

ALPS処理水海洋放出における 海域モニタリングの状況について

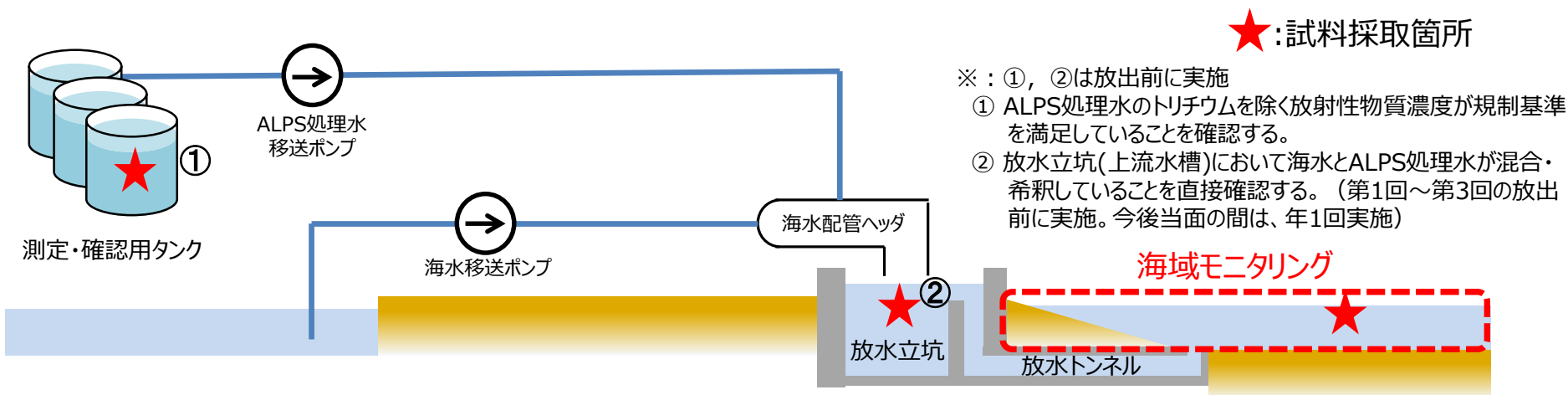
2024年6月27日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

【海域モニタリング計画の策定・開始】

- 多核種除去設備等処理水（ALPS処理水）放出の実施主体として、放水口周辺を中心に重点的にモニタリングを実施することとし、発電所近傍、福島県沿岸において海水、魚類のトリチウム測定点を増やし、発電所近傍において海藻類のトリチウム、ヨウ素129を追加測定する海域モニタリング計画を策定、改定した。（2022年3月24日公表）
- 本海域モニタリング計画に基づき、トリチウムや海洋生物の状況を把握するため、2022年4月20日より試料採取を開始した。



放出前の確認と海域モニタリング

【海域モニタリング結果の評価・対応】

<放出開始前より継続するモニタリング>

- ALPS処理水の放出を開始する以前（2023年8月以前）の状態も把握しておくために2022年4月よりモニタリングを開始し、放出開始後も継続する。

<放出開始後から状況を把握するために実施するモニタリング>

海域モニタリングにおいて、海洋放出を一旦停止する際の実施計画に追加する認可を2023年5月10日に受け、以下の運用上必要な事項について社内マニュアルに定め、ALPS処理水の放出を開始した2023年8月24日より運用を開始した。

- 通常と異なる状況と判断する場合（指標（放出停止判断レベル）の設定）
 - ・ 海水で希釈した放出水が十分に拡散していないような状況（トリチウム濃度が通常と異なる状況）等が確認された場合、設備の運用として「放出停止」を判断する際の指標を「放出停止判断レベル」として設定。
 - ・ 迅速に状況を把握するために行う分析（検出限界値が10 Bq/L以下となるよう設定）の結果から海水中のトリチウム濃度が以下の①又は②に該当する場合に通常と異なる状況と判断する。
 - ①：放水路付近（発電所から3km以内 10地点 図1参照）
政府方針で定める放出時のトリチウム濃度の上限値である1,500Bq/Lを、設備や測定の不確かさを考慮しても上回らないように設定された放出時の運用値の上限（約700 Bq/L）を超えた場合
⇒ 運用値の上限をもとに、放水路付近における指標（放出停止判断レベル）を700 Bq/Lに設定。

②：①の範囲の外側（放水口付近の外側）（発電所正面の10km四方内 4地点 図2参照）

分析結果に関して、明らかに通常と異なる状況と判断される値が得られた場合

⇒ 至近3年の日本全国の原子力発電所の前面海域におけるトリチウム濃度の最大値※
（20 Bq/L）を明らかに超過する場合を通常な状況ではないとみなし、放水口付近の外側における指標（放出停止判断レベル）を最大値（20 Bq/L）の1.5倍の30 Bq/Lに設定。

※下記データベースにおける2019年4月～2022年3月のデータの最大値

出典：日本の環境放射能と放射線 環境放射線データベース <https://www.kankyo-hoshano.go.jp/data/database/>

○ 指標（放出停止判断レベル）超過時の対応

- ・ 周辺海域モニタリングの測定結果が確定した後、直ちに数値を確認し、対象地点のうち1地点でも指標（放出停止判断レベル）を超えた場合には、速やかに放出を停止する。
- ・ 停止後は、頻度を増やしたモニタリングで傾向を把握するとともに、気象・海象を確認し、拡散状況を評価する。
- ・ なお、指標（放出停止判断レベル 700 Bq/Lまたは30 Bq/L）を超えた場合でも、周辺海域のトリチウム濃度は法令基準60,000 Bq/LやWHO飲料水水質ガイドライン10,000 Bq/Lを十分下回り、周辺海域は安全な状態であると考えている。

○ 放出停止後の放出再開

- ・ 設備、運転状況に異常がないか、操作手順に問題がないかを確認する。
- ・ 停止後の海域モニタリングの結果について、指標（放出停止判断レベル）を下回っているかを確認する。
- ・ 確認後、放出再開をお知らせしたうえで、放出を再開する。

○ 指標（調査レベル）の設定

- ・ 指標（放出停止判断レベル）に達する前の段階において必要な対応を取る指標（調査レベル）を設定。
- ・ 指標（調査レベル）は、放水口付近（発電所から3km以内 10地点）で**350 Bq/L**（放出停止判断レベルの1/2）、放水口付近の外側（発電所正面の10km四方内 4地点）で**20 Bq/L**（放出停止判断レベルの1/2強）と設定。
- ・ それらを超える値が検出された場合、速やかに、設備・運転状況に異常のないこと、操作手順に問題がないことを確認するとともに、海水を再採取し、結果に応じて頻度を増やしたモニタリングを実施する。

○ 迅速に結果を得る測定の実施頻度

- ・ 放水口付近で実施する測定については、総合モニタリング計画での各機関の実施頻度を踏まえ、放出開始後当面の間は通常の間隔から毎日に強化して実施し、速やかにその結果を公表してきた。
- ・ 放出中のモニタリング実績等を踏まえ、放水口付近で実施する測定については実施頻度を放出期間中に重点をおいたものに2023年12月26日より変更し、モニタリングを継続している。

○ 総合モニタリング計画に基づく海域モニタリング結果への対応

- ・ 総合モニタリング計画に則って実施される各機関のモニタリングにおいて、通常と異なる状況等が確認された場合においても、必要な対応を検討して実施していく。

引き続き、以下の確認も行う。

- ・ 放出による拡散状況ならびに海洋生物の状況を確認する。
- ・ 海洋拡散シミュレーション結果や放射線環境影響評価に用いた濃度などとの比較検討を行い、想定している範囲内にあることを確認する。

- ・2022年4月より採取点数、測定対象、頻度を増やし、検出限界値を国の目標値と整合するよう設定した。
- ・海水のトリチウム濃度について、放出停止を判断する指標（放出停止判断レベル）、その前段階として必要な対応を取る指標（調査レベル）を設定した。

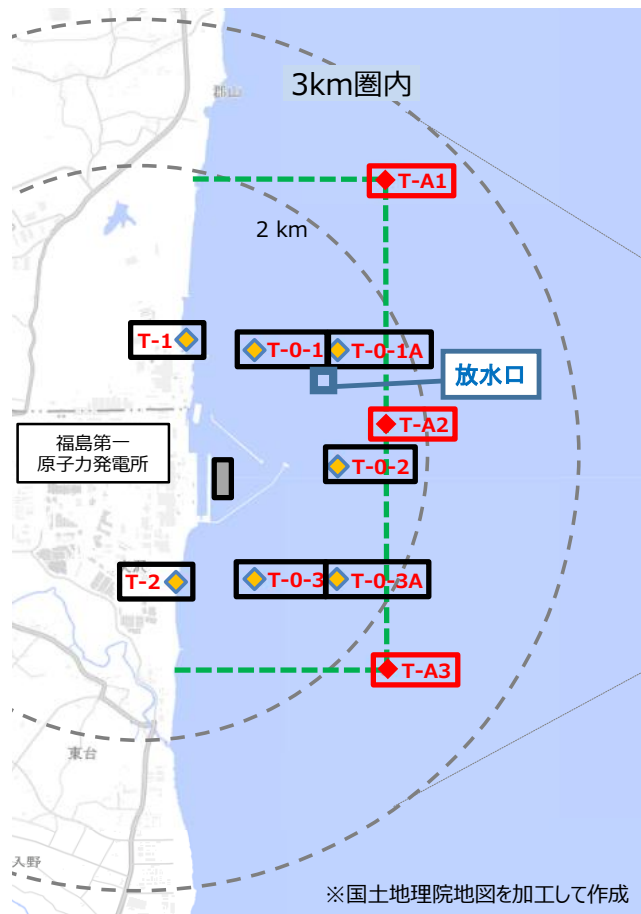


図1 発電所近傍（港湾外3km圏内）

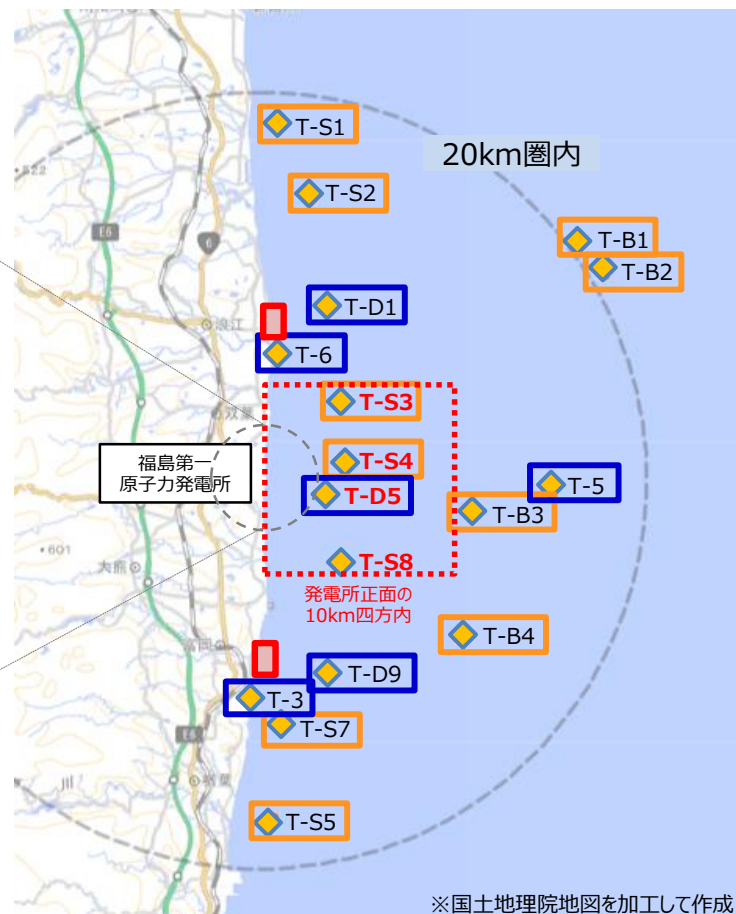


図2 沿岸20km圏内

【2022年度以降に強化した採取点】

- : 検出限界値を下げた点(海水)
- : 採取を追加した点(海水)
- : 頻度を増加した点(海水)
- : セシウムにトリチウムを追加した点(海水, 魚類)
- : 変更なし(海藻類)
- : 採取を追加した点(海藻類*1)
- : 日常的に漁業が行われていないエリア*2
東西1.5km 南北3.5km

*1 : 生育状況により採取場所を選定する。
*2 : 共同漁業権非設定区域

※図1について、2022年3月24日公表の海域モニタリング計画から、T-A1, T-A2, T-A3の表記、位置について総合モニタリング計画の記載に整合させて修正

赤字 T-O : 指標(放出停止判断レベル、調査レベル)を設定した点 (10地点)
 指標(放出停止判断レベル) : 700 Bq/L 指標(調査レベル) : 350 Bq/L
 通常と異なる状況かどうか確認するために迅速に結果を得る測定を追加して実施
 (トリチウム検出限界値が10 Bq/L以下となるよう設定)

赤字 T-O : 指標(放出停止判断レベル、調査レベル)を設定した点 (4地点)
 指標(放出停止判断レベル) : 30 Bq/L 指標(調査レベル) : 20 Bq/L
 通常と異なる状況かどうか確認するために迅速に結果を得る測定を追加して実施
 (トリチウム検出限界値が10 Bq/L以下となるよう設定)

・海水のトリチウムを分析する採取点数を2022年4月より増やした。



【2022年度以降に強化した採取点】

□ : セシウムにトリチウムを追加した点(海水)

図3 沿岸20km圏外

【海水の状況】（放出開始後から迅速に放出状況を把握するために実施している測定*の結果）

2023年8月24日のALPS処理水の放出開始後より、海水のトリチウムについて迅速に状況を把握するために、検出限界値を10 Bq/Lとして採取日の翌日または翌々日を目途に結果を得られるよう精度を下げた測定を追加して実施している。なお、目的、精度が異なるため、通常のモニタリング結果との比較は行わない。

<放水口付近（発電所から3km以内）>

グラフ参照
ページ

- **これまでに測定されたトリチウム濃度は、いずれも指標（放出停止判断レベル、調査レベル）を下回っている。**

➡ P.10,11

<放水口付近の外側（発電所正面の10km四方内）>

- **これまでに測定されたトリチウム濃度は、いずれも指標（放出停止判断レベル、調査レベル）を下回っている。**

➡ P.12

*：トリチウムの検出限界値 10 Bq/L <参考> 東京電力におけるトリチウム分析の定義 を参照

【海水の状況】 (放出開始前より継続している測定*1の結果)

グラフ参照
ページ

<港湾外3km圏内>

- **トリチウム濃度は、調査レベルなどの指標を下回るとともに、ALPS処理水の放出開始以降に観測された範囲*2の濃度で推移している。** ➡ P.14
- セシウム137濃度は、ALPS処理水の放出開始以降に観測された範囲*2の濃度で推移している。 ➡ P.22
なお、一時的な上昇が見られているが、これまでの福島第一原子力発電所近傍海水の濃度変化と同じく降雨の影響と考えられる。
- 2023年8月24日の放出開始以降の放出期間中に、放水口付近の採取点においてトリチウム濃度の上昇が見られているが、いずれも調査レベルなどの指標を十分に下回っており、放射線環境影響評価における海洋放出時の海洋拡散シミュレーションの結果などから想定の内と考えている。

<沿岸20km圏内>

- **トリチウム濃度は、調査レベルなどの指標を下回るとともに、ALPS処理水の放出開始以降に観測された範囲*2の濃度で推移している。** ➡ P.15
- セシウム137濃度は、ALPS処理水の放出開始以降に観測された範囲*2の濃度で推移している。 ➡ P.23
- 2023年8月24日の放出開始以降、放水口付近の外側（発電所正面の10km四方内）の採取点においてトリチウムが検出されているが、いずれも調査レベルなどの指標を十分に下回っており、放射線環境影響評価における海洋放出時の海洋拡散シミュレーションの結果などから想定の内と考えている。

<沿岸20km圏外>

- **トリチウム濃度、セシウム137濃度とも、ALPS処理水の放出開始以降に観測された範囲*2の濃度で推移している。** ➡ P.16,24

*1：トリチウムの検出限界値 0.1 Bq/L、0.4 Bq/L <参考> 東京電力におけるトリチウム分析の定義 を参照

*2：ALPS処理水の放出開始以降に観測された範囲は、<参考> これまでに観測された範囲 を参照

【魚類の状況】

- 魚類のトリチウム濃度について、ALPS処理水の放出開始から2023年12月までに採取した試料の濃度は、2022年度以降で放出開始までに観測された範囲*と同程度であり、組織自由水型トリチウムについて海水の濃度と同程度であった。
- それ以降に採取した試料については現在分析中。

