

電照によるヒメマスの卵質改善について

高橋 一孝

ヒメマス *Oncorhynchus nerka nerka* の養殖種苗生産過程においては、発眼卵の卵膜が柔らかい、潰れやすいといった問題点（卵膜軟化症）があり、この原因としては諸説あり¹⁾、完全には解明されていないのが現状である。この対策として阿久津らは飼育水にカルシウムイオンを添加し改善を試みたところ、ふ化率には影響しなかったと報告している²⁾。佐々木らはサケ卵の卵膜軟化症対策としてカテキン処理を実施したところ、一定の効果が認められている³⁾。

当所では2008年のヒメマス卵で前述した事例に遭遇したため、卵質改善の必要性が急浮上した。当所のヒメマスは、飼育水温が12.5℃と周年一定で、しかもマス類の採卵適水温としてはやや高いこと、採卵時期は8月下旬から10月までで、他のマス類と比べて採卵時期が最も早く、しかも北海道や十和田湖産の天然卵より1ヶ月程度採卵時期が早いという特徴がある⁴⁾。このため、採卵時期の早いことが卵質に影響を及ぼしている可能性も考えられる。一方、高橋らは、ニジマスにおいて電照による採卵期の早期化により、デメリットとして発眼率の低下、卵径の大きさのばらつきといった卵質の劣化を報告しているが⁵⁾、裏返すと採卵期の遅延化により卵質の向上が期待できるのでないかと考えられた。

そこで、電照により採卵時期を遅くすることで、ヒメマスの卵質の改善が図れないか検討したので、その結果を報告する。また、伊澤らは卵膜軟化症の発症原因として水質の影響を示唆しているため⁶⁾、当所の飼育水についても山梨県衛生公害研究所吉澤一家博士に水質分析を依頼した。記して厚く御礼申し上げます。

材料及び方法

親魚は当所産ヒメマス2年魚180尾（平均体重約260g）を電照区と対照区の2群に分けて供試した（表1、図1）。試験開始時の生殖腺体重比（以下GSIという）は雌1.68%、雄0.74%（それぞれ3尾測定）であり、雌魚の卵巣卵の卵径は平均2.23mm（3尾測定）であった（図2）。電照区は5月25日から8月31日までの98日間、白色蛍光灯（40W）を飼育池に5基垂下し、終日照射した（図3）。水面上の照度は6～520（平均56.6）Luxであった。夜間は照射した明かりが外に漏れないように、上部をベニヤ板で覆った。電照終了後の9月4日に中間取り上げし、成熟状況の確認を行った。採卵は通常群の採卵が始まった10月1日から11月2日まで、週1回の頻度で行った。採卵は切開法で行い、取り出した卵は0.9%の食塩水で洗卵後複数の雄の精液を掛けて受精させた。吸水後ふ化槽に収容し、常法により発眼率、ふ化率・奇形率（発眼卵に対する割合）、卵の強度（60粒測定）としてデジタルフォースゲージ（株エー・アンド・ディ製）による圧縮力を調べた（図4）。発眼までの飼育水は銅ファイバーを通した地下水を使用した。親魚への給餌は、市販の配合飼料を手撒きにて1日3回適量行った。飼育池は4.8×1.5×有効水深0.43mのコンクリート池2面を用い、12.5℃の地下水を掛け流す流水式とした（注水量1.2L/秒）。

表1 試験区の設定

試験区	収容尾数 (尾)	総重量 (kg)	平均体重 (g)
電照区	90	23.45	260
対照区	90	23.05	256



図1 供試魚

図2 開始時の生殖腺

図3 電照区飼育池の外観

図4 卵の強度測定装置

結果及び考察

電照処理終了後の9月4日における生残率を表2に示す。電照区が生残率は100%と、対照区の90%より有意に高かった (Fisher's exact test, $P < 0.01$)。対照区の減耗は放養初期の池からの飛び出しによるもので、その後飼育池に網を被せて防いだ。この時点では両区とも採卵可能な個体はなかったが、体色や体形の変化から判断すると、電照区より対照区の方の成熟が明らかに進行していた。

表2 電照処理終了後の生残率

試験区	収容尾数 (尾)	取り上げ尾数 (尾)	雄魚 (尾)	雌魚 (尾)	未熟魚 (尾)	生残率 (%)
電照区	90	90	1 (1.1)	2 (2.2)	87 (96.7)	100.0
対照区	90	81	43 (53.1)	30 (37.0)	8 (9.9)	90.0

