

福島第一原子力発電所海洋生物の 飼育試験に関する進捗状況



2022年10月27日

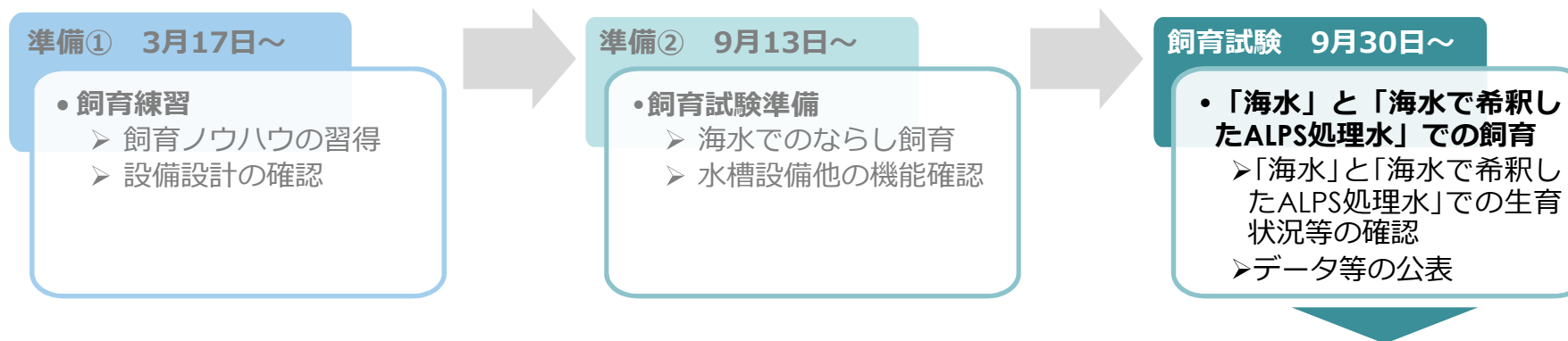
東京電力ホールディングス株式会社

1. 飼育試験の開始

- 準備②（飼育試験準備）において、飼育試験用水槽等の機能確認が完了し、ろ過系（バクテリアの定着）やヒラメ^{※1}の生育等の状況が良好なことが確認できたことから、9月30日から、次の段階の『飼育試験』に移行しました。
- 飼育試験では、「海水」と「海水で希釈したALPS処理水^{※2}」の双方の環境下で飼育し、生育状況を比較するとともに、生体内のトリチウム濃度等の分析・評価を実施します。

※1：海洋生物類中のトリチウム濃度の分析を適切に行うため、海洋生物毎に飼育開始時期を分けて実施する。

※2：トリチウム濃度1,500ベクレル/ℓ（海水希釈後のALPS処理水中のトリチウム濃度の運用目標値）と30ベクレル/ℓ（放射線影響評価結果における放水トンネル出口周辺のトリチウム濃度）

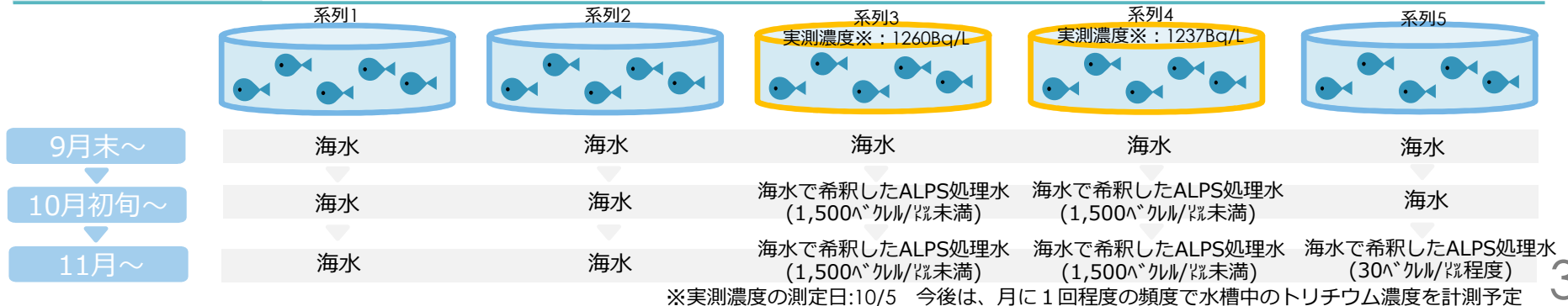


段階	飼育等の概要	主な達成目標	期間	場所
飼育試験	<ul style="list-style-type: none"> ● 次スライドを参照ください 	<ul style="list-style-type: none"> ● 魚類等の生育状況の公開 透明性高く、積極的な情報公開 ● 放射能に関するデータの公表 	9月30日以降、順次開始	発電所敷地内 - 管理対象区域内 - - 正門近傍 -

