

論文要旨

論文題目 アオリイカの群れの社会構造と機能に関する行動学的研究

群れ行動を示す動物は多く、それぞれの種の特徴や生息環境などに応じて、多様な隊形や機能を示す。また、群れ構成個体間の複雑な個体間関係に基づいた高度な社会構造を有するものもある。群れを組織し、維持する機構として順位制があり、優位個体は、体が大きく、年長者であることが多く、餌などの資源を優先的に得られる代わりに、群れを守り維持することが求められる。海洋環境において展開される群れの中で、魚群は、多くの有用な知見が蓄積されてきたが、イカ類の群れについては、数編の知見のみである。イカ類の群れは、孵化後に発現する行動であるとともに、同サイズの個体から成る魚群とは異なり、体サイズ異なる個体から成る群れである。また、群れ構成個体が横並びになり、帯状に広がる特徴的な隊形を示すとともに、群れ内での定位位置は体サイズ依存であることや、見張り役のような役割分担様の行動が見られることが報告されている。さらに、摂餌場面において順位が見られるとの報告もある。イカ類は、大きな脳や発達した神経系などの知性基盤を有するとともに、高度な記憶・学習能も有することを鑑みると、イカ類の群れ内には、相当程度に発達した社会構造を想定できる。社会における個体同士の関係性を探る新たな手法として、ソーシャルネットワーク分析が注目されている。この手法では、注目する個体が他のどのような個体と関係を有しているのかを単純かつ明瞭に示すことが可能であり、近年、陸上および海産哺乳類など幾つかの種の群れ解読に適用が試みられている。

本研究では、横並びの群れ隊形や役割分担様の行動が報告されている種と近縁のアオリイカを用い、群れの社会構造と機能を明らかにするために、隊形、順位および個体間関係について、ソーシャルネットワーク分析を用いて解明していくことを目的とした。

本研究は、初めに、アオリイカの群れ隊形の特徴を明らかにするために、野外環境下におけるアオリイカの群れの観察、飼育環境下における群れ行動の発達過程の追跡、および様々な群れ隊形の比較から、攻撃や防御などの群れ機能と隊形との関係の解明を試みた。次に、アオリイカの順位の特徴を明らかにするために、飼育環境下において、摂餌場面での順位の有無、順位の時間的変化、および順位の物理的変化についての解明を試みた。最後に、アオリイカのソーシャルネットワークの特徴を明らかにするために、飼育環境下において、ネットワークの有無、ネットワークの時間的変化、ネットワークの物理的変化および群れ機能とネットワークとの関係についての解明を試みた。

アオリイカは野外において、横並びの群れ隊形を頻りに示したが、常にその隊形が維持されてはいなかった。また、群れの中には体サイズに応じた分布がある程度存在するとともに、最大サイズの1個体が、緩やかに群れから離れ、数秒後にまた群れに戻る行動が複数回観察された。孵化直後のアオリイカは、個体間の距離が離れかつランダムな方向を向いた遊泳行動を示し、群れ行動は見られなかった。孵化後1ヶ月では、個体間の距離は縮まるが、遊泳方向はランダムであった。孵化後2ヶ月では、個体間の距離がさらに縮まり、顕著な平行遊泳が見られるとともに、各個体の遊泳位置が固定され、他個体との同調遊泳が観察された。また、孵化後2ヶ月で初めて、顕著な横並びの隊形が観察されたことから、アオリイカの群れは、孵化後2ヶ月までに形成されることが明らかになった。群れが形成される過程で、視覚刺激に対するアオリイカの反応も同調するようになり、忌避刺激に対しては、群れ全体が小さく凝集したが、その凝集度合いが群れの発達に伴って増加した。摂餌場面において、1つの餌を複数個体に取りに来た場合、餌の直前で停止する個体と停止せずに捕食する個体に分かれた。この行動傾向は、群れ構成個体間である程度固定しており、群れ内に順位が存在することが明らかとなった。順位は、1週単位で見ると、上下変動が見られたが、その変動の傾向がある程度一致する個体が複数認められた。また、群れ構成個体の変化に伴って、順位が変化する個体と変化しない個体が認められた。ソーシャルネットワーク分析の結果、アオリイカの群れ内には、他個体との関係性が群れ構成個体間で明らかに偏ったネットワークが存在することが明らかになった。群れ内ネットワークは、他個体と多くの関係を有するハブ個体と関係の少ない周辺個体に分けられ、時間とともに、ハブ個体を維持し続けるものや、周辺個体からハブ個体に変化するものが認められた。群れ構成個体の変更は、ネットワークの変化をまねく。外部刺激により凝集した群れでは、平常時におけるハブ個体がネットワーク上でより顕著に認められるようになった。

