

3.1.4 港湾内の海水、海底土、地下水及び排水路の放射性物質の低減

3.1.4.1 現状

2, 3号機取水口からの高濃度の放射性物質を含んだ水の漏えいにより、港湾内の1~4号機取水路前面の海水中の放射性物質濃度は、Cs-137で50,000 Bq/L程度に上昇した。このため、取水口をシルトフェンスにより仕切り拡散防止を図ると共に、1~4号機取水路前面の海水中のCsを繊維状吸着材浄化装置により除去している。さらに、地下水による海洋汚染拡大を防止するために海側遮水壁等の設置も進めている。現在は、50 Bq/L程度までに低下してきている。

また、海底には放射性物質濃度の高い海底土が堆積しており、港湾内ではCs-137で5,500~190,000 Bq/kg程度(2014年2月時点)となっている。海底土の巻き上がり等に伴う拡散の影響を低減する対策として、港湾内の海底土の被覆を実施している。高濃度の汚染水が滞留している2号機及び3号機の海水配管トレンチ等については、トレンチ内の汚染水の処理、移送、止水を実施している。

1, 2号機タービン建屋東側の護岸付近の地下水において、放射性物質が告示に定める周辺監視区域外の水中の濃度限度(告示濃度)を上回る高い濃度で検出されており、港湾内海中ではSr-90濃度が告示濃度を上回っている。

排水路では、発災時のフォールアウトの影響等により、Cs-137でND(1Bq/L未満)~数百Bq/L程度の放射性物質が検出されている状況である。

3.1.4.2 基本的対応方針

港湾内の海水及び海底土については、海底土に含まれる放射性物質の拡散を防止し、港湾内の海水中の放射性物質濃度が告示濃度を下回ることを目標とする。地下水については、地下水を經由しての海洋汚染の拡大を抑制する措置を早急に講じる。さらに、地下水及び港湾内の海水についてモニタリングを継続する。

排水路については、排水路からの放射性物質の排出を抑制する措置を講じるとともに、各排水路の出口においてモニタリングを実施する。

3.1.4.3 低減対策の基本的考え方

(1) 今後の検討

1~4号機前のシルトフェンスで仕切られたエリア(取水路開渠内)では海水中の放射性物質濃度が告示濃度を上回る値となっている。汚染拡大防止という観点では、取水路開渠外や港湾外の濃度は低いレベルで推移し外洋への影響は小さくなっているものと考えられるが、告示濃度を上回るエリアが残っているため、港湾内の海水中の放射性物質のモニタリングを継続し、港湾外への影響がないことを確認する。地下水及び海水のモニタリング結果について総合的な評価を行うとともに、社外専門家による変動要因の解明や低減対策の効果等の評価・検討を行う。

(2) モニタリング

地下水の水位等のデータの分析結果より汚染された地下水が海水に漏れいしているものと推定したこと、及び排水路の放射性物質濃度が告示濃度を超過していることから、状況把握や変動要因及び低減対策の効果等の評価のために必要となるデータの採取を目的として、地下水、港湾内の海水及び排水路のモニタリングを以下の考え方により実施する。

【地下水及び港湾内海水のモニタリングの考え方】

対象エリア及びサンプリング箇所

汚染や漏れいの状況に応じて、エリア・箇所を選定する。

地下水 ・1～4号機タービン建屋東側： 汚染が確認又は想定される箇所及びその近傍、ウェルポイント等の地下水汲み上げ箇所、護岸部地盤改良体の海側等において地下水の汚染状況を監視する。

海水 ・1～4号機取水路開渠内： 当該エリアの海水中放射性物質濃度及び港湾内への影響を監視する。

・港湾内： 港湾内の濃度分布を把握する。

・港湾口、5,6号機放水口北側、南放水口付近： 海洋への影響を監視する。

基本的な分析項目及び頻度

各項目について、1回/週（Sr-90については1回/月）を原則として実施する。

γ線 1回/週： 主要なγ線放出核種（Cs-137等）の推移を把握する。

H-3 1回/週： H-3の推移を把握する。

全β 1回/週： β線放出核種の推移を把握する。

Sr-90 1回/月： Sr-90の状況を確認する。

【排水路のモニタリングの考え方】

サンプリング箇所

構内排水路（A、B・C、K、物揚場排水路）の出口付近においてサンプリングを行う。

基本的な分析項目及び頻度

γ線 毎日： 主要なγ線放出核種（Cs-137等）の推移を把握する。

H-3 1回/週： H-3の推移を把握する。

全β 毎日： β線放出核種の推移を把握する。

また、サンプリング箇所近傍にて流量を毎日計測し、放出放射エネルギーを把握する。

具体的なモニタリング計画については、サンプリング箇所について図1、図2、分析項目及び頻度について表1に示す。今後、濃度推移・現場状況等により、適宜計画の見直しを行う。

