

福島第一原子力発電所 港湾魚類対策の取り組みについて

(東波除堤魚類移動防止網本設化工事等の進捗,1-4号機取水路開渠内海底再被覆工事の開始等)

- 当社は、港湾内のセシウム濃度の高い魚類が港湾外に移動することを防止するため、これまで、以下の重層的な港湾魚類対策を実施してきました。
 - ① 港湾の環境改善：港湾内の海底土被覆、港湾に流れ込むセシウムの低減(フェーシング等)
 - ② 魚類移動防止・捕獲：港湾内に移動防止網、刺網等を設置し、魚類の移動の防止、捕獲を実施
 - ③ モニタリング：港湾内で捕獲した魚類のセシウム濃度を測定し傾向を確認
 - これらに加え、以下の対策を実施しています。
 - ① 港湾の環境改善として、ガレキ撤去やフェーシング等の対策に計画的に取り組むことで、1-4号機取水路開渠内の海水中セシウム濃度が1ベクレル/ℓを下回ることを目指すことに加え、堆積土砂のサンプリングを実施し、対策を検討するとともに、2023年1月、K排水路排水口にシルトフェンスを設置しました。
 - ② 魚類移動防止・捕獲として、2022年2月のクロソイの出荷停止を踏まえ、刺網等による移動防止と捕獲を強化していますが、追加対策として、東波除堤の魚類移動防止網を、鋼管杭と高耐久網(ポリエステルモノフィラメント製)に変更(本設化)するとともに、1-4号機取水路開渠周辺を囲むように設置する工事等を、7月26日から開始しています。引き続き、港湾口における魚類移動防止対策(水中音による対策等)についても、検討していきます。
- <[2022年9月27日\(2023年6月5日一部追記・更新\)](#),[2023年6月26日](#),[7月24日](#)お知らせ済み>

- 7月26日に開始した、東波除堤魚類移動防止網の本設化工事について、鋼管杭設置が9月27日までに完了しており、現在、高耐久網の設置に向けた付随工事を進めています。また、1-4号機取水路開渠出口の魚類移動防止網の網目の微細化(5cm角→2cm角)については、9月1日までに完了しています。
- 6月26日にお知らせした対策のうち、「同開渠内の海底再被覆」工事について、準備が整ったことから、10月16日から天候等を踏まえたうえで開始する予定です。
- なお、当該工事の開始にあたり、事前に実施した「同開渠内の海底付近の海水濃度調査」において、海水・海底土のセシウム137濃度はこれまでの分析結果と傾向が変わらない一方で、間隙水(海底土に含まれる海水)においては、海水と比較し1桁高いセシウム137濃度を確認しています。
- 引き続き、港湾の環境改善等を含めた港湾魚類対策に努めてまいります。

1. 港湾魚類対策の進捗状況

- 1-4号機取水路開渠周辺からの魚類の移動防止を強化するため、東波除堤付近に設置している魚類移動防止網を、鋼管杭と高耐久網(強度が高く腐食に強いポリエステルモノフィラメント製)に変更するとともに、同開渠出口周辺を囲むように延長する本設化(リプレイス)工事を7月26日から開始しています。
 - 鋼管杭の設置は**9月27日までに完了**しています。
 - 現在、高耐久網を鋼管杭へ設置するための付随工事(取付け部材の設置等)を、天候等を踏まえながら安全を最優先に進めています。
- また、魚類移動防止機能の更なる強化として同開渠出口の魚類移動防止網の網目の微細化(5cm角→2cm角)についても、7月31日から工事を開始しており、**9月1日までに完了**しています。

対策		2023年度									
		7	8	9	10	11	12	1	2	3	
東波除堤 魚類移動 防止網 本設化 (リプレイス)	鋼管杭設置	準備	▽7月26日開始		▲9月27日完了						
	網設置	準備		▽10月5日_網設置関連付随工事開始							
1-4号機取水路開渠出口 本設(金属製)魚類移動 防止網 網目の微細化		準備	▽7月31日開始		▲9月1日完了						

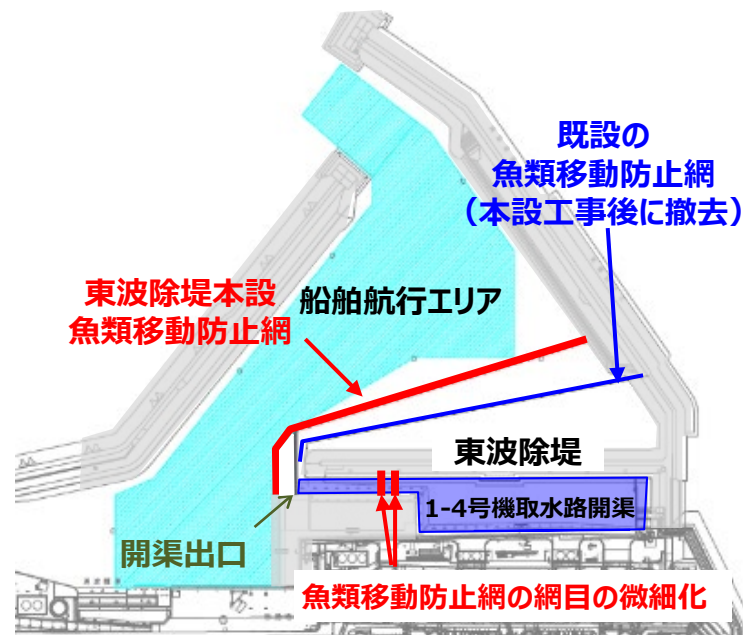


図1.魚類移動防止網設置エリア

2-1. 港湾環境改善のための1-4号機取水路開渠内の海底再被覆工事の開始

- 港湾の環境改善のため、1-4号機取水路開渠内の海底再被覆工事を実施する予定としており、準備が整ったことから、**10月16日から開始予定**です。
- 堆積層の巻きあがり抑制のため、先ず覆砂の少量施工を実施し、その後段階的に本格施工を実施します。(1層目：覆砂 約30～50cm、2層目：覆土 約20cm)
- 2024年度上期中の再被覆完了を目指し、天候等を踏まえながら安全を最優先に工事を進めてまいります。

