

岩手・青森県境不法投棄現場

第 24 回汚染土壌対策技術検討委員会

平成 28 年 11 月 29 日

岩手県環境生活部
廃棄物特別対策室

～目 次～

1. 土壌・地下水汚染の現状と対応方針	-----1
2. N 地区 VOC 汚染対策	-----2
2.1 N 地区で実施した浄化対策工の整理	-----2
2.2 N 地区汚染残留状況の確認	-----3
2.3 平成 28 年度に実施した対策	-----4
3. 1,4-ジオキサン地下水汚染対策	-----6
3.1 1,4-ジオキサン地下水モニタリング状況	-----6
3.2 1,4-ジオキサン地下水モニタリング結果	-----7
3.3 平成 28 年度までに実施した調査・対策	-----11
3.4 今後の浄化の見込み	-----16
4. 今後の事業工程	-----21

<Appendix>

1,4-ジオキサン地下水汚染のメカニズム

1 土壌・地下水汚染の現状と対応方針

岩手・青森県境不法投棄現場の岩手県側原状回復事業における土壌・地下水汚染の現状と今後の対応方針に関するフローを図 1 に示す。

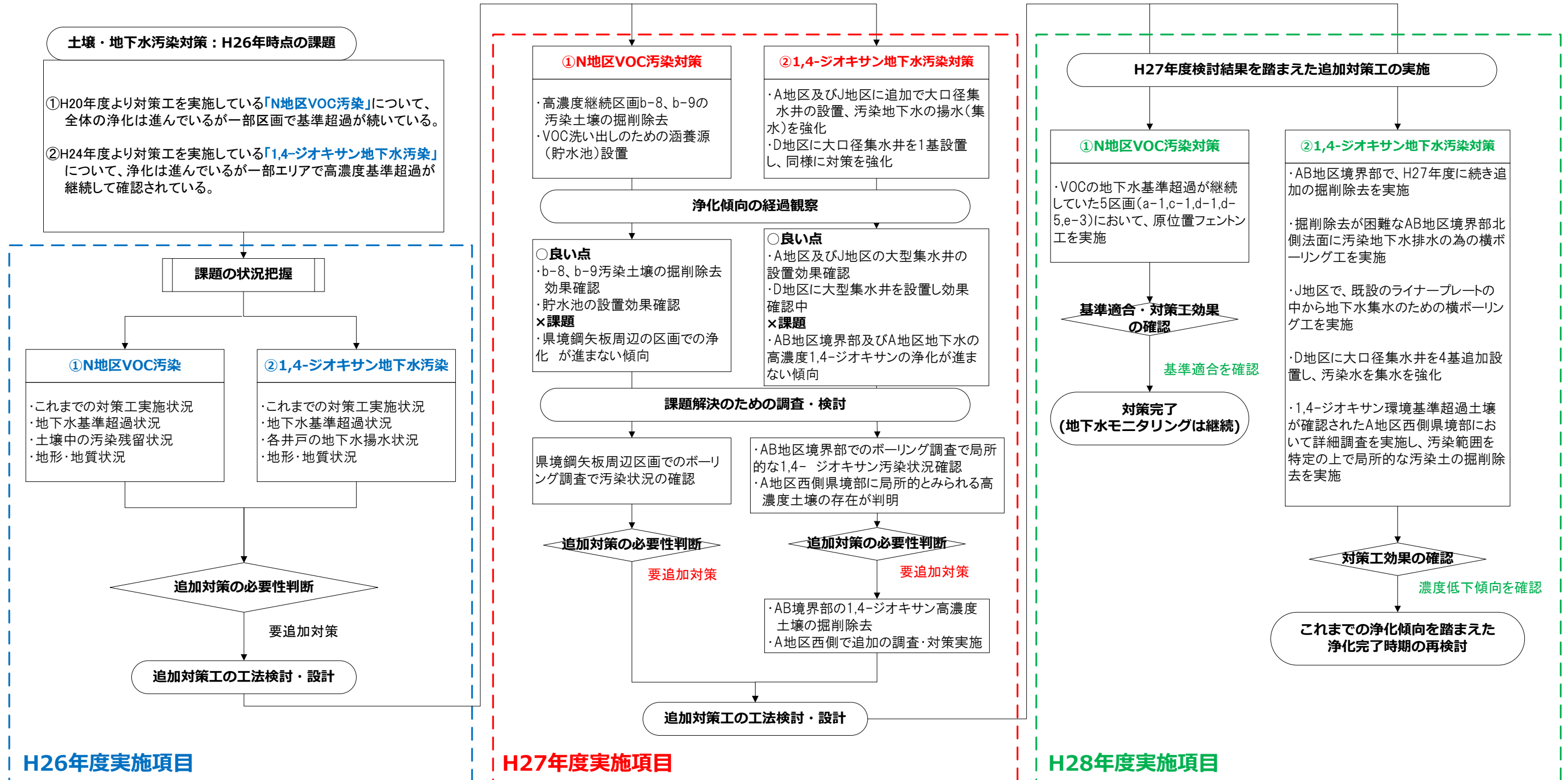


図 1 土壌・地下水汚染：現状と今後の対応方針フロー図

2.1 N地区で実施した浄化対策工の整理

原状回復事業開始時点から最も高濃度かつ広範囲のVOC汚染が存在したN地区では、H20年度以降様々な浄化対策を実施してきた。これまでN地区において実施された対策工と実績を表2-1に示す。

N地区では、H28年度までに種々の対策工が実施され、多くの箇所では浄化が確認されてきたが、県境鋼板付近の5区画については、基準超過が継続していた。この5区画について、H28年に原位置フェントン工を実施浄化を確認したことで、N地区の全ての汚染区画について浄化対策を完了した。

表2-1 N地区での浄化実績一覧表

	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度
不飽和帯対策工	生石灰混合工法 高濃度区画：掘削除去・場外処分								浄化対策工の完了
飽和帯対策工		バイオレメディエーション 高濃度区画： 地下水揚水曝気処理工		地下水揚水処理	N地区掘削部 原位置フェントン工	N地区掘削部 キャッピングシート撤去、地下水涵養 大口径揚水井戸設置・揚水処理		b-8、b-9掘削・フェントン工 地下水涵養の貯水池設置 a-1、e-3追加調査	地下水モニタリングの実施 5区画でフェントン工実施
モニタリング結果	浄化開始前(H21.4-6月) 基準超過：87/87区画 	H23.3月 基準超過：20/87区画 	H23.8月 基準超過：11/87区画 	H24.6月 基準超過：15/87区画 	H25.12月 基準超過：14/82区画 	H26.12月 基準超過：11/44区画 	H27.12月 基準超過：7/38区画 	H28.7月 基準超過：0区画 	
対策工効果	・不飽和帯は掘削除去により浄化完了。	・バイオレメディエーション工・地下水揚水曝気処理工により、地下水の基準超過区画は大幅に減少した。 ・当初に高濃度であった中央部(掘削箇所)周辺に基準超過が残った。	・基準超過箇所において、既往井戸を使用した地下水揚水を実施し、確実に汚染水を揚水処理したが、基準超過箇所は増減を繰り返した。	・対象箇所の東側について、継続して基準適合しリバウンドが確認されないため、浄化完了と判断。 ・原位置フェントン工実施箇所は浄化完了。 ・地下水涵養及び大口径井戸による揚水の効果と考えられる基準超過箇所の西方向への移動が見られる。 ・b-8、d-5では、基準超過が対策工開始から継続して確認されている。	・全体的に基準超過区画は減少。 ・揚水井戸のある区画の近傍で基準超過が継続している。	・基準超過が継続するはa-1,c-1,d-1,d-5,e-3の5区画のみとなる。 ・上記5区画において、パワーブレンダーを用いたフェントン工を実施。 ・周辺井戸による地下水モニタリングで基準適合の継続を確認。			

2.2 N 地区汚染残留状況の確認

N 地区地下水 VOC(11 項目)モニタリングの主な結果を図 2-1 に示す。この図では、モニタリング結果における基準超過項目が、基準比で最大の超過率を示した物質について示したものである。

基準超過が確認されている物質は、1,2-ジクロロエタン、1,2-ジクロロエチレン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ベンゼンであり、その濃度は測定時期により変動が見られる。

浄化開始前から H24 年度までは、主に中央部に VOC 高濃度区画が存在した。H25 年度に a'-1 と e-1 に大口径井戸を設置し、揚水を開始してからは県境部鋼矢板周辺への高濃度区画の移動が見られる。近年は大口径井戸の近傍区画で VOC 高濃度区画が見られる。VOC 入廃ドラム缶が埋設されていた箇所、特に高濃度の汚染が存在した区画においては、原位置フェントン工と掘削除去工による対策を行い浄化が確認された。

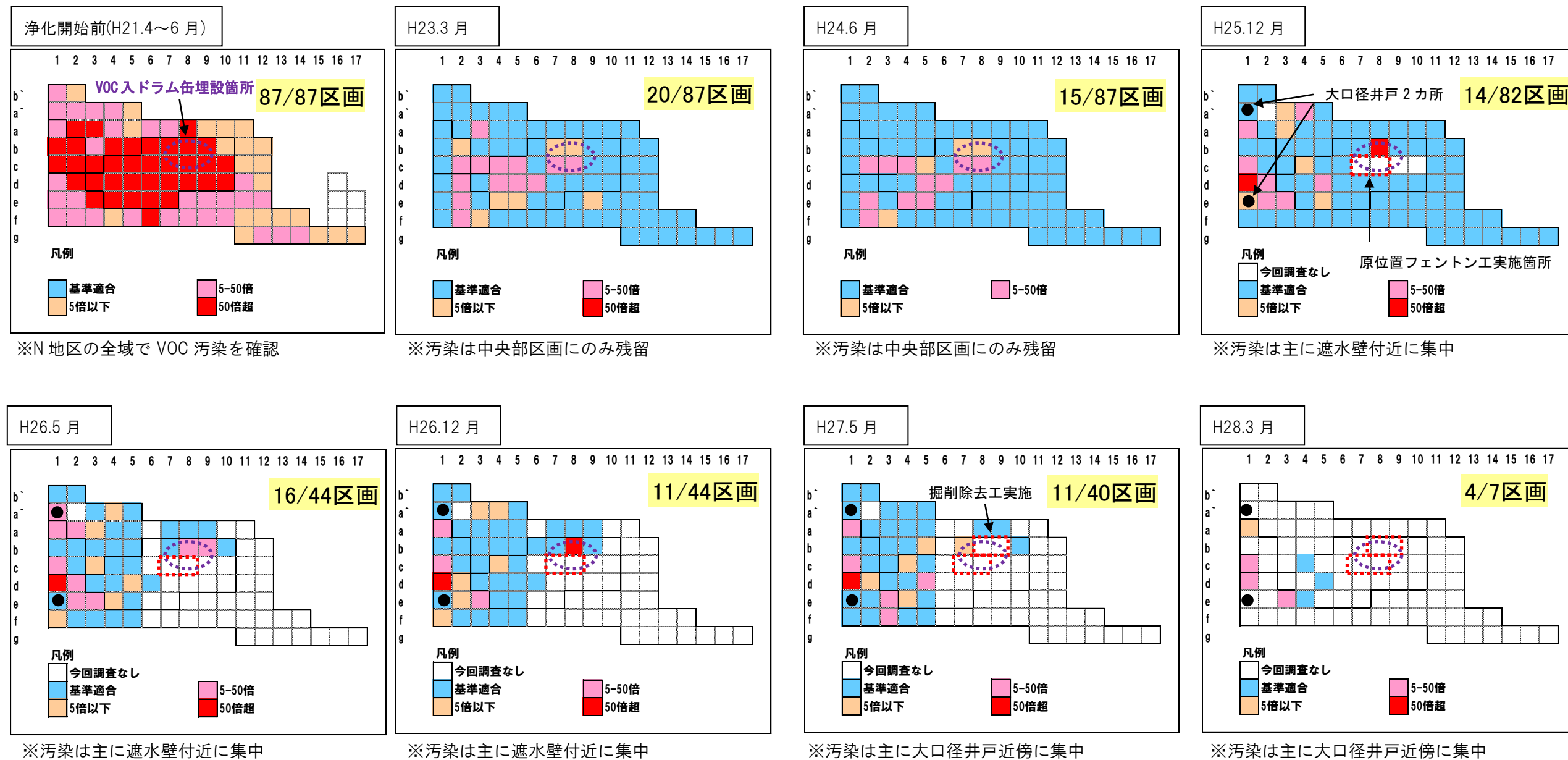


図 2-1 N 地区地下水 VOC モニタリング結果の変遷

2.3 平成 28 年度に実施した対策

N 地区に残留する VOC 汚染の浄化を促進するための対策工を、第 23 回汚染土壌対策技術検討委員会（平成 28 年 3 月開催）におけるご意見に基づき実施した。

H28 年度実施追加対策工

① パワーブレンダーを用いた現位置フェントン工による浄化工(H28 年 4~7 月実施)

第 23 回汚染土壌対策技術検討委員会では、図 2-3 に示す 4 区画(a-1, d-1, d-5, e-3)を対象として原位置フェントン工の実施を検討したが、その後の土壌調査やモニタリング結果から c-1 も比較的高濃度の VOC が残留していると判断し対策工の対象とした。このため、5 区画(a-1, d-1, c-1, d-5, e-3)において原位置フェントン工を実施した。

