

- 海洋生態系における放射性核種の濃度や影響評価に向けた移動性核種のバックグラウンドレベルの調査やデータベース整備に向けて、放射性セシウム以外の核種を対象とした分析手法開発に取り組んでいる。
- トリチウムは生体において組織内自由水 (TFWT) と有機結合型トリチウム (OBT) として存在する。TFWTは海水と短期間で入れ替わり蓄積しにくいものの、OBTは生体組織の構成物として存在し海水との入れ替わりが遅いため、生体に蓄積する可能性がある。
- 挙動の異なる生体中のトリチウムの迅速分析手法を開発し分析時間を短縮することにより、同時期に複数点かつ広域で採取された試料の放射性核種濃度を把握し、生態系におけるトリチウム分布状況や移行経路の推定、生体への蓄積可能性の評価が可能になると見込まれる。
- これまで、生体中のトリチウムの分析には煩雑な前処理が必要であるため時間を要していた。そこで、TFWTとOBTの前処理工程を改良することにより、処理の簡素化と迅速化が可能な分析手法を開発した。
- カナダやイギリスなどの海外研究機関が同じサンプルのOBTを測定比較するプロジェクトに参加した結果、改良した手法による分析値は全ての参加機関の分析値の平均値を得ることができ、妥当性を確認できた。

