

第3章 整備計画地の概要

3.1 整備計画地の地形・地質概要

3.1.1 広域地質

(1) 対象地域の地質状況

計画地の地質は、阿武隈山地の最南端部に位置する石灰岩鉱山の跡地である。図 3.1 に示すように、周辺の地質は、日立変成岩類の石灰岩、片岩や、日立古生層の粘板岩等から構成されている。

(2) 計画地の地質状況

計画地の地質は、古生代・石炭紀～二畳紀の地層である日立古生層からなり、粘板岩、砂岩、石灰岩などの堆積岩を主体としている。計画地の西側には片岩を主体とする変成岩が分布している。

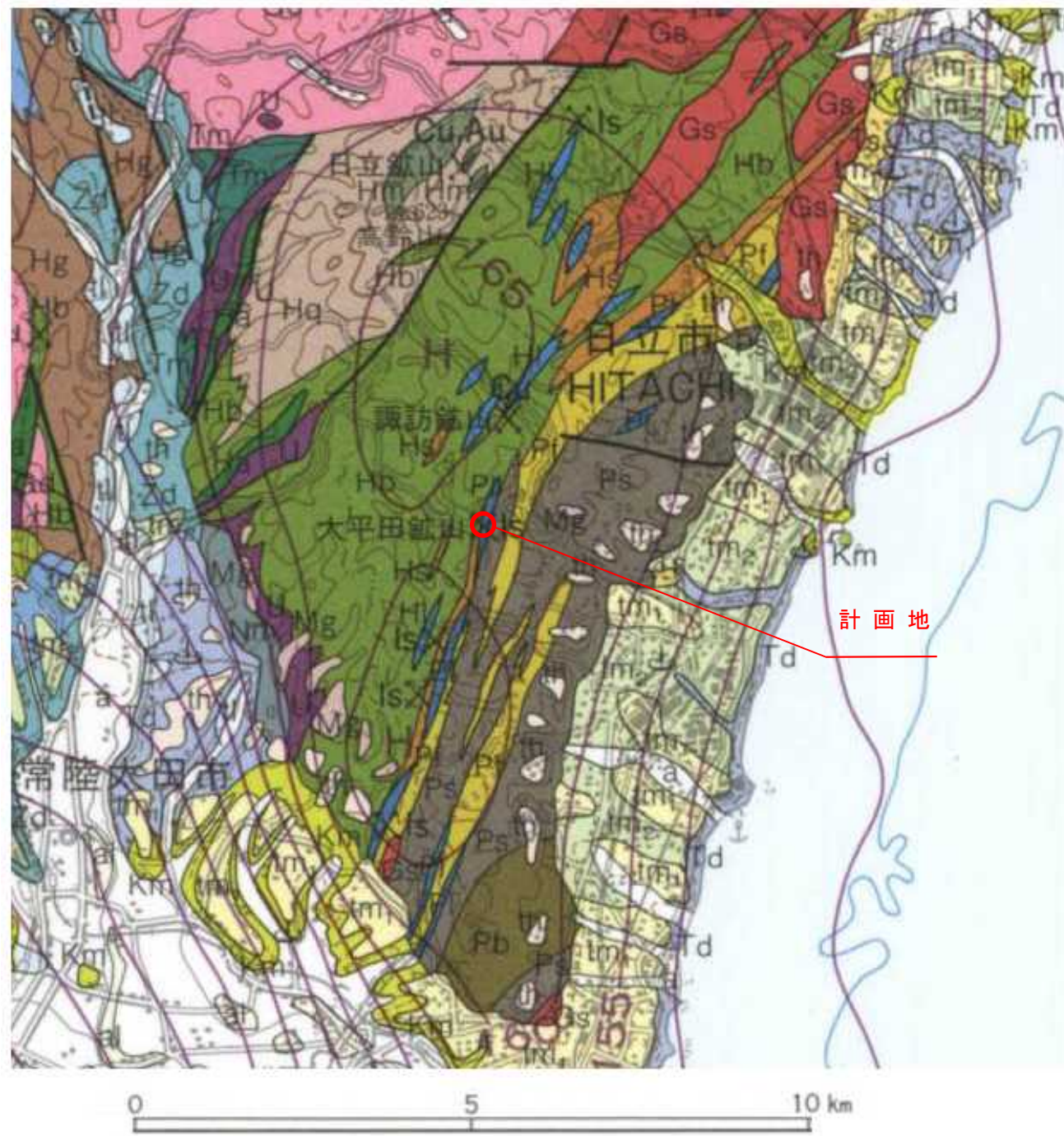
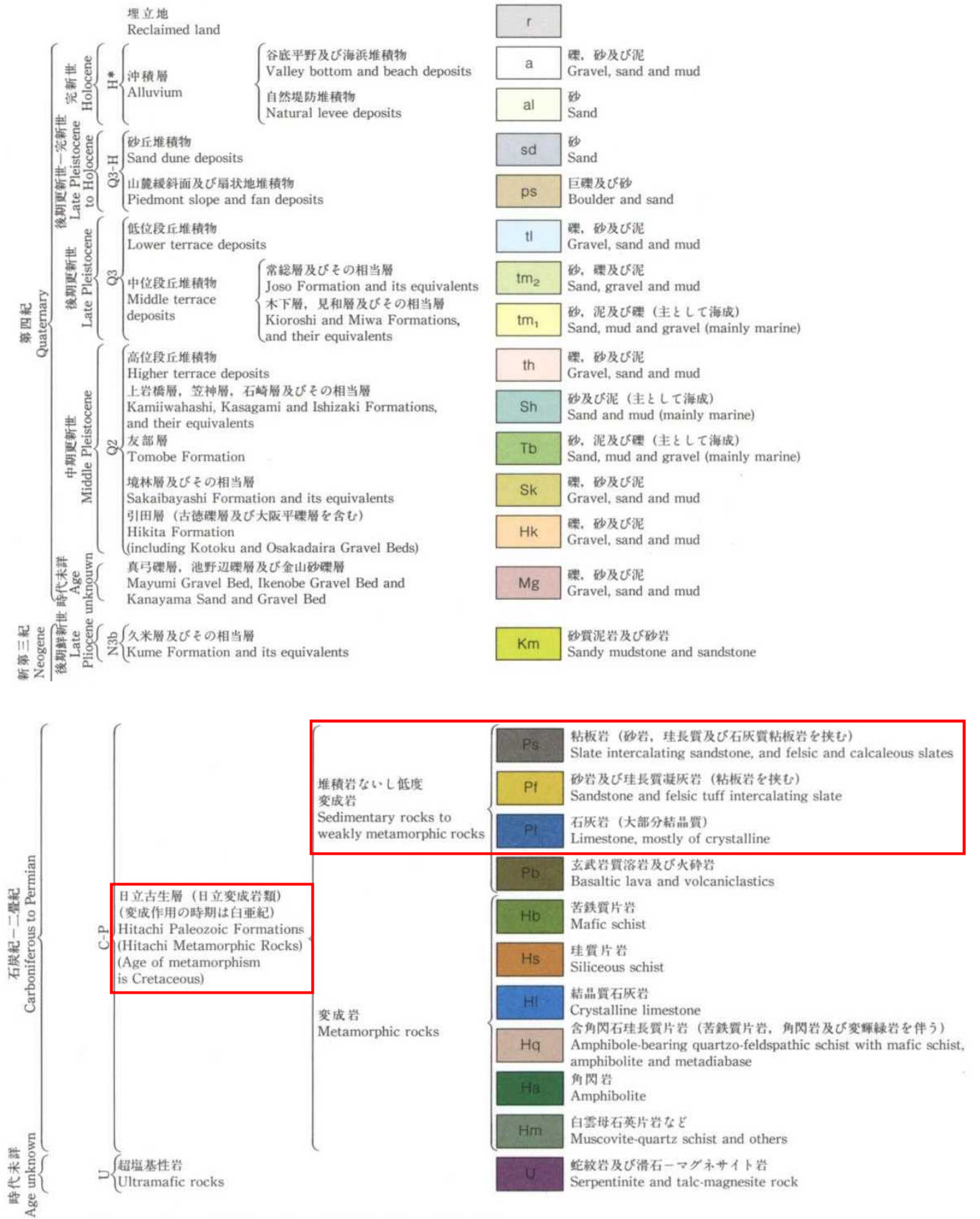


図 3.1 計画地周辺の広域地質図

「20万分の1地質図幅 水戸（第二版）」（地質調査所 2001）より引用・加筆



3.1.2 活断層

計画地周辺の活断層分布について、下記文献資料等を調査した。

A：「新編 日本の活断層 分布図と資料」活断層研究会（1991）

B：「新編 活断層詳細デジタルマップ 新編」今泉・宮内・堤・中田（2018）

C：「活断層データベース」産業技術総合研究所 HP（2021.1）

上記文献A～Cをもとに、計画地から半径10km以内に分布する活断層をとりまとめた結果を、図3.2に示す。計画地の半径10km以内には活断層は存在しない。

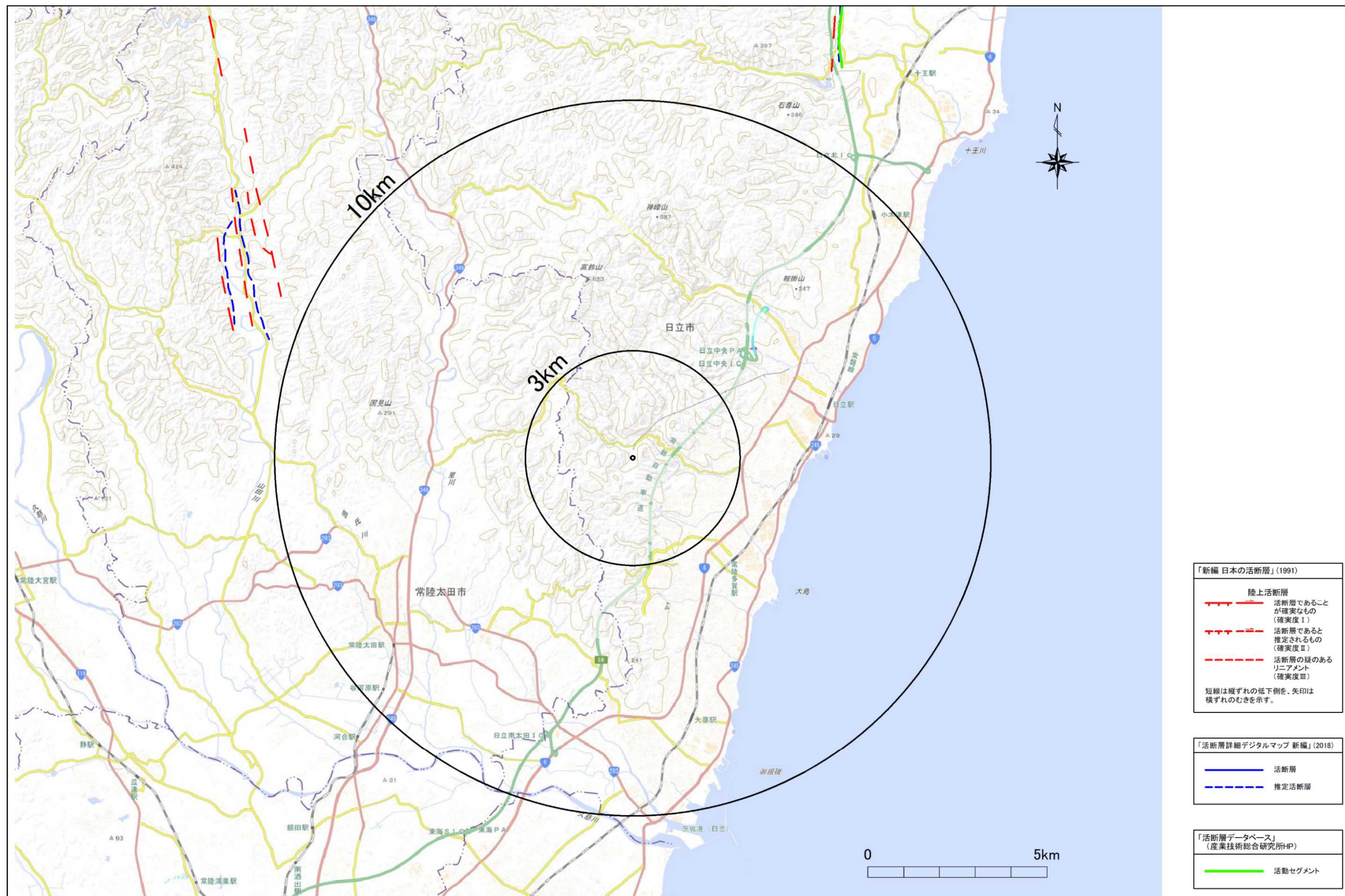


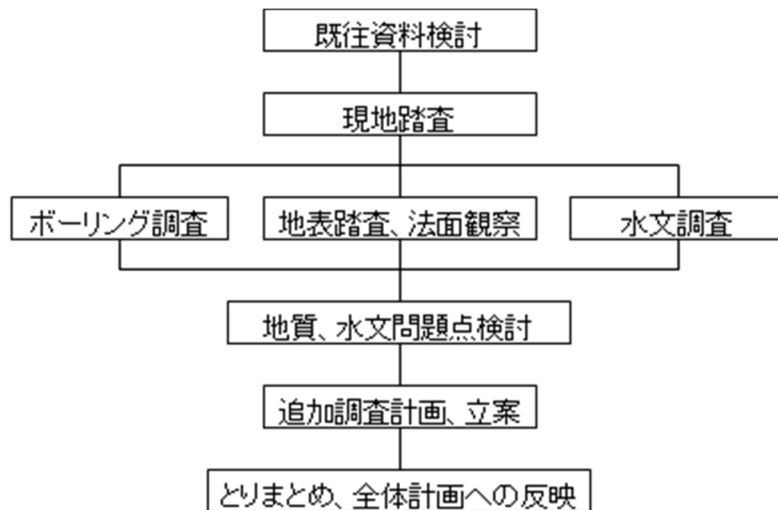
図 3.2 計画地周辺の第四紀断層分布図(半径 10km 以内)

