水産研究・教育機構 機関リポジトリ
FRA Japan Fisheries Research and Education Agency Institutional Repository

屈斜路湖におけるベニザケの人工増殖

メタデータ	言語: Japanese 出版者: さけ・ます資源管理センター 公開日: 2024-04-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 伴, 真俊, 鈴木, 俊哉 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2004975

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

屈斜路湖におけるベニザケの人工増殖

伴　真俊・鈴木俊哉

062-0922 北海道札幌市豊平区中の島2-2　さけ・ます資源管理センター調査研究課

キーワード：ベニザケ，屈斜路湖，釧路川，人工増殖

はじめに

ベニザケの初期生活史は多様であるが，大別すると幼魚期にスモルト化して海へ降りる降海型（以下ベニザケ）と，一生を淡水中で過ごす陸封型（以下ヒメマス）に分けられる．これらのうち，日本で自然繁殖が確認されているのはヒメマスだけである (Oshima 1934)．さけ・ます資源管理センターでは，近年，消費者の需要が増しているベニザケ資源を，ヒメマスから造成する事業に取り組んできた．現在行われている最も効果的な方法は，浮上後の稚魚を約15ヶ月間池中飼育し，人為的にスモルト化させた後に放流するスモルト放流である．しかし，この方法では設備や経費等の面で制約が多く，大量の種苗を放流することが困難である．もし，種苗放流を稚魚の段階で行い，それらが自然条件下でベニザケとして回帰するようになれば，より効率的な人工増殖への道が開かれる．

ベニザケの人工増殖を自然環境下で行うためには，本種が自然分布する地理的条件にできるだけ類似した環境を選択する必要があるだろう．ベニザケは，サケ属魚類の中でも冷水性が強く，主として湖沼を備えた水系に分布している．北海道にはこのような条件を満たす水系が幾つかあるものの，ダム等が魚の移動の障害となっている場合が少なくない．しかし，北海道東部を流れる釧路川は，最上流部に水深121 m，面積79 km^2の屈斜路湖を有するとともに，湖から太平洋に注ぐ河口までの154 km 間に魚の移動を妨げる障害物がないことから，自然環境下でのベニザケ増殖に適しているといえる．

さけ・ます資源管理センターは，屈斜路湖を利用したベニザケ資源増殖の可能性を探るため，1995年から6年間にわたり試験的な稚魚放流を行った．本稿では，放流効果を確かめるため，1998年～2002年にかけて行った調査結果を紹介しながら，屈斜路湖におけるベニザケ増殖事業を総括したいと思う．

さけ・ます資源管理センター業績 B 第9号

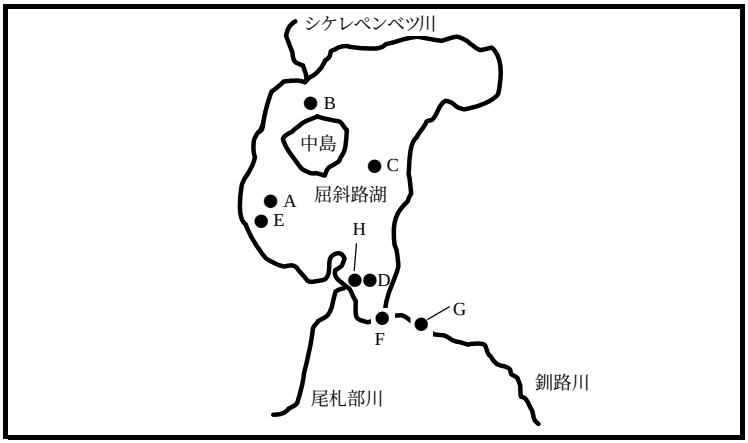

図1．屈斜路湖の環境調査定点．A-D:水温，pH，透明度，プランクトンの調査点．E，H：魚類相調査点，F：降河スモルトとベニザケ親魚調査点（刺し網），G：降河スモルト調査点（投網），H：ヒメマス親魚調査点（刺し網）．

屈斜路湖の環境と魚類相

屈斜路湖の物理環境と生物環境を把握するため，1998年～2002年の 6月，9月および11月の年3回，定点 A～D（図1）において水温，pH および透明度を測定するとともに動物プランクトンを採集した．ここでは環境調査の結果を4定点の平均値を用いて示した．また，湖の魚類相調査を1998年～2001年の6月，9月および11月に定点 E と H で，降河魚調査を5月～7月に定点 F と G で，各々刺し網等を用いて行った．

