

学 位 論 文 題 名

Ecological research on foraging and
breeding behavior of cormorants

（ウ類の採餌及び繁殖行動に関する生態学的研究）

学位論文内容の要旨

海鳥、海獣類は海洋生態系の高次捕食者であり、魚類、甲殻類、イカなどを大量に消費しているため、海洋環境変動のよい指標とも言われている。また彼らの多くは肺呼吸動物であるため、生理的な制約のもと息こらえ潜水によって採餌している。潜水能力は酸素保有能力に依存しており、体サイズの大きな種ほどより大きな潜水能力があると考えられている。しかし採餌行動に関する研究は陸上での繁殖行動に比べ、研究の困難さのため大きく遅れていた。近年、より小型で高性能な行動記録計が開発されたことにより、海鳥などの海洋における採餌行動の詳細な研究が可能になった。

ウ類は沿岸で脚を用いた追跡潜水を行い、底層性の魚を採餌する海鳥である。一腹卵数が多く、採餌や繁殖行動をに大きな年変動がみられることから海洋環境の指標になると言われている。また漁獲対象となる魚を大量に消費することから漁業との関係も深いが、その生態はよくわかっていない。本研究はウ類の行動に影響を与えている内的要因（生理的な制限）および外的要因（環境変動）と、その影響のメカニズムを様々なスケールで明らかにする事を目的とし、最新の測器を用いて1）ウミウの餌資源変動にともなう採餌及び繁殖行動の年変化、2）ウミウの採餌場所と採餌行動の性差、3）アオメウの採餌潜水行動の性差の研究を行った。

北海道天売島で繁殖するウミウの採餌及び繁殖行動の年変化と餌資源変動の関係を明らかにするため4シーズンにわたって調査を行った。餌組成は吐き戻しを分析し、潜水行動は水深を連続的に記録するデータロガーを用いて調査した。採餌旅行時間、繁殖成功は観察を行いモニターした。多くのパラメータに年変化がみられた。1992年はイカナゴの仔魚を、1994年ははじめイカナゴの成魚を後半はカタクチイワシを主に採食しており、これらは表層から中層で群をつくる浮魚である。1993年にはアイナメ科やカサゴ科のメバル類など、底層魚を食べていた。一方1995年ははじめ底層魚を、6月下旬からはイカナゴの仔魚を食べていた。漁獲高や同所で繁殖する他の海鳥の餌組成の年変化から判断すると、1992年はイカナゴ、1994年にはカタクチ

イワシが天売島の周辺に多かったと考えられる。また1995年はイカナゴの出現時期が遅く6月の後半頃から海鳥に利用され始めていた。つまりウミウは浮魚資源が豊富なときにはより利用しやすい浮魚を食べ、少ない年には底層魚を食べていた。底層魚を主に食べていた1993年の潜水深度は餌生物の分布深度の違いを反映して他の年に比べて深かった。またメスの1日あたりの総潜水時間と総底滞在時間は底魚を食べていた年で長く、採餌にかかる時間を増していた。給餌頻度は1992年で特に高く、1回の採餌トリップは1992年と1994年で短かった。1993年と1995年はヒナのガード時間を減らして採餌に費やす時間を長くしていた。孵化ヒナ数、生存したヒナの成長速度には年による違いは見られなかったが、巣立ち成功は浮魚を食べていた年（1992と1994）で高く、底層魚を食べていた年（1993と1995）で低かった。浮魚資源が乏しいときにはウミウはヒナの数減らすことで、生存ヒナの成長速度を維持していた。また底魚を食べるときには本土沿岸で採食するため、営巣地から採餌場所までの距離が遠く旅行時間が長くなり、結果的に給餌頻度が下がり、巣立ち成功が下がっていた。浮魚の豊度の年変動がウミウの採餌及び繁殖行動に影響を与える大きな要因となっていた。また代謝速度と繁殖数より見積もられたウミウが年間に消費する魚の量は漁獲量の4～10%と少なく、ウミウの餌中出现する魚のサイズも漁獲対象となっている魚のサイズとは異なっており、ウミウと漁業の直接的な競合関係はないと考えられる。しかしながら魚の資源量に関する情報は非常に限られており、もっと詳しい調査が必要である。