国土地理院 (電子国土 Web) より引用・加筆

3.2 地質・水文調査

(1) 調査フロー

計画地に特有な地質的、水文的問題点を把握するため、以下のフローにより調査を実施した。



(2) 調査内容と目的

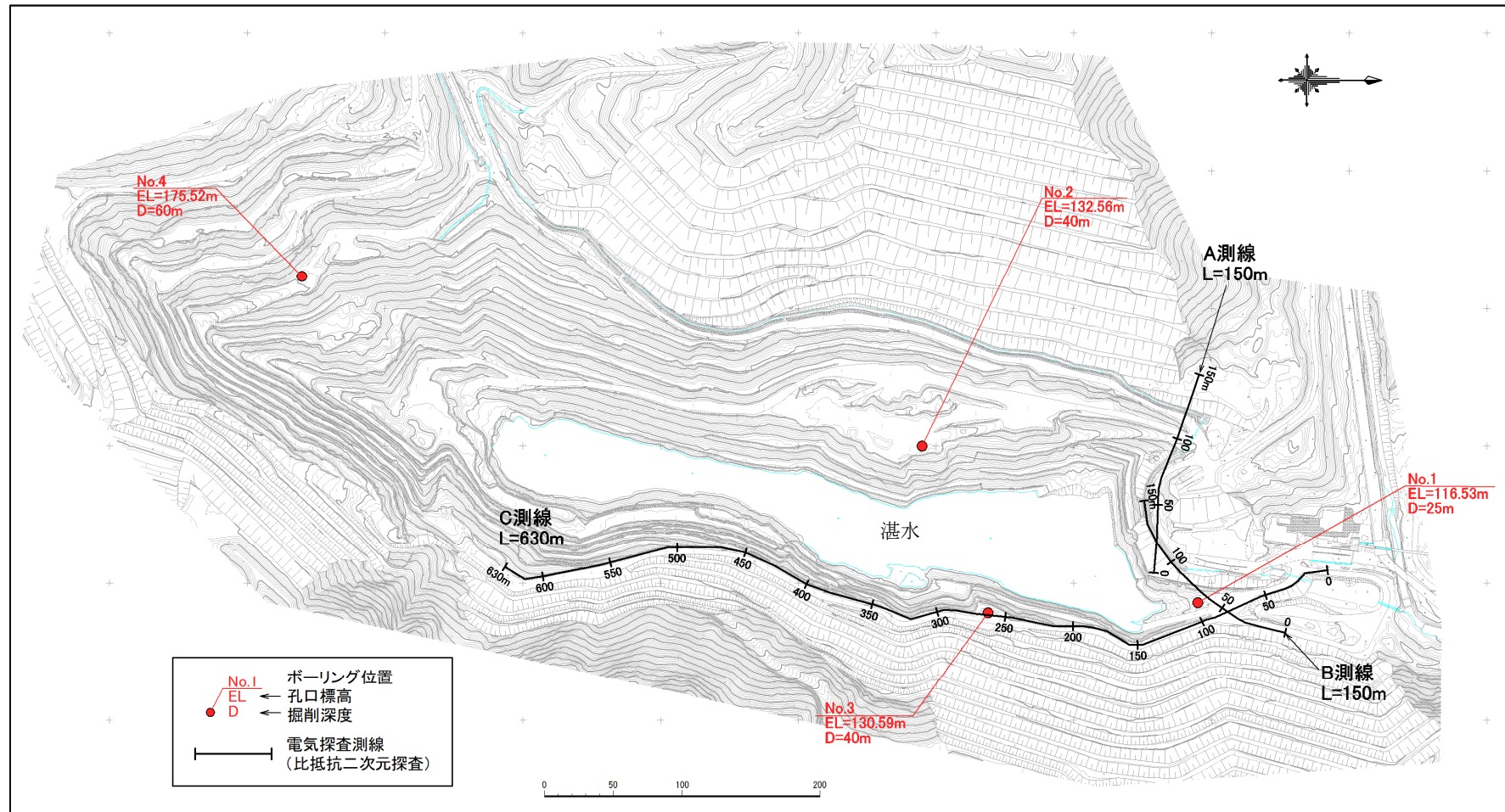
調査の着目点、内容と目的は、下表のとおりである。

表 3.1 地質、水文における問題点と調査、設計項目

着目する地質、水文問題点	対応する調査項目	調査でわかること	関連する設計項目
石灰岩中の空洞の存在	<ul style="list-style-type: none"> ボアホールカメラ観察 電気探査 水質分析 	<ul style="list-style-type: none"> 空洞の有無、分布、大きさ 比較的大規模空洞の発見、帯水状況の概要 計画地の地下水と、湧水地点の関連 	<ul style="list-style-type: none"> 遮水構造の選定
岩盤の高透水性	<ul style="list-style-type: none"> ルジオンテスト 	<ul style="list-style-type: none"> 岩盤の透水性 	<ul style="list-style-type: none"> 浸出水排水計画
片岩中の分離面、流れ盤の存在	<ul style="list-style-type: none"> ボアホールカメラ観察 	<ul style="list-style-type: none"> 割れ目の方向性、傾斜、開口状況 	<ul style="list-style-type: none"> 切土法面勾配、法面对策

調査位置を図 3.3 に示す。

調査は、ボーリングを4箇所、電気探査（比抵抗二次元探査）を3測線930mにて実施した。



ボーリング孔口標高は測量実績による

図 3.3 調査地点の概要図

3.3 地質構成

3.3.1 地表調査、法面観察

計画地周辺の岩盤の状況や地質構成について地表の露頭調査、法面観察を行った。

計画地の地質は石灰岩と粘板岩を主体とする地層からなり、東側斜面は、下層に石灰岩が分布し、その上層に、石灰岩と粘板岩が互層となっており、その上層に粘板岩が分布している。

西側斜面は、主に粘板岩が分布し、地層が東に約40度傾斜している。

地質概要

東側の切土面



西側の切土面



主に石灰岩が分布し、その上位に、石灰岩／粘板岩の互層と、さらにその上位に粘板岩が分布すると想定

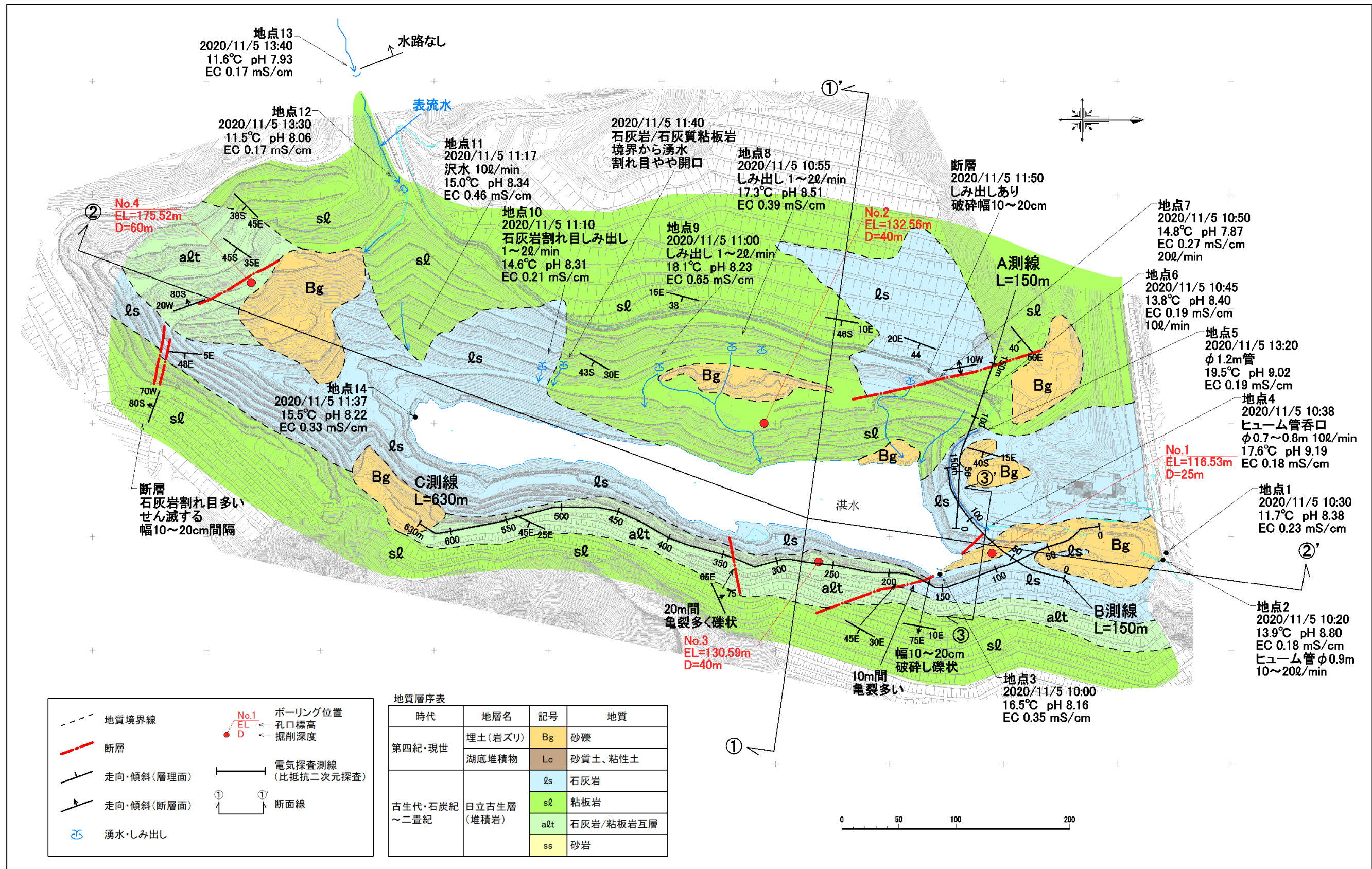
主に粘板岩が分布し、地層の傾斜は東に40°～45°程度
※粘板岩・・・海底に堆積した泥が圧縮・固結されてきた岩

3.3.2 ボーリング調査

計画地の地質概要を把握するため、ボーリング調査を行った。

ボーリング調査は、現況地形から想定される掘削計画、施設配置計画をもとに、貯留堰堤や建築物の基礎として想定される箇所、埋立予定地内等を対象として、計画地の東西と南北の4箇所において、主要な構成岩類である粘板岩と石灰岩の分布箇所を選定した。

