

地下水バイパス揚水井(No.12)のトリチウム濃度の 上昇事象について

2014年7月25日

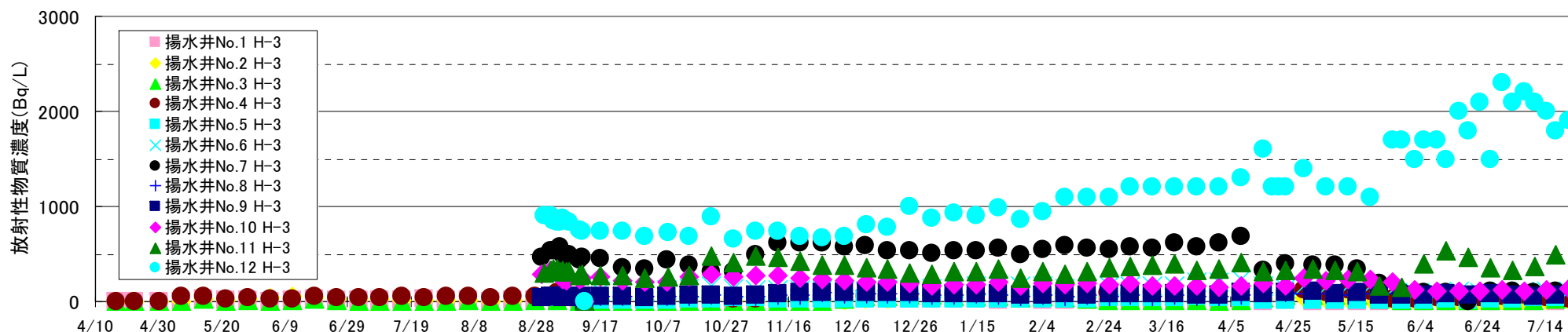
東京電力株式会社

1. 地下水バイパス揚水井のトリチウム濃度

- 地下水バイパスは2014年4月9日から試験的汲み上げを開始し、同5月21日から連続汲み上げを実施し、排水を開始した。
- 排水は各揚水井から汲み上げた地下水を一時貯留タンクに一旦溜め、放射性物質濃度が運用目標を下回っていることを確認した後に行っている。
- 個別の揚水井の状況では、揚水井No.12のトリチウムが1,500Bq/Lを超え、濃度の上昇が伺える。

