サケ（シロザケ）　日本系

（Chum Salmon, *Oncorhynchus keta*）

最近の動き

2017 年漁期（8 月～翌年 2 月）の沿岸におけるサケ漁獲数は 1,996 万尾、河川捕獲数は 258 万尾であり、両者を合わせた来遊数は 2016 年漁期の 71%となる 2,254 万尾（速報値）であった。2017 年漁期の来遊数は、1989 年（平成元年）以降では最も低い水準となった。2017 年漁期の来遊数を地域別にみると、北海道では前年比 67%、本州太平洋では前年比 88%、本州日本海では前年比 105%となった。

2018 年漁期については、2018 年 10 月末までの全国の来遊数は 2,270 万尾（対前年同期比 129%）と 1989 年以降最低となった 2017 年を上回る水準で推移している。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網揚げを行うなどの自主漁獲規制が実施された。

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、昔から薫製、塩蔵、乾物、缶詰、練製品など、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、定塩フィレなどがあり、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。乾物にはサケトバ、サケ節がある。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などがある。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、ひき網などが使われた。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、「58. さけ・ます類の漁業と資源調査（総説）」を参照されたい。

日本沿岸および河川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などで、河川のサケはウライ、捕魚車、ひき網などで漁獲される。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など、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 年間あまりは年 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が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、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など、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および 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。2017 年の日本沿岸での漁獲量（春から夏季の日

Copyright (C) 2019　水産庁　水産研究・教育機構　All Rights Reserved

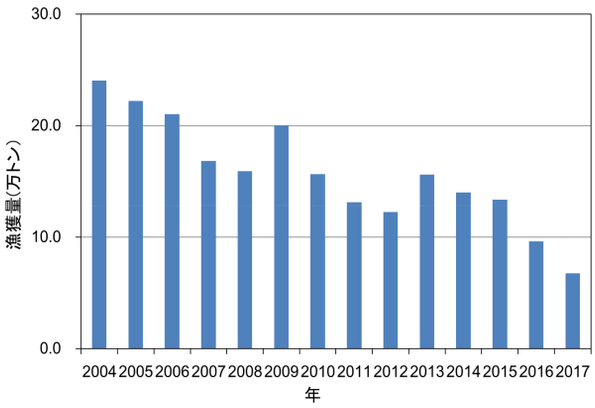

図 1. サケの漁獲量

本 200 海里水域における流し網などの漁獲量を含む）は 6.8 万トンであり（Hirabayashi and Saito 2018）、最近 10 年間（2008 ～ 2017 年）の漁獲量 6.8 万～ 20.0 万トンの中では最も少なかった（図 1）。

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、河川の湧水域など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℃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って成長する。卵黄嚢は水温 8℃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、振動などの衝撃に極めて弱いため、安静を保って管理される。発眼期を迎えて、比較的衝撃に強い時期になると（水温 8℃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 Working Group on Salmon Marking；http://npafc.taglab.org/default.asp）。この標識の施標は、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。

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、かに類幼生、陸生昆虫などを摂餌しながら成

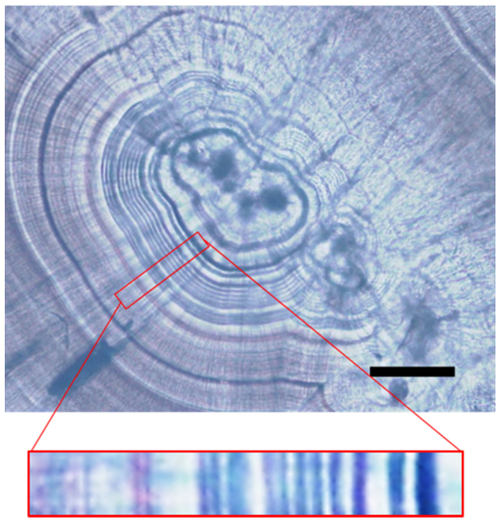

図 2. サケの耳石温度標識
受精卵の発眼期からふ化までの期間に飼育水温を人為的に制御してバーコード状の輪紋を施標する。水温を下（上）げれば暗い（明るい）リングが形成される。写真右下のバーは 50 µm を示す。

