

排水路の水の濃度低減対策について

2017年5月22日



東京電力ホールディングス株式会社

1. 排水路の排水濃度

→①放射性物質の濃度及び流量の継続的測定

- 排水路位置図
- A、BC、K、物揚場排水路の濃度及び流量の推移
- A、BC、K、物揚場排水路の各四半期の平均Cs濃度
- K排水路降雨時のCs濃度、Cs濃度と流量の時間変化、K排水路降雨日の仮説シナリオ

2. K排水路流域の調査

- 調査内容
- 枝管の排水濃度
- 屋根面の調査
- 10m盤の調査
- 35m盤・法面の調査
- まとめ
- 今後の調査計画

3. K排水路濃度低減対策

→②当該排水路の水の放射性物質濃度の低減対策

- 枝管毎の流域面積と枝管濃度
- 流域の分類による対策
- 実施状況（屋根面、10m盤、35m盤・法面、枝管分析結果の2014年度と2017年度比較）
- まとめ
- 今後の対策検討

4. A、K排水路出口の港湾内への付替

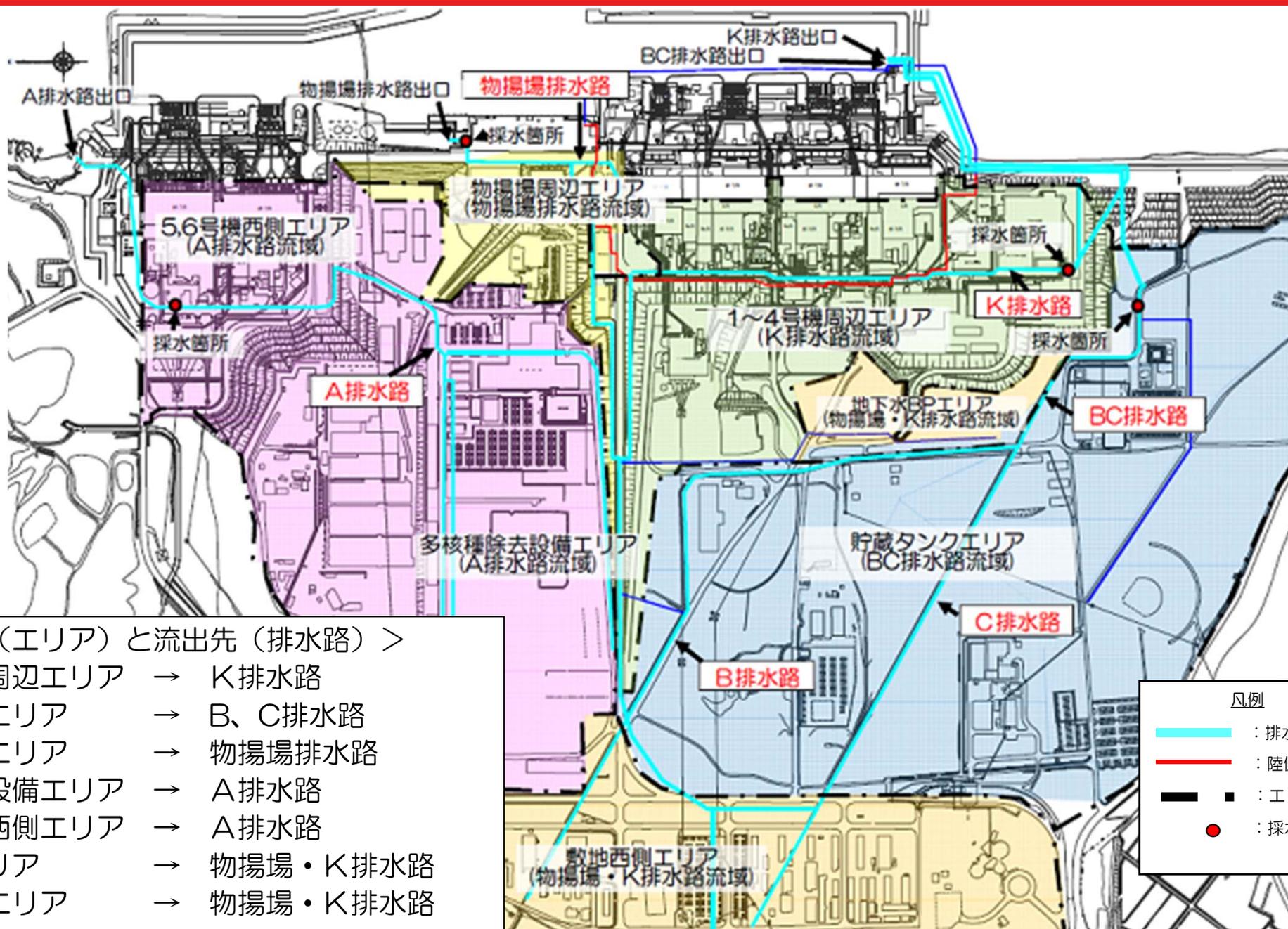
→③汚染の性状に併せた拡散抑制措置

5. 港湾内のモニタリング

→④測定頻度を増した港湾内モニタリングの継続

※丸数字：福島第一原子力発電所特定原子力施設に係る実施計画における排水路を流れる水の実施計画上の整理について（2015年3月25日原子力規制庁）の項目

1. 排水路の排水濃度（排水路位置図）



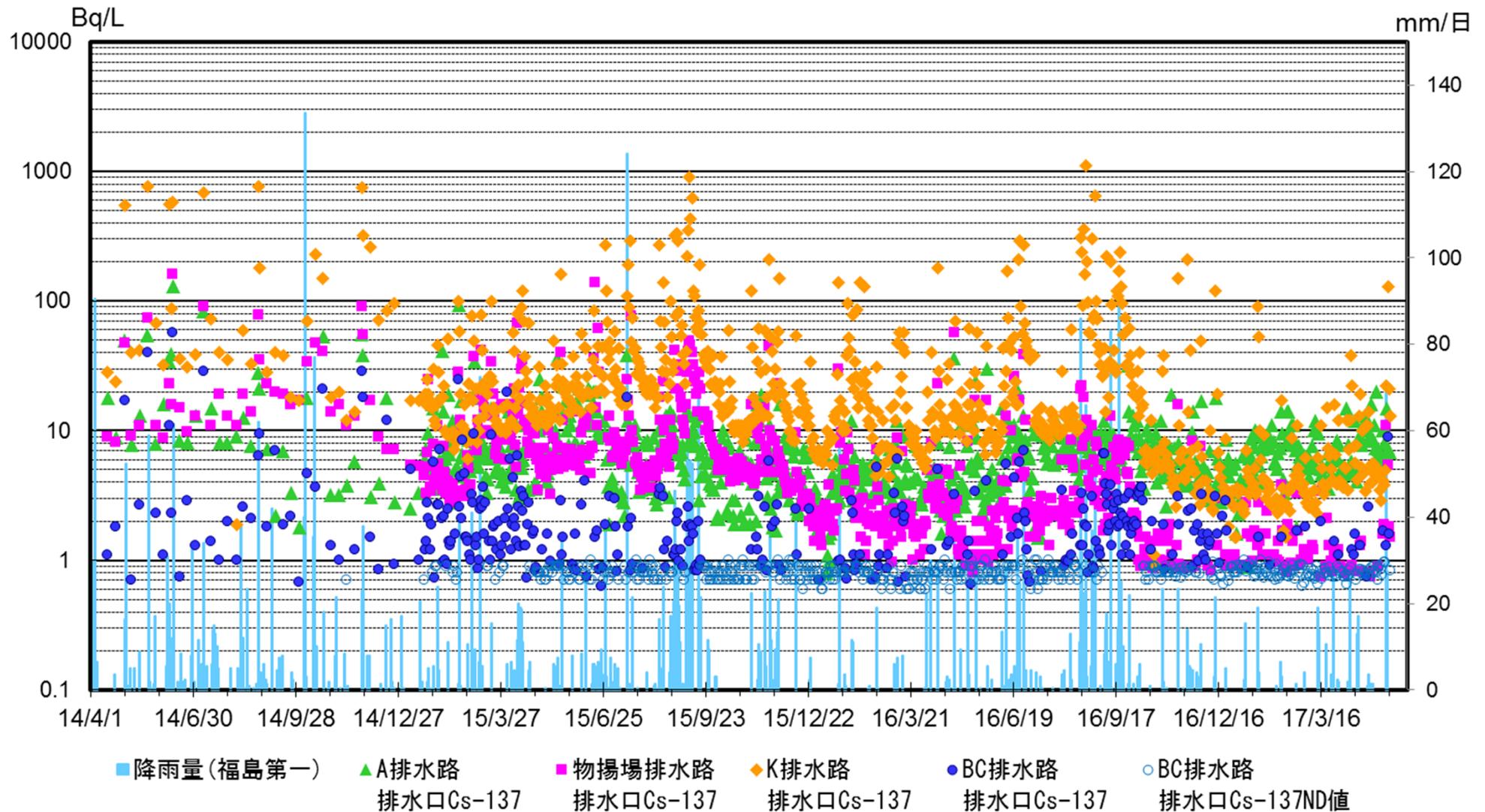
＜集水流域（エリア）と流出先（排水路）＞	
1～4号機周辺エリア	→ K排水路
貯蔵タンクエリア	→ B、C排水路
物揚場周辺エリア	→ 物揚場排水路
多核種除去設備エリア	→ A排水路
5, 6号機西側エリア	→ A排水路
敷地西側エリア	→ 物揚場・K排水路
地下水BPエリア	→ 物揚場・K排水路

凡例

- : 排水路
- : 陸側遮水壁
- : エリア境界
- : 採水箇所

1. 排水路の排水濃度（A、BC、K、物揚場排水路のCs濃度の推移） **TEPCO**

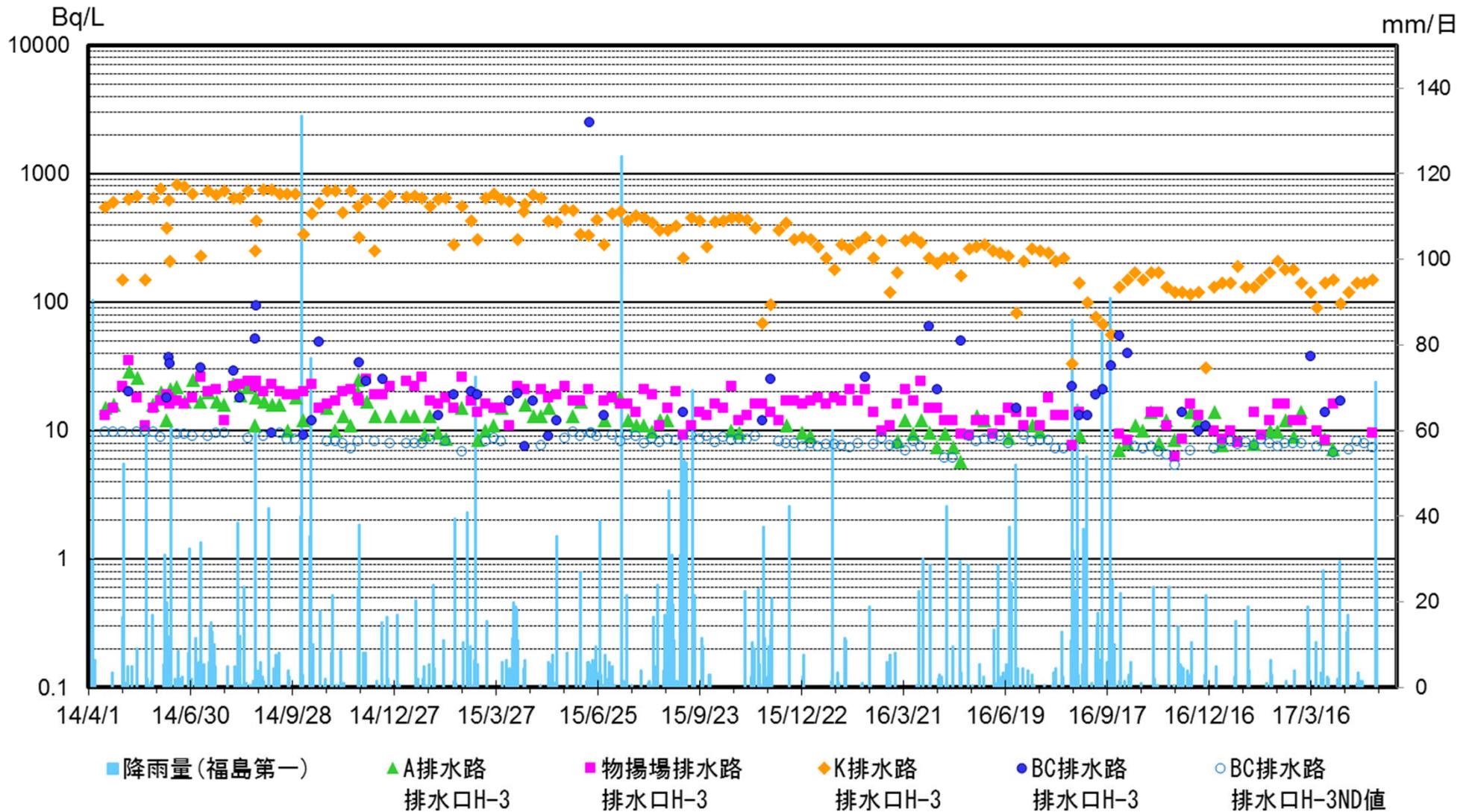
- K排水路が他の排水路に比べ最も高い傾向を示していたが、2016年度の第3四半期以降において、Cs濃度が低下している。
 - 降雨日にCs濃度が上昇する傾向がある。
- ※ 以降Cs-137濃度をCs濃度と記す。



※ 検出限界値未満の場合は○で示す。検出限界値は各地点とも同じ。

1. 排水路の排水濃度（A、BC、K、物揚場排水路のH3濃度の推移）**TEPCO**

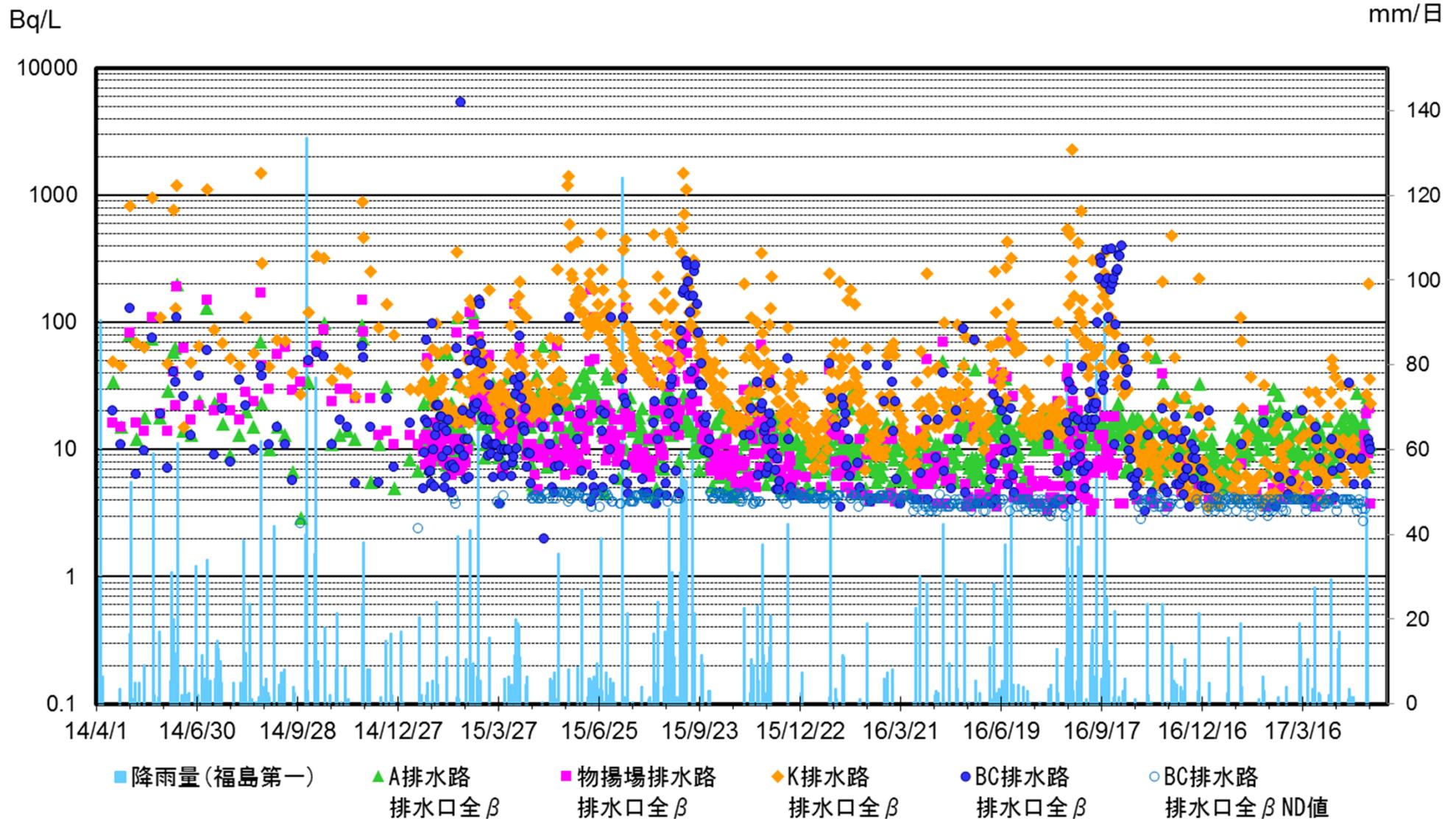
- K排水路は1,000Bq/L以下、A、BC、物揚場排水路については、100Bq/L以下程度で推移している。



