

クモは発す糸を変えて機能的な巣を形成する

兵庫県立姫路東高等学校 科学部

2年 赤瀬彩香, 池田伊織, 大隅皓平
高瀬健斗, 中崎恭佑

1年 岩本滯治, 奥見啓史, 安原倭

1. 動機と目的

クモの糸に関する先行研究は多くあるが、それらは微視的レベルで糸の構造や組成に注目した研究で、人間生活を豊かにする目的で活用しようとするものである。一方、クモの糸を光学顕微鏡レベルで観察して構造を明らかにしようとした基礎研究は少ない。筆者らは、基礎研究を飛び越えて応用研究が活発に行われている現状に疑問を感じていた。その美しさからクモの糸を観察していた筆者らは、先行する

基礎研究の内容が筆者らの観察結果と異なることを知った。そこで、チュウガタシロカネグモ

(図1) 30個体の発す糸を3か月間かけて毎日顕微鏡観察を行ない、糸の構造の特徴を明らかにしようと考えた。

図1 チュウガタシロカネグモ



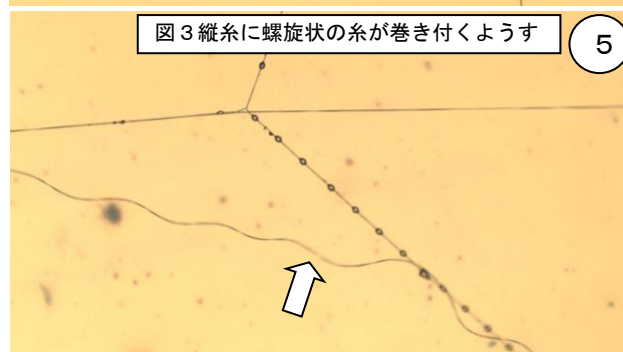
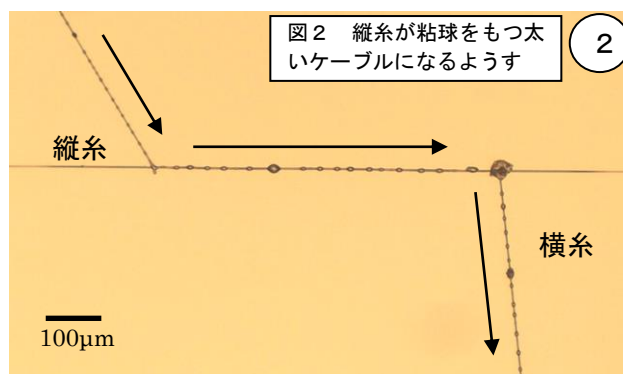
2. チュウガタシロカネグモが巣を作る過程

- ① 粘球を付着させない1本の縦糸を張る。縦糸の半径は $0.17\mu\text{m}$ 程度で太い。
- ② Uターンして、粘球を付着させた糸を発しながら先ほどの縦糸の上を歩き、複数本数のケーブルにする。完成後の縦糸は、粘球が付着した複数本数の糸からなる(図2)。
- ③ 巣を完成させるまでの一時的な措置として、縦糸が交差する中心部から外側に向かって、粘球を付着させない横糸を張る。
- ④ 粘球を付着させながら本来の横糸を外側から張っていく。横糸は半径 $0.11\mu\text{m}$ 程度で細い。
- ⑤ 縦糸が破損した際に、一度脚で巻き取ったために螺旋状になった糸で補修することによって、縦糸に螺旋状の糸が巻き付く(図3)。

3. 考察と今後の課題

専門書や先行研究に記載されている糸の特徴

1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) と本研究で得られた結果の比較を



以下の表にまとめた。粘球を付着させながら発した糸が、偶然横糸になったり、太い糸が偶然巣の縦糸になったりするとは考えにくい。チュウガタシロカネグモは目的に応じて、糸の太さを変えたり、粘球の付着の有無を変えたりすることによって、結果的に機能的な円網を形成する。

先行研究や専門誌	筆者らの研究
完成された巣の縦糸には粘球がない(先行研究1)~6))	発した直後の縦糸には粘球は付着していない。その後粘球を付着させた糸を発して往復する結果、粘球が付着したケーブルになる。このようにして縦糸の強度を高めている
粘球を付着させながら複数の糸からなるケーブルを発する(先行研究7))	巣糸が破損した際、一度巻き取った糸を用いて補修するため、螺旋状の糸が巻き付くのであって、補強のために糸を螺旋状にして巻き付けるのではない
螺旋状の糸を巻き付けた縦糸ケーブルを発する(先行研究7))	
(先行研究なし)	腹部の大きさと粘着物質の分泌量の間に一定の相関関係は認められない

参考文献

- 1) 福島康正 他, スパイダーシルク, 繊維と工業, 52, 11, 441-445 (1996)
- 2) 中垣雅雄, スパイダーシルク, 高分子, 52, 83 (2003)
- 3) 大崎茂芳, クモの糸の秘密, 繊維と工業, 62, 2, 42-47 (2006)
- 4) 新海明, クモの糸と生態, 日本蜘蛛学会誌, 47, 2, 191-195 (1998)
- 5) 新海栄一著, 日本のクモ, 文一総合出版 (2006)
- 6) 馬越淳 他, 生物紡糸(クモ), 繊維と工業, 53, 7, 202-211 (1997)
- 7) 県立西脇高校生物部, クモの糸の構造と引っ張りの力に対する強度の関係, 化学と生物, 56, 9, 640-643 (2018)

人工水路の絶滅危惧種トゲナベバタムシ

兵庫県立姫路飾西高等学校 自然科学部

2年 深津 昌吾

1年 堂北 祐甫, 林 雅之

1. 動機及び目的

2010年に、本校付近の農業用水路である青山北川で絶滅危惧Ⅱ類に指定されているトゲナベバタムシが確認された。一般的に生物が生息しにくいとされている三面張りのコンクリート水路である青山北川で確認されたため、本種の生態を解明し生息環境の保全に取り組むため調査・研究を開始した。

これまでの8年間の先行研究では、本種は劣化した凹凸のあるコンクリート壁面に産卵することが分かった。しかし、本種にとって、産卵に適した水温は何度であるか、本種の成虫の個体数の増加と水温との間には関係があるのかなどの疑問が生じたため解明したいと考えた。