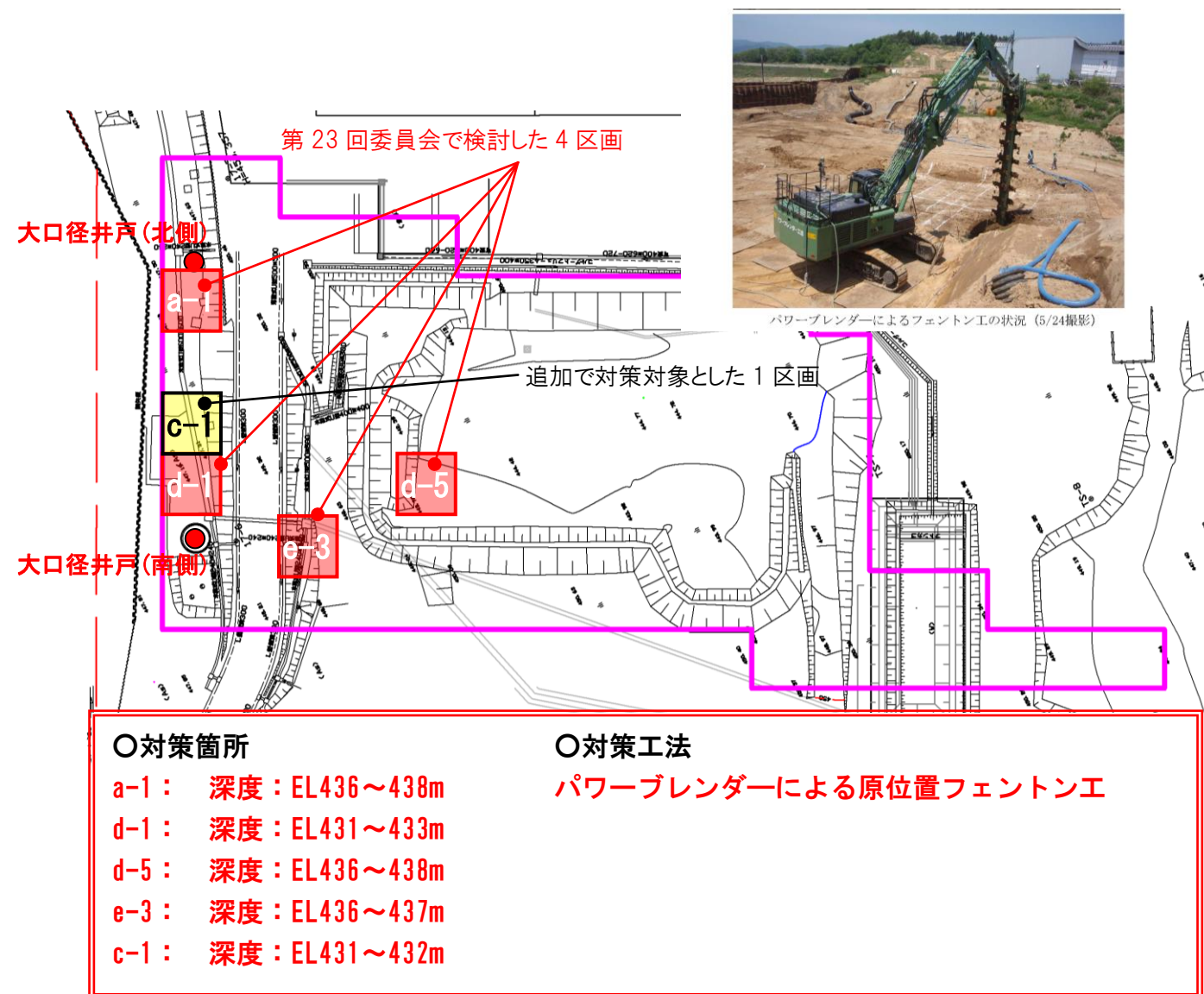


図 2-3 N 地区追加対策工まとめ

VOC 汚染が集積した降下火砕物(Af 層)深部と凝灰角礫岩(Tb 層)上部に対して、パワーブレンダーを用いて原位置で土壌とフェントン工薬液との攪拌を行い、VOC の酸化反応を促進することで汚染土壌の浄化を行った。

汚染地下水の集水に伴う大口径井戸周辺への汚染蓄積のイメージを図 2-4 に示す。

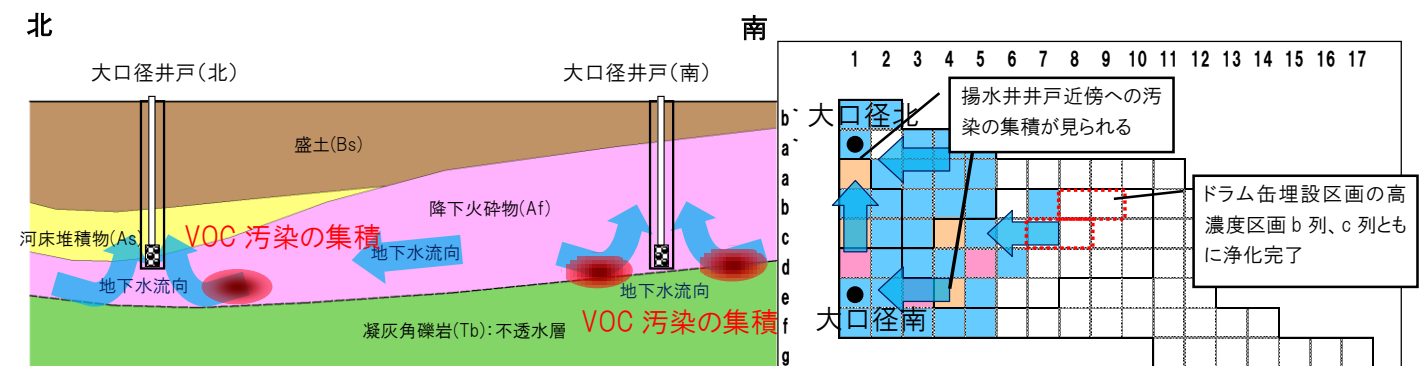


図 2-4 大口径井戸周辺への汚染蓄積のイメージ

大口径井戸周辺のフェントン工対象区画の施工前後の VOC 土壌溶出量試験結果を表 2-2、表 2-3 に示す。フェントン工を実施した 5 区画全てにおいて、施工後は土壌中の VOC 濃度の低下が確認されている。

表 2-2 フェントン施工前後の対象区画の土壌調査結果(1)

a1 区画のボーリング結果

標高	施工前(H27.12)										施工後(H28.6)													
	ジクロロメタン	四塩化炭素	1,2-ジクロロエタン	1,1-ジクロロエチレン	シス-1,2-ジクロロエチレン	1,1,1-トリクロロエタン	1,1,2-トリクロロエタン	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン	1,3-ジクロロプロペン	ベンゼン	ジクロロメタン	四塩化炭素	1,2-ジクロロエタン	1,1-ジクロロエチレン	シス-1,2-ジクロロエチレン	1,1,1-トリクロロエタン	1,1,2-トリクロロエタン	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン	1,3-ジクロロプロペン	ベンゼン		
442m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
441m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
440m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
439m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
438m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
437m	ND	ND	0.0008	ND	0.004	ND	ND	ND	0.0005	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
436m	ND	ND	0.0007	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND	ND
環境基準	0.02	0.002	0.004	0.02	0.04	1	0.006	0.03	0.01	0.002	0.01	0.02	0.002	0.004	0.02	0.04	1	0.006	0.03	0.01	0.002	0.01	0.01	

■ 基準適合(検出) ■ 基準超過 □ 要対策

c1区画のボーリング結果

標高	施工前(H28.4)											施工後(H28.6)										
	ジクロロメタン	四塩化炭素	1,2-ジクロロエタン	1,1-ジクロロエチレン	シス-1,2-ジクロロエチレン	1,1,1-トリクロロエタン	1,1,2-トリクロロエタン	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン	1,3-ジクロロプロペン	ベンゼン	ジクロロメタン	四塩化炭素	1,2-ジクロロエタン	1,1-ジクロロエチレン	シス-1,2-ジクロロエチレン	1,1,1-トリクロロエタン	1,1,2-トリクロロエタン	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン	1,3-ジクロロプロペン	ベンゼン
442m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.004	ND	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND
441m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
440m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
439m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
438m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
437m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
436m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
435m	ND	ND	0.0011	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
434m	ND	ND	0.0010	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
433m	ND	ND	0.0008	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
432m	ND	ND	0.0013	ND	0.004	ND	ND	0.002	0.0006	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
431m	0.004	ND	0.0024	ND	0.005	ND	ND	0.006	0.0028	ND	0.010	0.004	ND	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
環境基準	0.02	0.002	0.004	0.02	0.04	1	0.006	0.03	0.01	0.002	0.01	0.02	0.002	0.004	0.02	0.04	1	0.006	0.03	0.01	0.002	0.01

d1区画のボーリング結果

標高	施工前(H27.4)											施工後(H28.6)										
	ジクロロメタン	四塩化炭素	1,2-ジクロロエタン	1,1-ジクロロエチレン	シス-1,2-ジクロロエチレン	1,1,1-トリクロロエタン	1,1,2-トリクロロエタン	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン	1,3-ジクロロプロペン	ベンゼン	ジクロロメタン	四塩化炭素	1,2-ジクロロエタン	1,1-ジクロロエチレン	シス-1,2-ジクロロエチレン	1,1,1-トリクロロエタン	1,1,2-トリクロロエタン	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン	1,3-ジクロロプロペン	ベンゼン
442m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.003	ND	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	0.0007	ND	ND
441m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.006	ND	0.0006	ND	ND	ND	ND	ND	0.0007	ND	ND
440m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.004	ND	0.0006	ND	ND	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND
439m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	ND	0.0006	ND	ND	ND	ND	ND	0.0006	ND	ND
438m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0068	ND	0.001	0.002	ND	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
437m	ND	ND	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	0.003	ND	0.0005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
436m	ND	ND	0.0009	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.003	0.003	ND	0.0005	ND	ND	ND	ND	ND	0.0006	ND	ND	ND
435m	ND	ND	0.0011	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.007	0.002	ND	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND	ND
434m	ND	ND	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
433m	ND	ND	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.006	0.003	ND	0.0005	ND	ND	ND	ND	ND	0.0006	ND	0.001	ND
432m	ND	ND	0.0025	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.018	0.002	ND	0.0004	ND	ND	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND	ND
431m	ND	ND	0.0015	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.019	0.002	ND	0.0006	ND	ND	ND	ND	ND	0.0006	ND	0.001	ND
環境基準	0.02	0.002	0.004	0.02	0.04	1	0.006	0.03※	0.01	0.002	0.01	0.02	0.002	0.004	0.02	0.04	1	0.006	0.03※	0.01	0.002	0.01

d5区画のボーリング結果

標高	施工前(H26.12)											施工後(H28.6)											
	ジクロロメタン	四塩化炭素	1,2-ジクロロエタン	1,1-ジクロロエチレン	シス-1,2-ジクロロエチレン	1,1,1-トリクロロエタン	1,1,2-トリクロロエタン	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン	1,3-ジクロロプロペン	ベンゼン	ジクロロメタン	四塩化炭素	1,2-ジクロロエタン	1,1-ジクロロエチレン	シス-1,2-ジクロロエチレン	1,1,1-トリクロロエタン	1,1,2-トリクロロエタン	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン	1,3-ジクロロプロペン	ベンゼン	
444m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
443m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
442m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
441m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
440m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
439m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
438m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
437m	ND	ND	0.0004	ND	0.004	ND	ND	0.0006	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
436m	ND	ND	0.0022	ND	0.027	0.0017	ND	0.008	0.0081	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
435m	ND	ND	ND	ND	0.004	ND	ND	0.0005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.0005	ND	ND	ND	ND
環境基準	0.02	0.002	0.004	0.02	0.04	1	0.006	0.03	0.01	0.002	0.01	0.02	0.002	0.004	0.02	0.04	1	0.006	0.03	0.01	0.002	0.01	

e3区画のボーリング結果

標高	施工前(H27.12)											施工後(H28.6)											
	ジクロロメタン	四塩化炭素	1,2-ジクロロエタン	1,1-ジクロロエチレン	シス-1,2-ジクロロエチレン	1,1,1-トリクロロエタン	1,1,2-トリクロロエタン	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン	1,3-ジクロロプロペン	ベンゼン	ジクロロメタン	四塩化炭素	1,2-ジクロロエタン	1,1-ジクロロエチレン	シス-1,2-ジクロロエチレン	1,1,1-トリクロロエタン	1,1,2-トリクロロエタン	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン	1,3-ジクロロプロペン	ベンゼン	
444m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
443m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
442m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
441m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
440m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
439m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
438m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
437m	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
436m	ND	ND	0.0015	ND	0.013	ND	ND	0.002	0.001	ND	0.005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
環境基準	0.02	0.002	0.004	0.02	0.04	1	0.006	0.03	0.01	0.002	0.01	0.02	0.002	0.004	0.02	0.04	1	0.006	0.03	0.01	0.002	0.01	

■ 基準適合(検出) ■ 基準超過 ■ 要対策範囲

表 2-3 フェントン施工前後の対象区画の土壌調査結果(2)

対策実施後の大口径井戸北及び南での地下水モニタリングの結果を表 2-4 に示す。フェントン工実施後は地下水中の VOC 濃度は低下し基準に適合しており、地下水の浄化が確認できたことから、5 区画の原位置フェントン工完了をもって N 地区での VOC 汚染対策工を完了したと判断した。

