魚と卵 No.168

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: 2025-11-21 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2015879

さけ・ます資源管理センター技術情報

魚と卵

168

独立行政法人 さけ・ます資源管理センター

さけ・ます資源管理センター技術情報

第168号　2002年3月

目次

近年の秋サケ来遊状況

安達宏泰

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増殖管理課

キーワード：秋サケ，来遊，年齢組成，体サイズ，来遊推定方法

はじめに

近年の我が国への秋サケ来遊数は，歴史的に見て非常に高い水準にあるといえるが，同時に変動の幅も大きくなっている．このような変動は，例えばふ化放流のような人間の営みや気候・海況などの自然現象によってもたらされるものと考えられるが，その原因を特定するには至っていない.

さけ・ます資源管理センターは「ふ化放流」に主眼を置く立場から，その効果を評価するためには来遊資源の状況を正しく知ることが不可欠と考えており，ここでは近年の秋サケの年級群及び地域別の来遊状況，体サイズの変化について述べる．また，種卵確保の見込みを立てる際などの参考として来遊数推定方法の例を併せて記す.

秋サケ来遊状況

我が国へのサケの来遊数は, 1970年代半ばから1,000万尾から2,000万尾に緩やかに増加し始め，1980年代には本州への来遊の増加が顕著になり5,000万尾時代に突入した. しかし, 増加し続けるかに見えた秋サケの来遊数は, 近年, 1990年及び1996年を極大，1992年を極小として大きく波打つ変動を見せるようになり，1997年以降は4年連続で減少し続けている（図1).

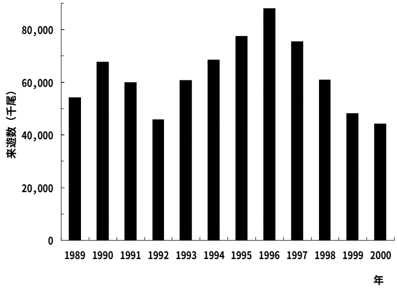


図1. 全国の秋サケ来遊数

サケに限らず多くの魚種は，生活史のごく初期の減耗度合が大きく，前述のような増減は，年毎の来遊数によってではなく，同じ年に生まれた群（年級群）としての来遊数によって説明されるのが妥当と考えられる．

このため，センターでは以前から各地の河川と沿岸で採捕された親魚の鱗による年齢査定を行い，年級群毎の来遊数を推定しており，2000年は北海道の35河川と29沿岸，本州の11河川で採捕されたサケ親魚45,992尾の年齢を査定し，年級群別の来遊数として表した（図2）．

その結果，1985年級群から1994年級群まで来遊数は，総数は6,000-8,000万尾の範囲で概ね安定していたが，年級群によって4年魚及び5年魚の組成が大きく異なるものであったことと, 1995年級群については4年魚までの来遊数が近年になく少なかったことが分かる．

これを年毎の増減として言い換えると，1993-1996年は，4年魚が多い年級群と5年魚が多い年級群が重なったために増加し，逆に1992年，1997-1998年は，4年魚が少ない年級群と5年魚が少ない年級群が重なったため減少したと考えられるが, 1999-2000年の減少は1995年級群が少なかったためという異なる要因によるものであったと考えられる．

地域別の秋サケ来遊状況

サケが生活初期を過ごす沿岸域の環境条件は，暖流の影響を受ける日本海と寒流の影響を受ける太平洋では異なるものと考えられるので日本海及び太平洋に大別した上で，北海道はオホーツク，北海道日本海，根室，えりも以東，えりも以西の5地域の，また本州は本州太平洋と本州日本海の2地域の来遊数の変動について述べる．

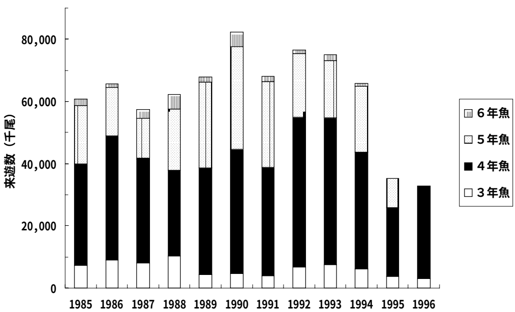


図2. 全国の年級別秋サケ来遊数

太平洋　1988年級群の来遊数は, 根室とえりも以東では顕著に少なかったが, えりも以西と本州太平洋ではそのような現象は見られず，逆に1990年級群は根室とえりも以東では来遊数が多かったが，えりも以西と本州太平洋では平均的なものであった．また，1995年級群については，えりも以東，えりも以西及び本州太平洋では極端に少なかったが，根室ではさほど目立つものではなかった（図3A-D）.

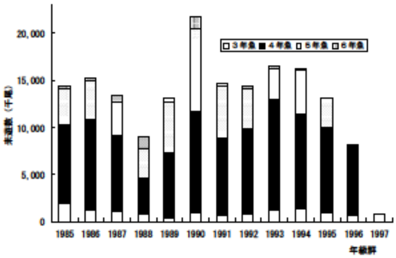


図3A. 年級別秋サケ来遊数（根室）

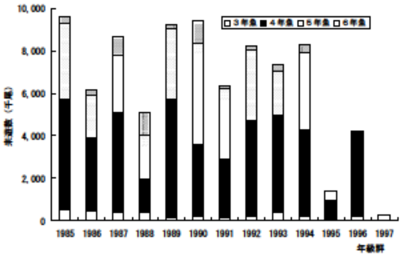


図3B. 年級別秋サケ来遊数（えりも以東）

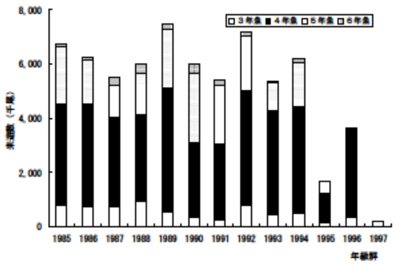


図3C. 年級別秋サケ来遊数（えりも以西）

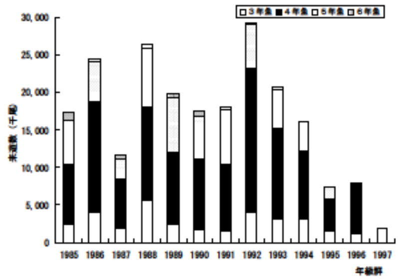


図3D. 年級別秋サケ来遊数（本州太平洋）

日本海　北海道日本海と本州日本海では，1987，1990，1991年級群の来遊数が多く，1992，1993年級群では少ないという類似性が見られた（図3F-G）．これに対してオホーツクは，1990年級群の来遊数は多かったものの，1987，1991年級群ではさほど多くはなく，1993年級群の来遊数が多かったという他の２海区とは異なる変動を見せている（図3E）．

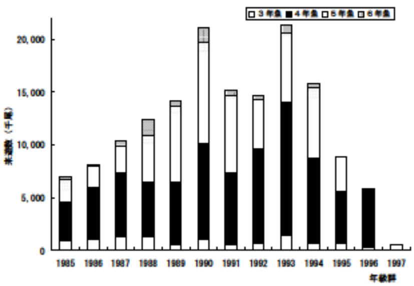


図3E. 年級別秋サケ来遊数（オホーツク）

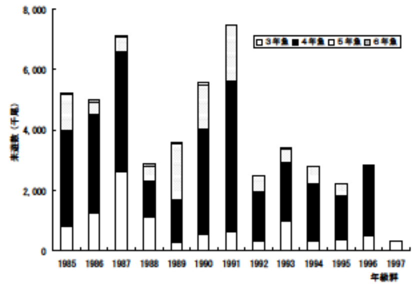


図3F. 年級別秋サケ来遊数（北海道日本海）

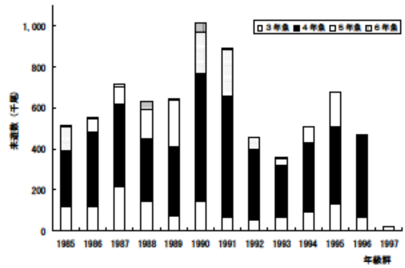


図3G. 年級別秋サケ来遊数（本州日本海）

年齢組成の推移

1968年級群以降の来遊年齢の組成は，3年魚の減少と5年魚の増加が特徴的である（図4）．年齢組成と年級群の多さとの関係に注目すると，4年魚はほぼ一定の割合（約54%）で推移しているのに対して，来遊数が多くなるにつれて，3年魚は相対的に減少し，5年魚が増加する傾向が見られる（図5A-C）．

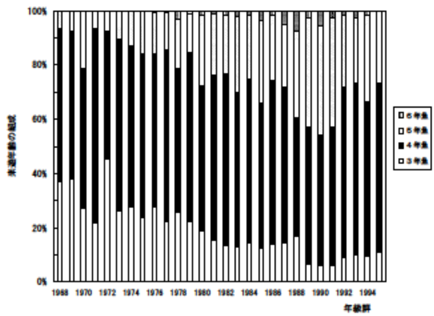


図4. 年級群別の来遊年齢の組成（全国）

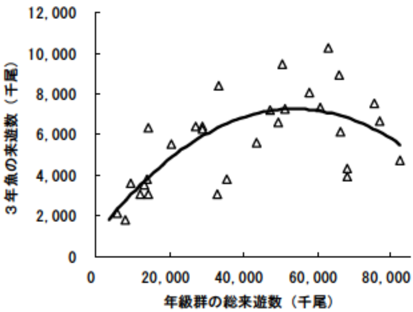


図5A. 年級群毎の総来遊数と3年魚の来遊数（全国）

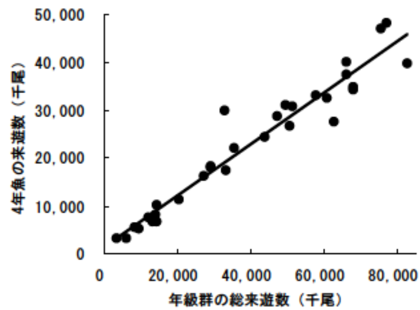


図5B. 年級群毎の総来遊数と4年魚の来遊数（全国）

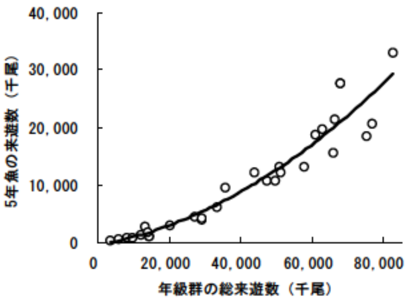


図5C. 年級群毎の総来遊数と5年魚の来遊数（全国）

体サイズの変化

北海道の各地域で代表的な５河川（斜里川，石狩川，西別川，十勝川，遊楽部川）で捕獲された1950年級群から1996年級群までの雌4年魚の尾叉長は，1970年代後半の年級群から小型化し始め，1990年級群で最小となった後，近年，やや大型化する傾向にある（図6）．

尾叉長の変化もまた年級群の来遊数との関係が認められ，来遊数が1,000万尾増えるごとに尾叉長が概ね1.4 cm 小さくなる傾向が見られる（図7）．

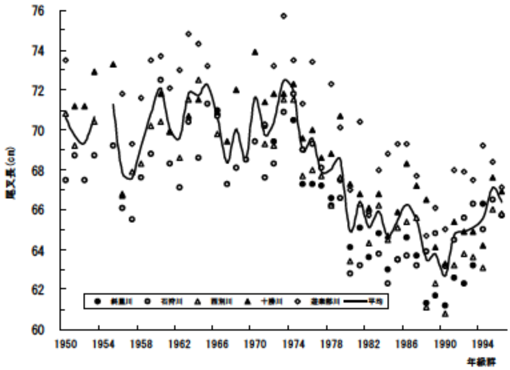


図6. 雌4年魚の尾叉長の推移

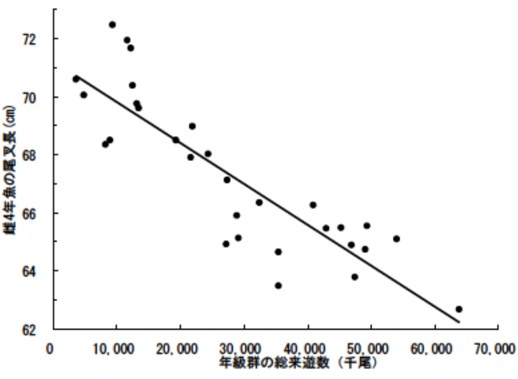


図7. 年級群毎の総来遊数と雌4年魚の尾叉長

来遊数推定方法の例

年齢別来遊数からの推定　サケの来遊数を推定する方法としては，従来はある年級群について，低年齢魚の来遊数から，より高齢の来遊数を推定するのが一般的であった．

例えば，1966-1980年級群について，3年魚までの来遊数と4年魚までの来遊数との関係（図8A）及び4年魚までの来遊数と5年魚までの来遊数との関係（図8B）を見ると，3年魚及び4年魚の来遊数が判明した時点で，翌年の4年魚及び5年魚の来遊数をかなり高い確度で推定することができた．

