

岩手・青森県境廃棄物不法投棄現場

第16回 汚染土壌対策技術検討委員会

～ N地区の汚染土壌対策 ～

2011年11月8日

～目 次～

1.N 地区の状況	1
1.1 全体の浄化進捗状況	1
1.2 H23年1月以降の浄化傾向予測	2
1.3 物質別の浄化進捗状況	3
(1)DCM	3
(2)1,2-DCA	4
(3)cis-1,2-DCE	5
(4)TCE	6
(5)PCE	7
(6)Benzene	8
1.4 Benzene 及び 1,2-DCA 基準値超過区画について	9
1.5 基準値適合区画のモニタリング	10

<Appendix >

Appendix.1 モニタリング結果(汚染区画)

略称

VOC：揮発性有機化合物
ORP：酸化還元電位
DCM：ジクロロメタン
PCM：四塩化炭素
1,2-DCA：1,2-ジクロロエタン
1,1-DCE：1,1-ジクロロエチレン
cis-1,2-DCE：シス-1,2-ジクロロエチレン
1,1,1-TCA：1,1,1-トリクロロエタン
1,1,2-TCA：1,1,2-トリクロロエタン
TCE：トリクロロエチレン
PCE：テトラクロロエチレン
1,3-DCP：1,3-ジクロロプロペン
Benzene：ベンゼン
COD：化学的酸素要求量
DO：溶存酸素量

1 N地区の状況

1.1 全体の浄化進捗状況

平成23年6月時点でいずれかの汚染物質が環境基準値を超過していた区画について、8月及び10月に実施したモニタリング結果は別添資料に、汚染区画数の変化は表-1及び図-1に示すとおりであり、汚染区画数は8月時点で15区画から11区画に、10月時点で11区画から9区画に減少した。

Benzene及び1,2-DCA以外の物質は、10月の時点で基準値超過が確認されたのはe-4(cis-1,2-DCE、TCE、PCE)及びd-5(PCE)の2区画のみであった。e-4及びd-5で各物質の濃度の変動は見られるが、全体としては浄化が順調に進行していると考えられる。

1,2-DCAは10月時点で基準値超過は6区画となり6月時点の7区画より1区画減少した。

Benzeneは10月時点で基準値超過は9区画となり6月時点の15区画より6区画減少した。

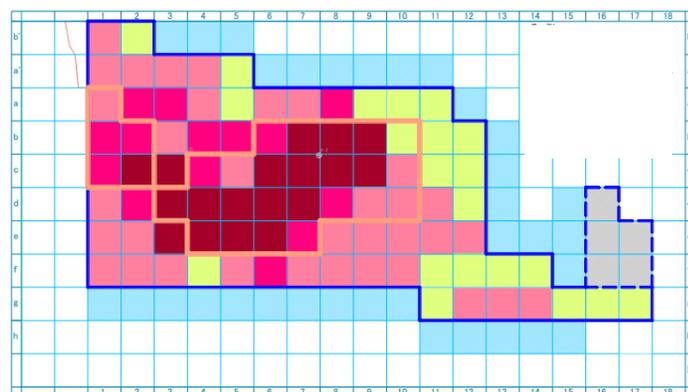
全体としては浄化が進行し汚染区画数は順調に減少しているが、一部区画において1,2-DCA及びBenzeneについて濃度の平衡状態または濃度が上昇している傾向が見られる。詳細については1.2以降に記載する。

表-1 汚染区画数の変化一覧表

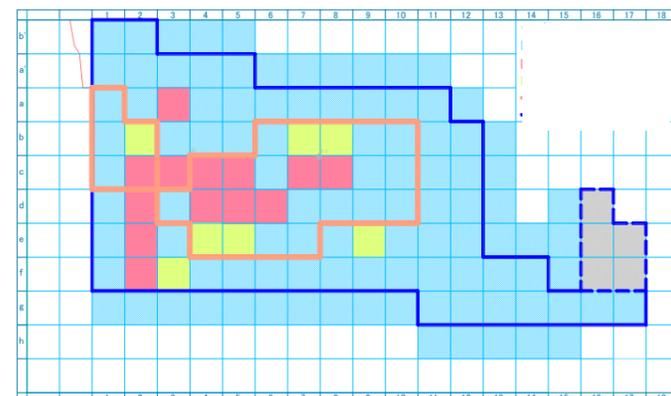
調査時	基準値適合区画	基準値超過区画
調査時		87区画
H23年3月時点	67区画	20区画 (7区画)
H23年4月時点	70区画	17区画 (4区画)
H23年6月時点	72区画	15区画 (3区画)
H23年8月時点	76区画	11区画 (7区画)
H23年10月時点	78区画	9区画 (3区画)

()内は基準値5倍以下の区画数

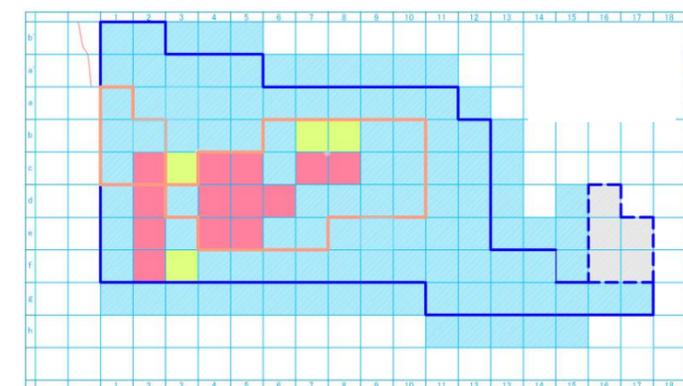
浄化開始前の汚染対策範囲 H21年4~6月



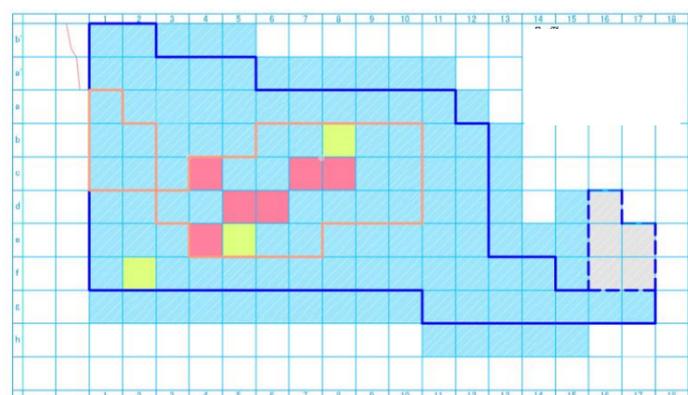
H23年3月時点での地下水環境基準値超過範囲



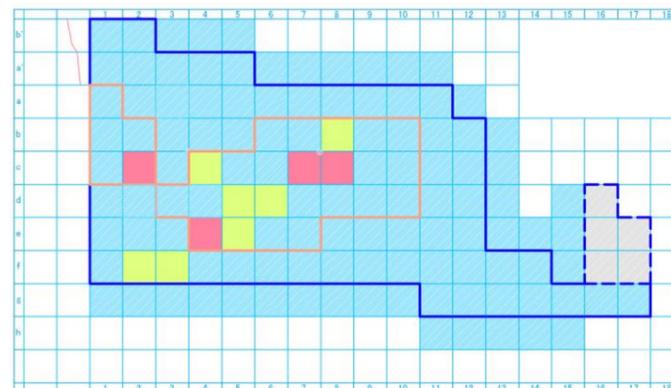
H23年4月時点での地下水環境基準値超過範囲



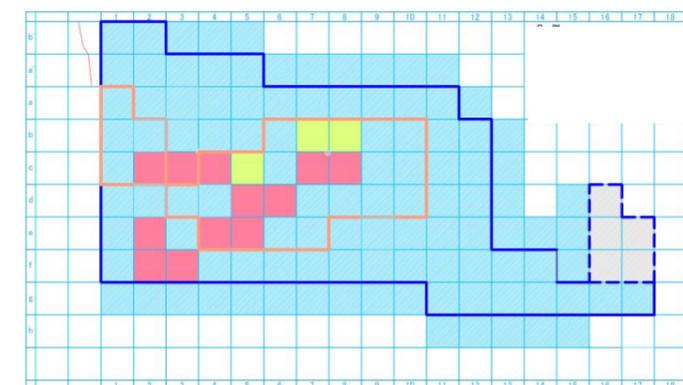
H23年10月時点での地下水環境基準値超過範囲



H23年8月時点での地下水環境基準値超過範囲



H23年6月時点での地下水環境基準値超過範囲



- 凡例-
- 非汚染区画 基準値以下
 - 汚染区画 5倍以下
 - 汚染区画 5倍超過
 - 揚水バッキ適用区画エリア
 - 土壌汚染対策エリア区画線

図-1 汚染区画数の変化図

1.2 H23年1月以降の浄化傾向予測

第13回土壌委員会で示した、H23年1月までの汚染濃度の経時変化及び線形近似式による浄化傾向予測を図-2に、浄化傾向予測結果に基づく各物質のH23年1月以降の推定汚染残留区画数を表-2に示す。

予測ではH23年10月時点での汚染残留区画数は15区画と推定したが、モニタリングの結果では汚染区画数は9区画であった。

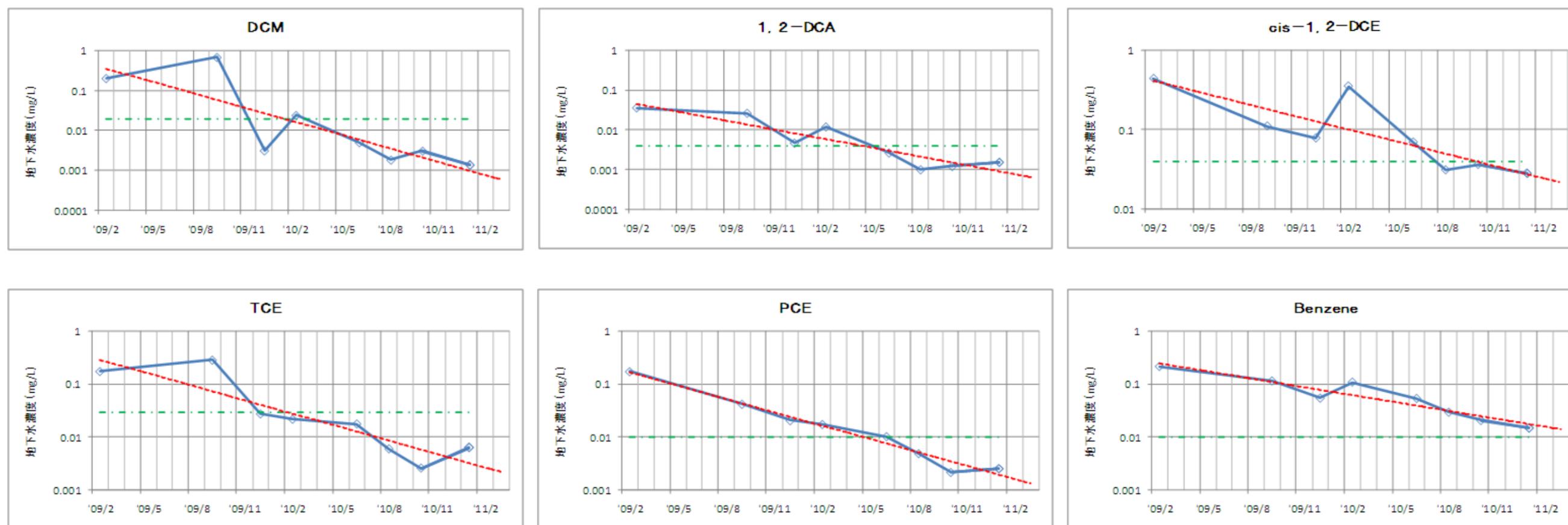


図-2 汚染濃度の経時変化及び線形近似式による浄化傾向予測

表-2 各物質の推定汚染残留区画数

物質名	H23.1	H23.4	H23.7	H23.10	H24.1	H24.4	H24.7	H24.10	H25.1	H25.3
	検討時	3ヶ月後	6ヶ月後	9ヶ月後	12ヶ月後	15ヶ月後	18ヶ月後	21ヶ月後	24ヶ月後	26ヶ月後
DCM	0									
1,2-DCA	8	5	1	1	1	0				
cis-1,2-DCE	4	4	3	2	0					
TCE	0									
PCE	2	1	0							
Benzene	21	20	15	15	14	10	6	4	2	0

1.3 物質別の浄化進捗状況

(1) DCM

H23年10月までの汚染濃度・汚染区画数の経時変化を図-3に、H23年1月に検討した10月時点での汚染残留区画予測とモニタリングによる実測結果の比較を図-4に、濃度減少予測とモニタリング結果の一覧表を表-3に示す。

DCMはH23年1月に全ての箇所で基準値に適合しており、それ以降10月までのモニタリングにおいてもリバウンド等することなく基準値以下で推移している。

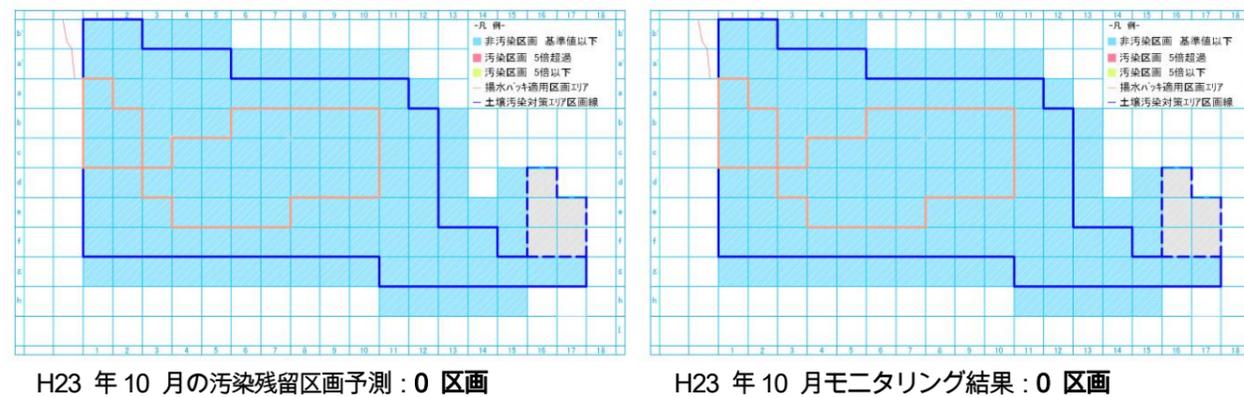


図-4 DCM の汚染残留区画予測とモニタリング結果の比較図

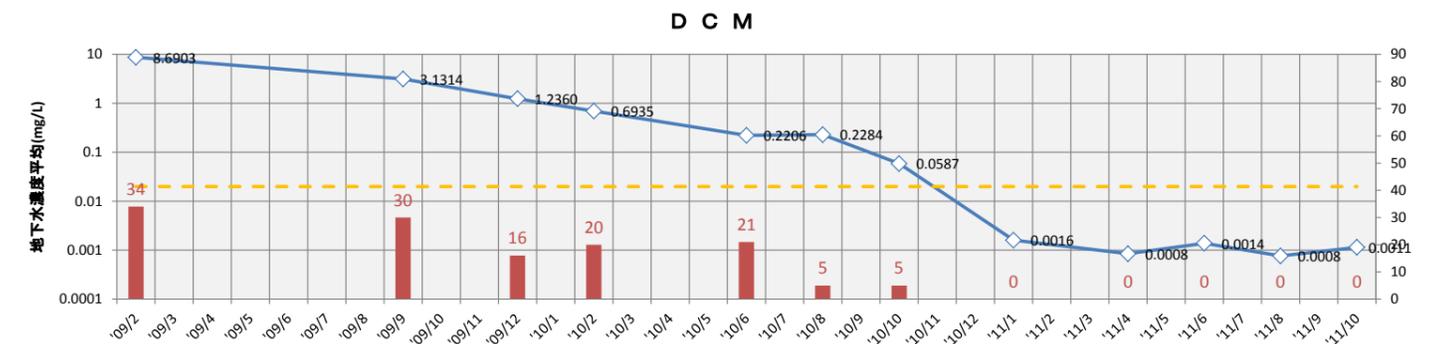


図-3 DCM の汚染濃度及び汚染区画数の経時変

表-3 DCM の濃度減少予測とモニタリング結果の一覧表

DCM 環境基準値:0.02 単位:mg/L

区画	H23.1	H23.4	H23.7	H23.10	H24.1	H24.4	H24.7	H24.10	H25.1
	—	3ヶ月後	6ヶ月後	9ヶ月後	12ヶ月後	15ヶ月後	18ヶ月後	21ヶ月後	24ヶ月後
a1	ND								
b1	0.001								
c1	ND								
e2	0.013								
e3	ND								

■ H23年1月時点基準適合

(2) 1,2-DCA

H23年10月までの汚染濃度・汚染区画数の経時変化を図-5に、H23年1月に検討したH23年10月時点での汚染残留区画予測とモニタリングによる実測結果の比較を図-6に、汚染残留区画での濃度経時変化を図-7に、濃度減少予測とモニタリング結果の一覧表を表-4にそれぞれ示す。

1,2-DCAは濃度減少予測において10月時点での基準値超過はエリア南西側の1区画のみと予測したが、モニタリング結果ではエリア中央付近の掘削エリアに6区画で基準値を超過している。

平均濃度は減少し基準値に適合する状態となっているが、10月時点で基準値を超過している6区画についてはH23年1月以降大幅な濃度減少は見られない状態にある。

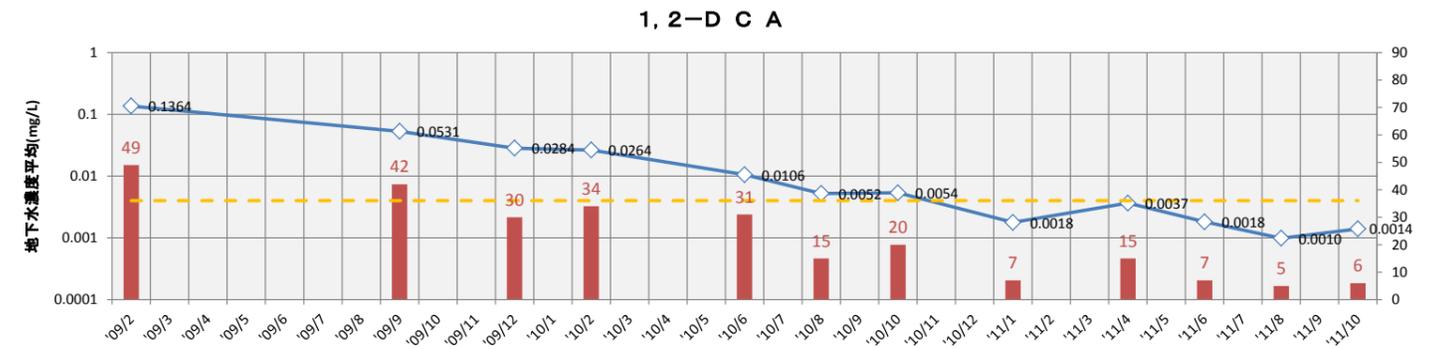
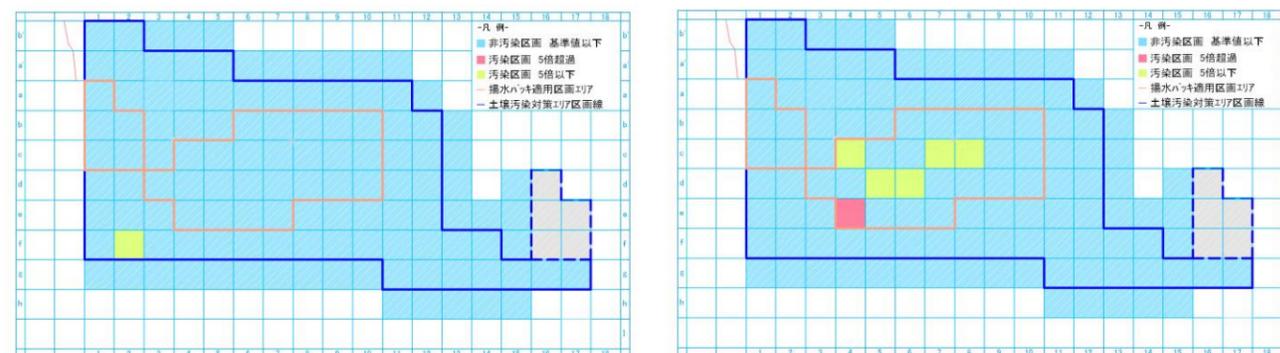


