

Studies on the behavior of a deep-water fish, the splendid alfonsino (*Beryx splendens*) using micro data loggers

Mar. 2011, Dept. of Natural Environmental Studies, 47-096634 Natheer Mohammad

Supervisor: Dr. Teruhisa Komatsu

Keywords: acceleration data logger, alfonsino, swimming behavior, body tilt angle, fin beat frequencies

Background

Splendid alfonsino is one of the commercially important fish species in Japan and has a worldwide distribution. In Kanagawa deep fisheries, alfonsinos ranked first in both total catch amount and price. They live near seamounts at depths ranges from 200-600m. Seamounts are unique ecosystems characterized by high levels of endemism and considered as hotspots of marine life. However, seamount fisheries are generally regarded as fragile habitat and are facing many risks. Based on life-history and ecological characteristics, seamount fishes, including alfonsino, are highly vulnerable to exploitation and at risk of extinction. Furthermore, alfonsinos display social aggregation behaviors (e.g. shoal spawning) and this placed them at the extreme end of the vulnerability spectrum (Morato et al., 2006). Moreover, the recent decrease in landings of this species raised concerns about the depletion of its resources. Therefore, it is strongly urgent to acquire behavioral information of alfonsino to ensure proper monitoring and management of their exploitation.

It is said that alfonsino make strong diurnal migrations in the water column. Often occurring near the bottom during the day, but ascending to feed in mid-water during the night. However, none of this information has been verified yet. Bio-logging science, using electronic tags, provides a powerful tool for the conservation of biodiversity. Due to the downsizing of electronic devices, we are now able to attach data loggers to as small fish as alfonsinos.

The present study aims to clarify the swimming behavior of splendid alfonsinos in captivity using an acceleration data logger. The swimming depth, fin beat activity and body tilt angle were studied, and the results are discussed with respect to the relationships between these parameters and the swimming behavior of splendid alfonsinos.

Materials and Methods

Twenty three individuals were caught with vertical lines by the R/V *Enoshima-Maru* ship near Miyake Island and were transported to the laboratory using 1-ton container. Then, two individuals were chosen to conduct the experiment. Water temperature and light are controlled at 13 °C and dark, respectively. The behavior of alfonsino was monitored using a 128 Mbyte memory, D2GT logger (weighing 10 g in air, 45 mm in length, 12 mm in diameter; Little Leonardo, Tokyo) which recorded depth (1Hz), temperature and 2-axes acceleration (16Hz).

We successfully subdivided the swaying acceleration into two components which were corresponded to pectoral beat frequency (PBF) and caudal beat frequency (CBF). Along with data logger measurements, we captured a movie of the fish swimming to be used to calculate PBF and CBF from the visual observation.

Results & Discussion

Depth, temperature and acceleration data were recorded for 72 hours on each individual. We calculated the average swimming depth, fin beat frequencies (PBF and CBF) and body tilt angles at day and at night to compare changes in behavior between day and night. The 1st individual and the 2nd individual had an average depth 0.51 m 0.25 m, respectively, and they always kept a vertical distance between each other in an indication of space partitioning. The PBF is much higher in both the individuals. These finding indicate that the splendid alfonsinos mainly use the pectoral fins for swimming, especially for moving upward, and they can also be used as the sole means of locomotion, at generally low speeds (Sfakiotakis et al., 1999). X-ray images showed that the swim bladder of the splendid alfonsino is tilted with an average angle of $10 \pm 6^\circ$ between the longitudinal axis of the swim bladder and body axis. However, the splendid alfonsino feed on preys located in the forward and upward planes (Kikuchi et al., 1994), therefore, they have to tilt their bodies upwards. The 1st individual had mostly positive body tilt angles ($20^\circ \sim 40^\circ$) during both day and night compared to the 2nd individual which had an average body tilt angles of 9° and 0° during day and night, respectively. When the pectoral paired fins have an anterior position (to the center of mass), as is the case in splendid alfonsino, they are used by the fish to generate lift and increase the pitching (Webb, 2005). Thus, the higher body tilt angles, especially at low speeds, was attributed to the high rate of PBF.

Body tilting has been proposed to be a behavioral mechanism to increase stability control at low swimming speeds (Webb, 1993). Moreover, tilting functions as a posture stabilization mechanism and this allows the fish to maintain a chosen swimming depth and minimizes energy costs by orientating the body to minimize drag.

This study has proved the possibility to attach data logger to alfonsino and for the first time, had successfully measured pectoral beat frequencies. The comparisons and correlations drawn between the pectoral and caudal beat frequencies, and the depth open new prospects through which we can understand the mechanisms by which the fish control the depth, stability control especially in perturbations (e.g. currents), and hold a potential to understand the capabilities of different fish species to migrate or to occupy specific habitats.

References

- Alabsi N. et al. *J. Fish. Aquat. Sci.*, 2011.
- Kikuchi, K. et al. *Fish. Sci.*, 60(6), 691-694 (1994)
- Morato, T. et al. *Journal of Fish Biology*, 67:1–13 (2006)
- Sfakiotakis, M. et al. *IEEE J. Oceanic Eng.*, 24(2): 237-252 (1999).
- Webb, P.W., *J. Fish. Biol.*, 43:687–694 (1993).
- Webb, P.W., 2005. *Elsevier Press*, San Diego, Volume 23, pp: 281-332, ISBN-13: 978-0123504470.

