

ワカサギの種苗生産技術の改善 — 新たな増殖技術に向けて —

キーワード：ワカサギ仔魚、道総研ワムシ、低温飼育、飼育技術

はじめに

北海道のワカサギ漁獲量は、近年では、全国第2～4位を推移し、網走湖をはじめとする道東の湖沼を中心に漁獲されています。遊漁対象としても親しまれ、結氷期の湖の氷に穴を開けて行うワカサギ釣りは冬のレジャーとして楽しまれています。しかし、近年、資源量は減少傾向にあり、道内で最もワカサギの漁獲量が多い網走湖でも、その漁獲量および採卵量は徐々に減少しています（図1）¹⁾。そこで、資源の増大を図るため、各地でふ化仔魚放流を実施しています。

ワカサギのふ化仔魚放流は、2月から5月の産卵期に親魚を漁獲し、採卵、受精作業を行うことから始まります（写真1）。その後、受精卵をふ化瓶等の容器に収容する方法やシュロ盆と呼ばれる植物の繊維を編み込んで作られたふ化盆に受精卵



写真1 洞爺湖漁協におけるワカサギ卵の受精作業

を付着させる方法があります。いずれもふ化と同時に仔魚が放流される仕組みになっています。しかし、これらの増殖方法では、期待した効果が表れない場合もあります。その要因の一つとして、ふ化した仔魚の最初の餌であるワムシ類などの小型動物プランクトンが放流水域で少ないことによる飢餓が考えられています。小型動物プランクトンの増殖時期は年により変動するため、仔魚のふ化時期とずれてしまうことで仔魚の生残に大きく影響すると考えられており、これをマッチ・ミスマッチ仮説と言います。ワカサギは、ふ化から摂餌開始まで3日間を経過すると、その後の生残率が低下するため、ふ化当日から小型動物プランクトンを摂餌することが好ましいと考えられています²⁾。また仔魚は成長に伴って初期餌料である小型動物プランクトンからカイアシ類などの大型の動物プランクトンに摂餌の対象が変化しますが、その変化を含む期間の生残率がその後の漁獲加入量の多寡に影響をもたらすため、仔魚期は重要な時

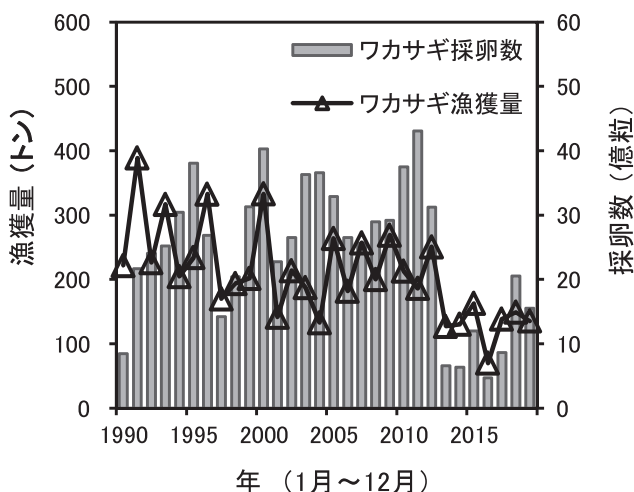


図1 網走湖におけるワカサギの漁獲量と採卵数、シラウオ漁獲量の推移（網走水試¹⁾を一部改変）

期になります³⁾。そのため、大型の動物プランクトンを食べる体サイズ（約10mm）になるまで、人の手で飼育してから放流する、新しい取り組みが本州の数カ所で始まっています。北海道においても、この増殖方法を導入するための飼育技術開発を行っています。

