

早期スモルト化サクラマス¹の由来と その利用及び有用性について

浦沢 知紘

1. はじめに

サクラマス (*Oncorhynchus masou masou*) はサケ科サケ属の一種であり、河川での孵化後、海に降りて成長する降海型をサクラマス、一生を河川で終える河川残留型をヤマメと呼ぶ。同属にはサケ (*Oncorhynchus keta*)、カラフトマス (*Oncorhynchus gorbuscha*)、ベニザケ (*Oncorhynchus nerka*) 等が属する。また、サクラマス類にはサツキマス (アマゴ) (*Oncorhynchus masou ishikawae*) やピワマス (*Oncorhynchus* sp.) が属しており、サクラマスの亜種とされている (図1)。サクラマスは主に北陸以北の各県や北海道における重要な特産品として扱われており、資源増殖を目的として、人工ふ化放流が1880年代から行われている。一方、サクラマス養殖は1980年代から北海道内で海面養殖試験が開始され、当初は生産量を伸ばしていたが、1990年代後半から生産量が減少していた (森, 2007)。近年では、再び海面養殖や陸上での海水養殖が取り込まれ始めている。その一例として、富山県内で海水を揚水し、陸上施設においてサクラマスの陸上海水養殖が行われており、この養殖事業について、一般社団法人全国水産技術者協会が技術指導や調査を行っている。筆者はこの調査に同行する機会があり、サクラマスに関する種々の知見を得た。

天然のサクラマスのほとんどは秋に産卵を行い、孵化後1年半を河川で過ごしたころから、体が銀色に変化するスモルト化が起き、パーマークが見えにくくなる。さらにスモルト化が進むと体全体が銀白化し、パーマークは完全に見えなくなる (図2、図3)。同時に海水適応が進み、スモルト化した個体は海に降る。この孵化後1年半でスモルト化するサクラマスを1+

スモルトと呼ぶ。一方富山県の養殖に用いられているサクラマスは通常より1年早く、孵化後半年でスモルト化する特性が見られ、0年目の春から海水での飼育が可能となる (図4)。1+スモルトに対して、孵化後半年でスモルト化するサクラマスを0+スモルトと呼ぶ。本稿では、この0+スモルトについて、その由来や利用状況、養殖への有用性について考察した。

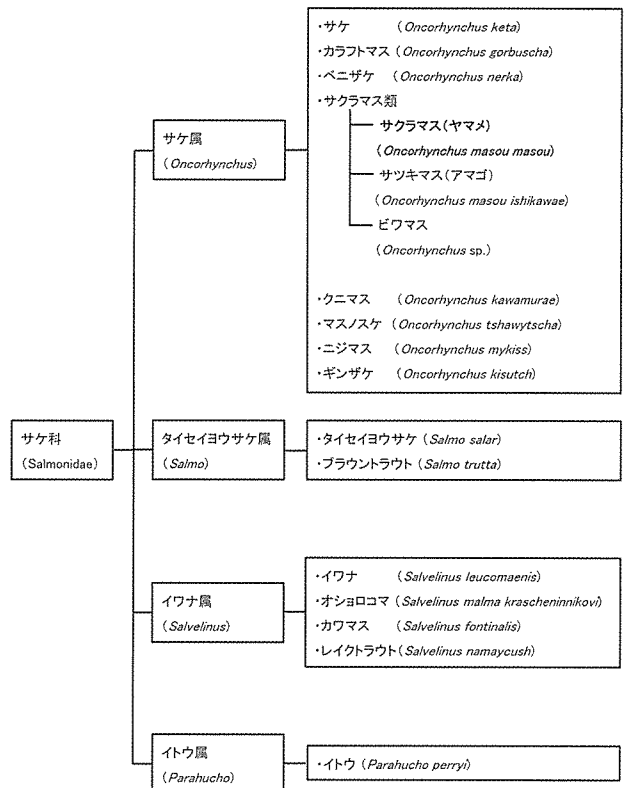


図1 日本のサケ科魚類 (国立研究開発法人水産研究・教育機構 北海道区水産研究所 「日本のサケ科魚類」より改変)

