

茨城県神栖市における地下水モニタリングの結果について

1. モニタリングの目的

茨城県神栖市においては、通常自然界には存在しない有機ヒ素化合物であるジフェニルアルシン酸（DPAA）による地下水汚染に起因すると考えられる健康影響が生じたことから、平成15年6月6日に「茨城県神栖町における有機ヒ素化合物汚染等への緊急対応策」が閣議了解され、その原因解明及び健康影響への対応が進められてきた。

本モニタリングは、茨城県神栖市において、有機ヒ素化合物等の濃度を把握することにより、汚染源とされるコンクリート様の塊を撤去した後の地下水汚染状況等を把握することを目的としている。

2. 主な対応経過

これまでの対応は以下のとおりである。

- 平成15年3月 神栖市内の集合住宅住民の飲用井戸から地下水基準の450倍のヒ素を検出。ヒ素は自然界に存在しないDPAAであることが判明。ABトラック内飲用自粛開始。
- 平成15年6月 閣議了解。
汚染メカニズム解明のため、A井戸、B地区を中心にボーリング調査、地下水・土壌調査、汚染範囲監視のためのモニタリング調査、汚染源調査を開始。
- 平成17年1月・7月 A井戸付近の埋土層から高濃度のDPAAを含むコンクリート様の塊等を発見。同時期にコンクリート様の塊を撤去。
- 平成20年 コンクリート様の塊を撤去した場所で、高濃度汚染地下水の処理のために「DPAA地下水処理施設」を設置。
- 平成21年5月 施設の本格稼働。この間地下水のモニタリングを継続し現在に至る。

3. 観測井戸数（148井戸：ボーリング井戸）

モニタリングに用いた観測井戸数は、以下のとおりである。

- A井戸周辺の井戸：54井戸(平成16年)→37井戸（現在）
- 掘削調査地点周辺の井戸：81井戸(平成16年)→29井戸（現在）
- B地区井戸数：30井戸(平成16年)→20井戸（現在）
- A井戸B地区間(AB間)井戸数：15井戸(平成16年)→13井戸（現在）
- 飲用自粛境界付近のモニタリング井戸（M）：17井戸(平成16年)→49井戸（現在）

4. 地下水の状況

地下水は、流速1～30cm/日で、A井戸方向からB地区（東から西）へ移動し、B地区から常陸利根川に向かって（北東から南西）。帯水層は、洪積粘性土上にある洪積砂層と洪積礫層であり、層厚は30m程度である。地下水位は、降水量と明確な関係があり、水位が高い時期においては、一時的にAB間中央からB地区に向かうものと、A井戸方向に向かう流れに分かれる特徴がある。

5. 地下水分析結果

分析結果は以下のとおりであるが、このうち濃度については、特に断りのない限りDPAA濃度とした。

5.1 A井戸近傍

A井戸南東側のNo.37、南西側のNo.39付近を中心とする2つの高濃度分布域が確認されている。

またNo.34やNo.27では、時期による濃度差が大きく、これは降雨に伴う水位変動の影響を受けて高濃度プルームが揺らいでいるためと考えられる。

最近の傾向として、高濃度汚染対策としてNo.37直近に設置した揚水井戸（B-1井戸）から汚染地下水を揚水したところ、No.37やその上流側のNo.204、No.205などで顕著な濃度の低下がみられている。一方、No.205から7m程度離れたNo.206などでは濃度低下はみられないことから、高濃度プルームが細い幅で分布していることが想定される。

5.2 掘削調査地点付近

観測当初は、掘削調査地点内（矢板内）では、最大で110mg-As/Lの高濃度汚染が確認されたが、コンクリート様の塊の撤去によって、平成18年春季以降では、No.124（新観測孔F-2）の14.0mg-As/Lが最大値となっている。掘削調査地点付近の特徴として、深度30mよりも深度10mの濃度が高い傾向があるが、これは表層に汚染源があったことが主な要因と考えられる。

最近の傾向としては、深度別に見ると深度10mでの濃度低下状況が大きく、F-2、F-10は、深度20mよりも濃度が低くなり、高濃度汚染地下水の処理による効果が現れているものと考えられる。

5.3 B地区について

B地区は、当初からA井戸周辺と比べ汚染濃度が低く、最近では最大0.1mg-As/Lのオーダーとなっており、その汚染は、深度30mが主体である。

今回の調査では、いずれの井戸でも深度10m、20mにおいてDPAAは確認されなかった。

5.4 AB間について

AB間の汚染は、観測当初から深度30m付近に帯状に連続して分布することが特徴である。本調査地域では非常に透水性の高い砂礫層が連続して分布していることが確認されており、この砂礫層中の底部を汚染プルームが移動しているものと考えられる。深度10、20mにおいては、観測当初は、断続的に低濃度の汚染が確認されることもあったが、最近はほとんどNDとなっている。