* : 2022年度以降で放出開始までに観測された範囲は、<参考> これまでに観測された範囲 を参照

グラフ参照
ページ

➡ P.25,26,
28

【海藻類の状況】

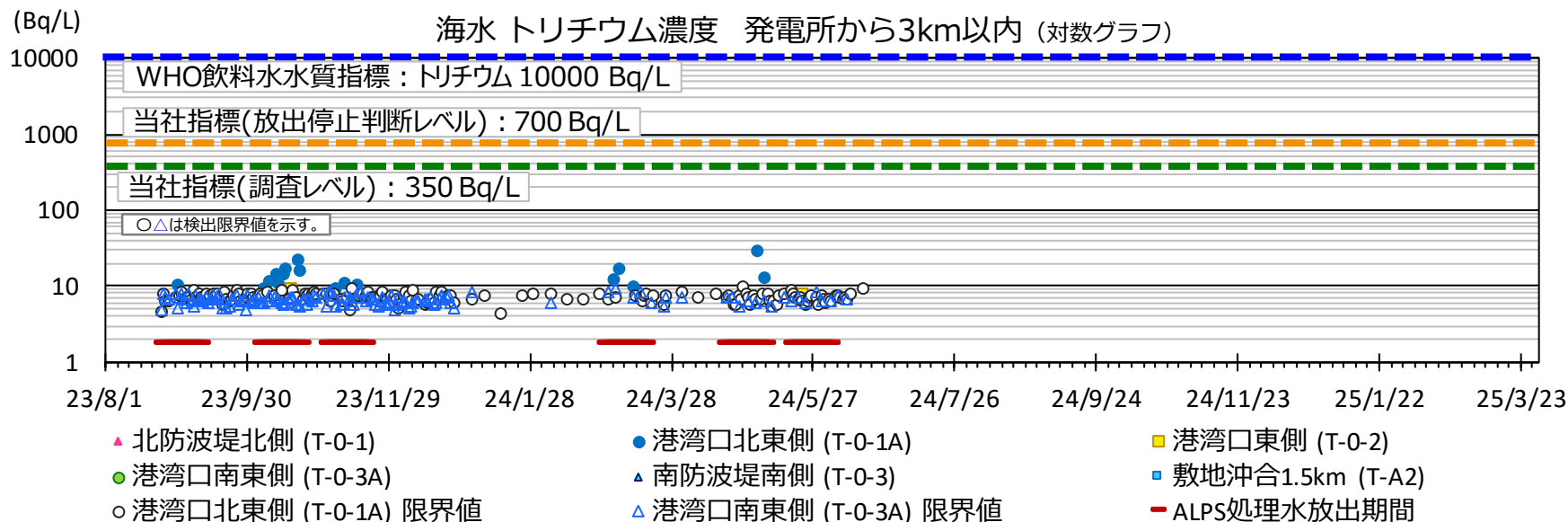
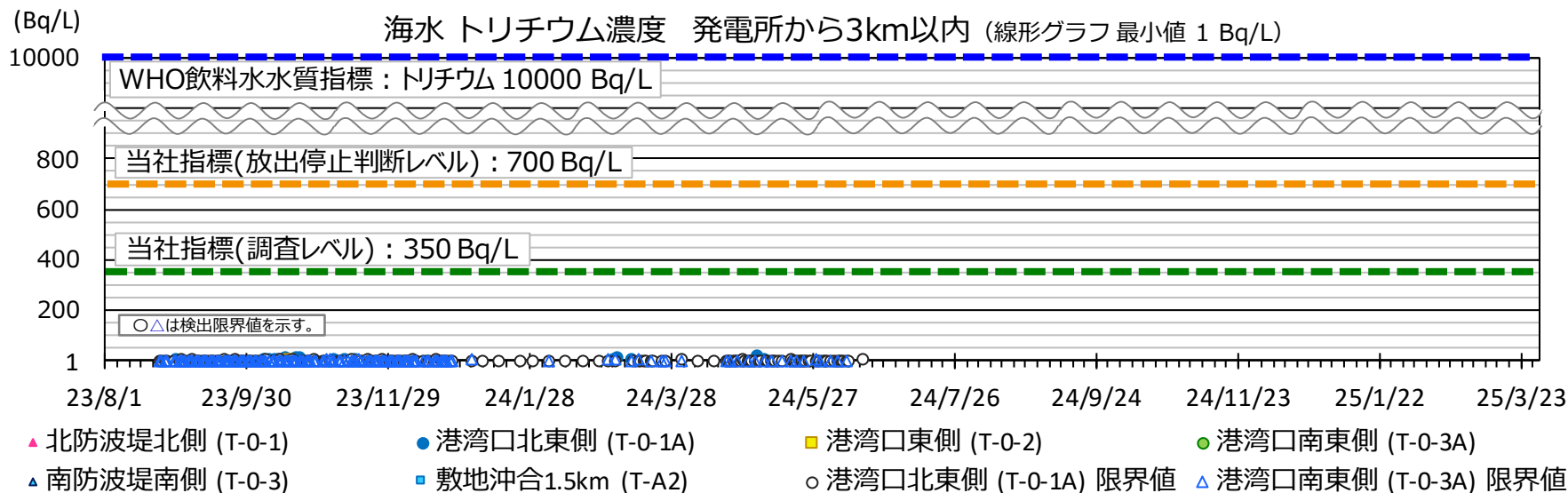
- 海藻類のトリチウムについて、2023年5月までに採取した試料の濃度は、組織自由水型トリチウムについて海水の濃度と同程度であった。
- それ以降に採取した試料は現在分析中。2022年に採取した試料は、改善された手順による再分析に必要な試料量が残っていなかったため分析していない。
- 海藻類のヨウ素129の濃度について、2023年7月までに採取した試料の濃度は、検出限界値未満 (<0.1 Bq/kg(生)) であった。
- それ以降に採取した試料は現在分析中。

➡ P.29,15

➡ P.33

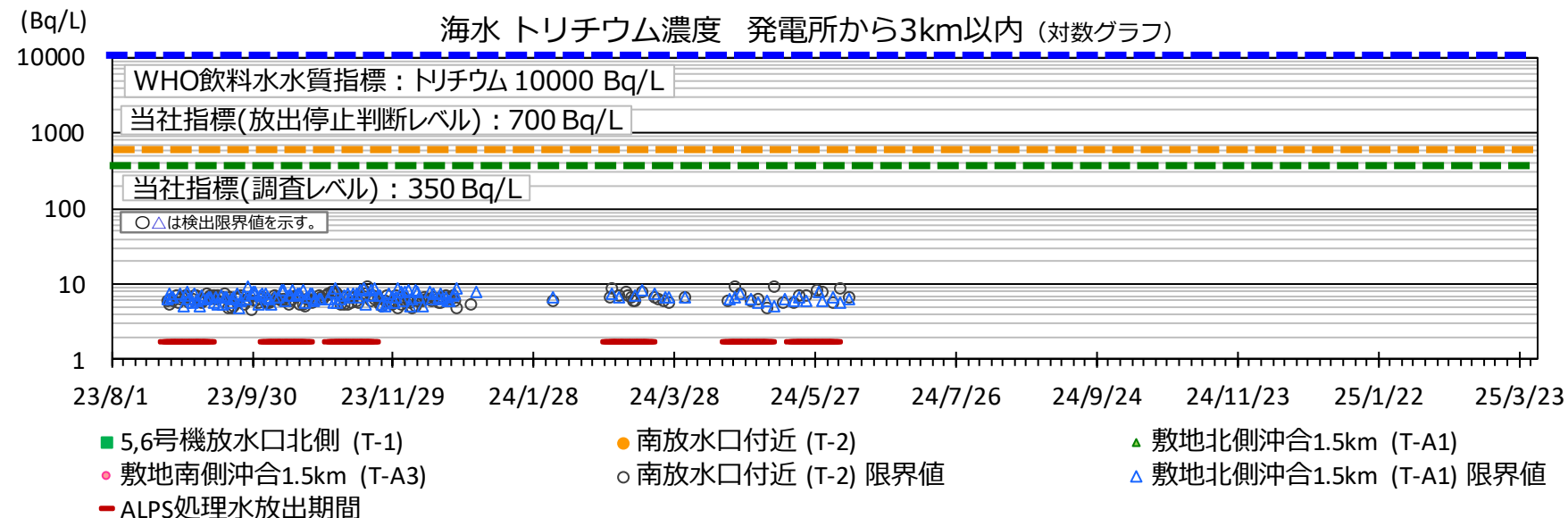
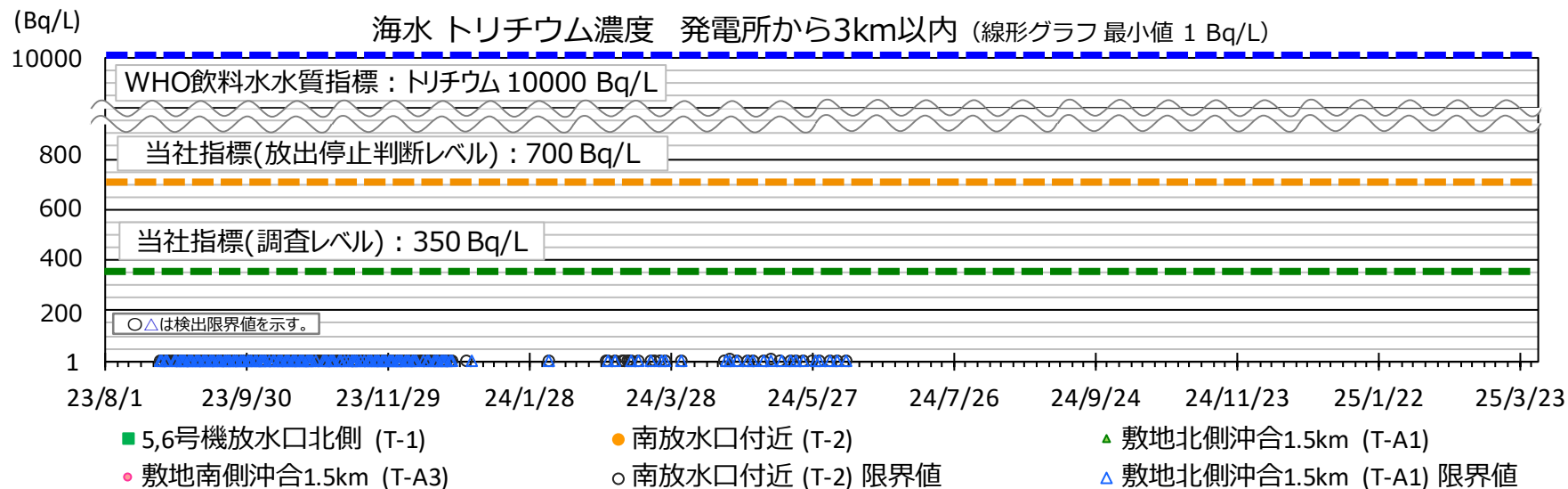
海水のトリチウム濃度

放出開始後から迅速に放出状況を把握するために実施している測定の結果 (1/3)



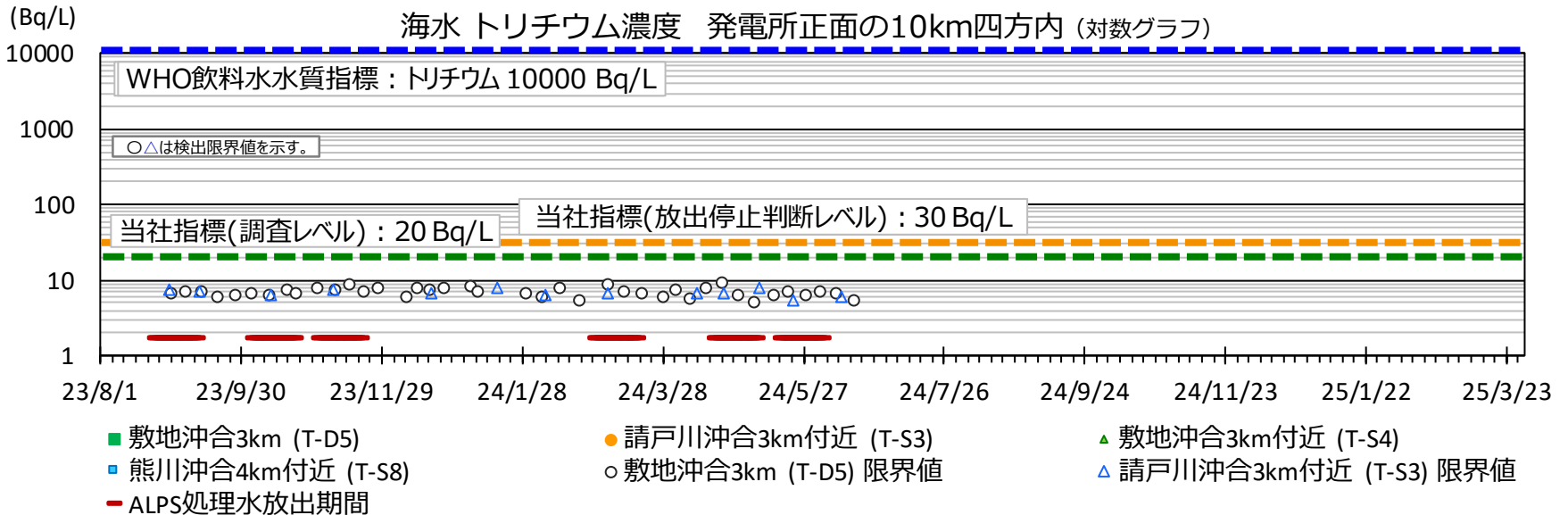
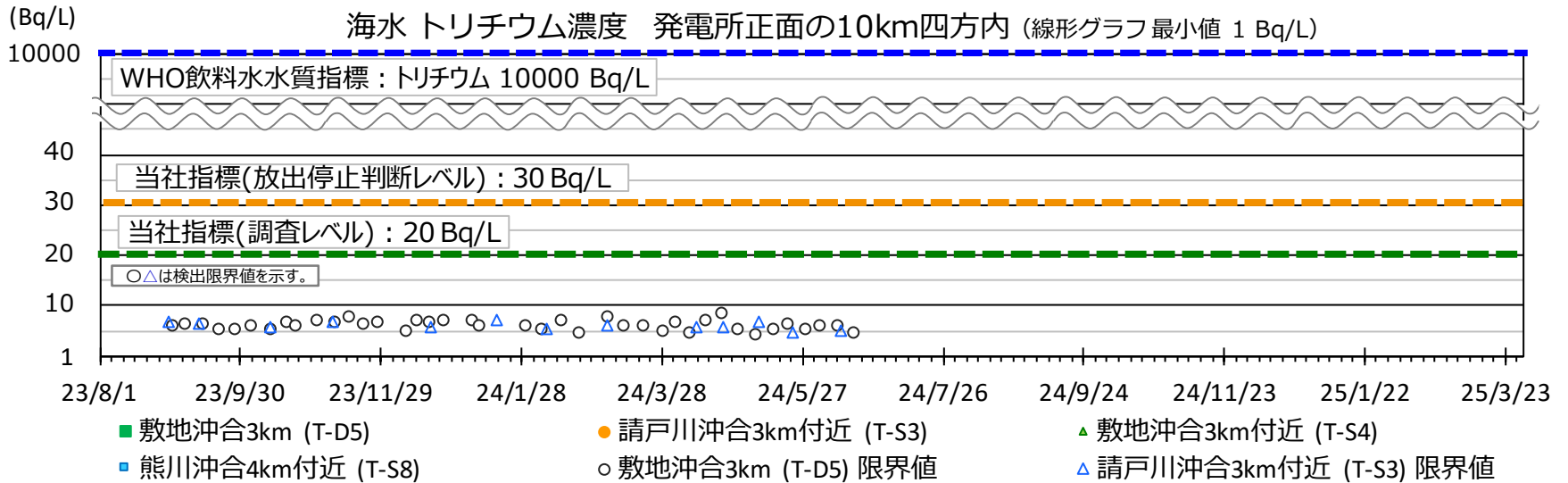
海水のトリチウム濃度

放出開始後から迅速に放出状況を把握するために実施している測定の結果 (2/3)