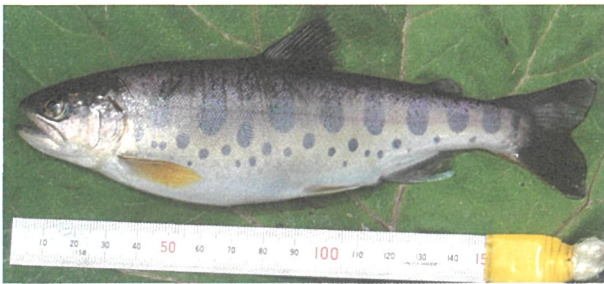


図2 パーマークの残るサクラマス (河村博氏 提供)

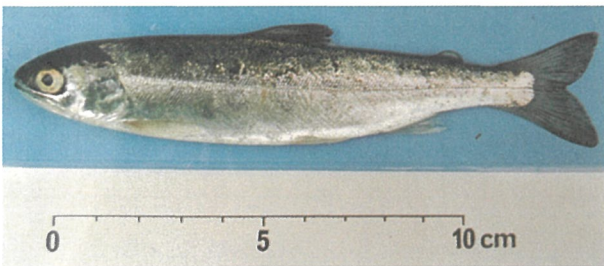


図3 スモルト化したサクラマス (河村博氏 提供)

2. 調査方法

本調査では、長野県、静岡県の間養殖業者、地方独立行政法人北海道立総合研究機構 さけます・内水面水産試験場 (旧北海道立水産孵化場)、及び国立研究開発法人水産研究・教育機構 北海道区水産研究所での聞き取り調査と文献調査を行った。

3. 結果

3.1 0+スモルトの由来

富山県の陸上海水養殖で用いていた0+スモルトの導入元である長野県の民間養殖業者から、サクラマスの由来に関して聞き取り調査を行ったところ、北海道立水産孵化場旧森支場で継代飼育されていたサクラマスが由来である可能性が考えられた。

北海道立水産孵化場旧森支場では1971年から、河川へ遡上したサクラマスを親魚とする種苗 (遡上系サクラマス) を池中で養成し、養成したサクラマスから種苗 (池産サクラマス) を生産していた (新谷, 1983; 杉若, 1993)。0+スモルトは旧森支場において、池中継代飼育を長年行っていく過程で出現するようになったとされており、この要因は、孵化開始直後から、冬の期間に比較的高い水温 (12°C前後) の湧水で飼育されていたことや、成長が良好なものを選抜育種してきたためと考えられている (齊藤ら, 1988; 杉

		天然サクラマス			
年齢		秋	冬	春	夏
0年		産卵・孵化		河川生活	
1年		河川生活		スモルト化・降海	
2年		海洋生活		遡上	
3年		産卵			

		養殖に用いられている早期スモルト化サクラマス			
年齢		秋	冬	春	夏
0年		採卵・孵化	淡水飼育	スモルト化	海水飼育
1年		海水飼育			
2年		採卵			

図4 天然及び養殖で用いられているサクラマスの生活史

若, 1993; 工藤ら, 1994)。他の孵化場においても水温の高い湧水で飼育した場合、0+スモルトが出現しているため、0+でのスモルト化は、遺伝的にある程度固定されている可能性も指摘されている (杉若, 1993)。富山県での種苗生産においても、稚魚・幼魚期を水温14°C前後の高温な伏流水で飼育を行っていたため、初期の成長がよく、0+スモルトが多く出現したものと考えられる。

また、0+スモルトの出現には3月中旬までの体サイズ及びスモルト化直前の体成長が関係しているとされており、3月中旬までに体サイズを9cm以上にすることや、その後の成長を促進させることで0+スモルトの出現率を高めることができるとされている (下田, 2002)。さらに、浮上稚魚に短日処理飼育を行うことで0+スモルトの出現率が高くなることも報告されている (今野ら, 1986; 永田・坂本, 1989)。

