

第 11 回 サケ学研究会 講演要旨集
Abstracts for the Eleventh Conference of
Salmon Science Society (3S)



日時：2017年7月8日（土）

場所：北海道大学国際連携機構大講義室 111 号室

Date: Saturday, 8th July 2017

Venue: Lecture Room 111, Institute for International Collaboration
Hokkaido University

第11回サケ学研究会プログラム

The Eleventh Conference of Salmon Science Society (3S)

日時：2017年7月8日（土） 9:00～18:00予定

場所：北海道大学国際連携機構 1階大講義室（部屋番号111）
札幌市北区北15条西8丁目（TEL: 011-706-8042）

9:00 開会挨拶 会長 浦和茂彦
事務連絡

9:05-14:20 特集「サケの資源変動要因を探る」

9:05-9:10 趣旨説明

コンビナー：浦和茂彦（水産機構北水研）

座長：宮下和士（北大フィールド科セ）

9:10-9:30 北海道におけるサケの資源動態

宮腰靖之（道さけます内水試）

9:30-9:50 河川環境変動がサケの再生産に及ぼす影響

卜部浩一（道さけます内水試）

9:50-10:10 沿岸環境がサケ幼稚魚の移動と生残に及ぼす影響

春日井 潔（道さけます内水試）

10:10-10:30 サケ幼稚魚の成長特性からみた生残条件

°本多健太郎・斎藤寿彦（水産機構北水研）

10:30-10:40 *Coffee Break*

座長：永田光博（道栽培公社）

10:40-11:00 三陸のサケ研究 ー大槌における取り組みー

青山 潤（東大大海研）

11:00-11:20 三陸沿岸におけるサケ幼稚魚の分布、生息環境と親魚回帰

°川島拓也・清水勇一・太田克彦（岩手水技セ）・
山根広大（岩手県庁）

11:20-11:40 東北太平洋岸に回帰するサケ親魚の遊泳行動および代謝特性

北川貴士（東大大海研）

11:40-12:00 流体モデルによるサケの回遊シミュレーション

°東屋知範・黒田寛・高橋大介・鵜沼辰哉・
横田高士・浦和茂彦（水産機構北水研）

12:00-12:20 沖合における日本系サケの資源動向と生息環境

°鈴木健吾・佐藤俊平（水産機構北水研）

12:20-13:20 *Lunch Time*

13:20-14:20 総合討論「サケの資源変動要因と今後の研究課題」

コーディネイター：浦和茂彦（水産機構北水研）

14:20-14:30 *Coffee Break*

14:30-17:20 一般講演 [*サケ科学奨励賞対象講演、講演時間 20 分（発表 15 分、質疑 5 分）]

座長：荒木仁志（北大院農）

14:30-14:50 *標津川におけるサケの時空間的な遡上パターンと環境要因との関係

白川北斗（北大フィールド科セ）

14:50-15:10 *遡上環境の異なる本州サケ集団間でみられた適水温の違い

°阿部貴晃・北川貴士（東大大海研）・牧口祐也（日大生物資源）・
佐藤克文（東大大海研）

15:10-15:30 *環境 DNA を用いた自然河川におけるイトウの生物量推定への試み

水本寛基（北大院農）

15:30-15:50 *外来カワマスと在来アメマスの種間交雑：繁殖成功度に与えるオスの二次性徴
の影響

°福井 翔（北大院環境）・小泉逸郎（北大院地環研）

15:50-16:10 *電子プローブマイクロアナライザーによるサケ河川放流魚と海中飼育放流魚
の判別

°越野陽介・宮本真人・眞野修一・春日井 潔・宮腰靖之
（道さけます内水試）・工藤秀明（北大院水）

16:10-16:20 *Coffee Break*

座長：佐々木義隆（道さけます内水試）

16:20-16:40 ミトコンドリア DNA から推定した日本系カラフトマス集団の遺伝的変異性

°佐藤俊平・浦和茂彦（水産機構北水研）

- 16:40-17:00 冬季アラスカ湾のシロザケ間脳内における遺伝子発現の網羅的解析
°浦野明央 (北大)・北橋隆史・安東宏徳 (新潟大佐渡臨海)・
小沼 健 (阪大院理)・福若雅章・伴 真俊 (水産機構北水研)
・兵藤 晋 (東大大海研)
- 17:00-17:20 千歳川水系ママチ川のブラウントラウト 3. 生殖年周期
河村 博 (道総研フェロー)
- 17:20-17:30 サケ科学奨励賞授与式
- 17:30-17:50 総会
- 17:50-18:00 閉会挨拶 サケ学研究会 会長 浦和茂彦
写真撮影
- 18:00 閉会
- 18:30-20:30 交流会
「イタリアンバルパステル 札幌北十八条店」
(札幌市北区北 18 条西 4 丁目 1-14 18HT ビル 1 階 TEL: 011-700-5002)
<http://tabelog.com/hokkaido/A0101/A010201/1008814/>

注：7月9日（日）9:00-12:00 に予定していた 2018 年水産学会シンポジウム「環境変動下におけるサケの持続可能な資源管理」に関するワークショップは中止します。

特集「サケの資源変動要因を探る」

コンビナー：浦和茂彦（水産機構北水研）

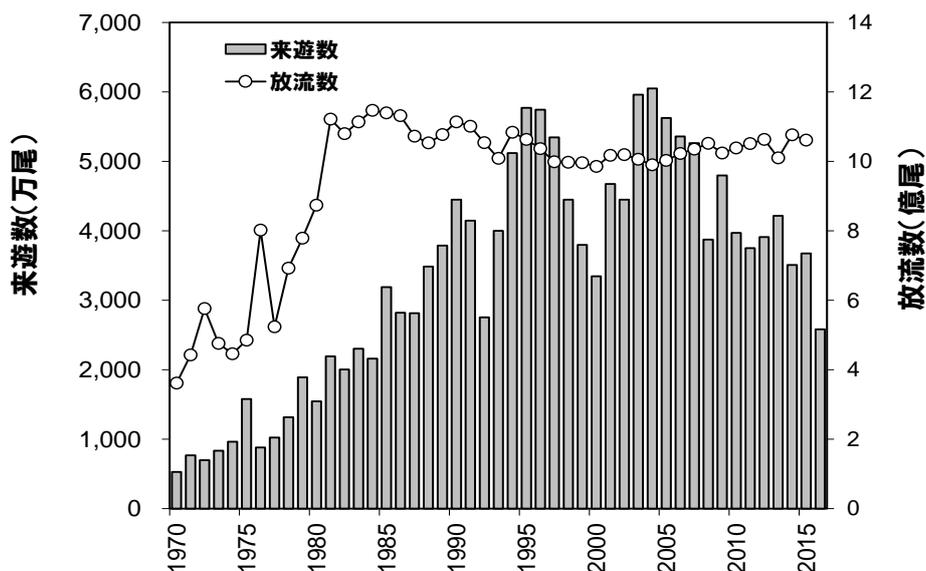
日本産サケ (*Oncorhynchus keta*) は、河川から沿岸に降海後、オホーツク海、北西太平洋、ベーリング海、アラスカ湾などの様々な海洋生態系を季節移動し、数万キロに及ぶ回遊を経て産卵のため母川に回帰する。我が国では、サケのふ化放流事業が明治期(1888年)より実施され、増殖技術の発達や良好な沖合生息環境により、沿岸来遊数は1970年代より増加し、1996年には8,880万尾に達した。サケ資源は、沿岸漁業を安定的に支えるようになったが、2000年代になると増減を繰り返しながら、長期的には減少傾向を示すようになった。日本産サケの資源状態や生息環境を把握すると共に、サケ資源量が長期・短期的に変動する要因と課題を探る。

