

第22回豊島処分地排水・地下水等対策検討会次第

日時 平成28年3月13日（日）13時～
場所 ルポール讃岐 2階 大ホール

I. 開会

II. 審議・報告事項

1. 地下水概況調査等の状況
2. 地下水等浄化の確認
3. D測線西側の地下水質等の状況
4. 豊島処分地 微生物処理可能性調査業務の結果
5. 加圧浮上装置による単独処理
6. 掘削完了判定調査の状況
7. 底面掘削の完了確認方法の検討状況
8. 最終混合面等の施工状況

III. 閉会

地下水概況調査等の状況

1. 概要

第 19 回豊島処分地排水・地下水等対策検討会（H27. 2. 1 開催）において了承された「処分地内の地下水汚染状況を把握するための調査等の手法」に基づき、廃棄物等の除去が確認され、土壌面となった区域において地下水概況調査を順次進めており、今回、第 21 回検討会（H27. 12. 23 開催）以降の調査の状況について報告する。

なお、概況調査地点である 30mメッシュの区画について、図 1 のとおり、豊島処分地の北東から順に新たに地点番号を付けたうえで、これまでの調査結果を再度整理した。今後は、当該地点番号を用いることとする。

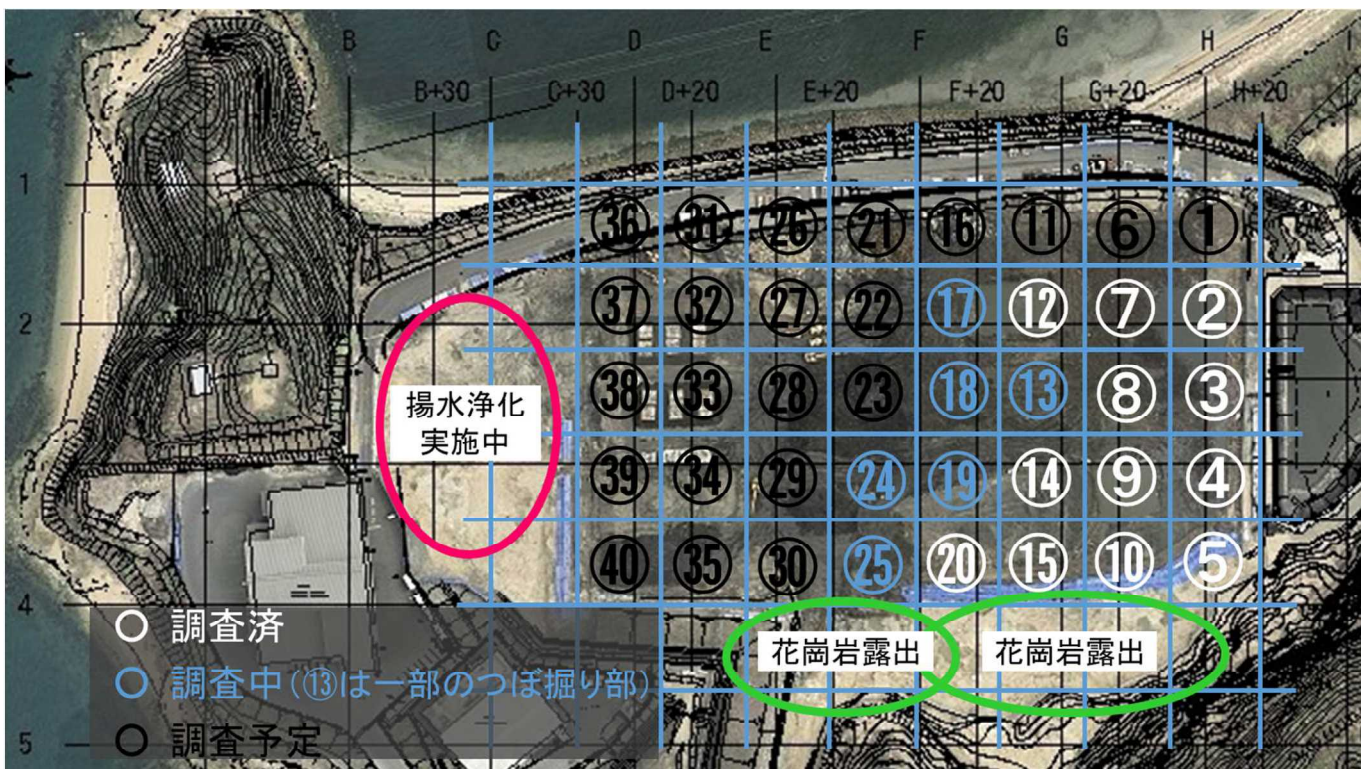


図 1 概況調査における 30mメッシュの区画及び地点番号

2. 調査日等

試料採取：平成 28 年 1 月 6 日以降

調査及び分析機関：廃棄物対策課、直島環境センター、環境保健研究センター

3. 調査項目

地下水位、水素イオン濃度（pH）、塩化物イオン、電気伝導率（EC）、酸化還元電位（ORP）、地下水環境基準項目のうち以下の物質（カドミウム、全シアン、鉛、六価クロム、砒素、総水銀、PCB、ジクロロメタン、四塩化炭素、塩化ビニルモノマー、1,2-ジクロロエタン、1,1-ジクロロエチレン、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、セレン、1,4-ジオキサン、ダイオキシン類）

4. 地下水概況調査等の結果

(1) 地下水概況調査結果

これまでの調査地点及び調査結果を表1及び表2に示す。今回、③、④及び⑩の地点における再調査結果の追加、⑱の地点における調査結果、⑰、⑳及び㉑の地点における調査結果の追加を報告する。なお、それ以外の地点の結果は、既に報告済みの結果を再掲したものである。

表1 地下水概況調査結果（地点②～⑤及び⑦～⑩）

報告区分	報告済	再調査 結果追加	再調査 結果追加	報告済	報告済	報告済	報告済	報告済	報告済	報告済				
項目	② HI12-21	③ HI23-11	④ HI34-1	⑤ HI34-16	⑤HI34- 16(参考)	⑤HI34-16 北つぼ溜ま り水	⑦ GH12-23	⑧ GH23-13	⑨ GH34-3	⑩ GH34-18	地下水 環境基準	排水基準	検出下限	
カドミウム及びその化合物	(ND)	(ND)	(ND)	地下水 なし	(0.0008)		(ND)	(0.0006)	0.0014(0.017)	(ND)	0.003	0.03	0.0003	
シアン化合物	(ND)	(ND)	(ND)		(ND)		(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	検出されないこと	1	0.1
鉛及びその化合物 (下段:<0.45 μm)	ND(0.04)	ND(0.032)	ND(0.012)		(0.077)		0.012(0.098)	ND(0.031)	ND(0.025)	(ND)	(ND)	0.01	0.1	0.005
	ND(ND)	ND(0.013)	ND(ND)		(ND)		ND(0.056)	ND(ND)	ND(ND)	(ND)	(ND)	0.01	0.1	
六価クロム化合物	(ND)	(ND)	(ND)		(ND)		(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.05	0.5	0.05
砒素及びその化合物 (下段:<0.45 μm)	ND(0.012)	0.008(0.012)	0.097(0.025)		(ND)		0.009(0.014)	ND(0.011)	(0.009)	(0.010)	(ND)	0.01	0.1	0.005
	ND(0.010)	0.005(0.009)	0.075(0.021)		(ND)		0.005(0.012)	ND(0.009)	(0.005)	(ND)	(ND)	0.01	0.1	
水銀及びアルキル水銀 その他の水銀化合物	(ND)	(ND)	(ND)		(ND)		(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.0005	0.005	0.0005
PCB	(ND)	(ND)	(ND)		(ND)		(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	検出されないこと	0.003	0.0005
トリクロロエチレン	(ND)	(ND)	(ND)		(ND)		(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.01	0.3	0.002
テトラクロロエチレン	(ND)	(ND)	(ND)		(ND)		(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.01	0.1	0.0005
ジクロロメタン	(ND)	(ND)	(ND)		(ND)		(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.02	0.2	0.002
四塩化炭素	(ND)	(ND)	(ND)		(ND)		(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.002	0.02	0.0002
塩化ビニルモノマー	(ND)	(ND)	(0.0016)		(ND)		(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.002	-	0.0002
1,2-ジクロロエチ	(ND)	(ND)	(ND)		(ND)		(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.004	0.04	0.0004
1,1-ジクロロエチ	(ND)	(ND)	(ND)		(ND)		(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.1	1	0.002
1,2-ジクロロエチ	(ND)	(ND)	(ND)		(ND)		(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.04	0.4	0.004
1,1,1-トリクロロ	(ND)	(ND)	(ND)		(ND)		(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	1	3	0.0005
1,1,2-トリクロロ	(ND)	(ND)	(ND)		(ND)		(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.006	0.06	0.0006
1,3-ジクロロプロ	(ND)	(ND)	(ND)		(ND)		(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.002	0.02	0.0002
ベンゼン	(0.007)	(0.003)	(0.008)	(ND)	(ND)	(ND)	(0.011)	(ND)	(0.004)	0.01	0.1	0.001		
セレン及びその化合物	(ND)	(ND)	(0.006)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.01	0.1	0.005		
1,4-ジオキサン	(0.026)	(0.049)	(0.26)	(ND)	(ND)	(ND)	0.058	0.007	0.009	0.063	0.05	0.5	0.005	
水素イオン濃度(pH)	(7.8)	(7.7)	(6.7)	(7.2)	(7.2)	(7.2)	(8.0)	(7.7)	(6.1)	(6.7)	-	5.0~9.0	-	
浮遊物質質量(SS)	(37)	(14)	(170)	(26)	(26)	(26)	(36)	(42)	(210)	(96)	-	200	5	
(溶解態) ダイオキシン類(懸濁態) 合計値	0.40(1.5)	(0.42)	(0.76)	(52)	(52)	0.53	(3.4)	0.29(3.1)	(0.96)	(0.62)	-	-	-	
	0.61(0.55)	(0.36)	(2.5)	(15)	(15)	0.21	(6.2)	0.20(2.0)	(2.5)	(0.51)	-	-	-	
	1.0(2.0)	(0.78)	(3.2)	(67)	(67)	0.75	(9.5)	0.53(5.1)	(3.5)	(1.1)	1	10	-	
塩化物イオン	(447)	(417)	(1440)	(34)	(34)	(34)	(301)	(106)	(57)	(545)	-	-	1	
酸化還元電位(ORP)	(35)	(-80)	(-25)	(6)	(6)	(6)	(-4)	(45)	(164)	(-12)	-	-	-	
電気伝導率	(486)	(326)	(631)	(121)	(121)	(121)	(353)	(257)	(255)	(297)	-	-	0.1	

(注1) 黄色は環境基準値超過、橙色は排水基準値超過である。

(注2) 単位は、水素イオン濃度(-)、ダイオキシン類(pg-TEQ/g)、酸化還元電位(mV)、電気伝導率(mS/m)、地下水位(m)を除いて、mg/Lである。

(注3) ダイオキシン類の合計値は、溶解態と懸濁態の各分析値を2桁に丸める前の値を合計してから2桁処理した値である。

(注4) 採水器にペーラーを用いたことによる影響が指摘されたため、②～④及び⑦～⑨の一部項目について、ポリスタリックポンプを用いて再調査を実施した。

なお、一部地点において1日の地下水採取量が少なく、再調査が実施できなかった。

(注5) 採水器にペーラーを用いた調査結果は括弧書きとした。

(注6) 浮遊物質質量については調査項目ではないが、ダイオキシン類との濃度相関を確認するため測定した。

(注7) 網掛けの箇所は、既に報告済の調査結果である。

今回調査した⑱の地点についてはつぼ掘り部となっており、つぼ掘り底面から湧水する地下水の調査（平成27年12月1日から7日に実施）において、つぼ底（TP+0.92m）からの湧水が無かったため、参考までに溜まり水についての確認調査を平成28年1月6日に実施したところ、ダイオキシン類を除く全ての項目において環境基準値を満足するとともに、ダイオキシン類については排水基準値を満足していた。

表2 地下水概況調査結果（地点⑫～⑮、⑰～⑳、㉔及び㉕）

報告区分	報告済	報告済	報告済	報告済	調査結果追加	調査結果	報告済	再調査結果追加	調査結果追加	調査結果追加			
	⑫ FG12-25	⑬ FG23-15	⑭ FG34-5	⑮ FG34-20	⑰ FG12-22	⑱ FG23-12-1 溜まり水	⑲ FG34-2	㉔ FG34-17	㉕ EF34-4	㉖ EF34-19	地下水環境基準	排水基準	検出下限
カドミウム及びその化合物	ND	ND	ND	(ND)	ND	ND	ND	(ND)	ND	ND	0.003	0.03	0.0003
シアン化合物	ND	ND	ND	(ND)	ND	ND	ND	(ND)	ND	ND	検出されないこと	1	0.1
鉛及びその化合物 (下段:<0.45 μm)	0.028	0.016	0.021	(0.005)	ND	ND	0.008	ND(0.013)	ND	ND	0.01	0.1	0.005
	0.025	0.010	ND	(ND)	ND	ND	ND	ND(ND)	ND	ND	0.01	0.1	
六価クロム化合物	ND	ND	ND	(ND)	ND	ND	ND	(ND)	ND	ND	0.05	0.5	0.05
砒素及びその化合物 (下段:<0.45 μm)	0.060	0.034	0.069	(0.009)	0.031	ND	0.008	ND(0.005)	ND	0.008	0.01	0.1	0.005
	0.057	0.033	0.038	(ND)	0.021	ND	0.006	ND(ND)	ND	ND	0.01	0.1	
水銀及びアルキル水銀 その他の水銀化合物	ND	ND	ND	(ND)	ND	ND	ND	(ND)	ND	ND	0.0005	0.005	0.0005
PCB	ND	ND	ND	(ND)	ND	ND	ND	(ND)	ND	ND	検出されないこと	0.003	0.0005
トリクロロエチレン	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	ND	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.01	0.3	0.002
テトラクロロエチレン	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	ND	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.01	0.1	0.0005
ジクロロメタン	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	ND	(ND)	(0.002)	(ND)	(ND)	0.02	0.2	0.002
四塩化炭素	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	ND	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.002	0.02	0.0002
塩化ビニルモノマー	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	ND	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.002	-	0.0002
1,2-ジクロロエチン	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	ND	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.004	0.04	0.0004
1,1-ジクロロエチン	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	ND	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.1	1	0.002
1,2-ジクロロエチン	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	ND	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.04	0.4	0.004
1,1,1-トリクロロエチン	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	ND	(ND)	(0.0027)	(ND)	(ND)	1	3	0.0005
1,1,2-トリクロロエチン	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	ND	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.006	0.06	0.0006
1,3-ジクロロプロペン	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	ND	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	0.002	0.02	0.0002
ベンゼン	(ND)	(ND)	(ND)	(ND)	(0.071)	ND	(0.14)	(0.008)	(0.47)	(0.001)	0.01	0.1	0.001
セレン及びその化合物	ND	ND	ND	(ND)	ND	ND	ND	(ND)	ND	ND	0.01	0.1	0.005
1,4-ジオキサン	(0.037)	(ND)	(0.49)	(0.009)	(0.070)	ND	(0.81)	(0.045)	(0.64)	(0.031)	0.05	0.5	0.005
水素イオン濃度(pH)	8.2	8.1	8.0	(6.5)	8.1	7.9	7.8	(6.5)	8.1	7.4	—	5.0~9.0	—
浮遊物質量(SS)	—	—	—	(41)	6	<5	—	<5(48)	7.8	16	—	200	5
(溶解態) ダイオキシン類(懸濁態) 合計値	7.9	0.68	0.0060	(0.23)	0.012	1.1	0.25	0.0076(2.9)	0.00039	0.0070	—	—	—
	1.5	0.010	0.051	(1.0)	0.0051	0.19	0.13	0.0063(2.8)	0.0095	0.015	—	—	
	9.4	0.69	0.057	(1.2)	0.017	1.2	0.38	0.014(5.7)	0.0099	0.022	1	10	
塩化物イオン	274	48	1130	(45)	484	110	503	(155)	481	92.2	—	—	1
酸化還元電位(ORP)	-87	14	-94	(146)	-103	145	-138	(-71)	-238	-22	—	—	—
電気伝導率	387	152	640	(78)	384	108	409	(171)	424	163.9	—	—	0.1

(注1) 黄色は環境基準値超過、橙色は排水基準値超過である。

(注2) 単位は、水素イオン濃度(-)、ダイオキシン類(pg-TEQ/g)、酸化還元電位(mV)、電気伝導率(mS/m)、地下水位(m)を除いて、mg/Lである。

(注3) ダイオキシン類の合計値は、溶解態と懸濁態の各分析値を2桁に丸める前の値を合計してから2桁処理した値である。

(注4) 採水器にペーラーを用いたことによる影響が指摘されたため、㉔の一部項目について、ペリスタリックポンプを用いて再調査を実施した。

なお、一部地点において1日の地下水採取量が少なく、再調査が実施できなかった。

(注5) 採水器にペーラーを用いた調査結果は括弧書きとした。

(注6) 浮遊物質量については調査項目ではないが、ダイオキシン類との濃度相関を確認するため測定した。

(注7) 網掛けの箇所は、既に報告済の調査結果である。

(2) 地下水詳細調査結果

概況調査を実施した⑬及び⑭の地点においては、ベンゼン及び1,4-ジオキサンが排水基準を超過していたため、当該30mメッシュの区画について詳細調査を実施した。

具体的には、さらに10mメッシュの小区画に区切り、各小区画の中心地点で無水掘りボーリングを行い、最初の帯水層の水質を把握するため、観測孔内の水が自然状態の地下水に絶えず置換できるようベラーによる揚水洗浄を実施してから、地下水を採取した。なお、小区画がつぼ掘り部となっておりボーリングが不可能な地点については、底面から湧水する地下水又は溜まり水を採取した。

1) 調査結果及び調査地点の状況等

詳細調査結果を表3に、詳細調査地点の状況及び地下水位を図2に示す。なお、湧水又は溜まり水を採取した地点については、つぼ掘り底面のTPを記載した。

表3 地下水詳細調査結果

地点名 採取区分	⑭北西(EF23-23) 観測孔	⑭北(EF23-24-1) つぼ(湧水)	⑭北西(EF23-25-1) つぼ(湧水)	⑬北西(FG23-21) 観測孔	⑬北(FG23-22) 観測孔	⑬北東(FG23-23-1) つぼ(溜まり水)
ベンゼン	0.30	0.21	0.43	0.29	2.0	<0.001
1,4-ジオキサン	0.15	0.092	0.18	0.45	0.46	<0.005
⑭西(EF34-3) 観測孔	⑭(EF34-4) 観測孔	⑭東(EF34-5-1) つぼ(湧水)	⑬西(FG34-1) つぼ(湧水)	⑬(FG34-2) 観測孔	⑬東(FG34-2) 観測孔	
0.36	0.46	0.10	0.098	0.89	0.005	
0.66	0.47	0.46	0.64	0.95	0.62	
⑭南西(EF34-8) 観測孔	⑭南(EF34-9) 観測孔	⑭南東(EF34-10) 観測孔	⑬南西(FG34-6-1) つぼ(溜まり水)	⑬南(FG34-7-1) つぼ(湧水)	⑬南東(FG34-8) 観測孔	
0.077	0.045	0.024	0.006	0.89	0.005	
0.31	3.0	0.83	0.74	1.3	0.18	

※1 黄色は環境基準値超過、橙色は排水基準値超過である。
 ※2 単位はmg/Lである。
 ※3 H28.1.25(⑬南はH28.1.26、⑭北西はH28.2.26)に試料採取した。

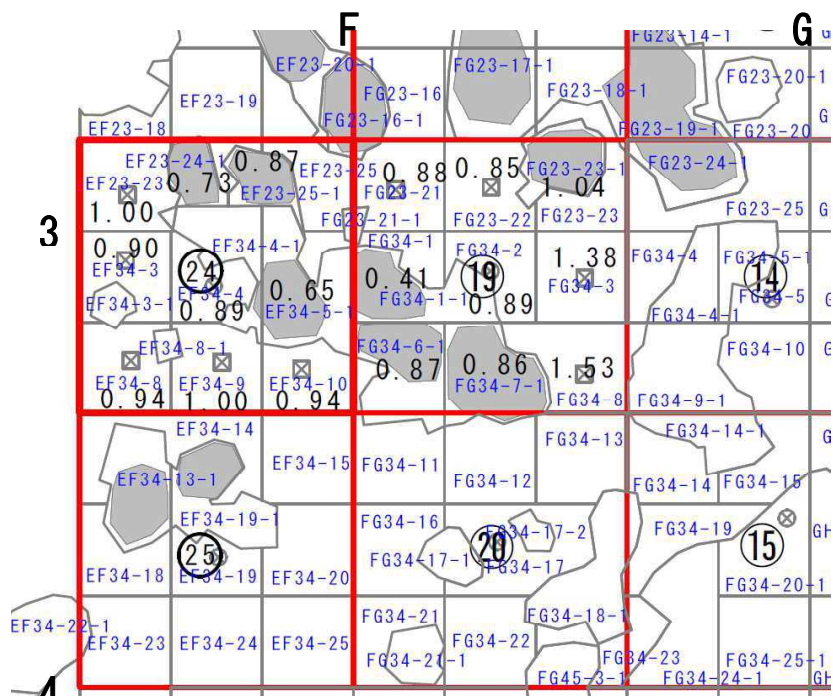


図2 詳細調査地点の状況及び地下水位 (TPm)

2) ベンゼンの詳細調査結果

ベンゼンの詳細調査結果を図3に示す。⑬北 (FG23-22) の区画で最も濃度が高く (2.0mg/L)、次いで⑬及び⑬南の区画の濃度が高く (0.89mg/L)、⑬北西、⑭、⑭北東、⑭北、⑭北西、⑭西の区画で排水基準値を超過する濃度であった。

最も濃度が高かった⑬北 (FG23-22) の区画よりもさらに北側の区画である、FG23-17-1 については、つぼ掘り底面 (TP+0.50m) から湧水する地下水の調査結果 (H27.12.3) において、ベンゼンが 0.002mg/L と環境基準値を満足していたことから、北側の地下水汚染の程度は低いと考えられる。

一方、次いで濃度の高かった⑬南 (FG34-7-1) の区画よりもさらに南側の区画である、FG34-12 については、表4のとおり土壌ガス調査結果においてベンゼンが定量下限値の10倍を超えて検出されていることや、表5のとおり VOC の土壌溶出量調査結果においてベンゼンが掘削完了判定基準を満足しているものの土壌溶出量基準を超過していることから、地下水が汚染されている可能性があるため、当該区画についても中心地点で無水掘りボーリングを行い、最初の帯水層の水質を調査する必要があるものと考えられる。

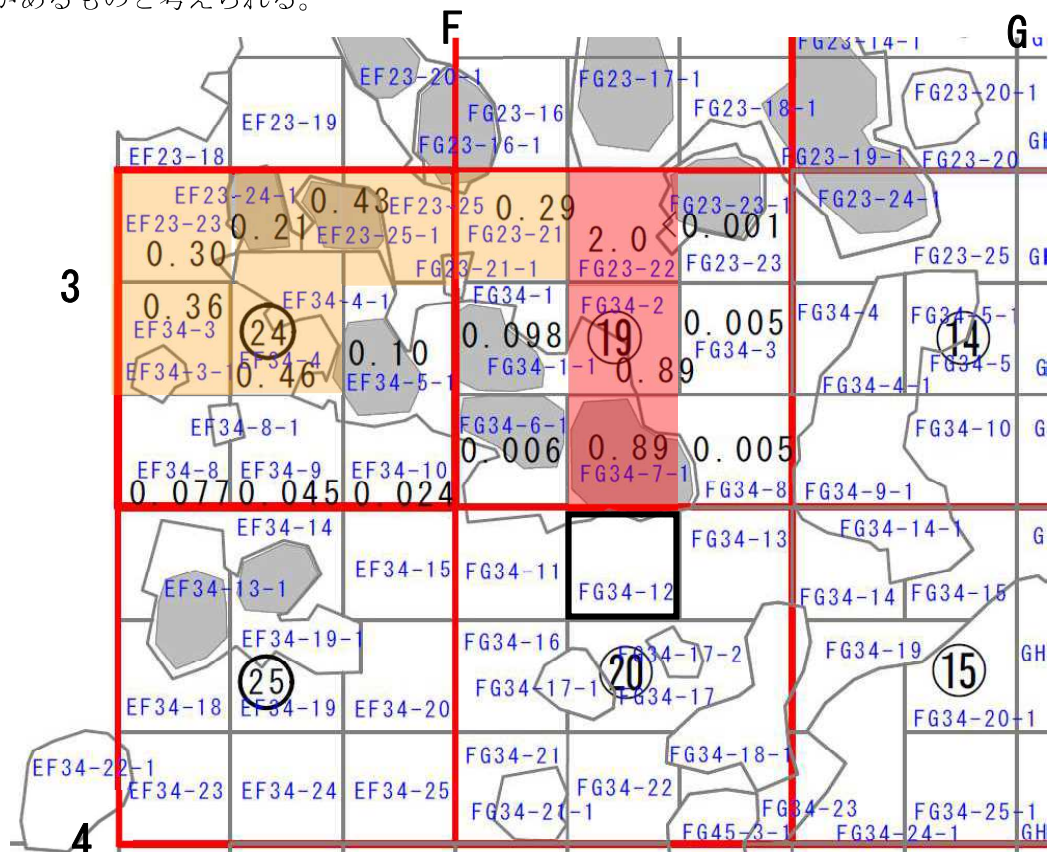


図3 ベンゼンの詳細調査結果 (単位は mg/L)

表4 FG34-12における土壌ガス調査結果

調査地点名	試料採取日	分析項目 (単位: ppmv)										
		四塩化炭素	1,2-ジクロロエタン	1,1-ジクロロエチレン	トリス(2-クロロエチル)メタン	1,3-ジクロロプロパン	ジクロロメタン	テトラクロロエチレン	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	ベンゼン
定量下限値	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05
FG34-12	H27.3.11	ND	4.1	0.52	0.87	ND	8.7	ND	18	ND	1.1	39

※黄色は定量下限値の10倍を超えて検出された項目である。

表5 FG34-12におけるVOCの土壤溶出量調査結果

調査地点名	試料採取日	分析項目(単位:mg/L)										
		四塩化炭素	1,2-ジクロロエタン	1,1-ジクロロエチレン	1,1,2-ジクロロエチレン	1,3-ジクロロプロペン	ジクロロメタン	テトラクロロエチレン	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	ベンゼン
完了判定基準	—	0.02	0.04	0.2	0.4	0.02	0.2	0.1	3	0.06	0.3	0.1
土壤溶出量基準	—	0.002	0.004	0.02	0.04	0.002	0.02	0.01	1	0.006	0.03	0.01
FG34-12	H27.3.23	ND	<u>0.0045</u>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<u>0.046</u>
FG34-12 2層目	H27.4.8	ND	0.0035	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	<u>0.099</u>

※下線部は土壤溶出量基準を超過した項目である。

※廃棄物の掘削完了判定マニュアルに従い、75cm下の2層目に当たる部分の調査を実施したところ、完了判定基準を満足した。

3) 1,4-ジオキサンの詳細調査結果

1,4-ジオキサンの詳細調査結果を図4に示す。②南(EF34-9)の区画で最も濃度が高く(3.0mg/L)、次いで①南(FG34-7-1)の区画の濃度が高く(1.3mg/L)、①、①東、①西、①南西、②南東、②西の区画で排水基準値を超過する濃度であった。

最も濃度が高かった②南(EF34-9)の区画よりもさらに南側の区画である、EF34-14については、同区画内にあるつば掘り底面から湧水する地下水調査(H27.2.9)において、湧水(TP+0.56m)の1,4-ジオキサンが0.32mg/Lと排水基準値を満足していた。

次いで濃度の高かった①南(FG34-7-1)の区画よりもさらに南側の区画である、FG34-12においては、1,4-ジオキサンについても中心地点で無水掘りボーリングを行い、最初の帯水層の水質を調査する必要があると考えられる。

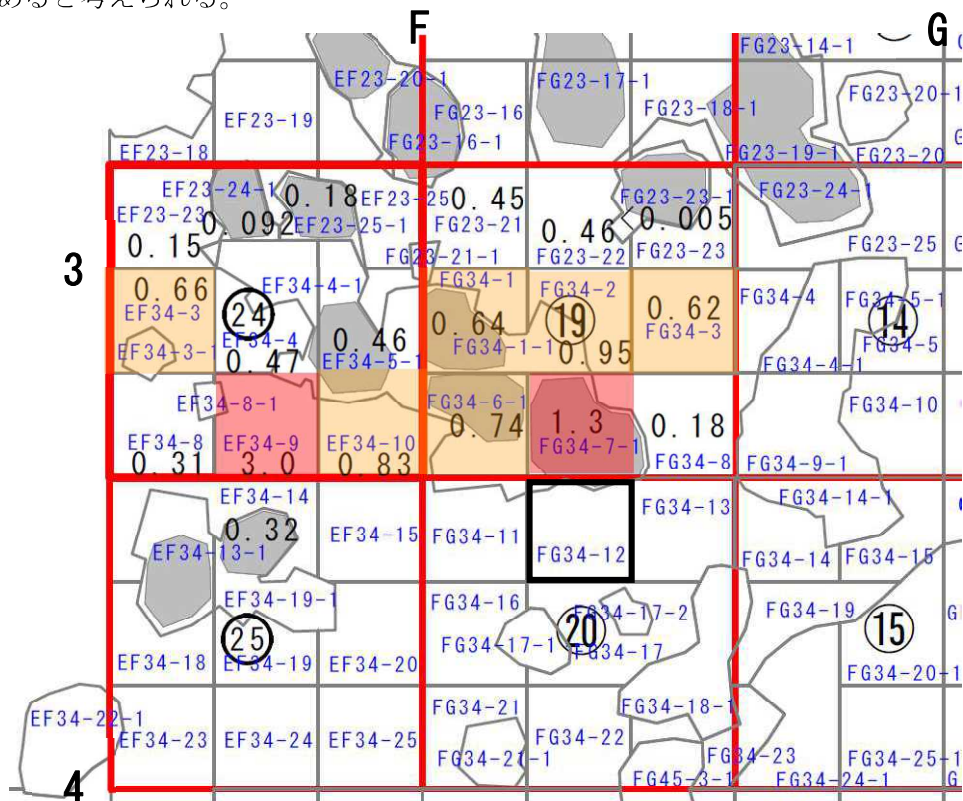


図4 1,4-ジオキサンの詳細調査結果(単位はmg/L)

今後実施するボーリング調査等の結果も踏まえ、ベンゼン及び1,4-ジオキサンの浄化方法や対象区域について検討し、効果的な地下水浄化対策を実施していく。

(3) つぼ掘り底面から湧水する地下水の追跡調査結果

つぼ掘りの中でも特に深くなっている底面から湧水する地下水について、前回調査時（平成 27 年 12 月 1 日から 7 日）に VOCs 排水基準値を超過している地点が確認されていることから、現につぼ掘り部の雨水等を含む溜まり水についてその全量を高度排水処理施設等に送水したうえで、地点 a、b 及び c において、排水基準超過項目についての追跡調査を平成 28 年 1 月 21 日から 26 日にかけて実施した。

なお、地点 d については、北側に残存している廃棄物等の底面掘削が完了していないことから、掘削完了後に追跡調査を実施する予定である。



写真 1 つぼ掘りの状況

その結果、表6のとおり、地点a (FG23-19-1)、b (FG23-14-1) においてはベンゼンが、地点c (FG34-7-1) においてはベンゼン及び1,4-ジオキサンが、前回調査と同じく排水基準値を超過していた。

特に、地点aのうち南側の箇所(地点a-2)においては写真2のとおり、つぼ掘り底面から絶えず地下水が湧水していたことから、当該つぼ掘り溜まり水については、高度排水処理施設に送水して処理を実施している。

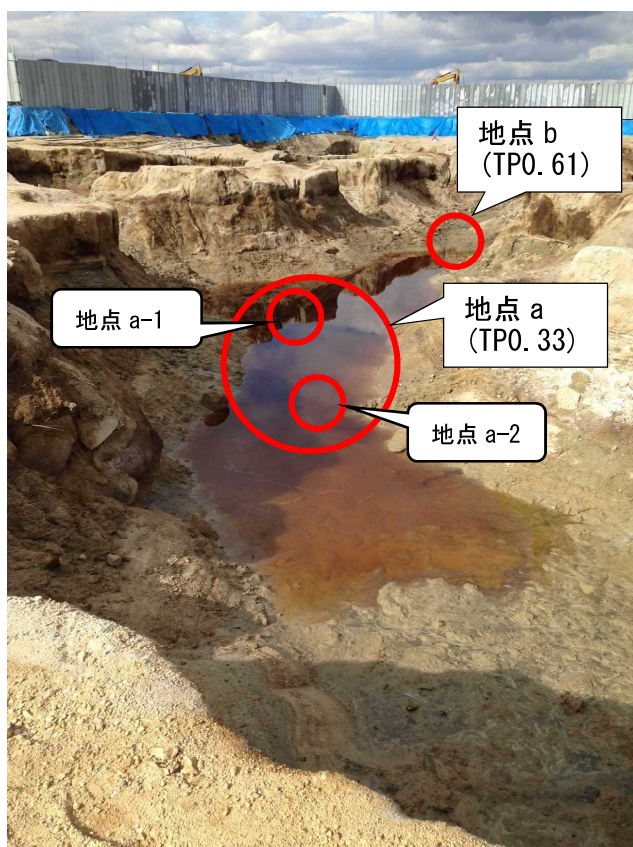
表6 つぼ掘り底面から湧水する地下水の追跡調査結果

地点番号		区画番号	試料採取日	ベンゼン	1,4-ジオキサン
a	a-1(最深部)	FG23-19-1	H27.12.3	0.94	0.17
			H28.1.21	0.53	-
	a-2(湧水)	FG23-19-1	H28.1.21	0.75	-
b	(湧水)	FG23-14-1	H27.12.3	0.57	0.21
	(溜まり水)		H28.1.21	0.12	-
c	(湧水)	FG34-7-1	H27.12.2	0.32	0.84
			H28.1.26	0.89	1.3
環境基準値				0.01	0.05
排水基準値				0.1	0.5
検出下限値				0.001	0.005

