九州北西岸におけるツクシトビウオの成熟と産卵

一丸 俊雄, 中園 明 信

(1998 年 10 月 16 日 受付)

Ovarian Development and Spawning of Flying Fish, *Cypselurus heterurus doederleini*, in the North West Coastal Water of KyusyuToshio Ichimaru*¹ and Akinobu Nakazono*²

Investigations were carried out by using the samples caught with set nets, seine nets, and boat seines from 1992 to 1996.

Most of the catches with set nets, operated in the near shore, were male in the early fishing season, and according with passage of fishing season the female ratio increased gradually. Eighty percent of the catches with seine nets, operated in the offshore, were female.

GSI of females was higher in the catches of the offshore than the near shore. The frequencies of the oocyte diameter showed that ovaries have a small and middle sized oocyte group, and large sized maturing oocyte groups. Ovaries of the offshore catches have large sized oocytes, and ovaries of the near shore catches have small and middle sized oocytes or the transparent oocytes remaining unspwned at the latest spawning. Ninty seven percent of the female catches in the near shore have postovulatory follicles in the ovaries.

These results show that the male and female come to the north west coastal waters of Kyusyu in spawning season as separate groups: the male is in the near shore, the female is in the offshore. When ripened, the female go to the near shore for spawning, and immediately after spawning come back to the offshore. The spawning times of *C. heterurus doederleini* are thought to be at least twice during a spawning season.

キーワード：トビウオ, 産卵, 成熟, 性比

九州北西岸においてツクシトビウオ *Cypselurus heterurus doederleini* は秋季に尾叉長 12~18 cm の小型群が主として船曳網で、春から初夏にかけては尾叉長 25~30 cm の大型群が主として定置網で漁獲される。前者は「アゴ」と呼ばれる加工特産品の原料として重要である。春から初夏にかけて漁獲される大型群の雌は成熟した卵巣を持つことから産卵群であり、これらの産卵とその後の仔稚魚の生き残りは、秋に漁獲される小型群の漁況に大きく影響を及ぼしていると考えられる。しかし、本種の成熟や産卵についての知見は著しく少ない。

これまでに、岡地¹⁾が卵巣の肉眼的観察結果を示し、成熟と産卵に関しては九州南岸における聞き取り調査、²⁾ 日本海西部における成熟度や卵径組成等についての調査結果^{3,3)}があるのみである。対馬暖流域における本種の漁獲量は主産卵場と思われる九州北西岸で多い

が、それらの成熟・産卵についての報告は見当たらない。

そこで、筆者らは九州北西岸を中心に本種の成熟と産卵の実態を明らかにする目的で、当海域で標本採集を行うとともに、性比、成熟度について調査、研究を行った。その結果、産卵生態、とくに雌雄の行動と産卵場所について新たな知見が得られたので、その概要を報告する。

材料と方法

材料は 1992 年から 1996 年の 4~7 月に、Fig. 1 に示す鹿児島県野間池から山口県須佐に至る 6 箇所の定置網で漁獲されたツクシトビウオである。長崎県内の 3 箇所（野母崎、生月、上対馬）では成熟の旬別変化をみるため原則として 10 日に 1 回の割合で漁獲物より 60~

*1 長崎県総合水産試験場 (Nagasaki Prefectural Institute of Fisheries, Taira, Nagasaki 851-2213, Japan).

*2 九州大学農学部水産学科 (Faculty of Agriculture, Kyusyu University, Fukuoka 812-8581, Japan).

*3 兵庫県但馬水産事務所、鳥取県水産試験場、島根県水産試験場：日本海西部沿岸に生息するトビウオ類に関する共同研究報告書第 1, 1-101 (1988).

Fig. 1. Map of sampling area.

Triangle, set net; Dotted area, fishing ground of seine net.