しかし，この方法は来遊年齢の割合が年級群間で大きな差異がないことを前提としており，大きく様変わりした現在，そのままでは特に3年魚までの来遊数から4年魚の来遊数が推定することができなくなっている（図8C-D）．

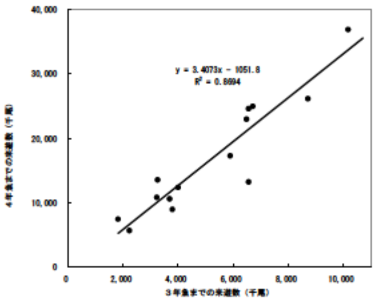


図8A. 3年魚までの来遊数と4年魚までの来遊数の相関（全国，1966-1980年級群）

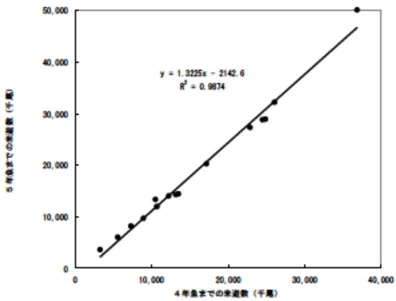


図8B. 4年魚までの来遊数と5年魚までの来遊数の相関（全国，1966-1980年級群）

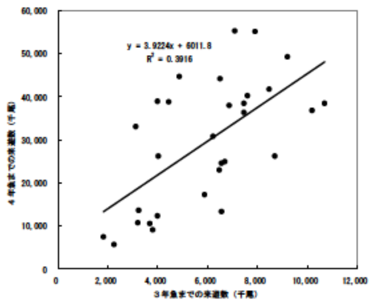


図8C. 3年魚までの来遊数と4年魚までの来遊数の相関（全国，1966-1996年級群）

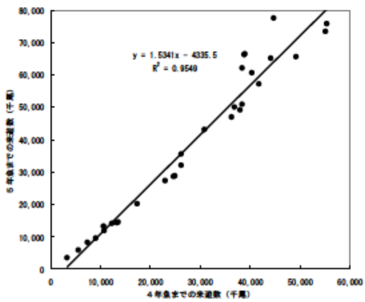


図8D. 4年魚までの来遊数と5年魚までの来遊数の相関（全国，1966-1996年級群）

そこで現在は来遊数や体サイズの極値前後を境界とみなして，I期：1966-1980年級群，II期：1981-1988年級群，III期：1989-1996年級群の3期に分けて推定している（図8E-F）．

これらの関係を年別の来遊数として表したのが図9である．

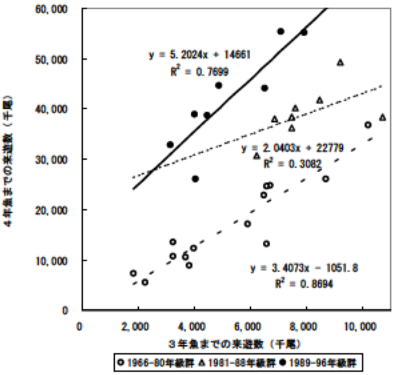


図8E. 3年魚までの来遊数と4年魚までの来遊数の相関（全国）

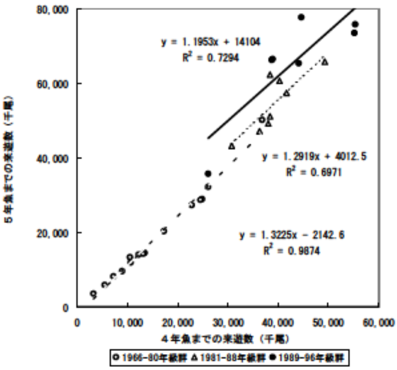


図8F. 4年魚までの来遊数と5年魚までの来遊数の相関（全国）

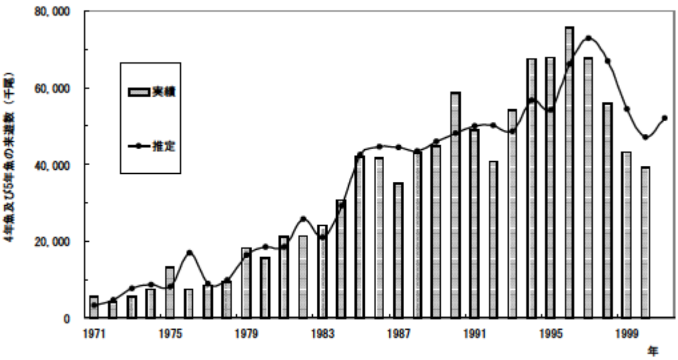


図9. 来遊数の実績と推定（全国）

体サイズからの推定　図7により，年級群の来遊数が多いと体サイズが小型化する現象が見られることを示したが，このことを用いると，雌4年魚の尾叉長からその年級群の総来遊数を推定することができるので，実績とともに示した（図10）．

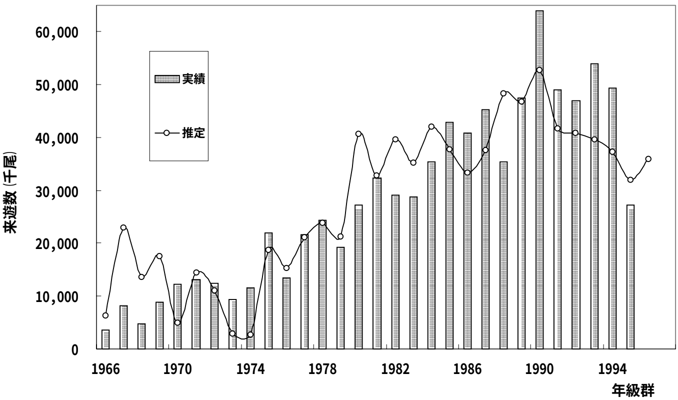


図10. 雌4年魚の尾叉長から推定した年級群毎の来遊数

おわりに

冒頭で述べたとおり，我が国のさけ・ますふ化放流には100年を超える歴史があるものの，来遊数の変動機構は明らかにされていない．来遊数が急増した1980年代後半以降，ふ化放流の成果ばかりが強調されたが，1988年級群及び1995年級群の不振は，そのような説明だけでは十分ではないことを示唆している．

長期的に見ると人工ふ化放流が来遊数の増加に寄与していることは確かであるが，稚魚生産技術の向上や放流数の増大にとらわれるあまり，現場と研究が一体となって適期放流の概念の導入や飼育技術の開発にとりくんでいた頃の自然に対する謙虚さが忘れ去られていたように思われる．

このような反省に立ち，親魚の年齢組成調査や幼稚魚期の沿岸調査などに取り組んでいるところであるが，いまだ緒に着いたばかりであり，今後，秋さけ資源を安定的に維持するためには，既存資料の再吟味や有効な調査方法の模索など，より目的に合った業務展開が必要と考えられる．

高塩分海水を用いた移行試験による海水適応能の判定

伴　真俊

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：海水移行試験，海水適応能，高塩分海水，サケ，ベニザケ

はじめに

多くのサケ属魚類は，ふ化後一定期間を淡水域で過ごした後，海水適応能を獲得して海洋生活へ移行する．一般に，サケ (*Oncorhynchus keta*; Hasegawa et al. 1987) やカラフトマス (*O. gorbuscha*; 本間1982) は浮上時に全個体が高い海水適応能を示す. また, サクラマス (*O. masou*; 伴ら1987) やベニザケ (*O. nerka*; Ban and Yamauchi 1991) は，通常1年魚の春にスモルト化する過程のなかで海水適応能を獲得する．しかし，高密度飼育を余儀なくされる増殖事業の場合，飼育中のストレス (Schreck 1985) や魚病 (Elliott et al. 1995) が海水適応能に悪影響を与えることがある．

放流魚の海水適応能を把握することは，これらの魚が資源にどの程度結びつくかを判断するための参考資料になるし，サクラマスやベニザケでは放流時期を決定する指標にもなるので重要である．海水適応能を調べる一手法として，Clarke and Blackburn (1977) は魚を塩分30の海水に24時間浸漬し，その時の血中ナトリウム濃度を移行前の魚と比較する海水移行試験を提唱した．この方法は海水適応能を厳密に調べるうえで優れているが，専用の分析機器や技術の熟練を要する等，簡便性が欠けている．一方 Saunders and Henderson (1978) は，海水移行の効果を明瞭にするため，塩分濃度40の海水を用いた強度の負荷試験を行った．本研究では，放流魚の海水適応能を増殖現場で手軽に，なるべく高い精度で判定するための指標を得ることを目的として，高塩分海水を用いた海水移行試験を行い, その前後における血中ナトリウム濃度, 肥満度および死亡率を調べた.

材料と方法

実験魚と海水移行試験方法　実験に用いた魚は，静内事業所産サケ1996年級群（サケ-A）と千歳事業所産サケ1997年級群（サケ-B），および千歳事業所産ベニザケ1年魚1996年級群（ベニ-A，ベニ-B）の4群である．海水移行試験

に際して無作為抽出した30尾のサケと20尾のベニザケを, 水温10℃, 塩分33, 36，39，42，45の人工海水に各々24時間移行した．移行試験は60 L 水槽を用い，止水条件で，エアレーションを施しながら行った．海水移行試験の日程と，移行した魚の平均尾叉長 (cm) および平均体重 (g) を表1に示した．サケ-A，-B は2群とも通常の放流時期の魚，ベニ-A は明瞭なつま黒を発現しているスモルト期の魚，ベニ-B はつま黒の褪めかけた脱スモルト期の魚であった．

血中ナトリウム濃度，肥満度，死亡率　血中のナトリウム濃度 (mEq/L) を測定するために，海水移行前の魚10尾と海水移行24時間後まで生き残った全ての魚から血液を採集した．得られた血液から血清を遠心分離し，原子吸光光度計 (Shimadzu，AA-640-13) でナトリウム濃度を分析した．また，採血した個体の尾叉長 (cm) と体重 (g) を測定し，肥満度=体重×1000/尾叉長^{3}を計算した．さらに，海水移行後24時間以内に死亡した個体を計数し，死亡率（%）=死亡個体数×100/移行個体数を計算した．

統計処理　同一実験群内の海水移行前と移行24時間後の魚における肥満度および血中ナトリウム濃度について，t-検定を用いた有意差検定 ($p<0.01$) を行った．

表1. 海水移行試験に用いたサケ（サケ-A，サケ-B）とベニザケ（ベニ-A，ベニ-B）の年級と海水移行試験日および尾叉長 (cm) と体重 (g)．尾叉長と体重の値は平均値±標準誤差．

実験群	年級	海水移行試験日	尾叉長（cm）	体重（g）
サケ-A	1996	1997/5/26	6.5±0.1	1.9±0.1
サケ-B	1997	1998/4/20	5.0±0.1	1.0±0.0
ベニ-A	1996	1998/3/11	13.1±0.2	18.4±0.9
ベニ-B	1996	1998/5/26	15.5±0.3	35.7±1.0

結果と考察

塩分別の海水移行試験にともなう血中ナトリウム濃度の平均値を図1に示した．塩分33の海水に移行されたサケ-A とベニ-A の血中ナトリウム濃度は，各々160.1 mEq/L および160.2 mEq/L の低値を示し，淡水群との間に有意差はなかった．一方，同塩分の海水に移行されたサケ-B とベニ-B は，各々淡水群に比べて有意に高い172.1 mEq/L と176.2 mEq/L を示した．Wedemeyer et al. (1980) は，海水移行24時間後の血中ナトリウム濃度が170 mEq/L 未満である