はじめに

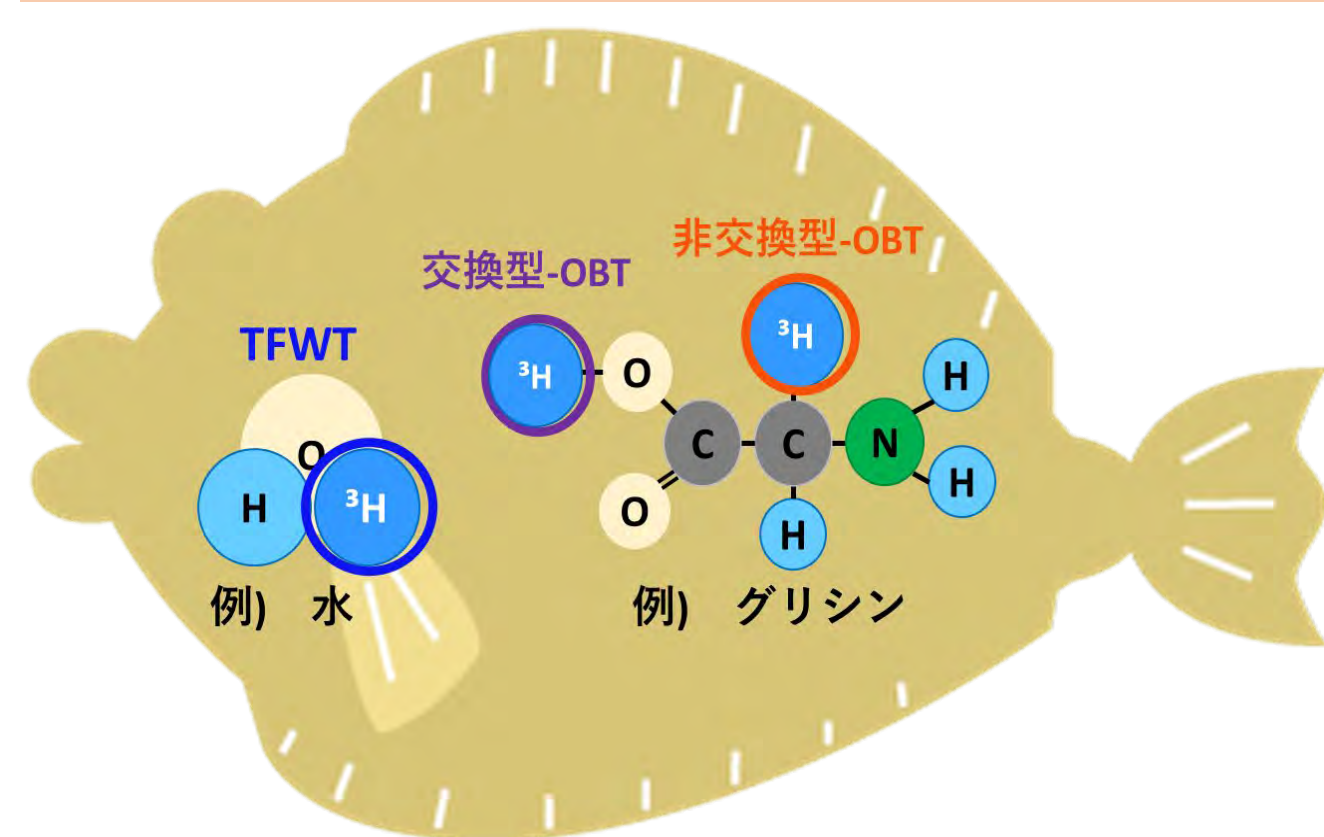


図 1 生体中のトリチウムの化学状態

トリチウムは生体内で組織内自由水 (TFWT) と有機結合型トリチウム (OBT) の状態で存在する。

- TFWTは生体内で水の状態が存在し、海水のトリチウム濃度とほぼ同じ濃度となる。一方、OBTは生物組織の構成分子として存在するため、海水との置換に時間がかかり、生体に蓄積する可能性がある。
- 挙動の異なるトリチウムを分離して短時間で分析可能な技術を開発することにより、生態系におけるトリチウム分布状況や移行経路の推定、生体への蓄積可能性の評価が可能になると見込まれる。
- このためには、生体内のトリチウムをTFWTとOBTに分離するための前処理の工程を迅速化する必要がある。