氏名 杉本 親要

2012年2月16日

琉球大学大学院
理工学研究科長 殿

論文審査委員

主査 氏名 池田 譲

副査 氏名 日高道雄

副査 氏名 須田彰一郎



学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

記

申請者	専攻名 海洋環境学 氏名 杉本親要 学籍番号 XXXXXXXXXX
指導教員名	池田 譲
成績評価	学位論文 <input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 最終試験 <input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
論文題目	アオリイカの群れの社会構造と機能に関する行動学的研究
審査要旨（2000字以内） イカ類は軟体動物門頭足綱に属する海洋動物であり、日本をはじめとする多くの国々において主要な水産物として人間生活に深く関わっている。また、イカ類は巨大軸索を有することから、神経科学の研究材料としても多用されてきた。しかし、このような事柄とは対照的に、イカ類の生活史、行動、生理などの生物学的側面には謎が多く、人工環境下での飼育が困難であることから、生体観察に基づく研究の蓄積は必ずしも多くはない。このような背景のもと、本研究はイカ類が示す特徴的	

(次頁へ続く)

審査要旨

な社会行動である群れに注目し科学的検証を行っている。イカ類は大小規模の群れを作るが、他の多くの社会性動物の場合と同様に、イカ類の群れも防衛、攻撃などの機能をもつものと考えられている。しかしながら、エピソード的な記載を除きイカ類の群れの実態については不明な点が多く、その発現過程や構成個体相互の関係などはほとんど明らかにされていない。一方で、イカ類は発達した神経系を基盤として、学習・記憶などの高次脳機能を示すことが知られており、動物における社会行動の進化を探る上で、極めて重要な観察対象と位置付けられている。このようなことから、本研究では、琉球列島沿岸域に広く分布するアオリイカを対象に、群れの社会構造と機能を、長期飼育観察の手法を用いて行動学的に明らかにしている。これにより、本種の群れの孵化後の発現過程、群れ内に順位が存在する事実、群れの構成個体が複雑なネットワークを形成していること、群れの形状には複数の特徴的パターンがあることなど、新しく、かつ重要な事実を報告している。そしてさらに、野外におけるアオリイカの群れの潜水観察を実施し、本種の群れ行動に関する幾つかの事例を確認している。これらの研究は、イカ類の群れ行動について科学的に妥当な方法で初めて体系的な検討を加えたものであり、イカ類の社会性研究の端緒となり得るものである。また、他の海洋動物、陸上動物の社会行動の研究に対しても重要かつ有効な情報を提供するものである。さらに、本研究では情報科学分野で開発されたソーシャルネットワーク分析をイカ類に初めて適用しているが、本手法の有効性、汎用性を示したことにより、同手法を用いた動物の集団研究についても貢献する研究である。

学位論文の一部は四編の論文（英文）として、うち一編は申請者が第一著者となって査読付学術雑誌に公表済みである。

申請学位論文を各審査員が校閲した後、学位論文審査会を開いて内容を検討し、審査会の全会一致で申請学位論文の成績は「合」に値すると判断した。

平成 24 年 2 月 13 日午後 1 時より理系複合棟 202 教室にて、学位論文の内容に関する最終試験を申請学位論文の主査、副査同席のもと、パワーポイントによる 40 分間の口頭発表とそれに続く 20 分間の質疑応答により公開で実施した。口頭発表の内容は明瞭であり、それに続く質問に対しても申請者は適切かつ十分な回答をしていた。

平成 24 年 2 月 15 日午前 11 時 30 分より理系複合棟 615 室にて、論文審査会を開き、学位論文の成績、最終試験の成績について総合的に検討し、論文審査会は全会一致で最終試験の成績を「合」、申請学位（博士）論文を「合格」と判定した。