

# 那珂川に生息するヤマメ・サクラマス<sup>1</sup>の回遊履歴の推定（平成 28 年度）

綱川孝俊・白井厚太郎<sup>1</sup>

## 目 的

アユの漁期以外の期間における河川中流域の有効活用や若年層の新規遊漁者の獲得が期待されるヤマメ・サクラマス資源について、持続的利用を可能にする増殖手法を検討するため、耳石微量元素分析により回遊履歴を推定し、生活史の解明を行った。

## 材料および方法

**試料** 2011 年から 2016 年の 3 月から 9 月にかけて那珂川水系（河口から 47–127 km の範囲の淡水域）で採捕した全長 153 mm から 630 mm のヤマメ・サクラマス 85 検体を分析した。

**耳石の前処理** 検体から耳石（扁平石）を摘出し、エタノールで付着物を除去した後、耳石の凸面が上になるようエポキシ樹脂で包埋し、スライドガラスに接着させた。研磨機（Marumoto Struers S5629）を用いて耳石の核が露出するまで凸面から研磨紙（#2000 と #4000）で磨いた。その後、酸化珪素懸濁液（OP-S）を滴下しながら MD クロス上で鏡面仕上げを行った。

**電子線プローブマイクロアナライザー分析** 耳石表面には真空蒸着装置（Ion sputter E-1030, HITACHI）を用い白金パラジウム蒸着を施した。電子線プローブマイクロアナライザー（JXA-8230, 日本電子, 東京大学大気海洋研究所）により耳石の中心から縁辺における線上で線分析を行い、成長に伴うストロンチウム（以下, Sr）とカルシウム（以下, Ca）の濃度変化を調べた。両元素の X 線強度の濃度変換（重量%）は、それぞれ  $\text{CaSiO}_3$  および  $\text{SrTiO}_3$  を標準試料に用い、Ca に対する Sr の濃度比（以下, Sr:Ca 比）を求めた。一部の個体では耳石研磨面の Sr の濃度分布を見るため面分析を行った。

**回遊型の判別** 耳石中の Sr:Ca 比は環境水中の Sr:Ca 比によって変化することが知られており、その値は淡水域に比べて海水域で高い。<sup>1)</sup> つまり、耳石中の Sr:Ca 比の高低により降海回遊の有無を判別でき、耳石縁辺域の Sr:Ca 比が高値を示した個体を降海型、一貫して低値を示した個体を河川残留型と判断した。<sup>2)</sup>

**遡上時期および降海時期、降海時の全長の推定** 光学顕微鏡（BX51, OLYMPUS）を用い、降海型の耳石日周輪本数を計数し、遡上日（採捕日－遡上期間）と降海日（遡上日－海洋生活期間）を推定した。また、

河川残留型の全長と耳石半径の関係式を構築し、降海直前（Sr:Ca 比が急上昇する手前）の耳石径を代入することで降海時の全長を推定した。なお、浮上直後の個体（全長 31–34 mm, 10 個体）、5 月に天然水域で採捕した 0 歳魚（全長 72–93 mm, 7 個体）のデータを追加し、計算式の信頼性を高めた。

## 結果および考察

**回遊型の判別** 全長 153 mm から 364 mm の 32 尾は耳石 Sr:Ca 比（ $\times 10^{-3}$ ）が核から縁辺まで平均 1.48 と低く、一生を淡水域で過ごした河川残留型ヤマメと判断された。一方、全長 466 mm から 630 mm の 11 尾は、耳石の縁辺域で Sr:Ca 比が平均 5.88 に上昇しており降海型と考えられた。これらの個体の鱗の海洋成長帯（縁辺の鱗相の広いところ）には 1 本の年輪（成長停滞相）が観察されたことから海洋生活期の長い一般的なサクラマス（以下、長期降海型サクラマス）と考えられた。さらに、全長 313 mm から 512 mm の 42 尾は耳石の縁辺域で Sr:Ca 比が平均 4.25 に上昇しており降海型と判別されたが、鱗の海洋成長帯における年輪は見られず、海洋生活期間が 1 年に満たない短期降海型サクラマスと考えられた（図 1）。

