

# 第56回 生物研究の集い 要旨集

---

---



ニホンアマガエル  
*Hyla japonica*

獨協高等学校  
加藤空斗

学習院女子中・高等科  
松本唯花



## 展示発表編

|    |                  |
|----|------------------|
| 主催 | 東京生物クラブ連盟        |
| 日時 | 2023年2月23日 9:00～ |
| 場所 | 東京農業大学百周年記念講堂    |



## 【展示発表】

- キノコの増殖の違い / 跡見学園中高\_科学部
- Soil washing の有用性について / 城北中学校・高等学校 生物部
- ライトトラップによる昆虫採集 / 城北中学校・高等学校 生物部
- コオロギの音による行動について / 城北中学校・高等学校 生物部
- 校内の鳥 / 学習院女子中・高等科
- 県立四季の森公園における蜻蛉目の調査 / 攻玉社中学校・高等学校 生物部
- アホートルの死因の特定 / 昭和女子大学附属昭和中学校
- ハシビロコウの観察 / 昭和女子大学附属昭和中学校
- はちみつの殺菌・抗菌効果～濃度による効果の違い～ / 香蘭女学校
- 香蘭女学校に生息する水生生物について / 香蘭女学校
- 食品廃棄物で作る肥料 / 香蘭女学校
- 赤城山の魚類調査 / 武蔵高等学校中学校 生物部
- 赤城山の鳥類相調査 / 武蔵高等学校中学校 生物部
- 100年前のヘビ標本の同定と記録の修正・加筆 / 武蔵高等学校中学校 生物部
- 武蔵越生高等学校周辺の河川の水生昆虫調査 / 武蔵越生高等学校
- 伊豆大島合宿における潜り, 釣り採集結果報告 / 芝中学校高等学校
- 井の頭公園における水質調査 / 吉祥女子中学・高等学校
- 森林生態系におけるキノコの役割と土壤動物との関係 / 浅野中学・高等学校
- バイオチャー散布がカイワレダイコンの成長に与える影響の評価 / 浅野中学・高等学校
- ハグロトンボの越冬期における各部位の計測から見た個体差 / 東京純心女子中学校・高等学校
- 人工河川での外来種調査(2) / 獨協中学高等学校 生物部
- メダカの体型の遺伝について / 獨協中学高等学校 生物部
- 池にすむプランクトンの季節変化を調べよう / 創価中学校
- 四つ葉のクローバーの作り方 / 聖心女子学院中等科
- プライドチキンから鳥の骨格を知る / 工学院大学附属中学・高等学校
- 八王子にある工学院中高における動物相 / 工学院大学附属中学・高等学校
- ブロッコリーからの DNA 抽出条件 / 工学院大学附属中学・高等学校
- 成蹊学園周辺におけるセミの種類構成 / 成蹊中学・高等学校
- セイロンベンケイソウに関する研究 / 世田谷学園
- 共生ハゼとテッポウエビの共生関係の観察 / 世田谷学園
- 世田谷公園のワカケホンセイインコについて / 世田谷学園
- 植物の葉序に関する観察と考察 / 世田谷学園
- 生物の骨格について / 晃華学園高等学校
- カエルの死因究明の試みーコンゴツメメガエルの飼育からー / 学習院中等科
- カエルの色覚 / 学習院中等科
- 和泉多摩川における 49 年間の鳥類相の変化とその要因 / 東京農業大学第一高等学校中等部 生物部鳥類班
- 金魚の新品種の鱗の成長について / 東京農業大学第一高等学校中等部 生物部 魚類班
- 三国海岸の貝類層について / 東京農業大学第一高等学校中等部
- 社会的文脈が死骸の認知過程に及ぼす影響 / 安田学園中学校高等学校 生物クラブ
- 花粉荷の「色」による花粉源植物の推定 / 安田学園中学校高等学校 生物クラブ
- 雄蜂との相互作用が働き蜂の学習障害を引き起こす / 安田学園中学校高等学校 生物クラブ
- クロマルハナバチの幼虫の *in vitro* 飼育系確立 / 安田学園中学校高等学校 生物クラブ
- クロマルハナバチの概日リズム / 安田学園中学校高等学校 生物クラブ
- DAPI 染色によるクロマルハナバチ雌雄の DNA ploidy 解析 / 安田学園中学校高等学校 生物クラブ
- ミツバチは同巢の他個体を識別できるのか? / 安田学園中学校高等学校 生物クラブ
- インセクトハウスによる校内の虫の調査 / 恵泉女学園中学・高等学校
- アメリカザリガニの餌による体色の変化 / 恵泉女学園中学・高等学校
- ホトケドジョウの生息環境 / 恵泉女学園中学・高等学校

# 1 キノコの増殖の違い

跡見学園中学校高等学校 科学部

柴田 希歩 (中3) 柴田 幸歩 (中3) 木村 春奈 (中3) 小原 久実 (中3)

## 1. はじめに

昨年度までは、コケ植物に付着した細菌を寒天培地で培養するという実験を行っており、そこで菌の培養に興味を持った。これを何らかの形で活用できないかと考えた。結果、身近にある食用キノコの菌糸を寒天培地で培養し、菌糸の種類の違いと、他の菌に与える栄養を調べようと思った。

## 2. 実験

【実験】食用キノコの菌糸の広がり方の違い

- ① 300mL三角フラスコに水100mL, 寒天末4g, ムンゲ-スク-グ 培地用混合塩類0.46gの割合の混合液を、電子レンジで溶液が完全に透明になるまで温め、溶かした。
- ② 煮沸殺菌しておいたシャーレに、①の溶液を深さ0.7cmまで注ぎ入れ、冷蔵庫で固めた（これを以下MS培地と呼ぶ）。
- ③ 食用キノコ(今回はシイタケ, マツタケ, エリンギ, エノキ, シメジ)を少量取り、それぞれMS培地にのせた。
- ④ 恒温器(23°C)内で培養し、1日ごとに、菌糸の広がり(写真1)と外から混入した菌の広がり(写真2)を観察した。
- ⑤ ④の結果を表にまとめた(表1)。



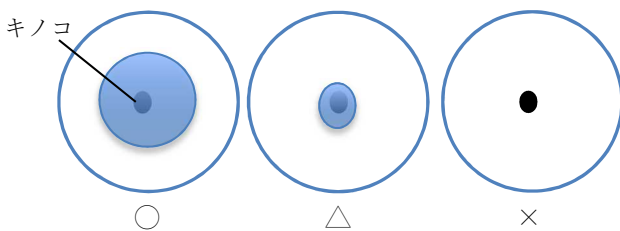
写真1



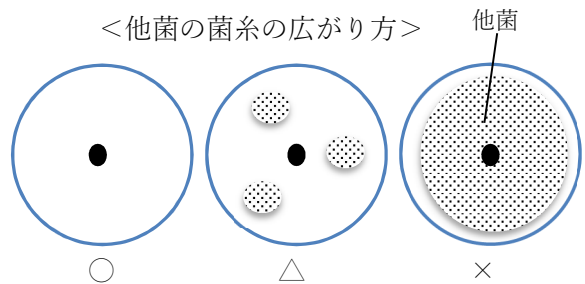
写真2

## 3. 結果

判断基準： <キノコの菌糸の広がり方>



<他菌の菌糸の広がり方>





|      | 培養期間：7日                           |                                | 培養期間：10日                       |                              |
|------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
|      | 自身の菌糸の<br>広がり                     | 他菌の菌糸の<br>広がり                  | 自身                             | 他菌                           |
| マイタケ | ○… 0 %<br>△… 0 %<br>×… 100 %      | ○… 67%<br>△… 16.5%<br>×… 16.5% | ○… 0 %<br>△… 0 %<br>×… 100%    | ○… 0 %<br>△… 0 %<br>×… 100%  |
| シメジ  | ○… 67 %<br>△… 0 %<br>×… 33%       | ○…50 %<br>△…33.5 %<br>×…16.5%  | ○… 67%<br>△… 33.5%<br>×… 0 %   | ○… 33.5%<br>△… 0 %<br>×… 67% |
| シイタケ | ○… 16.5 %<br>△… 83.5 %<br>×… 0 %  | ○…67 %<br>△…16.5 %<br>×…16.5 % | ○… 66.5%<br>△… 33.5%<br>×… 0 % | ○… 100%<br>△… 0 %<br>×… 0 %  |
| エリンギ | ○… 100 %<br>△… 0 %<br>×… 0 %      | ○…83.3 %<br>△…16.7 %<br>×… 0 % | ○… 100%<br>△… 0 %<br>×… 0 %    | ○… 100%<br>△… 0 %<br>×… 0 %  |
| エノキ  | ○… 50 %<br>△… 16.5 %<br>×… 33.5 % | ○…50%<br>△…16.5%<br>×…33.5%    | ○… 0 %<br>△… 0 %<br>×… 100%    | ○… 0 %<br>△… 0 %<br>×… 100%  |

表 1

#### 4. 考察

マイタケの菌糸が広がらなかったのは、そもそも培地や温度が適していなかったと考えられる。また、他の食用キノコに関しては、現在の培地と温度設定で十分菌糸を広げることができるといえる。

シメジとエノキは他菌の混入と増殖が見られた。またエノキに関しては、他菌の菌糸が広がるにつれて自身の菌が消滅した。このことから、シメジとエノキには抗菌作用はなく、エノキに関しては他菌より弱い菌類であることがわかった。

シイタケとエリンギは他菌の増殖が見られなかった。このことから、この2種類には抗菌作用があると考えられ、特に、エリンギはシイタケより自身の菌糸増殖速度が速いと考えられる。

#### 5. 今後の展望

- 実験データが少ないので、実験回数をさらに重ね、より正確なデータをとる必要がある。
- 今回の実験では、菌糸の広がり方や、増殖について調べたので、今後この実験データを増やしつつ、それぞれの菌糸の抗菌作用を調べたい。
- 食用キノコを一緒に培養したときの影響の実験を始めた時期が遅く、まだデータがでていない。引き続き培養することで、その影響についても調べていきたい。

## 2 Soil washingの有用性について

城北高等学校 2年 洪 唯宇

### 1.目的

soil washingの有用性を土壌調査方法の一つであるシフティングと比較して考察する。

### 2.原理

土壌調査の方法としてはシフティング（篩採集）とsoil washingがある。シフティングとは採取した土壌を篩にかけ土壌生物を採集する方法である。soil washingとは、採取した土壌を入れたバケツ等の容器に水を満たすことで、水よりも密度の小さい地中性の節足動物を浮上させて採集する方法である。本採集方法は日本では殆ど用いられていない。

### 3.準備

篩(2mm目) スコップ トレイ 採取した土壌

バケツ

### 4.調査方法

今回の調査は埼玉県熊谷市広瀬にある荒川河川敷及び周辺部で行った。

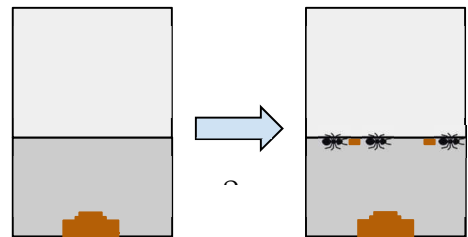
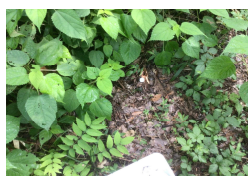
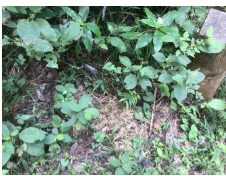


①以下3つの地点（A,B,C地点）で5回シフティングを行った後、土壌を採取した。（落葉層を中心に採取）

A地点

B地点

C地点



②採取した土壌をそれぞれバケツに移し水で満たした後、2時間後に浮上した生物を採集し同定した（右上図）。

③採集結果を個体数、種数、生存数の3つの要素毎に記録した。

### 5.結果

A地点

|       | soil washing | シフティング |
|-------|--------------|--------|
| 1.個体数 | 65           | 15     |
| 2.生存数 | 9            | 15     |
| 3.種数  | 8            | 8      |

B地点

|       | soil washing | シフティング |
|-------|--------------|--------|
| 1.個体数 | 51           | 17     |
| 2.生存数 | 7            | 17     |
| 3.種数  | 7            | 8      |

C地点

|       | soil washing | シフティング |
|-------|--------------|--------|
| 1.個体数 | 39           | 10     |
| 2.生存数 | 6            | 10     |
| 3.種数  | 7            | 6      |

※シフティングは各地点においての総合の結果を記す。

## ○採集結果

### 1.シフティング

### 2.soil washing

|                        |                       | A | B | C                     |                    |                      | A       | B | C |
|------------------------|-----------------------|---|---|-----------------------|--------------------|----------------------|---------|---|---|
| 鞘翅目                    | マルガタゴミムシ              | × | ○ | ×                     | 鞘翅目                | ムナピロコケムシ             | ○       | ○ | ○ |
|                        | Amara chalcites       | × | ○ | ×                     |                    | Cephennium japonicum | ○       | ○ | ○ |
|                        | ガロアフサヒゲアリツカムシ         | ○ | × | ×                     | アリ目                | ヒメアリ                 | ×       | ○ | × |
|                        | Trisinus galloisi     | ○ | × | ×                     |                    | Monomorium intrudens | ×       | ○ | × |
|                        | ムナピロコケムシ              | × | ○ | ×                     |                    | ウロコアリ                | ○       | × | × |
| ハチ目                    | Cephennium japonicum  | × | ○ | ×                     | Strumigenys lewisi | ○                    | ×       | × |   |
|                        | クロオオアリ                | ○ | ○ | ○                     | イトウカギバラアリ          | ×                    | ○       | × |   |
|                        | Camponotus japonicus  | ○ | ○ | ○                     | Proceratium itoi   | ×                    | ○       | × |   |
|                        | ヒメアリ                  | ○ | × | ×                     | トビムシ目              | ツチトビムシ科の一種           | ○       | ○ | ○ |
|                        | Monomorium intrudens  | ○ | × | ×                     |                    | イボトビムシ科の一種           | ○       | ○ | ○ |
|                        | アメイロアリ                | ○ | ○ | ×                     | イシムカデ目             | イッスンムカデ              | ○       | ○ | × |
|                        | Nylanderia flavipes   | ○ | ○ | ×                     |                    | Bothropolys rugosus  | ○       | ○ | ○ |
|                        | ナカスジハリアリ              | × | ○ | ×                     | クモ目                | ササラダニの一種             | ○       | ○ | ○ |
|                        | Monomorium intrudens  | × | ○ | ×                     |                    | 等脚目                  | オカダンゴムシ | ○ | ○ |
| アミメアリ                  | ○                     | × | ○ | Armadillidium vulgare | ○                  |                      | ○       | ○ |   |
| Pristomyrmex punctatus | ○                     | × | ○ | ワラジムシ                 | ○                  |                      | ×       | × |   |
| イシムカデ目                 | イッスンムカデ               | ○ | ○ | ○                     | Porcellio scaber   | ○                    | ×       | × |   |
|                        | Bothropolys sp        | ○ | ○ | ○                     |                    |                      |         |   |   |
| 等脚目                    | オカダンゴムシ               | ○ | ○ | ○                     |                    |                      |         |   |   |
|                        | Armadillidium vulgare | ○ | ○ | ○                     |                    |                      |         |   |   |
|                        | ワラジムシ                 | ○ | ○ | ○                     |                    |                      |         |   |   |
|                        | Porcellio scaber      | ○ | ○ | ○                     |                    |                      |         |   |   |

## 6.考察

### ○メリット

・表を見ると、どの地点においても採集された個体数はsoil washingの方が約4~5倍多かった一方、種の分散は殆ど変わらないことが分かる。そのためsoil washingは対象とする種の生息状況を調査することには適していると考えられる。

・ムナピロコケムシやツチトビムシの仲間といった土壌生物は1mm程度と微小であると共に動きが素早いため、採集した種を漏れ無く記入することが求められる場合においてはsoil washingが適していると考えられる。

・一回のsoil washingで多くの土壌を調査できるため、根圏といった（植物の種にはよるが）土中深部迄に及ぶ範囲に生息する土壌生物を短時間で効率よく調査できると考えられる。

### ○デメリット

生存数は採集した個体数の1/8~1/6程度であるため、生態系に与える影響を考慮するとsoil washingを多数回行うことは避けるべきである。

## 7.反省・感想

今回は倒木や朽木といったアリの営巣環境があるかを確認していなかったために、シフティングとsoil washingでのアリ科の採集における有用性を評価できなかった。

## 8.参考文献

久末遊, 橋爪拓斗 (2023) 長野県からSoil Washing によって採集されたキバジズブシアリ, 蟻 (44) 49-52

アリハンドブック増補改訂版 (文一総合出版), 原色日本昆虫図鑑 (保育社)

### 3 ライトトラップによる昆虫採集

城北中学校 3年 河野 敬 大田 陽斗 和泉 圭剛 宮澤 柊胡

#### 1. 目的・動機

部活の合宿の時にせっかくだから自作のトラップを作ったが、昆虫がほぼ集まらなかったため、失敗の原因や来年以降に向けての展望などを考える。

#### 2. 日時・場所

2023年8月1日～3日, 18:00～24:00

群馬県利根郡片品村

トラップは光が届きやすい木の高いところに設置した。

#### 3. 今回作ったトラップについて

材料：かご ひも ハンガー クリアファイル  
ライト 結束バンド 容器

図1のようなトラップを2つ作った。

よくあるスクリーン型のものを使うのではなく、木に枝などに引っ掛けたりして高いところに設置するタイプのものを作った。

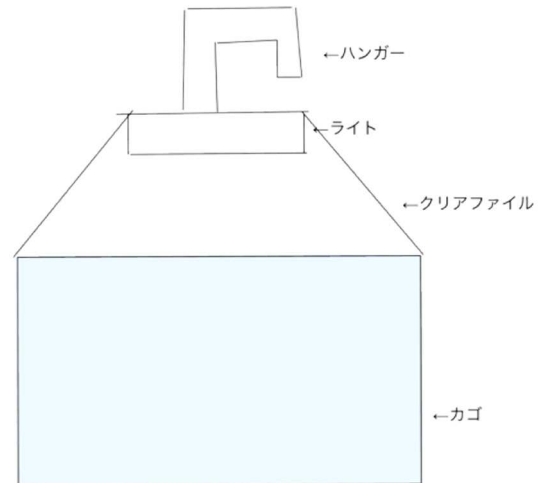


図1 ライトトラップの構造

#### 4. 方法

- ①. ひもをハンガー（トラップ本体）と水を入れた容器に括り付け、本体を完成させる。  
この時ライトをつける。
- ②. 適当な木を見つけたら、水を入れた容器を枝に投げてひもを枝に引っ掛ける。
- ③. ひもを引っ張り、近くの木や枝などに括り付け固定する。
- ④. 夜まで待つ。

#### 5. 結果

21:00と24:00に目視で観察した。

カゲロウが数匹集まっただけで、ほぼなにも入っていなかった。

#### 6. 考察

今回なかなか昆虫が来なかった要因としていくつか挙げられるものがある。

- ①. 満月だったから。

満月など月が出てしまうと月に光によってライトの光に昆虫が集まらず、結果あまり採取できなかったと考える。

## ②. 昆虫の走光性について

今回は昆虫が光に集まる性質を活かし、ライトトラップを制作した。

しかしその性質の原因を理解しておらず、昆虫の走光性にあまりそぐわないものを作ってしまったのが失敗の原因と思われる。

### ・昆虫の走光性とは？

昆虫は光源の位置によってとる行動が変わるとされている。

インペリアル・カレッジ・ロンドン (ICL) の研究より。

(1) 光源が上の場合 (今回の場合) = 光源が上にあると昆虫は上に向かって飛ぶ。

(2) 光源が下の場合 = 光源が下にあると昆虫は下に向かって飛ぶ。

(3) 光源が横にある場合 = 光源が横にあると昆虫は横に向かって飛ぶ。

この3つからわかることは、昆虫は光を背にして飛ぶことがわかる。

今回のライトトラップは光源が上にあつたため、昆虫がきても下のカゴに入らずうまく採集出来なかったと考える。

## ③. そもそも昆虫がいない

昆虫全体の数が少なかったためにあまり採集出来なかったと考える。

部活で作ったライトトラップに集まった昆虫も去年に比べかなり少なくなったため、これも考えられる。

## ④. 2個目のトラップが低かった

2個目のトラップを低い場所に設置してしまい、光が周りの木などに遮られた可能性がある。

## 7. 今後の展望

- ・ライトの位置を下に設置して、走光性により昆虫が入りやすいようにする。
- ・受け口を大きくする。
- ・高い位置にトラップを設置する。
- ・月が出ないよう祈る。
- ・昆虫がいるよう祈る。

## 8. 反省 感想

- ・この研究を始めたのが夏休み後半でかなり時間がなかったため、もう少しゆとりを持ちたい。
- ・新しいライトトラップの構造を今から考えておきたい。
- ・昆虫の走光性など、原理を理解してから行動したい。

## 9. 参考文献

- ・nazology.net 「飛んでいる昆虫が人工の光に集まる理由」

## 4 コオロギの音による行動について

城北中学校 1年 鈴木 健人

### <目的・動機>

北海道大学 理学部 生物科学科の出した、『コオロギは音の高さで危険を判断する～昆虫聴覚機能の新しい側面～』という論文に興味を持ち、今回の実験に至った。その論文には、『どちらの周波数のトーン音によっても、それだけではレッドミル上のコオロギは行動しませんでした』と記載されており、本当に音刺激だけでは反応しないのか気になりこの実験を考えた。この論文ではフタホシコオロギを使用していたが、今回は、より身近にいるエンマコオロギを使用する。

### <原理>

コオロギは前足の鼓膜で音を聞き、腹部についている尾葉で空気の流れを感じ取る。今回は、さまざまな音を聞かせそれに対する行動を記録する。

### <材料>

エンマコオロギ、トーンジェネレーター、エンマコオロギ・ネズミ・トッケイヤモリ・カラス・チヨウゲンボウ・スズメの鳴き声の音源データ、カメラ

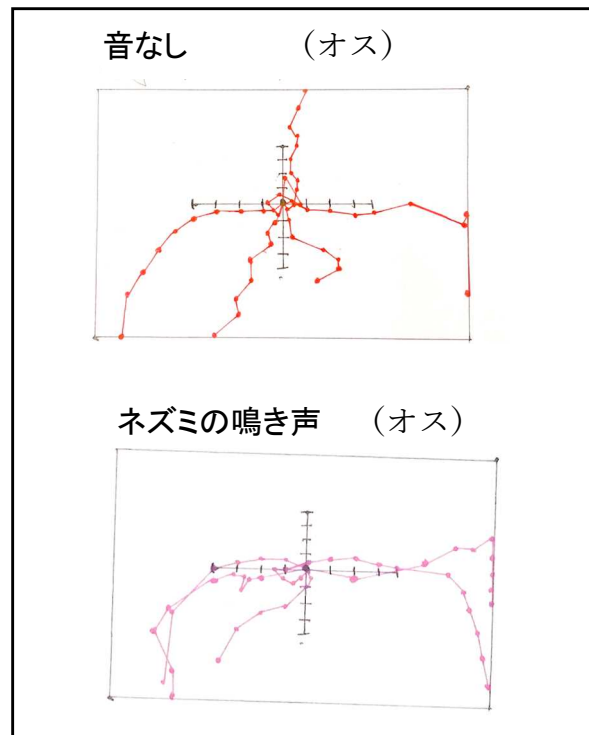
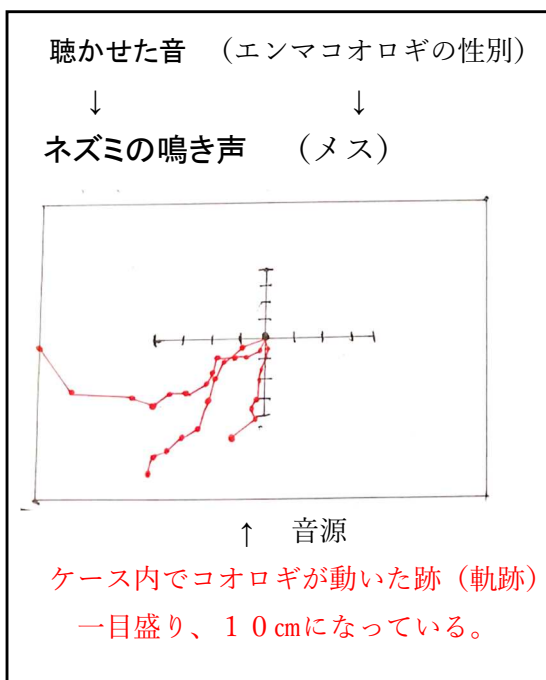
### <実験方法>

1. エンマコオロギの入ったケースに各音源を聴かせた。
2. その後の行動、歩く方向を記録した。なお、音を聴かせてから約5分間の行動を記録した。
3. コオロギが各音源を聴いた後の行動を連続写真で撮影して軌跡を目視化した。

### <実験結果>

「実験結果」の見方

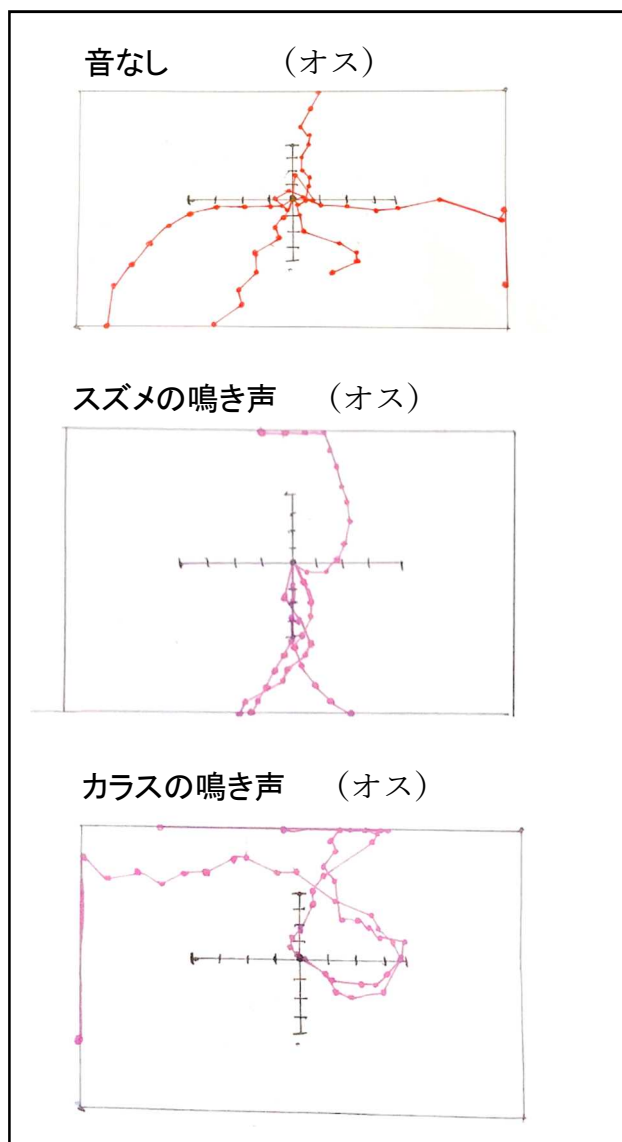
結果1.音なしとネズミの音を聴かせた際の行動の違い



ネズミのオスの音を聞かせたとき  
行動の軌跡が二股に分かれていた。

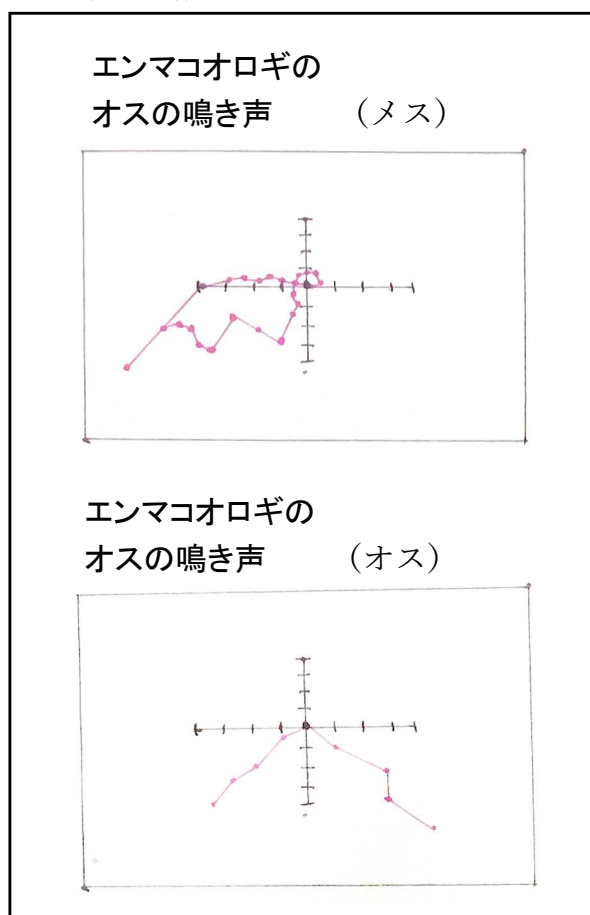


結果2.スズメ、カラスの音を聴かせた際の行動の様子



カラス、スズメの音を聴かせると、その場で回転するようにまわった。

結果3.エンマコオロギの音を聴かせた際の行動の様子



メスにオスの音を聴かせると円を描くように行動した。  
一方オスは二股に分かれるように行動した。

<考察>

今回の実験はコオロギの様々な鳴き声に対する反応について調べた。結果1よりエンマコオロギがネズミの音を察知し、それを避けて二股に行動していたと考えられる。一方で、結果2から、カラスやスズメの音を聴かせた時に、その場で回る行動や円を描くような行動をして敵を見つけようとしていたと考えられる。なぜなら、カラスなどは手当たり次第、石の下や枯れ草をひっくり返すので、そのまま隠れても見つかってしまう。つまり、捕食者の声が出た時点で近くにいるため、その場からすぐに離れなければならない。また、結果3ではオスのエンマコオロギの声をメスが聴き、オスの居場所を探していた可能性がある。一方でオスは、ライバルだと思い、距離をとったと考えられる

