

# 第56回 生物研究の集い 要旨集

---

---



東京都市大学附属中学校・高等学校 高田恵吾  
「餌を受け渡すトゲアリ」

## 口頭発表編

主催	東京生物クラブ連盟
日時	2024年2月18日 9:00～
場所	東京農業大学百周年記念講堂



学 校 長 各 位  
生物ご担当教諭 各位  
生物クラブ顧問 各位

東京生物クラブ連盟 代表 武中 豊

## 第56回 「生物研究の集い」のお知らせ

拝啓

厳寒の候、時下ますますご清祥のこととお慶び申し上げます。  
時程、研究発表校が決まりましたので、お知らせいたします。

敬具

記

1. 主 催 東京生物クラブ連盟
  2. 期 日 2024年2月18日(日) 9:00~17:00 (時間に変更になる場合があります)
  3. 場 所 東京農業大学百周年記念講堂  
〒156-8052 東京都世田谷区桜丘1-1-1 17号館 \*受付 1号館
  4. 参加資格 東京及び近郊の中学・高等学校の生物部員(原則として引率して下さい。)
  5. 持 ち 物 要旨集(東京生物クラブ連盟ホームページからダウンロードして各校で印刷をお願いします)  
昼食 なお、ごみはお持ち帰りください。
  6. 参 加 費 生徒1名100円  
連盟費3000円は当日受付しております。
  7. 発表者打合せ 事前打ち合わせは行いません。
  8. 問合せ先 東京農業大学第一高等学校 ☎03-3425-4481 ✉kingyokun17@yahoo.co.jp  
東京生物クラブ連盟 HP URL:<http://www-cc.gakushuin.ac.jp/~bhs-bio/>
  9. 発表資料 要旨とは別に資料を用意される発表者は、450部お持ち下さい。
  11. 当日の流れ
- 【司会】 午前の部 香蘭女学校 午後の部 世田谷学園中学高等学校
- 8:30 受付開始
  - 9:00 開会式
  - 9:20 口頭発表6件(発表時間は各校10分、その後質疑応答)
  - 11:00 展示発表見学、昼食
  - 13:20 顧問打ち合わせ
  - 13:40 口頭発表5件(発表時間は各校10分、その後質疑応答)
  - 15:30 閉会式(賞状授与 ほか)
  - 16:30 展示片付け、解散

\*見学参加

東京都市大学附属中学校・高等学校、創価高等学校

【口頭発表】

1. 都立林試の森公園におけるチョウ相の調査 / 攻玉社中学校・高等学校 生物部 チョウ班
2. オオバコを踏みつける圧力と成長促進の関係 / 昭和女子大学附属昭和中学校
3. 粘菌の飼育方法~最適な環境を目指して~ / 香蘭女学校
4. 多摩川におけるカモ類及びクイナ類の個体数調査 / 武蔵高等学校中学校 生物部
5. アリグモの雄における大型化した鋏角のメリットとデメリット / 芝中学校高等学校
6. 八王子市谷地川における水生生物の分布と水質評価 / 東京純心女子中学校・高等学校
7. 乳酸菌は植物の成長にどのような影響を与えるのか / 創価中学校
8. クラスで卵を育てたら / 東京農業大学第一高等学校中等部 生物部
9. 浮稲における伸長を促す IAA と GA の役割 / 東京農業大学第一高等学校 生物部
10. ミツバチが形成する生きた鎖 V / 安田学園中学校高等学校 生物クラブ
11.  $\mu$ CT を用いたホシザメの歯と部位別の鱗の構造的比較 / 青稜高等学校

## 【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

【要旨集イラスト】

東京都市大学附属中学校・高等学校 高田恵吾

獨協中学高等学校 高校3年 加藤空斗

創価中学校 中学2年 関英明 中学2年 溝江瑛菜 中学2年 笹川芽生

学習院女子中・高等科 高校2年 松本唯花

# 1 都立林試の森公園におけるチョウ相の調査

攻玉社中学校・高等学校 生物部 チョウ班

## 1. 動機・目的

本研究は、2015年度から継続して実施した調査の結果をもとに、林試の森公園の生態系や、気候変動の影響、外来種の問題などについて考察することを目的としている。

## 2. 方法

公園内における様々な植生の区域を通るような調査ルートを事前に決定し(図1)、そのルートに沿って捕獲、観察されたチョウを記録するといったトランセクト法を用いて調査を行った。

## 3. 調査の結果

2023年度の調査では、27種のチョウを確認した。また、2015年度から2023年度にかけての調査では、計35種のチョウを確認した(図2、3)。

## 4. 調査結果に基づいた考察

### ・植生に基づいた都立林試の森公園の考察

本公園の環境について考察するにあたって、2023年までに確認された35種のチョウを、「フィールドガイド 日本のチョウ(日本チョウ類保全協会・編)」に従い、生息環境別に、「森林性」、「草原性」、また、森林と草原のいずれの環境においても生息する種を「その他」と分類した結果、2015年からの調査において確認された種は、森林性の種が計22種、草原性の種が9種、その他が計4種となり、森林性の種が確認された種の中の6割を占めるといった結果となった。また、本年度における調査で確認された種は、17種が森林性、6種が草原性、4種がその他として分類され、森林性の種の占める割合が6割ほどとなり、例年と同様の結果となった。

本公園は森林環境が豊富であることもあり、このような調査結果は妥当であると考えられる。

### ・気候変動による生態系への影響に関する考察

2015年から2023年にかけて実施した調査において、特に近年になって初めて確認された種に、ムラサキツバメ、ウラナミシジミといった、南方系のシジミチョウである2種がいる。本調査は、開始されたのは2015年であり、長期にわたるデータは集積されていない。そのため、これらの2種が初めて確認されたことと、長期的な気候の変動のデータを結びつけ、一概に地球温暖化が進んでいると考察することは難しいものの、これから先に、温暖化がさらに進んだ場合、こういった種の増加によって公園内の生態系に変化が生じる可能性があるため、今後の展望として、長期にわたって南方系の種の増減を記録し、生態系の変化に着目して調査を実施することが重要であると考えられる。

### ・外来種の及ぼす影響に関する考察

本公園には、特定外来生物であり、エノキを食草とするアカボシゴマダラが生息している。本種の増減が、本種と同じく、エノキを食草とする在来種の種に及ぼす影響についての考察を記す。

グラフは、本種と、エノキを食草とするゴマダラチョウ、テングチョウの増減を表している(図4)。現時点では、アカボシゴマダラの個体数の増減と在来種2種の個体数の増減には相関的な関係がみられ

ないこと、長期的なデータがないことから、現段階ではアカボシゴマダラが在来種の昆虫に与える影響を予測することは難しいとおもわれる。

しかし、本年度の調査では、例年に比べ、本種が多く観察された。今後の展望として、本種の個体数の増加による在来種の増減に着目して調査を実施し、在来種の昆虫に対する影響が顕著である場合には、必要に応じて駆除活動を行うといったことが重要であると考えられる。

### 5. 現段階における結論

本調査において、2024年現在では、考察に挙げたように、本調査の結果と、都立林試の森公園の植生環境が一致することが分かった。また、気候変動や外来種の生息範囲の拡大による生態系への影響への留意が重要である。

### 6. 今後の展望

気候変動による生態系への影響について考察をするにあたって、南方系種の侵入について触れたが、今後は、優占種をはじめとした、普遍的にみられる種の発生の期間を継続的に記録し、それらの期間の変化をもとに気候変動について考察することの必要性が、今後の展望として挙げられる。