今後も大口径井戸(北及び南)での地下水のモニタリングを継続するとともに、地下水排水対策で今年度設置した大型集水井でも今後モニタリングを実施し、地下水が環境基準に適合していることを確認する。

表 2-4 5 区画でのフェントン工実施後の大口径井戸での地下水モニタリング結果

項目	7月		8月		9月		10月		環境基準
	大口径北	大口径南	大口径北	大口径南	大口径北	大口径南	大口径北	大口径南	
ジクロロメタン	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.02
四塩化炭素	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.002
1,2-ジクロロエタン	<0.0004	0.0015	<0.0004	0.0016	<0.0004	0.0005	<0.0004	0.0007	0.004
1,1-ジクロロエチレン	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.1
1,2-ジクロロエチレン	<0.004	0.011	<0.004	0.009	<0.004	<0.004	<0.004	0.005	0.04
1,1,1-トリクロロエタン	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	1
1,1,2-トリクロロエタン	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.006
トリクロロエチレン	<0.001	0.009	<0.001	0.006	<0.001	0.001	<0.001	0.002	0.01
テトラクロロエチレン	<0.0005	0.0068	0.0005	0.0060	<0.0005	0.0011	<0.0005	0.0030	0.01
1,3-ジクロロプロペン	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	0.002
ベンゼン	<0.001	0.0002	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.01

■ 基準適合(検出) ■ 基準超過

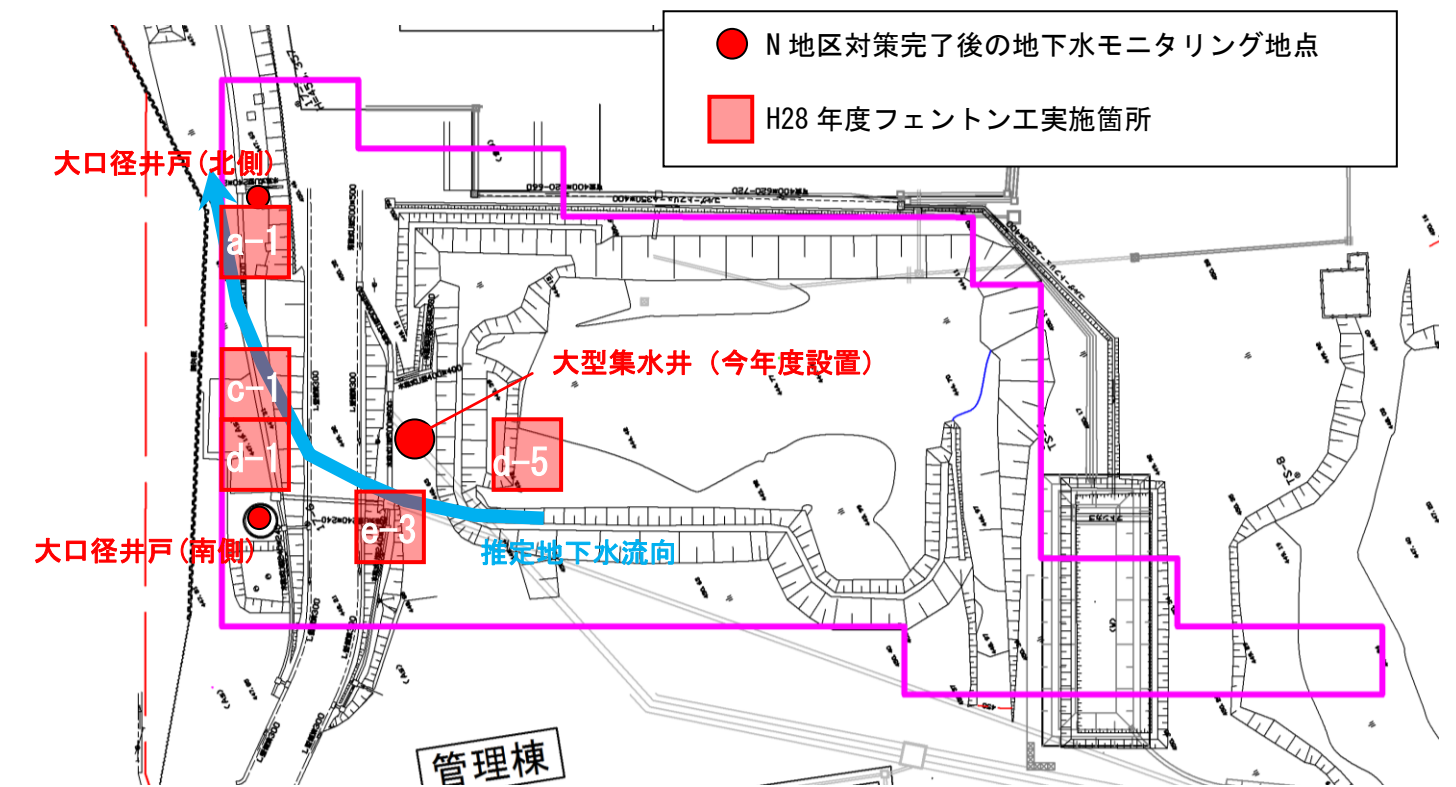
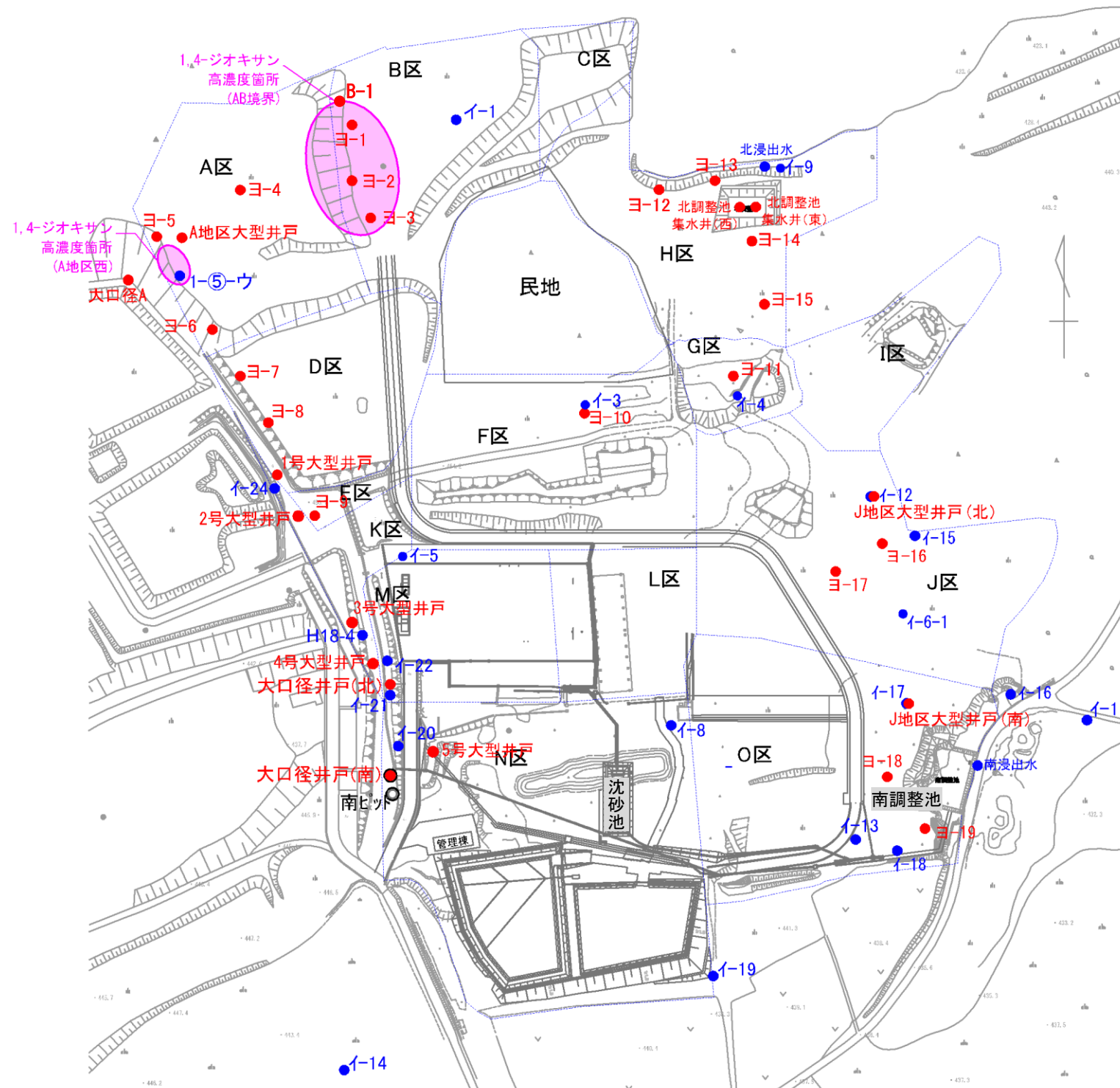


図 2-5 H28 対策箇所と N 地区対策完了後の地下水モニタリング地点

3 1,4-ジオキサン地下水汚染対策

3.1 1,4-ジオキサン地下水モニタリング状況

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 3-1 に示す。



現場空撮状況 (H27 年 10 月 6 日撮影)

図 3-1 1,4-ジオキサン地下水モニタリング地点

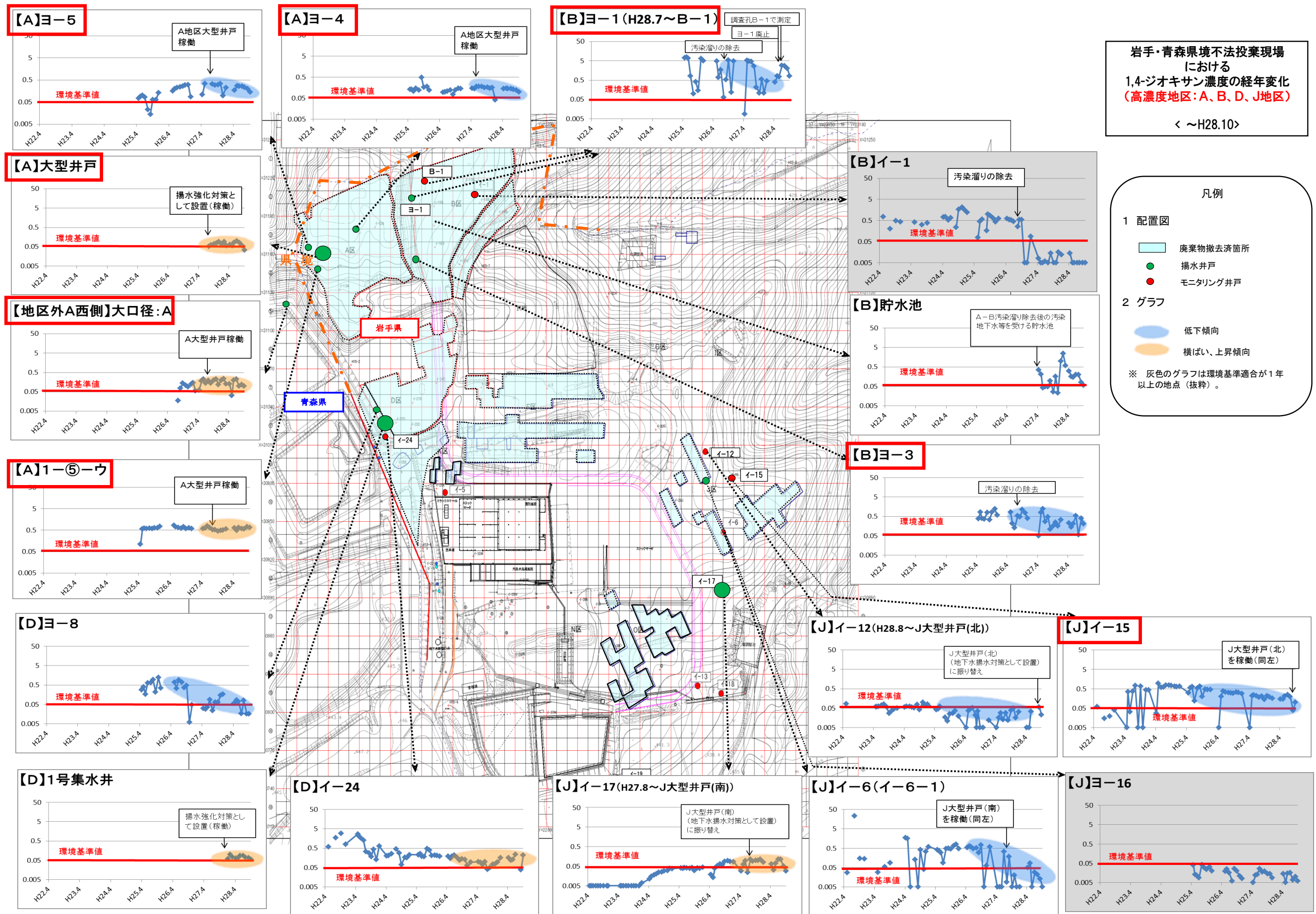


図 3-2 各地区の平均 1,4-ジオキサン濃度経時変化 (高濃度地区)

