

自然環境下におけるコクチバス(*Micropterus dolomieu*)の
遊泳行動に関する研究

2009年3月 自然環境学専攻 066701 青山 高幸

指導教員 教授 宮崎 信之

キーワード: コクチバス、分布、生態系、捕食行動

I. 緒言

コクチバス(*Micropterus dolomieu*)は北米原産のスズキ目サンフィッシュ科の淡水魚である。この種は同属のオオクチバスとほぼ同時期(1925年)に日本へと持ち込まれたが、1991年に長野県野尻湖で初めてその生息が確認された。

近年、国内におけるコクチバスの生息域が拡大し、2001年時には37都道府県から採捕の報告がされている。日本の内水面には渓流域や標高の高い湖沼が多数あり、これらの水系における本種の定着によって生態系により大きな影響を与えることが懸念される。

これまで日本の外来種コクチバスの駆除や分布の拡大を阻止するための活動が行われており、その成功のためは、これまで不足していた自然環境下での詳細な行動に関する知見を得ることが望まれている。そこで本研究では、昼夜連続して数日間の行動を記録可能なバイオリギングシステムを用いて、彼らの遊泳行動に関しての詳細なデータを得ることを目的として研究を行った。

II. 材料および方法

長野県北部に位置する木崎湖(E137° 49'、N36° 33')において、2007年から2008年にかけて春2回、夏2回、合計4回にわたり調査活動を行った。木崎湖は標高764m、周囲6.5km、最大水深30m、透明度4mの湖であり、オオクチバスとコクチバスが共生する数少ない湖である。本調査では釣りによって、コクチバス成魚12個体を捕獲し、それらの背中に深度及び2軸の加速度を測定可能なD2GTデータロガー、浮力体、VHF電波発信機を含む自動切り離し装置からなるロガーシステムを取り付けた。タイマーを作動させてロガーシステムを魚体から24時間後あるいは48時間後に自動的に切り離し、湖面に浮上したロガーシステムをVHF電波で受信し、回収した。また、これらの調査と平行して同湖に設置した横3m×縦3m×深さ1mの実験プールを用いて、捕食実験を行った。実験プール内にD2GTロガーを装着したコクチバスを放流し、D2GTロガーと水中カメラの双方を用いて、捕食行動を記録した。2007年春では、ロガーシステムを装着した調査個体1個体の産卵床保護行動を目視により観測した。

III. 結果

ロガーシステムの回収率は100%で、コクチバス12個体から合計467.9時間の遊泳データが得られた。これらの行動記録を、捕食実験時に得られた加速度波形を基に、エソグラフアー ver.1.2を用いてウェーブレット変換により周波数解析を行った。

コクチバスの運動を周波数ごとに次の7種類の行動に分類した。(1)捕食行動(定義1: Feeding)は、左右方向加速度(Swaying acceleration: 尾鰭の運動)の振幅が 2m/s^2 以上であり、周波数が3Hz以上体軸角度の変化が 20° 以上の行動、(2)加速行動(定義2: Dash)は左右方向加速度の振幅が 1m/s^2 以上であり、かつ周波数が2.5Hz以上で10秒以内の行動、

(3)遊泳行動(定義 3 : **Swimming**)は左右方向加速度の振幅が 0.3m/s^2 以上であり、かつ周波数が 1.5Hz 以上の行動、(4)高速遊泳行動(定義 4 : **Fast Swimming**)は左右方向加速度の振幅が 0.4m/s^2 以上であり、周波数が 2Hz 以上かつ 10 秒以上の行動、(5)ホバリング行動(定義 5 : **Hovering**)は、左右方向加速度の振幅が 0.2m/s^2 以下であり、体軸角度の変化が $\pm 20^\circ$ 以内かつエソグラファーによって周波数が検出されない行動、(6)休息行動(定義 6 : **Resting**)は左右方向加速度の振幅が 0.1m/s^2 以下であり、体軸角度の変化が 10° 以内かつエソグラファーによって周波数が検出されない行動、目視観測を行った産卵床保護行動の加速度波形を基に、(7)産卵床保護行動(定義 7 : **Nest-Guarding**)は左右方向加速度の振幅が 3m/s^2 以上かつ周波数が 3Hz 以上とした。

