



⑤入り口より 18.5m



③入り口より 15.0m



<抜け落ち箇所（地震後）>

⑥入り口より 17.5m



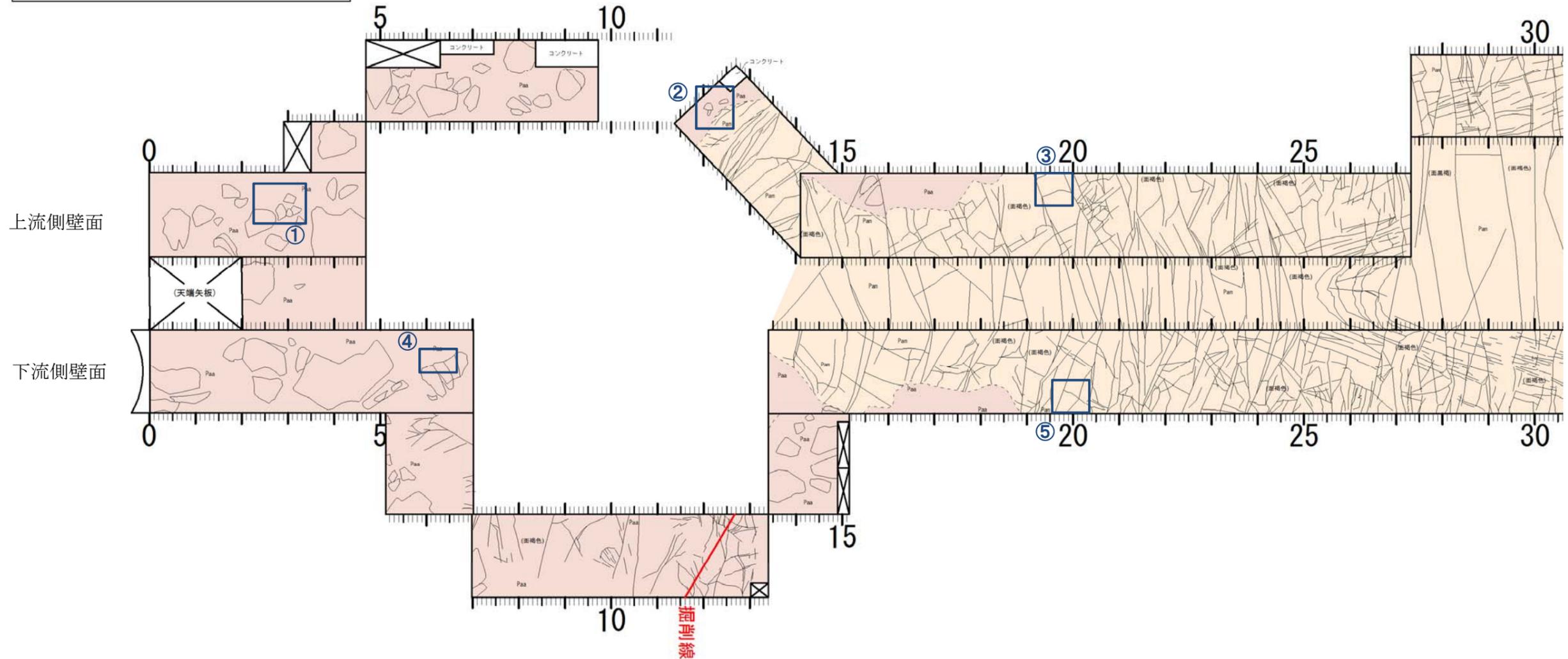
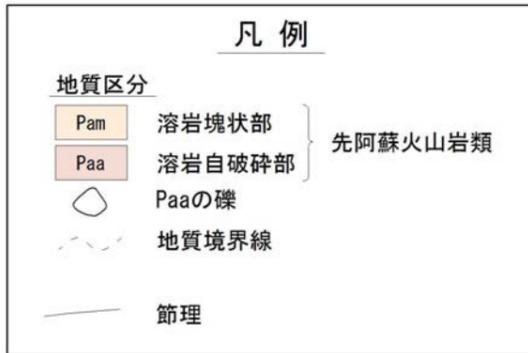
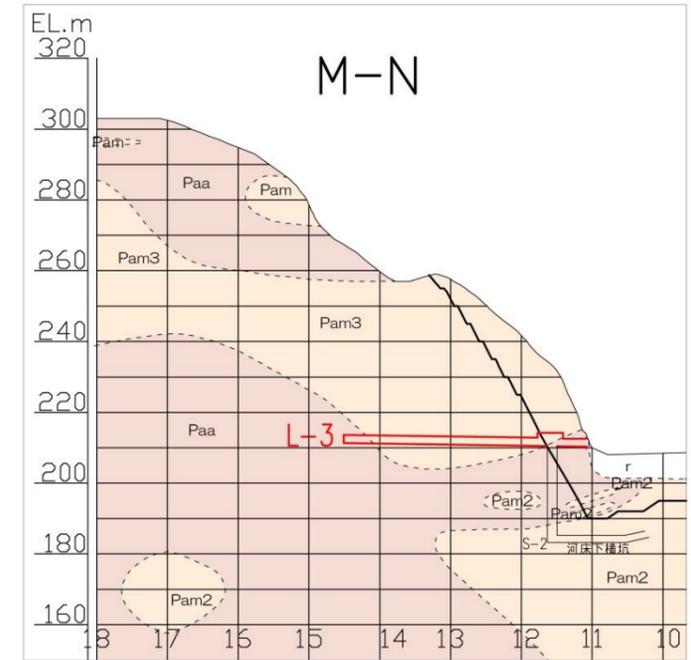
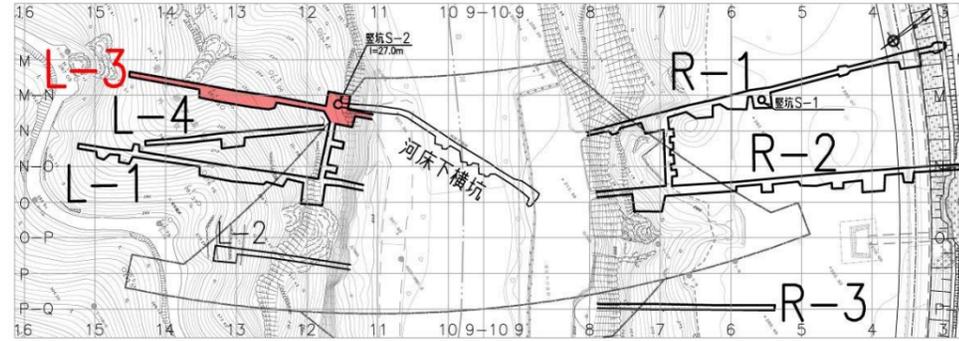
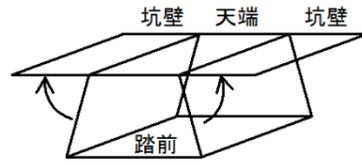
⑦入り口より 31m



