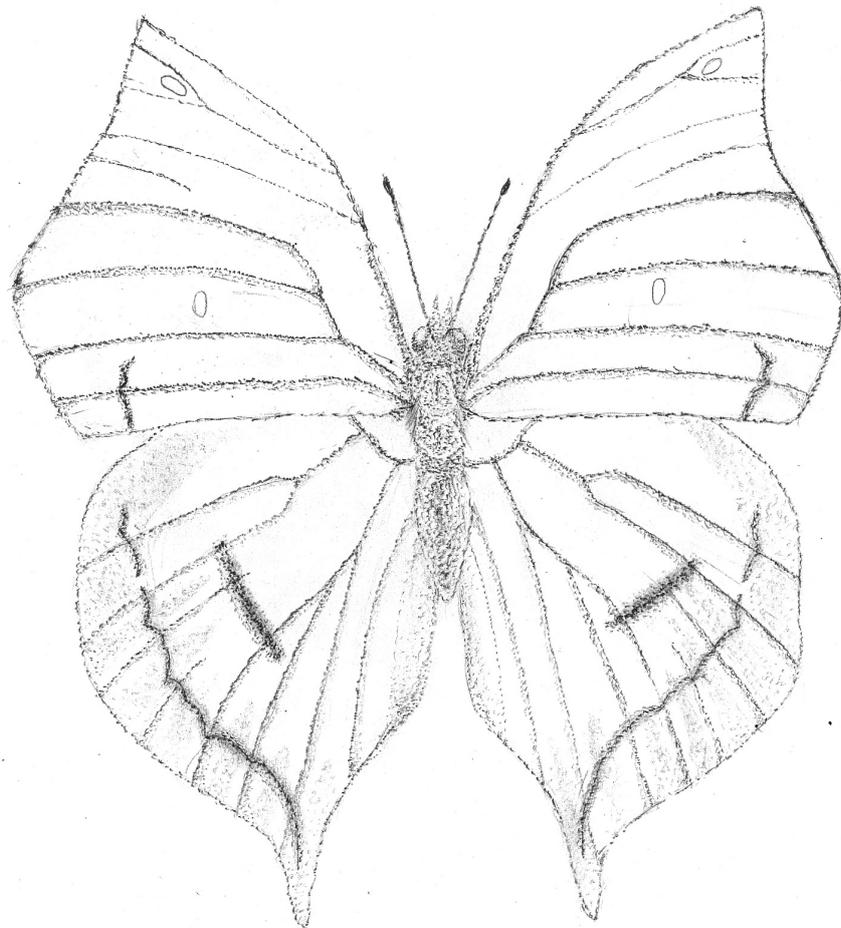


第58回 生物研究の集い 要旨集 ③



Kallima inachus

東京農業大学第一高等学校移中等部
鈴木硯介

— 展示発表編 (25~51) —

主催	東京生物クラブ連盟
日時	2025年2月15日 9:30~
場所	学習院大学 西5号館



学習院女子高等科
工藤美奈
「ハス」

展示発表編 (24～51)

24 パパインとアタック Zero を使った透明標本

聖徳学園高等学校

山田 織人 (高2) 鈴木 奏馳 (高1) 川瀬 善士郎 (高1)

1. [はじめに]

約半年程前から、透明標本という魚類や小型動物の筋肉を、タンパク質分解酵素が入っている薬品で透明化し、染色液で骨を染める標本実験を行っていた。実験をした結果、透明化させるために必要なタンパク質分解酵素が入っていれば、条件は少し変わるが透明化ができると明らかになった。そこで今回は、日常的に使われる酵素入り洗剤と、青パパイヤに含まれ洗剤などにも利用されている、タンパク質分解酵素であるパパインを使い、透明化の仕上がりにどのような違いが生じるのかを調べることを目的とした。

2. [実験方法]

- ① 小アジ6匹(以下、アジという)をホルマリンに1日漬けて、筋肉を固定させる。
- ② 薬剤を浸透しやすくするため、ホルマリンに漬けたアジの皮と内臓を除去し、目を針で刺す。
- ③ その後無水エタノールにつけて、脱水させたのち、無水エタノールと氷酢酸の割合4:1の混合液を作る。そこに染色液のアルシアンブルーを2.5ml添加して1日漬ける軟骨染色という、軟骨だけを青色に染める作業をする。
- ④ 軟骨染色で使った混合液は酸性なので、ホウ砂飽和水溶液を使って1日かけて中和する。
- ⑤ 大、中、小のサイズのアジ1匹ずつを1グループにしてそれを2グループ作る。それぞれパパイン、アタック Zero に1ヶ月、各酵素の活性化温度(約40℃)で漬ける。
- ⑥ 適度に透明化したら、蒸留水で余分な酵素を抜き、今度は1%水酸化カリウムに染色液のアリザリンレッドを耳かき1、2杯分入れて、1日漬ける硬骨染色という、硬骨を赤色に染める作業をする。
- ⑦ 最後に、グリセリンを20%、40%、60%、100%と段階的に1日ずつ漬けて保存する。身が崩れそうでない場合は、10%水酸化カリウムをグリセリン60%の時に1:1で加える

3. [実験結果]

アタック Zero : どのサイズも均等におおよそ綺麗な標本になった。

パパイン : 1番大きいサイズのアジはやや崩れてはいるが一応透明化に成功した。残り2匹のアジは大きく形が崩れており、特に1番小さいサイズのアジは原型が見られないほど崩れてしまった。

このことから、アタック Zeroの方がサイズに依存せず、安定した透明化が可能であることが分かった。

4. [考察]

実験結果から、アタック Zeroに入っている酵素の成分は定かではないが、おそらく組織分解が過不足なく起こったので、過剰分解が起きず、比較的穏やかに作用したと考えられる。なので、脂質を分解してくれる脂質分解酵素(リパーゼなど)



アタック Zero



パパイン

が入っていた可能性がある。また、水酸化カリウムやグリセリン濃度の調整により、透明化後の組織崩壊を抑えつつ保存性を高めることができた点も、安定化した透明化につながった要因になったと示唆される。一方でパパインがうまくいかなかったのは、途中までは形がどれも崩れずに分解されていたので、漬けた時間が長かったのと、濃度の調整が最適ではなかったことが主因であったと考えられる。さらに、透明化の初期段階から比較的強めに分解されていたので、分解速度が速くそれが作用された可能性がある。以上の結果から透明化の成否は、タンパク質分解酵素の有無だけでなく、分解対象となるタンパク質と脂質のバランスや、分解速度の制御が重要であることが示唆された。

5. [今後の展望]

今回の結果から、家庭で使われている酵素でも、綺麗に透明化出来ると結論づけた。しかし、パパインの適している濃度や漬ける時間を明らかにするというのが課題になった。今後は、濃度や漬ける時間の条件を変えて比較し、更に綺麗な透明標本を目指していきたい。また、パパインに加えて脂質分解酵素のリパーゼを使ったらどのようになるかも実験していきたい。

6. [参考文献]

作り方を学ぶ ゆめいろ骨格堂 | 神畑養魚

株式会社

<http://yumeirokokkakudo.kamihata.net/toumeihyouhon/tsukurikata.html>

25 武蔵越生高等学校周辺の川の水生昆虫調査比較

武蔵越生高等学校 科学部

2 学年 山内煌之佑 小澤大海 功刀大和 横山陽介

1 学年 小野陽翔 鈴木碧瑠

1.目的

武蔵越生高等学校内には、1級河川に相当する毛呂川の一部が流れている。本校科学部の記録で毛呂川と同じ埼玉県内の1級河川高麗川で水生昆虫の水質調査を5年間行った。今年度も高麗川の調査結果と毛呂川の調査結果と比較し、共通点や相違点などを調べた。

2.調査方法・スコア算出方法

A.調査日・調査地点

- 2024年8月2日 高麗川 本校から自動車で10分にある北平沢運動場近くの地点
- 2025年7月24日 高麗川
- 2025年7月22日 毛呂川 校内から徒歩3分上流の地点



B.調査方法

各調査地で採集した水生昆虫をエタノール溶液入りのビンに保存し、後日「日本産水生昆虫」を参考に水生昆虫の「科」まで同定し、記録した。

C.日本平均スコア表

環境省のサイトにより「水生生物による水質評価法マニュアル」を参考にスコアを算出した。

平均スコア＝採集した水生昆虫のスコア÷総科数

平均スコア階級	
平均スコアの範囲	河川水質の良好性
7.5以上	とても良好
6.0以上7.5未満	良好
5.0以上6.0未満	やや良好
5.0未満	良好とはいえない

A 高麗川 2024年 集計結果			
No	生物名(科)	採集数	スコア
1	カワゲラ	4	9
2	アミメカワゲラ	5	9
3	ヒラタカゲロウ	42	9
4	ヒゲナガカワトビケラ	31	9
5	カクスイトビケラ	1	10
6	シマトビケラ	12	7
7	ヒル	3	2
8	サナエトンボ	26	7
9	ヘビトンボ	13	9
10	ガガンボ	1	8

B 高麗川 2025年 集計結果			
No	生物名(科)	採集数	スコア
1	カワゲラ	5	9
2	ヒラタカゲロウ	25	9
3	ヒラタドロムシ	7	8
4	シマトビケラ	16	7
5	ヒゲナガカワトビケラ	22	9
6	ヒル	1	2
7	オニヤンマ	7	3
8	サナエトンボ	1	7
9	ムカシトンボ	1	9
10	ヘビトンボ	1	9
11	ナベブタムシ	2	7

C 毛呂川 2025年 集計結果			
No	生物名(科)	採集数	スコア
1	コカゲロウ	2	6
2	ヒラタカゲロウ	23	9
3	チラカゲロウ	3	8
4	ヒラタドロムシ	8	8
5	シマトビケラ	7	7
6	ヒゲナガカワトビケラ	22	9
7	ヒル	3	2
8	オニヤンマ	1	3
9	サナエトンボ	3	7
10	ミズムシ	6	2
11	ブユ	1	7

集計結果	A	B	C
出現科数	10	11	11
総スコア	75	79	68
平均スコア	7.5	7.2	6.2

表 1 A・B・C:各河川の採集した水生昆虫の採集数とスコア

表 2 A・B・C の総スコア,平均スコア

3. 結果

高麗川において2024年は10種類、2025年は11種類の水生昆虫を採集した。平均スコア階級を算出した結果、水質が2024年は「とても良好」、2025年は「良好」であることが分かった。また、毛呂川においては11種類の水生昆虫を採集した。同様に行い「良好」であることが分かった。しかし、同じ科数で平均スコアが1.0の差が出ていた。

4. 考察

上記の結果から高麗川、毛呂川の両方で水質が良好以上であることが分かった。2024年、2025年の高麗川を比べると、平均スコア階級が1年で「とても良好」から「良好」に変化し、この評価方法では水質が悪化したことが分かった。

さらに、昨年・今年の高麗川と毛呂川を比べると毛呂川のスコアが1番低く、高麗川の方が採取された水生昆虫の各スコアが高い科が多く存在していることがわかった。特にヘビトンボは、高麗川の方でしか採集されていない「水質が良好な箇所に生息する水生昆虫」である。過去の記録を遡ると、2020年の毛呂川でもヘビトンボが採集されていたが、それ以降は確認できていない。毛呂川も「良好」ではあるが今後の水質調査で生物相に変化が生じる可能性が考えられる。

また、高麗川と毛呂川で生息している水生昆虫が類似していた。これは同じ一級河川として川の形質が類似していて、同じ種類の水生昆虫が居住しやすくなっていると考えられる。

5. 今後の展望

高麗川と毛呂川の両方の川の調査を継続することでさらに生物種の割合などが定まってくると予想する。また、外来生物にも注目しながら活動したい。また環境DNAなどを採集し、同定作業以外で河川に生息する生物種を特定できればより、平均スコアの値が洗練されると考えられる。

6. 参考文献

- ・日本産業水生昆虫（東海大学出典）
- ・eo ユーザーサポート 水生昆虫写真鑑
<https://www.eonet.ne.jp/~suisaikontyu/>
- ・水生生物による水質評価法マニュアル - 日本版平均スコア法 - (環境省)
<http://www.env.go.jp/content/900543703.pdf>

26 野菜を美味しくする乳酸菌を探そう

創価高等学校 サイエンス部

2年 幸野聡・助川瑞貴

【背景】

近年、乳酸菌が健康の分野で大変注目されている。乳酸菌は、人間の体には良い影響を及ぼすことがわかっているが、私たちは乳酸菌が植物の成長にどのような影響を与えるのか疑問に思った。そこで2年前よりカイワレダイコンやコマツナ等を用いて実験を行った結果、野菜を用いて培養した液体が植物の成長を促進する可能性があること、さらに維管束や味への影響を与える可能性があることがわかった。これらについて、培養液に含まれていると思われる乳酸菌またはその生成物が影響を及ぼしたのではないかと考えている。また、私たちはこれを農業に応用できないかと考えた。そこで、廃棄物の活用もテーマに加えて、調理くずを利用した乳酸菌培養液を作製し、野菜の味に与える影響ならびに乳酸菌の培養と種の同定を試みた。

【材料と方法】

乳酸菌培養液は、市販のダイコン、キュウリ、ピーマンの可食部と、これらの調理過程で調理くずとして捨てられてしまう部分（ヘタや皮等の不可食部）を、それぞれ煮沸したコメの研ぎ汁に漬け、1日間常温で置いたあとに冷蔵庫で保管したものを使用した。

味の違いを確認するための野菜には、収穫までの期間が短いカイワレダイコンとブロッコリースプラウトを使用した。再現性をとるために室内での水耕栽培を行った。種子から栽培を開始し、発芽するまでは水のみを与えた。発芽後は、1日おきに水または乳酸菌培養液を希釈したものを与えて、草丈を測定・比較した。栽培後には10代～40代の男女7人で実食し、食感や味の濃さについて官能評価を行った。

乳酸菌の分離培養は、乳酸桿菌の分離用培地（粉末・BD Difco ラクトバシラス MRS 寒天培地）に、酸生成を確認するための塩化カルシウム粉末と、精製水をメジューム瓶に加えた後に、電子レンジで加熱し、沸騰と攪拌を繰り返して粉末を溶解させた。追加で滅菌するために、固化した翌日に同様にして加熱・溶解し、滅菌シャーレに入れて固形培地を作製した。翌日以降に固形培地に雑菌が繁殖していないことを確認し、乳酸菌培養液を塗布して、25℃の恒温槽にて好気ならびに脱酸素剤を用いた嫌気培養（三菱ガス化学 アネロパック）を試みた。形成されたコロニーを、新しい培地で培養することを繰り返し、分離を行った。

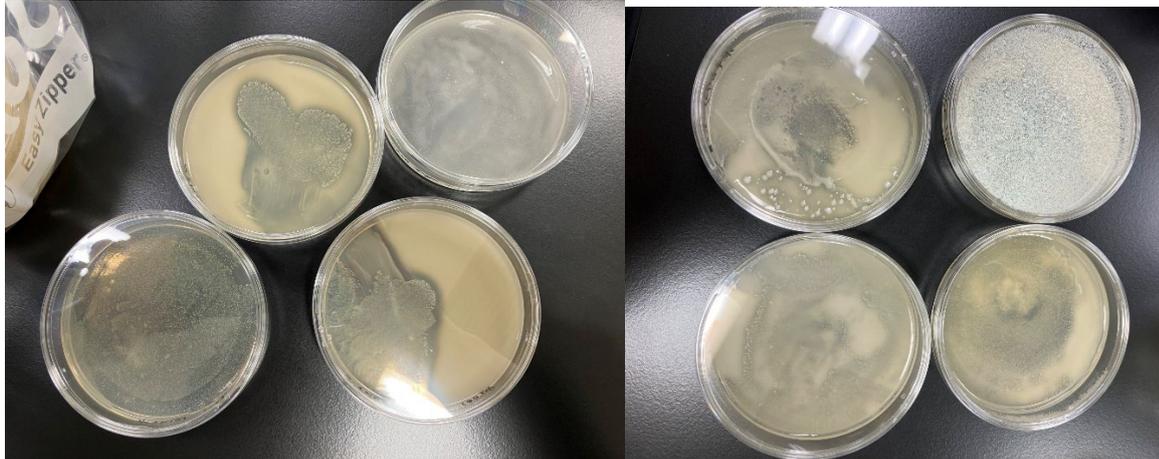
分離した種の同定を行うために、16S rRNA 遺伝子の PCR 増幅を試みた。酵素は EmeraldAmp® PCR Master Mix（タカラバイオ）を、バクテリアのユニバーサルプライマーとして B27F（5'-AGAGTTTGATCMTGGCTCAG）と U1492RM（5'-GGYTACCTTGTTACGACTT）を使用した。プライマー合成はユーロフィンジェノミクス（株）に委託した。PCR 条件は、95℃ 30 秒、60℃ 30 秒、72℃ 1.5 分を 25 回繰り返した。現在、PCR 増幅の確認に必要な試薬を準備しており、今後、1%アガロースゲル電気泳動で増幅産物を確認し、塩基配列解析をユーロフィンジェノミクス（株）に委託して行う予定である。

【結果と考察】

水耕栽培の結果、カイワレダイコンとブロッコリースプラウトの両方で味の違いが見られた。官能評価の結果、味の濃さ（辛さ）、硬さの点で調理くずを用いた培養液が最も評価が高かった。これは昨年度に行ったカイワレダイコンとエダマメを用いた実験でも同様の結果が得られており、やはり乳酸菌培養液が野菜の味の変化に影響を及ぼしていると考えられる。両方の野菜はアブラナ科に属し、イソチオシアネートという含硫化合物の辛味成分を含んでいる。乳酸菌培養液を与えたものの辛味が増したことから、この含有量が増

