

技術情報

サケ仔魚の発育と飼育開始時期の地域差について

おおもと けんいち
 大本 謙一（北海道区水産研究所 さけます生産技術部 虹別さけます事業所）

はじめに

筆者はこれまで北日本各地のふ化場を巡回し技術普及を行ってきました。また、多くの現場で飼育管理を行い、サケの孵化や浮上のタイミングは地域の違いやふ化場の立地条件、採卵時期によって異なることを実感しました。帰山（1990）によると、浮上とは生理的には卵黄由来の内部栄養から外部栄養への移行時期、生態的には産卵床から脱出し始めて遊泳し餌を取り出す時期、形態的には鰭の条数が幼稚魚の定数にほぼ達する時期とされています。そして摂餌機能と遊泳機能の基本形が出来上がった時期から稚魚と呼ぶようになります。この浮上のタイミングに合わせて適切に飼育開始（餌付け開始）することは、健康な稚魚の育成に重要であると考えられます。

本報告では、サケの仔魚期（孵化から浮上）における形態変化と、5河川のふ化場（図1）で収集した、河川群と採卵時期により異なる浮上時期、立地条件（特にふ化場から河口までの流程）による発育の違い（魚体重のピーク）に関するデータから、それぞれのふ化場に適した飼育開始時期の考え方を紹介します。

サケ仔魚の特徴的な形態変化

生物の発育を表現する方法に積算温度という用語が用いられます。積算温度とは1日の日平均温度を毎日足し上げた数値を表します。サケの卵は水温が8.0℃の場合、受精後30日（8.0℃×30日＝積算温度240℃・日）で眼が確認できるようになり、480℃・日で孵化が始まります。ここではサケが仔魚期において、どのような形態変化を示すのか、その発育過程のイメージを外部形態（図2）・消化器官（図3）・鰾（うきぶくろ）（図4）に注目して紹介します。

孵化直後（500℃・日）のサケ仔魚の外観は背鰭から尾鰭にかけて仔魚膜という膜に覆われています（図2a）。消化管は単層上皮細胞からなる1本の単純な管状の管です（図3a）。600℃・日になると外観は背側に黒色素胞が濃く現れます（図2b）。消化管は胃となる部分が湾曲してきます（図3b）。700℃・日になると外観は仔魚膜の80%ほどが消失し尾鰭の割れが明瞭になります（図2c）。また、仔魚膜が消失することで鰭を自由に動かせるようになることから養魚水槽（養魚池・浮上槽）内の動きが活発になってきます。消化器官は胃と腸の

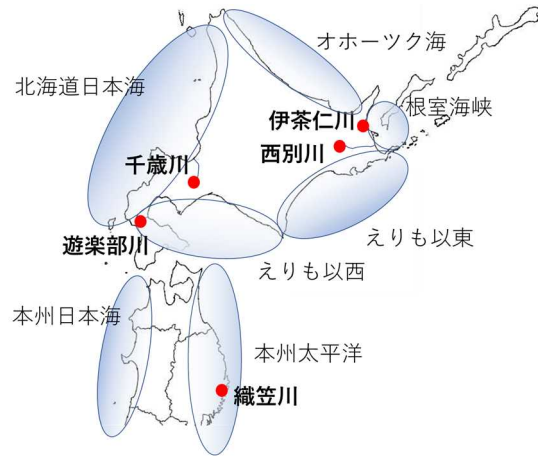


図1. 日本におけるサケ地域個体群（青楕円）と織笠川（織笠川ふ化場）、遊楽部川（八雲さけます事業所）、千歳川（千歳さけます事業所）、西別川（虹別さけます事業所）、伊茶仁川（伊茶仁さけます事業所）の位置（赤丸）。

区別がつくようになり（図3c）、鰾の基本構造も既に観察されます（伴 未発表, 図4a）。800℃・日になると外観は光反射性色素と呼ばれる銀白色の色素の沈着が明瞭となり、パーマークもはっきりと確認できるようになります（図2d）。消化器官は形態的に胃と腸への分化を遂げ、筋層と上皮細胞からなる基本構造が発達します（図3d）。胃には胃腺が確認され消化管として機能し始めることを示しています。また、この時期に鰾が機能

