

養魚用曝気器具の酸素供給能力

辻村 明夫

アユ養殖は現在ほとんどが地下水を使用しているため一次水の溶存酸素量は低く、また、高密度飼育により曝気器具は不可欠なものとなっている。しかし、その使用は経験によるところが多く、酸素供給量の実測例も少ない。今回、各種曝気器具の効率的な使用をするための基礎試験として、酸素消費のない条件下で酸素供給能力の比較を行った。

材料及び方法

試験期間 昭和59年11月～12月。

試験池 100m²の八角形コンクリート池を用い、水深を63～73cmとした。

試験方法 1) 酸素供給量の計算

諸岡¹⁾は酸素消費のない水槽内の水に対する酸素の溶入速度は、単位容積当りの水とガスとの接触界面の面積、水に溶ける酸素の飽和濃度と現在濃度との差及び液側境膜係数の積で表わすことができるとし次式で示した。

$$\frac{dc}{dt} = KL \frac{A}{V} (C_s - C) \dots\dots ①$$

但し、KL：液側境膜係数

A：気液接触面積

V：水容積

C_s：水中の酸素飽和濃度

C：水中の酸素濃度

$\frac{A}{V}$ は単位容積当りの水とガスとの接触界面の面積でaとし、KLの実測も困難なため、まとめてKLa（総括曝気係数）として取扱うと①は次式になる。

$$\frac{dc}{dt} = KLa (C_s - C) \dots\dots ②$$

KLaは溶存酸素の測定結果より酸素飽和濃度と各測定時間の酸素濃度の差を求め、片対数グラフに経時変化をプロットし得られた直線の傾きより求めた。なお、KLaを求めるための測定値は飽和酸素量の80%までを用いた。

酸素供給量は次式²⁾により求めた。

$$O_2 \text{ g / 時} = KLa \cdot C_s \cdot V \dots\dots ③$$

KLa測定時の温度T°CにおけるKLaを20°Cに補正するために次式²⁾を用いた。

$$KLa_{20} = 1.024^{T-20} \cdot KLa_T \dots \dots \textcircled{4}$$

2) 溶存酸素量の測定

図1に曝気器具の設置場所及び溶存酸素の測定点を示した。溶存酸素量の低い水を得るために汲み上げた河川伏流水の注水口を空気に触れないように水中に入れ、溶存酸素量が安定するまで注水し一定の水容量とした。安定後、直ちに曝気器具を稼動させ、5分又は10分間毎に記録計を接続したDOメーターを用い、測定点の中層で測定した。水中ポンプの酸素供給能力測定時は、0.25KW水中ポンプ2台を横置にし溶存酸素量の均一化を図った。なお、測定は晴又はくもりの日に実施した。

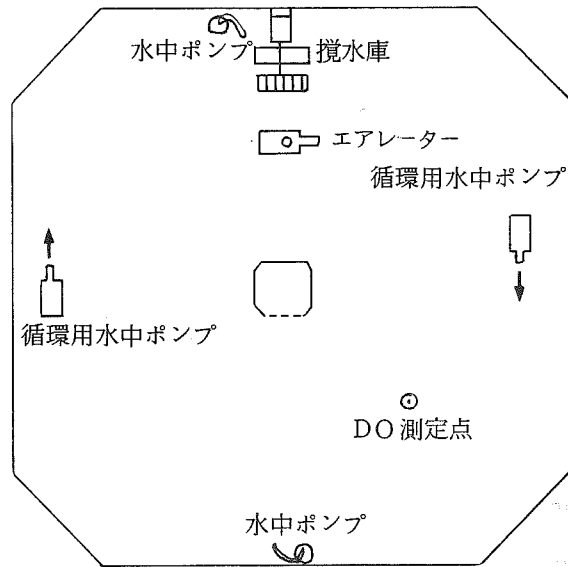


図1. 曝気器具の設置場所及びDO測定点

3) 測定した曝気器具

図2に示した片軸式攪水車 (0.4, 0.75KW), エゼクター式エアレーターA (0.4, 0.75KW), エゼクター式エアレーターB (0.75KW) 及び水中ポンプ (0.4KW 2台による落差40cmの水面落下) について行った。

