

茨城県神栖市における地下水モニタリング（平成 31 年冬季～令和元年秋季） 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、A 井戸の南東 90m 付近において掘削調査を行ったところ、平成 17 年 1 月、汚染源となる高濃度の DPAA を含むコンクリート様の塊が発見され、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、汚染地下水の約 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 年以降に何者かによって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、A 井戸の方向へ流れていったと推定される（図 1）。さらに、砂礫層は神栖地区の広範に亘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。

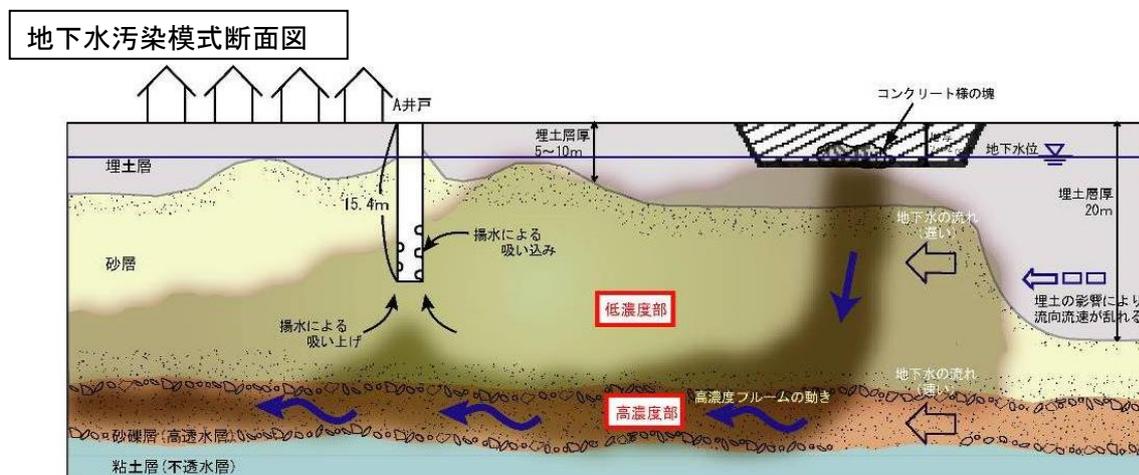


図 1 A 井戸周辺の汚染メカニズム（「シミュレーション報告書」より）

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は確認されていないため、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。

