

(別紙様式博5)

学位論文要旨

学位授与申請者

増田 倫士郎

題目：アメンボ亜科の長翅単型3種における飛翔筋多型と翅長変異の関係

本研究は、季節によって飛翔可能な翅を持つ個体と持たない個体が現れるアメンボ亜科において、例外的に1年を通じて飛翔可能な翅を持つ長翅単型のアメンボ3種に注目し、これら3種において翅長に顕著な可塑性を示さない仕組みを探ることで、飛翔能力に可塑性が生じる要因について研究・考察したものである。

第1章 結論

飛翔分散能力の獲得は昆虫の多様化に貢献したが、それと同時に翅や翅を動かす筋肉を形成し維持するコストを発生させた。その結果、遺伝的には同一な個体間でも、飛翔に伴う利益とコストの関係から、発育期間中の環境条件によって飛翔可能な個体と飛翔を避ける個体が出現する翅多型 (wing polyphenism) が進化したと考えられている。翅型を決定する環境条件 (例えば、日長、温度および餌条件など) やその適応的意義に関する研究は多い。その一方で、飛翔能力に関わる多型について、翅の多型 (翅の長短や有無) と飛翔筋の多型 (発達程度) を区別して研究した例は少なく、翅の形成・維持と飛翔筋の形成・維持にかかるコストが明確に区別されていないのが現状である。そこで本研究では、多くの種が季節によって翅に多型を示すアメンボ亜科において、年間を通じて飛翔可能な程の翅の長さを持ち続ける種に着目し、繁殖能力と飛翔筋の発達程度との関係を把握することにより、飛翔筋の形成・維持にかかるコストの評価を試みた。さらに、同程度に発達した飛翔筋を持つ個体間に見られる翅の長さの変異から、長い翅を持つことのコストの検出を試み、飛翔筋の形成・維持に伴うコストと比較することで、飛翔能力に関わる形質にどの程度の表現型可塑性が見られるかを考察した。これらの理解は、昆虫の個体群を管理するだけでなく、生物の迅速な環境適応や表現型の多様化機構を理解する上で重要である。

本研究で注目するアメンボ亜科は、主に翅多型種から構成され、主要な翅型決定要因は日長であることが知られている。本研究では、アメンボ亜科においては例外的に長翅単型種を多く含む *Limnoporus* 属と *Gerris* 属 *Macrogerris* 亜属の長翅単型3種、セアカアメンボ *L. genitalis*、エサキアメンボ *L. esakii* およびヤスマツアメンボ *G. (M.) insularis* に着目し、各種の発生活長を解明するとともに、異なる日長条件下で発育した個体の翅長と縦走筋 (以下、飛翔筋とする) の発達程度を比較した。これらをもとに、飛翔筋の発達程度と繁殖能力、および翅の長短と繁殖能力との間のトレードオフを比較し、これら3種において翅に顕著な可塑性を示さない理由を探った。

第2章 セアカアメンボの季節生活環ならびに飛翔筋多型と翅長変異

セアカアメンボの北海道北部個体群は、生殖休眠を誘導する臨界日長と、有効積算温度定数、ならびに生息地の日平均気温と自然日長に基づいて、年1化であると推察された。完全に発達した飛翔筋を持つ個体の比率は、長日条件下よりも短日条件下で高くなった。相対翅長（後翅長/頭幅）は1山型の分布を示した。また、飛翔筋の発達程度と産卵数の間には負の相関が認められたが、一方で、相対翅長と産卵数の間には相関は認められなかった。これらの結果から、本種では飛翔筋の発達と繁殖能力との間にトレードオフの関係が生じているのに対し、翅の長さや繁殖能力にはトレードオフの関係のないことが示唆された。

第3章 エサキアメンボの季節生活環ならびに飛翔筋多型と翅長変異

エサキアメンボは近畿地方の平野部で年3回以上発生し、第1世代の成虫は5月中旬から下旬に、越冬世代の成虫は9月上旬から出現した。完全に発達した飛翔筋を持つ個体は、長日条件下よりも短日条件下で多く見られた。相対翅長は1山型の分布を示した。これらの結果から、本種もセアカアメンボと同様に、外部形態は単型であるが、飛翔筋には季節により明瞭な多型が生じていることが示唆された。

第4章 ヤスマツアメンボの季節生活環ならびに飛翔筋多型と翅長変異

ヤスマツアメンボは、近畿地方平野部では年2回または3回発生し、第1世代と第2世代の成虫は、7月上旬から8月上旬までと8月下旬から9月までの間にそれぞれ出現し始めた。本種は *Limnopus* 属の2種とは異なり、長日条件下で完全に発達した飛翔筋と長い後翅を持つ個体が高率で出現し、短日条件下では飛翔筋は発達せず後翅も短い個体が多数出現した。相対翅長は、連続的ではあるものの2山型の分布を示した。中間的な日長条件下では、長い後翅を持つ個体は完全に発達した飛翔筋を持ち、後翅が短い個体は飛翔筋を発達させない傾向が見られた。野外で採集した第1世代虫において、完全に発達した飛翔筋を持つ個体では、飛翔筋を発達させない個体と比べて、成熟卵を持たないものの比率が高くなった。一方、相対翅長と成熟卵の有無との間には関係は認められなかった。これらの結果は、本種には飛翔筋の二型と不完全な翅二型が見られることを示しているが、発達した飛翔筋と短い翅の組み合わせの個体は出現しなかったことから、飛翔器官の可塑性は翅よりも飛翔筋に現れることを示唆した。

第5章 総合考察

第2章から第4章までの結果は、長翅単型と考えられてきた種にも、発育期間中の日長条件によって飛翔筋、または飛翔筋と翅の両方に可塑性が見られることを示した。 *Limnopus* 属の長翅単型2種は、外部形態は単型であるが、飛翔筋には日長（季節）による可塑性が見られたことから、飛翔能力を維持することで生じる繁殖力への負の影響を、飛翔筋の発達程度に可塑性を発揮することにより緩和している可能性が高いと考えられた。それを支持するように、

卵数と飛翔筋の発達程度を調べたセアカアメンボでは、飛翔筋の発達程度と卵数の多寡には負の相関が見られた。その一方で、翅の長さや卵の数や有無との関係を調べたセアカアメンボとヤスマツアメンボでは、そのようなトレードオフは見られなかった。こうした、飛翔器官の発達が繁殖能力に及ぼす影響の大小が、翅多型種が優占するアメンボ亜科において、本研究で対象とした3種に明らかに短翅型とみなせる個体が発現しない一因と考えられた。ただし、長翅単型種が進化する他の要因として、長い翅を持つことの利益が繁殖能力へのコストを上回る可能性もあり、この点の追求は今後の課題である。さらに、飛翔能力に関する可塑性の進化機構を網羅的に理解するためには、本研究で対象とした3種それぞれに近縁な翅多型種において、翅の長さが繁殖力へ影響するのか、そして影響の大きさに種間でどのような相違があるかを検証することが必要と考えた。