マイクロデータロガーを用いた

キンメダイ (*Beryx splendens*) の行動に関する研究

Mar. 2011, Dept. of Natural Environmental Studies, 47-096634 Natheer Mohammad

Supervisor: Dr. Komatsu Teruhisa

Keywords: acceleration data logger, alfoncino, swimming behavior, body tilt angle, fin beat frequencies

研究の背景

キンメダイは、日本における重要な漁獲対象種の一つであり、また、世界中に分布している。神奈川県における深海漁業ではキンメダイは漁獲量と漁獲金額の両方で、第1位である。キンメダイは、200-600m深の海山の近くに生息する。海山は、多くの固有種によって特徴づけられるユニークな生態系であり、海洋生物のホットスポットと考えられている。しかし、海山は、一般的に脆弱な生息場であり、危機に瀕している。生活史と生態学的特徴に基づいて、キンメダイを含む海山の魚種は、漁獲に対して脆弱であり、絶滅の危機にある。さらに、キンメダイは、産卵行動など社会的な集団行動を示し、これがさらにキンメダイの脆弱性を高めている。さらに、近年の本種の漁獲量の減少は資源の枯渇についての懸念を呼び起こしている。したがって、適切な資源のモニターと本種の漁獲管理を確実にするためには、キンメダイの行動情報の獲得が緊急に必要とされている。

キンメダイは、水柱において、強い日周期の鉛直移動をされると言われている。昼には海底近くにおいて、夜には中層まで摂餌のために上昇する。しかし、この情報については、まだ、確かめられていない。電子タグを使うバイオリギングは生物多様性の保全の力強いツールである。この装置がダウンサイジングしたことによる、キンメダイ程度の小型魚までロガーの装着が可能になってきた。

本研究では、加速度データロガーを用いて飼育下のキンメダイの遊泳行動を明らかにすることを目的とした。遊泳深度、鰭振動、姿勢角について調べ、得られた結果をもとに、これらのパラメータとキンメダイの行動との間の関係の観点から議論した。

材料と方法

神奈川県水産技術開発センター所属江ノ島により三宅近海において立縄により23個体を漁獲し、荒崎にある中央水産研究所横須賀庁舎の実験室内の1 tのコンテナに運んだ。そして、2個体を選び実験を行なった。水温は生息場と同じ13°Cとし、暗黒下において実験した。128Mバイトの記憶容量をもつ加速度データロガーD2GT（空中重量10g、長さ45 mm、直径12 mm、リトルレオナルド社製）を用い、深度を1Hz、加速度を16Hzでキンメダイの行動を記録した。

Sway方向の加速度を胸鰭の振動数(PBF)と尾鰭の振動数(CBF)に分けることに成功した、ロガーの実験と平行して、キンメダイの遊泳の映像をとり、PBFとCBFとを目視から計測した、

結果と考察

水深、温度、加速度を72時間それぞれの個体から得て、昼と夜の行動の変化を比較するために、昼と夜の遊泳深度、鰭の周波数(PBFとCBF)、遊泳姿勢角を求めた。第1番目の個体と第2番目の個体はそれぞれ、平均深度0.51mと0.25mで、互いの鉛直的な位置を維持し、空間的なすみわけをしていた。PBFは両者ともCBFよりも高かった。これらの知見は、キンメダイが遊泳に胸鰭をおもに用いることを、特に、上向きの行動をするときに、そうであることを、そして、キンメダイは、低速度での移動の方法として使用することを示している。軟X線写真により、キンメダイの浮袋が、浮袋の長軸が体軸よりも平均 $10 \cdot 6 \cdot$ の角度で上向きに傾いていることを明らかにできた。しかし、キンメダイは、自分の前方と上方に位置する餌をとる。したがって、キンメダイは、体を上向きに傾ける必要がある。第1個体の平均姿勢角は昼に 9° 、夜に 0° であるのに対して、第2個体の平均姿勢角は昼も夜も正で($20^\circ \sim 40^\circ$)あった。胸鰭がキンメダイのように重心よりも前にある場合には、リフトを生じさせ、ピッチングを増加させるために胸鰭が使われる。したがって、特に低速度で姿勢角が高くなるとPBFは高くなる。

姿勢角は低速度で安定性を増すような機構であることが提唱されている。さらに、姿勢の安定機構として姿勢を傾けることで、魚は、体の抵抗を小さくさせることによりエネルギーのコストを最小化させ、選んだ遊泳水深を維持することができる。

本研究は、キンメダイにデータロガーを取り付けることができることを証明し、はじめて胸鰭の振動周波数を計測できた。胸鰭と尾鰭の振動周波数の、水深の比較と相関によって、魚が水深の制御、特に乱れ(例えば流れの)における安定性の制御の力があり、移動し、固有の生息場を占めることができる能力があることがわかった。

文献

- Alabsi N. et al. *J. Fish. Aquat. Sci.*, 2011.
Kikuchi, K. et al. *Fish. Sci.*, 60(6), 691-694 (1994)
Morato, T. et al. *Journal of Fish Biology*, 67:1-13 (2006)
Sfakiotakis, M. et al. *IEEE J. Oceanic Eng.*, 24(2): 237-252 (1999).
Webb, P.W., *J. Fish. Biol.*, 43:687-694 (1993).
Webb, P.W., 2005. *Elsevier Press*, San Diego, Volume 23, pp: 281-332, ISBN-13: 978-0123504470.