

種間関係を考慮したトンボ生息環境の保全

浜松学芸高等学校

サイエンス部 1年 呉暁峰 他4名

1 動機

私たちは浜松学芸高等学校1年生で、サイエンス部に所属している。高校に入学したときから、サイエンス部の先輩と浜松市浜北区にある湿地(以下、宮口湿地)において、トウカイコモウセンゴケ *Drosera tokaiensis* に着目した研究を協力して進めてきた。調査時に、宮口湿地ではトウカイコモウセンゴケだけではなく、希少な湿地性の植物であるミミカキグサ *Utricularia bifida* やシラタマホシクサ *Eriocaulon nudicuspe* の群落がみられた。また、ハッチョウトンボ *Nannophya pygmaea* (図1)の姿を確認することができた。小さなハッチョウトンボに魅力を感じ、湿地を含めた生態系の保全に貢献したいと考え、私たちは研究を進めることにした。



図1. ハッチョウトンボの雄成虫。

世界の湿地面積は急速に減少しており、1970年以降だけでも35%が減少し、残された湿地も、開発などにより破壊が進んでおり、現在では湿地に生息する動植物の四分の一の種が絶滅に瀕している(環境省自然環境局野生生物課 2019)。

ハッチョウトンボは、東アジアから東南アジアおよびオーストラリアにかけて広く分布している体長約20mmの世界最小のトンボであり、日本国内では本州、四国、九州に分布している(石田ほか 1988; Kim et al. 2007)。ハッチョウトンボは、静岡県内での確実な産地は天竜川以西に限られ、侵出水による湿地の乾燥化が進み本種の生息が確認できない産地が多くなり、静岡県カテゴリーにおいて絶滅危惧IB類に指定されている(静岡県くらし・環境部環境局自然保護課 2019)。

ハッチョウトンボの雄の体色は、羽化直後の未成熟なうちは淡い橙褐色であるが、成熟すると体全体が赤みを帯び、20日ほどで鮮やかな赤色となり、雌は黒地に黄色と褐色の斑紋がある(静岡県くらし・環境部環境局自然保護課 2019)。主な生息地は水が滲出している湿地や休耕田などであり、シラタマホシクサやサギソウ *Pecteilis radeata*、モウセンゴケ類などが生育し、浅い水域が広がっているような環境を好む。ハッチョウトンボの常時棲息が認められる土壌は、肥沃度が低い草丈の高い草本が生育し難い状態を維持している(北川ほか 1999)。成熟個体や雌が繁殖場所のごく周辺に留まっていることから、ハッチョウトンボは移動性が小さくほとんど分散しない種であると考えられていたが、標識実験からかなりの距離を移動することが確認された(桜沢 1986)。これより、ハッチョウトンボにはかなりの移動性があると考えられる。しかし、この点に関してほとんど調査が進んでいないのが現状である(上田ほか 2004)。

宮口湿地でハッチョウトンボの調査を実施する上で、以下の3つの課題がある。1つめは、トウカイコモウセンゴケを中心とした希少な植物の調査時に、宮口湿地内に慎重に歩みを進めても、軟弱な地盤環境を踏み荒らさずに調査を遂行することが困難であった点である。2つめは、宮口湿地は直射日光が注ぎ、長時間の調査活動が体力的に厳しい点である。3つめは、長距離からの双眼鏡での観察では、日本一小さなハッチョウトンボが動く軌跡を詳細に観察することは困難である点である。そこで、360度カメラを用いて、ハッチョウトンボの滞在場所や活動時間を調査しようと思いついた。360度カメラを用いることで、調査に伴う自然環境の破壊行為の影響を低減させることができるだけでなく、人の立ち入りが困難な環境であっても、湿地性植物を自然状態で調査できるはずである。

ハッチョウトンボは、静岡県では絶滅危惧種IB類に指定されており、早急な保全が求められている。そ

のため、ハッチョウトンボの生息環境の決定要因および種間相互作用を明らかにし、湿地とハッチョウトンボの保全に役立てたいと考えた。本研究では、湿地生態系保全計画(草本管理手法)の立案に向けて、以下の3点を明らかにすることを目的として行った。1つめは、360度カメラを用いたハッチョウトンボ調査の有効性検証である。2つめは、直接観察法によるトンボ類の基本的な生態調査である。3つめは、ハッチョウトンボと他種のトンボ類および捕食者であるクモ類が相互に及ぼし合う影響を明らかにすることである。この3点を明らかにすることで、ハッチョウトンボだけでなく、他種のトンボ類やクモ類さらに希少な植物などの種間相互作用も考慮した湿地生態系保全計画の立案につなげることが可能になると考える。

