

卵黄吸収完了時におけるマイワシ稚魚の体重の推定

西 村 三 郎

A Trial to Estimate the Body Weight of a Sardine Larva

By

Saburo NISHIMURA

Abstract

It is difficult to measure the body weight of a sardine larva at the end of prolarval stage separately by direct balancing because of so minute value. Further it is not always easy to obtain specimens of the same size in numbers large enough for balancing in a bunch. Desiccation is also one of the technically difficult problems. Therefore the writer tried to estimate it by indirect ways. The upper limit of estimation was obtained by computing the weight of an ovum in the egg-shell, which was considered to be slightly larger than that of a prolarva. This computation was easily made by solving an equation of neutral buoyancy in a floating egg. The lower limit was obtained by calculating the volume of a larval body multiplied by its under-estimated density. Thus the range of larval wet weight was inferred 0.27-0.21 mgr. The writer tentatively adopted 0.23 mgr. or thereabout as the most probable weight of a sardine larva at the end of yolk absorption phase (about 5.0 mm. in total length). Supplementarily conducted experiments using a chemical balance gave measurements of 2.2 mgr. (when moderately desiccated) and 1.7 mgr. (when strongly desiccated) for 10 larvae ranging 4.2 to 6.1 mm. in total length.

よく知られているように、回游性の海産魚類では、1尾の雌魚の放出する卵数はきわめて大きい。一般に万あるいは10万のオーダーである。それにもかかわらず、これらの魚がいちぢるしくふえることがないのは卵・稚魚期の自然死亡率が非常に高く、成熟に達する前に大部分が死んでしまうからである。わが国において、数年来、積極的に進められてきた魚類資源の研究は、この発生初期における自然死亡の機構の解析およびその量的はあくがきわめて重要な課題であることを明らかにした。(1),(2)

筆者は、マイワシについて、この初期自然死亡の機構を研究中であるが、とくに卵黄吸収以後における稚魚の飢餓の問題と関連して、この時期の稚魚の体重(湿重量)を知る必要にせまられた。それで、種々文献をあさってみたが、まったくその記載がないことを知った。

通常、マイワシ稚魚は海で採集されるとただちにホルマリンで固定され、われわれの調べうるのはこの種の標本である。このものについての秤量には、固定による重量変化という根本的な問題を別としても、大

きさの同じ稚魚の標本を数多く揃えにくいこと（稚魚1尾の重量はきわめて小さいので、個々の稚魚についての測定は、化学天秤をもつてしても不可能である）および、脱水の程度を統一することの技術的な困難さがあり、得られる測定値の信頼性は低い。また、海上において、新鮮な標本について秤量をおこなう場合には、それ以上の困難がつきまとう。したがって、筆者は、次のような間接的な方法で推定を試みた。

I. 孵化前の胚の重量は簡単に知ることができ、そして、この値は、次にのべる理由から、稚魚の体重の上限を与えるものとみることができ：胚の内部では、低位におさえられた形においてはあがるが、たえず代謝がおこなわれて栄養物質を燃焼し、end productsを放出している。また、胚の表層原形質膜は、塩類に対しては不透過であり；水に対してもほとんど不透過であるが、微弱な程度において脱水がおこなわれていると考えられる。孵化後も、卵黄吸収完了までは、一般に稚魚は外界から物質を取り入れることをしない。したがって、表層原形質膜が negative osmosis をおこなわなければ、あるいは、おこなつても無視する程度であれば、胚の重量は卵黄吸収完了までは常に減少の過程にあるといえる。

いま、マイワシ卵の容積を V 、その平均密度を σ 、卵黄-胚の重量を Y 、その容積を v 、围卵腔液の密度を ρ_i 、卵膜の重量を m とすれば、次式が導かれる：

$$(1) \quad \sigma V = Y + (V - v) \rho_i + m$$

ただし、卵膜はきわめて薄いものであるから、その容積は上式では省略してある。

卵が海水中で浮上も沈降もしない場合には、 σ は周囲の海水の密度 ρ_e と等しいから、(1)式は変形されて：

$$(1') \quad Y = v\rho_e - (V - v)(\rho_i - \rho_e) - m$$

發育段階がCa期（胚体がなかば形成されて、その尾芽が卵黄を離れはじめた直後の段階）にあるマイワシ卵についての実験の結果では、これは、温度 $21 \sim 22^\circ\text{C}$ 、塩素量 18.76% の海水と比重的に釣り合う。

