

## コチ科魚類における雌雄同体性と性転換現象—III. 種的分化と性転換様式の変異

藤井 武人  
(1974年3月17日受領)

### Hermaphroditism and Sex Reversal in Fishes of the Platycephalidae—III. Variation in the Mode of Sex Reversal and Speciation.

Taketo Fujii

Among platycephalid fishes, transition on sexuality from hermaphroditism to gonochorism is recognized paralleled with the patterns of morphological changes of gonads accompanied by protandrous sex reversal. Here, the speciation of platycephalid fishes was reexamined on the basis of the taxonomic study of Matsubara and Ochiai (1955), considering a few additional characters. As a result, it became clear that declination of the hermaphroditic nature corresponds to the process of the speciation.

Generally two directions were recognized in this process; one is toward specialization and gave rise to fishes of the subfamily Onigociinae, and another is toward large-size and brought about the subfamilies Inegociinae and Platycephalinae. It was considered that the genus, *Kumococcius*, lies at the center of speciation of these groups, since the species of this genus retains a few relic characters of nektonic life, such as absence of the nasal flap; the slightly concave pectoral fin along the posterior margin; and small, less degenerated gas bladder. As species become more specialized, hermaphroditism tends to decrease. From this, the ancestor of the platycephalid fishes might be considered synchronously hermaphroditic carrying a marked hermaphroditic nature.

It is known that the transitional trend from hermaphroditism to gonochorism also exists in the Serranidae and Sparidae, as well as in the Platycephalidae. Structures of representative hermaphroditic gonads of these families are judged to be similar to that of synchronous hermaphrodite, as well as the Serranidae. From this it was considered that hermaphroditism of at least these three families have a common evolutionary foundation and that hermaphroditism might have been the original condition in these fishes.

(Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory, Shiogama, Miyagi Pref., 985, Japan)

10種をこえる日本産コチ科魚類のうち雄性先熟の性転換を行ない、またはそれが予測される種類は7種に達する。これらの種では、機能的雄から機能的雌に転換するという点で共通しているが、性機能の転換をもたらす生殖巣の形態変化の様式や、雄相時代の両性生殖巣の構造形態には、それぞれの種の間にいくらかの差異が認められ、これらの差に基づけば、コチ科魚類の性転換様式は三つの型に識別される (Fujii, 1971)。

雌雄同体性と性転換はスズキ科、タイ科およびベラ

科で多く知られており、特にスズキ科魚類において、Reinboth (1967) と Smith (1965) により、種分化と性転換様式の変異の関係が論じられている。

日本産コチ科魚類の分類はかつて Matsubara and Ochiai (1955) によって行なわれ、その類縁関係は同氏らおよび Taniguchi *et al.* (1972) によって検討されている。今回、これらの見解に一、二の形質を補足して吟味、検討を加え、コチ科魚類の種的分化の過程およびそれと雌雄同体性の移行過程との関連について

考察した。

さらにこの結果とスズキ科およびタイ科魚類における雌雄同体性の変異とを比較し、魚類の雌雄性における雌雄同体性の減衰過程について考察した。

### I. コチ科魚類の種的分化について

#### 1. 既往の分類と類縁関係の概要およびその問題点

Matsubara and Ochiai (1955) は日本近海産のコチ科魚類を3亜科8属に分類した。3亜科のうち、コチ亜科は鋤骨歯の形状が祖先型魚類と同様に半月形であり、体形が大型で頭部縦扁度の強いことや、特異な形の腰帯をとっていることから、他の亜科とは別の経路を経て進化したと解されている。

アネサゴチ亜科とトカゲゴチ亜科では、鋤骨歯は左右分離して体軸に平行に配列した形状で祖先型とは異なっているが、底生生活への適応度はコチ亜科に比べて低い。とくに前者は頭部の縦扁度が小さく、外形的には祖先型魚類に最もよく似ているといわれる。

他の亜科よりも比較的多数の属を含むトカゲゴチ亜科において、Matsubara and Ochiai (1955) はメゴチ属 (*Suggrundus*)、トカゲゴチ属 (*Inegocia*)、イネゴチ属 (*Cociella*)、クモゴチ属 (*Kumococcius*)、ハナメゴチ属 (*Ratabulus*) という順序での連続的特化を認め、分類学的観点からトカゲゴチ属をこのグループの分化の中心に据えた。

Taniguchi et al. (1972) は本科魚類の筋肉たん白、LDH および MDH の電気泳動像の比較研究を行ない、泳動パターンの近似性は1例を除いて形態に基づく類縁関係に一致したと言っている。

Table 1. Platycephalid fishes found in Japan and adjacent waters.

