

岩手・青森県境不法投棄現場

第 25 回汚染土壌対策技術検討委員会

平成 29 年 9 月 21 日

岩手県環境生活部
廃棄物特別対策室

～目 次～

1. 1,4-ジオキサン地下水汚染対策	-----1
1.1 これまでに実施した調査・対策	-----1
1.2 1,4-ジオキサン地下水モニタリング結果	-----3
1.3 平成 29 年度に実施した追加調査	-----8
1.4 今後の浄化の見込み	-----10
1.5 揚水・水処理の効率化	-----11
2. 水銀汚染対策	-----13
2.1 概要	-----13
2.2 イ-9 直近調査	-----13
2.3 イ-9 周辺調査	-----15
2.4 イ-9 周辺の地質状況	-----17
2.5 今後の対策の方向性	-----20
3. 今後の事業工程	-----21

<Appendix>

1,4-ジオキサン地下水汚染対策アーカイブ

1 1,4-ジオキサン地下水汚染対策

1.1 これまでに実施した調査・対策

地下水中の 1,4-ジオキサン基準超過の状況を踏まえ、主に高濃度地区において、各種追加対策を実施した。追加対策の実施内容を表 1-1 と図 1-1 に示す。平成 27 年度までの対策工の概要は、表 1-1 の 5、7、8 等のとおり、局所的な環境基準超過土壌（汚染溜り）の掘削除去等を行った。平成 28 年度に 1,4-ジオキサン高濃度箇所汚染溜りの除去は概ね完了した。1,4-ジオキサン対策の詳細は appendix に示す。

表 1-1 現場内でのこれまでの 1,4-ジオキサン対策の主な経緯

番号	年月	対策地区	対策概要	調査・対策の内容と結果
1	平成 25 年 4 月～	全体	基本対策(井戸からの揚水)	揚水井戸及び水処理施設を新設し、基本対策として揚水を開始
2	平成 26 年 1 月	①A地区 ②AB地区境界	<25 年度調査> ①ボーリング調査(2 地点) ②浸出水調査	平成 25 年 4 月以降、揚水井戸等のモニタリングを実施の結果、継続してジオキサンが基準超過する井戸があったことから、当該井戸周辺において ①2 か所のボーリング調査の結果、砂質土層(透水層)からジオキサン検出 ・透水層(下):最大 0.025mg/L ・透水層(上):最大 0.031mg/L ②同様に基準超過井戸付近からの浸出水 0.21 mg/L 検出
3	平成 25 年 12 月～平成 26 年 7 月	県境(A地区西側付近)	県境鋼矢板の設置	青森・岩手両県の調査結果、岩手県側から青森県側へのジオキサン汚染地下水の流下の可能性を踏まえ、岩手県が次の工事を施工 ①場内県境部で鋼矢板未設置の区間(約 120m)に鋼矢板を設置 ②鋼矢板の北側沿いに集水される地下水の揚水井戸(大口径A)を設置
4	平成 26 年 8 月	A地区	キャッピングシート撤去	県境鋼矢板の施工完了後、A地区全体のキャッピングシートを撤去
5	平成 26 年 8 月～10 月	AB地区境界	25 年度調査結果に基づく汚染土(一部)の掘削除去等	平成 25 年度調査②で判明した汚染土壌を現場から掘削除去 その際、掘削除去した土壌(2地点)のジオキサン調査を実施(結果:0.052、0.16mg/L)

6	平成 27 年 6 月～8 月	AB地区境界	<27 年度調査①> 表土及びボーリング調査	依然としてAB地区境界の井戸で高濃度が継続していたことから、土壌の調査を実施(表土 18 地点、ボーリング6地点)し、さらに汚染源があることを把握 土壌のジオキサンの調査結果:0.10～0.31mg/L 検出
7	平成 27 年 8 月～	A地区 J地区	大型集水井戸の稼働	地下水でジオキサンが継続して基準超過しているA地区及びJ地区に、周辺の汚染地下水の効率的な収集のため、大型集水井戸及び横ボーリングを設置し、ジオキサン対策としての揚水を開始
8	平成 27 年 8 月～11 月	AB地区境界	汚染土(一部)の掘削除去	平成 27 年度調査①で判明した汚染土壌を掘削除去(1 回目)
9	平成 27 年 12 月	D地区	大型集水井戸の稼働(1 号)	D地区に大型集水井戸を設置し、ジオキサン対策としての揚水を開始
10	平成 27 年 12 月	A地区西側	<27 年度調査②> 表土及びボーリング調査(2点)	A地区の大型集水井戸稼働(約 4 か月)後、モニタリング井戸でジオキサンの濃度が低下傾向にないことから、当該地区井戸周辺の土壌調査を実施 大型集水井戸西側の土壌のジオキサン調査結果:地下 10m 前後の層から最大 0.12mg/L 検出
11	平成 28 年 4 月～6 月	A地区西側	<28 年度調査> ボーリング調査(6 地点)	ジオキサンによる汚染範囲の特定のため、追加調査を実施 東西 20m×南北 20m×厚さ 5m の広さの範囲と推定
12	平成 28 年 4 月～8 月	AB地区境界	汚染土の掘削除去、横ボーリングの設置	平成 27 年度調査①で判明した汚染土壌を掘削除去(2 回目)し、掘削除去できない汚染土壌(0.3mg/L 程度のジオキサンが検出)が存在する地層に汚染地下水を集水するための横ボーリングを設置
13	平成 28 年 5 月～8 月	D地区	大型集水井戸の稼働(2 号、3 号)	D地区に大型集水井戸を設置し、ジオキサン対策としての揚水を開始
14	平成 28 年 8 月	J地区	既往ライナープレートを用いた横ボーリングの設置	J地区の既往ライナープレート(H24 年に水銀汚染土壌掘削除去に使用)を再掘削し、内部から地下水集水の為の横ボーリングを設置
15	平成 28 年 10 月	N地区	大型集水井戸の稼働(4 号、5 号)	N地区に大型集水井戸を設置し、ジオキサン対策としての揚水を開始
16	平成 28 年 11 月～12 月	A地区西側	汚染土の掘削除去	平成 28 年度調査(番号 11)で範囲が判明した汚染土壌を、ライナープレートを用いて掘削除去
17	平成 29 年 6 月～	A地区北側及び西側	涵養水の散水	地下水排水促進のために、散水ホースを設置し、地表から処理水を散水(A 西、AB 境界北側) ライナープレート内に処理水を注水(A 西)

平成 28 年 11 月 第 24 回汚染土壌対策技術検討委員会開催以降に実施

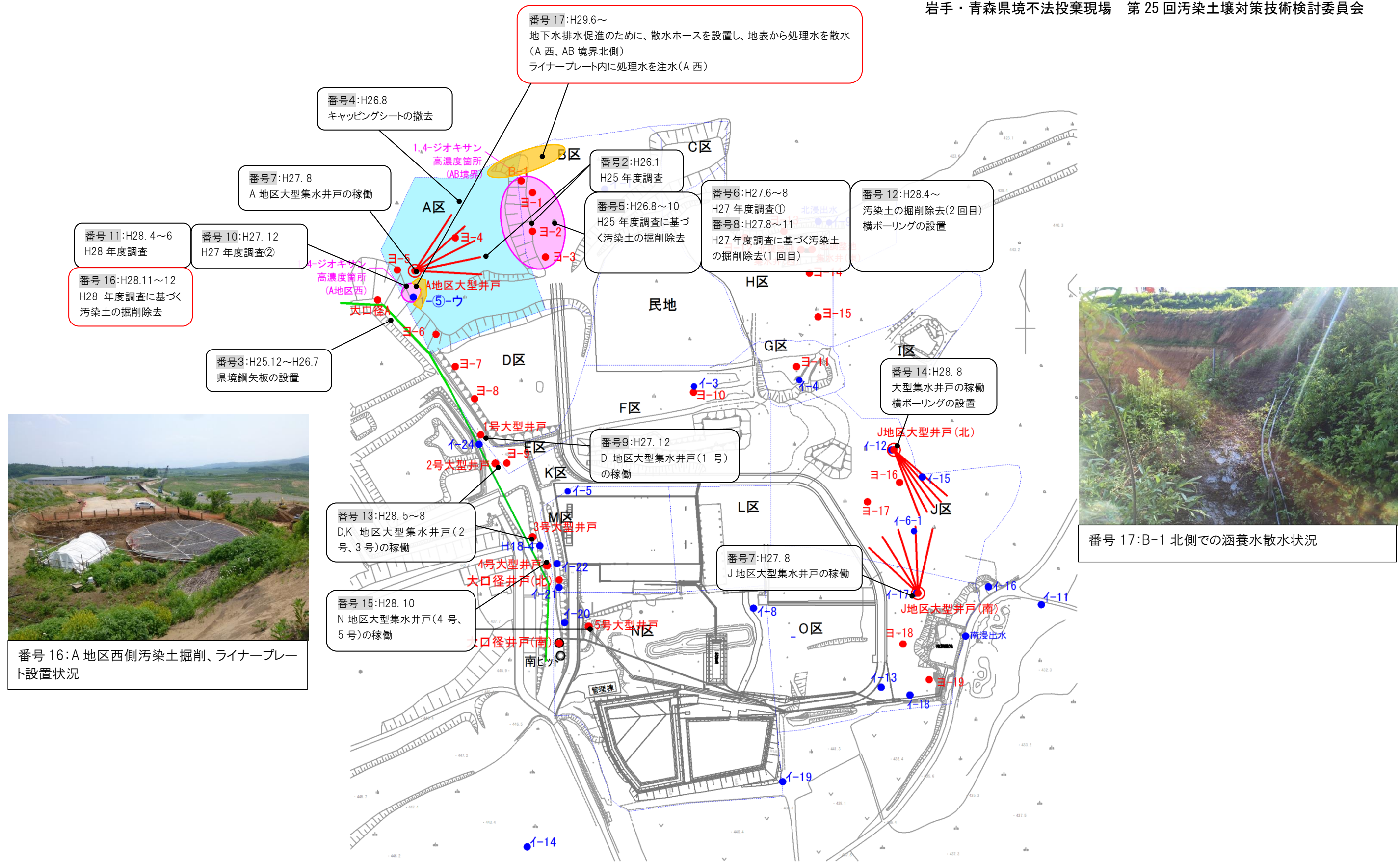
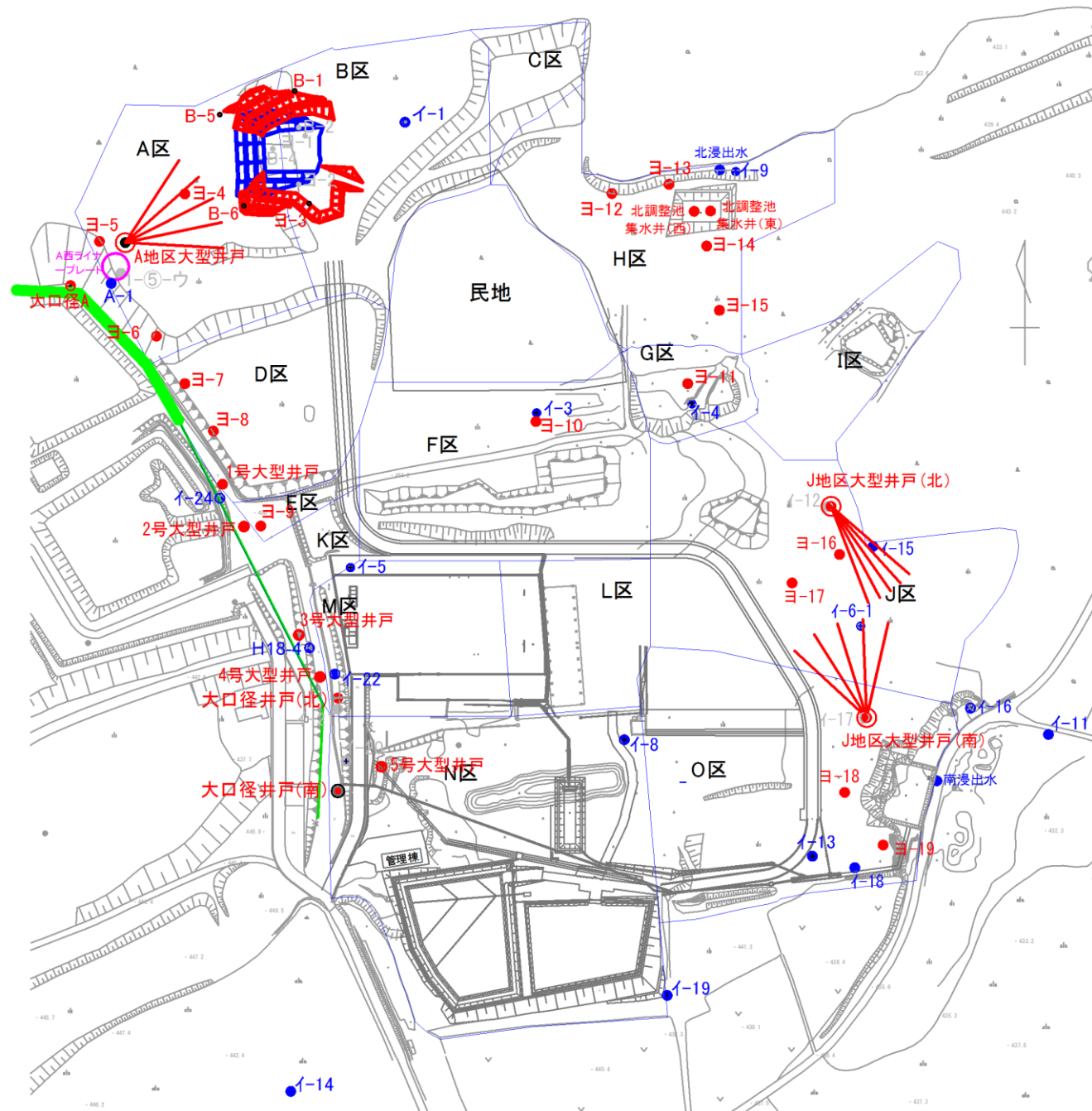


