

## 論文審査の結果の要旨

氏名 富田 武 照

本論文は、脊椎動物のサメ類が過去にどのような生活様式であったのか（活発に遊泳していたのか、海底と接触した状態で生活していたのか）を化石に残る形態を基に推定・復元する方法を開発し、これら二つの生活様式の進化プロセスを、現生種、化石種の形態の観察・解析結果から論じたものである。全体は4章からなる。最初の3章では、生活様式の推定に役立つ3つの形質（呼吸システム、摂食様式、遊泳能力）の復元をそれぞれ扱い、これらの形質と鍵となる形態的特徴との関係を解明し、化石種の生活様式を復元するとともに、それぞれの形態的特徴に機能形態学的な解釈を与えている。

第1章では、鰓弓を構成する骨格の特徴の違いから、遊泳タイプと底生タイプをそれぞれ特徴づける呼吸システムを識別する手法が述べられている。遊泳タイプは、泳ぎながら口から受動的に海水を取り入れ鰓孔から出すことによって、鰓に水を通して呼吸を行っている（受動呼吸システム）。それに対して、底生タイプのサメは海底にとどまって呼吸を行う必要があるため、能動的に水を口腔内にとりこみ鰓孔から出す必要がある（能動呼吸システム）。論文提出者は、これらの違いが、換水に重要な役割を持つ鰓弓骨格のプロポーシヨンの違いに表れることを喝破し、現生サメ類の解剖、計測を通して実証的に示すとともに、この特徴を基に絶滅種の呼吸システムを推

定した。この方法はこれまで誰も思いつかなかったコロンブスの卵とも言うべきものであり、着想の独創性は高い。

第2章では、顎の一部を構成する角舌軟骨の形態から遊泳タイプと底生タイプをそれぞれ特徴づける摂食様式を識別する方法が論じられている。遊泳タイプのサメは獲物に向かって行き噛みつくという摂食様式を示すのに対し、底生タイプのサメは獲物を待ち伏せし、水と同時に獲物を吸い込む「吸い込み摂食」と呼ばれる行動を取ることが知られる。論文提出者は、この摂食様式の違いが角舌軟骨の太さ（力学的強度）の違いに反映していることを明らかにし、この形質を基に絶滅種の摂食様式を復元した。この着想も、多くの一次データを基に丹念に検証された独創的アイデアとして高く評価される。

第3章では、鱗のリブレット効果に着目してサメ類の遊泳速度を復元するという画期的な成果がまとめられている。現生サメ類は、遊泳タイプか底生タイプによって遊泳速度が異なる。すなわち、遊泳タイプは比較的早い遊泳速度を示すのに対し、底生タイプのサメは遅い遊泳速度を示す。一方、高速遊泳性のサメの鱗表面にある突起は、サメの表面抵抗を減少させる効果があることが知られている（リブレット効果）。論文提出者は、高速遊泳性のサメだけでなく様々な遊泳速度のサメにおいてもリブレット効果が効いていると予想し、遊泳速度の分かっている現生種を用いて、実際にこの予想が成り立つことを明らかにした。さらに、鱗のリブレット間隔と遊泳速度との関係式を基に、化石サメ類の遊泳速度を推定することに成功した。

鱗の形態的特徴から遊泳速度を推定する方法は、本研究によって初めて確立されたものであり、前2章と同様に、あるいはそれ以上に、論文提出者の卓越した発想とそれを実体化する綿密な分析が結実した成果として高く評価される。

論文提出者は、以上の解析で明らかとなった現生種、化石種の生活様式を系統樹の端点にマッピングし、内部分岐点での形質状態を最尤法で復元することで、サメ類における生活様式の時代的変遷を推定した。その結果、遊泳タイプのサメ類は、古生代以来多様性に大きな変動が見られないのに対し、底生タイプのサメ類は、中生代のジュラ紀に大きく放散したことを見出した。最後の第4章では、この大放散の原因が、ジュラ紀における超大陸パンゲアの分裂による大陸縁辺部の陸棚域の面積増大にあることを論じている。この仮説は、今後さらなる証拠を積み重ねて検証する必要があるが、生物進化プロセスと地球環境変遷史をつなげて理解するための一つの有力な作業仮説を示したことの意義は大きい。

従来サメ類の古生物学は、化石として多産する歯のみに頼った研究がほとんどで、過去のサメ類の生態に関しては未解明の部分が多かった。論文提出者は、世界の多くの博物館を訪れ、化石サメ類の歯のみならず、顎、鰭、楯鱗等を詳細に観察した。さらに漁港での捕獲魚体や水族館の試料を利用して解剖を行い、骨格や筋肉組織等の観察と計測を行った。本論文は、これらのデータに基づき、過去のサメ類の生活様式を克明に復元したものとして評価できる。

なお、本論文第1章は大路樹生氏と、第2章は佐藤圭一・須田健

PALEOECOLOGY AND EVOLUTION OF SHARKS: THEIR VENTILATION SYSTEM,  
FEEDING BEHAVIOR AND SWIMMING CAPABILITY

サメ類の古生態と進化：彼らの呼吸システム，摂食様式，遊泳能力

太・川内惇郎・仲谷一宏・大路樹生の各氏との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、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（理学）の学位を授与できると認める。