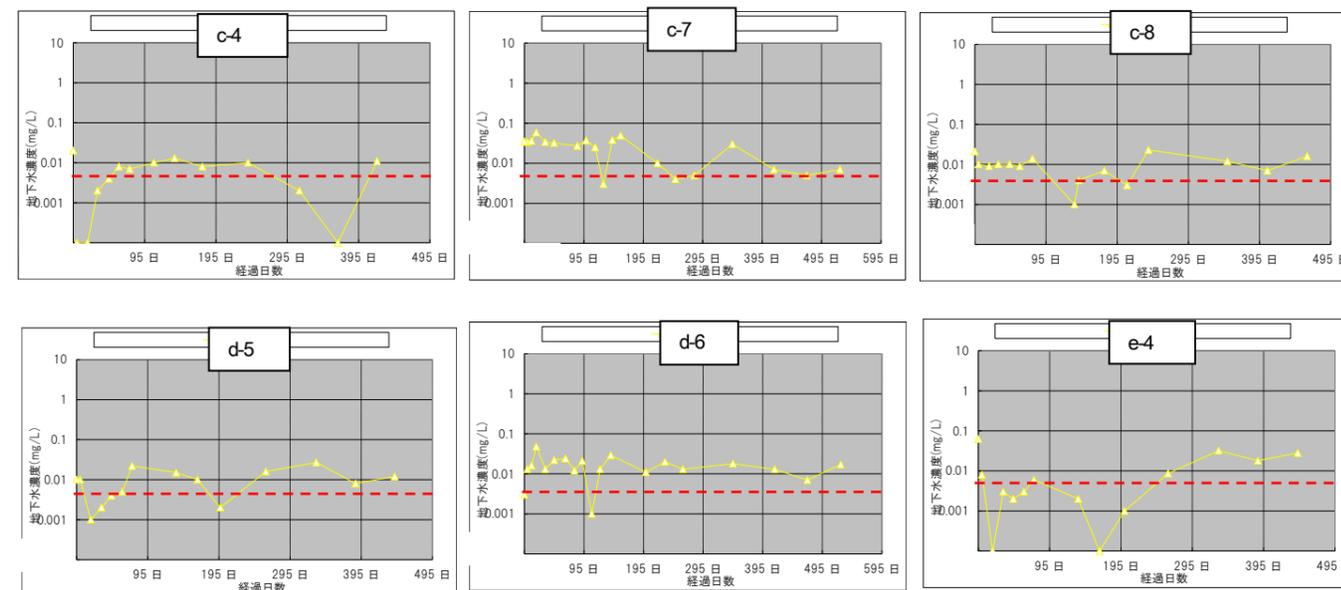
図-5 1,2-DCA の汚染濃度及び汚染区画数の経時変化



H23年10月の汚染残留区画予測：1区画

H23年10月モニタリング結果：6区画

図-6 1,2-DCA の汚染残留区画予測とモニタリング結果の比較図



--- 1,2-DCA 地下水環境基準値：0.004mg/l

図-7 汚染残留区画の1,2-DCA 経時変化(モニタリング結果)

表-4 1,2-DCA の濃度減少予測とモニタリング結果の一覧表

環境基準値：0.004 単位：mg/L

区画	H23.1	H23.4	H23.7	H23.10	H24.1	H24.4	H24.7	H24.10	H25.1
	—	3ヶ月後	6ヶ月後	9ヶ月後	12ヶ月後	15ヶ月後	18ヶ月後	21ヶ月後	24ヶ月後
a1	ND								
b1	ND								
b7	0.001								
b8	0.004								
c1	ND								
c3	0.01	0.006 0.0025	0.003 0.001						
c4	0.013	0.008 0.010	0.004 0.002	0.003 0.011					
c5	0.006	0.003 0.019		ND					
c7	0.004	0.030	0.007	0.007					
c8	0.007	0.004 0.023	0.002 0.012	0.016					
d4	0.004								
d5	0.01	0.006 0.016	0.003 0.027	0.012					
d6	0.013	0.008 0.018	0.004 0.013	0.003 0.017					
d7	0.001								
e2	0.005	0.003 0.050	0.003						
e3	ND								
e4	ND	0.009	0.032	0.025					
e9	0.004								
f1	ND								
f2	0.046	0.027 0.045	0.016 0.019	0.009 0.002	0.005	0.003			

■ H23年1月時点基準適合
■ 濃度低下予測値
■ 濃度実測値

(3) cis-1,2-DCE

H23年10月までの汚染濃度・汚染区画数の経時変化を図-8に、H23年1月に検討したH23年10月時点での汚染残留区画予測とモニタリングによる実測結果の比較を図-9に、汚染残留区画での濃度経時変化を図-10に、濃度減少予測とモニタリング結果の一覧表を表-5にそれぞれ示す。

cis-1,2-DCEは濃度減少予測において10月時点での基準値超過は、エリア南西側の1区画及び南東側の1区画と予測したが、モニタリング結果ではエリア南西側に1区画(e-4)のみとなっている。

e-4での濃度は上下動しているが、周辺の濃度減少の実績を考慮すると今後基準値に適合するものと考えられる。

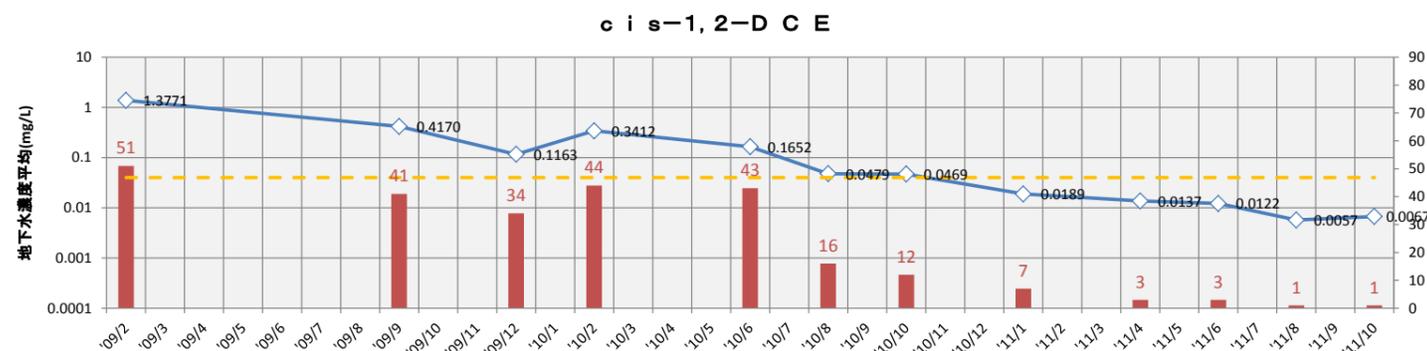
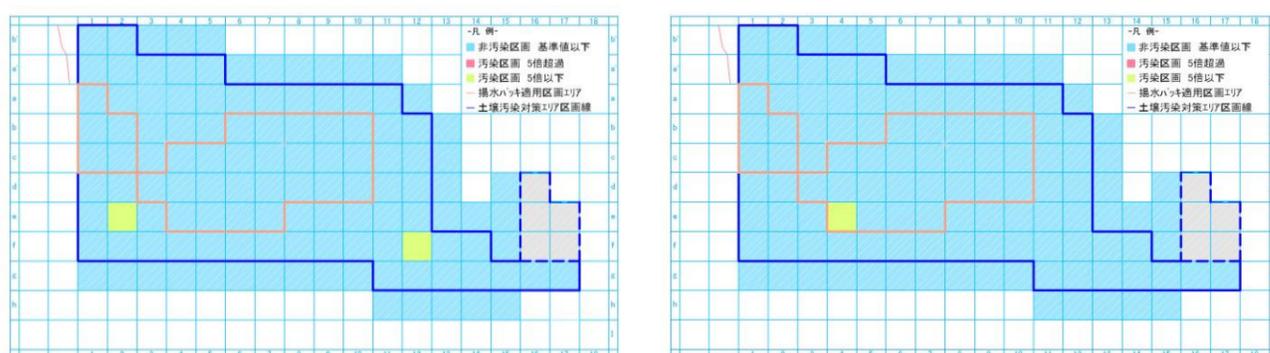


図-8 cis-1,2-DCE の汚染濃度及び汚染区画数の経時変化



H23年10月の汚染残留区画予測: 2区画

H23年10月モニタリング結果: 1区画

図-9 cis-1,2-DCE の汚染残留区画予測とモニタリング結果の比較図

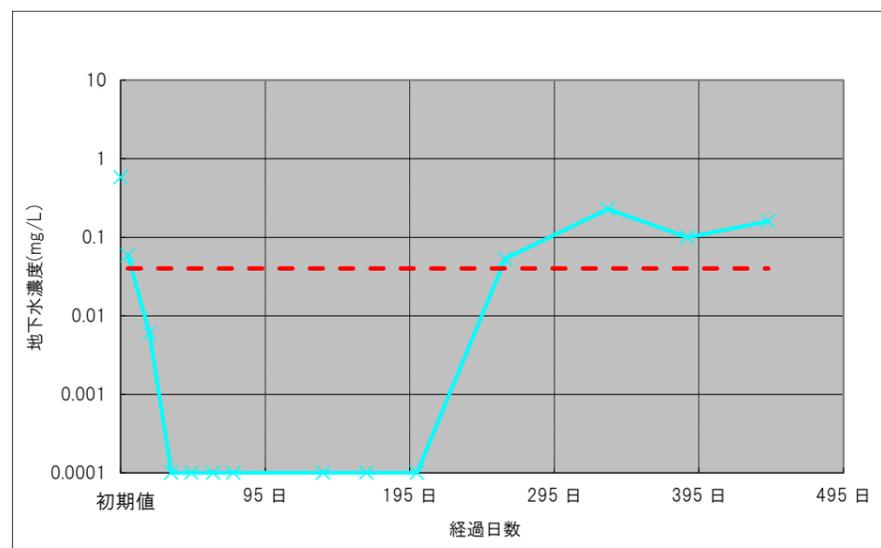


図-10 汚染残留区画の cis-1,2-DCE 経時変化(モニタリング結果)

表-5 cis-1,2-DCE の濃度減少予測とモニタリング結果の
cis-1,2-DCE 環境基準値:0.04 単位:mg/L

区画	H23.1	H23.4	H23.7	H23.10	H24.1	H24.4	H24.7	H24.10	H25.1
	—	3ヶ月後	6ヶ月後	9ヶ月後	12ヶ月後	15ヶ月後	18ヶ月後	21ヶ月後	24ヶ月後
a1	0.01								
b1	0.01								
c1	ND								
c3	0.065	0.045	0.032						
		0.0012							
c7	ND								
d6	ND								
e2	0.1	0.119	0.083	0.058	0.040	0.028			
		0.031							
e3	ND								
e4	ND	0.053	0.23	0.16					
e9	0.086	0.060	0.042	0.029					
		0.017							
e12	0.038								
f12	0.14	0.098	0.068	0.048	0.033				
		ND							
g12	ND								

H23年1月時点基準適合
 濃度低下予測値
 濃度実測値

(4) TCE

H23年10月までの汚染濃度・汚染区画数の経時変化を図-11に、H23年1月に検討したH23年10月時点での汚染残留区画予測とモニタリングによる実測結果の比較を図-12に、汚染残留区画での濃度経時変化を図-13に、濃度減少予測とモニタリング結果の一覧表を表-6にそれぞれ示す。

TCEは濃度減少予測において10月時点ではすべての区画で基準値に適合すると予測したが、モニタリング結果ではエリア南西側に1区画(e-4)のみ基準値を超過した。

e-4での濃度は上下動しているが、周辺の濃度減少の実績を考慮すると今後基準値に適合するものと考えられる。

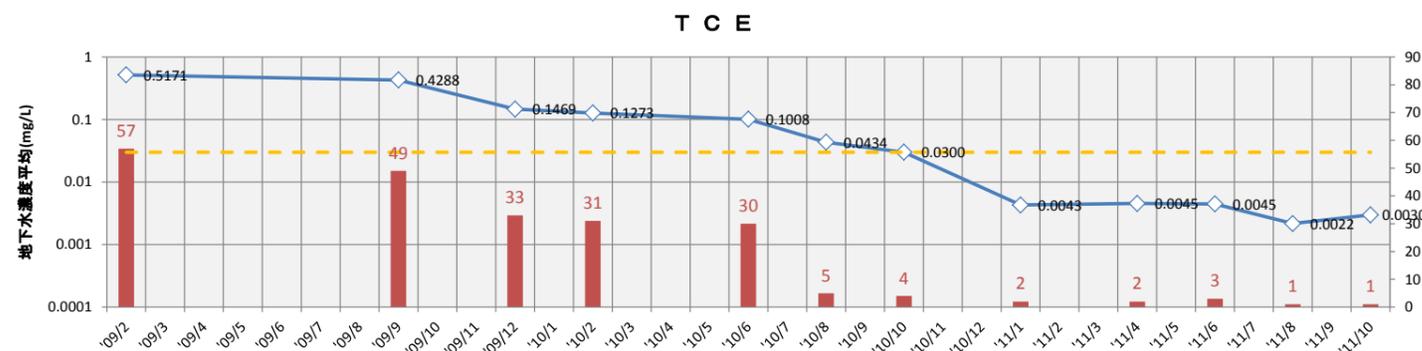


図-11 TCE の汚染濃度及び汚染区画数の経時変化

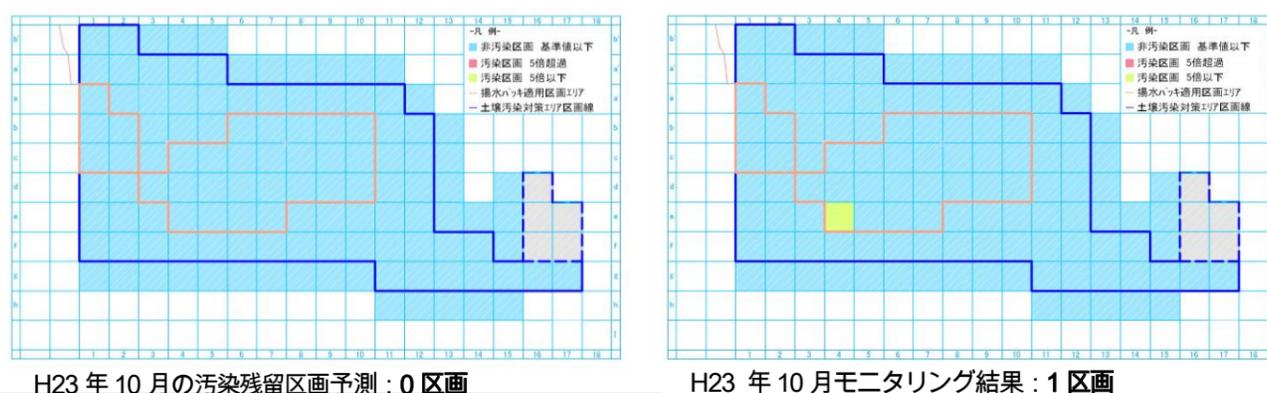


図-12 TCE の汚染残留区画予測とモニタリング結果の比較図

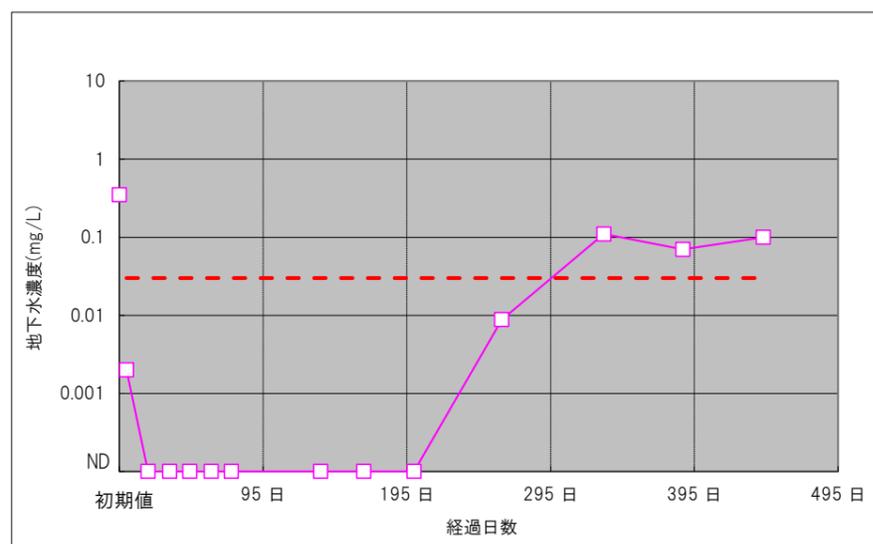


図-13 汚染残留区画のTCE 経時変化(モニタリング結果)

表-6 TCE の濃度減少予測とモニタリング結果の一覧表

TCE 環境基準値: 0.03 単位: mg/L

区画	H23.1	H23.4	H23.7	H23.10	H24.1	H24.4	H24.7	H24.10	H25.1
	—	3ヶ月後	6ヶ月後	9ヶ月後	12ヶ月後	15ヶ月後	18ヶ月後	21ヶ月後	24ヶ月後
a1	ND								
b1	ND								
c1	ND								
d6	ND								
e4	ND	0.008	0.11	0.10					

H23年1月時点基準適合
 濃度低下予測値
 濃度実測値

(5) PCE

H23年10月までの汚染濃度・汚染区画数の経時変化を図-14に、H23年1月に検討したH23年10月時点での汚染残留区画予測とモニタリングによる実測結果の比較を図-15に、汚染残留区画での濃度経時変化を図-16に、濃度減少予測とモニタリング結果の一覧表を表-7にそれぞれ示す。

PCEは濃度減少予測において10月時点ではすべての区画で基準値に適合すると予測したが、モニタリング結果ではエリア南西側の2区画(d-5、e-4)で基準値を超過した。濃度は上下動しているが、周辺の濃度減少の実績を考慮すると今後基準値に適合するものと考えられる。

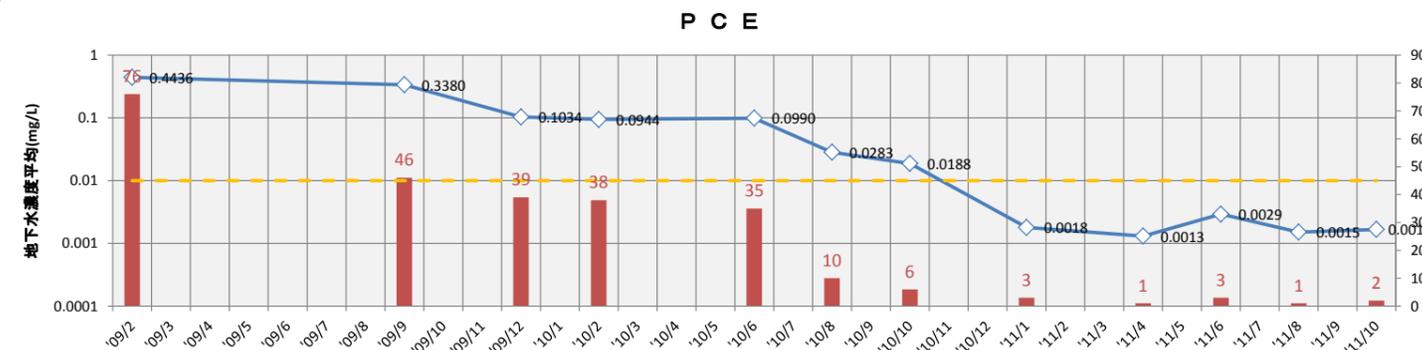
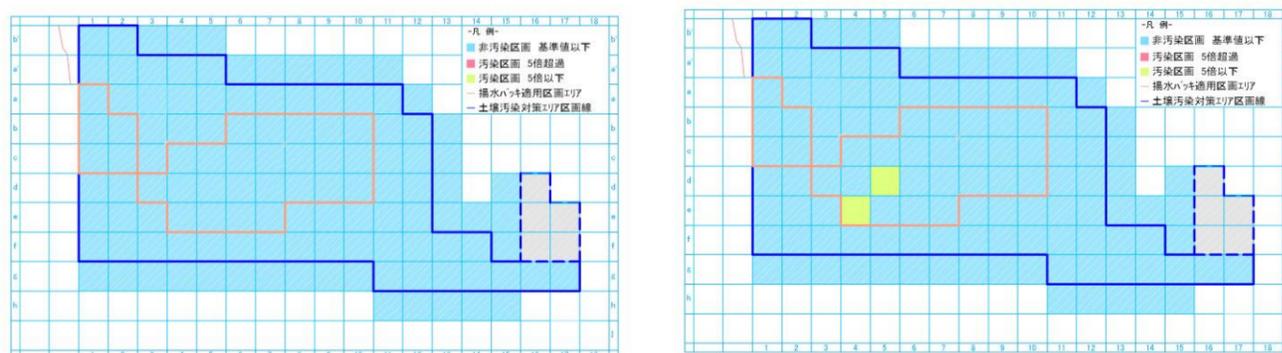


