

コイの酸素消費量に対する水圧の変化の影響

松 本 勉

魚の酸素消費量を知ることは、養魚や活魚輸送に際して適正収容量を定めたり、最少必要摂餌量を考えるのに重要であるとされている¹⁾。そして酸素消費量は測定例も多く、酸素消費量に影響を与える要因についても重要な問題として研究されている^{1,2,3)}。

養殖業においては取り揚げ時や活魚輸送時又は沈下式いけす等、魚に対し強制的に水圧を変化させる機会も多いので、水圧の変化が魚の酸素消費量に与える影響を明らかにしておくのは重要である。筆者は水圧の変化がコイの酸素消費量に影響する実験結果を得た。

材 料 と 方 法

養殖業者から購入しコンクリート水槽(170cm×320cm)に蓄養していたコイ及びニシキゴイを供試した。供試魚は、水深を16cmにした前記コンクリート水槽中に設置したポリ容器(以下蓄養槽、39.1cm×58.1cm)にあらかじめ収容しておき、素手で図1に示すポリ容器(以下、測定容器)に移した。蓄養槽は魚の運動等により、蓄養槽内外の水が交換される構造であった。

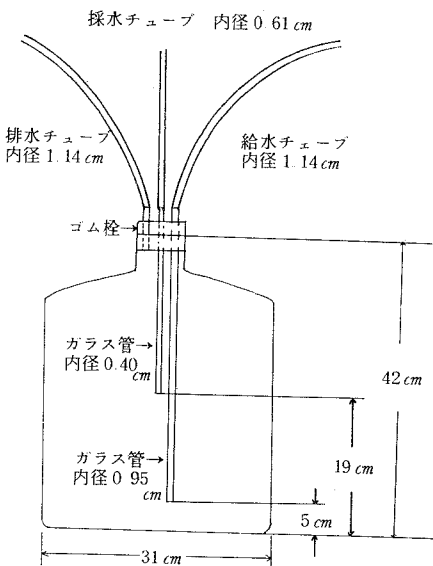


図1 測定容器

酸素ビンに採水した。この際給水チューブ内の水位を見ながら、採水チューブの端の位置を調節して実験水圧を保って採水した。連続して測定する場合(実験A)は、採水後排水チューブをバルブからはずし、排水チュ

酸素消費量は実験Aでは1時間、実験Bでは2時間止水にして測定した。つまり止水にする直前及び1時間又は2時間後に採水チューブから採水して、ウィンクラー法で溶存酸素量を測定しその差から算出した。採水時にそれぞれ水温を測定し、その平均を酸素消費量測定時の水温とした。FA100で麻酔して供試魚の体重を測定、又は前後の実験時の測定結果及び給餌量から推定した。

測定容器に供試魚を収容し、給水、排水、採水の各チューブを付けたゴム栓をし、ひもで測定容器に固定し、直ちに採水あるいは一定時間流水にした後に採水した。採水後給水バルブ(以下バルブ)を閉め、給水チューブをバルブからはずし、各チューブの端をまとめて、チューブ内の水位が実験水圧を示す位置に固定した。1時間又は2時間後に排水チューブをバルブに連結し、給水チューブはそのままにしてバルブをわずかに開け、採水チューブから最初にてでくる水約200mlを捨てた後、

ープと採水チューブの端を指で押えてチューブ内の水位が実験水圧を示す位置まで運んで固定した。そして給水チューブをバルブに連結してバルブをあけ、排水チューブの端を所定の位置に固定し、採水チューブ内の水位が実験水圧となるようバルブを調節した。水圧は測定容器の底から測った採水チューブ内の水位で示し、水位が40cmであれば「40cm圧」と表わした。

実験A1、A2では5尾のコイ又はニシキゴイを測定容器に収容し、40cm圧で2時間流水にした後連続4回測定した。1回目と2回目は40cm圧での酸素消費量、3回目と4回目は220cm圧での酸素消費量を測定した。1回目と2回目及び2回目と3回目の測定の間は40cm圧で15分、3回目と4回目の測定の間は220cm圧で60分流水にした。

