

特異な再生機能をもつ不思議な海藻

はじめに

海洋生物の中には陸上生物とは異なる特異な生物現象や代謝系・代謝産物をもつものが知られています。海産の多核単細胞性緑藻に見られる細胞内容物(原形質)からの細胞再生現象はその一例です。この特異な生物現象は、1970年に日本人研究者の Tatewaki & Nagata により緑藻ハネモに見いだされたのが最初とされています。その後、本現象の生物学的研究は国内外で散発的に行われていますが、同現象の化学生物学的研究例は少ないようです。筆者は20年程前に、当時バロニア類の発生研究をされていた榎本幸人先生(当時、神戸大学臨海実験所教授)のもとで、筆者の研究室学生と一緒に海藻類の発生に関する臨海実習を受けたことがありました。その時に、本現象がハネモ類、バロニア類、ミル類およびイワヅタ類など多核単細胞性緑藻に広く見られる現象で、これら海藻の生存戦略の一つと考えられていることを知りました。つまり、これら海藻種にとっては、魚など動物に傷つけられた時の再生システムとして、種の保存に寄与している現象と考えられています。因みに、バロニア類は直径1~3 cm程の球状の多核単細胞性緑藻ですが、海水中で針で突っついて細胞表面に孔を開けると、海水が細胞内に流入し、短時間のうちに細胞内に多数の球状プロトプラストが生じます。実習を受けた当時、この細胞再生システムは将来的にはわれら人にも役立つ道具になるのではと夢見たことを憶えています。

ハネモ類における原形質からの細胞再生

バロニア類とともにハネモ類の細胞再生現象は実験的に良く観察されています。日本に生息するハネモ類としては、ハネモ(*Bryopsis plumosa*)やオオハネモ(*B. maxima*)、ネザシハネモ(*B. corticulans*)を含む10種が報告されています。いずれも大型(体高5~20 cm)の単細胞からなる多核管状体を体制としており、オオハネモの中には体高50 cmにも達するものも見つかっています(図1、中央写真)。これら多核管状体緑藻は核の分裂後に細胞質分裂を伴わなかったために隔膜が生じず、多核になったと考えられています。ハネモ類の場合、単細胞でありながら仮根糸、茎・葉様の形態を呈しており、太さ0.3~1mmほどの主軸から羽状、放射状に密に側枝を出し、その姿が羽毛に似ていることから“ハネモ”と名付けられたとのことです。ヒトは約60兆個の細胞からなる多細胞生物で、各細胞のサイズは直径10~30 μm 、最も大きいものでも卵子の150 μm ほどなので、ハネモ属緑藻がいかに巨大な細胞からなるかがわかります。

ハネモ類は異形世代交代(巨視的な配偶体と微視的な孢子体の交代)を行ない、配偶体は種により雌雄同株または異株で有性生殖により増殖します。他方、前述のように、細胞内容物からの細胞再生により増殖することも知られています。すなわち、藻体が損傷を受けると、海水中に流れ出たオルガネラを含む細胞内容物は自然に凝集して凝集塊となり、数時間内に凝集塊を取り囲む細胞膜が形成され球状化してプロトプラストとなります(図1および2)。