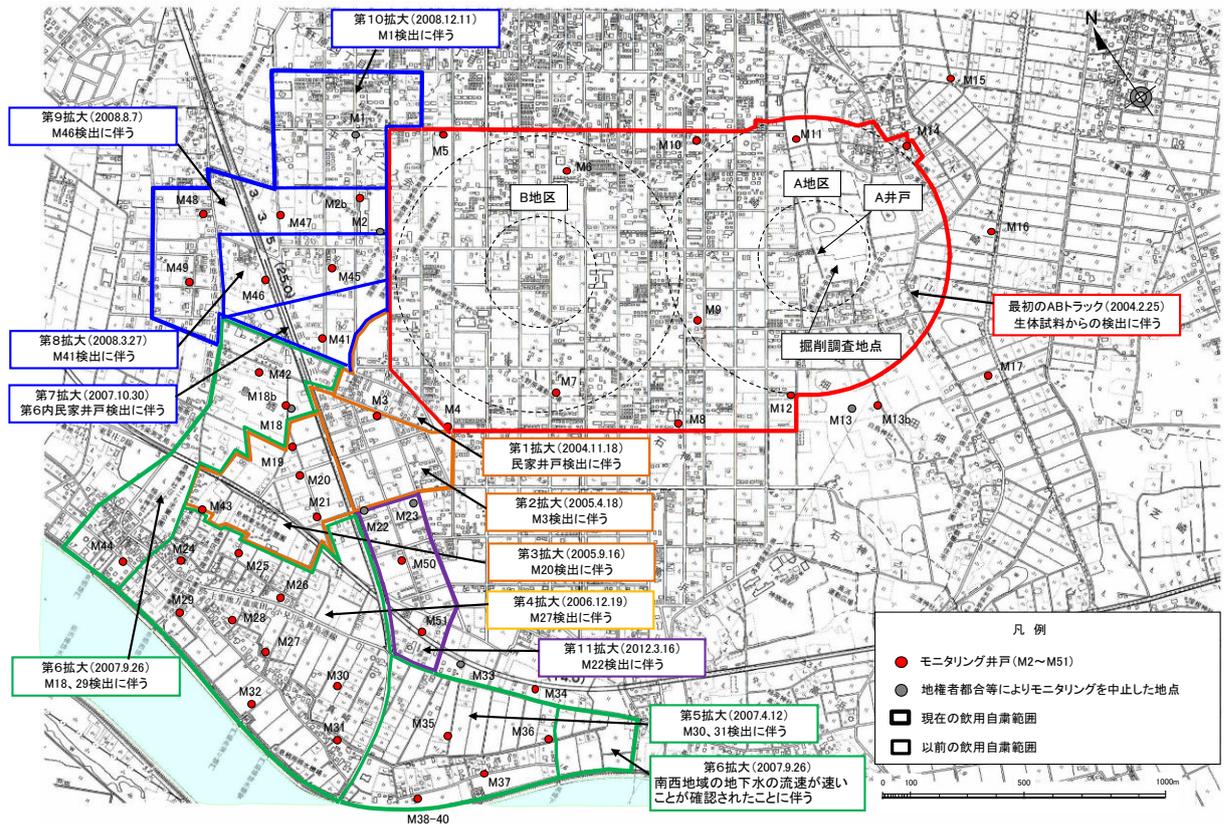


図2 飲用自肅範囲設定の変遷

4. 地下水モニタリングの結果

(1) 地下水汚染状況の推移

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

ア 汚染源(掘削調査地点)付近

地下水汚染発覚時、汚染源付近(掘削調査地点)では180mg-As/Lの地下水汚染が確認されたが、汚染源除去、高濃度汚染対策の実施もあり、有機ヒ素化合物の濃度は、特に汚染源除去後及び高濃度汚染対策中の濃度低下が顕著であった。ただ、高濃度汚染対策以後は横ばい傾向である。

有機ヒ素化合物が検出される数及び割合は緩やかに減ってきているが、検出割合は約80%であり、この他の地区と比較して高い。なお、平成19年～平成20年の検出割合の増加はモニタリング地点の変更によるものである。

イ A地区(掘削調査地点付近除く)

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が、有機ヒ素化合物が検出される数及び割合は約30%で横ばいの状況にある。