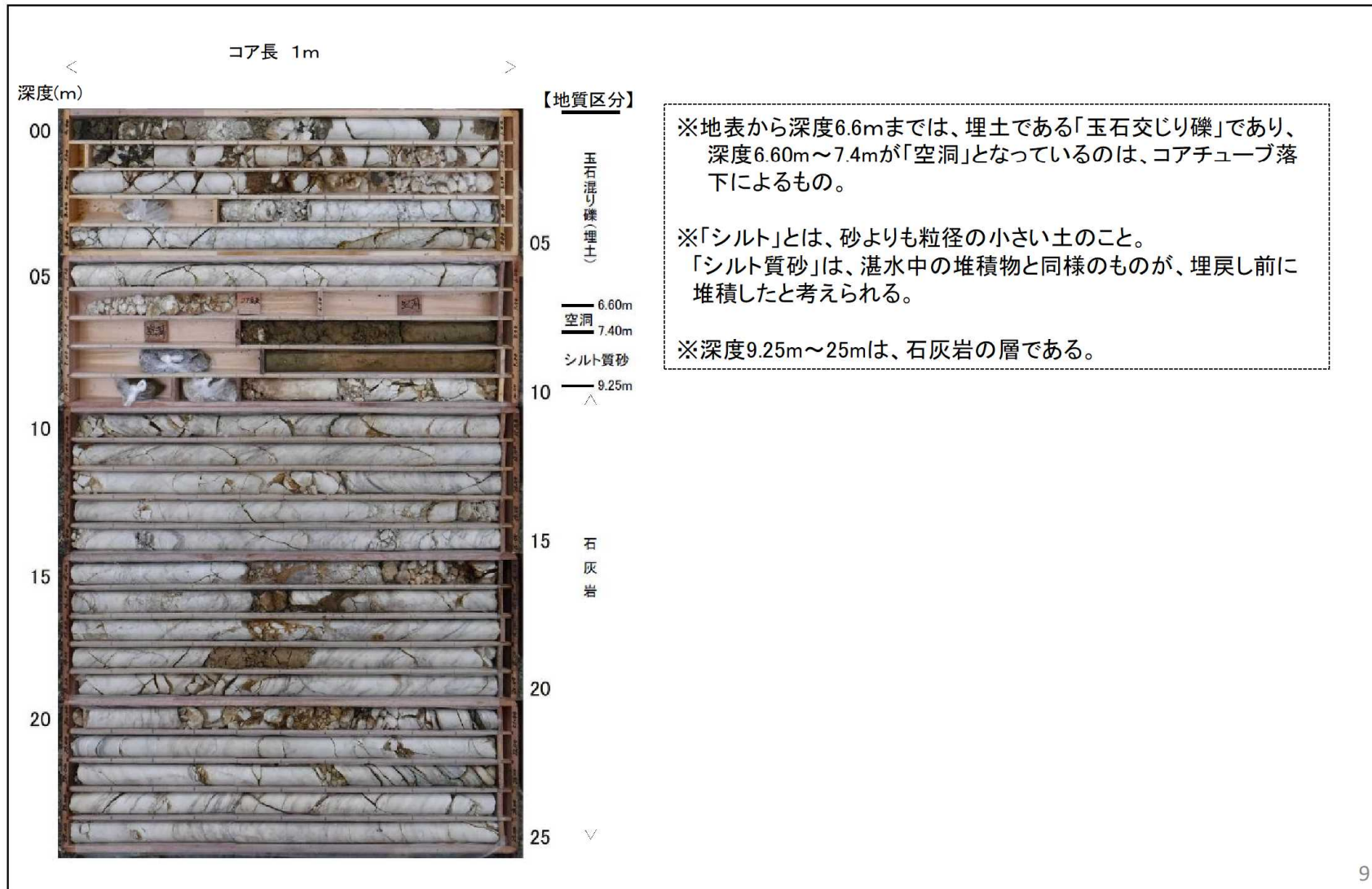
調査位置図、コア写真と地質区分を以下に示す。



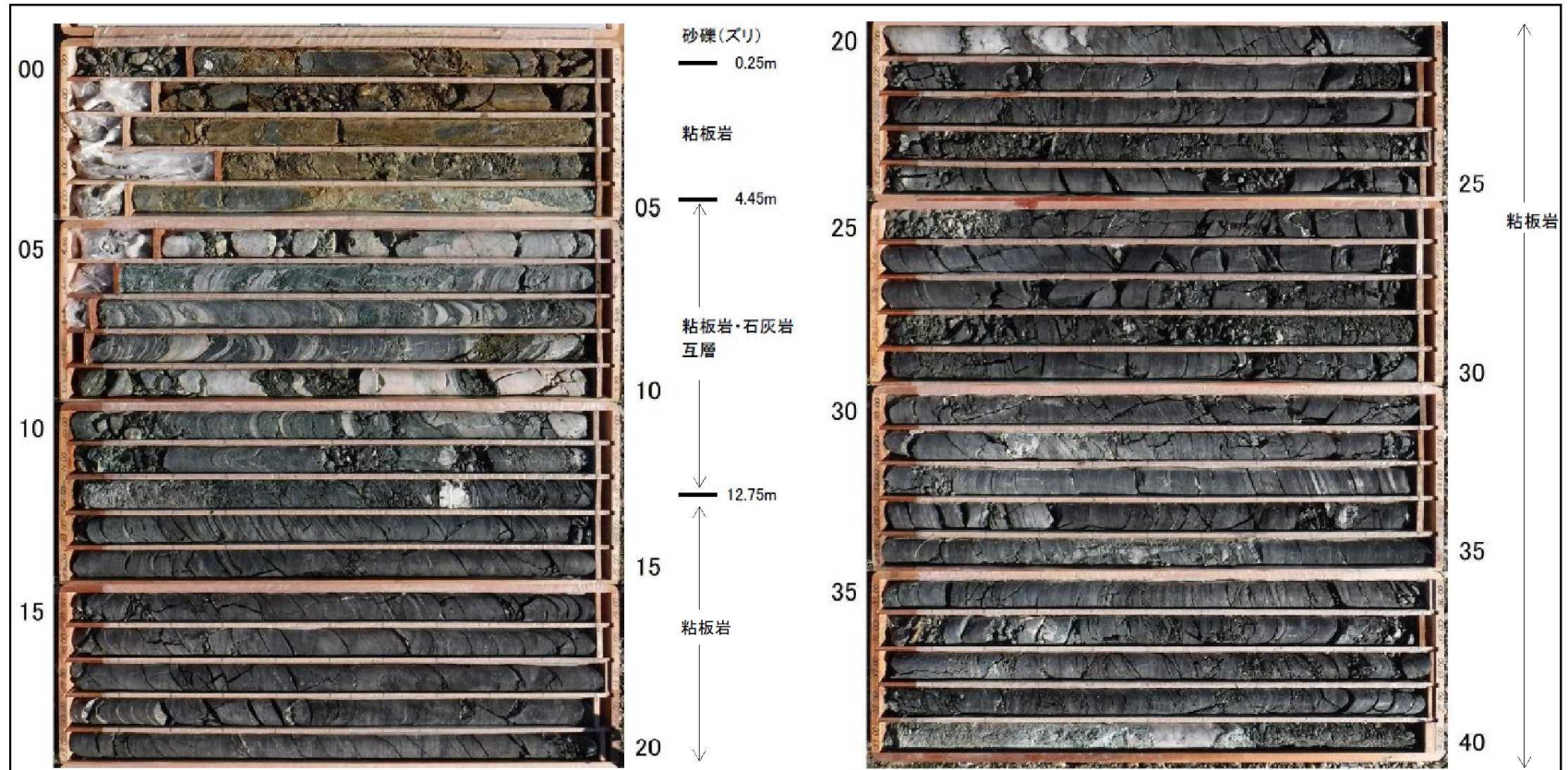
ボーリング孔口標高は測量実績による

図 3.4 ボーリング調査位置図

ボーリングにより採取したコアの画像 (No.1) 0~25m

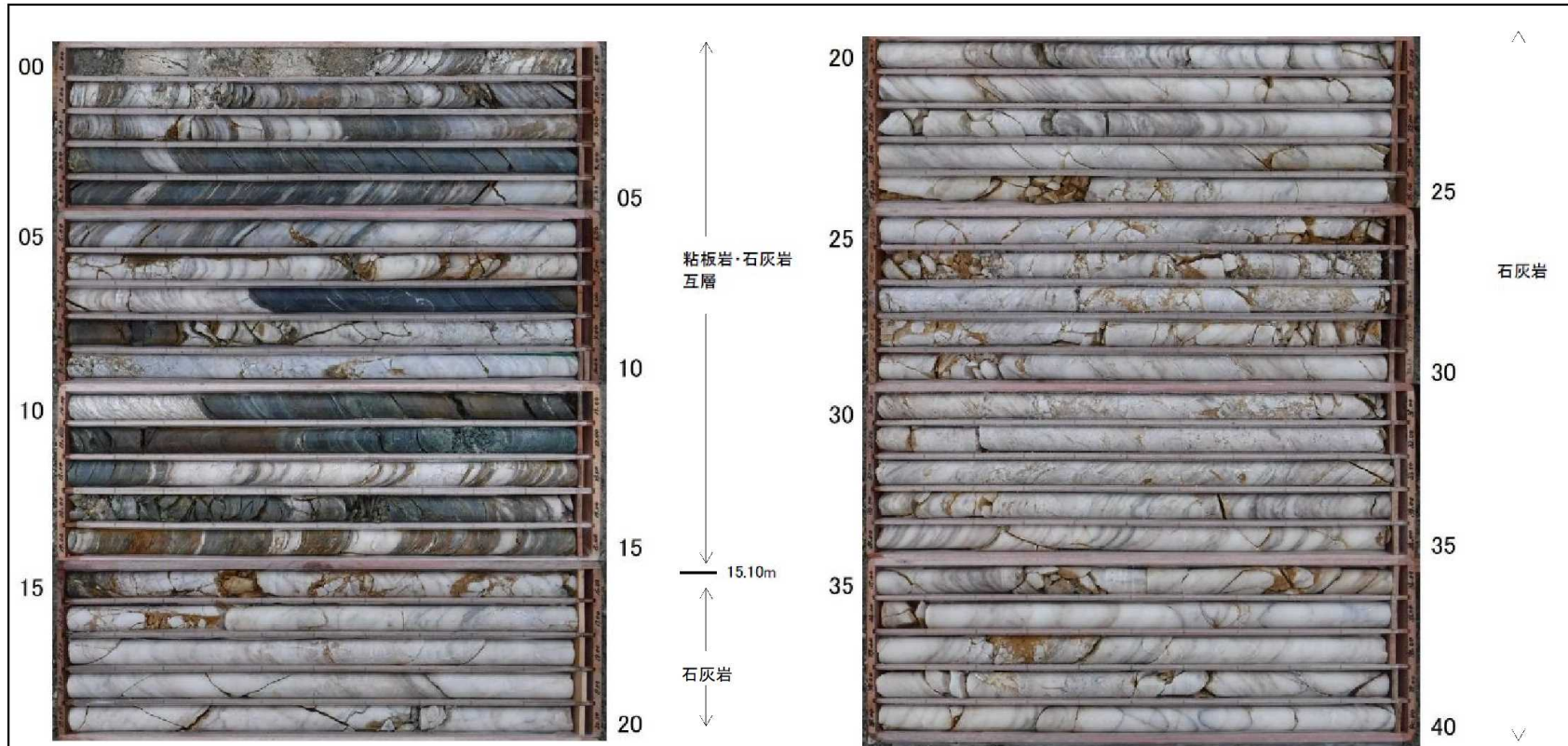


ボーリングにより採取したコアの画像 (No.2) 0~40m



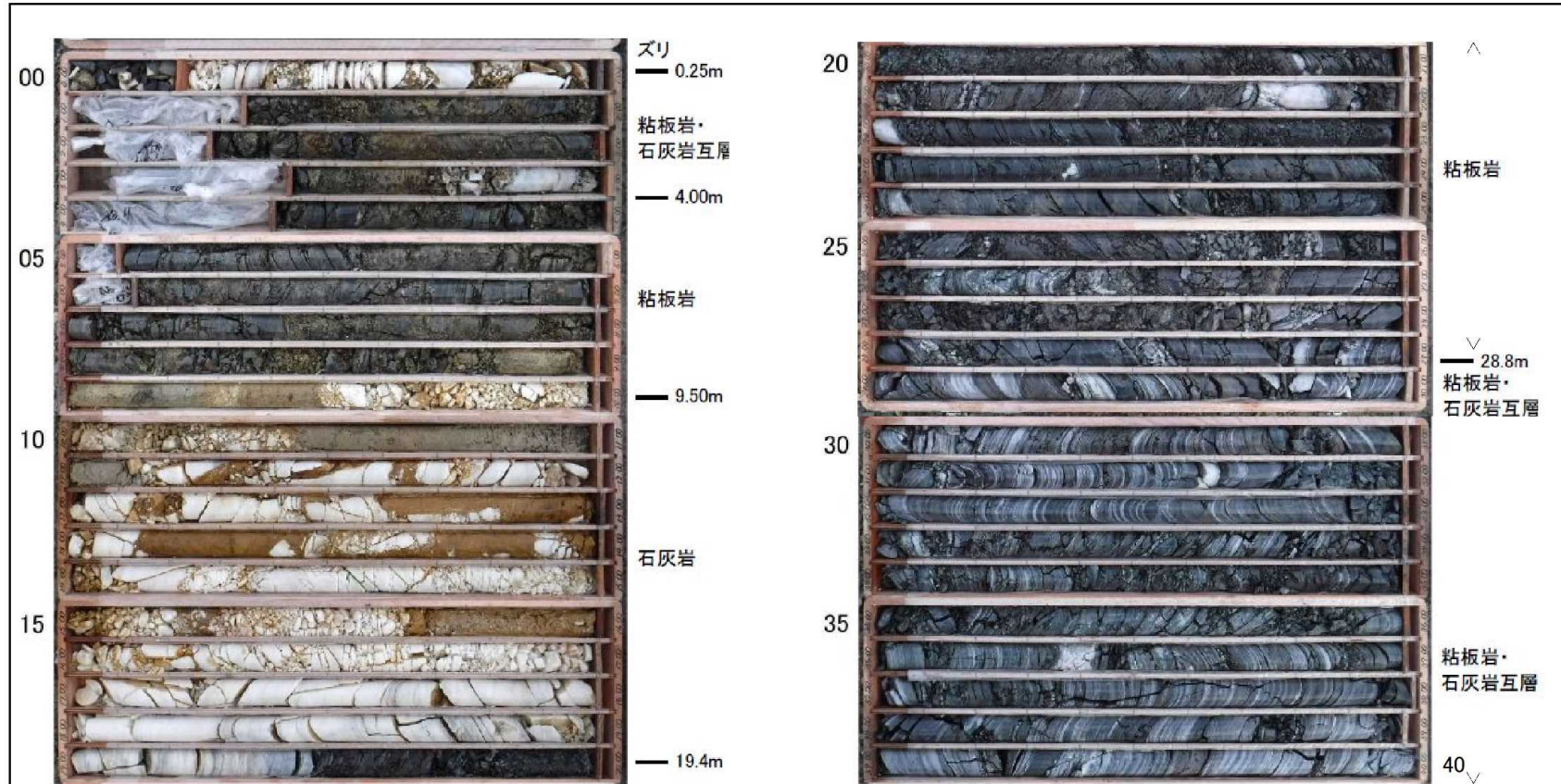
※表層に砂礫(ズリ)があり、深度0.25m~4.45mまでは粘板岩、4.45m~12.75mまでは粘板岩と石灰岩の互層、12.75m~40mまでは粘板岩となっている。

ボーリングにより採取したコアの画像 (No.3) 0~40m



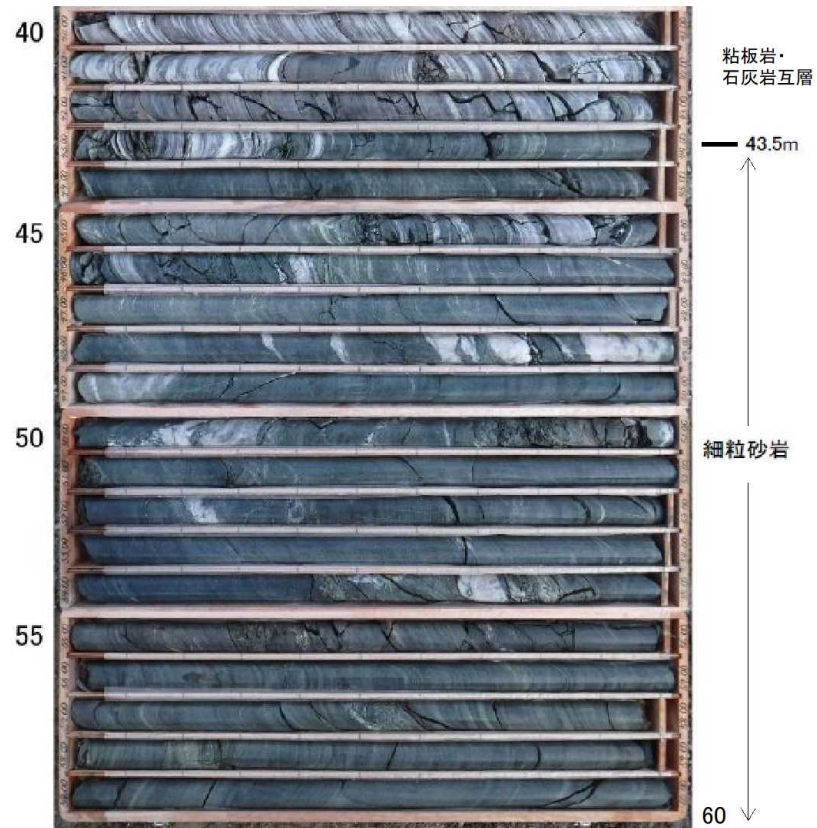
※深度0m~15.10mまでは粘板岩と石灰岩の互層、15.10m~40mまでは石灰岩となっている。

ボーリングにより採取したコアの画像 (No.4) 0~40m



※表層にズリがあり、深度0.25m~4.00mまでは粘板岩と石灰岩の互層、4.00m~9.50mまでは粘板岩、9.50m~19.4mまでは石灰岩、19.4m~28.8mまでは粘板岩、28.8m~40mまでは粘板岩と石灰岩の互層となっている。

ボーリングにより採取したコアの画像 (No.4) 40~60m



※深度40m~43.5mまでは粘板岩と石灰岩の互層、43.5m~60mまでは細粒砂岩(砂岩の中で最も粒径が小さいもの)となっている。

