



配布先: 文部科学記者会、科学記者会、名古屋教育記者会

2024年4月22日

報道機関 各位

巨大単細胞生物・ハネモの全ゲノム解読 -ゲノム情報少ない藻類学の発展に寄与-

【本研究のポイント】

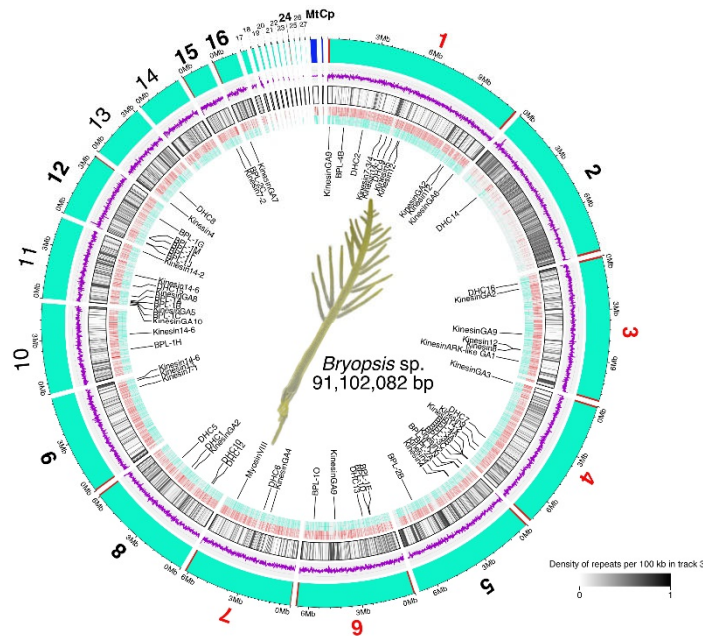
- ・10 cm 以上に育つ単細胞生物・ハネモ(海藻)を鳥羽市菅島で採集し、数年にわたる経代培養や雌雄掛け合わせに成功した。
- ・ハネモの全ゲノムを、海藻では例外的な高精度で解読した。
- ・他の藻類との比較ゲノム解析^{注1)}により、細胞内輸送や細胞再生に関わる遺伝子に特徴が認められた。

【研究概要】

名古屋大学大学院理学研究科菅島臨海実験所の落合 乾大 博士前期課程学生と五島 剛太 所長を中心とするグループは、同大学遺伝子実験施設、東京工業大学、国立遺伝学研究所との共同研究により、難易度が高いとされる大型藻類(海藻)の高精度ゲノム解読に成功しました。対象にした緑藻ハネモは、一般的な動植物細胞に比べて1000倍にもなる巨大な単細胞生物であることと、傷害に対する再生能力の際立った高さを持っていることから、長年にわたり研究者に注目されてきた生物種です。

本研究により、ハネモのみならず、高精度のゲノム情報の少ない大型藻類における実験生物学の発展が期待されます。

本研究成果は、2024年4月21日付科学雑誌「The Plant Journal」に掲載されました。



【研究背景と内容】

現在、ヒトをはじめとする様々な生物種のゲノム解読により、遺伝情報から生命現象を理解する研究が盛んに行なわれています。ゲノムを明らかにすることで遺伝子のプロファイルをつくることができ、その生物における遺伝学や分子生物学、分類学などの様々な研究の発展が見込めます。しかし、海藻においては全ゲノムが解読された例が少なく、動植物や菌類と比較して遅れをとっている状況です。

今回の研究では、大型の海藻であるハネモの全ゲノムを、海藻では例外的な高精度で解読しました。ハネモは 10 cm 以上に成長するにも関わらず、たった 1 つの単細胞からできている海藻です[図 1]。この巨大な単細胞がどのようにして体を形づくっているのかについては全く明らかになっていません。また、ハネモは再生能力が非常に高いことが知られ、海水中に拡散した原形質^{注 2)}からでも元の状態にまで再生して成長することができます[図 2]。この再生に関わる機構についてもほとんどが分かっていません。そこで、ハネモの室内での安定的な培養方法を確立することで、実験生物として誰でもハネモを扱えるようにした一方、ハネモの全ゲノムを解読することでハネモの性質に迫ろうとしました。

