

# 漁獲量が激減、サケの生態を探る

サケの稚魚が大海原を回遊し、生まれ育った母川に戻るまでの詳細な生態は謎が多い。東京大学の永田俊教授と総合地球環境学研究所の陀安一郎教授らは、岩手県大槌湾で獲れたサケ体内の微量元素や同位体を分析し、海洋での行動や食性などの生活史を明らかにしようとしている。激減している母川への回帰率や漁獲量の回復の足がかりになると期待される。



たやす いちろう

**陀安 一郎**

総合地球環境学研究所  
研究基盤国際センター 教授

1997年 京都大学大学院理学研究科博士後期課程修了。博士(理学)。京都大学生態学研究所准教授や総合地球環境学研究所研究高度化支援センター教授を経て、2016年より現職。13年よりCREST研究代表者。

ながた とし

**永田 俊**

東京大学  
大気海洋研究所 教授

1987年 京都大学大学院理学研究科博士後期課程修了。理学博士。名古屋大学水圏科学研究所助手や京大大学生態学研究所センター教授を経て、2008年より現職。13年よりCREST研究代表者。

後方右に写っているのが炭素14の量を測定する加速器質量分析装置

## 東日本大震災で被災大槌湾のサケを調査

太平洋に面する岩手県大槌町は、2011年の東日本大震災と津波によって壊滅的な被害を受けた。新巻鮭の発祥地で、「鮭の町」として古くから知られる大槌町にとって、サケは貴重な水産資源だ。

三陸沿岸域では1970年代にサケ稚魚のふ化放流事業を開始した。放流した稚魚が成魚になって産卵のため母川に戻る回帰資源量は飛躍的に増加したが、近年では漁獲量が最盛期の4分の1にまで落ち込んだ。そこに追い打ちをかけたのが、東日本大震災だ。まだ多くの稚魚が河川やふ化場にいる最中だった。

稚魚は約4年間回遊した後、生まれ育った川を遡上して産卵する。身近な魚ではあるが、どこの海域を泳ぎ、何を餌にしているのか、その行動や食性は解明されていない。

大槌湾におけるサケの生態調査に、電子記録計・発信機を装着したサケの行動計測(宮下和士・北海道大学教授)や環境DNAによる採水でのサケの分布推定(兵藤晋・東京大学教授)など、CRESTで開発された技術が応用されている。

これらの回遊中のサケの追跡調査と併せて、サケの体内に含まれる微量元素や同位体に注目したのが、東京大学の永田俊教授と総合地球環境学研究所の陀安一郎教授だ。

## 体内の微量元素や同位体から行動や食性履歴を推定

生涯で約1万キロメートルにも及ぶサケの行動履歴を知る手がかりが、炭素の同位体である炭素14だ。同位体とは、原子核の陽子の数は同じで、中性子の数が異なる元素をいう。元素の化学的な性質は同じだが、重さが変わる。

大気や海水の二酸化炭素には炭素14がある割合で存在する。食事や光合成を通して二酸化炭素を取り入れる動植物にも、同じ割合の炭素14が含まれている。海域によって割合が異なることから、サケ体内に含まれる炭素14の量の変化を調べれば行動履歴を復元できると、永田さんは考えた。



■図1 小槌川を遡上し、産卵後に死んだサケの個体から、耳石(左)と脊椎骨(右)を採取する。

きっかけは、炭素14を直接数える加速器質量分析装置(AMS)の大幅な性能向上だ。「これまでは大型の装置が必要で、分析にも手間がかかりました。この10年間で小型化して簡便に測定できるようになり、生物の生態調査に応用しようというアイデアが生まれました」と永田さん。

産卵して一生を終えたサケ個体を集め、頭の中にある「耳石」と呼ばれる炭酸カルシウムの結晶を解析した(図1)。耳石は年輪のように成長とともに大きくなるので、年齢に応じた部位を見れば、どのように海を回遊してきたかがわかる。しかし耳石は数ミリメートルと小さいため、調べられる元素の種類や量は限られていた。そこで陀安さんは脊椎骨を使って行動や食性履歴を推定することを発案した。「脊椎骨に多く含まれるコラーゲンには、耳石よりも多くの種類と量の元素が含まれるので、情報量も増え、応用範囲が広がります」。

永田さんは、微量の炭素14を加速器質量分析装置で高精度に分析するための自動前処理装置を開発し、脊椎骨中に時系列に保存された同位体も分析できるようになった(図2)。耳石では難しかった炭素14と窒素15の量を明らかにし、北太平洋の炭素14と窒素15の分布の情報と照らし合わせて、サケ個体の北太平洋での回遊履歴を推定した。

陀安さんは、ストロンチウムやネオジムなどの重い元素の同位体にも着目した。「ストロンチウムは海洋では一定ですが、河川ごとに異なる割合を持っています。一方、ネオジムは海域

によって異なる値を持ちます。そのため、ストロンチウムで出身河川、ネオジムで回遊海域に関する情報が得られる可能性があり、炭素14や窒素15と組み合わせることで、より詳細かつ多角的に、サケの履歴を推定できると期待されます」。

## 天然魚と放流魚を判別 回帰資源量を高める

震災と津波により、大槌の河川とふ化場は大きな被害を受け、放流できない時期が続いた。放流された稚魚の回帰率はわずか2パーセントで、放流量を増やしても改善の兆しを見せないという。永田さんと陀安さんは、残りの98パーセントの行方を解明し、回帰資源量を少しでも上げたいと考えている。

ここで考慮すべき要因の1つが稚魚

期の減耗だ。河川から下った稚魚がいつ頃まで大槌湾内に留まり、どの程度減耗するのかと、稚魚の生態はわかっていない。そこで大槌湾の稚魚の減耗率が天然に比べて多いのか、天然と放流の生態の違いも明らかにしようとしている。「放流の稚

魚は餌を豊富に与えられるため、放流前は天然の稚魚よりも大きな体をしています。しかし天然の稚魚に比べて、自然を生き抜く力が弱いともいわれています」と永田さん。

天然の稚魚が河川の昆虫や藻を食べるのに対し、放流の稚魚の場合、魚粉を中心とした人工飼料を食べる。天然の餌は河川水中に含まれる土壌由来の古い二酸化炭素の影響で炭素14含有量が低いのに対して、人工飼料は高い。これを反映して稚魚も、天然に比べて放流の方が、炭素14の含有量が高いことがわかっている。炭素14の量を測定することで、天然か放流かを判別できる。

今後は、放流魚と天然魚での行動や減耗率の違いを推定して、稚魚のふ化放流に最適な時期や場所を特定する計画だ。



■図2 わずかに含まれる炭素14を高精度に分析するために開発した自動前処理装置。加速器質量分析装置で測定するためには試料に含まれる炭素をグラファイトという状態にする必要がある。この工程を自動化したことで従来は2日間かかっていた作業を半日に短縮できるようになった。