※写真の色の違いは、フラッシュによるもので変状は確認されていません。

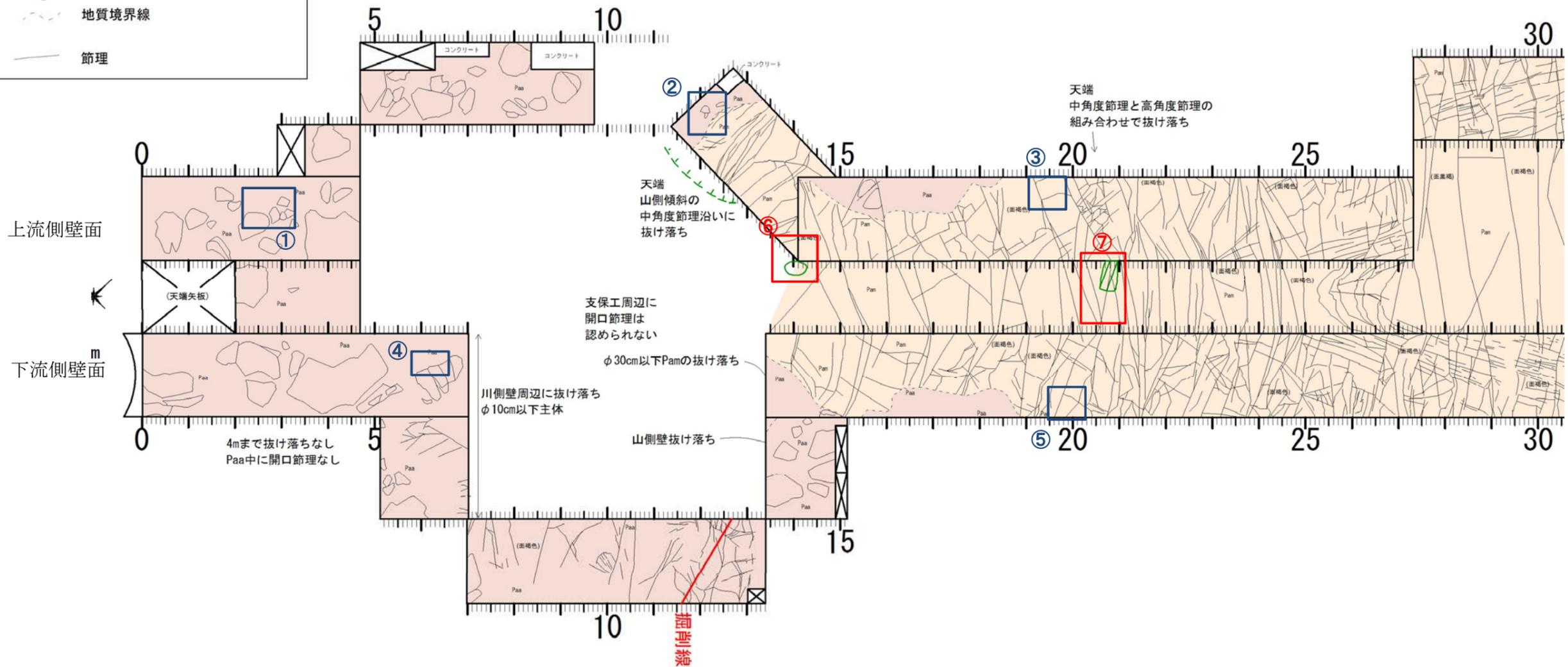
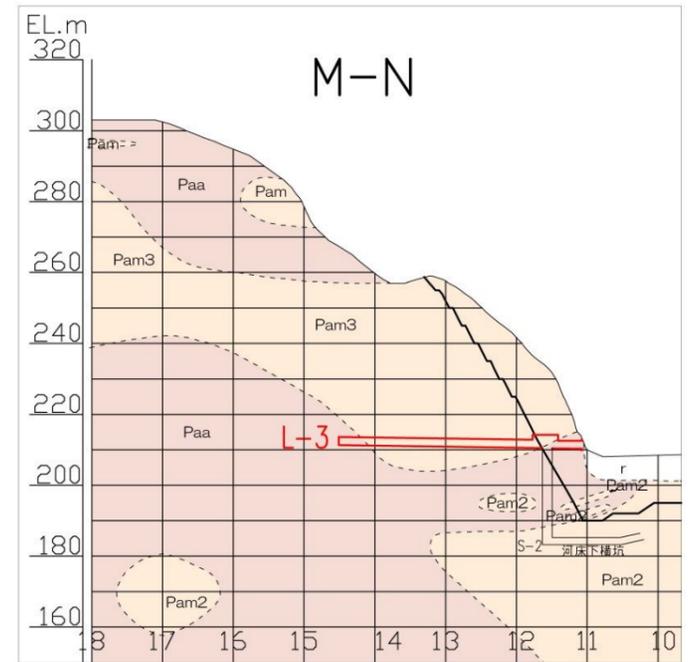
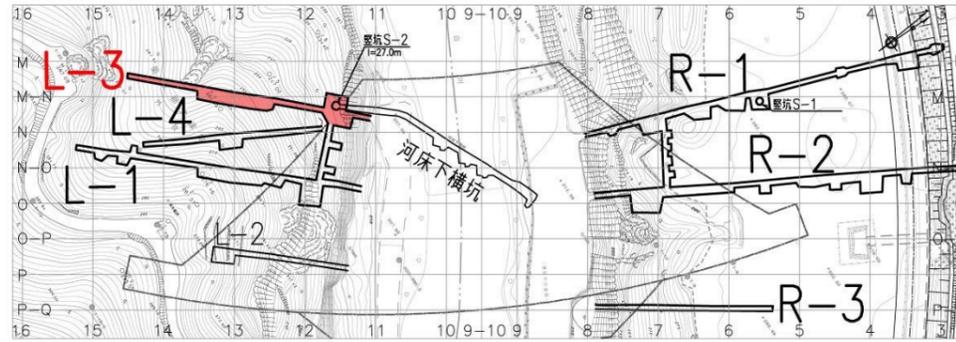
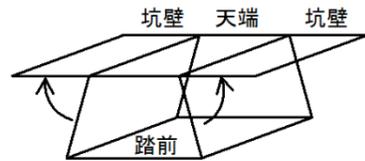
空白

L-3 横坑 (地震前)