海藻のゲノム解読の最大のネックは、海藻に共生する微生物由来の DNA とハネモ由来の DNA を区別することが困難なことです。今回、ハネモ培養中に滅菌操作を行ったことと、緻密な生物情報解析により、両者を分けることに成功しました。その結果、ハネモの全ゲノムは 29 の配列断片群に構築されました。これは現在知られている大型緑藻のゲノムと比較しても非常に精度が高く、ゲノム情報の乏しい海藻における大きな知見とも言えます。

一方、比較ゲノム解析により、ハネモでは他の大型緑藻で発達しているミオシン^{注 3)}遺伝子が 1 個しか見つからなかった一方、キネシン^{注 4)}遺伝子は 34 個も見つかりました。加えて、薬剤添加によりキネシン-微小管系^{注 5)}を阻害することでハネモ細胞内の葉緑体の動きが抑制されたことから、ハネモの細胞内輸送はキネシン-微小管系が主導している可能

性を示唆しました。さらに、ハネモ原形質が再生時に凝集する際に関わるとされるレクチン^{注6)}遺伝子「*BPL-1*」が 15 個も見つかりました[図 3]。他の再生能力の低い大型緑藻では *BPL-1* 遺伝子は全く見つからなかったことから、*BPL-1* 遺伝子の大規模な重複によりハネモの再生能力の高さが維持されている可能性を示唆しました。

ハネモを含む緑藻は植物と祖先を同じくする生物です。この研究は、特にハネモを含む大型緑藻の再生能力の高さや物質の輸送に関わる機構が、植物と比べてどのように異なるかを調べる上でも重要であると考えられます。

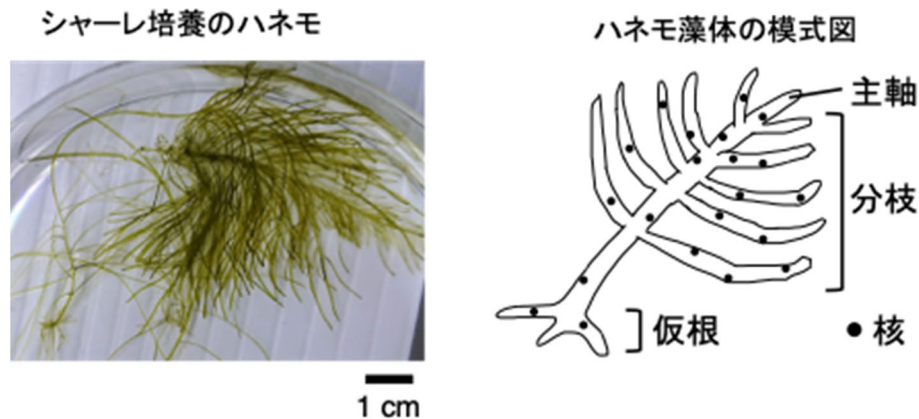


図 1. シャーレ培養時のハネモ（左）とハネモの模式図（右）。ハネモは主軸、分枝、仮根といった器官を有するがそれらは全て 1 つの細胞からできている。また、細胞内には複数の核が存在する単細胞多核の大型緑藻である。

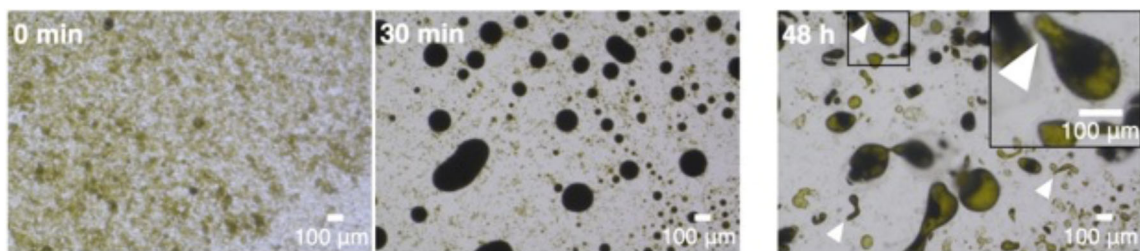


図 2. ハネモ原形質からの再生の様子。左から 0 分、30 分、48 時間の原形質の様子を示す。0 分の段階では霧状に近い原形質が 30 分もすると球状に自然とまとまったことが分かる。さらに 48 時間もすると芽が生え始める。