図1 調査ルート



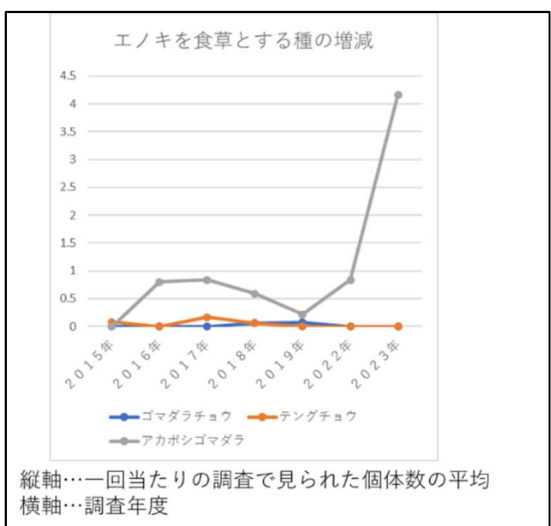
図2 2023年度の調査結果

<p>●アゲハチョウ科 計8種</p> <p>ナガサキアゲハ <i>Papilio memnon</i></p> <p>クロアゲハ <i>Papilio protenor</i></p> <p>ジャコウアゲハ <i>Byasa alcinous</i></p> <p>モンキアゲハ <i>Papilio helenus</i></p> <p>ナミアゲハ <i>Papilio xuthus</i></p> <p>キアゲハ <i>Papilio machaon</i></p> <p>カラスアゲハ <i>Papilio dehaanii</i></p> <p>アオシジリアアゲハ <i>Graphium sarpedon</i></p>	<p>ウラナミシジミ <i>Lampides boeticus</i></p> <p>ヤマトシジミ <i>Pseudozizeeria maha</i></p> <p>ルリシジミ <i>Celastrina argiolus</i></p> <p>ツバメシジミ <i>Cupido argiades</i></p>
<p>●シロチョウ科 計2種</p> <p>キタキチョウ <i>Eurema hecabe</i></p> <p>モンシロチョウ <i>Pieris rapae</i></p>	<p>●タテハチョウ科 計7種</p> <p>ツマグロヒョウモン <i>Argyreus hyperbius</i></p> <p>コムスジ <i>Neptis sappho</i></p> <p>ルリタテハ <i>Kaniska canace</i></p> <p>アカボシゴマダラ <i>Hestina assimilis</i></p> <p>ヒカゲチョウ <i>Lethe sicelis</i></p> <p>サトキマダラヒカゲ <i>Neope goshkevitchii</i></p> <p>ヒメジャノメ <i>Mycalies gotama</i></p>
<p>●シジミチョウ科 計7種</p> <p>ウラギンシジミ <i>Curetis acuta</i></p> <p>ムラサキシジミ <i>Arhopala japonica</i></p> <p>ムラサキツバメ <i>Arhopala bazalus</i></p>	<p>●セセリチョウ科 計3種</p> <p>キマダラセセリ <i>Potanthus flavus</i></p> <p>イチモンジセセリ <i>Parnara guttata</i></p> <p>チャバナセセリ <i>Pelopidas mathias</i></p>

図3 2015年からの調査結果

<p>●アゲハチョウ科 計8種</p> <p>ナガサキアゲハ <i>Papilio memnon</i></p> <p>クロアゲハ <i>Papilio protenor</i></p> <p>ジャコウアゲハ <i>Byasa alcinous</i></p> <p>モンキアゲハ <i>Papilio helenus</i></p> <p>ナミアゲハ <i>Papilio xuthus</i></p> <p>キアゲハ <i>Papilio machaon</i></p> <p>カラスアゲハ <i>Papilio bianor</i></p> <p>アオシジリアアゲハ <i>Graphium sarpedon</i></p>	<p>ウラナミシジミ <i>Lampides boeticus</i></p> <p>ヤマトシジミ <i>Zizeeria maha</i></p> <p>ルリシジミ <i>Celastrina argiolus</i></p> <p>ツバメシジミ <i>Everes argiades</i></p>
<p>●シロチョウ科 計5種</p> <p>キタキチョウ <i>Eurema hecabe</i></p> <p>モンキチョウ <i>Colias erate</i></p> <p>ツマキチョウ <i>Anthocharis scolymus</i></p> <p>モンシロチョウ <i>Pieris rapae</i></p> <p>スジグロシロチョウ <i>Pieris melete</i></p>	<p>●タテハチョウ科 計11種</p> <p>テングチョウ <i>Libythea celtis</i></p> <p>アサギマダラ <i>Parantica sita</i></p> <p>ツマグロヒョウモン <i>Argyreus hyperbius</i></p> <p>コムスジ <i>Neptis sappho</i></p> <p>ルリタテハ <i>Kaniska canace</i></p> <p>ヒメアカタテハ <i>Vanessa cardui</i></p> <p>ゴマダラチョウ <i>Hestina persimilis</i></p> <p>アカボシゴマダラ <i>Hestina assimilis</i></p> <p>ヒカゲチョウ <i>Lethe sicelis</i></p> <p>サトキマダラヒカゲ <i>Neope goshkevitchii</i></p> <p>ヒメジャノメ <i>Mycalies gotama</i></p>
<p>●シジミチョウ科 計8種</p> <p>ウラギンシジミ <i>Curetis acuta</i></p> <p>ムラサキシジミ <i>Arhopala japonica</i></p> <p>ムラサキツバメ <i>Arhopala bazalus</i></p> <p>ミスイロオナガシジミ <i>Antigius attila</i></p>	<p>●セセリチョウ科 計3種</p> <p>キマダラセセリ <i>Potanthus flavus</i></p> <p>イチモンジセセリ <i>Parnara guttata</i></p> <p>チャバナセセリ <i>Pelopidas mathias</i></p>

図4 エノキを食草とする種の個体数の推移





## 2 オオバコを踏みつける圧力と成長促進の関係

昭和女子大学附属昭和中学校3年 東山愛

### 1. 背景・目的

本研究では、オオバコの成長に影響を与える可能性のある要因について調査を行った。通学路におけるオオバコの観察から、通行する人々による踏みつけがオオバコの成長を阻害せず、むしろ促進している可能性があることに気づいた。調べると、オオバコは踏みつけに強い構造を持っており、踏みつけによって、植物を生存・繁殖に有利な形態へ変化させるエチレンという植物ホルモンを分泌し、成長を促進させていることがわかった[1]。しかし、どのくらいの踏みつけ刺激を加えると成長が最も促進されるのかについては、未だ明らかにされていない。まず、予備実験として踏みつけの質量を変えた複数のオオバコの成長を確認したところ、踏みつけによるオオバコの成長には、加える圧力が関与していることが示唆された。これより、踏みつける圧力がオオバコの成長に与える影響を明らかにするという目的のもと本研究を開始した。

### 2. 仮説

オオバコが生育する地域は、一般に人々の往来が頻繁である。予備実験から、人の踏みつけ時の圧力に近い値 ( $1.5 \times 10^4 \sim 2.6 \times 10^4 \text{Pa}$ ) [2] が成長促進に寄与する可能性が示唆された。このため仮説として、本研究では刺激を与えないオオバコと比較して、人の踏みつけ時の圧力よりも弱い刺激または強い刺激を与えたオオバコの成長はあまり促進されない一方、人の踏みつけ時の圧力に近い値の刺激を与えたオオバコの成長がより促進されると仮定した。

### 3. 実験方法

実験対象はオオバコ4株(A、B、C、D)、実験道具には、アクリル板(7cm×9cm)・新聞紙・体重計・カメラを用いた。まず4株それぞれ上から写真を撮り、葉の枚数を数えた。そして、それぞれ無作為に選出した5本の茎の長さの測定を行った。次に図1のような状態を作った後図2のようにアクリル板の上に両手を置いて、オオバコAをControlとし、オオバコBには  $0.5 \times 10^4 \text{Pa}$ 、Cには  $1.5 \times 10^4 \text{Pa}$ 、Dには  $2.5 \times 10^4 \text{Pa}$  となるように重さをかけ、これを7日間、一日1回行った。



図1. 実験方法①



図2. 実験方法②

### 4. 実験結果

本実験から、表1、表2のような結果が得られた。

表1. 葉の枚数変化









	オオバコA(Control)	オオバコB( $0.5 \times 10^4 \text{Pa}$ )	オオバコC( $1.5 \times 10^4 \text{Pa}$ )	オオバコD( $2.5 \times 10^4 \text{Pa}$ )
1日目 (11/24)	 13枚	 12枚	 10枚	 6枚
7日目 (11/30)	 17枚	 17枚	 17枚	 7枚
合計増加枚数	4枚	5枚	7枚	1枚



表2. 茎の長さの変化

\*オオバコDの葉②は測定不可であったため記載していない。

茎の長さ の変化 (cm)	オオバコA	オオバコB	オオバコC	オオバコD
葉①	0.5	0.65	0.1	0.75
葉②	0.9	0.4	0.1	
葉③	0.75	0.8	0.1	1.25
葉④	0.2	0.6	0.05	0.85
葉⑤	0.9	0.8	0.4	0.4
平均値	0.65	0.65	0.15	0.8125

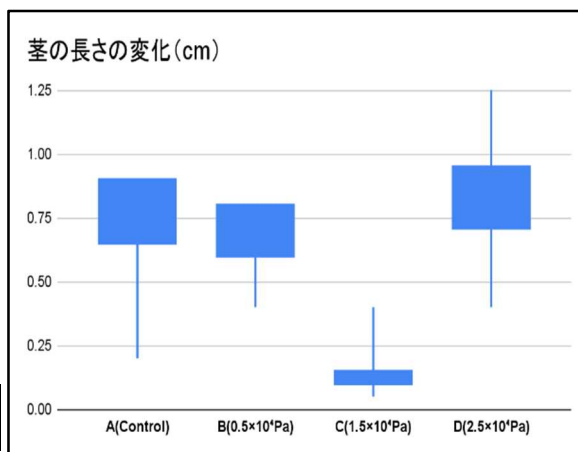


図3. 茎の長さの変化

## 5. 考察

本実験の結果を基に、次のように考察した。表1、2、図3に示される通り、オオバコAと比較すると、オオバコBは同様の成長を示している。一方、オオバコCは葉の枚数が増加し、茎の伸長は少ないのに対し、オオバコDは葉の枚数は増加せず、茎の伸長が顕著であった。これらの結果から、加える圧力の大きさが「成長促進または抑制」ではなく、「生存戦略」に関与するのではないかと考えた。加えてオオバコC、Dにおける生存戦略の背景を以下のように推察した。

