

現状分析(ステップ2)の調査結果

令和6年12月20日(金)
長野市上下水道局

1

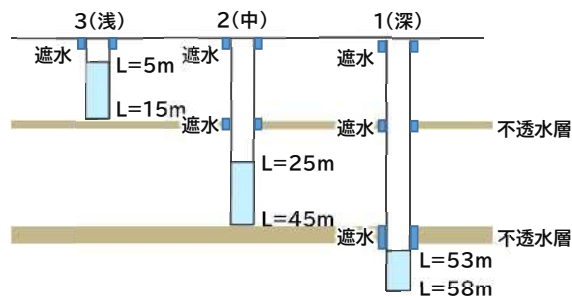


STEP2 ①水源地内 観測孔設置状況

2



水源地内観測孔の概念図

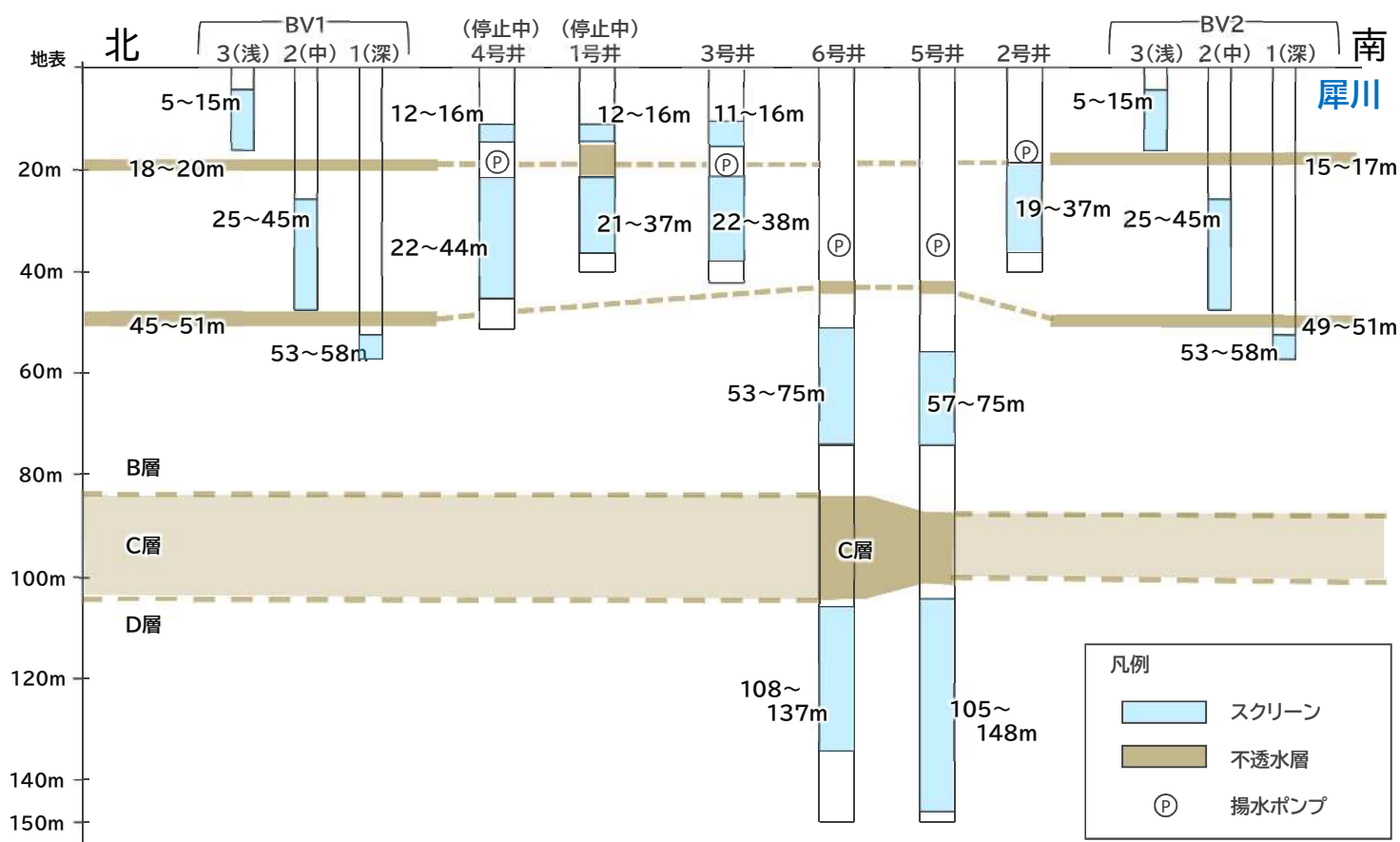


凡例

- スクリーン
- 不透水層

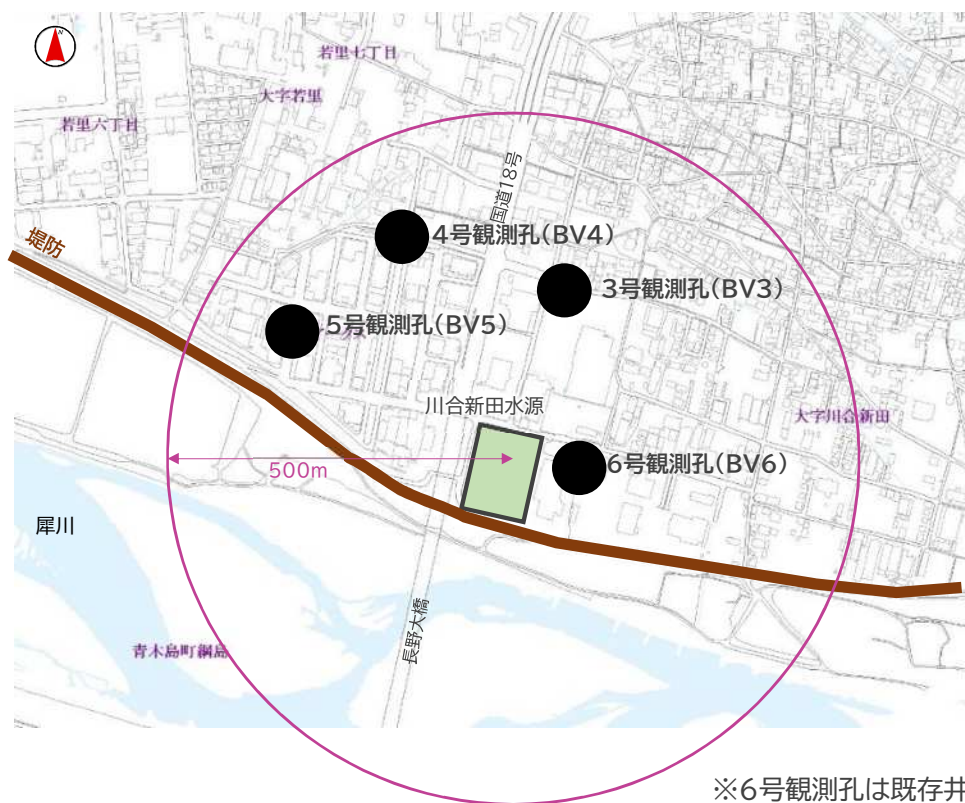
STEP2 ①水源地内 観測孔・取水井(断面図)

