

**令和4年度「基地周辺環境対策推進事業」
有機フッ素化合物汚染源調査に係る専門家会議 資料**

令和5年3月

沖縄県

目 次

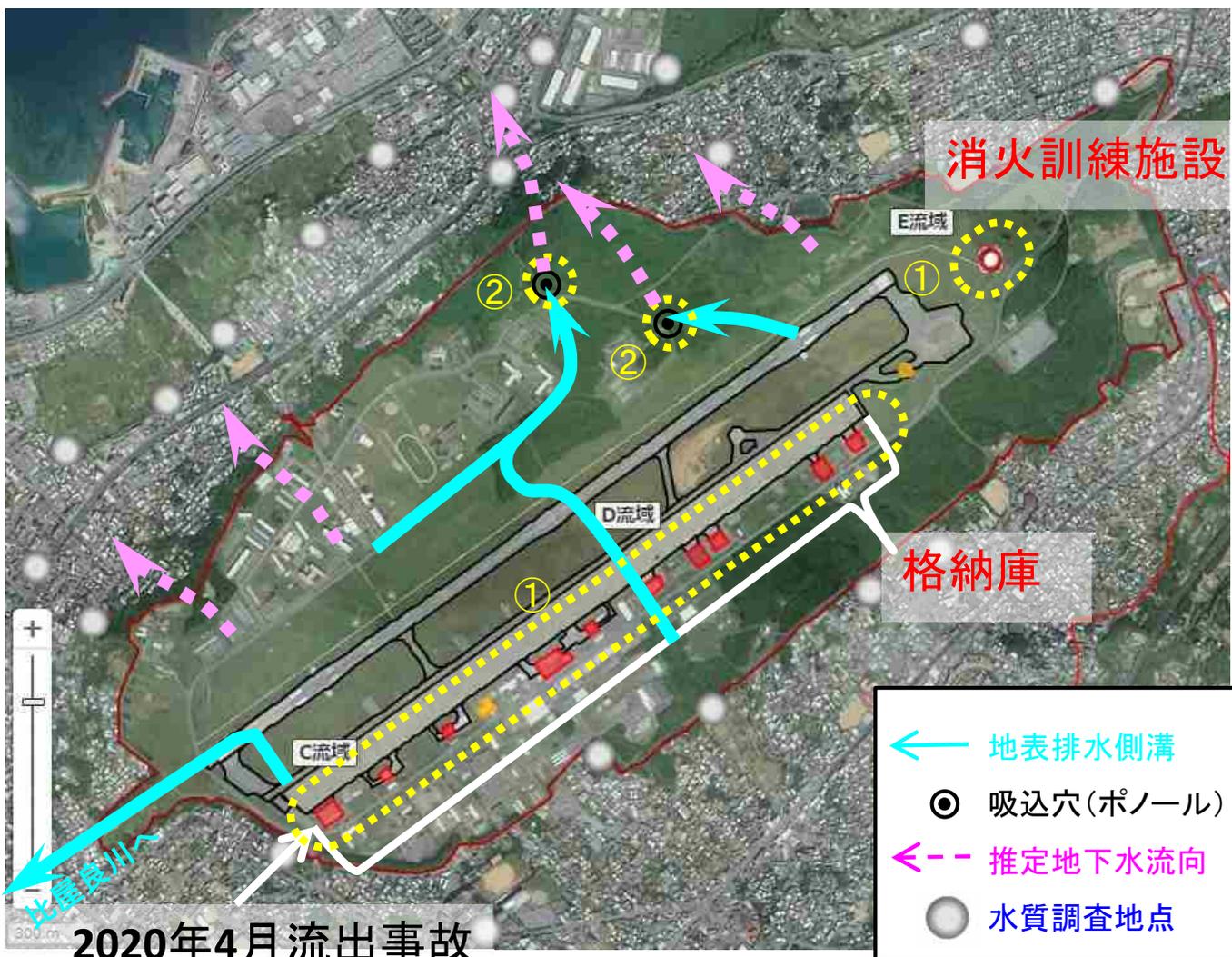
1. 令和3年度の汚染源検討と令和4年度の調査・検討事項.....	1
1-1. 汚染源の推定・絞込み(令和3年度の検討).....	2
1-2. 令和4年度の調査地点の配置と実施内容.....	4
2. 調査ボーリング及び試験・分析結果の概要.....	6
2-1. 地質及び観測井戸設置の状況.....	7
2-2. 各種試験・分析の結果.....	12
3. PFOS等の定期モニタリング結果.....	14
3-1. PFOS等の水質モニタリング.....	15
3-2. 降雨に伴う地下水位及び水質の変動.....	21
3-3. 令和4年度の調査・検討結果まとめ.....	26
4. 汚染源特定に関する検討と今後の課題.....	27
4-1. 事業段階と目的の整理.....	28
4-2. 汚染源特定に向けた条件.....	29
4-3. 地下水流向に関する検討.....	30
4-4. PFOS等の長期検出の原因の推定.....	32
4-5. 今後の課題への対応案.....	33

1. 令和3年度の汚染源検討と令和4年度の調査・検討事項

1-1. 汚染源の推定・絞込み(令和3年度の検討)

◆ 普天間飛行場周辺におけるPFOS等の汚染源(推定)

✓ PFOS等の汚染源と推定される場所を以下の平面図に示す。



① 普天間飛行場内の格納庫、消火訓練施設及びそれら周辺の地表面等

PFOS等を含む泡消火薬剤の使用・漏洩・流出が確認された場所である。
2021年10月までにPFOS・PFOAを含む泡消火薬剤やその廃水は処分されているが、過去に地表面等から地下浸透したPFOS等は、地盤中に残留している可能性がある。

② 普天間飛行場内の吸込穴(PFOS等を含む地表排水を放流)

PFOS等含有物を含む地表排水の流末に位置する場所である。
ここから地下浸透したPFOS等は、速やかに地下水面に到達する可能性がある。

※ 留意点

PFOS・PFOAを他の有機フッ素化合物で代替した泡消火薬剤の使用等や泡消火薬剤以外のPFOS等の用途については、今後も継続して情報を収集する必要がある。

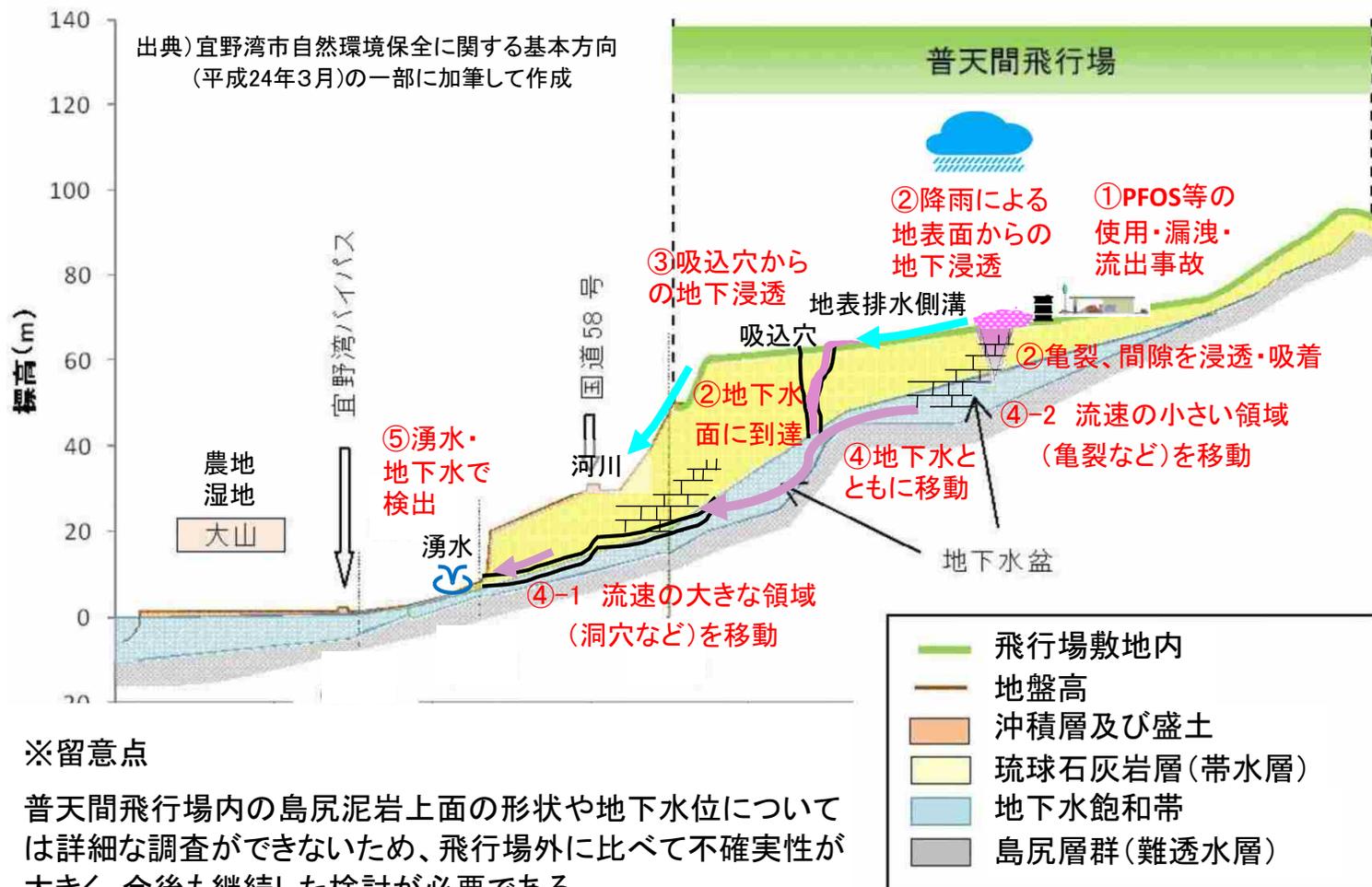
2020年4月流出事故

地理院地図を加工して作成

1-1. 汚染源の推定・絞込み(令和3年度の検討)

◆ 普天間飛行場周辺におけるサイト概念モデル

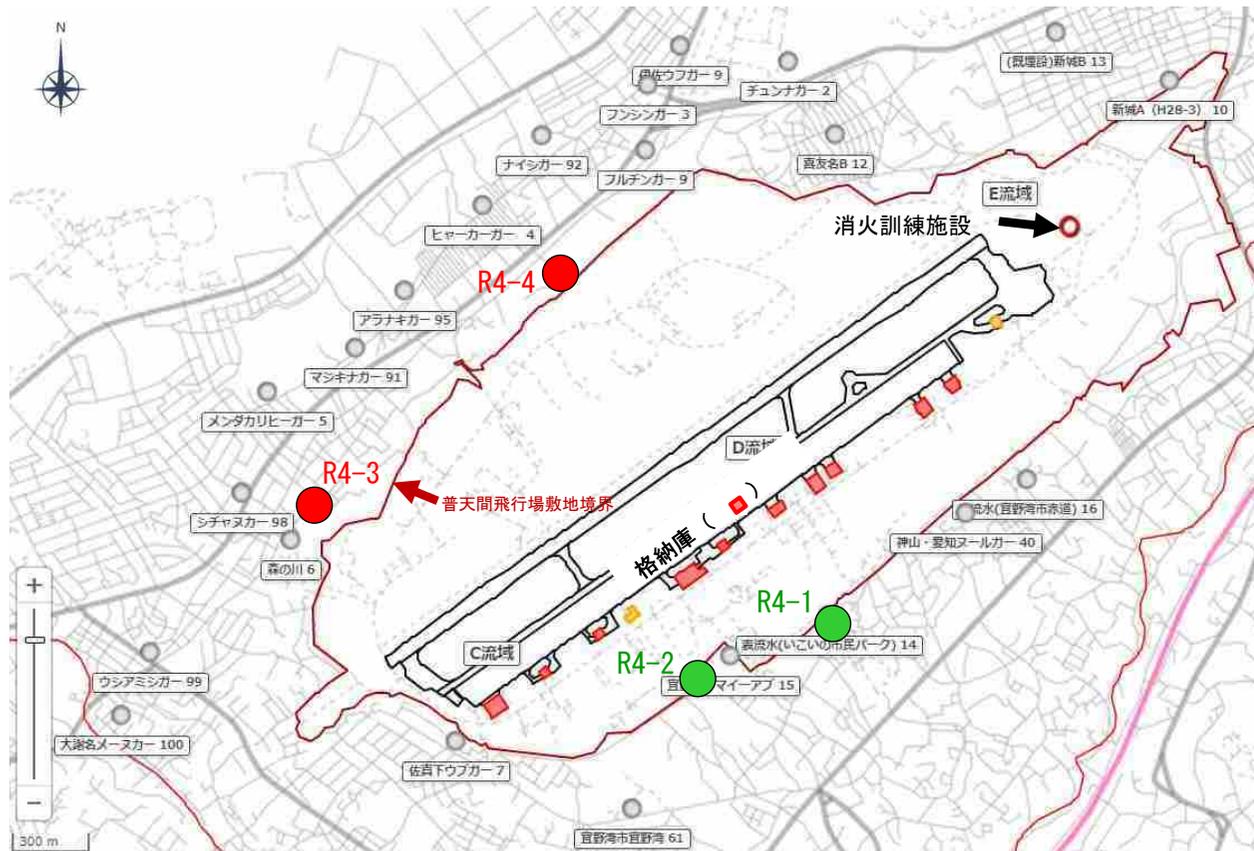
✓ PFOS等の汚染源と推定される場所から湧水等までの移動経路の概念図を、以下の断面図に示す。



1-2. 令和4年度の調査地点の配置と実施内容

◆ 普天間飛行場周辺での調査地点の配置

✓ C流域及びD流域の4地点で、調査ボーリング・観測井戸の設置を行った。



地理院地図を加工して作成

調査ボーリング及び観測井戸の設置地点（令和4年度：R4-1～R4-4）

調査ボーリング地点の選定ポイント

- 飛行場の上・下流の地下水濃度
⇒令和4年度は、C流域及びD流域の4地点で実施
(地下水・上・下流の代表地点)
- 普天間飛行場を取り囲む配置
⇒普天間飛行場全体の地質・地下水データの把握
- 可能な限り普天間飛行場の敷地直近に配置
⇒汚染原因の絞り込み