2. 飼育試験（ALPS処理水海洋放出開始前）の概要

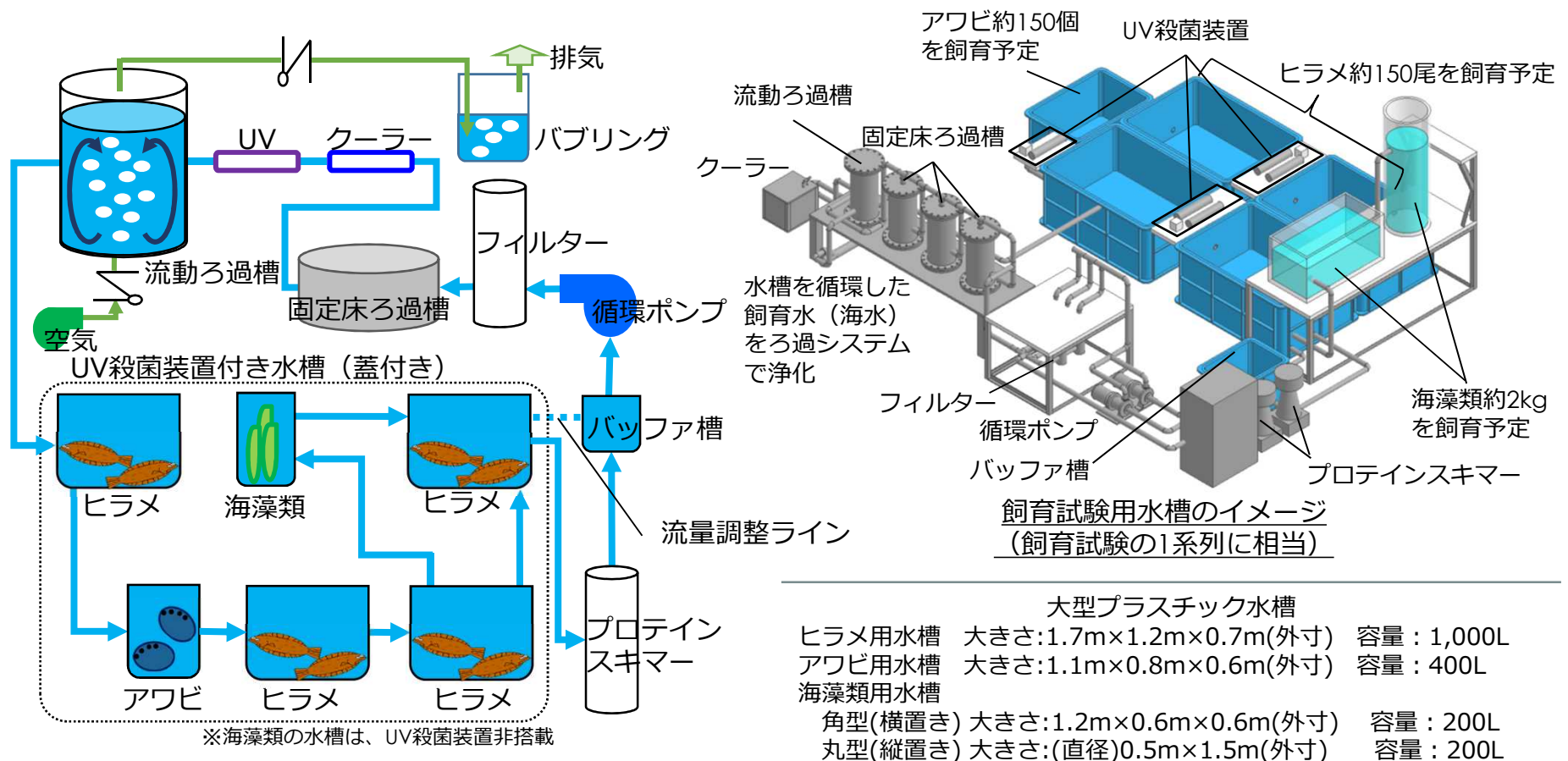
- 飼育試験では、初期データとして飼育試験用水槽の海水並びにヒラメを採取した後、海水希釈後のALPS処理水中のトリチウム濃度の運用目標値が約1,500ベクレル/ℓ未満であることから、10月3日に、海水を入れた5系統のうち、2系統について、ALPS処理水を適量添加してトリチウム濃度を約1500ベクレル/ℓ未満（1200～1300ベクレル/ℓ）に調整しました。
- 次に、残りの3系統のうち、1系統について、放水トンネル出口周辺のトリチウム濃度が30ベクレル/ℓ程度であることから、ALPS処理水を適量添加してトリチウム濃度を約30ベクレル/ℓに調整を行い、追加的な飼育試験を11月から開始します。
- なお、残りの2系統は、海水を入れた飼育試験用水槽として運用しています。

