

ハエの音識別学習の発見と 神経機構の解明

名古屋大学 大学院理学研究科 教授

上川内 あづさ

(お問い合わせ先) E-MAIL: kamikouchi@bio.nagoya-u.ac.jp



研究の背景

私たちは生まれた直後から母語を継続的に聞くことで、その言語が持つ音の特徴を識別する能力を獲得します。このような言語の識別能力は、どのように獲得されるのでしょうか？ そのメカニズムを理解するため、これまで赤ちゃんを対象とした研究や、小鳥の歌学習をモデルとした研究などが行われてきました。しかし、それぞれに固有な音の特徴を持つ言語や歌の識別能力が、どのようにして発達段階での聴覚経験に応じて獲得されるのか、その神経機構や分子機構には謎が多く残されています。

私たちはこの謎の一端を解明するため、ショウジョウバエに着目しました。セミやコオロギが発する求愛の歌(いわゆる虫の音)と同じように、ショウジョウバエも、近縁種ごとに少しずつ音のパターンの違う求愛歌を持っています(図1)。このような、ショウジョウバエが違う歌を聞き分けるしくみを解明することで、言語や歌の識別能力の獲得機構に迫ろうと考えました。

研究の成果

さえずりを学習するキンカチョウなどの鳴禽類は、言語発達のメカニズムを理解するためのモデルとしてよく使われています。これら鳴禽類では、幼少期に他の個体の歌を聞いた経験がその後の歌識別に大きな影響を与えます。では、ショウジョウバエでも「幼少期に歌を聞く」という聴覚経験が、歌識別能力の獲得に重要なのでしょうか？ 私たちは、羽化直後の若いオスやメスを集めて、人工的

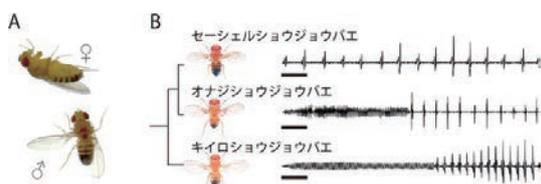


図1 ショウジョウバエの求愛歌
(A) オスがメスに求愛する際、羽を震わせて「求愛歌」を発する。(B) 近縁種同士でも、求愛歌のパターンは違う。Kamikouchi & Ishikawa (2016), Insect Hearing, Springerより改変のうえ記載。



図2 ショウジョウバエの歌学習
若い時期に歌を聞く経験をしない場合、成熟時に自分の種と異なる求愛歌でも受け入れるが、自分の種の歌を聞いて育った場合は、異なる求愛歌は拒絶するようになる。

な求愛歌を聞かせながら飼育しました。すると、オスもメスも、同種の歌を聞かせながら飼育した場合にのみ同種の歌と異種の歌の識別能力が上がり、同種の歌に選択的に応答して行動するようになりました。つまり、オスもメスも、若い時期に「正しい」、すなわち同種の歌を聞く経験を積むことによって、同種の歌を聞き分けて応答する能力が上がったのです(図2)。

さらに私たちは、この経験依存の歌識別学習が成立する神経基盤を調べました。まず、「GABA」と呼ばれる抑制性神経伝達物質に着目しました。分子遺伝学的手法を利用してGABAの産生を抑えたハエを作成したところ、このハエでは歌識別学習が消失しました。また、ハエの脳内には、求愛情報を取りまとめ、配偶行動を操る役割を持つと考えられている「pC1ニューロン」があり、ここでGABA情報を受け取るGABA_A受容体(RdIサブユニット)の遺伝子発現を抑制したところ、やはり歌識別学習が消失しました。これらの結果により、「若い時期に歌を聞く」という経験は、脳内でGABAを介してpC1ニューロンに作用し、実際に配偶行動を行う際の歌識別能力を向上させる、という一連の機構が明らかになりました(図3)。

今後の展望

私たちは、ショウジョウバエも人間や鳥と同じようなメカニズムで正しい歌を学習することを世界で初めて発見しました。この成果をもとに、『言語・歌学習のメカニズム解明のためにショウジョウバエをモデルにする』という世界的にも全く新しい研究分野が切り開かれると期待されています。

関連する科研費

2013-2017年度 新学術領域研究(研究領域提案型)「ショウジョウバエ聴覚馴化システムをモデルとした記憶ダイナミズムの共通原理の解明」

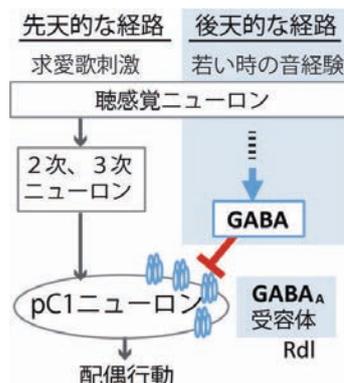


図3 ショウジョウバエの歌学習のメカニズムのモデル
求愛歌の情報は、先天的な脳内経路によって求愛情報を取りまとめる役割を持つpC1ニューロン群へと伝えられる。若い時期に求愛歌を聞いた経験は、後天的な脳内経路を発達させ、GABAを介してpC1ニューロン群の性質を調節する。