

技術情報 健苗放流のすすめ

たかはし ふみひさ あだち ひろやす
高橋 史久・安達 宏泰（北海道区水産研究所 業務支援課）

北海道の秋サケ来遊数の推移

近年、北海道への秋サケ来遊数が減少傾向にあります。これは太平洋側における回帰率の極端な低下によるものです（図 1）。その要因としては、他の地域では顕著な減少が認められていないことから、太平洋側から放流された稚魚が降海してからオホーツク海に達するまでの春から初夏にかけての時期に大きく減耗しているものと考えられます。このため、行政機関、民間増殖団体および試験研究機関が連携して、減耗原因を解明するための調査研究に取り組んでいるところです。

一方、サケ人工ふ化放流事業の実施体制が、平成 10 年代に大きく移り変わっていったことは、関係者の皆さんはよくご存知のとおりです。

ここでは、事業実施体制が変化していく中で見られた事業方法の変化とそのことによる問題点を示し、いくつかの対応策を提案したいと思います。

放流様式の変化

各地域の代表的河川におけるふ化放流事業について、平成 10 年代の前後で何らかの変化がないか調べたところ、太平洋側のある主要な河川において、放流様式が大きく変化していたことが分かりました。

その河川の平成 4（1992）年級群から平成 20（2008）年級群までの時期別放流割合を示しました（図 2）。この図には、平成 4（1992）年級群から平成 12（2000）年級群までの放流期間は 2 月

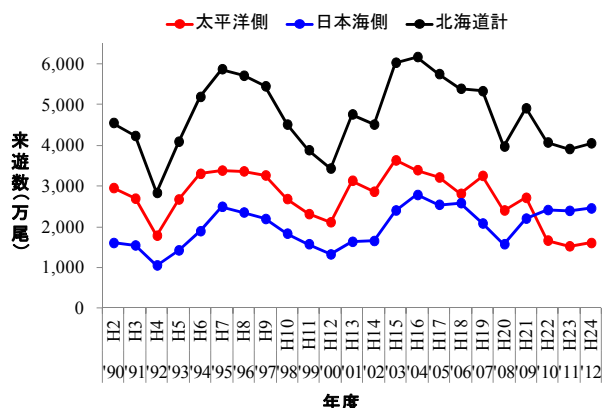


図 1. 北海道の秋サケ来遊数の推移 (太平洋：根室～えりも以西海区、日本海側：オホーツクおよび日本海区)。

下旬から 6 月下旬までの 13 旬にわたり、ピークが 4 月と 5 月にあったのに対して、平成 13（2001）年級群以降は 3 月中旬から 6 月上旬までの 9 旬に狭まり、特に 5 月に集中した放流が行われるように変化していった経過が示されています。

