

審査の結果の要旨

氏名 阿部 貴晃

サケは海洋で成長した後、産卵のために河川を遡上する。本州で最も産卵遡上数が多い岩手県三陸地方には、早い時期から遡上を開始して遡上距離が長い北上川集団に加えて、沿岸の短い河川に遡上する沿岸河川前期集団と後期集団の3つの集団構造がある。三陸では水温環境が秋から冬にかけて大きく変化するため、前期と後期ではサケが経験する水温は異なると考えられるが、それぞれの集団がどのように温度適応しているのかは調べられていなかった。本研究では、野外河川における遡上の実態調査と室内における代謝測定実験を実施し、三陸のサケの温度適応の生態学的意義を調べている。

第1章で研究の背景と目的を説明した後、第2章では電波発信器と行動記録計を装着した個体を河川で放流した野外調査結果を報告している。岩手県内陸部から宮城県へかけて流れる北上川では、遡上時期が早い10月上旬の集団は上流まで遡上する傾向があり、最長で河口より128km上流まで遡上した個体があった。10月上旬に遡上した集団の経験水温中央値は15.1°Cであったが、10月下旬には12°Cまで低下した。岩手県沿岸の甲子川では11月下旬から12月下旬の後期群を用いて野外調査を行ったところ、河口より2km上流の放流地点からさらに0.5-1.5km上流へ遡上して産卵した。11月下旬のサケの経験水温中央値は9.8°Cであったのに対し、12月下旬に放流したサケでは7.5-9.6°Cであった。

第3章では10月上・中旬に北上川を遡上したサケと、12-1月に甲子川を遡上したサケを用いて、流水水槽による遊泳実験で代謝速度を、昇温実験によって活動できる水温の最大値である臨界水温を測定し、2集団の温度パフォーマンス曲線を推定している。北上川のサケでは12-24°C、甲子川のサケでは8-22°Cの水温範囲で遊泳実験を行ない、各水温で安静時の代謝速度である休止代謝速度 (Resting metabolic rate: RMR) と酸素消費速度の最大値である最大代謝速度 (Maximum metabolic rate: MMR) を測定した。また、測定したMMRからRMRを差し引くことで、温度パフォーマンスの指標である有酸素代謝余地 (Absolute aerobic scope: AAS) を算出した。どちらの集団でも水温上昇と共にRMRは上昇したが、北上川のサケのRMRは同じ水温で測定した甲子川のサケに比べて低い値となった。MMRも両群ともに水温上昇に伴い上昇したが、北上川のサケは20°C付近で頭打ちになったのに対し、甲子川のサケでは16°C付近で頭打ちとなった。臨界水温は北上川のサケでは27.8°C、甲子川のサケでは24.9°Cとなった。温度パフォーマンス曲線を2群で比較

したところ、AASが最大となる至適水温は、北上川のサケで17.6°C、甲子川のサケで14.0°Cとなった。以上のことから、北上川のサケは甲子川のサケよりも高い水温帯で高いパフォーマンスを発揮できることが示唆された。第2章で実測された経験水温と比較すると、2河川のサケは至適水温よりもやや低い水温帯で遡上していたことになる。また、水温と代謝速度の関係を2群で比較すると至適水温が異なるのみで、至適水温からの温度差と代謝速度の関係には集団間の差がほとんど無いことが判明した。

第4章では代謝測定によって得られたパラメータを元に、有酸素代謝によるエネルギー供給の制約を組み込んだ遊泳モデルを作成し、移動コストを最小化する遊泳速度とその時の移動コストに、河川の水温や流速が与える影響を検討した。このモデルでは有酸素代謝によるエネルギー供給速度に上限を設定することで、持続可能な遊泳速度である臨界遊泳速度を超えて泳いだ場合には、休息しなければならないという要素が表現されている。モデルの予想では、適水温の範囲内において流速が1.1m/sを超える条件では、臨界遊泳速度を超えた対水速度での遡上が移動コストが最小となった。野外で得られたサケの遊泳行動データにおいても、遡上に伴い流速が増加すると、高い対水速度で遊泳する時間割合が上昇し、17-48%の時間割合を休息にあてる様子が現れていた。水温(6-26°C)と流速(0-1.5m/s)条件を変えてモデル計算したところ、流速が遅い時は移動コストを最小化する水温は低く、流速が上昇するにつれて至適水温に近づいた。1.0m/sを超える流速では、移動コストを最小化する水温は至適水温から徐々に低水温側へと離れていったが、大きく外れることはなかった。流速が1.0m/sを超えたとき、至適温度を少しでも上回る水温環境下では、移動コストが大きく増大してしまう結果となった。いずれの河川においても至適水温よりもやや低い水温帯で遡上することの利点として、移動に要するエネルギーコストの節約が考えられた。第5章では本研究の結果と特色を記した上で、他のサケ科魚類との比較結果や今後の課題がまとめられている。

野外調査で得られたデータを解析して得られる行動生態学的視点と、室内実験で得られる生理学的な知見を融合させて、三陸のサケの温度適応様式の生態学的意義について明らかにした本研究は、学術上寄与するところが少なくない。よって、審査委員一同は本論文が博士(農学)の学位論文として価値あるものと認めた。