

サケ（シロザケ） 日本系

(Chum Salmon *Oncorhynchus keta*)



管理・関係機関

北太平洋湖河性魚類委員会（NPAFC）、日口漁業合同委員会

最近の動き

2020年漁期（8月～翌年2月末）の沿岸におけるサケ漁獲数は1,705万尾、河川捕獲数は313万尾であり、両者を合わせた来遊数は2019年漁期の102%となる2,018万尾（速報値）であった。2020年漁期の来遊数は、1989年（平成元年）以降では2番目に低い水準となった。2020年漁期の来遊数を地域別にみると、北海道では前年比104%、本州太平洋では前年比70%、本州日本海では前年比140%となった。

2021年漁期（10月31日現在）については、全国の来遊数は1,798万尾（対前年同期比103%）となった。このような状況下での種卵確保措置として、北海道の各地で定置網の操業開始時期の延期等の自主漁獲規制が実施され、本州太平洋では定置網で獲れた親魚から採卵を行っている。

利用・用途

サケは生鮮・冷凍食材として利用されるほか、毎年、決まった季節に沿岸や川で大量に獲れるため、昔から燻製、塩蔵、乾物、缶詰、練製品等、様々な加工・保存方法が発達してきた。塩蔵品としては、山漬け、新巻、定塩フィレ等があり、魚卵はすじこやいくら、腎臓はめふん（塩辛）として加工される。乾物にはトバ等がある。その他の加工品として、お茶漬けの具材として使われるサケフレーク、魚肉を米や麹で漬け込んだ飯寿司、塩蔵した魚介類を長期間熟成させた魚醤油等がある。サケの皮は、かつて北方先住民族であるアイヌが衣装や靴として加工していたが、現在ではコラーゲン抽出の原材料として注目されている。また精巣（白子）は、食材として消費されるだけでなく、核酸や塩基性タンパク質（ヒストンやプロタミン）を取り出して健康補助食品や機能性素材として利用される。

漁業の概要

サケ漁業の歴史は古く、縄文時代の遺跡からはエリと呼ばれ

る川を遮ってサケを獲る漁労施設の痕跡が、東日本各地の貝塚からはサケの骨が見つかっている（Ishida et al. 2009）。江戸時代中期（1800年頃）までのサケ漁業は、もっぱら河川内（河口周辺）で行われ、漁具としてヤナ、ウライ、鉤、ヤス、四つ手網、ひき網等が使われた。江戸末期になるとひき網のほかに建網も使われるようになり、サケ漁業は河川から沿岸へと発展していった（秋庭 1988、小林 2009）。1868年に始まった北洋さけ・ます漁業については、「59. サケ・マス類の漁業と資源調査（総説）」を参照されたい。

江戸時代から現在にかけて、日本沿岸及び河川（ただし、1952年以降河川漁獲禁止）において秋から冬に行われるサケ漁業は、産卵のため母川を目指して回帰した日本系サケを対象としている。沿岸のサケは定置網や固定式刺網等で、河川のサケはウライ、捕魚車、ひき網等で漁獲される。明治初期からの漁獲データが残る北海道についてみると、1870年から1893年頃までは漁獲数が1,000万尾を超える年がある等、年500万～700万尾ほどの漁獲があったが、それ以降1970年頃までの80年間あたりは年300万尾程度の漁獲水準が続いた（小林 2009）。日本で初めて人工ふ化放流が行われたのは1876年の茨城県那珂川であり、翌年には北海道でもサケの人工ふ化放流試験が実施された。その後、北海道では1888年に官営の千歳中央ふ化場が建設されると、民間のサケふ化場が次々と建設され、サケの資源維持は河川内サケ漁業を規制する産卵保護から人工ふ化放流へと転換していった。しかし、当時の民間ふ化場は経営が非常に厳しく、捕獲したサケ親魚の売却金が唯一の収入源であった（秋庭 1988）。そのため、河川遡上量の減少がふ化場の経営悪化につながり、さらに捕獲親魚の売却で種卵（放流種苗）の確保が困難になるという悪循環が生じ、サケ資源は長期間低迷した。民間ふ化場の経営の行き詰まりから、1934年に北海道のほとんど全ての民間ふ化場は官営となり、北海道のサケ人工ふ化放流は官営事業として実施されることになった。しかし、当時のふ化放流技術は未熟だったこともあり、その後も資源は回復しなかった。第二次世界大戦後、1952年に水産資源保護法が施行されると、河川でのサケ採捕は人工ふ化放流のための親魚捕獲を除き原則禁止となり、北海道のふ

化場は国立ふ化場が主体となり、また本州の民間ふ化場にも補助金が支出される等、国の積極的な支援の下、ふ化放流事業が実施される体制となった。その後、試験研究に基づいたふ化放流手法の実践及び 1976/1977 年のレジームシフト以降に海洋環境が好転したこともあり、1970 年代半ば以降、日本系サケ資源は飛躍的に増加し、1996 年には史上最高となる 26.6 万トンの漁獲量を記録した。2020 年の日本沿岸での漁獲量（春から夏季の日本 200 海里水域における流し網等の漁獲量を含む）は 5.5 万トンであり（Miyauchi and Saito 2021）、最近 10 年間（2011～2020 年）の漁獲量 5.5 万～15.6 万トンの中では最低値となった（図 1）（NPAFC Catch Statistics ウェブページ）。

生物学的特性

日本系サケは秋から冬にかけて河川を遡上し、河川の湧水域等の通水性の良い河床の砂礫を掘って産卵する。受精卵の発生速度は水温によって異なり、水温 8°C では約 60 日でふ化する。ふ化した仔魚は、日光の遮断された砂礫中にとどまり、卵黄嚢を吸収しながら安静を保つ成長する。卵黄嚢は水温 8°C では約 60 日で吸収され、卵黄嚢の吸収がほぼ終わった個体は砂礫中から浮上して河川内で摂餌を開始する。摂餌を始めた稚魚は、河川を流下する水生昆虫や陸生昆虫を無選択に摂餌しつつ、多くの個体は活発な降海行動を示す（帰山 1986）。