図-14 PCEの汚染濃度及び汚染区画数の経時変化



H23年10月の汚染残留区画予測：0区画

H23年10月モニタリング結果：2区画

図-15 PCEの汚染残留区画予測とモニタリング結果の比較図

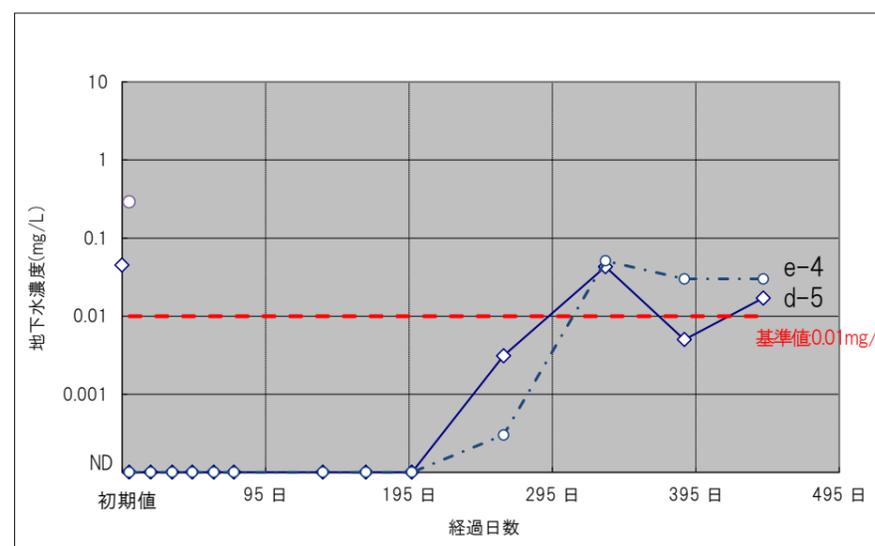


図-16 汚染残留区画のPCE経時変化(モニタリング結果)

表-7 PCEの濃度減少予測とモニタリング結果の一覧表

区画	環境基準値:0.01 単位:mg/L								
	H23.1	H23.4	H23.7	H23.10	H24.1	H24.4	H24.7	H24.10	H25.1
	—	3ヶ月後	6ヶ月後	9ヶ月後	12ヶ月後	15ヶ月後	18ヶ月後	21ヶ月後	24ヶ月後
a1	ND								
a3	0.037	0.02	0.01	0.006					
b1	ND								
c1	ND								
d5	ND	0.003	0.043	0.017					
d6	ND								
e1	0.011	0.006							
e4	ND	0.0003	0.051	0.03					

H23年1月時点基準適合
 濃度低下予測値
 濃度実測値

(6) Benzene

H23年10月までの汚染濃度・汚染区画数の経時変化を図-17に、H23年1月に検討したH23年10月時点での汚染残留区画予測とモニタリングによる実測結果の比較を図-18に、濃度減少予測とモニタリング結果の一覧表を表-8に示す。汚染残留区画での濃度経時変化は次項1.3に示す。

Benzeneは濃度減少予測において10月時点での基準値超過はエリア東側及び中央部で15区画と予測されたが、モニタリング結果では主にエリア中央付近の9区画で基準値超過が確認された。予測よりも基準値超過区画数は減少しているが、超過箇所の濃度が予測よりも高い傾向にある。

平均濃度は減少傾向にはあるが上下動が見られH23年10月時点は基準値超過の状態である。10月時点で基準値を超過している9区画についてはH23年1月以降大幅な濃度減少は見られない状態にあり、1,2-DCAと同様の濃度変動の傾向にある。

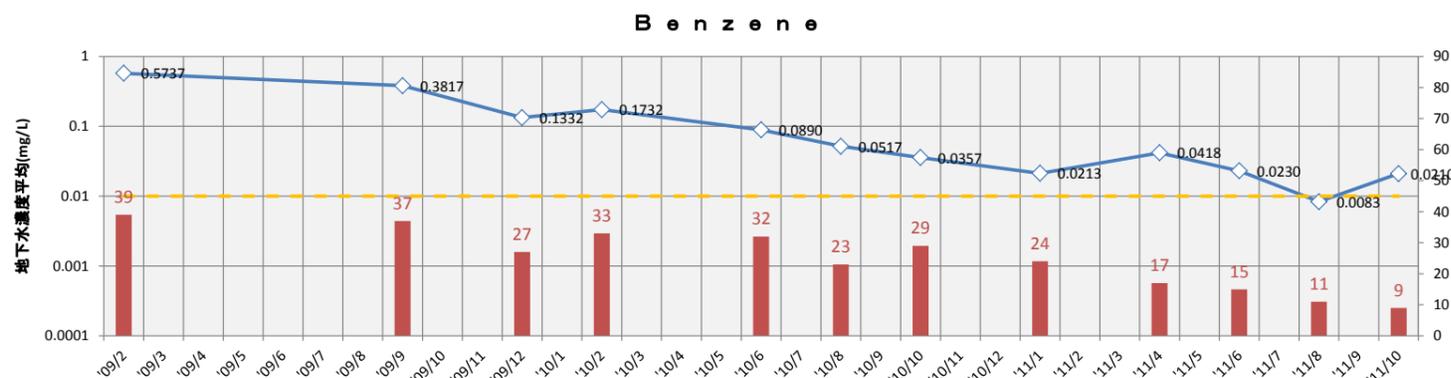
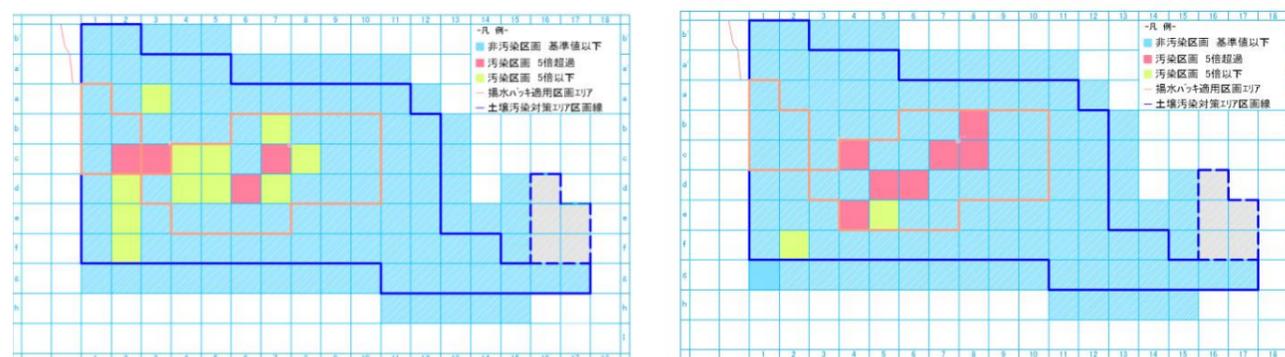


図-17 Benzeneの汚染濃度及び汚染区画数の経時変化



H23年10月の汚染残留区画予測：15区画

H23年10月モニタリング結果：9区画

図-18 Benzeneの汚染残留区画予測とモニタリング結果の比較図

表-8 Benzeneの濃度減少予測とモニタリング結果の一覧表

区画	環境基準値:0.01 単位:mg/L									
	H23.1	H23.4	H23.7	H23.10	H24.1	H24.4	H24.7	H24.10	H25.1	H25.3
	—	3ヶ月後	6ヶ月後	9ヶ月後	12ヶ月後	15ヶ月後	18ヶ月後	21ヶ月後	24ヶ月後	26ヶ月後
a1	0.003									
a2	0.005									
a3	0.078	0.054 0.0015	0.038	0.026	0.018	0.013	0.009			
b1	0.007									
b2	0.015	0.010 0.0064	0.007							
b3	0.008									
b7	0.048	0.033 0.046	0.023 0.038	0.016 0.005	0.011	0.008				
b8	0.02	0.051	0.044	0.05						
c1	0.005									
c2	0.16	0.112 0.15	0.078 0.15	0.054 0.009	0.038	0.026	0.018	0.013	0.009	
c3	0.19	0.133 0.031	0.092 0.065	0.065 0.005	0.045	0.031	0.022	0.015	0.011	0.008
c4	0.064	0.045 0.22	0.031 0.081	0.022 0.39	0.015	0.011	0.007			
c5	0.1	0.070 0.310	0.049 0.050	0.034 0.005	0.024	0.017	0.012	0.008		
c6	0.01									
c7	0.19	0.133 0.40	0.092 0.28	0.065 0.30	0.045	0.031	0.022	0.015	0.011	0.008
c8	0.1	0.070 0.36	0.049 0.41	0.034 0.54	0.024	0.017	0.012	0.008		
c9	0.018	0.013 0.003	0.009							
d2	0.032	0.022 0.330	0.016 0.004	0.011	0.008					
d4	0.053	0.037 0.055	0.026 0.002	0.018	0.013	0.009				
d5	0.086	0.060 0.25	0.042 0.24	0.029 0.08	0.020	0.014	0.010			
d6	0.16	0.112 0.17	0.078 0.11	0.054 0.08	0.038	0.026	0.018	0.013	0.009	
d7	0.048	0.033 0.01	0.023	0.016	0.011	0.008				
d8	0.005									
e2	0.057	0.040 0.830	0.028 0.052	0.019 0.002	0.014	0.009				
e3	0.001									
e4	0.016	0.011 0.067	0.008 0.10	0.14						
e5	0.05	0.055 0.09	0.09	0.02						
e9	0.018	0.013 0.0057	0.009							
f1	ND									
f2	0.07	0.049 0.11	0.034 0.066	0.024 0.017	0.017	0.012	0.008			

H23年1月時点基準適合
 濃度低下予測値
 濃度実測値

1.4 Benzene 及び 1,2-DCA 基準値超過区画について

(1) 高濃度スポット地点について

Benzene 及び 1,2-DCA について、H23年10月時点で基準値を超過している区画のバイオ注入開始からの濃度経時変化を図-19(Benzene)及び図-20(1,2-DCA)に示す。該当区画では Benzene と 1,2-DCA の濃度経時変化状況が類似している傾向が見られ、バイオ注入開始から濃度が低下しにくい傾向にある区画が多くみられる。また H21年4月時点の濃度コンター図において高濃度のスポットが確認された付近に該当区画は位置しており、特に高濃度のスポット下流箇所当たる e-4 でその傾向が見られる。

浄化開始前に存在した高濃度スポット地点周辺は各種浄化対策によりその濃度は低下したが、他の区画に比べ濃度低下が進行しにくい状態にあると考えられる。また Benzene が嫌気性バイオ対象外物質であること及び 1,2-DCA の基準値が 0.004mg/l と他の項目に比して厳しい基準値であることも、基準値に適合しにくい理由の一つであると考えられる。

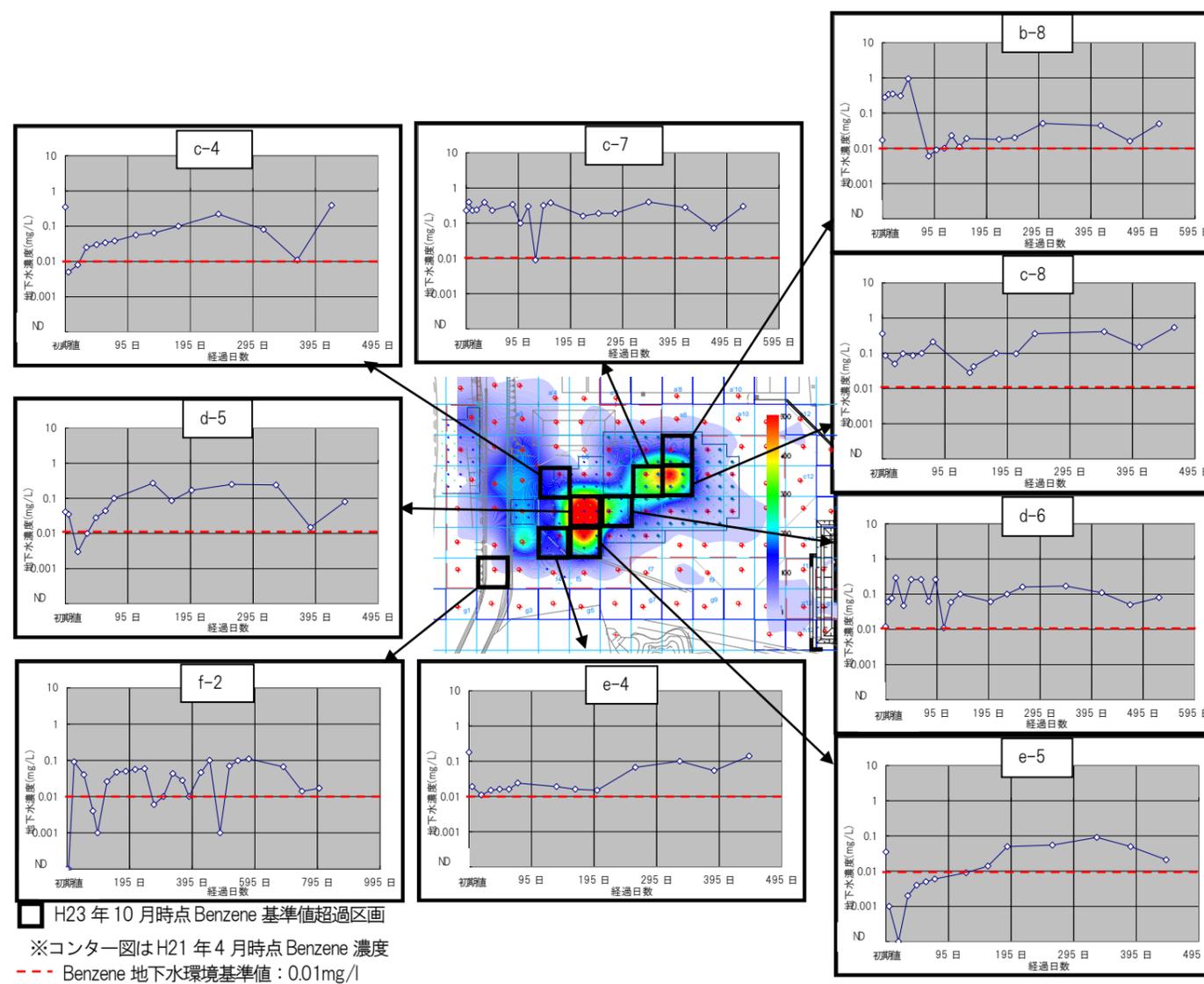


図-19 H23年10月時点基準値超過区画における Benzene 濃度経時変化

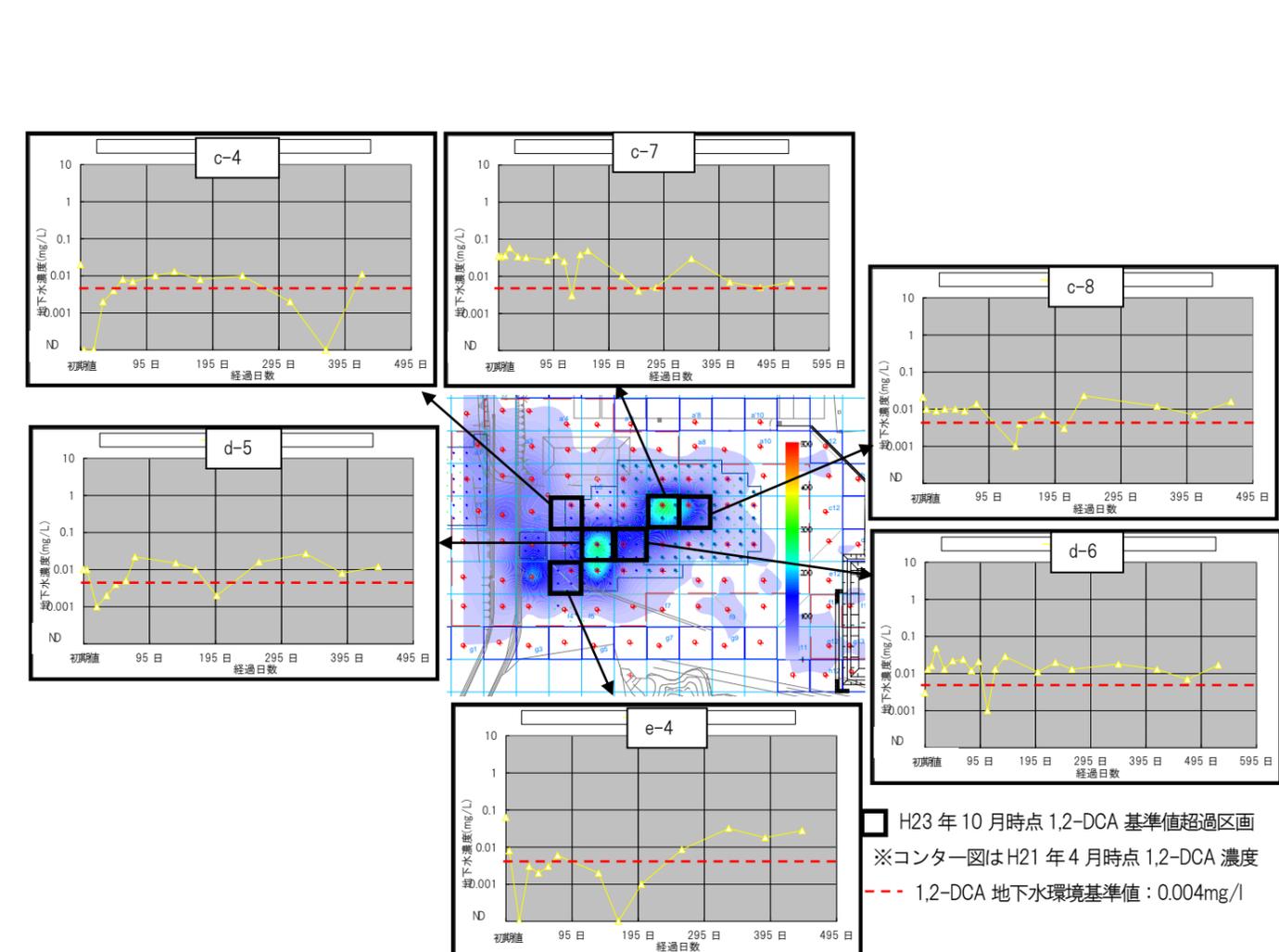


図-20 H23年10月時点基準値超過区画における 1,2-DCA 濃度経時変化

(2) 汚染残留区画に対する対応

確認された高濃度スポット地点周辺の汚染残留区画において、これまでバイオによる浄化を実施してきたが、地下水のORPの上昇などもみられることから(図-21)、地下水揚水を実施し濃度の積極的な低減を図ることとする。併せて2か月に1回実施していたモニタリングを当面半月に1回実施し、地下水揚水による濃度低減効果の確認を行うこととする。また地下水揚水以外の対応方法についても併せて検討を行うこととする。

