

ダントウボウおよびコイ 3 品種の好適水温域の検討

安藤 隆二・熊丸 敦郎・川又 忠義

1. はじめに

霞ヶ浦・北浦における網生養殖によるコイの生産量は、昭和53年の9,530 ton をピークに、最近では6,000 ton 台に落ち着いており、価格は350～380円/kg(1987年10月現在)となっている。このような中で、養殖漁家の収入の安定を図るための一つの方策として、コイだけではなく、他の魚種を導入し、多角的養殖を行うことが必要と考えられる。

このため、霞ヶ浦の環境条件(主に水温・溶存酸素量、プランクトン量等の条件)に合った魚種を選定する必要がある。ここでは、水温条件を取り上げコイ3品種と中国原産のダントウボウを合せ4魚種の水温適性を、各水温毎の長期飼育試験に依らず、比較的短期間に呼吸量を測定することにより実験的に検討し、以下の結果を得たので報告する。

2. 材料および方法

魚の呼吸量を測定するために、図-1に示した試験装置を準備した。すなわち、100ℓガラス水槽に地下水を流水オーバーフローとし、電磁弁を通して80℃の温水又は4℃の冷水を注水するようにした。電磁弁は温度調節器及びリレーにより開閉操作が行われるようにし、水槽中の水温(7～40℃)を自由に設定できる流水水槽とした。さらに、水槽内溶存酸素量を殆んど飽和状態

