

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

神栖地区における DPAA 地下水処理施設の運転は、平成 21 年 4 月初旬より準備を行い、4 月 30 日より運転を開始した。本格運転に先立ち、4 月 30 日から 5 月 31 日まで予備運転（日約 8 時間運転）を行い、本格運転（24 時間運転）を 6 月 1 日より実施している。

平成 21 年度上半期（6 月～9 月）における、DPAA 地下水処理施設の本格運転は日稼働時間 24 時間、土日祝日を除く週 5 日運転、揚水量約 300m³/日（150m³/日(B-1 井戸)、90m³/日(F-15 井戸)、60m³/日(掘削調査地点の F-1、F-5、F-6、F-22)として



いる。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 箇所の注水井戸から約 50m³/日の水道水を注入することとしている。

図 1.1 揚水井戸配置図

(1) 本格運転時における揚水量・注水量

本格運転期間（6 月～9 月）の総揚水量は、B-1 井戸で 11,845.5m³、F-15 井戸で 6,838.1m³、掘削箇所内井戸の F-1 井戸で 1,040.6m³、F-5 井戸で 1,181.9m³、F-6 井戸で 1,182.8m³、F-22 井戸で 679.0m³、計 22,767.9m³であった。

本格運転期間の注水は、掘削地点内において揚水量>注水量となることを原則とし、期間中の総注水量は、F-16 井戸で 402.6m³、F-17 井戸で 439.4m³、F-18 井戸で 446.0m³、F-19 井戸で 551.5m³、F-20 井戸で 642.3m³、F-21 井戸で 642.3m³、計 3,174.6m³（同期間の掘削地点揚水総量は 4,084.3 m³）であった。表 1.1、表 1.2 に揚水量・注水量の月毎データを示す。

表 1.1 上半期（6 月～9 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			
6月	3,132.30	1,877.40	228.60	310.80	311.10	103.10	953.60	5,963.30	
7月	3,262.30	1,891.20	332.10	332.00	332.20	217.90	1,214.20	6,367.70	
8月	2,558.50	1,439.10	253.80	253.70	253.90	168.10	929.50	4,927.10	
9月	2,892.40	1,630.40	226.10	285.40	285.60	189.90	987.00	5,509.80	
合計	11,845.50	6,838.10	1,040.60	1,181.90	1,182.80	679.00	4,084.30	22,767.90	

表 1.2 上半期（6月～9月）本格運転時における月単位注水量

月	注水量(m ³)							合計
	F-16	F-17	F-18	F-19	F-20	F-21	掘削箇所計	
6月	81.10	95.10	68.40	99.50	119.00	131.80	594.90	594.90
7月	122.40	131.80	109.90	173.50	222.40	182.00	942.00	942.00
8月	104.10	100.10	128.10	132.50	170.10	156.80	791.70	791.70
9月	95.00	112.40	139.60	146.00	181.30	171.70	846.00	846.00
合計	402.60	439.40	446.00	551.50	692.80	642.30	3,174.60	3,174.60

本格運転中の7月に入り、掘削箇所のF-1において、やや揚水量が確保できない状況が見られたことから、8月の揚水からは、B-1の揚水量を150 m³/日から160 m³/日とし、300m³/日を確保できるように調整を行っている。

