

33 情動伝染を担うショウジョウバエ神経回路

齊藤 実

【目的】他者の痛みや悲しみなどの情動状態の共感とは人間が社会性を形成する心理学的基盤である。しかし進化の過程で共感性がいつ現れたのか？どのような神経機構の働きによるのか？なぜ孤立化やストレスで低下し、自閉症や発達障害などで欠如するのか？多くのことが不明である。我々は共感性の原初的形態である情動伝染が、単純な神経回路を持つショウジョウバエでも起こることを見出した。本研究ではショウジョウバエを新たなモデル動物として、情動伝染を担う神経回路を同定し、集団飼育により回路が形成される仕組み、その形成機構と動作原理を一細胞レベルで明らかにする。社会性を持たないショウジョウバエの簡便な脳神経回路の働きから、社会性の基盤となる情動伝染を理解することで、情動伝染から共感性・社会性への進化を、神経科学から解き明かす糸口を与える。また情動伝染が生まれる仕組みを遺伝学的に解析することで、各種精神神経疾患や発達障害で顕在化する共感性の消失を分子レベルで理解する。

【方法】ハエの反走地性を利用して熱回避行動を調べた。ハエがパイアルを登っていく途中にある熱バリアを越えて、さらに登っていくか、熱バリアを回避して登るのを止めるかを定量観察した。個別テストでは一つのパイアルにハエを1匹入れて、集団テストでは一つのパイアルに10匹のハエを入れて熱回避行動を観察した（下図）。行動薬理学的実験では5-HT_{2A}受容体、5-HT_{1A}受容体、D₂受容体、AMPA受容体、NMDA受容体、GABA_A受容体、ニコチン受容体、ヒスタミンH₁受容体阻害剤、セロトニン合成酵素阻害剤、セロトニン取り込み阻害剤を用いた。熱回避行動の亢進を担う感覚は各種感覚受容変異体と、熱遺伝学的手法による各種感覚神経細胞の人為的な活動制御により調べた。同定された神経細胞の形態や神経活動の痕跡は共焦点レーザー顕微鏡により調べた。

【結果】ショウジョウバエ熱回避行動が個別と比べて集団で亢進すること、この熱回避行動の亢進が熱回避行動を取る他者からの、恐らく翅を対象とした、視覚情報によって誘導されることが分かった。哺乳類集団内での侵害刺激に対する応答の増強は、感情の伝染（情動伝染）によって引き起こされると考えられている。熱回避行動の集団性亢進は、哺乳類の情動伝染と同様に、拘束ストレスによって抑制され、幼少期の集団飼育が必要であった。また熱回避行動の集団性亢進はセロトニン受容体阻害剤で抑制された。セロトニン作動性神経細胞は幾つかのクラスターを形成しているが、脳両側のPMPDクラスターにある一組のセロトニン神経細胞（R23E12-Tph神経細胞）の出力を熱遺伝学的手法で阻害すると熱回避行動の集団性亢進が消失し、活性化すると拘束ストレスで消失した熱回避行動の集団性亢進が回復するだけでなく、個別の熱回避行動も亢進した。さらにR23E12-Tph神経細胞は他人の熱回避行動を観察したときだけでなく、自身が熱刺激を受けることでも活性化した。これらの結果から、熱回避行動の集団性亢進は情動伝染によるものであり、R23E12-Tph神経細胞はショウジョウバエで情動伝染を担うミラーニューロン様の細胞であることが示唆された。

集団による熱回避行動の亢進