Onigociinae	<i>Onigocia macrolepis</i> (Temminck et Schlegel) <i>O. spinosa</i> (Bleeker) <i>Rogadius asper</i> (Cuvier)
Inegociinae	<i>Suggrundus meerdervoortii</i> (Bleeker) <i>Kumococcius detrusus</i> (Jordan et Seale) <i>Inegocia japonica</i> (Tilesius) <i>I. guttata</i> (Cuvier) <i>Cociella crocodilis</i> (Tilesius) <i>Ratabulus megacephalus</i> (Tanaka)
Platycephalinae	<i>Platycephalus indicus</i> (Linnaeus)

本科魚類の各属の類縁関係はそうであるとして、これらの分化過程がどうであったかという見地からすると、Matsubara and Ochiai (1955) による系統類縁関係の推定においてはクモゴチ属のみが有する形状が軽視されているように思われる。それは前鼻孔に弁がなく、胸鰓の後縁がわずかに湾入している（他の属では後方にまるくふくらんでいる）ことである。この属はトカゲゴチ亜科内ではハナメゴチ属に次いで底生性への特化の度合が強いにもかかわらず、外形的には祖先型に近いアネサゴチ亜科の属にもみられない遊泳生活時代のなごりをとどめているのである。この点について Matsubara and Ochiai (1955) は、本属はトカゲゴチ属やイネゴチ属よりもより早く出現した、すなわち共通祖先からの派出の時期が他の属に比して早かったと考えている。しかしながらコチ科魚類の適応は底生生活への方向であるから、新しい生活型をとる種に過去の遊泳生活時代の形質が特異的に残っている点を派出時期という面だけで考えることは無理なのではなかろうか。なぜなら、クモゴチ属のもつこの形質は、トカゲゴチ亜科の各属の類縁関係を推定する際にとりあげられた特殊化を示す形質と同様に、種の生活の輪郭を類推する上で相当意義が大きいと思われること、また一般的に、新しい生活型への適応の開始時期が早ければ早いほど、それに対立する過去の生活の特徴はより早く減衰すると考えられるからである。したがってクモゴチ属が特化的形質と祖先的形質をモザイクに保持している問題は、少なくともトカゲゴチ亜科類の種的分化が遊泳生活型から底生生活型に直線的に移行する形で行なわれたのではなく、遊泳性と底生性とが統一された、いわば中間的な生活型をとる段階を出発点にしており、その分化の中心にクモゴチ属が位置すると考えるのが妥当であるように思われる。

#### 2. 分類学的形質の補足的検討

生殖巣摘出の際に、数種の魚に退化的あるいは痕跡的鱗が備わっているのを見い出した。クモゴチ属にだけ遊泳性の祖先的形質が残存していることとの関連性を予測して、それらの退化程度を調査した。

また、コチ科魚類では進化にともなう体の縦扁の強さが底生生活への適応度の指標の一つにされていることから、縦扁度を計測によって比較検討した。

##### (1) 鰓

クモゴチ (*Kumococcius detrusus*) 以外の種では鱗は痕跡的であるか、あるいはない。痕跡的な鱗の場合でも、マツバゴチ (*Rogadius asper*) およびメゴチ (*Suggrundus meerdervoortii*) のように、成魚では直

Table 2. Frequency distribution in the diameter of gas-bladder of *Kumococcius detrusus*.

Standard length (mm)	Gas-bladder diameter (mm)																				Total		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
81~90	2	3																			5		
91~100	1	5	3		1																10		
101~110	1	3	5	4	1																14		
111~120	2	3	2	1	1									1	1						11		
121~130	1	1	1	1	5	1	2	3	1	2	1	2	1								23		
131~140	1	10	6	3		7	7	10	6	14	7	4	6	2	2	1					87		
141~150	1	8	5	1	2	3	8	8	6	6	8	3	2	3	2		2	1	1		70		
151~160	6	2	1		1	1	1	1	1	2	2	2					1	1			23		
161~170	4	1	2	1		1	1			1	5	1	2	2	3	1	1	1			28		
171~180	1										3	2	3	1	3	3	3	2	1	2	1	26	
181~190												1	2	3	1		1	3	2	1	1	2	20
191~210																	2				1	1	9

Table 3. Status of degeneration of the bladder in the platycephalids.

Status	Onigociinae	Inegociinae	Platycephalinae
Degenerative		<i>Kumococcius detrusus</i>	
Vestigial-I	<i>Rogadius asper</i>	<i>Suggrundus meerervoorti</i>	
Vestigial-II		<i>Cociella crocodila</i> <i>Inegocia japonica</i>	
No existence	<i>Onigocia macrolepis</i> <i>O. spinosa</i>	<i>Ratabulus megacephalus</i>	<i>Platycephalus indicus</i>

径 3 mm くらいのゴマ粒状で、肉眼で容易に見い出せるものと、トカゲゴチ (*Inegocia japonica*) のそれのように、一層退化が進み、長さ約 2mm、紡錘状で腸間膜の皮褶に没していて見つけ出しにくいものの二型に区別される。