加したと考えられる。イソチオシアネートは抗がん、抗炎症および抗酸化などの効果から疾患予防や健康増進への寄与が期待されており、ブロッコリースプラウトで有名な成分のスルフォラファンもこれに含まれる。乳酸菌培養液を与えて栽培することでイソチオシアネートの含有量を増やし、野菜の機能性向上にもつなげられる可能性があると考えられる。

乳酸菌の分離培養について、好気培養と嫌気培養を行ったが、好気培養の方の生育が早かった。培地の一部が透明になったことから、酸生成を行うコロニーが形成されたと考えられる(下の写真)。コロニーの大きさから判別して、異なる乳酸菌が2種類存在すると予測された。



【今後の予定】

乳酸菌培養液中の成分で、何が成長に影響を与えているのかを特定するため、継続して水耕栽培を行う。また、乳酸菌のPCR後の分析を継続して行うとともに、培養が困難な種も含めた分析方法である、次世代シーケンスによる解析を行う。さらに、味や成長に与える影響について、再現性を得るために繰り返して実験を行い、将来的には廃棄される調理くずから、土壤に優しい液肥を作製したい。

【謝辞】

本研究は、株式会社リバネス「サイエンスキャスル研究費 アサヒ飲料賞 2023」ならびに公益財団法人中谷財団「2025 年度 科学教育振興助成(個別校助成)」を受けて実施しました。関係各位に厚く御礼申し上げます。また、研究に際してアドバイスを頂きました、アサヒ飲料株式会社の園田様、株式会社リバネスの立花様、創価大学理工学部長の黒沢教授へ感謝申し上げます。

【参考文献】

- ・奈良女子大学「乳酸菌と植物の共生」(https://nwuss.nara-wu.ac.jp/media/sites/11/ssh08_12.pdf)
- ・松井三郎「乳酸菌 *Lactobacillus fermentum* 403 菌が生成するオーキシン・サイトカイニンの分析方法の開発—プロバイオティク環境農業への応用原理」(https://www.jstage.jst.go.jp/article/jswtb/48/3/48_117/_pdf)
- ・田中尚人「乳酸菌を分離するための基本」(https://www.jstage.jst.go.jp/article/jslab/30/1/30_3/_pdf/-char/ja)
- ・鈴木チセ「食品からの乳酸菌の分離・簡易同定に関する操作」(https://www.fmic.or.jp/ffd/ffmanual/100755_suzukic.pdf)
- ・中村俊之「植物性食品成分イソチオシアネートの反応性とその生理的関連性」(https://www.jstage.jst.go.jp/article/jhej/70/7/70_448/_pdf)

27 2025 年度芝学園生物部合宿報告

今年の合宿は両爬虫と昆虫班は水上で山合宿に行き、魚班は8月3日から6日にかけて式根島にて合宿を行う予定だったが、地震による津波によって魚班の合宿が中止となりデータがないので山合宿のデータだけになる。また例年行っていなかった大峰沼や近隣住民の許可を得て田んぼでの採集など得るものが多い合宿となった。以下に合宿全体で確認できた生物の記録を示す。

1. 調査目的

様々な生物を観採集する。いつも過ごしている都市部とは異なる山間部での調査をする。

2. 調査場所

群馬県利根郡水上町藤原 4957 ホテルサンバード周辺 大峰沼周辺

3. 調査日時

2025年7月14日～7月16日

4. 調査方法

初日は大峰山にて①大峰沼コース②下の池コース③大峰山コース（昆虫班）に分かれて探索した。大峰沼コースと下の池コースでは胴長を着て池に入り採集をした。大峰山コースは山の中に入り採集をした。2日目はホテルサンバード周辺の森、ゲレンデ、田んぼの三か所を3チームに分かれてローテーションで移動し採集をした。

5. 調査結果

以下に調査の結果を記す。確認できた生物の種名、個体数、採集、目撃したコースを記す。

種名	個体数	採集、目撃したコース
1日目		
ニホンカナヘビ	2	大峰沼、下の池
ニホントカゲ	1	下の池
ニホンアカガエル	1	大峰沼
モリアオガエル卵塊	1	大峰沼
ヤマアカガエル	2	大峰沼
ヒキガエル	多数	大峰沼
ヒル	多数	大峰沼、下の池
アカハライモリ	多数	大峰沼
クロサンショウウオ（幼生、幼体）	多数	大峰沼
ヒキガエルのオタマジャクシ	多数	大峰沼
ヤマカガシ	1	大峰沼
ツチガエル	多数	大峰沼
アカガエル	多数	大峰沼
マムシ	1	大峰沼
アオダイショウの巣	1	大峰沼
リンゴカミキリ	1	大峰山
ヨツスジハナカミキリ	1	大峰山
ツタスジハナカミキリ	1	大峰山
アカハナカミキリ	1	大峰山
カラスアゲハ	1	大峰山
ツマグロヒョウモン	1	大峰山
ウラギンボシヒョウモン	1	大峰山
ツバメシジミ	1	大峰山
ヒメシジミ	1	大峰山
イカリモンガ	1	大峰山

コオニヤンマ	1	大峰山
ギンヤンマ	1	大峰山
カトリヤンマ	1	大峰山
ホソミイトトンボ	1	大峰山
キイロイトトンボ	1	大峰山
イトトンボ系	1	大峰山
ミドリシジミ類	6	大峰山
ゾウムシ系	7	大峰山
ヤゴ	多数	下の池
ゲンゴロウ	多数	下の池
ミズカマキリ	1	下の池
2日目		
アマガエル	多数	ゲレンデ、田んぼ、森
サワガニ	多数	ゲレンデ、田んぼ
カナヘビ	多数	ゲレンデ
カモシカ親子	1	ゲレンデ
トジョウ	多数	田んぼ
アカハライモリ	多数	田んぼ
アズマヒキガエル	多数	森
ヤマカガシ	1	森
ヤマアカガエル	2	森
オタマジャクシ	多数	田んぼ
ヒメシジミ	2	田んぼ、ゲレンデ
ツバメシジミ	2	田んぼ、ゲレンデ
キイトトンボ	1	田んぼ
ヒゲナガオトシブミ	1	田んぼ
ゲンゴロウ	多数	田んぼ
ミヤマカラスアゲハ	1	ゲレンデ
シオカラトンボ	1	田んぼ
イトトンボ	1	田んぼ
ヒラタガムシ	1	田んぼ
クロゲンゴロウ	1	田んぼ
ミズカマキリ	1	田んぼ
シデムシ	1	ゲレンデ
ゴミムシ	1	ゲレンデ
シラボシカミキリ	1	ゲレンデ
ニセシラホシカミキリ	1	ゲレンデ
アカスジキンカメムシ	1	ゲレンデ
ヤマウラギンボシヒョウモン	1	田んぼ
オオミドリシジミ	1	ゲレンデ
ムモンアカシジミ	1	ゲレンデ
ゾウムシ系	多数	ゲレンデ
オオトラフハナムグリ	1	ゲレンデ
アカガネサルハムシ	1	ゲレンデ
シロテンナガタムシ	1	ゲレンデ

6. 結論

大峰沼と田んぼに採集をしに行ったことで両生類と水生昆虫の採集量が増える結果となった。またモリアオガエルの卵塊やゲンゴロウなど生態系が守られていることがわかった。

28 メダカの透明骨格標本の作成—水酸化カリウムとパンクレアチンの比較—

吉祥女子高等学校

川端咲南 富永紗衣 丸山比呂

1. はじめに

ヒメダカの透明骨格標本を制作した。ヒメダカは、ミナミメダカ(*Oryzias latipes*)の黒色素胞が限りなく少ない突然変異種である。透明化の方法として、水酸化カリウムを用いる方法とパンクレアチンを用いる方法で行い、両者を比較した。

2. 実験方法

- ① メダカを約2~3週間ホルマリン液に漬け、タンパク質を固定する。
- ② 1~2日間、少量の水に晒し続け、ホルマリンを取り除く。
- ③ 過酸化水素水に2時間漬け、漂白する。
- ④ 再び②と同様に過酸化水素を取り除く。
- ⑤ エタノール、酢酸、アルシアンブルーの混合液に2時間漬け、軟骨を染色する。
- ⑥ エタノールに2~3日間漬け、標本を脱水する。
- ⑦ メダカを2つの容器に分け、透明化をそれぞれⅠ、Ⅱの方法で行う。
 - Ⅰ)水酸化カリウム水溶液を用いる。
 - Ⅱ)パンクレアチンと四ホウ酸ナトリウムを混合した酵素液を用いる。
これを背骨のほとんどが見えるようになるまで行う。
- ⑧ 水酸化カリウムとアリザリンレッドの混合液に漬け、硬骨を染色する。10分おきに確認し、背骨が染まったら次の工程に移る。
- ⑨ エタノール水溶液に2~3日程漬け、標本を脱水する。
- ⑩ グリセリン:エタノール=1:2の溶液に1日程漬ける。
- ⑪ グリセリン:エタノール=1:1の溶液に1日程漬ける。
- ⑫ グリセリン:エタノール=2:1の溶液に1日程漬ける。
- ⑬ グリセリン100%に浸し、防腐剤としてチモールを加えて保存する。

この実験を2回行い、透明化の方法Ⅰ、Ⅱを比較した。標本の状態を見て次の作業に移行したため、各手順の実験期間には差がある。

透明化の際は、1回目では水酸化カリウム溶液を1度漬け変えた。2回目ではスケジュールの都合上、水酸化カリウム水溶液の濃度を途中で薄め、同様にパンクレアチンも冷蔵庫に入れて反応を止めた期間があった。

透明化の温度は、1回目は水酸化カリウムが約24℃、パンクレアチンが約28℃、2回目は水酸化カリウムが約20℃、パンクレアチンが約30℃である。

3. 結果

透明化後の様子(図1)(図2)

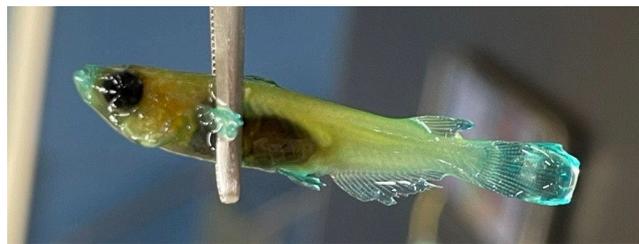
・水酸化カリウム水溶液を用いた標本は頭側を中心に全体が薄く、茶色く変色していた。パンクレアチンの酵素液を用いた標本は変色は見られなかった。

・透明化にかかる日数は、1回目は共に4日、2回目は水酸化カリウムを用いた場合は14日、パンクレアチンは3日であった。

・2回目の水酸化カリウムを用いた方法では腹部が裂けているものが多数見られた。



(図1)パンクレアチンを用いて透明化した標本



(図2)水酸化カリウムを用いて透明化した標本

手順が全て終わった後の様子(図3)(図4)

・どちらの方法でも、最終的な見た目にはほとんど違いは無かった。



(図3)パンクレアチンを用いた完成後の標本



(図4)水酸化カリウムを用いた完成後の標本

4. 考察

透明化後の水酸化カリウムを用いた標本が茶色に変色していた。特に頭周辺に変色している。そのため、血液の影響が大きいと考えられる。水酸化カリウムの強塩基によって、ヘモグロビンのタンパク質が変性し、鉄(II)イオンが現れる。これが強塩基によって黄色の沈殿である α -オキシ水酸化鉄となり、標本の変色が起きたと考えられる。

それに対し、パンクレアチンはブタの膵臓から抽出した消化酵素であるため、血液に対してはヘモグロビンのタンパク質のみを分解する。そのため前述のような変色は起こらなかったと考えられる。

完成した標本は透明化の方法によらず、全体的に茶色く変化していた。制作の手順の中でどちらも水酸化カリウムを含んだ溶液に漬けるため、この考察において前述した反応があったためだと考えられる。

パンクレアチンは透明化の際に茶色に変色しないため、透明化できているかどうかの判断が容易であった。また、酵素であるため温度を変えることで反応速度を調節できる上に、溶液の濃度が薄くなることもない。そのため、透明化においてはパンクレアチンを用いた方法の方がより標本を扱いやすく、高い完成度で作ることができる。

5. 今後の展望

今回水酸化カリウムを用いた方法においてメダカが茶色く変色したが、これに関して原因を特定できるほどの対照実験をおこなっておらず、今後の取り組みのなかで解明できるよう努めたい。

29 多摩川の水生昆虫による環境の考察

安田学園中学校 生物部

正津瑠美佳(中3) 木村瑛(中3) 福田心春(中3) 麻生伊純(中3) 山本梨乃(中3)

1. はじめに

環境教育への注目が高まる中、手軽にできる環境調査方法として水生昆虫を指標生物として用いた生物学的水質調査方法が用いられてきた。本校でも水生昆虫の調査から水質判定を試みてきた。本校では生物学的水質調査を行い河川の水質判定をすると共に、生物学の基礎的な研究方法としての「同定法」を学ぶことを目的としている。

2. 方法

(1)水生昆虫の採取

水生昆虫の採取は調査地点の下流側に角網を置き、大きい石をこする、シャベルで川を掘り返すなどした。そして角網にかかった水生昆虫を70%エタノールにて固定し、後日学校にて図鑑を用いて科まで同定した。

(2)水生昆虫の評価方法

①日本版平均スコア法

日本版平均スコア法に基づき確認された科に設定されたスコアを平均した。その値で水質を評価した。

表1 平均スコア階級

平均スコアの範囲	河川水質の良好性
7.5 以上	とても良好
6.0 以上 7.5 未満	良好
5.0 以上 6.0 未満	やや良好
5.0 未満	良好とはいえない

※平均スコア階級とは、全国の河川の調査結果から得られた平均スコアの頻度分布を参照のうえ、4段階に区分した評価軸である。

②水生昆虫の生活型と摂食型

Merry & Cummins (1984)、津田(1962)が考案した生活型と摂食型機能群をベースに、竹門(2005)による区分を採用した。

【生活型】

底生動物の形態や生活の仕方に着目した生態区分

遊泳	遊泳型:水中を泳いで移動する
掘潜	掘潜型:砂や泥などの底質を潜って生活する
匍匐	匍匐型:石礫の表面や隙間などを匍匐して移動する
滑行	滑行型:石礫や岩盤など滑らかな表面を滑るようにして匍匐する
携果	携果型:落ち葉や砂、小石でできた巣に入って移動する
固着	固着型:巣や体の一部が石礫などの表面に固着して生活する
造網	造網型:石礫の下や隙間に餌を捕獲するための網を作って生活する

【摂食型(摂食機能群)】

餌の種類や採餌方法に着目した生態区分

収集	収集食者:河床にある有機物などの餌を収集する
破碎	破碎食者:落ち葉などを噛み砕いて摂食する
捕食	捕食者:ほかの生き物を捕食する
濾過	濾過食者:細かい有機物などを濾過して摂食する
剥離	剥離食者:石礫に付着した藻類を剥離して摂食する

③食物連鎖の多様性

水生昆虫調査の結果は主に河川の水質判定を利用してきた(生物学的水質判定)が、「汚れている川でしか生息しない水生昆虫はいない」や「河川における水生昆虫相の変化と水質の変化との相関性が本当にどこまでであるのか」、「種によって一概には判定できない」などの指摘があった。そこで、本校は、水生昆虫の食物連鎖に注目して、河川の多様性評価を試みることにした(図1)。なお、この方法は日本工学院専門学校環境バイオ学科講師の金彰二氏が提案(2015)したものである。

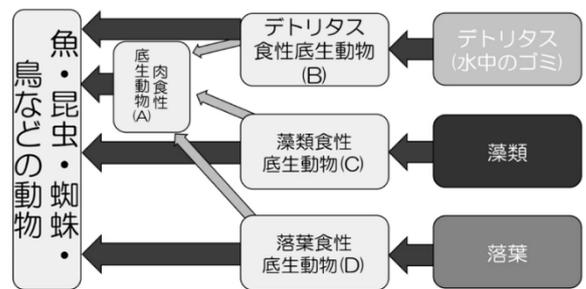


図1 河川の水生昆虫を中心とした食物網のイメージ

3. 調査地点

今回は2025年5月に多摩川の上流に位置する奥多摩と、中流に位置する青梅での調査結果の報告を行った。多摩川は山梨県、東京都、神奈川県にまたがる川で、幹川流路延長は138km、流域面積は1240km²である。

4. 結果

①平均スコア

上流:7.9 中流:8.0

②生活型及び摂食型別出現数

結果は表2のようになった。

表2 場所ごとの生活型、摂食型の出現数

【生活型出現数】

	奥多摩		青梅	
	種数	個体数	種数	個体数
遊泳	5	97	4	71
屈潜	4	37	5	114
匍匐	13	457	10	594
滑行	2	105	2	341
携果	3	78	4	44
固着	0	0	1	55
造網	5	16	1	21

【摂食型別出現数】

	奥多摩		青梅	
	種数	個体数	種数	個体数
収集	13	410	8	564
破碎	4	89	5	56
捕食	8	437	8	579
濾過	5	13	3	98
剥離	3	106	3	342

