

[ 別紙 2 ]

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 河津静花

---

本論文は6章からなり、自然界におけるサメ類の游泳行動は、これらまで船上からの調査、スキューバを用いた調査、人工衛星を利用した調査、ピンガーを用いた調査などにより実施されてきたが、データロガーを使用した調査は皆無であった。そのために、第1章では、日本が開発した世界最先端の加速度データロガーをハワイ・カネオ湾に生息するアカシュモクザメ幼魚と相模湾に生息するフトツノザメに装着し、魚の目線で游泳行動や体の姿勢、および生息環境（深度や環境水温）の情報を収集し、「シュモクザメとフトツノザメの游泳行動に関する研究」の目的を述べた。第2章では、データロガー（M190L-D2GTとW380L-PD2GT）とVHF発信器を浮力体に取り付け、自動切り離し装置により、これらの機器が予定時刻に魚体から切り離されるように設置した。魚体から切り離されたこのロガーは八木式アンテナを使用して回収した後、コンピュータに接続してデータを抽出し、解析方法を述べた。同時に、生分解性糸を使用したデータロガーの装着方法やサメに与える影響を最小限にする装着方法を開発し、世界で初めて、加速度データロガーを用いたサメ類の游泳行動の解析にも言及した。また、サメの游泳方向と体軸との関係を明確にするために角度補正を検討し、新しいサメの姿勢角の補正方法を確立した。第3章では、この方法を用いて、2007年8月と10月および2008年7-8月、ハワイ・カネオ湾におけるアカシュモクザメ幼魚17個体にデータロガー（M190L-D2GT）を装着し、この動物の日周行動、捕食者に対する逃避行動などの調査を実施し、游泳行動の特徴を明らかにした。アカシュモクザメ幼魚は休むことなく昼夜の游泳を繰り返し、夜間の平均游泳深度は7.7mで、昼間のそれ（平均水深：9.8m）に比較して浅い水深層を游泳していた。同時に、アカシュモクザメ幼魚が大型捕食者から逃避するために、独特な游泳行動をとることが明らかになった。特に、アカシュモクザメ幼魚が捕食者から逃避するために、急激に加速度をあげて体をターンさせる興味深い行動を示していた。回収したロガーの記録から、アカシュモクザメ幼魚は大型動物により捕食されていることが示唆され、捕食者の体重は尾鰭の卓越周波数から10-100kgと推定された。第4章では、捕食者の游泳行動を解析し、胃内温度は23.7-28.6°Cで、環境水温より最大値が0.3-1.5°C高くなっていた。捕食者の最大水深は134.7mであった。カネオ湾の最大水深が19mであることから、捕食者はカネオ湾の外側で游泳していることが推測された。また、捕食者は20-200秒周期のV字潜水を行い、昼間に比較して夜間

により浅い潜水を行っていたと考えられる。調査したアカシュモクザメ幼魚 16 個体の 44% の個体が大型捕食者に捕食されていることが明らかになった。このような大型動物による捕食がアカシュモクザメ幼魚の死亡の主要な要因の一つと考えられる。この大型捕食者の胃内におけるロガーの記録から、捕食者と同じ向きで胃内に留まっていたのは 3 個体、反対向きで留まっていたのは 4 個体であることから、捕食者はアカシュモクザメ幼魚の向きをあまり特定しないで捕食していたことが示唆された。第 5 章では、相模湾に生息する深海性のフトツノザメ 12 個体にデータロガー (W380L-PD2GT) を装着し、この動物の遊泳行動を四季にわたって調査し、底で尾鰭の動きを停止している休止行動を特定した。夏から秋の季節では多くの個体は 200m 未満の浅い水深帯で、冬から春の季節では 200m 以深の深い水深帯で休息していることが明らかになった。プロペラ装着型データロガーを使用して推定された各個体の平均游泳速度は 0.1m/s-0.5m/s の範囲であった。第 6 章では、以上の研究成果を、これまで得られた他のサメ類のデータと合わせて比較検討することによって、尾鰭の卓越周波数 (Y) と体重 (X) の関係には共通な傾向があり、 $Y=0.28X^{-0.26}$  の関係式が得られた。他の海棲動物と比較すると、この負の傾きはほぼ同じであるが、周波数を示す Y 軸切片の値が小さいことから、同じ体重の個体では代謝率が相対的に低いことが推測された。以上のように、最先端のデータロガーを用いて、表層性のアカシュモクザメ幼魚と深海性のフトツノザメの游泳速度を調査した結果、上記 2 種の独特の行動様式を明らかにしただけでなく、サメ類が海棲哺乳動物などの水棲動物と比較して代謝率が低いことを示唆する興味深い成果が得られた。また、カネオ湾を養育場として利用しているアカシュモクザメ幼魚が大型の捕食者に頻繁に捕食されていることが明らかになり、カネオ湾周辺の生態系における「食うー食われる」関係がバイオリギング研究を通じて、より客観的に把握することが可能になった。本申請者は、野生のサメ類を対象にバイオリギング研究という新しい手法を駆使して、独自のアイデアで調査し、優れた研究成果を挙げたこと、ならびにその成果を他の水棲動物のそれと比較することによって、サメ類の独特な生物特性を明らかにしたことが高く評価できる。

以上、本研究は、海洋動物の游泳行動の解明に極めて有意義な知見を得たことから、学術上、応用上貢献することが少なくない。よって審査委員一同は本論文が博士 (農学) の学位論文として価値があるものと認めた。