2. 方法

A 成虫調査

青山北川下流における1平方メートルあたりの本種の成虫の個体数の計測をキックサンプリング法を用いて行った。キックサンプリング法とは、足を使って青山北川の表面の藻などを削り取り、網ですくって採取する採取方法である。調査では、1回の調査につき3回の計測を行い、結果を記録した。今年は成虫の個体数の計測に加えて、水温の計測、記録も行った。

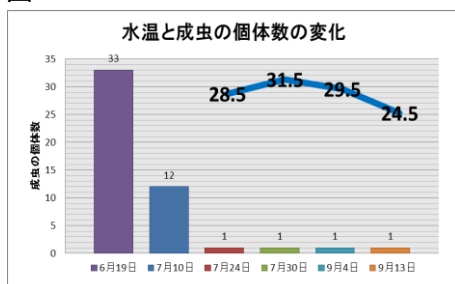
B 産卵調査

3つの板型ブロックを逆U字型に組み立てて青山北川川底に設置する。左右両側の外(明)内(暗)面の産卵数を測定し、調査面積と産卵数から単位面積(50×50mm)あたりの産卵数を求めて比較する。今年は水温と総産卵数の計測も行った。

3. 結果と考察

A 成虫調査

先行研究の結果をふまえ、今年は6月から計測を行った。調査中の豪雨などで本種の個体数が減ってしまったことや、調査を行うことが出来なかったこ



とが数度あったが調査結果(図1の棒グラフ)より、6月中旬から7月下旬にかけて本種の成虫の個体数は減少傾向にあることが分かる。今年から始めた「水温と本種の成虫の個体数の変化の調査(図1の折れ線部)」は、温度の計測を始めた時期が遅く、集めることが出来たデータが少なかったためか、水温と本種の成虫の個体数の間に目立つ関係性は見られなかった。

B 産卵調査

本種は夜行性であるため暗いブロック内面に多く産卵するのではないかと仮説を立てた。しかし、調査結果(図2)から、内外面の産卵数にはばらつきがあり、規則性は見られなかった。今年から始めた水温と総産卵数の調査(図3)は、水温が高い7月に総産卵数が多くなり、水温が低くなる9月中旬に産卵数が少なくなる

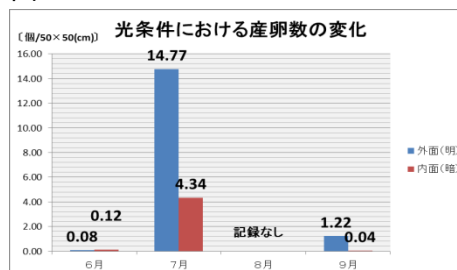
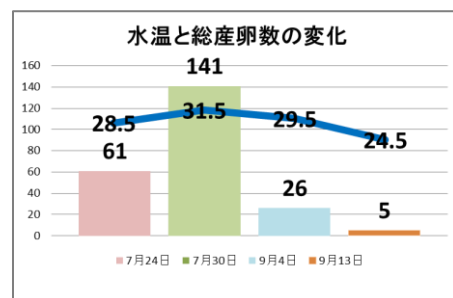


図3



ことから、水温が高いほうが産卵数が多くなるという関係性が見られた。

4. 反省と課題

成虫調査では、調査期間中に豪雨などが数回あった。そのため、本種の成虫が下流に流されてしまい、正確な本種の成虫の個体数が計測できなかった。また、水温を計測し始めた時期が遅かったため、成虫の個体数の変化と水温の間に関係性を見出すことが出来なかった。よって、次回は早い時期から水温の計測を行いたい。

産卵調査では、正確な機械ではなく目視で産卵数の計測を行ったため、本種の卵の数え忘れや重複により結果に誤差が発生してしまったと考えられる。また、沈めたブロックが豪雨によって移動してしまうなどのトラブルがあった。よって、実験方法を再検討したいと思う。

当部活では、絶滅危惧種である本種の保護のため、調査場所である青山北川の清掃活動を行っている。引き続き本種の研究を継続し、生態の解明及び生息環境の保全に努めていきたい。

デトリタスと溶存酸素の関係と観察会の指導

兵庫県立香寺高等学校 自然科学部
2年 徳永 嵩都

1. デトリタスと溶存酸素の関係

姫路市北部を流れる市川支流の恒屋川においてデトリタスが堆積するトロと堆積しない平瀬で底層・中層・表層の溶存酸素と水面の照度を測定した(図1)。



図1 調査地点とトロに堆積したデトリタス
日中は底層と中層の溶存酸素濃度が表層を上回っている。夜は、平瀬では各層で大きな違いはないがトロでは20時に照度計が0 luxを示したとき、底層の溶存酸素濃度は2.5ppmに激減した。その後底層で徐々に減少し翌朝4時に0.6ppmを記録した。

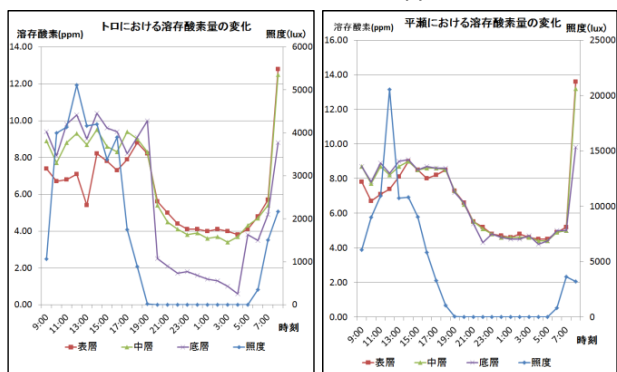


図2 トロでの測定結果 図3 平瀬での測定結果

2. デトリタスの正体を探る

9月8日、恒屋川の河床礫からデトリタスを5×5cm採取し、水を加えて10mlの容器に収容した(図4)。攪拌した液をマイクロピペットを用いて0.1ml採取し、スライドガラス上に広げて検鏡し、そこに含まれる微生物を全て確認して計数した。