(3) 低減対策

港湾外への放射性物質の拡散防止を図るために、シルトフェンスによる取水路開渠内からの汚染拡大の抑制を維持するとともに、地下水による海洋汚染拡大を防止するために護岸付近の地盤改良、トレンチ内汚染水処理・排水及び閉塞を実施するとともに、海側遮水壁を1～4号機の既設護岸の前面に設置中である（詳細は、「Ⅱ 特定原子力施設の設計、設備 2.6 滞留水を貯留している（滞留している場合を含む）建屋」を参照）。さらに、海底土の巻き上がり等に伴う拡散の影響を低減するため、港湾内の海底土の被覆を実施している（図3参照）。また、港湾内の海水中の放射性物質濃度低減を図るために、1～4号機取水路前面において繊維状吸着材浄化装置によるCsの除去を継続する。海水中に安定元素が大量に存在するため除去が困難なSrについては、社外研究機関等の協力を得て、国内外の除去技術の調査を進め、現場適用可能な方法による除去計画について検討する。

排水路（A、B・C、K、物揚場）については、排水路上流部の現状調査を行うとともに流入する水の性状を確認し、放射性物質濃度を低減するため、敷地の計画的な除染（詳細は、「3.1.3 敷地内に飛散した放射性物質の拡散防止及び除染による線量低減」を参照）、排水路及び道路清掃の継続的な実施を行う。さらに、排水路の水の浄化対策として浄化材等の設置を行う。また、汚染の性状に応じた拡散抑制措置としてK排水路の港湾内への付け替えを検討する。（排水路における低減対策の考え方を下記に記す）

低減対策の実施にあたっては、地下水、港湾内の海水及び排水路のモニタリング結果等から対策の効果の評価を行う。

【排水路における低減対策の考え方】

① 上流部の現状調査

各排水路において、上流部から流入する水をサンプリングし、濃度及び性状（イオン状、粒子状）について分析し、清掃や浄化対策の立案に資する。

② 敷地の除染

作業員の線量低減のために敷地の除染を実施する（詳細は「3.1.3 敷地内に飛散した放射性物質の拡散防止及び除染による線量低減」を参照）。

③ 排水路の清掃

土砂堆積状況を調査し、効果的な清掃計画を立案し実施する。また、異常気象等による堆積状況の変化が想定される場合や排水口付近における定期的な放射能濃度分析の結果、高濃度の状況が確認された場合には、臨時調査を実施し、必要に応じて排水路等の清掃を行うことを検討する。なお、清掃時期は、道路清掃による再汚染を防ぐため、道路清掃後に実施することを基本とする。

④道路の清掃

土砂堆積状況を調査し、効果的な清掃計画を立案し実施する。また、交通等により堆積状況の変化が想定される場合は、臨時調査を実施し必要に応じて道路の清掃を行うことを検討する。

⑤浄化対策

排水路にゼオライト等の吸着材を設置する。また、性状（イオン状、粒子状）を踏まえた浄化対策を検討し、必要により追加対策を行う。

⑥拡散抑制措置

K排水路は、港湾内へ付け替えるための排水路を設置し、その後、排水の切り替えを行う（排水の切り替えまでは、排水路内に現状で設置可能な位置に暫定的な仮設ポンプを設置し、そのポンプ能力の範囲内で港湾内へ排水を行う。なお、ポンプ稼働状況の監視を併せて行う）。

「排水路低減対策の工程」

低減対策	2015年度			
	1Q	2Q	3Q	4Q
上流部の現状調査	■			
排水路の清掃 ^{※1}			■	■
道路の清掃 ^{※1}		■	■	
浄化対策	■			
拡散抑制対策 ^{※2}	■	■	■	■