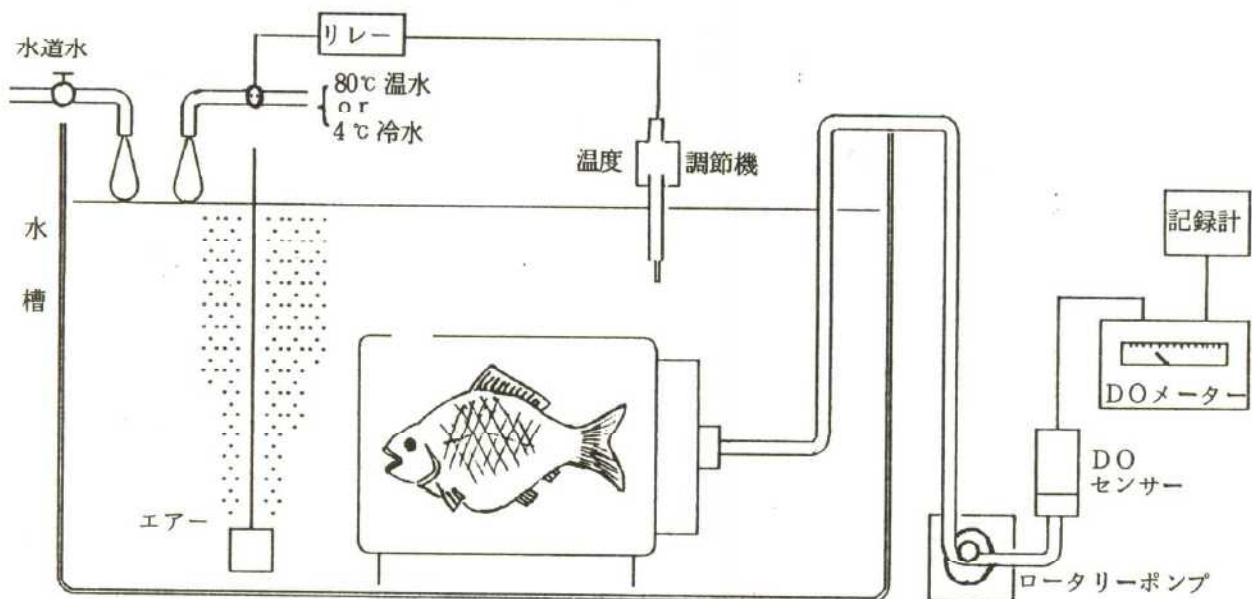


図-1 試験装置

まで高めるためと、水温を均一にするために充分曝気した。この中に1ℓのスクリーキャップ付き透明ポリ製サンプル瓶を図のように2ヶ所に15mm程度の穴を開け呼吸室とした。この一方のキャップ側の穴にガラス管を継ぎ、ロータリーポンプにより一定流量流出させ、流出口にD.O.メーターのセンサーをセットした。流量は55~134 ml/分とし、水温・魚体重により呼吸量が違うため、呼吸室内の酸素量が3ppm以下にならないよう、これらに応じて変えた。さらにD.O.メーターから自記記録計に継ぎ、呼吸室内の酸素量を連続的に記録するようにした。

このような呼吸室を同一水槽内に4個セットし、各呼吸室に後述の4魚種(体重:30~50g)を1尾ずつ入れ、呼吸室のもう一方の上部の穴(入水口で常に開放状態となっている)より配合飼料を毎朝9時頃に飽食量の70~80%(2~3g)を給餌しながら25℃で1週間程度馴致した。なお飽食量(:R)は次式により算出した。ただしW=魚体重(g), T=水温(℃)

$$\begin{cases} R = 0.0231 \times e^{0.103 \times T} \times W^{2/3} & (T \leq 24^\circ\text{C}) \\ R = 0.274 \times W^{2/3} & (T > 24^\circ\text{C}) \end{cases}$$

これより水温を徐々に(1日に-2.5℃ずつ)低下させ、測定は7.5℃の低温から始め、34℃(ダントウボウについては40℃)までの間を2.5℃間隔で行った。すなわち朝9:00に水温を2.5℃上昇させ給餌し、翌日の朝9:00より水温は前日のまま変えず、給餌もしないで24時間呼吸量を連続測定した。なお、呼吸室外の酸素量は水温が一定である限りでは、ほとんど一定の値を示したので、24時間呼吸量測定の前夜で呼吸室外の酸素量を測り、記録紙上のこの二点間を直線で結んで呼吸室外の酸素量とした。24時間の呼吸量は呼吸室外と内の差、すなわち記録紙上の呼吸室の内と外の酸素量の間に来る面積として求めることとし、記録紙を普通紙にコピーした後この面積部分をハサミで切り取り重量求積法により求めた。

供給魚は次に示した4種類でいずれも当内水試飼育池で養成中のものである。

- ① ダントウボウ B.W.: 34.1 ~ 52.5 g (平均 43.3 g)
- ② ヤマトゴイ B.W.: 26.5 ~ 31.3 g (平均 28.9 g)
- ③ カガミゴイ B.W.: 31.2 ~ 36.2 g (平均 33.7 g)
- ④ ヤマトゴイ(♀)×イスラエルゴイ(♂)の交配種(F-1)
B.W.: 26.1 ~ 31.3 g (平均 28.7 g)

ダントウボウ(団頭魴: *Megalobrama amblycephala*)は1986年5月業者より稚魚で譲渡されたものであるが、他は内水試で採卵ふ化した稚魚である。ヤマトゴイは従来から霞ヶ浦で養殖されている品種で、カガミゴイとイスラエルゴイはいわゆるドイツゴイと呼ばれるもので鱗が少なく体高が高い品種であり、特にイスラエルゴイは小骨が少ないと言われている。なお、イスラエルゴイ親魚は出島漁業組合より1985年6月稚魚で提供を受け養成したものである。

