

長崎県沿岸に出現するトビウオ類未成魚の日齢と来遊特性

一丸俊雄

Ages of the Young Flyingfishes Caught in the Coastal Waters
of Nagasaki Prefecture and Characteristics
of their Immigration

Toshio Ichimaru

Daily increments on the otolith of young flyingfishes were examined with the specimens caught by stationary net in the years from 1992 to 1994. Growth equations expressed as the regression of the fork length to daily increments revealed that the growth rate was the highest in 1994 and the lowest in 1993, probably being positively correlated with the water temperature during summer months of respective years.

Hatching dates of *Cypselurus heterurus doederleini* and *C. hiraii* were estimated to range from May to August, whereas those of *Hirundichthys oxycephalus* from April to August. Fishing seasons of youngs of these fishes in the coastal waters of Nagasaki extended about two months, from mid August to mid October. Average sizes of the caught fish were almost the same through the fishing season, suggesting that the youngs were recruited to the fishing ground in succession according to the hatching dates. Compositions of hatching dates of the fishes on respective sampling days suggested a short stay of the individuals in the fishing ground.

方 法

毎年8月から10月にかけて長崎県沿岸に来遊するトビウオ類未成魚は加工品の原料として、船曳網または定置網の重要な漁獲物となっている。このトビウオ類は漁獲量の年変動が激しく、漁況予測が必要とされる魚種の1つとなっている。¹⁾ また、来遊の時期や漁獲物のサイズ、魚種の組成は年によって若干異なる²⁾ことから、予測の精度を高めるためには長崎県沿岸域へ来遊するトビウオ類の発生時期や来遊機構を明らかにする必要がある。トビウオ類については耳石に日周輪が形成される³⁾ことが明らかとなっていることから、長崎県沿岸に出現するトビウオ類の日周輪を解析し、成長や孵化日、来遊の特徴について検討したので報告する。

材料は1992年から1994年の8月から10月にかけて、定置網で漁獲されたトビウオ類を用いた。1992年及び1993年は長崎県北松浦郡生月町の生月町漁協で、1994年は生月町漁協及び長崎県南松浦郡新魚目町の北魚目第一漁協(図1)でサンプリングを行った。週1回、漁獲物を種類ごとに同定して尾叉長を測定し、耳石を取りだした。秋季に漁獲される未成魚においてはSagittaはかなり大きくなり、研磨も困難であることから、今回はLapillusを用いた。³⁾ 水洗して乾燥させたLapillusをエポキシ樹脂中に包埋し、サンドペーパー、マルトーラッピングフィルムを用いて研磨し、光学顕微鏡下で400倍に拡大して観察を行い、輪紋数

の計数を行った。(図2)

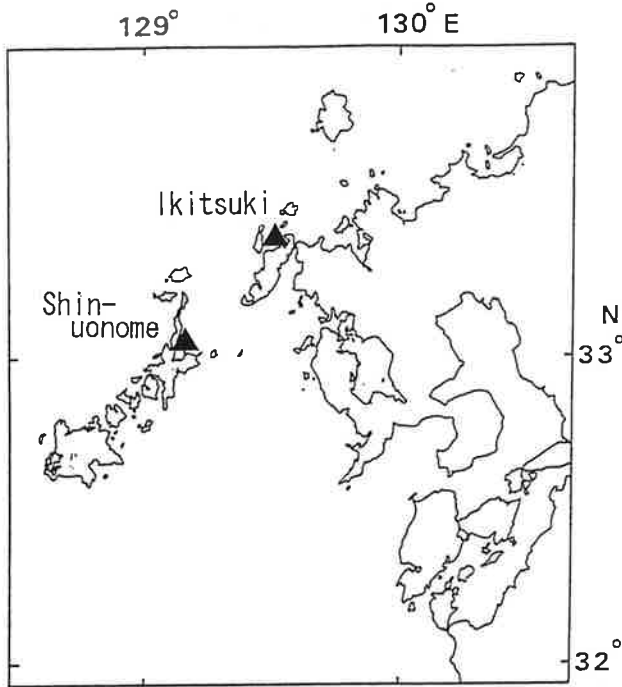


図1 トビウオ類未成魚のサンプリング位置
Fig.1. Location of the stationary nets where the young flyingfishes were sampled in 1992 to 1994.

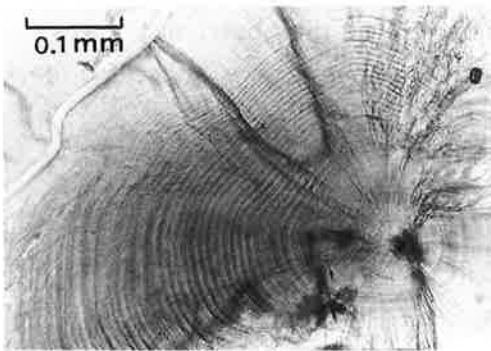


図2 ツクシトビウオの耳石輪紋
Fig.2. Microphotograph of a lapillus from *Cypselurus heterurus doederleini*, 164mm in fork length, with 74 increments.

