NEWS RELEASE

令和8年（2026年）11月12日
学校法人近畿大学
国立大学法人北海道大学

ゲノム倍加※1で増えた染色体は、その後どう減るのか？
―染色体数が異なるドジョウ類の集団の系統地理による解明―

近畿大学農学部（奈良県奈良市）環境管理学科 教授 北川忠生と、北海道大学大学院水産科学研究院（北海道函館市） 教授 藤本貴史らの共同研究グループは、山口県と九州にすむ淡水魚「ヤマトシマドジョウ」を調べ、ゲノム倍加で増加した染色体が、その後の進化の過程で減少していく道筋を明らかにしました。本成果は、脊椎動物において現存する染色体数の異なる集団に着目し、この過程を解析した世界初の報告です。本件に関する論文が、令和8年（2026年）11月12日（木）3：00（日本時間）に、Public Library of Science社が発行する国際学術誌「PLOS One（プロスワン）」に掲載されました。



多様な染色体数を持つ集団を含むヤマトシマドジョウ

【本件のポイント】

- 2種の交雑に由来する四倍体※2の淡水魚ヤマトシマドジョウに、未報告の2型（染色体数92本、80本）を含む、98本から80本までの7つの染色体グループが存在することを解明。
- ミトコンドリアDNA※3の系統解析により、祖先型の98本グループから染色体数の少ないグループが派生したことを確認。一部の減少は複数の系統で独立に起きたと考察。
- 染色体数とDNA量に正の相関はなく、染色体数の減少は単純な消失ではなく、染色体の融合や分裂などの再編成によって生じた可能性を示唆。

【本件の背景】

ゲノムとは、生物がもつ遺伝情報の一式です。脊椎動物は進化の過程で、ゲノムがまるごと2倍になる「ゲノム倍加」を何度か経験し、その後、染色体数の減少などを伴いながら、再び二倍体（ゲノムを2セットもつ状態）のように振る舞う「再二倍体化」を経て、多様化したと考えられています。この考えは、1970年に米国シティ・オブ・ホープ研究所の遺伝学者、大野乾博士によって提唱されました。しかし、現在の脊椎動物の多くはすでに再二倍体化を終えているため、その過程を直接観察できず、全体像は明らかになっていません。近年、アフリカツメガエルや一部の魚類といった四倍体生物でゲノム解読が進み、ゲノム倍加後の変化が明らかになりつつあるものの、染色体数が減少する再二倍体化がどのように進むのかは謎のままでした。

そこで注目したのが、ヤマトシマドジョウです。ヤマトシマドジョウは、山口県及び九州の河川中流域に生息する淡水魚です。染色体を48本もつ種と50本もつ種という異なる2種の交雑に由来し、染色体が98本ある四倍体だと考えられてきました。ヤマトシマドジョウには祖先型である98本のグループに加えて、94本、90本、86本、82本の計5グループが報告されてきました。これらは、98本のグループから染色体数が減ったグループである可能性があります。しかし、これまでの調査は分布の一部に限られ、グループ間の系統関係や、染色体数がどのように減少したのかも明らかになっていませんでした。そこで本研究では、生息域を広くカバーしてヤマトシマドジョウを採集し、染色体数を調べ、各グループの系統関係とDNA量を分析しました。

【本件の内容】

研究グループは、ゲノムが4セットある四倍体の淡水魚ヤマトシマドジョウに注目しました。この魚は、祖先型とされる染色体数98本のグループのほか、染色体数の少ないグループが複数知られており、再二倍体化の過程を観察できる貴重な生き物です。そこで本研究グループは、生息域である山口県と九州の36水系40集団からヤマトシマドジョウを採集し、染色体数、ミトコンドリアDNAによる系統関係、細胞あたりのDNA量を調べました。

その結果、これまで報告のなかった染色体数92本と80本の2グループを新たに発見し、ヤマトシマドジョウには98本から80本まで計7つのグループがあることがわかりました。系統解析では、染色体数の多いグループほど古く、少ないグループほど新しい系統に属しており、染色体数が段階的に減少してきたことが示されました。さらに、染色体数とDNA量に相関が認められなかったことから、染色体が単純に失われたのではなく、染色体同士が融合や分裂といった「再編成」によって染色体数が減少した可能性が示されました。本成果は、脊椎動物のゲノム倍加後に染色体が整理されていく仕組みを解明するための重要な手がかりとなります。

【論文掲載】

掲 載 誌：PLOS One（Public Library of Science社）（インパクトファクター：2.8, 2025）
論 文 名：Evolutionary dynamics of chromosomal races in the Japanese allotetraploid spined loach, Cobitis sp. "yamato" species complex
（異質四倍体性種ヤマトシマドジョウの染色体種族間の進化ダイナミクス）
著　　者：岡隼斗[1,2]、八嶋勇気[1,a]、上地健琉[1,b]、藤本貴史[2]、北川忠生[1※]　※責任著者

