

令和 2 年 6 月 1 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K07904

研究課題名(和文) 血縁関係に基づく三陸産サケ個体群の繁殖集団の実態の解明

研究課題名(英文) Current status of a wild population of chum salmon on the Sanriku Coast, based on DNA genotype-based kinship estimation

研究代表者

峰岸 有紀 (Minegishi, Yuki)

東京大学・大気海洋研究所・助教

研究者番号：80793588

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：三陸地方の小河川に回帰するサケ野生個体群の繁殖の実態を解明し、地域個体群の生態の理解に資することを目的として、岩手県・小釜川において、サケ回帰親魚の全数調査を行った。その結果、親魚の遡上時期、数、遡上区間、産卵床の数および分布など、河川全体のサケ野生個体群の自然産卵の実態を明らかにした。本河川では、孵化放流を実施している近隣河川と比較して、決して小さくない個体群サイズを自然産卵のみで維持していることから、孵化放流事業について再考の必要があることが示唆される。なお、回帰親魚全個体のDNA血縁鑑定は分析を継続している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本のサケ資源は孵化放流事業により造成されたと考えられてきた。本研究により、日本のサケ資源管理上、存在しないとされていた野生魚と自然産卵の実態が、三陸地方の河川全体で初めて、定量的に明らかになった。本研究で得られた成果は、三陸のサケ地域個体群の理解および保全の礎となるだけでなく、資源保全および持続的利用を目指す上で、最も基礎的な情報を提供し得る。また、その希少性・地域性から、観光および教育資源としての価値も高く、食資源だけに止まらない三陸産サケの新たな価値観の創生に繋がる。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study was to reveal the current status of natural spawning of chum salmon returning to a river without implementation of stock enhancement program, in order to understand the local ecological characteristics of wild chum salmon populations on the Sanriku Coast, the Pacific side of the Honshu Island, Japan. The field survey through the entire season for 3 years revealed the period, number and area of escapement and the number and distribution of spawning redds for the first time. A comparison with a river with stock enhancement found that a wild population has a substantial size despite that stock enhancement program has not been operated and suggested that there is a need to re-evaluate the effect of stock enhancement program. DNA genotype-based kinship estimation among all individuals of the returning adults requires more analyses.

研究分野：分子生態学

キーワード：サケ 自然産卵 小釜川 遡上 産卵床 繁殖生態

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

サケは、日本、ロシア、アラスカ、カナダ、アメリカの北太平洋沿岸に広く分布する(図 1)。サケはこれらの陸地の河川で生まれ、ベーリング海やアラスカ湾に回遊し、数年をかけて成長した後再び、生まれた河川に遡上して繁殖を行う。日本の東北地方は、このサケの分布のほぼ南限に位置する。分布の中心部により近く、産卵親魚の遡上量が遥かに多い北海道と同様、その大回遊は人々の興味をかき立て、生態および行動研究の対象となってきた。また、最重要漁業資源のひとつとして、北海道・東北地方の水産業を支えて来た。

一方で、サケが生息する環境は、北海道と東北地方の三陸沿岸では大きく異なる。三陸沿岸域は、北海道に比べて海および河川水温が高く、湾や河川の規模は狭くて小さい。また、地形は急峻で、産卵場となる河川が市街地と隣接することも少なくない。さらに、三陸沿岸は本種の分布域の縁辺部であるため、環境変動の影響を受けやすい。このような生息環境の大きな違いは、三陸のサケ個体群に、北海道の個体群とは異なる生態をもたらすことが予想される。実際に、近年の集団遺伝学的解析から、北海道と本州の太平洋沿岸のサケ個体群は遺伝的に異なることが示されている。

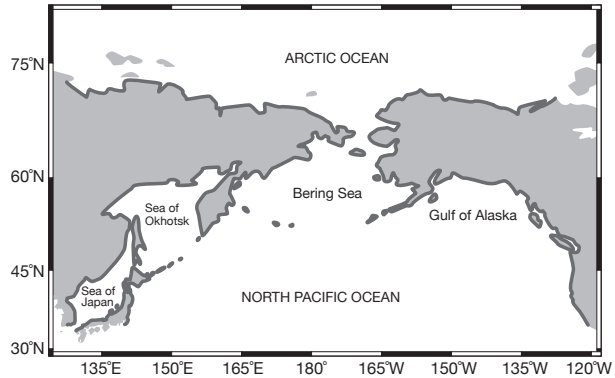


図 1 サケの分布域(太線)(Neave et al. 1976 を改訂)

