



世界初、海産生物の半クローン魚を北海道で発見

研究成果のポイント

- ・北海道で「アブラコの合いの子」といわれていた雑種が、海産魚で初、世界で6例目となる半クローンであることを実証した。
- ・半クローンの発現に、遺伝子が関与することを初めて明らかにした。

研究成果の概要

アイナメ属雑種の遺伝学的集団解析と交配実験から、野外雑種は2系統存在し、ともに個体発生には両親に由来する遺伝子を使いますが、卵を作る際に父親由来の遺伝子を捨てることを確かめました。このような母親のゲノムだけが子に伝わり、父親由来の遺伝子は毎世代入れ替わる特殊な遺伝様式を半クローン生殖と呼びます。半クローンは、今まで、遺伝的な共通性が微妙な近縁種の組み合わせで生ずると考えられていました。しかし、今回、雑種の母種のスジアイナメと父種のクジメおよびアイナメを使った純粋種間の交雑では、半クローンを作り出せず、野外で通常行われている野外雑種と父種を交配させる戻し交配（雑種とその親種が交配すること）でのみ半クローンを再現できました。

これらのことから、野外雑種は毎世代の交雑で出現するのではなく、過去に半クローンとなる遺伝的な変異を持った雑種が戻し交配で継代する集団であることを明らかにしました。

論文発表の概要

研究論文名: Identification of hemiclinal reproduction in three species of *Hexagrammos* marine reef fishes (アイナメ属3種間でみられる半クローン生殖の証明)

著者: 氏名(所属) 木村-川口幹子(北海道大学大学院環境科学研究院・東北大学大学院生命科学研究科), 堀田海帆(北海道大学大学院環境科学研究院), 阿部周一(北海道大学大学院水産科学研究院), 荒井克俊(北海道大学大学院水産科学研究院), 河田雅圭(東北大学大学院生命科学研究科), 宗原弘幸(北海道大学北方生物圏フィールド科学センター水圏ステーション臼尻水産実験所)

公表雑誌: Journal of Fish Biology

公表日: 英国時間 2014年6月5日(オンライン)

研究成果の概要

（背景）

多くの生物は、地殻変動によって生息地が分断されて種分化します。その後、分断していた障壁が消えるような地殻変動が起こると、種分化した2種が再び出会います。これを二次的接触と呼び、交雑の原因になります（図1, 2）。2種が融合して1種になることもあれば、遺伝的分化が大きい場合は、種の認知を強化し、別な種として共存することもあります。しかし、ごく希に2種の遺伝子を混ぜ合わせることなく生存可能な生殖方法を持った、新たな集団が生まれることがあります。その一つが半クローンで、この度、日本で初めて見つかりました。世界で6例目ですが、広い海に生息する生物では、初めてです。

半クローンは、全雌の単性集団です。そのため繁殖速度が早く、狭い生息域では競合する種を駆逐し、一時的に大集団となることが出来ます。しかし、環境変動や寄生物の襲来に耐えられる遺伝的多様性が乏しく、やがては絶滅に向かいます。このように一つの集団が長期的に存続するには、遺伝的多様性を作り出す仕組みを持たなければなりません。これが、多くの真核生物が遺伝子を組み換え、有性生殖する理由です。

（研究手法）

まず、雑種2系統と純粋種3種の集団構造を調べました。次に、人工交配により様々な雑種を作り出し、継代飼育し、遺伝子解析により雑種の遺伝様式を明らかにしました。海産魚は、飼育も繁殖も難しく、継代飼育が困難です。本研究では、本学臼尻水産実験所の利点を最大限活用し、長期間の飼育と交雑を繰り返すことができました。

（研究成果）

通常、交雑が進んだ集団では、遺伝子が混じり合う、遺伝子浸透という状況が進みますが、アイナメ属ではそのようなことはなく、種の領域が明確で、雑種は2系統とも親種のゲノムを一對ずつ持っていました（図3）。人工交配で得た、子および孫世代の遺伝子解析から、純粋種間の交雑では減数分裂し組み替えする配偶子を作るのに対し、野外雑種はすべて半クローンになり、それが子孫に遺伝することを示しました（図4）。これらのことから、半クローンは、雑種の親種の遺伝的分化の度合いだけでなく、半クローンを導く遺伝的変異が存在することを明らかにしました。

