

茨城県神栖市における地下水モニタリング（令和6年冬季～秋季）の結果について

1. これまでの調査・対策等の経緯

平成15年3月、茨城県神栖町（当時）の集合住宅の共用飲用井戸（A井戸）において、有機ヒ素化合物による地下水汚染が発覚した。以後、汚染源の探索調査等を行い、平成16年12月にA井戸の南東90m付近において掘削調査を行ったところ、汚染源となる高濃度のDPAAを含むコンクリート様の塊を発見し、周辺土壌とともに全て現場から除去した。

しかし、A井戸付近や掘削調査地点の地下には高濃度の汚染地下水が残存し、汚染拡大の原因となりうることから、平成21年度から3年間、A地区の汚染地下水を揚水する高濃度汚染対策を行い、A井戸周辺の地下水中に残存していると推定された有機ヒ素化合物重量の約99%を除去したところである。

神栖地区の地下水モニタリングは、A井戸及びB地区を中心としたABトラックを設定し、その内部・外縁において、地下水の水位測定を毎月（年12回）、有機ヒ素化合物（DPAA、PAA、PMAA※1※2）の分析を季節毎（年4回）に実施している。

なお、この資料中、検出とは、有機ヒ素化合物の各分析値が0.001mg-As/L以上をいう。

※1 DPAA：ジフェニルアルシン酸、PAA：フェニルアルソン酸、PMAA：フェニルメチルアルシン酸

※2 有機ヒ素化合物濃度は、DPAA、PAA、PMAA濃度の合計値

2. 汚染メカニズム

神栖地区の地下水汚染メカニズムについては、これまでの調査・地下水汚染シミュレーションの結果から、以下のように推定されている。

平成5年以降に何者かに投棄されたコンクリート様の塊から溶出したDPAAを高濃度に含む水は、周辺の地下水よりも密度が大きいため降下浸透し、深度25～30mに分布する透水性の良い砂礫層に達した時点で水平方向に流れの方向を変え、地下水の流向に従いA井戸の方向へ流れていったと推定される（図1）。さらに、この砂礫層は神栖地区の広範に渡って分布するために、汚染地下水はA井戸からB地区そしてABトラック南西地域にまで広がったと推定される。

地下水汚染模式断面図

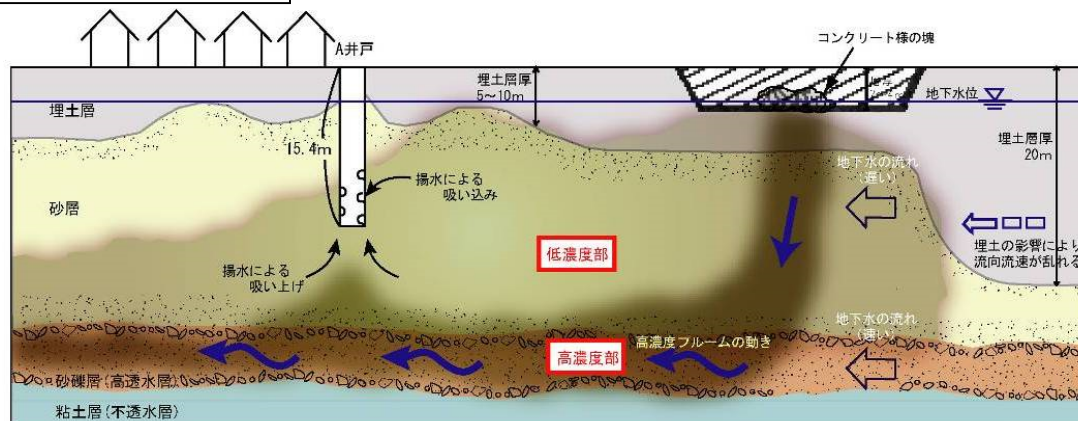


図1 A井戸周辺の汚染メカニズム（「シミュレーション等報告書」より）

3. 飲用自肅範囲の変遷

神栖事案では、平成 16 年夏季のモニタリング開始以降、地下水汚染の広がりに応じて、適宜、飲用自肅範囲の拡大を行ってきた。近年は地下水汚染の拡大が確認されないため、平成 24 年 3 月を最後に飲用自肅範囲の拡大は行っていない。図 2 は飲用自肅範囲設定の変遷である。