L-3 横坑（地震後）

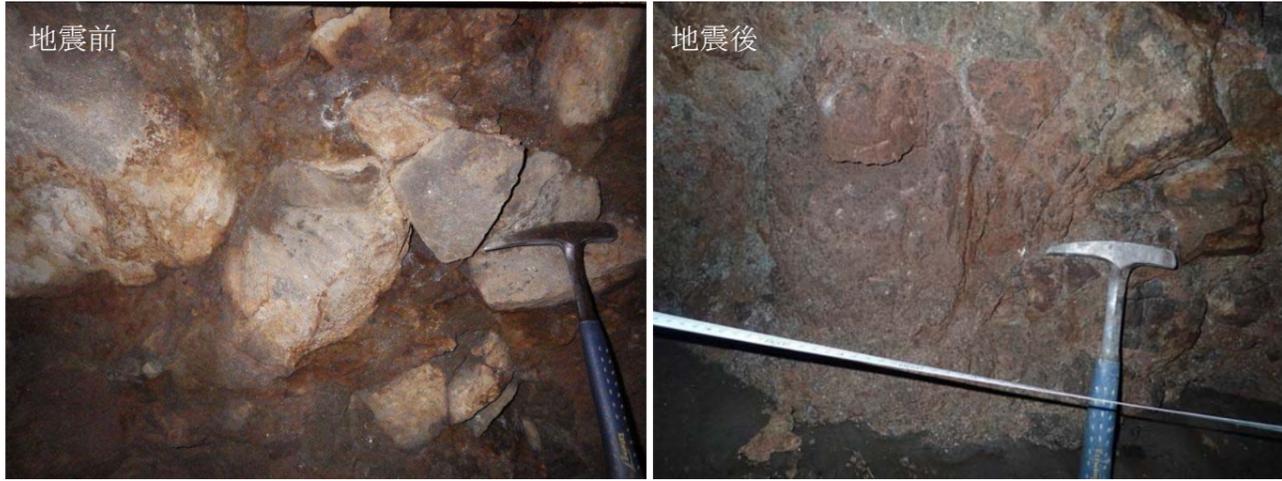
- 横坑壁のごく一部で小規模な岩片の抜け落ちが確認された。
- 地震前に確認している岩盤節理の開口状況に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されなかった。
- 基礎岩盤の性状の変化は確認されなかった。