飼育対象	<ul style="list-style-type: none"> 当面の飼育対象生物 <ul style="list-style-type: none"> 魚類：ヒラメ（幼魚） 800尾程度（追加的な飼育試験含む） 貝類：アワビ（稚貝） 800個程度（追加的な飼育試験含む） 海藻類：アオサ、ホンダワラ 数kg程度
飼育開始時期	<ul style="list-style-type: none"> 2022年9月30日以降、順次開始
飼育環境	<ul style="list-style-type: none"> 発電所周辺の海水と、発電所周辺の海水で希釈したALPS処理水にて比較飼育を実施します。 発電所敷地内（管理対象区域：正門近傍）に閉鎖循環式の飼育水槽5系列を設置しました。 <ul style="list-style-type: none"> 海水2系列、海水で希釈したALPS処理水3系列 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 30ベクレル/ℓ程度×1系列（追加的な飼育試験）、1,500ベクレル/ℓ未満×2系列 ALPS処理水の添加を除く飼育条件は同等



3. 飼育試験用水槽のイメージ

- 7月から運用を開始したモックアップ水槽での飼育練習において、大きな課題が確認されていないことから、飼育試験用水槽は現在のモックアップ水槽と同じ設計にすることとしました。



飼育試験用水槽系列イメージ
 (飼育試験の1系列に相当)

大型プラスチック水槽		
ヒラメ用水槽	大きさ:1.7m×1.2m×0.7m(外寸)	容量:1,000L
アワビ用水槽	大きさ:1.1m×0.8m×0.6m(外寸)	容量:400L
海藻類用水槽		
角型(横置き)	大きさ:1.2m×0.6m×0.6m(外寸)	容量:200L
丸型(縦置き)	大きさ:(直径)0.5m×1.5m(外寸)	容量:200L

※実際の水槽の大きさ及び容量は異なる場合があります。

4. 飼育試験を通じてお示ししたいこと（1 / 2）

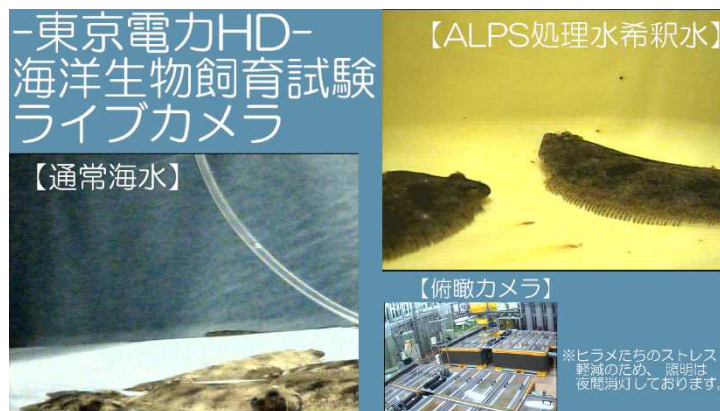
- ① 地域の皆さま、関係者の皆さまをはじめ、社会の皆さまのご不安の解消やご安心につながるよう、海水で希釈したALPS処理水の水槽で海洋生物を飼育し、通常の海水で飼育した場合との比較を行いその状況をわかりやすく、丁寧にお示ししたい。

試験で確認すること

- 「海水」と「海水で希釈したALPS処理水」の双方の環境下で海洋生物の飼育試験を実施し、飼育状況等のデータにより生育状況の比較を行い、有意な差がないことを確認します。