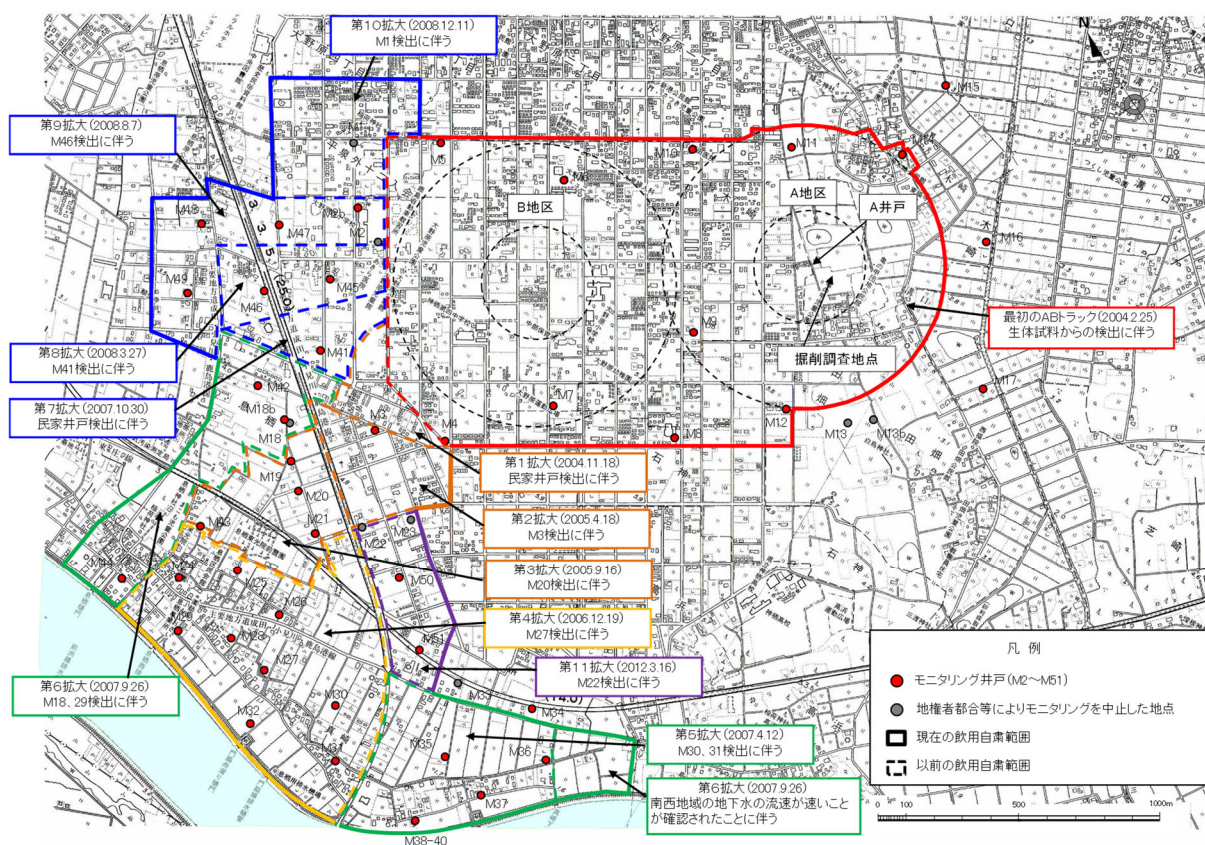


図 2 飲用自肅範囲設定の変遷

4. 地下水モニタリングの結果

(1) 地下水汚染の概況

昨年までの地下水汚染状況と今年の地下水汚染状況を以下に概観する。

ア 全体（飲用自粛範囲）

○令和 6 年 : 令和 6 年のモニタリングにおいて、飲用自粛範囲の外側への地下水汚染の拡大は確認されていない。

イ 汚染源（掘削調査地点）付近

○令和 5 年まで：地下水汚染発覚時、汚染源（掘削調査地点）付近では、有機ヒ素化合物濃度は最大 180mg-As/L であったが、汚染源除去及び高濃度汚染対策の実施時には顕著な濃度低下が見られた。高濃度汚染対策終了後、有機ヒ素化合物濃度は横ばい傾向にある。有機ヒ素化合物の検出割合は緩やかに低下傾向にあったが、平成 30 年以降は横ばい傾向にある。

○令和 6 年 : 有機ヒ素化合物濃度及び検出割合は令和 5 年とほぼ同様であり、横ばい傾向であった。なお、検出割合は 77%（令和 6 年）であり、他地区（イ・ウ・エ）と比較して高い。

ウ A 地区（掘削調査地点付近除く）

○令和 5 年まで：A 地区（掘削調査地点付近除く）では特に高濃度汚染対策時の有機ヒ素化合物濃度低下が顕著であった。その後も濃度は緩やかに低下傾向にある。有機ヒ素化合物の検出割合も長期的には低下傾向にある。

○令和 6 年 : 有機ヒ素化合物濃度は令和 5 年とほぼ同様であった。また、有機ヒ素化合物の検出割合は 31%と令和 5 年に比べやや増加したが、有機ヒ素化合物濃度及び検出割合共に長期的には低下傾向が続いていると考えられる。

