

## 水槽で飼育したマツカワ天然魚の産卵間隔と産卵数

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2024-08-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 渡辺, 研一, 鈴木, 重則, 錦, 昭夫, 南, 卓志 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2010450">https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2010450</a>

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



原著論文

## 水槽で飼育したマツカワ天然魚の産卵間隔と産卵数

渡辺研一\*<sup>1</sup>・鈴木重則\*<sup>2</sup>・錦 昭夫\*<sup>3</sup>・南 卓志\*<sup>4</sup>Spontaneous Spawning Rhythm and Egg Number of Wild Barfin Flounder *Verasper moseri* Reared in a Tank

Ken-ichi WATANABE, Shigenori SUZUKI, Akio NISHIKI and Takashi MINAMI

By way of investigation of spontaneous spawning rhythm and the number of spawned eggs, one barfin flounder female and two males, which were wild fish, were reared at a constant water temperature of 6 °C. The start of spawning and the spawning period were not same individually. One female spawned 10 or 11 times for one spawning season. Average spawning intervals were from 2.9 to 3.5 days. One female (approx. 720 mm in total length) spawned a low number in the early and last spawning period, and up to 180 thousands of eggs were produced at one time. In the middle spawning period, the proportion of fertilized eggs was higher than that in the early or last spawning season. Egg diameters became smaller with the increase of spawning time.

2008年3月14日受付, 2008年8月18日受理

マツカワ *Verasper moseri* は、茨城県以北の太平洋沿岸および若狭湾以北の日本海沿岸、北海道周辺、千島、サハリン、沿海州などに分布する<sup>1,2)</sup>。中でも北海道東部沿岸を主分布域とし、成長の良さ<sup>3)</sup>、その肉質の良いこと<sup>2)</sup>および市場価値が高いこと等から、栽培漁業対象種として有望視されている。さらに、本種は資源が壊滅状態にあるため希少生物とされている<sup>4)</sup>。そのため種の保全の必要性が指摘されており、その方策として種苗放流が望まれている<sup>4)</sup>。

種苗を放流するためには、親魚から計画的に受精卵を得て種苗生産する必要がある。本種の再生産に関する知見として、生化学的な検討<sup>5,6,7,8)</sup>、孕卵数<sup>9)</sup>、排卵間隔<sup>10)</sup>、群としての水槽内における自然産卵<sup>11)</sup>、水温刺激による産卵誘導法と誘発産卵における人工生産した雌1尾の産卵状況<sup>12,13)</sup>および水温制御による雌雄の性成熟

の同調法や自然産卵における環境制御因子の探索等<sup>13)</sup>の報告があるが、産卵誘発処理を施さずに自然産卵した場合の天然由来親魚の個体ごとの産卵に関する知見は見あたらない。そこで本報告では、産卵誘発処理を施さない場合におけるマツカワ天然由来親魚について、産卵期間内における個体ごとの自然産卵の回数と産卵数を把握し、誘発産卵状況と比較することを目的とした。

## 材料および方法

1994年の秋と1998年の秋に、北海道東部沿岸で定置網および刺網により漁獲された天然魚を、日本栽培漁業協会厚岸事業場（現：独立行政法人水産総合研究センター北海道区水産研究所厚岸栽培技術開発センター）の水槽で飼育し、産卵試験に用いた（表1）。1回の試験で

\*<sup>1</sup> 独立行政法人水産総合研究センター 養殖研究所 業務推進部 〒516-0193 三重県度会郡南伊勢町中津浜浦 422-1  
National Research Institute of Aquaculture, Fisheries Research Agency, Nakatsuhamaura, Minamiise, Mie, 516-0193, Japan  
knabe@fra.affrc.go.jp

\*<sup>2</sup> 独立行政法人水産総合研究センター 南伊豆栽培漁業センター

\*<sup>3</sup> 無所属

\*<sup>4</sup> 東北大学大学院農学研究科

表 1. 試験に用いたマツカワ親魚の概要

試験区	ID*	全長 (mm)	体重 (g)	雌雄	入手年
1	401	720	7,430	雌	1994
	351	578	3,020	雄	1994
	FOF	490	1,710	雄	1998
2	746	715	7,160	雌	1998
	409	590	3,390	雄	1994
	612	525	2,080	雄	1994
3	401	725	7,320	雌	1994
	351	580	3,240	雄	1994
	FOF	495	1,770	雄	1998