●● 令和4年度調査の地点

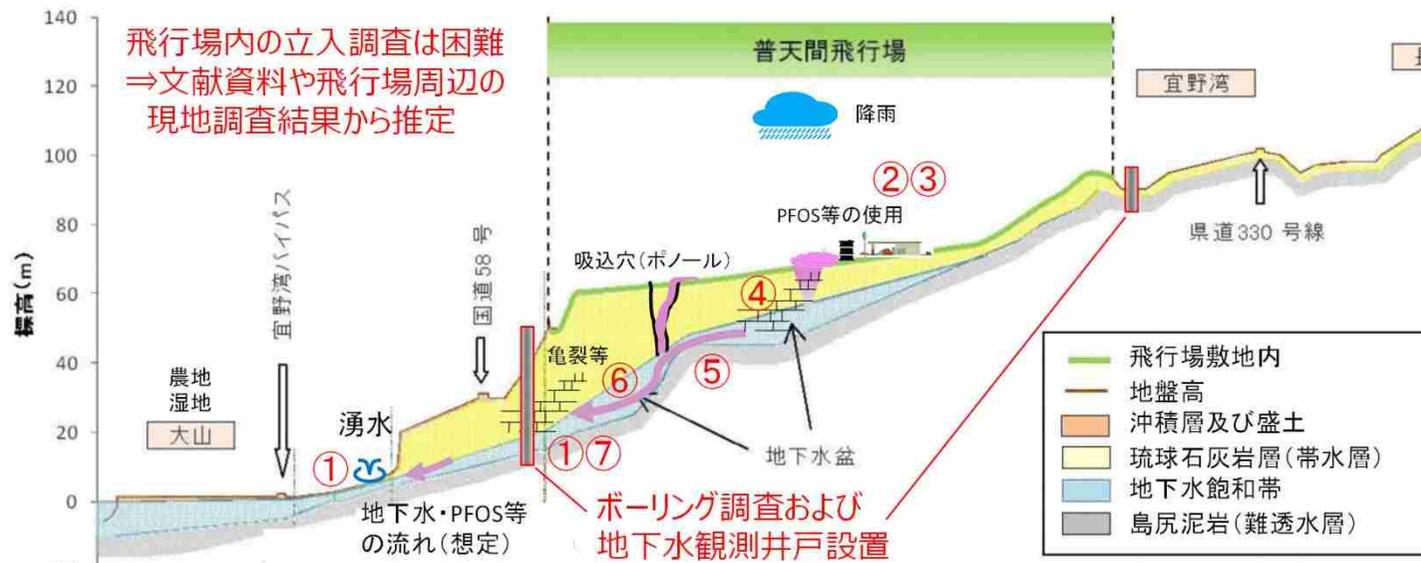
1-2. 令和4年度の調査地点の配置と実施内容

◆ 令和4年度の実施内容

蓄積データの把握すべきポイント

データの項目	把握すべきポイント
水質モニタリングデータ	①地下水、湧水のPFOS等濃度の変動
継続して高濃度で検出されているPFOS等の供給源に関するデータ	②PFOS等含有製品の使用等の状況 ③PFOS等の物理化学性や吸着特性 ④PFOS等の浸透場所の地盤特性
普天間飛行場周辺の地質と地下水流動に関するデータ	⑤島尻泥岩(難透水層)の上面標高 ⑥地下水位の変動 ⑦琉球石灰岩(帯水層)の透水性

- ⇒ モニタリングの継続
地下水位、降雨等との関連を考察
- ⇒ 文献資料の収集
- ⇒ 4地点の調査ボーリング及び観測井戸設置、
地質区分・既往データの精査



出典) 宜野湾市自然環境保全に関する基本方向 (平成24年3月)の一部に加筆して作成

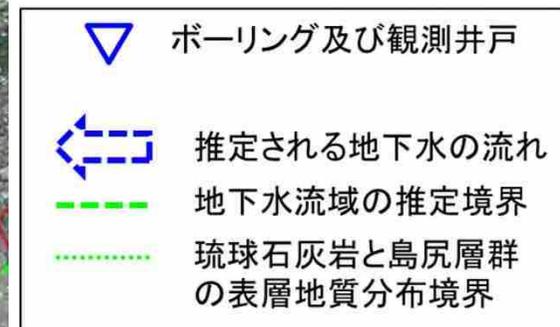
把握すべきポイントの概略位置

2. 調査ボーリング及び試験・分析結果の概要

2-1. 地質及び観測井戸設置の状況

◆調査地点位置(令和4年度)

- ✓ 普天間飛行場周辺の地下水上流側に2地点、下流側に2地点の計4地点(R4-1～R4-4)で調査を実施した。



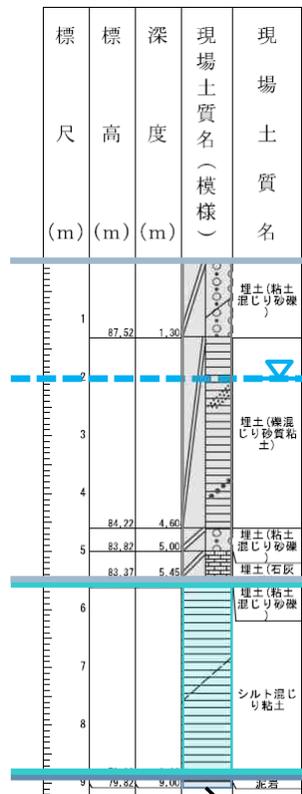
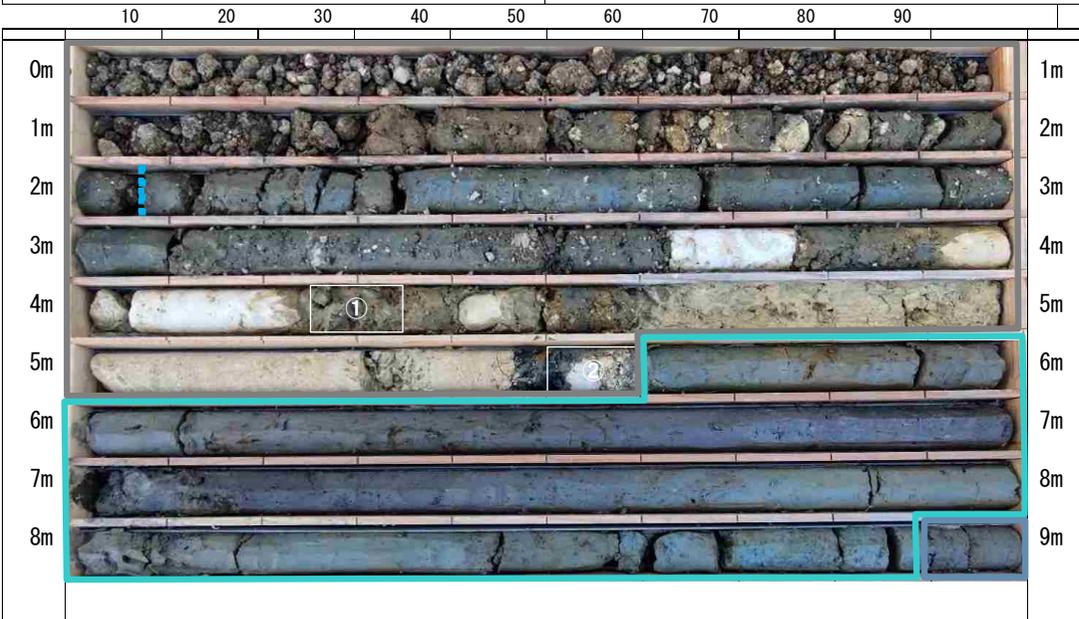
注) 左図の流域界は、参考文献に基づき表示しているが、その境界ラインは今後の検討結果により見直す可能性がある。

地理院地図を加工して作成

2-1. 地質及び観測井戸設置の状況

◆R4-1地点(D流域の上流側)

件名：令和4年度有機フッ素化合物汚染源調査委託業務	
孔番：R4-1	深度：0.00m~9.00m



【試験・分析項目】

①②：PFOS等含有量・有機物含有量

地下水位

TP 86.75m

GL-2.07m

2022/10/16

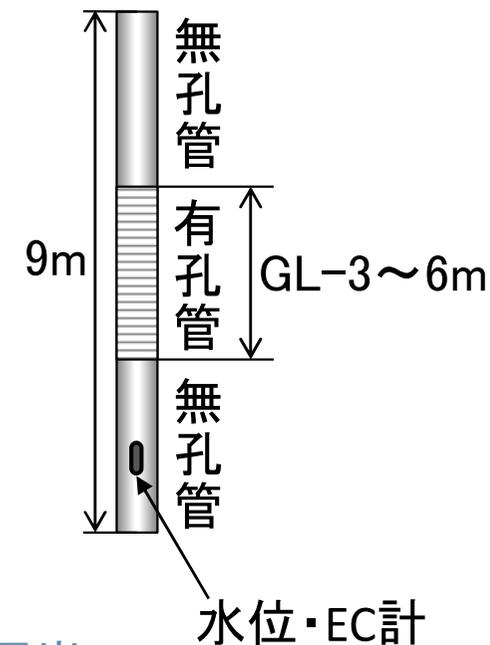
埋土層

粘性土層

島尻層群泥岩

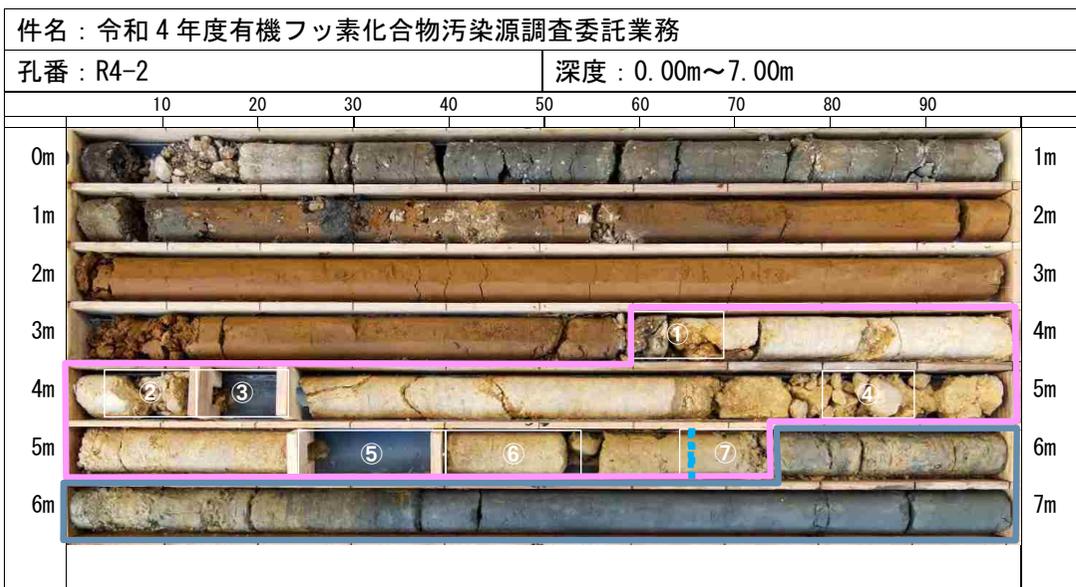
TP 79.92m

GL-8.90m

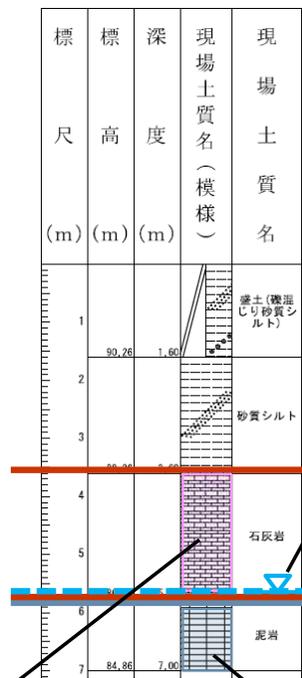


2-1. 地質及び観測井戸設置の状況

◆R4-2地点(C流域の上流側)



