

海洋環境変動に対するウトウの採餌繁殖生態的応答と ヒナの巣立ちを決めるメカニズム

学位論文内容の要旨

海洋生態系において、高次捕食者である海鳥類は、恒温性で高い活動性を持つため、エネルギー消費が大きいことから、重要な役割を果たしていると考えられている。したがって、マクロな海洋環境の変動に伴う生態系の変化を理解する上で、海洋環境が海鳥類の採餌と繁殖に影響を及ぼすプロセスを明らかにすることは重要である。

従来、海洋環境の変動に伴う動物プランクトンや魚類の群集構造の変化は、海鳥が利用できる餌資源を変化させ、結果として彼らの繁殖に強い影響を及ぼすとされている。一方、このような餌資源の変化に対して、海鳥類の繁殖が顕著に変化しないという報告もある。こうした不一致の原因として、餌資源の測定に際して、繁殖と対応する時間的スケールへの配慮が不足していたことが考えられる。例えば、海鳥類において、巣立ち時の体重が軽い、あるいは巣立つ時期が遅れたヒナは、その後の生存率が低い。一方、ヒナが十分な成長を得るように給餌速度を増加させたり、給餌期間を延長した親鳥は、その後の繁殖が阻害されたり、生存率が低下する。つまり、当座の繁殖だけの最大効率だけを問題にしても不十分であり、親鳥が自身の生涯繁殖成功度を最大にするために、餌資源の変動に応じて、給餌速度や給餌期間を決めているという可能性も含めた、長期的な分析を平行して行うことが必要となる。

本研究では、天売島で繁殖するウトウが、海洋環境変動に対して採餌と繁殖をどのように変化させるか、これにともなって、ヒナの成長と巣立ちのパターンはどのように変化するかを、年間と年内季節間という2つの時間的単位で明らかにした。

1. 海洋環境の年変化がウトウの繁殖に影響を及ぼすプロセス

天売島のウトウでは、親鳥がカタクチイワシを多く持ち帰った年ほど、ヒナの体重増加が速いとされている。天売島を含む日本海の海洋環境は、対馬海峡から北海道まで北上する対馬暖流に強く支配され、この暖流勢力は大きな年変動を示す。回遊性の暖海性魚類であるカタクチイワシは、暖流勢力の増大に伴って北上すると考えられている。そこで、まず、対馬暖流の年変動が天売島周辺の水温に影響を及ぼし、そこへのカタクチイワシの来遊時期を決めると考えた。次に、カタクチイワシの来遊時期が

ヒナの餌中に占めるカタクチイワシの比率に反映し、その多少が繁殖成績に影響を及ぼすという作業仮説を立てた。この仮説によって、利用可能なカタクチイワシと繁殖成績の関係が説明可能かどうか、1992～2002年の11年のデータを用いて検証した。

解析の結果、春季の対馬暖流勢力が弱かった年では、育雛期の水温が低く、親鳥がカタクチイワシを持ち帰り始める時期が遅れ、餌中に占めるカタクチイワシの重量比が少なかった。このようなカタクチイワシの来遊時期と親鳥の育雛時期の非同調がヒナの体重増加を遅らせたと考えられた。

2. 海洋環境の季節変化がウトウの洋上分布と給餌に及ぼす影響

天売島のウトウでは、遅く孵化したヒナの巣立ち体重が軽いことが知られている。その原因として、暖流域の拡大にともなうカタクチイワシの北上が、育雛期の後半におけるウトウの採餌域を天売島から遠ざけるためではないかと考えられる。そこで、2001、2002年の5～7月において、餌の分布と対応すると考えられるウトウの洋上分布が、季節的にどのように変化するか、これに伴い、親鳥の給餌量と給餌頻度はどのように変化するかを調査した。

調査の結果、暖流域の北上に伴い親鳥の採餌域は北へ広がり、育雛後期の7月に入ると、利尻島と天塩の間の海域を、早朝に北上し、夕方に南下する個体が多く出現した。このことは、7月に入ると親鳥の採餌域が調査海域よりもさらに北の海域、あるいは東のオホーツク海へ移動したことを示唆している。一方、親鳥が持ち帰った餌の大部分は一貫してカタクチイワシであり、1回の給餌量は季節的には大きく変化しなかったが、7月に入ると給餌頻度が両年ともに顕著に低下した。これらのことから、採餌域が遠くに移動したことにより、7月の親鳥は1日の給餌に投資できるエネルギー量や時間が制約され、結果として彼らの給餌頻度が低下したと判断された。そして、この影響が繁殖開始の遅れた親鳥により強く働くため、遅く孵化したヒナの巣立ち体重が小さかったと考えられた。