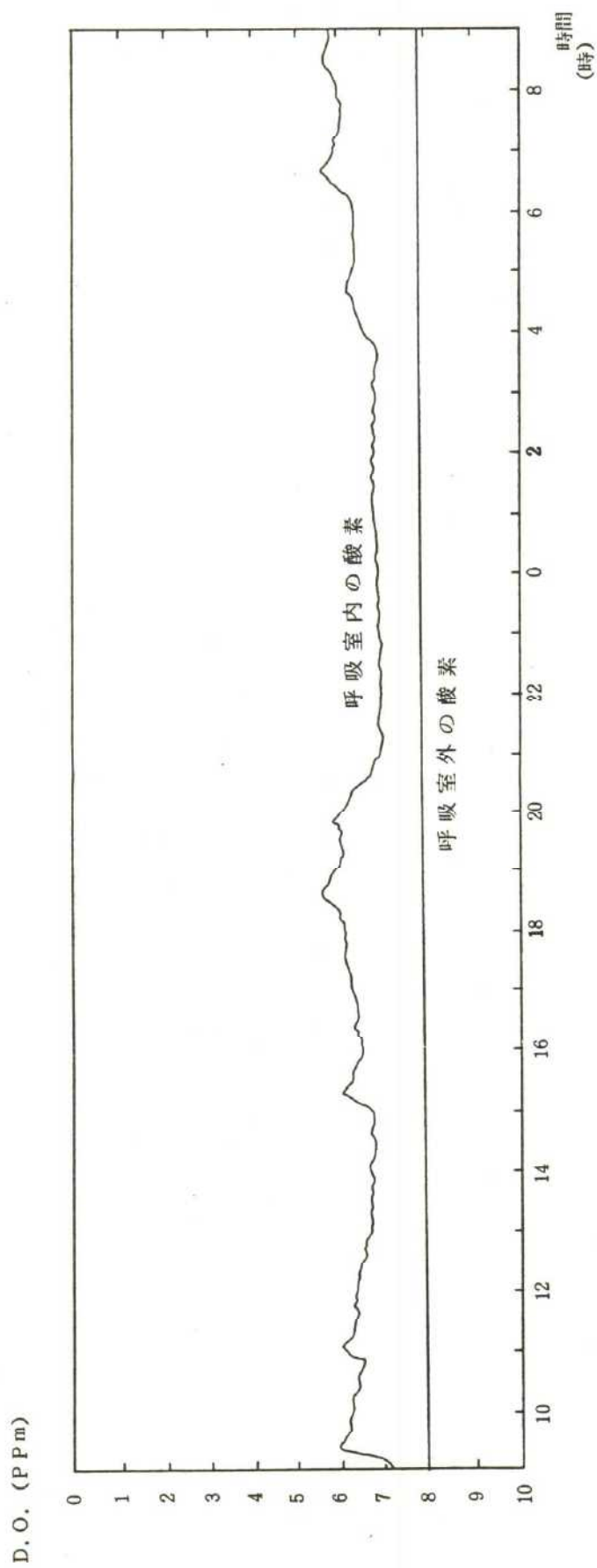


図-2 呼吸量自記記録の一例

3. 結果および考察

各水温における呼吸量測定結果は魚種別に第1～4表、図-3に示した。これらによると、いずれの魚種も水温が上昇するとともに呼吸量 (O_2 cc/day) は指数的に増加し、22～30℃で最大となつてはほぼ一定になり、27～40℃を超えるとむしろ低下するという傾向が見られる。こうした水温と呼吸量の関係は、これまで調べられているコイ (ヤマトゴイ)^{2),3)} やティラピア・ニロチカ⁴⁾ における水温と摂餌量、および成長の関係とよく一致していることから、日間呼吸量により種々の代謝量を総合的に捕えることが出来、したがって各魚種におけるおおよその水温適性を知ることが出来るものと考えられる。また、高水温における呼吸量の低下は、むしろ代謝異常を示しているものと思われ、この変曲点が正常に生息することのできる水温の上限を示す一つの指標と見ることが出来る。

以上のことから、図-3に示した呼吸量が最大でほぼ一定となっている範囲を、成長が比較的速く、代謝異常を起こさない水温域という意味でここでは好適水温域 (最適水温ではない) と言うこととする。

第1表 水温別呼吸量——①ダントウボウ
B.W.: 34.1～52.5 g (平均43.3 g)

