



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Sleep ecology of the brown trout : applying behavioral approach to a wild population [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	古澤, 千春
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第15721号
Issue Date	2024-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/91781
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Chiharu_Furusawa_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士（環境科学）

氏 名 古澤 千春

学 位 論 文 題 名

Sleep ecology of the brown trout: applying behavioral approach to a wild population
(ブラウントラウトの睡眠生態学：野外個体群への行動アプローチの適用)

私たちが毎日眠るように、睡眠は動物の生命維持にとって不可欠な行動である。睡眠はエネルギー節約や、身体や神経系の回復、免疫系の維持などの多面的な機能が数多くの先行研究により解明されている。しかしながら、睡眠の進化的な利点、すなわち適応的意義については驚くほど理解が進んでいない。睡眠は自然淘汰を通して形作られてきたにもかかわらず、これまでの研究の多くは生態学的な要因から切り離された実験室環境で行われてきた。睡眠パターンは外的（捕食圧や社会関係）および内的（性別や成長段階）な要因に応じて可塑的に変化するため、これらの先行研究では実験室環境に対する特異的な応答が検出されている可能性が高い。また、睡眠は動物界において普遍的で進化的に相同な行動であるが、これまでの研究は哺乳類や鳥類に焦点が当てられており、他の分類群を扱うことが少なかった。動物は生態的、生理的、系統的な制約の下で、共通祖先から異なるプロセスを経て進化したため、睡眠行動は類似していても適応的意義は異なっている可能性が高い。したがって、睡眠の適応的意義を理解するためには、幅広い分類群の睡眠生態を自然条件下において明らかにする必要がある。動物が実際に寝ているか否かを厳密に証明するのは困難な作業であったが、行動基準をもとに睡眠を定義する行動アプローチは、ほとんどすべての動物において睡眠の有無を調べることができる。以上から、行動アプローチを野外個体群に応用できれば、これまで見過ごされてきた動物の睡眠生態に焦点を当てることができると考えた。

本学位論文では、サケ科魚類ブラウントラウトをモデル生物として、行動アプローチにより睡眠生態を調査した。サケ科魚類は日周活動リズムの可塑性が著しいため、睡眠パターンにおいても大きな種内変異をもつと期待される。睡眠パターンの大きな種内変異はその駆動要因やパターン間で適応度を調べることができるため、睡眠の適応的意義を明らかにするうえで適している。したがって、本論文では、まず、行動アプローチにより睡眠の存在を実験室環境で確かめた。次に、この行動アプローチを野外個体群に適用し、睡眠の適応的意義を探索的に調査した。

まず、ブラウントラウトにおいて行動睡眠の3つの基準（休息姿勢、覚醒閾値の増加、恒常性調節）が満たされるか否かを検証した（2章）。その結果、典型的な休息姿勢である静止を示すこ

と、また静止時には覚醒閾値の増加がみられることを確認した。また、夜行性の個体では静止の剥奪によるリバウンド、すなわち恒常性による調節もみられた。これらの結果は、ブラウントラウトにおける睡眠の存在を示唆している。さらに、ほとんど同じ体サイズ、同じ個体群由来にもかかわらず、夜行性から周日行性まで多様な睡眠パターンが示唆された。したがって、ブラウントラウトは睡眠生態とその適応的意義を調べるのに適したモデルと考えられた。

次に、行動アプローチをブラウントラウトの野外個体群に適用し、自然条件下での睡眠パターンを評価した（3章）。これまで野外における睡眠研究の多くは、睡眠と考えられる姿勢の単なる観察によって行われてきた。そのため、睡眠とそれによく似た行動（e.g., 休息）との区別はほとんど行われてこなかった。そこで2章の結果から、睡眠と休息を区別する指標である覚醒閾値を野外個体群で測定した。その結果、野外においても覚醒閾値の異なる2つの状態（休息と睡眠）を区別できた。また、休息と睡眠では生息地利用パターン（タイミングの季節変化や場所）が異なることが明らかとなった。睡眠は休息よりも捕食に対して安全な場所を利用し、活動による利益が少ないと考えられる時間に眠る傾向があった。これらの違いは、行動間で捕食者に対する脆弱性やエネルギー節約に関連した生態学的な機能が異なるからだと考えられる。

これまで睡眠の存在は、クラゲからヒトに至るまで動物界で幅広く検証されてきた。しかし、自然環境下で動物がどのように眠るのかは、一部の分類群を除き、ほとんど研究されてこなかった。本博士論文は、行動アプローチを野外個体群に適用することにより、睡眠の適応的意義を解明できる可能性を示した。特にサケ科魚類のように個体間で日周活動リズムが大きく異なる生物においては、行動アプローチが有効である。世界中には、睡眠と考えられる休息姿勢に関する多くの自然史が報告されている。興味深いことに、これらは分類群に応じたユニークで多様な睡眠戦略を示唆している。したがって、行動アプローチによる睡眠の評価は、これまで見過ごされていた分類群における睡眠の生態、多様性、適応的意義の包括的な理解に貢献できると考えられる。