マダイにおける櫛鱗の棘の発達について*

小林久雄・戸谷 肇

(1964 年 5 月 11 日受理)

STUDIES ON THE DEVELOPMENT OF CTENII IN THE CTENOID SCALES
OF RED SEA BREAM *CHRYSOPHRYS MAJOR* T. ET S.

Hisao KOBAYASI and Hazime TOYA**

We observed the developmental process of ctenii in the ctenoid scales of red sea bream *Chrysophrys major* TEMMINCK et SCHLEGEL in comparison with that of common sea bass *Lateolabrax japonicus* CUVIER et VALENCIENNES, and the following results were obtained.

1) In this fish, we found another example of a similar destruction phenomenon in fully formed spine of ctenoid scales to what we ascertained in that of common sea bass (KOBAYASI and MIWA, 1964).

2) But in this species, they formed a split between the proximal and the middle portion of spine just before the starting of destruction phenomenon, and a similar split emerged between the middle and the distal pointed portion some time after the formation of primary split.

3) Another destruction was observed that extended from distal portion to anterior direction beside one or both side destruction of middle portion of split.

4) On the observation by sectioned materials, the scale increases in size and thickness by the addition of scale substance in the direction of scale margin and lower surface, but it does not on the upper surface.

5) The fact above-mentioned in 4) coincides with that of goldfish by HIYAMA and ICHIKAYA (1954) and YAMADA (1961), but it does not with the contents of HASE's paper (1911).

6) If the HASE's opinion is correct, the old spinal bases of the ctenoid scale should be imbedded in the scale substance, but our observation was not so in fact.

硬骨魚類の櫛鱗における棘の発達, いわゆる放射型配列をなす棘が基部を残して崩壊し, その後方に新しく新棘を形成する過程については, 小林・三輪 (1964) がスズキにおいて観察し報告したが, まだ多くの疑問を残している。そこで今回はマダイを用いて, スズキにみられたと同様の棘の崩壊現象がみられるかどうかを確かめ, スズキのそれと比較するとともに, さらに鱗の切片を作成することによつて, その形成の過程を立体的に吟味しようとしてこの研究を行なつた。

材料および方法

この研究に使用したマダイの稚魚の標本は愛知県の三河湾産の規準体長 3.7~26.0 cm の約 55 個体で, まずホルマリン漬の標本を水洗後, 鱗をはがしてこれを 5% の NaOH に約 1 日間浸し, ついでこれを 1% の Alizarin S を適度に加えた MALL's solution の中に移して 1~2 日おいて染色して後にプレパラートを作成してこれを観察した。切片作成の場合には VON EBNER 氏液の中に約 1~3 日位浸して鱗を脱灰して, 後に過飽和の NaCl 液で酸を除き, ついで 1% の Eosin で染色後パラフィン切片を作成し, プレパラートを作つて観察した。

* この報告の内容は昭和 39 年 4 月 3 日の日本水産学会の年会で発表した。

** 愛知学芸大学生物学教室 (Dept. Biol., Aiti Gakugei Univ., Okazaki, Japan).

観 察 結 果

まず表面的観察において、完成された棘の崩壊は、その最も初期に棘の基部と中間部を区切るひび割れのような切れ目（以下これを切断面と記す）が生ずる。この切断面は崩壊現象を起こすすべての棘に、これが終るまで存在し、鱗の辺縁あるいは新しく生ずる新棘原基の辺縁とも一致しなく全く別のものである。この切断面ができて後、棘先端部の後方、鱗の辺縁部がやや突出しはじめ、それと同時に切断面あたりに微粒状をなす新棘物質が現われる。その後の崩壊過程は表面的観察においては3つの型に分かれる。すなわち棘の中間部の片側から崩壊が進む場合を仮に第1型とすれば、第2型はその両側から進む場合であり、さらに今回はじめて気づいた棘の先端から基部の方向と進む第3型を知った。まず中間部の片側あるいは両側から進む崩壊はちょうど基部と中間部を区切る切断面を境にして、基部を残して中間部のみが滑かに崩壊されてくる。中間部がある程度この崩壊が進行するうちに新たに棘の先端部と中間部を区切る第2の切断面を生ずる。まれに第2のものはもつと早く第1と同じ頃生ずることもある。崩壊はこの2つの切断面を境にして、先端部と基部を除いて中間部のみに起こつて、ついには棘質はほとんどなくなる。その後中間部と断絶された先端部は、しばらく残つてはいるが、ついには消失してしまう。この間にはじめ顆粒状であつた新棘物質はたがいに固着してはぼん臓形の棘の原基を形成し、やがてこれが次の新棘に成長していく。結局は崩壊を起こす棘はその基部を残して、その後方に新棘が形成され、これを繰返して棘列を形成することになるのである。またいつぼう棘の先端部から基部の方向すなわち前方に進行するその崩壊は新棘物質の形成が中間部から崩壊するものより早期に起こつて、ちょうど旧棘を包囲するような形に新棘の原基が生ずるような場合が多い。まず尖つていた棘の先端が丸味をおびてきて、やがてその先端部がほとんど崩壊してしまふと新棘物質が旧棘の追いこして前進成長し、先端部から進んできた崩壊が次第に中間部に及んで、中間部もその一部を残して全く消失し、ちょうど新棘が旧棘の中間部の端にくいこんでいるような状態になる。そして中間部が全く消

Fig. 1. Both side destruction of spines.