() は比率 (%) を示す

採卵終了後の飼育成績及び採卵成績を表3, 4, 5に示す。電照区の採卵雌魚の割合は66.1%であったのに対し、対照区は34.0%と電照区の方が有意に高かった ($P < 0.01$)。サケ科魚類の性決定時期はふ化から浮上2ヶ月後とされていることから⁷⁾、この差は電照による影響とは考えにくく、偶発的なものと考えられる。未熟魚の割合は電照区6.5%に対し、対照区15.1%と対照区の方がやや高かったが、有意差はなかった ($P > 0.05$)。また、未熟魚は解剖したところ両区とも全て雄魚で、雌魚はいなかった。斃死等の記録漏れによる不明魚が両区とも28尾ずつあり、その割合は電照区31.1%、対照区34.6%と、両区に有意差は見られなかった ($P > 0.05$)。

魚体重は採卵雌魚、成熟雄魚、未熟魚とも、いずれも両区に有意差がなかった (t検定, $P > 0.05$)。

表3 飼育成績

試験区	測定尾数				平均体長(cm)			平均体重(g)		
	採卵雌魚	成熟雄魚	未熟魚	合計	採卵雌魚	成熟雄魚	未熟魚	採卵雌魚	成熟雄魚	未熟魚
電照区	41 (66.1)	17 (27.4)	4 (6.5)	62 (100.0)	29.4	30.0	29.9	477	567	456
対照区	18 (34.0)	27 (50.9)	8 (15.1)	53 (100.0)	28.8	29.4	30.1	422	515	472

() は比率 (%) を示す

採卵親魚率は電照区95.1%であったのに対し、対照区は88.9%とやや低かったが両区に有意差はなかった ($P > 0.05$)。採卵開始時期は、採卵1回目の過熟尾数が多かったことにより対照区は10月1日以前で、採卵親魚率50%到達日は9月下旬と考えられた。一方、電照区の50%到達日は10月13日頃であったので、両区を比較すると電照により3週間程度採卵期が遅延化されたものと考えられた。しかも、電照区の採卵時期は分散化していた。

再生産形質としては、1尾採卵数が電照区387粒、対照区404粒、1粒卵重が電照区135.49mg、対照区132.30mgと両区に有意差はなかった ($P > 0.05$)。卵の強度は電照区13.64N、対照区13.29Nと、全体の平均値の比較では両区に差はなかったが、採卵1.2回目のそれは電照区の方が有意に高く、卵が固かった (t検定, $P < 0.05$)。発眼率、ふ化率及び奇形率はそれぞれ電照区32.0%、71.7%、1.7%、対照区24.9%、66.4%、1.5%と、発眼率とふ化率は電照区の方の成績が良かった (Fisher's exact test, $P < 0.01$) が、奇形率は有意差がなかった ($P > 0.05$)。卵膜軟化症は両区とも発生しなかった。発眼率とふ化率の間には強い正の相関 ($R = 0.78$) が見られた。ふ化率と奇形率の間には弱い負の相関 ($R = -0.41$) が見られたが、発眼率と奇形率の間には相関 ($R = -0.07$) が見られなかつ

た(図5,6,7)。また、卵の強度と発眼率、ふ化率、奇形率の間にはいずれも相関(R= - 0.05, 0.10, - 0.16)が見られなかった(図8,9,10)。

表4 採卵成績(電照区)

採卵日	10月1日	10月6日	10月13日	10月19日	10月25日	11月2日	合計・平均	残尾数
終了後の日数	31	36	43	49	55	63		
採卵尾数(尾)	7	7	6	6	2	4	32	
過熟尾数(尾)	1	0	1	2	1	2	7	
合計尾数(尾)	8	7	7	8	3	6	39	2
累積合計尾数(尾)	8	15	22	30	33	39		
採卵親魚率(%)	19.5	36.6	53.7	73.2	80.5	95.1		
1粒卵重(mg)	141.25	126.25	133.88	135.50	129.31	136.49	135.49	
卵の強度(N)	19.97	15.57	13.46	11.93	11.40	9.54	13.64	
発眼率(%)	38.8	22.2	28.2	46.9	12.2	26.6	32.0	
ふ化率(%) ※	82.8	58.9	43.9	93.5	63.3	54.2	71.7	
奇形率(%) ※	2.0	1.0	0.6	2.0	0	3.6	1.7	
1尾採卵数(粒)	446	390	471	356	237	268	387	

