

鳥類中枢神経系の可塑的な形態形成

浜崎 浩子

東京医科歯科大学難治疾患研究所

研究のねらい

われわれ高等動物にとって、記憶し学習することは生きていくために大変重要なことである。記憶や学習は、脳の神経回路の働きが可塑的に変化していくことで可能となる。このような神経回路の変化はいつ、どのようにしておこるのだろうか。この変化をとらえるために、鳥類を使って研究をおこなった。ガン、カモなどの鳥類においては、「刷り込み」といって孵化したばかりの雛が親鳥の姿や声を覚えて親の後をついていくようになる一つの記憶・学習行動が有名である。ニワトリのヒヨコに親鳥の代わりに図形を覚えさせることで刷り込み行動を実験室で再現し、この行動をささえる神経系の成り立ちについて解剖学的・生理学的に調べてその一端を明らかにすることが本研究のめざすところである。

研究の成果と考察

①ヒヨコは液晶画面に映した図形に刷り込まれる

コンピューター制御によって液晶画面に映した図形を回転式のかごにいったヒヨコに呈示することにより、ヒヨコはその図形や色を覚えて、その後、同じ図形やその図形と同じ色に対して走り寄るといった記憶学習行動のひとつである刷り込み行動を見せた。この行動を回転かごの回転方向と回転数によって評価することができた。これによって、液晶画面に映す図形を自由に変化させることで、刷り込み行動の刺激となる対象物の特徴を調べることも可能になった。

②視覚情報を処理する脳の領域（ヴルストと外線条体）

刷り込み行動における対象の認識では、視覚系が重要である。鳥類には2種類の視覚系があり、それぞれの高次中枢はヴルストと外線条体と呼ばれる終脳の部位である。それぞれが刷り込み行動においてどのような役割を担っているかについて、各部位の破壊を行うことによって調べた。その結果外線条体は、すり込み学習後の刷り込みに用いた図形とそれとは異なる図形の識別に重要であり、この部分を破壊すると刷り込み行動の発現がなくなることが明らかとなった。

③ヴルストでは色や図形に対して違った反応が見られる

ヴルストに注目し、ヒヨコに色の付いた図形を見せたときにどのような神経活動が見られるかについて、光学的神経活動イメージング法を用いて調べた。ヴルストから、視神経刺激に応答した神経活動が記録できたのに続き、動く図形や、色に対する反応が得られた。また、輝度が同じだが異なる色に対して反応する部位が違うことが明らかになった。免疫組織化学により、ヴルストにはグルタミン酸受容体が存在し、また、グルタミン酸受容体の阻害剤によってヴルストからの神経応答は見られなくなることから、この反応はグルタミン酸受容体を介した反応であることが確認された。ヴルストにおいて、異なる色に対して違った神経活動の反応パターンをもつことは初の発見であり、図形の動きや傾きに対する反応の特徴などについて明らかにすることは今後の課題として残されている。

④ヴルストとIMHVと呼ばれる領域は胚時期の脳の一部から発生する

ニワトリ胚とウズラ胚の間で前脳背側部を細分化して移植し、移植部分の発生運

命をたどる実験によって、刷り込み行動に重要な領域である IMHV やヴルストは前脳背側部の一部から分化してくることが明らかとなった。これは、脳の発生において胚時期の前脳の領域は将来どこに分化するかが決まっているということであり、脳の発生の研究を発展させる上で重要である。

⑤神経回路の発達を調べるツールとしてのトランスジェニックウズラの誕生

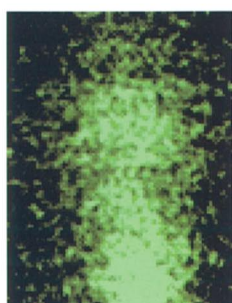
神経細胞の軸索やその作り出す回路を可視化することができる WGA (コムギ胚芽凝集素) と EGFP (緑色蛍光色素) を組み込んだベクターを用いて、名古屋大学上平先生との共同研究によってトランスジェニックウズラの作製を試みた。現在までに、第2世代の2羽において、血球でのトランスジーンが存在が確認された。この世代での WGA と EGFP の発現を調べ、高発現のものがいれば系統を確立していく予定である。このようなウズラは移植実験に有用であり、その利用が期待される。

主な論文

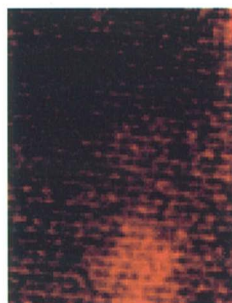
浜崎浩子、前川文彦 (2002).

行動神経科学の研究と鳥類モデル

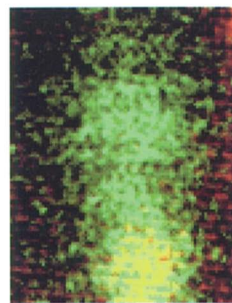
Sophia Life Science Bulletin, 21:47-52.



青色



赤色



重ね合わせ

光学的神経活動記録法を用いた
ヴルストにおける色に対する応答の記録