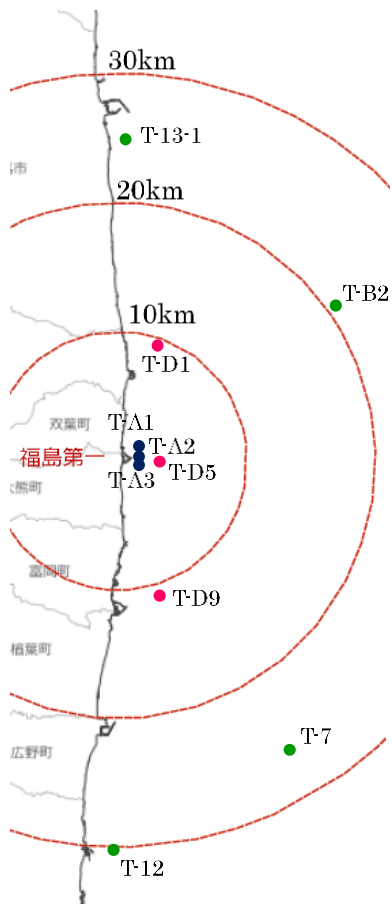


海水のトリチウム濃度

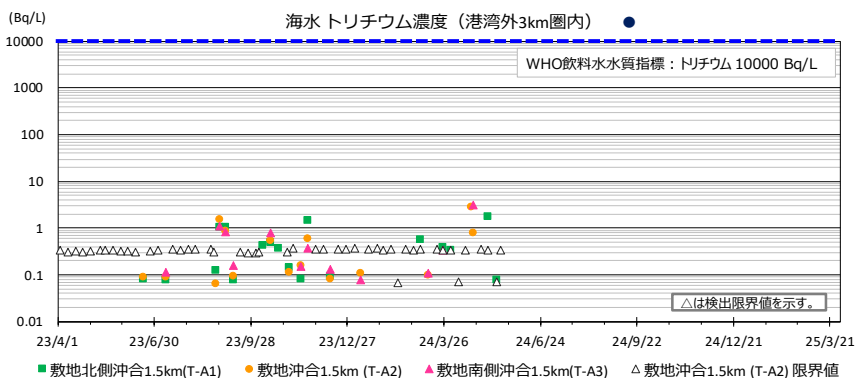
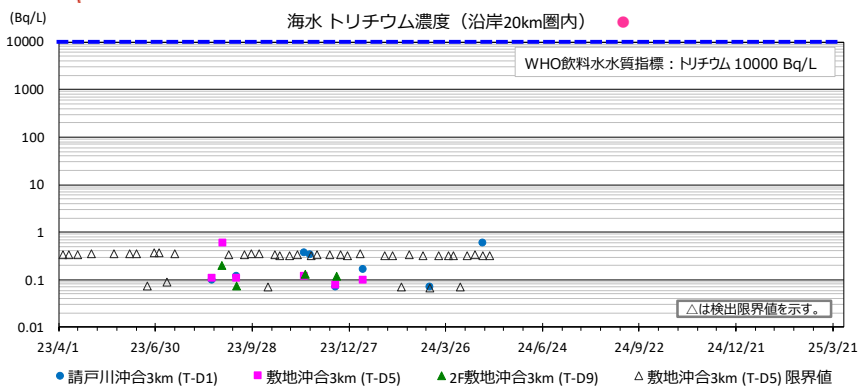
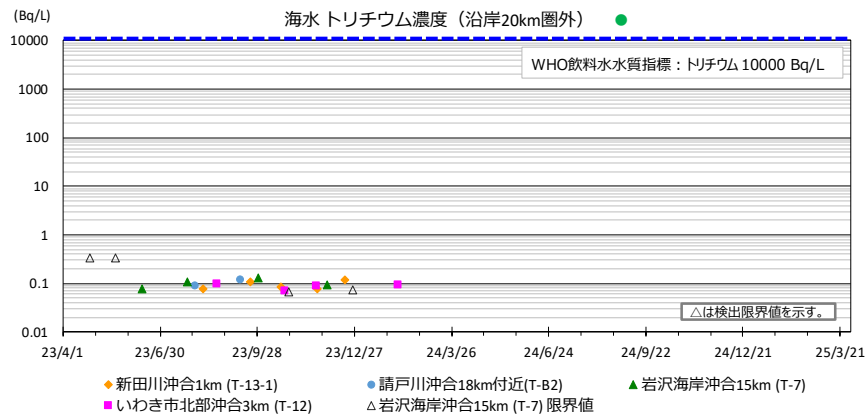
放出開始後から迅速に放出状況を把握するために実施している測定の結果 (3/3)



海水のトリチウム濃度 放出開始前より継続している測定の結果 (1/4)

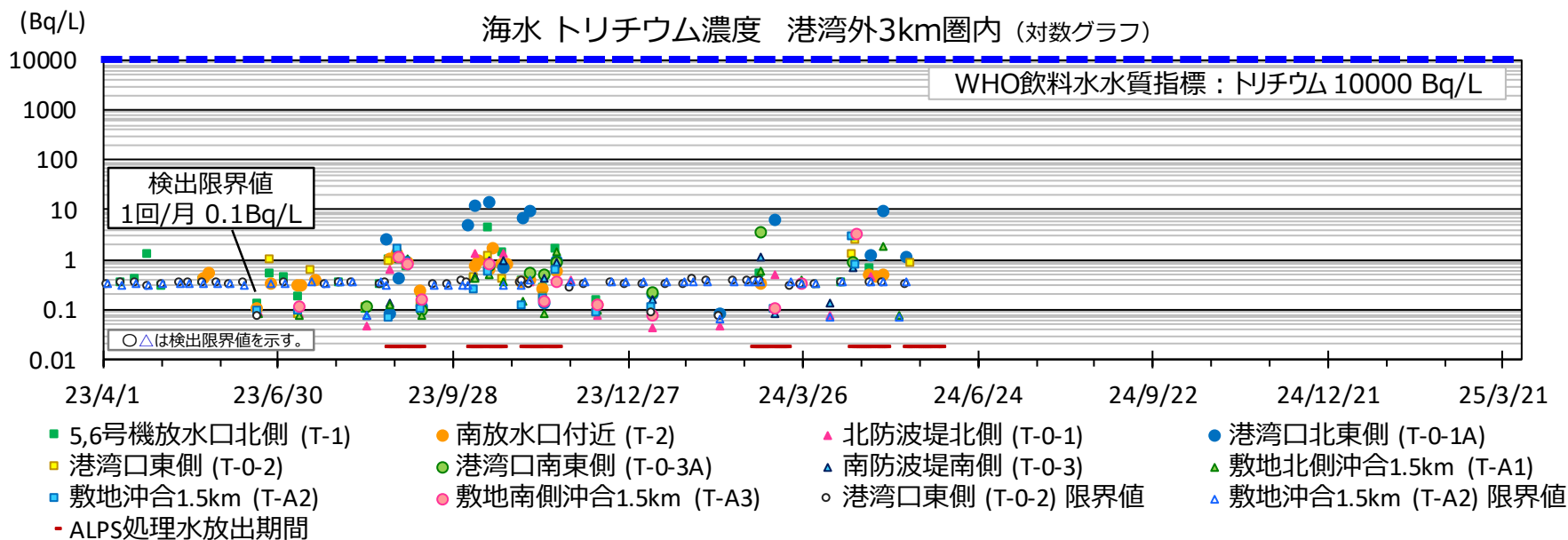
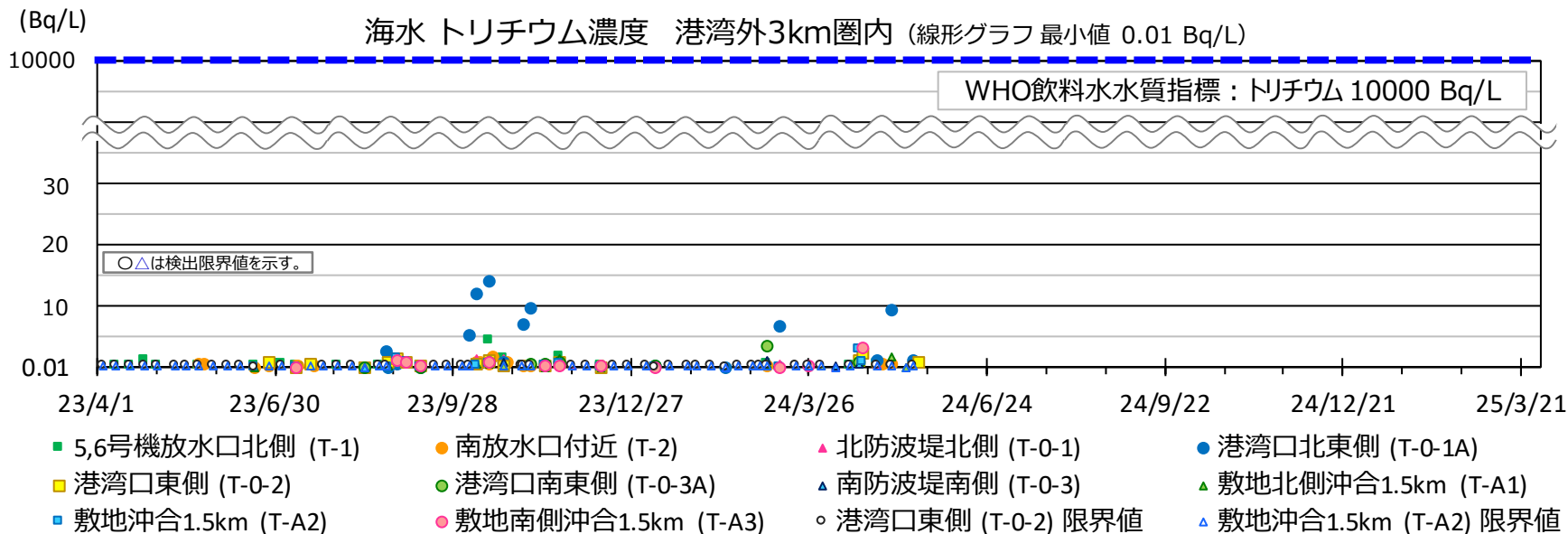


※国土地理院地図を加工して作成

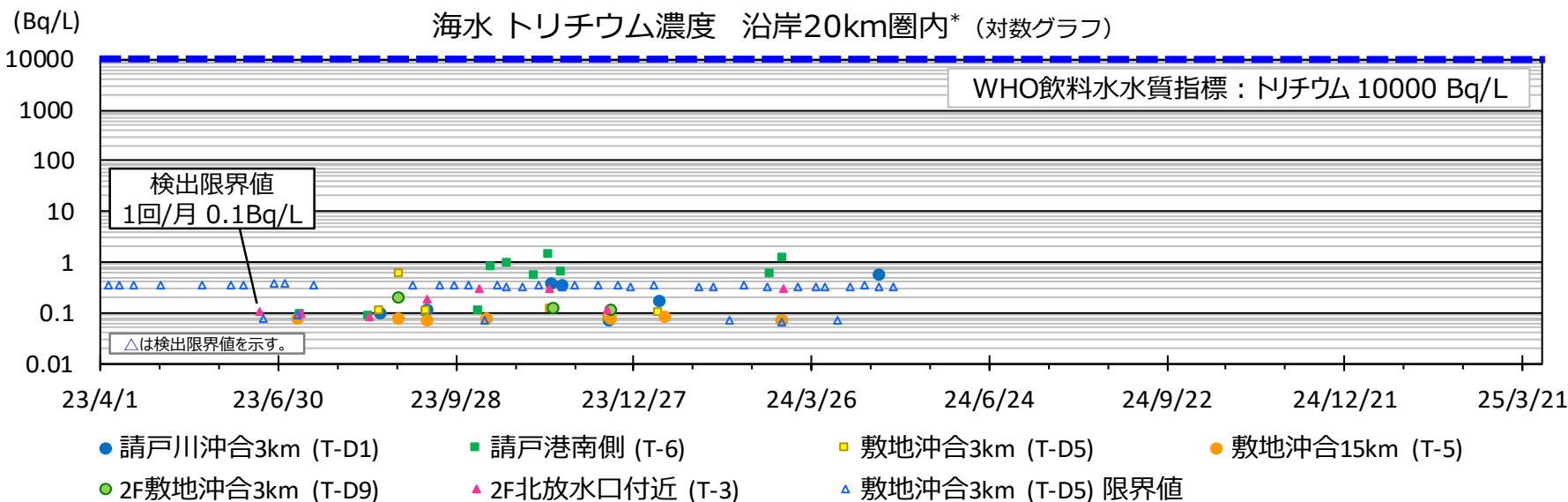
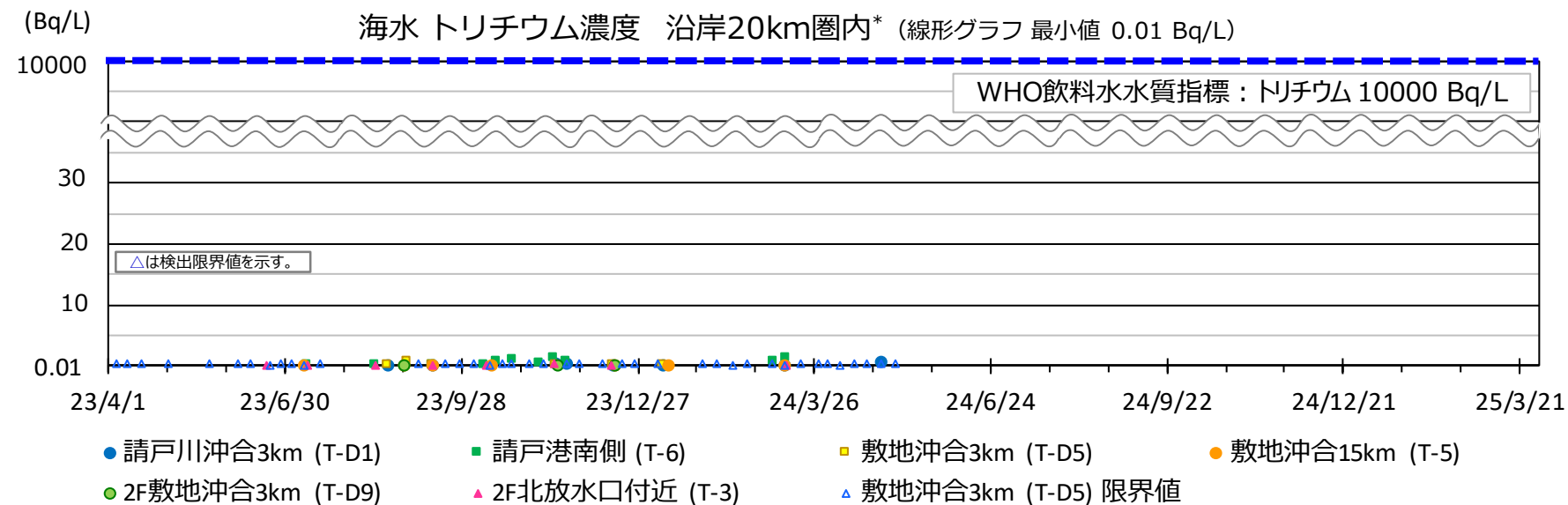


- 発電所沿岸では南北方向の海流があることから、発電所を中心に南北がほぼ対称となるように採取点3～4点を選び海水トリチウム濃度を記載。
- それぞれ、これまでに観測された範囲の濃度で推移している。
- 港湾外3km圏内の採取点については、ALPS処理水放出開始以降の放出期間中に上昇が見られている。
- 採取点毎の推移については次頁以降のグラフを参照。

海水のトリチウム濃度 放出開始前より継続している測定の結果 (2/4)

