

飼育水に含まれるコロイド状物質がウナギ仔魚の飼料となる可能性

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: 増田, 賢嗣, 奥, 宏海, 野村, 和晴, 照屋, 和久, 田中, 秀樹
	メールアドレス:
URL	所属:
	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2010479

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



原著論文

飼育水に含まれるコロイド状物質がウナギ仔魚の
飼料となる可能性増田賢嗣^{*1*2}・奥 宏海^{*1*3}・野村和晴^{*1}・照屋和久^{*4*2}・田中秀樹^{*1}A Colloid-type Diet can be Ingested by Larvae of the
Japanese Eel *Anguilla japonica*Yoshitsugu MASUDA, Hiromi OKU, Kazuharu NOMURA,
Kazuhisa TERUYA and Hideki TANAKA

Development and modification of slurry type diets made from shark-egg powder have enabled glass eel production in captivity. Based on this success, recent investigations have specifically examined to establish the techniques for consistent mass production of glass eels. One of required innovations is improvement in feeding procedures, because the current procedure is too troublesome for application to mass rearing. Results of this study showed that milk was ingested by eel larvae in milk-filled tanks. We defined an intestinal fullness index to quantify ingested food. The analysis using this index showed that a milk concentration of 25% and a 60 min feeding period are sufficient for larvae to ingest milk effectively. A diet suspended in rearing water, such as milk, enables larval feeding without tank wall contact, without larval swarming and with no need to flush out leftover food. Consequently, numerous problems that hinder more effective production of healthy glass eels can be solved.

2009 年 10 月 16 日受付, 2010 年 1 月 15 日受理

天然シラスウナギ *Anguilla japonica* の採捕量の不安定さとそれによる価格の乱高下は、ウナギ養殖業の経営の安定を揺るがす深刻な問題である。対策として、価格が安く、量的にも安定した人工シラスウナギの生産が求められている。シラスウナギ生産に向けた研究の歴史は古く、人工的にウナギ親魚を成熟させる試みは 1960 年代からすでに始まっており、1974 年、YAMAMOTO and YAMAUCHI¹⁾は、ホルモン処理によって受精卵と孵化仔魚を得ることに初めて成功し、孵化後約 2 週間、約 7mm のプレレプトセファルスまでの孵化管理には比較

的早く成功した²⁾。しかし、ウナギ仔魚は、海産魚類の仔魚の餌料として一般的なシオミズツボムシ *Brachionus plicatilis* sp.complex を摂餌はするものの成長せず、生残期間が延長することもなかった³⁾。そのため、仔魚の飼育はとくに餌料の面で難渋を極め、シラスウナギまでの飼育はなかなか成功しなかった。養殖研究所では種々の餌料を給餌した飼育を試みた結果、サメ卵主体懸濁態飼料の開発と改良によって、2003 年によく卵からシラスウナギまでの飼育が可能になった^{4,6)}。この成果に基づき、現在は健康なシラスウナギを効率的に

^{*1} 独立行政法人水産総合研究センター 養殖研究所^{*2} 現所属 独立行政法人水産総合研究センター 志布志栽培漁業センター

〒 899-7101 鹿児島県志布志市志布志町夏井 205

Shibushi Station, National Center for Stock Enhancement, Fisheries Research Agency, Shibushi, Kagoshima 899-7101, Japan
masuday@affrc.go.jp^{*3} 現所属 独立行政法人水産総合研究センター 中央水産研究所 内水面研究部^{*4} 独立行政法人水産総合研究センター 養殖研究所 栽培技術開発センター