3.3.3 地質構成

現地踏査結果及び、表 3.2 ボーリング調査結果から想定した地質断面図を、図 3.5、図 3.6 に示す。

計画地の地盤は、日立古生層の堆積岩類からなり、主に粘板岩と石灰岩から構成され、一部砂岩を伴う。

計画地の西側は主に粘板岩が分布し、地層の傾斜は東に40°～45°程度傾斜する。(図 3.5 ①-①' 断面参照)

計画地の東側は主に石灰岩が分布し、その上位に、石灰岩/粘板岩の互層と、さらにその上位に粘板岩が分布すると想定される。これらの岩質は硬岩である。

北側 No.1 地点付近は、南から北に延びる谷部に相当し、谷底に埋土したと思われる砂礫(主に石灰岩の岩ズリ)が分布している。(図 3.6③-③' 断面参照)

表 3.2 ボーリング調査結果概要

孔番	深度 (標高)	地層※浅い層から順に記載
No.1 (北)	25m (91.53m～116.53m)	玉石混り礫、シルト質砂、石灰岩
No.2 (西)	40m (92.56m～132.56m)	砂礫、粘板岩、互層、粘板岩
No.3 (東)	40m (90.59m～130.59m)	互層、石灰岩
No.4 (南)	60m (115.52m～175.52m)	砂礫、互層、粘板岩、石灰岩、粘板岩、互層、細粒砂岩

※標高は測量実績による

- ・互層：粘板岩と石灰岩の地層が交互に堆積している地層
- ・粘板岩：海底に堆積した泥が圧縮・固結されてできた岩

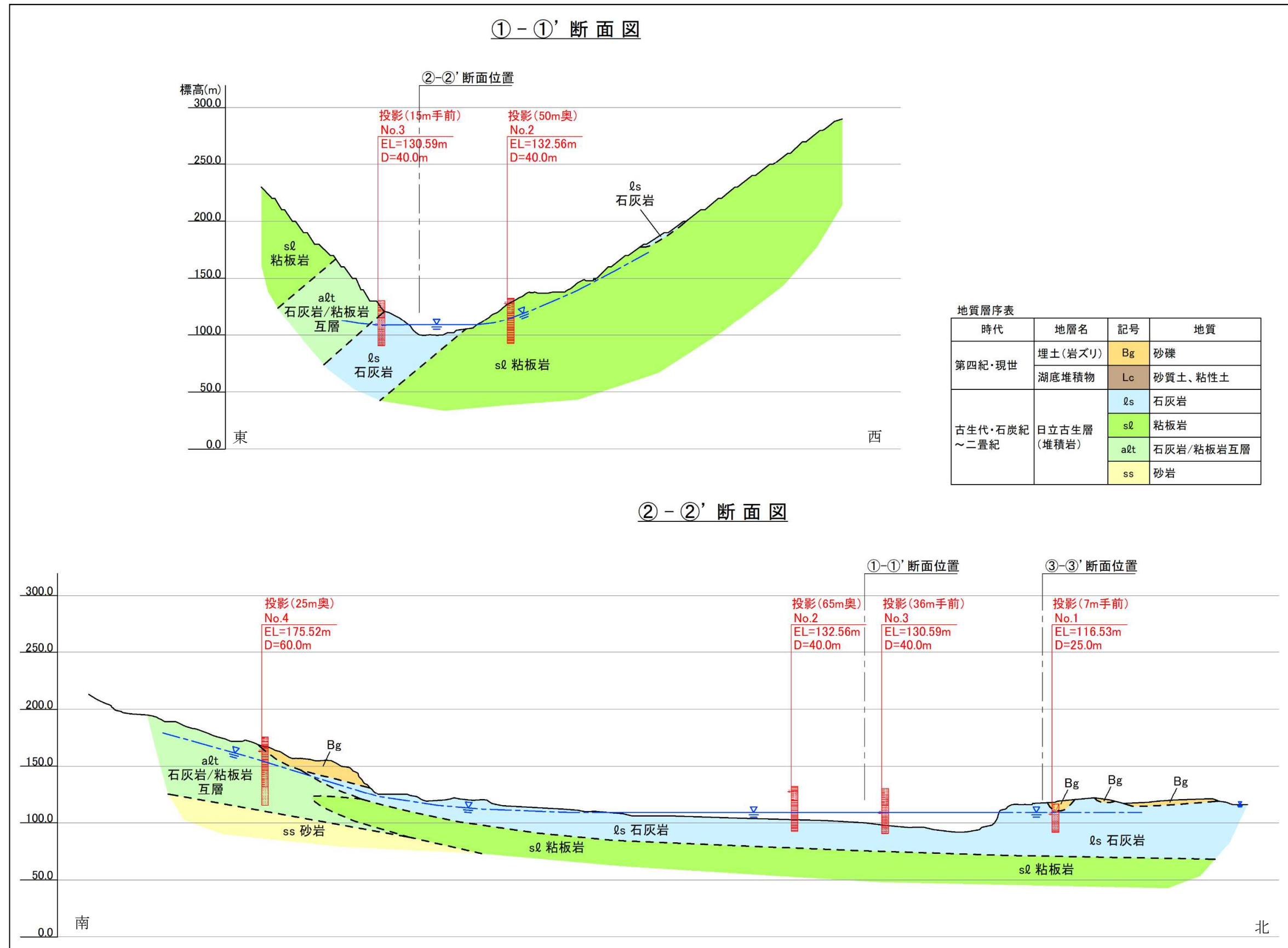
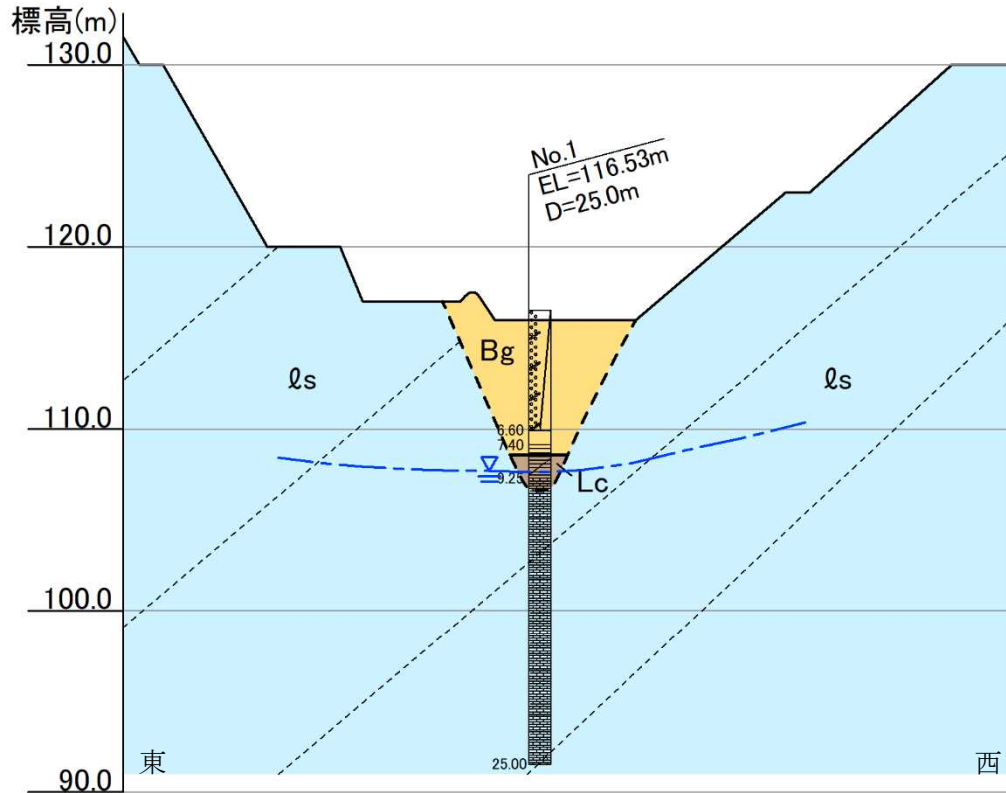


