

別紙 4

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 Flexible foraging behavior and associated physiological costs in chick-rearing streaked shearwaters

(育雛期のオオミズナギドリの柔軟な採餌行動とそれに伴う生理的負荷)

氏 名 小山 偲歩

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、動物装着型ロガーと酸化ストレスを利用し、海洋環境の変化に対して海鳥が行動的・生理的にどのように応答するかを明らかにした。

第1章では、本論文の背景と位置づけを説明し、海鳥類の採餌行動・生理状態・繁殖成績、そして海洋環境の関係について複数の仮説を立てた。海洋生態系の高次捕食者であり長寿命である海鳥は、毎年同じ繁殖地で繁殖する。このため海鳥は、毎年変動する繁殖地周辺の海洋環境に対して行動的・生理的に応答し、自らにかかる生理的・行動的負荷と繁殖成績のバランスを取っていると考えられる。しかし、海鳥の採餌行動に伴う生理的疲労や回復能力を定量化する有効な指標が確立されていないこと、長期的（10年スケール）な海鳥の採餌行動データの蓄積が困難であること等が原因で、海洋環境・採餌行動・生理状態・繁殖成績の間の因果関係は明らかになっていない。

第2章では、本論文の研究対象種である、新潟県粟島で繁殖するオオミズナギドリ (*Calonectris leucomelas*) の生態や生活史について概説した。また、各章で共通する研究方法である、動物に小型の行動記録計を装着して移動経路や動きを記録する小型記録機器（ロガー）を用いた野外調査および解析手法について記載した。

第3章では、2018年および2019年に、オオミズナギドリの採餌行動を記録し、運動に伴う疲労度の指標として主にヒトで利用されている酸化ストレスを計測した。その結果、2018年は、ロガーデータから算出した運動量の指標と、餌から得られる、疲労からの回復力の指標である抗酸化力の変化量に正の相関がみられた。このことから、2018年は餌環境が良く、オオミズナギドリは、大きな運動負荷を伴う繰り返し行われる採餌潜水行動により、抗酸化物質を含む餌を得たことが示唆された。一方で、2019年は、離水回数や、最大到達距離（繁殖地と繁殖地からの最遠地点の間の距離）が、疲労度の指標である酸化度の変化量と正の相関がみられた。このことから、2019年は餌環境が悪く、

オオミズナギドリの疲労度は、頻繁な離水や長距離移動により増加した可能性が示された。

第4章では、オオミズナギドリと同じ小型浮魚類を餌とし、かつ本種が餌場の目印にしている可能性がある大型魚類、シイラ (*Coryphaena hippuru*) とオオミズナギドリの種間関係を、局所的および大規模スケールで調べた。まず、オオミズナギドリにビデオロガーを装着することで、本種とシイラが、混群を形成して同じ場所で小型浮魚類群を採餌している映像の撮影に成功した。次に、GPS ロガーを用いて記録した 2011–2021 年のオオミズナギドリの移動経路 (N=414) と、ベイズ推定した日本海のシイラ漁獲量との関係を調べた。その結果、オオミズナギドリの採餌移動日数は、日本海のシイラ漁獲量と正の相関があった。以上の結果から、これまで局所的な範囲で観察されていた、海鳥と餌生物を共有する他種との種間関係が、海鳥の大規模スケールでの採餌行動や分布に影響している可能性が示された。

第5章では、海洋環境がオオミズナギドリの行動に影響するか、親鳥の採餌行動が雛の成長や生存などの繁殖成績に影響するか、あるいは親鳥の行動が雛からの要求を受けて変化するかといった、海洋環境・採餌行動・繁殖成績の間の因果関係に関する仮説を検証した。海洋環境データとして、日本海および太平洋における表面海水温 (SST) の平均値および変動係数を算出し、オオミズナギドリの採餌行動として、2011–2021 年の移動経路から、各年の太平洋利用確率などを算出した。また、繁殖成績として、孵化から巣立ちまでの間に継続的に記録した雛 (N=190) の体重データを用いて、雛の成長速度を年毎に算出した。得られた 11 年分のデータを用いて、SST・太平洋利用確率・成長速度の関係を調べた。その結果、オオミズナギドリの太平洋利用確率は、太平洋の SST 変動が大きく、ヒナの成長速度が低いと増加することが示された。SST 変動が大きな場所では海面混合が起きており、生物生産性が高いと考えられる。オオミズナギドリは、餌利用可能性の高さと雛からの要求に応じて、採餌場所を選択していることが示唆された。

第6章では、第3・4・5章の結果を受けて、採餌行動に伴う疲労度指標としての酸化ストレス計測の有用性・海鳥と餌を共有する他の動物種との関係・海洋環境変化に対するオオミズナギドリの行動的および生理的応答について総合的に考察した。また、オオミズナギドリが環境変化や雛からの要求に合わせて採餌場所や行動を柔軟に変えることで、海洋環境の変化が繁殖成績や自分の生理状態に与える影響を緩衝できていた可能性を議論した。