オオバコCの場合、適切な圧力（人の踏みつけ時の圧力に近い値）を受けると、光合成により多くのエネルギーを生み出そうとするため、主に葉の枚数の増加により成長する。また特にオオバコCは、4株のうち最も植物にとって有利な形態に近づくように成長しており、これからオオバコの成長に最適な加える圧力は、おおよそ $1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$ であると考えられる。オオバコDは成長に最適な圧力よりも強い圧力がかかることによって、茎を伸長し、より個体の面積を広げていく成長戦略をとっているのではないかと考えられる。

## 6. 結論・今後の展望

予備実験を踏まえた本実験では、オオバコAと比較して、オオバコB・Cは葉の枚数は増加したが茎はあまり伸長せず、オオバコDは葉の枚数は増加しなかったが茎は大きく伸長した。これは、加える圧力の大きさは、オオバコの「生存戦略」に関与するためであると考えた。

しかし、本実験を行った時期はオオバコがあまり成長しなくなる冬の時期であったため、再度春から夏に同様な実験をサンプル数を充実させて行い、データの信憑性を高めていきたい。また、オオバコと系統の近い植物を用いて同様な実験を行うことで、オオバコは踏みつけを活用した生存戦略を進化の過程におけるどの段階で手に入れたのか、またオオバコに加える圧力がどのような機構でオオバコの成長に関わるのか、そして本実験のオオバコDのように、人の踏みつけ時の圧力よりも強い刺激を与えたオオバコが取る生存戦略の背景とはなにかという問いに対する答えのヒントを得ていきたい。

## 7. 参考文献

[1]春原 由香里・塚越 覚・村田 義宏・櫻井 直人・中村 宏二・野間 豊・高橋 英吉「オオバコの踏みつけによる形態変化とエチレン発生」

[2]e-stat 政府統計の総合窓口 「統計で見る日本」

<https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0003224177> 2023年9月6日閲覧

### 3 粘菌の飼育方法 ～最適な環境を目指して～

香蘭女学校高等科2年 自然科学部

宮田ひまり 中野優 小泉実乃里 高桑明日花 金子美優花

#### 1.目的

粘菌に関し、既に広く用いられている飼育方法の改善、及び育成の効率を上げる。

#### 2.方法

##### (1)寒天培地

寒天：水=1:100(条件1のみ), 2r=8.5cm, 圧み=1cm

##### (2)粘菌

9割以上を粘菌が占めている1cm角を切り出し、使用。

##### (3)観察記録

8:00と15:30の日に2回、3日間実施。

シャーレに方眼紙をのせ、粘菌のいる面積を出すことで成長度合いを出した。

マスの半分以上で粘菌ありとカウントした。

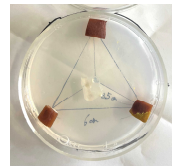
##### (4)実験条件



条件1：寒天培地上に餌を設置

寒天培地上に1辺6cmの正三角形の各頂点に以下の餌を設置する。その中心に粘菌を設置。

- ①シイタケ (a)軸 (b)ひだ (c)カサ
- ②納豆



条件2：培地に餌を入れる

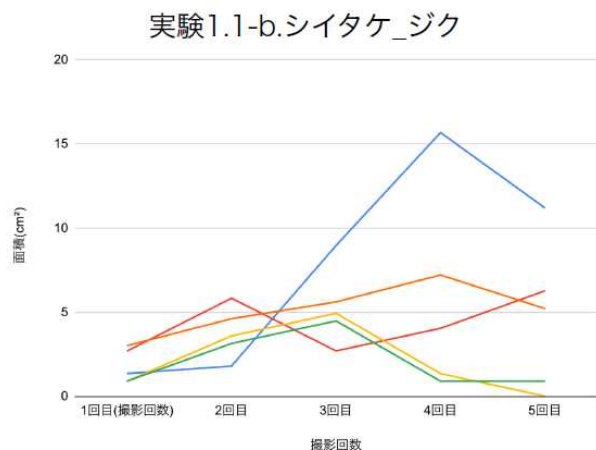
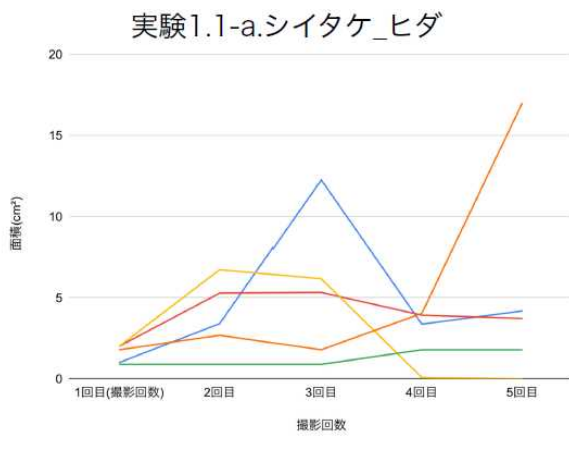
各資料：水=1:9の寒天培地, 中心に1cm角の粘菌を設置。

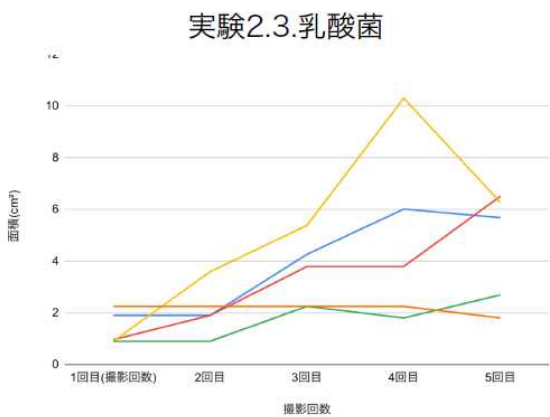
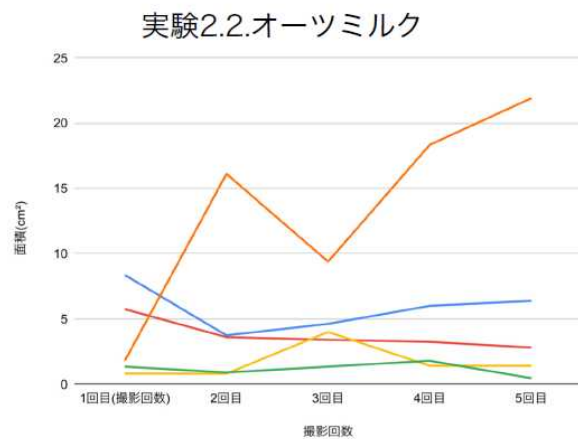
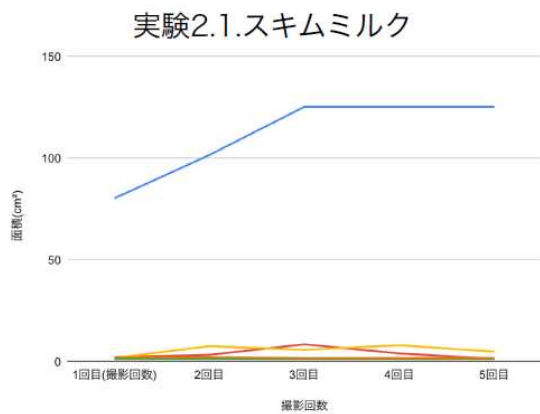
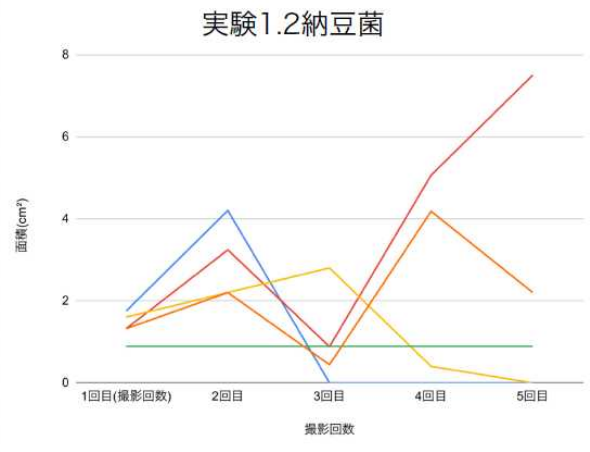
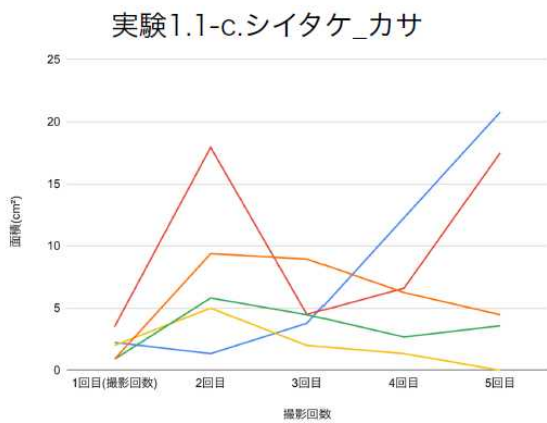
- ①スキムミルク
- ②オーツミルク
- ③乳酸菌