研究時所属：1 近畿大学大学院 農学研究科　2 北海道大学大学院 水産科学研究院／北海道大学大学院 水産科学院
現 所 属：a 琉球大学 熱帯生物圏研究センター　b 株式会社マリノリサーチ（三重県桑名市）
U　R　L：https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0351665
D　O　I：10.1371/journal.pone.0351665
＊筆頭著者の岡隼斗は、近畿大学大学院農学研究科博士前期課程を修了し、現在は北海道大学大学院水産科学院博士後期課程に在籍しています。

【本件の詳細】

①染色体数を調べて、新たに2グループを発見

山口県及び九州の生息域から採集した36水系40集団からヤマトシマドジョウの染色体数を調べた結果、これまで報告のなかった92本と80本のグループを新たに発見しました。特に80本のグループは、祖先型と考えられる98本から18本も少なく、これまで知られていた範囲（82～98本）より少ない最小の染色体数です。各グループは基本的に地理的にまとまって分布していましたが、80本と90本のグループは、離れた場所にも飛び地のように分布していることが確認されました。

②染色体の数が少ないグループほど新しい系統

染色体数を調べた個体のミトコンドリアDNAの一部の塩基配列に基づいて、系統関係を推定しました。その結果、基本的には、染色体が多いグループほど古い系統に、少ないグループほど派生的な系統に属していることが判明しました。このことから、ヤマトシマドジョウは、染色体の数を段階的に減らしている途中にあると考えられます。また、飛び地に分布する80本同士、90本同士のグループは、それぞれ遺伝的に異なるミトコンドリアDNAのタイプを保持していました。このことから、染色体数の減少が、離れた地域でそれぞれ独立に起きた可能性を示唆しています。

③染色体数とDNA量に相関関係は認められず

染色体の数が減る仕組みを探るため、各グループの細胞あたりのDNA量をフローサイトメーター※5を用いて測定しました。染色体そのものが単純に失われて数が減ったのであれば、染色体の数が少ないグループほどDNA量も少なくなるはずですが、染色体数とDNA量の間には、正の相関は認められませんでした。このことから、染色体数の減少は、染色体そのものが単純に失われたためではなく、染色体同士の融合や分裂などの「再編成」によって生じた可能性が示唆されました。

④今後の展開

今後は、ゲノム解読や染色体の構造解析により、染色体の融合や分裂がゲノム上のどの領域で、どのように生じたのかを明らかにし、ゲノム倍加後に染色体が整理されていく仕組みの解明をめざします。

【研究者のコメント】



北川 忠生（キタガワ　タダオ）
所　属：近畿大学農学部環境管理学科／大学院農学研究科環境管理学専攻
職　位：教授
学　位：博士（学術）

コメント：脊椎動物の進化の過程では、ゲノム重複とその後の再二倍体化がくりかえされてきました。日本固有のヤマトシマドジョウは、現在まさに再二倍体化の途中にあると考えられる極めて稀有な生物です。本研究は、その染色体数の変化や系統関係を明らかにし、進化の過程を直接観察できる研究材料として、染色体や遺伝子の進化研究におけるモデル生物としての可能性を示した点に意義があります。



藤本 貴史（フジモト　タカフミ）
所属：北海道大学大学院水産科学研究院　海洋応用生命科学部門　育種生物学分野
職位：教授
学位：博士（水産科学）

コメント：自然界に見られる倍数体は、私たちの知的好奇心を刺激します。例えば、ギンブナの三倍体は「雌性発生」によって繁殖し、雌親と遺伝的に同一の子孫（クローン）を残します。本研究の四倍体のヤマトシマドジョウは、交雑を経て成立した倍数体です。その成立過程や仕組みには、未解明の点が多く残されています。ヤマトシマドジョウ種群を用いた研究は、倍数体の成立機構に加え、再二倍体化が生殖隔離の形成や種分化にどのように関わるかを明らかにするうえでも重要です。

【用語解説】

※1 ゲノム倍加：生物がもつ遺伝情報の一式（ゲノム）が、まるごと2倍になること。脊椎動物の祖先は進化の初期にこれを2回、硬骨魚類の祖先はさらに1回（計3回）経験したと考えられています。

※2 四倍体：ゲノムを4セットもつ生物。ヤマトシマドジョウは、異なる2種の交雑によって両方の親種のゲノムを合わせもつ「異質四倍体」と考えられています。

※3 ミトコンドリアDNA：細胞内の小器官ミトコンドリアがもつDNA。母親から子に伝わるため、系統関係の推定によく用いられます。

※4 再二倍体化：倍加したゲノムが、時間をかけて二倍体のように振る舞う状態に戻っていくこと。染色体数の減少を伴う場合があります。

※5 フローサイトメーター：DNAを蛍光色素で染めた細胞を1つずつ流し、光の強さから細胞あたりのDNA量（相対値）を測定する装置。

【本件に関するお問合せ先】

学校法人近畿大学 奈良キャンパス学生センター 担当：掛樋（かけひ）、松本

TEL：0742-43-1639　FAX：0742-43-1155

E-mail：nou_koho@ml.kindai.ac.jp

国立大学法人北海道大学 社会共創部広報課

TEL：011-706-2610　FAX：011-706-2092

E-mail：jp-press@general.hokudai.ac.jp

【関連画像の提供】

本件に関する画像を以下サイトでご提供します。

ご自由にお使いください。

https://goo.gl/66nurK