③多様性の評価指数

評価指数 上流:294 中流:247
中流部より上流の方が評価指数が高い。

5. 考察

- ①上流下流共に河川の水質は「とても良好」と言える。
- ②上流・中流ともに匍匐型が多かったことから、動く隙間、すなわち岩が多いと考えられる。一方で、中流にのみ固着型が確認されたことから、上流より中流の方が川の流れが遅いと考えられる。上流と中流で、多少の違いはあれど、基本的な生活型の多さの傾向は似通っていた。そのため、同じ川としての川の環境は共通して岩が多く、隙間が多いと考えられる。
- ③中流部より上流部の方が多様性であり、生態系がより複雑であると言える。

6. 今後の展望

③について、この手法をこの川で使ったのは初めてであったため、以前のデータと比較できなかった。これからデータを積んで、比較していきたいと思っている。また同定作業の際、誤同定のものが多く確認されたため、今後も繰り返し作業を行うことで精度を高めていきたい。今回は5月に上流・中流での調査のみだったので、今後の活動では季節や調査地点を変えて考察の幅を広げていきたいと思う。

7. 参考文献

- 1) 国土交通省 <https://www.mlit.go.jp>
- 2)環境省日本版平均スコア法
<https://www.env.go.jp/content/900509461.pdf>
- 3)加賀谷 隆 河床、底質構造と河川底生動物の生息場所との関係
<http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00027/2008/44-A04.pdf>

30 落合川における MPs 汚染状況の調査

東京都立国分寺高等学校

幸松浩然 障子裕之

I 背景

近年、マイクロプラスチック（以下、MPs）による海洋汚染が深刻な環境問題のひとつとして指摘されている。MPs の多くは、陸域で発生したものが河川を經由して海に流出しているといわれ、最近では全国各地の河川における MPs 調査が始まっている。本発表は東京都東久留米を流れる一級河川である「落合川」を対象とした MPs 調査の結果である。

落合川は、東京都で唯一、「平成の名水百選」に選ばれた川で、1日1万トンの湧水量を誇り、一部は市内の水道にも利用されている。そのため、自治体によるさまざまな水質調査が行われているが、これまで MPs の調査は行われてこなかった。本調査では、自治体の方の協力を得て、川の数か所で試料を得て調査を行い、この落合川でもすでに MPs が含まれていることを明らかにする。その際、武蔵野の礫層から湧き出ている湧水そのものにどれだけ含まれているか、生活排水との合流が起こっている下流との違いはどうかといった点に着目する。

II 調査手法および今後の展望

FT-IR 等の高価な実験器具を用いず、高校生でも手に入る範囲の材料と器具で実験を行う。まず、試料を 10%KOH および 30%過酸化水素水で酸化処理をした後、飽和食塩水で比重分離を行った。その後、キチンと MPs を染色する染色液カルコフロールホワイト（CFW）で試料を染色し、写真を撮影する（図 1）。その後、キチンだけを染色する染色液ナイルレッド（NR）で同様の作業をする（図 2）。これらの写真を比較することで、MPs を検出する。今後の展望として、AI を用いたマッピングの自動化と NR 染色のみによる MP s の判別、また ImageJ による計測の自動化について取り組んでいきたい。

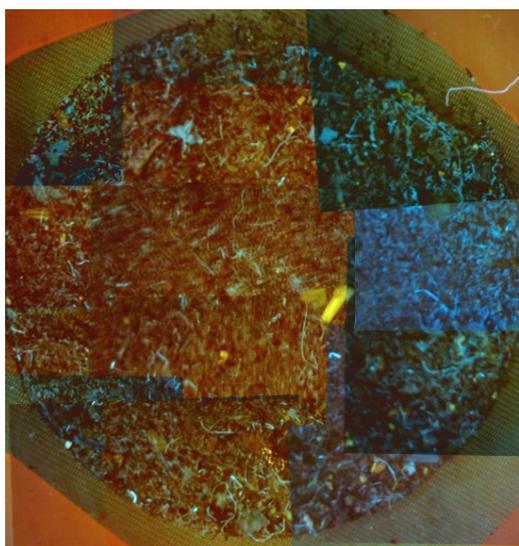


図 1 CFW で染色した試料*

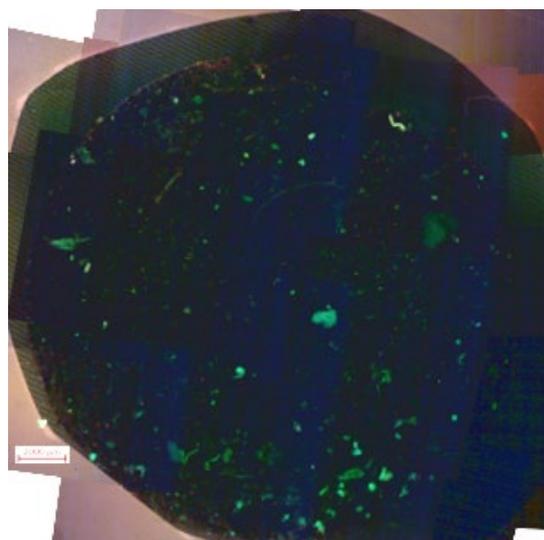


図 2 NR で染色した試料*

* 図 1, 図 2 ともに実際の写真から明度を調整した。

<MEMO>

31 透明骨格標本でわかる水生と半水生のカエルの進化の違い

成蹊中学校 自然科学部

吉本 龍 (中3)・井原 優太・功刀 寛貴 (中2)

永田 幸久・谷口 鷗介・安斉 朔弥 (中1)

1. はじめに

透明骨格標本とは、生物の肉体を透明化し、硬骨や軟骨を染色液で染色してできる標本であり、染色により骨格の形や仕組みを顕著に観察できる。今回は骨がある水生と半水生のカエルの透明骨格標本を作製し、骨格の違いについて調査した。

2. 方法

水生のアフリカツメガエルと半水生のアジアウキガエルを選び、透明骨格標本を作製した。カエルの透明骨格標本を作る方法は、小魚で透明骨格標本とほぼ同様であり、以下の手順で作成した。

1) 10%ホルマリンにつけて肉体を固定。2)皮膚をはがし水洗いする。3)過酸化水素 3%と KOH (水酸化カリウム) 8 mol/L と水に 4 日間漬け、色素を脱色する。4)染色液アリザリンレッドに漬ける。5)最後にグリセリンで保存可能とする。

3. 結果

アジアウキガエルとアフリカツメガエルは両方ともに、標本製作により形が崩れることはなく、カエルの硬骨全体がアリザリンレッドに染まった。両カエルともに透明骨格標本の作製に成功し、カエルの硬骨の構造の違いを細かく観察することができた。両カエルのかかとの骨に着目し、その長さを比較すると、水生のアフリカツメガエルは短く、半水生のアジアウキガエルは長かった。

4. 考察と今後の課題

水生のアフリカツメガエルのかかとの骨は泳ぐのに特化して短いのが、半水生のアジアウキガエルは水面で泳ぐ時の推進力をつけるため長くなったと考えられた。アジアウキガエルは陸生のカエルであったが、再び水での生活に適応しようとした結果、水生カエルの特徴を持ちつつ、陸生カエルの名残をもった半水生のカエルになったと想定された。この透明骨格標本を作ることによって、カエルの生態や骨格の様子などがよく分かった。今後は、水生、半水生に加え、陸生のカエルについても透明骨格標本を作製し、骨格の違いに基づく生態の違いなどを調べたい。



図1 アリザリンレッドに漬けた後の
アジアウキガエル (半水生)



図2 アリザリンレッドに漬けた後の
アフリカツメガエル (水生)

<MEMO>

32 アダンソンハエトリグモにおける糸付け行動

東京大学教育学部附属中等教育学校

5年 阿座上 捷政

研究背景、研究目的

営巣性のクモは獲物が巣にかかった際に動きを封じる目的で糸を巻き付けることが知られている。一方、ハエトリグモ科 (*Salticidae*) はクモ類の中でも狩猟用に営巣せず、狩猟時に糸を使うことはほとんど無い。しかし、飼育観察する中でハエトリグモの複数の個体において食べ終わった、または食べ途中のエサ (ヨーロッパイエコオロギ) を糸で固定するような行動が見られた。今回観察されたこの糸付け行動は発生条件や生物学的意義は不明であり、本研究は糸付け行動の条件、意義などについて明らかにすることが目的である。

研究を通してハエトリグモの新たな生態を発見することができれば、狩猟用に営巣しないクモ類全体への生態知見を深めることにつながると考えている。

仮説、実験方法

内径 95mm×95mm×40mm の透明なケースに個別に区切られ常温で飼育されているハエトリグモ (アダンソンハエトリグモ) を使用する。誘発要因として3つの仮説を立てた。

- I コオロギの刺激(跳ね、動き)が誘発している。ハエトリグモがコオロギAを捕食している際にコオロギBが跳躍することで驚愕することで起こす、一種の逃避行動である。
- II 満腹が誘発している。満腹になりこれ以上食べることが出来ないときに食べる目的以外で狩猟している。
- III 大きい獲物でしか行わない。大きい獲物は不可食部も多く持つ。不可食部が大きいときのみこの行動を起こす。

実験1, 結果1

現在は時間の都合上仮説Iの実験のみを行っている。この実験では糸付け行動を誘発する要因の仮説である”刺激“で対照実験を行うためにレッドローチとヨーロッパイエコオロギを用いた。大きさはほとんど同等で両者の違いは跳躍運動の有無であった。まずアダンソンハエトリグモ14匹を2グループに分けA群, B群とする。どちらも最終採餌から72時間以上経過しており、空腹状態と定義する。A群にはヨーロッパイエコオロギSSサイズを3匹与え、B群にはレッドローチSSサイズを3匹与えた。糸付け行動はコオロギの不可食部(食べ残し)が容器側面に直接的に接しておらず糸で固定されているものがあった場合、起こしたと判断した。

24時間後、糸付け行動を起こした個体の割合を確認したがどちらの群でも糸付け行動を起こした個体は確認されなかった。

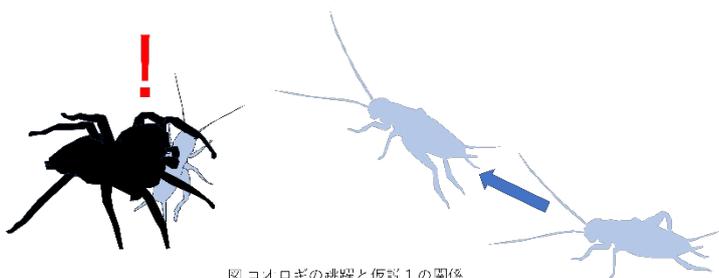


図 コオロギの跳躍と仮説Iの関係

図: コオロギの跳躍と仮説Iの関係

表: 実験(仮説I)の結果

エサ	行動	
	あり	なし
コオロギ SS	0	7
レッド ローチ SS	0	7

考察 1

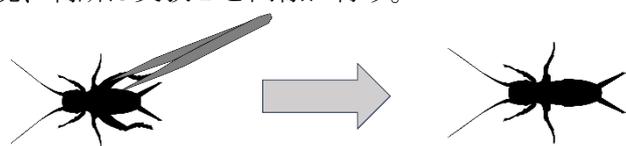
実験 1 でコントロール群でも糸付け行動が確認されなかったことから実験 1 で用いたコオロギ ss サイズでは大きさがハエトリグモと比べ小さく後脚が未発達なため刺激が弱く、仮説 I の検証が不十分であったと考えた。そのため S サイズのヨーロッパエコオロギを使用し再実験を行うことで検証する。

実験方法 2

アダソンハエトリグモを A 群と B 群の 2 群に 9 匹ずつ分けて行う。実験 I ではレッドローチとヨーロッパエコオロギを用いて刺激の対照実験を行ったのに対し、実験 2 ではヨーロッパエコオロギの後脚を除去することで刺激のみを取り除いた。

A 群には後脚を除去したコオロギを、B 群には未処理のコオロギをそれぞれに 3 匹ずつ与えた。コオロギの後脚はピンセットで除去し、24 時間隔離後与えた。

環境、判断は実験 1 と同様に行う。



左図：コオロギの後脚除去法

結果 2

後脚を除去した A 群では 0 匹、未処理のコオロギ与えた B 群では 2 匹行動が見られた。Fisher の確率検定では有意差が見られなかった ($p=0.471$, $p>0.05$) ものの傾向はみられた。

表：実験（仮説 I）の結果

状態	行動あり	行動なし
未処理	2	7
後脚除去後	0	9

ギを
正確

展望

実験の試行回数を増やし、刺激と行動の相関性について解明したい。また、空腹状態を最終採餌から 72 時間としているが、この時間は先行研究にあったエサの数と日数から算出したものである。先行研究で使用していた種はアダソンハエトリグモと大きさが異なるため再度空腹状態の定義をし直すことでより信憑性のあるデータを算出できると考えられる。糸付け行動を起こしたかどうかを判断する基準時間を 24 時間としているがこれは 24 時間捕食時間をハエトリグモに与えることで行動を起こすのではないだろうかという推察をもとにしている。しかしながら実際 24 時間で容器にいたエサすべてを食べることはなくまた、すべての個体が捕食に成功したわけではなかった。よって時間の再設定も課題である。これから仮説 I が終わり次第、仮説 II、仮説 III の検証も行いたいと考えている。

参考文献(最終閲覧 2026/2/6)

- (1) Individual recognition in a jumping spider (*Phidippus regius*)
- (2) Direct and indirect costs of limb autotomy in field crickets, *Gryllus bimaculatus*

33 クロヤマアリの「脚トントン行動」の生物学的意義

東京大学教育学部附属中等教育学校

5年 阿座上 諒駕

1. 研究背景

静止しているクロヤマアリ (*Formica japonica*) のワーカーを観察していると、時折、脚で地面を軽く叩く行動（以下、「脚トントン行動」とする）を観察することができた。（図1）この行動は単なる脚の運動ではなく、意味のある行動ではないかと考え、どのような条件下でアリがこの行動を行うのか解明したいと考えた。

図1



2. 研究目的・意義

本研究の目的は、先述の通り、クロヤマアリが脚トントン行動をなぜ行うのか解明することである。従来、アリの研究はケミカルコミュニケーションに着目したものがほとんどであり、動きに関する研究はあまりなされてこなかった。また、*Formica* 属が脚で地面を叩くような行動をとることは着目されておらず、非常に興味深いものである。

3. 仮説

脚トントン行動がどのような条件下で誘発されるかは不明であるため、仮説を立て、その都度検証するという方法をとる。現在までに仮説I「脚トントン行動はコミュニケーション行動の一種である。」、仮説II「脚トントン行動は振動に対する応答である。」、仮説III「脚トントン行動は低温環境に対する応答である。」、仮説IV「脚トントン行動は空腹、もしくは満腹時に誘発される行動である。」という4つの仮説を立て、検証した。

4. 研究方法

仮説I、II、III、IVを検証するためにそれぞれ実験I、II、III、IVを行った。アリの採取は吸虫管で行った。実験I、III、IV（IVはコントロール群のみ）は、アリを採取してから水とケーキシロップを与えて24時間以上、一時的に飼育してから行った。実験はすべて直径40mmのシャーレを用い、実験I以外の実験では、1つのシャーレに2匹ずつクロヤマアリを入れた。実験は全て対照実験で、コントロール群と実験群を横に並べて下記の操作の後、5分間撮影した。実験後に映像を目視で確認し、個体ごとの脚トントン行動の継続時間の合計を記録した。実験群とコントロール群でそれぞれ10枚ずつシャーレを用意した。どの実験も室温で行い、同じ個体は用いなかった。検定には、マンホイットニーのU検定を用いた。

実験Ⅰ：

- ① コントロール群に2匹、実験群に1匹のクロヤマアリをいれた。
- ② コントロール群、条件群を室温で5分間静置した。

実験Ⅱ：

- ① コントロール群、実験群を室温で5分間静置した。
- ② 実験群を持ち上げ、指で2回、はじくように叩いた。

実験Ⅲ：

- ① コントロール群を5分間室温で静置した。
- ② 実験群を家庭用冷蔵庫で30秒静置した。

実験Ⅳ：

- ① コントロール群にケーキシロップと水、実験群に水だけを与え、24時間飼育した。
- ② コントロール群、実験群を室温で5分間静置した。

5. 結果・考察

現在までに振動ストレスと空間内の個体数、空腹/満腹状態については関係がないことが確認できた。

個体数の実験の結果から、脚トントン行動はコミュニケーション行動と関係ないと考えられる。

実験Ⅲの結果、低温ストレスを与えた個体では有意に減少があったため、低温では「脚トントン行動」が抑制される可能性がある。単にアリの運動量が低下した可能性もあるので、移動距離等の観点からも見る必要がある。

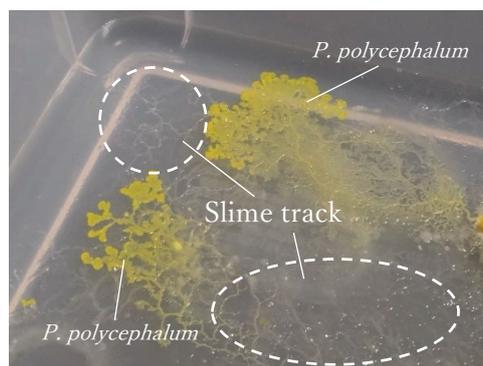
34 粘菌とカビの相互忌避・生育阻害作用

東京大学教育学部附属中等教育学校

4年 岡村 栄之丞

【はじめに】

粘菌（変形菌）は、葉脈のように広がって食物を探索する変形体や、胞子を飛ばすために形成されるキノコのような子実体など様々な形態を持っている。そのうちの一形態である変形体は、粘液鞘（slime track）と呼ばれる粘液（図1）を移動の際に分泌することが知られている。