ことを，高い海水適応能の基準にしている．今回の結果は，実験時における海水適応能が，サケ-A とベニ-A では高く，サケ-B とベニ-B では低かったことを示している．また，塩分36以上の範囲では全ての群に共通して，海水移行後の血中ナトリウム濃度が淡水群より有意に高く，海水の濃度勾配に並行して上昇する傾向が認められた．このことは，魚の海水中における塩分排泄能力には限界があり，体内へ流入する塩分が多いほど，体内に残留する塩分も多くなることを示している．体内の塩分が高まって恒常性を保てなくなると，生理機能が正常に働かなくなったり，成長阻害が起きて魚はいずれ死んでしまう（Formar et al. 1982; Sheridan et al. 1998）．事実，今回の実験でも塩分42以上の海水に移行されたベニ-B と塩分45の海水に移行されたサケ-B は，移行後24時間以内に全個体が死亡した．これらの結果から，血中ナトリウム濃度は魚の海水適応能を正確かつ客観的に反映する指標といえる．

次に，海水適応能をより簡便に判定する指標として，尾叉長と体重から計算できる肥満度の有用性を検討した．海水中の魚は，大量の海水を飲みながら能動的に体内のナトリウム濃度を調節することで，脱水現象から身を守っている（小笠原1987）．海水適応能が低い魚では，体内へ出入りする水分量のバランスが崩れて脱水症状が起き，脱水された分の体重が減るために肥満度

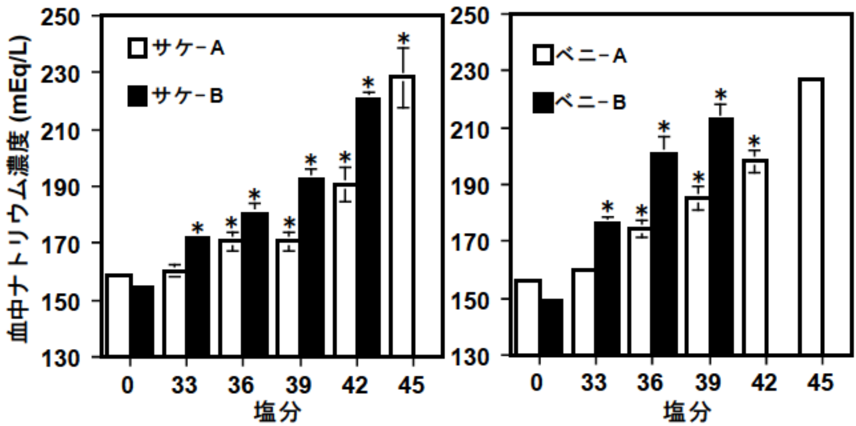


図1．サケ（左図）とベニザケ（右図）の海水移行24時間後における血中ナトリウム濃度．塩分0は淡水群を示す．*は淡水群と比較した際の有意差（$p < 0.01$）を示す．塩分45のサケ-B，および塩分42と45のベニ-B は，海水移行24時間以内に全個体が死亡したため，値を得られなかった．図中の縦線は標準誤差を示す．

も低下する．今回の実験においても，海水移行試験にともなう肥満度が塩分勾配に沿って低下する傾向が，全ての群に共通して認められた（図2）．しかし，淡水群と海水移行群の肥満度に有意差が生じる塩分は，サケ-Aが42以上，サケ-Bが39以上，ベニ-Aが39以上，ベニ-Bが36以上となり，実験群間に差が生じた．この違いには，前述した各群の海水適応能の差が反映していた．このように高塩分海水を用いた海水移行試験を行い，その前後における肥満度を比較することで，魚の海水適応能を判定できることが分かった．そのために必要な塩分は，今回の場合サケが39，ベニザケが36であった．しかし，この値は魚の大きさやスモルトの状態，あるいは個体差等，さまざまな要因によって変わる可能性がある．肥満度の変化を調べる際には，今回比較したような平均値の差だけでなく，同一個体が海水移行前後に示す違いを調べることも必要であろう．今後は実験例を増やし，海水移行試験にともなう肥満度の変化から海水適応能を判定するための，適切な塩分を検討する必要がある．

これまでも述べてきたように，海水適応能が低い魚は，海水中で体内のナトリウム濃度をうまく調節できないために死んでしまう．その傾向は，塩分

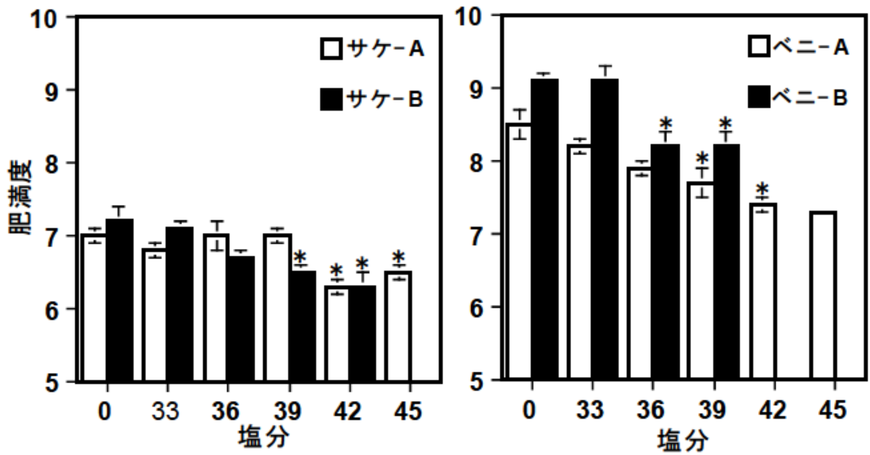


図2．サケ（左図）とベニザケ（右図）の海水移行24時間後における肥満度．塩分0は淡水群を示す．*は淡水群と比較した際の有意差（$p < 0.01$）を示す．塩分45のサケ-B，および塩分42と45のベニ-Bは，海水移行24時間以内に全個体が死亡したため，値を得られなかった．図中の縦線は標準誤差を示す．

が高いほど顕著に現われると予想される．そこで，塩分別の海水移行試験にともなう死亡率を図3に示した．サケ-B は塩分33の海水中で既に死亡個体が認められたが，塩分39以上になると値が急増し，塩分45では全個体が死亡した．サケ-A は塩分45の海水中でのみ死亡が認められたが，死亡率は約65%に達した．ベニ-A は塩分42から死亡が認められ，塩分45では90%に達した．ベニ-B は塩分39から死亡が認められ，塩分42以上では全個体が死亡した．このことから，塩分45の海水は魚の海水適応能の程度に関わらず，その生存に致命的な障害を与えることが考えられる．また，ベニザケ1年魚のように大型の魚は，たとえ海水適応能が低くても塩分36未満の海水であれば，24時間程度は生き残る場合があることを今回の結果は示している．しかし，塩分39の海水では，海水適応能が低いサケ-B とベニ-B に死亡が認められたのに対して，海水適応能が高いサケ-A とベニ-A には死亡個体が現われなかった．このことから，塩分39の海水を用いた移行試験は，魚の海水適応能を移行24時間後の死亡率から判定する際に有効であるといえそうである．今後は実験例を増やすことで，この値の妥当性を検討する必要があろう．

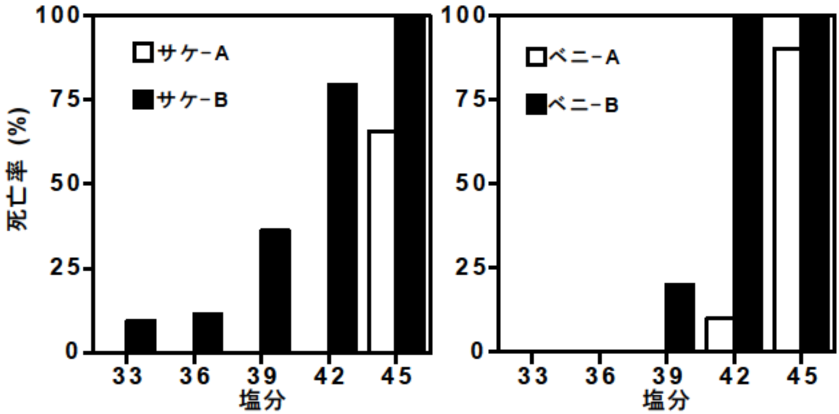


図3．サケ（左図）とベニザケ（右図）の海水移行24時間後における死亡率．

まとめ

サケとベニザケの海水適応能を調べる簡便な指標を得るために，塩分33，36，39，42，45の各条件下で海水移行試験を行い，海水移行前と移行24時間後の血中ナトリウム濃度，肥満度，および死亡率の違いを比較した．血中ナトリウム濃度は，最も低い塩分33の海水へ移行した場合でも，海水適応能の高い群と低い群を明瞭に区別することができた．肥満度は，何れの群も移行した海水の濃度勾配に沿って低下する傾向を示したが，その低下傾向に海水適応能の高い群と低い群の間で有意差が生じる塩分は，サケが39，ベニザケが36だった．死亡率には，塩分39を境として海水適応能の高い群と低い群の間に明瞭な違いが現われた．これらの結果から，海水適応能を判定する指標として，海水移行後の血中ナトリウム濃度が最も明瞭であるが，塩分の高い海水を用いることで，肥満度や死亡率に基づく判定も可能であることが分かった．特に死亡率を指標にする場合，海水移行試験に用いる塩分は39が目安になると思われる．

引用文献

伴　真俊・笠原　昇・山内晧平．1987．池産サクラマス1年魚の銀化にともなう生理的変化．水孵研報，42: 27-35.

Ban, M., and K. Yamauchi. 1991. Seasonal changes in seawater adaptability of the hatchery reared juvenile sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*. Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery, 45: 25-33.

Clarke, W. C., and J. Blackburn. 1977. A seawater challenge test to measure smolting of juvenile salmon. Can. Fish. Mar. Serv. Tech. Rep., 705: p11.

Elliott, D. G., R. J. Pascho, and A. N. Palmisano. 1995. Brood stock segregation for the control of bacterial kidney disease can affect mortality of progeny chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in seawater. Aquaculture, 132: 133-144.

Folmar, L. C., W. W. Dickhoff, C. V. W. Mahnken, and F. W. Waknitz. 1982. Stunting and parr-reversion during smoltification of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Aquaculture, 28: 91-104.

Hasegawa, S., T. Hirano, T. Ogasawara, M. Iwata, T. Akiyama, and S. Arai. 1987. Osmoregulatory ability of chum salmon, *Oncorhynchus keta*, reared in fresh water for prolonged periods. Fish Physiol. Biochem., 4: 101-110.

本間正男．1982．カラフトマス稚魚の海水適応に関する研究．水孵研報，37: 23-32.

小笠原強．1987．ホルモンと浸透圧調節．回遊魚の生物学（森沢正昭・会田

勝美・平野哲也編），学術出版センター，東京，pp. 12-25.

Saunders, R. L., and E. B. Henderson. 1978. Changes in gill ATPase activity and smolt status of Atlantic salmon (*Salmo salar*). J. Fish. Res. Board Can. 35: 1542-1546.

Schreck, C. B., R. Patino, C. K. Pring, J. R. Winton, and J. E. Holway. 1985. Effects of rearing density on indices of smoltification and performance of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. Aquaculture, 45: 345-358.

Sheridan, M. A., C. D. Eilertson, and T. H. Kerstetter. 1998. Changes in plasma somatostatin associated with seawater adaptation and stunting of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. Aquaculture, 168: 195-203.

Wedemeyer, G. A., R. L. Saunders, and W. C. Clarke. 1980. Environmental factors affecting smoltification and early marine survival of anadromous salmonids. Mar. Fish. Rev., 42: 1-14.

