



驚異的に水分を吸収する乾燥ワカメの 膨潤状態における組織の可視化と 復元後の品質向上への応用

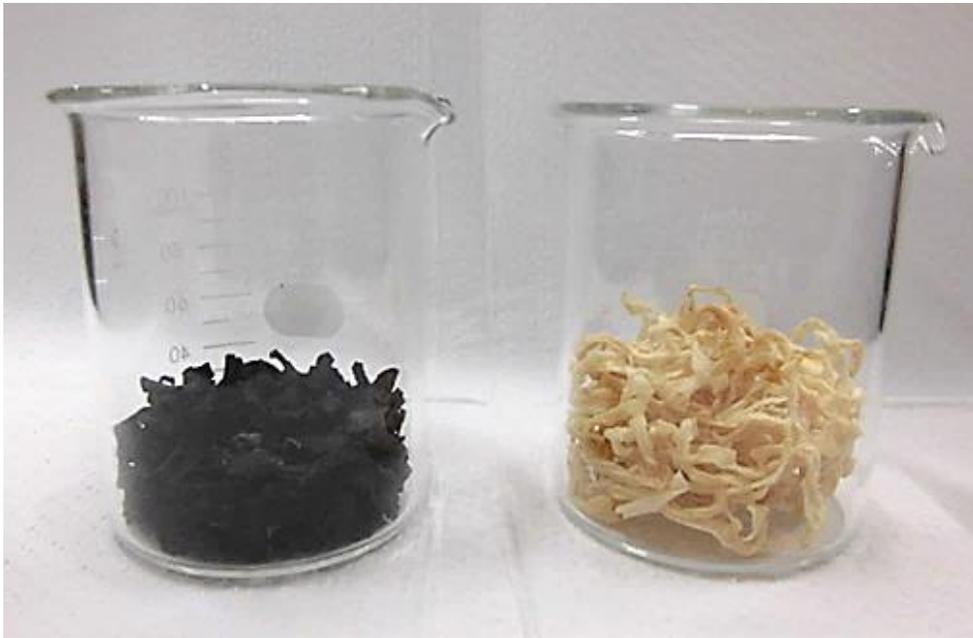


理研食品株式会社

【検討の背景】

乾燥わかめと切り干し大根の、水戻し後のボリュームと重量を比較してみました。

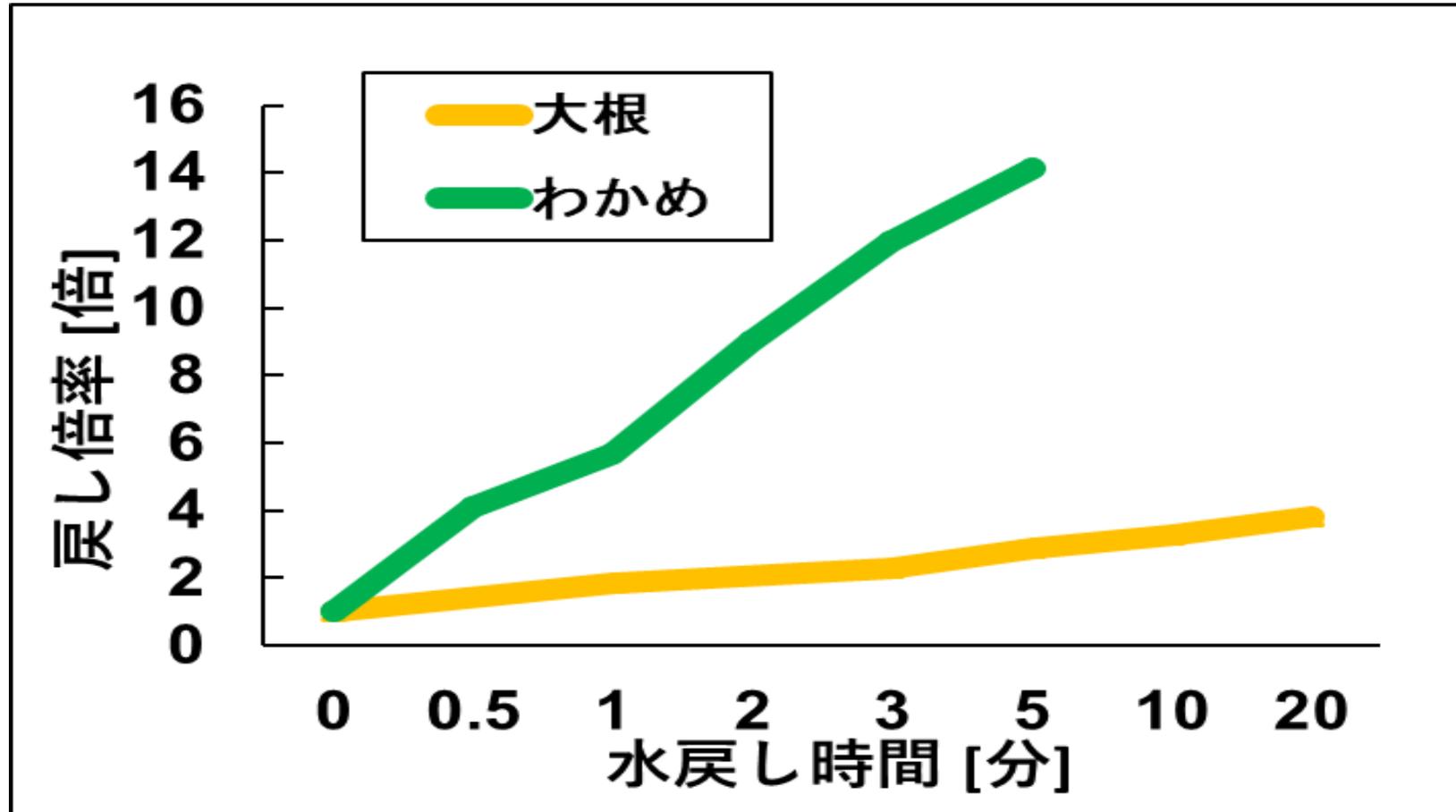
①ボリューム（見た目）



乾燥わかめ（左）と細切り乾燥ダイコン（右）
（いずれも5 g）

水戻し5分後

②切干し大根と乾燥わかめ 水戻しの重量増加率 比較



⇒ わかめは他の陸上根菜類よりも 非常によく膨らむ

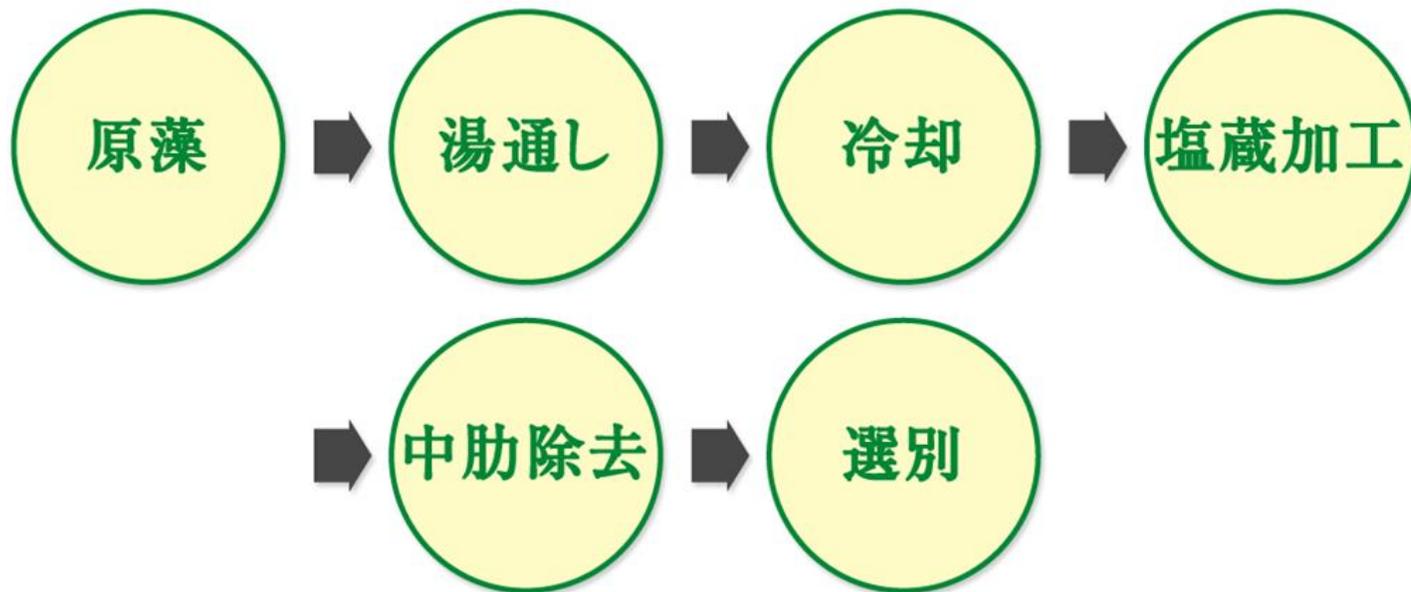
⇒ **なぜ？**

【工程概略】



ワカメ原藻

湯通し塩蔵わかめの製造工程



乾燥カットワカメの製造工程



【放射光の実験要領】

- ① **乾燥わかめの製造過程における変化の観察**
(原藻、塩蔵品、洗浄後、乾燥後)
- ② **乾燥わかめの各水戻し時間毎の観察**
(水戻し0分、1分、4分)
- ③ **水と1%塩水での戻りの早さの比較**
(戻し時間2分、5分)

