

低酸素下におけるマダイ,アオハタ,カワハギ,キュウセン,ハナオコゼの酸素消費量の変化

誌名	水産増殖 = The aquiculture
ISSN	03714217
著者	山元, 憲一 細本, 誠 上村, 達也
巻/号	35巻3号
掲載ページ	p. 143-146
発行年月	1987年12月

低酸素下におけるマダイ, アオハタ, カワハギ, キュウセン, ハナオコゼの酸素消費量の変化

山元 憲一・細本 誠・上村 達也
(水産大学校)

Changes of Oxygen Consumption in the Red Sea Bream, Banded Grouper,
File Fish, Multicolorfin Rainbowfish and Frogfish under Progressive Hypoxia

Ken-ichi YAMAMOTO, Makoto HOSOMOTO and Tatsuya KAMIMURA

Abstract

Oxygen consumptions in the red porgy, the banded grouper, the file fish, the multicolorfin rainbowfish and the frogfish under progressive hypoxic condition kept the same levels as those under normoxic condition, but gradually decreased at below 50, 25, 40, 50 and 16% in oxygen saturation, respectively. Three in forty-four fish of red porgy and seventeen in forty-nine fish of file fish were suffocated to death at 30 and 16% in oxygen saturation, respectively. But other fish were not done to death at 10%.

魚類では、環境水の酸素飽和度の低下に伴う酸素消費量の変化の様子は魚種によって異なると言われている¹⁾。低酸素下における酸素消費量の変化は淡水産の硬骨魚類では多くの魚種について調べられている²⁻⁵⁾。しかし、海産の硬骨魚類については報告が少ない。

著者らはマダイ, アオハタ, カワハギ, キュウセン, ハナオコゼを用いて、環境水の酸素飽和度の低下に伴う酸素消費量の変化を調べた。

材料および方法

供試魚にはマダイ *Pagrus major* (体重200 ± 31g, 全長229 ± 12mm, 44個体) (M ± SD, 以降

同様に示す), アオハタ *Epinephelus awoara* (体重98 ± 18g, 全長190 ± 11mm, 24個体), カワハギ *Stephanolepis cirrhifer* (体重52 ± 28g, 全長132 ± 21mm, 49個体), キュウセン *Halichoeres poecilopterus* (体重67 ± 13g, 179 ± mm, 17個体), ハナオコゼ *Historio historio* (体重85 ± 24g, 全長145 ± 12mm, 18個体) を用いた。マダイは水産大学校近くの黒井漁協の養殖場より, 他の魚は水産大学校近くの安岡漁協より入手後, 水槽 (2 × 1 m, 水深0.6m) で2日以上流水下で蓄養して実験に供した。

実験には前報に示した装置³⁾を用いたが, 呼吸室にはマダイでは290 × 110 × 35mmの箱形のを, キュウセンおよびアオハタでは直径54mm, 長さ280mm, ハナオコゼでは直径83mm, 長さ200mmの円筒形のをを用いた。魚1個体を黒いビニールで被った呼吸室へ入れて15時間以上経

受領日: 昭和62 (1987) 年8月10日

連絡先: 〒759-65 下関市吉見永田本町1944

水産大学校増殖学科 山元憲一

Address: K. YAMAMOTO, Shimonoseki Fish.

Univ., Yoshimi, Shimonoseki, 759-65

過した後、測定を開始した。測定は呼吸室への流入水がほぼ酸素飽和した状態（以降正常状態と示す）で行った後、窒素ガスの曝気によって1時間毎に5段階順次低下させ、5段階目の低下開始から60分後に窒素ガスを止め、空気で3分間曝気して酸素飽和度を正常状態の値に回復させ、回復期の10分後および60分後に行った。ただし、アオハタでは、5段階目を2つの酸素飽和度に分けて低下させた。

酸素消費量 ($\dot{V}O_2$, ml/min·kg) は、前報³⁾と同様にして呼吸室への流入水 (C_{i,O_2} , ml/l) および呼吸室からの流出水の溶存酸素量 (C_{e,O_2} , ml/l) をWINKLER法で測定し、呼吸室への流入水量 (f , l/min) と体重 (BW , kg) より、 $\dot{V}O_2 = (C_{i,O_2} - C_{e,O_2}) \cdot f / BW$ から求めた。酸素飽和度は塩素量を17.5‰として求めた。