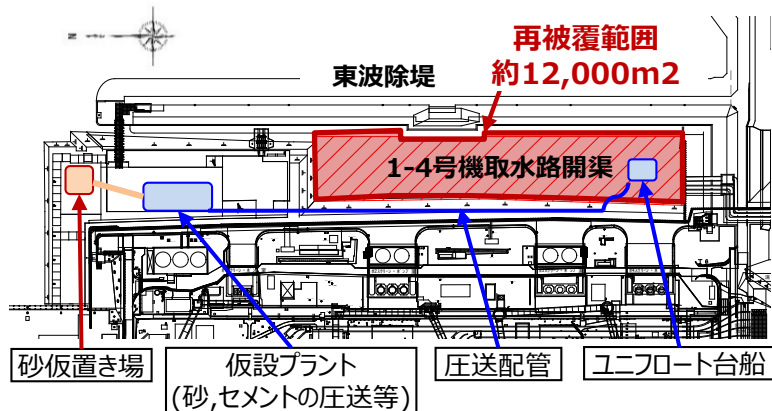


図2.再被覆工事概要図



図3.ユニフロート台船による覆砂工事

ユニフロート台船は、陸上から運び込み、1-4号機取水路開渠内で組み立てを行います。

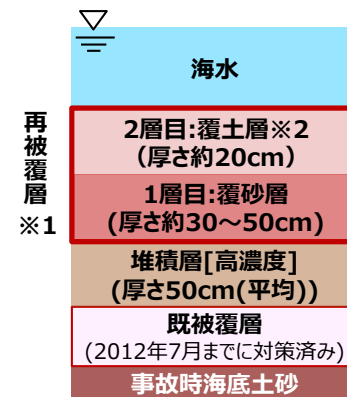


図4.層構成詳細

※1 再被覆層の詳細仕様は工事状況等を踏まえて柔軟に調整

※2 土とセメントの改良材による被覆

実施内容	2023年度		2024年度
	9月	10月	上期
準備作業	▼9月7日 取水路開渠内シルトフェンス追設/延長変更 ▼9月11日～ユニフロート台船組立/仮設プラント等設置		
海底再被覆			▼10月16日(予定)～覆砂少量施工 ▼本格施工(覆砂/覆土)

2-2. 港湾環境改善のための1-4号機取水路開渠内の海底再被覆工事における拡散抑制対策

- 1-4号機取水路開渠内においては、港湾への放射性物質の拡散抑制を目的にK排水路側[②]及び開渠中央[③]シルトフェンスを設置しています。(図5参照)
- 海底再被覆工事にあたっては、K排水路側[②]と開渠中央[③]が支障となるため、一時的に取り外す必要がありますが、以下図5,6の拡散抑制対策を実施します。
- これらの**拡散抑制対策を重層的に実施**することにより、同開渠内からの**放射性物質の拡散を抑制しながら工事**を進めます。

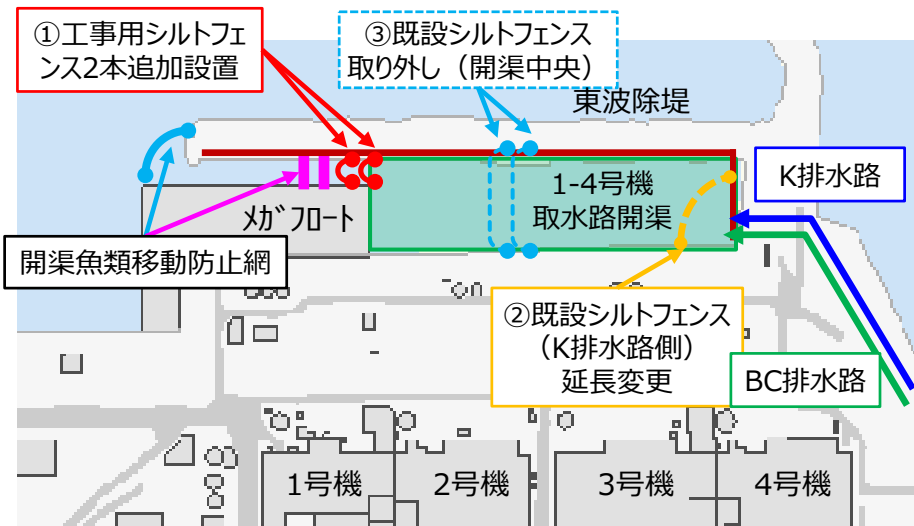


図5. 拡散抑制対策(再被覆中のシルトフェンス運用図)

- 工事用シルトフェンス[①]を同開渠出口部に設置します(9月7日 設置完了)
- 既設シルトフェンス(K排水路側)[②]の長さを100mから60mに変更します。(9月7日 変更完了)
- 既設シルトフェンス[②][③]を再被覆工事の進捗に応じ取り外します。(以上,図5参照)
- さらに、ユニポート台船による覆砂時は、堆積層の巻きあがりに備えて、覆砂投入範囲を予めシルトフェンス(汚濁防止柵)で囲います。(図6参照)

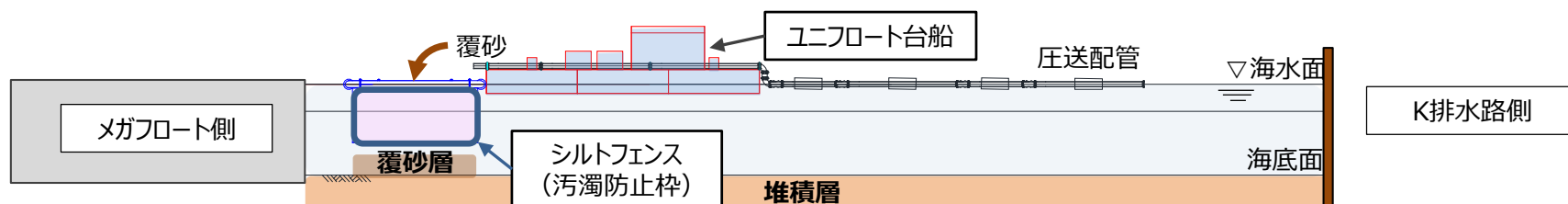


図6. 拡散抑制対策(覆砂中のシルトフェンス設置イメージ図)

3-1. 1-4号機取水路開渠内の海底付近の海水濃度調査

- 5月18日に1-4号機取水路開渠内で捕獲されたセシウム137濃度の高い魚類に関連して海水、海底土の調査を実施しました。
- セシウム137濃度の高い海底土からの影響を確認するため、海面付近、海底付近の海水及び海底土のサンプリングを行い、セシウム137濃度を分析するとともに、海底土については、海底土に含まれる海水(間隙水)を遠心分離器により抽出してセシウム137濃度の分析を実施しました。(図7参照)
- 調査は、同開渠内のK排水路排水口に近い南側(A)と、中央(B)・北側(C)の3箇所で行いました。(図8参照)

