

令和6年10月3日

## 光照射がフタヅノクンショウモの無性生殖を促進する機構の解明が進展

### ■本研究のポイント

- 群体性緑藻フタヅノクンショウモ (*Pediastrum duplex*) の無性生殖による群体増殖には、光照射が必須であることが明らかになりました。
- 群体増殖の直前には光合成関連遺伝子の発現が上昇することから、無性生殖サイクルの一部は光合成によって駆動することが示唆されました。

### ■研究概要

帝京大学の篠村知子教授らの研究グループは、宇都宮大学 大学院地域創生科学研究科 博士後期課程 1年の正木亜嘉理氏、同大学バイオサイエンス教育研究センターの児玉豊教授および鈴木智大准教授、日本女子大学の永田典子教授および関本弘之教授、同大学の土金勇樹博士と共同で、群体性緑藻フタヅノクンショウモの無性生殖に及ぼす光照射の影響を解析し、その成果が2024年8月20日付で *Journal of Plant Research* に掲載されました。本研究では、生理学実験およびトランスクリプトーム解析から、光照射が群体増殖の誘導に必須であり、無性生殖サイクルの一部は光合成関連遺伝子の発現により進行することが示されました。これらの成果は、フタヅノクンショウモだけでなく、他種の緑藻の無性生殖サイクル制御の解明につながると期待されます。

### ■研究背景

地球上には、多種多様な形態や生態を持つ微細藻類が数多く存在します。これら藻類の増殖は、光、温度、栄養塩、pHなどの様々な環境要因によって制御されます。特に、光は微細藻類の光合成反応や細胞分裂に影響を及ぼすことが知られていますが、生活史全体をどのように制御しているかについては、まだ十分に解明されていません。このような背景の中、研究グループは、微細藻類の中でも特にユニークな生活史をもつフタヅノクンショウモ

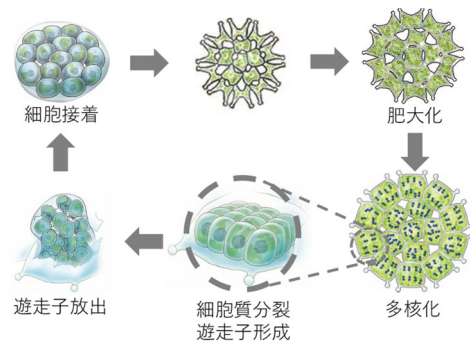


図1 フタヅノクンショウモの無性生殖サイクル

の無性生殖サイクル（図1）に及ぼす光の影響とその役割を解析しました。

## ■研究成果

本研究ではまず、フタヅノクンショウモの無性生殖による群体増殖に光照射が不可欠であることを明らかにしました。フタヅノクンショウモを暗所で異なる期間培養した後、明所に移して群体増殖を観察しました。その結果、どの培養条件においても、暗所での培養期間中および明所に移した1日後には群体増殖は見られず、2日目以降に群体増殖が確認されました（図2）。フタヅノクンショウモの群体増殖が暗所では進行しないという結果から、本種の無性生殖は光合成および光依存的な反応によって調節される可能性が示されました。

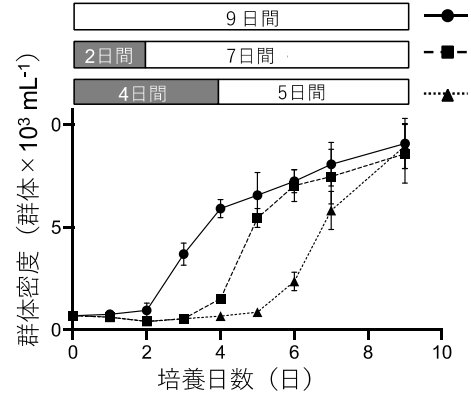


図2 暗所で異なる期間培養した後、光照射を行ったフタヅノクンショウモの群体増殖曲線。

そこで、光合成が群体増殖に及ぼす影響を解明するため、光合成反応を代替した条件下でフタヅノクンショウモを培養しました。暗所で培養中のフタヅノクンショウモにグルコース（光合成で生成されるデンプンの構成糖）を添加した結果、図1に示す無性生殖サイクルのうち、細胞の肥大化から遊走子形成まで進行し（図3）、電子顕微鏡観察では細胞内の隔壁や遊走子の鞭毛が確認されました（図4）。一方、本条件下では遊走子の放出や群体の増殖は見られませんでした。したがって、フタヅノクンショウモの生活史には、光合成以外の光依存的なプロセスも含まれることが示唆されました。

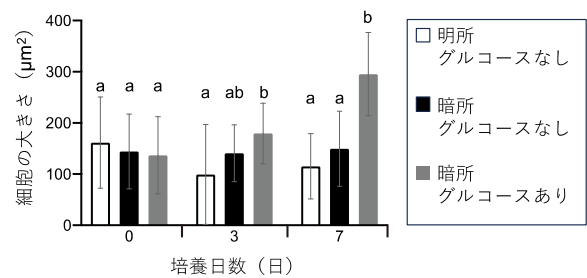


図3 培養0日目、3日目、7日目における細胞の大きさ。暗所下でも、グルコースの添加による細胞の肥大化が確認された。

さらに、無性生殖サイクルの進行に関与する遺伝的要因を解明するため、群体増殖前後のフタヅノクンショウモを用いた遺伝子発現差解析を行いました。実験では、まだ群体が増殖しない光照射開始1日後（L1条件）の細胞と、群体が増殖した光照射開始2日後（L2条件）の細胞を比較しました。その結果、群体増殖前のL1条件でのみ、光合成関連遺伝子の有意な発現上昇が確認され、無性生殖サイクルの一部の過程が光合成によって駆動することが遺伝学的な視点からも明らか