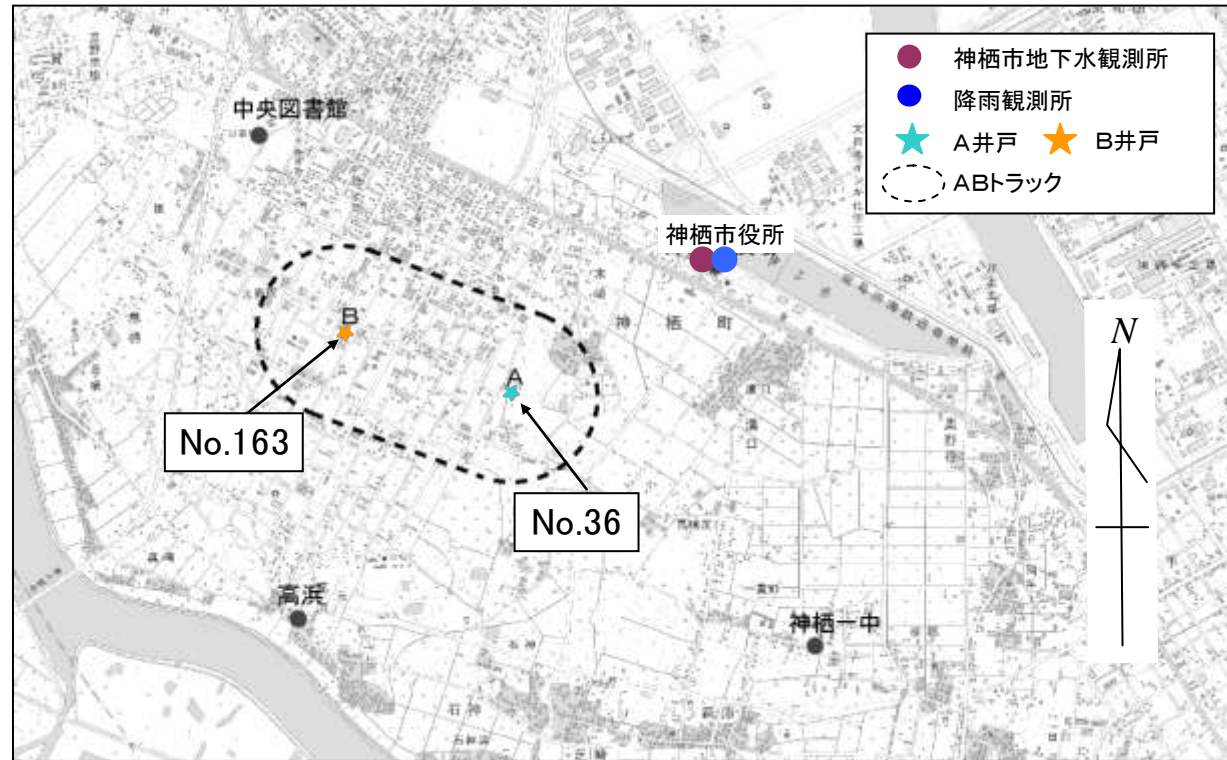
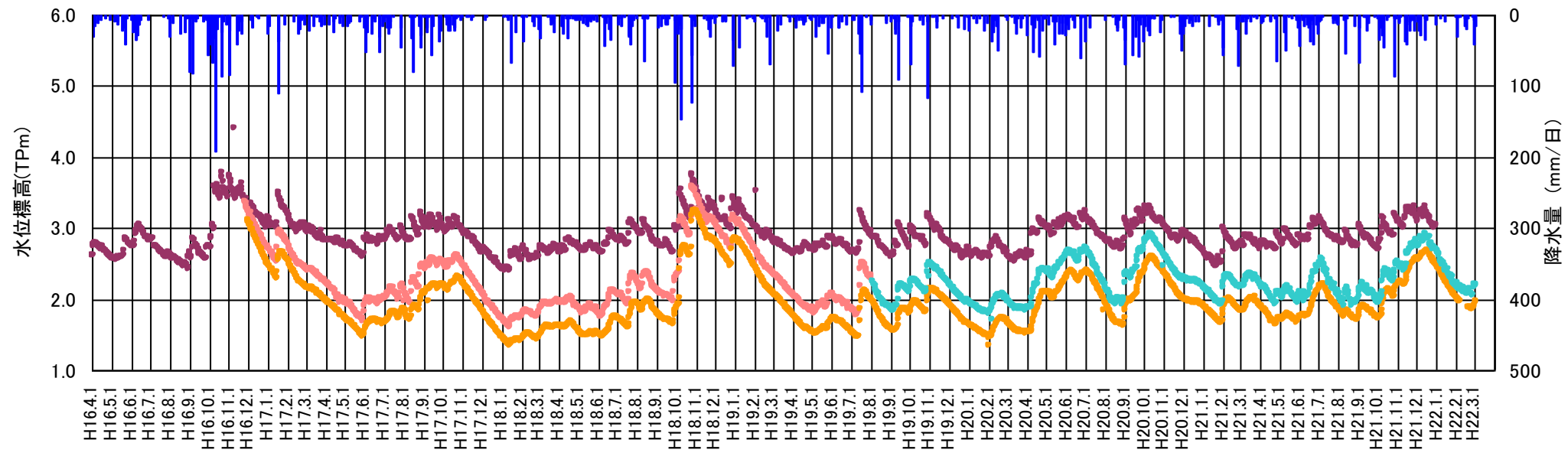
今回の調査では、いずれの井戸でも深度10m、20mにおいてDPAAは確認されなかった。

5.5 ABトラックの外縁部について

平成17年冬季にM-3、夏季にはM-20でDPAAが確認され、その後地下水の下流方向でもDPAAが検出されるようになった。本地域では、M-3、M-20、M-25、M-27、M-32を結ぶラインで主にDPAAが検出されておりこの部分が汚染プルームの流れの中心と思われる。

今回の結果も、ほぼ同様の傾向にあり、M-20はこれまでと同様ABトラックの外縁部で最も高濃度を示している。

図1 神栖市平成16年度以降の降水量と地下水位変動



- 日降水量
- 神栖市役所地下水位
- No. 13 (A)
- No. 163 (B)
- No. 36 (A)

※抜管に伴い水位計を
No.13→No.36に移設。
(H19.8.4)

図2-1 ABトラック周辺 地下水コンター (H21.12.25)