採集番号	種名	学名	体長(μm)	個体数
1	コハナケイソウ属の一種	<i>Surirella</i> sp.	98	3
2	エスガタケイソウ属の一種	<i>Gyrosigma</i> sp.	84	4
3	フナガタケイソウ属の一種	<i>Navicula</i> sp.1	24~38	252
4	フナガタケイソウ属の一種	<i>Navicula</i> sp.2	48~72	9
5	フナガタケイソウ属の一種	<i>Navicula</i> sp.3	132	2
6	ハリケイソウ属の一種	<i>Synedra</i> sp.1	180	43
7	ハリケイソウ属の一種	<i>Synedra</i> sp.2	48	6
8	ハリケイソウ属の一種	<i>Synedra</i> sp.3	144	21
9	イタケイソウ属の一種	<i>Diatome</i> sp.	120~140	3
10	ヒシガタケイソウ属の一種	<i>Frustrulia</i> sp.	36	2
		計		345

図4 河床礫 表1 出現した珪藻と個体数
検鏡の結果、10種345個体の珪藻を確認した(表1)。
検鏡したデトリタスの乾燥重量は0.001167gで、河床礫面の5×5cmから採取したデトリタスの乾燥重量は0.1041gであった。換算すると5cm四方の礫面に堆積したデトリタスに30774個体の珪藻が生息していることになる。他にも、検出でき

なかった微小な細菌類などが数多くいると考える。

3. 水生昆虫の溶存酸素耐性を調べる

水生生物の呼吸能力判定を目的に実験を行った。

調査方法 煮沸して溶存酸素を減らした河川水をアルミ容器に満たして瞬時に密閉した。冷却後、窒素気体または空気を吹き込み、溶存酸素濃度2.6~9.8ppmで15通りの水を作成した。その水を実験用のガラス容器に入れ、図5そこに採集直後の水生昆虫を1匹ずつ入れて密閉し5分間静置した後、生死を確認した(図5)。結果 結果を図6~図9に示す。×は死亡、○は生存。グラフの先が実験水の溶存酸素濃度を示す。

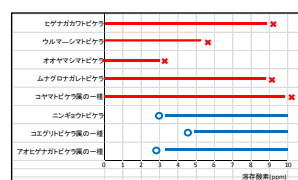


図6 トビケラ目

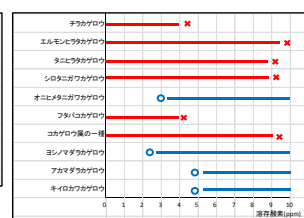


図7 カゲロウ目

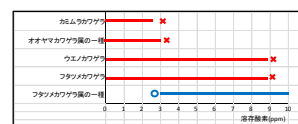


図8 カワゲラ目



図9 その他

D: 考察 青線で示した種は、低い溶存酸素濃度でも生存可能な呼吸能力を持つことが判明した。フタツメカワゲラ属の一種は少し汚濁した水中でも生息するカワゲラで、きれいな川の指標とされるカワゲラから除外する必要がある。赤線で示した死亡した種は、デトリタスが堆積した緩流部では夜の低酸素濃度に耐えられず、生存不可能だろう。ただし、遊泳能力が高いチラカゲロウとコカゲロウは溶存酸素濃度が高い場所へ逃避できるだろう。

4. 観察会の指導

(1) 8月1日・2日、姫路科学館において小学生を対象に顕微鏡の使い方とスケッチの仕方を指導した。小さな水生昆虫やプランクトンを試料として、提供し、楽しんで観察できるように工夫した。
(2) 8月3日に姫路市安富町の林田川で、8月10日に神崎郡市川町の岡部川で、児童と保護者を対象に、水生昆虫の採集と種の同定、標本作り、水質判定の指導を行った。現地の水生昆虫の写真を掲載した冊子を作成して参加者に提供した。



図10 岡部川観察会



図11 種の同定

兵庫県立龍野高等学校 自然科学部

1 年 瀧谷咲月

2 年 尾崎和哉 小堀ひなた 山下翼
今井和俊 新井悠斗 辻篤杜
井上大新

龍野高校自然科学部は、主に生物分野と物理分野の実験や研究を行っています。今年は生物分野でモウセンゴケの捕虫運動について研究しています。

「食虫植物モウセンゴケは肉食家だった!？」

1. 動機及び目的

モウセンゴケについては、動物とそれ以外の物質の区別をどのようにしているのかよくわからない。そこでどのようにして動物とそれ以外の物質を区別し捕虫運動をおこすのか調べることにした。

2. 予備実験

ダーウィン(1875)も記述しているように、モウセンゴケは雨に対しては反応しないといわれてきた。そこで予備実験として、3~10秒間じょうろで散水して降水を再現した。結果、ハエトリソウは散水でほとんど反応しなかった(96.1%)が、モウセンゴケの触毛はよく反応した(100%)。このことから、モウセンゴケの捕虫運動は昆虫を区別することなく起こる可能性があると考えられた。

3. 仮説

モウセンゴケの試料への反応について、次のような仮説を立てた。

- ① 振動を与える時と振動を与えない時では、振動を与える時の方が反応は大きくなる。
- ② 動物性の試料に対しては反応をおこすが、植物性の試料に対しては反応をおこさない。
- ③ 非生物であるプラスチックや金属などに対しては反応をおこさない。

4. 方法

(1) 実験方法

試料を元気な葉にのせて、カメラのインターバル撮影機能を用いて、反応の様子を撮影し、タイムラプス動画を作成して触毛や葉身の変化を観察した。

(2) 実験1の振動の与え方

粘液に付着したものが昆虫として認識する方法として、振動の有無が考えられた。モウセンゴケに振動をあたえる装置を自作した。

(3) 評価方法

触毛と葉身の運動を5段階で評価した。

- 1: 触毛または試料がわずかに動く
- 2: 触毛がはっきりと動く
- 3: 葉身がわずかに屈曲する
- 4: 葉身が10°~45°程度屈曲する
- 5: 葉身が45°以上屈曲する