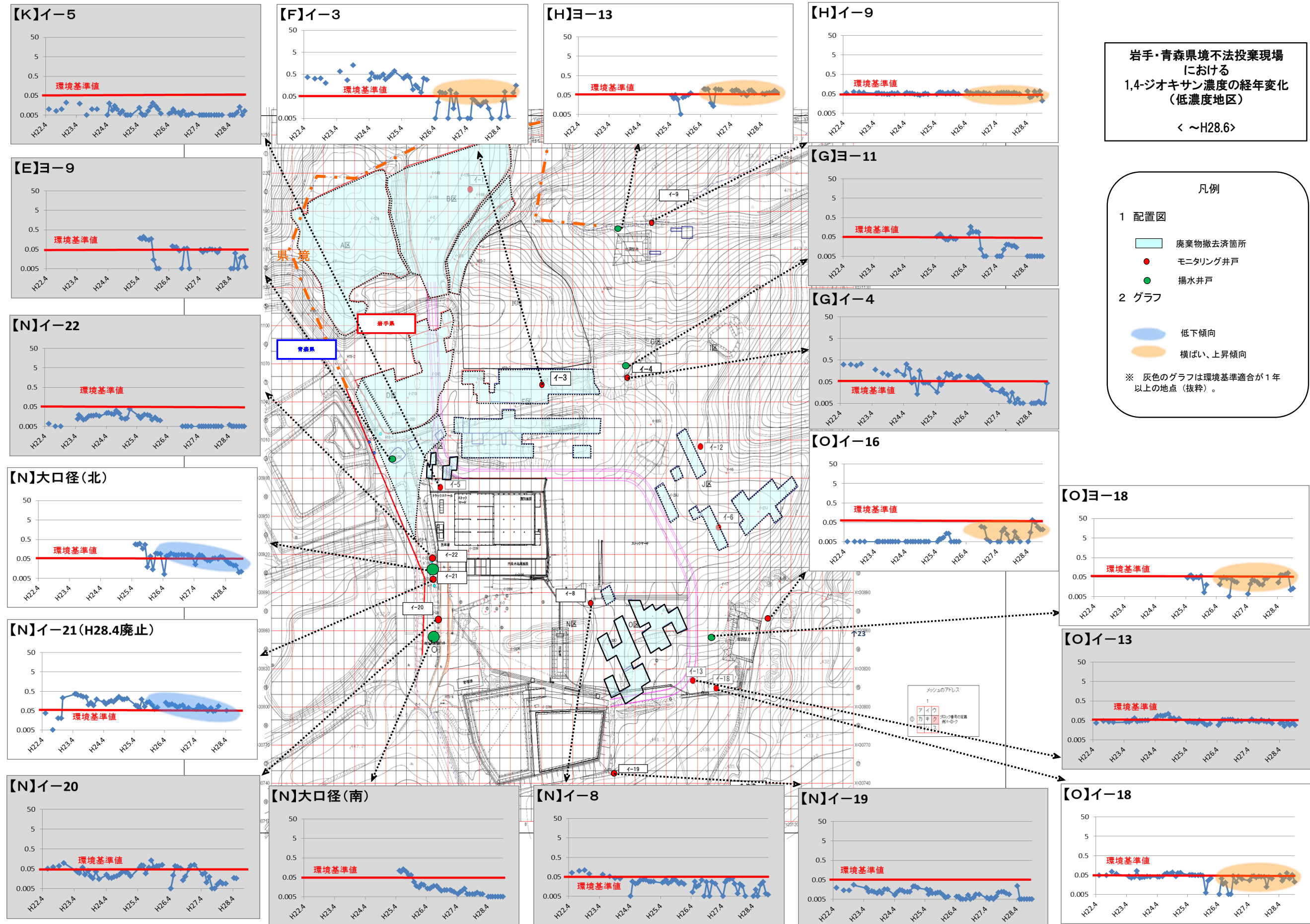


図 3-3 各地区の平均 1,4-ジオキサン濃度経時変化(低濃度地区)

【地下水モニタリング結果のまとめ】

地下水中の 1,4-ジオキサンについて、p7 の表 3-1 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 3-1 に示す揚水井戸（ヨ系統）での地下水揚水処理の実施に伴い場内全体で濃度が低下し、平成 28 年 10 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。

一方で、図 3-2 及び図 3-3 に示すように基準超過が確認されているモニタリング井戸も存在する。大局的には主に A、B、D、J 地区において高濃度の基準超過の継続や高濃度汚染が確認され、その他の地区では基準超過が確認されている場合も基準値の比較的低濃度で推移している。

3.3 平成 28 年度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、平成 28 年度までに追加対策を実施した。追加対策の実施内容を表 3-2 と図 3-4 に示す。平成 27 年度までの対策工の概要は、表 3-2 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 年度内に 1,4-ジオキサン高濃度箇所の汚染溜りの除去は概ね完了する見込みである。

表 3-2 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(1回目)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(2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
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(3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(予定)	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を実施中

平成 28 年度実施項目

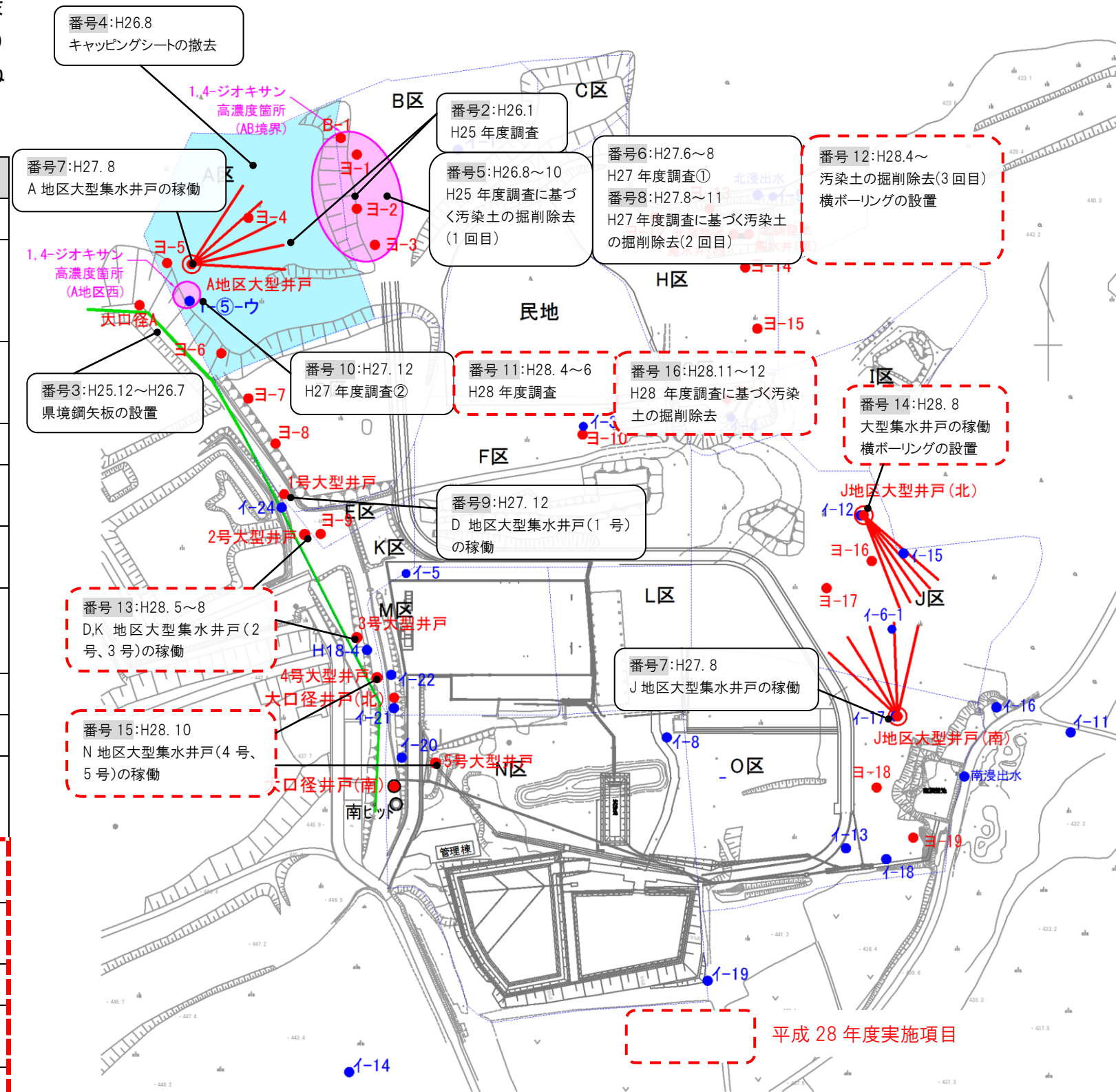


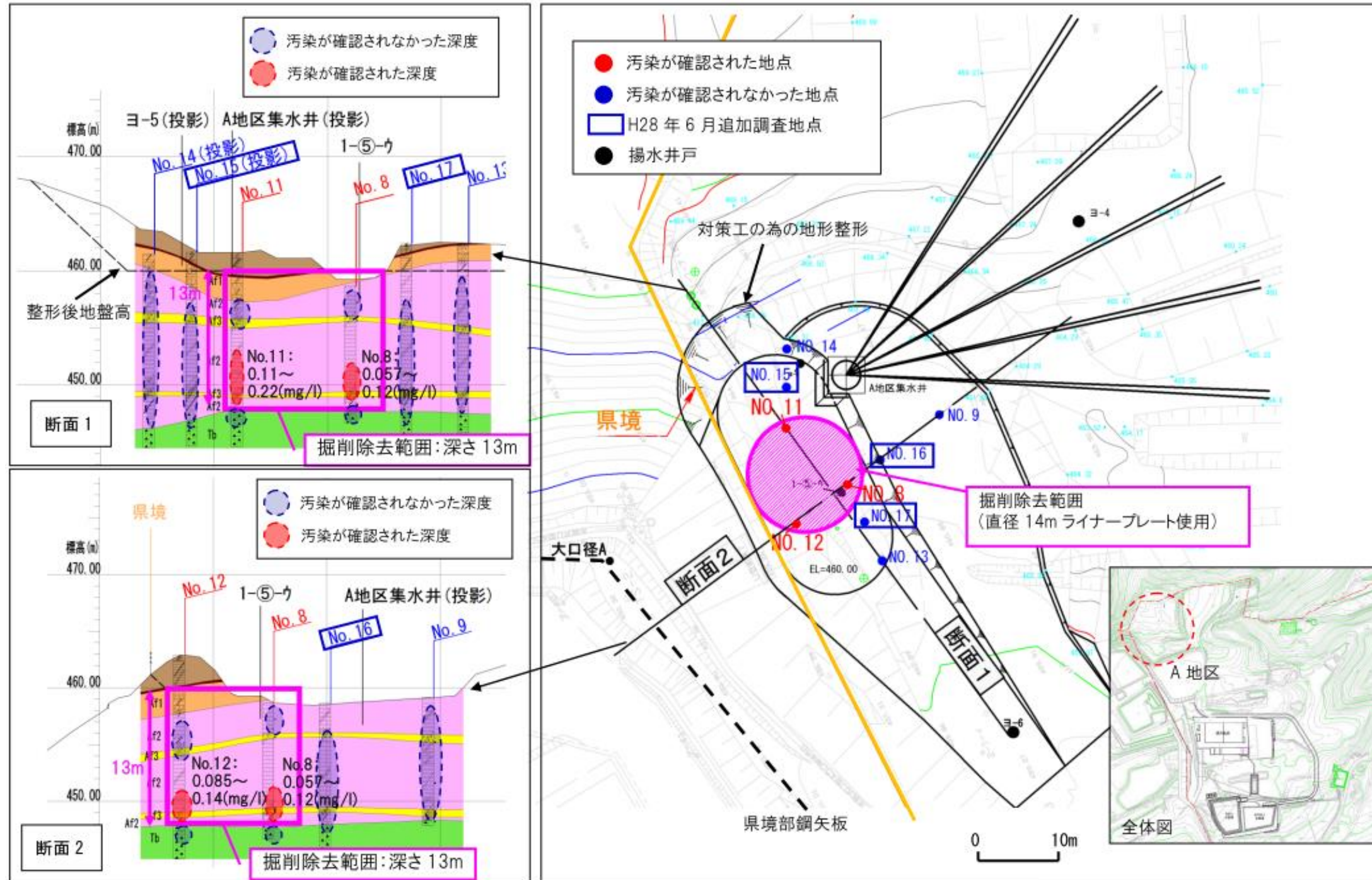
図 3-4 現場内でのこれまでの 1,4-ジオキサン対策の主な実施箇所

1)A 地区西側県境部の 1,4-ジオキサン汚染土壌調査・対策工設計

A 地区西側県境部のモニタリング井戸 1-⑤-ウや大口径 A の地下水で、比較的高濃度の 1,4-ジオキサンが継続して検出されたため、H27 年 12 月にボーリング調査を実施したところ、A 地区大型井戸の下流側の深部の土壌中に 1,4-ジオキサンの汚染溜りが確認された。

対策工計画の前に、汚染範囲の絞り込み・確定のための追加のボーリング調査を行った。調査の結果、No. 8、No. 11、No. 12 の深部（主にローム層）に最大で 1,4-ジオキサン土壌溶出量 0.22 (mg/l) が確認された。調査結果を図 3-5 に示す。

調査結果を踏まえ対策工を検討し、施工性や経済性を考慮した結果、φ14m のライナープレートを用いた掘削除去工法を選定した。対策工の施工範囲は、図 3-5 に示すとおりであり、標高 460~447m の範囲を掘削除去することとした。