図1

揚水井のトリチウム濃度推移

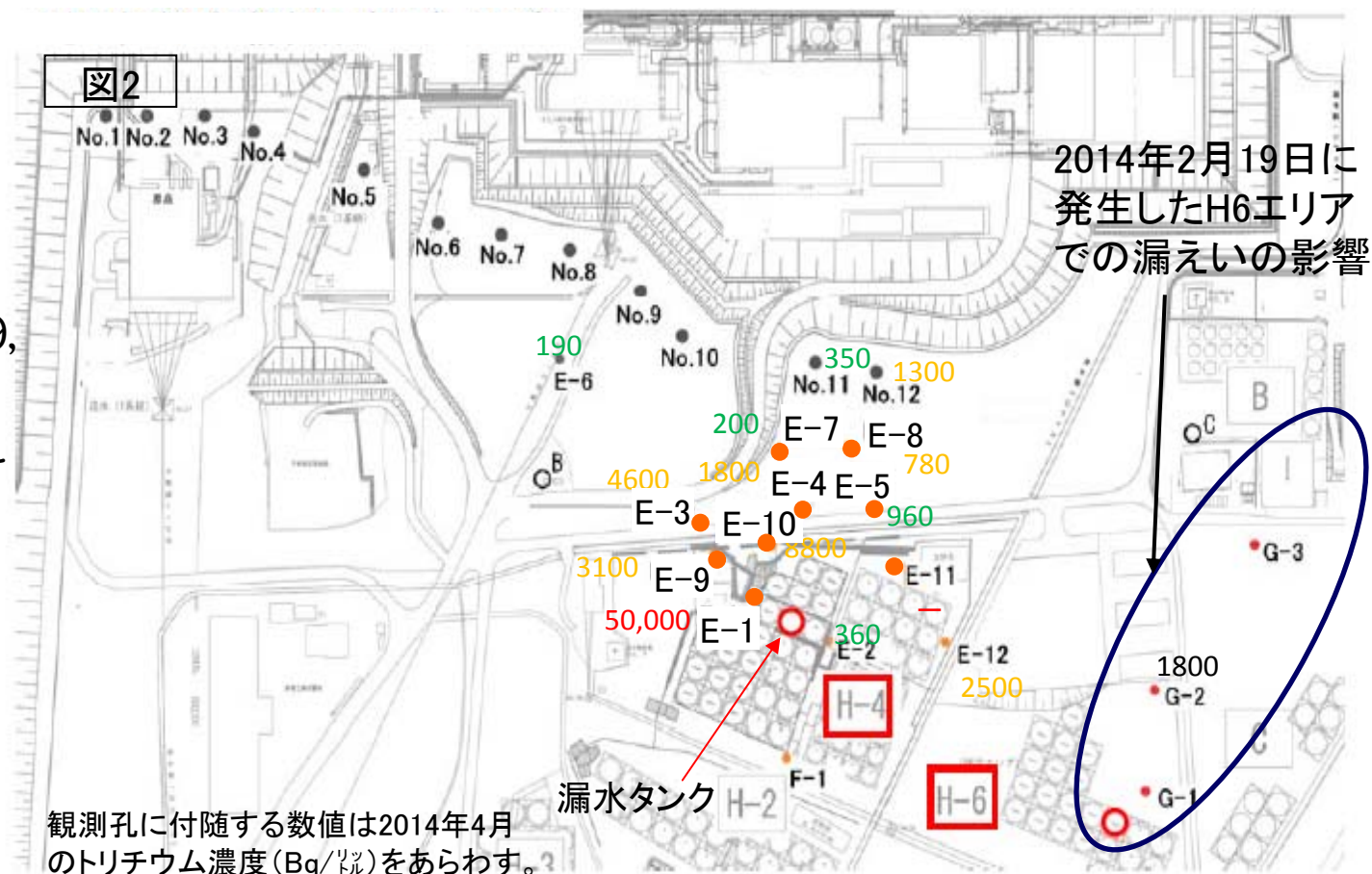


- これらのことから揚水井No.12についてトリチウム濃度の上昇傾向の原因調査を行った。

2. 揚水井No.12とその周辺の状況（トリチウム）

- 揚水井No.12はモニタリングを開始した当初より他の揚水井より高い濃度（900Bq/ℓ程度）となっている。（近傍の揚水井No.11では 300Bq/ℓ程度で大きな変化はなく推移している）（図1参照）
- 揚水井No.12に達する地下水の上流側には 2013年8月19日に H4北エリアでRO濃縮水の漏えいがあり、その監視のために観測孔が設置され、放射性物質濃度を測定している。

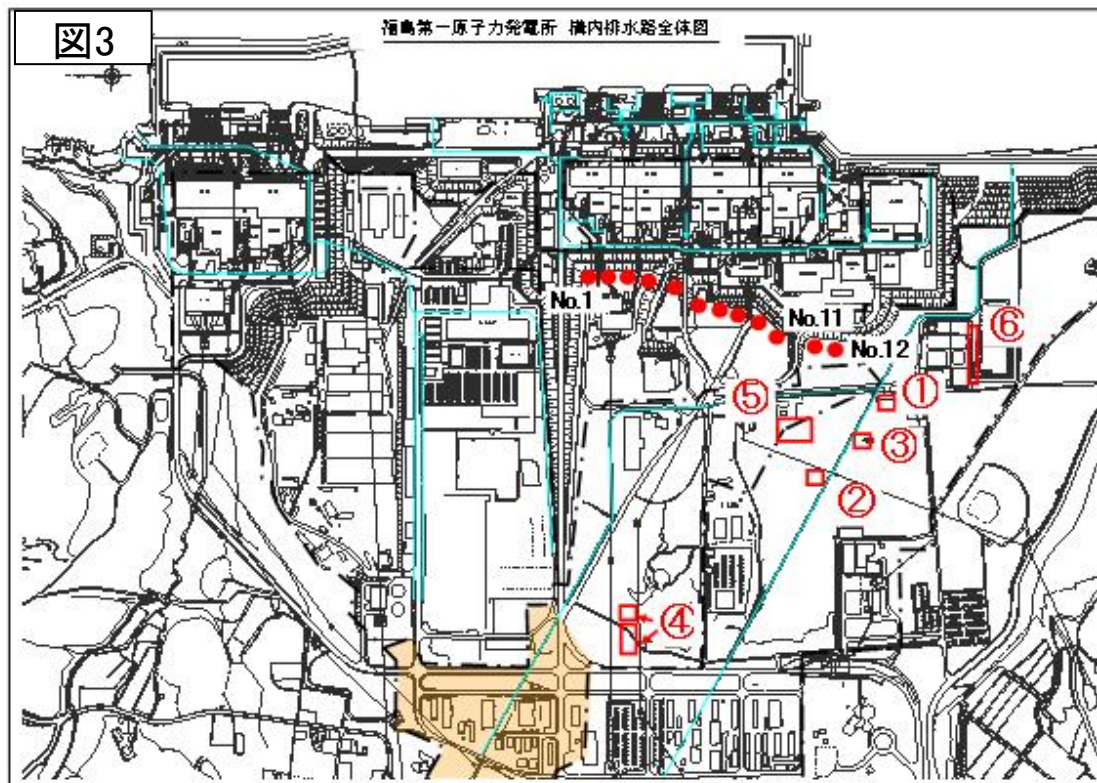
- 濃度が高いのは、E1, E9, E10とG2～G3周辺（図2参照）
- 地下水は西から東に流れているため、E1, E9, E10付近から E4, E5, E7, E8 に達すると考えられる。



3. 過去の漏えい事象の影響

○ 揚水井No.12が最近トリチウム濃度が上昇している原因として、これまでに地下水バイパス上流側で発生した汚染水の6件の漏えい事象があげられる。(図3)

