

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 23 日現在

機関番号：32665

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23770077

研究課題名(和文) 魚類の回帰・固執行動解明を最終目標とした神経ロガーの開発

研究課題名(英文) Development of electroencephalogram data logger for fish migration

研究代表者

牧口 祐也 (Makiguchi, Yuya)

日本大学・生物資源科学部・助教

研究者番号：00584153

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円、(間接経費) 600,000円

研究成果の概要(和文)：魚類の回帰・固執行動解明を最終目標とした脳波導出用の神経ロガー開発を目的として、自由遊泳中のコイ(Cyprinus carpio)からの脳波導出法の確立を試みた。放音による供試魚の条件付けが完了するのに約3日を要した。条件付けが完了した個体からは放音前後で明らかに異なる波形が記録されたが、そうでない個体は音源に向かわず波形の変化はみられなかった。つまり、記録された波形の違いは、音源への移動時にとった反応もしくは行動を反映した脳波を表している可能性が考えられた。

研究成果の概要(英文)：Objective of this study is developing an electroencephalogram (EEG). We examined EEG recordings from free-ranging carp (Cyprinus carpio). A conditioning effect that the experimental fish gather using sound takes three days. EEG measured from the conditioned fish were different between sounding and not sounding conditions. But EEG measured from the control fish were not affected by sounding effect. Therefore, the differences in EEG found during sounding condition indicate to reflect the behavior of fish.

研究分野：基礎生物学

科研費の分科・細目：動物生理・行動

キーワード：魚類 EEG データロガー

1. 研究開始当初の背景

魚類には、産卵場や生息域に対して強い回帰・固執性を持つ種が存在する。これらの水圏生物がどのような感覚機能を用いて産卵場や生息域に回帰・固執するのか？という問題は天然魚の資源管理並びに種苗放流技術の向上に直結するため、行動学、電気生理学、内分泌学など幅広い学問分野を通して研究が進められてきた。典型的な例として、サケ科やメバル属などの魚類が知られている。サケ科魚類は広大な海洋から特定の母川へ回帰する際に、ほぼ直線的にオリエンテーション（方向定位）して回帰することがサケ (*Oncorhynchus keta*) の例で示された (Tanaka et al., 2005)。メバル (*Sebastes inermis*) は生息域への固執性および生息域への回帰行動が嗅覚によって一部制御されていることが証明された (Mitamura et al., 2005)。しかし、そのメカニズムについてはまだ不明な点が数多く残されている。ハトは遠く離れた未知の場所から自分の巣まで迷うことなく戻ることができる高い帰巣本能を持つが、その意思決定メカニズムについてはほとんど解明されていなかった。近年、GPS および脳波測定用の生物装着型記録計（脳波ロガー）により、ハトが街や海岸線などを目印（ランドマーク）として視覚で認識し、空間情報を把握して帰巣することが示された (Vyssotski et al., 2009)。この手法を魚類研究に応用することができれば、回帰・固執メカニズムを魚類の認知能力つまり意思決定というアプローチから解明することができると思われる。そこで本研究では魚類の回帰・固執行動解明を最終目標とした脳波導出用の神経ロガー開発を目的として、自由遊泳中のコイからの脳波導出法の確立（実験 ） および脳波ロガーを用いた自由遊泳中のサケからの脳波導出（実験 ） を試みた。

2. 研究の目的

本研究では、魚類の回帰・固執行動解明を最

終目標とした神経ロガーの開発を目的とし、電気生理学的な実験による安定的な魚類の脳波測定法の確立、自由遊泳魚からの脳波導出法の確立、環境刺激に対する脳波解析を実施する。