このうち、平成 4（1992）年級群から平成 19（2007）年級群までの 16 年級群の平均河川回帰率は 0.37% でしたので（図 3）、河川回帰率が平均

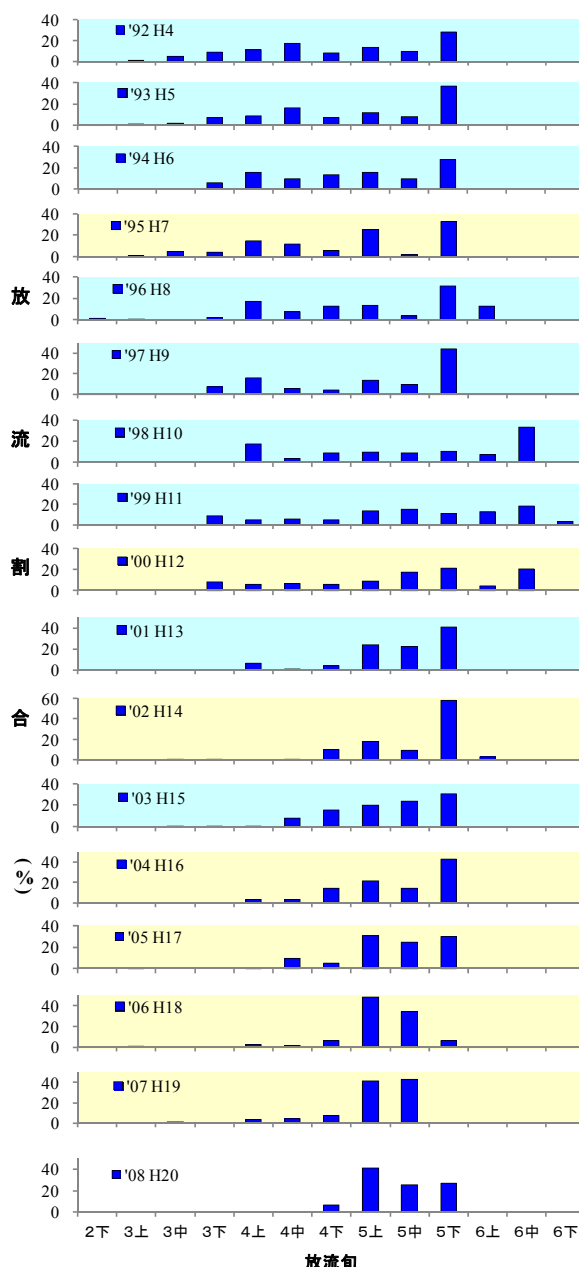


図 2. ある河川における時期別放流割合。

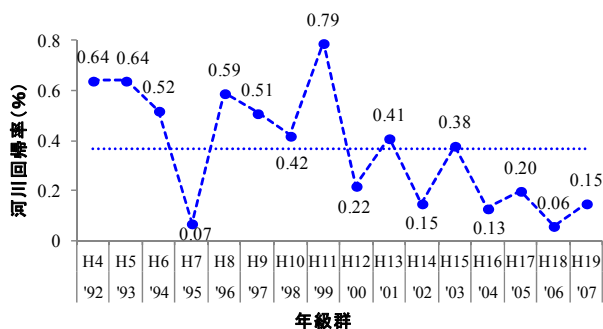


図3. ある河川における年級別河川回帰率(図中の添え字は河川回帰率を表す)。

河川回帰率を上回った年級群のグラフを水色で、下回った年級群のグラフを黄色で示したところ、平成12(2000)年級群以前には水色が、平成13(2001)年級群以後には黄色が目立つ色合いになりました(図2)。

すなわち、放流期間が長く4月と5月の2つのピークがあった年級群には回帰率が高い例が多く、放流期間が短く5月に集中して放流された年級群では回帰率が低い例が多かったということが示された訳です。

このことが偶然の出来事だったのか?あるいは当然の結果だったのか?不漁の原因が明らかにされていない以上、確かなことは言えません。しかし、ふ化放流を行う立場で考えると次のようなことが言えると思います。

まず、稚魚を放流するにあたって、いくら時期やサイズが適切であっても、厳しい自然の中で生き抜く体力が乏しくては高い回帰率など期待できません。健康であることが稚魚に求められる最も重要な条件です。

しかし、殆どふ化場では、全ての稚魚を放流に適した時期(放流適期)まで飼育し続けるための収容能力(施設能力)が不足しています。そのため、稚魚を健康な状態に保つには、飼育量が施設能力をオーバーする前に調整的な放流等(他所での再飼育を含む)を行わざるを得ないのが現実です。

この河川においても、平成12(2000)年級群までは、飼育量が施設能力を超える前に適宜放流されていたため、結果として放流期間が長かったことが関係者の間で言い伝えられています。

これに対して平成13(2001)年級群以降の放流は、おそらく「適期放流」を目指してこの地域の放流適期と想定される時期に集中して行われるようになったものと思われます。

しかし、この河川で飼育用水が増量されたのは、この頃より後のことなので、少なくともそれまでは施設能力を超えた飼育が行われていた可能性が大きく、稚魚の健康を保つことは困難だったので

はないかと思われます。

低い回帰率を招く要因としては幾つかのことが挙げられると思いますが、稚魚の健康状態も重要な要素の一つでしょう。

もう一つ、放流にあたって留意すべきこととして、稚魚と外部環境との適合が挙げられます。例えば、外部環境の状態を推し量る際の代表的指標とされる沿岸水温は、年によって春季の立ち上がり方が異なります(図4)。

ある群が放流された時、沿岸水温が良好であれば多くの稚魚が生き残り、高い回帰率を期待することができますが、逆に好ましくない状態にあった場合は減耗してしまう恐れがあります。

放流のピークが複数あれば、いずれかの群が外部環境に適合できる可能性が生じます。放流数が分散するので、大当たりを期待するべきではありませんが、全滅の恐れも小さくなり、いわゆるリスク分散効果が期待できます。