クモゴチにおいても、鰓は退化傾向が強いが、痕跡の段階にまでは至っていない。多くの個体では鰓内にガスは含まれていないようであるが、体長の大きい個体ではまれに胃が口腔におし出されていて、生存時にガスの含まれていたことを示すものがみられる。鰓の大きさにはかなりの個体差があり、その長径を測定した結果 (Table 2) では、体長の増大とともに鰓の変異幅も増大する。

鰓の大きさからすると、マツバゴチおよびメゴチでは鰓の形成機能の退化がさらに進んで、クモゴチの場合の体長約 85 mm の段階で終ってしまうようである。

鰓の退化がクモゴチの種内で連続的であるといつても、鰓のない個体は調べた範囲では認められなかったことからすると、機能の退化には下限があり、それが

マツバゴチおよびメゴチでは上限となって、鰓の大きさの点で前者と後二者の間に段階をなしているとみられる。このように退化過程においても、連続性と段階性が共存していることは興味のある事柄である。

#### (2) 頭部の縦扁度

Matsubara and Ochiai (1955) は縦扁の度合を示すものとして、頭部骨格を構成する眼下骨系に着目している。そこで扁平度合を頭部においてみると、頭高/頭幅 (H/W) および頭高/頭長 (H/L) の値によって検討した。計測の部位は Fig. 1 に、結果は Fig. 2 に示すとおりである。この際、H/W の値が調査した範囲内ではほぼ一定であることをメゴチで確かめた。

図では各種の値の位置が同じ亜科の種群としてのまとまりをよく示している。トカゲゴチ亜科のうちで最も扁平度が大きいとみられるハナメゴチ (*Ratabulus megacephalus*) とコチ亜科のコチ (*Platycephalus indicus*) について、頭部の概形を上面と腹面とを両面とする楔形とみなして H/L・W の値をみると、ハナメゴチでは、平均 0.085、コチでは 0.066 となり、コ

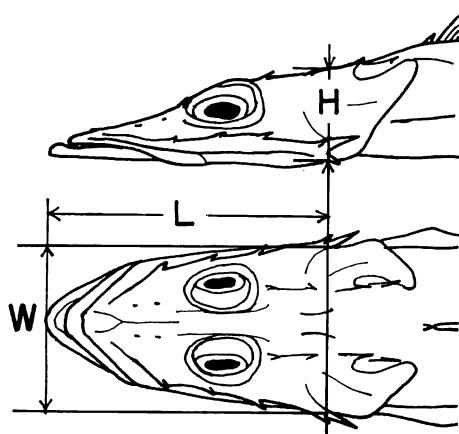


Fig. 1. Measured parts on the head of platycephalid fish; H (height), L (length), and W (width).

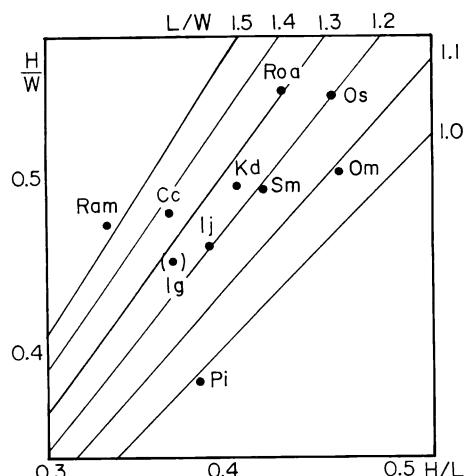


Fig. 2. Ratios H/W, H/L, and L/W (for H, L, and W, see Fig. 1), degree of depression in the head of flatheads.

Cc, *Cociella crocodila* (Standard deviation of H/W, 0.38); Ig, *Inegocia guttata*\*; Ij, *Inegocia japonica* (0.23); Kd, *Kumonocetus detrusus* (0.23); Om, *Onigocia macrolepis* (0.35); Os, *Onigocia spinosa* (0.17); Pi, *Platycephalus indicus* (0.19); Ram, *Ratabulus megacephalus* (0.13); Roa, *Rogadius asper* (0.20). \* Only few individuals were measured for *Inegocia guttata*.

チ亜科類の方がより扁平度は大きいことになる。トカゲゴチ亜科内では H/W の値の差は小さく、メゴチからハナメゴチに至る H/L の一連の減少傾向が認められる。それは頭部の体軸方向の伸長による縦扁の過程

を意味すると考えてよいであろう。この亜科内ではクモゴチの扁平度はむしろ小さい方である。コチ亜科では、H/L は他の属とはあまり違わないにもかかわらず、H/W の値が著しく小さいことから縦扁は主に頭幅の拡長によって進められたと考えられる。このような頭部の縦扁傾向の相違は、たとえば鋤骨歯帯の形態がトカゲゴチ亜科類とアネサゴチ亜科類とでは左右分離して体軸に平行に位置しているのに、コチ亜科類では祖先のそれと同じく左右が分離せず半月形で体軸に直交していることと対応している。またトカゲゴチ亜科類では後耳骨後縁の角状突起がよく発達していることが共通形質の一つである (Matsubara and Ochiai, 1955) が、これも頭部の体軸方向の伸長と関係するものであろう。