（図1） *P. polycephalum* とその粘液鞘

自宅で粘菌の一種モジホコリ（*Physarum polycephalum*）を飼育していたところ、粘菌が移動し粘液鞘が残された部分からはカビがあまり生えないということに気が付いた。粘菌の持つ抗真菌活性については、モジホコリを含む数種において報告されており、モジホコリの持つ抗真菌活性は *Candida albicans* に対するものが確認されている（Huynh et al. 2017）。

なお、*C. albicans* はカンジダ症の原因菌であり、病原性真菌のモデル生物として用いられているが、その主な生息域はヒトや動物の消化管内であり、自然界に広く分布している種ではない

（Blaschke-Hellmessen R, 1999）。そのため、*C. albicans* 以外の自然界で遭遇する可能性のある真菌類に対して、粘菌がどのような影響を与えているのかは定かでない。

また、「粘菌はカビを食べる」という食性についての言及が散見されるものの、具体的にどの種のカビを食べるのかといった正確な情報に欠けている。仮に粘菌が真菌類を摂食しているのであれば、抗真菌作用は必要ないはずだが、モジホコリが抗真菌活性を持っている可能性は高いと考えられる。そこで、どのようにして粘菌とカビが、互いの生育へ影響しあっているのか調査しようと考えた。

【目的】

- ・モジホコリの分泌する粘液鞘に、どのような種のカビの生育を阻害する作用があるのか調査する。
- ・モジホコリは、どのような種のカビに対して忌避反応を示すのか調査する。

【仮説】

- ・同じ生育環境で遭遇するカビに対して、粘液鞘は抗真菌活性を示す。
- ・モジホコリはカビを避けるように行動する。

【研究方法】

（1）カビの同定

粘菌生育中、容器内に発生した数種のカビを採取し、培地上に移植したのち培養する。その後、2種類の観察法を用いて同定を行う。

（i）コロニーの形態観察

培地上の数種のカビをそれぞれ単離培養し、コロニーの形態を見ることで種を絞り込む。

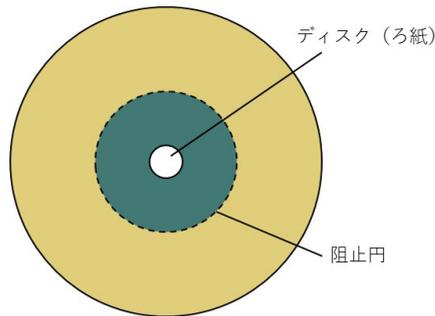
(ii) スライドカルチャー法

カビを単離培養した培地を直方体状に切り取り、スライドガラスの中央に乗せる。培地片上にカバーガラスを乗せ、スライドガラスごとシャーレ内に入れ培養する。孢子などの発育が確認されたら、培地片を取り除き、菌体の付着したカバーガラスとスライドガラスを用いてプレパラート（2枚作られることになる）を作成し、光学顕微鏡で観察する。

(2) 抗真菌作用・忌避作用の判定

(i) ディスク拡散法を用いた粘菌の抗真菌活性判定実験

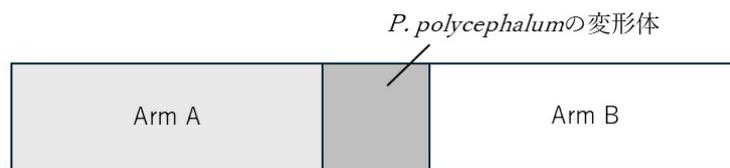
カビの菌体を懸濁させた菌液を塗布した寒天培地に、採取した粘液鞘を染み込ませたろ紙のディスクを設置する（図2）。阻止円の有無または強弱をノギスによって判定し、各種カビに対する粘菌鞘の抗真菌活性を調査する。



(図2) ディスク拡散法を用いた抗菌活性判定実験

(ii) カビに対する粘菌の行動選択実験

レーン状の培地の中央に変形体を置き、レーンの片側（Arm A）に各種カビの菌体を懸濁した菌液を塗布し、もう一方（Arm B）には何も加えない（図3）。AとBどちらの方向に広がるか変形体に選択させ、その結果を集計することにより、モジホコリのカビに対する忌避反応について調査する。



(図3) 忌避反応を検証するレーン型寒天培地実験

【引用文献】

- Huynh TTM, Phung TV, Stephenson SL, Tran HTM. Biological activities and chemical compositions of slime tracks and crude exopolysaccharides isolated from plasmodia of Physarum polycephalum and Physarella oblonga. BMC Biotechnol. 2017 Nov 9;17(1):76. doi: 10.1186/s12896-017-0398-6. PMID: 29121887; PMCID: PMC5679387.
- Blaschke-Hellmessen R. Standorte für Candida aus medizinisch-hygienischer Sicht [Habitats for Candida in medical and hygienic respects]. Mycoses. 1999;42 Suppl 1:22-9. German. doi: 10.1111/j.1439-0507.1999.tb04522.x. PMID: 10592711.

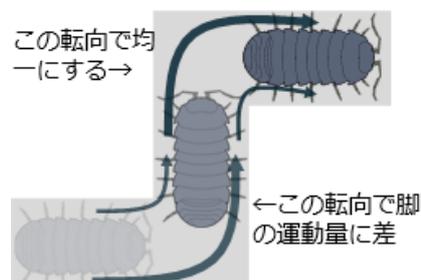
35 カーブ形状がオカダンゴムシの交替性転向反応に与える影響

東京大学教育学部附属中等教育学校

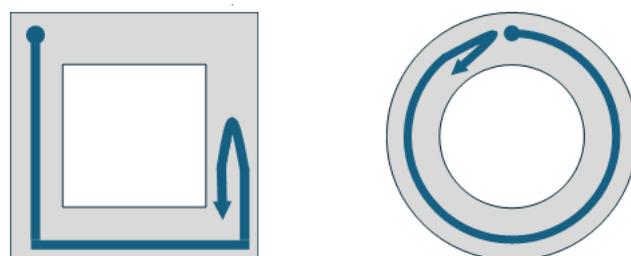
5年 高瀬 智希

1.研究背景・目的

ダンゴムシは壁にぶつかる時進路をジグザグに変える交替性転向反応を示し、これは転向する時に生じる左右脚の運動量差を逆方向に曲がることで打ち消そうとするためのものであるとする BALM 仮説で説明されてきた(右図はダンゴムシが左折→右折で曲がる際の説明)。



しかし、先行研究ではカーブ形状によって脚の運動量差が等しいのにも関わらず、曲がった後の行動に差が生じることが示唆された。具体的には、小野・高木(2006)によって、正方形経路では円形経路よりも早く折り返す傾向が示された(右図は左が正方形経路、右が円形経路で、矢印はダンゴムシが通った軌跡のイメージ)。これにより、ダンゴムシの交替性転向反応には BALM 仮説以外のメカニズム、即ち脚の運動量の差という観点以外で分析できる可能性が期待できる。



以上を踏まえ、本研究の目的をダンゴムシが緩やかに曲がる時と急に曲がる時でそのあとに見せる交替性転向反応の違いを検証し、その原因を解明することとした。

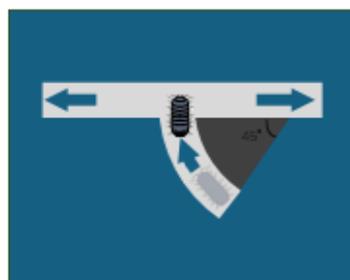
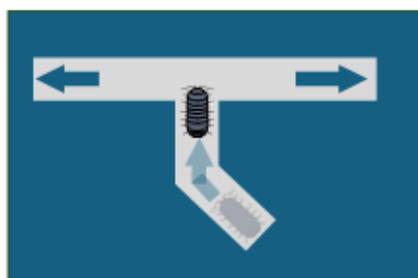
2.研究方法

経路形状ごとに交替性転向反応の頻度を測る実験を行った。曲がり方が緩やかな経路と急な経路としてそれぞれ

- ・円形経路
- ・折れ曲がり経路(それぞれ下図の右、左)

を用いて実験を行い、ダンゴムシが左右選択をするより前の転向の角度は 45° に設定した。なお、この実験では、円形経路の半径は 8cm で、二つの経路はカーブの長さが等しくなるようにした。

この二つの経路でそれぞれ 20 回ダンゴムシを歩かせる試行を行い、交替性転向反応を示した(ジグザグに進んだ)回数を記録した。各試行ではそれぞれ別々のダンゴムシ個体を用い、実験前の行動が結果に大きな影響を及ぼすことがないようにした。



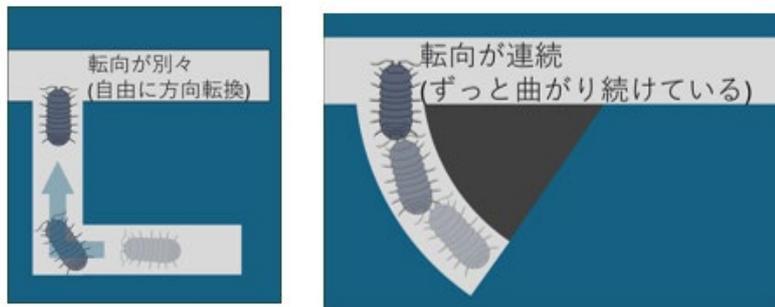
3.実験結果

円形経路では 20 回中 5 回、折れ曲がり経路では 20 回中 13 回交替性転向反応を示した。フィッシャーの正確確率検定により、折れ曲がり経路の交替性転向反応の確率の方が円形経路の確率より有意に高いことがわかった。

4.考察

特定経路条件の下では、ダンゴムシの交替性転向反応が著しく弱くなることがわかった。これは、折れ曲がり経路と円形経路でダンゴムシの体の向きの変えやすさが違うことに起因しているのではないかと考えた。

折れ曲がり経路では二つの転向ポイントが離れているため、左右を選択するとき自由に方向を変えられる。しかし、円形経路において、ダンゴムシはずっと曲がり続けている、即ち連続して転向している状態だと考えると左右選択時に前の転向の影響を受けてしまい、同じ方向に曲ってしまうのだと察できる。



5.結論・今後の展望

前述の実験含め、今まで行ってきた実験により、ダンゴムシは特定の転向角度と経路形状の下で交替性転向反応が弱くなることがわかった。これは

- ・体の向きの変えやすさといった方向選択時の行動
 - ・経路の道幅や個体の大きさといった方向選択以前の条件
- の二つの要因が考えられた。

今後は、特に道幅と、転向間の距離に注目して実験していく。また、経路条件だけでなく、個体条件や、転向以前のダンゴムシの行動も複合的に考え、カーブ形状がダンゴムシの交替性転向反応に与える影響について考察していきたい。

36 クワガタムシにおける戦闘回避行動の種間比較

東京大学教育学部附属中等教育学校

5年 谷口 透眞

研究背景

今までにコオロギやオオツノコクヌストモドキなどの一部の昆虫がオス同士でのメスあるいは食料、縄張りをめぐる争いにて敗北したのちに同種の雄を忌避、あるいは逃走する戦闘回避行動という行為をとり、それがどれくらいの長さ継続されるのか、どのような刺激に対して回避行動を行う傾向があるのかが知られていた。

またこの実験の先行研究ではノコギリクワガタを用いて実験が行われており、ノコギリクワガタの戦闘回避行動の継続時間、戦闘回避行動をとる個体の内訳、個体の大きさごとの戦闘回避行動の継続時間の変化、傾向などが調べられ、大型個体や小型個体は戦闘回避行動の継続時間が全体で見ると短く、中型個体の戦闘回避行動の継続時間が全体で見ると長いなどのことが分かっていた。

しかし連続で敗北した場合の戦闘回避行動の継続時間などに変化はあるのか、またそこにも個体の大きさによる差異が生じるかどうかや、同じ科の昆虫での戦闘回避行動の継続時間の種間比較などについては今までに調べられていなかった。

研究目的

ノコギリクワガタ、コクワガタの2種のクワガタムシ科の昆虫を用いて戦闘回避行動の継続時間の種間比較並びに連続で敗北した場合の戦闘回避行動の継続時間について調べ、個体の大きさによる戦闘回避行動の継続時間の差異が生じるかどうかや、同じ科の昆虫で戦闘回避行動の継続時間に差異が生じるのかについて調べた。

実験方法

実験は、コクワガタ、ノコギリクワガタの2種の戦闘回避行動を行う昆虫を用いて戦闘回避行動を行わせ、戦闘回避行動の継続時間を計測した後、連続で敗北した場合の戦闘回避行動の継続時間も計測し、種間比較と一回目の敗北時と二回連続で敗北した場合の戦闘回避行動の継続時間の比較を行い、戦闘回避行動の継続時間に有意差は見られるかを確かめた。

先行研究では、ノコギリクワガタを大型個体、中型個体、小型個体に分け、ピンセットを用いて実験を行い、戦闘回避行動の継続時間を比較していたため、この実験でも同様にノコギリクワガタを大型個体、中型個体、小型個体に分け、ピンセットを用いて実験を行った。また、先行研究では暗所かつ足場を丸太にして実験を行っていたが、どちらも用意できなかったため、類似した足場を用意して実験を行った。

具体的な実験方法としては、同種のクワガタムシの雄2匹を平坦なコルク板の上に並べ、ピンセットで刺激し戦闘行動をさせた。戦闘行動に負けたほうが戦闘行動以前よりも戦闘に積極的でなくなっている場合、戦闘回避行動をとっているとみなし、戦闘回避行動の継続時間を計測した。

二回連続で敗北した場合の戦闘回避行動を計測する場合には、一回目の戦闘回避行動から回復した個体に再度戦闘行動を行わせ、敗北した際に一回目と同様にして戦闘回避行動の継続時間をピンセットで前胸背板を5分おきに刺激することで計測した。

実験結果

ノコギリクワガタの大型個体では、一回目の敗北では他個体と比較すると戦闘回避行動の継続時間が短いという結果となった。二回連続で敗北した場合では、一回目の敗北時と比較すると戦闘回避行動が長くなっていた。

ノコギリクワガタの中型個体では、一回目の敗北では他個体と比較すると戦闘回避行動の継続時間が長いという結果となった。二回連続で敗北した場合では、一回目の敗北時と比較すると戦闘回避行動が短くなっていた。

ノコギリクワガタの小型個体では、戦闘行動には積極的であり、戦闘行動を何度か行わせたものの、戦闘行動に敗北した際も戦闘回避行動は行われなかったという結果となった。

クワガタでは、戦闘行動には積極的でなかったものの戦闘回避行動は行い、ノコギリクワガタの中型個体より短くノコギリクワガタの大型個体より長い戦闘回避行動を行うという結果となった。また、二回連続で敗北した場合のデータをとることはできなかった。

考察

ノコギリクワガタの大型個体はほかの個体と比べ戦闘行動において体格や筋肉量などのアドバンテージが存在するため、一回目の敗北では戦闘回避行動の継続時間が短かったのではないかと考えた。二回連続で敗北した場合の戦闘回避行動の継続時間が長かったのは、連続で敗北することで自分では勝てないライバルがいると判断し、戦闘回避行動の継続時間を長くすることで強いライバルから遠ざかろうとしているのではないかと考えた。

ノコギリクワガタの中型個体は大型個体と比べ筋肉量や体格などが劣り、戦闘行動におけるアドバンテージが大型個体と比べ少ないことや、小型個体のように後述する”スニーカー戦術”が使うことができないため、一回目の敗北では戦闘回避行動の継続時間が長かったのではないかと考えた。二回連続で敗北した場合の戦闘回避行動の継続時間が短かったのは、連続で敗北した際には自分より強いライバルに対して試行回数を増やすことで対抗し、子孫を残すチャンスを得ようとしているのではないかと考えた。

ノコギリクワガタの小型個体は”スニーカー戦術”といい戦闘行動を行わず、ライバルである他個体の目を避けメスと交尾することで子孫を残す戦略をとっている場合も多いため、戦闘回避行動を行わなかったのではないかと考えた。

クワガタはほかの種類のクワガタムシと比較すると体格、筋肉量がともに劣る場合が多く、野生個体ではほかのクワガタムシとの戦闘を避ける場合が多いため、戦闘行動を避けるのではないかと考えられる。しかし同種のオス同士でのメスなどをめぐる争いをしないわけではないため、戦闘回避行動の継続時間がノコギリクワガタの中型個体よりも長いのではないかと考えた。

今後の展望

今後はこれらの種類のクワガタムシでの実験をより多く行い、データの精度を上げることに加えてほかの種類のクワガタムシなども用いて実験を進めていきたい。

37 マウスにおける不気味の谷現象の検証

東京大学教育学部附属中等教育学校

5年 丸田樹

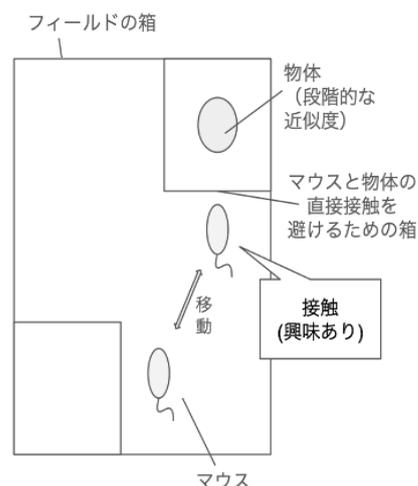
〈背景・目的〉

不気味の谷現象とはヒトに類似させた人工物が類似度の上昇と比例し好感的、共感的になるのに対し、ある時点「ほぼそっくりだけど少し違う」ときに、嫌悪感や不安感が強まる現象である (1) 先行研究ではヒトにおける不気味の谷現象が知られているほか、アカゲザルやカニクイザルにおいても存在が確認されている。発生の原因については部分的に解明されており、ヒトであると脳が予測する一方で実際には不自然な外見や動きが示されることで生じる予測誤差や、ヒトかヒトでないかの分類ができずカテゴリー化が困難になることに起因する現象であるということが示唆されている。上記のような予測やカテゴリー化などの心理学的機能は現在現象が確認されている霊長類以外にも存在する機能であることが考えられ、そのことから他の哺乳類においても不気味の谷現象は存在するののかについて興味を持った。