(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）は上半期期間（6月～9月）中151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)を満たす定量下限値(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（4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。なお、8月に実施した下水道排除基準項目の分析結果においても、基準値を超過する水質項目は無かった。表1.3に期間中、クロスチェックの為に4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33回実施している。最大濃度は6月で5.4mg/L、最小濃度は9月で1.6mg/Lである。9月の平均濃度は1.9mg/Lであり、6月の平均濃度4.2mg/Lの半分以下となっている。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)を放流水濃度とすると、上半期(6月～9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 上半期（6月～9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
6月			[現場分析]	[分析機関]	
原水	(mg/L)		4.2	4.1	現場:平均値 (最大値: 5.4、最小値: 3.4)
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	(%)	-	99.9%	99.9%	除去率=(原水濃度-放流水濃度)/(原水濃度)×100
7月			[現場分析]	[分析機関]	
原水	(mg/L)		2.9	3.0	現場:平均値 (最大値: 3.5、最小値: 2.4)
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	(%)	-	99.8%	99.8%	除去率=(原水濃度-放流水濃度)/(原水濃度)×100
8月			[現場分析]	[分析機関]	
原水	(mg/L)		2.2	2.7	現場:平均値 (最大値: 2.4、最小値: 1.9)
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	(%)	-	99.8%	99.8%	除去率=(原水濃度-放流水濃度)/(原水濃度)×100
9月			[現場分析]	[分析機関]	
原水	(mg/L)		1.9	2.1	現場:平均値 (最大値: 2.1、最小値: 1.6)
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	(%)	-	99.7%	99.8%	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。



粉末活性炭により DPAA を吸着する活性炭反応槽。A 地区の原水濃度が低くなった場合には、活性炭吸着塔のみの運用も考慮し、フレキシブルな対応も可能なセッティングとしている。（写真上）

(4) 本格運転時におけるヒ素回収量

本格運転時におけるヒ素回収量を算出するため、原水槽及び各揚水井戸で採水を行い、総ヒ素分析により濃度を確認し、地下水処理によるヒ素回収量を算出した。算出に採用した総ヒ素濃度は、原則として、各揚水井戸から週 1 回測定される分析結果から得られた値とし、分析しない間のデータの無い部分の算出は、前後の分析データの平均値として算出を行った。なお、4 月から 5 月末まで行った予備運転時のヒ素回収量は、各揚水井戸毎の濃度測定を行っていないことから、各揚水井戸から揚水された水を集めた原水槽での濃度の値を用いて算出している。表 1.4 に運転月毎のヒ素回収量を示す。

以上の値をまとめると、揚水量と各揚水井戸の総ヒ素濃度（推定値含む）から算出される上半期（6 月～9 月）の本格運転時におけるヒ素回収量は、総ヒ素換算で約 65.26kg となった。

表 1.4 上半期（6 月～9 月）本格運転時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			
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	
合計	22.33	35.76	0.93	2.74	2.76	0.74	7.17	65.26	

(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 と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 の濃度低下速度は小さく、6月1日の 7.7 mg/L が 9月29日時点で未だ 3.3 mg/L となっている。揚水に伴い濃度上昇も見られることから、付近に高濃度プルームが存在していることも考えられる。

掘削調査地点内では、F-5、F-22 で、濃度に低下傾向が見られるものの、F-1、F-6、では大きな濃度低下は見られない。極端な濃度の低下は見られないことから、注水した水が水みちを通り、そのまま揚水されるといった現象は起こっていないと考えられる。

