

美し国伊勢でウナギの完全養殖 ～世界をリードする水産増養殖技術～

(独)水産総合研究センター 増養殖研究所 養殖技術部 ウナギ量産研究グループ

田中 秀樹

1. はじめに

日本は世界一のウナギ消費国であり、2001年には年間消費量が15万トンにも達したが、その後中国産食品に対する不信感から外国産養殖ウナギ加工品の輸入量が減少し、近年の消費量は6万トン程度まで減少している。2009年度の国内消費の内訳は国産養殖物が約2万トン、台湾産養殖物が約0.7万トン、中国産養殖物が約3.6万トンとなっており、国内の天然ウナギ漁獲量はわずか300トン程度にすぎず、国産、輸入を含めて消費量の99%以上は養殖ウナギが占めている。多くの魚種で卵から親までの完全養殖が可能となっているが、ウナギは長年の多大な努力にもかかわらず、人工的に生活環の全てを管理する完全養殖は極めて困難であり、今日でも養殖にはシラスウナギと呼ばれる全長5～6cmの天然の稚魚を河川や沿岸で採捕することが不可欠となっている。国内の養殖場に導入された稚魚の量は過去10年間20トン前後で一見安定しているが、実際は豊漁・不漁の変動が大きく、長期的に見れば1960年代には200トン前後であった国内の採捕量が近年は10～20トンで推移しており、資源の減少は深刻である。不漁年には台湾や中国からの輸入で補填しているのが現状であり、特にこのところ2年連続して種苗採捕が不調で、一時は稚魚1kg（およそ5000尾）当たり150万円を超える価格で取引された例もあると言われている。

ウナギ資源の保全と養鰻業の安定化のために、ウナギの人工ふ化・育成技術を確認し、卵から親までの生活環を飼育下で完結させる完全養殖を実現することは従来から強く望まれていたが、最近の危機的な状況の下、ウナギ人工種苗の実用化に対する期待はかつてないほどに高まっている。独立行政法人水産総合研究センター増養殖研究所では、先人達の多くの研究成果を基に、90年代初めから親ウナギの成熟誘起や人工授精技術の改良に取り組み、かなり良質のふ化仔魚をある程度大量かつ計画的に生産できるようになった。このような技術の進歩を背景として、仔魚用飼料と飼育方法の開発に努め、2002年、ついに人工ふ化仔魚をシラスウナギにまで成長させることに世界で初めて成功、2010年の春には人工生産2世代目が誕生し、「完全養殖」が達成された。本稿では、完全養殖成功に至るウナギの成熟誘起および人工ふ化・仔魚飼育研究の歴史と現状について述べ、人工種苗の実用化に向けて残された課題について概説する。

2. 生活史の解明と人工種苗生産研究の進歩

わが国でウナギの人工ふ化の研究が始められた当時、ニホンウナギの生活史、特に外洋における初期生態や産卵回遊生態については全く明らかにされておらず、ヨーロッパウナギの研究レベルに大きな後れを取っていた。生活史の研究は、成熟生理の解明にも重要な情報をもたらすので、人工種苗生産の研究の推進にも密接な関わりがある。1960年代からウナギの人為催熟の研究が始められた一方で、67年にはニホンウナギのレプトセファルス幼生が初めて捕獲された。北海道大学で世界初の人工ふ化に成功した1973年には、白鳳丸の調査によって52個体ものレプトセファルス幼生が採集されている。大量の小型の幼生が白鳳丸によって採集され、産卵場がほぼ特定された1991年には、愛知県水産試験場で雌化養成親魚からふ化仔魚を得ることに成功し、以後、水産総合研究センターにおけるウナギ人工種苗生産技術開発の急速な進歩へとつながった。人為催熟、人工ふ化・飼育によって得られる知見が、天然の仔魚の生息環境、親魚の遊泳水深を知る手がかりとなり、2005年のプレレプトセファルス幼生採集成功や2008～2010年の水産庁漁業調査船 開洋丸等による親魚捕獲成功をもたらした。一方、天然の幼生の捕獲によって、人工ふ化仔魚飼育の目標が定まり、実際の捕獲水域の環境データを参考にして飼育環境条件の修正がなされた。このように、2つの研究は互いに重要な情報を提供しあいながら、急速な進歩を遂げ、今世紀初めの飼育下でのウナギ稚魚の誕生と今日の海洋での生活史のほぼ完全解明（図1）へとつながったのである。