上述の定義に従い、コクチバスの行動を分類すると、春季個体($n=2$)では全運動データ中 48%の時間遊泳行動し、49%の時間をホバリング行動及び休息行動といった休息行動に費やしていた。一方、夏季個体($n=2$)では、遊泳行動に 32~34%、ホバリング行動及び休息行動に 61~64%と高い割合で休息行動に時間を消費していることが示された。これは夏の水温が高く、代謝が活発になるため、春よりも休息を必要としたと考えられる。

捕食行動においては、春・夏双方共に全行動記録時間の 1%程度であり、コクチバスの捕食行動があった平均深度は、大きく 2つのパターンに分けられた。第 1 のパターンでは昼夜で捕食行動の平均深度を明確に変え、昼間には平均深度 3.2m であり、夜間では平均深度 2.0m で捕食行動を行っていた。第 2 のパターンでは、昼夜での **Feeding** の平均深度に差が見られず、いずれも捕食行動の平均深度が平均深度 1.1m であり浅かった。

2007 年春、ロガーシステムを装着した調査個体 1 個体の産卵床保護行動が、放流より 27 時間後に目視により確認された。この個体の遊泳深度を解析した結果、21 時間以前とそれ以降とでは、遊泳深度の変化がそれぞれ $2.12 \pm \text{SD}0.9\text{m}$ 、 $1.02 \pm \text{SD}0.3\text{m}$ であり、21 時間以降の遊泳深度変化の方が小さかった。従って、21 時間経過後には雄は産卵床へ戻っていたと考えられた。21 時間経過後からロガーシステムが浮上するまでの 26.4 時間中 57 回の産卵床保護行動が観測された。これを昼夜別で比較すると、日中には 16.6 時間で 50 回、夜間には 9.7 時間で 7 回それぞれ観測された。

この個体の行動を更に分類した結果、産卵床保護行動が 1%、昼夜における遊泳行動はいずれも 10%程度を占め、日中ホバリング行動に費やす時間が 81%、夜間 87%であった。このホバリング行動を type1(休息行動に準ずる)及び type2(尾鰭と胸鰭を使用したもの)に分けると、日中がそれぞれ 36%と 45%であり、夜間が 23%と 64%であった。

IV. 考察

データロガーを用いて、コクチバスの昼夜にわたる詳細な産卵床保護行動と捕食行動が明らかになり、本種が昼行性魚類であることが示唆された。また季節的な行動を比較することにより、本種は夏よりも春により活発に行動することが明らかとなった。これらの知見を基に、木崎湖におけるコクチバスを中心とした生態系保全方法を検討した。

Swimming behavior of smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*)
under the natural condition

March. 2009, Marine Life Science and Environment, 4766701, Takayuki Aoyama

Supervisor: Professor Nobuyuki Miyazaki

Key words: smallmouth bass, ecosystem, swimming behavior, feeding behavior

Introduction

Smallmouth bass is a naturalized fresh-water fish from North America. This species was found at Lake Nojiri, Nagano Prefecture in 1991. Smallmouth bass can adapt to the upstream site of the lake, where largemouth bass cannot live. Smallmouth bass has higher ability in fish-eating adaptation and higher fertility compared with largemouth bass. It is known that smallmouth basses usually feed on Japanese dace, grayling, and lake smelt in domestic lakes.

Smallmouth bass introduced from North America was distributed in many Japanese areas and was recorded from 37 Prefectures in 2001. It is considered that settlement of this species to inland water in Japan may give significant influence to the ecosystem. Although various kinds of projects for extermination of non-native smallmouth bass have been conducted, the species still remains in Japanese areas. In order to understand the present status of the species in the ecosystem, it is necessary to collect information on their behavior and environmental conditions.