図 3.5 地質断面図(①-①'、②-②' 断面)



地質層序表

時代	地層名	記号	地質
第四紀・現世	埋土(岩ズリ)	Bg	砂礫
	湖底堆積物	Lc	砂質土、粘性土
古生代・石炭紀 ～二畳紀	日立古生層 (堆積岩)	qs	石灰岩
		sl	粘板岩
		alt	石灰岩/粘板岩互層
		ss	砂岩

図 3.6 地質断面図(③-③' 断面)

3.4 地盤状況

3.4.1 ボアホールカメラ観察結果

石灰岩の割れ目や岩盤状況、空洞の有無を把握するために、ボーリング No.1 孔で、ボアホールカメラ観察を行った。

No.1 ボーリング孔（深度 25m）の岩盤部（石灰岩）の孔壁全周を確認した結果、深度約 10～15m、約 17m～20m 及び約 21m～25m の層には空洞は認められず、緻密な石灰岩層となっていた。深度 15～21m の層では部分的に小さな空洞と想定される箇所が認められた。

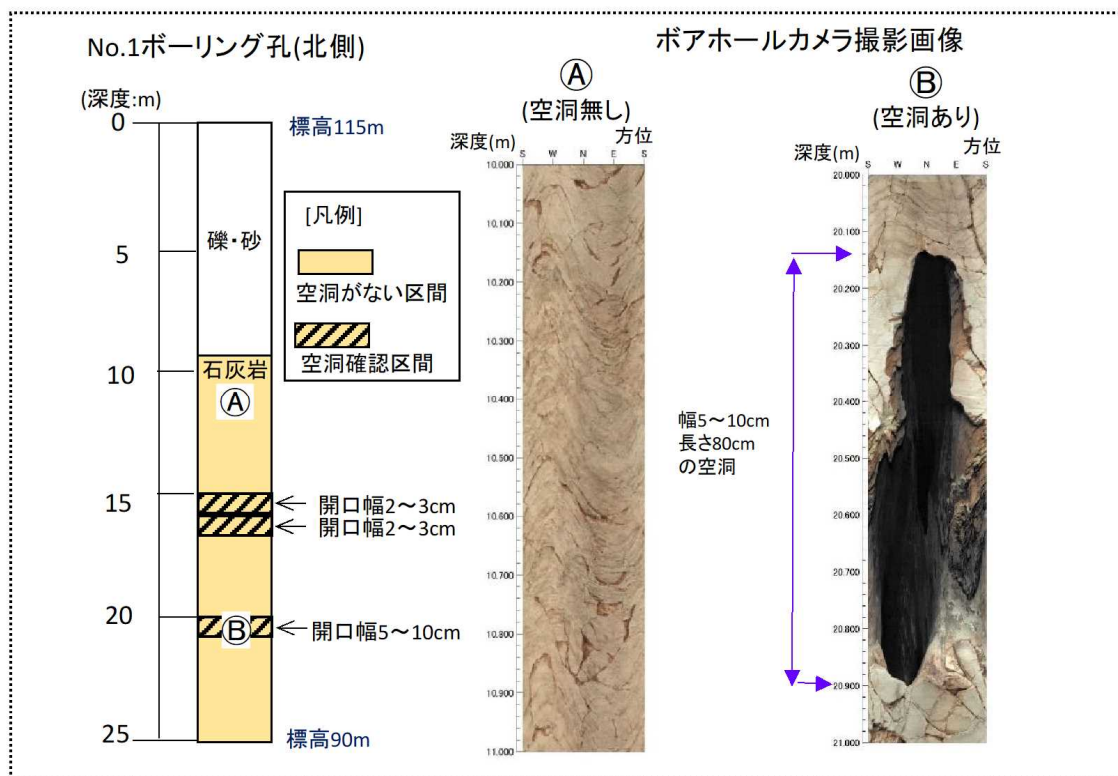


図 3.7 ボアホールカメラ観察結果

3.4.2 ルジオンテスト

基礎岩盤の透水性を把握するために、ルジオンテスト（透水試験）を実施した。

ルジオン値が高いほど高透水性となる。一般にダムでは、2～5ルジオン以下を目標に透水性の改良を行っている。

ルジオンテストの結果を表3.3に示す。

No.1、No.2はルジオン値が高いが、No.3、No.4では1ルジオン以下となった。

No.1のルジオン値が高いのは、ボアホールカメラ観察で確認された小さな空洞によるものと考えられる。

部分的に透水性が高い箇所が確認されていることから、十分な遮水構造を設ける等の安全対策を図った施設計画とする。

表 3.3 ルジオンテスト結果

ルジオンテスト結果

孔番	深度(m)	地層	ルジオン値(Lu)
No.1(北)	20～25	石灰岩	100以上
No.2(西)	35～40	粘板岩	77.86
No.3(東)	35～40	石灰岩	0.01
No.4(南)	55～60	細粒砂岩	0.00

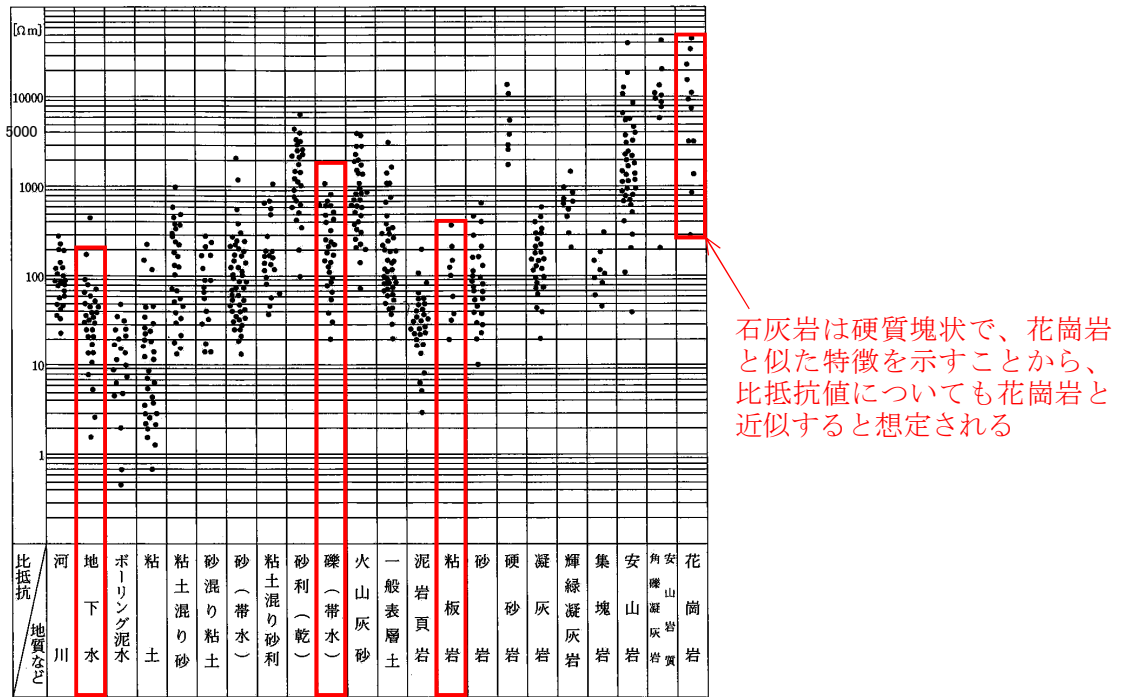
エコフロンティアかさま建設時のルジオンテスト結果

地層	ルジオン値(Lu)
風化していない砂岩、泥岩	0.00～1.15(埋立地内)
少し風化した砂岩、泥岩	2.0(埋立地内)
風化した砂岩、泥岩	7～13(埋立地外)

3.4.3 電気探査（比抵抗二次元探査）結果

地盤中の大きな空洞等の有無、含水状況等の概要を把握するために、電気探査（比抵抗二次元探査）を行った。解析断面図を以下に示す。

土質・岩石と比抵抗の一般値（図 3.8）を参考に、露頭状況やボーリング結果をもとに、地質と比抵抗の対比を、図 3.9のように解釈する。3測線ともに、表層の埋土を除き、地下水を介した低比抵抗部はなく、空洞の兆候は見られない。



石灰岩は硬質塊状で、花崗岩と似た特徴を示すことから、比抵抗値についても花崗岩と近似すると想定される

図 3.8 一般的な比抵抗値と地質の関係

「建設・防災・環境のための新しい電気探査法 比抵抗映像法」

島 裕雅・梶間和彦・神谷英樹(1995) (古今書院) より引用加筆

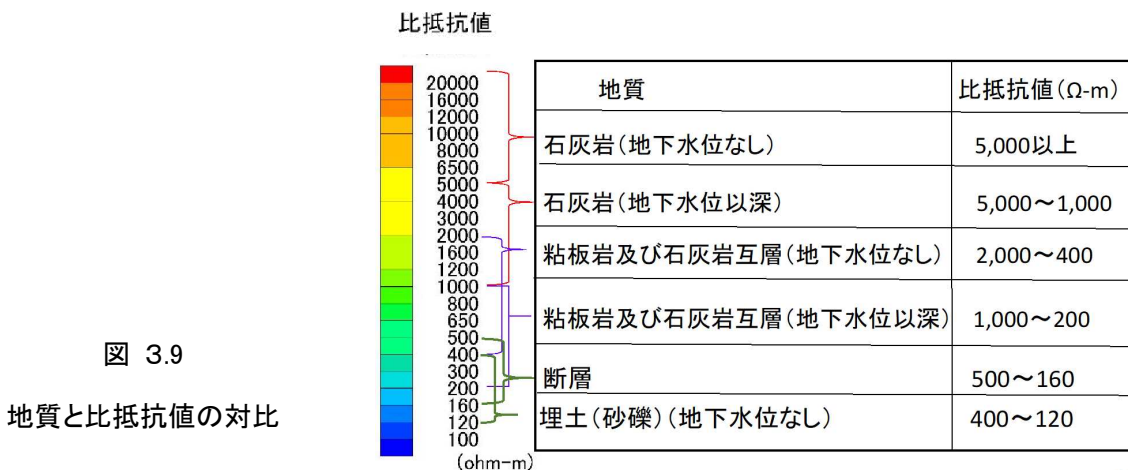


図 3.9

地質と比抵抗値の対比

解析断面の結果概要について、表 3.4 に示す。

表 3.4 各断面の解析結果の概要

断面	延長	結果等
A 測線	150m	石灰岩中に比抵抗値が低い部分はないため、空洞の兆候は無い。局所的な埋土と思われる部分は $200\Omega\cdot\text{m}$ 以下と低い。
B 測線	150m	深部の石灰岩中には、比抵抗値が低い部分はないため、空洞の兆候は無い。標高 110m付近の湛水面より上部の石灰岩は $5000\Omega\cdot\text{m}$ 以上と比抵抗値が高い。湛水面下の石灰岩は $5000\sim 1000\Omega\cdot\text{m}$ とやや低い。
C 測線	630m	深部の石灰岩中には比抵抗値が低い部分はないため、空洞の兆候は無い。標高 110m付近の湛水面より上部の石灰岩は、 $5000\Omega\cdot\text{m}$ 以上の高い比抵抗値を示し、下部の石灰岩は $5000\sim 1000\Omega\cdot\text{m}$ とやや低い。 距離程 170m付近、340m付近には断層が分布し、この周辺は $500\Omega\cdot\text{m}$ 以下と周辺より低い比抵抗値を示す。