特集 1

北海道におけるサケの資源動態

宮腰靖之（道さけます内水試）

1990年代と2000年代には5,000万尾を超えていた北海道へのサケの来遊数は、2008年以降は4,000万尾を下回る年が多くなり、昨年（2016年）の来遊数は1985年以降では最も少ない2,579万尾にとどまった。海区別の来遊数の推移をみると、太平洋や根室では2008年以降減少したのに対して、オホーツク海だけは2010年以降も高い水準の来遊数で推移してきた。しかしながら、豊漁が続いていたオホーツク海でも2014年以降は来遊数が減少している。年齢別来遊数をみると、2016年に回帰したサケでは4年魚（2012年級）が最近としては極端に少なく、1985年以降では最も少ない数であった。2012年級の稚魚が放流された2013年春は北海道の沿岸水温は低めで推移した。北海道沿岸、特に道東地域では春季の海水温が低い年はサケの回帰率が低い傾向がみられる。このことから、2013年春の低い沿岸水温が2012年級の低回帰の一因となったものと推測される。一方、最近では、サケが来遊する9月の北海道沿岸の海水温は平年よりも高く推移する年が多くみられる。秋の高水温はサケの来遊時期や河川遡上率に影響すると言われている。秋の高水温がサケの来遊数にどの程度影響するかまではよくわかっていないものの、北海道の沿岸域だけを見ても、春と秋の最近の海洋環境がサケの来遊に様々な形で影響しているものと考えられる。さらに、北海道の中でもオホーツクのサケも減少しはじめたことや、日本系のサケ全体が減少していることから、北海道沿岸域だけでなく、オホーツク海や北太平洋の海洋環境を理解することがサケの資源変動を理解するために重要であるものと考えられる。



特集 2

河川環境変動がサケの再生産に及ぼす影響

卜部浩一 (道さけます内水試)

近年の研究により、北海道の広範な地域においてサケの自然産卵が確認されてきた(宮腰ら, 2011; Miyakoshi et al., 2012)。自然産卵に由来する資源(野生資源)は放流により造成される資源に上乗せされ、沿岸漁獲にも一定程度貢献していると考えられおり、また、資源構造の多様化を通じて、サケ資源の変動リスクの分散や安定性にも貢献していると考えられている(森田ら, 2013; 卜部ら, 2013)。野生魚の繁殖形質について放流魚と比較検討した研究によると、野生魚と放流魚では親魚の成熟年齢やサイズが異なることが明らかにされている(長谷川ら, 2013)。また、放流魚を対象に広域スケールでサケの生態的諸特性を比較した研究によると、放流魚であっても地域や産卵時期(前期群, 後期群)によって、初期(卵から稚魚にかけて)の生育・成長様式が異なることも明らかにされている(さけます内水試, 2014)。これらの生態的諸特性は、進化の過程で獲得した形質であり、自然界での生残りに大きく関わっていると考えられることから、サケ資源の持続性向上には地域固有の生態的・遺伝的特性に配慮したふ化放流事業の推進が重要である。具体的には、地域系群を用いた資源増殖を進めることに加え、地域固有の生態的・遺伝的特性をより強く受け継いでいると考えられる野生資源の保全・管理も併せて行っていく必要がある。

このように、サケ資源の持続性を考える際、野生サケ資源の役割も考慮する必要があるとの認識が高まるにつれて、野生魚の生態的諸特性(遡上親魚の分布, 遡上時期, 遡上数, 繁殖形質等)に関する知見が近年急速に蓄積されてきた。一方で、野生資源の再生産に必要とされる河川環境に関する知見については、未だ不明な点が多く残されている。野生サケ資源の保全・管理には適切な数の親魚を遡上させることに加えて、河川内での生残りを高めるための方策も必要とされることから、今後は河川環境の変動がサケの再生産に及ぼす影響についての知見を蓄積するとともに、環境修復を通じて再生産に適した河川環境を整えていくことが重要である。

そこで、本発表では、まず河川生活期のサケの減耗に影響を与える環境要因について国内外での知見をレビューした上で、それらの変動がサケの再生産にどのような影響を与える可能性があるのか整理する。次に、その結果に基づき、野生サケ資源の保全に向けて、将来どのような対策が必要とされるのかについて論じる。

引用文献

- 長谷川 功, 森田 健太郎, 岡本 康孝, 大熊 一正 (2013). 人工ふ化放流河川におけるサケの成熟年齢・サイズの野生魚—放流魚間比較. 日水誌, 79 (4): 657-665.
- 宮腰靖之, 卜部浩一, 安藤大成, 實吉隼人, 青山智哉, 坂本博幸, 春日井潔, 永田光博 (2011). 北海道におけるサケ自然産卵個体群の分布 (資料). 北水試研報, 80: 51-64.
- Miyakoshi Y, Urabe H, Saneyoshi H, Aoyama T, Sakamoto H, Ando D, Kasugai K, Mishima Y, Takada M & Nagata M (2012). The occurrence and run timing of naturally spawning chum salmon in northern Japan. *Environ Biol Fish*, 94: 197-206.
- 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. 日水誌, 79 (2): 206-213.
- さけます・内水面水産試験場 (2014). 4. 系統群が異なるサケの種苗特性に関する研究 (経常研究費). 平成 24 年度道総研さけます・内水面水産試験場事業報告書: 15-16.
- 卜部 浩一, 三島 啓雄, 宮腰靖之 (2013). 十勝川水系におけるサケ・サクラマス産卵環境評価 (資料). 北水試研

報 84: 47-56.

特集 3

沿岸環境がサケ幼稚魚の移動と生残に及ぼす影響

春日井 潔 (道さけます内水試)

サケ幼稚魚の移動や分布は水温に大きく影響され、これまでの研究で幼稚魚が沿岸域に多く出現する海面水温は 8~13°C であることが知られている。冬期間に水温が低下する北海道東部（オホーツク沿岸，根室沿岸，太平洋沿岸）では，沿岸域では海面水温が 8°C を越えるまでは渚帯や港などごく岸寄りに留まり，13°C を越えると姿を消す。一方，対馬暖流の影響下にある日本海南部や津軽海峡では水温が 13°C に到達する前に幼稚魚は姿を消す。このようなサケ幼稚魚の消長の海域間の違いは，北海道東部では渚帯から沖にかけて水温の違いがあり低水温のために移動が妨げられているが，暖流影響下ではごく岸寄りだけではなく沖合まで適水温にあるため速やかに移動してゆくことによると考えられる。

サケは降海直後の沿岸域において減耗がもっとも大きいと推測されている。根室湾における調査の結果からは，同じ年に放流した放流時期が異なる標識群間では，沿岸域の幼稚魚の採捕尾数と親魚の河川回帰尾数の多寡は対応しており，沿岸域における生残が回帰にまで影響を及ぼすことが示唆されるとともに，低水温に曝される期間が短い標識群の回帰が相対的に良いことが示された。また，別の研究では適水温帯の期間の長さや水温上昇の度合が生残に影響を及ぼすことも示唆されている。このように，降海時期の沿岸域における水温は生残に大きな影響を及ぼすが，影響の仕方は海域によって異なり，平年より高めの水温は，寒冷な海域では正の影響をもたらすのに対し，温暖な海域では負の影響をもたらすと推測されている。

近年沿岸域は春期に低水温になる傾向があり，この傾向が続くのであれば幼稚魚の生残，ひいては回帰の変動が大きい状況が続く可能性がある。このような状況においては，海域毎にサケ幼稚魚の生残に影響を及ぼす沿岸環境変動の特徴を明らかにして行くとともに，環境変動に対応した放流方法を模索して行く必要がある。

特集 4

サケ幼稚魚の成長特性からみた生残条件

○本多健太郎・斎藤寿彦（水産機構北水研）

【背景・目的】近年、我が国のサケ来遊数は低迷しており、初期減耗の影響が懸念されるが、そのメカニズムの詳細は不明である。そのため、大規模な減耗が想定される降海後のサケ幼稚魚の成長・生残過程の解明が急がれている。また、近年の耳石の温度標識技術の普及により、各生活史段階における各標識群の分布や成長履歴などの生態情報が得られるようになった。そこで、本研究では北海道東部太平洋側の昆布森沿岸およびオホーツク海で採集したサケ幼稚魚について耳石の日周輪解析を行うことにより、それぞれの海域まで到達した（一定期間生残した）標識付き個体の成長特性を調べた。

