

## 三井水源地周辺における PFAS 鉛直方向調査

各務原市水道部

## 目 次

1. 調査概要 .....	1
2. 調査結果.....	2
2.1 ボーリング調査結果 .....	2
2.2 土壌・地下水分析結果 .....	3
2.3 観測井設置.....	6
2.4 観測井地下水分析結果 .....	8
3. まとめ.....	12
3.1 結果のまとめ .....	12
3.2 PFOS、PFOA および PFHxS、PFNA の分布について .....	14

## 1. 調査概要

各務原市水質改善対策委員会において新水源を調査・審議するなかで、鉛直方向で PFAS 濃度が異なる可能性があり、より濃度の低い取水方法等を検討するため、まずはある程度高い濃度で PFAS が検出されている三井水源地周辺にて、深さ方向の PFAS 濃度の違いを検証する。

(1) 調査名:水質改善処理施設設計業務委託(PFAS 鉛直方向調査)

(2) 調査位置:各務原市三井東町 1 丁目 91(図 1.1)

(3) 調査期間:2025 年 3 月 31 日~4 月 30 日(現地作業)

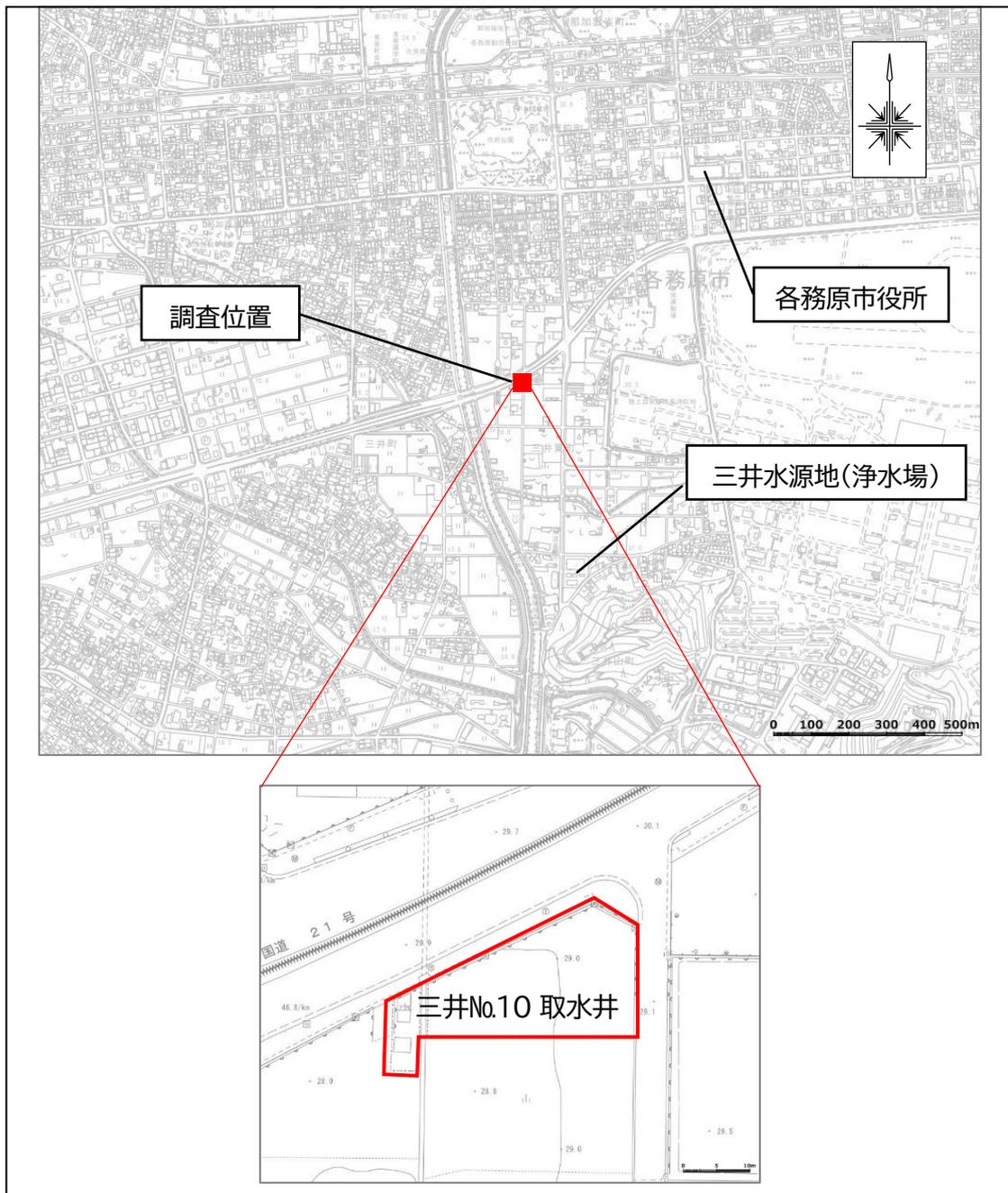


図 1.1 調査位置図

## 2. 調査結果

## 2.1 ボーリング調査結果

ボーリング結果を簡略化した図 2.1 に示す。

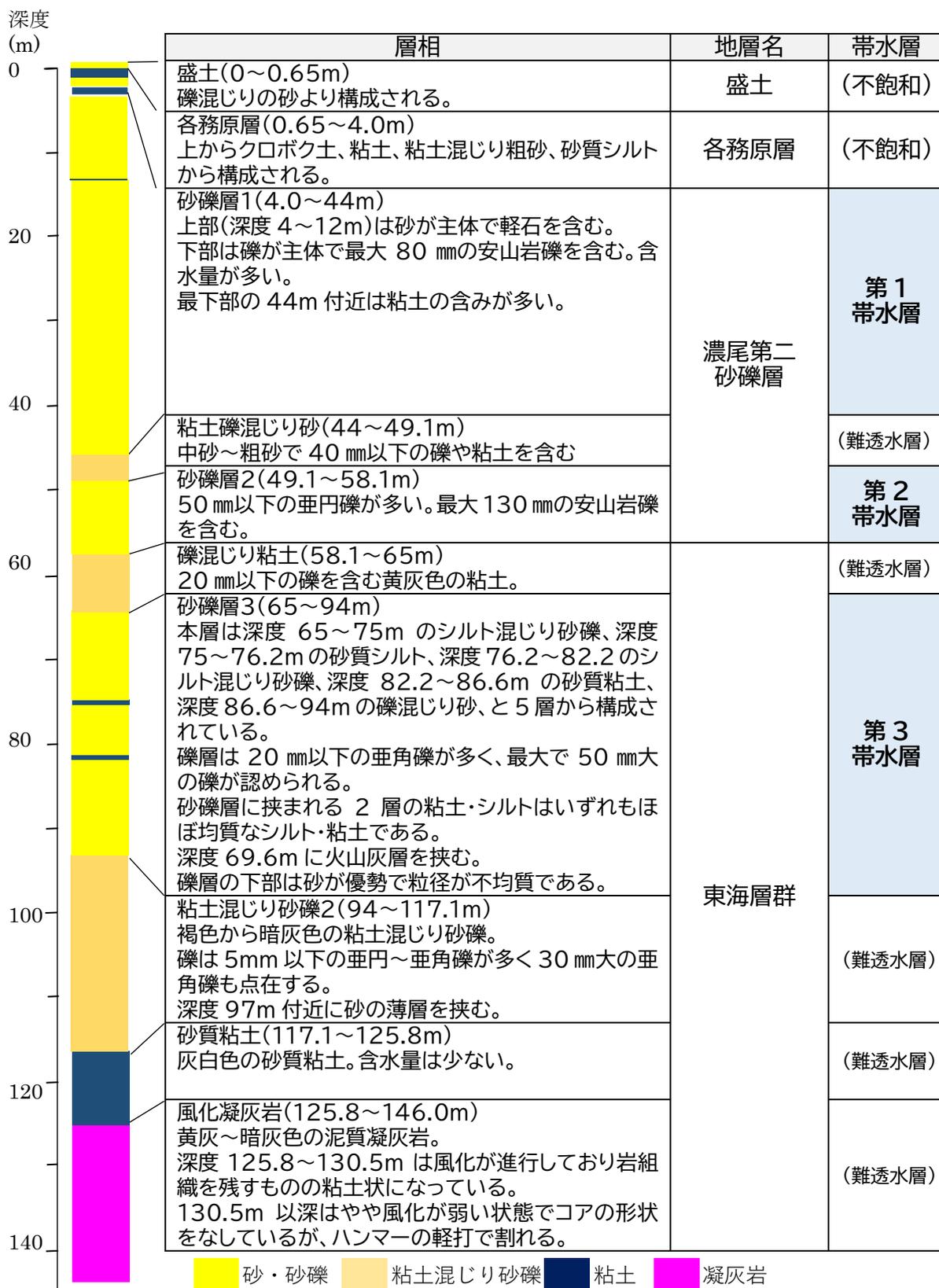


図2.1 簡易ボーリング柱状図と帯水層区分

## 2.2 土壌・地下水分析結果

### (1)土壌分析結果

土壌分析は不飽和帯で 2m ごとに 1 試料の割合、飽和帯で 10m ごとに 1 試料の割合で PFOS、PFOA および PFHxS、PFNA の溶出試験を実施した。この結果を簡易柱状図および地下水分析結果と共に図 2.2 に示す。