つ大量に生産できる技術の開発が進められている⁷⁻¹⁰⁾。

シラスウナギの安定的な大量生産に必要な技術革新のひとつは給餌作業の改良である。現在までに確立されている給餌法は、ウナギ仔魚の負の走光性を利用して、給餌時間中に水槽表面へ強い照明をあてて仔魚を水槽底部に集め、水槽底部に流し込んだ懸濁態飼料を強制的に摂餌させる方法である⁴⁾。この方法では、給餌中に飼料が舞い散らないように注水を止めることが必要である。その間残餌は細菌の繁殖を助長し、換水の停止も細菌の繁殖の原因となるので、給餌終了後には速やかに注水を再開し、残餌を洗い流す必要がある。このような対処をしても水槽壁面の汚れは十分に排除できないことから、毎日ウナギ仔魚を新しい水槽に移すことが必須となっている。これらの制約により、給餌回数は1日5回程度に制限される⁴⁾。この給餌法は手作業に頼った煩雑なものであり、大量生産に適さない。また個体どうしの衝突や、水槽壁面への接触も避けられない。現在のところシラスウナギまでの生残率は低く、またしばしば形態異常が発生するが、その原因のひとつはこの給餌法にあると考えられる。そこで給餌作業が簡便であり、また中層で給餌できる飼料が望まれている。

飼料が分散したコロイド溶液そのものを飼育水とすれば、水槽全体に栄養物質をゆき届かせることが可能である。このような形態の飼料を我々はコロイド型飼料と名付けた。コロイド型飼料ならば、給餌作業のたびに仔魚が密集することも、仔魚が水槽壁面に接触しながら摂餌することなくなる。また残餌の洗浄・排出も容易になり、給餌作業は簡略化される。

本研究では、コロイド型飼料のモデルとして、典型的なコロイド溶液である牛乳を用い、ウナギ仔魚が牛乳で満たされた飼育水中で生存できるかどうか、さらに牛乳の摂餌状況を解析した。その結果、牛乳が一定濃度以上で、十分な摂餌時間が与えられればウナギ仔魚は牛乳で満たされた水槽中で牛乳を摂餌し、一定期間生存できることがわかったので報告する。

材料と方法

仔魚を得るための親魚の処理と孵化管理 親魚として使用した雌ウナギは、稚魚期にエストラジオール-17 β 投与によって雌化した養成魚または天然下りウナギ、雄ウナギは通常の養成魚であった。雌ウナギに対してはサケ脳下垂体抽出物を毎週注射し¹⁾、最終的に17,20 β -ジヒドロキシ-4-プレグネン-3-オン（シグマ-アルドリッチ）を注射した¹¹⁾。雄ウナギに対してはヒト胎盤性生殖腺刺激ホルモン（あすか製薬）を毎週注射した¹²⁾。以上の操作により成熟した雌および雄ウナギから、人工授精または誘発産卵によって受精卵を得た。得られた受精卵は孵化までは孵化ネット中で、孵化後は180 ℓ ポリカーボネート製円柱型水槽（サミット樹脂工業）に収容

して開口まで、いずれも25℃で管理し、試験に供した。

コロイド型飼料としての牛乳の調製 牛乳は大内山牛乳（大内山酪農共同組合）またはデーリィ牛乳（南日本酪農共同株式会社）を用いた。原材料はいずれも生乳100%であり（容器記載）、容器記載の栄養成分量は、大内山牛乳においては200mlあたりタンパク質6.8g、脂質7.8g、炭水化物9.9g、デーリィ牛乳においては200mlあたりタンパク質6.6g、脂質7.7g、炭水化物9.7gであった。外割で3%の食塩を含む牛乳を「100%牛乳」と定義し、他の濃度（75, 50, 30, 25, 10, 3.0, 1.0, 0.30, 0.10%）は100%牛乳を濾過海水で希釈して作製した。

適切な牛乳濃度と給餌時間を検討する試験 8-9日齢のウナギ仔魚を試験に供した。9cmシャーレ（Bio-Bik, ㈱イナ・オブティカ）を30mlの飼料溶液で満たし、17-30尾の仔魚を収容して試験に供した。牛乳の低濃度試験においては、6試験区を設け、牛乳の濃度をそれぞれ0.10, 0.30, 1.0, 3.0, 10, 30%とした。高濃度試験では4試験区を設け、牛乳の濃度をそれぞれ25, 50, 75, 100%とした。いずれの試験においても、仔魚を収容したシャーレは23℃で2時間維持された。給餌時間試験においては、牛乳濃度について10%と30%の2種類を設け、おのおの濃度について給餌時間を15, 30, 60分間の6試験区を設定した。仔魚が収容されたシャーレは23℃で給餌時間中維持された。試験終了後、ウナギ仔魚を5%ホルマリン-1/3海水で固定し、摂餌量を解析するための写真撮影に供した。各区における収容尾数は各図に示した。