図 1-1 現場内でのこれまでの 1,4-ジオキサン対策の主な実施箇所

1.2 1,4-ジオキサン地下水モニタリング結果

モニタリング井戸及び揚水井戸における 1,4-ジオキサン地下水モニタリング地点を
図 1-2 に示す。



現場空撮状況 (H27 年 10 月 6 日撮影)

平成 25 年 4 月～平成 29 年 8 月のモニタリング井戸及び揚水井戸における 1,4-ジオキサンの地下水モニタリング結果を表 1-2、図 1-3～1-5 に示す。

表 1-2 1,4-ジオキサン地下水モニタリング結果

Table with 47 columns (Year/Month) and multiple rows for different monitoring wells (A, B, D, E, G, H, J, K, N, O) and regions (B, D, F, H, J, K, N, O). The table is color-coded based on the legend below, indicating concentration levels relative to a 5-fold standard.

表の凡例 基準5倍以下 基準50倍以下 基準50倍超

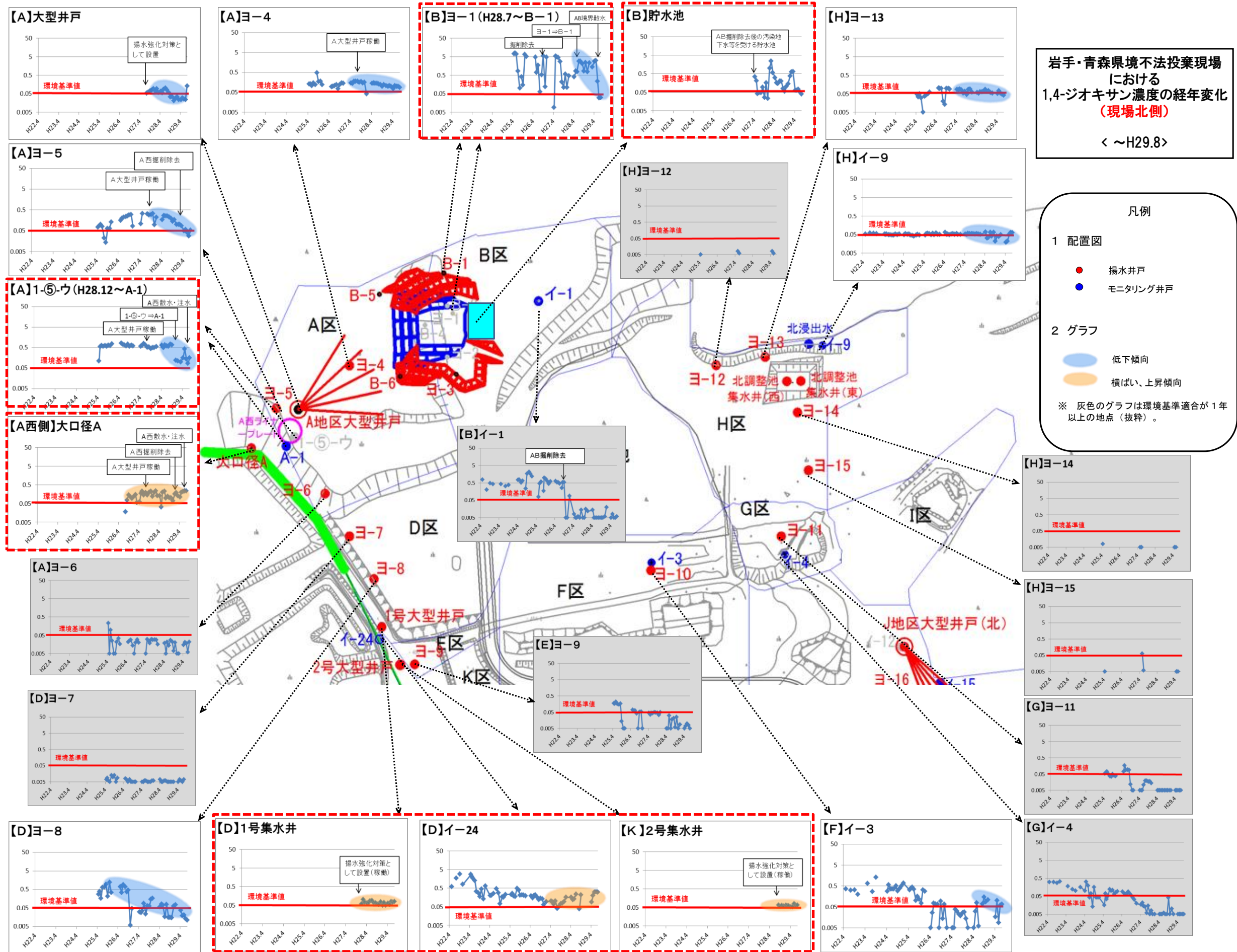


図 1-3 各井戸の1,4-ジオキサン濃度経時変化(北側)

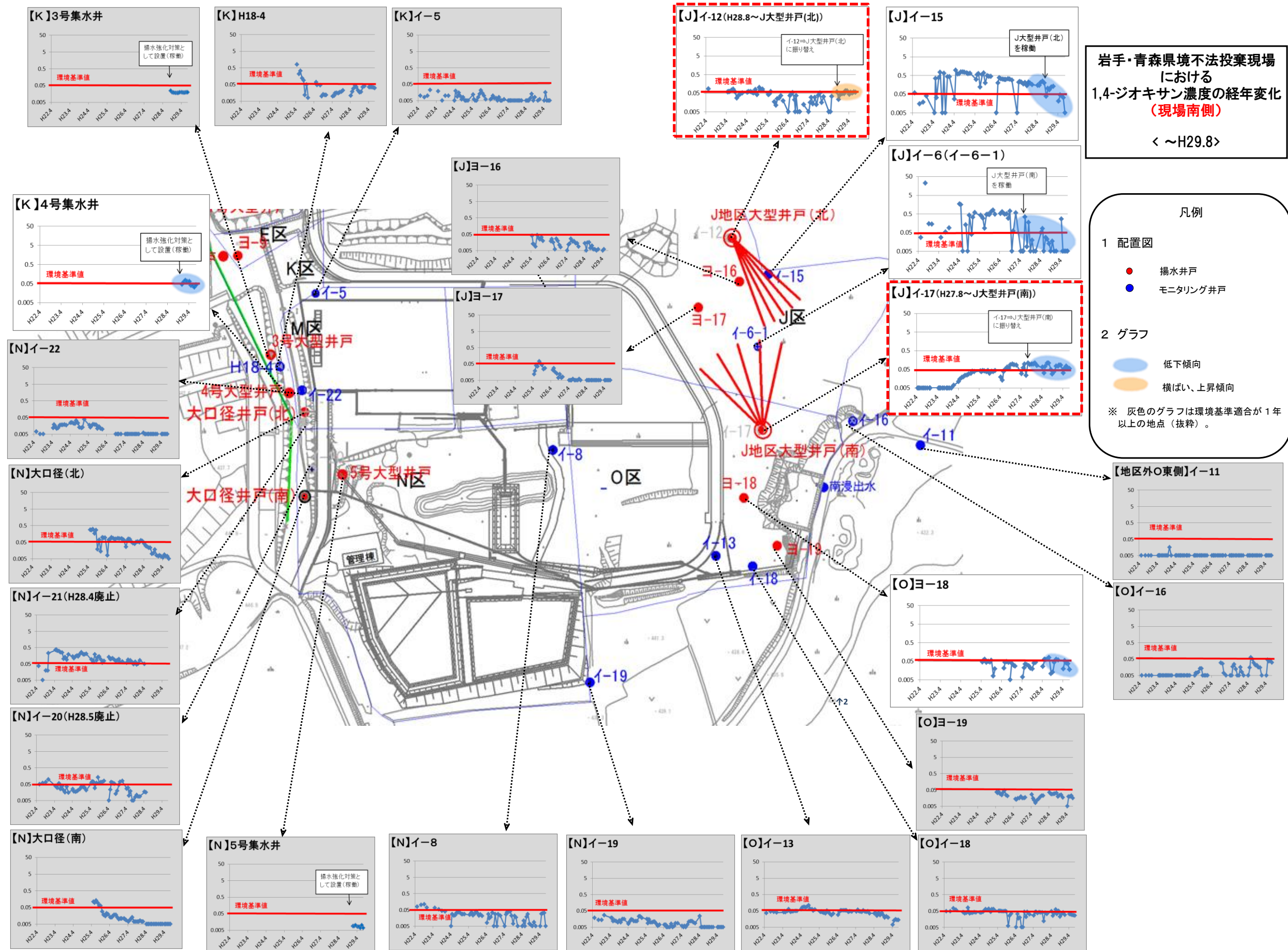


図 1-4 各井戸の 1,4-ジオキサン濃度経時変化 (南側)