3

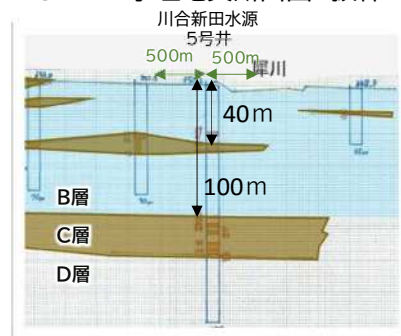


STEP2 ②場外 観測孔設置状況

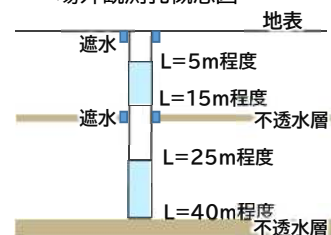
4



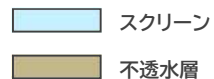
STEP1水理地質断面図 抜粋



場外観測孔概念図

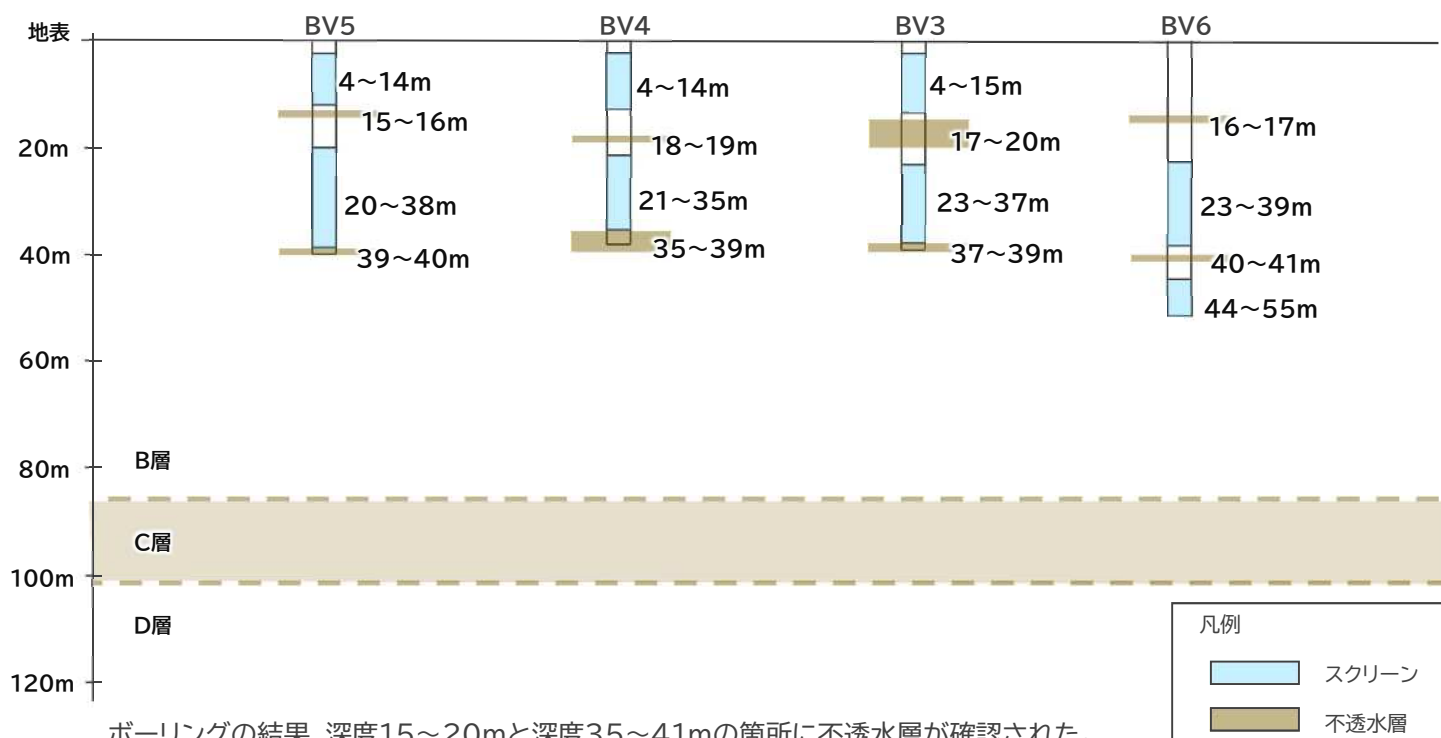


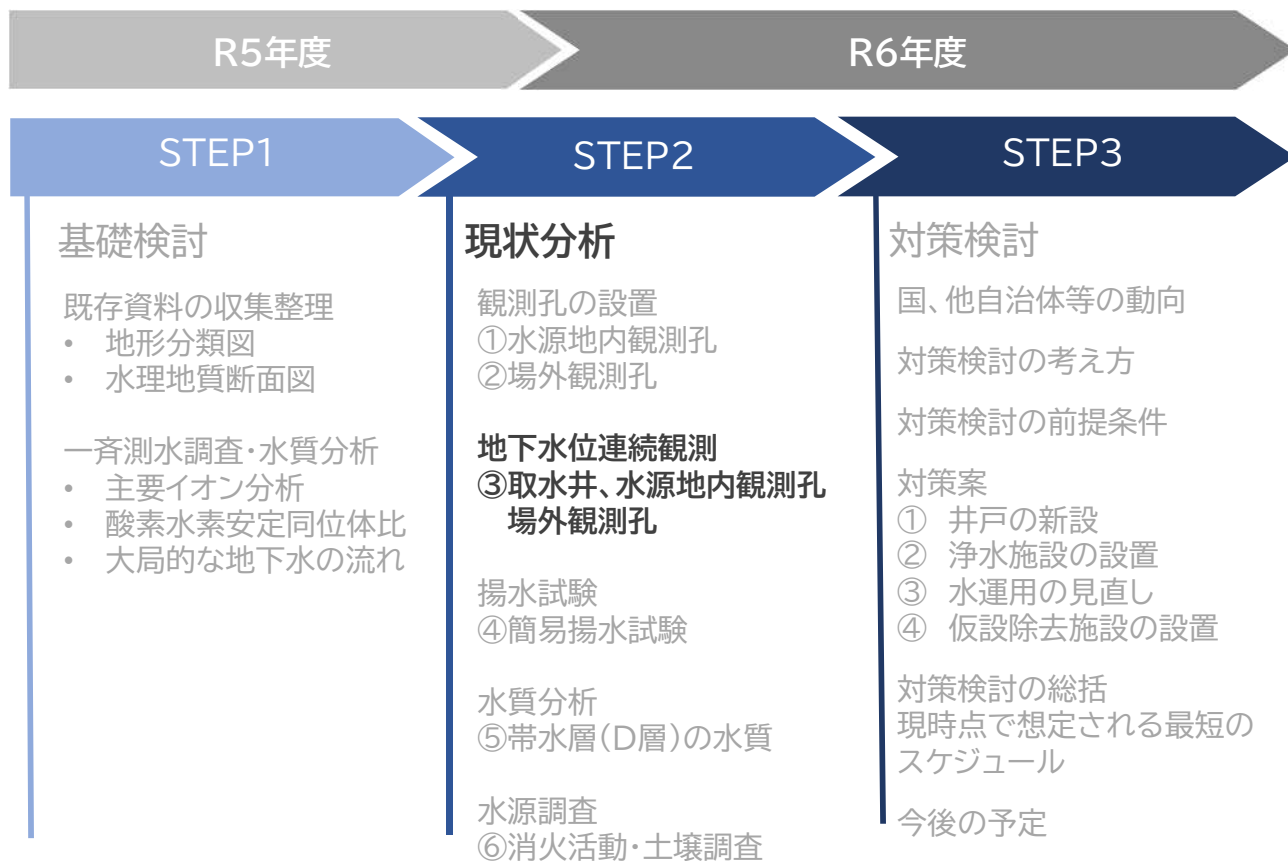
凡例



STEP2 ②場外 観測孔(断面図)

