

氏 名 高 橋 晃 周

学位（専攻分野） 博士(理学)

学 位 記 番 号 総研大甲第526号

学位授与の日付 平成13年3月23日

学位授与の要件 数物科学研究科 極域科学専攻

学位規則第4条第1項該当

学 位 論 文 題 目 定着氷域におけるアデリーペンギンの採餌・繁殖生態  
に関する研究

論 文 審 査 委 員 主 査 教授 福地 光男  
教授 神田 啓史  
教授 内藤 靖彦  
助教授 綿貫 豊（北海道大学）  
室長 一井 太郎（遠洋水産研究所）

## 論文内容の要旨

本研究は南極海洋生態系の高次捕食者であるアデリーペンギン(*Pygoscelis adeliae*)について、定着氷域での環境変動に対する行動的適応を明らかにすることを目的として、1) 採餌・繁殖生態の年・季節変動、2) 採餌行動の個体間の相違と繁殖成績との関係の研究をおこなった。

定着氷の分布状態や餌環境の変動とアデリーペンギンの採餌行動との対応を様々な時間スケールで明らかにするため、1995/96-1999/2000 の5シーズンに渡り、ペンギンの育雛期にあたる12月から2月にかけて、南極リュツォ・ホルム湾袋浦の繁殖地で調査をおこなった。アデリーペンギンの主要な繁殖域であるロス海や南極半島域では夏期間に定着氷が流出し繁殖地周辺に開水面が広がるが、本研究の繁殖地はほぼ年間を通じて海水が存在することが特徴的である。年毎に繁殖地周辺の定着氷の分布状態は異なり、1995/96、1998/99、1999/2000 の3年は育雛期を通じて厚い海水氷がペンギンの採餌域を覆っていた。1996/97年は所々に薄氷が見られ、1997/98年には育雛期の途中から繁殖地近くの氷がパックアイス化し、1月下旬には定着氷が流出した。また、ペンギンの胃内容物中の餌構成も年によって変化し、定着氷下でのペンギンの餌環境が変動していることを示唆した。1995/96、1996/97、1997/98の3年にはオキアミ類(ナンキョクオキアミ *Euphausia superba* とクリスタルオキアミ *E. crystallorophias*)と魚類が共に胃内容物中に優占し、それぞれ36-76%、23-63% (湿重比) を占めた。1998/99、1999/2000年には餌の84.8-99.6%をオキアミ類が占め、魚類は0.4-3.2%と少なかった。

まず、ペンギンの採餌行動について、1回毎の潜水を解析すると、1995/96年には他の年に比べ、潜水深度は深く、潜水時間は長かった。しかし、潜水時間が長い年には潜水前後の表面滞在時間も長くなったため、一回の潜水サイクルに占める潜水時間の割合には年間差はなかった。親は、長い潜水を少ない頻度で行うか、短い潜水を高い頻度で行うかを年毎に調節したと考えられる。餌と潜水行動の関係を調べるため、オキアミ類・魚類それぞれが胃内容物の湿重の70%以上を占めていた場合、各々の個体をオキアミ類もしくは魚類を捕食した個体とし、これらの個体間で潜水行動を比較した。1995/96年には、同じ年の中でもオキアミ類を捕食した個体の方が魚類を捕食した個体よりも潜水深度が深かった。一方、1996/97年にはオキアミ類と魚類を捕食した個体間で潜水深度に違いは見られなかった。また、オキアミ類を捕食した個体に限って潜水深度の年変化を調べると、1995/96年で他の年よりも深く潜水していた。餌生物の分布深度の年変化がペンギンの潜水行動に影響したと考えられる。

次に、ペンギンの採餌場所は、定着氷が採餌域を覆った年(1995/96、1996/97、1998/99、1999/2000年)には、岸沿いや氷山の周りの小さな開水面に限られており、海水の分布状態がペンギンの採餌場所利用に影響していた。それに加え、これらの年には小さな開水面が夜間に結氷し潜水が妨げられるため、ペンギンの夜間の潜水頻度が低下していた。海水は、夜間の結氷によって一日の中でのペンギンの採餌可能な時間帯にも影響していたと考えられる。しかし、日中に行われた採餌トリップにおける、採餌場所での潜水時間の割合は海水が採餌域を覆った年で高かった。このような年には、親は採餌場所が利用可能な昼の時間帯に潜水努力を高くして、夜間の潜水時間の低下を補っていたと考えられる。さら

に、採餌トリップと雛のガードとの時間配分を見ると、1995/96、1996/97 年には親の採餌トリップ長は長かったが、ガード期からクレイシ期初期の雛のガード時間はトリップ長に比べて短く、親はペアのもう片方が巣に戻る前に採餌トリップを開始させていた。その結果、ガード期からクレイシ期初期の一日あたりのペアの給餌頻度に年変化はなかった。ガード期の親の一回の給餌量にも年変化は見られなかったため、1月中旬までの雛の成長速度の年変化は小さかった。