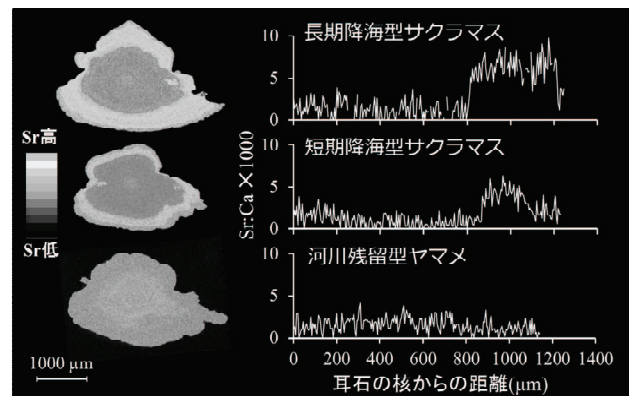


図 1 耳石微量元素分析により解明された回遊型 3 型  
左図：面分析の結果、右図：線分析の結果

また、全長 300 mm 以上の個体に占める割合は短期降海型サクラマスで 68.9% ともっとも高く、長期降海型サクラマスで 18.0%、河川残留型で 13.1% であった（図 2）。

**遡上時期の推定** 遡上時期は長期降海型サクラマス（11 個体全て）が 4 月から 6 月であったのに対し、短期降海型サクラマス（39/42 個体、3 個体は読み取れ

<sup>1</sup> 東京大学大気海洋研究所

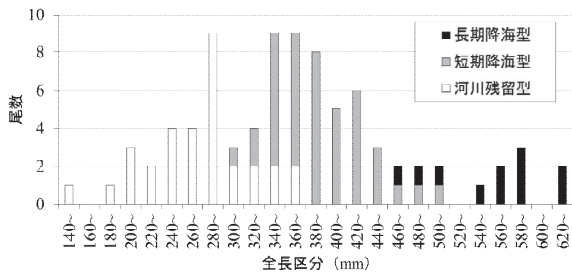


図2 回遊型別の全長と尾数

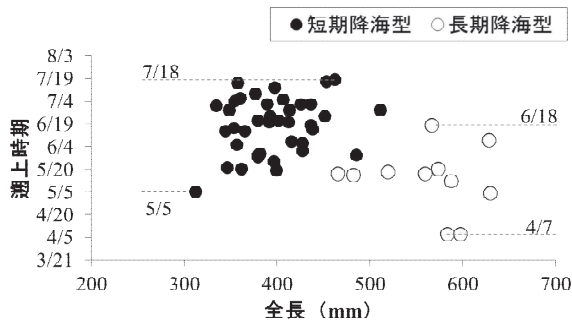


図3 降海型サクラマスの遡上時期と全長

ず)では5月から7月とやや遅れる傾向が示された(図3)。両型ともに全長と遡上時期に関係は見られなかった。短期降海型サクラマスの遡上時期の月別平均海水温は15℃から19℃, 平均河川水温は18℃から22℃であった(図4)。

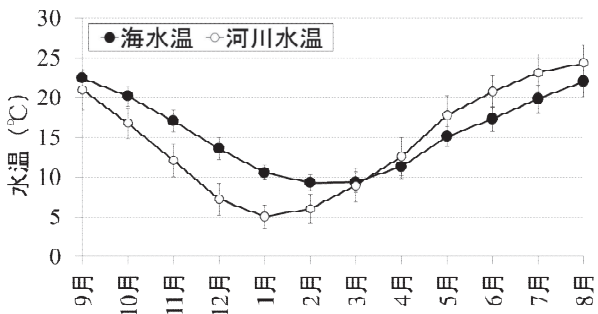


図4 那珂川の河川水温(常北)と海水温(那珂湊)

