

茨城県神栖市における地下水モニタリング（令和 5 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。

※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以降下浸透し、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

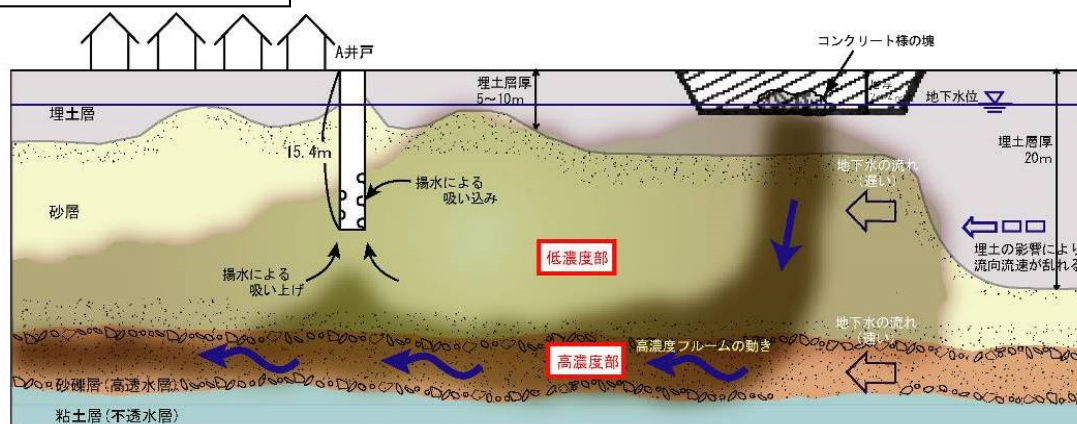


図 1 A 井戸周辺の汚染メカニズム（「シミュレーション等報告書」より）

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。

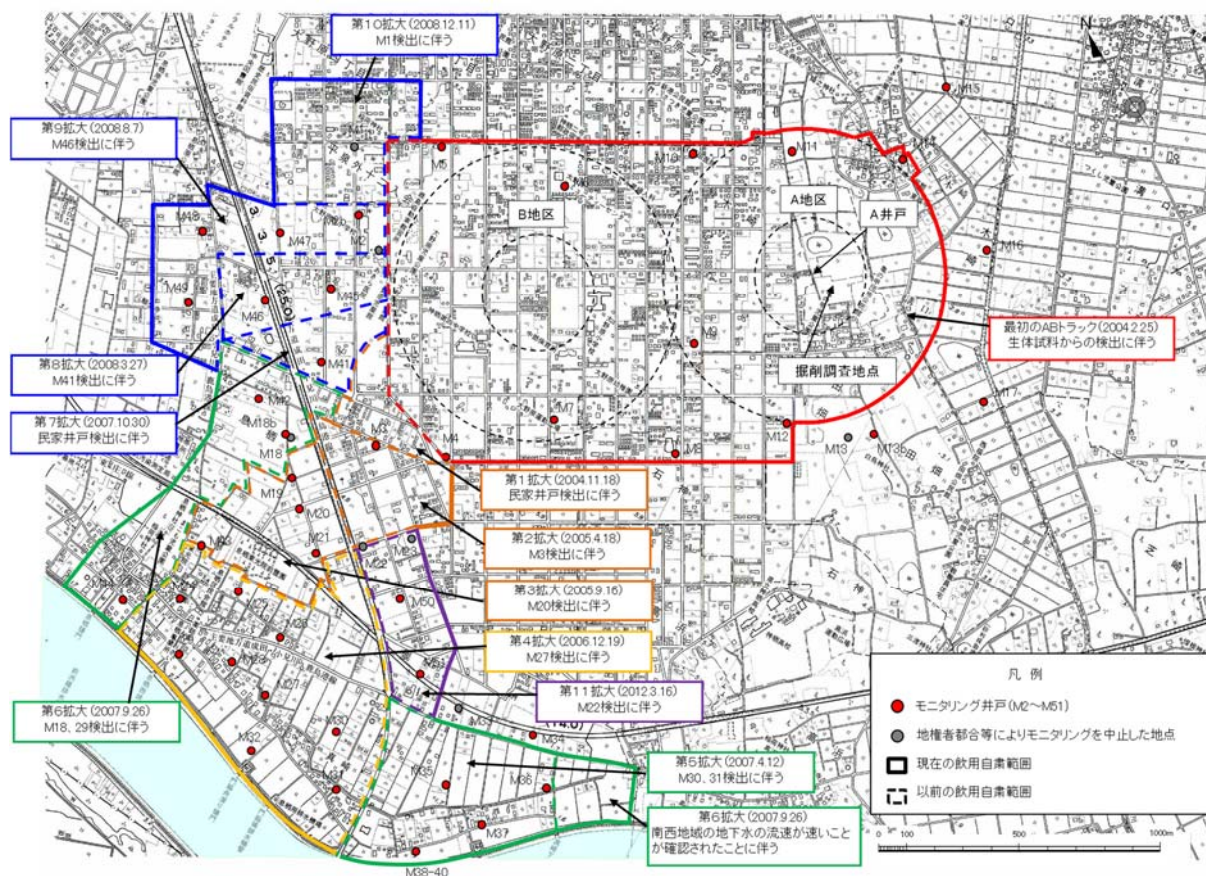


図 2 飲用自肅範囲設定の変遷

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 5 年 : 令和 5 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 4 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る。

