

キジハタの飼育初期における鶏卵卵白の添加と 夜間照明の併用

栩野元秀・植田 豊*・三木勝洋

Combined Use of Albumen Addition and Night Lighting in Initial Breeding Stage of Red Spotted Grouper

Motohide TOCHINO, Yutaka UETA* and Katsuhiko MIKI

キーワード：キジハタ，浮上斃死，摂餌，卵白，照明

キジハタ *Epinephelus akaara* の種苗生産で最も大きな問題とされる初期の減耗は，浮上斃死と摂餌不良による斃死が主なものと考えられる。浮上斃死は仔魚が表面張力により水面に張り付いてしまうことで発生し^{1,2)}，摂餌不良による斃死は摂餌開始時の餌が大きすぎたり，適正な時間内に最初の摂餌ができなかったことに起因すると考えられている^{3,4)}。筆者らはこれらの問題を回避する目的で，ハガツオ等で浮上斃死の防除に有効であったとされる飼育水への鶏卵卵白の添加^{5,6)}と，小型のSSワムシの給餌を前提に，初期の摂餌機会を増やすための夜間照明を実施した。ここでは大型水槽を用いた種苗生産の結果と対照区を設けた小型水槽試験の結果を報告する。

方 法

大型水槽での種苗生産

2003年7月18日～9月2日と7月28日～9月12日の2回の種苗生産試験を行った。各生産ともコンクリート水槽 (7.5 × 4.5 × 1.3 m) を用い，飼育水量は各35 k Lとした。キジハタの卵は (独) 水産総合研究センター玉野栽培漁業センターで自然産卵により得られたもので，7月18日に230,000個，7月28日には280,000個を，約1時間かけて船で輸送して飼育水槽に収容した。孵化率は一部をビーカーにとり調べた。

餌料には，まず小型のシオミズツボワムシ (SSワムシ)：親虫平均殻長 121.0 ± 20.2 μ m，卵長径 76.7 ± 15.1 μ m，N=20 (給餌期間：No.1水槽2日目～11日目，No.2水槽2日目～8日目) を，続いて通常のシオミズツボワムシ (Sワムシ)：親虫平均殻長 184.3

± 10.0 μ m，卵長径 103.7 ± 7.0 μ m，N=20 (No.1水槽8日目～25日目，No.2水槽7日目～25日目)，アルテミア (No.1水槽17日目～47日目，No.2水槽21日目～40日目)，配合飼料 (No.1水槽21日目～，No.2水槽22日目～) を与えた。両水槽とも最初のSSワムシの投入は2日目午後で，8.5個/mLの密度であった。シオミズツボワムシはSS型，S型ともにクロレラ工業 (株) のスーパー生クロレラ V12 で栄養強化を，アルテミアはハリマ化成 (株) ドコサ 65 E で栄養強化を行った。またシオミズツボワムシの給餌期間は飼育水槽にもスーパー生クロレラ V12 を添加した。添加は1日2回50倍希釈した上で，細いエアープイプを利用してゆっくりと行った。

流水による換水はNo.1水槽で7日目から，No.2水槽で5日目から，1.5回転量/日で開始した。エアーストーンは水槽壁に接触するように配置し，かつ水槽ごとに各壁の右側，あるいは左側に寄せて，上から見るとゆっくりと飼育水が回転するようにした。

飼育初期の夜間には1水槽あたりインバータタイプ40 + 32W 蛍光灯 × 4台を使用し，水槽内を照明した。2水槽とも昼間に点灯を始め，収容2日目，3日目の夜は次の朝まで照明を続け，4～5日目夜は23:00まで点灯，6～8日目は21:00まで点灯し，明るい時間を延長した。

鶏卵卵白の添加は両水槽とも卵収容当日 (0日目) から行った。鶏卵1個分の卵白を水道水で10～30倍に薄め，ミキサーをかけた後，必要量添加した。添加量はKaji et al⁵⁾の実験濃度80 μ L / Lに準じ，水面の卵白膜の形成状況を見ながら適宜調整した。卵白膜