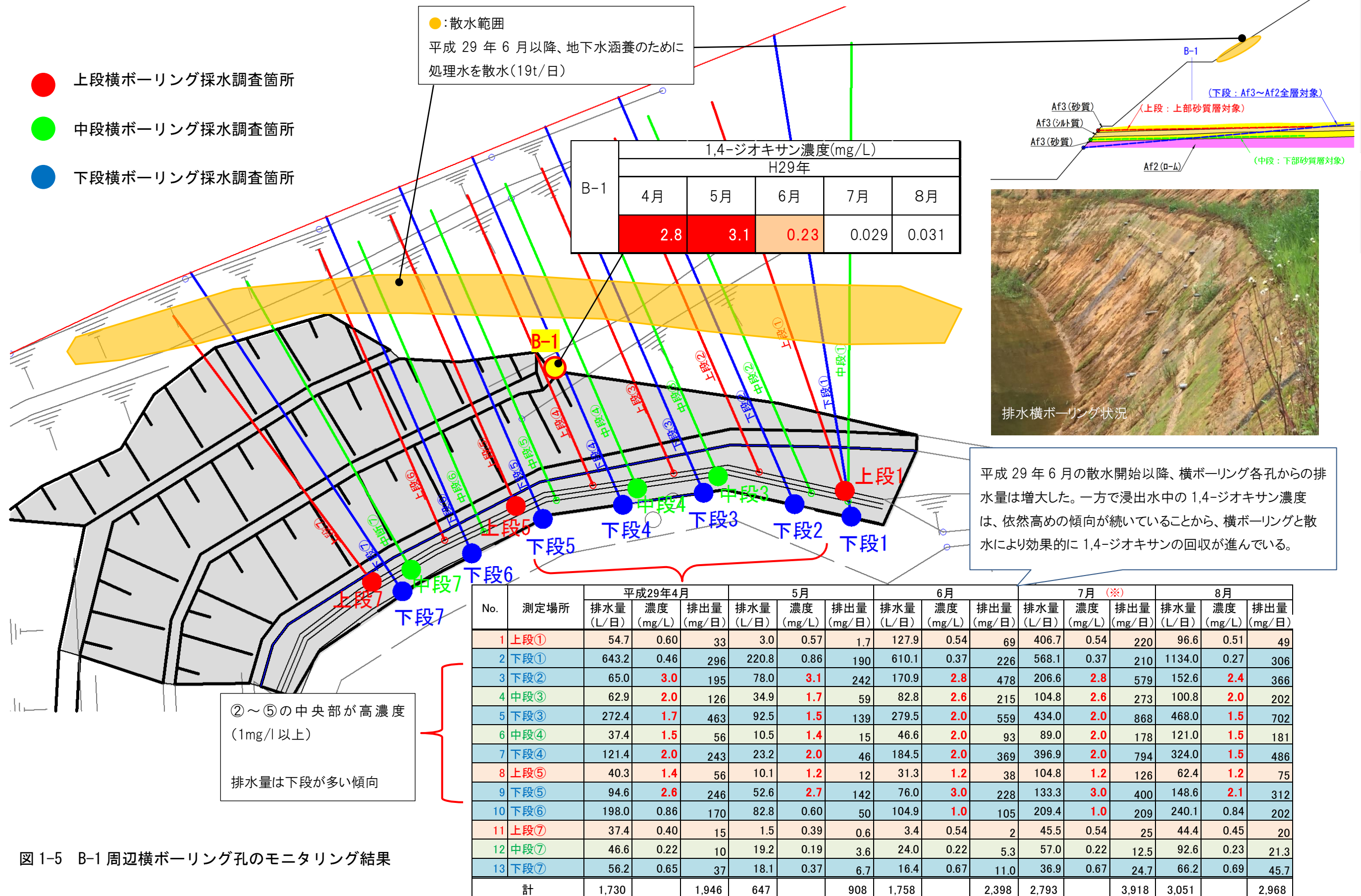


図 1-5 B-1 周辺横ボーリング孔のモニタリング結果

※ 7月の濃度は6月の実測データを便宜的に使用

1.3 平成 29 年度に実施した追加調査

これまでのモニタリング結果と過年度の調査結果を踏まえて、平成 29 年 6 月～8 月に、以下を確認することを目的として 1,4-ジオキサンに関する追加調査を実施した。

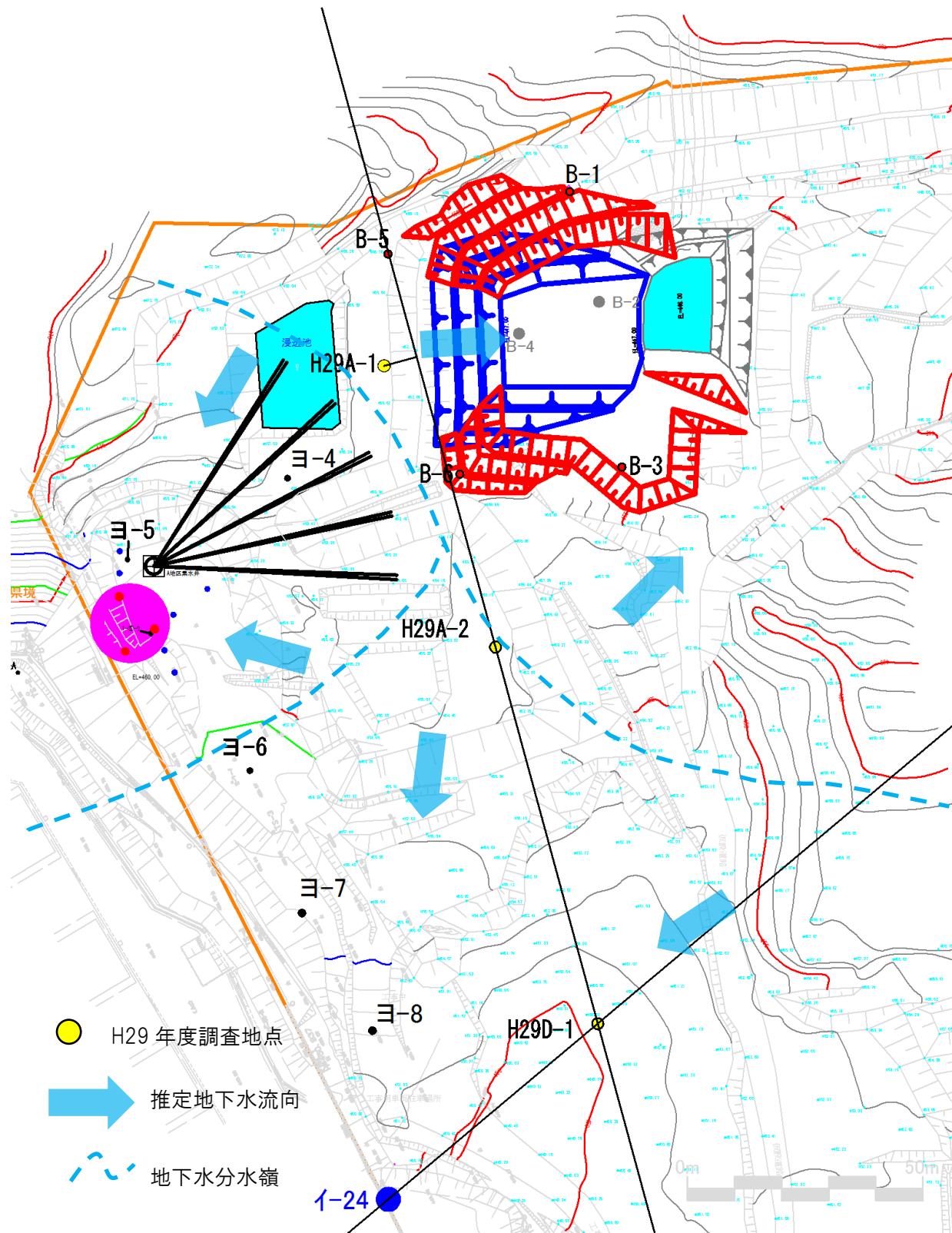


図 1-6 H29 年度 1,4-ジオキサン調査地点位置図

- ✓ 掘削除去を行った AB 地区境界部の高濃度汚染土壌について、1,4-ジオキサン汚染の取り残しがないかを確認
- ✓ 基準に適合している近傍の観測孔と異なり、高めの濃度が継続して観測されている D 地区のイ-24 について、その上流側の汚染源の有無を確認

■調査地点設定根拠

OH29A-1: 掘削除去を行った AB 地区境界部の高濃度汚染土壌の直近に設定。土壌調査を実施済みの B-5 と B-6 の中間で調査を実施し、土壌中の 1,4-ジオキサンの取り残しがないか確認した。

OH29A-2: これまでの調査等から AB 地区と D 地区では地下水脈が異なると考えられ、その分水嶺上に調査を実施し、AB 地区から南側に 1,4-ジオキサン汚染が広がっていないかを確認する。併せて AB 地区境界部の高濃度汚染土壌の取り残しがないか確認した。

OH29D-1: 地下水モニタリングで 1,4-ジオキサンの基準超過が継続しているイ-24 の地下水流向上流側で調査を実施し、イ-24 の汚染源が上流側に存在していないかを確認した。

■調査内容

- ・ボーリングを実施し、採取したボーリングコアの 1,4-ジオキサン土壌溶出量を分析
- ・ボーリング実施後に観測孔を設置し、当該箇所での地下水中の 1,4-ジオキサン濃度を分析

調査結果より作成した推定地質断面図(A-A' 断面)と、1,4-ジオキサン分析結果の重ね合せ図を図 1-7 に、既往調査結果の推定地質断面図(B-B' 断面)図 1-8 に示す。

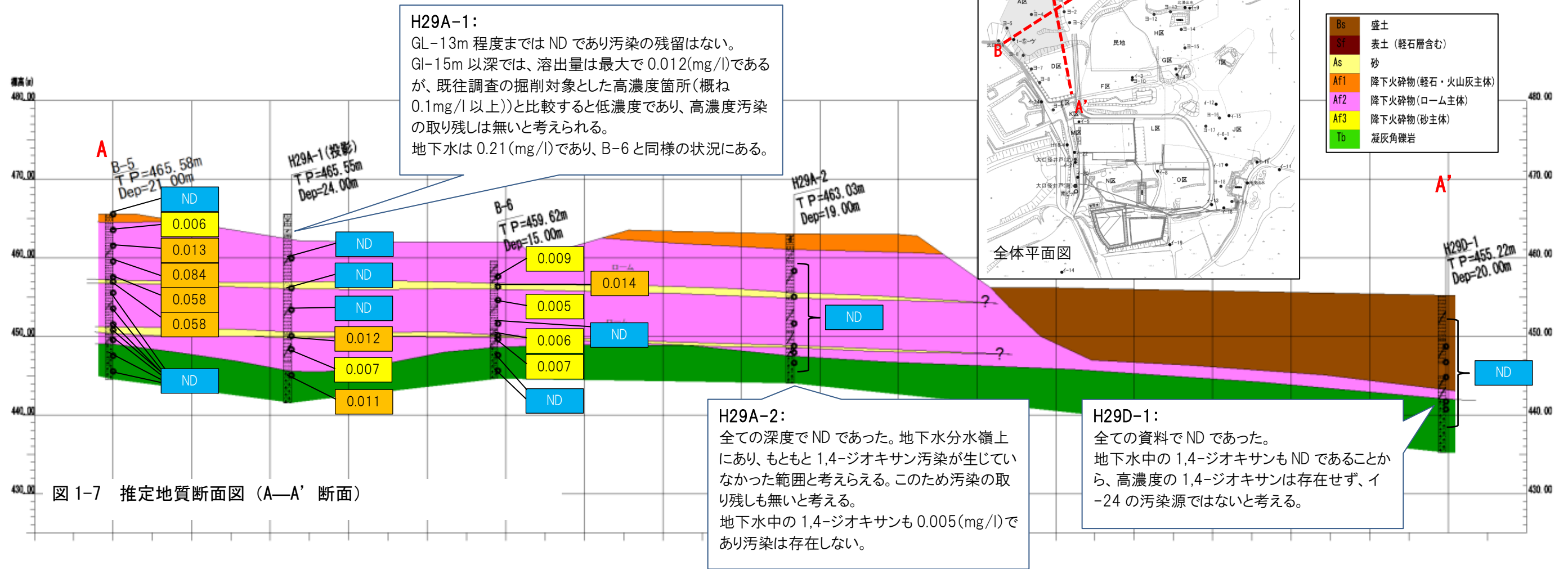
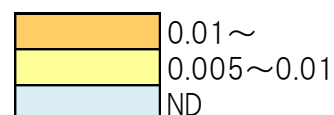


図 1-7 推定地質断面図 (A—A' 断面)

図 1-8 推定地質断面図 (B—B' 断面)

表 1-3 H29 年度 A-D 地区 1,4-ジオキサン調査分析結果一覧

孔名	深度(GL-)	1,4-ジオキサン 土壌溶出量(mg/l)	1,4-ジオキサン 地下水分析(mg/l)
H29A-1	5.6~5.7m	0.005未満	0.21
	9.4~9.5m	0.005未満	
	12.2~12.3m	0.005未満	
	15.5~15.6m	0.012	
	17.2~17.3m	0.007	
	20.5~20.6m	0.011	
H29A-2	4.70~4.80m	0.005未満	0.005
	8.00~8.10m	0.005未満	
	11.40~11.50m	0.005未満	
	14.25~14.35m	0.005未満	
	15.10~15.20m	0.005未満	
	16.40~16.50m	0.005未満	
H29D-1	6.50~6.60m	0.005未満	<0.005
	8.50~8.60m	0.005未満	
	10.40~10.50m	0.005未満	
	13.50~13.60m	0.005未満	
	14.50~14.60m	0.005未満	
B-5		-	0.042
B-6		-	0.24