図 2.2 は左側のグラフが土壌分析結果、右側が地下水分析結果を示す。分析値は地下水分析結果とともに表 2.1 に示す。なお、掘削中に地下水が深度 10m で確認できたため、深度 10m 以浅を不飽和帯、10m 以深を飽和帯と判断した。

土壌分析の結果、暫定目標値である 50ng/L を超過する PFOS、PFOA および PFHxS、PFNAS は検出されなかった。PFOS、PFOA および PFHxS、PFNA の濃度分布の特徴は、不飽和帯では深度 1.8m と 3.7m で検出したものの、6.6m～14.2m まで連続して不検出であった。一方、第 1 帯水層から第 3 帯水層上部の深度 76m までは、5ng/L 以下の濃度で連続的に検出された。深度 76m 以深では深度 110m まで不検出であるが、深度 110m 以深では 4 深度において 1ng/L 以下の濃度で検出した。

物質ごとの傾向を以下に示す。

- PFOS 検出された物質の中では、概ねどの深度でも他の 3 物質より高い濃度を示した。第 1～第 3 帯水層中の地層だけでなく、不飽和帯の粘土や深度 100m 以深の凝灰岩からも検出された。
- PFOA 検出された物質の中では、どの物質よりも低い濃度であった。
- PFHxS 検出された物質の中では、概ね 2 番目に高い濃度を示した。不飽和帯の砂や深度 114m の粘土層でも検出している。
- PFNA 第 1～第 3 帯水層中の地層で検出され、盛土や難透水層では検出していない。濃度は概ね 2 番目に低い値を示した。