3. ウトウのヒナの巣立ち日齢と巣立ち体重を決める要因

ウトウは巣立ち日齢と巣立ち体重が個体間で大きく異なる特徴を持つ。同じウミスズメ科鳥類における先行研究では、ヒナの体重増加速度や孵化時期が、巣立ち日齢と巣立ち体重の関係に影響を及ぼすことは示唆されているが、その詳細は未だ明らかではなかった。そこで、体重増加速度や孵化時期が、どのようなプロセスで巣立ち日齢と巣立ち体重の決定に関わるのかを明らかにするために、天売島のウトウを用いて、1995～2002年では年内、1984～2002年では年間における両者の関係を解析した。

解析の結果、年内においては、孵化が遅いヒナほど巣立ち日齢が若く、巣立ち体重が軽かった。これは、繁殖が遅れた親鳥が、ヒナが若く軽い段階で給餌頻度を急減させたためであり、先に明らかにしたように、繁殖後期に採餌場所が遠くなることがその理由と考えられた。同時に、体重増加が速いヒナほど巣立ち日齢が若く、巣立ち体

重が重いことがわかった。また、体重増加が速いヒナほどより速く翼が成長し、体重増加が遅くとも翼の成長が大きく遅れることはなく、翼がある一定の長さには達した時点でヒナは巣立った。巣立ち後のヒナは、捕食者から逃れ、崖から海まで安全に移動し、自身で採餌を行わねばならないことから、翼の成長が巣立ちを決める重要な要因となっていると考えられた。

一方、年間においては、平年よりも体重増加が速い年ほど、巣立ち日齢が若く、巣立ち体重が重かった。同時に、平年よりも孵化が早い年ほど、巣立ち体重は重かったが、巣立ち日齢は孵化時期の影響をほとんど受けていなかった。4年計測した巣立ち翼長の年間差はわずかであり、年内と同様の体重増加速度の影響が認められたことは、いずれの年においても、翼がある一定の長さには達した時にヒナが巣立ったことを間接的に示していると考えられた。一方、季節の推移に伴って利用できる餌資源が減少しても、親鳥にとって生涯繁殖成功度を最大にするためには、孵化時期が異なる年間で給餌期間を変えないことが有利になると仮定すれば、年内と年間の孵化時期の影響が一致しなかった理由を説明すると考えられた。

以上をまとめると、年内季節間に見た場合、暖流域の拡大に伴って採餌域が大きく北へ移動し、このことが繁殖後期におけるウトウ親鳥の給餌頻度の低下をもたらしていた。また、年間で見えた場合、春季の対馬暖流勢力の変動が、親鳥のカタクチイワシの利用時期に影響を及ぼして、ヒナの体重増加速度を決定していた。このような親鳥の採餌域の季節的移動と、餌資源の出現時期の年変化は、ヒナの体重の増加パターンを変化させ、年内季節間、年間における孵化時期の違うヒナの「巣立ち日齢」と「巣立ち体重」の関係を定める重要な要因となっていた。さらに、ウトウのヒナは、個体間で大きく異なる体重増加パターンを経験しながらも、翼が一定の長さには達するまで巣に留まり、巣立ち後の最低限の生存を保障していると考察された。

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 前 川 光 司
副 査 教 授 綿 貫 豊 (水産科学研究科)

学 位 論 文 題 名

海洋環境変動に対するウトウの採餌繁殖生態的応答と ヒナの巣立ちを決めるメカニズム

本論文は、図表を含め102ページ、引用文献165からなり和文で書かれている。他に参考論文2編が添えられている。

一般に、海洋環境の変動に伴う動物プランクトンや魚類の群集構造の変化は、海鳥が利用できる餌資源を変化させ、結果として彼らの繁殖に強い影響を及ぼすとされているが、逆に餌資源の変化が海鳥類の繁殖に影響しないという報告もある。このような不一致は、餌資源の変化と繁殖の変化を測定する時間的スケールの違いに起因すると考えられる。

本研究では、天売島で繁殖するウトウを対象に、海洋環境変動に対して親鳥が採餌と繁殖をどのように変化させるか、その結果、ヒナの成長と巣立ちのパターンはどのように変化するかを、繁殖シーズン間と繁殖シーズン内という2つの時間単位で明らかにした。

