

# サケマス稚魚の体力測定装置について

小林 哲夫・大熊 一正

## On the Device for Stamina Measurement of Salmon Fry.

Tetsuo KOBAYASHI and Kazumasa OHKUMA

サケマスの再生産効率は幼稚魚期における生残り割合に左右されることから、健康な稚魚の生産と自然の生産力の高い時期での放流が鍵と考えられており、特に、放流稚魚の健苗性の向上は今後の人工的再生産事業の重要な課題と言えよう。

一般に、健康な稚魚とは人為的に大型にすることが第1と考えられ勝ちであるが、体が大きくとも体力のないもの、また、厳しい自然での生活に重要な運動性が乏しいものなど、大形化は必ずしも強い稚魚とは言い切れないことが色々と体験されている。従来から、健苗性の評価の指標として肥満度、海水適応力、体力（スタミナ）が有効と考えられ、特に、体力については自然の中で食うか食われるかの厳しい生存競争に打勝って行く上で重要な要素であり、それを客観的に表示する方法の確立が期待されている。今の所、魚の遊泳力、流れに対する耐泳力を測定するのが最も有効との観点から色々な方法が試みられ、Thomas *et al.* (1964) に代表されるようなスタミナ測定装置が考案されている。

これら測定装置は精度が高くとも複雑で、大仕掛けのものであっては現場むきではなく、システム化された現状では何処でも簡便に使用出来、そして体力を適確に把握出来る簡単な構造の道具的なものが望ましいと考えられる。

このような見地から、長年、稚魚の流れに対する耐泳力を実験的に測定して来た装置に改良を加えて、簡単な装置の考案を試みたので、その基本的な構造を紹介して、今後の実用化と放流稚魚の健苗育成の参考に供したい。

### 1. サケマス稚魚の走性について

魚類は一般的に流れに向って定位するという性質をもっており、これが正の流れ走性といわれている。この走性は視覚による保留走性、側線器官による転向走性、鰭や腹部にある接触感覚器による転向走性の3因子によって支配されると言われている（生物学辞典より）。

通常、河川生活期のサケマス幼稚魚は常に流れに向って定位し、流れ下る餌を積極的に捕食しているが、生活初期には体も小さく、泳力も弱いので、流れのゆるやかな場所を生活領域としているが、成長にともなって流れの強い所に移行して行く。このことは成長に伴う索餌生態の変化にもとづくものであるが、稚魚の成長にともなうスタミナの向上を如実に示すものである。

実験的に明るい条件下で稚魚の流れに対する反応を観察した場合、流れがないときは一定の方向を示す

ということなく、分散し、行動も様々であるが、水平的に流れを与えると一せいに頭を流れに向けて泳ぎ、群れ作りが始まる。そして流れを強めるに従って一定の場所に定位し、群れの固まりが強まる。更に、強まると定位姿勢をやめて流れとともに下手に移動を始め、群れが崩解することが知られる。この定位行動から流下への変転は次第に流されるという行動より、むしろ流れに抗し、抗し切れなくて身を翻して下流に移るといった行動が多く、その時点の流速は稚魚の体力の限界を示す客観的なそして具象的な数値と見なされる。このような数値は稚魚の流れに抗する泳力を示すことから、定位限界の泳力を最大耐泳力(cm/秒)と表現するのが適切と考えられる。

## 2. 測定装置の基本的構造

流れの中での稚魚の行動は常に視覚が大きく関与することから、その定位行動には群れの場合と単体の場合とでは若干の相違もあると考えられるが、スタミナには個体差が予測され、また群れを対象にした場合どのようにとらえるかが色々と問題があることから、稚魚一尾毎の耐泳力を測定する装置とした。

測定装置の基本原理は高い位置の水槽からゴム管などで排水するときパイプの先端と水槽の水面との落差により、パイプの先端から出る水の速度が違うことを応用した。まず、排水パイプの一端(吸込口側)に稚魚の定位行動が十分観察出来る透明パイプ(棒状、40 cm 前後)を連結し、その一端から吸水し、排水パイプの先端との落差を大きくすれば、透明パイプ内の流速が高まり、稚魚の定位限界が容易に観察出来る。

パイプ内の流速は、落差に対する流量を測定することによって容易に計算出来、落差と流速との間には曲線的関係があることが知られる。管内の流速は測定パイプの太さ(内径)や排水パイプの太さ、あるいは排水条件によって異なるため、実測によって関係式を求めるのが適切である。なお、得られた実験式を用いて、落差値から直ちに管内の流速が知ることが出来る換算表を用意すると何かと便利である。