### (2)地下水分析結果

地下水分析結果では、土壌分析結果とは異なり多くの深度で暫定目標値の 50ng/L を超過した。特に深度 40m では PFOS、PFOA および PFHxS、PFNA の 4 項目すべてが他の深度の地下水よりも高い濃度を示した。これら 4 項目の濃度は、深度 40m をピークに深度が深くなるにつれて低くなるが、深度 114m で最も低濃度となった以降、再び上昇している。

以下、物質ごとに濃度と分布の傾向を示す。

- PFOS 深度 10～60m と深度 114m 以深では、検出された物質の中で最も高い濃度を示した。第 1～第 3 帯水層中の地下水だけでなく、凝灰岩中の地下水からも検出された。
- PFOA 検出された物質の中では、深度 10m・20m を除き、どの物質よりも低い濃度であった。
- PFHxS 深度 60～114m の区間では、検出された物質の中で最も高い濃度を示した。それ以外の深度では、PFOS に次いで 2 番目に高い濃度を示した。
- PFNA 概ね 2 番目に低い濃度であるが、深度 10m・20m は最も低い濃度であった。PFOA に近い値を示した。

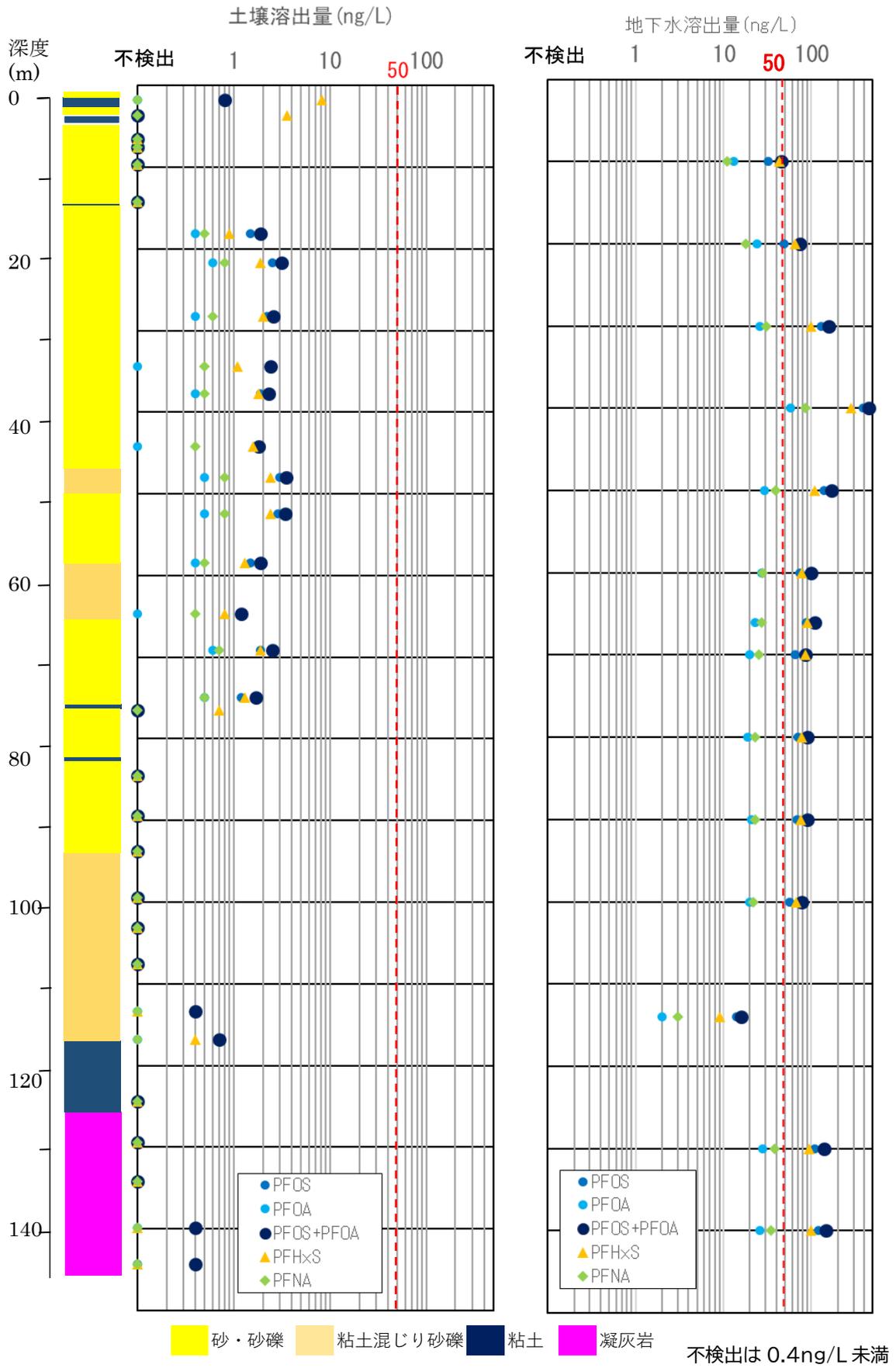


図2.2 土壤・地下水分析結果

表2.1 土壌(左)および地下水(右)分析結果

深度 (m)	PFOS (ng/L)	PFOA (ng/L)	PFOS+PFOA (ng/L)	PFHxS (ng/L)	PFNA (ng/L)	深度 (m)	PFOS (ng/L)	PFOA (ng/L)	PFOS+PFOA (ng/L)	PFHxS (ng/L)	PFNA (ng/L)
1.8	0.8	<0.4	0.8	8.2	<0.4						
3.7	<0.4	<0.4	<0.4	3.6	<0.4						
6.6	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4						
7.6	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4						
9.7	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	10	32	13	45	43	11
14.2	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4						
18.2	1.5	0.4	1.9	0.9	0.5	20	49	24	73	66	18
21.7	2.5	0.6	3.1	1.9	0.8						
28.3	2.2	0.4	2.6	2	0.6	30	130	26	156	100	31
34.4	2.4	<0.4	2.4	1.1	0.5						
37.7	1.9	0.4	2.3	1.8	0.5	40	390	58	448	280	85
44.2	1.8	<0.4	1.8	1.6	0.4						
48.0	3	0.5	3.5	2.4	0.8	50	140	29	169	110	39
52.4	2.9	0.5	3.4	2.4	0.8						
58.4	1.5	0.4	1.9	1.3	0.5	60	73	27	100	78	28
64.7	1.2	<0.4	1.2	0.8	0.4	66	87	23	110	89	27