結 果

出現状況 生月町漁協の定置網において、トビウオ類未成魚は1992年は8月下旬から10月上旬、1993年は9月上旬から10月中旬、1994年は8月中旬から10月中旬にかけて出現が見られた。出現したトビウオ類の魚種組成を図3に示す。3年間に漁獲物に見られたトビウオ類はホソトビウオ *Cypselurus hiraii*、ツクシト

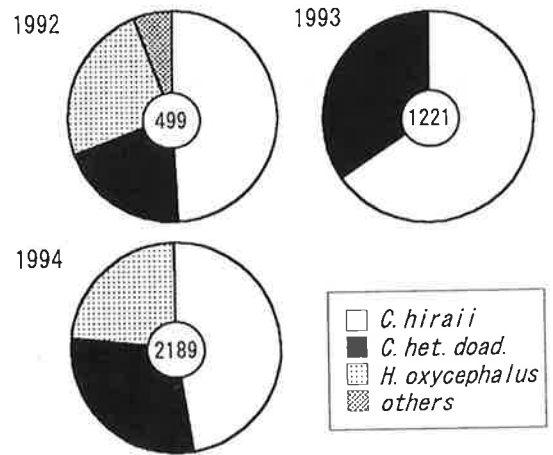


図3 出現したトビウオ類未成魚の魚種組成
Fig.3. Species composition of the flyingfishes caught by stationary nets at Ikitsuki and Shin-uonome during the month from August to October. (Figures in inner circle denote numbers of fish examined)

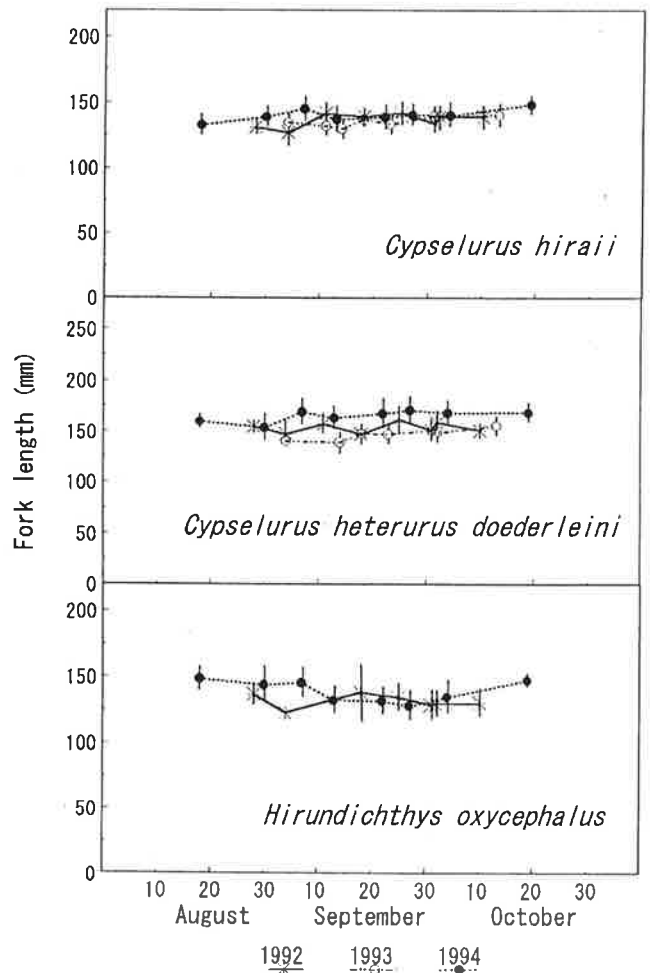


図4 生月における漁期中のトビウオ類未成魚の平均尾叉長の変化
Fig.4. Shift of the average fork length of young flyingfishes at Ikitsuki through the fishing season. (Vertical lines represent standard deviations)

トビウオ *Cypselurus heterurus doederleini*, ホソアオトビ *Hirundichthys oxycephalus*, アリアケトビウオ *Cypselurus starksi*, ツマリトビウオ *Parexocoetus brachypterus*, サヨリトビウオ *Oxyporhamphus micropterus* の計6種であった。このうち最も高い割合で出現したのはホソトビウオで、次いで多かったのはツクシトビウオであった。ホソアオトビは1992年と1994年には出現が見られたが、1993年はほとんど出現しなかった。アリアケトビウオ、ツマリトビウオ、サヨリトビウオは量的にはごくわずかであった。