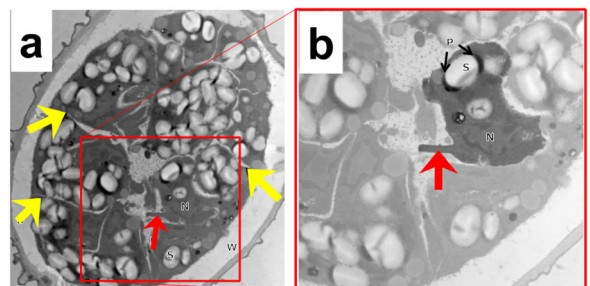


図4 暗所で7日間グルコースを添加した培地で培養したフタヅノクンショウモ細胞の透過型電子顕微鏡写真（a）とその拡大図（b）。暗所でもグルコースを添加すれば、細胞内に隔壁（黄色矢印）および遊走子の鞭毛（赤矢印）が観察された。

になりました。

#### ■今後の課題

藻類は水域の生態系において重要な役割を果たしており、生活史戦略の多様性や環境への適応機構を理解することは、進化生物学的な視点からも重要です。今回、フタヅノクンショウモの無性生殖サイクルにおける形態学および生理学的特徴、ならびに関連する遺伝的要因を調査した結果、その一部が光合成によって調節されていることが明らかになりました。本成果は、他の緑藻における生活史の制御機構に関する理解を深める上でも重要な知見になるでしょう。一方で無性生殖サイクルの中には、光合成による制御とは異なるメカニズムで進行する過程があることもわかりました。今後は、光合成に依存するプロセスと依存しないプロセスの解明を進め、フタヅノクンショウモの生活史を調節するメカニズムの理解を深めることが課題です。

#### ■研究支援

本研究の一部は、文部科学省 科学研究費助成事業 挑戦的研究(萌芽)「ホシミドロ目藻類の受容体型キナーゼトリガンドから迫る、植物の陸上進出背景」(関本 弘之、課題番号：20K21451)、基盤研究(C)「ヒメミカヅキモの染色体構造と性決定領域に注目した生殖様式の進化機構の解明」(土金 勇樹、課題番号：19K06827)、および笹川科学研究助成(正木 亜嘉理、研究番号：2023-4031)「フタヅノクンショウモにおける群体の細胞数変化の温度依存性メカニズムの解明」の支援により実施されました。

#### ■論文情報

論文名：Light promotes asexual reproduction and mediates transcriptomic changes in *Pediastrum duplex*

(光はフタヅノクンショウモの無性生殖を促進しトランスクリプトームの変化をもたらす)

著者：Akari Masaki, Narumi Miyamoto, Sridharan Harshavardhini, Noriko Nagata, Yuki Tsuchikane, Hiroyuki Sekimoto, Yutaka Kodama, Tomohiro Suzuki & Tomoko Shinomura\*

掲載誌：Journal of Plant Research

URL：<https://link.springer.com/article/10.1007/s10265-024-01567-8>

#### ■英文概要

The green alga *Pediastrum duplex* forms colonies through asexual reproduction and has a unique life cycle. To elucidate the mechanisms that regulate the asexual reproductive cycle in *P. duplex*, we analyzed the effects of light on the processes and gene expression involved in each step of the asexual reproductive cycle, revealing light irradiation to be essential for increasing the number of colonies. Among the processes in the asexual reproductive cycle, the transition from cell hypertrophy to

zoospore formation could proceed even in the dark if glucose was added to the medium. Transcriptome analysis revealed that the expression of different groups of genes was significantly promoted or suppressed before and after the number of colonies increased. Our findings indicate that the asexual reproductive cycle of *P. duplex* includes a process promoted by photosynthesis. This study enhances our understanding of the growth characteristics of *P. duplex* and other microalgae.

■ 本件に関する問合せ

(研究内容について)

帝京大学 大学院理工学研究科 理工学部バイオサイエンス学科 教授 篠村 知子

TEL: 028-627-7111 E-mail: shinomura@nasu.bio.teikyo-u.ac.jp

宇都宮大学 バイオサイエンス教育研究センター 教授 児玉 豊

TEL:028-649-5527 FAX:028-649-8651 E-mail: kodama@cc.utsunomiya-u.ac.jp

(報道対応)

帝京大学 本部広報課

TEL:03-3964-4162 FAX: 03-3964-9189 E-mail: kouhou@teikyo-u.ac.jp

宇都宮大学 企画総務課 広報・渉外係

TEL:028-649-5201 FAX:028-649-5027 E-mail: kkouhou@a.utsunomiya-u.ac.jp

日本女子大学 法人企画部 広報課

TEL:03-5981-3163 FAX:03-5981-3164 E-mail: n-pr@atlas.jwu.ac.jp