2)A 地区西側県境部の 1,4-ジオキサン汚染土掘削除去工

調査・設計に基づき、φ14mのライナープレートを用いた1,4-ジオキサン汚染溜りの掘削除去を平成28年11月より実施中であり、12月までに完了する予定である。

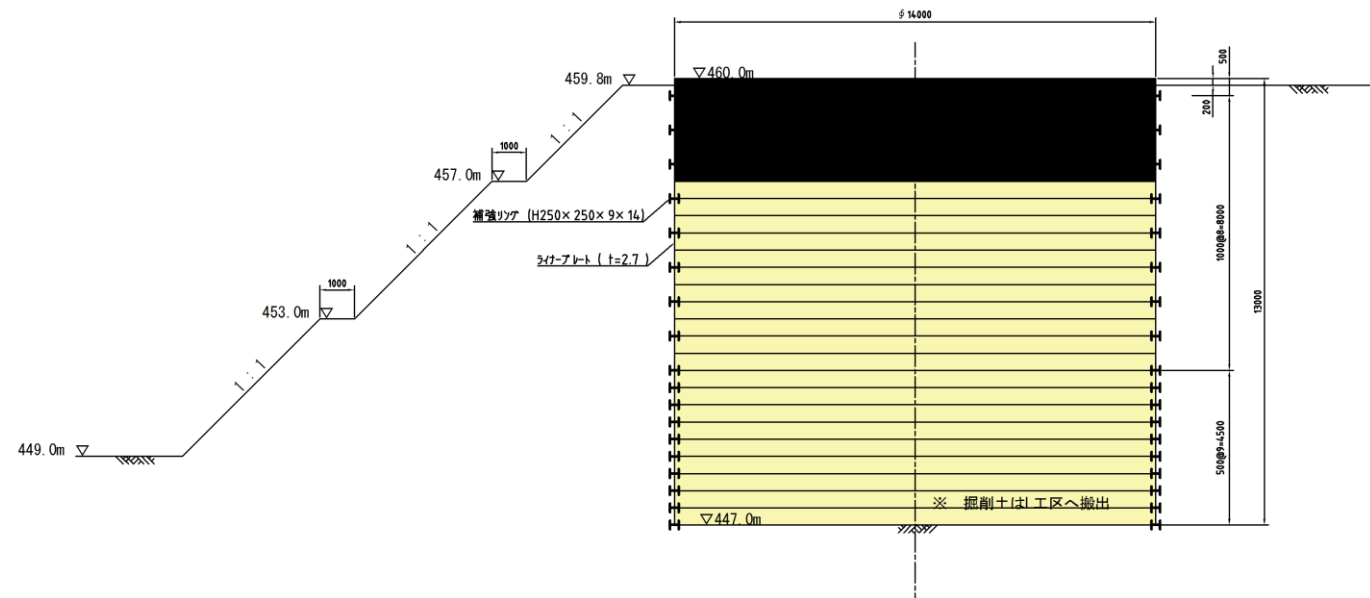


図 3-6 A 地区西側：ライナープレートを用いた汚染土掘削除去工詳細図



図 3-7 A 地区西側：汚染土掘削除去工状況

3)AB 地区境界部の 1,4-ジオキサン汚染土掘削除去工

地下水中に1mg/L程度を超える1,4-ジオキサン継続して確認されていたAB地区境界部は、平成26～28年度に段階的に掘削除去を実施し、施工可能な汚染範囲は全ての掘削除去を完了した。汚染土の掘削除去により周辺地下水の1,4-ジオキサン濃度は低下傾向が確認されている。

なお、図3-8のB-1調査孔付近は県境付近で施工後の法面について安定勾配を確保できず、一部汚染溜りが残っている。(P14参照)

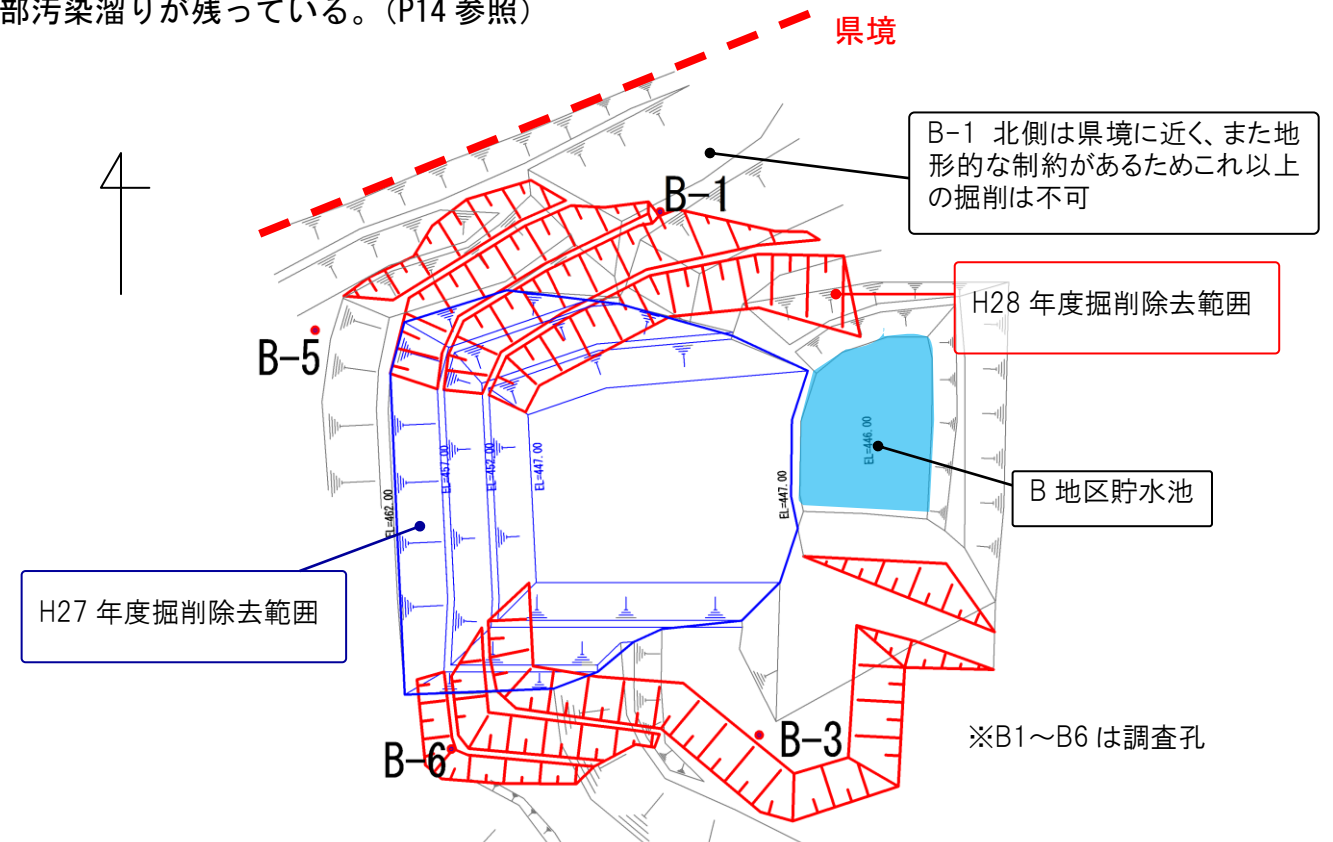


図 3-8 AB 地区境界部汚染土掘削除去範囲

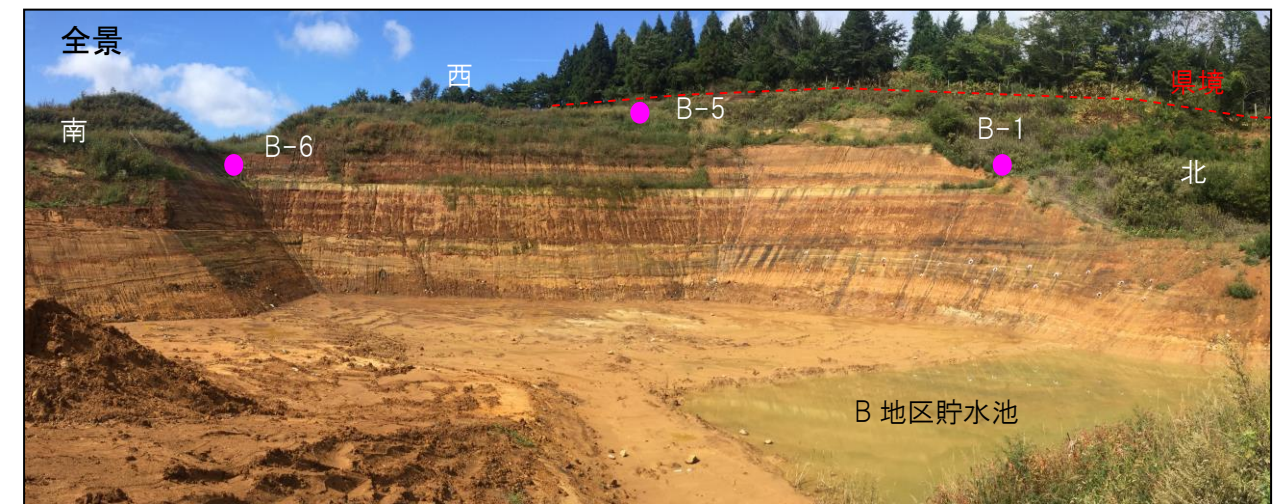


図 3-9 AB 地区境界部汚染土掘削除去状況

4) AB 地区境界部の北側法面の横ボーリングの設置

3)に記載したように、AB 地区境界部の 1,4-ジオキサン汚染溜りについて、可能な範囲で掘削除去を行ったが、北側の法面は地形的な制約から掘削範囲に制限が生じた。未掘削箇所においても、1,4-ジオキサンを含有する地下水が賦存している可能性があるため、この地下水を排除することを目的として横ボーリング工を実施した。横ボーリングは、水平方向へ削孔を行い有孔管の塩ビ管を挿入し地下水の排水を促すものである。

横ボーリングは、地質調査の結果を踏まえ、透水性が比較的高く地下水が賦存していると推定される下部 Af3 層を対象とし、Af3 層の上部（図の赤色）と下部（図の緑色）及び、Af3 層を貫くもの（図の青色）の 3 パターンの配置で実施した。横ボーリング配置図を図 3-10 に、施工状況を図 3-11 に示す。図 3-11 のように、地下水の集水が確認されており、今後設置箇所の地下水の 1,4-ジオキサン濃度が低下することが期待される。

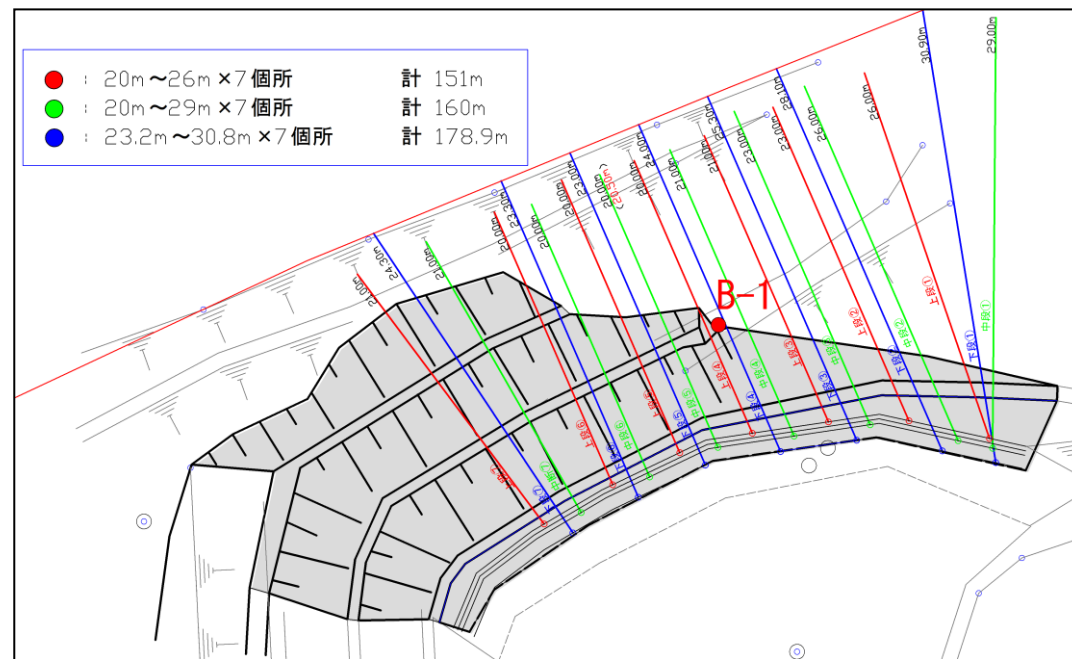


図 3-10 AB 地区境界部北側法面横ボーリング配置図

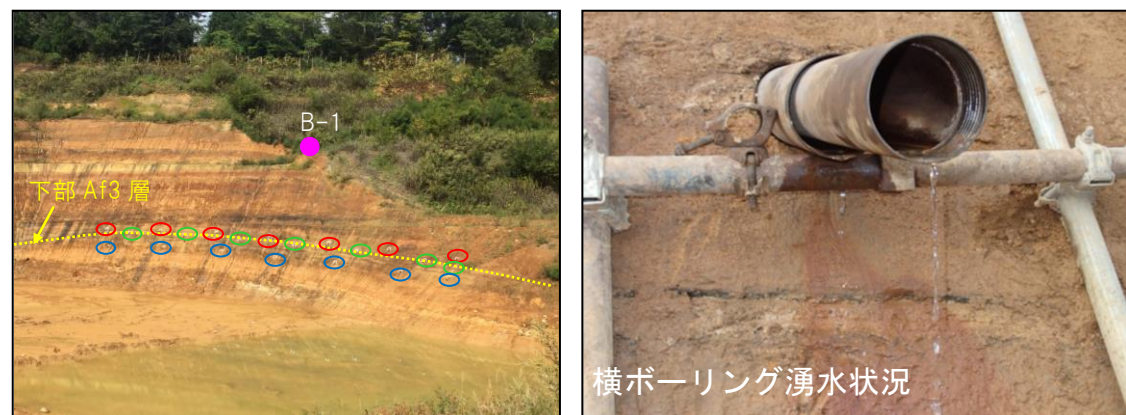


図 3-11 AB 地区境界部北側法面横ボーリング設置状況

5) J 地区既設のライナープレートを用いた大型集水井戸+横ボーリングの設置(P11 図 3-41 参照)