琉球石灰岩層
塊状

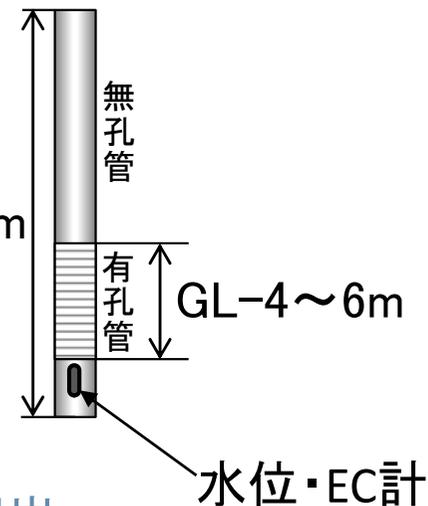


【試験・分析項目】

- ⑥⑦：PFOS等含有量・有機物含有量
- ①：有機物含有量
- ③⑤：室内透水試験
- ②④：粒度試験

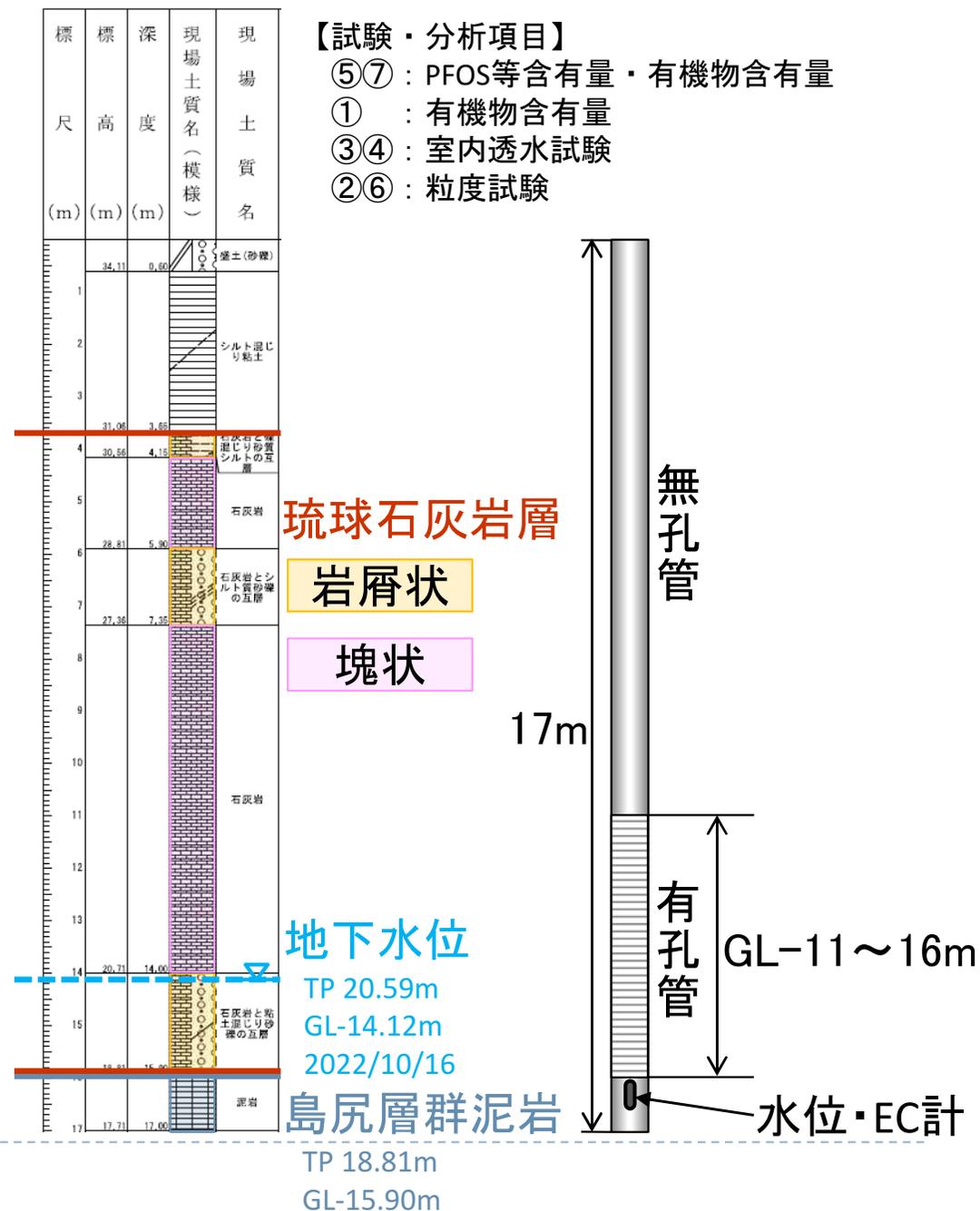
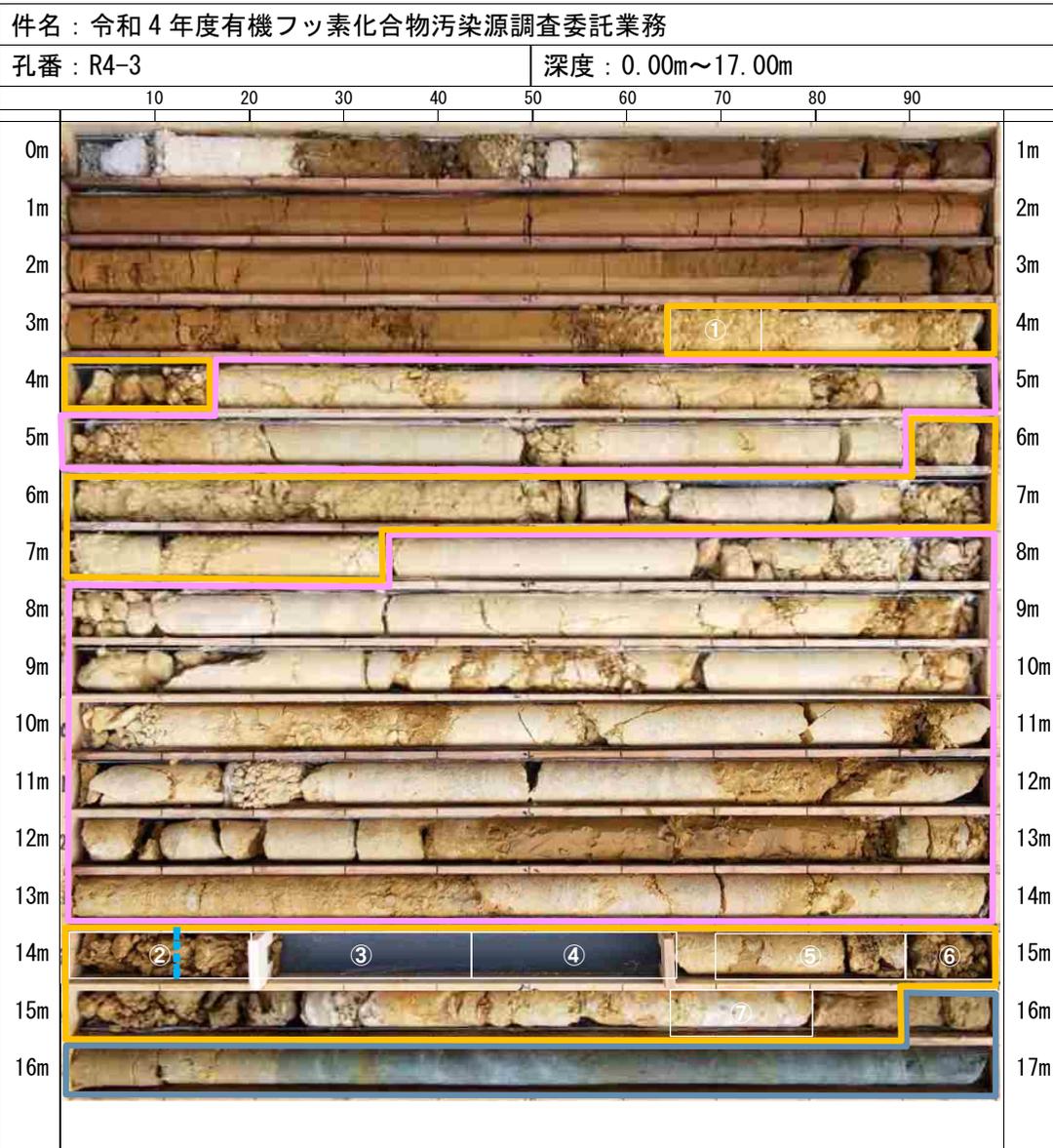
地下水位 7m
TP 86.19m
GL-5.67m
2022/9/26

島尻層群泥岩
TP 86.11m
GL-5.75m



2-1. 地質及び観測井戸設置の状況

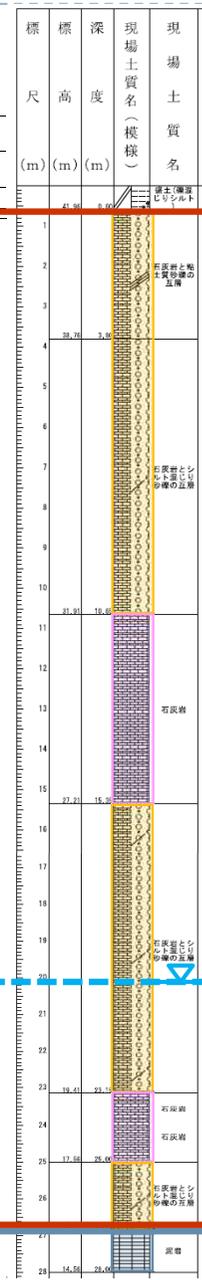
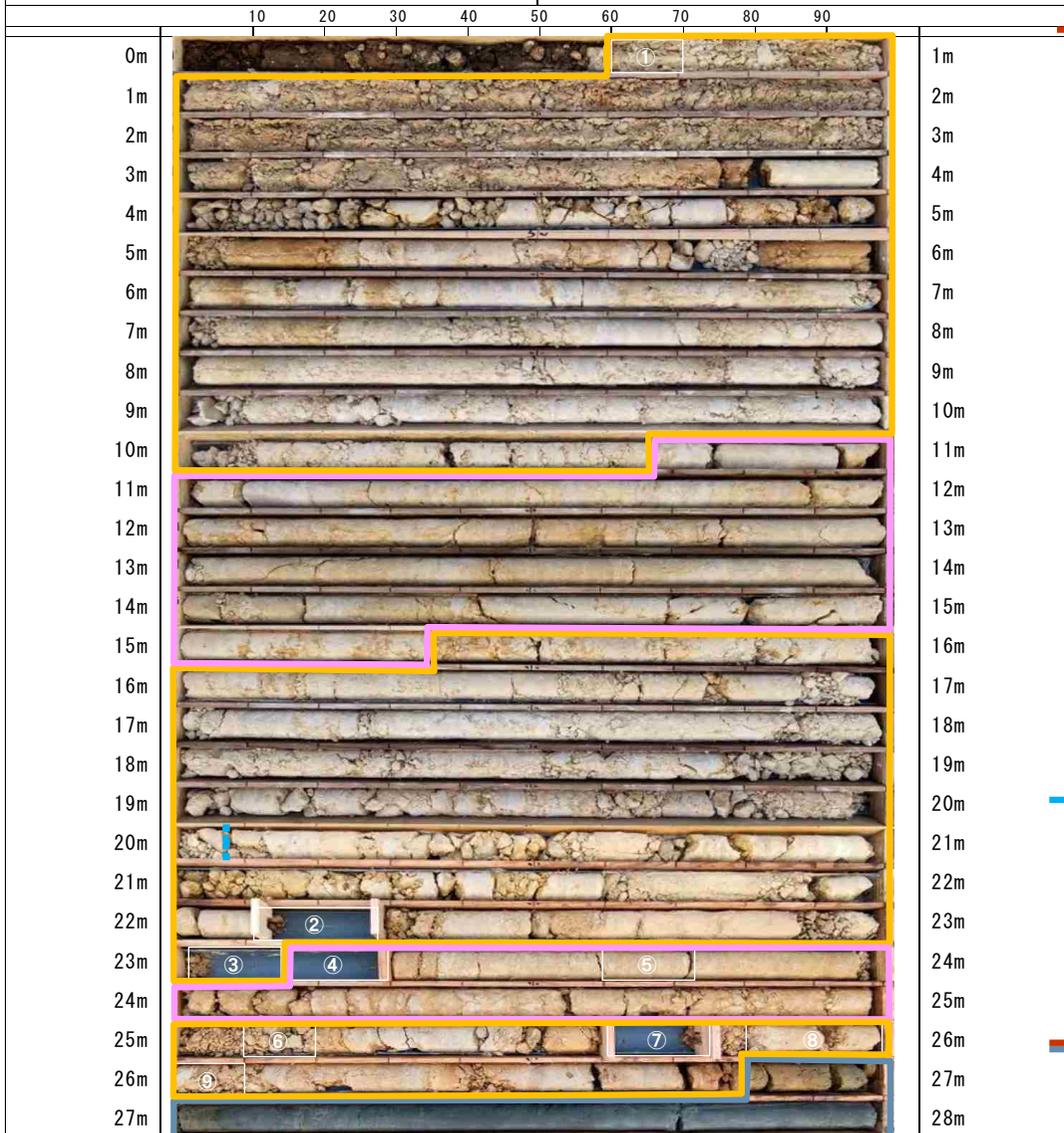
◆R4-3地点 (C流域の下流側)



2-1. 地質及び観測井戸設置の状況

◆R4-4地点(D流域の下流側)

件名：令和4年度有機フッ素化合物汚染源調査委託業務
 孔番：R4-4 深度：0.00m～28.00m



【試験・分析項目】

- ⑤⑨：PFOS等含有量・有機物含有量
- ①：有機物含有量
- ④⑦：室内透水試験
- ⑥⑧：粒度試験
- ②③：予備試料

琉球石灰岩層

岩屑状

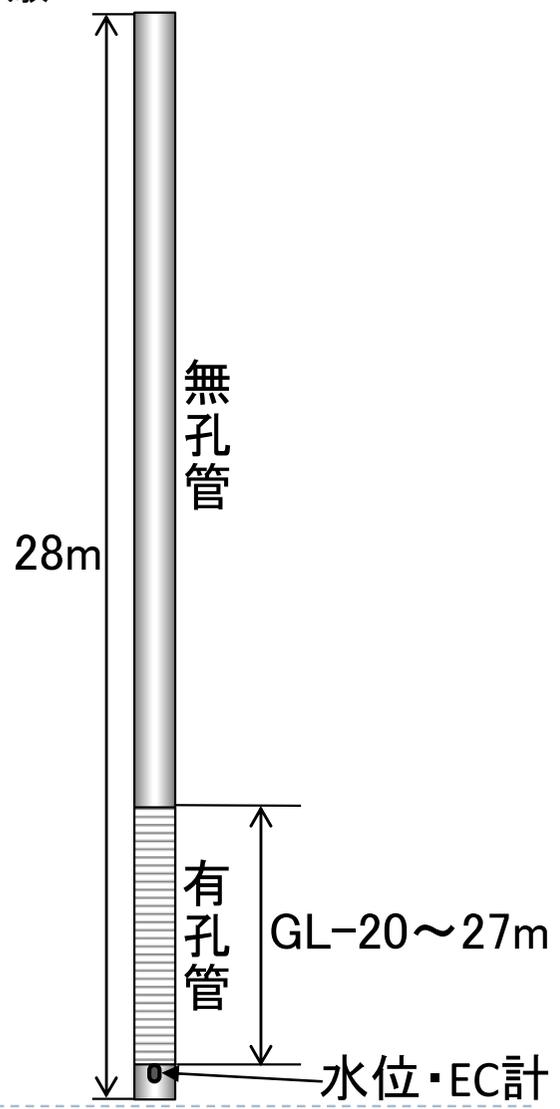
塊状

地下水位

TP 22.48m
 GL-20.08m
 2022/10/16

島尻層群泥岩

TP 15.76m
 GL-26.80m



2-2. 各種試験・分析の結果

◆石灰岩試料の分析結果

- ✓ 石灰岩からPFOS等は検出されず、石灰岩等への吸着は確認されなかった。
- ✓ 石灰岩の有機物含有量は1～4%程度で、下流側よりも上流側が比較的高い値を示した。
- ✓ 石灰岩のpHは8.6～9.2を示し、弱アルカリ性であった。
- ✓ 石灰岩から、油臭・油膜は確認されなかった。

地下水 上流側

地下水 下流側

分析項目	単位	地下水 上流側					地下水 下流側					
		R4-1		R4-2			R4-3			R4-4		
		埋土上部	埋土下部	石灰岩上部	塊状石灰岩	岩層状石灰岩	石灰岩上部	塊状石灰岩	岩層状石灰岩	石灰岩上部	塊状石灰岩	岩層状石灰岩
		4.25～ 4.35m	5.50～ 5.60m	3.60～ 3.70m	5.40～ 5.55m	5.65～ 5.75m	3.65～ 3.75m	15.65～ 15.80m	14.70～ 14.90m	0.60～ 0.70m	23.60～ 23.72m	26.00～ 26.10m
PFOS	ng/g-dry	<0.5	<0.5	–	<0.5	<0.5	–	<0.5	<0.5	–	<0.5	<0.5
PFOA	ng/g-dry	<0.5	<0.5	–	<0.5	<0.5	–	<0.5	<0.5	–	<0.5	<0.5
PFHxS	ng/g-dry	<0.5	<0.5	–	<0.5	<0.5	–	<0.5	<0.5	–	<0.5	<0.5
6:2FTS	ng/g-dry	<0.5	<0.5	–	<0.5	<0.5	–	<0.5	<0.5	–	<0.5	<0.5
有機物含有量 (強熱減量550℃)	%	4.5	3.0	3.5	1.0	4.0	1.3	2.0	1.6	1.8	1.0	1.2
有機物含有量 (強熱減量600℃)	%	5.2	3.4	4.1	1.3	4.8	1.8	2.4	1.7	2.3	1.1	1.4
pH	–	8.5	8.4	–	8.8	8.6	–	9.2	8.7	–	8.8	8.9
油臭・油膜	–	無	無	–	無	無	–	無	無	–	無	無

注)PFOS等の分析は石灰岩試料に風乾・破碎・篩別等の処理を行い、「要調査項目等調査マニュアル(水質、底質、水生生物)平成20年3月 環境省水・大気環境局水環境課」の底質の分析方法に準拠して行った。