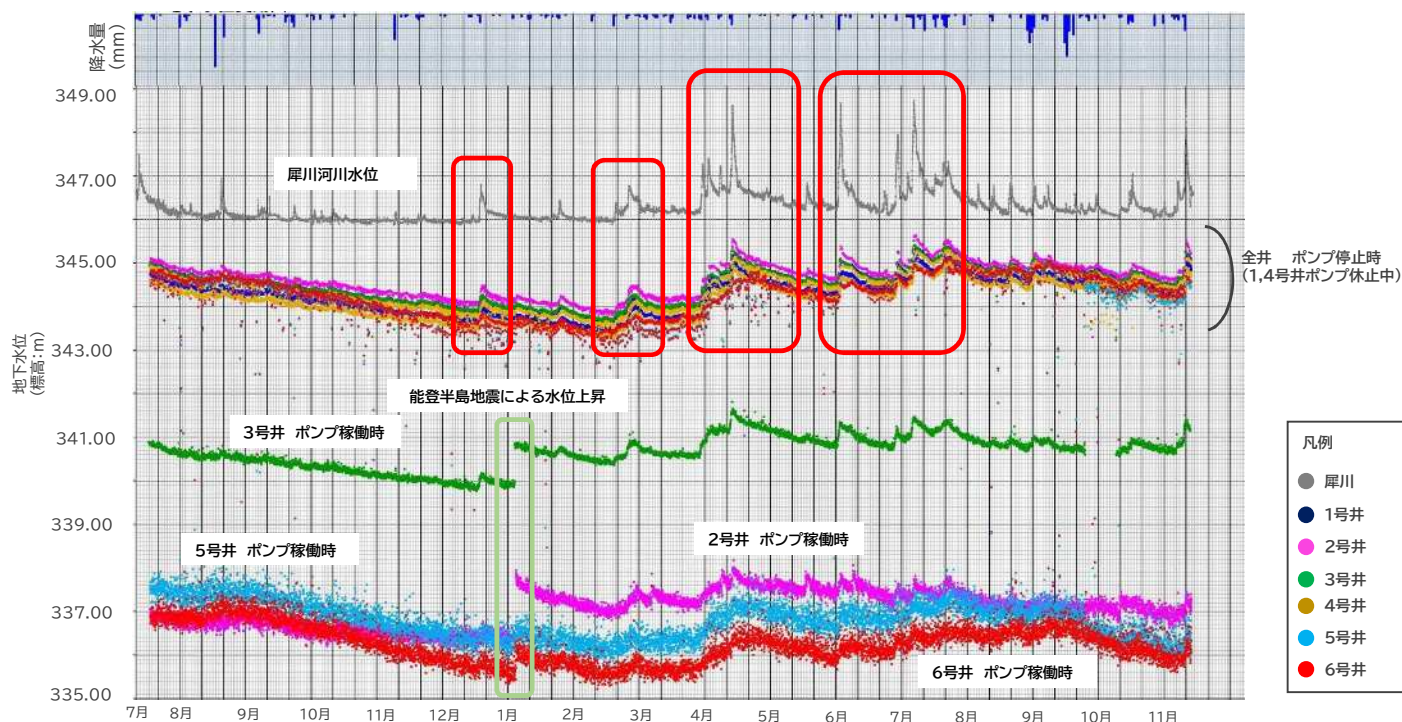
5





STEP2 ③地下水水位連続観測 取水井

水源地内取水井・・・令和5年7月19日～

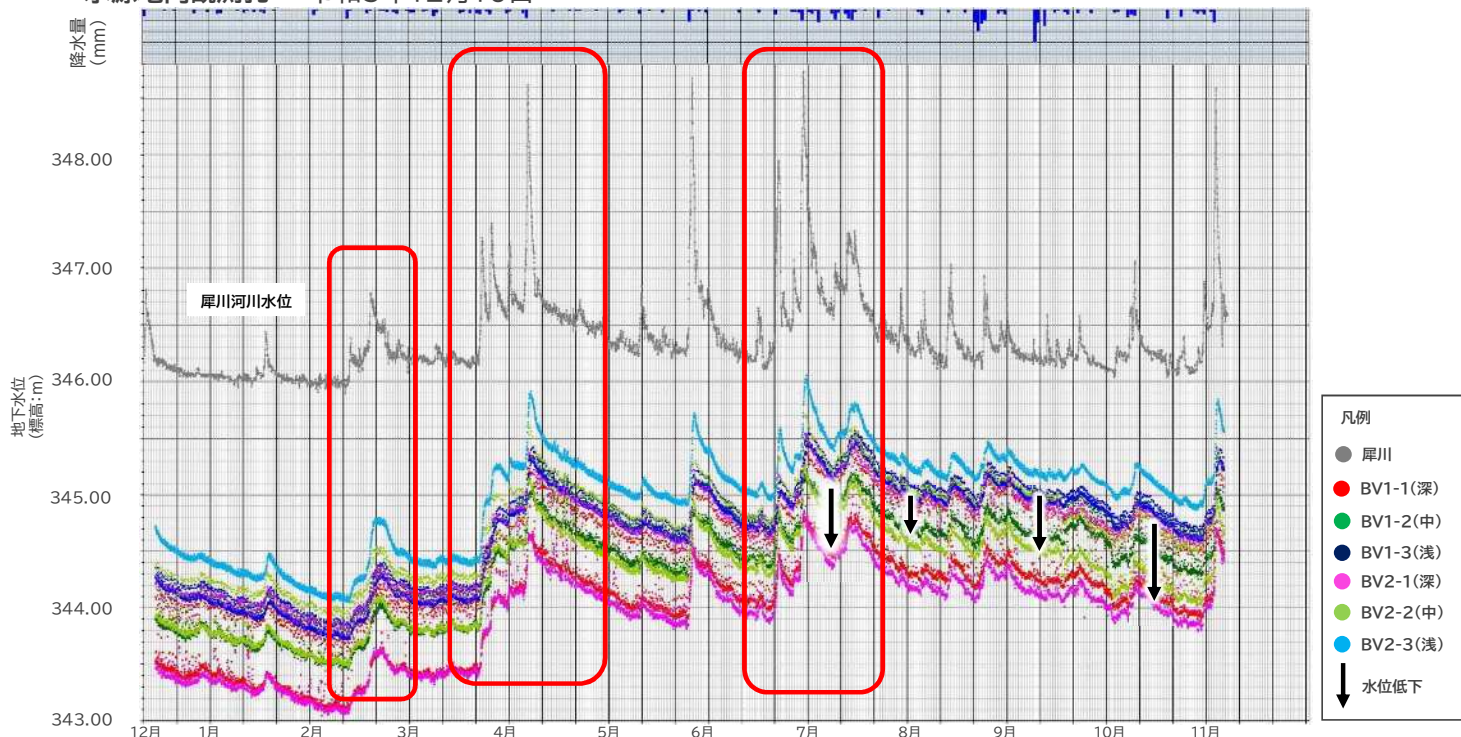


- ・ 水源地内取水井の地下水水位は、犀川河川水の圧力が伝わることにより、犀川の河川水位の昇降に同調して変動している。
- ・ 長野市内の降水量が水源地内取水井の地下水水位に及ぼす影響は、犀川河川水位に比べて小さい。
- ・ 水源地内周辺の1年間の地下水水位について、本調査期間においては2月に最低水位を示し、7月に最高水位を示す。

STEP2 ③地下水位連続観測 水源地内観測孔

8

水源地内観測孔…令和5年12月16日～

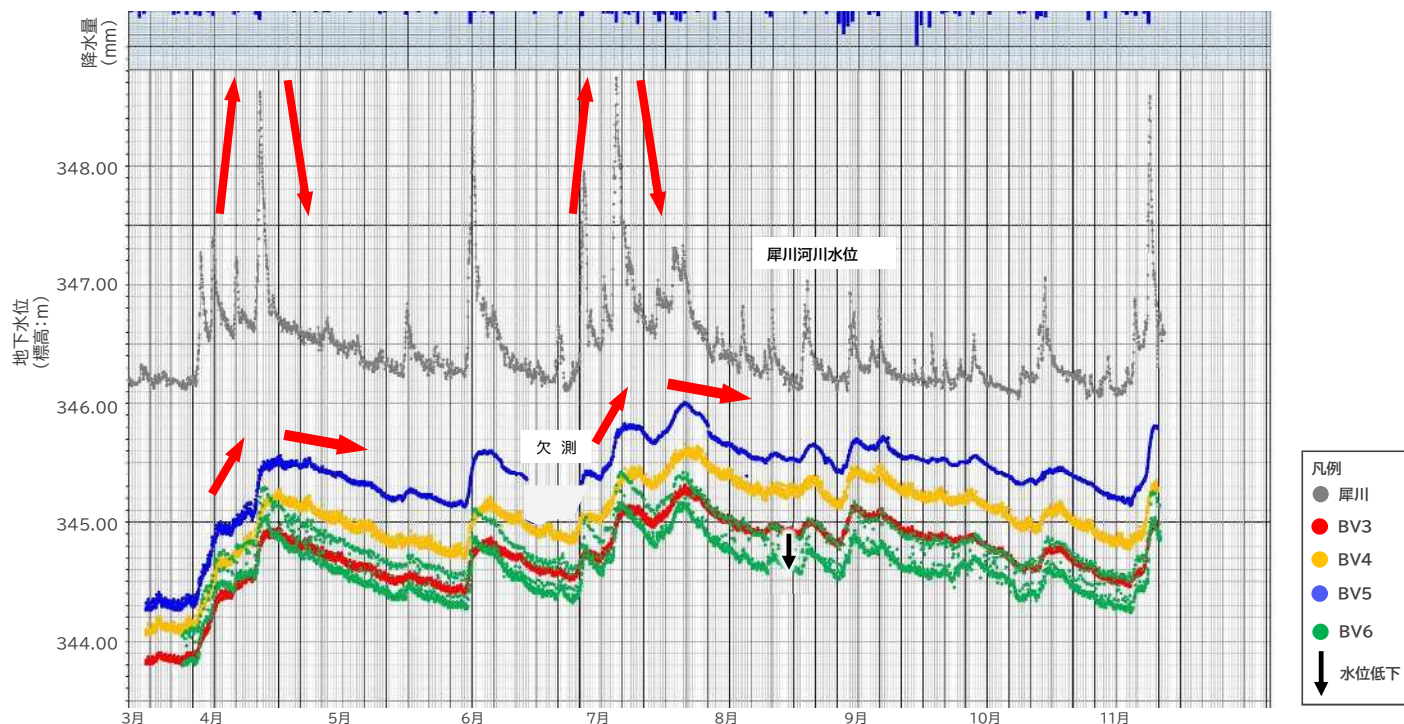


- ・水源地内観測孔の地下水位は、犀川河川水の圧力が伝わることにより、犀川の河川水位の昇降に同調して変動している。
- ・長野市内の降水量が水源地内観測孔の地下水位に及ぼす影響は、犀川河川水位に比べて小さい。
- ・取水井のポンプ稼働により、各観測孔の水位は低下するが、BV2-3(浅)は大きな水位低下が見られない。
- ・水源地内周辺の1年間の地下水位について、本調査期間においては2月に最低水位を示し、7月に最高水位を示す。

