

学 位 論 文 題 名

Factors that influence foraging habitat use of
insectivorous bats in temperate forest in Hokkaido, Japan

(北海道における食虫性コウモリ類の採餌環境利用とその要因)

学位論文内容の要旨

コウモリ類は近年、自然生態系内における捕食者、送粉者、種子散布者などとしての役割が注目されている。特に、小型コウモリ類のほとんどは食虫性で捕食量も多いため、昆虫群集をコントロールする上で重要な役割を担っているといわれている。

食虫性小型コウモリ類は種数が多いこともあり、採餌およびねぐら場所として様々な環境を必要とする。特に森林は鍵となるハビタットである。コウモリ類の利用する物理的環境（林縁、オープン、ギャップ、林内）は、翼の形態や音声構造によって予測できるとされてきた。しかし、同所的に生息する種間において、同じような翼の形態や音声構造を持ちながら、採餌空間が異なる例がいくつか知られるようになった。このため、採餌環境利用については翼の形態や音声構造以外の要因も影響を与えていると指摘されている。したがって、種ごとの採餌環境利用特性を理解するためには、利用状況を直接把握することが求められるようになっている。そこで本研究では、北海道南部の森林における各コウモリ種の環境利用を、音声による判別法を用いて直接明らかにした。さらに、コウモリ類の採餌に影響を及ぼす要因として、羽化水生昆虫に着目し、その影響を実験的に検証した。

第2章では、本研究の調査地である北海道大学苫小牧研究林におけるコウモリ相を解明した。かすみ網とハーブトラップによる捕獲などにより、7種190個体のコウモリ類を捕獲または拾得した。種の内訳は、ヒメホオヒゲ、モモジロ、テング、コテング、キクガシラ、ヒナ、ヤマコウモリであった。捕獲調査が多くおこなわれている北海道内の他地域に比べると、7種という種数は決して多くはなかった。これらのうち、ヒメホオヒゲ、モモジロ、テングコウモリは北海道南西部における初記録であった。

第3章では、調査地に生息する可能性のある8種の音声（エコロケーションコール）の構造を明らかにし、音声による種判別法を構築した。コウモリ類各種のエコロケーションコールを放逐時や出巢時に録音した。8種合計171コールについて音声ソナグラムを描き、解析をおこなった。その結果、8種の音声は3つのタイプに分けることが出来た。一つ目はFM/CF/FMタイプ（キクガシラコウモリ）、二つ目はFMタイプ（モモジロ、ヒメホオヒゲ、テング、コテングコウモリ）、三つ目はFM/QCFタイプ（ヒナ、ヤマ、キタクビワコウモリ）である。FM/CF/FMタイプは他の音声と容易に区別できるため、その他7種の音声について、7つのパラメーターを用いて判別分析をおこなった。その結果、全体では92%の音声について正しく種を特定出来た。これにより、調査地において音声を調査することで種ごとの環境利用を直接把握することがある程度可能になったといえる。

第4章では、音声による種判別法を用いて、コウモリ類の森林内での環境利用を明らかにした。調査地内の様々な森林タイプ（二次林、成熟林、人工林）および河川の有無に着目して、採餌時のコウモリ類のエコロケーションコールを、自動録音装置を用いて録音した。録音された音声は、第3章において構築された判別方法を用いて種を判定し、種ごとに環境タイプの利用頻度の比較をおこなった。結果、合計 3,010 コールが録音され、モモジロ、ヒメホオヒゲ、ヒナ、ヤマコウモリの順に録音頻度が多かった。テング、コテング、キクガシラコウモリの3種に関しては、エコロケーションコールの音圧が低いためか、録音頻度が低かったために解析をおこなわなかった。分散分析の結果、河川の有無がヒメホオヒゲコウモリとモモジロコウモリの採餌頻度に有意に影響を及ぼしていることが明らかになった。モモジロコウモリの採餌頻度は河川の近くで高かったのに対し、ヒメホオヒゲコウモリの採餌頻度は河川から離れた環境で高かった。森林タイプと季節は両種の採餌頻度に影響をおよぼしていなかった。ヤマコウモリとヒナコウモリの採餌頻度は季節によって変化していた。両種とも夏よりも秋の方が採餌頻度が高かった。しかし、森林タイプと河川の有無は両種の採餌頻度に有意な影響はおよぼしていなかった。これらの結果から、形態的に似ている2種（ヒメホオヒゲコウモリとモモジロコウモリ）のあいだにも採餌空間分割がおこなっていることが明らかになった。このことは、翼の形態や音声構造以外の要因が採餌環境利用に影響を及ぼしていることを示唆する。また、開けた空間を長距離にわたって飛翔できる2種（ヤマコウモリ、ヒナコウモリ）が、季節的に採餌場所を変えており、本調査地が越冬場所、あるいは越冬場所へ移動する際の中継地点となっている可能性が示唆された。本章の結果から、同所的に生息する多種のコウモリ類を保護するためには複数タイプ、広範囲のハビタットを保全する必要性が明らかになった。

