

目のない線虫はどのように光を感じている？

How do eyeless nematodes sense light?

広島大学大学院統合生命科学研究科 奥村 美紗子



生命にとって光の感知は極めて重要な機能の一つであり、光は光受容タンパク質やそれに続くシグナル伝達経路によって感知・処理されている。例えば、脊椎動物においては、光受容タンパク質であるオプシンが光を受け取り、その情報はサイクリック GMP (cGMP) 依存性の経路を介して伝達される。このような光受容機構は生物種ごとに多様に進化しており、それらを比較することは、生物がどのように光を利用してきたかを理解するうえで重要である。

線虫は、土壌や水中、植物、動物の体内など、多様な環境に適応しており、感覚機能も多様であると考えられる。多くの線虫は眼を持たないが、いくつかの種では光に対する反応性が確認されている。特に、モデル生物である *Caenorhabditis elegans* では、オプシンやクリプトクロムではなく、LITE-1 という非典型的な光受容タンパク質が cGMP 依存性経路とともに光受容を担うことが知られている。しかしながら、*C. elegans* 以外の線虫種での光受容機構は不明であった。

本研究では、*C. elegans* とは系統的に離れていながら比較が可能な進化学的モデル生物である *Pristionchus pacificus* を対象として、光受容のメカニズムを明らかにすることを目的とした。まず、*P. pacificus* が光に反応するかを評価するため、前進運動中の線虫の頭部に光を照射し、忌避行動が誘導されるかを観察した。その結果、*P. pacificus* は特に青色光や紫外線といった短波長の光に対して回避行動を示すことが明らかとなり、この種が光反応性を有することを確認した。

次に、*P. pacificus* のゲノム上にオプシンや LITE-1 などの既知の光受容遺伝子が存在するかをバイオインフォマティクス解析により調査したが、該当する遺伝子は同定されなかった。そこで、光受容に関与する新規遺伝子の同定を目的として順遺伝学的スクリーニングを実施し、約 2 万系統の変異体の中から光忌避行動を示さない 5 系統を単離した。これらの変異体について原因遺伝子を調査した結果、3 系統では cGMP 合成酵素に、2 系統では G タンパク質共役受容体キナーゼ (GPCR キナーゼ) に変異が導入されていることが明らかとなった。これらの遺伝子をゲノム編集によって破壊した個体では、光に対する反応性が消失していたことから、cGMP 依存性経路および GPCR キナーゼが *P. pacificus* の光応答に必須であることが示された。さらに、これらの遺伝子の発現解析を行ったところ、いずれも頭部の感覚神経の一部に発現していた。該当するニューロンの機能を阻害したところ、光に対する忌避行動が低下したことから、これらの神経細胞が光受容細胞として機能している可能性が高いと考えられた。

興味深いことに、同様の cGMP 依存性経路は *C. elegans* においても光応答に必要であるが、GPCR キナーゼは *C. elegans* の光応答には関与していない。このことは、同じ線虫であっても、光情報を処理する遺伝子経路が部分的に異なることを示している。本研究は、*C. elegans* と *P. pacificus* という進化的に異なる 2 種の線虫における光応答の共通点と相違点を明らかにした。これにより、一見光とは無縁に思われる暗所性の生物であっても、光受容の仕組みが独自に進化している可能性が示唆された。

【キーワード】線虫、光受容機構、遺伝学

【参考文献】

・ Nakayama et al., “cGMP-dependent pathway and a GPCR kinase are required for photoresponse in the nematode *Pristionchus pacificus*“, *PLoS Genetics*, 20, e1011320 (2024)

・ ”線虫を食べる線虫 *Pristionchus pacificus*” <https://plaza.umin.ac.jp/wormjp/wordpress/about/about-6/#section-2>