

物揚場排水路PSFモニタ放射能高警報発生について

2021年3月9日

2021年3月10日 修正

東京電力ホールディングス株式会社

- H4タンクエリアからの漏えい事象(2013年8月)に伴い、タンク汚染水漏えいを防止する対策として、B・C排水路へ側溝放射線モニタを設置した。
当該モニタの運用目的は、タンクからの汚染水※が漏えいした場合、排水路への流入有無を検知すること。
- 3号機タービン建屋への貯留水移送ホースからの漏えい事象(2015年5月)に伴い、漏えい水がK排水路へ流入したことから、各建屋・タンク・配管からの汚染水※の漏えいの検知を行うため、K排水路、A排水路、物揚場排水路にPSFモニタを設置した。

1～4号機周辺にあるK排水路は、降雨時に排水路に持ち込まれるフォールアウトの影響が大きいため、 γ 線、 $\beta + \gamma$ 線をそれぞれ測定しその差によってフォールアウトの影響を把握できる分別型PSFモニタを採用。

(運用開始)

- B・C排水路(2014年7月14日):側溝放射線モニタ(γ 線、 β 線)
- K排水路(2020年1月31日):分別型PSFモニタ(γ 線、 $\beta + \gamma$ 線)
- A排水路及び物揚場排水路(2020年3月19日):PSFモニタ($\beta + \gamma$ 線)

※:汚染水の主要核種に β 線核種のSr-90含まれる。

1. 2021/3/2の時系列

3月2日(火)

18:18 物揚場排水路に設置しているPSFモニタの高警報発生(プレ警報)
(高警報値: 1,500Bq/L)

18:35 モニタモニタリングポスト・敷地境界ダストモニタ・構内連続ダストモニタに有意な変動なし

18:45 当該PSFモニタ近傍水(貯め升入口水)のサンプリング実施
(結果; Cs-137: 16 Bq/L、全β: 890 Bq/L)

18:49 1~4号機および水処理設備プラントパラメータ異常なし

21:44 PSFモニタ高警報復帰

22:45 物揚場排水路(PSFモニタ吸込部の2~3m上流)からサンプリング実施
(結果; Cs-137: 4.4 Bq/L、全β: 60 Bq/L)

23:20 物揚場前海水のサンプリング実施
(結果; Cs-137: 0.64 Bq/L、全β: 24 Bq/L) ※通常変動値の最大と同程度

23:40 排水路電動ゲート閉止完了

0:28 物揚場排水路の排水をK2タンクエリア内堰へ移送開始

2. 分析結果

物揚場排水路PSFモニタ放射能「高ANN」発生 分析結果

単位：Bq/L

採取日	採取場所	Cs-134	Cs-137	全β	Sr-90	備考
2014/6/12	排水路	46	130	190	—	過去最高値
2021/3/1 7:50	排水路	ND (<0.66)	1.0	3.1	—	
2021/3/2 18:45	排水路モニタ近傍	ND (<0.95)	16	890	350	
2021/3/2 22:45	排水路	ND (<0.78)	4.4	60	32	
2021/3/2 23:20	物揚場前海水	ND (<0.65)	0.64	24	—	通常変動幅の 最大と同程度
2021/3/3 5:05	排水路	ND (<0.52)	2.6	23	—	
2021/3/3 12:05	排水路	ND (<0.61)	2.2	16	—	
2021/3/3 16:55	排水路	ND (<0.46)	0.83	14	—	
2021/3/4 7:40	排水路	ND (<0.48)	1.6	9.0	—	
2021/3/4 11:50	排水路	ND (<0.52)	1.3	5.7	—	
2021/3/4 16:44	排水路	ND (<0.54)	0.87	10.7	—	
2021/3/5 7:50	排水路	ND (<0.60)	0.74	ND (<3.3)	—	
2021/3/5 18:00	排水路	ND (<0.41)	1.7	5.9	—	
2021/3/6 7:10	排水路	ND (<0.51)	1.5	4.4	—	
2021/3/6 11:50	排水路	ND (<0.64)	1.9	7.1	—	
2021/3/6 16:55	排水路	ND (<0.43)	0.95	6.1	—	
2021/3/7 7:20	排水路	ND (<0.66)	0.87	ND (<3.2)	—	
2021/3/7 11:55	排水路	ND (<0.76)	1.1	5.8	—	
2021/3/7 16:53	排水路	ND (<0.50)	1.6	4.7	—	

