

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：17501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K12418

研究課題名(和文)生活史分化パターンの地域間変異に着目したサクラマス個体群の遺伝的構造の解明

研究課題名(英文) Evaluation of genetic structure in masu salmon population focusing on interregional variation in relative abundance of migratory life histories

研究代表者

北西 滋 (Kitanishi, Shigeru)

大分大学・理工学部・准教授

研究者番号：90552456

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：サクラマスには河川残留型と降海型の2つの生活史があり、地域ごとに両生活史の割合が異なっている。本研究では、この生活史分化パターンの地域間変異に着目し、生活史分化パターンの異なる国内3地域(北海道北部、北海道中西部、富山県)において個体群の遺伝的構造の解析・比較を行うことにより、遺伝的構造形成における生活史の影響の解明を試みた。マイクロサテライトDNA解析の結果、遺伝的多様性や個体群間の遺伝的分化の程度に地域間の差異は認められなかった。一方、道央地域にのみ距離による隔離の効果が認められた。これらの結果から、個体群の遺伝的構造とその空間スケールが地域ごとに異なっていることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、サクラマス個体群の遺伝的構造とその形成過程における生活史の影響の一端を明らかにし、また、地域ごとに遺伝的構造の空間スケールが異なっている可能性を明らかにした。これらの結果は、種や個体群、そしてその遺伝子資源を保全していくためには、各個体群の生態や生活史特性、遺伝的構造などに応じた、地域ごとの資源管理実践が重要であることを示唆している。さらに、本研究の成果は、地域個体群の保全や持続可能な水産振興にもつながることが期待されるため、社会的なインパクトも大きいと考えられる。

研究成果の概要(英文)：Masu salmon has two life histories (anadromous and resident) and relative abundance of these two life histories vary among regions. In this study, we focused on the interregional variation of the relative abundance and, in order to reveal effects of life history on genetic structure, investigated genetic structure of masu salmon populations inhabiting three different regions (i.e., northern Hokkaido, midwestern Hokkaido, and Toyama Prefecture) that vary in the relative abundance of the two life histories. Microsatellite analyses showed no differences in genetic diversity within population and the degree of pairwise genetic differentiations among regions. On the other hand, isolation by distance was detected only in midwestern Hokkaido. These results suggest that population genetic structure and its spatial scale may change depend on the relative abundance of the two life histories.

研究分野：生態学

キーワード：生活史多型 遺伝的構造 保全 生物多様性 マイクロサテライトDNA

## 1. 研究開始当初の背景

サクラマスは漁業や遊漁、環境教育対象などとして全国で親しまれている。近年、その資源量は近年激減しており、資源増大のための人工ふ化放流事業が日本各地で盛んに実施されている。同時に、異なる水系由来種苗の移植放流による遺伝的攪乱など、放流事業がサクラマス野生個体群に与える負の影響が懸念されている。種や個体群、そしてその遺伝子資源を適切に保全していくためには、地域や個体群ごとの生態的・遺伝的特性を把握し、それらの特性の維持に配慮することが重要である。特に、研究代表者らにより、サクラマスが地域ごと、場合によっては河川もしくは支流ごとに異なる遺伝的特性を有していることが明らかとなっている。そのため、本種資源の持続可能な利用のためには、地域ごとの生態的・遺伝的特性を把握し、それに基づいた地域ごとの細やかな資源管理および放流事業実践が不可欠である。

また、サクラマスには降海し大きく成長する降海型と、河川で一生を過ごす残留型の2つの生活史があり、高緯度地域ほど降海型の割合が増加する。研究代表者らは近年、生活史ごとに個体の分散パターンが異なり、降海型ほどより頻繁に分散することなどを明らかにした。これらのことは、個体群の遺伝的構造とその空間スケールが、生活史分化パターンの地域間変異に応じて、地域ごとに異なっていることを示唆している。従って、本種の保全や持続可能な資源利用のためには、河川や地域ごとの生活史や遺伝的特性を考慮に入れた細やかな保全・資源管理の実践が重要であると考えられる。

## 2. 研究の目的

サクラマスには降海型と河川残留型の2つの生活史があり、地域ごとに両生活史の割合が異なっている。本研究では、この生活史分化パターンの地域間変異に着目し、生活史分化パターンの異なる複数地域においてサクラマス個体群の遺伝的構造の解析することにより、(1)各地域におけるサクラマス個体群の遺伝的構造の解明、(2)地域間で遺伝的構造を比較することにより、生活史が本種の遺伝的構造に与える影響を明らかにすることを目的とした。

