

ホシガレイ養成親魚の人工採卵と卵管理水温

高橋範行・村田 修・亀島長治・矢田 茂・植田嘉造・熊井英水

Egg stripping and Egg incubation Temperature in Cultivation of Spotted Halibut, *Verasper variegatus*

Norihide TAKAHASHI*¹, Osamu MURATA*¹, Nagaharu KAMESHIMA*¹,
Shigeru YADA*¹, Kazou UEDA*¹, and Hidemi KUMAI*²

Eggs ovulated naturally at 10°C were stripped from cultured spotted halibut broodfish of different ages. Eggs from 2- and 3- years old broodfish having 1-2kg in body weight (BW) showed very low quality and no hatching was observed. In contrast, 52,000 of fertilized eggs were obtained from 4- years old broodfish having over 3kg BW, although ovulation and/or egg development were scarcely recognized in the lighter ones. The fertilized eggs have a mean diameter of 1.66 ± 0.02 mm and only 40% of them reached at the embryo-formation stage, but most of these developing eggs hatched out normally. In addition, a superior hatchability was achieved at 12°C, when the fertilized eggs were incubated at 12, 14, 16, and 18°C. These results suppose that 4-years old broodfish, which have over 3kg BW, are available for egg stripping and that the suitable water temperature for the egg incubation is near 10-12°C.

Key words: spotted halibut, *Verasper variegatus*, egg striping, egg incubation

近年、海産魚の放流および養殖の対象種としてカレイ科の中でも大型種であるホシガレイ、*Verasper variegatus* が注目されつつある。しかし、養成親魚の成熟、産卵制御、採卵方法などに関する知見が少なく良質卵の確保が困難であり、その種苗生産は必ずしも安定していない^{1,3)}。従って、ホシガレイの大量種苗生産には、まず養成親魚からの採卵技術の確立が必要である。そこで本研究では、稚魚から養成したホシガレイ 2 歳、3 歳および 4 歳親魚からの人工採卵を試み、良質卵の大量確保に適した親魚の年齢をその採卵成績から評価しようとした。また、ホシガレイ卵は受精から孵化に至るまでの期間が長く、量・質ともに優れた孵化仔魚を得るには卵管理法の確立も重要であると考えられることから、孵化に及ぼす卵管理水温の影響についても検討した。

*¹ 富山実験場 (Fisheries Laboratory, Kinki University, Kairyucho 3, Shinminato, Toyama 933-0222, Japan)

*² 白浜実験場 (Fisheries Laboratory, Kinki University, Kogaura 3153, Shirahama, Wakayama 649-2211, Japan)

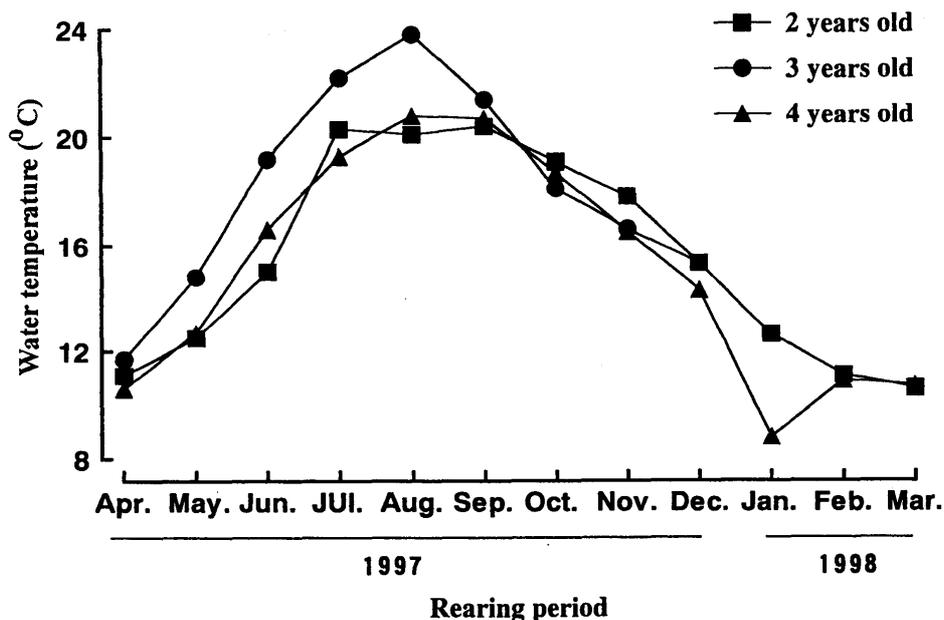


Fig. 1. Changes in water temperature in broodstock tanks.