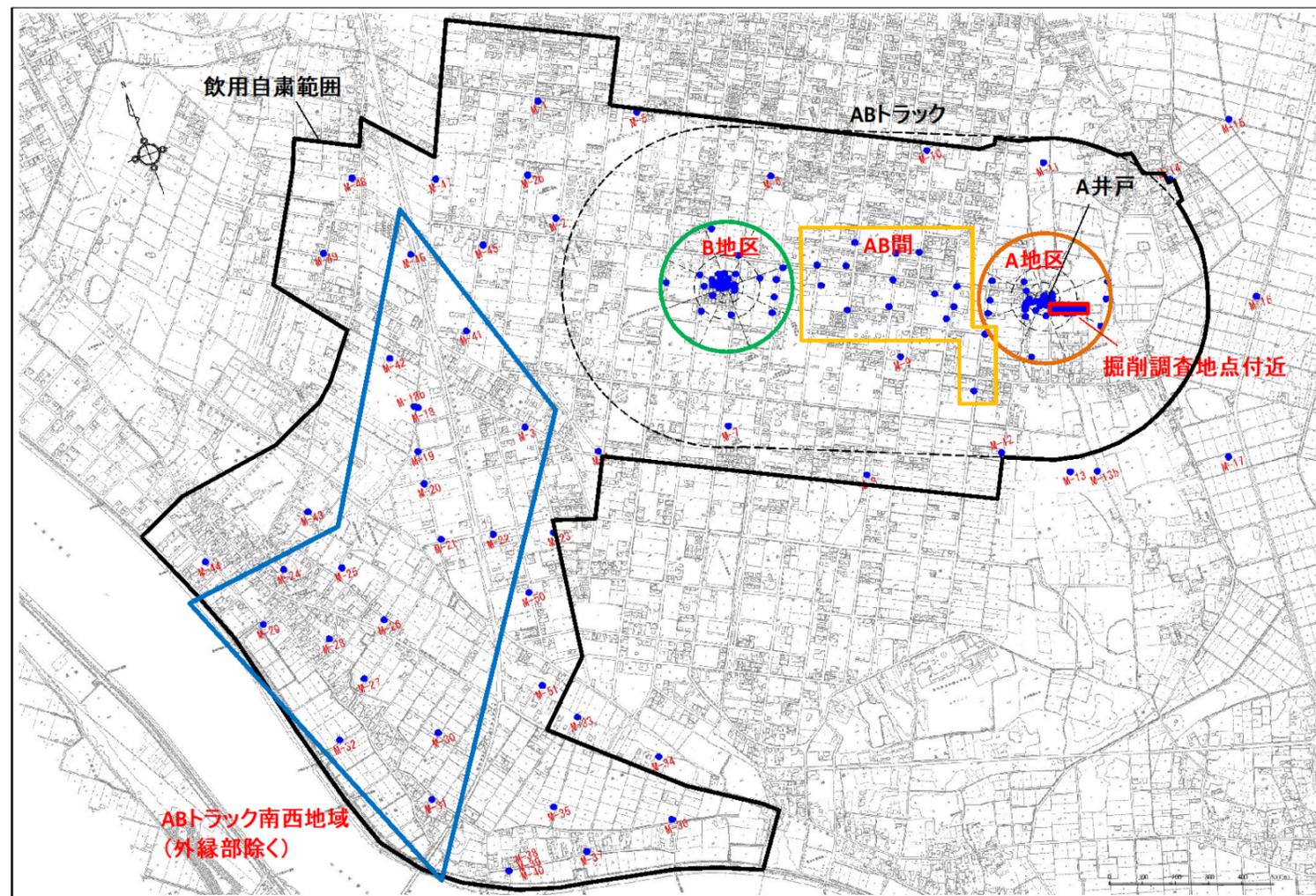
ウ AB間・B地区

AB間・B地区は緩やかではあるが濃度低下傾向にある。有機ヒ素化合物が検出される数及び割合は両地区ともに減少傾向にある。

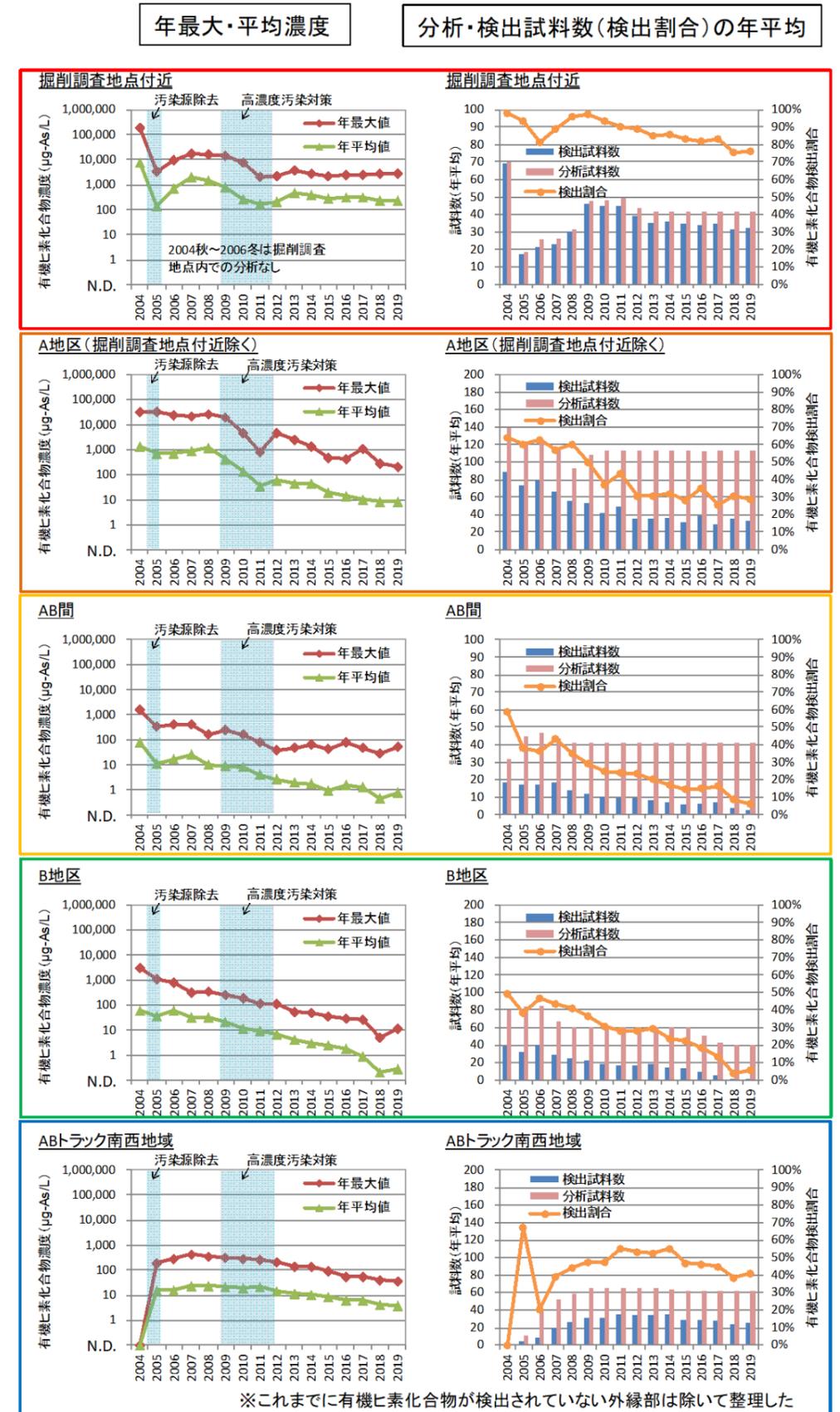
エ ABトラック南西地域

ABトラック南西地域は緩やかではあるが濃度低下傾向にある。有機ヒ素化合物が検出される数及び割合も減少傾向にある。

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



※有機ヒ素化合物は、DPAA、PAA、PMAA濃度の合計値として整理。
 ※年最大・年平均では初期は2004年に含めた。
 ※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。