情報公開の方針

- ①については、飼育水槽のカメラによるWEB公開や、飼育日誌のホームページやTwitterでの公開を通じて、飼育試験の様子を日々お知らせいたします。また、海水で希釈したALPS処理水で飼育した海洋生物と、通常の海水で飼育した海洋生物の飼育環境（水質、温度等）、飼育状況（飼育数の変化等）、分析結果（生体内トリチウム濃度と海水内トリチウム濃度の比較等）などを、毎月とりまとめて公表してまいります。
- また、地域の皆さまや関係者の皆さまにご視察ただただけでなく、生物類の知見を有している専門家等にも、適宜、ご確認いただきます。



◀ 海洋生物飼育試験ライブカメラ(イメージ)

- 通常海水は青い水槽、海水で希釈したALPS処理水の水槽は黄色い水槽のため、背景の色が違います。
- 今後各所からのご意見を踏まえて、レイアウトなどは、より見やすく適宜更新してまいります。

4. 飼育試験を通じてお示ししたいこと (2 / 2)

- ② トリチウム等の挙動については、国内外で数多くの研究がされてきており、それらの実験結果を踏まえて、まずは半年間の試験データを収集し、過去の実験結果と同じように「生体内でのトリチウムは濃縮されず、生体内のトリチウム濃度が生育環境以上の濃度にならないこと」をお示ししたい。

国内外の実験結果※1

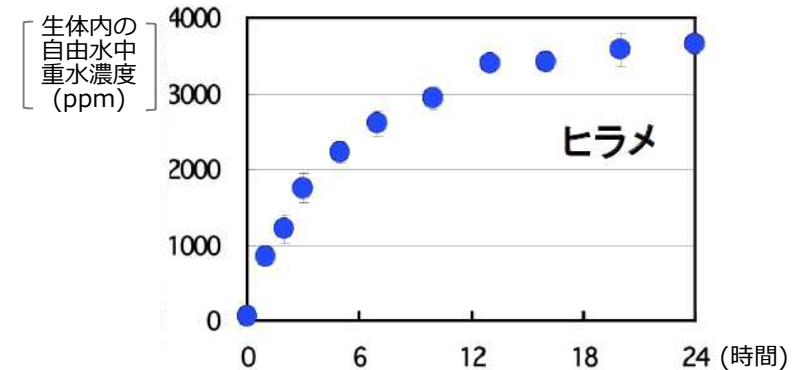
- トリチウム濃度は生育環境以上の濃度にならない
- トリチウム濃度は一定期間で平衡状態に達する

※1 生体内のトリチウムには、組織自由水型トリチウム (以下、FWT) と有機結合型トリチウム (以下、OBT) の2種類があり、それぞれについて国内外での実験結果があります。

※2 トリチウム (三重水素) と同じ性質をもつ重水素 (H-2) を用いて行った実験です (海水中の重水素の濃度は約4,000ppm)。

- FWT (自由水形トリチウム) :
生物の体内で、水の形で存在しているトリチウム。
- OBT (有機結合型トリチウム) :
生物の体内で、炭素などの分子に有機的に結合しているトリチウム

■ 重水※2によるヒラメの実験データ例



(公財) 環境科学技術研究所「平成21年度 陸・水圏生態系炭素等移行
実験調査報告書」より抜粋

試験で確認すること

- 海水で希釈したALPS処理水の水槽 (トリチウム濃度が約1,500ベクレル/ℓ未満) のヒラメ・アワビ・海藻類のトリチウムを分析・評価※3し、トリチウムが一定期間で平衡状態に達すること、平衡状態に達したトリチウム濃度は生育環境以上にならないことを確認します。
 - 併せて、トリチウムが平衡状態に達した海洋生物を海水の水槽に移し、トリチウムが下がることも確認します。

※3 OBTについても、今後、半年間の試験データを収集し、過去知見との整合を評価するなどし、その濃度は生育環境以上にならないことを確認します。

5. 海洋生物飼育試験10月時点での報告（1 / 3）

ヒラメ飼育状況

【導入時の体重、全長】

- 体重36±12g
- 全長15.9±1.8cm

【体調不良、へい死等】

- 10/20 へい死個体1尾（系列2 通常海水）
- ⇒ 寄生虫は確認できず、成長不良と想定。

水槽系列	分類	各水槽の海洋生物類の数（2022年10月20日現在）		
		ヒラメ	アワビ	海藻
系列1	通常海水（0.1～1 Bq/L程度）	約190	-	-
系列2	通常海水（0.1～1 Bq/L程度）	約190	-	-
系列3	1500Bq/L未満	約180	-	-
系列4	1500Bq/L未満	約190	-	-
系列5	通常海水（30Bq/L※）	0	-	-