【測定用 サンプル調製】

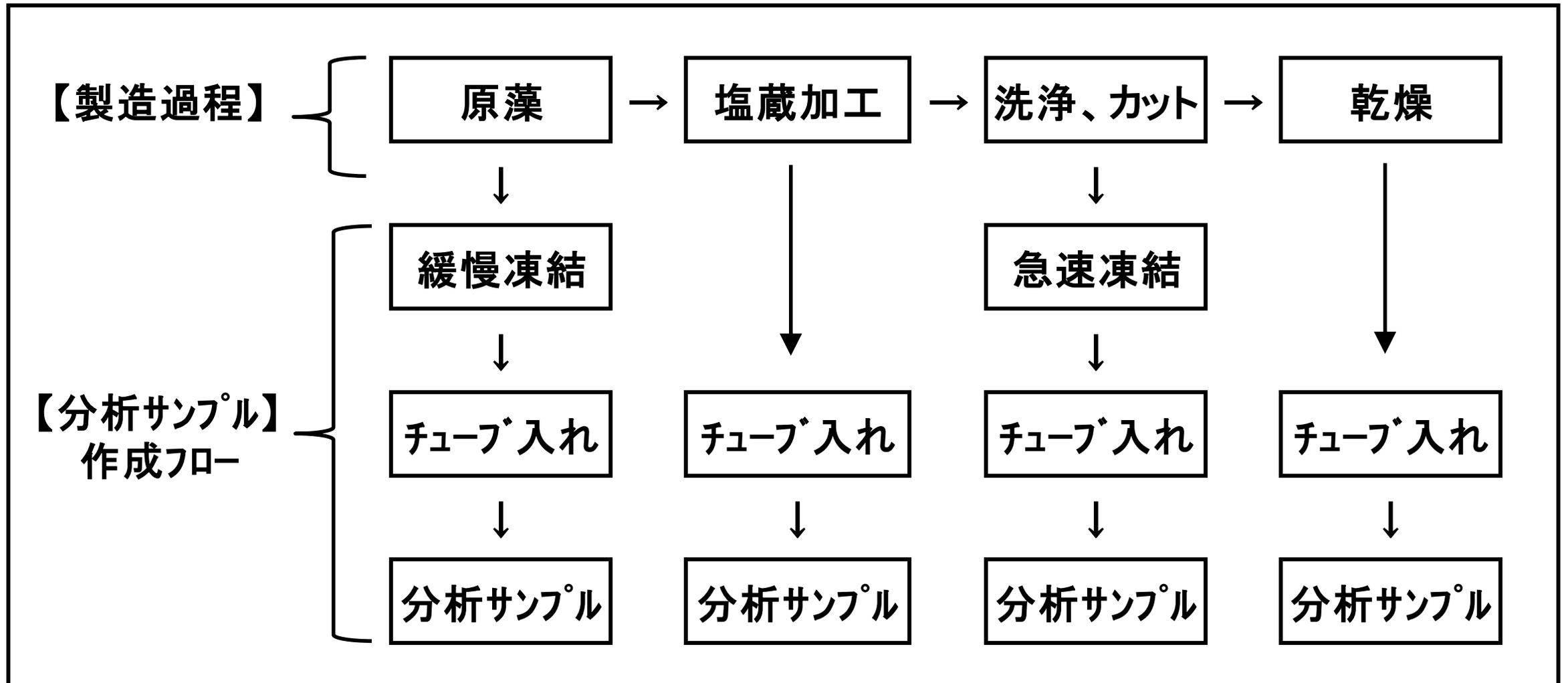
サンプルは全て、以下の写真のチューブに入れての測定とした。



←写真の例の内容物は、
乾燥わかめ。

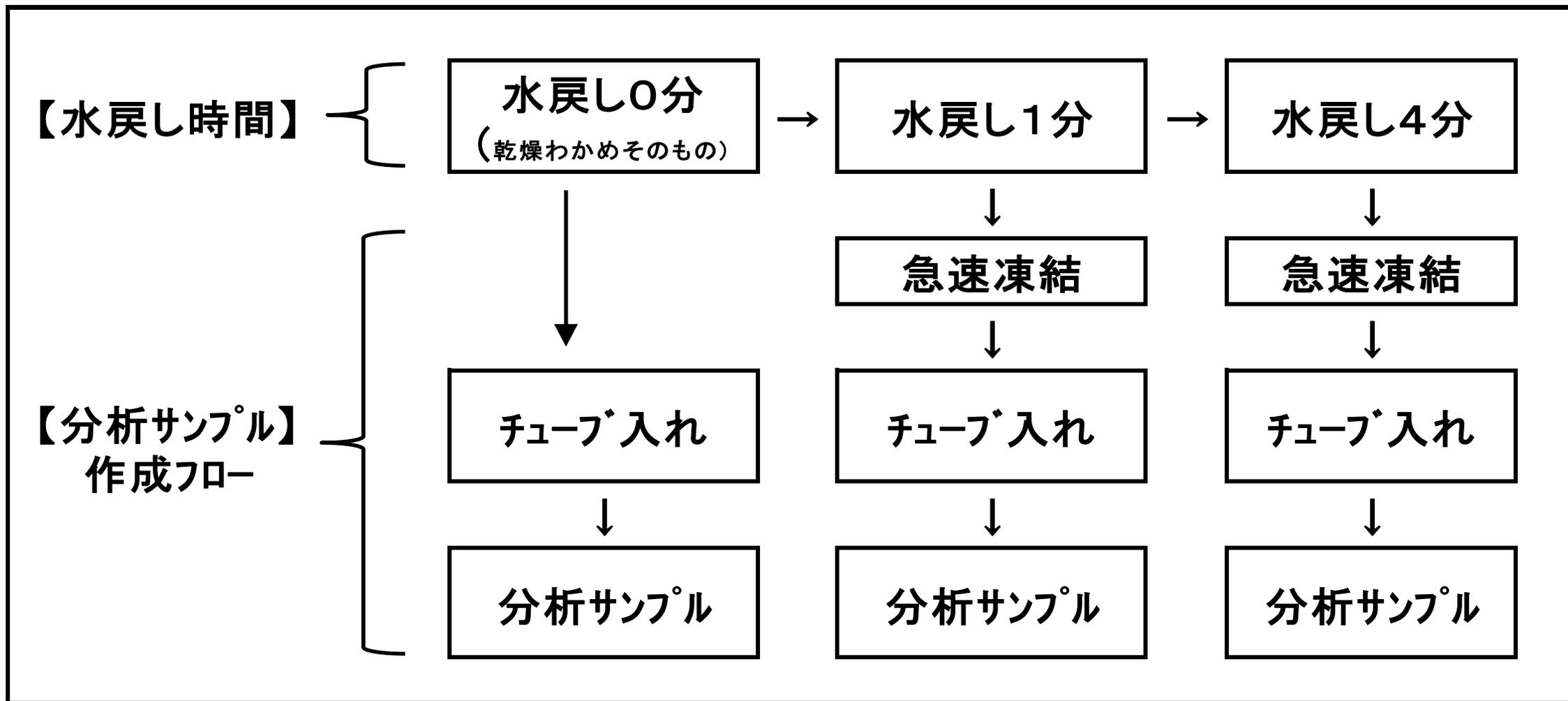
サンプル調製フロー①

【乾燥わかめの製造過程における変化の観察】