注：検出限界値未満の場合は○で示す。検出限界値は各地点とも同じ。

1. 排水路の排水濃度（A、BC、K、物揚場排水路の全β濃度の推移）

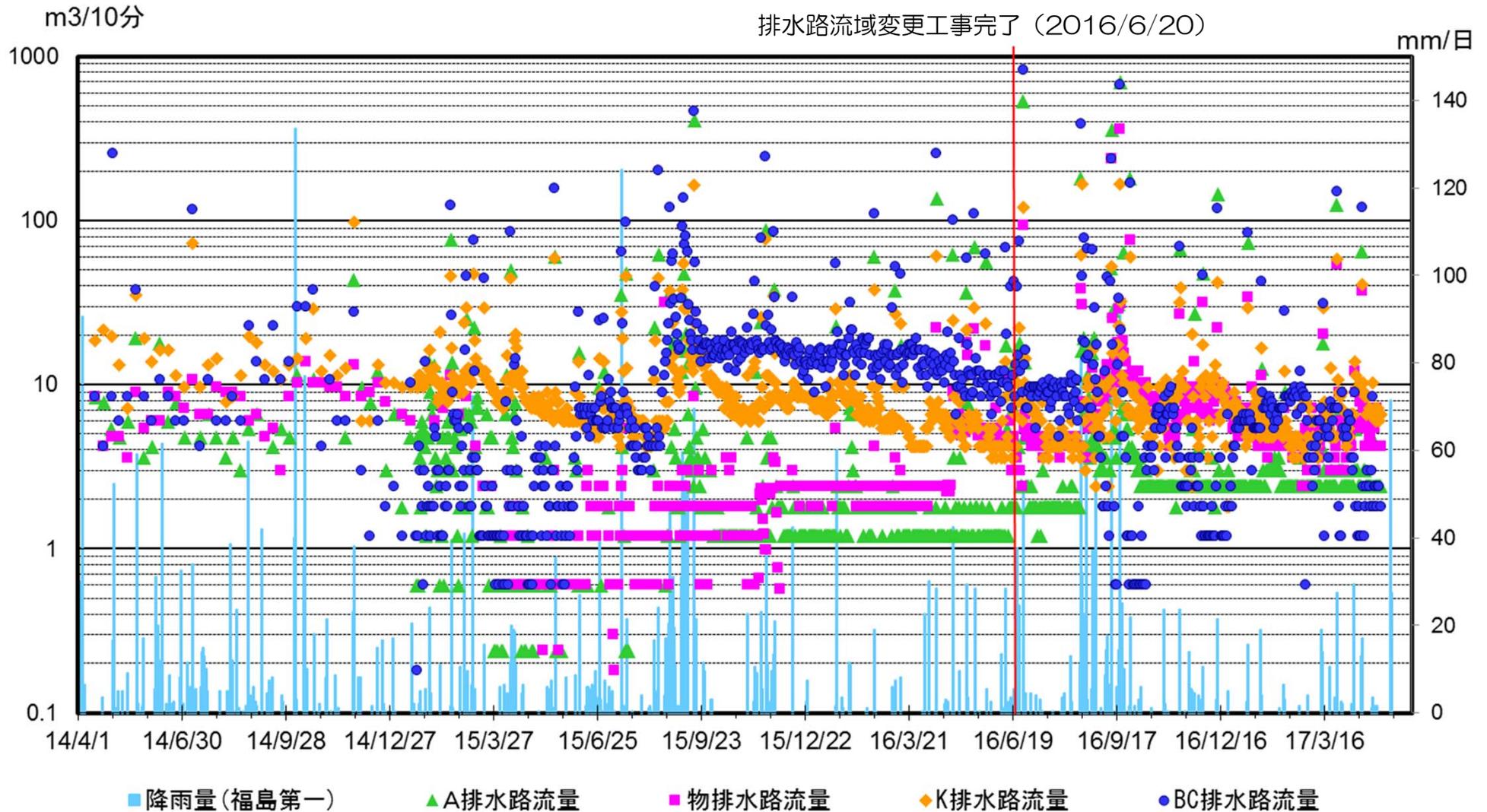
- A、K、物揚場排水路の全β濃度は、Cs起源と考えられるが、BC排水路の全β濃度は、タンクからの漏えい事象により汚染した土壌に起因していると考えられる。



注: 検出限界値未満の場合は○で示す。検出限界値は各地点とも同じ。

1. 排水路の排水濃度（A、BC、K、物揚場排水路の流量の推移）

- 2016年7月以降、フェーシングによる雨水流量の増加、BC排水路流域の敷地西側エリアと地下水BPエリアの排水先を物揚場・K排水路へ変更したことによる流量の変化が認められる。



1. 排水路の排水濃度（A、BC、K、物揚場排水路の各四半期のCs濃度）

- A、BC、K、物揚場排水路全てで、各四半期平均Cs濃度は、告示濃度（90Bq/L）未滿。
- K排水路の2016年度の第3、4四半期の平均Cs濃度は14及び6Bq/L。
- ただし、K排水路の2016年度の第2四半期における降雨日の平均Cs濃度が130Bq/Lと告示濃度を上回る期間があった。

単位[Bq/L]

		期間 降水量	K排水路 Cs-137				A排水路 Cs-137		物揚場 Cs-137		BC排水路 Cs-137	
			平均値	期間 最大値	降雨日 平均	晴天日 平均	平均値	期間 最大値	平均値	期間 最大値	平均値	期間 最大値
2015 年度	1Q	294mm	32	270	51 (33日)	21 (58日)	10	36	13	140	1.6	20
	2Q	771mm	84	910	130 (43日)	42 (49日)	7.0	38	14	77	1.3	18
	3Q	233mm	24	210	48 (20日)	17 (72日)	5.3	19	5.8	45	1.0	5.8
	4Q	131mm	22	140	36 (13日)	19 (78日)	4.2	12	3.2	30	1.0	6.1
2016 年度	1Q	391mm	32	290	60 (30日)	18 (61日)	6.2	36	4.8	57	1.2	7.0
	2Q	680mm	74	1,100	130 (44日)	26 (48日)	7.8	32	4.7	22	1.5	6.7
	<u>3Q</u>	140mm	<u>14</u>	210	38 (20日)	6.4 (72日)	6.2	19	1.4	16	1.3	3.7
	<u>4Q</u>	132mm	<u>6.0</u>	90	13 (15日)	4.2 (75日)	6.6	14	1.5	3.8	1.5	2.0

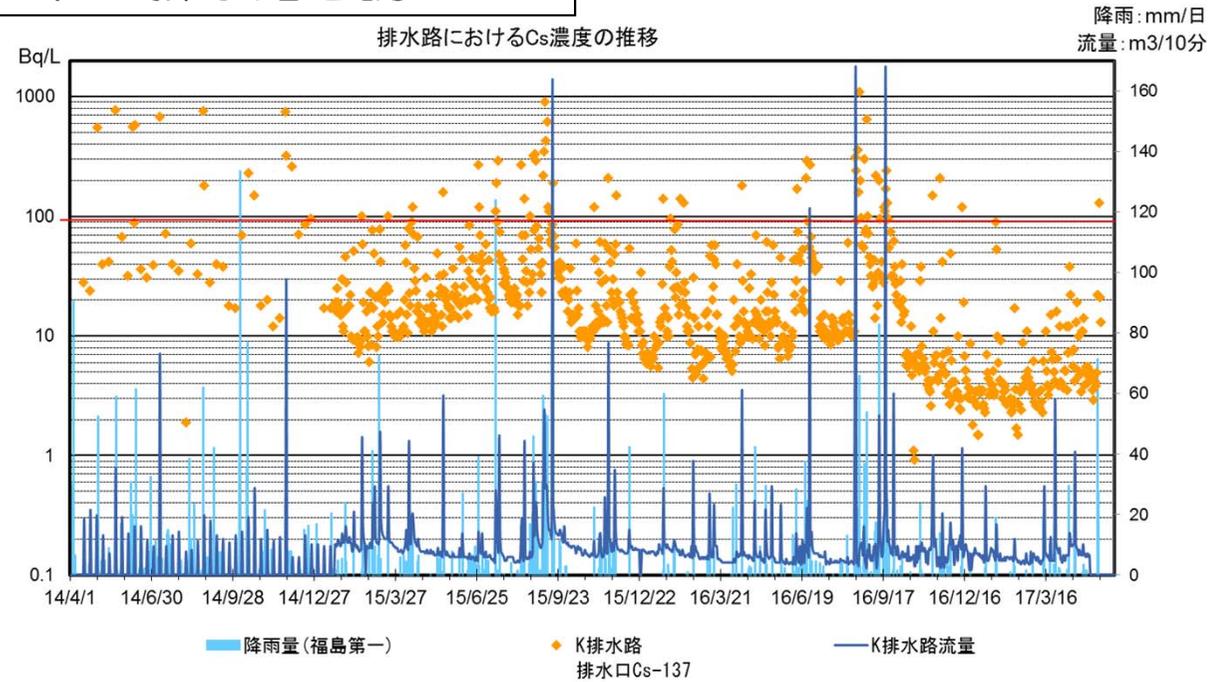
- ※ 各期間中に排水路で採水分析したCs濃度(同日に複数データがあるものは最大値を採用)を整理した。
- ※ 平均値とは、各四半期間の原則1回/日のCs-137濃度を累計し、期間日数で除したもの。
- ※ K排水路については各四半期間の晴天日（降雨量0mm/日）及び降雨日（降雨量0.5mm/日以上）の平均値も整理した。
- ※ K排水路Cs-137の降雨日平均と晴天日平均は（）内に降雨日及び晴天日の日数を示した。

1. 排水路の排水濃度（K排水路降雨時のCs濃度）

降雨日の平均Cs濃度の低減を目標として、K排水路を調査

- K排水路の晴天日は流量が平均 $6\text{m}^3/10\text{分}$ 程度、Cs濃度が数Bq/L に対し、降雨日には、流量・Cs濃度がともに高くなる傾向があり、ろ過分析の結果、流量が多い時には粒子状Cs・イオン状Cs比率が約5割程度を示している。また、大雨の翌日にイオン状Csが多くなる日も観察された。

→ イオン状Cs、粒子状Csの両者への濃度低減対策が必要。

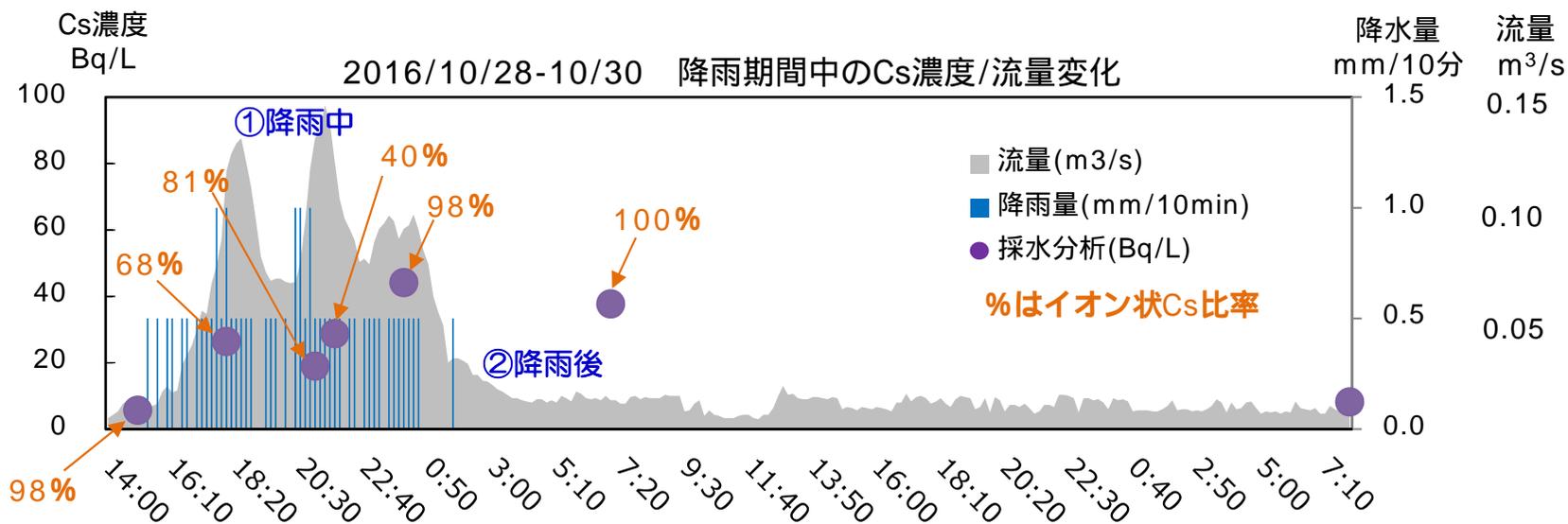
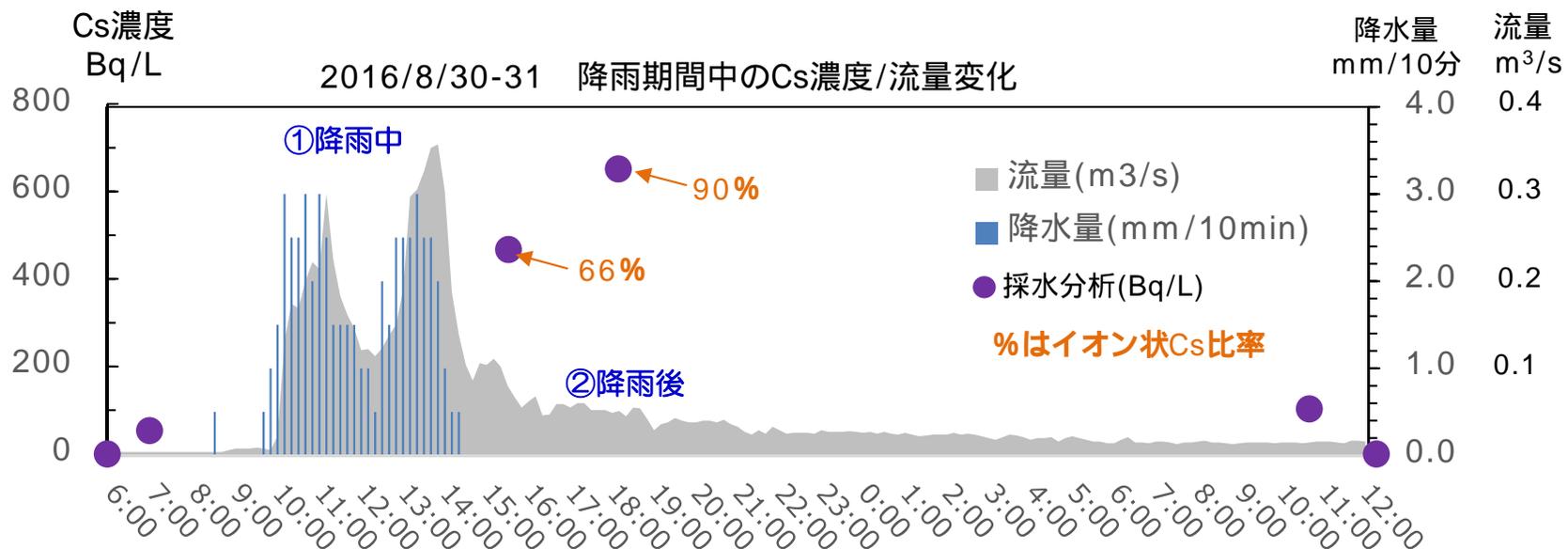


採取日 (降雨日)	降雨量 (mm/日)	流量 ($\text{m}^3/10\text{分}$)	Cs-137 ろ過前 (Bq/L)	Cs-137 ろ過後 (Bq/L)	イオン状 Cs比率	粒子状 Cs比率
15/2/18	39.5	46	100	16	16%	84%
15/3/10	5.5 (3/9:72.5)	47	78	70	90%	10%
15/3/19	15.5	29	100	69	69%	31%
16/8/22	66	190	1,100	540	49%	51%
16/8/30	54	48	470	310	66%	34%
16/9/13	83	72	200	100	50%	50%

1. 排水路の排水濃度（K排水路降雨時のCs濃度と流量の時間変化）

降雨日における、降雨量、K排水路の流量、Cs濃度の時間変化を測定。

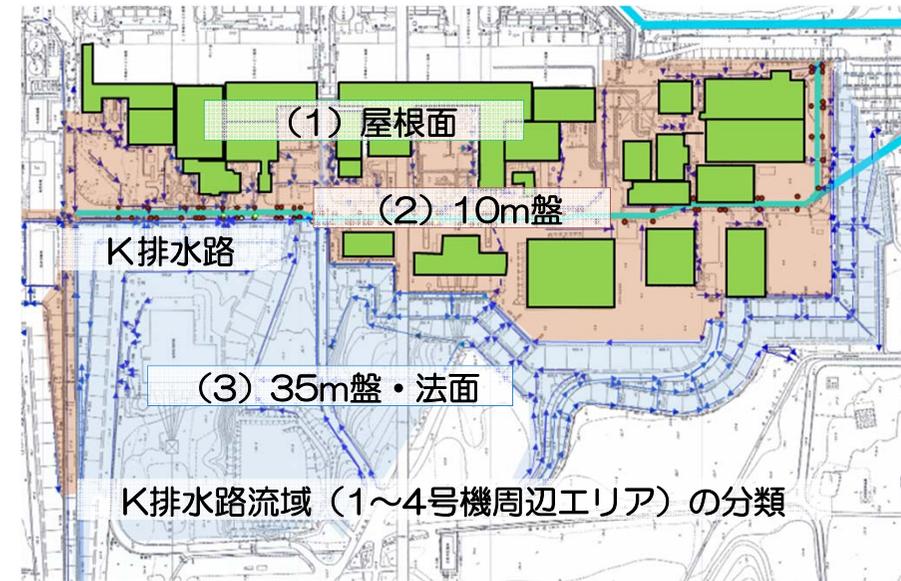
- ① 降雨中は、降雨量とともに流量が増加し、Cs濃度が上昇していく。
- ② 降雨後は、流量が低下しても、高いCs濃度が継続し、イオン状Cs比率が大きくなる。



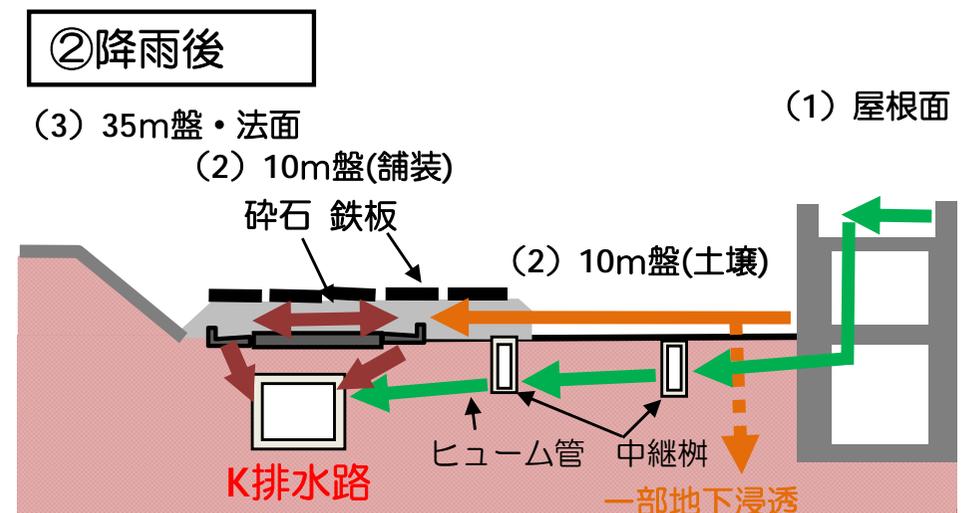
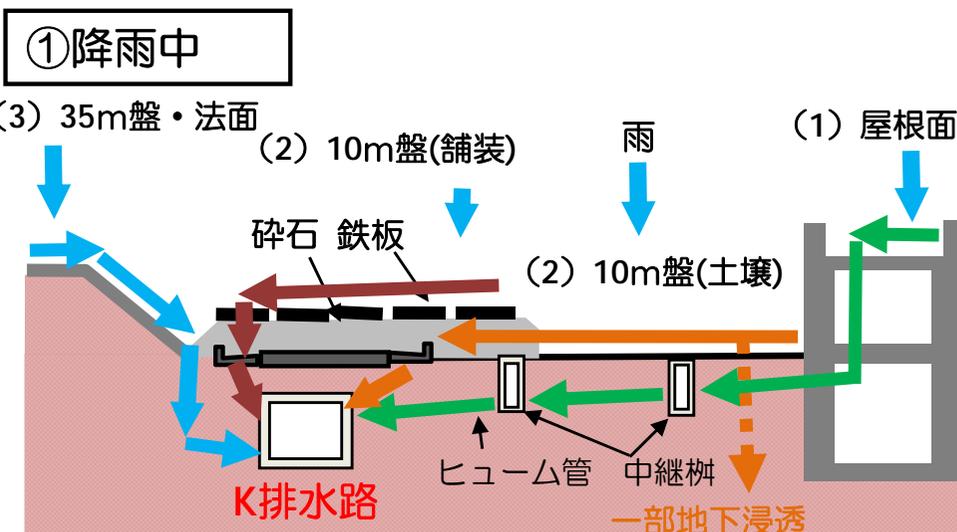
1. 排水路の排水濃度（K排水路降雨日の仮説シナリオ）