1.4 今後の浄化の見込み

【モニタリング結果及び H29 年度調査結果のまとめ】

地下水中の 1,4-ジオキサンについて、p4 の表 1-2 に示すように平成 25 年 4 月から場内各地区の複数の井戸でモニタリングを実施している。

平成 25 年 4 月のモニタリング開始直後は、多くの井戸で 1,4-ジオキサンの基準超過が確認されていたが、図 1-2 に示す揚水井戸（ヨ-●）での地下水揚水処理他、各種対策の実施に伴い場内全体で濃度が低下し、平成 29 年 8 月時点では多くの井戸で濃度の顕著な低下や、基準適合が確認されている。

特に高濃度の 1,4-ジオキサンが継続して確認されていた AB 地区境界部については、汚染土壌の掘削除去、排水横ポーリングの設置、涵養水の散水等の対策工により低減傾向が確認されている。今年度の調査により、汚染土の取り残しも無いと判断されるため、今後も現在の対策を継続し、環境基準への適合を目指す。

A 地区西側で確認された汚染土について H28 年度にライナープレートを用いた掘削除去が行われたことにより、周辺地下水中の 1,4-ジオキサン濃度の低下が確認されている。現在の対策を継続に加え、設置したライナープレートを利用した洗い出しを行うこと等により、環境基準への適合を目指す。

D 地区のイ-24 については、比較的高濃度の 1,4-ジオキサンが継続して確認されている。今年度の調査により上流側に 1,4-ジオキサン汚染原が存在する可能性は低く、イ-24 の周辺の狭い範囲に汚染が滞留していると考えられる。イ-24 は設置から時間が経っているため、井戸の洗浄を行うなどして経過を観察するとともに、浸透池を設置して処理水を浸透させて揚水対策を強化することとする。

1.5 揚水・水処理の効率化

(1) 水処理施設の稼働状況

1,4-ジオキサンによる汚染地下水対策のため促進酸化（オゾン＋過酸化水素）処理を中心とした水処理施設を平成 25 年に設置して、場内の井戸から揚水した地下水を処理している。

水処理施設の原水及び処理水は週 1 回 1,4-ジオキサン濃度を測定しており、その結果、平成 28 年度から揚水量の多い夏場の時期を中心に原水が環境基準を下回ることが散見されている。特に今年度は 5 月から 8 月まで継続して基準を下回っている状況にあるため、環境基準に適合している水を相当量揚水して処理している。

また、水処理施設の処理水量は約 220t/日（約 6,500t/月）となっており、水処理施設の最大能力（約 240t/日）に近い量となっている。

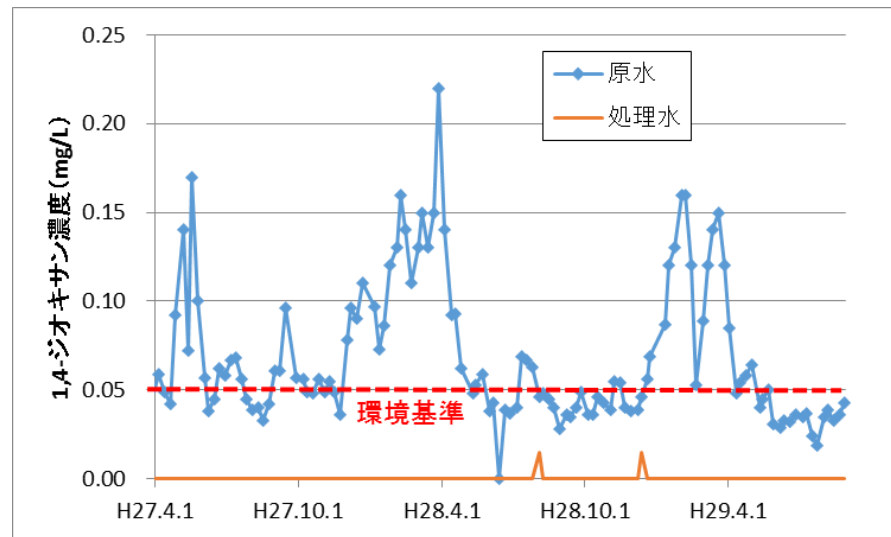


図 1-9 水処理施設の原水・処理水の 1,4-ジオキサン濃度

(2) 揚水・水処理の効率化の対応方針

上記の水処理施設の稼働状況から、環境基準を上回る濃度の地下水は揚水を継続して処理し、環境基準に適合している地下水は揚水を停止する等により効率化を図る必要がある。

ただし、現場西側の県境部の鋼矢板沿いの井戸については、青森県への汚染地下水の流入を防止するため、地下水位を標高 441m 以下に保つ必要があることから、環境基準に適合していても揚水を継続する必要がある。

これらを踏まえた揚水・水処理の対応方針のフロー図を図 1-10 に示す。

過去 1 年間の環境基準超過の有無及び西側県境部の水位管理のための揚水継続の必要性の 2 つを判断基準として、揚水を継続して水処理施設で処理するもの、揚水を継続するが水処理は行わず放流するもの、揚水を停止するものの 3 つに分類した。

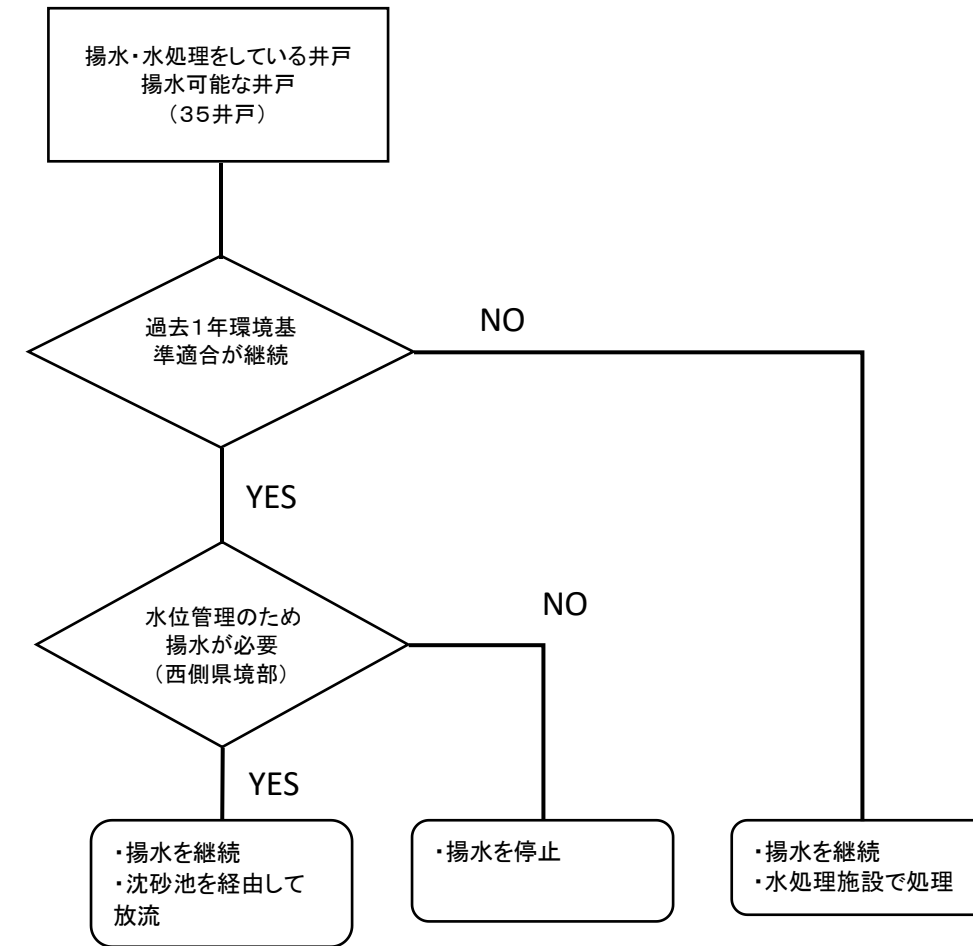


図 1-10 揚水・水処理の対応方針のフロー図

(3) 検討結果と今後の対応

対応方針のフロー図により整理した結果を表 1-4、対応方針ごとの想定水量・想定濃度を表 1-5 に示す。

揚水可能な井戸 35 井戸のうち、揚水して水処理が必要な井戸は 17 井戸、揚水して放流する井戸 7 井戸、揚水を停止する井戸 11 井戸となった。

個々の井戸の揚水量と 1,4-ジオキサン濃度の実績から、水量と濃度を試算した結果、揚水して処理の必要な水量は約 80t/日（2,434t/月）、濃度は 0.094mg/L と推定された。また、揚水して放流する水は 0.008mg/L と十分環境基準を下回ると推定された。

水処理施設の処理水量を施設能力（約 240t/日）の半分以下とすることにより、薬剤の使用量や消費電力（オゾンが発生させるために大量に消費）を抑制することが可能となり、効率化が図られると考えられる。

なお、毎月実施している地下水モニタリングにおいて、基準超過が確認された場合は、直ちに揚水して水処理を行うこととする。

表 1-4 揚水・水処理の対応方針の検討結果

地区名	井戸名	平成28年				平成29年								過去1年の 平均濃度(※) (mg/L)	判断基準		対応方針
		9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月		過去1年 基準適合	揚水必要 (水位管理)	
A	ヨ-4	0.12	0.10	0.12	0.11	0.10	0.11	0.10	0.076	0.11	0.099	0.099	0.090	0.10	×	—	揚水・処理
	ヨ-5	0.20	0.14	0.17	0.10	0.10	0.10	0.088	0.050	0.057	0.042	0.028	0.054	0.094	×	—	揚水・処理
	ヨ-6	0.023	0.007	0.020	0.005	0.005	—	—	0.015	0.021	0.018	0.006	0.022	0.014	○	—	揚水停止
	1-⑤-ウ	0.72	0.68	A西掘削除去により廃止										—	—	—	
	A-1	—	—	—	0.12	0.11	—	0.10	0.16	0.43	0.14	0.085	0.16	0.16	—	—	—
	大型井戸	0.057	0.034	0.035	0.021	0.029	0.034	0.024	0.024	0.029	0.026	0.024	0.13	0.039	×	—	揚水・処理
	AB境界掘削除去により廃止																
B	ヨ-1	AB境界掘削除去により廃止										—	—	—			
	B-1	2.1	0.82	2.4	0.77	2.3	—	1.4	2.8	3.1	0.23	0.029	0.031	1.5	—	—	—
	ヨ-2	AB境界掘削除去により廃止										—	—	—			
	ヨ-3	0.39	0.21	0.14	0.10	0.17	0.17	0.17	0.27	0.25	0.036	0.009	0.032	0.16	—	—	—
	B地区貯水池	0.080	0.057	0.10	0.14	0.38	0.63	0.65	0.063	0.063	0.072	0.052	0.040	0.19	×	—	揚水・処理
D	ヨ-7	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	—	—	0.005	0.007	0.006	0.005	0.007	0.006	○	○	揚水・放流
	ヨ-8	0.016	0.016	0.015	0.063	0.074	—	—	0.038	0.019	0.021	0.013	0.011	0.029	×	—	揚水・処理
	1号集水井	0.068	0.058	0.053	0.075	0.050	0.069	0.049	0.065	0.053	0.078	0.074	0.078	0.064	×	—	揚水・処理
E	ヨ-9	0.021	0.006	0.025	0.005	0.009	—	—	0.005	0.007	0.010	0.008	0.005	0.010	○	○	揚水・放流
G	ヨ-11	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	—	—	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	○	○	揚水・放流
	ヨ-12	—	—	—	—	—	—	—	0.008	0.006	—	—	—	0.007	○	×	揚水停止
	ヨ-13	0.084	0.067	0.071	0.057	0.053	—	—	0.051	0.071	0.053	0.048	0.042	0.060	×	—	揚水・処理
	ヨ-14	—	—	—	—	—	—	—	0.005	0.005	—	—	—	0.005	○	×	揚水停止
	ヨ-15	—	—	—	—	—	—	—	0.005	0.005	—	—	—	0.005	○	×	揚水停止
	北調整池集水井(東)	0.045	0.033	0.031	0.027	0.046	—	—	0.019	0.024	0.012	0.027	0.033	0.030	○	—	揚水停止
	北調整池集水井(西)	0.014	0.019	0.025	0.023	0.020	—	—	0.016	0.018	0.025	0.013	0.027	0.020	○	—	揚水停止
J	ヨ-16	0.010	0.006	0.006	0.005	0.006	—	—	0.005	0.006	—	—	—	0.006	○	×	揚水停止
	ヨ-17	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	—	—	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	○	×	揚水停止
	大型井戸(南)	0.049	0.028	0.036	0.075	0.075	0.085	0.083	0.032	0.058	0.075	0.076	0.056	0.061	×	—	揚水・処理
	大型井戸(北)	0.056	0.023	0.042	0.047	0.050	0.066	0.067	0.044	0.055	0.052	0.059	0.055	0.051	×	—	揚水・処理
K	H18-4	0.022	0.017	0.018	0.036	0.041	—	—	0.035	0.035	0.035	0.034	0.031	0.030	—	—	—
	2号集水井	0.068	0.057	0.063	0.060	0.063	0.065	0.061	0.054	0.054	0.054	0.068	0.068	0.061	×	—	揚水・処理
	3号集水井	0.024	0.020	0.019	0.018	0.018	0.020	0.020	0.019	0.019	0.020	0.020	0.020	0.020	○	○	揚水・放流
	4号集水井	—	—	—	0.046	0.062	0.073	0.064	0.063	0.040	0.039	0.033	0.042	0.051	×	—	揚水・処理
N	大口径北	0.010	0.011	0.018	0.008	0.007	0.008	0.007	0.006	0.009	0.007	0.007	0.005	0.009	○	○	揚水・放流
	大口径南	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	○	○	揚水・放流
	5号集水井	—	—	—	—	—	—	—	0.008	0.008	0.007	0.010	0.007	0.008	○	○	揚水・放流
O	ヨ-18	0.011	0.013	0.043	0.063	0.060	—	—	0.020	0.054	0.041	0.037	0.018	0.036	×	—	揚水・処理
	ヨ-19	0.033	0.020	0.023	0.025	0.017	—	—	0.005	0.020	0.020	0.022	0.016	0.020	○	—	揚水停止
地区外A西側	大口径A	0.12	0.10	0.10	0.069	0.16	0.19	0.13	0.11	0.20	0.22	0.24	0.24	0.16	×	—	揚水・処理