<参考文献>

北海道大学プレスリリース (2017/11/10)

『コオロギは音の高さで危険を判断する～昆虫聴覚機能の新しい側面～』

## 5 校内の鳥

学習院女子中・高等科 生物部 高2 松本唯花

### 1. 校内で確認した鳥

私達は2012年から校内で見られた鳥の観察・記録を続けている。表1は2012年～2023年に校内で確認した鳥をまとめたものであり、計56種を確認した。

### 2. 校内の雑木林

本校では、校内の雑木林(図1の赤で囲ったエリア)で最も多くの種類の鳥が見られる。

この雑木林では、草本、木本合わせて約120種の植物が確認されており、高木は常緑樹と落葉樹が混在し、隣接する戸山公園の樹木と林冠がつながっている。林床部は下草刈りが行われ開けた場所や、クマザサやツバキなどの低木が植栽された場所、自然に発芽・成長した木々の幼木が占める場所から成り、多様な環境が見られる。また、地表の大部分は落ち葉が積もってできた腐葉土で覆われている。餌となる果実や種子、昆虫が豊富で、隠れる場所もあり、採餌や羽を休めるのに鳥が利用しやすい環境であると考えられる。

自然に発芽・成長した幼木として、アカメガシワ、エノキ、マンリョウ、ナワシログミなどが多く見られ、これらの植物は、鳥によって種子が散布されることが知られている。実際に、本校ではヒヨドリやムクドリ、ツグミ、オナガなどの果実食の鳥がよく見られ、これらの鳥が雑木林を利用することによって長い年月をかけて校内の植生が変遷していることが推測される。植生が豊かであることで鳥が集まり、鳥が訪れることで植生も影響を受けていることがわかる。

雑木林はなるべく人の手を加えない形で維持されてきたが、2018年に大規模な樹木剪定が行われ、林冠が開け林床が明るくなった。それ以降、オオタカやツミなどの猛禽類を目にする機会が増え、さらに猛禽類による小鳥の食痕が多く確認されるようになった。

### 3. 校内における鳥の衝突死

本校では、毎年、校舎や施設に鳥が衝突し、死亡している。特に雑木林に隣接する校舎の窓ガラスへの衝突が多く見られる。2023年に衝突死した鳥は以下の通りである。

- ・4/8 ヒヨドリ(ヒヨドリ科)      ・7/20 シロハラ(ヒタキ科)
- ・4/14 ヤマシギ(シギ科)      ・11/25 シロハラ(ヒタキ科)
- ・5/9 キビタキ♂(ヒタキ科)      ・11/29 ツグミ(ヒタキ科)

衝突死した鳥は渡り鳥が多く、春や秋などの渡りの季節の事故が多い。2012年～2022年にはトラツグミ、アカハラ、クロジ、メボソ上網等の渡り鳥の衝突死も確認している。渡りの通過点として訪れた鳥が都市環境に慣れないまま、窓に映った景色などに惑わされ衝突していると考えられる。一方で、都心部の緑地が渡り鳥の一時的な休息地として利用されていることが推察される。

### 参考文献

五百澤日丸・大西敏一『決定版 日本の野鳥 650』

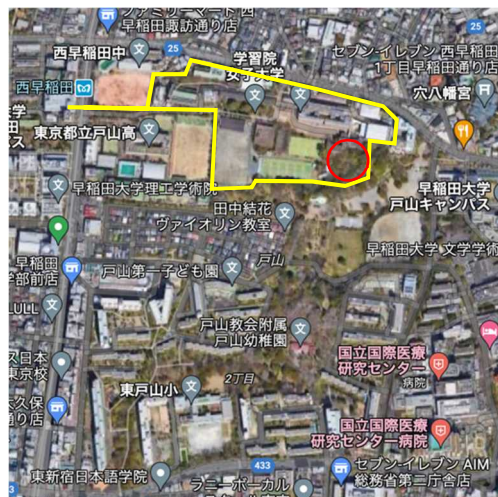


図1 学習院女子中・高等科周辺の地図  
(Google map より)



図2 衝突死したヤマシギ

表1 2012～2023年に校内で確認した鳥

| 科       | 種名            | 確認方法    |
|---------|---------------|---------|
| アトリ     | アトリ           | ○△羽     |
|         | イカル           | ○       |
|         | ウソ            | ○       |
|         | カワラヒワ         | ○△羽遺    |
|         | シメ            | ○△羽     |
| アマツバメ   | ヒメアマツバメ       | ○△      |
| インコ     | ワカケホンセイインコ    | ○△羽     |
| ウ       | カワウ           | ●       |
| ウグイス    | ウグイス          | ○△遺     |
| エナガ     | エナガ           | ○△羽     |
| カッコウ    | ホトトギス         | ○       |
| カモ      | カルガモ          | ○       |
| カラス     | オナガ           | ○△羽     |
|         | カケス           | ●       |
|         | ハシブトガラス       | ○△羽巣卵   |
|         | ハシボソガラス       | ○△      |
| キクイタダキ  | キクイタダキ        | ○       |
| キツツキ    | コゲラ           | ○△      |
| サギ      | アオサギ          | ○       |
|         | コサギ           | ○       |
|         | ダイサギ          | ○       |
| サンショウクイ | リュウキュウサンショウクイ | ○△      |
| シギ      | ヤマシギ          | ○羽遺     |
| シジュウカラ  | コガラ           | ○       |
|         | シジュウカラ        | ○△羽遺    |
|         | ヒガラ           | ○       |
|         | ヤマガラ          | ○△      |
| スズメ     | スズメ           | ○△羽巣    |
| セキレイ    | ハクセキレイ        | ○△羽     |
|         | キセキレイ         | ○△      |
| タカ      | オオタカ          | ○羽      |
|         | ツミ            | ○       |
|         | トビ            | ●       |
|         | ハイタカ          | ●       |
| チメドリ    | ガビチョウ         | ○△      |
| ツバメ     | ツバメ           | ○△      |
| ハト      | アオバト          | 羽       |
|         | キジバト          | ○△羽遺巣卵食 |
|         | ドバト           | ○△羽遺食   |
| ハヤブサ    | チョウゲンボウ       | ○       |
| ヒタキ     | アカハラ          | ○△羽遺    |
|         | キビタキ          | ○△遺食    |
|         | ジョウビタキ        | ○△      |
|         | シロハラ          | ○△羽遺食   |
|         | ツグミ           | ○△羽遺食   |
|         | トラツグミ         | ○羽遺     |
|         | ルリビタキ         | ○△      |
| ヒヨドリ    | ヒヨドリ          | ○△羽遺卵食  |
| ホオジロ    | アオジ           | ○△羽     |
|         | カシラダカ         | 食       |
|         | クロジ           | ○△遺     |
| ムシクイ    | センダイムシクイ      | ○       |
|         | メボソ上綱         | 遺       |
| ムクドリ    | ムクドリ          | ○△羽     |
| メジロ     | メジロ           | ○△羽遺巣   |
| モズ      | モズ            | ○△遺     |

○:校内を利用していた  
 ●:上空を飛んでいる姿のみ確認した  
 △:鳴き声を聞いた  
 羽:羽根を採集した  
 遺:遺体を確認した  
 食:食痕を確認した  
 巣:巣を確認した  
 卵:卵殻を採集した

■ 夏鳥      ■ 冬鳥

(東京都新宿区における夏鳥・冬鳥を、  
 参考文献をもとに分類した)

計56種

## 6 県立四季の森公園における蜻蛉目の調査

攻玉社中学校・高等学校 生物部 三宅一輝

### 1. 序文

神奈川県横浜市にある県立四季の森公園は多様な池沼があり、また、2022年に筆者が行った観察で6科21種のトンボを確認できたため、多種多様なトンボが観察できると考えられる。だが、これまで四季の森公園では蜻蛉目の調査がほとんど行われていない。そこで、四季の森公園に生息するトンボ類（特にヤンマ科）及び本公園の湿地環境を把握するため、本調査を行った。

### 2. 方法

- ・6月中旬から10月上旬までの約4か月間、1か月に3回以上、午後1時頃から調査を開始し、多様な池沼を通るように設定したルートを回り、そこで観察されたトンボの種類、個体数、場所などを記録するトランセクト調査を行った。
- ・6月中旬から8月下旬までの約3か月間、雨や極端に気温の低い日以外の条件の良い日に「水田」に通い、ヤンマ科の黄昏飛翔（※）の観察・採集を行い、その種類、個体数、高度、時間、気温、湿度などを記録した。（午後5時30分から調査開始）

#### ※黄昏飛翔

黄昏飛翔とは、ヤンマ科の多くと、他大型トンボ類、及びアカネ属の一部が、日の出前後・日没前後に行う摂食飛翔である。

### 3. 結果及び考察

これまでの調査の結果から、特筆すべき記録や四季の森に生息するそれぞれのトンボの生態などを考察した。

#### ① 記録された種及び優占種

6月21日から計9回のトランセクト調査を行い、黄昏飛翔の調査結果も含め計6科23種のトンボを記録した<表>。また、サラサヤンマ、キイトトンボを筆頭に様々な非常に貴重なトンボを記録した。また、シオカラトンボ・オオシオカラトンボ・コシアキトンボなどが優占して見られ、黄昏飛翔種ではマルタンヤンマ・ヤブヤンマが優占して見られた。オオシオカラトンボ・シオカラトンボ・コシアキトンボについて、オオシオカラトンボがしょうぶ園などの泥地環境を好み、シオカラトンボが水田などの抽水植物の多い湿地環境を好み、コシアキトンボが水位の高い、開けた大きな池を好むという風に、トンボ科の優占種3種がすみ分けていることが分かった。

#### ② 特筆すべき種

以下の2種、特にサラサヤンマに関しては、横浜市内だけでなく神奈川県内でも観察が難しい非常に貴重な種であるため、特筆する。

##### (1) サラサヤンマ<神奈川県 RDB 絶滅危惧1B類>

黄昏飛翔の調査初日6月17日午後18時20分、水田にて黄昏飛翔中の本種成熟雄一頭を採集した。この種は乾湿地と呼ばれる極めて特殊な環境を好むため、非常に局所的に生息するが、四季の森のあし原湿原やしょうぶ園はまさにサラサヤンマに適した環境なので、生息の可能性も考えられる。生息を確認すれば横浜市内ほぼ唯一の産地となるため2024年も少なくともサラサヤンマに関しては調査を行う予定である。



## (2) キイトンボ<神奈川県 RDB 絶滅危惧 1B 類>

本種はすべて水田わきの草原環境で観察・採集した。今回の調査では計 10 頭記録した。雌雄ともに複数確認され、近辺にも多産地があることから確実に発生していると考えられる。しかし、神奈川県 RDB では発生が継続していないとしており、今回の記録は一時的発生であることも考えられるため、今後も調査を続け、継続的な発生を確認したい。



トランセクト調査ルート

| トランセクト調査で記録された種 | 総個体数      | トランセクト調査で記録された種 | 総個体数 | 黄昏飛翔の調査で記録された種 | 総個体数     |
|-----------------|-----------|-----------------|------|----------------|----------|
| シオカラトンボ         | 235       | オニヤンマ           | 4    | マルタンヤンマ        | 52       |
| オオシオカラトンボ       | 119       | コフキトンボ          | 2    | ヤブヤンマ          | 50       |
| コシアキトンボ         | 99        | アジアイトトンボ        | 2    | ギンヤンマ          | 21       |
| ウスバキトンボ         | 30        | コオニヤンマ          | 1    | クロスジギンヤンマ      | 6        |
| ウチワヤンマ          | 22        | ヤマサナエ           | 1    | <b>サラサヤンマ</b>  | <b>1</b> |
| ギンヤンマ           | 21        | アキアカネ           | 1    |                |          |
| ショウジョウトンボ       | 14        | ナツアカネ           | 1    |                |          |
| <b>キイトンボ</b>    | <b>10</b> | リスアカネ           | 1    |                |          |
| クロスジギンヤンマ       | 6         | ネキトンボ           | 1    |                |          |
| オオヤマトンボ         | 6         | マユタテアカネ         | 多    |                |          |

<表>



サラサヤンマ



サラサヤンマ標本



キイトンボ

## 4. 結論及び今後の展望

サラサヤンマなど、特殊で非常に環境のいい湿地にしか生息できないトンボを記録したことや、湿原環境を好むオオシオカラトンボが多数確認されたことなどから、四季の森公園には都市部には少ない貴重な湿地環境が多く残されていることが分かった。

今後は、サラサヤンマの発生が行われているかの確認と、キイトンボの継続的な発生を確認したい。

## 5. 謝辞

四季の森公園副園長齋藤浩平氏、サラサヤンマの記録に関する助言をいただいた観音崎自然博物館学芸員佐野真吾氏、二ツ池産サラサヤンマに関する情報をいただいた梅田孝氏には深く感謝いたします。本当にありがとうございました。

## 6. 参考文献

湿原・湿地に関する定義集

<https://www.gsi.go.jp/common/000136076.pdf>

トランセクト調査のルート 県立四季の森公園 園内マップより

<http://www.kanagawa-park.or.jp/shikinomori/map.html>

トンボ類 神奈川県レッドリスト

<https://nh.kanagawa-museum.jp/research/archives/reddata2006/tonbo.html>

## 7 アホロートルの死因の特定

昭和女子大学附属昭和中学校

スーパーサイエンスコース 中学2年 信川華凜

### 1. 背景と本研究の目的

2022年4月末からクラスで飼育していたメスのアホロートル(ウーパールーパー)が、2023年7月14日に水槽内で突然死した。1年以上飼育してみて、水槽内の汚れや水温が、アホロートルの体調に大きく影響することを感じていたため、今年の夏休みの研究として、水槽内の水質変化がアホロートルにどのような影響を与えるかを研究したいと考えていた。しかし、アホロートルが7月14日に突然死したため、解剖して死因を特定し、今後の飼育に役立てることにした。

#### 【死因の仮説】

行う予定だった検証実験は、「アホロートルの水槽を掃除しないとどうなるのか」という検証実験にて行った。実験内容としては2週間掃除していなかった水槽の水と掃除した直後の水槽の水を採取し、「塩素」「硝酸塩」「亜硝酸塩」などの有毒物質の量を比較し、掃除の重要性について調べていた。しかし、これにより水槽内の有毒物質が溜まってしまった。

解剖前のアホロートルの死体の様子としては手足が出血し、えらが小さくなっていた。えらが小さくなったのは、水槽内の有毒物質が体外へ有毒物質を放出するのを妨げる原因になってしまい、えらが溶けたからである。手足の出血は怪我が再生できず、これの直接の原因はえらが小さくなったことによる体力の低下だろう。

よって仮説としては、2週間掃除をしていなかったことで水槽内に有毒物質が溜まり、これによりえらが溶けて体力が低下し、怪我也再生できなくなってさらなる体力低下を招いてしまったことが原因であると考えた。

### 2. 死因について解剖してわかったこと

胃の中からはルッコラの容器の石(直径約7mm)1個とルッコラの根(約10cm)1本が発見された。死亡時、アホロートルの水槽の上に石を敷いた容器を設置し、ルッコラを栽培していた。アホロートルが根を食べてしまったのは、根が水槽の水に浸かっていたため、濾過器の水圧で動いた根が餌に見えてアホロートルが食べてしまった可能性が高く、石を食べてしまったのは、石が容器から水槽の床に落ちることがたびたびあり、落ちている間にアホロートルが誤飲してしまった可能性が高い。他にも、ウーパールーパーの体の仕組みについて、解剖したことで、卵巣・胆のう・心臓の動脈・肋条・卵管・鰓耙を発見した。

### 3. 考察

胃の中に石と根があったことから、アホロートルの死因は、石の誤飲と植物の根を食べてしまったことが関係していると考えられる。アホロートルの排泄できる石の大きさは直径1cm以下と言われている<sup>2)3)</sup>。誤飲した石は直径7mmであり、体力のあるアホロートルは排泄可能だが、このアホロートルは体力が落ちているため排泄できなかったのだろう<sup>2)3)</sup>。また、アホロートルは水草を食べても消化できないため、植物の根も消化できなかったと推測できる。これらの消化不良が直接の死因である。

### 4. 結論

このアホロートルの死因は水槽内の有毒物質により、えらが溶けて体力が落ちていたところに、誤飲による消化不良を起こしてさらなる体力低下を招いたことが原因と考えられた。



## 5. 今後の展望

現在は新たなアホロートルを飼育しており、このアホロートルの飼育観察、2、3日単位で水質調査や体長測定なども行っている。水質調査を行っているのは、死因に水質悪化が関わっていたため、水質を常に把握し、水槽内の水質の改善点を確認する必要性を痛感し、1週間ごとに掃除・水替え・水質調査を行うことにした。

また、1ヵ月間の体長測定からこのアホロートルの成長曲線なども作成している。今後は、これらを行う際に生じる新たな疑問を研究していきたいと考えている。

### 【新たな疑問】

今ある疑問は2つある。

1つ目は、「体長6cm~9.7cmのときに行っていた動きは、アホロートル特有の幼少期の習性なのか」だ。行っていた動きとは壁の角に頭をぶつけ、ターンしてから元の壁にまた頭をぶつける動きのことである。

仮説としては、亡くなったアホロートルも幼少期のときに今飼育しているアホロートルと同じような動きをしていたため、他の幼少期のアホロートルも同様の動きを行うのではないかと、つまりその動きはアホロートル特有の幼少期の習性であると考えた。

実験方法は、個体数を増やして約10匹から20匹の体長5.0cm~11.0cmのアホロートルを何日も観察し、いつその動きを行うか、などの詳しい項目なども検証していきたい、と考えている。

2つ目は、「アホロートルにはどれほどの長期記憶能力があるのだろうか」だ。記憶には大きく3パターンあり、今回の研究ではこの3つのうちの1つである、長期記憶で考える。長期記憶とは、保持時間の長い記憶のことを指し、様々な種類がある。今回の実験では、その中の手続き記憶という、同じ経験を反復することで形成される記憶<sup>10)</sup>に焦点を当てて考えた。

仮説としては、アホロートルが私がいつも水槽の上からえさを与えていることを記憶し、私が手をかざすだけで、えさと認識して浮き上がってくる。このことから、手続き記憶はある程度行えるだろう。また、幼少期は現在とは異なるえさのあげかただったが、新たに上からえさをあげるようになり、約1週間ほどでこの行動を取るようになったことから、かなりの記憶力と推測できる。

実験方法としては、5、6匹のアホロートルの底の広い水槽を半分にし、それぞれのエリアをAとBとすると、AとBの内装も同じにする。そして、AとBでそれぞれ交互に毎日同じ時間に同じ量のえさを与える。例えば、朝の8時15分~25分にはAでえさを4粒あげ、昼の12時40分~13時10分にはBでえさを4粒与える、など。この実験では、アホロートルがその時間にそのエリアで餌をもらえることを記憶するのか、を検証する。

今後はアホロートルに関して様々なことに疑問を持ち、まだ解明されていないことを解明していきたいと考えている。

## 6. 参考文献

- 1) 吾妻完一『高校理科生物における新しい実験生物の導入（アホロートル）』（平成元年2月出版）
- 2) 藤谷武史・大淵希郷『ウーパールーパーと仲良くなれる本』株式会社エムピージェー（2014/7/10出版）
- 3) 佐々浩之『爬虫類・両生類★飼い方上手になれる！ウーパールーパー・イモリ・サンショウウオの仲間』株式会社誠文堂新光社（2018/5/12出版）
- 4) 『ウーパールーパーのぶかぶか病について。原因や治し方。』アクアハーミット[https://www.aquahermit.com/uparupa\\_pukapuka](https://www.aquahermit.com/uparupa_pukapuka)（更新日2022/10/5）
- 5) 『ウーパールーパー繁殖方法』有限会社チケット東京 <https://www.dog7.net/hansyoku/>
- 6) 『ウーパールーパーの底床（砂、砂利）について！失敗しない選び方！』アクアハーミット[https://www.aquahermit.com/uparupa\\_bottomsand](https://www.aquahermit.com/uparupa_bottomsand)（更新日2022/3/10）
- 7) 『ウーパールーパーってどんな動物？ | 知らないといけない生態と特徴(Ver. 2)』ウーパールーパー情報室 | 専門獣医師による飼育と病気の解説<https://exoroom.jp/uparupa/2020/03/28/seitaitotokutyou/>（更新日2020/3/28）
- 8) ももにくす『人生はウーパールーパー』株式会社KADOKAWA（2023/1/23出版）
- 9) 『鯉の生態 / 呼吸』MFC JAPAN [http://www.mcfjapan.net/carp\\_kokyu.html](http://www.mcfjapan.net/carp_kokyu.html)
- 10) 鈴木麻希・藤井俊勝 記憶の分類 脳科学辞典<https://bsd.neuroinf.jp/wiki/%E8%A8%98%E6%86%B6%E3%81%AE%E5%88%86%E9%A1%9E#:~:text=%E5%BF%83%E7%90%86%E5%AD%A6%E9%A0%98%E5%9F%9F%E3%81%A7%E3%81%AF%E6%84%9F%E8%A6%9A,%E3%81%AB%E5%A4%A7%E5%88%A5%E3%81%95%E3%82%8C%E3%82%8B%E3%80%82>（更新日2014/6/26）

## 8 ハシビロコウの観察

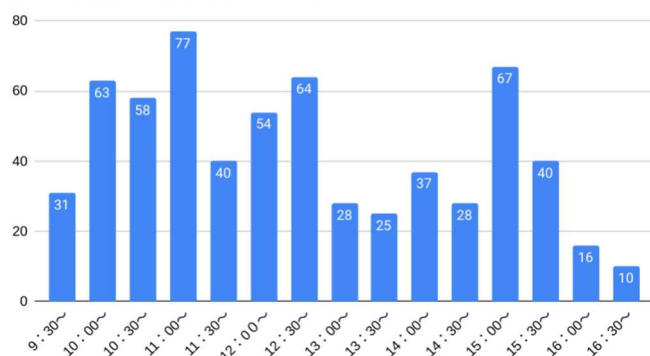
昭和女子大学附属昭和中学校 2年 木村実南

ハシビロコウはペリカン目に属しており、和名の由来は「くちばしの広いコウノトリ」、学名 *Balaeniceps rex* はラテン語で「クジラ頭の王様」、別名である Shoe bill は「靴みたいなくちばし」と、すべての呼び名の由来がほとんど同じで、その名に恥じず、見た目が特徴的である。

幼い頃私が動物についての本を読んだとき、「動かない鳥」として、ハシビロコウは紹介されており、そのイメージについてずっと疑問に思っていた。調べてみると、「動かない鳥ハシビロコウ」と「ハシビロコウは意外と動く」という意見の2つにわかれてしまった。そのため、2022年の7月、上野動物園にいる4羽のハシビロコウのうち唯一のオスである「ハトゥーウェ」の動きを、一回動くごとにノートに記録し、開園から閉園の時間まで、じっくり、ハシビロコウと同じくらい動かずに観察した。食事以外でも水浴びや羽干しなど、生きるために必要なことはたくさんあるので、食事以外でも動くと考えた。

その結果、ハトゥーウェは1日中動き続け、合計で638回も動いた。

動いた回数と時間 夏のハトゥーウェ



(図1) ハトゥーウェの動いた回数の30分ごとのグラフ

しかし、研究をまとめる際にハシビロコウについて細かく調べたところ、あるサイトには以下のような記述があった。

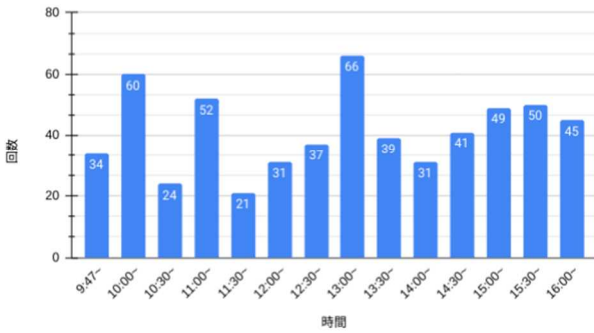
- ・「動かない鳥」との印象に反し、よく動くハシビロコウが在園。

この記述の真偽を確かめるために、2023年7月には、千葉市動物公園にいるオスのハシビロコウ「じっと」を観察した。

じっとの観察では、動いた回数に加えて羽づくろいの回数と移動の回数も記録した。

その結果、じっとは580回動いた。

30分ごとに動いた回数のまとめ



(図2) じっとの動いた回数の30分ごとのグラフ

気温と時間



(図3) じっとを観察した日の気温の変化

この日は11:30ごろ雨が降り、気温が急降下した。そのときじっとの動きは、目に見えて減っていた。この日、小屋には鍵がかかっていたのか入れなかった。野生動物は雨が降った場合体温を下げないために木の下などでじっと動かない習性があるが、それはあくまで雨が防げる場でのみ有効なもの。じっとは雨が降り止むまで、防ぎようがない雨を、じっと動かず、一身に受けていた。上野動物園で出会った長年ハシビロコウのファンである人いわく、ハシビロコウの体には脂粉と呼ばれる粉がついており、水を弾くそうである。体が冷えていないことを祈る。

また、ハシビロコウを観察する上で注目すべきは「クラッタリング」である。ハシビロコウは声帯が発達していないため、くちばしを「カタカタ」と鳴らす動作で求愛や威嚇、親愛などを表す。上野動物園のハトゥーウェや他のメスたちは「カタカタ」だが、千葉市動物公園のじっとや、もう一羽のメスの「しずか」の場合は「ドドド」という、道行く人が一斉に振り返る、機関銃のような爆音なのである。

羽づくろいと移動の回数



(図4) じっとの羽づくろいと移動の回数

図4を見るとわかるように、じっとが羽づくろいをする時間帯に移動することはほとんどなく、その反対も同様であった。

今後は、同じペリカン目に属するペリカンや、上野動物園にいる他のメスのハシビロコウなども観察し、より研究を深めていきたい。

## 参考文献

1) ハシビロコウ 千葉市動物公園 閲覧日：2023年8月27日

<https://www.city.chiba.jp/other/shoebill/shoebill.html#:~:text=%E3%82%A2%E3%83%95%E3%83%AA%E3%82%AB%E3%81%A7%E6%9A%AE%E3%82%89%E3%81%97%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%BE%E3%81%99,%E3%81%8C%E5%A0%B1%E5%91%8A%E3%81%95%E3%82%8C%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82>

2) ハシビロコウに会える動物園は6つ！全国13羽の名前や性格は？なぜ動かない？ 閲覧日：2023年8月27日

<https://kids.rurubu.jp/article/16877/>

3) 気象庁 過去の気象データ検索 閲覧日：2023年8月27日

[https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/10min\\_sl.php?prec\\_no=45&block\\_no=47682&year=2023&month=7&day=21&view=](https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/10min_sl.php?prec_no=45&block_no=47682&year=2023&month=7&day=21&view=)

## 9 はちみつの殺菌・抗菌効果～濃度による効果の違い～

香蘭女学校高等科1年

早川舞緒子 義間結子 鷹峰真緒 小池ひなた 谷美紗貴

### 先行研究

厚生労働省の日本薬局方では、ハチミツは医薬品として記載されており、効能として栄養剤、甘味剤、口唇の亀裂、あれとされている。

またハチミツの殺菌・抗菌効果について知られているのは下記についてだ。

理由①ハチミツが高い糖度を保っている

→ハチミツに含まれる糖分は80%と高い為、水分活性が少なく、雑菌が増殖しにくい

理由②成分であるグルコースオキシターゼに水が加わると過酸化水素が発生する

理由③ハチミツに含まれる果糖の効果など・ハチミツの糖度による抗菌効果について

### 目的

新型コロナウイルスの出現に伴い、アルコール消毒をする機会が多くなった。そこで幼児でも安心して使えるアルコール以外の優しい成分で抗菌する方法として、ハチミツでの抗菌作用を知る。

### 実験1：ハチミツは納豆菌の増殖を抑えられるのか

#### 手順

- (1)寒天培地に①はちみつなし②水と混ぜたはちみつ③はちみつのみ、を染み込ませたる紙を設置
- (2)ろ紙の周りに培養した納豆菌を切り分け四隅に設置。

#### 記録方法

納豆菌が1～3のろ紙にどのように繁殖するのか観察した。

#### 結果

##### ①納豆菌の増殖

納豆菌は増殖していたが、ろ紙の侵食は見られなかった。増殖にも規則性は見られなかった。

##### ②カビの増殖

4日目→1のろ紙にカビと思われるものが出現

6日目→別のシャーレにもカビが生える

10日目まで→全てのシャーレでカビを確認

#### 考察

正確な結果ではない可能性：培地の水分にり、ろ紙に含ませたハチミツの濃度が変化していた

カビの増殖：寒天の水分量が多かった、準備段階での滅菌が足りていなかった

### 実験2：寒天自体の強度を変更し、はちみつを直接寒天に練り込んだ

#### 方法

①寒天と水の比率を1:50にしたものを作り寒天液を煮る

②沸騰したら、純粋寒天、寒天にはちみつで円を描く寒天、はちみつを練り込んだ寒天に分ける。

③残った寒天液に大さじ半分のはちみつを混ぜ込む。

※はちみつは50度で失活するため、40度の時に人肌に温めたはちみつを混ぜた。

④混ぜ込んだはちみつをシャーレに入れる

⑤各寒天培地の上に、培養液1と培養液2をつける。一部の寒天には、はちみつで丸を描く。

## 条件

人の手の表面の菌を密閉した袋で水に溶かしたもの(培養液 1)と部員のスマホの表面の汚れを溶かした水(培養液 2)を菌として使用した。

## 結果

|                | 培養液 1 | 培養液 2   |         |         |
|----------------|-------|---------|---------|---------|
|                |       | 部員 1 の手 | 部員 2 の手 | 部員 3 の手 |
| 蜂蜜入り           | 3 日目  | 3 日目    |         | 3 日目    |
| 純粹寒天           |       |         |         |         |
| 寒天にはちみつで円を描く寒天 |       |         |         | 4 日目    |

## 考察

カビが生えたのはほとんどがハチミツ入り→カビに対する抗菌作用があるとは言い難い  
→むしろカビが成長する為の養分となり,増殖を助長してしまっている可能性がある

## 全体の考察

実験 2 のハチミツを練り込んだ寒天のハチミツの濃度は約 16.83%→薄すぎた可能性  
ハチミツを入れたものにカビが生える原因→ハチミツの糖がカビの栄養素になった可能性

## 今後の展望

カビ (真菌)とハチミツの関係性について研究し,カビの増殖を防ぐ方法を調べたい. 今回確認することが出来なかったハチミツの抗菌・殺菌作用を確かめるために,継続した研究を行いたい.