69.2	1.9	0.6	2.5	1.9	0.7	70	65	20	85	85	25
75.0	1.2	0.5	1.7	1.3	0.5						
76.5	<0.4	<0.4	<0.4	0.7	<0.4	80	71	19	90	78	23
84.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4						
89.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	90	68	21	89	75	23
93.8	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4						
99.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	100	57	20	77	67	22
103.2	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4						
107.6	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4						
113.4	0.4	<0.4	0.4	<0.4	<0.4	114	14	2	16	9	3
116.9	0.7	<0.4	0.7	0.4	<0.4						
124.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4						
129.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	130	110	28	138	95	38
134.2	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4						
139.9	0.4	<0.4	0.4	<0.4	<0.4	140	120	26	146	100	35
144.3	<0.4	0.4	0.4	<0.4	<0.4						

※<0.4ng/Lは定量下限値未満(不検出)

※赤色は各分析項目の最高濃度を示す

### 2.3 観測井設置

コアボーリングの結果、調査地は帯水層が三つに区分できることが判明した。ただし、いずれの帯水層においても地下水中の PFAS は暫定目標値を超過して検出された。

深度 146m まで掘削した調査孔を地下水観測井に仕上げるにあたり、以下の理由から第 2 帯水層のみを対象とした地下水観測井を仕上げることにした。判断材料の中に、既存の 10 号井の井戸構造も関係するため、図 2.3 に調査地の帯水層区分と既存 10 号井の井戸構造図を示す。

#### 【理由】

- 第 1～第 3 帯水層のいずれも PFAS 等が検出されており、深度の深い井戸を設けても PFAS 等の検出が全くない水は得られない。ただし、濃度は深い深度の方が浅い深度よりも低い。
- 第 3 帯水層は、PFAS 等の濃度が低くても、飲用に不適な重金属等が含まれるため、将来的に第 3 帯水層の地下水を飲用に利用する可能性は低い。
- 既設の 10 号井は、第 1 帯水層と第 2 帯水層の両方にスクリーンが設置されているため、個々の帯水層の水質をモニタリングするには適していない。
- 以上の理由により、第 2 帯水層のみをモニタリングする観測井を設置することが妥当である。