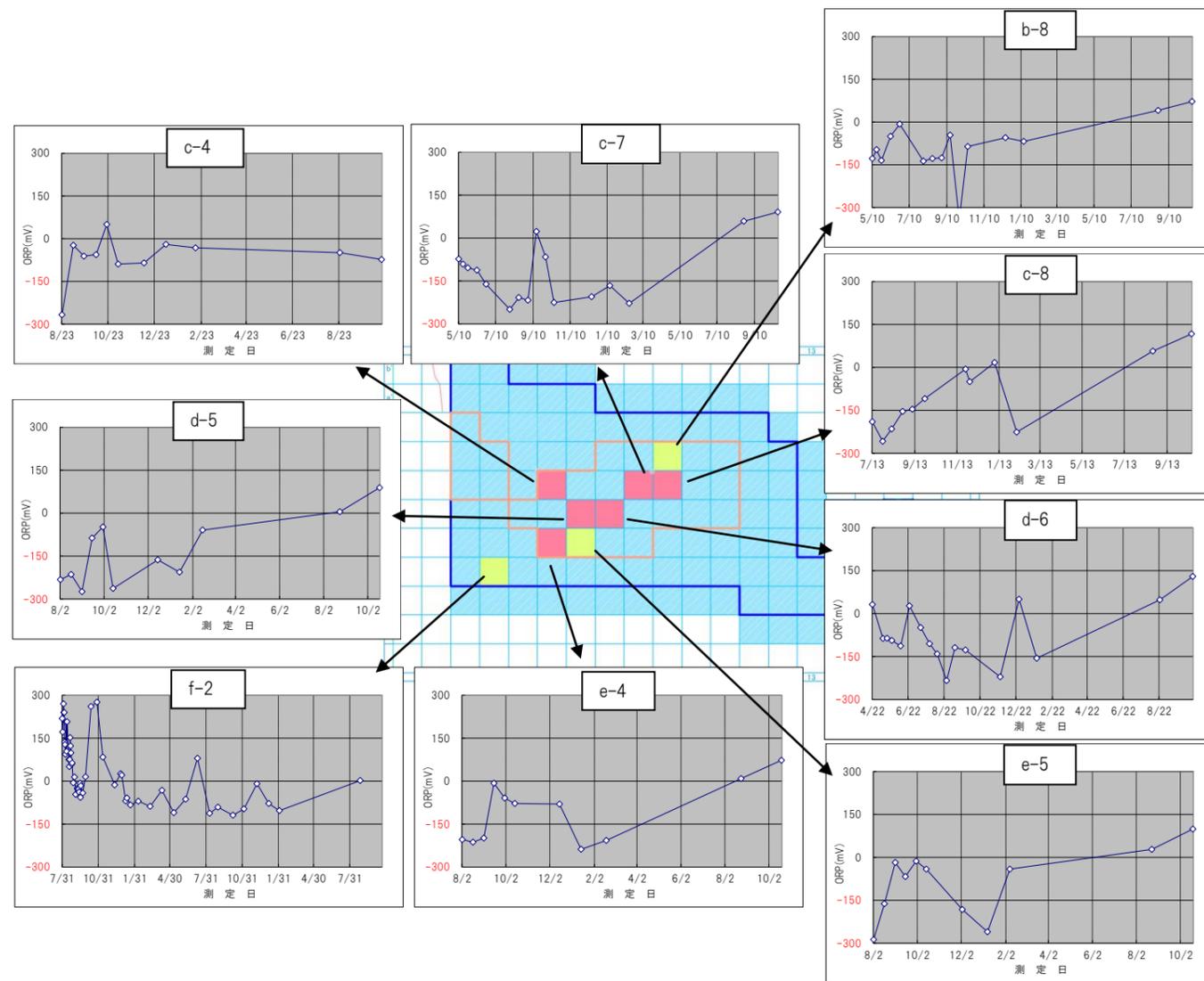


図-21 H23年10月時点基準値超過区画におけるORP経時変化図

1.5 基準値適合区画のモニタリング

過去の地下水モニタリングにおいて環境基準値に適合した区画について、その後の経過を確認するために平成23年7月及び10月にモニタリングを実施した。モニタリングは第12回技術検討委員会(H22.11.19)に示した30mメッシュを1単位区画とし採水を行った。採水対象箇所は図-22に示すとおりである。なおT-1は平成23年10月のモニタリングにおいて30mメッシュ内全てが基準値に適合したものであり、今後経過を確認する予定である。モニタリング結果は表-9に示すとおりであり、これまでに実施した9か所全てにおいてVOC11項目は継続して環境基準値に適合しており、環境基準値再超過は確認されなかった。

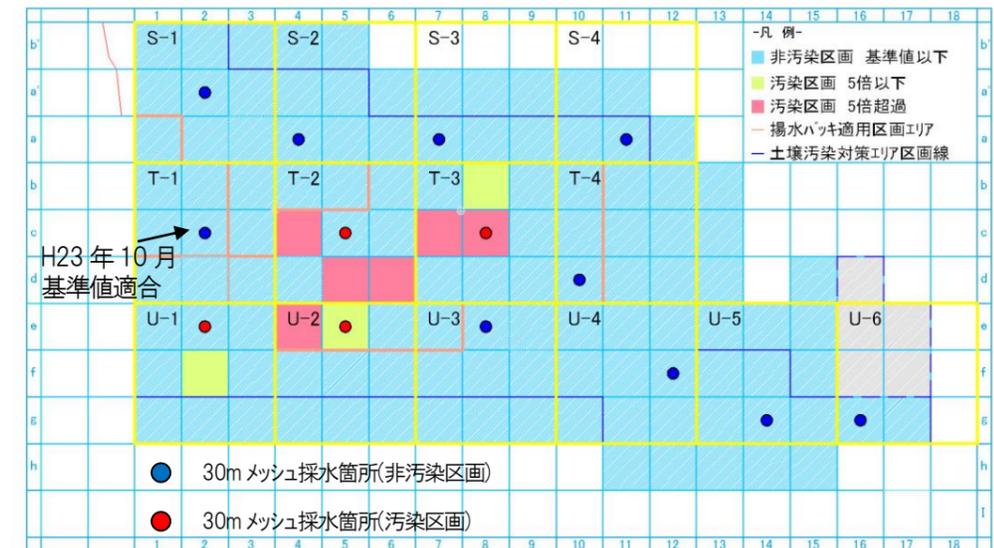


図-22 30mメッシュモニタリング箇所位置図

表-9 30mメッシュモニタリング結果一覧

項目	S-1 (a'-2)		S-2 (a-4)		T-4 (d-10)		U-3 (e-8)		U-4 (f-12)		U-5 (g-14)		U-6 (g-16)		S-3 (a-7)		S-4 (a-11)		環境基準
	2011年1月	2011年7月	2011年1月	2011年7月	2011年1月	2011年7月	2011年1月	2011年7月	2011年4月	2011年7月	2011年1月	2011年7月	2011年1月	2011年7月	2011年1月	2011年10月	2011年1月	2011年10月	
DCM	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.02
PCM	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002
1,2-DCA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.004
1,1-DCE	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.02
cis-1,2-DCE	ND	0.002	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.019	0.004	0.001	0.006	0.003	ND	ND	ND	ND	0.04
1,1,1-TCA	ND	0.001	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1
1,1,2-TCA	0.005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.006
TCE	0.001	0.007	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.003	0.007	ND	0.002	0.002	ND	ND	ND	ND	0.03
PCE	ND	0.008	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	0.002	0.002	0.009	0.003	0.007	ND	ND	ND	0.01
1,3-DCP	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002
Benzene	ND	0.004	0.003	0.001	0.002	ND	0.002	0.001	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01

(単位: mg/l)

岩手・青森県境不法投棄現場
第16回 汚染土壌対策技術検討委員会

～ B,D,F,G,J,K及びびO地区 汚染土壌対策 ～

平成23年11月8日

目次

I . 対策方針と進捗状況	.....	p 1
II . 地区別施工状況	.....	p 3
III . 設備運転管理	.....	p 15
IV . 今後のスケジュール	.....	p 18
V . VOC汚染対策追加検討	.....	p 21

Appendix . 管理測定値一覧表

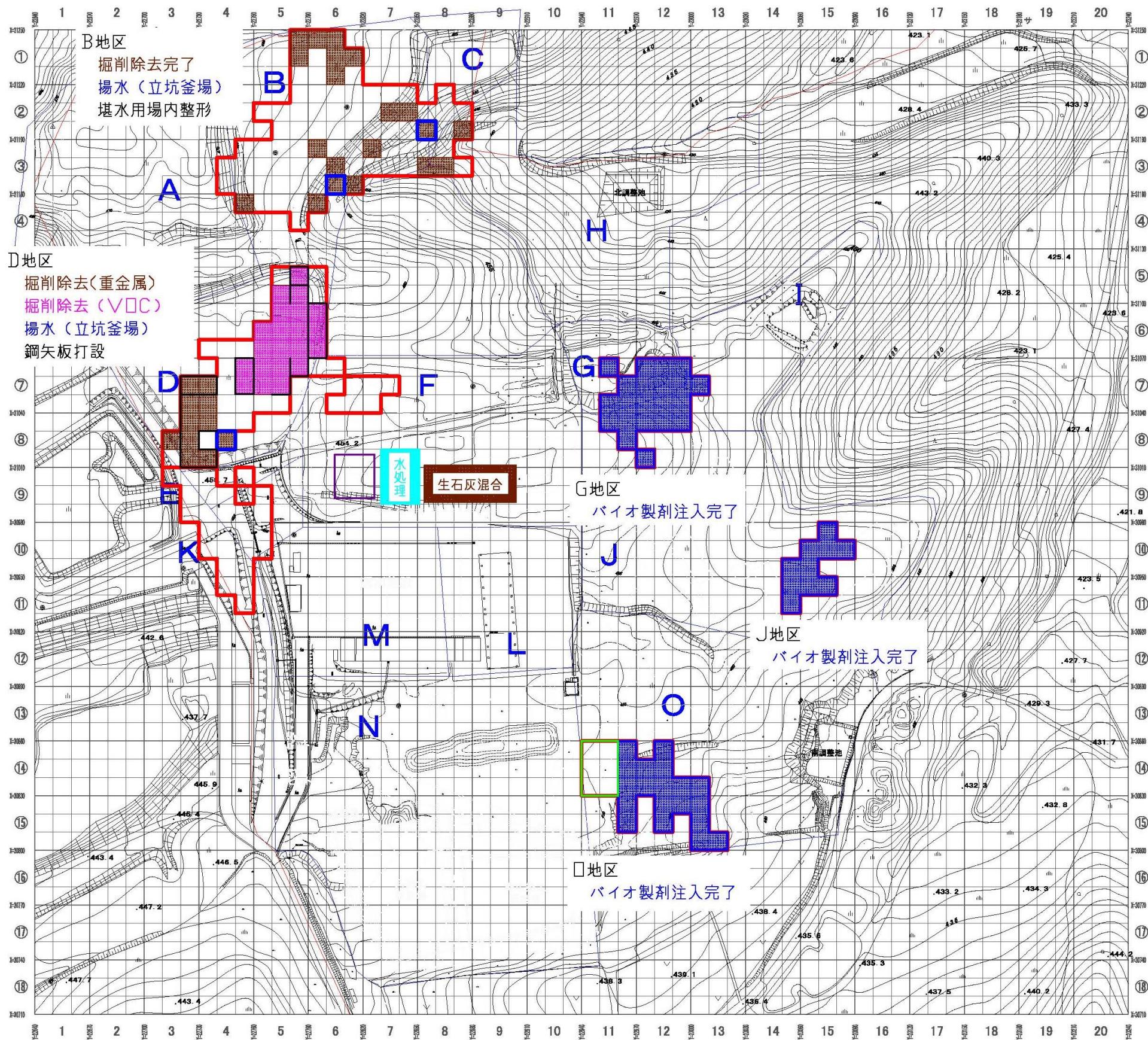
I. 対策方針と進捗状況

全体工程は概ね当初計画通りに進捗しているが、D地区鋼矢板打設に2ヶ月程度の遅れが生じている。ただし、D地区の遅れによる全体工期への支障はない。

4月より開始したバイオレメディエーションはO地区、J地区、G地区の順に施工を進め、9月末に施工完了した。D地区は鋼矢板打設の進捗に合わせて施工開始している。

7月より土留工として鋼矢板の打設を開始し、B地区の汚染土壌掘削は完了した。現在、D地区にて施工中となっている。

	対策方針	進捗状況(10月末)
B地区	汚染土壌（重金属）：掘削除去（場外搬出） （VOC）：生石灰混合処理 汚染地下水：揚水（立坑による釜場揚水） +場内整形（湛水）	汚染土壌（重金属）：掘削除去（場外搬出）完了 （VOC）：生石灰混合処理完了 汚染地下水：地区内造成作業中 +揚水開始（掘削立坑・円形）
D地区	汚染土壌（重金属）：掘削除去（場外搬出） （VOC高濃度）：掘削除去（場外搬出） （VOC低濃度）：生石灰混合処理 （高濃度周辺部）：バイオレメディエーション 汚染地下水：揚水（立坑による釜場揚水）	汚染土壌（重金属）：掘削除去作業中 （VOC）：鋼矢板打設作業中 +生石灰混合処理開始（一部立坑） （高濃度周辺部）：バイオ注入井戸施工中 汚染地下水：揚水開始（掘削立坑）
F地区	※ドラム缶撤去後に対策	（廃棄物撤去中）
G地区	（先行）飽和帯：バイオレメディエーション （後施工）不飽和帯：生石灰混合処理	バイオレメディエーション（バイオ製剤注入完了）
J地区	汚染地下水：バイオレメディエーション	バイオレメディエーション（バイオ製剤注入完了）
K地区	※廃棄物撤去後に汚染状況再確認	（廃棄物撤去中）
O地区	（先行）汚染地下水：バイオレメディエーション （後施工）NO隣接区画：SKK工法を掘削除去へ変更	バイオレメディエーション（バイオ製剤注入完了） NO隣接区画：整地完了



図一 現場平面図(施工状況)

II. 地区別施工状況

1. O地区

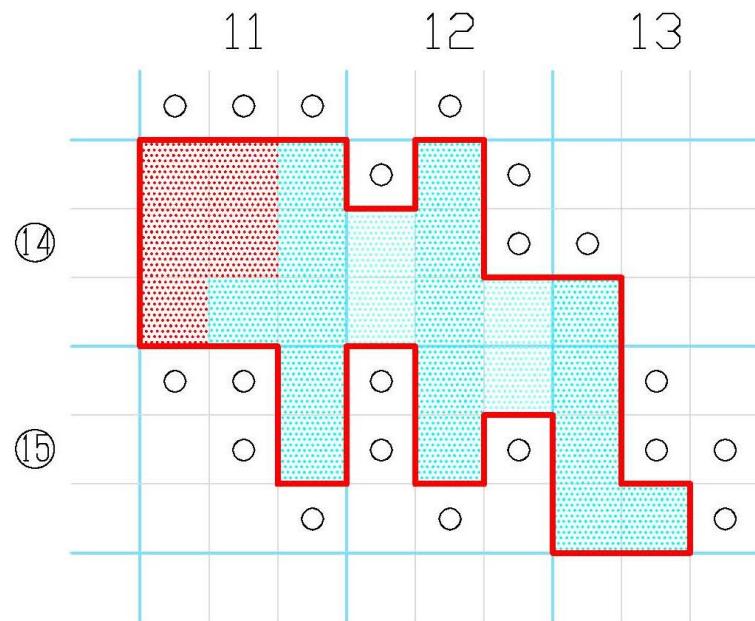
(1) 施工状況

バイオ栄養剤注入作業は7月上旬に完了した。8月よりモニタリングを開始している。

O地区モニタリング工程

	平成23年							平成24年			
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
O地区	注入	注入完了	▽	▽ ▼	▽	▽ ▼	▽	▽ ▼	▽	▽ ▼	◎

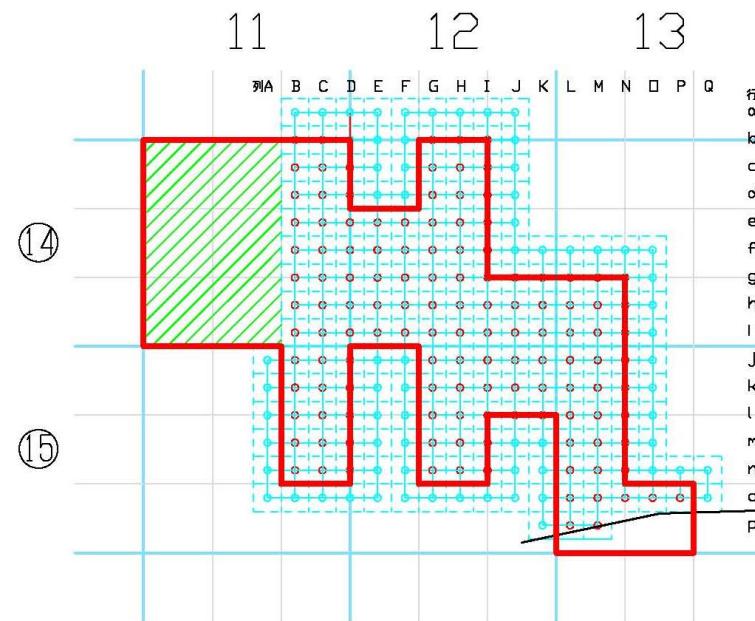
- ▽・・・日常管理（ORP計測）
- ▼・・・定期管理（地下水分析）
- ◎・・・完了管理（完了確認分析）



汚染状況調査結果

凡例

- 土壌・地下水汚染浄化対策範囲
- 土壌及び地下水が汚染されている区画
- 地下水のみが汚染されている区画
- 汚染されているとみなした区画
- 土壌も地下水も汚染されていない区画



土壌・地下水汚染浄化対策

凡例

- 土壌・地下水汚染浄化対策範囲
- バイオ注入井戸およびバイオ注入範囲
注入井戸 198本
注入対象土量 6784m³



O地区バイオ注入完了

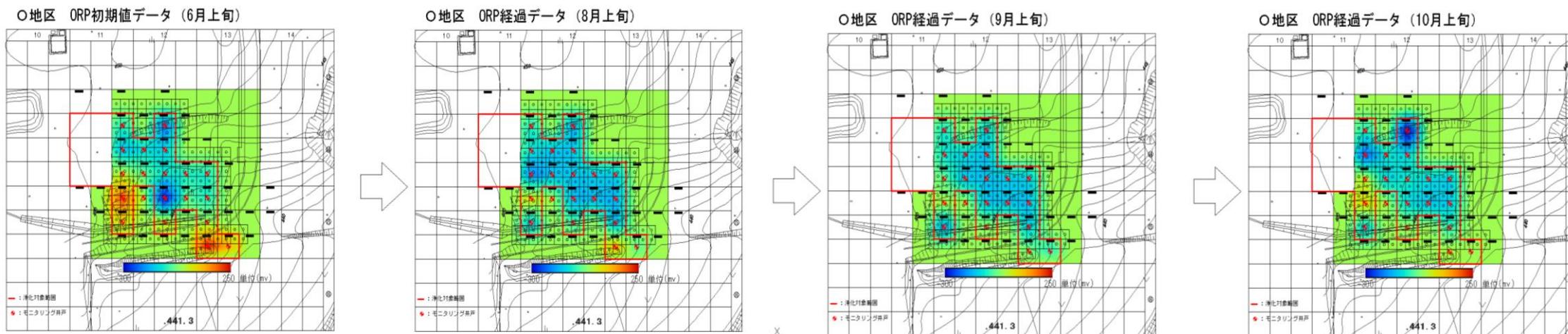
(2) 地下水分析結果

日常管理のORP観測では、初期値が高かった区画を含め、注入範囲のほぼ全域がマイナス領域となった。

定期管理の地下水分析における当現場の代表的な汚染物質では、テトラクロロエチレンの基準超過区画が無くなり、ベンゼンの超過区画が10区画から6区画に減少した。ジクロロメタン超過区画数に変化はない。

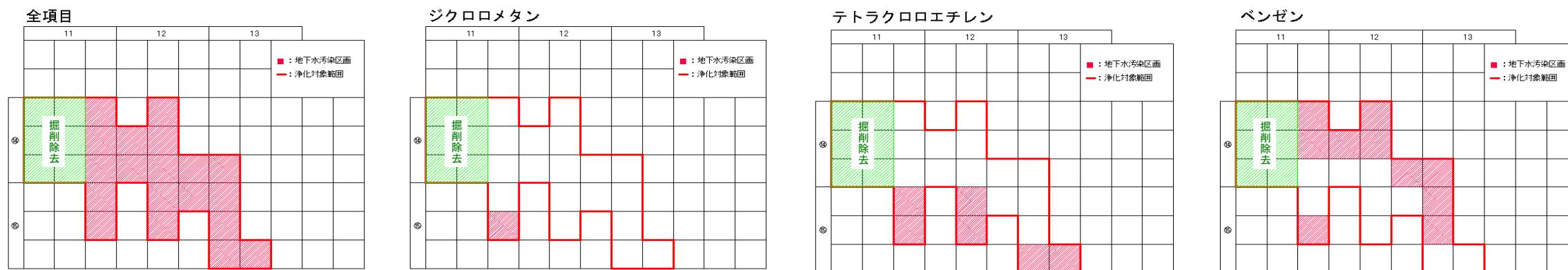
これによってバイオレメディエーションを実施するO地区の汚染区画数は、19区画から7区画に減少した。