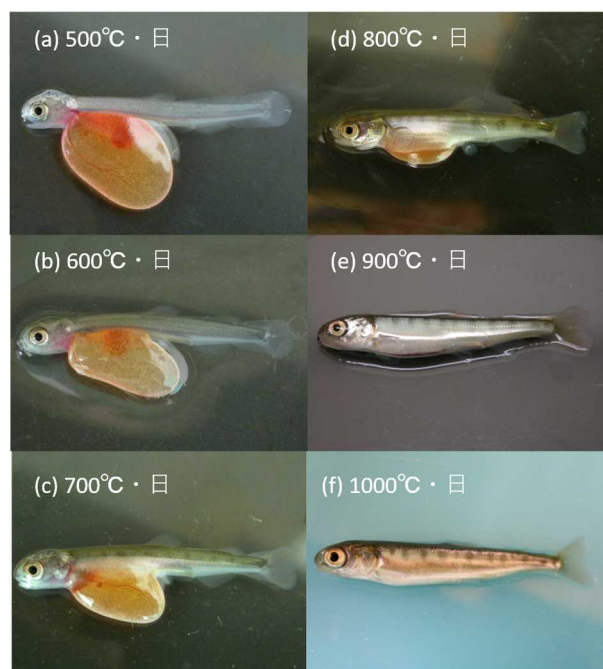


図2. サケ仔魚の積算温度毎の外部形態に見られる変化。

しはじめ (図 4b), さらに活発に動くようになります。さらに, 右側に位置していた肝臓は左側に移動をはじめ, 肝臓の実質細胞内にグリコーゲン液胞が出現し, この時期に蓄積された栄養は浮上した稚魚が摂餌を開始する際のエネルギー源として使われると考えられています (伴ら 1995)。900°C・日になると鰭の条数が幼稚魚の定数に達し, 腹部の縫合以外は外観的に幼稚魚との区別はなくなります (図 2e)。肝臓は下腹部中央に位置し (図 3e), 鰾を構成する膜は幼稚魚の構造に達します (図 4c)。1,000°C・日には腹部が完全に縫合し (図 2f), 肝臓が左側へ移動し (図 3f), 鰾を構成する膜は結合組織, 筋層, 薄板上皮の3層構造が明瞭となり (図 4d), 内臓は幼稚魚とほぼ同じ基本構造に達します。このことから, 生理的お

