

マダイ (*Chrysophrys major* TEMMINCK et SCHLEGEL)
の卵および仔魚における油球の
発生生理学的意義について

四 竈 安 正*

On the rôle of the oil globule in the egg and the larval fish
of the sea bream *Chrysophrys major*
TEMMINCK et SCHLEGEL

Yasumasa SIKAMA

(with 2 Plates)

1. は し が き

魚卵の発生生理に関しては、すでに多くの研究がある。卵中に含まれている油についても種々研究され、その物理学的大および化学的性状をはじめ、卵の浮遊機構としての意義や、胚体发育の栄養源としての意義も古くから知られている。

一方、種々の魚類において卵の初期発生に光の作用が問題になることは認められているが、その場合の光の作用機構についてはまだ知られるところが少ない。

魚卵の発生障害の病理という立場から見ると、このような機構の理解によって、時に魚卵をその大量斃死から救い得ることもあるのではないと思われる。

私はマダイ (*Chrysophrys major* TEMMINCK et SCHLEGEL) の養殖の基礎研究にさいして、その卵が光の作用機構の点で極めて有意義と考えられそうな顕著な機構を有することを観察したので、簡単に報告する。

2. 油球に見出された光の作用機構

マダイの発生については、すでにいくつかの研究が発表されている。マダイの卵はだいたい 17~19°C で約 2 日で孵化する。産出された卵は球形、径 1.0~1.2 mm で、なかに 1 コの大きな油球 (径 0.3~0.4 mm) をもっている。受精すれば比重 15°C で約 1.0245、普通海水に浮く (Fig. 1)。油球は軽いので上に、胚体は重いので下に位置している。

このような卵が自然状態で受ける光の主なものとは日光であり、それも主として上から投射されることは説明を要しない。

油球は屈折率が高い。そこで当然凸レンズとして働き、卵内の細胞分裂に何らかの影響を及ぼしていると思える。しかし、分裂の初期しばらくの間の光の照射に対して卵自体にどのような反応態勢があるかはまだ知られていない。ただここで見逃してならないと思われるのは、一口にマダイ卵が普通海水に浮くといっても、事実はそう簡単ではなく、ぎりぎり一杯辛うじて浮くというような比重の水質が自然に選ばれて産卵されているのではないだろうかということである。このことは当然浸透圧という問題に関しても卵および仔魚の発生に密接な関係をもっていると思われる。

* Kannonzaki Fishery Biological Institute, Yokosuka, Japan.

事実、マダイの人工受精においても健全な発生を示す卵と未熟・不全発生・不受精・斃死卵との間では浮き沈みが第一の標式になるといっても過言ではない。しかも、この僅かの浮き沈みが行なわれている海の表層近くこそ光の量がもっとも大きく変動するところであることは、すでによく知られている。すなわち水深 1 m ですでに光は約半分になってしまう。初めは急に、そして深くなるほど減り方は緩かになる。

少なくとも光に著明に反応する黒色色素細胞は、さらに胚体の発生が進んで胚の体長が卵の円周長の約 $1/2$ に達する頃までは明瞭でない (Fig. 3)。胚の体長が卵の円周長の約 $2/3$ に達し (Figs. 2, 4), 耳胞・心臓・肛門付近の消化器原基が目立つ頃になると、油球と胚体の上に色素細胞が多数認められるようになる。

この場合、油球上の黒色色素細胞は油球の胚体に面した側にのみ偏在する。この事実は非常に注意されなければならない。すなわち、この色素細胞は油球という凸レンズに付属して絞りの役をなすと見做されるからである。すなわち、それぞれの光の量に応じて、Fig. 4 では色素細胞は中等度の、また Fig. 5 では高度の、また Fig. 6 では低度の色素微粒子の拡散状態を示している。Fig. 5 は孵化の現場を撮影するために、卵を長時間光にあてつづけた場合、Fig. 6 は光に敏感な仔魚を可及的暗所に置き、急に露光して撮影した場合である。孵化後約 10 時間までの仔魚はまだ卵黄囊を上にして仰向けに水面に浮いている。従って、凸レンズの作用をしている油球と仔魚体との位置的関係はそれが卵内にあったときと大差がない。光の作用機構についても両者間には大差がないものと見てよいであろう。