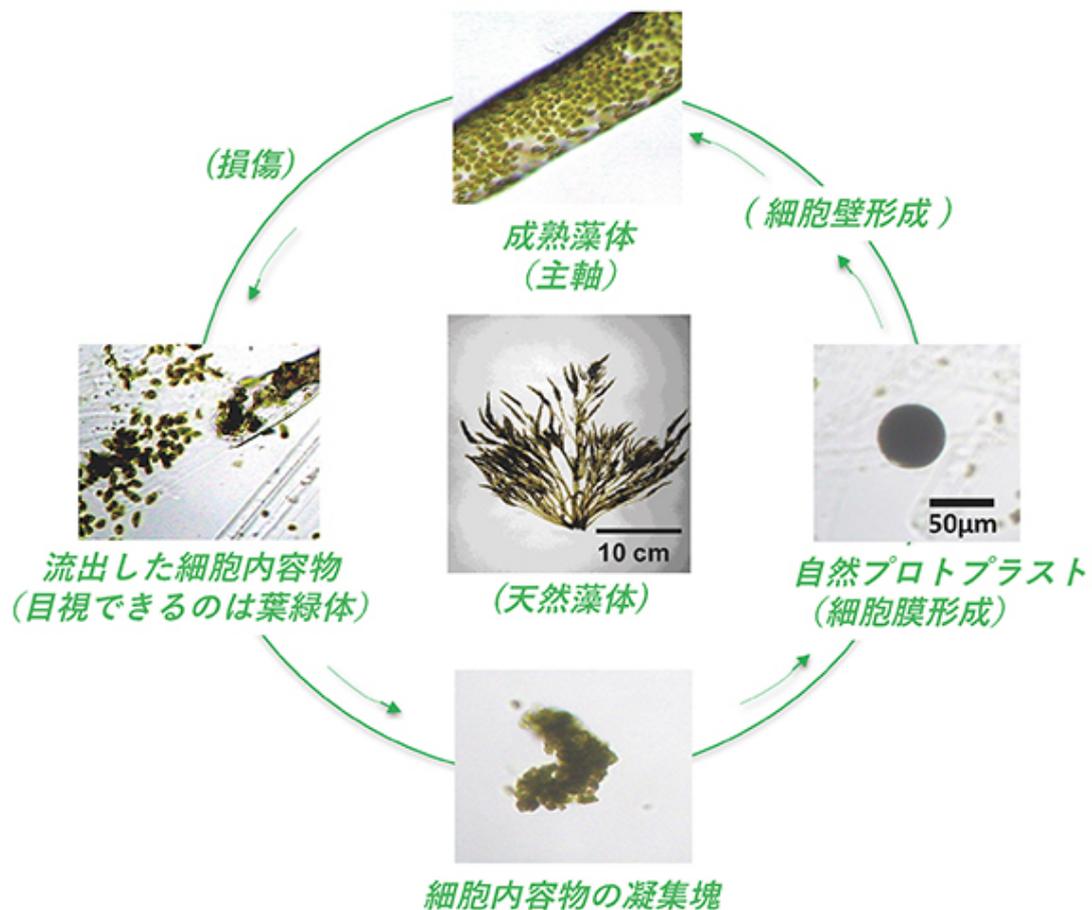


図1. オオハネモにおける細胞内容物(原形質)からの細胞再生

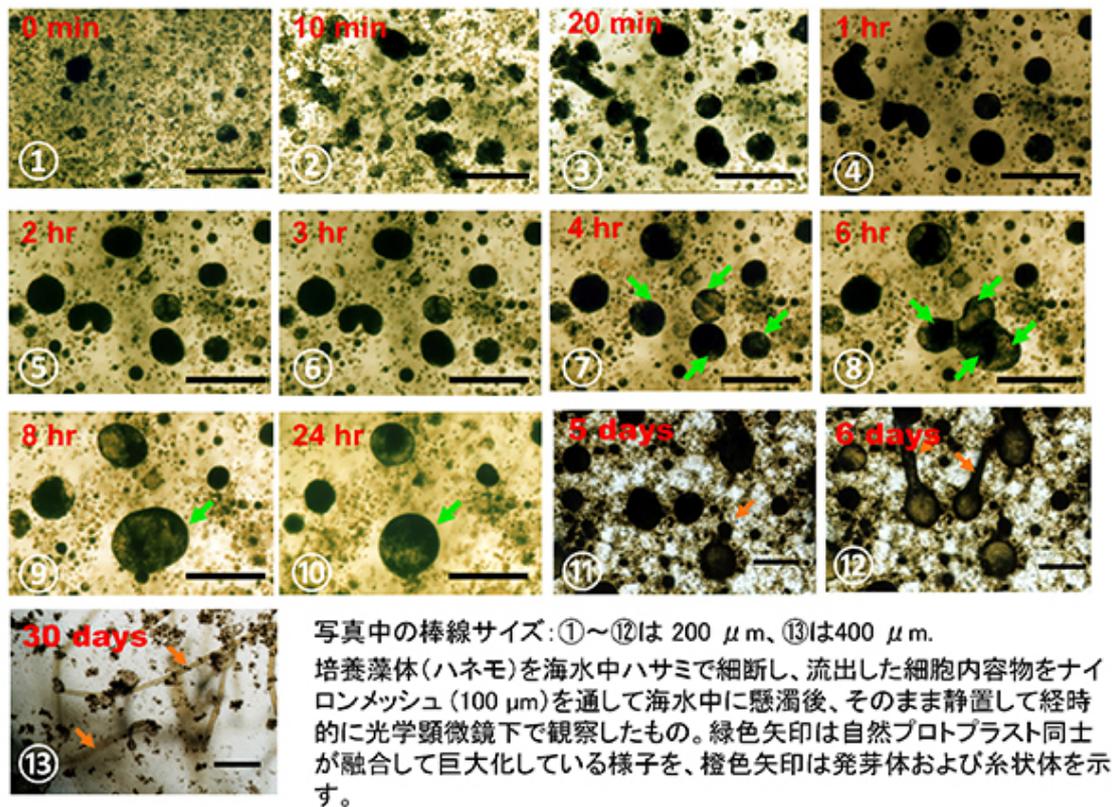


図 2. ハネモ細胞内容物からの自然プロトプラスト、発芽体および糸状体の形成過程

このようにして生じたプロトプラストは、高等植物やノリなどにおいて細胞壁を酵素消化して得られる細胞(通常のプロトプラスト)と区別するために、自然プロトプラストまたはサブプロトプラストと呼ばれています。この自然プロトプラストは 24 時間ほどで細胞壁を新生し、やがて発芽して糸状体となり、もとの成熟藻体に生長します(図 2)。なお、細胞壁が形成されるまでは、プロトプラスト同士を融合させて巨大化させたり、逆に刻んで小さなプロトプラストにすることも可能です(図 2)。

この細胞内容物からの細胞再生現象は高等植物細胞や動物細胞では認められておらず、海産の多核単細胞性緑藻に特異的な生物現象で、細胞の損傷治癒の一形態と考えられています。傷を負った時に癒える現象を損傷治癒と呼んでいますが、ハネモ類でも藻体が切断されると、切断箇所にくぼ状のものができて癒えることが観察されます。また、切断した藻体切片をくっつけると接ぎ木のように 2 つの切片が融合することも知られています。したがって、前述のオルガネラからの細胞再構築現象はきわめて特殊な再生現象と言えます。なお、この自然プロトプラストに由来するハネモ藻体は

温度管理さえできれば、いつまでも培養維持が可能であり、不死の海藻とも言えます(図3)。



図3. 自然プロトプラスト由来のハネモ培養藻体

このハネモの細胞再構築においては、pH や金属イオン(Ca^{2+} 、 Na^{+})、細胞内小胞、細胞内液など種々のアセンブリ要素が必要とされていますが、その全容は未解明です。この多核単細胞性緑藻に見られる細胞再生システムは、細胞構築の基礎的解明や種間・異物認識などの基礎免疫学におけるモデル実験系としてだけでなく、新規の遺伝子導入系や人工植物細胞の構築など実用的にも役立つ可能性があり、夢が膨らみます。

堀 貫治(ほり・かんじ)

一般財団法人海苔増殖振興会「海苔の成分の有効性に関する検討委員会」委員、広島大学大学院生物圏科学研究科特任教授、広島大学名誉教授、農学博士