牛乳による給餌飼育試験 10日齢のウナギ仔魚を試験に供し、飼育容器には前項と同じ9cmシャーレを用いた。毎日8時に30mlの50%牛乳で満たしたシャーレに収容して給餌を開始した。18時までを給餌時間とし、2時間毎に新しく50%牛乳を満たしたシャーレに、ピペットを用いて仔魚を移槽した。18時には濾過海水を満たしたシャーレへの移槽を3回繰り返して仔魚を洗浄したのち、濾過海水を満たしたシャーレに移して翌日の給餌開始まで飼育した。海水には、浮上死亡を防止するために1ppm牛血清アルブミンを添加した。水温はインキュベーターを用いて8時-18時は23℃、18時-8時は20℃で維持した。毎日8時の移槽のときに生残尾数を全数計数した。仔魚は当初シャーレ4枚に分けて収容し（最大で22尾/枚）、減耗に応じて適宜統合し、13日齢以降はシャーレ1枚で飼育した。

牛乳とサメ卵主体懸濁態飼料との摂餌量の比較試験

8日齢のウナギ仔魚を9基のアクリルボウル水槽に250尾ずつ収容した。9基のうち3基を4 ℓ の50%牛乳で満

たし、6基を4ℓの濾過海水で満たした。濾過海水には、浮上死亡を防止するために1ppmの卵白を添加した。濾過海水を満たした6基のうち3基には、標準飼料であるサメ卵主体懸濁態飼料⁴⁾を給餌し、残り3基は無給餌とした。24℃で2時間維持した後、1水槽あたり14～15尾の仔魚をサンプリングし、5%ホルマリン-1/3海水で固定し、摂餌量を解析するための写真撮影に供した。

写真撮影と腸管充満度の測定 固定されたウナギ仔魚を、実体顕微鏡によって観察し、画像取得装置(DP70, オリンパス)によって画像を取得した。ウナギ仔魚の消化管は、食道部分の後端に膨らんだ管状の形態をした腸管が接続している¹³⁾(図1)。この腸管部分について、2次元の画像中の腸管の面積(*I*)と腸管中に見える飼料の面積(*D*)を、画像解析ソフト(ImageJ 1.37v; National Institutes of Health)を用いて測定し、この数値から以下の計算式により求められた数値を腸管充満度とした。

腸管充満度 (%) = $D / I \times 100$

統計処理 解析の結果はTukey-Kramerの多重範囲検定またはStudentの*t*検定によって分析された。多重範囲検定は、統計解析ソフト(SAS Institute Japan (株)製のJMP7.0)によって実行された。*p*値が0.05以下のとき、統計的に有意な差があると見なした。

結 果

適切な牛乳濃度と給餌時間 50%牛乳で満たされたシャーレの中に収容したウナギ仔魚腸管中に牛乳の摂餌を確認した(図1)。

つぎに適切な給餌条件を検討した。低濃度試験においては、0.10, 0.30, 1.0, 3.0, 10, 30%牛乳中における仔魚の腸管充満度はそれぞれ $0.0 \pm 0.0\%$, $0.0 \pm 0.0\%$, $0.1 \pm 0.1\%$, $2.4 \pm 0.6\%$, $10.0 \pm 1.2\%$, $16.0 \pm 1.8\%$ であった。10%牛乳中におけるウナギ仔魚の腸管充満度は、3.0%以下の濃度におけるウナギ仔魚の腸管充満度よりも有意に高かった(図2)。さらに、30%牛乳中におけるウナギ仔魚の腸管充満度は、10%以下の濃度におけるウナギ仔魚の腸管充満度よりも有意に高かった(図2)。