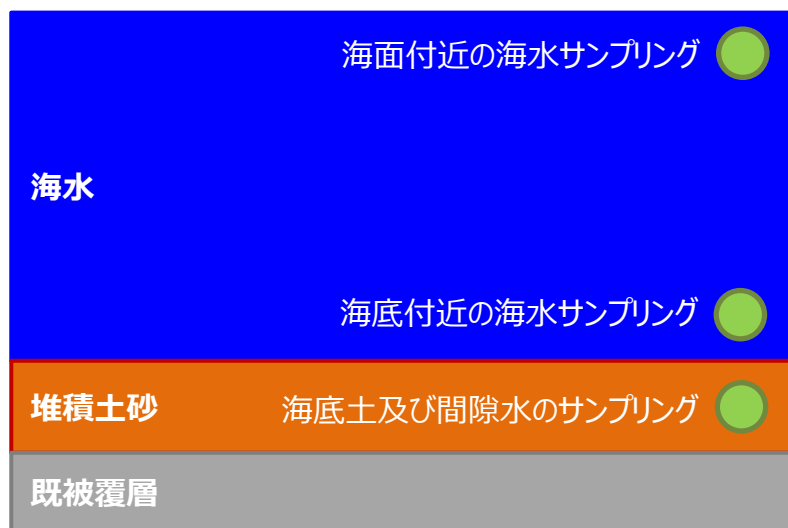


図7. サンプリング調査箇所

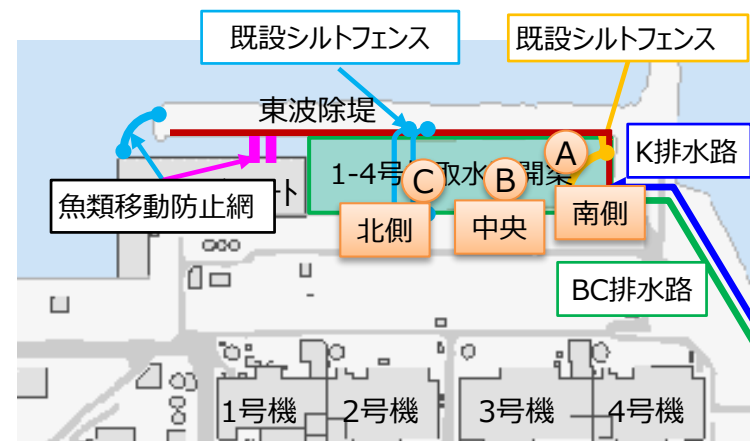


図8. 調査位置図

- 同開渠は、開渠出口付近に設置されている金属製の魚類移動防止網の内側であり、魚類が開渠から出ることは無い。

3-2. 1-4号機取水路開渠内の海底付近の海水濃度調査結果

- 海面付近の海水のセシウム137濃度は、中央・北側は同程度(2.7~2.8 $\mu\text{C}/\text{L}$)であり、南側がやや高め(8.2 $\mu\text{C}/\text{L}$)でした。南側がやや高めとなっている原因は、K排水路の排水口に近いためと考えており、調査当日の定例モニタリングにおけるK排水路分析結果(7.4 $\mu\text{C}/\text{L}$)と同程度でした。
- 海底付近の海水のセシウム137濃度は、場所によって大きな違いは見られず、海面付近より低め(2.0~2.5 $\mu\text{C}/\text{L}$)でした。今回の調査では、海底土からの直接の影響は確認されませんでした。
- 海底土から抽出した間隙水のセシウム137濃度は、海面・海底付近より1桁高く(16~46 $\mu\text{C}/\text{L}$)、定例モニタリングにおける開渠内海面付近の海水の年間平均濃度(5.3 $\mu\text{C}/\text{L}$)に比べても高い濃度でした。また、海底土は38,000~120,000($\mu\text{C}/\text{kg}$)であり、海底土と間隙水のセシウム137濃度の比(分配係数)は、1,100~7,500(L/kg)でした。

1-4号機取水路開渠内の分析結果(調査日：9月1日)

調査対象	分析項目	単位	北側	中央	南側	備考
海水(海面)	セシウム137	$\mu\text{C}/\text{L}$	2.8	2.7	8.2	南側は調査当日のK排水路分析結果(7.4 $\mu\text{C}/\text{L}$)と同程度
海水(海底)			2.3	2.0	2.5	
間隙水			31	46	16	
海底土		$\mu\text{C}/\text{kg}$	38,000	51,000	120,000	1月の調査(36,000~130,000)と同程度
分配係数 (海底土濃度/間隙水濃度)		L/kg	1,200	1,100	7,500	

* : 生物が体内に取り込むセシウムは、主に水に溶けたセシウムであることから、海水・間隙水については、ろ過後の水を分析

福島第一原子力発電所 港湾魚類対策の取り組みについて

- 当社は、港湾内のセシウム濃度の高い魚類が港湾外に移動することを防止するため、これまで、港湾の環境改善、魚類移動防止・捕獲およびモニタリングなど重層的な港湾の魚類対策を実施してきました。
- これらに加え、今後、以下の対策を実施していきます。
 - ① 港湾の環境改善として、ガレキ撤去やフェーシングなどの対策に計画的に取り組むことで、1-4号機取水路開渠内の海水中セシウム濃度が1ベクレル/ℓを下回ることを目指すことに加え、堆積土砂のサンプリングを実施し、対策を検討するとともに、K排水路排水口にシルトフェンスを設置します。
 - ② 魚類移動防止・捕獲として、2022年2月のクロソイの出荷停止を踏まえ、刺網等による移動防止と捕獲を強化していますが、追加対策として、東波除堤の魚類移動防止網を、鋼管杭と高耐久性のポリエステルモノフィラメント製の網に変更（本設化）するとともに、1-4号機取水路開渠周辺を囲むように設置します。また、港湾口における魚類移動防止対策（水中音による対策等）についても、引き続き検討していきます。
 - ③ なお、モニタリングについては継続的に実施し、港湾の海水濃度と魚の状況の確認していきます。

[＜2022年9月27日お知らせ済み\(2023年6月5日一部追記・更新\)＞](#)

- 上述の追加対策のうち、「東波除堤の魚類移動防止網本設化工事」について、設計・資材調達等、準備が整ったことから、2023年内の運用開始を目指し、7月から工事が開始できるよう準備を進めています。
- また、1-4号機取水路開渠内の堆積土砂のサンプリング結果、ならびに5月18日に1-4号機取水路開渠内で捕獲したクロソイから高い濃度のセシウムが検出されたことを踏まえ、調査や港湾魚類対策の更なる強化、具体的には「1-4号機取水路開渠内の海底付近の海水濃度調査」「1-4号機取水路開渠内の海底再被覆」「1-4号機取水路開渠出口の本設魚類移動防止網の網目の微細化」および「港湾全体の環境改善の検討」を実施することとしました。
- 引き続き、港湾の環境改善などを含めた港湾魚類対策に努めてまいります。

1. 東波除堤の魚類移動防止網本設化工事について

- 1-4号機取水路開渠周辺からの魚類の移動防止を強化するため、東波除堤付近に設置している魚類移動防止網を、鋼管杭と強度が高く腐食に強いポリエステルモノフィラメント製に変更するとともに、1-4号機取水路開渠出口周辺を囲むように延長し、本設化します。(既設の魚類移動防止網は撤去します)
- 魚類移動防止網の設置範囲は、船舶の航行安全ルートを確認した上で、1-4号機取水路開渠出口を含めて最大限広い範囲を囲むように設置します。網の設置高さは海水面から海底までの全水深とし、網の目合いは約4cmの小さいものを採用します。
- 海水による腐食や高波浪による破損、海洋生物の付着による沈降等、網は経年的な機能低下があることから、鋼管杭と高耐久網で構成する構造を採用します。
- **7月から工事が開始できるよう準備を進めています。年内の運用開始を目指します。**
- 工事中は、現在の魚類移動防止網を残すとともに、港湾口の刺網の維持や防波堤付近へのカゴ網の追加設置など、魚類移動防止に努めます。