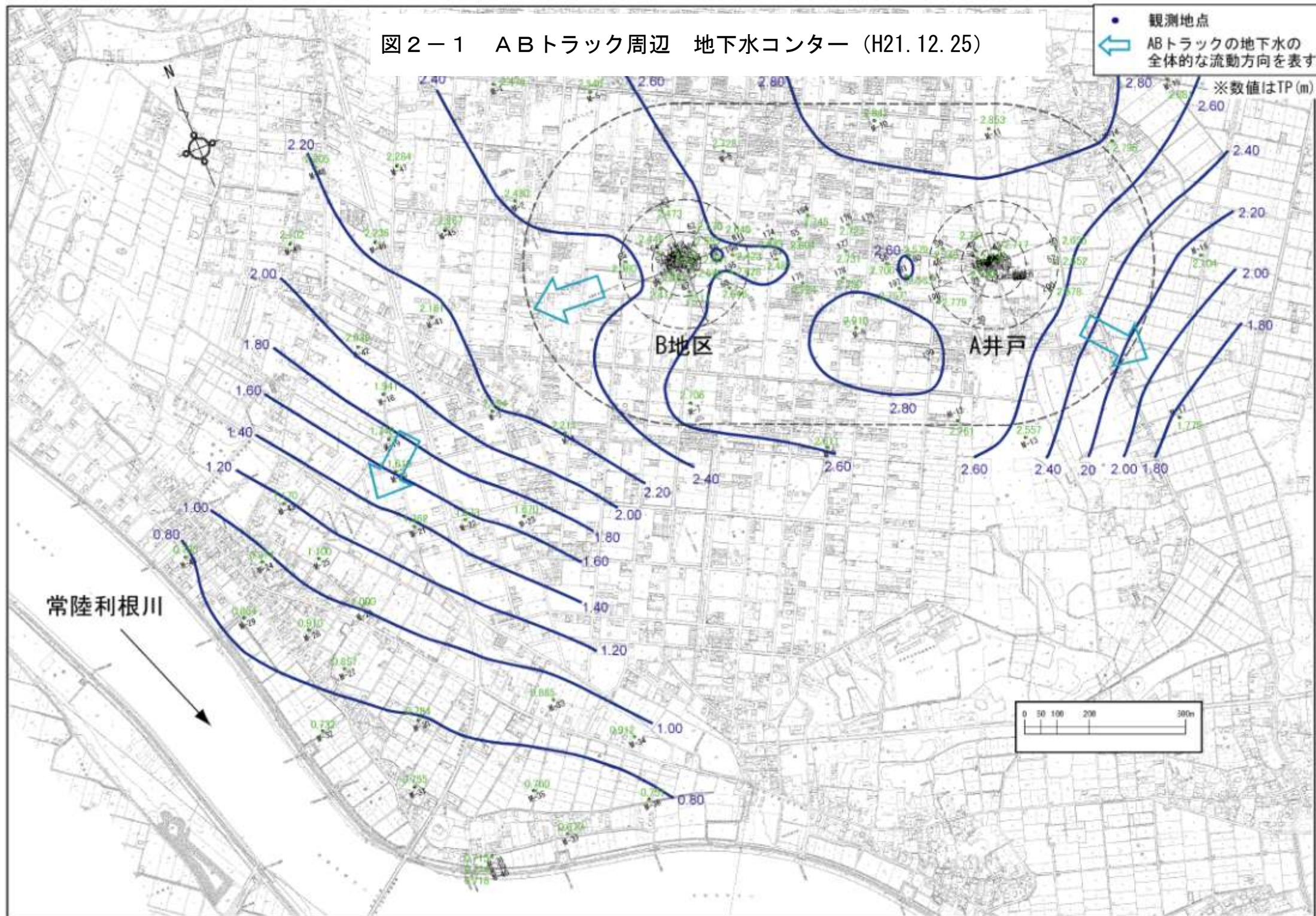


図2-2 ABトラック周辺 地下水コンター (H22. 1.28)

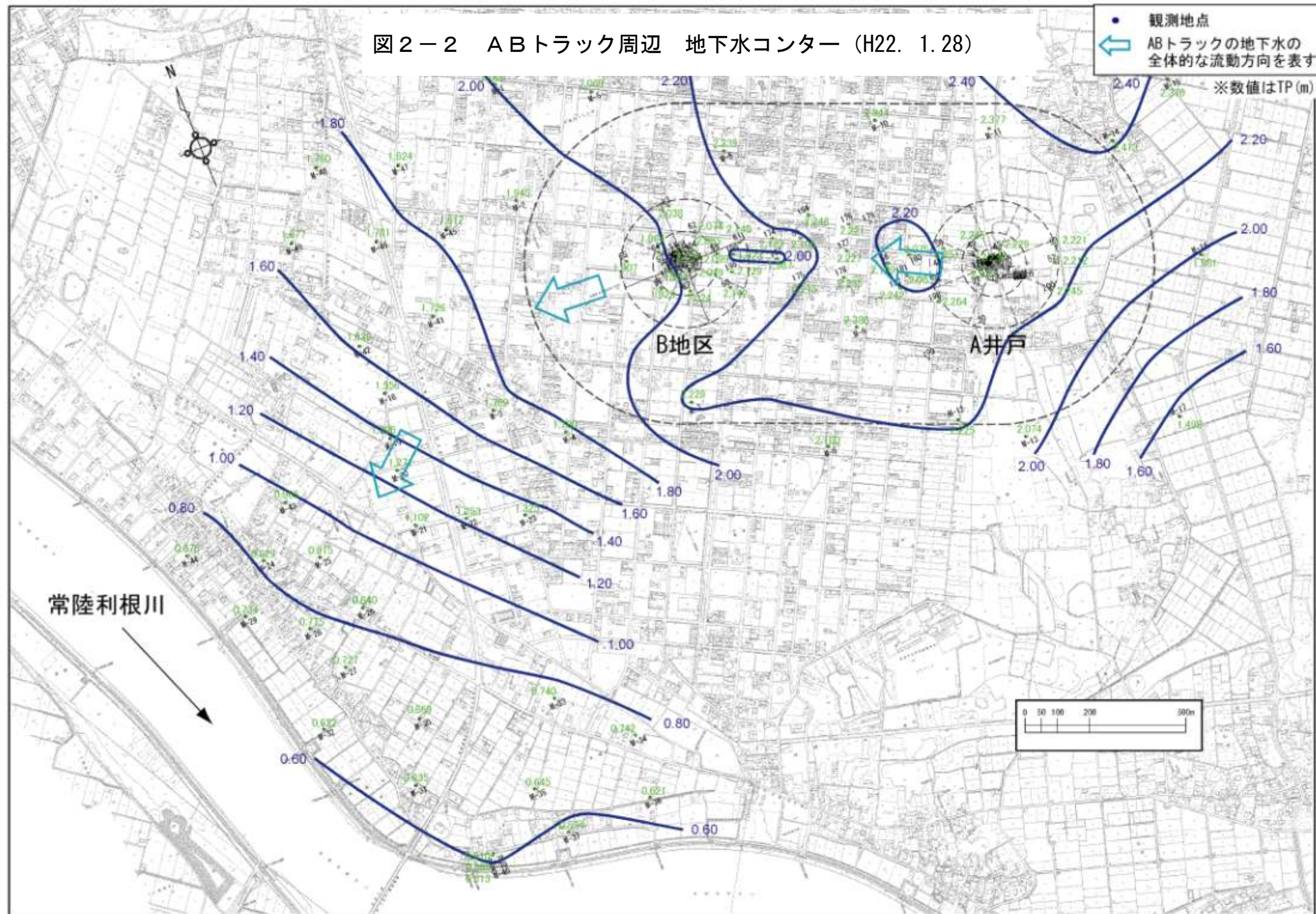


図2-3 ABトラック周辺 地下水コンター (H22. 2. 19)