100尾を任意に採集した。漁獲量が少ない鹿児島県の野間池、福岡県志賀島、山口県須佐の3箇所では、月に1~3回、地元の漁協に依頼して標本を採集した。

また、定置網で漁獲される魚体は、1992年から1994年の調査で漁期により性比に偏りが認められた。すなわち、漁期初めに雄の割合が多い傾向が各年とも共通して認められた。このことから雄の方が雌より早く接岸する傾向があると考えられたので、より沖側で採集される標本の性比と成熟度をみるために、1995年と1996年の2ヶ年は五島灘及び対馬海峡東水道、壱岐水道においてまき網に入網したツクシトビウオも採集した。さらに、雌雄の分布を詳細にみるために、船曳網の操業許可を6月まで有する福岡県志賀島地先において、1995年と1996年の5、6月に Fig. 2 に示すような8箇所の調査点を設定し、船曳網により同一日に1定点あたり30分の試験操業を行い、漁獲されたものをすべて標本とした。加えてこれと同日の夜間に、岸よりの Stations (これ以降 Stns. と略) A~C 各点においてすくい網によって採集して成熟度を調査した。

採集した標本数は雄 5,722 個体、雌 2,125 個体、計 7,847 個体で、これらの魚体の尾叉長、体重、生殖腺重

Fig. 2. Location of sampling sites near Shikanoshima Island.

● (Stations 1~8), boat seine; ○ (Stations A~C), spooning-up net.

量を測定した。雌の成熟の変化を明らかにするため、各月の標本から任意に選んだ雌標本 510 個体の卵巣を 10% ホルマリン液で固定した後、中央部より一部を切り取ってはぐし、実体顕微鏡下 (30 倍) で、マイクロメーターを用いて、切り取った中からランダムに 100 粒の卵径を測定した。また、卵径と成熟の関係についてみるため、189 個体の卵巣をブアン氏液で固定し、テクノビットを用いて包埋した後、ミクロトームで 5~7 μm の切片を作成し、ヘマトキシリン・エオシンによる二重染色を行い、光学顕微鏡下で観察した。

結 果

漁獲の開始時期 定置網による採集結果によると、ツクシトビウオ大型群の漁期は鹿児島県野間池地区では例年 4 月上・中旬から、長崎県野母崎地区では例年 4 月下旬から、長崎県生月地区、福岡県志賀島地区では 5 月上旬から、長崎県上対馬地区では 5 月中旬から、山口県須佐地区では 5 月下旬から始まった。一般に南で早く北で遅い傾向が認められた。

雌雄の比率 定置網 6 箇所と五島灘のまき網で漁獲された標本の雌の比率の漁期初めから終期にかけての変動を示すと Fig. 3 のようになる。定置網の漁獲物では、野間池地区では、5 月中旬までは雌の比率が 20% 以下

Fig. 3. Change of female ratio during the fishing season at different places. Vertical bar shows S. D.

の低い値を示し、5月下旬から6月中旬にかけて30～40%に高まった。野母崎地区では、漁期初めの5月までは雌の比率が20%前後と低く、6月下旬には約30%に高まった。生月地区では、5月には10%前後と低く、6月上旬から高くなり、6月下旬には約40%となった。志賀島地区では、5月は10%以下の低い値であったものが、徐々に高くなり7月上旬には30%に高まった。上対馬地区では、5月は10%前後で、6月に雌の比率が高くなり、7月上旬になって50%を超えた。須佐地区では、5月の下旬に10%と低い値を示したが、その後急に高くなり6月中旬に90%とかなり高い値を示した他は、60%前後の値を示した。いずれの地区でも、最初雌の比率が低く、その後高まり、再び低くなる傾向が見られた。

一方、五島灘におけるまき網は定置網と異なり岸から離れて行われており、漁獲物中の雌の比率は、5月は70～80%、6月にも80～90%と高かった。まき網によ

る漁獲は6月の中旬から減少し、7月にはまったくみられなくなった。これに対し、定置網での漁獲は7月には減少傾向にあったものの、ある程度の漁獲は引き続き見られた。

以上のように、定置網の漁獲物では雄、まき網の漁獲物では雌の割合が高かった。これは岸部と沖部による雌雄の分布の相違を示していると考えられたので、この傾向が同一日に見られるか確かめるために、福岡県志賀島沿岸において試験操業を行った。得られた標本の1995年、1996年別の雌雄比率をFig. 4に、またそれぞれの操業日別の採集尾数、性比を沖部、岸部別にTable 1に示した。Fig. 4及びTable 1から明らかなように、水深30m以浅で岸側のStns. 1～4では同一日に採集された雄の比率が高かった。また、Stns. A～Cで夜間のすくい網によって得られた標本においても雄の比率が高かった。一方、水深30m以深で沖に位置するStns. 5～8の点では、雌の比率が高かった。なお、2ヶ年の船曳網の

Fig. 4. Sex ratio of the catch by boat seine and spooning-up net at various sites near Shikanoshima island.