L-3 横坑（壁面写真）

<上流側壁（地震前後比較）>

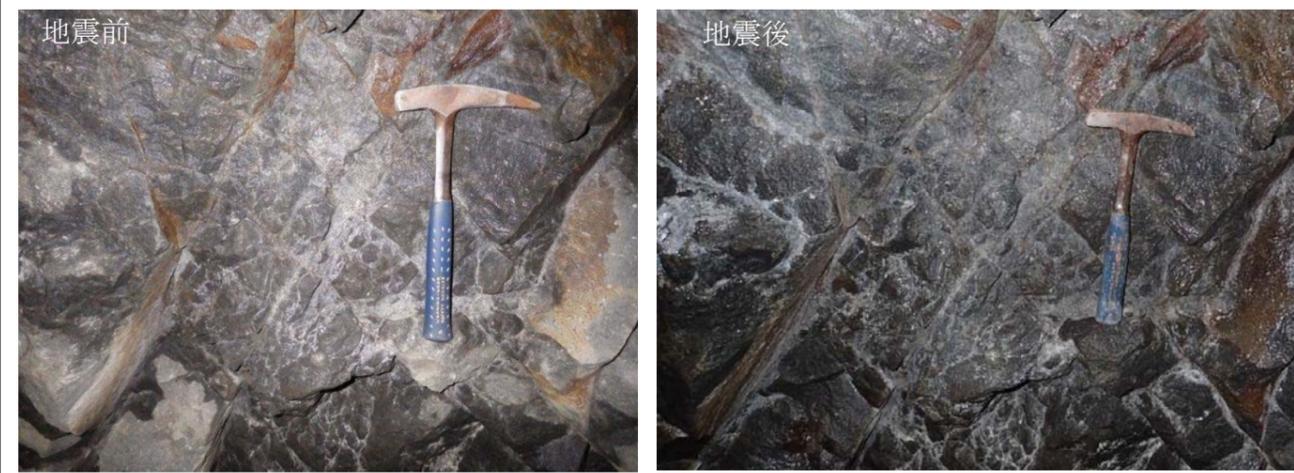
①入り口より 3.0m



②入り口より 12.0m

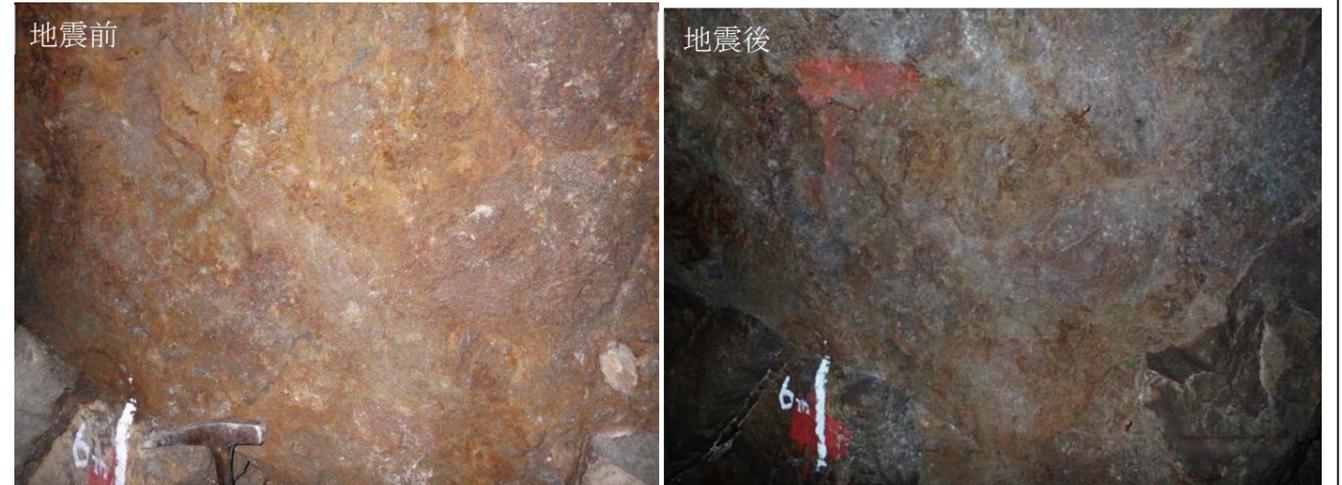


③入り口より 20.0m



<下流側壁（地震前後比較）>

④入り口より 6.0m



⑤入り口より 20.0m



<抜け落ち箇所（地震後）>

⑥入り口より 14.5m（下流側壁面）



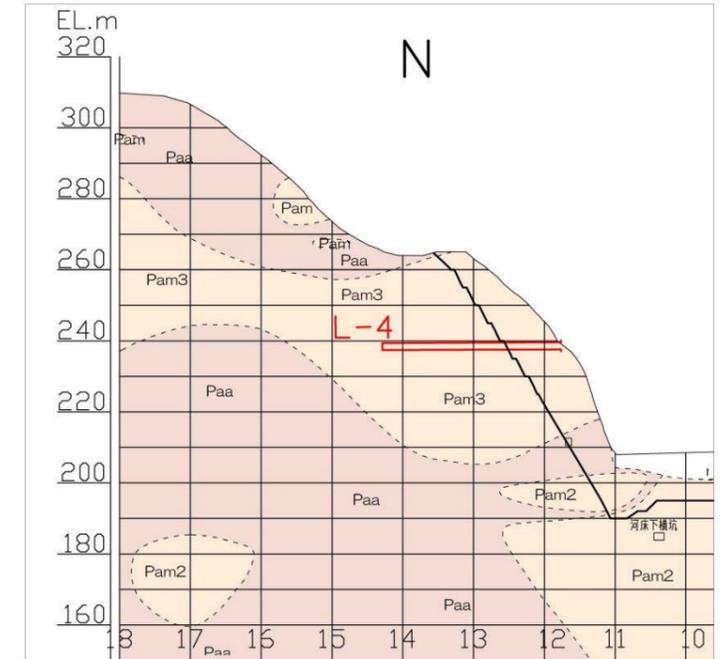
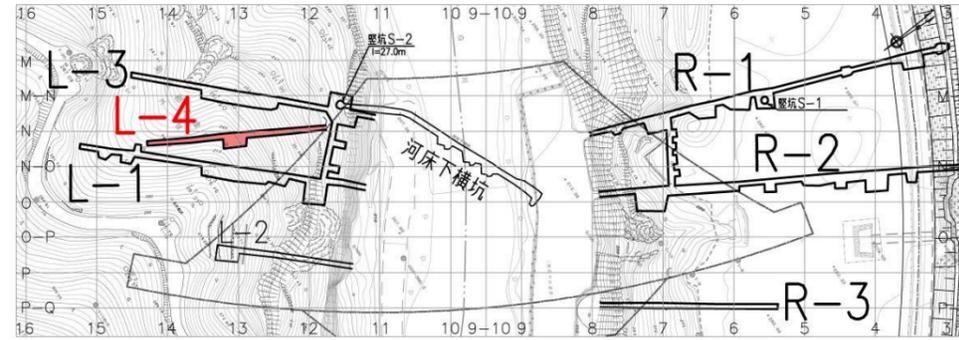
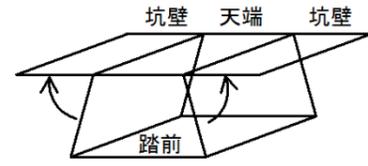
⑦入り口より 20.5m（天端壁面）



※写真の色の違いは、フラッシュによるもので変状は確認されていません。

空白

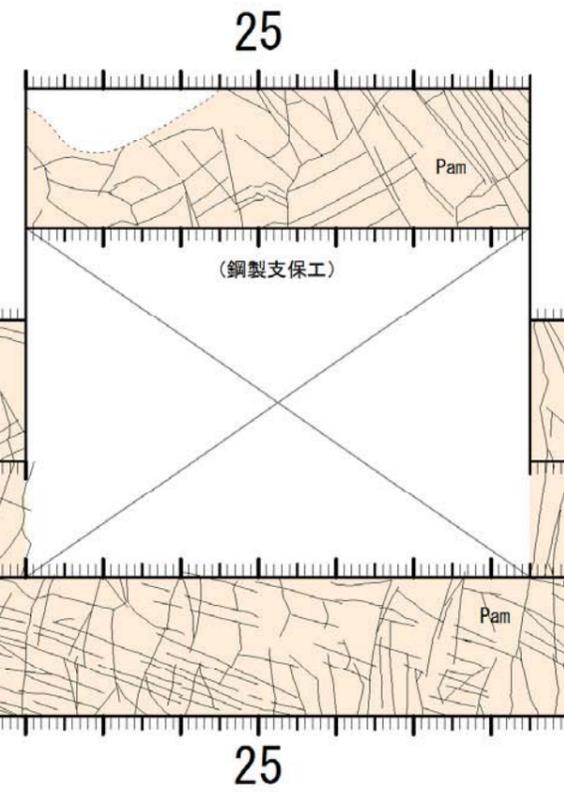
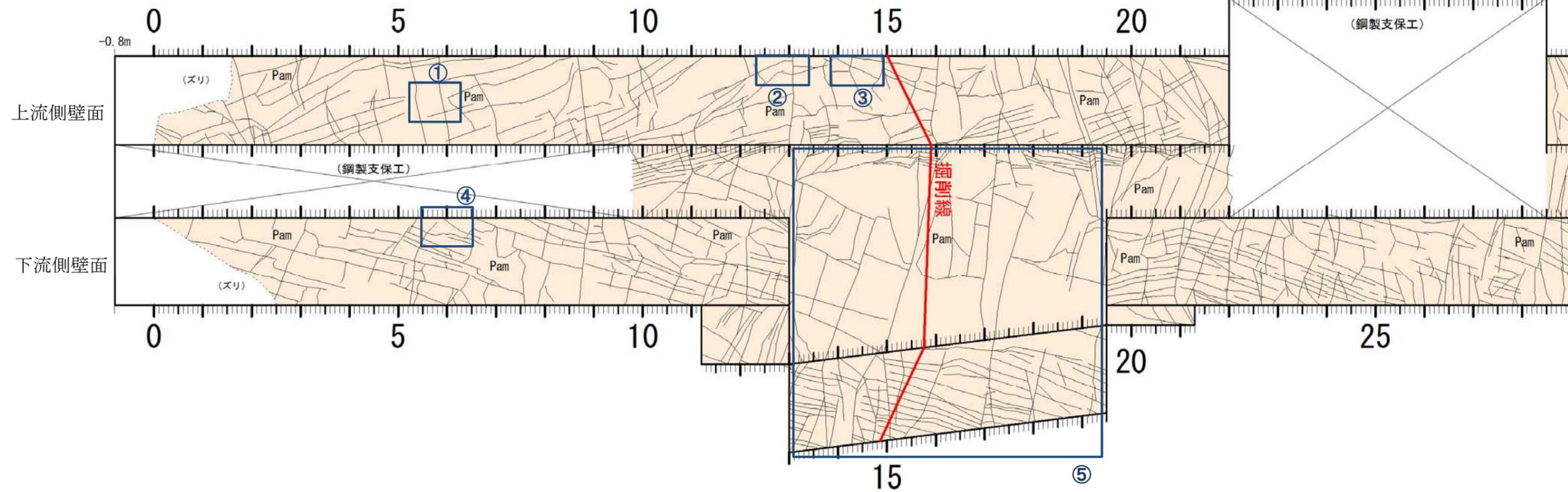
L-4 横坑 (地震前)