5. 結果

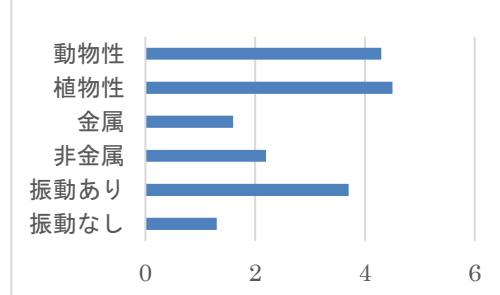
実験1 振動の有無による反応の違いを調べるために、振動を与えた実験を3タイプ実施し15のデータを得た。振動を与えない実験も3タイプ実施し、20のデータを得た。振動がある場合評価は3.7、振動が無い場合の評価は1.3となった。

実験2 ハエやマグロ、エビ、ボウフラ、豚肉など動物性の試料31種類をつかい191データを得た各実験について最頻値を求め、最頻値の平均値を求めたところ4.3となった。

実験3 植物性の試料として、ブドウ・メロン、花粉など19種類の試料で実験し110のデータを得た。各実験の最頻値を求め、最頻値の平均値を求めたところ、4.5となった。

実験4 非生物的な試料として金属では試料9種類をつかい62のデータを得た。各実験について最頻値を求め、最頻値の平均値を求めたところ1.6となった。非金属では試料7種類をつかい37のデータを得た。各実験について最頻値を求め、最頻値の平均値を求めたところ2.2となった。

図 試料の種類と捕虫運動の大きさ



6. 考察

これまでモウセンゴケは降雨には反応しないとされてきたが、降雨でも触毛の運動はおこる。さらにハエトリソウのように昆虫を区別することなく捕虫運動がおこることが確認された。

植物性の試料に対しても動物性の試料と変わらずよく反応した。この事実は、祖先の植物が粘液を分泌するようになり、やがて風に飛ばされてきた花粉や種子などを栄養源に活用してきた進化の過程を暗示していると考えた。

スターカウント法による暗黒星雲の観測

兵庫県立大学附属高等学校

自然科学部天文班

2年 朝日裕真, 橋本悠葉

佐藤悠稀, 藤本虹乃

1年 大符航未

1. 動機及び目的

私たちは、可視光における星の分布と、天文学者が電波観測で調べた暗黒星雲の分布を比較しようと考えた。昨年度の研究で暗黒星雲のおおまかな分布を可視光でも解析できることが分かったため、今年度は観測の範囲を変えて引き続き暗黒星雲の観測を行うことにした。

2. 方法

観 測：2018年2月12日に、学校の天文台でデジタルカメラを使い、オリオン座周辺の画像を撮影した。

カメラ：NikonD5100、

レンズ：NIKON180mm F2.8、

赤道儀：タカハシ EM-10 で追尾

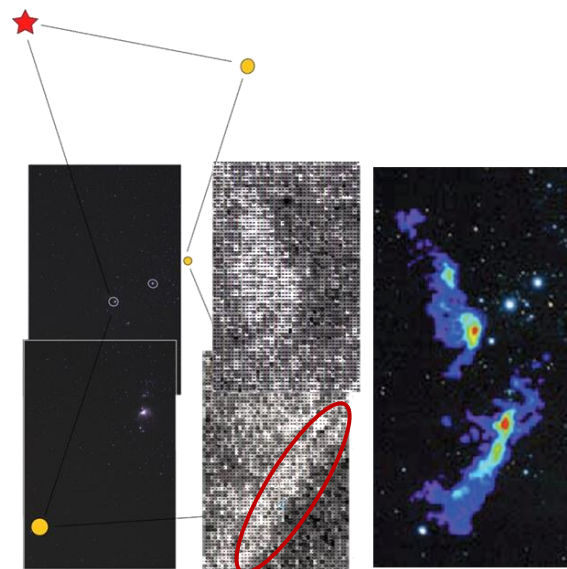
ISO：1600

露 出：30 秒

- ① すばる画像解析ソフト“Makali`i”を用いて撮影した写真を5枚重ね合わせ、画像解析ソフト“Stella Image”で明るさを調節し、A0サイズの用紙に印刷した。
- ② 印刷した写真を2cm四方のマス目に区切り、そのマスの中の星の数を数え、星の分布を明らかにし、その結果から暗黒星雲の分布を調べた。
- ③ 電波による暗黒星雲や大学の研究結果と比較した。

3. 結果および考察

下に示す図は左側の画像は観測した領域の写真である。中心の画像は本研究のスターカウントの結果で、マス目の中の色が濃いほど星の数が多いことを示している。右側の画像は一酸化炭素分子(CO)が放出するスペクトル線で見えた様子を重ねて示されたものである。電波画像の色は、電波輝線の強度に応じており、赤の強度が最も強く、青になるほど強度が弱いことを示している。昨年度の報告と同様に、今回解析した領域でも、スターカウントの結果がスペクトル線の電波画像とほぼ一致することが分かった。また、今回の解析では、中央の画像の太線で囲まれた領域に、境界線のようなものが見られた。他の領域濃淡がはっきり出ていることから、これには何らかの原因があると考えられる。



〈参考画像：S. Sakamoto/NRO〉

4. 今後の方針

境界線のできた原因を明確化するため、磁場の歪みや銀河面との関係性を探していきたい。また、星の分布の偏りが星雲によるものか調べるため、分光した写真ごとに星の数の違いを調べていきたい。

ナガレホトケドジョウの研究とその他の活動報告

兵庫県立大学附属高等学校 自然科学部生物班

～その他の活動について～

植物グループ

2 年 米津快飛・中村光・恒藤啓太

1. 主な活動内容

私たちは、ムラサキ、ヒシモドキ、アサザ等の希少植物の保護を目的とした栽培を行ってきた。また、地域の人々に植物についてより知ってもらうため、オジギソウの栽培や押し花作製を続けている。

2019 年度からは、学校屋上の緑化活動や夏季長期休暇中の昆虫採集合宿を始めた。また、これまでは昆虫を中心としてきた標本作製も、今後は昆虫に限らず、爬虫類・両生類・魚類の透明骨格標本、透明樹脂封入標本の作製に取り組んでいく予定である。

2. 学校屋上の緑化活動について

学校屋上の緑化活動では、カボチャ、スイカ、キュウリ、トマト、トウモロコシ、アサガオの栽培を行った。スイートコーンとポップコーン、カボチャは種子から、スイカ、キュウリ、トマトは苗から栽培した。スイカは腐敗により食すことはできなかったが、その他 4 種は、収穫時期の超過や虫害により可食量に差異はあるものの、私たち自身で食すことができた。