エ AB 間・B 地区

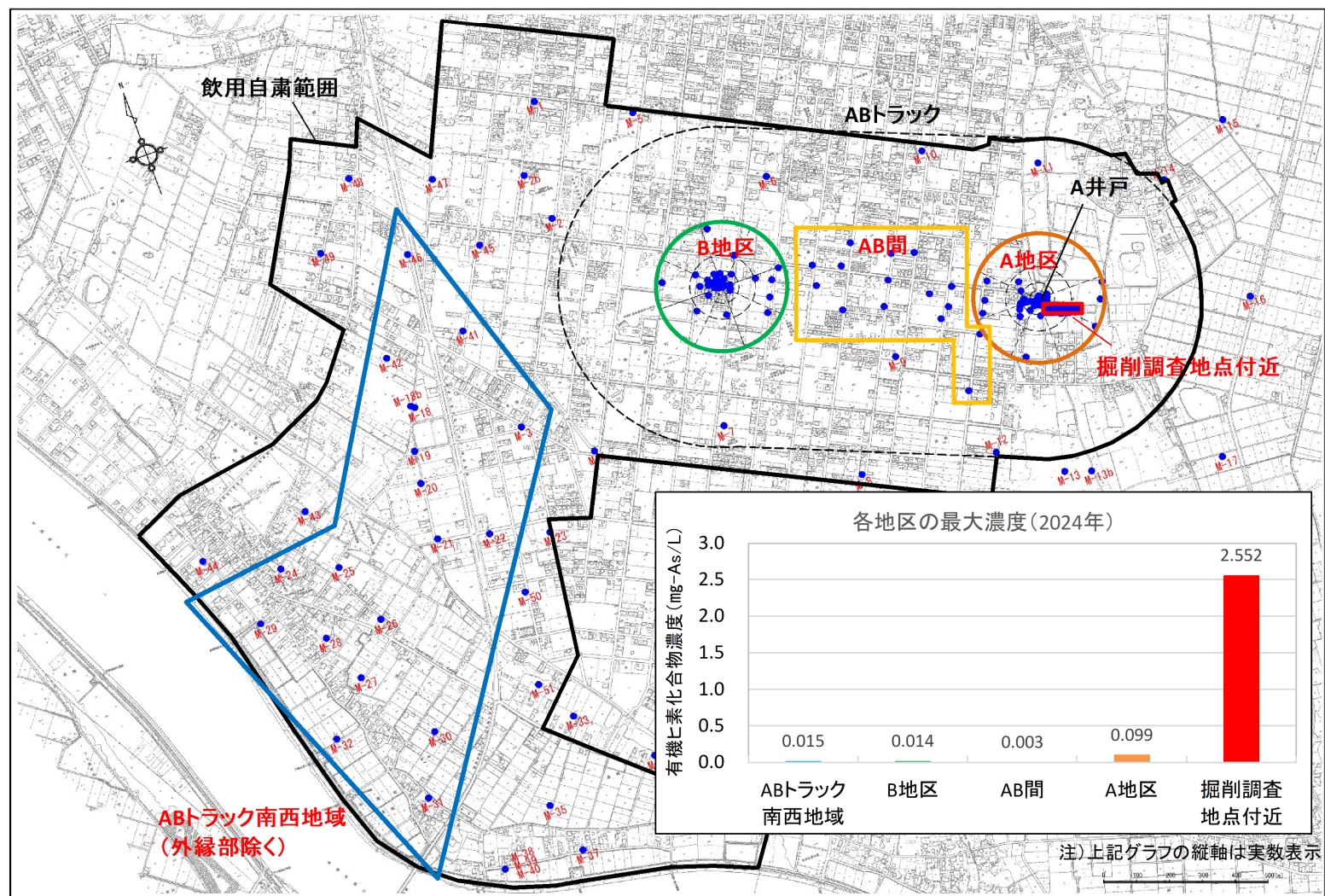
○令和 5 年まで：有機ヒ素化合物濃度は及び検出割合は、平成 30 年頃まで緩やかな低下傾向が見られた。その後は、有機ヒ素化合物の年平均濃度 0.001mg-As/L 以下、検出割合 10%以下で横ばい傾向となっている。

○令和 6 年 : 引き続き、有機ヒ素化合物の年平均濃度 0.001mg-As/L 以下、検出割合 10%以下で横ばい傾向となっている。

オ AB トラック南西地域

○令和 5 年まで：有機ヒ素化合物濃度及び検出割合は、緩やかではあるが低下傾向にある。

○令和 6 年 : 引き続き、有機ヒ素化合物濃度及び検出割合は、緩やかではあるが低下傾向にある。



※有機ヒ素化合物は、DPAA、PAA、PMAA濃度の合計値として整理した。
※グラフ中の2004年の値は、モニタリング井戸設置時の初期分析及び2004年夏季、秋季を対象としている。
※検出割合は各季それぞれの検出試料数÷分析試料数の年平均とした。