○令和 5 年 : 有機ヒ素化合物濃度及び検出割合は令和 4 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 78%（令和 5 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 4 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 5 年 : 有機ヒ素化合物濃度は令和 4 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 29%と令和 4 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

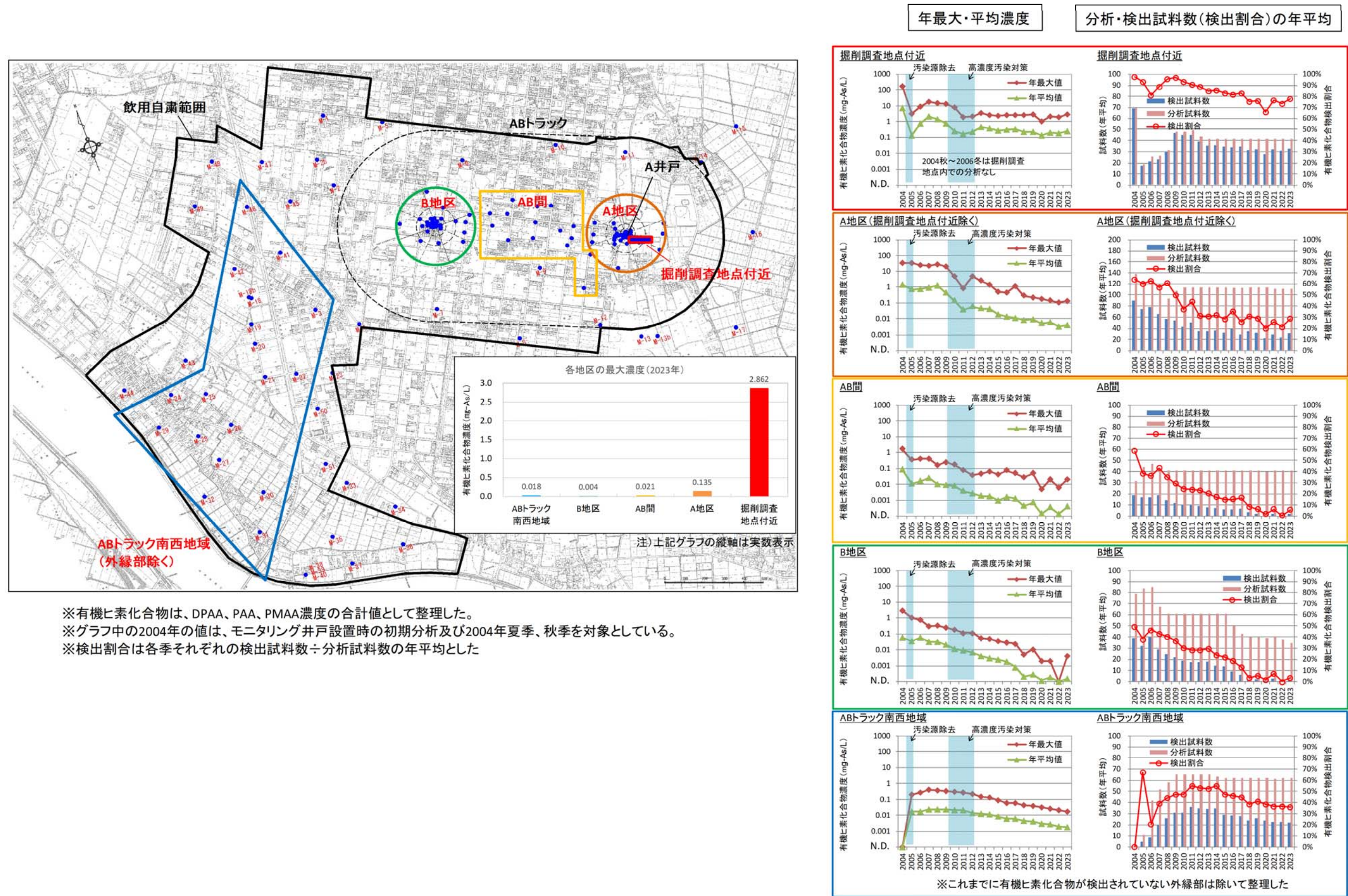
○令和 4 年まで：有機ヒ素化合物濃度は及び検出割合は、平成 30 年頃まで緩やかな低下傾向が見られた。その後は、有機ヒ素化合物の年平均濃度 0.001mg-As/L 以下、検出割合 10%以下で横ばい傾向となっている。