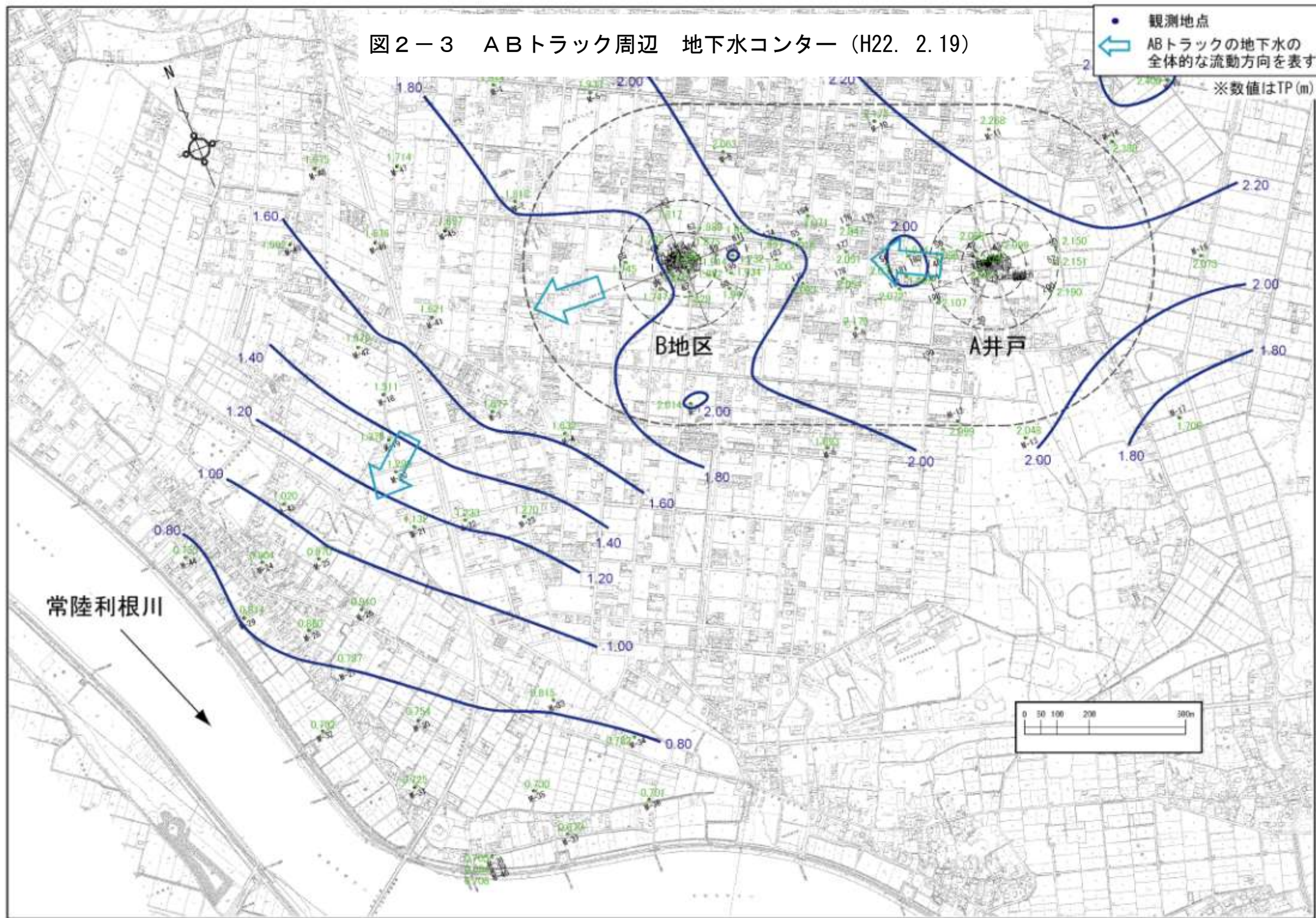


図3-1 2010年冬季(2月)A井戸周辺地下水DPAA汚染状況図

単位: $\mu\text{g-As/L}$

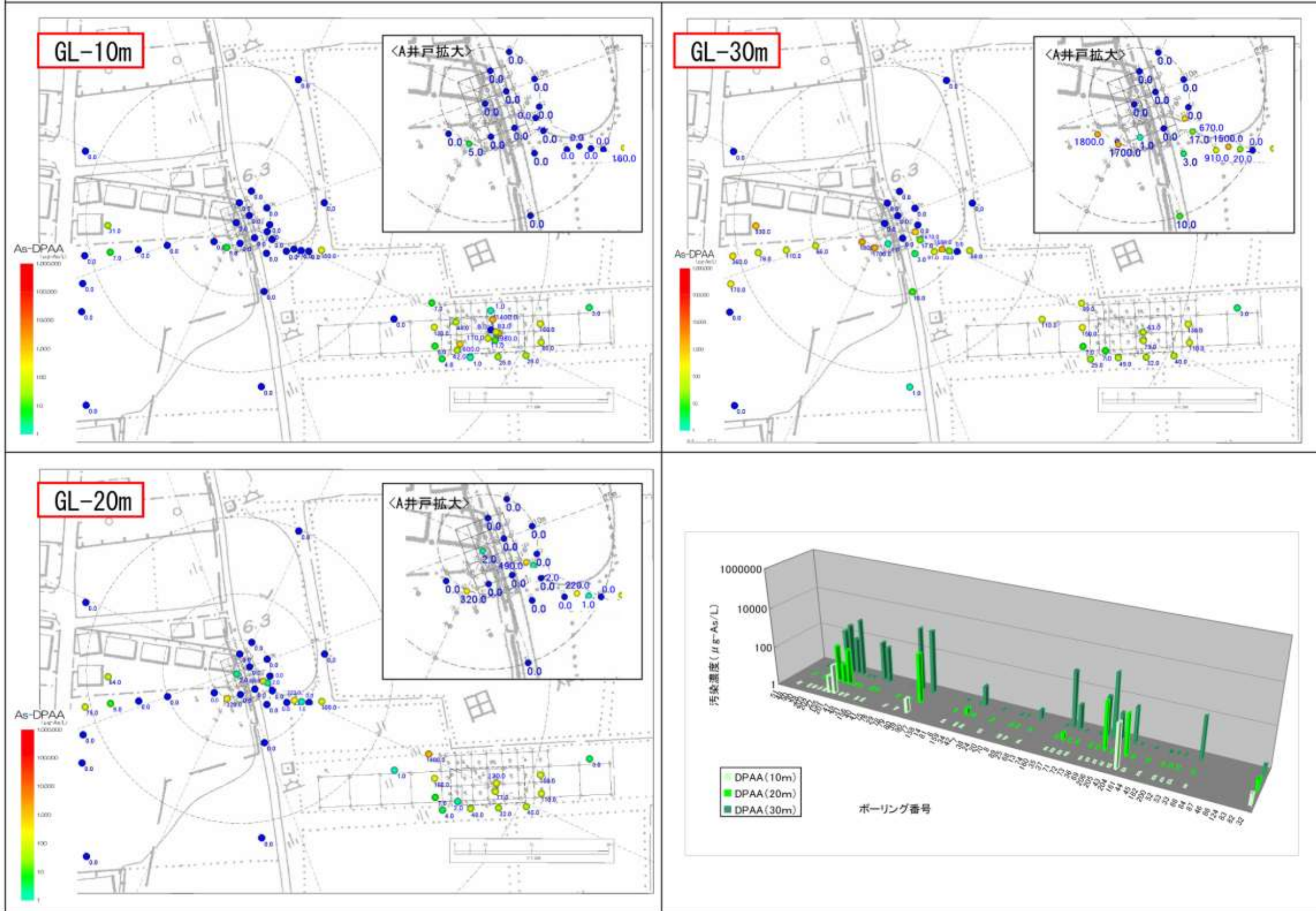


