

有機ヒ素化合物の汚染源周辺地域における高濃度汚染対策について

1. 高濃度汚染対策の本格運転概要

神栖市における DPAA 地下水処理施設の運転は、4 月から 5 月末にかけての予備運転を経て、6 月から本格運転を実施しており、これまで「平成 21 年度第 2 回国内における毒ガス弾等に関する総合調査検討会」において、下半期 11 月末までの運転状況等を報告しているところである。今回は、下半期（12 月～2 月）の運転状況等について報告を行うものである。

DPAA 地下水処理施設の本格運転は日稼働 24 時間、土日祝日を除く週 5 日運転、揚水量約 300m³/日（150 m³/日(B-1 井戸)、90 m³/日(F-15 井戸)、60 m³/日(掘削調査地点の F-1、F-5、F-6、F-22)としている。



図 1.1 揚水井戸配置図

また、併せて実施する土壌の効果的な洗浄を目的とした掘削調査地点への注水は、掘削調査地点内の 6 箇所の注水井戸(F-16、F-17、F-18、F-19、F-20、F-21)へ、約 50 m³/日の水道水の注入を行うこととしている。

(1) 本格運転時における揚水量・注水量

本格運転期間（12 月～1 月）の揚水量は、B-1 井戸で 8,845.8 m³、F-15 井戸で 5,672.3 m³、掘削箇所内井戸の F-1 井戸で 108.3 m³、F-5 井戸で 871.7 m³、F-6 井戸で 872.2 m³、F-22 井戸で 351.7 m³、計 16,794.0 m³であった。また、4 月からの総揚水量は、52,500.6 m³となった。

掘削箇所の F-22 井戸については、濃度の低下状況から注水した水が水みちを介して短絡的に流入していることが考えられたため、注水井戸として使用している F-19 井戸を揚水井戸にし、掘削調査地点の揚水効果を変更せずに効果的に対策を行う検討を現在行っている。当面の対応としては、2 月初旬から F-22 井戸の揚水を停止し、減少した揚水量を F-15 井戸の揚水量を 10 m³/日分を増加することで、日あたりの揚水量を確保している。なお、現在の揚水量は、B-1 井戸で約 160m³/日、F-15 井戸で 110 m³/日、掘削地点で 35 m³/日の計 305m³/日としている。表 1.1 に揚水量の月毎データを示す。

表 1.1 下半期（12 月～2 月）本格運転時における月単位揚水量

月	揚水量(m ³)							掘削箇所計	合計
	B-1	F-15	F-1	F-5	F-6	F-22			
12月	2,895.0	1,794.4	78.3	285.7	285.9	195.8	845.7	5,535.1	
1月	2,893.3	1,802.1	58.7	284.3	284.4	155.9	783.3	5,478.7	
2月	3,057.5	2,075.8	43.3	301.7	301.9	0.0	646.9	5,780.2	
合計	8,845.8	5,672.3	180.3	871.7	872.2	351.7	2,275.9	16,794.0	

本格運転期間（12月～2月）の注水は、F-17井戸で384.1 m³、F-18井戸で377.8 m³、F-19井戸で254.1 m³、F-20井戸で394.0 m³、F-21井戸で523.3 m³、計1,933.3 m³（同期間の掘削地点揚水総量は2,275.9 m³）であった。これまで同様、F-16井戸は、地下水圧のバランスを保持するため注水を停止している。その他、F-19井戸は、注水井戸から揚水井戸へ変更する調整を行っているため、2月からは注水を停止している。また、4月からの総注水量は、6,798.2 m³となった。表 1.2 に注水量の月毎データを示す。

表 1.2 下半期（12月～2月）本格運転時における月単位注水量

月	注水量(m ³)							掘削箇所計	合計
	F-16	F-17	F-18	F-19	F-20	F-21			
12月	0.0	145.7	129.9	140.1	169.4	167.2	752.3	752.3	
1月	0.0	115.7	103.4	114.0	120.1	177.4	630.6	630.6	
2月	0.0	122.7	144.5	0.0	104.5	178.7	550.4	550.4	
合計	0.0	384.1	377.8	254.1	394.0	523.3	1,933.3	1,933.3	