・ 日常管理

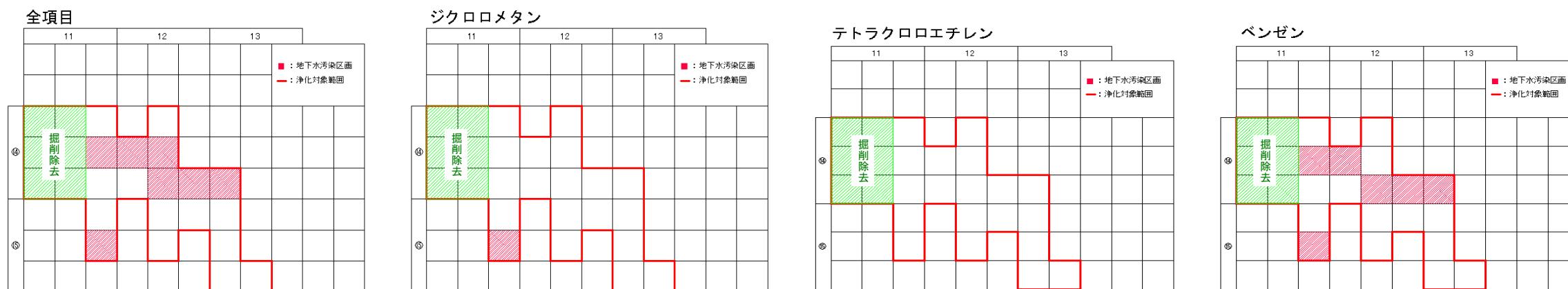


・ 定期管理

初期値



9月



※掘削除去範囲はH24年3月より施工開始予定

2. J地区

(1) 施工状況

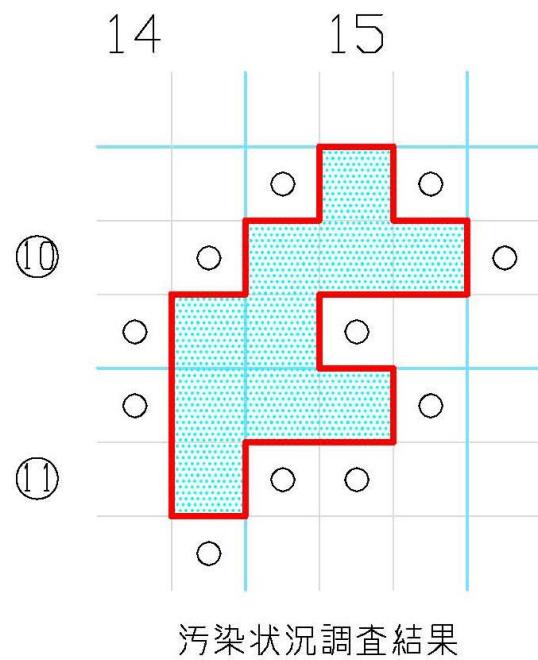
VOC汚染土壌の生石灰混合処理は既に完了している。

バイオ栄養剤注入作業は8月に完了した。9月よりモニタリングを開始している。

J地区モニタリング工程

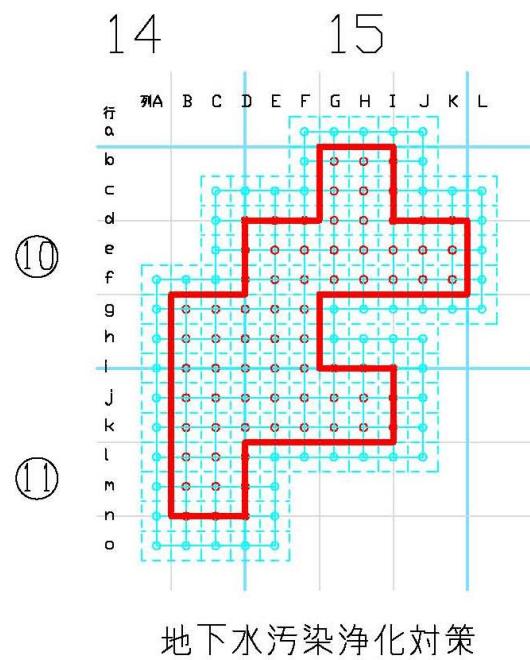
	平成23年						平成24年				
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
J地区	注入	注入完了	▽	▽ ▼	▽	▽ ▼	▽	▽ ▼	▽	▽ ▼	◎

- ▽・・・日常管理（ORP計測）
- ▼・・・定期管理（地下水分析）
- ◎・・・完了管理（完了確認分析）



凡例

- 地下水汚染浄化対策範囲
- 地下水のみが汚染されている区画
- 土壌も地下水も汚染されていない区画



凡例

- 地下水汚染浄化対策範囲
 - バイオ注入井戸およびバイオ注入範囲
- 注入井戸 129本
注入対象土量 4480m³



J地区バイオ注入完了

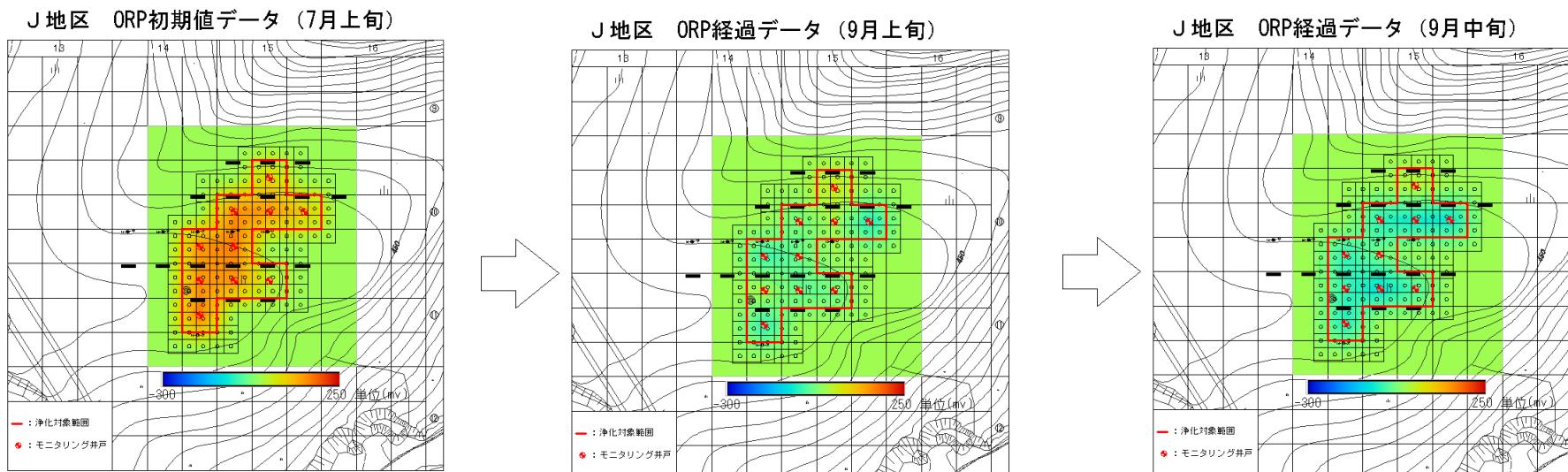
(2) 地下水分析結果

日常管理のORP観測では、全ての区画で数値が低減し、注入範囲のほぼ全域がマイナス域となった。

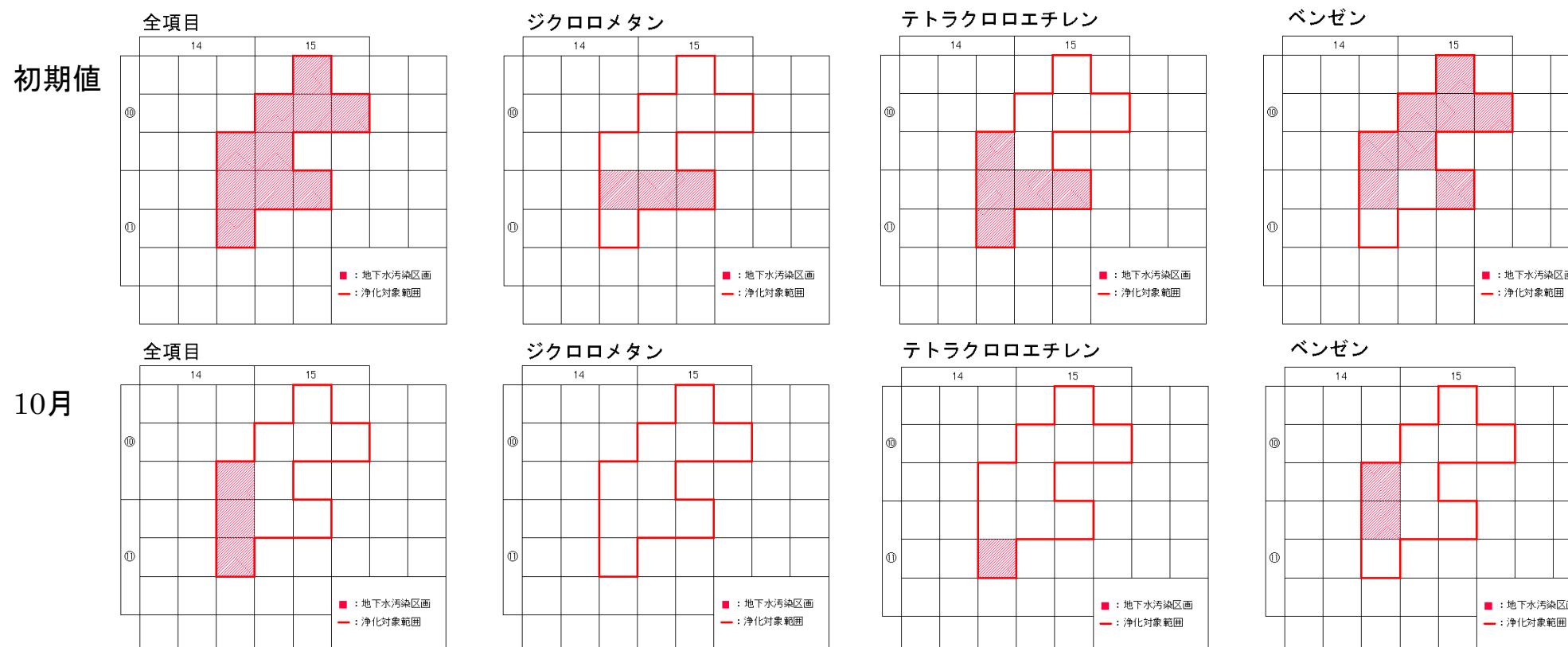
定期管理の地下水分析における当現場の代表的な汚染物質では、ジクロロメタンの基準超過区画が無くなった。テトラクロロエチレンの基準超過区画は5区画から1区画へ減少し、ベンゼンの超過区画が8区画から2区画に減少した。

これによってJ地区汚染区画数は、10区画から3区画に減少した。

・日常管理



・定期管理



3. G地区

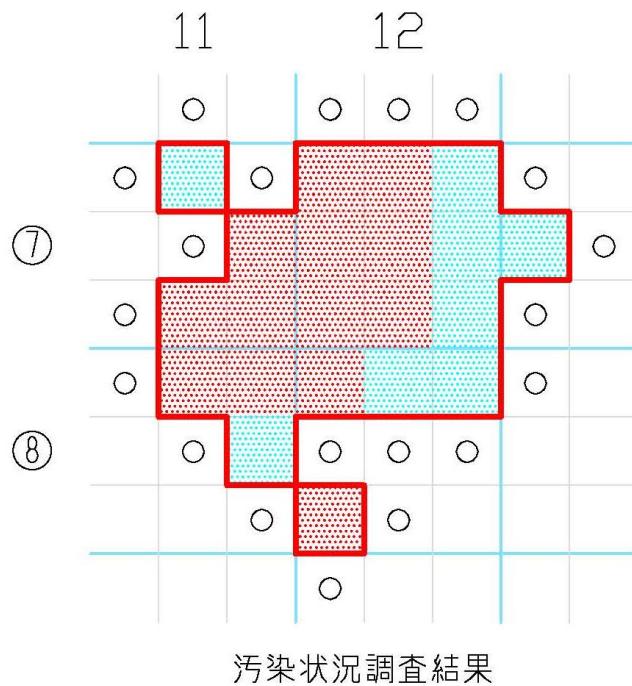
(1) 施工状況

バイオ栄養剤注入作業は9月下旬に完了した。10月からモニタリングを開始している。
掘削除去作業は年明けの雪解けを待って開始する予定である。

G地区モニタリング工程

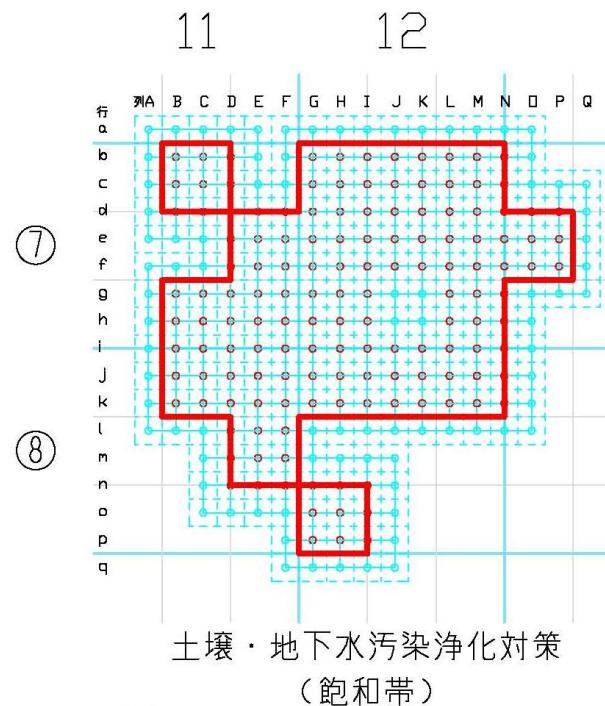
	平成23年					平成24年						
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
G地区	注入	注入完了	▽	▽ ▼	▽	▽ ▼	▽	▽ ▼	▽	▽ ▼	▽	◎

- ▽・・・日常管理（ORP計測）
- ▼・・・定期管理（地下水分析）
- ◎・・・完了管理（完了確認分析）



凡例

- 土壌・地下水汚染浄化対策範囲
- 土壌及び地下水が汚染されている区画
- 地下水のみが汚染されている区画
- 土壌も地下水も汚染されていない区画



凡例

- 土壌・地下水汚染浄化対策範囲
 - バイオ注入井戸およびバイオ注入範囲
- 注入井戸 224本
注入対象土量 9712m³



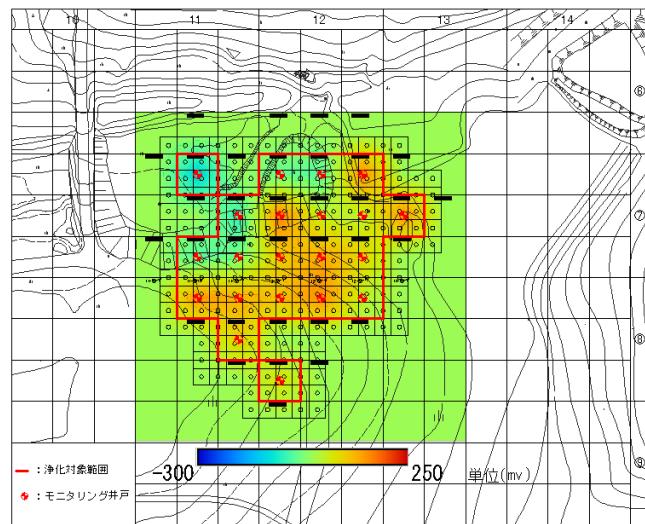
G地区バイオ注入完了

(2) 地下水分析結果

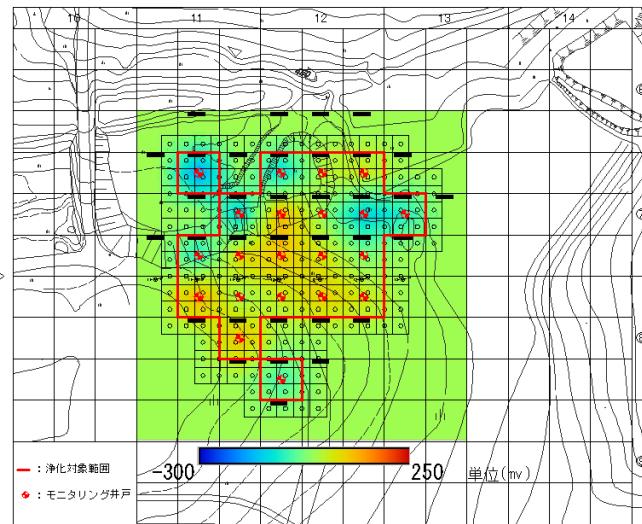
日常管理のORP観測では、注入範囲全域で数値の低下傾向がみられる。
 定期管理は11月からの観測開始となるが、当初の汚染区画数は20区画である。

・日常管理

G地区 ORP初期値データ



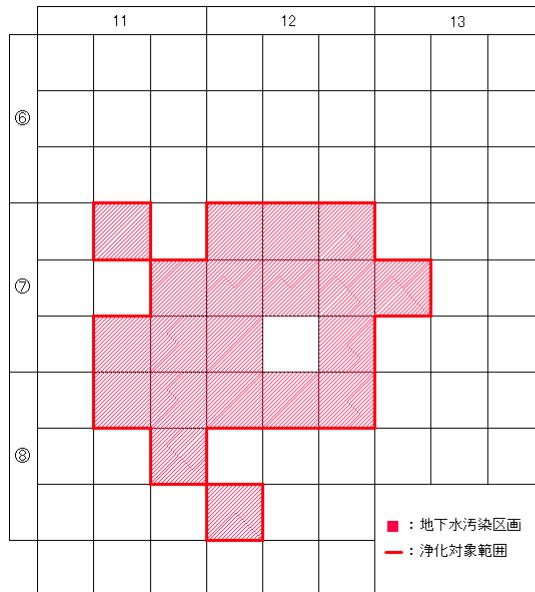
G地区 ORP経過データ (10月下旬)