2-2. 各種試験・分析の結果

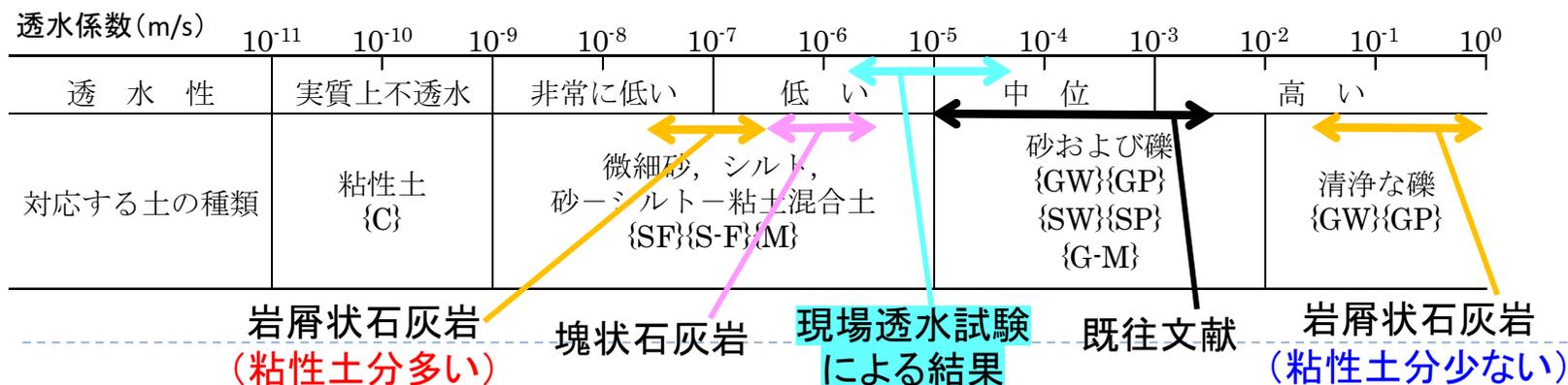
◆石灰岩の透水性に関する試験結果

- ✓ 既往文献値の透水係数 ($10^{-5} \sim 10^{-3} \text{m/s}$) と比べ、粒度試験や室内透水試験での透水係数 ($10^{-8} \sim 10^{-6} \text{m/s}$ ないし $10^{-2} \sim 10^0 \text{m/s}$) は3桁の差があるが、現場透水試験からの透水係数 ($10^{-6} \sim 10^{-5} \text{m/s}$) はより既往文献値に近い結果となった。

対象	透水係数 (m/s)			方法
	R4-2	R4-3	R4-4	
岩層状石灰岩 粘性土分多い試料 粘性土分少ない試料	3.24×10^{-8} 1.80×10^{-2} 以上 1.80×10^{-2} 以上	2.89×10^{-7} 1.80×10^{-2} 以上 1.80×10^{-2} 以上	2.01×10^{-7} 3.00×10^{-8} 1.80×10^{-2} 以上	室内透水試験 粒度から推定※1
塊状石灰岩	3.50×10^{-6}	8.74×10^{-7}	3.55×10^{-7}	室内透水試験
岩層状～塊状 石灰岩	—	5.53×10^{-6} 1.70×10^{-6}	2.97×10^{-5} 2.18×10^{-5}	現場透水試験※2
既往文献の 琉球石灰岩	$10^{-5} \sim 10^{-3}$			現場透水試験、 揚水試験など

※1: 粒度試験から得られた20%粒径 (D20) からクレーガーの表を用いて透水係数を推定

※2: 観測井戸での揚水による試験 (上段に定常法による結果、下段に非定常法による結果)



粘性土分多く 粘性土分少なく
コア形状を保つ 砂礫状に崩れる
岩層状石灰岩
(R4-3 深度14.70~16.00m)



固結し短棒状で採取される
塊状石灰岩
(R4-3 深度15.65~15.80m)



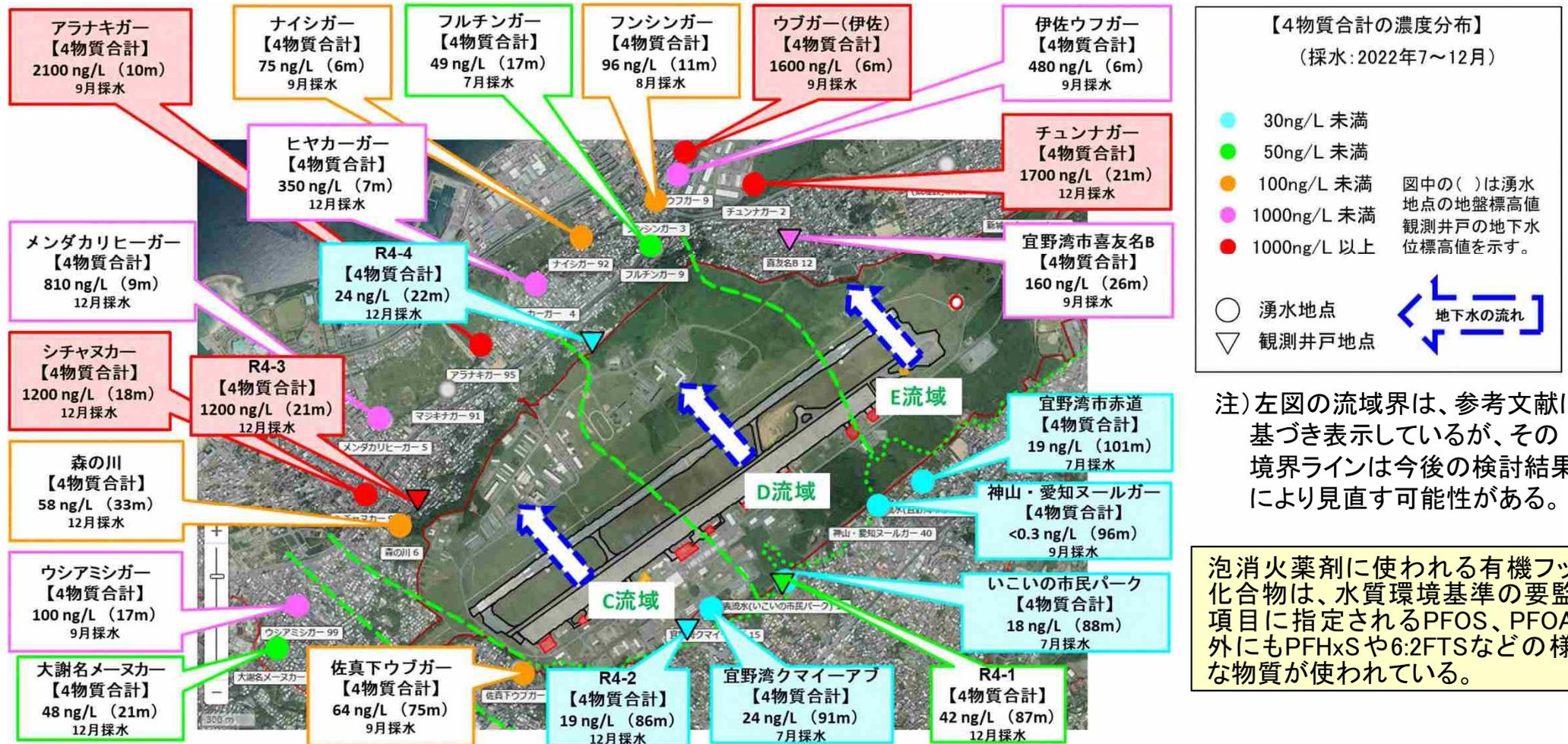
室内透水試験の供試体
断面 (R4-3 岩層状)

3. PFOS等の定期モニタリング結果

3-1. PFOS等の水質モニタリング

◆PFOS等の濃度分布(4物質の合計値:2022年7~12月採水)

✓ 普天間飛行場周辺の地下水上流側は50ng/L以下の濃度、飛行場内を經由した後の下流側のC流域とE流域では1,200ng/L以上の濃度で検出する地点が分布している。



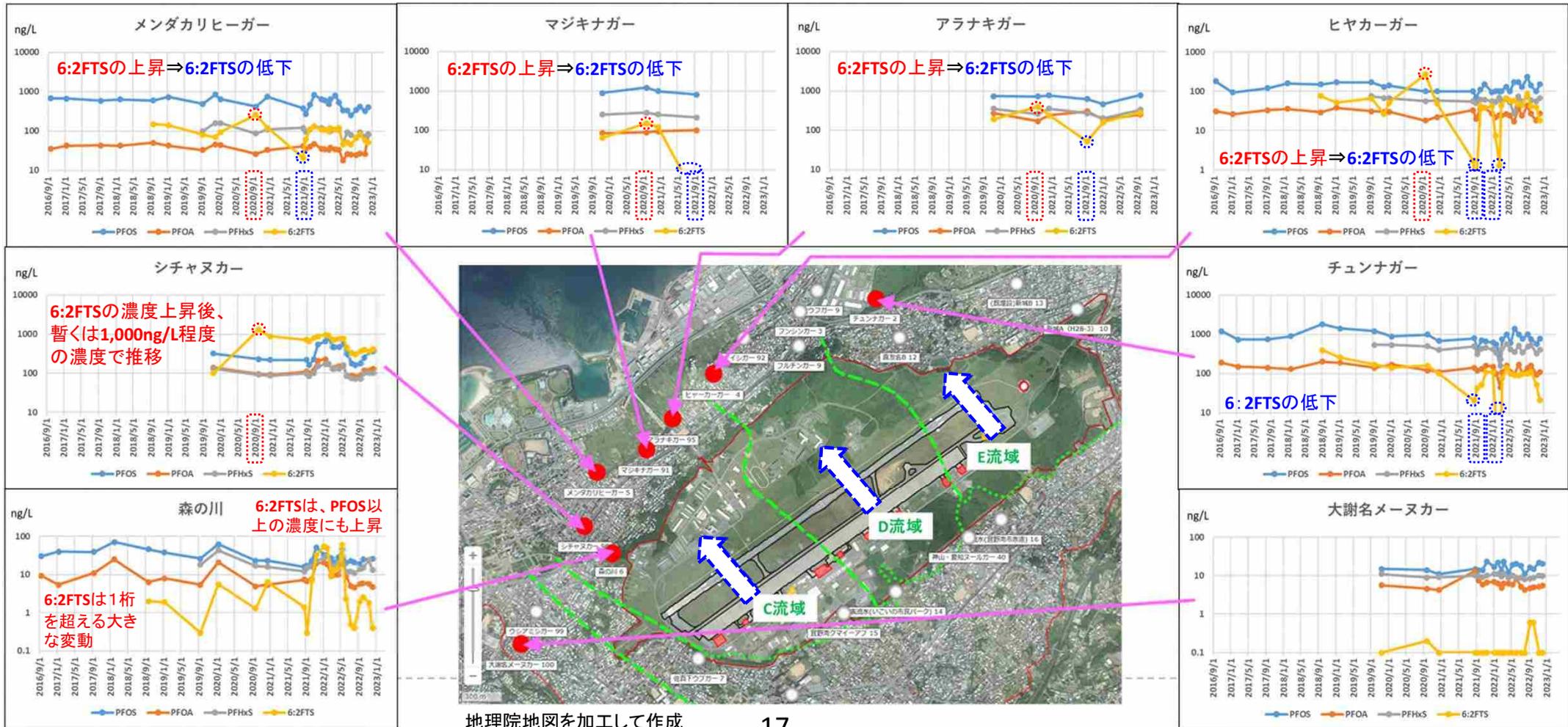
地理院地図を加工して作成

3-1. PFOS等の水質モニタリング

◆PFOS等の経時変化(下流側の湧水)

注)2016年からの継続した経時変化を把握するため、2016年から測定している直鎖体のみの濃度をもとに経時変化を作成(分岐異性体は含まず)

- ✓ 1桁を超える濃度変動を示す6:2FTSと比べ、PFOS、PFOA、PFHxSは濃度変動が小さく、経時的な変化は認められるものの概ね一定の濃度で継続して検出。
- ✓ C～D流域の下流側の複数地点では2020年9月に6:2FTS濃度の上昇、2021年9月には低下を確認。D～E流域では2022年1～2月に一時的な6:2FTS濃度の低下を確認。

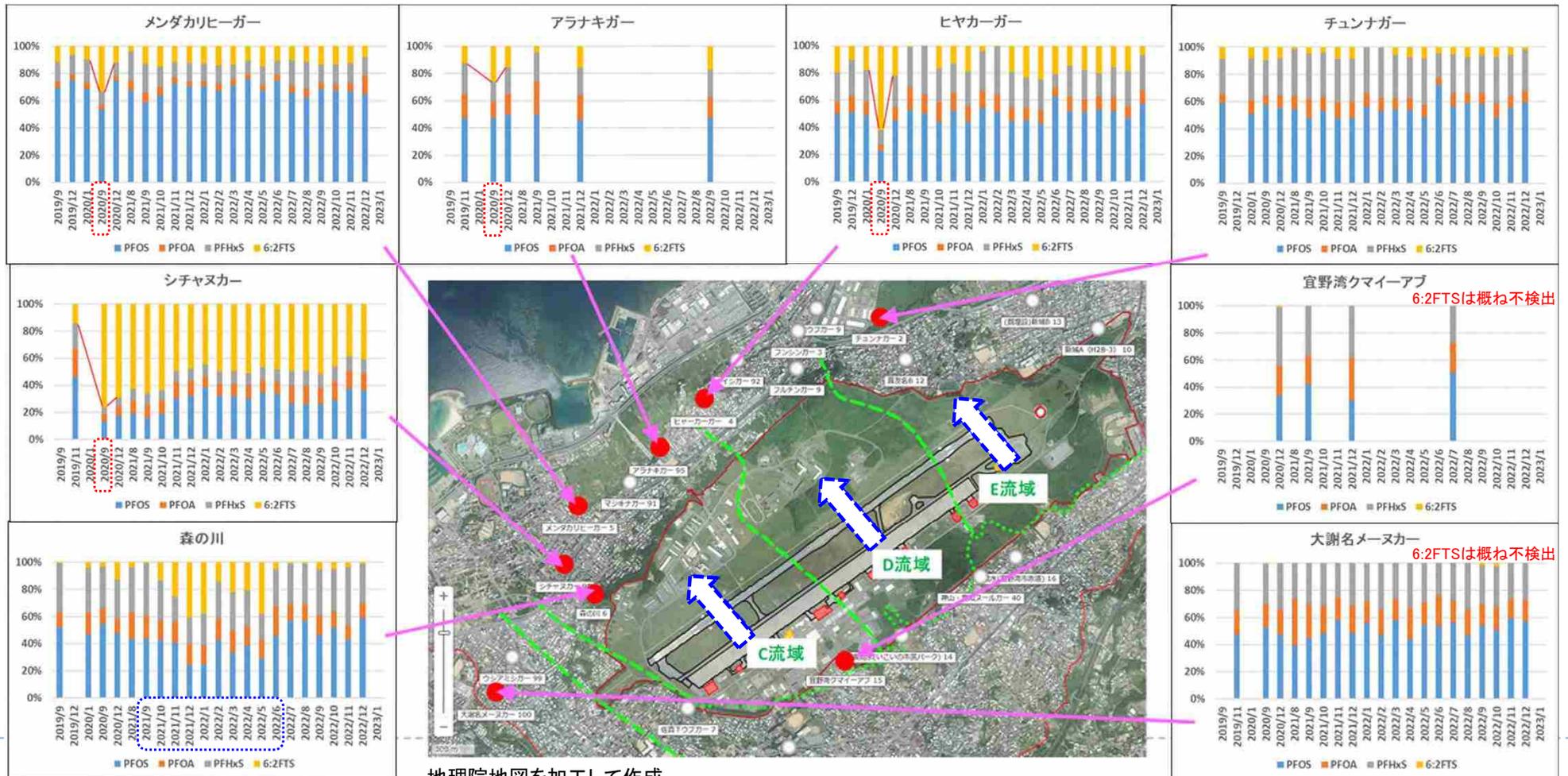


3-1. PFOS等の水質モニタリング

◆PFOS等の構成比(下流側の湧水)

