

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 30 日現在

機関番号：12601  
 研究種目：若手研究(B)  
 研究期間：2010～2012  
 課題番号：22780173  
 研究課題名（和文）新しい耳石技術を駆使したサクラマスの回遊多型の再検討  
 研究課題名（英文）Reexamination of migration patterns of masu salmon *Oncorhynchus masou* inferred from new otolith techniques  
 研究代表者  
 黒木 真理（KUROKI MARI）  
 東京大学・総合研究博物館・助教  
 研究者番号：00568800

### 研究成果の概要（和文）：

北海道に生息するサクラマス幼稚魚の初期生活史を明らかにするため、日本海に面する床丹川、茂初山別川、ニナイベツ川と太平洋に面する別々川の計4河川でスモルトの生態調査を行った。耳石微量元素の分析では、別々川、茂初山別川、ニナイベツ川の個体群の耳石 Sr:Ca 比は低値で推移し、これらの幼魚はすべて孵化時から河川内に留まっているものと推定された。一方、床丹川の個体群の耳石 Sr:Ca 比は浮上直後から高くなり、汽水あるいは海水を経験している可能性が示された。川幅が狭く急勾配の床丹川では、大量の雪解け水によって幼魚は河口もしくは沿岸域まで押し流され、しばらく滞留しているものと推測された。本研究の結果から、サクラマス幼稚魚のハビタットシフトには河川の地形と物理環境が関連していることが示唆された。

### 研究成果の概要（英文）：

The habitat shifts of the juvenile of masu salmon, *Oncorhynchus masou*, were studied at four streams in Hokkaido. Otolith Sr:Ca ratios of smolts in the Betsubetsu, Ninaietsu and Moshosanbetsu rivers, showed low values, suggesting that these fishes remained in freshwater habitat until the smolt stage, while the ratios of the smolts in the Tokotan River increased after the fry stage suggesting that they might have experienced the brackish water habitat. A similar pattern was observed in all of the three years studied. The Tokotan River is the steepest and the stream width is narrow causing rapid flow, although the annual water temperature of the Tokotan River is intermediate among streams studied. These results suggest that the topography and resultant flow conditions may influence the habitat shifts of masu salmon, and the juveniles in the Tokotan River may be flushed out of the river with the strong flows from melted snow in early spring.

### 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

### 研究分野：農学

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：初期生活史・回遊生態

#### 1. 研究開始当初の背景

高緯度域の淡水魚から進化したと考えられている遡河回遊性のサケ科魚類は、産卵場として河川のある特定の狭い範囲を維持する

一方、成育場として海洋、湖沼、河川といった様々な規模の環境を利用するため、多くの種で降海型と残留型の生活史多型が存在する。降海型のなかでも河川生活期の長さや行

動は種によって異なり、シロザケやカラフトマスなど浮上後数週間で降河して直ぐに海に入る種もあれば、サクラマスやギンザケのように浮上後1年以上河川で成長した後に降海する種も存在する。これは進化的背景を反映しており、系統的に古いサクラマスは稚魚期の河川依存度や親魚の母川回帰性が高く、逆に新しいシロザケは海洋への依存度が高くなっている。一方、サクラマスの種内の生活史多型は、稚魚期の成長や性比、環境条件によって決定され、成長のよい雄ほど産卵場付近の上流に残留して河川内成熟するといわれている。

また近年、幼魚期に一度海へ出て河川間を移動する新しい回遊型をもつサクラマスの存在が報告されている。こうした個体群は、河川の様々な環境要因とそれに関連する稚魚の成長・競争などの条件によって出現し、通常死滅すると考えられてきた。しかし、これら当歳降海魚が他の河川に遡河したり、しばらく汽水域で成長したあと河川に戻り、他の個体群と一緒に1歳で再び降海する現象が観察されており、こうした幼稚魚期に生息域を移動する個体群は適応度が高く、再生産への寄与率が高いとの仮説も提唱されている。降海型・残留型に加え、これら移動型の存在はサクラマスの初期生活史をさらに複雑にしているものと考えられるが、詳細は明らかではない。

こうした回遊多型の実態を明らかにすることは、サケ科魚類の生活史の多様性や回遊の進化過程を考える上で不可欠である。また、現在サクラマスの資源量は1970年代の漁獲量の約4分の1にまで減少し、準絶滅危惧種に指定された。稚魚の生残と資源に大きく関与する幼稚魚の回遊多型の理解は、本種の保全と資源管理にとって重要な課題である。