以上のことから本研究では哺乳類でモデル生物として幅広く用いられているマウスを使用し、不気味の谷現象の存在に関する実験を進める。最終的にはマウスを不気味の谷現象における研究モデルとして確立させ、現象の動きや学習をはじめとした様々な条件との関係を調べることを目的としている。

〈方法〉

マウス[*Mus musculus*](Kwl:ddY・オス)に対し、マウスへの類似度が異なる様々な物体を示し、それらに対する接触時間やストレス反応を測り、比較することにより不気味の谷現象の有無を調べる。実験フィールドは右図。本実験で用いたマウスは視力が劣っているアルビノ種のマウスを実験対象として用いていることから、物体の類似の順はシルエットがマウスにどれだけ類似しているかを基準とし決定した。物体を入れない状態でフィールドに慣れさせる時間を20分、その後物体を入れ15分間の実験を行った。接触時間は物体を入れているボックスに近づいた時間の合計をとり、ストレス反応はストレスがかかった際、それを解消するために行われるグルーミング(毛繕い反応)を用いて解析を行った。(2)



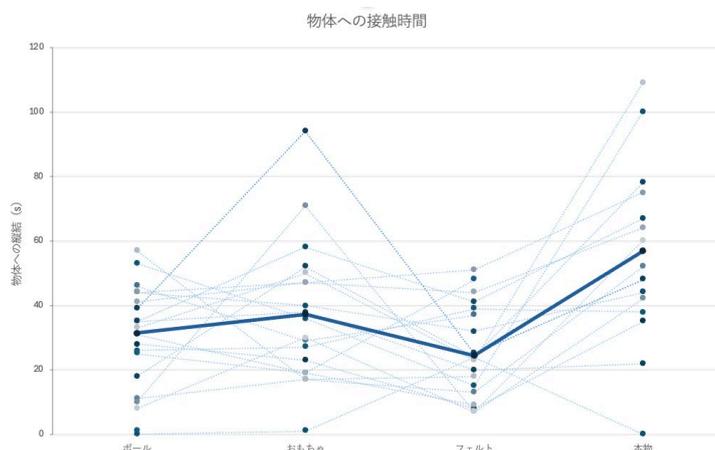
〈結果〉

・物体への接触時間

ボール、おもちゃ、本物においては類似度の上昇と共に接触時間が上がる傾向が見られる。また、フェルトに関してはそれに反して接触時間が下がっている。(右図)

・グルーミング時間 (ストレス反応)

一定の傾向は見られない。



〈考察〉

物体への接触時間に関しては、平均から読み取るとボール、おもちゃ及び本物においては類似度の上昇とともに物体への接触時間長くなる、興味が増す傾向を確認することができた。このことから、不気味の谷現象に該当する類似度がとても高いある時点を除き、マウスにおいても類似度の上昇とともに興味、近寄りたいたいという感情も上昇するといった正の相関関係が見られることが考えられる。一方、マウスに対する類似度が高いフェルトではその傾向に反し接触時間が短くなったことから、フェルトに対してマウスが近寄りたくないという嫌悪感を感じたことが考えられる。これらの点から、接触時間をもとに考察するとマウスにも不気味の谷現象のような傾向が見られる可能性があることがわかった。

これに対し、グルーミング時間においては、個体ごとにバラバラの傾向を示し、接触時間のようにフェルトでの一定の変化は見ることができなかった。また、実験動画を確認したところ、持続時間や発生頻度に関しても同様に個体ごとに異なり、なんらかの傾向は確認することはできなかった。これはマウスに不気味の谷現象がないのではなく、不気味の谷現象において感じる嫌悪感から発生するストレスではグルーミングは誘発されず、他の方法で感情を処理していることによって、グルーミング時間の変化が起こらなかったことが想定できる。また、グルーミングは身体を綺麗にする行為であるため、長い時間をとった結果、身体が汚れる、することがなくなるなどの原因によって、ストレス行動以外のグルーミングが多く行われた可能性がある。よって、グルーミング時間の一定の傾向が見られないという結果からはマウスの不気味の谷現象を否定も肯定もすることはできない。

以上、接触時間よりマウスにも不気味の谷現象のような傾向が見られる可能性が示された。

〈展望〉

現在の分析では接触時間のみで不気味の谷現象の存在の有無を考えているが、接触時間では興味は測ることができる一方、不気味の谷現象の根幹である嫌悪感や不安感情に対するアプローチに関して接触時間のみで考えるのは不十分である。グルーミングでは不気味の谷現象における感情が反映されていないという考察から、グルーミング以外での不気味の谷現象への不安行動に基づいた観察を行い、様々な角度からマウスの不気味の谷現象について調べる必要がある。これを解決し、最終的な目標とする不気味の谷現象へのマウスのモデル化、またマウスを用いた不気味の谷現象に関する研究を行っていく。

〈参考〉

- (1)Mori, M. (2012). The uncanny valley (K. F. MacDorman & N. Kageki, Trans.). IEEE Robotics & Automation Magazine, 19(2), 98–100.
- (2)Kalueff, A. V., & Tuohimaa, P. (2007). Self-grooming as a behavioral marker of stress and anxiety in mice. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 31(3), 456–471.

38 武蔵学園内における鳥類の窓ガラス衝突死の現状

武蔵高中生物部
高校1年 浅井 周

1. はじめに

近年、鳥類の人工物への衝突 (Bird Collision ; BC) は注目を集めている。窓ガラスをはじめとした建物への衝突については、柳川・澁谷(1995)では人為的死亡要因として重大な死因となっていると推測されている。また、鳥類の窓ガラス衝突は衝突種・衝突場所などの傾向に地域差があることが知られており (西, 2010)、有効な衝突防止策を取るには各地域での調査が求められる。

筆者はこれまで調査が行われてこなかった武蔵学園での BC の実態を解明するため、学園内で衝突により死亡したと考えられる死体の情報を分析することで、衝突時期や衝突種の傾向の考察を行ってきた。しかし、衝突場所についての考察は不十分であったため、本稿ではそこについて扱う。当日の口頭発表では衝突時期・種についても説明する。

衝突場所について先行研究では、一般にガラスが大面积になるほど衝突が起きやすい傾向があるとされており (水田・阿部, 2012、木川ら, 2021)、木立がガラスから 50m 以内にあり、特に実や果実をつける植生が近い場合に衝突がおきやすくなるとされている

(City of Toronto, 2016、Brown *et al*, 2019)。

2. 方法

今回も武蔵学園で BC により死亡したと考えられる死体の情報を分析することで傾向の把握を試みた。分析の対象とした死体は 2014～2025 年に採集された 25 種 73 個体分である。衝突場所は収集場所に最も近い壁面と仮定した。

衝突場所は衝突建物と方位の二つの要素から表され、衝突建物の種類は主に名称の予備訳の通りとした。ただし、大学図書館は「大学 3 号館」、高中図書館棟-西棟間の渡り廊下は「図書館棟」、理科棟-教室棟間の渡り廊下は「理科棟」として集計した。

方位は東西南北の 4 方位に分類した。

3. 結果と考察

衝突場所の結果は表 1 の通りとなった。

全体的な傾向として、南側での衝突が多く、次いで東側でも多いことがわかる。衝突の多い方角については、日本では北側での衝突が多いとする報告が多い (西, 2010、木川ら, 2021、高橋, 2010) が、Klem(2025)は主要な方位を向いた窓はすべて鳥にとって同様に致命的であると述べており、City of Toronto(2016)でも方位による衝突数の違いは言及されていない。建物や周辺環境によって衝突しやすい方角は変わると考えられる。

南側の衝突が顕著に多い大学 3 号館、教室棟、図書館棟の南側には建物の傍まで常緑広葉樹であるスタジイ *Castanopsis sieboldii*、シラカシ *Quercus myrsinifolia*、マテバシイ *Lithocarpus edulis* などが生えており、このような木々を鳥類が通過・休息に利用している。加えて、木々が窓ガラスを認識しづらくしているため衝突が多く発生していると考えられる。

衝突数が多いのは上記のほかには大学 1 号館で、アトリなどの小鳥だけでなく、猛禽類の衝突も確認されている。ガラスを多用したデザインとなっていることが、衝突を多く発生させる要因と考えられるが、衝突の多い方角などの具体的位置はあまり分かっていない。今後対策を行う上では精査する必要があるだろう。

衝突の多いヒヨドリ *Hypsipetes amaurotis*・ツグミ類 (ツグミ *Trudus naumanni*、シロハラ *Trudus pallidus*、マミチヤジナイ *Turdus obscurus*) について、それぞれのみの衝突を地図上にプロットすると図 2 のようになった。ヒヨドリは様々な方角で衝突しているのに対し、ツグミ類はほとんどが南側の窓ガラスに衝突していることが分かる。母数が少ない為、偶然方角がそろっている可能性も否定はできないが、偶然以外の理由としては、ツグミ類の好む環境が南側に多いことが考えられる。建物の南側は日が当た

りやすく、樹木が多く大きく成長しやすい。このため武蔵学園においては樹林が広がっていることが多く、その地面は豊かな土壌が形成されている。ツグミ類は土壌に生息するミミズ類や昆虫などを餌とするため、結果としてツグミ類が建物の南側にいることが多いと考えられる。

ヒヨドリの衝突場所については、共通項が見出しにくい、比較的開けた場所から衝突していることが多いように見受けられる。



図2 ヒヨドリ・ツグミ類の衝突位置

「→|」(矢印は衝突の向き、縦棒は衝突面)でおよその位置を示す。背景にはスーパー地形「空中写真(シームレス)」を用いた。

4. 展望

引き続き死体の収集を行っていくことで衝突の多い場所・方角についての分析精度は向上するだろう。現段階では衝突場所が不明であるものについても、当時の記録をさかのぼることで、場所を特定できる可能性がある。

BC 対策を行っていく上では、どの位置に重点的に対策を施すかが重要となってくる。死体の収集による方法では細かな衝突場所の特定が困難なため、今後は死体だけでなく衝突痕の記録も行っていくことで、衝突位置の傾向をつかんでいきたい。

また、衝突前の状況についても情報を増やし、どのような状況で衝突が起こるものなのかを調べていきたい。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたっては生物科白井先生より多くのご助言を頂いた。また、分析に用いた死体は本校生徒・教員・守衛室の方々が持ち寄って記録となったものである。これらが無ければ本研究を行うことは不可能であった。記して御礼申し上げる。

引用文献

- Brown, B. B., E. Kusakabe, A. Antonopoulos, S. Siddoway and L. Thompson (2019) Winter bird-window collisions: mitigation success, risk factors, and implementation challenges. *PeerJ* 7: e7620
- City of Toronto (2016) Bird-Friendly Guidelines: Best Practices for Bird-Friendly Glass. <https://www.toronto.ca/wp-content/uploads/2017/08/8d1c-Bird-Friendly-Best-Practices-Glass.pdf> (accessed Dec. 31, 2024)
- Klem D Jr. (2025) Bird-window collisions: a critical review, *The Wilson Journal of Ornithology*, 137:4, 501-531
- 木川りか・渡辺祐基・富松志帆・松尾実香・和泉田 絢子・秋山純子・大城戸博文・柿本大典・岡部海都 (2021) ガラス外壁を有する博物館建造物における衝突野鳥の傾向分析と青色 LED ライト、音声、植栽剪定などによる衝突対策の試み. *環動昆*, 32(4): 155-169
- 西 教生 (2010) 鳥類の窓ガラス衝突要因とその対策についての考察. *日本野生動物医学学会誌*, 15(2):95-100
- 水田 拓・阿部優子 (2012) 奄美大島における鳥類の窓ガラスへの衝突事故の発生状況. *Bird Research*, 8:25-33
- 高橋 恵 (2010) 秦野市立図書館におけるバードストライクの実態調査. *BINOS*, 17:67-74
- 柳川 久・澁谷辰生 (1995) 北海道東部における鳥類の死因 II. *帯大研報*, 20:253-258

39 シマスズメダイ *Abudefduf septemfasciatus* の 他魚種に対する攻撃行動の選択性

武蔵高等学校中学校
中学2年 四良丸 晟

1. はじめに

スズメダイの仲間の混泳をおこなうと、混泳の相手を追い回す攻撃行動を取ることに悩まされる。これを受けた魚は衰弱し、最悪死んでしまうなど、甚大な被害を被る。今回、スズメダイの仲間を飼育するにあたり、混泳の可否を調べる条件を明らかにするべく、実験を行った。

2. 材料と方法

2.1 材料

まず、78mm のシマスズメダイ (*Abudefduf septemfasciatus*) であるスズメダイ A を用意する。実験を行うにあたり、次のような環境を用意した。大水槽と小水槽をそれぞれ用意し、それぞれ底砂を 4 cm 敷いた。このシマスズメダイは千葉県館山湾産のため、その水質に合わせた。水質は水温 23°C(気象庁より)、pH8.1(館山市より)だった。また、塩分濃度は 3.2%(千葉県より)である。水槽の中の流木やライブロックは全て取り除き、砂地にした。



▲スズメダイ A の画像

2.2 方法

スズメダイ A を初めに単独で 5 分間泳がせて平常心に戻した後、実験を行う。大水槽と小水槽の実験は別日に行った。実験は対象とした魚種と共に 30 分間泳がせて攻撃を行った時間をストップウォッチで計測した。

実験は主に二つ行った。一つ目は、自分より小さな魚にのみ攻撃することを証明する実験である。クロホシイシモチ(*Ostorhinchus notatus*)87mm と Tail spot blenny(*Ecsenius stigmatura*) 42cm においてそれぞれ上記の方法で実施した。二つ目は、攻撃を行う条件を解明する実験を行った。これも上記の方法で実施した。使用した魚種は以下の Table. 1 の通りである。

Table. 1	ベントス	ネクトン
歯が鋭利	ネズミゴチ(<i>Repomucenus curvicornis</i>)71mm	フチドリカワハギ(<i>Acreichthys tomentosus</i>) 46mm
刺毒有	イソカサゴ(<i>Scorpaenodes littoralis</i>)33mm	ハナミノカサゴ (<i>Pterois volitans</i>) 62mm
内臓毒有	なし	スジモヨウフグ(<i>Arothron manilensis</i>) 32mm
特徴なし	イトヒキハゼ(<i>Myersina filifer</i>)68mm	キンセンイシモチ (<i>Ostorhinchus properuptus</i>) 44mm

3.結果と考察

3.1 実験 A

実験 A では、クロホシイシモチには攻撃を行わず、Tail spot blenny には 1 分間の追い回しをおこなった。この結果より、自分より大きな魚には攻撃せず、小さな魚には攻撃を行うものと結論づけた。

3.2 実験 B

実験 B の結果は以下の Table. 2 の通りである。

Table. 1	<u>ベントス</u>	<u>攻撃</u>	<u>加虐時間</u>
歯が鋭利	ネズミゴチ 71mm	見つめる	0 分 0 秒
刺毒有	イソカサゴ 33mm	無視	0 分 0 秒
内臓毒有	なし	なし	0 分 0 秒
特徴なし	イトヒキハゼ 68mm	突こうとする	0 分 0 秒
	<u>ネクトン</u>	<u>攻撃</u>	<u>加虐時間</u>
歯が鋭利	フチドリカワハギ 46mm	無視	0 分 0 秒
刺毒有	ミノカサゴ 62mm	無視	0 分 0 秒
内臓毒有	スジモヨウフグ 32mm	見つめる	0 分 0 秒
特徴なし	キンセンイシモチ 44mm	追い回し	2 分 32 秒
スズメダイ科	ヤマブキスズメダイ 42mm	追い回し	3 分 1 秒

結果として遊泳域の異なるベントスには手を出さなかった。ベントスの中では、武器のないイトヒキハゼに攻撃する姿勢を見せ、歯の鋭いネズミゴチには関心を示したが、攻撃には至らなかった。これらのことを踏まえると、シマスズメダイはベントスには攻撃しないと考えられる。第二に、内臓毒を有する魚には攻撃を行わないと考えられる。多くのフグは皮膚にも毒を有しているため、本能的に攻撃を行うと危険と判断していると考えられる。第三に、刺毒をもつ魚にも攻撃を行わないと考えられる。刺毒をもつミノカサゴは、攻撃をするとヒレの刺毒が魚体に刺さる可能性があり、本能的に危険と判断していると考えられる。第四に、近縁種には非常に好戦的である。近縁のメジナは同種間での攻撃が多い（森 1956）という報告もある。筆者が近いイスズミ科とスズメダイ科のメジナとオヤビッチャ混泳させていた時も、関係が悪かった。これらを踏まえて同種、近縁種との関係は悪いと考えられる。