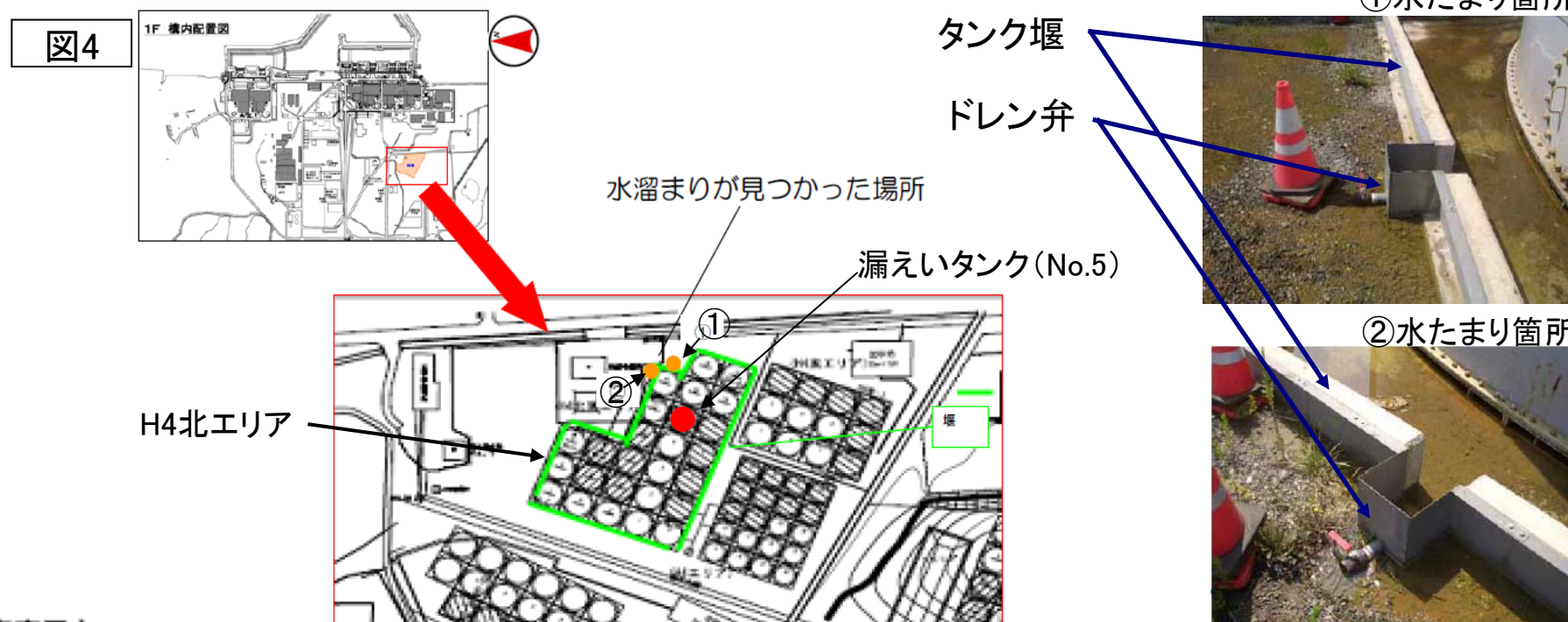
- この内、①、⑥は漏えい量が少なく、地下水の流向も西から真東（あるいは東南東）であることから揚水井No.12に影響を与える可能性は小さいと考えられる。
- 同様に②、③、④は流向の上流に位置するが、揚水井No.12まで距離があり、影響を及ぼした場合は拡散により揚水井No.11にも同様の傾向が見られると考える。
- このため、⑤については揚水井No.12までの距離は長いものの、地下水の上流側に位置しており、漏えい量も他の漏えい事象より多いことから、揚水井No.12に与える影響について調査した。



漏えい箇所	漏えい確認日	漏えい量	揚水井No.12までの距離
①蒸発濃縮装置	H23.12.4	0.24m ³	約150m
②淡水化装置から濃縮水貯槽への移送配管	H24.3.26	120m ³	約290m
③淡水化装置から濃縮水貯槽への移送配管	H24.4.5	12m ³	約210m
④地下貯水槽	H25.4.6	0.32m ³	—
⑤H4北エリアRO濃縮水貯槽	H25.8.19	300m ³	約160m
⑥B南タンク上部天板部	H25.10.2	0.43m ³	—

4. H4北エリアRO濃縮水貯槽からの漏えいの概要

- 平成25年8月19日、H4北エリアのタンク堰のドレン弁から水が出ていることをパトロール中の当社社員が発見。
- 現場状況を確認したところ、堰内には1～2cm程度の水たまりがあり、堰外に「①約3m×約3m×約1cm」と「②約0.5m×約6m×約1cm」の水たまりを確認。
- 同エリア内のNo.5タンク近傍底部に水の広がりがあることから当該タンクの水位を確認した結果、タンク上部から3m40cm程度まで低下していることを確認。(約300m³)



5. 漏えい原因と漏えいした水の特徴など

- 漏えい原因はタンク構造材の接合部に使用していた止水材の経年劣化によって発生した間隙であった。
- 漏えいした水はセシウム除去装置でセシウムを除去した後、逆浸透膜（RO）で塩分を除去した水で、ストロンチウム、トリチウムの濃度が高いという特徴がある。
- 漏えいした箇所の土壌は20日から除去を開始したが、開始当日より降雨があり、地表を洗った可能性がある。