北海道天売島のウミウの潜水深度には性差が見られ、雌雄で異なる採餌パターンをとる可能性がある。電波発信機とデータロガーを用いて雌雄各1羽のウミウの採餌場所と潜水行動を調べた。ウミウは繁殖地の島から5km以内と17～27kmの島と北海道本島の間で採餌していた。採餌海域は水深10～60mで海底は岩礁、礫または砂であった。雄は40m以浅の海域では海底まで潜って底層魚を採食し、深い海域では浅い潜水を行って、浮魚を採食していた。一方雌は採餌海域の深さに係わらず浅い潜水を行っており、主に浮魚を採食していたと考えられる。採餌場所はウの採餌行動に影響を与え餌生物とも関連があることが示唆された。

亜南極のマッコリー島で繁殖するアオメウは雄の方が雌よりも約14%体重が重く、潜水能力に性差があることが予想された。育雛中のアオメウの採餌及び繁殖行動をウミウと同様の方法を用いて調査した。雌は主に午前中、雄は午後に採餌を行っており、雄は雌よりも深く潜水していたが、その差は体サイズから予測される潜水能力の違いよりも大きかった。また雌の潜水深度には体重とは無関係に大きな個体差がみられ、深く潜る雌の潜水時間と底での滞在時間は雄のそれとかわらなかった。一方、採餌効率（＝潜水サイクル中の底で過ごす時間の割合）は浅く潜る雌でもっとも大きかった。浅く潜る雌の潜水時間や底での滞在時間は雄や深く潜る雌より短い、1日の潜水回数が多いため1日の総潜水時間と総底滞在時間はすべてのグループで差が

なかった。餌は雌雄ともに底層魚を食べており、1匹の魚のサイズは雄の方が大きい傾向があったが、おそらく数は雌の方が多く持ち帰るため、1回に持ち帰る餌の量には雌雄で差がなかった。また給餌頻度と採食トリップ長には性差も個体差もなかった。すなわちアオメウは採餌行動の性差、個体差にも関わらず、雌雄のヒナへの給餌量はほぼ等しかった。またアオメウの潜水能力は従来考えられていたよりはるかに高く、これは潜水中の体温の低下や心拍の減少を伴う代謝速度の低下などの生理的な反応が起こっていることを示唆している。

ウミウとアオメウの体サイズには大きな差がなく、生理的な潜水能力にも大差はないと思われるが、アオメウはウミウよりも深く長く潜水し、雄と雌で採食時間をはっきりと分けていた。またウミウは資源変動の大きい浮魚と底層魚の両方を利用しているのに対し、アオメウは底層魚のみに依存していた。これは亜南極の島周辺の海域は急に深くなっており沿岸に浮魚が少ないため、アオメウは狭い採餌海域で深い潜水を行っていたと考えられる。このように2種は全く異なる環境で採餌しているにも関わらず、両種とも雄は雌よりも深い潜水を行っていた。この潜水深度の性差は雌雄の採餌ハビタットの分割と生理的潜水能力の性差に関係があるであろう。ウミウは餌資源の変動に対して潜水深度や採餌トリップといった短い時間スケールで行動を変化させていた。2種のウの採餌行動と繁殖行動にみられる地域差や年変化は環境の違いや変動に対する行動の可塑性を示しており、このような特徴は沿岸域の変動の大きい、様々な環境で生息する海鳥にとって適応的である。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 齋 藤 裕

副 査 教 授 諏 訪 正 明

副 査 教 授 内 藤 靖 彦

副 査 助 教 授 綿 貫 豊

学 位 論 文 題 名

Ecological research on foraging and breeding behavior of cormorants

(ウ類の採餌及び繁殖行動に関する生態学的研究)

本研究は130ページの英文論文で、表12、図37、引用文献184を含み、8章で構成されている。別に参考論文12編が添えられている。

海洋生態系の高次捕食者である海鳥類の繁殖と環境変動との関係を明らかにする目的で、生息域を異にする2種のウ類の海面下における採餌行動を遠隔測定器機を用いて探査し、採餌行動とヒナへの給餌量およびヒナの巣立ち成功率との関係を検討した。