In the present study, I aim to collect the data of swimming behavior of smallmouth basses and their environmental conditions by the advanced bio-logging system, and to describe characteristics of feeding and nest-guarding behavior, and to discuss daily and seasonal difference of swimming behavior.

Materials and Methods

This research has been conducted in Lake Kizaki, Nagano Prefecture, for four periods, twice of spring and twice of summer in both 2007 and 2008, respectively. Lake Kizaki (height: 764 m, area: 6.5 km², maximum water depth: 30 m, lucidity: 4 m) is the most adequate place where smallmouth bass is distributed together with largemouth bass. In this research, data-logger tag was attached to the backs of 12 smallmouth basses in total. The tag is composed of D2GT data logger (measuring depth, biaxial accelerations, and temperature), float, timer, and VHF transmitter. The tag was automatically released from smallmouth bass by scheduled-timer 24 hours or 48 hours after settlement, and the tag was retrieved by the VHF receiver when they were floating on water surface. In addition to these field surveys, a feeding experiment was conducted in a pool (length: 3m, width: 3m, depth: 1m), which was set in the lake. Feeding behavior of smallmouth bass was recognized by data logger and video camera. In spring of 2007, nest-guarding behavior of adult male was recognized by data logger.

Results

Recapture rate of these logger systems was 100 percent. Total of 467.9 hours data

was collected from 12 smallmouth basses. Based on the acceleration waveforms detected during the feeding experiment, the feeding event was defined by the following characteristics, (1) swaying acceleration was over 2m/s, (2) frequency was over 3hz, and (3) change of body angles was over 20 degrees by using ethographer ver. 1.2, which was analyzed by the frequency with wavelet transformation. The activities of smallmouth bass were divided into seven types based on specific frequency of ethographer. In addition to the feeding event, "Dash behavior" was defined as the swaying acceleration was over 1 m/s and the frequency was over 2.5 Hz, "Swimming behavior" was defined as the swaying acceleration was over 0.3m/s and the frequency was over 1.5 Hz, "Fast swimming behavior" was defined as swaying acceleration was over 0.4m/s, the frequency was over 2Hz and the moves continued longer than 10 seconds, "Hovering behavior" was defined as swaying acceleration in under 0.2m/s, changes in body angles was between ± 20 degrees and the frequency could not be detected by ethographer, and resting was defined as swaying acceleration was under 0.1m/s, changes in body angles between ± 10 degrees and the frequency could not be detected by ethographer. By classifying behavior of smallmouth bass based on these definitions, in the spring season, smallmouth bass spent 48% of the total data for swimming, and 49% for hovering and resting behavior. On the other hand, in the summer season, smallmouth bass spent 32-34% for swimming, and 61-64% for hovering and resting behavior. The feeding event was detected 1% of total recorded data in both spring and summer season, and feeding depth was grouped into two patterns. One type is that feeding depth (average: 3.2 m) in daytime was deeper than that (2.0 m) in nighttime, and in the other pattern there is no significant difference in average feeding depth (1.1 m) between daytime and nighttime. In spring of 2007, it is noted that "Nest-guarding behavior" of adult male with data logger was observed after 27 hours from the releasing. The average depth (2.12m) of the male in 21 hours before the releasing was deeper than the depth (1.02m) in 21 hours after the releasing. "Nest-guarding behavior" was detected 57 times in 26.4 hours after the tag was detached. Comparing these data in daytime and nighttime, "Nest-guarding behavior" in daytime was observed 50 times for 16.6 hours, and it was higher than that (seven times for 9.7 hours) in the nighttime.

Discussion

Based on the investigation of swimming behavior and environmental condition obtained by data logger, daily feeding behavior and nest-guarding behavior suggest that the species behaves actively in daytime. Comparing seasonal behavior, the species in the spring season behaves much more actively than the summer season. The above scientific information on smallmouth bass obtained by advanced bio-logging system should be used for conservation of ecosystem in Lake Kizaki.