ホワイトフィッシュミールとブラウンフィッシュミールを使用した配合飼料により飼育されたサケ稚魚の成長と脂質含量の変化

伊藤二美男[*1]・野本具視[*2]

[*1] 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増殖管理課
[*2] 090-0018 北海道北見市青葉町6-8　さけ・ます資源管理センター北見支所

キーワード：飼料，ホワイトフィッシュミール，ブラウンフィッシュミール

はじめに

サケ・マス類の飼育に使用される配合飼料には，動物性蛋白質としてフィッシュミールが使用されている．フィッシュミールにはホワイトフィッシュミールとブラウンフィッシュミールがあるが，サケ稚魚飼育用配合飼料においては主としてスケトウダラを原料とするホワイトフィッシュミールを配合飼料の原料として使用してきた．

ホワイトフィッシュミールは，従来から漁獲直後に船上において鮮度の良い状態で処理され，さらにスチームドライ法の採用により魚類用の配合飼料原料として良好な品質を有しているフィッシュミールであった．これに対してブラウンフィッシュミールは，供給が開始された当初は漁獲された原魚をミールに加工するまでの処理が悪く，乾燥も直火型の乾燥機が多く用いられるなど低品質なフィッシュミールであった．配合飼料の開発当初には配合飼料に添加可能な抗酸化剤が存在しなかったこともあり，ブラウンフィッシュミールは魚類飼育用配合飼料原料には適さないとの評価を受けていた．

近年，ホワイトフィッシュミールの主原料であるスケトウダラの不漁により，ホワイトフィッシュミール価格が上昇する傾向にあり，それに伴い配合飼料価格も年々上昇する傾向を示している．飼育に使用する配合飼料の価格および供給量の安定を図ることは計画的な種苗生産を進める上で重要な要因である．ホワイトフィッシュミールの供給状況が安定した状況において，ブラウンフィッシュミールもサケ稚魚の飼育配合飼料の原料として使用することが可能であれば，配合飼料単価の引き下げも可能になる．

1977年[*]以降，ホワイトフィッシュミールに替わる動物性蛋白質として，ブラウンフィッシュミールについても様々な取り組みが行われ，フィッシュミールの品質については外山ら (1984) により検討されている．また，佐藤ら (1984) はブラウンフィッシュミールを用いた配合飼料でニジマスおよびコイを飼育し成長を検討した結果，対照区としたホワイトフィッシュミールを配合した飼料との差が認められなかったことを報告している．

しかし，従来の報告において使用されたブラウンフィッシュミールは，前述したとおり漁獲から加工までの原魚の鮮度及び乾燥方法等が，現在流通しているフィッシュミールとは処理方法や品質が大きく異なっている．現在流通しているブラウンフィッシュミールのサケ稚魚飼育用配合飼料への応用評価を行うにはさらなる検討が必要である．

本報告ではブラウンフィッシュミールとホワイトフィッシュミールを原料とするサケ稚魚飼育用配合飼料を製造し，サケ稚魚の飼育試験を行い，成長を比較した結果を報告する．

材料及び方法

供試魚　平成11年10月18日，斜里川に遡上したサケから採卵・受精した卵をふ化させたサケ稚魚を用いた．サケ稚魚は，斜里事業所において浮上まで管理された後，北見支所付属施設へ活魚輸送し試験に供した．

試験配合飼料　試験配合飼料はオリエンタル酵母工業株式会社において製造した．飼料 I ではホワイトフィッシュミールを，飼料 II はペルー産ブラウンフィッシュミール, 飼料 III にはチリ産ブラウンフィッシュミールを飼料原料フィッシュミールとして使用した．各試験飼料の成分組成を表1に示した．試験配合飼料の総脂質含量は飼料 I で6.2%，飼料 II で6.9%，飼料 III で6.5%であった．

表1. 試験飼料の成分組成

項　目	飼料 I	飼料 II	飼料 III
魚　粉	60%	60%	60%
小麦粉	25%	25%	25%
その他*	10%	10%	10%
プレミックス**	5%	5%	5%

＊　：その他10%の内訳（大豆かす4%，米糠2%，飼料酵母2.5%，大豆油1.5%）
＊＊：プレミックス5%の内訳（各種ビタミン，ミネラル）

[*] 月刊アクアネット. 2001. 主原料としての魚粉の変遷. Vol. 4, No. 12.

供試魚の総脂質含量の定量　総脂質測定用の供試魚は, 魚体測定時に100尾を抽出し，分析まで-80℃に冷凍保存した．総脂質はクロロホルム・メタノールを用いて Foalch の方法を改変した吉中･佐藤 (1989) の方法で抽出後求めた．
有意差の検定　各試験区の尾叉長，体重，肥満度について有意差を一元配置で Repeated measures を用いて検定した．

試験 I. 3種の試験飼料による飼育試験
飼育方法　さけ・ます資源管理センター北見支所付属施設において，飼料 I を与えた区（以下試験区 I)，飼料 II を与えた区（以下試験区 II)，飼料 III を与えた区（以下試験区 III）の3区を設定した．FRP 製飼育水槽（幅0.69 m，長さ3.40 m，面積2.346 m^2）を用い，供試魚の収容尾数は12,330尾，注水量は30 L/分，飼育水深は38 cm とした．給餌率は体重の3%として各測定日に補正した．
試験期間　試験は3月6日から5月1日までの56日間実施した．
尾叉長，体重，総脂質含量の測定　10日毎に100尾について，尾叉長，体重を測定し肥満度（体重÷尾叉長^3×1000）を求めた．測定後の魚体について総脂質含量を測定した．
給餌方法　1日に体重の3%の重量の試験飼料を2回に分け給餌した．

試験 II. 3種の試験飼料で飼育した稚魚の飢餓試験
飢餓試験方法　試験 I の飼育試験終了後、試験区 I，試験区 II，試験区 III の稚魚を供試魚として，以後，飼料を与えず管理した．試験 I と同一の飼育水槽を用い，供試魚の各区の収容尾数は11,500尾，注水量は30 L/分，飼育水深は38 cm とした．
試験期間　試験は5月1日から6月1日までの30日間実施した．
尾叉長，体重，総脂質含量の測定　10日毎に100尾について，尾叉長，体重を測定し肥満度（体重÷尾叉長^3×1000）を求めた．測定後の魚体について総脂質含量を測定した．

結　果

試験 I. 3種の試験飼料による飼育試験
尾叉長，体重，肥満度の変化　飼育試験における尾叉長，体重，肥満度の変化を表2，図1に示した．飼育試験終了時には試験区 III が試験区 I，試験区 II より尾叉長，体重，肥満度において高い値を示した．尾叉長，体重，肥満度

の有意差を一元配置で Repeated measures を用いて検定したところ，試験区 I と試験区 III において有意差が認められた．

尾叉長は，飼育開始後，約1ヶ月まで各試験区ともほぼ同じ値を示し，その後差が生じてきた．給餌試験終了時まで，試験区 II と試験区 III の間には，差は殆ど無く，試験区 I の成長の遅れが目立った．

体重は，各試験区とも成長差が顕著に現れ，図1に示したとおり各試験区に成長差が約1旬開く結果となった．特に試験区 I と試験区 III とは，約2旬の開きがあった．

表2. 給餌試験期間中の魚体測定結果.（　）は標準偏差.

経過日数	月日	区分	尾叉長(cm)	体重(g)	肥満度
0日	3月6日	試験区 I	3.9 (0.14)	0.36 (0.040)	6.19 (0.516)
		試験区 II	3.9 (0.15)	0.35 (0.043)	6.17 (0.482)
		試験区 III	3.9 (0.15)	0.37 (0.044)	6.22 (0.591)
10日	3月16日	試験区 I	4.0 (0.17)	0.46 (0.071)	7.11 (0.664)
		試験区 II	4.0 (0.16)	0.44 (0.071)	6.82 (0.586)
		試験区 III	4.0 (0.15)	0.45 (0.061)	7.03 (0.578)
21日	3月27日	試験区 I	4.5 (0.23)	0.56 (0.094)	6.24 (0.472)
		試験区 II	4.5 (0.20)	0.56 (0.091)	6.14 (0.509)
		試験区 III	4.6 (0.24)	0.59 (0.102)	6.18 (0.470)
30日	４月6日	試験区 I	4.7 (0.27)	0.67 (0.123)	6.40 (0.408)
		試験区 II	4.7 (0.28)	0.70 (0.137)	6.46 (0.476)
		試験区 III	4.8 (0.24)	0.72 (0.124)	6.52 (0.462)
41日	4月17日	試験区 I	5.1 (0.35)	0.89 (0.184)	6.60 (0.415)
		試験区 II	5.2 (0.37)	0.93 (0.206)	6.58 (0.416)
		試験区 III	5.3 (0.32)	1.00 (0.182)	6.70 (0.377)
48日	4月24日	試験区 I	5.2 (0.34)	1.00 (0.201)	6.84 (0.495)
		試験区 II	5.4 (0.38)	1.09 (0.239)	6.85 (0.425)
		試験区 III	5.5 (0.36)	1.16 (0.234)	6.99 (0.479)
55日	5月1日	試験区 Ⅰ	5.4 (0.39)	1.10 (0.234)	6.92 (0.479)
		試験区 II	5.5 (0.39)	1.21 (0.260)	7.15 (0.528)
		試験区 III	5.6 (0.40)	1.31 (0.276)	7.51 (0.583)

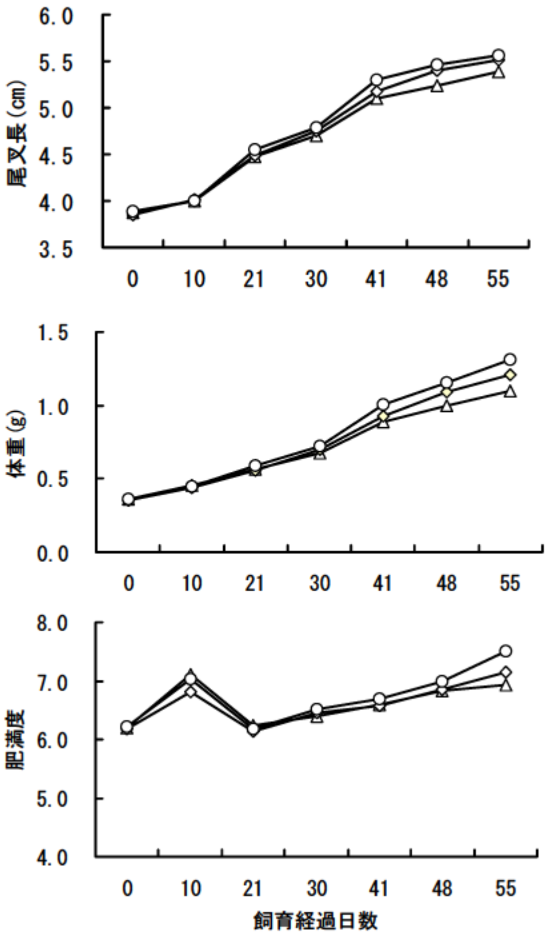


図1. 給餌試験期間中の尾叉長，体重，肥満度の変化. △は試験区 I, □は試験区 II, ○は試験区 III.

総脂質含量の変化　飼育試験中の脂質含量の変化を図2に示した. 各試験区の変化は試験開始から30日目まで同様の変化を示し, 41日目に試験区IIの減少, 55日目に試験区 III が増加している以外, 各試験区とも変化に大きな差はなかった.

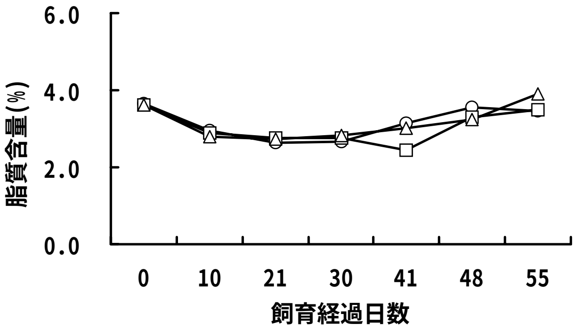


図2. 給餌試験期間中の脂質含量の変化. △は試験区 I, □は試験区 II, ○は試験区 III.

試験 II. 3種の試験飼料で飼育した稚魚の飢餓試験

尾叉長,体重の肥満度の変化　各試験区の尾叉長, 体重, 肥満度の変化を表3, 図3に示した. 試験開始後, 各区とも減少傾向を示し, 試験終了時には尾叉長, 体重において, 各試験区とも同様の値を示した.

表3. 飢餓試験期間中の魚体測定結果. (　) は標準偏差.