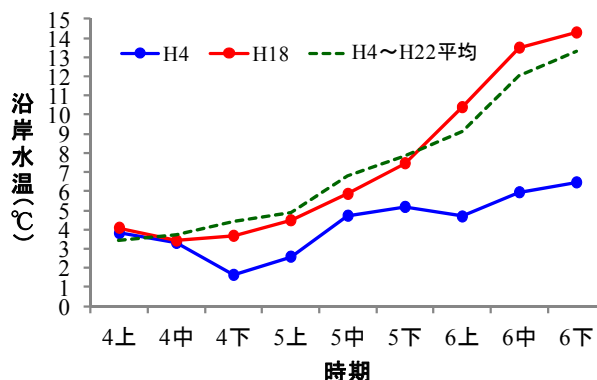


図4. ある地域の沿岸水温の立ち上がり。

放流方法を考える

これまで述べてきたようにふ化放流事業で最も大切なことは「健苗育成」です。全ての稚魚を放流に適した時期(放流適期)まで健康な状態で飼育し続けることができるふ化場など殆どないのが現実です。

では、どのような放流を行えば良いのでしょうか?

① 施設能力に見合った無理のない放流

例として、放流適期:5月上旬~5月下旬、放流数:1,000万尾、施設能力:5,000kg(飼育量)というふ化場における放流方法を考えてみましょう。

まず、地域の漁業資源造成において重要と考える時期別資源を定めます。これは、限りある施設能力をどの時期の資源を造成することに重点を置いて配分するかを決めなければならないからです。

ここでは、10月上旬、10月下旬、11月中旬に確保された種卵によって造成される資源を重要群、それ以外の資源を通常群と置いて考えてみます(図5)。

次に、このふ化場では飼育量 5,000 kg が能力の限界です。定期的な魚体測定や日頃の水量・水質測定を怠らず、稚魚の成長に伴って増加する飼育量が 5,000 kg を超えないよう注意深く飼育管理をしなければなりません。

仮に、1尾の稚魚も放流しない場合、飼育量は図6に示すように増加する一方ですので、4月上旬には施設能力を超えてしまいます。そのような状態で飼育し続けると魚病や酸素欠乏症等が常に発生し、健苗育成など到底できるものではありません。

そのようなことを避けるため、いわゆる調整放流が必要なのですが、特定の時期別資源が落ち込むことを避けるため、以下のような放流方法を提案します。

○重要群は適期・適サイズで放流する。放流適期は年によって変動するので、想定される適期(北海道においては、放流河川地先の沿岸水温 5~10℃の時期)の真ん中あたりを放流のピークとす

ることが望ましい。

○通常群は施設能力を超える前に適宜放流する。この際、特定の時期別資源が落ち込まないよう各群の放流時期を分散させる。

この考え方に従って放流数を割り振った例を図7に示しました。具体的には、

○重要群である 10月上旬、10月下旬及び11月中旬採卵群は、放流適期とする5月上旬から5月下旬までの間、特に5月中旬がピークとなるように放流する。このことによって高い回帰率を期待する。

○通常群は残された施設能力をオーバーしないよう適宜放流しつつ飼育する。各群の放流時期には幅を持たせ、特定の群が大量に減耗することの回避を図る。

この場合、飼育量は最大となる一時期に施設能力の上限に達しますが、それ以外の時期は健苗を育成することができる条件を余裕を持ってクリアしています(図8)。

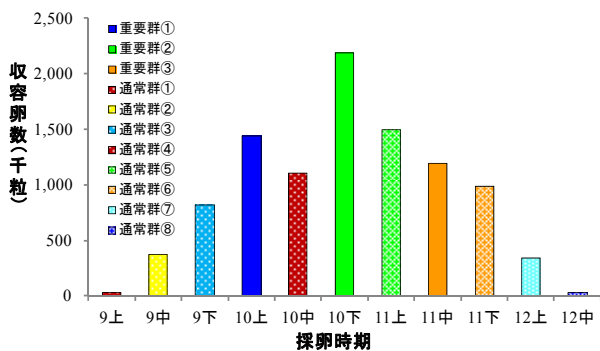


図5. 地域重要群の設定例.

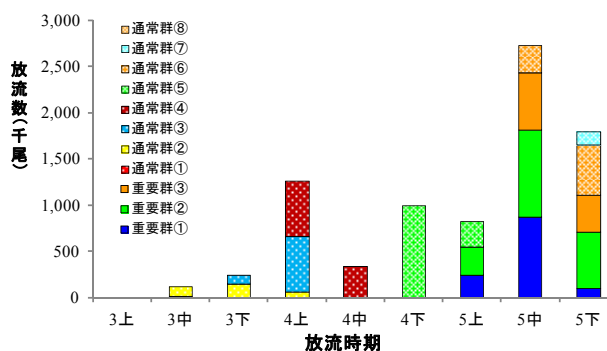


図7. 各群の放流時期を分散させた調整放流の例.