 揚水している井戸 < 0.005mg/Lは0.005と表示 ※< 0.005mg/Lは0.005mg/Lとして計算
 揚水可能な井戸(停止中)

表 1-5 対応方針ごとの想定水量・想定濃度

	井戸数	想定水量 (t/月)	想定濃度 (mg/L)
揚水・処理	17	2434	0.094
揚水・放流	7	3802	0.008
揚水停止	11	273	—

2 水銀汚染対策

2.1 概要

平成 15 年からモニタリングしている H 地区の井戸（イ-9）で、図 2-1 のように平成 26 年末から環境基準を超える水銀が検出されたため、揚水による低減対策を継続してきたが、濃度は下がらず、徐々に上昇する傾向にある。このことから、イ-9 周辺に水銀汚染源があると疑われるため、汚染源の特定と対策工の検討が必要な状況である。このため平成 29 年 6 月と 8 月にボーリング調査を実施した。

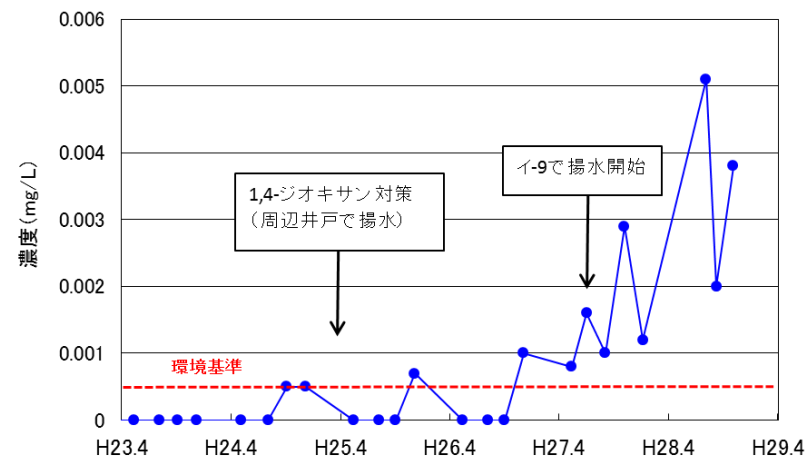


図 2-1 イ-9 における地下水中の水銀濃度モニタリング結果

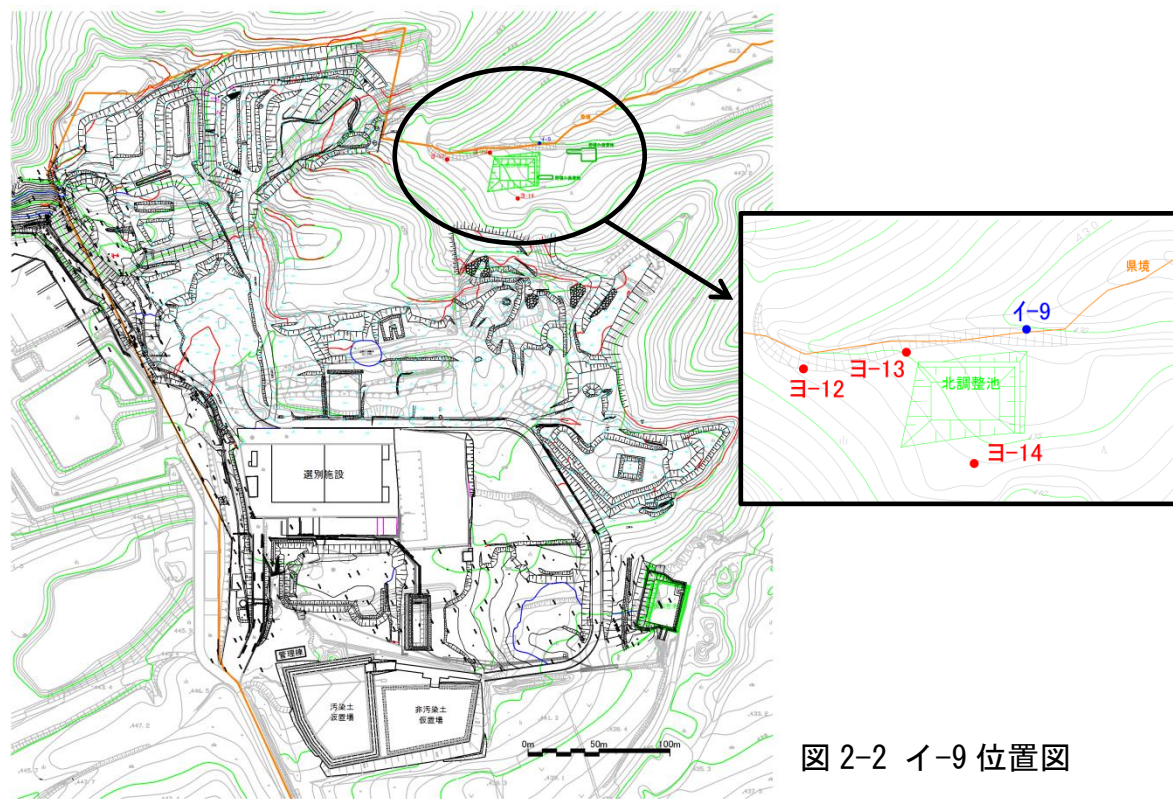


図 2-2 イ-9 位置図

2.2 イ-9 直近調査

(1) 調査概要

イ-9 周辺の土壌地下水中の水銀の存在状況を確認するために、ボーリング調査を平成 29 年 6 月に実施した。調査は、最初にイ-9 直近 (1m 程度離れ) で 1 箇所 (H29H-1) を実施した。イ-9 は平成 12 年に設置されたが、当時は水銀に係る土壌及び地下水の調査は実施されていない。このため、イ-9 の直近地点 (代替) として調査を実施する H29H-1 では、イ-9 の GL-13m (孔底標高 417.31m) よりもやや深い深度として、GL-15m (孔底標高 415.93m) を掘進長とし、採取するボーリングコア及び地下水の水銀濃度を確認した。

なお、イ-9 は観測孔のストレーナが GL-5m~13m に設置されており、地質状況を考慮すると、複数の帯水層が存在しており、汚染源の存在が不明瞭となっていることが想定される。このため、H29H-1 では最終的な観測孔のストレーナは GL-12m~15m とし下層部の地下水を採水する構造とした。

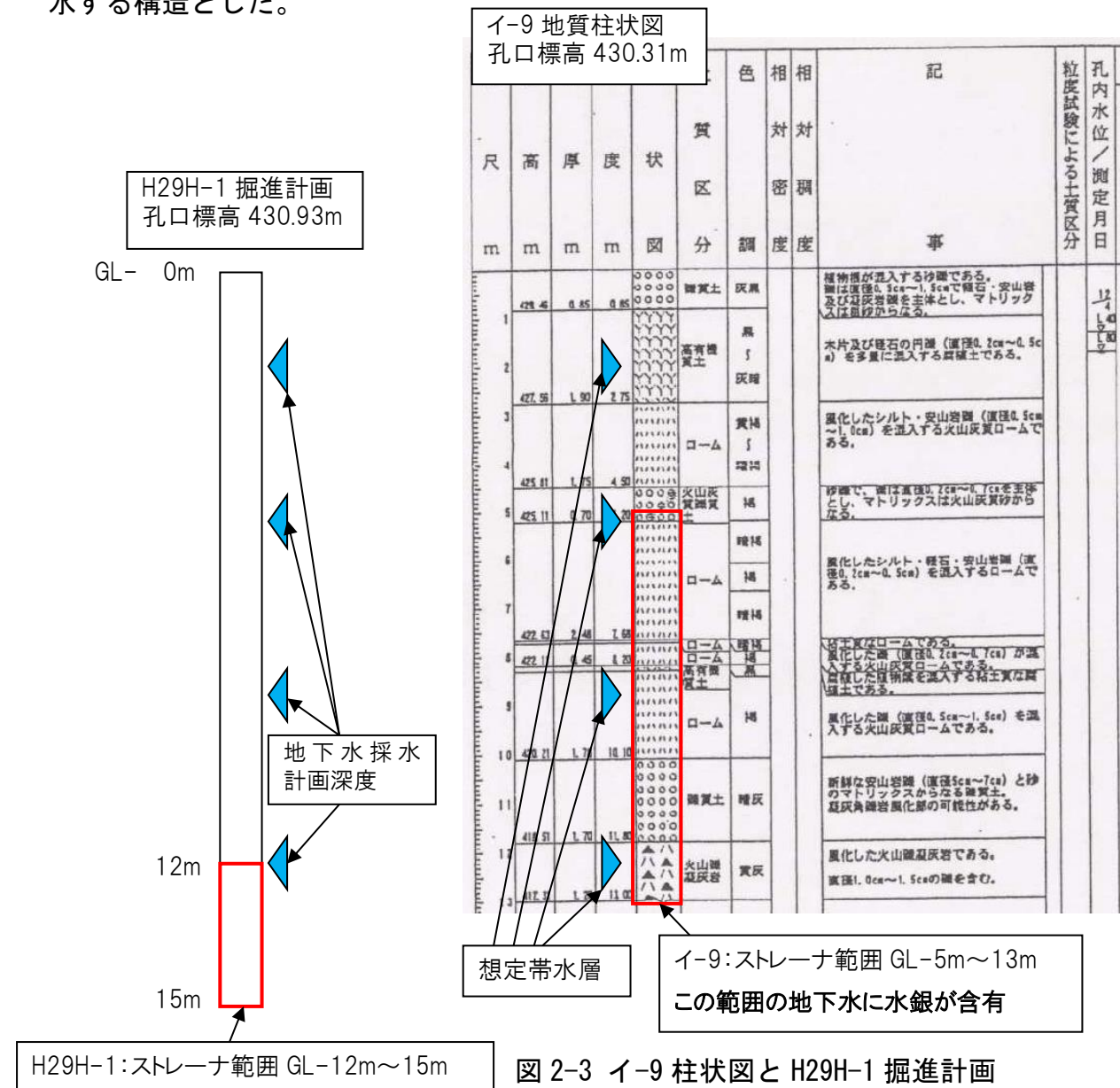


図 2-3 イ-9 柱状図と H29H-1 掘進計画

分析項目・数量を表 2-1 に示す。分析の対象項目は総水銀とした。

H29H-1 ボーリングコアを用いた土壌分析は、水銀の存在状態を総合的に検討するために、土壌溶出量試験（環告 18 号）、土壌含有量試験（環告 19 号）、全含有量試験（底質調査方法）の 3 種類を必要に応じた箇所で行った。