表1 H4エリアNo.5タンク漏えい水の放射性物質濃度及び漏えい量

核種	No.5タンク水		【参考】漏えい水(堰内より回収)	
	濃度(Bq/cm ³)	漏えい量(Bq)	濃度(Bq/cm ³)	漏えい量(Bq)
Cs-134	4.4E+01	1.3E+10	4.6E+01	1.4E+10
Cs-137	9.2E+01	2.8E+10	1.0E+02	3.0E+10
Co-60	ND(3.8E+00)	1.1E+09	1.2E+00	3.6E+08
Mn-54	ND(5.2E+00)	1.6E+09	1.9E+00	5.7E+08
Sb-125	5.3E+01	1.6E+10	7.1E+01	2.1E+10
Sr-90	1.5E+05	4.5E+13	—	—
H-3	2.4E+03	7.2E+11	2.1E+03	6.3E+11
全β	4.1E+05	1.2E+14	2.8E+05	8.4E+13

注 No. 5タンク水の漏えい量のうち、Co-60及びMn-54の漏えい量は、検出下限値を用いて求めたもの。

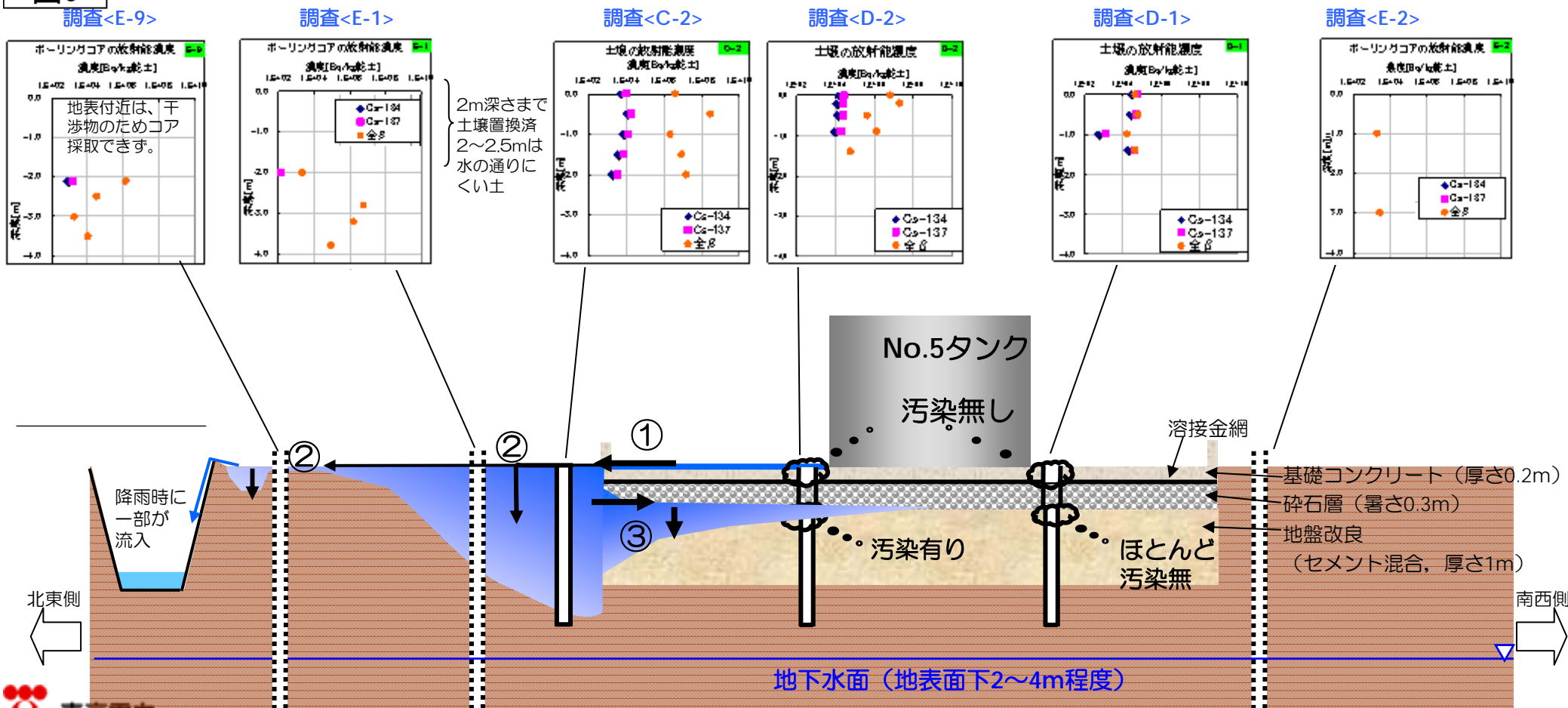
表2 降雨量 (浪江)