STEP2 ③地下水位連続観測 場外観測孔

9

場外観測孔 …令和6年3月14日～



- ・場外観測孔の地下水位は、犀川の河川水位の昇降に伴って変動しているが、水源地内の水位に比べて変動幅は小さく、水位低下は遅れて反応する。
- ・BV6の水位は、取水井のポンプ稼働時に大きな水位低下が見られる。



STEP2 ④簡易揚水試験(1回目) 概要

目的

深度 40m～50m付近に想定される不透水層の連続性の有無を確認するとともに、透水性や影響圏等を評価する。

試験日

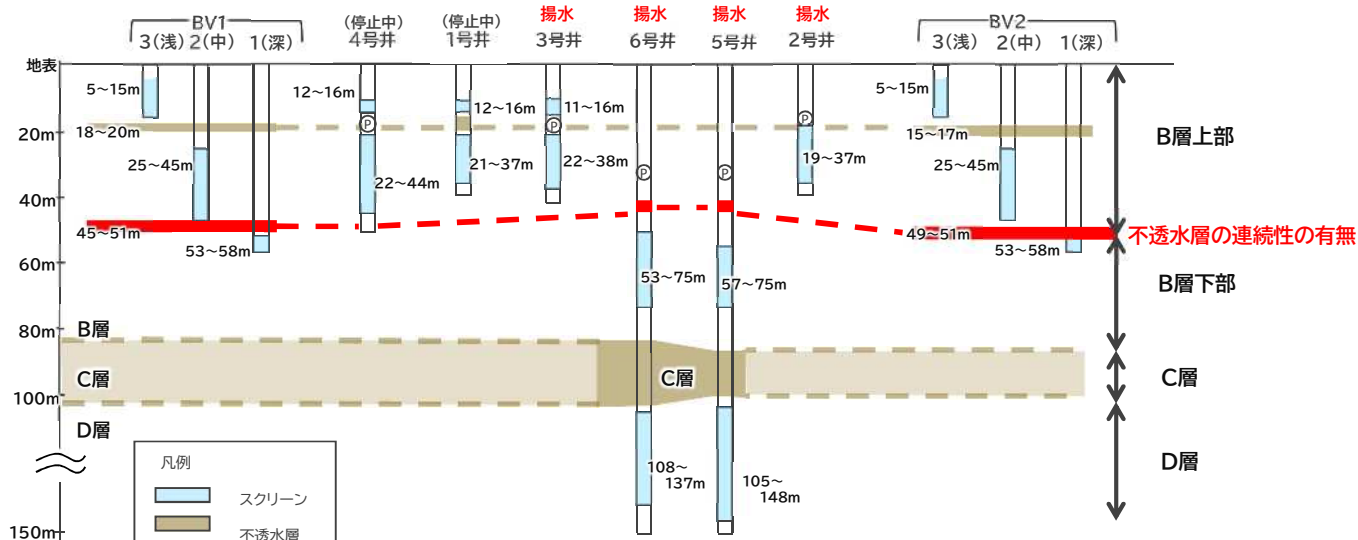
令和6年4月17日～24日

試験方法

稼働中の既存取水井を活用して、1時間揚水(揚水試験)後、2時間停止(水位回復試験)して水位の変動を測定する。水位の測定は、自記水位計を用い、測定間隔は1分間とした。