A: showing primary and secondary splits, B: showing primary split and beginning of new spine formation, C: showing stage just before middle portion melt way, D: showing remnant of apical pointed portion.

Fig. 2. One side destruction of spines.

Fig. 3. The third type destruction of spines. Apical and middle portion gradually destruct from apex to spinal base direction.

D: showing destruction finished and a new spine formed.

Fig. 4. Diagrammatic figures showing order and three types of spine destruction and new spine formation by superficial observation. Dotted lines showing anlage or newly formed young spines.

失してしまうと、ついには旧棘は切断面によつて断絶された基部のみを残し新棘が完成されていくのである。しかしこの第3型の場合は中間部から先に崩壊はじめる棘のような尖端部と中間部をし切る切断面の形成は認められない。このようにして順次にその基部を残して新棘が付加されることによつて棘数を増し、辺縁棘のみが完全棘で、それより前方のものは基部のみである放射型排列の棘列をもつ櫛鱗が形成されるわけである。

以上は表面的観察の結果であるが、この崩壊過程を切片によつて観察することは頗る困難であつた。ということはほとんどすべての棘列は放射状に位置し前後の方向に正しく位置しているものは中央の1列のみであるから、いかにマイクロームの刃を棘切に平行に当るように切片を作ろうとしても、正確に棘列を縦断することは極めてむずかしく、また完全な棘縦断面を立体的に観察できたとしてもそれが表面からみた棘の崩壊過程のどの時期に相当するかを正確に見極めることはこれまた極めて困難である。それゆゑ切片による観察はできるだけ多数の材料によつて推察するより仕方がなかつた。

Fig. 5. Longitudinal section of scales.

A: showing scale substance is constructed in many layers, B and C: showing section of spined area, a and b: proximal portion of old spines, c: new formed spine, p, m and d: proximal or basal, split, middle and distal portion of spines.

切片による観察においても棘の崩壊にあたって生ずる基部と中間部を境とする切断面は明瞭にみることができた。しかもこの裂目はいずれの場合でも後方に向かつて斜めの方向をとっている。またそれとほぼ同じ時期にその下層域に新棘物質が生ずる。崩壊は棘の基部と断絶した中間部のみが独自に、あらゆる方向から進み、下層域に生じた新棘物質がかなり成長し、中間部の溶解がさらに進むと新棘が旧棘の先端部を前方に追いこして成長する。中間部と先端部はその一部を残して全く崩壊し去り、新棘が完全棘に近づく。やがて中間部の一部も消

Fig. 6. Diagrammatic figures showing order of destruction of spine and new spine formation by sectioned prepares.

a and b: basal portion of old spines, c: completely formed marginal spine, c': basal portion of marginal spine or just destroyed marginal spines, c'': middle and distal portion of marginal spines, d: newly formed marginal spines, sp: splits.

Fig. 7. Diagrammatic figures showing scale growth by our opinion (B) in comparison with HASE's one (A).

失し、旧棘はその基部を残すのみとなる。そして新棘はますます発達して完全棘になる。切片による観察においては崩壊の中期に棘の中間部と先端部を区切る切断面はついに観察できなかつた。

さて鱗の成長の様子を知るため、この切片によつて棘が崩壊し終つて基部のみが残存して旧棘と新しく形成された新棘の位置を比べてみると旧棘の基部に対して新棘は常によりやや下層域に存在する。また崩壊を起こしつつあるものでも新棘物質は旧棘の基部と分離している中間部および先端部より下層域から発生してくる。さらに残された旧棘の基部列の基部それぞれを比較してみても、棘域の辺縁部に向つて若い基部はそれより古くて前方にある基部よりもすべてより下層レベルに位置していることが、鱗の実質の層の流れを追求してみると明瞭にわかる。またこれらの旧棘の基部の上面にはいかに鱗が成長しても全く鱗物質は添加されない。すなわち旧棘として残存した基部は鱗物質の外面向への添加によつて鱗の実質内に埋没することではなく、常に鱗の最上層に位置している。