2 調査地

調査地である宮口湿地は、静岡県浜松市浜北区宮口地区にある。湿地は、静岡県西部農林事務所育種場の所有地で、三方原台地の斜面下部に広がっている。道路から隔てられた場所にあり、人が立ち入るのは困難である。そのため、比較的健全な状態で湿地環境が維持されてきており、ハッチョウトンボをはじめとした多くの生物が生息している貴重な環境である湿地内の土壌は発達しておらず、栄養分に乏しい砂礫層や崩れやすい地盤にある。また、台地の斜面から湧水は比較的低温で栄養分の少ない水質である。痩せた土地や湧水湿地は植物の生育には適さない環境であり、一部の厳しい環境に適応した植物種や、他の植物があまり侵入せず競合を免れて残存した種が生き延びている。トウカイコモウセンゴケやシラタマホシクサを中心とする東海丘陵要素植物は、湿地間を渡り歩きながら命脈を保ち、独自の進化を遂げてきたと考えられている。宮口湿地では、遠州自然研究会が下草刈りといった管理や草本植物の調査を継続的に行っていた。しかし、近年は会員の高齢化に伴い作業の手が回っていないのが現状であり、これからの湿地保全活動に大きな課題を残している。

3 方法

(1) 360度カメラによるハッチョウトンボ調査

360度カメラによるハッチョウトンボ調査は、湿地調査における3つの課題を解決することが可能であるか検証することを目的として行った。タイムラプス機能(360度カメラを同一アングルにて静止画を一定間隔で撮影)を用いることで、軟弱な地盤環境を踏み荒らさずに、直射日光が注ぐなかで長時間、至近距離からハッチョウトンボを詳細に観察することができるはずである。360度カメラによる調査は、2022年9月4日に宮口湿地内において実施した。はじめに、ハッチョウトンボの雄成体を目視で確認した後、360度カメラ(Arashi Vision社製: Insta360)を三脚で地表から1.5mの高さに設置し、ハッチョウトンボとの距離を1m、2m、3mと大きくして、各地点で5枚ずつ静止画を撮影した(図2)。撮影した画像を分析することで、ハッチョウトンボ雄成体が確認可能であるか評価した。

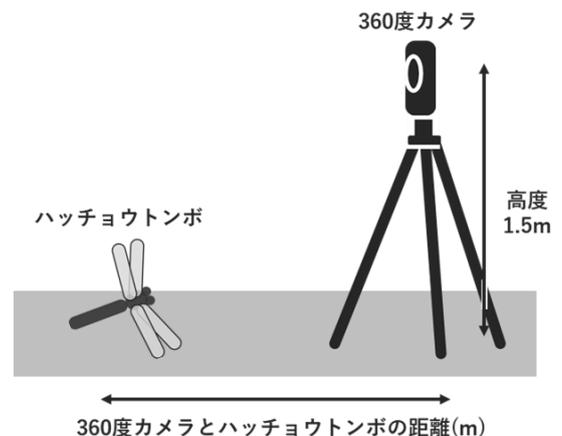


図2. ハッチョウトンボ確認後にカメラを設置。

(2) ハッチョウトンボを中心としたトンボ類の利用環境

直接観察法による生態調査は、ハッチョウトンボを中心としたトンボ類の利用環境を明らかにすることで、生息場所である湿地の保全活動に活用することを目的として行った。調査は、2022年6月19日から8月25日にかけて合計7回実施した。調査地内に設置したルートを踏破し、目視により観察されたトンボ種名および静止地点と高度を30分間隔で記録した。さらに、湿地内でのトンボ類の分布様式および利用環境を明らかにするために、湿地内でのトンボ類の分布集中度をI δ 指数で評価した(式A)。地図上で4m \times 4mの正方形枠を合計36個設置し、枠内のトンボ類の種名と個体数を記録した(図3)。I δ 指数は、I δ > 1のとき分布

様式は集中分布を示し、 $I\delta < 1$ のとき分布様式は一様分布であることを示す。

$$I\delta = q \sum_{j=1}^q x_j(x_j - 1) / \sum_{j=1}^q x_j \left(\sum_{j=1}^q x_j - 1 \right) \dots A$$