表1.東波除堤魚類移動防止網本設化工事の内容

主な工事内容	工事形態
①鋼管杭設置 杭径1,000mm 長さ18.0m×6本	杭打ち船による打設
②鋼管杭設置 杭径900mm 長さ17.4m×20本	
③高耐久網用取付ガイドの設置 54箇所	潜水作業による水中溶接
④高耐久網用ワイヤーの取付 長さ20m×杭間27箇所	起重機船による揚重作業
⑤高耐久網の取付 幅20m×高さ9m×27枚	起重機船による揚重作業 潜水作業を並行して実施

※工事詳細は次ページ以降参照

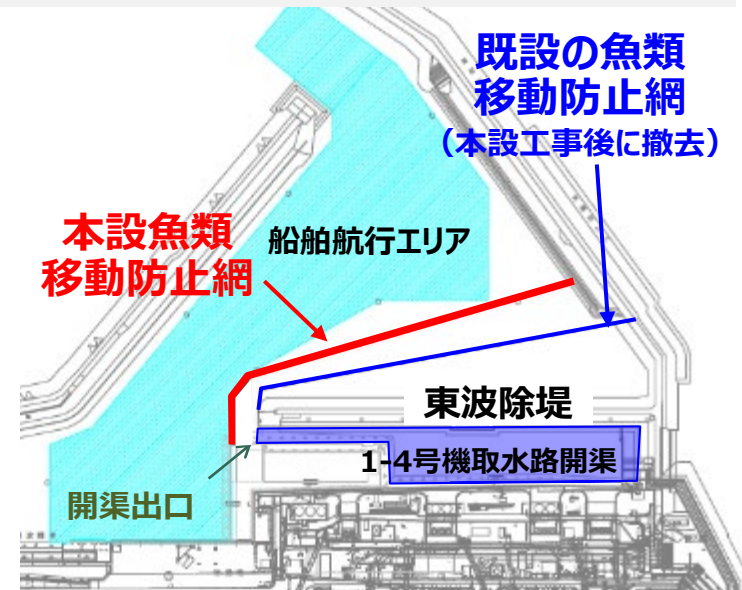


図1.魚類移動防止網設置エリア

【参考】本設魚類移動防止網（鋼管杭設置/高耐久網取付）

【鋼管杭設置】

- 高耐久網の取付支持材となる鋼管杭を50t級杭打ち船で、東波除堤前面海域に20m間隔で設置します。
- 工事中海水の濁りの拡散を防止するため、鋼管杭にあらかじめ汚濁防止設備を設置して打設します。
- 鋼管杭設置後、高耐久網用の取付ガイドを潜水作業で溶接します。

【高耐久網取付】

- 高耐久網取付用ワイヤーを250t吊級の起重機船で吊りながら鋼管杭間毎に設置します。
- 高耐久網を起重機船で吊りながら潜水土にて固縛します。
- 工事期間中は、港湾口の刺網を維持するとともに、防波堤沿いのカゴ網を追加します。