落差をとる基準となる水面の高さを一定に保つには測定用パイプを浸す水槽の上縁部から常にオーバーフローが生ずるような水量を注入することで解決される。

泳力測定用パイプと連結する排水パイプは常に水を満して、その吸水部は測定用水槽の側面の上縁部近くに固定するか、あるいはサイフォンの応用とするか、何れにしても排水パイプ内に気泡の入らないように留意する。

耐泳力測定は供試魚を測定用パイプに封入し、測定水槽の水中で排水パイプの吸水部と連結する。その際、測定パイプ内に流速を生じせしめないようにするため、排水パイプの先端を測定水槽の基準水面の高さにセットして置く。測定用パイプを連結した後、静かに排水パイプの先端を下げて、落差を広げれば、測定用パイプ内の流速が増し、供試魚は流れの方向に向き、そ上行動、或は定位行動をとる。そして定位不能になった時点での落差を測定すれば、換算表から容易に最大耐泳力 cm/sec.を読み取ることが出来る。通常、稚魚の遊泳行動は水平的であることから、測定用パイプを出来得る限り水平に保って測定することが望ましい。測定用パイプの両端には通水を良くし、供試魚の逃逸が防げる目合の仕切り網をかぶせる。また、測定用パイプ内の流速の安定を図るため、排水パイプの太さは測定用パイプのそれと同程度のものが望ましい。

測定用パイプは複数(5~10本)を用意し、測定開始前に予め供試魚を封入して、封入時のショックによる異常行動を測定面に反映しないように留意することも必要であろう。

測定時間について、泳力測定は稚魚の流れに対する抵抗力の測定であることから稚魚の運動による疲労、

それによる泳力の低下も考えなければならず、短時間での測定が望ましい。実験段階では測定時間は1分間前後が妥当と考えられている。また、耐泳限界の目安は供試魚が泳ぐ意志を失って測定パイプの後端の仕切り網に吸い着けられるか、尾の先端がふれる時点と決めて置くと測定し易い。

落差と測定パイプ内の流速との関係を例示すれば図1の通りである。

測定パイプと排水パイプが略等しい場合には図1に示されるように、落差が増すに従って管内の流速は増加するが、その関係は曲線的な関係が見られ、ベルヌーイの定理(1738)に当てはまることが知られる。そして管径の大きさによって測定有効な範囲が異なることが示され、22 mm 管では流速70 cm/sec., 15.5 mm 管では60 cm/sec.までが測定可能であることが知られる。

一方、稚魚は体成長にともなって体高も増すことから正常な泳ぎの出来る測定パイプの太さ(内径)を考慮しなければならない。実験的に22 mm 管を用いてサケ稚魚の耐泳力の測定結果は図2に示される通りである。図2に示される通り、天然条件下の健康な稚魚では体重0.3 g (F. L. 3.2 cm) から7.8 g (F. L. 9.8 cm) のものまで測定することが出来、体重4.5~7.8 gの稚魚が最大耐泳力が68.0~70.5 cm/sec.平均70.1 cm/sec.と22 mm 管の最大値に当ることが知られた。通常、人工ふ化事業における放流サイズは平均0.6~0.8 g, 大きくとも3 g 前後であることから、20 mm 前後の測定パイプが十分使用出来ることが知られる。なお、測定パイプ内での稚魚の定位行動から見て正常な測定が出来るサイズは体高がパイプ径の70~75%位までが適切と判断される。従って、22 mm 径の測定パイプでは体重と体高の関係からしてサケ稚魚では体重が大凡5 g (F. L. 8 cm), また体高が比較的高いサクラマスでは体重大凡4 g (F. L. 7 cm) 以下のものが生態的にも正常な状態で測定出来るサイズと見なされよう。

これら実験的な測定結果は図2に示される通り、稚魚の成長に伴うスタミナの増加や、その生育条件の実態を適確に明示しており、放流稚魚の健苗性の客観的評価手段の一つとして充分使用出来ることが知られた。