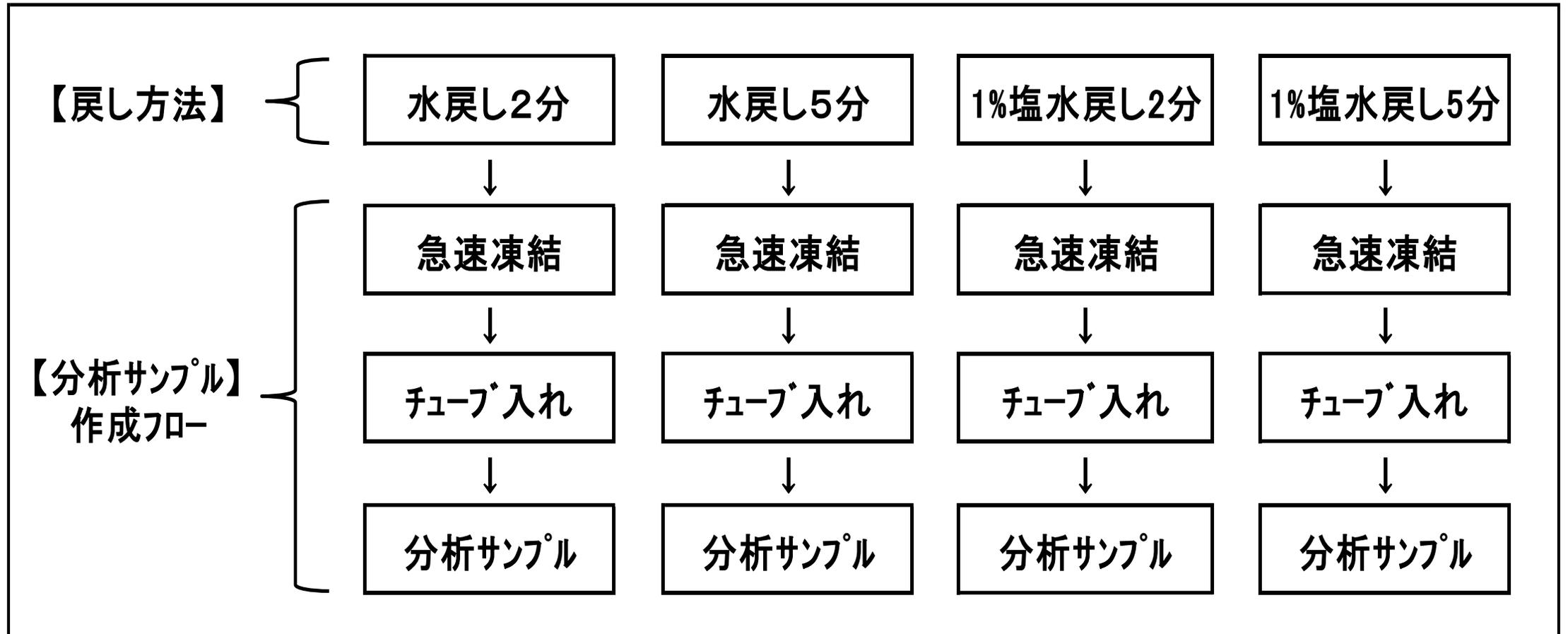
サンプル調製フロー②

【乾燥わかめの各水戻し時間毎の観察】



サンプル調製フロー③

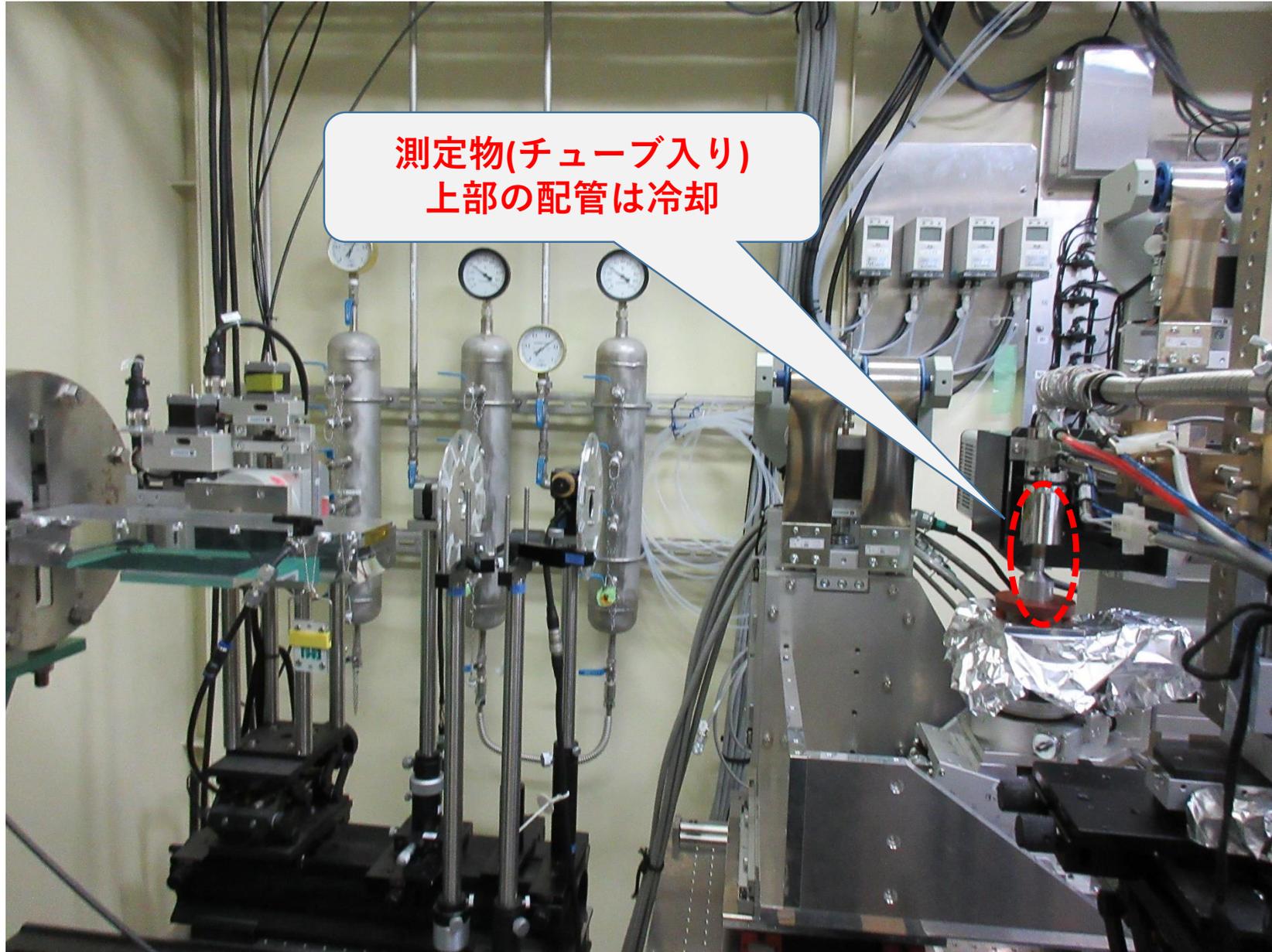
【水と1%塩水での戻りの早さの比較】