図4に漁獲物の主体となったホソトビウオ、ツクシ

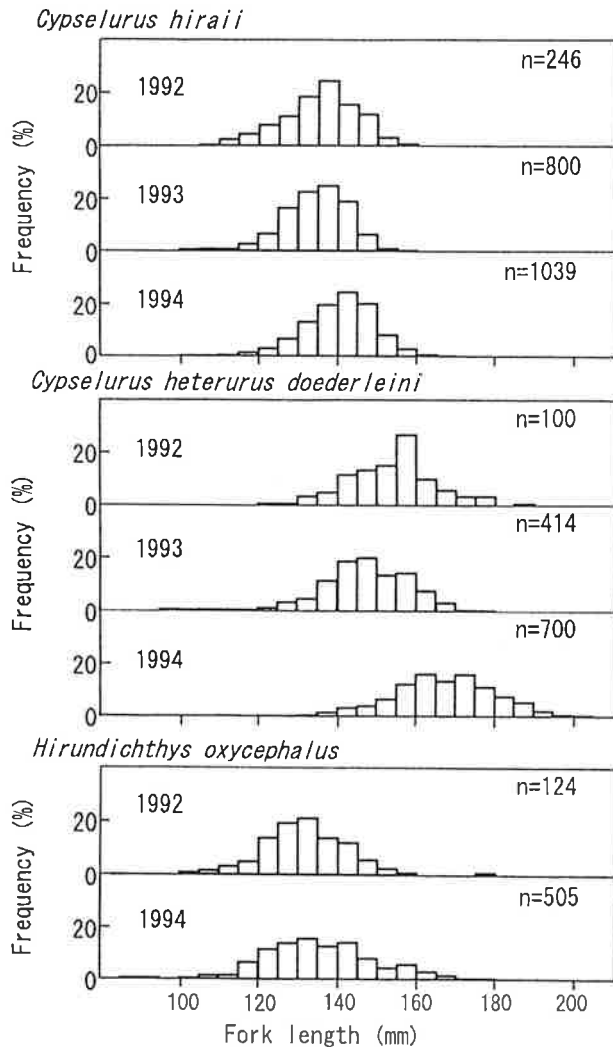


図5 トビウオ類未成魚の尾叉長組成

Fig.5. Fork length compositions of the young flyingfishes caught at Ikitsuki and Shin-uonome.

トビウオ、ホソアオトビの平均尾叉長の漁期中の変化を、図5には尾叉長組成を示した。ホソトビウオは1992年及び1993年は13.5cmにモードが見られ、1994年は14cmにモードが見られた。各年とも漁期中での魚体のサイズはあまり変化が見られなかった。

ツクシトビウオは1992年は15.5cm、1993年は14.5cm、1994年は16~17cmにモードと年による違いが見られたが、各年とも漁期中での魚体のサイズはあまり変化が見られなかった。ホソアオトビは13cmにモードが見られ、他の2種と同様に漁期中で魚体のサイズはあまり変化しなかった。

成長 ホソトビウオの耳石に見られる輪紋数(RN)と尾叉長(FL)の関係を図6に示す。それぞれの年に

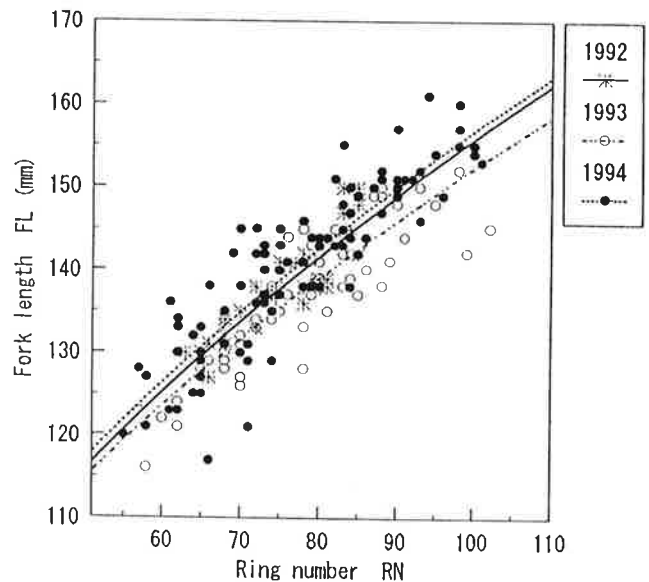


図6 ホソトビウオの耳石輪紋数と尾叉長の関係

Fig.6. Regression of fork length to daily increments on lapillus in *Cypselurus hiraii*

において輪紋数と尾叉長の間には正の相関が見られ、次式で表された。

$$1992年 \quad FL = 21.70 \times RN^{0.428} \quad (r = 0.890, n = 28)$$

$$1993年 \quad FL = 23.11 \times RN^{0.410} \quad (r = 0.884, n = 76)$$

$$1994年 \quad FL = 22.45 \times RN^{0.422} \quad (r = 0.875, n = 93)$$

3ケ年では1993年は成長がやや劣り、1994年はやや成長が良く、1992年は両者の中間であった。3ケ年をま

とめて取り扱うと

$$FL = 22.90 \times RN^{0.415} \quad (r = 0.862, n = 197)$$

の式で表された。ホソトビウオでは孵化後1日目から1日1本の割合で輪紋が形成される。³⁾ ことから、輪紋数をその魚体の日齢と考えた。今回のサンプルでは55日齢から102日齢のものが出現し、この間では平均0.74mm/dayの成長であった。