(2) 地下水位モニタリング

地下水位は、平成 31 年 1 月～令和 7 月は平均的な値で上下動を繰り返していたが、その後、7 月に 259mm/月、10 月に 315mm/月など例年に比べ降水量が多かったことで、地下水位は 8 月～12 月にかけて大きく上昇した（9 月は一時的に低下）。地下水位が最も低かったのは、2 月、最も高かったのは 12 月であり、特に 11 月、12 月の地下水位は平成 21 年に観測を開始して以降の最高水位に近い値であった。

A 井戸直近 (No.36) と B 地区 (No.167) の地下水位の差は表 1 のとおりである。令和元年 8～12 月はこの 2 地点間の水位差が 10cm 以下（いずれも A 井戸直近が高い）と小さく、地下水面の尾根は AB 間の A 井戸寄りに位置したと考えられる。このため、A 井戸側の地下水流れは、普段（図 4 上段）の A 井戸から B 地区と違い、A 井戸から掘削調査地点へ向かっていたと考えられる。B 地区側はこれまでと同様に、AB トラックから B 地区、そして AB トラック南西地域を通り、常陸利根川方向に向かっている（図 4 下段）。

なお、地下水位が上昇すると地下水流向が A 井戸から掘削調査地点に向かうことはこれまでも平成 22 年 11 月や平成 29 年 12 月などに確認されている事象である。その際、掘削調査地点南東側（AB トラック外縁部）への汚染範囲の拡大はなく、今回も過去の例と同様、汚染範囲の拡大は確認されていない。

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	平成 31 年				令和元年	
	測定月日	1 月 11 日	2 月 15 日	3 月 6 日	4 月 9 日	5 月 16 日
A 井戸直近 (No. 36)	1. 896	1. 649	1. 798	1. 822	1. 822	1. 866
B 地区 (No. 167)	1. 768	1. 482	1. 485	1. 610	1. 697	1. 790
水位差 (A－B)	0. 128	0. 167	0. 313	0. 212	0. 125	0. 076

年	令和元年					
	測定月日	7 月 2 日	8 月 8 日	9 月 5 日	10 月 2 日	11 月 8 日
A 井戸直近 (No. 36)	2. 208	2. 512	2. 134	2. 431	3. 158	3. 315
B 地区 (No. 167)	2. 044	2. 511	2. 096	2. 396	3. 127	3. 218
水位差 (A－B)	0. 164	0. 001	0. 038	0. 035	0. 031	0. 097

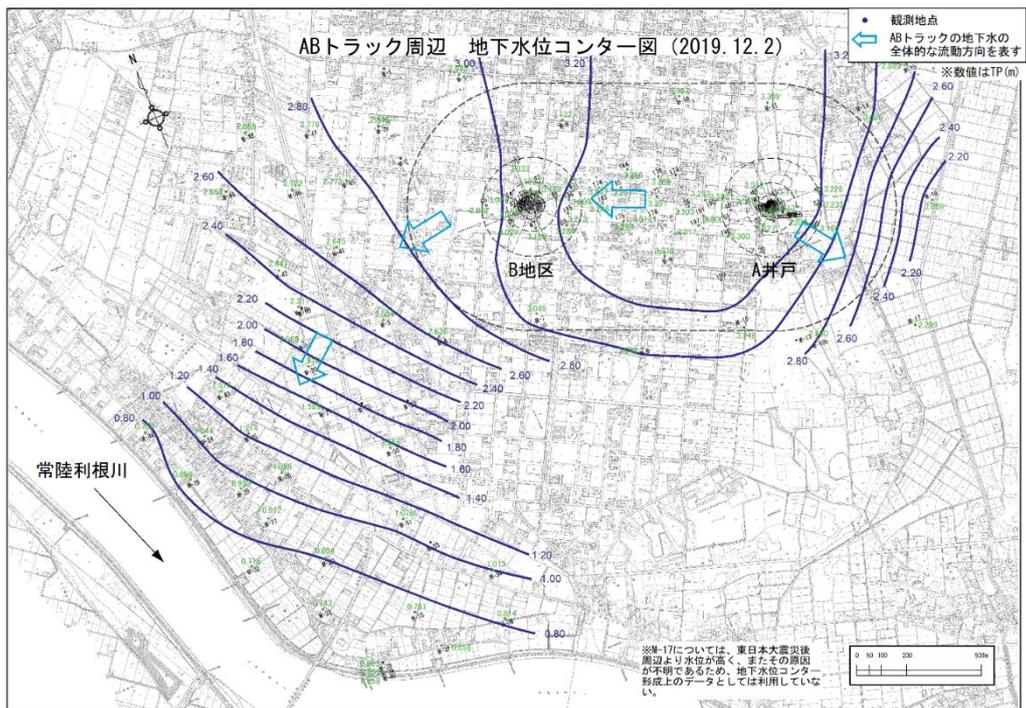
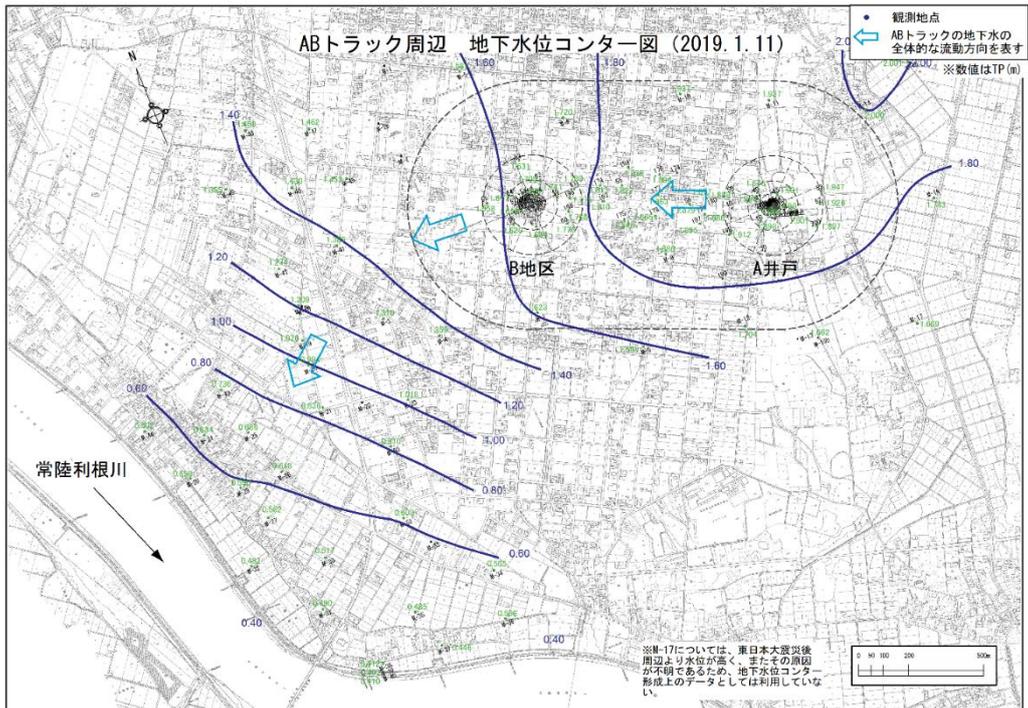