K排水路流域（1～4号機周辺エリア）を(1)屋根面、(2)10m盤（舗装面・土壌面）(3)35m盤・法面に3分類し、降雨日の排水の仮説シナリオを検討

- ① 降雨中は、35m盤・法面、10m盤（舗装、土壌）及び屋根面の全てから雨水が流入し、排水路の流量は増加。この場合、10m盤の土壌から粒子状、屋根面からイオン状の両方が流入していると推定。
- ② 降雨後は、排水路の流量は低下するが、10m盤の土壌や屋根面に溜まった水が、徐々に排水路へ流入するため濃度は上昇。この場合、Csは主にイオン状になっていると推定。

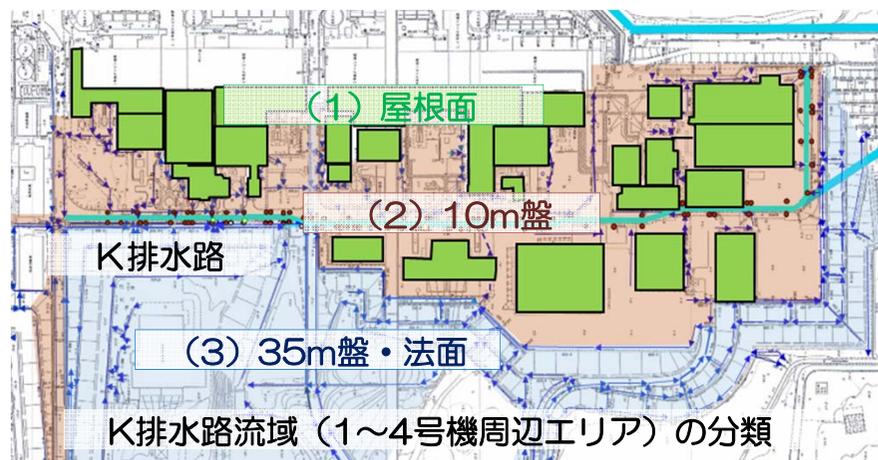


※（1）屋根面や（2）10m盤には、高濃度のガレキや土壌が存在し、雨水と接触してCsが溶出すると仮定



2. K排水路流域の調査（調査内容）

- K排水路の降雨日の濃度上昇の原因解明のため、1～4号機周辺流域の(0)排水路に接続する枝管や枝管に接続する側溝等の採水分析等を行った。また、(1)屋根面、(2)10m盤（舗装面・土壌面）(3)35m盤・法面の流域調査を実施した。

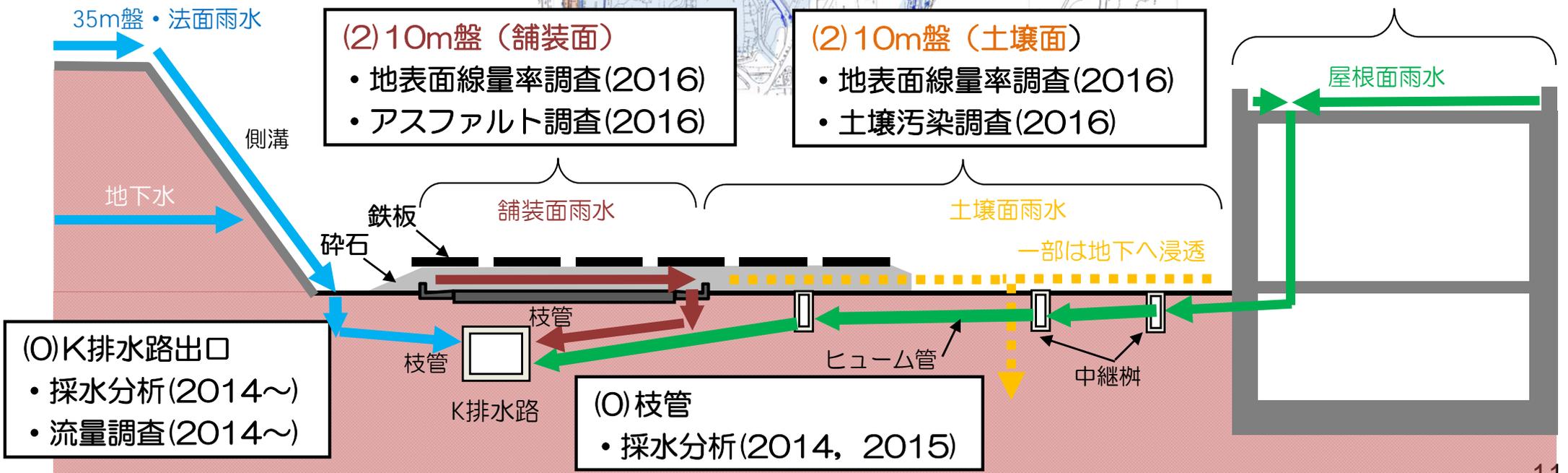


(3)35m盤・法面
・採水分析(2014, 2016)

(1)屋根面
・採水分析(2016)
・線量率調査(2016)
・敷砂溶出試験(2016)

(2)10m盤（舗装面）
・地表面線量率調査(2016)
・アスファルト調査(2016)

(2)10m盤（土壌面）
・地表面線量率調査(2016)
・土壌汚染調査(2016)



(0)K排水路出口
・採水分析(2014～)
・流量調査(2014～)

(0)枝管
・採水分析(2014, 2015)

2. K排水路流域の調査（枝管の排水濃度）

- 10m盤や35m盤法面より屋根面枝管のCs濃度が高い傾向。

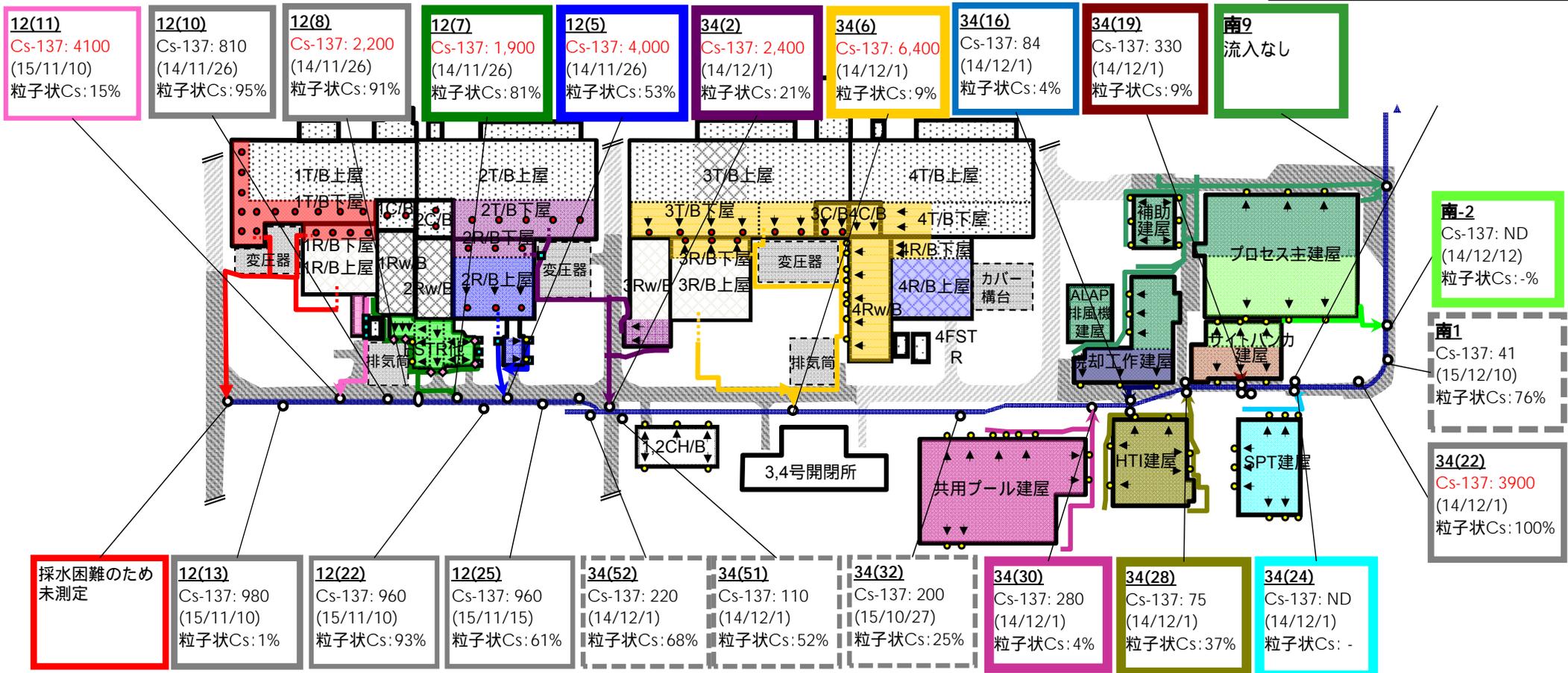
2014年11月～2015年11月までの採水分析結果

赤数字は1000Bq/L以上の箇所

粒子状Cs：0.45μmのフィルタでトラップされたCs

【屋根】

- K排水路以外に流入
- 屋根破損（建屋流入）



- 1号機T/B下屋、R/B下屋の屋根面排水に接続する枝管は水没し採水が困難

- 色付き枠線は、屋根排水が接続していると推測されている箇所
- 黒枠線は500Bq/L以上の箇所
- 黒点枠線は集水域が5000m²以上の箇所

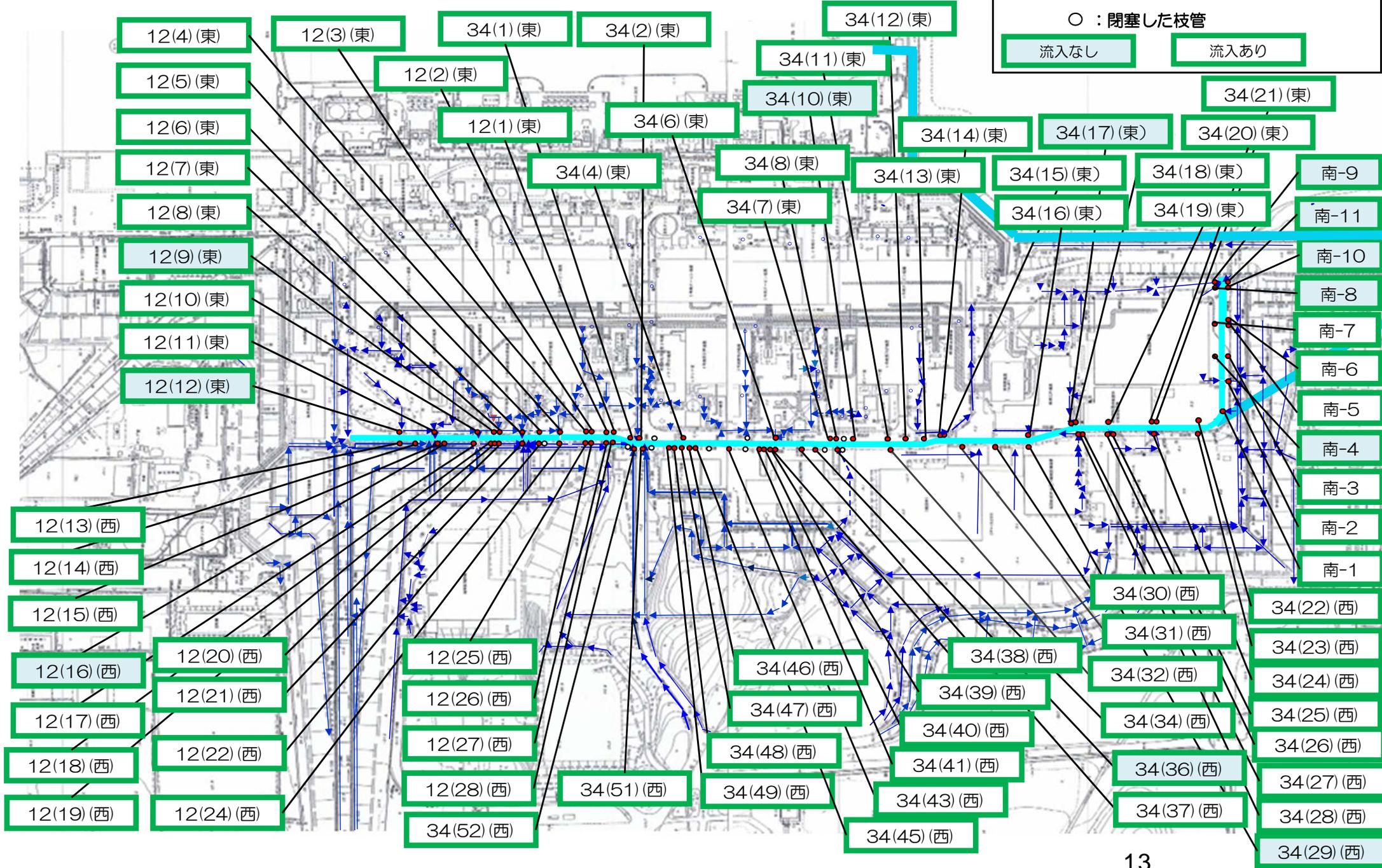
【参考】K排水路への枝管流入位置

<凡例>

- : K排水路
- : 枝管及び側溝等
- : 枝管流入口
- : 閉塞した枝管

流入なし

流入あり



【参考】K排水路枝管採水分析結果一覽表 (Cs137濃度)



測定ポイント	採水日	降雨 (直近降雨日)	未処理 Cs-137	ろ過後 Cs-137	Cs137 イオン割合	Cs137 粒子状割合
12号(1)(東)	2014/11/26	有	150	150	100%	0%
12号(2)(東)	2015/11/5	無(11/2)	140	130	93%	7%
12号(3)(東)	2015/11/5	無(11/2)	240	140	58%	42%
12号(4)(東)	2014/11/26	有	120	95	79%	21%
12号(5)(東)	2014/11/26	有	4,000	1,900	48%	53%
12号(6)(東)	2015/11/5	無(11/2)	140	100	71%	29%
12号(7)(東)	2014/11/26	有	1,900	370	19%	81%
12号(8)(東)	2014/11/26	有	2,200	200	9%	91%
12号(9)(東)	2015/11/5	無(11/2)	-	-	-	-
12号(10)(東)	2014/11/26	有	810	37	5%	95%
12号(11)(東)	2015/11/10	無(11/10)	4100	3500	85%	15%
12号(12)(東)	2015/11/10	無(11/10)	-	-	-	-
12号(13)(西)	2015/11/10	無(11/10)	980	970	99%	1%
12号(14)(西)	2014/12/11	有	160	95	59%	41%
12号(15)(西)	2014/12/11	有	250	110	44%	56%
12号(16)(西)	2015/11/10	無(11/10)	-	-	-	-
12号(17)(西)	2015/11/10	無(11/10)	95	47	49%	51%
12号(18)(西)	2014/12/11	有	49	38	78%	22%
12号(19)(西)	2015/11/10	無(11/10)	54	35	65%	35%
12号(20)(西)	2014/12/11	有	43	38	88%	12%
12号(21)(西)	2015/11/10	無(11/10)	420	420	100%	0%
12号(22)(西)	2015/11/10	無(11/10)	960	72	8%	93%
12号(23)(西)	2014/12/11	有	ND	-	-	-
12号(24)(西)	2015/11/11	無(11/10)	120	130	100%	0%
12号(25)(西)	2015/11/16	無(11/15)	960	370	39%	61%
12号(26)(西)	2015/11/11	無(11/10)	330	220	67%	33%
12号(27)(西)	2015/11/11	無(11/10)	200	150	75%	25%
12号(28)(西)	2015/11/11	無(11/10)	160	120	75%	25%
34号(1)(東)	2015/11/5	無(11/2)	64	44	69%	31%
34号(2)(東)	2014/12/1	有	2,400	1,900	79%	21%
34号(3)(東)	閉塞済み					
34号(4)(東)	2015/11/16	無(11/15)	-	-	-	-
34号(5)(東)	閉塞済み					
34号(6)(東)	2014/12/1	有	6,400	5,800	91%	9%
34号(7)(東)	2015/11/30	無(11/26)	81	74	91%	9%
34号(8)(東)	2015/10/30	無(10/2)	49	ND	0%	100%
34号(9)(東)	閉塞済み					
34号(10)(東)	2015/10/27	無(10/2)	-	-	-	-
34号(11)(東)	2015/10/20	無(10/2)	24	18	75%	25%
34号(12)(東)	2015/10/20	無(10/2)	33	26	79%	21%
34号(13)(東)	2015/10/20	無(10/2)	ND	ND	-	-
34号(14)(東)	2015/10/27	無(10/2)	-	-	-	-
34号(15)(東)	2014/12/1	有	18	11	61%	39%
34号(16)(東)	2014/12/1	有	84	81	96%	4%
34号(17)(東)	2015/11/30	無(11/26)	-	-	-	-
34号(18)(東)	2015/11/30	無(11/26)	ND	ND	-	-
34号(19)(東)	2014/12/1	有	330	300	91%	9%

測定ポイント	採水日	降雨 (直近降雨日)	未処理 Cs-137	ろ過後 Cs-137	Cs137 イオン割合	Cs137 粒子状割合
34号(20)(東)	2015/10/27	無(10/2)	-	-	-	-
34号(21)(東)	2015/10/27	無(10/2)	ND	ND	-	-
34号(22)(東)	2014/12/1	有	3,900	9.9	0%	100%
34号(23)(西)	2015/11/30	無(11/26)	ND	ND	-	-
34号(24)(西)	2014/12/1	有	ND	-	-	-
34号(25)(西)	2014/12/1	有	ND	-	-	-
34号(26)(西)	2014/12/1	有	ND	-	-	-
34号(27)(西)	2015/10/20	無(10/2)	24	ND	0%	100%
34号(28)(西)	2014/12/1	有	75	47	63%	37%
34号(29)(西)	2015/10/20	無(10/2)	-	-	-	-
34号(30)(西)	2014/12/1	有	280	270	96%	4%
34号(31)(西)	2015/10/27	無(10/2)	140	140	100%	0%
34号(32)(西)	2015/10/27	無(10/2)	200	150	75%	25%
34号(33)(西)	閉塞済み					
34号(34)(西)	2015/10/20	無	ND	ND	-	-
34号(35)(西)	閉塞済み					
34号(36)(西)	2015/11/5	無(11/2)	-	-	-	-
34号(37)(西)	2015/10/30	無(10/2)	ND	ND	-	-
34号(38)(西)	2015/10/30	無(10/2)	85	76	89%	11%
34号(39)(西)	2015/11/5	無(11/2)	370	350	95%	5%
34号(40)(西)	2015/10/30	無(10/2)	130	120	92%	8%
34号(41)(西)	2014/12/1	有	160	180	100%	0%
34号(42)(西)	閉塞済み					
34号(43)(西)	2015/10/30	無(10/2)	98	70	71%	29%
34号(44)(西)	閉塞済み					
34号(45)(西)	2015/11/16	無(11/15)	340	310	91%	9%
34号(46)(西)	2015/11/5	無(11/2)	ND	ND	-	-
34号(47)(西)	2015/11/30	無(11/26)	260	310	100%	0%
34号(48)(西)	2015/11/5	無(11/2)	93	90	97%	3%
34号(49)(西)	2015/11/5	無(11/2)	ND	ND	-	-
34号(50)(西)	2015/11/16	無(11/15)	-	-	-	-
34号(51)(西)	2014/12/1	有	110	53	48%	52%
34号(52)(西)	2014/12/1	有	220	70	32%	68%
34号(53)(西)	閉塞済み					
南-1	2014/12/10	無	41	9.7	24%	76%
南-1	2014/12/1	有	20	12	60%	40%
南-2	2014/12/12	有	ND	-	-	-
南-3	2015/11/30	無(11/26)	120	55	46%	54%
南-4	2015/11/30	無(11/26)	-	-	-	-
南-5	2015/11/30	無(11/26)	69	ND	0%	100%
南-6	2015/11/30	無(11/26)	17	ND	0%	100%
南-7	2015/10/15	無(10/2)	ND	ND	-	-
南-8	2015/10/15	無(10/2)	-	-	-	-
南-9	2015/10/15	無(10/2)	-	-	-	-
南-10	2015/10/15	無(10/2)	-	-	-	-
南-11	2015/10/15	無(10/2)	-	-	-	-