地下水の分析は、前述したように H29H-1 の掘進中に、4 箇所地下水の採水を行った。採取した試料は濁りを多く含むため、分析では一晩以上静置した上澄みを用いて、総水銀の分析を実施した。

表 2-1 分析項目・数量一覧表

対象試料	分析項目	分析方法	検体数	備考
土壌 (ボーリングコア)	総水銀	土壌溶出量試験 (環告 18 号)	12	イ-9 地下水で水銀が検出されている GL-5m 以深は 1mピッチで分析
		土壌含有量試験 (環告 19 号)	4	地下水採取深度対象
		全含有量試験 (底質調査方法)	4	地下水採取深度対象
		地下水	水質分析	4

また、イ-9 及び今回設置した観測孔 H29H-1 の地下水を 1 週間程度連続で採取して総水銀の分析を行った。



図 2-4 イ-9 と H29H-1 設置状況

(2) 調査結果

掘進中地下水はいずれも基準に適合していたが、土壌溶出試験では GL-9~10m(標高 421.93~420.93m)において基準超過が確認された。

表 2-2 H29H-1 分析結果一覧表

試料名	地下水	土壌溶出量	土壌含有量	底質調査方法 全含有量	
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/kg)	(mg/kg)	
H29H-1	GL-0~2m	<0.0005	<0.0005	<1.5	0.03
	GL-3~4m	-	<0.0005	-	-
	GL-5~6m	<0.0005	<0.0005	<1.5	0.17
	GL-6~7m	-	<0.0005	-	-
	GL-7~8m	-	<0.0005	-	-
	GL-8~9m	<0.0005	<0.0005	<1.5	0.33
	GL-9~10m	-	0.0017	<1.5	0.45
	GL-10~11m	-	<0.0005	-	-
	GL-11~12m	<0.0005	<0.0005	-	-
GL-12~13m	-	<0.0005	<1.5	0.19	
GL-13~14m	-	<0.0005	-	-	
GL-14~15m	-	<0.0005	-	-	
基準	0.0005	0.0005	15	-	

観測孔から連続して地下水を採水し詳細に分析した結果では、イ-9 は 0.0026~0.010mg/L (環境基準の 5.2~20 倍) でありすべての検体で環境基準を超過した。(ろ過後でも 0.0023~0.0058mg/L) 一方で H29H-1 はいずれも環境基準に適合していた。

表 2-3 イ-9 と H29H-1 : 地下水連続分析結果一覧表

採水日	前処理	井戸名		
		イ-9	H29H-1	
H29.7.5	無処理	0.0026	-	
H29.7.7	無処理	0.0075	<0.0005	(0.00014)
	ろ過後	0.0023	<0.0005	(<0.000033)
H29.7.8	無処理	0.0075	<0.0005	(0.00013)
	ろ過後	0.0032	<0.0005	(0.00005)
H29.7.9	無処理	0.01	<0.0005	(0.00016)
	ろ過後	0.0031	<0.0005	(0.00006)
H29.7.10	無処理	0.0078	<0.0005	(0.00017)
	ろ過後	0.004	<0.0005	(0.00007)
H29.7.11	無処理	0.0074	<0.0005	(0.00022)
	ろ過後	0.0048	<0.0005	(0.00008)
H29.7.12	無処理	0.0076	<0.0005	(0.00024)
	ろ過後	0.0058	<0.0005	(0.00011)

ろ過後:ろ紙5Aでろ過、最初の10mLを捨ててその後のろ液を通常の前処理に供した。

2.3 イ-9 周辺調査

(1) 調査概要

H29H-1 の調査結果とイ-9 のモニタリング結果から、イ-9 近傍には水銀汚染の汚染源が存在する可能性が高いと考えられた。これを踏まえて、イ-9 周辺にどの程度水銀汚染が存在するか確認するための追加調査（2 回目調査）を平成 29 年 8 月に実施した。

ボーリング調査地点の配置にあたり、「土壌汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン（改訂第 2 版）」の「Appendix-1. 特定有害物質を含む地下水が到達し得る「一定の範囲」の考え方」に基づき、水銀地下水汚染が到達しうる距離を検討した。具体的には、水銀地下水汚染は 100 年間で 80m 移動できることを前提とし、現場で廃棄物が不法投棄されてから最大でも 37 年であることを考慮しイ-9 から 30m を汚染の移動可能距離として、イ-9 を中心として 15m と 30m 離れた各方向に調査地点を配置した。また、イ-9 の南側及び南東側には、過去に廃棄物が野積みされていた履歴もあることから、これらも調査地点の選定に考慮した。

調査地点位置図は図 2-5 に示す通りであり、イ-9 から 15m 離れた点で 5 箇所、30m 離れた地点で 2 箇所の合計 7 箇所とした。

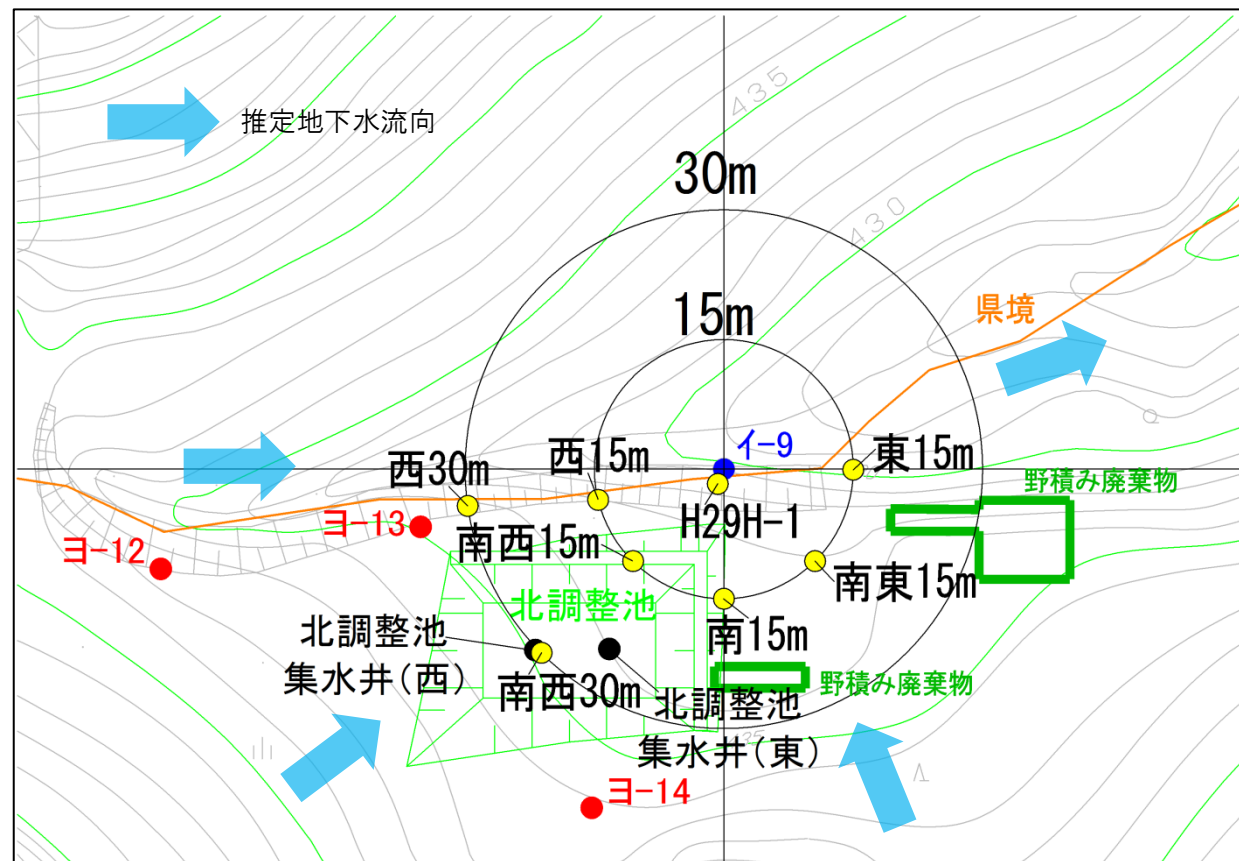


図 2-5 イ-9 周辺ボーリング調査地点位置図

分析項目・数量を表 3-1 に示す。分析の対象項目は H29H-1 と同様に総水銀とした。ボーリングコアを用いた土壌分析は、H29H-1 と同様に、水銀の存在状態を総合的に検討するために、土壌溶出量試験（環告 18 号）、全含有量試験（底質調査方法）の 2 種類を必要に応じた箇所で行った（表 2-4）。

地下水の分析は、ボーリング完了後に各地点で地下水観測孔を設置し、そこから地下水を採水し分析に供した。なお、地下水観測孔のストレーナの位置は、H29H-1 で水銀溶出量の基準超過が確認された凝灰角礫岩強風化部を含むように設置した。

表 2-4 分析項目・数量一覧表

対象試料	分析項目	分析方法	検体数	備考
土壌 (ボーリングコア)	総水銀	土壌溶出量試験 (環告 18 号)	55	イ-9 地下水で水銀が検出されている GL-5m 以深は 1m ピッチで分析
		全含有量試験 (底質調査方法)	29	代表深度で分析
地下水		水質分析	7	-

(2) 調査結果

各調査地点ボーリングコアによる水銀土壌溶出量試験結果を表 2-5 に示すとおりであり、西 30m の GL-8.4~8.5m 及び 10.4~10.5m で基準を超過した。その他は、全ての試料で定量下限値未満であった。底質調査方法の全含有量では、深部の凝灰角礫岩強風化部で想定的に高い値であった。

表 2-5 イ-9 周辺土壌の水銀分析結果

試料名	土壌溶出量	底質調査方法 全含有量	地下水 分析結果	試料名	土壌溶出量	底質調査方法 全含有量	地下水 分析結果
	(mg/L)	(mg/kg)	(mg/L)		(mg/L)	(mg/kg)	(mg/L)
西 15m	2.3~2.4m	<0.0005	-	西 30m	2.4~2.5m	<0.0005	-
	4.3~4.4m	<0.0005	-		4.4~4.5m	<0.0005	-
	6.3~6.4m	<0.0005	-		5.4~5.5m	<0.0005	0.19
	7.4~7.5m	<0.0005	-		6.4~6.5m	<0.0005	-
	8.4~8.5m	<0.0005	-		7.4~7.5m	<0.0005	-
	9.4~9.5m	<0.0005	0.13		8.4~8.5m	0.0007	1.50
	10.4~10.5m	<0.0005	-		9.4~9.5m	<0.0005	0.77
	11.5~11.6m	<0.0005	0.64		10.4~10.5m	0.0009	0.59
	12.4~12.5m	<0.0005	0.68		12.4~12.5m	<0.0005	-
	13.4~13.5m	<0.0005	-		14.4~14.5m	<0.0005	0.86
14.4~14.5m	<0.0005	0.26					
南西 15m	4.1~4.2m	<0.0005	-	南西 30m	3.4~3.5m	<0.0005	-
	5.4~5.5m	<0.0005	-		4.4~4.5m	<0.0005	-
	6.4~6.5m	<0.0005	0.02		5.4~5.5m	<0.0005	0.44
	7.4~7.5m	<0.0005	-		6.2~6.3m	<0.0005	0.12
	8.4~8.5m	<0.0005	0.12	7.1~7.2m	<0.0005	0.04	
	9.4~9.5m	<0.0005	0.17				
10.4~10.5m	<0.0005	0.35	東 15m	4.4~4.5m	<0.0005	-	
				5.4~5.5m	<0.0005	0.07	
				6.4~6.5m	<0.0005	-	
				7.4~7.5m	<0.0005	0.03	
南 15m	2.4~2.5m	<0.0005	-	8.4~8.5m	<0.0005	0.50	
	5.4~5.5m	<0.0005	-	9.4~9.5m	<0.0005	0.60	
	6.4~6.5m	<0.0005	0.09				
	7.4~7.5m	<0.0005	-	イ-9	-	0.0019	
	8.4~8.5m	<0.0005	0.06	基準	0.0005	-	
	9.4~9.5m	<0.0005	0.08				
10.4~10.5m	<0.0005	0.05					
南東 15m	2.4~2.5m	<0.0005	-				
	4.4~4.5m	<0.0005	-				
	7.4~7.5m	<0.0005	0.07				
	10.4~10.5m	<0.0005	-				
	11.4~11.5m	<0.0005	0.09				
	12.4~12.5m	<0.0005	-				
	13.4~13.5m	<0.0005	0.92				
	14.4~14.5m	<0.0005	0.10				
15.3~15.4m	<0.0005	0.15					
基準	0.0005	-	0.0005				