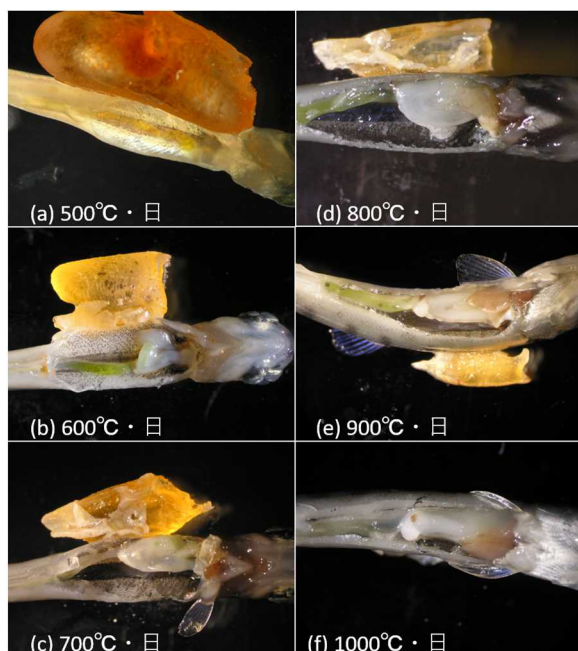


図 3. サケ仔魚の積算温度毎の消化器官に見られる変化。

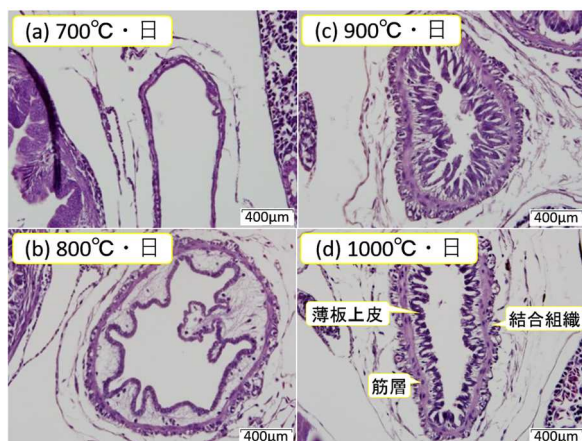


図 4. サケ仔魚の積算温度毎の鰾の組織切片像 (写真提供: 伴 真俊)。

よび形態的な浮上は 900~1,000°C・日が目安になるのではと考えられています。

浮上判定を外部形態で行った場合の河川群ごとの浮上積算温度の違い

各河川群における採卵時期別の浮上積算温度を図 5 に示しました。浮上の判定は腹部の外部形態で行いました。この図から, 河川群や採卵時期別によって浮上積算温度に違いがあるのがわかると思います。遊楽部川の浮上時期は前・中・後期群のすべてにおいて差が認められました。また, 千歳川では前期と後期, 中期と後期群に, 西別川では前期と中期, 前期と後期群に差が見られました。伊茶仁川は前期と後期群で浮上積算温度に差が見られました。このように, 河川群の違いにより浮上積算温度が異なるだけでなく, 採卵時期 (受精時期) が遅くなると浮上までの積算温度が短くなる傾向が認められます。浮上積算温度が一定でないのは河川群や採卵時期の違いにより発育速度に違いがあるためだと考えています。

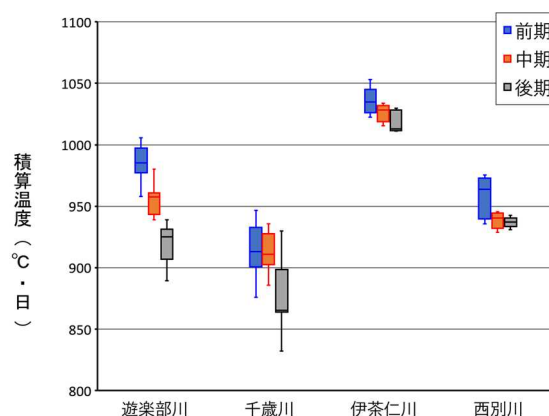


図 5. 河川群における採卵時期別 (前期: 開始~10/20, 中期: 10/21~11/10, 後期: 11/11~終了) の浮上積算温度 (遊楽部川 2001~2004 年, 千歳川 2007~2008 年, 伊茶仁川 2010~2011 年, 西別川 2016 年のデータを示す)。ひげは 10 尾のデータ範囲, 箱上部は 75% 値, 箱中央線は中央値, 箱下部は 25% 値を示す。

浮上判定を魚体重ピークで行った場合の河川群ごとの浮上積算温度の違い

同じ採卵時期における河川群ごとのサケ仔魚の発育の違いを図 6 に示しました。千歳川, 伊茶仁川, 西別川は 11 月下旬, 織笠川は同じ時期の採卵群が無かったため一旬遅い 12 月上旬群のデータです。生理的な浮上, つまり内部栄養から外部栄養への転換時期の目安をより明確に判断するため, ここでは魚体重がピークとなる時期に着目しました。魚体重のピークは, 千歳川と西別川のサ

ケは900°C・日, 伊茶仁川と織笠川のサケは950°C・日と異なりました. このように同時期の採卵群でも河川群の違いにより魚体重のピークに違いが見られ, 浮上時期が異なっています. 違いが生じた理由については, ピークが遅い伊茶仁川と織笠川のふ化場は河口からの距離が約 2km ほどなのに対し, ピークが早い千歳川と西別川のふ化場は河口より 80km 以上上流に位置するため, 降河距離の長さから発育が速くなる特性があるのではと考えています.

同じ地域個体群における, 採卵時期別のサケ仔魚の発育の違いを図7に示しました. 同じ根室海

峡にある伊茶仁川と西別川の河口は直線距離で 20km ほどしか離れていません (図1). 両河川とも前・中期群と後期群で卵重に差が見られますが, 伊茶仁川のサケでは魚体重のピーク (950°C・日) に期別の変化は見られませんでした. 一方, 西別川のサケでは卵重に関係なく発育が変化し, 魚体重のピークに前期群 (950°C・日) と中・後期群 (900°C・日) で差が見られました. Beacham et al. (2008) が示した日本における地域個体群の系統樹では, 標津川 (伊茶仁川は標津川の約 2km 北に位置する) と西別川のサケは同じ根室海峡系群で一括りにされていますが, 立地条件 (ふ化場が