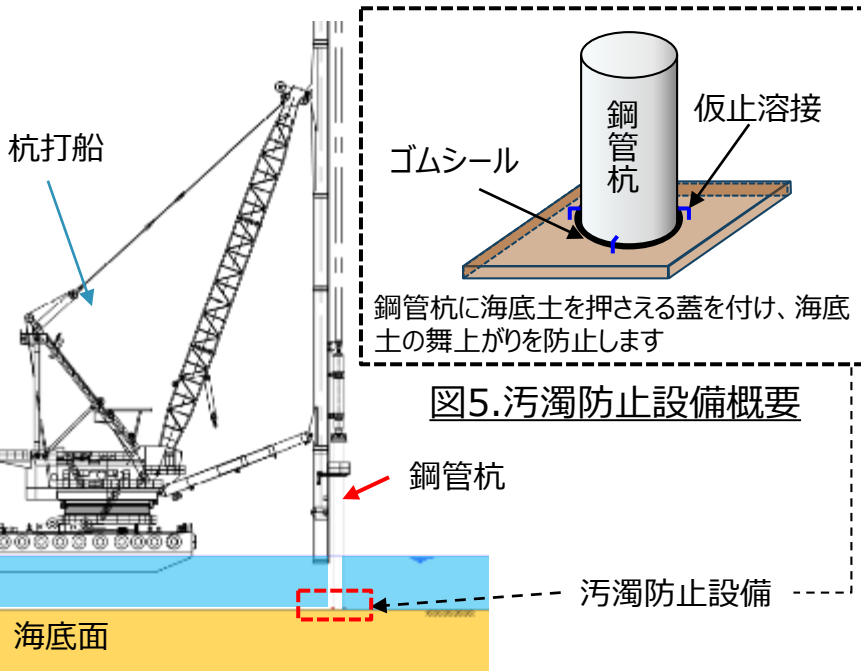


図4. 鋼管杭設置方法

図5. 汚濁防止設備概要

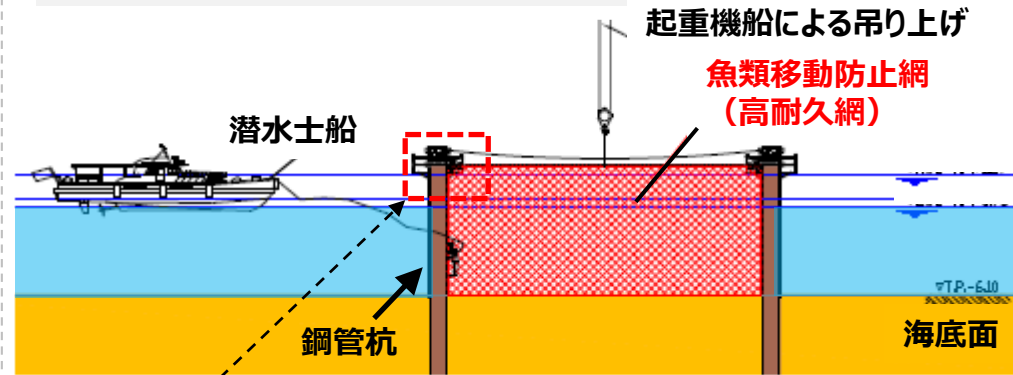


図6. 高耐久網取付方法

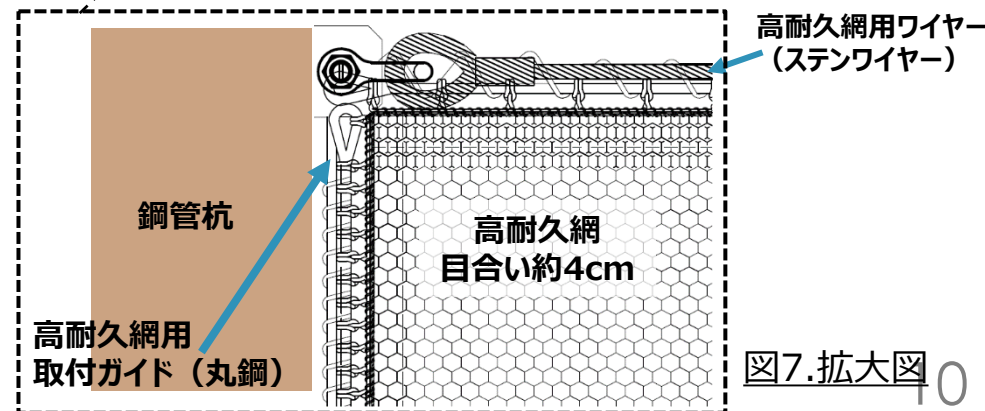


図7. 拡大図

2-1. 1-4号機取水路開渠内の海底付近の海水濃度調査

- 5月18日に、1-4号機取水路開渠内で捕獲されたクロソイは、セシウム137濃度が18,000ベクレル/kgと高い濃度でした。
- 毎日実施している1-4号機取水路開渠南側の海水サンプリングにおける、海面付近の海水中セシウム137濃度は、2022年度は平均約5ベクレル/lであり、魚類におけるセシウムの濃縮係数が100((ベクレル/kg)/(ベクレル/l))とされている知見からは説明が難しい濃度でした。
- 開渠内の海底土が、10万ベクレル/kgを超えていることを確認しており、海底付近や海底土に含まれる海水（間隙水）については、海水サンプリングで採取している海表面の海水より高い濃度の可能性も考えられることから、**クロソイ捕獲場所付近で海底付近の海水、海底土及び海底土中の海水濃度の調査を行います。**

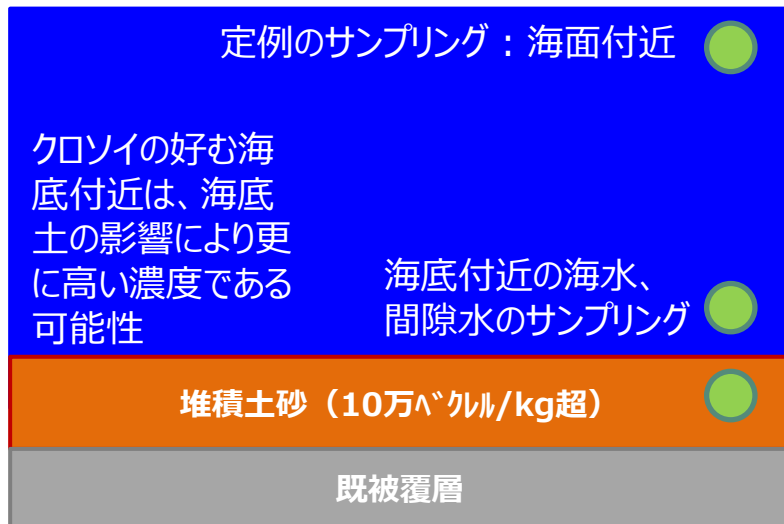


図1.開渠の断面イメージ

追加調査

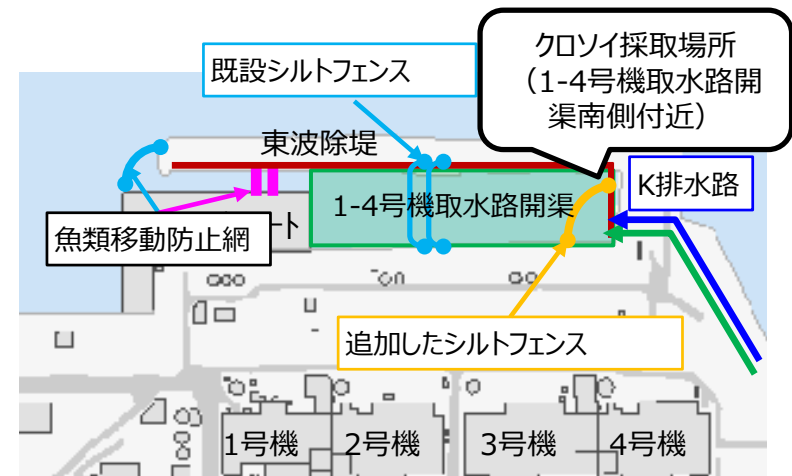


図2.クロソイ捕獲場所（調査位置図）

2-2. 1-4号機取水路開渠内の海底再被覆

- 2023年1月に、1-4号機取水路開渠内の海底土の採取、分析を行い、開渠内の堆積土砂のセシウム濃度が高いことを確認しました（2023年4月27日お知らせ済み）。
- この結果を受けて、堆積土砂対策を検討していたところ、2-1に示すとおり、1-4号機取水路開渠内で捕獲されたクロソイから高い濃度のセシウムが検出されました。
- 当該クロソイが高濃度であった原因を調査することと並行して、**堆積土砂への対策を早急に実施します。**
- **具体的には、浚渫に比べて、2012年に行った被覆を損傷するリスクが小さく、短期間に施工できる再度の被覆を選択しました。**
- なお、今後も排水路から、降雨時を中心に土砂が流れ込むことから、排水路の土砂の流出抑制の検討を行うとともに、再被覆後の浚渫についても検討を進めます。

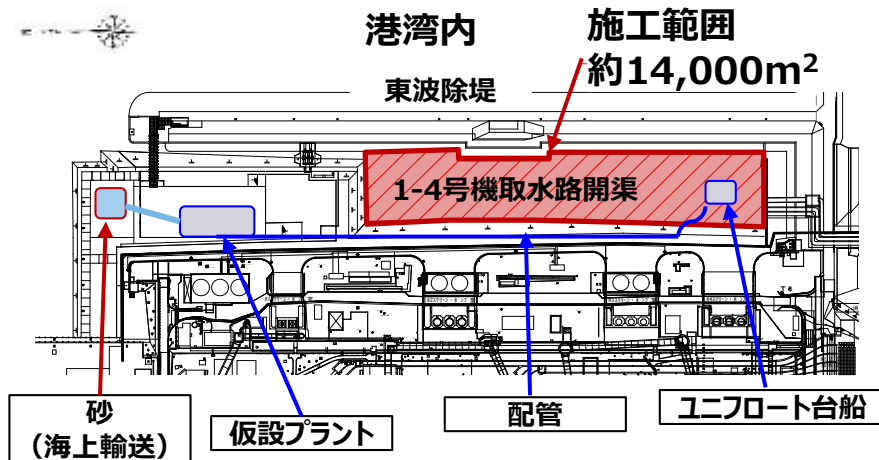


図1.海底土被覆の施工計画

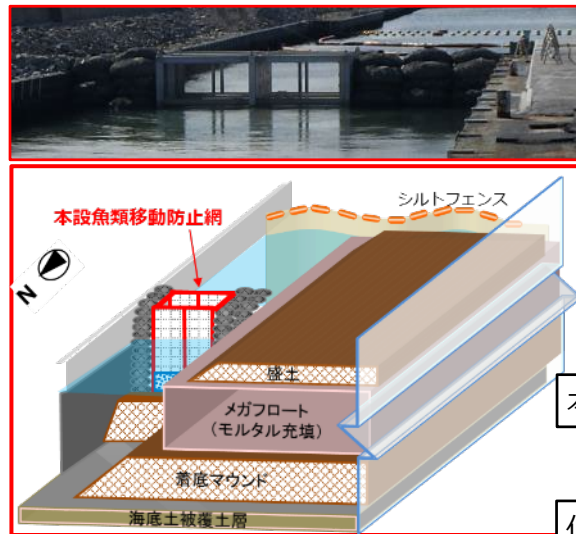


堆砂の撒きあがり防止のため、セメント系材料による覆土の前に、砂を海水と混合しユニフロート台船から撒きます。

図2.ユニフロート台船による被覆(覆砂/覆土)