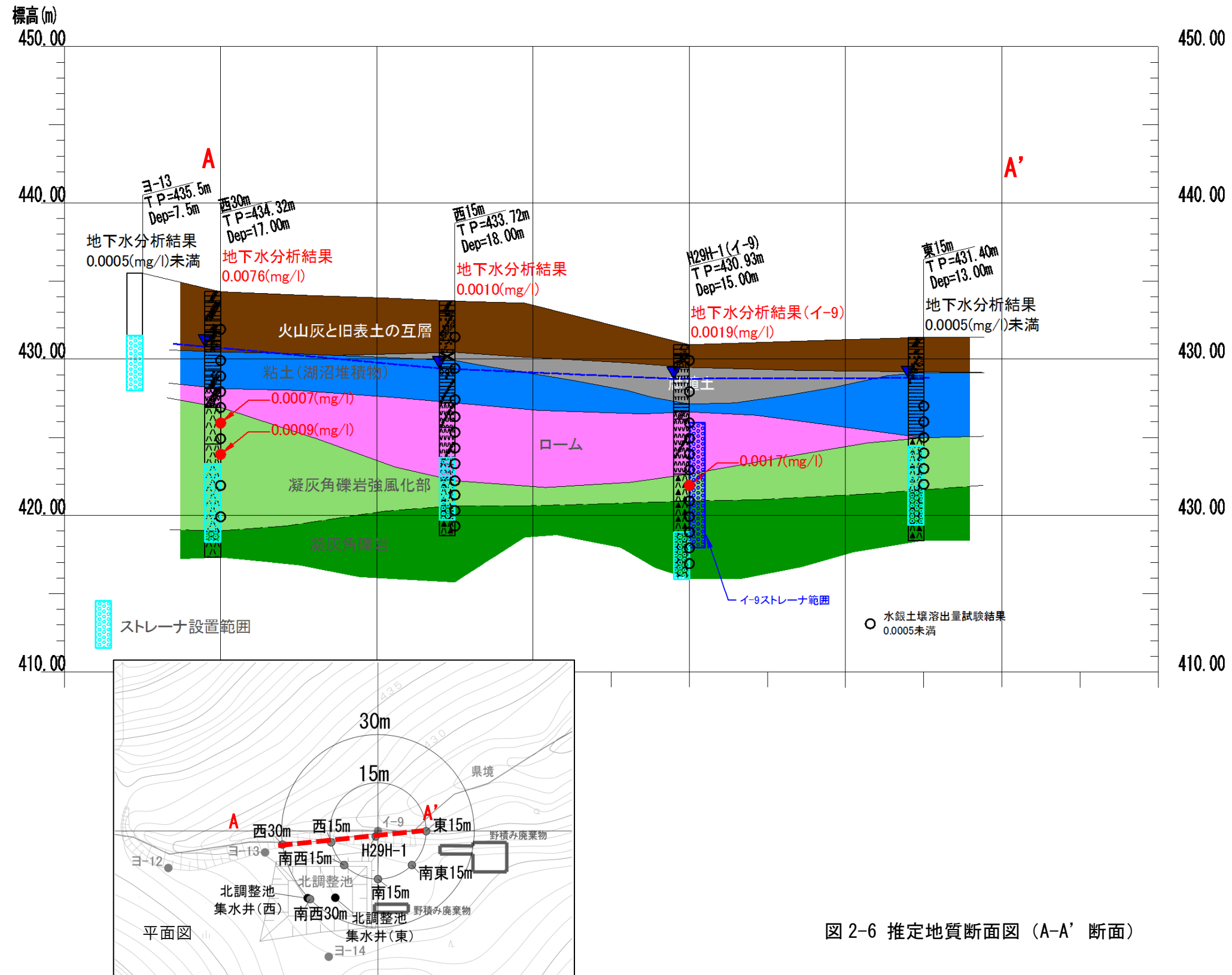
なお、イ-9 周辺には、1,4-ジオキサン対策として設置された揚水井戸、ヨ-12、ヨ-13、ヨ-14、北調整池集水井（西）、北調整池集水井（東）が存在する（図 2-5）。これらの揚水井で採水した地下水では、表 2-6 に示すように水銀は定量下限値未満であった。これらの井戸は底板高が標高 428~430m 程度と浅いため、イ-9 に集水している地下水とは異なる水脈である可能性がある。

表 2-6 イ-9 周辺揚水井地下水の水銀分析結果

孔名	地下水の水銀濃度 (mg/l)	採水日
ヨ-12	0.0005未満	7月5日
ヨ-13	0.0005未満	7月5日
ヨ-14	0.0005未満	7月5日
北調整池集水井(西)	0.0005未満	7月5日
北調整池集水井(東)	0.0005未満	7月5日

2.4 イ-9 周辺の地質状況

調査結果より作成した推定地質断面図と水銀溶出量分析結果の重ね合せ図を図 2-6～図 2-8 に示す。



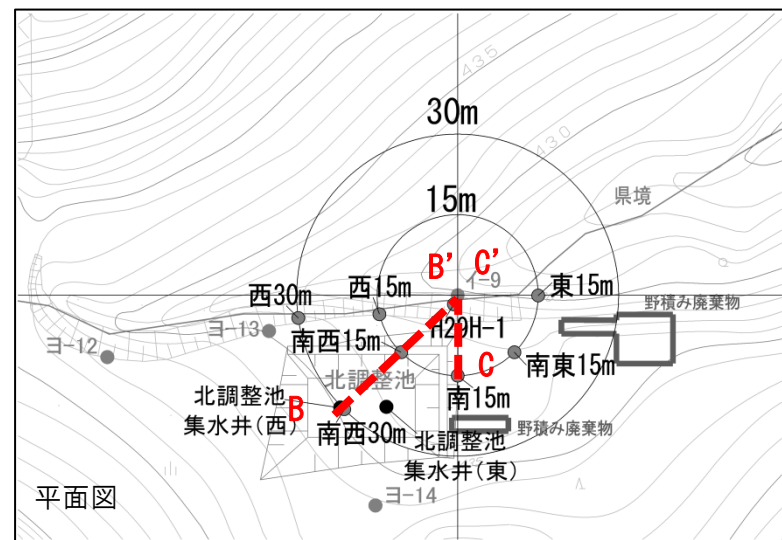
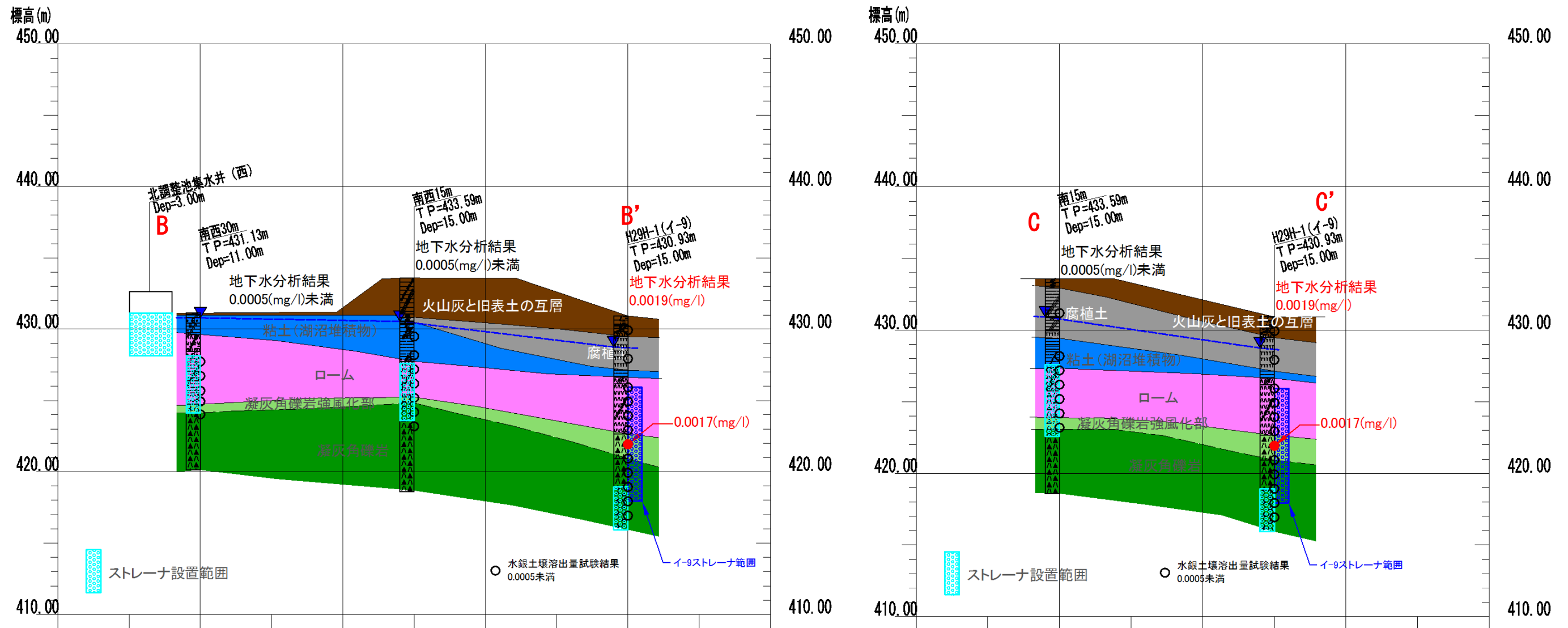
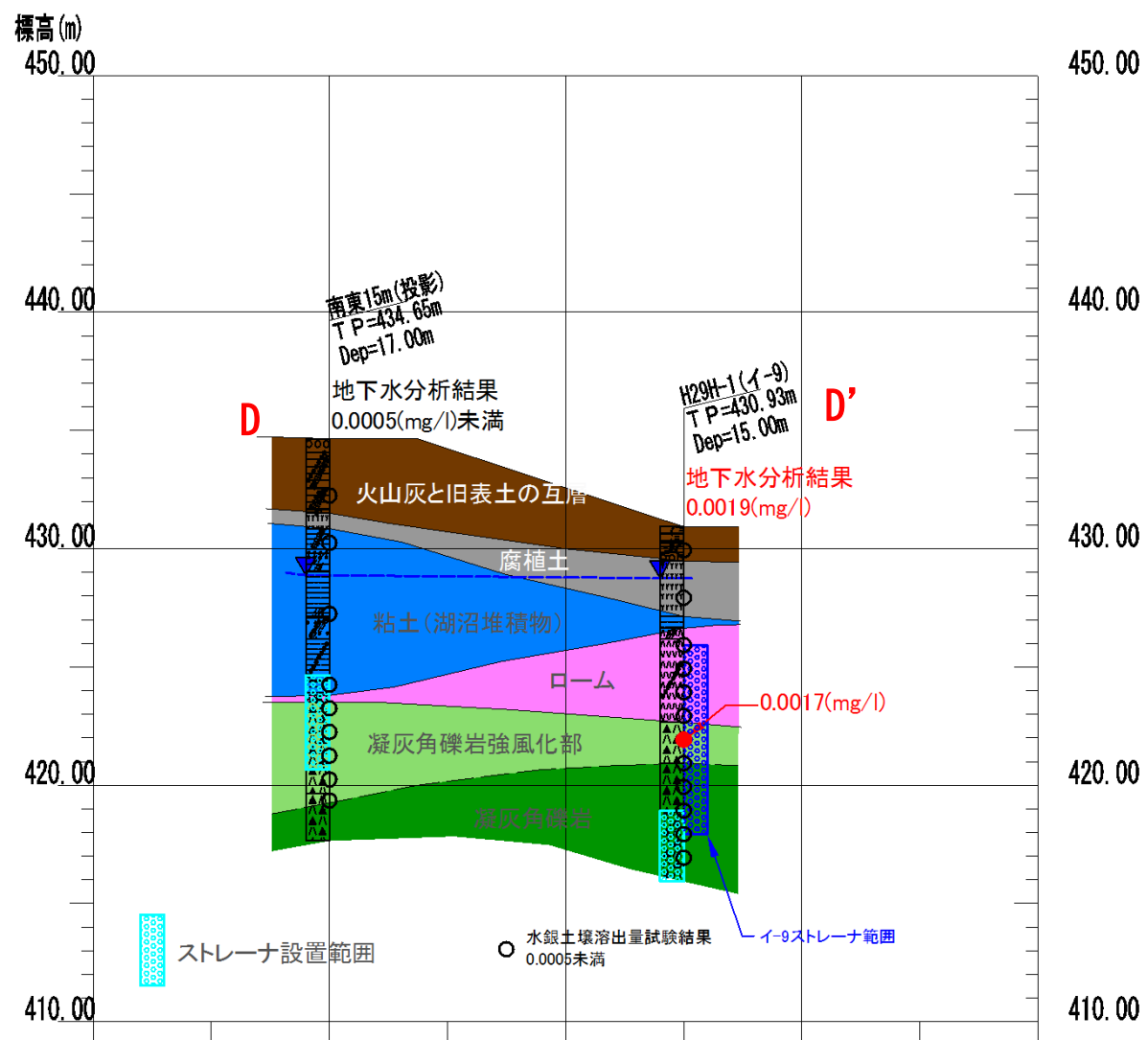