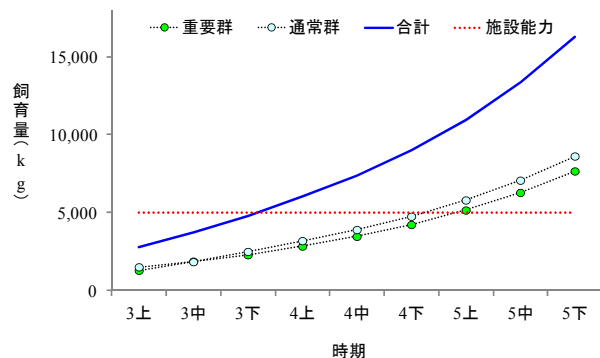


図6. 飼育量の推移(調整放流しない場合).

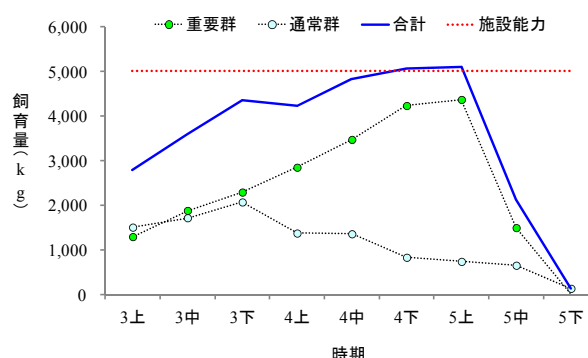


図8. 飼育量の推移(調整放流する場合).

このような放流は、種卵をふ化室から養魚池やふ上槽に収容するまでは通常と同じ手順ですが、放流については、その順番や頻度、そのための飼育池の回し方など、複雑で手間のかかる作業になります。しかし、重要群に高い回帰率を期待するには、健康な稚魚を適期・適サイズで放流すべきであること、また、調整放流される通常群についても、極端な減耗を避けて良好な回帰率を期待するためには、それなりの工夫が必要であることは理解されるのではないかと思います。

なお、これら調整放流される稚魚の減耗を抑制するための方策としては、放流河川上流域や他の支流への分散放流や海中飼育放流などが考えられます。ただし、そのことが逆効果にならないよう、それぞれの地域や河川の特性を十分に把握した上で適した方法を選択することが肝心です。

② 水温調整による放流時期・サイズの適正化

①では現有の施設能力での放流方法を提案しました。このような方策が必要となる背景には、人工ふ化放流事業に用いられる水の大きな割合を地下水が占めていることがあります。地下水の水温は自然産卵環境よりも全般的に高く、ふ化や浮上の時期を本来の時期よりも早めてしまうので給餌飼育の期間が長くなってしまいます。このため、飼育量が施設能力を超えてしまいやすくなるのです。

高水温による影響を緩和するため、ふ化用水の水温を変化させて卵・仔稚魚の発生速度を調整する方法があり、既にいくつかのふ化場でそのための機械設備が導入されています。

例として、用水の水温が 10℃であるふ化場において、何も操作しない場合と冷却する場合の給餌開始時期の違いを示しました（表 1）。

9 月上旬採卵（受精）群では、通常の状態では 12 月下旬からの飼育開始になりますが、4℃冷却すると 3 月上旬まで給餌開始を遅らせることができますし、同様に 11 月上旬採卵群では給餌開始を 2 月下旬から 5 月上旬まで遅らせることができます。

逆に、遅い群の発生を早めたい場合などは、例

表 1. 採卵時期別の給餌開始時期の水温による違い。

採卵時期	9上	9中	9下	10上	10中	10下	11上	11中	11下	12上	
水温	給 餌 開 始 時 期										
6℃	3上	3中	3下	4上	4中	4下	5上	5中	5下	6上	
7℃	2上	2中	2下	3上	3中	3下	4上	4中	4下	5上	
8℃	1中	1下	2上	2中	2下	3上	3中	3下	4上	4中	
9℃	1上	1中	1下	2上	2中	2下	3上	3中	3下	4上	
10℃	12下	1上	1中	1下	2上	2中	2下	3上	3中	3下	
11℃	12中	12下	1上	1中	1下	2上	2中	2下	3上	3中	
12℃	12上	12中	12下	1上	1中	1下	2上	2中	2下	3上	