2-3. 1-4号機取水路開渠出口の本設魚類移動防止網の網目の微細化

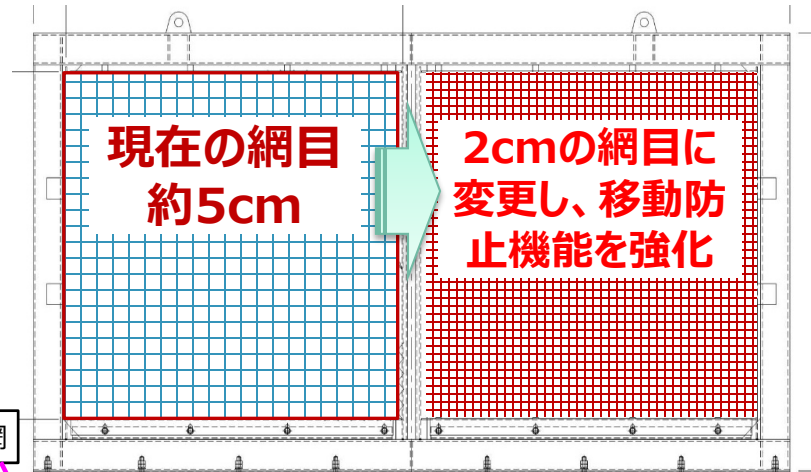
- 1-4号機取水路開渠出口には、魚類移動防止対策として、2021年10月に網目5cmの金属製の本設魚類移動防止網を設置しています。
- この対策により、5月18日に捕獲したクロソイのような、5cmを超える体高・幅の魚類が開渠外に出ることは無いと考えていますが、**更なる対策として、網目を微細化し、魚類移動防止機能を強化します。**



本設魚類移動防止網
(網目 約5cm)

本設魚類移動防止網

仮設魚類移動防止網



本設魚類移動防止網正面図

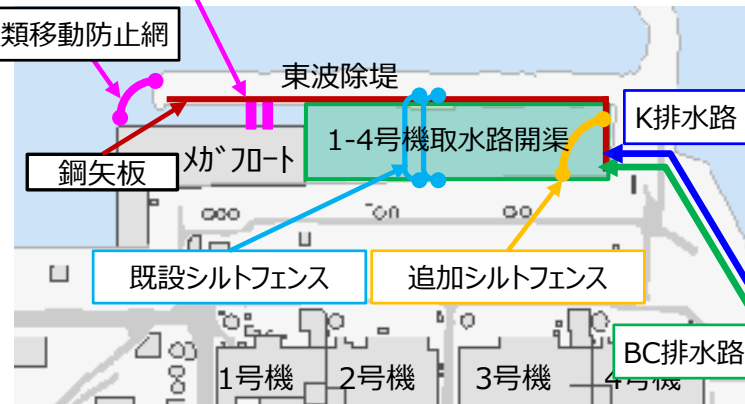


図1. 1-4号機取水路開渠出口における魚類移動防止

2-4. 港湾全体の環境改善の検討（堆積土砂の調査、対策等）

- 5,6号機取水路開渠及び1-4号機取水路開渠の堆積土砂について既に調査をしております。
- また、港湾内全域で堆積土砂のサンプリングを実施する計画としていますが、**1-4号機取水路開渠の状況を踏まえ、堆積土砂に加えて、表層、中層、海底の海水も採取し、セシウム濃度を分析します。**
- 濃度が高い調査点が確認された場合は、追加の調査や対策の必要性等を検討します。
- 5,6号機取水路開渠については、既に浚渫により土砂の撤去中であり、モニタリングも継続中であることから、当面は現状のモニタリングを継続してまいります。

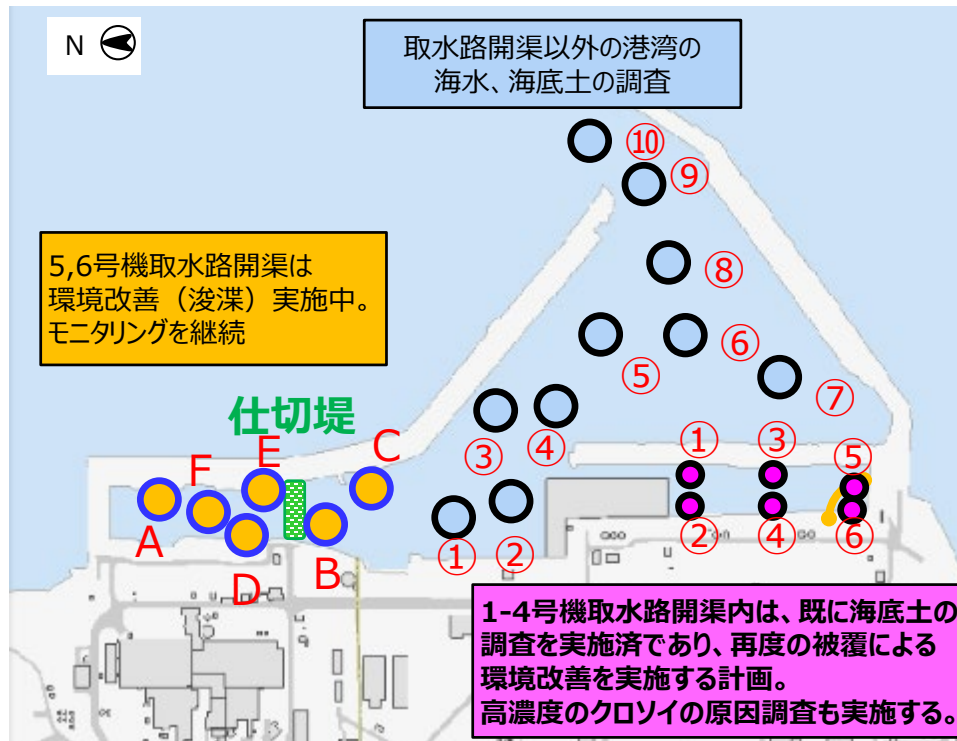


図1. 調査位置図

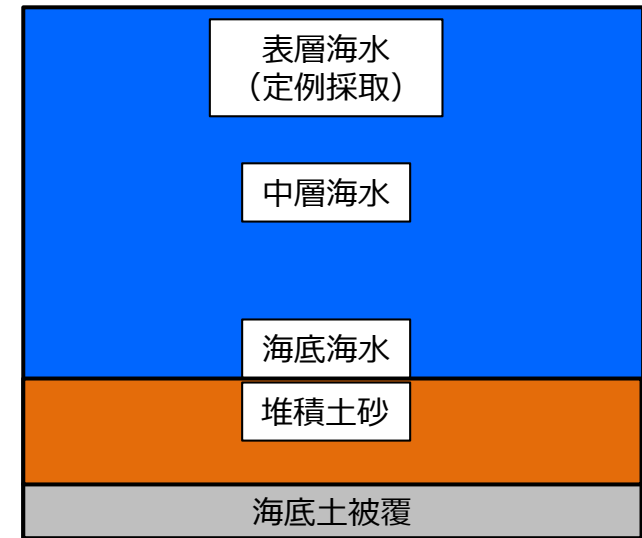


図2. 1-4号機取水路開渠及び5,6号機取水路開渠以外の港湾の調査方法(サンプリング対象)

