

別記様式第 10 号（第 8 関係）

博士論文の要旨及び審査結果の要旨	
氏名	佐藤 雄大
学位	博士（農学）
学位記番号	新大院博（農）第 192 号
学位授与の日付	平成 31 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
博士論文名	受精遅延するコキクガシラコウモリにおける冬眠期の精子貯蔵とその適応的意義
論文審査委員	主査 教授・関島 恒夫 副査 教授・箕口 秀夫 副査 教授・崎尾 均 副査 助教・福井 大（東京大学）
<p>博士論文の要旨</p> <p>受精遅延するコウモリでは、秋の交尾後に精子がメスの生殖器で貯蔵され、冬眠から目覚める春まで排卵および受精が遅延される。受精遅延が獲得されることで交尾から受精までに時間差を生じるため、秋以降も潜在的な交尾可能期間となるが、冬眠する哺乳類では低体温および低代謝によって繁殖に関わる生理機能は著しく抑制される。しかし、もし受精成功において有利となるならば、冬眠と繁殖を両立させる生理、行動特性も進化し得ると考えられる。申請者はこれまでに、修士論文でコキクガシラコウモリの越冬生態を研究する過程で、冬期に捕獲された個体の外部生殖器が肥大していることを確認した。さらに、既往の研究から、本種は冬期でも頻繁に飛翔活動を行うことがわかっている。これらのことから、本種で観察された冬期の外部生殖器の肥大が精巣上体尾部の肥大であり、秋以降も精子を貯蔵するとともに、飛翔活動を行なっていると考えられた。冬期も交尾を可能にすることで、結果として受精成功に影響を与えていることを証明することができれば、冬眠する哺乳類の繁殖戦略についてこれまでにない新規の考え方を提示することが可能となろう。</p> <p>そこで本研究では、コキクガシラコウモリを対象として、①本種の生活環の特徴に着目し、冬眠様式を特定するとともに（1 章 1 節）、受精遅延型の繁殖周期を有することを明らかにした（1 章 2 節）。その上で、②本種の中途覚醒中における群れ形成行動に着目するとともに（2 章 1 節）、冬眠期に精巣上体尾部で活性精子を貯蔵し、中途覚醒中に交尾ができるのかどうかを検証した（2 章 2 節）。続いて、③冬眠期の交尾が受精成功に影響するかどうかを明らかにするため、本種の長期飼育を可能にする給餌方法を確立した上で（3 章）、人工授精実験と親子判定により、冬眠期の交尾による後オスの精子が受精成功に至っているか否かを検証した（4 章）。これらの結果から、最後に、受精遅延するコウモリの冬眠期に作用する性淘汰がオスによる精子貯蔵能を進化させ、交尾を可能とすることによって生じる雌雄間の性的対立について考察するとともに、オスがどのように生殖器内に精子を留めているのかという生理学的な仕組みについても併せて考察した。</p>	

以下に、本研究で明らかになった結果の概要を纏めた。

- ① 1章1節において、赤外線サーモグラフィを用いて群れを観察し、群れを構成する個体の体温変動をモニタリングした結果、本種は12月から3月にかけて24時間以上の低体温に入る冬眠をすることが明らかとなった。このことは当該調査地に生息する個体群は典型的な冬眠型の冬眠様式をもつことが示唆された。さらに、1章2節では、メスが受精遅延型の繁殖周期を有するか否かを検証するため、メス生殖器の組織を検鏡したところ、冬眠期を通じて、子宮-卵管接続部に精子が貯蔵され、卵巣内に成熟卵胞が保持されていたことから、本種は受精遅延することが明らかとなった。同時に、冬眠期を通じて、精巣上体尾部の肥大したオスが出現したことから、オスも精子貯蔵能を獲得している可能性が高いと考えられた。
- ② 2章1節では、本種が冬眠期中途覚醒中に洞窟の入り口付近に群れを形成する（以下、出洞群）ことに着目し、この出洞群が冬眠期における交尾の場となっている可能性について検証した。その結果、出洞群の性比はオスに偏り、精巣上体尾部の肥大したオスの占める比率も越冬群に比べて有意に高かった。さらに、膣開口したメスの占める比率も越冬群より高い傾向があったことから、出洞群が交尾の場としてメス呼び寄せるような機能を有している可能性が示唆された。また、2章2節では、オスが精巣上体尾部に活性精子を貯蔵し、冬期に交尾を可能にしている可能性について検証した。本種は、冬眠期になると精巣は著しく退縮し、テストステロン値も低下するにも拘らず、精巣上体尾部には活性精子を貯蔵し続け、中途覚醒中に冬眠しているメスに対して強制交尾をしていた。また、オスのペニス亀頭部には陰茎棘が存在し、受精遅延する他の種よりも比較的大きな陰茎骨を保持していた。冬眠期のメスの膣内には交尾プラグが留まっており、オスの特異的なペニス形態はプラグの存在する膣内へペニスを挿入し、より子宮に近い位置で射精することを可能にするために進化したと考えられた。一方、経産メスは越冬群から離れて単独で冬眠しており、オスの強制交尾によって選択していないオスの精子を受精することによる適応度の低下を回避しようとしていることが示唆された。

本研究では、人工授精実験によって冬眠期の交尾が受精成功に至る可能性を証明することはできなかったが（4章）、冬眠期初期の段階でメスの生殖器を検鏡した結果、39%のメスが秋交尾によると思われる精子を保持していた。冬眠期の強制交尾が、精子置換によって受精に成功していることを前提とすれば、後オスの精子による影響力は次世代コホート集団の4割ほどに及ぶ可能性がある。この影響力を考慮すると、冬眠期の強制交尾を成功させるためのオスの繁殖戦略の進化が促進され、メスの選択に依らない強制交尾に起因する不利益を回避するためにメス側の対強制交尾戦略が生じるかもしれない。

#### 審査結果の要旨

本研究は、繁殖遅延といわれているコキクガシラコウモリにおいて、繁殖形態が受精遅延であることを明らかにするとともに、オスの繁殖器官が退縮する冬眠期に、精巣上体尾部に活動精子を貯蔵し、メスが冬眠している間に強制交尾を行うことで精子の上書きをしている可能性を示した。さらに、繁殖経験のある経産メスは、メスによる配偶者選択ができない冬眠下での強制交尾を回避するため、集団ねぐらから離れ冬眠を行っている実態が明らかになった。受精遅延により、交尾から受精までの期間が空くことにより、受精成功を高めるためのオスの繁殖戦略と、それに対抗するメスの対強制交尾戦略の進化が明らかになった。本研究では、生理学的、行動学的、形態学的手法を駆使して、冬眠期における強い性淘汰のもと進化したコキクガシラコウモリの交尾戦略を明らかにしたが、得られた知見の全てが新規性に富み、また、その解釈も既往の文献に基づき合理的になされており、博士論文としての完成度が非常に高い。

よって、本論文は博士（農学）の博士論文として十分であると認定した。