すなわち調査おこなった5年間で海水状況が年毎に大きく変化したにもかかわらず、親は一回の潜水から採餌トリップと雛のガードのサイクルの変化に至る一連の行動的適応によって、一定の雛への給餌速度を維持していたと考えられる。

一方、採餌行動の個体間の相違と繁殖成績との関係を明らかにするために、親の一日あたりの総潜水時間の個体間の相違と雛の成長速度との関係について解析をおこなった。親の一日あたりの潜水時間には顕著な個体間の相違が見られた。オス・メス両親をあわせたペアとしての一日の潜水時間にはどの年内でも1.5-3倍のペア間の相違がみられた。潜水時間あたりの餌獲得速度の個体間の差が小さいならば、一日あたりの潜水時間が長い個体は総獲得餌量も大きく、雛へ与える餌量も大きくなることが予想される。しかし、どの年においても、一日のペアの総潜水時間と雛の成長速度との間に関係は見られなかった。このことは潜水時間の長い親は、潜水時間あたりの餌獲得速度が低かったか、もしくは親自身にくらべて雛への餌分配割合が小さかったことを示唆する。そして、このような親は潜水時間を長くすることで、潜水時間あたりの餌獲得速度の低さ、もしくは雛への餌分配割合の小ささを補っていたと考えられる。

以上の結果は、海水状況や餌環境の変化に対しアデリーペンギンが柔軟に採餌行動を変化させ、繁殖への影響を緩和していたことを示している。このような行動的調節能力の高さが、海水条件の厳しい定着氷域での繁殖を成功させる鍵となっていると考えられる。

## 論文の審査結果の要旨

高橋君の博士論文「定着氷域におけるアデリーペンギンの採餌・繁殖生態に関する研究」は、南極海洋生態系における高次捕食者であるアデリーペンギンが採餌・繁殖生態の側面において、環境変動、特に海氷の経年的な変動に対して行動的にどのように対応し、その変動に適応しているかを明らかにすることを目的としている。南極リュツォ・ホルム湾袋浦にあるアデリーペンギンの繁殖地は、年間を通して海氷が発達する定着氷に面している。海氷の状態は年々大きく変動するが、繁殖地のペンギン個体数はある幅をもって維持されている。定着氷域で繁殖する個体群は他に例がなく海氷との関係が特異的な個体群であるといえる。本論文は海氷状態や餌環境がさまざまな時間スケールで採餌行動と繁殖行動に影響すると考え、5年間にわたり海氷状態、採餌行動、繁殖行動をモニタリングした。海氷状態は年々異なり、5年の内、3年は厚い定着氷が採餌海域を覆い、1年は薄氷であり、1年はパックアイスないし流失状態であった。親ペンギンの1回の潜水サイクルに占める潜水時間は年による海氷の状態に合わせて、長い潜水を少なく行うか、短い潜水を高い頻度で行うかを選択している。ペンギンの餌生物は魚類とオキアミに大別されたが魚類採餌群とオキアミ採餌群とを比較した場合、餌生物と潜水深度の関係は年々変化した。年々の餌生物の鉛直分布変化がペンギンの潜水行動に影響したと考えられた。採餌海域も海氷の状態により年々変化した。海氷が発達した年は氷山の周辺の水開きやタイドクラックの水開きを利用していた。海氷が緩む年は繁殖地周辺の水開きを利用していた。このことから海氷状態がペンギンの採餌場所に影響を与えていることが明白となった。さらに海氷が発達した年は、利用可能なタイドクラックなどの僅かな水開きも夜間凍結し潜水が妨げられるため、夜間の潜水頻度が低下していた。しかし、一方で日中に行われた潜水時間の割合は海氷が発達した年に高くなった。このことから、親は採餌が可能な海氷の解けている昼の時間帯に潜水努力量を増大させ、夜間の潜水時間の低下を補っていると考えられた。一方繁殖行動を見ると、雛をガードする時期から雛がクレシ期を形成する初期の一日当たりのペアによる給餌頻度に年変化が見られなかった。またガード期の親の一回の給餌量にも年変化は見られず、結局雛の成長速度にも年変化は見られなかった。すなわち、潜水行動の選択、潜水場所や潜水時間の選択、採餌トリップにおける対応、雛のガード行動の対応など一連の行動において柔軟に対応し、袋浦のアデリーペンギンは海氷の変動を直接受けることなく夏期の繁殖活動を完結している。このような柔軟な行動調節能力の高さが海氷条件の厳しい定着氷域での個体数維持を可能としている。

本研究は高橋君が現場観測に参加するとともに5年間に集積されたモニタリング観測データをまとめたものであり、その結果は国際的に注目されており、学位論文として高いレベルにあると結論された。