高濃度試験では、25, 50, 75, 100%牛乳中における仔魚の腸管充満度はそれぞれ $14.4 \pm 1.4\%$, $17.5 \pm 1.2\%$, $12.4 \pm 2.1\%$, $5.7\% \pm 1.4\%$ であった。100%牛乳中におけるウナギ仔魚の腸管充満度は、それ以下の濃度における仔魚の腸管充満度よりも有意に低かった(図3)。

給餌時間試験では、10%牛乳中における仔魚の腸管充満度は給餌時間15, 30, 60分間においてそれぞれ $3.3 \pm 0.7\%$, $3.7 \pm 0.6\%$, $4.9 \pm 0.7\%$ であった。また30%

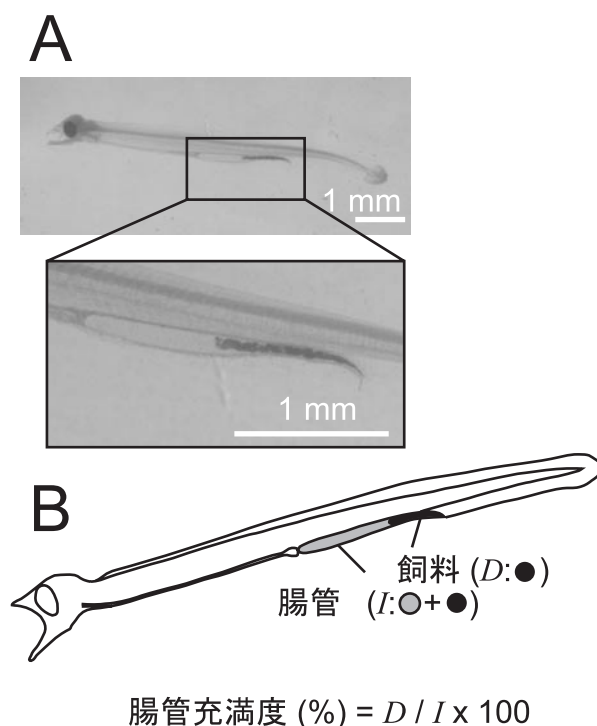


図1. A: 牛乳を摂餌したウナギ仔魚
B: 腸管充満度の計算のために測定した腸管
(I: 灰色と黒色)と飼料(D: 黒色)

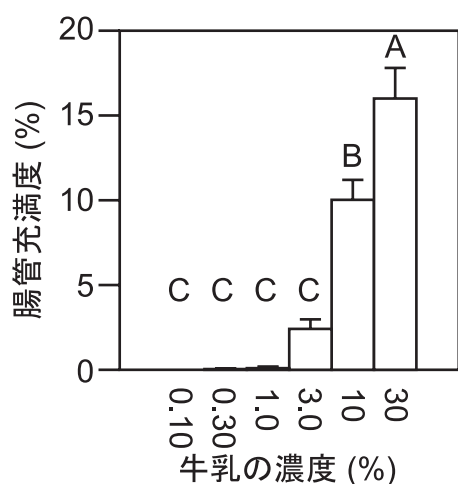


図 2. 低い濃度 (0.1-30%) の牛乳で満たされた水槽中のウナギ仔魚の腸管充満度
すべての数値は平均値±標準誤差
標本数は 0.10% 区, 0.30% 区, 1.0% 区, 3.0% 区, 10% 区, 30% 区についてそれぞれ 17, 25, 25, 20, 25, 22
同じアルファベットが付された値どうしは, 有意な差は認められなかった ($p > 0.05$)

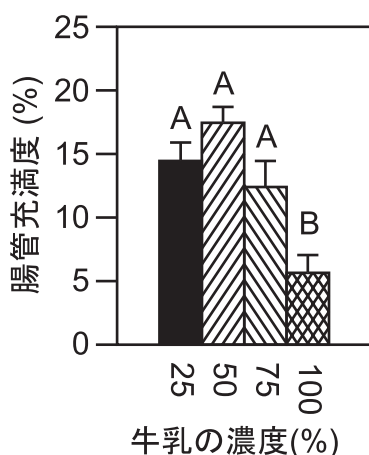


図 3. 高い濃度 (25-100%) の牛乳で満たされた水槽中のウナギ仔魚の腸管充満度
すべての数値は平均値±標準誤差
標本数は, 25% 区, 50% 区, 75% 区, 100% 区について, それぞれ 29, 30, 30, 27 同じアルファベットが付された値どうしは, 有意な差は認められなかった ($p > 0.05$)