## 3. 研究の方法

本研究では、サクラマスの主要な生息地であり、かつ生活史分化パターンが異なる国内3地域(北海道北部、北海道中西部、富山県)を対象とした。各地域において3~6河川を選定し、それぞれの河川から37~95個体のサクラマスDNA試料を採集した。なお、北海道では稚魚および幼魚を、富山県では降海型の親魚をサンプルとした。また、本種個体群が有する遺伝的構造を正確に評価するためには、人為的影響をあまり受けていない個体群を対象とすることが望ましい。そこで、北海道2地域においては、野生もしくは天然個体群を対象とした。

得られたDNA試料を対象とし、マイクロサテライトDNA16遺伝子座を対象とした多型解析により、個体群の遺伝的多様性や個体群間の遺伝的距離などを明らかにし、詳細な遺伝的構造評価した。また、富山県においては、assignment testによる分散個体の推定および血縁推定もおこなった。また、得られた遺伝的構造を地域間で比較することにより、遺伝的構造形成における生活史の影響についても推定した。

## 4. 研究成果

2019~2020年にサンプリングをおこなった北海道北部5河川226個体、北海道中西部6河川308個体、富山県3河川4地点260個体を対象にマイクロサテライトDNA解析をおこなった。各個体群の平均ヘテロ接合度、平均allelic richness、および固有遺伝子数は、それぞれ、0.63~0.70、7.3~9.5、および0~12であった。個体群間の遺伝的差異( $F_{ST}$ )を求めた結果、0.008~0.041であり、全ての個体群間に有意な遺伝的差異が認められた。

富山个体群を対象に3河川間の分散個体の推定をおこなった結果、260個体(降海型雄99個体、降海型雌161個体)のうち10個体(3.8%、降海型雄5個体、降海型雌5個体)が分散個体として推定された。また、富山地域の神通川においては、支流間(神通川、熊野川)においても有意な遺伝的差異が認められた。遺伝的差異およびSTRUCTURE解析の結果から、富山个体群は庄川とその他河川の2つに大きく分かれることが明らかとなった(図1)。これらの結果から、北海道と同様、北陸地方のサクラマスにおいても降海型個体の低い迷入率およびサクラマス个体群が支流レベルで遺伝的に分化している可能性が示唆された。さらに、これらの解析で用いた黒部川95個体(降海型雄22個体、降海型雌73個体)と、翌年黒部川にて採集したサクラマス稚魚との間で親子判別をおこなった結果、殆どの個体において親子を判別することができなかった。

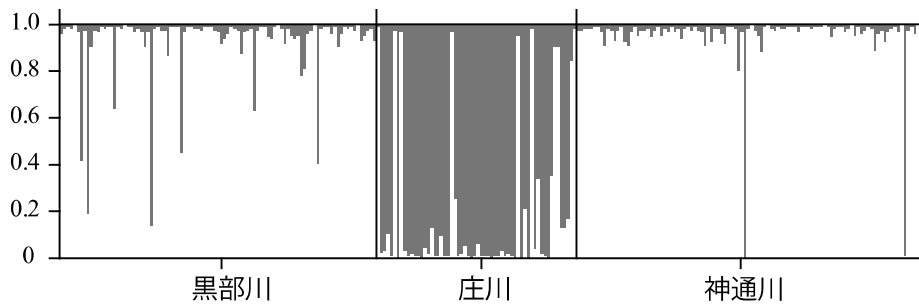


図1 STRUCTURE解析の結果。縦棒1本は各個体を示し、灰色が庄川の、白色がその他河川の遺伝的クラスターを表す。両遺伝的クラスターの一部個体が、別クラスターの遺伝的特徴を示していることから、河川間での個体の分散や遺伝的交流が生じていることが推定される。

## (2) 地域間での遺伝的構造の比較

3地域間で平均ヘテロ接合度、allelic richness、 $F_{ST}$ の値に差異は認められなかった。一方、有効集団サイズは地域ごとに異なり、富山および北海道北部と比べ、北海道中西部の个体群は低い値を示した。Isolation by distanceを求めた結果、北海道中西部では地理的距離と遺伝的距離との間に有意な相関関係が認められたものの、北海道北部および富山においては認められなかった(図2)。これらの結果から、个体群の遺伝的構造とその空間スケールが地域ごとに異なっていることが示唆された。