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、端脚類など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）。

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ーツク海に分布し（浦和 2000、Mayama and Ishida 2003、図 3：Urawa *et al*. 2004）、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。オホー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℃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℃の海域に分布が集中するようになり、オホーツク海の水温（SST）が 5℃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

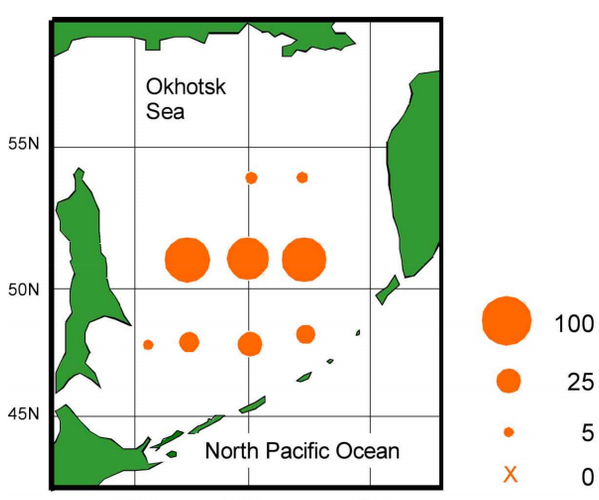

図 3. 日本系サケ幼魚のオホーツク海における分布
遺伝的系群識別により推定された CPUE（トロール網 1 時間曳きあたりの採集個体数）を示した。（Urawa *et al*. 2004）

Copyright (C) 2019　水産庁　水産研究・教育機構　All Rights Reserved

2003）。その後、日本系サケは西部北太平洋の SST が 4 ～ 8℃の海域で最初の越冬を行う（Nagasawa 2000、浦和 2000）。

6 月になると、西部北太平洋で越冬してい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 4：Urawa *et al*. 2009）。そして、くらげ類、翼足類、オキアミ類、端脚類などを摂餌し（Davis *et al*. 2000）、初秋（9 月）頃には尾叉長 360 ～ 390 mm 程度に成長する。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℃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）。7 月における未成熟魚の年齢別平均尾叉長を図 5 に示す（Ishida *et al*. 1998）。

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出現しやすいなど、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）。成熟年齢およ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、地域個体群および河川群による違いが認められる（斎藤ほか 2015）。このように様々な形質に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、各々の河川群がそれぞれの河川や沿岸環境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で攻撃行動をとる（Salo 1991）。繁殖活動を終えたサケは雌雄ともに全て死亡する。

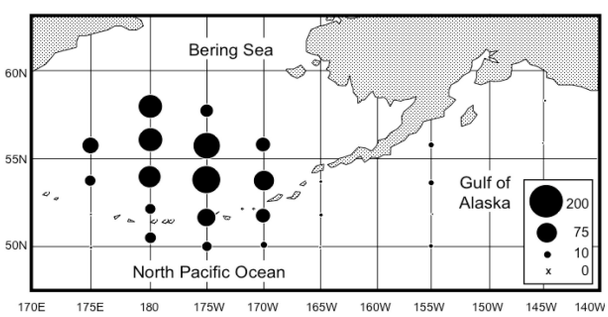

図 4. 8 ～ 9 月における日本系サケ未成魚の海洋分布
遺伝的系群識別により推定された CPUE（トロール網 1 時間曳きあたりの採集個体数）を示した。日本系サケは大部分がベーリング海に分布する。（Urawa *et al*. 2009）