孵化後約 1 日を経た仔魚 (Fig. 7) では、卵黄囊や油球が大分小さくなり、仔魚の姿勢が孵化時の仰向位から、倒立位を経て、次第に正位をとるようになる。この姿勢の転位に伴って、必然的に上記の油球上の黒色色素細胞の役割にも変化を来す。この頃になると油球の尾側にも色素細胞が見られるようになる。そして孵化後約 1 週を経る間に卵黄はもとより、油球も次第に吸収されてしまう。すなわち、この時期になれば油球は最早、浮力の保持者および光の集合者としての仕事をすまして、仔魚発育のための栄養源として利用消費されるわけであろう。かくて孵化後約 2 週間を経れば、内臓諸器官の発達が目立ち、形態も行動も“魚”らしくなる (Fig. 8)。この頃になると趨光性も著しくなる。さらに孵化後 27 日のただ 1 尾の仔魚についての観察 (1960 年 6 月 13 日正午、晴) で、丸形ガラス水槽、鞭毛虫で淡緑色を呈した、水深 10 cm の水中に置かれた仔魚は、戸外直射日光の下では全く狂ったように乱泳したが、室内散光下に戻すと直ちに平静に帰り、殆んど何事もなかったかのごとく餌料のブラインシュリンプ幼生を摂取した。この頃の仔魚に対する光の作用の重大性の一端をうかがうことはできると思われる。この 1 尾の仔魚もその後 1 週間を出ないうちに孵化後 33 日で死んだ。戸外直射日光下、水深 10 cm の光量は仔魚の乱泳ぶりから見ても適当なものではなかったであろう。

ひるがえって黒色色素細胞が油球という凸レンズに付属して絞りの役をなすと見做される孵化前後 10 時間の卵や仔魚に対する光量の至適範囲を考えると、それはこの色素細胞の色素微粒子拡散凝集反応に対する光量の至適範囲と一致するとまでは行かなくとも、恐らく密接な関係をもつであろうと思われる。

今回の研究には遺憾ながら照度の測定を全く欠いた。光量の測定と光量の過不足に基く卵および仔魚の発生障害を病理学的に検討する仕事はともに将来に残されている。

3. 油球の発生学的位置

上述のように、マダイ卵においては 1 コの大きな油球と、これに付属する黒色色素細胞とによって光が胚体の重要器官の形成に作用すると思われる顕著な機構が観察されたのであるが、さらにか

くのごとき黒色素細胞が油球の胚体側半球に認められるという事実は、それから一層深い意味を汲みとらねばならないことに注意すべきであろう。すなわち、油球はいったいどこにあるのかということである。

元来、油球は屈折率が高く目立つので、一見してその所在を知り得るのであるが、その正しい発生学的な位置を知ることは必ずしも容易でない。そしてこれを知ることは将来仔魚の發育につれて油球が吸収されて行く過程を追及するために恐らく不可欠のことであろう。

油球は一見卵黄囊の内部にあるように見えるが、少し注意すれば外観だけでも、それが決して單純に卵黄囊の内部にあるのではなく、この部分の卵黄を押しつけて卵黄囊を凹ませ、卵黄からは一応隔離されて、座を占めていることがわかる (Figs. 3, 4, 5, 6)。この事実は切片標本によって、さらに確められる (Fig. 9)。すなわち、油球が占座するところは、発生学的に言えば、外胚葉性の腹壁表皮と内胚葉性の卵黄囊との間にはさまれた間葉系に属する、いわば体の一番深いところでもある。従って、油球をめぐって間葉系の細胞が存在し、油球と卵黄囊との間の極めて狭い間隙にまでも入り込んで、そこに黒色素細胞を形成しているということも自然と考えられる。油球がかくのごとく仔魚においてもすでに間葉系内に存在すると見做されることがあるという事実は、成長した動物体におけるその所在(間葉系内)と照合して興味深い。しかしさらに注意すべきことは、間葉系内に存在するといっても、それは内胚葉と密接して存在するということである。この発生段階ではまだ間葉系は極めて貧弱で、散在する間葉系細胞もほんの少きり見当らない。上述の黒色素細胞や油球と卵黄囊の間に見出される間葉系の細胞もあるいはそれらが見出される位置で、またはその極めて近くで中胚葉ないし内胚葉から形成されたのかも知れない。

