

福島第一原子力発電所 多核種除去設備等処理水の海洋放出に向けた 海域モニタリングにおける魚のトリチウム分析値の検証結果について

＜ 参 考 資 料 ＞
2 0 2 3 年 6 月 5 日
東京電力ホールディングス株式会社
福島第一廃炉推進カンパニー

- 当社は、2022年3月24日、「ALPS処理水の取扱いに関する海域モニタリング計画」で、海域モニタリングの測定点・測定対象・測定頻度を増やす方針を公表し、同年4月から運用を開始しました。
- 魚に含まれるトリチウムについては、従来の毎月1地点から11地点に増加し、増加した10地点分について、当社および当社委託先の株式会社化研（以下、化研）が、公定法をベースに、2022年5月以降、分析に着手しました。（従来の1地点は一般財団法人九州環境管理協会（以下、九環協）が分析を継続）
- 当社と化研は、魚のトリチウム分析は初めて行うことから分析結果の妥当性を確認していたところ、当社分析の組織自由水型トリチウム（以下、FWT）※、また、当社および化研分析の有機結合型トリチウム（以下、OBT）※において、周辺海水のトリチウム濃度より高い濃度で検出されていることを2022年8月に確認しました。 ※P.4参照
- この原因について、調査を行い、「不純物の除去方法の相違」「発光液の添加後の静置時間の相違（化学反応の影響）」があったことを確認しました。
- これを踏まえ、当社と化研で、九環協の方法と同様の不純物除去を行い、改めて比較を行いました。
 - 化研での測定・比較の結果は、九環協と同様に不純物が除去でき、OBTは検出下限値未満となりました。
 - 一方、当社での測定・比較の結果は、不純物を十分に除去できず、OBTが実際の値より過大に測定されていると判断しました。
- 化研は、九環協の分析方法をベースとした新たな分析手順書を整備し、2022年10月から分析を再開しました。
- 当社は、不純物の除去方法の精査を続けるとともに、管理対象区域内で分析しているため、トリチウムが環境中から混入している可能性がないかも含め調査を継続します。

＜[2022年12月1日にお知らせ済み](#)＞

- 当社は、調査のため、OBT検出の可能性の低い市場の魚を用いて、構内分析施設と、空気中のトリチウム濃度が低い構外分析施設で分析を行いました。その結果、構内分析施設ではOBTが検出され、一方で構外分析施設では不検出でした。また、OBT分析では前処理として乾燥した試料を粉末状に加工しており、吸湿しやすい形状であるため、吸湿影響の確認試験を行ったところ、OBT濃度への吸湿の影響を確認しました。よって、当社の分析でOBTが実際の値より過大に測定されていた原因は、空気中のトリチウムの混入によるものと判断しました。
- このことから、試料への空気中のトリチウムの混入対策として、構内分析施設ではなく、構外分析施設にて魚のトリチウム分析の前処理作業を実施することとしました。その後、構外分析施設で前処理作業を実施した魚のトリチウム分析の妥当性確認が完了したため、また、FWT分析についても、分析方法を見直し、十分な不純物除去・静置を行うことで、問題なく分析を実施できることを確認したため、6月採取試料から当社による魚のトリチウム分析を再開します。

1. 原因 ～空気中トリチウムの混入～

- 構内分析施設（化学分析棟）の空気中のトリチウム濃度は、3～5 $\mu\text{C}/\text{m}^3$ ※1と高い環境にあります。
- 空気中トリチウムの影響調査として、OBTが検出される可能性が低い市場の魚を用いて、構内分析施設（化学分析棟）と、空気中のトリチウム濃度が低い構外分析施設（TFTC ※2）で分析を行いました。その結果、構内分析施設ではOBTが検出され、一方で構外分析施設では不検出でした。
- また、OBT分析では前処理として乾燥した試料を粉末状に加工しており、吸湿しやすい形状であるため、吸湿影響の確認試験を行ったところ、OBT濃度への吸湿の影響を確認しました。
- 以上の結果から、OBTが実際の値より過大に測定されていた原因は、空気中のトリチウムの混入によるものと判断しました。

※1 (参考) 空気中湿分の凝縮回収水中のトリチウム濃度 九環協：～1.0 $\mu\text{C}/\text{m}^3$ 構外分析施設：ND(0.3 $\mu\text{C}/\text{m}^3$)

※2 TFTC：東京パワーテクノロジー福島テクニカルセンター

<構内分析施設（化学分析棟）>

OBTが3試料のうち2試料で検出を確認

試料	トリチウム濃度 ($\mu\text{C}/\text{m}^3$)	
	FWT	OBT
市場魚	ND (0.21)	0.35
	ND (0.22)	ND (0.29)
	ND (0.21)	0.44

<構外分析施設（TFTC）>

OBTで不検出を確認

試料	トリチウム濃度 ($\mu\text{C}/\text{m}^3$)	
	FWT	OBT
市場魚	ND (0.27)	ND (0.27)

ND：検出限界値未満

<吸湿影響の確認試験>

空気中の水分付着量の増加に伴い、OBT濃度が上昇

魚の乾燥試料の静置時間	水分付着量 (g)	OBT測定結果 ($\mu\text{C}/\text{m}^3$)
18時間静置	22.3	0.57
4時間静置	7.3	0.30
0.5時間静置	0.57	ND (<0.26)