\*個体番号

は、雌 1 尾と雄 2 尾を水槽に収容し（以下単数群）、2000 年に 1 回、2001 年に 2 回の合計 3 回の試験を実施した。2000 年に用いた親魚群は、2001 年の試験にも使用した。親魚の飼育方法、卵の回収・計数方法および受精卵のふ化方法は渡辺・鈴木<sup>11)</sup>の方法に従った。すなわち、親魚は 50 kl 角形コンクリート水槽に収容し、餌料として冷凍のエビジャコまたはモイストペレットを適宜給餌した。そして、産出された卵の回収率を向上させる目的でエアレーションにより飼育水を攪拌した。水温は、自然水温が 3℃を下回る 12 月から 3℃、3 月上旬には 4℃、中旬に 5℃、下旬に 6℃になるように加温し、その後は 6℃で一定とした。産出した卵は、水槽からオーバーフローさせ、集卵ネットで回収した。採卵は 1 日に 1 回、10 時または 16 時に行った。浮上卵量および沈下卵量をメスシリンダーを用いて計量し、あらかじめ算出した係数 180 粒/ml を乗じて卵数を推定した。浮上卵からランダムに約 200 粒を採取して、実体顕微鏡により受精率および卵発生段階を観察した。得られた浮上卵は、疾病防除の目的でオキシダントを 0.5 mg/l 含む海水で 10 分間消毒後ふ化水槽に収容し、微通気、8℃に調整した海水の流水下で管理した。ふ化終了時に肉眼で正常と判定されるふ化仔魚数を容量法により計数してふ化率を算出した。受精卵の発生段階（4 細胞期～モルラ期）の観察時に、30 粒をランダムに選び、万能投影機で 20 倍に拡大してノギスで卵径を測定した。なお、渡辺・鈴木<sup>11)</sup>が行った産卵開始直後に親魚を取り揚げて採卵す

ることは行わなかった。

本試験における個体ごとの産卵間隔と既報の排卵<sup>10)</sup>、産卵間隔<sup>12,13)</sup>との違いについて、クラスカル・ワーリス検定により比較した。有意差が認められた場合には Scheffe の F 検定により多重比較を行った。産卵回数と卵径の比較には t 検定を用いて統計検定を行った。浮上卵率、受精率およびふ化率の比較には、分割表による  $\chi^2$  独立性の検定を用いた。

## 結果と考察

各試験における自然産卵結果を表 2 に示した。

3 尾のマツカワは 3 月下旬から 5 月中旬までの 27～42 日間、2～7 日間隔で産卵し、試験区により産卵開始日と産卵期間が異なった。本種の個体ごとの産卵については、Kayaba *et al.*<sup>12)</sup> および萱場<sup>13)</sup>が 4 尾の雌を個別に飼育して水温上昇（6℃から 8℃）による誘発産卵試験を行い（以下誘発単数群）、3 月下旬から 4 月下旬までの 15～28 日間、0～5 日間隔で産卵した例を報告しているが、本試験と同様に産卵開始日と産卵期間が異なっていた。一方、複数の雌を収容して 6℃で飼育した群<sup>11)</sup>（以下複数群）では 3 月中旬から 5 月下旬まで間隔を置きながら 2 カ月以上、8 尾を 1 水槽に収容して水温上昇による誘発産卵を行った群<sup>12)</sup>（以下誘発複数群）では 3 月下旬から 5 月上旬までの 44 日間毎日、水槽内で自然産卵した例が報告されている。このように、単数群および誘発単数群の産卵期間は複数群より短い傾向が見られるが、本報告および既報<sup>12,13)</sup>で明らかとなったように、個体により産卵開始日と産卵期間が異なる可能性があると考えられる。

本報告のマツカワ雌親魚は産卵期間内に 10～11 回産卵し、産卵間隔は平均で 2.9、3.3 および 3.5 日であった（表 2）。既報の排卵間隔は 3.5 日<sup>10)</sup>、および誘発単数群で受精率が産卵期間を通して高かった個体の産卵間隔<sup>12,13)</sup>は 3.0 日、2.8 日と計算されるが、本報告の結果も併せて統計検定したところ、これらの排卵・産卵間隔に有意差は認められなかった ( $p > 0.05$ )。また、誘発単