3. 調査内容

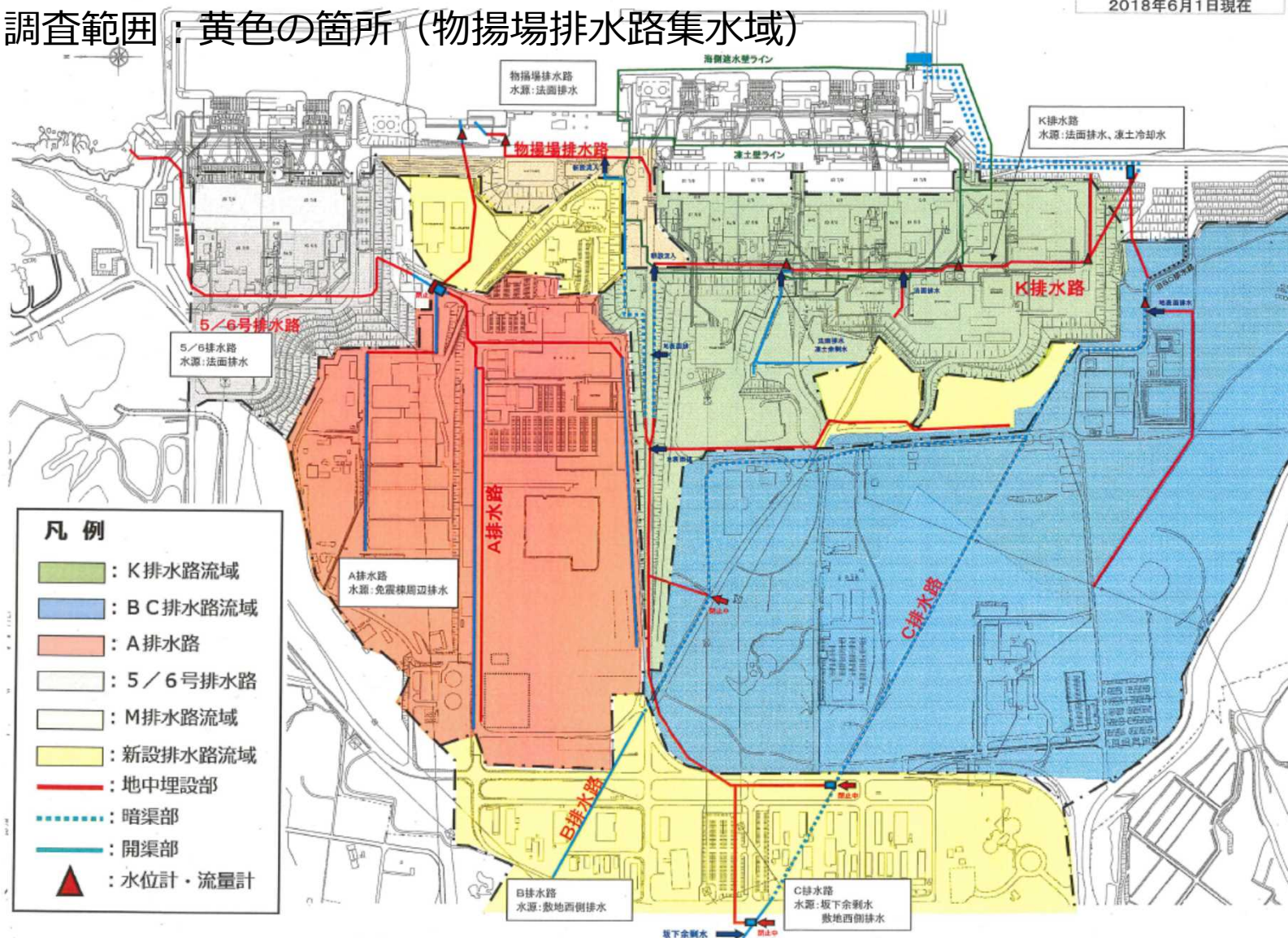
- ① 設備からの漏えい状況確認
物揚場排水路集水域内に設置されているタンク及びその他の設備(配管含む)からの漏えい確認(3月3日～4日)
- ② 流入箇所を特定するための放射能濃度調査
 - (1)物揚場排水路上流のサンプリング(流入箇所調査)
物揚場排水路への通常とは異なる水の流入の有無の確認、物揚場排水路流路ごとのサンプリング(3月3日)
 - (2)供用中の高台炉注設備バッファータンク内包水の分析
- ③ 放射能濃度上昇時の排水に関する性状確認
放射能濃度上昇時(3月2日18:45)にサンプリングした物揚場排水路水のSr-90分析
- ④ 過去の漏えい事象からの流入箇所検討