深度 10 - 40mの帯水層(B層上部)・・・2号井、3号井の単独及び同時揚水

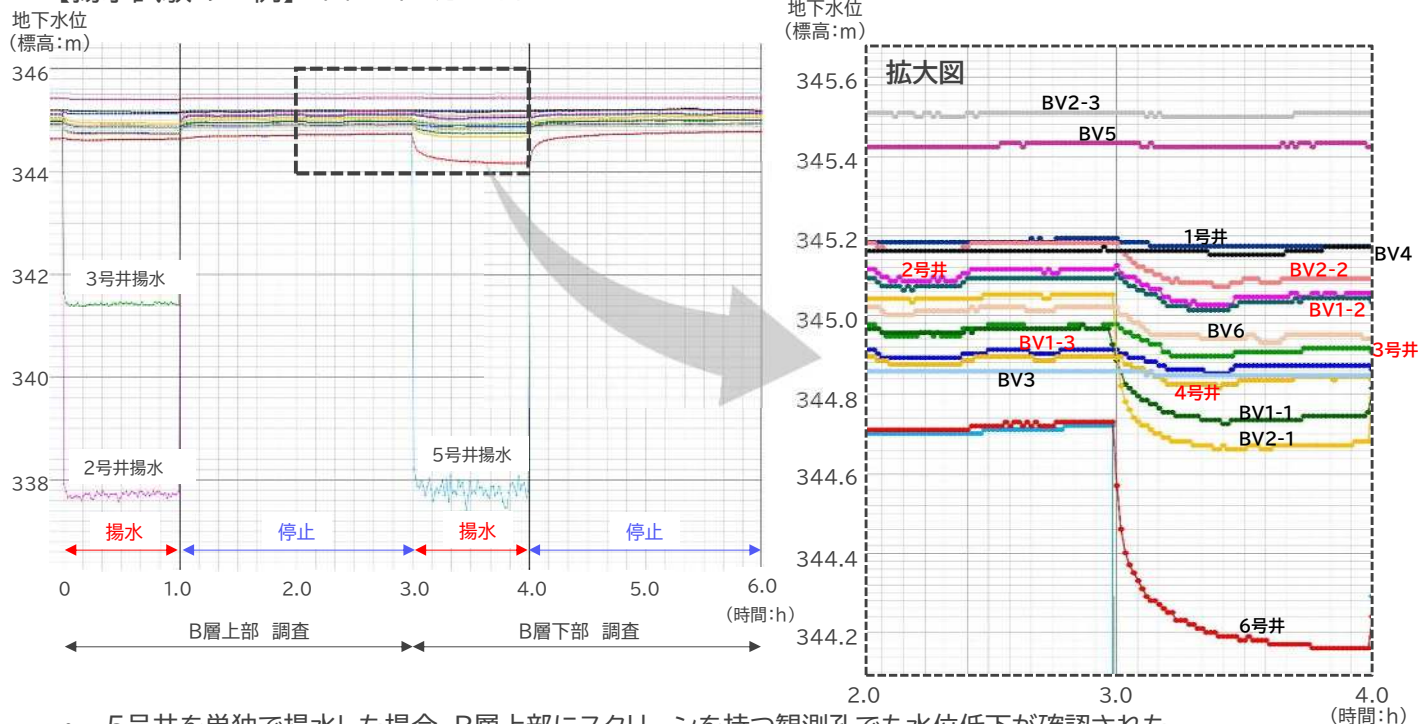
深度 40-100mの帯水層(B層下部)・・・5号井、6号井の単独及び同時揚水



STEP2 ④簡易揚水試験(1回目) 結果

12

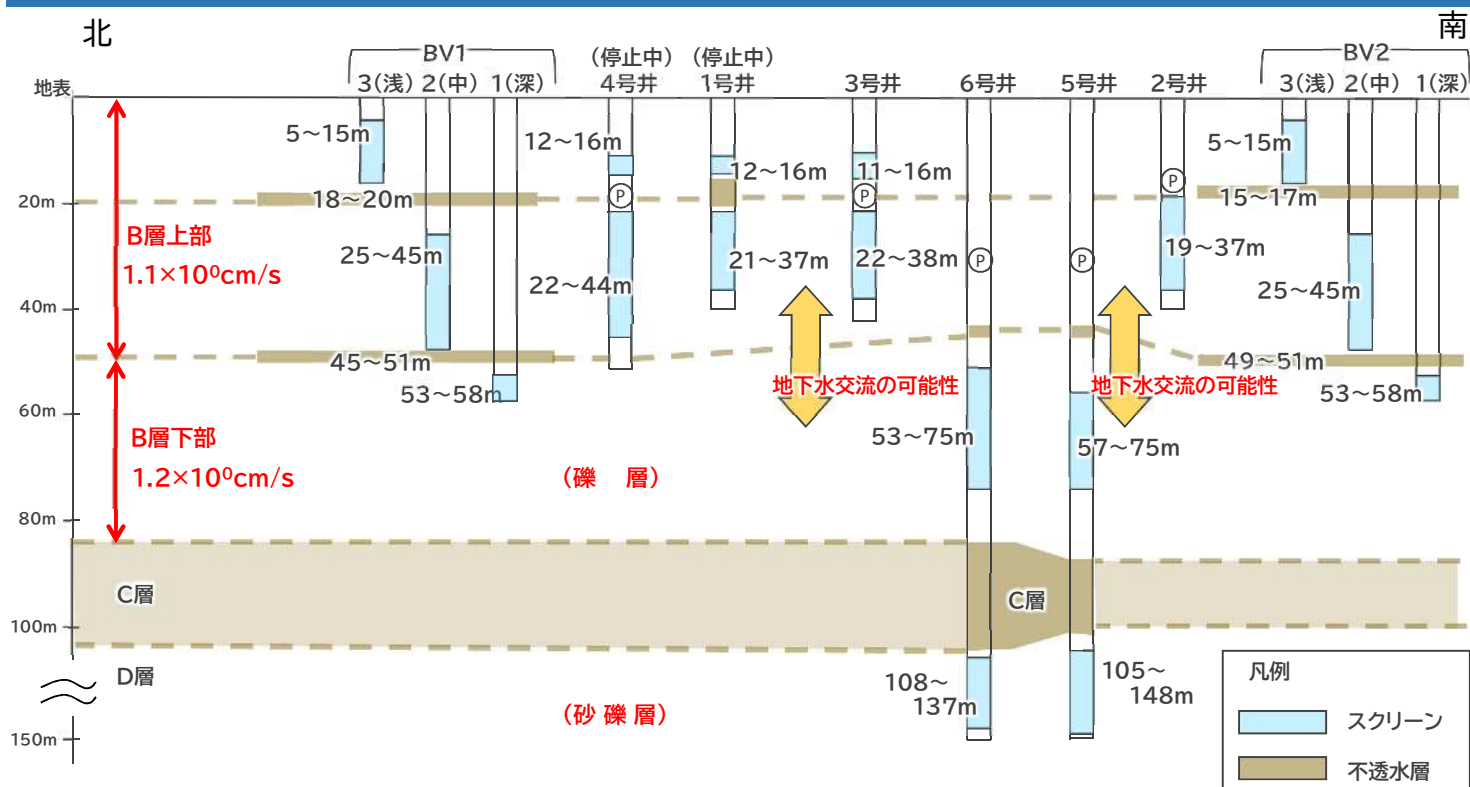
【揚水試験の一例】 令和6年4月18日



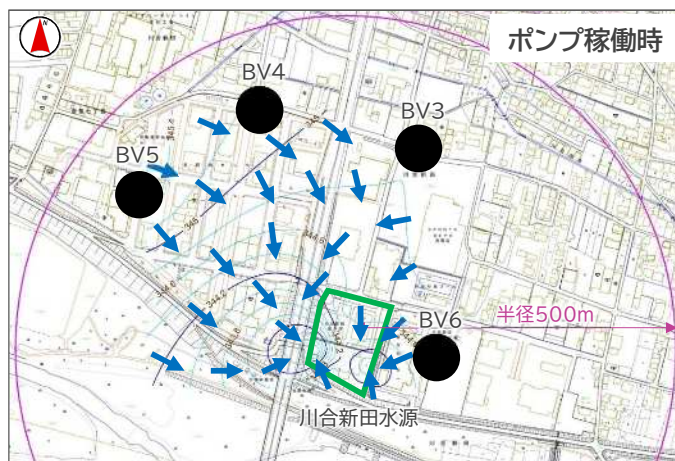
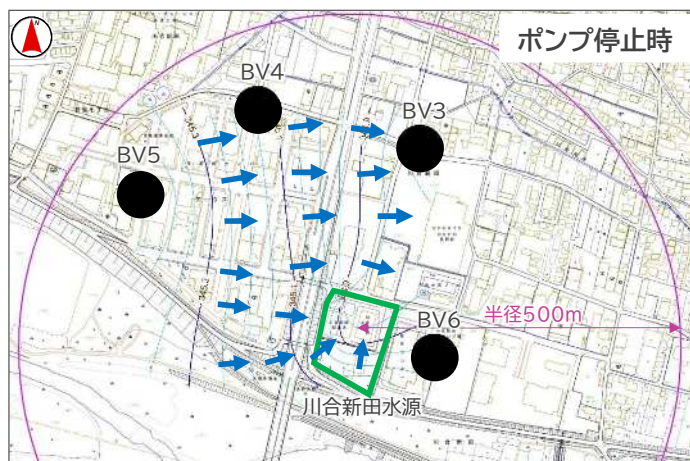
- ・ 5号井を単独で揚水した場合、B層上部にスクリーンを持つ観測孔でも水位低下が確認された。
- ・ 3号井を単独で揚水した場合、B層下部にスクリーンを持つ観測孔でも水位低下が確認された。
- ・ 異なる帯水層からの揚水による地下水位の低下は、圧力が伝わることによって生じている可能性がある。
- ・ 揚水時には不透水層を挟んだ地層の上下で地下水の交流が生じているものと想定される。
- ・ 深度40-50m付近の不透水層は、上下層を完全に遮断する地層ではないと評価できる。

STEP2 ④簡易揚水試験(1回目) 透水係数

13



- ・ 帯水層(B層)の透水係数は、深度10-40m付近の帯水層(B層上部)は $1.1 \times 10^{-9} \text{cm/s}$ 、深度40-100m付近の帯水層(B層下部)は $1.2 \times 10^{-9} \text{cm/s}$ となり、典型的な礫層の透水性を示す。



ポンプ停止時

- 地下水は、西から東へ流動している。

ポンプ稼働時

- 水源地区内の地下水位は大きく低下するとともに、川合新田水源周辺の地下水位も低下し、地下水の流動も水源地向かって集水される。
- B層上部の透水係数と動水勾配から試算されるポンプ稼働時の地下水の実流速は、ポンプ停止時に比べ1.5～2倍程度流速が上がる。
- ポンプ稼働による集水の影響は、場外観測孔まで及んでおり、地下水位の低下が認められる。



STEP2 ④簡易揚水試験(2回目) 概要

目的

3号井を停止した場合の地下水の挙動を確認し、D層部の透水性等を評価する。
また、水源地区内及び地下水下流域のBV6のPFOSの挙動を確認する。

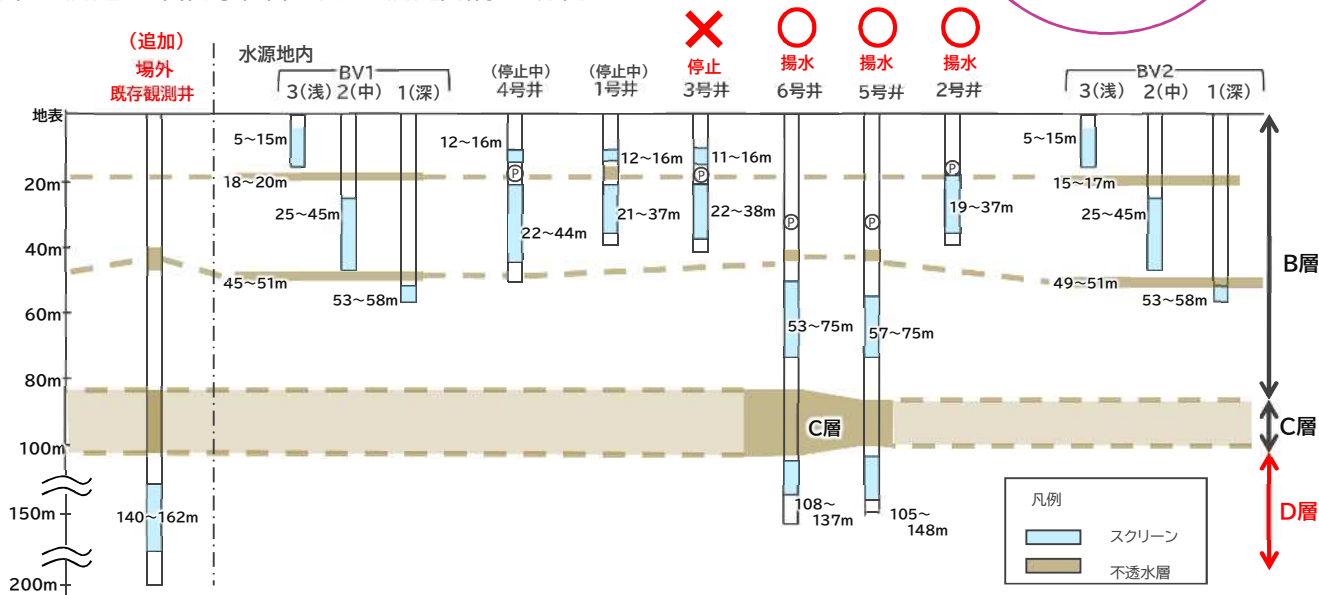
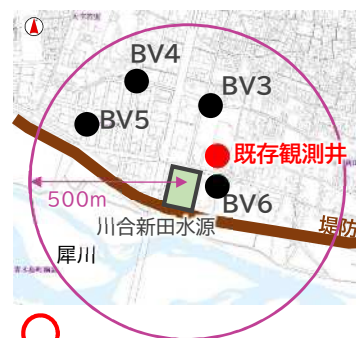
試験日