**降海時期および降海時の全長の推定** 長期降海型サクラマスの海洋生活期間が日周輪から計数できたのはわずか2個体(391日間と448日間)のみで、いずれも3月に降海したと推定された。一方、短期降海型サクラマスにおいて、遡上期間と海洋生活期間のいずれもが日周輪から計数できた個体は20個体(海洋生活期間:76-226日間)で、残り19個体の海洋生活期間は日周輪が不鮮明で計数できなかった。このため、20個体の海洋生活期間(日数)と海洋生活期間の比率(耳石の分析距離に対する Sr:Ca 比が高値を示した距離の比率:Rs/R)の関係式を構築することで、残り19個体の海洋生活期間を推定した(図5)。その結果、海洋生活期間は  $24.9471 \times (Rs/R)^{0.6397}$  で表され、推定された海洋生活期間は82日間から196日間であった。つまり、

短期降海型サクラマス 39 個体の海洋生活期間は平均153日間(76-226日間の範囲)と長期降海型サクラマスより短いことがわかった。

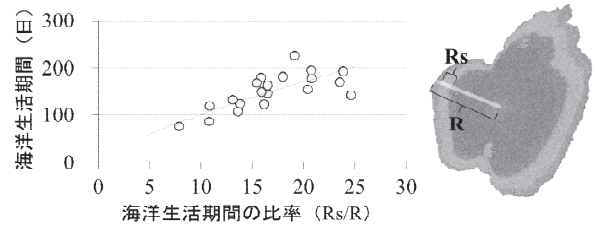


図5 短期降海型サクラマスの海洋生活期間の比率と日周輪本数の関係

降海型サクラマスの降海時の全長は、河川残留型(49個体)の全長と耳石半径 Rf の関係式に降海直前(Sr:Ca 比が急上昇する直前)の耳石半径 Rf を代入することで推定した(図6)。降海時の全長の推定式は  $0.04096 \times Rf^{1.26687}$  で表され、推定された短期降海型サクラマスの降海時の全長は平均  $227 \pm 27$  mm (178-311 mm の範囲)であった。また、長期降海型サクラマスの降海時の全長は平均  $218 \pm 32$  mm (163-262 mm の範囲)であった。

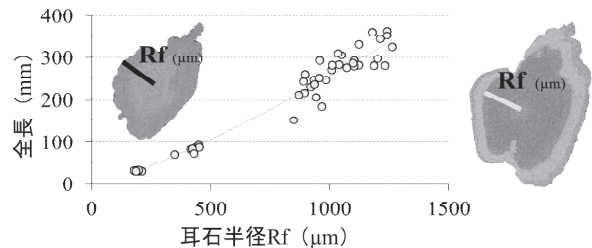


図6 河川残留型ヤマメの全長と耳石半径の関係  
右図: 降海型の降海直前の耳石半径

短期降海型サクラマス 39 個体の降海時期と降海時の全長を月別に集計したところ、12月から1月に降海した個体ももっとも多く出現し、そのときの全長は  $218 \pm 17$  mm であった(図7)。降海時期の12月から1月は河川水温が5℃前後に低下する一方で海水温が10℃以上である時期であった(図4)。また、鱗による年齢査定の結果、長期降海型サクラマスの81.8%(9/11

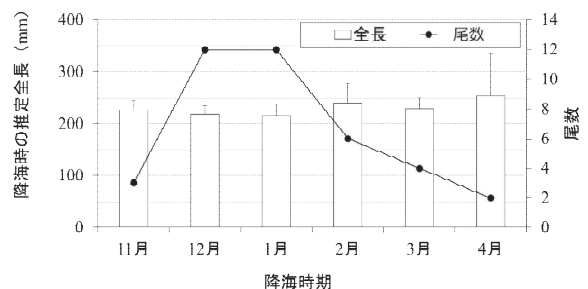


図7 短期降海型サクラマスの降海時期と全長

個体)が2歳魚(1年間は海洋生活)であったのに対し、短期降海型サクラマスは95.2%(40/42個体)が1歳魚と若齢であった(図8)。また、河川残留型ヤマメでは2歳魚から3歳魚が75%(24/32個体)と降海型に比べ大ききの割に高齢個体が多かった。