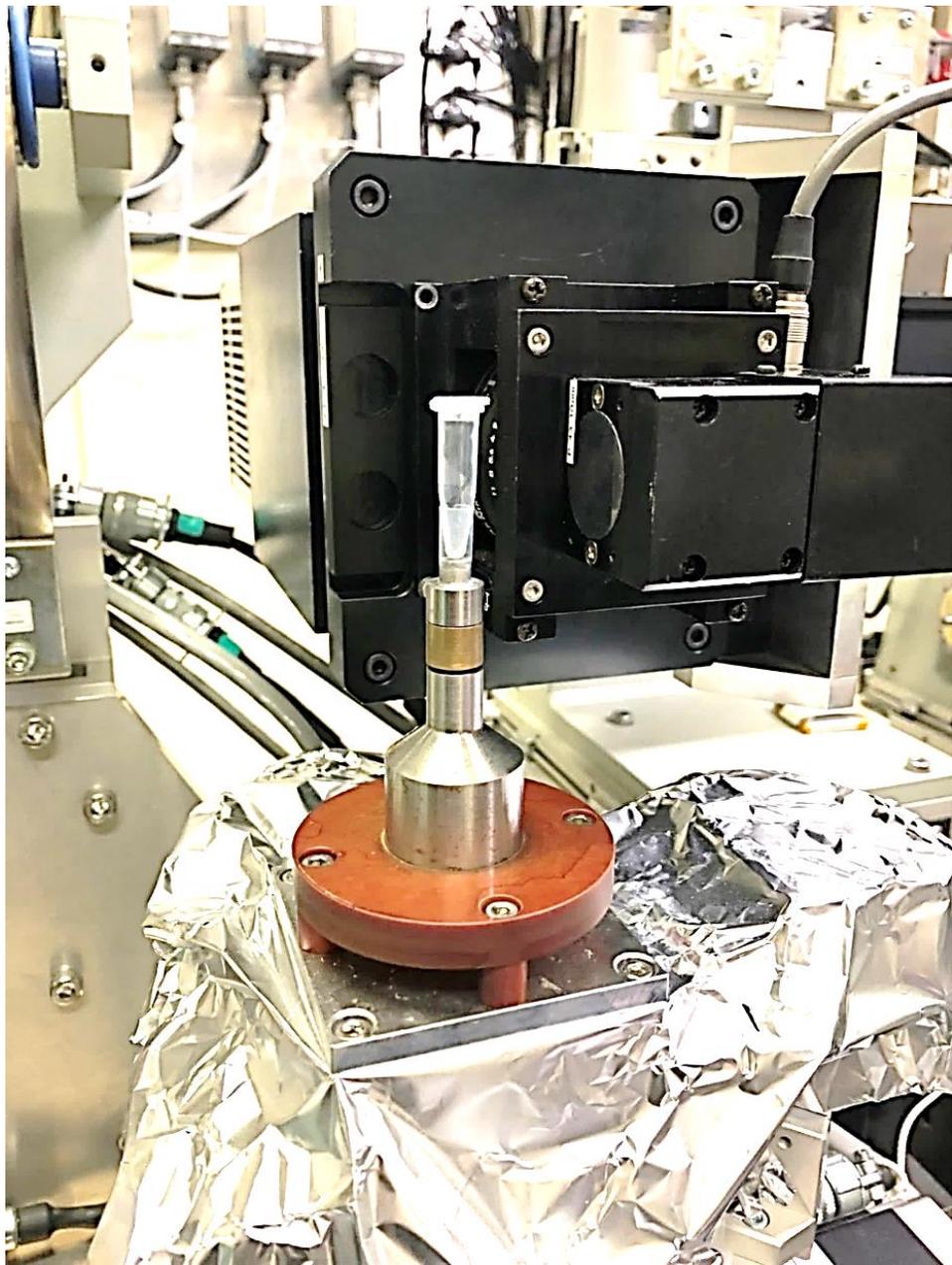


【BL14B2 測定室外から見た様子】

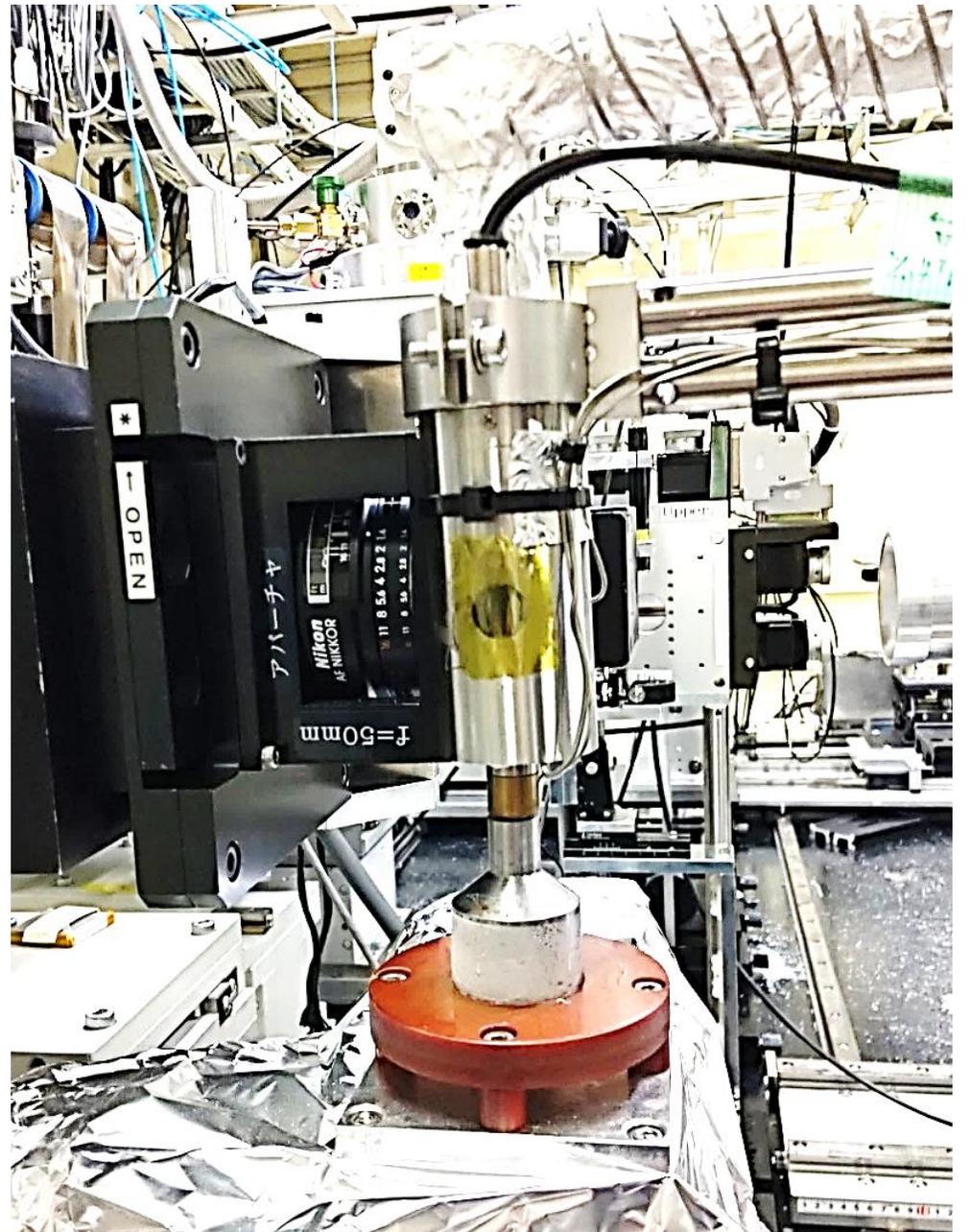


【BL14B2 測定室内】





サンプル設置風景(乾燥品)



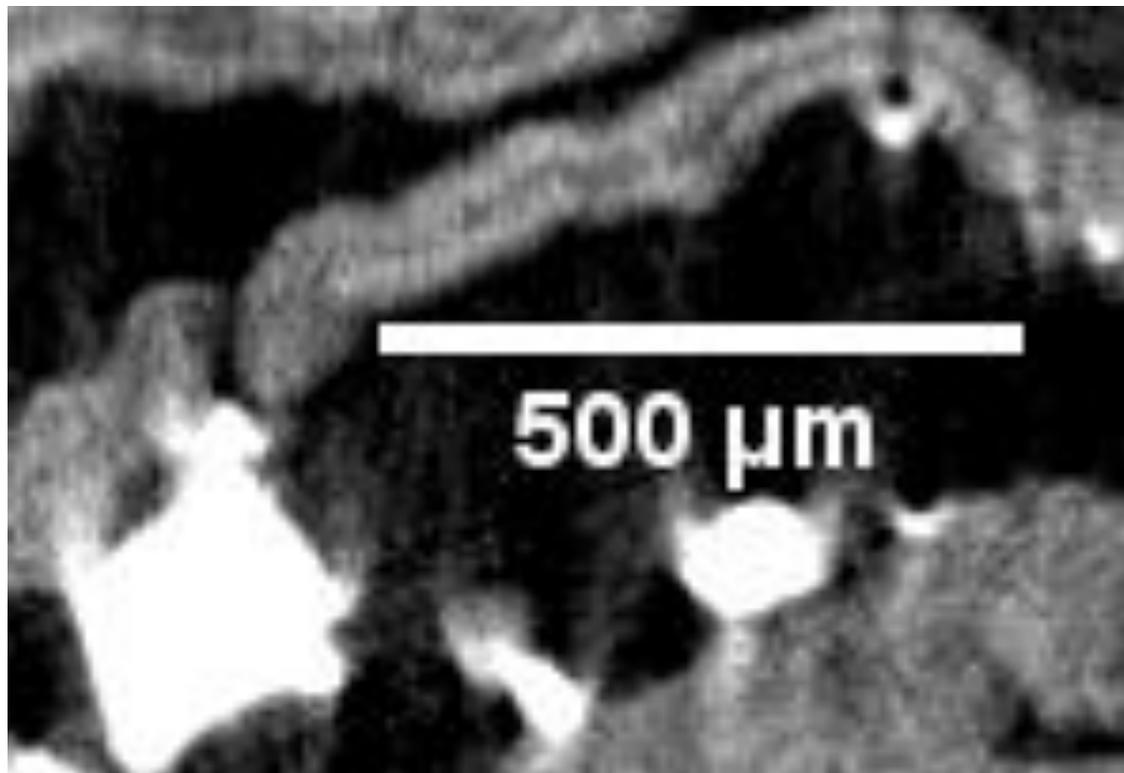
サンプル設置風景(冷凍品)