注) 2016年からの継続した構成比変動を把握するため、2016年から測定している直鎖体のみ濃度をもとに構成比を作成(分岐異性体は含まず)

- ✓ 2020年9月にC~D流域の下流側の複数地点で、6:2FTSの構成比が一時的に上昇したが、E流域の地点では確認されない。「シチャヌカー」では同月以降、4物質の中で6:2FTSの構成比が最も大きくなる。
- ✓ 「森の川」では2021年9月~2022年6月にかけて、6:2FTSの構成比が大きく変動していた。
- ✓ C流域南西方の流域やC流域の上流側では、6:2FTSが概ね検出されていない。

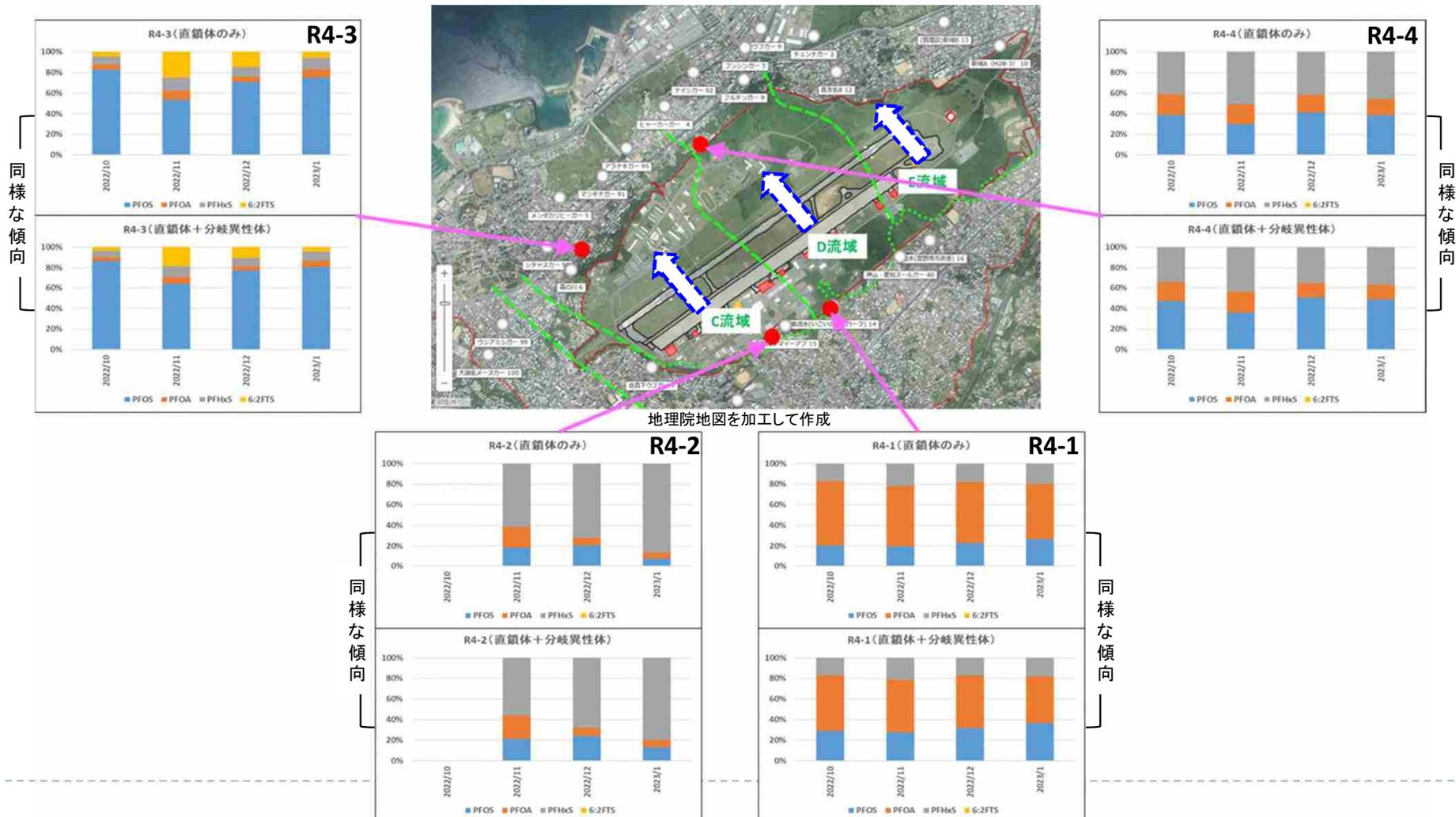


地理院地図を加工して作成

3-1. PFOS等の水質モニタリング

◆PFOS等の構成比(観測井戸の地下水)

- ✓ 観測井戸で最も高い濃度を示すR4-3では、PFOSが60%以上の割合で検出、6:2FTSも検出している。
- ✓ その他の観測井戸(R4-1、R4-2、R4-4)では、PFOSが50%以下の割合で検出、6:2FTSは不検出のためR4-3とは異なる構成比を示している。

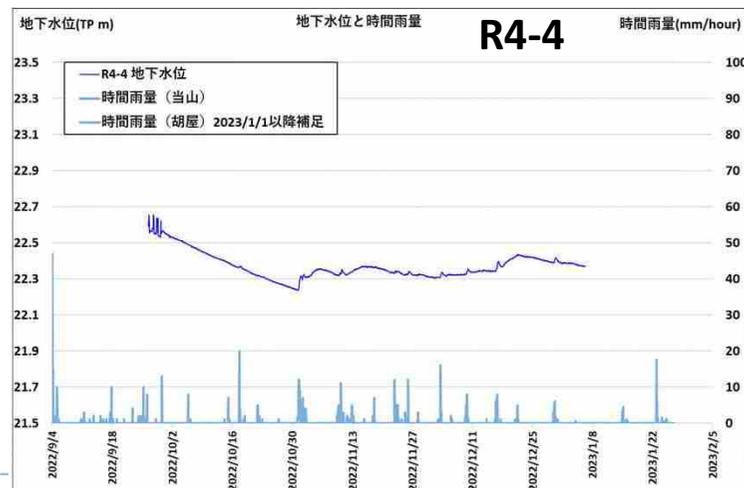
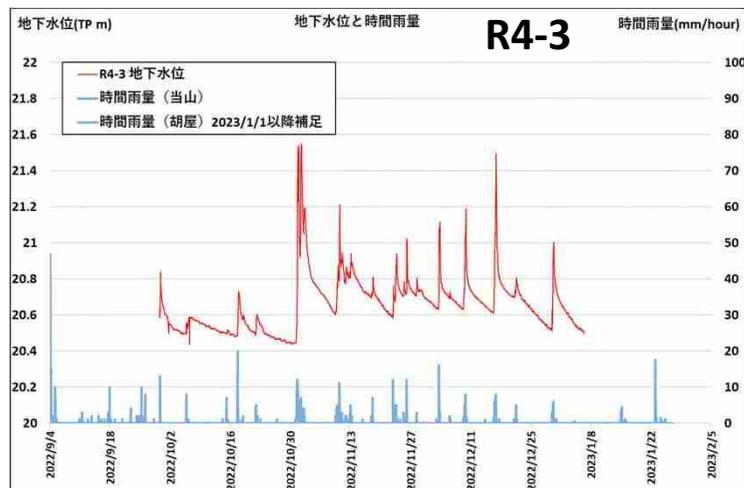
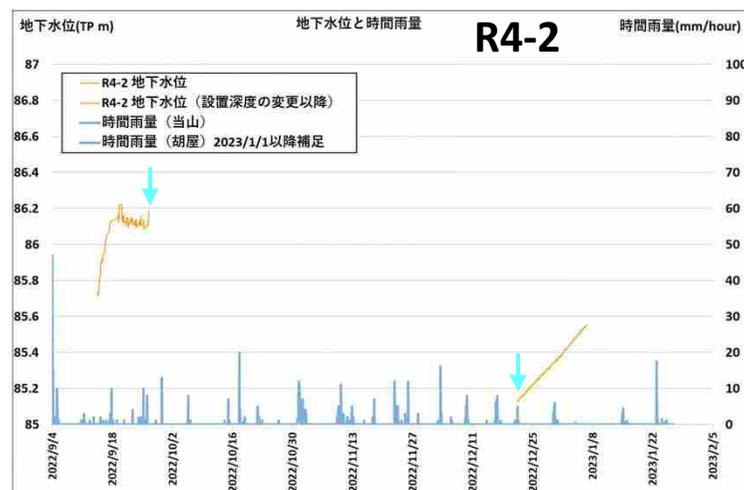
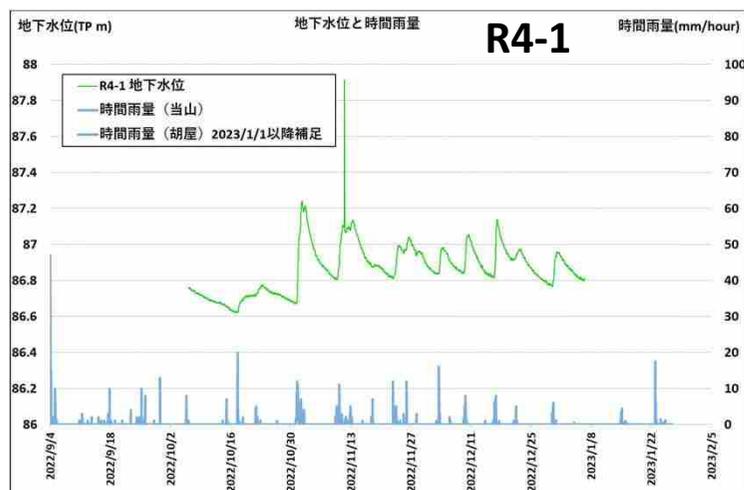


注)10月は分析に供する試料が確保できず欠測

3-2. 降雨に伴う地下水位及び水質の変動

◆地下水位と時間雨量の経時変化(観測井戸)

- ✓ 降雨による鋭敏な地下水位の上昇がR4-1(約0.5m)、R4-3(約1m)、R4-4(約0.1m)で確認される※。



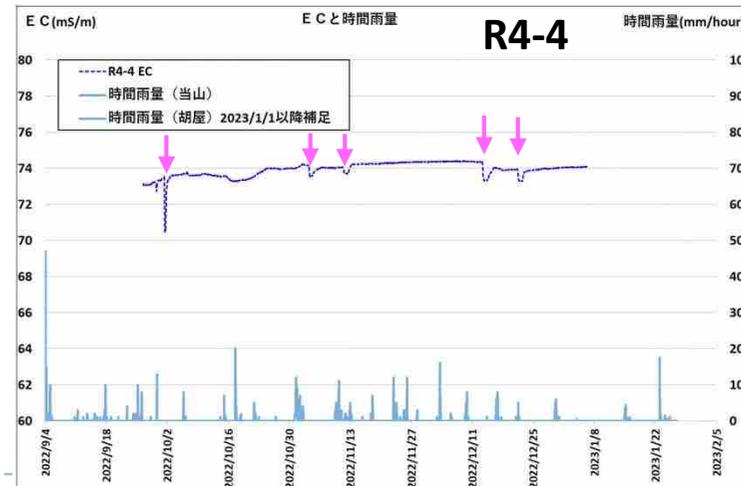
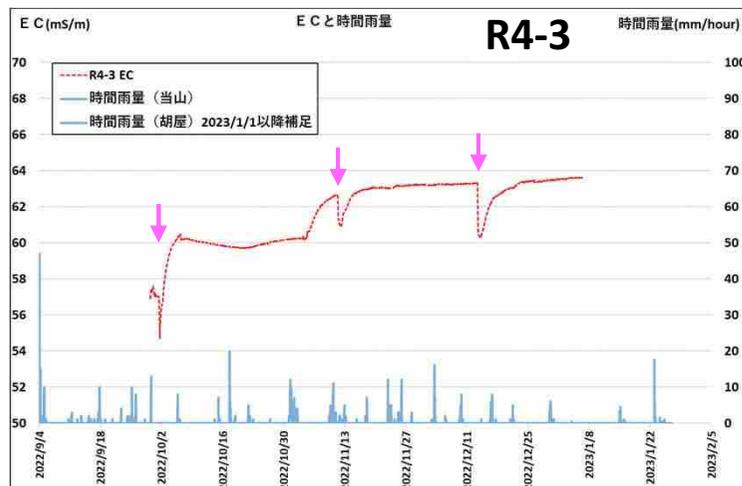
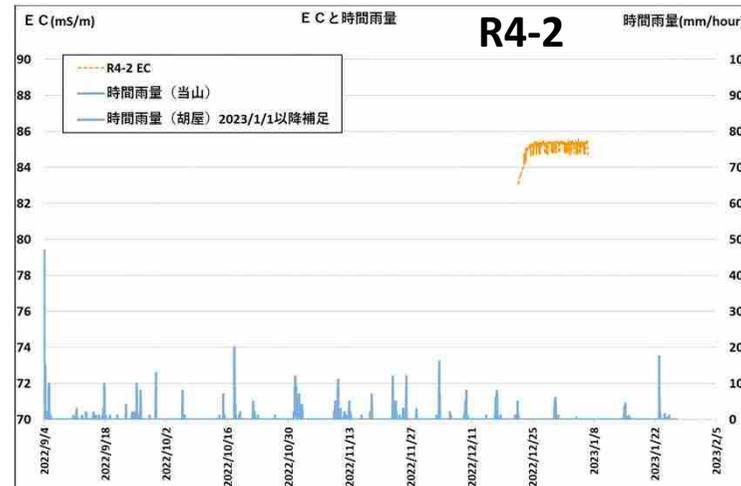
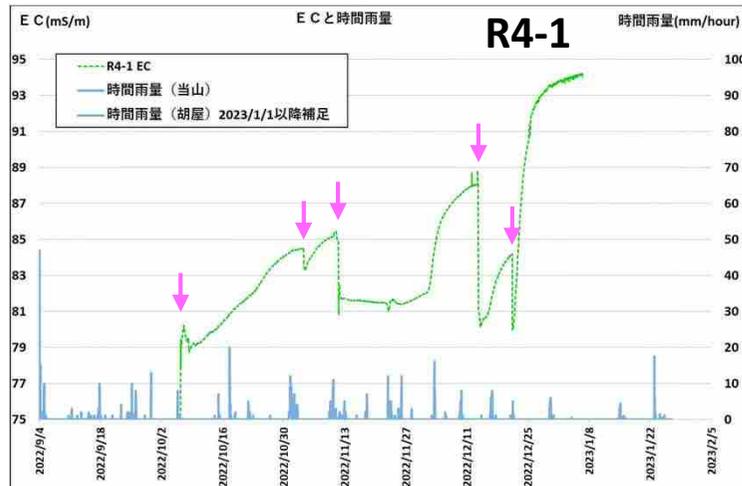
※ 1m単位の地下水位の変動は確認されるが、島尻泥岩上面の尾根部を超える変動は確認されていない。

