

学 位 論 文 題 名

北太平洋におけるハイイロミズナギドリ
Puffinus griseus の形態および生態学的研究

学位論文内容の要旨

ハイイロミズナギドリ *Puffinus griseus* はミズナギドリ目に属し、南半球に繁殖地を持つ外洋性海鳥である。本種は南北両半球の中・高緯度海域間を季節的に渡り、その年間飛翔距離は地球規模であって、21,000kmに達する。非繁殖期の索餌海域である北太平洋では、アリューシャン列島以南の亜寒帯全域に分布する。夏季の北洋海域における海鳥群集のなかで、ハイイロミズナギドリは個体数（2～4千万羽）、生物量（1.6～3.2万トン）共に卓越する。したがって、海洋生態系における役割が大きいとみなされる。また、これまで北太平洋における流し網漁業では、毎年約10～30万羽が混獲され死亡していた。しかしながら、非繁殖期の外洋域での生態は殆ど不明なのが現状である。

本研究では、ハイイロミズナギドリの非繁殖期における形態および生態的特性を以下の項目について解析した。

1) ファブリキウス嚢（Bursa of Fabricius）および生殖腺を用いた性成熟判定

性成熟判定はファブリキウス嚢の有無と卵巣の形状を用いて行った。雄はファブリキウス嚢のみで、雌はファブリキウス嚢と卵巣の形状の双方で判定した。また、性成熟の判定基準値として、試料個体数の50%が性成熟に達する卵巣および精巣重量を求めた。その結果、性成熟に達する卵巣重量は0.08 g、精巣重量は0.05 gと推定された。さらに、性成熟体重は雌で847 g、雄で825 gと推定された。次に、これらの性成熟判定基準値に従って、採集された全試料を幼鳥と成鳥に大別し、採集時期および地点から、緯度的な分布移動様式を解析した。繁殖成鳥は4月に北太平洋亜寒帯域に到着し、その後、主要餌生物であるマイワシ（*Sardinops melanosticta*）およびサンマ（*Cololabis saira*）の季節回遊に同調して北上する。8月には南半球への長距離渡りを開始し、北太平洋には分布しなくなる。一方、その年生まれの幼鳥（巣立ち雛）は、成鳥より約1カ月遅れて5月に北上先行群が北太平洋に到着し、その後分布域を北に広げる。8月には餌生物の移動と同調して南下するが、南半球への渡りは行わず北太平洋で越冬する。

2) 外部形態、骨格、筋肉および組織・器官の機能形態学的比較解剖

ミズナギドリ目11種およびチドリ目6種の形態的特性を機能面から比較検討した結果、ハイイロミズナギドリはミズナギドリ目中、最も潜水適応した形態的特性を獲得していた。また、高度に潜水適応したウミスズメ科海鳥類とは対照的に、ミズナギドリ目は大型種ほど飛翔適応した形態的特性を持つことが明らかになった。さらに、本種の成長段階による形態的特性の違いを調べたところ、成鳥は飛翔適応した形態的特性を、幼鳥は潜水適応した形態的特性を持つことが明らかになった。すなわち、成鳥は体重が顕著に重く、前肢筋、特に上腕骨を下げる機能に関与している大胸筋が発達していた。また、後肢筋に対する前肢筋の相対的な発達程度が大きく、1回の羽ばたきによる推進力は大きい、水中および陸上での機敏性に劣る。一方、幼鳥は上腕骨を上げる機能に関与している小胸筋が発達していた。そのため水中での羽ばたき飛翔に有利である。また、後肢筋が発達しているため、水中での機敏性にも優れる。