※今後約30Bq/L程度に調整を行い、追加的な飼育試験を11月から開始予定

飼育水槽の水質の状況

- 水質データに若干の変動があったが、管理上限値以内でコントロールすることができた。
- 飼育状況のデータは専門家にも確認済。

分類	管理目標値	管理上限値	系列1～系列5の最小値～最大値
水温（℃）	18℃～20℃	25℃以下	18.0～19.7
アンモニア（mg-N/L）	0.2mg-N/L	1.0mg-N/L	0.2～1.0
亜硝酸（mg-N/L）	0.5mg-N/L	ヒラメでは200mg-N/L	0.005～0.500

5. 海洋生物飼育試験10月時点での報告（2 / 3）

トリチウム濃度測定・評価について

➤ 確認項目：

① トリチウムが一定期間で平衡状態に達すること

⇒ 系列5水槽(通常海水)で飼育していたヒラメを系列3水槽(ALPS処理水を添加した水槽)に投入し、トリチウム濃度(FWT)が上昇→平衡状態になることを確認する。

測定サンプリング時間：1時間後、3時間後、9時間後、24時間後、48時間後

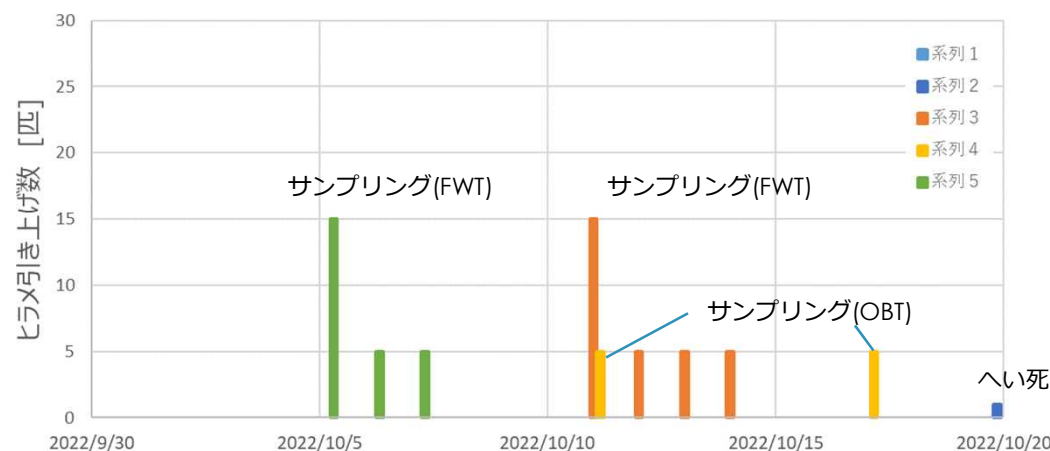
② トリチウムが平衡状態に達した海洋生物を海水の水槽に移し、トリチウムが下がること

⇒ 系列3水槽(ALPS処理水を添加した水槽)で飼育していたヒラメを系列5水槽(通常海水)に投入し、トリチウム濃度(FWT)が減少することを確認する。

測定サンプリング時間：1時間後、3時間後、9時間後、24時間後、48時間後、72時間後

➤ サンプリング尾数：各サンプリング時に5尾

- ・ ヒラメのトリチウム濃度測定のためのサンプリングを10/5～17で実施。トリチウム濃度確認のため、系列3、系列4、系列5水槽から合計65尾を引き上げた。現在、トリチウム濃度の分析・評価のための準備中。なお、系列4水槽のサンプリングは、トリチウム濃度(OBT)測定のため実施。



5. 海洋生物飼育試験10月時点での報告（3 / 3）

今後の飼育予定

- アワビ：10/25に約200個飼育開始、更に、10/27および10/28にそれぞれ約300個ずつを追加予定。
- 海藻：飼育開始時期については、決まり次第、別途お知らせします。