水温 (°C)	流量 (ml/分)	記録紙上 での面積 (mg/day)	呼 吸 量	
			O_2 (mg/day)	O_2 (cc/day)
7.5	67.5	92.0	75.84	53.09
10.0	"	143.0	117.60	82.32
12.5	"	127.4	104.88	73.42
15.0	"	163.7	135.12	94.58
17.5	"	180.6	148.80	104.16
20.0	"	180.6	148.80	104.16
22.5	"	244.8	187.68	131.18
25.0	"	262.5	201.12	140.78
27.5	"	332.6	254.64	178.25
30.0	"	233.7	179.76	125.83
32.0	"	243.6	187.68	131.38
34.0	"	395.0	304.32	213.02
36.0	81.6	313.8	287.04	200.93
37.0	"	375.0	342.24	239.57
38.0	"	322.1	294.00	205.80
39.0	"	311.2	284.64	199.25
40.0	134	190.2	282.24	197.57

第2表 水温別呼吸量——②ヤマトゴイ
B.W. : 26.5 ~ 31.3 g (平均 28.9 g)

水温 (°C)	流量 (ml/分)	記録紙上 での面積 (mg/day)	呼 吸 量	
			O ₂ (mg/day)	O ₂ (cc/day)
7.5	67.5	54.5	44.71	31.30
10.0	"	88.6	72.71	41.90
12.5	"	104.1	85.44	59.81
15.0	"	116.7	95.84	67.09
17.5	"	142.5	111.17	77.82
20.0	"	—	—	—
22.5	"	229.1	181.38	126.96
25.0	"	270.1	213.74	149.62
27.5	"	289.5	229.10	160.37
30.0	"	263.6	208.69	146.08
32.0	"	268.9	212.89	149.01
34.0	"	249.9	205.68	143.97

第3表 水温別呼吸量——③カガミゴイ
B.W. : 31.2 ~ 36.2 g (平均 33.7 g)

水温 (°C)	流量 (ml/分)	記録紙上 での面積 (mg/day)	呼 吸 量	
			O ₂ (mg/day)	O ₂ (cc/day)
7.5	67.5	65.8	52.68	36.88
10.0	"	88.5	70.86	49.60
12.5	"	120.4	96.81	67.76
15.0	"	152.9	122.47	85.73
17.5	"	191.0	152.99	107.09
20.0	"	236.6	189.54	132.68
22.5	"	332.2	266.13	186.30
25.0	"	317.9	254.66	178.26
27.5	"	433.5	347.30	243.11
30.0	"	237.7	190.41	133.30
32.0	"	229.7	184.00	128.80
34.0	"	218.5	175.06	122.54

第4表 水温別呼吸量——④ヤマトゴイ×イスラエルゴイ (F-1)
B.W. : 26.1 ~ 31.3 g (平均 28.7 g)

水温 (°C)	流量 (ml/分)	記録紙上 での面積 (mg/day)	呼 吸 量	
			O ₂ (mg/day)	O ₂ (cc/day)
7.5	55.0	57.8	36.91	25.84
10.0	"	76.4	48.79	34.15
"	"	76.6	48.95	34.27
12.5	"	127.9	81.73	57.21
"	67.5	92.9	74.36	52.05
15.0	"	124.9	99.92	69.94
17.5	"	184.3	144.44	101.11
20.0	"	244.2	191.18	134.04
22.5	"	280.0	219.57	153.70
25.0	"	279.4	219.09	153.36
27.5	"	271.4	212.78	148.95
30.0	"	196.0	153.96	107.77
32.5	"	172.5	135.21	94.65

今回試験を行った4魚種について、好適水温域を第5表に示したが、魚種によって少しずつ違いがあることがわかる。殊に、ダントウボウは特徴的で、呼吸量が30°C~32°Cの間で低下するものの再び34°C~37°Cまで高い値を維持し、42°Cでへい死したが、これまでの温水性魚類では例を見ない程、高水温に適応した魚と判断される。また、ドイツ系のコイは在来のヤマトゴイに比べて好適水温域が低く、特にヤマトゴイとイスラエルゴイの交配種 (F-1) は21°C附近から好適水温域となっている。実際にこのF-1を試験的に飼育を行っている養殖業者によると「この品種は、在来種よりも早く、春先より摂餌を始め、4月に入るとかなり餌喰いが活発になるため、出