○令和 5 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 4 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 5 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。



(2) 地下水位モニタリング結果と流向

地下水位は、令和 5 年 1 月～5 月は低水位であったが、令和 5 年 6 月は降水量が多かったことを反映して A 井戸直近で約 1m 上昇し、その後は令和 5 年 6 月をピークに令和 5 年 9 月にかけて低下傾向となった後、令和 5 年 10 月、11 月は降雨に対応した小幅な上下動を繰り返した。

令和 5 年 1 月～11 月の A 井戸直近 (No. 36) と B 地区 (No. 167) の地下水位の差は、0.081m～0.353m であった (表 1)。

このうち、高水位であった令和 5 年 7 月及び翌 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。なお、このような地下水面形状は過去にも令和元年後半～令和 2 年前半などの高水位の時期に一時的に見られている。

今年の地下水流向は、一時期 (令和 5 年 7 月～8 月) を除き、昨年までの流向と同様、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流向であった (図 4)。

令和 5 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 5)。

なお、地下水流向が従来と変わった可能性のある令和 5 年 7 月、8 月以降も、掘削調査地点南東のモニタリング井戸 (No. 200、M-17) では有機ヒ素化合物は不検出であり、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 5 年					
測定月日	1 月 12 日	2 月 10 日	3 月 3 日	4 月 12 日	5 月 8 日	6 月 6 日
A 井戸直近 (No. 36)	1. 876	1. 688	1. 723	1. 788	1. 768	2. 720
B 地区 (No. 167)	1. 705	1. 515	1. 525	1. 579	1. 495	2. 367
水位差 (A - B)	0. 171	0. 173	0. 198	0. 209	0. 273	0. 353

年	令和 5 年				
測定月日	7 月 13 日	8 月 4 日	9 月 7 日	10 月 2 日	11 月 10 日
A 井戸直近 (No. 36)	2. 362	1. 913	1. 637	1. 928	2. 013
B 地区 (No. 167)	2. 281	1. 816	1. 422	1. 745	1. 821
水位差 (A - B)	0. 081	0. 097	0. 215	0. 183	0. 192