※1 2015年度以降も必要により継続実施

※2 (K排水路)2015年度末を目途に付替用の排水路を設置後、排水の切替を実施

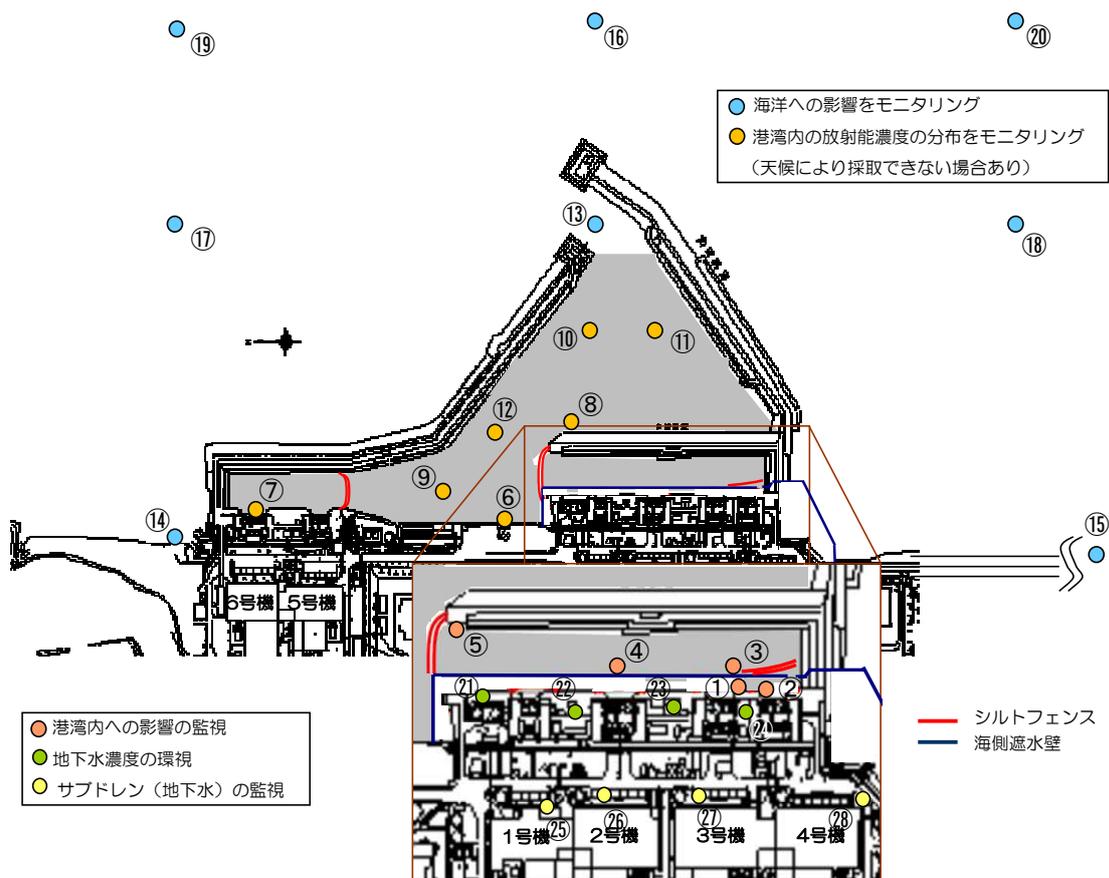


図1 地下水及び港湾内外海水のモニタリング計画 (サンプリング箇所)

