

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 6 月 5 日現在

機関番号：82708

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22510251

研究課題名（和文）北太平洋沿岸河川に分布するイワナ属魚類の生物系統地理と進化的に重要な単位の特定

研究課題名（英文）Phylogeography and evolutionary significant units of genus *Salvelinus* in the North Pacific rim

研究代表者

山本 祥一郎（YAMAMOTO SHOICHIRO）

独立行政法人水産総合研究センター・増養殖研究所・主任研究員

研究者番号：20392897

研究成果の概要（和文）：

北太平洋沿岸河川に広く分布するイワナ属魚類（オショロコマとイワナ）を対象に、分布域を網羅するサンプリングをおこない、複数の遺伝子マーカーを用いた集団遺伝学的解析を実施した。その結果、北海道や日本海周辺河川に生息するオショロコマは古い系統分化の歴史をもち、他のオショロコマ系統と比べて遺伝的固有性の高いグループであること、イワナについては特に本州の河川において遺伝的に分化を遂げたいくつかの地域集団が存在すること、などが明らかとされた。

研究成果の概要（英文）：

We examined the geographic distribution pattern of mitochondrial DNA sequence polymorphisms of salmonid fishes, Dolly Varden *Salvelinus malma* and white-spotted charr *S. leucomaenis*, over most of its range in the North Pacific rim, to assess how its spatial population genetic structure has been molded. The haplotypes from Dolly Varden were grouped into three main lineages, which correspond to western, central, and eastern regions in the North Pacific. Some diagnostic and genetically differentiated haplotypes were identified around the southerly populations (Honshu Island) of white-spotted charr.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野： 複合新領域

科研費の分科・細目：資源保全学・資源保全学

キーワード：遺伝子資源保全、イワナ属魚類、集団遺伝構造、進化的に重要な単位

1. 研究開始当初の背景

日本や北アメリカをはじめとする世界各地の河川では、過去長期間にわたって大規模なサケ科魚類の種苗放流がおこなわれてきた。河川や湖沼に放流される孵化場由来の養殖魚が、時に在来サケ科魚類の遺伝的固有性を喪失させ、さらに交雑を通して自然集団の適応度にマイナスの影響を及ぼしている事例が、主に北アメリカで行われた研究から報告されている。この移殖がもたらす悪影響は日本各地の水系についても十分に予想され、非在来個体の混入が及ぼす遺伝的組成の変化およびその長期的影響を予見する観点からも、自然集団の遺伝的特性を科学的なデータに基づき識別し、急ぎ適切な単位（進化的に重要な単位）を設定する必要がある。

2. 研究の目的

本研究課題は、北太平洋沿岸河川に広く分布するイワナ属魚類を対象として分布域を網羅するサンプリングをおこない、複数の遺伝子マーカーを用いた集団遺伝学的解析を実施し、それぞれの種について遺伝的集団構造を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

研究期間全体を通して、オショロコマおよびイワナの分布域を網羅するサンプリングをおこない、同時に遺伝的解析を進めていく。遺伝子分析についてはミトコンドリア DNA の塩基配列分析を中心とした複数の DNA マーカーを調べ、集団ごとに対立遺伝子およびハプロタイプの出現パターンを整理・記録していくとともに進化的に重要な単位を特定する。また、系統地理学的アプローチを併用

することにより、イワナ属魚類の種内系統分化の実態を明らかにし、それぞれの種に含まれる遺伝的変異の意味や分布域形成パターンおよびプロセスを推定する。

4. 研究成果

オショロコマについては、日本、アメリカ、ロシアからの 73 集団、1211 個体から合計 68 種類のミトコンドリア DNA ハプロタイプを見出し、それぞれを DNA データベースとして整理・記録した(図 1)。

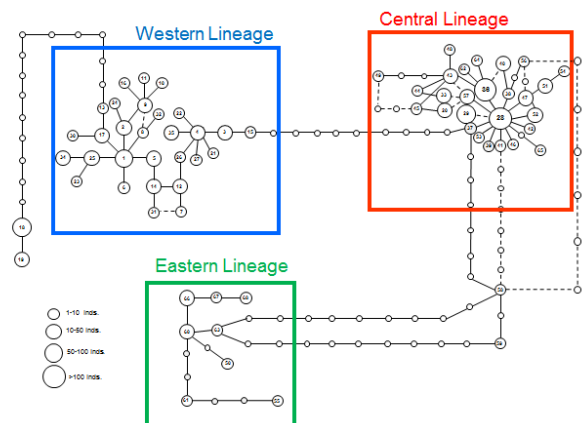


図1 北太平洋沿岸河川に生息するオショロコマのミトコンドリアDNAハプロタイプネットワーク。

これらは塩基配列パターンから北海道・千島列島・日本海沿岸河川・オホーツク海沿岸河川に分布するグループ(western lineage)、千島列島・サハリンからアラスカ南部に至る北太平洋沿岸に広く分布するグループ(central lineage)、アラスカ南部からアメリカワシントン州まで分布するグループ(eastern lineage)の大きく3つのグループに区分されることが示された(図 2)。