1) 北海道天売島で繁殖するウミウの採餌及び繁殖行動の年次変化と餌資源変動の関係を、4シーズンにわたって調査した。主要な餌生物、潜水行動、採餌トリップの長さ(採餌のために巣を出てから、戻ってくるまでの時間)、そして繁殖の成功率は年によって変動した。1992年にはイカナゴを、1994年は繁殖期の前半にイカナゴを後半にはカタクチイワシを主に採食しており、これらは表層から中層で群をつくる浮魚であった。1993年にはアイナメ科やカサゴ科など、底層魚を主に採食していた。一方、1995年には初期に底層魚を、6月下旬からはイカナゴを食べていた。漁獲高や同所で繁殖する他の海鳥の餌組成の年変化から判断すると、ウミウは浮魚資源が豊富なときにはそれらを食べ、少ない年には底層魚を食べていた。底層魚を主に採餌していた1993年の潜水深度は、餌生物の分布深度を反映して、他の年に比べて深かった。巣立ちまで生存したヒナの成長速度には年による違いは見られなかったが、巣立ち成功は浮魚を食べていた年で高く、底層魚を食べていた年で低かった。つまり、浮魚資源が乏しいときにはウミウはヒナの数減らすことで、残ったヒナの成長速度を維持していた。すなわち、特定の餌資源量(浮魚)の年変動が、ウミウの繁殖に大きな影響を与えていることが明らかとなった。

2) ウミウは雄が雌よりも体が大きく、この性による体サイズの差が、雌雄の潜水深度や採餌行動に影響を与えている可能性が高い。そこで、雌雄各1羽のウミウの採餌場所と潜水行動を電波発信機と潜水記録計を用いて調べたところ、両者ともに繁殖地の島から5km以内と17~27kmの島と北海道本島の間で採餌していることが明らかになった。雄は40m以浅の海域では海底まで潜って底層魚を採食し、深い海域では浅い潜水を行って、浮魚を採食していた。一方雌は採餌海域の深さに関わらず浅い潜水を行っており、主に浮魚を採食していた。この結果は、採餌時間帯には雌雄差はないが、採餌行動に雌雄差があることを示し、またそれが体サイズと関係している可能性を示唆している。

3) 亜南極のマッコリー島で繁殖するアオメウは雄の方が雌よりも大きく、潜水能力に性差があることが予想された。そこで、育雛中のアオメウの採餌及び育雛行動を調べたところ、雌は主に午前中、雄は午後に採餌を行っており、雄は雌よりも深く潜水していたが、その差は体サイズから予測される潜水能力の違いよりも大きかった。雌の潜水深度には体重とは無関係に大きな個体差がみられた。また、採餌効率(=潜水サイクル中の底で過ごす時間の割合)は浅く潜る雌でもっとも大きかった。浅く潜る雌の潜水時間や海底での滞在時間は1回あたりでみると雄や深く潜る雌より短い、1日の潜水回数が多いため1日の潜水時間と海底滞在時間は雌雄間、雌の潜水深度で分けたグループ間で差がなかった。雌雄ともに底層魚を食べており、1回にヒナに持ち帰る餌の量には雌雄で差がなかった。またヒナへの給餌頻度と採食トリップ長にも性差・個体差ともになかった。すなわち、アオメウは採餌行動には顕著な性差が認められたにも関わらず、ヒナへの給餌量には雌雄間に差がないことが判明した。

ウミウとアオメウの体サイズには大きな差がないことから、生理的な潜水能力には大きな差はないと考えられる。しかし、本研究で得られた採餌行動を種間で比較してみると、アオメウはウミウよりも深く長く潜水し、雄と雌で採食時間を分けているという違いがあった。ウミウは浮魚と底層魚の両方を資源量に応じて利用できる海域に生息しているのに対し、亜南極の島周辺は急激に深くなっており浮魚が少ないことが、アオメウの深い潜水による底層魚採餌を説明すると考えられる。

以上のように、本研究ではこれまでほとんど観察が不可能であった海鳥の海面下での採餌行動を電波発信機、電子機器を最大限に利用して明らかにするとともに、2種のウの行動の地域差、性差についての新しい知見をもたらした。さらに、それらの鳥が地球環境、特に海域の魚類資源の変動に敏感に反応していることを明らかにしたことは高く評価される。よって、審査員一同は、加藤明子が博士(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。