q : 区画数
 x_j : j 番目の区画内の個体数

$I\delta > 1$ のとき分布様式は集中分布
 $I\delta < 1$ のとき分布様式は一様分布

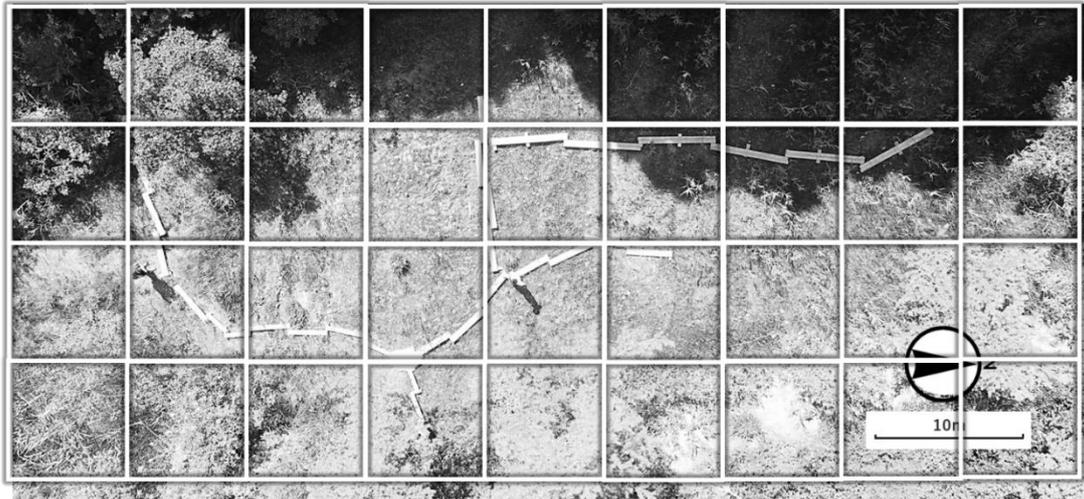


図3. 宮口湿地の地図上に設置した36個の4m×4mの方形枠.

(3) トンボ類とクモ類の種間相互作用

ハッチョウトンボと他種のトンボ類および捕食者であるクモ類が相互に及ぼし合う影響を明らかにすることを目的として、2022年8月20日に調査を実施した。

宮口湿地内を2つの環境に区分し、方形枠(1m×1m)を合計22地点設置した(図4)。はじめに、地表が草丈80cmの草本に覆われた環境(草原区 ■)として10地点、次に草本で覆われていない環境(草原外区 ■)として12地点の方形枠を設置した。その後、方形枠内のクモ類個体数を計測し、生息位置を地表からの高度を計測した。

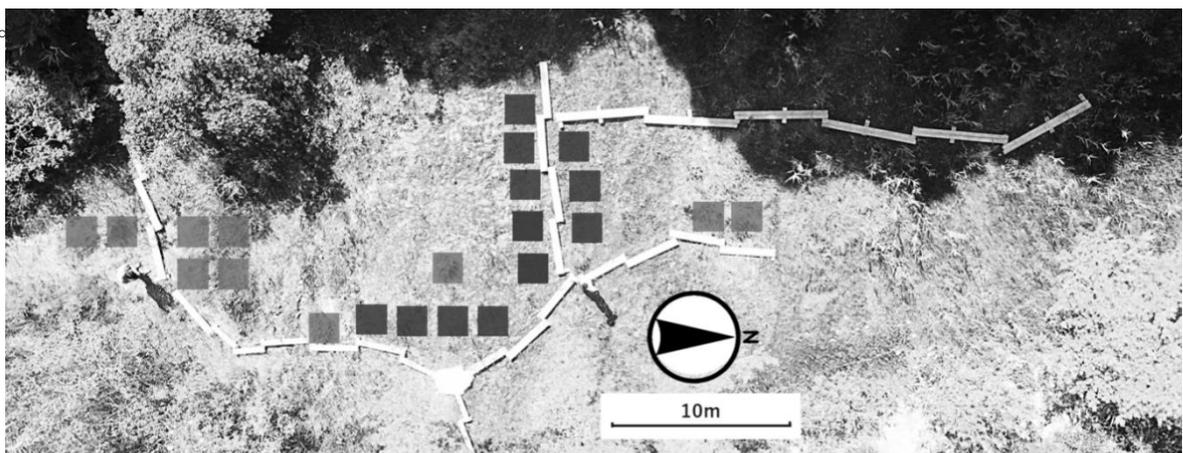


図4. 宮口湿地内に設置された草原区 ■と草原外区 □の配置.

4 結果

(1) 360度カメラによるハッチョウトンボ調査

ハッチョウトンボ雄成体を確認後、360度カメラ(Arashi Vision社製: Insta360)を設置し、静止画を撮影した。撮影後、ハッチョウトンボの同一個体は飛翔せず、同地点から移動していなかった。撮影された画像をもとに、360度カメラで撮影された画像では、撮影距離が1m、2m、3mのいずれの地点で撮影した場合のいずれにおいても、ハッチョウトンボの姿は確認できなかった。さらに、撮影画像を拡大して検証してみ

も、ハッチョウトンボの姿は全く識別できなかった。

(2) ハッチョウトンボを中心としたトンボ類の利用環境

直接観察法によるトンボ類の分布調査では、宮口湿地内でハッチョウトンボ以外にオオシオカラトンボ *Orthetrum triangulare melania*、オニヤンマ *Anotogaster sieboldii*、カワトンボ *Mnais costalis*、イトトンボの仲間の生息が確認でき、合計5種であった。確認された個体数は、ハッチョウトンボは235個体、オオシオカラトンボは178個体、オニヤンマは9個体、カワトンボは2個体であった(図10)。