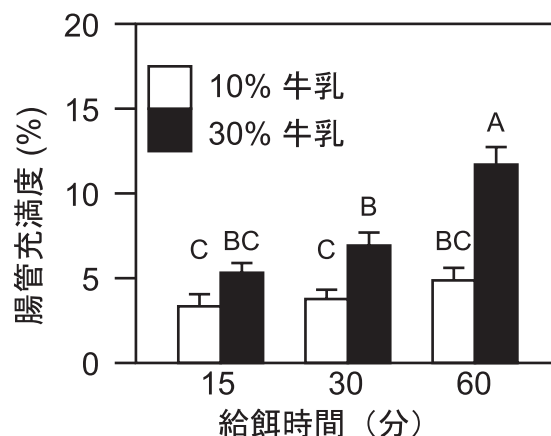


図 4. 給餌時間とウナギ仔魚に摂餌された牛乳量との関係
すべての値は平均値±標準誤差
標本数は, 10%15 分區, 10%30 分區, 10%60 分區, 30%15 分區, 30%30 分區, 30%60 分區においてそれぞれ 21, 28, 25, 28, 26, 24
同じアルファベットが付された値どうしは, 有意な差は認められなかった ($p > 0.05$)

牛乳による給餌飼育試験 以上より 50% 程度の牛乳が摂餌に適切であることと, 給餌時間が短すぎることは不適切であることがわかったので, 1 日あたり 10 時間, 50% 牛乳中に仔魚を収容して給餌し, その生残期間を検討した結果, 26 日齢まで生残魚が見られた (図 5)。

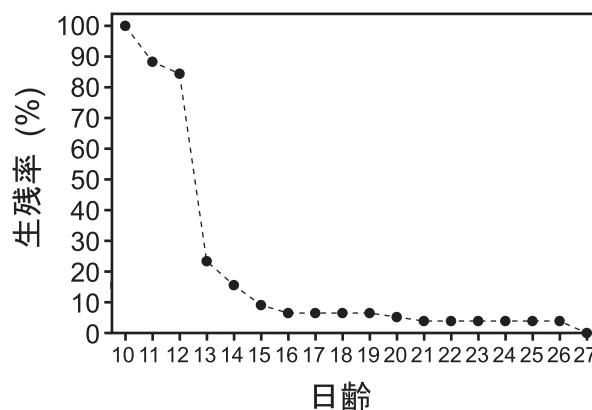


図 5. 牛乳で満たしたシャーレに収容したウナギ仔魚の生残
10 日齢での収容尾数は 77 尾

牛乳中における仔魚の腸管充満度は, 給餌時間 15, 30, 60 分間においてそれぞれ $5.3 \pm 0.6\%$, $6.9 \pm 0.8\%$, $11.7 \pm 1.0\%$ であった。30% 牛乳中で 60 分間給餌での腸管充満度は, それよりうすい濃度, 短い給餌時間における腸管充満度よりも有意に高かった (図 4)。30% 牛乳中で 30 分間の給餌では, 10% 牛乳中で 15 分間および 30 分間の給餌よりも有意に高い腸管充満度を示した (図 4)。

牛乳とサメ卵主体懸濁態飼料との摂餌量の比較 牛乳を給餌された仔魚の腸管充満度は $25.0 \pm 2.0\%$ であったのに対し, サメ卵主体懸濁態飼料を給餌された仔魚の腸管充満度は $74.8 \pm 2.5\%$ であった。牛乳を給餌された仔魚の腸管充満度は, サメ卵主体懸濁態飼料を給餌された仔魚の腸管充満度よりも有意に低かった (図 6)。無給餌区では腸管内に飼料は認められず, 腸管充満度はすべての個体で 0 であった。