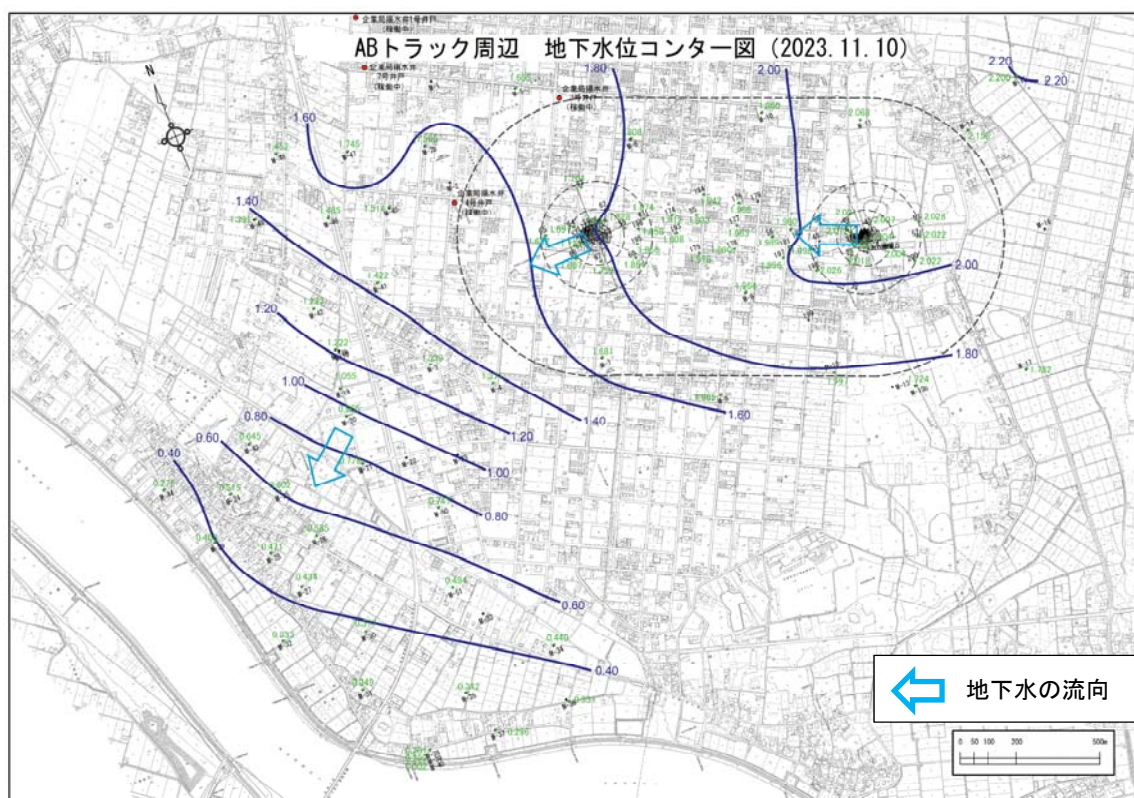


図4 ABトラック周辺の地下水位コンター図（令和5年11月10日）※低水位時

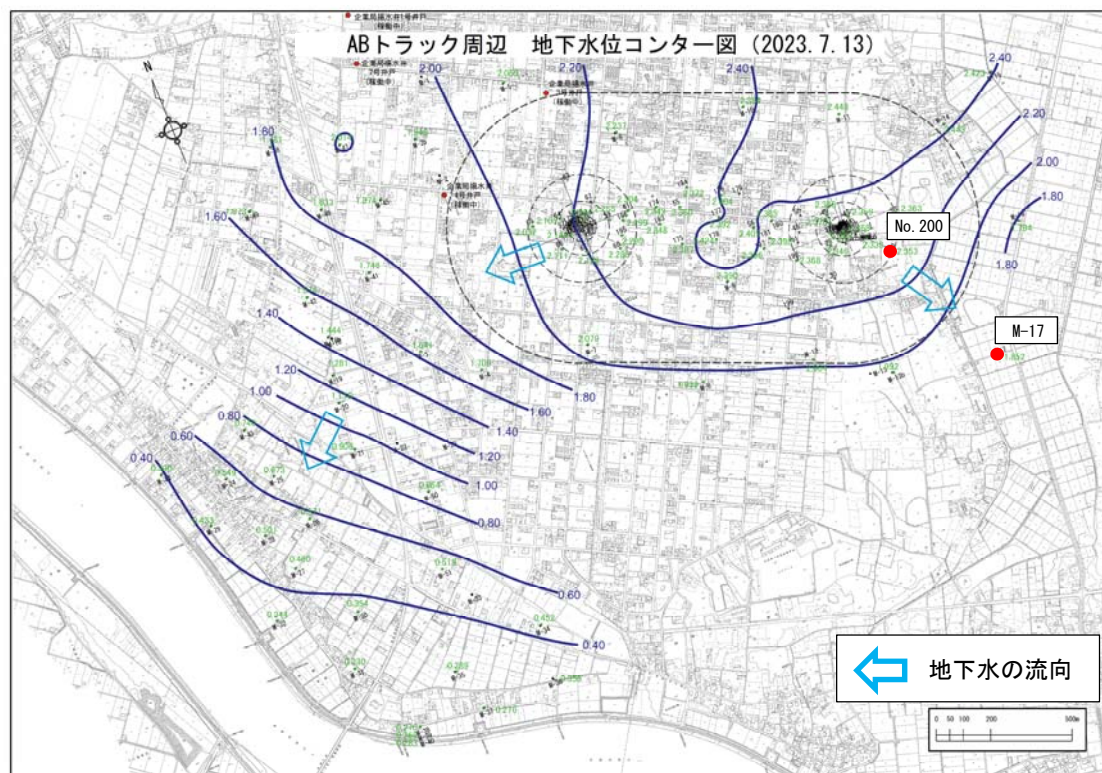


図5 ABトラック周辺の地下水位コンター図（令和5年7月13日）※高水位時

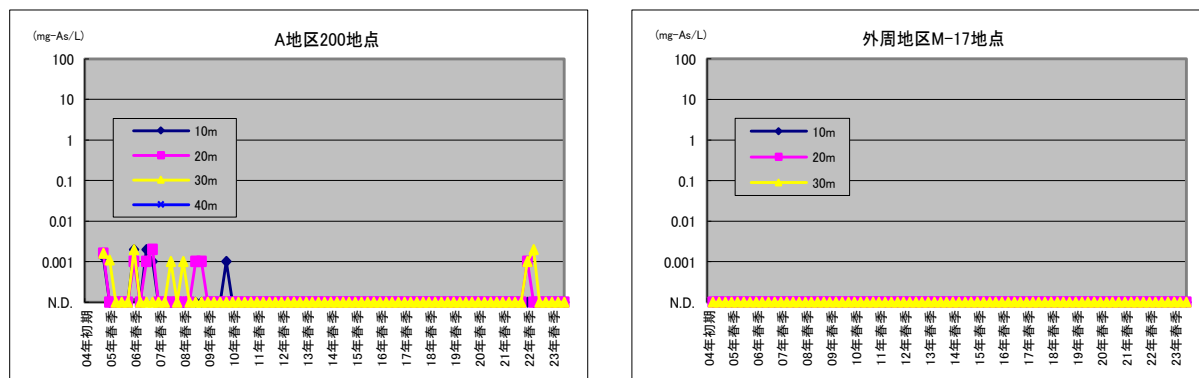


図 6 掘削調査地点南東のモニタリング井戸（No. 200、M-17）の有機ヒ素化合物濃度グラフ

（3）有機ヒ素化合物モニタリング（令和 5 年冬季～秋季）結果

令和 5 年の採水は冬季に 2 月 6 日～2 月 9 日、春季に 5 月 9 日～5 月 12 日、夏季に 7 月 31 日～8 月 3 日、秋季に 11 月 6 日～11 月 10 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 5 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 5 年における有機ヒ素化合物濃度の最大値は 2.862mg-As/L（F-23 [10m]：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 5 年における有機ヒ素化合物濃度の最大値は 0.135mg-As/L（No.42 [30m]：春季）であった（図 7、表 2）。