北海道におけるワカサギ仔魚飼育の課題

一般的に、ワカサギを含む魚類の仔魚を飼育する場合、ふ化してすぐに市販のシオミズツボワムシを給餌します（写真2）。このワムシには好適な培養条件があり、多くは水温25～30℃、塩分26～32PSUで培養されますが、仔魚の飼育環境に合わせて、時間をかけ徐々に水温や塩分を下げて培養することもあります。ワカサギ仔魚は湖に注ぐ河川でふ化し、一般に淡水あるいは塩分の低い汽水湖沼で生活します。増殖事業もこのような湖沼に隣接する施設で行いますので、その飼育環境に近づけてワムシの培養も行われています。しかし、これを北海道で行う場合に課題となるのが、寒冷地ゆえにワカサギを飼育する5～6月の湖水温が低く、市販のシオミズツボワムシでは低水温、低塩分での培養が難しいことです。飼育水の水温と塩分がワムシの培養条件から大きく外れると、給餌されたワムシは直ちに活力を失い、死亡します。死亡したワムシは仔魚に摂餌されることなく、底に沈み、餌料としての役割を果たせません。このことは仔魚の生残率低下に繋がります。そのため、

北海道の飼育環境に合った、低水温、低塩分環境においても活力を失わないワムシを選定するとともに、ワカサギが与えられたワムシを効果的に摂餌できる飼育条件を検討する必要があります。

初期餌料の選定のための小規模実験

仔魚の飼育技術開発の一環として、まずは初期餌料となるワムシ候補種の作出と選定から始めました。仔魚を飼育する上で、どのようなワムシを給餌するのが良いのかについて、4種類のワムシを比較検討しました。

まず網走湖で淡水性のワムシを採集し、その中からヒルガタワムシおよびツボワムシの2種類のワムシを単離しました（写真3）。両種はそれぞれ7～23℃および11～18℃で培養可能でした。次に道総研栽培水産試験場が長期間にわたり培養しているシオミズツボワムシ（以下、道総研ワムシ）を用いて、14℃で80%海水および14℃で40%海水に馴致したワムシ2種類を作出しました。

これら4種類のワムシを用いて仔魚の飼育実験を行いました。実験では5L角型水槽を4つ用意し、止水で10～13℃の飼育水温を設定しました。それぞれに仔魚を50尾ずつ収容し、4種類のワムシをそれぞれの水槽に毎日給餌しました。飼育期間は3週間としました。その結果、ヒルガタワムシ区およびツボワムシ区では、実験終了時の生残個体数（および生残率）はそれぞれ4尾（8%）、0尾