しかし、1970 年代以降、サケの人工孵化放流事業において、サケ卵種の人為的移入が北海道から本州で広く行われてきた。一般に、遡上時期の後半に遡上する個体は地域個体群に由来するとされるものの、そのような歴史的背景から、現在のサケ個体群の多くは、純粋な地域個体群と他地域からの移入由来の個体群の混合集団と考えられる。言い換えれば、過去に人工孵化放流が行われたことのない河川のサケ個体群こそが、遺伝的混入のない純粋な地域個体群の特徴を保持していると考えられる。サケの地域個体群の生態を理解するためには、まずは、このような純粋な地域個体群の遺伝的特性を明らかにする必要がある。

岩手県では、2011 年の地震および津波により、地域の基幹産業のひとつであるサケ産業が甚大な被害を受けた。これに加え、2017 年 8 月には台風 10 号が直撃し、一部のサケ孵化場では、再び人工孵化放流を中断する事態に陥った。さらに、1990 年代からサケの回帰尾数は減少傾向にあり、対策が急がれている。このような状況において、三陸沿岸の主要な水産生物であるサケが、そもそもどういった個体群なのか、ということをはっきりとすることは、本種の生物学的興味のみならず、地域産業の資源の確保と保全の観点からも喫緊の課題である。

2. 研究の目的

本研究では、これまでに人工孵化放流が行われたことがない岩手県の小河川・音部川に回帰する親魚の血縁関係を明らかにすることで、三陸産サケ個体群の繁殖集団の実態を解明し、サケ地域個体群の生態の理解に資することを目的とする。

3. 研究の方法

岩手県音部川に回帰するサケ親魚の全個体サンプリングと DNA 標識を行うことによって血縁関係を推定し、繁殖集団を構成する家系の種類と数、毎年出現する家系の有無、ある場合はその種類、またそれらの経時変化を明らかにすることにより、その繁殖集団の実態を解明する。サンプリングは申請する研究期間の全期間を通して行い、ジェノタイピングと血縁関係の推定については、主に初年度に DNA マーカーセットの整備を、次年度以降にジェノタイピングと血縁関係の推定を行う。

4. 研究成果

本研究では、初年度より研究計画を大きく変更する必要が生じた。初年度の調査に先立ち、調査地として選定していた岩手県・音部川に赴き予備調査を行ったところ、東日本大震災の復興関連工事のため河川環境が大きく変化し、場所によっては立ち入ることができなかった。そのため、音部川での研究の遂行は不可能と判断せざるを得なかった。一方で、研究代表者が所属する東京大学大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センターが立地する岩手県大槌町の小鉾川では、2011 年の震災以降、サケの人工孵化放流を実施しておらず、現在、本河川に遡上するサケ親魚は自然再生産を行っている。震災以前は人工孵化放流を行っており、卵種の移入も行われていたことから、小鉾川に遡上するサケ個体群は、他地域との交流がない純粋な地域個体群とは言えない。従

って、本研究の当初の目的とは完全には合致しない。しかしながら、小鍬川は、ほとんどの沿岸河川で人工孵化放流を行っている三陸地方では極めて稀なサケの自然産卵河川であり、少なくとも震災以降の数世代は自然再生産のみで個体群を維持している野生集団と考えることができる。その繁殖に関する遺伝的背景および地域的生態特性を明らかにすることは、三陸産サケの生態の理解に資するだけでなく、その資源の保全および持続的利用に有用な情報の提供に繋がることが期待される。そこで、DNA 鑑定に基づく血縁関係も含め、三陸河川・小鍬川におけるサケ野生集団の自然産卵の実態を明らかにすることを目的とし、小鍬川で研究を遂行することとした。

(1) 小鍬川における自然産卵の実態

調査地とした岩手県・小鍬川では、震災以降、遡上するサケに関する情報が一切なく、いつ、どこに、どれくらいの数の親魚が遡上するか、どこで産卵するか、といった極めて基礎的な事柄すらわかっていない状態であった。そこで、小鍬川におけるサケ親魚の遡上時期、数、産卵の時期、産卵床の数および場所についての知見を収集し、自然産卵および野生個体群の実態を明らかにするため、小鍬川において踏査を行なった。