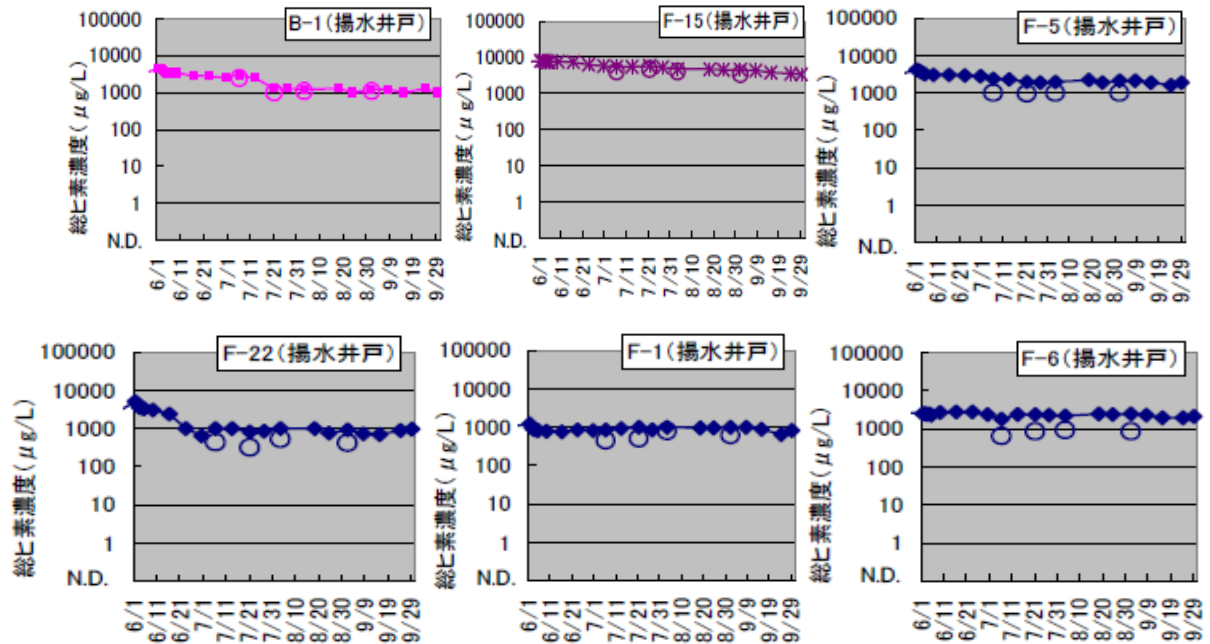
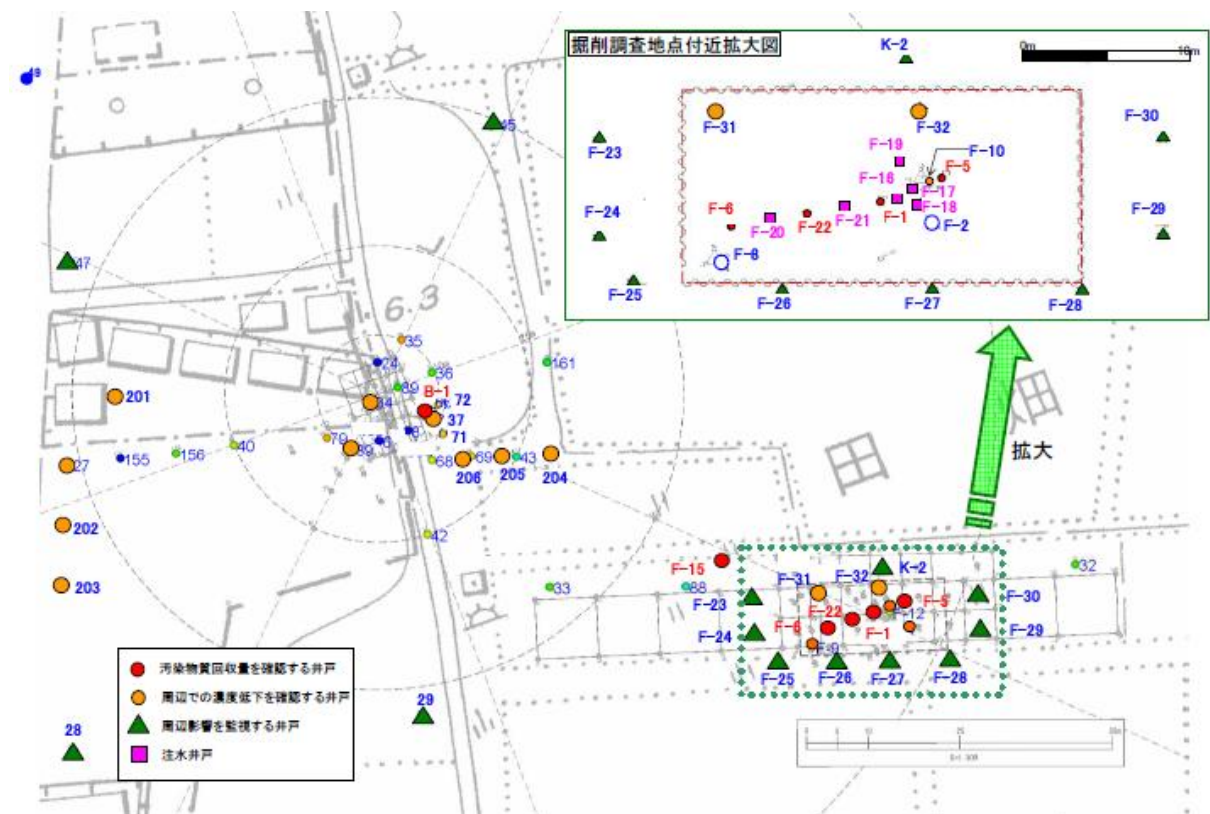