【BL14B2 測定条件】

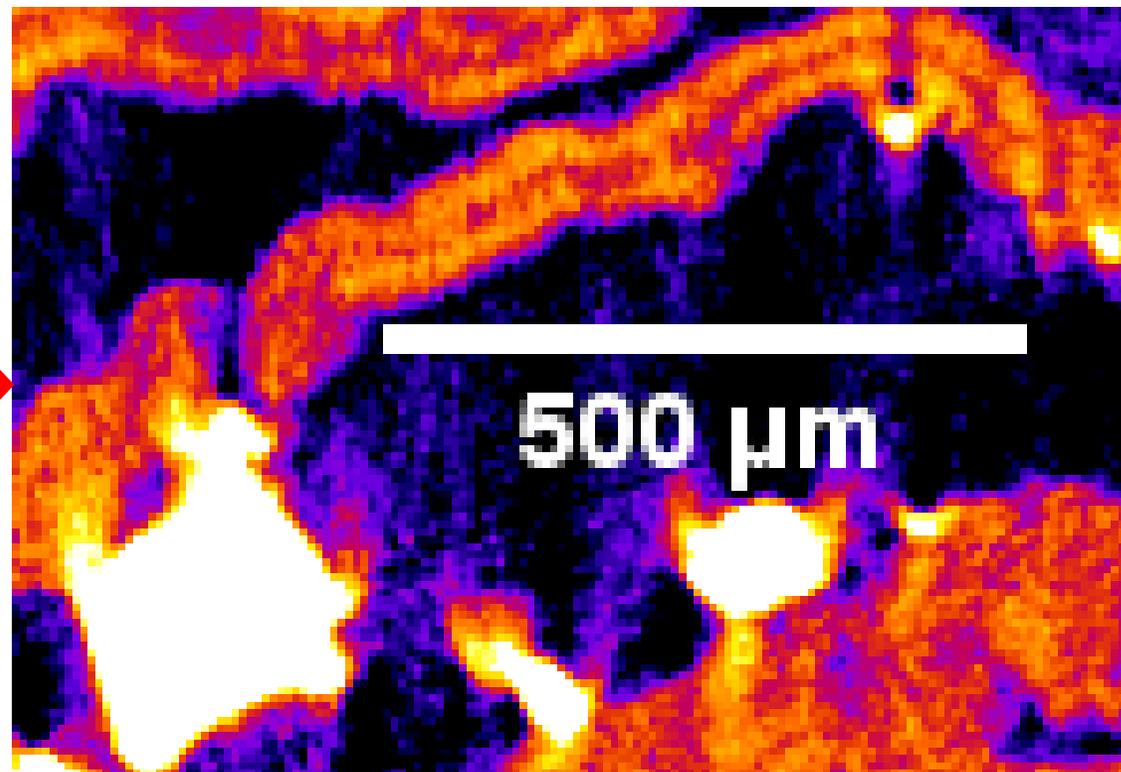
露光時間	0.25秒
測定時間	15分程度
解析時間	15分程度
測定エネルギー値	12.4keV

【画像解析の方法】

今回、測定して得られた画像を、画像解析により、X線吸収係数の違いで色の濃淡を付けました。



【元の画像】

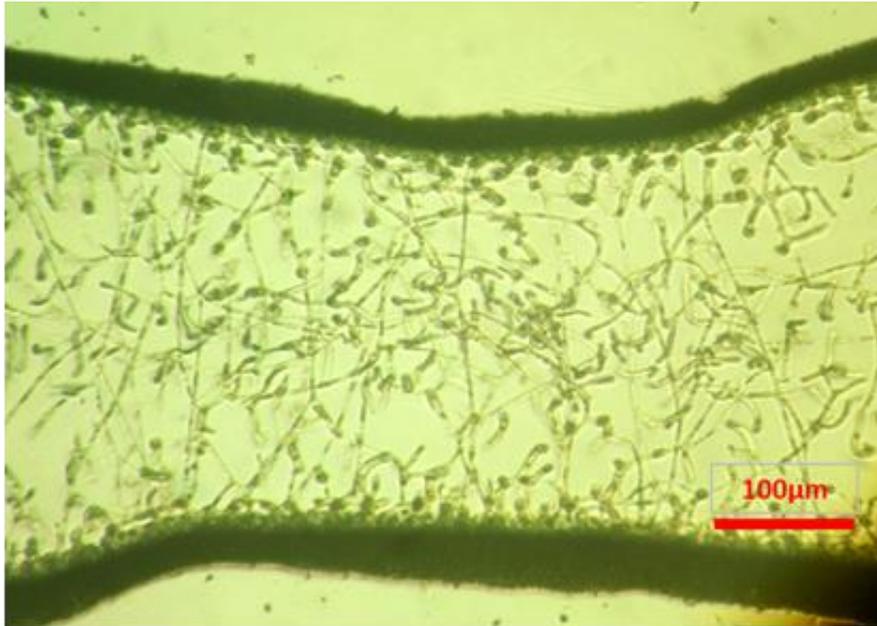


【着色した画像】

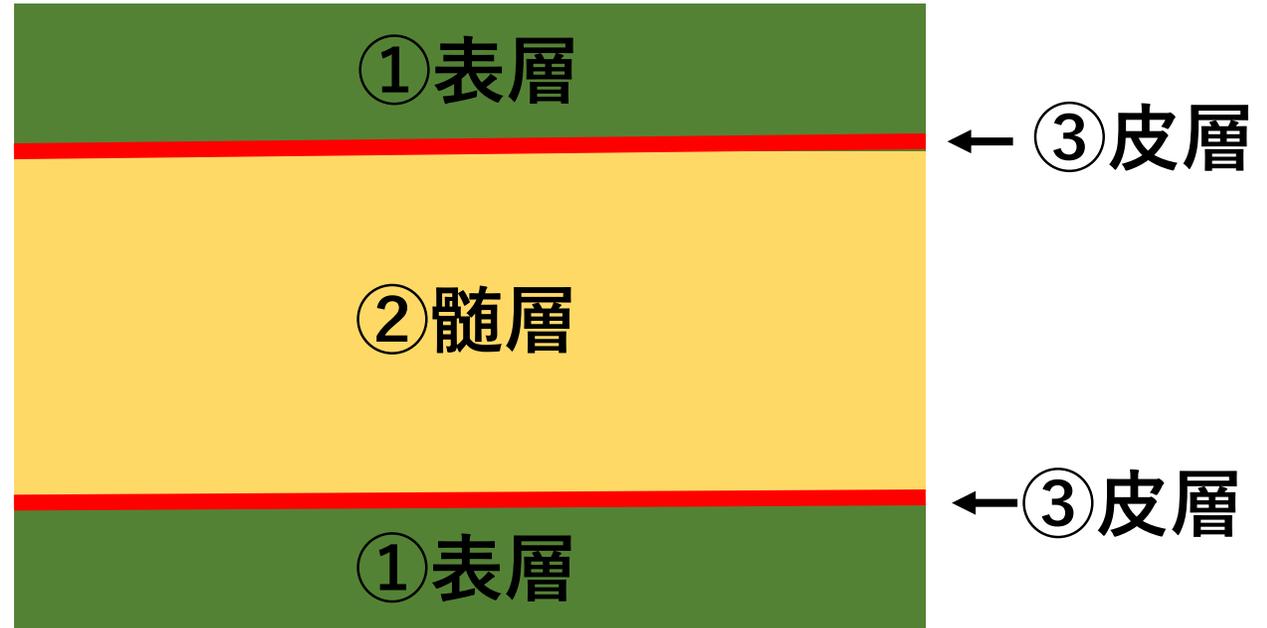
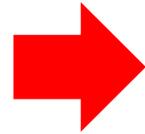