### 3. 実用的な耐泳力測定装置

前項で詳述された基本原理をもとに図3に示されたよう

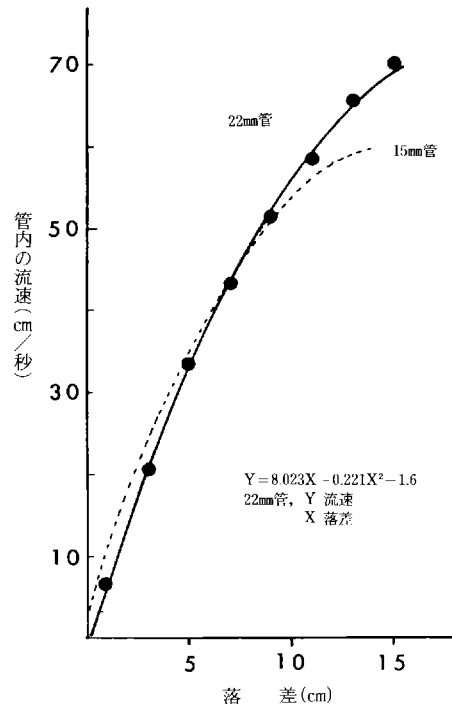


図1 落差と測定管内の流速との関係

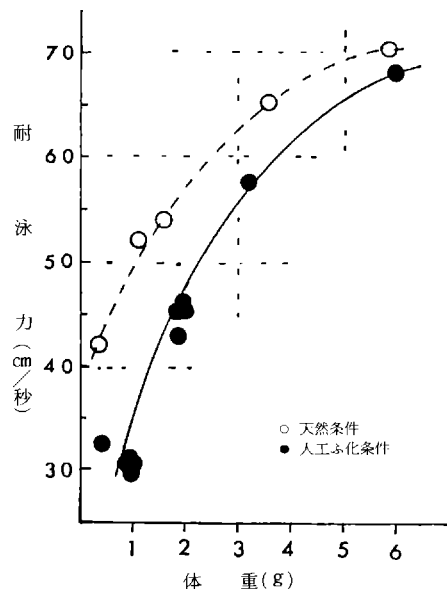


図2 サケ稚魚の成長に伴う耐泳力の変化

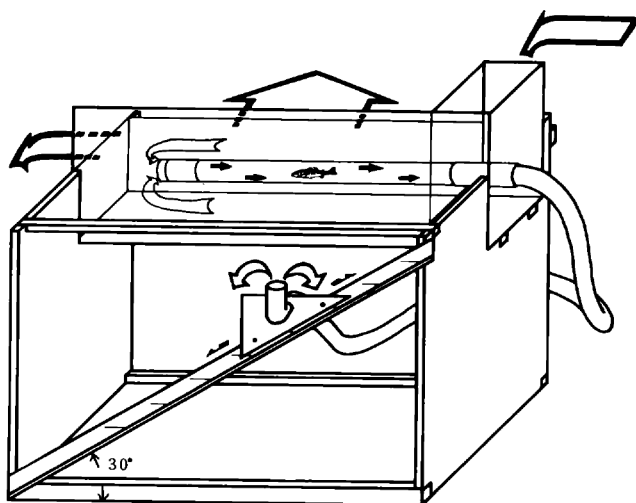


図3 耐泳力測定装置の模式図

測定用パイプ（長さ 35 cm，内径 20~22 mm）を水没させ，吸水部から空気が吸い込まない程度の深さがあれば良いとのことで 50×15 cm，深さ 10 cm とした。また，測定水槽の上縁（2面）からオーバーフローさせて水面の高さ（基準水面）の維持を図り，更に，測定用パイプのセットの場（測定水槽）の水面の安定を図るため，注水部分と仕切り，底から水を補充，注入するようにした。

装置の操作に当って，排水口の水位と測定水槽の水面の一致点（水位差 0 cm）と斜面の目盛の原点を一致させることが最も肝要である。そして測定水槽は出来るだけ水平状態で測定することが望ましい。なお，



耐泳力測定

な実用的な装置を考案した。その特徴点は排水パイプの先端を測定水槽の側面に取りつけた 30°の斜面に沿ってスライドさせて落差をとる。このことは 30°の角度をもつ三角形の斜辺の長さが高さの倍であることを利用したもので，落差 0 を基点として排水の先端を斜面に沿ってスライドさせれば，原点からの距離の 1/2 が基準水面との水位差となる。読取り目盛が倍に拡大されることは測定値の精度を増すとともに，排水パイプの先端の水平方向への移動は垂直移動より操作のし易さと安定性を増すと見なされる。

次に，測定水槽の大きさは測定し易く，

これら考案された装置は今後より操作し易く，コンパクトな構造に改善したいと考えている。

以上，サケマス稚魚のスタミナ（体力）を客観的に表示出来る方法として耐泳力の測定はパイプ利用による水位差の調整で極めて簡単に出来，更に図3に示された軽便な装置の考案によって事業面で広く活用され得る見通しが出来た。今後，健苗の基準範囲（稚魚のサイズ毎の耐泳力）を明らかにし，放流時の稚魚の健苗性のチェック，健苗性の向上に活用され，再生産効率向上に役立つことが期待される。

## 文 献

- Thomas, A. E., R. E. Burrow and H. H. Chenoweth 1964. A device for stamina measurement of fingerling salmonids. U. S. Fish Wildlife Serv., Bureau Sport Fish. Wildlife, Res. Rept., (67): 15p. (丸山英一訳, さけとます 12(19): 5~22).