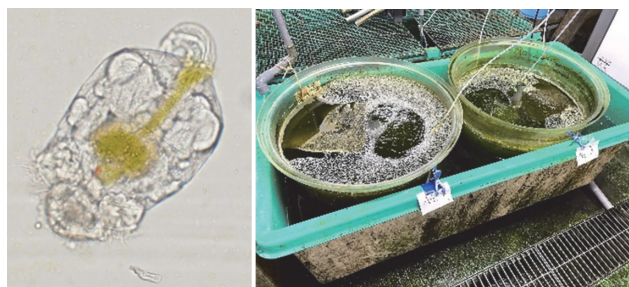


写真2 左：シオミズツボワムシ（100～300μm）
右：培養の様子

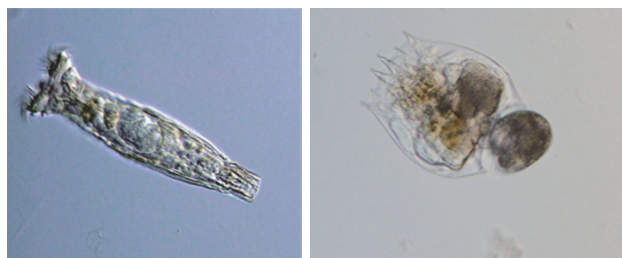


写真3 左：ヒルガタワムシ（200μm前後）
右：ツボワムシ（100～160μm）

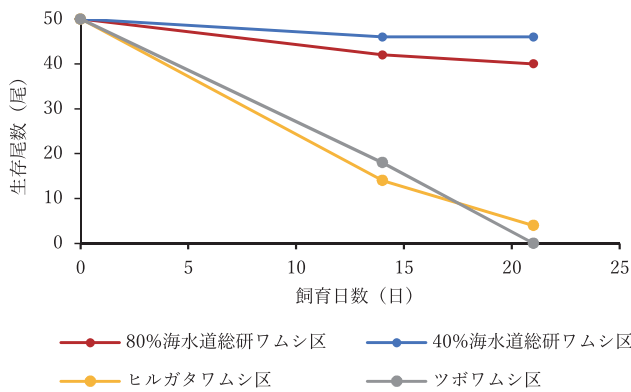


図2 異なる条件で培養したワムシを給餌したワカサギ仔魚の生残尾数

(0%) でした(図2)。一方で、40%海水および80%海水道総研ワムシ区では、46尾(92%)、40尾(80%)となり、道総研ワムシの給餌区で高い生残率を示しました。実験終了時の体長(脊索長、平均値±標準偏差)は、40%海水道総研ワムシ区(9.7mm±0.7)が80%海水道総研ワムシ区(7.7mm±0.7)に対し有意に大きくなっていました。以上のことから、4種類のワムシのうち、道総研ワムシを使用した2試験区、特に40%海水で培養した道総研ワムシを初期餌料とした時にワカサギ仔魚の生残と成長が最も良いことがわかりました。

ワカサギ仔魚の飼育技術の開発

次に、飼育管理方法を検討しました。仔魚の管理方法は大きく4つに分けられます(表1)。1つ目に「水を常に一定量加え、同量を排水する“掛け流し飼育”」、2つ目に「水を加えず、エアレーションのみを行う“止水飼育”」、3つ目に「水を浄化しながら、すべての水を再利用する“閉鎖循環飼育”」、最後に「閉鎖循環飼育のうち、水の一部のみを再利用する“半閉鎖循環飼育”」です。表1に示した通り、それぞれに利点がありますが⁴⁾、閉鎖循環飼育と半閉鎖循環飼育では高度な水質浄化装置が必要になるため、初期投資がかさむ難点があります。このことからワカサギ仔魚の飼育管

表1 各種飼育方法の特徴(山本ほか⁴⁾を一部改変)

特徴	
1. 掛け流し飼育	・飼育が容易 ・連続的または、一定量注水する ・注水量が多いため、河川域・沿岸域が適する ・疾病の感染のリスクが大きい ・加温・冷却経費が大きくなる
2. 止水飼育	・飼育水の交換を行わない ・内陸域でも飼育が可能 ・疾病の感染のリスクが極めて小さい ・加温・冷却経費が削減される ・水質悪化による斃死リスクがある
3. 閉鎖循環飼育	・飼育水をすべて再利用 ・注水は、原則、底掃除や蒸発分のみ ・高度な水質浄化装置が不可欠 ・注水量が極めて少ないため内陸に適應 ・加温・冷却経費が大幅に削減される
4. 半閉鎖循環飼育	・飼育水の一部を再利用 ・連続的または、一定量注水する ・簡易的な水質浄化装置が不可欠 ・注水量が多くなるため、河川域や沿岸域が適する ・疾病の感染のリスクが小さい ・加温・冷却経費が削減される

理では掛け流し飼育か止水飼育のどちらかがより現実的です。さらに、飼育管理の容易さと水質変化の観点から現場の漁業関係者にとって最も簡便な方法を検討するために、以下のような実験を行いました。

30Lの円形水槽(実水量20L)2基にふ化仔魚をそれぞれ1,000尾収容し、3週間飼育しました。一方を1日かけて20Lの淡水を注水(1日で水が入れ替わる)する掛け流し区と、もう一方を注水しない止水区としました。餌料として14℃、40%海水で培養した道総研ワムシを毎日、培養水とともに給餌しました。試験水槽の水温は約10℃で管理しました。その結果、11日後における止水区の生残率は59.0%で、掛け流し区(38.0%)よりも高く、実験終了時も同様の傾向を示し、それぞれ46.0%および20.6%でした(表2)。止水区の生残率が高かった理由は、給餌後のワムシの生き残りが良かったことにあると考えられます。1日で水が入れ替