表 2. マツカワ天然魚による産卵試験結果の概要

試験区	産卵期間 (日数)	産卵 回数	平均産卵間隔 (日; 範囲)	産卵数 (千粒)	浮上卵数 (千粒)	浮上卵率* <sup>1)</sup> (%; 範囲)	受精卵数 (千粒)	受精率* <sup>2)</sup> (%; 範囲)	ふ化率* <sup>3)</sup> (%; 範囲)
1	2000年4月9日～5月14日 (42)	11	3.5 (2-7)	1,351.8	1,195.2	88.4 (57.9-98.5)	937.5	78.4 (0-96.5)	58.8 (30.2-100)
2	2001年3月26日～4月21日 (27)	10	2.9 (2-3)	926.7	680.4	73.4 (12.1-95.1)	512.5	75.3 (2.0-93.3)	34.3 (7.3-66.7)
3	2001年3月31日～5月3日 (34)	11	3.3 (2-5)	1,276.4	975.8	76.4 (48.9-92.9)	545.2	55.9 (11.8-79.7)	48.0 (4.2-98.8)
既往知見* <sup>4)</sup>	1997年3月18日～4月17日 (29)	20	-	4,619 (923.8)	2,353 (470.6)	50.9	2,029 (405.8)	86.5	55.6

\*<sup>1)</sup> 浮上卵率 = 浮上卵数 ÷ 産卵数 × 100

\*<sup>2)</sup> 受精率 = 受精卵数 ÷ 浮上卵数 × 100

\*<sup>3)</sup> ふ化率 = 正常ふ化仔魚数 ÷ 受精卵数 × 100

\*<sup>4)</sup> 渡辺・鈴木(1999). 5尾の雌と3尾の雄による産卵試験結果. 産卵数, 浮上卵数, 受精卵数の ( ) 内の数字は, 1尾あたりを示す.

数群の雌親魚は産卵期間内に8～11回産卵していた<sup>12,13)</sup>。以上の天然魚と人工生産魚の産卵試験結果から、本種は一般に産卵期間内におよそ3日の間隔で10回程度、1カ月にわたって産卵するものと考えられた。

産卵期間と産卵間隔には種に特有な成熟リズムや産卵生態が認められ、マダイ *Pagrus major*<sup>14)</sup>では50日間に34回、ヒラメ *Paralichthys olivaceus*<sup>15)</sup>では3カ月の産卵期間中の66～88%の日で産卵したことが報告されている。両種に比べマツカワの産卵期間は短く、産卵間隔は長い特徴が認められた。

産卵回数ごとに得られた卵数を試験区ごとに図1に示した。浮上卵と沈下卵を合わせた産卵数は産卵初期もしくは後期で少ない傾向が認められた。いずれの雌親魚も最大で1回におよそ18万粒を産卵した。Kayaba *et al.*<sup>12)</sup>が報告した誘発単数群の産卵状況も、本試験結果と同様であった。

1997年に天然魚を用いた複数群の自然産卵結果<sup>11)</sup>では、体重4,400～5,900gの雌親魚が平均92万粒を産卵

した。本試験の単数群の産卵数は93～135万粒であった。単数群の産卵数は複数群と同等かそれ以上であった。本試験では体重7,160～7,430gの雌親魚を用いており(表1)、孕卵数は体重と正の相関がある<sup>9)</sup>ことから、単数群が複数群の1尾当たりの産卵数を上回ったのは、雌親魚の体重差による影響が考えられる。一方、萱場<sup>13)</sup>は本種の雌の収容尾数を多くすることにより、1尾あたりの産卵数の減少、受精率の低下等を観察している。他魚種の水槽内での産卵においても、マダイ<sup>16)</sup>、カタクチイワシ *Engraulis japonica*<sup>17)</sup>などで、親魚の飼育密度を低下させると産卵数が増えるとの報告がある。単数群も複数群も同一形状の水槽に収容しており、飼育密度は単数群で低い。これらのことから、飼育密度が低かったことも単数群の個体当たりの産卵数が複数群より多かった要因として考えられる。

