

環形動物ミドリシリスの特殊な繁殖様式における 二次尾部の形成機構

東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻 博士課程2年（助成時）

同上 博士課程3年（現在）

佐藤 大介

研究の背景

ほとんどの動物では、胚発生の過程で前後軸が作られ、前端には頭部が、後端には尾部が生じる。しかし一部の動物では、成体になると体の途中に二次的な頭部や尾部を形成可能である。これらの動物について、体の一部を二次的な頭部や尾部へと作り変える仕組みを明らかにすれば、動物の体づくりの制約や柔軟性について新たな知見が得られると考えられる。

環形動物門の海産多毛類は、種数が多く、興味深い形態や生活史を示す。中でもシリス科は、尾部が卵巣または精巣を発達させた**繁殖個体（ストロン）**へと変態し、本体から分離して遊泳する「ストロナイゼーション」と呼ばれる繁殖様式を持つ（**図1**）。本体とストロンは生殖を分業しており、ストロンは放精・放卵後に死亡するが、本体は尾部を成長させ、ストロンの形成と自切を繰り返す。ストロンの形成過程では、体の途中の体節が、眼点を持つストロン頭部と、本体尾部である**二次尾部**に変化する（**図2**）。シリス科の中には、複数の二次尾部を形成することで、体を分岐させて無数のストロンを形成する種も存在し、多様な形態が見られる。このため、シリス科で二次尾部の形成過程を解析することは、動物の形態の進化可能性を理解することにつながると考えられる。

シリス科のストロナイゼーションは、体が千切れることが前提であるため、二次尾部の形成時には、体の切断後の再生と似た仕組みが働くのではないかと予想できる。海産多毛類の尾部の再生では、体の切断面で尾部の関連遺伝子が発現する。シリス科の二次尾部の形成では、「**前後軸を規定する遺伝子の発現パターンが変化することで、体の途中で尾部関連遺伝子が発現するのではないか**」という仮説が立てられる。

研究目的

日本近海でミドリシリス *Megasyllis nipponica* を採集し、二次尾部形成と尾部再生で、前後軸の関連遺伝子および尾部関連遺伝子の発現を比較することで、上記の仮説を検証する。

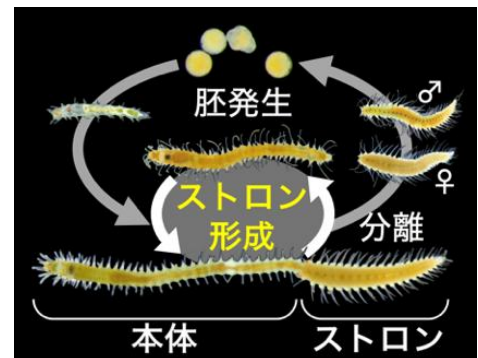


図1. ミドリシリスの生活史

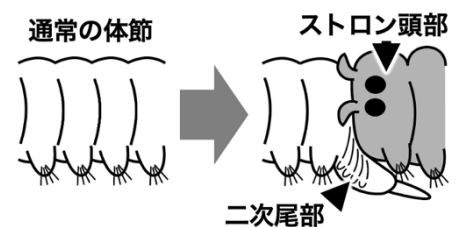


図2. ストロン頭部と二次尾部

研究成果

左右相称動物では前後軸を規定する遺伝子として、*Hox* 遺伝子が前方から後方の各部位で発現し、*Wnt* 遺伝子が後端で発現する。ミドリシリスは 10 個の *Hox* 遺伝子が既に特定されており、本研究では新たに 11 個の *Wnt* 遺伝子を特定した。本種では尾部再生は 4 つの発生段階に、二次尾部形成は 6 つの発生段階に分かれるため (Sato *et al.*, 2024)、これらの各発生段階で *Hox* 遺伝子や *Wnt* 遺伝子の遺伝子発現を、*in situ* hybridization 法で検出した。

切断面および再生中の尾部では、尾部の形成に関わる *cdx* および *Wnt1*, *Wnt2*, *Wnt4*, *Wnt16* などの発現が見られた (図 3)。これらの遺伝子は、近縁な多毛類の尾部再生でも発現が確認されているため、環形動物に共通する尾部再生の仕組みが働くことが示唆された。