日	降雨量(mm)		
	合計	最大	
		1時間	10分間
1	13.5	5	1.5
2	7	4	1.5
3	0	0	0
4	1	0.5	0.5
5	7	5	2.5
6	8.5	3	2
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0
11	0	0	0
12	0	0	0
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0
16	0	0	0
17	0	0	0
18	0	0	0
19	0	0	0
20	2.5	1	0.5
21	1.5	1	0.5
22	5.5	4.5	2.5
23	1.5	0.5	0.5
24	0	0	0
25	0	0	0
26	0	0	0
27	5	2.5	1
28	0	0	0
29	0	0	0
30	0	0	0
31	2.5	2.5	1.5

6. No.5タンク周辺の汚染について（流出の状況の推定）

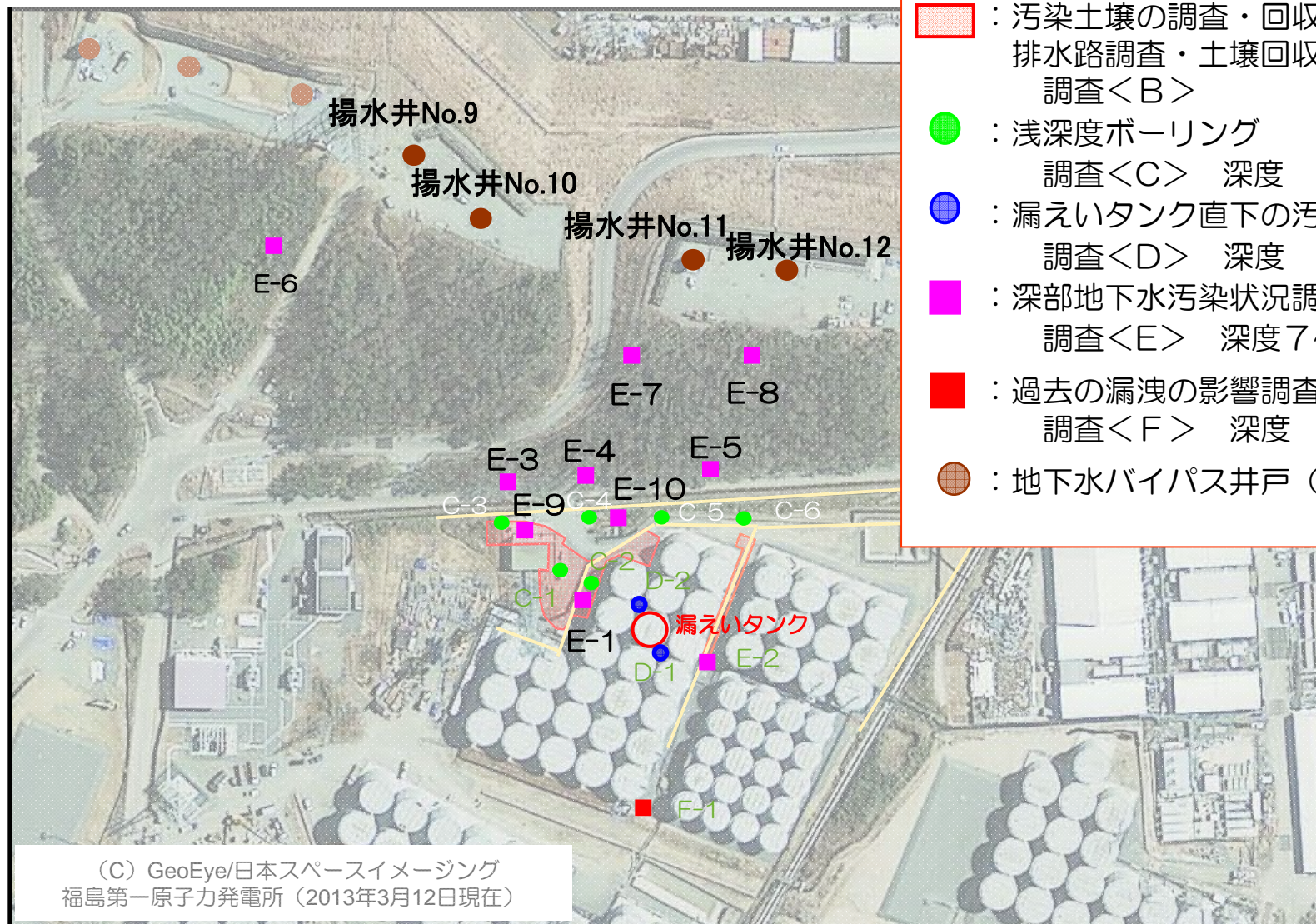
- ①漏えいした汚染水が、常時開運用であったドレン弁から北東側の堰外に流出。
- ②堰周辺の土壤に浸透しながら土堰堤の切れ目から北東側に流れ、B排水路脇の土手付近まで到達して地中に浸透。さらに一部が降水時等に土手を越えて排水路に流入。
- ③堰のすぐ外側で地下に浸透した汚染水の一部は、基礎コンクリートの下の碎石層からタンクエリア下に侵入し、一部はタンク直下付近まで到達している。