トンボ類4種が草本植物の葉や茎または木本植物の枝に静止する高度には、大きな差がみられた。ハッチョウトンボが静止する高度はわずかに平均18.5cm(n=235)であったのに対して、オオシオカラトンボは平均98.2cm(n=178)、オニヤンマは平均268.9cm(n=9)にも達した(図11)。ハッチョウトンボは、草丈が低い草本の葉先端に静止しているのが観察された。オオシオカラトンボは、イネ科草本の葉や茎の先端に加えて木本植物の枝で静止していた。オニヤンマは、観察された9回のうち4回で枯れたアカマツ *Pinus densiflora* の幹に静止していた。

ハッチョウトンボは同じ場所で長時間静止し続ける傾向があり、180分以上同じ場所で静止し続けた個体が29.0%もみられた(図12)。一方で、オオシオカラトンボの静止時間は短く、全178個体のうち85.2%の個体の静止時間が30分よりも短かった(図12)。

トンボ類2種のIδ指数は、ハッチョウトンボが6.7、オオシオカラトンボが2.3で、ともに1よりも大きく集中分布を示していた。トンボ類2種ともに集中分布の傾向が強く、特にハッチョウトンボでは草丈の低い草本がみられる湿地中央部において集中分布している傾向が強かった(図10)。

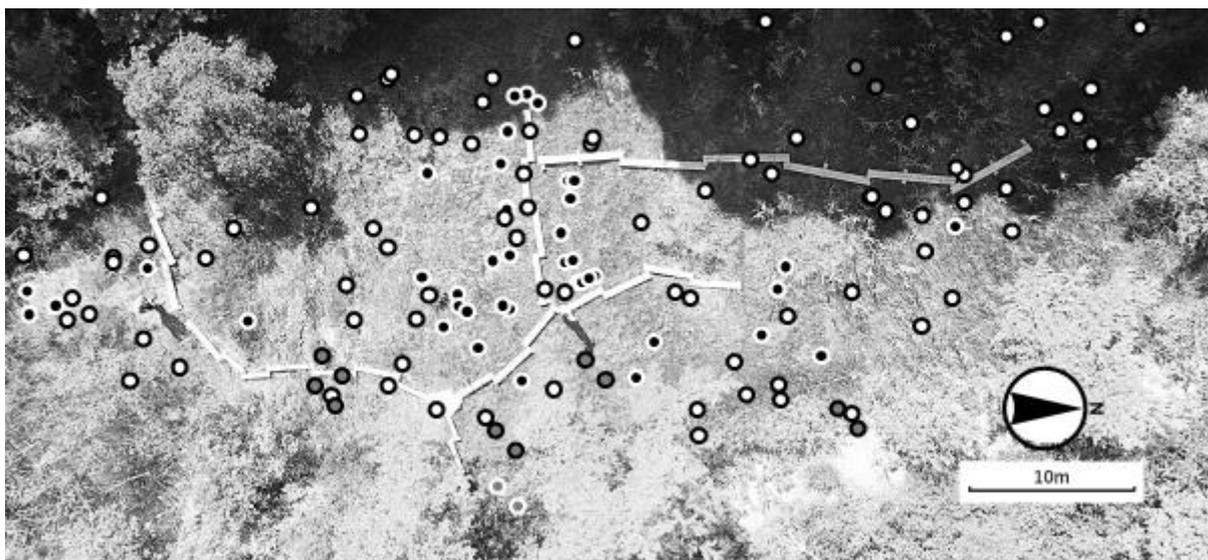


図10. 宮口湿地内におけるトンボ類4種の静止場所の分布.

ハッチョウトンボ ●: 235 個体、オオシオカラトンボ ○: 178 個体
オニヤンマ ●: 9 個体、カワトンボ ●: 2 個体

(3) トンボ類とクモ類の種間相互作用

宮口湿地内では、造巢性や徘徊性のクモ類が多種確認でき、草本の草丈の違いでクモ類の生息密度には大きな差がみられた(図13、14)。クモ類の生息密度は、草丈の高い草本がみられる草原区では平均3.3個体/m²(n=10)であった。それに対して、草丈の高い草本が存在しない草原外区ではわずかに平均0.75個体/m²(n=12)に過ぎなかった。クモ類の生息位置は、草原区で平均60.9cm(n=33)であり、草原外区では平均40.1cm(n=9)であり、2つの環境間で大きな差がみられた(図14)。草原区では密生した草本の葉や茎にクモ類がみられ、40~80cmの高度に集中的に分布していた。草原外区では散在する草本の枯れた茎と茎のあいだにクモ

類が造巢しており、40cm~50cmの高度にクモ類が集中して生息していた。また、7回の踏破調査中に、クモ類の巣で捕獲されたハッチョウトンボが合計3個体確認できた。クモ類の巣で捕獲されたハッチョウトンボの地表からの位置は、15cm、18cm、21cmとクモ類が集中して生息していた位置よりも低かった。