一方、ふ化場で人工受精された受精卵は、第一卵割が始まる頃から発眼期まで、振動等の衝撃に極めて弱いため、安静を保つ管理される。発眼期を迎えて、比較的衝撃に強い時期になると（水温 8°C で受精後 40～45 日）、健全な受精卵と死卵を区別する検卵作業が行われる。近年、サケの標識方法として、耳石にバーコード状の輪紋を施す耳石温度標識（図 2）が、NPAFC 科学調査統計委員会における標識パターンの調整の下、北太平洋の沿岸各国で行われている（NPAFC ウェブページ）。この標識は、検卵後の発眼期からふ化までの間に、卵の飼育水温を人為的に制御することで作り出される。検卵や標識作業の終わった発眼卵は、小石や人工基質を敷き詰めた養魚池または浮上槽と呼ばれる孵化器に収容され、ふ化から仔魚期を過ごす。ふ化した仔魚は日光を嫌うため、卵黄嚢を吸収し終わって浮上するまで、遮光した環境で管理される。浮上したサケ稚魚は、人工配合飼料で尾叉長 50 mm 前後まで飼育されたのち、主に 3～5 月にかけて河川へ放流される。

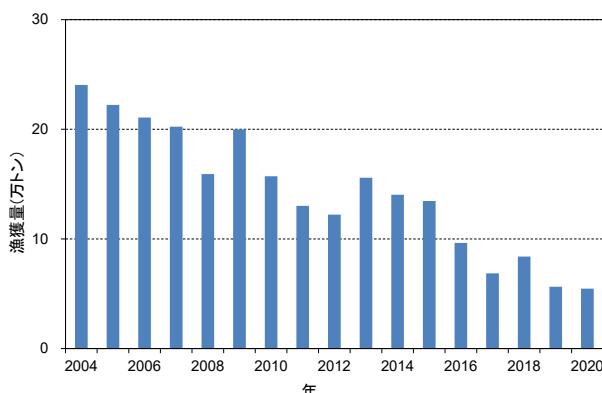


図 1. サケの漁獲量（NPAFC Catch Statistics ウェブページ、Miyauchi and Saito 2021）

河川に放流されたサケ稚魚の大部分は、数日から 10 日前後で速やかに降海する（眞山ほか 1983）。降海したサケ稚魚は、塩分が低く波浪の影響を受けにくい河口域や沿岸域に群泳し、橈脚類、カニ類幼生、陸生昆虫等を摂餌しながら成長する（入江 1990）。尾叉長が 70～80 mm ほどに成長すると遊泳能力が向上し、端脚類等のより大型の動物プランクトンや仔稚魚を摂餌できるようになる（帰山 1986）。この頃になると広域探索型の摂餌方法をとるようになり（帰山 1986）、主に距岸 20～30 km 以内の沿岸域を北上移動し、7 月末頃までに日本沿岸域を離岸する（入江 1990）（図 3）。

日本沿岸域を離岸したサケ幼魚は、夏から秋にかけてオホツク海に分布し（浦和 2000、Mayama and Ishida 2003）（図 4）、端脚類、橈脚類やオキアミ類を主体とした動物プランクトンを摂餌しながら（関 未発表データ）、短期間で尾叉長 200～280 mm に成長する。オホツク海におけるサケ幼魚は、8 月には海水表面水温 (SST) が 10°C を超える海域にも分布するが、9 月以降になると SST が 5～10°C の海域に分布が集中する

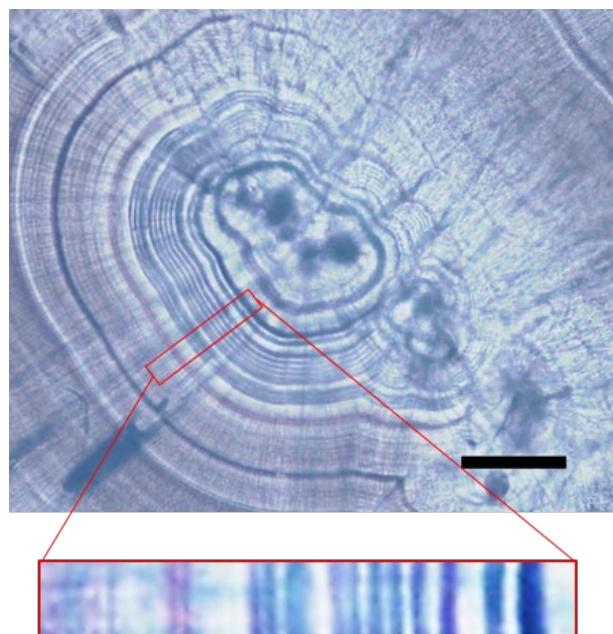


図 2. サケの耳石温度標識

受精卵の発眼期からふ化までの期間に飼育水温を人為的に制御してバーコード状の輪紋を施標する。水温を下（上）げれば暗い（明るい）リングが形成される。写真右下のバーは 50 μm を示す。