2. K排水路流域の調査（屋根面の調査：状況写真）

- 屋根面には、ガレキ等が散乱している。



1号T/B下屋 (11/3/24)



3号T/B下屋北側(12/2/23)



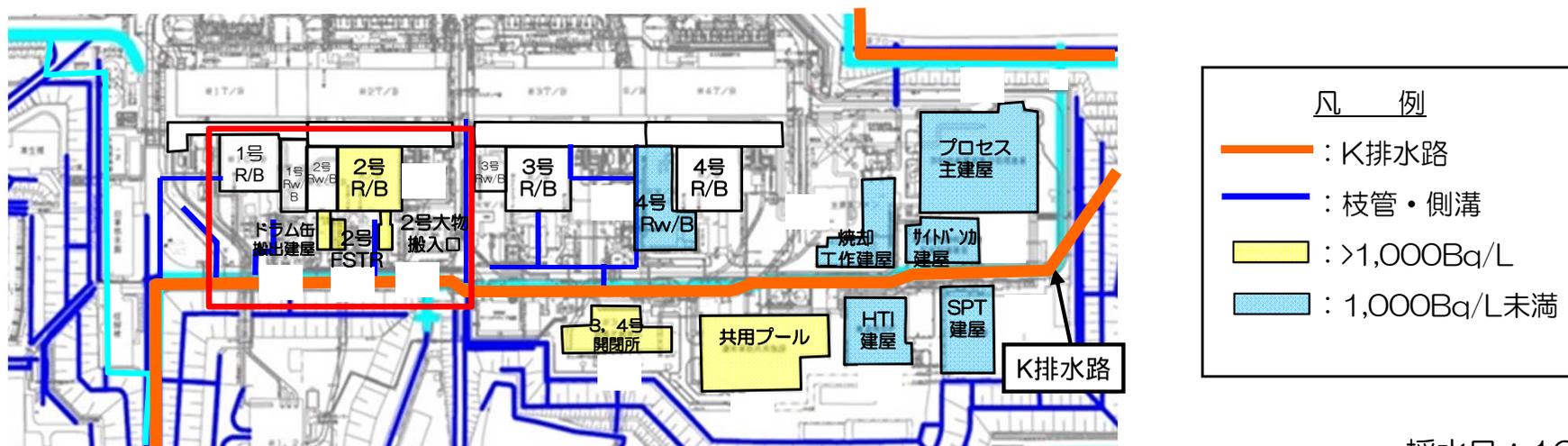
2号R/B上屋 (15/9/17)



3号T/B下屋南側(17/3/31)

2. K排水路流域の調査（屋根面の調査：雨樋採水分析結果）

- 屋根面の雨樋の採水分析結果は、Cs濃度が高く、イオン状Cs比率も高い。



採水日：16/6/28

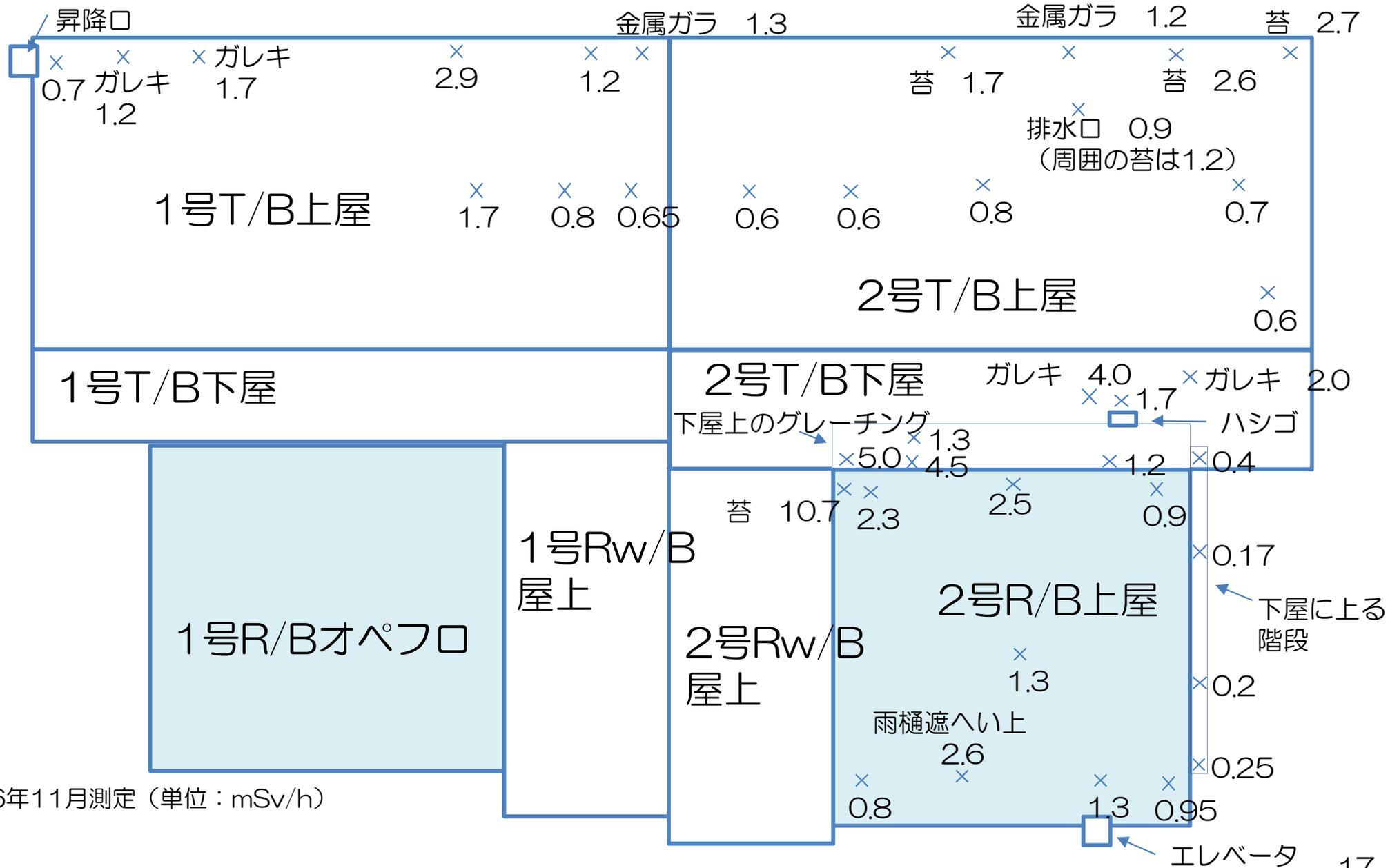
No	建屋名称 (採水箇所数)	雨樋 Cs-137濃度 (Bq/L)	イオン状 Csの割合 [%]
①	2号大物搬入口 (2箇所)	41~210	81~93
②	2号原子炉建屋 (1箇所)	650~1,100	-
③	2号FSTR建屋 (1箇所)	2,300	-
④	ドラム搬出建屋 (1箇所)	1,400	-

- 2号や3,4号に比較的近い3, 4号開閉所や共用プールのCs濃度は1,000Bq/L以上と高い。
- 屋根面由来のCs137の形態はイオン状Cs

No	建屋名称 (採水箇所数)	雨樋 Cs-137濃度 (Bq/L)	イオン状 Csの割合 [%]
⑤	3, 4号開閉所 (1箇所)	1,400	100
⑥	共用プール建屋 (6箇所)	460~1300	100
⑦	HTI建屋 (1箇所)	150	100
⑧	SPT建屋 (1箇所)	120	100
⑨	焼却工作建屋 (2箇所)	200~270	100
⑩	サイトバンク建屋 (1箇所)	230	100
⑪	プロセス主建屋 (1箇所)	130	92
⑫	4号Rw/B (1箇所)	910	100

2. K排水路流域の調査（屋根面の調査：線量測定結果）

- 1, 2号屋根面の線量は高く、Csを吸着した敷砂・ガレキによると考察される。



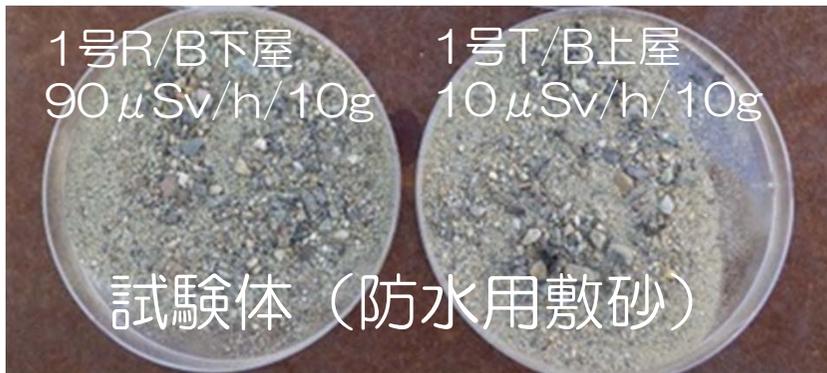
2016年11月測定（単位：mSv/h）

2. K排水路流域の調査（屋根面の調査：敷砂溶出試験結果）

試験内容：1号R/B下屋、T/B上屋の防水用の敷砂を用いて水へのCs溶出試験を実施。
 液固比 2 : 1 (400g : 200g)
 浸漬時間：30秒～24時間、静置条件

試験結果

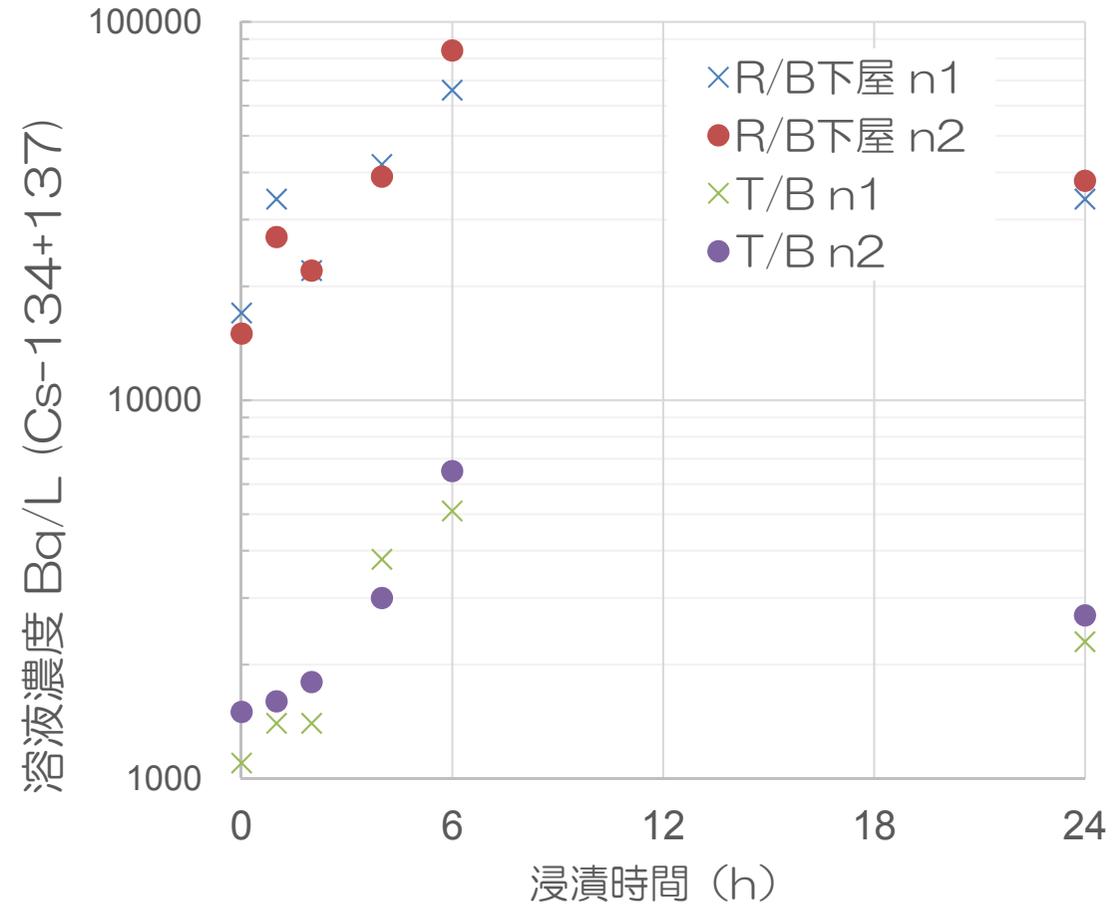
- 溶液のCs濃度は、浸漬開始後短時間（約30秒）でR/B敷砂で 10^4 Bq/Lオーダー、T/B敷砂で 10^3 Bq/Lオーダーまで上昇。
- 敷砂から溶出液への放射能濃度移行率は最大で0.3%程度
- R/BやT/B屋根面には高濃度の敷砂が存在し、雨水が接触して高濃度のイオン状Csが溶出する可能性あり。



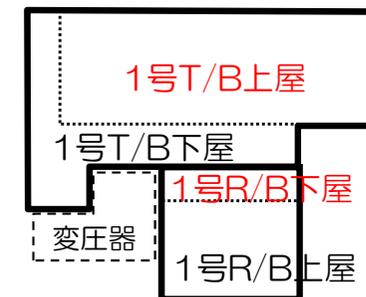
2016/5実施

敷砂の放射能濃度

- 1号R/B下屋： $4.0 \sim 5.0 \times 10^8$ [Bq/kg]
- 1号T/B上屋： $6.5 \sim 6.8 \times 10^6$ [Bq/kg]



浸漬時間と溶液のCs濃度の合計値の関係



試験体採取箇所

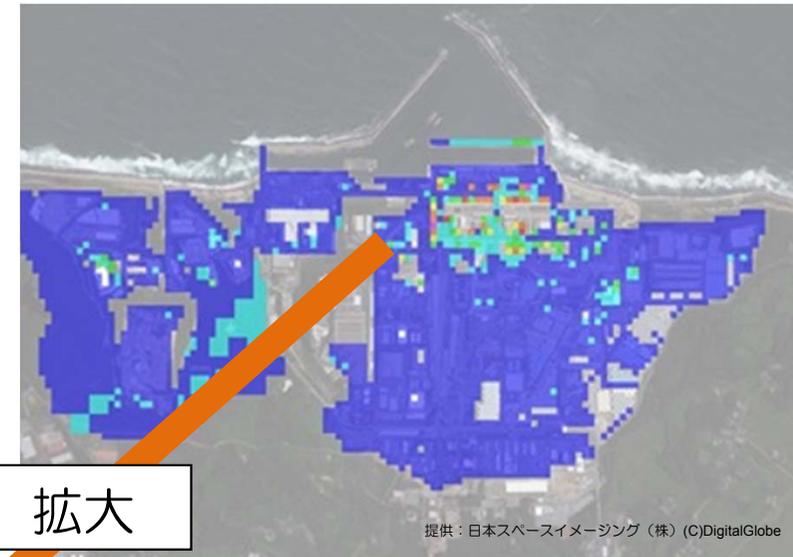
2. K排水路流域の調査（屋根面の調査：まとめ）

- 屋根面からの排水は、Cs濃度が高く、イオン状Cs成分が多い。
- 屋根面には、高濃度のガレキ・敷砂が存在している。
- 雨水が高濃度のガレキ・敷砂と接触し、高濃度のイオン状Csが溶出すると推定。

項目	目的	内容	調査結果
採水分析	屋根雨水のCs濃度とイオン状Csと粒子状Csの割合を確認	屋根雨水をルーフドレンにて採水し、Cs濃度と形態を確認 採水対象： ・2号機(イオン、粒子は未確認) ・プロセス主建屋周辺エリア	【Cs濃度】 2号機周辺、34号開閉所、共用プール建屋：Cs濃度 1,000~2,000Bq/L その他のプロセス主建屋等：500Bq/L以下 【形態】プロセス主建屋(イオン状Cs92%) 以外はイオン状Cs100%
線量調査	R/B及びT/B屋根面の汚染状況の把握	線量計で屋根面の各部の線量を測定 測定場所 ・1,2号機屋根	【1,2号T/B上屋の線量】 ルーフブロック： <u>0.5-2.0mSv/h</u> 程度 苔、ガレキ： <u>~3mSv/h</u> 程度 【1,2号R/B上屋、T/B下屋の線量】 ルーフブロック他： <u>1~5mSv/h</u> 程度 ガレキ： <u>~7.5mSv/h</u> 程度
敷砂溶出調査	R/BとT/Bの屋根面の汚染水の濃度を推定	屋根面敷砂の溶出試験 1号R/B下屋敷砂、T/B上屋敷砂を水に浸漬してCs溶出濃度を測定(ろ液を分析)	【1号T/B上屋敷砂溶出調査】 Cs濃度 1,000Bq/Lオーダー(浸漬後30秒) 【1号R/B下屋敷砂溶出調査】 Cs濃度 10,000Bq/Lオーダー(浸漬後30秒)

2. K排水路流域の調査（10m盤の調査：表面線量マップ）

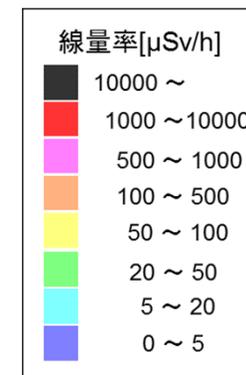
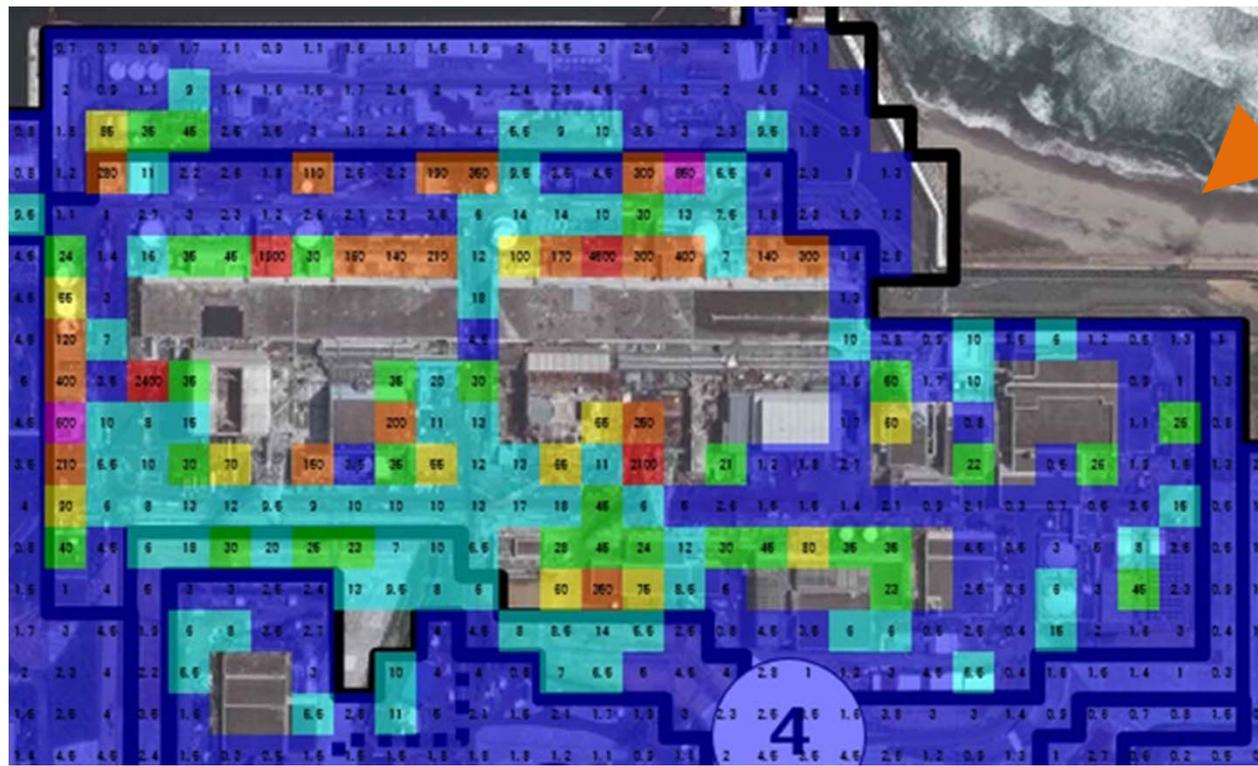
- 地表面に30mメッシュを設定し、原則として中央にて空間線量率及び地表面線量率を測定。
- プロセス主建屋周辺の線量は低く、1～4号機のR/B付近の線量が高い。
- 比較的線量の低いエリアの大部分は砕石や鉄板で整備されており、高線量箇所は主に事故後のガレキ等が散乱している箇所。