すなわち：

$$\sigma = \rho_e = 1.0235$$

v については、これは、球形の卵黄とそれをとりかこむ微小な円柱形の胚体とからなるとみることができ。フォルマリン固定標本についての測定によれば、この發育段階の卵黄の半径は平均 0.38mm である。固定に際しての収縮の割合については不明であるが、スケトウタラ卵巣卵については約 7% という値が得られている。⁽³⁾ この値がマイワシ卵にもあてはまると仮定すれば、生時の卵黄の半径は 0.40mm となる。したがって、その容積は：

$$4/3\pi (0.040)^3 = 0.27 \times 10^{-3} \text{ (ml)}$$

また、胚体の容積は：

$$\pi (0.005)^2 \cdot (0.15) = 0.01 \times 10^{-3} \text{ (ml)}$$

したがって：

$$v = 0.28 \times 10^{-3} \text{ (ml)}$$

(1') 式の右辺の第2項は、第1項と比較して省略してさしつかえないであろうと考えられるが、

$$V - v = 0.002, \rho_i - \rho_e = 0.01 \text{ とおけば*}, 0.02 \times 10^{-3} \text{ となる。}$$

m についてはまったく不明であるが、おそらく非常に小さいものであろう。ここでは省略することにする。

* 卵黄径は卵径のほぼ $1/2$ であるから：

$$V - v = 4/3\pi (0.08^3 - 0.04^3) = 0.002$$

围卵腔液は海水にごく微量のコロイド物質（おそらく多糖類あるいは糖タンパク）の添加したものであると考えられる。コロイド物質の密度を 1.4 、その重量含有率を 3% とすれば：

$$\rho_i = 1.4 \times 0.03 + 1.0235 \times 0.97 = 1.0348$$

したがって：

$$\rho_i - \rho_e = 0.01$$

したがって：

$$Y \leq (0.28 \times 1.0235 - 0.02) \times 10^{-3} = 0.27 \times 10^{-3} \text{ (gr)}$$

すなわち、卵黄吸収時における稚魚の体重（湿重量）は 0.27 mgr 以下と推定される。

Ⅱ．卵黄吸収完了直前の稚魚の容積は比較的容易に求めることができるので、これと、最も確からしい稚魚の密度とを用いて、その体重を推定することができる。

この時期の稚魚の基本的形態はきわめて細長い円柱とみることができる。頭部はやや膨大しており、これは楕円体をなしている。尾部は次第に細まっているが、胴部下面に沿って走っている腸管の容積をもつて補充すると、体幹部は一樣な太さの円柱とみることができる。したがって、稚魚を上述のような楕円体と円柱との組み合わせとみなしてその容積を計算した。その結果、全長 4.5mm のものについては 0.19×10^{-3} ml、同じく 5.1mm のものについては 0.21×10^{-3} ml という値を得た。ただし、固定による収縮は考慮に入れていない。したがって、やや過小に偏っているであろう。これらはいずれも卵黄吸収完了直前の発育段階のものであつて、おそらく、まだ摂餌はしていないと思われる。ここでは平均容積として 0.20×10^{-3} ml とすることにす。これらの稚魚の体幹部の背側および腹側は、その正中線に沿って連続して走るかなり巾広い膜鱗によつて縁どられているが、計算に際してはこれの容積を省略した。したがって、この意味においても、上の値は過小に傾いている。

次に、稚魚の平均密度についてであるが、死亡直後の新鮮な標本は通常は海水中ではかなり急速に沈降する。稚魚の形態が極端に細長く、かつ、巾広い膜鱗を有していて、沈降に際しては水の粘性抵抗を強く受けるように浮遊生活に適応しているのにもかかわらず、急速に沈降することは、稚魚の密度は海水のそれよりもかなり大きいことを物語る。すなわち、1.024 よりもかなり大きい。しかし、1.2 より大きくなることはないであろう。ここでは、結果を過小に偏らせるために、すこし小さめに、1.05 という値をとることにす。その結果、稚魚の体重は 0.21 mgr 以上ということになる。

以上から、卵黄吸収完了直前におけるマイワシ稚魚の体重（湿重量）は 0.21~0.27 mgr の範囲内にあることが推定された。この範囲内のどの辺に落ちるものであるかはわからない。卵黄吸収完了時における稚魚の大きさ自体にかなりの個体変異があるので、一概に、ある 1 点の値を挙げて示すことはできないだろう。しかし、その平均的な値としては、0.23 mgr の程度をとるのが妥当ではないかと思われる。

最後に、実際に化学天秤を用いて秤量をおこなつた結果について記す。しかし、前述したように、この方法ではきわめて rough な値しか求められないのであつて、ここでは、単に上の推定値を check するという意味でおこなつたのである。

全長 4.2~6.1mm（前期稚魚期中頃から後期稚魚期のはじめまで）の稚魚 10 尾について、水洗してフォルマリンをぬき去つた後、濾紙上で付着水をほぼ完全にのぞいた場合、および、単に drip だけをのぞいた場合についてそれぞれ測定したところ、1.7 mgr および 2.2 mgr という値を得た。測定直後稚魚を檢鏡して、前の場合にはかなりの程変に、また後の場合にはやや乾燥していることを認めた。いずれも自然状態における形態からいぢるしく shrink していた。したがって、上の測定値は幾分過小に傾いているであろう。この点を考慮すると、さきに求めた推定値の妥当性に関してなんらかの示唆が得られると思う。

おわりに、秤量にあたられた日本海区水産研究所の安尻恭子嬢に感謝の意を表す。

引 用 文 献

- 1) 中井甚二郎ほか (1955): 鱈資源協同研究経過報告 (昭和24~26年), 東海水研
- 2) 山中一郎ほか (印刷中): 同 (昭和29年), 日本水研
- 3) 尾形哲男 (1955): スケトウタラの研究, 底魚資源調査概報 No. 7, 日本水研