図 2.4 に今回設置した井戸の構造図を示す。

掘削孔底から井戸管底までは砂利を充填し、井戸管底付近はセメントを打設して第 3 帯水層からの地下水を遮断した。

スクリーンは深度 48m～55m の第 2 帯水層の全層に設置した。

スクリーン上部には遮水材(ベントナイトペレット)を充填し、第 1 帯水層からの地下水を遮断した。

地上部は表流水が井戸側面を伝って地下に浸透することが無いよう、セメンチングを実施した。

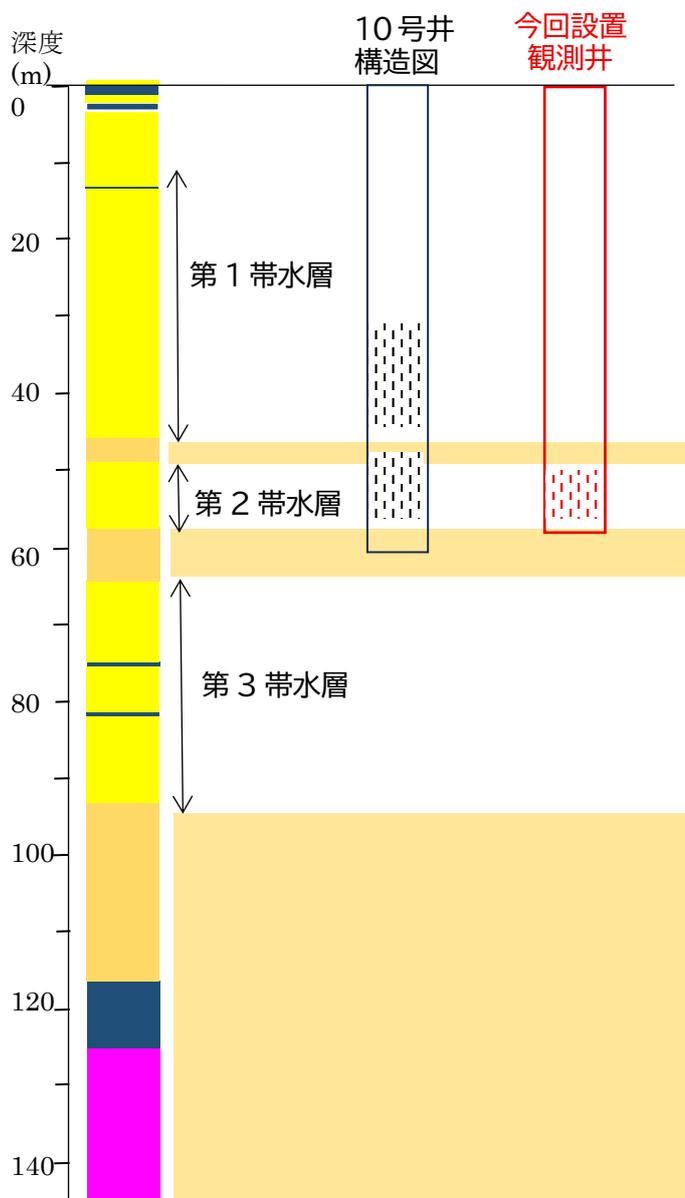


図2.3 帯水層区分と観測井の構造

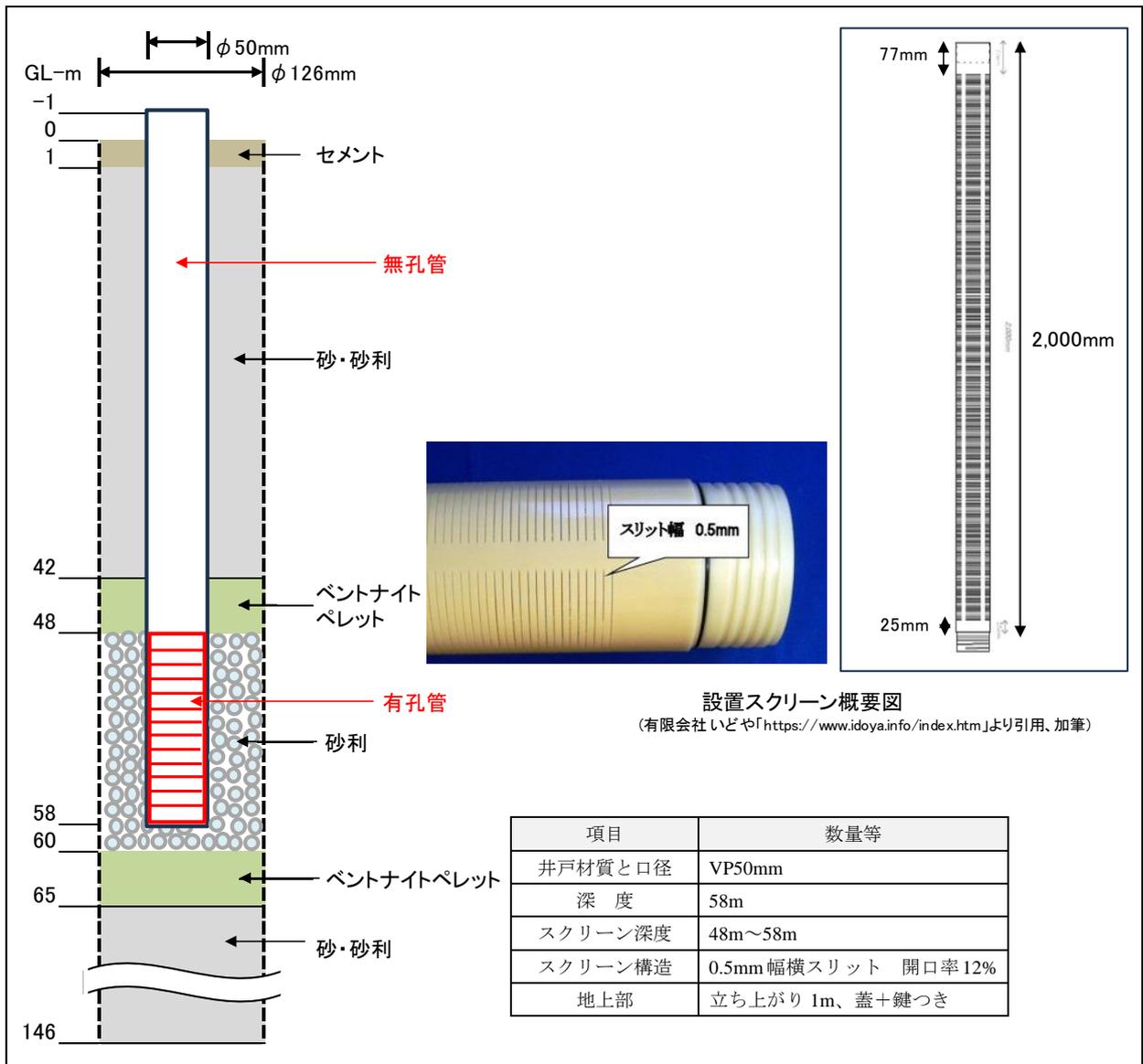


図2.4 井戸構造図

## 2.4 観測井地下水分析結果

### (1)水道法による水質基準(原水)項目

水道法の水質基準項目について、分析結果を表 2.2 に示す。表 2.2 で測定結果を赤字で示した項目は基準値を超過したものである。分析の結果、5項目が水質基準を超過した。以下に超過した項目について、その内容を示す。

#### ○一般細菌:18,000 個 (基準値:集落数が 1mL 中に 100 個以下)

基準値を上回る値であった。孔内洗浄時は十分に洗浄を実施したが、観測井の口径が小さいため、多量の揚水をすることができなかった。そのため、観測井設置時に使用した資機材や孔口付近に付着していたものが残存した可能性がある。