コントラスト・・・
黄色ほど、X線吸収係数が大きい。

【わかめの断面図の見方】



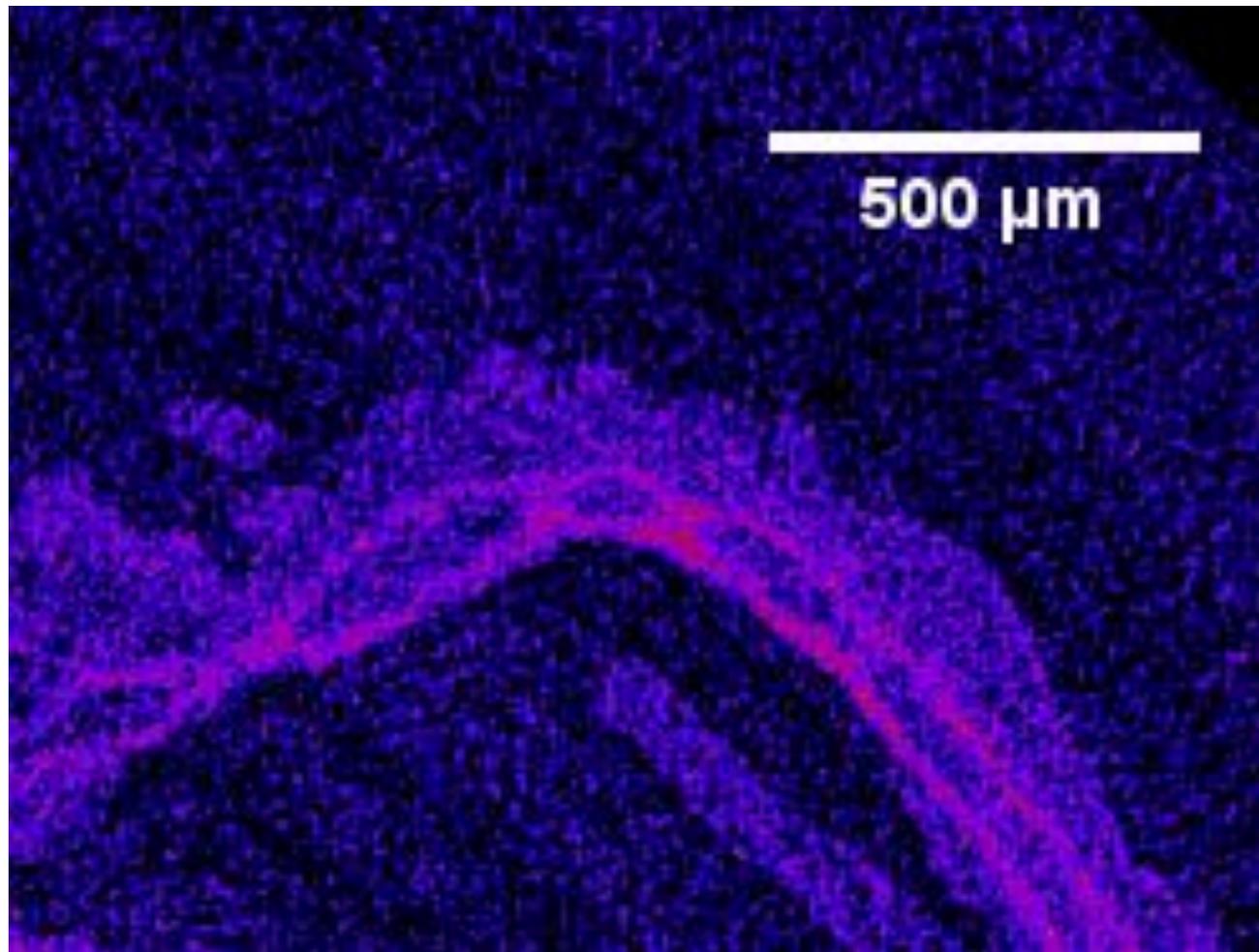
【断面図(光学顕微鏡)】



【解析における識別】

⇒見るポイントを ①表層、②髓層、③皮層、の3点に分けました。

結果① 【乾燥わかめの製造過程における変化】 - (1) 「原藻」



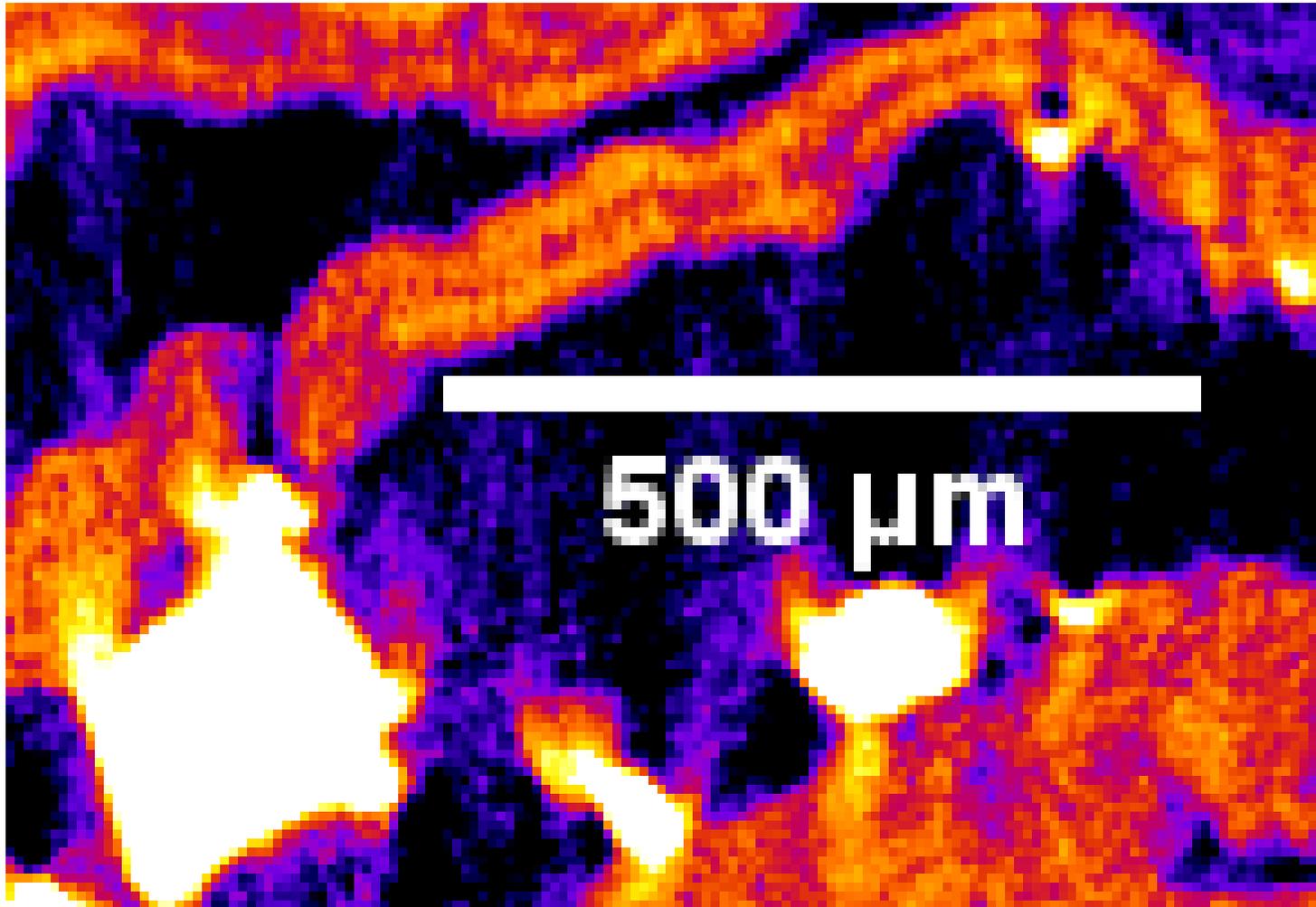
	X線吸収係数
①表層	2~3
②髓層	2~3
③皮層	5

コントラスト 0.9 - 15



⇒ 「原藻なので密度は低め」が可視化!!