実験はマダイでは、水温 $26.6 \pm 0.3^\circ\text{C}$ 、呼吸室への流入水量 $463 \pm 52 \text{ ml/min}$ 、アオハタでは $25.9 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 、 $363 \pm 27 \text{ ml/min}$ 、カワハギでは $27.7 \pm 0.3^\circ\text{C}$ 、 $139 \pm 48 \text{ ml/min}$ 、キュウセンでは $26.5 \pm 0.9^\circ\text{C}$ 、 $229 \pm 10 \text{ ml/min}$ 、ハナオコゼでは $27.1 \pm 0.2^\circ\text{C}$ 、 $179 \pm 8 \text{ ml/min}$ のもとで行った。

結 果

酸素消費量 (ml/min·kg) はマダイでは正常状態（酸素飽和度 $97.7 \pm 0.9\%$ 、溶存酸素量 $4.80 \pm 0.06 \text{ ml/l}$ ）で 2.14 ± 0.23 を示し、酸素飽和度が低下するとわずかに増加したが、 $41.1 \pm 1.7\%$ ($2.02 \pm 0.08 \text{ ml/l}$) より低下すると減少し、 $29.8 \pm 1.7\%$ ($1.47 \pm 0.08 \text{ ml/l}$) で44個体中3個体が窒息死し、この時生存した個体では 1.47 ± 0.23 を示した。(Fig. 1)。回復期には10分後に 3.57 ± 0.50 と増加し、60分後には減少して 2.56 ± 0.45 を示した。

アオハタでは正常状態 ($96.6 \pm 1.2\%$ 、 $4.81 \pm 0.11 \text{ ml/l}$) で 1.32 ± 0.17 を示し、酸素飽和度が $24.5 \pm 1.2\%$ ($1.23 \pm 0.05 \text{ ml/l}$) に低下するまではほぼ正常状態の値を示したが、更に低下すると減少して $10.9 \pm 0.2\%$ ($0.53 \pm 0.01 \text{ ml/l}$) で 0.55 ± 0.10 を示した (Fig. 2)。回復期には10分後に 2.63 ± 0.44 と増加し、60分後には減少して 1.78 ± 0.34 を示した。

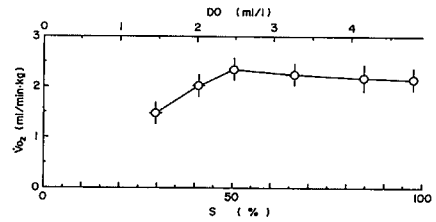


Fig. 1. Change of oxygen consumption in red porgy under progressive hypoxia. S : oxygen saturation, DO : dissolved oxygen concentration, $\dot{V}O_2$: oxygen consumption, circles : means, vertical and horizontal bars : standard deviations of oxygen consumption and of oxygen saturation, respectively.

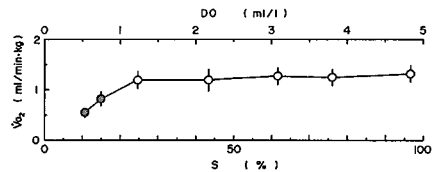


Fig. 2. Change of oxygen consumption in banded grouper under progressive hypoxia. Solid circles show oxygen consumption during the fifth step at which the oxygen saturation was lowered gradually every 1-hr intervals. Other symbols are the same as those for Fig. 1.

カワハギでは正常状態 ($96.6 \pm 0.7\%$ 、 $4.67 \pm 0.04 \text{ ml/l}$) で 2.48 ± 0.23 を示し、酸素飽和度が $42.1 \pm 2.9\%$ ($2.04 \pm 0.14 \text{ ml/l}$) に低下するまではほぼ正常状態の値を示したが、更に低下すると減少し、 $15.7 \pm 4.1\%$ ($0.80 \pm 0.17 \text{ ml/l}$) で49個体中17個体が窒息死し、この時生存した個体では 0.63 ± 0.37 を示した (Fig. 3)。回復期には10分後に 5.22 ± 1.43 と増加し、60分後には減少して 3.70 ± 0.87 を示した。

キュウセンでは正常状態 ($94.5 \pm 0.3\%$ 、 $4.66 \pm 0.02 \text{ ml/l}$) で 1.51 ± 0.23 を示し、酸素飽和度が $52.0 \pm 0.5\%$ ($2.57 \pm 0.03 \text{ ml/l}$) に低下するまではほぼ正常状態の値を示したが、更に低下すると減少して $9.3 \pm 0.5\%$ ($0.46 \pm 0.02 \text{ ml/l}$) で 0.53 ± 0.12 を示した (Fig. 4)。回復期には10分後に 3.11 ± 0.66 と増加し、60分後には減少して $1.61 \pm$

考 察

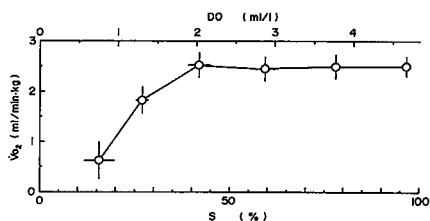


Fig. 3. Change of oxygen consumption in file fish under progressive hypoxia. Symbols are the same as those for Fig. 1.