※既に餌と認識している

#### 3.結果 ※各グラフの折線は各シャーレ毎を示す





餌として粘菌が好んでいるのは、シイタケであった→餌の形状による差？

培地自体に餌を入れた場合、成長は早いがかびが生えやすく、腐りやすかった。

#### 4.今後の展望

今回は視覚的のみでの判断であり、本当に餌を好んでいたかの証拠は不十分であった。今後は、粘菌の摂取前後での変化を調べてみたい。

また、昨年度の研究から、酸素が少ない場所での粘菌は休眠をする可能性に関する考察も絡めていきたい。

#### 6.参考文献

- ジャスパー・シャープ,ティム・グラバム,2017,粘菌知性のはじまりとそのサイエンス,誠文堂新光社
- 増井真那,2017,世界は変形菌でいっぱいだ,朝日出版
- 高野丈,2022,世にも美しい変形菌 身近な宝探しの楽しみ方,文一総合出版

## 4 多摩川におけるカモ類及びクイナ類の個体数調査

武蔵高等学校中学校 生物部

高校1年 本多琉惟

### 1. 目的

毎年多くのカモ、およびクイナの仲間が冬鳥として多摩川に渡ってくる。本研究では、多摩川下流のある区間におけるそれぞれの種ごとにおける個体数の変化を調べる。

### 2. 方法

今回調査した場所は図1の区間である。なお図1は図2で示した場所である。丸子橋を境に上流側を第一区間、下流側を第二区間とした。カウント方法は、主にカメラを使用し現場で計測、また帰宅後に撮影した写真で確認する。調査の頻度は主に週一回だが、私的な用事により実施できないこともあった。また、調査時刻は9時～15時だった。

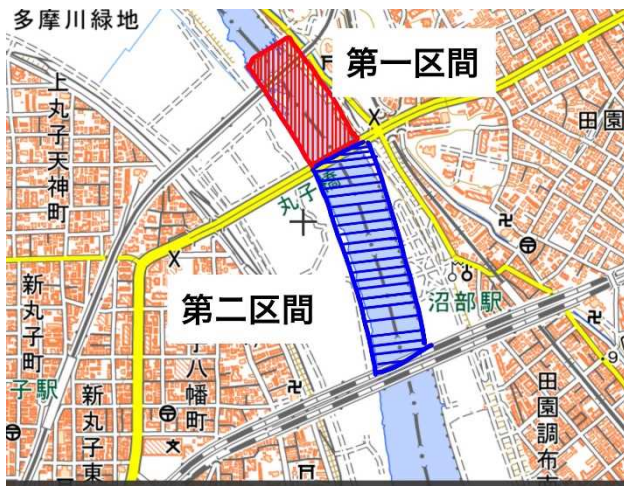


図1 調査区間



図2 図1の場所

### 3. 結果

2024年1月28日時点での結果は表1となる。

第一区画	種類	9月23日	10月1日	10月8日	10月29日	11月5日	11月11日	11月19日	11月26日	12月4日	12月22日	12月31日	1月14日	1月21日	1月27日
第一区画	カルガモ	4	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	コガモ	0	0	0	0	18	7	0	39	37	47	50	22	12	34
	ヒドリガモ	0	0	0	0	0	25	53	98	75	97	96	34	33	25
	オオバン	0	0	0	0	0	7	21	13	26	35	74	44	19	45
	アメリカヒドリ	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	オカヨシガモ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	8	4	3
第二区画	カルガモ	0	4	1	2	0	2	5	2	0	0	0	0	7	0
	オカヨシガモ	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	コガモ	0	4	18	10	32	33	56	13	65	24	31	17	26	78
	ヒドリガモ	0	0	0	0	176	72	47	59	41	49	76	187	142	185
	オオバン	0	0	0	0	26	0	61	83	32	78	63	93	147	117
	ハシビロガモ	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	アメリカヒドリ	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	コガモ	0	4	18	10	50	40	56	52	102	71	81	39	38	112
	ヒドリガモ	0	0	0	0	176	97	100	157	116	146	172	221	175	210
	オオバン	0	0	0	0	26	7	82	96	58	113	137	137	166	162
	カルガモ	4	5	1	2	1	2	5	2	1	0	0	0	7	0
	オカヨシガモ	0	6	6	0	0	0	0	0	0	2	5	8	4	8
	アメリカヒドリ	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	ハシビロガモ	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0

表1 調査結果



今回の調査において多く見られたのはヒドリガモ (*Mareca penelope*)、コガモ (*Anas crecca*)、オオバン (*Fulica atra*) の三種類であった。また、10月1日に冬鳥のコガモとオカヨシガモ (*Mareca strepera*) を初認し、11月5日にヒドリガモとオオバンが初認された。

#### 4. 考察

##### ・主要3種について

まず、最もよく見られたヒドリガモ、コガモ、オオバンの3種について考察する。この3種類に共通する点は、食性が植物性であることがあげられる。また、ヒドリガモとオオバンは陸上に上がり採餌することがある。

そのため、観察した場所ではこのような植物食のカモの餌が多いと思われる。しかしながら、この三種類のみが著しく多い理由は分からなかった。

なお、オオバンは全国的に増加しているが(神山、加藤 2018)、ヒドリガモは個体数の変化なし、コガモは減少しているといわれている(笠原、小山 2010)。今後はオオバンが最も多い種となるかもしれない。

##### ・そのほかの種類について

まず、カルガモ (*Anas zonorhyncha*) は9月23日に唯一確認できた種であることから、調査した場所にてカルガモは留鳥であると考えられる。

次に、初めて確認できた冬鳥のオカヨシガモについて、10月8日に見られなくなってしまったが、12月22日に2羽が見られた。また12月22日から確認され、現在数を増やしている。この理由について、オカヨシガモの行動範囲が広い可能性が考えられる。実際、第1区間よりも上流部や多摩川から近い池などでも同じようなオカヨシガモの群れは見られた。その他、ハシビロガモ (*Spatula chrypeata*) やアメリカヒドリ (*Mareca americana*) がそれぞれ1回のみ確認された。これらは渡りの途中に今回の調査場所に飛来し、すぐにまた別の場所へ渡ったと考えられる。よって、調査区間は渡りの中継地点としての役割があると考えられる。

#### 5. 今後の展望

・今後も、冬鳥のカモ、クイナ類が見られなくなるまで週に1回カウントを行い、データを増やしたい。

・春の渡り際には一時的に飛来するカモを見つけたい。

#### 引用文献

- ・氏原巨雄、氏原道昭(2020)決定版 日本のカモ識別図鑑、誠文堂新光社出版
- ・笠原聡恵、小山和夫 (2010) 日本における越冬水鳥の個体数傾向：1996年から2009年までの参加型モニタリングデータ、日本鳥類学会誌第1号、23-36
- ・バードリサーチ「バードリサーチニュース」2018年7月12日 <https://db3.bird-research.jp/news/201807-no3/> (最終閲覧日 202312月26日)

## 5 アリグモの雄における大型化した鋏角のメリットとデメリット

芝学園生物部 小林陽

### 目的

ハエトリグモ科アリグモ属の雄は、雄同士の闘争行動において大型化した上顎を利用する。上顎を横に開いて見せ合った時の大きさを勝敗が決まると考えられるが、上あごの巨大化はアリ擬態効果の減少、捕食効率の低下（捕食時に邪魔になる）を引き起こす可能性がある。本研究では、アリグモ科の雄の巨大な上顎が有するメリットとデメリットを解明し、上顎が生存上でどのように機能しているのかをアリ擬態との関連性を加味して検証した。