図3-2 DPA A濃度変化 A井戸周辺 単位： $\mu\text{g-As/L}$

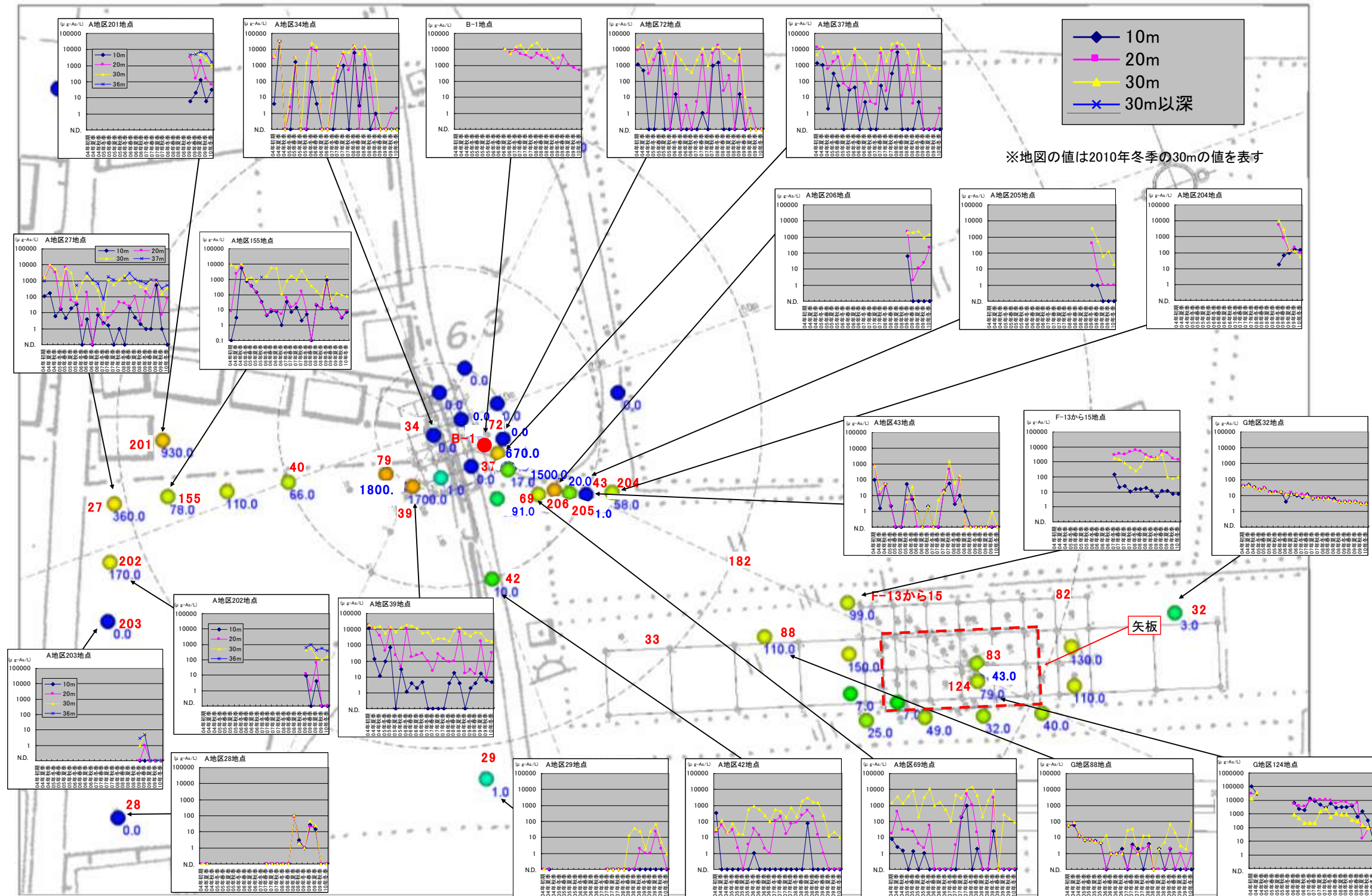


図3-3 DPA A濃度変化 掘削調査地点周辺 単位：μg-As/L

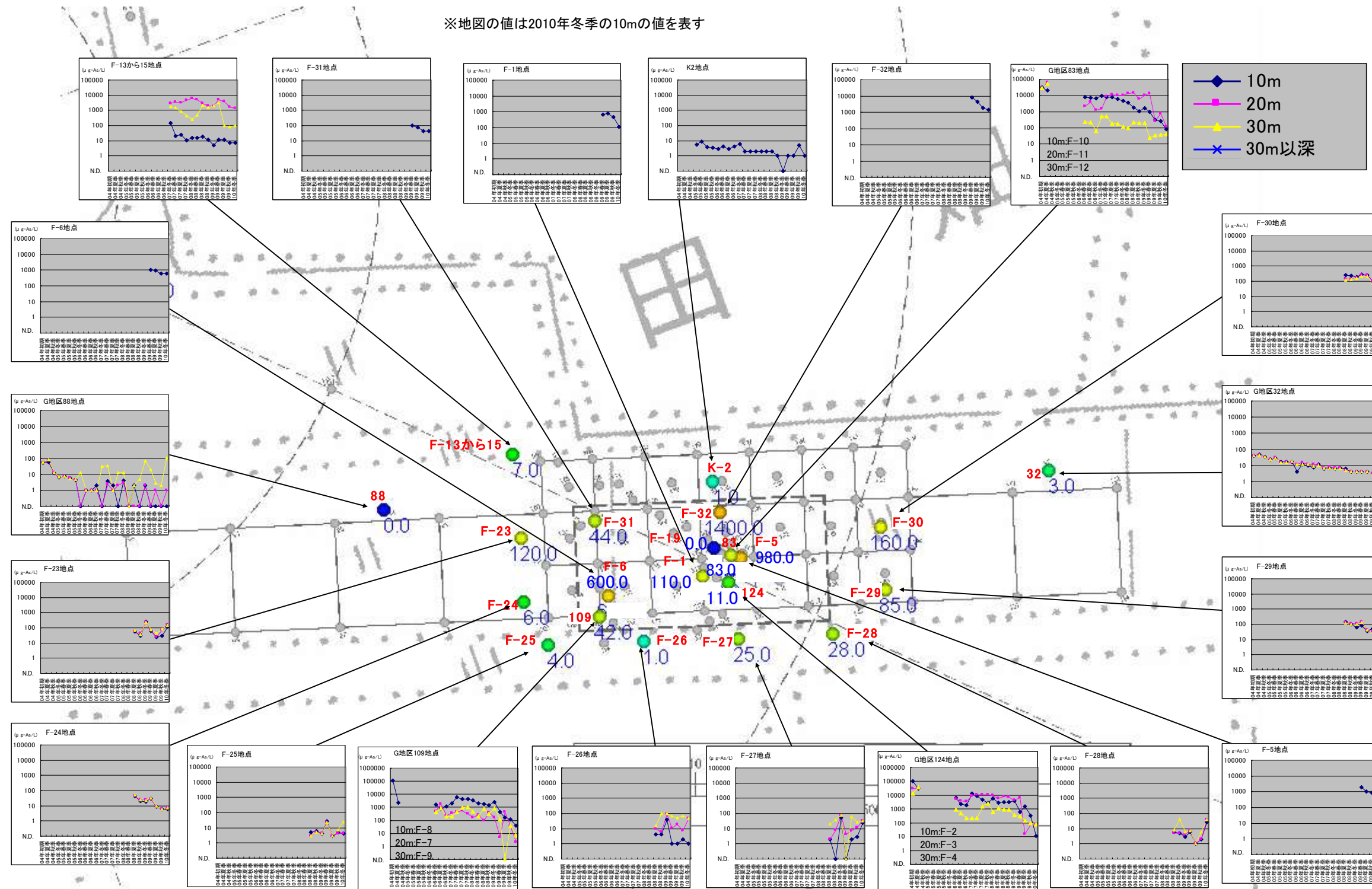