1. 海洋環境の年変化がウトウのヒナに影響を及ぼすプロセス

天売島のウトウは、親がカタクチイワシを多く持ち帰った年ほど、ヒナの体重増加が速いという報告がある。そこで、対馬暖流勢力の影響下にあるカタクチイワシの来遊時期がヒナの餌中に占めるカタクチイワシの比率に反映し、それがヒナの体重増加に影響を及ぼすという作業仮説の下で、利用可能なカタクチイワシとヒナの体重増加の関係が説明可能かどうか、1992～2002年のデータを用いて検証した。その結果、春季の対馬暖流勢力が弱かった年では、育雛期の水温が低く、親がカタクチイワシを持ち帰り始める時期が遅れ、餌中に占めるカタクチイワシの重量比が少なかった。このようなカタクチイワシの来遊時期と親の育雛時期の非同調がヒナの体重増加を遅らせたと考えられた。

2. 海洋環境の季節変化がウトウの洋上分布と給餌に及ぼす影響

天売島のウトウでは、遅く孵化したヒナの巣立ち体重が軽いことが知られている。その原因を明らかにするために2001、2002年の5～7月において、餌の分布と対応すると考えられるウトウの洋上分布と給餌内容の季節変化を調べた。その結果、暖流域の北

上に伴い親の採餌域が北へ広がり、育雛後期の7月に入ると親の採餌域が調査海域よりもさらに北の海域、あるいは東のオホーツク海へ移動したことが示唆され、同時に給餌頻度が顕著に低下した。これらのことから、採餌域が遠くに移動したことにより、7月には親の1日に給餌に投資できるエネルギー量や時間が制約され、結果として給餌頻度が低下し、遅く孵化したヒナの巣立ち体重の減少がもたらされたと判断された。

3. ウトウのヒナの巣立ち日齢と巣立ち体重を決める要因

天売島のウトウにおいて、体重増加速度や孵化時期が、どのようなプロセスで巣立ち日齢と巣立ち体重の決定に関わるのかを検討した。年内では、孵化が遅いヒナほど巣立ち日齢が若く、巣立ち体重が軽かった。これは、先に明らかにしたように、育雛後期に採餌域が遠くなることがその理由と考えられた。同時に、体重増加が速いヒナほど巣立ち日齢が若く、巣立ち体重が重いことがわかった。また、体重増加が速いヒナほどより速く翼が成長するが、一方体重増加が遅くとも翼の成長は大きく遅れることはなく、翼がある一定の長さには達した時点でヒナは巣立った。したがって、生存上重要な翼の成長が巣立ちを決める主要な要因となっていると考えられた。

一方、繁殖シーズン間では、平年よりも体重増加が速い年ほど、巣立ち日齢が若く、巣立ち体重が重かった。同時に、平年よりも孵化が早い年ほど、巣立ち体重は重かったが、巣立ち日齢は孵化時期の影響をほとんど受けていなかった。巣立ち翼長の年の間における差はわずかであり、シーズン内と同様の体重増加速度の影響が認められたことは、いずれの年においても、翼がある一定の長さには達した時にヒナが巣立ったことを間接的に示していると考えられた。

以上をまとめると、繁殖シーズン内で見えた場合、暖流域の拡大に伴って採餌域が大きく北方へ移動し、このことが育雛後期における親の給餌頻度の低下をもたらした。また、繁殖シーズン間で見えた場合、春季の対馬暖流勢力の変動が親鳥のカタクチイワシの利用時期に影響を及ぼし、ヒナの体重増加速度を決定していた。このような親鳥の採餌域の季節的移動と、餌資源の出現時期の年変化は、ヒナの体重の増加パターンを変化させ、繁殖シーズン内、繁殖シーズン間における孵化時期の違うヒナの「巣立ち日齢」と「巣立ち体重」の関係を定める重要な要因となっていた。さらに、ウトウのヒナは、個体間で大きく異なる体重増加パターンを経験しながらも、翼が一定の長さには達するまで巣に留まり、巣立ち後の最低限の生存を保障していると考察された。

以上のように本研究は、海洋気象変動が海鳥の繁殖に与える影響の詳細を、異なった時間スケールで測定し、変動する親の給餌に対して、ヒナが生理的・行動的な調節を行い、成長や巣立ちパターンを変化させていることをはじめて示した点において学術的に高く評価される。よって、審査委員一同は、出口智広が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認定した。