J 地区の南側では 1,4-ジオキサン対策工として、平成 27 年に大型井戸（南）を設置し、地下水の揚水・浄化を実施している。一方で、J 地区の北側には 1,4-ジオキサン対策工は実施していなかった。J 地区北側のイ-12 では、かつて土壌の深部に水銀汚染が存在したため、平成 24 年度にφ9m のライナープレート使用した掘削除去が実施された。施工後のライナープレートは残置され内部は現地発生土で埋め戻されていたが、このライナープレートに再掘削し集水井戸とし、内部から横ボーリングを施工し地下水排水を促す 1,4-ジオキサン対策工を実施した。集水井戸と横ボーリング配置図を図 3-12 に、施工状況を図 3-13 に示す。図 3-13 のように、地下水の集水(30t/日程度)が確認されており、今後設置箇所の地下水の 1,4-ジオキサン濃度が低下することが期待される。

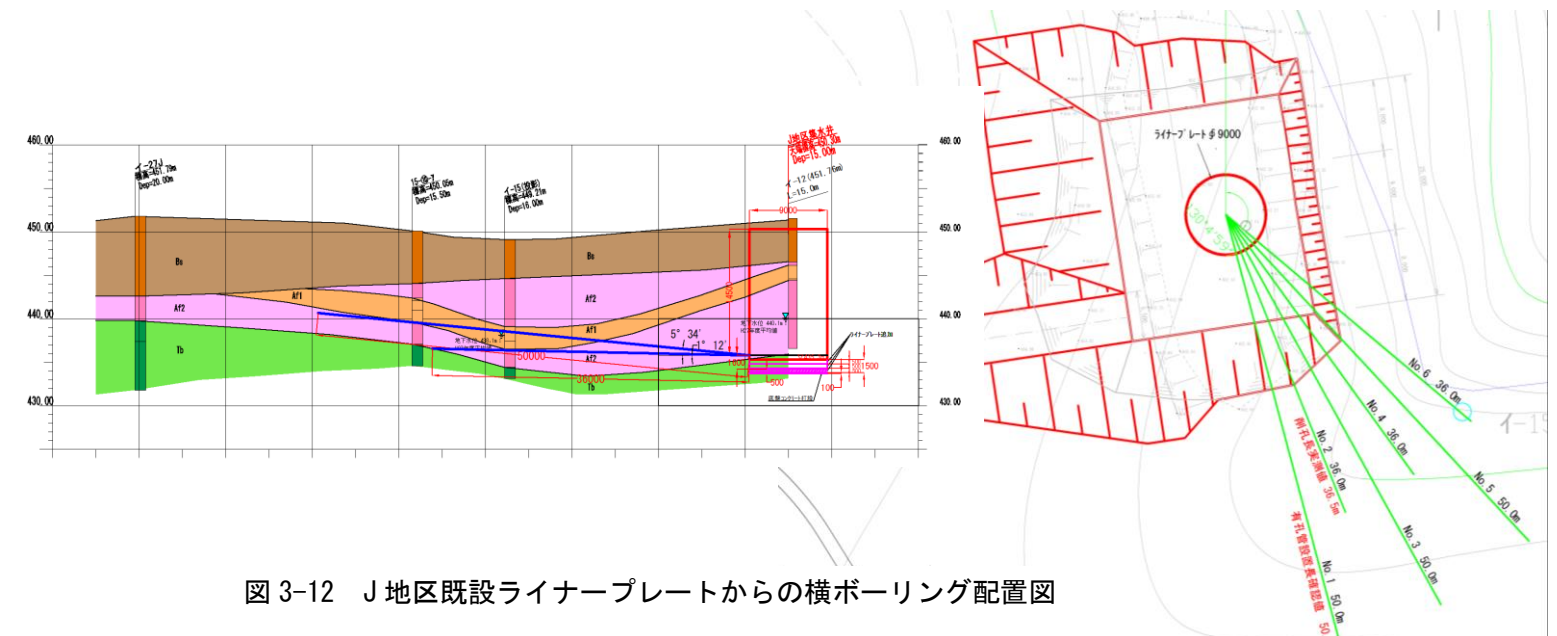


図 3-12 J 地区既設ライナープレートからの横ボーリング配置図

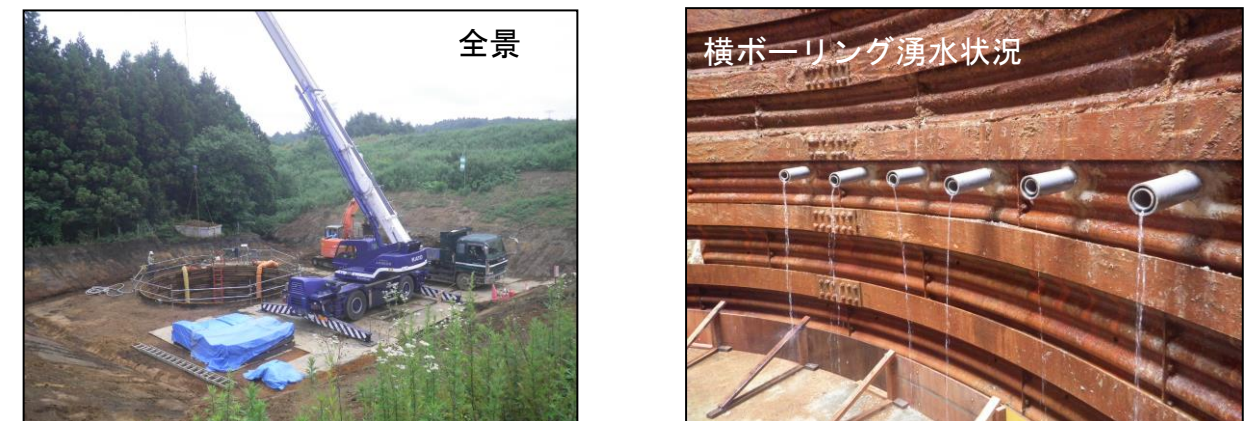


図 3-13 J 地区既設ライナープレートからの横ボーリング設置状況

6)D 地区大型集水井戸の設置

D 地区では、1,4-ジオキサン対策と青森県境に設置した鋼矢板による地下水位管理を目的として集水井戸を設置した。集水井戸は地下水集水量、影響半径及び地質条件等の項目を考慮し、φ2500mm の鋼製ケーシングを 5 基設置し、集水の為にケーシングに千鳥格子状に穴をあけストレーナとした。集水した地下水は、ポンプアップし水処理施設で処理している。

集水井戸配置図を図 3-14 に、施工状況を図 3-15 に示す。図 3-15 (右下写真) のように、各井戸で地下水の集水が確認されており、今後この 5 基の井戸における地下水の 1,4-ジオキサン濃度が低下することが期待される。

なお、5 基の集水井戸間等の推進工（地下配管）の施工は今後検討する。

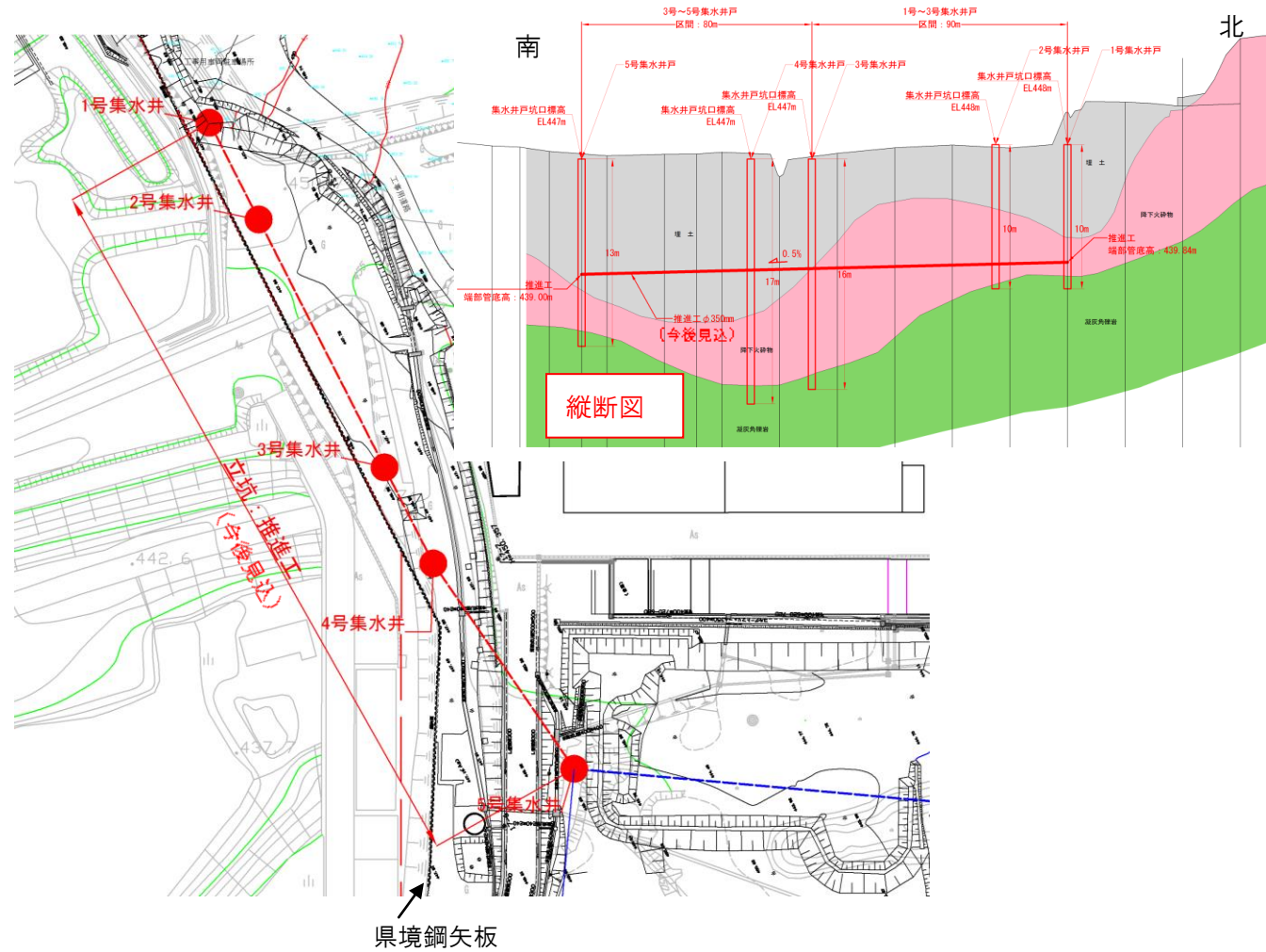


図 3-14 D 地区大型集水井戸（1～5 号）配置図

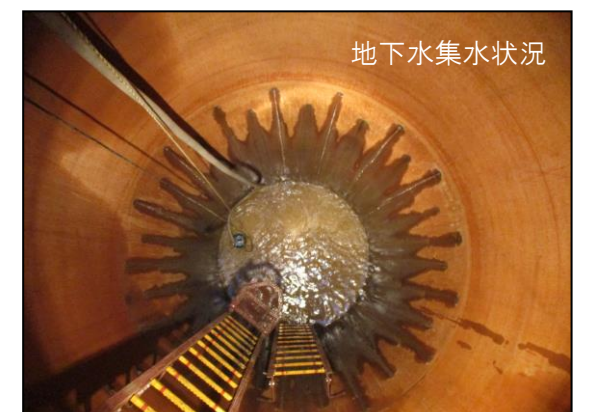
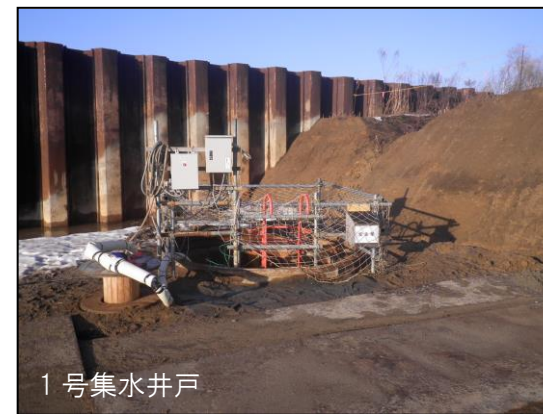


図 3-15 D 地区大型集水井戸（1～5 号）状況写真

3.4 今後の浄化の見込み

場内地下水中の 1,4-ジオキサン基準超過の状況を踏まえ、基本対策（揚水処理）の実施に加えて、主に高濃度区画（汚染溜り）で追加対策を実施し、これまでに一定の対策効果が確認されている。