最後に、歯の鋭い魚にも関心を示さなかった。鋭い歯でつつくなどされると危険と判断したのだと考えられる。

以上結果から、本種は遊泳する水深が重複し、かつ攻撃によるリスクの低い魚種に対して積極的に攻撃を行うことが明らかとなった。

4.参考文献

森 主一 メジナ幼魚の社会構造：順位となわばり
日本生態学会誌 1956 年 5 巻 4 号 p. 145-1

5. 謝辞

本研究をサポートしてくださった京都大学舞鶴水産実験所の益田玲爾先生、田島雅倫先生、研究費を支出してくださった日本科学協会にここで謝意を表します。

40 中央本線、青梅線におけるホンシュウジカの列車支障件数と時期、時刻の関係性について

武蔵高中生物部

中学3年 片倉景道

はじめに

近年、ニホンジカの急激な分布域拡大および個体数増加並びに、高速交通網の発展により、世界的に野生動物と交通機関との衝突事故が増加している(大泰司ら,1998)。一方で、日本国内では依然として研究例が少なく(西ら,2012;石井ら,2023)、知見の蓄積が十分ではない。中央本線および青梅線における列車支障件数データを用い、日本における列車運行とニホンジカとの衝突事故の実態を科学的に解明することで、鉄道とニホンジカとの衝突事故発生要因の一端を明らかにすることを目的とする。

2.方法

本研究ではX(旧 Twitter)上に掲載された「JR東日本【中央方面】運行情報公式」からの投稿を用い、青梅線、中央本線の高尾駅から小淵沢駅間で発生したニホンジカによる支障事故を対象とした。解析期間は2022年1月1日から2025年12月31日までとし、発生場所は駅間単位で記録した。発生時刻不明例は、投稿時刻を発生時刻として採用した。衝突率は「1万列車あたりの衝突件数(件/1,0000車)」を用い、時間帯別衝突率(特別)、および月別の1万車あたり衝突率の差について集計・解析を行った。

列車の運行総本数は、JR東日本が公表している2025年度運行ダイヤを参考にし、2025年以外においても2025年の運行ダイヤを採用した。通過などにより、当該駅区間における通貨時刻不明瞭例は、他の電車の通過時刻により、推定をおこなった。また、臨停、時変は稀有な事象であったため、運行総本数から排除した。駅間通過時間は起点の駅発車時刻として扱う。

3.結果と考察

月別の衝突率の分布は6月と10月に2峰性の分布を示したこれは、先行研究と同様の結果であり、各論文においてシカの季節的な行動パターンに依存していると考えられている。5~6月は、出産時期も重なっており、11月は発情、交尾期と一致している。そのため、行動範囲の増加、警戒心の低下などにより、衝突機会が増加することが衝突率の増加の原因であると推測される。

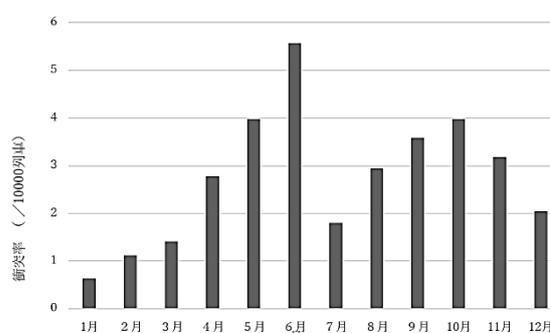


図1月ごとの衝突率の分布

	2022	2023	2024	2025
支障件数 (件)	53	61	65	74

表 1 年別の衝突件数の推移

時間別の衝突率の分布は 22 時から 1 時に急激に支障件数が増加している。

これは西ら(2012)、石井ら(2023)とは異なる傾向を示した。

シカは人為的攪乱によって、行動パターンが変化することが知られている。そのため、今回の事例もシカの人為的攪乱によって、行動パターンが変化した可能性が高い。

中央本線、青梅線は、都市近郊部を通過し、沿線には、沿線には住宅が、一部区間には交通網が張り巡らされている。一方、東北の電車などは山林を走行している。そのため、このような環境下での強い人為的攪乱や、夜間の視認性の低下、列車総本数が少ないことにより、衝突率が過大に算出されることにより、衝突率が増加したと推測される。

4.結論

時間ごとの衝突率は、深夜帯である 22~1 時に顕著に増加した。列車の運行本数の減少、視認性の低下、人為的攪乱の低下によって、沿線でのシカの行動活発になることが原因である。この結果が先行研究と異なったのは、人為的攪乱の程度によるものだと考察した。

また、月ごとの衝突率は、5~6 月の出産期、11 月の発情、交尾期にもっとも高く、警戒心の低下、行動範囲の拡大が影響していると推測される。

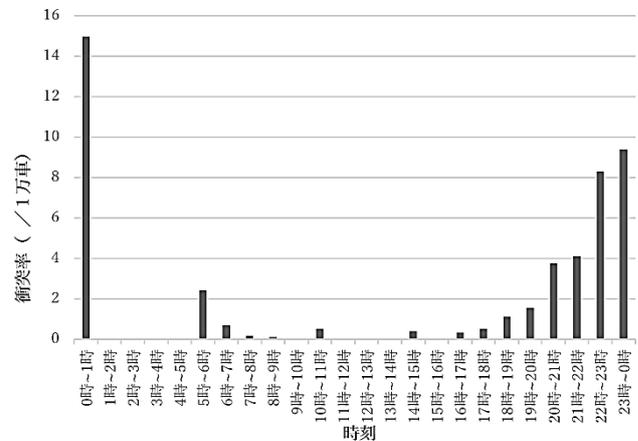


図 2 時間ごとの衝突率の分布

5.今後の展望

今後もシカによる支障件数を記録し、より多くのデータに基づいて、考察を行うことにより、正確に衝突率の分布を調査でき、季節ごとの時間分布を見ることが出来る。これにより、季節ごとの正確なシカの行動パターンを考察することが可能になる。

6.引用文献

大泰司紀之・井部真理子・増田泰 1998「野生動物の交通事故対策【エコロード事始め】」北海道大学図書刊行会 1-191

西千秋,高瀬力男,村上卓男,小藤田久義,松原和衛,出口善隆(2012)「東北地方北部における大型哺乳動物の列車衝突事故の発生実態」Animal behaviour and management 48 巻・4 号,p.135-142

石井大智,橋詰直道(2023)「野生動物との衝突による鉄道「輸送障害」とその対策 :JR 身延線を事例に」駒澤大学応用地理研究所紀要 36 巻, p. 53-57

41 武蔵構内での月例鳥類調査結果

武蔵高中生物部
中学3年 大澤正陽

本発表では、東京都練馬区に位置する武蔵学園において、2024年7月から2026年1月にかけて実施した鳥相調査の結果と、その手法について紹介する。武蔵学園は構内に水場や樹林地を有しているが、近年の定量的な鳥相データは不足していた。ドバトやヒヨドリなど、季節ごとに対応することも確認でき、中では武蔵で未記載だった種も確認できた。本発表は口頭発表にて行ったバードストライクと共同の研究であり、私と、口頭発表の浅井先輩の2人で主に調査を行った。

42 ビオトープの再生とCOD値

工学院大学附属中学校・高等学校 サイエンス部
高2 須賀直明

1、研究動機

工学院高校のビオトープは流れがなく水質が悪化していたため、循環装置を設置してCOD値と生物の変化を調べ、さらに水を循環させるだけでなく、汚染原因となる有機物を直接除去する方法を検討することにした。

2、研究方法

(実験1) 循環装置を設置して水の流れを作り、設置前後のCOD値と生物の変化を約2週間ごとに調査する。

(実験2) さらに、落葉の流入を防ぐネットの設置や、生ごみを利用した浄化剤を用いて、水質改善の効果を比較・観察する。

3、ビオトープ・COD値とは

ビオトープとは野生の動植物が生息・生育できるようにつくられた、池や草地、水辺などの環境のことである。COD値とは水中の有機物の量をもとに、水がどれくらい汚れているかを示す値で、数値が高いほど水質汚濁が進んでいることを表す。

4、実験

(実験1) 水の流れを作る循環装置を制作した。低コストで扱いやすいエアリフト方式を採用し、小型の投げ込み式装置を試作した。

(実験2) 炭化させたコーヒーかす、みかんの皮、卵殻粉末から3種類の浄化剤を作り、単独または組み合わせで使用した。実験では、アカメガシワの葉を沈めて作った人工的な汚染水を使用した。

5、結果

(実験1) 循環装置設置前のビオトープは、COD値が高く、水が濁り、生物はほとんど確認できない状態であった。(写真1) 循環装置を設置すると、2週間後にはCOD値が低下し、アメンボや珪藻類が確認された。さらに4週間後には水が澄み、藻類やクモなど新たな生物も見られるようになった。(写真2)

(実験2) 8つの条件で実験を行った結果、炭化させたコーヒーかすや卵殻粉末を含む条件ではCOD値が短時間で大きく低下した。一方、みかんの皮を含む条件ではCOD値に変化が見られず、浄化効果は確認できなかった。

また、落ち葉侵入防止用のネットは重さに耐えられず沈んでしまった。



(写真1) 循環装置設置前のビオトープ 水が濁り底が見えない。



(写真2) 装置設置4週間後のビオトープの様子 水が澄んでおり循環装置を設置している奥には藻類が繁茂している。

6、考察

(実験1) 初期の高いCOD値は落ち葉由来のヘドロや富栄養化が原因で、水質悪化により生物の定着が妨げられていたと考えられる。循環装置設置後はCOD値の低下により生物種が増え、生態系が発展した。

(実験2) 炭化させたコーヒーかすは多孔質構造により有機物を吸着し、卵殻粉末も吸着や微生物の働きを助け、それぞれ単独や併用で高い浄化効果を示した。一方、みかんの皮の粉末は有機物を増やしてしまい、浄化効果はないと考えられる。ネットの設置は自然条件を考慮した設計が重要であると分かった。

7、今後の展望

今後は、水流や装置の位置を工夫し、多様な生物が共存できるビオトープを目指したい。また、効果があった炭化させたコーヒーかすや卵殻粉末を実際のビオトープで使い、変化を継続して観察したい。さらに、みかんの皮は炭化して再実験し、落ち葉防止ネットも素材や構造を改良していきたい。

43 裏高尾でのセンサーカメラによる調査結果

工学院大学附属中学校・高等学校

サイエンス部 松本・佐々木・海老名・水田・岡本

1. 研究動機(高尾100年の森について)

現在、サイエンス部生物班では高尾グリーンハイスクールというプロジェクトに参加している。このプロジェクトは、八王子市のいくつかの高校を対象に、佐川急便の所有している八王子市の裏高尾町にある「高尾100年の森」でファシリテーターとともに一年を通して、センサーカメラ調査を含む様々な調査法で生物の調査を行うものである。

サイエンス部生物班では数年間に渡り、主に夜間に出現する動物の種類や個体数の調査を目的とした、校内でのセンサーカメラの設置を行ってきた。しかし、学校の敷地内という垣根を超えた、長期的かつ大きな規模での生物の調査を行う為今年度から高尾グリーンハイスクールに参加している。

2. 目的

高尾100年の森での調査を通してファシリテーターの方々からの助言を受け、一定の知識を蓄える。その上で、一年間を通して季節ごとの動物相などの移り変わりをデータ化し、高尾100年の森の生き物の生息状況を理解すること。

3. センサーカメラの設置場所、期間

気温が上昇しても水が無くならないよう、木陰のある水辺を探し、設置した。



設置期間
6.1 ~6.22
6.22~7.27
7.27~8.31
8.31~9.28
1.18~現在
10.11.12月は雨や熊の影響で中止。

4. 結果

6月~9月のセンサーカメラデータを分析した。約4か月間を通して圧倒的にニホンザルやニホンジカの出現回数が多いことが分かる。また9月(秋)に関しては、全体的にみると出現した動物の種類は減少したものの、1か月という短い期間の中でニホンザルやニホンジカの出現回数はとても多いことが分かる。さらに、**絶滅危惧II類に指定されている猛禽類であるサシバも確認された。**(環境省 2020)

5. ファシリテーターとの活動

①毎木調査

調査する範囲を決め、その範囲の対象となる樹木の種類、幹の太さ、樹高を測定し、記録する。

②林床調査

約1㎡の範囲を決め、その範囲内の幼樹や落ち葉、被度などを調査する。

③水生調査

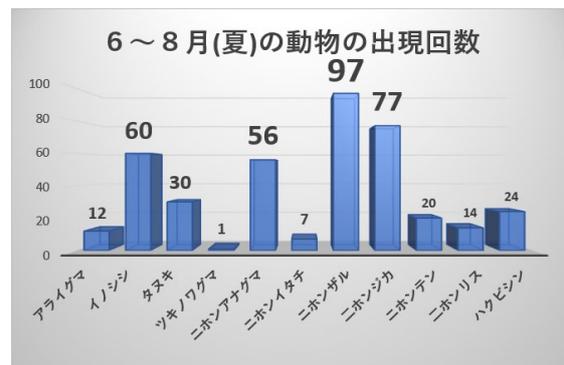
主に水生昆虫などを高尾100年の森の敷地内に流れる川から採取し、種の同定や分類を行い、その結果から川の状態を紐解いていく調査。

6. 考察

今回の調査で、ニホンザルをはじめ、ツキノワグマ、南多摩では絶滅危惧IA類であるサシバなど計**12種類**の動物が確認できた。また、草食であるニホンジカが多く生息しているのにも関わらず、豊かな緑が保たれていることから、多くの動植物たちにとって高尾100年の森は、食料となる植物や昆虫、水などが豊富な環境であることが分かった。

7. 今後の展望

今回の研究で、**調査の中止、センサーカメラの不具合によるデータ不足、データ整理に難航**してしまったことなどが反省点として挙げられる。3月の本社での発表に向けて最終調整を行っていきたい。



44 標本から分かるヒヨドリの翼のつくりと構造

工学院大学附属中学校 サイエンス部

岡本宗悦・笠原明

1. 研究動機・目的

八王子にある本校では残念なことに様々な種がバードストライクを起こしている（図1）。そこで亡くなってしまった個体を単なる「ゴミ」として廃棄するのではなく、学術的な価値のある標本として昇華させることを目的とした。また、標本を作ることによって本校にはどのような野鳥が生息しているのか記録として残すことも可能だと思い制作を開始した。

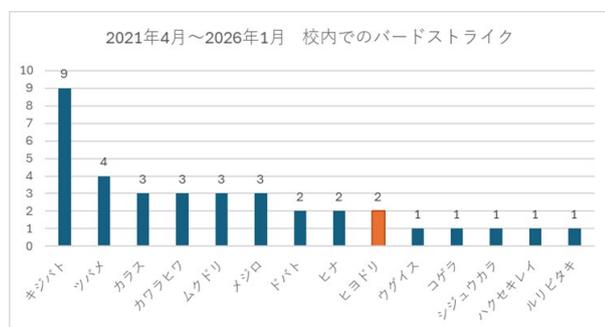


図1 バードストライクのデータ

2. 手順

1) 下準備

鳥インフルエンザの疑いがない個体を一度冷凍し、解凍する。しっかりと解凍をしておく、羽が抜きやすくなる。次に額の裏板に合うように、台紙を貼る。ボンドを端と全体にまんべんなく塗り接着する。

2) 計測

全長、翼開長、嘴峰長などの情報を記録する（図2）。



図2 計測の様子

計測の結果

全長：26.8 cm

翼開長：38.0 cm

嘴峰長：2.6 cm

3) 脱羽・添付

①初列風切から一枚ずつ丁寧に抜く。

羽の生え際をしっかりと押さえて羽軸を持ち、勢いをつけて引き抜くとよい。引き抜いた羽は指先で形を整え、初列風切から次列風切、三列風切という順に並べる（図3）。

②ガムテープを適当な長さに切り、角を一か所折ってボンドを出す。

③羽柄に3~5mmほどボンドをつけ、羽を貼り付ける。

今回は羽の種類で台紙の色を変えることで見やすくした。

④尾羽や小翼羽、小雨覆、中雨覆、大雨覆も同じようにレイアウトを決めて貼り付ける。



図3 風切羽根を並べている様子

4) ラベルの添付

羽の名前の日本語と英語のラベルを用意し、ボンドで台紙に貼り付ける。対象の標準和名や学名、生体の写真を貼り付け、額に入れて完成。

3. 今後の展望

現在保管されているルリビタキやメジロ、ツバメ、キジバトなども工学院中学校の鳥の生態系として羽根標本にしたい

参考文献

・笠岡市立カブトガニ博物館

<https://www.city.kasaoka.okayama.jp/site/kabutogani/>

・SKG羽根のバックヤード

<https://skgfeather.com/brown-eared-bulbul/>

45 フライドチキンから鳥の骨格を知る 第3羽目

工学院大学附属中学校 サイエンス部

中1 鈴木智花 佐々木健太 ほか

1. 研究動機・目的

サイエンス部生物班では一昨年から今年にかけてカラスの野鳥観察や傷病救護など鳥への理解を深めるための活動行ってきた。その中でフライドチキンから鳥の骨格を知るという実験を先輩方が過去にはじめ、3年目の今年も理解を深めるためにこの実験を行うこととした。フライドチキンでこの実験を行うことで、中1の我々でも解剖の抵抗がなくなりサイエンス部員ではない人でも取り組めるように校内で発表することも目標の1つである。

2. 実験手順・使用したもの・作成時のポイント

フライドチキンの肉をできるだけ残さないように食べ、容器にお湯を入れ爪楊枝などで細かい肉をそぎ落とした。その後漂白剤を数滴入れ30分漬けた。それを乾かし、部位ごとに分別した。部位ごとに骨をグルーガンや紙粘土を使い、くっつけていく。土台を作り、立つように骨を固定する。今回は16ピース用意したが、ドラム(脚)2ピース、サイ(腰)2ピース、ウイング(手羽)2ピース、リブ(あばら)2ピースの計8ピースがあれば最低限作れるようになる。今回はキールの竜骨突起が無かったため、グルーガンで作ることになった。