※1 黄色は環境基準値超過、橙色は排水基準値超過である。

※2 単位はmg/Lである。

※3 網掛けの箇所は、既に報告済の調査結果である。



①つぼ掘りの状況 (H28.1.22)

②地点 a-2 における底面からの湧水 (H28.1.21)

写真2 つぼ掘り底面からの湧水の状況

これまでの調査結果で、湧水又は溜まり水が排水基準値を超過しているつぼ掘り及び底面の TP の状況を図 5 に示す。なお、底面の TP については、TP1.0m 以下のつぼ掘りを記載した。

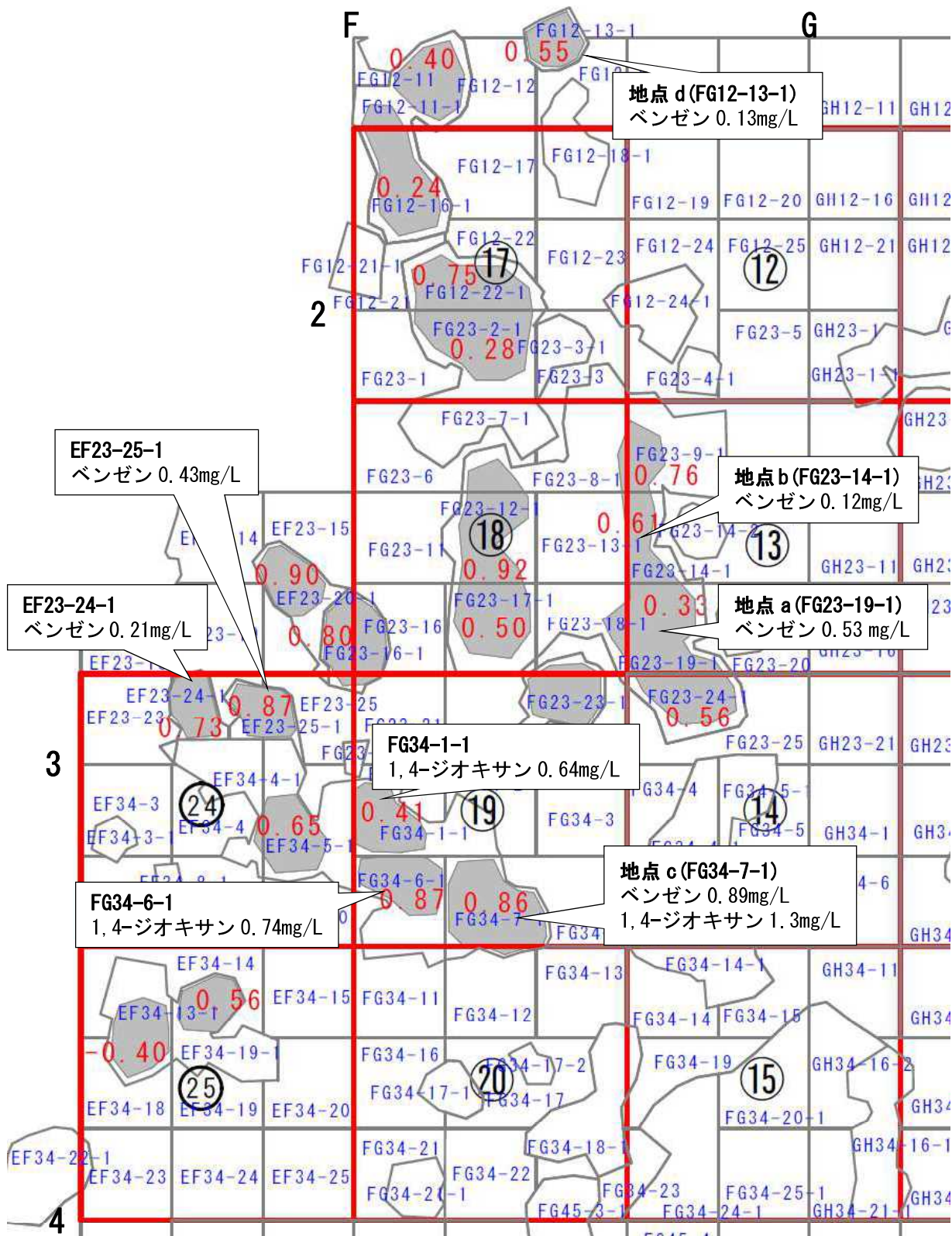


図 5 排水基準値を超過しているつぼ掘り及び底面の TP の状況 (単位m)

5. つぼ掘り部からの廃棄物の掘削状況

つぼ掘り部からの廃棄物の掘削状況について、図6に示す。主にドラム缶及び汚泥が廃棄物として掘削されており、(F-G, 2-3) のエリアにおいては特にドラム缶が多量掘削されている。

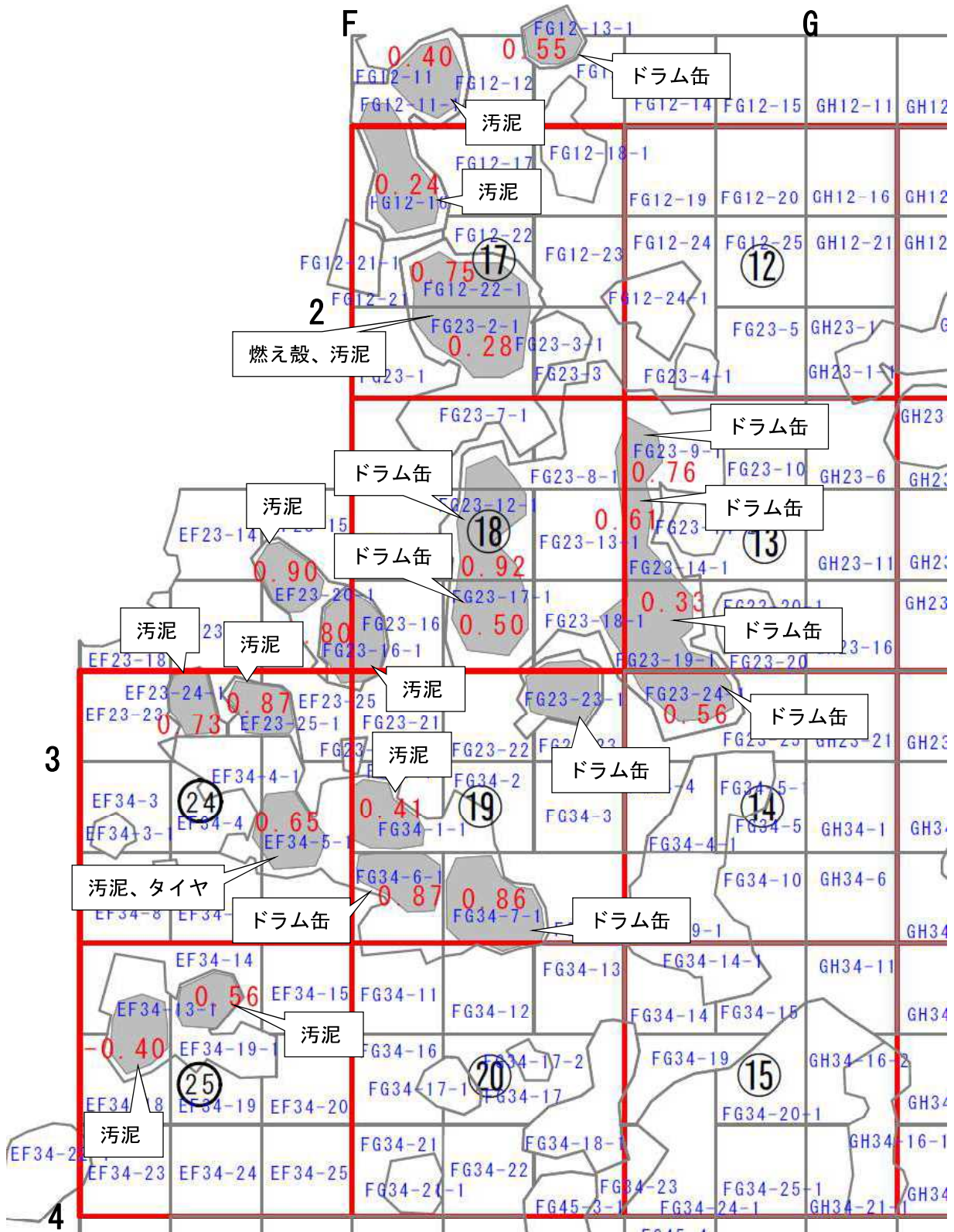


図6 つぼ掘り部からの廃棄物の掘削状況

地下水汚染の地点である FG34-6-1 及び FG34-7-1 における廃棄物の掘削状況について写真 3 に示す。当該つぼ掘りにおいてはドラム缶が複数掘削されており、ベンゼンや 1,4-ジオキサンによる地下水汚染の原因となった可能性がある。

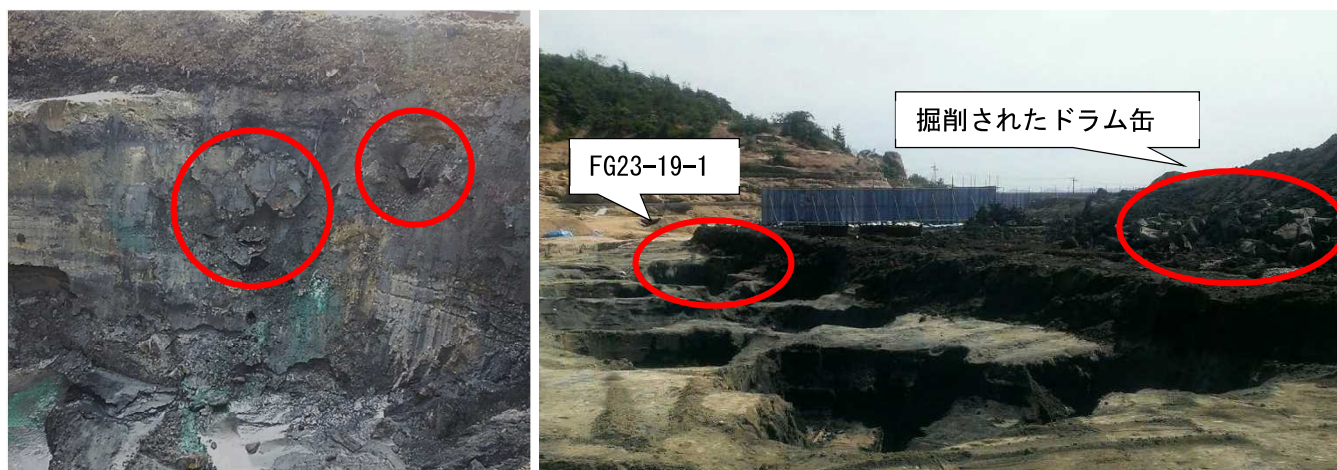


①掘削後の状況 (H27. 1. 29)

②つぼ掘りから掘削されたドラム缶 (H27. 1. 29)

写真 3 FG34-6-1 及び FG34-7-1 のつぼ掘りにおける廃棄物の掘削状況

また、もう一つの地下水汚染地点である FG23-19-1 における廃棄物の掘削状況について写真 4 に示す。当該つぼ掘り付近でもドラム缶が複数掘削されており、ベンゼンによる地下水汚染の原因となった可能性がある。



①ドラム缶の埋設状況 (H27. 5. 20)

②掘削後の状況 (H27. 5. 22)

写真 4 FG23-19-1 のつぼ掘りにおける廃棄物の掘削状況

6. 地下水浄化対策で対応する範囲

前回、暫定的な最高水位を報告した⑰、⑱、㉔及び㉕の地点の水位変動と、今回新たに調査した⑱の地点の水位変動を図7に示す。

この調査期間での最高水位は、⑰が1.2m、⑱が1.4m、⑲が1.3m、㉔が1.3m、㉕が2.2mであったことから、これらの水位を30mメッシュ毎の基準水位とする。なお、これまでに決定した30mメッシュ毎の基準水位は図8のとおりである。

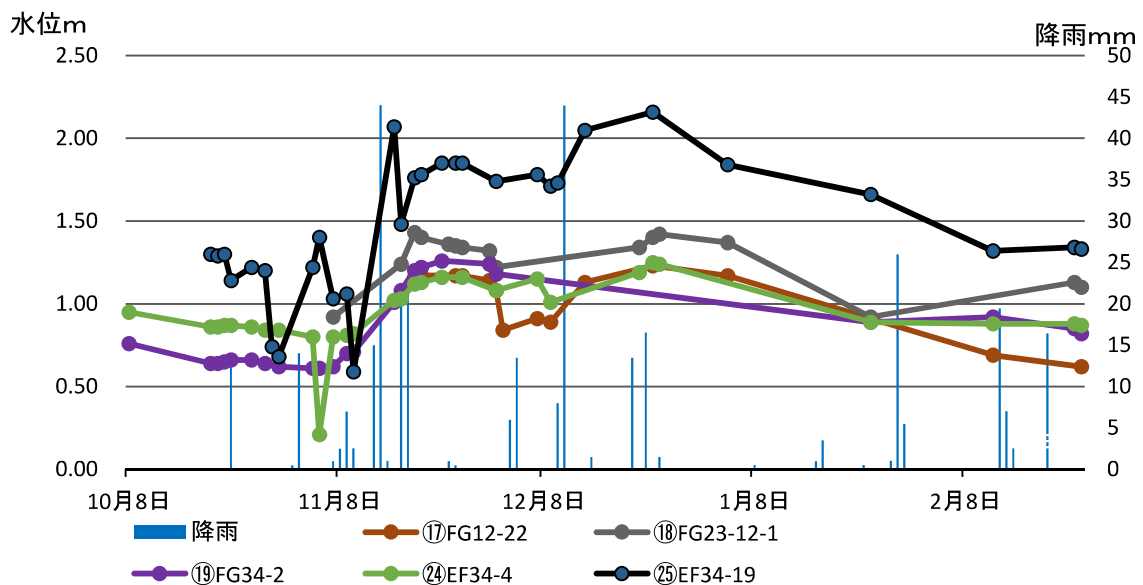


図7 調査期間での水位変動

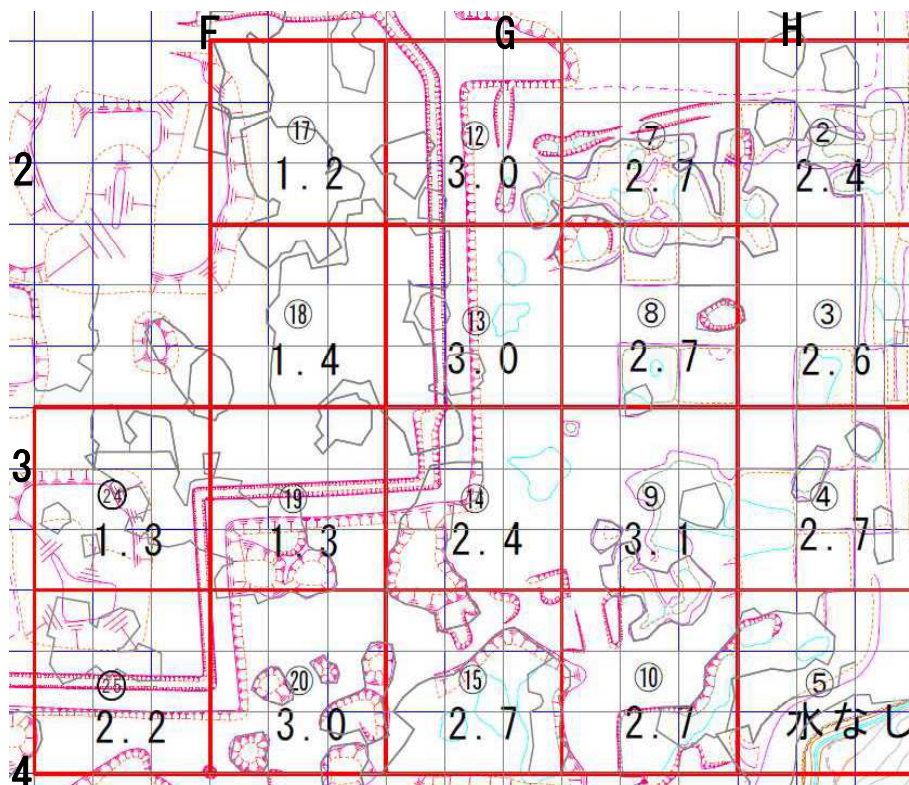


図8 30mメッシュ毎の基準水位 (⑰、⑱、⑲、㉔、㉕以外については前回報告済)

7. 処分地内の地下水汚染の状況（まとめ）

今回報告した地下水概況調査等の結果を踏まえ、表7及び図9に示すとおり、⑰、⑱及び㉕の地点における30mメッシュの区画については、地下水浄化対策を実施する必要はないものと考えられる。

また、⑬の区画における一部のつぼ掘り部についてはベンゼンについての地下水浄化対策を、⑲及び㉔の区画についてはベンゼン及び1,4-ジオキサンについての地下水浄化対策を実施する必要があるものと考えられる。

なお、㉒の区画におけるFG34-12の地点について、今後調査を実施予定である。

表7 処分地内の地下水汚染の状況

報告区分	区画番号	概況調査	詳細調査	つぼ掘り湧水調査	地下水基準水位(TPm)	浄化対策の必要性
判定済	②	環境基準以下	—	—	2.4	不要
	③	環境基準以下	—	—	2.6	不要
	④	排水基準以下	—	—	2.7	不要
	⑤	環境基準以下	—	—	(水なし)	不要
	⑦	排水基準以下	—	環境基準以下	2.7	不要
	⑧	排水基準以下	—	環境基準以下	2.7	不要
	⑨	排水基準以下	—	—	3.1	不要
	⑩	排水基準以下	—	—	2.7	不要
今回判定	⑬	排水基準以下	—	排水基準超過(ベンゼン)	3.0	一部のつぼ掘り部で必要
	⑭	排水基準以下	—	排水基準以下	2.4	不要
判定済	⑮	排水基準以下	—	—	2.7	不要
	⑰	排水基準以下	—	排水基準以下	1.2	不要
今回判定	⑱	排水基準超過(ベンゼン、1,4-ジオキサン)	調査済	排水基準超過(ベンゼン、1,4-ジオキサン)	1.3	要
調査予定	㉒	環境基準以下	調査予定※	—	3.0	
今回判定	㉔	排水基準超過(ベンゼン、1,4-ジオキサン)	調査済	排水基準超過(ベンゼン)	1.3	要
今回判定	㉕	環境基準以下	—	排水基準以下	2.2	不要

※ FG34-12の地点で、ベンゼン及び1,4-ジオキサンの調査を実施予定。

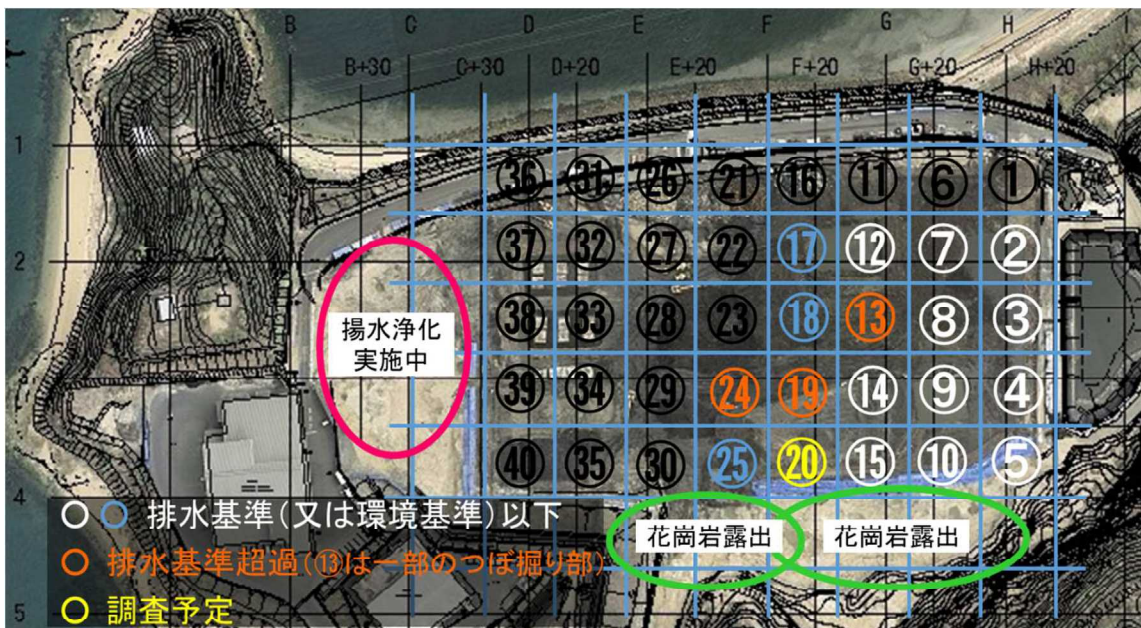


図9 処分地内の地下水汚染の状況

8. 今後の対応

今後、⑰の地点における 30mメッシュの区画においては、廃棄物等搬入路の施工を実施する予定である。

また、詳細調査を実施した⑱及び⑳の地点における 30mメッシュの区画においては、今後実施するボーリング調査等の結果も踏まえ、ベンゼン及び 1,4-ジオキサンの浄化方法や対象区域について検討し、効果的な地下水浄化対策を実施していくとともに、つぼ掘り底面から絶えず地下水が湧水していた FG23-19-1 の地点についても、効果的な地下水浄化対策の方法について検討し、実施していく。

なお、概況調査等の予定については表 8 及び図 10 のとおりである。

表 8 概況調査等の予定

	28年度	29年度	30年度	31年度	32年度	33年度	34年度
D測線西側	[Blue bars indicating groundwater purification measures]						
○ 調査済	[Blue bars indicating groundwater purification measures]						
○ 調査予定 (FG34-12の地点)	[Light blue bar]	[Blue bars indicating groundwater purification measures]					
○ (F,2-3)付近 ○ (D-E,3-4)付近	[Green bar]	[Light blue bar]	[Blue bars indicating groundwater purification measures]				
○ (D-E,2-3)付近 ○ (G-H,1-2)付近	[Green bar]	[Light blue bar]	[Blue bars indicating groundwater purification measures]				
○ その他の区域	[Green bar]	[Light blue bar]	[Blue bars indicating groundwater purification measures]				

■ 概況調査
■ 詳細調査
■ 地下水浄化対策の実施

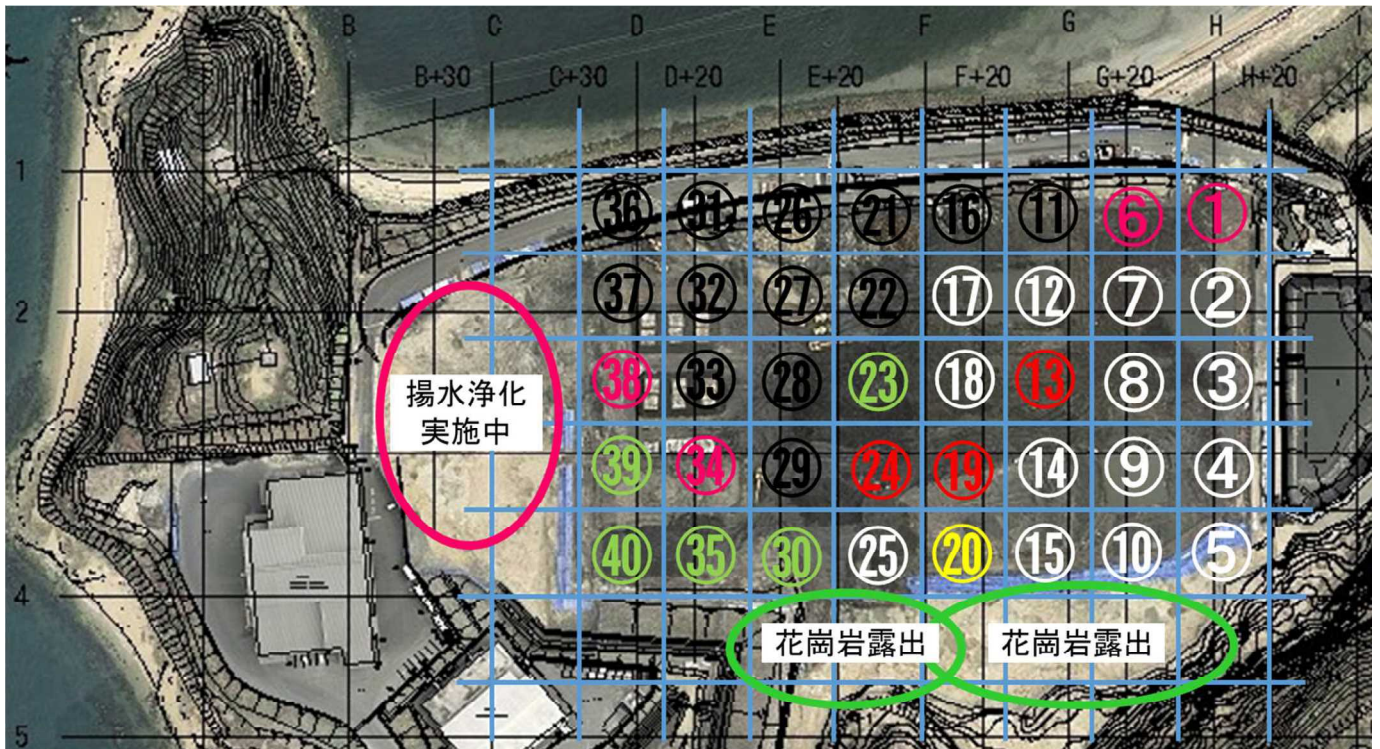
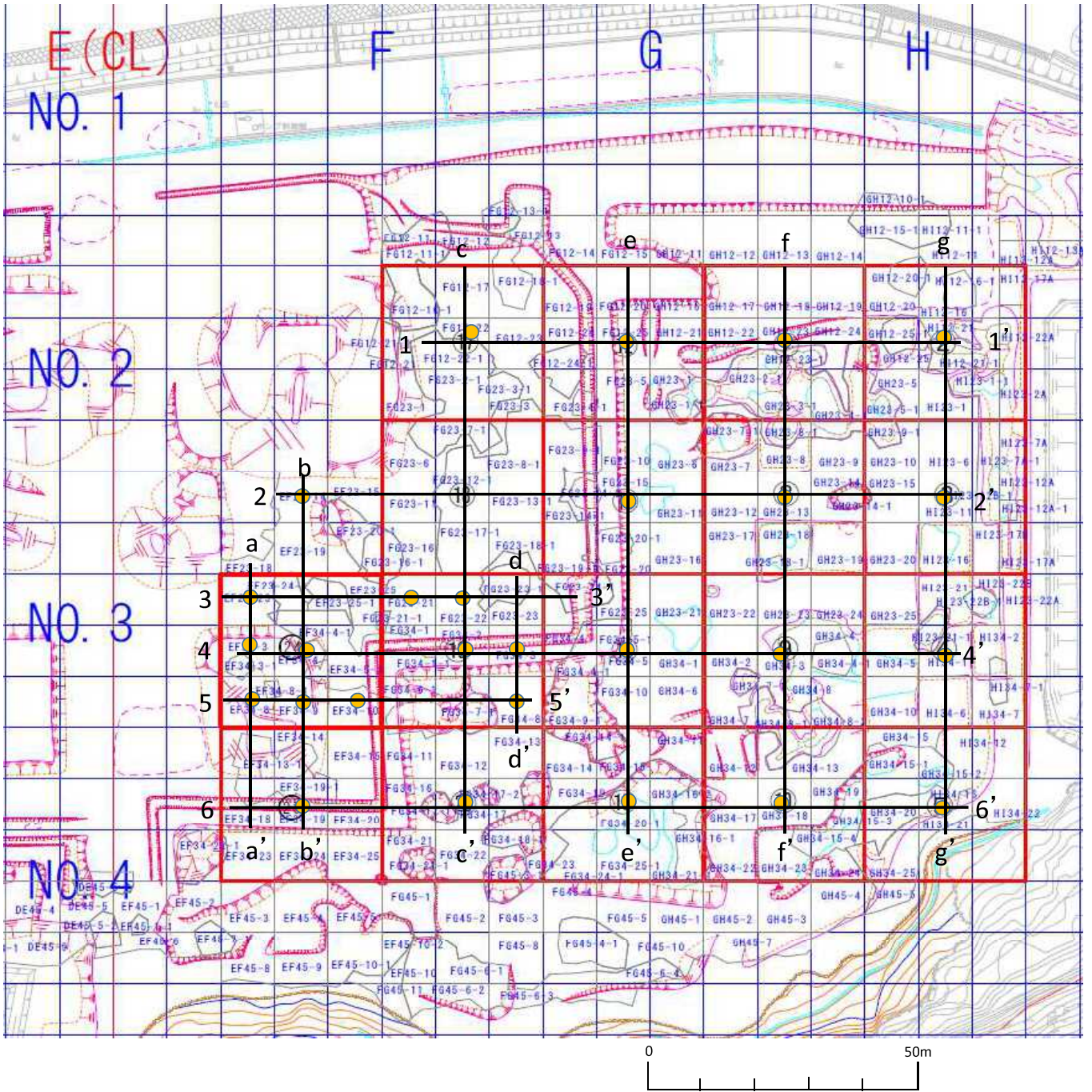


図 10 概況調査等の予定

調査位置平面図



推定地質断面図(南北方向)

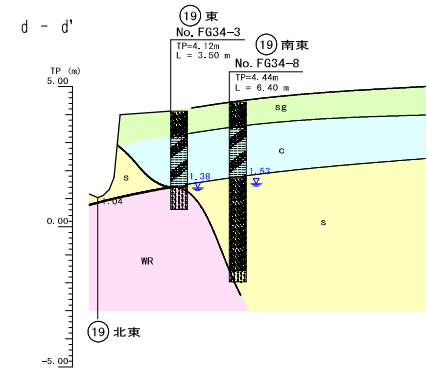
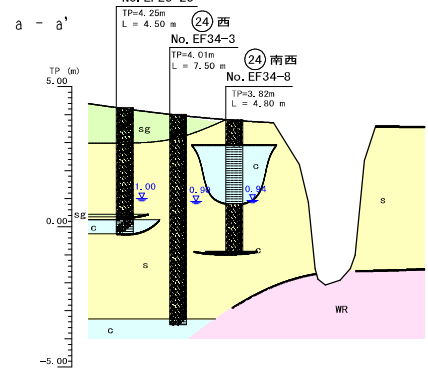
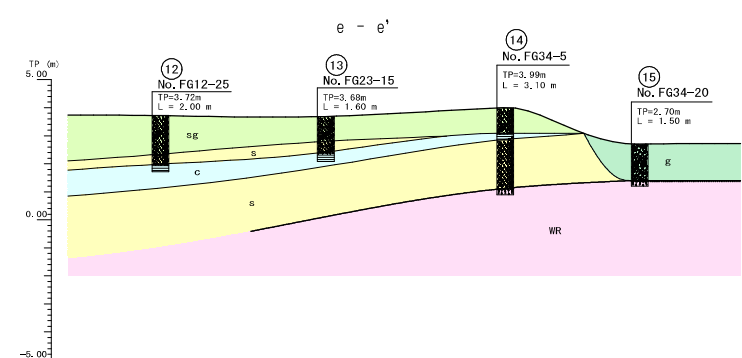
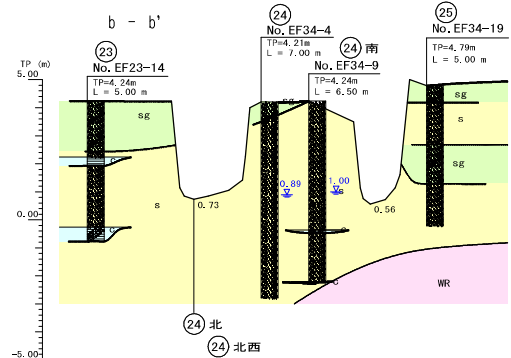
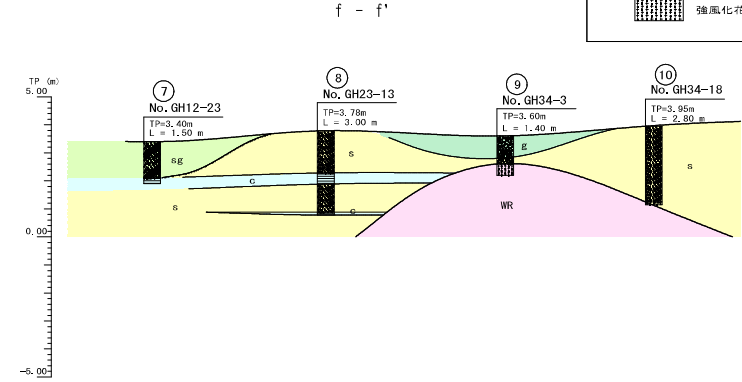
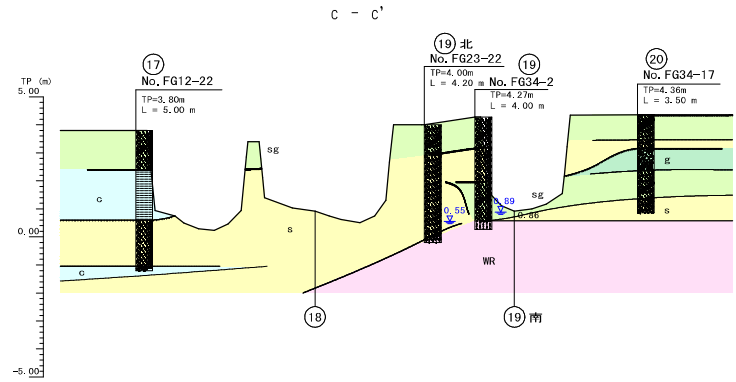
V=1:200 H=1:1000

土質・岩質凡例

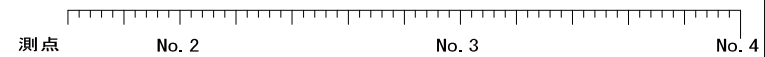
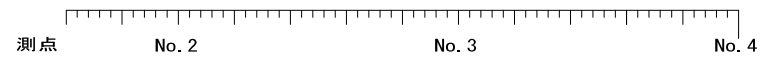
	表土		粘土混り・質
	粘土		シルト混り・質
	シルト		砂混り・質
	砂		礫混り・玉石混り
	礫		有機混り・質
	腐植土		強風化花崗岩
	強風化花崗岩		