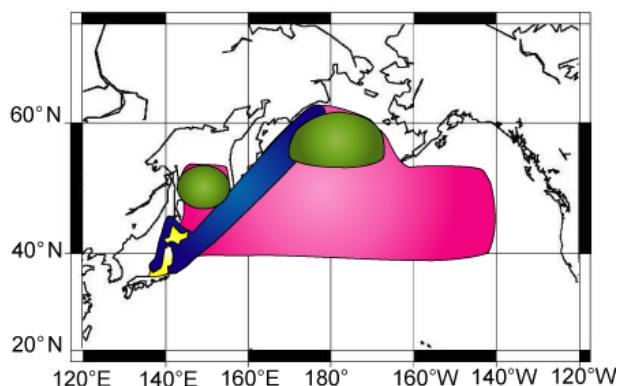
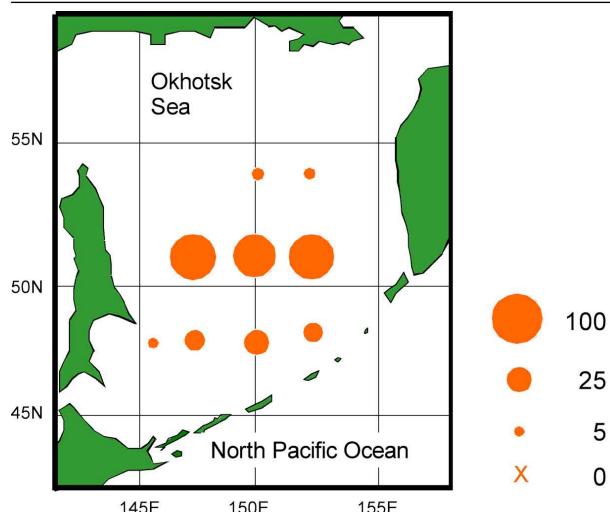


図 3. 日本系サケの分布（黄色：産卵地域、青色：漁場海域、赤色：分布海域、緑色：索餌（夏季）海域）



ようになり、オホーツク海の SST が 5°C 以下に低下する 11 月にはオホーツク海から西部北太平洋へと南下する (Mayama and Ishida 2003)。その後、日本系サケは西部北太平洋の SST が 4~8°C の海域で最初の越冬を行う (Nagasaki 2000、浦和 2000)。

6 月になると、西部北太平洋で越冬した日本系サケ若齢魚（海洋年齢 1 年魚）は北上し、アリューシャン列島から中部ベーリング海の海盆付近にかけて広く分布するようになる（図 5）。なお、海洋年齢とは、海洋生活期において越冬した回数のことを意味する。そして、クラゲ類、翼足類、オキアミ類、端脚類等を摂餌し (Davis *et al.* 2000)、初秋（9 月）頃には尾叉長 360~390 mm 程度に成長する。7 月における未成熟魚の年齢別平均尾叉長を図 6 に示す (Ishida *et al.* 1998)。水温が低下する 11 月頃までに、日本系サケ若齢魚はベーリング海を離脱し、アラスカ湾の水温が 4~7°C の海域で 2 度目の越冬を行う。その後、日本系サケ未成魚は索餌海域（ベーリング海）と越冬海域（アラスカ湾）の間を季節的に移動し、成熟したサケ成魚は主にベーリング海を経由して産卵のため母川へ回帰する (浦和 2000)。過去の最大体長の個体は、尾叉長 108 cm、体重 11.5 kg を記録している。

日本系サケの成熟年齢は 2~8 年と幅があるが、通常 4 年魚（海洋年齢 3 年）の回帰が最も多い。2012 年には北海道のオホーツク沿岸で 9 年魚のサケが漁獲されたとの報告がなされた (宮腰 2014)。成熟年齢や成熟サイズには日本海や本州の河川群では 2~3 年魚といった若齢の成魚が比較的の出現しやすい等、地域個体群ごと、河川群ごとに変異が存在する (斎藤ほか 2015)。成熟年齢及び成熟サイズの決定には、河川群ごとの遺伝的差異のほかに、沖合海域での成長が影響している (Morita *et al.* 2005)。さらに、成魚の河川遡上時期や繁殖形質（孕卵数や卵径）にも、地域個体群及び河川群による地理的傾斜及びこの傾斜の時間的な変化が認められる (斎藤ほか 2015、Hasegawa *et al.* 2021a)。このように様々な形質に地域あるいは河川ごとの差異が存在するのは、サケが母川回帰性を有するために、各々の地域個体群あるいは河川群がそれぞれの

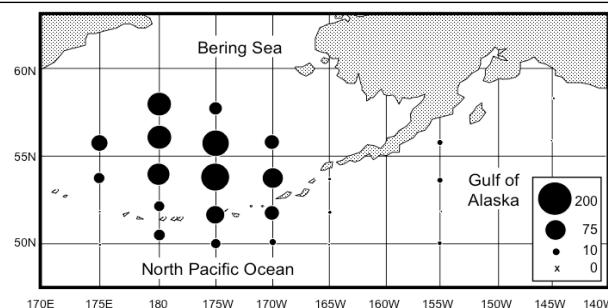


図 5. 8~9 月における日本系サケ未成魚の海洋分布
遺伝的系群識別により推定された日本系サケの CPUE (トロール網 1 時間曳きあたりの採集個体数) を示した。日本系サケは大部分がベーリング海に分布する。 (Urawa *et al.* 2009)

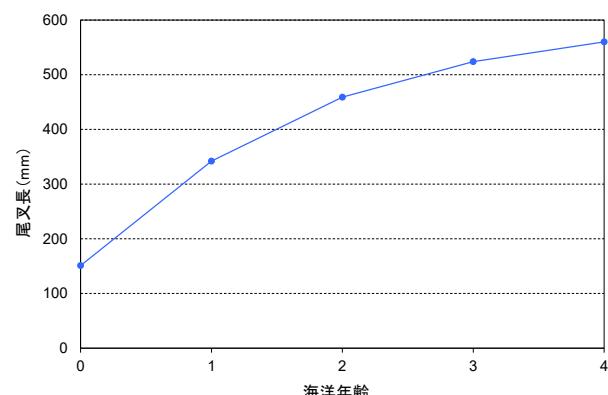


図 6. 北太平洋におけるサケ未成魚の 7 月における平均尾叉長 (Ishida *et al.* 1998)

河川や沿岸環境及び人為プロセスに適応したためと考えられる。サケは一生に 1 度だけ産卵する 1 回繁殖の繁殖様式をとり、雌親魚は卵をいくつかの産卵床にわけて産卵し、雄は雌をめぐって雄間に攻撃行動をとる (Salo 1991)。繁殖活動を終えたサケは雌雄ともに全て死する。