結果① 【乾燥わかめの製造過程における変化】 - (2) 「塩蔵」



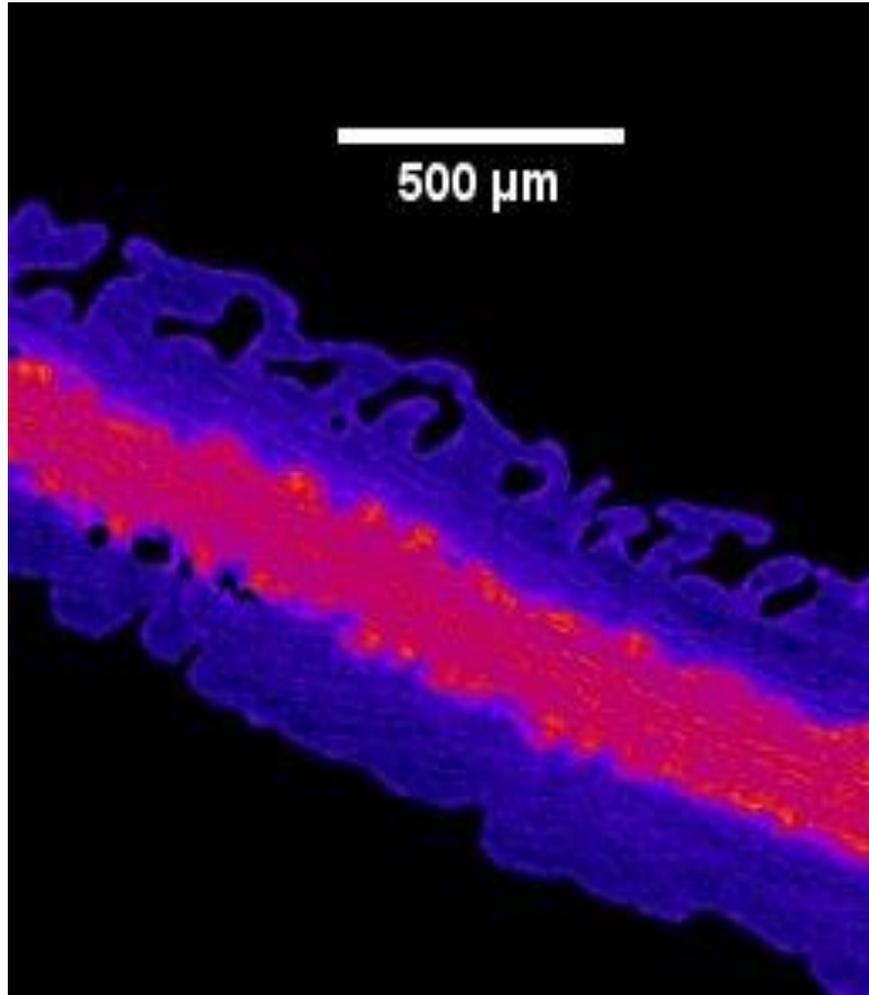
	X線吸収係数
①表層	9以上
②髓層	6～8
③皮層	検出せず

コントラスト 0.9 - 15



⇒ 原藻よりも密度が高くなり、皮層の区別はできなくなった。

結果① 【乾燥わかめの製造過程における変化】 - (3) 「洗浄後」



	X線吸収係数
①表層	2.2～2.8
②髓層	6～6.4
③皮層	4.5

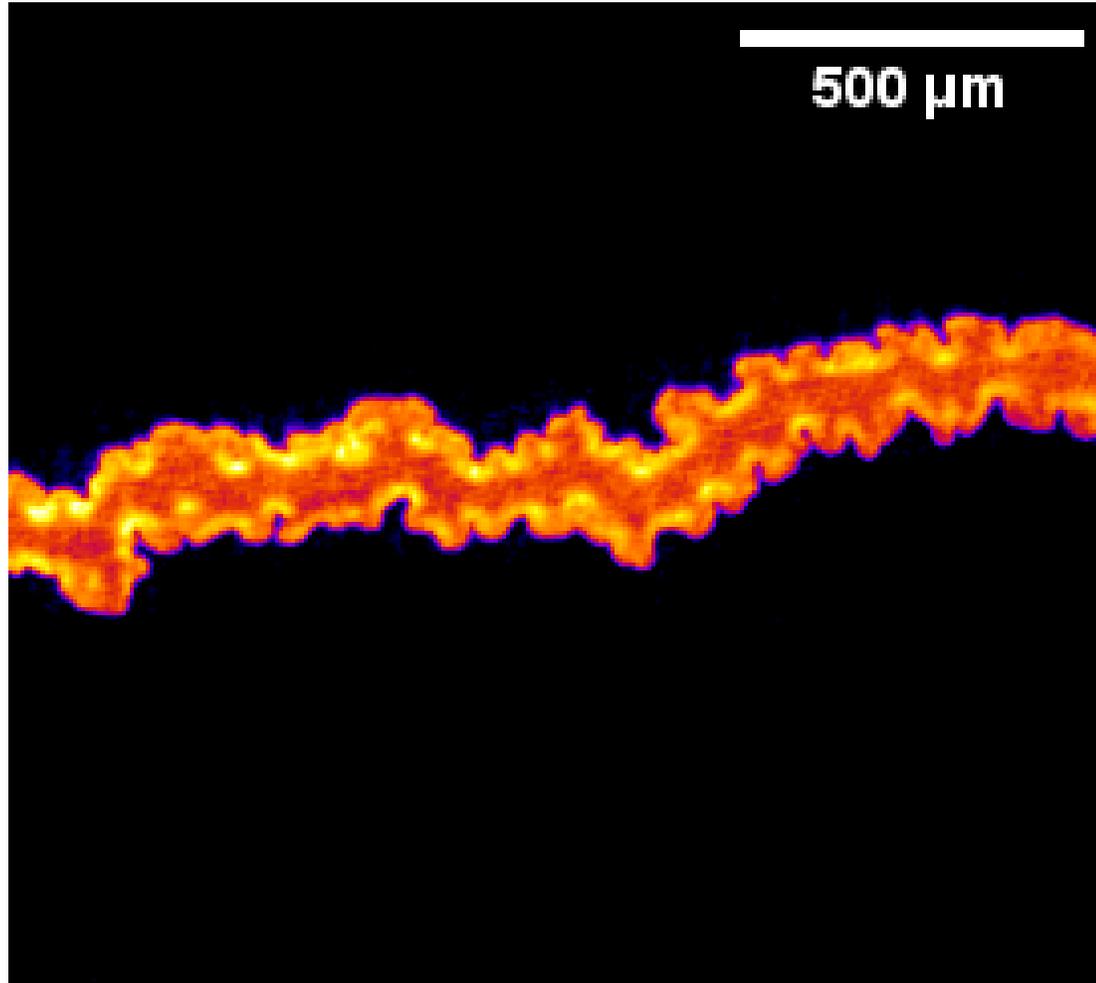
コントラスト 0.9 - 15



⇒ 髓層の密度が高く、塩分のムラが残っている？

結果① 【乾燥わかめの製造過程における変化】 - (4)

「乾燥後」



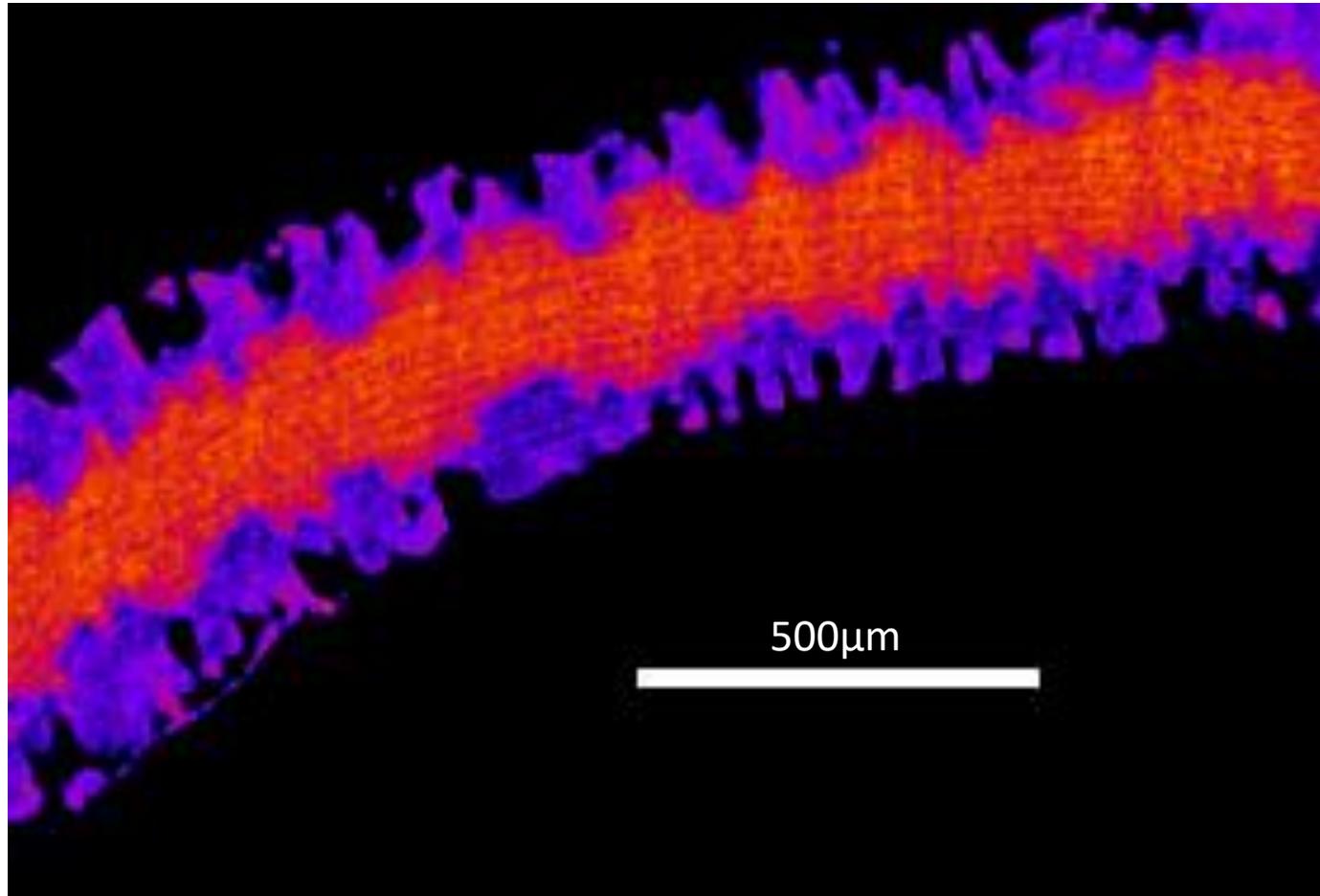
	X線吸収係数
①表層	11～13
②髓層	7.4～7.8
③皮層	検出せず

コントラスト 0.9 - 15



⇒ 表層の密度が非常に高くなったが皮層の区別ができず!!