前処理工程の改良点

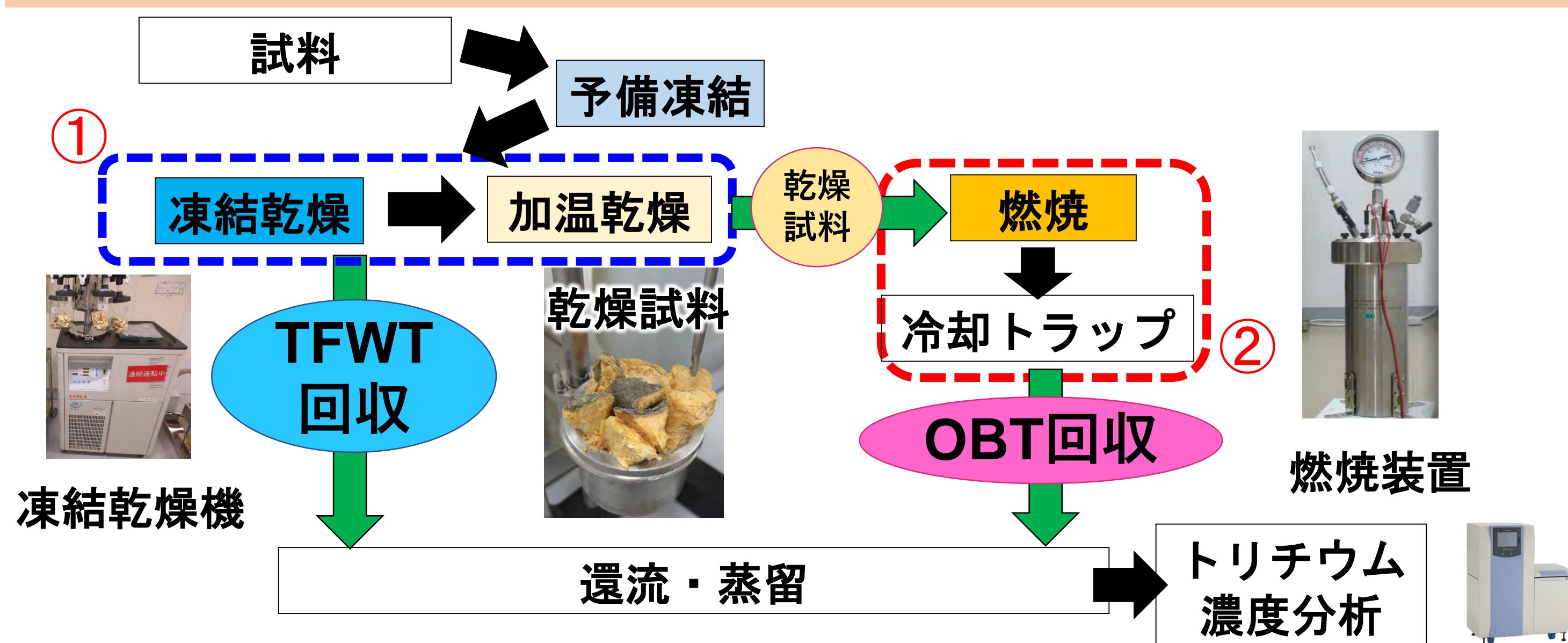


図 2 改良した前処理工程の簡略図

課題① 従来法で生体からTFWTを回収する乾燥工程では凍結乾燥を実施することとされているが、完全に凍結乾燥し重量変化がなくなるまでに、試料によっては2か月以上かかってしまう。