土層・岩層凡例

	c	粘性土層
	s	砂質土層
	sg	礫混り砂質土層
	g	礫質土層
	WR	強風化基盤岩 (強風化花崗岩)

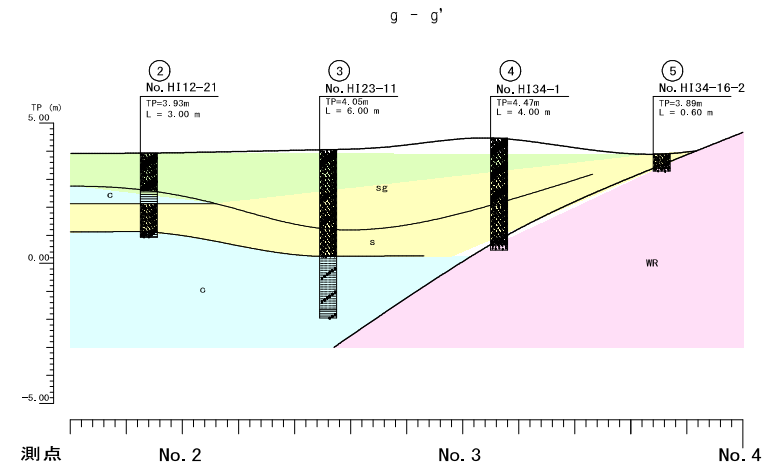
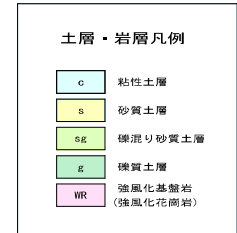
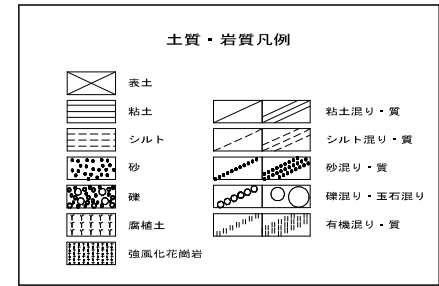


年度	平成 27 年度
路河川名等	
工事名	豊島廃棄物等処理事業 地下水概況及び詳細調査業務委託
位置	香川県小豆郡土庄町豊島
図面名	推定地質断面図
縮尺	図示 図面番号
作成年月日	平成 27 年 月
会社名	普業工業株式会社
事業者名	香川県 環境森林部廃棄物対策課



推定地質断面図(南北方向)

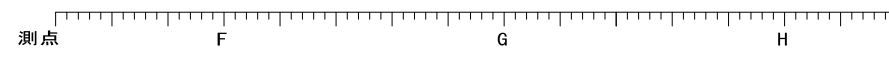
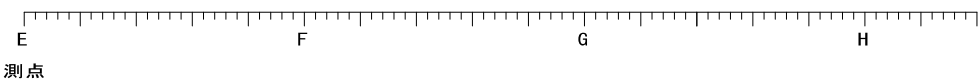
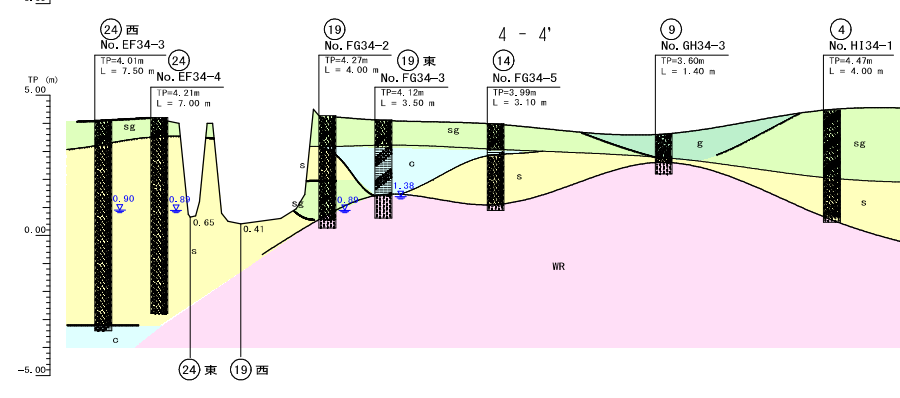
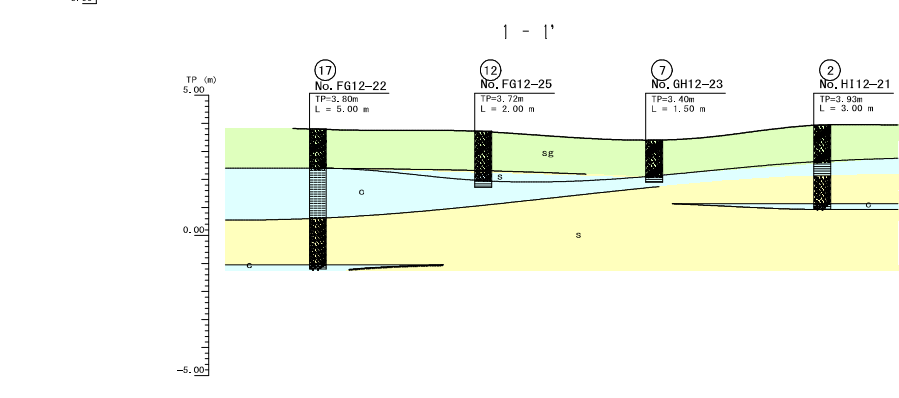
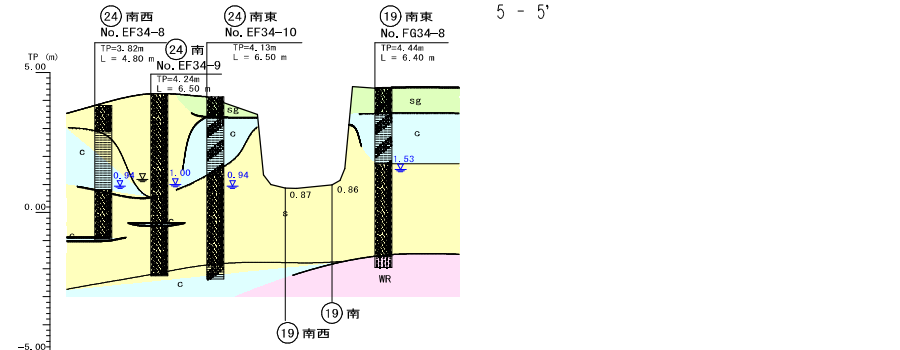
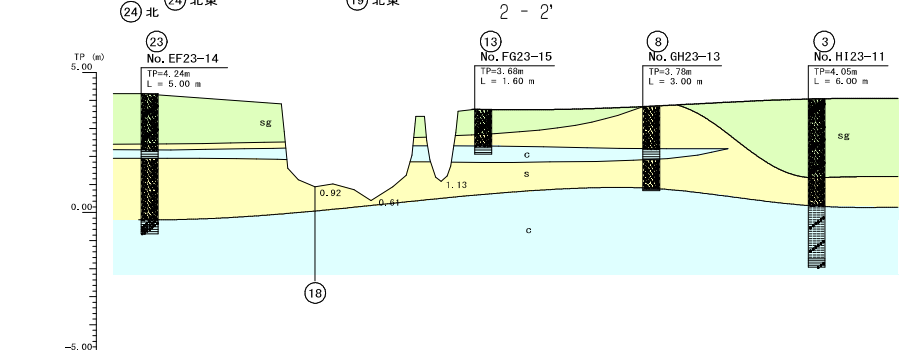
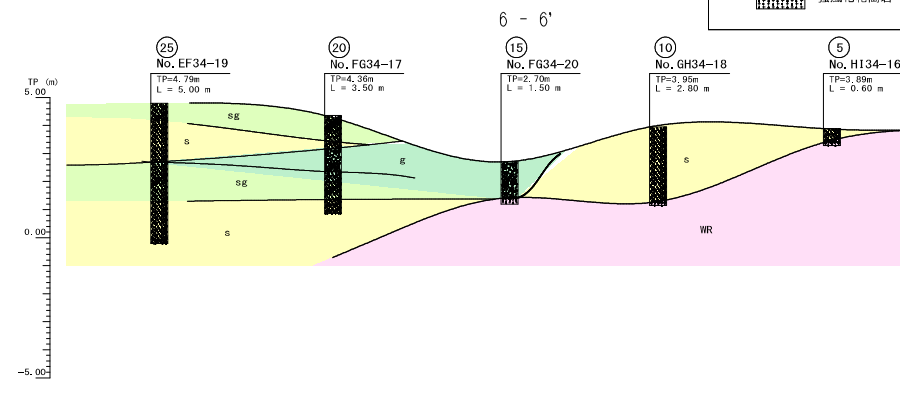
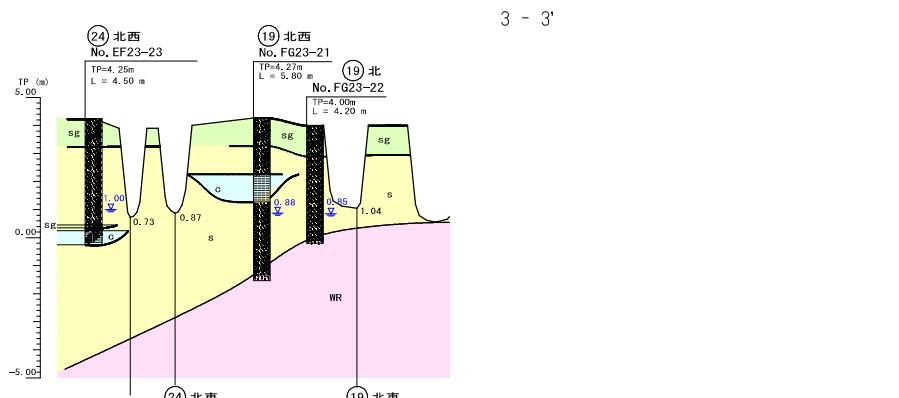
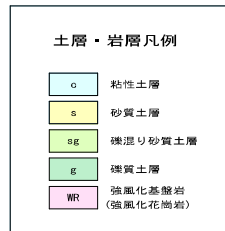
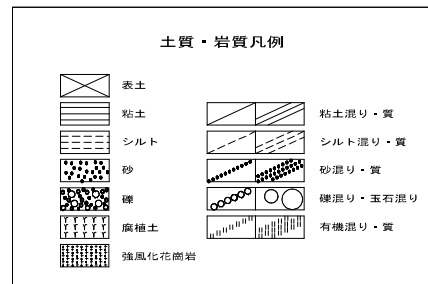
V=1:200 H=1:1000



年度	平成 27 年度		
路河川名等			
工事名	豊島廃棄物等処理事業 地下水概況及び詳細調査業務委託		
位置	香川県小豆郡土庄町豊島		
図面名	推定地質断面図		
縮尺	図示	図面番号	
作成年月日	平成 27 年 月		
会社名	青葉工業株式会社		
事業者名	香川県 環境森林部廃棄物対策課		

推定地質断面図(東西方向)

V=1:200 H=1:1000



年度	平成 27 年度
路河川名等	
工事名	豊島廃棄物等処理事業 地下水概況及び詳細調査業務委託
位置	香川県小豆郡土庄町豊島
図面名	推定地質断面図
縮尺	図示 図面番号
作成年月日	平成 27 年 月
会社名	青葉工業株式会社
事業者名	香川県 環境森林部廃棄物対策課

地下水等浄化の確認

1. 概要

現在、豊島処分地において、廃棄物等の除去が完了し、表面が土壌面となった区域について、地下水の汚染状況の調査を進めており、汚染が確認された区域においては地下水の浄化対策を実施することとなり、その後、浄化の完了を確認することとなっていることから、今回、具体的な地下水等浄化確認の考え方について検討する。

2. 地下水等浄化の確認

廃棄物の処理及び清掃に関する法律では、一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の管理型最終処分場の廃止に係る技術上の基準として、『保有水等集排水設備により集められた保有水等の水質が 2 年以上にわたり行った水質試験の結果、排水基準等に適合していると認められること』が挙げられており、豊島処分地の地下水についても、これに準拠して、2 年以上にわたり排水基準を満足していた場合、地下水等の浄化が確認されたこととする。

3. 西揚水井地下水等及び地下水排除工の管理について

西揚水井地下水等及び地下水排除工の位置図については図 1 のとおりで、周辺の廃棄物等は除去されており、水質については第 21 回排水・地下水等対策検討会（H27. 12. 23 開催）でも報告したとおり、これまで COD が管理基準値を超過することがあったが、図 2 に示すとおり、西揚水井で平成 25 年 12 月以降、地下水排除工で平成 25 年 11 月以降、ともに 2 年以上安定して管理基準を満足している。これらのことから、西揚水井地下水等及び地下水排除工については浄化が確認されたこととする。



図1 西揚水井及び地下水排除工の位置図

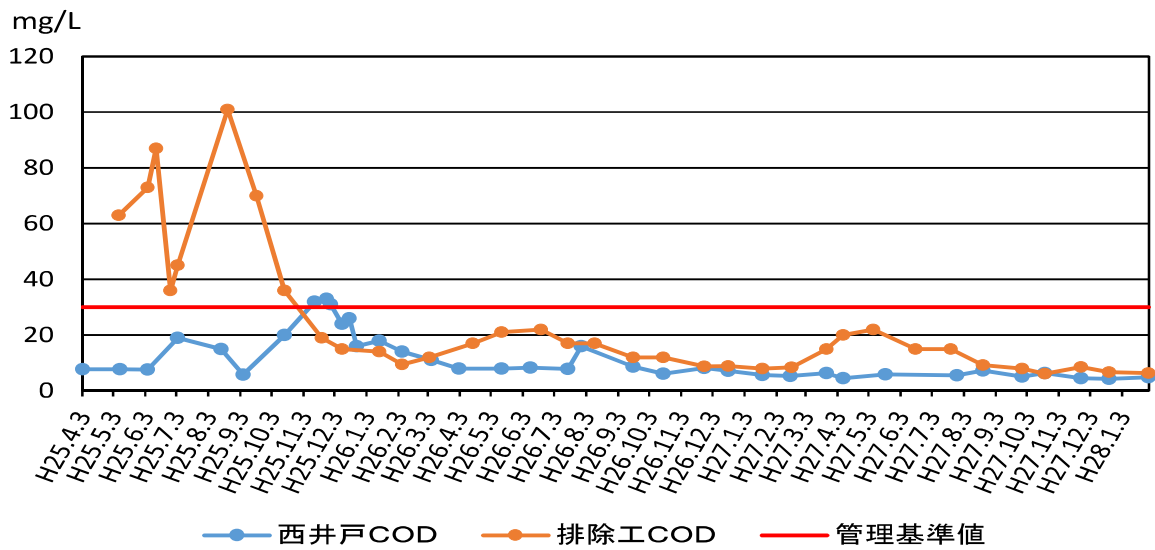


図2 西揚水井地下水等及び地下水排除工のCOD推移

D 測線西側の地下水質等の状況

1. 概要

D 測線西側の地下水を浄化するため、(B+40, 2+10) 地点、(C, 2+40) 地点及び (C, 3+10) 地点に観測井及び揚水井を設置しており、揚水井に関しては平成 26 年 6 月から浅井戸で、深井戸においては平成 27 年 4 月から揚水処理を開始している。今回、2 か月毎に実施しているモニタリングの結果及び揚水量等について報告する。

なお、(C, 3+10) 地点の揚水井については、第 21 回排水・地下水等対策検討会 (H27.12.23 開催) において、揚水を止めて経過観察することになったことから、平成 27 年 12 月 24 日から揚水停止中である。また、(C, 2+40) 地点の浅井戸揚水井は平成 27 年 12 月調査時点において、ポンプ故障が故障していたことから、平成 28 年 1 月にポンプ内の逆止弁の取り換えを実施したが、2 月調査時に再び故障していたため、揚水井施工業者に修繕依頼中である。



図 1 調査地点

2. 地下水のモニタリング結果

(1) 実施日

平成 28 年 2 月 2、3、4 日

なお、平成 27 年 12 月までのデータについては第 21 回排水・地下水等対策検討会までにおいて報告済みである。

(2) 調査体制

調査及び分析機関：直島環境センター、環境保健研究センター

(3) 調査地点 (上記 図 1)

観測井 8 地点

揚水井 5 地点

(4) 調査結果

水質調査結果は図 2～5 のとおりで、揚水処理量は表 1 のとおりである。(B+40,2+10) については、深井戸と浅井戸のともに高濃度で検出されている項目があるが、(C,2+40) 及び (C,3+10) の浅井戸については、排水基準は満足してきている。C3 については浅井戸と深井戸のともに排水基準を超過している項目がある。

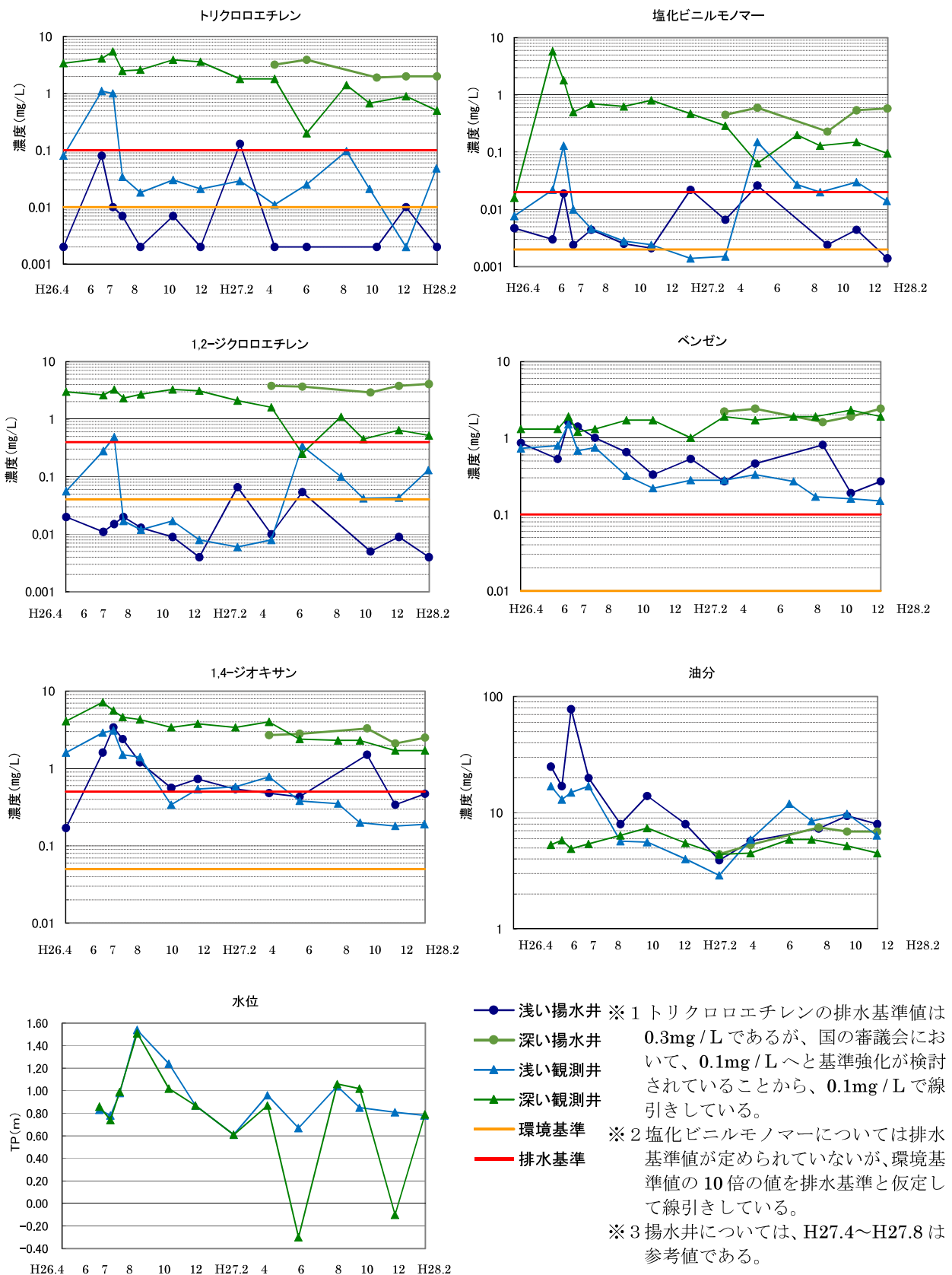


図2 (B+40, 2+10) 地点の地下水の状況 (青系統色: 浅井戸、緑系統色: 深井戸)

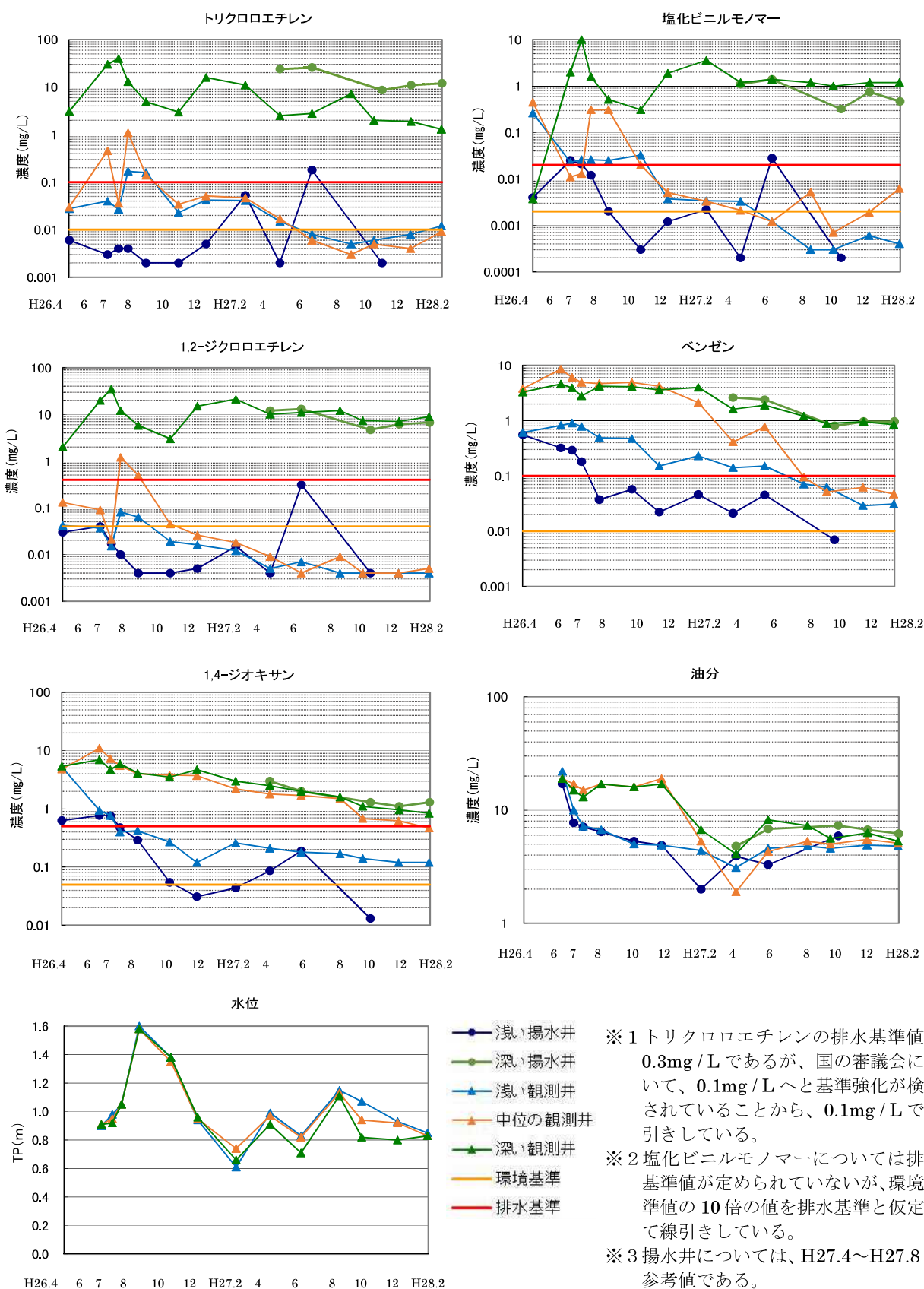


図3 (C, 2+40) 地点の地下水の状況 (青系統色: 浅井戸、緑系統色: 深井戸)



図4 C3の地下水の状況（青系統色：浅井戸、緑系統色：深井戸）

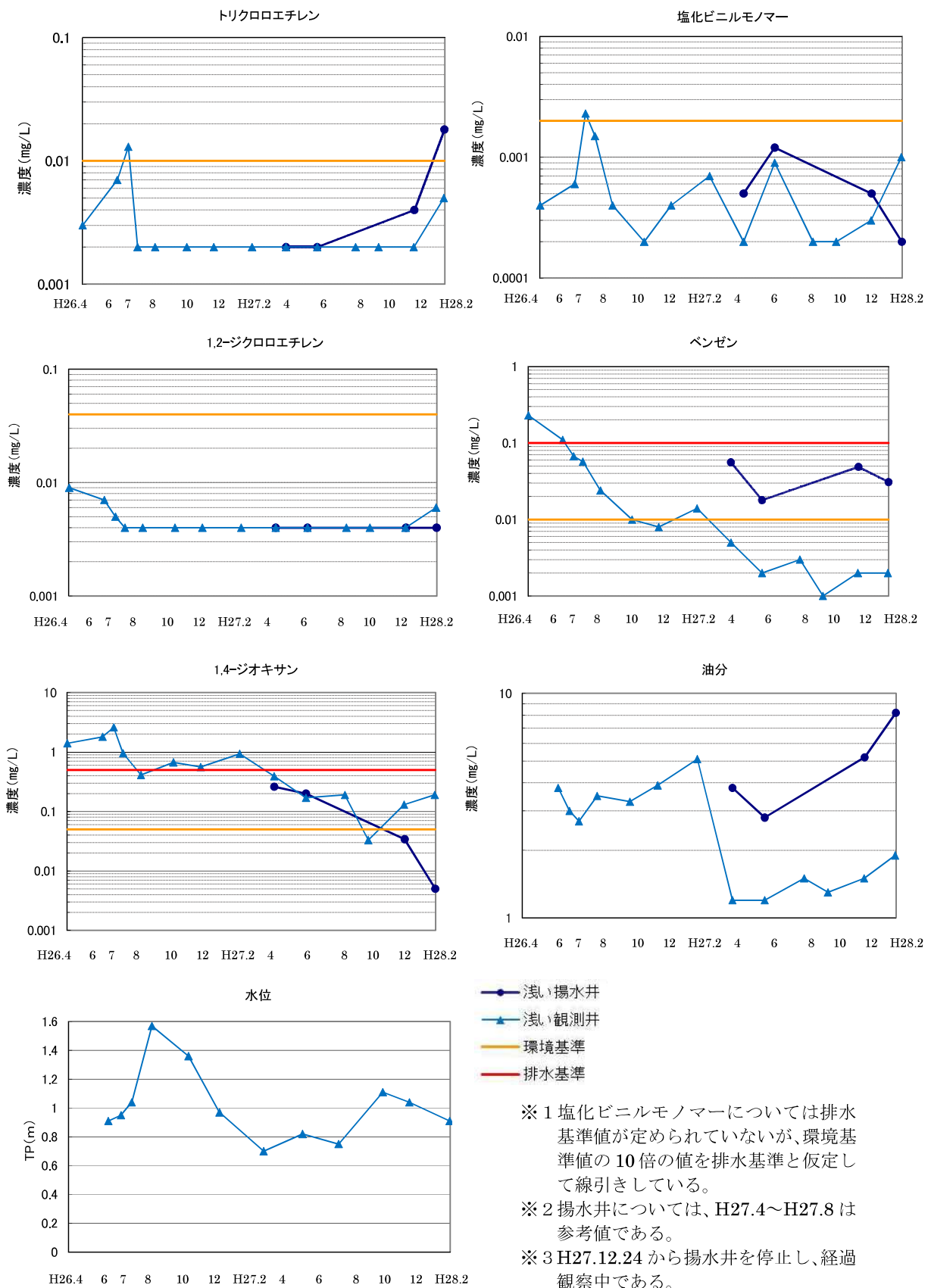


図5 (C, 3+10) 地点の地下水の状況

表 1 これまでの月間揚水量（括弧の中は期間平均流速 L/min である）

	B+40, 2+10		C, 2+40		C, 3+10	備考
	浅井戸	深井戸	浅井戸	深井戸	浅井戸	
H26.6	12.7 m ³ (約 1.3)	—	34.4 m ³ (約 3.4)	—	—	6/23～稼働
H26.7	12.0 m ³ (約 1.2)	—	29.4 m ³ (約 2.9)	—	—	7/8～停止
H26.8	0.0 m ³	—	0.1 m ³	—	—	
H26.9	59.6 m ³ (約 1.4)	—	177.8 m ³ (約 4.1)	—	—	9/1～稼働
H26.10	58.5 m ³ (約 1.4)	—	48.0 m ³ (約 1.1)	—	—	
H26.11 ～H27.3	0.0 m ³	—	流量メーター不具合のため欠測		—	故障停止
H27.4	6.7 m ³ (約 0.4)	2.4 m ³ (約 0.1)	82.8 m ³ (約 4.4)	4.0 m ³ (約 0.1)	127.1 m ³ (約 4.4)	深井戸及び C, 3+10 は 4/10～稼働 浅井戸は 4/17～稼働
H27.5	12.5 m ³ (約 0.7)	5.0 m ³ (約 0.3)	50.6 m ³ (約 2.7)	2.9 m ³ (約 0.2)	146.0 m ³ (約 7.8)	5/8～5/25 停止
H27.6	44.6 m ³ (約 1.0)	10.9 m ³ (約 0.3)	76.0 m ³ (約 1.8)	7.0 m ³ (約 0.2)	210.6 m ³ (約 4.9)	
H27.7	19.9 m ³ (約 0.4)	4.4 m ³ (約 0.1)	74.7 m ³ (約 1.5)	2.6 m ³ (約 0.1)	91.3 m ³ (約 1.8)	7/16～8/25 停止
H27.8	12.9 m ³ (約 0.3)	2.9 m ³ (約 0.1)	31.3 m ³ (約 0.8)	1.6 m ³ (約 0.0)	41.0 m ³ (約 1.0)	7/16～8/25 停止
H27.9	50.0 m ³ (約 1.2)	10.8 m ³ (約 0.3)	27.8 m ³ (約 0.7)	3.4 m ³ (約 0.1)	33.7 m ³ (約 0.8)	
H27.10	22.8 m ³ (約 0.4)	3.0 m ³ (約 0.1)	0.2 m ³ (約 0)	3.6 m ³ (約 0.1)	33.4 m ³ (約 0.6)	C, 2+40 浅井戸は ポンプ故障
H27.11	21.6 m ³ (約 0.7)	5.8 m ³ (約 0.2)	故障	1.7 m ³ (約 0.1)	104.4 m ³ (約 3.2)	C, 2+40 浅井戸は ポンプ故障
H27.12	11.6 m ³ (約 0.3)	6.1 m ³ (約 0.2)	故障	4.2 m ³ (約 0.1)	35.8 m ³ (約 1.1)	C, 2+40 浅井戸は ポンプ故障 C, 3+10 は 12/24～停止
H28.1	28.0 m ³ (約 0.8)	2.5 m ³ (約 0.1)	2.5 m ³ (約 0.1)	3.9 m ³ (約 0.1)	浄化の状 況を見る ために 停止中	C, 2+40 浅井戸 ポンプ修理 1/9～稼働後、再故障
H28.2	28.5 m ³ (約 0.9)	7.6 m ³ (約 0.2)	故障	4.0 m ³ (約 0.1)		C, 2+40 浅井戸は ポンプ故障
累計揚水量	約 402 m ³	約 59 m ³	約 636 m ³	約 39 m ³	約 833 m ³	

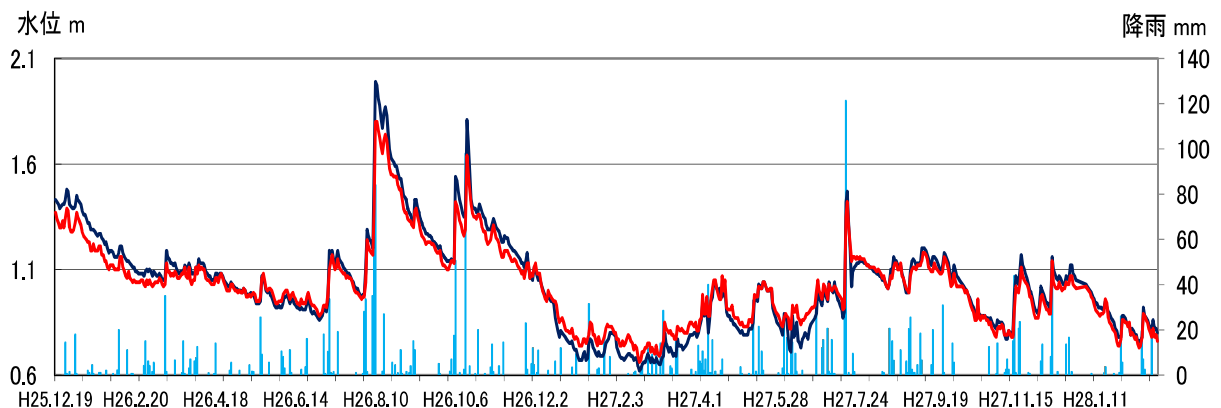


図 6 観測井 C 3 北（浅井戸：青色）、C 3 南（深井戸：赤色）の水位変化及び降雨量（水色）

3. D測線西側の地下水詳細調査について

D測線西側において、現在3か所で揚水浄化を行っているが、下層での浄化が進んでいないことから、より効果的な揚水浄化の方法を検討するために地下水汚染の詳細な調査を現在実施している。

調査地点については図7に示す14地点を順次掘削し、観測孔を設けているところである。そして、各観測孔において、下層の地下水を採取し、D測線西側の既存井戸でモニタリングしている項目のトリクロロエチレン、塩化ビニルモノマー、1,2-ジクロロエチレン、ベンゼン及び1,4-ジオキサンについて濃度を調べるとともに、掘削時にもPIDガスモニターを用いたVOCsの簡易測定を実施し、高い反応を示した深度において地下水を採取して同項目について濃度を調べている。