2-5. 港湾全体の環境改善の検討（K排水路の水質改善）

- 港湾の環境改善の取り組みとして、K排水路から港湾に流れ込むセシウムを減らす取り組みを継続して実施しており、降雨時の濃度上昇は低下傾向です。
- 2023年度も、3号機タービン建屋下屋のガレキ撤去や3号機西側のフェーシングを進めています。
- 1-4号機取水路開渠内の海水中セシウム濃度が1ベクレル/ℓを下回ることを目指して、1-4号機周辺のガレキ撤去やフェーシング等の前倒しや、土砂流出抑制対策について検討を進め、K排水路の濃度低減に取り組んでいきます。

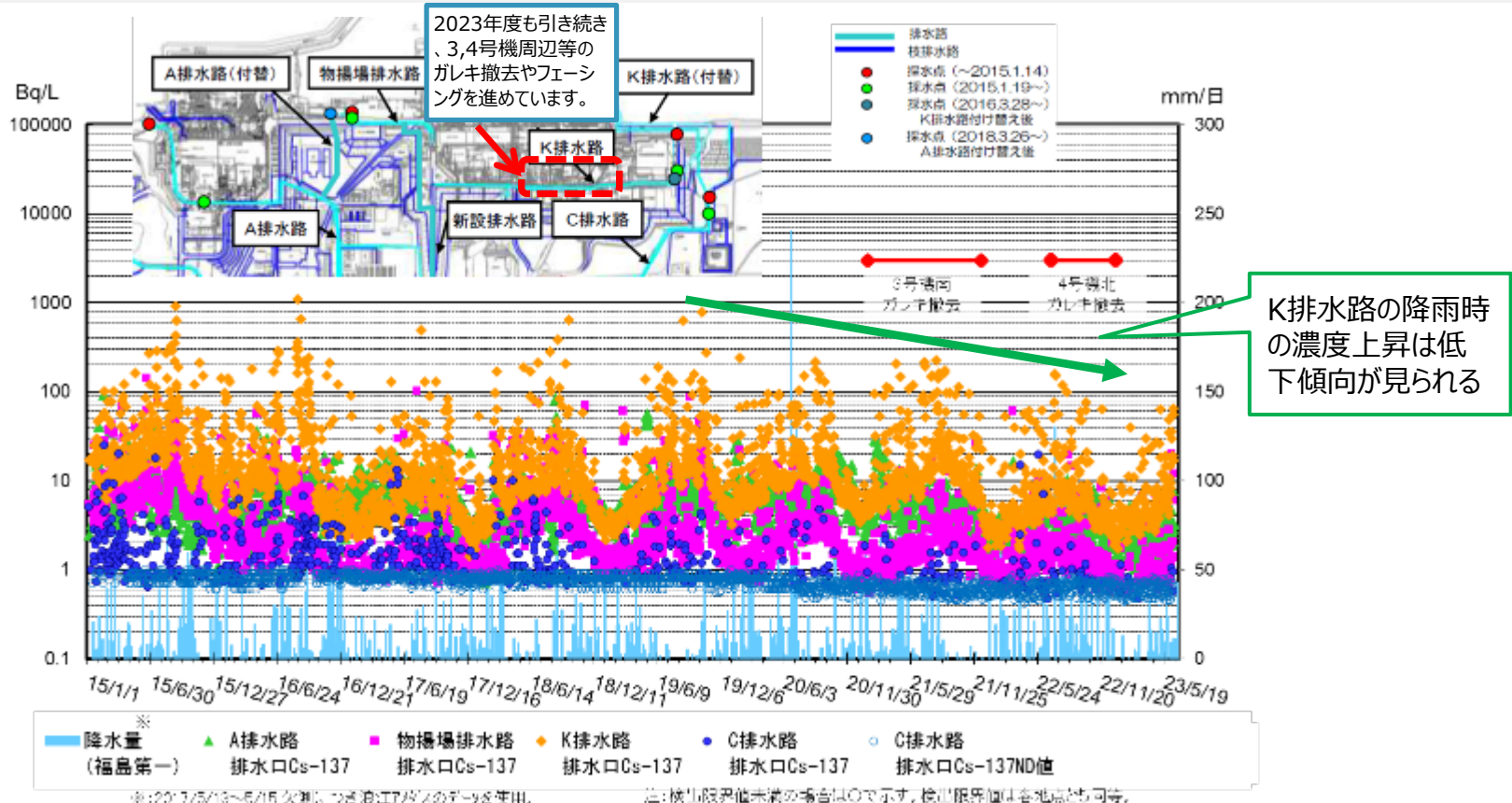


図1.排水路のセシウム137濃度

3. 工程について

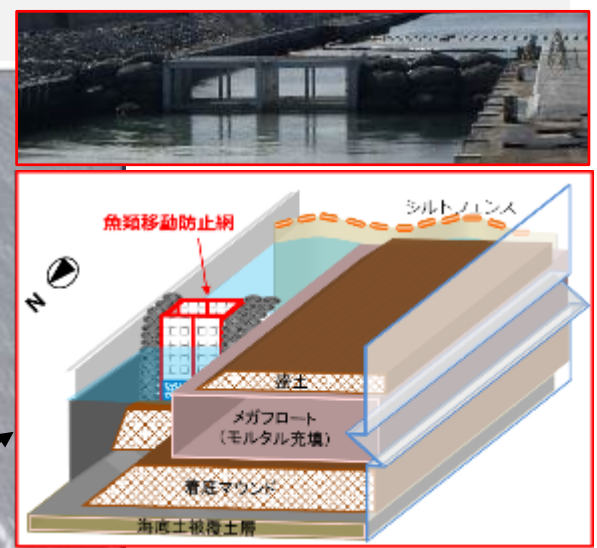
- 東波除堤魚類移動防止網の本設化工事を最優先に進めるとともに、並行して1-4号機取水路開渠の堆積土砂の対策やクロソイ原因調査を進めます

対策	2023年度										2024年度				
	1Q	2Q			3Q			4Q			1Q	2Q	3Q	4Q	
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3					
1. 東波除堤魚類移動防止網本設化	準備		工事実施												
2-1. 1-4号機取水路開渠内の海底付近の海水濃度調査	※再被覆工事開始前に海水濃度調査（海底付近）を実施														
2-2. 1-4号機取水路開渠内の海底再被覆	準備			工事実施											
2-3. 1-4号機取水路開渠出口の本設魚類移動防止網の網目の微細化	準備		工事実施												
2-4. 港湾全体の環境改善の検討（堆積土砂の調査、対策等）															
2-5. 港湾全体の環境改善の検討（K排水路の水質改善）	K排水路の水質改善（ガレキ撤去、フェーシング）の継続・前倒し														
	土砂流出抑制の検討・実施														