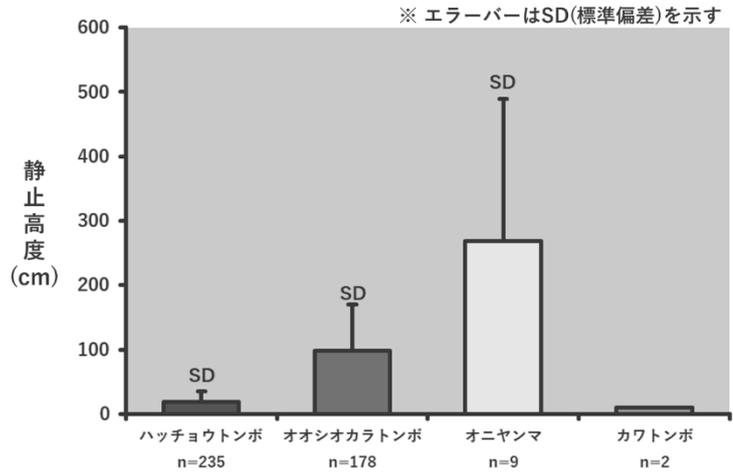


図11. トンボ類4種の静止高度の平均値.

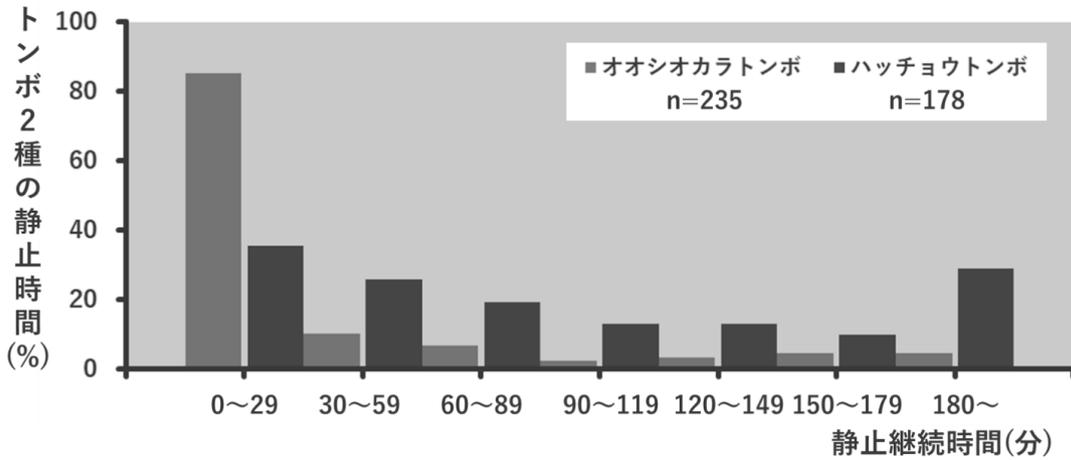


図12. ハッチョウトンボとオオシオカラトンボの静止継続時間.

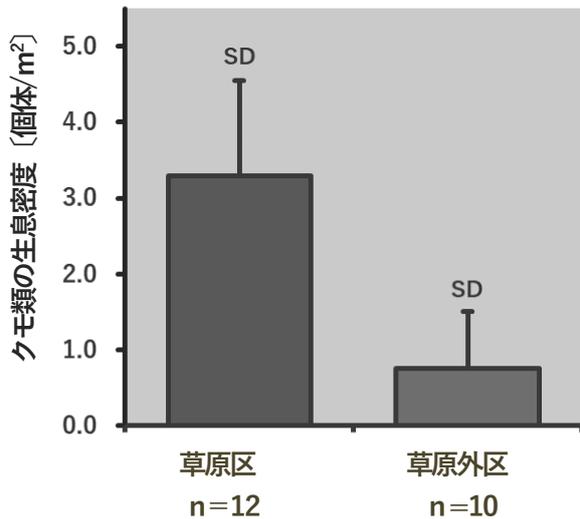


図13. 草原区と草原外区でのクモ類の生息密度.

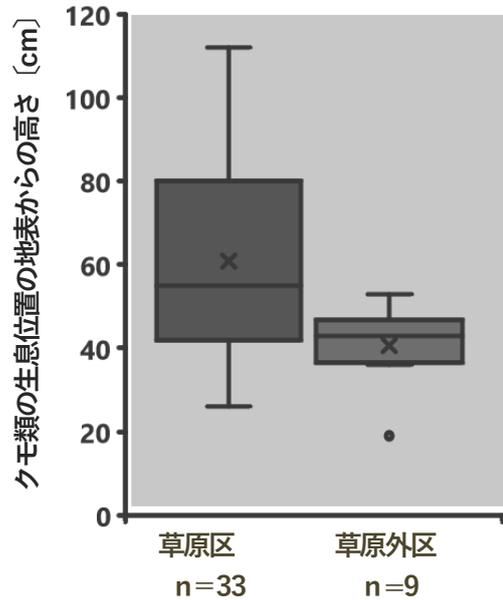


図14. 草原区と草原外区でのクモ類の生息位置.