この詳細調査の結果のとりまとめについては、次回の排水・地下水等対策検討会において報告する予定である。

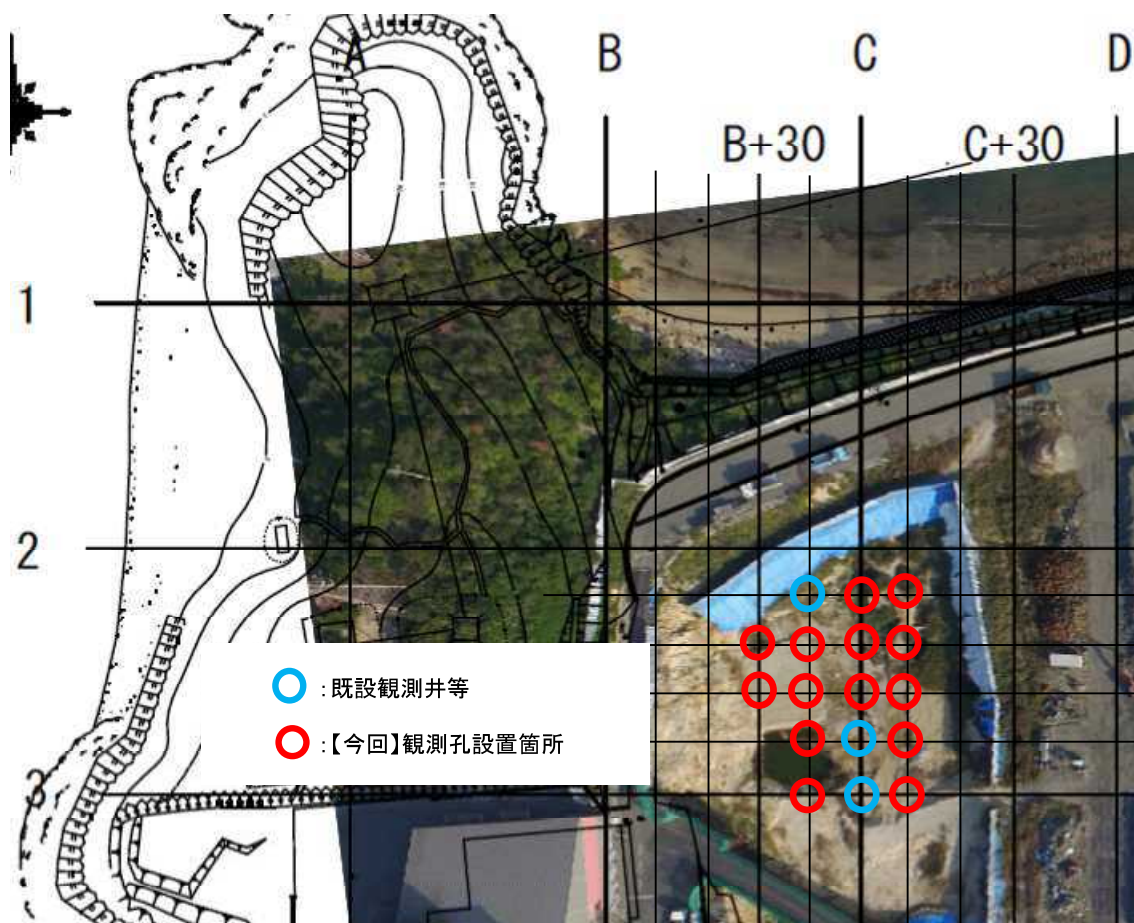


図7 D測線西側詳細調査地点

なお、一部の地点においては、地盤面から深さ1.5mまでの表層付近で、油の混じった地下水が確認されたことから、当該地点については、汚染が拡大しないように採水後、観測孔をモルタルで埋め戻ししている。

しかし、この表層付近の油混じりの水については、このまま放置すれば汚染の拡大を招くおそれがあるため、早急に浄化を図る必要がある。

油混じりの水については、今回の地下水詳細調査の中で性状、汚染範囲及び量を調べて、排ガスの状況が直島中間処理施設と同程度の施設を有している廃棄物処理業者に委託し、県の指導のもとに処理するなど、効率的な処理方法を検討する。



写真 油混じりの水があると考えられる場所（赤丸付近）

(参考)

表 水質調査結果

B+402+10 観測井(浅い)	H26.4.10	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.22	H27.6.17	H27.8.27	H27.10.7	H27.12.11	H28.2.3	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準	
トリクロロエチレン	0.080	1.1	1.0	0.034	0.018	0.030	0.021	0.029	0.011	0.025	0.097	0.021	0.002	0.048	0.002	0.01	0.3(0.1)	
塩化ビニルモノマー	0.0077	0.022	0.13	0.010	0.0046	0.0028	0.0024	0.0014	0.0015	0.15	0.027	0.020	0.030	0.014	0.0002	0.002	(0.02)	
1,2-ジクロロエチレン	0.056	0.28	0.49	0.017	0.012	0.017	0.008	0.006	0.008	0.34	0.10	0.042	0.043	0.13	0.004	0.04	0.4	
ベンゼン	0.73	0.79	1.5	0.68	0.75	0.32	0.22	0.28	0.28	0.33	0.27	0.17	0.16	0.15	0.001	0.01	0.1	
1,4-ジオキサン	1.6	2.9	3.1	1.5	1.4	0.34	0.54	0.58	0.78	0.38	0.35	0.20	0.18	0.19	0.005	0.05	0.5	
濁分		17	13	15	17	5.7	5.6	4.0	2.9	5.9	12	8.5	9.8	6.4	0.5	-	総排5、総雑物30	
水位		0.83	0.78	0.98	1.54	1.24	0.87	0.61	0.96	0.67	1.04	0.85	0.81	0.79	-	-	-	
B+402+10 観測井(深い)	H26.4.10	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.22	H27.6.17	H27.8.27	H27.10.7	H27.12.11	H28.2.4	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準	
トリクロロエチレン	3.4	4.1	5.5	2.5	2.6	3.9	3.6	1.8	1.8	0.20	1.4	0.67	0.89	0.50	0.002	0.01	0.3(0.1)	
塩化ビニルモノマー	0.016	5.8	1.8	0.50	0.70	0.63	0.81	0.47	0.29	0.064	0.20	0.13	0.15	0.095	0.0002	0.002	(0.02)	
1,2-ジクロロエチレン	3.0	2.6	3.3	2.3	2.7	3.3	3.1	2.1	1.6	0.25	1.1	0.45	0.64	0.52	0.004	0.04	0.4	
ベンゼン	1.3	1.3	1.9	1.2	1.3	1.7	1.7	1.0	1.9	1.7	1.9	1.9	2.3	1.9	0.001	0.01	0.1	
1,4-ジオキサン	4.1	7.2	5.6	4.6	4.3	3.4	3.8	3.4	4.0	2.4	2.3	2.3	1.7	1.7	0.005	0.05	0.5	
濁分		5.3	5.8	4.9	5.4	6.4	7.4	5.5	4.4	4.5	5.9	5.9	5.2	4.5	0.5	-	総排5、総雑物30	
水位		0.86	0.74	0.99	1.51	1.02	0.87	0.61	0.87	-0.30	1.06	1.02	-0.10	0.78	-	-	-	
B+402+10 揚水井(浅い)	H26.4.10	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.22	H27.6.17	配管補修		H27.10.20	H27.12.11	H28.2.4	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準
トリクロロエチレン	ND	0.080	0.010	0.007	ND	0.007	ND	0.13	(ND)	(ND)	配管補修		ND	0.010	ND	0.002	0.01	0.3(0.1)
塩化ビニルモノマー	0.0047	0.0030	0.019	0.0024	0.0044	0.0025	0.0021	0.022	(0.0066)	(0.026)	配管補修		0.0024	0.0044	0.0014	0.0002	0.002	(0.02)
1,2-ジクロロエチレン	0.020	0.011	0.015	0.020	0.013	0.009	ND	0.066	(0.010)	(0.054)	配管補修		0.005	0.009	ND	0.004	0.04	0.4
ベンゼン	0.86	0.53	1.6	1.4	1.0	0.85	0.33	0.53	(0.27)	(0.46)	配管補修		0.81	0.19	0.27	0.001	0.01	0.1
1,4-ジオキサン	0.17	1.6	3.4	2.4	1.2	0.56	0.73	0.54	(0.48)	(0.43)	配管補修		1.5	0.34	0.47	0.005	0.05	0.5
濁分		25	17	78	20	8.0	14	8.0	(3.9)	(5.7)	配管補修		7.3	9.4	8.0	0.5	-	総排5、総雑物30
水位		0.81		0.95	1.44			0.59			配管補修					-	-	-
B+402+10 揚水井(深い)	H26.4.10	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.22	H27.6.17	配管補修		H27.10.20	H27.12.11	H28.2.4	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準
トリクロロエチレン									(3.2)	(3.9)	配管補修		1.9	2.0	2.0	0.002	0.01	0.3(0.1)
塩化ビニルモノマー									(0.45)	(0.6)	配管補修		0.23	0.54	0.58	0.0002	0.002	(0.02)
1,2-ジクロロエチレン									(3.8)	(3.7)	配管補修		2.9	3.8	4.1	0.004	0.04	0.4
ベンゼン									(2.2)	(2.4)	配管補修		1.6	1.9	2.4	0.001	0.01	0.1
1,4-ジオキサン									(2.7)	(2.8)	配管補修		3.3	2.1	2.5	0.005	0.05	0.5
濁分									(4.4)	(5.3)	配管補修		7.5	6.9	6.9	0.5	-	総排5、総雑物30
水位											配管補修					-	-	-
観測井C3北(浅い)	H26.2.19	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.21	H27.6.17	H27.8.26	H27.10.6	H27.12.10	H28.2.2	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準	
トリクロロエチレン	ND	0.72	0.065	0.045	0.007	ND	0.002	0.019	0.013	0.002	ND	0.002	ND	0.002	0.002	0.01	0.3(0.1)	
塩化ビニルモノマー	0.0008	0.0090	0.0089	0.0066	ND	0.0003	0.0006	0.0017	0.0013	0.0015	0.0002	0.0003	0.073	0.0079	0.0002	0.002	(0.02)	
1,2-ジクロロエチレン	ND	0.13	0.009	0.013	ND	ND	ND	0.007	0.009	ND	ND	ND	0.084	0.009	0.004	0.04	0.4	
ベンゼン	0.26	0.49	0.33	0.51	0.12	0.13	0.071	0.032	0.031	0.018	0.015	0.10	0.25	0.15	0.001	0.01	0.1	
1,4-ジオキサン	0.48	0.79	2.7	0.20	0.038	0.034	0.30	0.72	0.25	0.35	0.13	0.034	0.042	0.036	0.005	0.05	0.5	
濁分		7.7	5.0	2.8	2.3	2.5	4.1	4.1	2.1	3.5	2.5	3.3	2.8	3.5	0.5	-	総排5、総雑物30	
水位		0.91	0.97	1.05	1.59	1.37	0.96	0.69	0.99	0.78	1.08	1.04	0.82	0.85	-	-	-	
観測井C3南(深い)	H26.2.19	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.21	H27.6.17	H27.8.26	H27.10.6	H27.12.10	H28.2.2	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準	
トリクロロエチレン	0.54	0.98	0.37	0.27	0.64	0.64	0.40	0.32	0.18	0.29	0.23	0.32	0.29	0.28	0.002	0.01	0.3(0.1)	
塩化ビニルモノマー	0.15	0.088	0.24	0.088	0.26	0.26	0.074	0.035	0.034	0.044	0.028	0.026	0.028	0.020	0.0002	0.002	(0.02)	
1,2-ジクロロエチレン	0.65	0.29	0.23	0.17	1.0	1.0	0.29	0.12	0.074	0.11	0.081	0.098	0.095	0.090	0.004	0.04	0.4	
ベンゼン	0.13	0.12	0.021	0.045	0.11	0.14	0.038	0.018	0.016	0.009	0.005	0.008	0.011	0.013	0.001	0.01	0.1	
1,4-ジオキサン	1.1	1.3	1.3	0.92	0.77	0.75	0.69	0.65	0.50	0.52	0.46	0.43	0.43	0.43	0.005	0.05	0.5	
濁分		3.7	2.9	3.6	3.4	2.8	3.0	2.6	2.3	2.5	2.6	3.0	2.9	3.7	0.5	-	総排5、総雑物30	
水位		0.93	0.98	1.05	1.54	1.34	0.95	0.72	0.98	0.86	1.13	1.02	0.99	0.86	-	-	-	
C,3+10 観測井(浅い)	H26.4.15	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.22	H27.6.17	H27.8.26	H27.10.7	H27.12.10	H28.2.3	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準	
トリクロロエチレン	0.003	0.007	0.013	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	0.005	0.002	0.01	0.3(0.1)	
塩化ビニルモノマー	0.0004	0.0006	0.0023	0.0015	0.0004	ND	0.0004	0.0007	ND	0.0009	ND	ND	0.0003	0.0010	0.0002	0.002	(0.02)	
1,2-ジクロロエチレン	0.009	0.007	0.005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.006	0.004	0.04	0.4	
ベンゼン	0.23	0.11	0.067	0.057	0.024	0.010	0.008	0.014	0.005	0.002	0.003	0.001	0.002	0.002	0.001	0.01	0.1	
1,4-ジオキサン	1.4	1.8	2.6	0.95	0.41	0.67	0.56	0.93	0.39	0.17	0.19	0.033	0.13	0.19	0.005	0.05	0.5	
濁分		3.8	3.0	2.7	3.5	3.3	3.9	5.1	1.2	1.2	1.5	1.3	1.5	1.9	0.5	-	総排5、総雑物30	
水位		0.91	0.95	1.04	1.57	1.36	0.97	0.70	0.82	0.75	1.11	1.04	0.91	0.84	-	-	-	

表（続き）水質調査結果

C.3+10 揚水井(浅い)	H26.4.15	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.22	H27.6.17			H27.12.11	H28.2.4	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準			
トリクロロエチレン									ND	ND	配管補修 ポンプ故障		0.004	0.018	0.002	0.01	0.3(0.1)			
塩化ビニルモノマー									0.0005	0.0012			0.0005	ND	0.0002	0.002	0.002	(0.02)		
1,2-ジクロロエチレン									ND	ND			ND	ND	0.004	0.004	0.04	0.4		
ベンゼン									0.056	0.018			0.049	0.031	0.001	0.01	0.01	0.1		
1,4-ジオキサン									0.26	0.20			0.034	0.005	0.005	0.005	0.05	0.5		
油分									3.8	2.8			5.2	8.2	0.5	-	-	植物5、動植物30		
水位																				
C.2+40 観測井(浅い)	H26.4.10	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.21	H27.6.18	H27.8.26	H27.10.6	H27.12.10	H28.2.3	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準			
トリクロロエチレン	0.028	0.040	0.027	0.17	0.16	0.023	0.042	0.041	0.015	0.008	0.005	0.006	0.008	0.012	0.002	0.01	0.3(0.1)			
塩化ビニルモノマー	0.26	0.023	0.026	0.026	0.025	0.033	0.0037	0.0034	0.0033	0.0012	0.0003	0.0003	0.0006	0.0004	0.0002	0.002	(0.02)			
1,2-ジクロロエチレン	0.042	0.037	0.015	0.081	0.063	0.019	0.016	0.012	0.005	0.007	ND	ND	ND	0.004	0.004	0.04	0.4			
ベンゼン	0.61	0.82	0.90	0.78	0.49	0.47	0.15	0.23	0.14	0.15	0.071	0.063	0.029	0.031	0.001	0.01	0.1			
1,4-ジオキサン	5.2	0.94	0.77	0.40	0.42	0.27	0.12	0.26	0.21	0.18	0.17	0.14	0.12	0.12	0.005	0.05	0.5			
油分		22	10	7.2	6.7	5	4.9	4.4	3.1	4.6	4.8	4.6	4.9	4.8	0.5	-	植物5、動植物30			
水位		0.9	0.98	1.05	1.60	1.38	0.94	0.61	0.99	0.83	1.15	1.07	0.93	0.85	-	-	-			
C.2+40 観測井(中くらい)	H26.4.10	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.21	H27.6.18	H27.8.26	H27.10.6	H27.12.10	H28.2.3	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準			
トリクロロエチレン	0.030	0.46	0.036	1.1	0.14	0.034	0.051	0.047	0.017	0.006	0.003	0.005	0.004	0.009	0.002	0.01	0.3(0.1)			
塩化ビニルモノマー	0.45	0.011	0.013	0.31	0.31	0.020	0.0051	0.0033	0.0021	0.0012	0.0052	0.0007	0.0019	0.0062	0.0002	0.002	(0.02)			
1,2-ジクロロエチレン	0.13	0.090	0.021	1.2	0.49	0.045	0.026	0.018	0.009	0.004	0.009	ND	ND	0.005	0.004	0.04	0.4			
ベンゼン	3.8	8.5	6.0	4.9	4.7	4.9	4.2	2.1	0.41	0.77	0.095	0.051	0.062	0.047	0.001	0.01	0.1			
1,4-ジオキサン	4.8	11	7.3	5.5	4.0	3.8	3.7	2.2	1.8	1.7	1.5	0.68	0.62	0.47	0.005	0.05	0.5			
油分		19	17	15	17	16	19	5.3	1.9	4.3	5.3	5.0	5.5	5.1	0.5	-	植物5、動植物30			
水位		0.91	0.95	1.05	1.58	1.35	0.95	0.74	0.97	0.82	1.13	0.94	0.92	0.83	-	-	-			
C.2+40 観測井(深い)	H26.4.10	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.22	H27.6.18	H27.8.26	H27.10.6	H27.12.11	H28.2.3	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準			
トリクロロエチレン	3.1	30	40	13	4.9	3.0	16	11	2.5	2.8	7.2	2.0	1.9	1.3	0.002	0.01	0.3(0.1)			
塩化ビニルモノマー	0.0037	2.0	10	1.6	0.52	0.31	1.9	3.6	1.2	1.4	1.2	1.0	1.2	1.2	0.0002	0.002	(0.02)			
1,2-ジクロロエチレン	2.0	20	35	12	5.8	3.0	15	21	10	11	12	7.3	7.1	8.9	0.004	0.04	0.4			
ベンゼン	3.3	4.6	3.9	2.8	4.2	4.1	3.6	4.0	1.6	1.9	1.2	0.88	0.95	0.84	0.001	0.01	0.1			
1,4-ジオキサン	5.4	7.0	4.7	5.9	4.1	3.5	4.7	3.0	2.5	2.0	1.6	1.1	0.96	0.84	0.005	0.05	0.5			
油分		19	15	13	17	16	17	6.7	4.1	8.2	7.3	5.6	6.3	5.3	0.5	-	植物5、動植物30			
水位		0.91	0.92	1.05	1.58	1.38	0.96	0.66	0.81	0.71	1.11	0.82	0.80	0.83	-	-	-			
C.2+40 揚水井(浅い)	H26.4.10	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.21	H27.6.18		H27.10.20			定量下限値	地下水 環境基準	排水基準			
トリクロロエチレン	0.006	0.003	0.004	0.004	ND	ND	0.005	0.053	(ND)	(0.16)	配管補修 ポンプ故障	0.002	ND	ND	0.002	0.01	0.3(0.1)			
塩化ビニルモノマー	0.0040	0.025	0.021	0.012	0.0020	0.0003	0.0012	0.0022	(ND)	(0.028)					0.0002	0.002	(0.02)			
1,2-ジクロロエチレン	0.030	0.040	0.017	0.010	ND	ND	0.005	0.015	(0.004)	(0.31)					0.004	0.04	0.4			
ベンゼン	0.55	0.32	0.29	0.18	0.037	0.057	0.022	0.046	(0.021)	(0.045)					0.007	0.01	0.1			
1,4-ジオキサン	0.63	0.77	0.76	0.48	0.29	0.055	0.031	0.044	(0.086)	(0.19)					0.013	0.05	0.5			
油分		17	7.7	7.1	6.4	5.3	4.9	2.0	(3.9)	(3.3)					5.9	0.5	-	-	植物5、動植物30	
水位		0.9		1.03	1.58			0.66												
C.2+40 揚水井(深い)	H26.4.10	H26.6.17	H26.7.7	H26.7.24	H26.8.25	H26.10.22	H26.12.10	H27.2.18	H27.4.21	H27.6.18		H27.10.20	H27.12.11	H28.2.4	定量下限値	地下水 環境基準	排水基準			
トリクロロエチレン									(24)	(26)	配管補修	8.7	11	12	0.002	0.01	0.3(0.1)			
塩化ビニルモノマー									(1.1)	(1.4)					0.32	0.75	0.47	0.0002	0.002	(0.02)
1,2-ジクロロエチレン									(12)	(13)					4.7	6.1	6.7	0.004	0.04	0.4
ベンゼン									(2.6)	(2.4)					0.80	0.96	0.96	0.001	0.01	0.1
1,4-ジオキサン									(3.0)	(2.0)					1.3	1.1	1.3	0.005	0.05	0.5
油分									(4.8)	(6.8)					7.3	6.7	6.2	0.5	-	植物5、動植物30
水位																				

※ 高濃度の妨害物質が存在したことから、希釈を行ったため報告下限値を変更した。

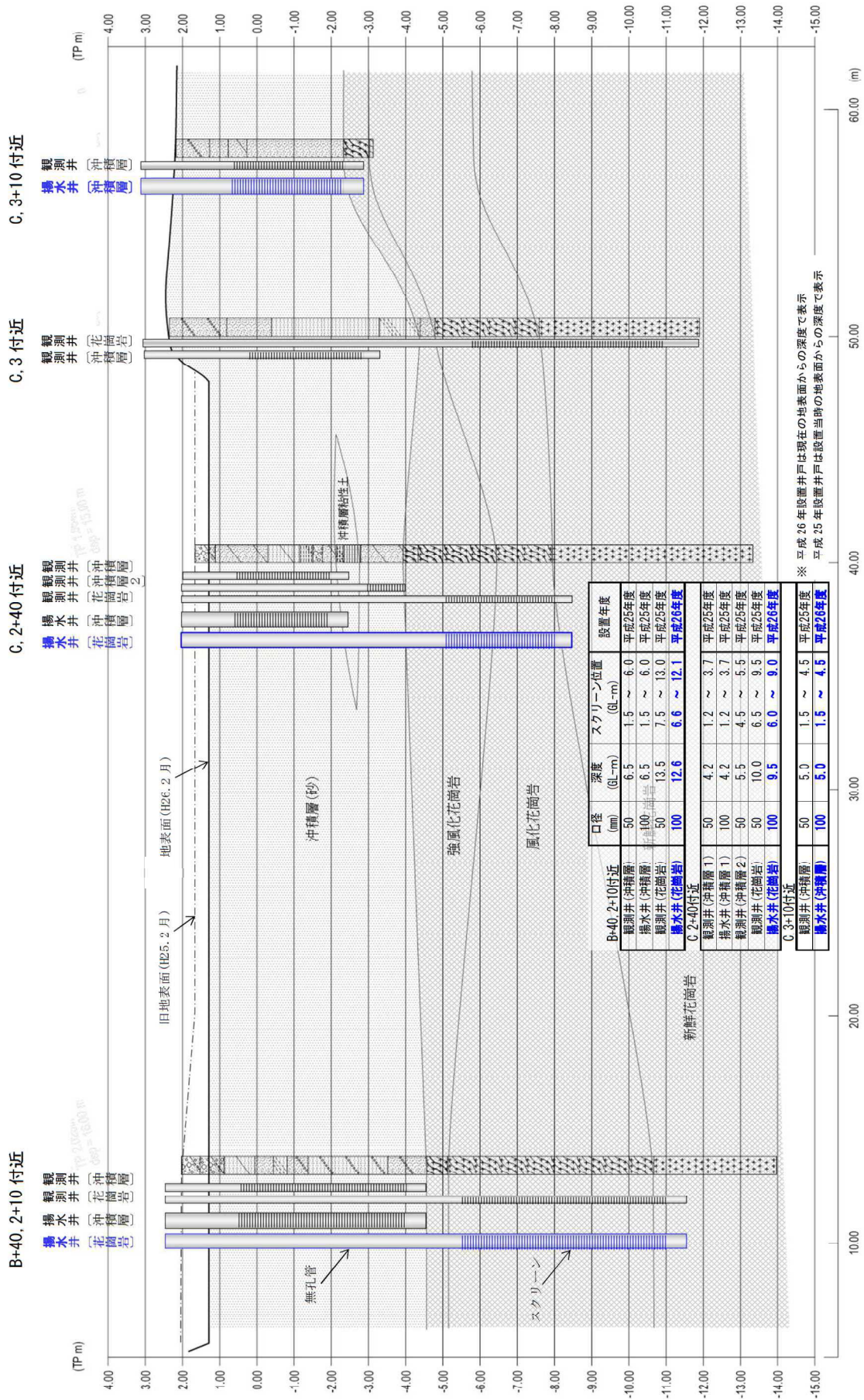
(注) 空欄は未測定である。また、塩化ビニルモノマーに排水基準は定められていないが、便宜上地下水環境基準の10倍で表示している。

黄色は環境基準値超過、橙色は排水基準値超過である。

トリクロロエチレンの環境基準は平成26年11月17日から0.03→0.01mg/Lへ改正された。

トリクロロエチレンの排水基準は0.3だが、便宜上0.1mg/Lで評価している。

揚水井については、配管補修前は水質が混じり合っている可能性があったため、参考値とした。



※ 平成26年度設置井戸は現在の地表面からの深度で表示
 平成25年度設置井戸は設置当時の地表面からの深度で表示

豊島処分地地下水における微生物処理の可能性調査検討業務 結果報告

1. 業務の目的及び本報告の概要

本業務は、豊島処分地 D 測線西側の土壌や地下水について、浄化対象物質を分解できる微生物を探索・分離し、同定するとともに、それらの微生物を活性化させることによる浄化対象物質の分解試験を実施し、これらの結果から得られる情報を整理して、効率的かつ経済的に浄化できる手法について提案し、浄化期間についても試算することを目的としている。

本業務の報告として、評価対象とした地下水の水質調査の結果、及び分解促進試験の方法及び結果を報告するものである。

2. 調査方法の概要

2. 1 地下水採取

地下水の採取は、「採取時になるべく空気と触れないようにすること」、「地下環境を乱さないように採取すること」、「試験に 40L 程度の水量が必要であること」から、ローラー式の送液ポンプ（フィールドポンプ、又はペリスタリックポンプ）を用いて行った。また、対象地の浅い層（沖積層）と深い層（風化花崗岩）では、微生物環境等が異なることが予想されたため、二つの深度の地下水を対象とした（表 2. 1、図 2. 1 参照）。

表 2. 1 地下水試料の採取地点

採取対象層	井戸名称	井戸仕様等
沖積層	(B+40,2+10)付近 浅井戸	φ50mmPVC、深度 6.5m、スクリーン深度 1.6 ~ 6.0m
風化花崗岩	(C,2+40)付近 深井戸	φ50mmPVC、深度 10.0m、スクリーン深度 6.5 ~ 9.5m

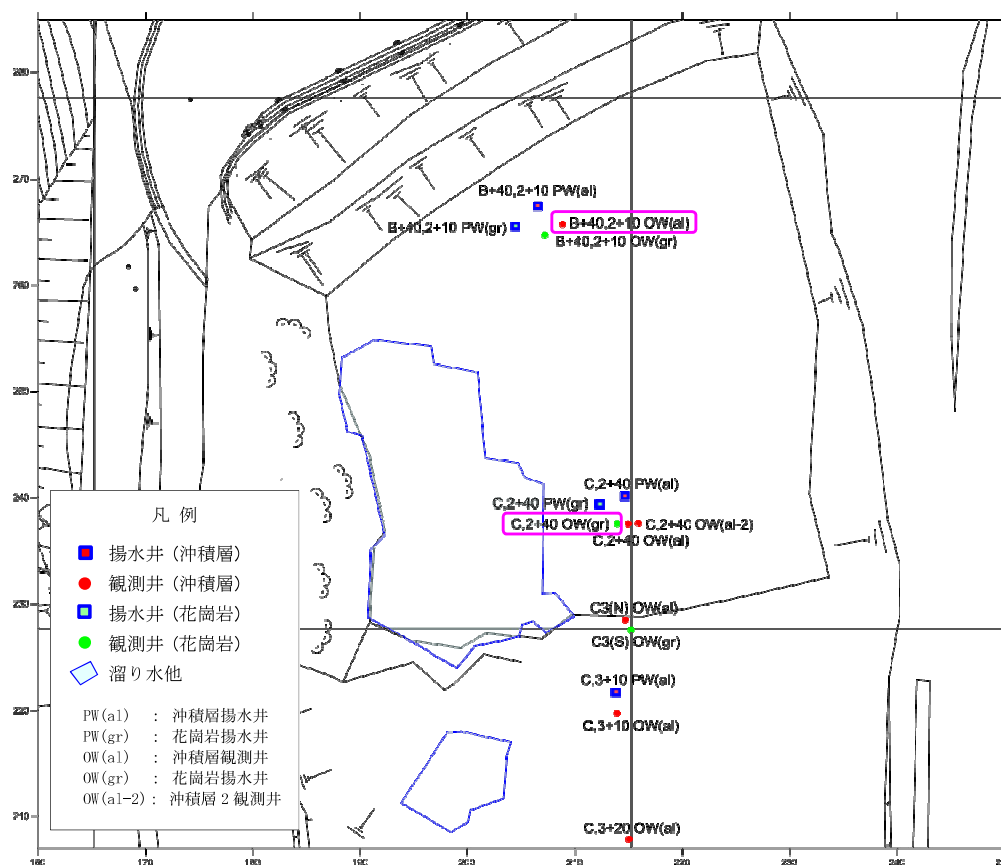


図 2. 1 地下水試料の採取地点

2. 2 地下水分析（地下水質及び微生物試験）

採取した地下水については、トリクロロエチレン(TCE)や 1,4-ジオキサン(1,4-DXA)といった対象地における浄化対象物質や微生物の生息環境に関係するイオン成分等の他、嫌気性微生物及び好氣的微生物による「これら有害物質の分解の可能性」、及び「分解促進試験に対して微生物環境の観点から評価を行う」ため、以下に示す微生物を対象にリアルタイム PCR 法による同定試験を実施した。

表 2.2 微生物同定試験の内容

真正細菌総数	16s rRNA	真正細菌由来の 16S ribosomal RNA 遺伝子を定量
<i>Dehalococcoides</i> 属細菌群	16s rRNA	塩素化エチレン類をエチレンにまで還元分解することが可能な <i>Dehalococcoides</i> 属細菌群を定量
	<i>tceA</i> 遺伝子	TCE から VC への脱塩素反応を触媒する酵素をコードする <i>tceA</i> 遺伝子を有する <i>Dehalococcoides</i> 属細菌群を定量
	<i>bvcA</i> 遺伝子	VC からエチレンへの脱塩素反応を触媒する酵素をコードする <i>bvcA</i> 遺伝子を有する <i>Dehalococcoides</i> 属細菌群を定量
	<i>vcrA</i> 遺伝子	DCE からエチレンへの脱塩素反応を触媒する酵素をコードする <i>vcrA</i> 遺伝子を有する <i>Dehalococcoides</i> 属細菌群を定量
<i>Dehalobactor</i> 属細菌群	16s rRNA	PCE から DCE、または MC を還元分解可能な <i>Dehalobactor</i> 属細菌群を定量
硫酸還元菌群数	<i>Dsr</i> 遺伝子	水素の消費において、 <i>Dehalococcoides</i> 属細菌群と競合する硫酸還元菌のうち <i>Dsr</i> 遺伝子を有する硫酸還元菌群を定量
アンモニア酸化細菌	<i>amoA</i> 遺伝子	共代謝により VOC を酸化分解することが知られているアンモニア酸化細菌のうち、 <i>amoA</i> 遺伝子を有するアンモニア酸化細菌群を定量
メタン酸化細菌	<i>pmoA</i> 遺伝子	共代謝により VOC を酸化分解することが知られているメタン酸化細菌のうち、 <i>pmoA</i> 遺伝子を有するメタン酸化細菌群を定量
1,4-ジオキサン分解細菌	<i>thmC</i> 遺伝子	直接分解により 1,4-ジオキサンを分解する <i>thmC</i> 遺伝子を有する細菌群を一括定量
	SDIMO 遺伝子	共代謝により 1,4-ジオキサンを分解する能力をもつ可能性のある SDIMO 遺伝子を有する細菌群を一括定量

2. 3 分解促進試験

採取した地下水を対象に、表 2.3 に示す 8 つのケースについて、嫌気性バイオスティミュレーション又は好気性バイオスティミュレーションについての分解促進試験を実施した。分解促進試験では、地下水（VOC 添加なし）を対象にした試験と、採取した地下水に VOC11（11 項目）を添加したものを対象とした試験（VOC 添加あり）の 2 種類を実施している。

嫌気性バイオスティミュレーションでは、4 つのケースについて、次に示す 3 種類の試料を試験の対象とした。

- ① 即効性液体栄養剤 KO-L（三糖以上の糖類、ペプチド、脂肪族カルボン酸）
- ② 即効性液体栄養剤 HRC（ポリ乳酸グリセロール+乳酸）
- ③ コントロール（参照用）

好気性バイオスティミュレーションでは、4 つのケースについて、次に示す 2 種類の試料を試験の対象とした。

- ① 無機栄養塩（窒素、リン）+ 必須元素（微量元素）
- ② コントロール（参照用）

表 2.3 分解促進試験の内容

評価工法	VOC(11 項目)添加	対象地下水
嫌気性バイオスティミュレーション	無	浅井戸
嫌気性バイオスティミュレーション	無	深井戸
嫌気性バイオスティミュレーション	有	浅井戸
嫌気性バイオスティミュレーション	有	深井戸
好気性バイオスティミュレーション	無	浅井戸
好気性バイオスティミュレーション	無	深井戸
好気性バイオスティミュレーション	有	浅井戸
好気性バイオスティミュレーション	有	深井戸