池産親魚候補として旧森支場へ導入した遡上系サクラマスは、北海道西部の千走川及び北海道東部の当幌川を由来とするサクラマスであり、当幌川系統を主体とした池中継代飼育を行っていた。しかし、疾病や事故等による減耗が多く、その都度他の河川または民間の養殖場から卵を導入していたため、現在では母川の特定が難しい状況となっている (阿刀田, 1974; 杉若, 1993)。

旧森支場では内水面振興用として、養成した池産サクラマス種苗の民間養殖業者への分譲を行っていた。当初0+スマルトの出現率は30%程度であったが、継代飼育を続けることで90%程度まで高まり、余剰分が多く出るようになったことから、より多くの種苗を民間養殖業者へ分譲するようになった。0+スマルトは旧森支場からの分譲を受けた北海道の民間養殖業者を経て、各地に広まったものと考えられる。本調査で対象としていた富山県の陸上海水養殖で用いられているサクラマスは、旧森支場から分譲を受けた北海道道東の民間養殖業者から静岡県、長野県の民間養殖業者を経由して、富山県へ種苗が導入され、現在に至ると推定された。

3. 2 0+スマルトの利用

3. 2. 1 放流用種苗としての利用

旧森支場で継代飼育を行っていた池産サクラマスの0+スマルトは、1970年後半から資源増殖用として、北海道各地で河川放流がされるようになった（例えば、今野ら, 1986; 宮本ら, 1986; 黒川ら, 1987; 中島ら, 1988; 杉若, 1993; 小林ら, 1994）。0+スマルトは淡水生活期間が通常の1+スマルトに比べて短く、飼育期間が短縮されるため、増殖事業での生産費の軽減や効率化が期待されていた（宮本ら, 1986; 黒川ら, 1987）。しかし0+スマルト放流による目立った効果は認められておらず、放流用種苗としての有効性が疑問視されるようになった。0+スマルトの放流効果が認められない要因としては、下流への分散能力が低い点、海水適応能力が低い点、年齢的には早期にスマルト化するものの、時期としては天然のものに比べて1、2ヶ月遅く、降海時には海水温が高くなってしまっているため、海水適応ができず生残率が低下する点が挙げられている。これらは長年の継代飼育による影響の可能性が指摘されている（杉若, 1993; 新谷, 1994）。0+スマルトの沿岸回帰率をより向上させるための試みとしては、放流時期及び放流サイズの検討や、海水馴致放流等が行われた（小林ら, 1994; 小林ら, 1998）。海水馴致放流に関しては高い回帰率が認められたものの、その後効果が認められず、0+スマルトの増殖事業への利用は1995年に終了している。

また、従来まで旧森支場で池中継代飼育されていた0+スマルト（森在来系）に替わり、より増殖効果の高い新たな池産種苗の生産を目的として、1980年代後半から尻別系のサクラマスが導入されている（杉若, 1993; 工藤ら, 1994; 新谷, 1994）。尻別系のサクラマスは森在来系に比べ沿岸回帰の際の平均体重が大きく、採卵数も多いことが報告されているため、放流用種苗としては森在来系よりも適していると考えられている（下田ら, 1998; 藤原ら, 1998）。しかし、これらの池産サクラマスを用いたスマルト化放流は、費用対効果が認められず、実用化が困難であった。このため、現在さけます・内水面水産試験場では河川を有効利用し、自然再生産を促進させる研究を主体として行っている。

尻別系種苗についても、余剰分が出た際には民間の養殖場に分譲していたとのことであった。しかし、尻別系は池産サクラマスではあるものの、森在来系と異なり、0+スマルト化での飼育は行っておらず、天然サクラマスと同様に1+スマルト化で飼育していた系統であるため、現在富山県の養殖で利用されている0+スマルトは森在来系が由来であると考えられる。森在来系は現在もさけます・内水面水産試験場にて系統保存のため少量継代飼育がされている。