### 3. 種的分化と類縁

コチ科魚類の種的分化が底生生活への適応過程において行なわれたことは明白であるが、クモゴチのみに残されている特殊な形質についての考察によって、それは遊泳性と底生性とを調和させた中間的な生活型をとる段階を出発点にしているという可能性を推察した。コチ亜科類は進化の初期に他の二亜科類と別れ、それらとは異なる経路を通って分化し、特化の度合は最も著しいといわれる (Matsubara and Ochiai, 1955)。このことは頭部縦扁度が特に大きいことによく表われている。それに対してアネサゴチ亜科類とトカゲゴチ亜科類は普遍的形質を多く残しており、そのうち前者の方がより祖先型に近いといわれる (Matsubara and Ochiai, 1955) が、生活型の移り変わりという観点からすると、分化の中心に位置するのはむしろトカゲ亜科類、特に体型では中型\* に属するクモゴチ属およびメゴチ属であろう。Matsubara and Ochiai (1955) は「この幹（アネサゴチ幹）から分かれる最初の属は多分にカサゴ系魚類の形質を帶びたアネサゴチ属と考えられる」といつているが、これはアネサゴチ亜科類がトカゲゴチ亜科類の進化の系路からいち早くそれで、特殊化の方向に移行したことを示唆するものであろう。体の小型化がこれに伴ったにちがいない。

アネサゴチ亜科に属するマツバゴチ属は、前鰓蓋骨の 5 本の棘のうち腹面に位置する最下位の一棘が前向しているという特殊性を備えている。この棘は他の属

\* コチ科魚類の進化の前進的方向として体の大型化的傾向が認められる。最大体長をとると、各種は小型 (15 cm 前後)、中型 (20~30 cm) および大型 (40~50 cm) に分けることができる (Table 4)。

そして小型に属するアネサゴチ属の場合は、特殊化的適応が行なわれたと考える。

Table 4. Differences in the maximum size of body attained in the platycephalid species.

Size	Species	Subfamily
Small (about 15 cm)	<i>Onigocia macrolepis</i> <i>O. spinosa</i>	Onigociinae
	<i>Rogadius asper</i>	
Medium (20~30 cm)	<i>Kumococcius detrusus</i> <i>Suggrundus meerdervoortii</i> <i>Inegocia japonica</i>	Inegociinae
	<i>Inegocia guttata</i> <i>Cociella crocodila</i> <i>Ratabulus megacephalus</i>	
Large (40~50 cm)	<i>Platycephalus indicus</i>	Platycephalinae

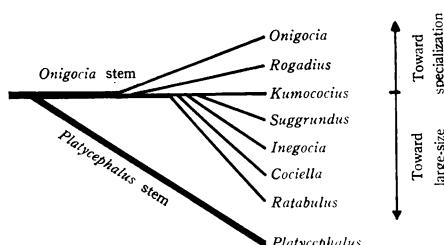


Fig. 3. Supposed phylogeny of the Japanese flatheads. Based mainly on Matsubara and Ochiai (1955) but partly modified.

類の前鰓蓋骨棘のように退化的ではなく、極めて強大で現生活において何等かの積極的な用途に使用されているように見受けられる。

しかしながら、マツバゴチ属は頭部縦扁度が小さい点を除けば、中型の体型のトカゲゴチ亜科類に外観上よく似ており、アネサゴチ亜科とトカゲゴチ亜科との橋渡しとなる位置にあるようである。このことは、この属の筋肉たん白、LDH および MDH の電気泳動像がメゴチのそれに著しく類似するということ (Taniguchi *et al.*, 1972) にもあらわれている。

コチ科魚類の底生性への進化は体の大型化と結びついている (Table 4)。特化の度合の大きいコチ属はもちろん、トカゲゴチ亜科のハナメゴチ、イネゴチ (*Cociella crocodila*) およびワニゴチ (*Inegocia guttata*) がこれに相当する。トカゲゴチ属は Matsubara and Ochiai (1955) によって、トカゲゴチ亜科の中心に位置すると考えられたが、鰓の退化程度がかなり大きく、ワニゴチのような大型の種が含まれることからすると、トカゲゴチ亜科の原型からかなり離れていると考えら