（2）放流水水質及び除去率の評価

放流前の貯留槽における総ヒ素濃度分析（現場分析）は下半期期間（12月～2月）中110回実施しており、いずれも総ヒ素濃度の排出管理基準値（0.01mg/L）を満たし、現場分析における定量下限値（0.005mg/L）未満であった。分析機関（計量証明事業者）による総ヒ素及び有機ヒ素化合物分析結果（5回実施）においても、総ヒ素、DPAA、PAA、PMAAはすべて定量下限値（0.001mg/L）未満であった。表 1.3 に期間中、クロスチェックの為に3回実施した総ヒ素分析結果を示す。

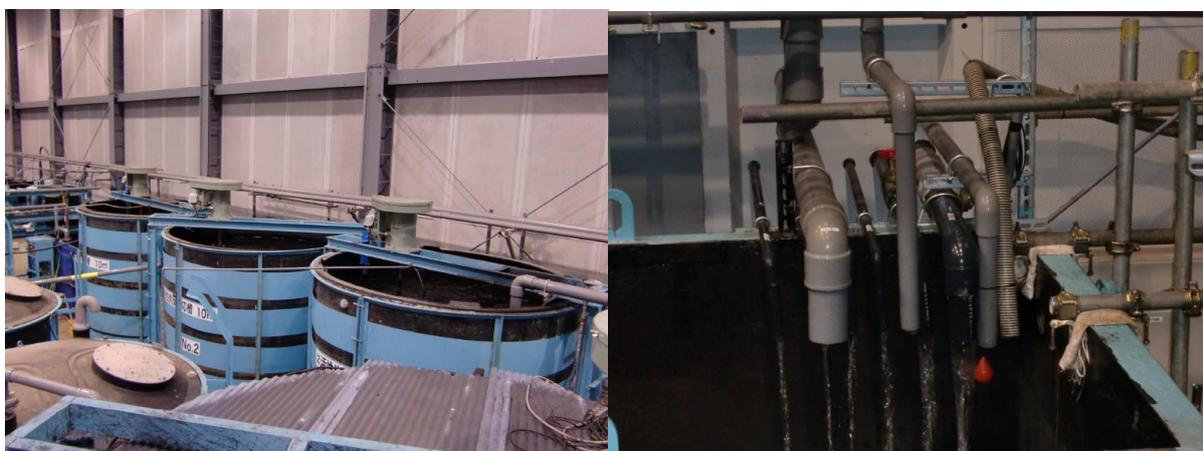
原水槽における総ヒ素濃度分析（現場分析）は23回実施している。最大濃度は12月で1.3mg/L、最小濃度は1、2月で0.8mg/Lである。2月の平均濃度は0.9mg/Lであり、6月の平均濃度4.2mg/Lの約2割程度まで減少している。放流時測定結果（現場分析における総ヒ素の定量下限値（0.005mg/L）未満を放流水濃度とすると、下半期（12月～2月）本格運転期間の除去率はすべて99%以上であった。

表 1.3 下半期（12月～2月）本格運転時における総ヒ素分析結果

項目	単位	基準	分析結果		備考
12月			[現場分析]	[分析機関]	
原水	(mg/L)		1.1	1.1	現場:平均値 (最大値: 1.3、最小値: 1.0)
放流水	(mg/L)	<0.01	<0.005	<0.001	現場:平均値(No.1、No.2貯留槽水質分析結果)
除去率	(%)	-	99.5%	99.5%	除去率=(原水濃度-放流水濃度)/(原水濃度)×100
1月			[現場分析]	[分析機関]	
原水	(mg/L)		1	0.9	現場:平均値 (最大値: 1.1、最小値: 0.8)
放流水	(mg/L)	<0.01	<0.005	<0.001	現場:平均値(No.1、No.2貯留槽水質分析結果)
除去率	(%)	-	99.5%	99.5%	除去率=(原水濃度-放流水濃度)/(原水濃度)×100
2月			[現場分析]	[分析機関]	
原水	(mg/L)		0.9	1.1	現場:平均値 (最大値: 1.1、最小値: 0.8)
放流水	(mg/L)	<0.01	<0.005	<0.001	現場:平均値(No.1、No.2貯留槽水質分析結果)
除去率	(%)	-	99.4%	99.5%	除去率=(原水濃度-放流水濃度)/(原水濃度)×100

(3) 本格運転時における運転維持管理（薬品量等）

地下水処理システムは、濃度状況に応じた適正な薬品等の配合計画に努めると共に、水処理において発生する汚泥の排出量を抑制する工夫を行うなど、環境・経済性を考慮した細やかな運転・管理を続けており、安定したシステム稼働と水処理結果が得られている。