経過日数	月日	区分	尾叉長(cm)	魚体重(g)	肥満度
0日	5月1日	試験区 I	5.4 (0.39)	1.10 (0.234)	6.92 (0.479)
		試験区 II	5.5 (0.39)	1.21 (0.260)	7.15 (0.528)
		試験区 III	5.6 (0.40)	1.31 (0.276)	7.51 (0.583)
11日	5月12日	試験区 I	5.3 (0.32)	0.93 (0.182)	6.16 (0.458)
		試験区 II	5.6 (0.35)	1.11 (0.226)	5.70 (0.435)
		試験区 III	5.5 (0.36)	1.08 (0.245)	6.25 (0.743)
21日	5月22日	試験区 I	5.3 (0.32)	0.86 (0.190)	5.59 (0.455)
		試験区 II	5.4 (0.38)	0.93 (0.211)	5.70 (0.440)
		試験区 III	5.5 (0.32)	0.97 (0.195)	5.65 (0.453)
31日	6月1日	試験区 I	5.4 (0.36)	0.83 (0.189)	5.18 (0.429)
		試験区 II	5.4 (0.33)	0.82 (0.181)	5.70 (0.446)
		試験区 III	5.4 (0.31)	0.84 (0.187)	5.24 (0.448)

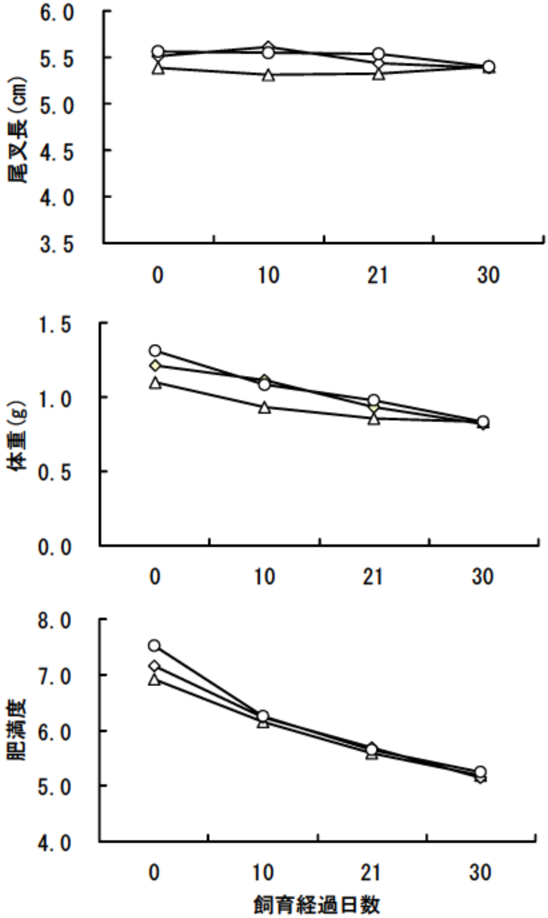


図3. 飢餓試験期間中の尾叉長，体重，肥満度の変化．△は試験区 I，□は試験区 II，○は試験区 III.

総脂質含量の変化　試験中の脂質含量の変化を図4に示した. 飢餓試験中も各試験区の変化に大きな差はなかった.

生存率　試験中の斃死尾数は，試験区 I が134尾，試験区 II が101尾，試験区 III が83尾となり，成長の最も良かった試験区 III の生存率が高い結果となった.

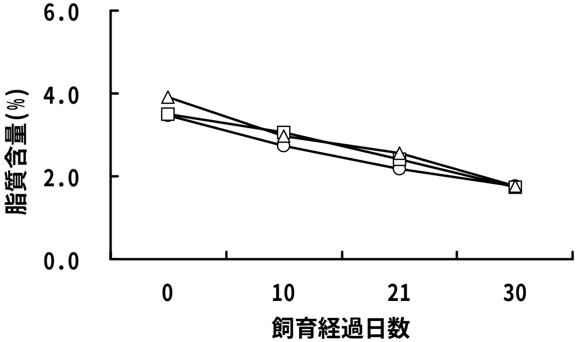


図4. 飢餓試験期間中の脂質含量の変化. △は試験区 I, □は試験区 II, ○は試験区 III.

考　察

本試験の飼育試験の結果から，ブラウンフィッシュミールを動物蛋白原料として製造した配合飼料は，ホワイトフィッシュミールを使用した配合飼料より良好な成長効果を示すことが明らかになった．ブラウンフィッシュミールはホワイトフィッシュミールより脂質含量が高いことが従来から指摘されている．本報告では試験飼料の製造時にミールの配合比率を各試験飼料とも同一の25%としたため，試験飼料の脂質含量がブラウンフィッシュミールを使用した試験区 III, 試験区 II において試験区 I より0.5-0.7%高い値となった. 飼育試験の終了時において試験区 III および試験区 II が試験区 I より良好な成長を示した理由は，飼育飼料中の高い脂質含量により，エネルギー源として使用される飼料中のタンパク質が節約された効果によるものと考えられる.

飼育試験に継続して実施した飢餓試験においてもブラウンフィッシュミールを原料とした配合飼料で飼育した稚魚が高い飢餓耐性を示した理由も飼育終了時に脂質の蓄積が高いことによると推定される．脂質はタンパク質や糖質の約2倍の熱量を有しており, 飢餓時には脂質の蓄積は蛋白質の消費を抑制

する効果が大きく，飢餓耐性の向上に有効である．

近年ブラウンフィッシュミールの品質は向上し，安定した品質のミールが量的にも安定して供給される体制が確立されている．ブラウンフィッシュミールはホワイトフィッシュミールに比べて原魚の鮮度等により，製造されるミールに優劣が出やすいことが奥積ら (1983) により報告されている．特にブラウンフィッシュミールに含まれる遊離ヒスチジンやヒスチジンから生成されるヒスタミンが，サバの胃や腸管に著しい病変を起こすことが報告されている (大竹ら，1977)．配合飼料原料の動物蛋白として，ホワイトフィッシュミールをブラウンフィッシュミールに替えても，サケ稚魚の成長に悪影響がないことは本試験により明らかにされたと推定されるが，前述した遊離ヒスチジンを指標としての原料となるブラウンフィッシュミールの品質管理は不可欠である．原料となるブラウンフィッシュミール中のヒスチジン含量と成長の関連を明確にし，原料の品質基準を明確にすることも，ブラウンフィッシュミールを原料とする配合飼料の安全性を確保するためには不可欠と考える．

現状ではブラウンフィッシュミールの価格はホワイトフィッシュミールの50-70%程度であり，原料をブラウンフィッシュミールに変更することにより配合飼料の低価格化を図ることができる．

最後に，今回の試験結果により，飼料原料としてのブラウンフィッシュミールの利用は問題ないと考えるが，事業規模で実施した場合，飼育環境等の影響も把握する必要があると考え，今後は事業規模での実証試験を実施する必要がある．

謝　辞

試験飼料の作成について協力して下さったオリエンタル酵母株式会社植村稔氏，試験魚等の分析及びご指導戴いたさけ・ます資源管理センター調査研究課野村哲一氏に厚くお礼申し上げます．

文　献

奥積昌世・外山健三・山中英明・長野正寛．1984．フィッシュミールの原料に存在するフイスタミン生成菌，日水誌，50(5)，883-888.

大竹茂夫・前田利真・福井公一．1977．サバにおけるヒスタミン代謝に関する生化学的研究，日水誌，43(4)，477-488.

佐藤秀一・竹内俊郎・渡辺　武・星　昌和・外山健三．1984．養魚飼料タンパク源としてのスクラップミールの栄養価，日水誌，50(12)，2077-2083.
外山健三・星　昌和・高嶋裕一・佐藤秀一・竹内俊郎・渡辺　武．1984．養魚用タンパク源としての沿岸スクラップミールの品質の化学的評価，日水誌，50(12)，2065-2075.
吉中禮二・佐藤守．1989．水産化学実験法．恒星社恒星閣，東京，136p.

ベニザケ０年魚秋スモルト放流の試み

伴　真俊[*1]・伊藤二美男[*2]・清水　勝[*3]

[*1] 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
[*2] 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増殖管理課
[*3] 089-1242　帯広市大正町441番地55　さけ・ます資源管理センター十勝支所

キーワード：ベニザケ，*Oncorhynchus nerka*，0年魚スモルト，秋放流

はじめに

さけ・ます資源管理センターでは，ベニザケ（*Oncorhynchus nerka*）の陸封型であるヒメマスから降海型幼魚（スモルト）を育成し，日本系ベニザケ資源を造成する試みを続けている．現在のベニザケ増殖は，浮上した魚を約16ヶ月間池中で飼育し, 人為的にスモルト化させてから放流する1年魚スモルトの春放流を主体にしている．しかし，回帰親魚数は大きく年変動し，特に近年は回帰率の低迷が続くなど，未だに安定した資源を造成する増殖技術が確立されていない状況にある．通常ベニザケは，湖でスモルト化した後海洋生活へ移行するが, 1年魚スモルト放流の場合, 魚を池中でスモルト化させるため，放流場所として湖のない河川を選択できる利点がある．しかし，一方では長期飼育にともなって魚病発生の危険性が高まるし，魚を大型にするため現在の施設では放流数が制限されたり，また多量の飼育水と餌が必要となるため経費がかかる等の問題もある．本稿では，飼育期間を短縮することでこれらの問題を軽減し，且つ放流するスモルトの数を増やす一手法として試験的に取り組んでいる, ベニザケ0年魚秋スモルト放流の技術開発について紹介する．

ベニザケ0年魚秋スモルトの育成

さけ・ます資源管理センター千歳事業所で飼育されているベニザケ幼魚のスモルト化過程を, 0年魚の7月から1年魚の7月まで1年間に亘って調べた結果, 0年魚の8月と1年魚の5-6月にスモルト化することが分かった（Ban and Yamauchi 1991). しかし, 通常の飼育条件下で0年魚がスモルト化する8月は, 河川水温と海水温ともに高く，ベニザケの放流には適していない．もし，水温が低下する秋季にスモルトを育成して放流できれば, 1年魚スモルトに比べ

て飼育期間を大幅に短縮できる．しかし，秋季にスモルト化を誘起するためには，スモルト化に必要な環境条件を人為的に整える必要がある．

一般に，天然のベニザケは春季にスモルト化する（Burgner 1991）．また，前述のとおり，千歳事業所で飼育されたベニザケのスモルト化も0年魚の夏季と1年魚の春季に起きた．これらのことから，春季から夏季にかけた日照時間の長日化が，スモルト化を引き起こす一つの環境要因であると考えられる（Hoar 1976; Wedemeyer et al. 1980）．事実，ベニザケ1年魚を冬季間，蛍光灯で造り出した長日条件下で飼育すると，自然日長下で飼育された群より早い時期にスモルト化が起きる（Ban 2000）．この性質を利用すると，秋季のベニザケ0年魚に長日化刺激を与えることで，スモルトを育成することができるかもしれない．

この点を確かめるため，鶴居事業所の屋内施設において日照時間を調節し，ベニザケ0年魚秋スモルトの育成を試みた．日照時間は8月上旬まで自然日長とし，8月上旬-9月上旬は8時間明期，16時間暗期の短日条件，9月上旬-11月中旬は16時間明期，8時間暗期の長日条件となるように蛍光灯で調節した（図1）．実験終了時の 11月中旬に，スモルトの外見的特徴である背鰭と尾鰭末端のつま黒を調べるとともに，池中から無作為抽出した20尾の魚を塩分33の海水に投入し，24時間後における血清中のナトリウム濃度（血清 Na）を測定した．

実験に用いた魚の尾叉長は，4月上旬の2.9 cmから11月中旬の11.8 cmまで，ほぼ一定の成長を示した（図1）．実験終了時の11月上旬につま黒を発現していた個体は，実験群の95%に達した．また，血清 Na は156.5 mEq/L だったこ

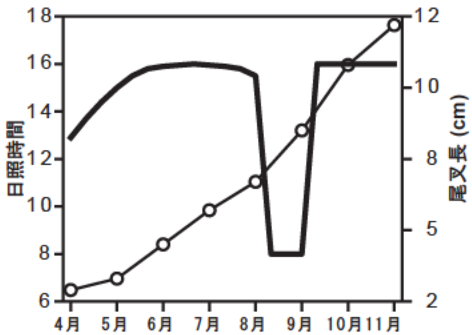


図1．ベニザケ0年魚秋スモルト育成のために，鶴居事業所の屋内施設で調節した日照時間（実線）と実験魚の尾叉長の変化（白丸）．

とから，この群が高い海水適応能を獲得しており，海洋生活へ向けた機能的準備を整えていたと考えられる．これらの結果は，鶴居事業所で飼育されたベニザケ0年魚が11月中旬にスモルト化したことを示している．このように，日照時間を調節することでスモルト化時期を制御し，飼育期間を短縮できることが明らかとなった．

十分にスモルト化したと判断されたこの2000年級0年魚スモルトは，2001年11月19日に釧路川水系の芦別川へ放流された．しかし，放流された魚は海に達するまでに広大な釧路湿原を通過し，降海後は翌春まで適当な場所を見つけて越冬しなければならない．魚がこの過程を順調に越えられるかどうかが，回帰資源量を左右する重要な鍵となる．したがって，放流された0年魚スモルトの移動，分散過程，沿岸における減耗状況等を把握することが次の課題としてあげられる．そこで，放流魚の移動に関する情報を得るため，2001年11月19日に放流した0年魚秋スモルト群の一部の個体に, 桃色のリボンタグを装着した（図2）．すでに，釧路川河口と釧路港西埠頭から標識魚の再捕報告があり，放流魚が沿岸域まで達していたことが明らかとなった．今後，さらに多くの再捕情報を集め，それらに基づいて魚の移動経路を明らかにし，0年魚秋スモルト放流技術を発展させることで，ベニザケ資源の増大に結び付けたいと考えている．

図2. 2001年11月19日に鶴居事業所から放流されたリボンタグ付きベニザケ0年魚スモルト．

引用文献

Ban, M. 2000. Effects of photoperiod and water temperature on smoltification of yearling sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). Bull. Natl. Salmon Resources Center, 3: 25-28.