【方法】昆布森沿岸では 2005–2014 年の 6–7 月に採集したサケ幼稚魚より、太平洋側河川起源の耳石温度標識を有する計 369 尾 [尾叉長 (FL) 56–146 mm] (東北 18 尾, 北海道襟裳岬以西 68 尾, 以東 283 尾) の耳石を、オホーツク海では 2002 年 10 月に採集したサケ幼魚計 16 尾 (180–286 mm FL) (北海道 11 尾, サハリン 4 尾, カムチャッカ 1 尾) の耳石を解析した。海水移行時に耳石に形成されるチェック以降の日周輪の数と各輪紋間隔を計測することで、これらの個体の降海時から採捕されるまでの日間成長率 (mm/day) を求めた。日間成長率を採用したのは、各個体の成長が時間軸に対して直線的であったためである。なお、チェックが不明瞭なサンプルについては電子線マイクロアナライザにより耳石中の Sr/Ca 比を求め、その値が急に高まる点付近の輪紋を降海タイミングとした。昆布森採集個体では、各個体の成長率を起源河川間で比較した上で、各起源河川から昆布森までの距離および採集時の体サイズに基づいてグループ分けを行い、グループ間の成長率を調べた。一方、オホーツク海採集個体では、サンプル数が少ないため、全体の傾向を把握した上で降海後 30 日間の成長率を求め、昆布森採集個体のものと比較した。

【結果・考察】昆布森採集個体では、より遠方の河川起源個体ほど成長率が高く、採集時の体サイズが大きい傾向にあった。また、地域の違いに関わらず採集時の体サイズが大きいグループ (≥ 90 mm FL) では、成長率の組成が高い値に偏っていた (各地域の平均: 0.65–0.69 mm/day)。一方で、多様な体サイズから成る、昆布森から近い襟裳岬以東地域に限定すると、採集時の体サイズが小さいほど成長率は低い値に偏る傾向があった (採集時 ≤ 77 mm FL の小型グループの平均 \pm 標準偏差: 0.52 ± 0.11 mm/day)。オホーツク海採集個体では、起源地域・河川に関わらず高い成長率を示し [平均 \pm 標準偏差 (範囲): 1.21 ± 0.14 (0.97–1.54) mm/day], 降海後 30 日間に限定しても成長率は [1.03 ± 0.18 (0.84–1.21) mm/day] と高かった。昆布森採集個体のうち、オホーツク海採集個体の降海後 30 日間の最低値である 0.84 mm/day を超えた個体は 9 尾 (2.3%) とわずかであった。採集年や起源河川等が一致しないため、数字の大小は単純に比較できないものの、本結果より日本起源のサケ幼稚魚では、降海後に高成長率を維持できた個体がオホーツク海まで到達できるものと推察された。

特集 5

三陸のサケ研究 -大槌における取り組み-

青山 潤 (東大大海研)

我が国のサケ・マス研究は北海道に集中し、リアス海岸地形や冬期の水温、沿岸海洋構造など特異な環境条件にある三陸沿岸におけるサケの地域的生態特性はほとんど明らかになっていない。同時に、サケの民俗学も主要産地である北海道と産品を運ぶ北前船の経路にあたる東北・日本海側に研究努力が集中し、北上山地と険しい海浸崖に隔てられた小集落が点在する三陸沿岸の情報はほとんど得られていない。これらのことは三陸産サケが生態的、歴史的、文化的価値を十分に認識されぬまま、食資源として利用されていることを意味する。

そこで三陸・岩手県大槌町にある東京大学・大気海洋研究所・国際沿岸海洋研究センターを拠点に、(1) 天然環境で産卵するサケ野生魚に関する自然科学研究、(2) 得られた知見に基づく資源基盤の強化を目指す水産学研究、さらに(3)三陸沿岸におけるサケと人の関わりを考察する民俗学研究を行い、三陸のサケの生態的、歴史的、文化的価値の再構築を目的とする研究を行っている。大槌湾とこれに注ぐ大槌川・小槌川・鶴住居川で実施している調査から、これまでに得られている結果の一部を紹介する。なお、大槌川のふ化放流事業は 2014 年シーズン以降震災前のレベルまで復旧したが、小槌川では中断されたままである。このため、大槌川はふ化放流事業対象河川、小槌川は非対象河川と位置づけることができる。

自然産卵：大槌川における野生魚の産卵は 9-1 月にかけて行われ、いわゆる前期群と後期群の時期的な境界は 10 月 18 日頃と推定された。河口より 1-2km 上流を中心に計 160 床の自然産卵床を確認した。

降海生態：トラップによる降海稚魚調査を実施したところ、1000 個体以上が採集された。小槌川の稚魚の降海時の平均サイズは尾叉長 40.9mm、体重 0.44g だったが、大槌川では概ね二群が認められ、小槌川と同程度のモードを持つ個体群の他に明らかに大型の個体が含まれていた。前者は野生魚、後者はふ化放流魚由来と推察される。

湾内における分布：大槌湾内の箱崎、室浜、安渡、根浜の計 4 カ所において、それぞれ 2-5 回の地曳網および砕波帯ネット(箱崎、室浜)、二艘曳き網(安渡、根浜)を用いた採集調査を実施した。2017 年 4 月 26 日-27 日のほぼ同時期に地曳網と砕波帯ネットによる採集を実施できた室浜と箱崎の 2 地点において、いずれも地曳網によるサンプルが砕波帯ネットより大型となる傾向のあることがわかった(室浜：地曳 45±4 mm、砕波帯ネット 44±4 mm、箱崎：地曳 46±5 mm、砕波帯ネット 41±4 mm)。砕波帯ネットが波打ち際のみのものであり、地曳網は 20m ほど沖合から波打ち際をカバーすることから、波打ち際に分布していた小型のサケ稚魚が成長に伴い徐々に沖合へ移動することが示唆された。

特集 6

三陸沿岸におけるサケ幼稚魚の分布、生息環境と親魚回帰

○川島拓也・清水勇一・太田克彦（岩手水技セ）・山根広大（岩手県庁）

【背景と目的】岩手県において、サケは海面漁業生産額全体の 2 割程度を占めており、漁業者だけでなく、流通や加工業等の地域経済にとって重要な魚種である。本県のサケ資源は増殖事業によって維持されてきたが、1996 年の 7 万トンピークに減少し、近年は 1 万トンを下回る状況である。

当センターでは①河川における回帰親魚の年齢査定、②本県沿岸域における幼稚魚分布の調査、及び③定期海洋観測の結果から資源変動要因の解明を行っており、今回はこれらの調査結果から、サケ回帰資源の変動について 4 月から 7 月までの海水温と幼稚魚期の減耗の関係を考察する。また、ふ化放流技術の改良に向けた当センターの取組を紹介する。

【材料と方法】①回帰親魚調査：津軽石川、織笠川、片岸川において、9 月から翌年 1 月に回帰した親魚の尾叉長と体重の測定及び採鱗を行い、既往の方法により年齢査定を行った。また、その他の増殖河川においては、時期別に採鱗して年齢査定を行った。②幼稚魚調査：漁業指導調査船岩手丸により、2002 年以降の毎年 5 月下旬から 6 月上旬に表層トロール調査を実施した。2~3 ノットで 30 分間曳網し、採捕した尾数を掃海面積で除して分布密度を算出した。③海洋観測：岩手丸により月 1 回、黒埼、トドヶ埼、尾埼、椿島の 4 定線の水温と塩分を測定した。また、4 定線の 0~20 海里、水深 0~20m の水温を平均化して、3 月から 7 月の 1 ヶ月当たりの水温上昇速度を計算した。

【結果と考察】本県の回帰親魚の年齢組成を年級で整理すると、1980 年級から 3 歳魚の割合が低下し、5 歳魚の割合が上昇して高齢化していた。一方、魚体は 1998 年級まで小型化した後、2001 年級にかけて大型化し、近年は再び小型化している傾向にあった。このように、岩手県のサケ資源は、次の 3 期に分けることができる。

- (1) 増大期（1979 年級まで）： 3 歳魚の割合が高く、魚体が大型であった時期
- (2) 高位期（1980~1998 年級）： 5 歳魚の割合が上昇し、魚体が小型化した時期
- (3) 低下期（1999 年級以降）： 回帰尾数の減少に伴って一時的に魚体が大型化し、再び小型に転じた時期

資源の低下期である 2001 年級以降の本県沿岸における幼稚魚の分布密度は、1~3 年周期で上昇と下降を繰り返し、徐々に低下した。また、幼稚魚の分布密度は、3~7 月の各月の水温と負の相関関係、回帰尾数と正の相関関係にあった。一方、水温上昇速度は、増減はあるものの、増大期及び高位期では 1.5~2.5℃/月であったが、低下期に入ると 2~3℃/月に上昇した。種苗放流が盛期となる 4 月の水温は長期的に上昇傾向にあることから、本県沿岸における幼稚魚の成育期間が短くなる傾向にあり、近年の回帰資源の減少は、幼稚魚期の初期生残が低下することで生じているものと考えられる。