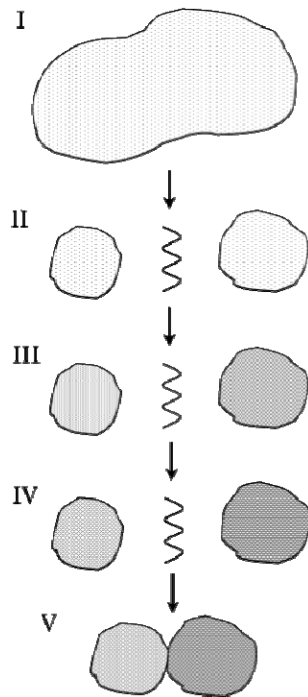
（今後への期待）

いつ頃から半クローン生物が地球に現れたのでしょうか？半クローンを生じさせる遺伝子の変異とは、どのようなものなのでしょうか？こうした謎を解くことで、性の進化が解明されるかも知れません。また半クローンは組み替えしないので、配偶子を作る際に働く遺伝子の構造など、基礎生物学を進展させるモデル生物になります。半クローンの仕組みを他の生物にも応用できるようになれば、希少生物のゲノムの維持といった生物資源の保全、さらには免疫が障壁となっている再生医療にも役立ちます。アイナメ属雑種は、日本で自然繁殖する唯一の半クローンです。この貴重な遺伝子資源を絶やさぬような資源管理が必要です。

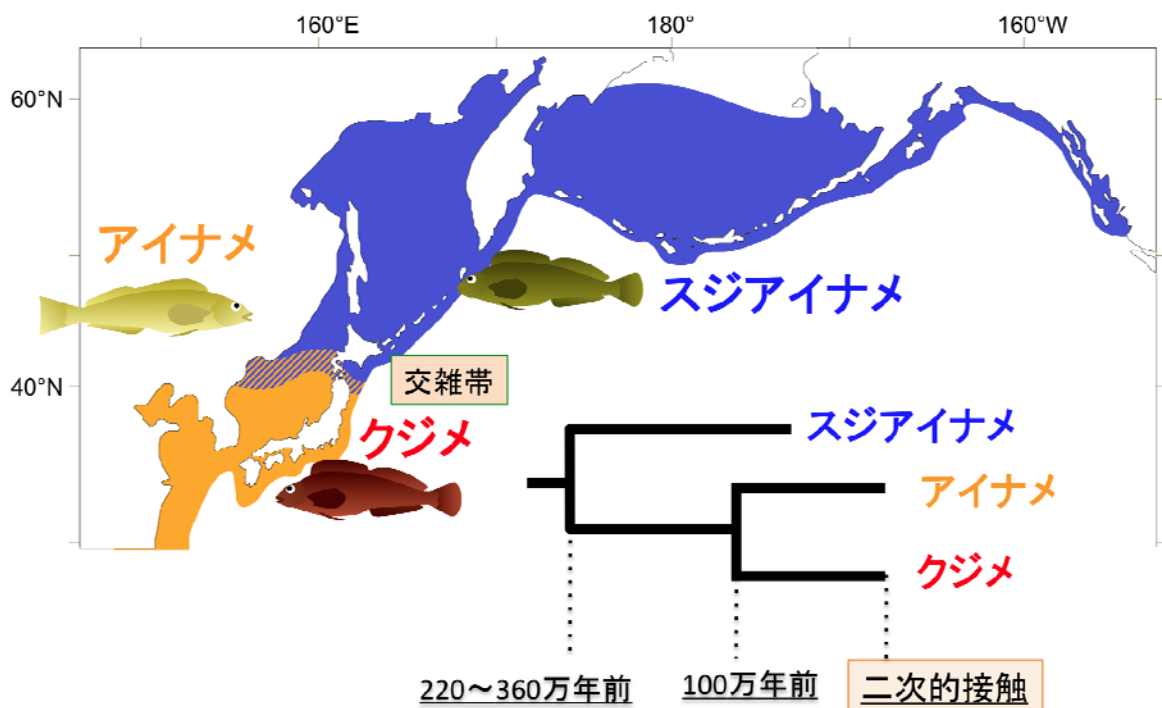
お問い合わせ先

所属・職・氏名：北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 准教授 むねはら 宗原 ひろゆき 弘幸
TEL：0138-25-5088 FAX：0138-25-5088 E-mail：hm@fsc.hokudai.ac.jp