図4 ABトラック周辺の地下水位コンター図
(上段：平成31年1月11日、下段：令和元年12月2日)

(3) 有機ヒ素化合物モニタリング（平成31年冬季～令和元年秋季）

平成31年冬季の採水は2月12日～2月14日、令和元年春季の採水は5月13日～5月15日、夏季の採水は8月5日～8月8日、秋季の採水は11月5日～11月7日に実施した。平成31年冬季～令和元年秋季モニタリングにおいて、飲用自粛範囲を超える地下水汚染の拡大は無いことが確認された。

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、令和元年時点でも唯一1mg-As/Lを超えるオーダーの汚染が残存する区域である。直近1年間における有機ヒ素化合物濃度の最大値は2.839mg-As/L（F-23 [20m]：春季）であった（図5）。

なお、令和元年夏季・秋季は、大雨による水位上昇で地下水流向がA井戸から掘削調査地点方向に向かっていたと考えられるが、掘削調査地点東側（F-29、F-30）での濃度上昇は無く、さらに東のABトラック外縁部（No.52、No.200、M-16、M-17）でも、これまでどおり有機ヒ素化合物は不検出であった。

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、直近1年間における有機ヒ素化合物濃度の最大値は0.222mg-As/L（No.42：冬季）であった。

また、令和元年秋季は多くのモニタリング地点で有機ヒ素化合物は不検出となっており、令和元年春季は24地点で検出されたのに対し、令和元年秋季は9地点と大きく減少した（図6）。これは夏以降の地下水位上昇に伴う地下水流向の変化の影響が考えられる。