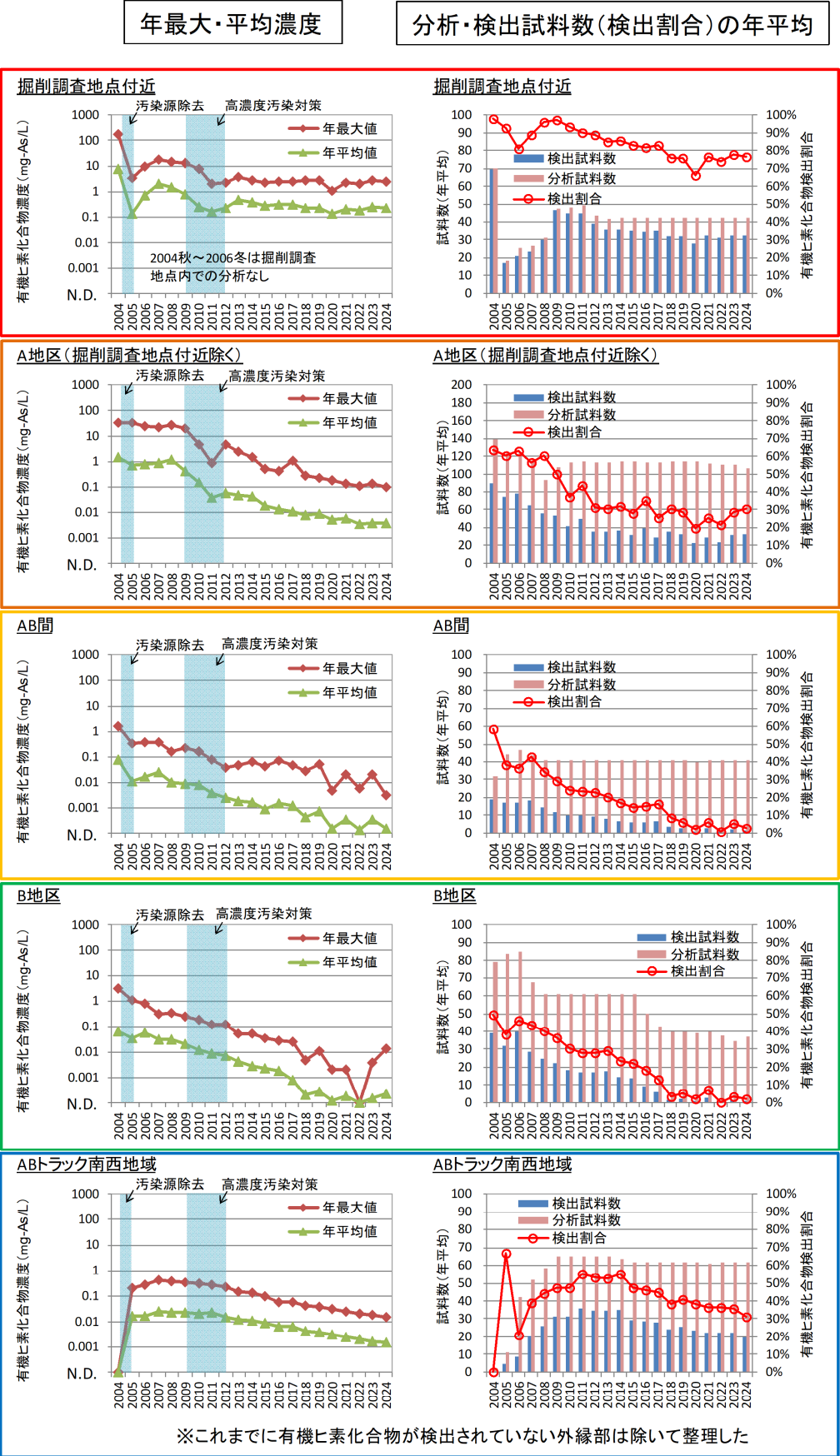


図3 対象地区ごとの有機ヒ素化合物濃度の年最大値・年平均及び分析・検出試料数(検出割合)

(2) 地下水位モニタリング結果と流向

地下水位は、令和 6 年 2 月に観測期間中の最低水位付近まで低下したが、令和 6 年 3 月以降は全体的に上昇傾向となり、令和 6 年 7 月に年間の最高水位を記録した。その後は、令和 6 年 11 月は一時的に地下水位が高くなったが、その他の令和 6 年 8 月～10 月、12 月は変動しながらも概ね平均的な地下水位であった。

令和 6 年 1 月～12 月の A 井戸直近 (No. 36) と B 地区 (No. 167) の地下水位の差は、0.039m～0.333m であった (表 1)。

このうち令和 6 年 7 月、8 月においては、この A 井戸直近 (No. 36) と B 地区 (No. 167) の水位差が僅かであり、地下水面はこの 2 地点間の中央でマウンド状にやや高くなる形状であった。令和 6 年 7 月、8 月の地下水流向は、普段の A 井戸から B 地区方向ではなく、ほぼ流れが無い状態、あるいは AB トラックの中央付近を境には非常に遅い速度で A 井戸そして掘削調査地点へ向う流れと、B 地区へ向かう流れに分かれていたと考えられる (図 4)。

一方、令和 6 年 1 月～6 月、9 月～12 月の地下水流向は、A 井戸から B 地区、そして AB トラック南西では常陸利根川方向に向かう従来の地下水流向であった (図 5)。

なお、地下水流向が従来と変わった可能性のある令和 6 年 7 月、8 月と同時期の令和 6 年夏季のモニタリングにおいて、掘削調査地点南東の No. 200 で 0.002mg-As/L と微量の有機ヒ素化合物が検出されたものの、さらに南東の AB トラック外縁部 (M-17) では有機ヒ素化合物は不検出であり (図 6)、地下水汚染の拡大は無いことが確認された。