↓ 採水作業に伴う水位低下後の回復が非常に遅く、12月の設置深度変更まで水位センサーが水位以浅となる

3-2. 降雨に伴う地下水水位及び水質の変動

◆ EC(電気伝導率)と時間雨量の経時変化(観測井戸)

- ✓ 2022年10月～12月の観測期間においてR4-1、R4-3、R4-4でECの上昇傾向が見られるが、現時点で得られているデータの限りでは、時間雨量との関連性は確認されない。

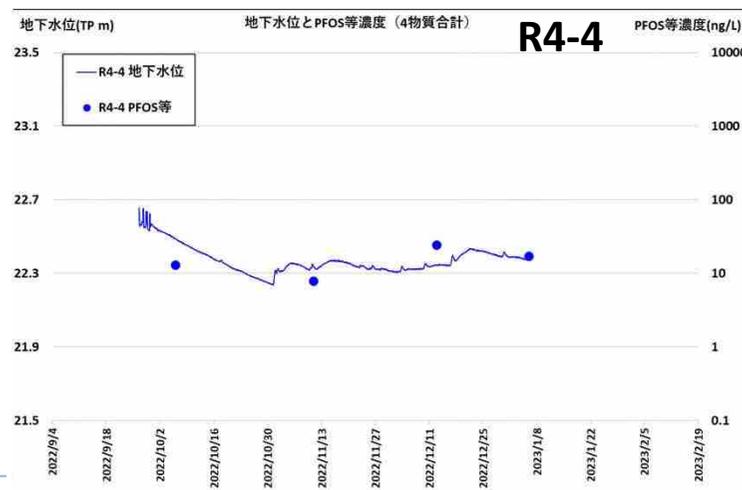
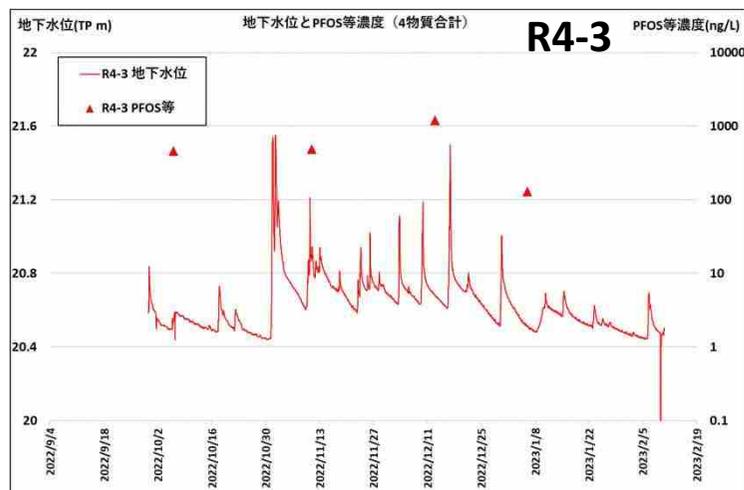
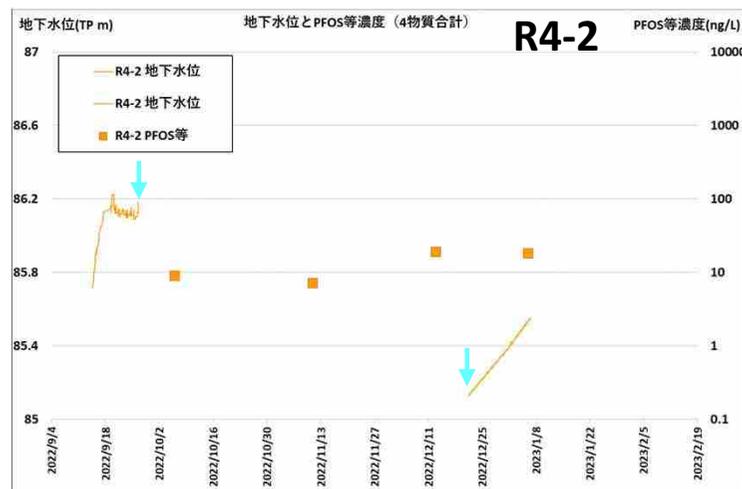
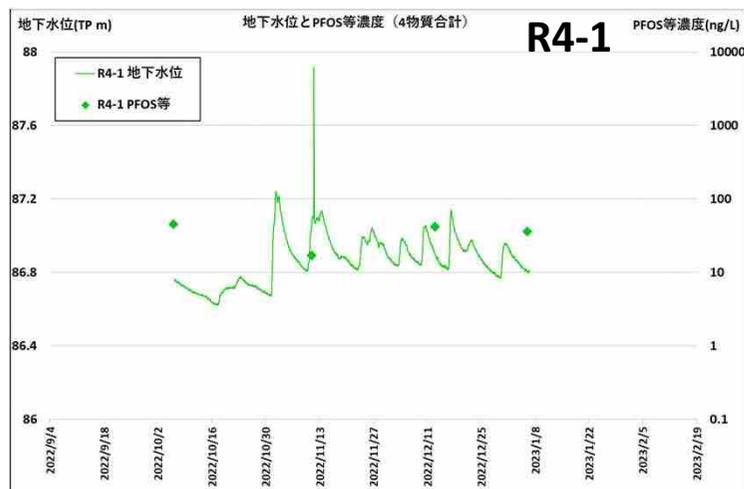


↓ 採水作業に伴い ECが一時的に低下

3-2. 降雨に伴う地下水位及び水質の変動

◆地下水位とPFOS等の変動(観測井戸)

- ✓ 現時点で得られているデータの限りでは、地下水位の変動とPFOS等の濃度変動の関連性は確認されない(地下水位の季節変動も、現状では確認されない)。



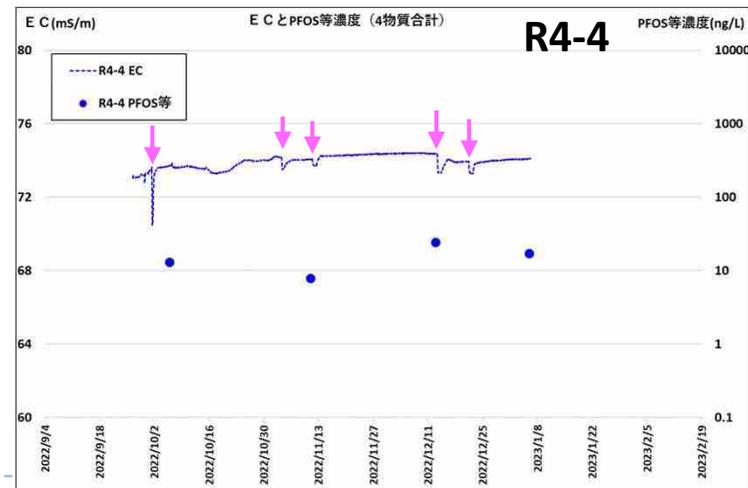
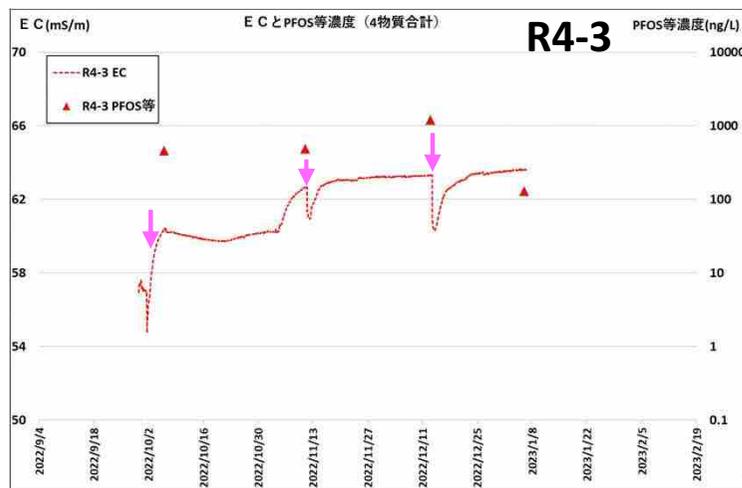
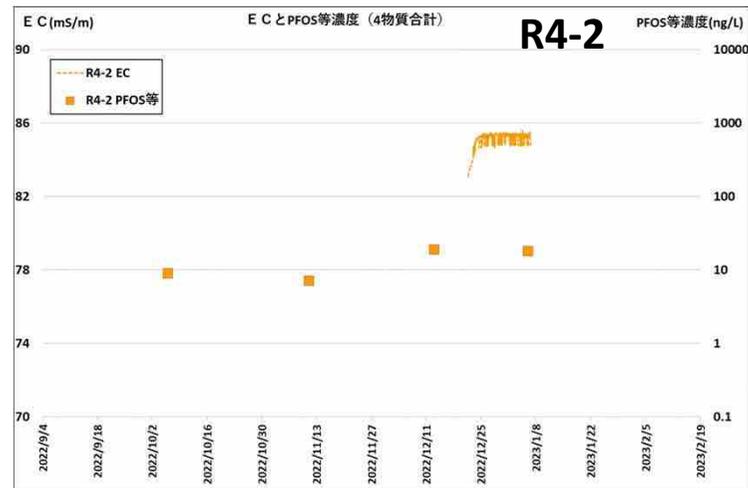
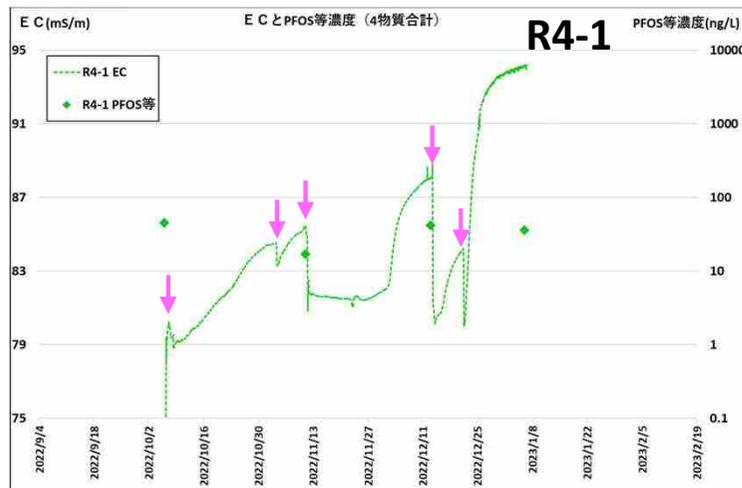
※ 1m単位の地下水位の変動は確認されるが、島尻泥岩上面の尾根部を超える変動は確認されていない。

↓ 採水作業に伴う水位低下後の回復が非常に遅く、12月の設置深度変更まで水位センサーが水位以浅となる

3-2. 降雨に伴う地下水位及び水質の変動

◆ EC(電気伝導率)とPFOS等の変動(観測井戸)

- ✓ 現時点で得られているデータの限りでは、ECの変動とPFOS等の濃度変動の関連性は確認されない(ECの季節変動も、現状では確認されない)。



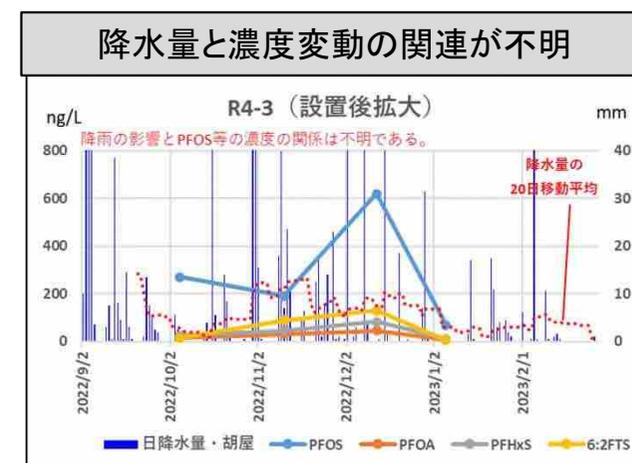
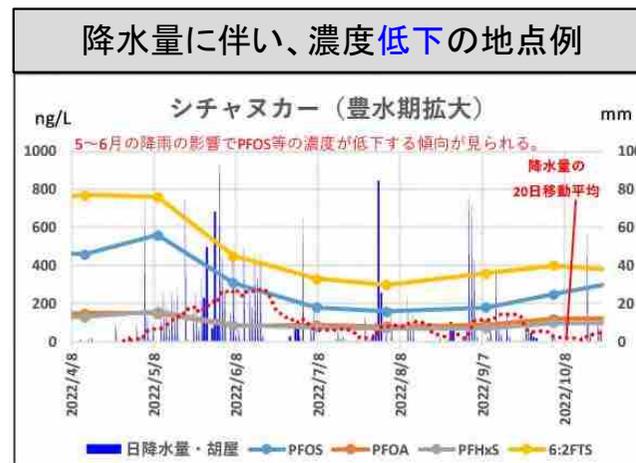
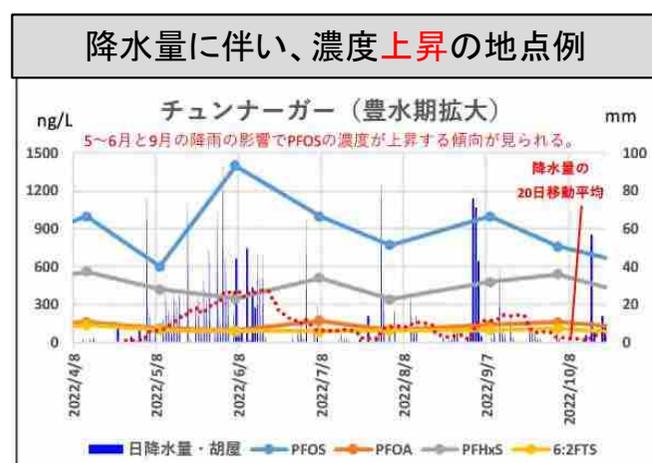
↓ 採水作業に伴い
ECが一時的に低下

3-2. 降雨に伴う地下水水位及び水質の変動

◆ 降水量とPFOS等の濃度変動

- ✓ PFOS等の濃度変動が、降水量に影響している可能性があるため、1回/月のモニタリングを実施している地下水下流側の地点毎の傾向を下表にまとめた。

降水量		増加		降水量と関連は不明	
PFOS等濃度		上昇	低下	変動あり	変動なし
地下水 下流側	湧水	D流域)ヒヤカーガー E流域)チュンナーガー	C流域)シチャヌカー C流域)メンダカリヒーガー C流域)森の川	—	—
	地下水	—	—	C流域)R4-3	D流域)R4-4



