

重力変化に対する小型魚類の神経電気活動

藤田保健衛生大学 高林 彰、岩田 香織、宮地 栄一、
 東京大学アイソトープ総合センター 水野利恵、井尻憲一

Electrical activity of neuron for the change of gravity in small fish

Akira Takabayashi, Kaori Iwata and Ei-ich Miyachi

School of Health Sciences, Fujita Health University, 1-98 Dengakugakubo,
 Kutukakecho. Toyoake, Aichi 470-1192, Japan

E-Mail: takaba@fujita-hu.ac.jp

Rie Mizuno, and Kenichi Ijiri

Radioisotope Center, University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-0032, Japan

Abstract: Function of cerebellum for body tilting was analyzed by recording neuronal activity in small fish. Responses were obtained for sinusoidal continuous body tilting stimulation in small goldfish and "MEDAKA". However, it was very hard to get responses from medaka, because of difficulty to manipulate a small fish. It was suggested to develop fish holding device and to identify the recording site.

Key words; fish, electro physiology, cerebellum

【はじめに】

これまでに、微小重力への順応や地上帰還時の再順応について魚を用いた実験が多く行われてきた。初期には小型の魚を用いた行動観察実験が多く^{1, 2)}、生命維持装置の開発によって大型の魚が使用可能になるとコイの小脳脳波活動と背光反応行動の変化観察³⁾やガマアンコウを用いた前庭神経活動の記録⁴⁾など電気生理学的実験も可能となってきた。電気生理学的実験は、宇宙での行動観察の結果を解釈する上で重要な知見を与えてくれる。この観点から、視覚、前庭入力に関与する小脳を中心とする神経活動の解析が重要と考えられる。

魚は、一般に視覚入力による背光性と重力検出器による向重力性により、身体平衡を保っている。その内の視覚入力による背光性は、両眼に入ってくる輝度の左右差により、引き起こされると考えられる。この背光反応の統合中枢を探る目的で、脳各部の破壊による影響が調べられたところ、視葉前域や小脳弁部を吸引除去した個体では、この反応が消失することが明らかにされている⁵⁾。このことから、背光反応を駆動するのに必要な視覚情報の経路を知るためには、小脳の機能を理解することが重要であると考えられた。また、小脳へは前庭器からの入力もあり運動の調節に関与すると考えられている。今回は、小型の金魚とメダカの小脳の神経細胞から傾斜刺激に対する電気活動を記録し、スパイク放電と傾斜刺激の関係を解析することによって、小脳の機能を検討することを目的として実験を行った。この結果をもとにして、メダカの電気生理学的実験の可

能性について検討した。

【方法】

実験では、体長4~6cm、体重4~6gの金魚および体長3~4cm、体重0.4~0.6gのメダカを用いた。スパイク放電を記録するため、3molの酢酸カリウム溶液の入ったガラス微小電極を使用した。ガラス微小電極は、外径1.5mm、内径0.87mm、壁の厚さ0.2mm、長さ100mmのガラス管を用い、電極作製器で作製した。ガラス微小電極の抵抗は、20~120Mとなるようなものを使用した。

魚を専用固定器に固定し、魚の生命維持を計るために魚の口に水を流し続けた。魚の頭蓋骨を開け、電極を小脳にマニピュレーターを使って刺入した。記録時の雑音を減少させるために魚の固定器および電極をアルミホイルでシールドした台の中に置き、実験を行った。小脳神経細胞からの反応は、前置増幅器、主増幅器、ハムフィルターを通してからデータレコーダーに記録した。同時に、光刺激もデータレコーダーに記録した。反応はオシロスコープで観察すると共に、スピーカーによる音からも細胞の応答かどうかを判断した。

傾斜刺激は、DCモータで固定台ごと傾斜させた。傾斜刺激の周期は10秒(0.1Hz)の正弦波で連続的に行った。最大傾斜角度は左右にそれぞれ約20度であった。

データレコーダーのテープに記録したデータは、実験終了後、スパイク電位と傾斜信号をサンプリング周波数10kHzでA/D変換によってコンピューターに取り込み解析した。