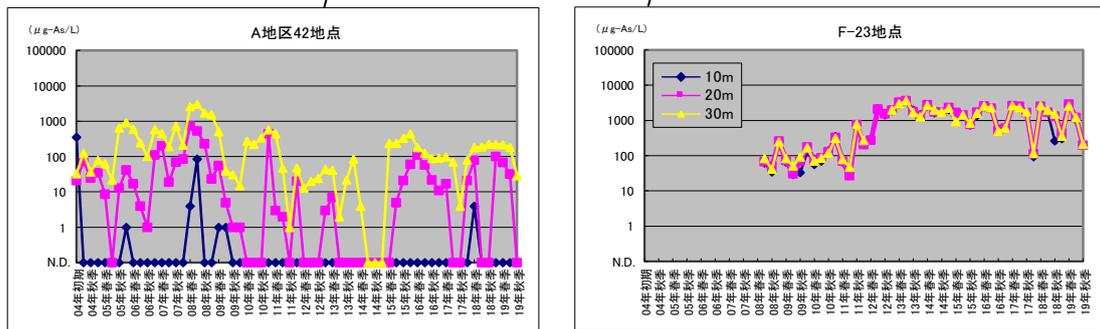
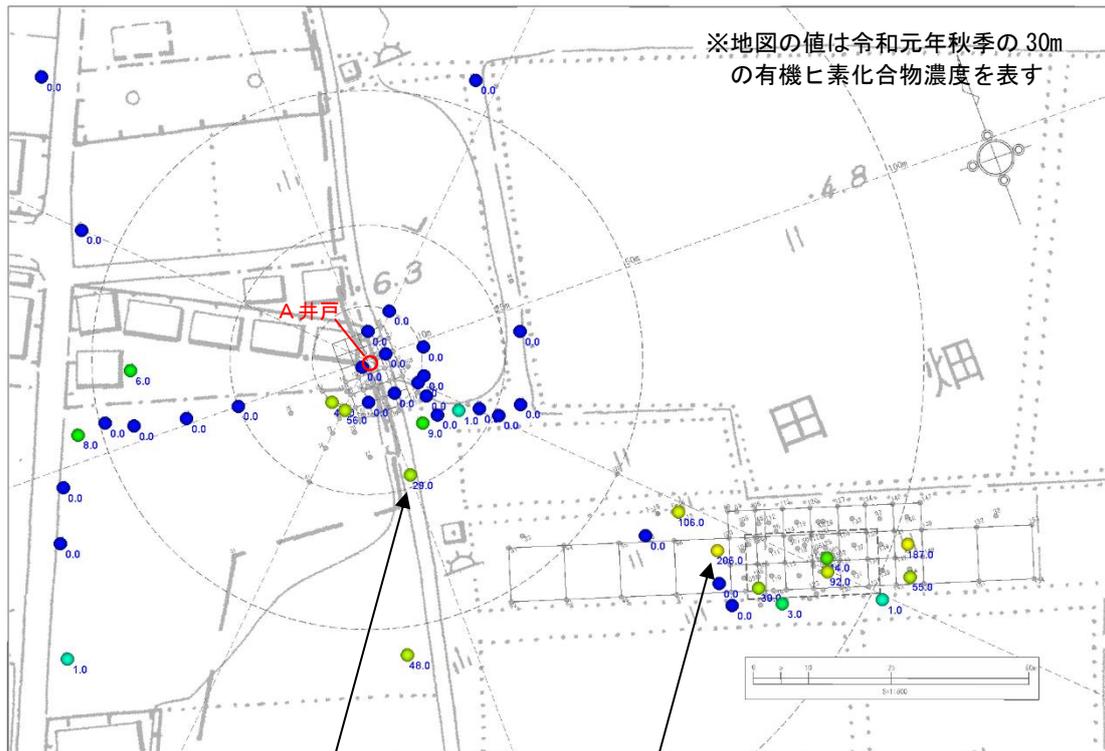


図5 地下水モニタリング結果概要図

(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 平成29年以降のF-23、No. 42、No. 181、M20の有機ヒ素化合物濃度一覧表

単位: $\mu\text{g-As/L}$

井戸No.	深度	平成29年				平成30年				平成31年	令和元年		
		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	638	2567	2254	1563	93	2504	1684	260	298	2758	1032	203
	20m	601	2559	2455	1645	111	2490	1684	1299	437	2839	1199	197
	30m	598	2565	2245	1734	115	2603	1893	1504	352	2539	1196	206
No.42	10m	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	4	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	20m	11	17	N.D.	N.D.	21	78	N.D.	N.D.	101	68	32	N.D.
	30m	91	98	69	4	80	181	187	227	222	216	183	29
No.181	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	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	9	N.D.	N.D.	N.D.	24	N.D.	N.D.
	30m	1	49	23	11	N.D.	28	N.D.	1	11	50	N.D.	N.D.
M20	10m	N.D.	N.D.	N.D.	2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	20m	40	37	1	24	31	25	13	29	23	32	N.D.	19
	30m	49	57	48	45	42	33	31	34	31	38	34	32
	33m	49	45	43	43	35	31	31	32	31	34	29	33

