

# 福島県帰還困難地域におけるイワナの遺伝的多様性：その保全と管理の意味について

## Genetic diversity of white-spotted char in the Difficult-to-Return zones, Fukushima, Japan: Implications for conservation and population management

赤池 真樹 (筑波大学 生物学類)

指導教員：Faulks Leanne Kay (筑波大学 生命環境系)

**【背景および目的】**

2011年3月11日に発生した東日本大震災の影響で福島県第一原子力発電所は水蒸気爆発を起こした。また、3月15日には原発を中心として半径20~30km圏内に屋内退避指示が出された。そして4月22日には警戒区域、計画的避難区域、緊急時避難準備区域の3つの避難区域に分けられた。翌年には復旧計画が決まり、区域の中への立ち入りが認められるようになった場所も増えてきたが、年間積算量が50 mSvを超えて、5年間経っても年間積算量が20 mSvを下回らないおそれがある区域は、「帰還困難区域」として現在に至るまで立ち入りが制限されている。現在、これら帰還困難区域および周辺水域では、放射性セシウム濃度が食品衛生法(厚生労働省、2012)の基準値(100 Bq/Kg)を超える魚類が多数生息し、遊漁は行われていない。加えて淡水魚は海水魚に比べて放射性セシウム濃度が高く、放射性セシウムを保持しやすいとされているため(Wada et al. 2019)、これら帰還困難区域および周辺の河川では今後も長期に渡り、遊漁は行えないと考えられる。一方、遊漁や河川管理を含めた人間活動が減少した帰還困難区域およびその周辺で、現在どのように魚類が集団遺伝学的動態を維持しているのかを評価することは、原発事故が周辺地域の種の分布動態、生物多様性に与えた影響を把握する上でも重要である。特にイワナ(*Salvelinus leucomaenis*)はかつて日本の山岳地域あるいは冷温帯地域における重要なタンパク源として重宝され、人々との結び付きの強い生物である。実際に福島県を含めた日本各地にはイワナを題材とした伝承、昔話、物語なども多く、帰還困難区域および周辺の河川に生育する主要魚種でもある。そこで本研究では帰還困難区域および周辺地域のイワナ集団を対象に、その遺伝的多様性を明らかにし、原発事故に伴う帰還困難区域設定がイワナの分布および遺伝的多様性にどのように影響を与えるのかを評価することを本研究の目的とした。

**【材料および方法】**

福島県浪江町および南相馬市に位置する太田川およびそこに繋がる横川ダムなどで2018年3月から2019年12月までに定期的に採取したイワナを供試した。ここで浪江町に位置する太田川上流は帰還困難区域内である。また福島県耶麻郡北塩原村の檜原湖のイワナも供試した。これら採取したイワナの鱗から QIAGEN DNeasy Blood & Tissue Kit (株式会社キアゲン) を用いて DNA 抽出を行った。本研究では日本全国(Yamamoto et al. 2004)および各地域(Kubota et al. 2007, Kikko et al. 2008, 縄田ら 2010, 樋口ら 2011)のイワナの遺伝的多様性の先行研究を参考に、これら研究でも使われている母性遺伝するミトコンドリア DNA(以下、mtDNA)のシトクロム *b* 遺伝子領域を対象に、その塩基配列を解読した。また GeneBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>) から、上述のイワナの先行研究等で検出され、登録されている42のハプロタイプの各塩基配列情報を取得し、本研究で検出されたハプロタイプとの比較を行った。これら塩基配列情報の編集、整

理等は MEGA X (Kumar et al. 2018) を用いた。また先行研究および本研究で得られた全ハプロタイプの日本における地理的分布を QGIS3.8.3 (QGIS Development team 2019) を用いて地図化した。さらに塩基配列情報から SplitsTree4 (Huson & Bryant, 2006) を用いて Neighbor-Net (Bryant & Moulton, 2004) を構築し、イワナで検出された各ハプロタイプの系統関係および遺伝構造を評価した。

**【結果および考察】**

これまでに太田川および横川ダムからは、Yamamoto et al. (2004) で報告されているハプロタイプ 8 および 11 の 2 つ、および本研究で新たに検出されたハプロタイプの計 3 つのハプロタイプが検出された。ここでハプロタイプ 8 は山形県に主に分布し (Yamamoto et al. 2004)、ハプロタイプ 11 は宮城県および栃木県に分布することが報告されている (Yamamoto et al. 2004、Kubota et al. 2007)。これら先行研究でもまだサンプル供試されていない地域も多くあることを考慮すると、放流の影響など今後より詳細な評価が必要であるが、これら 2 つのハプロタイプが帰還困難区域周辺で検出されたのは概ねリーズナブルな結果でもあり、イワナの過去の分布変遷でも説明できると考えられる。また、本研究で新たに検出されたハプロタイプは、既報のイワナ mtDNA の 42 ハプロタイプのうち、利根川水系渡良瀬川支流旗川の放流域および茨城県、栃木県、岩手県などの養殖場 (Kubota et al. 2007) および宮城県 (縄田ら 2010) で報告されているハプロタイプ 31 と最も近縁であった。ハプロタイプ 31 およびこの新しいハプロタイプの分布を今後詳細に調べる必要があるが、これまでの複数の先行研究でもこのハプロタイプは未検出だったことから、おそらくこの新しいハプロタイプは帰還困難区域含めて福島県周辺に分布する地域固有なハプロタイプと思われる。

このように本研究では帰還困難区域周辺のイワナから地域固有の新しい mtDNA ハプロタイプ が確認された。このような生物種が長い進化的歴史の中で獲得した地域固有の遺伝的変異変異は一度消滅すると回復できないため (Moritz et al. 2002)、生物多様性および地域の遺伝資源の保全のためには人間活動が著しく低下した帰還困難区域でも、管理放棄などによりこれら地域系統が消滅しないような生態系管理および保全が重要であることがわかった。今後はさらにこれら地域でイワナのサンプル数を増やし、核 DNA も用いて、経時的な遺伝的多様性の変化や詳細な集団動態について解析を進める。

**【謝辞】**

本研究は 2019 年度放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点共同研究 (F-19-23、代表・津田吉晃) の一環として実施された。本研究を行うにあたり、ご指導、ご協力頂いた共同研究者の筑波大学山岳科学センター菅平原実験所・津田吉晃准教授、福島大学環境放射能研究所・和田敏裕准教授、同大学共生システム理工学類・兼子伸吾准教授らに心より感謝申し上げます。