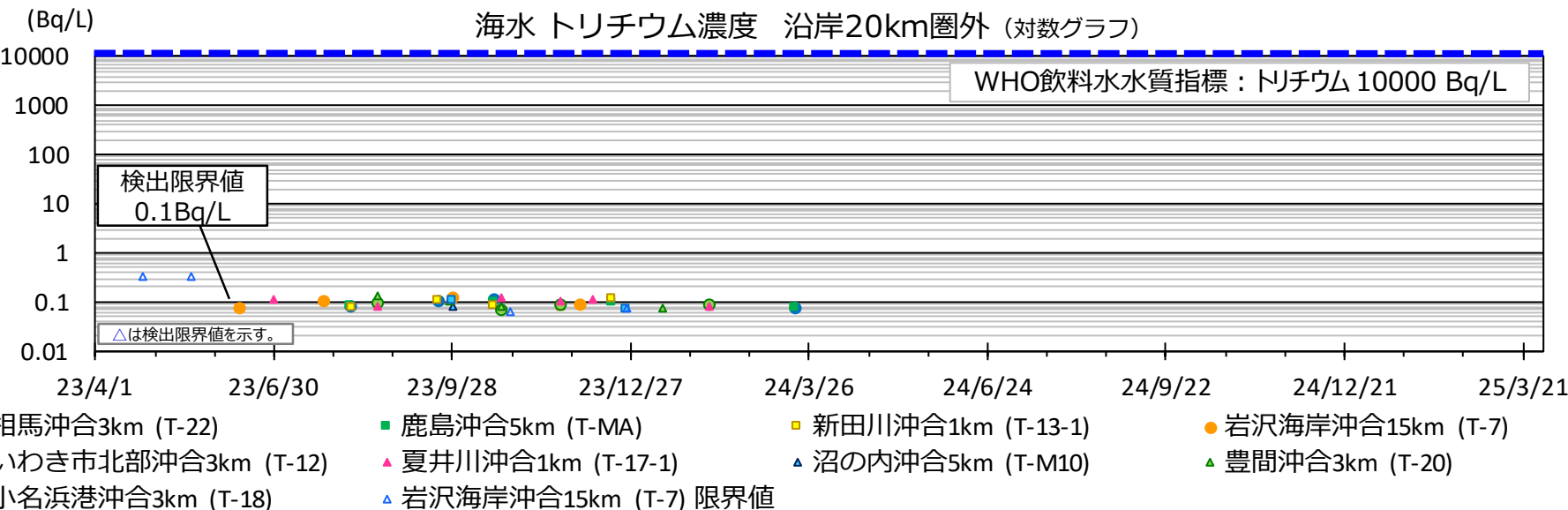
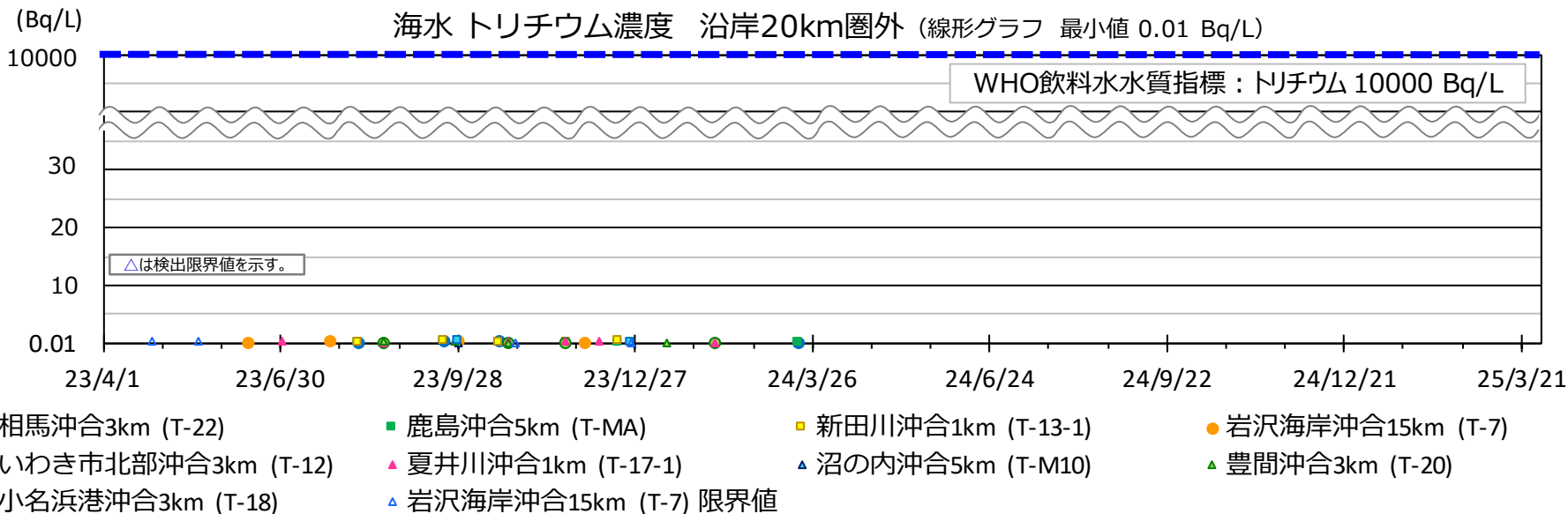


海水のトリチウム濃度 放出開始前より継続している測定の結果 (3/4)



* : 沿岸20km圏内の魚類採取点における海水トリチウム濃度のデータは 海水のトリチウム濃度の推移 (魚類採取点) に記載

海水のトリチウム濃度 放出開始前より継続している測定の結果 (4/4)



至近の海水トリチウム濃度（迅速に放出状況を把握するための測定結果）

（単位：Bq/L）

	試料採取点 (図1,図2参照)	頻度	2024年6月			
			10日	11日	12日	17日
放水口 付近	5,6号機放水口北側 (T-1)	2回/週*1	<6.8	—	—	—
	南放水口付近 (T-2)	2回/週*1	<6.8	—	—	—
	北防波堤北側 (T-0-1)	1回/日*2	<6.8	<7.8	—	<9.0
	港湾口北東側 (T-0-1A)	1回/日*2	<6.5	<7.8	—	<9.0
	港湾口東側 (T-0-2)	1回/日*2	<6.6	<7.8	—	<9.0
	港湾口南東側 (T-0-3A)	2回/週*1	<6.6	—	—	—
	南防波堤南側 (T-0-3)	2回/週*1	<6.5	—	—	—
	敷地北側沖合1.5km (T-A1)	2回/週*1	<6.4	—	—	—
	敷地沖合1.5km (T-A2)	1回/日*2	<6.4	<7.8	—	<5.3
	敷地南側沖合1.5km (T-A3)	2回/週*1	<6.4	—	—	—
放水口 付近の 外側	敷地沖合3km (T-D5)	1回/週	<6.8	—	—	<5.3
	請戸川沖合3km付近 (T-S3)	1回/月	—	—	<6.0	—
	敷地沖合3km付近 (T-S4)	1回/月	—	—	<6.0	—
	熊川沖合4km付近 (T-S8)	1回/月	—	—	—	<5.4

※：<○ は検出限界値○Bq/L未滿を示す。

*1：放出期間中および放出終了日から1週間は2回/週実施、放出停止期間中（放出終了日から1週間は除く）は1回/月実施

*2：放出期間中および放出終了日から1週間は1回/日実施、放出停止期間中（放出終了日から1週間は除く）は1回/週実施

（注）前回の放出期間中における通常測定も含めた結果については、<参考> 前回の放出期間中の海水トリチウム濃度 に示す。

放出開始前より継続している測定においてこれまでに観測された範囲

【海水】

放出開始以降に観測された範囲		トリチウム濃度 (Bq/L)	セシウム137濃度 (Bq/L)
港湾外3km圏内	2023年8月～2024年3月に検出されたデータの最小値～最大値	0.045 ～ 14	0.0088 ～ 0.91 [※]
沿岸20km圏内	2023年8月～2024年3月に検出されたデータの最小値～最大値	0.071 ～ 1.4	0.0012 ～ 0.11
沿岸20km圏外	2023年8月～2024年3月に検出されたデータの最小値～最大値	0.071 ～ 0.13	0.0011 ～ 0.0058

※：降雨の影響と考えられる一時的な上昇を含む

【魚類・海水】

観測された範囲		トリチウム濃度 (Bq/L)	
		魚類 (組織自由水型)	海水 (魚類採取点)
放出開始以前	2022年5月～2023年8月に検出されたデータの最小値～最大値	0.053 ～ 0.18	0.037 ～ 0.39
放出開始以降	2023年8月～2023年12月に検出されたデータの最小値～最大値	0.054 ～ 0.24	0.057 ～ 0.25

<参考> 前回の放出期間中の海水トリチウム濃度 (1/2)

- 前回の放出期間中において、放水口付近（発電所から3km以内）の10地点、放水口付近の外側（発電所正面の10km四方内）の4地点で採取した海水についてトリチウム濃度を測定した結果は、いずれも指標（放出停止判断レベル、調査レベル）を下回っている。
- 前回、2024年度第2回（管理番号 24-2-6）の放出期間中における結果は以下のとおり。

（単位：Bq/L）

	試料採取点	頻度	2024年5月											
			17日 *1	17日 通常 *1,2	18日	19日	20日	20日 通常 *2	21日	22日	22日 通常 *3	23日	24日	25日
放水口 付近	T-1	2回/週*	<5.7	測定中	—	—	<7.2	<0.31	—	—	—	<7.3	—	—
	T-2	2回/週*	<5.8	測定中	—	—	<7.3	<0.30	—	—	—	<7.3	—	—
	T-0-1	1回/日*	<8.9	測定中	<7.9	<7.0	<6.5	測定中	<7.3	<6.5	—	<5.6	<6.4	<6.0
	T-0-1A	1回/日*	<8.8	1.1	<7.9	<6.9	<6.5	<0.33	<6.9	<6.4	—	<5.5	<6.2	<6.9
	T-0-2	1回/日*	<8.9	<0.32	<7.9	<7.0	<6.5	0.82	<7.0	7.7	—	<5.5	<6.1	<6.9
	T-0-3A	2回/週*	<6.3	<0.34	—	—	<6.9	<0.33	—	—	—	<6.1	—	—
	T-0-3	2回/週*	<8.9	<0.35	—	—	<6.5	<0.33	—	—	—	<5.6	—	—
	T-A1	2回/週*	<6.2	<0.35	—	—	<6.9	測定中	—	—	—	<6.1	—	—
	T-A2	1回/日*	<6.3	<0.35	<7.9	<6.7	<6.8	測定中	<6.9	<6.4	—	<6.0	<6.2	<6.9
	T-A3	2回/週*	<6.2	<0.35	—	—	<6.9	測定中	—	—	—	<6.2	—	—
放水口 付近の 外側	T-D5	1回/週	—	—	—	—	<7.2	測定中	—	—	—	—	—	—
	T-S3	1回/月	—	—	—	—	—	—	—	<5.5	測定中	—	—	—
	T-S4	1回/月	—	—	—	—	—	—	—	<5.5	測定中	—	—	—
	T-S8	1回/月	—	—	—	—	—	—	—	<5.5	測定中	—	—	—

※：<○ は検出限界値○Bq/L未滿を示す。 ：ALPS処理水放出期間（管理番号 24-2-6）

*1：放出開始後の13時以降に採取 *2：検出限界値 0.4 Bq/L *3：検出限界値 0.1 Bq/L

*：放水口近傍4地点：放出期間中および放出終了日から1週間は1回/日実施、放出停止期間中（放出終了日から1週間は除く）は1回/週実施
 その他6地点：放出期間中および放出終了日から1週間は2回/週実施、放出停止期間中（放出終了日から1週間は除く）は1回/月実施

<参考> 前回の放出期間中の海水トリチウム濃度 (2/2)

(単位 : Bq/L)

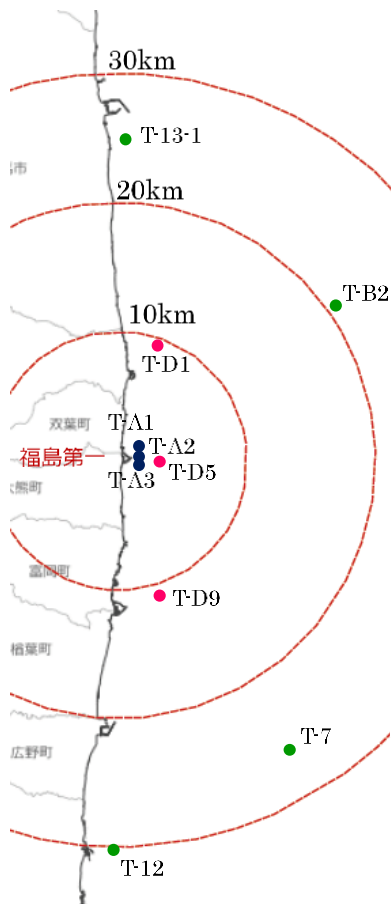
	試料採取点	頻度	2024年5月							2024年6月				
			26日	27日	28日	28日 通常 *2	29日	30日	31日	1日	2日	3日	3日 通常 *2	4日
放水口 付近	T-1	2回/週*	—	<8.4	—	測定中	—	<7.9	—	—	—	<5.8	測定中	—
	T-2	2回/週*	—	<8.4	—	測定中	—	<7.9	—	—	—	<5.9	測定中	—
	T-0-1	1回/日*	<7.4	—*1	<6.3	測定中	<6.6	<7.2	<6.7	<5.9	<6.5	<5.9	測定中	—*1
	T-0-1A	1回/日*	<7.4	—*1	<6.9	測定中	<5.5	<7.2	<6.7	<6.0	<6.4	<6.3	測定中	—*1
	T-0-2	1回/日*	<7.4	—*1	<6.9	測定中	<6.6	<7.6	<6.7	<5.9	<6.5	<6.3	測定中	—*1
	T-0-3A	2回/週*	—	—*1	<8.2	測定中	—	<6.3	—	—	—	<6.3	測定中	—
	T-0-3	2回/週*	—	—*1	<8.1	測定中	—	<7.3	—	—	—	<6.3	測定中	—
	T-A1	2回/週*	—	—*1	<8.1	測定中	—	<6.2	—	—	—	<7.0	測定中	—
	T-A2	1回/日*	<8.3	—*1	<6.8	測定中	<5.5	<6.3	<6.8	<7.0	<6.9	<7.0	測定中	—*1
	T-A3	2回/週*	—	—*1	<6.9	測定中	—	<7.3	—	—	—	<6.9	測定中	—
放水口 付近の 外側	T-D5	1回/週	—	—	<6.4	測定中	—	—	—	—	—	<7.0	測定中	—
	T-S3	1回/月	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	T-S4	1回/月	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	T-S8	1回/月	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

※ : <○ は検出限界値○Bq/L未満を示す。 : ALPS処理水放出期間 (管理番号 24-2-6)

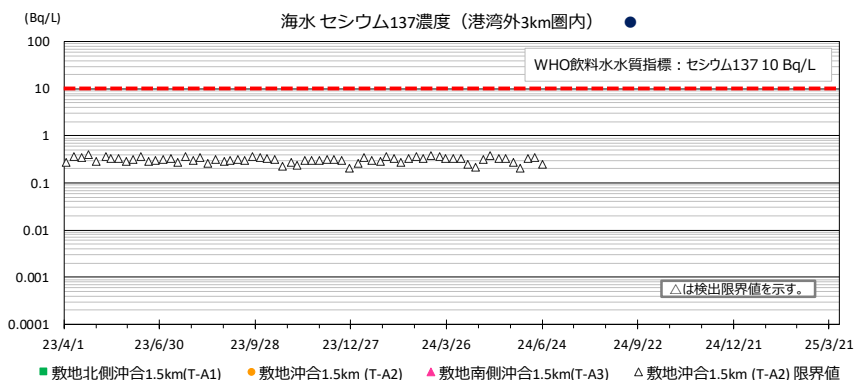
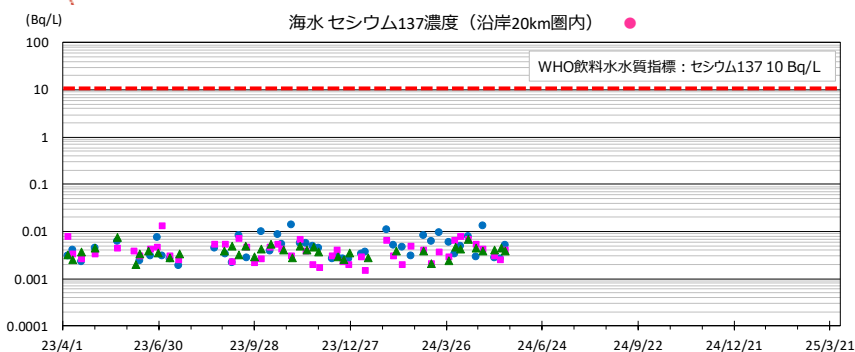
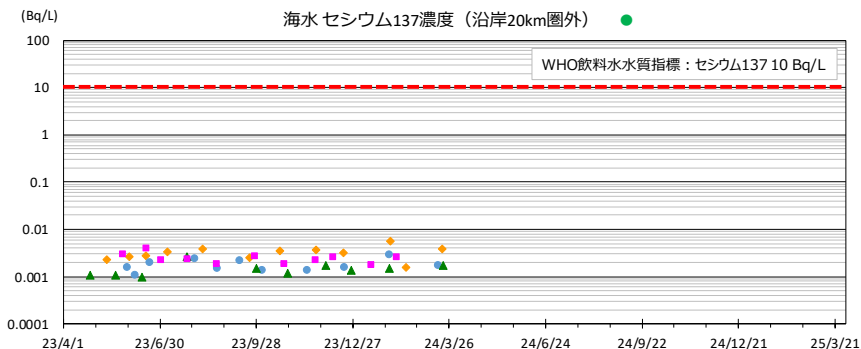
*1 : 悪天候により採取中止 *2 : 検出限界値 0.4 Bq/L

* : 放水口近傍4地点 : 放出期間中および放出終了日から1週間は1回/日実施、放出停止期間中 (放出終了日から1週間は除く) は1回/週実施
 その他6地点 : 放出期間中および放出終了日から1週間は2回/週実施、放出停止期間中 (放出終了日から1週間は除く) は1回/月実施

海水のセシウム137濃度 放出開始前より継続している測定の結果 (1/4)