図3-4 2010年冬季(2月)B地区地下水DPAA汚染状況図

単位: $\mu\text{g-As/L}$

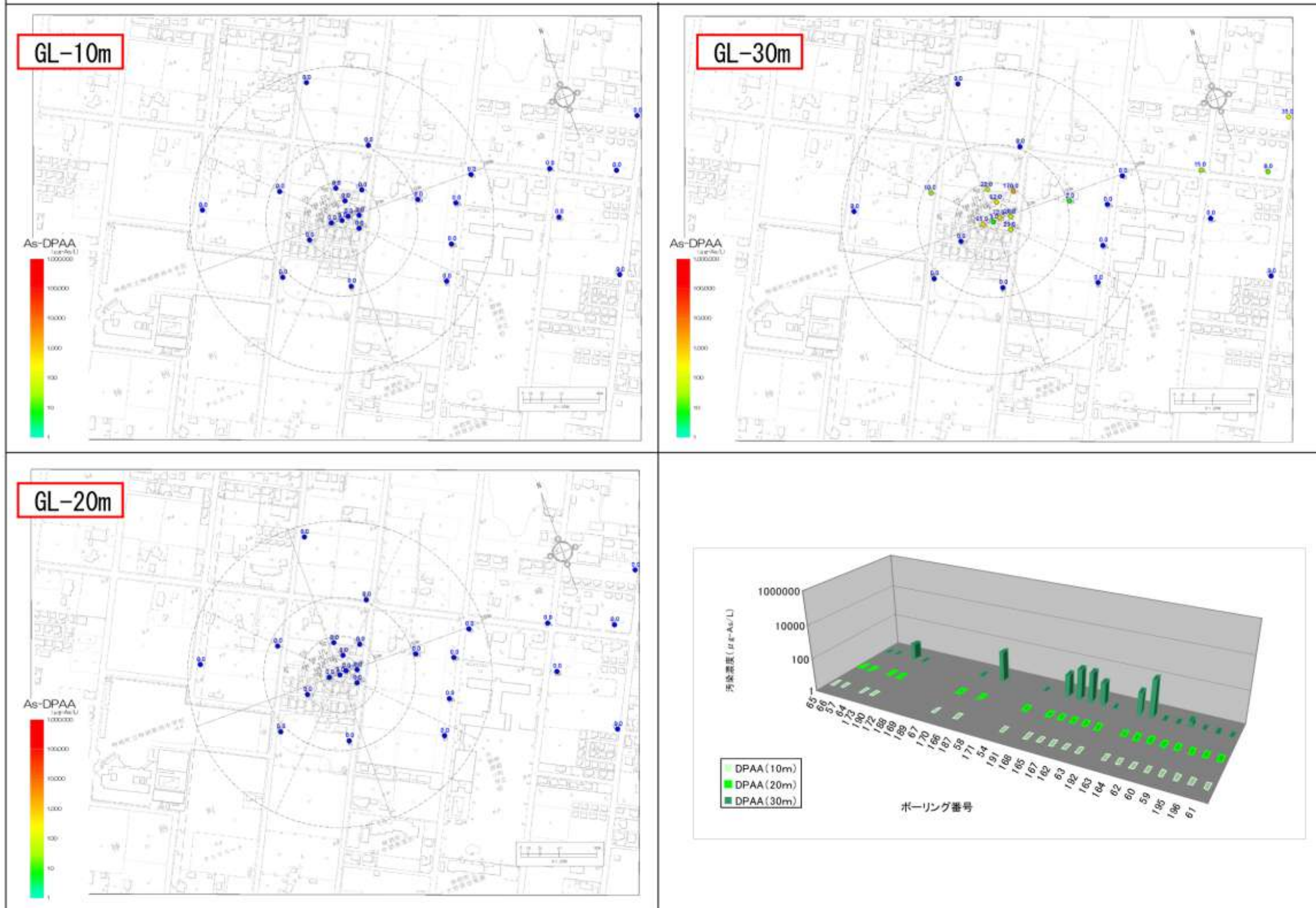


图3-5 DPAA浓度变化 B地区 单位：μg-As/L

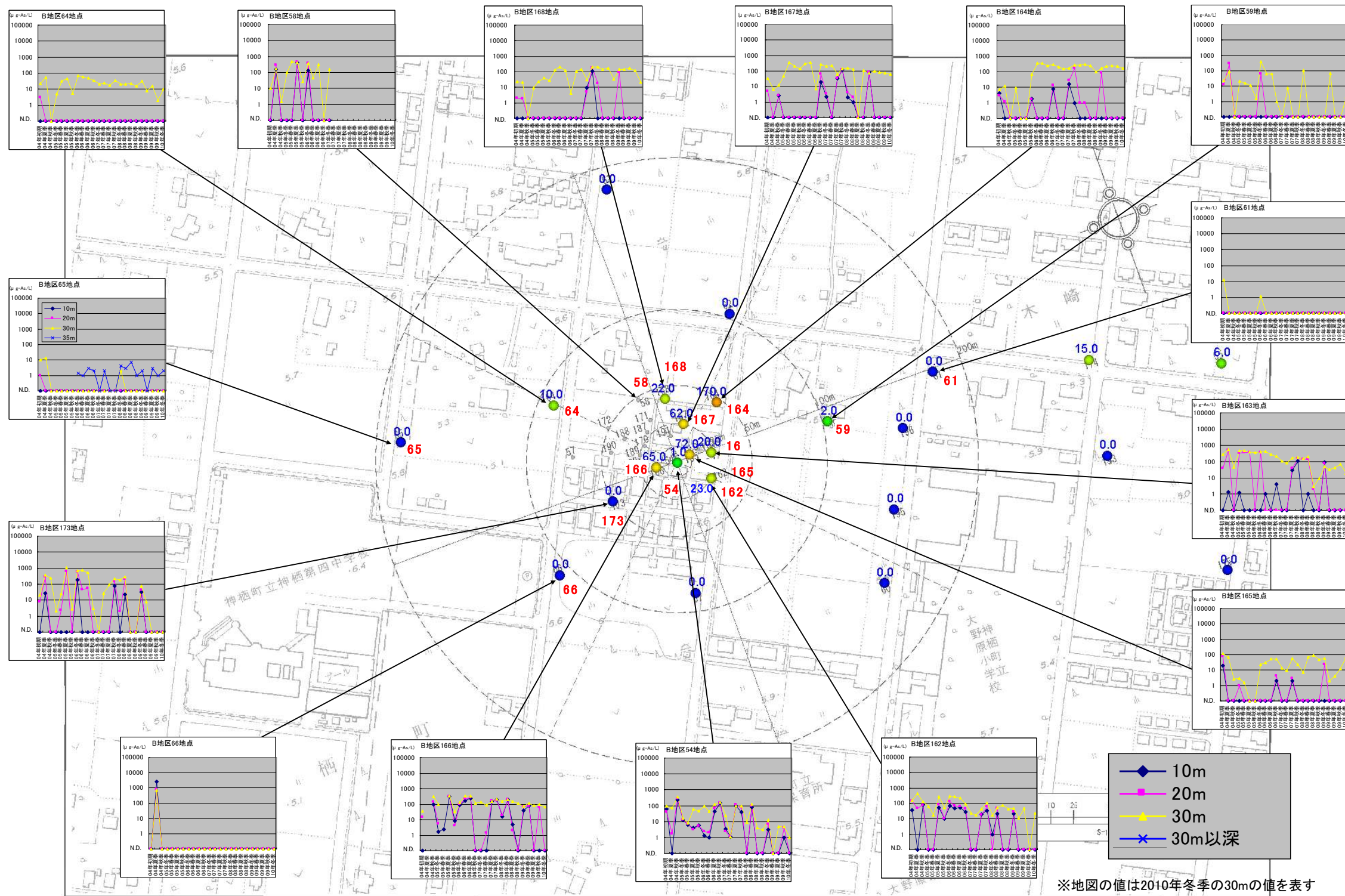