材料および方法

養成親魚からの採卵は1998年2月～3月の間に実施した。供試魚として、2歳魚は雌38尾および雄36尾、魚体重(平均±標準偏差)がそれぞれ $1,012.5 \pm 179.2$ gおよび 416.8 ± 83.7 gのものを用いた。3歳魚は雌7尾および雄6尾(魚体重 $1,371.4 \pm 123.0$ gおよび 478.7 ± 64.0 g)、4歳魚は雌11尾および雄12尾(魚体重 $3,131.8 \pm 507.8$ gおよび 644.2 ± 128.1 g)をそれぞれ用いた。なお、3歳および4歳魚は榑サンロック(冷水性高級養殖魚技術研究所)で人工孵化した稚魚を、また2歳魚は本学水産研究所富山実験場で人工孵化した稚魚を、いずれも同実験場において養成したものである。2および3歳魚は上部を濃緑色のテントおよび遮光率50%の寒冷紗で覆った円形組立シート水槽($\phi 8 \times 1.2$ m 有効水深0.6 m)に収容し、自然日長下で飼育した。また、4歳魚は屋内角形コンクリート製水槽($3.5 \times 3.5 \times 2$ m 有効水深1 m)に収容し、電子タイマーと連動させた蛍光灯1灯(40W)で、日長時間を5～9月は12L、10～12月は10L、1～4月は11Lに調整して飼育した。なお、養成飼料として2歳および3歳魚には市販ヒラメ用配合飼料を、4歳魚には市販モイストペレットにレシチン、ビタミンCおよびE、アミテツ、イカ肝油などを添加したものを与えた。本研究では、催熟のためのホルモン処理は行わず、腹部が自然に膨張した個体を触診して搾出法で採卵し、同様にして得た精液を用いて乾導法による人工授精を行った。そして、洗浄後は浮上卵を沈下卵と分離して計数し、浮上卵率および受精率などを算出して卵質を評価した。なお、各歳親魚の年間養成水温の推移をFig. 1に示した。

本研究ではまた、受精卵の孵化に及ぼす水温の影響を調べるため、同年3月16日に4歳魚(♀, 体重3,120 g)より得られた受精卵を500粒ずつ、12, 14, 16および18°Cの水温に調整した30l容パンライト水槽に収容し、エアーレーションによる通気下で孵化するまで管理した。なお、採卵時の水温が10°Cであったことから、いずれの水温区ともウォーターバス方式で投げ込み式ヒーター(100W)による加温および100 m深層海水の添加による冷却を併用し、所定水温まで約2°C/日の勾配で緩やかに上昇させた(Fig. 2)。また、1日に1回は死卵を除去して計数し、孵化が完了した時点で正常孵化率、奇形孵化率などを求めた。