## 参考資料

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構,研究レポート

日本薬局方,資料

玉川大学農学部,越後多嘉志

石川県立大学生物資源環境学部食品科学科,榎本俊樹教授,ものづくりと学問

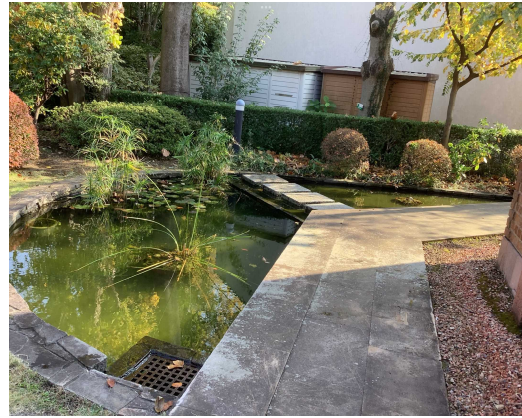


## 10 香蘭女学校に生息する水生生物について

香蘭女学校中学3年 中川和 谷島みちる 山下紗季 谷美紗貴

### 1. はじめに

香蘭女学校の敷地内にはピカステス館という建物があり、その前には一見すると緑に濁って見える池がある。以前、部員の1人がその池に落ちた際、異臭がしたり、衣服に藻が付いているのを見た。これらから、きっと汚いであろうと思っていたが実際のところどうなのか疑問に思い、水生生物たちが生息するかどうか、調べてみることにした。



### 2. 実験方法

実施期間：2023年11月～12月に7回

方法：網を池に入れ、水をおある程度かき混ぜた後、池の中央部分を掬い上げた

### 3. 実験結果

下の写真は採取していく中で、遭遇する回数の多かった水生生物



### 4. 考察

一見すると池は藻類が多く見た目は綺麗に見えるが、池の中には様々な種類のヤゴの他セスジユスリカなどの汚い環境で発生する代表的な種がいることから池は綺麗だと断言しきれない。が、ヤゴなども生息していることがわかった。今後は長期的に調査を続けることで、四季の変化にあたって生息する水生生物がどのように変化するかを記録していきたい。



# 11 食品廃棄物で作る肥料

香蘭女学校中等科2年 自然科学部 松田百合和 今村日向 町山七海

## 1. はじめに

近年、食品廃棄物が年々増えているというニュースをよく耳にする。それを受け私たちは、食品廃棄物で何かできることはないかと考えた。そこで私たちはよく捨てられる果物の皮に注目することにした。私達は普段中身は食べるが、皮は廃棄してしまう。しかし、実は肥料にできるのではないかと考えた。そこで実証の為、育てるのが容易な豆苗を用いて実験をすることにした。

## 2. 実験方法

- ①豆苗を新芽まで切り揃える
- ②与える水の成分を変化させるため、以下の通りに成分の異なる水を作成した。
  - 水のみ
  - 液体A：温州みかん＋水
  - 液体B：バナナの皮＋水、
  - 液体C：バナナの皮＋コーヒー かす＋卵のから＋水
- ③それぞれの液体を豆苗の根がひたるまで与える
- ④それぞれ二日に一回、液体を取り替える
- ⑤十分に育ち切ったら実験終了

## 3. 結果

|     | 長さ (cm) |    | 重さ (g) | 本数 (本) |
|-----|---------|----|--------|--------|
|     | 平均      | 最長 |        |        |
| 水のみ | 17      | 27 | 20.0   | 204    |
| 液体A | 15      | 31 | 18.8   | 186    |
| 液体B | 20      | 29 | 29.1   | 258    |
| 液体C | 22      | 33 | 34.6   | 247    |

## 4. 考察 とまとめ

- ①肥料として主に必要な成分→チツソ, リン酸, カリウム, マグネシウム, 硫黄等  
バナナの皮→リン酸, マグネシウムが含まれる  
⇒液体B, Cの方が平均が長く, 重い, 本数が多い理由
- ②液体A→成長速度が低かった  
⇒みかんには成長を促進させる成分が少ない、豆苗の根に砕いたみかんの皮が詰まるなどの影響

### 参考文献

ヘスペリジン研究会, 2023, はたけの倉庫

原 由紀子, 2024, キッチンから始める再生栽培, プティック社, 2021年

## 12 赤城山の魚類調査

武蔵高等学校中学校 生物部

中学3年 田川大裕

### 1.はじめに

武蔵高校生物部では夏休みに赤城山で生物調査を行っている。2022年と2023年の調査では魚類相の調査も行ったため、調査で確認した赤城山の大沼とその流入、流出河川に生息する魚類について発表する。

### 2.方法

調査は2022年9月2日～4日と2023年8月10日～12日に、赤城山の大沼とその流入河川の覚満川、流出河川の沼尾川で行った。調査方法は胴長を着用し、たも網を用いて魚類の生息調査を行った。



図1 赤城山地図

### 3.結果

調査結果を表にまとめた(表1)。

| 科       | 種名      | 大沼 | 覚満川上流 | 覚満川中下流 | 沼尾川 |
|---------|---------|----|-------|--------|-----|
| サケ科     | ニッコウイワナ |    | ○     |        |     |
| キュウリウオ科 | ワカサギ    |    | □     |        |     |
| コイ科     | ウグイ     | ○  | ○     | ○      | ○   |
|         | オイカワ    | ○  | ○     | ○      |     |
|         | ゲンゴロウブナ | △※ |       |        |     |
|         | コイ外来型   | ○  |       |        |     |
| ハゼ科     | トウヨシノボリ | △※ |       |        |     |
|         | ヌマチチブ   | ○  |       |        |     |

○は2回の調査両方で □は2022年の調査のみ △は2023年に調査のみで確認されたもの

※は死体の漂着のみ確認

表1 調査結果

表1のように2回の調査で4科8種の魚類を確認した。

確認した魚類について述べる。

#### **ニッコウイワナ *Salvelinus leucomaenis pluvius***

サケ科の溪流魚で覚満川上流域のみで確認した。たも網による採集で調査したのは10センチ程度の幼魚だが、大型の30センチ程度の成魚も目視で確認した。また、胃の内容物を調べたところカゲロウ類の羽と昆虫の一部と考えられるものを確認した。カゲロウ類の幼虫は調査中にも多数採集できたため、川に落ちた成虫に関してもイワナが捕食していると考えられる。

#### **ワカサギ *Hypomesus nipponensis***

キュウリウオ科の淡水魚。2022年の調査時に1匹のみ覚満川上流で確認されているが、本来は大沼の沖の方に生息しているため、覚満川上流にあるワカサギ養殖場から逃げてきた個体であると考えられる。

#### **ウグイ *Tribolodon hakonensis***

コイ科の淡水魚。調査した水域のすべてにおいて確認することが出来た。覚満川では本種の稚魚が見られたため覚満川に遡上して産卵していると考えられる。

#### **オイカワ *Opsariichthys platypus***

コイ科の淡水魚。大沼と覚満川で確認することが出来た。覚満川ではウグイの稚魚とともに本種の稚魚も見られたため、覚満川に遡上して産卵していると考えられる。

#### **ゲンゴロウブナ *Carassius cuvieri***

コイ科の淡水魚であり琵琶湖固有種である。2023年の調査時に大沼で一匹死体を確認した。漁協によって放流されている魚種である。

#### **コイ外来型 *Cyprinus carpio***

コイ科の淡水魚であり、中国原産である。大沼の沿岸部のみで確認した。漁協によって放流されている魚種である。

#### **トウヨシノボリ *Rhinogobius sp***

ハゼ科の淡水魚である。2023年の調査時に大沼湖畔で1匹の死体のみ確認した。

#### **ヌマチチブ *Tridentiger brevispini***

ハゼ科の淡水魚である。大沼のみで確認した。大沼の沿岸部で最も個体数が多い魚種だった。

## **4.考察**

ウグイとオイカワについては、覚満川で稚魚の群れが多数見られたことから覚満川に遡上して産卵し、稚魚が覚満川で育っていると考えられる。

また、トウヨシノボリとヌマチチブを比較した際に両者ともに低層で暮らす底生魚であるにもかかわらずヌマチチブは大沼沿岸部で多数確認できたのに対しトウヨシノボリは死体を1匹確認したのみであった。この理由として、トウヨシノボリとヌマチチブではヌマチチブのほうが体格で優っており、日がよく当たるため水草がよく繁茂していて餌となる小動物が多くいる沿岸部の浅瀬にヌマチチブが多く生息していて、トウヨシノボリが少し深い地点に生息しているということが考えられる。

さらに、沼尾川ではウグイのみしか魚類を確認することが出来なかったが、この理由として沼尾川から大沼に遡上することが出来なくなっているため、大沼から流れ落ちた魚類の中で沼尾川の環境で生き残れたのがウグイのみであった可能性があるが詳細については不明である。

# 13 赤城山の鳥類相調査

武蔵高等学校中学校 生物部 中学2年 浅井周

## 要旨

武蔵高等学校中学校生物部(以下、武蔵高中生物部)では昨年8月に群馬県赤城山にて合宿を行った。赤城山は大沼・小沼などの湖とそれらを取り囲む山々で構成されており、昔から多くの鳥類が生息している。しかし赤城山の鳥類の調査は1980年に武蔵高中生物部によって行われたきりで現在どのくらいの鳥類が生息しているのかは不明であった。本研究は赤城山の鳥類相を調査することを目的とし、ラインセンサス法とスポットセンサス法の2つの調査方法を用いて調査した。また、1980年のデータとも比較したところ、同一の調査地域で1980年には19科35種が確認できたのに対し、2023年には11科16種のみ確認であった。

## 1. はじめに

武蔵高中生物部では、例年、学校外で合宿を実施し、生物の採集・調査を行っている。2023年度には8月10日から12日にかけて、武蔵学園赤城青山寮がある赤城山において合宿を行った。赤城山は大沼・小沼などの湖とそれらを取り囲む黒檜山・地藏岳などの山々で構成されており、昔から多くの鳥類が生息している。しかし赤城山の鳥類の調査は1980年に行われたきりで現在どのくらいの鳥類が生息しているのかは不明であった。本研究は赤城山の鳥類相を調査することを目的とし、調査結果は1980年のデータとも比較した。

## 2. 調査概要

### 2023年

#### 調査日時

2023年8月10日～12日

- 8/10 13:20～16:00 青山寮周辺
- 8/11 4:00～6:30 青山寮周辺  
9:00～11:15 第二区(血の池など)  
11:15～11:30頃 第三区(小沼周辺)  
12:00～14時頃 鳥居峠(+御神水)  
14時頃～16:00 第五区(覚満淵～旧赤城神社)
- 16:00～17:00 第一区
- 8/12 ～7:30 見晴山～青山寮  
9:30～13:00 大沼一周<sup>1</sup>

#### 調査手法

青山寮周辺はスポットセンサス法、その他の地点ではラインセンサス法を用いて調査した(ルー

トは図1参照)。調査の際、観察した鳥は原則その場で同定し、わからなかったものはスマートフォンのボイスレコーダーで鳴き声を記録するか写真を撮り、寮にて同定した。

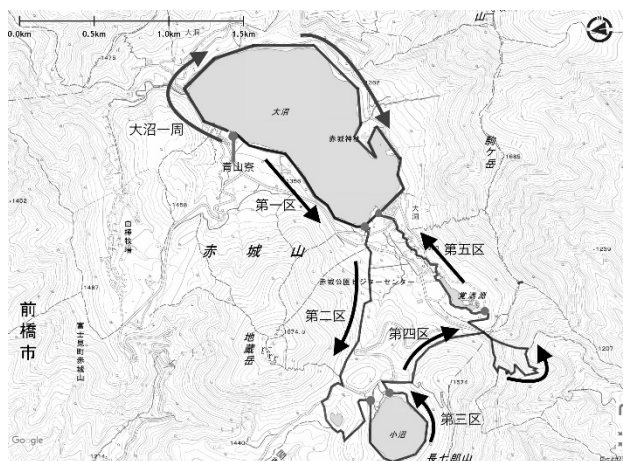


図1. 調査のルート(電子地図25000を改変して作成)

### 1980年

#### 調査日時

1980年7月23日～7月26日

以下、Kato(1981)より引用

7/23～7/26までの毎朝、午前三時三十分に起床して少年自然の家(7/28まで)或は青木旅館の脇から白樺ラインへ通じる道路(7/26)に出かけて、そこにいる鳥の種類を調べました。また、昼間外回りをしている時も、鳥を見つけた場合にはその種類を記録しておくように努めました

#### 調査手法

基本的にはラインセンサス法と考えられる。

<sup>1</sup> (参考)赤城神社の到着時刻は11:20頃であった

### 3. 結果

それぞれの調査の結果をまとめた表は以下の二次元コードから PDF にアクセスしていただきたい。



(URL :  
<https://x.gd/MQDAj>)

2023 年の調査では 14 科 22 種が観察された。

また、1980 年と 2023 年の同一の調査地域で見えた種数を比較すると表 2 のようになった。

2023 年の調査ではカラ類とコサメビタキが混群<sup>2</sup>を成している様子が確認できた。また、ノスリが群れて飛んでいる様子やカケスの貯食行動（おそらくドングリ）も観察できた。

### 4. 考察

まず表 1 についてみていく。表 1 の今年の調査の結果を見てもっとも確認種数が多かったのは青山寮周辺であることが分かる。このようになった要因について青山寮の周辺の環境が他の地点に比べてよかったためと推論できなくもないが、方法の違いの方が大きく影響していると考えられる。青山寮周辺では「定められた観察ポイントで一定の時間（例えば 5 分間）観察を続け、一定の距離（例えば 30m 以内）に現れた鳥を記録する」手法であるスポットセンサス法を用いたのに対し、その他の地点では「調査ルートを歩きながら 25m（あるいは 50m）以内に現れた鳥を記録し、生息個体数を調べる」手法のラインセンサス法を用いた（「」内は濱尾(2011)より引用）。ラインセンサス法は歩きながらの調査になるため険しい山道を歩いている際は歩く事に集中し、鳥類を発見する精度が下がってしまう。このためスポットセンサス法を用いた青山寮周辺では観察できた鳥類が多くなったと考えられる。第四区で鳥類が観察できなかった事も第四区は傾斜のきつい山道だった為、これが関わっていると考えられる。

ヒタキ科の鳥が 1980 年に比べて減少していた

ことについては環境の変化のほかには時期の違いが考えられる。アカハラやコルリ、キビタキなど 1980 年の調査で確認されたヒタキ科の鳥類の多くは夏鳥で、8 月頃にはこのような夏鳥は渡っていき減ってしまう。そのためヒタキ科の鳥類が減ってしまったと考えられる（コサメビタキが多く見られたことについては検討の余地がある）。

次に表 2 についてみていく。表 2 をみると「寮～大洞」の鳥類が極端に減少していることが分かる。これは 1980 年の調査の際、3 日間早朝に少年自然の家で観察していた為と考えられる。2023 年の調査の際、ここは 8/11 の 8:00~9:00、16:00~17:00 に調査したのみで早朝の調査を行わなかったことが大きな要因であると考えられる。

1980 年と 2023 年の結果を比較すると、前に書いたような時期の違いや時間の違いもあるものの鳥類が減少していることが分かる。例えば、キジバトやアオバト、スズメは観察できてもおかしくはないと思われたが観察できなかった。

### 5. 展望

- ・調査手法の違いや調査の時期・時間帯の違いによって一概に比較できないことが多かった。今後も調査をすることを考えており、次回以降の調査では早朝の観察を増やしたり、スポットセンサス法で調査する地点を増やしたりしていきたい。また、実施の時期を早めて夏鳥も観察できたらより良い。
- ・今回は合宿の日数の関係もあり調査地が少なかった。調査地を増やし赤城山の鳥類の分布をより解明していきたい。

### 引用文献

- ・Kato(1981)赤城山の鳥。生物部研究報告第 34 号 別冊 赤城, p.39-43. 武蔵高等学校中学校生物部
- ・濱尾章二(2011)鳥類の多様性を把握するための調査方法の検討:ラインセンサス法と捕獲法の比較. 自然教育園第 42 号, p1-12. 国立科学博物館, 東京

<sup>2</sup> 混群：異なる種の鳥類からなる群れ

## 14 100年前のヘビ標本の同定と記録の修正・加筆

武蔵高等学校中学校 生物部

中学2年 三木航介

武蔵高等学校中学校（以下、武蔵）標本庫に保存されているヘビ類（\*1）の標本3つを同定し、標本記録の修正、加筆を行った。ヘビの同定の際、種の区別には体鱗列数や体鱗、頭部の鱗の形状や数を指標とした。

3標本全4匹の同定作業の結果、1つは既存の記録が誤りであったことが分かり、他2つの種名未記載の標本の種名を特定できた。これにより標本記録の修正を行うことができた。

また、FAUNA MUSASHINENSIS（岡田.1929）には1920年代の武蔵近辺の動物相などが記載されており、No.1 Art.3（以下、ファウナ）では学校周辺の両生類と爬虫類について書かれている。そして、ファウナの49ページにヤマカガシについての記載があり、武蔵に4つの標本があるとされている。（\*2）

そして、これらの証拠標本の一部として標本788、標本818が適当であると分かり、よって2つの標本の採集時期も特定することができた。

ファウナの証拠標本と断定するにあたり、判断要素は主に以下の二つである。

\*2より、5・10・41・44の番号が振られているヤマカガシ標本があったとされている。そして、標本788に10番の、標本818に5番の同じデザインのシールがあり、どちらもヤマカガシの標本であることから、この二つの標本がファウナに記載されているものである可能性は高い。

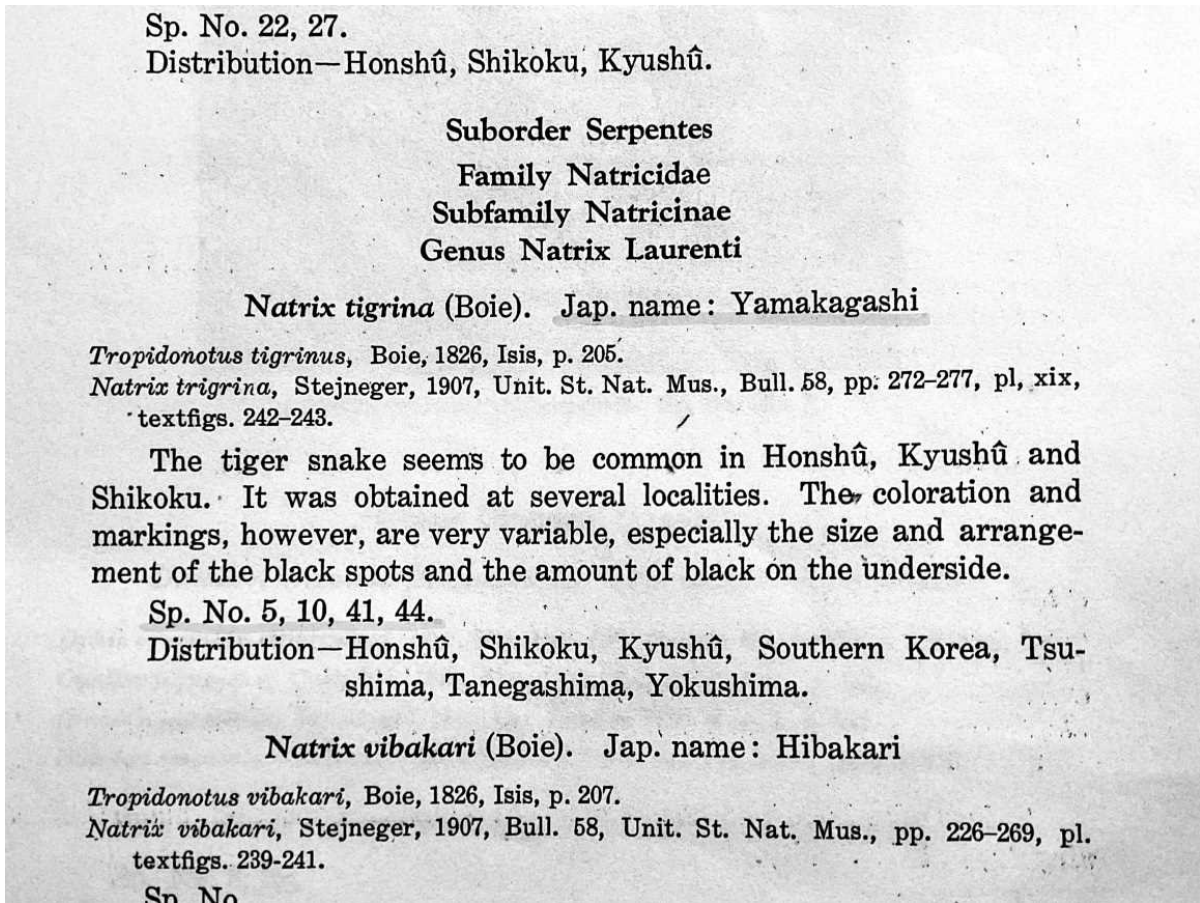
さらに、ファウナ52ページ以降のPlate VIIに5番（当時）の標本の頭部の画像が掲載されている。画像の解像度や印刷によって正確な鱗の判別は困難だが、比較的大きな鱗は輪郭や境界が明瞭で、当時の5番の標本と標本818の頭部の鱗の形状などが近似することがわかる。

これらのことから、標本818がファウナの証拠標本だとして断定した。

よって、これまでは記録上で種名（学名）、採集エリア、採集時期が不明（未記載）だった標本818の記録を修正することができた。（\*3）



- \*1 ここでは有鱗目へび亜目の生物群を指す
- \*2 該当する箇所の画像（49 ページ中央下）。ヤマカガシの学名は現在主に使用されているものと異なる。



- \*3 修正前、修正後の標本記録。（標本 818 には採集ラベルがなかった。）

2023/10/30

| 登録番号 | 和名 | 学名 | エリア | 採集地 | 採集年月日 | 採集年 | 備考                  |
|------|----|----|-----|-----|-------|-----|---------------------|
| 818  |    |    |     |     |       |     | 5番のシール、黒色の白い模様があるへび |

2023/1/22-1

| 登録番号 | 和名    | 学名                               | エリア  | 採集地 | 採集年月日 | 採集年    | 備考                  |
|------|-------|----------------------------------|------|-----|-------|--------|---------------------|
| 818  | ヤマカガシ | Rhabdophis tigrinus (Boie, 1826) | 武蔵近郊 |     |       | -1929年 | 5番のシール、黒色の白い模様があるへび |

# 15 武蔵越生高等学校周辺の河川の水生昆虫調査

武蔵越生高等学校

1年 山内陽基 小野田快斗

## 1. 緒言・目的

武蔵越生高校では、数少ない校内に河川が流れる高校である。荒川水系の一級河川である毛呂川ではカモやサギ、稀にカワセミなど様々な鳥類を観察することができる。本校科学部は、2020年度から毛呂川の水生昆虫調査を実施している。2020年度、2021年では校内に分布する毛呂川の一部で水生昆虫調査の採取と水生昆虫の種数から算出する水質調査を行った。

しかし、2021年の夏頃から近隣の開発工事等で発生した砂利等が川の流れをせき止められ、採集する水生昆虫の種数や捕獲数などに減少が見られ、2022年には同地域での調査が行えなくなった。

毛呂川と同様に高麗川は荒川水系の一級河川である。よって本調査は新たな水生昆虫の採集調査地としての試みと過去の毛呂川のデータと比較し、高麗川で採集される水生昆虫調査との差異や水質の異なりを調べることで毛呂川の生態系の回復の一助とすること目的とした。

## 2. 材料及び方法

### (1) 調査日程・調査地点

2023年8月4日(金)と8月5日(土)。学校から車で10分ほどの場所にある北平沢運動場近くの高麗川で調査を行った(図1, C)。Aは2020・2021年調査地。Bは2022年調査地。

### (2) 調査器具

ピンセット、10ml スクリュー管、タモ網、スコップ、エタノール(75%)、実験顕微鏡(FABRE)、シャーレ、時計皿、日本産業水生昆虫調査(東海大学出典)

### (3) 日本平均スコア法

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。採集された水生生物のスコアを合計し、総スコア(TS)とした。また、総スコアを確認された科数で割った値を平均スコア(ASPT)とした。なお、平均スコアは少数点第2位を四捨五入し、表示は少数第1位までとした。本調査の評価値として平均スコアを用い、1.0~10.0で評価した。