踏査は、2017年9月1日から2018年2月21日まで、週に1-3回、河口から約1kmの地点から上流の約3kmの区間で実施し(図2)、サケ親魚の計数、産卵床の数と場所の記録、産卵後のサケ死骸の尾叉長の計測、DNA分析用の組織と年齢査定用の鱗の採取を行った。その結果、2017年9月27日に初めて遡上親魚を確認し、以降2018年2月5日まで、延べ2044個体を確認した(図3)。遡上親魚は11月下旬から急激に増加し、12月半ばにピークを迎え、1月に入ると急減した。産卵床は、2017年10月10日から2018年1月25日までの間に、調査区間全体で少なくとも363床を記録した(図2)。さらに、1764個体の産卵後のサケ死骸を収集し、これらから組織を採取することができた(峰岸・青山 2019)。

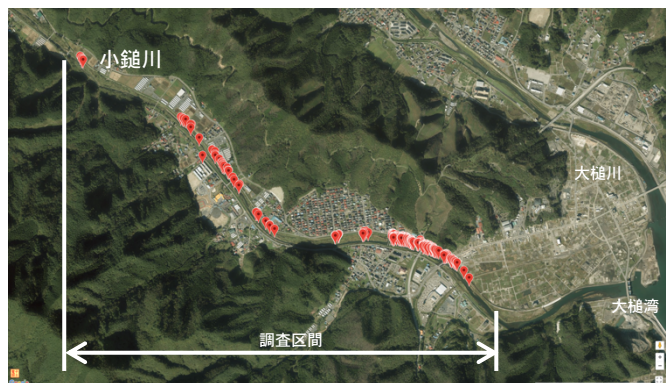


図2 2017年に小鍬川で確認された産卵床の場所および数(赤印)

翌2018年シーズンに実施した踏査においてもほぼ同等の結果が得られた。しかし、2019年シーズンは、親魚の遡上時期や産卵時期、産卵床の分布は過去2シーズンと同等であったものの、親魚数は234個体、産卵床数は186床、産卵後のサケ死骸は898個体と激減した。2019年シーズンは全国的にサケの来遊が少なく、岩手県では、孵化放流事業が大規模化する以前と同程度の低水準であったことから、小鍬川におけるサケ回帰親魚の減少は、本河川特有の現象ではなく、日本に来遊するサケ個体群全体の資源量変動に伴うものと考えられた(Minegishi et al. in prep.)。

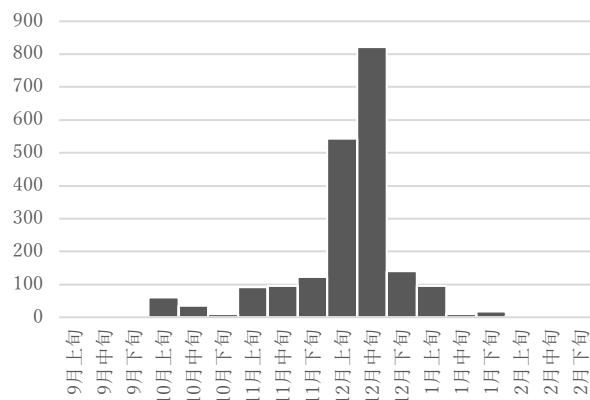


図3 2017年に小鍬川で計数されたサケ親魚尾数の推移

この成果の一部は、日本生態学会で発表するとともに、同学会誌で報告した。

(2) サケ孵化放流事業の効果について

2017年から実施した調査の結果、小鍬川には約2000個体の親魚が遡上し、300-400床程度の産卵床が形成されることが明らかになった。2017年に確認された産卵床数(363床)をメスの尾数とみなし、既報の国内他河川におけるメス1尾あたりの孕卵数およびサケの自然産卵による卵から稚魚までの生存率に基づいて、小鍬川で生まれる稚魚尾数を推定すると、約7万から20万尾と算出された。

一方、小鍬川とその河口で隣接する大槌川では、震災以降も孵化放流事業を継続しており、2017年に大槌川孵化場が本河川で捕獲した親魚は2787個体であった。また、大槌川では、震災以降、1000万~2000万尾の稚魚を毎年放流している。