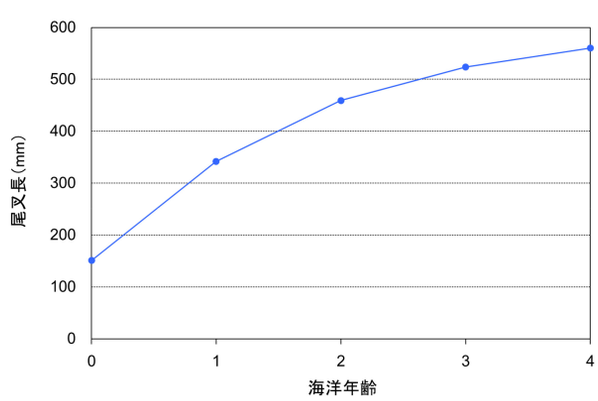

図 5. 北太平洋におけるサケ未成魚の 7 月における平均尾叉長
（Ishida *et al*. 1998）

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、ヒグマなど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（かじか類、アメマスやサクラマスなどのサケ科魚類、ウグイなど）、降海後の幼稚魚期には海鳥（ウトウ、ウミネコなど）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、サクラマスなど）、未成魚・成魚期には大型魚類（ネズミザメ、ミズウオダマシなど）や海産哺乳類（ゼニガタアザラシ、おっとせい、カマイルカなど）に捕食される（久保 1946、Fiscus 1980、河村 1980、Nagasawa 1998a、1998b、Nagasawa *et al*. 2002、宮腰ほか 2013）。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、北太平洋のさけ・ます類の漁獲量は増加し、1990 年代に入っ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 年および 2009 年に続いて 100 万トンを越える漁獲量が記録されるなど、北太平洋のさけ・ます類は高い資源水準にある（Irvine *et al*. 2012、NPAFC 2016）。日本およ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さけ・ます類の分布・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など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さけ・ます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 年および 2011 ～ 2017 年）、夏季ベーリング海において表層トロール網によるさけ・ます類の分布・資源量モニタリングを実施している（Honda *et al*. 2018）。表層トロール網では、海洋年齢 1 歳の未成魚（尾叉長 400 mm 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 6：Honda *et al*. 2018）。2014 ～ 2015 年の調査では、海洋年齢 1 歳の未成魚の CPUE が過去の調査に比べて約半分に減少したが、2016 年以降には平年並みまたは平年以上に増加した。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など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、他国起源のさけ・ます類との種間関係および生息状況の評価

Copyright (C) 2019　水産庁　水産研究・教育機構　All Rights Reserved

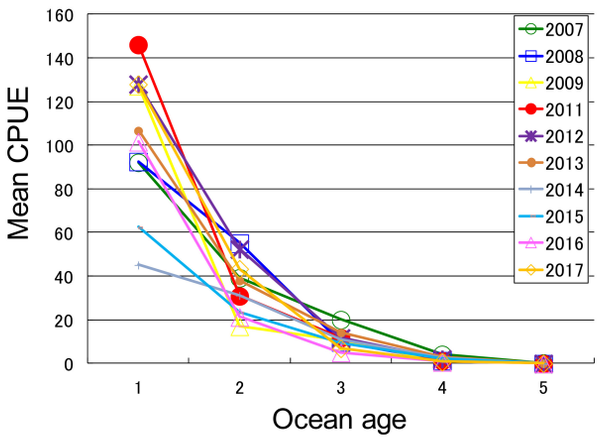

図 6. 夏季ベーリング海におけるサケの年齢別 CPUE（トロール網 1 時間曳きあたりの採集個体数）（Honda *et al*. 2018）
年齢は海洋年齢 1 ～ 5 歳（1+ ～ 5+）で示してあり、回帰時の年齢では 2 ～ 6 年魚に相当する。

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 年代以降は 18 億～ 20 億尾に維持されている（図 7）。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などの理由から、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さけ・ます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 億尾を下回っている。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 倍以上に増加した（図 7）。このように来遊資源が飛躍的に増加したのは、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（関 2013）や、