表 1 A 井戸直近、B 地区の地下水位及び A 井戸直近と B 地区の水位差 (単位：標高 m)

年	令和 6 年					
測定月日	1 月 11 日	2 月 5 日	3 月 5 日	4 月 17 日	5 月 13 日	6 月 4 日
A 井戸直近 (No. 36)	1.527	1.494	1.698	2.423	2.056	2.428
B 地区 (No. 167)	1.355	1.255	1.433	2.215	1.879	2.095
水位差 (A-B)	0.172	0.239	0.265	0.208	0.177	0.333
年	令和 6 年					
測定月日	7 月 3 日	8 月 9 日	9 月 5 日	10 月 2 日	11 月 11 日	12 月 3 日
A 井戸直近 (No. 36)	2.728	2.084	2.344	2.068	2.692	2.454
B 地区 (No. 167)	2.615	2.045	2.030	1.875	2.473	2.177
水位差 (A-B)	0.113	0.039	0.314	0.193	0.219	0.277

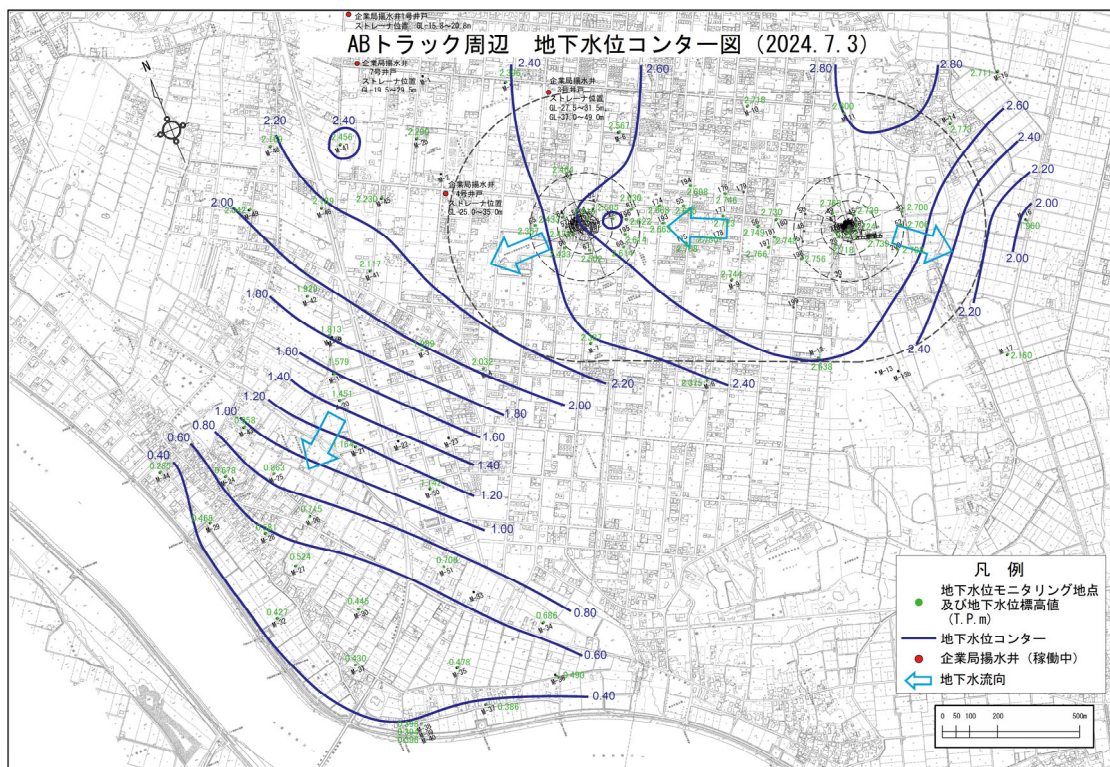


図 4 ABトラック周辺の地下水位コンター図 (令和 6 年 7 月 3 日)