考 察

一般に櫛鱗は特別の場合を除きその成長とともに棘数を増加する。1本の棘がある程度成長すると、この棘には崩壊現象が起こつてその一部すなわち基部のみを残して鱗の外側に向けて新しい棘を形成するものと思われる。この崩壊の過程をすでに報告されているスズキの場合（小林・三輪，1964）と比較してみると、これから崩壊を起こすと思われる棘と、すでに崩壊を起こしつつある棘または崩壊過程の中期に基部と中間部の境および先端部と中間部の境に必ず切断面が生ずることがスズキのそれと違うところと思われる。勿論この切断面は成長の途中にある棘、あるいは新しく完成した棘には全くみられず、また棘列の1列おきに切断面が生じている状態がしばしば観察できる点で、棘の成長がその初期発生から考えて1列おきに発生してくる点からして、この棘に切断面が生ずる現象が崩壊の1段階であることに相違ないと考えられるのである。切断面の生ずることは切片によつても観察できるが、その発生機構についてはわからないとしても、崩壊の進行中は中間部と旧棘基部または先端部は切断面によつて全くつながりがなくなる。このことは表面観察において棘の崩壊が決して基部や先端部にまで及ばないことを意味するものである。またスズキの場合とちがつてマダイにおいては棘の先端部から中間部へ方向に進む別型の崩壊があることが沢山観察できた。なお前章において述べたように新棘物質が旧棘より常に下層のレベルに生じていること、また形態からみて崩壊あるいは溶解物質(?)とも考えられるものが棘化した新棘物質より分泌されるかのように想像される位置をとっていること。また中間部の溶解がその棘のおもに下面からなされることなどから鱗の成長の方向が説明づけられると信じられる。また表面的にみた棘の崩壊とこのことを合せて考察すると、中間部の崩壊は棘の下面より上面に向つて進行するものと考えられる。それゆえに表面的観察における棘の片側から進む崩壊は両側から進む崩壊の過渡的な一段階とも思われる。もしそうであつたならこの両者を別型として区別するのは無意義かも知れない。

さてこれまでに鱗の成長を、魚を一定期間飼育することによつて観察されているのは、すべて円鱗魚であり、櫛鱗魚においてはまだなされていない。円鱗の成長についてはかなりよくわかつていたが、上記のような棘の成長過程については何もわかつていなかったのである。そこで著者らは前記したように旧棘と新棘の立体的位置の比較によつて棘の成長は勿論、鱗そのものの成長についてもこれを再吟味することができたのである。すなわち鱗の成長がその辺縁と下面にのみ進むもので、上面には鱗物質の添加は行なわれないことを再確認することができた。この事実は金魚について飼育実験から報告されている檜山・市川(1952)、山田(1961)の結果と一致するものである。HAZE(1911)は鱗の成長は鱗の表面にも内面にも行なわれることによつてその大きさと厚さを増していように考えたが、このことが真実ならば櫛鱗の場合旧棘の基部は鱗の成長が進むにつれて、次第に鱗の実質中に埋没していることになるわけであるが観察の結果は上述のとおりである。HAZEの論文にある鱗の成長を示す断面模式図は、わが国においては川本(1956, '62)の魚類生理学にも引用されているが、これはFig. 7の(B)ように改めるべきであると思われる。

摘 要

(1) 小林・三輪 (1964) が記載したスズキの櫛鱗の棘における崩壊現象が、マダイのそれにも見いだされた。

(2) マダイの場合はスズキのものと違って崩壊の起こるに先立つてまず棘の基部と中間部を境する切断面を生じ、ついで中間部と先端部の間にも同じような切断面が現われる。そして中間部のみが溶解されるように消失し、ついには残された先端部も消失し、基部だけが残存する。

(3) 崩壊にはスズキの棘でみられた中間部の片側および両側崩壊の外に、マダイでは棘の先端からはじまつて基部の方向に向うものがある。

(4) 切片による観察によつて、鱗物質は鱗の辺縁および下面にのみに添加されることによつて、鱗はその大きさや厚さを増大するが、鱗の上面には鱗物質の添加は行なわれないことがわかった。

(5) 上記 (4) のことは檜山・市川 (1954) および山田 (1961) が、ともに金魚の円鱗の成長について研究された結果と一致し、HASE (1911) の論文の内容とは違っている。

(6) HAZE の考えが事実ならば、櫛鱗の旧棘の基部は鱗の実質内に次第に埋没されることになるわけであるが事実は決してそうでないことが実証された。

謝 辞

筆をおくにあつて、この研究に使用したマダイの稚魚の多数の標本を割愛して下さつた、東大伊川津水産実験所の平野助教授と、稚魚の一部の種名を同定をして下さつた九大水産学教室の塚原教授に謹んで感謝の意を表する。

文 献

- 1) HASE, A.: Die Morphologische Entwicklung der Ktenoidschuppen. Anat. Anz., **40**, 330~356 (1911).
- 2) HIYAMA, Y. and ICHIKAWA, R.: A Method to Mark the Tinne in the Scales and Hard Tissue of Fishes to See Their Growth. Jour. Ichthyol., **2** (3~4), 156~167 (1952).
- 3) 川本信之: 魚類生理学・石崎書店, 第1版および増補改訂版, 213 (1956, '62).
- 4) 小林久雄・三輪満敏: スズキ *Lateolabrax japonicus* CUVIER et VALENCIENNES の稚魚の鱗の初期発生とその櫛鱗の棘の発生経過について, 動雑, **73**, 2~26 (1964).