アワビの水槽ごとの個数（2022年10月25日現在）

系列1：約50個 系列2：約50個 系列3：約50個 系列4：約50個 系列5：0個

今後の予定

- アワビについて、ヒラメ同様①、②の試験を10/26より開始。
 - 確認項目：
 - ① トリチウムが一定期間で平衡状態に達すること
⇒系列1水槽(通常海水)で飼育しているアワビを系列3水槽(ALPS処理水を添加した水槽)に投入し、トリチウム濃度（FWT）が上昇→平衡状態になることを確認する。
測定サンプリング時間：試験開始時、1時間後、2時間後、4時間後、8時間後、16時間後、1日後、2日後、5日後
 - ② トリチウムが平衡状態に達した海洋生物を海水の水槽に移し、トリチウムが下がること
⇒系列3水槽(ALPS処理水を添加した水槽)で飼育しているアワビを系列5水槽(通常海水)に投入し、トリチウム濃度（FWT）が減少することを確認する。
測定サンプリング時間：1時間後、2時間後、4時間後、8時間後、16時間後、1日後、4日後
 - サンプリング個数：各サンプリング時に5個

6. 飼育状況の公開

インターネットでの公開

海洋生物飼育日誌 [当社ホームページ]

<https://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/breedingtest/index-j.html>



海洋生物飼育試験ライブカメラ

<https://www.youtube.com/channel/UCLen8NHHX2WrMvn6ZYfAjJA>



海洋生物飼育日誌 [Twitter]

<https://twitter.com/TEPCOfishkeeper>



マスコミ関係者への公開

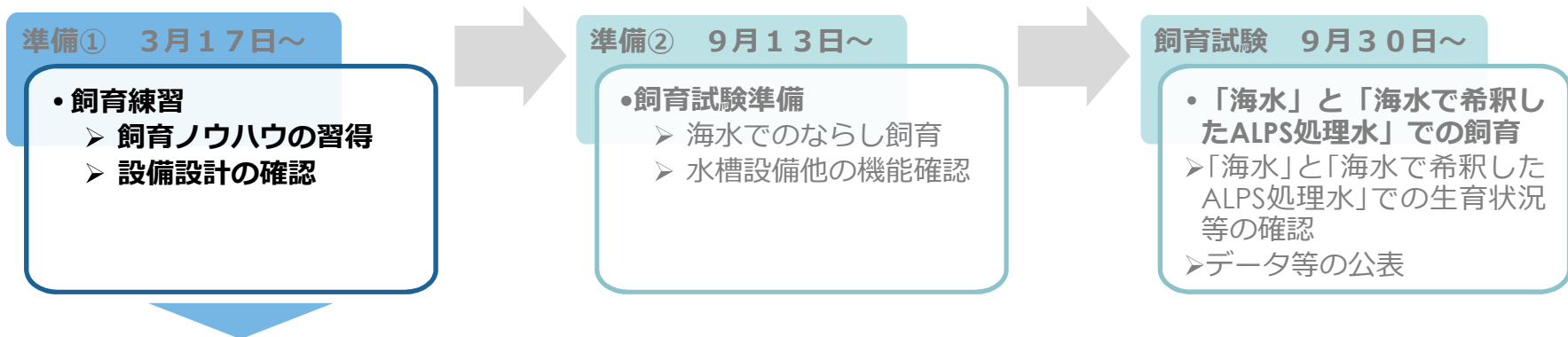
- 10月17日に、マスコミ関係者へ飼育試験の様子を公開し、新聞やテレビ放送で飼育試験の様子をご紹介頂いた。

以下、参考

<参考資料>
 福島第一原子力発電所海洋生物の飼育試験
 の開始について（2022年9月29日）

【参考】実施してきた飼育練習（準備①）の概要

- 準備①（飼育練習）では、飼育ノウハウの習得・飼育試験用水槽の詳細設計の確定等を目的に、発電所敷地内（管理対象区域外）の飼育準備水槽及びモックアップ水槽において、ヒラメ・アワビ・アオサを発電所周辺の海水を用いて飼育してきました。
- モックアップ水槽で行った、寄生虫の駆除・抑制を考慮した水槽設計の見直しや寄生虫駆除等の運用改善が有効であることを確認する等の成果を得ました（下表参照）。