図3-6 2010年冬季(2月)ABトラック地下水DPAA汚染状況図

単位: $\mu\text{g-As/L}$

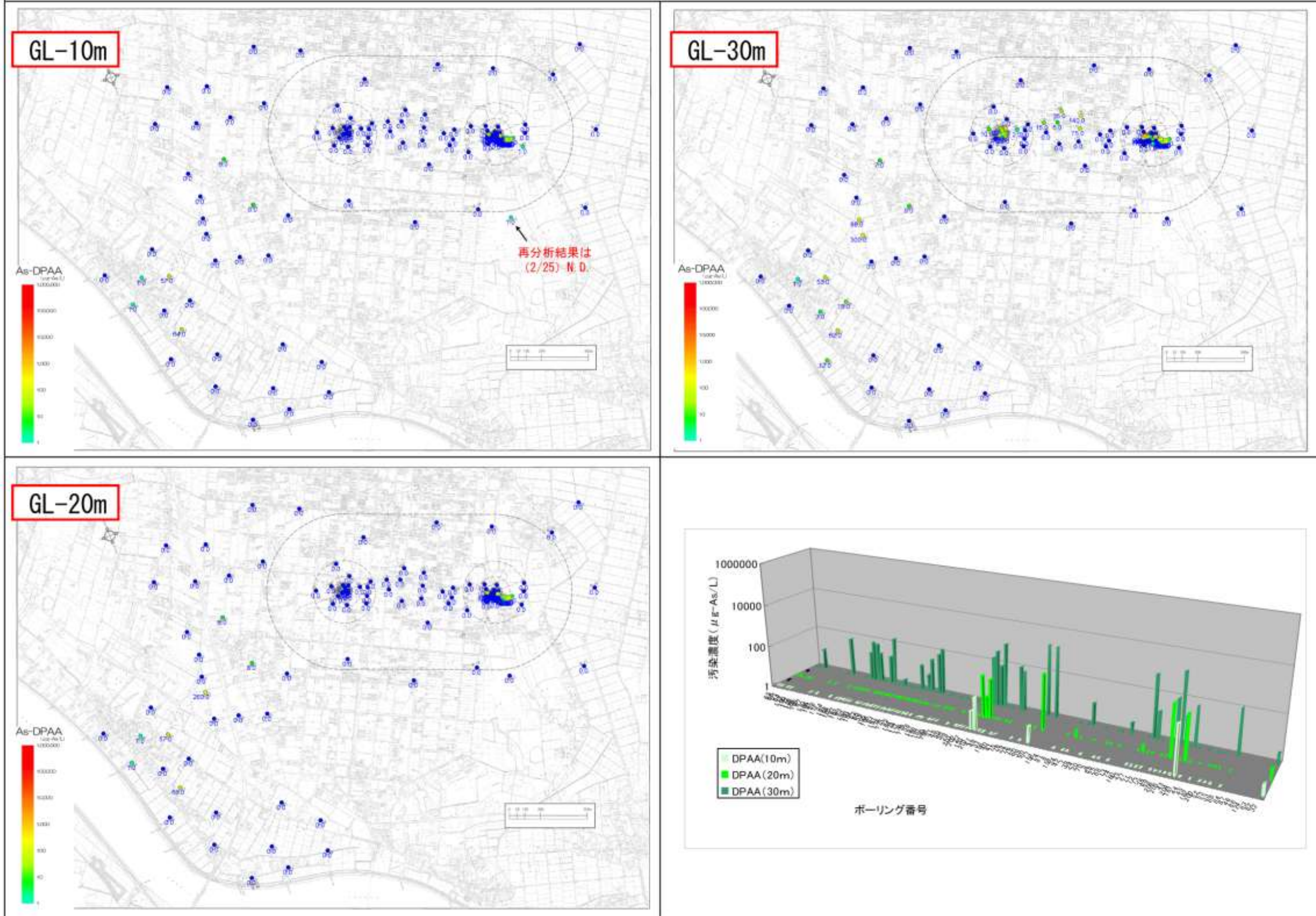
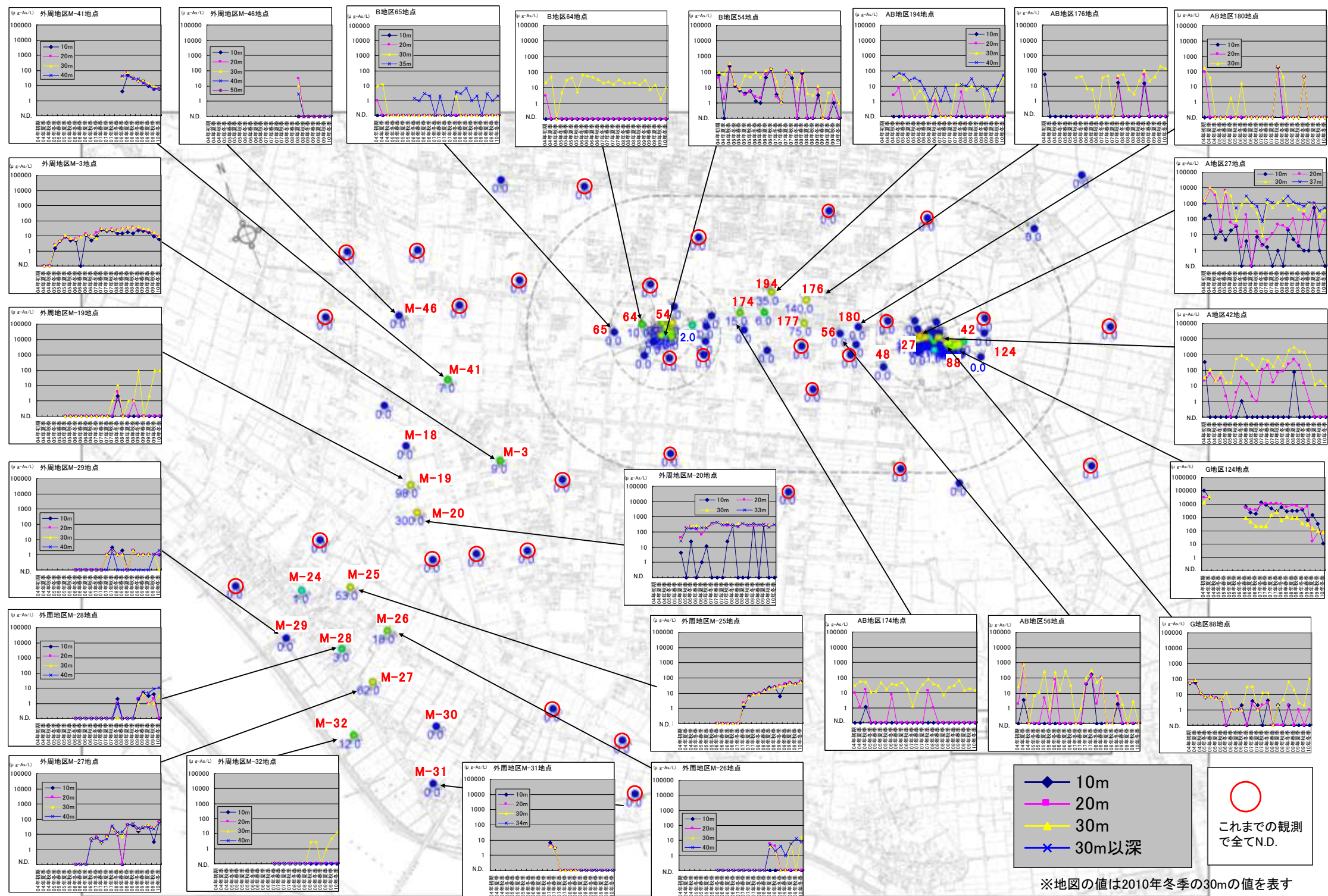