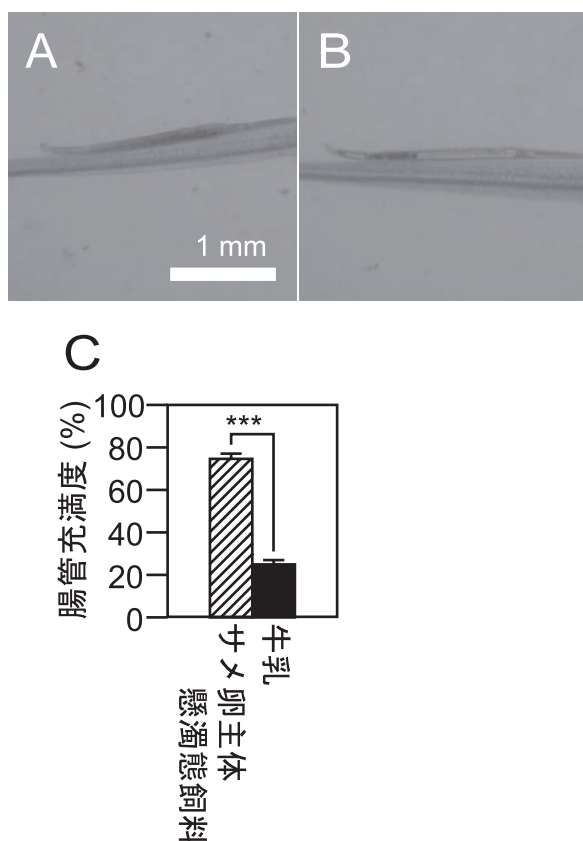


図 6. A, B, サメ卵主体懸濁態飼料 (A) と牛乳 (B) を摂餌させたウナギ仔魚の腸管の代表的なもの
C, サメ卵主体懸濁態飼料と牛乳を摂餌したウナギ仔魚の腸管充満度すべての数値は 平均値 $\pm$ 標準誤差
標本数はサメ卵主体懸濁態飼料区において 45, 牛乳区において 44
*** は $p < 0.001$

考 察

本研究ではコロイド型飼料による給餌法によってウナギ仔魚が摂餌することを、牛乳をモデルとして示した。すでにサメ卵主体懸濁態飼料の開発と改良により、現在ではシラスウナギまでの飼育が可能となっている⁴⁶⁾。しかしながら、卵からシラスウナギまでの生残率は低く、また人工的に育てられたレプトセファルス後期のウナギ仔魚やシラスウナギはしばしば下顎異常となり口が閉じなくなる、あるいは体が湾曲する等の形態異常を示す。

このような形態異常の誘因のひとつと考えられるのはその給餌法である。すなわち現行の給餌法では摂餌時に仔魚が水槽底部に密集してしばしば衝突してしまうこと、また給餌時に仔魚が水槽壁面・底面に接触してしまうことが避けられない。給餌後には残餌を注水で吹き飛ばして洗浄する作業が必要であるが、このとき仔魚は強い水流にさらされ、壁面に叩きつけられる危険もある。このような問題に対して、中層での給餌は有効な対策であり、飼料が水槽全体にゆきわたったコロイド型飼料な

らばウナギ仔魚に中層で摂餌させることが可能である。本研究では、牛乳を希釈した溶液の中に収容したウナギ仔魚が摂餌することを示すことによって、コロイド型飼料という給餌法で給餌可能であることを明らかにした。

仔魚の摂餌量は仔魚の飼料への嗜好性や健康状態を反映すると考えられ、摂餌量は成長や生残率の改善を目指す上で重要な指標のひとつである。シオミズツボムシを摂餌する魚種では、仔魚の腸管中のワムシ咀嚼器の数を数えることにより摂餌量を推計することができるが¹⁴⁻¹⁶⁾、懸濁態飼料を給餌されるウナギ仔魚については有効ではないので、前述した方法で腸管充満度を算出してウナギ仔魚の摂餌量を定量した。この指標により適切な牛乳の濃度や給餌時間を検討した結果、牛乳が効率的に摂餌されるためには 25% 以上の濃度が必要であることを示した。すなわちウナギ仔魚はうすいコロイド溶液を濃縮して利用することはできず、コロイド溶液の効率的な給餌には十分な濃度が必要であることが明らかとなった。さらに、給餌時間は 15 分間、30 分間よりも 60 分間のほうが適していることを明らかにしたが、現行の給餌法では給餌時間は 15 分間で十分であるから、給餌に 60 分以上も要するうえに摂餌量が劣ることは問題で、その原因を解明して改良する必要がある。