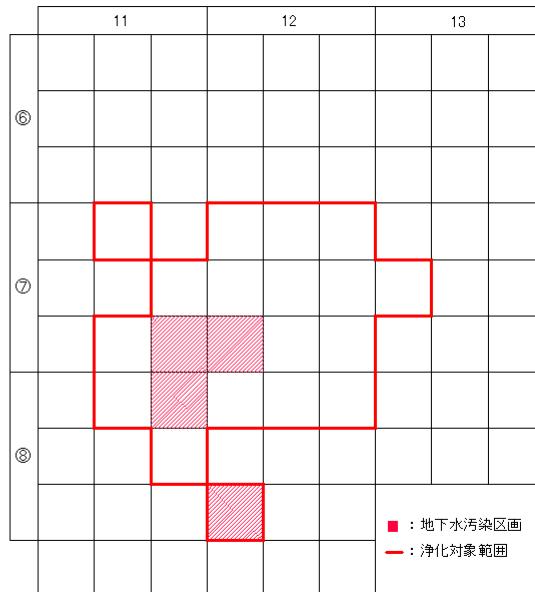
・定期管理

初期値

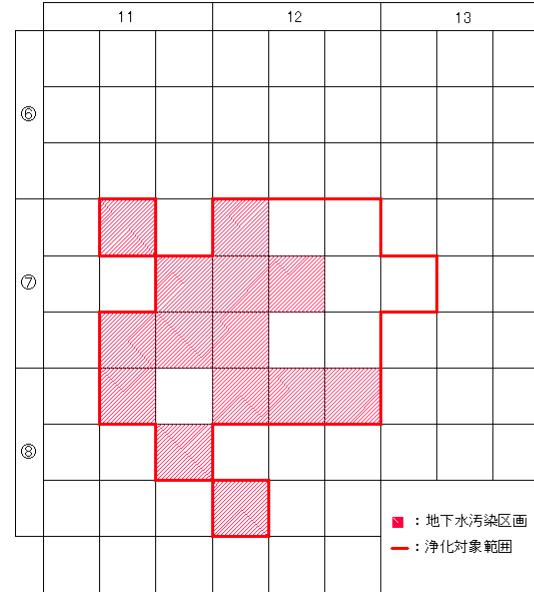
全項目



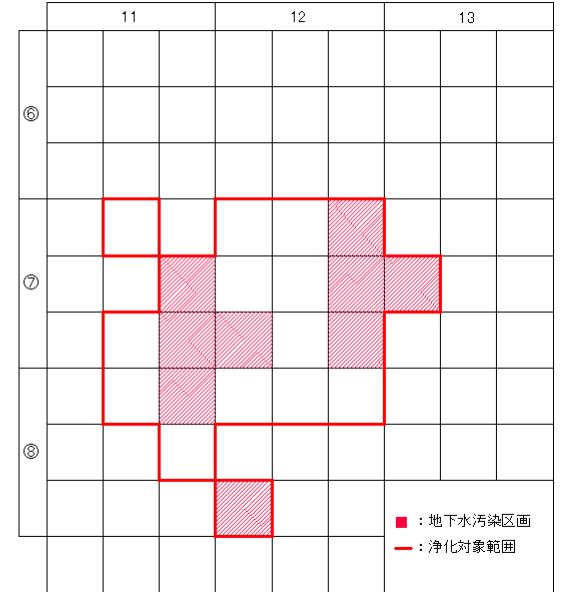
ジクロロメタン



テトラクロロエチレン



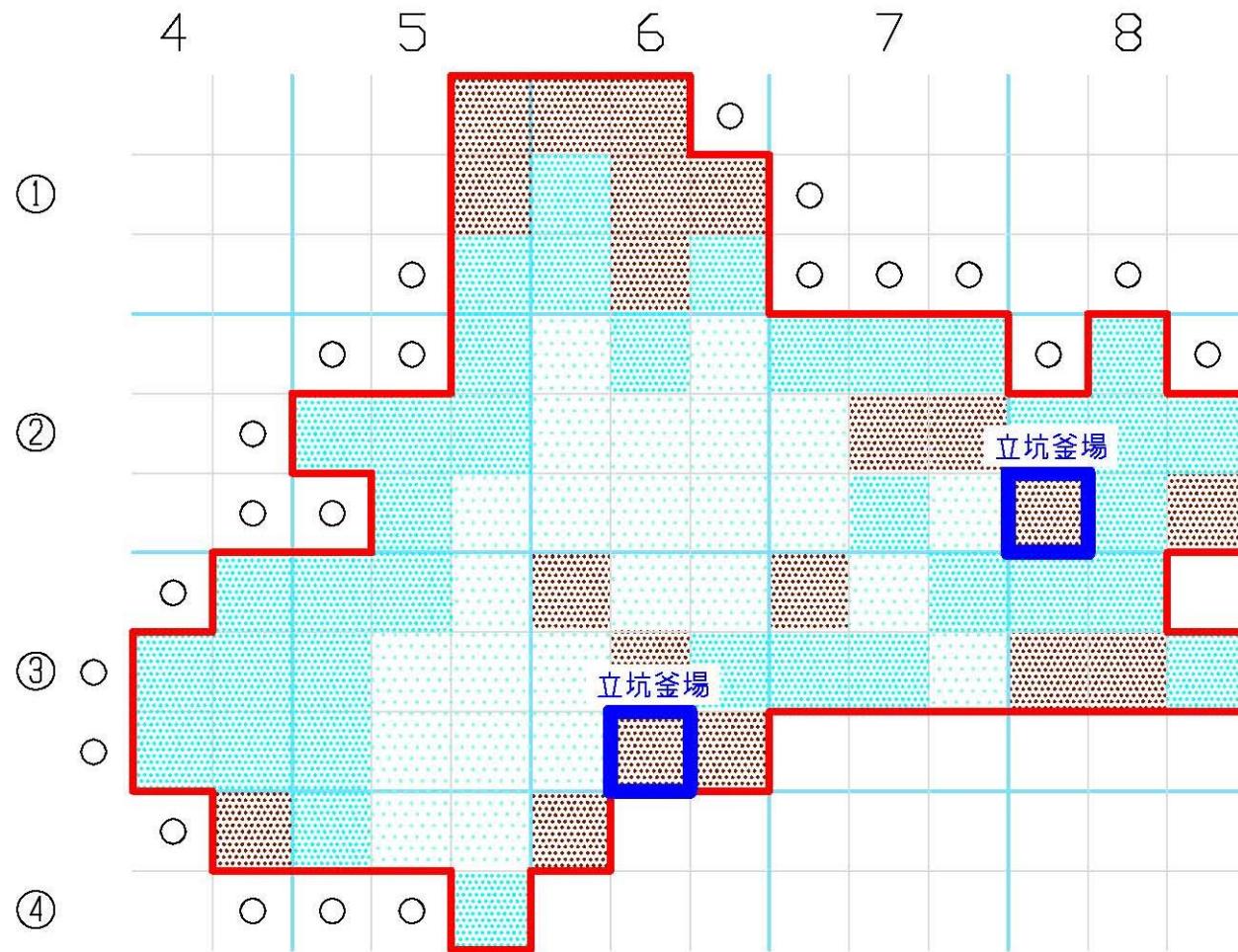
ベンゼン



4. B地区

(1) 施工状況

重金属汚染土壌の場外搬出、VOC汚染土壌の生石灰処理を完了した。



凡例 土壌・地下水汚染浄化対策

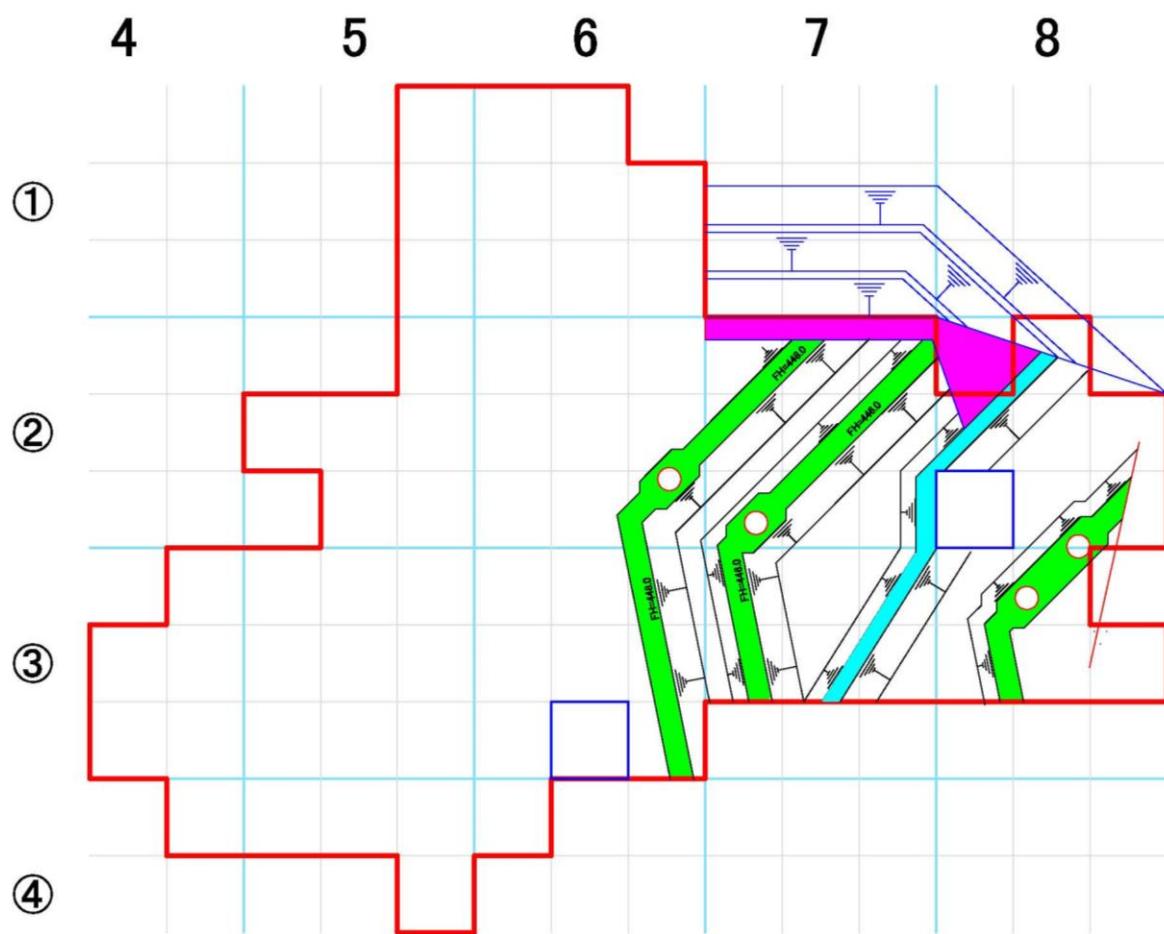
-  汚染土壌の除去を完了した区画
-  地下水が汚染されていることを確認した区画
-  地下水が汚染されているとみなした区画



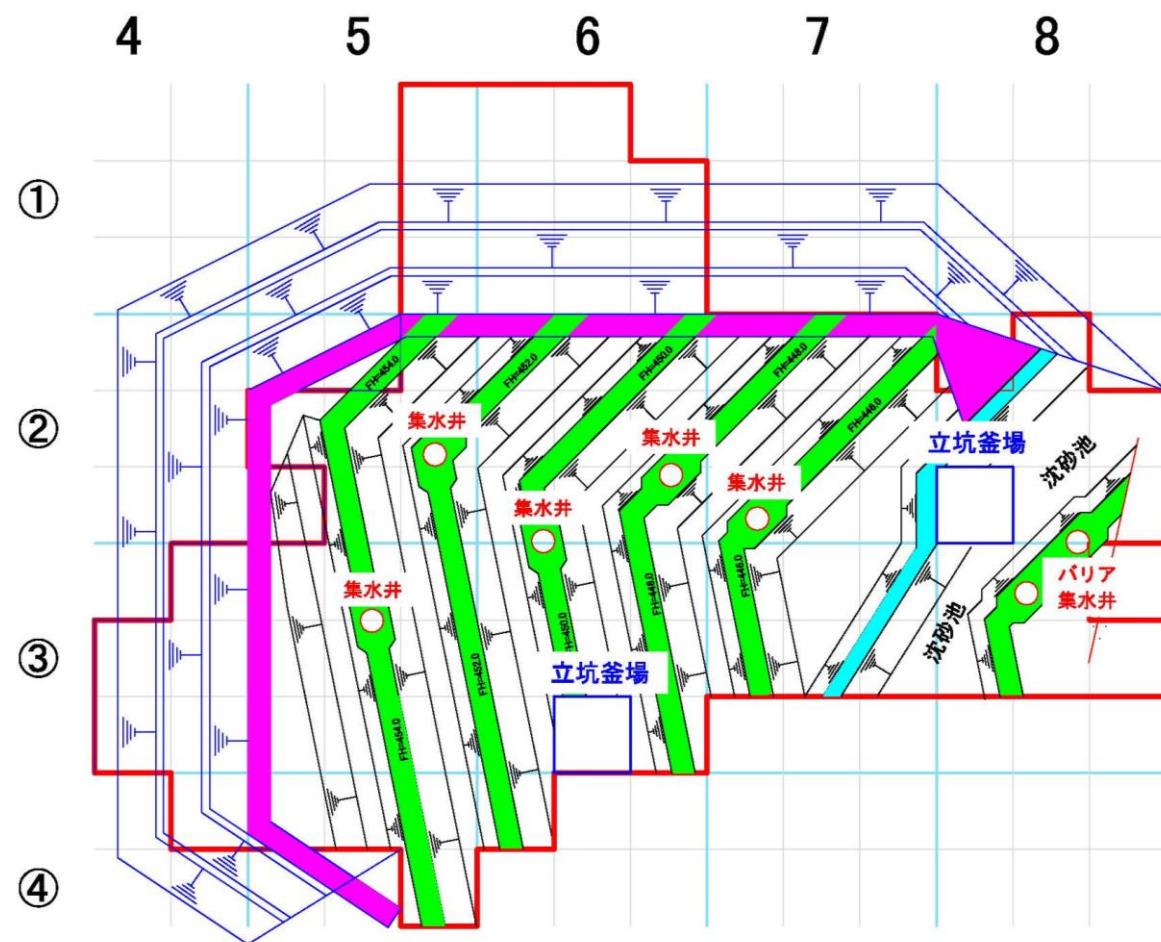
B地区施工状況

	計画土量	実施土量	進捗率
重金属汚染土壌	1,748	1,748	100%
VOC汚染土壌	830	830	100%

汚染地下水対策(立坑による釜場揚水)のための造成整形を実施中。
 施工進捗率はおよそ25%となっている。



B地区造成現状図



B地区造成整形計画図

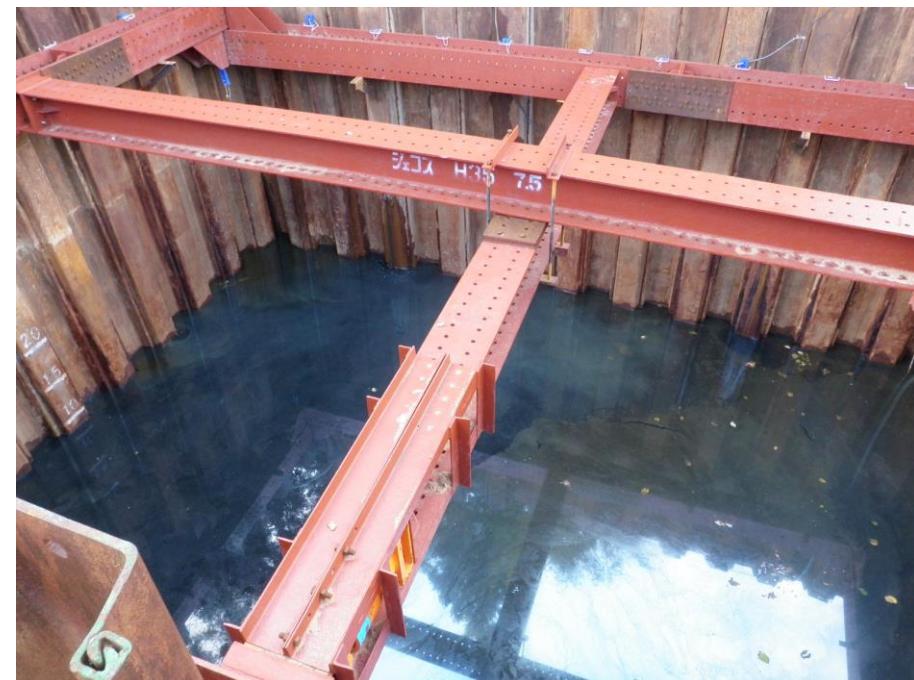
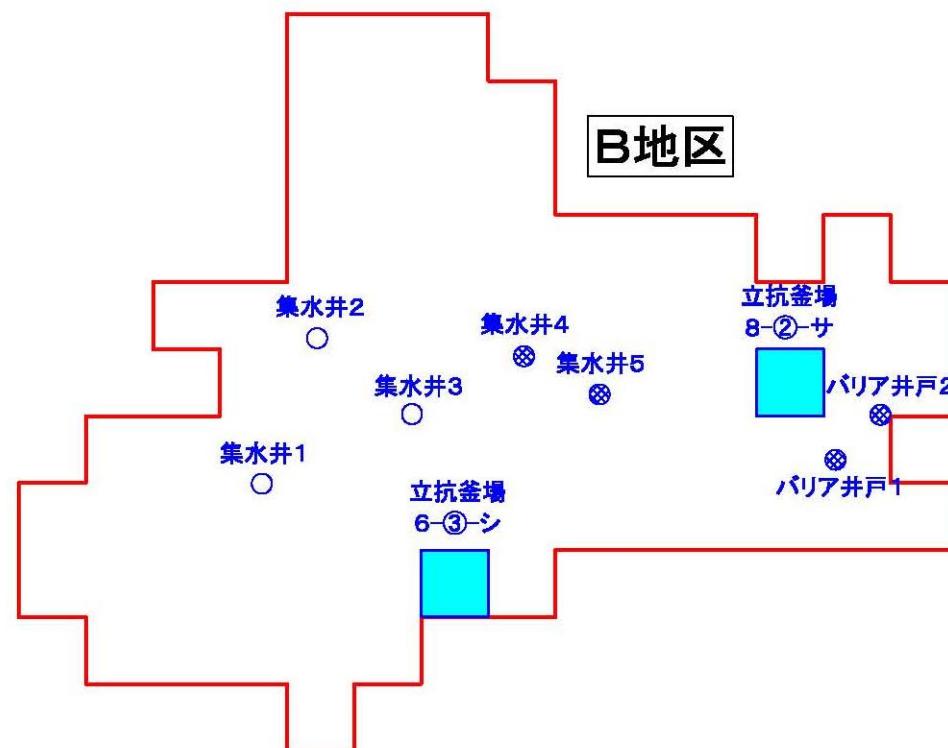
(2) 釜場地下水分析結果

B地区の設置済み揚水釜場において、集まった汚染地下水の水質分析を実施した結果は以下の通りである。なお現在のB地区全体の汚染地下水集水量は10m³/日程度となっている。

6-③-シ区画ではジクロロメタンが基準値を超過し、ベンゼンは基準値ちょうどであった。また、8-②-サ区画はベンゼンとホウ素が基準値を超過していた。また、どちらの区画もCODが現場管理値を超過していた。

立坑釜場:現場分析結果表 (水質)

地区名	試料名	採水日	採水時間	pH	SS	COD	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	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	カドミウム (Cd)	鉛 (Pb)	六価クロム (クロムVI)	ヒ素 (As)	フッ素 (F ⁻)	ホウ素 (B)	1,4-ジオキサン
B地区	6-③-シ	9/28	11:26	-	-	510	0.084	ND	ND	ND	0.006	ND	ND	0.003	ND	ND	0.01	ND	ND	ND	ND	0.47	0.4	1.8
	8-②-サ	9/28	10:42	-	-	140	ND	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.049	ND	ND	ND	ND	0.41	1.3	1.5
基準値 (管理値)				5.8 ~ 8.6	50 以下	30 以下	0.02 以下	0.002 以下	0.004 以下	0.1 以下	0.04 以下	1 以下	0.006 以下	0.03 以下	0.01 以下	0.002 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.05 以下	0.01 以下	0.8 以下	1 以下	0.05 以下



立坑釜場(6-③-シ)

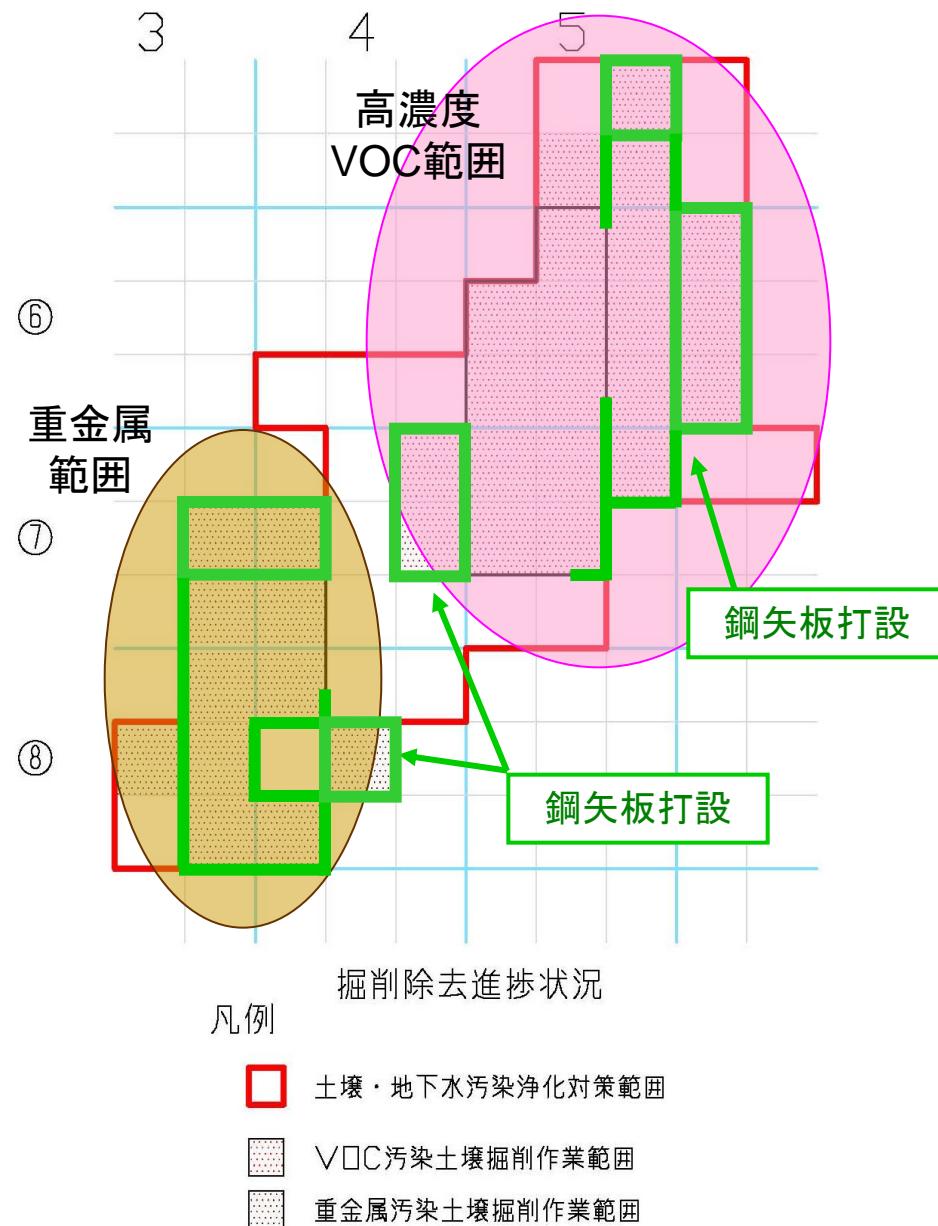
5. D地区

(1) 施工状況

VOC高濃度汚染部、重金属部では土留工（鋼矢板打設）を施工しながら、汚染土壌の掘削除去を進めている。鋼矢板打設位置に硬岩転石が露出したため施工効率が大幅に低下し、鋼矢板打設進捗は8割程度である。

