

光合成するウミウシで大規模な自切と再生を発見 —心臓をなくしても大丈夫。驚くべきウミウシの能力—

概要

奈良女子大学人間文化総合科学研究科の博士後期課程 1 年の三藤清香さんと遊佐陽一教授は、ウミウシの仲間「囊舌類」(のうぜつるい) の 2 種において、大規模な自切・再生現象を発見しました。これらのウミウシは、心臓を含む首元より後方の体(全重量の 80%以上)を自切した後、頭側からほとんど元通りに全身を再生することができました。



図 1. 自切直後のウミウシ (コノハミドリガイ)

I. 背景①—自切と再生

「自切」は、両生類やトカゲ類、節足動物等、広い分類群の動物で見られる現象です。多くの場合、尾や脚といった体の末端部分を自発的に切り落とすことで、本体が捕食から逃れることに役立ちます。またほとんどの場合、自切した後には「再生」が起こります。プラナリアやヒドラ等、2 つに分かれた体の両方から完全な体が再生する動物もいますが、複雑な体制をもつ動物が、心臓を含む体部を完全に失っても生存し、再生する例は知られていませんでした。

II. 背景②—光合成するウミウシ「囊舌類」

囊舌類のウミウシは、餌の海藻の葉緑体を体細胞に取り込み、数日から数か月保持して光合成に利用します（盗葉緑体現象）。これは、後生動物ではほとんど囊舌類のみが行う非常に珍しい現象です。葉緑体を取り込んだ細胞は頭部を含む体全体に存在しており、全身が葉緑体の緑色であることからこれがうかがえます（図 2a, b）。



図 2a. コノハミドリガイ (*Elysia* cf. *marginata*)、b. クロミドリガイ (*Elysia atroviridis*)

III. 今回の発見

当研究室において継代飼育により室内で維持していたコノハミドリガイ（図 2a）計 15 個体のうち 5 個体（33%）と、野外で採集したコノハミドリガイの別種（隠蔽種）の 1 個体が、首元で自切しました。このとき、心臓は完全に体側に残されていました（図 3a）。自切した個体のうち比較的若い個体の頭部は活発に動き回って摂餌し、1 週間程度で心臓を含む体部の再生を始め（図 3b）、約 3 週間でほとんど完全な体を再生することができました（図 3c）。一方で、切り離された体部は光や接触刺激に反応して動き回り、心臓も拍動を続けていましたが、再生は見られませんでした。

同様の自切・再生を、カイアシ類（コペポータ）の一種に寄生されたクロミドリガイ（図 2b）82 個体中 3 個体（4%）でも観察しました。カイアシ類はウミウシの体に入り込んで産卵を抑制しますが、自切を行ったクロミドリガイはこのカイアシ類を完全に排出し、1 週間程度で心臓の再生を開始しました。一方で、カイアシ類に寄生されていないクロミドリガイ 64 個体では、自切はまったく見られませんでした。

この自切は、コノハミドリガイの首元の溝（自切面と思われる部位）を細い糸で軽く絞めることでも 100%誘導できました。ほとんどの場合、自切は 1 日以内、再生は 1 週間程度で生じました。

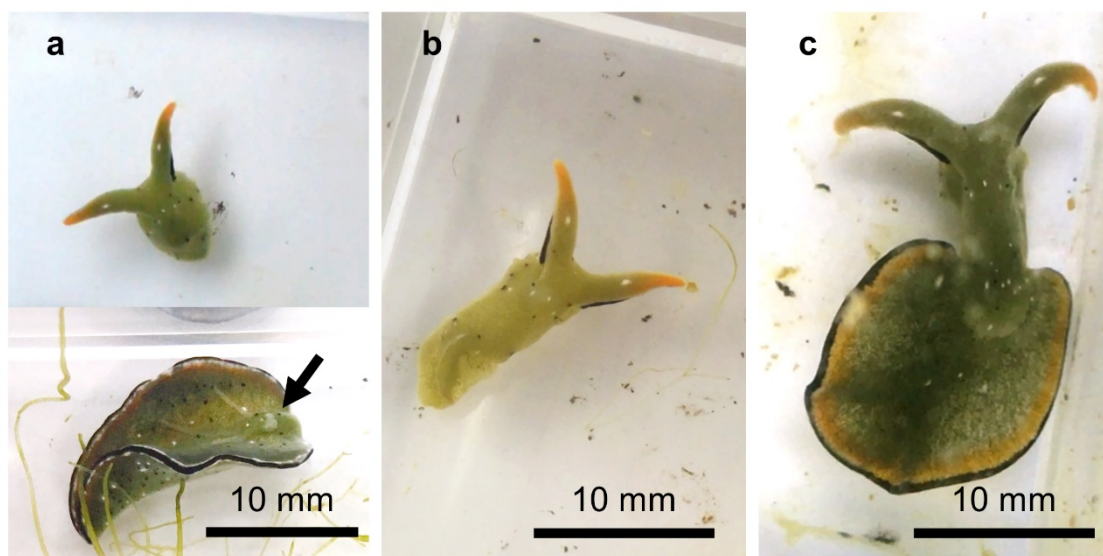


図 3. コノハミドリガイの再生の様子（図中の矢印は心臓を指す）

a. 自切直後、b. 自切から 7 日目、c. 自切から 22 日目

IV. この自切の意義

今回見られた現象は、複雑な構造をもつ動物が、心臓を含む体の大部分を失っても生存し、再生するという点でほぼ初めての報告であり、知られている限り最も大規模な自切の例だと言えます。

この自切の目的は、少なくともクロミドリガイでは産卵を抑制する寄生者を排除することではないかと私たちは考えています。他方で、自切に長い時間がかかるため、捕食回避を主な目的とする可能性は低いと思われます。

なぜこのような自切・再生が可能なのかは不明ですが、囊舌類のもつ光合成能力によって、頭部だけでも光があればエネルギーを獲得できることが関係していると私たちは推測しています。そのため、光合成をする他の囊舌類も、同様の現象を示す可能性は十分にあると思われます。

V. 波及効果、今後の期待

他の囊舌類の自切・再生能力についてさらに調べ、囊舌類における自切の起源や進化的意義について探ります。また、他機関との共同研究によって、再生能力の高い組織や細胞の採取や移植実験等を行うことで、将来的には再生医療や動物による光合成といった分野にも貢献可能であると考えています。当研究室で確立した継代飼育系により、コノハミドリガイのモデル生物としての利用も目指す予定です。

雑誌

カレント・バイオロジー Current Biology (Cell Press, 米国)

<https://www.cell.com/current-biology/home>

タイトル

Extreme autotomy and whole-body regeneration in photosynthetic sea slugs

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.01.014>

著者 (*は責任著者)

奈良女子大学人間文化総合科学研究科 博士後期課程1年 三藤清香 (ミトウサヤカ) *

奈良女子大学大学院自然科学系生物科学領域 教授 遊佐陽一 (ユサ ヨウイチ)