3) 器官重量、脂質含有量および初列風切り羽の換羽からみた栄養指標値の季節的变化

幼鳥および成鳥の栄養指標値として、体重、皮膚+皮下脂肪、胸筋および肝臓の重量、肝臓および胸筋の脂質含有率の季節変化を解析した。成鳥の栄養指標値は、北太平洋に到着後はやや低い値であったが、急速な回復を示した。その後、6月の換羽最盛期にわずかに低下したが、7月までゆっくりと増大した。6月の指標値の低下は胸筋重量の急激な低下による。これは、この時期には十分な皮下脂肪の蓄積が無いため、換羽に伴うエネルギー消耗の結果、胸筋中の脂肪量が低下したことによると考えられる。また、肝臓を除く指標値は、南半球への渡りの時期にあたる8～9月に著しい増大を示した。一方、肝臓重量は換羽最盛期の6～7月に著しく増大した。このような肝臓重量の増大は換羽に伴う摂餌量の増大によると考えられる。7月以降、肝臓重量が減少したが、この理由として、摂餌量の低下と肝臓中の脂肪が皮下脂肪層へ移転したことによると考えられた。この点を肝臓の脂質含有率から見ると、換羽最盛期の6～7月に最大値を示し、その後減少したことからも裏付けられる。一方、北太平洋到着直後の幼鳥の栄養指標値は、成鳥に比べてかなり低く、その後の回復も遅れていた。南半球への渡りの時期にあたる8～9月には、北太平洋への渡り直前の状態に回復したが、皮下脂肪の蓄積がほとんど行われない。このような栄養指標値の回復の遅れは、体構成器官の成長にエネルギーが消費されることによると考えられる。そのため、南半球への渡りに必要な脂肪蓄積が遅れ、長距離渡りが不可能と考えられる。次に、幼鳥および成鳥の初列風切り羽の換羽解析から、換羽開始および終了時期、換羽継続期間を推定した。幼鳥の平均換羽開始時は2月13日、終了時は8月23日、そして換羽継続期間は184日であった。一方、成鳥の平均換羽開始時は4月21日で、終了時は8月16日、そして換羽継続期間

は124日であった。幼鳥、成鳥ともに6～7月に換羽が最も活発で、南下渡りの末期にあたる9月には90%以上の羽が換羽を終了していた。

4) 胃内容物の解析から見た食性

胃内容物の解析から、ハイイロミズナギドリの主要餌生物はマイワシ、サンマ、ヒメドスイカ (*Berryteuthis anonychus*) および蔓脚類のウキエボシ (*Lepas fascicularis*) であった。また、海域により餌生物の重量組成が異なり、三陸沖および亜寒帯海域では魚類、特にマイワシが90%以上を占めた。一方、亜熱帯海域および移行領域では魚類以外にイカ類、蔓脚類が高い割合で捕食されていた。また、餌生物の重量組成の時空間的解析から、本種の分布移動は、マイワシの季節回遊に同調することが示唆された。さらに、亜熱帯海域および移行領域においては、幼鳥はイカ類および蔓脚類を高い割合で捕食し、成鳥は魚類を高い割合で捕食していた。

以上の結果から、ハイイロミズナギドリは、飛翔、潜水の双方に適応した形態的特性を持っており、両半球高緯度海域の餌生物資源を他の海鳥類と比べ効率よく利用できるため、極めて大きな個体群を維持できることが示唆された。また、成長段階により栄養状態、形態的特性、換羽時期および食性が異なり、それらが分布移動様式および生活周期の相違をもたらしたと思われる。さらに、同属種のハシボソミズナギドリ (*P. tenuirostris*) と比較すると、生活年周期は大筋において一致したが、本種の方がより潜水適応した形態的特性を持ち、それにともなった分布移動様式、食性の相違が示唆された。ハシボソミズナギドリは低次栄養段階の餌生物を捕食するため、分布移動を餌生物により制限されない。一方、ハイイロミズナギドリは季節回遊する浮魚類を捕食するため、これらの餌生物に分布移動を制限される可能性が示唆された。また、ハシボソミズナギドリは渡り途中に絶食しているのに対して、ハイイロミズナギドリは熱帯、亜熱帯性の蔓脚類およびクラゲ類も積極的に捕食していたことから、渡り途中に摂餌していることが示唆された。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 島 崎 健 二

副 査 教 授 尼 岡 邦 夫

副 査 助 教 授 小 城 春 雄

ハイイロミズナギドリ *Puffinus griseus* は、南半球に繁殖地を持つ外洋性の海鳥である。本種は南北両半球の中・高緯度海域間を季節的に渡り、年間の総飛翔距離は21,000kmにおよぶ。初夏から秋季の北洋海域における海鳥群集のなかで、本種は個体数（2～4千万羽）、および生物量（1.6～3.2万トン）共に卓越する生態系構成種であるが生態は殆ど不明である。