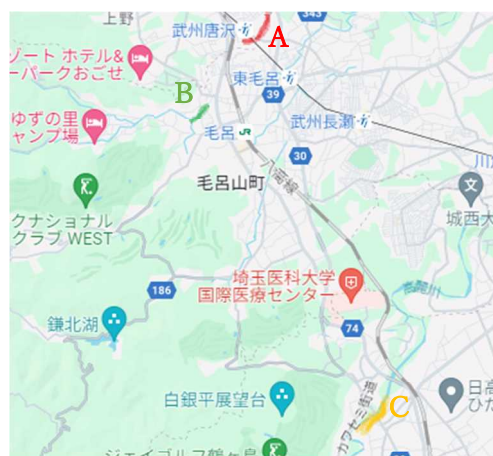


図1 調査地点

表 I 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 |



## 16 伊豆大島合宿における潜り、釣り採集結果報告

芝学園生物部 根岸稜真 野口啓太郎

### 目的

主な目的は伊豆大島の沿岸部に生息する魚類、甲殻類等の採集と飼育である。  
また東京湾内の生き物と比べて種数、個体数に差があるかどうか目しつ採集した。

### 採集概要

生物部の中学1年から高校2年の部員、部のOBの方々、顧問の先生方の総員約40名を半分ずつに分け、それぞれがシュノーケルによる泳ぎ採集と釣り採集を両方行った。泳ぎ採集を行ったのは伊豆大島の日の出浜と野田浜、釣り採集を行ったのは野田浜と岡田港である。また上級生は早朝に釣り採集をしている。

### 結果

泳ぎ採集ではキュウセンやタナバタウオ、コショウダイなどの魚を採集できた。釣り採集での釣果はアカハタやカサゴなどであった。詳細は発表時に記載する。

### 考察

伊豆大島では前年度の合宿を行った観音崎とは違う種類の生き物が見られた。  
細かい考察は発表時に記載する。



創価中学校 関英明

## 17 井の頭公園における水質調査

吉祥女子中学・高等学校 生物部高1

### 1. はじめに

吉祥女子中学・高等学校生物部では月に一度、都立井の頭恩賜公園(以下、井の頭公園とする)の池でD0、COD、気温、水温、透明度、pH、プランクトン採取(A、Dの2地点のみ)の一連の水質調査をA、B、C、Dの4地点において行なっている。

### 2. 調査地点

図1 は、A、B、C、D各地点の井の頭公園内における位置を示す。



図1 東京都建設局ホームページより引用

各地点の主な特徴は以下のようになる。

(A地点) …木がまばらに生えているものの日光を遮るほどでは無く、一年を通じて日当たりは良い。水の流れはあまり強くない。

(B地点) …一年を通じて日当たりが良い。ボート乗り場が近く、カモなどの水鳥が観察できることもある。

(C地点) …一年を通じて日当たりが良い。付近に噴水やボート乗り場などの流れの原因となるものが無く、水の流れがとても少ない。

(D地点) …周囲を木に囲まれており、一年を通じて日当たりが悪い。かつては湧水があり、それを池の水に使用していたものの宅地開発により湧き水が枯れ、現在は地下水をポンプで汲み上げている。プランクトンの採取場所は付近に噴水やボート乗り場などの流れの原因となり得るものが無く、水の流れが弱い。地下水が池に注がれる付近で水の採取をしている。

### 3. 調査方法

水質調査では全部で7つの調査を行なっているが、紙面の都合上COD、D0の概要のみ紹介する。

#### (1) COD

CODは科学的酸素要求量ともいい、水中の汚れ(有機物)の量を表す相対的な指標である。COD値が高いと水中の酸素が少ないことを表す。値が低い方が良いとされる。

#### (2) D0

D0は水中溶存酸素量ともいい、水中に溶解している酸素量を表す指標である。値が小さいほど水中の溶存酸素量が少ない。値が高いほど良いとされる。



#### 4. 調査結果・考察

以下のグラフは、月毎のDO(図2)、COD(図3)、気温(図4)、水温(図5)、透明度(図6)の測定結果の推移である。

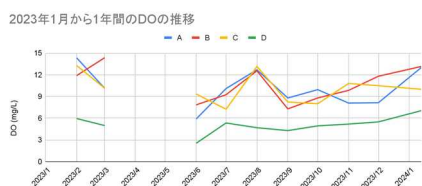


図2

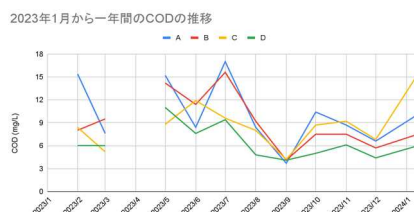


図3

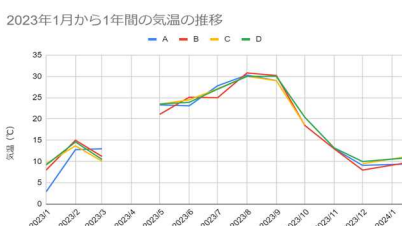


図4

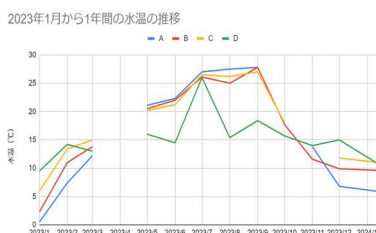


図5

図6

D地点は他の3地点と異なるグラフの変動をしていることが分かる。特に、DOや透明度の項目でそれが顕著に現れている。これは、D地点のみ池の水が地下水で満たされているからだと考えられる。

また、D地点の水温も他の3つと異なる動きとなっており、それは地下水に近い水質と日当たり起因している。

また、A地点のCOD値が他と比べて高くなっており、これはA地点の水の流れが弱いため水の循環が起りにくいからだと考察できる。

さらに、透明度はどの地点も(変則的にグラフが変動したDは除くが)夏より冬の方が高い傾向にあり、それは生き物の生命活動が暖かい季節に活発になることが関係している。

#### 5. 今後の展望

これまでの調査ではあまりプランクトン採取という点に重点をおいておらず、ただ採取するのみとなっていた。

そのため、今後は季節ごとに現れるプランクトンの、その数や種類に変化はあるのかといったことを新たに調べたいと考えている。

また、池沿いの植生や池に飛来する鳥類の種類等についても観察を行い、それらが水質や透明度に与える影響なども調査したい。

#### 6. 参考資料

2023年度吉祥女子中学・高等学校生物部部誌「きちなま」

「井の頭公園」東京都建設局 最終閲覧 2月8日

<https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/content/000042916.pdf>

# 18 森林生態系におけるキノコの役割と土壤動物との関係

浅野中学・高等学校

中学2年 平本優太、山崎敢太

## 1. 背景

近年、キノコを食用とするだけでなく、菌糸が持続可能な環境に優しい資源として注目されている。また、本校には多数のキノコが生息おり、森林生態系内でも重要な役割を果たしていると考えられる。そこで、本研究ではキノコの生育状況を先行研究と比較し考察するとともに、キノコの有機物分解速度や呼吸速度、土壤動物との関係を数値化し、森林生態系でのキノコの役割を評価する。

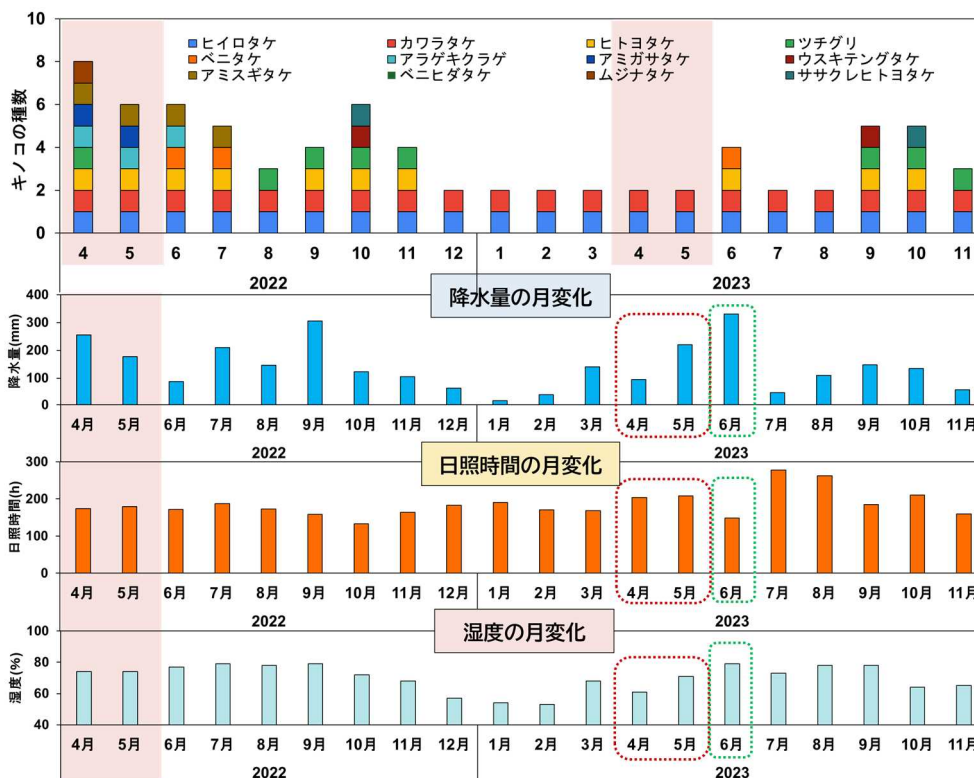
## 2. 研究手法

- ①校内の山林である銅像山で生育するキノコの種類や場所、子実体の発生する時期や種類を記録する。
- ②子実体の有無それぞれから地温、土壤水分量、照度を計測し、土壌を採取し、ツルグレン装置と呼ばれる熱と乾燥により土壤動物を捕まえる装置を用いて土壤動物の種類、数を計測する。

## 3. 結果

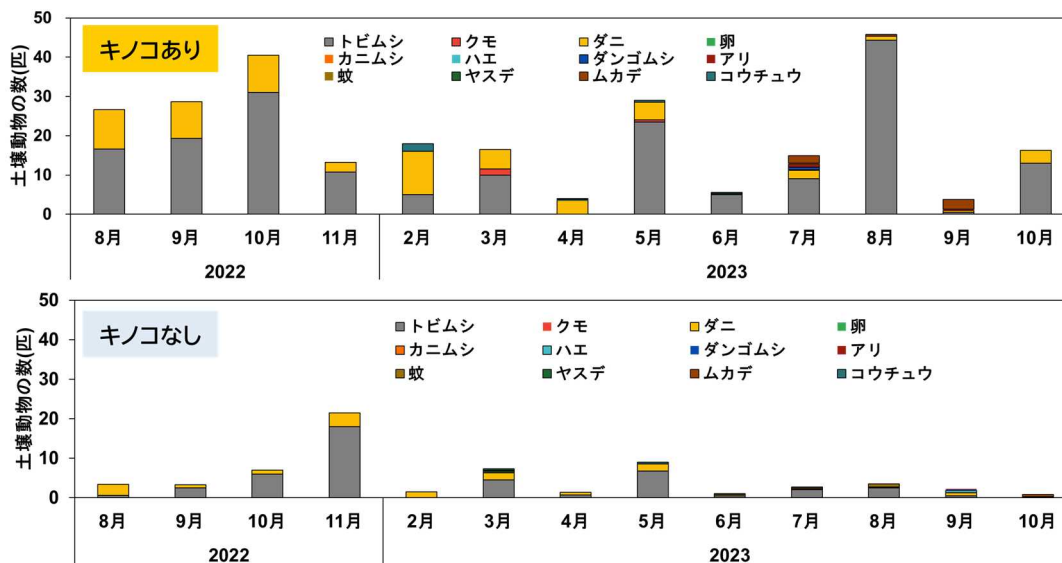
### 1)キノコの発生量と季節変化

14～6月で子実体の発生量は増加した。これは、4～5月に十分な降水量があったからだと考える。また、7～8月には昨年度と比較しても発生量が著しく少なかった。これは昨年度と比較してこの時期の降水量が減少し、気温があがったことが関係すると考える。さらに、9～10月では再び子実体の発生量が増加した。これは気温が下がり、十分な降水量があったからだと推測できる。最後に、11月以降は子実体の発生量が著しく減少した。これは降水量、気温ともに下がった事が原因だと考えられた。



## 2)キノコの有無と土壤動物との関係

子実体がある土壤は、無い土壤に比べてすべての月において土壤動物、主にダニとトビムシの個体数が多いという結果が得られた。また、菌糸を食べるとされるものだけでなく、便乗型の個体も多数確認できた。



## 4. 考察、今後の展望

- ①キノコの子実体は降水量が十分にあり、かつ気温が15～25℃の月で発生量が増加する傾向が見られた。これは先行研究と矛盾しておらず、この条件が本校の山林での子実体の生育環境であると考えている。今後は定点カメラを導入し環境の変化やより詳細な発生条件を調べるとともに、気温や降水量のより細かい条件や、この他のデータとも比較し、子実体の発生量の具体的な数などの詳細な調査をしたい。
- ②今回のデータから、土壤動物やその便乗先となる生物とキノコの間には相互作用や生育条件の一致がある事が考えられる。今後は調査を継続しデータの信憑性を高めるとともに、土壤動物の影響を数値化することで、キノコとの具体的な関係について種別の評価もしていく。
- ③研究によって明らかになった土壤動物との関係性のあるツチグリなどの木と共生する菌根菌以外を培養し、その幼菌を子実体のない場所に設置し、そのことによる土壤動物の種類、数の影響を調べていきたい。
- ④キノコは分解者として大きな役割があることが分かった。また、今回の実験では途中で問題が生じ満足なデータを得ることができなかったため、今後は実験方法や方針を見直し、正確なデータを集めたい。

## 5. 参考資料

- ・無気門亜目(Acari,Astigmata)の第二若虫一形態・生態的特徴と今後の研究—(1999 岡部貴美子)
- ・日本における食用きのこの害虫(森林総合研究所研究報告 2006 岡部貴美子)
- ・コナダニによる作物被害とダニの見分け方(2006 岡部貴美子)
- ・菌食性トビムシの餌選択と菌類の防御 (2009 日菌報 中森泰三)
- ・一技術情報No.76- きのここと気象 (1990 竹内)、国土交通省
- ・気象庁のHP

# 19 バイオチャー散布量がカイワレダイコンの成長に与える影響

浅野中学・高等学校 生物部

高橋虎嗣, 澤田尚樹, 宮本悠希, 金子知樹, 安藤大貴

## 1. 背景

先輩が銅像山でバイオチャーを散布する研究をしているため、バイオチャーについての実験に興味を持ち、細かく調べたくになりました。そこで、バイオチャーの散布量によって植物がどう変化するか調べ、適正な散布量、また散布量が植物の成長にどのような変化を及ぼすのか探りたいなと思いました。

## 2. バイオチャーとは

バイオチャーは生物の遺骸を炭化させたもので、多孔質な構造により水分の保持、栄養分の供給、土壌pHの改善などの役割を果たします。これにより、植物の成長に良い影響が出たとの研究報告もあります。

## 3. 目的

- ① バイオチャーの散布によりカイワレダイコンの成長、光合成がどう変化するか調べる  
⇒各部位の大きさや光合成量、呼吸量を求め、比較する
- ② ①を調べることでバイオチャーの適正な散布量を推測すること  
⇒最も成長していた散布量が適正な散布量に近いと予測できる

## 4. 実験手法

パーミキュライトにバイオチャーをそれぞれ0g、15g、30g撒いたものを3個ずつ用意してカイワレダイコンの種子を撒きました（15gの場合1haにつき5t、30gの場合1haにつき10t散布したことになります）成長後に草丈、葉の長径、根の長さ、光合成量と呼吸量を測定し、結果をグラフにしました。

## 5. 結果、考察

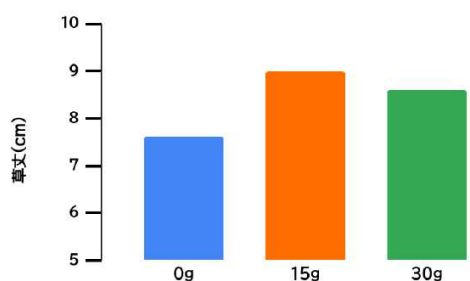


図1：草丈(cm)

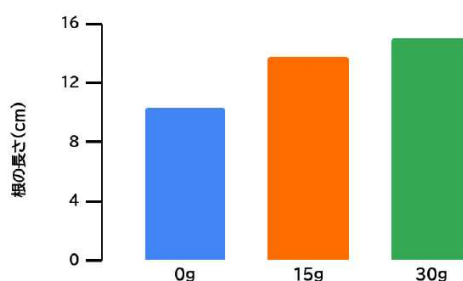


図2：根の長さ(cm)

草丈の平均値は15g>30g>0gの順になり(図1)、葉の長径と根の長さの平均値はどちらも30g>15g>0gという結果になりました(図2)。

バイオチャーを散布したものは散布していないものに比べ明らかに成長が速くなりました。その理由はバイオチャーの影響で植物の成長が促進されたからではないかと考えています。

また、土壌中に溶け出したバイオチャーの栄養分をより吸収するために30gのとき根が最も伸び、吸収できた栄養分が多かったことで葉も30gが最も大きくなったと考えられます。

30gの場合、土壌中から十分な栄養分を得ることができたので茎を伸ばして日当たりの良い場所に向かう必要がなかったが、15gの場合は土壌中から十分な栄養分が得られず、他よりも日当たりの良い場所に向かって茎を伸ばすことに栄養を多く使ったため茎の長さが最も長くなったと考えられます。

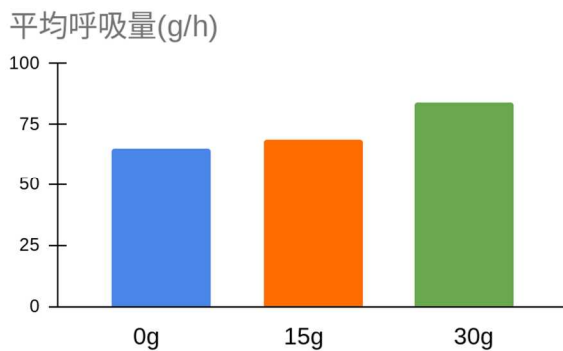


図3：平均呼吸量

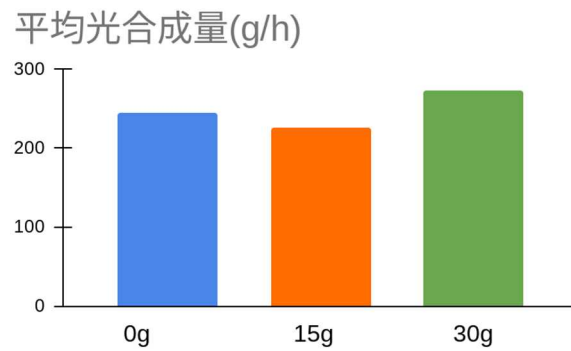


図4：平均光合成量

呼吸量は30g>15g>0gとなり(図3)、光合成量は30g>0g>15gとなりました(図4) この結果から、バイオチャーには光合成を阻害するものが含まれているが、30gの場合は土壌に含まれる栄養分によって光合成が促進され、光合成を阻害する効果を活性が上回り光合成量が多くなったと考えています。

以上の結果から、30gのときに最もよく成長していることを示すものが多いため、カイワレダイコンにおいては30g(10t/ha)が最適な散布量に近いと考えられます。

## 6. 展望

今回のデータをもとにして、今後は散布量を更に変化させて最適な散布量を探るとともに、他の種の植物で同様の実験をしてこのデータと比較し、適正な散布量やバイオチャーによる成長変化を調べていきたいです。

## 20 ハグロトンボの越冬期における各部位の計測から見た個体差

東京純心学園中学校 2年 濱杏梨

初めに

学校近くに流れる谷地川にて、2023年11月27日に採取されたハグロトンボのヤゴ12匹を使用し、①観察②個体間の体長比較、2つの実験を行なった。

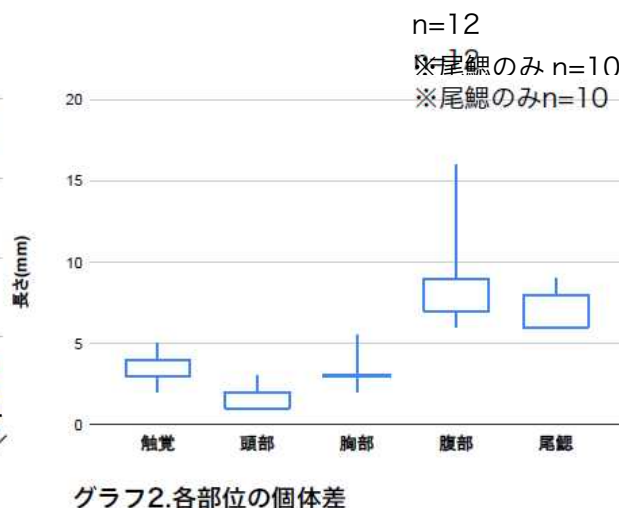
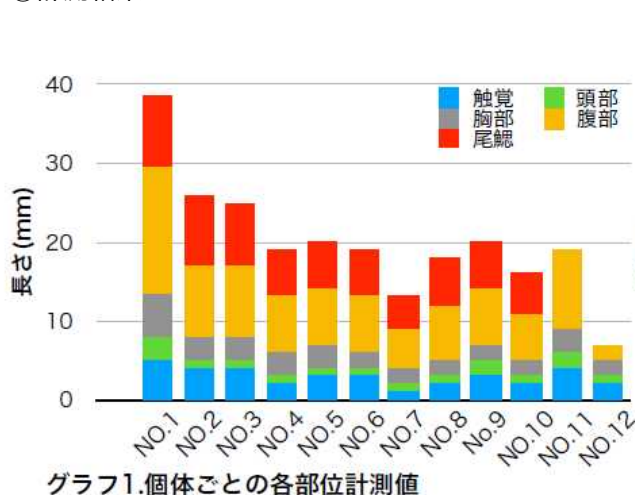
手順

採取したヤゴの種同定後、2週間ほど観察を行なったのち、冷凍により安楽死させる。死亡後に、各部位の計測と撮影を行い、アルコール固定を行なった。

結果

①観察結果：頭部を下げ、尾鰓を地に対し直角になるよう足で調節を行う。他の生物が触れた場合または、小さな生物が顔の前を通過した場合にのみ動く(記録前に事故により死亡したため、明確な記録はない)

②計測結果



考察

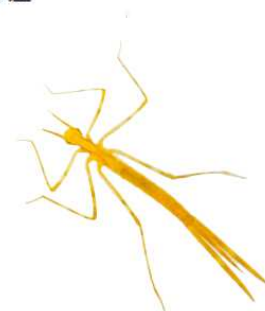
グラフ1:1匹異様に大きな個体があった

他9個体は、20以上、 $20 \pm 3\text{mm}$ 、15mm以下と3段階に分かれた

グラフ2:個体間での差が大きい部位は触覚と頭部<尾鰓<腹部の順であった

一方で、個体間のさがほとんどなかったものは胸部であった

しかしながら、胸部、腹部は外れ値が存在する



グラフ1,2より、胸部の長さには大きな差は見られなかった

→胸部内に存在する足の筋肉は、成長に伴う発達が少ないのではないだろうか

＝観察から、枝に擬態して採餌する待ち伏せ型であり、足の筋肉が発達しにくいのではないか

今後の展望

胸部の観察を行い、実際に胸部の構造を観察するとともに、当初のメインテーマである捕食行動について、研究を進めていきたい。





創価中学校 溝江瑛菜

## 21 人工河川での外来種調査(2)

獨協中学高等学校 生物部 高2 鈴木陽之  
 (調査協力 高3 加藤空斗 中2 米井誠貴)

### はじめに

近年外来種の生態系への侵入が問題になっている。神奈川県川崎市にある人工河川「江川せせらぎ遊歩道」には外来種の魚類が多数生息していることが、昨年度の調査で明らかになった。

今回は同様の方法で生物の種数と個体数の調査を年4回(3月,5月,7月,9月)行い、季節による変化を踏まえて、この人工河川における外来種の侵入と定着の実態について考察を行った。



昨年度の調査の様子



昨年採集したブレコ



江川せせらぎ遊歩道(赤線)

**調査方法** 昨年と同様にタモ網を使用し、歩きながら採集を行い、その種類と個体数を調べた。

### 調査結果

※個体数は20匹以上の場合は「多数」とした

| 2022年9月下旬   | 2023年3月上旬               | 5月上旬                              | 7月下旬  | 9月下旬                              |
|---|-------------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| アメリカザリガニ 多数<br>グッピー 多数<br>プラティ 3匹<br>ブレコ 2匹<br>マドジョウ 3匹 | アメリカザリガニ 多数<br>魚類は採取されず | アメリカザリガニ 多数<br>グッピー 多数<br>ヒメダカ 1匹 | アメリカザリガニ多数<br>グッピー 多数<br>プラティ 多数<br>ブレコ(死骸) 1匹<br>カラドジョウ 4匹 | アメリカザリガニ 多数<br>グッピー 多数<br>プラティ 多数 |
| 前回調査  | 魚影が確認できず                | グッピーは稚魚がほとんど                      | プラティを多数確認   | プラティは7月よりは少ない                     |

**3月上旬の調査**では、確認できたものはアメリカザリガニ2個体のみで魚類はいなかった。

**5月上旬の調査**では、まだ成魚になっていない多数のグッピー、成体のアメリカザリガニ、それに加えてヒメダカの成魚1匹が確認された。3月の時よりも水温が上昇したためと考えられる。ヒメダカ(1匹)は放流個体そのまま採集されたのではと推測される。



**7月下旬の調査**では、昨年と同じく多数の成魚のグッピーが確認されたが、昨年は3匹しか確認できなかったサザンプラティフィッシュ（通称プラティ、メキシコ原産）を多数確認することができた。その理由として、当時この川は清掃された直後で、前回に川の側面にあった草がなくなり、加えて水位も低下し隠れることができなくなったためと思われる。加えて、カラドジョウと思われるドジョウを4匹捕獲した。また、死骸で1個体のみプレコが確認できた。昨年に続いて確認できたので、周年定着している可能性も考えられる。

**9月下旬の調査**では、グッピーとプラティとアメリカザリガニのみが確認できた。ただしプラティの個体数は前回よりも少ない印象があった。



5月に採集されたヒメダカ



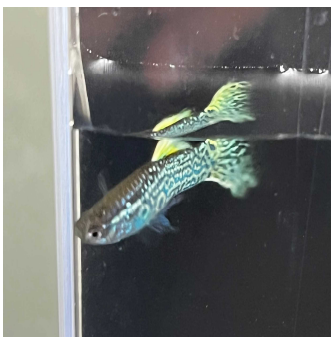
7月に採集されたプラティ



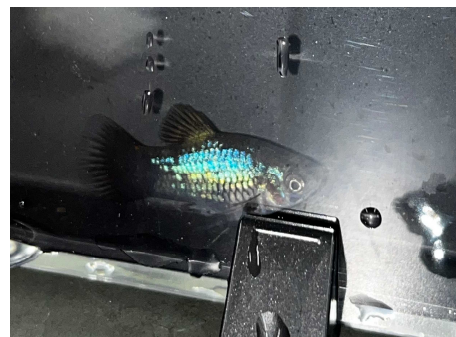
草がなくなった川の側面



7月に確認されたプレコの死骸



9月に採集したグッピーとサザンプラティフィッシュ(プラティ)



## まとめと考察

今回は、1年の長い期間で季節ごとに生物調査を行ったことで、3月から5月の間にグッピーやサザンプラティフィッシュ(プラティ)などの熱帯魚系外来種が出現し、夏にかけて個体数が増加することが分かった。これらの外来種が、水温の低い冬の期間どこで越冬しているかは特定できなかったが、水処理センターの処理水の流出口付近など、比較的水温の高い場所で集団で越冬し、水温が上がる春から夏にエサを求めて人工河川内に広がるのではないかと推測される。また、前回に引き続いてプレコが確認された。今回確認できたのは死骸だったが、同水域にプレコが定着している可能性もあることは非常に驚きであった。自分が予想していたよりも外来種の侵入と定着が深刻であることが今回の調査によって分かった。グッピーは外来生物法により要注外来生物に指定されており、今後は飼育個体の放流防止のための啓発など、なるべく早い対策が必要だと考える。

## 22 メダカの体型の遺伝について

獨協中学高等学校生物部

高校2年 今成一瑛

### はじめに

日本で最も身近な淡水魚の一つであるメダカには、「原種」と「改良品種」という区別がある。原種とはミナミメダカやキタノメダカなど人の手が加わっていない野生種のこと、現在農薬や生活排水による環境の悪化、水路の整備などによる小川の減少、外来種の影響により数が減少し、2003年に絶滅危惧種に指定された。さらに近年、改良品種のメダカや別の地域のメダカの放流が行われることでおきる遺伝子汚染も問題となっている。