3. 稚魚誕生までの技術開発

1990年代初めに増養殖研究所がウナギ人工種苗生産技術開発に本格的な取り組みを始める以前は、人工ふ化は出来たものの、親魚として天然下りウナギを使っていたために確保できる実験魚の数と季節が限られていた上に、成熟誘起に成功する確率が低く、良質卵が得られることは極めてまれであった。増養殖研究所では、親魚として愛知県水産試験場で開発された雌化した養殖魚を用いることによって、周年にわたって豊富な実験魚を利用できるようになった。従来の成熟誘起法では、良質卵を排卵させる成功率が低いという問題があったが、その原因はサケの脳下垂体抽出液の注射によって卵黄形成を促進した後、最終成熟・排卵を促進するステロイドホルモン(DHP)を投与する適正なタイミングがつかめていなかったことであることを突き止めた。そして卵巢中の卵を一部取りだして顕微鏡観察することによって、適正なタイミングを判定する技術を開発した。雄の精子については、事前に採取して活性を確認した上、希釈して冷蔵保存することによって、卵が採れたときにはいつでも利用可能な状態で数週間保存出来るようになった。その結果、従来に比べて仔魚が得られる機会が飛

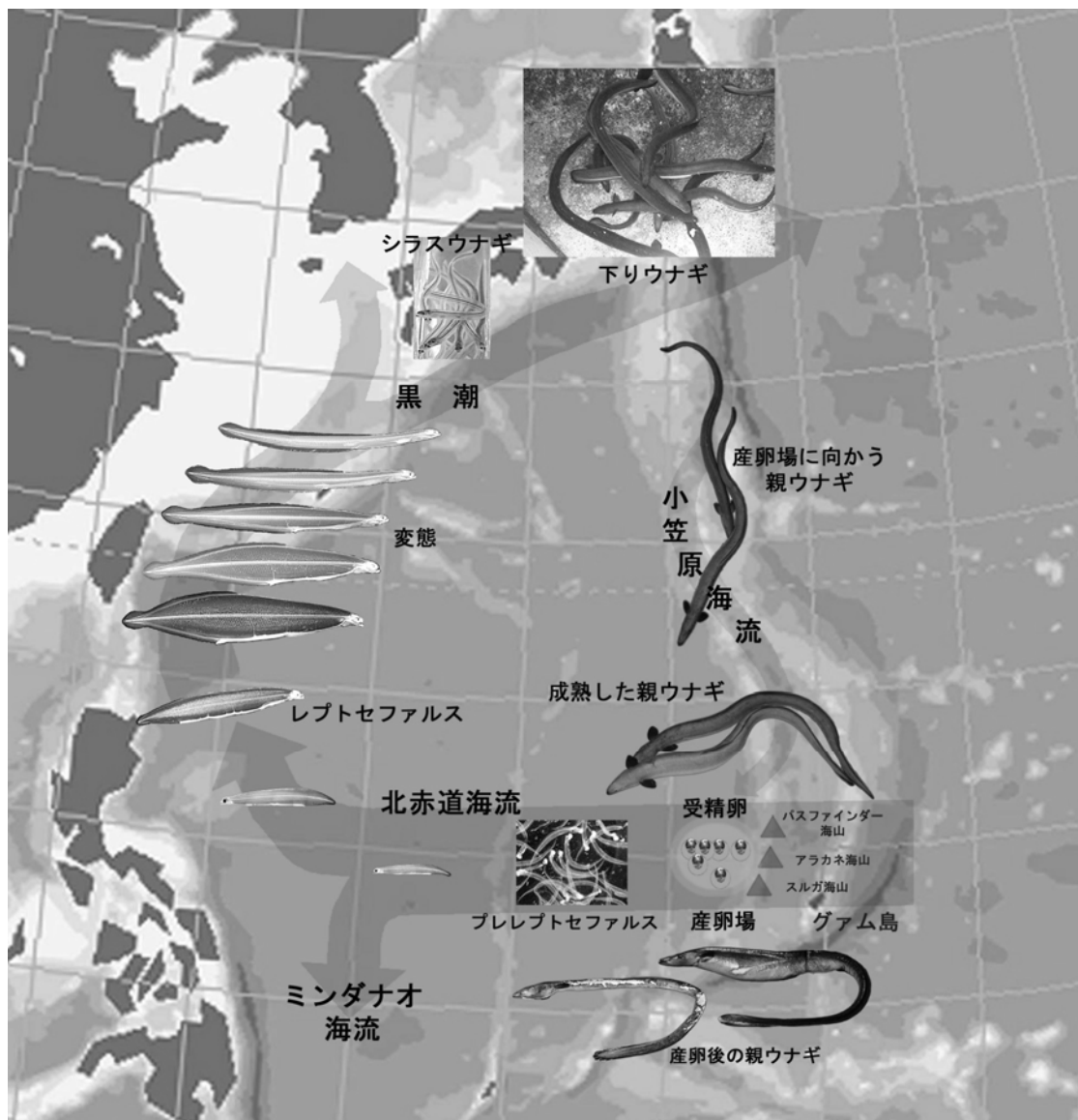


図1. ウナギの生活史

躍的に高まったことから、仔魚の餌の研究も計画的に実施できるようになった。

仔魚飼育を成功させるには有効な餌の探索が最大の課題であったが、増養殖研究所や当時の日本栽培漁業協会（現在は水産総合研究センターに統合）には、さまざまな海産魚の仔魚飼育の経験と技術があり、多くの研究者、技術者の意見と協力によって、さまざまな餌を試すことが出来た。その結果たどり着いた有効な餌の材料がサメの卵であり、その後シラスウナギまでの飼育成功には、不二製油及び日本水産との共同研究による飼料の改良も大きく貢献した。

こうして2002年に飼育下でシラスウナギまで育てることに世界で初めて成功したが、親魚や卵・仔魚の質は依然として不安定で、仔魚には奇形が見られる

ことが多く、成長速度は天然の半分程度にすぎない上に生残率は低く、目標とする安定的大量生産の実現には克服しなければいけない壁が数多く残されていた。

4. 稚魚誕生以降の進歩