第5表 各魚種の好適水温域

魚 種	好適水温域 (°C)
ダントウボウ	27.5 ~ 37
ヤマトゴイ	24.5 ~ 33
カガミゴイ	22.5 ~ 27.5
ヤマトゴイ×イスラエルゴイ (F-1)	21 ~ 28

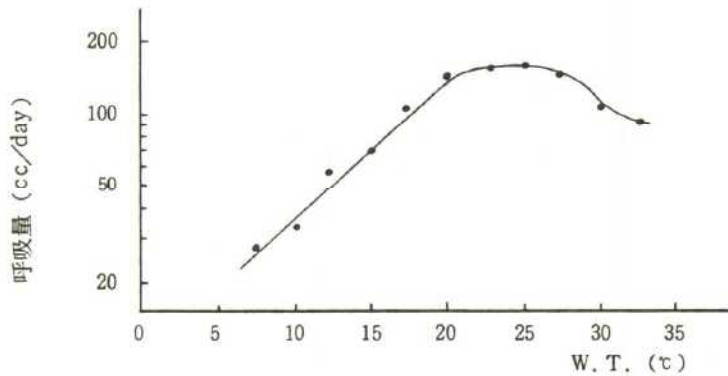
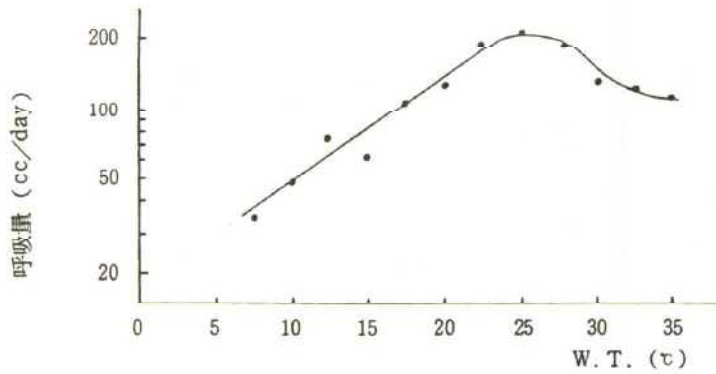
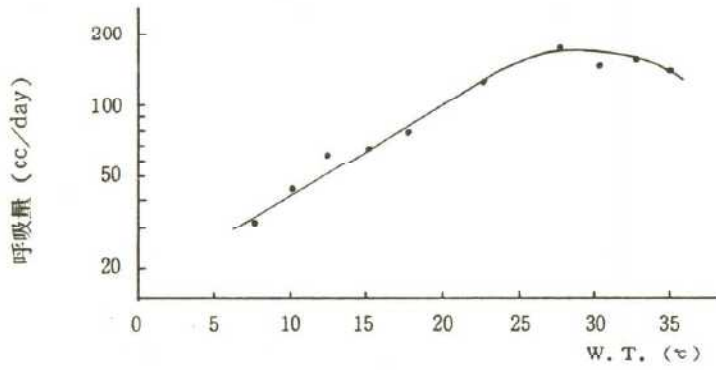
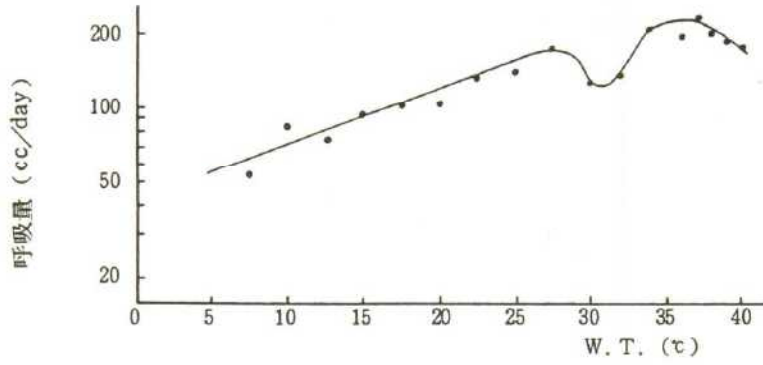