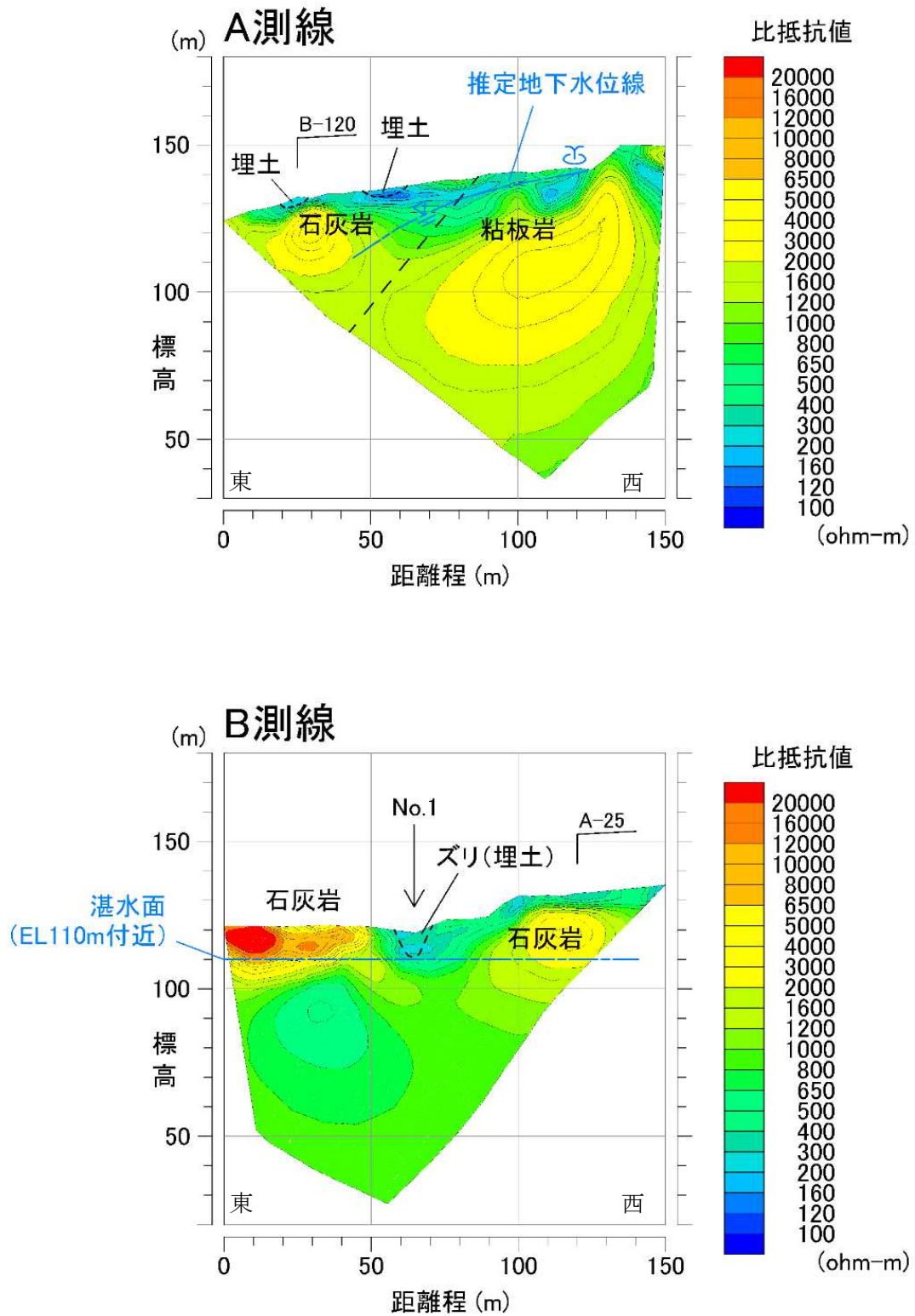


図 3.10 A、B 測線解析断面図

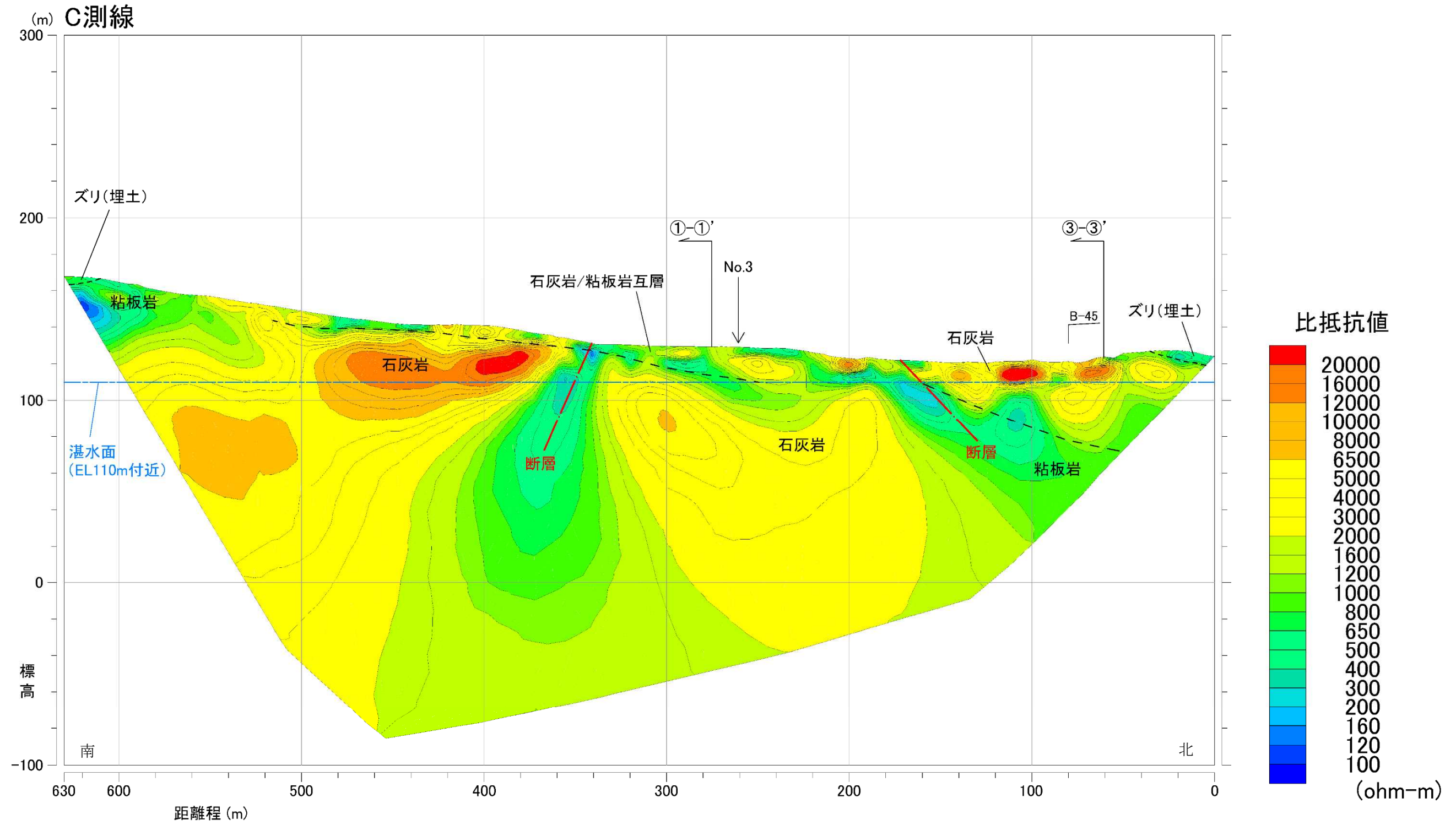


図 3.11 C 測線解析断面図

3.4.4 地質調査結果

地表・地質調査の総合評価と今後の方針を以下に示す。

- ・計画地は、東側は石灰岩、西側は粘板岩を主体とする硬岩地山である。
- ・石灰岩には、一部小規模な空洞が確認されたが、全体として規模の大きな空洞が存在する可能性は低いと考えられる。
- ・透水試験の結果、一部透水性の高い部分が確認されたが、ボーリング No.1 孔において、ボアホールカメラ観察の結果、透水試験を実施した区間に小さな空洞があることが原因と考えられる。

必要な追加調査を実施し、本計画に反映していく。

3.5 地下水流動状況

3.5.1 水文調査

計画地内の地下水の分布及び流動状況を推定するとともに、計画地周辺の地下水と表流水の概要とその関連性を把握するために水文調査を行った。試料の採取地点は、表 3.5 と図 3.12 に示す 10 地点である。分析項目を表 3.6 に示す。

イオン分析は、地下水等の由来をイオンパターンから考察するために実施したもので、陽イオン、陰イオン 7 項目について実施した。

表 3.5 採水地点一覧

区分	番号	位置	備考
場内	1	場内最上流沢水	
	2	場内最下流暗渠排水	※流水がなく実施せず
	3-1	場内西側湧水	
	3-2	場内湛水	
場外	4	鮎川上流（場内排水合流部直上）	場内水との合流前の河川水
	5-1	諏訪の水穴地点河川水	場内水との合流後の河川水
	5-2	諏訪の水穴（空洞からの流出水）	
	5-3	諏訪の水穴下流河川水	場内水との合流後の河川水
	6	鮎川上流	場内水との合流前の河川水
	7	計画地東側流域沢水	
	8	鮎川下流	計画地の最下流の河川水

表 3.6 水質分析項目一覧

項目	試験方法
水温	
pH	JIS K0102 12.1 ガラス電極法
EC（電気伝導率）	JIS K0102 13 白金電極法
ナトリウムイオン	JIS K0102 48.2 フレーム原子吸光法
カリウムイオン	JIS K0102 49.2 フレーム原子吸光法
カルシウムイオン	JIS K0102 50.2 フレーム原子吸光法
マグネシウムイオン	JIS K0102 51.2 フレーム原子吸光法
塩化物イオン	JIS K0102 35.3 ｲﾝｸﾞﾓﾄｸﾞﾗﾌ法
炭酸水素イオン	JIS K0101 25.2 赤外線分析法
硫酸イオン	JIS K0102 41.3 ｲﾝｸﾞﾓﾄｸﾞﾗﾌ法

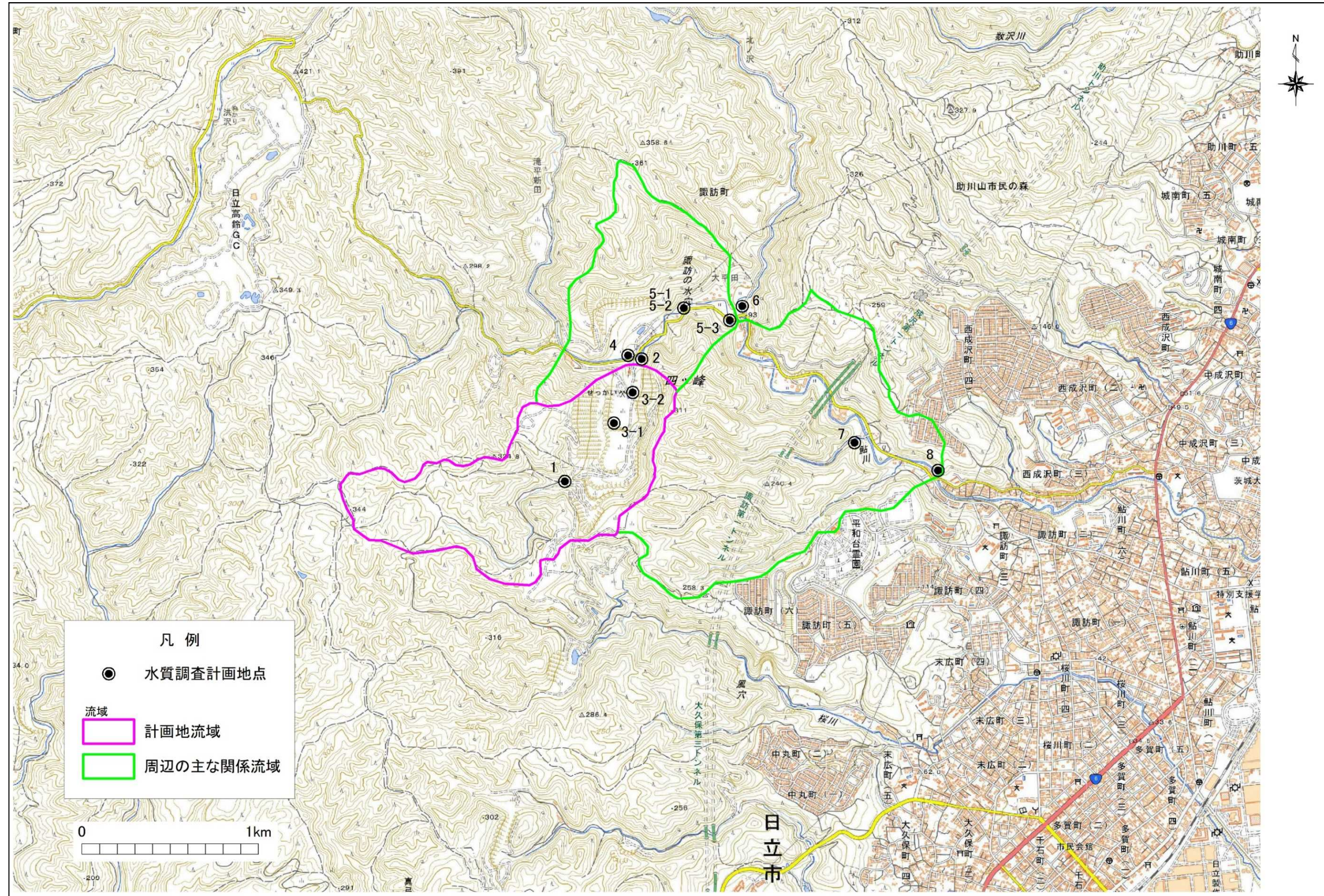


図 3.12 採水地点位置図(全体) (2番は流水がなく実施せず)

