

論文審査の結果の要旨

氏名 鈴木 一平

本論文は計 4 章から構成されている。第 1 章は研究の背景と目的で、海洋生態系における高次捕食動物である海棲哺乳類の鰭脚類を対象に、動物搭載型記録計を用いて、エネルギー獲得量・消費量・蓄積量という三つの要素からなるエネルギー収支を、細かい時間分解能で定量化する手法を開発することの重要性が記されている。

第 2 章では、まず鰭脚類の一種であるズキンアザラシを用いて、検知精度の高い採餌イベント記録方法を開発したことが記されている。ノルウェーのトロムソ大学の実験水槽で飼育されている 3 個体の顎と頭に、0.03 秒間隔で 2 軸方向の加速度を記録できる小型の装置を取り付けた。様々なサイズのタイセイヨウニシンないしカラフトシシャモを実験水槽に投げ入れ、アザラシがそれを摂餌する際の加速度波形を記録した。データを解析した結果、顎の前後方向の加速度に対して 3Hz の高域通過フィルターをかけることで、効率よく摂餌イベントのタイミングを抽出できることを見いだした。この新しいやり方は、従来 of 胃内温測定法や磁気センサーを用いた顎の開閉記録法よりも簡便で検出分解能の高い摂餌イベント記録手法として、既に *Polar Biology* 誌に掲載されている。現時点で最も優れた手法の一つとして位置づけられており、他種に応用した研究成果を報告する論文中でも引用されている。

引き続き第 2 章の後半では、水生動物が移動に要するエネルギーコストを最小とする最適遊泳速度で泳いでいることを確認するために、トド飼育個体をトレーニングして実施した検証実験の結果が記されている。既存の理論的研究により、水生動物の最適遊泳速度は酸素消費速度を抵抗で除したものの $1/3$ 乗に比例すると予測されている。この理論的予測を検証するために、トドの飼育個体を用いて、抵抗や浮力や潜水深度を変える操作実験を行った。その結果、理論的予測通り、浮力の違いは速度に影響を及ぼさず、抵抗を増やすとトドが選択する遊泳速度が下がった。これは、トドが移動に要するエネルギーコストを最小とする最適遊泳速度を選択していることを示唆する初めての実験結果として評価できる。

第 3 章では、野外環境下でニュージーランドオットセイから得たデータを解析している。まず、再捕獲が難しい野外環境下で、アシカ科の動物からデータを取得するために、電波を用いた遠隔操作によって個体から記録計のみを切り離す装置の改良を進めた。広く海棲哺乳類に応用可能な記録計回収装置は、今後この分野の発展に大きく貢献することが期待できる。授乳期間中のオットセイが数日間の採餌旅行に出かけて帰ってくる間、採餌のための潜水を繰り返しており、潜降時と浮上時の遊泳速度は、 $1.7 \pm 0.2 \text{ m/s}$ および $1.9 \pm 0.2 \text{ m/s}$ となった。この結果は、個体が潜降と浮上のそれぞれにおいて、いくらか異

なる最適遊泳速度を用いたことを示唆している。遊泳速度からエネルギー消費量を求めるためには、動物が推進力を得るために前肢や後肢を動かしている時の抗力を、動かしていないときの抗力で割った比率 λ の値を得る必要がある。歴史的には λ は3-5、すなわち推進運動している時に抗力が大きくなると考えられていたが、1997年に公表された論文では1より小さくなるとされている。筆者は上記の潜降浮上時の遊泳速度が最適速度であったと仮定して λ の値を求め、 λ がいずれの場合においても1以下になるという結果を得た。これは、推進運動している時の抗力の方が小さくなるという新しい知見を支持するものである。

野外実験によって得られた遊泳速度記録を用いて、採餌潜水を繰り返すアシカ科のエネルギー消費を求めたところ、潜水エネルギーコストが非常に少ないことが判明した。例えば、深度100mの潜水を1回行うときの消費エネルギーは40kJ、餌となる魚(ホキ)6グラムに相当し、アシカ科の動物は、潜水によって餌を効率よく獲得するために、潜水行動に要するエネルギーコストを非常に低く抑える遊泳方法および生理的特性を備えていることが明らかになった。

鰭脚類のエネルギー収支定量化のために、餌獲得イベント記録方法やエネルギー消費量見積もり手法、さらに遠隔装置切り離し装置を開発した本研究は、今後、海棲哺乳類研究へ大きく貢献することが見込まれる。なお、本論文第2章の前半は内藤靖彦、Lars P. Folkow、宮崎信之、Arnoldus S. Blixとの共同研究であるが、論文提出者が主体となつて実験の実施と得られたデータの解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士(環境学)の学位を授与できると認める。

以上1916字