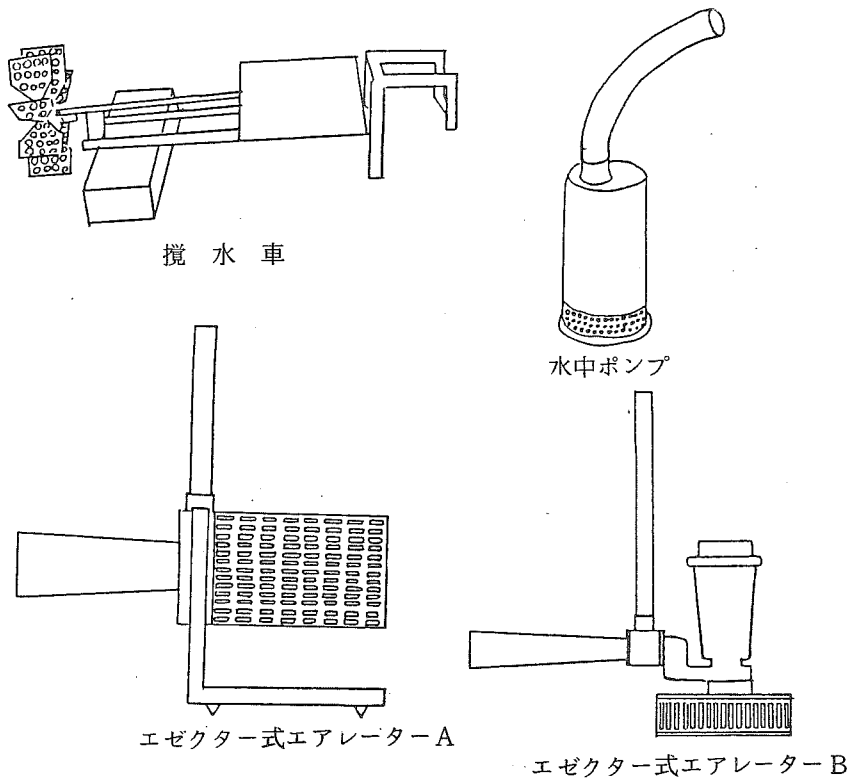


図2. 測定した曝気器具

結果及び考察

0.75KW片軸式攪水車の場合を例とし、図3に開始後20分までの測定結果を示した。これより未飽和量を計算し、片対数グラフにプロットすると図4のようになり、最小二乗法で直線の傾きを求めると $KLa=0.040/\text{分}$ となる。

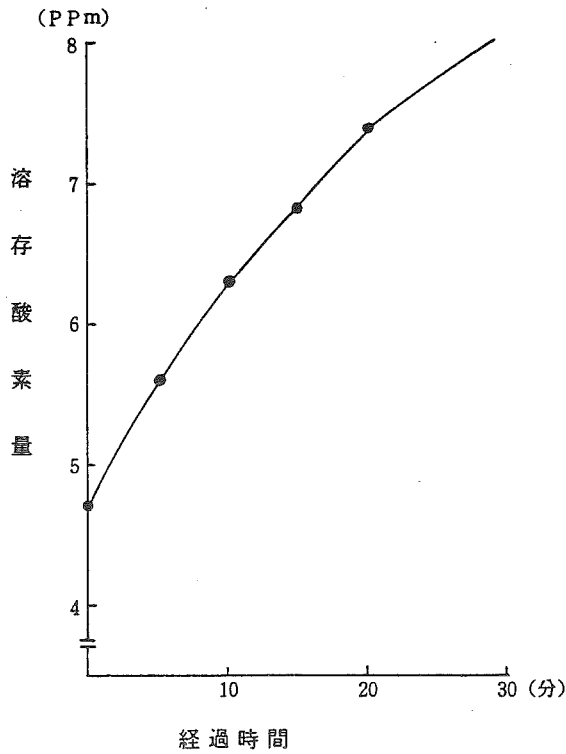


図3. 酸素溶入曲線

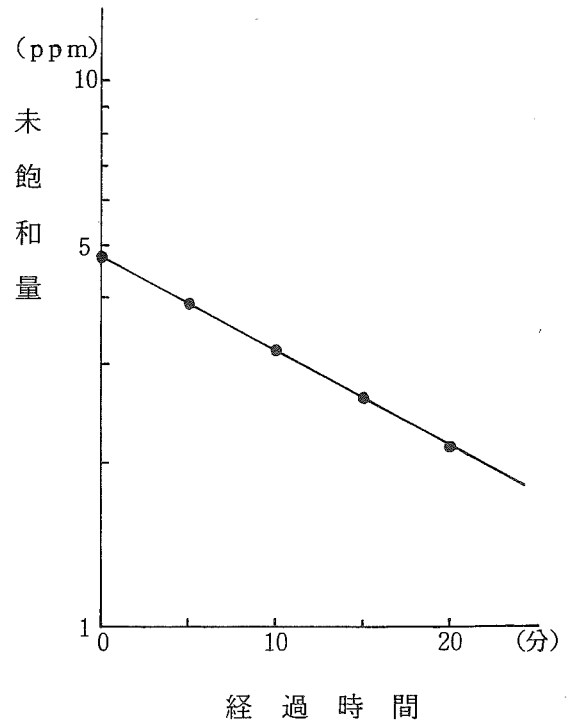


図4. 溶存酸素未飽和量の変化

③より酸素供給量を求めると

$$\begin{aligned} \text{O}_2 \text{ g/時} &= KLa \cdot Cs \cdot V \\ &= 0.040 \times 60 \times 9.50 \times \frac{1}{1.000} \times 70.000 \\ &= 1,596 \end{aligned}$$