今後はクズ、フジをはじめとした蔓植物を中心に屋上の緑化を進めていく予定である。

3. 昆虫採集合宿について

夏季長期休暇中に昆虫採集合宿を行った。これは 2019 年度から新たに始めた活動で、ライトトラップによって昆虫を採集し、標本作製した。事前の予想と異なり、甲虫類の個体数は少なく、多数のカメムシ類が採集できた。これは野獣の危険性を考えて学校敷地内で採集を行ったため、周辺に複数の電灯が存在したことで、山林に生息する甲虫類よりも、学校敷地内に生息するカメムシ類がライトトラップに集中したことが原因と考えられる。

今後は夏季だけでなく、秋季や冬季にも行う予定であり、ライトトラップ以外の採集方法も実践していきたい。

～ナガレホトケドジョウについて～

ドジョウグループ

2 年 三間将聖・宮原直哉

1 年 竹内一世・岡田勘三郎・山根翔

正司昌也

1. 研究動機と目的

私たちは昨年 2 月に学校付近の沢でナガレホトケドジョウを発見し、いろいろな調査を始めた。50 年前にはナガレホトケドジョウが生息していなかったと考え、50 年前に生息していなかった要因を突き止めるため、生態と生息環境を調べてきた。その過程でナガレホトケドジョウの移動行動が水位の変動のきっかけになっていると考えられたため、さらに詳しく調べることにした。

2. 方法

①捕獲した個体の捕獲場所、腹部の白色線形状の記録をとり、捕獲した場所に返す。白色線の記録は、昨年開発した、冷水麻酔を利用した個体識別法を用いる。個体識別をすることで、個体数や行動を推定できると考えたのである。

②それまでのデータと比較し、新しい個体なら番号を付ける。

3. 結果と考察

捕獲した 135 個体中 14 個体を再捕獲することができた。14 個体の移動を見ると、同じ場所にとどまる個体と遡上する個体がほぼ同じ数いたが、降下する個体は少なかった。以下は再捕獲個体の記録の一部である。

日付	2018.10/27	2019.7/8	日付	2019.3/7	2019.3/14
捕獲地点(m)	0	+1	捕獲地点(m)	0	0
↑ No.23の個体 74mm			↑ No.89の個体 50mm		
日付	2018.11/7	2019.3/18	日付	2019.7/8	2019.8/8
捕獲地点(m)	0	+41	捕獲地点(m)	0	+6
↑ No.56の個体 61mm			↑ No.118の個体 61mm		

※放流位置を基準（0m）に上流を正（+）、下流を負（-）とした。

沢の本流に近い側に小さな個体が多かったことや、遡上した個体の多くが約 50 mm以上の成長した個体のみだったことから、小さいときは本流に近い側で過ごし、成長してから遡上していると考えられる。また、住みやすい場所を見つけると、定住するとも考えられる。

4. 今後の課題

白色線での個体識別法の効率が悪く、調査個体数を増やすことができなかったため、もっと効率のいい方法を考えていきたい。

プロペラの羽根と風力の関係

兵庫県立豊岡高等学校 生物自然科学部
2年 村尾侑、高木康成、安田凜香子、
近藤僚洋、樋本玄、中嶋陸斗、三谷佳布

1. 動機及び目的

昨年の研究を引き継ぎ、プロペラの羽根の角度に着目し風力との関係を研究しようと思っていた。しかし、実験の最中に、羽根の残像の中にプロペラの回転と逆方向に回るオレンジ色の線があることを発見した。回転が速くなるにつれて線が見えなくなることから、この現象には動体視力が関係しているのではないかと考え、線の正体を突き止めてみようと思った。

2. 実験と結果並びに考察

まず、高校生と先生で線の見え方に違いはあるのか調べたところ、見え方に違いはなかった。高校生と先生では動体視力に差があるはずだが、見え方が一緒なことから動体視力は関係ないと推測できる。次に、黒い機体に白いプロペラを取り付けて実験を行ったのにも関わらず、オレンジの線が見えたのかということに着目した。調べてみると、無彩色が何らかの状況において有



彩色に見える、主観色というものがあることが分かった。これを応用したものがベンハムのコマ(左図)である。ベンハムのコマは白と黒のみで構成されているが、回すと個人差はあるがオレンジや茶色といった有彩色

に見える。今回観測できたオレンジの線も同じ原理で見えたかと推測した。また、オレンジの線が見えた際に、蛍光灯をつけて実験していたことと、先行研究から逆回転して見えたのはストロボ効果が原因ではないかと考えた。ストロボ効果とは、動く物体の回転数と蛍光灯の点滅数に僅かな差が生じ、これにより物体が一回転するよりも早く蛍光灯の光が動く物体に当てられ、人間がその時にプロペラが一回転したと認識する現象のことである。これが繰り返されることにより、動く物体がゆっくり回転したり、逆回転したり、止まったりして見える。今回の実験では、この現象によりオレンジの線が逆回転して見えたのではないかと推測した。これを確かめるため、蛍光灯を付けずにプロペラを回したところ、線は見えなかった。次に太陽光のもとで回してみたが、やはり線は見えなかった。ここで太陽光を用いたのは、ストロボ効果が太陽光下では起こらないからである。これらより、羽根の残像の中に線が見える現象にはストロボ効果が関係していると推測できる。さらに、この仮説が正しいかを確認するために、太陽光を遮断した状態で、懐

中電灯の光を用いてプロペラに光を当て、線が見えるかどうかについて追加実験を行ったところ、この場合では線を観測することが出来なかった。また、色を確認している時にプロペラの羽根の枚数によって線の出るタイミングが違うことに気づいた。そこで、プロペラの羽根の枚数ごとに電源を入れてから線が見えるまでの時間を計測した。今回はプロペラの回転数に差異がでないようにするために、同程度の質量かつ、羽根の取り付け角度が同じである4枚、5枚、6枚、8枚、10枚の羽根を用いた。下記の表はその結果である。