令和6年9月18日～10月2日(15日間)

試験方法

取水井の2号井、3号井、5号井、6号井の内、3号井を停止させた時の水位の変動を測定する。

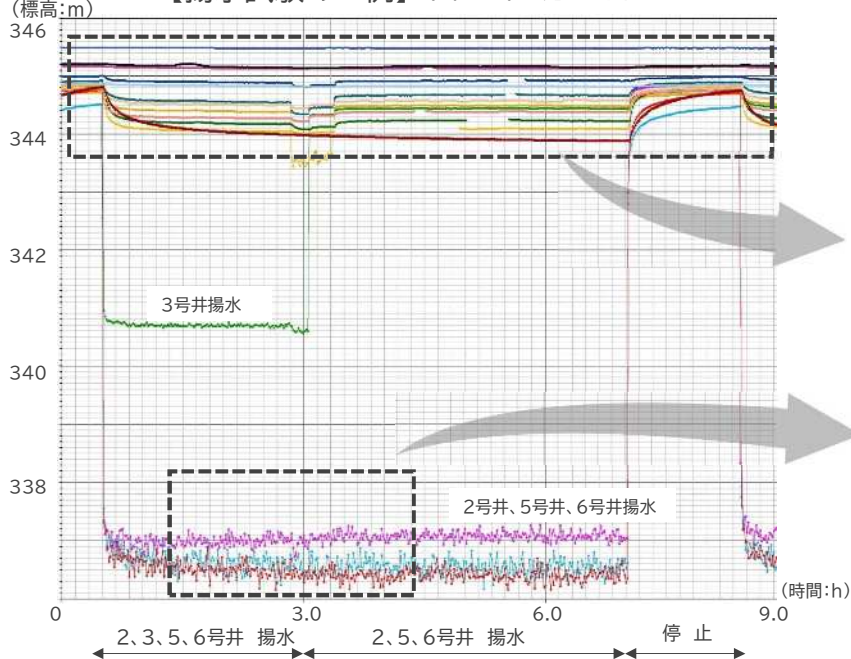
水位の測定は、自記水位計を用い、測定間隔は1分間とした。



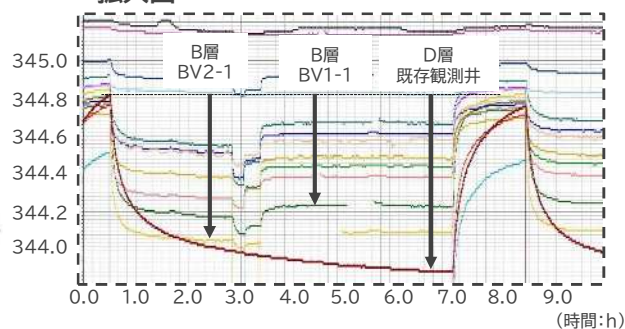
STEP2 ④簡易揚水試験(2回目) 結果

16

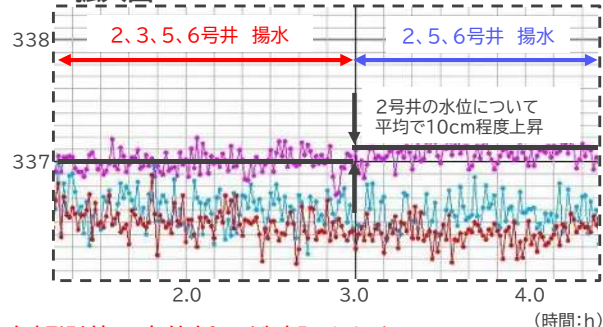
【揚水試験の一例】 令和6年9月18日



拡大図



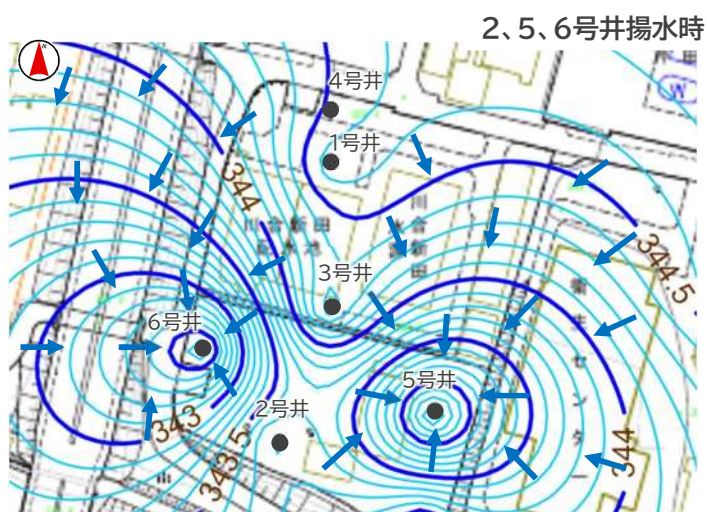
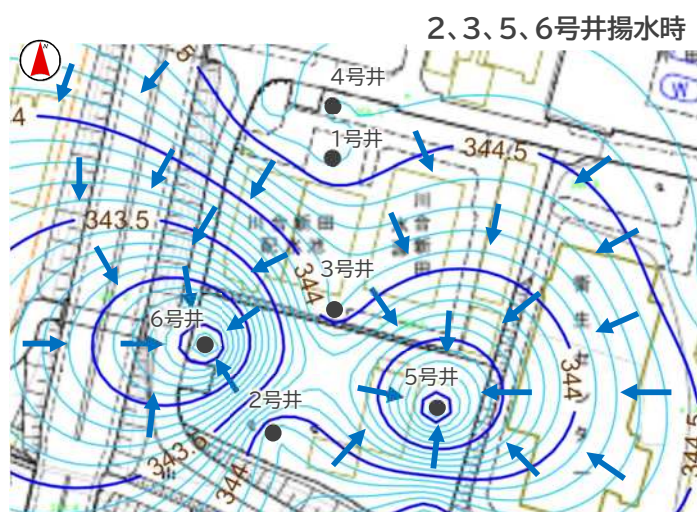
拡大図



- 5号井、6号井の揚水によって、帯水層(D層)にスクリーンを持つ既存観測井の水位低下が確認された。
- 5号井、6号井の揚水による帯水層(D層)の地下水位低下状況は、帯水層(B層)と比べて低下量が大きい。
- 3号井と同じ帯水層(B層上部)から揚水している2号井について、揚水水位が平均で10cm程度の上昇が確認された。
- 帯水層(D層)の透水係数は、 $1.5 \times 10^{-1} \text{cm/s}$ となり、典型的な砂礫層の透水性を示す。

STEP2 ④簡易揚水試験(2回目) 地下水流動

17



- 取水井の2号井、3号井、5号井、6号井の内、3号井のポンプを停止させた場合も川合新田水源周辺の地下水は、水源地へ集水される。
- 3号井のポンプを停止しても2号井、5号井、6号井のポンプ稼働による集水の影響は、場外観測孔まで及んでおり、地下水位の低下が認められる。