サケは、河川から海洋におよぶ全生活史にわたり、様々な動物に捕食される。産卵のため河川に遡上したサケ成魚は、ヒグマ等の陸上大型哺乳類に捕食される (Gende and Quinn 2004)。また、河川での卵・仔稚魚期には魚類（カジカ類、アメマスやサクラマス等のサケ科魚類、ウグイ等）、降海後の幼稚魚期には海鳥（ウツウ、ウミネコ等）や魚類（ウグイ、マルタ、アメマス、ヒラメ、ソウハチ、スズキ、クロソイ、アブラツノザメ、ホッケ、コマイ、カラフトマス、サクラマス等）、未成魚・成魚期には大型魚類（ネズミザメ、ミズウオダマシ等）や海産哺乳類（ゼニガタアザラシ、オットセイ類、カマイルカ等）に捕食される (久保 1946、Fiscus 1980、河村 1980、Nagasaki 1998a、1998b、Nagasaki *et al.* 2002、宮腰ほか 2013、Okado *et al.* 2020)。また、体長が比較的小さい稚魚が河川や湾内でサケ科魚類に捕食される傾向がある (Hasegawa *et al.* 2021b)。しかし、これら被食による日本系サケの死亡率に関する知見は極めて少ない。

資源状態

1976/1977 年のレジームシフト以降、北太平洋のサケ・マス類の漁獲量は増加し、1990 年代に入ても比較的安定した高

水準が続いている。2009年には史上最高の114万トンの漁獲量を記録したほか、2011年にも2007年及び2009年に続いて100万トンを超える漁獲量が記録される等、北太平洋のサケ・マス類は高い資源水準にある(Irvine *et al.* 2012, NPAFC 2020)。日本及びロシアのいくつかの地域では、放流手法の改善や海洋環境の好転により、ふ化場産サケの生残率が向上しており、そのことが近年のアジア側における高い資源水準と関連していると考えられる(Irvine *et al.* 2012)。北太平洋に分布するサケ・マス類の分布・資源量をモニタリングするため、1952年から流し網を用いた米国等との国際共同調査が行われてきた。1990年代以降、NPAFC加盟国による海洋でのサケ・マス類の資源量調査では、表層トロール網が標準的な採集漁具として用いられるようになり、我が国でも2007年以降(2007~2009年及び2011~2020年)、夏季ベーリング海において表層トロール網によるサケ・マス類の分布・資源量モニタリングを実施している(Honda *et al.* 2021a)。表層トロール網では、海洋年齢1歳の未成魚(尾叉長400mm未満)が多数採集されており、年齢別CPUE(5ノット1時間曳網あたりの漁獲尾数)が推定されている(図7)。2014~2015年の調査では、海洋年齢1歳の未成魚のCPUEが過去の調査の値に比べて約半分に減少した。しかし、2016年から2020年では2018年を除き平年並みまたは平年以上の値で推移した。今後、モニタリングデータの蓄積が進み、漁獲物について遺伝的手法等による系群組成の推定が実施されることで、日本系サケの資源評価の精度向上、他国起源のサケ・マス類との種間関係及び生息状況の評価が進展するものと期待される。

我が国におけるサケの放流数は、1960年代から1970年代にかけて増加し、1980年代から2010年代までは18億~20億尾に維持されている(図8)。第二次世界大戦後に再開された北洋さけ・ます漁業は、1960年頃になると操業条件の厳しさが増し、国内の資源増大を図る機運が高まったこと、さらに1962年から始まったサケの給餌飼育放流が放流後のサケの生残率を向上させ、回帰資源量が増加したこと等の理由から、放流数の増大が可能となった(小林 2009)。しかし、1970年代

の半ば頃から、増加の一途をたどる日本のサケ放流数に対して国外から他国のサケ・マス類の成長や生き残りに影響を及ぼすのではないかといった懸念が示され、1980年以降、放流数は一定に維持されるようになった(小林 2009)。2012年の春に放流された2011年級群から2014年級群でも、東日本大震災の被災地域のふ化場が復興途上であり、放流目標数も減らしたことから(小川・清水 2012)、最近の全国の放流数は近年の平均的な水準である18億尾を下回る15億尾程度である。一方、サケの来遊数(沿岸漁獲数と河川捕獲数の合計)は、1960年代後半の約500万尾から1990年には6,000万尾を超えて10倍以上に增加了(図8)。このように来遊数が飛躍的に增加了のは、給餌・適期放流(給餌して大型に育てたサケ稚魚を、沿岸域の水温が上昇して餌生物の生産が高くなった時期に放流すること)の実践(Sakuramoto and Yamada 1980、関2013)や、1976/1977年のレジームシフトに伴う海洋環境の好転が影響したと言われているが(たとえば Mayama 1985、Kaeriyama 1998)、北洋さけ・ます漁業の終焉や河川環境(産卵環境)の改善による効果も指摘されている(Morita *et al.* 2006)。1990年代以降の来遊数は1,973万~8,880万尾と年変動が大きく、2004年から来遊数は漸減傾向が認められる。近年の研究では、1980年以降の北海道の来遊数変動を引き起す回帰率変動は、放流サイズ、稚魚期・幼魚期の海洋環境と成長の影響を受けていると言われている(Saito *et al.* 2011、Honda *et al.* 2021b)。2019年には来遊数が1,973万尾となり、1989年以降では最低値を記録した。2016年以降の来遊数は放流数がほぼ一定になった1980年代半ばにおける来遊数を下回る。2020年の来遊数は、1970年以降の来遊状況からみた場合、1970年の最低値585万尾と1996年の最高値8,880万尾の範囲における下位3分の1をやや下回る。そのため、現在の資源水準は低位に位置すると判断した。これらのことから近年5か年の資源動向は、減少傾向と判断した。2021年10月末時点の全国の来遊数は前年同期の103%となっており、前年とほぼ同水準の来遊数で推移している。2021年には、来遊数の低迷による種卵確保の問題から、北海道各地で定置網の操業開始時期の延期等の自主漁獲規制が実施され、本州太平洋では定置網で獲れた親魚から採卵を行っている。