3. 2. 2 養殖用種苗としての利用と有用性

北海道におけるサクラマスの海面養殖は1982年に乙部町で開始され、その後各地で行われるようになった。生産量は1989年に75.7トン、1990年には97トンまで達していたが、施設維持管理費の増大、疾病による影響等によって1990年代後半には生産量が減少し、1996年を最後に生産はみられなくなったとされている（森, 2007）。

養殖用種苗として、池産サクラマスが注目され、その適性について試験が行われている。森在来系サクラマスは天然系種苗のサクラマスに比べ、海水飼育中の成長率が高く、生残率も高いことが報告されている。森在来系は池中飼育をする中で、より飼い易さを求めて継代飼育してきたこともあり、成長がよく、人為的な飼育環境に順応しやすいという特徴を持っているものと考えられている（太田ら, 1988）。放流用とし

ては継代飼育を長年続けたことにより、種苗としての有用性が低下したとされていたが、養殖用としては継代飼育を行うことで好適な性質が得られたものと考えられる。

0+スマルトは1+スマルトに比べ、スマルト化が早いことから、早期に淡水飼育から海水飼育に移行できる。経験的に、サケ・マス類は淡水飼育に比べ、海水飼育で餌をよく食べるため、給餌量を増大させることができる。早期に海水飼育に移行することで、製品として出荷するまでの飼育期間を短縮できるため、養殖において0+スマルトは有用な系統であると考えられる。

0+スマルトの由来である森在来系は現在さけます・内水面試験場にて継代飼育がされているものの、分譲は行っていない。また、尻別系等の他の系統については、0+スマルトでの継代飼育を行っていないため、0+スマルトの出現率は森在来系と比べて低く、出現率を上げるためには数年間の継代飼育が必要となると考えられる。今後サクラマス養殖において、安定的に0+スマルトを利用していくためには、現在ある森在来系由来の種苗を絶やさず、継代飼育を続けていくことが必要となる。

4. まとめ

- ・現在富山県のサクラマス陸上海水養殖に用いられている0+スマルトについて、その由来と利用状況を調査した。
- ・0+スマルトは北海道立水産孵化場旧森支場(現、地方独立行政法人北海道立総合研究機構 さけます・内水面水産試験場 森試験池)で継代飼育されていた池産サクラマス(森在来系)が由来であると考えられたが、長年の継代飼育の中で、多様な系統の卵を導入しており、現在では母川の特定は困難である。
- ・富山県の陸上海水養殖で用いられている0+スマルトは、旧森支場から内水面振興用として北海道内の民間養殖業者へ譲渡された池産サクラマス種苗(森在来系)が由来であり、北海道の民間養殖業者から静岡県、長野県の民間養殖業者を経て富山県に導入されたと考えられる。

- ・0+スマルトの出現には初期の水温や成長量、光条件等が関係しているとされている。
- ・0+スマルトは当初、放流用種苗として利用されていたが、目立った効果は得られず、現在では放流用種苗として利用されていない。
- ・0+スマルトは1+スマルトに比べ飼育期間を短縮でき、さらに長年の継代飼育により、天然のものに比べ人為的飼育環境下に順応しやすく、飼い易いという特徴を持っていることから、養殖用種苗としては有用な系統であると考えられる。

5. おわりに

私の出身である長野県木曾地方を流れる木曾川には、サクラマスの亜種であるアマゴが生息しており、地元では「タナビラ」と呼ばれている。「タナビラ」の語源は定かではないが、筋肉質で盛り上がった背部が、肉付きのよい人の手のひらを連想させることが由来ともされている。一見ヤマメに似るが、体側の朱赤点が特徴的である。また、釣り師の間では体高が高く、野性味の強いアマゴを指すようで、私も祖父とともに木曾川で溪流釣りを楽しんだ記憶がある。学生時代はサクラマスで有名な富山県で過ごし、今またサクラマスに関わる業務に携わり、報告をまとめる機会を得たことに不思議な縁を感じている。

資料収集に関しては一般社団法人全国水産技術者協会、地方独立行政法人北海道立総合研究機構 さけます・内水面水産試験場、国立研究開発法人水産研究・教育機構 北海道区水産研究所、及び民間養殖業者の協力を得た。本稿の取りまとめに際し、一般社団法人 全国水産技術者協会の三戸秀敏シニア技術専門員には、有益な助言と文献収集にご尽力いただいた。改めて感謝申し上げます。