【参考】港湾魚類捕獲対策について（刺網等の実施状況）

■ 港湾魚類の移動防止・捕獲の強化のため、追加対策を重層的に実施しています。これらの対策により、2022年度に捕獲して分析した試料数は、2021年度の88尾に対して、415尾と大幅に増えています。

- ① 内網③および東波除堤付近に刺し網の追加設置（2022/2/21～）
- ② 港湾内刺網回数の強化（週2回→週3回）（2022/3/1～）
- ③ 試験的に一部の刺し網に多重網および集魚灯を設置（設置場所は随時変更）（2022/4/22～）
- ④ 港湾内物揚場付近、北・南防波堤付近にかご網設置（2022/5/12,19～）
- ⑤ 1-4号機取水路開渠内にかご網設置（2022/5/26～）
- ⑥ 内網④を追加設置。試験的にはえ縄を開始（2022/7/20,28～）
- ⑦ 産卵期のクロソイ捕獲強化としてカゴ網を追加設置（2023/3/30～）



※1 2013.7から2012.7へ訂正
 ※2 2013.5から2012.7へ訂正
 (2023年10月13日訂正)

[Product(C)[2019] DigitalGlobe, Inc., a Maxar company.]

1-4号機開渠は、護岸部と東波除堤に挟まれたエリアであり、港湾内への出口には、メガフロートを設置した閉鎖性の高いエリア。また、当該開渠の港湾内への出口においては、2021年10月に本設の魚類移動防止網を設置済み。また、東波除堤には鋼矢板が設置されている。

【参考】発電所港湾における魚類捕獲の状況

- 2022年2月以降、港湾における魚類捕獲を強化したことから、2022年度に捕獲して分析した試料数は、2021年度の88尾に対して、415尾と大幅に増えています。これに伴い、100 μ g/L/kgを超える分析試料も増加しました。
- 東波除堤付近と1-4号機取水路開渠で100 μ g/L/kg超過数が多い傾向は、2021年度までと同じでした。特に1-4号機取水路開渠内で捕獲された魚はすべて100 μ g/L/kgを超える濃度でした。
- 引き続き魚類の捕獲方法の改善や網の追加など魚類捕獲の強化に取り組んでまいります。

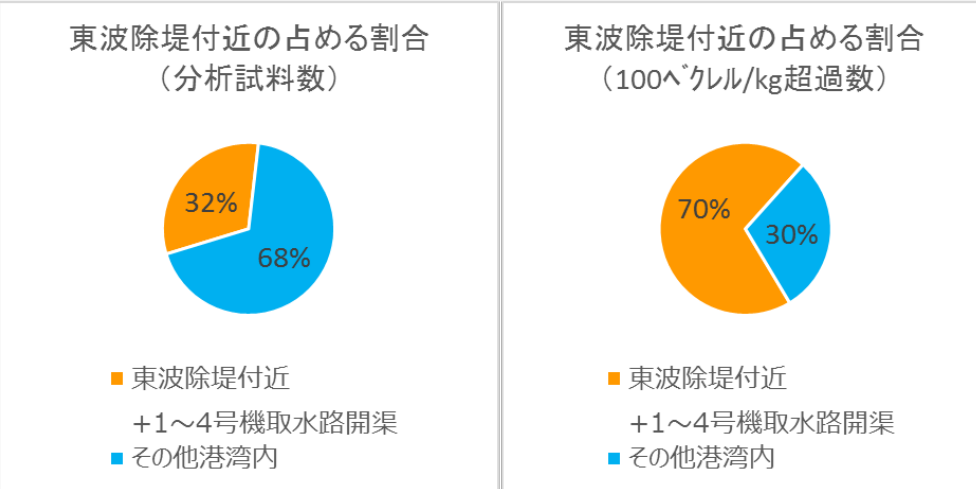


図 分析試料数と100 μ g/L/kg超過に占める東波除堤周辺の割合

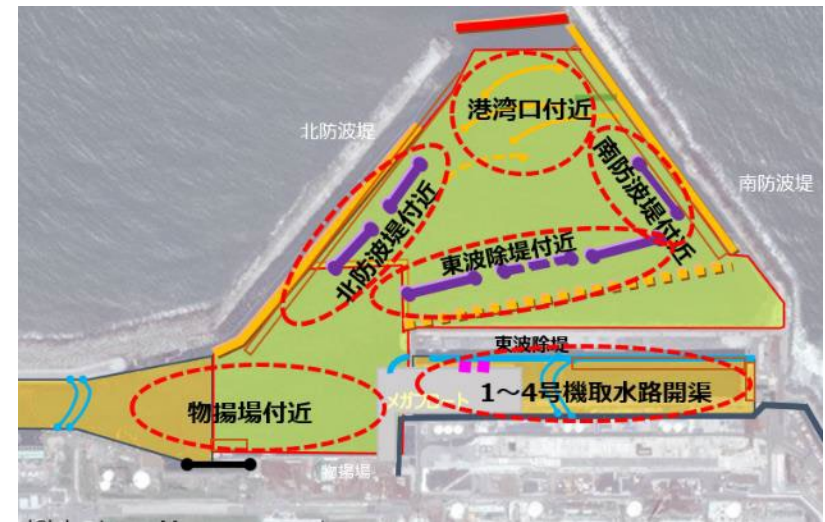


図 港湾における魚類捕獲のエリア分け

表 エリア別の分析数と100 μ g/L/kgを超えた分析試料数

捕獲エリア	合計			2019年度			2020年度			2021年度			2022年度		
	分析数	100 μ g/L/kg 超過数	超過割合	分析数	100 μ g/L/kg 超過数	超過割合	分析数	100 μ g/L/kg 超過数	超過割合	分析数	100 μ g/L/kg 超過数	超過割合	分析数	100 μ g/L/kg 超過数	超過割合
港湾口付近	176	6	3%	49	3	6%	7	0	0%	12	0	0%	108	3	3%
南防波堤付近	64	2	3%	11	1	9%	9	0	0%	9	1	11%	35	0	0%
北防波堤付近	199	8	4%	13	0	0%	11	0	0%	41	0	0%	134	8	6%
東波除堤付近	192	25	13%	42	5	12%	8	1	13%	23	5	22%	119	14	12%
1~4号機取水路開渠	21	13	62%	9	1	11%							12	12	100%
物揚場付近	26	4	15%	13	2	15%	3	1	33%	3	1	33%	7	0	0%
全体	678	58	9%	137	12	9%	38	2	5%	88	7	8%	415	37	9%
東波除堤付近 +1~4号機取水路開渠	31	66%		37%	50%		21	50%		26	71%		32	70%	
その他港湾内	69	34%		63%	50%		79	50%		74	29%		68	30%	