1989年級群(1989年に回帰した親魚に由来し、翌1990年春に放流された年級群)以降の日本各地の回帰率を図9に示

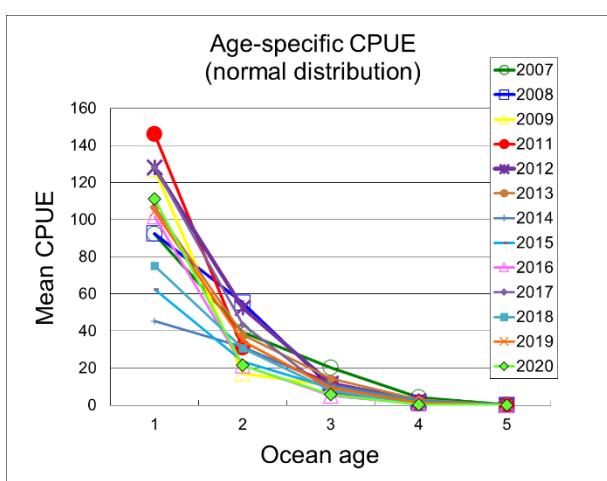


図7. 夏季ベーリング海におけるサケの年齢別CPUE(トロール網1時間曳きあたりの採集個体数)(Honda *et al.* 2021a)

年齢は海洋年齢1~5歳(1+~5+)で示してあり、回帰時の年齢では2~6年魚に相当する。

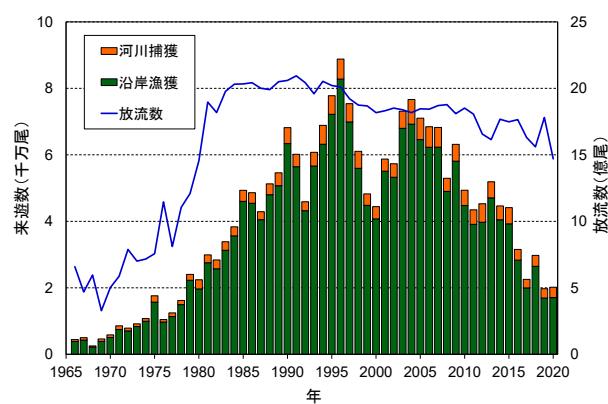


図8. サケの来遊数(沿岸漁獲数と河川捕獲数の合計)と放流数(1966~2020年)

す。北海道では、1995年級群の回帰率が2%台まで大きく落ち込んだものの、1997年級群までは概ね4%ほどを維持していた。しかし1998年級群以降、回帰率は約3~7%と大きな隔年変動を示しながら低下し、2004年級以降、2~4%と低い水準となっている。2011年級では3.5%に増加したが、2013年級群では1.1%と1989年以降最低を記録した。2014年級群では2.3%となった。本州太平洋では、1994年級群まで平均2.5%程だった回帰率が、1995年級群で約1%まで大きく落ち込み、それ以降2%前後の回帰率が続いている。2006~2014年級群では約1%と低い水準となり、震災年に放流された2010年級群では0.7%と1989年以降最低を記録した。一方、本州日本海では、1999年級群まで平均0.3%だった回帰率は、2000~2005年級群まで平均0.7%に向上していた。しかし、2006年級群以降では再び0.3~0.4%台に低下し、2008~2011年級群ではやや回復傾向が認められたが、2012~2014年級群では約0.5%に低下した。

サケ成魚の沿岸での平均目回り（漁獲尾数とその重量から求めた1尾当たりの平均体重）は、北海道、本州太平洋及び本州日本海の3地域で増減傾向が類似する（図10）。2012年は全国で3.06kgとなり、1989年以降で最も目回りが小さかった1994年に近い水準まで低下した。その後、2013~2017年には、約3.0kg以上となった。しかし、2018年は全国的に減少した。2020年には、北海道では3.15kg、本州日本海では3.17kgと3.0kg以上となった。一方、本州太平洋では2.90kgと比較的小さかった。

北太平洋のサケ・マス類資源は依然として歴史的な高水準にあるが、日本系サケは低位の資源水準である。1998年級群以降、多獲地域である北海道のサケを中心に回帰率が大きく変動しながら低下している。2020年漁期の来遊数は1989年以降では最も低かった2019年とほぼ同水準となり、1980年の来遊数と同水準にまで減少した。

管理方策

日本系サケは北太平洋を広く回遊する溯河性魚類であり、国際資源管理の対象魚種となっている。溯河性魚類は公海上での商業漁獲が禁止されており、その系群が発生する母川が存在する国はその系群を利用する第一義的利益と責任を負うことと

されている。

日本系サケの放流数は1980年代初めからほぼ一定に維持されてきたため、放流数と来遊数の間には密度依存的な関係が観察されず、最大持続生産量とそれに必要な最適放流数は算出されていない。現在の日本系サケの来遊数は変動しながら漸減しており、2020年では2,018万尾（速報値）となり、1989年以降最低になった2019年の来遊数と同水準となり、過去2番目に低い値となった（図8）。2020年の来遊数と過去10年の平均来遊数（3,532万尾）との比は0.57であり、2020年現在の来遊数は過去10年平均値よりも少なく、現在の資源水準は低位に相当する。以上のことから判断して、現在の資源水準を過去10年の平均来遊数程度に回復するための管理方策を講じることが望ましい。そのためには、ふ化場の施設数・規模の制約を考慮しつつ、産卵親魚量一定方策により管理し、近年の放流数である約18億尾を維持する必要がある。北海道では、種卵確保のため、連合海区漁業調整委員会が策定する「秋さけの親魚確保及び適正利用を図るための実施方針」に基づき、定置漁業の操業開始時期の延期といった自主規制が行われている（北海道ウェブページ）。海産卵による種卵確保も対応策の一つとして実施されている。種卵が十分に確保できない場合には、沿岸漁業の漁獲率をわずかに削減することで目標とする親魚を確保できるという漁獲管理の有効性がシミュレーションにより示されている（Watanabe *et al.* 2015）。