※高水位時の地下水流れ方向

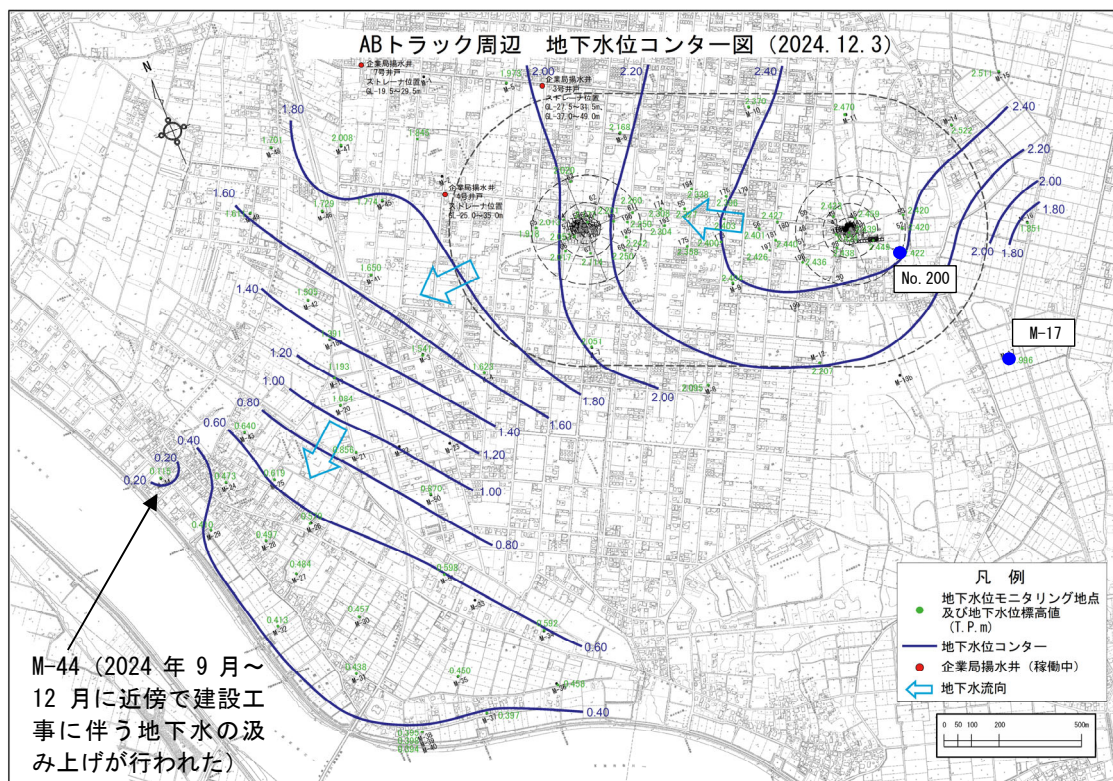


図 5 ABトラック周辺の地下水位コンター図 (令和 6 年 12 月 3 日) ※従来の地下水流れ方向

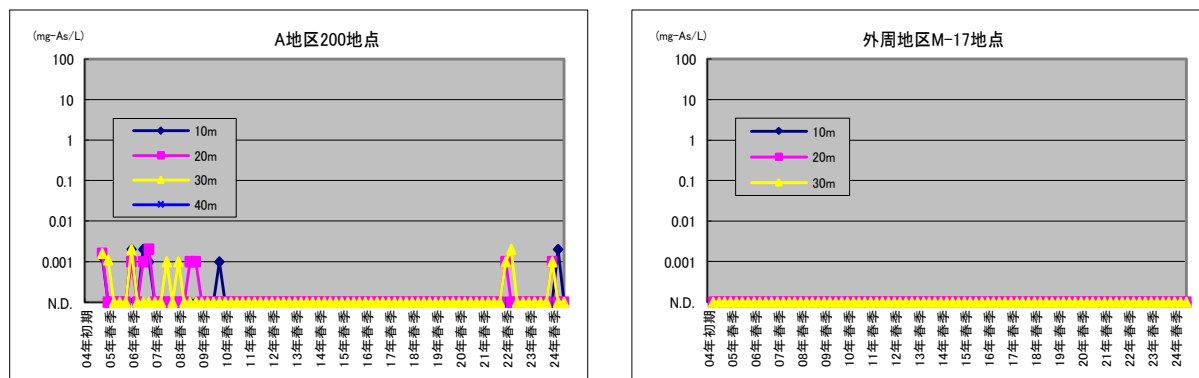


図 6 掘削調査地点南東のモニタリング井戸（No. 200、M-17）の有機ヒ素化合物濃度グラフ

（3）有機ヒ素化合物モニタリング（令和 6 年冬季～秋季）結果

令和 6 年の採水は冬季に 2 月 6 日～2 月 9 日、春季に 5 月 7 日～5 月 12 日、夏季に 8 月 5 日～8 月 8 日、秋季に 11 月 5 日～11 月 8 日に実施した。

ア 掘削調査地点付近

地下水汚染発覚時と比較すると大きく濃度低下したが、汚染源地域でもあり、令和 6 年時点でも唯一 1mg-As/L を超える汚染が残存する区域である。令和 6 年における有機ヒ素化合物濃度の最大値は 2.552mg-As/L（F-23 [30m]：春季）であった（図 7、表 2）。

イ A地区のA井戸近傍及びA井戸下流

全体的に濃度低下傾向にあり、令和 6 年における有機ヒ素化合物濃度の最大値は 0.099mg-As/L（No. 29 [30m]：秋季）であった（図 7、表 2）。