これらの数値を両河川で比較すると、インプットとしての稚魚尾数は、大槌川と小鍬川で5-10倍の差異があるのに対し、アウトプットとしての遡上親魚数の差異は1.5倍程度であることが分かった。親魚の迷入や年齢別の回帰率なども考慮した上で、より詳細かつ慎重に検討する必要はあるものの、インプット(稚魚尾数)の差異に対してアウトプット(回帰尾数)の差異が小さいという事実は、孵化放流事業の効果が圧倒的に大きいというわけではなく、小鍬川の野生サ

ケ個体群は大槌川のそれと比べて、決して小さくない個体群を自然産卵のみで維持していることを示していると考えられる (Minegishi et al. in prep.)。

この成果の一部は、国際ワークショップ The Second NPAFC-IYS Workshop “Salmon Ocean Ecology in a changing Climate” で発表するとともに、North Pacific Anadromous Fish Commission TECHNICAL REPORT で報告した。

(3) DNA ジェノタイピングに基づく血縁関係の推定

当初の計画を変更せざるを得なかったことに加え、研究期間中に、研究代表者が所属する東京大学大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センターの新研究教育棟竣工および移転、さらに新研究教育棟への DNA アナライザーの導入が行われたため、DNA 抽出等の実験の中断が発生し、DNA 分析は研究期間内に全てを終了することができなかった。今後、分析を継続して成果を取りまとめ、報告するとともに、より詳細な分析が必要な場合には新たに資金を獲得し、本来の目的である三陸産サケ野生個体群の血縁関係の解明を目指す。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 峰岸有紀・青山潤	4. 巻 69
2. 論文標題 三陸におけるサケ資源像の再構築	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本生態学会誌	6. 最初と最後の頁 201-207
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 Minegishi Y, Kawakami T, Aoyama J	4. 巻 15
2. 論文標題 Current Status of Chum Salmon Populations in the Rivers with and without Hatchery Stock Enhancement on the Sanriku Coast, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 North Pacific Anadromous Fish Commission TECHNICAL REPORT	6. 最初と最後の頁 23-24
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 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 川上達也・大場理幹・峰岸有紀・青山潤
2. 発表標題 湧水が卓越する三陸小河川・小鮎川におけるサケの産卵床内環境
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuki Minegishi, Tatsuya Kawakami, Jun Aoyama
2. 発表標題 Current status of chum salmon populations in the rivers with and without hatchery stock enhancement on the Sanriku coast, Japan
3. 学会等名 Second International Year of the Salmon (IYS) Workshop on Salmon Ocean Ecology in a Changing Climate (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 峰岸有紀
2. 発表標題 大槌湾水系におけるサケの自然産卵
3. 学会等名 第12回サケ学研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 峰岸有紀
2. 発表標題 岩手県・小槌川の野生サケについて
3. 学会等名 第65回日本生態学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>峰岸有紀．サケと生きる．公開市民講座「ふるさとのサケ さーもん・かふえ2019」，盛岡，2019年6月． 峰岸有紀．「野生サケの自然産卵 さんりく海の勉強室」，岩手日報子ども新聞，2018年12月18日． 峰岸有紀．海に暮らす・海と暮らす．日本財団「海と日本プロジェクト」いわてマリンキッズプロジェクト～岩手のサケを救え！～，大槌，2018年10月． 峰岸有紀．大槌湾水系におけるサケの自然産卵．平成30年度 北上川水系技術研修会，一関，2018年10月． 峰岸有紀．三陸のサケの営みと人の暮らし．夏休み！親子で楽しむまちなか遊び「三陸発！海の生き物研究最前線」，釜石，2018年8月． 峰岸有紀．小槌川のサケ -自然のいとなみ-．公開市民講座「岩手のサケを知る さーもん・かふえ2018」，盛岡，2018年6月． 青山潤・野畑重教・峰岸有紀．鮭に学ぶ人～“大槌の東大”命と海を見つめて～．IBC岩手放送，2018年3月31日14時～14時54分． 峰岸有紀．本州・三陸サケのいま．第14回SWSP勉強会・生態学セミナー，札幌，2017年8月． 青山潤・峰岸有紀．南限のサケ研究．市民公開講座「さーもん・かふえ2017」，盛岡，2017年6月．</p>

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