れる。以上のような観点からコチ科魚類の各属の関係を考察すると Fig. 3 のようになる。

## II. 雌雄同体性の差異とその推移方向

コチ科魚類における雄性先熟の性転換の様式には、クモゴチ型 (*Kumococcius*-type), アネサゴチ型 (*Onigocia*-type) およびトカゲゴチ型 (*Inegocia*-type) の三つの型が識別され、その差異は段階的で、コチ科魚類における雌雄同体的性質が減衰する過程を示すものと推測した (Fujii, 1971)。そこでは両性生殖巣の形態変化の様相を性転換様式の差を示す要素として着目したが、この違いは個体群における雌雄比の関係にも現われているようである。たとえばクモゴチ (*Kumococcius*-type) では、体長と性比の関係を示すS字曲線の勾配は急で、ある年令時に一斉に転換が起こるのに對して、トカゲゴチ (*Inegocia*-type) では、曲線の傾斜はゆるやかで、各個体に性転換が起る年令幅が広くなっている、雌個体の出現する体長も前者に比べて小さくなっている (Fig. 5 参照)。

形態的差異についていいうと、クモゴチ型 (同時成熟型の両性生殖巣から卵巣へと変化する) の様式をとる種の生殖巣の形態の間でも、わずかながら差がみられる。クモゴチの両性生殖巣では卵円形の卵巣部分を精巣部分が側方から包み込むような形である (Fig. 4, A) のに対して、メゴチとマツバゴチでは背側に卵巣部分、腹側に精巣部分が位置する単純な構造である (Fig. 4, B)。それはクモゴチの生殖巣での精巣の背側部分が消失した形とみられる。イネゴチの両性生殖巣では生殖巣内輸精管が分化していることや、細精管の配列状態に構造上の複雑化がみられるが、基本的構造はメゴチ

あるいはマツバゴチのそれと同様である。このようなクモゴチ型の内部の若干の差異は、個体における雌雄両要素の存在の同時的性質が消失してゆく過程を示す

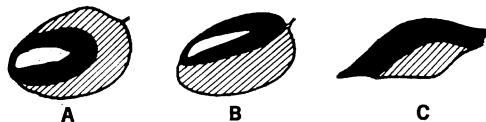


Fig. 4. Cross section of ovotestes of flatheads.  
A, *Kumococcius detrusus*; B, *Suggrundus medervoortii*, *Rogadius asper* and *Cociella crocodila*; C, *Onigocia macrolepis* and *O. spinosa*. Dark area, ovarian part, dashed area, testicular part.

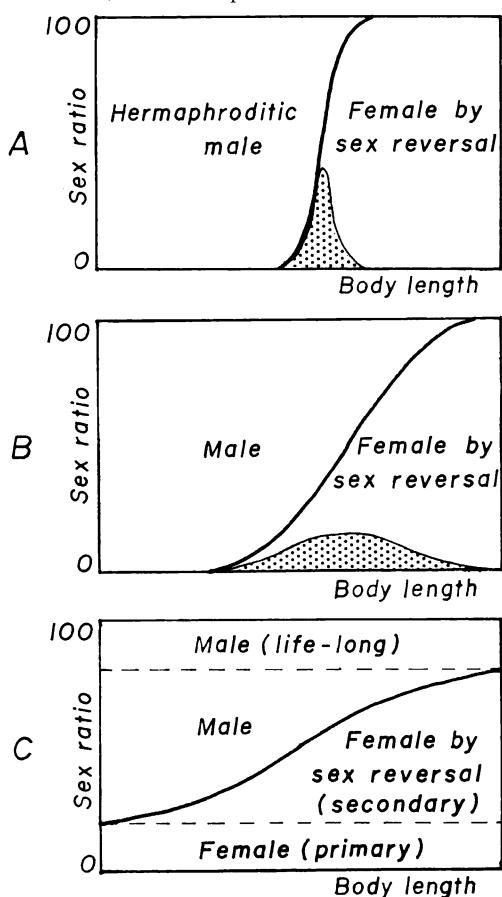


Fig. 5. The schematic figures of a decreasing tendency of hermaphroditic nature to gonochorism in the flatheads shown by the decrease in the slope of the sex ratio curve.  
A; *Kumococcius detrusus*. B; *Inegocia japonica*. C; Hypothetical species which is supposed to have appeared on the process. Dotted part shows the ratio of the sex-reversed individuals.

ところのアネサゴチ型あるいはトカゲゴチ型に至る過程に一層連續的な様相を与えている (Table 5).

一個体の魚に雌雄両要素が同時的に存在する性質、すなわち雌雄同体性が減衰してゆく過程がコチ科魚類において比較的連続的であることは、雌雄同体性と性転換機構が退行の途上にあり、究極的には性転換が行なわれないところの雌雄異体性の出現することを暗示している。