Table 1. Ratio of female in the catch by boat seine at Shikanosima

Date	Near shore* ¹			Off shore* ²		
	Male	Female	Ratio of Female (%)	Male	Female	Ratio of Female (%)
May 31, 1995	112	9	7.44	18	88	83.02
June 16, 1995	62	8	11.43	25	31	55.36
May 29, 1996	41	5	10.87	11	33	75.00
June 6, 1996	28	11	28.21	5	31	86.11
June 24, 1996	31	1	3.13	2	7	77.78
Total	274	34	11.04	61	190	75.70

*¹ Station 1~4 in Fig. 2.

*² Station 5~8 in Fig. 2.

操業で得られた全標本についてみると、岸側の Stns. 1~4 では 308 個体のうち雌は 34 個体 (11%)、沖側の Stns. 5~8 では 251 個体のうち雌は 190 個体 (76%) で、まき網や定置網の漁獲物で得られた雌雄の比率とはほぼ同様の傾向が認められた。

次に雌雄の比率が漁場位置の南北によって異なるかを検討するために、定置網 6 箇所と五島灘のまき網、更

にこれより標本数が少なかった対馬東水道、杵岐水道のまき網の結果も加えて 6 年間にわたって採集された全標本の雌雄の比率を場所別に整理して示すと Fig. 5 のようになる。定置網の漁獲物では、雌の割合は鹿児島西岸から福岡までは約 20%、対馬で 30%、山口では 50% と九州西岸では北に位置する漁場ほど高く、日本海に入って最も高い値を示した。一方、まき網で漁獲されたも

Fig. 5. Difference of female ratio by sampling site and area during the fishing season.

のは、五島灘および対馬海峡、壱岐水道という漁場の相違にもかかわらず、雌の割合は80%と高かった。

成熟 6箇所の定置網および五島灘、対馬東水道、壱岐水道のまき網、ならびに志賀島地区の船曳網の漁獲物から得た標本の雌のGSI値（Gonad somatic index = 生殖腺重量 $\times 10^2$ / 体重）の組成をFig. 6に示す。定置網ではGSI値は低く、6以下の値を示す個体が多かったが、まき網では4~18の値を示し、GSI値の高い個体が多かった。一方、岸寄りと沖側の群を比較するためにに行った船曳網では、岸側のStns. 1~4ではGSIが2~4の値に集中していたが、沖側のStns. 5~8では10前後のものが多く、またGSI値が12以上の値を示すものでは透明卵を持つ個体も多く見られた。また、この船曳網と同日に行ったStns. A~Cにおける夜間すくい網による操業で得られた雌は、排卵されていたと思われる卵を船上で体外へ放出する個体が多数見られた。

次に十分な標本が得られた長崎県の3箇所の定置網と五島灘のまき網で漁獲された魚体の雌雄別のGSI平均値の旬別変化をFig. 7に示す。雄では、まき網と定置網の漁獲物でGSI値に違いは見られず、漁獲が始まった5月には、2前後の値を示し、その後野母崎では6月上旬に、生月、上対馬では6月中旬にピークを示し、6月下旬頃から下がり始めた。雌では、定置網とまき網の漁獲物で相違が見られた。すなわち、定置網のGSI値は低く4から6前後で、6月以降は更にその値が低下したが、まき網では定置網のそれよりも高く、6月中旬

Fig. 6. Frequency distribution of GSI (Gonad somatic index) in female caught with several fishing gears.

Solid, off shore; Open, near shore.