STEP2 ④簡易揚水試験(2回目) PFOSの挙動

18

単位:ng/L

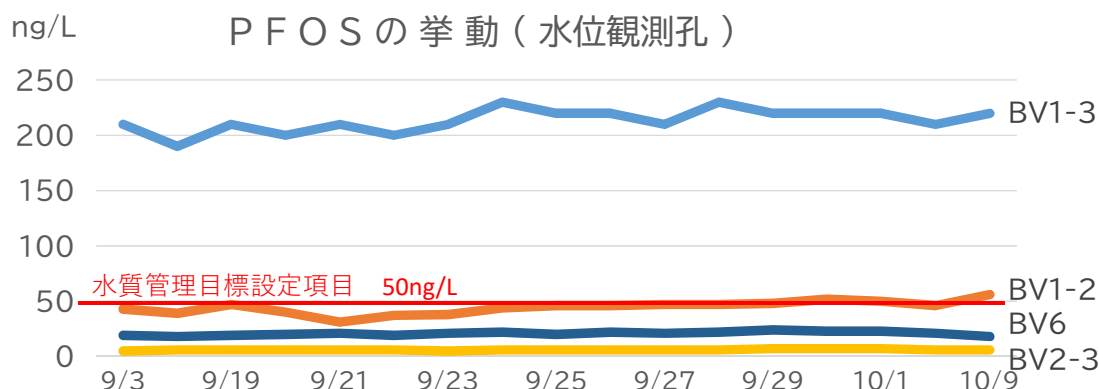
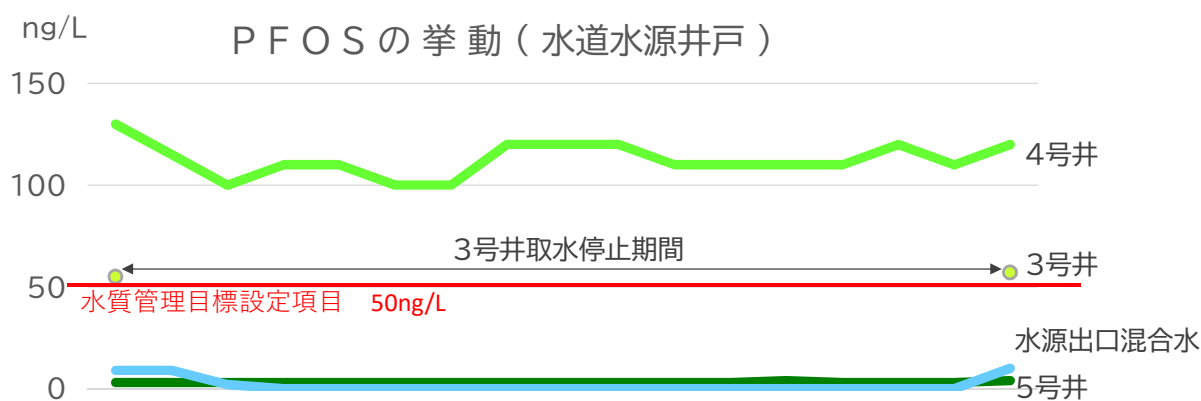
採水日	停止井戸		揚水井戸			水源出口 混合水	BV1 1号観測孔(北西)			BV2 2号観測孔(南東)			BV6
	3号	4号	2号	5号	6号		BV1-3 15m	BV1-2 45m	BV1-1 58m	BV2-3 15m	BV2-2 45m	BV2-1 58m	
R6.9.3	55	130	<2	3	<2	9	210	43	<2	5	<2	<2	19
R6.9.18	取水停止期間		<2	3	<2	9	190	39	2	6	<2	<2	18
R6.9.19		100	<2	3	<2	2	210	47	<2	6	<2	<2	19
R6.9.20		110	<2	3	<2	<2	200	40	<2	6	<2	<2	20
R6.9.21		110	<2	3	<2	<2	210	31	<2	6	<2	<2	21
R6.9.22		100	<2	3	<2	<2	200	37	<2	6	<2	<2	19
R6.9.23		100	<2	3	<2	<2	210	38	<2	5	<2	<2	21
R6.9.24		120	<2	3	<2	<2	230	44	<2	6	<2	<2	22
R6.9.25		120	<2	3	<2	<2	220	46	<2	6	<2	<2	20
R6.9.26		120	<2	3	<2	<2	220	46	<2	6	<2	<2	22
R6.9.27		110	<2	3	<2	<2	210	47	<2	6	<2	<2	21
R6.9.28		110	<2	3	<2	<2	230	47	<2	6	<2	<2	22
R6.9.29		110	<2	4	<2	<2	220	48	<2	7	<2	<2	24
R6.9.30		110	<2	3	<2	<2	220	52	<2	7	<2	<2	23
R6.10.1		120	<2	3	<2	<2	220	50	<2	7	<2	<2	23
R6.10.2		110	<2	3	<2	<2	210	46	<2	6	<2	<2	21
R6.10.9	57	120	<2	4	<2	10	220	56	2	6	<2	<2	18

3号井停止時の調査結果

- ・ 2号井、5号井、6号井でのPFOS濃度の変動はなかった。
- ・ BV1、BV2、BV6でのPFOS濃度の変動はなかった。
- ・ 取水停止中の4号井のPFOSの濃度の変動はなかった。
- ・ 3号井のポンプを停止すると水源出口混合水のPFOS濃度は低下した。

STEP2 ④簡易揚水試験(2回目) PFOSの挙動

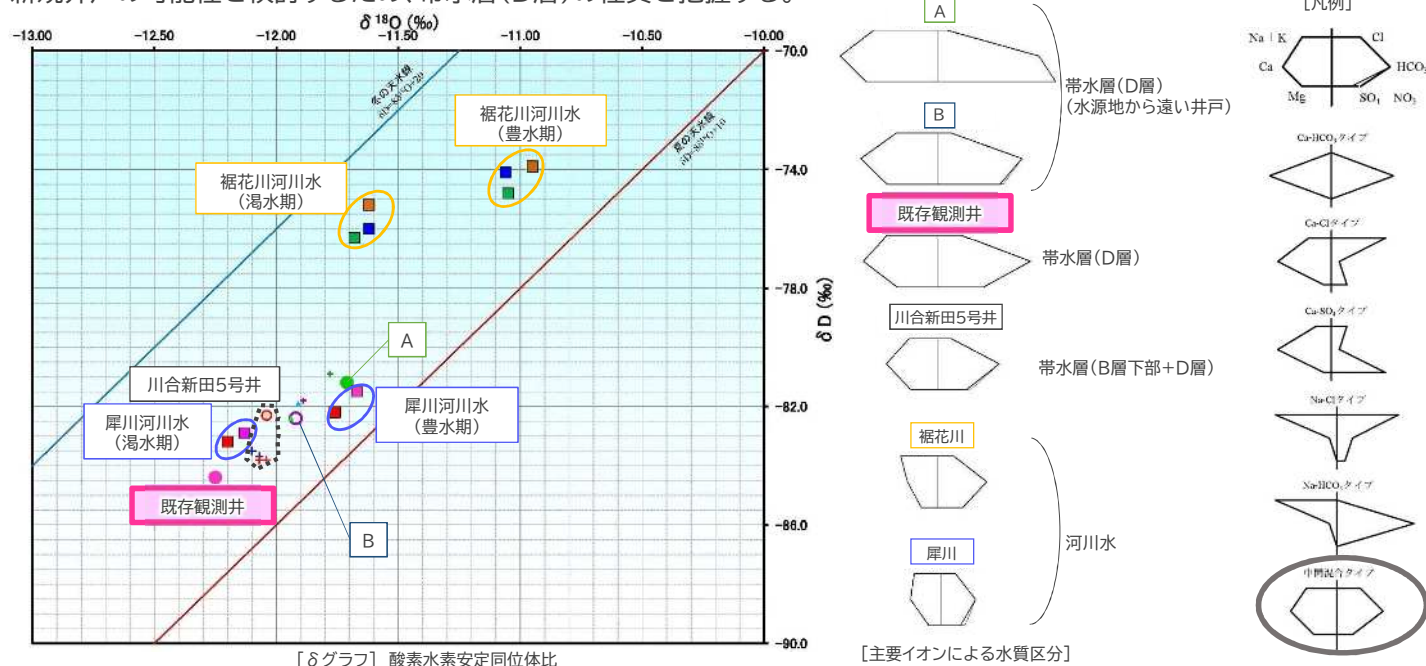
19





STEP2 ⑤帯水層(D層)の水質

新規井戸の可能性を検討するため、帯水層(D層)の性質を把握する。



- ・ 帯水層(D層)の地下水について、δ グラフ上では犀川河川水に近い位置にプロットされることから、犀川水系の地下水が主たる涵養源と評価できる。
- ・ 帯水層(D層)の地下水について、主要イオンによる水質区分(シュティフダイヤグラム)では、概ね中間混合型に区分される。
- ・ 帯水層(D層)の地下水は、既存観測井等の地下水の溶存成分量が多いことから、地下での滞留時間が長い地下水であると評価できる。



