

学 位 審 査 報 告 書

（ふりがな） 氏 名	さめじま ゆか 鮫島 由佳
学位（専攻分野）	博 士 （ 理 学 ）
学 位 記 番 号	理 博 第 号
学位授与の日付	平成 年 月 日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科 生物科学 専攻
（学位論文題目） The effects of thermal heterogeneity in forests on flight performance, reproductive behavior and habitat partitioning in <i>Mnais damselflies</i> （森林の不均一な熱環境がカワトンボ属の飛翔力、繁殖行動およびハビタット分割に及ぼす影響）	
論文調査委員	（主査） 椿 宜高 教授 奥田 昇 准教授 足田 努 教授

京都大学	博士 (理学)	氏名	鮫島 由佳
論文題目	<p>The effects of thermal heterogeneity in forests on flight performance, reproductive behavior and habitat partitioning in <i>Mnais</i> damselflies (森林の不均一な熱環境がカワトンボ属の飛翔力、繁殖行動およびハビタット分割に及ぼす影響)</p>		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>昆虫は体温を外部の環境に依存する外温動物であるため、ハビタット内の熱環境の異質性は昆虫の適応度に大きく影響すると考えられる。昆虫の体温調節の方法についてはこれまで多くの研究が行われてきたが、ハビタット内の不均一な熱環境が昆虫の行動を通して適応度やハビタット選択に及ぼす影響についてはあまり注目されてこなかった。本研究では熱環境の異質性の高い森林にすむカワトンボ属を用いて、体温や日照環境が飛行能力や繁殖行動、ハビタット選択に与える影響を明らかにすることを目的として実験および野外調査を行った。</p> <p>体サイズの異なる多型オスを用いて、体温と体サイズの飛行力への効果を実験により評価した。飛行力の指標として総合揚力と体サイズあたりの揚力の2つを用いた。体温は飛行力に正の効果を持っていたが、体サイズは体サイズあたりの揚力に対して負の効果を持っていた。これは体温が上がれば飛行力もあがるが、サイズが大きいほど空中での素早さが減少することを示している。</p> <p>同所的な2種のカワトンボ (<i>Mnais costalis</i> と <i>M. pruinosa</i>) を用いて、オスの繁殖成功率・メスの産卵場所選好性と熱環境との関係を調べた。その結果、<i>M. costalis</i> は林冠の開けた日照時間の長い場所で、<i>M. pruinosa</i> は林冠に覆われた日照時間の短い場所でそれぞれオスの繁殖成功が高いことが示唆された。なわばりを持つオスの体温はその日照環境に依存していた。またメスの産卵場所は熱環境ではなく、同種のオスの存在に影響を受けていることが示された。</p> <p>2種のカワトンボについて、なわばりの環境や繁殖期間中の河川での分布および移動傾向を調べた。<i>M. costalis</i> は林冠の開けた場所の多い下流部、<i>M. pruinosa</i> は林冠に覆われた場所の多い上流部でそれぞれ数が多かった。また最低飛行体温を調べたところ、<i>M. pruinosa</i> より体サイズの大きい <i>M. costalis</i> の最低飛行体温は <i>M. pruinosa</i> よりも有意に高かった。</p> <p>以上の結果を総合し、<i>M. costalis</i> と <i>M. pruinosa</i> の生息地分割は、少なくとも部分的には、溪流沿いの熱環境に対する競争の結果であると推定された。<i>M. pruinosa</i> は低い体温での飛翔が可能のため熱環境のニッチが広く、<i>M. costalis</i> は比較的高い体温でしか飛べないため、熱環境のニッチが狭いことがわかった。また、なわばりの所有をめぐる直接の争いには、体サイズの大きな <i>M. costalis</i> の方が有利であると考えられた。その結果として、開空度の大きい下流部に <i>M. costalis</i> が、開空度の小さな上流部に <i>M. pruinosa</i> が優占することになると考えられた。つまり、2種のカワトンボの共存は不均一な森林の熱環境を使い分けることによって成立していることが示された。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

申請者は、森林に生息する近縁 2 種のカワトンボ (*Mnais costalis* と *M. pruinosa*) が共存するメカニズムに関して、森林内の日照環境の不均一性が両種の共存を可能にしているという新たな仮説を提案し、野外観察と実験を用いた手法によって検証を試みた。そして、日照環境がトンボの体温と飛翔力を支配していること、体サイズによって飛翔可能な体温が異なること、体サイズの異なる 2 種に日照条件を背景にした生息地分割が生じていることを明らかにした。

生物の活動は、体サイズと体温がそのほとんどを支配している。これまで数多くの研究によって、体サイズは同種他個体や近縁種との競争、食う食われる関係を支配し、体温は活動の速度を律速していることが明らかになっている。しかし、時々刻々と変化する野外の熱環境において、体サイズと体温がどのような相互作用のもとに活動に影響するかについては、ほとんど研究されてこなかった。その大きな理由のひとつは、体サイズが個体に固有の形質であるのに対して、体温はその変動性のために、個体の性質としての評価が困難だったことがあげられる。

申請者は、野外条件下で熱画像カメラを駆使することによって、対象生物のカワトンボの行動に影響を与えることなく体温測定を行い、日照環境と体温との関係を明らかにした。また、錘による負荷をかけた状態で飛翔力を測定する装置を考案し、体サイズと体温の相互作用を評価することに成功した。その結果、大きな体サイズは闘争には有利であるが、敏捷性の面では不利であること、小さな体サイズは低い体温でも飛翔可能であることを明らかにした。

また、同所的な 2 種のカワトンボについて、オスの繁殖成功度・メスの産卵場所選好性と熱環境との関係を調べた結果、大型の *M. costalis* は林冠の開けた日照時間の長い場所で、小型の *M. pruinosa* は林冠に覆われた日照時間の短い場所でそれぞれオスの繁殖成功が高いことを明らかにした。また、それぞれの種の好む熱環境の違いだけではなく、両種の熱環境に対する競争の結果としてニッチ分割が起きているためであることも示唆された。さらに、メスの産卵場所選択は熱環境を基準にしているのではなく、同種のオスの存在によることも明らかにし、同種識別能力が発達していることが示された。

申請者は、さらに 2 種のカワトンボの流呈分布が繁殖季節の進行とともに変化することを明らかにした。すなわち、初期には比較的混在していた 2 種が、季節が進むに従って、日照を好む *M. costalis* は下流部に、日照への好みはそれほどでもない *M. pruinosa* は上流部にはっきりと分かれるようになる。つまり、熱環境のニッチ分割によって、両種の空間分布の分離が生じていることが示された。

以上のように、この研究は近縁種の共存メカニズムの解明にあたり、新たな技術を導入するとともに、熱環境の不均一性をニッチとして評価する新たなアイデアも提案しており、この分野の今後の研究に影響を与える発展性に富んだものであると考えられる。よって、本論文を博士 (理学) の学位論文として価値あるものと認める。また、2010 年 1 月 19 日、論文内容とそれに関連した事項について口頭試問を行った結果、合格と判定した。