## 2. 研究の目的

本研究では北海道に生息するサクラマス *Oncorhynchus masou* の幼稚魚を対象に、それらの生物学的特性、耳石微量元素解析に基づく回遊履歴、河川環境を明らかにし、本種における生活史初期の回遊について知見を得るとともに、準絶滅危惧種に指定されている本種の保全に役立てることを目的とした。

## 3. 研究の方法

北海道の河川に生息するサクラマスについて、2011～2012年の3年間、5～6月の降河時期に定期的な野外調査を実施し、スマルト化したサクラマスの降海型幼魚を電気ショックで採集した。また、各河川の水温、河川勾配、餌環境、個体密度の流程分布などの環境データもあわせて集積した。調査地点は、日本海側に面する床丹川、茂初山別川、ニナイベツ川の3河川、および太平洋側に面する別々川の計4河川とした。これらの河川では

サクラマスの放流事業は実施されていない。それぞれの河川で採集したスマルトについて、尾叉長、体重、性別、肥満度を調べた。さらに、得られた個体から耳石を摘出し、耳石核が露出するまで研磨した後、X線マイクロアナライザーを用いて耳石微量元素を分析した。耳石のストロンチウム：カルシウム比 (Sr:Ca 比) の値から、孵化してから採集されるまでの個体毎の回遊履歴 (移動した水域、移動のタイミング・期間) を推定した。また河川ごとのハビタットシフト個体の出現頻度とその年変動についても調査した。

## 4. 研究成果

北海道の床丹川、茂初山別川、ニナイベツ川、別々川の4河川においてサクラマスのスマルトを採集して、生物学特性を調べたところ、床丹川で採集された個体の尾叉長と体重は、他の3河川に比べて体長、体重ともに有意に小さかった。肥満度には違いは認められなかった。性比は茂初山別川ではメスの割合は50%であったが、他の3河川では約70～80%がメスであった。

耳石微量元素の分析では、太平洋に面する別々川、日本海に面する茂初山別川とニナイベツ川の個体群の耳石 Sr:Ca 比は低値で推移していた。したがって、これら3河川の幼魚はすべて孵化時から純淡水河川内に留まっていたものと推定された。これに対して、日本海に面する床丹川の個体群の耳石 Sr:Ca 比は浮上直後に対応する耳石核からおおよそ 200  $\mu\text{m}$  付近で高くなり、稚魚期の間河川から Sr 濃度の高い河口汽水域まで移動した可能性が示された。