結果②【乾燥わかめ水戻し時間毎の状態変化】 - (1) 「水戻し1分」



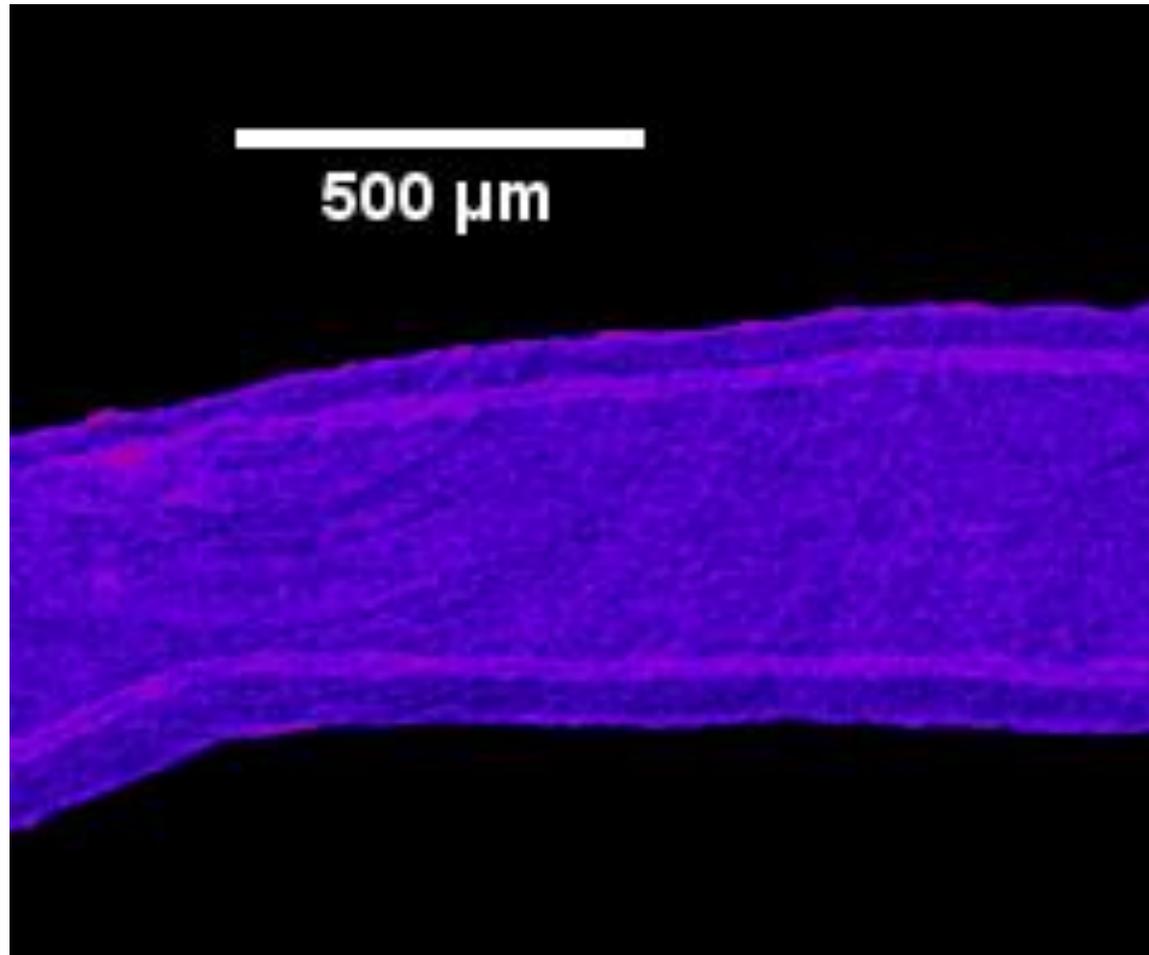
	X線吸収係数
①表層	2.0～2.4
②髓層	5.0～5.5
③皮層	検出せず

コントラスト 0.9 - 15



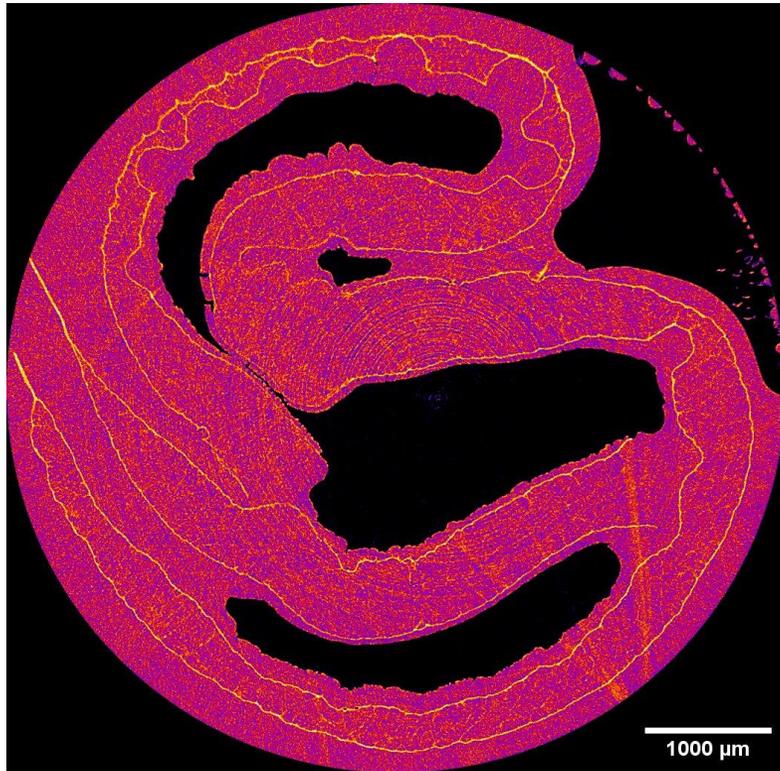
⇒ 表面の青は水に触れて低密度。内部には水が浸透して
いなく、まだ「戻っていない」が可視化!!

結果② 【乾燥わかめ水戻し時間毎の状態変化】 - (2) 「水戻し4分」



⇒ これは「ほぼ食べるときの状態」。
密度の差が無くなったことが可視化!!

結果③ 【乾燥わかめの水戻しと1%塩水戻しの比較】 - (1)



水戻し5分



塩水戻し5分

⇒ 1%塩水戻しのほうが、吸水が遅いことが可視化!!

コントラスト 0.9-5.0



【結果概略】

- ① 製造工程における状態の可視化に成功!!
- ② 水戻りが進む毎に、外部から密度が下がっていく様子を可視化できた!!
- ③ 1%塩水で戻すほうが、状態変化に時間がかかることが見える化された!!

【今後の展望】

- ① 測定手法を変更してのイメージングの可能性を（X線位相差CT等）模索したい。
- ② 蛍光X線法での微量元素の測定と、これによる産地判別技術の可能性を模索したい。



【今回の案件の波及効果】

- ① TV取材
(地元テレビ局の番組特集で当社の紹介)
- ② その他雑誌等での取材



⇒ 地元企業の活性化に関する次世代放射光、
また当社(理研食品)の認知度アップに貢献！！

【謝辞】

東北大学農学研究科

野地	智法	教授
河村	純一	特任教授
中野	俊樹	助教
日高	將文	助教
竹岡	芳成	特任講師



JASRI

梶原 堅太郎 様

中野先生、日高先生、竹岡先生には、申請、測定準備、測定と多岐にわたりご協力、ご支援を頂戴しました。