3. 軟骨の経過観察

「だって食べちゃったんだもん」という中1班員の名言から、軟骨の観察が始まった……

軟骨は漂白の際に結局なくなってしまう。1羽目の時は粘土で、2羽目の時はグルーガンで再現していた。軟骨にはどの程度の水分が含まれているのか、どう変化するのかを観察した結果が図1である。

	袋入り	A君の軟骨	A君の軟骨
1日目	ジブロックに入れて持ち帰った	ジブロックに入れて持ち帰った	
2日目	変化なし	乾燥して縮んだ	0.7g
3日目	変化なし	乾燥し、ねじれて小さく、硬く、透明になった	0.4g
5日目	形が崩れ始めた	変化なし	
7日目	変化なし	変化なし	
8日目	結構形が崩れる	変化なし	
10日目	かなり形が崩れ豚汁みたいなのがでる		
12日目	変化なし	変化なし	
14日目	変化なし	変化なし	
16日目	変色し始めた	変化なし	
18日目	腐ったため廃棄	変化なし	
21日目		変化なし	0.4g
27日目		変化なし	0.4g

図1 軟骨の観察

4. 作業の様子

上記の通り、軟骨は漂白の際に無くなってしまうため、グルーガンで再現することになった。図2はフライドチキンを購入し学校に持ってきた際に、部位を確認するために並べたものである。上記の通り、軟骨は漂白時に無くなってしまうため、軟骨をグルーガンで再現した。再現したものが図3である。

5. 今後の課題

先輩がつくった1羽目と2羽目の骨格標本は、理科室で保存していたようだが崩れてしまって見本が無い状態で今回作成した。骨格標本を崩さずに保存する方法を今後考えていきたい。



図2 並べたフライドチキン

図2 軟骨再現

<MEMO>

46 味覚・嗅覚で感じた情報によって粘菌がひき起こす行動 ～酢酸に対する好き嫌いに関する反応～

東京都市大学附属中学校

1年 笠間悠暉

【実験の動機】

粘菌はエサの獲得のための能力に長けている。そこで、効率的に栄養を摂取することができる粘菌にも食べ物の好き嫌いがあるのか、また嫌う物を感知し避ける能力があるのかを調べてみたくなった。

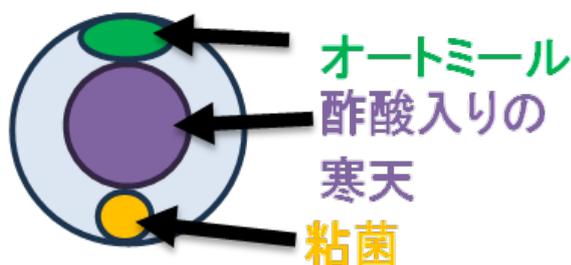
【実験の概要】

1. 粘菌が嫌うものは何か？

今回の実験では、粘菌（モジホコリ）が嫌う可能性があるものとして酢酸を利用することにした。微生物の多くは酸性の環境では細胞内の pH バランスが崩れたり、増殖を停止させたりすることがあり、酸性の環境を嫌うものが多いことが知られているからである。

2. 粘菌が「嫌い」なことをどのように確認するか？

0.6%寒天培地が入っているシャーレの端にオートミールを入れる。また、オートミールを入れたのは反対側の端に粘菌を入れる。シャーレの真ん中には酢酸を含んだ寒天を乗せた。本来、粘菌はエサであるオートミールの方へまっすぐ進もうとするはずである。しかし、このような仕掛けをしたことで、途中を酢酸入りの寒天に遮られた状態になる。21℃の環境下で24時間静置し、粘菌の動きを観察することで、粘菌が酢酸入りの寒天を嫌って避けるような動きをしないか確かめた。なお、寒天に含ませる酢酸の濃度は0%、0.3%、1.0%と変え、どの程度の酢酸濃度から反応が見られるかについても同時に調べた。



【粘菌の動きの指標】

○(酢酸を避けて動いた)	△(動きに規則性がなかった)	×(酢酸を避けなかった)	□(動かなかった)

【仮説】

・酢酸濃度 0%の寒天を乗せたシャーレ

粘菌が元いた場所から一直線にオートミールに向かうだろう。培地の上には寒天が置いてあるが、粘菌は高低差を乗り越えて移動することはあたりまえに行う。他2つのシャーレ（0.3%、1.0%）と違い、この寒天が物理的に移動を阻む以外に粘菌を邪魔するものはないため、最短距離でオートミールに向かうことは可能であると考えた。

・酢酸濃度 0.3%の寒天を乗せたシャーレ

酢酸の入った寒天を避ける粘菌と、規則性がない動き方をする粘菌が多くなるだろう。なぜなら、酢酸の濃度が 0.3%であればその濃度の酢酸に反応して避ける粘菌と反応しない粘菌のどちらも出てくると予想できるからである。

・酢酸濃度 1.0%の寒天を乗せたシャーレ

酢酸の入った寒天を避ける粘菌が多くなるだろう。なぜなら酢酸の濃度が 1.0%ほど高くなれば、ほとんどの場合粘菌への影響が出てきて避けると考えたからだ。

【実験結果】

酢酸濃度	○	△	×	□
0%	48% (14)	37% (11)	0% (0)	13% (4)
0.3%	58% (17)	20% (6)	10% (3)	10% (3)
1.0%	75% (18)	4% (1)	0% (0)	20% (5)

() 内は、実際にこのような結果になった検体数を示す。

【考察】

今回の実験では、酢酸濃度が 0%、0.3%、1.0%のように上がっていくにつれて○・□が増え、△が減るといった傾向がみられた。その理由を次のように考えた。

- ・○が増えた理由…粘菌は酢酸を感知することができ、酢酸濃度が上がるにつれ感知しやすくなっていく。
- ・□が増えた理由…酢酸濃度 0%の場合でも粘菌の 13%が動かなかったが、粘菌には一定の割合で弱っているものが含まれており、これが動かなかったものと考えられる。時間が経過するにつれ、酢酸入り寒天の外（寒天培地側）にも酢酸が広がっていき、粘菌の初期位置の近くにも酢酸の影響がでるようになる。酢酸濃度が高いほど酢酸を感知し、動くことができない粘菌が増えた。
- ・△が減った理由…酢酸濃度 0%でも粘菌が不規則に動いているのは、寒天が粘菌の移動を物理的に妨害しているためと考えた。この物理的な理由に加え酢酸による化学的な影響が酢酸濃度 0.3%、さらに 1%と強くなったため、酢酸を含む寒天を明確に避けるような動き（○）をとるようになった。

酢酸濃度別に見ると、次のように考えた。

- ・酢酸濃度 0%…この場合は、酢酸による影響はない。よって、粘菌が寒天を避けて動いた（○）り、不規則に動いた（△）のは、寒天が物理的に粘菌の移動を妨げていたと考えられる。
- ・酢酸濃度 0.3%…0%に比べ、○が増え、△が減った。0.3%の酢酸を感知できる一部の粘菌が寒天を避けて動き（○）、その分不規則に動く（△）ものが減ったのだろう。
- ・酢酸濃度 1.0%…最も○（避けて動く）・□（動かない）が多く、最も△（不規則に動く）が少なかった。1.0%まで濃度が上がると、粘菌の大半が酢酸を感知することができるのだろう。

【今後の展望】

今回の実験では、粘菌が酢酸を嫌うのかを酢酸の濃度で 0%、0.3%、1%に分けて調べた。しかし、粘菌が酢酸だけを嫌うわけではないだろう。今後の実験では、塩など酢酸以外で粘菌が嫌うと考えるものを使ってみたい。また、今回よりも酢酸の濃度を細かく分け、より詳しい結果を得るための実験もしてみたいと思う。

47 粘菌は温度を感じられるのか

東京都市大学附属中学校

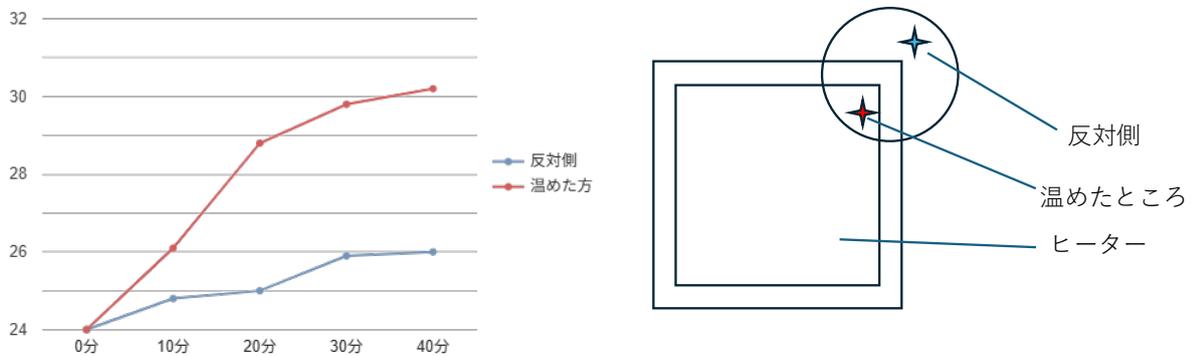
1年 山田 侖

1. 動機

僕がこの実験を始めようとした動機は粘菌が稲妻のような動き方や集団でまとまって移動する動き方などの様々な動き方があり、もし粘菌が温度を感知して動いたらどのような動きをするのかという疑問と興味を持ったからです。

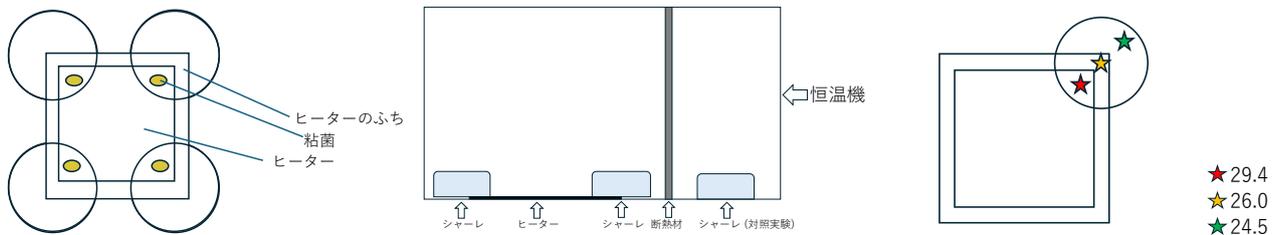
2. 仮説

次に僕の仮説です。僕が考えたのは温めたところの反対側(温度が低いところ)に逃げる粘菌が一番多いという予想です。左の図はシャーレを40分温めた温度変化のグラフです。温めた方は30°Cを超えたあたりから温度が緩やかになっていて大体31°Cを想定しました。31°Cは粘菌が適応できないと思い反対側に逃げると思いました。右の図は左の図の温度をそれぞれ計測したところのです。



3. 実験方法

ペットヒーター(240 mm×240 mm)の四隅にそれぞれ寒天の入ったシャーレを置き、温めるところに粘菌を配置しました(左の図)。そして恒温機にヒーターとともにいれ、一日温めてから回収しました。そしてもう片方には対照実験として温めなかったものも置いておきました(中央の図)。その後あらかじめ決めておいた基準で行動パターンを分けました。右の図は本番と同じようにシャーレを1つ配置して30分温め30分後に場所別に温度を調べたものです。赤(温めた方)が29.4°C、黄色(ふちの上)が26.0°C、緑(反対側)が24.5°Cでした。



4. 結果

温めた方

逃げ方は問わず反対に逃げた	○	8 例
ヒーターの透明なふちの上(ふちの上は温度が少し低かった)に逃げた、一度逃げて戻ってきた	△	12 例
無作為に動いた	□	5 例
動かなかった	×	1 例

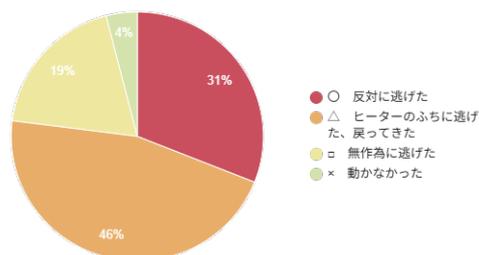
全 26 例

対照実験

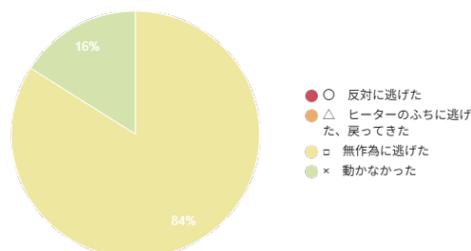
逃げ方は問わず反対に逃げた	○	0 例
ヒーターの透明なふちの上(ふちの上は温度が少し低かった)に逃げた、一度逃げて戻ってきた	△	0 例
無作為に動いた	□	27 例
動かなかった	×	5 例

全 32 例

粘菌 結果



粘菌 結果(対照実験)



5. 考察

僕はこれらのデータから粘菌はある程度逃げることができればあとはエサなどを探しに無作為に動くのではないかと考えました。粘菌は 20～27℃が活発に活動しやすい温度です。そしてヒーターのふち(26.0℃)のところも粘菌の過ごしやすい温度の場所なので、そこで熱いところから逃げられたと思えばエサなどを探しに行くのだという結論ができました。

6. 今後の展望

僕は粘菌が熱にある程度反応することが今回の実験で分かったので、これからは冷やしてみて粘菌がどのような動きをするのかということに興味がありました。粘菌にもし温度を的確に検知できるとすれば、粘菌はどのような動きをするのでしょうか。一部が冷たいならばどう逃げるのか、すべて均一に冷たいならばどう逃げるのかなどいろいろな予測ができておもしろいです。

48 T字迷路を用いたマウスの認知・記憶行動学実験

学習院中等科生物部

萬屋 創

緒言

人間の記憶力の発達には脳の成熟と関連が深く、脳は3歳ころまでに急速に発達、6歳で成人の約90%の容積が完成し、10~20代で脳の神経細胞の成熟が完了し、記憶能力もピークを迎え、成長終了後も記憶能力は衰えないが、忘れる速さ（忘却曲線）は記憶の定着度によって異なるといわれている。そこで今回、短期寿命であるマウスを用いて、マウスの経年齢的な記憶力の変化について調べることにした。

目的

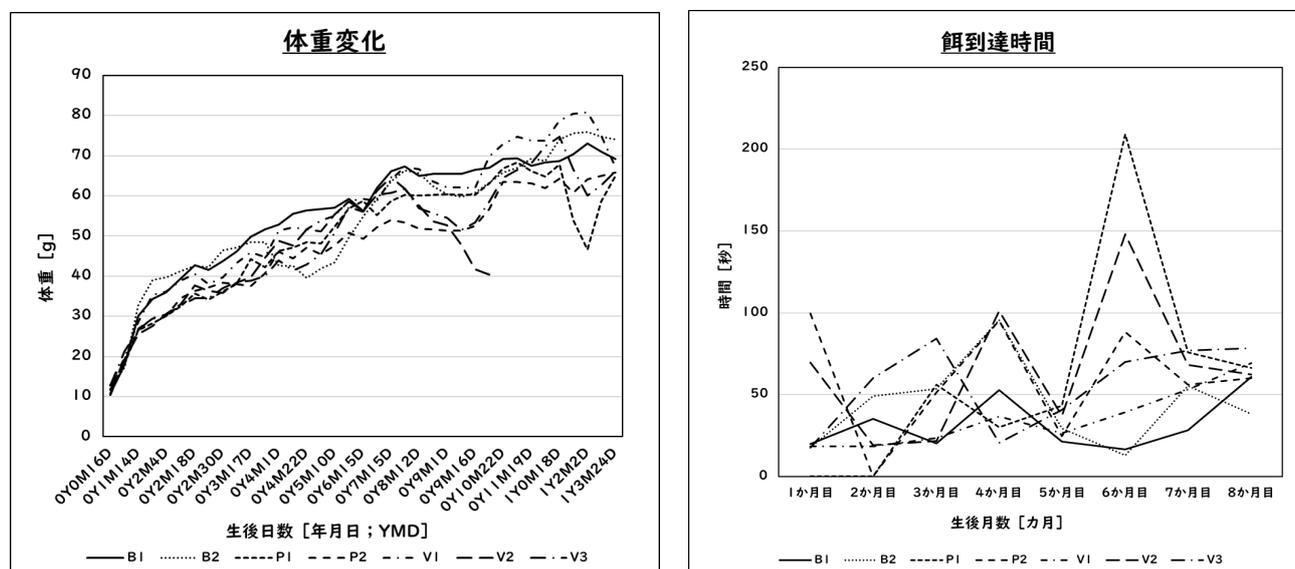
トールマンが行ったネズミの迷路実験（サイン・ゲシュタルト説）より、ネズミは迷路にて、エサが与えられない時には認知地図を作っていて、迷路をクリアするスピードは一か月ごとに変わるとかを検証することを目的とした。

資料および方法

実験動物としてBALB/c (BALB/cCrSlc)妊娠マウス1匹から生まれた同腹のオス2匹、メス5匹を使用した。T字迷路は、ブロックの大きさが規定されているレゴブロックを用い、縦25.5cm、横38.0cm、高さ3.0cmを作成。マウスの行動可視化を目的に、硬質クリアプレートで迷路全体の上部を覆った。