凡例

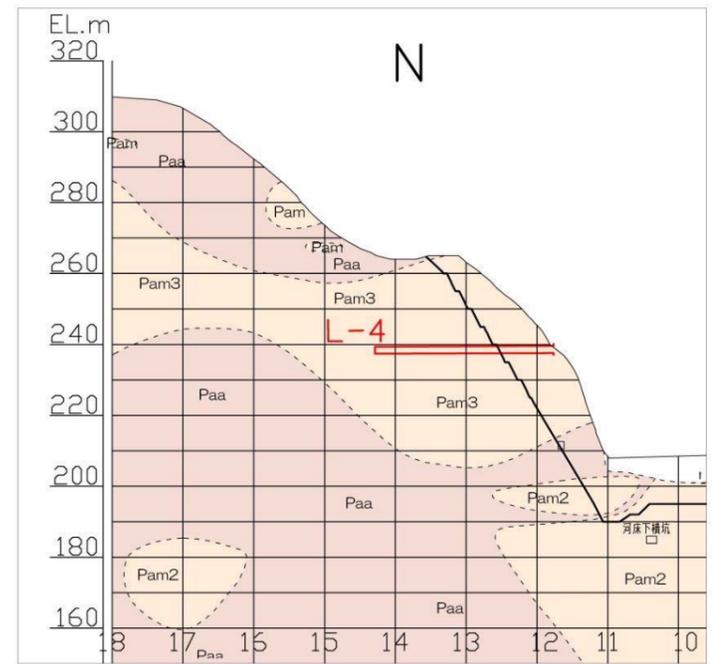
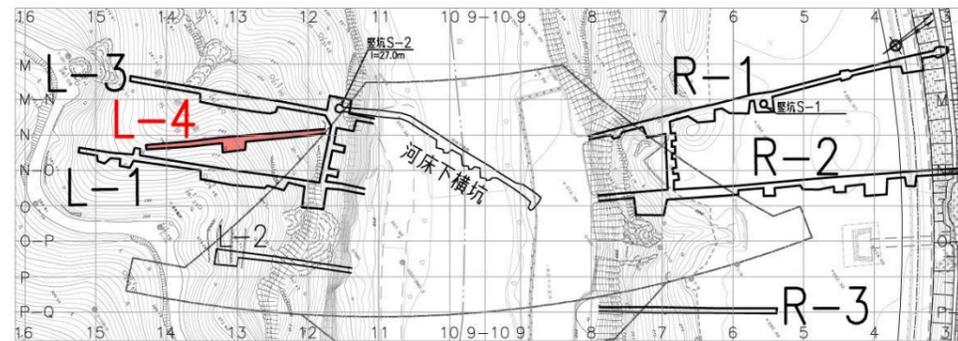
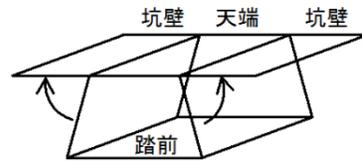
地質区分

- Pam 溶岩塊状部 (先阿蘇火山岩類)
- 地質境界線
- 節理



L-4 横坑（地震後）

- 横坑壁の一部ではがれ落ちが確認された。
- 地震前に確認している岩盤節理の開口状況に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されなかった。
- 基礎岩盤の性状の変化は確認されなかった。



凡例

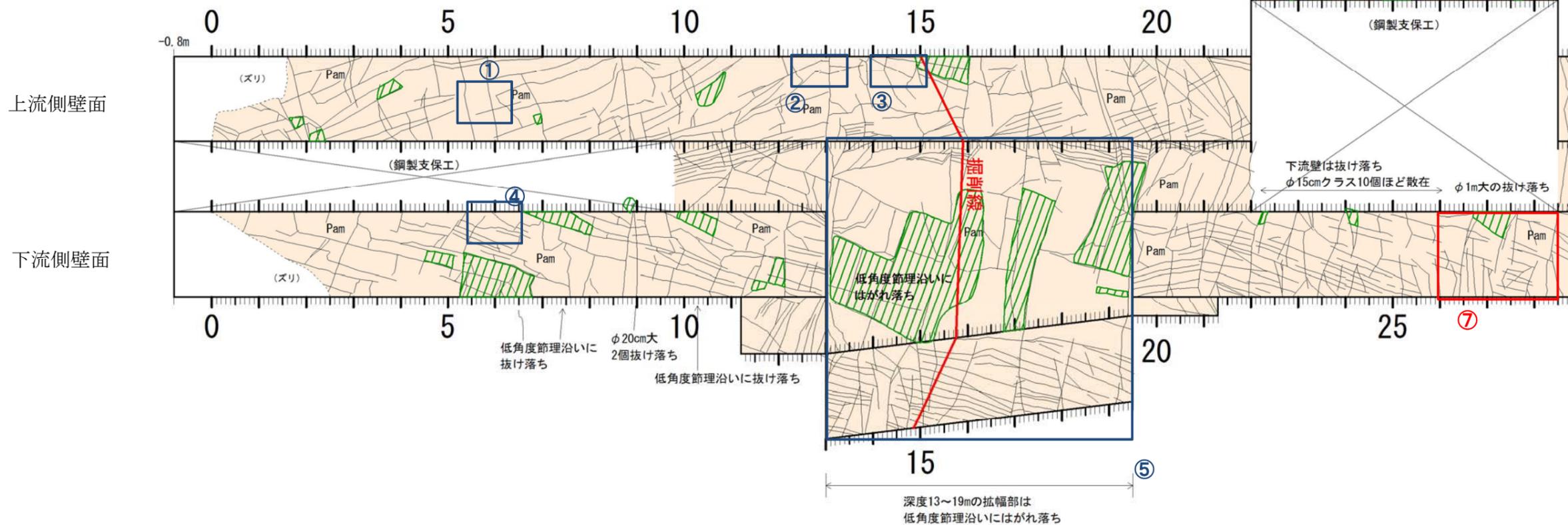
抜け落ち箇所

地質区分

Pam 溶岩塊状部（先阿蘇火山岩類）

地質境界線

節理



L-4 横坑（壁面写真）

<上流側壁（地震前後比較）>

①入り口より 6.0m



<下流側壁（地震前後比較）>

④入り口より 6.0m



②入り口より 13.0m



⑤入り口より 16.0m



③入り口より 14.5m



<抜け落ち箇所（地震後）>

⑥入り口より 24.5m（上流側壁面）



⑦入り口より 27.0m（下流側壁面）



※写真の色の違いは、フラッシュによるもので変状は確認されていません。

(3) 右岸ボーリング調査結果

新規に掘削を実施した2本のボーリングコアとボアホールカメラ画像を確認した結果、立野溶岩塊状部（低位～高位標高まで）の亀裂（割れ目）は密着しており、基礎岩盤の変状も確認されなかった。