ツクシトビウオの耳石に見られる輪紋数(RN)と尾叉長(FL)の関係を図7に示す。各年とも輪紋数と尾叉長の間には正の相関が見られ、次式で表された。

$$1992年 \quad FL = 19.67 \times RN^{0.475} \quad (r = 0.913, n = 16)$$

$$1993年 \quad FL = 19.79 \times RN^{0.468} \quad (r = 0.899, n = 57)$$

$$1994年 \quad FL = 15.20 \times RN^{0.542} \quad (r = 0.925, n = 90)$$

3ケ年ではホソトビウオと同様に1993年に成長がやや劣り、1994年はやや成長が良く、1992年は両者の中間であった。3ケ年をまとめて取り扱うと

$$FL = 13.71 \times RN^{0.560} \quad (r = 0.907, n = 163)$$

の式で表された。

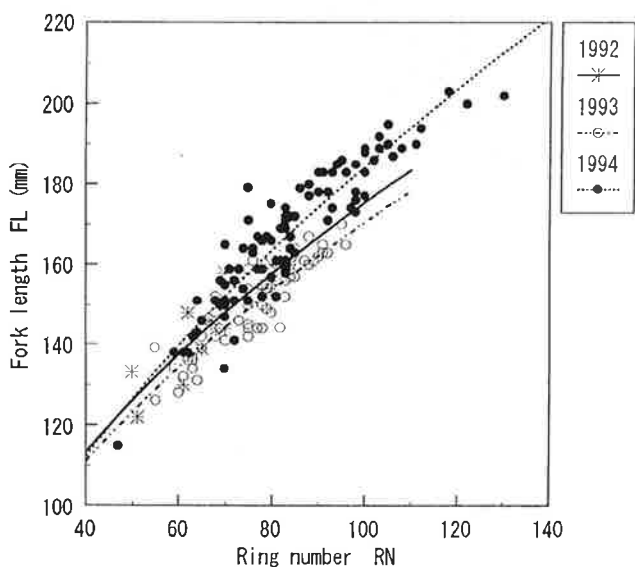


図7 ツクシトビウオの耳石輪紋数と尾叉長の関係
Fig.7. Regression of fork length to daily increments on lapillus in *Cypselurus heterurus doederleini*

ツクシトビウオでも孵化後1日目から1日1本の割合で輪紋が形成される³⁾ ことから、輪紋数をその魚体の日齢と考えた。今回のサンプルからは47日齢から

130日齢のものが出現し、その間は平均1.1mm/dayの成長であった。

ホソアオトビの耳石に見られる輪紋数(RN)と尾叉長(FL)の関係を図8に示す。それぞれの年において輪紋数と尾叉長の間には正の相関が見られ、次式で表された。

$$1992年 \quad FL = 18.24 \times RN^{0.457} \quad (r = 0.960, n = 26)$$

$$1994年 \quad FL = 18.07 \times RN^{0.462} \quad (r = 0.919, n = 95)$$

1992年と1994年では成長にあまり違いはみられなかった。2ケ年をまとめて取り扱うと

$$FL = 17.46 \times RN^{0.469} \quad (r = 0.922, n = 121)$$

の式で表された。ホソアオトビでは日周輪の確認は行われていないが、北大西洋産トビウオ類でホソアオトビと同属の *Hirundichthys affinis* で孵化日から輪紋が形成されている⁴⁾ ことから、輪紋数-1を日齢とした。今回のサンプルでは51日齢から120日齢のものが出現し、この間では平均0.76mm/dayの成長であった。

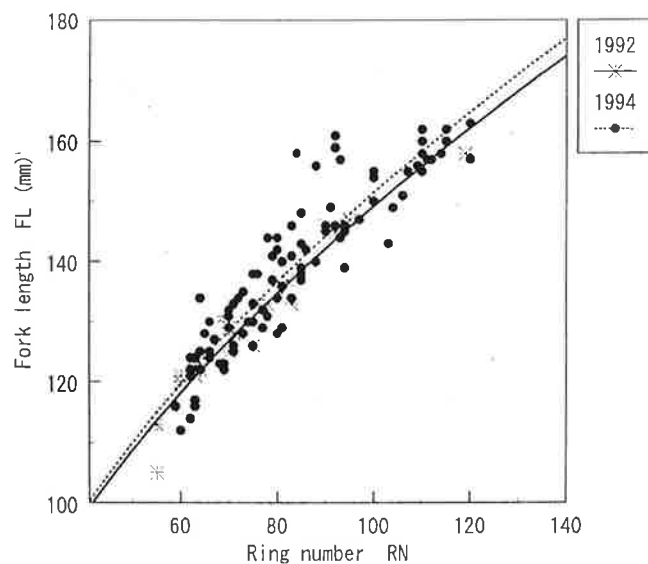


図8 ホソアオトビの耳石輪紋数と尾叉長の関係
Fig.8. Regression of fork length to daily increments on lapillus in *Hirundichthys oxycephalus*