### 実験内容

実験は、上あごのメリットとして雄アリグモの闘争行動における勝率と上顎サイズの関連性を調べた。デメリットとしては、2つの実験を行った。1つめは擬態効果の減少として、アリグモの雄と雌（雌の上顎は他のハエトリグモ類と同程度）、別属のハエトリグモ、クロヤマアリが天敵（本実験ではニホンヤモリを採用）から受ける捕食率の違いを、2つめは捕食効率の低下（上顎を開くのに時間がかかる）として、単位時間あたりのショウジョウバエの捕食数を雄と雌で比較した。

### 結果

メリットの検証では、闘争行動の勝敗は上顎サイズの大きい雄の勝率が高い傾向がみられた。デメリットの検証では、アリグモの雌の単位時間あたりのショウジョウバエの捕食数が雄よりも多くなることが分かった。また、ヤモリからの被捕食実験では、アリグモ属でないハエトリグモは必ず捕食され、クロヤマアリは必ず捕食されないことが分かった。また、アリグモでは雄と雌に関わらず、捕食するヤモリによって被捕食率が変わることが分かった。

### 考察

以上の実験から、オスアリグモの持つ巨大な上顎には、サイズが大きいほど闘争行動において有利になるというメリットと、上顎があることにより単位時間あたりの捕食数が少なくなるというデメリットがあることが分かった。また、ヤモリからの被捕食実験では、アリグモに対するヤモリの捕食行動はそのヤモリの個体によって捕食されるかされないかが決まることが示唆された。

## 6 八王子市谷地川における水生生物の分布と水質評価

東京純心学園高等学校 2年 前田桜来

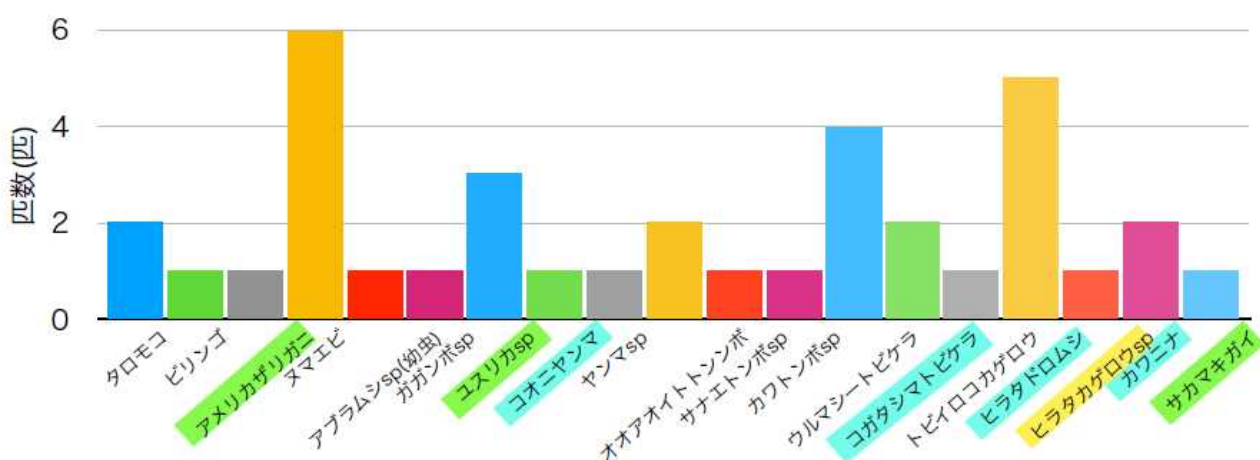
### 1.初めに

学校近くに流れる谷地川にて,2023年5月1日に水生生物の採取をおこなった。最初に想定していたよりも多種多様な生物を採取できたため,報告を行う。

### 2.手順

谷地川で網を使用し採取を行ない,アルコール固定後に種同定を行なった。結果から,環境省全国水生生物に出ている水質階級に当てはめて,谷地川の評価を行なった。

### 3.結果



グラフ1.採取された生物種と個体数

### 4.考察

- ①サナエトンボ(幼),ウルマシートビケラ(幼)など →水質階級Ⅲの生物が生息
- ②コオニヤンマ(幼),カガシボ(幼),カワニナ,ヒラタドロムシ(幼)など →水質環境Ⅱの生物が多く生息
- ③ヒラタカゲロウ(幼)→水質環境Ⅰの生物が生息

上記のことから,採取場所である八王子市の谷地川は水質階級Ⅱの『やや綺麗な川』と評価する。

### 展望と反省

複数名で採取を行なったが,それぞれの注目する場所や狙いとした生物相の相違があったため,採取できた生物に差があった。そのため,水質階級Ⅰの種が少数の採取となった可能性が考えられる。今後,採取方法と採取ポイントの見直しを行い,より多くの種を捕獲することで,正確な分布を出した上で,水質評価を行う。





## 7 乳酸菌は植物の成長にどのような影響を与えるのか

創価中学校 3年

幸野聡、田村百々、菅野聡、帆足琴海、濱野和明

### 【背景】

現在、人間の腸内で様々な良い働きをする乳酸菌が、健康の分野で非常に注目されている。乳酸菌は、人間の体には良い影響を及ぼすことがわかっているが、私はふと、乳酸菌は植物にはどのような影響を与えるのか、疑問に思った。そこで調べてみたところ、韓国の一部地域では乳酸菌が農業用の肥料や農薬の代わりとして用いられていることがわかり、乳酸菌が植物に与える具体的な効果はどのようなものなのか調べることにした。

### 【材料と方法】

乳酸菌含有試料(以下、試料とする)として、市販のヨーグルト4種(A~D)、市販のキムチ、手作りの水キムチ1種を使用した。植物は、カイワレダイコンの水栽培、コマツナとハツカダイコンの土壌栽培で検討した。予備実験の結果、試料の濃度がかかなり影響していると考えられたため、適切な濃度を探るために試料の種類を絞り、次の実験①~④を行った。具体的な方法や、結果と考察は項目毎に以下に示す。

### 【結果と考察】

#### <実験①> カイワレダイコンの水栽培における乳酸菌含有試料濃度の検討

試料の濃度により植物の成長速度に影響があるのかを調べるためにこの実験を行った。試料を水、ヨーグルトA、C、水キムチに絞り、それぞれ100倍、1000倍、10000倍に希釈したものを与えた(キムチはアミノ酸をはじめ多くの成分が含まれているので除外し、水キムチの次に成長が良かった3種を使用した)。また、種子が発芽するまでは水だけを与え、発芽後に、試料と水を2日に1回与えた。3種全ての試料で、水だけを与えたものよりも長く成長した。ヨーグルトAでは1000倍、10000倍希釈が、ヨーグルトCでは100倍希釈が、水キムチでは100倍、1000倍希釈の結果が最も良かった。使用した試料の、タンパク質、脂質、糖質の量は、ほぼ差がなくヨーグルトA(100g中の菌量100億個)、は濃度が低い方が、ヨーグルトC(100g中の菌量20億個)、水キムチは試料の濃度が高い方が成長が良かったため、含有成分ではなく乳酸菌の濃度や種類が影響していると考えられた。

#### <実験②> コマツナとハツカダイコンのプランター栽培

より実際の農業に近い形で乳酸菌の影響を調べるために、肥料の評価でよく用いられるコマツナと、水栽培で評価したカイワレダイコンと同じアブラナ科ダイコン属のハツカダイコンの土壌栽培での実験を行った。プランターに、学校内の同じ場所から採取した土を入れ、それぞれの種子を蒔いた。また、試料は、カイワレダイコンでの実験①で結果の良かったヨーグルトA、水キムチ、および「ヨーグルトAと水キムチを1:1で混ぜたもの」の1000倍希釈液を2日に1回与えた。実験の結果、コマツナは水のみ与えたものの成長が良かった。ハツカダイコンはヨーグルトA、水キムチで成長が良かった。コマツナとハツカダイコンで実験結果に差が生じた原因は、アブラナ属とダイコン属の違いによるものではないかと考えた。また、試料を与えたコマツナの成長が良くなかった理由として、コマツナに含まれるシュウ酸が乳酸によって分解されカルシウムバランスが崩れた可能性が挙げられる。