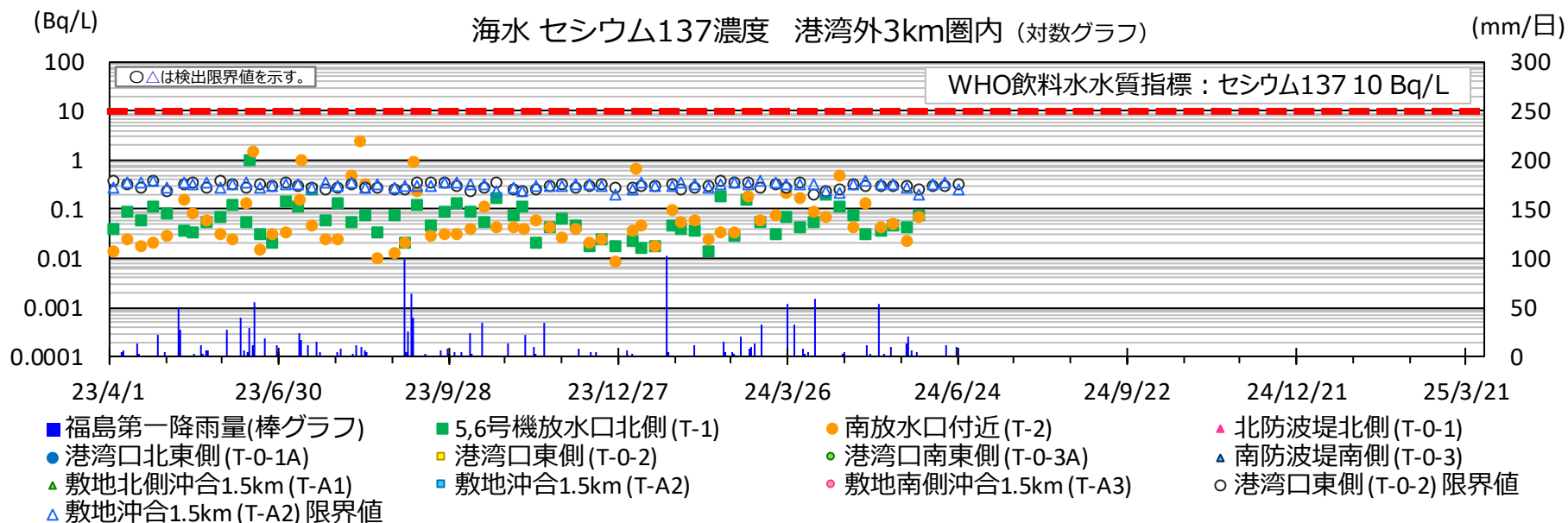
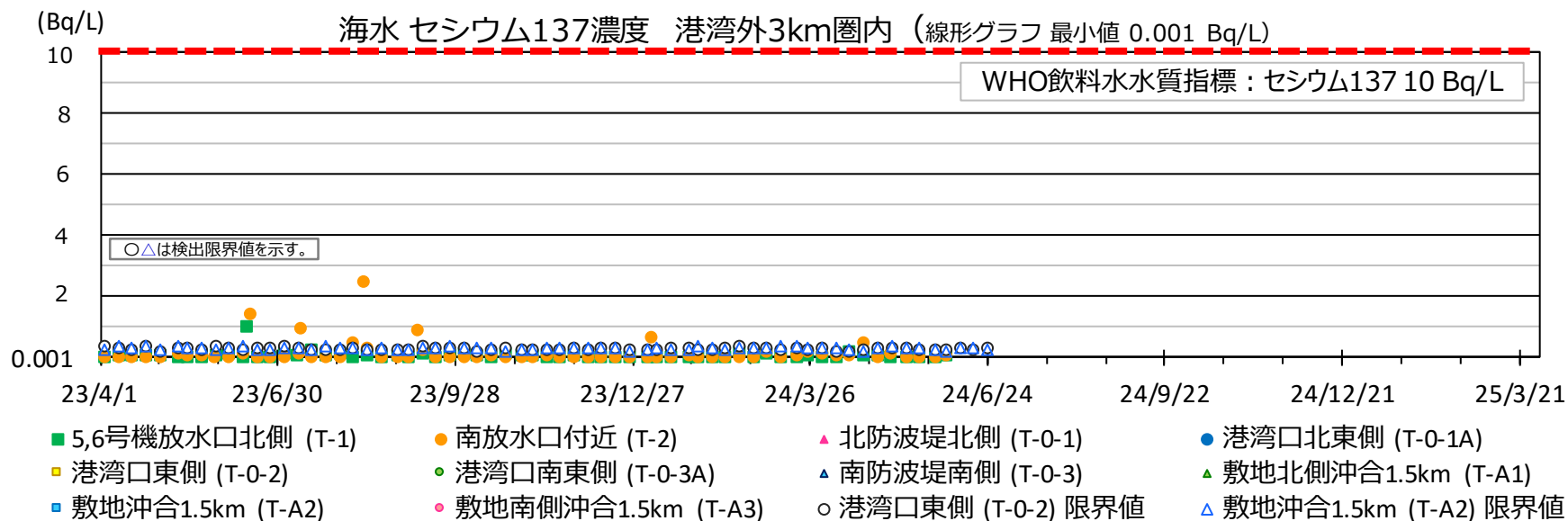
※国土地理院地図を加工して作成



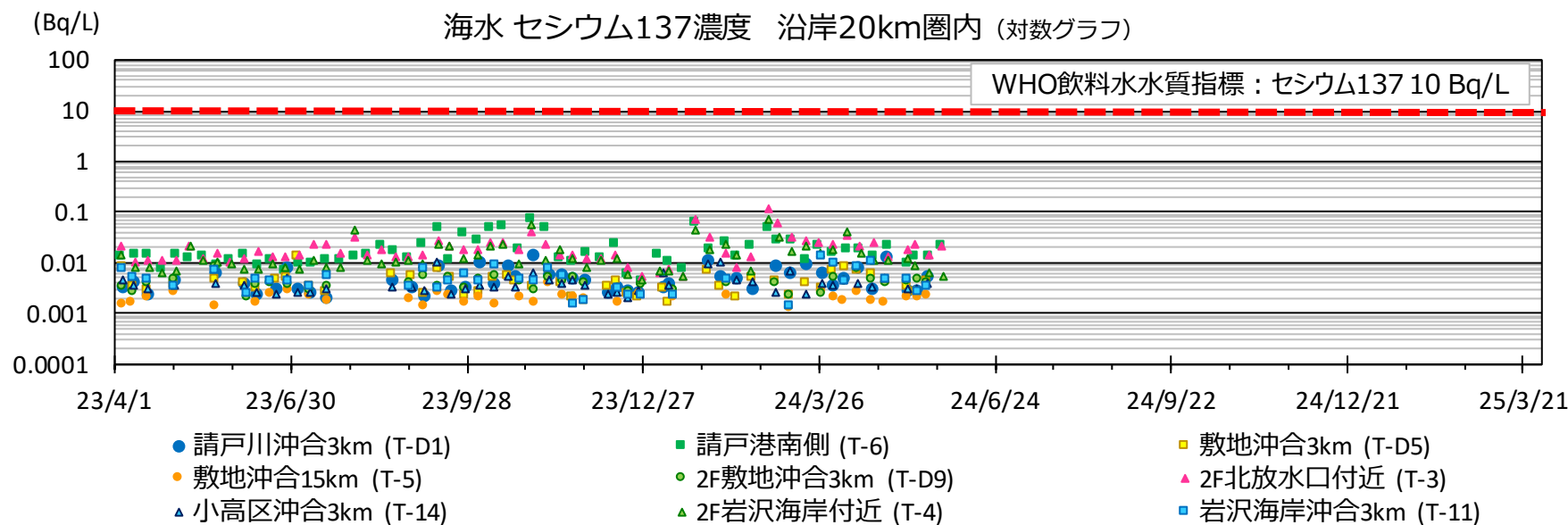
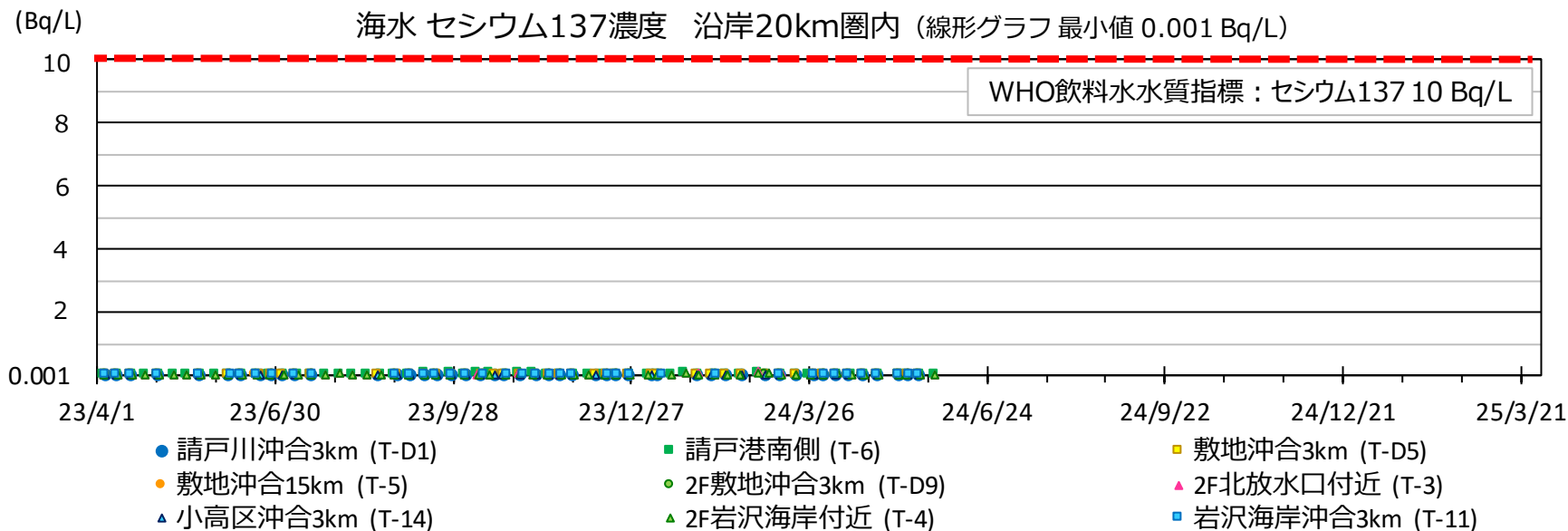
- 発電所沿岸では南北方向の海流があることから、発電所を中心に南北がほぼ対称となるように採取点3~4点を選び海水セシウム137濃度を記載。
- それぞれ、これまでに観測された範囲の濃度で推移している。
- 発電所から距離が遠くなるほど濃度が低くなる傾向にある。
- 採取点毎の推移については次頁以降のグラフを参照。

海水のセシウム137濃度 放出開始前より継続している測定の結果 (2/4)

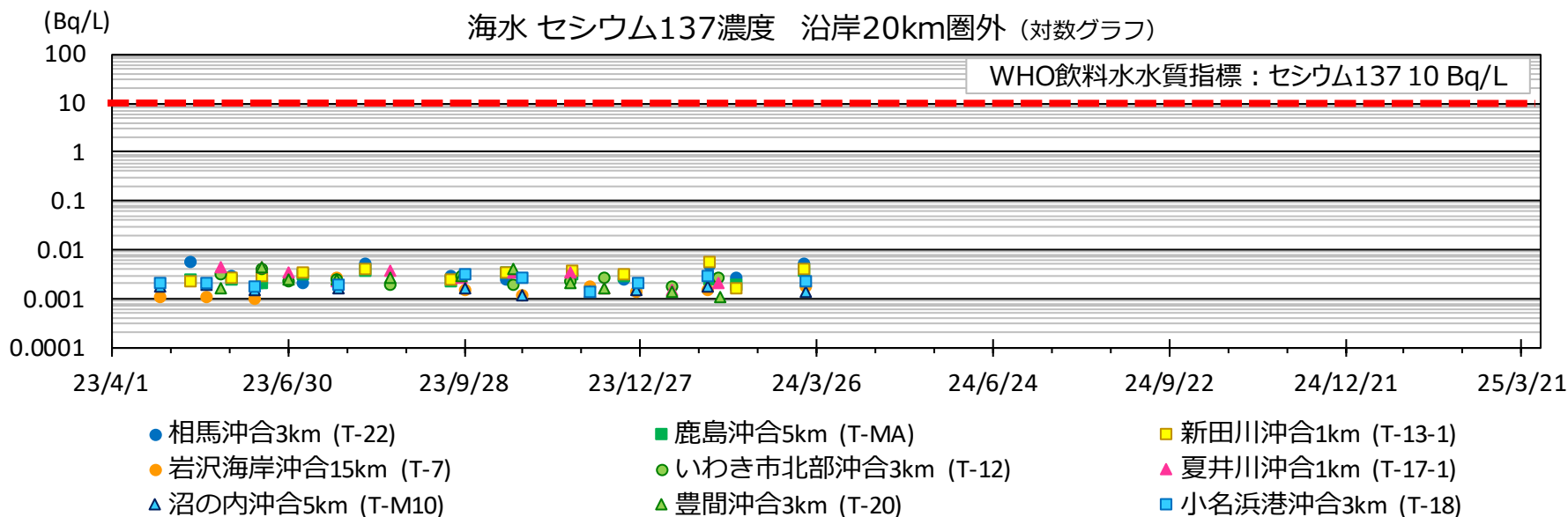
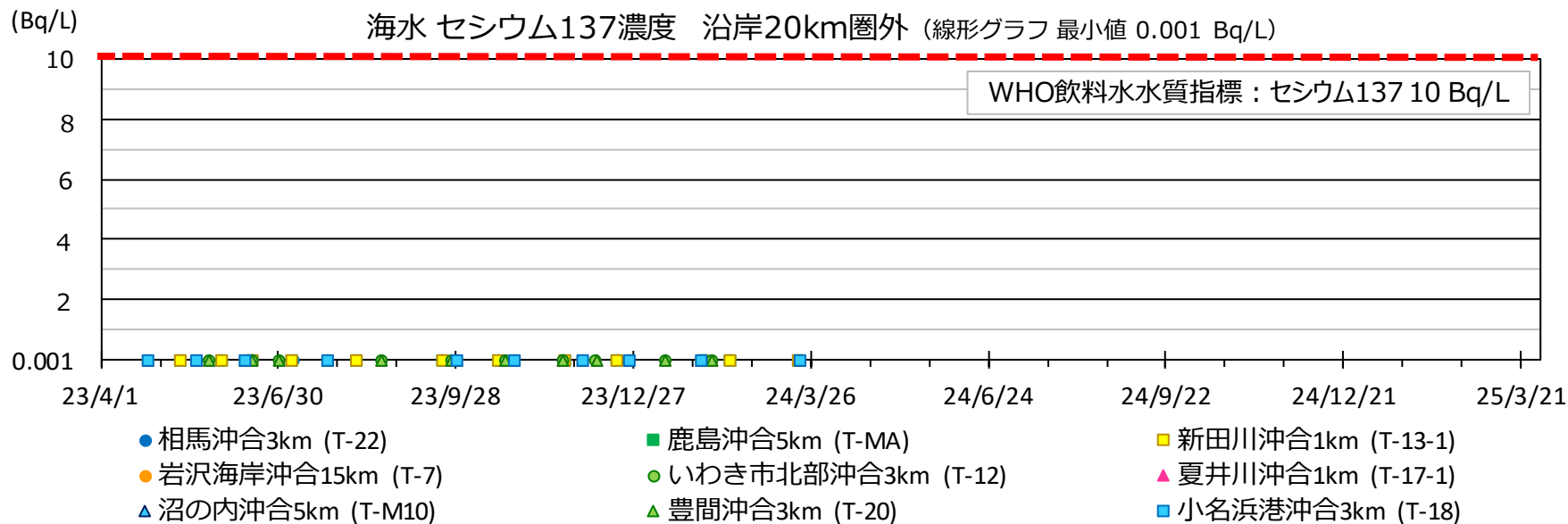
○ これまでの発電所近傍の海水と同様に降雨の影響と考えられる一時的な上昇が見られる。



海水のセシウム137濃度 放出開始前より継続している測定の結果 (3/4)