（写真左）粉末活性炭により DPAA を吸着する活性炭反応槽。（写真右）原水槽へと注がれる各井戸から揚水された地下水。揚水された地下水は、原水槽で一旦受けられた後、建物内部に設置された各水処理システムにて処理される。

(4) 本格運転時におけるヒ素回収量

下半期（12月～2月）の本格運転時における、揚水量と各揚水井戸の総ヒ素濃度（推定値含む）から算出されるヒ素回収量は、総ヒ素換算で約 17.12kg となった。また、4月からの総ヒ素回収量は、107.18kg となった。

表 1.4 に運転月毎のヒ素回収量を示す。

表 1.4 本格運転時(4月～2月)におけるヒ素回収量

月	ヒ素回収量 (kg)							掘削箇所計	合計
	B-1	F-15	F-1	F-5	F-6	F-22			
4月	-	-	-	-	-	-	0.37	0.37	
5月	-	-	-	-	-	-	7.89	7.89	
6月	9.86	12.99	0.19	0.98	0.82	0.25	2.24	25.09	
7月	6.27	9.79	0.29	0.70	0.71	0.19	1.89	17.95	
8月	2.91	6.63	0.25	0.51	0.61	0.15	1.52	11.06	
9月	3.29	6.35	0.20	0.55	0.62	0.15	1.52	11.16	
10月	2.69	4.70	0.15	0.49	0.52	0.09	1.25	8.64	
11月	2.45	4.34	0.09	0.50	0.49	0.03	1.11	7.90	
12月	1.94	3.50	0.04	0.44	0.37	0.01	0.86	6.30	
1月	1.66	2.96	0.02	0.39	0.33	0.05	0.79	5.41	
2月	1.49	3.12	0.01	0.42	0.37	0.00	0.80	5.41	
合計	32.56	54.38	1.24	4.98	4.84	0.92	20.24	107.18	

(5) 各揚水井戸におけるモニタリング状況

揚水井戸の B-1、F-15 井戸ともに濃度の低下が見られるが、濃度低下速度が小さい。特に F-15 井戸の濃度低下速度は小さく、6月1日の 7.7 mg/L が 2月9日時点で未だ 1.5 mg/L となっており、揚水井戸の中では、最も濃度が高い井戸となっている。