このように、近年の海洋環境はサケの生残に不利な条件となっている。そこで、今の環境に適したふ化放流方法を検討するため、当センターでは 2014 年にサケ大規模実証試験施設を整備し、飼育密度や給餌飼料等、既存のふ化放流技術の改良を行うこととしている。

特集 7

東北太平洋岸に回帰するサケ親魚の遊泳行動および代謝特性

北川貴士 (東大大海洋研)

東北太平洋岸 (岩手・宮城県) のサケ個体群については、水温条件や複雑な海岸地形、沿岸海洋構造など主要分布域とは異なる環境にあるにもかかわらず、その地域的生態特性は十分明らかになっていない。現在、東京大学大気海洋研究所・国際沿岸海洋研究センターでは東北地方のサケ研究に新たな展開を生み出すべく、周辺の研究組織とも連携しながら研究を進めている。本発表では三陸沿岸域に回帰した本種の鉛直行動、東北河川遡上群の遊泳能力・代謝特性について得られた研究結果を中心に本研究グループの取り組みについて簡単に紹介する。

大槌湾・湾央で捕獲された 10 個体 (尾叉長 62~72cm) にデータ・ロガー (LTD1100, Lotek Wireless Inc., Canada) を装着し、湾口より放流した。回収されたロガーに記録された水温・深度データ、および CTD 観測で得られた水温・塩分データの解析を行った。代謝速度の計測を、溶存酸素計付閉鎖型循環水槽を用いて行った。計測には甲子川 (岩手県釜石市、沿岸河川群) および北上川 (宮城県登米市、北上川群) で捕獲された親魚を用いた。溶存酸素量の変化より、安静時酸素消費速度 (SMO_2) と最大酸素消費速度 (MMO_2) を算出し、両者の差から有酸素代謝範囲 (AS) を求めた。

データ・ロガーを装着した個体は、放流直後に湾外で潜行を繰り返したが、数日後から潜行時間は短くなった。また、潜行した場合も環境水温は低下せず、むしろ表層のほうが低くなった。これは、低気圧通過により湾外では鉛直混合が生じ、湾内の表層には降雨により低温の河川水が流れ込んだためと考えられた。サケは代謝抑制のために湾外の水温躍層下へ逃避しようとしたものの、水温が低下しないため潜行を中断し、湾内に進入して表層の河川水を利用して抑制を行ったと考えられる。低気圧通過に伴う水温構造の変化に対する一連の行動は、この地域でいわれる「大雨で大漁」という (大雨になるとサケが定置網に大量に入網する) 現象を科学的に裏付けるものである。代謝速度について、両群とも水温上昇に伴い SMO_2 は上昇した。 MMO_2 は、沿岸河川群では 12°C で最大値、 16°C で低下したのに対し、北上川群では 20°C まで上昇する傾向にあった。AS の平均値は、沿岸河川群は 8°C , 12°C , 16°C で 5.73, 8.55, 4.14 $\text{mgO}_2/\text{kg}/\text{min}$ であったが、北上川群では 12°C , 14°C , 16°C , 20°C で 7.41, 9.89, 8.45, 8.77 $\text{mgO}_2/\text{kg}/\text{min}$ であった。水温と AS の関係から、北上川群は沿岸河川群より広温範囲で高い遊泳能力が維持されることが明らかとなった。以上の結果は東北河川に回帰する本種の生物学的特性を示すものと考えられる。

特集 8

流体モデルによるサケの回遊シミュレーション

°東屋知範・黒田寛・高橋大介・鶴沼辰哉・横田高士・浦和茂彦（水産機構北水研）

はじめに 日本系サケ(*Oncorhynchus keta*)は降海した年の夏季にオホーツク海に入り、その後北太平洋およびベーリング海で 1 年～7 年回遊生活をし、母川に回帰することが知られている。これまでのサケ稚魚分布調査や近年の耳石標識の解析の結果から、本州の岩手県、秋田県や北海道東部（道東）の河川から放流されたサケ稚魚が、初夏には北海道太平洋沿岸の日高湾にまで達していることが明らかになってきた。ところが、これらサケ稚魚の日高湾への回遊ルートとそれを決定する要因は明らかになっていない。そこで、流体モデル(海洋流動シミュレーション)とサケ稚魚回遊モデルを用いて、さまざまな条件下でサケ稚魚の回遊ルートをシミュレーションし、東北沿岸や道東沿岸から北海道太平洋沿岸への回遊を可能とする要因を推定した。

方法 サケ稚魚回遊モデルではサケ稚魚を粒子として扱い、その粒子の移動は流体モデルによる受動的輸送とサケ稚魚の遊泳による能動的移動を仮定した。サケ稚魚の遊泳速度は 3・尾叉長・秒⁻¹とした。モデル内での尾叉長の時間発達は、サケ稚魚の飼育実験結果に基づいて近似した成長式を用いて計算した。また、遊泳方向の決定には、選好する水温、塩分、水深を目指してサケが遊泳するアルゴリズムを導入した。サケ稚魚を模した粒子のスタート位置は岩手県、秋田県、道東沿岸とし、1 日 1 回 550 個の粒子を投入した。モデルで調べるサケ稚魚の回遊の期間は 3 月 1 日～7 月 31 日までとした。数値実験は、受動的輸送と能動的移動があるケース（コントロール）、尾叉長の時間発達を考慮しないケース、能動的移動を考慮しないケースについておこなった。

結果 コントロールでは岩手県沿岸から投入した粒子は津軽暖流と親潮の間を北上し、日高湾まで到達した後、東西に分かれた。秋田県沿岸から投入した粒子は津軽海峡を通過して、津軽暖流の縁辺を通過して北海道沿岸へ到達した。道東沿岸から投入した粒子は襟裳岬の東西に広がり、更に沖に広がる粒子もあった。このコントロールのシミュレーション結果は、サケ稚魚の調査結果や耳石標識再捕結果と似ており、サケ稚魚の回遊ルートの再現に成功したと考えられる。一方、尾叉長の時間発達を考慮しないケースでは、コントロールと似た回遊ルートであったものの、岩手県沿岸から日高湾まで達した粒子数はコントロールより少なかった。能動的移動を考慮しないケースでは、秋田県および道東沿岸から投入した粒子は日高湾まで達したが、岩手県から投入した粒子は日高湾まで達しなかった。これらのことから、サケ稚魚が北海道沿岸まで回遊する要因として、受動的輸送だけでなくサケ稚魚の成長にともなう遊泳速度の増加を前提とした能動的移動も重要であることが示唆された。環境変動によってサケ稚魚の回遊ルートが変化し北海道沿岸まで到達できる稚魚の数が変動すると考えられる。そのため、サケの資源変動に対して、回遊ルートの変化は想定される変動要因の一つになるかもしれない。夏季にサケ稚魚はオホーツク海に分布するが、本モデルではオホーツク海まで粒子が到達しなかった。今後の課題として、サケ稚魚がオホーツク海へ回遊するための条件を模索する必要がある。

特集 9

沖合における日本系サケの資源動向と生息環境

°鈴木健吾・佐藤俊平（水産機構北水研）

【背景と目的】

北海道区水産研究所では、2007 年以降、夏季ベーリング海においてさけ・ます資源生態調査を行っており、サケの密度指標として表層トロール網曳網 1 時間あたりのサケ捕獲数 (CPUE) データを取得するとともに海洋観測を行ってきた。ここでは、これまでの夏季ベーリング海調査の結果を概観し、沖合域におけるサケの CPUE と海洋環境の関係および日本沿岸へのサケ来遊数との関連について検討する。

【方法】

表層トロール調査は、7 月から 8 月にかけて北海道区水産研究所所属調査船北光丸により行った。中部ベーリング海に 17 定点を設定し、ニチモウ製表層トロール網 (NST-520-SR) を曳網速度約 5 ノット、曳網水深 0~30m の間で各定点 1 時間曳網した。捕獲したさけ・ます類について、尾叉長、体重、生殖腺重量を測定した後、分析用サンプルとして鱗、耳石、脂鱗等を必要数採集した。さけ・ます類の年齢査定は鱗の輪紋によって行った。海洋観測ではメモリー式 STD または CTD を用いた水深 500m までの水温および塩分の観測、NORPAC および BONGO ネットによる動物プランクトンの採集を行った。夏季ベーリング海における日本系サケの CPUE と日本沿岸へのサケ来遊数を比較するため、1 塩基多型 (SNP) マーカー 42 種類を用いて遺伝子型を決定し、北太平洋サケ 186 集団を基準群に用いて条件付き尤度法による遺伝的系群識別を行い、日本系サケの系群組成と系群別豊度を推定した。