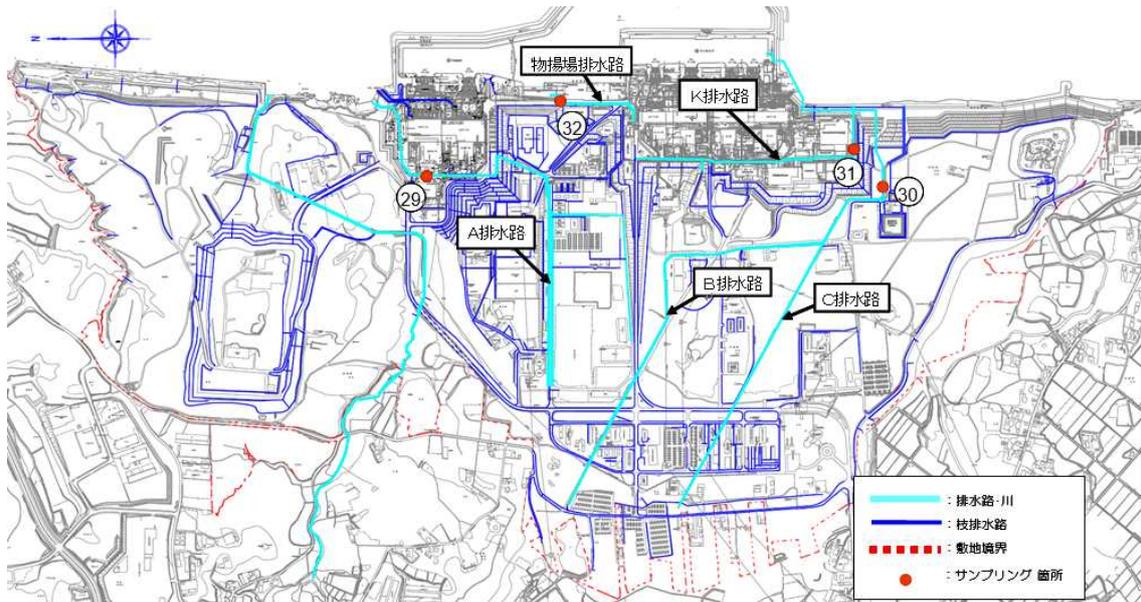


図2 排水路のモニタリング計画（サンプリング箇所）

表1 地下水及び港湾内外海水のモニタリング計画（分析項目，頻度）

エリア	サンプリング箇所		分析項目，頻度			
			γ線	H-3	全β	Sr-90
1～4号機 取水口付近	①	3,4号機取水口間 ^{※1}	1回/週	1回/週	1回/週	1回/月
	②	4号機シルトフェンス内側 ^{※1}	毎日	1回/週	1回/週	1回/月
	③	1～4号機取水口内南側(遮水壁前)	1回/週	1回/週	1回/週	—
	④	2号機取水口(遮水壁前)				
	⑤	1～4号機取水口内北側(東波除堤北側)	毎日	1回/週	1回/週	1回/月
港湾内	⑥	物揚場	毎日	1回/週	1回/週	1回/月
	⑦	6号機取水口前	1回/週	1回/週	1回/週	—
	⑧	港湾中央				
	⑨	港湾内北側				
	⑩	港湾内東側				
	⑪	港湾内南側				
	⑫	港湾内西側				
⑬	港湾口	1回/週	1回/週	1回/週	1回/月	
南北放水口 付近	⑭	5,6号機放水口北側 ^{※2}	毎日	1回/週	1回/週	1回/月
	⑮	南放水口付近 ^{※2}	毎日	1回/週	毎日	1回/月
	⑯	港湾口東側	1回/週	1回/週	1回/週	—
	⑰	北防波堤北側				
	⑱	南防波堤南側				
	⑲	港湾口北東側				
⑳	港湾口南東側					
陸域 (1～4号機 タービン 建屋海側)	㉑	地下水観測孔 No. 0-1 (追加ボーリング含む)	1回/週 ^{※3}	1回/週 ^{※3}	1回/週 ^{※3}	1回/月 ^{※3}
	㉒	地下水観測孔 No. 1 (追加ボーリング含む)	2回/週 ^{※3※4}	2回/週 ^{※3※4}	2回/週 ^{※3※4}	1回/月 ^{※3}
	㉓	地下水観測孔 No. 2 (追加ボーリング含む)	2回/週 ^{※3※4}	2回/週 ^{※3※4}	2回/週 ^{※3※4}	1回/月 ^{※3}
	㉔	地下水観測孔 No. 3 (追加ボーリング含む)	1回/週 ^{※3}	1回/週 ^{※3}	1回/週 ^{※3}	1回/月 ^{※3}
	㉕	1号機サブドレン	3回/週	2回/年	2回/年	2回/年
	㉖	2号機サブドレン	3回/週	1回/月	1回/月	1回/月