しかしながら、これまでの対策実施経緯と現状を踏まえると、**現行実施計画の期限である平成 30 年 3 月末までに現場内で土壌及び地下水の環境基準適合の達成が見込めない状況にある**と考えられる。（当初計画どおり浄化が進行しなかった理由の詳細については「Appendix 1,4-ジオキサン地下水汚染のメカニズム」参照）。

掘削除去等の一連の追加対策は完了しており、今後は各種井戸による揚水と水処理、及び L 地区において掘削土の洗い出しを実施していく計画である。各地区の今後の見込みの詳細を以下に示す。

1) 濃度低下が確認できない地点(A地区西側及びAB地区境界部)についてのこれまでの対策と今後の見込み

A 地区西側及び A B 地区境界部では揚水量が少なく浄化が進まなかったことに加えて、本来当該地区の汚染源として推定していた量を超えて環境基準を超過した土壌（汚染溜り）の存在が明らかになった。

また、これらの地点は、A 地区に追加設置した大型集水井戸で集水されない範囲（大型集水井戸下流側等）にあることから、さらに掘削除去等の追加対策が必要となった。（各地点のこれまでの対策の状況は表 3-2、P12 参照）

各地点の状況は以下のとおり。

(1) A B 地区境界部

ア 濃度低下の見込み

- ・段階的な汚染溜りの掘削除去等により、濃度が低下傾向であり、**平成 30 年～32 年度には浄化される見込み。**

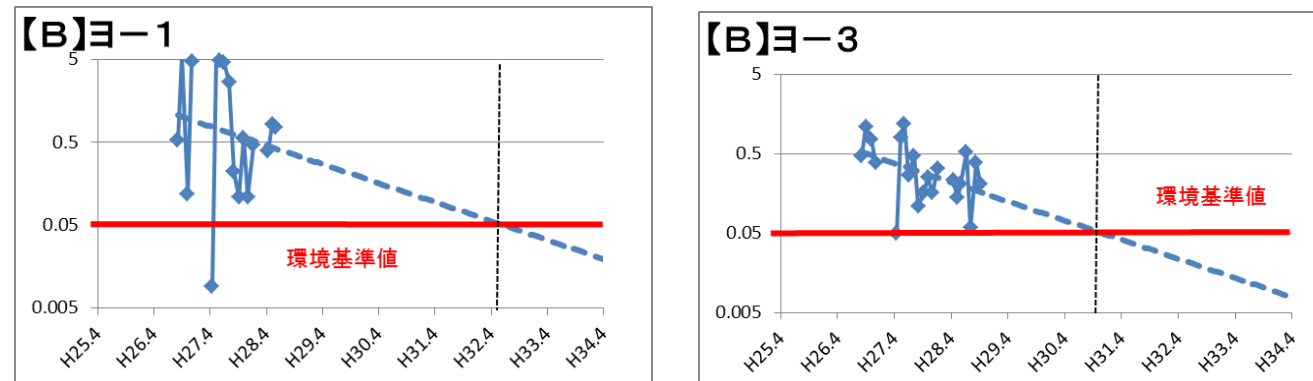


図 3-16 AB 地区境界部での地下水中の 1,4-ジオキサン濃度低下の見込

(2) A 地区西側

ア 濃度低下が確認できなかった理由

- ・基本対策では揚水量が少なく浄化が進まなかったこと。（ヨ-5、1-⑤-ウとも 1t/月未満）
- ・汚染源の調査を行った結果、汚染溜りが存在することが平成 27 年度末に判明したこと。
- ・当該汚染溜りは A 地区大型集水井戸の地下水下流域に存在するため、当該井戸で集水されないこと。

イ 追加対策の有効性

- ・A 地区西側はこれまで揚水量が少なく浄化が進まなかった位置であること、調査により汚染溜りの範囲が確定していることから、掘削除去が最も効率的であると考えられる。
- ・ただし、透水層地層に沿って汚染が広がった地下水も当該地区に少なからず影響していると考えられることから、当該地区の地下水最下流部に設置した大口径 A 井戸における揚水により浄化対策を行うことが必要と考えられる。

ウ 濃度低下の見込み

- ・掘削除去の対策を講じたヨ-3 をモデルとして、濃度低下傾向をあてはめると、**最も時間を要すると見込まれる 1-⑤-ウで平成 33 年度に環境基準に適合と推定。**

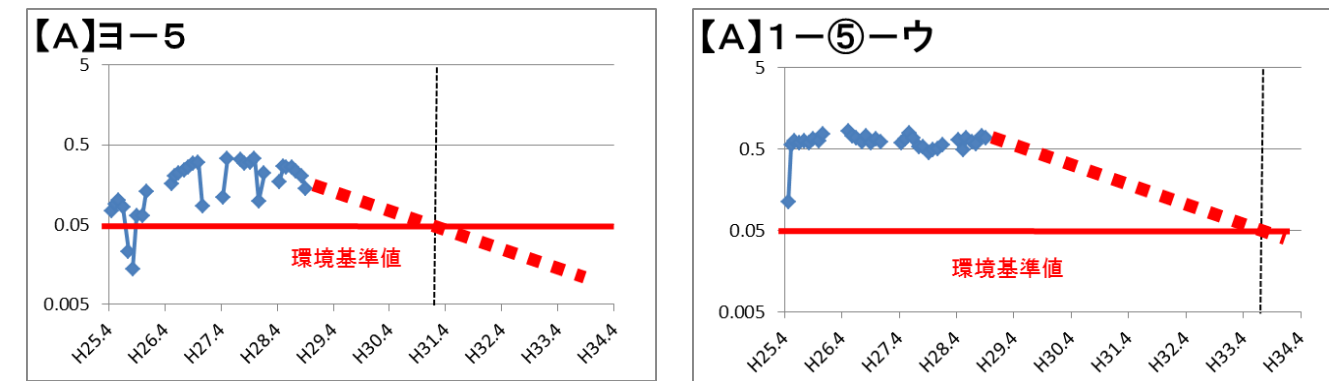


図 3-17 A 地区西側の地下水中の 1,4-ジオキサン濃度低下の見込

2) 環境基準程度の汚染が確認され続けている井戸(A、B地区以外)についての今後の見込み

濃度低下が確認されているA、B以外の地区でも基準を満たしていない井戸があるが、地下水濃度が最大でも基準の5倍未満であることから、汚染溜りが大量に存在する状況にはないと推測される。(本県現場でのこれまでの知見から、汚染溜りが存在する場合、その付近では基準の10倍前後の地下水が確認される傾向がある。)

また、揚水対策(D、J地区は大型井戸を追加設置)で揚水量が確保されており、今後濃度が低下すると推測される。

各地区の状況は以下のとおり。

(1) D地区

- ・ヨ-8、イ-24 が超過しているが、濃度は低下傾向にある。
- ・平成 27 年 12 月から当該井戸周辺で大型集水井戸を稼働し、地区全体の揚水量は約 500 t /月に増加している。
- ・濃度推移から平成 29 年度までには環境基準まで浄化されると推測される。

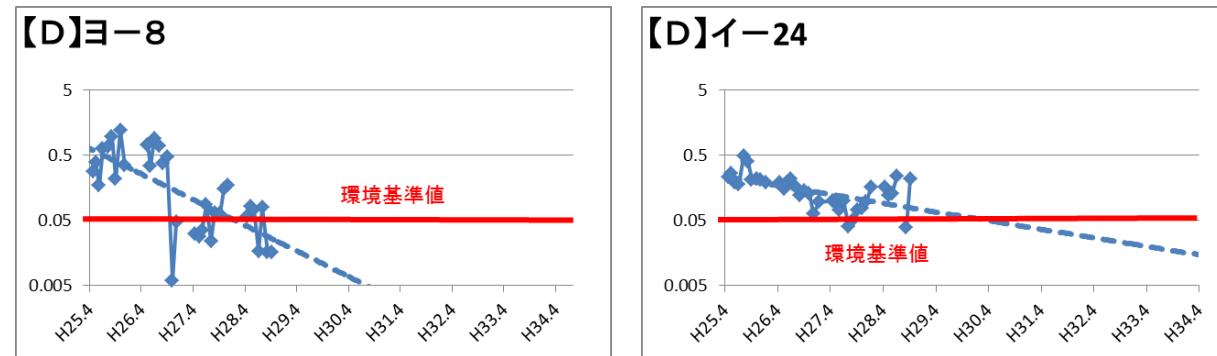


図 3-18 D地区の地下水中の1,4-ジオキサン濃度低下の見込

(2) H地区

- ・ヨ-13、イ-9 が超過しているが、基準の2倍未満であり、徐々に低下傾向を示している。
- ・井戸を増やし揚水を強化(H27.7)しており、地区全体の揚水量は約 600 t /月に増加している。
- ・また、地下水の上流側のF地区、G地区でも濃度が低下してきている。
- ・揚水強化後の濃度推移から平成 29 年度までには環境基準まで浄化されると推測される。

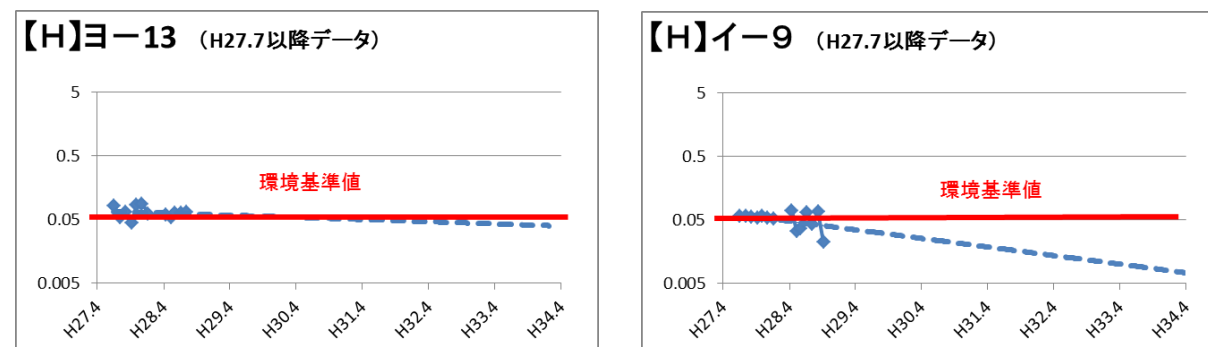


図 3-19 H地区の地下水中の1,4-ジオキサン濃度低下の見込

(3) J地区

- ・イ-6、イ-15 が超過しているが、濃度は低下傾向にある。
- ・南側の大型集水井戸稼働後(H27.8以降)、地区全体の揚水量は50 t /月⇒300 t /月に増加している。
- ・濃度推移から平成 31 年度には環境基準まで浄化されると推測される。
- ・ただし、イ-15 は濃度低下が遅いため、北側に大型集水井戸を増設し、浄化速度を早める計画としている(H28.8完了)。

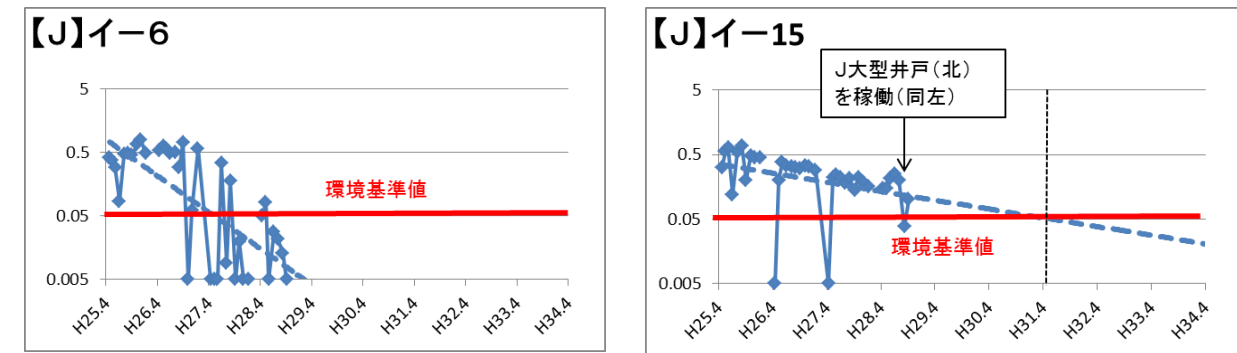


図 3-20 J地区の地下水中の1,4-ジオキサン濃度低下の見込

(4) N地区

- ・イ-21、大口径(北)で基準超過があったが、濃度は低下傾向を示している。
- ・濃度推移から今年度中には環境基準まで浄化されると推測される。
- ・イ-21 はVOC対策により撤去したが、今後、隣接地に大型集水井戸を設置する計画としている。