課題② 従来法で生体からOBTを回収する燃焼管を用いた燃焼工程では、試料を完全に燃焼させる操作が煩雑で技術を習得するまでに時間を要する。

①乾燥工程の短縮化

凍結乾燥の期間を短縮し、その後にオーブンをを用いた加温乾燥を導入することで、重量変化がなくなる完全に乾燥するまでの日数を短縮化。

②燃焼工程の短縮化・簡素化

国内では運用例の少ない迅速燃焼装置を導入するとともに、燃焼水と燃焼ガスを同時に回収することで、工程の簡素化を行った。

結果

①乾燥工程の短縮化

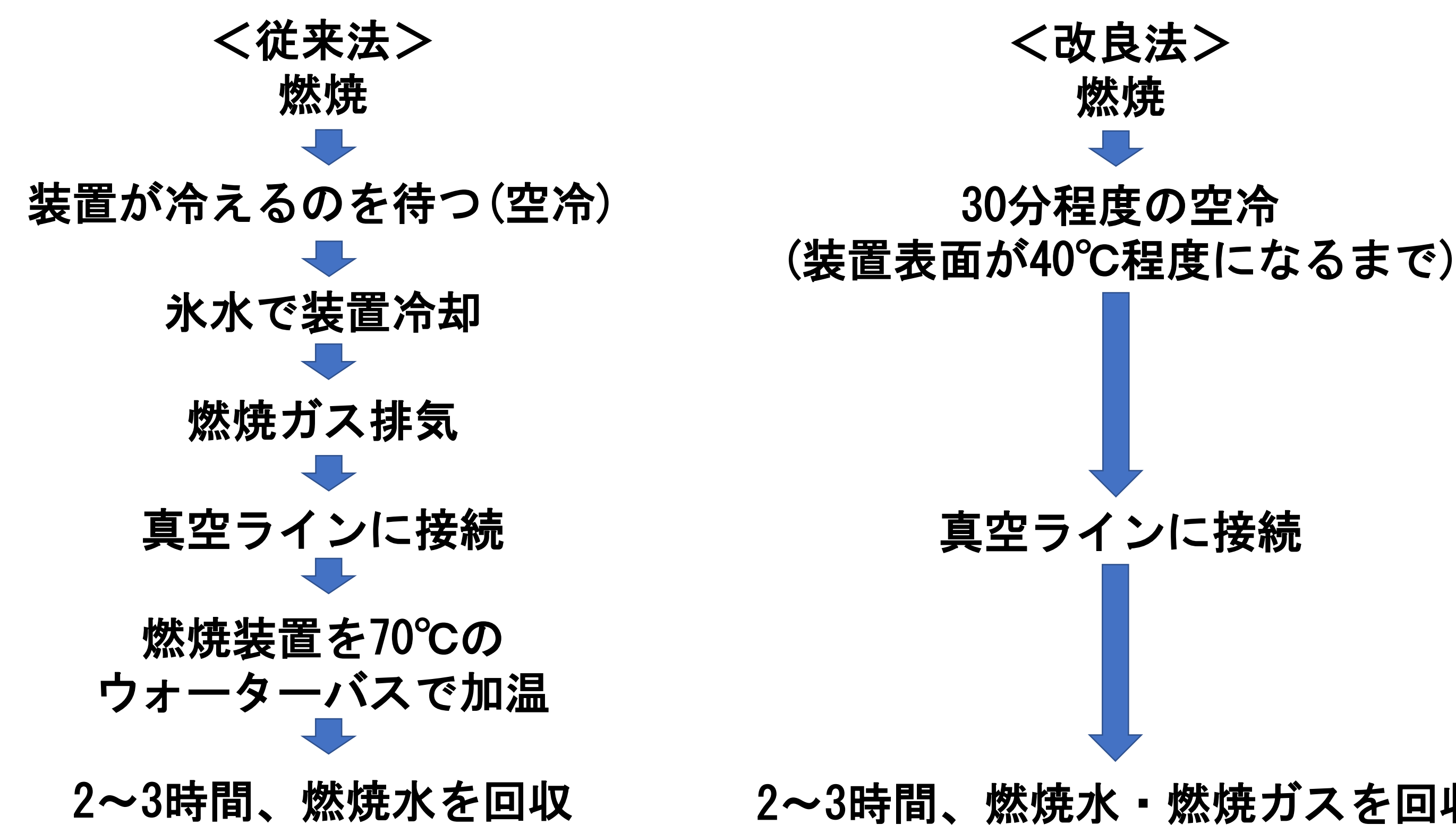
表1 乾燥工程における乾燥日数と乾燥重量の変化

	試量 (g)	凍結乾燥			加温乾燥		
		時間 (日)	重量 (g)	TFWTの回収率 (%)	時間 (日)	重量 (g)	TFWTの回収率 (%)
サンプル A	3090	13.0	717	76.8			
サンプル B	3100	3.0	736	76.3	1.0	735	76.3
サンプル C	3050	5.0	662	78.3	2.0	661	78.3

※重量の減少分(約1g)は加温乾燥により蒸発

- 従来法による凍結乾燥のみ (サンプル A) では、重量変化がなくなり完全に乾燥するまで13日を要した。
- 新たに開発したオーブンでの加温乾燥を組み込んだ前処理法 (サンプル B、C) では、乾燥工程を4~7日まで短縮することができた。

②燃焼工程の短縮化・簡素化



- 従来法では、迅速燃焼装置の利用時に発生する燃焼ガスを排気するために、冷却や加温の時間を要し、温度管理やガス排出の技術が必要であった。
- しかし、ヒラメでは燃焼ガスの有無がトリチウムの濃度測定に影響がないことを確認できたため、排気作業をなくし、燃焼工程の短縮化・簡素化を図った。

乾燥工程の課題と今後の課題

- 重量の測定時やオーブンを利用した加温乾燥時に試料が大気と触れることで試料のトリチウムと大気中の水素が入れ替わり、分析値が変わる可能性がある。その影響を抑えるために凍結乾燥機それぞれ自体に加温機能を組み込むことや (図3)、小型の重量計を機器に付加するなどの機器の改良に取り組んでいる。