【嫌気性バイオスティミュレーション（VOC 添加なし）の試験内容】

表 2.4 測定項目及び工程

測定項目	試験開始後経過日数(日)					
	0	14	28	42	56	84
汚染物質・分解生成物濃度 PCE、TCE、1,2-DCE、VCM、MC、EDC、DCM、ベンゼン、1,4-DXA、油分(TPH)、エチレン	○	○	○	○	○	○
一般水質 pH、電気伝導度(EC)、溶存酸素濃度(DO)、酸化還元電位(ORP)、水温	○	○	○	○	○	○
イオン 硫酸イオン(SO ₄ ²⁻)、亜硫酸イオン(SO ₃ ²⁻)、硝酸イオン(NO ₃ ⁻)、亜硝酸イオン(NO ₂ ⁻)、アンモニウムイオン(NH ₄ ⁺)、塩化物イオン(Cl ⁻)、重炭酸イオン(HCO ₃ ⁻)	/					○
微生物試験 リアルタイム PCR 試験 (真正細菌総数、デハロコッコイデス属細菌数、デハロバクター属細菌、VOC 分解酵素遺伝子数、硫酸還元菌、アンモニア酸化細菌、メタン酸化細菌)	○ ○					※汚染物質濃度の変化の状況を踏まえ、途中 2 回実施(コントロールを除く)

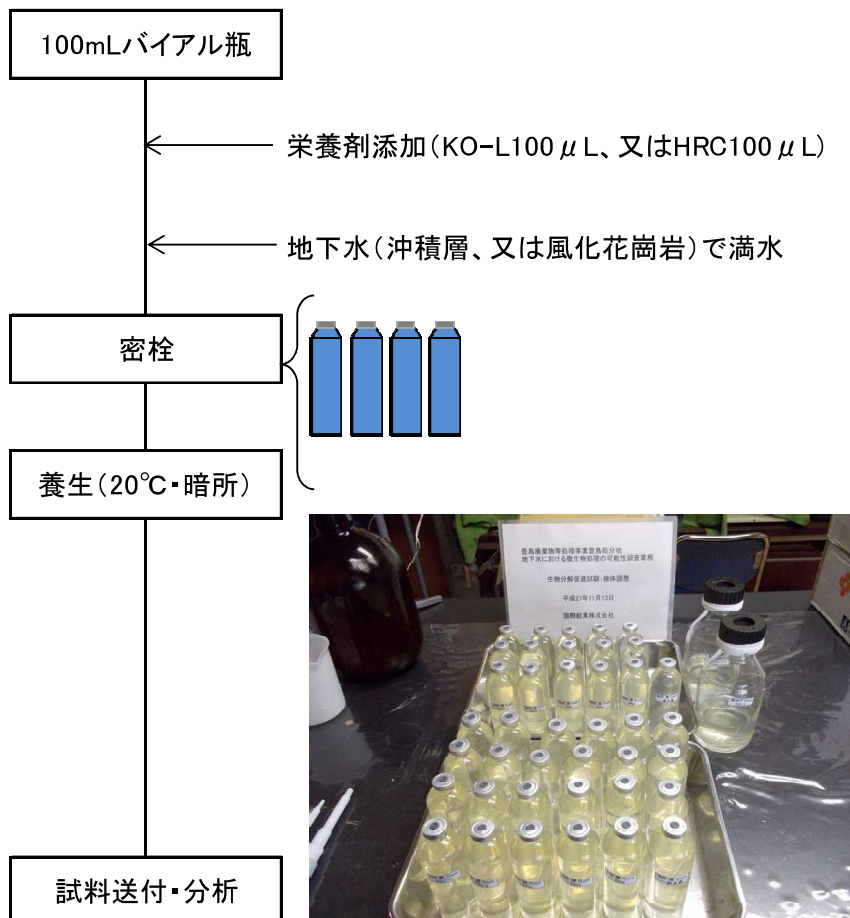


図 2.2 分解促進試験フロー

【好気性バイオスティミュレーション（VOC 添加なし）の試験内容】

表 2.5 測定項目及び工程

測定項目	試験開始後経過日数(日)			
	0	7	14	28
汚染物質濃度 PCE、TCE、1,2-DCE、VCM、MC、EDC、DCM、ベンゼン、1,4-DXA、油分(TPH)、エチレン	○	○	○	○
一般水質(1) pH、電気伝導度(EC)、溶存酸素濃度(DO)、酸化還元電位(ORP)、水温	○	○	○	○
一般水質(2) 全有機炭素濃度(TOC)、全窒素(T-N)、全リン(T-P)	/			○
イオン 鉄イオン(二価(Fe ²⁺)、全鉄(T-Fe))、マンガンイオン(Mn ²⁺)、塩化物イオン(Cl ⁻)、重炭酸イオン(HCO ₃ ⁻)				○
微生物試験 リアルタイム PCR 試験(真正細菌総数)	○ ○ ※汚染物質濃度の変化の状況を踏まえ、途中 2 回実施(コントロールを除く)			

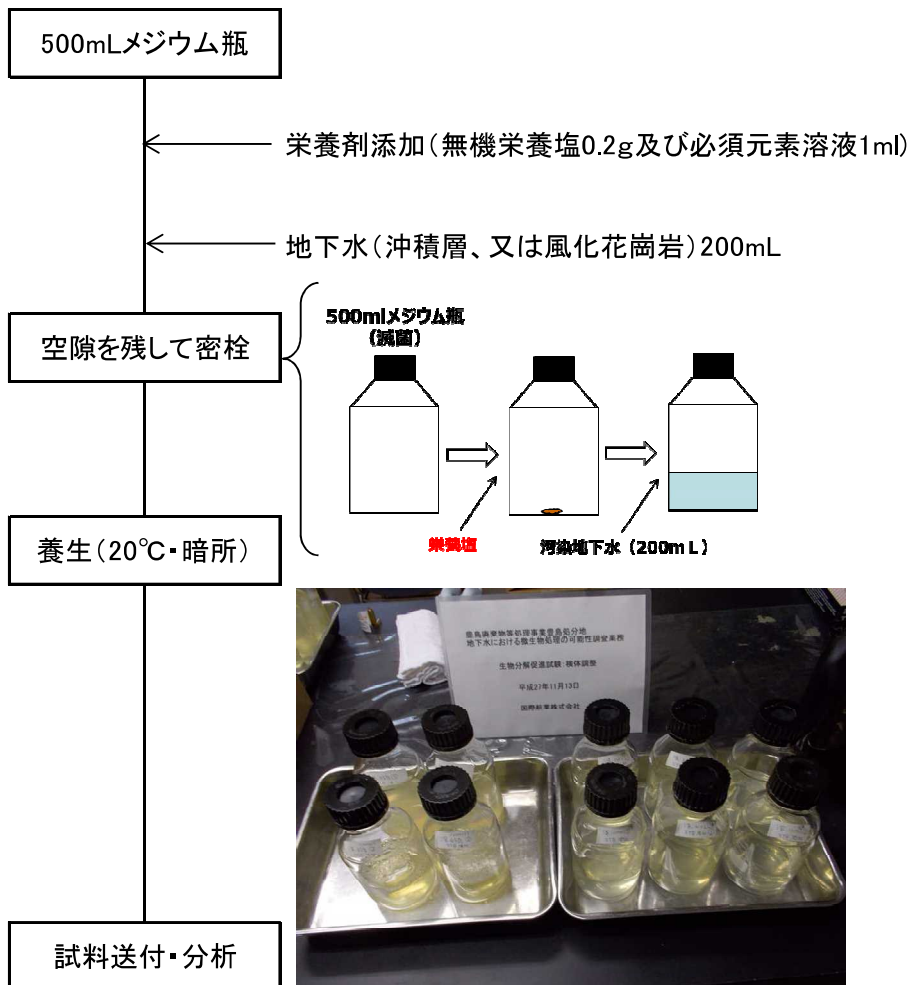


図 2.3 分解促進試験フロー

【嫌気性バイオスティミュレーション（VOC 添加あり）の試験内容】

表 2.6 測定項目及び工程

測定項目	試験開始後経過日数(日)					
	0	14	28	42	56	84
汚染物質・分解生成物濃度 ヘッドスペースガスの PID・FID 分析 (VOC11 項目及び VCM)	○	○	○	○	○	○

※1,4-ジオキサンについては、調査対象とする地下水に含まれていると考えられるため、VOC 添加なしの分解促進試験で対応する。

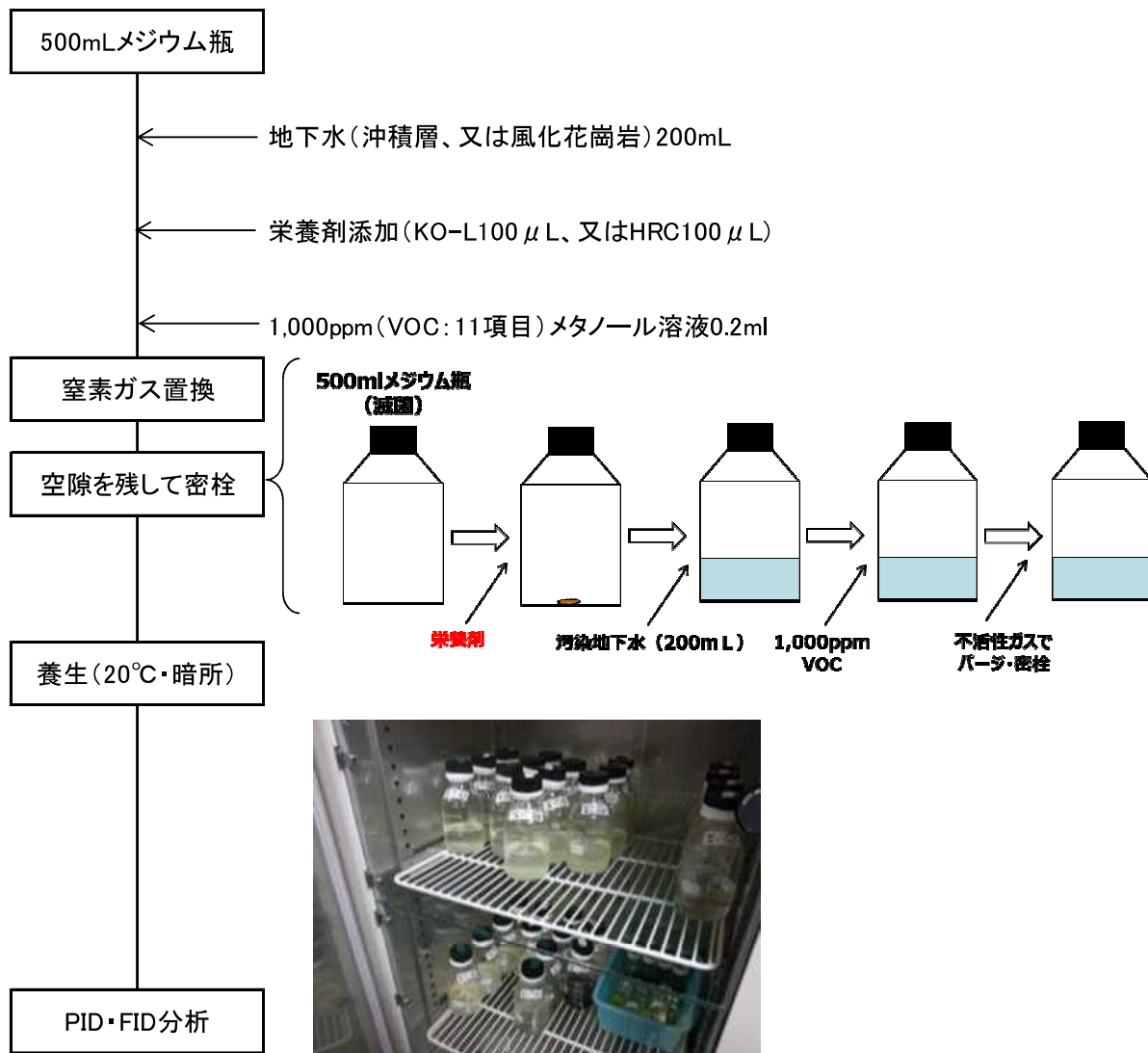


図 2.4 VOC 添加系における分解促進試験フロー（嫌気）

【好気性バイオスティミュレーション（VOC 添加あり）の試験内容】

表 2.7 測定項目及び工程

測定項目	試験開始後経過日数(日)			
	0	7	14	28
汚染物質・分解生成物濃度 ヘッドスペースガスの PID・FID 分析 (VOC11 項目及び VCM)	○	○	○	○

※1, 4-ジオキサンについては、調査対象とする地下水に含まれていると考えられるため、VOC 添加なしの分解促進試験で対応する。

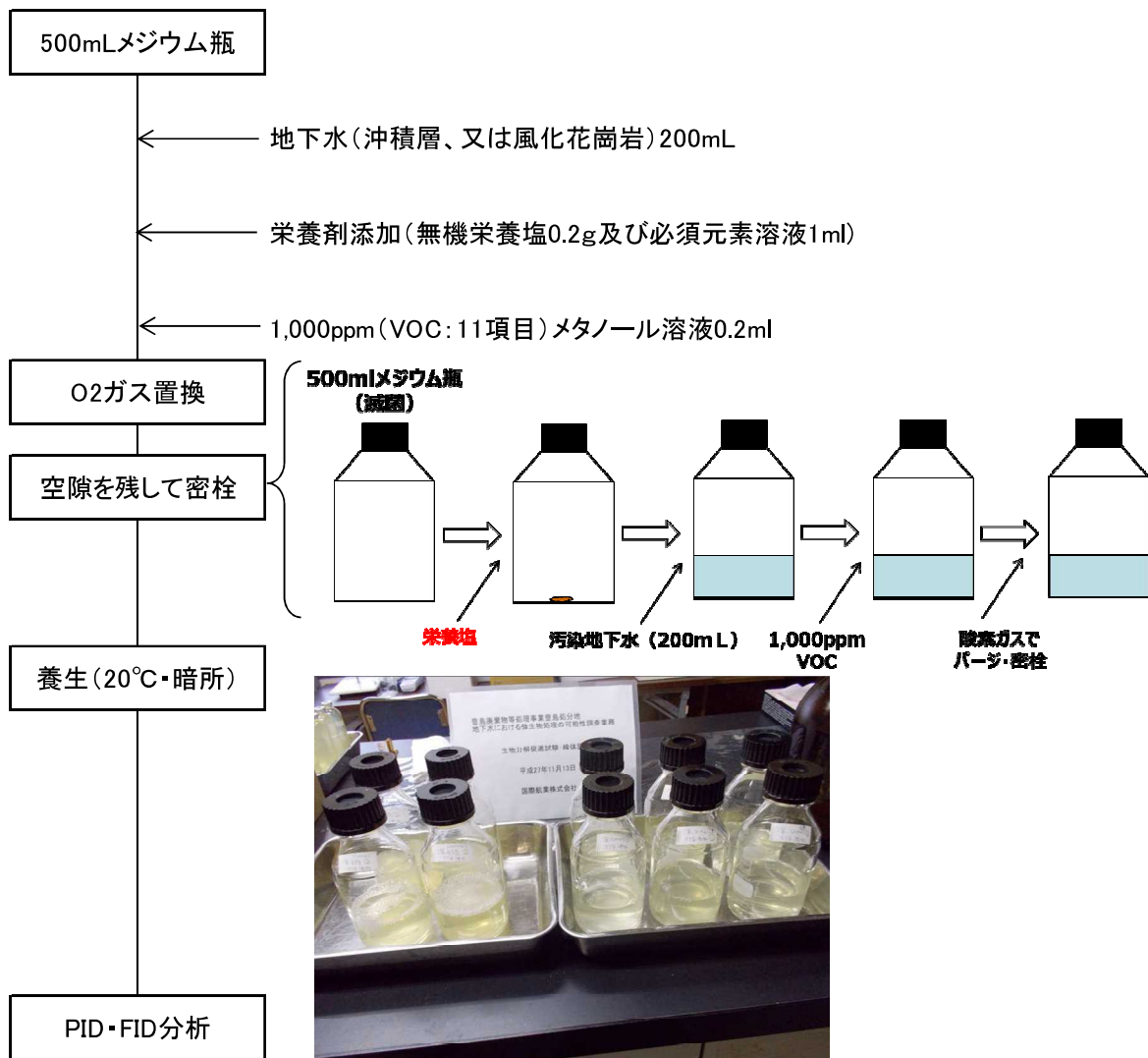


図 2.5 VOC 添加系における分解促進試験フロー（好気）

3. 調査結果

3. 1 地下水試料の採取状況

地下水の採取は、各井戸 30～40L 程度パージした後に、地上式のフィールドポンプ（写真参照）又はペリスタリックポンプを用いて、毎分 400mL 程度の低流量で行った。また、採水後に多項目水質計による現場測定を実施した。

採水時の状況を表 3.1 に示す。

表 3.1 採水状況の一覧

作業内容等		浅井戸 (B+40.2+10付近)	深井戸 (C2+40付近)	備考	
パージ作業	実施日(天候)	11月11日(晴れ)	11月11日(晴れ)		
	作業時刻	10:40～11:20	9:30～10:30		
	作業前水位	1.759 m	1.124 m	管頭水位	
	終了時水位	2.125 m	1.505 m	管頭水位	
	パージ流量	0.75 L/min	0.70 L/min	平均流量	
	パージ水量	30 L	40 L	総揚水量	
	使用ポンプ	ペリスタリックポンプ	フィールドポンプ		
採水作業	実施日(天候)	11月12日(晴れ)	11月11日(晴れ)		
	作業時刻	9:20～11:40	11:40～15:00		
	採水前水位	1.777 m	1.152 m	管頭水位	
	分解促進試験用		500mL×1本	500mL×1本	ガラスビン
			1L×1本、2L×1本	1L×1本、2L×1本	ポリビン
			4L×8本	4L×8本	ガロンビン
			10L×1本	10L×1本	キュービテナー
	微生物試験用	100mL×5本	100mL×5本	滅菌ビン	
微生物試験用	2L×2本	2L×2本	滅菌SUS容器		



フィールドポンプによる採水状況



多項目水質計による測定状況

3. 2 地下水質の測定結果

地下水質測定結果を表 3.2 に示す。

- ・浅井戸における汚染物質濃度は比較的 low、基準値を超過して検出されたのはベンゼン及び 1,4-ジオキサンのみであった。
- ・両井戸（浅井戸：沖積層、深井戸：風化花崗岩）ともに嫌気環境であり、微生物の栄養分となりうる有機物やアンモニアが通常の地下水より高濃度に存在した。
- ・塩化エチレン類の嫌気性脱塩素化の競合となる硫酸イオンは通常の地下水より高かった。
- ・pH や水温は微生物分解を阻害するような範囲にはなかった。

表 3.2 地下水質測定結果

項目		単位	浅井戸 (B+40.2+10付近)	深井戸 (C.2+40付近)	定量下限値	
汚染物質、 分解生成物	テトラクロロエチレン(PCE)	mg/l	不検出	0.0015	0.0002	
	トリクロロエチレン(TCE)	mg/l	不検出	4.6	0.0002	
	1,2-ジクロロエチレン(1,2-DCE)	mg/l	0.0028	15	0.0004	
	1,1-ジクロロエチレン(1,1-DCE)	mg/l	不検出	0.032	0.0002	
	塩化ビニルモノマー(VCM)	mg/l	0.0084	8.0	0.0002	
	1,1,1-トリクロロエタン(MC)	mg/l	不検出	0.0002	0.0002	
	1,2-ジクロロエタン(EDC)	mg/l	不検出	不検出	0.0002	
	ジクロロメタン(DCM)	mg/l	不検出	0.0020	0.0002	
	ベンゼン(BZ)	mg/l	0.20	1.8	0.0002	
	1,4-ジオキサン(1,4-DXA)	mg/l	0.43	1.0	0.005	
	油分(TPH)	C ₆ ~C ₄₄	mg/l	不検出	不検出	3
一般水質	pH	※1	6.64	6.27	—	
	電気伝導度(EC)	※1	mS/m	439	329	—
	溶存酸素濃度(DO)	※1	mg/l	0.37	0.47	—
	酸化還元電位(ORP)	※1	mV	-205	-199	—
	水温	※1	°C	20.0	19.5	—
	生物的酸素要求量(BOD)		mg/l	16	16	0.5
	化学的酸素要求量(COD)		mg/l	100	86	0.5
	全有機炭素濃度(TOC)		mg/l	96	68	0.5
	全窒素(T-N)		mg/l	120	69	0.05
	全リン(T-P)		mg/l	1.7	0.60	0.01
イオン	鉄イオン(Fe ²⁺)	mg/l	不検出	不検出	0.4	
	全鉄(T-Fe)	mg/l	18	29	0.005	
	マンガンイオン(Mn)	mg/l	11	7.0	0.005	
	硫酸イオン(SO ₄ ²⁻)	mg/l	800	540	0.2	
	亜硫酸イオン(SO ₃ ²⁻)	mg/l	不検出	不検出	5	
	硝酸イオン(NO ₃ ⁻)	mg/l	不検出	不検出	0.1	
	亜硝酸イオン(NO ₂ ⁻)	mg/l	0.1	不検出	0.1	
	アンモニウムイオン(NH ₄ ⁺)	mg/l	140	65	0.1	
	塩化物イオン(Cl ⁻)	mg/l	210	370	0.2	
重炭酸イオン(HCO ₃ ⁻)	mg/l	790	540	10		

※1：現地にて投げ込み式の多項目水質計等で測定

3. 3 微生物試験の測定結果

微生物試験の測定結果を表 3.3 に示す。

- ・ 嫌気環境で塩素化エチレン類をエチレンにまで分解することが知られている *Dehalococcoides* 属細菌群や脱塩素化を触媒する酵素をコードする機能遺伝子も確認されたため、微生物による塩素化エチレン類の還元脱塩素化の可能性もある。
- ・ *Dehalobactor* 属細菌群も確認されたため、テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタンが微生物分解する可能性がある。
- ・ 浅井戸ではわずかではあるが、アンモニア酸化細菌やメタン酸化細菌が確認されたため、これらの微生物の共代謝による塩素化エチレン類の分解の可能性もある。
- ・ 浅井戸ではわずかではあるが、1,4-ジオキサン分解細菌である *thmC* 遺伝子が確認されこれらが増殖すれば1,4-ジオキサンの分解の可能性もある。

表 3.3 微生物試験測定結果

			浅井戸	深井戸
真正細菌総数	16s rRNA	copies/ml	6.1×10^5	1.3×10^5
<i>Dehalococcoides</i> 属細菌群	16s rRNA	copies/ml	2.8×10^3	2.5×10^3
	<i>tceA</i> 遺伝子	copies/ml	5.0×10^2	1.7×10^3
	<i>bvcA</i> 遺伝子	copies/ml	不検出	不検出
	<i>vcrA</i> 遺伝子	copies/ml	1.4×10^3	2.1×10^3
<i>Dehalobactor</i> 属細菌群	16s rRNA	copies/ml	5.0×10^2	4.6×10^1
硫酸還元菌群数	<i>Dsr</i> 遺伝子	copies/ml	2.0×10^3	6.9×10^2
アンモニア酸化細菌	<i>amoA</i> 遺伝子	copies/ml	3.2×10^1	定量下限値未満
メタン酸化細菌	<i>pmoA</i> 遺伝子	copies/ml	2.8×10^1	定量下限値未満
1,4-ジオキサン分解細菌	<i>thmC</i> 遺伝子	copies/ml	6.0×10^1	定量下限値未満
	SDIMO 遺伝子	有無	有	有

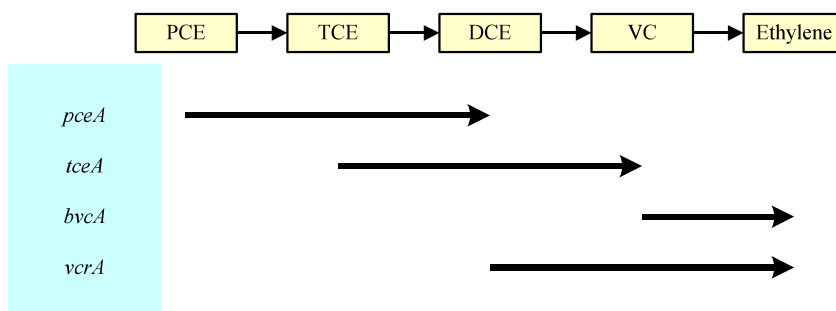


図 3.1 塩素化エチレン類の分解酵素遺伝子と分解可能範囲

3. 4 分解促進試験の結果

(1) 嫌気性バイオスティミュレーション (VOC 添加なし)

1) 浅井戸の地下水の嫌気性バイオスティミュレーション (VOC 添加なし)

浅井戸の現地地下水 (VOC 添加なし) を用いた嫌気性バイオスティミュレーションの分解促進試験について、VOC の濃度変化を図 3.2 に、油分 (TPH) および一般水質の測定結果を表 3.4 から表 3.5 に、微生物試験結果を表 3.6 及び図 3.3 に示す。

- ・いずれの VOC も、分解促進効果は確認されなかった。
- ・K0-L 添加、HRC 添加ともに ORP の低下及び DO の減少が確認されており、硫酸還元 (硫酸イオンの減少) も確認されていることから、脱塩素分解が可能な還元状態になっていたと考えられる。
- ・もともとの地下水に競合する電子受容体として硫酸イオン 800mg/L、三価の鉄イオン (=全鉄-鉄イオン) 18mg/L、マンガンイオン 11mg/L が含まれており、分解促進試験により最も還元ポテンシャルの低い硫酸の還元分解が確認されたことから、三価の鉄やマンガンの還元にも K0-L や HRC から供給された電子が利用された可能性が高い。
- ・脱塩素化細菌の数については、K0-L 添加、HRC 添加ともに顕著な変化は見られなかった。
- ・真正細菌総数が 200 倍程度増加し、硫酸還元菌も 1000 倍程度増加し硫酸も消費されていたことも考えると、脱塩素化を阻害する要因が地下水中に何かあるのではないかと推測される。

2) 深井戸の地下水の嫌気性バイオスティミュレーション (VOC 添加なし)

深井戸の現地地下水 (VOC 添加なし) を用いた嫌気性バイオスティミュレーションの分解促進試験について、VOC の濃度変化を図 3.4 に、油分 (TPH) および一般水質の測定結果を表 3.7 から表 3.8 に、微生物試験結果を表 3.9 及び図 3.5 に示す。

- ・いずれの VOC も、分解促進効果は確認されなかった。
- ・K0-L 添加、HRC 添加ともに ORP の低下及び DO の減少が確認されており、硫酸還元 (硫酸イオンの減少) も確認されていることから、脱塩素分解が可能な還元状態になっていたと考えられる。
- ・もともとの地下水に競合する電子受容体として硫酸イオン 540mg/L、三価の鉄イオン (=全鉄-鉄イオン) 29mg/L、マンガンイオン 7mg/L が含まれており、分解促進試験により最も還元ポテンシャルの低い硫酸の還元分解が確認されたことから、三価の鉄やマンガンの還元にも K0-L や HRC から供給された電子が利用された可能性が高い。
- ・脱塩素化細菌について、*Dehalococcoides* 属細菌については分解酵素遺伝子を含めて顕著な数の変化は認められず、*Dehalobacter* 属細菌について 20~300 程度の数の増加が認められた。
- ・真正細菌総数が 100 倍以上増加し、硫酸還元菌も 1000 倍程度増加し硫酸も消費されていたことを考えると、脱塩素化を阻害する要因が地下水中に何かあるのではないかと推測される。

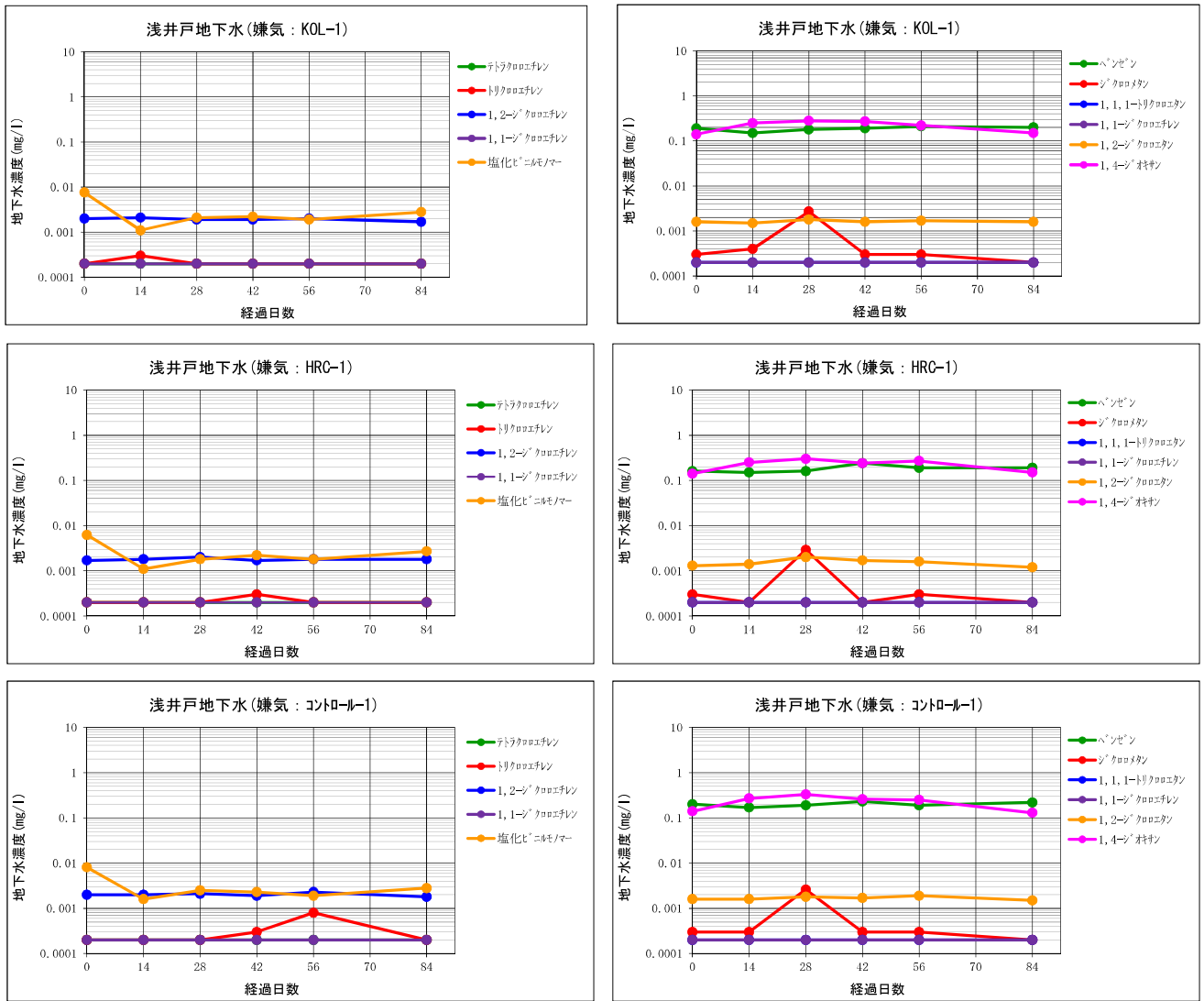


図 3.2 浅井戸における分解促進試験におけるVOCの濃度変化 (嫌気性、VOC 添加なし)

表 3.4 浅井戸における分解促進試験における油分 (TPH)・一般水質(1)の測定結果
(嫌気性、VOC 添加なし)

試料名	経過 日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.64	439	0.37	-205
KO-L -1	0	5	<3	<3	<9	6.7	206	1.0	221
	14	3	<3	<3	<9	6.7	225	<0.5	-254
	28	3	<3	<3	<9	6.5	230	<0.5	-274
	42	3	<3	<3	<9	6.5	213	<0.5	-283
	56	<3	<3	<3	<9	6.5	231	0.5	-280
	84	<3	<3	<3	<9	6.8	220	1.0	-314

試料名	経過 日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.64	439	0.37	-205
HRC -1	0	3	<3	<3	<9	6.9	246	1.0	23
	14	5	<3	<3	<9	7.1	230	<0.5	-309
	28	3	<3	<3	<9	6.8	232	<0.5	-315
	42	3	<3	<3	<9	6.8	214	<0.5	-312
	56	3	<3	<3	<9	6.8	247	0.6	-283
	84	<3	<3	<3	<9	7.2	223	<0.5	-362

試料名	経過 日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.64	439	0.37	-205
嫌気 コントロール -1	0	4	<3	<3	<9	6.7	227	0.8	27
	14	5	<3	<3	<9	7.0	207	0.8	-185
	28	<3	<3	<3	<9	6.7	214	1.1	-218
	42	3	<3	<3	<9	6.8	190	0.8	-147
	56	<3	<3	<3	<9	6.9	191	0.8	-136
	84	<3	<3	<3	<9	7.0	175	0.7	-130

表 3.5 浅井戸における分解促進試験における一般水質・イオンの測定結果 (嫌気性、VOC 添加なし)

項目	単位	地下水調査	嫌気 84日目			定量下限値	
			KO-L	HRC	コントロール		
一般水質	全有機炭素濃度(TOC)	mg/l	96	280	240	82	0.5
	全窒素(T-N)	mg/l	120	96	78	80	0.05
	全リン(T-P)	mg/l	1.7	11	4.2	0.42	0.01
イオン	鉄イオン(Fe ²⁺)	mg/l	不検出				0.4
	全鉄(T-Fe)	mg/l	18				0.005
	マンガンイオン(Mn)	mg/l	11				0.005
	硫酸イオン(SO ₄ ²⁻)	mg/l	800	310	3.8	730	0.2
	亜硫酸イオン(SO ₃ ²⁻)	mg/l	不検出	260	210	29	5
	硝酸イオン(NO ₃ ⁻)	mg/l	不検出	不検出	不検出	不検出	0.1
	亜硝酸イオン(NO ₂ ⁻)	mg/l	0.1	不検出	不検出	不検出	0.1
	アンモニウムイオン(NH ₄ ⁺)	mg/l	140	100	70	94	0.1
	塩化物イオン(Cl ⁻)	mg/l	210	180	130	120	0.2
重炭酸イオン(HCO ₃ ⁻)	mg/l	790	1300	990	590	10	