水温は水深30 m まで1 m 間隔で測定した（図2）．屈斜路湖における水温の季節変化は，6月が昇温期，9月が水深15 m に躍層を有する成層期，11月が混合期に区分された．また，9月の表面水温は，1999～2000年は高く，2002年には低い値を示した．しかし，ベニザケ幼魚の成長に適した5-15℃の水温帯 (Brett et al. 1969) は調査期間を通じて広く分布していた．

表層水の pH は7.0～7.3を示し，1998年以後湖水は中性で安定していた（表1）．透明度は6月に6～7 m 台と低く，9月以降10 m 前後に高まる季節変化を示す年が多かった（図3）．しかし，1998年は9月に最低値6.3 m を記録し，2001年は6月から10 m 以上の高水準を維持するといった年変動も認められた．

動物プランクトンは，口径0.45 m，目合0.01 mm のネットを用いて，水深20 m からの鉛直曳きにより採集した．1999-2001年にかけて，ハリナガミジンコ (*Daphnia longispina*)，ゾウミジンコ (*Bosmina longirostris*)，ケンミジ

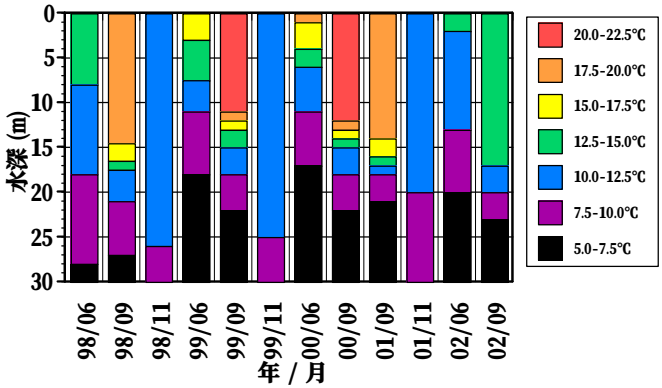

図2. 1998-2002年の屈斜路湖における水深30 mまでの水温鉛直分布.

表1. 1998-2002年の屈斜路湖表面水におけるpH.

	6月	9月	11月
1998年	7.1	7.1	7.0
1999年	7.1	7.1	7.0
2000年	7.2	7.2	
2001年	7.3	7.3	7.3
2002年	7.2	7.2	7.1

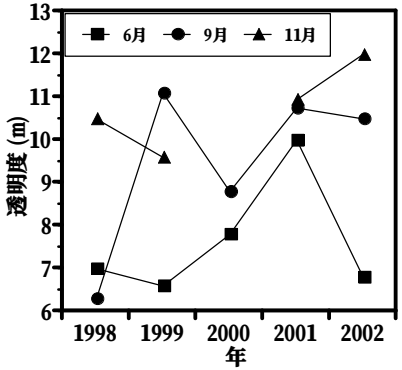

図3. 1998-2002年の屈斜路湖における透明度.

ンコ類 (*Cyclops sp.*)，ノロミジンコ (*Leptodora kindtii*) およびワムシ類が出現した．ベニザケの餌として重要なハリナガミジンコとケンミジンコ類の密度は，1999-2000年は低水準であったが2001年に急増した（図4）．

このように近年の屈斜路湖はベニザケの生息に適した物理環境を有するが，餌料環境が不安定であることがわかった．餌生物群集の変動要因は今のところ明らかでないが，その解明に向け今後もモニタリングを続けていく必要がある．

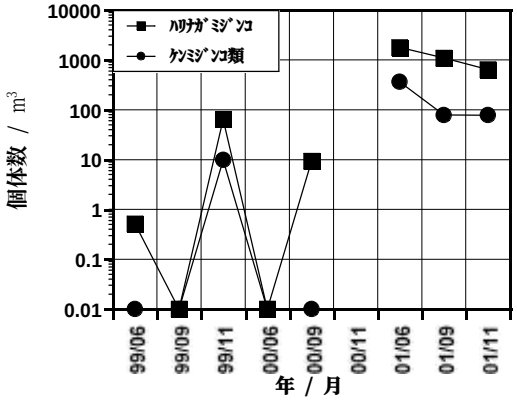

図4．1999-2001年の屈斜路湖における動物プランクトン密度．

魚類相の調査結果を表2に示した．用いた刺し網は，一反の網丈が3.6 m，網幅が5.0 m で，目合は21 mm，34 mm，40 mm，60 mm の4種類とした．調査の結果，ウグイが個体数において優先していたが，ベニザケの幼魚はほとんど確認されなかった．