【結果および考察】

耳石温度標識により、日本各地のふ化場から放流されたサケがベーリング海に到達していることが確認された。鱗による年齢査定を基にした年齢別 CPUE の経年変化において、2014 年の 0.1 歳魚(2012 年級)の CPUE で落ち込みが顕著であり、2015 年も 0.1 歳魚(2013 年級)の CPUE は低い水準であった。しかし、2016 年の調査ではこれらの 0.1 歳魚の指標値はいずれもやや増加した。調査海域の平均表面水温は 2013 年以降上昇傾向にあり、2016 年の調査時には過去最高の 11.8 °C となった。また水深 200m までの海水温の年間偏差についても 2013 年以降高くなる傾向が見られた。海水温とサケの CPUE の間には、海水温が上昇すると CPUE が減少するような傾向がみられ、特に 150m からの水柱積算水温の平均値と平均 CPUE の間では回帰直線の傾きが有意となった。夏季ベーリング海における日本系サケ 0.2 歳魚の CPUE と日本沿岸への各年級 5 年魚までのサケ来遊数の間には比較的良い相関が見られ、このデータが日本系サケの年級豊度を反映している可能性が示唆された。ただし、東日本大震災の年に降海した 2010 年級は、この関係から大きく外れる結果となった。

現時点では、2014 年および 2015 年のサケ CPUE の減少は、水温上昇による分布域の変化というよりも、短期的な資源量の変動が反映されていた可能性が高い。しかし、ベーリング海の高水温傾向は今後も継続すると想定され、海洋環境が日本系サケの分布および資源量に及ぼす影響について引き続き注視していく必要がある。本研究で用いたデータは水産庁委託国際漁業資源評価調査・情報提供事業で得られた。

特集 10

総合討論「サケの資源変動要因と今後の研究課題」

コーディネイター：浦和茂彦（水産機構北水研）

一般講演 1 (サケ科学奨励賞選考対象)

標津川におけるサケの時空間的な遡上パターンと環境要因との関係

白川北斗 (北大フィールド科セ)

一般講演 2 (サケ科学奨励賞選考対象)

遡上時期の異なる本州サケ集団間でみられた適水温の違い

阿部貴晃・北川貴士 (東大大海研)・牧口祐也 (日大生物資源)・
佐藤克文 (東大大海研)

【背景・目的】岩手県の河川に遡上するサケ (*Oncorhynchus keta*) は、大きく北上川集団と沿岸河川集団の 2 つの遺伝集団にわかれることが、近年の研究により明らかとなった。これら 2 集団は遡上生態が異なっており、北上川集団は水温が高い 10 月上旬に、沿岸河川集団は水温が低くなる 12 月上旬に遡上盛期を迎える。また、遡上距離も北上川集団は沿岸河川集団と比較して長いことから、2 集団間で遊泳能力や至適水温範囲は異なると考えられるが、その実態は明らかでない。そこで、本研究では異なる水温条件下で遊泳試験を行い、北上川集団と沿岸河川集団の遊泳能力と至適水温範囲を検討した。

【方法】沿岸河川集団には、岩手県釜石市を流れる甲子川の河口付近で捕獲された個体を用い、北上川集団には宮城県登米市の脇谷閘門で捕獲された個体を用いた。沿岸河川集団の実験水温は 8°C, 12°C, 16°C (各集団 $n \geq 3$) に、北上川集団は 12°C, 14°C, 16°C, 20°C (各集団 $n \geq 3$) に設定した。供試魚を一晩設定水温で馴致したのち、溶存酸素計付き循環水槽で遊泳試験を行った。循環水槽内の溶存酸素量変化より、安静時の酸素消費速度 (RMO_2 : Resting MO_2) と最大酸素消費速度 (MMO_2 : Maximum MO_2) を算出した。 MMO_2 から RMO_2 を減じた有酸素代謝範囲 (AS: Aerobic scope) を求め、AS と水温の関係を北上川集団と沿岸河川集団で比較した。

【結果と考察】 RMO_2 は両集団ともに水温上昇に伴って、指数関数的に上昇していた。 MMO_2 は沿岸河川集団では 12°C が最大値を示し、16°C で低下したのに対して、北上川集団では少なくとも 20°C までの水温では上昇する傾向にあることがわかった。遊泳能力の指標である AS の平均値は、沿岸河川集団は 8°C, 12°C, 16°C で 5.73, 8.55, 4.14 $mgO_2/kg/min$ を示したのに対して、北上川集団では 12°C, 14°C, 16°C, 20°C で 7.41, 9.89, 8.45, 8.77 $mgO_2/kg/min$ となった。AS と水温の関係から推定された沿岸河川集団と北上川集団の至適水温 (T_{opt}) はそれぞれ 11.6°C と 17.0°C であった。また、適水温範囲の指標である至適水温範囲 (T_{opt} window) は、沿岸河川集団が 10.2°C から 13.0°C であったのに対し、北上川集団は 13.5°C~20.5°C と推定された。以上の結果から、北上川集団は沿岸河川集団と比較して、広い水温範囲で高い遊泳能力が維持されることが明らかとなった。

一般講演 3 (サケ科学奨励賞選考対象)

環境 DNA を用いた自然河川におけるイトウの生物量推定への試み

◦水本寛基・荒木仁志 (北大院農)・福島路生 (国環研)・
ト部浩一 (道さけます内水試)

一般講演 4 (サケ科学奨励賞選考対象)

外来カワマスと在来アメマスの種間交雑：
繁殖成功度に与えるオスの二次性徴の影響

福井 翔 (北大院環境)・小泉逸郎 (北大院地環研)

外来種の導入は、生物多様性を低下させる主要因のひとつである。なかでも種間交雑は、遺伝子汚染や繁殖効率の低下を招き、在来種を絶滅させる危険性がある。交雑の影響を評価する上で、最も有効なアプローチは、野外で雑種の相対的な適応度(繁殖成功度や生存率)を親種のものと比較することである。Muhlfeld et al. *Biol. Lett.* (2009)は、北米の在来カットスロート・トラウトと外来ニジマス、およびそれらの雑種個体の繁殖成功度(=次世代に残した稚魚の数)を定量化し、雑種の繁殖成功度は在来カットスロート・トラウトよりも低いことを明らかにしている。しかしながら、雑種の繁殖成功度を低下させる要因はわかっていない。北海道空知川では、外来カワマスと在来アメマスの種間交雑が報告されている。これまでの研究から、外来カワマスの地理的分布は縮小傾向にあるものの、遺伝子浸透が起きていることがわかっている。今後、その外来遺伝子がどれくらい存続しうるのかの理解を深めるためにも、雑種の適応度を定量化する必要がある。そこで本研究では、空知川水系の東布礼別川に生息する外来カワマスと在来アメマス、雑種個体を対象に、繁殖成功度を定量化した。

さらに、サケ科魚類では、オスの二次性徴形質がその個体の繁殖成功度を大きく左右するため、雑種の適応度を規定する要因になりえると考え、成熟オスの二次性徴を定量化し、繁殖成功度への影響を調べた。外来カワマスの成熟オスは顕著な二次性徴(高い体高・長い吻長)を示す一方で、在来アメマスのオスは比較的地味な二次性徴形質を持つことから、雑種の繁殖成功度は外来カワマスよりも低いことが予想された。

空知川水系の東布礼別川において、2013年の10月と12月にカワマス、アメマスおよび雑種の親魚(オス99個体、メス104個体)と、翌年に捕獲した0歳魚(476個体)、翌々年に捕獲した1歳魚(190個体)について、マイクロサテライト・マーカー(13座)を使ってDNA解析した。STRUCTUREを用いて各親の遺伝子混合率を調べた後に、親子判別を実施した。親子解析ソフトにはCervusを使用し、親魚ごとの稚魚の数をカウントし、それを繁殖成功度とした。親魚の二次性徴形質の定量化には、ImageJを用いて画像解析により定量化した。