ストロン形成過程では、ストロン頭部において頭部神経の形成に関わる *six3* が局所的に発現した。形成中の二次尾部において、尾部の形成に関わる *cdx* および *Wnt11* と *Wnt16*, *Hox* 遺伝子(*Lox5*, *Post2*)が局所的に発現した (図 3)。上記も含めて *Hox* 遺伝子、*Wnt* 遺伝子は二次尾部以外では発現が見られなかったため、体全体では前後軸のパターンが変動しないと考えられる。また、尾部再生過程とは異なり、*Wnt* 遺伝子の一部 (*Wnt1*, *Wnt2*, *Wnt4*) の発現は確認できなかった。一般的に、*Wnt* は発生過程を制御する細胞間シグナルであるため、尾部再生と二次尾部形成では、異なるシグナルが発生過程を制御する可能性がある。

以上から、二次尾部形成では**前後軸が体全体では変動しないまま、頭部や尾部の関連遺伝子が局所的に発現する**ことが明らかになった。また二次尾部形成では、尾部再生とは異なる仕組みが働く可能性が示唆された。今後は、他の動物と比べてシリス科ではどのような発生機構が進化したかを解明するために、二次頭部や二次尾部の形成誘導因子の特定を目指す。

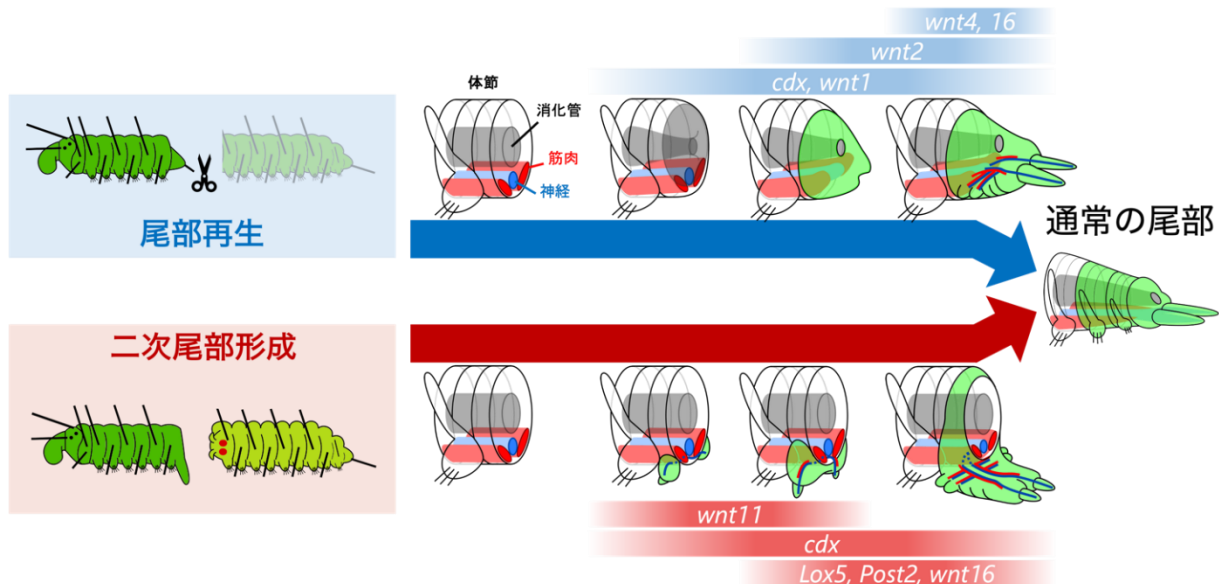


図 3. 尾部再生と二次尾部形成における形態・組織の変化および遺伝子発現の概要。

※ 助成期間中に、以下の論文が受理・公開されました。

Sato, D. S., Nakamura, M., Aguado, M. T., and Miura, T. Secondary-tail formation during stolonization in the Japanese green syllid, *Megasyllis nipponica*. *Evolution & Development*, 26, e12477 (2024).