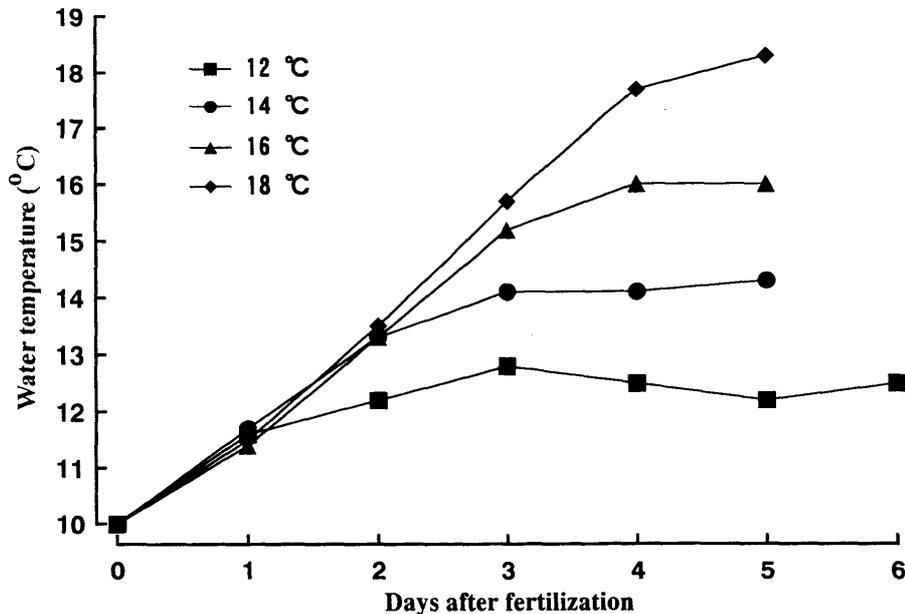


Fig. 2. Changes in water temperature in incubators.

結果

2歳魚ホシガレイでは、1998年2月26～28日の期間に雌38尾からの採卵を試みたところ、3尾（魚体重 $1,095.7 \pm 236.6$ g）は排卵せず、また13尾（平均体重 948.2 ± 145.2 g）からは浮上卵を得ることができなかった。浮上卵が得られた22尾の平均体重は $1,039.2 \pm 186.8$ gで、総浮上卵数は76,300粒であった。浮上卵の平均受精率は43.1%であったが、受精後5日目における胚体形成卵は合計で約2,000粒にとどまった。これらの採卵成績をTable 1に示した。

3歳魚ホシガレイについては、同年2月27日に7尾から採卵を行った。これらの親魚のうち2尾は排卵せず、4尾からは浮上卵を得ることはできなかった。また、残りの1尾からは浮上卵を得たが卵数は9,000粒と少なく受精率も0%で劣っていた。3歳魚の採卵成績をTable 2に示した。

4歳魚ホシガレイについては、同年3月5～16日の期間に雌11尾からの採卵を試みた。総採卵数は2,037,500粒で580,100粒の浮上卵を得た。また受精率は、5尾（平均体重： $3,416.0 \pm 416.1$ g）から得られた卵では90%以上であったのに対し、4尾（平均体重： $3,097.5 \pm 223.5$ g）からのそれでは90%以下で、平均62.0%であった。残り2尾（平均体重： $2,490.0$ g）から浮上卵は得られなかった。なお、平均卵径は 1.66 ± 0.02 mm ($n=180$)、また1尾当りの総採卵数は約185,000粒（魚体重kg当り約59,000粒）であった。4歳魚からの採卵成績をTable 3にまとめて示した。

4歳魚ホシガレイの親魚No. 1～4（Table 3）から得た受精卵を併せ、その378,000粒を管理したところ、生残率は2日目で59.5%、3日目で34.9%にまで低下し、132,200粒が胚体形成期に達したのみであった。しかし、そのうちの130,000粒を、2 m³容FRP製円形水槽5面に各26,000粒ずつ収容し管理したところ、正常孵化率は79.6%、奇形孵化率は8.2%、死卵は12.2%で103,480尾の孵化仔魚を得ることが出来た。これらの結果をTable 4に示した。なお、仔魚の全長（平均±標準偏差）は、孵化後1日目で 4.32 ± 0.02 mm ($n=10$)、孵化後3日目で 5.06 ± 0.03

Table 1. Biological characteristics and egg-stripping performance of 2-years old broodfish