- ✓ 降水量に伴う濃度変動は湧水で確認されるが、継続して相関関係にあるか、現状では不明
⇒引き続きモニタリングを継続し、降水量の影響とPFOS等濃度の相関や位置関係を検討

3-3. 令和4年度の調査・検討結果まとめ

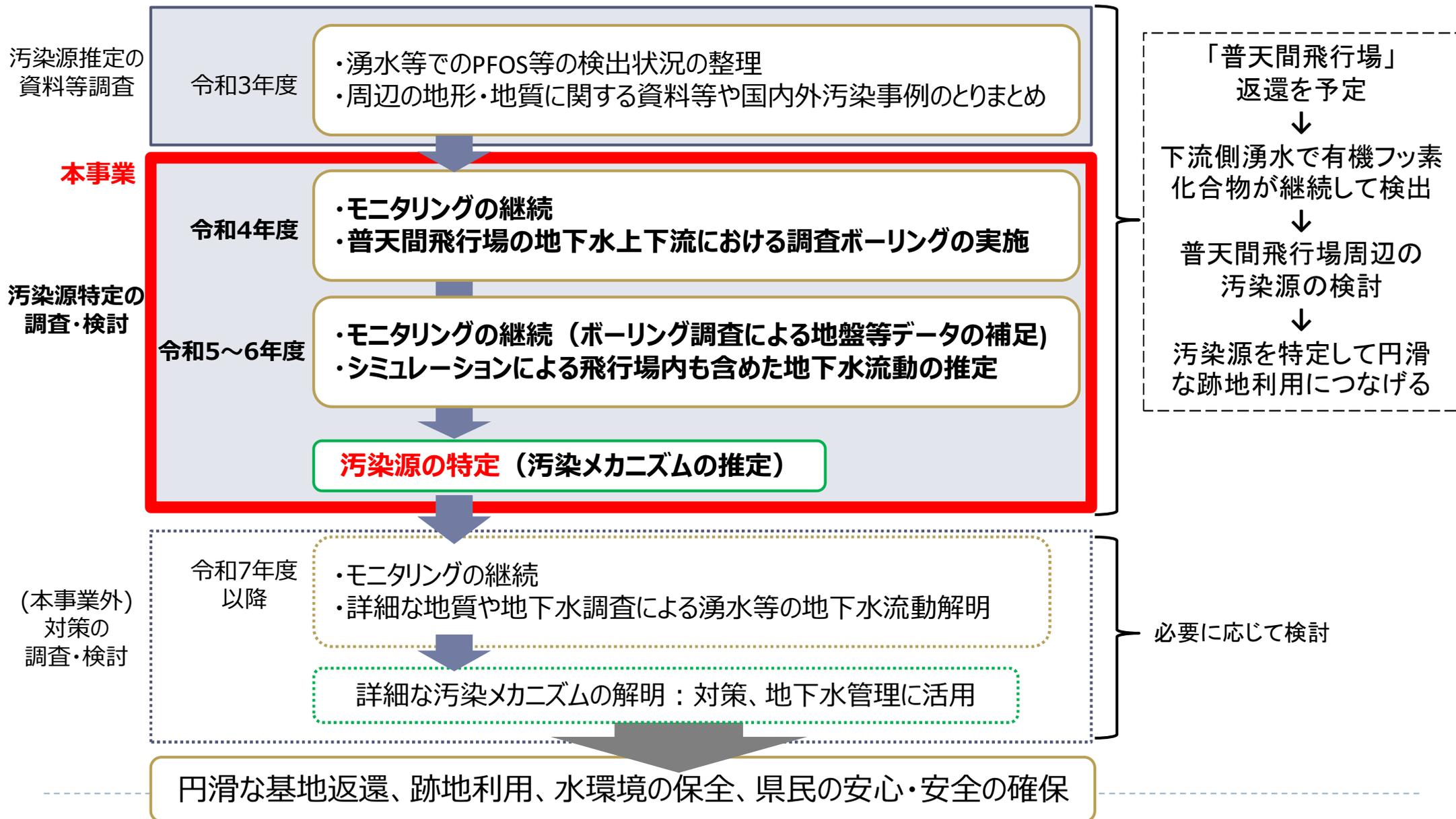
◆調査・検討結果のまとめ

項目	把握すべきポイント	調査結果のまとめ
水質モニタリング	地下水のPFOS等濃度の変動	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 地下水のPFOS等濃度は、R4-1、R4-2およびR4-4は50ng/L未満、R4-3は最大1,200ng/Lを確認した。 ✓ 降雨による鋭敏な地下水位の上昇（0.1～1m）がR4-1、R4-3、R4-4で確認されたが、降雨とPFOS等濃度、EC(電気伝導率)との関連性は現時点では確認されなかった。
PFOS等の供給源	PFOS等の物理化学性や吸着特性	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 石灰岩からPFOS等は検出されず、石灰岩等への吸着は確認されなかった。 ✓ 文献資料よりPFOS等が深さ数mの土壤に残存の可能性が指摘された。
地質と地下水流動	地下水位の変動	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 5地点の観測井戸の地下水位データより推定される地下水流向は、南東⇒北西方向となった。
	島尻泥岩(難透水層)の上面標高	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 調査地点および既往資料の島尻泥岩の上面標高のコンター図を検証し、地下水流向は島尻泥岩上面の形状に依存する。
	琉球石灰岩(帯水層)の透水性	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 現場透水試験からの透水係数（$10^{-6} \sim 10^{-5} \text{m/s}$）は、粒度試験や室内透水試験からの透水係数と比較し、既往文献値（$10^{-5} \sim 10^{-3} \text{m/s}$）に近い結果が得られた。

4. 汚染源特定に関する検討と今後の課題

4-1. 事業段階と目的の整理

◆ 調査・検討の段階と事業目的の位置づけ



4-2. 汚染源特定に向けた条件

◆汚染源特定に向けて明らかにする項目

- ✓ 飛行場周辺全域の地下水の流れをシミュレーションで検証して、汚染源を特定する。
- ✓ 湧水や地下水のモニタリングデータや環境中のPFASの挙動に関する最新の知見から、汚染メカニズムを推定する。

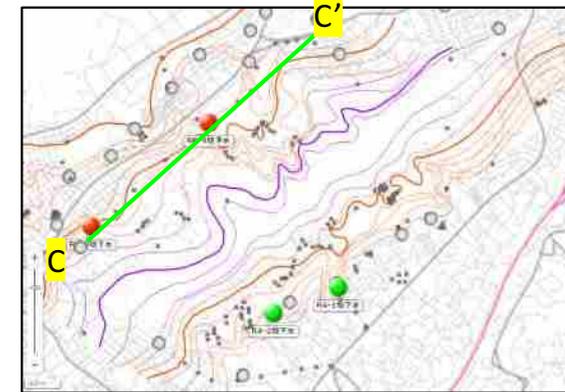
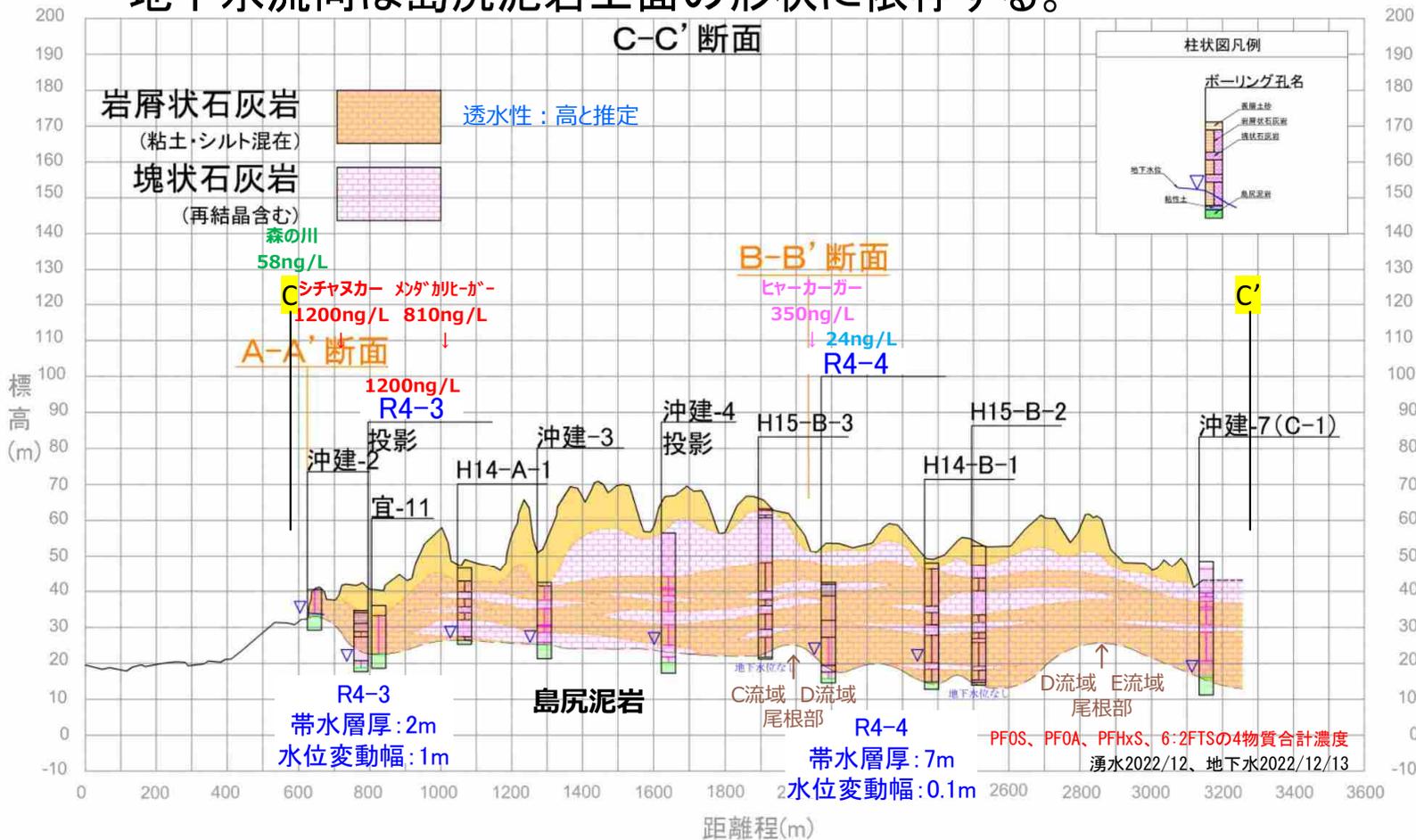
汚染源特定に向けて明らかにする項目		主なデータ	主な調査方法
①	PFOS等の使用・保管・漏洩の履歴がある。	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 関連機関の発表 ✓ 届出履歴 ✓ 文献、既往調査 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 資料調査 ✓ 聴取調査
②	飛行場の地下水上流側のPFOS等濃度は暫定指針値未満、地下水下流側のPFOS等濃度は下流側湧水と同レベルで検出される。	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 地下水のPFOS等濃度 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 地下水の水質調査（PFOS等）
③	地下水の流れが南東⇒北西方向以外には無いことを、調査データ等で示すことができる。	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 地下水位標高 ✓ 島尻層群上面標高 ✓ 琉球石灰岩の透水性 ✓ 降水量 ✓ その他気象、水象データ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 地下水の水位調査 ✓ ボーリング調査 ✓ 気象データの収集 ✓ 地下水流動シミュレーション
④	飛行場と観測地点との間に、PFOS等の地下浸透が生じるような土地利用がない。	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 土地利用履歴 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 資料調査 ✓ 聴取調査

※湧水におけるPFOS等の長期検出や6:2FTSの変動の要因等の汚染メカニズムの推定については、湧水のモニタリングを今後も行い、継続的に検討していく。

4-3. 地下水流向に関する検討

◆ 島尻泥岩上面標高に依存する地下水位

- ✓ 下流側の帯水層の厚さは2~7m、地下水位の変動幅は0.1~1mである。
- ✓ 地下水位連続観測では、島尻泥岩の尾根部を越える地下水位変動は確認されておらず、地下水流向は島尻泥岩上面の形状に依存する。