表 3.6 浅井戸における分解促進試験における微生物試験結果（嫌気性、VOC 添加なし）

	真正細菌総数	<i>Dehalococcoides</i> 属細菌群				<i>Dehalobacter</i> 属細菌群	硫酸還元菌群数	アンモニア酸化細菌	メタン酸化細菌
	16s rRNA	16s rRNA	<i>tceA</i> 遺伝子	<i>bvcA</i> 遺伝子	<i>vcrA</i> 遺伝子	16s rRNA	<i>Dsr</i> 遺伝子	<i>amoA</i> 遺伝子	<i>pmoA</i> 遺伝子
地下水調査	6.1×10^5	2.8×10^3	5.0×10^2	不検出	1.4×10^3	5.0×10^2	2.0×10^3	3.2×10^1	2.8×10^1
42日目(KOL)	6.0×10^7	4.5×10^3	7.9×10^2	不検出	1.4×10^3	4.1×10^2	4.8×10^6	定量下限値未満	定量下限値未満
84日目(KOL)	2.2×10^7	6.1×10^2	1.5×10^2	不検出	4.0×10^2	8.3×10^2	5.6×10^5	定量下限値未満	定量下限値未満
42日目(HRC)	2.7×10^7	1.1×10^4	2.5×10^3	定量下限値未満	4.1×10^3	3.0×10^2	5.8×10^6	定量下限値未満	定量下限値未満
84日目(HRC)	5.0×10^6	2.3×10^3	5.1×10^2	不検出	1.4×10^3	2.9×10^2	1.4×10^6	定量下限値未満	定量下限値未満

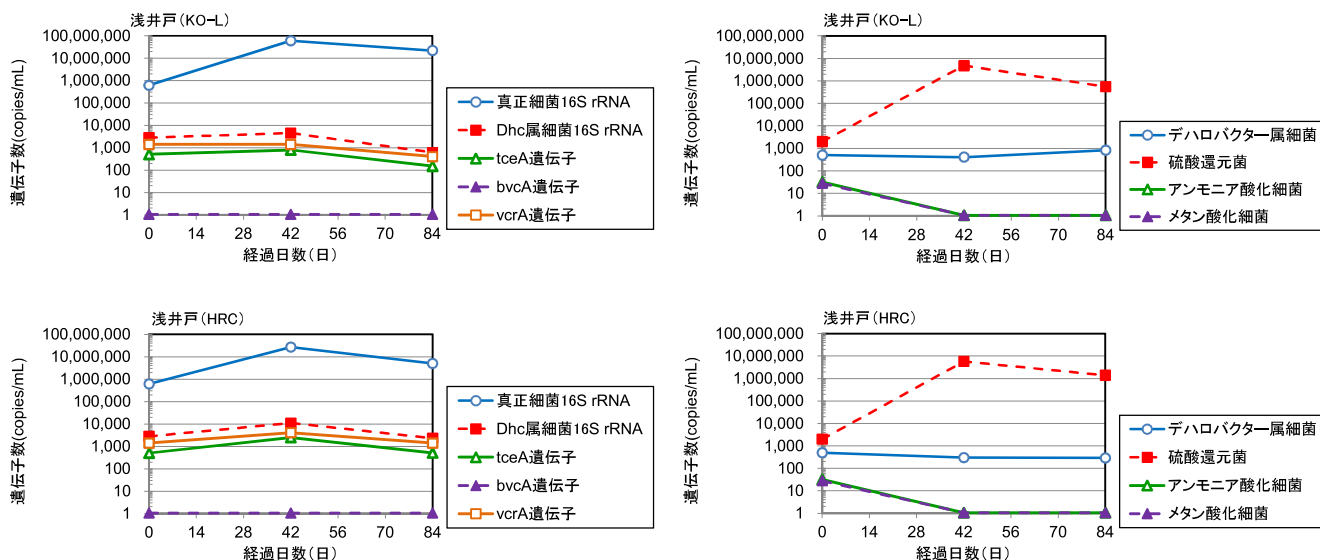


図 3.3 浅井戸における分解促進試験における微生物数の変化（嫌気性、VOC 添加なし）

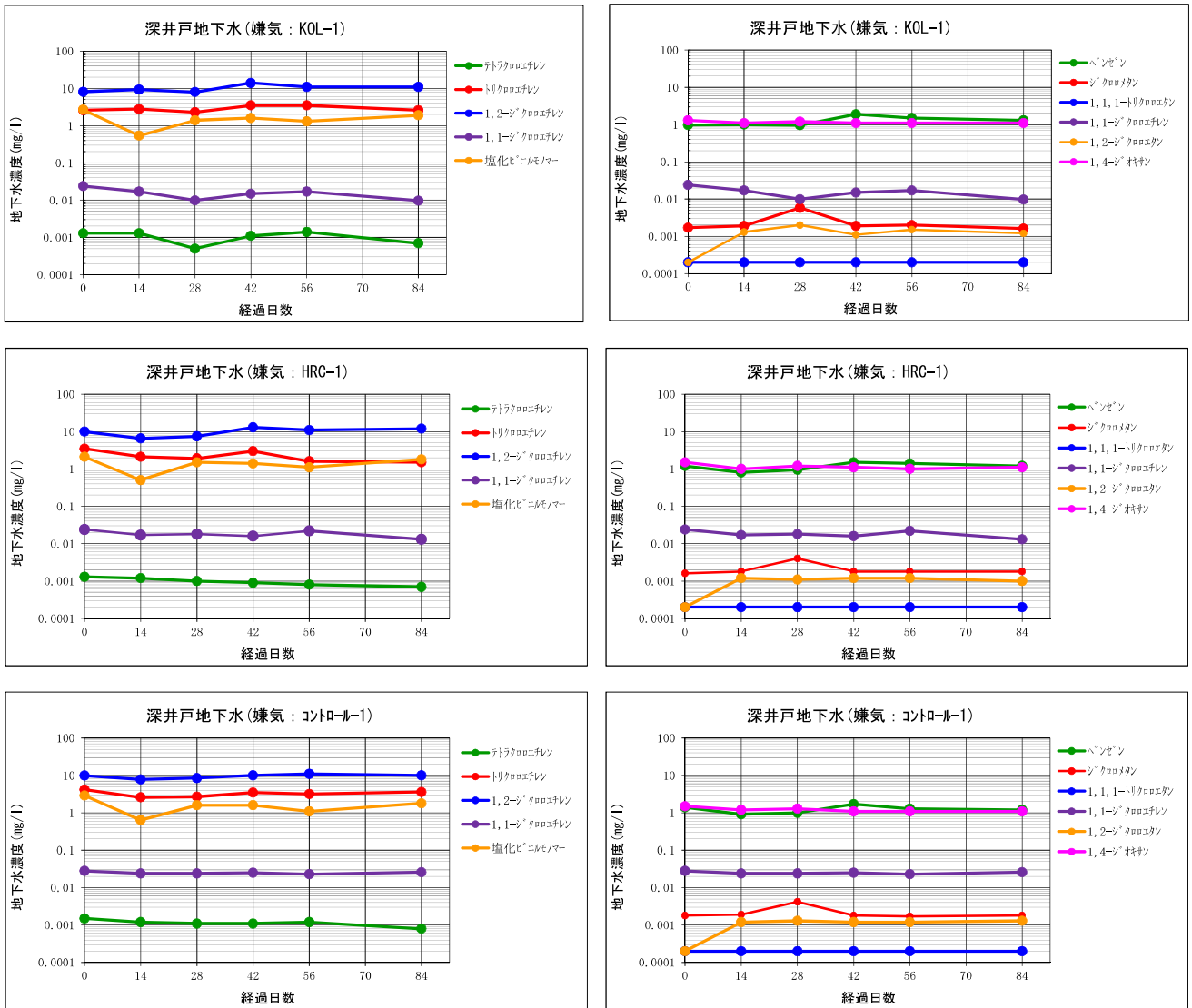


図 3.4 深井戸における分解促進試験（嫌気性、VOC 添加なし）

表 3.7 深井戸における分解促進試験における油分 (TPH)・一般水質(1)の測定結果
(嫌気性、VOC 添加なし)

試料名	経過 日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.27	329	0.47	-199
KO-L -1	0	<3	<3	<3	<9	6.8	286	0.8	48
	14	8	<3	<3	9	6.5	256	0.5	-199
	28	<3	<3	<3	<9	6.3	267	0.6	-249
	42	<3	<3	<3	<9	6.4	244	<5	-270
	56	3	<3	<3	<9	6.6	254	0.6	-270
	84	<3	<3	<3	<9	7.1	248	<0.5	-331

試料名	経過 日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.27	329	0.47	-199
HRC -1	0	4	<3	<3	<9	6.6	279	1.3	37
	14	5	<3	<3	<9	6.9	247	<0.5	-245
	28	4	<3	<3	<9	6.7	258	0.5	-317
	42	3	<3	<3	<9	6.6	239	0.5	-310
	56	<3	<3	<3	<9	7.0	221	<0.5	-301
	84	<3	<3	<3	<9	6.9	242	0.6	-317

試料名	経過 日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.27	329	0.47	-199
嫌気 コントロール -1	0	4	<3	<3	<9	6.8	258	1.4	41
	14	6	<3	<3	<9	6.8	240	1.0	-38
	28	3	<3	<3	<9	6.7	241	1.1	-196
	42	<3	<3	<3	<9	6.6	222	1.1	-103
	56	<3	<3	<3	<9	6.9	221	0.8	-111
	84	<3	<3	<3	<9	6.9	216	0.8	-64

表 3.8 深井戸における分解促進試験における一般水質(2)・イオンの測定結果 (嫌気性、VOC 添加なし)

項目	単位	地下水調査	嫌気 84日目			定量下限値	
			KO-L	HRC	コントロール		
一般水質	全有機炭素濃度(TOC)	mg/l	68	270	200	58	0.5
	全窒素(T-N)	mg/l	69	82	51	58	0.05
	全リン(T-P)	mg/l	0.60	9.5	12	0.08	0.01
イオン	鉄イオン(Fe ²⁺)	mg/l	不検出				0.4
	全鉄(T-Fe)	mg/l	29				0.005
	マンガンイオン(Mn)	mg/l	7.0				0.005
	硫酸イオン(SO ₄ ²⁻)	mg/l	540	96	79	540	0.2
	亜硫酸イオン(SO ₃ ²⁻)	mg/l	不検出	300	140	6	5
	硝酸イオン(NO ₃ ⁻)	mg/l	不検出	不検出	不検出	不検出	0.1
	亜硝酸イオン(NO ₂ ⁻)	mg/l	不検出	不検出	不検出	不検出	0.1
	アンモニウムイオン(NH ₄ ⁺)	mg/l	65	73	49	56	0.1
	塩化物イオン(Cl ⁻)	mg/l	370	420	360	380	0.2
重炭酸イオン(HCO ₃ ⁻)	mg/l	540	1200	1000	560	10	

表 3.9 深井戸における分解促進試験における微生物試験結果（嫌気性、VOC 添加なし）

	真正細菌総数	<i>Dehalococcoides</i> 属細菌群					<i>Dehalobacter</i> 属細菌群	硫酸還元菌群数	アンモニア酸化細菌	メタン酸化細菌
	16s rRNA	16s rRNA	<i>tceA</i> 遺伝子	<i>bvcA</i> 遺伝子	<i>vcrA</i> 遺伝子	16s rRNA	<i>Dsr</i> 遺伝子	<i>amoA</i> 遺伝子	<i>pmoA</i> 遺伝子	
地下水調査	1.3×10^6	2.5×10^3	1.7×10^3	不検出	2.1×10^3	4.6×10^1	6.9×10^2	定量下限値未満	定量下限値未満	
42日目(KOL)	7.0×10^7	5.5×10^3	3.7×10^3	不検出	5.4×10^3	1.1×10^3	2.7×10^6	定量下限値未満	定量下限値未満	
84日目(KOL)	2.5×10^7	3.1×10^3	2.2×10^3	不検出	4.1×10^3	9.7×10^2	1.7×10^6	定量下限値未満	定量下限値未満	
42日目(HRC)	6.7×10^6	4.5×10^2	3.9×10^2	不検出	3.1×10^2	8.4×10^2	2.9×10^5	定量下限値未満	定量下限値未満	
84日目(HRC)	4.7×10^7	4.6×10^3	3.2×10^3	不検出	6.2×10^3	1.3×10^4	1.4×10^6	定量下限値未満	1.1×10^2	

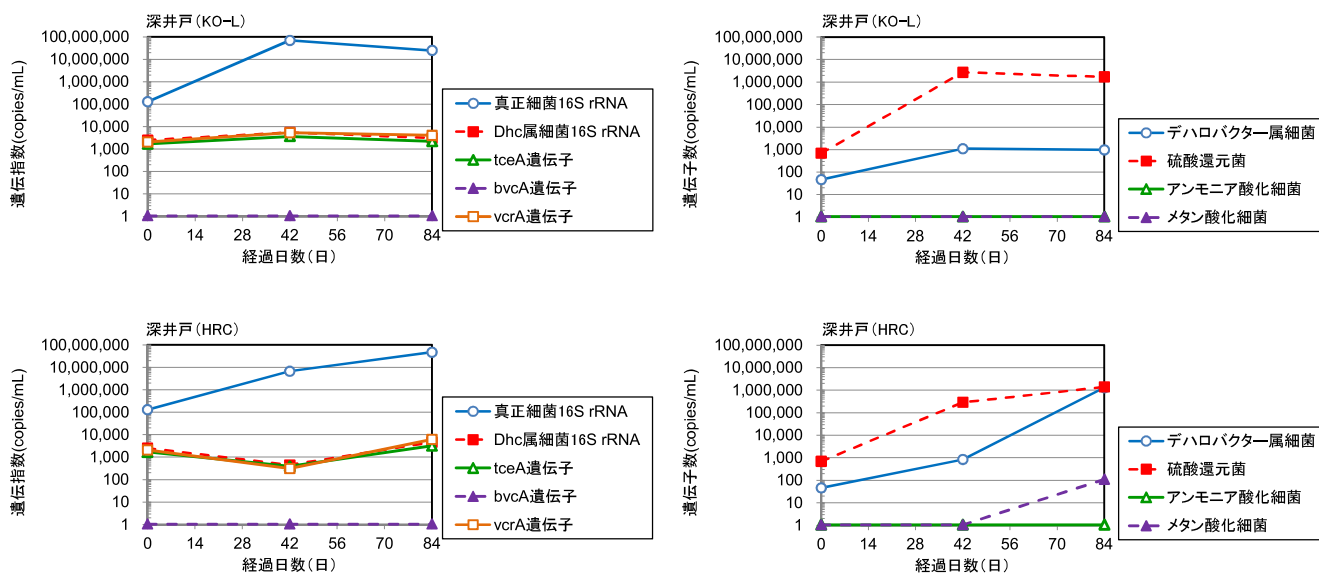


図 3.5 深井戸における分解促進試験における微生物数の変化（嫌気性、VOC 添加なし）

(2) 好気性バイオスティミュレーション (VOC 添加なし)

1) 浅井戸の地下水の好気性バイオスティミュレーション (VOC 添加なし)

浅井戸の現地地下水 (VOC 添加なし) を用いた好気性バイオスティミュレーションの分解促進試験について、VOC の濃度変化を図 3.6 に、油分 (TPH) および一般水質の測定結果を表 3.10 から表 3.11 に、微生物試験結果を表 3.12 に示す。

- ・ベンゼンについて、14 日目から 28 日目にかけて濃度がやや低下したが、濃度低下幅が小さく、この濃度変化が分解促進効果によるものかどうかは判断できない。
- ・他の VOC については、分解促進効果は確認されなかった。
- ・栄養塩の添加による ORP の上昇、DO の増加は確認されており、好気性微生物の活動に適した酸化状態になっていると考えられる。
- ・真正細菌総数は地下水調査時の約半数で維持されており、増殖は認められなかった。これは、好気性微生物に利用されやすい有機物がないためで、さらにベンゼンを炭素源として代謝できる微生物もいないため、共代謝による分解も期待できない状況であると考えられる。

2) 深井戸の地下水の好気性バイオスティミュレーション (VOC 添加なし)

深井戸の現地地下水 (VOC 添加なし) を用いた好気性バイオスティミュレーションの分解促進試験について、VOC の濃度変化を図 3.7 に、油分 (TPH) および一般水質の測定結果を表 3.13 から表 3.14 に、微生物試験結果を表 3.15 に示す。

- ・ベンゼンについて、7 日目の段階から濃度低下が確認され、地下水環境基準程度まで濃度が低下することが把握された。
- ・1,1-ジクロロエチレン、塩化ビニルモノマーについて、14 日目から 28 日目にかけて緩やかな濃度低下が確認された。
- ・他の VOC (テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、1,2-ジクロロエチレン、1,2-ジクロロエタン、1,4-ジオキサン) については、濃度低下がみられず、分解促進効果が確認できなかった。
- ・栄養塩の添加による ORP の上昇、DO の増加は確認されており、好気性微生物の活動に適した酸化状態になっていると考えられる。
- ・真正細菌総数は維持されているものの、顕著な増殖は認められなかった。これは、微生物に利用されやすい有機物がないためであり、共代謝による分解も期待できない状況であると考えられる。

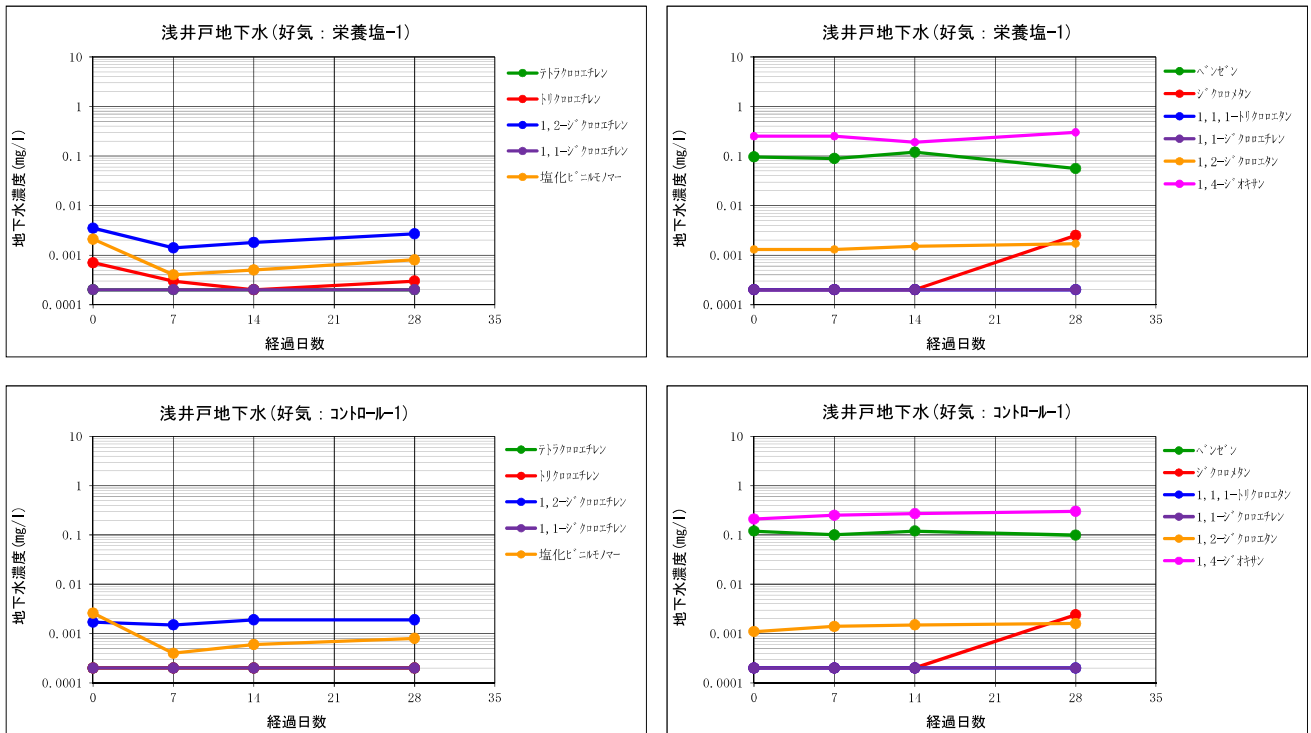


図 3.6 浅井戸における分解促進試験におけるVOCの濃度変化（好気性、VOC 添加なし）

表 3.10 浅井戸における分解促進試験における油分（TPH）・一般水質（1）の測定結果（好気性、VOC 添加なし）

試料名	経過日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.64	439	0.37	-205
栄養塩 -1	0	<3	<3	<3	<9	7.1	320	>20	109
	7	3	<3	<3	<9	7.3	328	>20	211
	14	<3	<3	<3	<9	7.3	294	>20	235
	28	<3	<3	<3	<9	7.0	293	>20	-166

試料名	経過日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.64	439	0.37	-205
好気 コントロール -1	0	3	<3	<3	<9	7.1	217	>20	120
	7	3	<3	<3	<9	7.3	203	>20	210
	14	<3	<3	<3	<9	7.4	194	>20	222
	28	<3	<3	<3	<9	7.3	204	18	-175

表 3.11 浅井戸における分解促進試験における一般水質(2)・イオンの測定結果(好気性、VOC 添加なし)

項目	単位	地下水調査	好気 28日目		定量下限値	
			栄養塩	コントロール		
一般水質	全有機炭素濃度(TOC)	mg/l	96	83	81	0.5
	全窒素(T-N)	mg/l	120	340	85	0.05
	全リン(T-P)	mg/l	1.7	57	3.2	0.01
イオン	鉄イオン(Fe ²⁺)	mg/l	不検出	不検出	不検出	0.4
	全鉄(T-Fe)	mg/l	18	10	9.5	0.005
	マンガンイオン(Mn)	mg/l	11	22	18	0.005
	硫酸イオン(SO ₄ ²⁻)	mg/l	800			0.2
	亜硫酸イオン(SO ₃ ²⁻)	mg/l	不検出			5
	硝酸イオン(NO ₃ ⁻)	mg/l	不検出			0.1
	亜硝酸イオン(NO ₂ ⁻)	mg/l	0.1			0.1
	アンモニウムイオン(NH ₄ ⁺)	mg/l	140			0.1
	塩化物イオン(Cl ⁻)	mg/l	210	130	130	0.2
	重炭酸イオン(HCO ₃ ⁻)	mg/l	790	560	530	10

表 3.12 浅井戸における分解促進試験における微生物試験結果(好気性、VOC 添加なし)

	真正細菌総数
	16s rRNA
地下水調査	6.1 × 10 ⁵
14日目	3.1 × 10 ⁵
28日目	3.5 × 10 ⁵

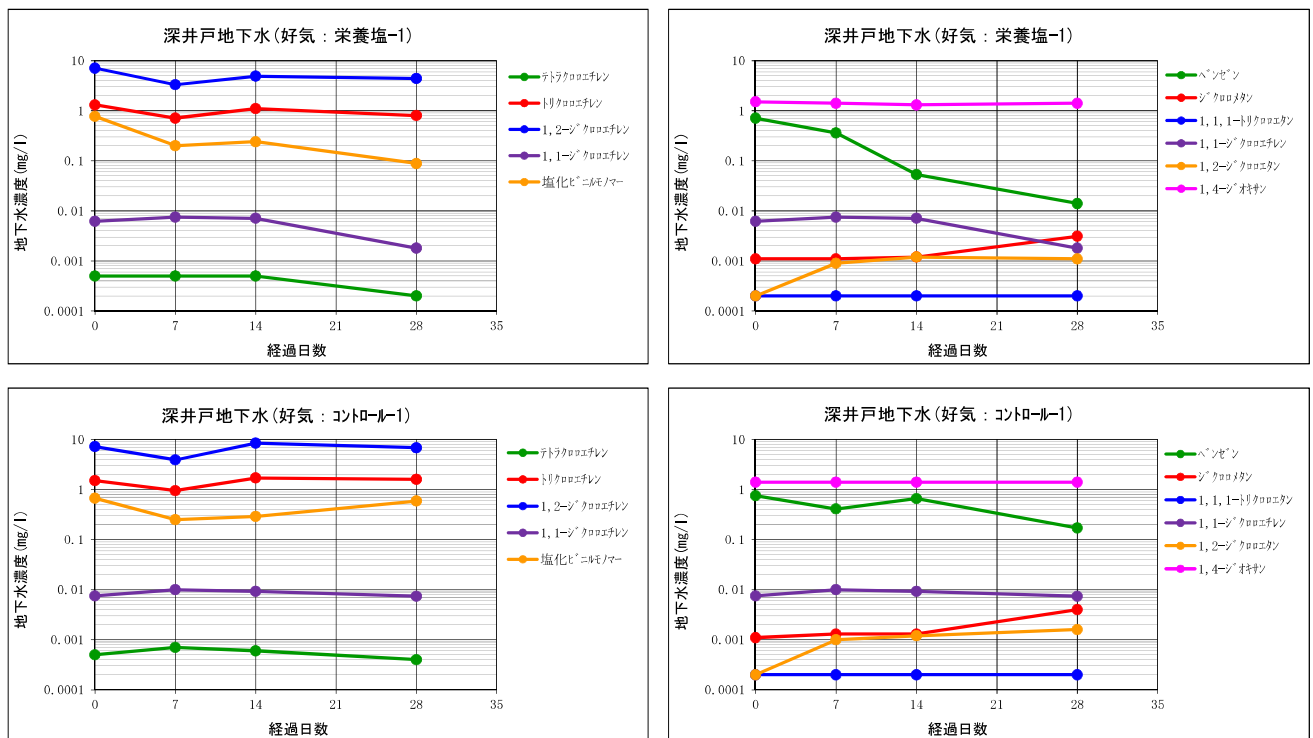


図 3.7 深井戸における分解促進試験におけるVOCの濃度変化(好気性、VOC 添加なし)

表 3.13 深井戸における分解促進試験における油分 (TPH)・一般水質 (1) の測定結果
(好気性、VOC 添加なし)

試料名	経過 日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.27	329	0.47	-199
栄養塩 -1	0	<3	<3	<3	<9	7.2	349	>20	136
	7	3	<3	<3	<9	7.2	356	>20	206
	14	<3	<3	<3	<9	7.2	339	>20	215
	28	<3	<3	<3	<9	7.1	321	19	-174

試料名	経過 日数	TPH (mg/l)				pH	EC (mS/m)	DO (mg/l)	ORP (mV)
		C6-C12	C12-C28	C28-C44	C6-C44				
地下水調査		<3	<3	<3	<9	6.27	329	0.47	-199
好気 コントロール -1	0	<3	<3	<3	<9	7.1	244	>20	130
	7	3	<3	<3	<9	7.4	250	>20	196
	14	<3	<3	<3	<9	7.4	242	>20	198
	28	<3	<3	<3	<9	7.2	240	>20	-162

表 3.14 深井戸における分解促進試験における一般水質 (2)・イオンの測定結果 (好気性、VOC 添加なし)

項目		単位	地下水調査	好気 28日目		定量下限値
				栄養塩	コントロール	
一般水質	全有機炭素濃度 (TOC)	mg/l	68	53	57	0.5
	全窒素 (T-N)	mg/l	69	350	72	0.05
	全リン (T-P)	mg/l	0.60	57	0.66	0.01
イオン	鉄イオン (Fe ²⁺)	mg/l	不検出	不検出	不検出	0.4
	全鉄 (T-Fe)	mg/l	29	32	30	0.005
	マンガンイオン (Mn)	mg/l	7.0	10	7.4	0.005
	硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)	mg/l	540			0.2
	亜硫酸イオン (SO ₃ ²⁻)	mg/l	不検出			5
	硝酸イオン (NO ₃ ⁻)	mg/l	不検出			0.1
	亜硝酸イオン (NO ₂ ⁻)	mg/l	不検出			0.1
	アンモニウムイオン (NH ₄ ⁺)	mg/l	65			0.1
	塩化物イオン (Cl ⁻)	mg/l	370	350	350	0.2
重炭酸イオン (HCO ₃ ⁻)	mg/l	540	530	570	10	

表 3.15 深井戸における分解促進試験における微生物試験結果 (好気性、VOC 添加なし)

	真正細菌総数
	16s rRNA
地下水調査	1.3 × 10 ⁵
14日目	4.8 × 10 ⁵
28日目	2.7 × 10 ⁵

(3) 嫌気性バイオスティミュレーション (VOC 添加あり)

1) 浅井戸の地下水の嫌気性バイオスティミュレーション (VOC 添加あり)

浅井戸の地下水に VOC を添加したときの嫌気性バイオスティミュレーションの分解促進試験について、VOC の濃度変化を図 3.8 に示す。

- ・いずれの VOC も、分解促進効果は確認されなかった。

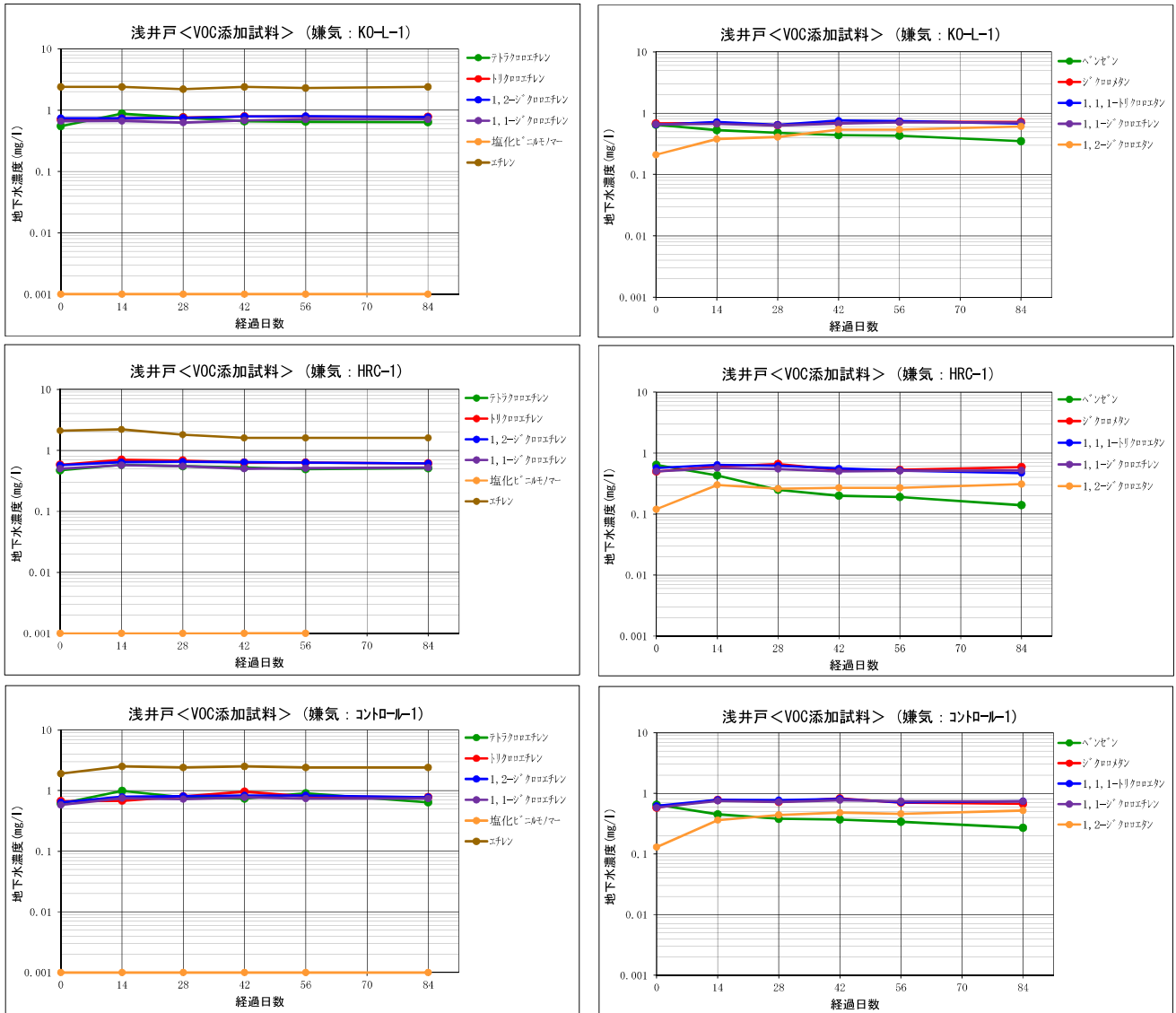


図 3.8 浅井戸における分解促進試験 (嫌気性、VOC 添加あり)

2) 深井戸の地下水の嫌気性バイオスティミュレーション (VOC 添加あり)

深井戸の地下水に VOC を添加したときの嫌気性バイオスティミュレーションの分解促進試験について、VOC の濃度変化を図 3.9 に示す。

- ・ KO-L 添加では、56 日目から 84 日目にかけて、トリクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン及び 1,2-ジクロロエチレンの濃度低下、1,1-ジクロロエチレン及び塩化ビニルモノマーの濃度上昇が確認された。
- ・ HRC 添加では、テトラクロロエチレン、トリクロロエチレン、1,2-ジクロロエチレン及び 1,1-ジクロロエチレンの濃度低下、塩化ビニルモノマーの濃度上昇が確認された。
- ・ 以上の結果から、テトラクロロエチレン等の塩素化エチレン類について、テトラクロロエチレンからトリクロロエチレン、ジクロロエチレン類を経て塩化ビニルモノマーが生成されるまでの還元脱塩素分解が促進されることが確認された。
- ・ 塩化ビニルモノマーの分解については、84 日目までにエチレンの濃度上昇が見られなかったことから、84 日目の段階では分解促進効果は認められていない。塩化ビニルモノマーからエチレンへ還元脱塩素分解するかどうかは今回の分解促進結果では不明である。