■川側ボーリング結果

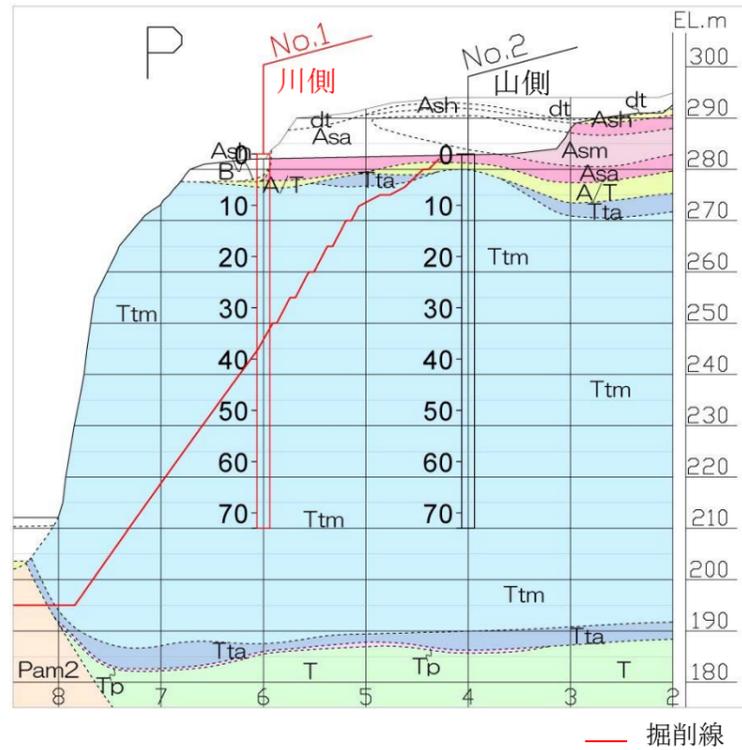


図-4.3.4 ボーリング横断面図

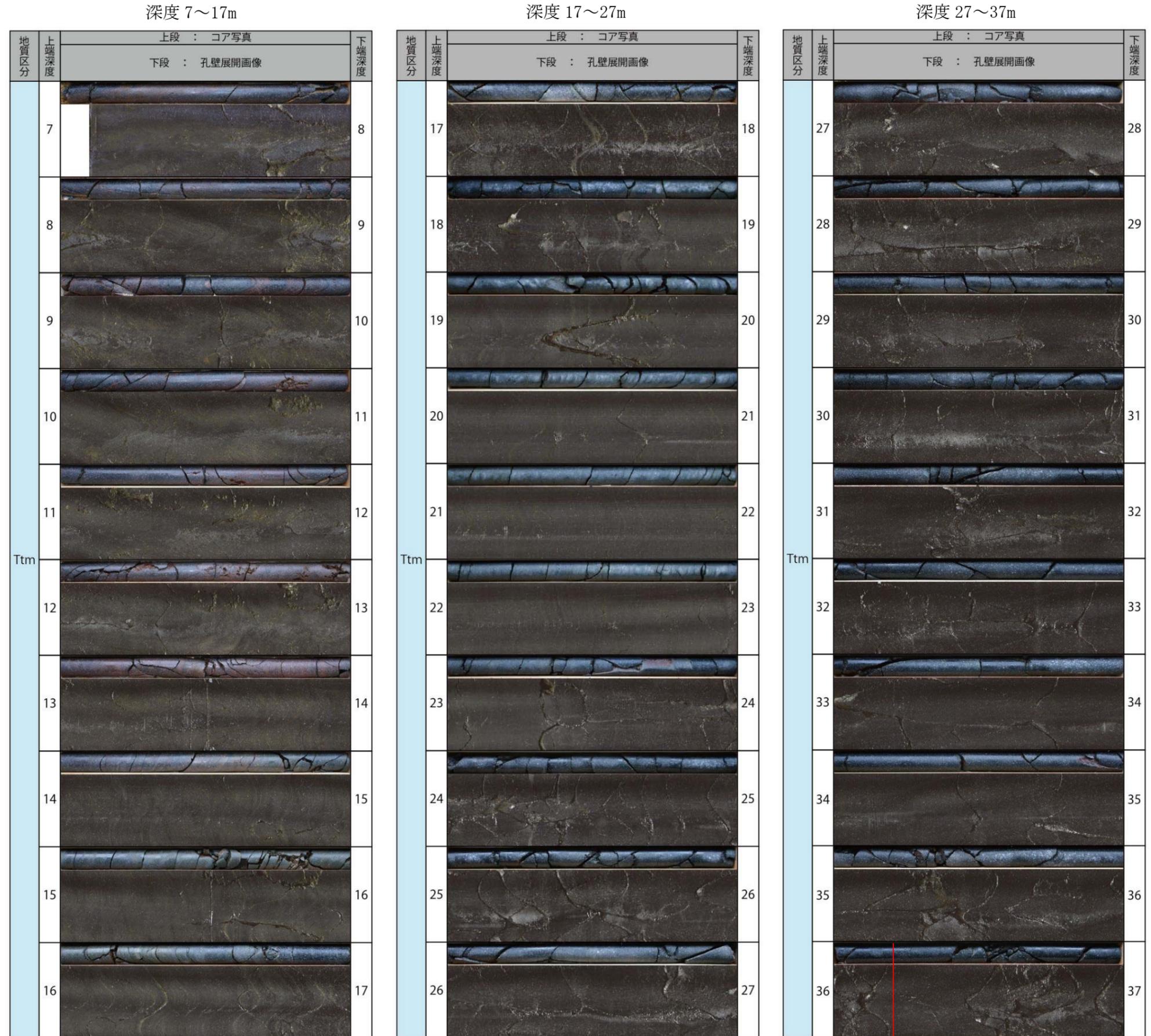


図-4.3.5 コア写真と孔壁展開画像

深度 37～47m

地質区分	上端深度	上段 : コア写真		下端深度
		下段 : 孔壁展開画像		
Ttm	37			38
	38			39
	39			40
	40			41
	41			42
	42			43
	43			44
	44			45
	45			46
	46			47

深度 47～57m

地質区分	上端深度	上段 : コア写真		下端深度
		下段 : 孔壁展開画像		
Ttm	47			48
	48			49
	49			50
	50			51
	51			52
	52			53
	53			54
	54			55
	55			56
	56			57

深度 57～67m

地質区分	上端深度	上段 : コア写真		下端深度
		下段 : 孔壁展開画像		
Ttm	57			58
	58			59
	59			60
	60			61
	61			62
	62			63
	63			64
	64			65
	65			66
	66			67

深度 67～73m

地質区分	上端深度	上段 : コア写真		下端深度
		下段 : 孔壁展開画像		
Ttm	67			68
	68			69
	69			70
	70			71
	71			72
	72			73