5 考察

(1) 360度カメラによるハッチョウトンボ調査

360度カメラ(Arashi Vision社製: Insta360 X2)を用いてハッチョウトンボの撮影を試みたが、撮影距離を1mまで近づけても画像からハッチョウトンボの姿を識別することはできなかった。このことから、ハッチョウトンボの調査に360度カメラを用いることは有効でなかった。今回用いたArashi Vision社製Insta360 X2は7200万画素であったが、より画素数の大きなカメラを用いて試行する必要がある。また、撮

影対象をハッチョウトンボより体長が大きなオオシオカラトンボにして撮影したり、撮影距離を1mよりも短くした条件下でも試行したりするべきであった。

(2) ハッチョウトンボを中心としたトンボ類の利用環境

トンボ類2種のIδ指数は、ハッチョウトンボが6.7、オオシオカラトンボが2.3で、ともに1よりも大きく集中分布を示していた。このことから、トンボ類2種ともに集中分布の傾向が強く、特にハッチョウトンボでは草丈の低い草本がみられるはモウセンゴケやミミカキグサといった低茎草本がまばらに生えている宮口湿地中央部において集中分布している傾向が強かった。上田(2004)は、ハッチョウトンボの生育には、低茎草本とその叢間に作り出される小さく浅い開放水面が点在するという構造が重要であると報告している。また、低茎草本はなわばりを作って雌を待つ雄のとまり場や、交尾中のとまり場、産卵途中の雌のとまり場として利用される(Tsubaki & Ono 1986)。以上より、ハッチョウトンボの生息には、低茎草本が生育し小さく浅い開放水面がみられる環境が必要であることが明らかになった。

トンボ類4種が草本植物の葉や茎または木本植物の枝に静止する高度には、大きな差がみられた。4種のトンボ類の相互作用の影響によって静止高度が大きく異なっていた可能性がある。ハッチョウトンボは、草丈が低い草本の葉先端に静止しているのが観察された。六浦(1969)は、ハッチョウトンボはほとんどの場合20~50cmの高さを飛び、その高さの葉茎に止まるので、低茎草本群落であるということがまず重要であることを報告している。ハッチョウトンボは飛翔能力が小さいために、オオシオカラトンボやオニヤンマと比較して低い高度で静止していたのではないだろうか。

図15に示したように、ハッチョウトンボは1日を通して、クモ類の集中分布域を避けて地表付近に静止していた。日没が近づいてもハッチョウトンボが湿地内で確認されたことから、夜間も湿地内の地表付近の低茎草本上で静止している可能性がある。オオシオカラトンボは、午前中のあいだ100cm付近で静止していたが、日没が近づくにつれて静止高度が徐々に高くなっていった。日中はなわばりを作って雌を待つために開けた湿地内に静止する必要があるが、夜間はなわばりを作る必要がない。そのため、オオシオカラトンボの静止場所は、日没が近づくにつれて、湿地内の高茎草本から湿地周辺域の木本植物の枝へと変化していく傾向がみられた。オオシオカラトンボは、湿地内におけるクモ類の集中域を避けて周辺部へと移動することで、クモ類によって捕食される危険性を軽減するのに役立つと思われる。

ハッチョウトンボは同じ場所で長時間静止し続ける傾向があり、180分以上同じ場所で静止し続けた個体が29.0%もみられた。ハッチョウトンボは世界一体の小さなトンボである。そのため、クモ類の巣に捕獲されたときに逃れられる可能性は極めて低い。そのため、ハッチョウトンボが最小限の移動しかしない特徴は、クモ類によって捕食される危険性を軽減するのに役立つかもしれない。

(3) トンボ類とクモ類の種間相互作用

宮口湿地内では、造巣性や徘徊性のクモ類が多種確認でき、草本の草丈の違いでクモ類の生息密度には大きな差がみられた。クモ類の生息密度は、草丈の高い長茎草本がみられる草原区では平均3.3個体/m²であった。それに対して、長茎草本がみられず低茎草本が主体である草原外区ではわずか平均0.75個体/m²に過ぎなかった。中村・野沢(2005)は、倒木の構造がより複雑になることでクモの巣がかけやすくなったことで、クモの巣が増加することを報告している。長茎草本は短茎草本と比較して、長い葉や茎が重なるように茂る複雑な構造の環境である。クモ類が、より複雑な環境である草原区を積極的に利用していることが、生息密度が高くなる一因であると考えられる。

クモ類は餌が捕獲しやすい場所、巣を掛ける構造がある場所に巣をつくられる。また、草原外区では散在する低茎草本の枯れた茎と茎のあいだにクモ類が造巣しており、40cm~50cmの高度にクモ類が集中して生息していた。クモ類はできるだけ高い位置に巣を掛けることで飛翔する昆虫をより捕食する機会が増加するのではないだろうか。