第5章では、河川から発生する羽化水生昆虫がコウモリ類の採餌に及ぼす影響を、野外操作実験をおこなうことにより検証した。本研究の調査地内に流れる幌内川において、長さ約 1.2km にわたりビニールハウス状のカバーを河川上にかけ、河川から河畔林に供給される羽化水生昆虫の移動を遮断した。カバーをかけた所を処理区、カバーのない下流部を対照区とし、両区における餌昆虫の量を把握するため、マレーズトラップによる昆虫類の捕獲をおこなった。また、コウモリ類の活動量を把握するために、両実験区においてエコロケーションコールの録音をおこない、通過数をカウントした。実験の結果、処理区においては、河畔林への水生昆虫の供給が大幅に減少した。対照区では、羽化水生昆虫量は春先に最も多く、夏になるに従って減少していった。一方で、陸生昆虫の生物量は処理区、対照区共に、春は少ないが、夏にかけて増加していった。コウモリ類の採餌頻度は昆虫類の生物量に大きく影響を受けていた。春に、対照区におけるコウモリの採餌頻度は処理区に比べて遥かに多かった。しかし、夏になって陸生昆虫量が増加するにしたがい、処理区におけるコウモリの採餌頻度も増加し、最終的には両実験区の間におけるコウモリ類の採餌頻度の差はなくなった。本章の結果から、春先の羽化水生昆虫がコウモリ類の採餌活動に大きく影響を及ぼしていることが明らかになった。また、冬眠明け直後のコウモリ類にとって、河川から供給される水生昆虫が重要な資源であることが示唆された。さらに、コウモリ類の捕食量、個体数を考えると、コウモリ類を介した河川から陸上への栄養塩の移流が、自然生態系の物質循環の中で重要であることが示唆された。コウモリ類の保全のためには、森林生態系だけでなく、近接する河川生態系の管理が重要であると考えられた。

本研究では、翼の形態や音声構造以外の要因も採餌環境利用に大きく影響していることが明らかになった。また、採餌環境利用と採餌環境利用におよぼす要因が空間的、時間的に様々な変化する事が明らかになった。したがって、多様なコウモリ相を保全するためには、様々なタイプ

のハビタットの保全が必要といえる。特に、餌昆虫量に影響を及ぼすような行為には注視が必要である。たとえば、河川の水質悪化は水生昆虫群集に影響を及ぼし、結果的にコウモリ群集に影響を及ぼすことになる。生息するコウモリ種すべての利用環境を把握し、保護管理対策に盛り込んでいくことが重要である。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 前 川 光 司

副 査 教 授 齋 藤 裕

副 査 教 授 前 田 喜四雄 (奈良教育大学)

副 査 助 教 授 齋 藤 隆

学 位 論 文 題 名

Factors that influence foraging habitat use of insectivorous bats in temperate forest in Hokkaido, Japan

(北海道における食虫性コウモリ類の採餌環境利用とその要因)

本研究は101ページの英文論文で、引用文献170を含み、6章で構成されている。他に参考論文7編が添えられている。

食虫性小型コウモリ類は、採餌およびねぐら場所として様々な環境を必要とする。特に森林は鍵となるハビタットである。しかし、同所的に生息する種間において、同じような翼の形態や音声構造を持ちながら、採餌空間（林縁、オープン、ギャップ、林内）が異なる例がいくつか知られるようになった。このため、採餌環境利用については翼の形態や音声構造以外の要因も影響を与えていると指摘されている。そこで本研究では、北海道南部の森林における各コウモリ種の環境利用を、音声による判別法を用いて直接明らかにした。さらに、コウモリ類の採餌に影響を及ぼす要因として、羽化水生昆虫に着目し、その影響を実験的に検証した。