### III. コチ科魚類の種的分化にともなう雌雄同体性の変化

さきに、コチ科魚類の種的分化は遊泳性と底生性を統一した生活型を基底にし、さらに底生生活に適応してゆく過程で行なわれたとの推察を述べたが、分化の中心位置からの隔りは、鰓の退化程度によく反映されているようにみえる。雌雄同体的性質の減衰がコチ科各種の分化の位置と関係していることは、Table 3とTable 5を照らし合わせてみた時、種の序列が両者の間でほぼ一致することからもうかがわれる。トカゲゴチ亜科では、鰓の退化度がクモゴチからトカゲゴチに進むのに対して、性転換型はクモゴチ型からトカゲゴチ型へと変わり、アネサゴチ亜科では、マツバゴチからアネサゴチへの鰓の退化の進展に対応して、クモゴチ型からアネサゴチ型へと変化している。したがって、コチ科魚類の底生性への進化は、雌雄性の面では雌雄同体性を強く残し、性転換を行なう年令幅の小さい型から、雌雄両要素の分離傾向の大きい型に向かって行く過程でもある。コチ亜科に属するコチは雌雄異体の種とされているが、これはコチ科魚類における雌雄同体性の減衰過程の最終段階に達したものと考えられる。

### IV. 魚類における雌雄同体性と性転換

魚類においては、雌雄同体として知られている種類数が現在のところ比較的少なく、雌雄同体性は特殊なもののように扱われている。生殖期において両性生殖巣が同時的に成熟し、一個体が雄にも雌にも機能しうること、あるいは一生のうちに一方から他方へと性機能の転換が生じることが、種の生活とどのように結びついているかという生態学的な問題と、雌雄同体性と異体性では進化学上どちらが先行するものかという問題、これらが今後の雌雄性の研究の課題になるものと思われる。

現在のところこれらの問題を論じうる程正確で多数の事例はないが、正常な雌雄同体性を有する魚類は、

Table 5. The grades of hermaphroditism and status of sex-reversal observed in the 8 platycephalid species.

Sex-reversal type	Grades of hermaphroditism	Subfamilies		
		Onigociinae	Inegociinae	Platycephalinae
<i>Kumococcius</i> -type	1	<i>Kumococcius detrusus</i>		
	2	<i>Rogadius asper</i>	<i>Suggrundus meerdervoorti</i> <i>Cociella crocodila</i>	
<i>Onigocia</i> -type	3	<i>Onigocia microlepis</i> <i>O. spinosa</i>		
	4	<i>Inegocia japonica</i>		
(Gonochorism)	5	<i>Platycephalus indicus</i>		

真骨魚類のうちではサケ目、ハダカイワシ目、ウナギ目、メダカ目、スズキ目およびカジカ目で知られており (Atz, 1964), 魚類の分類系の相当広い範囲に分布している。雌雄同体性の種類が集中的にみい出されているのは、スズキ目のスズキ科、タイ科、ベラ科で、スズキ科魚類では同時成熟 (synchronous) および雌性先熟 (protogynous) の二つの型の同体性がみられる (Smith, 1959). Smith (1965) は系統学的には同時成熟の雌雄同体魚群の方が他群よりも始源的であり、これらの有する両性生殖巣の構造が、種の間で連続的な差異を示しているという。したがって雌性先熟型は同時成熟型に由来するものと考えており、Reinboth (1967) もこの考えを支持している。タイ科魚類では、雌雄同体性魚類のうちのある種では雄性先熟 (protandrous), またある種では雌性先熟の雌雄同体であり、他はいろいろな程度の痕跡的雌雄同体性を示し、全体として雌雄同体から異体への連続的傾向が見られる (D'Ancona, 1952). カジカ目に属するコチ科魚類においては、雄性先熟の性転換の様式の変異が種的分化の方向とよく一致しており、スズキ科やタイ科でみられるような、雌雄同体性から異体性に向かう雌雄性の移行過程が認められる。したがって、少なくともこれら三科の魚類では、雌雄異体性は同体性に由来するものであり、雌性先熟あるいは雄性先熟といった性転換の型は、雌雄同体性が異体性に変化する際の雌雄性の移行様式を示すものであろう (Fig. 6 参照).

ところが魚類における雌雄同体性は、雌雄異体性か

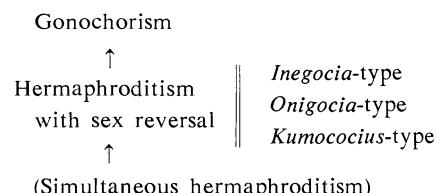


Fig. 6. Supposed transition of hermaphroditism to gonochorism in platycephalids.

ら生じたとする考えが一般的である。スズキ科魚類について研究した Smith (1965) は、この科の中でただ一つの雌雄異体群である *Roccus* 属を、雌雄同体的な祖先から「二次的」に分化してきたものと考えている。また Reinboth (1970) は雌雄同体のいろいろの型を図式化するなかで、「二次的雌雄異体」なる範疇を設けている。Atz (1964) は D'Ancona (1949) や Smith (1959) の研究に基づいて、雌雄同体的祖先に由来する雌雄異体種の存在を認めながらも、雌雄同体性のスズキ科、タイ科および Family Maenidae は、それぞれ独立に雌雄異体の種から進化してきたことは疑いないといっている。しかしながら、(a) 雌雄異体→(b) 雌雄同体→(c) 二次的雌雄異体という進化経路を考える場合、これまでに明らかにされた事例のほとんどが (b)→(c) の過程を示唆するものであって、(a)→(b) の関係をうかがわせるものはみあたらぬ。また一般に現生の雌雄同体の生物においては、自家受精は忌避される現象が知られているし、魚類ではスズキ科の同時成熟の雌雄同体種でも、天然では自家受精は起こらない。