表2 掛け流し飼育および止水飼育におけるワカサ仔魚の生残率

飼育日数 (日)	生残率 (%)	
	掛け流し区	止水区
0	100.0	100.0
11	38.0	59.0
21	20.6	46.0

わる掛け流し区の塩分は試験期間を通し0 PSUでした。一方で止水区は、培養水に含まれる塩分の蓄積により、12日後から塩分が上がり始め、実験終了時には約3 PSUに上昇しました。また給餌直前に観察した飼育水中のワムシは、掛け流し区では、確認された日が少なかった一方、止水区では飼育開始3日後からほとんどの日でワムシの生存が確認されました。これらのことから、少量の塩分が飼育水に含まれることでワムシの活力が維持され、生残率が向上したと考えられます。

魚類の仔魚は生まれた時の口のサイズの違いにより、食べられる餌のサイズが異なります。そこで、ワカサギ仔魚はどのようなサイズのワムシを食べるのかを調べました。

実験は8 Lの角型水槽（実水量5 L）にふ化仔魚を300尾収容し、3週間飼育しました。上記試験と同様に道総研ワムシを給餌し、仔魚が食べたワムシのサイズを測定しました。その結果、ふ化したばかりの仔魚は、約200 μ mの比較的小型のワムシを食べていることがわかりました（表3）。その後、成長にともなって徐々に大きなワムシを食べるようになり、体長（脊索長）が約8 mm以上の仔魚は

表3 ワカサギ仔魚の脊索長別における摂餌ワムシの平均背甲長および標準偏差、測定個体数

	仔魚の脊索長 (mm)				
	5<6	6<7	7<8	8<9	10<11
ワムシの平均背甲長 (μ m)	200	202	197	227	232
標準偏差	38	21	33	50	22
測定個体数	49	16	20	9	4

それ以下の仔魚に対し、有意に大きなワムシ（約230 μ m）を摂餌していました。

おわりに

ワカサギ仔魚の飼育技術開発はまだまだ発展途上にあります。引き続き、現場で活用可能な、簡易的で低コスト、そして増殖効果の高い飼育方法の開発に取り組んでいこうと思います。

全国各地で行っているふ化仔魚放流に用いる受精卵は地場の卵を用いるだけでなく、他の湖沼産から入手することもあります。これまで、網走湖は全国に受精卵を供給する基地としての役割を果たしてきましたが、漁獲量の減少により、ここ数年は採卵量も減っています。道内の資源量の増大はそのまま、全国のワカサギ資源を支えることに繋がります。道内のワカサギ資源を維持・増殖するため、また受精卵の主要な供給地となっている北海道の重要性は高く、全国的な資源増大に向け、今後も技術の進展に取り組んでいきたいと思います。本研究は水産庁受託事業「平成31年度および令和2年度環境収容力推定手法開発事業」の一環で行いました。令和3年度も引き続き同事業で飼育技術の開発に取り組んでいます。

参考文献

- 1) 網走水産試験場 (2021) 4.1ワカサギ・シラウオ、令和元年度道総研網走水産試験場事業報告書、網走、43-47.
- 2) 岩井寿夫・柘植隆行 (1986) ワカサギ孵化仔魚の生残・成長に及ぼす給餌開始時期の影響、水産増殖、34, 103-106.
- 3) 浅見大樹 (2004) 網走湖産ワカサギの初期生活に関する生態学的研究、北水試研報、67, 1-79.
- 4) 山本義久ほか (2017) 循環式陸上養殖 飼育ステージ別<国内外>の事例にみる最新技術と産業化、緑書房、東京、p308.

(山崎哲也 さけます・内水試内水面資源部
報文番号B2456)