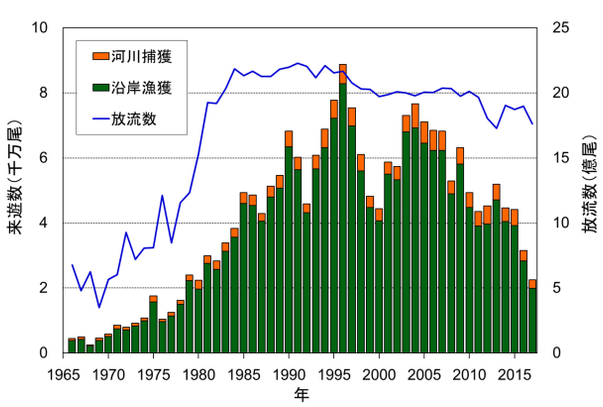

図 7. サケの来遊数（沿岸漁獲数と河川捕獲数の合計値）と放流数

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（Mayama 1985、Kaeriyama 1998 ほか）、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 2,254 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が、減少が顕著になってきたのは 2008 年以降である。2017 年には来遊数が 2,254 万尾となり、1989 年以降では最低値を記録し、前年比 71%の来遊数となった。2017 年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。さらに、1970 年以降の来遊状況からみた場合、2017 年の来遊数は、1970 年の最低値 585 万尾と 1996 年の最高値 8,880 万尾の範囲にける下位 3 分の 1 を下回る。そのため、現在の資源水準は下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。2018 年 10 月末時点の全国の来遊数は前年同期の 129%あまりとなっており、前年を上回る来遊数で推移している。2018 年に、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網揚げを行うなどの自主漁獲規制が実施された。

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 8 に示す。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 4.5%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。2010 年級群では 1989 年以降最低を記録した。2011 年級では 3.5%に増加した。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た。2010 年級群の回帰率は、過去最低となり 1%を下回ったが、2011 年級では 1%をやや上回った。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%に向上していたが、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る。

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、本州太平洋およ

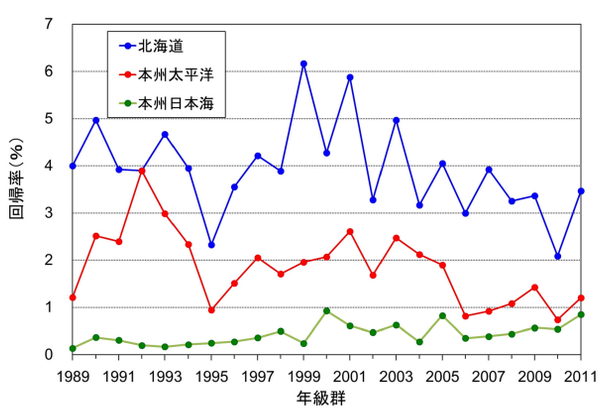

図 8. 日本各地におけるサケの回帰率の推移
回帰率とは、各年級群の 2 ～ 6 年魚の来遊数合計値をその年級群の放流数で除した割合（%）とする。

Copyright (C) 2019　水産庁　水産研究・教育機構　All Rights Reserved

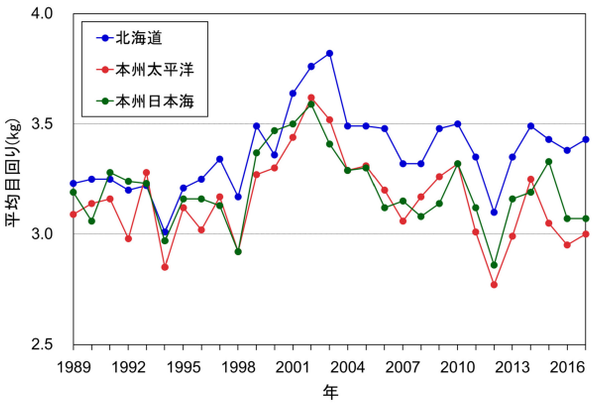

図 9. 沿岸で漁獲されたサケの平均目回り（平均体重）の推移

び本州日本海の 3 地域で増減傾向が類似する（図 9）。2012 年は全国で 3.06 kg 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 3.0 kg 以上となった。

北太平洋のさけ・ます類資源が依然として歴史的な高水準にあるが、日本系サケは下位の資源水準を維持するものと考えられる。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。2017 年漁期の来遊数は 1989 年以降では最も低い水準となり、1979 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に、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資源は変動しながら漸減しており、2017 年に 1989 年以降最低水準になった。このため、資源水準は下位に相当すると判断した。以上のことから判断して、現在の資源水準（過去 10 年の平均来遊数 4,490 万尾）を維持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、日本系サケ資源は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。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、渡邉 2016）。その一方で、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、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、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の必要性が指摘されている（Miyakoshi *et al*. 2013、森田ほか 2013、Kitada 2014、Morita 2014）。