	㉗	3号機サブドレン	3回/週	2回/年	2回/年	2回/年
	㉘	4号機サブドレン				
排水路	㉙	A排水路出口付近 ^{※5}	毎日	1回/週	毎日	—
	㉚	B・C排水路出口付近 ^{※5}				
	㉛	K排水路出口付近 ^{※5}				
	㉜	物揚場排水路出口付近 ^{※5}				

天候により採取できない場合あり。

※1 海側遮水壁工事の進捗により廃止予定

※2 記載の分析項目及び頻度に加え、Pu-238, Pu-239+Pu-240を1回/月測定する。

※3 監視を継続する観測孔について実施する(Sr-90は、初回採取分のみとする場合あり)。

※4 3回/週, 1回/週, 1回/月とする場合あり。

※5 サンプリング箇所付近にて流量の計測を毎日行う。

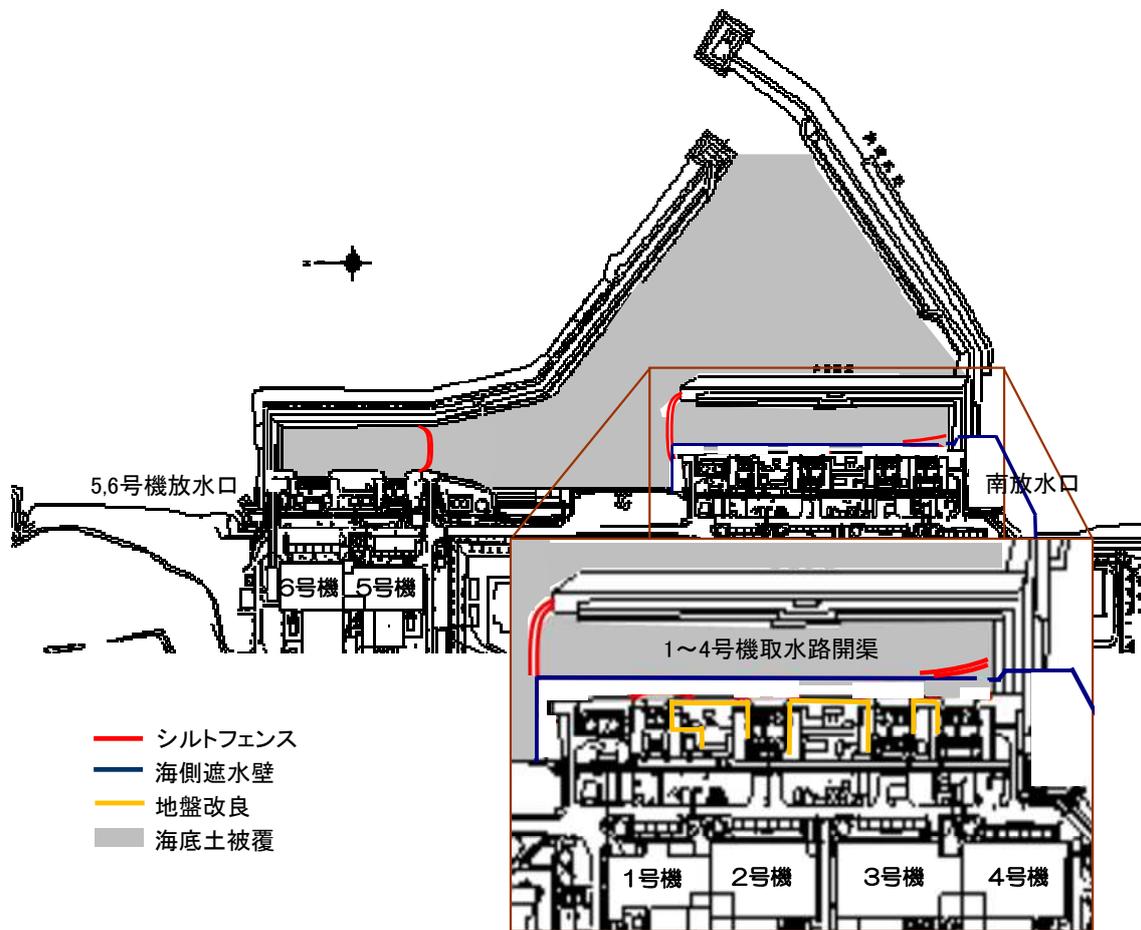


図3 港湾内の海水，海底土及び地下水の放射性物質の低減対策