これに対し改良品種は、メダカの突然変異個体を累代飼育して作出された品種である。日本でのメダカの品種改良は江戸時代から行われてきたが、2000年代前半に登場した品種「楊貴妃」を発端としていわゆるメダカブームが始まり、沢山の品種が生まれた。現在メダカの品種は500種類を超えている。また昨年作出された「サファイア」という品種は圧倒的な青の綺麗さによりメダカ界に衝撃を与えた。これからも様々な品種が増えていくだろう。(図1)

しかしメダカには体色だけではなく体型も様々な種類がいる。例えば背骨の数が少ないダルマ体型やヒレが伸びるヒレ長、背鰭と臀鰭が同じ形をしているヒカリ体系(図2)といったものだ。今回はヒカリ体型のメダカと普通体型のメダカを掛け合わせてF<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>の生まれてくる個体の比をとり、メンデルの法則が成り立つのかを調べた。

※うなとろふぁ〜むHPより引用



図1 鬼赤楊貴妃とサファイア※



図2 ヒカリ体型※

### 目的と実験方法

体型の異なる普通体型とヒカリ体型のメダカ同士を交配させ、F<sub>1</sub>とF<sub>2</sub>個体の体型の比をとり、関係性を調べる。具体的には普通体型のメス(図3)とヒカリ体型のオス(図4)を2:1の比率で一つの容器に入れて産卵させ、生まれた稚魚を体型がわかる程度(約1cm)まで成長させ、体型を確認する。F<sub>1</sub>の中からオスとメスを2:1の比率で繁殖させ、生まれたF<sub>2</sub>の体型を確認する。



## 仮説

メダカの体型の遺伝はメンデルの法則に従うため、 $F_1$ では全てのメダカが顕性形質の体型になり、 $F_2$ では体型において顕性の形質と潜性の形質の比率が3:1で出現すると思われる。



図3 ヒカリ体型 メス



図4 普通体型 オス

## 結果

$F_1$ では148匹すべてのメダカが普通体型になった。そして $F_2$ では219匹中161匹が普通体型となり、58匹が光体型という結果になった。**(普通体型 : ヒカリ体型 = 2.78 : 1)**

## 考察

$F_2$ において普通体型 : ヒカリ体型 = 2.86 : 1 という結果になり、メンデルの法則の通りに遺伝することが確認できた。おそらく普通体型は顕性形質、ヒカリ体型は潜性形質であると思われる。比が正確に3 : 1にならないのは、受精、発生の際の確率過程が影響しているためと思われる。

前回までの体色の遺伝の研究では、結果がメンデルの法則通りにならなかった。これは交配によって作出された改良品種が、遺伝的に完全な純系ではないことや、体色を決定する上で複数の遺伝子が因子として働いていたためであると思われる。したがって、体型の遺伝子は体色の遺伝子よりもシンプルな遺伝の仕方をするということがわかった。

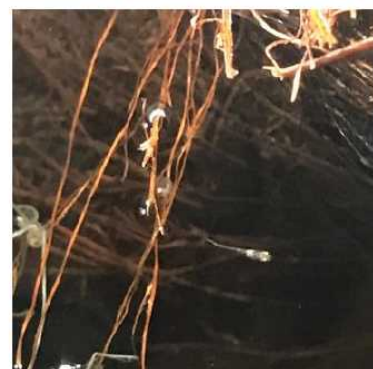
今後は、普通体型と光体型だけでなく、普通体型とダルマ体型などの他の品種での体形の遺伝を調べてみたい。また、シンプルな品種(原種・ヒメダカ・白メダカなど)同士を交雑させる実験によって、形質がどのように遺伝するかも確かめてみたい。



飼育のようす



産み付けられた卵



稚魚(針子)

## 23 池にすむプランクトンの季節変化を調べよう

創価中学校 生物部

3年：田村百々、幸野聡

2年：木村正義、溝江瑛菜、原田菜々子、町田秀樹、関英明、亀田つばさ、笹川芽生

1年：島田航太、柳澤勇貴

### 【背景】

本校内にある小さな人工池「一滴の池」では、生物部でキンギョやメダカを育てている。登校時や昼休みには部員に限らず、興味をもった生徒が時折、池の様子を観察している。前年度の活動のひとつである「創中生き物マップを作ろう」において、学校内の生き物を観察する中で、この池にはトンボや鳥が飛来することや、ヤゴが生息していることがわかった。また、池の水が季節により緑色や茶色っぽく変化することに興味を持ち、プランクトンについて調べてみることにした。昨年は、8月と10月に池の水を採取し、顕微鏡観察を行った。8月は水の色も濃い緑色で植物プランクトンが多く観察されたが、10月は植物プランクトンの種類は減り、クマムシやミジンコも観察された。加えて、10月の試料は18S rDNAを用いた環境DNA解析も試みたが、アメーバが多数検出され、植物プランクトンはデータベース未登録種が多かったのか、ほとんど種名同定はできなかった。そこで今年度は、解析に異なる遺伝子を用いることや、解析する季節を増やしてプランクトンの変化を調べることにした。



### 【方法】

毎年4月に実施している池の掃除（水をすべて抜き、底泥を除去）を今年も同様に行った。掃除後に池の様子を観察し、緑色が濃くなった（濁度が増えた）後の2023年6月、9月、11月、2024年1月に試料採取を実施した。なお、2回目以降の試料採取では底泥除去は行わず、池の水の様子を観察し、色の変化後に実施した。試料は池の浅い部分（表層から約20cm）と深い部分（表層から約70cm）の2点から採取した。これらの水の化学的および生物学的性質を調べた。

化学的性質として、pH測定（ユニバーサル試験紙またはLAQUA twin、HORIBA）およびパックステスト（共立理化学研究所）を使用して、化学的酸素要求量（COD）、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素の量を調べた。生物学的性質として、生物顕微鏡での観察および図鑑でプランクトンの種名を推定し記録した。また、池の深い部分の試料は、凍結保存後に冷蔵庫内で融解し、5分間の超音波処理後に0.22 μmのフィルター（ステリベクス、Millipore）でろ過し、次世代シーケンサーによる環境DNA解析を実施した（株式会社生物技研に委託）。なお、昨年の結果を考慮し、調査対象の遺伝子は光合成に関わる*psbA*を用いた（植物と藻類の色素体ゲノムおよびシアノバクテリアゲノムに存在）。

### 【結果および考察】

化学的性質の結果、COD、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素の濃度変化はほぼ見られなかったが、pH変化は見られた。pHは、6月には池の浅い方も深い方もどちらも約7（このときのみpH試験紙で測定）であったが、9月には浅い方で9.6、深い方で7.2と変化した。11月には浅い方で8.7、深い方で6.7と同様の傾向を示したが、1月には浅い方で6.9、深い方で6.7と変化が見られた。湖沼水は、特に夏季の成層期には、表層で植物プランクトンが活発に増殖し光合成を行った結果、二酸化炭素が消費されてpHがアルカリ側に傾き、底層ではプランクトンの遺骸の分解に伴って二酸化炭



素や有機酸が生成するため酸性側に傾くという文献があった。このことから、日照時間の変化や気温変化に伴う池の水温変化が、浅い方と深い方とでの pH 変化に影響を及ぼしていると考えられた。

生物学的性質の結果、顕微鏡観察では、テトラスポラ、ハリケイソウ、イタケイソウ、プレオドリナ、イカダモ、ネンジュモ、オカメミジンコ、コドネラなどが見られた。季節を通じてテトラスポラはよく見られたが、11月の観察ではイカダモが見られなかったことから、植物プランクトンの季節変化があるとわかった。



また、浅い方では、全体的に動物プランクトンは少なく、植物プランクトンが多いように感じた。これは、水面近くで太陽光をたくさん浴びて光合成をしているからだと考えた。深い方では、動物プランクトンが多く見られ、動き回るゾウリムシや、クマムシが発見された。これは、沈降している分解途中の落ち葉や植物プランクトンの遺骸の中に、動物プランクトンが多く生息しているからだと考えた。

環境 DNA 解析の結果からも、検出された植物プランクトンの季節変化が見られた。6月と9月に多く検出された未培養藻類が11月には減少し、代わりに *Cryptomonas* sp. や *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis viridis* が多く検出された。*Cryptomonas* は鞭毛を持ち、色々な池でよく見られ、*Microcystis* は浮遊性で富栄養湖沼に多く見られる。次に多く検出された種は *Nitzschia palea* (ササノハケイソウ) であり、9月と11月に検出された。この種は好アルカリ性・好汚濁性で主に有機窒素を利用する。これらのことから学校の池には栄養分が多く、これを利用して植物プランクトンが増殖していると推測された。1月に採取した試料の様子は他の時期と異なり、色がうすく、懸濁物も少なかったことから、沈降したプランクトンの遺骸が分解されていると予測された。

今後は1月~3月の池の試料を採取し、引き続きプランクトンの調査をする(環境 DNA 解析は1月の試料のみとし、現在委託解析中)。得られた結果と比較して、更に考察を深める予定である。

#### 【謝辞】

本研究の実施に際し実験手法のアドバイスを頂きました創価大学理工学部の黒沢則夫教授に感謝申し上げます。なお、本研究は公益財団法人 中谷医工計測技術振興財団の「2023年度科学教育振興助成(個別助成)」により実施しました。関係各位に厚く御礼申し上げます。

#### 【参考文献】

- ・『普及版やさしい日本の淡水プランクトン図解ハンドブック改訂版』
- ・『日本淡水動物プランクトン検索図説』
- ・筑波大学生物科学系, 植物系統・分類研究室ホームページ
- ・国立科学博物館ホームページ ダム湖の植物プランクトン
- ・小・中学生のためのプランクトン図鑑 ホームページ
- ・山口県環境保健センターホームページ 水素イオン濃度 (pH)

## 24 四つ葉のクローバーの作り方

聖心女子学院 中等科3年

伊藤 佳那子、小熊 愛莉、近藤 真桜、丸山 結音、峯尾 杏里、安垣 葵

シロツメクサの四つ葉のクローバーは遺伝子の突然変異によってだけでなく、原基に外的損傷が与えられてもできるということが知られている。そこで私たちは、故意にシロツメクサに衝撃を与えれば四つ葉のクローバーができるのではないかと考え実験を行った。

### 【原基とは】

シロツメクサは、胚が分かれてからも茎頂と根端には胚的性質が残されている。これらの部位で器官が分裂組織から分化してくるものを原基という。葉原基は成長点の頂端から少し下がったところに作られる。

### 【実験】

ペットボトルと土を用いてシロツメクサを栽培し、実験を行った。

### 《仮説》

シロツメクサの葉原基を押す、あるいは葉原基に電気を流すとシロツメクサが四つ葉になる。

### 《実験に使ったもの》

- ・シロツメクサの種
- ・土
- ・水
- ・ペットボトル(1L)×6本
- ・メスシリンダー
- ・電流機器
- ・ダブルクリップ

### 《実験手順》

①6本のペットボトルを用意し、鉢A～Fとした。それぞれの鉢の上部3割を切り、水が通りやすいように底に針で各8個の穴をあけた。

②切ったペットボトルにそれぞれ500gの土をいれた。

③それぞれの鉢に10個の種を間隔を取り植えた。

④それぞれに200mlの水を与えた。

⑤毎日100mlずつ水を与えた。

⑥原基が確認できたら鉢ごとに次の表のような刺激を与えた。

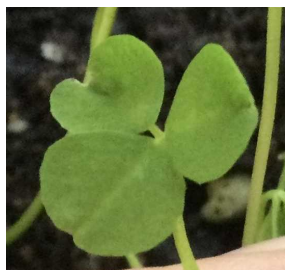


| 鉢 | 刺激 | 詳細          | 時間(s) |
|---|----|-------------|-------|
| A | なし | ×           | ×     |
| B | なし |             |       |
| C | 押す | ダブルクリップで    | 3     |
| D | 押す | はさむ         |       |
| E | 電気 | 1.5A の電流を流す | 3     |
| F | 電気 |             |       |

### 《結果1》

どの鉢にも四つ葉のクローバーはできなかった。しかし、鉢Dでは変形した三つ葉(写真①)が1つ確認された。また、鉢Fでは三つ葉のうち1つの葉が小さいもの(写真②)が1つ確認された。

鉢C、Dではクリップで押したときに原基だけ押すことが難しく、茎自体折れてしまったこと、電気を3秒流すだけでは刺激が弱いと考えたことから電気を詳しく調べたいと思い、次の表の条件で鉢E、Fのみ実験を継続した。



(←写真①)



(←写真②)

| 鉢 | 刺激 | 詳細             | 時間<br>(s) |
|---|----|----------------|-----------|
| E | 電気 | 乾電池で3Vの電流を流した。 | 60        |
| F |    |                |           |

### 《結果2》

どちらの鉢も9割ほど葉の形が細長い三角形になった。(右図)一部のクローバーにおいて四枚目の葉の分のスペースができた。これは四つ葉になりかけている証拠ではないかと考えた。



### 《考察》

今回シロツメクサの原基を押す、または原基に電気を流しても四つ葉のクローバーはできなかった。しかし、原基をクリップで押すと葉の形がゆがんだものが現れたこと、電気を流すと葉の形が細長い三角形になったことから、シロツメクサの原基に押す、または電気を流すという刺激を与えると成長すると葉の形が変わると考えられる。そして、条件や方法を変えれば四つ葉のクローバーはできると考えられる。また、葉の形の変わり方や変わった数は様々であったことから、与える刺激の種類や大きさによって葉の形が変わると考えられる。

### 【今後の展望】

今回、四つ葉を作ることはできなかったが、葉の形が変わったという結果を得ることができた。しかし何も刺激を与えないものの実験を継続して行わず、対照実験にならなかったこと、葉の形が三角形になった理由が電流によるものか電気を流したことにより発生した熱によるものかはまだ明らかでないことから、今後も実験を続けていきたい。また、原基を正確に見定め、刺激を与え四つ葉のクローバーを作りたい。

## 25 フライドチキンから鳥の骨格を知る

工学院大学附属中学・高等学校

## 26 八王子にある工学院中高における動物相

工学院大学附属中学・高等学校

## 27 ブロッコリーからの DNA 抽出条件

工学院大学附属中学・高等学校



## 28 成蹊学園周辺におけるセミの種類構成

成蹊中学校 自然科学部

辻川 千香子・佐藤 碧・水田 琴葉・新井 麗音・渋谷 諄・白石 杏子・桑田 和法

・山田 泰知・塚田 裕宇(中2)・中村 泰己・吉本 龍・上野 穰(中1)

### 1. はじめに

近年の気温上昇は顕著であり、それに伴う生息生物の変化が想定される。成蹊中学校自然科学部は、構内にある林苑などで自然環境の研究を行っており、2018年からは毎年夏期にセミの抜け殻を採集している。今回、私たちは過去6年間のセミの抜け殻採集の結果をもとに、クマゼミをはじめとしたセミの種の種類構成比の変遷について調べたいと思い、発表することにした。

### 2. 観測地

林苑は東京都武蔵野市吉祥寺北町の成蹊中学校の敷地にある6,500m<sup>2</sup>ほどの樹林である。地上高20m程の高木を有し、雑木林的な景観である。林苑以外にも小中高大学校からなる成蹊学園の27,000m<sup>2</sup>程の構内には多数の樹木があり、住宅地に囲まれた学園は都市内緑地的な環境にある。

### 3. セミの抜け殻を調べることのメリット

セミの幼虫は地面から抜け出ると近くの木に登り羽化する。セミの抜け殻の存在は、その種のセミがその場所で確実に世代交代していることを意味する。また、抜け殻は羽化した場所から動かない。そのため、同じ場所で毎夏、採集数を記録しておけば、その場所でのセミの個体数や、セミの種の種類構成比の変遷が分かる。1回の採取数の最大は、分類不明を除くと1657個である。

### 4. 結果と考察、今後の課題

図1に過去6年間の採集年月日とセミの種の種類構成比を示した。7月はニイニイゼミの種類構成比が高めだが、8月に入ると急減する傾向にある。8月はアブラゼミとミンミンゼミの種類構成比が高いが、ここ2年間はアブラゼミの種類構成比がやや減少している。クマゼミは2020年に抜け殻が見つかりはじめ、2022年以降はほぼ毎回抜け殻が見つかるようになってきた。ただその採取数は少なく、種類構成比は最大で1.7%に留まった。同様に2022年以降種類構成比が増えたのがヒグラシであり、2023年には13.8%を占めたときもあった。

上記のニイニイゼミの種類構成比の急減は、梅雨明けの時期や地温との関係が想定される。今後は成蹊気象観測所のデータなどを用い、セミの種の種類構成比と気象観測値の関係などを調べてみたい。

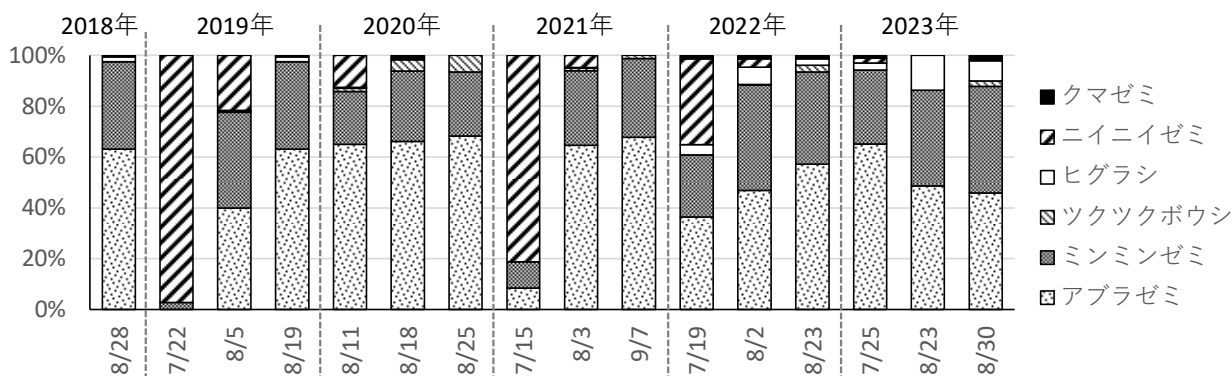


図1 成蹊学園におけるセミの種の種類構成比 (2018~2023年)

## 29 セイロンベンケイソウの不定芽形成に関する研究

世田谷学園 4年 永井 慧

### 1、セイロンベンケイソウについて

学名 *Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers.

分類 界：植物界

目：ユキノシタ目

科：ベンケイソウ科

属：リュウキュウベンケイ属

種：セイロンベンケイ



和名 セイロンベンケイ、トウロウソウ

原産地 マダガスカル

分布 熱帯～亜熱帯、日本では小笠原諸島や沖縄

特徴 無性生殖で増える性質を持ち、土の中に埋めたり水があるところに放置したりしておくと、葉から芽が出るために「はからめ（葉から芽）」とも言われる。またこのように茎頂や葉脈以外にできる芽のことを「不定芽」という。

### 2、目的

植物ホルモンが不定芽形成にどのような影響を与えるのか調べるとともに、どのような条件下において不定芽形成が見られるのか調べる。今回は葉の老化抑制、光合成の活性化、頂芽優勢の制御やイネの穀粒数の決定など植物の成長、作物の収量にとって極めて重要な働きをするサイトカイニンを用いる。

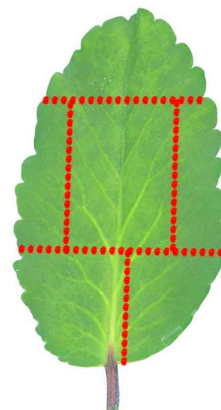
### 3、方法

#### (i) 植物ホルモン

- ① シャーレにサイトカイニン溶液を濃度を変えて入れ、切り取ったセイロンベンケイソウの葉を浸し、蓋をする。
- ② これらを定期的に観察し数日おきに蓋を開け、空気を循環させる。

#### (ii) 分割実験・裏返し

- ① 葉を以下のように6つに分割させ、個別に水が入ったシャーレに入れ蓋をする。また葉を裏返したのも同様に行う。
- ② これらを定期的に観察し数日おきに蓋を開け、空気を循環させる。



※結果・考察は当日に発表させていただきます。



創価中学校 笹川芽生

## 30 共生ハゼとテッポウエビの共生関係の観察

世田谷学園 4年 永井 慧

### 1、はじめに

今回は外部の企業の協力をお借りして、初の海水槽立ち上げを開始すると同時に、全く異なる種同士が助け合う「共生」に興味を持ったことから、共生ハゼとテッポウエビの共生関係について調べることにした。この共生関係には長年に及んで様々な研究機関や大学で調査が進められてきていたが、いくつか気になる点や解明されていない点を発見したため、今回は特にこれらに焦点を当て観察を行うことにした。

テッポウエビは共生ハゼに対して巣を提供し、ハゼが1~2匹で見張り役を行う。そして共生ハゼの糞はテッポウエビの餌として提供され、テッポウエビはしばしば共生ハゼのクリーニングを行うことが知られている。また共生できるテッポウエビとハゼの組み合わせは決まっており、今回はニシキテッポウエビと共生するヤマブキハゼとダテハゼを観察する。

### 2、方法

生体…ハゼ3匹 (ヤマブキハゼ2匹、ダテハゼ1匹)

エビ3匹 (ニシキテッポウエビ3匹)

環境…60×30×45水槽



サンゴ砂とそれより細かい砂を混ぜたものを底に敷き、その上にライブロックを数個設置する。

### 3、目的

- ・共生ハゼとテッポウエビの共生関係を観察し、共生していく上で見られる習性や個体ごとの役割を調べる。
- ・テッポウエビの巣の作る手順を観察する。
- ・ハゼがどのようにして巣を守るのか観察する。

### 4、仮説

- ・巣ごとに住みつくハゼの種類が変わる。
- ・巣の位置も最適な場所を見つけるために観察開始の数日間には頻繁に移動する。

## 5、結果

- ① 自然界においてはテッポウエビ1匹に対してハゼが1～2匹つくことが多いが、今回は全個体同士が同じ巣にすみついた。
- ② 巣の入り口は観察を始めてから2～3日とかなり短い期間で定期的に移動していた。
- ③ テッポウエビが巣を作る際比較的大きい砂を巣の入り口に運び、巣の構造強化を行っていた。
- ④ ハゼが見張りをを行う際にテッポウエビの触角がハゼの体に触れていることが多かった。

## 6、考察

- ① 同じ巣とはいえ、入り口が複数かつ離れているところもあったので、複数個体同士での共生が見られたのではないかと。または個体の相性が良かったのではないかと。
- ② 巣の入り口は固定されるのではなく、常に変わるのではないかと。
- ③ 巣の崩壊を防ぐために入り口を大きい砂で固めた後に、内部の巣作りを始めたことから、巣の作り方には順序があるのではないかと。
- ④ ハゼが危険を察知した時に触角を通じてエビに伝えているのではないかと。またこれらの他にも触角を通じたコミュニケーションをとっているのではないかと。

## 7、展望

- ・ 出入り口を変える理由は何故か調べる。
- ・ 巣の内部がどうなっているのか調べる。
- ・ 巣の作り方を定点カメラなどを設置し記録、観察する。
- ・ 同種のエビまたはハゼを増やして、環境がどのように変化するのか調べる。

## 8、参考文献

- ・ 邊見 由美 『テッポウエビ類の巣穴構造—巣穴形成と共生者による巣穴利用—』
- ・ 山田泰智, 安房田智司 - うみうし通信



## 31 世田谷公園のワカケホンセイインコについて

世田谷学園 3年 内藤 燈

### I. はじめに

昨年度行った「2015年度冬季と2022年度冬季における世田谷公園の鳥類層の違いについて」で、世田谷公園において新たにワカケホンセイインコが確認されたことから世田谷公園に飛来するワカケホンセイインコのねぐらまでのルートを観察し考察した。

### II. 調査方法

1. 昨年度の研究で世田谷公園の南側で多くワカケホンセイインコが見られたことから、世田谷公園の南側でワカケホンセイインコを待ち、そこからワカケホンセイインコが来るのを待った。また、観察した時間は昨年度の結果から日の入り1時間前～日の入り5分後までとした。



2. ワカケホンセイインコが飛来したことを確認した後、ワカケホンセイインコが見えなくなるまで観察を続け、飛来した時刻、飛来した数、飛来してきた方向と飛来していった方向を記録した。
3. 次回、ワカケホンセイインコが見えなくなった地点付近で1,2を繰り返した。
4. 1～3をねぐらに到達するまで繰り返した。

### III. 結果と考察

※

- 黒点 : 観察ポイント
- 黒い直線 : 実際に観察できたルート
- 矢印 : 遠くから確認できたまたは最後えたところやこれまでの結果からしたルート

計12回ほど観察をし、真上または真上付近をした地点のみをマップに載せた



に見  
予測

通過

## 時間と数

|          | 日の入り時刻 | 一番始めに通過した時刻   | 一番最後に通過した時刻 | 観察した総数 |
|----------|--------|---------------|-------------|--------|
| 世田谷公園    | 16:38  | 16:06         | 16:13       | 32     |
| 世田谷学園    | 16:53  | 16:17         | 16:39       | 30     |
| 円泉寺      | 17:08  | 16:38 (15:47) | 16:57       | 25     |
| 勝光院      | 17:10  | 16:20         | 16:50       | 44     |
| 若林陸橋     | 17:11  | 16:28         | 17:06       | 43     |
| 世田谷中学校付近 | 17:11  | 16:32         | 17:05       | 43     |

これらの結果の他、恵泉女学園との合同調査により、芦花公園にワカケホンセイインコのねぐらがあることがわかっており、その調査では日没30分前ほどから芦花公園の南および東側からワカケホンセイインコの集団が飛来していること、世田谷公園から芦花公園までが直線で約6キロであり、ワカケホンセイインコの飛ぶ速さが約時速36キロほどだとすると最短10分ほどで到着できること、またどの地点でも西や北西の方角にすべての個体が飛来していることから世田谷公園を通過するワカケホンセイインコは芦花公園にねぐらを持っていると予測できた。

## IV. 今後の展望

今後は、どのような理由から今回観察できたルートを選んで飛んでいるのか、また季節によってルートは変わるのかということや、ワカケホンセイインコが2羽以上の群れで飛行する場合と1羽のみの単独で飛行する場合には、2羽以上の場合には単独の場合に対してまっすぐと飛んでいくが、単独の場合にはルートがまっすぐではなくジグザグに飛んでいく傾向が見られたり、飛行している時に最低1羽のインコが定期的に鳴き声を上げながら飛んでいくのが見られたりしたので、それらの行動の意味などについても調べていきたい。

## 32 植物の葉序に関する観察と考察

世田谷学園 3年 金子 家睿

### 1、はじめに

葉序とは陸上植物に見られる葉のつき方の規則性のことで、例えばツツジの三輪生やナデシコの対生がある。

### 2、目的

葉序の違いで分けた時どのように植物が分類がされるかを調べる。

### 3、方法

- ①植物の写真をわかりやすく撮った
- ②植物図鑑などで科と種を特定した
- ③葉序の状態を植物を分類した

### 4、結果

| 三輪生 | 科   | 対生     | 科      | 互生         | 科     |
|-----|-----|--------|--------|------------|-------|
| トベラ | トベラ | サルココッカ | ツゲ     | オオベニゴウカン   | マメ    |
| ツツジ | ツツジ | クサツゲ   | ツゲ     | ギンネム       | マメ    |
|     |     | オオモクセイ | モクセイ   | セイヨウイワナンテン | ツツジ   |
|     |     | ヒイラギ   | モクセイ   | サツキ        | ツツジ   |
|     |     | コリウス   | シソ     | イヌマキ       | マキ    |
|     |     | オオデマリ  | レンブクソウ | ノイバラ       | バラ    |
|     |     | クワズイモ  | サトイモ   | クサトベラ      | クサトベラ |

撮影場所：世田谷公園と石垣島、竹富島

- ・ギンネムとオオベニゴウカンは同じマメ科であり、どちらも同じ葉序（互生）が見られた。
- ・ツツジとサツキまたはセイヨウイワナンテンは同じツツジ科であるのにも関わらず、異なる葉序（それぞれ三輪生、互生）が見られた。

### 5、考察

- ・上の事例から、同じ科であれば葉序の状態が必ず同じとは限らない。
- ・科だけでなく属や生息地などの要因があって葉序が決定していると考えられる。

### 6、展望

- ・科や種だけでなく、属や目、綱などの違いも詳しく調べていきたい。
- ・今回は出なかったが、擬輪生も含めた研究もしていきたい。
- ・植物における葉序の存在のメリットを調べていきたい。