孵化日の推定 測定された魚体の尾叉長に基づき、前述の輪紋数と尾叉長の関係式を用いて日齢を求め、

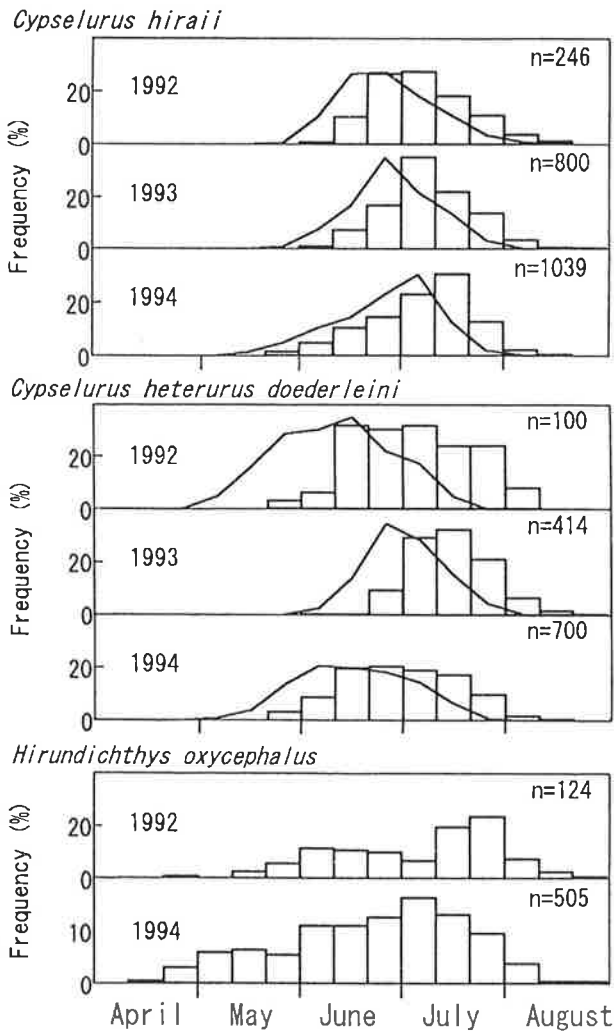


図9 尾叉長組成と成長式から推定した産卵日と孵化日の組成
 Fig.9. Frequency distributions of spawning (polygons) and hatching (histograms) dates estimated by combining the size frequencies of the caught fish and growth equations.

漁獲日と日齢から逆算して孵化日を推定した。

図9に推定したトビウオ類の孵化日の組成を示した。ホソトビウオは5月下旬から8月中旬にかけて孵化が見られ、そのピークは7月上旬から7月中旬に見られた。ツクシトビウオは5月下旬から8月中旬にかけて孵化が見られ、そのピークは6月中旬から7月中旬に見られた。また、1992年、1994年に比べ、1993年は孵化が遅れる傾向が見られた。ホソアオトビは4月中旬から8月下旬にかけて孵化が見られ、ツクシトビウオやホソトビウオより長期にわたっていた。孵化のピー

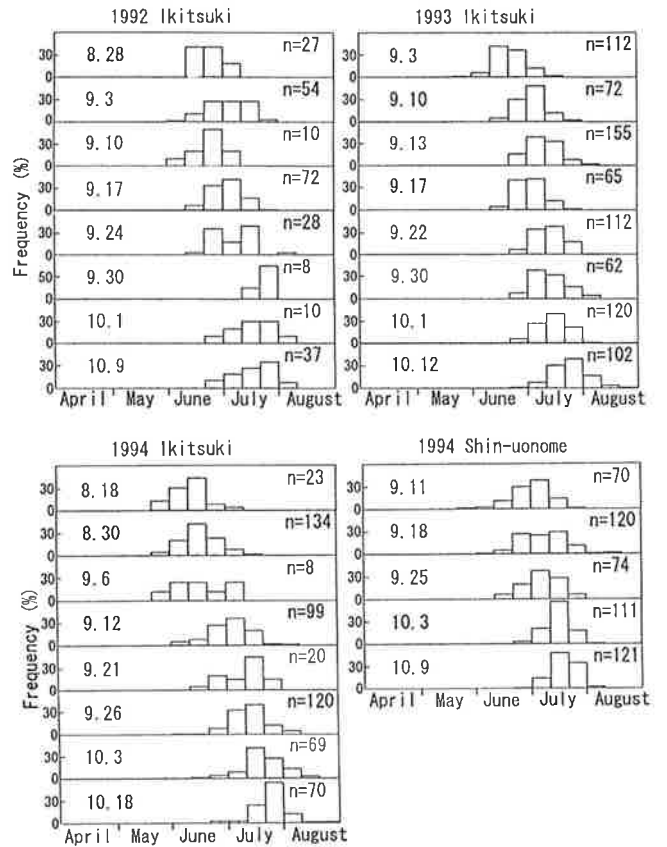


図10 ホソトビウオにおける漁獲日ごとの孵化日組成
 Fig.10. Hatching date composition of *Cypselurus hiraii* on each sampling day.