Fish no.	Total length (cm)	Body weight (g)	NSE* ¹ (x 10 ³ eggs)	NBE* ² (x 10 ³ eggs)	FR* ³ (%)	Egg diameter (mm)
1	38.2	1,240	ND* ⁴	0	-	ND
2	38.0	1,010	ND	0	-	ND
3	34.7	788	ND	3.0	-	ND
4	34.6	840	ND	0	-	ND
5	34.2	923	ND	5.0	-	ND
6	36.8	898	ND	0	-	ND
7	35.4	920	ND	1.0	-	ND
8	39.0	1,140	ND	0.5	-	ND
9	38.6	1,020	ND	0	-	ND
10	39.8	1,275	ND	2.0	-	ND
11	35.4	862	NO* ⁵	-	-	ND
12	33.0	750	ND	0.5	-	ND
13	40.0	1,335	NS	-	-	ND
14	36.8	980	ND	0	-	ND
15	38.9	1,020	ND	0	-	ND
16	38.0	935	ND	1.7	-	ND
17	35.6	905	ND	2.0	-	ND
18	37.0	950	ND	2.5	-	ND
19	37.0	970	ND	0	-	ND
20	40.5	1,148	ND	0.3	-	ND
21	40.3	1,289	ND	5.5	-	ND
22	39.9	1,360	ND	0.3	-	ND
23	37.4	1,035	ND	8.0	-	ND
24	36.2	952	ND	27.0	-	ND
25	39.4	1,110	ND	3.2	-	ND
26	37.6	1,090	NO	-	-	ND
27	34.4	845	ND	3.2	-	ND
28	35.0	887	ND	0.5	-	ND
29	32.0	660	ND	0	-	ND
30	40.4	1,145	ND	1.6	-	ND
31	38.0	1,090	ND	0	-	ND
32	41.6	1,305	ND	3.2	-	ND
33	35.4	920	ND	0	-	ND
34	38.0	910	ND	1.8	-	ND
35	34.8	768	ND	0	-	ND
36	41.8	1,350	ND	1.5	-	ND
37	36.0	940	ND	2.0	-	ND
38	36.6	910	ND	0	-	ND
Mean ± SD	37.3±2.4	1,013±179	-	2.2±4.7	43.1±1.3* ⁶	-
Total	-	-	-	76.3	-	-

*¹ Number of stripped eggs.

*² Number of buoyant eggs in stripped eggs.

*³ Fertilization rate of buoyant eggs.

*⁴ Not determined.

*⁵ Not ovulated.

*⁶ Value based on fertilization rates of pooled buoyant eggs obtained respectively from no. 1-18, no. 19-35, and no. 36-38 of the broodfish.

mm (n=12) および孵化後 5 日目で 6.28±0.03 mm (n=12) であった。

異なる水温下で管理した卵の生残率および正常孵化率を Table 5 に示した。生残率は、いずれの温度区においても受精後 3 日目まで大きく減少したが、4 日目に胚体が形成されるとほぼ一定の値で推移し、顕著な区間差は認められなかった。しかし、正常孵化率は 12℃区が 28.4%と最も高く、管理水温の上昇に伴い低下して、18℃区では 4.6%と最も低くなった。

Table 2. Biological characteristics and egg-stripping performance of 3- years old broodfish

Fish no.	Total length (cm)	Body weight (g)	NSE* ¹ (x 10 ³ eggs)	NBE* ¹ (x 10 ³ eggs)	FR* ¹ (%)	Egg diameter (mm)
1	42.8	1,180	NO* ¹	-	-	ND* ¹
2	41.8	1,320	NS	-	-	ND
3	43.0	1,480	ND	9.0	0	ND
4	44.2	1,480	ND	0	-	ND
5	42.8	1,435	ND	0	-	ND
6	42.6	1,460	ND	0	-	ND
7	40.3	1,245	ND	0	-	ND
Mean ± SD	42.5±1.2	1,371±123	-	1.8±4.0	-	-
Total	-	-	-	9.0	0	-

*¹ Shown in the footnote of Table 1.**Table 3.** Biological characteristics and egg-stripping performance of 4-years old broodfish

