

令和 4 年 4 月 15 日現在

機関番号：13901
研究種目：奨励研究
研究期間：2021～2021
課題番号：21H04162
研究課題名 多細胞性海藻における再生現象のイメージング

研究代表者

白江 麻貴 (Shirae, Maki)

名古屋大学・全学技術センター(理学)・大学技術職員

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 470,000円

研究成果の概要：海藻の再生現象を分子生物学的に解析する第一歩として、名古屋大学菅島臨海実験所において大型海藻を採取した。採取した海藻のうち66種の切断実験を行ったところ、主に緑藻・紅藻において、切断後1日から3週間以内に切断応答が見られた。この応答は、主に芽体形成・仮根形成・胞子形成に分けられた。次に切断応答における細胞の動態を明らかにするため、核や細胞壁を染色しライブイメージングを試みた。その結果、紅藻緑藻各2種の切断応答を観察することに成功した。いずれの場合も切断端の細胞が伸長する現象は共通していたが、核や細胞の分裂のパターンは種により異なっていた。以上の研究成果を論文にまとめ、国際雑誌に発表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

大型海藻は波や漂流物、魚類などから物理的に障害を受ける機会が多く、非常に高い再生能力を持つにもかかわらず、そのメカニズムについてはほとんど明らかになっていない。興味深いことに海藻は多くが多核細胞からなる。多核細胞は、ヒトでは筋肉や肝臓に見られ、組織再生に貢献していることが知られる。従って、海藻細胞の多核性もまた藻体の再生能力に影響を与えている可能性がある。このように海藻において再生の分子メカニズムを紐解くことは、多細胞生物における再生現象を理解する上で重要な鍵となりうる。さらに近年日本近海では温暖化により海藻が減少傾向にあるが、本研究は海藻を効率よく再生させる技術の開発にも役立つ可能性がある。

研究分野：細胞生物学

キーワード：藻類 再生 ライブイメージング 多核体 切断応答 細胞伸長 細胞分裂

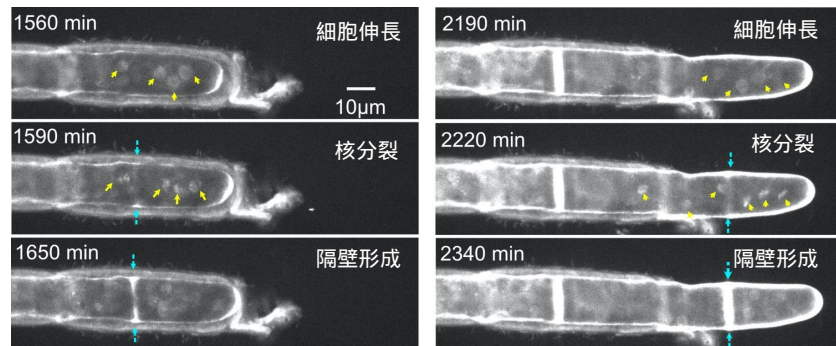
1. 研究の目的

多細胞生物の中でも、動植物における高い再生能力は良く研究が進められている。一方で、大型海藻の再生能力については、古くから多くの記載があるにもかかわらず、最新の分子生物学的研究による研究が進んでいない。海藻は波や漂流物、魚類などから物理的に障害を受ける機会が多く、非常に高い再生能力を持つ。また、海藻の一部は多核細胞からなる。多核細胞は、ヒトでは筋肉や肝臓に見られ、組織再生に貢献していることが知られる。従って、海藻細胞の多核性もまた藻体の再生能力に影響を与えている可能性がある。このように海藻において再生のメカニズムを紐解くことは、植物のみならず多細胞生物における再生現象を理解する上で重要な鍵となりうる。そこで、本研究の目的は、海藻の再生現象を分子生物学的に解析する第一歩として、大型海藻における再生現象の細胞イメージングを実現することとした。

2. 研究成果

名古屋大学大学院理学研究科附属臨海実験所（菅島臨海）において海藻を採取し、採取した海藻のうち 66 種について切断実験を行った。次に切断応答における細胞の様子を観察するため、ライブイメージングを試みた。顕微鏡で細胞を観察するために、polydimethylsiloxane (PDMS) 装置を作製した。これは部分的に 15 μm ほど凹ませたシリコン型を薄いガラス板に貼り付けたもので、ガラスとシリコンの 15 μm の隙間に海藻を注入し観察することができる。今回 4 種の藻体を PDMS 装置に挿入して切断応答をライブで観察することに成功し、そのイメージングの結果を論文にまとめ、国際雑誌 PLOS ONE に発表した^[1]。詳細は論文を参照されたい。ここでは紅藻ダジア (*Dasya* sp.) と緑藻ミル (*Codium fragile*) について結果を記載する。

紅藻ダジアは多核体である。茎や葉を切断すると数日で芽や根が伸長することがわかった。このダジアの葉を切断して、ヘキスト 33342 で細胞壁と核を染め、タイムラプス観察をした。すると切断面の細胞は死に、隣接した細胞が伸長し、その細胞内の数個の核が同調して分裂した。この核分裂と同時に細胞内に隔壁が生じ、細胞分裂の様子を観察する事ができた。



ダジア (*Dasya* sp.) の切断面応答 (仮根形成) のタイムラプス^[1]

緑藻ミルは多核嚢状体という体制をとり、細胞を分けるような隔壁が見当たらないことから、一つの個体が一つの細胞であると見なされている。一つ一つの枝をほぐしてみると、小嚢と髓系と呼ばれる組織からなる。ほぐした藻体をシャーレで維持して 3 週間ほど経つと、小嚢は退縮して髓系(糸状の藻体)だけが伸びるようになる。この状態で半永久的に培養が可能である。この藻体を切断すると、どこを切っても芽体が生じる。この芽体形成をタイムラプスで観察した。まず、切断面は速やかに閉じる事が分かった。切断後しばらく経つと、切断面から少し離れた側部に隆起が生じた。やがて隆起に核が集中し始め、さらに隆起が伸長して核や色素体が流れ込んだ。芽体形成時、形成場所付近での核分裂は観察されなかった。

この他にシオグサ (*Cladophora* sp.) コラコネマ (*Colaconema* sp.) のタイムラプスイメージングに成功したが、切断応答時の核分裂や隔壁形成のタイミングなどは種ごとに異なり、共通の傾向は見当たらなかった。今後はさらに細胞骨格をマーキングし再生時の様子をイメージングし、海藻の再生現象における細胞骨格や核・色素体の動態の解析を進める。

[1] Shirae-Kurabayashi M, Edzuka T, Suzuki M, Goshima G (2022) Cell tip growth underlies injury response of marine macroalgae. PLoS ONE 17(3): e0264827.

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Shirae-Kurabayashi M, Edzuka T, Suzuki M, Goshima G	4. 巻 17
2. 論文標題 Cell tip growth underlies injury response of marine macroalgae.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLoS ONE	6. 最初と最後の頁 e0264827
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0264827	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 白江-倉林 麻貴、江塚 智哉、鈴木 雅大、五島 剛太
2. 発表標題 大型海藻類における切断応答の多様性
3. 学会等名 第73回日本細胞生物学会大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
五島 剛太	(GOSHIMA GOHTA)
鈴木 雅大	(SUZUKI MASAYOSHI)
江塚 智哉	(EDZUKA TOMOYA)