実験A3～A7では5尾のコイ又はニシキゴイを測定容器に収容し、220cm圧で2時間、24時間、72時間流水にした後連続4回測定した。1回目と2回目は220cm圧での酸素消費量、3回目と4回目は40cm圧での酸素消費量を測定した。1回目と2回目及び2回目と3回目の測定の間は220cm圧で15分間、3回目と4回目の測定の間は40cm圧で60分流水にした。実験A1～A7では各実験水圧を保てば、6ℓ/分の流量になる位置に排水チューブの端を固定した。

実験B1～B4では各測定容器に3尾のコイを収容し、50cm圧、100cm圧、150cm圧、200cm圧で0時間から144時間流水(1.5ℓ/分)にした後、各水圧での酸素消費量を測定した。

実験A1～A7では一つの測定容器を用い、実験B1～B4では4つの同形同大の測定容器を用いた。実験Aで用いた測定容器は実験Bで用いた測定容器と同形だが、わずかに大きかった。測定容器の容積は水圧により変化し、実験Aで用いた測定容器は40cm圧で24.6ℓ、220cm圧で24.8ℓ、実験Bで用いた測定容器は50cm圧で23.4ℓ、100cm圧及び150cm圧で23.5ℓ、200cm圧で23.6ℓであった。いずれの実験でも温度変化を小さくするため、測定容器は常に流水にしているポリ容器(48cm×69cm)に収容した。実験は昭和56年8月7日から9月29日の間に行なった

結 果

実験Aの結果を表1に、実験Bの結果を表2に示す。実験A1～A7の連続4回の測定を通じて、止水開始時の最低溶存酸素量は5.99ml/ℓ、止水開始1時間後の最低は4.58ml/ℓであった。同じく実験B1～B4では止水開始時の最低が5.84ml/ℓ、止水開始2時間後の最低は4.33ml/ℓであった。

表1 実験Aの結果

実験区	流時 水間	魚 ^{※-1} 種	平体 ^{※-2} 均重	酸素消費量ml/kg/H				水 温 °C			
				1回目	2回目	3回目	4回目	1回目	2回目	3回目	4回目
A1	2	K	73.7	106	90.8	89.5	82.8	18.1	18.1	18.0	18.2
A2	2	N	66.3	77.9	69.0	83.7	80.7	19.0	19.1	19.7	19.8
A3	2	K	77.3	84.7	86.7	86.0	77.1	19.2	19.1	18.8	18.8
A4	2	K	75.7	78.6	70.1	88.4	77.4	18.9	18.8	18.7	18.7
A5	24	N	63.7	81.8	85.7	84.2	71.9	19.0	19.1	18.9	19.0
A6	24	N	65.5	69.0	72.7	80.4	71.4	19.0	19.2	19.4	19.4
A7	72	K	76.7	87.9	81.4	87.8	92.3	19.1	19.3	19.5	19.6

※-1 Kはコイ、Nはニシキゴイを示す。

※-2 実験A5、A6、A7の平均体重は推定値。

表 2 実験 B の結果

実験区	流水時間	酸素消費量 ml/kg/H				平均体重 (g)				水温 °C			
		50 cm 圧	100 cm 圧	150 cm 圧	200 cm 圧	50 cm 圧	100 cm 圧	150 cm 圧	200 cm 圧	50 cm 圧	100 cm 圧	150 cm 圧	200 cm 圧
B1	0	89.4	95.5	101	110	67.2	65.3	71.6	73.0	17.1	17.1	17.1	17.1
B2	4	81.5	85.6	87.3	90.2	71.8	61.3	65.5	68.5	18.2	18.4	18.3	18.4
B3	24	90.9	87.7	72.9	81.0	42.9	44.7	44.0	43.0	17.1	17.1	17.1	17.1
B4	144	85.7	71.7	80.5	82.9	41.4	43.7	37.5	43.7	17.7	17.7	17.7	17.7