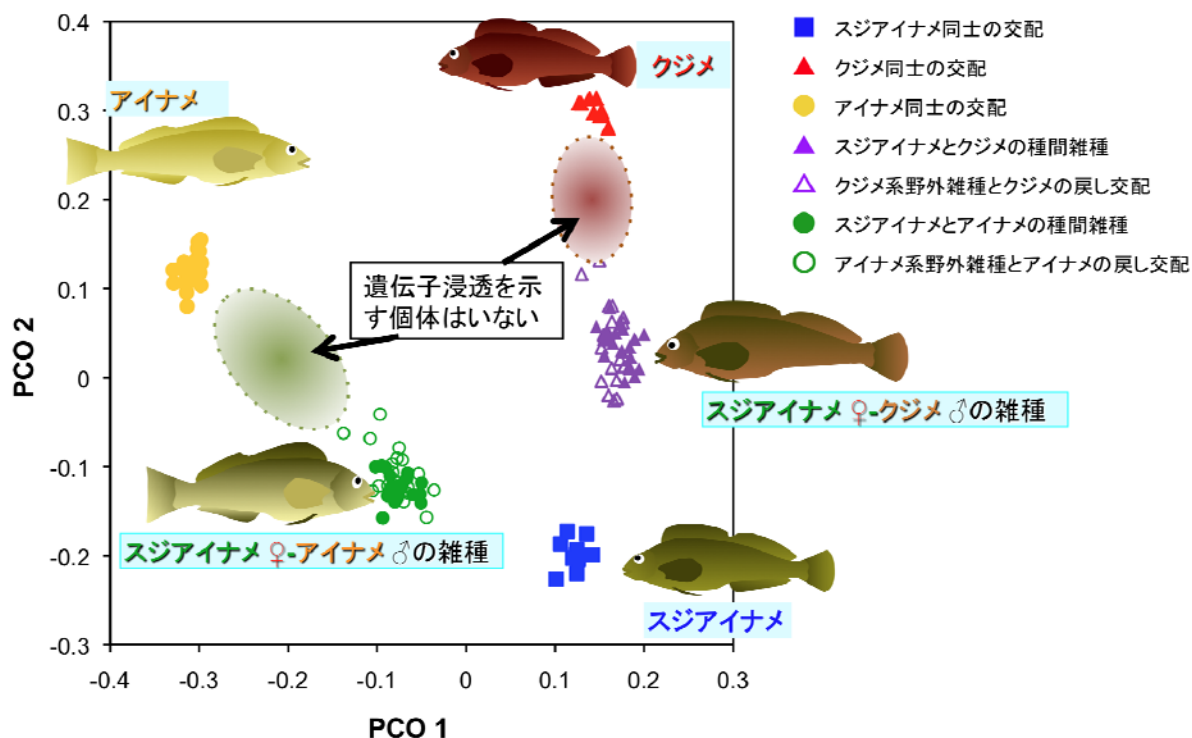
参考図 1) 種分化の模式図。一つの種の分布域内(I)に障壁が形成され(II), 地質学的な長期間を経る間に遺伝的に異なる2つの集団に分かれ(III), 障壁で分けられている時間が長いと別な種となる(IV)。その後, 障壁が消失すると, 2つの種が接触するようになる(V)。これを二次的接触と呼ぶ。



参考図 2) アイナメ属の交雑に関わる親種3種の分布と種分化年代の模式図。寒冷種のスジアイナメと温帯種のクジメとアイナメのそれぞれの祖先種が種分化した後, アイナメとクジメの種分化を経て, 現在までの海進後に, 3種が北海道南部と沿海州で二次的接触し交雑が起きた。



参考図 3) 同種同士の交配，純粋種間の雑種， および野外雑種とその父種との戻し交配で得られた仔魚の遺伝子分析の結果。3 種は交わることなく，3 つに分かれ，種間雑種はその中間の特徴を示した。野外雑種と父種との戻し交配で得た仔魚は，もし野外雑種が組み替えするなら，父種寄りになる。しかし，種間雑種と重複して，純粋種の中間に分布した。この遺伝子実験は，野外雑種が半クローンであることを示す証拠の一つである。



参考図 4) 交配実験の結果。半クローンである野外雑種のゲノム組成は，純粋種の種間雑種（F 1 雑種）と同様に，親種のゲノムが1対ずつである。そこで，野外雑種と F 1 雑種が同質の集団であるかを確認するため，人工交配でこれらの雑種を作り，成熟するまで育成し，それぞれの雑種の遺伝様式を調べた。その結果，F 1 雑種は半クローンではなく組み替えし，野外雑種だけが半クローンであった。これらの結果から，半クローンは，F 1 雑種とは，異質であることが分かる。よって，半クローンは，種間交雑で毎世代出現するのではなく，二次的接触の初期に出現した半クローンを導く遺伝的な変異個体（野外雑種）を起源とし，父種と戻し交配して継代してきた集団であることが示された。