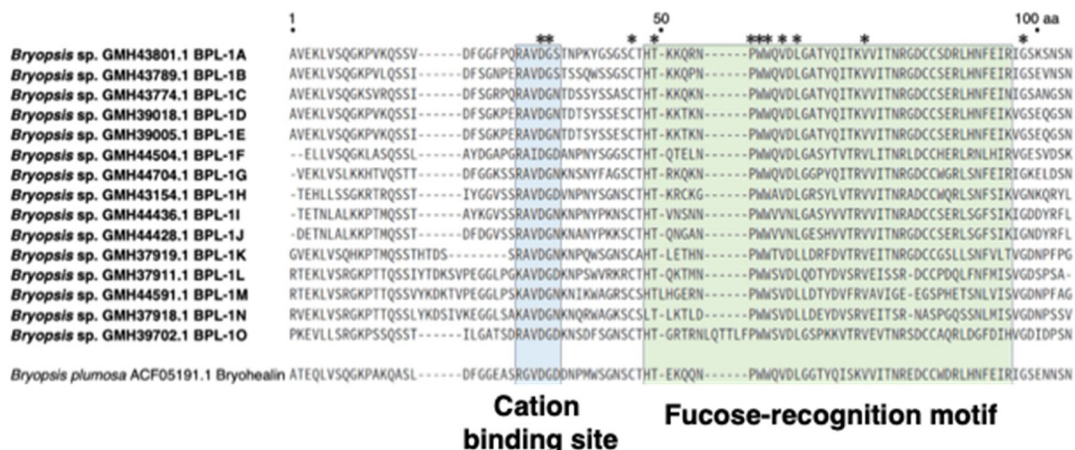


図 3. ハネモ *Bryopsis* sp.におけるレクチンタンパク質 BPL-1 のアミノ酸配列の一部。BPL-1 様タンパク質は A から O まで 15 個も見つかり、そのどれもレクチンタンパク質で知られる構造を保持していた。

【成果の意義】

本研究において、ゲノム情報の乏しい大型緑藻においてハネモの高精度なゲノム配列を報告しました。また、比較ゲノム解析によりハネモ特異的な遺伝子の重複や減少を発見し、大型緑藻に新たな知見をもたらしました。今後の研究により、動植物と比べて研究の遅れている藻類学の新たな発展が期待されます。

なお、本研究は日本学術振興会科学研究費助成事業(科研費および先進ゲノム支援)の支援のもとで行われました。

【用語説明】

注 1)比較ゲノム解析:

複数のゲノムを比較してその類似点や相違点を明らかにする解析のこと。

注 2)原形質:

細胞内における細胞膜の内側の全ての物質を言う。すなわち細胞質と核を指す。

注 3)ミオシン:

アクチンというタンパク質が重合してできたアクチン繊維上を歩行するモータータンパク質。

注 4)キネシン:

チューブリンというタンパク質が重合してできた繊維である微小管上を歩行するモータータンパク質。

注 5)キネシン-微小管系:

細胞内における輸送系の一つ。チューブリンというタンパク質が重合してできた繊維である微小管上をキネシンモータータンパク質が歩行しながら物質を輸送する。

注 6)レクチン:

糖との結合能力をもつタンパク質の総称。

【論文情報】

雑誌名: The Plant Journal

論文タイトル: Genome sequence and cell biological toolbox of the highly regenerative, coenocytic green feather alga *Bryopsis*

著者: Ochiai, Kanta; Hanawa, Daiki; Ogawa, Harumi; Tanaka, Hiroyuki; Uesaka, Kazuma; Edzuka, Tomoya; Shirae-Kurabayashi, Maki; Toyoda, Atsushi; Itoh, Takehiko; Goshima, Gohta

DOI: 10.1111/tpj.16764

URL : <http://doi.org/10.1111/tpj.16764>