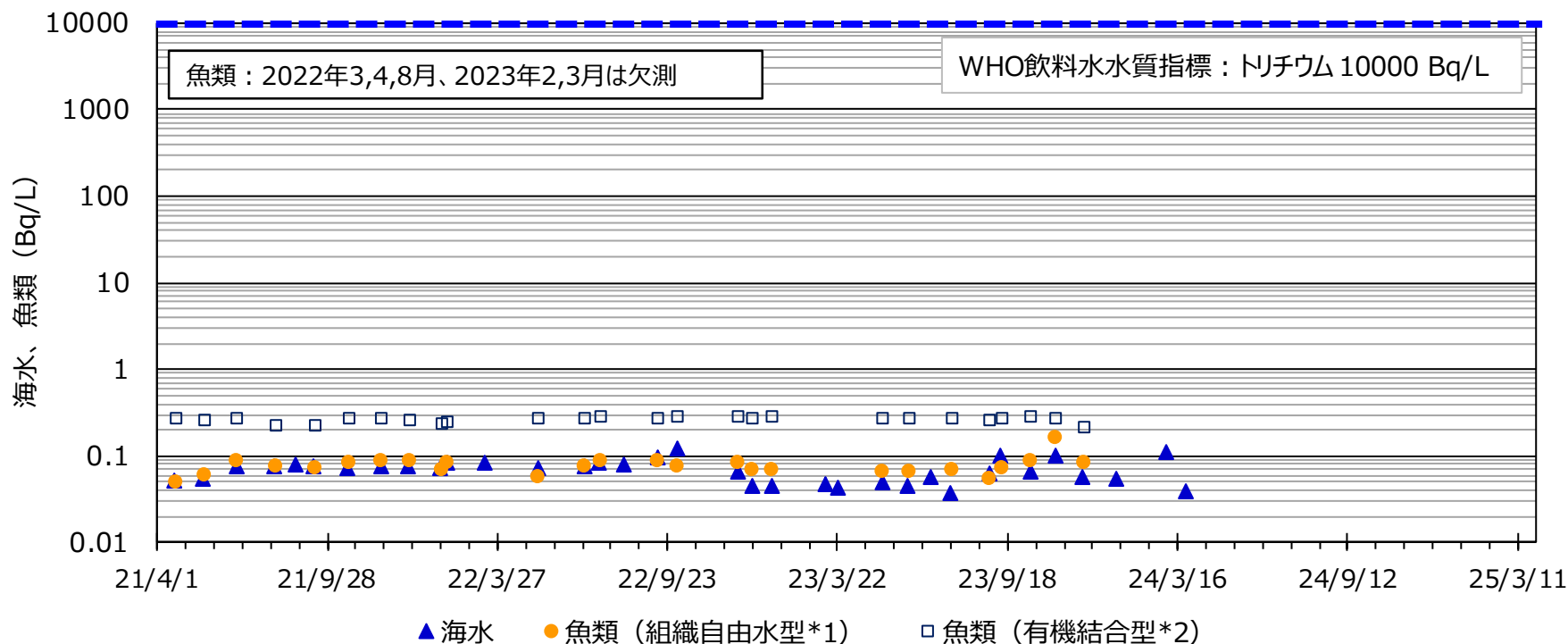


海水のセシウム137濃度 放出開始前より継続している測定の結果 (4/4)



- 放出開始から2023年12月までに採取した魚類の濃度は、放出開始までに観測された範囲と同程度であった。その他の放出開始以降に採取した試料については現在分析中。
- 魚類の組織自由水型トリチウムについて、放出開始以前から海水の濃度と同程度で推移している。

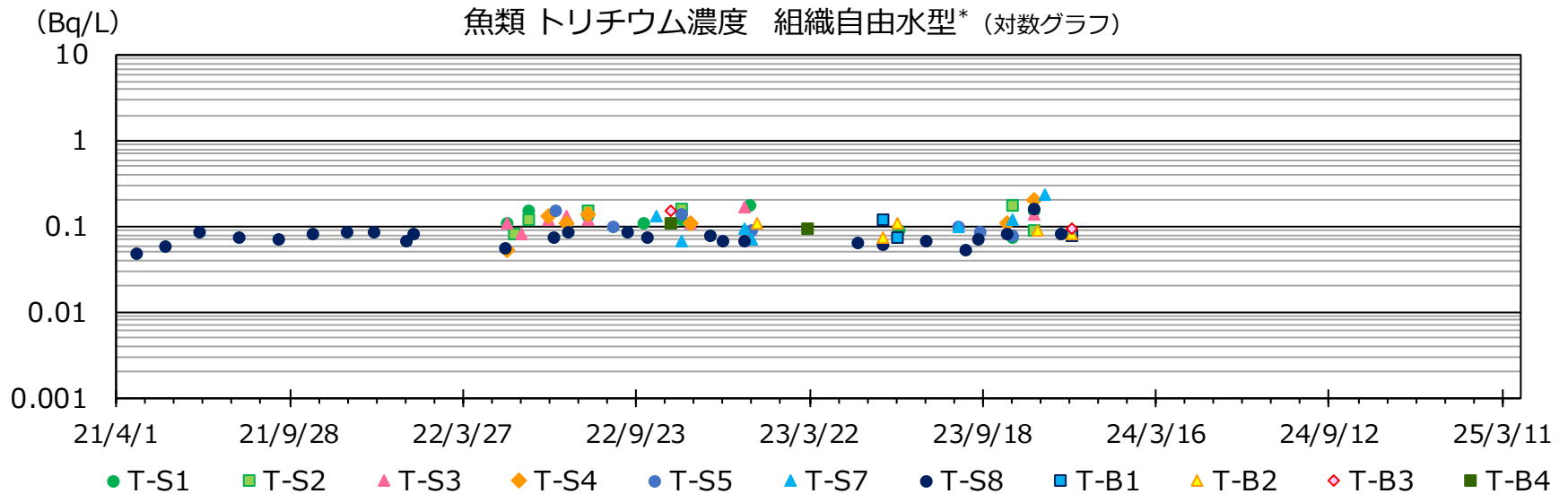
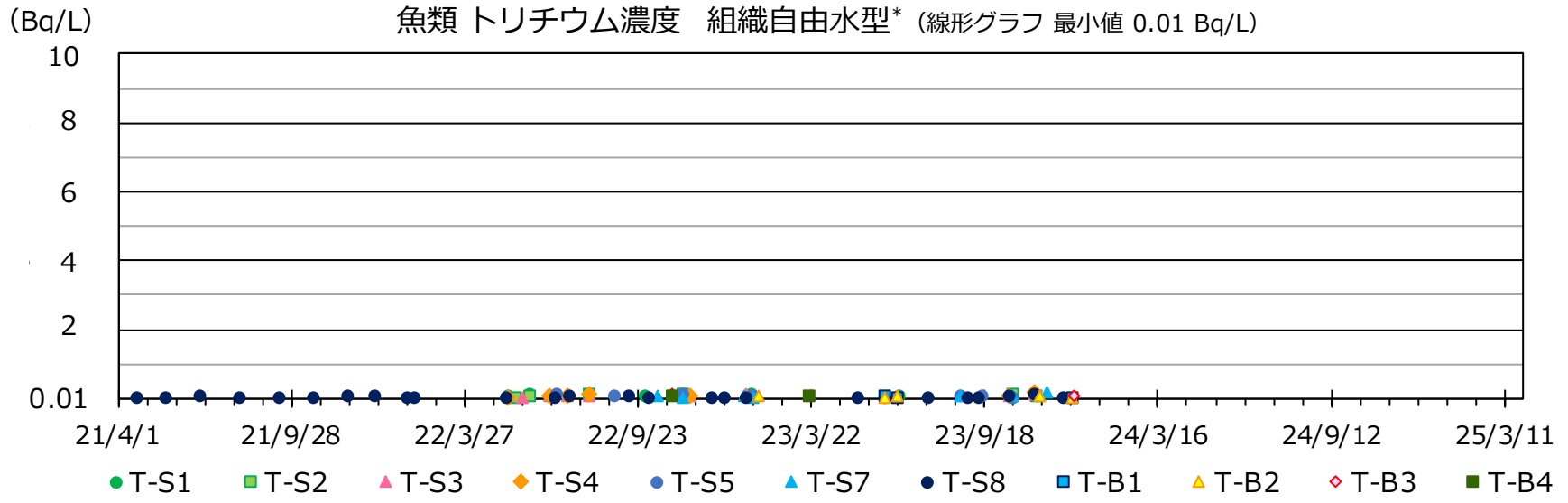
魚類・海水 トリチウム濃度 (T-S8 ヒラメ)



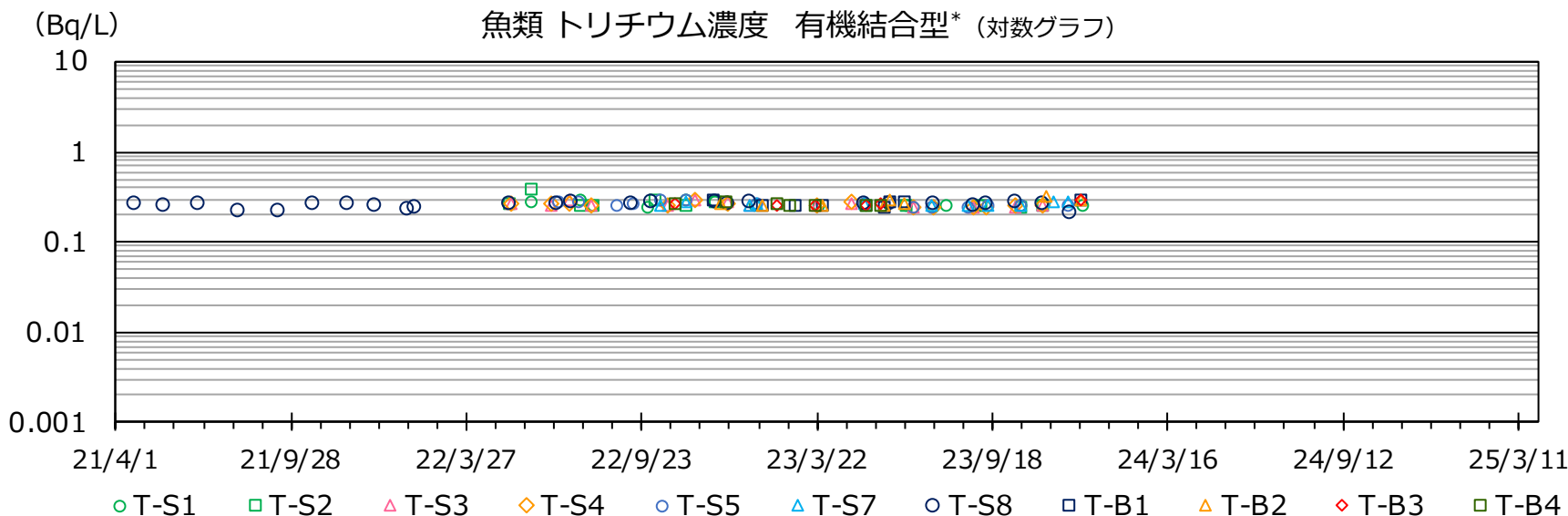
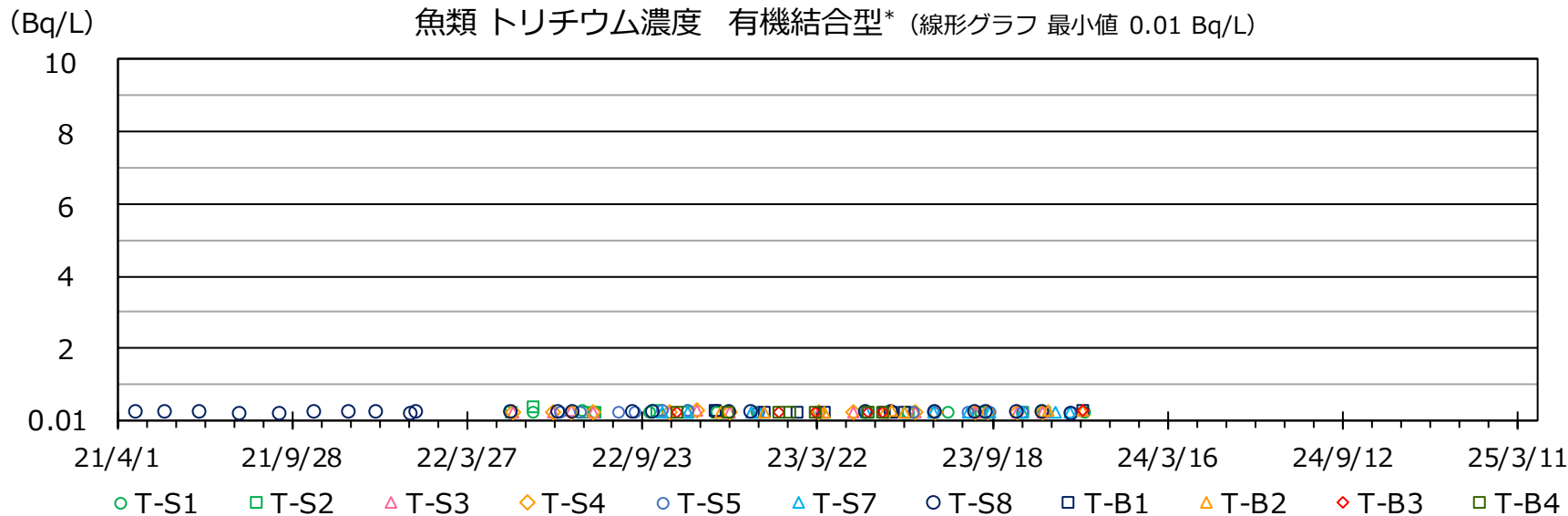
※有機結合型トリチウムは全て検出限界値未満であり、□は検出限界値を示す。
総合モニタリング計画における有機結合型トリチウムの検出限界値は0.5 Bq/Lとなっている。

*1 : 組織自由水型のトリチウムとは、動植物の組織内に水の状態で存在し、水と同じように組織外へ排出されるトリチウム。

*2 : 有機結合型のトリチウムとは、動植物の組織内のタンパク質などに有機的に結合して組織内に取り込まれ、細胞の代謝により組織外へ排出されるトリチウム。



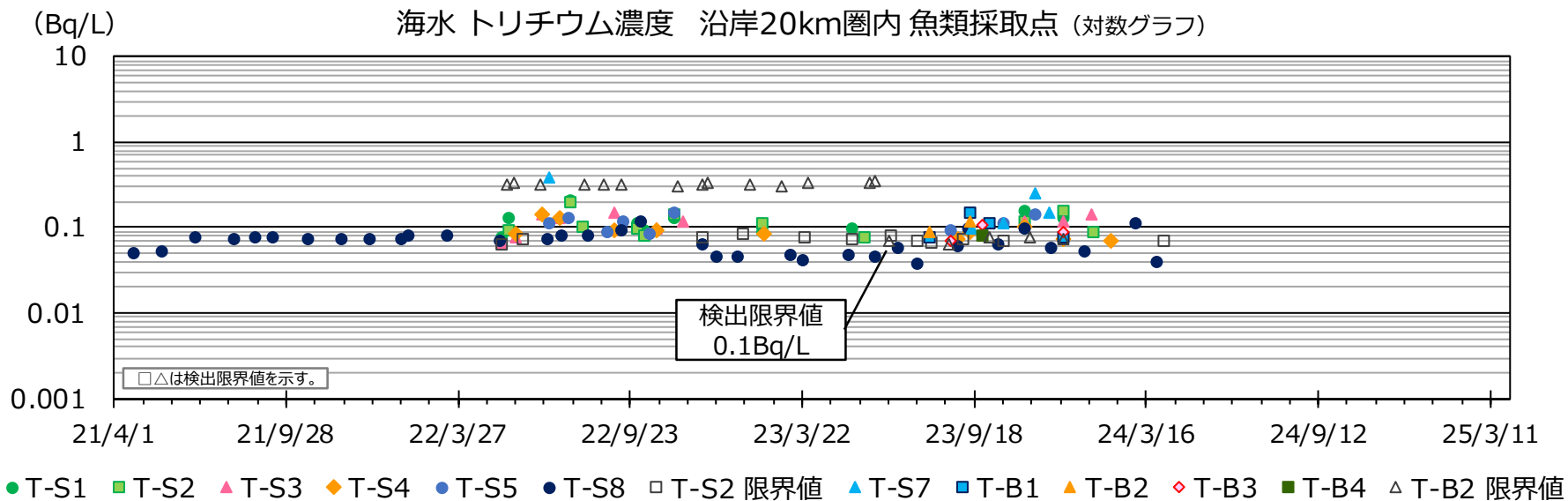
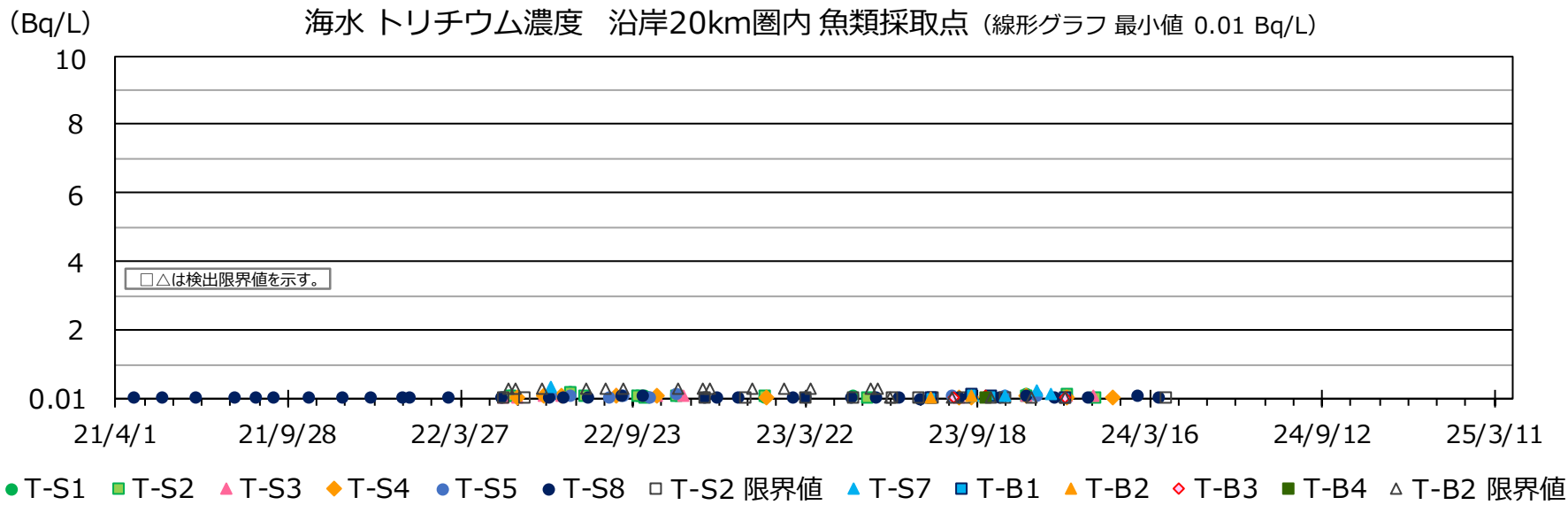
※試料はヒラメ *：組織自由水型のトリチウムとは、動植物の組織内に水の状態で存在し、水と同じように組織外へ排出されるトリチウム。