重金属汚染土壌は、F地区に設置した含水比低減のための仮置き場で調整した後、場外搬出を行っている。

VOC汚染土壌は生石灰混合処理施設にて浄化処理している。



D地区施工状況（VOC高濃度汚染範囲）



D地区施工状況（重金属範囲）

	計画土量	実施土量	進捗率
重金属汚染土壌	3,289	320	10%
VOC汚染土壌（場外搬出）	1,476	0	0%
VOC汚染土壌（生石灰処理）	18,024	4,500	25%

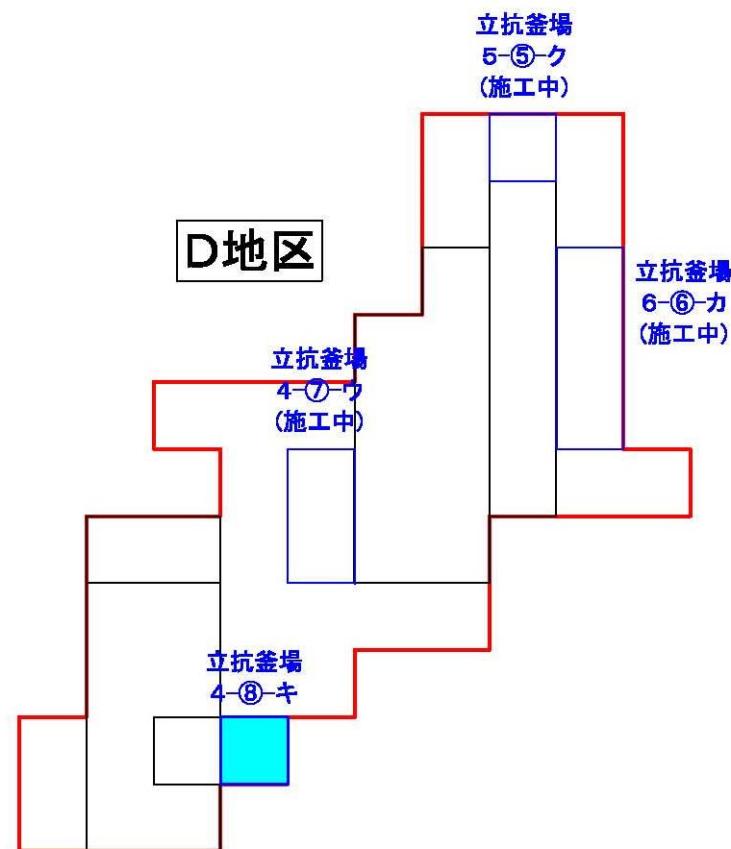
(2) 釜場地下水分析結果

D地区の設置済み揚水釜場において、集まった汚染地下水の水質分析を実施した結果は以下の通りである。なお、現在のD地区全体の汚染地下水集水量は5m³/日程度となっている。

4-⑧-キ区画ではベンゼンが基準値を超過した。また、CODが現場管理値を超過していた。

立坑釜場:現場分析結果表 (水質)

地区名	試料名	採水日	採水時間	pH	SS	COD	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	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	カドミウム (Cd)	鉛 (Pb)	六価クロム (クロムVI)	ヒ素 (As)	フッ素 (F ⁻)	ホウ素 (B)	1,4-ジオキサン
D地区	4-⑧-キ	9/28	11:47	-	-	130	0.019	ND	0.004	ND	0.008	ND	ND	0.002	ND	ND	0.05	ND	ND	ND	ND	0.51	0.5	1.1
基準値 (管理値)				5.8 ~ 8.6	50 以下	30 以下	0.02 以下	0.002 以下	0.004 以下	0.1 以下	0.04 以下	1 以下	0.006 以下	0.03 以下	0.01 以下	0.002 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.05 以下	0.01 以下	0.8 以下	1 以下	0.05 以下



立坑釜場 (4-⑧-キ)

6. F地区

(1) 施工状況

廃棄物掘削作業は11月に終了の予定である。

懸念されたドラム缶露出が数十本あったが、検知管で確認したところジクロロメタン、テトラクロロエチレン、ベンゼンは確認されていない。

現在、廃棄物掘削完了地点から、順次底面確認を実施している。



F地区施工状況

7. K地区

(1) 施工状況

廃棄物掘削作業では湧水が発生しているが、年内には終了の予定である。

廃棄物除去完了地点から、底面確認を実施する予定である。



K地区施工状況

2. 水処理設備

(1) 県境域水処理設備

7月より稼動開始した県境域水処理設備の現場分析結果は以下のとおりである。
 全ての測定値は、基準値や現場管理値以下ないしNDとなっている。

県境域水処理設備:現場分析結果表 (水質)

試料名	採水日	採水時間	pH	SS	COD	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	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	1,4-ジオキサン
処理水	8/3	13:40	7.1	1未満	17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.023
処理水	8/10	8:15	7.8	5.0	18	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
処理水	8/17	11:05	7.5	2.5	16	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.029
処理水	8/26	8:35	7.3	4.0	18	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
処理水	9/2	8:20	7.4	1未満	16	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
処理水	9/9	8:45	7.9	3.5	19	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.043
処理水	9/19	9:20	7.6	2.0	18	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.037
処理水	9/28	8:50	7.5	1未満	21	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
処理水	10/7	8:40	7.6	3.0	24	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.36
処理水	10/17	10:10	7.5	2.0	18	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.22
基準値(管理値)			5.8 ~8.6	50 以下	30 以下	0.02 以下	0.002 以下	0.004 以下	0.1 以下	0.04 以下	1 以下	0.006 以下	0.03 以下	0.01 以下	0.002 以下	0.01 以下	0.05 以下

(2) 濁水・揚水水処理設備

8月より稼動開始した濁水・揚水水処理設備の現場分析結果は以下のとおりである。
 全ての測定値は、基準値や現場管理値以下ないしNDとなっている。

濁水・揚水水処理設備:現場分析結果表 (水質)

試料名	採水日	採水時間	pH	SS	COD	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	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	カドミウム (Cd)	鉛 (Pb)	六価クロム (クロムVI)	ヒ素 (As)	フッ素 (F)	ホウ素 (B)	1,4-ジオキサン
処理水	8/19	8:45	6.9	1未満	2.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.35	0.5	
処理水	8/24	8:30	8.0	1.5	5.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.12	0.5	
処理水	8/29	10:00	7.9	1.5	5.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.13	0.4	
処理水	9/2	8:35	7.8	2.0	6.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.67	0.5	
処理水	9/7	13:35	8.0	1未満	9.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.68	0.5	0.031
処理水	9/14	8:40	7.9	1未満	13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.68	0.4	
処理水	9/21	8:40	7.1	2.0	6.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.68	0.5	0.088
処理水	9/28	8:40	8.0	3.0	13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.68	0.8	
処理水	10/5	13:30	6.6	1.5	7.9	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.78	0.5	0.095
処理水	10/17	10:00	7.3	2.5	8.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.79	0.6	0.19
基準値(管理値)			5.8 ~8.6	50 以下	30 以下	0.02 以下	0.002 以下	0.004 以下	0.1 以下	0.04 以下	1 以下	0.006 以下	0.03 以下	0.01 以下	0.002 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	0.05 以下	0.01 以下	0.8 以下	1 以下	0.05 以下

IV. 今後のスケジュール

1. 地区ごとの施工予定

各地区ごとの今後の施工予定は以下の通り。

全体工程は概ね予定通りに推移している。

	対策方針	施工予定
B地区	汚染土壌（重金属）：掘削除去（場外搬出） （VOC）：生石灰混合処理 汚染地下水：揚水（立坑による釜場揚水） ＋場内整形（湛水）	掘削除去：完了済み 揚水工：地区内造成整形及び集水井戸設置を11月末完了予定 揚水及び湛水は整形完了箇所から順次開始
D地区	汚染土壌（重金属）：掘削除去（場外搬出） （VOC高濃度）：掘削除去（場外搬出） （VOC低濃度）：生石灰混合処理 （高濃度周辺部）：バイオレメディエーション 汚染地下水：揚水（立坑による釜場揚水）	掘削除去：土留工は11月中旬完了予定 土留完了区画から掘削除去開始し、年内完了を目標 揚水工：完成した釜場から順次揚水開始 バイオ：11月に施工予定
F地区	※ドラム缶撤去後に対策	ドラム缶撤去完了後の汚染状況に応じた対策を実施
G地区	（先行）飽和帯：バイオレメディエーション （後施工）不飽和帯：生石灰混合処理	バイオ：バイオ製剤注入完了 掘削除去：H24年3月より施工開始予定
J地区	汚染地下水：バイオレメディエーション	バイオ：バイオ製剤注入完了
K地区	※廃棄物撤去後に汚染状況再確認	廃棄物撤去後の汚染状況に応じた対策を実施
O地区	（先行）汚染地下水：バイオレメディエーション （後施工）NO隣接区画：掘削除去	バイオ：バイオ製剤注入完了 掘削除去：H24年3月より施工開始予定

(2)F地区～O地区

項目	平成22年	平成23年												平成24年												摘要
		12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月		12月
F地区	(廃棄物撤去)													(特管廃棄物)					(普通廃棄物)							
	バイオ工 602 kL													浄化井戸設置 注入力												
		(特管廃棄物除去後の底面確認結果によっては施工不要)																								
G地区	(廃棄物撤去)																									
	掘削工 24,337 m ³																			(掘削は土壌JV)						
バイオ工 2,312 kL													浄化井戸設置 注入力													
		埋戻し(水溜防止H=11.0m)																								
J地区	掘削工 1,200 m ³																									
	バイオ工 1,066 kL																									
	浄化土仮置場																									
K地区	(廃棄物撤去)																									
	掘削工 4,243 m ³																									
	バイオ工 1,771 kL																									
		モニタリング井戸設置																								
		浄化井戸設置 注入力																								
		残土搬入																								
O地区	(廃棄物撤去)																									
	バイオ工 1,596 kL																									
	SKK工法 掘削工 600 m ³																									
		モニタリング井戸設置 浄化井戸設置 注入力																								
		遮水壁井戸 SKK工(予定)																								
		遮水壁撤去																								
		(SKK工法より施工方法変更。H24年3月より施工開始予定)																								
		掘削工																								
		(普通廃棄物)																								

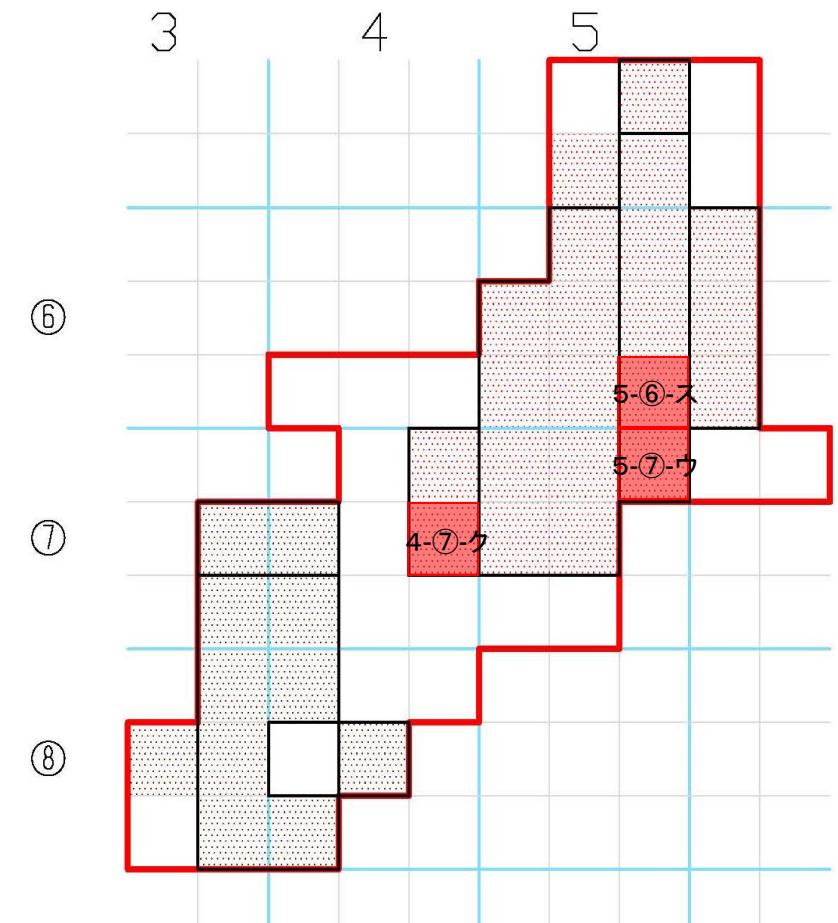
V. VOC汚染対策追加検討

1. 検討の目的と比較検討

D地区高濃度VOC汚染範囲では、高濃度汚染土をFL439mまで掘削除去する計画となっているが、FL439m以下にも飽和帯として汚染範囲が残存する(次ページ参照)ため、その対策法について検討する。

検討対象工法は掘削除去、バイオレメディエーションに加え、一般的なVOC原位置浄化工法である鉄粉法、フェントンについて、それぞれを比較検討する。

工法	掘削除去	バイオ	鉄粉	フェントン
長所	<ul style="list-style-type: none"> ・確実な汚染除去 ・安価(既設生石灰混合処理施設利用) ・施工期間最短 ・短期浄化完了 	<ul style="list-style-type: none"> ・現場内実績あり 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工期間短い ・浄化完了短い 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工期間短い ・浄化完了短い ・ベンゼン対応可
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・土留め不足 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工期間長い ・浄化期間長い ・ベンゼン対応難 	<ul style="list-style-type: none"> ・ベンゼン対応難 ・現場内実績なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・現場内実績なし
工期	○	×	○	○
施工可能性	×(○)	○	○	○
費用	○	△	△	△
ベンゼン対応	○	△(×)	×	○
現場内実績	○	○	×	×
判定	×(○)	×	×	◎



FL439m以深汚染残存想定区画

掘削除去は、安定計算を行った土留床付面以下を掘削することになるため、原則として施工できない。ただし、強固な地山が露出するなど掘削の安全性が確保できることが明らかな場合は、最も安価で確実な方法となる。

バイオレメディエーションは、床付面での施工としては施工期間が長くなりすぎる。また、浄化までの期間も長く、ベンゼン汚染への対応も難しいことから、今回の追加対策法としては向かない。

鉄粉法は、床付面での施工期間、浄化までの期間も比較的短く収まるが、ベンゼン汚染への対応が難しいことから、今回の追加対策法として万全ではない。

フェントンは、鉄粉と同様に床付面での施工期間、浄化までの期間が比較的短く収まるうえ、ベンゼン汚染への対応も可能であり、今回の追加対策として最も相応しい。

D地区高濃度VOC汚染範囲調査結果

標高	5-⑥-ウ					5-⑥-ク					5-⑥-シ					5-⑥-ス							
	452.17					452.56					452.06					452.61							
地下水位	445.7					448.56					448.66					448.61							
	ジクロロメタン	1,2-ジクロロエタン	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン	ベンゼン	ジクロロメタン	1,2-ジクロロエタン	1,1-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	ジクロロメタン	1,2-ジクロロエタン	シス-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	ジクロロメタン	1,2-ジクロロエタン	シス-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
溶出量	0.02	0.004	0.03	0.01	0.01	0.02	0.004	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.004	0.04	0.03	0.01	0.01	0.02	0.004	0.04	0.03	0.01	0.01
第二溶出量	0.2	0.04	0.3	0.1	0.1	0.2	0.04	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.04	0.4	0.3	0.1	0.1	0.2	0.04	0.4	0.3	0.1	0.1
456m																							
455m																							
454m																							
453m																							
452m						2.6	ND	ND	0.059	0.096	0.001							0.029	ND	ND	ND	ND	ND
451m	4.8	0.003	3.2	0.060	0.069	4.2	0.001	ND	0.14	0.39	0.034	0.002	ND	ND	ND	ND	0.001	0.023	ND	ND	ND	ND	ND
450m	69	ND	4.2	2.5	0.012	12	0.039	0.022	1.0	0.71	0.30	0.010	ND	ND	0.002	0.005	ND	0.046	ND	ND	ND	ND	ND
449m	1.1	0.003	0.081	0.012	0.010	10	0.007	0.620	6.1	10	0.17	0.034	ND	0.008	0.003	0.005	0.001	2.8	0.008	0.062	0.026	0.087	0.028
448m	59	0.002	16	10	0.016	16	0.009	0.180	1.4	3.2	0.089	0.26	ND	0.006	0.008	0.008	ND	0.48	0.002	0.13	0.012	0.10	0.10
447m	59	0.002	6.8	2.6	0.011	5.5	0.006	0.008	1.0	1.2	0.009	270	ND	0.091	46	97	0.094	0.15	ND	0.004	0.004	0.002	0.013
446m	50	0.009	5.0	18	0.014	2.5	0.004	ND	1.0	5.4	0.010	96	ND	0.005	0.39	0.23	0.017	0.61	ND	0.076	0.011	0.005	0.005
445m	100	0.003	4.9	9.6	0.013	6.8	0.008	ND	0.85	0.62	0.012	100	ND	ND	9.80	5.6	0.015	9.1	0.007	0.15	0.64	0.21	0.021
444m	26	0.005	0.98	3.5	0.018	1.4	0.003	0.001	0.24	0.15	ND	10	0.019	ND	13	23	0.034	7.9	0.006	0.003	0.88	0.32	0.025
443m	10	0.001	0.10	0.45	0.005	1.3	0.002	ND	0.21	1.4	0.001	9.8	0.015	ND	1.4	0.90	0.013	23	0.005	ND	0.64	0.20	0.021
442m	0.32	ND	0.010	0.10	ND	0.010	ND	ND	0.001	0.002	ND	4.2	0.008	ND	1.0	0.38	0.012	38	0.007	ND	1.0	0.36	0.014
441m	0.010	ND	0.002	0.028	ND	0.012	ND	ND	ND	0.002	ND	0.80	0.006	ND	0.087	0.033	0.011	26	0.007	ND	0.33	0.11	0.014
440m	0.038	ND	0.013	0.076	ND	0.014	ND	ND	0.001	0.003	ND	0.076	ND	ND	0.008	0.008	0.002	9.5	0.003	ND	0.11	0.052	0.007
439m	0.020	ND	0.005	0.012	ND	0.023	ND	ND	0.003	0.006	ND	0.016	ND	ND	0.002	0.001	ND	1.6	ND	ND	0.015	0.005	ND
438m	0.030	ND	0.006	0.016	ND	0.048	ND	ND	0.010	0.030	ND	0.029	ND	ND	0.005	0.002	ND	0.76	ND	ND	0.010	0.001	ND
437m	0.061	ND	0.006	0.016	ND	0.10	ND	ND	0.016	0.031	ND	0.010	ND	ND	0.001	0.002	ND	0.010	ND	ND	ND	ND	ND
436m												0.010	ND	ND	0.001	0.001	ND						
435m												0.027	ND	ND	0.002	0.003	ND						
434m												0.003	ND	ND	ND	ND	ND						
433m												0.010	ND	ND	0.001	0.001	ND						
432m												0.010	ND	ND	0.001	0.002	ND						