STEP2 ⑥川合新田水源及び周辺での消火活動

過去に消火活動で使用された泡消火薬剤の一部に、有機フッ素化合物を含有した消火剤があったことから、消火活動の履歴を調査した。

調査範囲 川合新田水源 及び 川合新田水源敷地北西部 を中心に概ね半径50m

確認方法 長野市消防局に過去の火災活動等の出動状況の調査

調査結果

川合新田水源地（長野市川合新田2981番地） ■ 範囲

- ・ 昭和43年から令和4年12月25日までの間、消火活動の記録はない。
- ・ その後から現在までの間も消火活動はない。

川合新田水源敷地北西部を中心に概ね半径50m ■ 範囲

- ・ 昭和43年から令和6年7月1日までの間、消火活動の記録はない。



調査範囲において、火災出動はなく、消火活動に伴う泡消火剤の使用は確認されなかった。

STEP2 ⑥川合新田水源土壤中の有機フッ素化合物調査

24

1 地質標本の有機フッ素化合物調査

試料採取日 1号観測孔 令和5年11月14日
2号観測孔 令和5年11月27日

調査試料 1号観測孔、2号観測孔

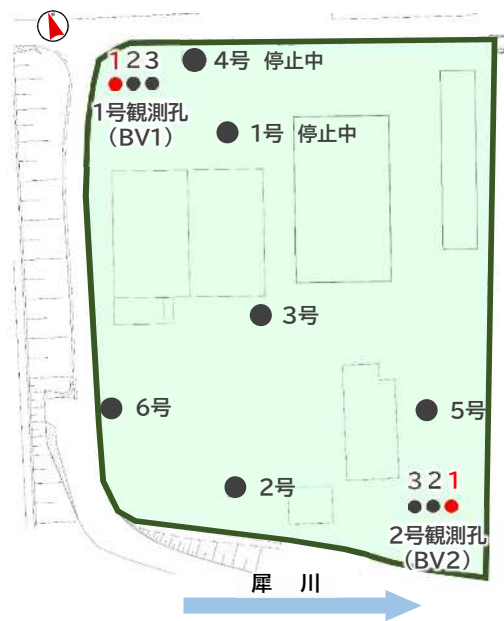
分析方法 令和5年7月31日付け環境省事務連絡
「土壤中のPFOS、PFOA及びPFHxSに係る暫定測定方法(溶出量試験)」

調査項目 PFOS、PFOA

※地下水位が変化する0-10mを1m単位で計測



写真:BV1-1土壌試料(0~5m)



25

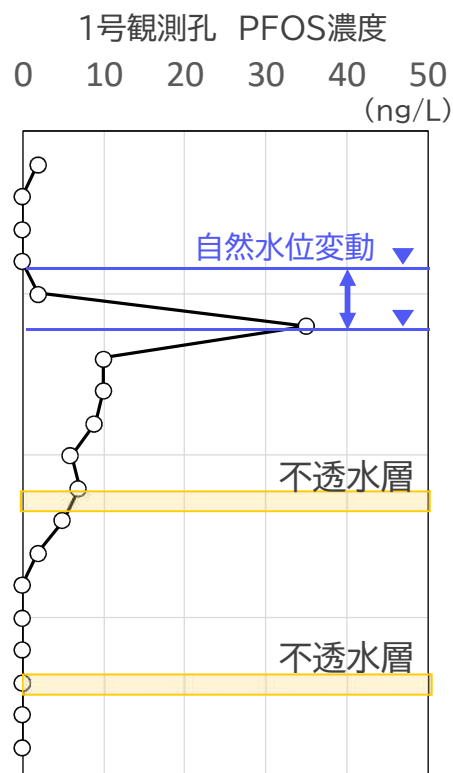
結果

(ng/L)

土壌採取 深度 (m)	1号観測孔(BV1)			2号観測孔(BV2)		
	PFOS	PFOA	合計値	PFOS	PFOA	合計値
表面~1	2	5	7	-	-	-
1~2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
2~3	<2	<2	<2	-	-	-
3~4	<2	<2	<2	-	-	-
4~5	2	<2	2	<2	<2	<2
5~6	35	<2	35	-	-	-
6~7	10	<2	10	-	-	-
7~8	10	<2	10	-	-	-
8~9	9	<2	9	-	-	-
9~10	6	<2	8	<2	<2	<2
14~15	7	<2	7	<2	<2	<2
19~20	5	<2	5	<2	<2	<2
24~25	2	<2	2	<2	<2	<2
29~30	<2	<2	<2	<2	<2	<2
34~35	<2	<2	<2	<2	<2	<2
39~40	<2	<2	<2	<2	<2	<2
44~45	<2	<2	<2	<2	<2	<2
49~50	<2	<2	<2	<2	<2	<2
54~55	<2	<2	<2	<2	<2	<2

* PFOS・PFOAそれぞれの定量下限値は2ng/L
定量下限値や有効数字等の処理により、合計値は必ずしも「PFOS」と「PFOA」の和と一致しません。

- ・ 1号観測孔(北西部)において、自然水位変動の位置でPFOSが高く検出された。
- ・ 2号観測孔(南東部)において、PFOSは検出されなかった。



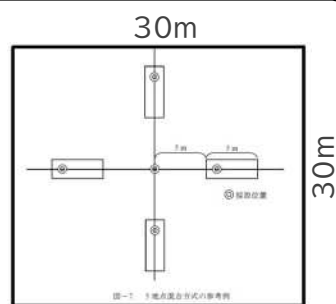
2 水源地全域(表土)の有機フッ素化合物調査

試料採取日 令和6年9月24日
 調査試料 水源地内の9地点
 深度 表面から5cm
 資料採取法 環境省 土壤環境基準の調査方法
 5 地点混合方式
 分析方法 令和5年7月31日付け環境省事務
 連絡「土壌中のPFOS、PFOA及び
 PFHxSに係る暫定測定方法(溶出
 量試験)」
 調査項目 PFOS、PFOA



5地点混合方式

調査地点1地点につき、中心及び周辺の4方位の5m～10mまでの間からそれぞれ1箇所ずつ、合計5箇所(地点)で試料を採取し、これを等量混合する。



深度は5cmまで

結果

単位:ng/L

区画番号	川合新田水源の表土(表面から5cmまで)		
	PFOS	PFOA	合計値
区画 1	<2	4	4
区画 2	<2	2	2
区画 3	<2	<2	<2
区画 4	<2	<2	<2
区画 5	<2	<2	<2
区画 6	<2	<2	<2
区画 7	<2	<2	<2
区画 8	<2	<2	<2
区画 9	<2	<2	<2

* PFOS・PFOAそれぞれの定量下限値は2ng/L
 定量下限値や有効数字等の処理により、合計値は必ずしも「PFOS」と「PFOA」の和と一致しません。

- 全区域において、PFOSは検出されなかった。
- 一部の区域の表土において、僅かにPFOAの検出があったが、原因不明である。

地下水の流動

- ✓ 水源地内の地下水位は、犀川の河川水位の昇降に同調して変動していることから、犀川河川水の影響が大きい。
- ✓ 取水井のポンプ停止時は、概ね西から東へ流動している。
- ✓ 取水井のポンプ稼働時は、川合新田水源周辺の地下水も水源地へ集水され、地下水流動が変化する。
また、取水井の2号井、3号井、5号井、6号井の内、3号井のポンプを停止させた場合も川合新田水源周辺の地下水は、水源地へ集水される。
- ✓ 取水井のポンプ稼働時に伴い、場外観測孔の地下水位も低下する。

帯水層・不透水層

- ✓ 深度10-100mの帯水層(B層)は礫層の透水係数を示す。
- ✓ 深度100m以深の帯水層(D層)は砂礫層の透水係数を示す。
- ✓ 深度40-50m付近の不透水層は上下層を完全に遮断する地層ではない。

地下水の水質(D層)

- ✓ 川合新田水源周辺の深度100m以深の帯水層(D層)について、酸素水素安定同位体比の分析結果から犀川水系の地下水が主たる涵養源と評価できる。

有機フッ素化合物(PFOS及びPFOA)の挙動

- ✓ 水源地内を除き、半径500m以内においては、暫定指針値(50ng/L)の超過はない。
- ✓ 水源地内の一部の取水井・観測孔からは、暫定指針値(50ng/L)の超過がある。
- ✓ 深度10-40mの帯水層(B層上部)ではPFOS濃度が高く、深度40-100mの帯水層(B層下部)でも検出している。
- ✓ 現稼働井戸のうち、PFOSを検出している3号井のポンプを稼働停止した場合でも、2週間の調査期間では、場内の井戸及び観測孔のPFOS濃度の変化は生じない。
- ✓ 水源地内の表面土壌からはPFOSの検出がない。



調査結果

- 深度100m以深の帯水層(D層)は砂礫層の透水係数を示し、PFOS及びPFOAが検出されない。
- 深度10-100mの帯水層(B層)は、PFOSが検出される。
- 水源地内の南側のB層下部では、PFOS及びPFOAが検出されない。



新規井戸の可能性

- 井戸の新設においては、水源地内の南側の帯水層(D層)から地下水を取水し、帯水層間の地下水が交流しない掘削工法を検討する。



対策検討(ステップ3)へ反映

- 井戸の新設も含め、効果的な取水方法等を検討する。