クは1992年は7月下旬、1994年は7月上旬に見られた。

図10にホソトビウオにおける漁獲日ごとの孵化日組成を示す。1992年の漁期始めの8月下旬には6月中下旬に孵化したものをピークとする魚群が漁獲され、漁期終了期の10月上旬には7月下旬に孵化したものをピークとする魚群が漁獲されている。1993年の9月上旬には6月中旬に孵化した魚群が漁獲され、10月中旬には7月下旬に孵化した魚群が漁獲されている。1994年は生月漁場で、8月上旬には6月中旬に孵化した魚群が漁獲され、10月中旬には7月下旬に孵化した魚群が漁獲されている。また、同年新魚目漁場で9月中旬には7月上旬に孵化した魚群が漁獲され、10月上旬には7月中旬に孵化した魚群が漁獲されている。いずれの年も同一漁場において漁期始めには孵化日の早いものが出現し、漁期の進行に伴い、孵化日の遅いものが出現

している。

図11にツクシトビウオにおける漁獲日ごとの孵化日

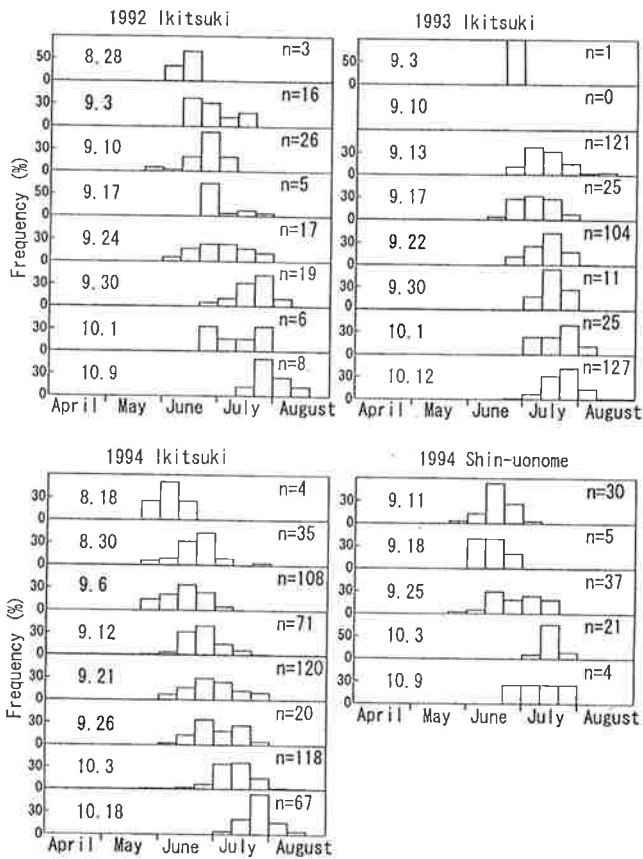


図11 ツクシトビウオにおける漁獲日ごとの孵化日組成
Fig.11. Hatching date composition of *Cypselurus heterurus doederleini* on each sampling day.

組成を示す。ツクシトビウオでもホソトビウオと同様の傾向が見られ、魚群の主体は初漁期から終漁期にかけて、1992年は6月中旬に孵化したのから7月下旬に孵化したものへ、1993年は6月下旬に孵化したのから7月下旬に孵化したものへ、1994年は生月漁場で6月上旬に孵化したのから7月下旬に孵化したものへ、同年新魚目漁場では6月中旬に孵化したのから7月中旬に孵化したものへと移り変わった。

図12にホソアオトビにおける漁獲日ごとの孵化日組成を示す。他のトビウオと同様に漁期の進行とともに漁獲物の孵化日が遅いものへとずれていく状況が見られ、1992年は6月中旬に孵化した魚群から7月下旬に孵化した魚群へと漁獲の対象が移り変わり、1994年は

5月中旬に孵化した魚群から7月中旬に孵化した魚群へと移り変わった。

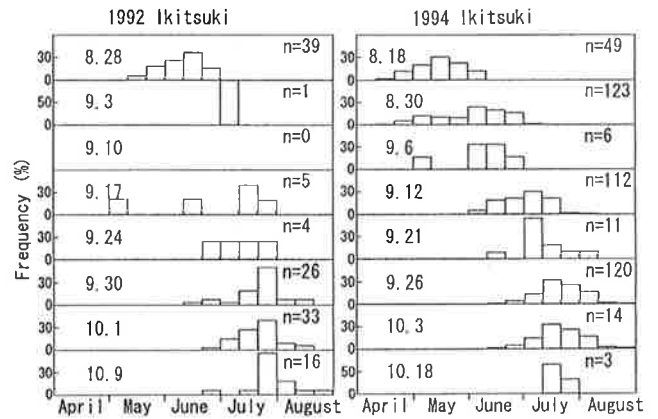


図12 ホソアオトビにおける漁獲日ごとの孵化日組成
Fig.12. Hatching date composition of *Hirundichthys oxcephalus* on each sampling day.