拡大

提供：日本スペースイメージング（株）(C)DigitalGlobe

2017年3月測定



提供：日本スペースイメージング（株）(C)DigitalGlobe

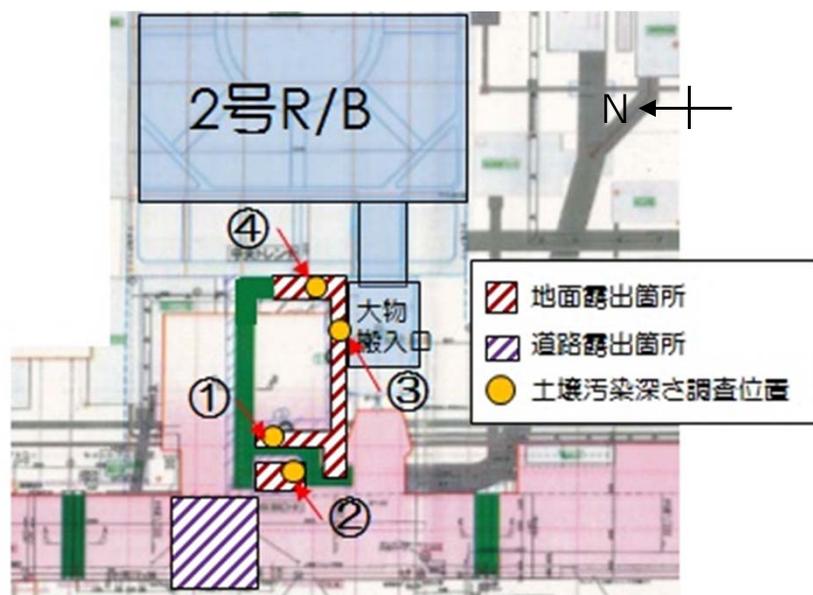
屋根面に線量率のメッシュがかかっているが地表面の線量率結果

2. K排水路流域の調査（10m盤の調査：土壤汚染測定結果）

調査方法：地表面から深さ方向に10～50cm
までハンドオーガで土壌を採取し測定

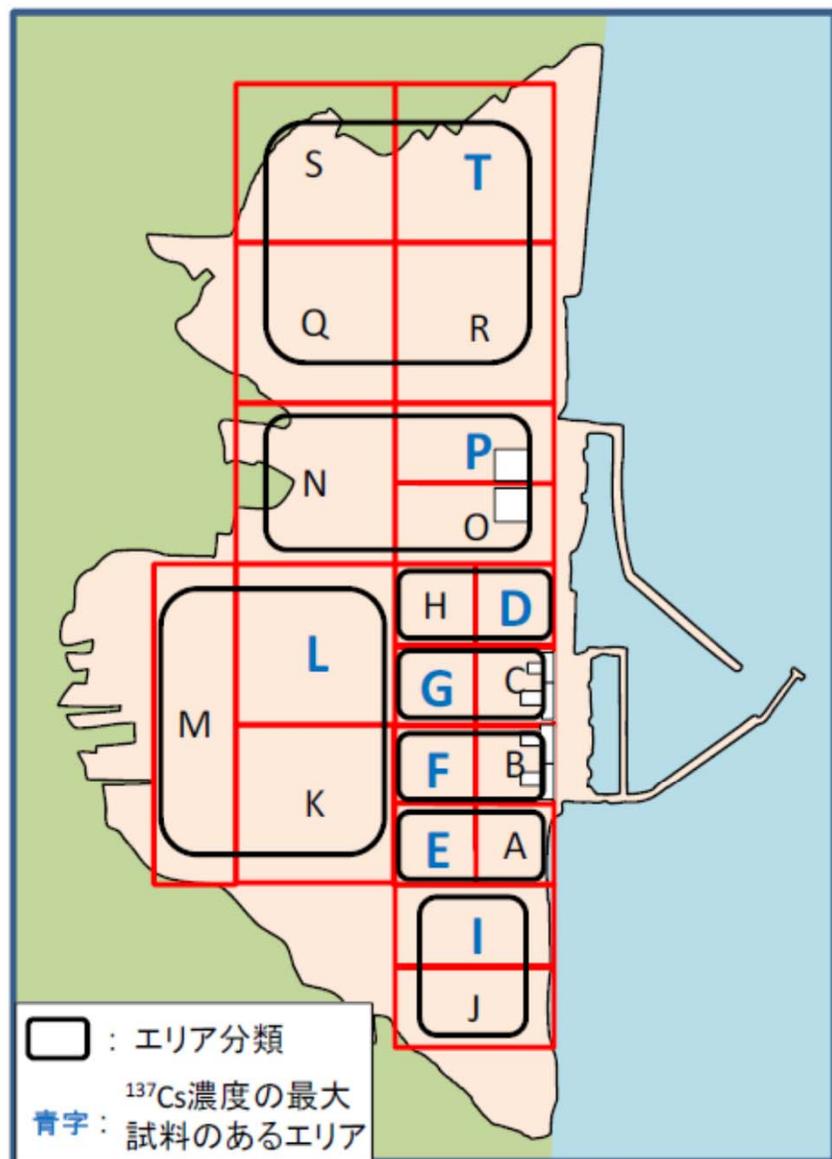
調査結果：②、④のエリアに地表面から10～
20cm程度深さに10～20 μ Sv/hの線量
率が測定され、地表面から10cm程度に
Cs濃度100万Bq/kgを超える土壌が測定
された。

調査位置図

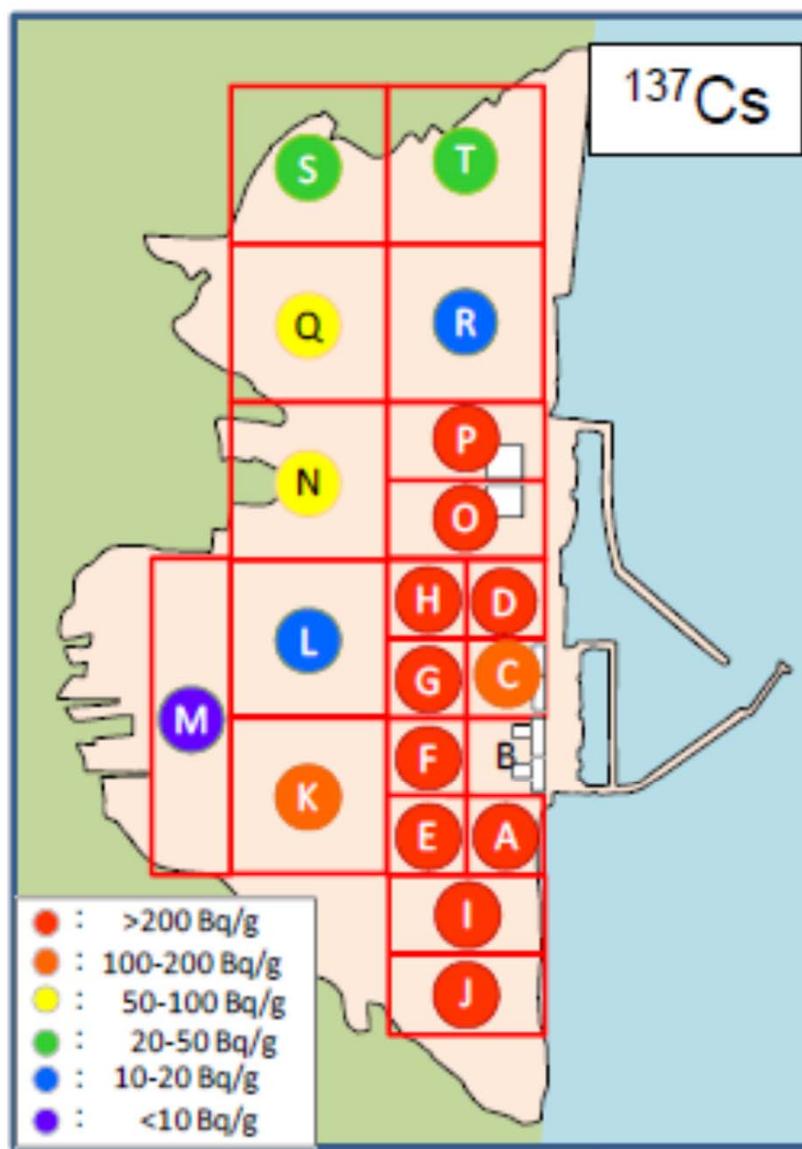


箇所	深さ(cm)	採取日	線量率 (μ Sv/h)	Cs-137濃 度(Bq/kg)
①	0～10	16/2/16	1.8	130,000
	10～20	16/2/16	B.G.	3,000
	20～30	16/2/16	B.G.	2,100
	30～40	16/2/16	B.G.	5,400
	40～50	16/2/16	B.G.	2,100
②	0～10	16/2/16	15	920,000
	10～20	16/2/16	10	650,000
	20～30	16/2/16	B.G.	18,000
	30～40	16/2/16	B.G.	22,000
	40～50	16/2/16	B.G.	3,800
③	0～10	16/2/15	B.G.	120,000
	10～20	16/2/15	B.G.	20,000
	20～30	16/2/15	B.G.	22,000
	30～40	16/2/15	B.G.	45,000
	40～50	16/2/15	-	埋設物
④	0～10	16/2/15	20	1,100,000
	10～20	16/2/15	3.5	250,000
	20～30	16/2/15	B.G.	88,000
	30～40	16/2/15	B.G.	8,700
	40～50	16/2/15	B.G.	17,000

※ B.G. : 1.0～1.5 μ Sv/h



エリア分類図



土壌のCs-137濃度分布

- C（1、2号機周辺）エリアの土壌の最大値は21万Bq/kg程度
- A、D、E、F、Hエリアの最大値は1～3百万Bq/kg程度

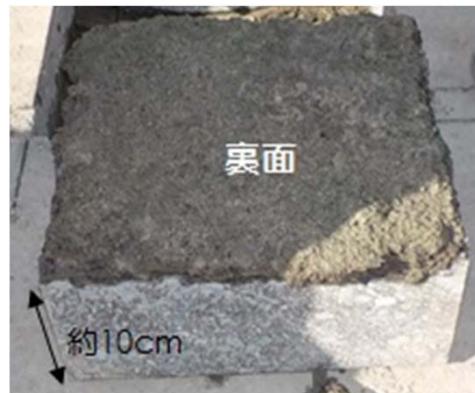
試料採取：2013年7～8月

[福島第一発電所構内で採取した建屋瓦礫、立木、落葉及び土壌の放射能分析]（IRID・JAEA 2015/3/26）より

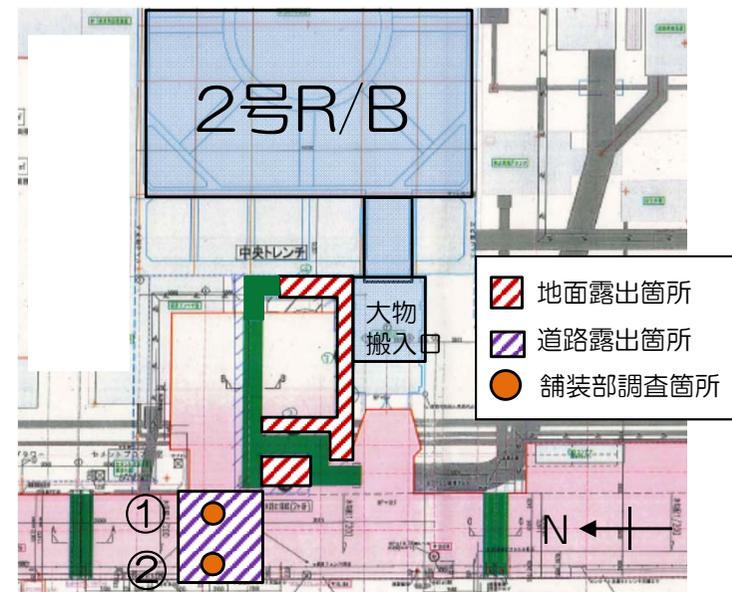
2. K排水路流域の調査（10m盤の調査：アスファルト線量率測定結果）

調査方法：アスファルトカッターで30cm角の路面を切り出し、表面、裏面、裏面の碎石の線量率を測定した。

調査結果：表面で $6\mu\text{Sv/h}$ の線量率が確認され、裏面や碎石では汚染が確認されなかった。



切り出したアスファルト



調査位置図

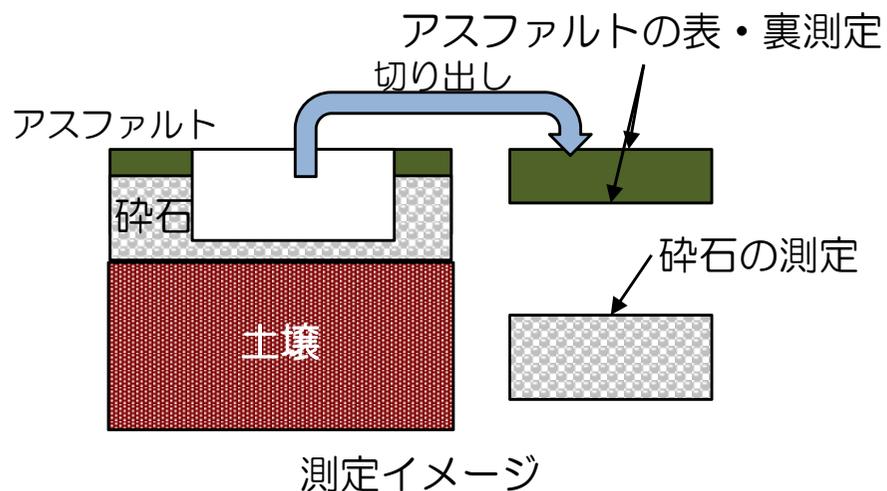


表 2号機西側道路アスファルト表面及び裏面線量率測定結果

	線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
	① (東側)	② (西側)
表面(道路面)	6.0	2.8
アスファルト裏面	B.G.	B.G.
アスファルト下碎石	B.G.	B.G.

測定日: 2016年2月19日
 測定器: 電離箱サーベイメータ
 B.G.: $1.5\mu\text{Sv/h}$

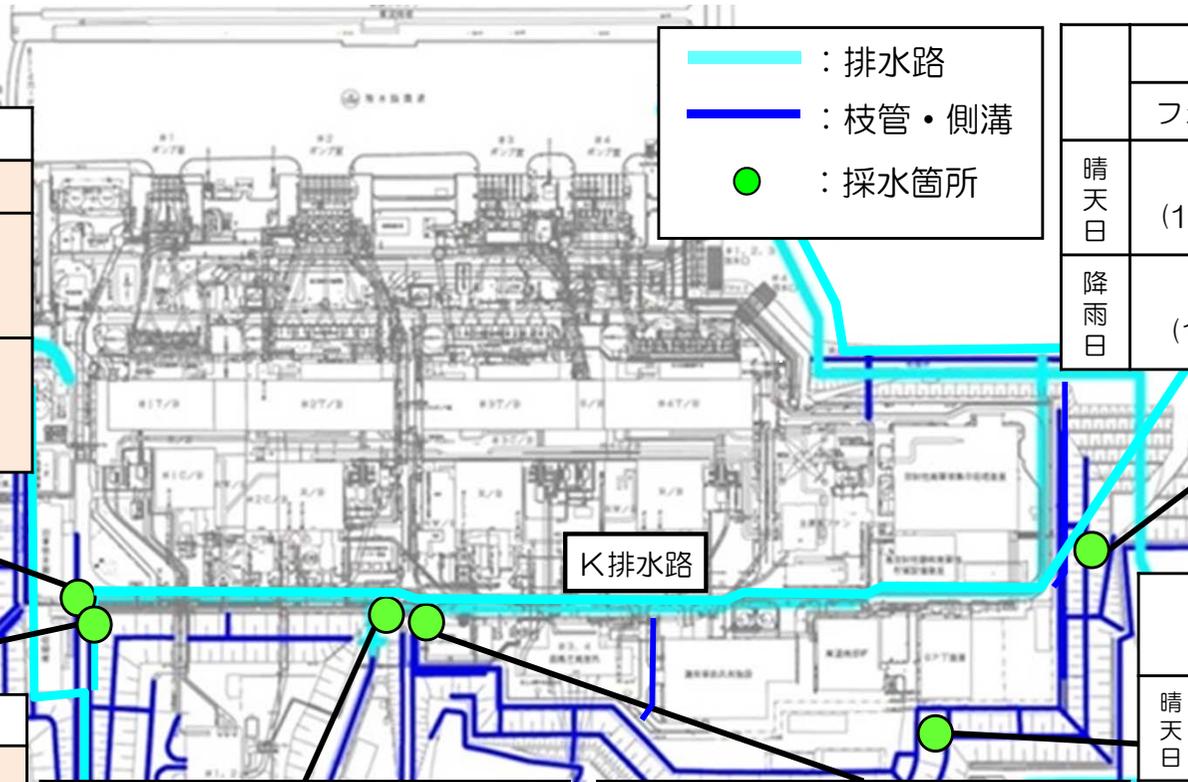
2. K排水路流域の調査（10m盤の調査：まとめ）

- 10m盤は高濃度の土壌が存在（鉄板・砕石の下にも高濃度のガレキ・土壌が存在）。
- 降雨に伴い排水中にCsを吸着した土粒子が懸濁するとともに、イオン状Csも溶出し、粒子状及びイオン状両方のCsが流入していると推定。