*現所属：香川県農政水産部水産課

の除去は9日目(No.1水槽は8日目に一度短時間除去)に、飼育水面皮膜除去装置⁷⁾により行った。

仔魚の摂餌観察は、それを最初に確認するまでは午前(9:00~11:00)と午後(15:00~17:00)の1日2回行った(N=20)。摂餌確認後は午前の方に観察を行った。観察は10日目まで実施した。

小型水槽による試験

2004年7月21日から28日にかけて初期飼育の試験を行った。1kLパンライト水槽8面に、各10,000個の受精卵を収容した。孵化率は一部ビーカーにとり調べた。キジハタの卵は(独)水産総合研究センター玉野栽培漁業センターから供給を受けた。2日目に小型のシオミズツボワムシ(SSワムシ:親虫平均殻長 $151.1 \pm 30.7 \mu\text{m}$, 卵長径 $94.6 \pm 13.6 \mu\text{m}$, N=20)を各5個体/mLで投与した。ワムシが水槽内で増殖したので給餌はこの回のみであった。スーパー生クロレラV12を各水槽20mLずつ50倍希釈してカップで添加, 1日1~2回入れた。エアストーンは水槽の真中にひとつ入れた。水槽はすべてウォーターバスにして水温の安定を図った。換水は4日目から開始した。

試験区の設定は照明の有無, 卵白添加の有無により行い, 各条件の区をそれぞれ2水槽設けた。蛍光灯による照明は各水槽インバータタイプ40+32W蛍光灯×1台で行い, 照明区と無照明区の水槽は場所をかえて配置し, 無照明区には夜間照明が当たらないようにした。照明は連続して2日目朝~4日目夕方にかけて実施, また卵白の添加は0日目~6日目まで1日0.2mL(0日目は0.1mL)行った。摂餌観察は3日目4:00(暗時)と16:00に行った。

結 果

大型水槽での種苗生産

飼育環境等 平均的な場所の夜間の水面照度は800lx(照明器具直下2,000lx)であった。昼間の水面照度は晴天時6,000~11,800lx, 曇天時2,000~2,500lxを計測した。収容後10日目までの水温は, No.1水槽で23.8~25.7°C, No.2水槽で24.8~26.8°Cであった。これ以降も26.8°Cを上回ることはなかった。溶存酸素

はNo.2水槽で自動測定し, 最低値が5.8mg/Lであった。飼育中のpHはNo.1水槽で7.93~7.45, No.2水槽で7.82~7.26であった。

鶏卵卵白の添加量, 照明と仔魚の動態 鶏卵卵白を添加すると翌日には水面に透明の膜が観察できる。この膜はエアレーションの箇所を除き, 一面を覆うように形成され, 一部を破壊してもすぐに修復される。安定性が高く, 1日1回適量を添加することで終日維持できるが, 添加量が少ない場合には膜形成が十分で無く, わずかながら仔魚の浮上斃死が見られたことが有った。また添加量が多い場合, No.2水槽で4日目から9日目の除去までの5日間を維持できた。水槽により膜の形成状況が異なるので適宜調整した結果, 添加量は表1のようになった。なおNo.1水槽は8日目に一度水面の卵白膜を除去したが, 浮上斃死が見られたので再度卵白を添加, 一日添加期間を延ばした後, 翌日改めて卵白膜を除去した。

夜間照明を行うと照明直下に多数の仔魚が集まりパッチを形成するようになるが, 鶏卵卵白の膜が水面にあると, 時々仔魚が膜の下面に付着する場合があるものの, 数回体を横に振ることでそこから逃れられ, 水面に張り付くことは無かった。

なお, No.2水槽では5日目に赤色の細菌が水槽底に繁殖するのが見られた。しかしながら次に行った「小型水槽による試験」では, この細菌が卵白の投入に関係無く繁殖するところと, しないところが見られた。

摂餌 各水槽の仔魚の摂餌状況を図1に示した。

〈群摂餌〉 No.1水槽では4日目の午前に最初の摂餌が観察され, No.2水槽では3日目の午後に最初の摂餌が観察された。いずれも最初の摂餌の翌日にはほぼすべての個体で摂餌したことが確認された。なお, 摂餌開始を確認した時点での飼育水のSSワムシの密度は, No.1水槽で13.5個/mL, No.2水槽で13.0個/mLであった。