実験方法として、マウスに実験前の24時間絶食させ、空腹の状態で行った。毎回、T字迷路の左側に直径約5mmの餌（ピーナッツ）を置き、マウスの鼻先が迷路に進入してからピーナッツを口にくわえるまでをビデオ撮影し、その所要時間をストップウォッチで計測した。この計測を1固体につき毎回5回行い、その平均を計測値とした。実験毎に体重測定し、実験終了後も月に1回測定した。

結果



考察

実験開始 9 カ月の時、V2 の体重が急激に減少し原因不明のまま死去したため、全体の計測は 8 カ月目までとした。各回の計測のうち、最終の 5 回目が最速（最短の時間）になることが多かった。これは、認知速度は回数を重ねるごとに脳に記憶されたことが考えられる。しかし、おおよそ 6 カ月目を境に加齢に伴うと思われる認知速度の低下がみられた。体重変化においては、個体差はあるが、生後 10 カ月目を過ぎた頃から増加が著しくなった。これは加齢によるホルモンバランスの変化に関係している可能性が考えられた。今回の実験から、認知・記憶速度は成長に比例するように速くなるが、ある一定の年齢をピークに、その後の速度は反比例するように低下する傾向が示唆された。そのピーク前後の脳細胞および脳全体の器質的・機能的変化がどのように生じているのか、将来、調べてみたい。

参考文献

1. マウスの作業記憶と参照記憶を評価するための T 迷路強制交互および左右弁別タスク, 庄司弘隆, 他, 可視化実験ジャーナル (60), E3300, 2012
2. マウスにおける自閉スペクトラム発現の行動指標 (特集 発達早期の要因による神経発達障害の形成メカニズムとその治療法開発), 掛山正心, 他, 日本生物学的精神医学会誌, 29(3), 113:2018.9

49 透明標本の作成に関する基礎的研究

獨協中学・高等学校生物部

高2 若林遥輝 高橋陽 中山颯人

1. はじめに この研究のきっかけは、魚の透明標本をある売り場で見つけたことだった。透明標本の強みである軟骨と硬骨を鮮やかに赤と青に染め、生体の内部を隅々まで可視化できるものだった。ただの標本と言うよりも一つの芸術品のようにも感じた。私達はこの美しい標本を自分たちの手で作ってみたいと考えた。しかし、実際に透明標本を作成するには数々の問題があった。1つ目は作成にあたって多くの薬品を取り扱うことだ。通常の製法では水酸化ナトリウムなどの劇薬を利用する。学校の実験室を利用するとはいえ、劇薬などの管理はなかなか難しい状況だった。2つ目に薬品は非常に高価なものが多い。透明標本の象徴となる鮮やかな青に染めるアルシアンブルーは特に高価で安易に購入できるものではなかった。3つ目に完成後の標本の管理だ。グリセリンに漬け保存する方法は液漏れや管理に手間がかかる。以上の点を克服できるような作成方法を検討した。

2. 作成方法 調べていく中で、一つの文献を見つけた。「毒物劇物指定薬品を一切使わずに小型魚類透明骨格標本を作製する方法 西川洋史氏」。この文献では薬品が高価で、取り扱いづらいため安価で手頃にできる透明標本作成を実施していた。透明化するにあたって、水酸化カリウムの代用に洗濯用洗剤のアタックゼロを使用していた。この方法を参考にして作成を進めることにした。作成のポイントは次の3点である。

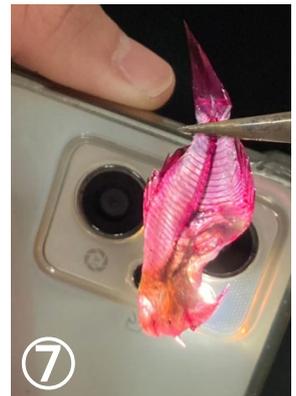
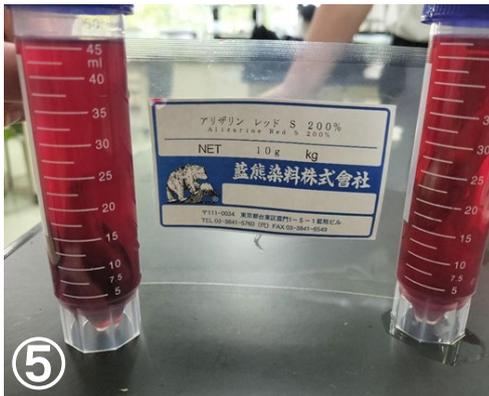
- | | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| 1 安全に作る 劇薬を使わず、身近な洗剤で代用 | 2 安く作る 高価な薬品や器具を使わない |
| 3 手軽に保存する 液体ではなく樹脂で固めて保存 | |

3. 透明標本の作成

【材料・試薬・器具】 標本化する生体 エタノール(タンパク質の固定、腐食を防ぐ) アタックZERO (水酸化カリウム等の透明化の代用) アリザリンレッド (硬骨を赤く染色する) 遠沈管 (薬品と生体をいれ保管する) ピンセット 小さなナイフ
--



- ① 標本化する生体としてブルーギル、コチ、金魚を用意した。新鮮な腐敗していないもの。
- ② 99.5%エタノールを遠沈管に注ぎ、生体を一緒に入れ3日静置。脱色して色が薄くなる
- ③ エタノールから取り出し鱗、皮を剥ぎ内臓を取り出す。薬品が浸透しやすいよう目を刺した。
- ④ 鱗や皮を剥いだ生体をアタックZEROに漬けた。全体が浸るように気をつけ、2週間静置。
- ⑤ 水道水100mlにアリザリンレッドを3杯入れ作成した染色液に取り出した生体をつけ3日静置。
- ⑥ 染色液から取り出す。余分な所まで染まっていたため再度アタックゼロにつける。
- ⑦ 順調に染まっていたが、頭の皮の剥ぎが甘かったため十分に染まっていないものもあった。



4. まとめと今後の予定

今回の実験の記録はここまでとなる。現在も実験は進行中であり、今後の予定は以下の通り。

- ⑦ 染色液から取り出し、グリセリンに漬けてさらに透明化させていく。
- ⑧ 完成した標本をクリスタルレジンを使用して保存する。

食器用洗剤による魚の透明化はできることがわかったが、今回利用した洗剤は一種類であるため他社のメーカーでも可能なのか実験する必要がある。今回の反省点として、最初に行う皮や内臓処理が甘く頭の透明化が不十分であった。また、匂いがきついので事前にマスクや手袋を用意しておくべきであった。

50 小笠原野外実習プログラムに参加して

獨協中学・高等学校生物部

高1 石井理健 戸田陽翔 米井誠貴

1. はじめに 獨協中学・高校では2022年度から、小笠原諸島母島でフィールドワークを行う「**小笠原野外実習プログラム**」を実施している。私達はこれに参加し様々なことを学んだので報告したい。

2. プログラムの概要 世界自然遺産の小笠原諸島は東京から約1000km南に位置し、亜熱帯気候に属する。同プログラムは5泊6日の行程中、小笠原諸島の母島に3泊4日滞在し、小笠原の自然や文化を現地で学ぶという特色をもつ。母島の植生は標高と降水量の違いにより乾性低木林、湿性高木林、雲霧林などに分けられ、数多くの固有種が息息する独自の生態系が発達している。



3. 活動記録

【1・2日目】東京竹芝から「おがさわら丸」に乗船し11時に出航。東京湾から外洋に出ると静かだった海の状況は一変し、波が高く船体が大きく傾くようになった。甲板で**オオミズナギドリ**や**クロアシアホウドリ**などの海鳥を観察した。**アホウドリ**が波の間をソアリングする姿が印象に残った。翌日は**オナガミズナギドリ**や**トウゾクカモメ**、**カツオドリ**などの海鳥が観察できた。父島に到着後「ははじ丸」に乗船。母島に向かう船上で**ハシナギルカ**の群れや**ザトウクジラ**を観察できた。

母島の沖港に着くと宿のオーナー兼ガイドの田澤誠治さんが出迎えてくれた。宿に荷物を預けた後、ロース記念館、清見が岡鍾乳洞、静沢の森戦跡などを徒歩で散策し、小笠原の歴史や文化について学ぶことができた。この間**グリーンアノール**や**オガサワラノスリ**を観察できた。



【3日目】乳房山登山の日である。田澤さんの案内で集落を抜け登山口に向かう途中、茶色に擬態した**グリーンアノール**を多く見かけた。登山口では**オガサワラトカゲ**が日向ぼっこをしている様子が観察できた。登山を始めると、**ムニンヒメツバキ**や**シマホルトノキ**などの固有種、**ウドノキ**や**モモタマナ**などの亜熱帯性の木本、**アカギ**や**ガジュマル**などの外来種など、日本とは思えないような様々な亜熱帯の植物が現れた。周辺の尾根では**オガサワラノスリ**が獲物を探して滑空する様子も見られた。

山頂近くの雲霧帯に入ると植生に変化が見られ、**タコノキ**の大群落や**マルハチ**などの木性シダに出会った。道沿いの**タコノキ**には固有種の**オガサワラオカモノアラガイ**が数匹見られ、雲霧帯の中のことを実感した。乳房山山頂では沖港の集落や周辺の島々が一望でき、その美しさに感動した。

下山途中で固有種の**ハハジマメグロ**を至近距離で観察できた。登山道わきに置かれた大きな皿に水を入れて水音を立てると、数分もしないうちに**ハハジマメグロ**が現れた。目の前でメグロの水浴びを観察し、撮影することができた。登山を終え、午後は宿の近くの脇浜なぎさ公園に行った。ここでは岸壁から**ネムリブカ**や**ツノダシ**といった熱帯性の魚を観察できた。

【4日目】 母島最南端の南崎と小富士へのトレッキングを行った。過去のプログラムでは100%の確率でアカガシラカラスバトに会えているので期待が高まる。南崎周辺は乳房山と違って標高が低く、コバノアカテツやハハジマトベラ、モモタマナ、外来種のモクマオウなどの乾性低木林が広がる。散策路を進んで小富士に着くと乳房山にも負けない絶景が広がっていた。天気が良く姉島や妹島などもくっきり見えた。ただアカガシラカラスバトが最後まで現れなかったのが残念である。

午後は母島の西海岸にある御幸之浜に向かった。御幸之浜は貨幣石(新生代に繁栄した大型有孔虫)の化石の地層があり特別保護地区になっている。干潮だったので貨幣石の地層を目の前で観察できた。潮だまりにはクモヒトデやナマコ、タカラガイ、ヤセタマカエルウオなど多くの動物が見られた。

その後、アオウミガメを見るために再び脇浜なぎさ公園に向かった。アオウミガメを数匹見つけることができた。アオウミガメは悠々と泳ぎながら時折水面に顔を出して呼吸をしている。中には交尾をしているペアもあり、生命の神秘を感じることでできる貴重な体験になった。



【5・6日目】 野外実習最終日は、ワゴン車に分乗して母島の北部を目指した。オガサワラシジミの生息地とされる新夕日ヶ丘では、グリーンアノールからオガサワラシジミを守るための防除柵を見学した。2020年を最後に野生個体は確認されておらず、外来種による被害の深刻さを痛感した。次に見学した探照灯基地跡では、太平洋戦争中に使われた巨大な探照灯が錆びてはいるが原形をとどめていて、戦跡として貴重だと思った。北港は現在は無人でほとんどが藪で覆われていたが、こんなところにも戦前は人の暮らしがあったんだと思った。最後に訪問した蝙蝠谷農業団地では、農協の組合長さんの話を聞きながら、バナナやパッションフルーツ、トマトなどの生産現場を見学した。母島ではカカオ豆も生産していて、後で小笠原産のカカオで作られたチョコを食べたがとても美味だった。

母島を去る時間が来てしまった。港で田澤さんたちにお別れを言い、ははじま丸に乗船。父島二見港でおがさわら丸に乗り換え東京に向かった。母島でも父島でも、出港時には大勢の島民が見送ってくれる。中でも父島での見送りは、何隻もの船がおがさわら丸を追いかけ、海へ飛び込む人もいるなど、一生忘れられない感動的な光景だった。帰路の船上でも、ハシナギルカやザトウクジラ、カツオドリ、オナガミズナギドリ、クロアジアホウドリ、オーストンウミツバメなどが観察できた。

4. まとめ

今回の小笠原野外実習プログラムでは様々なことを学ぶことができた。小笠原の生物や植物、歴史、文化から成り立ちまでと学んだことを数えだしたらきりがない。特に、固有種と外来種の関係についてはより一層知見を深めることができた。例えば、小笠原には約100種に及ぶ陸産貝類が生息している。その90%以上が小笠原で独自の進化を遂げた固有種であり、今回観察できたオガサワラオカモノアラガイもその1つである。しかし、近年クマネズミやグリーンアノール、プラナリア、アフリカマイマイを始めとした外来種による個体数の減少が懸念されており、保全活動が盛んに行われている。実際に行って小笠原は自然を始めとする様々な視点において素晴らしい場所だということが分かった。この素晴らしい島がいつまでも素晴らしくあるために、自分には何ができるのか考えて、何か1つでも行動を起こしたいと思った。

51 モジホコリの培養と迷路実験の基礎的試行

獨協中学・高等学校生物部

中3 神戸 悠太

1. はじめに 近年大きく注目を集めている生物の1つに粘菌がある。今から15年ほど前、日英研究者グループが粘菌の「迷路を解く能力」を発見し生物界に衝撃を与えた。この研究により、そのグループはイグノーベル賞を異例の2度も受賞している。粘菌には他にも「記憶を保持する能力」があるという研究結果が報告されているなど、単細胞の原核生物でありながら複雑で興味深い特徴をもつ生物である。今回は粘菌を迷路実験などに使用していくために必要な基礎的な培養条件を探った。

2. 培養した粘菌と使用した器具・試薬

培養には、香蘭女学校生物部から譲っていただいた、変形菌の1種であるモジホコリを使用した。

【使用した器具・試薬】乾燥状態のモジホコリ, 精製水, 粉末寒天, 有機栽培オートミール, ピンセット, 蓋付きプラスチックシャーレ, スプーン, ミスト霧吹き, 温度計, 鍋, 保冷BOX, 拡大鏡

3. 培養過程と結果・考察

培養課程①

- ① 沸騰させた精製水500mlに粉末寒天4gを溶かしてシャーレに固めた寒天培地を作る。
- ② 寒天培地に乾燥状態の粘菌とオートミールを置き、スプーンで表面に1mmほど膜が張るまで精製水を垂らす。(画像①)
- ③ 温度を保つために保冷剤を保冷BOXに入れ、数時間起きに様子を見た。
- ④ 6個のシャーレの中で1個のみ、菌体がうっすらと広がった様子が観察された。(画像②)

【結果①】予想よりも色が薄く、わずかに浮いてしまっているように見えた。精製水を多く与えすぎたためと考えた。そこで少ない水量での放出が可能なミスト霧吹きを使用し、再度試みた。

培養課程② (変更点)

- ② 寒天培地に乾燥状態の粘菌とオートミールを置き、ミスト霧吹きで2プッシュ吹きかけた。(画像③) ①③④は過程①と同じ。

【結果②】課程①と比較して菌体がシャーレ全体に広がり増殖した。(画像④～⑦)

【考察】過程②を試せたのが1個体しかないものの、ミスト霧吹きに変えてから増殖の様子に著しい違いが見られた。過程①で培養できなかった原因は水の与え方や水量にあると推測される。

4. 迷路実験の実施

現在、寒天をそれぞれY字とH字に切り、スタート地点(モジホコリを設置)とゴール地点(オートミールを設置)をモジホコリが結ぶ経路・複数回解かせた場合にかかる時間の変化を調べる迷路実験を実施中である。

5. まとめ・今後の展望

本論では過程①と過程②を比較することにより、過程①での失敗の原因を探った。その結果、原因が水の与え方・水量にある可能性が高いという結論に至った。この教訓を生かし、モジホコリを安定的に培養していく技術をさらに向上させ、迷路実験を継続させていきたい。



画像①

画像①: 過程①の最初の状態



画像②

画像②: ①から24時間後。
1個のシャーレで菌体が全体に広がっている



画像③

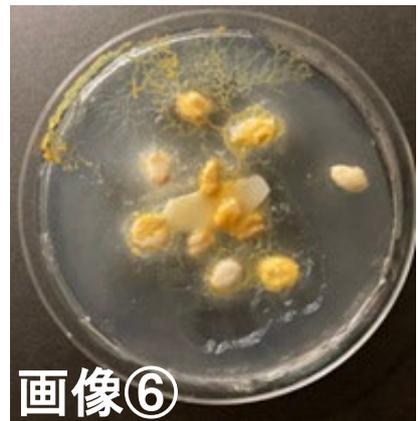
画像③: 過程②の最初の状態
水の量を減らし、霧吹きでミストを吹きかけた



画像④



画像⑤



画像⑥



画像⑦

画像④: 画像③から13時間後

画像⑤: 画像③から24時間後

画像⑥: 画像③から4日後

画像⑦: 画像⑥と同じ時期に拡大鏡を使い撮影したもの。
菌体がシャーレの壁を登ろうとしている。

【謝辞】 本論執筆に当たり多くの方々にご協力いただきました。多忙にも関わらず、快く協力してくださった香蘭女学校の先生に心から感謝申し上げます。

【参考文献】 ジャスパー・シャープ, ティム・グラバム, 川上 新一 (監修) . 粘菌 知性のはじまりとそのサイエンス. 誠文堂新光社. 192p.



学習院女子高等科
大野紗紗
「日本三鳴鳥」

<MEMO>

<MEMO>

(裏表紙)



第58回 生物研究の集い 要旨集③

主 催：東京生物クラブ連盟

会 場：学習院大学 西5号館

開催日：2026年2月15日

学校名：

氏名：