掘削調査地点内では、F-1、F-5、F-6 井戸共、ゆるやかな濃度低下に変化は無い。

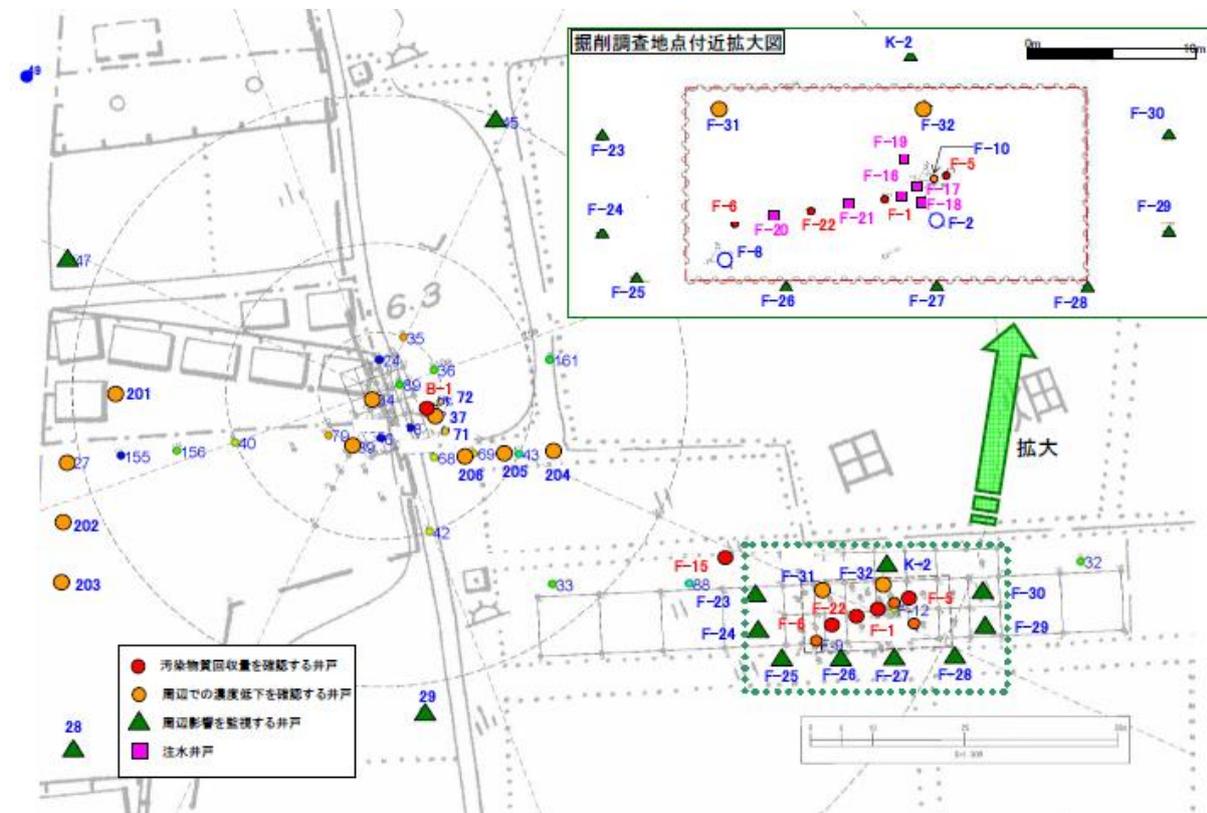
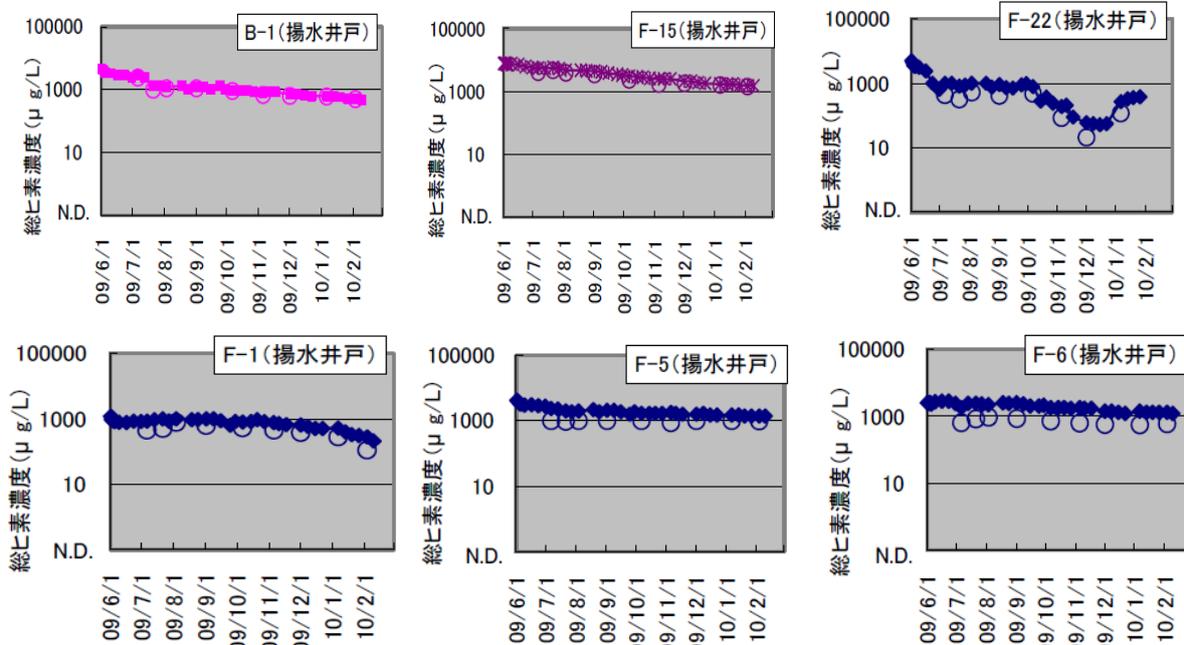
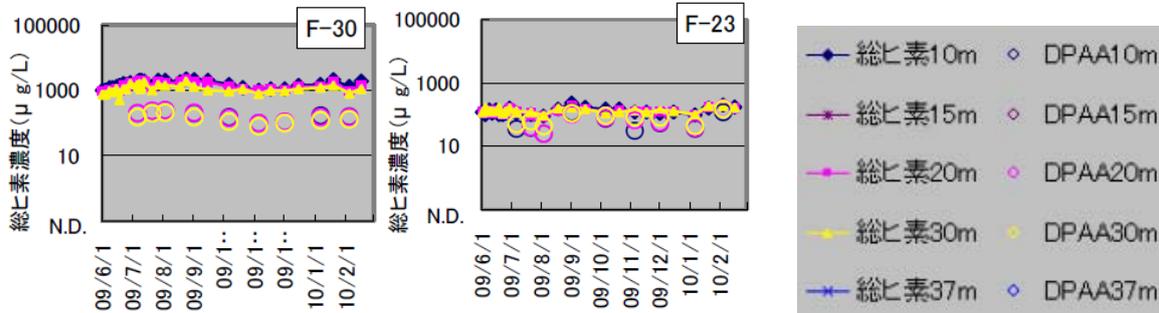