〈仔魚1尾あたりの平均ワムシ摂餌数〉 両水槽とも日数の経過とともに摂餌数が増え, 10日目には平均30個体を超える数を食していた。No.1水槽の最初の摂餌確認時に, 仔魚が食していたSSワムシで計測で

表1 卵白添加量(g)と卵白膜の除去

単位: g

水槽	収容後日数(日目)											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
No.1水槽	2.8		2.8	6	9	3	6		×, 3	×		
No.2水槽	3	3	15	3	3						×	

×: 卵白膜の除去

No.1水槽は8日目に1度除去したが再添加で1日延長

No.2水槽は5日目以降も除去するまで卵白膜は形成されていた。

きたものの大きさは $125.6 \pm 25.5 \mu\text{m}$, $N=9$ となり、給餌した SS ワムシの親虫の大きさとはほとんど差は無かった。

生産終了時の取り上げ結果 各水槽とも 46 日間育成した後取り揚げ、測定、計数した。結果を表 2 に示した。

いずれも平均 30 mm 以上の大きさを約 10% の生残率となり、キジハタの生産では高い値を示した。

小型水槽による試験

ビーカーで調べた正常孵化率は 74% となり、計算上 1 水槽あたりの正常ふ化魚の収容数は 7,400 尾となった。試験中の水温は $26.5 \sim 28.7^\circ\text{C}$ であった。水面照度は夜間で照明区 1,320 ~ 1,950 lx, 無照明区 0.13 ~ 0.15 lx であった。昼間は時刻、場所により 2,300 ~ 32,000 lx を計測した。

夜間照明時や昼間でも日光の当たり方で仔魚が水面近くに来ることは多かった。卵白添加区では、観察中に仔魚が卵白膜の下面に来て、水面に張り付く場面は見られなかった。しかしながら卵白添加区でもスーパー生クロレラ V12 の添加の後、急に浮上斃死が見られたことがあった。4 日目から 2 回転量/日で流水を行っていたが、5 日目午前の卵白添加前のことであった。その後卵白を添加し、流水も一旦止めるなどした後、流水量を減らして再開した。

試験結果を表 3 に示す。

生残率は 0.03 ~ 9.39% となり、総じて低かった。

照明の有無と卵白添加の有無で設定した各区 2 水槽の平均生残率と順位は、次のようになった。

照有卵有 5.55% \geq 照無卵有 5.05% $>$ 照無卵無 0.38% \equiv 照有卵無 0.35%

照明の有無にかかわらず数%台を示す 3 区がすべて卵白添加区に属していた。卵白を添加していない区はすべて 1% 未満の生残率であった。照明の有無について見ると、照明した区で 2 水槽、していない区で 1 水槽が数%台の生残を示した。