魚類相調査でベニザケ幼魚がほとんど確認されなかった原因として，1) 放流魚が湖の環境に適応できなかったり，餌不足等の理由で死亡した可能性，2) 魚の回遊経路が調査した湖岸帯より沖合であった可能性，3) 魚の分布域が水温の低い中低層だった可能性等が考えられる．後述するように，多数の標識魚が成熟して河川を遡上したことが確認されているので，放流された相当数の魚は湖に適応して生き残ったと思われるが，その生残率，回遊経路，分布，生息密度等の実態は不明である．湖におけるベニザケ幼魚の動態をより詳細に把握するために，刺し網による定点観測だけでなく，曳き網や魚群探知機等を用いた広範囲な調査も併用する必要があるだろう．

表2．屈斜路湖における魚類相調査結果（採集尾数）．

	1998			1999			2000			2001	
種類	6月	9月	11月	6月	9月	11月	6月	9月	11月	6月	11月
ヒメマス	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
サクラマス	0	1	3	0	0	0	0	13	0	0	0
ニジマス	3	8	5	2	0	1	0	2	0	0	1
アメマス	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
オショロコマ	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ウグイ	339	167	109	299	56	18	221	51	0	212	32
イトヨ	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
ドジョウ	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

屈斜路湖に放流された稚魚とスモルトの降河行動

北海道へ回帰したベニザケ親魚の総数と，屈斜路湖へ放流された稚魚の尾数を図5に示した．現在のベニザケ増殖は，毎年約15万尾のスモルト放流を目指している．そのため，屈斜路湖へ放流できる稚魚数は，ある年の回帰親魚から得られる総稚魚数から，スモルト放流用として育成する稚魚数を引いた数になる．残念ながら，本邦系ベニザケ親魚の回帰数は極めて低水準で不安定な状態にあるため（図5），屈斜路湖へ放流された稚魚数も1万尾～14万尾の間で大きく変動する結果となった．

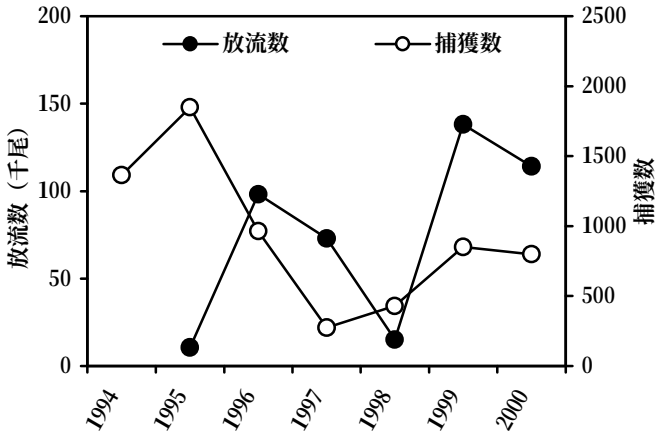

図5．屈斜路湖に放流されたベニザケ稚魚数と北海道で捕獲されたベニザケ親魚総数の変化．

表3．屈斜路湖におけるベニザケ稚魚の放流概況．

放流月日	放流地点	放流尾数	標識部位	尾叉長 (cm)	体重 (g)
1995/8/28	シケレペンベツ川	10,500	脂鰭	5.6	1.6
1996/8/19	尾札部川	98,300	脂鰭	6.2	2.1
1997/8/28	尾札部川	72,663	脂鰭	7.4	3.8
1998/6/30	尾札部川	15,000	無し	4.5	0.8
1999/6/29	尾札部川	138,100	脂鰭	3.9	0.5
2000/6/29	尾札部川	114,343	脂鰭	3.9	0.6

1995年～2000年にかけて湖に放流した稚魚の放流概要を表3にまとめた．1995年～1997年までは8月に放流していたが，1998年以降は放流時の水温環境を考慮して6月に変更した．従って，放流魚の体サイズも，1995年～1997年の群は1998年以降の放流群に比べて大型であった．放流時期とサイズの違いが生残率や資源量にどの程度反映されたかについては，放流後の魚の動態を把握できなかったため不明である．

放流された稚魚が，スモルト化して降河行動を示すかどうかを確かめるために，湖から釧路川が流出する定点 F（図1，図6）で刺し網による調査を，また，釧路川内の定点 G（図1）では投網による調査を行った．調査に用いた刺し網は，目合が30 mm，大きさが2.0×20 m だった．その結果，2000年の6月19日と7月3日に，脂鰭切除標識が施された各1尾の降河魚が刺し網で捕獲された．両者の尾叉長は各々19.9 cm と20.9 cm で，外見的特徴からどちらの魚もスモルトであると判断された．鱗による年令査定は行っていないが，支笏