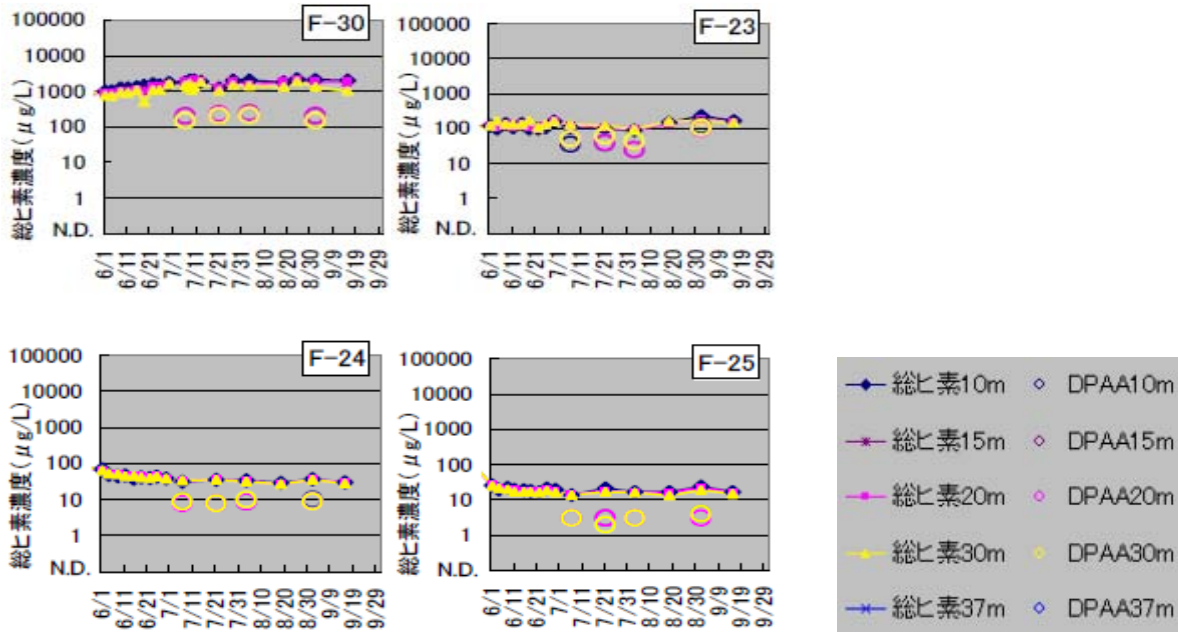