参考文献

- 新谷康二. 1983. 池中養殖サクラマスによる種卵生産事業の現状. 魚と水, 20: 1-7.
- 新谷康二. 1994. 池産継代サクラマスの養成過程とその種苗性について(総説). 魚と水, 31: 67-69.
- 阿刀田光昭. 1974. 池中養殖サクラマスの生態に関する知見. I. 種苗の初期生残率, 性比, 0年魚の分化及び親魚の孕卵数について. 水産孵化場研報, 29: 97-113.
- 藤原真・大森始・隼野寛史・杉若圭一. 1998. 北海道北部河川に放流された異なる池産系サクラマスの沿岸回遊と河川回帰. 魚と水, 35: 53-62.

- 今野哲・阿部幸・高橋進. 1986. 光及び水温調節によるスモルト生産. 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究. 昭和60年度マリーナランディング計画プログレスレポート サクラマス(6), 27-36.
- 小林美樹・宮腰靖之・中島美由紀・藤原真・工藤智・坂井勝信・永田光博・楠田聡・岡田鳳二・小山達也・小出展久・竹内勝巳. 1994. 継代飼育作出0+サクラマス・スモルトの海水馴致放流による沿岸への回帰. 魚と水, 31: 219-226.
- 小林美樹・竹内勝巳・下田和孝・山下幸悦・中島美由紀・新谷康二・小出展久. 1998. 0+サクラマススモルトの沿岸回帰に関わる放流サイズと放流時期. 魚と水, 35: 183-190.
- 工藤智・藤原真・楠田聡. 1994. 森支場におけるサクラマスの池中養成過程. 魚と水, 31: 1-12.
- 黒川忠英・小島博・中島幹二. 1987. 池中継代飼育サクラマス0+スモルトの放流種苗特性II. 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究. 昭和60年度マリーナランディング計画プログレスレポート サクラマス(7), 31-42.
- 宮本真人・小島博・黒川忠英. 1986. 池中継代飼育サクラマス0+スモルトの放流種苗特性. 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究. 昭和60年度マリーナランディング計画プログレスレポート サクラマス(6), 1-11.
- 森立成. 2007. 北海道における魚類海面養殖の歴史と現状. 北水試だより, 75: 1-6.
- 永田光博・坂本博幸. 1989. サクラマスの卵放流について. 魚と水, 26: 12-21.
- 中島幹二・黒川忠英・小島博. 1988. 池中継代飼育サクラマス0+スモルトの放流種苗特性III. 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究. 昭和62, 63年度マリーナランディング計画プログレスレポート サクラマス(8), 46-58.
- 太田博巳・西村明・佐々木義隆・民谷嘉治・北村隆也・今田和史. 1988. 海中で飼育したサクラマスの成長について. 北海道水産孵化場研報, 43号. 77-80.
- 斉藤譲二・笠原昇・阿刀田光紹・山内皓平. 1988. 森池産サクラマス0+スモルトの生理・生態的特性. 近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究. 昭和62, 63年度マリーナランディング計画プログレスレポート サクラマス(8), 36-45.
- 下田和孝・山下幸悦・中島美由紀・小林美樹・竹内勝巳・新谷康二. 1998. 渡島管内におけるサクラマス1+スモルト放流魚の回遊と漁獲体サイズ. 魚と水, 35: 191-199.
- 下田和孝. 2002. 春季の成長率及び体サイズがサクラマスの0+スモルト化に与える影響. 北海道水産孵化場研報, 56: 97-105.
- 杉若圭一. 1993. 池産サクラマスによる資源培養. 魚と卵, 162: 39-49.
- 国立研究開発法人水産研究・教育機構 北海道区水産研究所「日本のサケ科魚類」<http://salmon.fra.affrc.go.jp/zousyoku/syurui.html> 2019年1月9日確認.