

[ 別紙 2 ]

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 青木かがり

ハクジラ亜目最大の種であるマッコウクジラは、深度 1000 m を超える深い潜水を行なうことが知られている。本研究では、深度、遊泳速度、環境水温、地磁気、加速度を高頻度で記録することのできる回収型の記録計（データロガー）を用いて、マッコウクジラの潜水行動を詳細に調べ、深海という特殊な環境における彼らの潜水行動の特性を明らかにすることを目的とした。

第一章では、クジラ類全般にわたる潜水行動に関する既往研究を総括するとともに、マッコウクジラの潜水行動研究の問題点を整理し、データロガーを使用した研究の重要性を明示した。

第二章では、マッコウクジラの潜水行動調査のために独自に開発した吸盤装着型タグを説明した。ここでは、2つのタイプのタグを作成した。タイプ1のタグでは、遊泳速度を正確に測定するために、データロガーの軸と水流の向きが常に同じになるように尾翼を装着した。タイプ2のタグでは、加速度を測定するために、データロガーを動物に固定するため吸盤と浮力体を連結しその上にデータロガーを固定した。タイプ1のタグはクロスボウを用いて装着したが、タイプ2のタグではクロスボウで装着することが形状的に困難なために、ポールを用いて装着する手法を考案した。

第三章では、収集した 312 時間の潜水データを解析し、平均潜水時間は  $36 \pm 5$  分 ( $n = 22$ )、平均最大潜水深度は  $730 \pm 146$  m ( $n = 22$ )、最大潜水深度は 1404 m、最大潜水時間は 61.7 分であった。マッコウクジラは、1 日の 77% の時間を深い潜水に費やしており、残りの 23% は水面付近に滞在していた。行動データを時系列的に解析すると、マッコウクジラは午前には深度 400-1200 m の深い潜水を行い、午後になると水面付近に滞在する頻度が徐々に増えた。水面付近での滞在時間のうち、夜間から早朝にかけては 50 m 以浅の浅い潜水で、しかも遊泳速度がほぼ 0 m/s でストローク（尾びれを振る動き）が見られないことから、この間クジラは水面付近で休息していたと考えられる。行動の日周パターンは海域によって異なる傾向がみられた。小笠原海域では、日中は深度 800-1200 m、夜間は深度 400-600 m の潜水を行っていたが、熊野灘海域では昼夜ともに深度 400-1200 m の潜水を行っていた。

第四章では、マッコウクジラの探索パターンを明らかにするために、3次元データロガーで深い潜水における遊泳様式を調べた。潜水プロファイルから、マッコウクジラは水平的にも鉛直的にも進行方向を頻繁に変えながら遊泳していることがわかった。遊泳速度の急激な上昇（以下、遊泳速度のバースト）は、進行方向を頻繁に変えるフェイズで 40 回、進行方向をあまり変えないフェイズで 7 回みられた。潜降深度 100 m 以深から潜水底部を通して浮上深度 700 m に達するまで、マッコウクジラは様々な進行方向で遊泳していることから、マッコウクジラは主にこの深度帯で餌生物を探索していると考えられた。浮上時には再びいろいろな方向を向いて遊泳していることから、群れの他のメンバーを探しているのではないかと推察された。

第五章では、マッコウクジラの餌生物の捕獲方法を調べるために、バースト時のクジラの姿勢の変化を詳細に調べた。1 回のバーストの平均持続時間は  $42 \pm 35$  秒間 ( $n = 132$ ) で、最大遊泳

速度の平均は  $3.6 \pm 1.3 \text{ m s}^{-1}$  ( $n=132$ ) であった。バーストの最大速度付近で姿勢が大きく変化し、体軸角度を下向きから上向きに変化するパターンが最も多かった。進行方向と横転角度の変化では、背中を右側に向けて右に曲がるのが最も多かった。マッコウクジラの最小旋回半径は、体重から予想される値よりも小さかった。こうした姿勢の変化は、餌生物の種類や行動の違いによるものと推察された。

第六章では、マッコウクジラの日周パターンを小型ハクジラ類やアカボウクジラ類のそれらと比較して、マッコウクジラはより長時間にわたって深い潜水を繰り返し行なうことがわかった。マッコウクジラは、他のハクジラ類よりもクリックス間隔から推定される探索距離が長く、より広範囲にわたって餌を探しているのではないかと推測された。今後、マッコウクジラの遊泳による消費エネルギーと捕食による摂取エネルギーの視点から詳細に研究を展開するとともに、他種と比較することによって、クジラ類の深海への潜水適応のメカニズムを明らかにしていきたい。

以上、本研究は、最先端のデータロガーを使用して、深い潜水を行うマッコウクジラの潜水行動特性を明らかにし、海洋動物の潜水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。