図5



7. 各観測孔の位置

図6

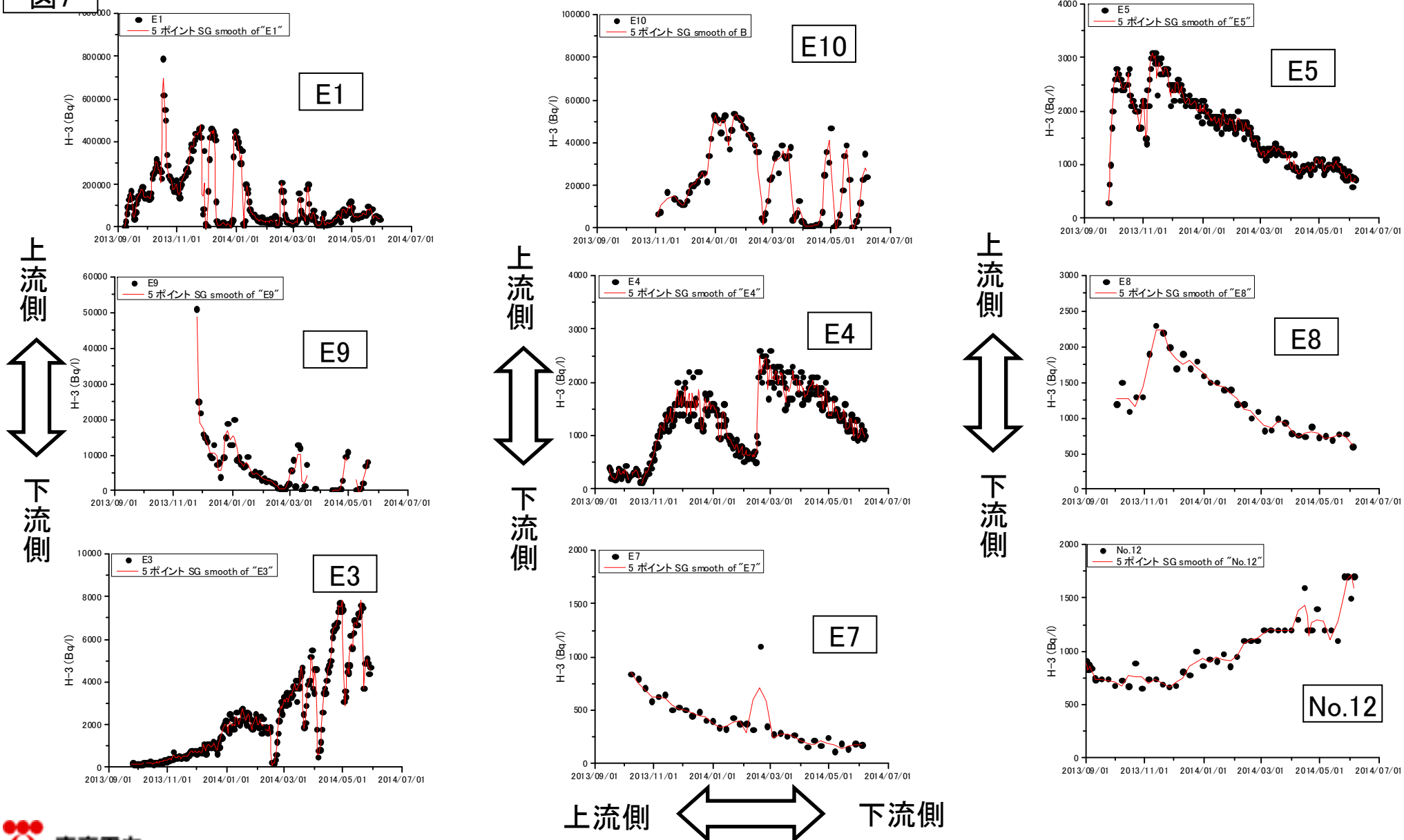


- : 地表面の線量調査
調査<A>
- : 汚染土壌の調査・回収
排水路調査・土壌回収
調査
- : 浅深度ボーリング
調査<C> 深度 ~2m 6箇所
- : 漏えいタンク直下の汚染確認
調査<D> 深度 ~2m 2箇所
- : 深部地下水汚染状況調査
調査<E> 深度7~25m 10箇所
- : 過去の漏洩の影響調査
調査<F> 深度 7m 1箇所
- : 地下水バイパス井戸 (既設)

(C) GeoEye/日本スペースイメージング
福島第一原子力発電所 (2013年3月12日現在)

8. 揚水井No.12周辺の放射性物質濃度推移

図7



9. 漏えい箇所からE9、E3、E10、E4への影響

○漏えい箇所からE9、E3、E10、E4への影響を評価した。

➤漏えい箇所（水たまり）から各観測孔までの距離は

✓E9 : 約30m (約0.8年)

✓E3 : 約60m (約1.6年)

✓E10 : 約20m (約0.5年)

✓E4 : 約35m (約1.0年)

※ () 内は地下流速を0.1m/日とした場合の到達時間

➤漏えい発生から各観測孔でトリチウム濃度が上昇するまでの時間は

✓E9 : 約90日後より早い (観測開始が遅く、上昇開始時期が確認できていない)

✓E3 : 約70日後 (約0.8m/日)

✓E10 : 約70日後 (約0.3m/日)

✓E4 : 約60日後 (約0.8m/日)