図 1.2 高濃度汚染対策時における周辺地下水モニタリング位置図



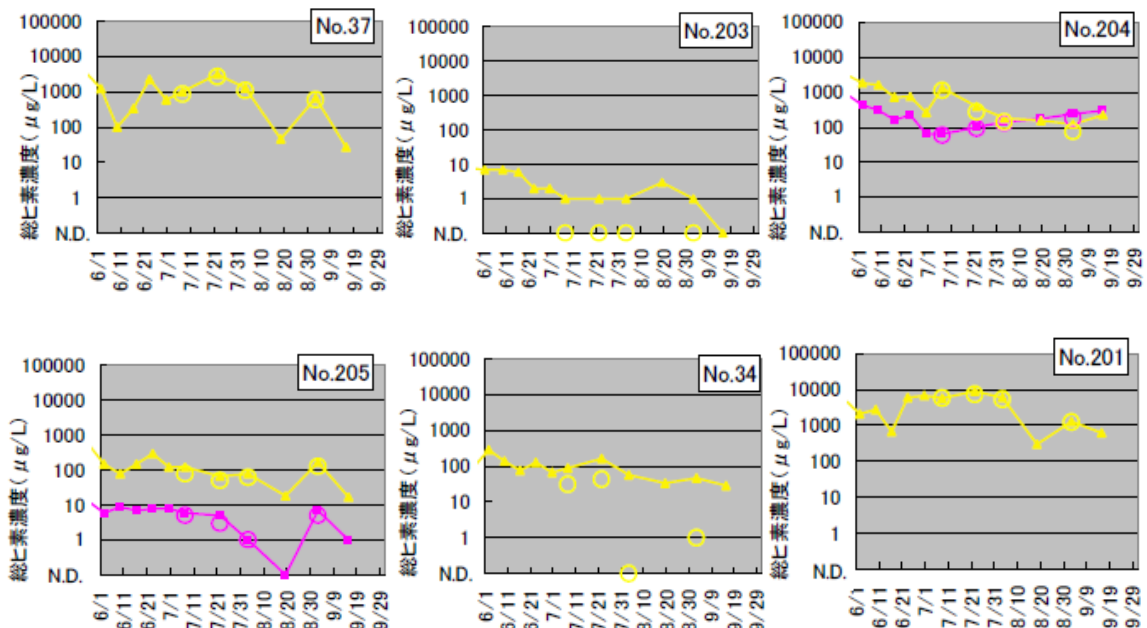
(6) 汚染を拡散させていないことを確認するモニタリング状況

掘削調査地点上流側の F-30 の深度 30m において、6 月 22 日に初期値 (0.34 mg/L) の 3 倍である 1.1 mg/L が検出されたため、7 月 6 日以降は水質分析頻度を上げてモニタリングを実施した。その後濃度上昇は止まり、1.5 mg/L 程度で横這いとなったため、7 月 11 日以降は分析頻度を元に戻した。9 月末まで濃度は横這いである。F-30 以外では、掘削地点西側の F-23、F-24、F-25 で若干の低下傾向が見られるが、この他の孔の濃度はほぼ横這いとなっている。なお、F-30 (30m) の濃度上昇については、7 月以降濃度が横這いであること、またこの深度が対策を行っている 10m 付近と異なることなどから、対策による汚染拡散ではないと判断している。



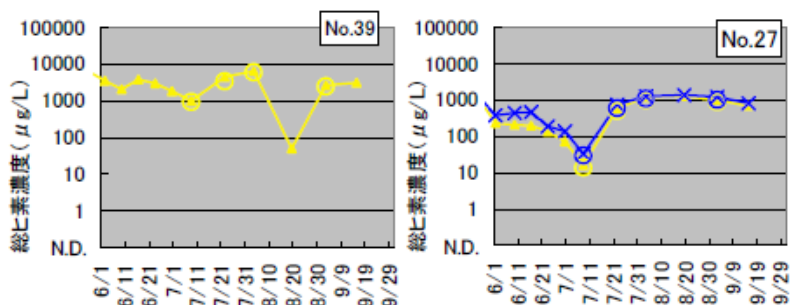
(7) 周辺井戸におけるモニタリング状況

予備運転を開始した 4 月 30 日以降で見ると、揚水量の最も多い B-1 近傍の No37、No203、No204、No205 では、明らかに濃度が低下しており、例えば No204 では 4 月 30 日の 2.0 mg-As/L から 8 月 19 日は 0.15 mg-As/L に下がっている。また、No34、No201 も時期による濃度の上下があるものの、傾向としては低下している。