(Clark, 1959) ことから、(a)→(b)の移行過程は考えにくい。したがって、魚類の進化においても、雌雄異体から同体への移行は存在しなかったのではないかろうか。スズキ科やタイ科魚類が、魚類進化上の最も新しい分化群であるスズキ魚群の基本的位置にあることを考えると、雌雄同体性は、より古い祖先から引き継がれてきた性質であるように思われる。それゆえ、少なくともスズキ科、タイ科およびコチ科魚類のもつ雌雄同体性は、雌雄異体の祖先からそれぞれ独自に形成された平行現象ではなく、その根底に雌雄同体性の系統的基盤が横たわっていると考えてさしつかえないであろう。

雌雄同体性が異体性から生じたものと考え、また、異なる分類群においてそれぞれ独自に出現したとする見解の出てくる理由は、雌雄同体性の種を含む分類群の発見された数が現在のところ少なく、その存在の仕方が孤立的であること、雄性先熟とか雌性先熟といった性転換様式のちがい、あるいは両性生殖巣の形態的差異などにみられる雌雄同体性の様相の違いが挙げられよう。分類群によって歴史的経過が異なることを考えれば、両性生殖巣の形態的差異には本質的な意味はない。いまタイ科、スズキ科およびコチ科の代表的な両性生殖巣を比較してみる(Fig. 7)。タイ科には同時成熟型の雌雄同体種はないが、その代表的両性生殖巣の形態は同時成熟型のものと判断される。そしてそのスズキ科の代表的両性生殖巣とのちがいは、卵巣部分と精巣部分の間に結合組織が介在し、両部分の独立性が強くなっていることである。コチ科のそれでは、卵巣と精巣を隔てる特別の組織はないが、構造的には両者ははっきり分離している。このように、三者の間の形態的相違の本質は、スズキ科、コチ科、タイ科の順に強くなってゆく雌雄両部分の独立性の強さにあると考えられる。雌雄両部分の独立性が強いことは、雌

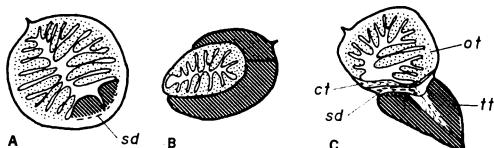


Fig. 7. Cross section of representative hermaphroditic gonads (diagrammatic).  
 A, Serranidae; B, Platycephalidae; C, Sparidae.  
 ct, connective tissue; ot, ovarian tissue; sd, sperm duct; tt, testicular tissue.  
 The independency of the ovarian and testicular parts increases in order of A, B, and C. A and C after D'Ancona (1949).

雄同体的性質と矛盾するものではなく、雌雄同体の同時成熟的性質の強いことを意味するものであろう。したがって、このような両性生殖巣の両部分の分離度合の違いは、まだどの科においても同時成熟型の雌雄同体的生殖様式が優勢であった時代に、両性生殖巣の形態分化が同時成熟型の機能的前進の方向で行なわれたことを示すものである。雌雄同体から異体への移行様式である性転換の様相の三科の間での相違は、形態分化の結果できあがった同時成熟型の両性生殖巣の形態と機能の段階に対応しているものと考えられる。

ベラ科では、雌性先熟の雌雄同体が基本型になっているが、それに由来するところの少し複雑な雌雄同体の様相がみられる。たとえば *Coris julis* では雌の性転換の結果によらない雄（一次雄と呼ばれる）が現われ、性転換雄と共存している (Reinboth, 1961)。一次雄の出現は性転換によって雄が生じる生殖上の意味が薄くなっている状態を示すものであり、この科においても雌雄同体性の減衰過程の存在が予察される。

ハダカイワシ目魚類の数種が両性生殖巣を有すること (Gibbs, 1960; Mead, 1960) や、サケ目に属する深海性の魚類であるヨコエソ (*Gonostoma gracile*) が雄性先熟の性転換を行なうこと (Kawaguchi and Marumo, 1967) が知られていることから、雌雄同体性の歴史的古さは少なくとも真骨類の祖先の段階までさかのぼりうるものと考えられる。

## 要 約

コチ科魚類の雌雄性は、雄性先熟の性転換に伴う生殖巣の形態変化の様式によって、雌雄同体性から異体性への移行傾向が認められている。ここでは Matsubara and Ochiai (1955) による本科魚類の系統、類縁関係を再検討し、雌雄同体性の減衰過程が種的分化と対応していることをあきらかにした。