Ban, M., and K. Yamauchi 1991. Seasonal changes in seawater adaptability of the hatchery reared juvenile sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*. Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery. 45: 25-33.

Burgner, R. L. 1991. Life history of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). In Pacific salmon (edited by C. Groot and L. Margolis). UBC Press, Vancouver. pp. 1-118.

Hoar, W. S. 1976. Smolt transformation: evolution, behaviour, and physiology. J. Fish. Res. Board Can., 33: 1233-1252.

Wedemeyer, G. A., R. L. Saunders, and W. C. Clarke. 1980. Environmental factors affecting smoltification and early marine survival of anadromous salmonids. Fish. Mar. Rev., 42:1-14.

さけ・ます資源管理センターでは標識放流魚を再捕された方からの連絡をお待ちしております．魚体には「SC1」と印字された桃色のリボンタグを装着して放流しました（図2）．発見された方は，さけ・ます資源管理センターへご連絡下さい．できれば，捕れた年月日，捕れた場所，漁具，水温等も教えて下さい．

連絡先：さけ・ます資源管理センター本所増殖管理課，011-822-2250
さけ・ます資源管理センター十勝支所，0155-64-5221
さけ・ます資源管理センター鶴居事業所，0154-64-2254

アムールの秋サケ
−2000年の日ロ共同調査結果概要と
アムール川サケ資源の現状−

大熊一正・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：アムール川，秋サケ，資源管理，年齢，生物特性

はじめに

アムール川は極東を流れる大河川の1つで，秋系群と夏系群の2つのサケ (*Oncorhynchus keta*) 系群を有していることでも有名かつ貴重な河川である (Salo 1991). またサケの種名 “*keta*” はアムール川周辺に住むナナイ族の言葉に由来しており,その意味するところは魚である (Salo 1991). かつては大きな資源を有していたアムール系サケだが近年は資源の減少傾向が続き，最近の50年を見ても1952年の24,000トンの漁獲をピークに1970年代には急激に減少し1997年には1,000トンを割り込む程度に低下した（図1). その後1998年, 1999年には3,000トン程度の漁獲があったが，後でも述べるように河川内での漁獲

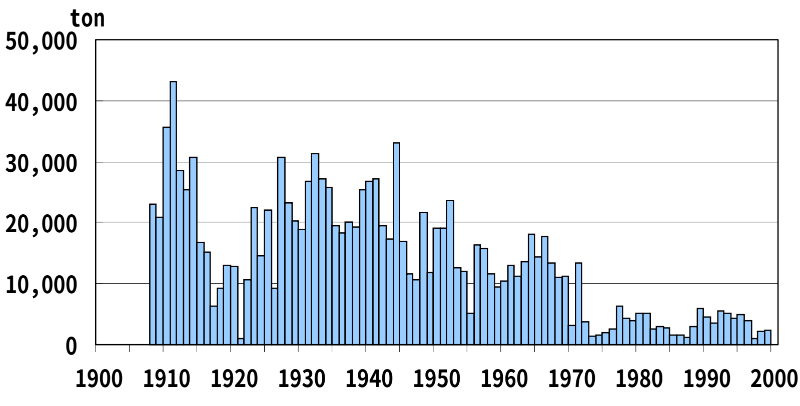


図1. 1908年から1999年までのアムール川秋サケ漁獲量の推移（サハリン北西のルィブノフスク地区を含む）

は生存漁業，調査漁獲を除いて禁止される年も生じている．また，太平洋側沖合の日本200海里内小型さけ･ます流網漁業によって漁獲されるサケの多くがアムール川起源とされている（Okazaki 1986)．そのため，アムール系のサケの再生産環境,生物学的特徴などを明らかにすることはロシアにとっても，また日本の漁業者にとっても非常に重要なことと考えられる．このような背景から1999年に初めて日ロ共同でアムール川の夏サケ調査を行い（Ishida et al. 2001，高橋　2000)，そして，2000年には秋サケについて調査を実施した．ここに，その調査の概要を記すとともに,現在のアムール川サケ資源やそれを取り巻く現状についても述べる．

アムール川の概要　アムール川の源流はモンゴルおよび中国内モンゴルに発し，最も長い流程は4,400 km にも達している．川幅は，河口近くでは15-20 km もあり，ハバロフスク周辺でさえ約1.5-2 km ほどもある（写真1)．冬季の降雪はあまり多くないが，11月下旬から4月下旬ころまで結氷する．氷が解けると，川は上流と下流の間の人と荷物の移動になくてはならないものになる．河口からハバロフスクまでは航路が整備されているので，大型船も頻繁に行き交っている．夏季にはモンスーンの影響で雨が降るため,増水期を迎える．川水は常時濁っており，現地の人は「黒い川」と呼んでいるし，中国名の「黒龍江」という名称にも濁った大河を思い起こさせる．今回の調査では，前年同様，ハバロフスクから下流に向かい，河口から約150 km 上流にあるトゥィルという村周辺で調査を行った（図2)．この流域には古くから多くの少数民族が生活していて，遠く北海道との交流も行っていたという記録が残っている．

　また，アムール川は魚類の種類の豊富なことでも知られており，南方起源種から北方種までコイ科の魚を中心に100種を超える多くの魚を育んでいる．そして，その中にサケ・マス類も含まれる．アムール川にはベニザケを除くサケ，カラフトマス，サクラマス，ギンザケ，マスノスケの5種の太平洋さけます類が生息している（表1)．このうち，ギンザケ，マスノスケは非常に少なく，ギンザケは主にアムグン川に分布し，マスノスケはさらに河口に近いニコラエフスク周辺にわずかに分布しているに過ぎない．サクラマスとカラフトマス，および夏サケは主としてコムソモルスクあたりまでしか分布していないのに対し，秋サケだけはアムール川河口から約2,000 km も遡ったところまで広く分布している．ただ，近年は途中での密漁も増加しているため上流まで遡上する魚は極めて少なく，ハバロフスク周辺まで遡上するものもわずかとなっている．

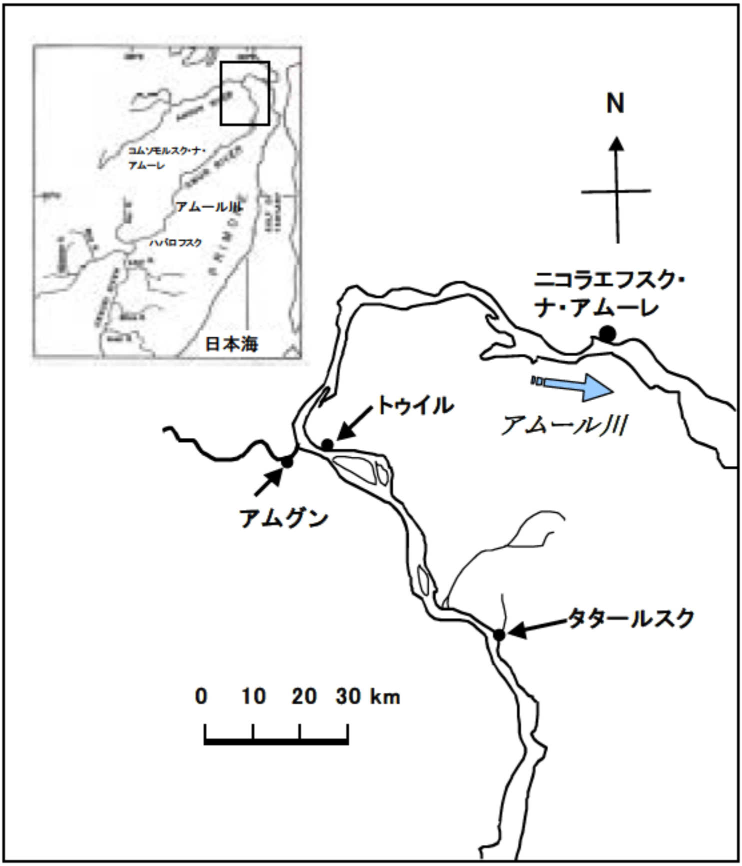


図2. 2000年のアムール川秋サケ調査定点

表1. アムール川における太平洋サケ・マス類の分布*

魚種	主な生息域
秋サケ	現在はハバロフスク周辺まで
夏サケ	コムソモルスクまで
カラフトマス	コムソモルスクまで
サクラマス	コムソモルスクまで
ギンザケ	アムグン川
マスノスケ	ニコラエフスク周辺

*: S. Zolotukhin 氏　私信

2000年秋サケ調査結果

秋サケ調査の概要　今回の調査は2000年9月4日-15日にかけて行われ，日本人4名とロシア側から，4名の調査船乗組員を含む6名が参加した（表2）．今回の調査の目的は1999年の夏サケに引き続き，秋サケの生物調査とアムール川におけるサケ資源の状況について,現地の情報を収集することであった.また,天然産卵床調査及び天然産卵の観察も計画し,事前に打合せを行っていたが,現地でその困難さが身にしみ，今回は実現できなかった.