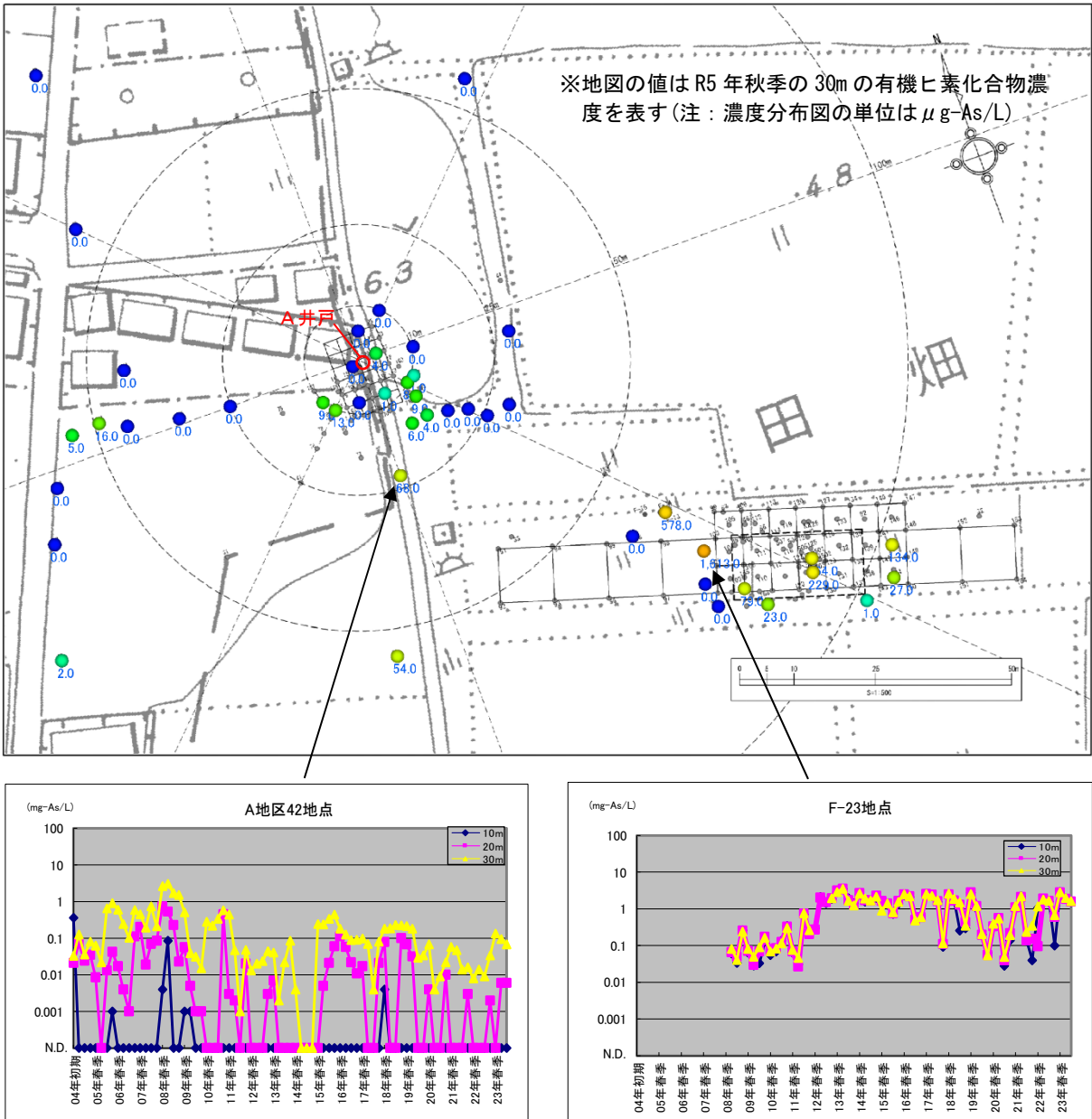


図 7 地下水モニタリング結果概要図
(掘削調査地点から A 井戸にかけての有機ヒ素化合物濃度グラフ)

表 2 令和 3 年冬季以降の F-23、No. 42、No. 181、M20 の有機ヒ素化合物濃度一覧表

井戸No.	深度	2021年				2022年				2023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	0.140	1.114	2.234	0.138	0.040	1.068	1.719	1.586	0.101	2.862	1.977	1.522
	20m	0.219	1.093	2.125	0.139	0.155	0.097	1.909	1.676	0.611	2.842	1.877	1.610
	30m	0.195	1.196	2.213	0.238	0.349	1.177	1.816	1.678	0.682	2.853	1.998	1.613
No.42	10m	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	20m	0.010	N.D.	N.D.	N.D.	0.003	N.D.	N.D.	N.D.	0.002	N.D.	0.006	0.006
	30m	0.022	0.058	0.047	0.014	0.016	0.008	0.014	0.009	0.034	0.135	0.095	0.068
No.181	10m	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.005	N.D.
	20m	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.007	N.D.
	30m	0.001	0.021	0.001	N.D.	N.D.	N.D.	0.006	N.D.	N.D.	0.021	0.007	N.D.
M20	10m	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.001	N.D.	N.D.
	20m	0.015	N.D.	N.D.	0.017	0.014	N.D.	N.D.	0.007	0.011	0.011	N.D.	0.014
	30m	0.023	0.026	0.023	0.025	0.020	0.018	0.015	0.015	0.013	0.018	0.016	0.017
	33m	0.020	0.021	0.022	0.026	0.021	0.014	0.017	0.015	0.015	0.014	0.007	0.015

