

褐藻マコンブにおけるトランペット形細胞糸の発達過程 Formation of trumpet-shaped hyphae in the brown alga, *Saccharina japonica*

長里 千香子^{1,*}, 亀沢 知夏², 平野 馨一², 兵藤 一行², 米山 明男^{2,3}

¹北海道大学北方生物圏フィールド科学センター室蘭臨海実験所

〒051-0013 北海道室蘭市舟見町 1-133-31

²高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所放射光実験施設

〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

³九州シンクロトロン光研究センター

〒841-0005 佐賀県鳥栖市弥生ヶ丘 8-7

Chikako Nagasato^{1,*}, Chika Kamezawa², Keiichi Hirano², Kazuyuki Hyodo²,
and Akio Yoneyama^{2,3}

¹Muroran Marine Station, Field Science Center for Northern Biosphere,
Hokkaido University, Muroran 051-0013, Japan

²Photon Factory, Institute of Materials Structure Science,
High Energy Accelerator Research Organization,

1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki 305-0801, Japan

³SAGA Light Source, 8-7 Yayoigaoka Tosu, Saga 841-0005, Japan

1 はじめに

褐藻は、ストラメノパイル系統群に属し、全ての種が海産で多細胞体制をもつ。コンブ目植物の胞子体は褐藻の中でも大型化しており、組織の複雑化も見られる。コンブの胞子体は根元より、附着部、莖状部、葉状部に分けられ、内部は表皮、皮層、髓層という3つの細胞層からなる。髓層の深部にはトランペット形細胞糸と呼ばれる構造が存在しており、この構造は葉状部と莖状部の境界にある成長帯（分裂組織）に必要とされる光合成産物などを長距離輸送するために発達していると考えられている。コンブの胞子体の大型化にはこのトランペット形細胞糸の獲得が大きく影響していると考えられるが、この構造が受精から初期発生においてどのように発達していくのかについて、具体的な観察結果は示されていない。

我々はこれまでに、さまざまな発生段階にあるマコンブの胞子体を固定し、樹脂包埋したサンプルから切片を作製し、光学顕微鏡や透過型電子顕微鏡において、内部構造を観察することを試みた。しかしながら、コンブ胞子体が持つ粘性多糖類の影響により、成長するにつれて、サンプル作製が困難となる問題に直面していた。そこで、非破壊的な方法で、かつ軽元素で構成される構造を高コントラストで撮影することが可能なイメージング手法により、マコンブ胞子体の内部構造を観察することを考えた。試料内部構造の詳細な観察には、造影コントラスト X線 CT および伝搬法を用いた位相マイクロ X線 CT による手法が有効と考えられたことから、同手法のマ

イクロ X線 CT[1]が可能な BL-14B を使用しての実験を行った。

2 実験

実験室内で受精を誘導し、体長 1 cm まで発生をさせたマコンブの胞子体を観察対象とした。造影コントラスト X線 CT 解析には、造影剤として臭化カリウムを用い、海水に 5, 10% で溶解し、切断したマコンブ胞子体の端より 4 時間、16 時間吸収させた。X線エネルギーは臭素の吸収端である 13.47 keV を用いた。マイクロ X線 CT 解析ではアガロースに胞子体を包埋し、10 KeV で 360° 撮影を行った。

3 結果および考察

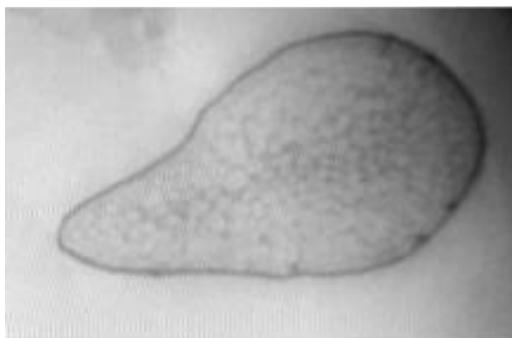
ヨウ素を用いた造影 X線 CT 解析では、植物の維管束内を通るヨウ素が観察されている [2]。この方法がマコンブでも適応できるのではないかと思われたが、ヨウ素溶液と海水を混合することで沈殿が生じたことから、今回、臭素を造影剤として利用することとした。マコンブへの造影剤の吸収時間を 4 時間としたところ、ほとんど変化が観察されなかった。吸収時間 16 時間では吸収により透過率が変わることが示されたが、構造は明確に示されなかった。

一方、試料と検出器の間を 110 mm に設定して実施した伝搬法による位相マイクロ X線 CT では、図 1 に示すように無造影で表皮、皮層、髓層と内部にトランペット型細胞糸の構造など数ミクロンの微細な構造を観察することができた [3]。なお、本計測の

条件はX線のエネルギー10 keV、露光時間 1 秒/投影像、プロジェクション数 2000 とした。また、位相回復には Image J の Plugin として公開されている ANKA phase[4]を利用した。



50 μm



0.1 mm

図1 伝搬法による位相マイクロ X 線 CT によるマコンブの観察結果[3]

4 まとめ

大型海藻の内部構造観察のために造影コントラスト X 線 CT および位相マイクロ X 線 CT を用いた研究例はこれまでにない。そのため、より鮮明な構造観察のためには更なる条件の検討が必要であると言え、課題の克服により、マコンブ胞子体における組織分化の過程を捉えることが可能となると考える。

参考文献

[1] 米山, 亀沢, 平野, 2022 年度量子ビームサイエンスフェスタ, 2023

[2] 亀沢, 兵藤, 日本植物形態学会第 34 回総会・大会 (京都大会), 2022.

[3] 米山, 長里, 亀沢, 馬場, 平野, 19p-A601-4, 第 8 4 回応用物理学会秋季学術講演会, 2023

[4] Weitkamp, T., et al., J. Synchrotron Radiat., 18, 617-629 (2011)

* nagasato@fsc.hokudai.ac.jp