表2. 調査参加者*

日本側参加者
大熊一正　　さけ・ます資源管理センター　調査課生物生態研究室主任研究官
鈴木俊哉　　さけ・ます資源管理センター　調査課生物環境研究室主任研究官
由良野圭　　水産庁漁場資源課　国際資源班
三谷本弥一　水産庁漁場資源課　臨時職員　ロシア語通訳

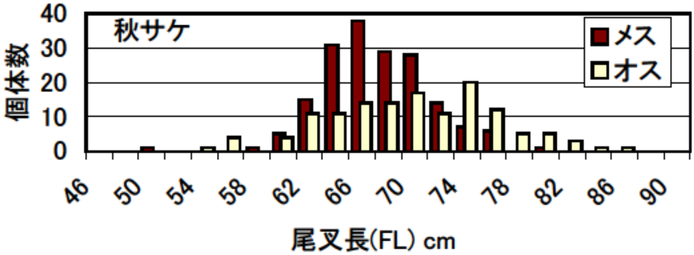
ロシア側参加者
ゾロトキン，セルゲイ・フィョードロビッチ　チンロハバロフスク支所さけ・ます研究室研究員
マルコフツェフ，ビクトル・グレゴリビッチ　チンロセンター国際部長
調査船プロフェッサー・ソルダトフ号乗員
　マトゥシキン，パーベル・ティマヘービッチ　船長
　ガレーロフ，アレグ･ビクトロビッチ　機関長
　ガブリューク，アレクセイ・パーブロビッチ　甲板員
　リュシャック，ビタリー・ビクトロビッチ　甲板員

*: 所属は調査当時

表3. 調査日程

9/04(月)	ダリアビア航空 H8-310便にてハバロフスクへ.
9/05(火)	午前チンロハバロフスク支所訪問．調査計画について打合せ.
9/06(水)	陸路コムソモルスク･ナ･アムーレに移動し，調査船に乗船．中州に停泊.
9/07(木)	下流に向け航行．ソフィエスク到着.
9/08(金)	下流に向け航行．タタールスク湖口到着調．査船搭載のボートで産卵場調査．密漁刺網にかかっていた漁獲物4尾を測定.
9/09(土)	カイマン漁業会社*の漁獲物（秋サケ）60尾の測定を行う．午後再び同社の漁獲物122尾を測定．夜，調査船の調査刺網による秋サケ66尾測定．同地停泊.
9/10(日)	下流に向け航行．トゥィル漁業コルホーズ*のサケ加工場を見学．その後秋サケの魚体測定およびアイソザイム標本の採取（40尾）．アムグン川河岸に接岸，停泊．夜トゥィルコルホーズの漁獲した秋サケ19尾を測定.
9/11(月)	アムグン河口を出発し，トゥィルに戻る．州知事の通知によりこの日全面禁漁となり，調査中止.
9/12(火)	コルホーズの冷凍工場でアイソザイム標本の持帰り方法について検討．調査予定の変更により測定中止.
9/13(水)	冷凍工場で標本を梱包し，水中翼船にてトゥィル出発．コムソモルスク到着後ハバロフスク行き夜行列車に乗車．列車泊.
9/14(木)	早朝ハバロフスク着．ホテルにて調査の総括.
9/15(金)	ダリアビア航空 H8-309便にて新潟着.

*: それぞれチンロから漁獲枠を委託されて調査漁獲を行っている．今回の秋サケ調査は一部を除いてすべてカイマン漁業，トゥィル漁業コルホーズの漁獲物を用いて測定，標本採集を行った.



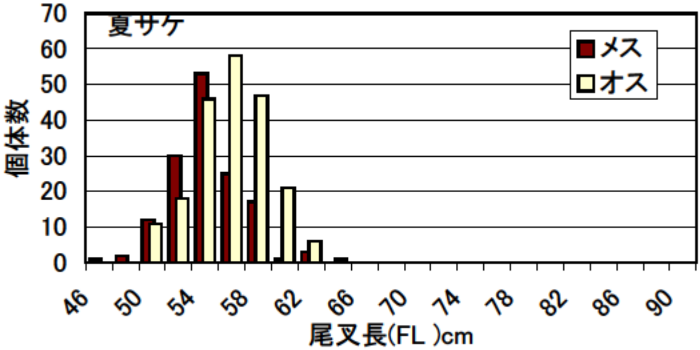


図3　アムール川秋サケ(上段, 2000年9月)と夏サケ(下段, 1999年7月)の体長頻度分布
夏サケのデータは高橋（2000）を改変

調査の旅程はおおむね1999年と同じスタイルで行われ，ハバロフスクから陸路コムソモルスクまで移動し，そこから調査船に乗り込み調査場所であるタタールスク，トゥィルに向かった．全行程を通して,ホテル宿泊は3夜のみで残り8日は，1夜が列車中で残り7夜は調査船での滞在であった（表3）．

調査した秋サケの生物学的特徴　今回の調査では合計306尾の秋サケの測定を行った（写真2）．その平均尾叉長，体重，肥満度ならびに成熟度を表4に示した．オスはメスに比べてやや大型であったが，肥満度は同じであった．生殖腺指数は，メス10.6，オス4.04といずれもまだ生殖腺の発達程度は低かった．図3に尾叉長の頻度分布を示した. メスは平均値の周辺に集中して分布する形となったが, オスは50 cm台から90 cm近くの大型まで, 幅広く分布していた. 比較のために1999年の夏サケのデータも併せて示したが，夏ザケの尾叉長分布とほとんど重ならない分布を示した．また, 測定した合計306尾の性比を場所毎に調べたところ，タタールスクではメス60%，オス40%であったのに対し，測定数は少なかったものの，トゥィルでは逆にオスが62.5%と高かった（表5）．1999年の夏サケ調査でもトゥィルにおけるメスの割合の低さが指摘されており，何らかの人為操作のかかっている可能性が示唆されていたが

表4. アムール川秋サケの尾叉長 (FL), 体重 (BW), 肥満度 (CF) および生殖腺指数 (GSI)

	FL cm	BW kg	CF	GSI %
オス				
平均	69.3	4.54	12.8	4.04
sd	6.16	1.16	1.01	0.74
標本数	133	86	86	86
メス				
平均	66.8	3.91	12.8	10.6
sd	3.87	0.76	0.89	2.44
標本数	173	99	99	99

表5. アムール川秋サケの性比

測定場所	メス(%)	オス (%)	測定数
タタールスク	60.3	39.7	247
トゥィル	37.5	62.5	40
アムグン	47.4	52.6	19
合計	56.5	43.5	306

(Ishida et al. 2001)，本年,トゥィル付近で操業を見た限り，意図的なメスの抜取があったようには思われなかった.

また，測定魚について，生殖腺重量を測定しなかった個体を中心に外見から4つの成熟段階に区別した（表6）. この時期のトゥィル周辺で漁獲される秋サケの成熟段階はまだ A ブナが多く，C ブナはアムグン川で1尾認められただけであった. オスはメスに比べてやや成熟が進んでおり, オスでは A ブナ, B ブナがいずれも41.8%で, ギンケ (S) の割合も16.3%とやや低かったのに対し, メスは A ブナが主体で, 51%を占め, 次いで S と B ブナが同じ割合の24%であった.

測定した306尾のうち，再生を除いた302尾について鱗から年齢を査定したところ雌雄ともほぼ似た組成を示し，いずれも主群は4年魚で次いで5年魚が多かった（表7）. 平均年齢で比較するとオス4.34歳, メス4.47歳であった. 1999年の夏サケの場合には，3年魚と6年魚がほとんど出現せず，4年魚と5年魚のみで構成されていて，さらに4年魚の割合が77%と非常に高いのが特徴的であった (Ishida et al. 2001).

表6. アムール秋サケの成熟段階別比率* (%)

		成熟段階			
	測定数	S	A	B	C
アムール川本流					
オス	98	16.3	41.8	41.8	0
メス	149	24.2	51.0	24.2	0
合計	247	21.1	47.4	31.2	0
アムグン川					
オス	10	0.0	60.0	30.0	10.0
メス	9	33.3	33.3	33.3	0
合計	19	15.8	47.4	31.6	5.3

*: 外見に基づく判定

表7. アムール川産サケの年齢組成 (%)

	秋サケ(2000年9月)			夏サケ(1999年7月)*
年齢	メス	オス	合計	合計
6年魚	3.5	2.3	3.0	0
5年魚	40.4	34.4	37.7	22.7
4年魚	55.6	58.0	56.6	77.0
3年魚	0.6	5.3	2.6	0.3
標本数	171	131	302	291

*: Ishida et al. 2001を改変

表8. アムール川秋サケ4年魚および5年魚の平均尾叉長 (FL) と体重 (BW)

FL (cm)		平均	sd	標本数	BW (kg)		平均	sd	標本数
メス					メス				
	5年魚	66.7	3.94	69		5年魚	3.91	0.87	44
	4年魚	66.7	3.95	94		4年魚	3.93	0.68	51
オス					オス				
	5年魚	71.0	6.67	45		5年魚	4.77	1.24	33
	4年魚	68.4	5.75	76		4年魚	4.41	1.09	44

次に年齢毎に平均体長，体重の比較を試みたが，今回は3年魚，6年魚は尾数が少なかったため,尾数の多かった4年魚と5年魚の比較にとどめた（表8）．これを見ると，オスは年齢が増加すると大型になっていることが明らかであるが，メスについては4年魚と5年魚で体サイズに差が見られなかった．通常サケの場合は高齢ほど体サイズが大きくなる (INPFC 1979など)．もし海洋生活中のある年の成長が悪いかあるには逆によかった場合に，このような現象が認められる可能性もあるが，それでも，オスの場合には5年魚は4年魚より大型で回帰しており，このメスの現象が偶然だったのか，あるいは何らかの理由によるものかよくわからない．2001年にも夏サケの調査を行っているので，これらの結果も併せ，また，鱗相データからも詳細に検討を加える必要があろう．

アムール川の秋サケをめぐるいくつかの情報

調査中に同行のロシア研究者ならびに訪問先で出会った関係者などから聞いた情報について項目別にいくつか記す．

天然産卵の状況　先述したとおり，当初の計画段階では天然産卵床の調査も検討されていたが，現地の状況から，チンロ（TINRO: 太平洋漁業海洋学研究所）ハバロフスク支所の研究者でさえもアムール川河口周辺域（といっても河口から150-200km 離れているが）のどこで実際の産卵が行われているかは把握できていない．しかし，大体の支流にはサケが溯上して産卵しているのは間違いないようで，人里離れた支流の河口に密漁網を仕掛けてあるのに簡単に遭遇するということはそれを裏付けているものと考えられる（写真3A-C, 写真4）．一つの支流で夏サケと秋サケの産卵が行われることもあるが，基本的に夏サケは河川伏流水，秋サケは湧水の浸透する場所で産卵するとのことであった．夏ザケに関してはハバロフスクよりも下流域（主な部分はコムソ

モルスクより下流）で産卵が行われていて，そのうちアムグン川の資源が約60%を占めているものと推定されている．

アムール川サケの資源状況と人工ふ化事業　アムール川のシロザケはかつては5万トン近い漁獲をしていたこともあったが, 現在はかなり危機的な状況にある（図1）．アムール川秋サケの産卵地域毎の量的割合の歴史的変化について表9に示した．1950年代までは全体の40%にあたる部分がウスリー川で再生産されていたが，60年代には10%，1990年頃までにはハバロフスクより上流部全体を合わせても5%となり，さらに2000年はわずか1%と推定され，ほとんど再生産が行われていないことが伺われる．この主な理由は1960年代の中ソ紛争で，当時のソ連が意図的にウスリー川への秋サケの溯上を妨げたためとされている．その後はロシア側は上流部での再生産を図るために漁業の制限などにより，資源保護を行っているようであるが，逆に中国側では90-100隻ほどの小型船が刺網を使って漁獲しているらしく，上流域での再生産は思うように上向きそうにはない．このような状況から必然的に資源はハバロフスクよりも下流域での再生産により支えられることになっている．アムール川には中流域にティプロフスキー，ビジャンスキーの2ふ化場があり，下流域にはアニュイスキー，グルスキー，ウディンスキーの3つのふ化場がある．このうち，ウディンスキーふ化場は支流のアムグン川に位置している．基本的にこれらのふ化場では秋サケの人工孵化を担い，夏サケは天然産卵による再生産のみとなっている．これら5個所のふ化場の最近の秋サケ採卵数は合計1,000万粒程度であるが，その大部分はアニュイスキーとグルスキーふ化場が占めており，中流域の2つのふ化場の採卵数を合わせても全体の10%程度にとどまっている．

表9. アムール川秋サケの分布割合 (%) の変化*1

<table>
<tr><th>分布域</th><th>1950年代まで</th><th>1960年代</th><th>1970-1990年</th><th>2000年*2</th></tr>
<tr><td>アムール川上流域</td><td>1.5</td><td>1</td><td rowspan="3">5</td><td rowspan="3">1</td></tr>
<tr><td>アムール川中流域</td><td>2.5</td><td>4</td></tr>
<tr><td>ウスリー川</td><td>40</td><td>10</td></tr>
<tr><td>クル川</td><td>10</td><td rowspan="2">50</td><td rowspan="7">95</td><td>10</td></tr>
<tr><td>アニュイ川</td><td>15</td><td>15</td></tr>
<tr><td>グル川</td><td>8</td><td>6</td><td>20</td></tr>
<tr><td>小支流域</td><td>5</td><td>4</td><td>10</td></tr>
<tr><td>アムグン川</td><td>12</td><td>20</td><td>35</td></tr>
<tr><td>河口周辺小支流</td><td>6</td><td>5</td><td>9</td></tr>
<tr><td>全体　(%)</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td></tr>
</table>