### 33 生物の骨格について

晃華学園高等学校

橋本美咲 江下友香 木佐瑛霞 井殿優希 秋本佳歩

私たち科学同好会はヒメダカの透明骨格標本製作とアフリカツメカエルの解剖を通して生物の骨格について調査した。昨年、私たちは鶏の骨格標本製作、マウスの解剖と骨格標本製作を行い、鳥類と哺乳類の骨格について考察した。そのため今年は魚類と両生類の骨格についての調査を行った。

【魚類の骨格】 —ヒメダカの透明骨格標本 製作手順—

※今回の製作では、富士フィルムの透明骨格標本作製キットを使用した。

- ① ドラフト内で、エタノール 50 mL をホルマリン 50 mL が入ったボトルに入れ転倒混和し、「固定液」とした。
- ② ドラフト内で 50 mL～100 mL フタ付広口ポリ容器に固定液 25 mL を入れ、そこへ氷水に漬け仮死状態になったヒメダカ 1 匹を入れてフタを締め、揺らして液に馴染ませた。
- ③ ドラフト内で 100 mL ビーカーに水酸化ナトリウム水溶液(以後、染色剤溶解液)25 mL を入れ、そこに固定液から取り出したヒメダカ 1 匹を移し、ビーカーにフタをし、液に馴染ませた。
- ④ 37℃恒温器に 30 分間静置した。(途中 15 分経過した時に液を揺らしてヒメダカを動かした。)ヒメダカを小皿に移し、ビーカー中の使用済み染色剤溶解液をヒメダカの上に全体にかかる程度かけた。
- ⑤ メダカを実体顕微鏡に置いて、ピンセットを用いて鱗を剥がし取り、ビーカー中の使用済み染色剤溶解液に戻して軽く液を揺らして剥がれた鱗をすすぎ落とした。
- ⑥ 2 本ある染色剤溶解液のうち 1 本にアリザリンレッドを 50 mg 投入し、ボトルをよく振って十分に溶解させ、「染色液」とし、③を固定液ではなく染色液 25 mL を用いて行った。
- ⑦ ⑤と同様に 37℃恒温器に 30 分～1 時間静置して染色する。ヒメダカ 4 匹を 30 分静置したものと 1 時間静置したもので 2 匹ずつ分けた。
- ⑧ グリセリンを水酸化ナトリウム水溶液のボトルに 100 mL 添加して転倒混和し十分に混ぜ、「脱色液」とし、③を 200 mL のビーカーで固定液ではなく脱色液 60 mL で行った
- ⑨ 恒温器で 30 分おきに液を揺らしながら 3 時間静置し、ビーカー内の脱色液をヒメダカにかけ、⑤のように鱗を取った後、再び恒温器で終夜脱色した。
- ⑩ 脱色後、ヒメダカを実体顕微鏡化で頭蓋骨、肋骨、背骨、各部位の鰭を観察した。観察後、鱗を剥がしとり、ビーカーですすぎ落とした。
- ⑪ 水酸化ナトリウム水溶液：グリセリン=8：2になるように混和し、「置換液」とし、置換液 25 mL を 100 mL ビーカーに入れ、フタをした。
- ⑫ 室温で 1 時間静置して置換を行い、グリセリン 5 mL を保存用ガラスビンに入れ、保存した。

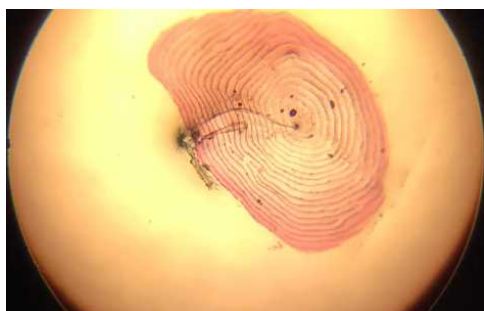


図 1 実体顕微鏡で観察した剥がした鱗

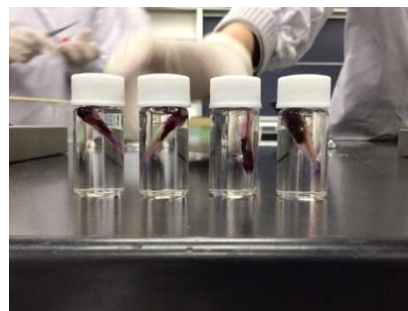


図 2 完成した骨格標本



【両生類の骨格】 アフリカツメガエルの解剖と骨格標本化 手順一

- ① 氷水で10分間氷冷麻酔をしたアフリカツメガエルに、水で5倍に希釈した朱墨を0.2 mL腹腔まで注射して、水に戻した。
- ② 再び5分間氷冷麻酔をして、解剖バサミで断頭した。
- ③ 上皮だけを摘んで切開し、毛細血管や内臓を確認した。
- ④ 肉を剥がして骨格正しく並べ、観察した。



図 4 解剖中の様子



図 3 取り出したカエルの骨格

考察

鳥類、哺乳類、魚類、両生類は共通して脊椎を確認できた。また、魚類にのみ、ヒレとエラが確認でき、その他は肺呼吸であることが確認できたことから、3億9千万年前に魚類が最初に分岐したと考察できた。今回の研究を通して脊椎動物の系統についての理解を深めることができた。これからは今回調査することが出来なかった、爬虫類の骨格の調査と哺乳類の中でも特徴的な骨格について調査していきたい。

参考文献

『生物基礎』数検出版

富士フィルム骨格標本製作キット説明書

## 34 カエルの死因究明の試み —コンゴツメガエルの飼育から—

菅原 進次郎                      萬屋 創

学習院中等科生物部

An Attempt to Determine the Cause of Death of Frogs

—From the Breeding of Dwarf Clawed Frog—

Shinjiro Sugawara              Saul Yorozuya

Society of Biology, Gakushuin Boys' High School

飼育したカエルについて

種名    コンゴツメガエル（ベドガーヒメツメガエル） *Hymenochirus boettgeri*

分布    アフリカ中部（ナイジェリア，コンゴ，カメルーン）

体長    22mm（野生下ではおよそ 35mm）

生態    完全水生で呼吸時のみ浮上

環境    湿度は標準～やや高め，水深は深め

餌料    TREBIO ザリガニ・エビのエサ（吉田飼料株式会社）

コンゴツメガエル属 *Hymenochirus*

系統関係は不明確であるも現在 4 種とされる。体は扁平で頭部は小さくとがる。前後肢ともに水かきがあり，第 1 趾～第 3 趾に爪がある。雄には前肢後方に後胸腺が存在する。体色は背側が灰褐色で腹部は白色である。2n=22 と 2n=24 の報告がある。

動機

生物部で飼育していたコンゴツメガエルが脱皮途中に死亡した。このとき表皮が黒かったことからカエルツボカビ症ではないかと考え，調べることにした。

方法

- ・死んだ個体の表皮を採取してプレパラートを作り，光学顕微鏡で観察する。
- ・解剖して臓器系に異常がないか調べる。
- ・染色する。

結果

- ・カビの孢子や菌糸は見られなかった。
- ・表皮には寄生虫は確認されなかった。
- ・心臓が 5%ほど肥大していた。
- ・肝臓が黒ずんでいた。
- ・染色をした結果は当日発表する。

参考文献

- ・平田直ら。動物系統分類学第 9 巻下 A<sub>2</sub>脊椎動物 <Ⅱ a<sub>2</sub>> <両生類>。
- ・国立研究法人国立環境研究所。 ” 侵入生物データベース—外来種/移入種/幾何動植物情報のポータルサイト— ” 。 <https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/>。

## 35 カエルの色覚

### —コンゴツメガエルの飼育から—

菅原 進次郎

学習院中等科生物部

### Frog Color Vision

—From the Breeding of Dwarf Clawed Frog—

Shinjiro Sugawara

Society of Biology, Gakushuin Boys' High School

#### 目的

生物部で飼育していたコンゴヒメツメガエル(ベドガーヒメツメガエル)の観察をしているとき、餌があるときとないときの行動が、おとなしい時と活発な時があることに気がついた。そして、どのような条件で活性化するのか考えたところ、光や色が関係するのではないかと仮説を立て、実験を行った。

#### 実験準備(環境構築)

市販の水槽に水を張り、浮遊植物、水草を入れ、ろ過器を使用した。

餌は市販のザリガニ用を与えた。

ろ過器のほかに常温の汲み置き水を使用した。

#### 実験方法

水槽の上に設置した3色を切り替えられる光源を利用して、各色での反応と餌の有無を条件として呼吸頻度を計測した。

#### 実験結果

餌なしでは、呼吸回数の分散が見られたのは赤ライトと青ライトの場合であった。

一方、餌ありでは、ライトの色による分散は見られなかった。

| 餌  | ライトなし | 赤ライト  | 青ライト    | 緑ライト |
|----|-------|-------|---------|------|
| あり | 5分毎   | 31分毎  | 4分毎     | 17分毎 |
| なし | 25分毎  | 1-7分毎 | 0.5-1分毎 | 4分毎  |

餌の有無と光源による呼吸の間隔

#### 考察

ライトを点灯したときに呼吸間隔が短くなることがあったことから

1. 明るさにより昼と勘違いした
  2. 突然明るくなったため、興奮した
- ということが考えられる。

#### 今後の課題

試行回数が不十分で、十分な結果が得られず仮説を明らかにできなかった。

試行回数を増やすほか、水温条件も加えて実験してみたい。

## 36 和泉多摩川における49年間の鳥類相の変化とその要因

東京農業大学第一高等学校中等部 生物部鳥類班

### 1.目的、背景

この研究の目的は和泉多摩川の鳥類相の移り変わりとその要因を明らかにすることである。

農大一高生物部では、49年前から和泉多摩川の鳥類相の変化についての研究が継続的に行われてきた。

そのことを知り、私達も先輩方の研究を引き継ごうと思い立った。

第1期調査 1974年度 10月から1975年度 3月 計54回

第2期調査 1992年度 4月から3月 計26回

第3期調査 2007年度 1月から2009年度 8月 計68回

第4期調査 2019年度 2月から2023年度 12月 計33回

### 2.方法



場所: 東京都狛江市の小田急和泉多摩川駅近くの河原

範囲: 小田急線高架から狛江五本木松まで1.5 km

時間帯: 午前9:30~午前11:00

一定時間に、一定の歩速で決められた調査範囲を移動しながら、調査ルート上に出現した鳥類の種・個体数のカウントを行う。

下流側から飛来してきた鳥は二重カウントを防ぐためカウントしない。

データ処理については、第1期から第3期は月ごとにデータの最大値をとり

1つのデータにして第4期のデータの数に合わせた。

図1 調査地 (文献を加工して作成)

### 3.結果

第1期から第4期調査の結果のうち今回は第3期から第4期にかけて起こった魚食性鳥類、猛禽類、カラス類の個体数の変化に着目した。

#### ① 魚食性鳥類

図2~5では第3期と第4期に観察された魚食性鳥類のうち、コクチバスを捕食する4種(これらを以下では「大型魚食性鳥類」とする)それぞれの個体数の変化を表している。アオサギを除いた3種はどれも増加傾向にあった。一方、図6~9では第3期と第4期に観察された魚食性鳥類のうち、コクチバスを捕食しない9種のうち4種(これらを以下では「小型魚食性鳥類」とする)それぞれの個体数の変化を表している。1種以外のすべての小型魚食性鳥類の個体数は減少していた。

#### ② 猛禽類

図10~11では第3期と第4期に観察された猛禽類2種それぞれの個体数の変化を表している。どちらも第4期に大幅に増加していることがわかった。また第3期には観察されなかったハイタカ、オオタカ、ハヤブサ、コミミズクについても第4期では観察された。

#### ③ カラス類

図12~13はハシブトガラスとハシボソガラスそれぞれの個体数の変化を表している。どちらも第4期に大幅に減少していることがわかる。

### 4.考察

第3期~4期に大型魚食性鳥類が増加し小型魚食性鳥類が減少したのはコクチバスの増加が関係してい

ると考えられる。コクチバスが調査地である和泉多摩川に侵入したのは第3期以降からと推測され、サギ類は魚群の近くにいることが多いのでコクチバスの魚群を追って増えたと考えられる。今減少している小型魚食性鳥類を増加させるためには餌となる小魚を増加させなければならない。猛禽類が増加したのは調査地周辺の高い建造物が増加し河川敷以外の開けた土地が減少したためであると考えられる。猛禽類の増加は捕食対象である中小型の鳥類が減少する可能性を示唆している。しかし、猛禽類の増加と相互関係があるのか、環境の変化で中小型の鳥類が減少しているのかは推測が難しい。猛禽類の増加に伴い多摩川のカラス類の個体数は減少している。カラス類については、他にも多摩川でのバーベキューが第3期以降禁止されて食べていたゴミの量が減少したことが減少の原因として考えられる。

このように私たちの調査の記録からは和泉多摩川の鳥類相だけでなく、その他の生物相や周辺の環境の変化を知ることができる。この研究が今後続いていけば、さらに長期的に和泉多摩川の環境変化を知ることができるだろう。

図2～5 大型魚食性鳥類の個体数の変化

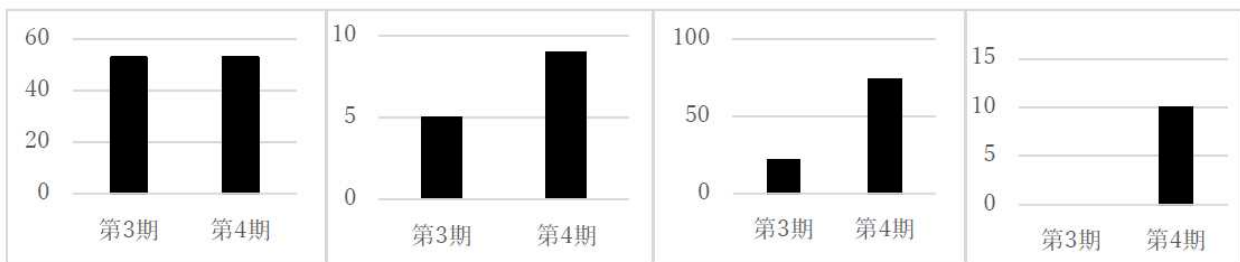


図2 アオサギの個体数 図3 カワウの個体数 図4 ダイサギの個体数 図5 ミサゴの個体数

図6～9 小型魚食性鳥類の個体数の変化

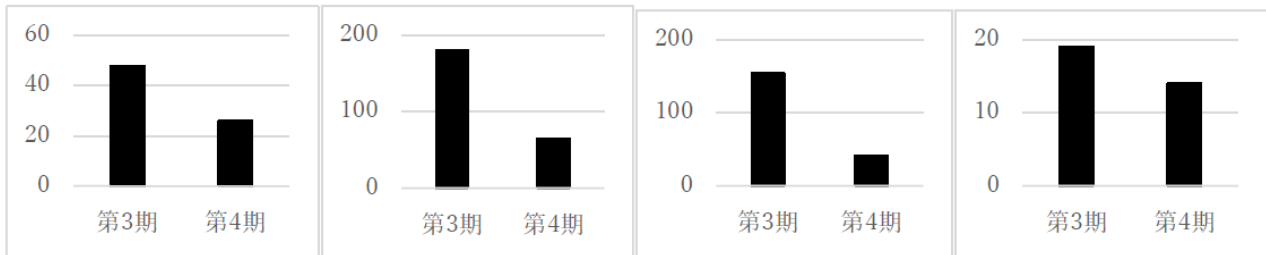


図6 カイツブリの個体数 図7 コサギの個体数 図8 ユリカモメの個体数 図9 カワセミの個体数

図10～11 猛禽類の個体数の変化

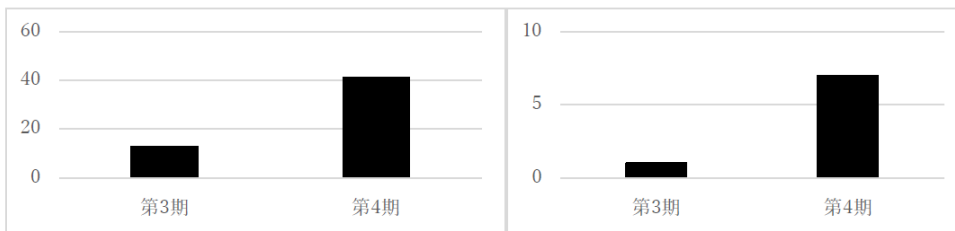


図10 トビの個体数

図11 チョウゲンボウの個体数

図12～13 カラス類の個体数の変化



図12 ハシボソガラスの個体数

図13 ハシブトガラスの個体数



## 37 キンギョの新品種の鱗の成長について

東京農業大学第一高等学校中等部

生物部 魚類班

### 背景・目的

魚類の鱗には隆起線という木の年輪のような構造がある。そこで、魚類の鱗の隆起線も木の年輪のように年齢に関係して増えているのではないかと仮説を立てた。また、一般的な錦鯉やキンギョの鱗は規則的に密接して並んでいるが、錦鯉やキンギョの品種の中にはドイツ鯉やドラゴンスケールといった鱗が変形した品種が存在する。これらの品種は鱗の形質が他品種と比べ大きく独特な形をしていて、鱗同士の間隙があるため、一般的な鱗を持つ個体と鱗の成長速度に違いがあるのではないかと考え、調査した。



図1 ドラゴンスケールのキンギョ

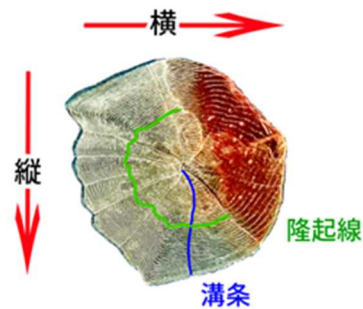


図2 魚類の鱗の構造

### 材料・方法

共通の親から別の年に生まれた体重の近いキンギョから鱗を抜き、鱗の隆起線の本数を計測した。また、共通の親から同じ日に生まれた体重の異なるキンギョでも同様の実験を行った。またドラゴンスケールのキンギョと体型の近い普通鱗のキンギョを用い、品種間、高水温と低水温による鱗の成長の違いを調べた。

また鱗の成長量は <http://hdl.handle.net/2115/21836> より一定期間内に増加した隆起線の本数によって評価した。隆起線の増加量はテトラサイクリン塩酸塩を腹腔内注射し鱗に標識をつけ、一定期間飼育した肥満度の変化量の近い個体同士の鱗を一部抜き、蛍光顕微鏡で観察することで計測した。なお、鱗を採取した場所は以下の通りで、腹腔内注射は獣医師の協力を得て行った。

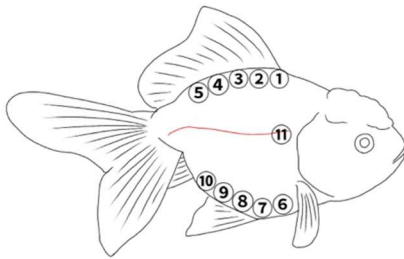
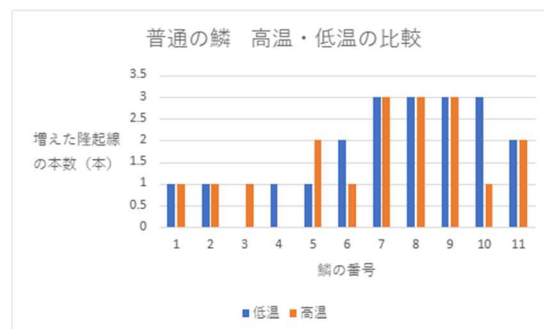
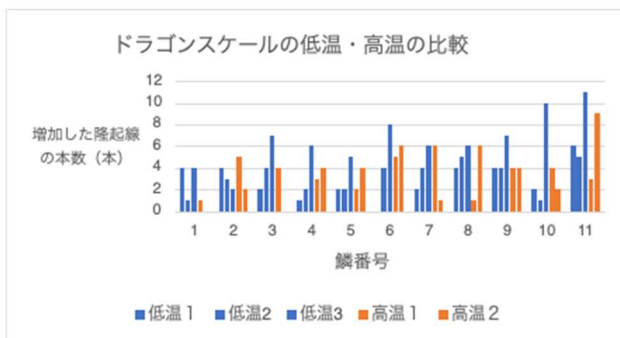
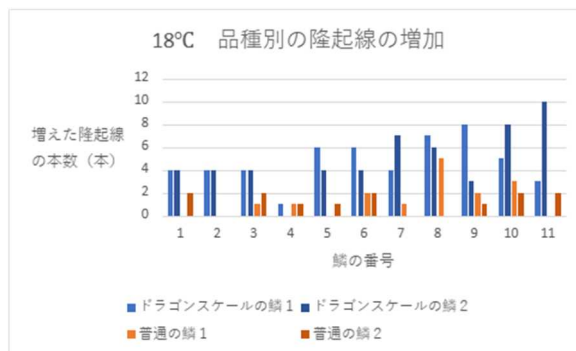
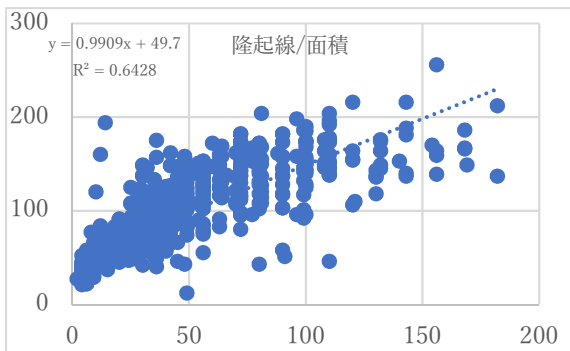


図3 鱗の採取場所

結果・考察・今後の展望



キンギョの鱗の隆起線の本数は個体の年齢に関わらず、鱗の面積によって変わるということがわかった。また、品種間では通常の形質の鱗をもつ個体よりもドラゴンスケールの個体の方が鱗の成長が大きいことがわかった。低水温、高水温では低水温の方が鱗の成長が大きいことがわかった。低水温で飼育すると鱗は隆起線の数が増え、大きくなる可能性がある。またドラゴンスケールやドイツ鯉といった品種は鱗が大きく独特の形をしていることで鑑賞価値が高いとされている品種である。そのためこの研究を生かしてこれらの品種の養殖を行うことでドイツ鯉やドラゴンスケールの鱗を大きく、より魅力的にする養殖を行うことができるのではないかと考えた。

## 38 三国海岸の貝類層について

東京農業大学第一高等学校・中等部



## 39 社会的文脈が死骸の認知過程に及ぼす影響

安田学園高等学校 生物部 今枝空 (高3)・脇田晃納環 (高3)

### 1. 研究背景と目的

文脈効果 (context effect) とは、周囲の生物学的および非生物的環境 (広義の意味の文脈; context) によって対象物の認知過程が変化する現象のことである (Bruner and Minturn, 1955). 例えば、同じ料理でも紙皿で出されたものよりも高価な皿で出されたものの方が高級で美味しい料理と感じることがあり、ヒトは環境的文脈によって対象物の認知過程が変化する. 哺乳類やマルハナバチ (*Bombus* spp.) の研究でもフェロモンが生得的な固定概念ではなく、文脈に依存した柔軟な反応を示すことがわかってきており、「フェロモン」という言葉自体が見直され、文脈の重要性が指摘されている (Stowers and Marton, 2005; Kaur et al., 2014; Orlova and Amsalem, 2021). 以上の背景より我々は、文脈が動物の行動に与える影響を調査するために、クロマルハナバチ (*B. ignitus*) の死骸排除行動 (巣内の死骸を巣外へ運び出す社会行動) に注目した (Cremer et al., 2007; 横井ら. 2015; 河野・渡邊, 2021, 2022). マルハナバチ類は女王蜂が働き蜂を生産して社会を形成した後、繁殖虫である新女王蜂と雄蜂を生産する生活史を持つため、コロニーの発達段階に応じて働き蜂の個体数や雄蜂の有無といった社会的文脈が変化する. そこで、コロニーの発達段階や死骸の性を変化させた時の死骸排除行動の起こりやすさを比較する行動実験をデザインし、社会的文脈が死骸排除行動に与える影響を調査した.

### 2. 研究方法

#### (1) 雄蜂出現前と出現後のコロニーに導入した死骸に対する働き蜂の行動の記録

雄蜂出現前 (発達前期) のコロニーと雄蜂出現後 (発達後期) のコロニーに死後 24 時間後の働き蜂の死骸を導入し、死骸に対する働き蜂の行動を記録した. 暗室で飼育した発達前期のクロマルハナバチのコロニーから女王蜂 1 匹、働き蜂 10 匹、幼虫塊と繭塊 10 個程度を実験容器に入れて 30 分間静置した. この実験容器にあらかじめ冷殺した死後 24 時間後の死骸を導入し、働き蜂が死骸に対して行った接触行動、噛み付く行動、引きずる行動の回数を 10 分間記録した. 発達前期のコロニーでデータを得た後、コロニーの飼育を継続し、雄蜂の出現が確認された後に同様の方法で死骸を導入し、働き蜂が死骸に対して行った各行動の回数を記録した. 実験は発達前期と発達後期でそれぞれ死骸 10 個体、2 つのコロニーで行った.

#### (2) 働き蜂の死骸と雄蜂の死骸に対する働き蜂の行動の記録

巣内の死骸は感染症の蔓延を防ぐために速やかに排除されるべき対象であり、働き蜂 (雌) の死骸も雄蜂の死骸もコロニーにとって同程度の損失 (コスト) を有する. そこで、働き蜂が雌雄の死骸を同じように認知して死骸排除行動を行うのかどうか調べるために、雌雄の死骸を巣内に導入した時の働き蜂の行動を記録した. 上述した方法と同様に準備した被験コロニーに、これとは別のコロニーから得た働き蜂と雄蜂の死後 24 時間後の死骸を導入し、その死骸に対する働き蜂の行動の回数を 10 分間記録した. 働き蜂と雄蜂の死骸を導入する順序は実験ごとに交互に入れ替えて死骸を導入する順番の影響を排除した. 実験は 3 つのコロニーで実施し、雌雄の死骸の個体数はコロニー A で 8 個体、コロニー B で 12 個体、コロニー C で 8 個体とした.