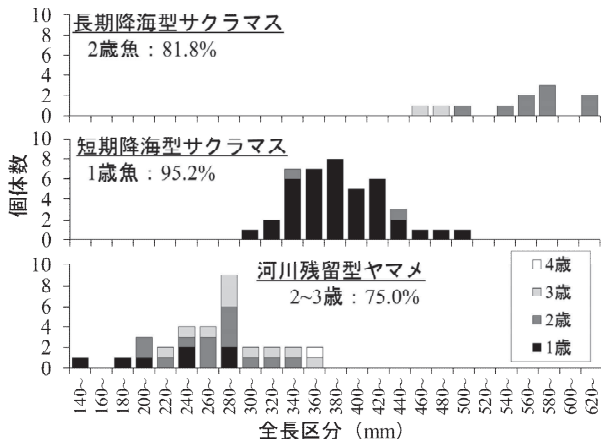


図8 回遊型と年齢

以上の結果、那珂川水系には北海道や東北、北陸の河川で確認されている約1年間の海洋生活を送る一般的なサクラマスに加え、短期降海型のサクラマスが存在することが明らかとなった(図9)。短期降海型サクラマスは河川で1年過ごし全長が約21cmとなった12月から1月に川より暖かな海へと降り、約5カ月間を海で過ごした後、全長30cmから50cmほどになった5月から7月に川を遡上するという生活史が明らかとなった。

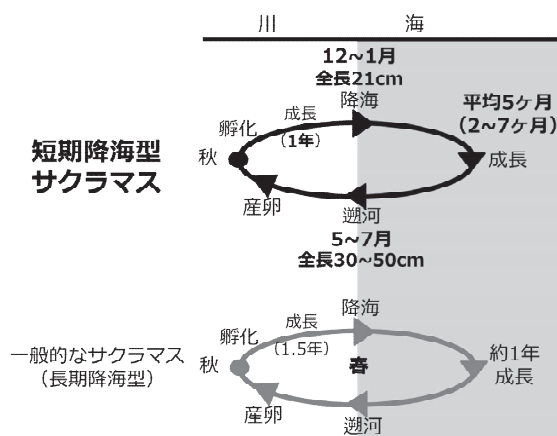


図9 短期降海型サクラマスの生活史

那珂川水系における短期降海型サクラマスの資源状況は不明であるが、今回分析した85検体のうち全長30cm以上の個体に占める短期降海型サクラマスの割合は7割弱と高い。本回遊型を資源の増殖対象とすることは、那珂川におけるサクラマス釣り資源の補強あるいは維持を図るうえで効果的と考えられる。サクラマスの増殖は1980年代以降、秋幼魚放流や春スマルト

放流が実施されてきたが、その平均漁業回収率(%、漁獲数/放流数)は従来の稚魚放流で0.41%、秋幼魚放流で0.75%、そして春スマルト放流が2.12%ともっとも高い。3) また、スマルト放流の回収率は放流サイズに依存しており、大型で高い回収率となることが知られている。4) さらに、降海時期が大きく異なる集団のサクラマスを放流しても放流効果は極めて低く、それぞれの地域にあった種苗を放流することが重要とされている。5) これらのことから、那珂川において短期降海型サクラマスを増殖するためには、那珂川産のサクラマス親魚から作出した種苗を用いた「冬期スマルト放流(全長約20cm)」が可能性の高い方法と考えられる。

引用文献

- 1) Campana SE (1999) Chemistry and composition of fish otolith: pathways, mechanisms and applications. *Mar Ecol Prog Ser*, 188: 263-297.
- 2) Arai T, Tsukamoto K (1998) Application of otolith Sr:Ca ratios to estimate the migratory history of masu salmon, *Oncorhynchus masou*. *Ichthy Res*, 45(3): 309-313.
- 3) 宮腰靖之 (2006) 北海道におけるサクラマスの放流効果および資源評価に関する研究. 北海道水産孵化場研究報告, 60: 1-64.
- 4) 永田光博 (2009) サケ類増殖事業の歴史と将来展望. サケ学入門. 阿部周一編著. 北海道大学出版, 北海道. pp27-29.
- 5) 真山紘 (1992) サクラマス *Oncorhynchus masou* (Brevoort) の淡水域の生活および資源培養に関する研究. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 46: 1-156.

(指導環境室)