

南アルプス深南部におけるオサムシの三つどもえ交雑帯の実態解明

高見泰興（神戸大学大学院人間発達環境学研究科・教授）

1 研究の背景

交雑帯は自然の実験室と呼ばれるように、交雑帯における両親種の遺伝的分化や遺伝子流動の程度、生息環境の違い、雑種個体の頻度や表現型を調べることで、種間の生殖隔離の程度とそれに関わる要因を知ることができる。日本固有のオオオサムシ亜属（昆虫綱、甲虫目、オサムシ科）は、飛翔力を欠くために地理的分化が著しく、種特異的な交尾器形態の不一致が種間交雑の妨げになるため、種分化研究の対象として注目されてきた。南アルプス深南部に位置する大井川と天竜川の源流域は、近縁なオサムシ3種（東方に分布するシズオカオサムシ、南方に分布するカケガワオサムシ、北西方に分布するテンリュウオサムシ）の分布境界域に相当する。これら3種は光岳から南西に延びる稜線付近で出会い、三つどもえ状の交雑帯を形成している可能性が示唆されている。本研究は、南アルプス特有の地理条件に応じて形成された世界的にも珍しい三つどもえ交雑帯を対象に、(1) 南アルプス深南部におけるオオオサムシ亜属近縁3種の分布を明らかにすることで、三つどもえ交雑帯の実態を把握することと、(2) 三つどもえ交雑帯における3種の形態変異と遺伝的分化を明らかにすることで、種間の生殖隔離に関与する要因を明らかにすることを目的として研究を行った。

2 研究の方法

種間の生殖隔離の要因と考えられる雌雄交尾器形態の変異を、幾何学的形態測定学手法を用いて定量した。3種27集団153雄、171雌について、個体間の形態差を座標のゆがみとして表現する相対ひずみ分析を行い、個体間の形態変異をスコア化した。得られたスコアの正準判別分析により中間的な形態を持つ個体を検出した。

分布境界において交雑がどの程度生じているのかを明らかにするため、集団遺伝学的解析を行った。3種25集団94個体についてDNAを抽出し、MIG-seq解析によりゲノムワイドな塩基多型データを得た。遺伝子型のクラスタリング解析（Admixture解析）により、3種間の遺伝的分化を検討し、雑種個体を検出した。

3 研究の成果

雄交尾器の形態変異の解析により、3種間の形態差を明瞭に把握することができた。一方、雌交尾器の種間差については、雄と同様の傾向にあるものの、個体変異が大きかった。よって、雄交尾器形態変異により分布の把握と中間個体の検出を行った（右図）。結果、水窪川より西はテンリュウ（赤）、矢筈山～画栃山に至るラインより東にシズオカ（青）が分布し、その間の稜線上にカケガワ（緑）が侵入し、北方の奈良代山や奥布山に達していた。形態的な雑種個体はおもにテンリュウとカケガワとの間に生じていると判別された。

集団遺伝学的解析により、3種間の遺伝的な交雑帯は形態的な分布境界とはずれていることが明らかとなった。形態でカケガワと判別された奥布山～ウグイスの門の集団は、遺伝的にはテンリュウとシズオカの2種間の交雑帯だった。その南のヤマガラ山から天竜の森の集団では、3種の遺伝的要素が混ざり合った三つどもえ交雑帯となっていた。遺伝的に純粋なカケガワは、より南の地域で発見された。

以上のような形態と遺伝的組成の不一致は、三つどもえ交雑帯の形成過程に重要な示唆を与える。奥布山～ウグイスの門で見いだされたテンリュウとシズオカの雑種は、「カケガワ的」な形態を持っていた。この「カケガワ的」な形態を持つ雑種個体は、より南に分布する真のカケガワとの間で交尾器形態の不一致が働きにくいと考えられるため、両者の交雑が促進され三つどもえ交雑帯の形成に寄与した可能性がある。

4 研究の意義と展望

本研究の第一の意義は、世界的にも珍しい三つどもえ交雑帯が、南アルプス深南部に確かに存在することが確認されたという点にある。平地から低山地に主に分布するオサムシにとって、高標高は分散の障壁であり、近縁種の分布が山地によって隔てられていることが多い。本研究で見いだされた交雑帯は、南アルプスが擁する複雑な山岳地形が、近縁種間の交雑の場として、貴重な「進化の実験室」を提供していることを示している。

本研究の第二の意義は、種特異的な交尾器形態による「錠と鍵」的な生殖隔離が、限られた地域での雑種形成によって破れ、広範な三つどもえ交雑帯へと発展した可能性が見いだされた点にある。この発見は、種間交雑が生殖隔離の強さに複雑に影響し、種間の分布境界をダイナミックに変化させ得ることを示しており、種分化や生物多様性の成立過程の研究に重要な示唆を与えるものであるといえる。