※試料はヒラメ

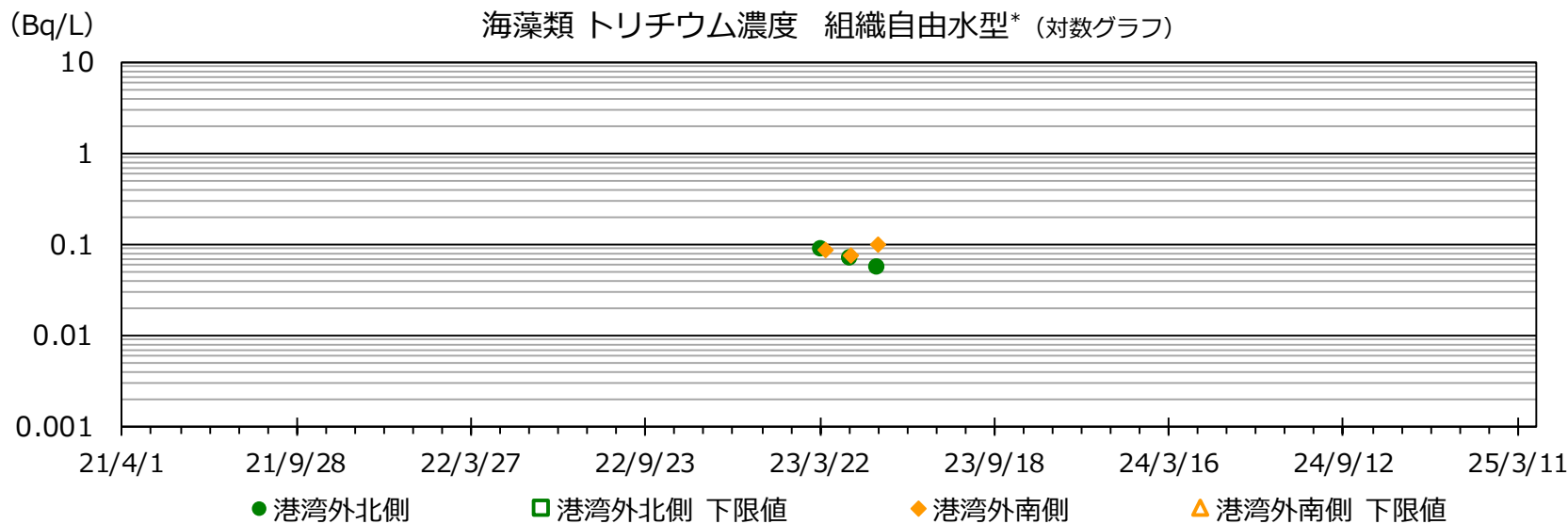
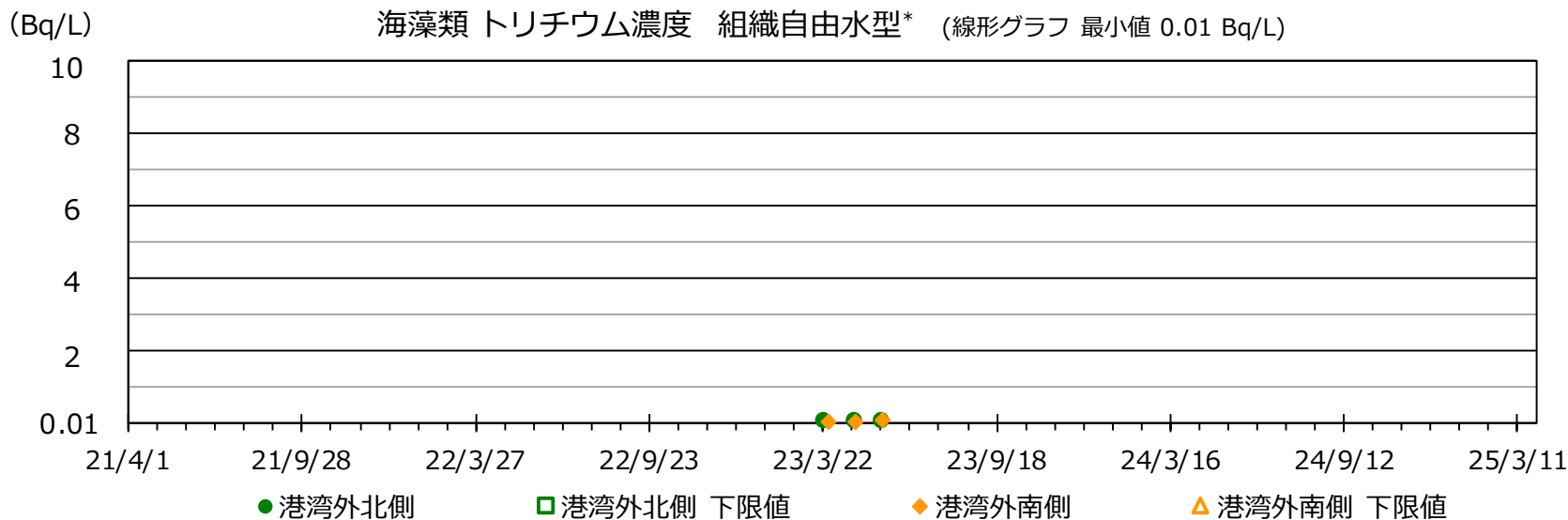
※有機結合型トリチウムは全て検出限界値未満であり、各点は検出限界値を示す。
総合モニタリング計画における有機結合型トリチウムの検出限界値は0.5 Bq/Lとなっている。

* : 有機結合型のトリチウムとは、動植物の組織内のタンパク質などに有機的に結合して組織内に取り込まれ、細胞の代謝により組織外へ排出されるトリチウム。



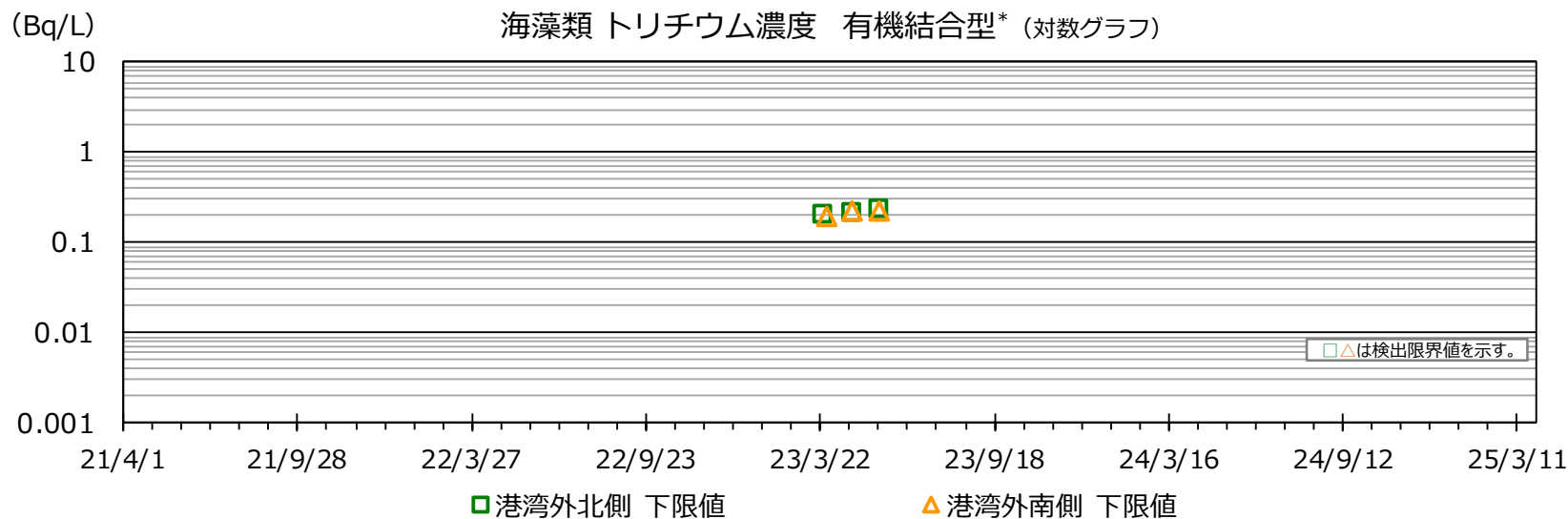
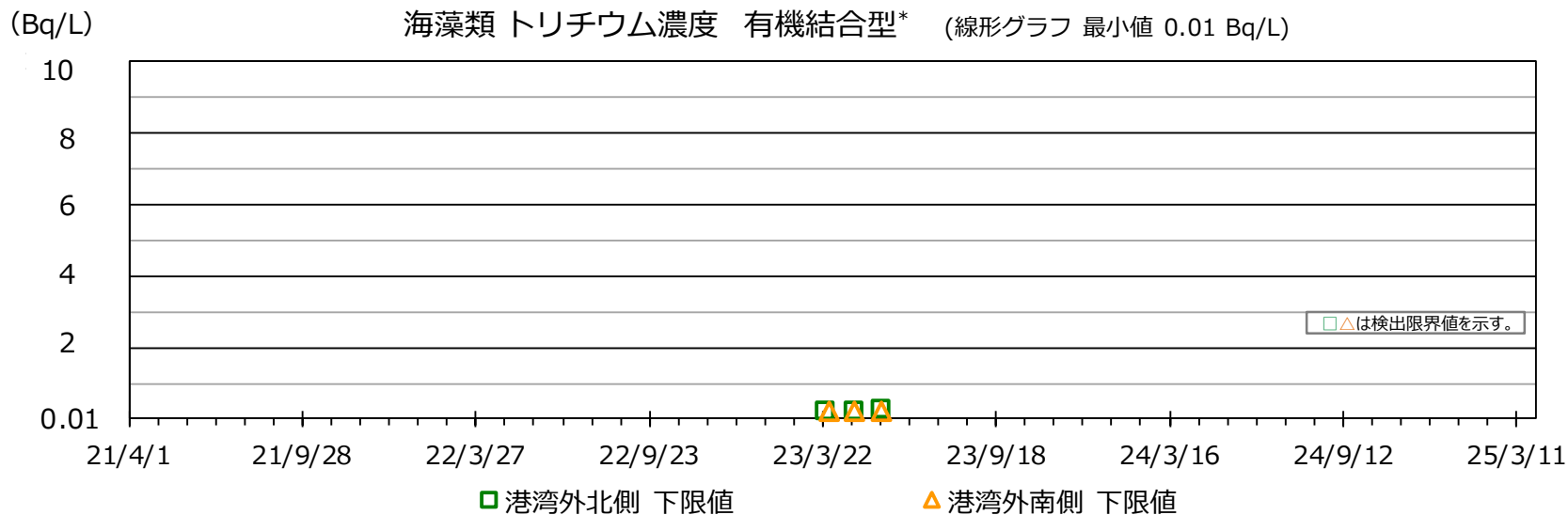
※採取深度は表層 検出限界値 T-S1～T-S8(T-S7除く) : 0.1Bq/L T-S7, T-B1～T-B4 : 0.4Bq/L → 0.1Bq/L

○ 2023年5月までに採取した試料の濃度は、海水の濃度と同程度であった。



※試料はコンブ、ホンダワラ

* : 組織自由水型のトリチウムとは、動植物の組織内に水の状態で存在し、水と同じように組織外へ排出されるトリチウム。



※試料はコンブ、ホンダワラ

* : 有機結合型のトリチウムとは、動植物の組織内のタンパク質などに有機的に結合して組織内に取り込まれ、細胞の代謝により組織外へ排出されるトリチウム。

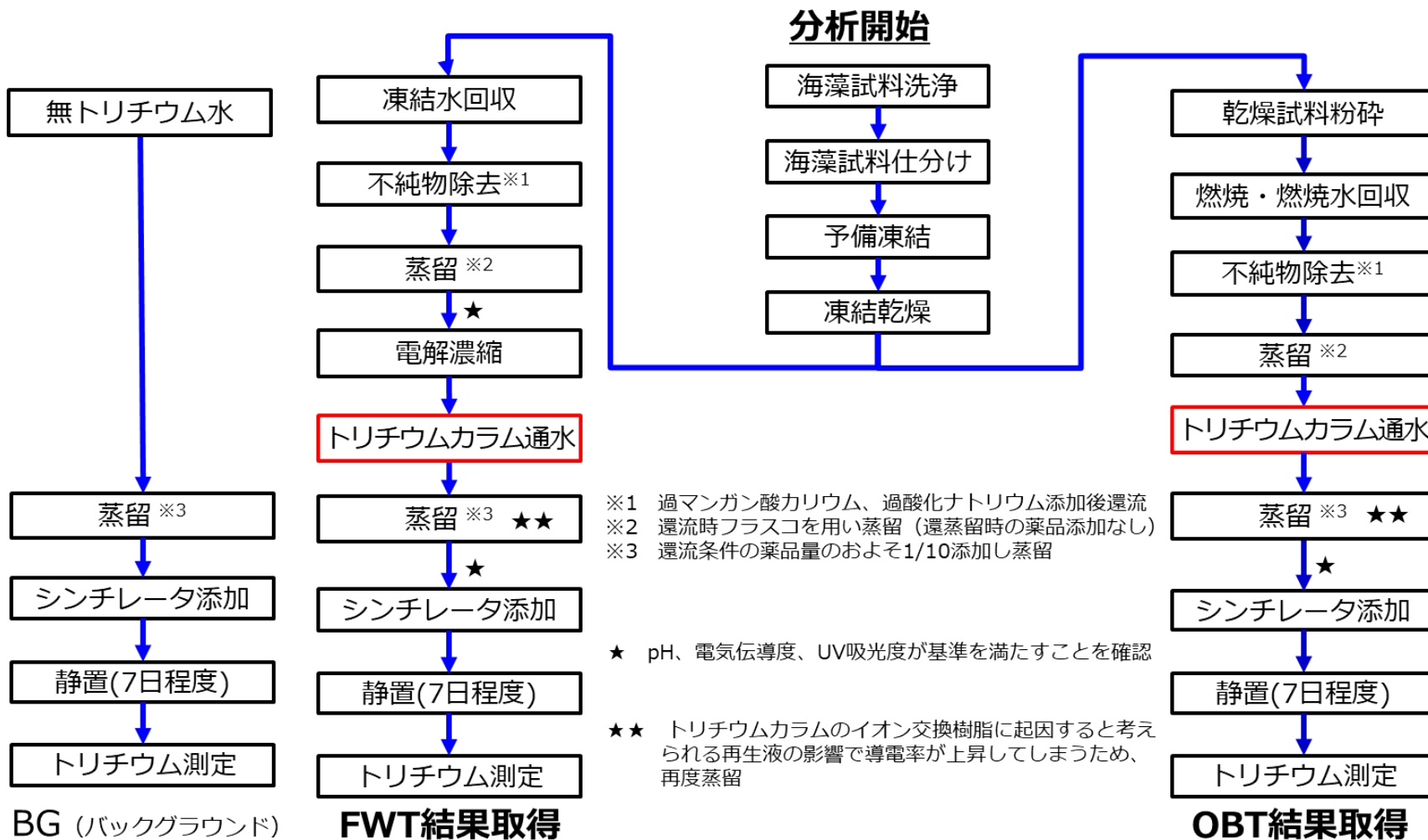
- ALPS処理水の海洋放出にあたりモニタリング計画に追加された海藻トリチウム分析について、当社で分析ができるよう検討をすすめてきた。（当社の開始までは社外機関で分析を実施）
- このたび、当社の分析について、社外機関との比較分析で相違がなく妥当性が確認できたことから、**当社での海藻トリチウムの分析を開始する。**（今後採取する試料から開始予定）