考 察

これまでトビウオの成長については、体長組成の変化からおおよその曲線を推定した報告^{5, 6)}があるのみである。しかし、この方法では発生時期を特定できないことから魚種や年による成長の違いを比較する際に曖昧さが残る。これに対し今回の方法では、耳石の輪紋による日齢査定によって、孵化日を基準として成長を推定し、比較することが可能である。

3種のトビウオの成長を比較すると未成魚までではあるが、ツクシトビウオの成長が最も良く、これに比べホソトビウオ、ホソアオトビの成長は劣る結果が得られた。塚原ら⁶⁾は体長組成の比較からツクシトビウオ・ホソトビウオ・アリアケトビウオの順に、成魚の大きさの違いに従って成長速度が緩やかとなっていることを指摘したが、今回の結果からツクシトビウオとホソトビウオについてはすでに未成魚の段階で成長の違いが現れていることが明確となった。

また、3ケ年の成長を比較すると、1994年の成長が最も良く、次いで1992年で、1993年の成長は最も劣っていた。一般に魚類の成長にとって水温が影響するこ

とが知られているが、長崎県沿岸域に出現するトビウオ類未成魚の生育海域と推定されている日本海西部海域における7～9月の水温(図13)は、1993年は低く、1994年は高く、年によってかなり差が見られた。

このことから、生育環境としての水温の違いが成長差の要因の1つとして影響した可能性は十分考えられる。

長崎県北部沿岸域におけるトビウオ類未成魚の船曳網による漁獲量は、その変動に最も影響する要因として日本海西部海域における7月の水温が挙げられている。¹⁾ 今回調査を行った生月町漁協における船曳網によるトビウオ類未成魚の漁獲量は1992年は134 t、1993年は43 t、1994年は171 tであった。漁獲量の最も多かった1994年は水温が高く、成長が良かった年に相当し、漁獲量の最も少なかった1993年は、水温が低く、成長が悪かった年に相当する。このことから生育初期の成長の良否がその後の生残等に影響し、漁獲量の多少に結びついた可能性も考えられる。ただ、魚種の組成は年によって異なっており、特に漁獲量の少なかつ

た1993年はホソアオトビの混獲がほとんどなかったことを考えると、漁獲量の変動については魚種の組成等も含めて、成長や生残との関わりの中で総合的に検討する必要があると思われる。

ホソトビウオは受精後9～12日で孵化し、ツクシトビウオは受精後13～15日で孵化する⁷⁾とされている。今回の結果において孵化時期には3ヶ月ほどの幅があることから、産卵から孵化までの日数が時期的に異なることも考えられるが、ホソトビウオの孵化日数を10日、ツクシトビウオの孵化日数を14日と仮定して産卵日を推定すると、ホソトビウオは5月中旬から8月上旬にかけて産卵が行われ、ツクシトビウオでは5月上旬から7月下旬にかけて産卵が行われたことになる。この両種の産卵場は屋久島から九州西岸、更に日本海にわたっており、ホソトビウオの産卵期は天草沿岸で5～7月、⁶⁻⁹⁾ 日本海西部海域では5月下旬から7月上旬、¹⁰⁾ ツクシトビウオの産卵期は屋久島で5月中旬～6月上旬、⁶⁾ 天草沿岸で5～7月、^{6, 8, 9)} 日本海西部海域で5月中旬～7月下旬¹⁰⁾とされている。いずれもピークは明らかでなく、九州北西岸の産卵に関する報告もないが、対馬暖流域でのホソトビウオ及びツクシトビウオの産卵期はほぼ5月から7月と考えられる。今回の耳石観察から推定された産卵の時期はこれまでの報告とほぼ一致した。今後、親魚の成熟・産卵に関して海域別に詳細な検討を行うとともに、同一年の未成魚の耳石日周輪観察を併せて行って、海域別の産卵のピーク等と照合し、長崎県に來遊するホソトビウオやツクシトビウオの産卵場の主体をより明確にする必要があると思われる。

ホソアオトビの産卵親魚はホソトビウオやツクシトビウオとは異なり九州や日本海の沿岸域には出現が見られず、台湾東南の沖合域に分布することが知られている。¹⁰⁾ ところが、未成魚では長崎県沿岸域でホソトビウオやツクシトビウオと同時にホソアオトビも漁獲され、その孵化時期は4～8月であった。台湾南部・

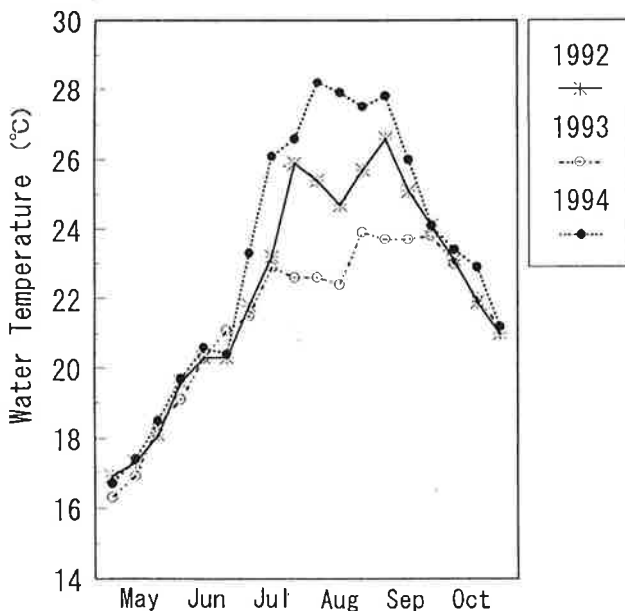


図13 日本海西部沿岸域における表面水温

Fig.13. Comparison of 10 daily average surface water temperatures by years in the coastal waters of the western Japan Sea. (Data of "Mishimamaru Ferry" from Hagi to Mishima)