図-3 4魚種の水温と呼吸量の関係

荷時期を早くすることが出来る。」という。

その反面、夏の高水温期に弱く、当内水試の陸上池での飼育試験においても、カガミゴイと共に7月中旬から8月末の高水温期に鯰ぐされ病を誘発する等して、へい死が繁発した事を経験している。

このように、呼吸量測定による魚の好適水温域の推定は実際の飼育池での状況とよく適合しており、充分使える手法と言えよう。

また、好適水温域より低い水温においては水温上昇に伴ない呼吸量も指数的に増加するが、魚種によってその傾きが異なっている。

この傾きの違いがいかなる理由によるものであるか、さらに水温と呼吸量の関係が図-3に見られるような台形になるのは何故か等については現時点では不明であり、今後これら呼吸の中身についても検討する必要があると思われる。なお、好適水温域に至るまでの低温域での水温と呼吸量の関係式を示し、さらに、これまでのコイ、ティラピアについての試験結果から、呼吸量及び摂餌量が体重のおよそ2/3乗に比例することがわかっているため、ここでもこの関係を用いて体重の項を入れた式を併せて示しておいた。

各魚種についての水温(°C)と呼吸量(O₂cc/day)の関係式

[T:水温(°C), W:魚体重(g), r²:相関係数]

① ダントウボウ (B.W.: 34.1 ~ 52.5 g, 平均 43.3 g)

$$O_2(\text{cc/day}) = 41.03 \times e^{0.0514 \times T} \quad (r^2 = 0.931)$$

$$O_2(\text{cc/day}) = 3.327 \times e^{0.0514 \times T} \times W^{2/3}$$

(ただし, 7.5 °C ≤ T ≤ 27.5 °C)

② ヤマトゴイ (B.W.: 26.5 ~ 31.3 g, 平均 28.9 g)

$$O_2(\text{cc/day}) = 17.78 \times e^{0.0867 \times T} \quad (r^2 = 0.985)$$

$$O_2(\text{cc/day}) = 1.887 \times e^{0.0867 \times T} \times W^{2/3}$$

(ただし, 7.5 °C ≤ T ≤ 24.5 °C)

③ カガミゴイ (B.W.: 31.2 ~ 36.2 g, 平均 33.7 g)

$$O_2(\text{cc/day}) = 17.51 \times e^{0.104 \times T} \quad (r^2 = 0.996)$$

$$O_2(\text{cc/day}) = 1.678 \times e^{0.104 \times T} \times W^{2/3}$$

(ただし, 7.5 °C ≤ T ≤ 22 °C)

④ ヤマトゴイ×イスラエルゴイ:F-1 (B.W.: 26.1 ~ 31.3 g, 平均 28.7 g)

$$O_2(\text{cc/day}) = 10.511 \times e^{0.125 \times T} \quad (r^2 = 0.983)$$

$$O_2(\text{cc/day}) = 1.121 \times e^{0.125 \times T} \times W^{2/3}$$

(ただし, 7.5 °C ≤ T ≤ 21 °C)

参考文献

- 1) 霞ヶ浦北浦水産事務所（1987）：霞ヶ浦北浦における養殖業の現状
- 2) 浜田篤信・津田 勉・狩谷貞二（1966）：網生簀養鯉に関する研究－I，コイの摂餌と成長，茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所調研報告No.8，P.48～55
- 3) 浜田篤信・位田俊臣・津田 勉・狩谷貞二（1975）：日水誌，No.41，Vol.2，P.147～154
- 4) 茨城県内水試（1981）：昭和56年度赤潮対策技術開発試験報告書，P.2～27