Operating ground of fishing gears: Seine net is Gotonada, Iki strait, Tsushima strait. Set net is six site of from Kagoshima to Yamaguchi. Boat seine in Stations 1-4 are near shore of Shikanoshima. Boat seine in Stations 5-8 are off shore of Shikanoshima.

には最高値約12を示した。

次にGSI値と卵径分布の関係をみるために、代表的なGSI値をとる7個体それぞれの卵径分布をFig. 8に示す。卵母細胞には小さな卵群（0.4~0.9 mm）とそれより大きな発達中の卵群（1.0~2.2 mm）が認められ、卵径が1.8 mm以上のものは透明卵であった。またGSI値が4の卵巣では小さな卵母細胞のみが認められたが、GSI値が5の卵巣では、小さな卵母細胞群に混じって排卵された数個の透明卵が見られた。この数個の透明卵は産み残しの卵と考えられる。また、GSI値が16の卵巣においてはこれからまもなく産卵されると考えられる卵母細胞群の他に、次の成熟卵となると考えられる0.9 mmの前後の卵母細胞群が0.6 mmをモードとする卵母細胞群より分離して認められた。

各個体ごとの最大卵径の頻度分布を定置網（岸）、まき網（沖）、志賀島の船曳網（岸・沖）およびすくい網（岸）に分けてFig. 9に示した。定置網では1.8 mm以上の大きな卵群を有する個体も少数見られたが、0.5~0.9 mmと小さな卵群を持つ個体が多かった。前者の多くは産み残しと思われる排卵された透明卵を有する個体

Fig. 7. Change of average GSI in *Cypselurus heterurus doederleini* through the fishing season.

であった。一方、まき網では卵母細胞の最大径は1.0～1.8 mmで中位の卵群を持つ個体が多く見られた。船曳網による試験操業では、岸側の Stns. 1～4で漁獲された個体の最大卵径は定置網の標本と同様に小さく、0.5～0.9 mmの個体が多かった。ただ、産み残しと思われる1.8 mm以上の卵を少数持つ個体も若干出現した。一方、沖側の Stns. 5～8で漁獲された個体では、まき網の標本と同様に最大卵径は多くの個体で1.0 mm以上であった。岸で夜間に操業を行うすくい網では0.6～1.0 mmの小型の卵を有する個体も見られたが、1.8 mm以上の卵を有する個体や産み残し卵を有する個体が多く見られ、そのほとんどの個体がすでに排卵しており、船上で透明卵を体外に放出した。

これらの卵巣の組織観察を行ったところ、周辺仁期、卵黄球期、卵黄胞期、胞胚移動期、成熟期に相当する各ステージの卵母細胞が確認された。それぞれの卵母細胞のサイズをそれぞれ Table 2に示す。Fig. 8で GSI 値8以上の個体で見られた1.0 mm以上の卵母細胞群は成熟期に相当しており、GSI 値16で見られた0.9 mm前後に見られる卵母細胞群の分離は胞胚移動期に相当していた。

Fig. 8. Frequency distribution of oocyte diameter for each maturity phase of GSI.

また、GSI 値が6以下の小さな卵巣を有する個体において Fig. 10に見られるような排卵後濾胞が観察された。そこで、排卵後濾胞が観察された個体の比率を沖側で漁獲された標本（まき網および船曳網の Stns. 5～8）と岸側で漁獲された標本（定置網及び船曳網の Stns. 1～4）とを対比して Table 3に示した。沖側で得られた標本では73個体のうち排卵後濾胞が確認された個体はわずか9個体（12%）であった。しかし、岸側で得られた標本ではこれとは対照的に116個体のうち113個体（97%）で排卵後濾胞が認められた。

考 察

ツクシトビウオの成熟と産卵について明らかにするため、九州北西岸を中心に鹿児島県から山口県の6箇所の定置網で標本を採集した。秋に小型個体、春から初夏に大型個体が漁獲されるが、大型個体の初漁期を見ると南で早く、北で遅い傾向があった。このことはツクシト

Fig. 9. Frequency distribution of the largest oocyte diameter in females caught by different fishing gears.

Solid, off shore; Open, near shore; NS, Few mature eggs not spawned.