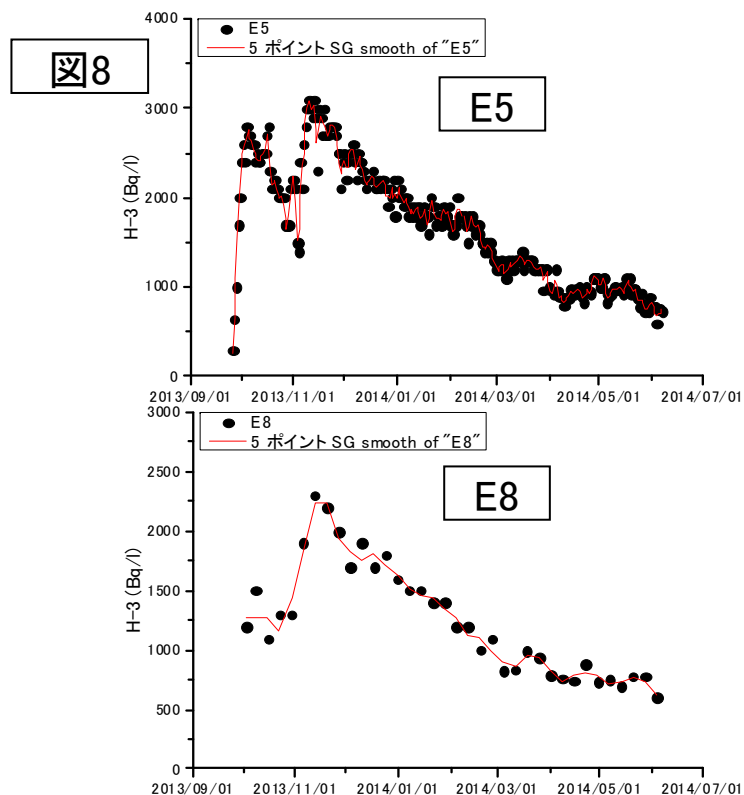
※ () 内は上昇開始までの時間に到達するのに必要な地下水流速

➤これらのことから、早い地下水流速が存在すればこれらの観測孔でのトリチウム濃度は漏えい箇所（水たまり）からの影響が考えられる。

また、降雨による地表面での拡散の影響も考えられる

10. 漏えい箇所からE-5、E-8への影響

- 南側に位置する観測孔であるE5は漏えい箇所（水たまり）から約80m離れており、漏えいから約40日でトリチウム濃度が上昇していることから漏えい箇所の影響によりトリチウム濃度が上昇したと考えづらい。
- E8についても漏えい箇所（水たまり）から約120m離れており、トリチウム濃度は約65日後から上昇していることから漏えい箇所の影響によりトリチウム濃度が上昇したと考えづらい。

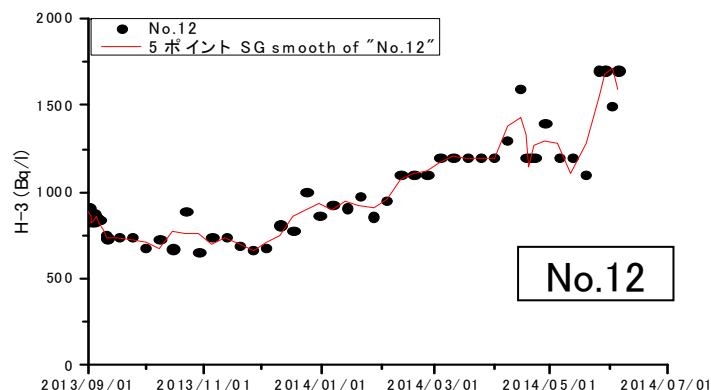
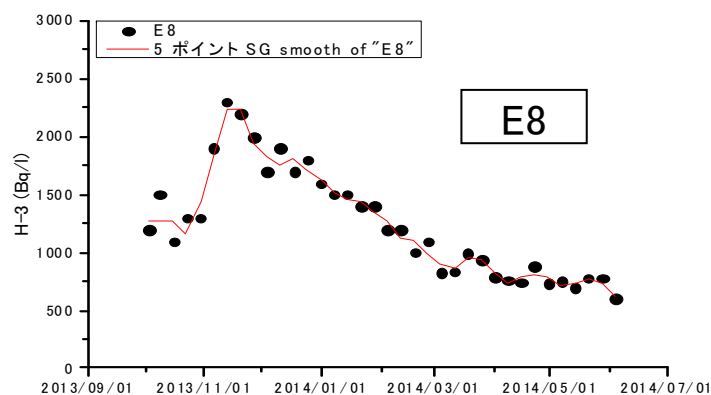


- 一方、E5、E8のピークはシャープであるという特徴があり、移流拡散を考慮すると汚染源はE5、E8の近傍であると説明しやすく、地中の長い距離を移流拡散したとは考えづらい。（図8）

1.1. E8から揚水井No.12への影響

○揚水井No.12の上流にあるE8は約50m離れており、揚水井No.12のトリチウム濃度の上昇はE8のトリチウム濃度が上昇を開始してから約60日後に上昇していることから、地下水流速を考慮すると揚水井No.12のトリチウム濃度の上昇がE8で観測されたトリチウムに由来するとは考えづらいが、早い地下水流速を有する層が存在すれば可能性は否定できない（地下流速が約0.8m/日の場合）。