2005年に始まった官学連携のプロジェクトでは、水産総合研究センターおよび大学関係者などわが国のウナギ研究に関わるほとんどの研究者が結集して、ふ化後100日目までの生残率を従来の10倍に引き上げることを目標に、親魚養成・催熟技術の向上、幼生の飼餌料開発および飼育環境の最適化などの課題に取り組んでいる。

増養殖研究所のグループは、ふ化後8日目の生残率が80%以上である良質卵の成分分析から、ビタミンC含量が高く、ビタミンEが適量含まれていることが重要であることを明らかにし、親魚への経口投与や注射による投与でこれらの栄養素の卵への強化と卵質の改善が可能であることを明らかにした。成熟誘起においては、従来は水温20℃で実施していたのを15℃に下げると、最終成熟誘起のタイミングを取りやすく良質卵が得られる確率が高くなることが分かった。卵およびふ化仔魚の飼育環境に関しては、従来よりも高水温(24-25℃)、高塩分(34-35‰)で最も奇形の発生が少なくなることが明らかになり、この条件は2009年夏に開洋丸の調査によって採集されたプレプトセファルス¹⁾の生息環境と非常によく一致している。また、飼育水に卵白を10ppm程度添加することによって、仔魚が水面の表面張力によって空中に露出し、死亡するのを防ぎ、初期の生残率を高めることができることが示され、初期飼育の安定度が飛躍的に向上した。飼育水槽内に発生する微生物が飼育初期の死亡に関与しており、水槽内を清潔に保つことが生残率向上に重要であることも明らかになった。これらさまざまな成果を総合して飼育を行うと、プロジェクト開始前は0.2%程度だった給餌開始から日齢100までの生残率は、数%程度に大きく向上し、現在は、さらにその先のシラスウナギまでの生残率向上を目標として研究が続けられている。

5. 完全養殖の達成と今後の課題

水産総合研究センターでは完全養殖を目指して、増養殖研究所南勢庁舎と志布志栽培漁業センター(現 増養殖研究所志布志庁舎)で人工生産ウナギを親魚にするために養成を続けて来たが、2009年末に雌雄のウナギが成熟させることが可能な段階まで育っていることが確認されたので、2010年初めから完全養殖実現に向けて成熟誘起処理を開始した。成熟が進むにつれて体調を崩すウナギが出現し、一時は完全養殖実現が危ぶまれたが、志布志栽培漁業センターでは3月26日以