項目	目的	内容	調査結果
地表面線量率	<ul style="list-style-type: none"> ● 10m盤の汚染源調査 →地表面の採水分析は難しいため、まずは線量率を測定 	30mメッシュを設定し、原則として中央にて空間線量率及び地表面線量率を測定	<p>大部分が砕石や鉄板に覆われている。その中でプロセス主建屋周辺の集中Rwエリアの線量は低く（$\sim 5 \mu\text{Sv/h}$）、<u>1～4号機周辺の線量は高い。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 3,4号機の間土：1.5mSv/h ● 1号機T/B下屋の砂利：2.7mSv/h
土壌汚染調査	土壌中のCs汚染分布の確認	2号機周辺の土壌が露出している箇所でのCs濃度の深度と濃度の関係を調査	<p>大部分のCsが表層から20cmまでに吸着。 <u>土壌の放射能濃度は最大でCs濃度 110万Bq/kg</u></p>
アスファルト調査	アスファルト面の汚染の深さの確認	アスファルト面を切り出し、上面、下面の線量率を測定	<p>アスファルトの上面線量が$6.0 \mu\text{Sv/h}$に対して下面の線量はB.G. <u>アスファルト中にはCsは浸透していない</u></p>

2. K排水路流域の調査（35m盤・法面の調査：まとめ）

- 晴天時（2016/8/2）、降雨時（2016/9/13）の分析結果は、2014年の分析結果よりCs濃度は低くなっている。
- 35m盤・法面の除染・フェーシングの効果が見られていると考察される。



— : 排水路
— : 枝管・側溝
● : 採水箇所

		⑩ : Cs-137濃度	
		フェーシング前	フェーシング後
晴天日		1.7Bq/L (14/12/25)	4.5Bq/L (16/8/2)
降雨日		30Bq/L (14/10/6)	13Bq/L (16/9/13)

		①—1 : Cs-137濃度	
		フェーシング前	フェーシング後
晴天日		15Bq/L (14/12/25)	17Bq/L (16/8/2)
降雨日		830Bq/L (15/1/15)	14Bq/L (16/9/13)

		⑧ : Cs-137濃度	
		フェーシング前	フェーシング後
晴天日		7.4Bq/L (14/12/10)	3.5Bq/L (16/8/2)
降雨日		1,000Bq/L (15/1/15)	1.0Bq/L (16/9/13)

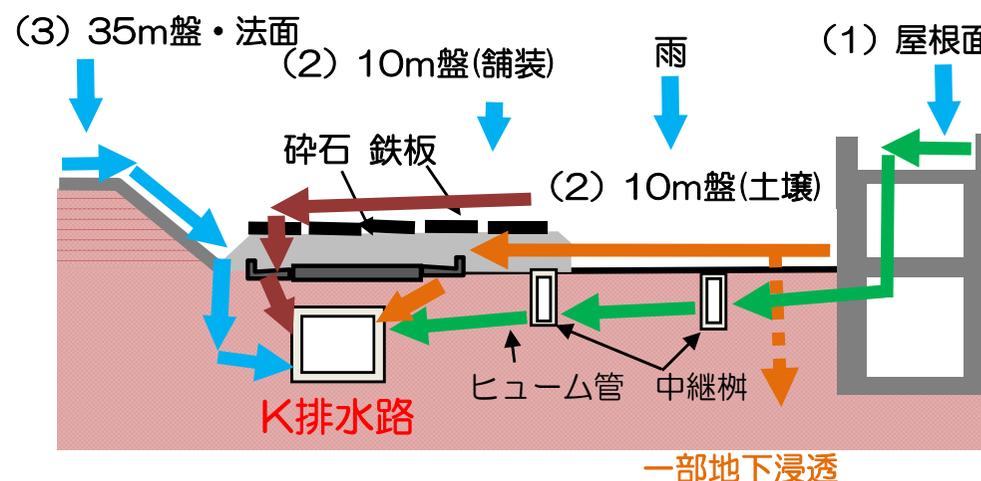
		②—2 : Cs-137濃度	
		フェーシング前	フェーシング後
晴天日		230Bq/L (14/12/25)	試料量少のため分析不可 (16/8/2)
降雨日		1,300Bq/L (15/1/15)	5.4Bq/L (16/9/13)

		⑥ : Cs-137濃度	
		フェーシング前	フェーシング後
晴天日		7.0Bq/L (14/12/25)	4.1Bq/L (16/8/2)
降雨日		11Bq/L (14/10/22)	9.4Bq/L (16/9/13)

		⑥ : Cs-137濃度	
		フェーシング前	フェーシング後
晴天日		25Bq/L (14/12/25)	試料量少のため分析不可 (16/8/2)
降雨日		1,700Bq/L (15/1/15)	14Bq/L (16/9/13)

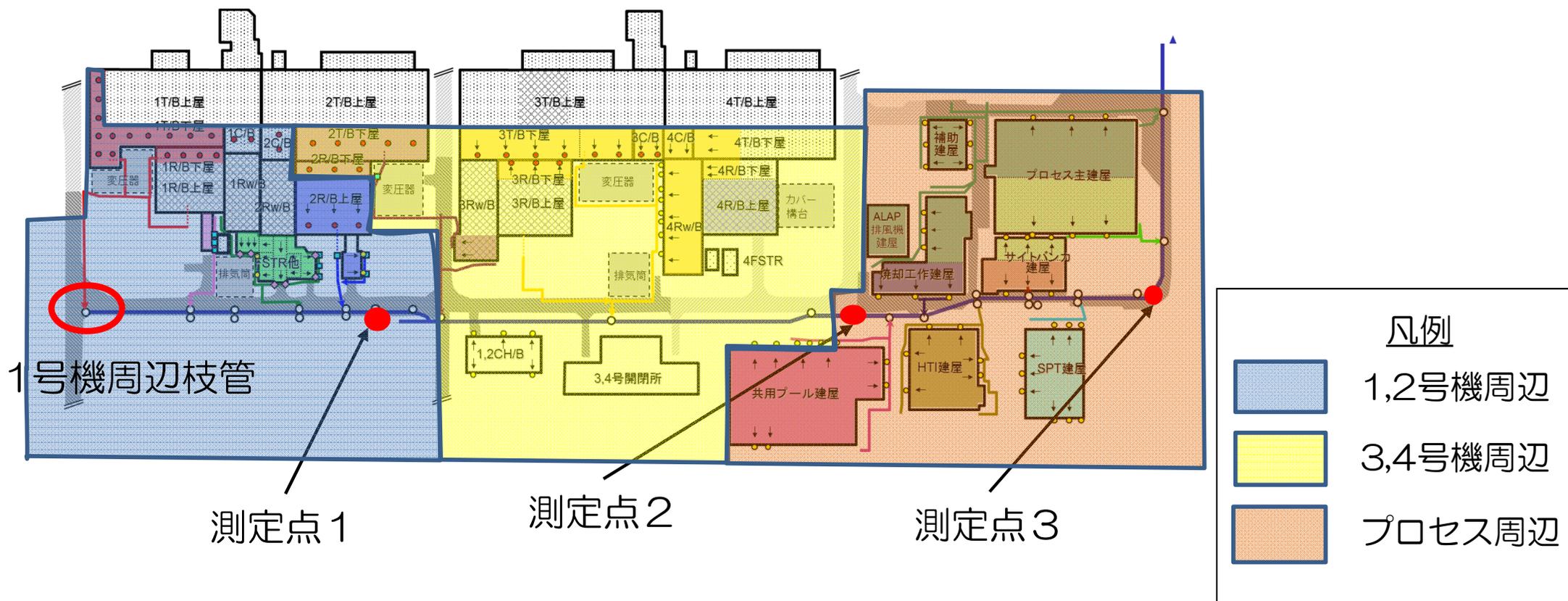
2. K排水路流域の調査（まとめ）

場所	枝管濃度	現況	降雨時の状況	降雨後の状況
(1) 屋根面	高 (イオン状Cs多)	高濃度のガレキ・敷砂	ガレキ等からイオン状Csが溶出	屋根面や10m盤の溜まり水等にイオン状Csが溶出し、徐々に排水路に流入。
(2) 10m盤	やや高 (粒子状・イオン状Cs)	高濃度の土壌等	土壌等からイオン状Csが溶出 Csを吸着した土粒子が混入	-
(3) 35m盤・法面	低	フェーシング済	フェーシングにより汚染は低減	-



2. K排水路流域の調査（今後の調査計画）

1. 濃度低減対策の計画立案に際し、各号機からの影響度を確認するためにK排水路本体で測定地点を追加し、1・2号機周辺、3・4号機周辺、プロセス主建屋周辺に分類して排水濃度・流量測定（1回/日）を行う。
2. 1号機周辺の未採水の枝管を降雨時に採水分析。
3. 降雨時の現状を確認するため、枝管の降雨時のデータを拡充（p.12参照）。

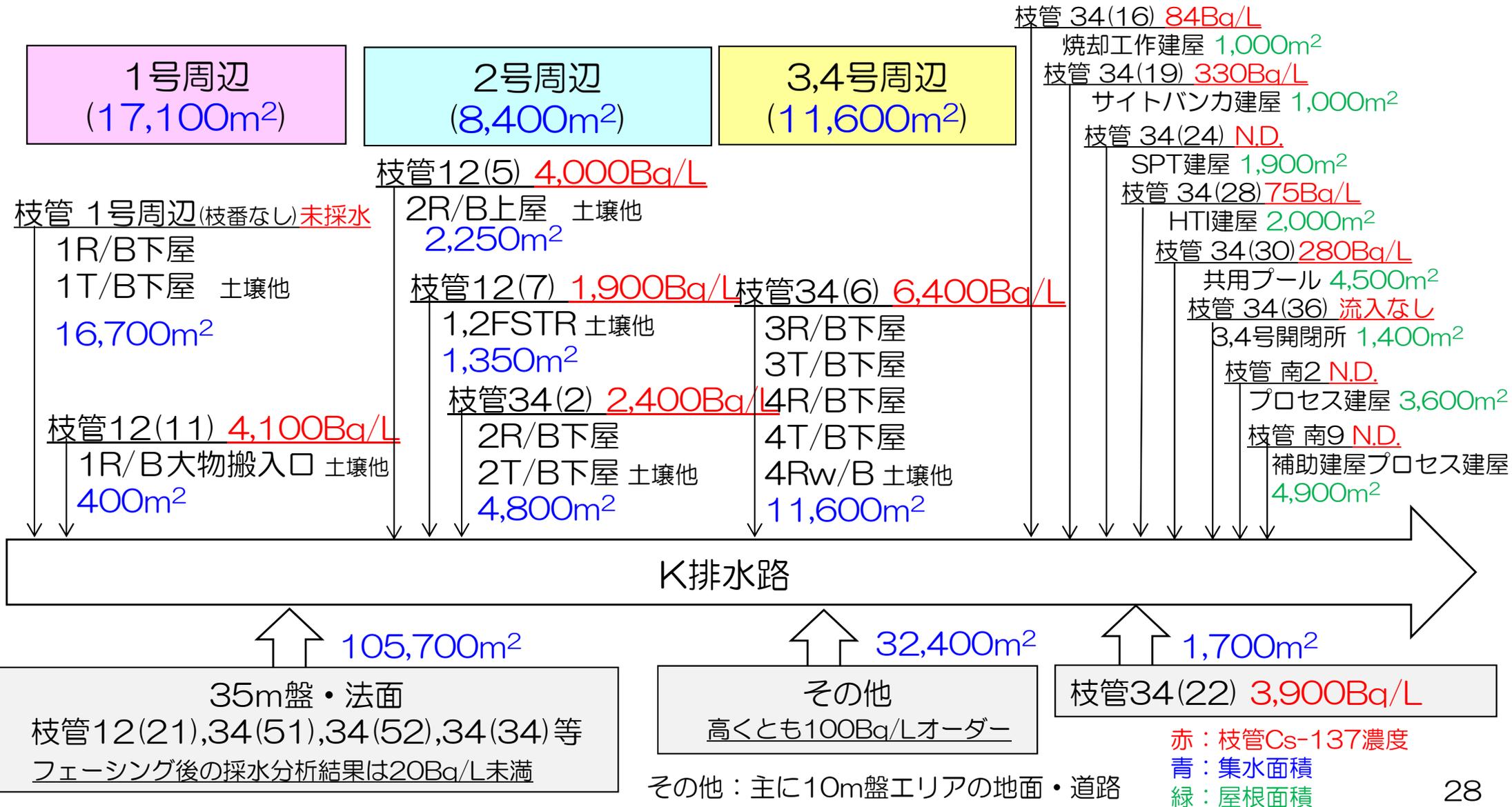


3. K排水路濃度低減対策（枝管毎の流域面積と枝管濃度）

※ 2014/2015年の調査結果より

プロセス主建屋等屋根
(20,300m²)

- 35m盤・法面は、フェーシングの効果によりCs濃度が低い。
- 1～4号機建屋屋根からの枝管からの水は、流域面積とCs濃度から排水路への影響が大きいと推定。



3. K排水路濃度低減対策（流域の分類による対策）

K排水路の対策は3分類のエリア毎に性状に応じた重層的な対策を実施し、追加対策を検討中

場所	調査結果		対策	
	Cs性状	排水の汚染状況	目的	方法
(1)屋根面	イオン状Cs (多)	ガレキ等からイオン状Csが溶出	汚染を取り除く	敷砂等撤去
			雨水を近づけない	汚染源の隔離
			排水中のCsを取り除く	浄化材（ゼオライト土嚢・モール状）設置
(2)10m盤	イオン状Cs (半分)	Csを吸着した土壌等からイオン状Csが溶出	雨水を近づけない	路盤整備（フェーシング）
			排水中のCsを取り除く	浄化材（ゼオライト土嚢・モール状）設置
	粒子状Cs (半分)	Csを吸着した土粒子が混入して流出	汚染を取り除く	排水路清掃
			排水中のCsを取り除く	シート状ゼオライト設置
(3)35m盤・法面	粒子状Cs (少)	Csを吸着した土粒子が混入して流出	汚染を取り除く	道路・排水路清掃
			雨水を近づけない	フェーシング

3. K排水路濃度低減対策（実施状況：屋根面）

（1）屋根面の対策

項目	内容
屋根面の敷砂等撤去	ルーフブロックおよび敷砂の撤去を実施。 ・2号R/B大物搬入口（2015/3完了） ・1号R/B大物搬入口（2016/3完了） ・1号R/B下屋（2016.3完了） 仮設コンベア室の撤去(2015/10完了)
イオン状Csの浄化材設置 （排水路本体）	ゼオライト土のうを排水路底部に設置（2016/9交換） ゼオライト土のう 6箇所
イオン状Csの浄化材設置 （枝管）	ゼオライト土のう及びモール状吸着材を枝管に設置（2016/9完了） 枝管： ゼオライト土のう 3箇所 モール状吸着材 10箇所



1号機R/B下屋状況
（ガレキ・敷砂除去前後）



1号機R/B大物搬入口状況
（ガレキ・敷砂除去前後）

3. K排水路濃度低減対策（実施状況：10m盤）

(2) 10m盤（舗装・土壌面）の対策

項目	内容
10m盤のフェーシング	2号機西側周辺路盤整備（フェーシング 2016/11実施）
排水路清掃	排水路の底にたまった堆砂等をバキュームで回収。 2014年度 1回/年 回収土砂量：未計測 2015年度 1回/年 回収土砂量：約140m ³ 2016年度 2回/年 回収土砂量：約20m ³
シート状ゼオライトの設置	排水濃度が高い枝管7か所にシート状ゼオライトを設置。 (2016/9完了)

※ 排水路清掃時の排水路底部の堆砂量が減少しており、粒子状Cs量も低減していると考えられる。



2号機周辺の路盤整備状況
(整備後)



排水路清掃状況
(清掃後)



枝管へのシート状ゼオライト設置状況



3. K排水路濃度低減対策（実施状況：35m盤・法面）

(3) 35m盤・法面の対策

項目	内容
敷地の除染・フェーシング	ガレキ・汚染土壌の撤去及び舗装による雨水の汚染防止。 ・35m盤及び法面フェーシング（2016/3完了）
道路清掃	構内舗装道路表面に溜まっている堆積物を道路清掃車で回収。 2014年度 1回/年 2015年度 1回/年 2016年度 1回/年



35m盤フェーシング
（北側エリア：旧事務本館法面 前後）



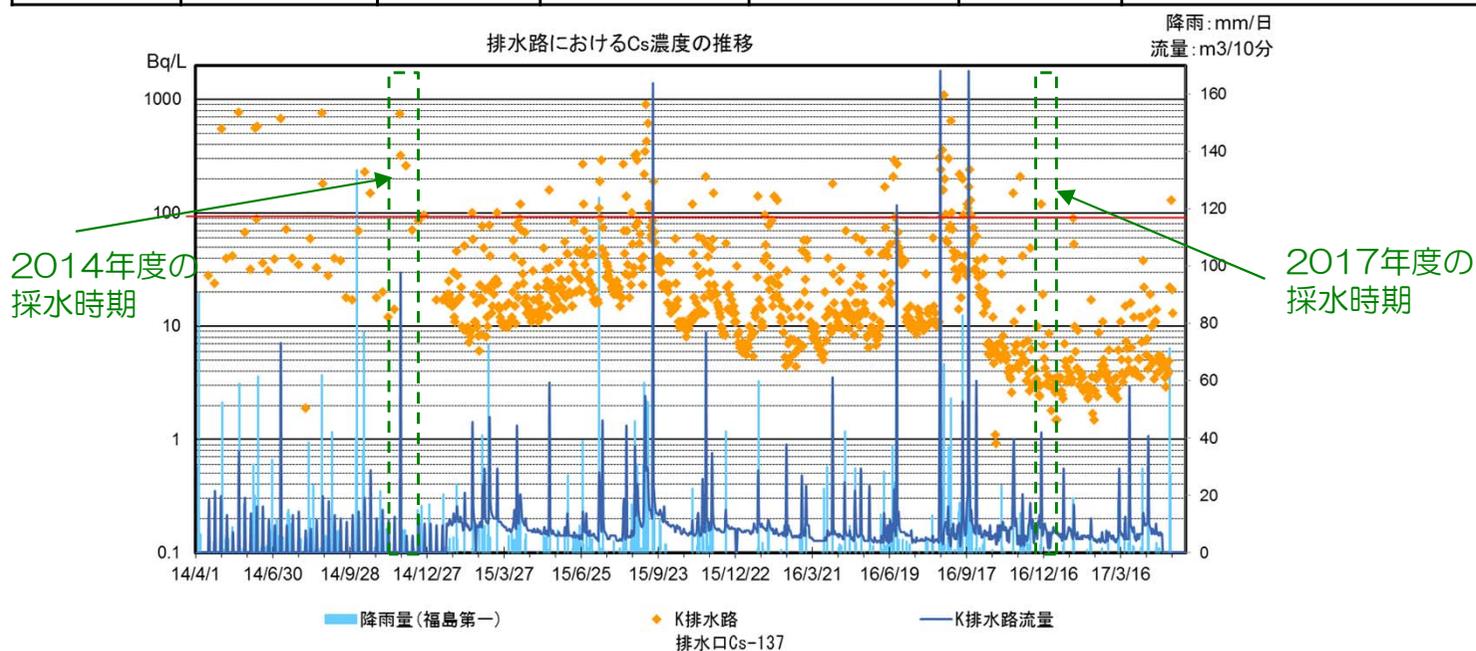
道路清掃（前後）

※ 敷地の除染・フェーシング及び道路・排水路清掃は、A, B C, 物揚場排水路も実施。

3. K排水路濃度低減対策（実施状況：枝管分析結果の2014年度と2017年度比較）

- 過去濃度の高い枝管について、追加の再採水及び分析を実施中。
- 浄化材設置、仮設コンベア室撤去等の影響もあり、2017年度データは、前回に比べ濃度の低減が認められるが、引き続き再採水及び分析を継続する。