浮上卵数は68～120万粒、受精卵数が51～94万粒、平均浮上卵率は73～88%、平均受精率は56～78%であった(表2)。複数群の1尾当たりが産卵した浮上卵数、受精卵数はそれぞれ47万粒、41万粒と単数群で多かったが<sup>11)</sup>、上述の通り雌親魚の体重が異なるためおよび親魚の飼育密度が低かったためと考えられる。複数群の浮上卵率は51%と単数群の方が有意に高かった(いずれの試験区も  $p < 0.05$ ) が、受精率は87%と複数群の方が有意に高かった(いずれの試験区も  $p < 0.05$ )。受精卵が得られた日の浮上卵の一部をふ化させたところ、平均で34～59%のふ化率が得られた。複数群として自然産卵させて得た受精卵をふ化させた場合および人工授精した場合<sup>11)</sup>と5%の確率で統計的に比較すると、試験区1では複数群の自然産卵および人工授精の結果より有意に高かったが、試験区2,3では有意に低い場合もあり、一定の傾向は認められなかった。

受精率の変化を試験区ごとに図2に示した。試験区1では、2回目と10回目の産卵において受精率が低く、産卵期間を初期(1～3回目)、中期(4～7回目)、後期(8回目～)に区切って平均受精率の検定を行ったところ、中期は初期、後期より有意に高かった( $p < 0.05$ )。試験区3でも同様の結果が得られた。試験区2では初期の受精率が中期の受精率より有意に高かった( $p < 0.05$ ) が、後期では中期より有意に低かった( $p < 0.05$ )。試験区1,3は同一親魚を用いており、この結果は個体差を含めさらに検討する必要がある。

試験区1では受精卵が得られたすべての産卵回数においてふ化率を測定した。試験区2および3では、ふ化試験に供する水槽を十分用意できなかったため、すべての産卵回数におけるふ化率を測定できず、詳細な比較はできなかった。試験区1のふ化率は、2,3,8回産卵時に80%以上と高く、他の産卵回数では30～60%と低かった。Kashiwagi *et al.*は<sup>18)</sup>、シロギス *Sillago japonica*において、ふ化管理時の水温とふ化率に負の相関関係があることを報告している。しかし、本報告ではふ化管理時