降、9個体の雌から合計200万個以上の卵が得られ、多数の完全養殖ウナギが誕生した。南勢庁舎でも、苦しみながらも何とか2個体から受精卵が得られ、少数ながら完全養殖ウナギのふ化が確認されている。

完全養殖が達成されたことによって天然資源に依存しないウナギの養殖が理論的には可能となったが(図2)、実際の養殖に役立つにはシラスウナギを大量生産する技術の開発が必要である。そのためには良質仔魚の安定確保と仔魚の大量飼育のための餌及び飼育方法の革新が不可欠である。大量生産が可能となって養殖用の稚魚の一部を完全養殖ウナギでまかなうことが出来れば、天然のウナギ資源の保護に役立つとともに天然稚魚の捕獲量に依存していた不安定な種苗供給を少しでも安定化することが出来る。また、完全養殖ウナギが飼育下で世代を重ねることによって、育てやすく、おいしく、安全・安心な「完全養殖ブランド」のウナギが作り出されることも期待される。

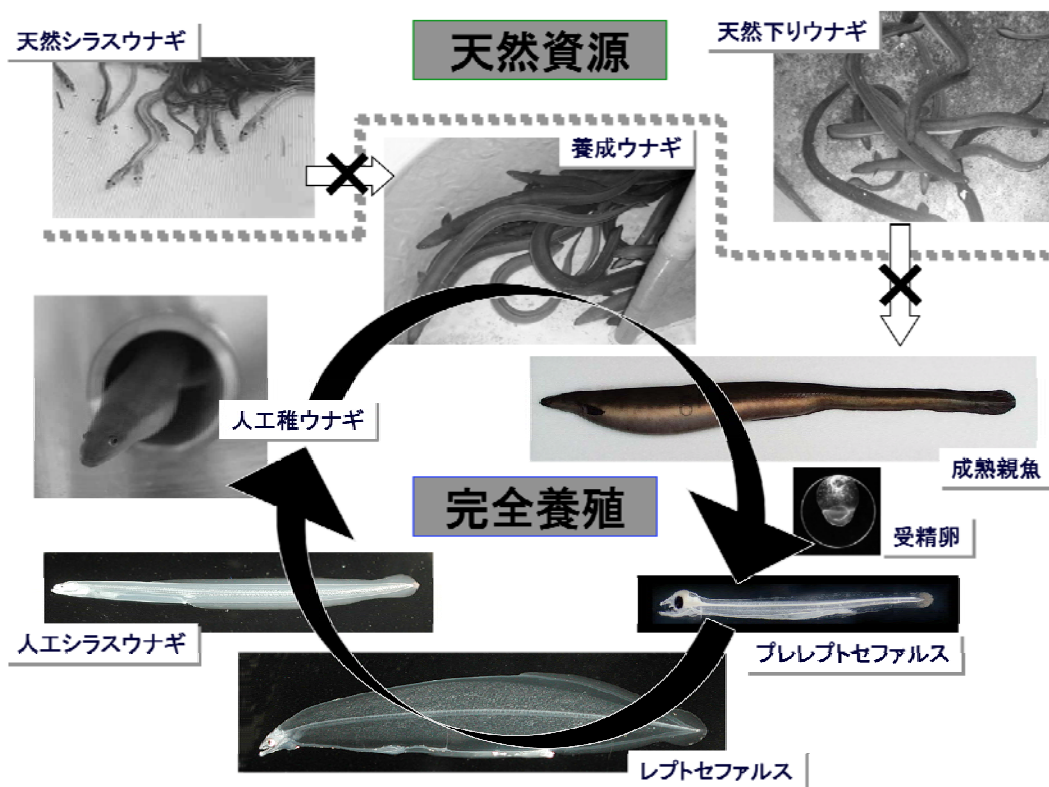


図2. 完全養殖はこれまでの養殖と違って、養殖用種苗としての天然シラスウナギ、催熟用親魚としての天然下リウナギが不要になり、天然資源に影響を与えない。