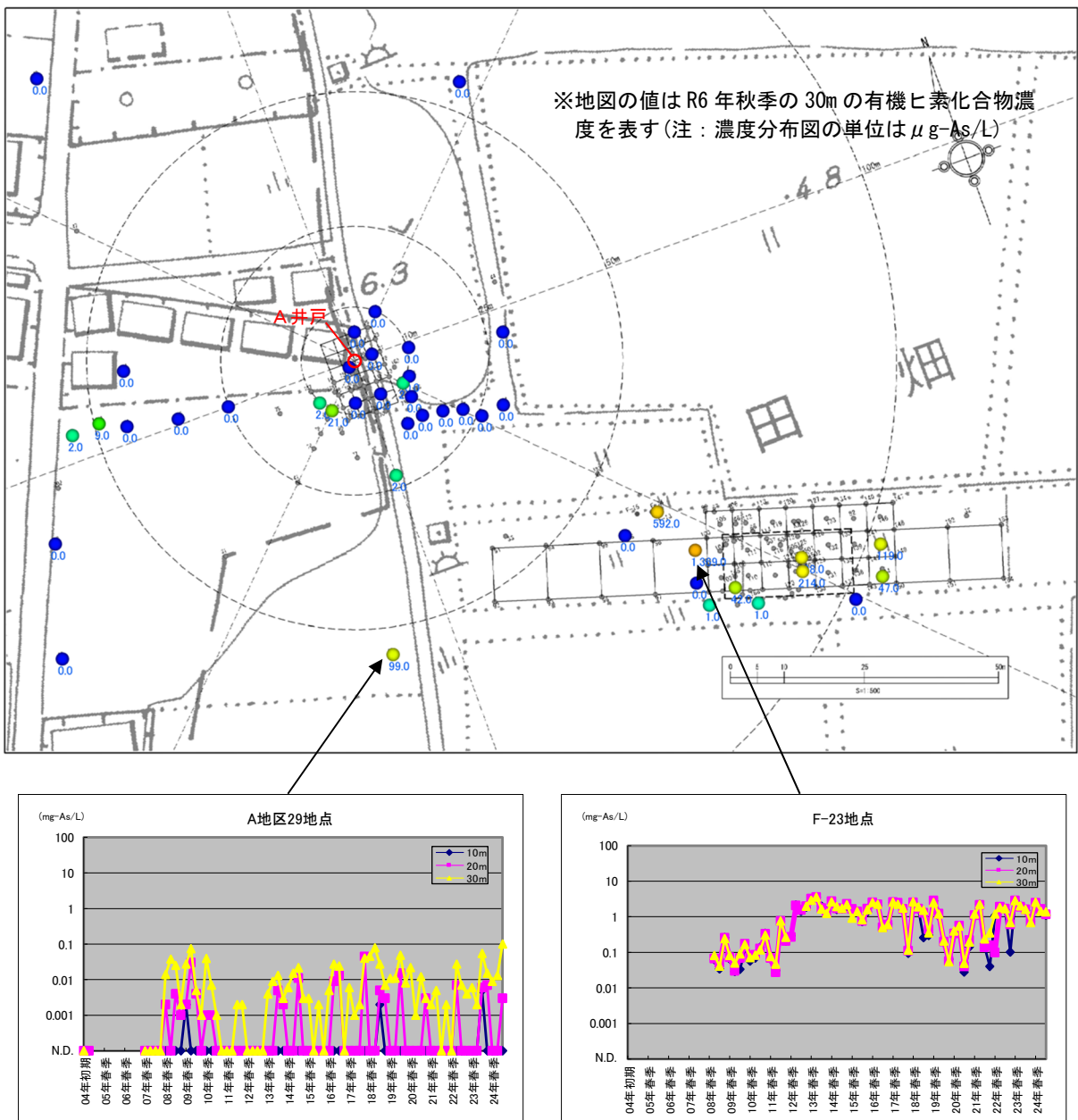


図 7 地下水モニタリング結果概要図
(掘削調査地点から A 井戸にかけての有機ヒ素化合物濃度グラフ)

表 2 令和 4 年冬季以降の F-23、No. 29、No. 195、M20 の有機ヒ素化合物濃度一覧表

井戸No.	深度	2022年				2023年				2024年			
		冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季
F-23	10m	0.040	1.068	1.719	1.586	0.101	1.977	1.522	0.005	0.725	2.372	1.346	1.098
	20m	0.155	0.097	1.909	1.676	0.611	2.842	1.877	1.610	0.697	2.452	1.636	1.168
	30m	0.349	1.177	1.816	1.678	0.682	2.853	1.998	1.613	0.687	2.552	1.424	1.369
No.29	10m	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	20m	N.D.	N.D.	0.007	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.006	0.007	N.D.	N.D.	0.003
	30m	0.002	N.D.	0.027	0.007	0.004	0.006	0.002	0.054	0.015	0.009	0.013	0.099
No.195	10m	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.002	N.D.	N.D.	0.005	N.D.	N.D.	N.D.
	20m	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.004	N.D.	N.D.	0.014	N.D.	N.D.	N.D.
	27m	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
M20	10m	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.001	N.D.	N.D.	0.007	N.D.	N.D.	N.D.
	20m	0.014	N.D.	N.D.	0.007	0.011	N.D.	0.014	0.013	0.007	0.010	0.010	0.009
	30m	0.020	0.018	0.015	0.015	0.013	0.018	0.016	0.017	0.015	0.013	0.013	0.014
	33m	0.021	0.014	0.017	0.015	0.015	0.014	0.007	0.015	0.014	0.010	0.012	0.012