図 1.2 高濃度汚染対策時における周辺地下水モニタリング位置図

(6) 汚染を拡散させていないことを確認するモニタリング状況

掘削調査地点周辺のモニタリング孔では、濃度に大きな変化はない。6月22日、掘削調査地点上流側のF-30井戸の深度30mにおいて、初期値の3倍である1.1mg/Lが検出され、その後頻度を上げてモニタリングを実施していたが、以降目立った濃度上昇は見られない。F-30井戸はF-29井戸と共に、2月16日時点においても、1.0mg/Lを越える濃度で安定しており、その他の掘削調査地点外縁のモニタリング孔と比較して、濃度が高い状況が続いている。

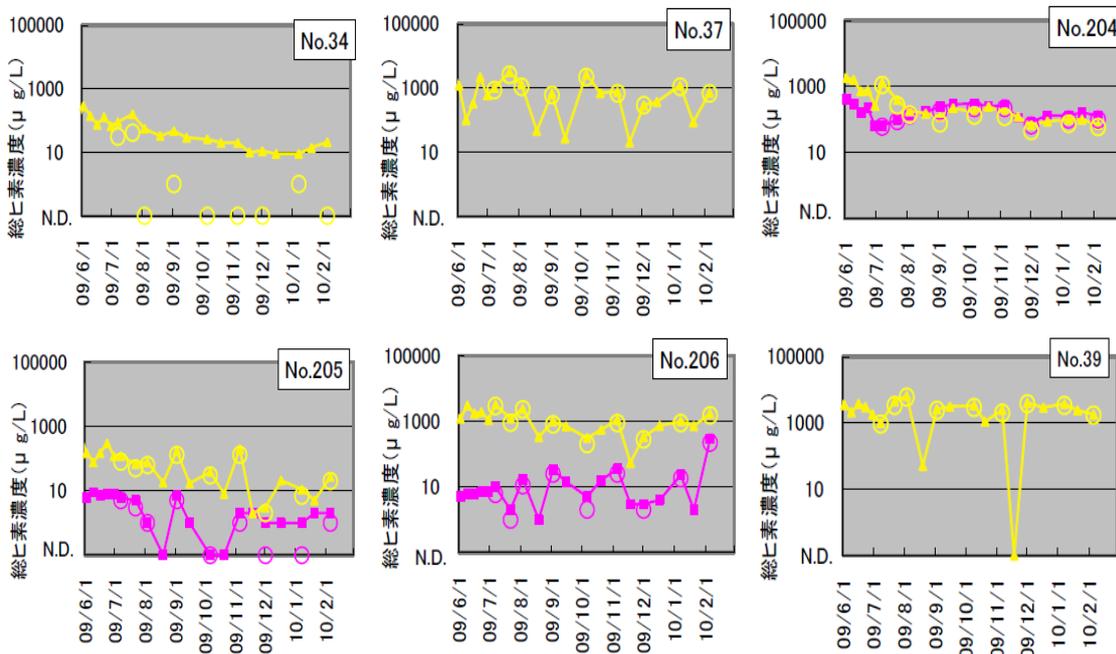


(7) 周辺井戸におけるモニタリング状況

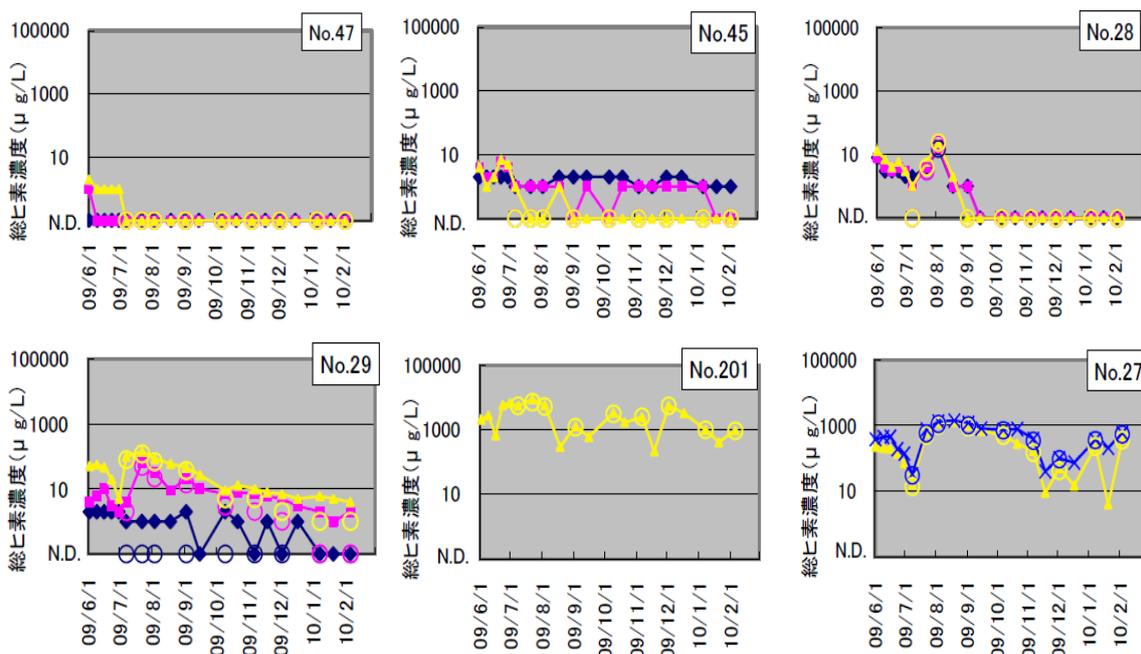
本格運転を開始した6月1日以降で見ると、160 m³/日揚水しているB-1井戸近傍のNo34、No37、No204、No205、No206の各井戸では、濃度が低下しており、No205井戸では、4月末の1.1mg/L(30m)から2月5日の0.027mg/Lに低下している。対策を行う以前から、非常に高濃度を示していたNo37井戸も、4月末の頃に21.0mg/Lであったものが、2月5日には0.73mg/Lと変動はあるものの、濃度の低下が顕著である。