<比較分析結果*>

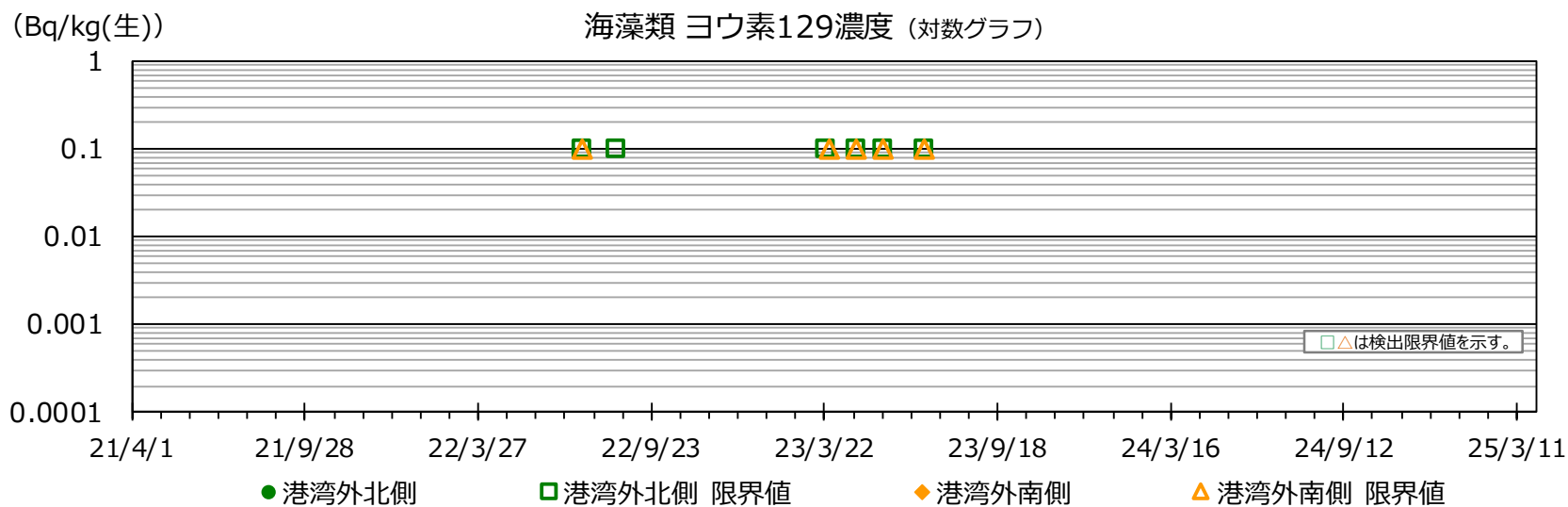
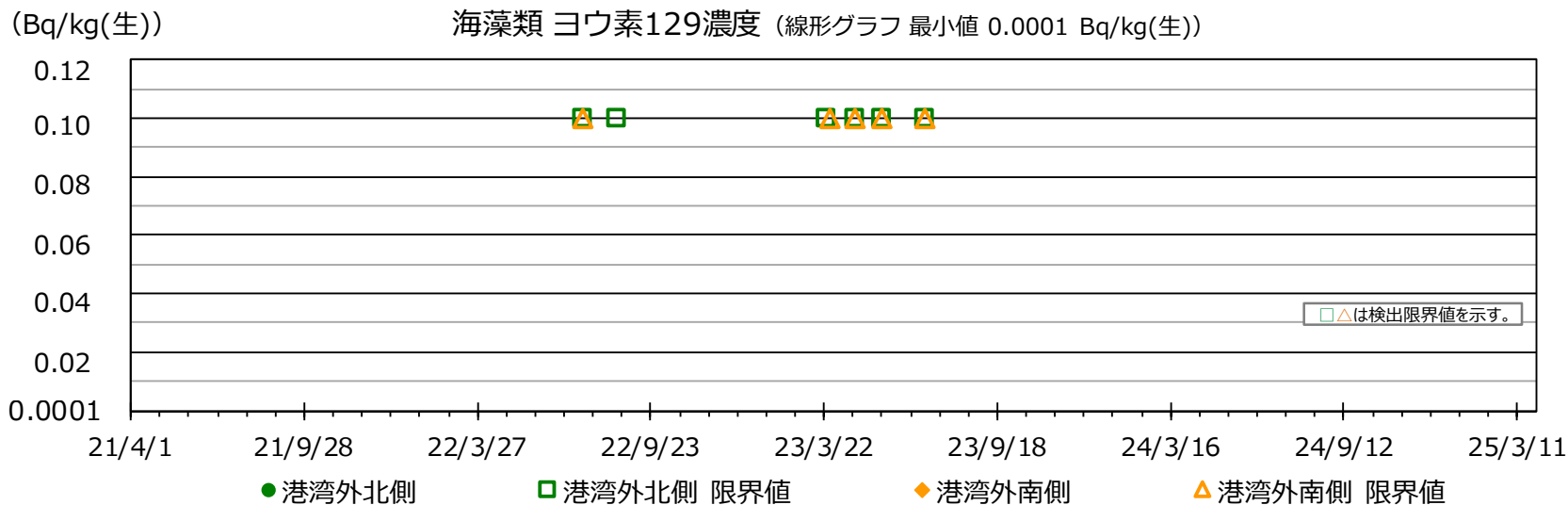
試料ID	採取日	採取海藻	分析項目 (単位)	当社	社外機関
T-K2 (港湾外北側)	2023/4/24	コンブ	FWT(Bq/L)	0.093±0.054	0.068±0.018
			OBT(Bq/L)	ND(0.25)	ND(0.22)
	2023/5/22	コンブ	FWT(Bq/L)	0.056±0.017	0.055±0.017
			OBT(Bq/L)	ND(0.25)	ND(0.24)
T-K3 (港湾外南側)	2023/4/24	コンブ	FWT(Bq/L)	0.095±0.051	0.077±0.018
			OBT(Bq/L)	ND(0.25)	ND(0.23)

*：当社の分析値の不確かさの範囲内に社外機関の分析値が含まれることから妥当と判断

- ▶ 微量の化学物質に起因して偽検出の可能性があるので、化学物質の徹底排除を目的にトリチウムカラムを用いた処理手順を追加。



○ 2023年7月までに採取した試料の濃度は、検出限界値未満 (<math><0.1 \text{ Bq/kg(生)}</math>) であった。



※試料はコンブ、ホンダワラ

【海水】

・トリチウムについて、採取点数、頻度を増やし、検出限界値を国の目標値と整合するよう設定した。

赤字：2022年度以降に強化した点

対象	採取場所 (図1,2,3参照)	採取点数	測定対象	頻度	検出限界値*1
海水	港湾内	10	セシウム134,137	毎日	0.4 Bq/L
			トリチウム	1回/週	3 Bq/L
	港湾外 3km圏内	2	セシウム134,137	1回/週	0.001 Bq/L
				毎日	1 Bq/L
		5 → 8	セシウム134,137	1回/週	0.4 Bq/L
				1回/週	1 → 0.1 Bq/L*2
					(放水口近傍4地点) 1回/日*4
	7 → 10	トリチウム	(その他6地点) 2回/週*5		
	沿岸 20km圏内	6	セシウム134,137	1回/週	0.001 Bq/L
				トリチウム	2回/月 → 1回/週
		1	トリチウム	1回/週	10 Bq/L*3
	沿岸 20km圏内 (魚類採取箇所)	1	トリチウム	1回/月	0.1 Bq/L
		0 → 10	トリチウム	なし → 1回/月	0.1 Bq/L
		3	トリチウム	1回/月	10 Bq/L*3
	沿岸 20km圏外 (福島県沖)	9	セシウム134,137	1回/月	0.001 Bq/L
				0 → 9	トリチウム

※：採取深度はいずれも表層

*4：放出期間中および放出終了日から1週間は1回/日実施、放出停止期間中（放出終了日から1週間は除く）は1回/週実施

*1：記載の数値以下となるよう設定

*5：放出期間中および放出終了日から1週間は2回/週実施、放出停止期間中（放出終了日から1週間は除く）は1回/月実施

*2：検出限界値を0.1Bq/Lとした測定は1回/月、その他の週は0.4Bq/L（2023年6月より実施）

*3：試料採取日の翌日または翌々日を目的に測定結果を得る（迅速に結果を得る測定）（2023年8月より実施）

【魚類・海藻類】

・採取点数、測定対象、頻度を増やし、検出限界値を国の目標値と整合するよう設定した。

赤字：2022年度以降に強化した点

対象	採取場所 (図1,2参照)	採取点数	測定対象	頻度	検出限界値*1
魚類	沿岸 20km圏内	11	セシウム134,137	1回/月	10 Bq/kg (生)
			ストロンチウム90 (セシウム濃度上位5検体)	四半期毎	0.02 Bq/kg (生)
		1	トリチウム (組織自由水型)*2	1回/月	0.1 Bq/L
			トリチウム (有機結合型)*3		0.5 Bq/L
		0 → 10	トリチウム (組織自由水型)*2	なし → 1回/月	0.1 Bq/L
			トリチウム (有機結合型)*3		0.5 Bq/L
海藻類	港湾内	1	セシウム134,137	1回/年 → 3回/年	0.2 Bq/kg (生)
	港湾外 20km圏内	0 → 2	セシウム134,137	なし → 3回/年	0.2 Bq/kg (生)
			ヨウ素129	なし → 3回/年	0.1 Bq/kg (生)
			トリチウム (組織自由水型)*2	なし → 3回/年	0.1 Bq/L
			トリチウム (有機結合型)*3		0.5 Bq/L

*1：記載の数値以下となるよう設定

*2：動植物の組織内に水の状態で存在し、水と同じように組織外へ排出されるトリチウム。

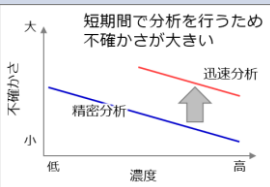
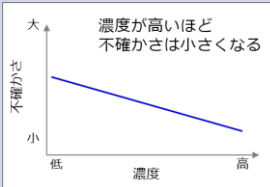
*3：動植物の組織内のタンパク質などに有機的に結合して組織内に取り込まれ、細胞の代謝により組織外へ排出されるトリチウム。

(参考)

一般食品の放射性セシウムの基準値：100 Bq/kg

・食べ続けたときに、その食品に含まれる放射性物質から生涯に受ける影響が1 mSv/年以下となるように定められている。

・セシウムからの影響が大半で、他の半減期が1年以上の放射性物質の影響を計算に含めたくうえで、セシウムを指標としている。

		東京電力における迅速分析※1				東京電力における精密分析			【参考】 調査研究	
トリチウム濃度 (Bq/L)	60,000	10,000	700	350	10	5	0.4	0.1	0.01	
目的		ALPS処理水希釈放出設備および関連施設が設計とおりに稼働、または計画とおりに海域での拡散ができていることを迅速に把握する				総合モニタリング計画のように、目標感度を設定し、その感度でのトリチウム濃度の変化を監視する通常のモニタリング			調査研究機関により世界規模での分布状況の把握、経時的な微細変動の把握評価のために、精度・確度の高いトリチウム濃度を得る ※ 当社は実施予定なし	
特徴		精密分析に比べて、検出限界値が高く、不確かさが大きい 				低濃度になるほど不確かさが大きい 			高度技術を駆使し、数十～百数十日にわたる分析時間をもって不確かさを可能な限り小さくする	
結果取得までの時間		<u>翌日</u>				<u>1週間程度</u>			<u>1ヵ月程度</u>	<u>5ヵ月以上</u>
前処理・計測方法		蒸留法・LSC※2				蒸留法・LSC			電解濃縮法・LSC	希ガス質量分析法など
事例	試料名	海水：T-0-1A				海水：T-0-1A			海水：T-0-1A	試験水※4
	採取日	2023/10/16				2023/10/16			2023/9/11	—
	分析値	1.6E+01 Bq/L				1.4E+01 Bq/L			1.2E-01 Bq/L	2.4E-02 Bq/L (0.2 TU)
	検出限界値	7.7E+00 Bq/L				3.4E-01 Bq/L			6.8E-02 Bq/L	—
	不確かさ※3	± 6.5E+00 Bq/L				± 1.1E+00 Bq/L			± 5.4E-02 Bq/L	± 約5 %

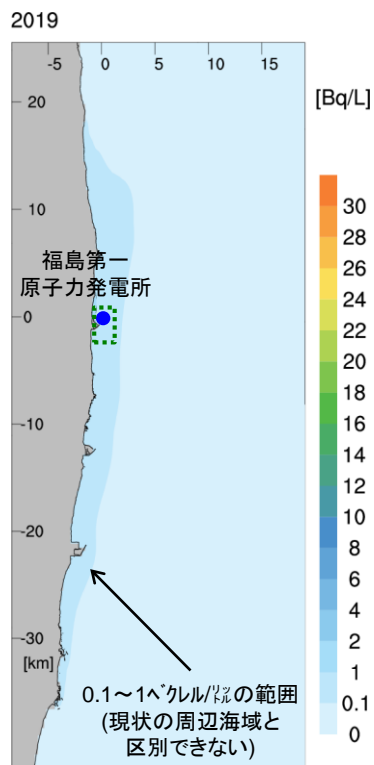
※1 迅速分析：迅速に結果を得る測定 ※2 LSC：液体シンチレーション計数装置

※3 「不確かさ」とは分析データの精度を意味している。「不確かさ」は「拡張不確かさ：包含係数 k=2」を用いて算出している。

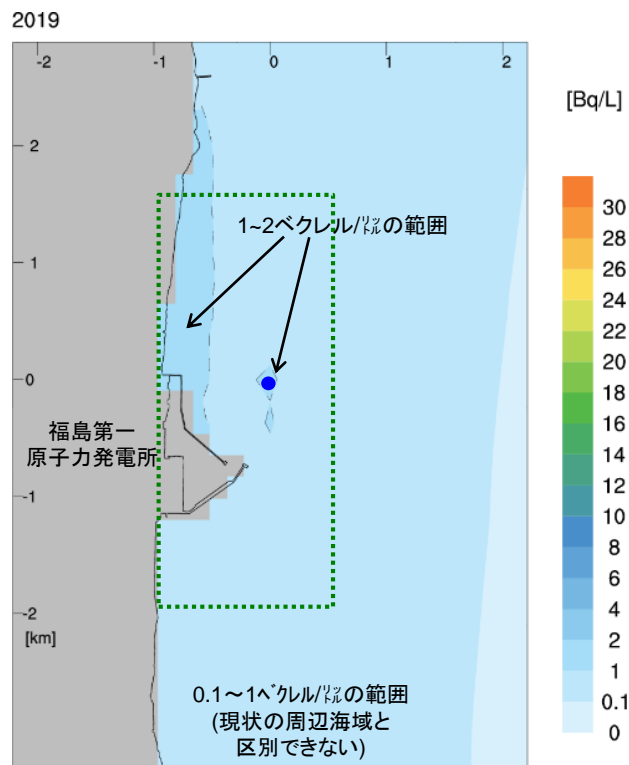
※4 文献：Development of the ³He mass spectrometric low-level tritium analytical facility at the IAEA

Journal of Analytical Atomic Spectrometry 2022

- 2019年の気象・海象データを使って評価した結果、現状の周辺海域の海水に含まれるトリチウム濃度（0.1～1ベクレル/ℓ）よりも濃度が高くなると評価された範囲は、発電所周辺の2～3kmの範囲で1～2ベクレル/ℓであり、WHO飲料水ガイドライン10,000ベクレル/ℓの10万分の1～1万分の1である。



縮尺を
約10倍拡大



※：シミュレーションは、米国の大学で開発、公開され各国の大学・研究機関で使用されている海洋拡散モデル（ROMS）に電力中央研究所が改良を加えたプログラムを用いて実施

福島県沖拡大図
(最大目盛30ベクレル/ℓにて作図)

発電所周辺拡大図
(最大目盛30ベクレル/ℓにて作図)