まず、本研究の調査地である北海道大学苫小牧研究林におけるコウモリ相を解明した。かすみ網とハープトラップによる捕獲などにより、7種190個体のコウモリ類を捕獲または拾得した。種の内訳は、ヒメホオヒゲ、モモジロ、テング、コテング、キクガシラ、ヒナ、ヤマコウモリであった。前三種は北海道南西部における初記録であった。

次に、調査地に生息可能性な8種の音声（エコロケーションコール）の構造を明らかにし、音声による種判別法を構築した。その結果、8種の音声は3つのタイプに分けることが出来た。一つ目はFM/CF/FMタイプ（キクガシラコウモリ）、二つ目はFMタイプ（モモジロ、ヒメホオヒゲ、テング、コテングコウモリ）、三つ目はFM/QCFタイプ（ヒナ、ヤマ、キタクビワコウモリ）であった。判別分析をおこなった結果、全体では92%の音声について正しく種を特定出来た。これにより、音声を調査することで種ごとの環境利用

を直接把握することが可能になった。

音声による種判別法を用いて、コウモリ類の森林内での環境利用を明らかにした。調査地内の様々な森林タイプ（二次林、成熟林、人工林）および河川の有無に着目して、採餌時のコウモリ類のエコロケーションコールを、自動録音装置を用いて録音した。その結果、録音頻度が多かったモモジロ、ヒメホオヒゲ、ヒナ、ヤマコウモリの解析を行った。モモジロコウモリの採餌頻度は河川の近くで高かったのに対し、ヒメホオヒゲコウモリの採餌頻度は河川から離れた環境で高かった。森林タイプと季節は両種の採餌頻度に影響をおよぼしていなかった。ヤマコウモリとヒナコウモリとも夏よりも秋の方が採餌頻度が高かった。しかし、森林タイプと河川の有無は両種の採餌頻度に有意な影響はおよぼしていなかった。これらの結果から、形態的に似ている2種（ヒメホオヒゲコウモリとモモジロコウモリ）のあいだにも採餌空間分割がおこっていることが明らかになった。このことは、翼の形態や音声構造以外の要因が採餌環境利用に影響を及ぼしていることを示唆した。また、ヤマコウモリ、ヒナコウモリは、本調査地が越冬場所あるいは中継地点となっている可能性が示唆された。

河川から発生する羽化水生昆虫がコウモリ類の採餌に及ぼす影響を、野外操作実験をおこなうことにより検証した。本研究の調査地内に流れる幌内川において、長さ約1.2キロにわたりビニールハウス状のカバーをかけた所を処理区、カバーのない下流部を対照区とした。実験の結果、処理区においては、河畔林への水生昆虫の供給が大幅に減少した。対照区では、羽化水生昆虫量は春先に最も多く、夏になるに従って減少していった。陸生昆虫の生物量は処理区、対照区共に、春は少ないが、夏にかけて増加した。春に、対照区におけるコウモリの採餌頻度は処理区に比べて遥かに多かった。しかし、夏になって陸生昆虫量が増加するにしたがい、処理区におけるコウモリの採餌頻度も増加し、最終的には両実験区の間におけるコウモリ類の採餌頻度の差はなくなった。これらの結果から、春先の羽化水生昆虫がコウモリ類の採餌活動に大きく影響を及ぼしていることが明らかになった。また、冬眠明け直後のコウモリ類にとって、河川から供給される水生昆虫が重要な資源であることが示唆された。

本研究から、多様なコウモリ相を保全するためには、様々なタイプのハビタットの保全が必要であり、特に、餌昆虫量に影響を及ぼすような行為を行わないようにすることが必要であることを論議した。

以上のように本研究は、北海道における数種のコウモリを対象に、各コウモリ種の環境利用と採餌に影響を及ぼす要因を明らかにしようとしたものであり、得られた成果は学術的に貴重なものであり、その保全のための基礎資料としても高く評価される。よって審査員一同は、福井大が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。