枚数(枚)	4	5	6	8	10
見えた線(本)	8	5	6	8	10
平均(秒)	2.04	3.44	2.50	1.71	1.29
質量(g)	17.36	17.24	17.25	17.08	17.10

4枚羽根以外では、羽根の枚数を増やすごとに線が見えるまでの時間が速くなった。これは、プロペラの羽根同士の間隔が狭くなっていることが関係していると推測できる。また、5、6、8、10枚羽根の場合では羽根の枚数と同じ本数の線が見えたが、4枚羽根は枚数とは違い8本の線が見えた。また、5枚から10枚に羽根の枚数が増えるにつれて観測できる時間が短くなっている。しかし、4枚羽根は5枚羽根や6枚羽根より羽根の枚数が少ないのにも関わらず、それらよりオレンジの線が見える時間が短いという結果になった。

3. 展望

プロペラの色や扇風機本体の色を変えると、見える色もまた変わるのかを調べたい。また、追加実験の結果より、オレンジの線が見えた原理として、主観色によるものではなく、ストロボ効果の残像によるものである可能性が出てきたため、どちらが原因なのかさらに追加実験を行って調べたい。そして、4枚羽根だけがなぜ他の枚数の羽根と同じような傾向が見られなかったのかを、3枚羽根を用いて検証し、なぜそのようになるか調べたい。

4. 参考文献

- 1)「テレビの中の自動車のタイヤが逆に回って見える時があるのはなぜか」
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/img/kyouiku/attachment/903125.pdf>
- 2)「回転しているプロペラを撮影した映像による人間の視覚の検証」
<http://www7b.biglobe.ne.jp/~shinji-k/V2J.pdf>
- 3)「『フェヒナー色』と「高橋・萩元・桑木・神之菌現象」の研究」
<http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/Takahashi-Hagimoto-Kuwaki-Kaminosono-phenomenon2013.pdf>

カブトエビの生態に迫る！

兵庫県立洲本高等学校 自然科学部
2 年 倉本樹
1 年 北山史竜 藤井陽向 平田一翔
長田豪文 出口仁哉 西原正揮

1. 動機及び目的

昨年度、淡路島内の洲本市、南あわじ市で、カブトエビの生息調査を行った。今年度は昨年の予備調査を踏まえ、洲本市に絞って生息調査を行った。

また、昨年度カブトエビの飼育をする中で、カブトエビの背泳行動に興味を持った。背泳行動とは、腹部を上にして宙返りをするように泳ぐ行動のことである。この行動の意味を考えたとき、カブトエビの腹部にある鰓脚に注目した。鰓脚は酸素を取り入れる鰓の役割も果たす脚である。背泳行動により、この鰓脚を水面近くで動かすことにより、底部よりも溶存酸素量が高い水面で酸素を取り入れると考えた。そこで、「水中の溶存酸素量が少なくなると、背泳行動の回数が増える」と仮説を立て、水温、溶存酸素量、背泳行動回数の計測を行うことにした。

2. 方法

- ① 洲本市内の水田で、カブトエビ生息の有無、水温、溶存酸素量を調査した。
- ② カブトエビが生育できる 20～35℃の範囲で、1℃ずつ水温を変化させ、5 分間の背泳行動回数と溶存酸素量を計測した。（表 1）

3. 結果

① 生息地調査について

5 月下旬から調査を始め、6 月上旬から 7 月上旬の間、洲本市物部、五色、宇山、下加茂、中川原で生息を確認した。（図 1）生息しているカブトエビは、尾の付け根にある棘の並び方を観察することで、すべ

てアメリカカブトエビであると同定した。



図 1 生息地調査結果

濃い丸印：生存確認 薄い丸印：生存未確認

② 温度の変化による背泳行動の増加

表 1 の結果から、水温と溶存酸素量の関係には強い負の相関がみられた ($r=-0.98$)。つまり、水温が上がると溶存酸素量は下がるといえる。それに対し、カブトエビの背泳行動は、温度変化と弱い負の相関を示した ($r=-0.28$)。26～31℃の間には、背泳行動は観察されなかった。また、背泳行動と溶存酸素量の関係には、弱い正の相関がみられた ($r=0.39$)。

4. まとめ

①の結果から、洲本市で確認できたのはアメリカカブトエビのみであった。今後は淡路島全域での調査を実施したい。

また、②の結果からカブトエビが見せる背泳行動は、水温や水中溶存酸素量によって引き起こされるのではなく、他の要因も考えられる可能性が出てきた。また、26～31℃の間、背泳行動が観察されなかった理由についても、今後、引き続き実験を続け、データ量を増やすことで調べていきたい。

5. 参考文献

1) 秋田正人 (2000), 『生きている化石<トリオプス>カブトエビのすべて』, 八坂書房

表 1 温度変化による背泳行動の回数の変化

水温(℃)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
背泳行動回数	3	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	1	0	0
溶存酸素量	10.4	10.1	9.8	9.1	8.9	8.8	8.7	8.1	7.9	7.5	7.3	7.5	7.3	6.8	6.8	6.6

物理

高高度モデルロケットの開発Ⅱ

—淡路島で一番宇宙に近い場所を目指して—

兵庫県立洲本高等学校 科学技術部

3年 毛笠友瑛, 工藤拓巳, 柳 諒典

2年 中野祐輝

1年 赤穂幸哉, 雨松周哉, 太田楽人

菅沼優一, 高鍋祥汰, 登 開生

平野永都, 藤江利宇, 前川純輝

前田健翔, 山中啓生

1. 動機及び目的

私たちは昨年度よりモデルロケットの研究に取り組んできた。2018年度後半より、風洞装置を自作し、抗力係数を計測する実験を行ってきた。空気抵抗が少なくなる機体を開発することを目的とし研究に取り組んだ。

2. 実験方法

2-1 抗力係数

抗力係数とは、一様な流れの中に置かれた物体が流体から受ける流体力のうち流れ方向の成分である抗力の無次元数である。抗力係数 C_d は次式の①式で表される。

$$C_d = \frac{D}{\frac{1}{2}\rho V^2 S} \cdots \textcircled{1}$$

ここで $D(N)$: 抗力 $\rho (kg/m^3)$: 流体の密度

$V(m)$: 流体の速度 $S(m^2)$: 物体の断面積

2-2 自作風洞装置の概要としくみ

私たちは風洞装置を木材と塩ビパイプで作成した。測定洞は縦 30cm×横 30cm×高さ 91cm の大きさである。下部の送風機で空気を吸い出しロケットの機体を電子天秤に接して吊るし、電子天秤で質量の増加を求め、抗力係数を求める。