単位:mg-As/L

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 5 年は、有機ヒ素化合物の検出数は 4 季とも 75~78 試料中 1~8 試料とわずかであった。令和 5 年における有機ヒ素化合物濃度の最大値は 0.021mg-As/L (No.181 [30m]：春季)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 5 年における有機ヒ素化合物濃度の最大値は 0.018mg-As/L (M-20 [30m]：春季)であった(図 8、表 2)。

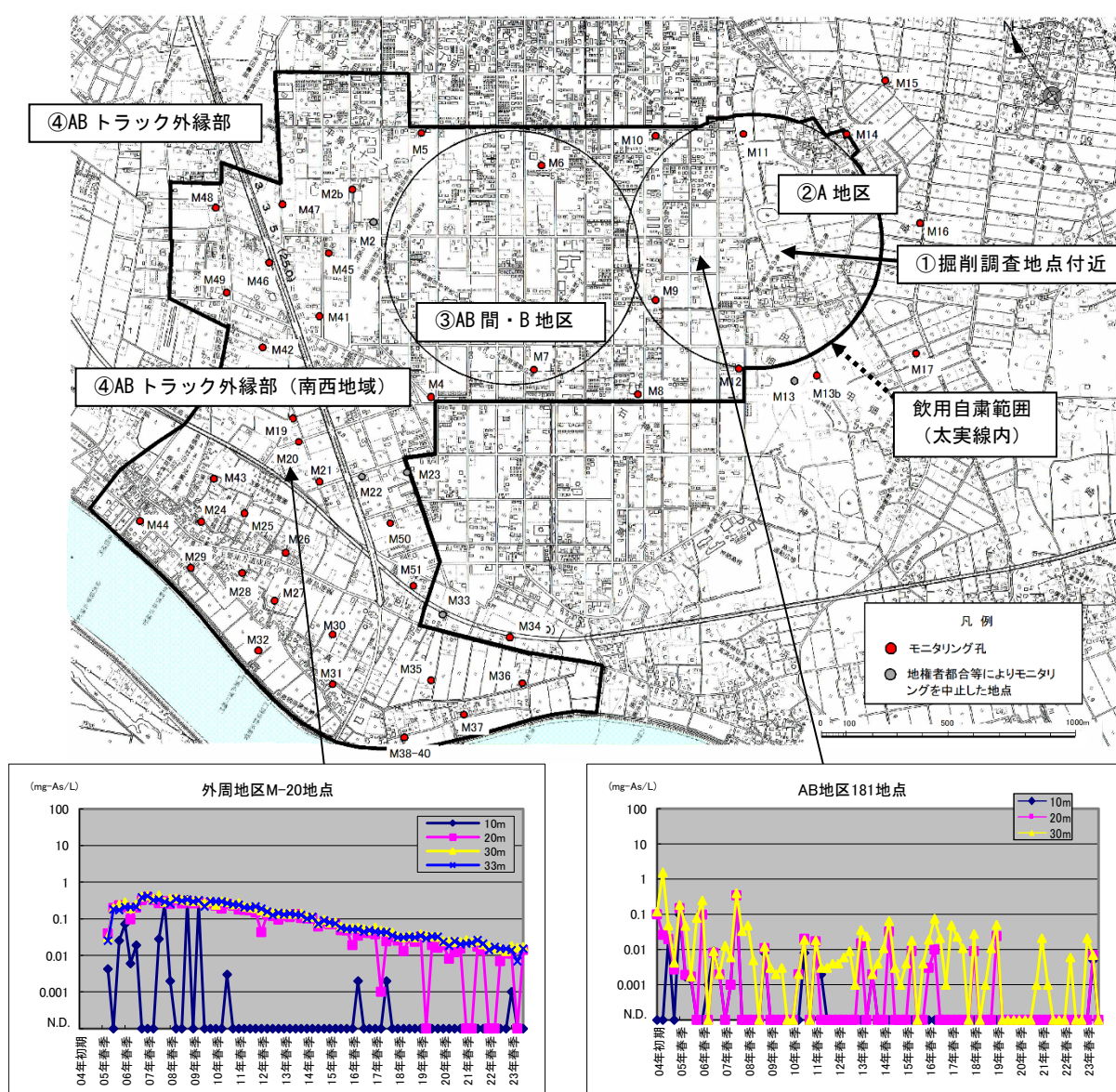


図 8 地下水モニタリング結果概要図

(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)