#### ○アルミニウム及びその化合物:0.66mg/L (基準値:0.2mg/L 以下)

基準値より約 3 倍高い値であった。アルミニウム類は多くが地質に由来する。高濃度の場合には白濁が生じる。

#### ○鉄及びその化合物:1.3mg/L (基準値:0.3mg/L 以下)

基準値より約 4 倍高い値であった。鉄類は多くが地質に由来する。高濃度の場合には、異臭味(カナ気)が生じる。

#### ○マンガン及びその化合物:0.67mg/L (基準値:0.05mg/L 以下)

基準値より約 10 倍高い値であった。マンガン類は多くが地質に由来する。

#### ○濁度:6.4 度 (基準値:2 度以下)

基準値より約 3 倍高い値であった。孔内洗浄は十分に実施したが、観測井の口径が小さいため多量の揚水をすることができず、孔内の粘土分を完全に掬い上げることができなかったためと考えられる。色はわずかに白色を帯びていた。

### (2)水質管理目標設定項目

水質管理目標設定項目の分析結果を表 2.3 に示す。分析の結果、水質管理目標設定項目においても、5項目が水質基準を超過したが、そのうちマンガン及びその化合物と濁度、アルミニウムおよびその化合物の3項目は、水道法の基準でも超過した項目である。この 3 項目については基準値の違いのみを示す。ほか 2 項目について、以下にその内容を示す。

●マンガン及びその化合物:水道法基準 0.05mg/L 以下、目標設定基準 0.01mg/L 以下

●濁度:水道法規準 2 度以下、目標設定基準1度以下

●アルミニウム及びその化合物:水道法基準 0.2mg/L 以下、目標設定基準 0.1mg/L 以下

#### ○従属栄養細菌:560,000 個 (基準値:2,000 個以下)

基準値を上回る値であった。一般細菌は従属栄養細菌の一部であるため、一般細菌と同様、資機材・孔口付近に付着したものが残存した可能性がある。

#### ○PFOS 及び PFOA:0.000091mg/L (基準値:0.00005mg/L 以下)

目標値より約 2 倍高い値であった。「2.2 土壌・地下水分析結果」と同様の結果を示す。

表2.2 水道法による水質基準(原水項目)分析結果

※赤字は基準値超過を示す

水道法による水質基準項目			
項目	基準値	測定結果	
1	一般細菌	1mlの検水で形成される集落数が100以下	18000
2	大腸菌	検出されないこと	陰性
3	カドミウム及びその化合物	カドミウムの量に関して、0.003mg/L以下	<0.0003
4	水銀及びその化合物	水銀の量に関して、0.0005mg/L以下	<0.00005
5	セレン及びその化合物	セレンの量に関して、0.01mg/L以下	<0.001
6	鉛及びその化合物	鉛の量に関して、0.01mg/L以下	<0.001
7	ヒ素及びその化合物	ヒ素の量に関して、0.01mg/L以下	<0.001
8	六価クロム化合物	六価クロムの量に関して、0.02mg/L以下	<0.002
9	亜硝酸態窒素	0.04mg/L以下	0.017
10	シアン化物イオン及び塩化シアン	シアンの量に関して、0.01mg/L以下	<0.001
11	硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	10mg/L以下	1.5
12	フッ素及びその化合物	フッ素の量に関して、0.8mg/L以下	0.07
13	ホウ素及びその化合物	ホウ素の量に関して、1.0mg/L以下	<0.1
14	四塩化炭素	0.002mg/L以下	<0.0002
15	1,4-ジオキサン	0.05mg/L以下	<0.005
16	シス-1,2-ジクロロエチレン及びトランス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/L以下	<0.004
17	ジクロロメタン	0.02mg/L以下	<0.001
18	テトラクロロエチレン	0.01mg/L以下	<0.001
19	トリクロロエチレン	0.01mg/L以下	<0.001
20	ベンゼン	0.01mg/L以下	<0.001
21	亜鉛及びその化合物	亜鉛の量に関して、1.0mg/L以下	<0.1
22	アルミニウム及びその化合物	アルミニウムの量に関して、0.2mg/L以下	0.66
23	鉄及びその化合物	鉄の量に関して、0.3mg/L以下	1.3
24	銅及びその化合物	銅の量に関して、1.0mg/L以下	<0.1
25	ナトリウム及びその化合物	ナトリウムの量に関して、200mg/L以下	13
26	マンガン及びその化合物	マンガンの量に関して、0.05mg/L以下	0.67
27	塩化物イオン	200mg/L以下	5.4
28	カルシウム、マグネシウム等(硬度)	300mg/L以下	52
29	蒸発残留物	500mg/L以下	180
30	陰イオン界面活性剤	0.2mg/L以下	<0.02
31	ジェオスミン	0.00001mg/L以下	<0.000001
32	2-メチルイソボルネオール	0.00001mg/L以下	<0.000001
33	非イオン界面活性剤	0.02mg/L以下	<0.002
34	フェノール類	フェノールの量に換算して、0.005mg/L以下	<0.0005
35	有機物(全有機炭素(TOC)の量)	3mg/L以下	2.8
36	pH値	5.8以上8.6以下	7.0/24.6℃
37	味	異常でないこと	測定不能
38	臭気	異常でないこと	異常なし
39	色度	5度以下	3.5
40	濁度	2度以下	6.4度