Fish no.	Total length (cm)	Body weight (g)	NSE* ¹ (x 10 ³ eggs)	NBE* ¹ (x 10 ³ eggs)	FR* ¹ (%)	Egg diameter (mm)
1	55.0	4,190	365.0	113.0	100	1.63
2	53.0	3,490	231.0	71.0	100	1.63
3	52.9	3,370	287.0	114.0	78.0	1.65
4	53.5	3,200	128.8	57.6	100	1.68
5	55.4	3,140	56.7	29.5	45.5	1.70
6	52.4	3,120	291.2	103.2	100	1.68
7	50.0	3,080	304.0	80.0	96.8	1.66
8	53.0	3,050	162.6	7.4	45.0	1.66
9	51.0	2,905	136.0	0	-	-
10	51.8	2,830	50.8	4.4	16.7	1.65
11	50.6	2,075	24.4	0	-	-
Mean ± SD	52.6±1.7	3,132±508	185.2±116.9	52.7±46.4	62.0±41.9	1.66±0.02
Total	-	-	2,038	580.1	-	-

*¹ Shown in the footnote of Table 1.

考 察

本研究では、養成ホシガレイ 2, 3 および 4 歳魚における採卵成績を比較したところ、2 および 3 歳魚からは採卵できないか、採卵できたとしても卵数が少ない上に良質卵を得ることが困難であった。しかし、4 歳魚では供試したほぼ全ての雌個体から多量の卵を搾出することができ、浮上卵率や受精率なども比較的高い値を示した。材料および方法の項でも記述したように、各年齢親魚間で養成環境、餌飼料、日長時間などの飼育条件が異なることから、このように採卵成績を直接比較するには若干の問題があるだろうが、これらの本研究結果は 4 歳魚から採卵することで受精卵を安定して確保できることを示唆している。4 歳魚で優れた採卵成績が得られた理由については明言できないが、ホシガレイと同じカレイ目魚類の Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* では、初めて産卵を経験する個体 (first-time spawner) よりも経産卵個体 (repeat spawner) で採卵成績が優れること⁴⁾、またマダイ, *Pagrus major* では 3 および 4 歳魚で優れた浮上卵率や孵化率が得られるが、逆にその年齢よりも若年あるいは老年の親魚では卵質が劣ることが報告されている⁵⁾。これらのことから、ホシガレイにおいても成熟・産卵可能な年齢にはある程度の幅があるが、良質卵を安定かつ多量に産出することのできる年齢には制限があるものと思われる。一方、本研究で採卵に供した 2 および 3 歳魚の体重が約 1~2 kg と 4 歳魚の約 3 kg に

Table 4. Survival and hatchability of fertilized eggs obtained from 4-years old broodfish

No. of replicates	Survival (%) ^{*1}		Normal larvae (%) ^{*3}	Malformed larvae (%) ^{*3}	Dead eggs (%) ^{*3}
	2 DAF ^{*2}	3 DAF			
1			95.5	4.5	0
2			88.0	4.0	8.0
3	59.5	34.9	48.0	24.0	28.0
4			100	0	0
5			66.7	8.3	25.0
Mean ± SD	-	-	79.6±21.8	8.2±9.3	12.2±13.5

^{*1} Fertilized eggs obtained from no. 1-4 of the broodfish (see Table 3) were pooled and then 37,800 eggs of them were incubated at 10°C until the embryo-formation stage (i.e., 3 DAF).

^{*2} Days after fertilization.

^{*3} The eggs at the embryo-formation stage were equally divided into 5 replicate groups and then were incubated at 10°C until hatching occurred. Percentages of hatched larvae and dead eggs on the eggs were listed in each replicate.

Table 5. Effects of incubation temperature on survival and hatchability of fertilized eggs obtained from a 4-years old broodfish

DAF ^{*1}	Temperature ^{*2}			
	12°C	14°C	16°C	18°C
Survival (%)				
0	100	100	100	100
1	77.2	81.8	81.8	80.8
2	58.0	59.8	59.0	59.0
3	38.6	39.6	41.4	45.4
4	36.6	36.8	39.6	43.0
5	36.6	34.8	37.2	40.2
6	34.2	-	-	-
Hatchability (%)				
Normal larvae	28.4	16.2	15.4	4.6
Malformed larvae	5.8	18.6	21.8	35.6
Dead eggs	65.8	65.2	62.8	59.8

^{*1} Days after fertilization.