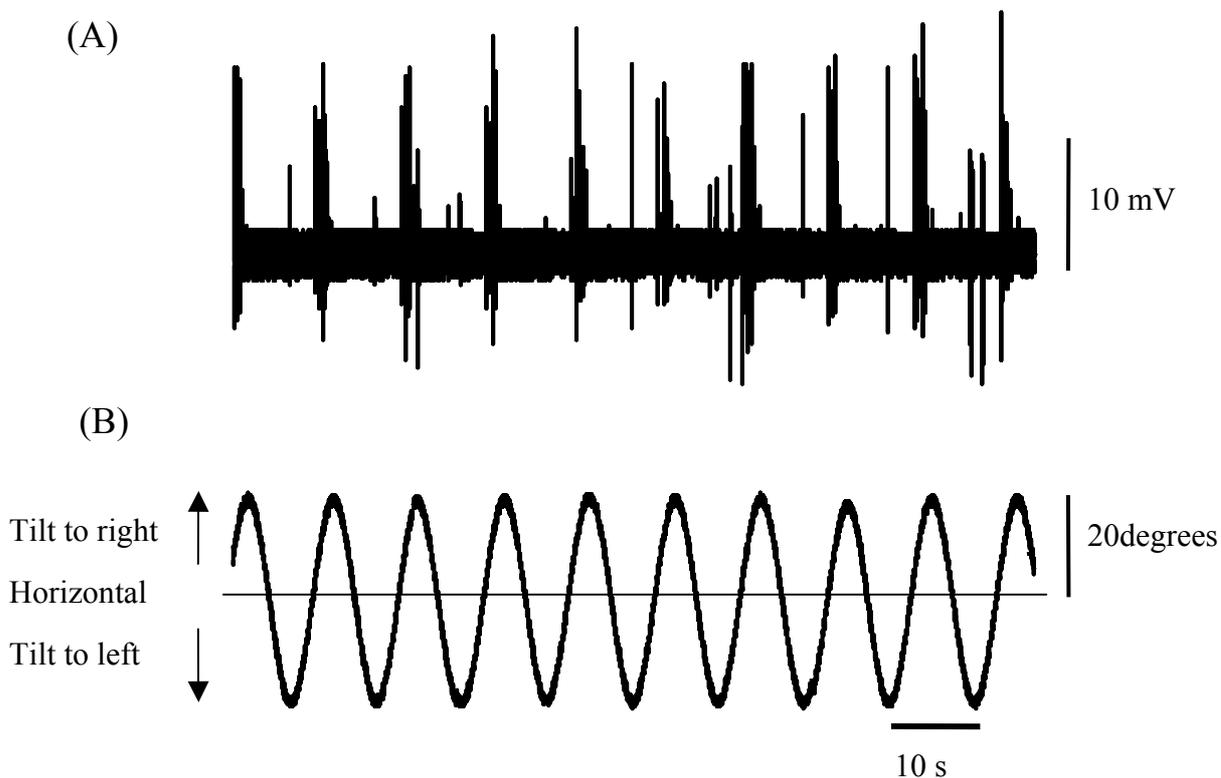


Fig. 1 Spike activity obtained from cerebellum of Medaka(A). Spike responses were obtained for sinusoidal body tilting to left and to right (B).

【結果と考察】

メダカでの実験を行う前に、小型の金魚を用いて傾斜刺激実験を行った。傾斜刺激に対して、体の移動が無く、電極と記録細胞とのずれがないことが長期記録のためには必要である。小型の金魚では、長期の生命維持、とスパイク電位の記録が可能であった。一方、さらに小型のメダカでは、体の固定および頭部の手術は非常に困難であった。多くは、頭部の手術中に死亡する例があった。金魚では6時間以上の生命維持が可能であったが、メダカでは最大でも1時間程度であった。しかし、メダカの脳から電気信号を記録することは可能であった(Fig.1)。Fig.1の例では、水平から右へ傾斜する時に発火が観察されることから半規管系の反応だと推定された。今回の実験から、魚の固定方法を改良して生命維持の時間を長くすることと、反応の記録部位の同定が必要であると考えられた。

【文献】

1) Von Baumgarten, R.J. et al. Effects of prolonged weightlessness on the swimming

pattern of fish abroad Skylab 3. *Aviat. Space Environ. Med.*, 46 (7), 902-906 (1975)

2) Scheld, H.W. et al. Killifish hatching and orientation: experiment MA-161, Appolo-Soyuz Test Project Preliminary Scientific Report, NASA Document TM X-58173, 19-1-19-13 (1976)

3) 森滋夫、御手洗玄洋、高林彰、高木貞治、臼井支朗、中村哲朗、榊原学、長友信人、R. von Baumgarten, 無重力順応過程における視・前庭性姿勢・運動制御の研究、ふわっと'92宇宙実験成果報告、宇宙開発事業団技術報告、NASDA-TMR-940002 Vol.1, 96-125 (1994)

4) Boyle, R., Mensinger, A. F., Yoshida, K., Usui, S., Intravaia, A., Tricas, T., and Highstein, S. M.: Meral readaptation to Earth's gravity following return from space. *J. Neurophysiol.* Vol 86, 2118-2122 (2001)

5) 高木貞治、渡邊悟、柳原大、森滋夫、田中正文、桜木惣吉、高林彰：金魚の脳各部破壊による背光反応の変化。環研年報 Vol.42, 39-42 (1991)