

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 稲田喜信

工学修士稲田喜信提出の論文は「魚群の運動メカニズムの研究」と題し、本文5章および補遺1項から成っている。

生物が群をなして活動することは多くの研究者の興味を引き、その意義や活動のメカニズムなどについて多くの研究が行われてきた。群には、ほ乳動物のようにその構成員の体力や能力に明確な差がある場合と、魚の群のようにその構成員がほぼ一様である場合があるが、本研究では後者を取りあげその運動メカニズムを調べている。このような群ではどのようにして群を保ち移動するのか、リーダーの存在が必要か否か、捕食者の出現時にいかに分裂して攻撃を避けるかなど多くの興味深い問題がある。従来の研究では群の構成員の間に仮想的な引力を仮定（物理モデル）したり、研究者の仮定した行動のルールをそれぞれの構成員に導入（ルール規範型モデル）したりして数値計算を行い、出現した群の形状や動態が実際に観察されるものに近いものかどうかで成果が議論されてきた。しかしこれらの研究では仮定したモデルの妥当性や検証が不足しており、またその議論も群の巡航状態に限られていた。

このような観点から筆者は個体間の相互作用を観察することから始め、観察データに基づいた行動のルールを構築し、数値計算により複雑な群の行動を出現させることを試みている。さらに個体間のルールと群の運動の関係を詳細に調べるとともに捕食者の出現時の群の動態とその有効性を研究している。

第1章は序論であり過去の群運動の研究を概観し、本論文の目的と意義を述べている。

第2章では、水槽における魚群行動の観察とその結果を述べている。筆者は10個体程度のムギイワシの成魚とボラの幼魚をそれぞれ自由に群運動させて観察し、得られたビデオ画像から、対象としている個体が他の個体又は個体群と生じている接近行動と平行行動を定量的に抽出する方法を提案し、被行動をしている個体あるいは個体群の位置や個体数等を計測している。その結果、2種の魚群に共通の性質として、群に属するほぼすべての個体が平行行動をし、群の全域に分布する一方、接近行動をする個体はその約半数であり群の中央から後方のみに位置していること、個体と被行動をしている個体あるいは個体群との距離は個体の長さの2～4倍の範囲に集中していることなどの定量的デー

タを取得している。

第3章では前章で抽出した定量的データに忠実にもとづいて、ルール規範型の数値計算モデルを構築し、実際の魚群と極めて類似した群運動を出現させることに成功している。さらに計算された群運動において個体の性質や個体間の相互作用が群全体の行動に与える影響を詳細に明らかにしている。

第4章では大規模な自然界の魚群を対象にして解析を行っている。前章までで構築した10個体前後の小規模魚群のルールをそのまま大規模魚群に適用すると、群の全個体数に対する接近行動や平行行動の被行動個体数の割合が一定であれば、前章と同様に自然界の群に近い行動が出現する。しかし現実のイワシ等の大規模魚群では視覚や感覚器の制約によりそのように多数の被行動個体数を想定することは物理的に不合理であり、また先行する研究とも相反する。一方、群の全個体数に対する被行動個体数の割合が低下すると、群は不安定になり分裂する。筆者はこの点に留意して被行動個体数は増加させずに、行動ルールを引き起こす被行動個体の存在範囲を小規模魚群と大規模魚群で小改修することにより、自然界の魚群の行動を出現させることに成功している。さらにこの魚群に捕食者が現れた場合、巡航状態の行動ルールは何も変更せず、それぞれの個体が単純に捕食者から遠ざかるというルールを一つだけ追加することにより、従来自然界で観察されてきた七種類におよぶ群の分裂パターンの全てを出現させることに成功した。従って、群の集合を司る秩序と捕食者の出現時の分裂を司る柔軟性が同一の個体間ルールによって共存できることが本論文によって示されたことになる。またこの時の数値計算結果から、群が分裂しながら捕食者の攻撃を回避する行動が、捕食数を減少させる上で有効であることを明らかにし、さらに個体間の相互作用が群全体の行動に与える影響を大規模魚群に対しても詳細に調べている。

第5章は結論であり、本研究で得られた新しい知見をまとめている。

以上要するに、本論文は観測結果に基づく群個体間の単純なルールを提案し、それによって複雑な群行動を数値計算によって出現させることに成功したもので、ルール規範型モデルの適用性の広さと有効性を明らかにするとともに、魚群の運動メカニズムをより深く理解する知見を与えている。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。