個体の繁殖成功度は、遺伝子混合率の増加に伴って低下し、雑種の適応度は親種よりも低いことを支持する結果が得られた。繁殖成功度に対する二次性徴の顕著さの重要性は、繁殖期の前半に高いことが示唆された。これは、本調査河川におけるオスの実行性比(OSR)が、繁殖期の前半(10月)から後半(12月)にかけて低下したことで、繁殖期後半のオス間競争が緩和されたためであると考えられた。二次性徴が地味なオスは、繁殖期後半で産卵に参加することが適応的かもしれない。本研究では、雑種の適応度を低下させる要因は、二次性徴と内的要因(行動や孵化率の低下)の両方の存在が示唆された。

一般講演 5 (サケ科学奨励賞選考対象)

電子プローブマイクロアナライザーによるサケ河川放流魚と海中飼育放流魚の判別

○越野陽介・宮本真人・眞野修一・春日井 潔・宮腰靖之 (道さけます内水試)・
工藤秀明 (北大院水)

背景と目的

北海道のサケふ化増殖事業では毎年約 10 億尾の稚魚が放流されている。その放流魚のうち約 10%は海中飼育放流魚であり、道内 70 箇所漁港などで飼育・放流が行われている (関 2013; 宮腰ら 2016)。これまで海中飼育放流魚の回帰効果は、放流前に稚魚の鰭を切除して標識し、水揚あるいは捕獲の際に標識を確認するという鰭標識放流手法で評価されてきた (宮腰ら 2016)。この方法は、目視で標識魚を正確に確認できるというメリットがある一方で、標識作業と確認時に大きな労力やコストがかかる。

魚類の耳石は代謝が極めて小さいことから、稚魚の時に取り込んだ環境中の元素が長期間保存されるという特徴がある (Canpana 1999)。そのことを利用して、サケ科魚類では回帰親魚の耳石ストロンチウム (Sr) とカルシウム (Ca) 濃度を分析して経験した環境履歴の解析が行われている (e.g. Arai et al. 1998; 2007)。この手法を応用すれば回帰してきたサケ親魚の耳石を分析することで、直接海水に投入される海中飼育放流魚と河川を下って降海する河川放流魚の異なる塩分履歴を区別できる可能性があると考えた。そこで、本研究では、サケ海中飼育放流魚の回帰効果を検証するための新たな手法として、耳石の元素分析並びに輪紋の観察により両者を判別する方法の開発を試みた。

材料と方法

2016 年 9 月～11 月に北海道東部昆布森漁協に水揚されたサケ親魚および十勝釧路管内さけ・ます増殖事業協会の芦別ふ化場で採卵に使用したサケ親魚から、海中飼育放流魚 (左腹鰭標識魚) および河川放流魚 (脂鰭標識魚) 12 個体を回収し供試魚とした。親魚の頭部から採取した耳石を 15 分間超音波洗浄した後にエポキシ樹脂で包埋した。硬化した試料をスライドガラスに接着し、回転研磨機を使用して耳石核が現れるまで耐水研磨紙およびダイヤモンドサスペンションで研磨・琢磨を行った。北海道大学水産学部において研磨面に白金パラジウムを真空蒸着してから、電子プローブマイクロアナライザー (EPMA, JXA-8230 型, 日本電子) を使用して、耳石研磨面の Sr と Ca 濃度の X 線強度の線分析 (加速電圧 15 kV, 試料電流 1.2×10^{-8} A, ビーム径 3 μm) を行った。また、元素分析後の試料は、再研磨した後に 0.2N EDTA 溶液でエッチングを行い、卓上走査型電子顕微鏡 (SEM, TM3030, 日立) で観察を行い、海中飼育魚に特有の輪紋等がないかを確認した。

結果と考察

EPMA による耳石 Sr/Ca の線分析の結果、海中飼育放流魚では、いずれの個体も核から 250～350 μm 付近において Sr/Ca の上昇が顕著であるという特徴があった。河川放流魚では、Sr/Ca の上昇が緩やかであり、Sr/Ca が 4～5 以上の値をとるまでに 30 μm 以上の分析距離を要した。しかし、河川放流魚では海中飼育魚と同様に Sr/Ca の顕著な上昇を示す個体が 12 個体中 7 個体を占めた。このことは、河川放流魚であっても放流された後の河川滞在期間が短い個体も多いことを示しているのかもしれない。同じサンプルを使用して SEM による耳石中心部の表面観察も行ったが、両者とも輪紋構造が不明瞭であり、海中飼育放流魚と河川放流魚間の違いは判別するには至らなかった。以上の結果から、現段階では海中飼育魚と河川放流魚を完全に分けることはできなかった。今後、1) 他の元素を併せて分析するあるいは 2) 分析ビーム径や分析場所を変えて線分析を行い、両者の違いが強調できる方法を検討する。

一般講演 6

ミトコンドリア DNA から推定した日本系カラフトマス集団の遺伝的変異性

○佐藤俊平・浦和茂彦（水産機構北水研）

【目的】 日本のカラフトマスは主に北海道のオホーツク海・根室海峡および太平洋東部海域に分布し、我が国で漁獲されるさけ・ます類ではサケに次ぐ漁獲量を誇る。そのためふ化放流事業による積極的な資源造成が行われているが、近年その回帰資源量は減少傾向にある。遺伝的多様性にも配慮した効果的なふ化放流事業を行うには、対象種の集団遺伝学的情報を把握する必要があるが、日本系カラフトマスではそのような知見はいまだ不十分である。今回はミトコンドリア (mt) DNA を遺伝マーカーに用いて、日本系カラフトマス集団の遺伝的変異性や遺伝構造などについて調べた。

【方法】 連続する 2 年間（偶数年と奇数年）に北海道のオホーツク海・根室海峡・太平洋東部の 9 河川に回帰したカラフトマス親魚 1,539 個体（偶数年：731 個体，奇数年：808 個体）から遺伝標本（胸鱗または肝臓）を採集した。得られた遺伝標本より DNA を抽出した後、PCR 法により mtDNA 調節領域を増幅した。PCR 産物についてダイレクトシーケンス法により mtDNA 調節領域前半部分約 500bp の塩基配列を解析し、各個体のハプロタイプを決定した。得られたデータを元に集団遺伝学的手法により日本系カラフトマス集団の遺伝的変異性や遺伝構造などについて解析するとともに、集団が持つ歴史的背景について推定した。

【結果と考察】 合計 67 種類のハプロタイプが確認された。このうち 25 種類が偶数年級群にのみ、30 種類が奇数年級群にのみそれぞれ出現し、12 種類が両年級群に共通していた。このうち偶数年級群固有のハプロタイプ 5 種類および奇数年級群固有のハプロタイプ 3 種類において、通常ハプロタイプとは長さが異なるハプロタイプが存在していた。67 種類のハプロタイプの分布パターンは偶数年級群と奇数年級群で異なっていたものの、同一年級内の集団間では同じであった。ハプロタイプ多様度および塩基多様度は偶数年級群が奇数年級群よりも大きく、遺伝的変異性は偶数年級群で大きいことが示唆された。年級間および集団間の遺伝的分化の程度を AMOVA およびペアワイズ F_{ST} により推定したところ、偶数年級群と奇数年級群の間では明瞭な遺伝的分化が見られたが、同一年級内の集団間では遺伝的分化は見られなかった。これらの結果は、二年周期のサイクルで母川回帰し偶数年と奇数年で独立した繁殖集団を形成するカラフトマス特有の生活史と、他の太平洋サケ属魚類と比較して高い迷入率を示すというカラフトマスの生物学的特性を反映していると思われる。さらに両年級群において中立性検定およびミスマッチ分析を行い、集団が持つ歴史的背景を推定したところ、偶数年級群ではすべての集団において過去に集団サイズの急激な拡大が生じたことと推定されたのに対し、奇数年級群では集団サイズの急激な拡大が生じた集団と生じなかった集団が混在し、偶数年よりも複雑な集団成立過程を経ているものと考えられた。

一般講演 7

冬季アラスカ湾のシロザケ間脳内における遺伝子発現の網羅的解析

○浦野明央 (北大)・北橋隆史・安東宏徳 (新潟大佐渡臨海)・小沼 健 (阪大院理)・福若雅章・伴 真俊 (水産機構北水研)・兵藤 晋 (東大大海研)