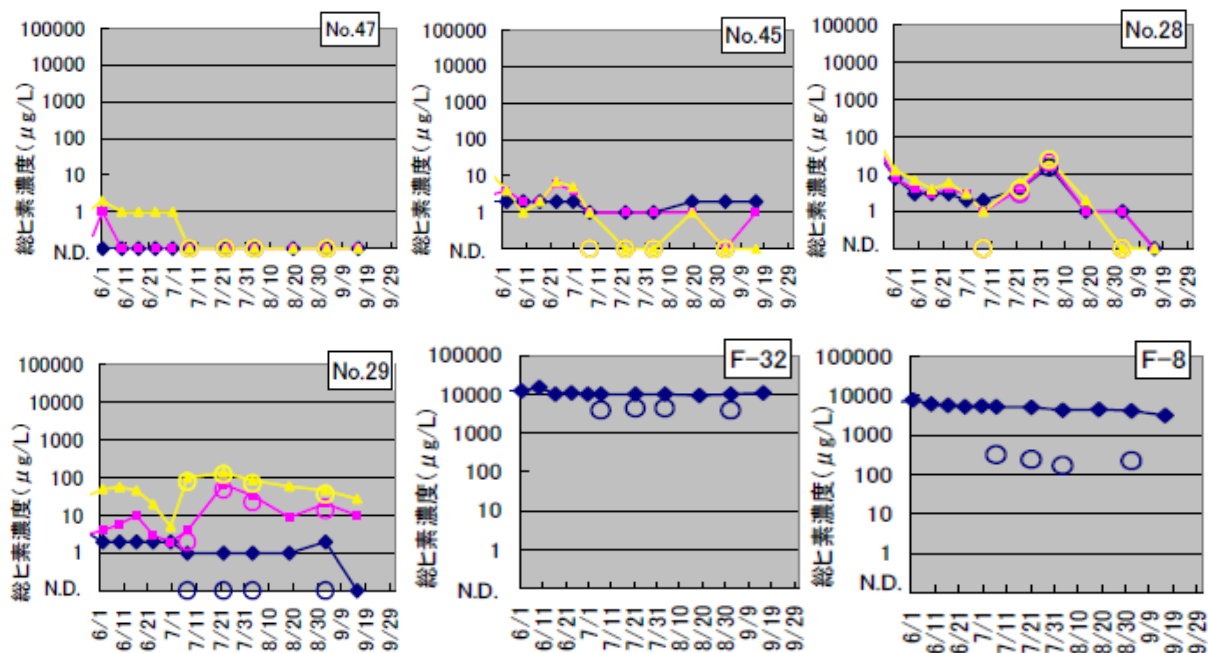
一方で、B-1 井戸から西に 15m 付近の No39 では明瞭な濃度低下が見られず、付近に高濃度ブルームが存在しているか、B-1 井戸揚水による影響が及んでいないことも考えられる。

A 地区の下流と位置付けている No27、No201 においても、現時点で揚水に伴うと考えられる濃度変化は生じていない。



A 地区の外縁として位置付けている No47、No45、No28、No29 においては、濃度変化は少なく対策による影響は生じないと考えられる。ただし No29 の深度 30m の濃度がやや上昇しているため、今後注視する必要がある。

なお、掘削調査地点内の地下水観測用として設置した F-32 では、3 月以降 10 mg/L を超える濃度のヒ素が検出され、未だ 10mg/L を超える高濃度部が掘削地点内に存在していることを示唆している。また F-8 では 3 月まで 10 mg/L を超える濃度が、4 月以降も 5.0 mg/L を超える濃度が検出されている。



以上のようなモニタリング状況であるが、高濃度汚染対策は始まったばかりの段階であり、現段階では得られたデータが少ないことから、もう少しの間、モニタリング結果を注視し、有効な対策と対応を検討して行きたい。