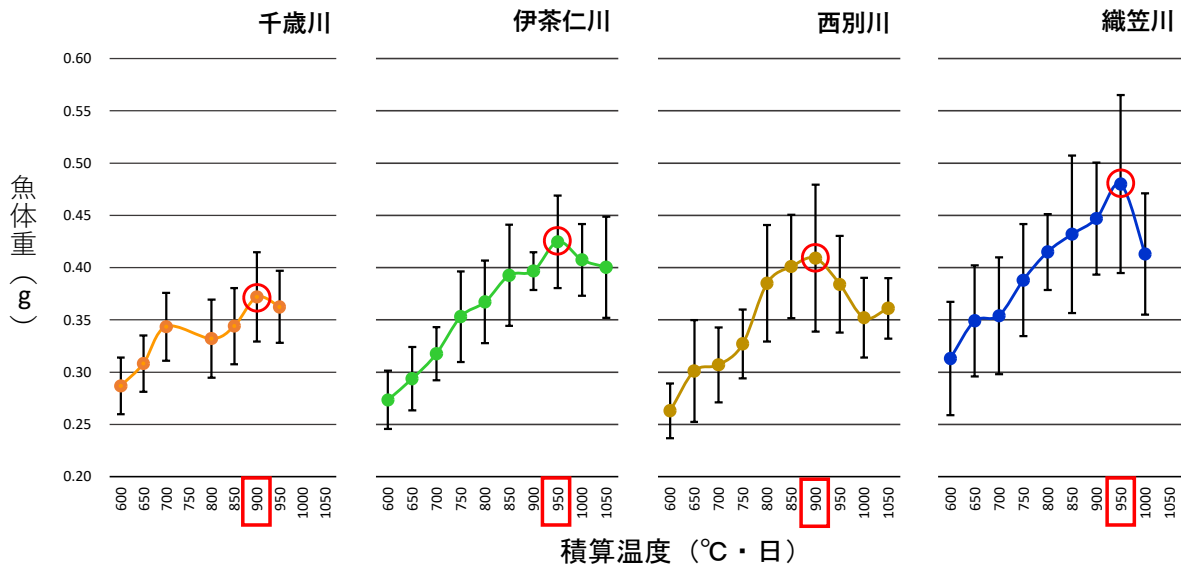


図6. 同じ採卵時期における河川群ごとのサケ仔魚の発育の違い (千歳川, 伊茶仁川, 西別川は11月下旬, 織笠川は12月上旬群のデータ). 丸印は10尾の平均値, バーは±標準偏差を示す.

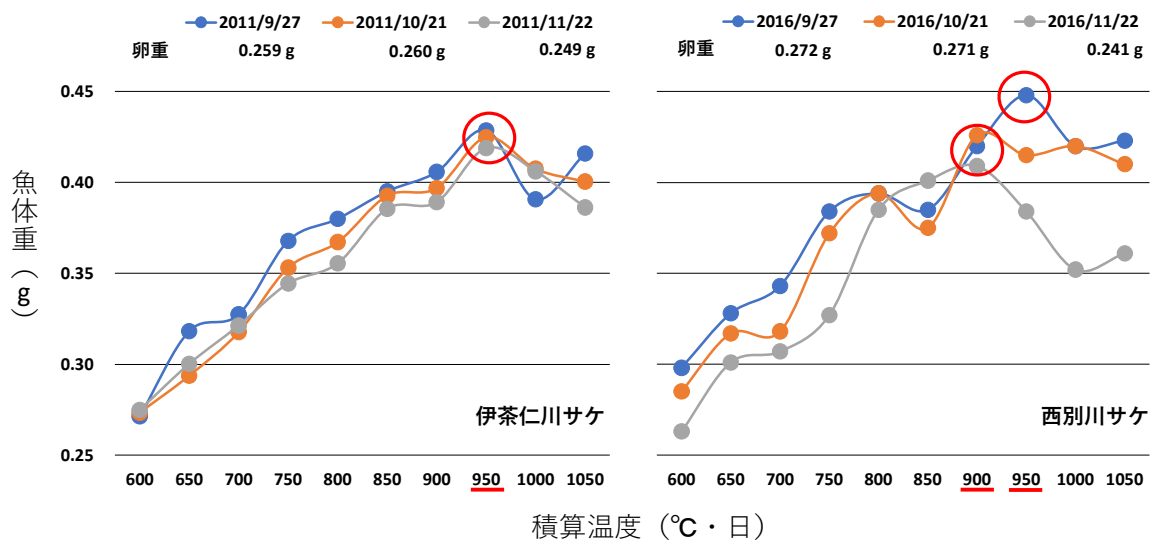


図7. 同じ地域個体群における採卵時期の異なるサケ仔魚の発育の違い (伊茶仁川: 2011年級, 西別川: 2016年級). 丸印は10尾の平均値. 卵重は吸水後の収容時 (積算水温 0°C・日) の重量を示す.