50% 牛乳中に仔魚を 1 日 8 時間収容することによって 26 日齢まで生残魚が見られたが、対照区を設けていないことから、直ちに生残期間の延長を意味するものではない。しかし我々が 2009 年度に 6 ロット、18 水槽、4142 尾の仔魚を供して行った 10 ℓ ボウル水槽での無給餌飼育では、遅くとも 12 日齢には大量の死亡がみられ、11-13 日齢までにはすべての個体が死亡するのが通例であり、14 日齢まで生残したものは 1 ロット、3 水槽、17 尾にすぎなかった。コロイド型飼料という、一見仔魚を劣悪な環境に置くようにみえる給餌形態が、少なくとも直ちに仔魚の生残を脅かすものではないことは明らかである。しかしながら生残率はとても実用に耐えるものではなく、その一因として摂餌量が少ないことが考えられる。牛乳を摂餌した仔魚の腸管充満度は、標準飼料であるサメ卵主体懸濁態飼料を摂餌した仔魚と比べて低かった。その原因が物理的・化学的性質が異なるためなのか、摂餌誘引性が劣るためなのかの見極めは今後の検討に委ねられるが、コロイド型飼料で従来と同等かそれ以上の生残率・成長を達成するためには、もっと効率的に摂餌させることが必要である。また、より効果的なコロイド型飼料を作製するためには、牛乳を栄養面での価値を高めることが望ましい。サメ卵主体懸濁態飼料においても、多くの添加物を配合することによって、はじめて仔魚の成長が可能となったのである⁴⁾。

コロイド型飼料はウナギ仔魚を穏和な条件下で飼育できるだけでなく、大量生産の妨げとなっている複雑な給餌作業の簡便化にも貢献できる。コロイド型飼料ならば光でウナギ仔魚を底面付近に集める必要はなくなり、ま

た給餌後は通常の注水で自然に排出されるので、給餌作業は簡略化される。これらの長所を生かすことにより、より効率的なシラスウナギの大量生産が可能になると考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、一緒に作業を進めてくださった岡井いづみさん、村下陽子さんにお礼を申し上げる。また生田和正博士、虫明敬一博士、黒川忠英博士、宇治督氏、村下幸司博士の各氏に有用な助言をいただいたことに感謝する。試験に用いた濾過海水の一部は、日向野純也博士から提供していただいた。本研究は農林水産技術会議委託プロジェクト研究「ウナギ及びイセエビの種苗生産技術の開発」によって行われた。