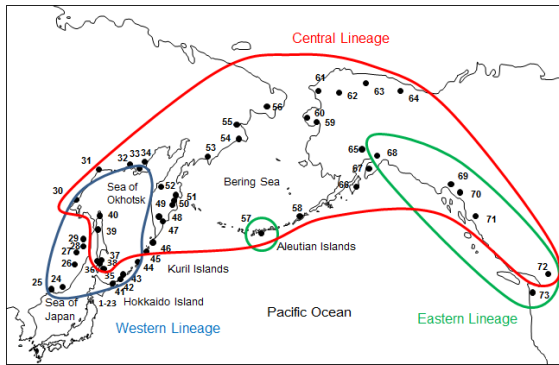


図2 オシヨロコマにおけるミトコンドリアDNA系統の地理的分布。

また、国際 DNA データベースから北極海周辺に広く分布するホッキョクイワナのハプロタイプ 62 種類を取り出し、オシヨロコマから得られたハプロタイプを併せて系統解析をおこなった。その結果、オシヨロコマとホッキョクイワナはそれぞれ相互に単系統を形成せず、北海道や日本海周辺河川など北太平洋西方地域に分布するオシヨロコマ (western lineage) は、その他の地域のオシヨロコマ (central lineage and eastern lineage) やホッキョクイワナと姉妹群を形成することがわかった。また、塩基置換率に基づく計算により、北海道・日本海周辺河川に生息するオシヨロコマ (western lineage) は、その他地域のオシヨロコマ+ホッキョクイワナの系統と約 1,600,000-2,130,000 年前に分化したと推定された。以上より、北海道や日本海周辺河川に分布するオシヨロコマ (western lineage) は古い系統分化の歴史をもち、他のオシヨロコマ系統と比べて遺伝的固有性の高いグループであること、本種の遺伝的集団構造および分布域形成過程において、過去氷河期に形成されたリフュージアや日本列島周辺の地勢的要因による生息域の隔離 (分断) が強く影響していることが考えられた。また、同属のイワナやホッキョクイワナとの間に交雑 (遺伝子浸透) が生じている集団がいくつか確認された。

イワナについては、既往文献調査およびサ

ンプルング調査を実施し、これまでに確認されているミトコンドリア DNA タイプを整理する作業をおこなった。その結果、全国およびロシアのイワナ集団から計 72 種類のハプロタイプが見出され、特に本州の河川において遺伝的に分化を遂げたいくつかの地域集団を特定することができた。

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 Nishida M. Maekawa K. (2012) Preface: Micro- and macroevolution of fishes. *Environ. Biol. Fish* 94: 503-504. 査読有

[学会発表] (計 6 件)

- 1 久保田仁志・酒井忠幸・綱川孝俊・山本祥一郎・渡辺勝敏 (2012) 堰堤による分断がもたらすイワナ在来個体群の有効集団サイズの縮小と遺伝的多様性の減少. 日本水産学会年会, 東京.
- 2 Yamamoto S. Maekawa K. Morita K. Crane P. Oleinik A. (2012) Population genetic structure and phylogeography of a salmonid fish, Dolly Varden *Salvelinus malma*: multiple glacial refugia in the North Pacific rim. 7th International Charr Symposium, Sakhalin.
- 3 Yamamoto S. Morita K. Yokoyama R. Miyamoto K. Sato M. Maekawa K. (2012) Incidence of a skeletal deformity (truncated upper jaw) in a natural population of white-spotted charr

- Salvelinus leucomaenis*. 7th International Charr Symposium, Sakhalin.
- 4 Tsuboi J. Mitsui K. Ashizawa A. Yamamoto S. Morita K. (2012) Local adaptation to alpine environment in white-spotted charr. 7th International Charr Symposium, Sakhalin.
- 5 山本祥一郎・前川光司・森田健太郎・Penny Crane・Alla Oleinik・Lubov Skurikhina (2011) 北太平洋沿岸河川に生息するオシロコマの遺伝的集団構造. 日本水産学会年会、東京.
- 6 Yamamoto S. Kubota H. Hasegawa K. Nakamura T. (2010) Spatial variations in census and effective population sizes of white-spotted charr (*Salvelinus leucomaenis*) in relation to habitat variables. International Symposium: Advances in the Population Ecology of Stream Salmonids, Luarca, Spain.

[図書] (計1件)

- 1 山本祥一郎 (2010) 生息域の分断化と遺伝的多様性 —淡水魚類を例に—. 「野生動物保護の事典」 pp 201-206. 野生生物保護学会編、朝倉書店.

[その他]

- 1 前川光司 (2012) 北から来た動物・魚たち. モーリー 26: 12-14.
- 2 前川光司 (2011) 溪流改変と溪流魚, 「北海道の森林」(北方森林学会編), pp. 197-202, 北海道新聞社
- 3 前川光司 (2011) イワナよもやま話—to sea or not to sea-有効食物量の差仮説からの検証—. 労働文化 228: 21-26.

- 4 山本祥一郎 (2010) 溪流魚資源の遺伝的多様性とその保全. 農林水産技術研究ジャーナル 33(7): 9-13.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山本 祥一郎 (YAMAMOTO SHOICHIRO)
独立行政法人水産総合研究センター・増養殖研究所・主任研究員
研究者番号: 20392897

(2) 研究分担者

前川 光司 (MAEKAWA KOJI)
北海道大学・名誉教授
研究者番号: 80002301

森田 健太郎 (MORITA KENTARO)
独立行政法人水産総合研究センター・北海道区水産研究所・主任研究員
研究者番号: 30373468