上流部にあるか下流部にあるか、その土地の標高など)の違いにより発育特性が変わっている可能性が考えられます。また、西別川のサケ前期群は流程が長くても早い時期に卵が産み落とされることから発育速度が遅くても降海時期に間に合いますが、中・後期群は急ぐ必要があるため前期群より発育速度が速くなる特性を持ったと考えられました。

飼育開始時期について

帰山(1986)は、仔魚を安静な状態で管理し、高いエネルギーを持った状態で浮上させることが、その後の外部栄養の獲得に有利であると述べており、北海道での飼育開始時期は外部栄養の獲得に有利な900~1,000°C・日を目安に飼育開始されています(野川 2011)。一方、岩手県内水面水産技術センター(2009)では、飼育開始時期は積算温度900~960°C・日で、稚魚の状態は腹部の膨らみがほとんど認められず、腹部が縫合直前の状態にあり、群れ全体の半分以上が泳ぎだしたとされています。また、北海道立水産孵化場増毛支場(1978)では、飼育を開始する適期は浮上した仔魚の体重が減少しはじめる前としています(この時代は800°C・日くらいを浮上としていたようです)。

孵化した仔魚は卵黄をエネルギー源として体を発育させます。そして卵黄を利用して発育できる魚体重が最大になるときが飼育開始に適したタイミングと考えられます。今回、魚体重のピークは河川群や採卵時期、河川流程の違いにより大きく異なることが示唆されたことから、今後は各ふ化場のピークを把握することが重要です。佐々木(1989)は、飼育開始が遅い試験群(967~1,063°C・日)は、早い群(860~928°C・日)に比べ成長が遅れが生じ、ピンヘッド状態で死亡する個体が多かったと報告しています。このことから魚体重を減少させることなくスムーズに飼育開始することが健苗育成の重要な第一歩と言えます。水温の高いふ化場(特に本州のふ化場)では、仔稚魚のエネルギー要求量が高くなるため特に飼育開始の遅れには注意が必要です。

おわりに

本稿ではサケの仔魚期の発育特性について紹介しました。孵化後、浮上のタイミングは鰾を構成する膜が幼稚魚の構造に達する時期と考えられ、魚体重のピークが飼育開始の目安と考えられました。河川群ごと、採卵時期の違いで孵化した仔魚の発育特性が変わることから、浮上、飼育開始のタイミングも異なると考えられます。また、河川流程の長さによる発育特性の違いも見られました。適切な管理手法を確立するためには各ふ化場の発育特性を細かく把握することが重要と考えます。今後、調べていない河川群や鰾の採卵時期の違いによる発育特性など、新たな知見が得られましたら改めて報告したいと思います。

引用文献

- 伴真俊・長谷川裕康・阿部邦夫. 1995. サケの発育にともなう消化器官系の組織学的変化. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 49:21-26
- Beacham T. D., Sato S., Urawa S., Le K. D., and Wetklo M., 2008: Population structure and stock identification of chum salmon *Oncorhynchus keta* from Japan determined by microsatellite DNA variation. *Fish. Sci.*, 74: 983-994.
- 北海道立水産孵化場増毛支場. 1978. サケ仔魚の初期成長と餌付け時期に関する研究. 魚と水, 16:15-16
- 岩手県内水面技術センター. 2009. サケふ化飼育管理の手引(平成20年度改訂版). <http://www.pref.iwate.jp/suisan/kikan/oshirase/2007/007656.html>
- 帰山雅秀. 1986. サケ *Oncorhynchus keta* (Walbaum) の初期生活史に関する生態学的研究. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 40:31-92
- 帰山雅秀. 1990. サケ属魚類の発育と成長. 魚と卵, 159:45-49
- 野川秀樹・八木沢功. 2011. さけます類の人工ふ化放流に関する技術小史(飼育管理編). 水産技術, 3(2):67-89
- 佐々木正吾. 1989. サケの餌付け時期に関する検討. 魚と卵, 158:17-22