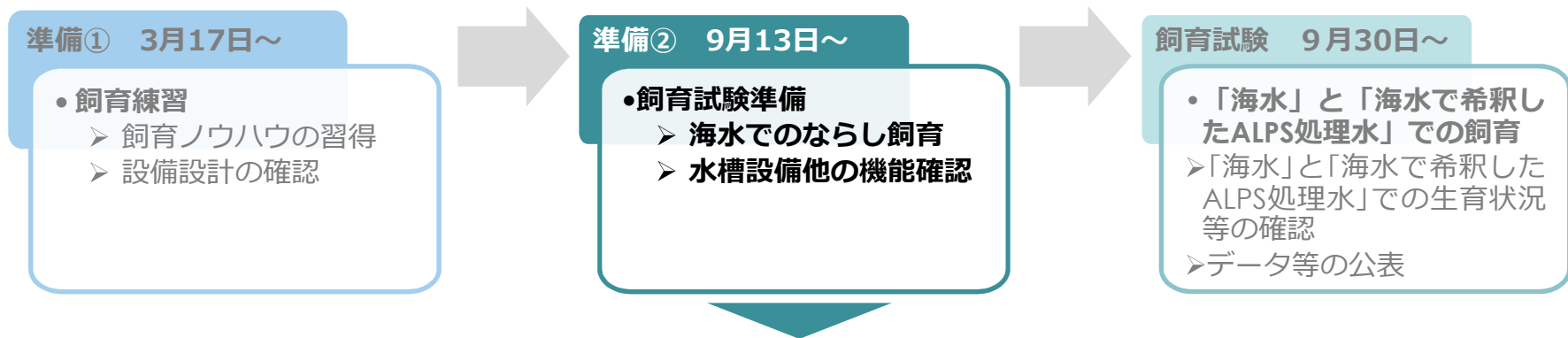
試験段階	飼育等のイメージ	成果	期間	場所
飼育練習	飼育準備水槽 ● 設備：飼育水槽1系列 (通常海水) ● 飼育：ヒラメ 140尾	● 飼育ノウハウの習得	3月 ～7月	発電所敷地内 - 管理対象区域外 - - 協力企業棟近く -
飼育試験に向けたノウハウの習得他	モックアップ水槽 ● 設備：飼育水槽1系列 (通常海水) ● 飼育：ヒラメ、アワビ、 海藻類（アオサ） ヒラメは飼育準備水槽 から移送（80尾）、 アワビ30個、海藻類 約2Kg	● 飼育ノウハウの習得 ● 飼育試験用水槽の詳細設計の確定 ● 水槽以外の飼育設備に対する要求事項の抽出 ● 飼育、運用手順書の策定	7月 ～9月	発電所敷地内 - 管理対象区域外 - - 西門近傍 -

<参考資料>

福島第一原子力発電所海洋生物の飼育試験の開始について（2022年9月29日）

【参考】実施してきた飼育試験準備（準備②）の概要

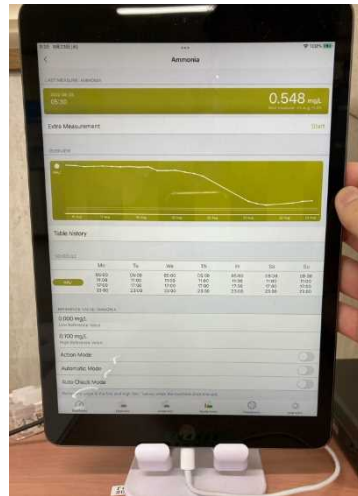
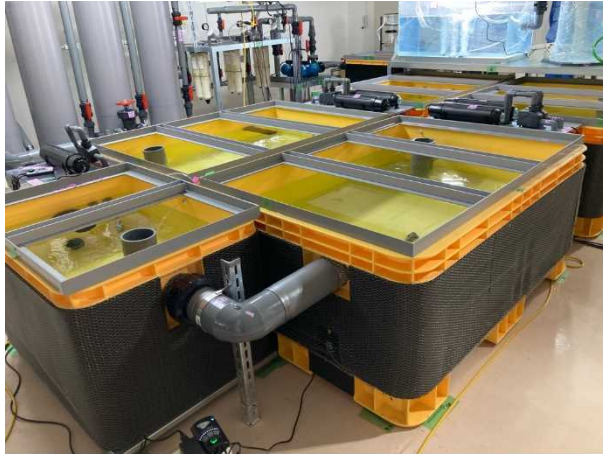
- 準備②（飼育試験準備）では、飼育試験用水槽等の機能確認・ろ過系（バクテリアの定着）確認等を目的に、発電所敷地内（管理対象区域内）の飼育試験用水槽において、ヒラメを発電所周辺の海水を用いて飼育してきました。
- 飼育試験用水槽等の機能確認の他、ろ過系（バクテリアの定着）や、ならし飼育においてヒラメの生育等が良好なことなどの成果を得ました（下表参照）。