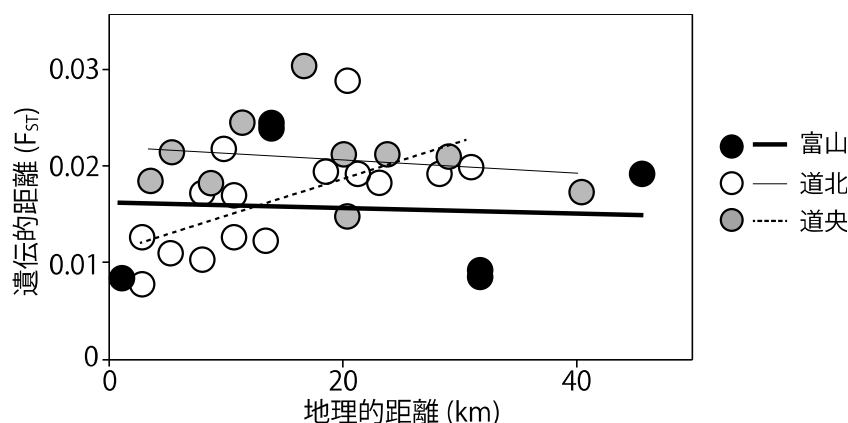


図2 3地域におけるisolation by distanceの結果。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 岩槻幸雄・松本宏人・村岡佑樹・中平育人・長友智紀・山之内 稔・田中文也・稲野俊直・北西滋	4. 巻 48
2. 論文標題 宮崎県一ツ瀬川支流，秘境「蛇籠川」のヤマメの遺伝系統の特殊性と宮崎県の在来ヤマメの遺伝系統	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature of Kagoshima	6. 最初と最後の頁 197-208
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 T. Yamamoto, S. Kitanishi, N. B. Metcalfe	4. 巻 35
2. 論文標題 Effect of parental phenotype on dispersal, growth and maturation of offspring in wild masu salmon ( <i>Oncorhynchus masou</i> )	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Evolutionary Ecology	6. 最初と最後の頁 253-269
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10682-020-10098-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 T. Yamamoto, S. Kitanishi, S. Masato, M. Yagisawa, D. Kishi	4. 巻 30
2. 論文標題 Links between paternal life history and offspring metabolic rate and body size during early life in masu salmon <i>Oncorhynchus masou</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ecology of Freshwater Fish	6. 最初と最後の頁 296-305
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/eff.12584	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 北西滋	4. 巻 15
2. 論文標題 サクラマスにおける個体群の遺伝的構造と個体群間の遺伝的交流	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SALMON情報	6. 最初と最後の頁 6-11
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 長谷川 功, 北西 滋, 宮本 幸太, 玉手 剛, 野村 幸司, 高木 優也	4. 巻 86
2. 論文標題 沿岸漁業および内水面の遊漁における重要種Oncorhynchus masou masou ( サクラマス・ヤマメ ) の包括的な資源管理に向けた提言	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本水産学会誌	6. 最初と最後の頁 2-8
掲載論文のDOI ( デジタルオブジェクト識別子 ) 10.2331/suisan.19-00028	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 北西滋・野村幸司
2. 発表標題 富山県におけるサクラマス個体群の遺伝的構造
3. 学会等名 日本水産学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岩槻幸雄・北西滋・川嶋尚正・金子裕明・野呂尚之
2. 発表標題 サケ科サクラマス類似種群 ( the Oncorhynchus masou complex ) の地理的遺伝系統 境界領域における在来アマゴと在来ヤマメ個体群と生息実態と遺伝系統
3. 学会等名 第52会日本魚類学会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	山本 俊昭  (Yamamoto Toshiaki)  (30409255)	日本獣医生命科学大学・獣医学部・准教授    (32669)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	岩槻 幸雄  (Iwatsuki Yukio)  (60213302)	宮崎大学・農学部・教授    (17601)	
研究分担者	野村 幸司  (Nomura Koji)  (80827600)	富山県農林水産総合技術センター・富山県農林水産総合技術センター水産研究所・主任研究員    (83207)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関