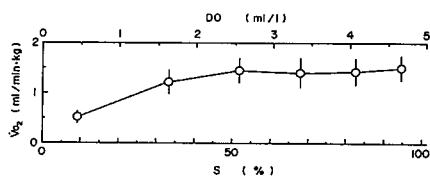


Fig. 4. Changes of oxygen consumption in multicolorfin rainbowfish under progressive hypoxia. Symbols are the same as those for Fig. 1.

0.54を示した。

ハナオコゼでは正常状態 (94.5±0.4%, 4.67±0.04ml/l) で1.12±0.09を示し, 酸素飽和度が28.7±0.8% (1.40±0.04ml/l) に低下するまではほぼ正常状態の値を示したが, 更に低下すると減少して11.9±0.4% (0.58±0.02ml/l) で0.53±0.12を示した (Fig. 5)。回復期には10分後に3.04±0.69と増加し, 60分後には減少して1.74±0.12を示した。

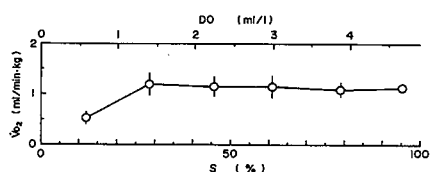


Fig. 5. Change of oxygen consumption in frogfish under progressive hypoxia. Symbols are the same as those for Fig. 1.

正常状態での酸素消費量 (ml/min·kg) はハナオコゼ (1.12), アオハタ (1.32), キュウセン (1.51), マダイ (2.14), カワハギ (2.48) の順に大きい。実験水温がほぼ等しいことから, 基礎代謝量は前記の魚種の順に大きいと考えられる。

低酸素下における酸素消費量はいずれの魚種でも環境水の酸素飽和度が低下するとあるところまでは正常状態の値を示したが, 更に低下すると減少した (Fig. 1~5)。酸素消費量の減少が始まる酸素飽和度 (%) はアオハタ (25), ハナオコゼ (30), カワハギ (40), キュウセンおよびマダイ (50) の順に大きい (Fig. 1~5)。酸素消費量の変化からみると, 前記の魚種の順に水中の酸素不足の影響を受けやすいと考えられる。

著しい低酸素下において, マダイでは酸素飽和度約30%, カワハギでは約16%で窒息死が起っているが, 他の魚種では約10%まで低下しても窒息死が起っていない。このことから, マダイ, カワハギ, 他の3魚種の順で低酸素下における窒息死が起る酸素飽和度が低いことは明らかである。この順番は概ね低酸素下における酸素消費量の減少が始まる酸素飽和度の高い順と一致する。

しかし, キュウセンはマダイと同様に高い酸素飽和度より酸素消費量が減少しているが, アオハタやカワハギと同様に著しい低酸素下においても窒息死が起っていない。同程度の低酸素からの回復期には, 酸素消費量はキュウセンでは正常状態の値の約2倍に増加しており, この値はアオハタ (約2倍) とほぼ同じであり, ハナオコゼ (約2.7倍) より小さい。これらの事から, キュウセンは低酸素下においてアオハタやハナオコゼと同様に酸素負債を負うが, 低酸素になるとこれらの魚種よりも高い酸素飽和度の所より代謝量を減少させて低酸素に耐える魚種であると考えられる。

謝 辞

実験魚の入手に協力していただいた安岡漁業協同組合の皆様および同組合の桶尾政道氏に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) HUGHES, G. M. (1981): Effects of low oxygen and pollution on the respiratory systems of fish. In *Stress and fish* (Edited by PICKERING, A. D.). Academic Press, London, P121-146.
- 2) MARVIN, D. E. and A. G. HEATH (1968): Cardiac and respiratory responses to gradual hypoxia in three ecologically distinct species of fresh-water fish. *Comp. Biochem. Physiol.*, **27**, 349-355.
- 3) 山元憲一・高殿俊行 (1985): 低酸素下におけるウナギ, ドジョウ, ティラピア, アユの酸素消費量の変化. *水産増殖*, **33**, 103-107.
- 4) 山元憲一・平野修・伊賀上龍夫・長島浩・雷田俊明 (1986): 低酸素下におけるウグイ, ゲンゴロウブナ, ギンブナ, ブラックバス, カマツカの酸素消費量の変化. *水産増殖*, **34**, 179-183.
- 5) 山元憲一・平野修・原洋一・吉川浩史 (1986): カマツカの低酸素下における呼吸および逃避反応. *魚類学雑誌*, **33**, 398-403.