表2.3 水質管理目標設定項目分析結果

※赤字は基準値超過を示す

	項目	基準値	結果
1	アンチモン及びその化合物	アンチモンの量に関して、0.02mg/L以下	<0.002
2	ウラン及びその化合物	ウランの量に関して、0.002mg/L以下（暫定）	<0.0002
3	ニッケル及びその化合物	ニッケルの量に関して、0.02mg/L以下	0.002
4	1,2-ジクロロエタン	0.004mg/L以下	<0.0002
5	トルエン	0.4mg/L以下	<0.02
6	フタル酸ジ(2-エチルヘキシル)	0.08mg/L以下	<0.008
7	亜塩素酸	0.6mg/L以下	<0.06
8	二酸化塩素	0.6mg/L以下	<0.06
9	ジクロロアセトニトリル	0.01mg/L以下	<0.001
10	抱水クロラール	0.02mg/L以下	<0.002
11	農薬類（詳細は別添）	検出値と目標値の比の和として、1以下	不検出
12	残留塩素	1mg/L以下	<0.1
13	カルシウム、マグネシウム等（硬度）	10～100mg/L以下	52
14	マンガン及びその化合物	マンガンの量に関して、0.01mg/L以下	0.67
15	遊離炭酸	20mg/L以下	11
16	1,1,1-トリクロロエタン	0.3mg/L以下	<0.001
17	メチル-t-ブチルエーテル	0.02mg/L以下	<0.002
18	有機物等(過マンガン酸 カリウム消費量)	3mg/L以下	2.4
19	臭気強度（TON）	3以下	<1
20	蒸発残留物	30～200mg/L以下	180
21	濁度	1以下	6.4
22	pH値	7.5程度	7.0/24.6℃
23	腐食性（ランゲリア指数）	-1程度以上とし、極力0に近づける	-1.4
24	従属栄養細菌	1 mlの検水で形成される集落数が2,000以下(暫定)	560000
25	1,1-ジクロロエチレン	0.1mg/L以下	<0.01
26	アルミニウム及びその化合物	アルミニウムの量に関して、0.1mg/L以下	0.66
27	ペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)及びペルフルオロオktan酸(PFOA)	PFOS及びPFOAの量の和として0.00005mg/L以下（暫定）	0.000091

## (3)その他分析項目

その他の分析項目として表 2.4 に示す。分析の結果、PFHxS は 72ng/L 検出された。この値は 2.2 章で示した地下水分析結果と同程度の値である。

クリプトスポリジウム指標菌とジアルジアについては不検出であった。

表2.4 その他分析項目の分析結果

	項目	基準値	結果
1	ペルフルオロヘキサフルルホン酸(PFHxS)	日本とWHOの飲料水水質には基準無し。国内では「要調査項目」としての位置づけ	0.000072
2	クリプトスポリジウム指標菌	検出されないこと	検出されず (10L中)
3	クリプトスポリジウム+ジアルジア	検出されないこと	検出されず (10L中)

## (4)第3帯水層の重金属類分析結果

本調査では三つの帯水層のうち、どの帯水層を対象とした観測井を設置するかを検討する際に、第3帯水層の重金属類の水質分析を実施した。その結果を表2.5に示す。表2.5の赤字で示した測定結果は、水道法の水質基準を超過した項目である。

表2.6には第2帯水層で実施した分析結果と第3帯水層の分析結果の比較を示す。なお、両帯水層ともに不検出の項目は掲載していない。表2.6によると、第3帯水層の地下水は金属類において第2帯水層よりも高い値を示した項目が多い。

表2.5 第3帯水層の水質分析結果

※赤字は基準値超過を示す

項目	水道法による水質基準値	測定結果
カドミウム及びその化合物	カドミウムの量に関して、	<0.0003
水銀及びその化合物	水銀の量に関して、0.0005mg/L以下	<0.00005
セレン及びその化合物	セレンの量に関して、0.01mg/L以下	<0.001
鉛及びその化合物	鉛の量に関して、0.01mg/L以下	0.005mg/L
ヒ素及びその化合物	ヒ素の量に関して、0.01mg/L以下	<0.001
六価クロム化合物	六価クロムの量に関して、0.02mg/L	0.005mg/L
亜硝酸態窒素	0.04mg/L以下	0.007mg/L
シアン化物イオン及び塩化シアン	シアンの量に関して、0.01mg/L以下	<0.001
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	10mg/L以下	2.3mg/L
フッ素及びその化合物	フッ素の量に関して、0.8mg/L以下	<0.05
ホウ素及びその化合物	ホウ素の量に関して、1.0mg/L以下	<0.1
亜鉛及びその化合物	亜鉛の量に関して、1.0mg/L以下	0.2mg/L
アルミニウム及びその化合物	アルミニウムの量に関して、0.2mg/L以下	3.2mg/L
鉄及びその化合物	鉄の量に関して、0.3mg/L以下	5.9mg/L
銅及びその化合物	銅の量に関して、1.0mg/L以下	<0.1
ナトリウム及びその化合物	ナトリウムの量に関して、200mg/L以下	11mg/L
マンガン及びその化合物	マンガンの量に関して、0.05mg/L以下	0.2mg/L
塩化物イオン	200mg/L以下	5.6mg/L
カルシウム、マグネシウム等(硬度)	300mg/L以下	50mg/L
蒸発残留物	500mg/L以下	480mg/L
有機物(全有機炭素(TOC)の量)	3mg/L以下	3.2mg/L
pH値	5.8以上8.6以下	6.0

表2.6 第2帯水層と第3帯水層の比較

※赤字は基準値超過を示す

項目	第2帯水層 測定結果	第3帯水層 測定結果
鉛及びその化合物	<0.001	0.005mg/L
六価クロム化合物	<0.002	0.005mg/L
亜硝酸態窒素	0.017mg/L	0.007mg/L
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	1.5mg/L	2.3mg/L
フッ素及びその化合物	0.07mg/L	<0.05
亜鉛及びその化合物	<0.1	0.2mg/L
アルミニウム及びその化合物	0.66mg/L	3.2mg/L
鉄及びその化合物	1.3mg/L	5.9mg/L
ナトリウム及びその化合物	13mg/L	11mg/L
マンガン及びその化合物	0.67mg/L	0.2mg/L
塩化物イオン	5.4mg/L	5.6mg/L
カルシウム、マグネシウム等(硬度)	52mg/L	50mg/L
蒸発残留物	180mg/L	480mg/L
有機物(全有機炭素(TOC)の量)	2.8mg/L	3.2mg/L
pH値	7.0	6.0