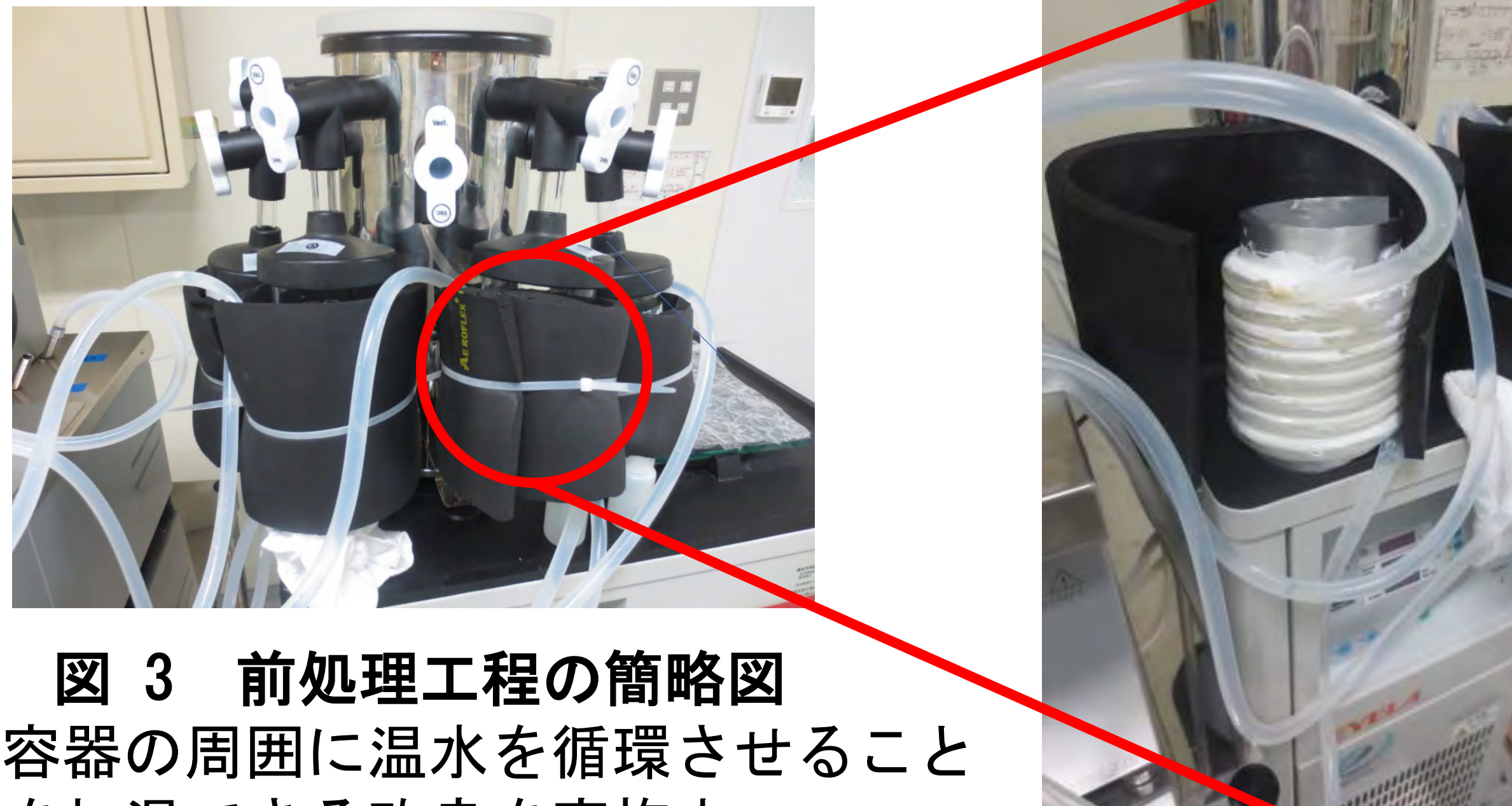


図 3 前処理工程の簡略図

試料容器の周囲に温水を循環させることで試料を加温できる改良を実施中

海産物 (ヒラメ・カレイ) の分析結果

- 改良した手法の妥当性を確認するため、カナダやイギリスなどの海外研究機関が同じサンプルのOBTを測定比較するプロジェクトに参加し、改良した手法により分析を行った。全ての参加機関の分析値を比較した結果、我々の分析値は、全参加機関の平均値に近い値であり、妥当な結果が得られていると考えられた。
- 改良した手法を適用して得られた海産物の分析結果の例を以下に示す。

採取日	TFWT(Bq/kg-生)		OBT(Bq/kg-生)	
	濃度	検出限界値	濃度	検出限界値
2016.12.22	ND	0.96	ND	0.73
2018.12.18	ND	0.90	ND	0.84
2019.12.20	ND	0.85	ND	0.76
2021.1.20	ND	1.05	ND	0.86

※ND; 検出限界地以下