【背景・目的】繁殖のために母川に回帰するサケの産卵回遊は、遺伝的にプログラムされた本能行動であるとされている。行動の目的が生殖であることから、その制御には視床下部-下垂体-生殖腺系における遺伝子発現、とくに脳内の広い領域と下垂体に投射している生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン産生ニューロン (以下 GnRH ニューロン) のそれが深く関わっていることが予想される。モデル系としてサクラマス、フィールド系としてシロザケを用いたこれまでの研究は、春先の生殖腺の発達、ひいては産卵回遊の開始に GnRH ニューロンの遺伝子発現が対応しているが、それ以外の情報分子の遺伝子発現も重要であることを示唆している。そこで、冬のアラスカ湾に始まり秋の千歳に至る各点において採取したシロザケの脳を用い、その間脳を中心とする領域における遺伝子発現を網羅的に明らかにすることを目的として、RNA-seq による解析を試みた。

【材料と方法】解析に用いた RNA 試料は、2006 年冬のアラスカ湾、2002 年夏のベーリング海、同年秋の北見枝幸、石狩湾 (厚田)、江別および千歳で捕獲した雌雄のシロザケの脳の凍結切片から、常法にしたがい抽出した後、凍結保存しておいたものであるが (Onuma et al, 2007; Onuma et al, 2010 参照)、今回用いるに当たっては、分解していないことを電気泳動により確認した。アラスカ湾およびベーリング海のシロザケは、マイクロアレイによって日本系であることを確かめたものを、成熟度から immature 群と maturing 群に分けた。なお、アラスカ湾とベーリング海の各群、および北海道内の各地域群の雌雄、それぞれ 2 尾、計 32 尾の RNA は、Filgen 社に依頼し、次世代シーケンサーによる解析に供した。得られた 150 bp のリードは、CLC Genomics Workbench v9.5 (Qiagen) を用い、全長が明らかなシロザケおよびサクラマスの 420 余りの mRNA 配列を対照として同定・定量した後、主成分分析や発現差解析などを行った。

【結果・考察】アラスカ湾から千歳に到る各群、全個体の RNA-seq の結果に対する主成分分析は、アラスカ湾の immature 群と maturing 群の間脳における遺伝子発現が、他の群とは大きく異なること、また immature 群と maturing 群の間に成熟度の差による明らかな違いが見られることを示した。ヒートマップおよび散布図を用いた比較も、冬のアラスカ湾では、性成熟を開始した maturing 群のシロザケ間脳において、発現レベルが高まる遺伝子群が存在することを示したので、immature 群との間での発現差を解析した。有意 ($p < 0.05$) に maturing 群で発現レベルが高かったのは CYP19b, ER α と ER β , GR と MR などステロイドホルモンの合成や受容に関わる遺伝子、GnRH-R など幾つかの神経ホルモン受容体の遺伝子、IGF-I と結合タンパク質 IGF-BP5 の遺伝子などであった。一方、immature 群では、キスペプチンおよびメラニン凝集ホルモン遺伝子の発現レベルが高かった。これらの結果は、ニューロステロイドや成長因子が、アラスカ湾の未熟なサケの脳を刺激し、成熟に向けて神経内分泌系を活性化している可能性を考えさせる。

【謝辞】本研究は東北マリンサイエンスの事業の一環として進めた。また RNA-seq の解析は東大・海洋アライアンス・窪川かおる研究室のシステムを利用させていただいた。ここに深謝する。

一般講演 8

千歳川水系ママチ川のブラントラウト 3. 生殖年周期

河村 博 (北海道立総合研究機構フェロー)

千歳川水系ママチ川の外来種ブラントラウト *Salmo trutta* (以下 BT とする) の生殖年周期を明らかにする目的で月別の生殖腺発達過程を観察し、生殖時期、最小成熟体長を調べた。

材料と方法 : ママチ川の上中流域において、2016 年 4 月から 2017 年 3 月までの間、毎月 1~3 回の釣獲による BT 採集を行い、生殖腺の発達度合いを調べた。雌雄の生殖腺発達度合いは、産卵期が BT と類似したニジマス (*Oncorhynchus mykiss*) の山本ら (1965) および太田ら (1965) の組織学的観察、および Billard (1989) の BT の組織学的計量観察に基づき、生殖腺の外部形態変化を 5 つの Stage に区分した。現地では気温と水温を観測した。採集魚は種の同定と体長 (FL) を測定し、生殖腺をデジタル写真に記録後、PC にて拡大して発達段階を判定した。産卵後卵巣の時間経過の判定は、排卵後濾胞の有無、腹腔内残卵の有無等により行い、放精後の精巣については、輸精管内に残留した精液の有無等によった。

結果 : 合計でメス 25 個体 (20.5~32 cm) , オス 43 個体 (15~29.2 cm) の 68 個体を採集した。生殖腺発達段階は、形状および厚み、卵サイズ、排卵後濾胞の有無などから、Stage1 : 未熟な段階 (初成熟個体のほか放卵放精後個体の未発達な段階を含む) , Stage2 : 成熟を開始した段階、Stage3 : 成熟途中の段階、 Stage4 : 成熟に達した段階、Stage5 : 放卵あるいは放精後の段階に区分できた。なお Stage5 の時間を経過した卵巣は、異なるサイズの卵群の存在、卵巣内空隙の拡大および卵巣長により、初成熟個体の未熟卵巣と区別した。

生殖腺の明瞭な発達 (Stage2) が雄で 6 月から、雌では 7 月から観察された。卵巣の完熟個体 (Stage4) は 10 月から 12 月に採集され、産卵直後および短時間が経過した Stage5 の卵巣が 11 月から 2 月に認められた。一方、精巣では Stage4 の個体が 9 月および 10 月に採集され、放精後短期間の Stage5 は 11 月から 2 月に観察された。以上のことから BT の生殖年周期は、光周期が短日化する 6~7 月から明瞭な生殖腺の発達が観察され、精巣の完熟が 9 月から、また卵巣の完熟が 10 月に達成され、水温低下に伴う産卵行動が 11 月から 2 月にかけて継続した後、放卵放精後の外部形態上未発達な生殖腺が 5~6 月ころまで維持されると言える。ママチ川 BT の産卵期間が 4 ヶ月にわたることは非常に興味深い。

成熟個体の最小体サイズ (成熟臨界体長とする) はメスで 20.5 cm, オスでは 15 cm であった。それぞれの年齢はメス 2+, オス 1+ とみなされた。興味深いことに、生殖期間内で成熟臨界体長に達したにもかかわらず非成熟の個体が、メス 1 個体 (24.5 cm) およびオス 1 個体 (22.8 cm) で観察された。2010 年のデータからもオスで同様の現象が認められた。

考察 : 次の 3 項目について既往の文献を参照しつつ考察する。(1) 原産地 BT 個体群の生殖シーズンとその期間について、Gortazar et al. (2007) , (2) 降海型の生殖参加について、Jonsson (1985) および Goodwin et al. (2016), (3) 最小成熟体長を超えてなお非成熟の個体について、佐野 (1963), 山本ら (1965), 太田ら (1965) および清水 (2006)。

[新] サケ学研究会 Salmon Science Society (3S) 規約(案)

(名称)

第 1 条 本会を「サケ学研究会」とする。

(目的)

第 2 条 サケ科魚類の科学に関する学術研究・情報の交流と普及を図り、その学術研究の発展に寄与することを目的とする。

(事業)

第 3 条 本研究会は、目的を達成するために次の事業を行う。

2. 研究発表会および学術講演会等の開催
3. ホーム・ページの開設
4. 関連学会との連絡および協力
5. その他、目的を達成するために必要な事業

(会員)

第 4 条 本研究会の目的に賛同して入会した個人を会員とする。会員は第 6 条の 4 地区のいずれかに所属する。

(入会)

2. 入会希望者は、入会申込書を事務局に提出し、幹事会の承認を得る。

(異動届および変更届)

3. 会員が住所や所属先等を変更したときは、直ちにその旨を事務局へ届け出なければならない。

(退会)

4. 会員が退会しようとするときは、退会届けを会長に提出する。なお、会費を 2 年間未納した会員は自動的に退会とみなす。

(会費)

第 5 条 会費は、年額 500 円とする。

(地区)

第 6 条 本研究会は、次の地区から構成される。

1. 北海道

道央地区（石狩，後志，胆振，空知，日高），道南地区（渡島，檜山），道北・道東地区（留萌，上川，宗谷，オホーツク，根室，釧路，十勝）

2. 他地区

道外地区

(組織と役員)

第 7 条 本研究会に、次の組織と役員をおく。

(組織)