Operating ground of fishing gears: Seine net is Gotonada, Iki strait, Tsushima strait. Set net is six sites of from Kagoshima to Yamaguchi. Boat seine in stns. 1-4 are near shore of Shikanoshima. Boat seine in stns. 5-8 are off shore of Shikanoshima. Spooning-up net in near shore of Shikanosima.

ビウオの大型個体群は、後述するように産卵群であり、漁期は春から初夏にかけて南から北に向かって移動していることを示している。

次に大型個体群が来遊する漁期前半の性比を見ると、

Table 2. Oocyte diameter in each developmental stage

Developmental stage	Oocyte diameter (mm)
Peripheral nucleolus stage	~0.2
Yolk vesicle stage	0.2~0.5
York globule stage	0.5~0.7
Migratory nucleus stage	0.7~0.9
Maturation stage	0.9~

Fig. 10. Photomicrograph of the postovulatory follicle.

Table 3. Ratio of female having postovulatory follicle

Location		Postovulatory follicle		Total
		Having	Not having	
Near shore	number	113	3	116
	ratio	97%	3%	100%
Off shore	number	9	64	73
	ratio	12%	88%	100%

定置網では雄が多く、まき網では雌が多かった。定置網とまき網では操業位置が異なることから、このような性比に違いが生じた原因は、沖と岸において雌雄の生息する場所が異なっている可能性が考えられた。そこで、この時期に船曳網の操業が行われている福岡県の志賀島地先で試験操業を行ったところ、岸側で雄が多く、沖側で雌が多い傾向が確かめられた。

また、漁期が進行すると定置網では雌の比率が徐々に増加するとともに、沖で操業するまき網では7月以降

はまったく漁獲がなくなった。これに加えて船曳網の許可が6月までで終了すること等を考えると、漁期後半になると沖合いにいた雌が岸の方に生息域を移していくものと推察される。

この岸側の雌の出現傾向を地域別に見ると、鹿児島から長崎県の海域では20%前後、対馬で約30%、山口県の須佐で約50%であった。北に位置する漁場ほど雌の割合が高くなる理由は不明であるが、ひとつの可能性として雄は岸に、雌は沖に別群をなしながら北上し、北上とともに雌は徐々に接岸して最終的には同一群になることが示唆される。

このように雌雄が産卵期に別群となる例は、ダツ目ではサンマ⁴⁾やサヨリ^{5,6)}、ホソトビウオ⁷⁾等で知られている。また、今回ツクシトビウオで見られた産卵期初期に沿岸部で雄が多く、後から雌が増えてくる点や沖で雌が多い点はサヨリに見られた傾向と良く類似している。

雌の成熟度は漁法や漁場によって相違があった。GSI値で見ると、定置網の漁獲物では低く、まき網のもので高かった。また、船曳網の漁獲物では岸側で低く、沖側で高かった。最大卵母細胞の径でみた場合もこれと同様で、定置網や船曳網の岸側では小さく、沖側では大きかった。このことから、沖に分布する雌のうち大半を占めるGSI値の大きい個体は成熟過程にある個体と考えられ、岸に接岸した雌の大半を占めるGSI値の低い個体は産卵前の未熟な段階かもしくは排卵後の卵巣が小さくなった状態のいずれかであると推察された。そこで、卵巣の組織学的観察を行ったところ、岸側の個体では97%という高率で排卵後濾胞の存在が認められた。このことは、接岸した雌はそのほとんどが産卵前の個体ではなく、少なくとも一度は産卵を終えた個体であることを示している。一方、沖側の雌は排卵後濾胞を有する個体は少なかった。これらのことはツクシトビウオは沖で産卵するのではなく、岸に近よって産卵することを示している。岸側の雌の卵巣で産み残し卵が比較的多く見られることも、このような特徴と関連していると推察される。