4. ①設備からの漏えい状況確認

●調査結果: タンクその他の設備からの漏えいは確認されなかった。(3月3日～4日)

調査範囲: 黄色の箇所 (物揚場排水路集水域)

2018年6月1日現在



4. ②流入箇所を特定するための放射能濃度調査結果

- 物揚場排水路上流のサンプリング結果、確認できる範囲では通常とは異なる水の流入は無かった。
- ✓ ②側溝（キャスク保管庫南側）の水の放射能濃度と、物揚場排水路水の放射能濃度が同じような傾向※であった。
※:Cs-137に比べて全βが高い傾向
- ✓ ⑤～⑦では全βとCs-137濃度が同程度であった。
- ✓ ⑧現バッファータンク内の水の全βは、物揚場排水路（3/2 18:45採取）の結果よりも低濃度であった。



(単位: Bq/L)

採取ポイント		採取日時	Cs-134	Cs-137	全β
①	側溝（キャスク保管庫の北側）	3/3 12:28	ND (<4.3)	6.4	14
②	側溝（キャスク保管庫の南側）	3/3 12:33	ND (<4.7)	ND (<4.4)	18
③	側溝（キャスク保管庫の西側）	3/6 17:10	ND (<0.66)	7.1	12
④	側溝（汐見坂下部）	3/6 17:01	ND (<0.56)	1.8	4.5
⑤	側溝（企業棟等からの雨水・地下水）	3/3 15:45	ND (<4.3)	ND (<3.9)	ND (<2.5)
⑥	側溝（旧事務本館北側）	3/3 15:50	ND (<3.5)	5.7	7.7
⑦	旧バッファータンク堰内	3/3 16:47	ND (<6.5)	240	330
⑧	現バッファータンク内の水	3/3 18:40	ND (<0.55)	3.6	180

4. ③放射能濃度上昇時の排水に関する性状確認

①3月2日18:45に物揚場排水路水のPSFモニタ水槽入口より採取した測定結果は以下の通り。

(単位: Bq/L)

核種名称	測定結果	評価値	備考
Cs-137	16		
Sr-90	350		
Y-90	—	350	放射平衡
Pb-214	15		天然核種
Bi-214	23		天然核種
全 β	890		

⇒Sr-90は放射平衡で娘核種のY-90が同量存在する。

⇒放射平衡を考慮すると全 β の放射能はほとんどがSr-90に起因するもの。

⇒放射能高警報発生は天然核種の影響ではない。

4. ④過去の漏えい事象からの流入箇所検討

過去の旧バッファータンク移送配管からの漏えい事象に起因する可能性を考え、

- ①旧バッファータンク移送配管漏えい事象時に流出した全β放射能
- ②3/2の指示値上昇時に物揚場排水路から流出した全β放射能

の放射エネルギーを比較した。

- ①過去に旧バッファータンク移送配管から漏えいした放射エネルギー※1: 2.4×10^7 Bq程度

※1: 漏えい水量(約600 L) × 全β放射能濃度(4×10^4 Bq/L程度)

- ②3/2の指示値上昇時の放射エネルギー※2: 全β放射能として 3.7×10^8 Bq程度

※2: 物揚場排水路への流出放射能は以下の仮定により見積もった

- PSFモニタの濃度上昇が14:30頃から始まるので14:30までは0 Bq/L
- 18:45 890 Bq/Lまで直線的に濃度が上昇し、22:45 0 Bq/Lまで直線的に減少すると保守的に仮定し、排水路流量と掛け合わせて放出量を計算した

- 放射エネルギーを比較した結果、旧バッファータンク移送配管の漏えい事象は今回の事象の原因とは考え難いことが分かった
⇒ **フォールアウト起因である可能性が高い**

4-2. ここまでの調査のまとめ

考えられる経路としては、次の1. が考えられる。

- 1.事故時のフォールアウトが地下へ浸透・移動し地下水として排水路へ流出
 - 2.過去に流出した汚染水が地下へ浸透・移動し地下水として排水路へ流出
(流出量評価から考えにくい)
 3. 設備からの汚染水の流出(パトロール結果から考えにくい)
- 1. について追加調査・検討を行った
排水路水中の放射性物質の性状の確認