※発眼卵に対する割合を示す

表5 採卵成績(対照区)

採卵日	10月1日	10月6日	10月13日	10月19日	合計・平均	残尾数
採卵尾数(尾)	9	2	2	0	13	
過熟尾数(尾)	3	0	0	0	3	
合計尾数(尾)	12	2	2	0	16	2
累積合計尾数(尾)	12	14	16	16		
採卵親魚率(%)	66.7	77.8	88.9	88.9		
1粒卵重(mg)	131.5	134.61	128.57		132.30	
卵の強度(N)	15.43	11.09	13.35		13.29	
発眼率(%)	21.3	60.6	9.9		24.9	
ふ化率(%) ※	61.0	84.9	21.4		66.4	
奇形率(%) ※	1.0	2.1	5.4		1.5	
1尾採卵数(粒)	449	322	283		404	

※発眼卵に対する割合を示す

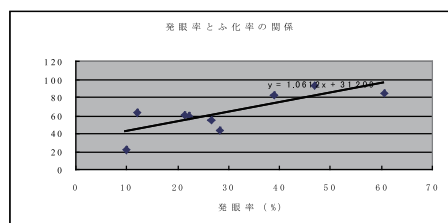


図5 発眼率とふ化率の関係

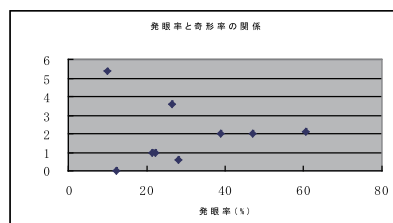


図6 発眼率と奇形率の関係

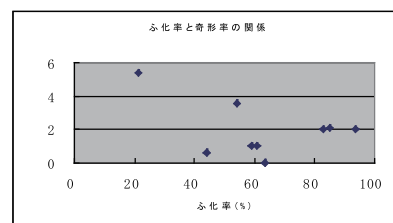


図7 ふ化率と奇形率の関係

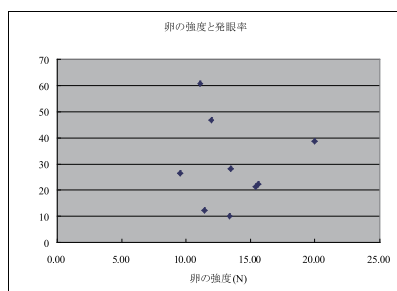


図8 卵の強度と発眼率の関係

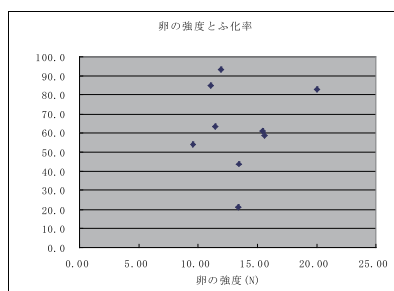


図9 卵の強度とふ化率の関係

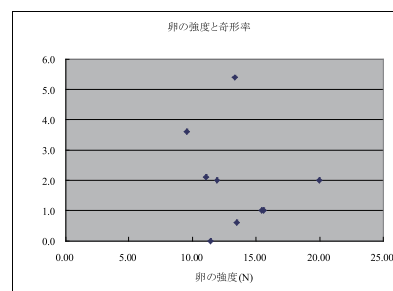


図10 卵の強度と奇形率の関係

次に、2001年から2009年までの過去9年間における通常群の採卵成績を表6に示す。採卵は毎年3年親魚で行っているため3系統に分けられる。採卵回数が年次（年級群）で異なるため（漁協からの注文数に応じて回数を調整している）、厳密な比較は難しいが、データが揃っている直近の発眼率についてみると、系統1は平均値で49.7%、系統2は30.1%、系統3は47.1%と、明らかに系統2（2008年級群）の成績が劣っていることが判った。年級群（系統）によって発眼率に差があることは遺伝的な影響が示唆され、極めて興味深い。今回使用した2009年級群は比較的卵質の良い年級群であったと考えた場合、電照の効果が現れにくかった可能性も考えられる。今後2008年級群の子供（2011年採卵予定）での採卵成績の検討が必要である。