#### (3) 死後 24 時間後の働き蜂と雄蜂の死骸の体表物質の GC/MS 分析

同じコロニーから得た死後 24 時間後の働き蜂と雄蜂の前翅 0.1 枚/ $\mu$ L 等量の抽出液を SH-Rxi-1ms カラム (長さ 30 m, ID 0.25, DF 0.25; SHIMADZU) を装着したガスクロマトグラフィー質量分析装置 (GCMS-

QP2010 Plus) で分析した。検出された化合物は、保持時間とマススペクトルを SDBS データベースとセイヨウオオマルハナバチ (*B. terrestris*) の体表物質 (Hefetz, 1996; Sramkova et al., 2008), 合成標準品と比較することで同定した。

### 3. 結果

#### (1) 雄蜂出現前 (発達前期) と出現後 (発達後期) のコロニーに死骸を導入した時の働き蜂の行動

発達前期と発達後期の各行動の割合をコロニーごとに比較した結果, 2つのコロニーとも行動の割合に有意な差が認められた (Fisher's exact test,  $p < 0.001$ ). 接触行動 1 回あたりの噛み付く行動と引きずる行動の合計回数は, 発達前期よりも発達後期の方が有意に低かった (GLMM with negative binomial distribution error and link-log,  $p < 0.01$ ). よって, 雄蜂が出現した発達後期のコロニーでは, 死骸を排除する働き蜂のモチベーションが低下することがわかった。

#### (2) 働き蜂の死骸と雄蜂の死骸に対する働き蜂の行動

働き蜂の死骸と雄蜂の死骸に対する働き蜂の各行動の割合をコロニーごとに比較した結果, コロニー B と C で有意な差が認められた (Fisher's exact test, コロニー B;  $p < 0.001$ , コロニー C;  $p < 0.01$ ). 接触行動 1 回あたりの噛み付く行動と引きずる行動の合計回数は, 働き蜂の死骸よりも雄蜂の死骸の方が有意に低かった (GLMM with negative binomial distribution error and link-log,  $p < 0.01$ ). よって, 働き蜂は死骸の雌雄の違いを認知した上で雄蜂の死骸を排除するモチベーションが低いことがわかった。

#### (3) 死後 24 時間後の働き蜂と雄蜂の死骸の体表物質

働き蜂と雄蜂ともに Tricosane (C23), Pentacosane (C25), Heptacosane (C27) が主要な体表炭化水素として検出された。働き蜂と雄蜂の死骸体表物質の種類に大きな違いは見られなかったが, 働き蜂よりも雄蜂の方が各化合物のピーク強度が低かった。

### 4. 考察

本研究はクロマルハナバチの死骸排除行動がコロニーの発達段階や死骸の雌雄に応じて死骸認知の過程が変化する文脈効果を示すことを明らかにした。この発見は, 社会性昆虫の社会行動を研究する際に, フェロモンや情報化学物質の受容といった旧来の研究方法だけでなく, その生物を取り巻く「文脈」を考慮した研究を展開していくことの重要性を提示する。クロマルハナバチの働き蜂は死後経過時間に伴う Tricosane の減少を手掛かりに死骸を認知している (河野・渡邊, 2021, 2022)。しかし, 本研究では雄蜂の死骸は働き蜂の死骸に比べて Tricosane の量が少ないにも関わらず死骸として認知されにくい結果となり, 先行研究と矛盾した。おそらく, 働き蜂の死骸と雄蜂の死骸に対する Tricosane の感度が死骸の種類という文脈によって変化したのだろう。今後は, マルハナバチがコロニー内の社会的文脈をどのように検知しているのか, 働き蜂と雄蜂の死骸をどのように区別しているのか, 同じコストを持つ雌雄の死骸に対して死骸排除行動のモチベーションに違いが生じることの究極要因 (適応的意義) は何か, といった課題についても検証を試みていきたい。

### 5. 引用文献

- Bruner J. S. and Minturn A. L. 1955. Perceptual identification and perceptual organization. *Journal of General Psychology*. 53: 21-28.
- Cremer S., Armitage S.A.O. and Schmid-Hempel P. 2007. Social Immunity. *Current Biology* 17: R693-702.
- Hefetz A., Taghizadeh T., Francke W. 1996. The exocrinology of the queen bumble bee *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae, Bombini). *Z Naturforsch.* 51c: 409-422.
- Kaur A.W., Ackels T., Kuo T. H., Cichy A., Dey S., Hays C., Kateri M., Logan D. W., Marton T. F., Spehr M. and Stowers L. 2014. Murine pheromone proteins constitute a context-dependent combinatorial code governing multiple social behaviors. *Cell* 157: 676-688.
- 河野洋・渡邊あかり. 2022. クロマルハナバチの死骸排除行動と死骸認知のしくみ. 第 69 回日本生態学会高校生ポスター発表.
- Orlova M. and Amsalem E. 2021. Bumble bee queen pheromones are context-dependent. *Scientific Reports*. 11:16931.
- Sramkova A., Schulz C., Twele R., Francke W and Ayasse M. 2008. Fertility signals in the bumblebee *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae). *Naturwissenschaften*. 95: 515-22.
- Stowers L. and Marton T. F. 2005. What is a pheromone? Mammalian pheromones reconsidered. *Neuron* 46: 699-702.
- 横井翔・芳山三喜雄・木村澄. 2015. ミツバチの個体内免疫反応と社会性免疫. 蚕糸・昆虫バイオテック. 84: 213-220.



## 40 花粉荷の「色」による花粉源植物の推定

安田学園高等学校 生物部 吉田匠 (高3)

### 1. 研究背景

セイヨウミツバチ (*Apis mellifera*) は蜂蜜生産や農作物の花粉媒介昆虫として世界中で利用されているだけでなく、趣味の養蜂や都市でのミツバチプロジェクトなど、専門家以外の方にもその利用が拡大している。これまで、巣箱周辺の花資源の評価は花粉の光学顕微鏡観察による同定や DNA バーコーディングを用いた分子生物学的な方法が行われてきた (Dimou and Thrasivoulou 2007; 川口・吉村 2017; Kamo et al. 2018)。しかし、前者は花粉の分類に関する専門知識が必要な点やプレパレート作製に労力がかかる点、後者は分析に費用がかかる点でミツバチと関わりのある一般の方にとってはハードルの高い手法となっている。そこで本研究では、花粉荷の色から簡易的に花粉源植物を推定できるデータベースの作成を試みた。

### 2. 研究方法

#### (1) 花粉荷の収集と花粉源植物の特定方法

安田学園で飼育しているセイヨウミツバチの巣箱の入り口に花粉荷を収集できる花粉採集器を設置した。花粉荷の収集は 2022 年 4 月から 2023 年 3 月にかけて行い、花粉採集器に集まった 1 週間分の花粉荷を週末にまとめて回収した。集めた花粉荷を色ごとに目視で仕分けた。各花粉荷に含まれる花粉の表面構造を卓上走査型電子顕微鏡 (SEM; TM4000Plus, HITACHI) で観察した。花粉図鑑 (三好ら 2011; 日下石 2023) をもとに採集日 (開花時期) と花粉荷の色、花粉の表面構造と花粉の長さから植物の種類を科レベルと属レベルで同定した。

#### (2) 多様度指数の算出

ミツバチが複数種類の花粉源植物を利用していたのかどうか、あるいは特定の花粉源植物に依存していたのかどうか、シン普森の多様度指数を用いることで、季節に応じた花粉源植物の多様性を評価することができる。花粉源植物の多様度は次式で求めた。

$$D = 1 - \{ \Sigma (n / N)^2 \}$$

$D$  = 花粉源植物の多様度指数

$N$  = その月にサンプリングされた花粉荷の総種類数

$n$  = サンプリングされた科または属に含まれるそれぞれの花粉荷の種類数

この数値は 0 (低い多様度) から 1 (高い多様度) の間の値をとる。

#### (3) 花粉荷の RGB 値の多変量解析

花粉荷の色と植物の種類や季節性との関係を明らかにするために、花粉荷の RGB 値の変量データの特徴を要約する主成分分析とクラスター分析を実施した。花粉荷の表面を写真撮影し、RGB 値の平均を画像解析ソフト imageJ で測定した。R・G・B の 3 つのデータセットを用いて主成分分析を実施し、第一主成分 (PC1) と第二主成分 (PC2) を求めた。次に花粉荷の主成分得点を用いてクラスター分析を実施し、色が似ている花粉荷をグルーピングした。得られたクラスターごとに RGB 値の平均を求めてそのクラスターの代表色を得た。その後、各クラスター内に所属する花粉荷の科と属、採集月をまとめた。これらの多変量解析とは SPSS および R (ver.4.2.3) で行った。

### 3. 結果

#### (1) フローラルカレンダーと花粉源植物の多様性

本研究で安田学園周辺には合計 44 科 77 属 230 種類の花粉源植物が特定できた。6 月の多様度指数が科レベルで 0.92, 属レベルで 0.95 と最も高かった。4 月と 10 月の科レベルの多様度指数が属レベルの多様度指数よりも低く, 4 月はバラ科やマメ科に含まれる複数の属, 10 月はキク科に含まれる複数の属から花粉を得ていた。一方で, 8 月の多様度指数が科レベルで 0.49, 属レベルで 0.50, 3 月の多様度指数が科レベルで 0.48, 属レベルで 0.56 と他の月と比較して低かった。8 月はミソハギ科サルズベリ属に, 3 月はバラ科サクラ属に花資源を依存していることがわかった。

#### (2) 花粉荷の色の多変量解析

花粉荷の RGB 値の主成分分析とクラスター分析の結果, 花粉荷の色の違いから 6 つのクラスターに分類できた (図 1)。各クラスターに含まれる花粉荷 (花粉源植物) の採集月と, 科の数を図 2B にまとめた。クラスター 1, クラスター 2, クラスター 3 の茶褐色系の花粉荷には 4 月から 7 月に開花するマメ科やバラ科の花粉荷が多く含まれていた。一方で, クラスター 4, クラスター 5, クラスター 6 の黄色系の花粉荷には 8 月から 11 月に開花するキク科やミソハギ科の花粉荷が多く含まれていた。よって花粉荷の色から得られた 6 つのクラスターが花粉源植物の開花時期と関連性があることがわかった。次に, クラスター内に含まれている科数を整理した結果, クラスターごとに優占する科があることがわかった。

### 4. 考察とまとめ

本研究から, 安田学園周辺の緑地には 230 種類の花粉源植物が潜在的な花資源として存在することが示され, 都市部の花粉源植物の多様性は高いと評価できる。花粉荷の RGB 値の多変量解析は, 花粉荷を 6 つのクラスターに分類できることを示した。さらに, クラスターごとに特定の時期に開花しやすい植物が含まれることもわかった。フローラルカレンダーおよび花粉荷が所属するクラスターを整理した花粉源植物のデータベースは, 専門性の有無に問われることなく, 花粉荷の色だけで誰でも簡単に花粉源植物を科や属レベルで推定できる手法となり得る。具体的には, 1) 花粉採集器で花粉荷を収集する, 2) 採集した日付と花粉荷の色を記録する, 3) クラスター 1 から 6 の色を試験色として花粉荷がどの色に近いか決める, 4) そのクラスターに含まれる花粉荷の中から収集時期と一致する花粉をフローラルカレンダーから検索する, の順で行うことを想定している。得られたデータベースによる検索手順には, 正確性に欠ける点や種レベルで特定できない点, フローラルカレンダーに含まれていない植物を扱えない点など, 解決すべき課題もある。しかし, 専門家だけでなく, 趣味の養蜂やミツバチプロジェクトに取り組む一般市民の方が, 顕微鏡や分子生物学的手法に頼ることなく, 低コストでかつその場で植物を推定できる点で, 本手法には大きな利点がある。今後は, なぜ花粉荷の「色」と開花季節に関連性があるのか, さらなる調査を行いたい。

### 5. 引用文献

- Dimou M., Thrasyvoulou A. (2007) A comparison of three methods for assessing the relative abundance of pollen resources collected by honey bee colonies. *J Apic Res* 46:144–148.
- Kamo T., Kusumoto Y., Tokuoaka Y., Okubo S., Hayakawa H., Yoshiyama M., Kimura K. and Konuma A. (2018) A DNA barcoding method for identifying and quantifying the composition of pollen species collected by European honeybees, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Applied Entomology and Zoology*. 53: 353–361.
- 川口拓真・吉村翼. (2017) 都市型養蜂は新しい農業なのか? ~東京都墨田区安田学園中学校周辺の蜜源・花粉源調査~. 第 61 回日本学生科学賞中央採集審査会出品作品. [http://sec-db.cf.ocha.ac.jp/pdf/61\\_seikagaku\\_JB18.pdf](http://sec-db.cf.ocha.ac.jp/pdf/61_seikagaku_JB18.pdf)
- 三好教夫・藤木利之・木村裕子. (2011) 日本産花粉図鑑. 北海道大学出版会.
- 日下石碧. (2023) 花粉ハンドブック. 文一総合出版.

# 41 雄蜂との相互作用が働き蜂の学習障害を引き起こす

安田学園高等学校 生物部 荻原葵 (高2)

## 1. 研究背景

ヒトを含めた社会を形成する動物は、他者やその産出物（匂いや音など）との相互作用によって学習が促進される（社会学習, social learning). 特にセイヨウミツバチ (*Apis mellifera*) は数万匹もの蜂が共同生活を行う社会性昆虫で、8の字ダンスなどの多彩なコミュニケーションと高度な学習能力をもつ。巣内での社会経験や他個体との相互作用によって学習能力が向上することが分かっているが（市川 2003; Tsvetkov et al. 2019; 川口 2020）、他個体から受けるどのような刺激が学習に関与しているのか、不明な点が多い。高 (2022) は、触角を切断した働き蜂と正常な働き蜂を同居させると、正常な蜂の学習率が低下することを示した。どうやらミツバチの触角同士の接触（アンテナコンタクト）を介して入力される何らかの感覚刺激が学習のパフォーマンスの向上に重要なようである。

## 2. 研究目的・意義

触角を切断した働き蜂と同居させると学習率が低下することがわかっているが、負傷した蜂との同居が働き蜂に悪影響を与えた可能性を排除できておらず、具体的な感覚刺激も不明なままである。さらに、同居する相手の「性」が学習に及ぼす影響も調査されていない。そこで本研究では、社会経験がミツバチの学習に及ぼす影響を調査するため、1)同居する他個体の数（グループサイズ）が働き蜂の学習に及ぼす影響、2)触角の感覚毛同士の接触が働き蜂の学習に及ぼす影響、3)雄蜂との同居が働き蜂の学習に及ぼす影響の3点について調査した。

## 3. 研究方法

### (1) 嗅覚-口吻伸展反射連合学習実験

嗅覚-口吻伸展反射連合学習実験（PER 実験）とは、匂い（条件刺激; CS）と報酬である砂糖水（無条件刺激; US）を対提示する訓練（条件付け）を繰り返すことで連合学習を成立させ、匂いの提示のみで口吻伸展反射（PER）が起こるかどうかを観察するという方法である（市川 2003; 岡田 2009）。条件刺激（CS）にはメントンの匂い、無条件刺激（US）には 40%スクロース溶液を用いた。4 秒間 CS を提示し、1 秒間重ねて 3 秒間 US を提示する条件付け操作を 5 分間隔で 5 回行い、最後の条件付けから 5 分後に短期記憶テスト、60 分後に中期記憶テストを行った。学習率は、実験に参加した蜂の個体数に対する条件刺激を提示した際に口吻を伸ばした個体の割合として算出した。また、比率の標準誤差（SEP; Standard Error of Proportion）を求め、学習率とともにグラフに示した。

### (2) 同居する他個体の数が働き蜂の学習に及ぼす影響

同居する蜂の個体数（グループサイズ）が学習に関与するのかどうか調べるために、異なる個体数で飼育した働き蜂の学習率を比較した。飼育容器に、0 日齢蜂をそれぞれ 1 匹（単独群）、2 匹（ペア群）、6 匹（6 匹群）入れて、温度 28℃、湿度 40%の暗室で 6 日間飼育した。飼育後、各飼育容器から単独群、ペア群では 1 匹、6 匹群では 3 匹の働き蜂に対し、PER 実験を行った。学習率は、短期記憶テストと中期記憶テストごとに、説明変数に飼育群、応答変数に学習の有無、応答変数の誤差分布を二項分布、リンク関数を logit とした一般化線形モデル（GLM）で比較した。

### (3) 触角の感覚毛同士の接触が働き蜂の学習に及ぼす影響

触角をマニキュアでコーティングした蜂と同居した蜂の学習率を調査した。羽化後 3 日間の巣内経験を与えた 3 日齢蜂を回収し、飼育容器に 2 匹入れた群（ペア群）と、被験蜂と触角をマニキュアでコーティングした蜂を 1 匹ずつ入れた群（マニキュアペア群）を用意した。触角をコーティングすると、感覚毛同士の接触が阻害される。2 つの群を暗室で 3 日間飼育した後、被験蜂に PER 実験を行った。学習率は、短期記憶テストと中期記憶テストごとに、説明変数に飼育群、応答変数に学習の有無、

応答変数の誤差分布を二項分布，リンク関数を logit とした一般化線形モデル (GLM) で比較した。

#### (4) 雄蜂との同居が働き蜂の学習に及ぼす影響

雄蜂との同居によって働き蜂の学習率が変化するのかどうか調査した。3 日齢の働き蜂と雄蜂を回収し，飼育シャーレに働き蜂 6 匹を入れた群（働き蜂 6 匹群）と働き蜂 4 匹，雄蜂 2 匹を入れた群（働き蜂 4 匹/雄蜂 2 匹群）を用意し，各群を暗室で 3 日間飼育した。飼育後，各飼育シャーレから 2 匹の働き蜂をランダムに選び，嗅覚-口吻伸展反射連合学習実験を行った。学習率は，短期記憶テストと中期記憶テストごとに，説明変数に飼育群，応答変数に学習の有無，応答変数の誤差分布を二項分布，リンク関数を logit とした一般化線形モデル (GLM) で比較した。

### 4. 結果・考察

#### (1) 同居する他個体の数が働き蜂の学習に及ぼす影響

異なるグループサイズで飼育した働き蜂の学習率を調べた結果，短期記憶テストの学習率はペア群と 6 匹群の学習率が単独群よりも有意に高かった (GLM, 単独群 vs ペア群;  $p < 0.05$ , 単独群 vs 6 匹群;  $p < 0.01$ , ペア群 vs 6 匹群; ns,  $p = 0.066$ )。中期記憶テストの学習率は 6 匹群の学習率が単独群よりも有意に高かった (GLM, 単独群 vs ペア群; ns,  $p = 0.36$ , 単独群 vs 6 匹群;  $p < 0.05$ , ペア群 vs 6 匹群; ns,  $p = 0.13$ )。よって，グループサイズの増加による個体間相互作用の頻度の増加によって学習率が高まることがわかった。

#### (2) 触角の感覚毛同士の接触が働き蜂の学習に及ぼす影響

触角の感覚毛同士の接触が学習率に影響を与えるのか調査した結果，短期記憶テストの学習率はマニキュアペア群がペア群よりも有意に低かった (GLM,  $p < 0.05$ )。中期記憶テストの学習率は有意な差は認められなかった (GLM,  $p = 0.15$ )。したがって，触角の感覚毛同士の接触が阻害されると働き蜂の学習率が低下し，触角を介した何らかの感覚刺激の伝達が働き蜂の学習に関与することがわかった。

#### (3) 雄蜂との同居が働き蜂の学習に及ぼす影響

雄蜂と同居させた働き蜂の学習率を調べた結果，短期記憶テストの学習率は働き蜂 4 匹/雄蜂 2 匹群の学習率が働き蜂 6 匹群に比べて有意に低かった (GLM,  $p < 0.05$ )。中期記憶テストの学習率は群間で有意な差は認められなかった (GLM,  $p = 0.11$ )。よって，雄蜂との同居が働き蜂の学習率を低下させ，個体間相互作用の相手が働き蜂ならばポジティブに，雄蜂ならばネガティブに働くことがわかった。

### 5. 結論及び今後の展望

本研究で，1)グループサイズの増加が学習だけでなく中期記憶にも影響を与え，個体間相互作用の減少が働き蜂の学習障害を引き起こすこと，2)働き蜂の触角感覚毛同士の接触が学習のパフォーマンスの向上を促すこと，3)雄蜂との相互作用が働き蜂に対してネガティブに作用し，学習障害を引き起こすことの 3 点が明らかとなった。特に，相互作用する相手の「性」が学習に関与する現象は，ミツバチの社会学習と社会神経科学 (social neuroscience) に新たな洞察を与える。

### 6. 引用文献

- 市川直子. 2003. ミツバチの記憶・学習能力の発達と維持に重要な社会的経験について. ミツバチ科学 24(3):119-128.
- 川口拓真. ミツバチの記憶・学習能力は個体間のコミュニケーションによって発達する. 第 18 回高校生・高専生科学技術チャレンジ JSEC2020 最終審査会 テレビ朝日特別奨励賞受賞作品.
- 高子越. 2022. ミツバチの記憶・学習能力の発達に関わるコミュニケーションの探索. 日本生態学会第 69 回全国大会.
- 岡田龍一. 2009. 身近な動物を使った実験 4. p16-29. 三共出版.
- Tsvetkov N, Chelsea N. C, Zayed A. 2019. Effects of group size on learning and memory in the honey bee, *Apis mellifera*. Journal of Experimental Biology. 222: jeb193888.

## 42 クロマルハナバチの幼虫の *in vitro* 飼育系の確立

安田学園高等学校 生物部

山下 慶乃 (高2) ・山岡 小己呂 (高2)

### 1. 研究背景と目的

近年、農薬や気候変動、生息地の減少によるハナバチ類の減少が世界的に問題になっている。ハナバチ類の保全と持続可能な管理送粉者の利用のためには、農薬などの環境ストレスがハナバチ類に及ぼす影響を評価する必要がある。特にマルハナバチは地下に営巣する習性を持つため、成虫だけでなく巣内の幼虫も土壌に残留した農薬に晒されるリスクがある。このため、幼虫に農薬を経口摂取させるリスク評価法が管理送粉者のセイウオオマルハナバチで提案された (Kato et al., 2022)。しかし、飼育条件ごとの羽化率が 17.4% から 67.4% と低く、羽化率の向上が課題と言える。さらにこの種は日本の特定外来生物に指定されているため、現在は在来種クロマルハナバチ (以降クロマル) の花粉媒介利用の拡大が進んでいる。以上の背景から私たちは、日本の作物生産に重要な役割を担うクロマル幼虫の環境リスク評価のための *in vitro* 飼育系の確立を目指した。

### 2. 実験方法

#### (1) 幼虫の *in vitro* 飼育方法

*In vitro* 飼育の条件はセイウオオマルハナバチとセイウミツバチで報告された方法を参考に設定した (Crailsheim et al., 2013; Kato et al., 2022)。クロマルのコロニーから 3 齢幼虫あるいは終齢幼虫 (4 齢幼虫) をランダムに取り出し、重量を測定した後、キムワイブを底に敷いた 24 ウェルプレートに 1 匹ずつ入れた (図 1)。温湿計を入れたプラスチックタッパー (185mm × 116mm × 60mm) に幼虫を入れたウェルプレートを移し、湿度 85 ± 5%、温度 35 ± 1°C のインキュベーターで飼育した。給餌の際は、幼虫の温度低下を防ぐために約 35°C の保温プレートの上で作業した。後述の餌と PBS 溶液 (pH 6.8) を毛細ピペットで幼虫が食わなくなるまで与え、1 日 4 回、1 時間から 5 時間の間隔をあけて給餌した。下に敷いたキムワイブが糞で汚れていた場合は適宜交換し、清潔に保った。1 日の最後の給餌の前に幼虫の重量を測定した。前蛹になった個体は重量を測定した後、キムワイブを底に敷いた 6 ウェルプレートに移した。プラスチックタッパーに前蛹のウェルプレートを入れ、湿度 75 ± 5%、温度 35 ± 1°C のインキュベーターで飼育した。

#### (2) 餌の栄養条件が幼虫の発育に与える影響

餌の栄養条件が幼虫の発育に及ぼす影響を調査するために、表 1 に示す 6 つの栄養条件の餌を与え、幼虫の発育パラメーターを比較した。調査項目は、前蛹化率と蛹化率、羽化率、幼虫の重量、前蛹の重量とした。各グループの幼虫の数は Suc20% が 12 匹、Suc30% が 24 匹、Suc40% が 12

匹、Glu/Fru20% が 18 匹、Glu/Fru30% が 12 匹、Glu/Fru40% が 18 匹とした。



図 1 *In vitro* 飼育に用いた 24 ウェルプレート。スケールバーは 10mm を示す。

表 1 *In vitro* 飼育に使用した餌の栄養条件。

| 餌条件          | Suc 20% | Suc 30% | Suc 40% | Glu/Fru 20% | Glu/Fru 30% | Glu/Fru 40% |
|--------------|---------|---------|---------|-------------|-------------|-------------|
| スクロース* (w/w) | 20%     | 30%     | 40%     | -           | -           | -           |
| グルコース (w/v)  | -       | -       | -       | 6.6%        | 10%         | 13.2%       |
| フルクトース (w/v) | -       | -       | -       | 13.4%       | 20%         | 26.8%       |
| 花粉 (w/v)     | 50%     | 50%     | 50%     | 50%         | 50%         | 50%         |
| 発酵液** (w/v)  | 10%     | 10%     | 10%     | -           | -           | -           |
| 酵母菌 (w/v)    | -       | -       | -       | 1%          | 1%          | 1%          |

\*スクロースについては花粉、発酵液を各濃度のスクロース溶液で希釈した。

\*\*発酵液は 500mL の 5% 砂糖水に酵母菌 2g、納豆菌 0.4g、乳酸菌 25g を溶かし、37°C で 3 日発酵させた。

#### (3) カゼインナトリウムが幼虫の発育に与える影響

タンパク質が幼虫の発育に与える影響を調べるため、上述の実験で発育パラメーターが最も高かった Glu/Fru20% を対照群の餌とし、この餌にカゼインナトリウム 8% (w/v) を添加した餌を与えた幼虫 (カゼイン Na 群) の成長と生存率を比較した。*In vitro* 飼育開始時の幼虫の重量が 223mg 以上で羽化率が 50% になることが上述の実験で示されたため (詳細は後述)、この値を参考に 220mg 以上の終齢幼虫をコロニーからランダムに取り出した。各群の幼虫の数は、対照群を 9 匹、カゼイン Na 群を 10 匹とした。前蛹化率、蛹化率、羽化率、幼虫の重量、前蛹の重量、羽化した成虫の正常な前翅と後翅の割合を比較した。

### 3. 結果

#### (1) 餌の栄養条件が幼虫の発育に与える影響

*In vitro* 飼育で働き蜂と雄蜂の成虫が得られた (図 2)。餌条件ごとの前蛹化率、蛹化率、羽化率の結果を表 2 に示した。蛹化率は Glu/Fru 20% が 78%、Glu/Fru 40% が 72%、羽化率は Glu/Fru20% が 78%、Glu/Fru40% が 67% となり、他の餌条件と比較して有意に高かった。(表 2; GLMM,  $p < 0.05$ ).



すべての飼育日の幼虫の平均重量を比較した結果、Suc20%, Glu/Fru20%, Glu/Fru40%が他の群と比較して有意に高かった (GLMM,  $p < 0.05$ ).

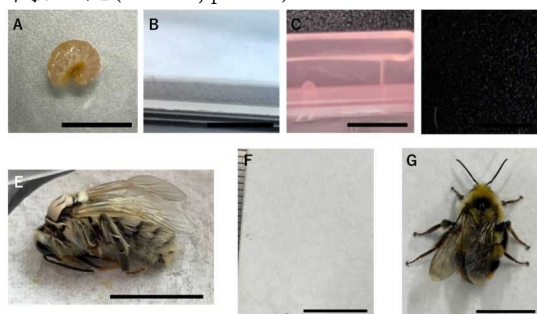


図 2 *In vitro* 飼育したクロマルハナバチ幼虫の発育ステージ。A 3 齢幼虫。B 終齢幼虫 (4 齢幼虫)。C 前蛹。D 蛹。E 羽化直前の成虫。F 成虫の働き蜂。G 成虫の雄蜂。スケールバーは 10mm を示す。

表 2 餌条件と前蛹化率, 蛹化率, 羽化率。

| 餌条件        | N  | 前蛹                      | 蛹化                      | 羽化                                |
|------------|----|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Suc20%     | 12 | 83% <sup>a</sup> (N=10) | 25% <sup>a</sup> (N=3)  | 8% <sup>a</sup> (N=1 F=1, M=0)    |
| Suc30%     | 24 | 33% <sup>b</sup> (N=8)  | 8% <sup>a</sup> (N=2)   | 4% <sup>a</sup> (N=1 F=1, M=0)    |
| Suc40%     | 12 | 58% <sup>ab</sup> (N=7) | 0% <sup>a*</sup> (N=0)  | 0% <sup>a*</sup> (N=0 F=0, M=0)   |
| Glu/Fru20% | 18 | 94% <sup>a</sup> (N=17) | 78% <sup>b</sup> (N=14) | 78% <sup>b</sup> (N=14 F=11, M=3) |
| Glu/Fru30% | 12 | 75% <sup>ab</sup> (N=9) | 25% <sup>a</sup> (N=3)  | 25% <sup>a</sup> (N=3 F=1, M=2)   |
| Glu/Fru40% | 18 | 94% <sup>a</sup> (N=17) | 72% <sup>b</sup> (N=13) | 67% <sup>b</sup> (N=12 F=12, M=0) |

異なるアルファベットは統計的に有意な差があることを示す (GLMM,  $p < 0.05$ ). \* Suc40%の蛹化率, 羽化率との比較は Fisher's exact test で実施した。

## (2) *In vitro* 飼育開始時の幼虫の重量が前蛹化率, 蛹化率, 羽化率に及ぼす影響

*In vitro* 飼育開始時の幼虫の重量が前蛹化率, 蛹化率, 羽化率に及ぼす影響を分析した結果, *in vitro* 飼育開始時の幼虫の重量と前蛹化率, 蛹化率, 羽化率の間に有意な正の回帰が検出され (図 3; GLMM, 前蛹化率;  $p < 0.001$ , 蛹化率;  $p < 0.001$ , 羽化率;  $p < 0.001$ ), *in vitro* 飼育開始時の幼虫の重量が増加すると羽化率が向上した。得られた回帰曲線から, *in vitro* 飼育開始時の幼虫の重量が 223mg の時に羽化率が 50% になることが推定された (図 3)。

## (3) カゼインナトリウムが幼虫の発育に及ぼす影響

対照群 (Glu/Fru 20%, N=16) とカゼイン Na 群 (N=16) の前蛹化率と蛹化率は共に 100% となり, 羽化率は対照群が 75%, カゼイン Na 群が 88% となった。前蛹化率, 蛹化率, 羽化率ともに有意な差は検出されなかった (Fisher's exact test, 前蛹化率;  $p=1.00$ , 蛹化率;  $p=1.00$ , 羽化率;  $p=0.65$ )。

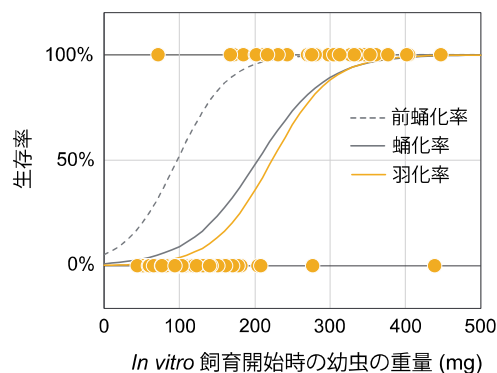


図 3 *In vitro* 飼育開始時の幼虫の重量と各ステージ化率。各プロットは各個体の羽化の有無を示す。飼育開始時の幼虫の重量と各ステージまでの生存率の間に有意な正の回帰が検出された (GLMM, 前蛹化率;  $p < 0.001$ , 蛹化率;  $p < 0.001$ , 羽化率;  $p < 0.001$ )。

## (4) 成虫の翅の形成率

対照群 (Glu/Fru 20%, N=12) の翅の形成率は, 左前翅が 75%, 右前翅で 92% となった。カゼイン Na 群 (N=14) の翅の形成率は, 左前翅が 100%, 右前翅が 86% となった。

## 4. まとめと今後の展開

本研究から, クロマル幼虫の *in vitro* 飼育に最適な餌条件は, Glu/Fru 20% (グルコース 6.6%, フルクトース 13.4%, 花粉 50%, 酵母菌 1%) であることがわかった。さらに, 飼育開始時の幼虫の重量を 220mg 以上に設定したことで 75% 以上の羽化率が得られた。これらの成果は, 羽化率の高い在来種クロマル幼虫の *in vitro* 飼育系を提供し, この種の幼虫に農薬を経口摂取させるリスク評価法が適用できることを示唆する。現在, 2 齢や 3 齢幼虫からの人工飼育と浸透移行性除草剤グリホサートを経口摂取させるリスク評価を進めている。クロマル幼虫の *in vitro* 飼育法は, 環境ストレスのリスク評価だけでなく, 幼虫期の環境条件や餌条件が成虫の体サイズの個体変異に及ぼす影響, マルハナバチの女王蜂化を促す仕組みの解明, 商業用コロニーの飼育技術の向上, 希少種マルハナバチの保全に向けた幼虫の人工育成プログラムといった多様な分野への応用が期待される。

## 5. 参考文献

- Craillshheim K., Brodschneider R., Auoinel P., Behrens D., Genersch E., Vollmann J. and Riessberger-Gallé U. 2013. Standard methods for artificial rearing of *Apis mellifera* larvae. *Journal of Apicultural Research* 52: 1-16.
- Kato Y., Kikuta S., Baribeau S. M. and Inoue M. N. 2022. *In vitro* larval rearing method of eusocial bumblebee *Bombus terrestris* for toxicity test. *Scientific Reports* 12: 1-10.