色凡例(単位: mg-As/L)

- 0.001以上
- 0.01以上
- 0.1以上
- 1以上

ウ AB間・B地区

これまでと同様、地下水の汚染主体は、深度 30m に確認される低濃度の汚染である。令和 6 年は、有機ヒ素化合物の検出数は四季とも 78 試料中 1～5 試料とわずかであった。令和 6 年における有機ヒ素化合物濃度の最大値は 0.014mg-As/L (No.195 [20m]: 冬季) であった (図 8、表 2)。

エ ABトラック外縁部について (ABトラック南西地域)

有機ヒ素化合物が検出されるのは、これまでと同様に AB トラック南西地域のみであり、濃度は低下傾向にある。令和 6 年における有機ヒ素化合物濃度の最大値は 0.015mg-As/L (M-20 [20m]: 冬季) であった (図 8、表 2)。

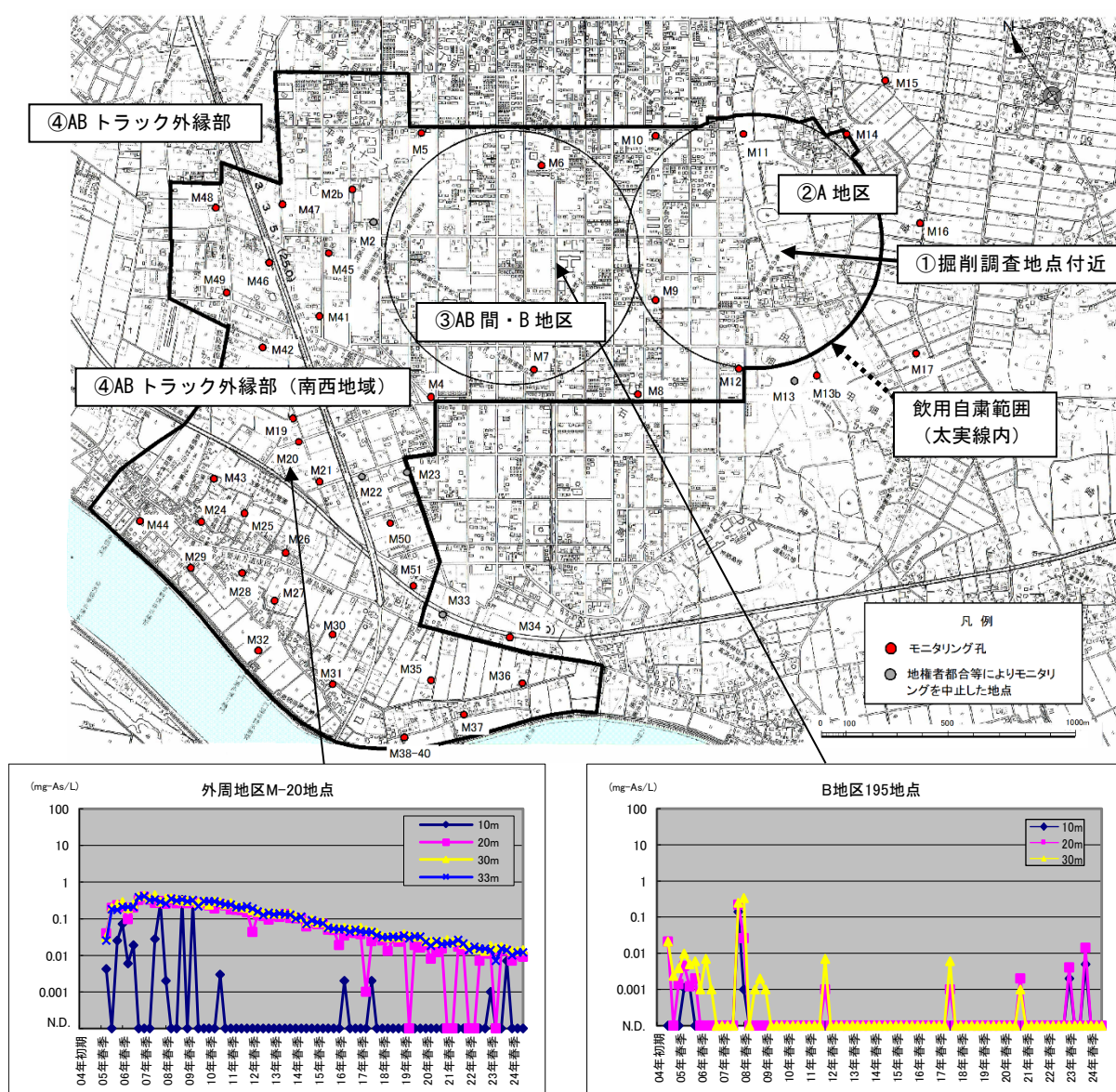


図 8 地下水モニタリング結果概要図

(AB 間から AB トラック南西地域にかけての有機ヒ素化合物濃度グラフ)