当所の飼育水の分析結果を表7に示す。伊澤は水質と卵膜軟化症の発症原因について検討し、硫酸イオンが1mM以上で発症を促進し、カルシウムイオンが2mM（通常は0.3～0.4mM）あれば抑制すると考えられると報告している⁶⁾。当所の硫酸イオン濃度は換算すると0.06mM、カルシウムイオンは0.33mMであったので、当所の発症原因は少なくとも水質的なものではないと考えられる。また、昨年度行った魚病検査結果によると発眼卵からは魚病細菌は分離されず、二次的に付着したと考えられる細菌は多かったという（加地弘一私信）。今回の試験では、卵膜軟化症が発症しなかったため、今のところ原因については不明である。

以上のことから、今回使用した年級群では、電照により3週間程度の採卵時期の遅延化が可能であり、この結果発眼率、ふ化率を少し向上させることはできたが、大幅な改善とはならなかった。また、対照区に卵膜軟化症が発生しなかったため、電照の効果については不明であった。

表6 年級群による採卵成績

系統1	2009年級群	2006年級群	2003年級群	平均
発眼率 (%)	57.3	47.5	44.4	49.7
ふ化率 (%)	82.4			
1尾採卵数 (粒)	870	830		850
1粒卵重 (mg)	125.8	126.2	117.2	123.1
採卵日	9/28-10/13	8/31-11/2	9/24-10/2	
採卵回数	4	10	2	
系統2	2008年級群	2005年級群	2002年級群	平均
発眼率 (%)	22.7	24.1	43.6	30.1
ふ化率 (%)	1.7			
1尾採卵数 (粒)	760	700	810	757
1粒卵重 (mg)	130.9	143.6	117.1	130.5
採卵日	9/16-10/20	9/26-10/24	9/24-10/2	
採卵回数	7	5	2	
系統3	2007年級群	2004年級群	2001年級群	平均
発眼率 (%)	57.3	48.8	35.1	47.1
ふ化率 (%)	80.8			
1尾採卵数 (粒)	960	810	860	877
1粒卵重 (mg)	125.8	124.1	115.4	121.8
採卵日	8/30-9/25	9/9-10/4	9/20-10/30	
採卵回数	8	7	5	

※ふ化率は試験魚の数値を示す

表7 飼育水の水質分析

イオン名	測定値 (mg/L)
Cl	3.3
NO3	3.7
SO4	5.5
PO4	0.6
Na	7.4
K	1.6
Mg	5.0
Ca	13.2

要 約

1. 5月下旬からの電照飼育（98日間）でヒメマスの採卵時期を遅くすることにより，卵質の改善が図れないか検討した。
2. 電照区の採卵期は3週間程度遅延化され，しかも採卵期間は分散化した。
3. 発眼率とふ化率は電照区の方が高く両区に有意差が見られたが，1尾採卵数，1粒卵重，奇形率には差は見られなかった。
4. 発眼率とふ化率の間に正の相関が見られた。
5. 採卵1,2回目の卵の強度は電照区の方が固かったが，期間全体の平均値では両区に有意差がなかった。
6. 卵の強度と発眼率，ふ化率，奇形率との間にはいずれも相関がなかった。
7. 卵膜軟化症は両区とも発生しなかった。
8. 当所飼育水の硫酸イオン濃度は低く，2008年度の発症原因とは考えにくい。
9. 今後，2008年級群（系統2）の採卵成績の改善を目的として，引き続き検討する必要がある。

文 献

- 1) 野村哲一(2005)：サケ・マス類の病気－水カビ病と卵膜軟化症－．さけ・ます資源管理センター技術情報，171，29-43.
- 2) 阿久津正浩・加賀豊仁(2007)：地域特産マス類養殖技術開発試験－ヒメマス養殖技術の確立－．栃木県水産試験場研究報告，50，61-64.
- 3) 佐々木系・吉光昇二(2008)：緑茶抽出物浸漬法によるサケ卵の卵膜軟化症抑制効果．水産技術，1(1)，43-47.
- 4) 隆島史夫・村井衛編(2005)：ヒメマス．水産増養殖システム．淡水魚．恒星社厚生閣，東京，77-82.
- 5) 高橋一孝(1985)：ニジマス卵の周年供給に関する研究．山梨県魚苗センター事業報告書，13，33-62.
- 6) 伊澤敏穂・新谷康二・村上豊・北村隆也・坂井勝信(1998)：卵膜軟化症の発症原因．魚と水，35，19-28.
- 7) 隆島史夫・羽生功編(1989)：水族繁殖学，緑書房，東京，141-165