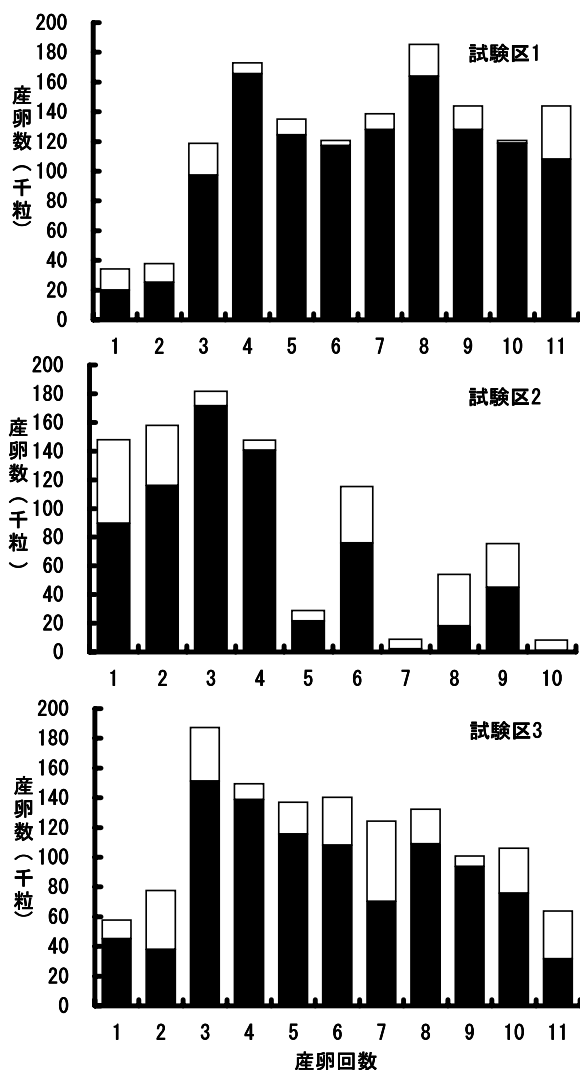


図1. 試験区ごとの産卵回数と産卵数の関係  
 ■浮上卵数 □沈下卵数

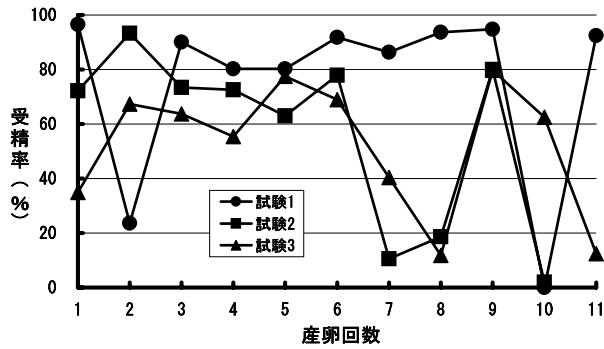


図2. 試験区ごとの産卵回数と受精率の関係

の水温を8℃で一定としており、ふ化率に水温以外に影響する要因の存在が示唆されるが、その要因解明については今後の課題である。

木村・有瀧はイサキ *Parapristipoma trilineatum* において、浮上卵率とふ化率の間に正の相関関係があることを報告している<sup>19)</sup>。試験区1において浮上卵率とふ化率の相関関係を調べたが、マツカワでは浮上卵率 (FR) とふ化率 (HR) の間に明瞭な関係は認められなかった ( $HR = -0.14FR + 71.98$ ;  $r = 0.081$ )。他の産卵成績を比較すると、産卵数は8回目で多いものの、特に2回目では少なかった。受精率は、2回目で低いものの、3、8回目では高かったが、より高い産卵回数もあった。これらのことから、産卵期間におけるふ化率の変化に規則性を認めることはできなかった。

各試験区における産卵回数 (TS) ごとの卵径 (ED) の推移を図3に示した。いずれの区においても、卵径は産卵初期に大きく、末期で小さい傾向を示し、試験区1では ( $ED = -0.0025TS + 1.88$ ;  $r = 0.482$ ) の関係が認められた。この回帰係数が1と見なせるか検定したが、確率は0.05未満であり、試験区1における卵径は産卵回数とともに小さくなった。試験区2および3でも同様であった。松浦ら<sup>14)</sup>は雌マダイ1尾を雄とともに水槽に収容して産卵させた結果について報告している。それによると、卵径の変化は今回の結果と同様の傾向を示していた。松浦らはこの要因として前日の水温が影響し、産卵水温が高いほど卵径が小さくなるとしている。また、1尾の雌を用いた試験ではないが同様のことがシロギス<sup>20)</sup>、キュウセン *Halichoeres poecilopterus*<sup>21)</sup>、スジアラ *Plectoropomus leopardus*<sup>22)</sup>、ヒレナガカンパチ *Seriola rivoliana*<sup>23)</sup> およびアカハタ *Epinephelus fasciatus*<sup>24)</sup> などでも報告されている。マツカワの場合に水温は6℃で一定であり、マダイ等で観察された結果を当てはめることができない。以上のことから、本種では水温と関連はなく、他の要因の介在が考えられ、卵成熟過程や生理的变化などとの関係も調べる必要がある。

いずれの試験区も7,160～7,430gとほぼ同程度の体重の雌親魚を用いているにもかかわらず、試験区1、3

では平均卵径がおよそ1.8～1.9mmの範囲であったが、試験区2ではおよそ1.6～1.8mmと明らかに小さかった。試験区1、3は同一親魚を用いており、この結果は受精率と同様に個体差による可能性が考えられる。

ID401の雌親魚は2000年と2001年の2回試験に供試した(表1)。産卵回数、産卵間隔に有意差は認められなかったが(いずれも $p > 0.05$ )、産卵数、浮上卵数、受精卵数は2001年に明らかに少なくなった。表2に示すように浮上卵率、受精率、ふ化率も2001年に低下した(いずれも $p < 0.05$ )。この雌親魚は最大全長に近いと考えられ<sup>1,2,3)</sup>、雄親魚も同一個体を使用した。このため、産卵成績の低下は、雄親魚も含めて加齢による可能性が推察されるが、今後さらにデータを蓄積して検討する必要がある。