図6．屈斜路湖の流出口．

湖産ヒメマスの大きさから推察すると2^{+}であると思われる．

天然ベニザケの降河時期は年変動する水温環境に左右され (Burgner 1962)，必ずしも一定しないようであるが，今回屈斜路湖の自然環境下で発現したスモルトの降河時期は，過去に支笏湖で発現したスモルトの降河時期と一致した．一方，池中飼育された1^{+}スモルトは通常4月～5月に発現し，それらは放流後速やかに河口まで移動することが分かっている．ベニザケの降河行動を誘発する機構は未だに不明であるが，池産スモルトと湖産スモルトの間にみられた降河時期の差は，両者の生息環境の違いによるものかもしれない．スモルト化と降河行動の発現機構を明らかにするには，野外調査から得た今回の情報量では不十分なため，今後は採集調査における標本数を増やすとともに，飼育実験も併用して詳細な研究を加える必要があるだろう．

何れにしろ，屈斜路湖に放流された稚魚から，スモルト化して降河行動を示す個体が現れたことは，屈斜路湖の環境を利用したスモルトの育成が可能であることを示している．今後は，自然環境下でより多くのスモルトを発現させるために，降海型の分化機構と屈斜路湖の環境の関連性について明らかにしていく必要がある．

湖におけるベニザケ親魚とヒメマス親魚の確認

屈斜路湖におけるベニザケ親魚の回帰を調べるため，1997年から2001年の秋季に，湖の釧路川流出口の定点 F（図1）で刺し網（目合80 mm，網丈3.6 m，網巾30 m）による調査を実施した．その結果，2000年10月に4尾の親魚を捕

図8．尾札部川の河口．

図7．2000年10月に屈斜路湖流出口で捕獲したベニザケ親魚．

図9．2001年11月7日に尾札部川で捕獲したヒメマス親魚．

獲することができた．捕獲した魚は全て雄で，平均尾叉長は53.8 cm だった．何れの個体も明瞭な婚姻色を呈していた（図7）．そのうち3個体は脂鰭が切除されており，放流魚であることが確認された．また，寄生虫の調査を行った結果，全ての個体からアニサキスが確認され，親魚が海洋生活を経験したベニザケであることが判明した．鱗による年令査定を試みたが，鱗周辺部の吸収が著しく，査定は困難であった．しかし，釧路川水系の鶴居事業所へ回帰するベニザケ親魚の平均尾叉長から推測すると，今回屈斜路湖で捕獲された親魚は4年魚である可能性が高い．

今回捕獲された親魚は4尾に留まったが，屈斜路湖の自然環境下に放流した稚魚が降海し，再び湖へ回帰することを立証できたことは意義深い．将来，ベニザケのスモルト化および降河行動発現機構と環境要因の因果関係を明らかにするとともに，屈斜路湖における稚魚の適切な放流数を把握することで，より多くの親魚を回帰させることが可能になるだろう．

一方，湖に放流された稚魚のうち，海へ降りずに残留して成熟した個体の動態を調べるために，湖内に注ぐ稚魚の放流河川である尾札部川河口域の定点 D（図1，図8）で，ベニザケ親魚調査と同様の刺し網調査を行った．刺し網で捕獲された親魚は，1999年の8尾と2000年の6尾，2001年の1尾に留まった．

しかし，2001年9月～11月の尾札部川調査では，川幅3～4 m 程度の河口から200 m ほど上流の間に，多数の成熟したヒメマスが遡上していることが確認された．遡上数を把握することはできなかったが，11月7日の調査の際に遡上した雌雄各3尾の親魚を魚体測定用として捕獲した（図9）．捕獲した6尾中5尾が脂鰭標識魚で，平均尾叉長は雌が23.7 cm，雄が24.4 cm だった．また，何れの個体も産卵，排精後であった（図10）．しかし，2002年10月17日に同地で捕獲した平均尾叉長25.2 cm の雌6尾のうち5尾が未排卵，尾叉長27.5 cm の雄1尾が未排精状態だったことから（図11），屈斜路湖のヒメマスの産卵時期は10月から11月上旬であることが推察された．なお，2002年は10月23日にも同様のヒメマス親魚調査を行い，平均尾叉長23.7 cm の雌22尾と平均尾叉長