※着色されたマス目:第2と第3帯水層の測定結果で濃度が高い方

### 3. まとめ

#### 3.1 結果のまとめ

##### (1) 水理地質構造

調査地には地表から深度 146m までの間に、上位から各務原層、濃尾第二砂礫層、東海層群が分布する。

これらの地層のうち主たる帯水層となるのは濃尾第二砂礫層である。調査地では、濃尾第二砂礫層を第 1 帯水層と第 2 帯水層の 2 層に区分し、東海層群上部の粘土混じり砂礫層を第 3 帯水層とした。水理地質上の基盤は、東海層群の凝灰岩である。

##### (2) PFOS、PFOA および PFHxS、PFNA の鉛直分布

帯水層は 3 層に区分したが、地下水中の PFOS+PFOA はどの帯水層においても暫定目標値の 50ng/L を超過した。最も濃度が高かったのは第 1 帯水層の深度 40m で、PFOS は 390ng/L、PFOA は 58ng/L、PFHxS は 280ng/L、PFNA は 85ng/L であった。

土壌中の PFOS、PFOA および PFHxS、PFNA は、土壌における溶出量の目標値は無いが、50ng/L を超える試料は確認されなかった。各成分の土壌中の分布は第 1・第 2・第 3 帯水層の砂礫層が主体で、不飽和帯の深度 6.6~9.7m では検出されなかった。深い深度では、難透水層では不検出だが粘土層の直上の深度 113m や 116m では PFOS と PFHxS が検出された。また、凝灰岩でも深度 139m と 144m において PFOS と PFOA が検出された。

##### (3) 観測井の設置

観測井は第 2 帯水層を対象とした、表 3.1 に示す仕様のもので設置した。

表3.1 観測井の仕様

項目	数量等
井戸材質と口径	VP50mm
深 度	58m
スクリーン深度	48m~58m
スクリーン構造	0.5mm 幅横スリット 開口率 12%
地上部	立ち上がり 1m、蓋+鍵つき

##### (4) 観測井の地下水分析結果

水道法による水質基準では、一般細菌、アルミニウムおよびその化合物、鉄およびその化合物、マンガンおよびその化合物、濁度、の 5 項目で基準を満たさなかった。これらのうち一般細菌と濁度は、観測井内にとどまっていた細粒分等に起因することが考えられる。

水質管理目標設定項目では、上記の項目とは別に従属栄養細菌と PFOS および PFOA が基準値を超過した。

その他の項目として PFHxS が 72ng/L 検出された。

本調査の調査結果の一覧を図 3.1 に示す。



### 3.2 PFOS、PFOA および PFHxS、PFNA の分布について

#### (1)分布の特徴

土壌・地下水調査の結果、PFAS 等の分布には以下の特徴が認められた。

- ① 土壌中の PFAS 等は、不飽和帯では検出しない区間があり、地下水位以深で連続的に分布が認められた
- ② 地下水中の PFAS 等は第 1 帯水層で最も濃度が高いが、深い深度の第 2・第 3 帯水層でも暫定目標値を超える程度に濃度が高い
- ③ 土壌・地下水共に深度 100m 以深でも PFAS が検出されている

#### (2)地下における PFOS、PFOA および PFHxS、PFNA の分布の推定

不飽和帯の土壌中から PFAS がほぼ検出されていないことから、PFAS 等は調査地点の地表から分布を広げたものではなく、地下水と共に地下水流動の上流側から移動してきたものと判断することができる。深度 3.7m までに検出された PFOS と PFHxS は、PFOS と PFHxS を含む水が地表から地下に浸透するなど、二次的な原因である可能性も考えられる。

飽和帯の中で、第 1～第 3 帯水層のいずれにおいても PFAS 等が検出された理由は、次のように考えることができる。

第 1～第 3 帯水層の境界となっている難透水層は、地下水を完全に遮断するような厚い粘土層でなく、粘土・礫混じり砂層(第 1 帯水層と第 2 帯水層の境界)や礫混じり粘土層(第 2 帯水層と第 3 帯水層の境界)である。地下水や地下水中の物質は、上の帯水層から下の帯水層に移動は可能である。また、地層は横方向に無限に広がっているわけではなく、層厚が薄くなってやがて消滅することや、粒子の大きさが横に行くほど変化して上下の層と区別がつかなくなるなど、変化するのが一般的である。

#### (3)PFOS・PFOA・PFHxS・PFNA の分布の違い

PFOS・PFOA・PFHxS・PFNA は、土壌および地下水中で同じような分布を示す。検出された深度において濃度の高い順は、概ね PFOS>PFHxS>PFNA>PFOA である。ただし、地下水中の深度 60m～100m の区間では一番と二番の順位が入れ替わり、PFHxS>PFOS>PFNA>PFOA となっている。

#### (4)想定される PFOS、PFOA および PFHxS、PFNA の分布

今回の調査は 1 地点における深度方向の調査であったが、深度 100m 以深の帯水層にまで PFAS 等が分布することが確認できた。そのため、調査地点よりも地下水流動の下流側(西および南方向)では、調査地と同様に深い深度まで PFAS 等が分布していると判断できる。