図 2-7 推定地質断面図 (B-B' 断面) 及び (C-C' 断面)



調査の結果から、イ-9 は沢地形の最も深い箇所近傍に位置し、周辺地下水が集まりやすい場所であり、地下水位も最も低い状態にある。

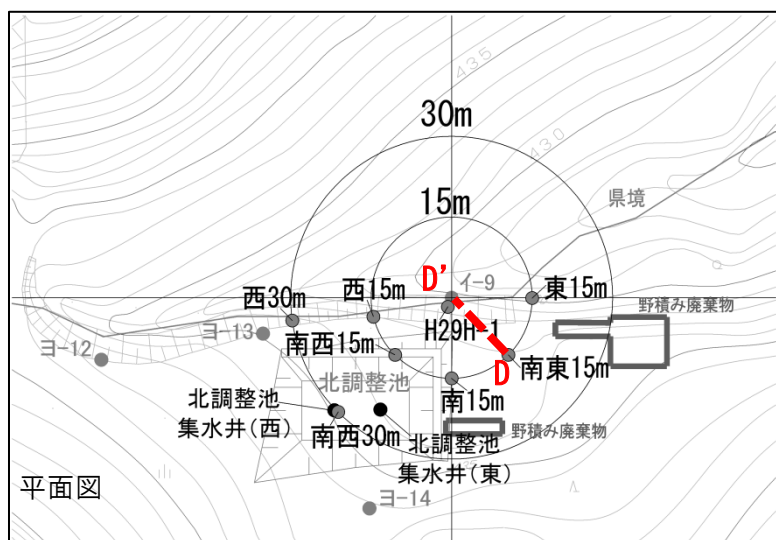


図 2-8 推定地質断面図 (D-D' 断面)

2.5 今後の対策の方向性

イ-9 周辺の調査結果より、イ-9 (H29H-1) を中心とする直径 15m の範囲の GL-9~10m 程度の凝灰角礫岩強風化部で、土壌中の水銀基準超過が確認されその範囲を特定できた。また、西 30m の GL-8~11m の凝灰角礫岩強風化部でも土壌中の水銀基準超過が確認されたが、こちらは基準超過の境界を確認できていないため、範囲特定の追加調査が必要である。水銀汚染土壌存在範囲を図 2-9 に示す。

なお、イ-9 の汚染範囲についても、現時点での調査結果に基づく推定範囲である。また、イ-9 は県境に隣接しているが、青森県側は事業対象区域外となることから、範囲の決定は留意が必要となる。今後より詳細な調査を実施することで汚染範囲の絞り込みを行い、効率的な対策工を実施及び対策工費用の低減を図る。

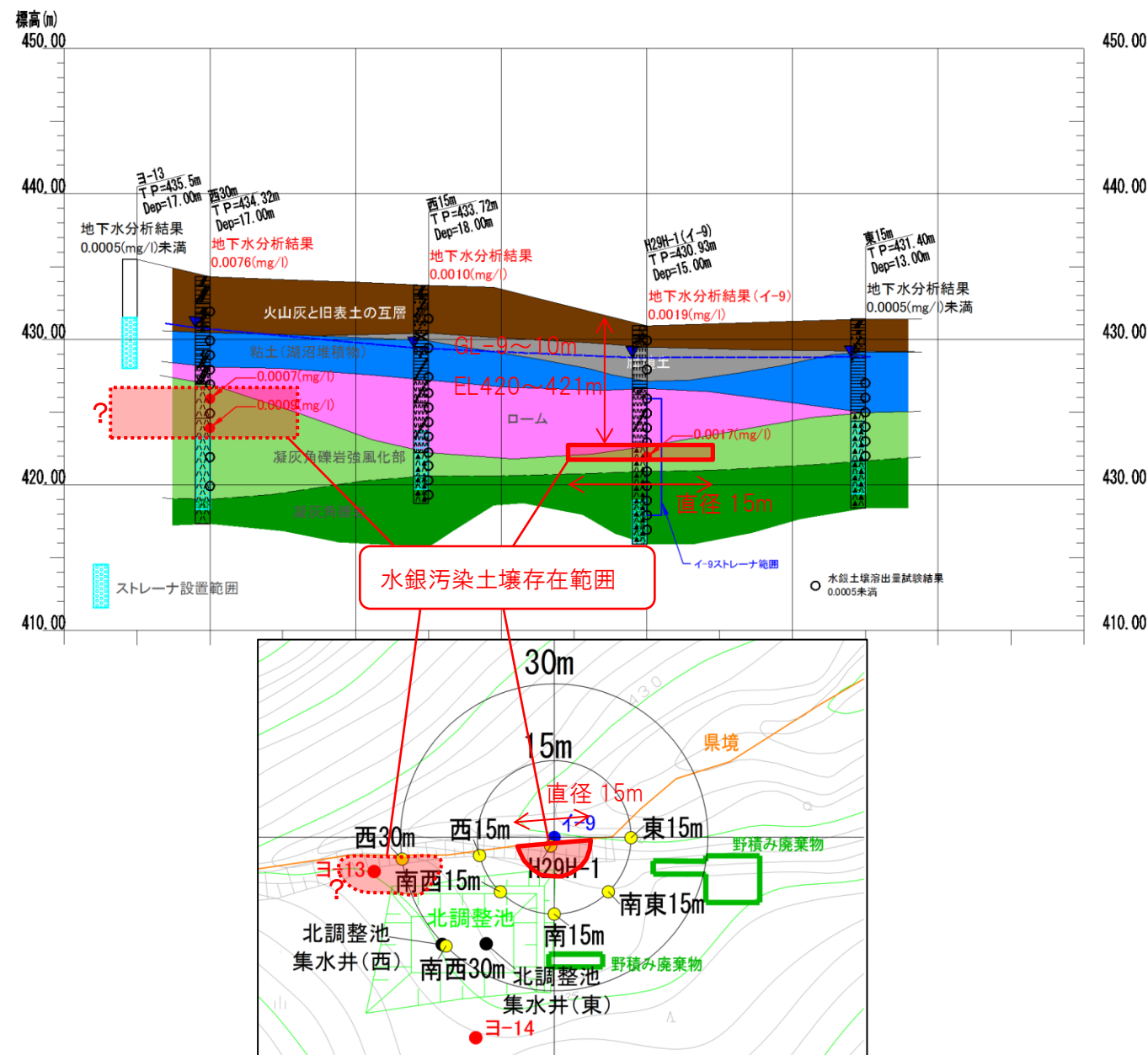


図 2-9 イ-9 周辺土の水銀基準超過状況

対策工については、現地の地形地質状況から以下を考慮した設計を行う。

- ✓ 水銀汚染土壌は該当箇所掘削除去を行う。
- ✓ H 地区は県境に接しておりオープン掘削ができないため、ライナープレート工法等を用いた掘削工とする。
- ✓ ライナープレート工法等により施工するイ-9周辺は、地下水位が高く施工中に泥ねい化しやすい土質であることから、薬液注入による土壌改良をしつつ土壌の掘削を検討する。
- ✓ 掘削した汚染土壌は外部に搬出して処分する。

【参考】過去の水銀汚染対策

イ-9 から南に 180m にある J 地区のイ-12 (観測井戸) は、平成 16 年から継続的に水銀が検出されたことから、平成 22、23 年に周辺の調査を行った結果、地下 10~15m のごく狭い範囲に水銀汚染土壌が存在していたことが判明した。対策として、汚染源の土壌を除去することが有効であると判断し、平成 24 年に直径 9m のライナープレートを設置して、汚染土壌を掘削し場外処分する対策を講じた。

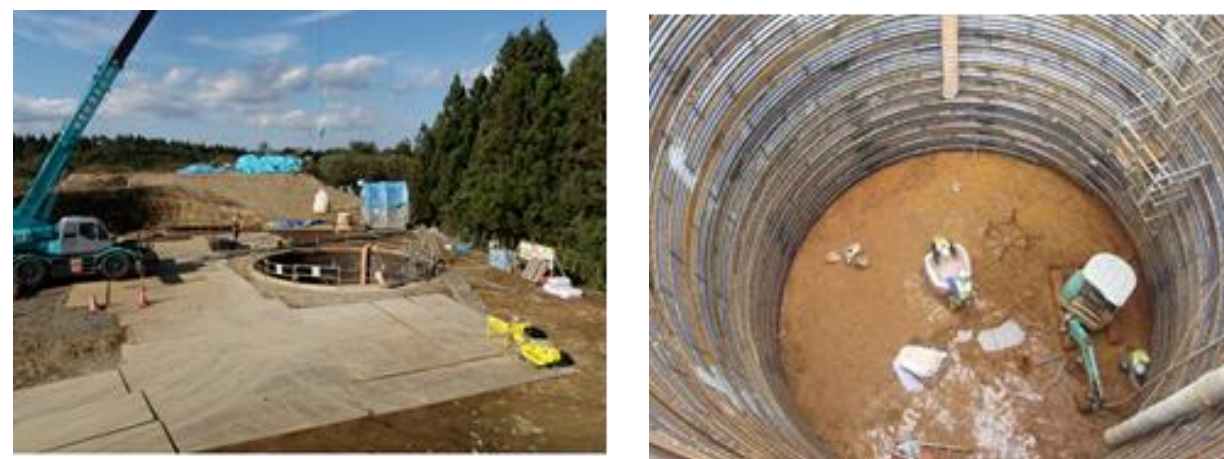


図 2-10 J 地区におけるライナープレートを用いた水銀汚染土壌掘削除去例

3 今後の事業工程

原状回復事業の今後の事業工程計画を表 3-1 に示す。

1,4-ジオキサン対策については、揚水と水処理による汚染地下水対策を継続しながら、浄化の進捗状況に応じて調査を行い、必要な追加対策を講じる。また、掘削除去した高濃度汚染土壌の場内での洗出しを継続する。

水銀汚染対策については、平成 30 年度の調査で汚染範囲を確定させ、平成 31、32 年度で対策工事を施工する。

また、地下水が環境基準まで浄化された後、一定期間のモニタリングを行い、最終年度に水処理施設等の施設撤去を行う。

表 3-1 今後の事業工程計画表

工程	平成29年度			平成30年度	平成31年度	平成32年度	平成33年度	平成34年度	備考
	7	10	1						
1,4-ジオキサン対策	揚水井戸稼働	実施済み			今後予定				
	水処理施設稼働	実施済み			今後予定				
	追加調査・対策	実施済み			今後予定				
	高濃度土壌の洗出し	実施済み	今後予定	今後予定	今後予定	今後予定	今後予定		
水銀汚染対策	汚染範囲調査	実施済み	今後予定	今後予定					
	対策工事				今後予定	今後予定	今後予定		
跡地整形施設撤去	地中排水管設置					今後予定	今後予定	今後予定	
	施設撤去							今後予定	
環境モニタリング	実施済み			今後予定					