本科魚類の種的分化の過程では、アネサゴチ亜科類を派生した特殊化の方向と、トカゲゴチ亜科類や、コチ亜科類を生じた発展的方向が認められ、トカゲゴチ亜科のクモゴチ属が分化の中心的位置にあると考えられる。雌雄同体的性格は、生活型に祖先のなごりを多く残していると思われるクモゴチ属において最も強く、それから縁遠い種ほど弱くなっている。このことから、さかのぼってコチ科魚類の遊泳型の祖先は、強い雌雄同体的性質を有するところの同時成熟型の雌雄同体であったと推定される。

雌雄同体種が多数知られているスズキ科やタイ科のような分類群とコチ科にみられる典型的な両性生殖巣

の形態は、同時成熟型のものであり、その本質的な相違は構造的に卵巣部分と精巢部分の独立性が強くなっている点にある。これはかつて雌雄同体性がこれらの祖先の雌雄性において優勢であった時代に、同時成熟雌雄同体性の生殖機能の前進があったことを意味するものであろう。

これら3科にみられる雌雄同体性の減衰過程は、雌雄異体から同体への移行の後に生じた二次的な過程ではなく、雌雄同体性が魚類の本来の雌雄性であり、少なくとも3科の魚類の雌雄性は雌雄同体性の共通根を有するものと考えられる。

### 謝 辞

本論文をまとめにあたり、高知大学落合明博士から、コチ科魚類の系統、類縁関係について御教示を戴いた。また、東京大学富永義昭博士から、関係論文のこころよい提供を受けた。ここに感謝の意を表する。

### 引 用 文 献

- 青山恒雄・北島忠弘・水江一弘. 1963. イネゴチ *Cocciella crocodila* (Tilesius) の性転換. 西海区水産研究所報告, 29: 11~33, figs. 1~10, pls. 1~4.
- Atz, W. J. 1964. Intersexuality in fishes. in "Intersexuality in vertebrates including man" ed. by C. N. Armstrong and A. J. Marshall. Academic press, London and New York: 145~232, figs. 1~3.
- Clark, E. 1959. Functional hermaphroditism and self-fertilization in a serranid fish. Science, 129: 215~216.
- D'Ancona, U. 1949. Ermafroditisms ed intersexualita nei teleostei. Experientia, 5: 381~389, figs. 1~9.
- D'Ancona, U. 1952. Territorial sexualization in the gonad of teleosteans. Anat. Rec., 114: 667.
- Fujii, T. 1971. Hermaphroditism and sex reversal in fishes of the Platycephalidae—II. *Kumococcius detrusus* and *Inegocia japonica*. Japan. J. Ichthyol., 18(3): 109~117, figs. 1~5.
- Gibbs, R. H., Jr. 1960. *Alepisaurus brevirostris*, a new species of lancet fish from the western North Atlantic. Breviora, (123): 1~14, 3figs.
- Kawaguchi, K. and R. Marumo. 1967. Biology of *Gonostoma gracile* Günther (Gonostomatidae). I. Morphology, life history and sex reversal. Informat. Bull. Planktonol. Japan. Commem. no. Dr. Y. Matsue: 53~66, pls. 2, figs. 1~7, pls. 1~2.
- Matsubara, K. and A. Ochiai. 1955. A revision of the Japanese fishes of the family Platycephalidae (the flatheads). Mem. Coll. Agr., Kyoto Univ., (68) (Fish. Ser. no. 4): 1~109.
- Mead, G. W. 1960. Hermaphroditism in archibenthic and pelagic fishes of the order Iniom. Deep Sea., 10: 251~257.
- Reinboth, R. 1961. Natürliche Geschlechtumwandlung bei adulten Teleosteern. Zool. Anz. (Suppl.) 24: 259~262.
- Reinboth, R. 1967. Protogynie bei *Chelidoperca hirundinacea* (Cuv. et Val.) (Serranidae). Ein Diskussionsbeitrag zur Stammesgeschichte amphisexueller Fische. Annot. Zool. Japon., 40: 181~186, 2 figs.
- Reinboth, R. 1970. Intersexuality in fishes. In "Hormones and environment" ed. by G. K. Benson and J. G. Philips. Men. Soc. Endocrinol., 18: 515~543, figs. 1~2, pls. 1~2.
- Smith, C. L. 1959. Hermaphroditism in some serranid fishes from Bermuda. Pap. Michigan Acad. Sci., 44: 111~119, figs. 1~2, pls. 1.
- Smith, C. L. 1965. The patterns of sexuality and classification of serranid fishes. Amer. Mus., Novitates (3307): 1~20, figs. 1~2.
- Taniguchi, N., A. Ochiai and T. Miyazaki. 1972. Comparative studies of Japanese platycephalid fishes by electropherograms of muscle proteins, LDH and MDH. Japan. J. Ichthyol., 19(2): 89~96, figs. 1~6.  
(東北区水産研究所業績 No. 290)  
(985 宮城県塩釜市浜町 3-119-1 東北区水産研究所)