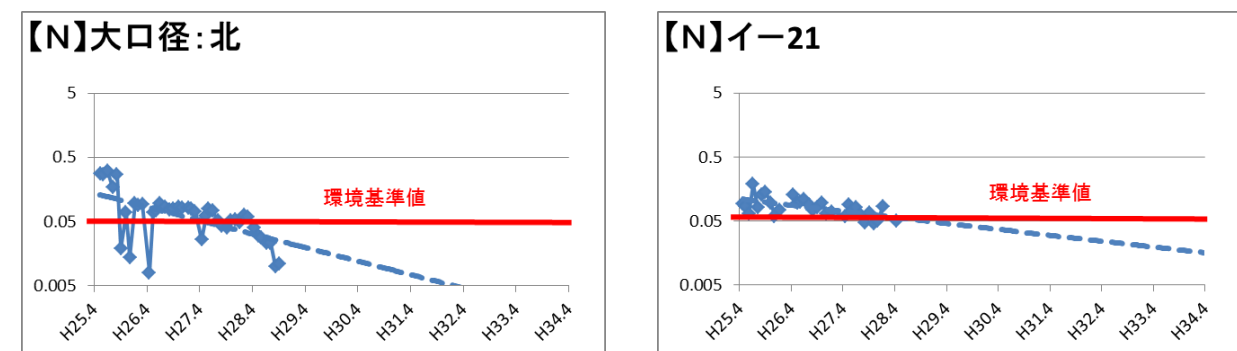


図 3-21 N地区の地下水中の1,4-ジオキサン濃度低下の見込

(5) O地区

- ・ヨ-18、イ-16、イ-18 で散発的に基準を超える濃度が確認されているが、**最大でも基準の 1.3 倍程度であり、年平均では基準値を下回っている**状況である。
- ・地下水流向から J 地区南側の影響と推測されるが、(3) のとおり大型集水井戸による揚水対策を実施している。

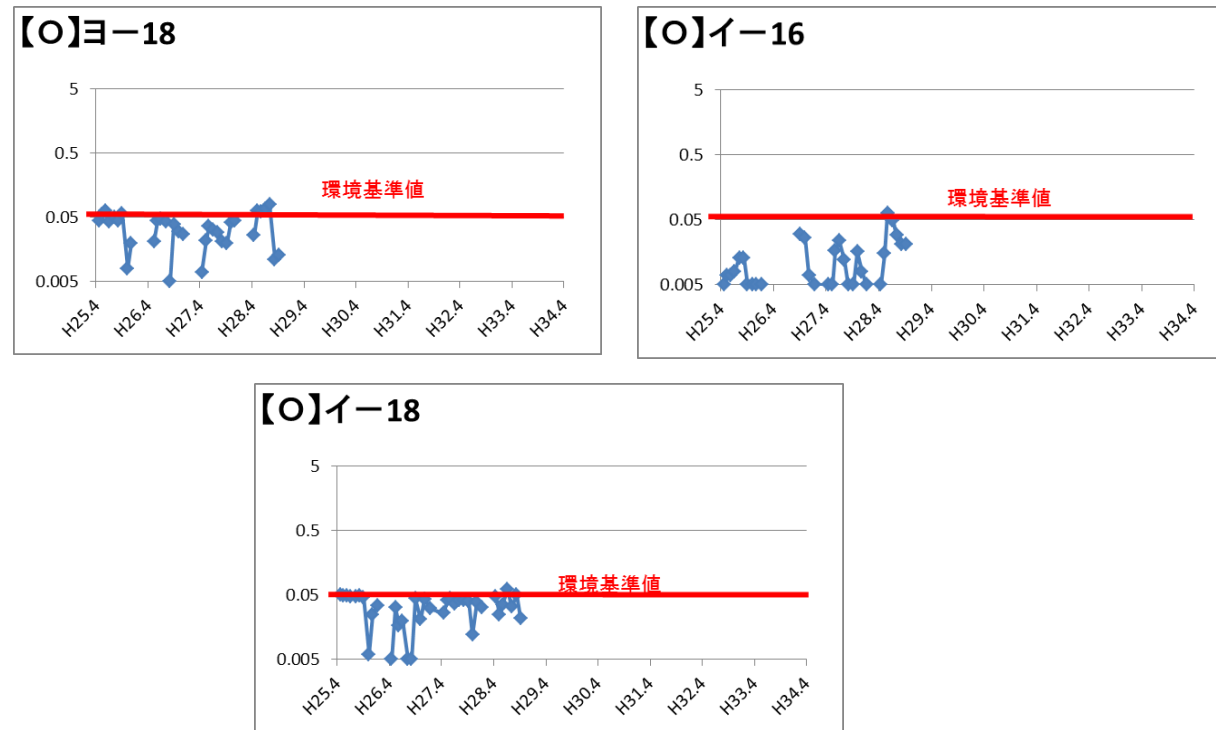


図 3-22 O 地区の地下水中の 1,4-ジオキサン濃度低下の見込

3) ジオキサンによる汚染土壌の洗出し(掘削・洗出し・埋戻し)

今後、現場から掘削除去した土壌環境基準を超過した土壌についてジオキサン濃度の低減化を図る必要があり、現場において土壌の洗出しについてテストを試行している。

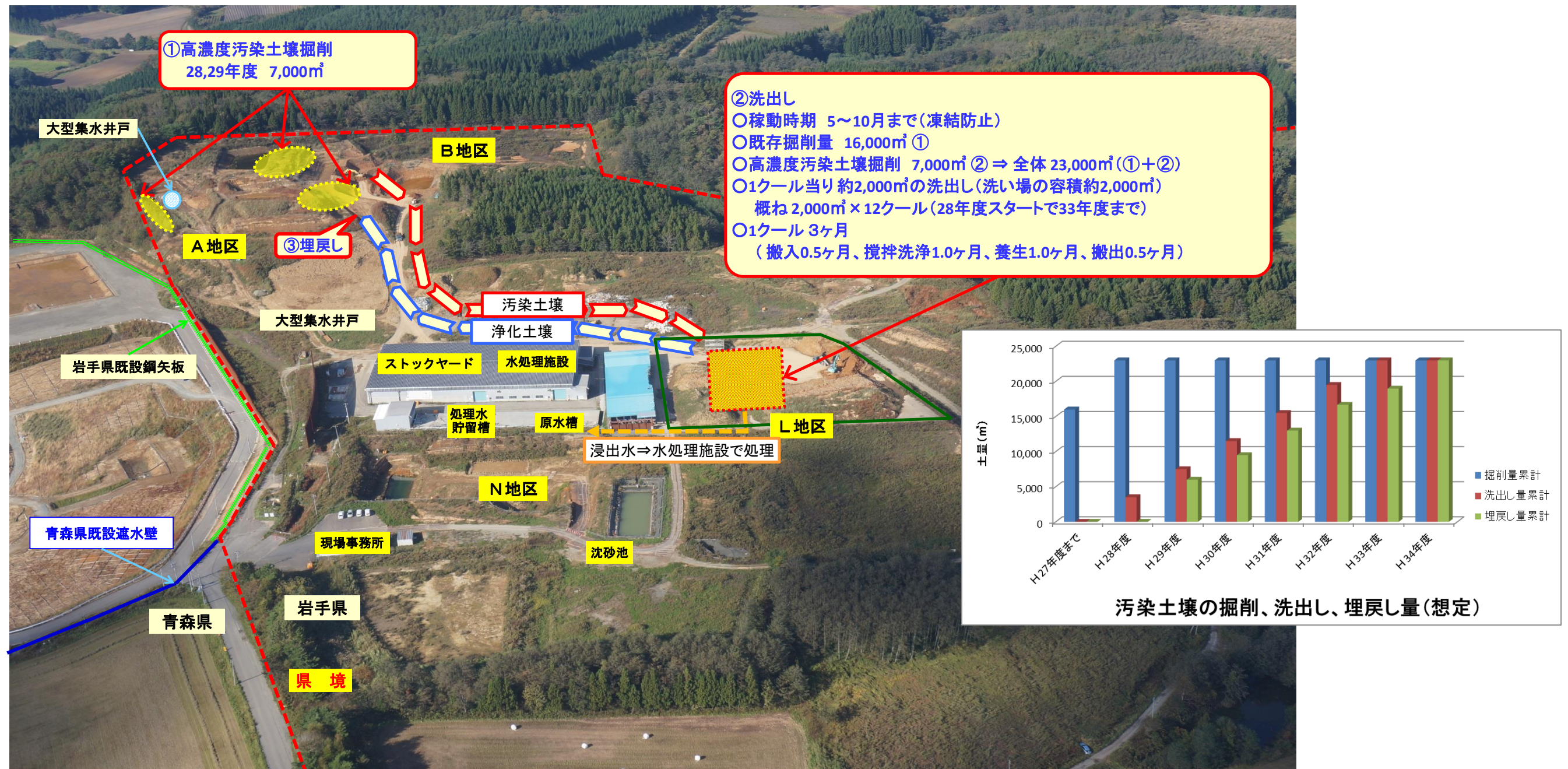
○A地区西側、A B地区境界部から掘削除去した高濃度汚染土壌は場内の不浸透地盤の箇所(L地区)に仮置きし、雨水が浸透してジオキサンが溶け出した浸出水は水処理施設(促進酸化法)に誘導され処理されている。

○しかし、仮置き土(全体 23,000 m³)の積上げ高さが5mになるため、雨水の浸透のみでは浄化されない又は均一に浄化されずに汚染が残留することが懸念される。

○そこで、仮置き土に重機でジオキサン処理後の処理水を混合しながら攪拌する洗出しを数回行い、浄化した土壌を場内の埋戻しに活用することを計画している。

○なお、現場内で洗出しを行うことにより、汚染土壌を外部搬出して処分する場合の1/3程度の費用となるので、費用対効果の観点でも有効な手段と考えられる。

(2015. 10. 6撮影 航空写真)



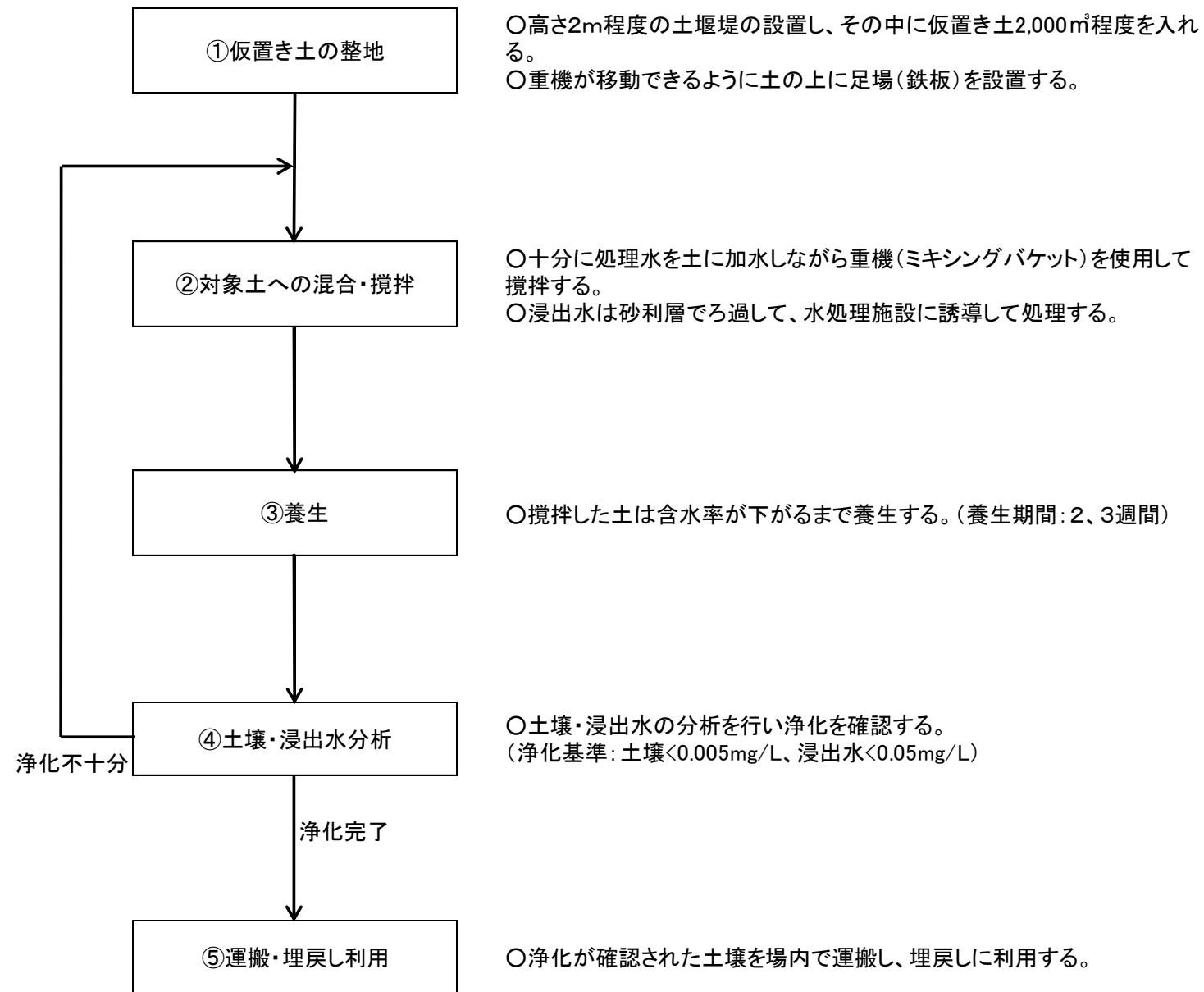


図1 高濃度汚染土壌の洗出しのフロー図



図2 現場試験状況写真

表1 現場土壌試験結果

	現場試験①	現場試験②	
		0.081mg/L	0.13mg/L
搬入時土壌濃度	0.1~0.3mg/L	0.081mg/L	0.13mg/L
洗出し1回目	0.011mg/L (浸出水0.044mg/L)	<0.005mg/L	0.005mg/L
洗出し2回目	<0.005mg/L	—	<0.005mg/L

概ね2回の洗出しで土壌環境基準の1/10未満(<0.005mg/L)