文 献

- 1) YAMAMOTO, K., YAMAUCHI, K. 1974. Sexual maturation of Japanese eel and production of eel larvae in the aquarium. *Nature* 251, 220-222.
- 2) YAMAUCHI, K., NAKAMURA, M., TAKAHASHI, H., TAKANO, K. 1976. Cultivation of larvae of Japanese eel. *Nature* 263, 412.
- 3) TANAKA, H., H.KAGAWA, H.OHTA, K.OKUZAWA, K.HIROSE, 1995. The first report of eel larvae ingesting rotifer. *Fish. Sci.* 61, 171-172.
- 4) TANAKA, H., H.KAGAWA, H.OHTA, 2001. Production of leptocephali of Japanese eel *Anguilla japonica* in captivity. *Aquaculture* 201, 51-60.
- 5) TANAKA, H., H.KAGAWA, H.OHTA, T.UNUMA, K.NOMURA, 2003. The first production of glass eel in captivity: fish reproductive physiology facilitates great progress in aquaculture. *Fish Physiol. Biochem.* 28, 493-497.
- 6) KAGAWA, H., H.TANAKA, H.OHTA, T.UNUMA, K.NOMURA, 2005. The first success of glass eel production in the world: basic biology on fish reproduction advances new applied technology in aquaculture. *Fish Physiol. Biochem.* 31, 193-199.
- 7) CHANG, S.-L., G.-H.KOU, I.-C.LIAO, 2004. Temperature adaptation of the Japanese eel (*Anguilla japonica*) in its early stages. *Zoolog. Stu.* 43, 571-579.
- 8) OKAMURA, A., Y.YAMADA, N.HORIE, T.UTOH, N.MIKAWA, S.TANAKA, K.TSUKAMOTO, 2007. Effects of water temperature on early development of Japanese eel *Anguilla japonica*. *Fisheries Science* 73, 1241-1248.
- 9) KUROKAWA, T., T.OKAMOTO, K.GEN, S.UJI, K.MURASHITA, T.UNUMA, H.OHTA, H.TANAKA, 2008. Influence of water temperature on morphological deformities in cultured larvae of Japanese eel, *Anguilla japonica*, at completion of yolk resorption. *J. world aquaculture soc.* 39, 726-735.
- 10) OKAMOTO, T., T.KUROKAWA, K.GEN, K.MURASHITA, K.NOMURA, S.-K.KIM, H.MATSUBARA, H.OHTA, H.TANAKA, 2009. Influence of salinity on morphological deformities in cultured larvae of Japanese eel, *Anguilla japonica*, at completion of yolk resorption. *Aquaculture*, 293, 113-118.
- 11) KAGAWA, H., H.TANAKA, H.OHTA, K.OKUZAWA, N.IINUMA, 1997. Induced ovulation by injection of 17,20 β -dihydroxy-4-pregnen-3-one in the artificially matured Japanese eel, with special reference to ovulation time. *Fish. Sci.* 63, 365-367.
- 12) OHTA, H., H.KAGAWA, H.TANAKA, K.OKUZAWA, K.HIROSE, 1996. Change in fertilization and hatching rates with time after ovulation induced by 17,20 β -dihydroxy-4-pregnen-3-one in the Japanese eel, *Anguilla japonica*. *Aquaculture* 139, 291-301.
- 13) KUROKAWA, T., H.KAGAWA, H.OHTA, TANAKA H., K.OKUZAWA, K.HIROSE, 1995. Development of digestive organs and feeding ability in larvae of Japanese eel (*Anguilla japonica*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52, 1030-1036.
- 14) 與世田兼三・照屋和久・山本和久・浅見公雄 (2006) 異なる水温と初回摂餌の遅れがスジアラ仔魚の摂餌、成長、および生残に及ぼす影響. 水産増殖, 54, 43-50.
- 15) 照屋和久・與世田兼三 (2006) クエ仔魚の成長と生残に適した初期飼育条件と大量種苗量産試験. 水産増殖, 54, 187-194.
- 16) 照屋和久, 與世田兼三, 岡 雅一, 西岡豊弘, 中野昌次, 森広一郎, 菅谷琢磨, 浜崎活幸 (2008) 光周期がマハタ仔魚の生残、成長および摂餌に及ぼす影響. 日水誌, 74, 645-652.

飼育水に含まれるコロイド状物質がウナギ仔魚の飼料となる可能性

増田賢嗣・奥 宏海・野村和晴・照屋和久・田中秀樹

サメ卵主体液状飼料の開発と改良はシラスウナギまでの飼育を可能とし、研究の焦点はシラスウナギの大量生産法の確立に移っている。そのためには、大量生産への応用が困難な現行の給餌法を改良する必要がある、特に中層で給餌できる方法の開発が求められている。飼料が飼育水全体に拡散したコロイド型飼料はこの要請に応えられる可能性がある。本研究では、コロイド型飼料のモデルである海水希釈牛乳で満たされた水槽中では、牛乳が一定濃度以上で、十分な摂餌時間があればウナギ仔魚は摂餌でき、また一定期間生存できることを明らかにした。

水産技術, 2 (2), 99-104, 2010