図-4.3.6 コア写真と孔壁展開画像

■山側ボーリング結果

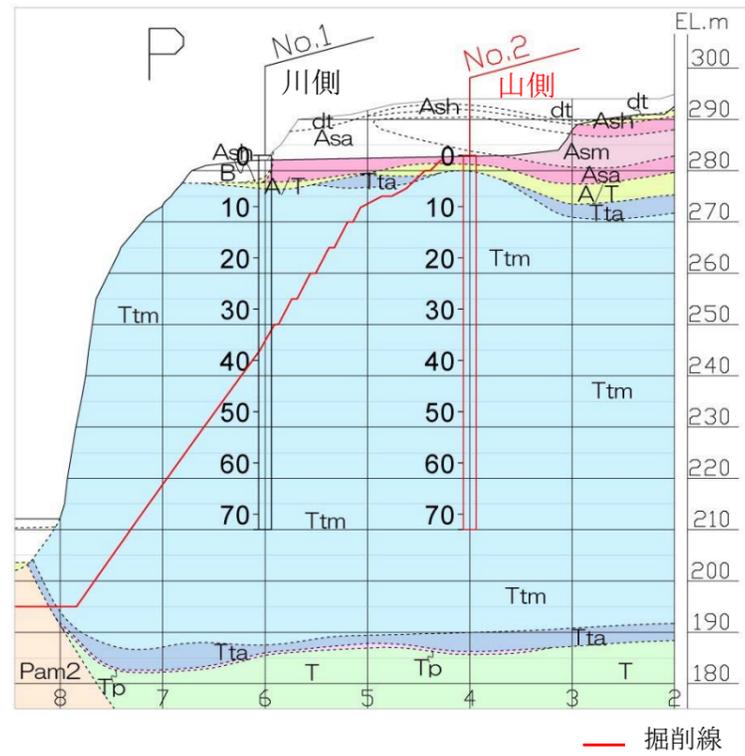


図-4.3.7 ボーリング横断面図

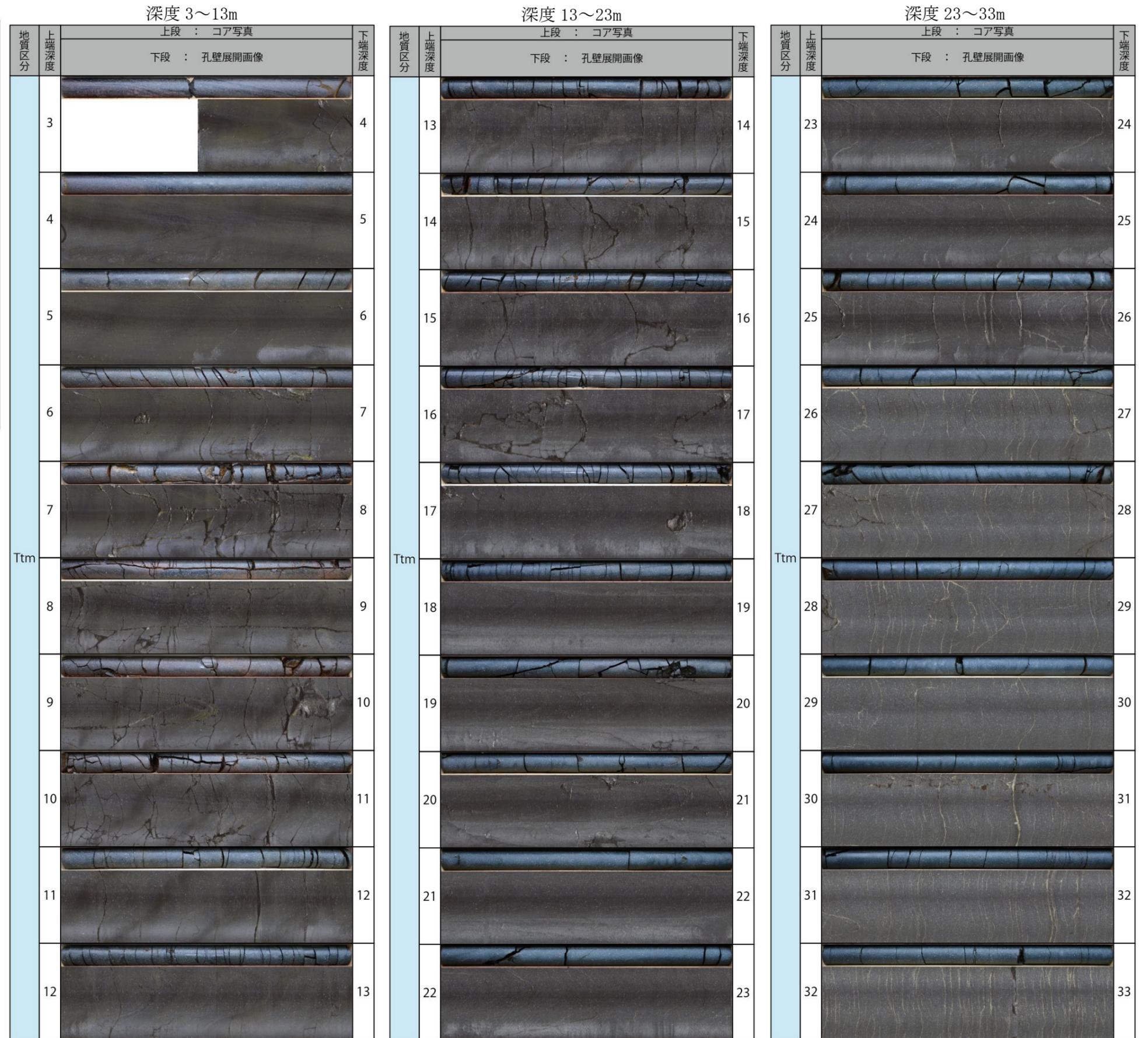


図-4.3.8 コア写真と孔壁展開画像

深度 33~43m

地質区分	上端深度	上段 : コア写真		下端深度
		下段 : 孔壁展開画像		
Ttm	33			34
	34			35
	35			36
	36			37
	37			38
	38			39
	39			40
	40			41
	41			42
	42			43

深度 43~53m

地質区分	上端深度	上段 : コア写真		下端深度
		下段 : 孔壁展開画像		
Ttm	43			44
	44			45
	45			46
	46			47
	47			48
	48			49
	49			50
	50			51
	51			52
	52			53

深度 53~63m

地質区分	上端深度	上段 : コア写真		下端深度
		下段 : 孔壁展開画像		
Ttm	53			54
	54			55
	55			56
	56			57
	57			58
	58			59
	59			60
	60			61
	61			62
	62			63

深度 63~73m

地質区分	上端深度	上段 : コア写真		下端深度
		下段 : 孔壁展開画像		
Ttm	63			64
	64			65
	65			66
	66			67
	67			68
	68			69
	69			70
	70			71
	71			72
	72			73

図-4.3.9 コア写真と孔壁展開画像

(4) ボアホール調査結果

地震前の調査でボアホールカメラ撮影を実施している既存ボーリング孔 (B-250) を対象に、地震前後の累積開口量を比較した結果、差は確認されず、亀裂 (割れ目) も密着しており、基礎岩盤の変状も確認されなかった。

