

線虫の神経回路における感覚情報の統合と記憶の忘却のメカニズム

新海 陽一、井上 明俊、海江田 兼次、田畑 孝、山本 悠太、石原 健

(九州大学・理学研究院・生物科学部門)

動物は、環境から様々な刺激を感覚ニューロンで受容し、その情報に基づいて応答し、行動、発生など様々な制御を行っている。このような過程では、情報は過去の経験に基づく記憶などと照合されて適切に修飾されるとともに、情報の一部は記憶として保持されている。このような脳・神経系の基本的な機能は、複雑な神経系を持つ哺乳動物から比較的単純な神経系を持つ動物でも保存されている。我々は、302 個の神経細胞からなる神経回路を持つ線虫を用いて、情報の統合や記憶の忘却をモデルとした情報処理機構の解析を進めている。

感覚情報の統合は、「2つの入力から1つの出力」という基本的な情報処理の一つと考えられる。線虫は、銅イオンを忌避し、匂い物質ジアセチルに誘引される。この2つの刺激を同時に受容したときには、それぞれの刺激物質の濃度に依存して、どちらに対する応答を優先するかが変化する。そこで、この優先の仕方を指標にして、感覚情報の統合の制御に関する分子遺伝学的解析を進めている。変異体を用いた遺伝学的解析から、分泌タンパク質 HEN-1 とその受容体と考えられる受容体チロシンキナーゼ SCD-2、膜貫通型グアニル酸シクラーゼ GCY-28 が、感覚情報の統合を制御していることが明らかになった。さらに、HEN-1/SCD-2 と GCY-28 とが、一対の介在ニューロンにおいて、独立な経路で情報の統合を制御していることが示唆された。この介在ニューロンは、銅イオンを受容する感覚ニューロンやジアセチルを受容する感覚ニューロンからのシナプス結合があることから、情報の統合に重要な働きをしていると考えられる。

動物は、感覚情報に基づいて形成した記憶の保持時間を適切に制御することによって、刻々と変化する環境に適応することができる。我々は、記憶を忘れにくい変異体の遺伝学的解析によって、記憶の保持時間を制御するメカニズムを明らかにしたいと考え研究を進めている。我々は、単純な学習である嗅覚順応と一種の連合学習と考えられる塩走性学習とを用いて、記憶を忘れにくい変異体を同定した。この変異体では、数時間で忘却される嗅覚順応の記憶が1日以上、約20分間で失われる塩走性学習の記憶が約1時間保持される。この変異体の原因遺伝子の解析から、MAP キナーゼ経路が、嗅覚順応と塩走性学習といった異なるメカニズムで形成される記憶の忘却を制御していることが示唆された。

我々は、線虫をモデルとした遺伝学的解析とイメージングと神経活動の測定を組み合わせることによって、情報処理の素過程のメカニズムをさらに明らかにしていきたいと考えている。