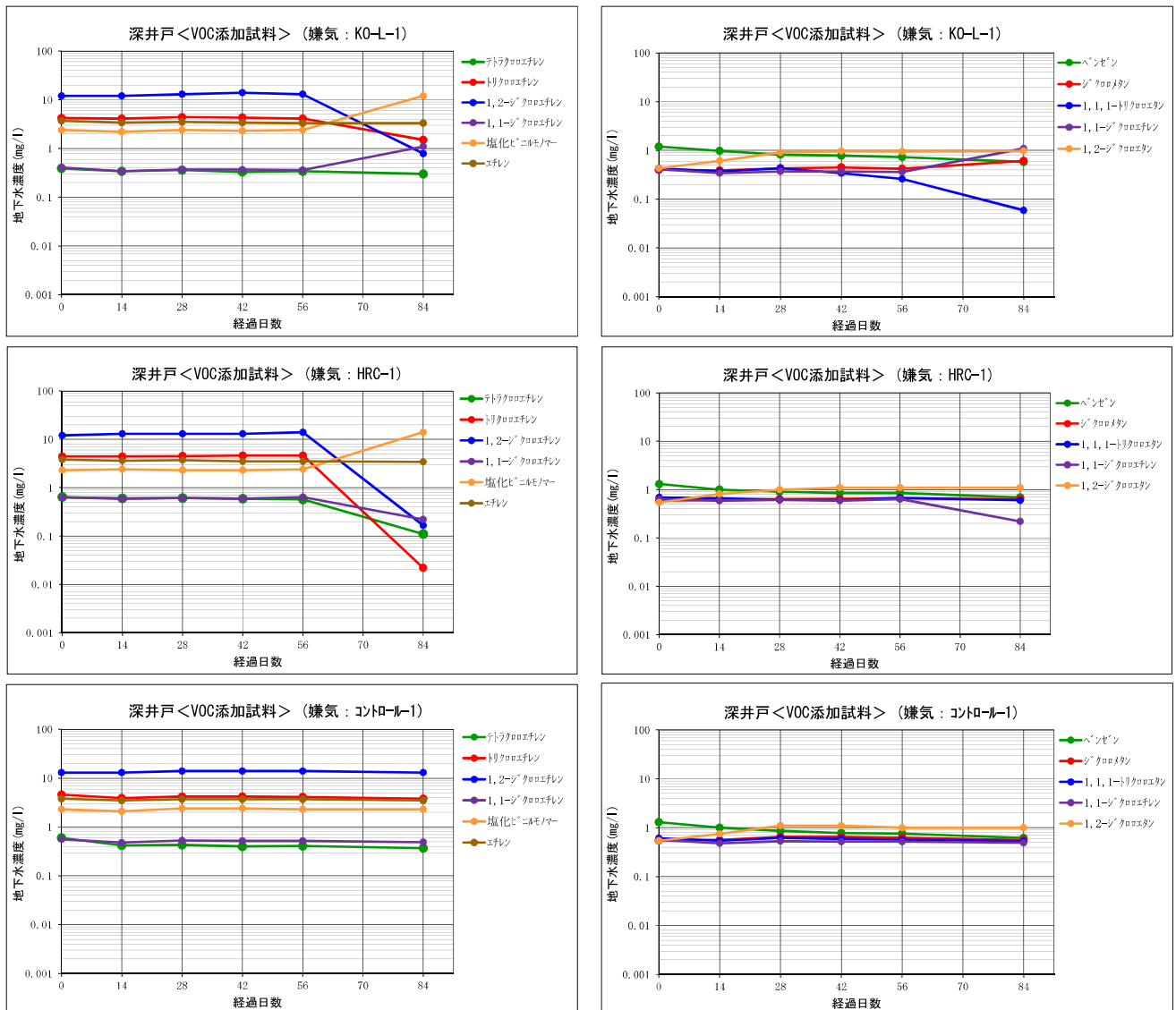


図 3.9 深井戸における分解促進試験 (嫌気性、VOC 添加あり)

(3) 好気性バイオスティミュレーション (VOC 添加あり)

1) 浅井戸の地下水の好気性バイオスティミュレーション (VOC 添加あり)

浅井戸の地下水に VOC を添加したときの好気性バイオスティミュレーションの分解促進試験について、VOC の濃度変化を図 3.10 に示す。

- ・いずれの VOC も、分解促進効果は確認されなかった。

2) 深井戸の地下水の好気性バイオスティミュレーション (VOC 添加あり)

深井戸の地下水に VOC を添加したときの好気性バイオスティミュレーションの分解促進試験について、VOC の濃度変化を図 3.11 に示す。

- ・栄養塩の添加により、7 日目から 14 日目にかけて、ベンゼン及び 1,2-ジクロロエタンの濃度低下が確認された。ベンゼンは地下水環境基準 (0.01mg/L 以下) に近いレベルまで、1,2-ジクロロエタンは地下水環境基準 (0.004mg/L 以下) の 10 倍以下のレベルまで、それぞれ濃度が低下した。
- ・上記以外の VOC については、分解促進効果は確認されなかった。

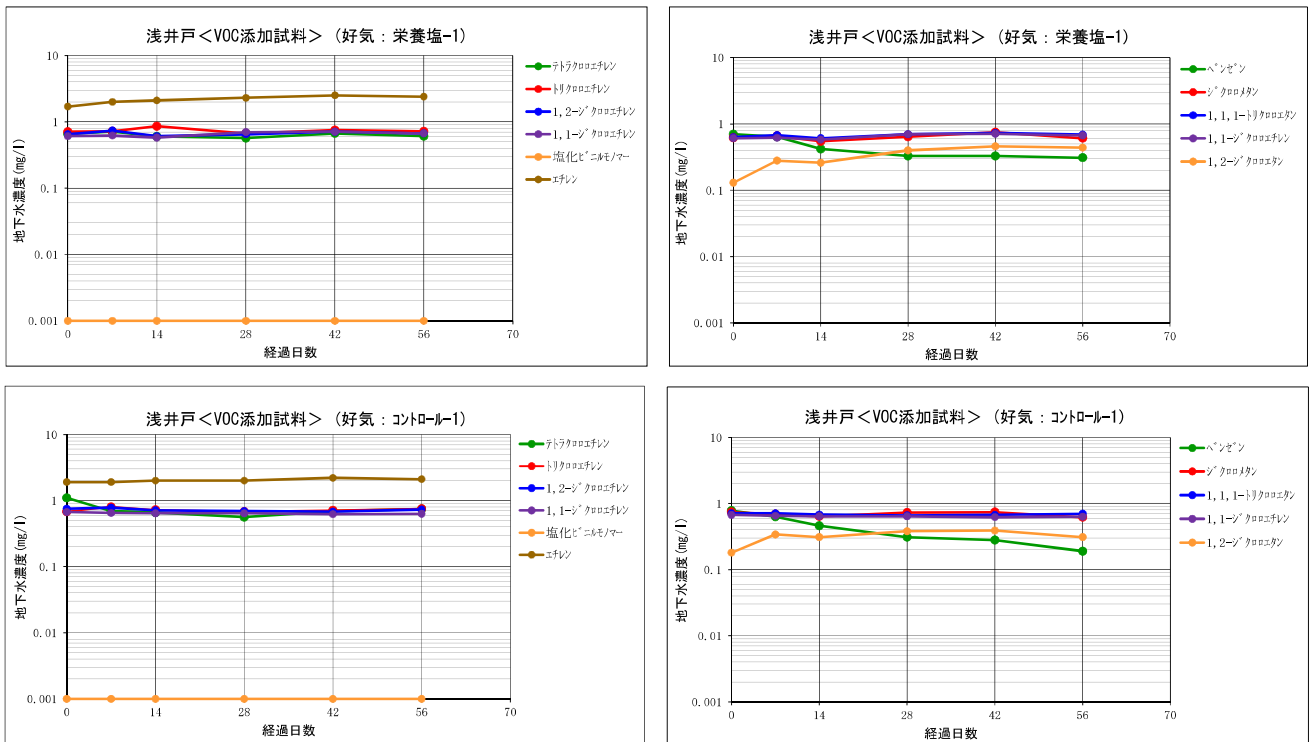


図 3.10 浅井戸における分解促進試験 (好気性、VOC 添加あり)

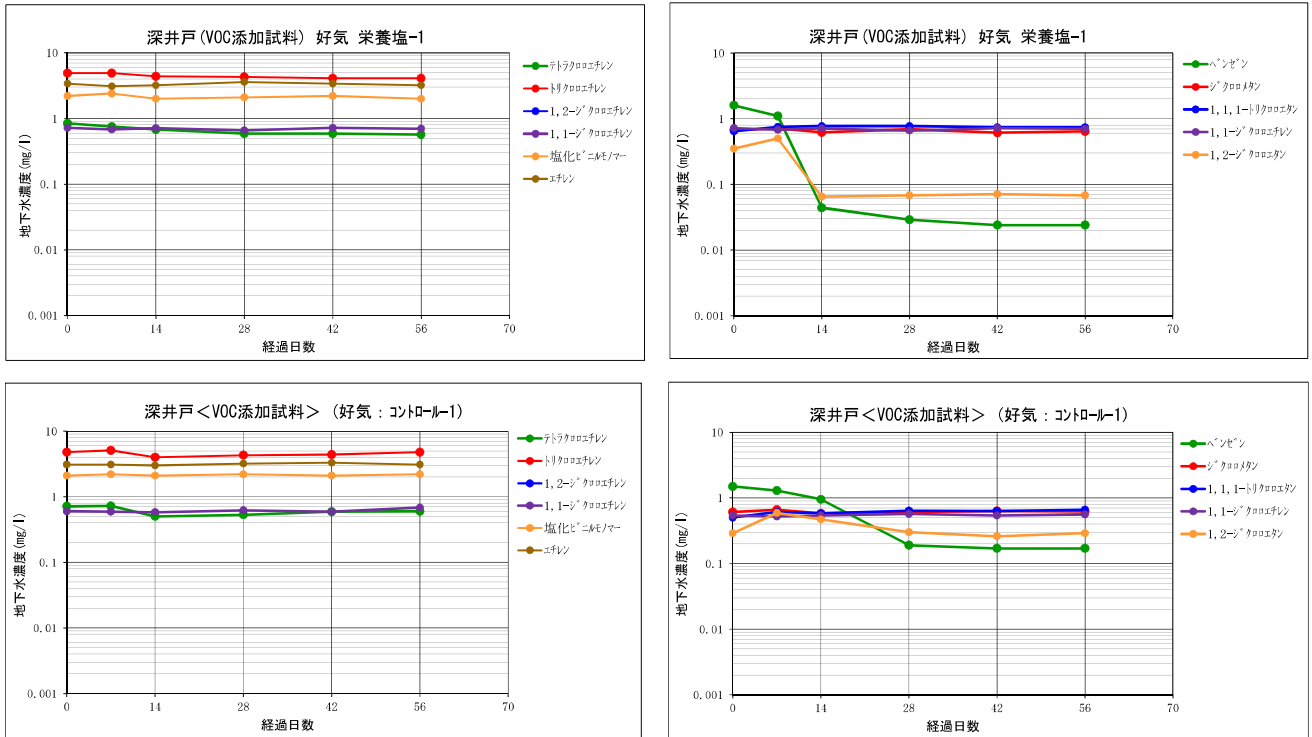


図 3.11 深井戸における分解促進試験（好気性、VOC 添加あり）

（４）分解促進試験結果のまとめ

1) 浅い層（沖積層）の地下水のバイオスティミュレーションについて

- 浅い層（沖積層）の地下水については、好気性バイオスティミュレーション、嫌気性バイオスティミュレーションいずれにおいても各 VOC の分解促進が確認されなかったことから、バイオスティミュレーションにより分解促進効果を得ることは難しいと考えられる。

2) 深い層（風化花崗岩）の地下水のバイオスティミュレーションについて

- 深い層（風化花崗岩）の地下水については、嫌気性バイオスティミュレーションにおいて塩素化エチレン類の分解促進効果が確認され、テトラクロロエチレンからトリクロロエチレン、ジクロロエチレン類を経て塩化ビニルモノマーが生成されるまでの分解促進効果が期待できることが把握された。
- 塩素化エタン類についても、嫌気性バイオスティミュレーションによる 1,1,1-トリクロロエタンの分解促進効果が確認され、1,1,1-トリクロロエタンの分解促進効果が期待できることが把握された。
- 1,1,1-トリクロロエタンの非生物的反応による分解で 1,1-ジクロロエチレンが生成された場合は、1,1-ジクロロエチレンが塩化ビニルモノマーまでの分解も期待できる。
- 塩化ビニルモノマーが嫌気性バイオスティミュレーションにより分解するかどうかについては、ジクロロエチレン類の分解生成による塩化ビニルモノマー濃度の上昇を確認したところで試験を終了したため、今回の分解促進試験結果からは判断できない。
- 1,2-ジクロロエタン、ジクロロメタン、ベンゼン、1,4-ジオキサンについては、分解促進が確認されなかったことから、嫌気性バイオスティミュレーションによる分解促進効果を得ることは難しいと考えられる。
- 好気性バイオスティミュレーションにおいては、ベンゼン及び 1,2-ジクロロエタンの分解促進効果が確認され、これらの物質の分解促進効果が期待できることが把握された。
- ベンゼン及び 1,2-ジクロロエタン以外の VOC については、分解促進が確認されなかったことから、

好気性バイオスティミュレーションによる分解促進効果を得ることは難しいと考えられる。

(5) 現地へのバイオスティミュレーションの適用性について

- ・深い層（風化花崗岩）の地下水を対象とした分解促進試験において、上記のとおり、一部の浄化対象物質について嫌気性バイオスティミュレーション又は好気性バイオスティミュレーションによる分解促進効果が期待できることが確認された。しかしながら、試験条件によっては分解促進効果が求められない場合もあったこと、及び嫌気性バイオスティミュレーションに適した土壌・地下水汚染サイトと比較すると分解に多くの時間を要することも確認されたことを考慮すると、現地への適用を考える場合には、実際に適用する現地でパイロット的な試験を行い、適用性を確認・評価することも必要であると考えられる。
- ・深い層（風化花崗岩）の地下水を対象とした嫌気性バイオスティミュレーションにおいて、塩素化エチレン類の分解が塩化ビニルモノマーの生成までで止まってしまう場合、好気性バイオスティミュレーションでも塩化ビニルモノマーを分解することが困難であることから、塩素化エチレン類の浄化をバイオスティミュレーションのみで行おうとするのは適切ではないと考えられる。
- ・1,4-ジオキサンについては、いずれの条件においても分解が確認されなかったため、バイオスティミュレーションによる浄化を行うことは適切ではないと考えられる。

加圧浮上装置による単独処理

1. 概要

貯留トレンチ貯留水の水質は、平成 28 年 1 月 4 日に行った表層水の水質検査の結果では、ダイオキシン類のみが 13pg-TEQ/L と排水基準値を超過していた。平成 28 年 3 月 10 日現在の貯留トレンチ貯留量は、約 5,000 m³ と最大貯留量に対して 40% 程度の貯留率となっているが、春先の降雨への対応も考え、貯留量を減らすために加圧浮上装置による処理を検討する。

2. 実施日

平成 28 年 1 月 13 日（貯留トレンチ低層水）
平成 28 年 2 月 3 日（貯留トレンチ表層水）
平成 28 年 2 月 5 日（貯留トレンチ表層水）

3. 試験体制

加圧浮上装置運転管理：クボタ環境サービス(株)
調査及び分析機関：廃棄物対策課、直島環境センター、環境保健研究センター

4. 加圧浮上装置への導水方法

貯留トレンチ貯留水は現在、凝集膜分離装置調整槽へ送水され、そこから凝集膜分離装置で処理されていることから、凝集膜分離装置調整槽から水中ポンプで直接、加圧浮上装置原水槽へ送水する。



図 貯留トレンチ貯留水導水経路

5. 試験内容及び試験結果

(1) 貯留トレンチ低層水

ダイオキシン類の濃度が高いと思われる貯留トレンチの低層水を原水とし、加圧浮上装置による処理試験を実施した。検査項目については表1のとおりで、結果は表2のとおり、加圧浮上装置処理水においてダイオキシン類が排水基準を満足するまで処理されることが確認できた。

表1 採水位置及び検査項目

採水位置		検査項目
①貯留トレンチ低層の貯留水	加圧浮上装置原水槽	化学的酸素要求量 (COD)、浮遊物質 (SS)、ダイオキシン類
②処理水	高度排水処理施設への送水管の途中	

表2 加圧浮上装置による貯留トレンチ低層水の処理試験結果 (H28. 1. 13)

項目	原水	処理水	管理基準値
化学的酸素要求量 (COD)	25	28	30mg/L (日間平均 20mg/L)
浮遊物質 (SS)	13	11	50mg/L (日間平均 40mg/L)
ダイオキシン類	溶解態	46	-
	懸濁態	29	
	合計	74	6.8

(2) 貯留トレンチ表層水

ダイオキシン類が安定的に処理できることを確認するため、実際に処理原水となる貯留トレンチ表層水を用いて期間を空けて2回、処理試験を実施した。検査項目については表3のとおりであるが、2月3日の原水は念のために全項目についても測定している。

結果は表4のとおりで、低層水での処理試験結果とあわせてもダイオキシン類が90%以上処理されていることから、安定的に処理が可能であると考えられる。

表3 採水位置及び検査項目

採水位置		検査項目
①貯留トレンチ表層の貯留水	加圧浮上装置原水槽	濁度、浮遊物質 (SS)、ダイオキシン類
②処理水	高度排水処理施設への送水管の途中	

表4 加圧浮上装置による貯留トレンチ表層水の処理試験結果

項目	H28. 2. 3		H28. 2. 5		管理基準値	
	原水	処理水	原水	処理水		
濁度	20	8	21	8	-	
浮遊物質 (SS)	11	8	17	7	50mg/L (日間平均 40mg/L)	
ダイオキシン類	溶解態	7.6	0.055	16	0.0051	-
	懸濁態	4.2	0.013	1.4	0.011	
	合計	12	0.068	17	0.015	10pg-TEQ/L

(備考) 1 : 検査方法は平成10年6月16日付け環境庁・厚生省告示第1号に規定する方法による。

2 : 溶解態と懸濁態は、孔径0.5 μ mのガラスろ紙で濾過分別した。

3 : ダイオキシン類濃度の「合計値」は「溶解態」と「懸濁態」の各分析値を2桁に丸める前の値を合計してから2桁処理した値である。

4 : 濁度の単位は度 (カオリン標準液にて校正) である。



写真1 左：原水（低層水） 右：処理水（H28.1.13）



写真2 左：原水（表層水） 右：処理水（H28.2.3）



写真3 左：原水（表層水） 右：処理水（H28.2.5）

6. 今後の対応

試験結果から、加圧浮上装置によるダイオキシン類の処理が可能であったことから、春先の降雨への対応のためにも現在実施している凝集膜分離装置による処理に加え、加圧浮上装置単独処理も実施し、早急に貯留トレンチ貯留量を減らすこととする。なお、処理水については活性炭吸着塔の放流配管につなぎ込み、西海岸へ放流することとする。

別添 平成 28 年 2 月 3 日採水 加圧浮上装置原水水質試験結果

区分	項目	原水	管理基準値	定量下限値	
健康項目	カドミウム及びその化合物	ND	0.03mg/L (カドミウムとして)	0.003mg/L	
	シアン化合物	ND	1mg/L (シアンとして)	0.1mg/L	
	有機リン化合物 (パラチオン、メチルパラチオン、メチルメチン及びEPNに限る。)	ND	1mg/L	0.1mg/L	
	鉛及びその化合物	ND	0.1mg/L (鉛として)	0.01mg/L	
	六価クロム及びその化合物	ND	0.5mg/L (六価クロムとして)	0.05mg/L	
	砒素及びその化合物	ND	0.1mg/L (砒素として)	0.01mg/L	
	水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	ND	0.005mg/L (水銀として)	0.0005mg/L	
	アルキル水銀化合物	ND	検出されないこと	0.0005mg/L	
	PCB	ND	0.003mg/L	0.0005mg/L	
	トリクロロエチレン	ND	0.3mg/L	0.03mg/L	
	テトラクロロエチレン	ND	0.1mg/L	0.01mg/L	
	ジクロロメタン	ND	0.2mg/L	0.02mg/L	
	四塩化炭素	ND	0.02mg/L	0.002mg/L	
	1,2-ジクロロエタン	ND	0.04mg/L	0.004mg/L	
	1,1-ジクロロエチレン	ND	1mg/L	0.02mg/L	
	シス-1,2-ジクロロエチレン	ND	0.4mg/L	0.04mg/L	
	1,1,1-トリクロロエタン	ND	3mg/L	0.3mg/L	
	1,1,2-トリクロロエタン	ND	0.06mg/L	0.006mg/L	
	1,3-ジクロロプロペン	ND	0.02mg/L	0.002mg/L	
	チウラム	ND	0.06mg/L	0.006mg/L	
	シマジン	ND	0.03mg/L	0.003mg/L	
	チオベンカルブ	ND	0.2mg/L	0.02mg/L	
	ベンゼン	ND	0.1mg/L	0.01mg/L	
	セレン及びその化合物	ND	0.1mg/L	0.01mg/L	
	ほう素及びその化合物	3.2	230mg/L	0.1mg/L	
	ふっ素及びその化合物	ND	15mg/L	0.8mg/L	
	1,4-ジオキサン	ND	0.5mg/L	0.05mg/L	
	アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物	ND	100mg/L	10mg/L	
	生活環境項目	水素イオン濃度 (pH)	8.4	5.0~9.0	—
		生物学的酸素要求量 (BOD)	6.0	30mg/L (日間平均 20mg/L)	0.5mg/L
		化学的酸素要求量 (COD)	25	30mg/L (日間平均 20mg/L)	0.5mg/L
		浮遊物質 (SS)	11	50mg/L (日間平均 40mg/L)	1mg/L
ノマルキシン抽出物質含有量 (鉱油類含有量)		1.6	5mg/L	0.5mg/L	
ノマルキシン抽出物質含有量 (動植物油脂類含有量)			30mg/L	3mg/L	
フェノール類含有量		ND	5mg/L	0.02mg/L	
銅含有量		ND	3mg/L	0.3mg/L	
亜鉛含有量		ND	2mg/L	0.2mg/L	
溶解性鉄含有量		0.82	10mg/L	0.05mg/L	
溶解性マンガン含有量		0.46	10mg/L	0.4mg/L	
クロム含有量		ND	2mg/L	0.2mg/L	
大腸菌群数		24	日間平均 3,000 個/cm ³	0 個/cm ³	
窒素含有量		11	120mg/L (日間平均 60mg/L)	1mg/L	
燐含有量		ND	16mg/L (日間平均 8mg/L)	0.1mg/L	
生活環境項目	モリブデン	ND	—	0.07mg/L	
	全マンガン	0.55	—	0.4mg/L	
	ウラン	—	—	0.0001mg/L	
	ダイオキシン類	12	10pg-TEQ/L	—	
	濁度 (度)	21	—	—	
	透視度 (度)	—	—	—	

廃棄物等底面掘削及び掘削完了判定調査の状況

1. 廃棄物等底面掘削について

豊島処分地において、「廃棄物等の掘削完了判定マニュアル」に基づき、廃棄物等の掘削・除去後に地表となった土壌等が完了判定基準を満たすと判定された時点で、掘削が完了したこととなる。

今回、第2工区（E-F、2-3）、（H+15、2）付近及び第3工区（C-D、2-3）付近の土壌部において、廃棄物底面掘削を実施し、現地において廃棄物が除去されていることを確認した。

また、第38回豊島廃棄物等管理委員会において報告された西海岸の黒色物質が除去されていることを確認した。

- (1) 日時 平成28年 1月22日（金） 8：45～ （E-F、3）、（H+15、2）付近
西海岸
平成28年 2月29日（月） 8：45～ （E-F、2）、（C-D、2-3）付近

(2) 場所 （土壌部）

- ・豊島処分地第2工区（E-F、2-3）、（H+15、2）付近
面積 約 1,120 m²
- ・豊島処分地第3工区（C-D、2-3）付近
面積 約 400 m²
（黒色物質除去）
- ・西海岸
面積 約 150 m²

(3) 体制

- (1) 調査指導 山中技術アドバイザー
- (2) 調査実施者 廃棄物対策課、直島環境センター
- (3) 調査立会 豊島住民会議

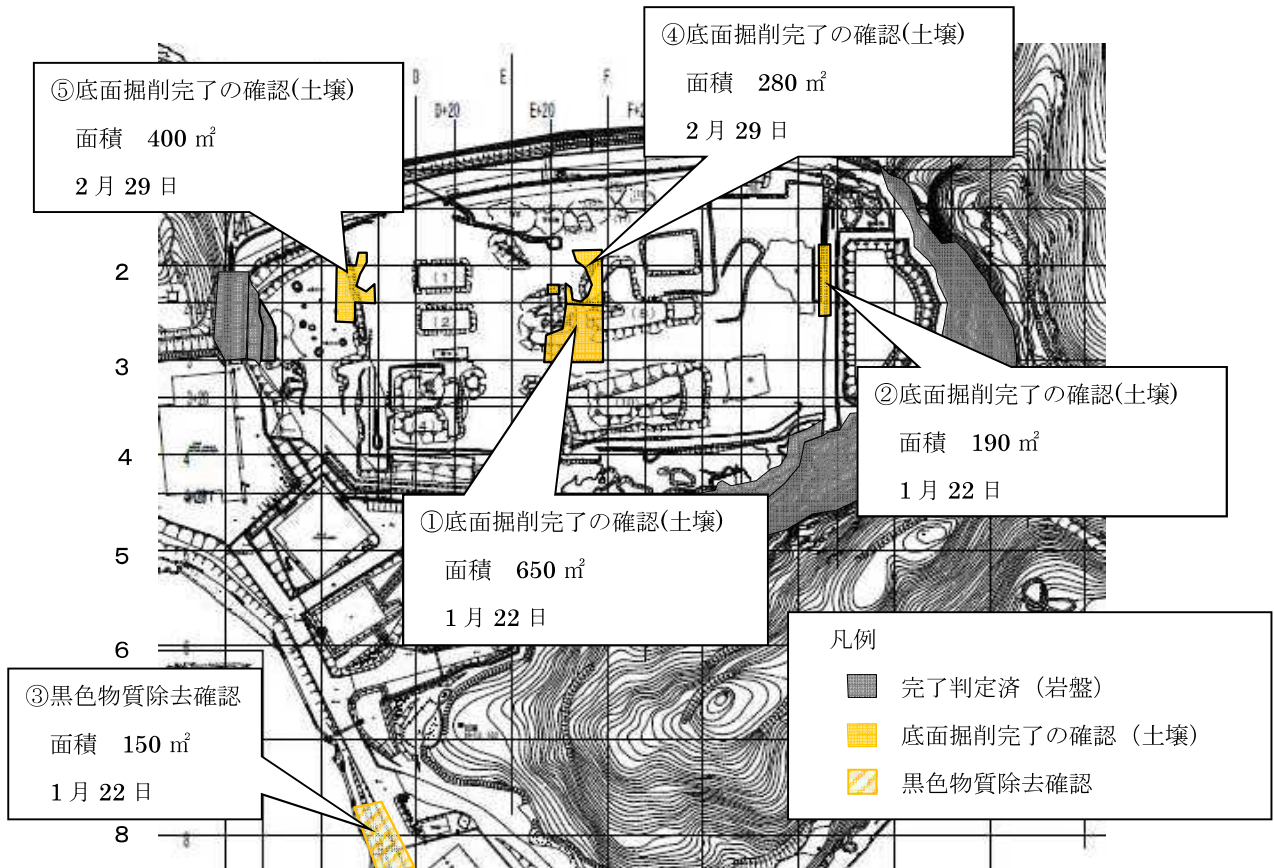


図1 掘削完了判定等の実施区域



写真1 (E-F, 2-3) 付近の底面掘削完了の確認



写真2 (H+15, 2) 付近の底面掘削完了の確認

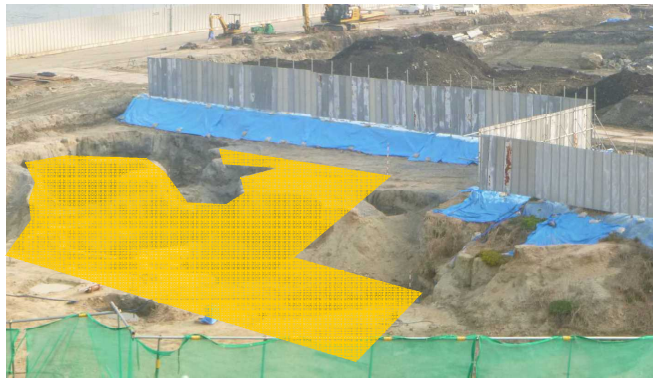


写真3 (C-D, 2-3) 付近の底面掘削完了の確認



写真4 西海岸の黒色物質除去の確認

(4) 調査結果

①第2工区（E-F、2-3）付近について

第2工区（E-F、2-3）付近の直下土壌部については、廃棄物等が掘削・除去されたと判定された。



写真5 底面掘削完了確認の様子（H28.1.22）

図1 ①の区域内

②第2工区（H+15、2）付近について

第2工区（H+15、2）付近の直下土壌部については、廃棄物等が掘削・除去されたと判定された。



写真6 底面掘削完了確認の様子（H28.2.29）

図1 ④の区域内



写真7 底面掘削完了確認の様子（H28.1.22）

図1 ②の区域内

③第3工区（C-D、2-3）付近について

第3工区（C-D、2-3）付近の直下土壌部については、廃棄物等が掘削・除去されたと判定された。



写真8 底面掘削完了確認の様子（H28.2.29）

図1 ④の区域内

④西海岸について

西海岸の黒色物質については、除去されたと判定された。

また、除去の際に出た土壌について、念のために掘削後調査を実施した結果、表1のとおり、汚染は確認されなかった。なお、黒色物質の混じった層より下の土壌については、現在分析中である。



写真9 黒色物質撤去確認の様子 (H28.1.22)

図1 ③の区域内

表1 黒色物質除去に伴って出た土壌の調査結果

No.	調査地点名	調査種別	試料採取日	結果報告日 (鉛、砒素)	調査地点 平均標高	地下水 基準水位	鉛		砒素		PCB	ダイキソ類	備考
							土壌 溶出量	土壌 含有量	土壌 溶出量	土壌 含有量	土壌 溶出量	土壌 含有量	
-	完了判定 基準等	-	-	-	-	-	0.01mg/l 以下	150mg/kg 以下	0.01mg/l 以下	150mg/kg 以下	検出されな いこと	1,000pg -TEQ/g	
h34	西海岸①	掘削後	H28.1.28	H28.3.4	-	-	0.003	18	0.001	0.8	<0.0005	62	黒色物質層の上にあ った土壌
h35	西海岸②	掘削後	H28.1.28	H28.3.4	-	-	<0.001	8.9	<0.001	0.6	<0.0005	24	
h36	西海岸③	掘削後	H28.1.28	H28.3.4	-	-	<0.001	8.4	<0.001	0.5	<0.0005	25	
h37	西海岸黒色混じり	掘削後	H28.1.28	H28.3.4	-	-	0.009	40	0.001	0.8	<0.0005	360	黒色物質の混じっていた部分
h38	西海岸壁面①	掘削後	H28.1.28	H28.3.4	-	-	<0.001	9.3	0.001	0.8	<0.0005	20	黒色物質層を取り除 いた後、道路側の壁 から採取
h39	西海岸壁面②	掘削後	H28.1.28	H28.3.9	-	-	0.001	44	0.001	1.1	<0.0005	22	

2. 土壌の掘削完了判定調査の状況について

豊島処分地で廃棄物層が除かれ、表面が土壌となった区域について、掘削完了判定調査を継続して実施しており、今回、第21回排水・地下水等対策検討会（H27.12.23開催）以降に判明した調査結果を報告する。

(1) 調査日

平成27年11月11日～平成28年2月25日

(2) 調査結果

調査結果については表2、表3及び表4のとおりで、今回調査した35の区画のうち、調査地点番号18の区画で鉛の溶出量が超過していたほかは完了判定基準を満足していた。なお、調査地点番号32の区画については、貯留トレンチ横の矢板施工に用いる重機の足場となる場所に位置していたため、地下水基準面まで掘削し、掘削後調査を実施している間に健全土で埋め戻しをしている。

表2 重金属等及びダイオキシン類調査結果

No.	調査地点名	調査種別	試料採取日	調査地点 平均標高	地下水 基準水位	鉛		砒素		PCB	ダイオキシン類	備考
						土壌 溶出量	土壌 含有量	土壌 溶出量	土壌 含有量	土壌 溶出量	土壌 含有量	
-	完了判定 基準等	-	-	-	-	0.01mg/l 以下	150mg/kg 以下	0.01mg/l 以下	150mg/kg 以下	検出されな いこと	1,000pg -TEQ/g	
14	FG12-11	表層	H27.11.11	3.3		<0.001	4.5	0.001	0.5	<0.0005	0.016	
15	FG12-12	表層	H27.11.11	3.9		<0.001	6.0	<0.001	0.7	<0.0005	14	
16	FG12-13	表層	H27.11.11	3.9		<0.001	9.8	<0.001	<0.5	<0.0005	11	
17	FG12-17	表層	H27.11.11	3.9	1.2	<0.001	8.0	<0.001	0.7	<0.0005	1.5	
18	FG12-21	表層	H27.11.11	2.7	1.2	0.012	17	0.006	1.6	<0.0005	5.1	
19	FG12-22	表層	H27.11.11	4.1	1.2	0.002	7.3	<0.001	<0.5	<0.0005	1.2	
20	FG12-23	表層	H27.11.11	4.0	1.2	0.001	6.4	<0.001	0.5	<0.0005	24	
21	FG23-1	表層	H27.11.11	3.2	1.2	<0.001	6.1	<0.001	<0.5	<0.0005	12	
22	FG23-3	表層	H27.11.11	3.3	1.2	0.001	10	<0.001	<0.5	<0.0005	57	
23	FG23-6	表層	H27.11.11	3.4	1.4	<0.001	9.6	0.001	0.9	<0.0005	0.46	
24	FG23-11	表層	H27.11.11	3.9	1.4	0.008	6.9	0.002	<0.5	<0.0005	1.9	
25	FG23-16	表層	H27.11.11	4.0	1.4	0.003	6.9	0.002	<0.5	<0.0005	9.4	
26	FG23-21	表層	H27.11.11	4.2	1.3	0.004	9.6	0.004	0.8	<0.0005	0.83	
27	FG23-21-1	表層	H27.11.20	2.0	1.3	<0.001	27	<0.001	1.1	<0.0005	150	
28	FG23-22	表層	H27.11.11	4.2	1.3	0.004	6.9	0.003	<0.5	<0.0005	5.1	
29	FG23-23	表層	H27.11.11	4.0	1.3	0.002	5.5	0.001	<0.5	<0.0005	5.4	
30	GH23-12	2層目	H27.12.15	3.1	2.7	0.008	-	-	-	-	-	
31	GH23-17	2層目	H27.12.17	3.2	2.7	0.001	-	-	-	-	-	
32	HI12-16-1	掘削後	H27.12.10	2.5	2.4	0.010	16	0.008	1.0	<0.0005	5.9	地下水面まで 掘削し、 掘削後調査
33	貯留トレンチ西①	掘削後	H28.2.3	-	-	0.003	12	0.001	0.5	<0.0005	23	矢板施工後、地下水 基準水位以上を掘削 後調査分(HI12- 22A、23-1-1、23- 2A、23-7A、23-12A)
34	貯留トレンチ西②	掘削後	H28.2.3	-	-	0.004	8.5	0.003	<0.5	<0.0005	14	
35	貯留トレンチ西③	掘削後	H28.2.3	-	-	0.005	9.8	0.002	0.5	<0.0005	20	