その一方で、近年回帰率が低下傾向であるため、放流数を一定にするのみでは資源水準の回復は期待できない。最近のフィールド調査により、サケの人工ふ化放流事業が盛んな北海道においても、自然再生産するサケがまだ数多くの河川に残っていることが明らかにされた（Miyakoshi *et al.* 2012）。また、サケの人工ふ化放流事業の盛んな河川でもサケの自然再生産は行われており（Iida *et al.* 2018）、河川捕獲数に占める自然再生産由来のサケの割合が約30%に及ぶとの推定もある（森田ほか 2013）。これらの現状を受け、これまでの人工ふ化放流事業による資源管理に加えて、野生サケの自然再生産を考慮した資源管理も必要であると指摘されている（Miyakoshi *et al.* 2013、Kitada 2014、Morita 2014、森田 2020）。

2021年度漁期の来遊数を過去5年（2016~2020年）の平均来遊数の2,445万尾と仮定すると、採卵に必要な河川捕獲数（親魚数）は471万尾と見積ることができるので、持続漁獲数は両者の差である2,004万尾となる。これに過去5年の全国

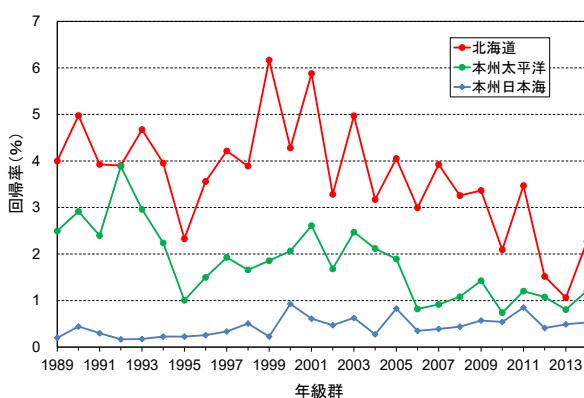


図9. 日本各地におけるサケの回帰率の推移（1989~2014年級群）

回帰率とは、各年級群の2~6年魚の来遊数合計値をその年級群の放流数で除した割合（%）とする。

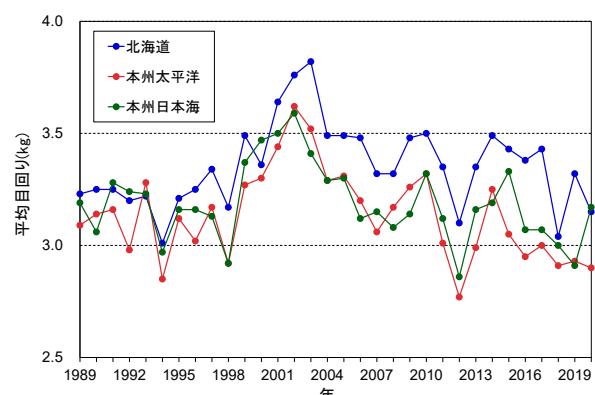


図10. 沿岸で漁獲されたサケの平均目回り（平均体重）の推移（1989~2020年）

平均目回りである3.26 kg をかけると、漁獲量6.4万トンと計算される。

現在、我が国のサケの増殖計画策定や主要漁業である定置網の漁獲管理等の資源管理措置は、道県あるいはその中の地域単位で実施されている。この資源管理の基礎となる地域単位ごとの来遊数は、沿岸漁獲魚の起源が当該地域の河川であるという前提で計算されている。しかし、これまでの親魚標識放流や沿岸漁獲魚における耳石温度標識の確認から、沿岸漁獲魚には当該地域以外から放流された魚も含まれることが知られている（高橋 2009、Saito *et al.* 2020）。今後、地域単位の来遊数をより正しく評価するためには、漁獲された魚の起源推定が必要であり、その推定に必要な生物学的知見を蓄積していくことが重要である。また、母川国である我が国は適正な資源管理を実施することが肝要である。近年、北太平洋におけるサケ・マス類の資源量は歴史的にも高水準であり、増大したアジア系サケ・カラフトマス資源が北米系サケ・マス類の成長や生き残りに影響しているとの指摘が存在することから（例えば、Holt *et al.* 2008、Agler *et al.* 2013、Frost *et al.* 2020）、他国起源のサケ・マス類が混生する索餌域における沖合調査を今後も継続する必要がある。