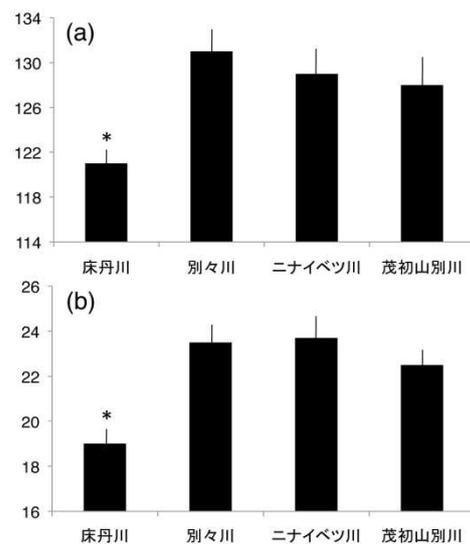


図1. 各河川で採集されたサクラマス幼魚の (a) 尾叉長と (b) 体重

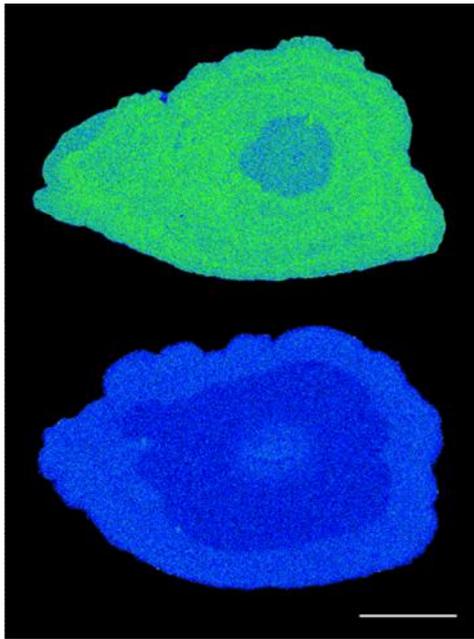


図2. 床丹川(上)と別々川(下)で採集されたサクラマス幼魚の耳石 Sr 濃度分布図. Scale Bar = 500  $\mu\text{m}$

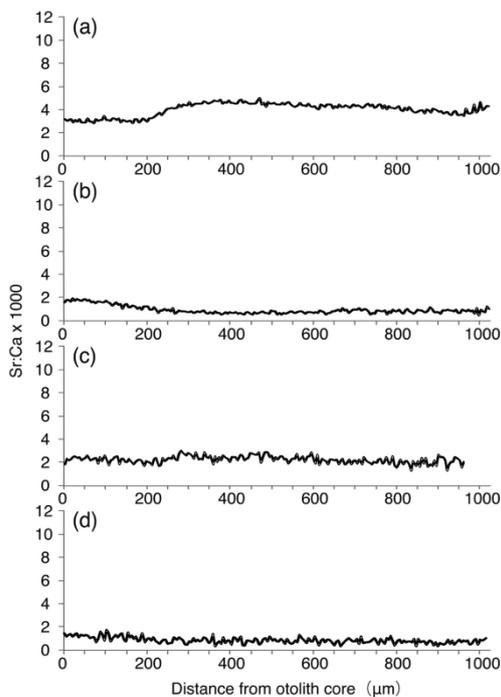


図3. サクラマス幼魚の耳石 Sr/Ca 比. (a) 床丹川, (b) 別々川, (c) ニナイベツ川, (d) 茂初山別川

また、7月に実施された床丹川河口外側の沿岸における潜水観察では、0+歳の個体が数尾確認された。床丹川の水温は、年間を通じて同じ日本海側の茂初山別川と太平洋側の別々川の水温の中間の値を示し、水温の影響による幼魚の移動の可能性は低いと考えられる。

一方、床丹川の個体密度は  $0.67 \text{ m}^{-2}$  で、北海道の他の河川に比べて高いことが報告さ

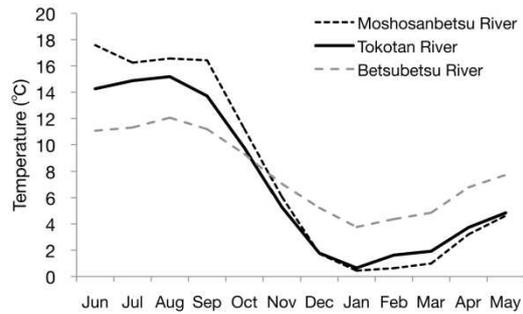


図4. 調査河川の年間水温変化

れている。また河川の形態型をみると、床丹川は上流型 (Aa 型) で河川勾配が大きい (4.90%) のに対し、他の3河川は中流型 (Bb 型) で流れは比較的緩やかで河川勾配は小さい (0.91–1.75%)。したがって、川幅が狭く最も急勾配の床丹川では、河川内にサクラマス幼魚が留まるような場所が少なく、大量の雪解け水によって小型の幼魚は河口もしくは沿岸域まで移動し、しばらく滞留しているものと推測された。

以上のような結果から、北海道に生息するサクラマス幼稚魚のハビタットシフトには個体密度や河川の物理環境が関連していることが示唆された。今後、各河川に生息するサクラマス幼魚の餌環境、個体密度の流程分布などを比較することにより、こうしたハビタットシフトをもたらす要因を詳しく検討しなければならない。また、床丹川と同じような勾配をもつ河川のサクラマス幼魚の回遊履歴を調べることで、床丹川でみられたサクラマス幼魚のハビタットシフトが普遍的なものであるかどうか検証していく必要がある。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

(1) Kuroki, M., Buckley, R.M., LeClair, L.L., Hauser, L. (2010) Validation and efficacy of trans-generational mass marking of otoliths in viviparous fish larvae. *Journal of Fish Biology*. 査読有, 77(1): 292–298.

doi:10.1111/j.1095-8649.2010.02681.x.

[学会発表] (計2件)

(1) 黒木真理, 近藤祐史, 吉永龍起, 森田健太郎, 玉手剛. 北海道におけるサクラマス幼稚魚のハビタットシフト. 日本水産学会, 2012年3月28日, 東京.

(2) 森田健太郎, 玉手剛, 黒木真理, 永沢亨. 水温上昇がサクラマスの生活史と個体群動態に及ぼす影響. 日本生態学会, 2013年3月8日, 静岡.

6. 研究組織

(1)研究代表者

黒木 真理 (KUROKI MARI)

東京大学・総合研究博物館・助教

研究者番号：00568800