マツカワの栽培漁業を推進するには、自然産卵により計画的に大量の受精卵を得ること、短期間に多くの雌か

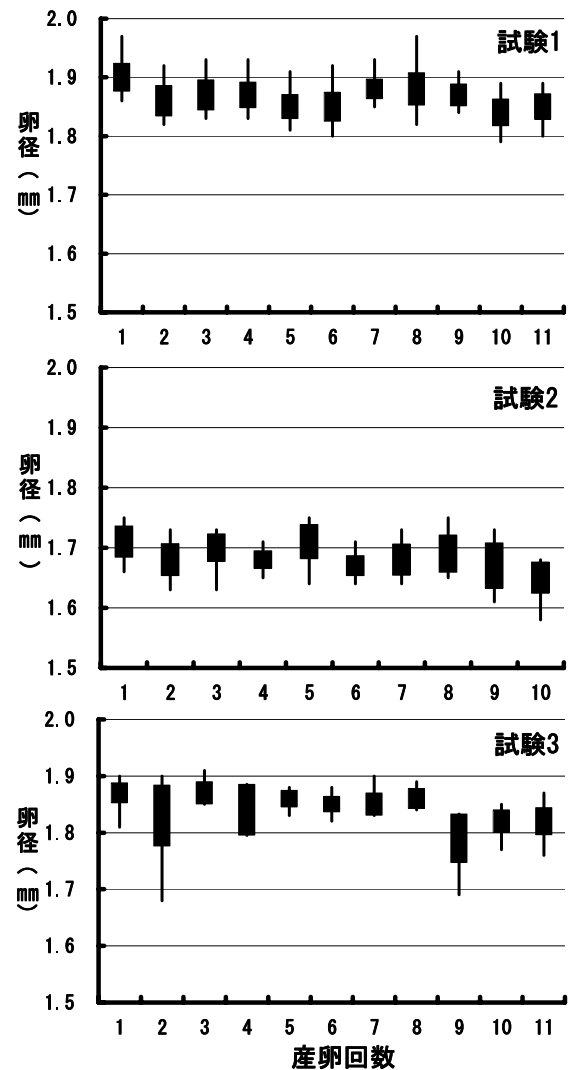


図3. 試験区ごとの産卵期間における卵径の推移

— 最大値  
 ▮ 平均値 + 標準偏差  
 ▭ 平均値 - 標準偏差  
 — 最小値

ら同時に採卵することが必要である。そのためには、産卵開始の同調、排卵間隔の同調技術の開発が必要である。さらに萱場<sup>13)</sup>は親魚飼育水槽の換水率がマツカワの自然産卵の制限要因となりうることを示しており、複数群として飼育する際の適正な環境等について、さらに検討していく必要があると考える。