▽掘削予定深さ

標高	5-⑦-イ						5-⑦-ウ					4-⑦-ク					5-⑦-カ					5-⑦-キ						
	451.99						452.61					451.41					451.74					452.14						
地下水位	447.79						446.0					446.9					445.7					448.6						
	ジクロロメタン	1,2-ジクロロエタン	シス-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	ジクロロメタン	シス-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	ジクロロメタン	1,2-ジクロロエタン	シス-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	ジクロロメタン	1,2-ジクロロエタン	シス-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	ジクロロメタン	テトラクロロエチレン				
溶出量	0.02	0.004	0.04	0.03	0.01	0.01	0.02	0.04	0.03	0.01	0.01	0.02	0.004	0.04	0.03	0.01	0.02	0.004	0.04	0.03	0.01	0.01	0.02	0.004	0.04	0.03	0.01	0.01
第二溶出量	0.2	0.04	0.4	0.3	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.1	0.1	0.2	0.04	0.4	0.3	0.1	0.2	0.04	0.4	0.3	0.1	0.1	0.2	0.04	0.4	0.3	0.1	0.1
456m																												
455m																												
454m																												
453m																												
452m							ND	ND	ND	ND	ND																	
451m	0.076	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND						0.003	ND	ND	ND	ND	ND	0.043	ND				
450m	0.088	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.006	ND	ND	ND	ND	ND	0.028	ND				
449m	0.49	ND	0.004	0.001	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND				
448m	0.92	0.003	0.008	0.005	0.001	0.002	ND	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND				
447m	10	0.009	0.078	0.022	0.010	0.009	0.042	0.003	0.001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	ND	0.062	ND				
446m	19	ND	0.062	0.088	0.077	0.009	ND	ND	ND	ND	ND	0.16	ND	0.005	0.005	0.002	9.5	0.006	0.035	0.86	0.21	0.010	0.031	ND				
445m	2.4	ND	0.010	0.048	0.005	0.008	0.027	0.31	ND	ND	ND	0.36	0.001	0.009	0.009	0.010	3.5	0.006	0.091	0.86	0.56	0.011	0.036	ND				
444m	30	0.010	0.53	1.1	0.48	0.010	2.0	0.39	0.040	0.180	0.005	0.89	0.002	0.018	0.020	0.008	6.5	0.013	0.18	0.96	0.56	0.011	0.010	ND				
443m	13	0.009	0.072	1.7	0.90	0.012	37	0.21	4.7	2.2	0.018	2.7	0.007	0.098	0.28	0.19	11	0.019	0.077	0.99	0.44	0.010	4.6	0.002				
442m	13	0.009	0.042	1.0	0.50	0.011	8.0	0.033	0.30	0.14	0.008	3.0	0.005	0.051	0.25	0.15	5.9	0.004	0.029	0.29	0.17	0.008	7.1	0.010				
441m	5.1	0.009	0.001	0.20	0.089	0.010	31	ND	0.49	0.20	0.018	0.86	0.007	0.005	0.56	0.32	0.10	0.003	0.001	0.027	0.009	0.007	0.025	ND				
440m	0.25	ND	ND	0.004	0.002	ND	34	ND	0.28	0.13	0.010	10	0.003	0.010	0.10	0.070	ND	ND	ND	0.002	ND	ND	0.048	ND				
439m	0.24	ND	ND	0.006	0.004	ND	32	ND	0.35	0.12	0.010	4.4	0.004	0.008	0.010	0.032	0.98	0.005	0.015	0.058	0.028	0.012	3.9	0.012				
438m	0.078	ND	0.001	0.005	0.001	ND	8.8	ND	0.082	0.017	0.003	0.037	0.002	ND	0.007	0.005	0.045	0.002	0.001	0.019	0.010	0.005	0.38	0.002				
437m	0.20	ND	0.001	0.007	0.007	ND	3.4	ND	0.018	0.010	0.001	0.012	ND	ND	0.001	ND	0.046	0.001	ND	0.005	0.002	0.003	0.023	ND				
436m												0.020	0.001	ND	0.010	0.007												
435m												0.009	ND	ND	0.001	ND												
434m																												
433m																												
432m																												

※FL439m以下に汚染を確認した範囲を抜粋

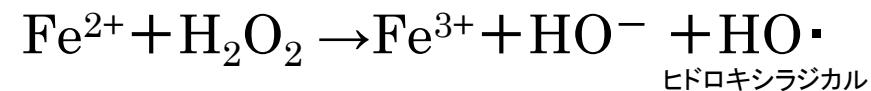
2. フェントン適合性試験

フェントン法はVOC汚染の浄化法として広く採用されている一般的な方法であるが、県境不法投棄現場内ではこれまで土壤浄化に用いた実績はない。

そこで、現地土の土質性状試験を含めた、フェントン適合性試験を実施する。

(1) フェントン反応とは

過酸化水素が酸性条件のもと、鉄などの金属触媒を得て起こす強力な酸化反応であり、生成されるヒドロキシラジカルが強力な酸化性能をもたらす。土壤浄化で用いる場合は一般的にpH4程度の条件下で施工している。



(2) 試験計画

適合性試験は現地土を用いた室内試験とし、以下の2段階で実施する。

試験Ⅰ：土質性状確認試験

①土質初期性状の確認

土壤pH測定

強熱減量(有機物含有量)

Fe²⁺ 溶出量(パックテスト)

②薬剤反応性の確認

0.1mol/L 硫酸による中和滴定

10g/L クエン酸による中和滴定

酸添加後の過酸化水素反応性確認

酸添加後のFe²⁺ 溶出量確認

試験Ⅱ：基本配合確認試験

①高濃度汚染模擬土を用いた最適配合の確認

②実汚染模擬土を用いた決定配合の浄化確認試験

(3) 試験結果(中間報告)

試験 I : 土質性状確認試験

① 土質初期性状の確認

対象土壌のpHはほぼ中性であり、事前にpH調整のための酸添加を実施する必要はない。土留杭施工箇所からの採取土壌であった影響からか、含水比は72.9%と高く、泥状であった。強熱減量は8.5%であり、実施工に問題はない。土壌のFe²⁺溶出量は0.2mg/L未満であり、フェントン反応触媒のFe²⁺として硫酸第一鉄の添加が必要である。ただし、砂鉄としての鉄分は多く観測された。

項目	結果
土壌pH	6.68(3点平均)
含水比	72.9%
強熱減量	8.5%
Fe ²⁺ 溶出量	0.2mg/L未満

土質初期性状確認試験結果

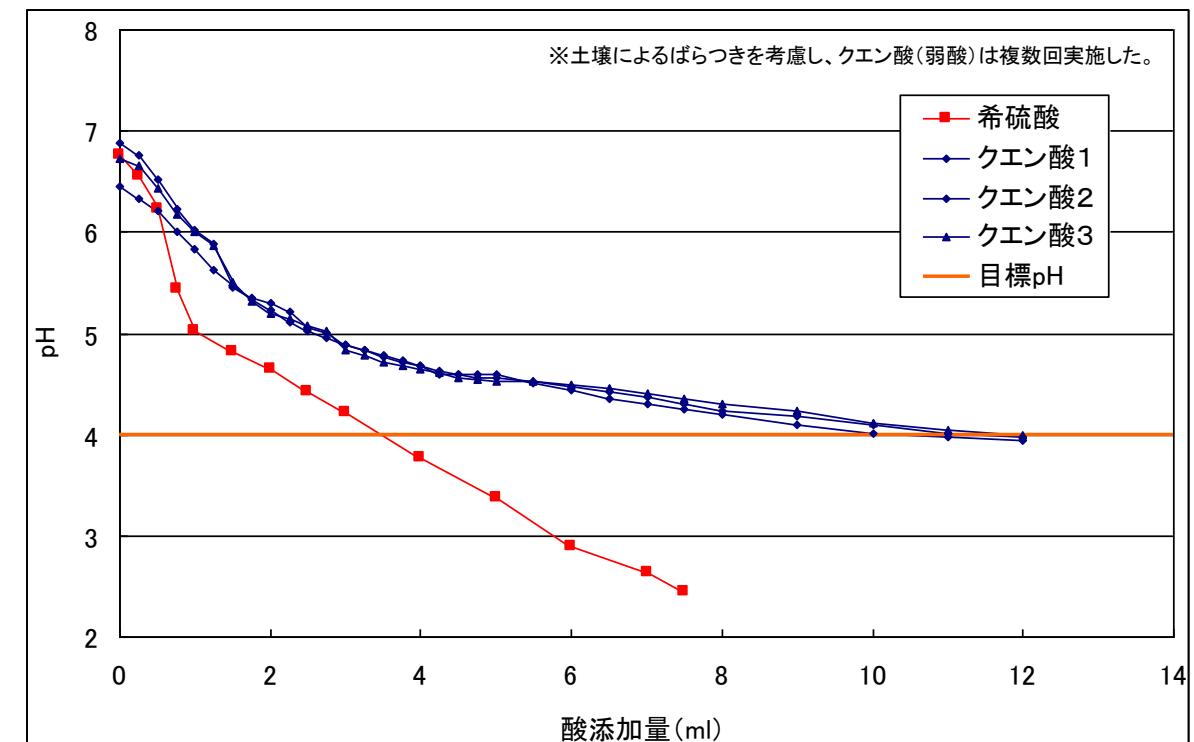
② 薬剤反応性の確認

対象土壌を目標pH4まで下げるのに必要な酸は10g/Lクエン酸で12mL、0.1mol/L硫酸で4mLであった。このときのFe²⁺溶出量は、クエン酸で3mg/L、硫酸で10mg/L以上となった。

また、過酸化水素との反応はどちらも穏やかな反応であるものの、硫酸を用いた場合が若干反応タイムラグが短い。これは、どちらもpH低下により過酸化水素は安定するものの、クエン酸が鉄との錯体を形成することで、反応タイムラグが長くなったものと考えられる。

	酸添加量	酸添加後 pH	Fe ²⁺	H ₂ O ₂ 反応状況
希硫酸	4mL	3.77	10mg/L 以上	穏やかな反応 (タイムラグ1分)
クエン酸 (平均)	12mL	3.97	3mg/L	穏やかな反応 (タイムラグ3分)

酸添加後のpH、過酸化水素反応試験結果



酸による中和滴定試験結果

試験Ⅱ：基本配合確認試験

①高濃度汚染模擬土を用いた最適配合の確認

現地土に本サイトの主汚染物質であるジクロロメタン(DCM)、テトラクロロエチレン(PCE)を添加した模擬汚染土を作成し、これに対するフェントン法による浄化効果の確認を行った。

一次試験として高濃度模擬汚染土(DCM100mg/kg、PCE30mg/kg)を用いてフェントン反応によるVOC分解能力および各薬剤の分解反応への寄与を把握した。この濃度は試験後の分析値がNDとならない程度として、これまでの経験から定めた。

なお、模擬土使用量は、土壌の単位体積重量を1.7t/m³と仮定したときの100cm³分となる170gとした。また、鉄溶液試薬として硫酸鉄(Ⅱ)・七水和物を用い、Fe²⁺濃度として0.09mol/Lとなるように調整した。

この配合は、攪拌混合による浄化として、これまでの経験から標準的な配合として定め、体積比を8cm³/100cm³=8%、重量比を8g/170g=4.7%とした。

試験配合表

Case	模擬汚染土	A液		B液		
		H ₂ O ₂ (30%)	蒸留水	鉄溶液	酸溶液	蒸留水
1-0	170g	0	4mL	0	0	4mL
1-1	170g	2mL	2mL	2mL	1.2mL	0.8mL
1-2	170g	2mL	2mL	0.4mL	1.2mL	2.4mL
1-3	170g	2mL	2mL	0	1.2mL	2.8mL
1-4	170g	0.4mL	3.6mL	2mL	1.2mL	0.8mL
1-5	170g	0.4mL	3.6mL	0.4mL	1.2mL	2.4mL
1-6	170g	0.4mL	3.6mL	0	1.2mL	2.8mL
1-7	170g	2mL	2mL	0	1.2mL(リン酸)	2.8mL
1-8	170g	4mL	0mL	0.4mL	1.2mL	2.4mL
1-9	170g	2mL	2mL	0.4mL	0.5mL(硫酸)	3.1mL
1-10	170g	2mL	2mL	0	0.5mL(硫酸)	3.5mL
1-11	170g	2mL	2mL	0.4mL	0.4mL +0.4mL(硫酸)	2.8mL
1-12	170g	2mL	2mL	0mL	0.4mL +0.4mL(硫酸)	3.2mL

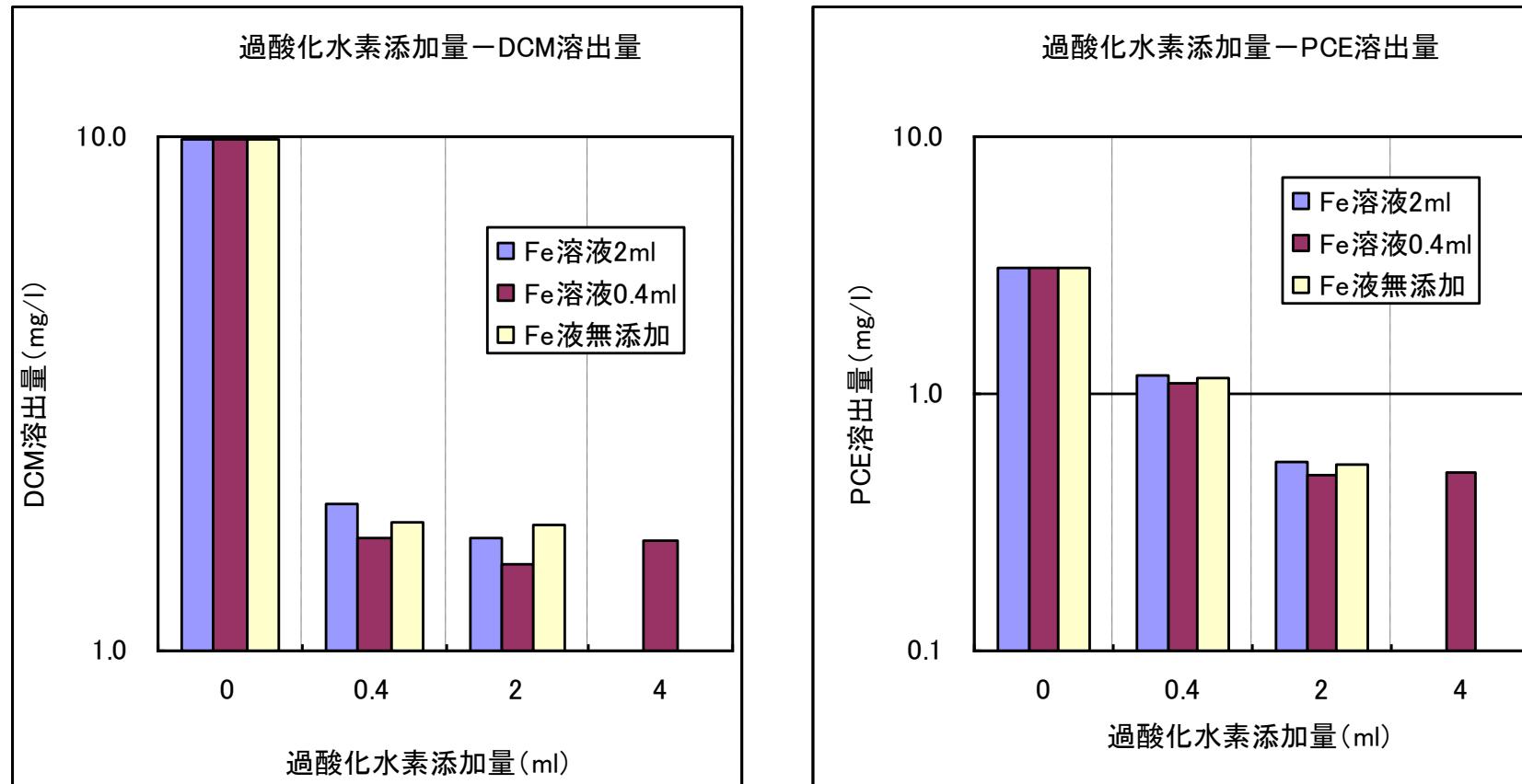
※特に記載のない酸溶液はクエン酸

試験結果一覧表

Case	DCM (mg/L)	PCE (mg/L)	pH (1day)	直後pH	膨張率	反応 タイムラグ
1-0	9.860	3.068	6.7	—	1	—
1-1	1.663	0.540	5.8	4.0	1.5	1~2min.
1-2	1.480	0.484	5.9	4.1	1.5	1~2min.
1-3	1.750	0.525	5.9	4.2	1.5	1~2min.
1-4	1.923	1.190	6.0	4.1	1.3	1~2min.
1-5	1.659	1.109	6.0	4.3	1.3	1~2min.
1-6	1.787	1.138	6.0	4.3	1.3	1~2min.
1-7	10.348	2.536	5.5	4.2	1.2	10min.
1-8	1.630	0.489	5.7	4.1	1.8	1~2min.
1-9	0.943	0.149	4.6	3.5	1.6	1~2min.
1-10	1.186	0.211	4.7	3.7	1.6	1~2min.
1-11	1.408	0.357	4.9	3.8	1.6	1~2min.
1-12	1.536	0.494	4.8	3.7	1.6	1~2min.

試験Ⅱ：基本配合確認試験

①高濃度汚染模擬土を用いた最適配合の確認



Fe添加量ごとの過酸化水素添加量とDCM,PCE溶出量

過酸化水素添加量は、フェントン反応に寄与しない自己分解等により消費されてしまうため、過剰に添加すれば良いわけではない。PCE溶出量の減少をみると、2ml添加と4ml添加に大きな差はみられないことから、本試験結果における最適過酸化水素添加量を2mlとする。

Fe溶液添加量に対するVOC減少量は、0.4ml添加の時のVOC減少量が最も大きい。よって本試験結果における最適Fe溶液添加量を0.4mlとする。

試験Ⅱ：基本配合確認試験

②実レベル汚染模擬土を用いた浄化効果の確認

二次試験では、実施工時に予想される汚染レベルの模擬汚染土(ジクロロメタン(DCM)20mg/kg、テトラクロロエチレン(PCE)1.2mg/kg)を用いて、一次試験の結果として得られた最適配合の浄化効果を確認する。この濃度はFL439m以下にて確認された汚染濃度を元に設定した。

なお、模擬土使用量は、土壌の単位体積重量を1.7t/m³と仮定したときの100cm³分となる170gとした。また、鉄溶液試薬として硫酸鉄(Ⅱ)・七水和物を用い、Fe²⁺濃度として0.09mol/Lとなるように調整した。

試験配合表

Case	対応Case	模擬汚染土	A液		B液		
			H ₂ O ₂ (30%)	蒸留水	鉄溶液	酸溶液	蒸留水
2-0		170g	0	4mL	0	0	4mL
2-1	1-2	170g	2mL	2mL	0.4mL	1.2mL	0.8mL
2-2	1-9	170g	2mL	2mL	0.4mL	0.5mL(硫酸)	2.4mL
2-3	1-10	170g	2mL	2mL	0	0.5mL(硫酸)	2.8mL
2-4	1-11	170g	2mL	2mL	0.4mL	0.4mL +0.4mL(硫酸)	0.8mL
2-5	1-12	170g	2mL	2mL	0	0.4mL +0.4mL(硫酸)	2.4mL

試験結果一覧表

Case	DCM(mg/L)	PCE(mg/L)	pH(1day)	直後pH	膨張率	反応タイムラグ
2-0	2.692	0.097	6.8	—	1	—
2-1	0.642	0.009	6.0	4.1	1.5	1~2min.
2-2	0.004	ND	4.7	3.4	1.6	1~2min.
2-3	0.078	ND	4.8	3.4	1.6	1~2min.
2-4	0.033	ND	4.7	3.6	1.6	1~2min.
2-5	0.109	ND	4.8	3.7	1.6	1~2min.

※特に記載のない酸溶液はクエン酸

PCEを環境基準値(0.01mg/L)以下まで浄化可能な配合は2-2、2-3、2-4、2-5(硫酸のみ、硫酸とクエン酸の併用配合)であり、DCMを環境基準値(0.02mg/L)以下まで浄化可能な配合は2-2(硫酸のみの配合)だけであった。

DCMはOHラジカルとの反応により、一酸化炭素(二酸化炭素)と塩化水素に分解されるが、エチレン系VOC(PCE等)に比べて分解性が低いことが知られている。浄化目標濃度がPCEより高いことに加え、このような難分解性物質であることから、DCMを環境基準以下まで浄化するためには、反応タイムラグ等の施工性よりも、強い酸化能力に特化した配合が必要である。

③現在の試験状況

現在、硫酸という強酸を用いるため、pH低下が鋭敏になる可能性が高いことから、酸による土壌の重金属溶出試験を実施中である。