なお、3 日目の摂餌観察では、観察した 4 水槽とも 16:00 には摂餌が確認された。その時の SS ワムシ

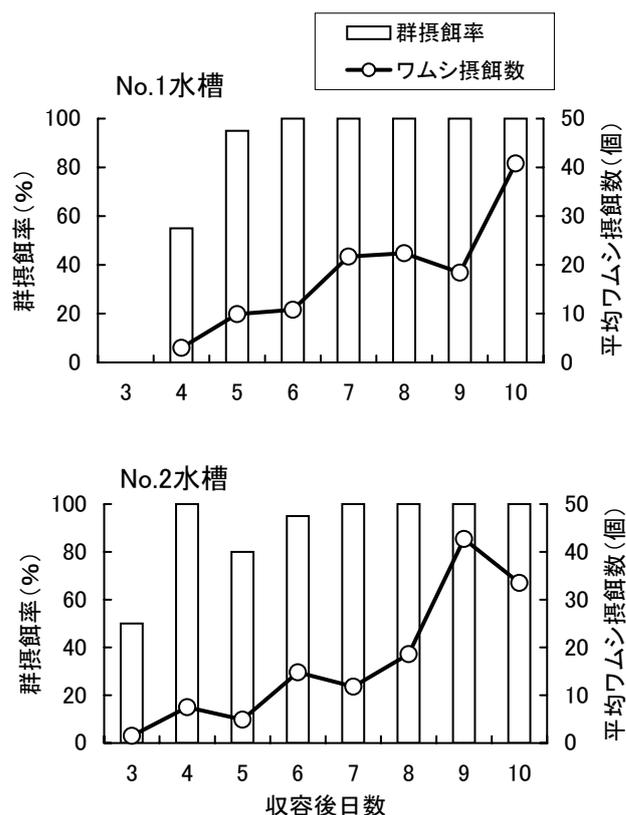


図1 群摂餌率と平均ワムシ摂餌数の推移
No.2 水槽の 3 日目は午後、残りは全て午前の観察値。

の飼育水の密度は $5.5 \sim 19.0/\text{mL}$ であった。

考 察

これまでもハタ類の浮上斃死を避けるために、フィードオイルを使って水面に油膜を形成する方法が提案され^{1,2)}、実際実施されたこともあった⁸⁾。しかしながら取り扱いの難しさなど短所も有った^{1,2,8)}。今回、試験した鶏卵卵白の添加は、Kaji et al^{5,6)} が 2 L ~ 30 L の水槽を用いて行った実験で、ハガツオ等の浮上斃死の防除に有効であることを示している。後には同様の実験でクエ、マハタにおいても浮上斃死の防除の有効性を示唆している(梶ら**)。このたび種苗生産試験に使用した水槽は水量が 35 k L と大きなもので

表 2 大型水槽での種苗生産結果

収容					取り揚げ			
月日	卵数 (個)	水槽	ふ化仔魚数 (尾)	ふ化率 (%)	月日	尾数 (尾)	平均全長 (mm)	生残率 (%)
7月18日	230,000	No.1水槽	223,100	97	9月2日	26,067	31.3	11.7
7月28日	280,000	No.2水槽	280,000	100	9月12日	27,013	30.4	9.6
合計	510,000		503,100			53,080		10.6

表3 小型水槽での試験結果

		収容卵数	孵化仔魚数	観察個体数 N=10		SSワムシ平均摂餌数		生残数 7日目	生残率%		
				3日目4:00	3日目16:00	3日目4:00	3日目16:00		各水槽	2槽平均	
照明	卵白添加	I	10000	7400				520	7.03		
		II	10000	7400	0	3 (5)	0	1.33	301	4.07	5.55
	無	I	10000	7400					49	0.66	
		II	10000	7400	0	5 (8)	0	2.40	2	0.03	0.34
無照明	卵白添加	I	10000	7400	0	2 (3)	0	1.00	695	9.39	
		II	10000	7400					52	0.70	5.05
	無	I	10000	7400	0	4 (7)	0	1.25	54	0.73	
		II	10000	7400					2	0.03	0.38

()はワムシ以外の不明物を食していたものも含む。

あったが、その水面に形成される卵白膜は安定性も高く、水槽の汚れをもたらしこともなかった。鶏卵は入手が容易であり、1個あたりの卵白が約30g有ることを考えれば、非常に安価でもある。水槽底面に赤色の細菌が繁殖した水槽もあったが、卵白添加との関連性は認められなかった。また小型水槽(1kL)を用いた試験でも卵白添加区の成績は良かった。したがって鶏卵卵白の添加には、有益な点は有るが、特に欠点といったものは見出せなかった。

高水温期に生まれるキジハタの仔魚は、摂餌可能となった後、PNR(Point of No Return:その後摂餌しても生残が望めなくなる時点)に至るまでの時間が相当短いと考えられており^{3,4)}、仔魚が摂餌可能となる時刻が夜間となった場合にも、摂餌ができるような明るい環境を提供することは有意義であると考えられている³⁾。今回、大型水槽を用いた2回の生産では、摂餌開始の確認が4日目午前と3日目午後に分かれたが、前者の場合よりも摂餌開始の早い個体が、また後者の場合よりも摂餌開始の遅い個体が3日目~4日目にかけての夜間に摂餌を開始したことが予想される。2回の生産ともこの間は照明で明環境となっており、その後の順調な摂餌や高い生残率につながった可能性は高い。現在、與世田・照屋ら***によりハタ類5種においてPNRと照明の有効性について詳細な検討がなされている。