測定ポイント	採水日	降雨量 (mm/日)	未処理 Cs-137	ろ過後 Cs-137	イオン状 割合	対策の状況	枝管上流部の構造物
12号(7)	14/11/26	38.0	1,900Bq/L	370Bq/L	19%		1,2号FSTR、仮設コンベア室等
	17/4/11	29.5	73Bq/L	31Bq/L	42%	モール状+ゼオライト設置 仮設コンベア室撤去済	
12号(8)	14/11/26	38.0	2,200Bq/L	200Bq/L	9%		屋外補給水配管ピット等
	17/4/11	29.5	880Bq/L	560Bq/L	64%	モール状設置	
34号(2)	14/12/1	8.0	2,400Bq/L	1,900Bq/L	79%		2号T/B下屋、2号R/B下屋、3号 Rw/B等
	17/4/11	29.5	480Bq/L	440Bq/L	92%	モール状+ゼオライト設置	
34号(6)	14/12/1	8.0	6,400Bq/L	5,800Bq/L	91%		3号T/B下屋、3号R/B下屋、3,4号 C/B、4号T/B下屋、4号Rw/B等
	17/4/11	29.5	1,400Bq/L	1,400Bq/L	100%	モール状+ゼオライト設置	



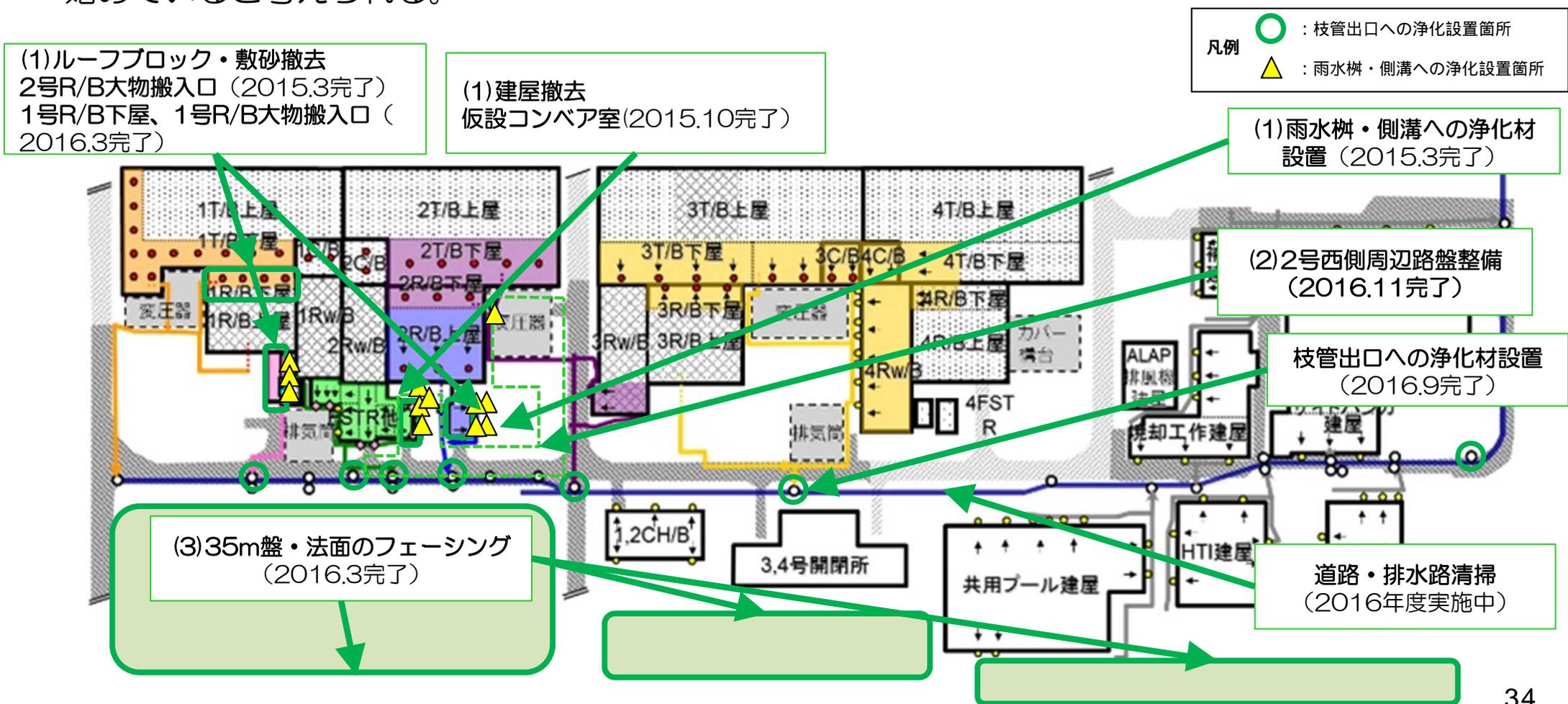
枝管の場所はp.13参照

枝管採水日のK排水路出口のCs-137濃度

採水日	出口濃度 Cs-137
14/11/26	320Bq/L
14/12/1	未測定
17/4/11	12Bq/L

3. K排水路濃度低減対策（まとめ）

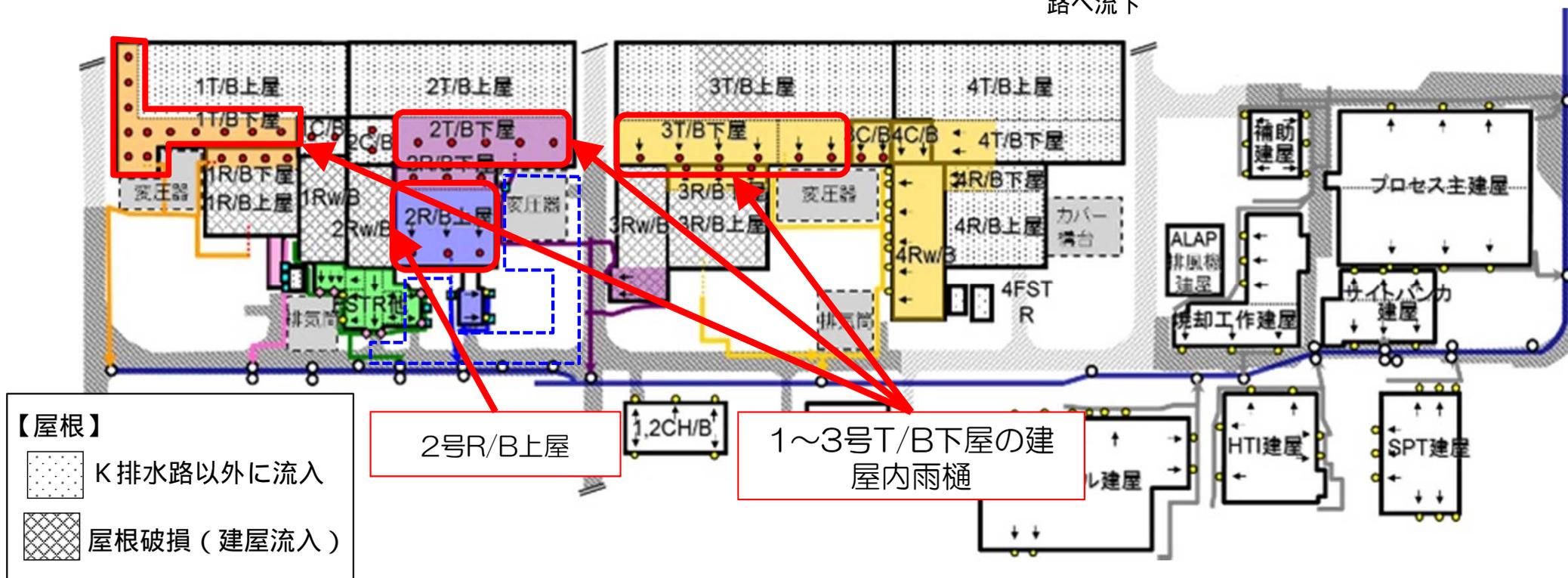
- ① 屋根面对策：敷砂等撤去、建屋撤去、枝管への浄化材設置によると考えられる枝管濃度の低減が認められた。
- ② 10m盤対策：路盤整備、枝管へのシート状ゼオライト設置、排水路清掃によると考えられる排水路底部の堆砂量の低減が認められた。
- ③ 35m盤法面对策：除染・フェーシングによると考えられる雨水等の濃度低減が認められた。
- ④ K排水路出口の2016年度第3, 4四半期の濃度は低減しており、対策実施による全体的な効果が出始めていると考えられる。



3. K排水路濃度低減対策（今後の対策検討）

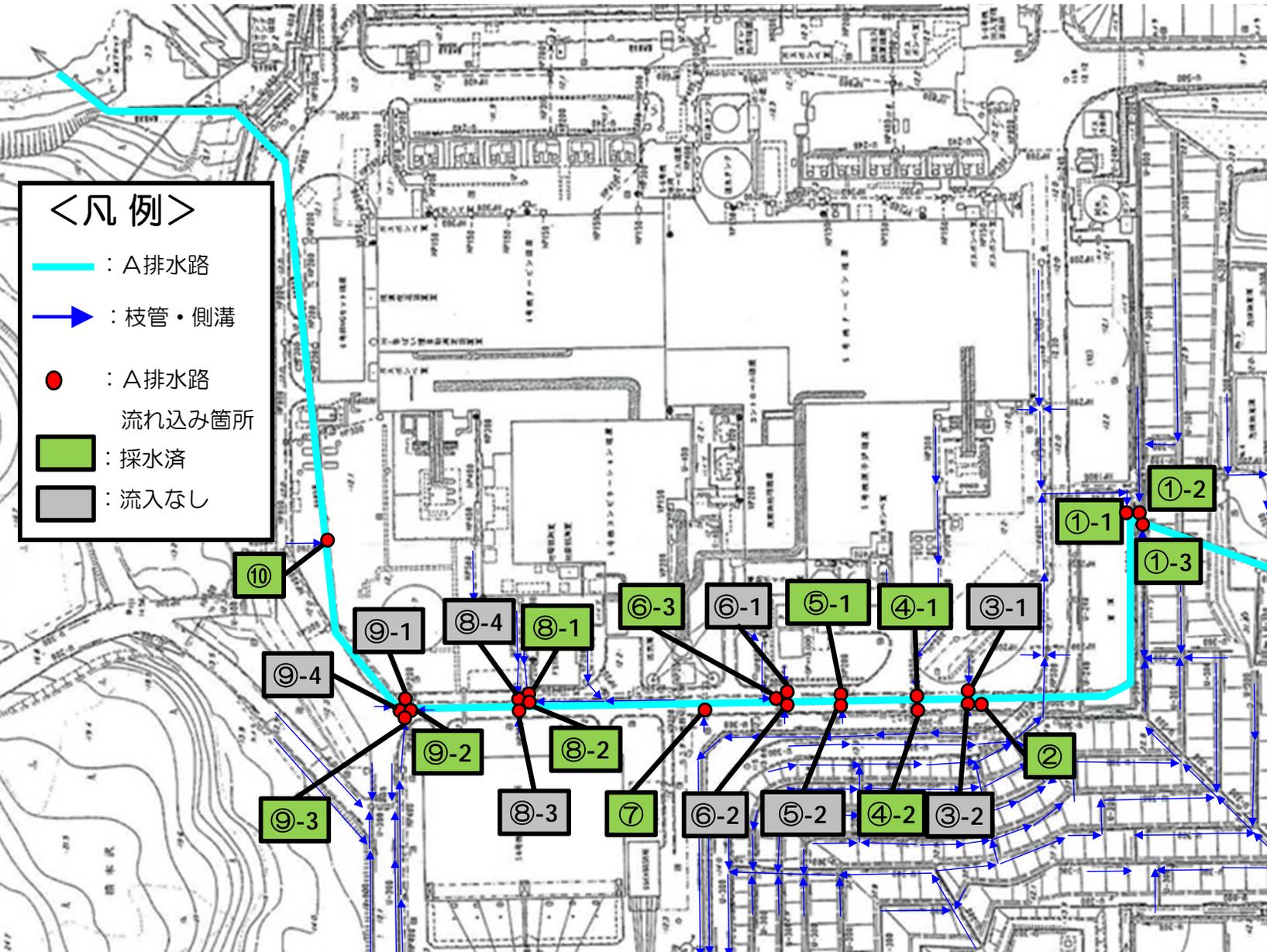
- (1) 屋根面：各々の建屋について、現状と特徴を踏まえて適切な雨水対策を検討中。実施可能な対策について、台風期前を目標に取りまとめる予定（2号機R/B上屋、1～3T/B下屋の雨樋の調査、汚染源を雨水に触れさせないような隔離策、排水中のCsを取り除く浄化等を検討）。
- (2) 10m盤：燃料取出し等建屋工事の工程に併せて、フェーシング等を実施予定。
- (3) 道路・排水路清掃、浄化材設置・交換は、2017年も継続して実施。

1～4号T/B上屋の雨水はK排水路ではなく、放水路へ流下



【参考】 A排水路の枝管採水分析

- A排水路の枝管の採水分析を実施、Cs濃度は低い

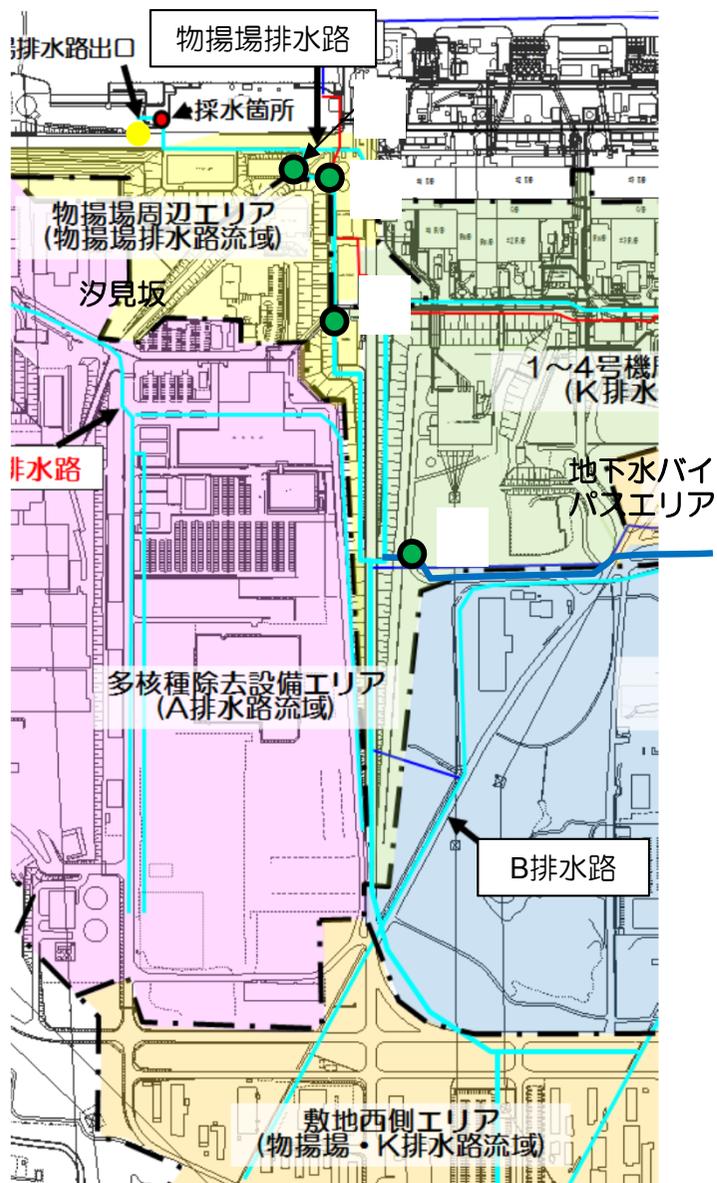


箇所	採水日	直前の降雨日	Cs-137 (Bq/L)
①-1	16/1/25	1/24	3.5
①-2	16/1/25	1/24	1.2
①-3	16/2/5	1/30	4.6
②	16/1/25	1/24	ND
③-1	16/1/25	1/24	流入なし
③-2	16/1/25	1/24	流入なし
④-1	16/1/25	1/24	ND
④-2	16/1/25	1/24	ND
⑤-1	16/2/5	1/30	ND
⑤-2	16/2/5	1/30	流入なし
⑥-1	16/2/5	1/30	流入なし
⑥-2	16/2/5	1/30	流入なし
⑥-3	16/2/5	1/30	4.0
⑦	16/2/5	1/30	ND
⑧-1	16/2/25	2/20	1.7
⑧-2	16/2/25	2/20	ND
⑧-3	16/2/25	2/20	流入なし
⑧-4	16/2/25	2/20	流入なし
⑨-1	16/2/25	2/20	流入なし
⑨-2	16/2/25	2/20	2.3
⑨-3	16/2/25	2/20	1.1
⑨-4	16/2/25	2/20	流入なし
⑩	16/2/25	2/20	ND

※ 採水日には降雨なし

【参考】物揚場排水路の採水分析

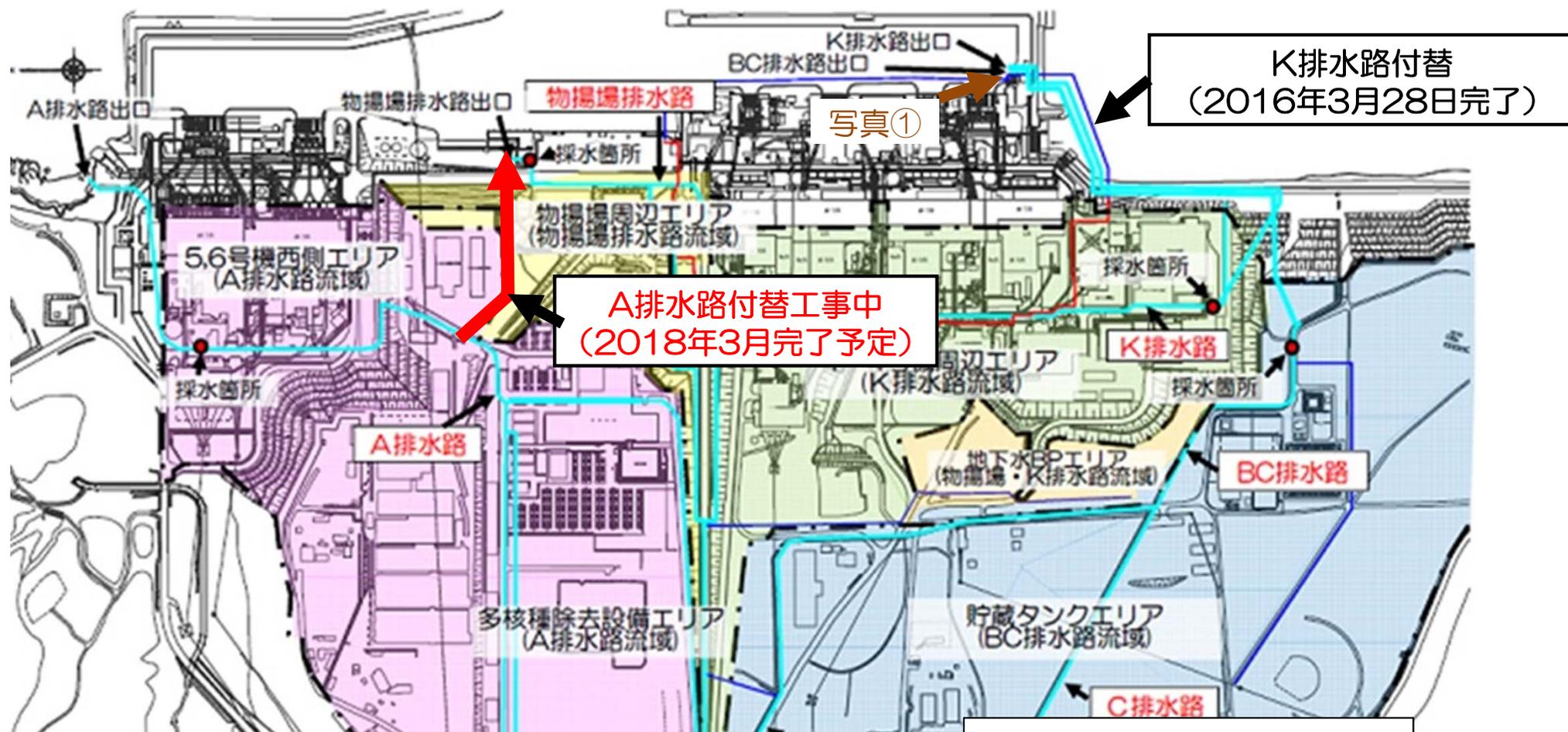
- 物揚場排水路に付け替えた水路の水質確認を行った。
- 敷地西側エリアからの排水には、セシウムは検出されなかった。
- 地下水バイパスエリアからの流入水について、降雨時に追加で確認したところ、低濃度であった。