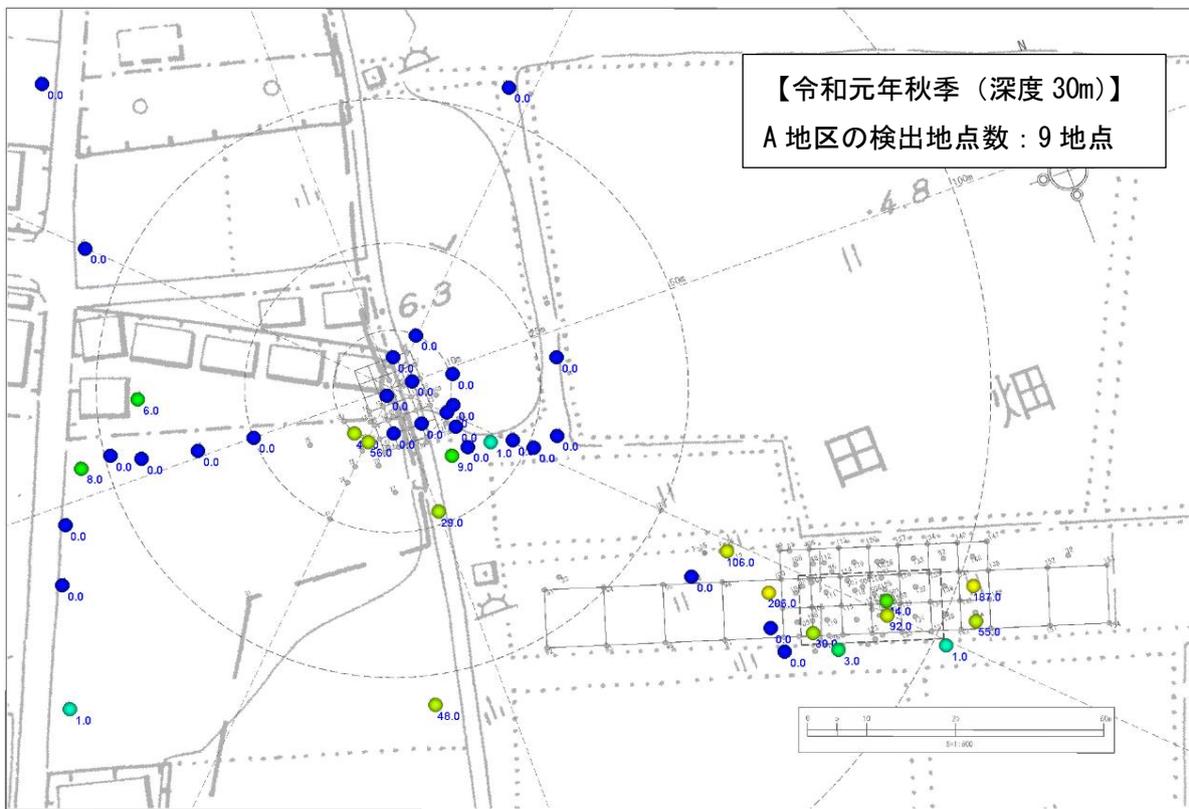
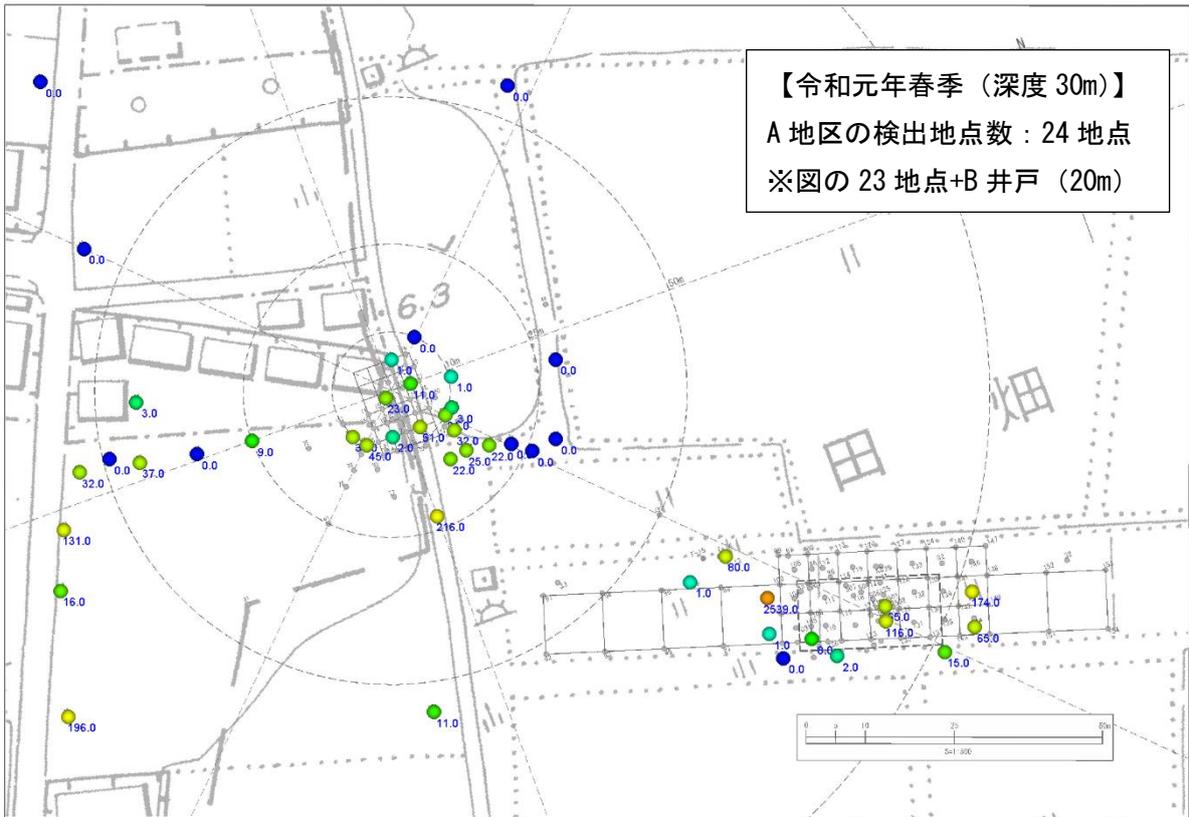