えば 2℃加温した場合の給餌開始時期は、9 月上旬採卵群では 12 月上旬に、11 月上旬採卵群では 2 月上旬に早めることが可能です。

初期投資や運転資金など経費はかかりますが、適期・適サイズ放流を実現するための方策として他に選択肢がない場合に導入を検討する価値はあると思われます。

③ 収容換えによる放流時期・サイズの適正化

②では機械を使って用水の水温を変化させることによって卵・稚仔魚の発生速度をコントロールする、いわばハードによる方法を紹介しましたが、条件さえ揃えば、より安価に同じような効果が得られる方法があります。

それは、受精直後卵を運搬することが可能な範囲内に用水温が異なる複数のふ化場がある場合、それぞれの受精直後卵を入れ替え、発生速度を調整する方法で、かつてはしばしば行われていた方法です。

端的な例を挙げると、放流適期が遅い地域にある水温が高いふ化場と放流適期が早く水温が低いふ化場がある場合、それぞれの地域で確保された種卵をそのまま収容すると、前者では放流適期までの飼育が厳しいものになりますし、後者では放流適期までに稚魚を成長させることが困難です。

しかし、受精直後卵を入れ替えさえすれば、元の地域での適期・適サイズ放流が行いやすくなります（図 9）。

最近のふ化放流事業は、それぞれの地区の中で完結することが多いようなので、あまり行われていないかも知れませんが、このような方法で互いにメリットを得ることもできると思いますので、地区間で相談してみてもは如何でしょうか？

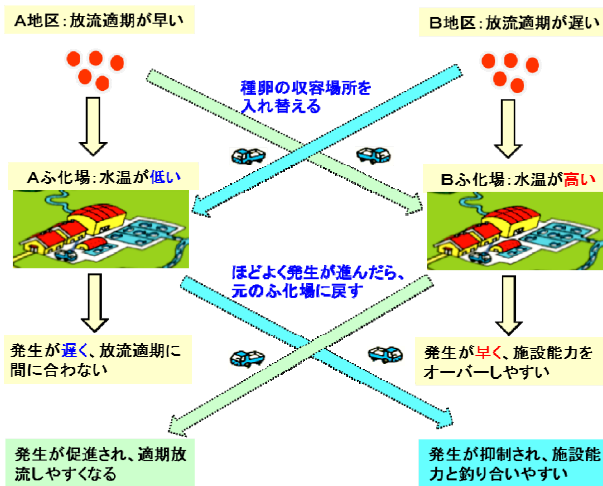


図 9. 水温の違いを利用した発生調整。

おわりに

我が国のさけ・ます人工ふ化放流事業の歴史は、あと数年で 130 年を迎えようとしています。来遊数はこの半世紀ほどで急速に増加したものであり、4 年魚を主体とするサケにとっては、ほんの 10～15 世代ほどの間の出来事です。

一方、人間にとってこの半世紀は、特に昭和 40 年代から昭和 50 年代にかけて、基礎的な調査研究、実践を通じてのふ化放流技術の高度化、事業の実施体制や施設整備など、さけ・ます人工ふ化放流が事業として成立するための様々な課題に対して、官民・産学が一体となって取り組んだ時代でした。

秋サケ産業がここまで大きく発展することができた要因の一つとして、問題が生じた場合、事業規模であるために精密な科学的手法による調査試験が困難な場合が多いふ化放流の現場において、事業を実践する中で試行錯誤を重ね、経験的に解決策を見出してきた先人達の知恵と努力が挙げら

れると思います。それらの中には合理的とは言えないものもあったかも知れませんが、「科学的ではないから」という理由でただ手を拱いているよりも、少なくとも新たな情報を得ようとしたという点で前向きだったと言えるのではないのでしょうか。

近年の不漁は後に続いた私たちに「ふ化放流事業をもう一度初心に帰って考えなさい」と言っているのではないかと思います。

それぞれのふ化場や地域におけるふ化放流の方法やその結果である来遊状況を整理・分析した上で、改めて実施体制や施設能力を考慮したふ化放流事業を考える必要があるのではないのでしょうか？

北海道区水産研究所としても技術普及の一環としてお手伝いしていきたいと考えていますので、ご要望等ありましたら、お近くの北海道区水産研究所さけます事業所へご相談下さい。