

表現型可塑性は、生物がみせる適応の仕組みの一つであり、同じ遺伝子型でありながら、環境条件の変化に応答してさまざまに性質を変えることをいう。ある固定した性質をもつのではなく、環境条件に対応した性質を可塑的に発現することで、たえず変動する環境に適応することができるため、多くの生物で表現型可塑性が知られている。表現型可塑性のうち、餌生物が捕食者に対して可塑的に防衛することを、誘導防衛という。捕食者の活動や密度が変動する環境においては、捕食圧の変化を示すある種の信号に基づいた誘導防衛が、多くの餌生物で見られる。このような誘導防衛が、ある生物種内で一定の表現型可塑性となっているのではなく、種内における表現型可塑性の多様性が近年注目されている。本論文は、湖沼に生息する動物プランクトンを対象に、行動形質や形態形質をもちいた誘導防衛の種内変異を明らかにし、表現型可塑性の多様性の解明に新しい知見をもたらすものである。

本論文は4章から構成される。第1章は総合序論であり、生態学一般における表現型可塑性と淡水動物プランクトンの誘導防衛についての先行研究を解説するなかから、未解決の問題を抽出し、本論文で取り組む課題を明らかにしている。これらの課題は、誘導防衛における局所個体群間の差異、同一湖沼における異種間の差異、同一個体群内での遺伝的差異などであり、続く第2章と第3章で研究されている。

第2章では、長野県深見池に生息する動物プランクトンのフサカ幼虫がみせる日周鉛直移動に注目し、その季節的变化や誘導要因を検討している。日周鉛直移動は、動物プランクトンがみせる代表的な防衛行動であり、明るい昼間は視覚捕食者である魚からの捕食を避けて深い水深におり、捕食されにくい夜間になると餌が多く水温の高い表層に移動するという行動である。最初に、季節を通した野外観測により、フサカ幼虫が一年を通して日周鉛直移動をすること、湖内の無酸素層の形成に応じて移動パターンが季節的に変化することが明らかにされた。次いで、フサカ幼虫を実験室内で飼育して、日周鉛直移動の誘導要因を調べる実験がなされた。その結果、日周鉛直移動が、光条件の変化のみによって引き起こされ、先行研究で指摘されていた捕食者の出すカイロモン（化学的信号）には影響されないことがわかった。また、水温によって、日周鉛直移動の移動距離が変わり、水温が低いと移動距離が短くなることがわかった。これらの結果から、深見池では、フサカ幼虫は一年を通して魚の捕食に曝されているため魚の出すカイロモンには反応せず、光条件の変化だけで日周鉛直移動をしていることが示唆された。同じフサカ幼虫の日周鉛直移動を調べた先行研究との比較

から、日周鉛直移動の誘導要因は局所個体群間で大きく異なっており、それぞれの生息環境に適応していることが示唆された。これらの結果は、一年中捕食圧に曝される個体群では捕食者のカイロモンが日周鉛直移動の誘導要因にはならないことや、局所個体群間では生息環境に応じて日周鉛直移動の誘導要因が異なることを示しており、既存の知見に新しい発展をもたらしていると評価できる。

第3章では、深見池に生息する動物プランクトンのミジンコ2種がみせる捕食者への形態防衛に注目し、種間変異と種内変異を検討している。ミジンコの代表的な捕食者には魚とフサカ幼虫がおり、これらはサイズ選択的な捕食をする。魚による捕食は、視認度の高い大型の動物プランクトンが中心であり、小型の動物プランクトンは捕食されにくい。一方、フサカ幼虫による捕食は小型の動物プランクトンが中心で、大型の動物プランクトンは口器サイズを超えるために食べられない。そのため、体サイズの異なるミジンコ2種が、体サイズが変化する成長段階に伴ってどのように形態防衛するかは、サイズ選択的捕食と関係するのではないかと予測された。その予測を検証するため、ミジンコ2種を魚のカイロモンとフサカ幼虫のカイロモンに曝露し、成長段階毎に形態防衛を計測する実験がなされた。この実験では、先行研究では個別に計測されていた形態防衛を同時に計測しており、統計学的手法を用いて形態防衛の可塑性を総合的に評価している点が新しい。実験の結果、可塑的な形態防衛は、サイズ選択的捕食から予測されるように種間や種内成長段階間で変化していることが明らかとなった。また、2種の捕食者に対する形態防衛の遺伝的変異が、ミジンコ2種間で異なることも明らかにされた。これらの結果は、サイズ選択的捕食と形態防衛の関係を明らかにしている点で独創的であり、動物プランクトンによる形態防衛に新規知見をもたらすものである。

第4章は総合考察であり、本論文で得られた研究結果を統合して、当該分野への貢献をまとめている。また、本論文では扱わなかった未解決の課題について、具体的な研究方法の提案に基づいて将来の研究方向性を議論している。

以上のように本論文は、動物プランクトンにおける対捕食者防衛の種内と種間の変異の解明に、野外観測と室内実験を組み合わせ取り組んでおり、表現型可塑性の変異を具体的に明らかにしていて、その成果は顕著な学術的貢献と見なすことができる。したがって、本審査委員会は博士（学術）の学位を授与するにふさわしいものと認定する。