国土地理院 (電子国土 Web) より引用・加筆

3.5.2 水質調査結果

水質分析結果の一覧を、表 3.7 に示す。

表 3.7 分析結果一覧表

項目 \ 地点		単位	地点									
			1	3-1	3-2	4	5-1	5-2	5-3	6	7	8
採水時水温		°C	3.4	8.9	5.2	5.0	9.8	9.2	8.8	4.0	8.2	8.0
その他	pH(分析時水温)	-	8.0(13°C)	8.2(12°C)	8.1(12°C)	8.2(12°C)	8.2(14°C)	7.9(12°C)	8.2(12°C)	8.1(12°C)	7.9(13°C)	8.3(13°C)
	EC(電気伝導率)	mS/m	21.5	51.2	36.1	25.3	38.6	30.7	31.7	27.3	38.2	29.6
イオン分析	ナトリウムイオン	mg/L	7.7	7.8	6.1	7.9	7.8	7.3	7.7	7.8	14	7.8
	カリウムイオン	mg/L	1.1	4.0	2.4	1.2	1.4	1.3	1.3	0.9	1.0	1.0
	カルシウムイオン	mg/L	22	77	49	29	52	38	41	33	46	38
	マグネシウムイオン	mg/L	4.4	5.6	3.8	4.1	4.7	4.0	4.3	3.8	4.0	4.0
	塩化物イオン	mg/L	7.4	6.7	5.6	7.2	6.4	6.9	7.0	6.8	14	7.9
	炭酸水素イオン	mg/L	73	130	81	85	120	100	110	80	82	95
	硫酸イオン	mg/L	13	120	71	18	50	31	32	35	70	33

採水日 令和3年2月5日

(1) pH

pH はいずれの採水地点とも、pH7.9~8.3 であり、アルカリ性を示す。

(2) 電気伝導率

電気伝導率は、分析結果より、21.5~38.6mS/m を示し、一部場内の湧水が 51.2mS/m を示す。採石場内上流の 1 と鮎川上流の 4、鮎川支流 6、及び鮎川下流 8 は 20mS/m 台でやや低い値を示す。

[電気伝導率] 水溶液の電気の通しやすさを表す指標。イオンの濃度が高くなると電気伝導率も大きくなる。

(3) イオンパターン

イオンパターン、電気伝導率をもとに、各地点の水質をパターン分けしたものを図 3.13 に示す。計画地内と周辺河川 10 箇所の水質について、ヘキサダイアグラム及び電気伝導率により比較した結果、沢水、湧水、鮎川の水質は類似性があり、沢水系、湧水系、その中間系の 3 つに区分され、鮎川は主に中間のタイプであった。

沢水系：イオン濃度、電気伝導率が相対的に低いもの

湧水系：イオン濃度、電気伝導率が相対的に高いもの

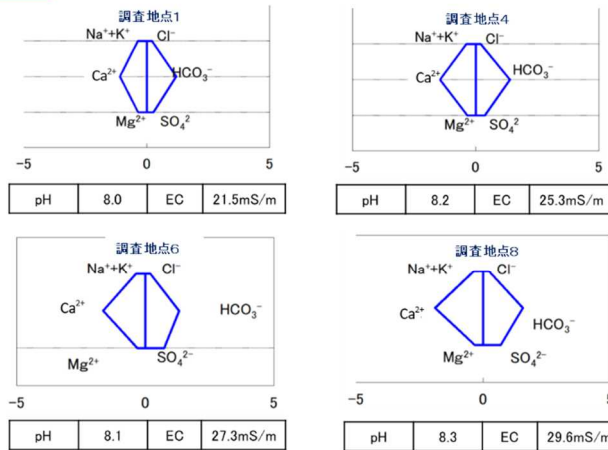
中間系：沢水系と湧水系の中間的、混合パターン

[ヘキサダイアグラム]

水に溶解している主な 7 つのイオンを分析し、各イオンの量を六角形の図に表したもの。形や大きさの類似性を比較することにより、水質の関連が推定できる。

【沢水系】イオン濃度、電気伝導率が相対的に低いグループ

EC: 電気伝導率

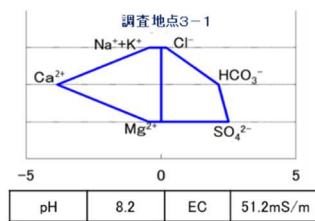


特徴

溶存イオンが最も少なく、電気伝導率(EC)も低い
河川水、伏流水、循環性地下水の多くがこのパターンを示す

【湧水系】イオン濃度、電気伝導率が相対的に高いグループ

EC: 電気伝導率

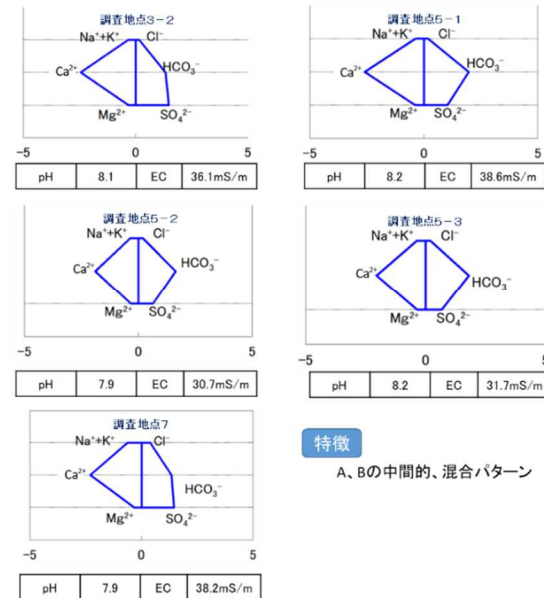


特徴

カルシウムイオンと硫酸イオンが多く、電気伝導率(EC)もやや高い
石灰岩からのカルシウムイオンの溶出と、地表に露出した粘板岩中の硫化物が酸化されたことによる硫酸イオンの溶出とが考えられる

【中間系】AとBの中間的なグループ

EC: 電気伝導率



特徴

A、Bの中間的、混合パターン

図 3.13 イオン分析結果によるパターン分け

水質分析結果を、以下にまとめる。

- ・計画地周辺の水質は、日本の河川水の一般的な水質に比べて、カルシウムイオン、炭酸水素イオンが多く、一部では硫酸イオンが多い。カルシウムや、炭酸水素イオンが多い水質は、石灰岩地帯における日本の地下水の一般的な水質である。
- ・計画地周辺の湧水や沢水・河川水の水質から、地下水や河川水の大まかな流れは、採石により地表に露出した岩盤の一部から、カルシウム等のイオンが多く溶存した地下水が湧出しており、これらの地下水が沢水や雨水で希釈された水が窪地に湛水していると推察される。
- ・計画地の周囲では、沢水や河川水が流れており、石灰岩地帯などで一般的にみられる水質特性を示していることから、地表から浸透した雨水が、石灰岩等の地層の成分を溶出させ、地下水となり、沢や河川に流出して流れているものを考えられる。計画地周辺で特異な水質を示す箇所は認められない。

3.5.3 地下水の流れ

ボーリング調査による孔内水位をもとに、現地での湧水地点や、電気探査結果も参考にして、場内の図 3.14 の推定地下水等高線図を作成した。

ボーリング孔の地下水位（最低水位）を、表 3.8 を示す。

地下水等高線は、西側尾根部及び南側尾根部では地形なりに上昇傾向を示し、尾根から谷側へ、地下水が流れていることが推定される。東側尾根部は、水位は不明であるが、西側尾根部と同様に、高標高部では水位が上昇していると推定する。

表 3.8 ボーリング孔内水位一覧

孔番	孔口（地上）標高 TP (m)	水位GL-m	水位標高（地下水位） TP (m)
No. 1	116.53	8.97	107.56
No. 2	132.56	4.68	127.88
No. 3	130.59	22.66	107.93
No. 4	175.52	12.43	163.09

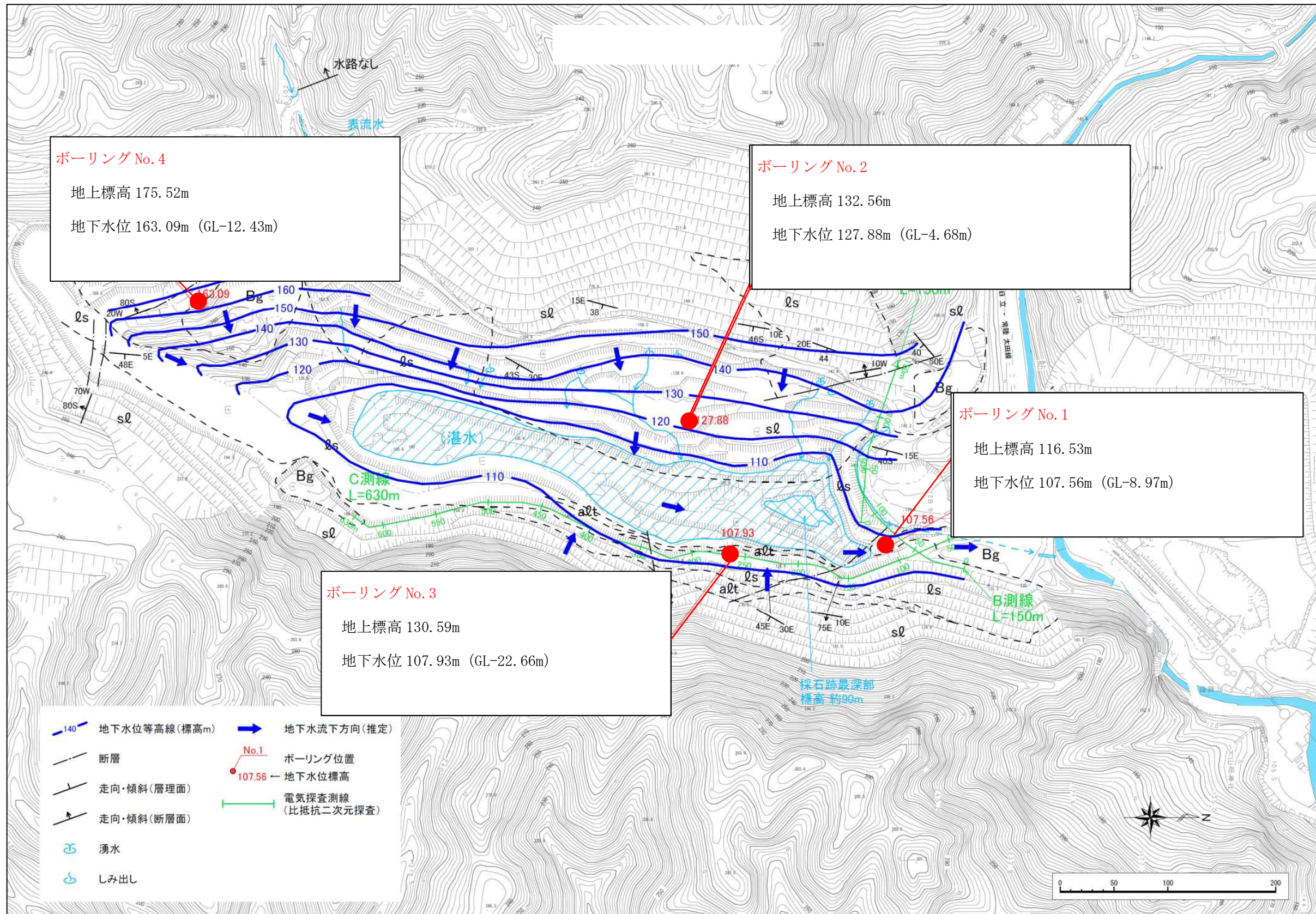


図 3.14 推定地下水等高線図

3.5.4 表流水の主な流れ

現地調査及び表流水の関連性から、計画地及びその周辺における表流水の流れを推定した。表流水流向図を図 3.15 に示す。

表流水の流れについては、次のとおり推定する。

- ・ 計画地南西側からの沢水は、水路により鮎川に流入するほか、掘削部の湛水に一部流入している。また、掘削部壁面の湧水が湛水部へ流入している。
- ・ 鮎川は、二筋の沢が大平田地区で一つに合流し、合流地点より上流（西側）の沢には、湛水の一部が流入している可能性がある。