一方で、B-1井戸から西に15m付近のNo39井戸では、5月25日の7.0mg/Lに対し、2月5日では1.8mg/Lと推移しており、低下傾向ではあるが、B-1近傍の井戸の中で濃度は最も高いことから、B-1井戸による対策効果がNo39までは十分に及んでいないと考えられる。

また、A地区の下流のNo201井戸では、7月22日に8.8mg/L(30m)という高濃度を示しており、以後低下傾向ではあるが、12月2日には5.6mg/Lを示すなど、依然濃度が高い傾向にあることから、現在、効果的な対策について検討を行っている。



A地区の外縁として位置付けているNo47、No45、No28、No29の各井戸においては、濃度変化は少なく対策による影響は生じていないと考えられる。



(8) 掘削調査地点におけるモニタリング状況

掘削調査地点内のモニタリング孔（揚水井戸を除く）は、対策前と比較すると、何れの地点も濃度が低下しているが低用量が少なく、特に中央北側にあるF-32井戸では、9月まで10.0mg/Lを超える濃度で推移しており、2月4日でも4.3mg/Lと高濃度で推移している。

一方、最も濃度が低下しているのは中央付近のF-2井戸で、6月1日に4.1mg/Lであったものが、2月4日で0.42mg/Lとなっている。

以上のことから、対策による効果は見られるものの、F-32井戸など高濃度で推移している地点もあり、未だ10.0mg/L近い高濃度部が掘削地点内に存在していることが示唆されることから、更に効果的な対策を検討し、高濃度汚染対策を実施して行きたい。