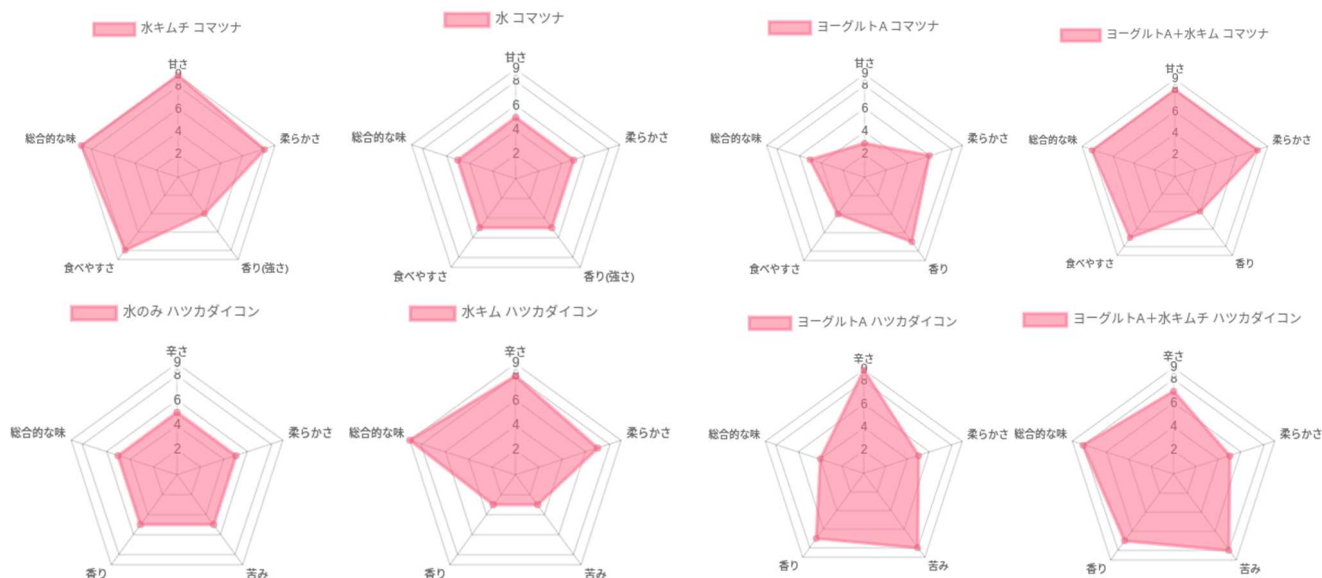
#### <実験③> 乳酸菌による納豆菌や大腸菌の生育抑制効果

乳酸菌を用いた環境に優しい農薬の作製を目指し、納豆菌や大腸菌に対する生育抑制効果を調べた。試料はヨーグルトA~C、水キムチを使用した。納豆菌または大腸菌を固形培地に塗布し、試料を滴下後、室温で数日

間培養した。ろ紙のまわりに透明な部分が見られたため、納豆菌と大腸菌の生育抑制効果があると考えられた。

#### <実験④> 栽培した植物の官能評価

試料を与えて栽培した植物の味・食感・香りの違いを調べた。水のみで育てたものの評価を、中間の5として9段階評価を行った。評価基準は「甘さ・柔らかさ・香り・食べやすさ・総合的評価」の5つとした。コマツナでは、試料を与えたものは全体的に甘さが強く、柔らかくて最も食べやすかった。ハツカダイコンは試料を与えたものは全体的に辛味が強く、食感も試料を与えた方が柔らかく、食べやすかった。



図：官能評価の結果（上段：コマツナでの比較、下段：ハツカダイコンでの比較）

これらの違いが見られた理由として、水キムチに含まれる乳酸菌は、植物のアミノ酸量などに影響を与える可能性が挙げられる。また、乳酸菌の持つ酵素はイソチオシアネートに影響を及ぼすと文献にあったため、イソチオシアネートを含むアブラナ科の植物に乳酸菌を与えて育てると辛味が増す可能性があると考えられた。

#### 【今後の予定】

植物の成長や含有成分（辛味など）について再現性を確認する。将来的には、食品廃棄物と乳酸菌を利用して環境に優しい肥料を作ることを目指し、給食残渣を活用して肥料作りを試みる。

#### 【謝辞】

本研究は、株式会社リバネス サイエンスキャスル研究費 アサヒ飲料賞 2023 の助成を受けて実施しました。関係各位に厚く御礼申し上げます。また、研究のアドバイスを頂きました、アサヒ飲料株式会社の園田様、株式会社リバネスの立花様、大腸菌用の培地等をご提供頂きました、創価大学理工学部黒沢教授へ感謝申し上げます。

#### 【参考文献】

- ・EM GROUP JAPAN 「韓国の密陽市で農業用有用微生物供給量」  
(<https://www.emro.co.jp/news/detail/1721>)
- ・奈良女子大学 「乳酸菌と植物の共生」 ([https://nwuss.nara-wu.ac.jp/media/sites/11/ssh08\\_12.pdf](https://nwuss.nara-wu.ac.jp/media/sites/11/ssh08_12.pdf))
- ・株式会社カクイチ 「農業に役立つ微生物「乳酸菌」。乳酸菌が農作物にもたらす効果とは。」  
(<https://www.kaku-ichi.co.jp/media/crop/microorganism/effect-of-lactic-acid-bacteria>)
- ・松井三郎ら「乳酸菌 *Lactobacillus fermentum* 403 菌が生成するオーキシニン・サイトカイニンの分析方法の開発—プロバイオティク環境農業への応用原理」 ([https://www.jstage.jst.go.jp/article/jswtb/48/3/48\\_117/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jswtb/48/3/48_117/_pdf))

## 8 クラスで卵を育てたら

東京農業大学第一高等学校・中等部



## 9 浮稲の伸長を起す IAA と GA の役割

東京農業大学第一高等学校中等部

生物部尾瀬班 秋本千尋 原優花

今夏、お茶の間の話題になった某自動車販売会社の店舗前植栽への除草剤散布事件をご存じだろうか。この事件は、世間で植物に対する伸長阻害物質の効果が大きく注目されるきっかけとなった。それに対し私たちは、植物の伸長阻害条件でもオーキシンの単独投与効果によって伸長が可能となることを発見した。これは、植物ホルモンの1種であるオーキシンの新しい効果である。今回の研究にご協力いただいた名古屋大学の芦荻教授は、浮稲が出穂期以外にも GA の投与によって伸長するという世界的発見をされた（※1 2018 年 nature）。その論文中で浮稲は GA のみにより伸長することが分かっている。しかし、それに反して芦荻教授の指導の下で私たちが実施した実験では、ウニコナゾールを投与した GA 合成阻害条件下でオーキシンを投与すると浮稲が伸長することを発見した

### 【目的】

芦荻教授の指導の下、浮稲を用いた節間伸長植物伸長機構におけるオーキシン (IAA) 投与によるジベレリン (GA) 産生のしくみ、GA 産生の過程を解明する。

### 【実験、結果、考察】

#### ①浮稲に対する IAA の伸長促進最適濃度の解明

**実験 1** IAA の最適濃度を調べる為  $10^{-3}$  ~  $10^{-6}$  M の IAA を浮稲に投与し伸長を調べる。

結果：浮稲の伸長に対する IAA の効果は  $10^{-3}$  M は伸長抑制、 $-5$  から  $-4$  M で最適濃度となり伸長を促進する。

考察：以下、この最適濃度 (IAA  $10^{-5}$  M) で実験を行う。

#### ②IAA が GA を産生する新発見の検証

**実験 2** 内生 GA の無い条件 (GA 合成阻害物質ウニコナゾール投与) 下で、IAA 独自の浮稲伸長促進効果を確認する。

結果：GA 合成阻害条件下で IAA を投与した浮稲株は水 (内生 GA のポジティブコントロール) 区と同等にまで伸長促進効果が回復した。

考察：IAA はウニコナゾールの GA 合成阻害により抑制された浮稲の伸長を促進し、水で育てた時に浮稲内に産生される内生 GA と同等の伸長促進効果を持っている。

**実験 3** ウニコナゾールによる浮稲の内生 GA 合成阻害下で、IAA 投与により浮稲生体内に GA が産生されることを、液体クロマトグラフィーを用いて確認する。

結果：GA 合成阻害条件下に IAA を投与した株から水よりも多い GA を検出した。

考察：IAA は何らかの過程を通し、浮稲の生体内で GA を産生し伸長促進効果を持つ。

#### ③IAA がエチレンを産生していることを確認

**実験 4** ①で確認した最適濃度 IAA で伸長促進効果が認められた浮稲からスクイーズ法で気体 (エチレン) を捕集。黄化アラスカエンドウを用いた 3 重反応※6 で、IAA によって浮稲内のエチレンが産生されていることを検証する。

結果：黄化エンドウの伸長が少ないほどエチレンが多い。「オーキシン濃度の増加とともにエチレン生成量も増加する」※7 実験結果はこの引用知見と一致し、エチレン産生量は IAA 濃度に伴い増加していて、水で栽培した浮稲よりも多いことが解る。IAA  $10^{-3}$  のエチレン量自身は高かったが、この高濃度