執筆者

北西太平洋ユニット

さけ・ますサブユニット

水産資源研究所 さけます部門 資源生態部

渡邊 久爾・水本 寛基・本多 健太郎・佐藤 俊平

参考文献

- Agler, B.A., Ruggerone, G.T., Wilson, L.I., and Mueter, F.J. 2013. Historical growth of Bristol Bay and Yukon River, Alaska chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in relation to climate and inter- and intraspecific competition. Deep-Sea Res. II, 94: 165-177.
- 秋庭鉄之. 1988. 鮭の文化誌. 北海道新聞社, 札幌. 209 pp.
- Davis, N.D., Aydin, K.Y., and Ishida, Y. 2000. Diel catches and food habits of sockeye, pink, and chum salmon in the Central Bering Sea in summer. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull., 2: 99-109.
- Fiscus, C.H. 1980. Marine mammal-salmonid interactions: A review. In McNeil, W.J. and Himsworth, D.C. (eds.), Salmonid ecosystems of the North Pacific. Oregon State University Press, Corvallis, OR, USA. 121-132 pp.
- Frost, T.J., Yasumiishi, E.M., Agler, B.A., Adkison, M.D., and McPhee, M.V. 2020. Density-dependent effects of eastern Kamchatka pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) and Japanese chum salmon (*O. keta*) on age-specific growth of western Alaska chum salmon. Fish. Oceanogr., 30: 99-109. Doi: 10.1111/fog.12505
- Gende, S.M., and Quinn, T.P. 2004. The relative importance of prey density and social dominance in determining energy intake by bears feeding on Pacific salmon. Can. J. Zool., 82: 75-85.
- Hasegawa, K., Okamoto, Y., and Morita, K. 2021a. Temporal trends in geographic clines of chum salmon reproductive traits associated with global warming and hatchery programmes. Ecol. Solut. Evid., 2: 1-12.
- Hasegawa, K., Honda, K., Yoshiyama, T., Suzuki, K., and Fukui, S. 2021b. Small biased body size of salmon fry preyed upon by piscivorous fish in riverine and marine habitats. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 78: 631-638.
- Holt, C.A., Rutherford, M.B., and Peterman, R.M. 2008. International cooperation among nation-states of the North Pacific Ocean on the problem of competition among salmon for a common pool of prey resources. Marine Policy, 32: 607-617.
- 北海道 https://www.pref.hokkaido.lg.jp/fs/2/3/8/6/1/9/7/_shigenkanrisis.pdf (2021年11月20日)
- Honda, K., Sato, T., Sugawara, F., Hamasaki, K., Suzuki, K., and Sato, S. 2021a. The summer 2020 Japanese salmon research cruise of the R/V Hokko maru. NPAFC Doc. 1965. 15 pp.
- Honda, K., Sato, T., Kuroda, H., and Saito, T. 2021b. Initial growth characteristics of poor-return stocks of chum salmon *Oncorhynchus keta* originating from the Okhotsk and Nemuro regions in Hokkaido on the basis of scale analysis. Fish. Sci., 87:653-663
- Iida, M., Yoshino, K., and Katayama, S. 2018. Current status of natural spawning of chum salmon *Oncorhynchus keta* in rivers with or without hatchery stocking on the Japan Sea side of northern Honshu, Japan. Fish. Sci., 84: 453-459.
- 入江隆彦. 1990. 海洋生活初期のサケ稚魚の回遊に関する生態学的調査. 西海区水産研究所研究報告, 68: 1-142.
- Irvine, J.R., Tompkins, A., Saito, T., Seong, K.B., Kim, J.K., Klovach, N., Bartlett, H., and Volk, E. 2012. Pacific Salmon Status and Abundance Trends - 2012 Update. NPAFC Doc. 1422. 89 pp.
- Ishida, Y., Ito, S., Ueno, Y., and Sakai, J. 1998. Seasonal growth patterns of Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.) in offshore waters of the North Pacific Ocean. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull., 1: 66-80.
- Ishida, Y., Yamada, A., Adachi, H., Yagisawa, I., Tadokoro, K., and Geiger, H.J. 2009. Salmon distribution in northern Japan during the Jomon Period, 2,000-8,000 years ago, and its implications for future global warming. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull., 5: 287-292.
- 帰山雅秀. 1986. サケ *Oncorhynchus keta* (Walbaum) の初期生活に関する生態学的研究. 水産庁さけ・ますふ化場研究報告, 40: 31-92.
- Kaeriyama, M. 1998. Dynamics of a chum salmon, *Oncorhynchus keta*, population released from Hokkaido in Japan. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull., 1: 90-102.
- 河村 博. 1980. サケ・マス生産河川におけるハナカジカによるサケ稚魚の捕食減耗について. 北海道立水産孵化場研究報告, 35: 53-62.
- Kitada, S. 2014. Japanese chum salmon stock enhancement: current perspective and future challenges. Fish. Sci., 80: 237-249.

