

審査の結果の要旨

氏名 田村 繁明

動物の体色斑（色彩や模様）は、隠蔽色、警告色、体温調節などにみられるように適応的な場合がある。そのため、捕食者や温度などの環境条件が生息地間で異なると、地域集団の間で適応的な体色斑の表現型分化が生じる。適応的な体色斑表現型の集団間分化と、分化選択、集団間の遺伝子流動、異なる体色斑個体間の遺伝的分化、体色斑の可塑性の関係について比較研究は非常に少ない。

トゲマダラカゲロウ属 (*Drunella*) (以下トゲマダラ属と略) は河川底生昆虫であり、幼虫の体背面に体色斑多型がみられる。幼虫は石面付着物やコカゲロウ科などを摂食し、魚類やカワガラスに摂食される。このため、幼虫の体色斑は捕食者や餌動物に対して隠蔽機能を有する可能性がある。本研究は、トゲマダラ属5種の集団内と集団間の体色斑多型の実態を記載し、体色斑に対する背景色、捕食者、遺伝子流動、ミトコンドリア遺伝子における遺伝的分化、可塑性の効果を調べ、体色斑多型の維持機構を考察したものである。

本論文は7章からなり、第1章では動物の体色斑とその適応的な機能、および体色斑の表現型分化の研究史と理論を概説するとともに、トゲマダラ属昆虫の既知の生態を詳述している。第2章では、トゲマダラ属の1新種を含めて、5種の羽化期は5月から8月に渡るが、種ごとに異なり、早く羽化する種ほど終齢幼虫の体サイズが大きいことを示した。ミットゲマダラカゲロウでは、多くの幼虫は礫下や礫周囲の細粒底質割合の高い場所に生息すること、5種の消化管内容物の調査から幼虫は藻類、デトリタス、水生昆虫を食べること、成長とともに肉食性に偏ることを明らかにした。

第3章は、体色斑の集団内多型および生息地河床の色特性と集団の体色斑特性の関係を扱っている。日本の5地域で河床地質の異なる21地点を選び、トゲマダラ属5種の幼虫の背面のRGB値を個体別に測定してクラスター分析を行い、各種幼虫は3~5の体色斑型に分けられ、ほとんどの地点で幼虫に多型があることが示された。河床のRGB値を測定し、河床全体、細粒底質、粗粒底質の平均明度を調べ、地質が河床の色特性に関係すること、5種とも、明るい河床ほど、明色部位の多い体色斑型個体の割合が高いことが示された。

第4章では、トゲマダラ属幼虫の体色斑と被食確率の関係を明らかにするために、観察によって底生魚のカジカは視覚によってトゲマダラ属幼虫を認知し、捕食することを確認

した。異なる河川から細粒底質を採取し、暗色底質と明色底質の水槽を作り、カジカと異なる体色斑の幼虫を入れて捕食を観察し、明色底質では一様に暗色な個体が捕食されやすく、暗色底質では明暗対比が大きい縞模様の個体が捕食されやすいことを示した。

第5章は体色斑の可塑性を扱っている。3種の幼虫の体色斑型と背面のRGB値を記録し、白砂利または黒砂利を敷いた容器に幼虫を1頭ずつ放して、脱皮後の体色斑型と背面のRGB値を測定した。3種とも体色斑の変化が認められた。特に2種では、白色の背景は幼虫の体背面の暗色部の明度を高め、黒色の背景は明色部を黒化して明度を低くした。各種の体色斑の変化は小さく、体色斑型は変化しなかったことから、集団間の体色斑型の分化に対する体色斑の可塑性の寄与は小さいことが示唆された。

第6章では、集団間の遺伝子流動と体色斑型間の遺伝的分化を扱っている。幼虫のミトコンドリア遺伝子COI領域の塩基配列を決定して分子系統解析を行い、5種は別個の種であることを確認した。ハプロタイプネットワークの解析から、各種とも地域間に遺伝的分化があること、調査地点の多い日光地域では、どの種も集団間の遺伝的変異は集団内変異より小さく、集団間の遺伝子流動は大きいことを示した。また、各種について体色斑型の間でCOI領域の遺伝的分化を明らかにした。

第7章は総合考察である。トゲマダラ属5種では、河床明度に不適合な体色斑型の幼虫に対する魚類捕食者の選択圧は、河床の色特性に応じた集団間の体色斑型の分化を促進する一方、近隣河川間の遺伝子流動は大きいと集団内に体色斑多型が維持されると考察している。もっとも、COI遺伝子によって示された体色斑型の遺伝的分化は、遺伝子流動の効果を抑制する可能性にも言及している。河床の色特性に対応した体色斑型の集団間分化は、終齢発生が季節的に早い種で認められた。この究極要因として、夏より春に強い魚類捕食圧と体サイズの大きい幼虫に対する強い被食圧を挙げている。

このように、本論文は、河川生態系の物質循環に重要な水生昆虫について、集団内と集団間の体色斑型多型の実態とその多型維持機構を野外調査、室内実験、DNA解析によって明らかにした。これらの研究成果は、学術上応用上寄与するところが少なくない。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あるものと認めた。