

## 気候変動による温暖化がアキアカネの成虫に及ぼす影響の解明

Understanding the Impact of Global Warming Induced by Climate Change on adult *Sympetrum frequens*

○佐藤翔悟\*、神宮宇寛\*

Shogo Sato, Hiroshi Jinguji

### 1. はじめに

アキアカネ *Sympetrum frequens* はトンボ科アカネ属に分類されるトンボであり、水田の普通種である。雄個体は成熟することで赤化してやや黄色みをおびた朱赤色になるが、雌個体は成熟しても変化しない。春先に水田や湿地で卵から孵化した後は、平地の水中で幼虫時代を過ごす。初夏になると平地から飛び立ち、山の高所へ移動し生殖休眠を行い成熟する。高所への移動は、平地では盛夏の暑さに耐えられないためと考えられれている(上田 1998)。

近年、普通種であるアキアカネの個体数の減少が指摘されている(中西ら 2024)。温暖化による影響が指摘されているが、詳しいメカニズムはわかっていない。Starr ら(2019)は、温暖化による *Enallagma civile* 生態への影響を調査した。その結果、水温上昇にともない卵の孵化率、幼虫の生存率および幼虫サイズが低下することが明らかになった。また、Jack ら (2012) は変温性の陸生および水生生物 169 種の温度に対する体サイズの反応を調査した。その結果、成育水温上昇による体サイズへの影響は、陸生生物よりも水生生物の方が大きいことが明らかになった。具体的には、乾燥体重が約 100mg の動物において、陸生種は温度が 1°C 上昇するごとに平均で 0.5% の体重減少を示すのに対し、水生種は平均で 5% の体重減少を示した。しかし、これは室内実験の結果であり、自然環境下の調査結果ではない。また、既往研究はアカネ属以外のトンボ幼虫を対象にしており、成虫の研究事例は見当たらない。そこで、本研究では標高 1331m の高所で生殖休眠しているアキアカネ成虫を採集し、温暖化による成虫サイズへの影響を検討した。本研究によって、気候変動による温暖化がアキアカネの成虫に及ぼす影響を解明することを目的とした。

### 2. 材料と方法

山形県蔵王山の樹氷高原(38° 09' 06"N 140° 24' 38"E)でアキアカネの成虫雌雄各 50 匹を 2020 年~2024 年の 5 年間に渡って採集した。採集日は 2020 年 9 月 15 日、2021 年 8 月 27 日、2022 年 8 月 20 日、2023 年 8 月 22 日、および 2024 年 8 月 22 日および 29 日である。成虫個体から糞を排出させるため、採集した成虫個体は生きたまま三角紙に包み直射日光の当たらない室温で 24 時間~48 時間静置した。その後-20°C のフリーザー(日本フリーザー D-396HC)で冷凍保管した。その後、体重計測と形態計測を行った。体重計測は電子天秤 (Sartorius CP2245) を用いて行った。電子天秤上に滅菌シャーレを置き、1 個体ずつ計測を行った。形態計測では、成虫個体を一眼レフカメラ (RIKOH PENTAX KF BLACK 18-55WR KIT) で撮影し、撮影画像を ImageJ ソフト (バージョン 1.54g、Java 1.8.0\_345 64-bit) で画像解析した。解析では、体長、前翅長、後翅長、後翅面

\*福島大学大学院食農科学研究科 (Fukushima University Graduate school Faculty of Food and Agricultural Sciences) キーワード: アキアカネ、地球温暖化、生殖休眠

積を計測した。さらに、相対前翅長(前翅長/体長)、相対後翅長(後翅長/体長)求めた。分析ではR(4.4.2)を用いて雌雄に分けて一元配置分散分析と多重比較を行い、採集年度間の形態の比較を行った。

気候変動による温暖化の指標として、気象庁の公開している気象データを用いて山形市の平均気温を整理した。山形市の気象データを用いたのは、樹氷高原で生殖休眠しているアキアカネは山形市の水田から飛来していることが推測できるためである。なお、アキアカネが幼虫期および成虫期であると推測できる5月1日～8月31日までの各日の日平均の平均値を算出した。

### 3. 結果と考察

気象データから2023年と2024年の6-8月の平均気温は過去100年以上の統計と比較して最大値を示した(中村尚 第207回地球研セミナー資料参照)。山形市の5-8月の気温も5年間の中では最大値を示し、1991年～2010年の30年間の平年値と比べ2023年は1.8℃、2024年は1.9℃高かった。

体重を比較した結果、2023年と2024年の雌の平均体重は、この年以外の年との間で有意に減少していた(Tukey HSD,  $P < 0.001$ )。形態の中でも体長、前翅長、後翅長、後翅面積の比較では有意差は確認できなかった。しかし、相対前翅長と相対後翅長では、雌雄とともに2024年は2020年と比較して有意に小さいことが確認できた(Tukey HSD,  $P < 0.01$ )。結果から、夏季の気温が高かった2023年と2024年は、相対前翅長と相対後翅長が小さかったことが明らかになった。また、Anccoら(2020)は、*Zenithoptera lanei*のオスの体サイズと縄張り形成率の関係を調査した結果、体サイズの小さい個体は大きい個体に比べて縄張り形成率が低かったことが確認できた。縄張り形成率が低下すると交尾成功率も低下する可能性がある。したがって、アキアカネも気温上昇による体サイズの減少により、個体数が減少してしまう可能性がある。なお、アキアカネは幼虫期に水田で著しく成長する。そのため、気温ではなく当時の水田水温を推定し形態と比較することでより正確に温暖化による影響を調べることができる。

#### 【引用文献】

- (1) 上田哲行(1988) アキアカネの生活史の多様性 石川県農業短期大学研究報告 18巻 98-110
- (2) 中西康介、横溝裕行、林岳彦(2024) 統合的なアプローチで可能になる因果推論；アキアカネは農薬によって激減したのか 保全生態学研究
- (3) Starr S. M, McIntyre N. E(2019) Effects of Water Temperature Under Projected Climate Change on the Development and Survival of *Enallagma civile* (Odonata: Coenagrionidae) *Environmental Entomology*, 49(1), 2020, 230-237.
- (4) Jack F, Andrew G. H, David A(2012) Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America Vol. 109, No. 47, pp. 19310-19314.
- (5) Ancco V, F. G., Alves-Silva, E., & Del-Claro, K(2020) Differences in size and energy content affect the territorial status and mating success of a neotropical dragonfly. *Austral Ecology* 45, 748-758.