段階	飼育等のイメージ	成果	期間	場所
準備② [飼育試験準備]	<ul style="list-style-type: none">● 設備：飼育水槽5系列（通常海水）● 飼育：ヒラメ：800尾程度（2022年生まれ）	<ul style="list-style-type: none">● 飼育試験用水槽等の機能確認● ろ過系（バクテリアの定着）確認● ヒラメの搬入、ならし飼育● ヒラメの病気有無の確認● 実設備での運用手順等の確認	9月	発電所敷地内 - 管理対象区域内 - - 正門近傍 -

【参考】実施してきた飼育試験準備（準備②）の概要（続き）

<参考資料>
福島第一原子力発電所海洋生物の飼育試験
の開始について（2022年9月29日）



飼育試験用水槽等の機能確認、ろ過系（バクテリアの定着）確認の様子

飼育試験用水槽等の主な確認項目

- 水槽、配管等の漏えい確認
- 水温、流量の確認
- UV殺菌装置動作確認
- pH、塩分濃度

ろ過系（バクテリアの定着）の主な確認項目

- アンモニア濃度
- 亜硝酸濃度
- 硝酸濃度
- 固形物の除去性能



ヒラメの搬入、ならし飼育の様子



ヒラメ病気有無の確認の様子

【参考】飼育試験で得られたデータの公表予定

<参考資料>
 福島第一原子力発電所海洋生物の飼育試験
 の開始について（2022年9月29日）

- 飼育試験で得られたデータについては、準備が整い次第、毎月公表を予定します。
- さらに、飼育試験のとりまとめとして、2022年度末に評価の公表を予定しています。評価においては、以下の測定結果等を分析し、過去知見との整合などを行います。
 - 飼育対象生物すべてのトリチウム測定結果(通常海水での飼育海洋生物を含む)^{※1}
 - 専門家による評価（見た目評価等も含む）等
- なお、海藻類の分析・評価及び公表は、海藻類の採取、飼育に合わせて実施します。

※1 閉鎖循環式の飼育環境下において、長期間の飼育が可能な海洋生物はヒラメに限られると、飼育練習を通じて知見を得ており、専門家からも同様のご意見をいただいていることから、OBTはヒラメのみ分析・評価対象とします

	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
スケジュール	▼飼育試験開始（ヒラメ／初期データ採取、24時間LIVE配信開始） ▼ALPS処理添加（トリチウム濃度約1,500ベクレル/ℓの海水） ▼飼育開始（アワビ） ▼追加的な飼育試験開始 （トリチウム濃度約30ベクレル/ℓの海水での試験）						
公表内容		▼データ公表	▼データ公表	▼データ公表	▼データ公表	▼データ公表	▼評価
			▼ヒラメ、アワビ のトリチウムの推移		▼ヒラメ、アワビ のトリチウムの推移 (追加的な試験)		

※飼育試験の状況により、公表内容や公表時期が変更になる可能性があります。

※海藻類は、生育する季節に飼育開始予定（ホンダワラは秋から冬、アオサは来春以降）

【参考】スケジュール

<参考資料>
 福島第一原子力発電所海洋生物の飼育試験
 の開始について (2022年9月29日)

試験段階	場所	2021年度		2022年度				2023年度	
		3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q
準備①-1: 飼育準備水槽 準備①-2: モックアップ水槽 (飼育練習)	発電所敷地内 - 管理対象区域外 - - 協力企業棟近く等 -	飼育準備水槽における飼育ノウハウの習得、別水槽でのバクテリア育成		【現在】 モックアップ水槽における飼育ノウハウの習得、バクテリアの成長他					
準備② (飼育試験準備)	発電所敷地内 - 管理対象区域内 - - 正門近傍 -	飼育試験用ヒラメの孵化、成長【孵化】		成長【搬入】 飼育試験設備の機能確認、ヒラメ等のならし飼育、病気の有無の確認、バクテリアの定着他					
飼育試験					飼育試験				飼育試験で得られたデータの公表

今後の進捗により、スケジュールは変わることがあります。