・本研究は、ハイイロミズナギドリの北太平洋域での形態および生態的特性を以下の項目について解析したもので、特記すべき点を要約すると次のように示し得る。

1) ファブリキウス嚢、および生殖腺を用いた性成熟判定

性成熟判定はファブリキウス嚢の有無と卵巣の形状を用いて行った。また、性成熟の判定基準値として、試料個体数の50%が性成熟に達する生殖腺重量を求めた。その結果、性成熟に達する卵巣重量は0.08 g、精巣重量は0.05 g、さらに、性成熟体重は雌で847 g、雄で825 gと推定された。次に、これらの基準値に従って、全採集試料を幼鳥と成鳥に大別し、採集時期および地点から、緯度的な分布移動様式を解析した。繁殖成鳥は4月に北太平洋亜寒帯域に到着し、以後北上する。また、8月には南半球への長距離渡りを開始する。一方、その年生まれの幼鳥（巣立ち雛）は5月に北上先行群が北太平洋に到着し、その後北上する。8月になると南へ移動するが、南半球への渡りは行わず北太平洋で越冬する。

2) 外部形態、骨格、筋肉および組織・器官の機能形態学的比較解剖

海鳥類17種の形態的特性を機能的に比較検討した結果、本種はミズナギドリ目中、最も大型であり、且つ最も潜水適応した形態的特性を獲得していた。さらに、成鳥は飛翔適応した形態的特性を、幼鳥は潜水適応した形態的特性を示した。

3) 器官重量、脂質含有量および初列風切り羽の換羽からみた栄養指標値の季節的变化

栄養指標値として、体重、皮膚+皮下脂肪、胸筋と肝臓の重量、そして肝臓および胸筋の脂質含有率の季節変化を解析した。

成鳥の栄養指標値は、北太平洋に到着時は低値を示したが、以後急速な回復を示した。しかし、6月の換羽最盛期に一時的な低下を示したが、これは胸筋重量の急激な退縮による。この時期に

は、十分な皮下脂肪の蓄積が無く、換羽に伴うエネルギー消耗の結果、胸筋中の脂肪量が低下したと考えられる。また、肝臓を除く指標値は、南半球への渡りの時期にあたる8～9月に著しい増大を示した。一方、肝臓は換羽最盛期の6～7月に著しく肥大したが、その後、退縮した。7月以降の肝臓重量の低下は、肝臓中の脂肪が皮下脂肪層へ移転により生じた。

一方、幼鳥の栄養指標値は北太平洋到着直後はかなり低く、その後の回復も成鳥に比べ遅れを示した。8～9月でも、皮下脂肪の蓄積は殆ど無く、体構成器官の成長にエネルギーの大部分が消費されたと考えられた。そのため、南半球への渡りは不可能と考えられる。

次に、幼鳥および成鳥の初列風切り羽の換羽解析から、換羽期間を推定した。換羽期間は幼鳥で2月13日～8月23日(184日)、そして、成鳥は4月21日～8月16日(124日)であった。

4) 胃内容物の解析から見た食性

本種の主要餌生物はマイワシ、サンマ、ヒメドスイカおよび蔓脚類のウキエボシであった。特に、三陸沖および亜寒帯海域では、マイワシが重量組成で90%以上を占めた。一方、亜熱帯海域および移行領域ではイカ類、蔓脚類をも高い割合で捕食していた。本種の分布移動は、マイワシの季節回遊に同調することが示唆された。さらに、亜熱帯海域および移行領域においては、幼鳥はイカ類および蔓脚類を高い割合で捕食し、そして、成鳥は魚類を高い割合で捕食していた。

以上の結果は、ハイイロミズナギドリは、飛翔、潜水の双方に適応した形態的特性を持つことで、両半球高緯度海域の餌生物資源を他の海鳥類と比べ効率よく利用できることで、極めて大きな個体群を維持できることが示唆された。また、成長段階により栄養状態、形態的特性、換羽時期および食性が異なり、それらが分布移動様式および生活周期の相違をもたらしたと思われる。さらに、この結果は高次捕食者としてのハイイロミズナギドリの海洋生態系における役割を知る上での基礎的知見として、極めて高く評価されるものである。よって、主査・副査は本論文が博士(水産学)の学位請求論文として相当の価値を有するものと認定した。