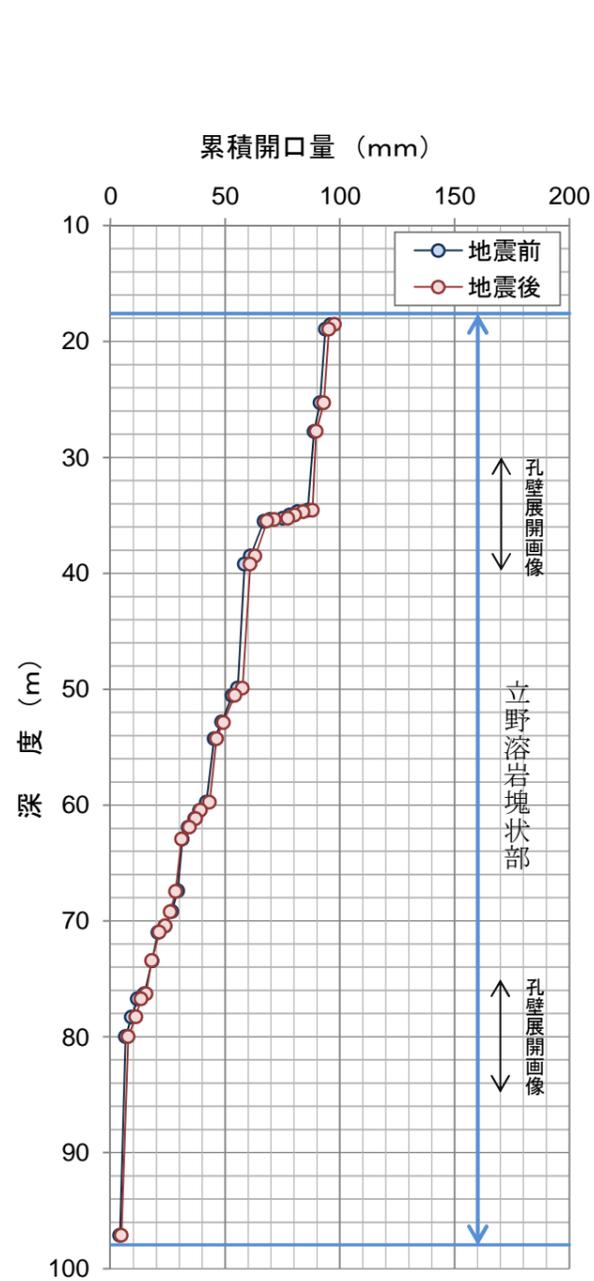


図-4.3.10 累積開口量比較

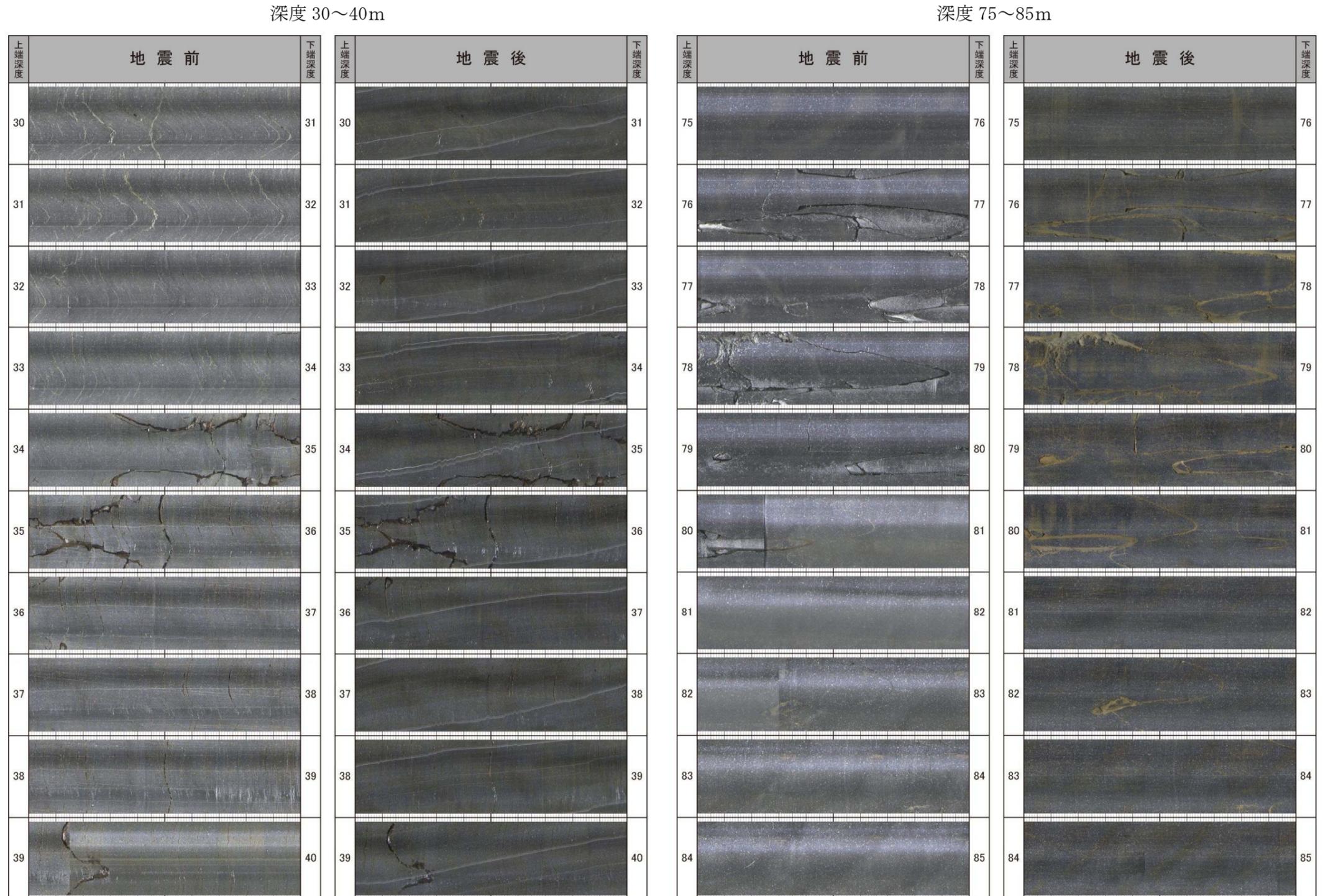


図-4.3.11 地震前後の孔壁展開画像

4.3.3 現時点の調査結果（まとめ）

これまでの基礎岩盤調査で、以下のことが確認された。

- ・ダム敷周辺にて地表露頭踏査を実施した結果、表層のはがれ落ちはあるものの基礎岩盤として問題となるような変状は確認されなかった。
- ・地質調査横坑にて、先阿蘇火山岩類、立野溶岩等のダム基礎岩盤を調査した結果、横坑壁のごく一部で小規模な岩片の抜け落ち等が確認されたものの、地震前に確認している岩盤節理の開口状況に変化はなく、新たに確認できるような開口も確認されなかった。基礎岩盤の性状の変化も確認されなかった。
- ・新規に掘削を実施した2本のボーリングコアとボアホールカメラ画像を確認した結果、立野溶岩塊状部（低位～高位標高まで）の亀裂（割れ目）は密着しており、基礎岩盤の変状も確認されなかった。
- ・地震前の調査でボアホールカメラ撮影を実施している既存ボーリング孔（B-250）を対象に、地震前後の累積開口量を比較した結果、差は確認されず、亀裂（割れ目）も密着しており、基礎岩盤の変状も確認されなかった。

これらの調査結果を踏まえれば、熊本地震後もダム基礎岩盤の性状に変化は認められず、ダム建設のための基礎岩盤として健全性に問題がないと考えられる。
なお、今後の調査等により、最終的な評価を行う。

（第四紀断層関係）

上記の調査においても、ダム敷周辺の基礎岩盤内に、第四紀断層の疑いのある岩盤変状や断層露頭は確認されなかった。