4. お わ り に

マダイの卵が光の作用機構について極めて顕著な特性を有することは上述のごとくであるが、多くの海水性浮遊魚卵のなかには、マダイと同様の大きな単一油球をもつものが多数見出されると同時に、一方では数コないし数十コの小さな油球をもつものや、余りに小さいため殆んど見出されないで、一般には油球がない卵として扱われているものなどもある。もちろん最後の場合でも外見上油球として認め難いというだけで恐らく微粒子として成分的には含まれていることが多いのであるから、要は程度の差に過ぎないであろう。将来もしこれら一連の魚卵について、油球が光の作用機構上どんな役割を演じているかを追及するならば、マダイにおける一つの顕著な例を見るよりも、はるかに重要な意義を見出すに違いない。

本研究は 1958 年から 1960 年にかけて、観音崎水産生物研究所において行なったマダイ養殖のための基礎研究の一部である。終始献身的な助力を惜しまれなかった研究員の山下金義・西塚隆・野本浩司の三氏に衷心より感謝する。また Figs. 1, 2 の写真は 1960 年 5 月 16 日、同研究所で毎日新聞社写真部の岩合徳光氏が撮影された。本論文に掲載を快諾された同氏の御厚意に深謝する。

Résumé

The egg of the sea bream *Chrysophrys major* TEMMINCK et SCHLEGEL has a large oil globule which plays on one hand the important rôle as a float for the egg (Fig. 1) and on the other hand as the nutrient for the embryo and larval fish. Besides the oil globule may act as a lens to condense the sun light by its high index of refraction. The condensed light will certainly be effective for the development of embryo in the dim light in the water.

When the length of the body of the embryo reaches as two third long as length of the circumference of the egg many chromatophores, especially conspicuous melanophores, appear on the oil globule and the body of the embryo (Figs. 2, 4)

The distribution of the melanophores is very characteristically limited on the surface of the semisphere of the oil globule which faces to the main part of the body of the embryo. The melanophores may act there as an iris and control the dose of the light by their contraction and expansion (Figs. 4, 5, 6).

The day after the hatching the yolk and the oil globule of the larval fish diminishes somewhat in size. Then the larval fish begins to swim in the normal attitude (Fig. 7).

After the turning of the attitude the melanophores on the surface of the oil globule show the remarkable change in their arrangement or distribution and set free from the rôle of the iris on the lens.

Two weeks later the more development of various internal organs is recognized and the larval fish get the more fish like appearance both in shape and behavior.

The situation of the above mentioned melanophores suggests the fact that the oil globule is not completely enblosed in the yolk, but comes only into contact with the yolk, namely the oil globule is already situated in the embryo in the mesenchymal portion of the body.

図 版 解 説

- Fig. 1. マダイの初期分裂卵。受精後約 1 時間半、油球は軽く胚体は重いので、卵は油球を上にして浮いている。
- Fig. 2. 色素細胞が目立ってくる時期。Fig. 4 とほぼ同期。
- Fig. 3. 受精後約 33 時間。胚体長は卵の円周長の約 $1/2$ 。油球・眼胞・クッペル氏胞・筋節が見分けられる。黒色色素細胞はまだ明瞭に現われていない。Fig. 2 より少し若い時期。
- Fig. 4. 受精後約 50 時間。胚体長は卵の円周長の約 $2/3$ 。耳胞・心臓・肛門付近の消化器原基が目立ち、油球および胚体上に黒色色素細胞が多数認められる。油球上の黒色色素細胞は胚体に面した側のみ見られる。色素細胞は中等度の拡散状態を示している。
- Fig. 5. 受精後約 51 時間。孵化中。油球中の黒色色素細胞は高度の拡散状態。
- Fig. 6. 孵化後約 8 時間半の仔魚。この頃の仔魚は卵黄囊を上にして、仰向けに水面に浮いている。油球上の黒色色素細胞もまだ胚体側半球にのみ認められる。黒色色素細胞が低度の拡散状態にあるところを撮影したもの。油球のほぼ中心を通過して鈍い暗い線がうつっていることによって、油球が卵黄から一応隔離されていることがうかがわれる。
- Fig. 7. 孵化後約 21 時間の仔魚。その姿勢は次第に仰向位から倒立位を経て正位に転じつつある。卵黄囊も油球も少し小さくなり、油球の尾側にも色素細胞が認められるようになる。
- Fig. 8. 孵化後約 2 週間の仔魚。内臓の発達が目立つ。油球は完全に吸収しつくされて認められない。
- Fig. 9. 油球と卵黄囊との関係を示す切片標本。
- Fig. 10. 同上模式図。