考 察

表 1 から $Q_{10} = 2.28^2)$ を使って 18.0°C における酸素消費量を計算し¹⁾、1 回目、2 回目、3 回目、4 回目の酸素消費量をそれぞれ C、D、E、F とし、 C/D 、 D/E 、 E/F を計算し表 3 に示した。 C/D は最高 1.15 から最低 0.962 とばらつき、 D/E は 1.01 以下であったのに対し、 E/F は 1 例を除いて 1.05 以上、平均 1.10 と高い値を示した。7 回の実験のうち 4 回 E が最も高い値を示し、7 回の平均でも E が最も高い値であった。これらは 3 回目の酸素消費量の測定を開始する直前に水圧を変化させたことにより、変化させなかった場合に比べ酸素消費量が増加したことを示していると考えられる。

表 2 から $Q_{10} = 2.28$ を使って 17.1°C における酸素消費量を計算し、50 cm 圧、100 cm 圧、150 cm 圧、200 cm 圧での酸素消費量をそれぞれ H、I、J、K とし、 I/H 、 J/I 、 K/J 、 J/H 、 K/I 、 K/H を計算し表 4 に示した。実験 B 1 及び B 2 では水圧が大きくなるに従って酸素消費量が大きくなった。そして 50 cm の水圧差がある場合の比 (I/H 、 J/I 、 K/J)、100 cm の水圧差がある場合の比 (J/H 、 K/I)、150 cm の水圧差がある場合の比 (K/H) は、水圧差が大きくなるに従って大きくなった。このことはコイが水圧変化の刺激を受け呼吸作用

表 3 18.0°C における酸素消費量の比較

実験区	酸素消費量 ml/kg/H				酸素消費量の比		
	C	D	E	F	C/D	D/E	E/F
A1	105	90.1	89.5	81.4	1.17	1.01	1.10
A2	71.7	63.0	72.8	69.6	1.14	0.865	1.05
A3	76.7	79.2	80.5	72.2	0.968	0.984	1.11
A4	73.0	65.6	83.4	73.1	1.11	0.787	1.14
A5	75.3	78.3	78.2	66.2	0.962	1.00	1.18
A6	63.5	65.9	71.6	63.6	0.964	0.920	1.13
A7	80.3	73.1	77.6	80.9	1.10	0.942	0.959
平均	77.9	73.6	79.1	72.4	1.06	0.930	1.10

を高進させるだけでなく、呼吸作用高進の程度は水圧の変化の大きさによって変ることを示していると考えられる。また水圧を変化させた直後 (実験 B 1) に比べ、水圧を変化させた後 4 時間 (実験 B 2) では影響が小さくなっており、時間の経過で変化の影響が消え、実験 B 3、B 4 のばらついた結果になったと考える。なお、実験 B 1 ~ B 4 の中で B 1 が他に比べて高い酸素消費量を示したのは、測定容器へ供試魚を收容する操作が、倉茂等²⁾が激動を与えたとした刺激になり、その影響によると考えられる。

表 4 17.1°Cにおける酸素消費量の比較

実験区	酸素消費量 ml/kg/H				各水圧での酸素消費量の比					
	H	I	J	K	I/H	J/I	K/J	J/H	K/I	K/H
B1	89.4	95.5	101	110	1.07	1.06	1.09	1.13	1.15	1.23
B2	74.4	76.9	79.1	81.0	1.03	1.03	1.02	1.06	1.05	1.09
B3	90.9	87.7	72.9	81.0	0.965	0.831	1.11	0.802	0.924	0.891
B4	81.6	68.2	76.6	78.9	0.836	1.12	1.03	0.939	1.16	0.967

要 約

- 1) コイの酸素消費量を連続4回測定し、3回目の測定前に水圧を変化させることにより、3回目の酸素消費量に水圧の変化の影響が見られた。
- 2) 水深16cmで蓄養していたコイを、水圧を50cm圧、100cm圧、150cm圧、200cm圧にして0、4、24及び144時間後に酸素消費量を測定した結果、0時間及び4時間後では酸素消費量に水圧の変化の影響が見られた。

文 献

- 1) 板沢靖男：魚類生理（川本信之編），恒星社厚生閣，東京，pp. 45-88，（1971）。
- 2) 倉茂英次郎・松本文夫：水産学集成（末廣恭雄・大島泰雄・檜山義夫編），東京大学出版会，東京，pp. 675-700，（1957）。
- 3) 板沢靖男・松本勉・神田猛：日本水産学会誌，44，965-969，（1978）。