7回の踏破調査中に、ハッチョウトンボがクモ類の巣に捕獲されているのが、3個体観察された。このこ

とから、クモ類の存在はハッチョウトンボにとって大きな脅威であると推定される。ハッチョウトンボは、草丈の高い草本がみられない地表付近を飛行し、平均で18cmの高さで静止していた。これは、クモ類の密度が高い草原や集中的に分布する高度を避けた結果ではないだろうか。同じく、オオシオカラトンボもクモ類が集中分布する高度を避けていたのではないだろうか。

特に、高茎草本の有無がクモ類の分布に大きく影響をおよぼすことで、クモ類に捕食されるハッチョウトンボの静止位置や飛行高度が決定されている可能性が示唆された。また、オオシオカラトンボは捕食者であるクモ類に加えて、競争相手であるオニヤンマの影響を強く受けると推定される。

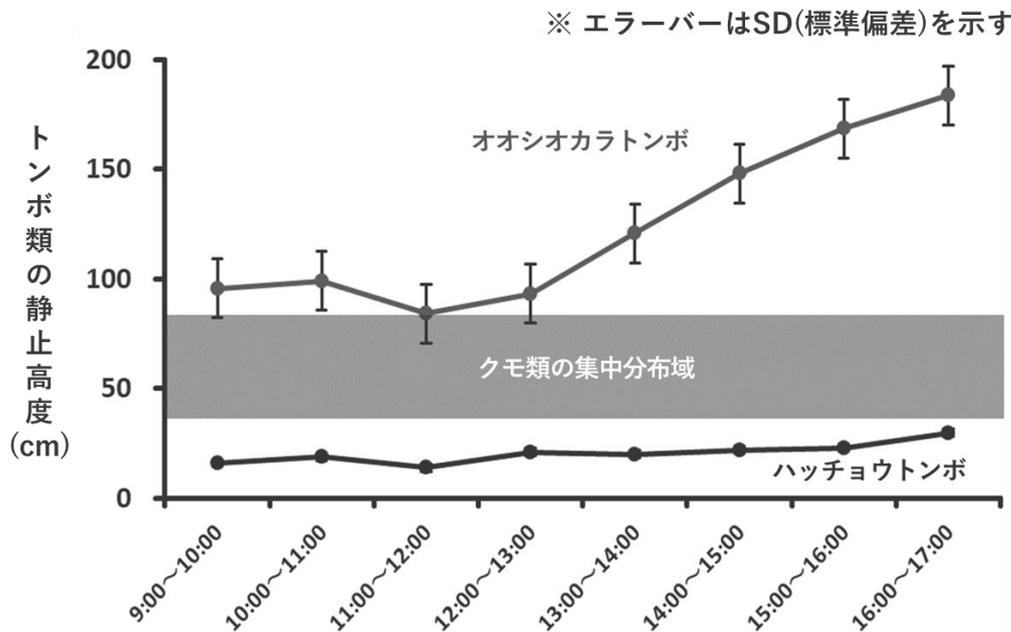


図 15. トンボ類 2 種における静止高度の時間変化とクモ類の集中分布域。

6 総合考察 宮口湿地保全に向けた提言

希少なハッチョウトンボや湿生植物は、湿地間を渡り歩きながら命脈を保ち、独自の進化を遂げてきたと考えられている。ハッチョウトンボが生息する低茎草本湿地は、再生と消滅をくり返す一時的な場所であり(角野・遊磨 1995)、そこを利用するハッチョウトンボに何らかの分散手段が進化していることはむしろ当然予想されることである。しかし、現状では宮口湿地周辺 1 km の範囲にはハッチョウトンボの生育に適した水深の浅い低茎草本湿地はみられない。さらに、ハッチョウトンボの生息が確認されている静岡県立森林公園内の湿地までは約 3 km あり、宮口湿地は完全に孤立した状態である。生息する昆虫相や植物相に加えて、環境要因からも宮口湿地は貴重な湿地である。

ハッチョウトンボの生息地を保全するためには、低茎草本からなる浅い湿地を維持する必要がある。浅い湿地はハッチョウトンボ幼虫(ヤゴ)の捕食者となる大型のトンボ類の幼虫が生息していないと考えられており(上田 2004)、低茎草本周辺ではクモ類の生息密度が著しく低くハッチョウトンボにとって好適な環境である。宮口湿地は面積 400m² の小さな湿地であるが、トウカイコモウセンゴケ、シラタマホシクサ、ミミカキグサを中心とする貴重な東海丘陵要素植物である短茎草本が生息している。地下水によって涵養されている貧栄養の宮口湿地では遷移の進行も緩やかであり、そのまま放置しても当分は問題ないと思われるが、ハンノキ *Alnus japonica*、ヤナギ類の幼木、ヨシ *Phragmites australis* やガマ *Typha tatifolia* L. などの高茎草本の侵入があれば、人力によってこれを定期的に除去する必要がある(上田 2004)。

