

Zebrafish Respond to the Geomagnetic Field by Bimodal and Group-Dependent Orientation

Akira Takebe, Toshiki Furutani, Tatsunori Wada, Masami Koinuma, Yoko Kubo, Keiko Okano, Toshiyuki Okano

Sci. Rep. 2, 727 (2012)

doi:10.1038/srep00727

ゼブラフィッシュはグループごとに双方向性の地磁気依存的定位を示す

武部明、古谷俊樹、和田達則、鯉沼正美、久保葉子、岡野恵子、岡野俊行

【本論文のポイント】

これまで、行動学的実験による地磁気感知の検証は、ヨーロッパコマドリ、ブチイモリ、ウミガメといった非モデル生物を用いて行われており、モデル生物のなかで磁気応答性が示されているのは、ショウジョウバエだけであった。そこで、モデル生物であるゼブラフィッシュが地磁気を感知する可能性を調べた。その結果、遊泳行動にグループ特有の嗜好を持つ双方向性の選好性が見出された。

【概要】

これまでに、多くの動物が地球の磁場、いわゆる地磁気を感知できることが知られている。しかし、磁気を感じる仕組みは、細胞レベルでも分子レベルでもまだあまり解明されていない。磁気受容メカニズムの研究において様々な動物が利用されるが、脊椎動物のモデル生物では地磁気応答性が知られていない。ゼブラフィッシュ (*Danio rerio*) は、その遺伝子操作

のしやすさと、発達過程を観察しやすい点からモデル生物としてポピュラーな実験動物である。地磁気レベルではないが、磁気応答性も示唆されており、これらの特徴を活かして本研究ではゼブラフィッシュの人工磁気環境における行動特性を調べ、その生理学的重要性について考察した。

地磁気と同程度の強さの人工磁場の下、図1に示したようなヘルムホルツコイル^{※1}中に設置した水槽にゼブラフィッシュを投入し、行動をカメラで記録した。記録した映像データをもとに、円形水槽にかけた磁場に対するゼブラフィッシュの遊泳行動の方向性を分析した結果、南北、東西といった2方向を選好する性質が観察された(図2)。

本実験では、同一のペアの親に由来する魚を同一の水槽で飼育していたが、興味深いことに、同じ水槽で飼育していたグループごとに、好む方向性に違いが見られた(図2)。本実験は、毎回同時刻に同じ明暗サイクルの環境下で行った。そこで異世代間、同世代間の結果を比較したが、それぞれ互いに異なる分布を示したため、時間や季節、年齢の違いは選好方位と無関係と考えられた。選好方位は、周囲の環境情報を手がかりにしている可能性や、遺伝子にコードされている可能性が考えられる。

ゼブラフィッシュがなぜ双方向性の選好性を示すのだろうか。その理由の一つは、捕食者に追いかけられた際に、バラバラに逃げるよりも集団で逃避する方が、敵につかまりにくいためと考えられる。逃避

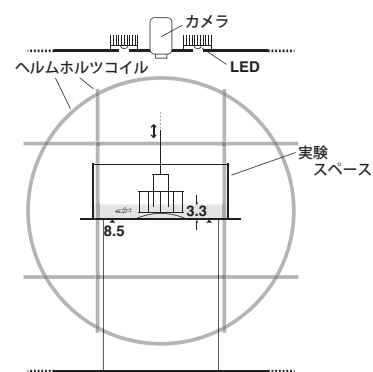


図1 ゼブラフィッシュの磁気行動測定装置

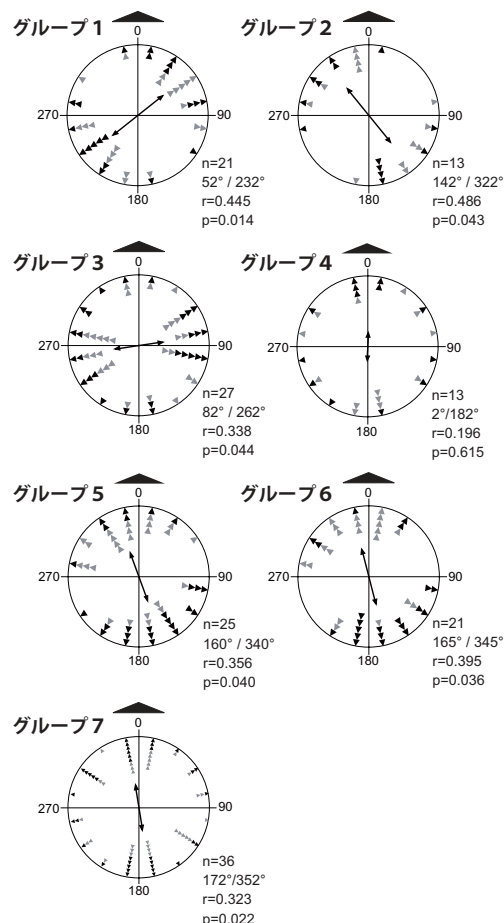


図2 ゼブラフィッシュのグループごとの地磁気依存的な選好方位

の際には、一方向に逃げるよりも2方向に分散することも有効であろう。また、ゼブラフィッシュが生息する熱帯地方では、雨季に川が氾濫し、多数の池ができる。その池において育った魚が本流をめざす際には、ランダムに遊泳するよりも特定の方向を目指す方が有効な可能性がある。

今後はクリプトクロムを含め、磁気受容機構の必須因子の候補を欠如させた突然変異体を作成し、磁気受容体だけでなく、下流のシグナル伝達分子の同定を進めていくことが重要であろう。

[要約作成：山村祐木、岡野俊行]

【語句の説明】

※1 ヘルムホルツコイル：同じ方向に巻いた円形のコイルを一定間隔に設置して電流を流すと、コイル間の空間に比較的均一の磁場を発生させることができる。このようなコイルをX-Y-Zそれぞれの方向に合わせて、合計3対設置したものを3軸ヘルムホルツコイルと呼び、それぞれのコイルに流す電流を適宜調整することによって内部空間の磁界ベクトルの方向をあらゆる方向に自在に変化させることができる。