## 43 クロマルハナバチの概日リズム

安田学園高等学校 生物部

永田悠仁（高1）・飯塚温太（高1）

クロマルハナバチは膜翅目に属する社会性ハナバチ類で、顕花植物の花粉媒介者として知られている。植物の受粉を担う重要なキーストーン種であると共に、施設園芸作物のポリネーターとして利用されている有用昆虫でもある。クロマルハナバチは相補的性決定によって性が決まることが知られ、通常受精卵からは雌（働き蜂と女王蜂）が、未受精卵からは雄蜂が生まれる。しかし、性決定遺伝子座がホモ接合になると受精卵から二倍体雄が生まれ、倍数性の増加が歩行活動量や飛翔運動量といった雄蜂の行動特性に影響を与えることが示されている。そこで私たちは、クロマルハナバチの生物時計に注目し、雄蜂の倍数化が概日リズムに及ぼす影響を明らかにしたいと考えた。現在、前段階の実験としてクロマルハナバチの単数体雄と働き蜂（二倍体の雌）の概日リズムの測定を進めている。これまでに得られた知見について発表する。

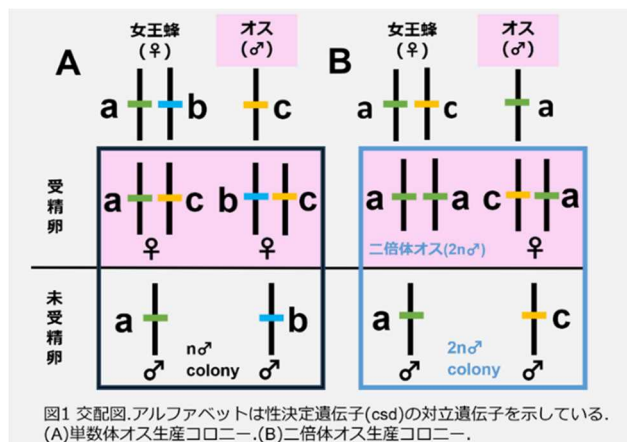
### 参考文献

Iori Aoyama, Naoki Kojima, Taro Fuchikawa. 2023. Effects of Polyploidization on Locomotor and Flight Activity, and Body Size of Males in Japanese Bumblebee, *Bombus ignitus*. *Journal of Student Research*. 12(3). <https://doi.org/10.47611/jsrhs.v12i3.5091>.

## 44 DAPI 染色によるクロマルハナバチ雌雄の DNA ploidy 解析

安田学園高等学校 生物部 角田あやめ (高1)

社会性昆虫であるマルハナバチ類では、相補的性決定 (complementary sex determination; CSD) によって性が決まり、ヘミ接合 (ゲノムセット数が1セット)だと未受精卵から雄が、ヘテロ接合 (ゲノムセット数が2セット)だと受精卵から雌が産まれる (図1)。しかし、近親交配によって受精卵の性決定遺伝子が意図せずホモ化すると、受精卵から雄が産まれる。ゲノムセット数が通常の数よりも増加する現象を倍数化といい、この倍数化した受精卵由来の雄は二倍体雄と呼ばれる (図1 A,



B)。倍数性の特定はマイクロサテライト遺伝子型解析を利用していたが、近親交配によりマイクロサテライト遺伝子座の対立遺伝子のバリエーションに偏りが生じ、マーカー遺伝子の多型が検出できなくなる問題点があった。そこで本研究では、クロマルハナバチ (*Bombus ignitus*) の細胞核 DNA を蛍光色素 DAPI 染色液で染色し、その輝度の違いから雄蜂の倍数性を特定する手法の開発を試みた。発表会ではこれまで得られた知見について報告する。

### 参考文献

- Aron S., de Menten L., Van Bockstaele D. R., Blank S. M., Roisin Y.. 2005. When hymenopteran males reinvented diploidy. *Current Biology* 15: 824–827.
- Ayabe T., Hoshihara H., Ono M. 2004. Cytological evidence for triploid males and females in the bumblebee, *Bombus terrestris*. *Chromosome Research* 12: 215–223. doi: 10.1023/b:chro. 0000021880.83639.4b.
- Duchateau M. J., Hoshihara H., Velthuis H. H. W. 1995. Diploid males in the bumblebee *Bombus terrestris*: Sex determination, sex alleles and viability. *Insectes Sociaux* 42: 255–266.
- Hoshihara H., Duchateau M. J., Velthuis H. H. W. 1995. Diploid males in the bumblebee *Bombus terrestris* (Hymenoptera) Karyotype analyses of diploid females, diploid males and haploid males. *Jpn. J. Ent.* 63: 203–207.
- 森凜太郎・小林達・吉田昭音. 2018. クロマルハナバチの倍数化 ～二倍体オスおよび三倍体雌雄の作出と三倍体オスの生殖能力について～. 第 62 回日本学生科学賞出品作品.
- Ugajin A., Matsuo K., Kubo R., Sasaki T., Ono M. 2016. Expression profile of the sex determination gene doublesex in a gynandromorph of bumblebee, *Bombus ignitus*. *Naturwissenschaften*. 103: 17.

## 45 ミツバチは同巢の他個体を識別できるのか？

安田学園中学校 生物部 西野大翔（中3）・國谷理久（中3）

### 1. 研究背景と目的

セイヨウミツバチ (*Apis mellifera*) は数万匹の蜂が集団生活する社会性昆虫である。姉妹関係にある働き蜂は自身の巣の仲間なのか、他の巣出身の非巣仲間なのかを識別できる巣仲間認識機構を持つ (Harano and Sasaki 2006)。そこで私たちはミツバチが同巢の他個体を識別できるのではないかと仮説を立て、その検証を試みた。

### 2. 実験方法

#### (1) セイヨウミツバチ *Apis mellifera*

安田学園南館屋上で飼育しているセイヨウミツバチ (*Apis mellifera*) を実験に使用した。実験開始前に、有蓋蜂児（中に蛹が入っている巣房）のある巣板を観察巣箱に移し、温度 28 度、湿度 40% の暗室内で飼育した。翌日に羽化した働き蜂（0 日齢蜂）の胸部背面にペイントマーカーでマーキングし、元の巣箱に戻した。5 日後にマーキングした蜂を巣箱から回収し、実験に使用する羽化後 5 日目の蜂（5 日齢蜂）を得た。

#### (2) 赤色、緑色、青色の染色糖液を飲んだ蜂の腹部体色の観察

赤、緑、青の 3 色の食紅を 40% 砂糖水に溶かした 0.1 g / 100mL の染色糖液を 3 種類用意した。40% 砂糖水（無色）と 3 種類の染色糖液を蜂が飲めるようにコットンで蓋をした 1.5mL のマイクロチューブの中に入れ、4 つのシャーレにそれぞれ設置した。各シャーレに 5 日齢蜂を 6 匹ずつ入れ、暗室（温度 28°C、湿度 40%）で 2 日間飼育した。飼育後、双眼実体顕微鏡（Kenis LZ; ケニス）で蜂の腹部腹面を拡大し、スマートフォンカメラ（AQUOS SH-41A）で撮影した。撮影した写真から染色糖液が透けて見える腹部第 2 節左側の 100 ピクセル四方の RGB の平均値を画像解析フリーソフト Image J で測定した。色ごとの RGB の平均値は one-way ANOVA と Tukey-Kramer の事後検定で比較した。

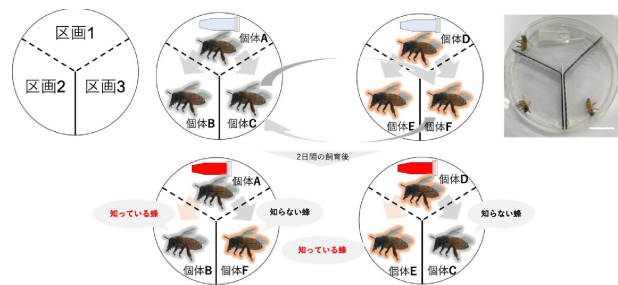
#### (3) 腹部体色の RGB 値から蜜胃内の赤色糖液の濃度を推定できるのか？

腹部体色の違いから蜜胃内の染色糖液の濃度を推定できるのかどうか調べた。赤色糖液（0.1g / 40% スクロース溶液 100mL）と無色の 40% スクロース溶液を 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7, 2:8, 1:9, 0:10 の比で混ぜ合わせた 11 種類の糖液を用意した。これらの赤色糖液を 11 個のシャーレに設置し、5 日齢蜂を 6 匹ずつ入れて暗室（温度 28°C、湿度 40%）で 2 日間飼育した。その後、双眼実体顕微鏡とスマートフォンカメラで蜂の腹部腹面を撮影した。撮影した写真は、第 4 節以降の蜂の体色に対する赤色糖液が透けて見える腹部第 2 節左側の割合を算出し、各蜂の R 値、G 値、B 値とした。

#### (4) 知っている蜂と知らない蜂を区別できているのか？ -栄養交換バイオアッセイ-

蜂が蜜胃内の糖液を口移しで交換し合う行動を栄養交換という。以前に栄養交換の経験がある「知っている蜂」と栄養交換の経験がない「知らない蜂」をミツバチが識別できているのかどうかを私たちが考案した栄養交換バイオアッセイで調査した。実験の概要を図 1 に示した。互いに栄養交換できる 2 枚の格子状の仕切りと栄養交換できない 1 枚の樹脂板で 3 区画に分けた飼育容器を用意した。糖液を設置した区画 1 にいる蜂から区画 2 と区画 3 にいる蜂へと一方向にしか栄養交換できない。区画 1 に 40% 砂糖水を置いて、各区画に同じ巣出身の 5 日齢蜂を 1 匹ずつ入れて 2 日間飼育した。2 日後、区画 3 にいる蜂を他のシャーレにいる区画 3 の蜂と入れ替え、区画 1 の糖液を赤色糖液（0.1g / 40% 砂糖水 100mL）に交換した。すべての蜂が

正常に歩き出すと同時にタイマーをスタートさせ、0分から120分まで20分おきに飼育シャーレを取り出し、区画2と区画3にいる蜂の腹部体表を双眼実体顕微鏡で撮影した。第4節以降の蜂の体色に対する赤色糖液が透けて見える腹部第2節左側の割合を算出し、各蜂のR値、G値、B値とした。これらの値を赤色糖液の濃度の推定に適した回帰式に代入し、蜜胃内の赤色糖液の濃度を算出した。知っている蜂と知らない蜂の蜜胃内の赤色糖液の濃度の違いは、説明変数に蜂の種類、応答変数に蜜胃内の赤色糖液の濃度、変量効果に測定時間、応答変数の誤差分布にガウス分布、リンク関数にidentityを組み込んだ一般化線形混合モデル (GLMM) で分析した。統計分析はフリーソフト R (ver 4.2.1) で行った。



●「知っている蜂」の方が「知らない蜂」よりも多くの赤色糖液をもらえると予想できる。

■ 1 栄養交換バイオアッセイの実験方法を示した概略図。透明な糖液を区画1に入れた状態で2日間飼育した後、個体Cと個体Fを入れ替え、個体A(個体D)にとって知っている蜂である個体B(個体E)と知らない蜂である個体F(個体C)で栄養交換によって受け渡される赤色糖液の量に違いがあるかを調べた。右上の飼育シャーレ写真のスケールバーは2cmを示す。

### 3. 結果

#### (1) 赤色、緑色、青色の染色糖液を飲んだ蜂の腹部体色

3色の糖液を飲んだ蜂の腹部のRGBの平均値を比較した結果、赤色糖液の値が、緑色糖液と青色糖液よりも有意に高かった (one-way ANOVA followed by Tukey-Kramer post-hoc test,  $p < 0.001$ )。よって、栄養交換バイオアッセイには赤色糖液が適していることがわかった。

#### (2) 濃度の異なる赤色糖液を飲んだ蜂の腹部体色のRGB値

腹部体色から蜜胃に含まれる赤色糖液の濃度を推定できるかどうか調べた。R値、G値、B値を説明変数、蜜胃内の赤色糖液の濃度を応答変数にした回帰分析の結果、G値と蜜胃内の赤色糖液の濃度との間に有意な負の回帰 (GLM,  $p < 0.001$ )、B値と蜜胃内の赤色糖液の濃度との間に有意な正の回帰 (GLM,  $p < 0.001$ ) が認められた。G値の回帰式とB値の回帰式はともに腹部体色から蜜胃に含まれる赤色糖液の濃度を推定する指標として利用可能である。実測値と回帰式の誤差がより小さい腹部体色のG値についての回帰モデル式  $y = \exp(3.3049 - 1.4216x)$  を蜜胃内の赤色糖液の濃度の指標とした。

#### (3) 知っている蜂と知らない蜂を区別できているのか? -栄養交換バイオアッセイ-

すべての測定時間の蜜胃内の赤色糖液の濃度をまとめると、知っている蜂が  $3.49 \pm 0.27$  (平均値  $\pm$  標準誤差,  $n=39$ )、知らない蜂が  $2.88 \pm 0.20$  (平均値  $\pm$  標準誤差,  $n=38$ ) となり、知っている蜂の方が知らない蜂よりも蜜胃内の赤色糖液の濃度が有意に高かった (GLMM,  $p < 0.05$ )。

### 4. 結論及び今後の展望

この結果は、ミツバチが「顔見知りの蜂」により多くの糖液を分け与えていることを意味する。つまり、ミツバチは同巢の他個体を識別できる能力を備えていることを示唆している。

ごく小さな脳を持つミツバチであっても、個体識別できる高度な認知能力をもつことが示された。同じ巣で生活する他個体を識別できれば、巣内の業務分担や個体間のコミュニケーションが円滑に進むと考えられる。ミツバチが何を手掛かりに個体識別しているのかその仕組みの解明を進め、社会性を持つ動物の個体認知機構の理解に繋げていきたい。

### 5. 引用文献

Harano K. and Sasaki M. 2006. Renewal process of nestmate recognition template in European honeybee *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae). Applied Entomology and Zoology. 41: 325-330.

## 46 インセクトハウスによる校内の虫の調査

恵泉女学園中学校 3年

清水夏妃、インスンサ彩音、富田伶

### 1. 目的

インセクトハウスは昆虫のための巣箱で、ヨーロッパでは公園や民家の庭などに設置されている。廃材や落ち枝、竹筒などを用いて虫の巣箱を作成し、虫の繁殖や越冬するための場所を提供し、豊かな自然環境づくりを目指すために始まった。

今回の調査では、インセクトハウスを作製し校内の畑とビオトープに設置することで、校内にどのような虫、益虫がいるのか、また、場所によって集まる虫の違いはあるのかを明らかにすることを目的とする。最終的には、インセクトハウスの設置によって畑に良い影響を与える益虫を呼ぶことを目標として調べていきたいと考えている。

### 2. 方法

#### 【実験1】

1. 木箱の中に、巣材となるものや身を隠すことができる素材のものを入れて二種類のインセクトハウスを製作した。

①木材と紙のストローとスポンジ、割りばしを入れた。

②紙くずと藁を入れ、暗くするために木の板で一部蓋をした。

また、中身が雨に濡れてしまわないようにレインコート素材のもので雨除けを作った。



①



②

#### 2. ビオトープと畑にインセクトハウスを設置した

設置する高さを 80 から 100 cm でほぼ同じにし、ビオトープと畑にインセクトハウスを針金で巻き付けて固定した。



ビオトープ①



畑①

#### 【実験2】

実験1で用いた材料に加え、竹筒、毛糸、石、小枝、などを入れた木箱を実験1と同じように、畑、ビオトープに針金で固定、設置した。



両方とも同じ材料



ビオトープ



畑

### 3. 実験結果

#### 【実験 1】

|           | 9月 |    |        |        | 10月下旬     |    |        |           |
|-----------|----|----|--------|--------|-----------|----|--------|-----------|
|           | 畑① | 畑② | ビオトープ① | ビオトープ② | 畑①        | 畑② | ビオトープ① | ビオトープ②    |
| ダンゴムシのなかま | ○  | ○  |        | ○      | ○         | ○  | ○      | ○         |
| ワラジムシのなかま | ○  | ○  |        | ○      | ○         | ○  | ○      | ○         |
| ヒゲジロハサミムシ |    |    |        | ○      | ○<br>(3匹) | ○  | ○      | ○         |
| イッスンムカデ   |    |    |        |        |           |    |        | ○<br>(幼齢) |
| クロゴキブリ    |    |    |        |        |           |    |        | ○ (成虫と幼齢) |
| カメムシのなかま  |    |    |        |        |           |    | ○      |           |
| ハエトリグモの幼虫 |    |    | ○      |        |           |    |        |           |
| アリのなかま    |    |    |        | ○      |           |    |        |           |
| クモのなかま    |    |    |        | ○(2匹)  |           |    |        |           |

#### 【実験 2】

|                    | 畑 | ビオトープ |
|--------------------|---|-------|
| ダンゴムシのなかまのものとみられる糞 | ○ |       |
| ゴキブリのなかまのものとみられる糞  |   | ○     |

#### 4. 考察

ダンゴムシのなかま、ワラジムシのなかま、ヒゲジロカミキリムシは畑とビオトープの両方に生息していた。その他はすべてビオトープにいたことから、ビオトープは畑に比べて多様な生物が生息していると考えられる。

#### 5. 展望

今回はビオトープと畑に生息する虫の種類を調査したが、まだ来ていない種もあるだろう。次回は更にたくさんの種類の虫が来るインセクトハウスを作り、畑の益虫を探したい。また、反省点としては実験した際に完全で正確な記録がとれていなかったため、個体数や生物の名称の同定等の正確な記録をとるようにし、今後の実験につなげていきたい。



## 47 アメリカザリガニの餌による体色の変化

恵泉女学園中学・高等学校

水谷奏音 山田梨央奈 松居璃桜 荒瀬音色

### 1 アメリカザリガニについて

本種は日本全土に分布している外来種の全長 60~90mm のザリガニである。1930 年頃にアメリカから食用ガエル(ウシガエル)とともにその餌として日本に持ち込まれた。絶滅危惧種を含む水生昆虫や 魚類を捕食したり、水草を摂食したりすることに加え、稲の根を食い荒らしたり水田の畦に穴を開けたりするので、本種が繁殖した水域では小動物や水生植物群落が攪乱を受け、農業被害も深刻になっている。今年度、条件付特定外来生物に指定された。

### 2 背景

東京農業大学の武田晃治教授は、本種による被害を減らすために日本における食用化、小中高生教育に注力しており、食用としての付加価値を高めるために“カラフルザリガニ”の開発に取り組んでいる。今回武田教授の後押しを受け、給餌による本種の体色の変化を研究することにした。

### 3 目的

- ①餌に含まれる色素を調整することによって、本種の体色がどのように変化するか検証する。
- ②体色が変わった個体を食用として茹でた際に、変わった体色のままである個体をつくる。そのための色素を見つける。

### 4 実験について

・本種の体色を変えるために、まず脱色しその後着色を試みた。野生の本種の体表は赤いが、それはカロテノイド色素によるものである。カロテンは、体内でビタミンAに変換される(プロビタミンA)。脱色するため、カロテノイドを含まない餌を作った。ビタミンAは動物が成長するために必要な栄養素であるため、今回は、栄養が比較的豊富な玄米を使うことによって補った。

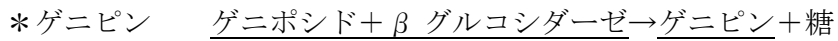
・本種が茹でた際赤くなるのは、加えた熱が殻に含まれているカロテノイド系のアスタキサンチン色素とタンパク質との結合を分解し、赤色が表面に発現するためである。そのため青くするためのアスタキサンチンに代わる色素として A. ゲニピンを含むクチナシ青色素と、比較として B. カロテノイド系のサフラン色素を用いた。

・本来含まれているアスタキサンチンが油溶性であるため、水溶性では着色できないと考え、使用した色素 A は油溶性のものを購入した。

## 5 着色の実験

### 実験Ⅰ -クチナシ青色素を用いた実験

クチナシ青色素はゲニポシドに植物酵素を加えゲニピンと糖に分解しそこにタンパク質を加えることで生成される。上述した色素を含まない餌に色素を混ぜた。



加水分解

今回は本来水溶性であるクチナシ青色素を油溶性にした市販の食用着色料を用いた。この際クチナシの元の色素であるクロシン（黄色）にはなんの影響も及ぼさないことがわかっている。このことから私たちは二つの仮説を立てた。

仮説①クチナシ青色素の反応（消す）により青くなる

仮説②クロシンの反応により黄色くなる

### 実験Ⅱ - サフラン色素を用いた実験 -

サフランから抽出したカロテノイド系のクロシン色素をねりこみ、上述の方法で作成した餌を与えた。今回は香辛料として市販に売られているサフランを用いた。

私たちは下記のように仮説を立てた。

仮説①クロシンの反応により黄色くなる。

仮説②本来赤くなる原因である、カロテノイド系の色素を使っている  
ので赤くなる。

二つの実験の結果は当日発表させていただきます。

## 48 ホトケドジョウの生息環境

恵泉女学園中学・高等学校 山田梨央奈 水谷奏音

### 1. 研究生物

ホトケドジョウはコイ目フクドジョウ科の小型淡水魚である。一般に湧水が流れる小川を好むといわれており、春から初夏に産卵することが知られている。近年では開発による生息地の減少に伴って数が減っており、環境省の絶滅危惧種（IB類）に指定されている。

### 2. 目的

ホトケドジョウの個体数の遷移や生息状況の変化などを調査・記録し、貴重な在来種である本種について、減少を抑える方法を考察する。ホトケドジョウの生態を調査し、それを通して里山の環境の保全について探る。

### 3. 採集方法

東京都町田市小野路町の里山に調査地を設けた。調査地を環境ごとに3つの区画に分け、調査地の環境として水温、水深、流速を記録した。区画ごとに採集を行い、採集できたホトケドジョウの体長と個体数を記録した。採集は、網目の粗さが異なる2本の網を用いて各区画15分間ずつ行った。魚影を探さずに網を入れ、掬い上げた中にいたドジョウのみを観測対象とした。

調査区は上流から環境ごとに流入・池・横との3つに分けた。

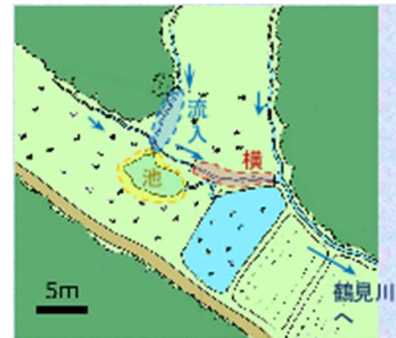
各調査区の環境は、次のとおりである。

流入：浅く広い水域で、流れがある。

日陰と日向を含む。

池：草が繁茂しているため水深に幅がある。流れが緩やか。夏に水量が増える。主に日向。冬は水量の減少により草に覆われて調査が不可能であった。

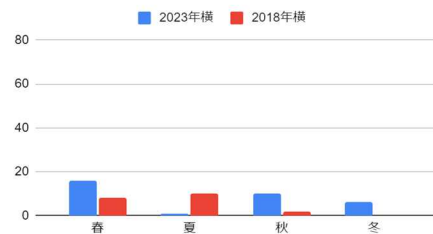
横：水深が安定しており流れがある。冬に水量が増える。主に日陰。



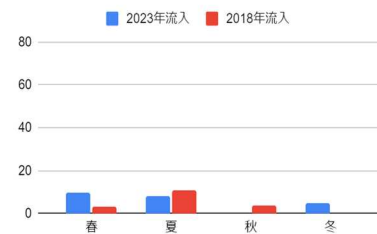
### 4. 調査結果

2017年より継続的に調査を行っているが、今回は2018年と2023年の調査区ごとの各季節の個体数を示した。また、2023年度の「池」の各季節の体長組成をグラフに示した。

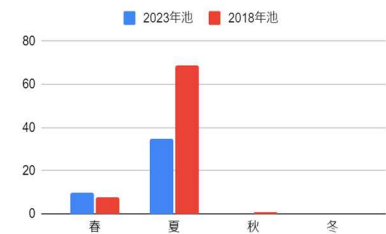
2023年横 と 2018年横



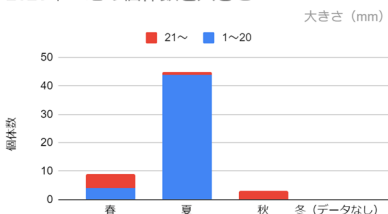
2023年流入 と 2018年流入



2023年池 と 2018年池



2023年 池の個体数と大きさ



## 5.考察

2018年と2023年の結果を見ると、どちらの年も夏の池に個体数が多い。2023年の体長組成のグラフから、夏の池の個体数が多いのは、体長の小さい個体が集まっていることによるものと分かる。今までの本校の研究からも、池が稚魚にとって重要な環境であることが示唆されており、今年度も同じ傾向が見られた。

池の夏の個体数が、2018年より2023年の方が少なくなっており、減少している。ここ数年、池の遷移が進んでおり、水深が浅くなり、稚魚にとっても池が生育しにくい環境になっていることが考えられる。

## 5.今後の展望、反省

これまでの調査によって、春に生まれた稚魚にとって池が重要な生息場所になっているのではないかと考えたが、近年、池は遷移が進んでいて、水が減少してきている。稚魚の生息地を確保するため、池を掘り返すことが必要であると考えている。近々池を掘り、元の環境に戻し、その後の個体数の変化を調査していきたい。

<memo>

<memo>



**第 56 回 生物研究の集い 要旨集（口頭発表編）**

主催：東京生物クラブ連盟

会場：東京農業大学 百周年記念講堂

日時：2024 年 2 月 18 日

学校名：

氏名：

---