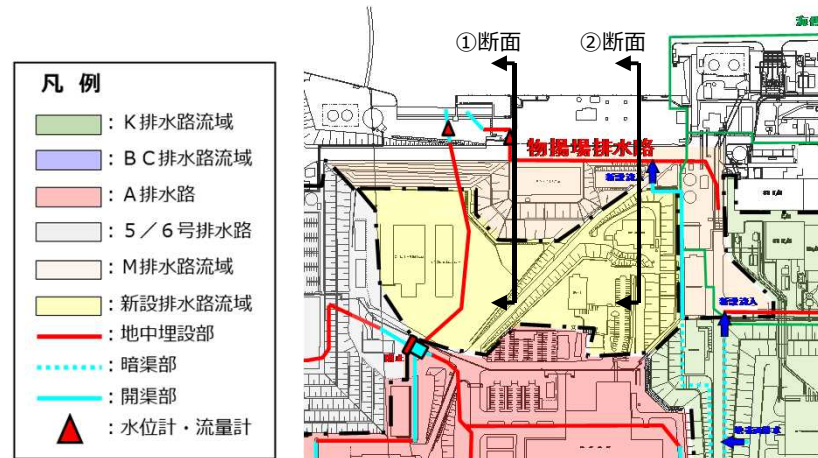
5. 排水路水中の放射性物質の性状の確認

物揚場排水路モニタ上昇時の排水サンプル(3/2 18:45採取)について、フィルタ(0.1 μ m)により粒子状物質を分離して全 β 放射能分析を実施した結果、イオン状の放射性物質が67%を占めていることを確認した。

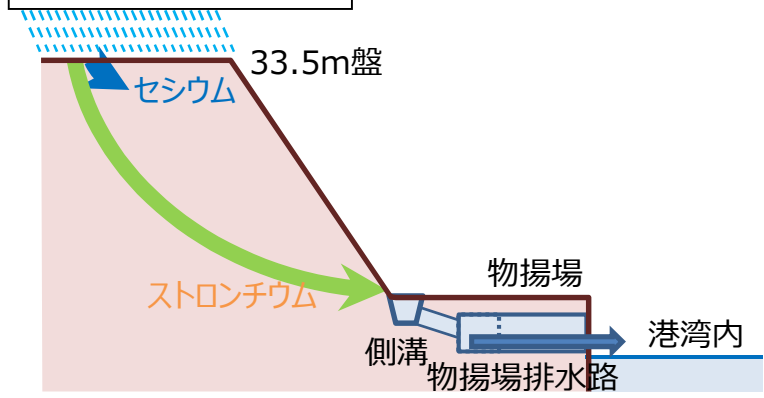
(分析日:3/7)

	粒子状+イオン状 (原水)	イオン状 (原水をフィルタろ過した水)	イオン状の割合
全 β 放射能	850 Bq/L	570 Bq/L	67%

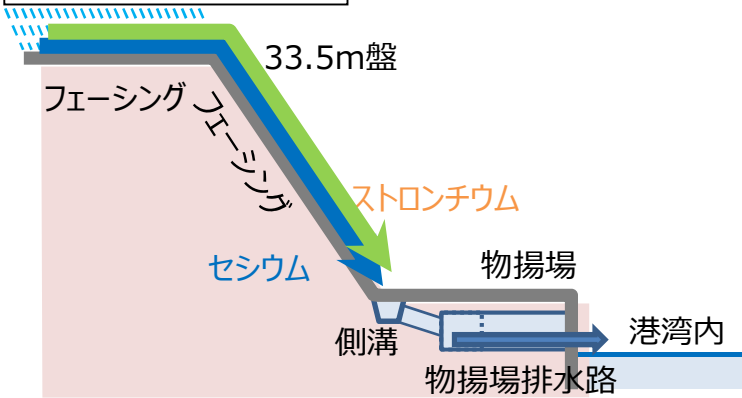
5. フォールアウトの移行経路と移行速度の違い



①断面：フェーシング無



②断面：フェーシング有



- 地中に浸透した降雨・地下水の流れにより核種が移行
- 地中でのストロンチウムの移行速度はセシウムより約20倍早い
- フェーシングにより降雨は地中に浸透せず直接側溝に流入
- ストロンチウムとセシウムは同じタイミングで排水路に流入

6. 物揚場排水路からの排水と告示濃度限度との比較

12

1. 今回の事象により放出されたSr-90の告示との比較

以下の仮定により計算し、過去3ヶ月間の平均Sr-90濃度を計算した。

- 全β放射能の値をSr-90濃度とみなした。
- 3/2 14:00～24:00の間、全β放射能は常に890 Bq/Lであると仮定した。
- 排水路流量は実測値を用いた
- 3/1 以前の全β放射能は日々のサンプリング結果を用い、1日の間濃度変化はないものとした