2. 本研究会の組織として幹事会と事務局、役員として会長（1名）、幹事（5名）および事務局長（1名）をおく。
3. 幹事会は会長、幹事および事務局長からなり、会長が招集し、年間の事業を決定する。

(役員を選出)

第 8 条 本役員を選出は、次のように行う。

2. 会長：幹事の互選により決定し、会員の承認を得る。任期は 2 年とし、再任はない。
3. 幹事：幹事の配分と人選は各地区の会員数等を参考に幹事会で決め、会員の承認を得る。任期は 2 年とし、原則として連続の再任は 1 回までとする。
4. 事務局長：会長と幹事の協議により選任することとし、任期は 2 年とし、原則として連続の再任は 1 回までとする。

(非会員の取り扱い)

第 9 条 会員以外の者が本研究会の各種事業へ参加することは原則自由とする。ただし、経

費が発生する事業については費用の負担をお願いする。

(改廃)

第 10 条 この規約の改廃は、幹事会の決議を経て会員の承認を得る。

(補足)

第 11 条 この規約の実施に関し必要な事項は、幹事会の承認を得て、別に定めるものとする。

(附則)

第 12 条 この改正規約は、2017 年 7 月 8 日から施行する。

[旧] サケ学研究会 Salmon Science Society (3S) 規約

名称：

「サケ学研究会」

会員が住所や所属先等を変更したときは、直ちにその旨を事務局へ届け出なければならない。

目的：

サケ科魚類の科学に関する学術研究・情報の交流と普及を図り、その学術研究の発展に寄与することを目的とする。

(退会)

会員が退会しようとするときは、退会届けを会長に提出する。なお、会費を 2 年間未納した会員は自動的に退会とみなす。

事業：

本研究会は、目的を達成するために次の事業を行う。

1. 研究発表会および学術講演会等の開催
2. ホーム・ページの開設
3. 関連学会との連絡および協力
4. その他、目的を達成するために必要な事業

会費：

会費は、年額 500 円とする。

会員：

本研究会の目的に賛同して入会した個人を会員とする。会員は下記の 4 地区のいずれかに所属する。

(入会)

入会希望者は、入会申込書を事務局に提出し、幹事会の承認を得る。

(異動届および変更届)

地区：

(北海道)

道央地区(石狩, 後志, 胆振, 空知, 日高),
道南地区(渡島, 檜山), 道北・道東地区(留萌, 上川, 宗谷, オホーツク, 根室, 釧路, 十勝)

(他地区) 道外地区

組織と役員：

本研究会に、次の組織と役員をおく。

(組織)

1. 本研究会の組織として幹事会と事務局、役員として会長(1名)、幹事(5名)および事務局長(1名)をおく。

2. 幹事会は会長，幹事および事務局長からなり，会長が招集し，年間の事業を決定する。

(役員を選出)

1. 会長：幹事の互選により決定し，会員の承認を得る。任期は 2 年とし，再任はない。
2. 幹事：幹事の配分と人選は各地区の会員数等を参考に幹事会で決め，会員の承認を得る。任期は 4 年とし，連続の再任はない。
3. 事務局長：会長と幹事の協議により ~~が~~選任することとし，任期は 4 年とし，連続の再任はない。

その他：

(非会員の取り扱い)

会員以外の者が本研究会の各種事業へ参加することは原則自由とする。ただし，経費が発生する事業については費用の負担をお願いする。

(改廃)

この規約の改廃は，幹事会の決議を経て会員の承認を得る。

(補足)

この規約の実施に関し必要な事項は，幹事会の承認を得て，別に定めるものとする。

(附則)

この改正規約は，2015 年 12 月 20 日から施行する。

サケ科学奨励賞規程

(目的)

第 1 条 この規程はサケ学研究会の研究の向上と活動の促進をはかるために、サケ科学奨励賞の受賞に関する必要な事項を定めることを目的とする。

(賞の名称)

第 2 条 「サケ科学奨励賞 Salmon Science Incentive Award」(以下、「サケ科学賞」という。)とする。

(受賞者の資格)

第 3 条 受賞者は当該年度のサケ学研究会において口頭発表あるいはポスター発表を行った満年齢 40 歳以下の会員とする。

(サケ科学賞選考委員会)

第 4 条 サケ科学賞選考委員会(以下、「選考委員会」という。)は、サケ学研究会の役員(幹事 5 名、事務局長 1 名)により構成する。

2. 選考委員会の委員長は幹事から選ばれた会長とする。

(受賞者の選考方法)

第 5 条 サケ学研究会に参加した会員は、選考対象の発表をすべて聴いた上で、所定の投票用紙に 1 名の受賞資格者を選定し投票する。

2. 事務局は投票用紙の集計を行う。

3. 選考委員会は投票結果に基づき、最優秀な発表者を受賞者として選出する。

4. 会長は、選考委員会の議を経て受賞者をサケ学研究会の場で発表する。

(賞の授与)

第 6 条 賞の授与は、サケ学研究会の閉会時に行う。

2. 賞の内容は事前に選考委員会で決定する。

3. 賞に要する費用は特別経費「サケ科学奨励賞基金」の経費をもって充てる。

(改訂および改廃)

第 7 条 本規程の改定および改廃は選考委員会にて行う。

(付則)

第 8 条 この会則は 2015 年 3 月 10 日より施行する。

現在の役員

会 長 浦和茂彦

幹 事 荒木仁志, 宮下和士, 永田光博, 佐々木義隆, 浦和茂彦 (アルファベット順)

事務局長 帰山雅秀

サケ学研究会の記録（開催時期・場所，特集，特別講演など）

第 1 回 2007 年 9 月 24 日(土)北海道大学水産学部

基調講演:浦野明央「海洋の生態生理学」

第 2 回 2008 年 12 月 13 日(土)北海道大学水産学部マリンサイエンス創世研究棟

特別セッション「サケ・マス資源の持続的利用に向けた取り組みの現状と課題」(CO: 宮腰靖之)

第 3 回 2009 年 12 月 5 日(土)北海道立水産孵化場本場展示研修館

特別セッション「カラフトマス研究の現状と今後の展開方向」(CO: 永田光博)

第 4 回 2010 年 12 月 18 日 北海道大学水産学部マリンサイエンス創世研究棟

ミニ・ワークショップ「野生サケ類の保全に関する研究の現状と将来展望」(CO: 帰山雅秀)

第 5 回 2011 年 12 月 17 日(土)～18 日(日) 北海道大学学術交流会館小講堂

特集「サケは新たなレジームへ？」(CC: 帰山雅秀・上田宏・永田光博)

特別講演:阿部周一「サケ類のゲノム生物学－育種と資源管理へ向けて」

第 6 回 2012 年 12 月 8 日(土)北海道大学水産学部マリンサイエンス創世研究棟

特別講演:帰山雅秀「これからのサケ学 Sustainability Science の勧め－生態学的俯瞰」

指名発表:中道礼一郎「グラフィカルモデリングによる遺伝子と内分泌の発言ネットワーク推定ベニザケの産卵回帰メカニズム」

第 7 回 2013 年 12 月 22 日(日)北海道大学大学院環境科学院講義棟 101 室

特別講演:荒木仁志「持続可能な孵化放流事業と野生魚の共存をめざして:海外の研究事例紹介」

第 8 回 2014 年 12 月 21 日(日)北海道大学水産学部マリンサイエンス創世研究棟

特集「サケ属魚類の孵化場魚と野生魚の共存は可能か？」(CO: 永田光博)

第 9 回 2015 年 12 月 20 日(日)北海道大学国際本部大講義室 111 室

特集「サケの回遊とそのメカニズム」(CO: 上田宏)

第 10 回 2016 年 7 月 23 日(土)北海道大学国際本部大講義室 111 室

特集「サケマス類の持続的資源管理に向けた最新の魚病対策」(CO: 浦和茂彦)

特別講演:永田光博「ふ化場生まれのサクラマスとサケの生態学的研究から学んだこと」

第 11 回 2017 年 7 月 8 日(土)北海道大学国際連携機構大講義室 111 室

特集「サケの資源変動要因を探る」(CO: 浦和茂彦)

2017年度第11回サケ学研究会
講演要旨集

2017年7月7日 印刷

2017年7月8日 発行

発行責任者：会長 浦和茂彦

発行：サケ学研究会事務局

北海道大学国際連携機構

〒060-0815

札幌市北区北18条西8丁目

TEL: 011-706-8042