2-3 ノーズコーンについて

また、本研究ではノーズコーンの長さ÷直径＝口径比と呼ぶことにする。先行研究によるとオジーブ型の抗力係数が最小となっていて特に口径比 3 のノーズコーンが最良と言われている。そこでオジーブ型のものを中心に抗力係数を求め、比較として円錐型ノーズコーンの抗力係数を求めた。これらのノーズコーンは ABS 樹脂を素材に 3D プリンターを用い私たちが作製した。

2-4 羽根について

羽根の形状についてはモデルロケットに用いられる後退翼や三角翼など 6 種類を計測することにした。羽根の高さは 3cm で統一している。また、枚数については、モデルロケットでよく使われている 3 枚羽根と 4 枚羽根を実験した。今回は、9 種のノーズコーンと組み合わせ機体の形で計

測した。すなわちノーズコーン 1～9 と羽根 A～F を組み合わせ、さらに 3 枚と 4 枚羽根の計 108 通りの抗力係数を求めた。

3. 実験結果と考察

3-1 ノーズコーンの C_d

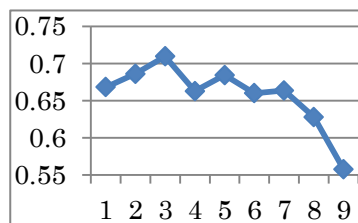


図1 ノーズコーンのみの抗力係数
横軸はノーズコーンの番号で縦軸は抗力係数である。

抗力係数 C_d 値が小さいノーズコーン 8, 9 は円錐型であり、オジーブ型が優秀であるという先行研究の結果とは逆の結果になっている。また口径比 3 のオジーブ型のものが最良とされているが、我々の結果では口径比 4.5 のものが優秀であった。

3-2 羽根の抗力係数 C_d

羽根の枚数に関わらず円形の羽根を取り付けた場合に抗力係数が下がっている。角張った部分がある羽根の抗力係数は大きかった。これは先行研究の通りであった。また 4 枚羽根の機体は抗力係数が小さくなっている。羽根は摩擦抵抗を生む抵抗体だが枚数が多い場合に抗力係数が下がるのは大変興味深い。

3-3 実機による検証

風洞装置での実験は風速 10m/s 弱であり、速さは 36km/h に相当し、レイノルズ数を考慮すると、最高速度 100km/h を超えるロケットの飛行を十分に検証しているとは言えない。十分な実験を行ったとは言えないので、ロケット教室を開催した際に子供たちに協力を得て実機の打ち上げを行なった。その結果を図 7 に示す。

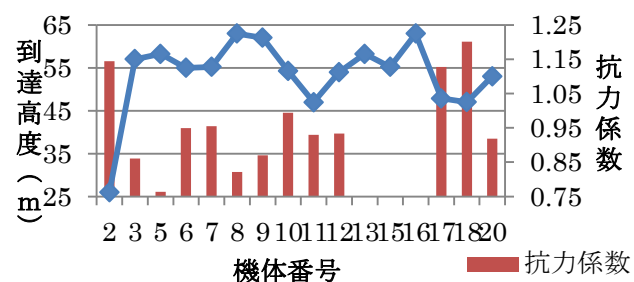


図2 実機による検証

棒グラフの高さが低いものは抗力係数が小さい優秀な機体である。折れ線グラフは実機の到達高度を示す。概ね風洞実験に沿った結果が出ている。

以上の結果から現時点で最も高高度に到達する機体のパーツを決定した。

4. 参考文献

1) 手作りロケット完全マニュアル

久下洋一著 誠文堂新光社 2000年

活動報告 ～化学部・生物部の取り組み～

兵庫県立津名高等学校 化学部・生物部

2年 的崎文裕、武田陽向

1年 中原健太

1. 文化祭でのサイエンスショー

2019年6月14日に津名高校で行われた文化祭にて、サイエンスショーや展示・販売を行いました。

<サイエンスショー>

パンジーチャイム

それぞれ長さの違う金属パイプを数本落とすことで音階を作り出し、曲を演奏する実験を行いました。途中からは一般の方に協力してもらい、長尺の曲の演奏を試みました。

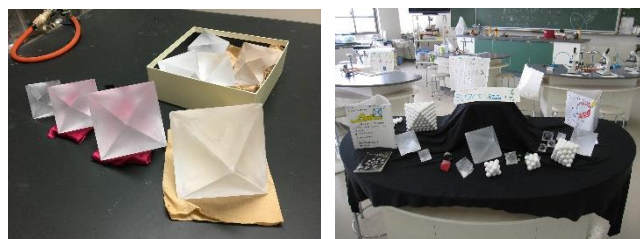
象の歯磨き粉

過酸化水素に少量の食器用洗剤と少量の二酸化マンガンを混ぜ、酸素の泡が噴きあがる様子を披露しました。



<展示・販売>

これまでの実験をまとめたポスターやミョウバン結晶の展示、ファージのストラップ・手作りホウ酸団子の販売を行いました。



2. サイエンス体験広場への参加

8月18日に淡路市文化会館で行われたサイエンス体験広場にて、以下の体験ブースの出展とサイエンスショーを行いました。

<葉脈標本>

水酸化ナトリウムで煮た葉を、中和し、水につけて歯ブラシでやさしく擦ると、葉肉だけがはがれて葉脈が残ります。それをラミネートすれば完成です。小学生だけでなく、保護者の方にも人気でした。

<スーパーボール作り体験>

液状のゴムにレモン果汁を入れて割りばしで混ぜると固形のゴムが絡まります。その絡まった固形のゴムの形をととのえれば完成です。

<液体窒素を用いたサイエンスショー>

披露した実験の内容は、

- ・液体窒素に花を入れて握る
- ・液体窒素で凍らせておいたバナナで釘を打つ
- ・液体窒素にマシュマロを入れて食べる
- ・液体窒素で濡らしたティッシュペーパーを筒に入れて蓋を飛ばす。
- ・液体窒素に一瞬だけ手を入れる など