3. 研究の方法

実験：フェノキシエタノール 0.5% で不動化したコイ (*Cyprinus carpio*) の頭部にドリルで約径直 5 mm の穴を開け、タンゲステンで作成した電極の先端が終脳背側部に触れるように挿入し、デンタルセメント (クイックレジン：松風) で固定した (Fig. 1)。電極装着後、給餌場所が壁で仕切られた実験水槽内で 12 時間馴致した。実験水槽に設置したスピーカーから 500 Hz の断続音 (音圧 110 dB) を 10 秒間放音すると同時に、給餌場所にフードタイマーから自動的に給餌が行われるように設定した。この試行を 10 分間隔で 1 日に 36 回行い、行動をビデオカメラで記録した。放音と同時に給餌場所に集魚するようになったら、供試魚が給餌までの経路を認識し、条件付けが完了したものとした。条件付け後、放音のみで音源に向かった供試魚の波形を記録し、そうでない個体と比較・解析した。

実験：標津川で捕獲したサケに実験と同様の脳波測定用の電極を固定し、脳波ロガー（ロジカルプロダクト社）に接続後、背部付近に装着した。その後、実験魚を自由遊泳させ脳波を記録した。サンプリングレートは 200 Hz に設定した。

4. 研究成果

実験：供試魚の条件付けが完了するのに約 3 日を要した。条件付けが完了した個体からは放音前後で明らかに異なる波形が記録されたが、そうでない個体は音源に向かわず波形の変化はみられなかった。つまり、記録された波形の違いは、音源への移動時にとった

反応もしくは行動を反映した脳波を表している可能性が考えられた。

実験：実験魚は電極装着後も、脳波ロガーを装着していない魚と比べて異常な行動はみられなかった。脳波については現在解析中であるが、現在のところ連続的に記録可能な時間は2.5時間であるためより長期的な脳波記録可能なデータロガーの開発が期待される。

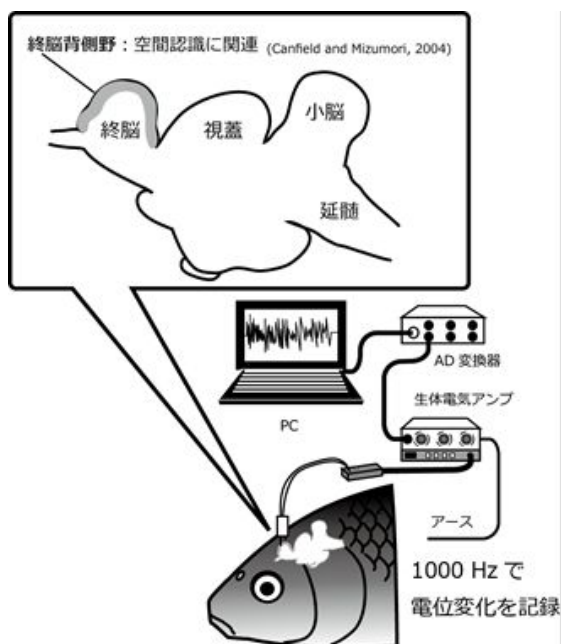


Fig. 1. 脳波測定方法概念図

参考文献

Mitamura H, et al (2005) Role of olfaction and vision in homing behaviour of black rockfish *Sebastes inermis*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 322: 123-134

Tanaka H, et al (2005) First record of the at-sea swimming speed of a Pacific salmon during its oceanic migration. Mar. Ecol. Prog. Ser. 291:307-312

Vyssotski AL, et al. (2009) EEG Responses to Visual Landmarks in Flying Pigeons. Curr. Biol. 19(14):1159-1166

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 2 件)

1. 牧口祐也 (招待講演)

魚類の脳波からわかること～脳波ロガー開発の試み、平成25年11月29-12月1日、バイオリング研究会(東京大学海洋研究所)

2. 牧口祐也、鈴木亮次、小島隆人

音による条件付けを用いたコイの脳波測定
の試み、平成24年3月26-30日、日本水産学会(海洋大学)

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6．研究組織

(1)研究代表者

牧口 祐也(MAKIGUCHI, Yuya)

日本大学生物資源科学部・助教

研究者番号：00584153

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(3)連携研究者

()

研究者番号：