しかしながら夜間に照明をすると、その習性から仔魚が照明器具の直下の水面に蟄集することが多い。今回行った大型水槽による種苗生産試験、小型水槽による試験ともに、照明の直下は、Yamaoka et al^{1,2)}が最も浮上斃死が誘発される照度として報告した2,000 lxに近いものであった。実際、いずれの場合も照明下の水面近くに多数の仔魚が蟄集したが、鶏卵卵白による

水面での膜の形成はこのような場合に威力を発揮し、仔魚が水面に張り付いて浮上斃死することはほとんどなかった。

小型水槽による試験の結果は、7日間の短い飼育試験であった割には総じて生残率は低かった。卵の孵化率が低いことなどから卵質にやや問題があったのかもしれない⁹⁾。また、ワムシが小さいことが生残に重要であることが報告されているが⁴⁾、この試験に使用したSSワムシが、大型水槽での種苗生産試験に使用したものに比べ大きかったこともその一因と考えられる。あるいはこの試験では卵白添加区でも突然浮上斃死が見られることがあったが、それも生残率を落としたと考えられる。従来からナンノクロロプシスの添加時など刺激を受けたときに浮上斃死が発生することが報告されており⁹⁾、この試験では仔魚のパニックを誘発した生クロレラの添加方法に問題があったと考えられる。斃死が見られた5日目は前日から流水の結果、卵白添加量が不足していたとも考えられよう。仔魚への刺激を避けるとともに、流量が多い場合などには卵白添加量を増やすことも必要であろう。

以上、鶏卵卵白の水槽への添加は、欠点もなく容易かつ安価に実行でき、油膜に替わるものとして現実的であると考えられた。また仔魚の摂餌環境を整える夜間照明は、仔魚を水面近くに蟄集させるが、卵白の添加を行うことでそれによる浮上斃死を防ぐことができた。小型のSSワムシを給餌のうえ、卵白の添加と夜間照明を同時に実施することは初期の斃死防除に大変役立つと思われる。

謝 辞

二年にわたる試験にキジハタ卵を提供していただき、かつ色々な助言をいただいた(独)水産総合研究

**日本水産学会中国・四国支部会報、平成15年度 第3号

***平成16年度キジハタ種苗生産技術交流会資料、2004(平成16)年度日本水産学会大会講演要旨集869番870番、および2005(平成17)年度日本水産学会大会講演要旨集522番

センター玉野栽培漁業センター関係者の皆様に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) Yamaoka K, Nanbu T, Miyagawa M, Isshiki T and Kusaka A:2000, Water surface tension-related deaths in prelarval red-spotted grouper. *Aquaculture*, **189**, 165 - 176.
- 2) 山岡耕作:2001, キジハタ仔魚期に起こる「浮上斃死」とその原因を探る. *養殖*, 2001(2), 76 - 80.
- 3) 濱本俊策・榎野元秀・横川浩治:1986, キジハタのふ化仔魚飼育時における小型飼料の有効性と照明効果. *香水試研報*, **2**, 1 - 12.
- 4) 萱野泰久・何 玉環:1997, キジハタ仔魚の初期摂餌と成長. *水産増殖*, **45**(2), 213 - 218.
- 5) Kaji T, Kodama M, Arai H, Tanaka M and Tagawa M:2003, Prevention of surface death of marine fish larvae by the addition of egg white into rearing water. *Aquaculture*, **224**, 313 - 322.
- 6) 梶 達也:2003, 飼育水への卵白添加による海産仔魚の生残率向上. *アクアネット*, 2003(6), 52 - 55.
- 7) 野坂克己・地下洋一郎・宮内 大:1985, 飼育水面皮膜除去装置の効果について. (財)香川県水産振興基金屋島事業場種苗生産事業報告書, 昭和58年度, 39 - 42.
- 8) 土橋靖史・栗山 功・黒宮香美・柏木正章・吉岡 基:2003, マハタの種苗生産過程における仔魚の活力とその生残に及ぼす水温, 照明およびフィードオイルの影響. *水産増殖*, **51**(1), 49 - 54.
- 9) 福永恭平・野上欣也・吉田儀弘・浜崎活幸・丸山敬悟:1990, 日本栽培漁業協会・玉野事業場における最近のキジハタ種苗生産量の増大と問題点について. *栽培技研*, **19**(1), 33 - 40.