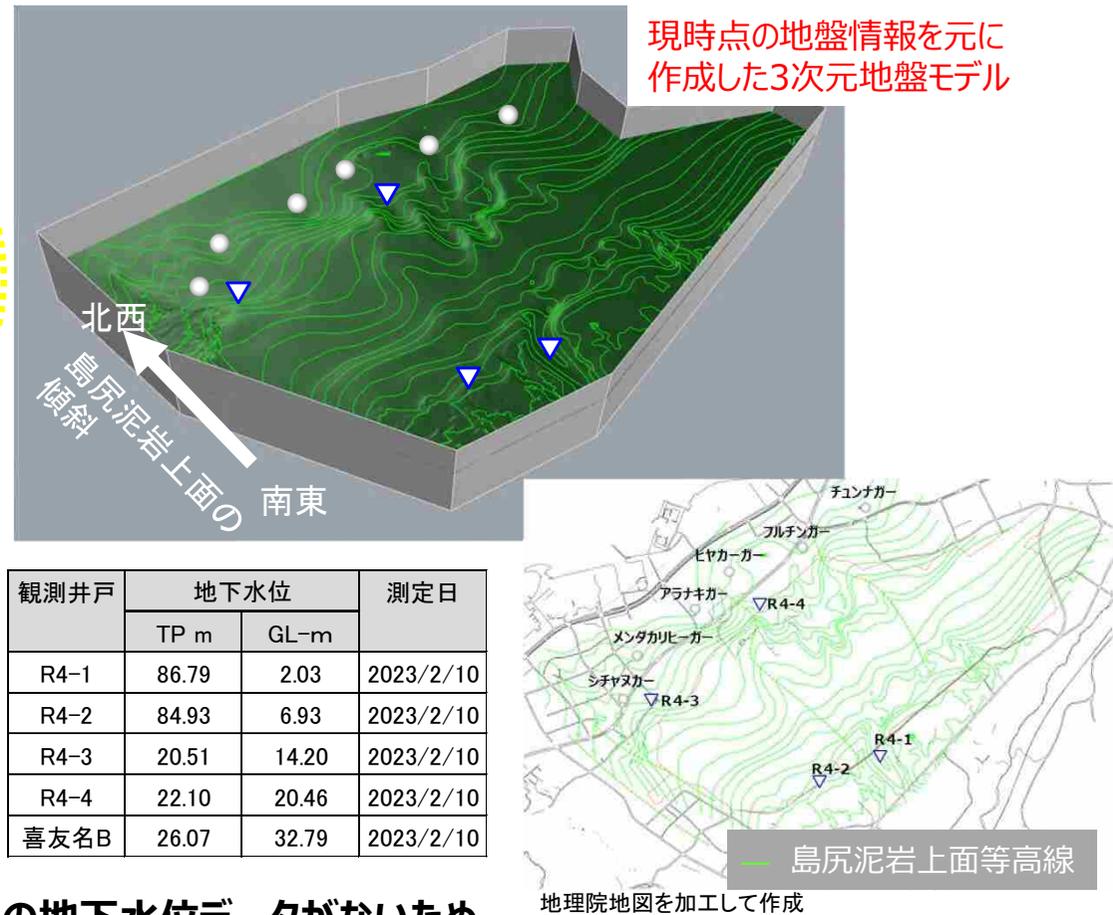
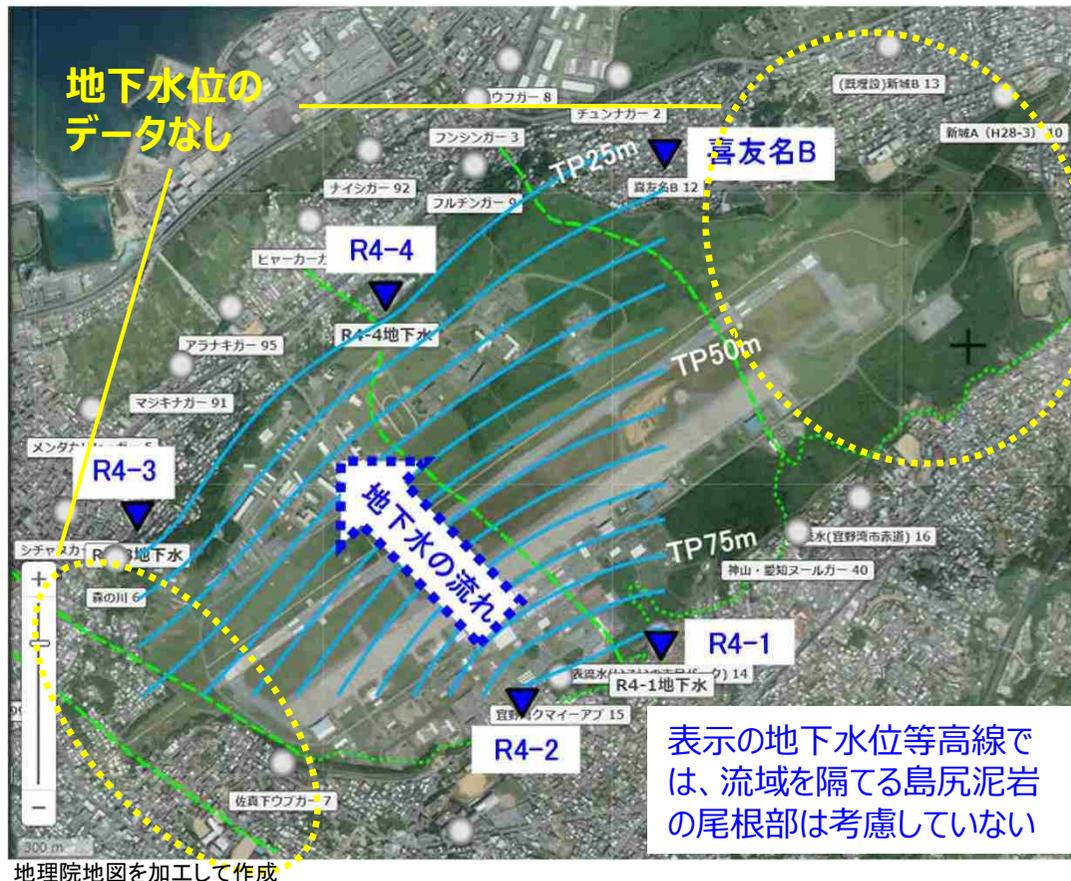


島尻泥岩上面の形状は、ボーリング柱状図を元に、榮野川優也：「普天間飛行場跡地計画における緑地計画に関する提案型研究」を参考に作成した。

4-3. 地下水流向に関する検討

◆地下水位コンター及び地下水流向

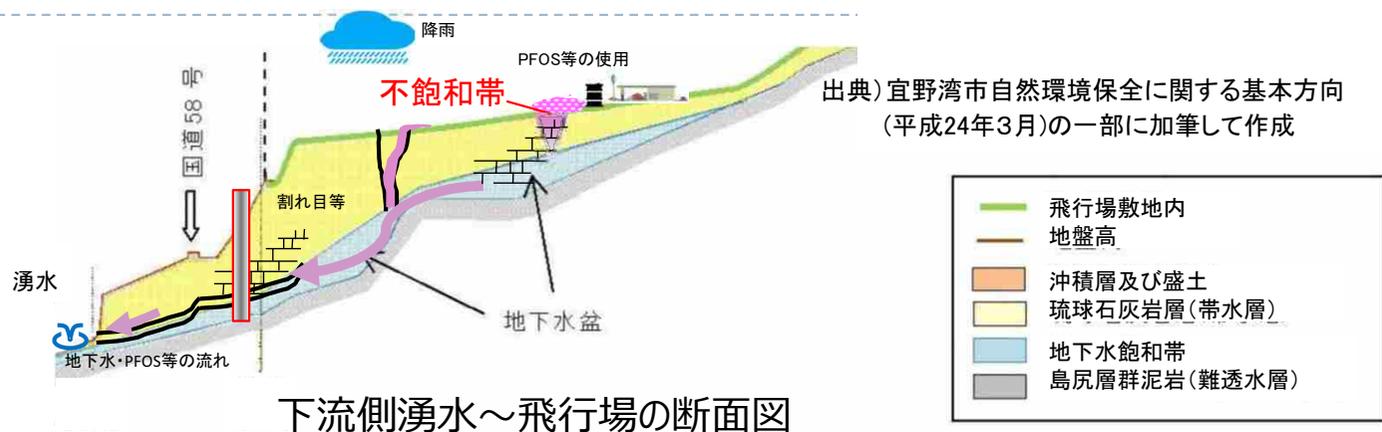
- ✓ 5地点の観測井戸 (R4-1~R4-4、喜友名B) の地下水位データより推定される地下水流向は、調査前に想定した同様の流向となり、島尻泥岩上面標高の等高線に概ね沿う結果となった。



※地下水流動シミュレーションを実施するにあたり、南西側や東側の地下水位データがないため、観測井戸を設置してデータを補足することが望ましい。

4-4. PFOS等の長期検出の原因の推定

◆不飽和帯に残存するPFOS等に関する推定



下流側湧水～飛行場の断面図

対象箇所	推定される現象	根拠資料から得られた事項
飛行場内のPFOS等の使用や漏洩箇所直下の不飽和帯土壌	<ul style="list-style-type: none"> ✓ PFOS等含有の泡消火薬剤の漏洩後、地表面～深さ数mまでの土壌にPFOS等が長期間にわたり吸着し続けている。 ✓ 不飽和帯に吸着したPFOS等は土壌間隙水に溶出し続け、降雨の影響で地下水面へ浸透する。 ✓ 6:2FTSを含む泡消火薬剤への切替えは近年となるが、6:2FTSは比較的移動しやすいため、早期に下流側湧水で検出される。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ オーストラリアの空軍基地での土壌調査事例では、深さ3mまでに有機フッ素化合物の大部分が留まり、3m以深では6:2FTSほか一部の物質のみが主に検出されている。 (出典：Bekeleほか、2020) ✓ 62サイトで実施した約1400地点の土壌分析結果を集計したところ、有機フッ素化合物は土壌中の空気-水界面に吸着し、深度方向に指数関数的に濃度が低下する。炭素数C7以上の長鎖化合物は地表面の濃度が高いが、C6未満の短鎖化合物は地下でも地表面と同程度の濃度となる傾向があった。 (出典：Bruseeauほか、2020)

不飽和帯：地下水面以浅の土壌 飽和帯：地下水面以深の土壌

4-5. 今後の課題への対応案

◆ 汚染源特定に関する進捗状況

汚染源特定に向けて明らかにする項目		今年度までの状況	今後の事業期間で把握すべきデータ
①	PFOS等の使用・保管・漏洩の履歴	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 普天間飛行場で履歴あり（令和3年度の資料調査） 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 把握済み（今後、新たな情報が得られれば追加検討）
②	飛行場上下流側のPFOS等濃度の差	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 上流側のR4-1・R4-2：暫定指針値未満 ✓ 下流側のR4-3：1,000ng/L以上 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 調査密度が少ないエリアでの地下水の水質調査【課題1】
③	地下水の流れが南東⇒北西方向以外には無い	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ボーリング調査地点の島尻層群上面標高と透水試験による透水係数($10^{-6} \sim 10^{-5} \text{m/s}$)を把握 ✓ 5地点の地下水位観測結果(地下水位等高線)では、地下水流向は南東⇒北西方向と推定 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 調査密度が少ないエリアでの地下水の水位調査【課題1】 ✓ 島尻層群上面形状の精査（測定データに基づく標高値の抽出）と地盤モデルの作成 ✓ 地下水流向・流速の評価【課題2】
④	飛行場と観測地点との間の土地利用	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 普天間飛行場とR4-3の間は、主に住宅地でありPFOS等の使用や埋設の履歴は確認されない 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 把握済み（今後、新たな情報が得られれば追加検討）

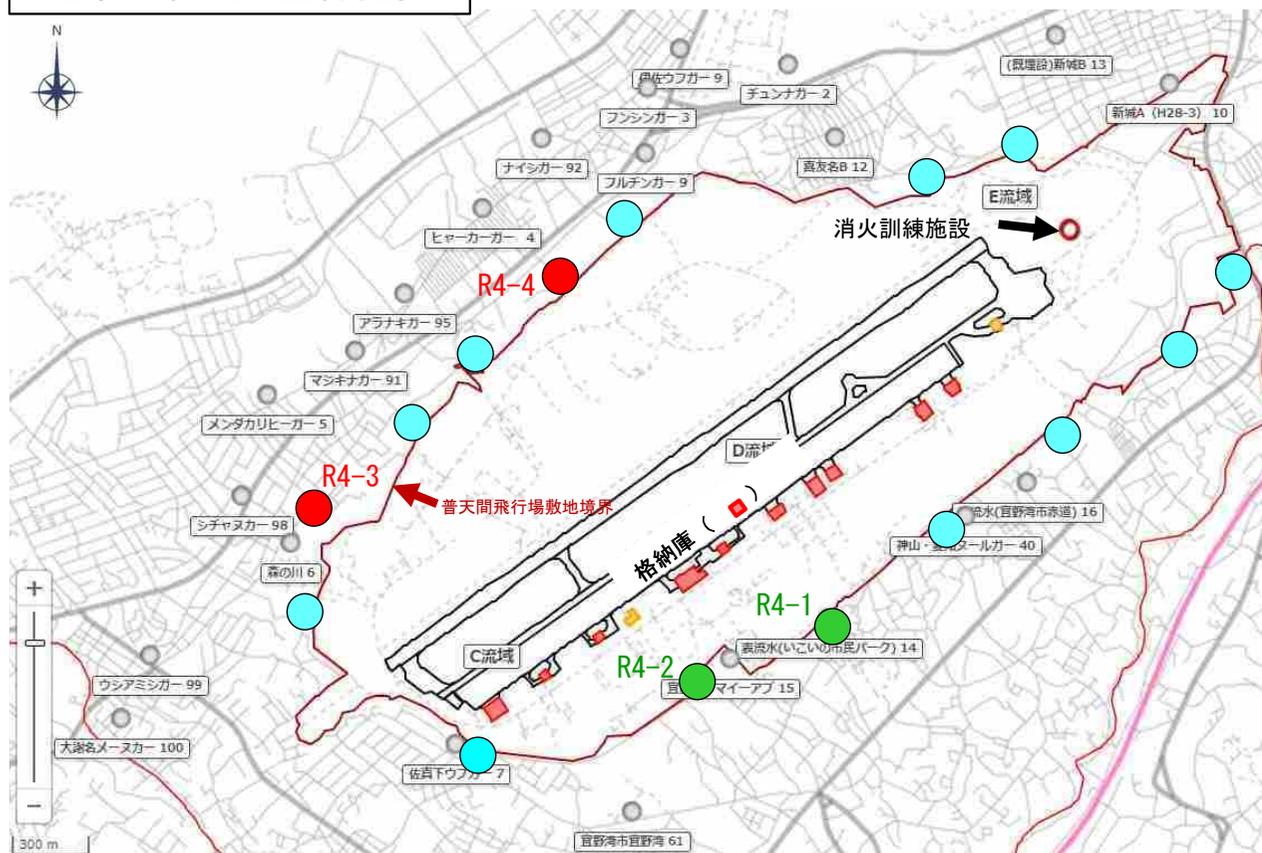
①～④について調査データ等で示すことが汚染源の特定条件とする。

4-5. 今後の課題への対応案

◆課題1:地質・地下水の調査範囲の拡大

- ✓ 飛行場周辺の地質・地下水の未調査箇所で、調査ボーリング・観測井戸の設置を行う。

地下水状況の全体把握



地理院地図を加工して作成

調査ボーリング地点の選定ポイント

- 飛行場の上・下流の地下水濃度
⇒地下水濃度が把握されていない箇所を調査
(地下水の上・下流の代表地点)
- 普天間飛行場を取り囲む配置
⇒普天間飛行場全体の地質・地下水データの把握
- 可能な限り普天間飛行場の敷地直近に配置
⇒汚染原因の絞り込み

- ● 令和4年度調査の地点
- 今後の調査検討の地点

その他の既存観測井戸での地下水位連続観測も検討

調査ボーリング及び観測井戸の設置地点案 (今後)

4-5. 今後の課題への対応案

◆課題2: シミュレーションによる地下水流動状況の評価

【目的】

地下水位観測結果や島尻泥岩等の地盤データに基づくシミュレーションを行い、飛行場周辺全域の地下水流向・流速を推定

※PFOS等に関するパラメータ設定が困難なため、PFOS等濃度の再現や予測は困難と考える。

【使用データ】

資料調査、ボーリング調査で把握された地下水位、島尻泥岩等の地盤情報

※島尻泥岩上面等高線は、既往資料の柱状図データも検証して活用する。
(宜野湾市自然環境調査・基地周辺環境マップなど)

【汚染源特定への活用】

地下水の流れは南東⇒北西方向であり、飛行場内を經由した地下水が、下流側の湧水地点に到達していることの検証に努める。

【地下水流動シミュレーションの計画概要】

- | | |
|------------------------|---|
| ①データ・資料の収集整理 | 当該地の地形、地質、気象、水象にかかわるデータを収集し、その関係性を時空間的に整理する。 |
| ↓ | |
| ②水循環機構の推定
(概念モデル作成) | 収集・整理したデータから当該地区の水循環の特徴を抽出するとともに、水循環機構について推察する。 |
| ↓ | |
| ③解析条件・数値モデルの作成 | 概念モデルをもとに数値モデルの仕様と解析条件を検討し数値モデルを作成する。 |
| ↓ | |
| ④現況再現解析の実施 | 気象データなどの条件を付与した場合に、地下水位が再現できるよう数値モデルを調整する。 |
| ◆感度解析の実施 | 飛行場内の未調査範囲に起こり得る極端な例（鍾乳洞を想定した高い透水係数など）を与えた場合でも地下水流向が変わらないことを確認する。 |

4-5. 今後の課題への対応案

◆3年事業における今後の対応

- ✓ 水質・水位・地質等のデータを蓄積すると共に、飛行場周辺全域を評価対象にした検討を行い、汚染源の特定につなげる。