## 謝 辞

旧日本栽培漁業協会参与廣瀬慶二博士に本論文のご校閲をいただいた。ここに記して深謝の意を表する。

## 文 献

- 1) 疋田豊治. 北日本産鰈類. 水産研究彙報 1934 ; 4 : 187-295.
- 2) 尼岡邦夫, 仲谷一宏, 矢部 衛. [マツカワ]「北日本魚類大図鑑」(尼岡邦夫, 仲谷一宏, 矢部衛)北日本海洋センター, 札幌, 1995, 306.
- 3) 渡辺研一, 鈴木重則, 錦 昭夫. 厚岸湾に放流されたマツカワ人工種苗の移動・成長と放流効果. 栽培技研 2001 ; 28 : 93-99.
- 4) 南 卓志. [マツカワ.]「日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料 (I), 分冊, II. 海産魚類」水産庁, 東京, 1994, 284-288.
- 5) Matsubara T, Sawano K. Proteolytic cleavage of vitellogenin and yolk proteins during vitellogenin uptake and oocyte maturation in barfin flounder (*Verasper moseri*). *J. Exp. Zool.* 1995; 272: 34-45.
- 6) Matsubara T, Koya Y. Course of proteolytic cleavage in three classes of yolk proteins during oocyte maturation in barfin flounder *Verasper moseri*, a marine teleost spawning pelagic eggs. *J. Exp. Zool.* 1997; 278: 189-200.
- 7) 山野目健, 大森正明, 金辻宏明, 河原栄二郎. マツカワにおける雌特異血清蛋白の周年変化と LHRHa コレステロールベレットの産卵促進効果. 岩手水技セ研報 1997 ; 1 : 13-19.
- 8) 山野目健, 田川正朋. 多回産卵魚マツカワにおける卵中甲状腺ホルモンの人為的操作の試みおよび初期減耗に及ぼす効果の検討. 岩手水技セ研報 2000 ; 2 : 21-27.
- 9) 渡辺研一, 南 卓志. 人工生産したマツカワの孕卵数. 日水誌 2000 ; 66 : 1068-1069.
- 10) Koya Y, Matsubara T, Nakagawa T. Efficient artificial fertilization method based on the ovulation cycle in barfin flounder *Verasper moseri*. *Fisheries Sci.* 1994; 60: 537-540.
- 11) 渡辺研一, 鈴木重則. 水槽内におけるマツカワの自然産卵と卵の発生状況から推定した産卵時刻. 日水誌 1999 ; 65 : 408-413.
- 12) Kayaba T, Sugimoto T, Mori T, Satoh N, Adachi S. and Yamauchi K. Induced spontaneous spawning using an increased temperature stimulus in the cultured barfin flounder *Verasper moseri*. *Fisheries Sci.* 2003; 69: 663-669.
- 13) 萱場隆昭. マツカワ種苗生産技術に関する研究. 北海道水産試験場研究報告 . 2005; 69: 1-116.
- 14) 松浦修平, 古市政幸, 丸山克彦, 松山倫也. マダイ 1 尾による毎日産卵の確認とその卵質. 水産増殖 1988 ; 36 : 33-39.
- 15) 平野ルミ, 山本栄一. 個別飼育実験によるヒラメの産卵周期と産卵数の確認. 鳥取水試報告 1992 ; 33 : 18-28.
- 16) 廣瀬慶二. [最近の成熟, 産卵制御法.]「海産魚の成熟・産卵リズム」(廣瀬慶二編)恒星社厚生閣, 東京, 1991 ; 125-137.
- 17) 鶴田義成, 広瀬慶二. 日本産カタクチイワシ (*Engraulis japonica*) の個体数変動と関連した再生産力の自己調節. 北太平洋漁業国際委員会研究報告 1993 ; 49 : 107-114.
- 18) Kashiwagi M, Sakaki H, Takahashi T, Iwai T. A relationship between egg size and hatching rate in Japanese whiting *Sillago japonica*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1987; 53: 2105-2110.
- 19) 木村清志, 有瀧真人. イサキの種苗生産と仔稚魚の形態形成に関する基礎的研究 -I 水槽内自然産卵. 三重大水産研報 1985 ; 12 : 181-192.
- 20) 柏木正章, 中村総之, 岡田芳和, 山田直博. シロギスの卵径の産卵期間中の周期的変化. 水産増殖 1985 ; 33 : 134-138.
- 21) 木村清志, 桐山隆哉. キュウセン水槽内産出卵の卵径と孵化率, 孵化時間. 水産増殖 1992 ; 40 : 87-92.
- 22) 照屋和久, 升間主計, 本藤 靖. 水槽内でのスジアラの産卵および産卵行動. 栽培技研 1992 ; 21 : 15-20.
- 23) 川辺勝俊, 加藤憲治, 木村ジョンソン, 岡村陽一, 竹ノ内卓夫, 吉田勝彦. 小笠原諸島父島におけるヒレナガカンパチの親魚養成と採卵. 水産増殖 1997 ; 45 : 201-206.
- 24) 川辺勝俊, 加藤憲治, 木村ジョンソン. 小笠原諸島父島におけるアカハタ養成魚からの周年採卵. 水産増殖 2000 ; 48 : 467-473.

## 水槽で飼育したマツカワ天然魚の産卵間隔と産卵数

渡辺研一・鈴木重則・錦 昭夫・南 卓志

天然由来の1尾のマツカワ雌親魚と2尾の雄親魚を6℃の一定水温で飼育し、産卵間隔と産卵数を調査した。産卵の開始と終了時期は個体により異なった。平均の産卵間隔は2.9～3.5日で、10ないし11回産卵した。1回の産卵数は産卵期の初期と後期に少ない傾向が認められた。全長720mmの雌親魚は1回に最大で18万粒程度を産卵した。受精率は産卵初期と後期で低かった。卵径は産卵を経るにつれて小さくなる傾向が認められた。