図9



12. 考察

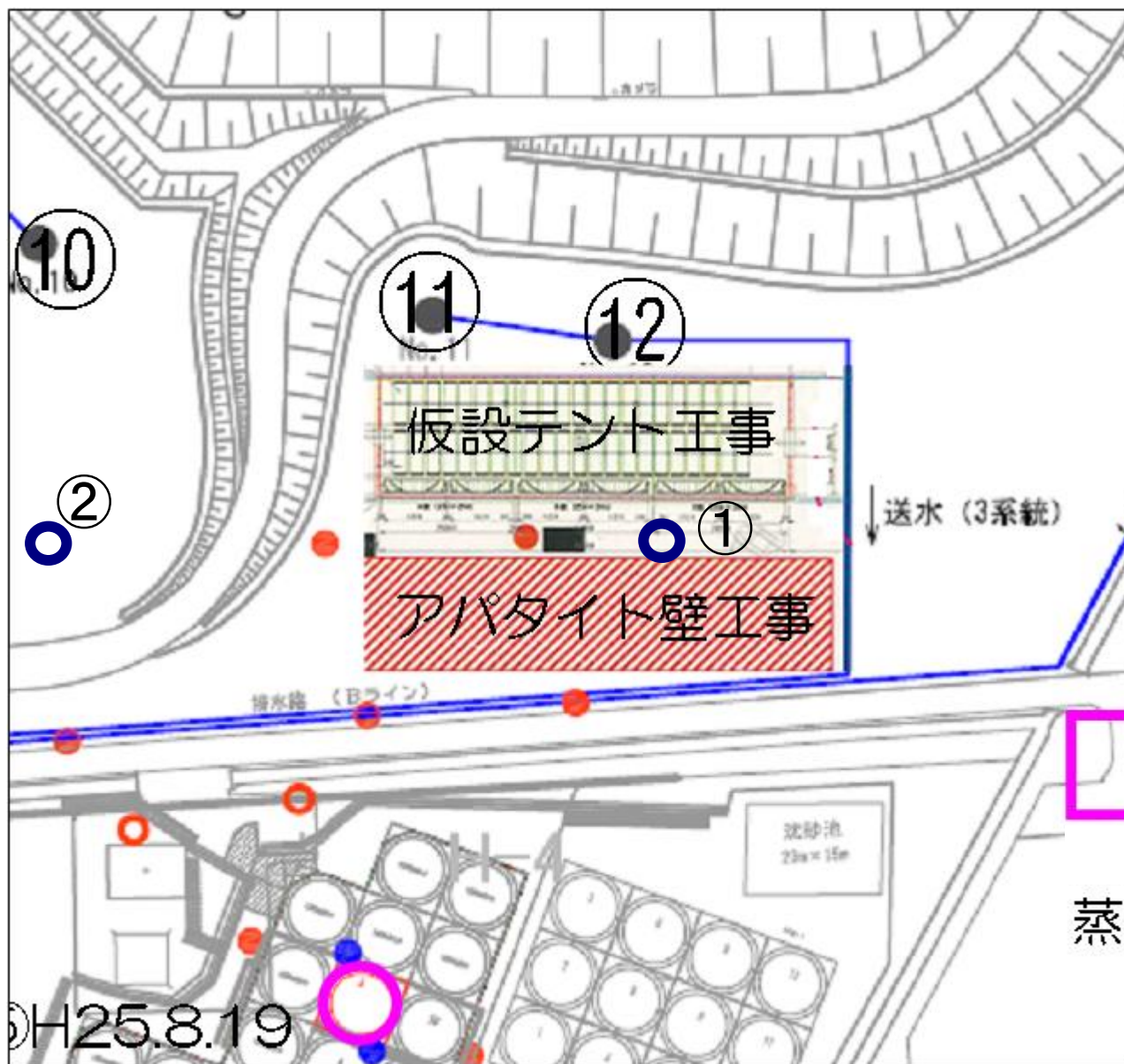
<考察>

- E9、E3、E10、E4で見られるトリチウムについては漏えい箇所(水たまり)からの拡散による可能性が否定できない。
- E5、E8で観測されているトリチウムについては漏えい箇所(水たまり)からの影響を受けて濃度が上昇したとは考えづらい。
- E8から揚水井No.12への影響は考えづらいが、可能性は否定できない。また、揚水井No.12は当初より他の揚水井より高い濃度で推移していることから、H4北エリアの漏水とは別の原因であると考えられる。

<今後の予定>

- 揚水井No.12のトリチウム濃度が上昇している原因について検討を継続する。
 - ✓ 観測データを増やして検討するためにE5の南側に観測孔を設置。(最南の観測孔になる)
- E1、E9の汚染が揚水井No.10に達する可能性があることから中間点に観測孔を設置。

<参考2>検討している追加観測抗



- ① E 8 南
→ 南北方向の水位差を確認し、流向の確認
- ② E-3とNo10の間
→ E3が高くなってきており下流の濃度確認