西南部沖合で3月下旬, 台湾東部で6月上旬, 東シナ海で6月中旬から7月下旬に稚仔魚の出現が見られ, その多くが15mm未満であったことが報告されている。

¹¹⁾ また, 鹿児島県枕崎で10mm未満の稚仔魚が7月,¹⁰⁾ 日本海西部海域の沖合域で10mm未満の稚仔魚が8月^{12), 13)} に出現することが報告されており, 産卵はこのようかなり広い海域で行われていると考えられる。以上のことからホソアオトビは九州南方の海域から対馬暖流によって運ばれてきたもの, および日本海西部海域の沖合域で発生した稚仔魚が成長し, 8月以降に未成魚として長崎県沿岸域に來遊すると思われる。今後, 長崎県に來遊するホソアオトビの産卵場の主体をより明確にするために, この種の産卵の実態についても明らかにする必要がある。

漁獲日毎にみた漁獲物の孵化日組成は漁期始めと終わりで異なっており, 孵化日のピークは漁期内で約2ヶ月のずれがあった。このことから, 長崎県海域へ來遊するトビウオ未成魚は, 早生まれの魚群と遅生まれの魚群がすべて漁期始めから漁場へ加入して行くのではなく, 早く生まれた魚群から順次漁場へ加入してくると思われる。日本海南西部では対馬暖流の影響を受けて, トビウオ類の稚仔魚の分布域が, 成長に伴い北東方向へ移ることが報告されている。^{*1} しかし, 8月中旬以降は早期発生群から順次長崎県沿岸に來遊する今回の結果からすると, 成長の進んだものから反転して南下しながら, 加入してくるものと思われる。このため, 実際にはトビウオの未成魚は短期間のうちに大きく成長するにもかかわらず, 同一漁場においては順次遅く生まれた魚群が加入してくることになり, 漁期中のトビウオのサイズはほぼ一定で, 見かけ上成長は見られなかった。また, 漁獲物の孵化日の変化が極めて顕著に現れることから, 魚群の交替はかなり早いテンポで行われるものと思われる。このことはトビウオ未成魚群の移動が比較的早いことを示唆しており,

漁期がほぼ2ヶ月間と短期で終わる要因となっていると考えられる。

おわりに, 本研究を進めるにあたり標本の採集にご協力頂いた, 生月町漁業協同組合, 北魚目第一漁業協同組合の漁協職員及び関係漁業者の方々, 田平水産業改良普及所及び上五島水産業改良普及所の職員の方々, また, 取りまとめにあたり種々ご教示いただいた長崎大学教授千田哲資博士に厚くお礼申し上げる。

文 献

- 1) 松村靖治: 長崎県北部沿岸域におけるトビウオ未成魚の漁獲量変動要因. 日水誌, 58, 1049-1055(1992).
- 2) 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」(長崎県生物学会), 1, 長崎出版文化協会, 長崎, 225-235(1981).
- 3) 一丸俊雄・立原一憲: ツクシトビウオとホソアオトビウオの耳石に見られる微細輪紋. 長崎水試研報, 21, 1-6(1995).
- 4) H. A. Oxenford, W. hunte, S. E. Campana : Otolith age validation and growth rate in flying fish (*Hirundichtys affinis*) from the eastern Caribbean. *Marine Biology*, 118, 585-592(1994).
- 5) 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).
- 6) 塚原 博・塩川 司・稲尾 正: 天草におけるトビウオ類の研究 第4報 *Cypselurus* 属3種の生態・生活史(2). 九大農学部学芸雑誌, 16(2), 303-311(1957).
- 7) 今井貞彦: 日本近海産トビウオ類生活史の研究 I. 鹿児島大学水産学部紀要, 7, 2-68(1959).
- 8) 塩川 司: 沿岸における小型刺網漁業とその資源 I. トビウオ刺網漁業. 日水誌, 28, 574-578(1962).
- 9) 塚原 博・塩川 司・稲尾 正: 天草におけるトビウオ類の研究 第3報 *Cypselurus* 属3種の生態・生活史(1). 九大農学部学芸雑誌, 16(2), 287-302(1957).

* 1 河野光久: 平成5年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 112(1993)

- 10) 今井貞彦：日本近海産トビウオ類生活史の研究Ⅱ．鹿児島大学水産学部紀要，7，2-68(1959)．
- 11) 陳 春暉：北太平洋におけるトビウオ科魚類の初期生活史に関する研究．東京大学提出学位審査論文，136(1985)．
- 12) 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号，1-101(1988)．
- 13) 増田恵一・大谷徹也・玉木哲也：但馬沿岸域及び沖合域におけるトビウオ類幼稚仔の出現状況について．兵庫水試研報，27，1-16(1990)．