大勢の前で実験を披露するにあたって不安もありましたが、練習を繰り返し、本番ではたくさんの歓声と拍手を頂きました。



3. オープンハイスクールでの模擬実験

8月20日、21日に2日間にわたって行われた本校のオープンハイスクールにて中学生に向けて液体窒素を使って模擬授業を行いました。「2. サイエンス体験広場」の実験に加えて、液体窒素によって冷やされた空気中の酸素を試験管に集める実験を行いました。



4. 栽培

現在、校庭の花壇の一面でトマト、キュウリ、サツマイモなどを栽培しています。収穫した野菜を持って帰り、おいしく食べることもできました。また、実験室にて、水耕栽培用の装置を用いたレタスの栽培も行いました。



迫る大津波！～地形からみた福良の防災

兵庫県立淡路三原高等学校 自然科学部地学班
2年 村本直也、土井康佑、山口泰知、
秦一心、阿萬野龍馬
1年 長尾郁和、池田竜陸、豊田桜太

1. 動機及び目的

南海トラフを震源とする巨大地震は今後、30年以内に起こるといわれている。その時、地震に伴って巨大津波も発生する可能性がある。私たちの住む淡路島の福良町では、大きな被害が予想されている。そこで過去の地震や津波、現在の地形などの観点から地域性を踏まえて避難経路や避難場所は適切に設定されているのか検証した。

2. 南海トラフ地震についての基本情報

南海トラフとは四国の南側の海底にある水深4000mの深い溝のことである。プレートテクトニクスの考えによれば、南海トラフはフィリピン海プレートとユーラシアプレートによる収束する境界の一つである。

過去の南海地震(1600年以降)

1605年 慶長地震 M7.9

1707年 宝永地震 M8.4

1854年 安政南海地震 M8.4

1946年 昭和南海地震 M8.0

例えば、1707年の宝永地震のように駿河湾から四国沖の広い範囲で同時に地震が発生したり、1944年の昭和東南海地震から2年後に発生した1946年の昭和南海地震のように、その時間差にも幅があります。

3. 解析① ～地震の発生時期を予測～

南海トラフを震源とする地震で地震時隆起の累積と発生時期に関係があることを知った。そこからプレート間に溜まった力は地震ごとに開放されると考え、過去の南海トラフでの地震における累積マグニチュードと発生時期の関係を図1にまとめた。

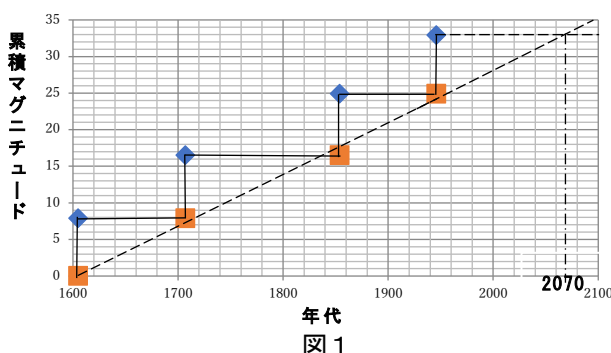


図1

図1より次の南海トラフ地震は2070年頃に起こると予想した。

4. 解析② ～福良町での津波の高さと到達時間の予測～

海洋政策研究所の2012年1月20日の研究文章より

$$H = \sqrt[4]{(h_1/h)H_1}$$

上のグリーンの法則を用いて津波の高さを計算した。津波は水深が浅くなるほど大きくなるため、陸に近づく

ほど大きくなる。海岸線付近では、津波の高さは8.0mと予想した。そして福良は湾奥にあるため、さらに波の合成によって波が大きくなると考えた。

また、海洋政策研究所の2012年01月20日の研究文章より

$$\text{津波の伝播速度} = \sqrt{gH}$$

を用いて計算すると、福良町での津波到達時間は約29分だった。

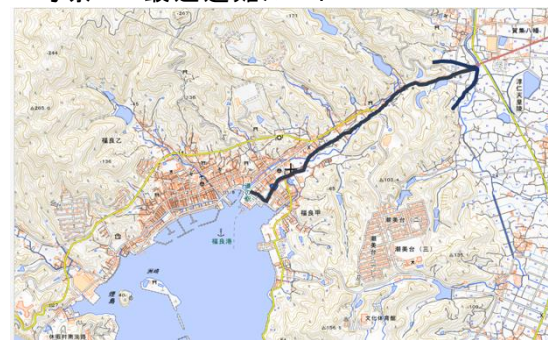
5. 実地検分 ～福良町の避難経路を歩いて～

避難場所に行くまでに、木がたくさん植えられていたり、高い塀がたくさんあり、また地震の時に倒れてくると避難の妨げになる。

看板が見づらく、分かりづらい。

道路の整備状態が悪く、歩道がないところがあり、避難に時間を要するなどの問題点が散見された。

6. 考察 ～最適避難ルート～



自分たちが考えた最適避難ルート

福良の中心部を出発点にし、国道28号線を北東の方向に進む。上のルートを逃げた場合、津波が来ないと予想されている場所まで徒歩で約20分で移動できる。

【選択理由】

- ・急な坂や細い道がほかの避難所と比べて少ない
- ・福良を初めて訪れた観光客にも道が単純かつ広くてわかりやすい。

【危険性・デメリット】

- ・国道沿いに街路樹や街灯が並んでおり、倒れる危険性がある。

8. 反省と今後の課題

地震は明日に起きるかもしれないし、自分たちが予想した50年後かもしれない。5年以内にできることとして、避難経路の整備がある。10年以内にできることとして、町のかさ上げや持続可能な産業化などがある。自分たちは今できることを少しずつ実行していく必要がある。

9. 参考文献

徳島地方気象台

<http://www.jma-net.go.jp/tokushima/nankai/tokuty-o.htm>

兵庫県 CG ハザードマップ

<http://www.hazardmap.pref.hyogo.jp/?smode=pc>

OPRI 海洋政策研究所

<https://www.spf.org/opri/newsletter/275>