以上より、宮口湿地の保全計画を提案する。現状の宮口湿地では、長茎草本や木本植物による遷移は緩やかな進行をみせており、差し迫った危機に至ってはいない。湿地内にまばらに生える長茎草本は、トウカイコモウセンゴケなどの短茎植物と日光をめぐる競争関係にあり、湿地を覆うことで短茎草本から日光を奪う可能性がある。また、クモ類が長茎草本を造巣場所として利用することで、体の小さなハッチョウトンボにとって捕食リスクを高める要因になると推定される。

長茎草本の刈り取りは、クモ類の生息密度が低下をもたらし、トンボ類のなかでも特に体の小さなハッチョウトンボにとってプラスの効果があるだろう。さらに、短茎植物の競争相手である長茎草本を除去することにもつながり、光環境が改善するだけでなく、養分をめぐる競争相手がいなくなることで短茎植物にとってはプラスの効果があるだろう。このとき、長茎草本を湿地内からすべて刈り取ると、湿地内に直射日光が注ぎ水温が上昇するだけでなく、湿地環境の乾燥化が急激に進行する可能性が危惧される。そこで、長茎草本のすべてを刈り取らず、部分的に刈り残したり、刈取り時期を調整したり、根元からではなくあえて高い位置で刈り取るなどの多様な環境を創出するなどの配慮が求められる。

本研究により、直接観察法によりトンボ類の基本的な生態に加えて、ハッチョウトンボと他種のトンボ類および捕食者であるクモ類が相互に及ぼし合う影響の一端が明らかになった。ハッチョウトンボだけでなく、他種のトンボ類や捕食者であるクモ類さらに希少な短茎草本および長茎草本などの種間相互作用も考慮することで、湿地生態系保全計画を立案できた。今後は、保全計画をもとに、宮口湿地管理計画を立て、年度末ごとに改善点を検討する順応的管理を実践したい。

7 引用文献

- 飯田貴天・村上哲生・南基泰・藤井太一(2022)岐阜県可児市大森奥山湿地群に生息するハッチョウトンボ個体群の遺伝的多様性評価. 保全生態学研究 27(1): 75-85.
- 石田昇三・石田勝義・小島圭三・杉村光俊(1988)日本産トンボ幼虫成虫検索図説. 東海大学出版会, 東京.
- 角野康郎・遊磨正秀(1995)ウエットランドの自然. 保育社, 大阪.
- 環境省自然観環境局野生生物課(2019)世界湿地概況 世界の湿地の現状とその生態系サービス 2018年
https://www.env.go.jp/nature/ramsar/conv/pamph06/Ramsar_GWO_JP.pdf
- Kim KG・Jang SK・Park DW・Hong MY・Oh KH・Kim K Y・Hwang JS・Han YS・Kim I(2007)Mitochondrial DNA sequence variation of the tiny dragonfly, *Nannophya pygmaea* (Odonata: Libellulidae).
International Journal of Industrial Entomology 15: 47-58.
- 北川靖夫・森洋市・伊丹勝彦・下野谷豊一・渡辺定路(1999)福井市西郊におけるハッチョウトンボ棲息地の土壌条件. 季刊地理学 51: 125-133.
- 六浦修(1969)ハッチョウトンボに関する研究. 1-34. 京都精華学園, 京都.
- 中村誠宏・野沢亮吉(2005)攪乱が植物上の昆虫群集に与える間接効果(〈特集1〉生物間相互作用と群集構造: 生態化学量論、間接効果、そして進化). 日本生態学会誌 55(3): 425-430.
- 桜沢英郎(1986)ハッチョウトンボの拡散調査. 越佐昆虫同好会会報 62: 9-12.
- 清野展(1979)ハッチョウトンボの生態: その生活史と成虫の行動について. 新潟県立教育センター研究報告. 27: 47-54.
- 静岡県くらし・環境部環境局自然保護課(2019)まもりたい静岡県の野生生物 2019. 静岡県レッドデータブック〈動物編〉: 267.
https://www.pref.shizuoka.jp/kankyoku/ka-070/wild/documents/26_insect02_rdbshiz2019ani.pdf
- Tsubaki N & Ono T(1986)Competition for territorial sites and alternative mating tactics in the dragonfly, *Nannophya pygmaea* Rambur (Odonata: Libellulidae). Behaviour 97: 234-252.
- 上田哲行・木下栄一郎・石原一彦(2004)丘陵湿地に生息するハッチョウトンボの場所利用と生息場所の保全について. 保全生態学研究 9: 25-36.
- 養父志乃夫・中島敦司(1997)ハッチョウトンボ生息地の保全に関する生態学的研究. ランドスケープ研究. 日本造園学会 60(4): 324-32.

8 謝辞

本研究は、山崎自然科学教育振興会からの資金面での援助および静岡県西部農林事務所育種場のご厚意により研究を遂行することができた。この場を借りて、謹んで感謝申し上げます。