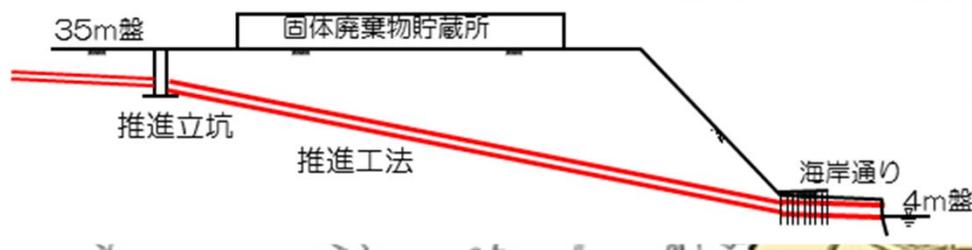
箇所	採水日	降雨	Cs-137濃度
①敷地西側エリア排水流入部	2016/8/2	無し	ND (0.85)
	2016/8/17	有り (降雨後)	ND(0.98)
②汐見坂側溝排水流入部	2016/8/2	無し	—
	2016/8/17	有り (降雨後)	40Bq/L
③物揚場排水路側流出部	2016/8/2	無し	3.6Bq/L
	2016/8/17	有り (降雨後)	3.4Bq/L
④地下水バイパスエリア排水枡	2016/8/2	無し	—
	2016/11/11	有り	3.8Bq/L
【参考】物揚場排水路排水口	2016/8/2	無し	3.6Bq/L
	2016/8/17	有り (降雨後)	21Bq/L

NDは、検出限界値未満を表し、()内に検出限界値を示す。

4. A、K排水路出口の港湾内への付替



- A排水路の多核種除去設備エリアの排水を港湾内へ付替工事中



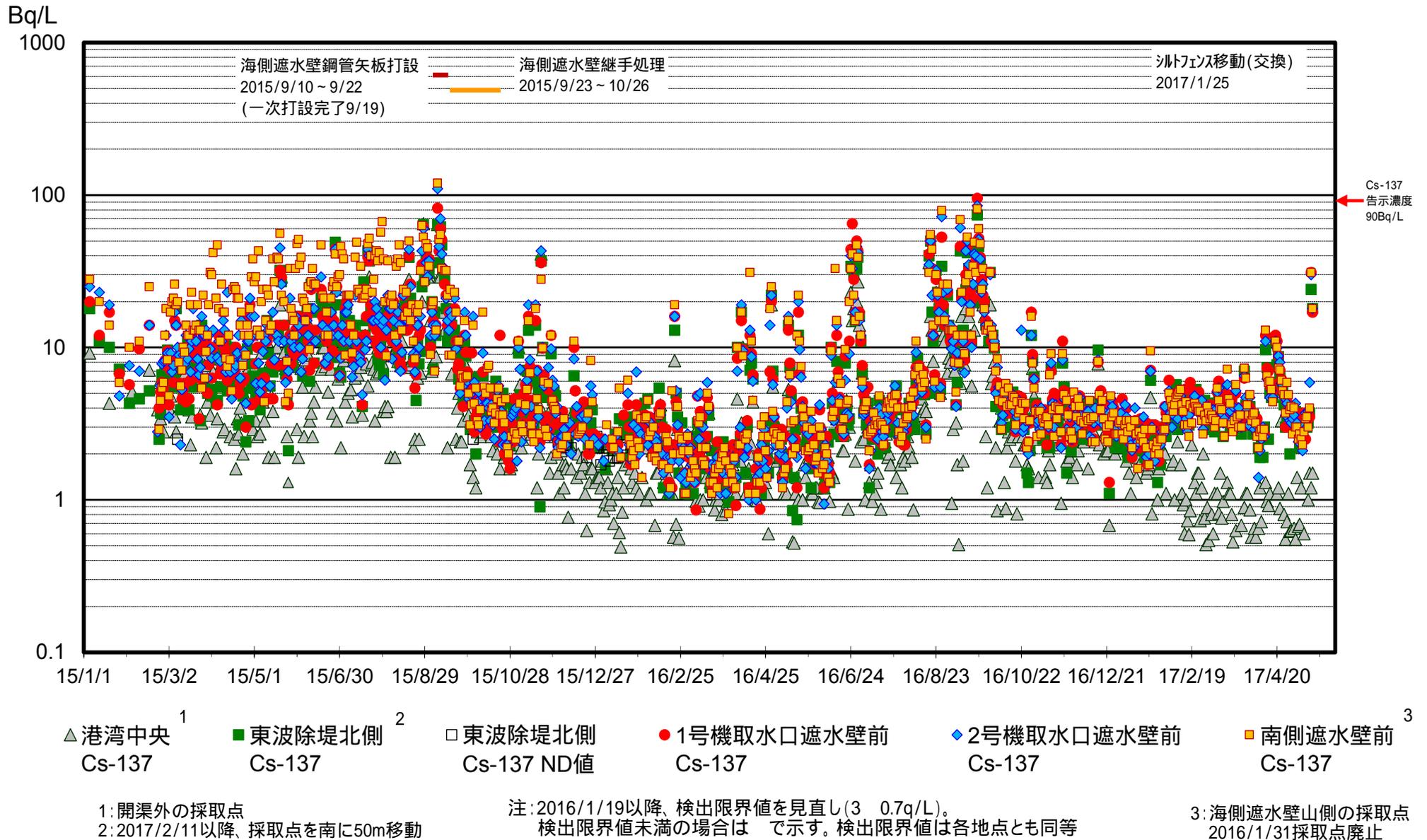
5. 港湾内のモニタリング（採水箇所）

- 港湾内のモニタリングを実施中
（2015年2月23日より1回/週→1回/日に強化）

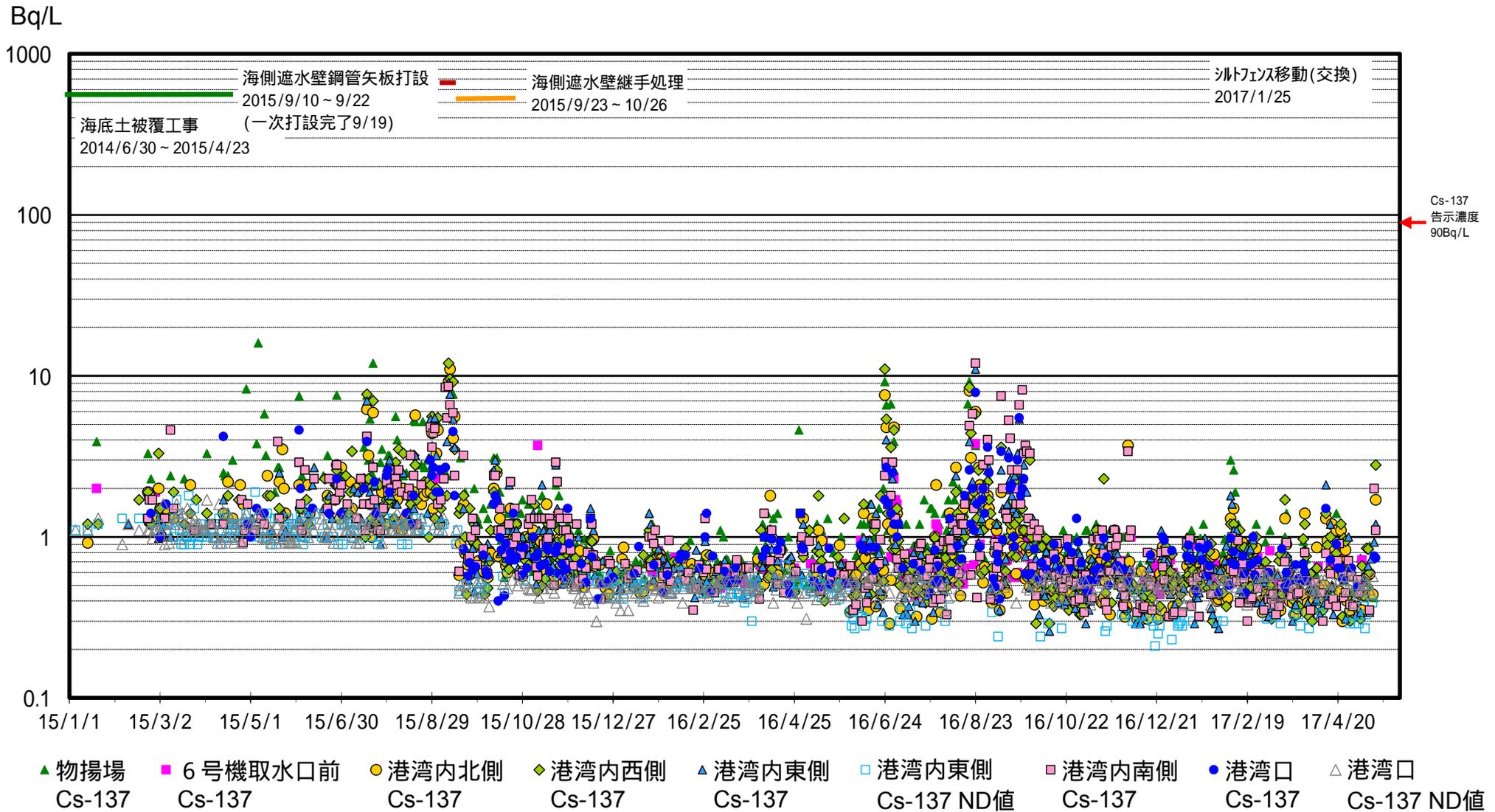


港湾内海水 採水箇所

5. 港湾内のモニタリング（取水路開渠内 Cs濃度）

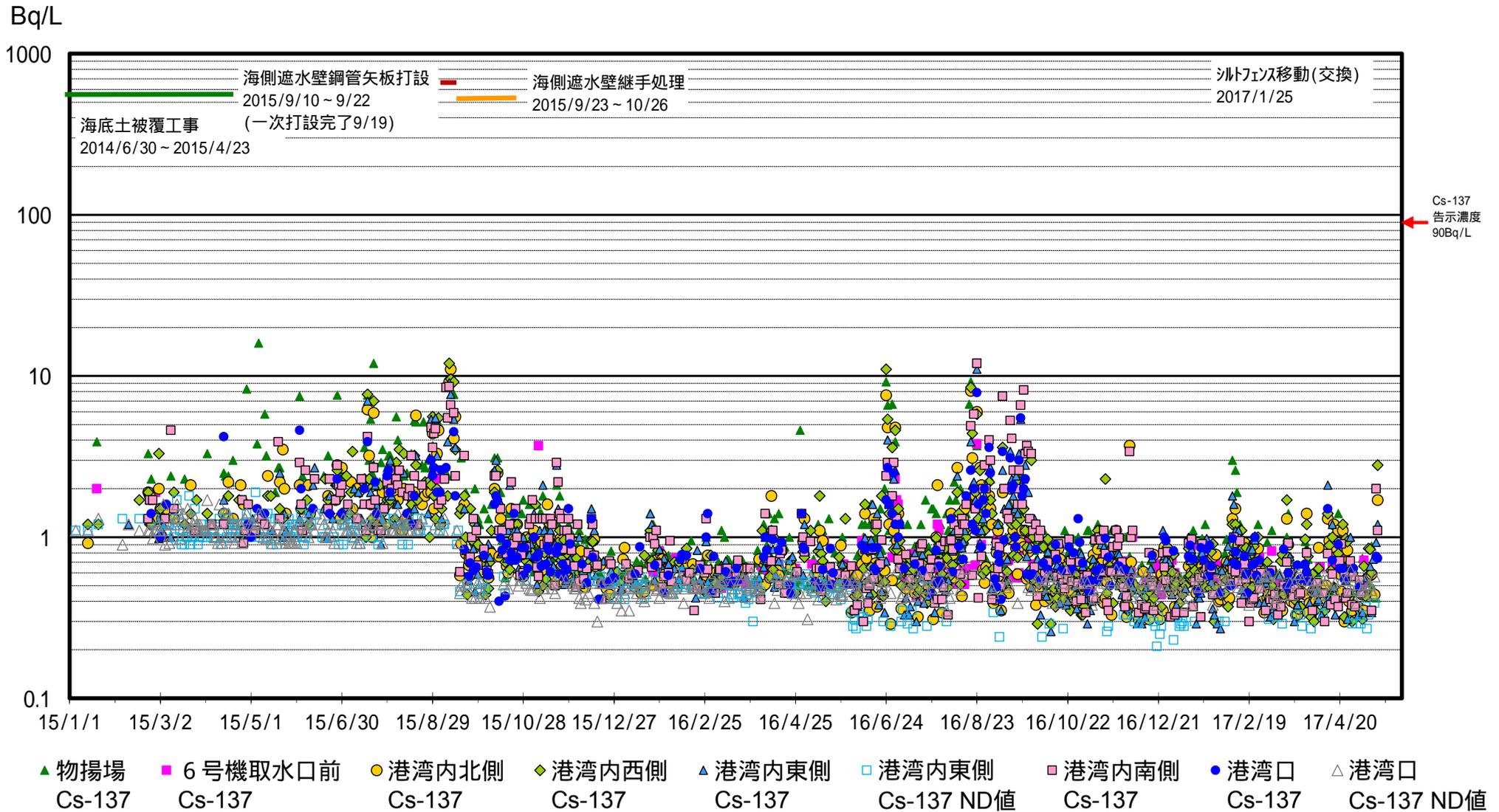


5. 港湾内のモニタリング（取水路開渠内 全β、Sr90濃度）



注：2015/9/16以降、検出限界値を見直し(1.5 → 0.7Bq/L)。
 港湾口が検出限界値未満の場合は 〇 で示す。(検出限界値は物揚場、6号機取水口前も同等)
 港湾内北側・西側・東側・南側について2016/6/1以降、検出限界値を見直し(0.7 → 0.4Bq/L)。検出限界値未満の場合は 〇 で示す。

5. 港湾内のモニタリング（取水路開渠外 Cs濃度）

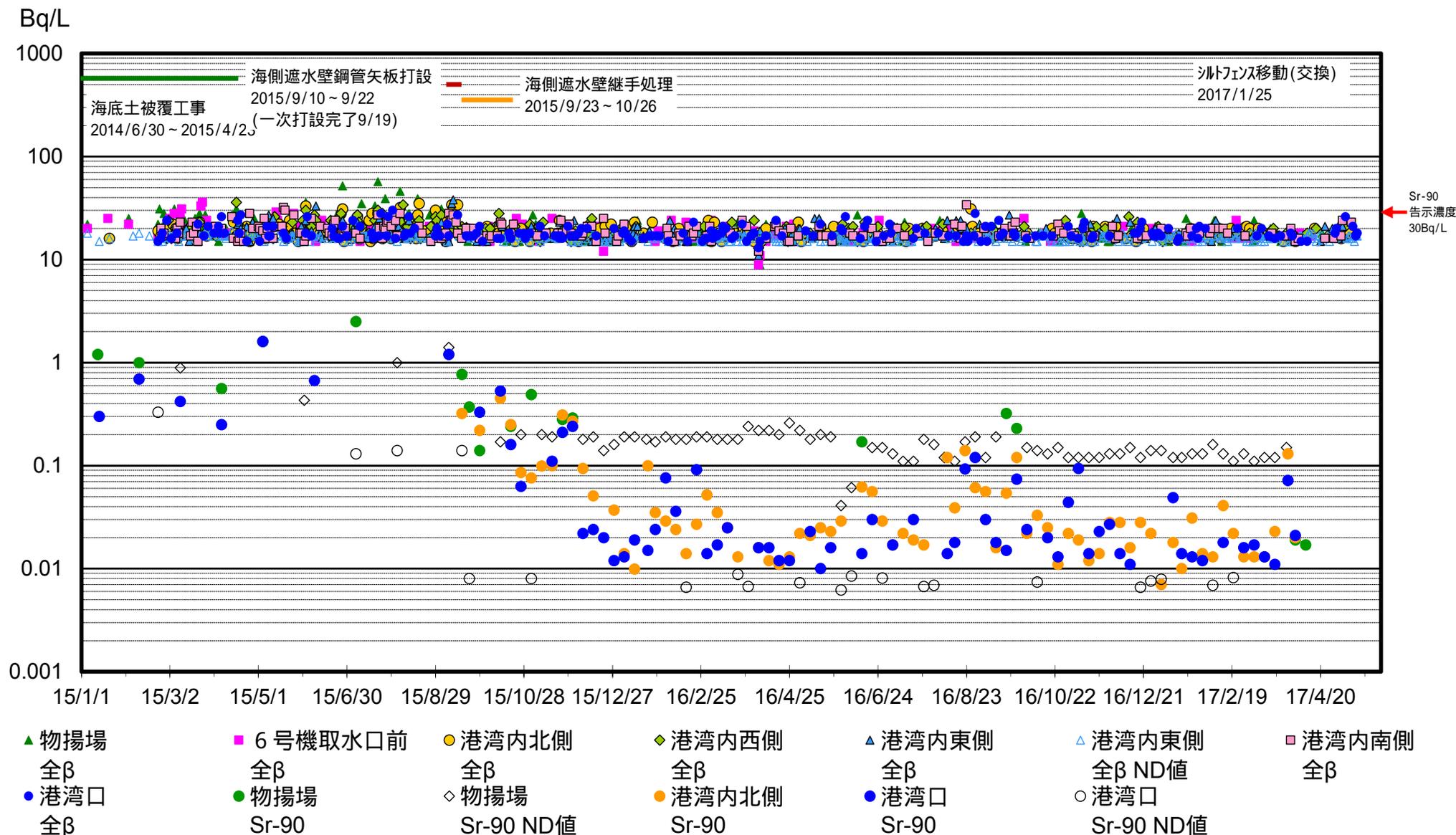


注：2015/9/16以降、検出限界値を見直し(1.5 0.7Bq/L)。

港湾口が検出限界値未満の場合は 示す。(検出限界値は物揚場、6号機取水口前も同等)

港湾内北側・西側・東側・南側について2016/6/1以降、検出限界値を見直し(0.7 0.4Bq/L)。検出限界値未満の場合は 示す。

5. 港湾内のモニタリング（取水路開渠外 全β、Sr90濃度）



注: 全βについて、検出限界値未満の場合は 示せず(検出限界値は各地点とも同じ)。
 Sr-90について、物揚場が検出限界値未満の場合は 示せず。2017/4/3以降、検出限界値を見直し(0.3 ~ 0.01Bq/L)。
 港湾口が検出限界値未満の場合は 示せず(検出限界値は港湾内北側も同じ)。