2018 年度漁期の来遊数を過去 5 年（2013 ～ 2017 年）の平均来遊数の 3,895 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、持続漁獲量は両者の差である 3,424 万尾となる。これに過去 5 年の全国平均目回りである 3.35 kg をかけると、漁獲重量は 11.5 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などの資源管理措置は、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（例えば、高橋 2009）。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、北太平洋におけるさけ・ます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さけ・ます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）、他国起源のさけ・ます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
北海道区水産研究所 さけます資源研究部
資源評価グループ
渡邉　久爾・本多　健太郎・斎藤　寿彦

参考文献

Agler, B.A., Ruggerone, G.T., Wilson, L.I., and Mueter, F.J.

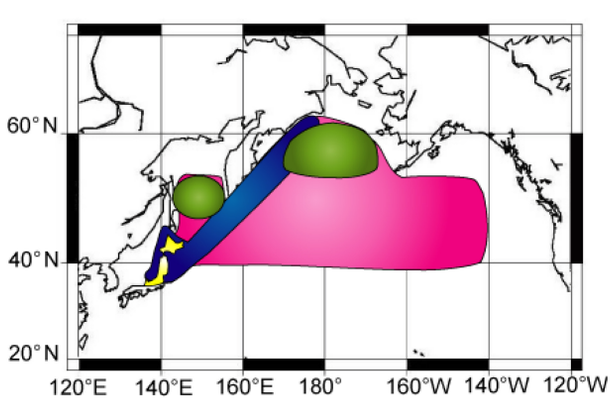

図 10. 日本系サケの分布（黄色：産卵地域、青色：漁場海域、赤色：分布海域、緑色：索餌（夏季）海域）

Copyright (C) 2019　水産庁　水産研究・教育機構　All Rights Reserved

2013. Historical growth of Bristol Bay and Yukon River, Alaska chum samon (*Oncorhynchus keta*) in relation to climate and inter- and intraspecific competition. Deep-Sea Res. II, 94: 165-177.

秋庭鉄之 . 1988. 鮭の文化史 . 北海道新聞社 , 札幌 .

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.

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.

Hirabayashi, Y., and Saito, T. 2018. Preliminary Statistics for 2017 Commercial Salmon Catches in Japan. NPAFC Doc. 1761. 2 pp. (Available at http://www.npafc.org).

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.

Honda, K., Sato, S., Sato, T., Yoshida, A., Yamanaka, T., and Suzuki, K. 2018. The summer 2017 Japanese salmon research cruise of the R/V *Hokko maru*. NPAFC Doc. 1765. 16 pp.

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 .

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.

Morita, K. 2014. Japanese wild salmon research: toward a reconciliation between hatchery and wild salmon management. NPAFC Newsletter, No. 35: 4-14.

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.

Copyright (C) 2019　水産庁　水産研究・教育機構　All Rights Reserved

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 duggertooth (*Anotopterus nikparini*) on Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.) stocks in the North Pacific Ocean. N. Pac. Anadr. Fish Comm. Tech. Rep., 4: 51-52.

NPAFC. 2016. Records of the 24rd Annual Meeting May 16-20, 2016. 187 pp.

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.

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.

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 , No. 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.

渡邉久爾 . 2016. 東日本大震災がサケ資源に及ぼす影響評価シミュレーション . SALMON 情報 , No. 10: 3-6.

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	下位
資源動向	減少
世界の漁獲量（最近5年間）	—
我が国の漁獲量（最近5年間）	6万～16万トン 最近（2017）年：6.8万トン 平均：11.9万トン （2013～2017年）
管理目標	現在の資源水準の維持
資源評価の方法	漁獲尾数
資源の状態	2017年の回帰数 / 目標値：0.50 （目標値：漁期年漁獲数；最近10年平均4,490万尾）
管理措置	持続的漁獲量：3,424万尾（11.5万トン） 稚魚放流数：18億尾 幼魚・未成魚・成魚期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・日ロ漁業合同委員会
最新の資源評価年	2018年
次回の資源評価年	2019年

Copyright (C) 2019　水産庁　水産研究・教育機構　All Rights Reserved