*1: 「ビキン川水系のエコシステム（ロシア科学アカデミー極東支部編，1997年　ウラジオストック）」より抜粋
*2: S. Zolotukhin 氏による推定

アムール川での河川内サケ漁業　資源状況に応じて，河川での商業漁獲が認められているが，近年はその危機的状況を鑑みて禁漁措置がとられている．しかし，この規制は商業漁業に関してのみで，周辺で生活する少数民族の生存漁業許可枠とチンロの調査許可枠は別に設定されている．2000年の秋サケ漁業に関しては商業漁獲は禁止となったものの, 400トンが生存漁業許可枠として，110トンがチンロ調査許可枠として認められているとのことであった．しかしながら90年代前半にはこれら許可枠の3倍くらいが漁獲されていたとしており，最近では10倍くらいになっているものと推定している．実際，調査船で航行中にも何隻もの網をかけているボートを見かけたが，いずれも非合法な操業だと答えが返ってきた（写真5）．非合法といっても，取り締まることもできないし，地域の生活の一部にすっかり組み込まれてしまっている感すらあるので，これを根絶させる方向で資源管理を行っても失敗しそうなことは容易に想像される．むしろこれらを組み込んだ形の資源保護策をとった方が，住民にも受け入れられ，成功するのではないかと考える．河川漁業は主として小型ボート1隻に1-2人ほどが乗り込み，川を横断するような形で刺網をいれ，流れに任せながら，網がよれないよう操船し，30分から1時間ほどで網揚げを行っている（写真6A, B）．川の流れは時速約4 km なので操業中に2-4 km ほど流されることになる．このあたりの刺網はまだナイロンのモノフィラメントではなく，撚糸が普通であった（さすがに調査船はナイロンのモノフィラメントを使っていたが）．使用している網の長さはだいたい150 m，網丈は6 m ぐらいであった．

チンロは，調査枠を流域のいくつかのコルホーズや民間漁業会社に分けて漁獲させ，資源管理のための生物データを収集しているが，真の目的は漁獲物を売り払って収入を得ることにあるようだ．ことに秋サケは価値が高く，1 kg あたり1ドルほどで取引されているらしい（ちなみにカラフトマスだと60セント程度）．これらの魚は輸出はされず，主に国内消費されている．トゥィル漁業コルホーズではサケを加工し，イクラ製造も行っていたが，今回の調査で同行したカイマン漁業では獲った魚を雌雄別にラウンドで凍結し，チンロの指示で漁獲物を荷揚げするとのことであった（写真7）．

将来の資源管理　今回の調査でロシア研究者もこの川のサケ資源の行く末について深く案じていることがよく理解できた．はじめにも記したように太平洋側日本200海里内の小型さけ･ます流網で漁獲されるサケの多くがアムール川起源ということが明らかになってきており (Okazaki 1986)，この川のサケ資源の増減はロシアだけでなく，日本の漁業者にとっても関心を払わずには

いられない．1960-1970年代は日本による沖取り漁業が資源に影響を及ぼしていたが，近年はロシア国内（河川内）での密漁の与える影響が深刻であるとロシアの研究者も考えている．ただ，前述したとおり，ロシアで，しかもこの流域の人達にとってサケは食糧になるだけでなく，貴重な収入源にもなるため，十分な仕事と収入が確保されない間は非合法とわかっていてもサケ漁業に依存せざるを得ず，住民も罪の意識を感じていなさそうだ．となると，このような状況下でしっかりとした資源管理を行い，サケ資源を回復させるためには，何らかの形でこれらの非合法部分を合法化させ，数字を表に出す努力が必要ではないかと考える．

あるロシア人さけ・ます研究者はトゥィルに超音波式の溯上親魚計測装置の導入を望んでいる．というのは，ここは川幅が下流域で最も狭く（1 km 程度，写真8），漁業を行うコルホーズもあることや，再生産が行われる支流として重要なアムグン川の合流点にも近いため，ここで溯上尾数を計測できればアムール川のサケ回帰親魚量がかなり正確に把握できると考えられるからだ．日本から支払われている協力金の使途について日本側が強制することはできないが，この研究者の思いが通じてここで回帰数が把握できれば，資源回復への足がかりになると思われる．現在の状態がさらに続けばアムール川のサケ資源は回復しがたい状況になるものと憂慮される．ただ，近年ハバロフスク下流の2つのふ化場での秋サケ卵の収容数が増えていることは一筋の光明とも言え，順調にふ化放流が増大すれば，天然再生産とあわせて，資源の回復につながるものと期待したい．

謝　辞

日本側調査団の受入にあたり，チンロセンターのマルコフツェフ国際部長，ベリャエフハバロフスク支所長には調査の円滑な実施のためにご尽力いただいた．さらにマルコフツェフ国際部長とゾロトキン研究員には調査に同行していただき，現場においても数々の調整にお骨折りいただくとともに多くの情報の提供をいただいた．あわせて感謝の意を表する．

また，本調査にあたり，通訳の三谷本弥一氏には出発から帰国までの間四六時中公私にわたり大変お世話になった．ここに記してお礼申し上げる．

最後に私達に本調査の機会を与えていただいた水産庁，ならびにさけ・ます資源管理センターの方々にお礼申し上げる．

文　献

International North Pacific Fisheries Commission (INPFC). 1979. Historical catch statistics for salmon of the North Pacific Ocean. Int. North Pac. Fish. Comm. Bull. 39: 166p.

Ishida, Y., T. Takahashi, T. Tagaki, S. F. Zolotukhin, Yu. S. Rosly, and V. G. Markovtsev. 2001. Biological Characteristics of summer chum in the Amur River. Bull. Hokkaido Natl. Fish. Res. Inst., (65): 1-7.

Okazaki, T. 1986. Distribution, migration and possible origins of genetically different populations of chum salmon *Oncorhynchus keta* along the eastern coasts of Japan. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 52: 983-994.

Salo, E.O. 1991. Life history of chum salmon (*Oncorhynchus keta*). *In* Pacific Salmon Life History (edited by C. Groot and L. Margolis). University of British Columbia Press, Vancouver, BC. pp.231-309.

高橋敏正　2000. アムール川の夏サケ調査紀行. さけ・ます資源管理センター技術情報 (167): 1-7.

写真1. はるか遠くの主流の周りを取り囲んで多くの細流が網の目のように流れているアムール川（ハバロフスク近郊，1996年8月撮影）.

写真2. トゥィル漁業コルホーズの加工場での秋サケ調査風景（撮影：三谷本弥一氏）.

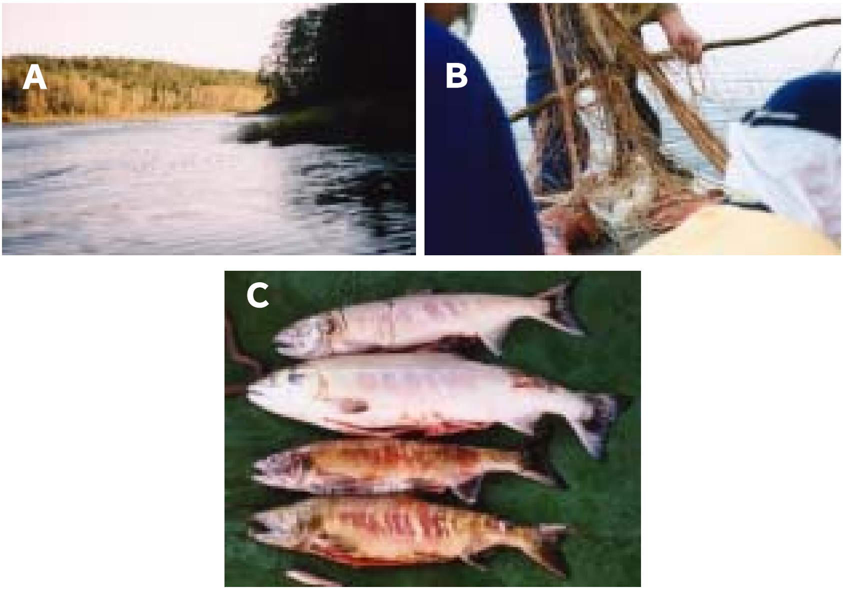


写真3. タタールスク湖口の密漁刺し網 (A, B) と網にかかっていたサケ (C). 刺網は2種の目合の網を併せたものであった.

写真4. 産卵後死亡したと見られる夏ザケ(タタールカ川にて).

写真5. 堂々と行われている「非合法」な秋サケ漁業.

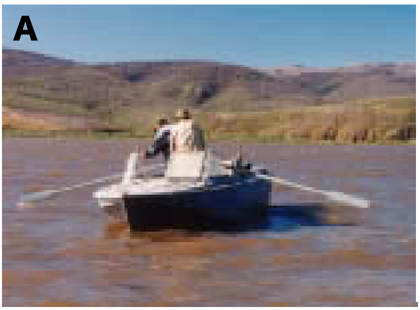


写真6. タタールスクでのカイマン漁業による操業 (A) と水揚げ (B). 日なたで網はずしが行われ, 雌雄別にラウンドで冷凍保存される.

写真7. カイマン漁業の『コンビナート』. 移動用の船と，車搭載可能な作業場兼用のはしけ，冷凍コンテナ，住居棟，発電機，燃料タンク，水タンクを載せたはしけ，操業用ボート数隻からなっていて，許可された区域へ移動して漁獲を行う.

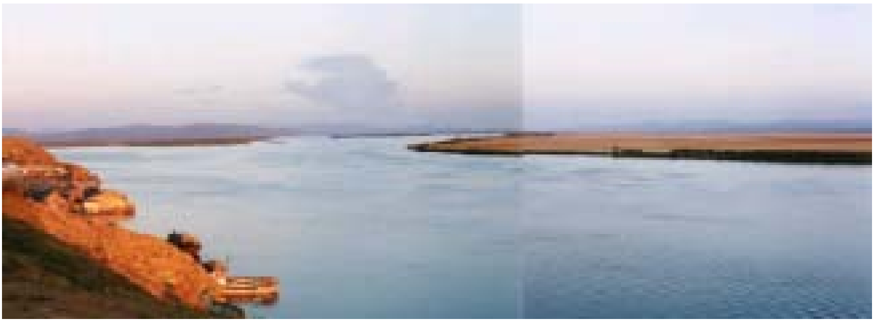
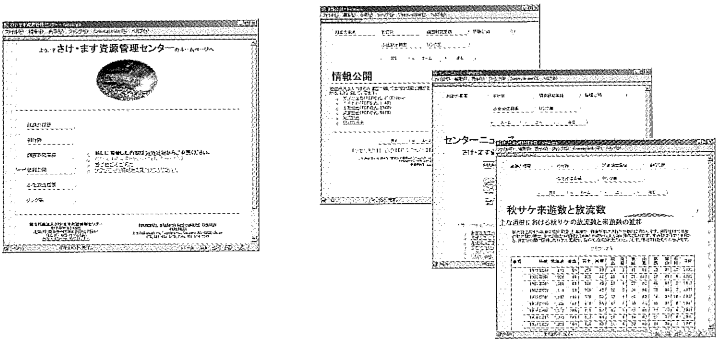


写真8. トゥィル付近のアムール川（合成写真）. 下流域で最も川幅が狭いとされている. 水深は逆に最も深く，50 m に達する. 手前が下流方向.

ホームページ開設のお知らせ

さけ・ます資源管理センターの独立行政法人化に伴い，2001年4月2日からホームページを開設しました．当センターの概要紹介，刊行物と調査研究業績の公開，人工ふ化放流事業の紹介のほか，中期目標，中期計画などについての情報公開も行っています．ぜひ一度，ご覧下さい．

さけ・ます資源管理センターホームページ
http://www.salmon.affrc.go.jp/



さけ・ます資源管理センター技術情報（愛称　魚と卵）第168号
2002年（平成14年）3月発行

編集　さけ・ます資源管理センター技術情報編集委員会
大熊一正，奥川元一，佐藤恵久雄，伴真俊，藤瀬雅秀，
宮野與志郎

発行　独立行政法人さけ・ます資源管理センター
〒062-0922　北海道札幌市豊平区中の島2-2
Tel (011) 822-2131（代表）
Fax (011) 823-8979
URL, http://www.salmon.affrc.go.jp/