^{*2} Five hundred of fertilized eggs from no. 6 of the broodfish (see Table 3) were incubated at each temperature.

比べ小型であったこと、また4歳魚でも体重が3kg以下の個体では採卵量が少なく浮上卵率も低かったことから、年齢だけでなく魚体重の差異も採卵成績に大きく関与するものと思われる。そこで、今後は親魚の飼育条件を統一し、生物学的最小形の確認や年齢および魚体重と採卵成績との関係についてさらなる検討が必要であると考えられる。

また、受精卵の管理水温がその後の卵の生残や孵化に及ぼす影響を調べたところ、正常孵化率は成熟水温の10°Cに近い12°Cで優れたが、管理水温が高くなるに伴い低下した。本研究では、10°C以下の低水温域における影響について調べていないが、桶井⁶⁾も本種の孵化水温について検討し、8~12°Cでの卵管理を推奨している。

以上、本研究の結果より、ホシガレイの良質卵を得るには、4歳魚で体重が3kg以上の雌親魚からの採卵と水温10~12°Cでの卵管理が望ましいと推察された。今後は、親魚養成餌料の検討および水槽内自然産卵に関する研究なども推進し⁷⁾、ホシガレイ良質卵の大量確保技術の確立に資する知見を集積したい。

要 約

ホシガレイ, *Verasper variegatus* の養成親魚からの採卵技術確立を目的として, 稚魚から養成した年齢の異なる親魚から人工採卵を試みた。その結果, 2歳および3歳魚から採卵はできたものの受精率が低く孵化仔魚を得ることが出来なかった。4歳魚では, 魚体重3kg以上のすべての個体からは採卵が可能で合計約52万粒の受精卵が得られたが, 3kg未満の3尾のうち2尾からは採卵ができず, 残り1尾の受精率も16.7%と他の個体に比べて極端に低い値であった。浮上卵の受精率は平均で62.0%, 卵径は 1.66 ± 0.02 mm (n=180)であった。また, 受精卵の孵化に及ぼす水温の影響を調べるため, 受精卵を12, 14, 16および18℃の水温に調整した水槽で孵化するまで管理した結果, 正常孵化率は, 12℃区で28.4%と最も高く, 18℃区が4.6%と最も低い値を示した。これらのことからホシガレイの採卵には4歳の雌親魚で体重が3kg以上のものが適しており, 卵管理の最適水温は10~12℃付近にあることが推測された。

謝 辞

本研究を行うにあたり, ご協力頂いた水産研究所富山実験場従業員各位に深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 秋山雅浩・涌井邦浩・磯上孝太郎・長田 明・菊池正信 (1994) : ホシガレイの天然親魚を用いた人工採卵結果. 福島県水産種苗研究所平成4年度事業報告書, 12-13.
- 2) 秋山雅浩・磯上孝太郎・長田 明・菊池正信 (1995) : ホシガレイ人工採卵結果. 福島県水産種苗研究所平成5年度事業報告書, 11.
- 3) 清水孝昭・伊藤冬樹 (1995) : ホシガレイ種苗生産. 愛媛県中予水産試験場平成6年度事業報告, 86-90.
- 4) Evans, R.P., C.C . Parrish, J.A. Brown, and P.J. Davis (1996): Biochemical composition of eggs from repeat and first-time spawning captive Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture*, 139, 139-149.
- 5) 柏木正章: 発生と孵化管理. 水族繁殖学 (隆島史夫・羽生 功編), 緑書房, 東京, pp. 195-237.
- 6) 涌井邦浩 (1994) : ホシガレイのふ化水温について. 福島県水産種苗研究所平成3年度事業報告書, 15-16.
- 7) 吉田哲也・長田 明・菊池正信・渋谷武久・石川幸児 (1995) : ホシガレイの親魚養成・種苗生産技術開発. 福島県水産種苗研究所平成7年度事業報告書, 41-43.