計画地及びその周辺における豊水期の水量等についても追加調査を実施し、本計画に反映していく。

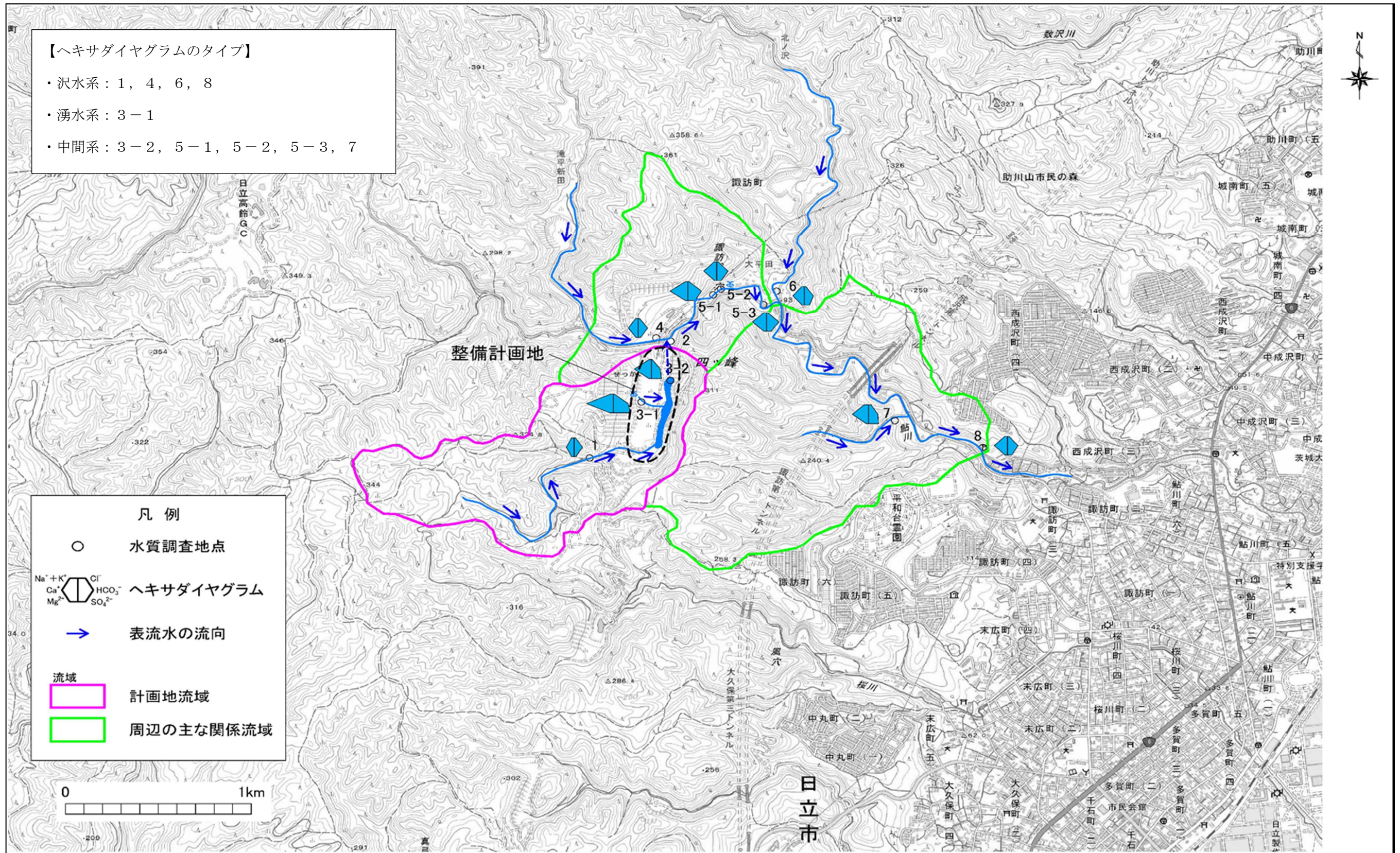


図 3.15 表流水流向図

国土地理院（電子国土 Web）より引用・加筆

3.6 今後の調査方針・調査計画

本処分場の施設配置計画の埋立て予定地内にルジオン値が高い地点があることから、次の調査を計画する。この結果については、基本計画に反映していく。

また、今後、設計の進捗に応じて、計画構造物等の基礎について、支持層の確認や、透水性の確認等を目的として、地質調査を実施していく。

(1) ボーリング調査

粘板岩分布域で実施した既往ボーリング No.2 のルジオンテスト結果は、77.86 ルジオンと、透水性が高い箇所が確認されたが、この地点においてボアホールカメラ観察は実施しておらず、ルジオンテストも1回であった。ボーリング No.2 地点については、施設配置計画上、埋立地としての活用が見込まれており、粘板岩の透水特性、空洞の有無、地下水の流れを、より詳細に把握する必要があることから、新規のボーリング No.2 地点の上流側（地下水流向）の地点（No.5）において新規のボーリングを行い、ルジオンテスト、ボアホールカメラ観察、温度検層を実施する。新規調査地点を図 3.17 に示す。

表 3.9 追加ボーリング一覧

孔番	深 度 m	掘進 86mm オールコア (m)	ルジオンテ スト (回)	ボアホールカ メラ (孔)	温度検層 (孔)
No.5	40	40	6	1	1

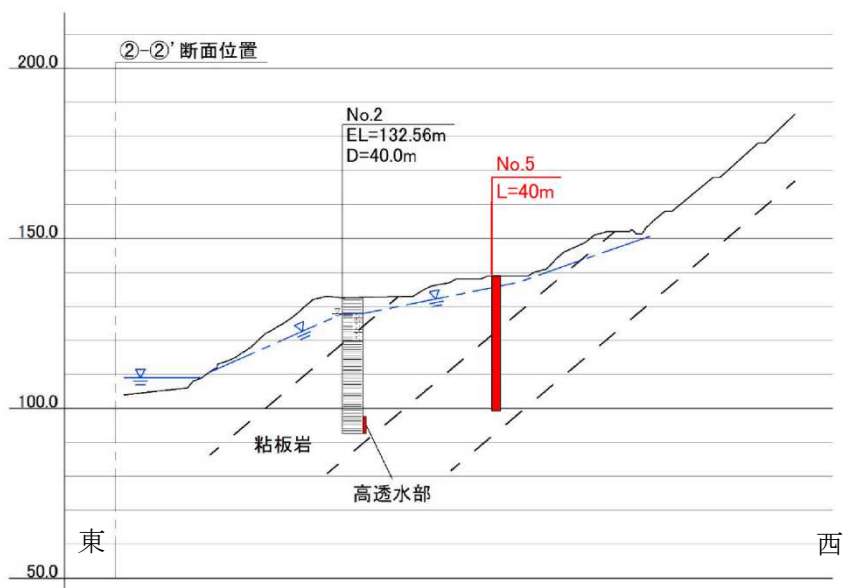


図 3.16 追加ボーリング調査位置断面図

(2) 水文調査

計画地周辺の豊水期の水量や湧水量及び鮎川への流量を把握するため、次の調査を実施する。

① ボーリング孔の水位観測と湛水面の水位観測

既往ボーリング No.1～No.4 孔と追加ボーリング No.5 孔について、2ヶ月に1回程度の水位観測を行う。湛水面についても、同時に水準測量を行う。

② 場内水路、暗渠排水の流量観測

場内からの暗渠排水と、場内の上流側水路の流量観測を、2ヶ月に1回程度行う。

③ 暗渠排水、沢水等の水質分析

場内下流暗渠排水の水質分析を、令和2年2月に実施した調査地点10箇所と共に実施する。分析項目は、既往分析と同様の、水温、pH、電気伝導率、イオン分析(7項目)とする。

④ 水収支の概算検討

表流水の流出量測定結果、湛水面標高測定結果、および最寄りの地点の気象庁観測データを用いて、計画地流域の水収支の概略検討を行う。推定項目は、流域への降雨量に対して、場内湛水量、場外流出量、蒸発散量、地下浸透量の割合の概略値とする。

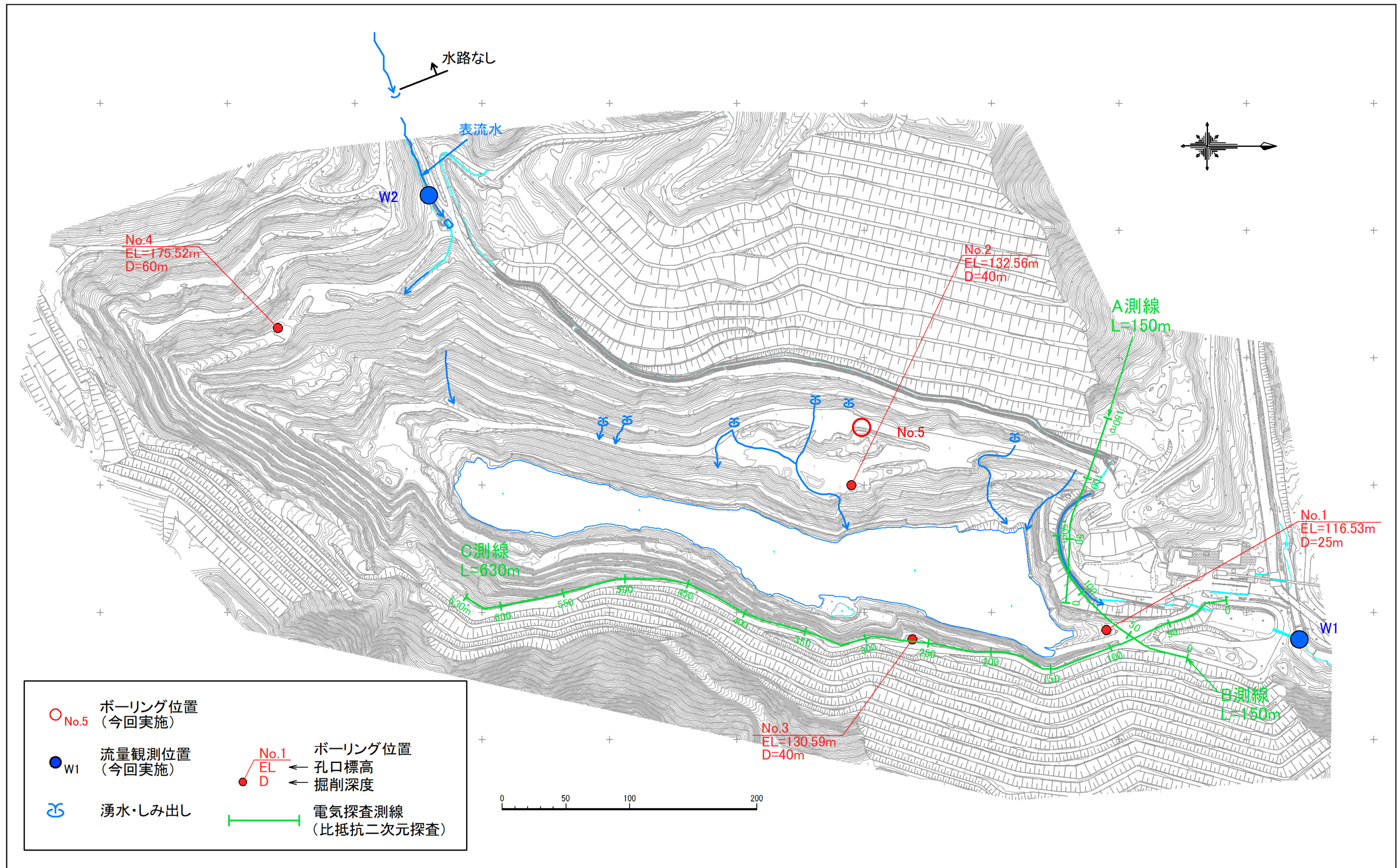


図 3.17 調査計画平面図