図3-7 DPAA濃度変化 ABトラック 単位: $\mu\text{g-As/L}$



DPAA分析結果一覧表

			2004年(平成16年)			2005年(平成17年)			2006年(平成18年)			2007年(平成19年)			2008年(平成20年)			2009年(平成21年)			2010年(平成22年)										
			初期採取	夏季採取	秋季採取	冬季採取	春季採取	夏季採取	秋季採取	冬季採取	春季採取	夏季採取	秋季採取	冬季採取	春季採取	夏季採取	秋季採取	冬季採取	春季採取	夏季採取	秋季採取	冬季採取	春季採取	夏季採取	秋季採取						
F-23	G	10m																	55	30	250	60	25	31	120			10m	G	F-23	
		20m																		57	45	240	66	25	66	160					20m
		30m																		72	35	230	76	43	83	150					30m
F-24	G	10m																		44	20	19	30	9	6	6			10m	G	F-24
		20m																		45	24	24	28	9	6	7			20m		
		30m																		53	25	23	33	10	6	7			30m		
F-25	G	10m																		5	6	4	27	3	5	4			10m	G	F-25
		20m																		3	5	4	23	3	4	4			20m		
		30m																		3	5	4	22	3	7	25			30m		
F-26	G	10m																		4	4	41	1	1	2	1			10m	G	F-26
		20m																		10	6	89	11	19	7	48			20m		
		30m																		16	87	100	67	51	88	48			30m		
F-27	G	10m																		2	N.D.	53	N.D.	2	3	25			10m	G	F-27
		20m																		2	8	75	4	7	12	32			20m		
		30m																		20	40	75	N.D.	61	27	32			30m		
F-28	G	10m																		6	5	3	6	1	2	28			10m	G	F-28
		20m																		5	5	4	7	1	2	40			20m		
		30m																		8	43	6	7	1	6	40			30m		
F-29	G	10m																		150	100	62	83	36	50	85			10m	G	F-29
		20m																		130	110	110	150	42	32	110			20m		
		30m																		120	100	100	130	44	31	110			30m		
F-30	G	10m																		250	230	200	280	250	100	160			10m	G	F-30
		20m																		150	130	170	250	250	100	150			20m		
		30m																		120	130	160	220	210	79	130			30m		
F-1	G	10m																				630	780	450	110			10m	G	F-1	
F-5	G	10m																				1900	1000	880	980			10m	G	F-5	
F-6	G	10m																				1000	940	620	600			10m	G	F-6	
F-31	G	10m																				100	73	42	44			10m	G	F-31	
F-32	G	10m																				7800	4400	1900	1400			10m	G	F-32	

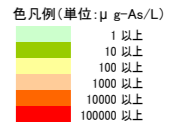
色凡例(単位: μ g-As/L)

- 1 以上
- 10 以上
- 100 以上
- 1000 以上
- 10000 以上
- 100000 以上

※1 A: A井戸周辺、B: B地区、AB、A井戸B地区間、G: 掘削調査地点周辺、外周: ABトラック外縁部
 ※2 同一時期に同深度で2回以上測定された場合は最高濃度を記載

DPAA分析結果一覧表

Table with columns for years (2004-2010), seasons, and depths (10m, 20m, 30m). Rows represent monitoring points (e.g., 65, 66, 57, 64, 173, 190, 172, 188, 169, 189, 67, 170, 166, 187, 58, 171, B地区中心 54, 191, 168, 165, 167, 162, 63, 192, 163, 164, 62, 60, 59, 195, 196, 61). Values range from N.D. to high concentrations like 1046.6 and 27.04.



※1 A:A井戸周辺、B:B地区、AB、A井戸B地区間、G:掘削調査地点周辺、外周:ABトラック外縁部
※2 同一時期に同深度で2回以上測定された場合は最高濃度を記載

DPAA分析結果一覧表

			2004年(平成16年)				2005年(平成17年)				2006年(平成18年)				2007年(平成19年)				2008年(平成20年)				2009年(平成21年)				2010年(平成22年)											
			初期採取	夏季採取	秋季採取	冬季採取	春季採取	夏季採取	秋季採取	冬季採取	春季採取	夏季採取	秋季採取	冬季採取	春季採取	夏季採取	秋季採取	冬季採取	春季採取	夏季採取	秋季採取	冬季採取	春季採取	夏季採取	秋季採取	冬季採取	春季採取	夏季採取	秋季採取	冬季採取								
M32	外周	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.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	10m	外周	M32	
		20m																N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	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			
		30m																N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.			30m
		40m																N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.			40m



※1 A:A井戸周辺、B:B地区、AB、A井戸B地区間、G:掘削調査地点周辺、外周:ABトラック外縁部
 ※2 同一時期に同深度で2回以上測定された場合は最高濃度を記載