図6 A井戸周辺の有機ヒ素化合物濃度分布図（上段：令和元年春季、下段：令和元年秋季）

ウ AB間・B地区

これまでと同様、深度30mを主体とした低濃度の汚染である。直近1年間における有機ヒ素化合物濃度の最大値は0.050mg-As/L (No.181:春季)であった(図7)。また、B地区では令和元年夏季・秋季はすべての地点で不検出であった。

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。直近1年間における有機ヒ素化合物濃度の最大値は0.038mg-As/L (M-20:春季)であった(図7)。

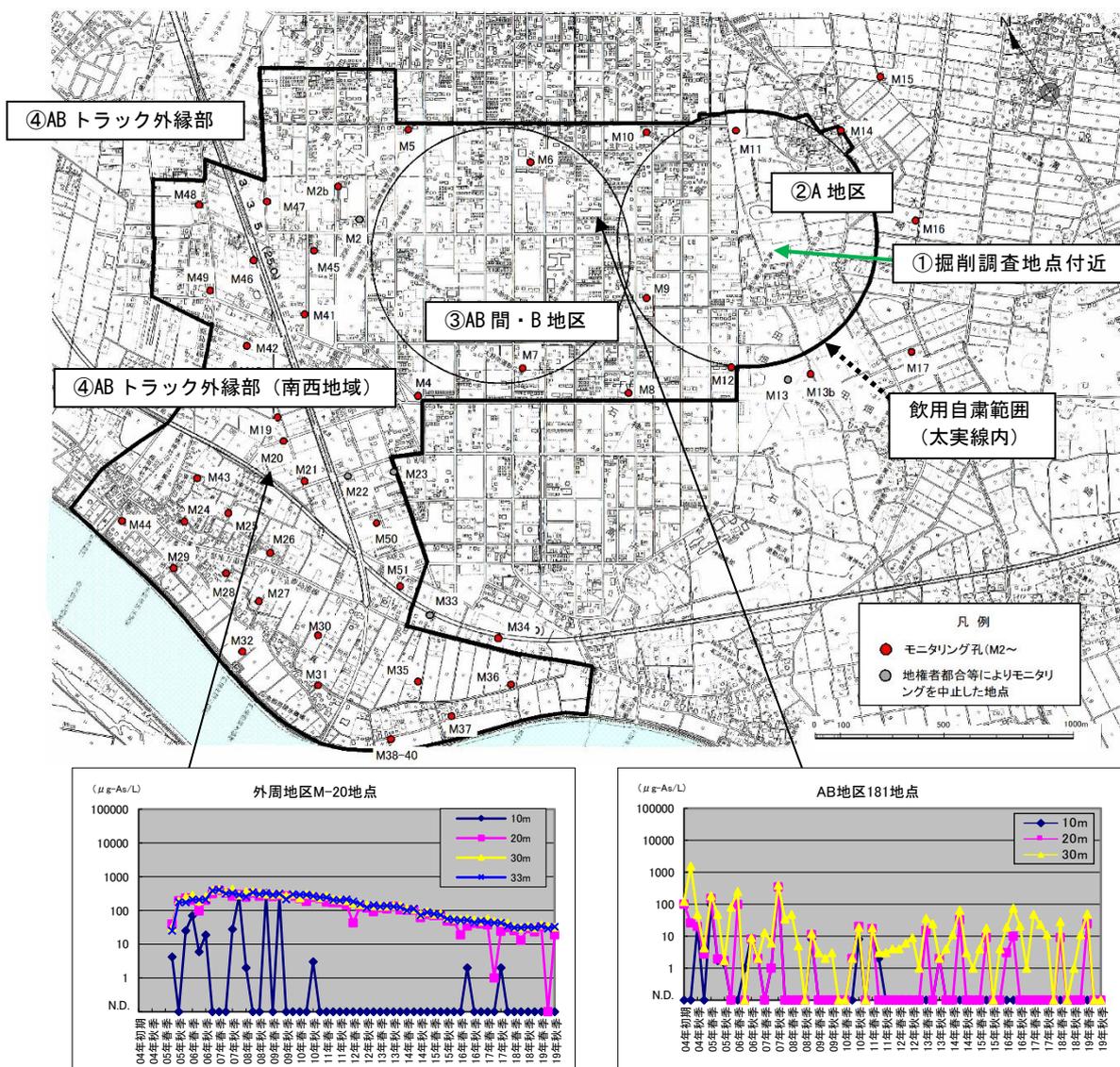


図7 地下水モニタリング結果概要図

(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)