の IAA は浮稲の伸長を抑制する。

考察：IAA はエチレンを産生している。

#### ④IAA による浮稲の伸長機構の証明

**実験 5** 最適濃度範囲の IAA(10<sup>-5</sup>M, 10<sup>-4</sup>M)投与時の浮稲の GA 産生量を検量する。

結果：IAA10<sup>-5</sup>、-4 M の投与区の浮稲生体内で産生される GA は、ポジティブコントロールの水区で産生される内生 GA 量を上回っている。

考察：エチレン生成増加が認められた最適濃度の IAA は、産生する GA 量も多い。

#### 【結論】

従来知見である浮稲の伸長機構は、水深ストレス→エチレン→GA→伸長という流れである。それに対し私たちは IAA がエチレン、GA 両者の原因物質であると証明した。つまり、芦荻教授の知見に当てはめると浮稲の新たな伸長機構として IAA→エチレン→GA→伸長という IAA 投与が水深ストレスに当たる可能性が生まれた。

#### 【展望】

IAA の投与と GA の産生をつなぐ仕組みが、芦荻教授の発見した機構によるものなのか、別の新しい合成の経路があるのか、今後の実験で摂動を加え、今回の発見で生じた GA 合成過程に関する未解明のブラックボックスの部分を明らかにしたい。また、広く知られている一般的な植物について「ジベレリンが向きをそろえオーキシンが伸長作用を示すことで協調的に細胞を伸長させる」※2 という教科書上の知見がある。これに相対する浮稲で発見した今回の IAA による GA の産生の仕組みが、浮稲以外の節間伸長植物や一般の植物にも通じるものかは、この知見に対しても明らかにしなくてはならない点である。

#### 【参考文献】

※1 Ethylene-gibberellin signaling underlies adaptation of rice to periodic flooding|MOTOYUKI ASHIKARI SCIENCE VOLUME 361|ISSUE 6398|13 JUL 2018

※2 高校生物 植物生理 オーキシンの性質 (2) 映像授業 Try IT (トライイット)

※3 高等学校生物/生物 I/環境と植物の反応の反応 | 啓林館 | 2008 年

※4 浮イネ生存戦略におけるジベレリン応答性因子の探索|名古屋大学生物機能開発利用研究センター 芦荻 基行

※5 浮イネという生き方～エチレン情報伝達を介した洪水耐性機構～ 芦荻研究室

※6 Endogenous Ethylene Levels in Leaf Sheath and Panicle of Rice Plant|Hiroyasu MICHİYAMA,Hitoshi SAKA

※7 植物の広場 植物 Q&A 植物ホルモンの最適濃度 日本植物生理学会

※8「浮稲」の仕組みと起源を解明！～洪水で沈んでも背を伸ばして生き延びる～ | 芦荻基行

※9 高等植物におけるエチレン生合成系酵素の転写後制御機構に関する分子遺伝学的解析|吉田 均

## 10 ミツバチが形成する生きた鎖V

安田学園高等学校 生物部 中村薫（高2）

### 1. 研究背景

セイヨウミツバチ (*Apis mellifera*) は木のうろや空洞に巣（巣板）を造る。巣板は六角形のハニカム構造でできた板状の蜜蝋できており、天井から建造される。この巣板の下から働き蜂が脚を連結させて巣内の空間にぶら下がる奇妙な群行動が観察できる（図 1a）。この行動は「生きた鎖（festoon）」と呼ばれ、巣造り蜂が造巣のためにぶら下がっていると見做されてきた。しかし、この解釈に対する直接的な証拠は存在せず、行動の仕組みや役割について十分に説明できていない（Muller and Hepburn 1992）。以上の背景から安田学園生物部では生きた鎖の役割の解明に向けて5年間研究を続けている。これまでの実験の結果、1) 生きた鎖は巣門（巣箱の出入り口）側に形成されやすいこと、2) 生きた鎖の位置を巣門から巣の後ろ側に移動させてから2時間後に生きた鎖が巣門側に再形成されること、の2点を明らかにした。しかし、この群行動の形成メカニズムや役割を合理的に説明するまでには至っていない。

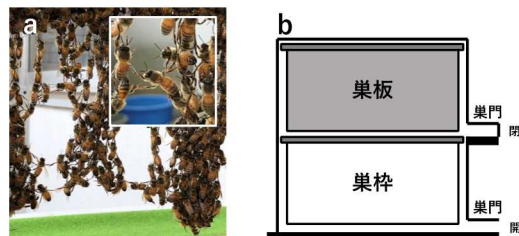


図1 a 巣箱に形成された生きた鎖全体と拡大した写真。b 二段式観察巣箱の模式図。上段に巣板、下段に巣枠、上段と下段に開閉できる巣門がある。

### 2. 研究目的・意義

上記の背景から、生きた鎖の形成メカニズムとその役割のさらなる理解に向けて、新たな研究課題を設定した 1) 巣板と巣門（巣箱の出入り口）の距離が生きた鎖の形成規模に与える影響、2) 生きた鎖の形成メカニズム、3) 生きた鎖と日齢分業との関連性、4) 生きた鎖に参加した蜂の役割、の4点について行動実験を実施し、生きた鎖の至近要因と究極要因の解明を目指した。

### 3. 研究方法

#### (1) セイヨウミツバチ *Apis mellifera*

実験には、安田学園高等学校南館屋上で飼育しているセイヨウミツバチ (*A. mellifera*) の巣を使用した。働き蜂数 4000 匹程度のコロニーを、上段に巣板（六角形の巣房が並んだ巣本体）、下段に巣枠（巣板ができていない木枠）を入れた二段式観察巣箱（図 1b; 横 53.0cm×高さ 52.5cm×幅 7.0cm）に移して実験に用いた。

#### (2) 巣門から巣板までの距離を近づけた際の生きた鎖の形成規模の変動の測定

巣門から巣板までの距離や位置関係が生きた鎖の形成に及ぼす影響を調べるために、巣門の位置を変化させ、その後の鎖の形成規模を測定した。実験初日に下段の巣枠に形成された生きた鎖全体を iPad で撮影した。その後、巣門から巣板までの距離を近づけるために、下段の巣門を閉じて上段の巣門を開放した。翌日から3日間、朝、昼、夕方に巣枠内の鎖全体を撮影した。入替後3日目の夕方の撮影後、上段の巣門を閉じ、下段の巣門を開放することで、巣門と巣板の位置関係を元に戻した。翌日（再入替後）の朝、昼、夕方に鎖全体を撮影し、その形成規模を確認した。撮影した動画をもとに、巣枠全体を 1.5cm 四方の区画（縦 14 マス、横 29 マス）に区切り、生きた鎖が観察できた区画の位置と区画数の合計を測定日時ごとに記録した。測定は3つのコロニーで行い、経過日数と生きた鎖の形成区画数との関係はコロニーの違いを変量効果とした一般化線形混合モデル（GLMM）で分析した。

#### (3) 生きた鎖に参加する蜂と離脱する蜂の位置と個体数の記録

生きた鎖の形成メカニズムを明らかにするために、生きた鎖に参加する蜂（以降、参加蜂）と脚の連結を解いて生きた鎖から離脱する蜂（以降、離脱蜂）の位置と個体数を記録した。二段式観察巣箱内に生きた鎖が形成されていることを確認した後、鎖を造っていたすべての蜂を巣門の前にふるい落としした。落ちた蜂たちは巣門から巣内に戻り、生きた鎖を再形成する。この性質を利用して、下段の再び造られていく生きた鎖を 40 分間 iPad で動画撮影した。後日、巣枠に設けた 3cm 四方の区画ごとに、5 分おきに 5 分間、参加蜂と離脱蜂の数を記録した。生きた鎖の形成と参加蜂及び離脱蜂の個体数の変化は固定効果に観察時間、応答変数に 1 区画あたりの参加蜂あるいは離脱蜂の個体数、変量効果を区画の位置の違いと実験したコロニーの違いとした GLMM で分析した。蜂が生きた鎖のどこから参加し、どこから離脱するのかを調べるために、鎖の辺縁部とそれ以外の区画（上部）に分けて、1 区画あたりの個体数を比較した。固定効果に場所の違い、応答変数に 1 区画あたりの参加蜂あるいは離脱蜂の個体数、変量効果を時間の違いとコロニーの違いとした GLMM で分析した。

#### (4) 生きた鎖を形成する蜂の日齢の推定

働き蜂は羽化後の日数（日齢）に応じて仕事内容が変化する日齢分業という性質を持つ（原野 2017）。生きた鎖と日齢分業との関係を調査するために、鎖にいた蜂の日齢を推定した。ミツバチの頭部にはロイヤルゼリーを分泌する下咽頭腺を有し、若い蜂で発達している（久保ら 1996）。よって、各日齢の蜂と生きた鎖を形成している蜂の下咽頭腺の房の長径と短径を比較することで、鎖をつくる蜂の日齢を推定した。