表3 土壌ガス調査結果

No.	調査地点名	試料採取日	分析項目											
			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	1,3-ジクロロプロパン	ジクロロメタン	テトラクロロエチレン	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	ベンゼン	
—	定量下限値	—	0.1ppmv	0.1ppmv	0.1ppmv	0.1ppmv	0.1ppmv	0.1ppmv	0.1ppmv	0.1ppmv	0.1ppmv	0.1ppmv	0.1ppmv	0.05ppmv
1	EF23-14	H28.2.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	EF23-15	H28.2.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	EF23-18	H28.2.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	EF23-19	H28.2.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5	EF23-23	H28.2.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6	EF23-25	H28.2.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7	EF34-3	H27.12.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	EF34-3-1	H28.2.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9	EF34-4	H27.12.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	EF34-8	H27.12.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.17
11	EF34-8-1	H28.2.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12	EF34-9	H27.12.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
13	EF34-14	H27.12.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
18	FG12-21	H27.12.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
21	FG23-1	H27.12.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
22	FG23-3	H27.12.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
23	FG23-6	H27.12.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
24	FG23-11	H27.12.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
25	FG23-16	H27.12.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

表4 土壌溶出量調査結果

No.	調査地点名	試料採取日	分析項目											
			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	1,3-ジクロロプロパン	ジクロロメタン	テトラクロロエチレン	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	ベンゼン	1,4-ジオキサン
—	完了判定基準	—	0.02mg/l以下	0.04mg/l以下	0.2mg/l以下	0.4mg/l以下	0.02mg/l以下	0.2mg/l以下	0.1mg/l以下	3mg/l以下	0.06mg/l以下	0.3mg/l以下	0.1mg/l以下	0.5mg/l以下
—	土壌溶出量基準	—	0.002mg/l以下	0.004mg/l以下	0.02mg/l以下	0.04mg/l以下	0.002mg/l以下	0.02mg/l以下	0.01mg/l以下	1mg/l以下	0.006mg/l以下	0.03mg/l以下	0.01mg/l以下	
32	HI12-16-1	H27.12.15	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
33	貯留トレンチ西①	H28.2.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
34	貯留トレンチ西②	H28.2.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
35	貯留トレンチ西③	H28.2.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

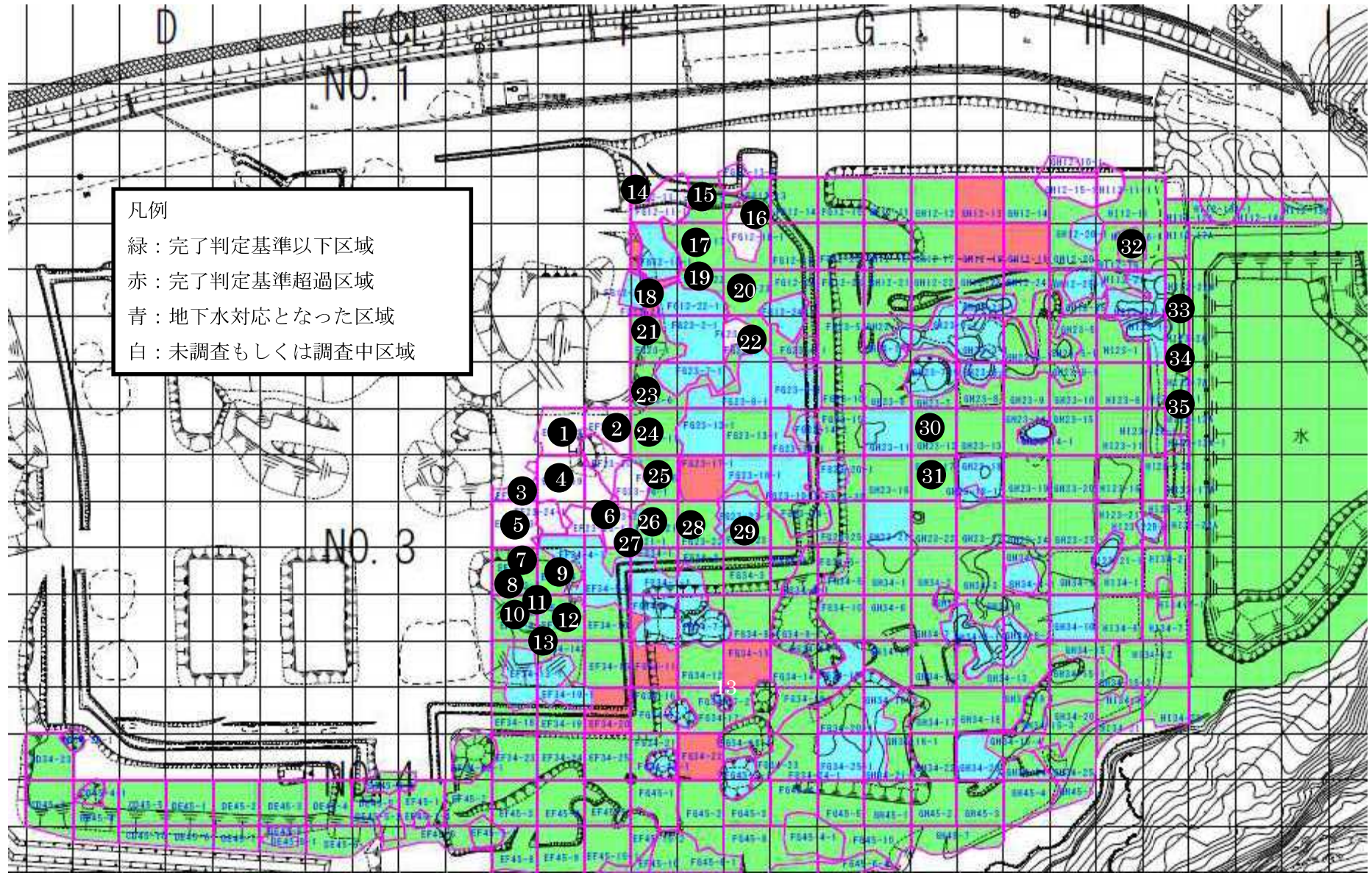


図2 今回報告区画位置図

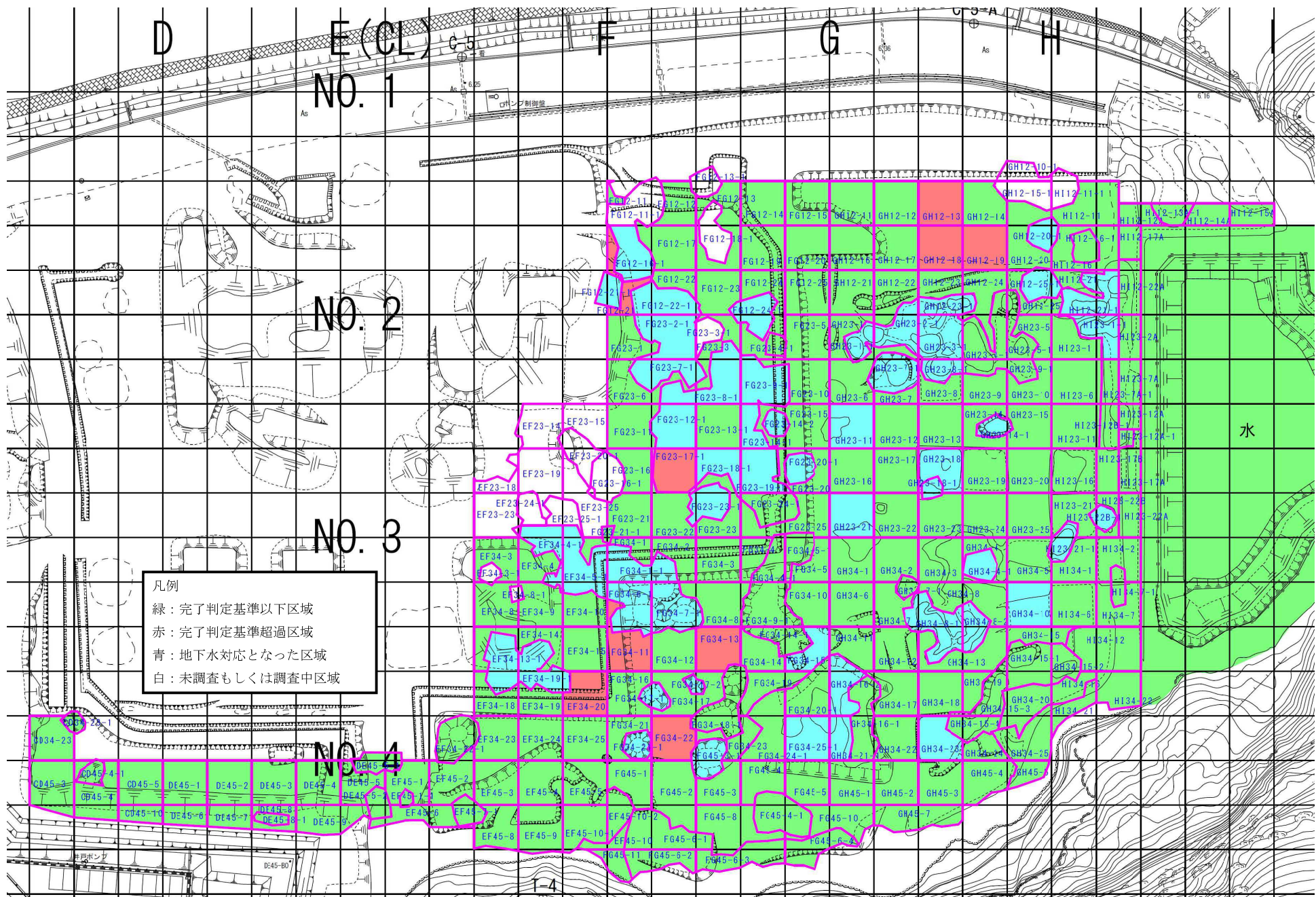


図3 完了判定調査結果

底面掘削の完了確認方法の検討状況

1. 概要

第 39 回豊島廃棄物等管理委員会にて報告した「底面掘削の完了確認方法の検討状況」(資料 39・II/3-4)において、今後の検討課題としていた、天候の影響、埋設物の性状と埋設状況、探査深度について、検証のため調査を行ったので、その結果を報告する。

調査は平成 28 年 1 月 22 日に実施したが、検出可能深度が製品能力を大きく下回っていたことから、探査装置を所有する日本環境衛生センターでは、調査結果を探査装置の販売元である応用地質株式会社に報告するとともに、探査装置本体を送付して動作確認を依頼した。

その結果、探査機器の故障が判明したため、2 月 29 日に、応用地質が所有する同じ機種のプロfiler EMP-400 を用いて、再度調査を行った。

なお、探査機器が故障していたため、平成 27 年 11 月 13 日、14 日と平成 28 年 1 月 22 日に実施した探査結果は検証に値しない。

2. 調査概要

応用地質が所有する探査装置を用いて 2 月 29 日に行った調査の結果は次のとおりであった。

- 1) 調査期間：平成 28 年 2 月 29 日 (月) 天候：午前 雨、午後 くもり
- 2) 調査手法：電磁法探査 Profiler EMP-400 (GSSI 社製) ※応用地質所有
- 3) 調査内容

検出可能深度を確認するため、盛土中にドラム缶を埋設して探査を実施した。埋設深度は、横置きにしたドラム缶の上端が表層から 0.8m と 0.9m とした。

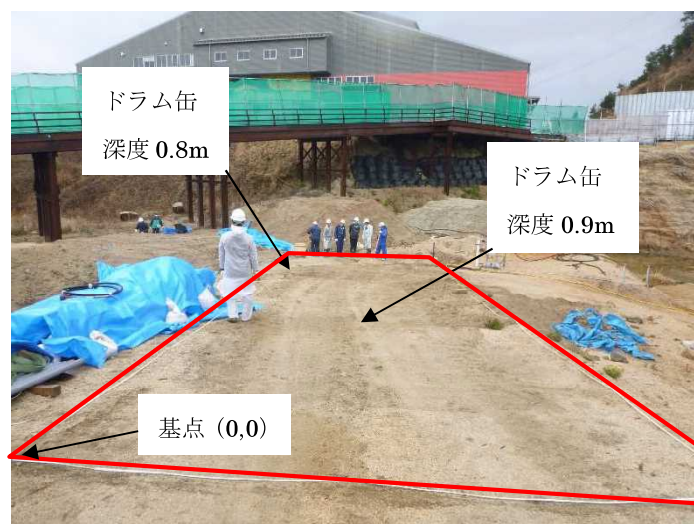


写真-1 調査地点の状況

探査結果を図-1 に示す。図-1 の上段は見掛け電気伝導率の平面分布図、下段は同相成分の平面分布図を表したものである。同相成分の平面分布図は、地盤中に電氣的性質が明らかに異なる物質が存在するかを評価するのに適している。

見掛け電気伝導率の平面分布図において、周波数 10000Hz と 4000Hz の結果では、ドラム缶を埋設した 2 箇所付近で、周囲よりも高い電気伝導率を示している。しかし、ドラム缶の埋設位置に対して、高電気伝導率の検出範囲が広く、検出位置も若干のずれが生じていることから、大まかな傾向は把握できるものの、明確な埋設位置までは特定できていないと考えられる。

一方、同相成分の平面分布図では、周波数 10000Hz と 4000Hz の結果において、ドラム缶を埋設した 2 箇所の範囲で、周囲とは明らかに異なる反応を示している。ドラム缶の埋設位置と検出範囲もよく一致し、検出位置のずれもわずかなことから、埋設されたドラム缶を明確に検出できることが証明された。

周波数 15000Hz の結果では、見掛け電気伝導率、同相成分のどちらもドラム缶を検出できていない。これは、周波数の大きさにより、探査深度が異なることに起因していると考えられ、一般的に、周波数が大きいほど探査深度は浅く、周波数が小さいほど探査深度は深くなる。ただし、周波数が小さくなるほど、探査精度は低下する。以上のことから、周波数 15000Hz を用いた探査では、ドラム缶の埋設深度まで達しておらず、少なくとも深度 0.8m よりも浅い範囲の結果を反映したものであると考えられる。

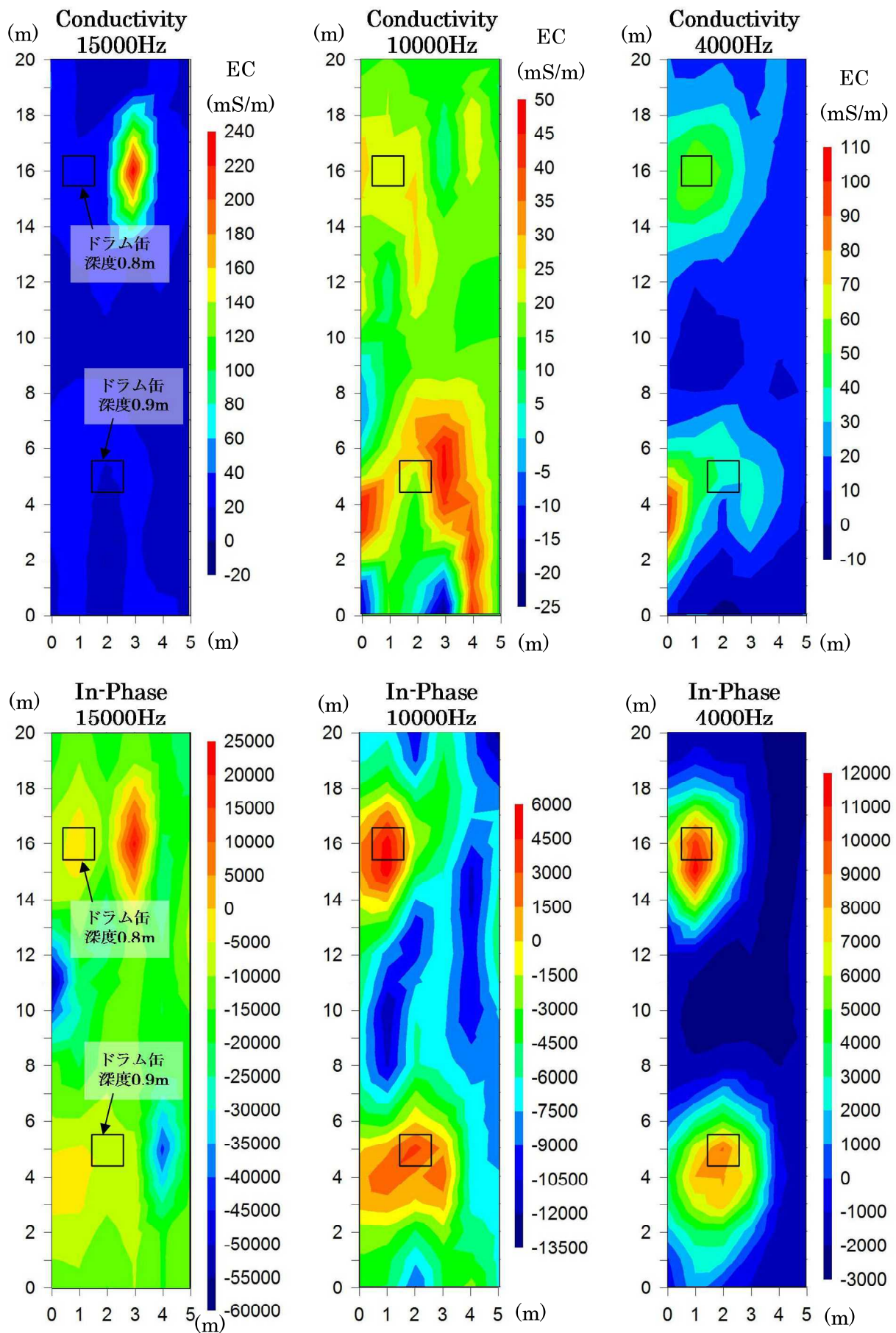


図-1 探査結果 (上段：見掛け電気伝導率、下段：同相成分)

3. 課題の検討結果

(1) 天候の影響について

豊島処分地では午前中 2.4 mm の降雨があり、前日より岡山県には雷注意報が発令されており、香川県も当日の午前中は雷注意報が発令されていたが、調査中に雷が観測されることはなかった。

上記のように、探査当日の天候条件としては、決して良い条件ではなかったが、埋設深度 0.8m と 0.9m の 2 つのドラム缶を検出できている。今回使用した応用地質所有の探査機器では、晴天時に同地点での探査を行っていないため、晴天時との比較はできないが、比較的悪い天候条件の中で、ドラム缶を検出できていることから、天候の影響はそれほどないものと考えられる。ただし、表層に水溜まりがある場合には、探査結果に影響が出るおそれがあるため、ポンプで排水するなどの措置が必要である。

(2) 埋設物の性状と埋設状況について

今回の探査結果から、低電気伝導率のマサ土中に埋設された、高電気伝導率を示す比較的大きな金属類であるドラム缶を検出できることが証明された。

(3) 探査深度について

今回の探査結果では、埋設深度 0.9m のドラム缶を検出できていることから、豊島処分地における電磁法探査によるドラム缶の検出可能深度は、少なくとも 0.9m 以上であることが明らかになった。

なお、探査装置 EMP-400 の探査深度は、送信ループと受信ループの距離に依存しており、理論上はループ間の距離の 1.5 倍程度が最大探査深度となる。探査装置 EMP-400 のループ間の距離は 1.2m であるので、最大探査深度は約 1.8m である。図-2 は応用地質の試験場にて実施した電磁法探査の結果である。探査深度は、使用する周波数や地盤状況により異なるが、応用地質の試験場では、深度 1.4m に埋設したドラム缶を検出できている。

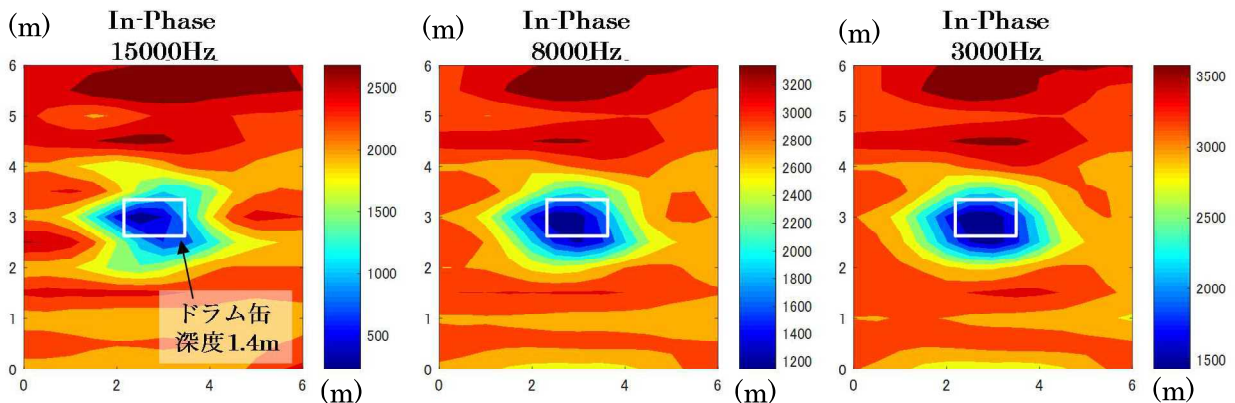


図-2 応用地質による試験結果

4. まとめ

今回の調査結果から、豊島処分地における電磁法探査によるドラム缶の検出可能深度は降雨時でも 0.9m 以上であることが明らかになった。

底面掘削の完了確認方法は現在目視で行っているが、廃棄物の撤去を完了確認済みの一部の地点からドラム缶が見つかった事例も存在しており、今回の電磁法探査を用いることで目視のみでは確認できなかった埋設ドラム缶の確認が可能と考えられる。

今後、電磁法探査を用いた底面掘削の完了確認について、具体的な確認方法を検討する。

最終混合面等の施工状況

1. 概要

最終混合面等の施工については、第 21 回排水・地下水等対策検討会（平成 27 年 12 月 23 日開催）において承認された「最終混合面等の施工方法」に従って施工しているところであるが、平成 28 年 2 月末時点の施工状況について報告する。

併せて、土壌の掘削後調査の作業ヤードの確保等を図るため、廃棄物仮置きヤードの縮小及び廃棄物等搬入路の法線について計画を変更する。

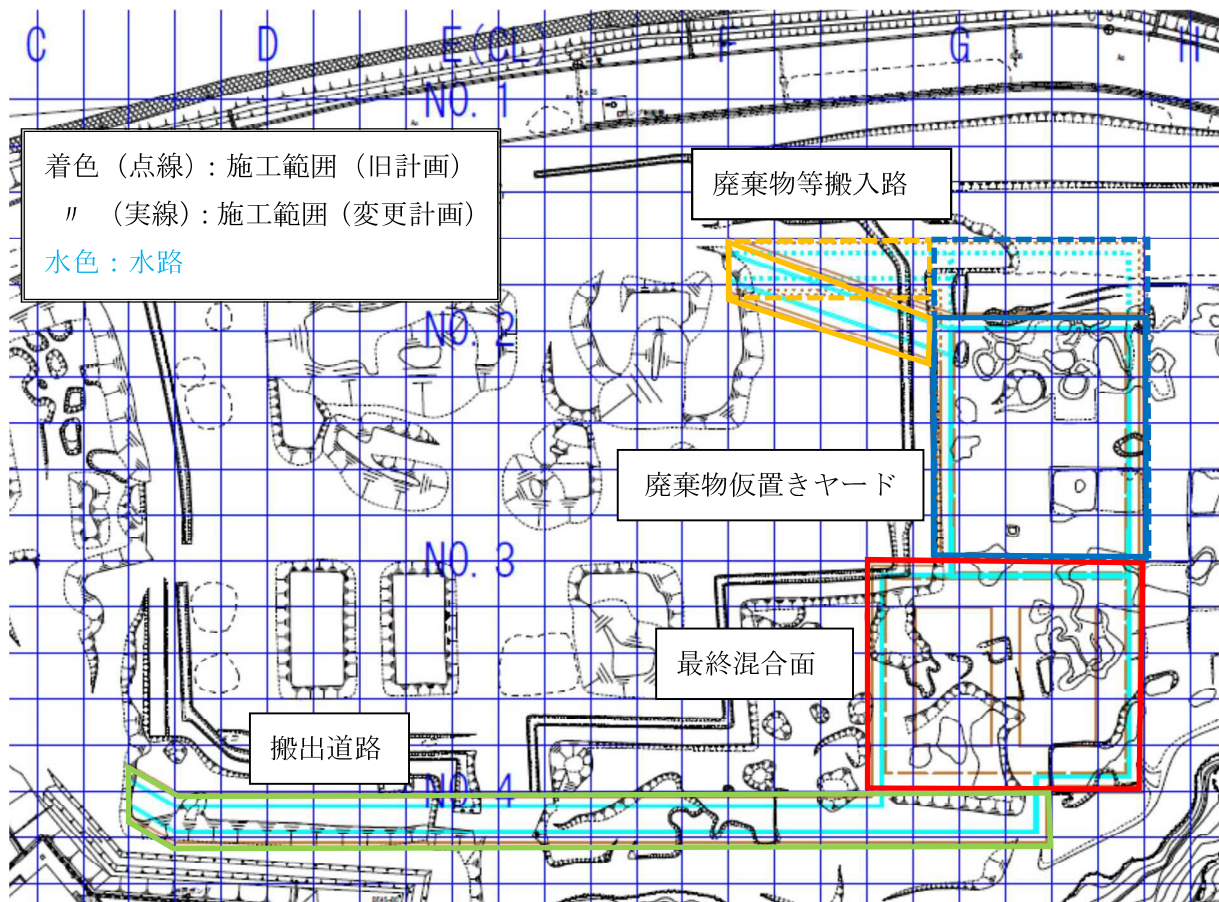


図 1 最終混合面等の施工場所（平面図）

2. 施工状況（平成 28 年 2 月末時点）

現在、最終混合面の施工が完了しており、4月上旬より廃棄物仮置きヤードで盛土材として使用する均質化物の混合作業を予定している。

搬出道路については、西側の盛土施工中で3月中には水路及び仮囲いが設置され、運用開始を予定している。

また、仮置きヤードと廃棄物搬入路については、3月中旬から残りの盛土施工を行い、4月中には水路及び仮囲いを設置し運用開始を予定しているが、均質化物の作成状況によっては部分的な運用開始となる。



写真1 最終混合面の施工状況



写真2 搬出道路の施工状況



写真3 廃棄物仮置きヤード及び廃棄物搬入路の施工状況

3. 廃棄物仮置きヤード及び廃棄物搬入路の施工範囲の変更

(1) 廃棄物仮置きヤードの大きさの変更及び廃棄物搬入路の法線の変更

土壌の掘削後調査に必要な置き場等、場内作業ヤードを確保するため、廃棄物仮置きヤードを必要最小限に縮小するとともに、廃棄物搬入路の法線についても併せて変更する。

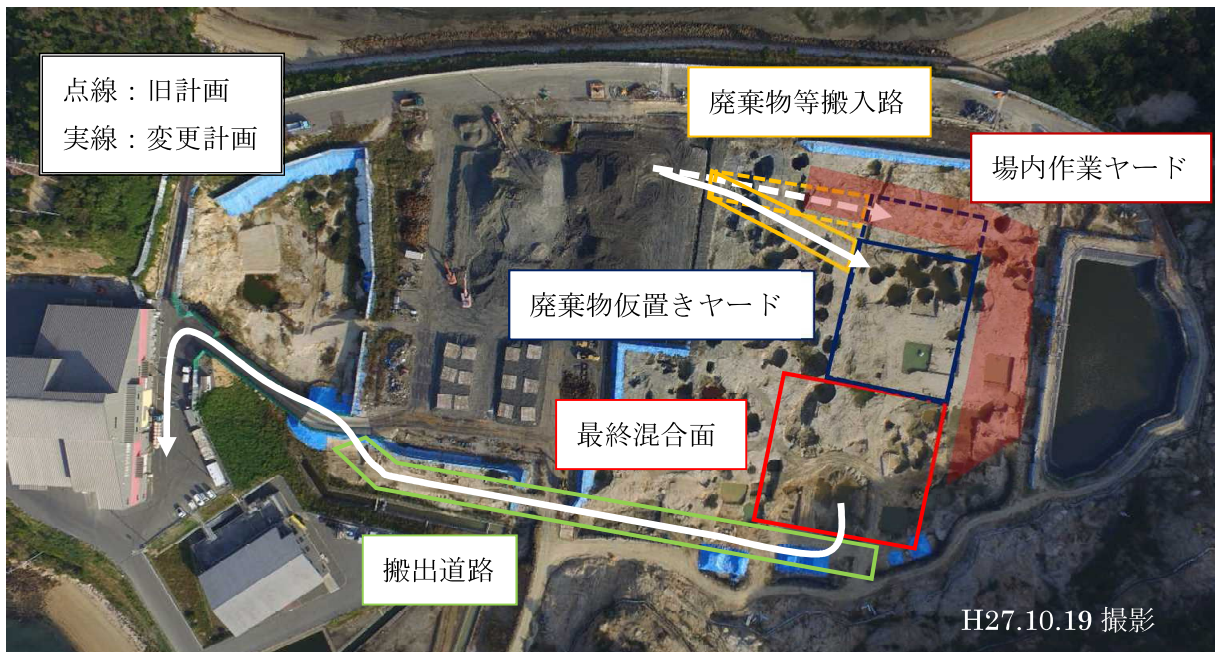


写真4 仮置きヤードの縮小と廃棄物等搬入路の法線変更

(2) 廃棄物搬入路の施工に伴う周辺つぼ掘りの埋戻し

最終混合面等の施工範囲にある排水基準を満足するつぼ掘りについては、埋戻しを行っているが、廃棄物搬入路の施工にあたっては、降雨などによりつぼ掘りの法肩が崩壊している箇所があり、安全な作業環境を確保するため、つぼ掘りから一定の距離を取ることとし、施工範囲がつぼ掘りに囲まれ、つぼ掘り部から十分な距離が取れない場合は、周辺の排水基準を満足するつぼ掘りについても埋戻しを行う。

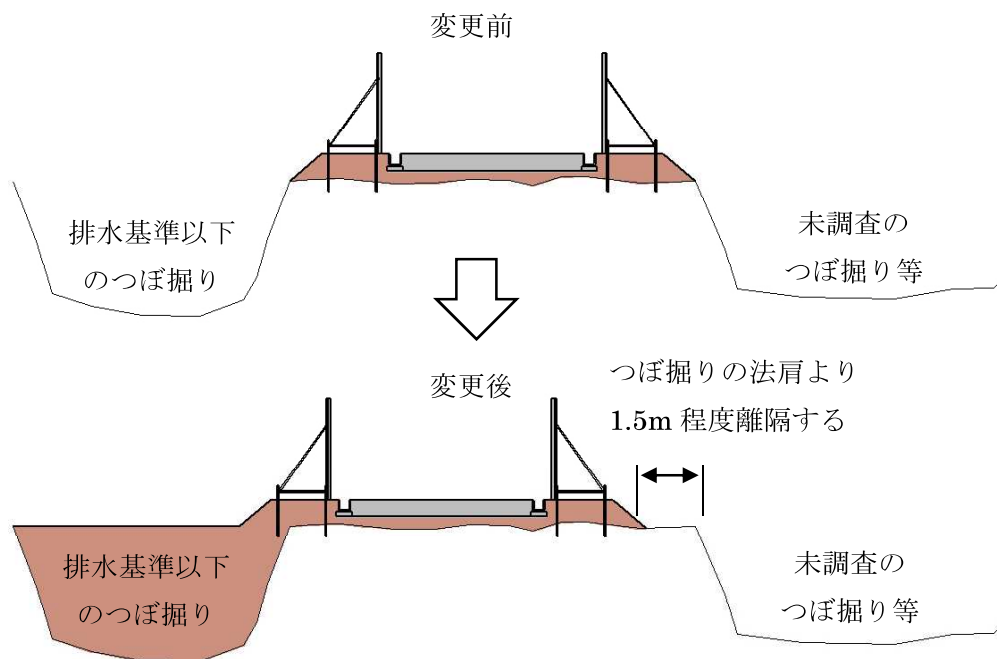


図2 横断面図

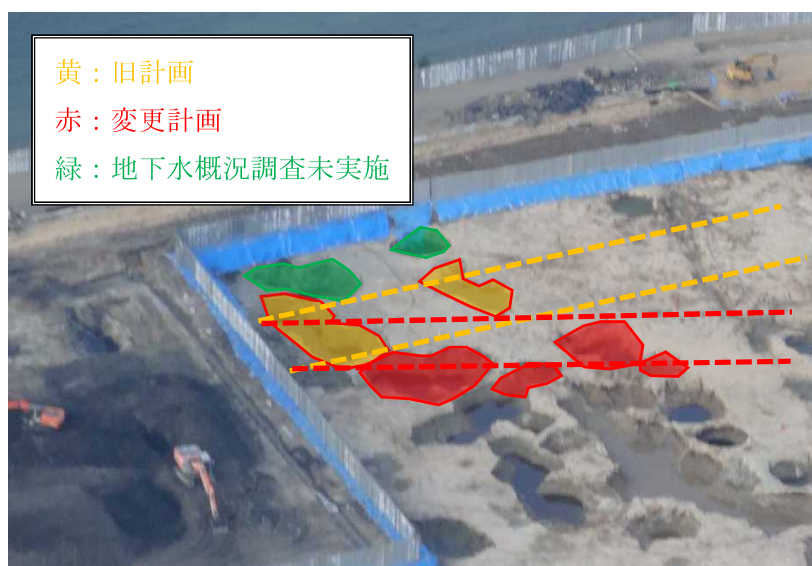


写真5 廃棄物搬入路周辺のつぼ掘り