- 小林哲夫. 2009. 日本サケ・マス増殖史. 北海道大学出版会, 札幌. 310 pp.
- 久保達郎. 1946. 各種河川魚の鮭鱒稚魚食害に就て. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 1: 51-55.
- Mayama, H. 1985. Technical innovations in chum salmon enhancement with special reference to fry condition and timing of release. In Sindermann, C.J. (ed.), Proceedings of the eleventh U.S.-Japan meeting on aquaculture, salmon enhancement, Tokyo, Japan, October 19-20, 1982. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 27. 83-86 pp.
- Mayama, H., and Ishida, Y. 2003. Japanese studies on the early ocean life of juvenile salmon. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull., 3: 41-67.
- 眞山紘・関二郎・清水幾太郎. 1983. 石狩川産サケの生態調査-II, 1980年及び1981年春放流稚魚の降海移動と沿岸帯での分布回遊. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 37: 1-22.
- 宮腰靖之. 2014. 北海道東部沿岸で漁獲された9歳魚のサケ(短報). 北海道水産試験場研究報告, 85: 33-35.
- 宮腰靖之・永田光博・安藤大成・藤原真・青山智哉. 2013. 北海道東部網走沿岸におけるサケおよびカラフトマス幼稚魚の魚類捕食者(短報). 北海道水産試験場研究報告, 83: 41-44.
- Miyakoshi, Y., Nagata, M., Kitada, S., and Kaeriyama, M. 2013. Historical and current hatchery programs and management of chum salmon in Hokkaido, northern Japan. Rev. Fish. Sci., 21: 469-479.
- Miyakoshi, Y., Urabe, H., Saneyoshi, H., Aoyama, T., Sakamoto, H., Ando, D., Kasugai, K., Mishima, Y., Takada, M., and Nagata, M. 2012. The occurrence and run timing of naturally spawning chum salmon in northern Japan. Environ. Biol. Fish., 94: 197-206.
- Miyauchi, Y., and Saito, T. 2021. Preliminary Statistics for 2020 Commercial Salmon Catches in Japan. NPAFC Doc. 1961. 2 pp.
<https://npafc.org/wp-content/uploads/Public-Documents/2021/1961Japan.pdf> (2021年12月2日)
- Morita, K. 2014. Japanese wild salmon research: toward a reconciliation between hatchery and wild salmon management. NPAFC Newsletter, No. 35: 4-14.
- 森田健太郎. 2020. サケを食べながら守り続けるために. 日本水産学会誌, 86: 180-183.
- Morita, K., Morita, S.H., Fukuwaka, M., and Matsuda, H. 2005. Rule of age and size at maturity of chum salmon (*Oncorhynchus keta*): implications of recent trends among *Oncorhynchus* spp. Can J. Fish. Aquat. Sci., 62: 2752-2759.
- Morita, K., Saito, T., Miyakoshi, Y., Fukuwaka, M., Nagasawa, T., and Kaeriyama, M. 2006. A review of Pacific salmon hatchery programmes on Hokkaido Island, Japan. ICES J. Mar. Sci., 63: 1353-1363.
- 森田健太郎・高橋悟・大熊一正・永沢亨. 2013. 人工ふ化放流河川におけるサケ野生魚の割合推定. 日本水産学会誌, 79: 206-213.
- Nagasawa, K. 1998a. Predation by salmon shark (*Lamna dirtopis*) on Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.) in the North Pacific Ocean. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull., 1: 419-433.
- Nagasawa, K. 1998b. Fish and seabird predation on juvenile chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in Japanese coastal waters, and an evaluation of the impact. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull., 1: 480-495.
- Nagasawa, K. 2000. Winter zooplankton biomass in the subarctic North Pacific, with a discussion on the overwintering survival strategy of Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.). N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull., 2: 21-32.
- Nagasawa, K., Azumaya, T., and Ishida, Y. 2002. Impact of predation by salmon sharks (*Lamna dirtopis*) and duggerooth (*Anopteropterus nikparini*) on Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.) stocks in the North Pacific Ocean. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 4: 51-52.
- NPAFC. 2020. Records of the 28th Annual Meeting May 19-June 11, 2020. 184 pp.
- NPAFC Catch Statistics. <https://npafc.org/statistics> (2021年12月2日)
- NPAFC Working Group on Salmon Marking.
https://npafc.org/working-groups/#wg_salmon_marking (2021年12月2日)
- 小川元・清水勇一. 2012. 東日本大震災からの岩手県さけ増殖事業の復興と資源回復の課題. 日本水産学会誌, 78: 1040-1043.
- Okado, J., Koshino, Y., Kudo, H., and Watanuki, Y. 2020. Consumption of juvenile chum salmon by a seabird species during early sea life. Fish. Res., 222: 1-7. Doi: 10.1016/j.fishres.2019.105415
- 斎藤寿彦・岡本康孝・佐々木系. 2015. 日本系サケの生物学的特性. 水産総合研究センター研究報告, 39: 85-120.
- Saito, T., Kaga, T., Hasegawa, E., and Nagasawa, K. 2011. Effects of juvenile size at release and early marine growth on adult return rates for Hokkaido chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in relation to sea surface temperature. Fish. Oceanogr., 20: 278-293.
- Saito, T., Honda, K., Sasaki, K., Watanabe, K., Suzuki, K., Hirabayashi, Y., Kogarumai, S., Sato, T., Takahashi, F., and Sato, S. 2020. Stock composition of adult chum salmon *Oncorhynchus keta* caught in a setnet fishery estimated using genetic identification, scale patterns, and otolith thermal marking. Fish. Sci., 86: 271-286.
- Sakuramoto, K., and Yamada, S. 1980. A study on the planting effect of salmon-II On the effect of planting and feeding. Bull. Jpn. Soci. Sci. Fish., 46: 663-669.
- Salo, E.O. 1991. Life history of chum salmon (*Oncorhynchus keta*). In Groot, C. and Margolis, L. (eds.), Pacific Salmon Life Histories. UBC Press, Vancouver. 231-309 pp.
- 関二郎. 2013. さけます類の人工孵化放流に関する技術小史(放流編). 水産技術, 6: 69-82.
- 高橋史久. 2009. これまでの耳石温度標識魚から得られた知見.

- SALMON 情報, 3: 6-7.
- 浦和茂彦. 2000. 日本系サケの回遊経路と今後の研究課題. さけ・ます資源管理センターニュース, 5: 3-9.
- Urawa, S., Sato, S., Crane, P.A., Agler, B., Josephson, R., and Azumaya, T. 2009. Stock-specific ocean distribution and migration of chum salmon in the Bering Sea and North Pacific Ocean. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull., 5:131-146.
- Urawa, S., Seki, J., Kawana, M., Saito, T., Crane, P.A., Seeb, L., Gorbatenko, K., and Fukuwaka, M. 2004. Juvenile chum salmon in the Okhotsk Sea: their origins estimated by genetic and otolith marks. NPAFC Tech. Rep., 5: 87-88.
- Watanabe, K., Sasaki, K., Saito, T., and Ogawa, G. 2015. Scenario analysis of the effects of the Great East Japan Earthquake on the chum salmon population-enhancement system. Fish. Sci., 81: 803-814.

サケ（シロザケ）（日本系）の資源の現況（要約表）

資源水準	低位
資源動向	減少
世界の漁獲量 (最近5年間)	17万～29万トン 最近(2020)年：17万トン 平均：25万トン(2016～2020年)
我が国の漁獲量 (最近5年間)	5.5万～9.6万トン 最近(2020)年：5.5万トン 平均：7.2万トン(2016～2020年)
管理目標	資源水準の回復 目標値：過去10年の平均来遊数3,532万尾
資源評価の方法	来遊数(沿岸漁獲数及び河川捕獲数の合計)により水準と動向を評価
資源の状態	2020年の来遊数／目標値：0.57 (目標値：過去10年の平均来遊数3,532万尾)
管理措置	・持続的漁獲量：2,004万尾(6.4万トン) ・稚魚放流数：18億尾 ・幼魚・未成魚・成魚期排他的経済水域(EEZ)外、成魚期河川内禁漁(成魚期日本EEZ内のみ漁獲可能)
管理機関・関係機関	NPAFC、日口漁業合同委員会
最近の資源評価年	2021年
次回の資源評価年	2022年