$$\text{O}_2 \text{ g/KW} \cdot \text{時} = 2,128 \text{ となる。}$$

この様にして測定した各種曝気器具の酸素供給量を表に示した。攪水車の酸素供給量は0.4KWで649~771g/時、0.75KWで1,173~1,596g/時及び0.4KW+0.4KWで1,667g/時となり、消費電力にほぼ比例してその能力は増加した。1KW換算では1,564~2,128g/KW・時となり、佐野²⁾による1.7kg/KW・時(9.2KWの表面式曝気機)に近く、山下³⁾による730~1,070g/KW・時(0.2KW及び0.4KWの片軸式フロート水車)より大きくなった。エゼクター式エアレーターAは0.4KWで672~777g/時、0.75KWで1,019~1,348g/時及び0.4KW+0.4KWで1,333g/時となり、攪水車と同様にほぼ消費電力に比例してその能力は増加した。1KW換算では1,358~1,942g/KW・時となり、攪水車と同様の酸素供給能力があると思われる。エゼクター式エアレーターBの酸素供給能力は低

表. 酸素供給能力

機 種	水温(°C)	水容量(m ³)	KL _a	KL _{a20}	O ₂ g/時	O ₂ g/KW時
0.4KW攪水車	17.2	63	0,018	0,017	649	1,622
"	15.5	70	0,019	0,017	771	1,927
0.75KW攪水車	17.6	66	0,032	0,030	1,173	1,564
"	16.3	70	0,040	0,037	1,596	2,128
0.4KW+0.4KW攪水車	16.6	70	0,042	0,039	1,667	2,083
0.4KWエゼクター式 エアレーターA	15.8	71	0,019	0,017	777	1,942
"	15.2	72	0,016	0,014	672	1,680
0.75KWエゼクター式 エアレーターA	15.7	73	0,032	0,029	1,348	1,797
"	14.7	72	0,024	0,021	1,019	1,358
0.4KW+0.4KW エゼクター式エアレーターA	15.6	72	0,032	0,029	1,333	1,666
0.75KWエゼクター式 エアレーターB	14.4	71	0,013	0,011	548	730
0.4KW+0.4KW 水中ポンプ	16.2	69	0,008	0,007	315	393

く548 g/時, 1 KW換算で730 g/時となり, エゼクター式エアレーターAの約 $\frac{1}{2}$ 以下の能力であった。このように同様な方式の器具でも機種の違いにより, 酸素供給能力は大きく異なるようである。水中ポンプによる水面落下の場合の酸素供給能力も低く315 g/時, 1 KW換算で393 g/KW・時となり, 今回の測定器具中最も低い値となった。佐野²⁾もバーチカルポンプによる酸素供給能力は非常に低いとし, 落差50cmで0.3kg/KW・時と今回の測定結果に近い値を得ている。

このように今回測定した曝気器具の酸素供給能力は攪水車=エゼクター式エアレーターA>エゼクター式エアレーターB>水中ポンプによる水面落下となった。また, 同一器具による2回の測定値の間にはかなりの差がみられ, 温度補正したKL_{a20}の値にも差がみられた。精度の高い測定には測定点を増やすとともに, 測定条件の均一化をさらに図る必要がある。なお, 今回の測定では開始時の溶存酸素量が4~5 mg/lと高く, 溶存酸素量の変化を十分な時間にわたって測定することができなかった。

今回, 酸素供給能力の比較を行ったが, 今後, 曝気器具の効率的な使用を図るためには, 養殖池での魚等の酸素消費量の測定を行い, その酸素収支から適正な器具を選定すべきであろう。

文 献

- 1) 諸岡等：活魚輸送（水産研究叢書14）日本水産資源保護協会，1-47，（1966）.
- 2) 佐野和生：水産養殖と水，サイエンティスト社，（1979）.
- 3) 山下一臣：養魚用水車の酸素供給量，養鰻飼育管理方式開発調査報告書，84-90（1980）.