結果; **過去3ヶ月間の平均濃度は18 Bq/Lとなり告示濃度を下回っている**

なお実際の濃度は、Sr-90濃度が全β放射能の1/2程度であること、排水路中の濃度の上昇・下降も連続的な変化であることから、計算結果の1/4～1/2であると見込まれる

2. 降雨の都度にSr-90が上昇したと仮定した場合のSr-90の告示との比較

放射能高警報[1,500 Bq/L]でゲート閉とし、以下の仮定により検討した。

- 日降雨量が10mm/d以上で2時間にわたり排水路のSr-90濃度が上昇し750 Bq/Lに至ると仮定(全βとして1500 Bq/L想定)
- 10mm/dを観測した場合、雨量が5mm/dに低下するまでは1降雨事象とみなし、排水路閉止を継続

結果; Sr-90濃度の試算結果は25 Bq/L未満であり、告示濃度を超えなかった。

これまでの調査結果から分かったこと

- 放射能高警報が発生した直後の3月2日18:45に物揚場排水路PSFモニタの水槽入口から採取した試料で350Bq/LのSr-90が検出されたことから、今回の高警報の原因は降雨によるフォールアウトの粒子状セシウムの流入が主な原因ではない。
- 当該排水路の集水域の設備からは漏えいが確認されなかった。
- 当該排水路上流のサンプリング結果では、通常とは異なる水の流入は確認できなかった。
- 物揚場排水路集水域における過去の漏えい事象を確認した結果、今回の排水量に相当する漏えい量とは考えにくい。
- 今回の排水について3ヶ月平均値が18 Bq/Lと算出され告示濃度を満足している。

以上のことから、

Cs-137濃度上昇が小さくSr-90濃度上昇が大きいという今回の事象の原因としては、事故当初のフォールアウトが地中に浸透・移動し排水路へ至る際にCs-137よりも地中の移動が速い性質があるSr-90が先に当該排水路に流入してきたものと考えている。

7. 今後の対応方針

1. β ・ γ 弁別型PSFモニタ導入について

- ①A排水路へ仮置きしているJAEAから借用中の β ・ γ 弁別型PSFモニタを早期(1~2ヶ月程度)に物揚場排水路へ移設する。
- ② β ・ γ 弁別型PSFモニタの新規調達【設置まで約1年】

2. β ・ γ 弁別型PSFモニタの導入以降の運用

- ・ 放射能高警報(1,500 Bq/L)の発生時に β ・ γ 弁別型PSFモニタの β 線放射能濃度を漏えい有無の参考とする。
- ・ なお、交換までの間は、以下の運用とする。
 - 排水のサンプリング分析の強化(通常1回/日⇒強化中3回/日)を継続する。
 - さらに、現行モニタの放射能750Bq/Lで原因調査を開始し、上昇要因が β 線核種と確認された場合※には、ゲートを閉止するとともに、 β 線核種だと確認される前に放射能が1,500 Bq/Lとなった場合には念のためゲートを閉止する運用とする。

(※)全 β 放射能の分析結果がCs-137放射能濃度の10倍を超え、かつ全 β 放射能濃度が200Bq/L以上となった場合

3. 放射能高警報(1,500 Bq/L)の発生時には、原因調査のため、排水等の分析を実施する。

<今後の汲上水の扱いについて>

3/7 12時現在の排水路汲み上げ水量:約1800m³(1日約400m³)となっている。

実施計画 (3章3編 2.1.2.3 対象となる放射性液体廃棄物等と管理方法)には、下表のとおり、対象とする水の処理方法を規定している。

通常、排水路の水は雨水や地下水であり、放射性液体廃棄物等には該当しないが、物揚場排水路のゲートを閉めて、タンクエリアの堰内に移送した水については、③～⑤には該当しないので**滞留水として処理する(①及び②)**。

対象とする水	処理方法
①滞留水 (プロセス主建屋及び高温焼却炉建屋へ移送)	汚染水処理設備による浄化処理、 淡水化した処理済水は原子炉へ注水する循環 再利用
②汚染水処理設備の処理済水	多核種除去設備による浄化処理、処理済水は 貯蔵
③5・6号機の滞留水	浄化装置、浄化ユニット及び淡水化装置により 浄化処理を行い、構内散水
④1～4号機タービン建屋等周辺の地下水(サブドレン)、 海側遮水壁によりせき止められた地下水(地下水ドレン)	サブドレン他浄化設備による浄化処理、排水前 に主要核種を分析し、基準を満たしていること を確認した上で排水
⑤汚染水タンクエリアの堰内に貯まった雨水	雨水処理設備より浄化処理を行い、構内散水

8. タンク内堰に移送した水処理

