

平成13年度日米科学技術協力事業「脳研究」分野共同研究者派遣実施報告書

所属機関・職名・氏名：

上智大学生命科学研究所・助手・杉山陽子

研究課題：

Analysis of neural features in song production system regulated by auditory feedback

米国側研究機関・共同研究者：

Duke University Medical Center・Dr. Richard Mooney

派遣期間：

平成13年9月18日～平成14年3月15日

研究の概要：

キンカチヨウの雄は成長の過程で個体特有の歌を学習する。この学習の過程は親の歌を聞いて覚える感覚学習期とそれに続く、覚えた歌と合致させながら歌を発声し練習する運動学習期の二段階からなる。キンカチヨウはこれらの学習期に覚えた歌を生涯維持する。この歌を発声するための脳内の運動系の神経回路の一部はすでに同定されており、その中でも終脳にある Hvc areaX DLM IMAN RA の各神経核を経由する回路である anterior forebrain pathway (AFP) は主に歌を運動学習することに関係することが知られている。これらの神経核は麻酔下で自分の歌 (Bird's own song: BOS) に対する特異的な反応があることが報告されており、このことからの学習だけでなく、歌の維持に大きな役割を占めていることが考えられている。しかしその役割の物学的意味については詳しく解明されていない。そこで本研究では AFP の中でも IMAN 核に注目し、学習に関連すると思われる各々の歌と IMAN 核の神経細胞の各々の歌に対する反応の関係を詳しく調べた。

キンカチヨウの幼鳥を孵化後 30 日前後から 60 日の間単離して、視覚的、聴覚的に隔離して育てた。この鳥をその後親とは別の成鳥の雄 (tutor) と二羽にして 90 日まで飼育した後、再び視覚的、聴覚的に隔離して成鳥になるまで (120 日齢以上) 飼育した。このような条件下では、キンカチヨウは父親か、それとも tutor のどちらから歌を学ぶのかを、行動学的に解析し、併せて MAN 核の神経細胞の異なる歌に対する反応を見るため、微小電極による細胞内記録を行った。

・歌の音響学的解析

学習した歌と、父親、tutor の歌の類似度をコンピュータープログラム、sound analysis 1 (The Rockefeller University Field Research Center) を使って調べたところ、35 日齢以降に隔離した鳥の歌は父親の歌への類似度が高く、一方 30 日齢以前に隔離した鳥の歌は tutor の歌への類似度が高かった。つまり、30 日齢以前に鳥を隔離するとキンカチョウは従来学習期が終了しているとされる 60 日齢以降でも新しい歌を学習できることが分った。

・IMAN 核神経細胞の学習した歌に対する反応の神経生理学的解析

35 日齢以降に隔離した鳥の IMAN 核内の神経細胞は BOS に対して反応した。またその細胞は父親の歌、隔離前の自分の歌に対しても反応した。一方 30 日齢以前に隔離した鳥では父親の歌、隔離前の歌に対する反応は見られず、BOS と共に tutor の歌に対する反応が見られた。これらの結果から、IMAN の神経核の神経細胞は自分の歌に対する反応と併せて学習した歌に対する反応があると考えられた。

また 35 日齢以降に隔離した鳥は隔離前の歌に対して反応するのに対し、30 日齢以前に隔離した鳥では反応は見られなかった。30 日齢以前に隔離した鳥で隔離前に BOS に対する反応を発達させられなかったのか、tutor につけることによりそれ以前の BOS に対する反応を失ったのかを調べるため、30 日齢以前に隔離した鳥から、隔離中に IMAN の神経細胞から細胞内記録を行った。その結果 30 日齢以前に単離した鳥でも、IMAN 核内の神経細胞は tutor につける以前には BOS に対して反応した。さらにこの時点では父親に対する反応も維持していることが分った。

以上の結果から 30 日齢以前に隔離した鳥では、新しい tutor の歌を聞くことにより、IMAN 核の神経細胞ではそれ以前に学習した歌に対する反応が無くなり、新たに別の歌に対する反応を発達させ、新しい tutor の歌を学習することが分った。

これらの結果から IMAN の神経細胞は、常に学習した歌を記憶しており、この記憶は、ある日齢までは再学習が可能であることが示唆された。