このように、ツクシトビウオは接岸して産卵すると推察されたが、産卵直前と思われる個体は漁期を通じて定置網ではほとんど見られなかった。ツクシトビウオやホソトビウオについては夜間に産卵を行うという報告²⁾がある。今回の調査においても、実際に岸近くの漁場で夜間にすくい網によって得られた雌の個体を採取したところ、排卵していたと思われる卵を船上にあげた直後に体外に放出するものが数多く見られた。すくい網と同じ岸近くの漁場であっても、定置網は早朝の操業、船曳網は昼間の操業である。これらの漁獲物において雌のトビウオでGSI値が高いものはほとんどみられず、産卵後の

個体ばかりということは、産卵間近になった雌が夜間に岸へ来遊し直ちに産卵を終えることを示すものと考えられる。

異なるGSI値の各ステージ毎に卵母細胞の径を見ると、排卵されると思われる卵群の他に、今後発達すると考えられる卵群の分離が認められた。このような卵径組成は近縁種のホソトビウオ⁹⁾とよく類似し、ツクシトビウオもホソトビウオと同様に1産卵期中に少なくとも2回以上産卵することを示している。

産卵のため接岸した雌個体群については、最初の経産卵個体が見られた後も、岸側では卵巣の発達過程の個体の出現がほとんど見られなかった。トビウオが1産卵期中に複数回産卵を行うことと合わせて考えると、産卵を終えた個体のうち次の産卵に加わるものはふたたび沖側へ移動すると思われる。

GSI値の季節変化を見ると、産卵初期にあたる5月の雄のGSI値はすでに比較的高い値を示しており、雄は先に成熟して接岸するものと考えられる。また、雌雄ともにGSI値は6月に最も高く、7月には雌雄ともに低くなることから、ツクシトビウオの産卵の盛期は6月と推察され、トビウオ小型群の耳石日輪の観察結果¹⁰⁾から推測される産卵盛期と一致する。

以上のように、本研究により産卵初期に雄が岸、雌が沖に分布し、その後雌が接岸して産卵するという成熟に伴う移動を行うことが明らかになった。7月になるとまき網による漁獲が見られないことや沖合いの船曳網も操業しなくなることから考えて、産卵期が終わっても雌雄は沖に出ることはないと考えられる。

謝 辞

本研究を進めるにあたって、標本採集にご協力いただいた野間池漁協、野母崎漁協、生月漁協、長崎県漁連田平支所、田平水産業改良普及所、上対馬町漁協、福岡市漁協志賀島支所、福岡市漁協姪浜支所、須佐漁協の職員の方々に感謝申し上げます。

文 献

- 1) 岡地伊佐雄：日本海産トビウオ類の形態的特性と成長。日水研年報，4，15-24 (1958)。
- 2) 今井貞彦：日本近海産トビウオ類の生活史の研究Ⅰ。鹿児島大学水産学部紀要，7，2-68 (1959)。
- 3) 河野光久：日本海西南部におけるツクシトビウオの成熟と産卵。山口県外海水試研報，26，65-70 (1997)。
- 4) 深滝 弘：対馬暖流水域を南下するサンマの性比について。日水研報，13，25-30 (1964)。
- 5) 傍島直樹，船田秀之助：若狭湾西部海域におけるサヨリの漁業生物学的研究Ⅰ産卵生態。京都府海洋センター研報，11，51-60 (1988)。
- 6) 国出正一，小出高弘：さより *Hemiramphus sajori* (Temminck et Schlegel) の生態学的研究。内水研報，18，1-9

- (1962).
- 7) 河野光久：山口県沿岸に來遊するトビウオ類（ホソトビウオ・ツクシトビウオ）の漁況と生物学的特性に関する2, 3の知見. 日本海ブロック試験研究収録, **12**, 39-51 (1988).
 - 8) 近藤 啓, 道津喜衛：五島列島中通島有川湾に來遊するトビウオ類の生態と漁業. 五島の生物, **1**, 長崎, 県出版文化協会, 長崎, 1981, pp. 225-235.
 - 9) 阿部 寧, 河野光久, 手島和之：日本海西南部におけるホソトビウオの卵巣成熟と産卵について. 西水研研報, **71**, 67-81 (1993).
 - 10) 一丸俊雄：長崎県沿岸に出現するトビウオ類未成魚の日齢と來遊特性. 長崎水試研報, **21**, 7-15 (1995).