各分析においては、これまでの知見を基に、
十分な不純物除去・静置を実施

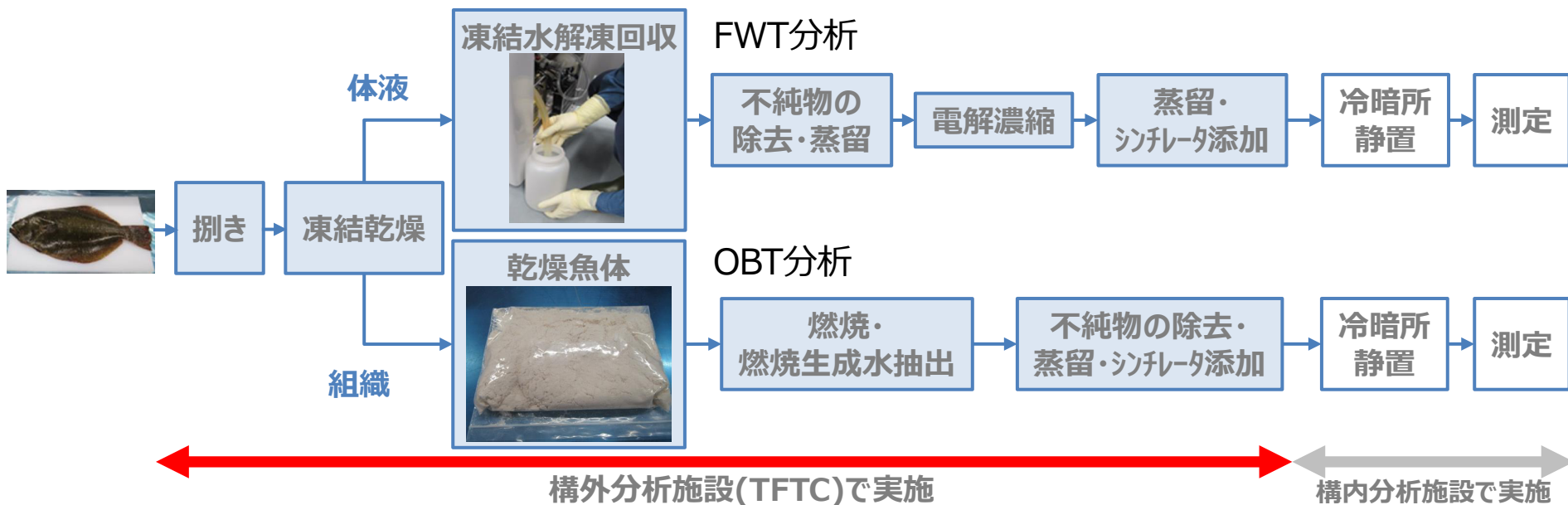


2. 対策 ～構外分析施設での前処理～

- OBT分析の際の試料への空气中トリチウム濃度の混入対策として、構内分析施設ではなく、構外分析施設にて魚のトリチウム分析の前処理作業を実施することにしました。
- また、FWT分析については、分析方法を見直し、十分な不純物除去・静置を行うことで、問題なく分析を実施できることを確認しています。
- 構外分析施設で前処理作業を実施した魚のトリチウム分析の妥当性確認が完了したため、6月採取試料から当社による魚のトリチウム分析を再開します。

<対策後の魚試料のトリチウム分析の流れ>

- 前処理工程は、空气中のトリチウム濃度が低い構外分析施設で実施
- 測定は、既存の測定装置を利用するため、構内分析施設（化学分析棟）で実施
 - ・1F構内分析施設は、構外分析施設にて前処理ができない場合のバックアップとして、空气中トリチウム濃度の低減対策を講じる措置を準備する



- 魚試料中のOBTやFWTが過大評価となった要因についての多角的な調査の結果、前処理プロセスの物理的対策（十分な静置時間の確保、空气中トリチウムの混入防止対策※）と化学的対策（十分な不純物除去）が不足していると特定しました。 ※OBTの分析にのみ影響
- 物理的対策は作業時間、場所の見直しにより対応が可能です。これらは人間系を介さない対策であり、妥当性検証は不要です。
- 一方、化学的対策は、不純物除去後に実施する吸光度判定（数値が小さいほど不純物が少ない）に人間系による判断があることから、ISO認証機関である社外機関（JCAC）に検査いただき、当社の魚のトリチウム分析手法は妥当であると評価いただきました。

<社外機関：日本分析センター(JCAC)>

- 分析結果の信頼性を確保するために、国際的な相互比較分析プログラムに参加し分析技術の客観的な評価を受けるとともに、国際規格であるISO9001の認証並びにISO/IEC17025、ISO/IEC17043などの認定を取得している機関。

※ ISO 9001：品質マネジメントシステムに関する規格

ISO/IEC 17025：試験所及び構成機関の能力に関する一般要求事項

ISO/IEC 17043：適合性評価-技能試験に対する一般要求事項

<トリチウムについて>

- FWT（組織自由水型トリチウム）：Free water tritium
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）：Organically bound tritium
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

(参考) 分析再開前の九環協との比較測定結果

- 当社での分析再開にあたり、実際の海域モニタリング試料を用い、九環協との比較測定を実施しました。
- 当社の分析値は、九環協の分析値と同等であり、当社の分析が妥当であることを確認しました。

<比較測定結果>

当社の改訂した分析手法※での分析値が妥当であることを確認

※不純物の除去方法・確認方法および静置時間の見直し、前処理工程を構外分析施設(TFTC)で実施

試料	採取日	分析項目	当社	九環協
T-S8 ヒラメ	2022/12/8	FWT(μg/L/μg)	ND(0.084) *	0.080±0.0094
		OBT(μg/L/μg)	ND(0.27)	ND(0.28)
T-S8 ヒラメ	2022/12/22	FWT(μg/L/μg)	ND(0.081) *	0.068±0.011
		OBT(μg/L/μg)	ND(0.27)	ND(0.27)

* 電解濃縮装置を導入し、検出下限値を0.4μg/L/μgから0.1μg/L/μgに下げて分析を実施
今後、再開する当社のFWT分析においても電解濃縮を実施する。