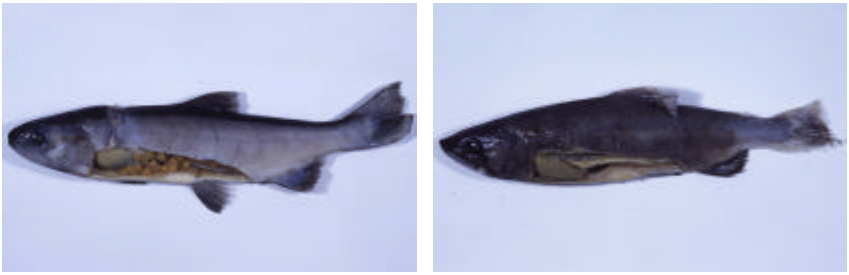

図10．2001年11月7日に尾札部川で捕獲したヒメマス親魚の生殖腺の状態．
左は雌，右は雄．

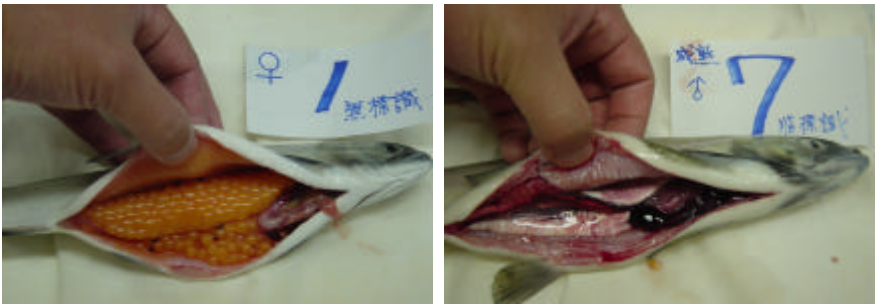

図11．2002年10月17日に尾札部川で捕獲したヒメマス親魚の生殖腺の状態．
左は雌，右は雄．

25.0 cm の雄32尾を捕獲した．このように，放流された稚魚の多くは残留型となった可能性が高い．今後，自然環境下でより多くのベニザケを育成するために，残留型の分化機構を明らかにする必要がある．

おわりに

屈斜路湖へ6年間に亘って合計449.1千尾のベニザケ稚魚を放流した結果，2尾のスモルトの降河と4尾のベニザケ親魚の回帰を確認できた．放流尾数に対して，実際に捕獲された魚の数は幼魚と親魚共に極めて少なかったが，これは月1回程度行った調査に基づく結果であり，実際にはもっと多くの魚が湖と海の間を往復していたと予想される．この結果は，屈斜路湖と釧路川水系を用いた降海型ベニザケ資源造成が可能であることを示している．

しかし，ベニザケとして回帰した親魚数に比べて，はるかに多くの個体がヒメマスとなって放流河川を遡上していた事実は，北海道の自然環境下でベニザケ資源を増やすことの難しさを物語っている．ベニザケを稚魚の段階から自然環境下で増殖する場合，魚を放流する水系の地理的条件，生息場所の水温や餌環境，降海後の海洋環境等，様々な要因が相互にうまく関連し合う必要がある．また，放流稚魚数も湖の環境収容力から適切に設定しなければならない．今後，北海道でベニザケ資源を増殖するためには，より多くの情報収集と上述した様々な環境要因の相互関係を解明する必要がある．

謝辞

長年に亘る本調査は，弟子屈町，十勝支所ならびに鶴居事業所職員の献身的な協力の下に行われました．ここに深謝します．また，回帰親魚の寄生虫調査を引き受けて頂いた，浦和遺伝資源研究室長に感謝申し上げます．

引用文献

Brett, J. R., J. E. Shelbourn, and C. T. Shoop. 1969. Growth rate and body composition of fingerling sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, in relation to temperature and ration size. J. Fish. Res. Bd. Canada, 26: 2363-2394.

Burgner, R. L. 1962. Studies of red salmon smolt from the Wood River Lakes, Alaska. In Studies of Alaska red salmon (edited by T. S. Y. Koo). Univ. Wash. Publ. Fish. New. Ser., 1, pp. 247-314.

さけ・ます資源管理センター業務報告書．1998．調査研究・技術開発結果．pp. 74-75.

さけ・ます資源管理センター業務報告書．1999．調査研究・技術開発結果．

pp. 79-81.

さけ・ます資源管理センター業務報告書．2000．調査研究・技術開発結果．
pp. 79-81.

さけ・ます資源管理センター業務報告書．2001．調査研究・技術開発結果．
pp. 62-64.

Oshima, M. 1934. Life-history and distribution of the fresh-water salmons found in the waters of Japan. Proc. Fifth Pac. Sci. Congr., 5, 3754-3773.

吉村信吉．1937．湖沼型．湖沼学，生産技術センター，東京．pp. 327-349.