## (5) 生きた鎖を形成する蜂の蜜胃内容物の体積と糖度の測定

ミツバチは花蜜や蜂蜜を貯蔵できる蜜胃を持つ。生きた鎖に参加する蜂が一時的な蜜の貯蔵庫として機能しているのか調べるために、巣板上にいた蜂と鎖を形成していた蜂の蜜胃を比較した。6日齢、9日齢、12日齢、15日齢に巣板上にいた蜂と生きた鎖にいた蜂を6匹ずつ回収し、摘出した蜜胃内の蜜の体積と糖度、糖の質量を測定した。蜜胃の体積と糖度、糖の質量の関係は、固定効果に巣板上にいた蜂あるいは鎖を形成していた蜂、応答変数に蜜胃の体積、糖度、糖の質量のいずれか、変量効果をコロニーと日齢の違いとした GLMM で分析した。

## 4. 結果・考察

### (1) 巣門から巣板までの距離を近づけた際の生きた鎖の形成規模の変動の測定

巣門を入れ替えて巣門から巣板までの距離を近づけた結果、入替前から入替後3日目において、経過日数と生きた鎖の形成区画数との間に有意な負の回帰が認められた (GLMM,  $p < 0.01$ )。入替後3日目から再入替後にかけては、経過日数と生きた鎖の形成区画数との間に有意な正の回帰が検出された (GLMM,  $p < 0.01$ )。したがって、巣門から巣板までの距離が近いと鎖の形成規模は低下することがわかった。この結果は、生きた鎖が巣板から巣門の空間を埋めるように形成することで、採餌蜂の移動通路や仮の巣板としての役割があることを示唆している。

### (2) 生きた鎖に参加する蜂と離脱する蜂の個体数

参加蜂と離脱蜂の個体数を調査した結果、観察時間と参加蜂数の間に有意な負の回帰が検出された (GLMM,  $p < 0.001$ )。同様に観察時間と離脱蜂数の間にも有意な負の回帰が検出された (GLMM,  $p < 0.05$ )。形成開始から36分後に参加蜂と離脱蜂の数が同数となり、鎖の伸長が見かけ上停止した。この結果は、生きた鎖が絶えず参加と離脱を繰り返す「動的平衡」を示す群行動であることを意味する。観察時間ごとに参加蜂数から離脱蜂数を引くと、5分間・1区画 (3cm×3cm) あたりの増加数が算出でき、平衡状態に達した36分までの蜂の増加数を合計すると10匹となった。つまり、生きた鎖は1区画あたり約10匹の蜂で構成され、個体数が最適化されていることがわかった。個々の蜂が生きた鎖のどこから参加、離脱しているのか調べた結果、鎖の辺縁部から参加した蜂の数は上部から参加した蜂の数よりも有意に多かった (GLMM,  $p < 0.001$ )。同様に、離脱蜂数についても辺縁部から離脱した蜂の数が上部から離脱した数よりも有意に多かった (GLMM,  $p < 0.05$ )。したがって、個々の蜂は生きた鎖の辺縁部から出入りすることがわかった。

### (3) 生きた鎖を形成する蜂の日齢の推定

生きた鎖を形成している蜂の日齢を推定するために生きた鎖を形成する蜂の下咽頭線の大きさを測定した結果、長径が  $111.27 \pm 5.02 \mu\text{m}$ 、短径が  $78.60 \pm 2.94 \mu\text{m}$  となった。長径、短径共に、鎖を形成する蜂の95%信頼区間が6日齢から15日齢と重なったことから、生きた鎖を形成する蜂は日齢の若い内勤蜂であることが推定できた。

### (4) 生きた鎖を形成する蜂の蜜胃の体積と糖度の測定

生きた鎖が蜜の貯蔵庫として機能しているのかを調べるために、巣板上の蜂と鎖蜂の蜜胃の体積、糖度、糖の質量を比較した。その結果、蜜胃中の蜜の体積と糖の質量は、巣板上にいた蜂よりも鎖蜂の方が有意に高かった (GLMM, 体積;  $p < 0.001$ , 糖の質量;  $p < 0.05$ )。一方、蜜胃中の糖液の糖度は巣板上にいた蜂と鎖蜂の間で有意な差は検出されなかった (GLMM, NS,  $p = 0.14$ )。よって、生きた鎖を形成する蜂は、巣板上にいる同じ日齢の蜂よりもより多くの蜜を貯蔵していることがわかった。

## 5. 結論及び今後の展望

本研究から、1) 巣板から巣門までの距離を近づけたことで生きた鎖の形成規模が低下すること、2) 生きた鎖が絶えず参加と離脱を繰り返す「動的平衡」を示す群行動であること、3) 3cm四方の生きた鎖は約10匹の蜂で構成されていること、4) 個々の蜂は生きた鎖の辺縁部から参加、離脱すること、5) 生きた鎖は6日齢から15日齢の内勤蜂によって形成されていること、6) 生きた鎖を形成する蜂は巣板上にいた同じ日齢の蜂よりも多くの蜜を蜜胃に貯蔵していること、の6点が明らかとなった。生きた鎖は巣板から巣門までの空間を埋めるようにぶら下がり、参加と離脱を繰り返す動的平衡によってその規模と個体数が最適化される自己組織化を有していた。さらに、日齢の若い内勤蜂が多くの蜜を蓄えてぶら下がることで蜜の一時的な貯蔵や採餌蜂の移動通路のための「仮の巣板」としての役割を持つ可能性も示唆された。今後は、生きた鎖への参加や離脱を促す環境因子があるのか、貯蔵された蜜がどのように利用されるのか、といった課題について調査していきたい。このユニークな群行動の研究は、ミツバチの自己組織化の理解だけでなく、群知能や群ロボットといった工学分野への発展にも寄与するだろう。

## 引用文献

- 原野健一. 2017. ミツバチの世界へ旅する. 東海大学出版部.  
久保健雄, 大橋一品, 竹内秀明, 澤田美由紀, 上川内あずさ, 名取俊二. 1996. ミツバチの分子社会生物学. 化学と生物. 34: 793-798.  
Muller W. J. and Hepburn H. R. 1992. Temporal and spatial patterns of wax secretion and related behavior in the division of labour of the honeybee (*Apis mellifera capensis*). J. Comp. Physiol. 171: 111-115.  
Tautz J. 2010. ミツバチの世界. 丸善株式会社.

# 11 $\mu$ CT を用いたホシザメの歯と部位別の鱗の構造的比較

青稜高等学校

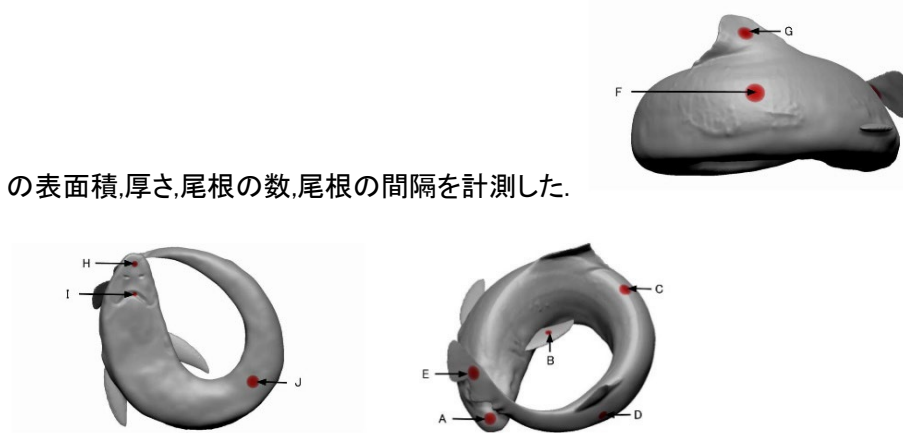
栗山奈月(高2)

## 【背景・目的】

サメの歯は鱗が起源である(後藤,1976,207)ことが発生学的に知られているが,構造的には明らかにされていない。また,サメの鱗は体の場所により形が異なることが知られている(Bechert et al 2000a, 2000b, Reif 1982, 1985a, 1987)。そこで,先行研究(Reif 1985, Raschi & Tabit 1992)に基づき様々な部位の鱗を構造的に比較するとともに,歯と鱗の関連性について同様に構造的に比較することでサメの歯と鱗の起源について考察しようと考えた。

## 【方法】

まず,歯と鱗 A - J の計 10 カ所を 5 mm  $\times$  5 mm にカッターで切り取り, $\mu$ CT スキャンした。次に,10 カ所からそれぞれ 20 個ずつ計 189 個の歯と鱗をランダムに選んだ(ただし歯 I はスキャンできた 9 個のみ)。そして,鱗 1 つ 1 つ



の表面積,厚さ,尾根の数,尾根の間隔を計測した。

図 1: $\mu$ CT スキャンした部位

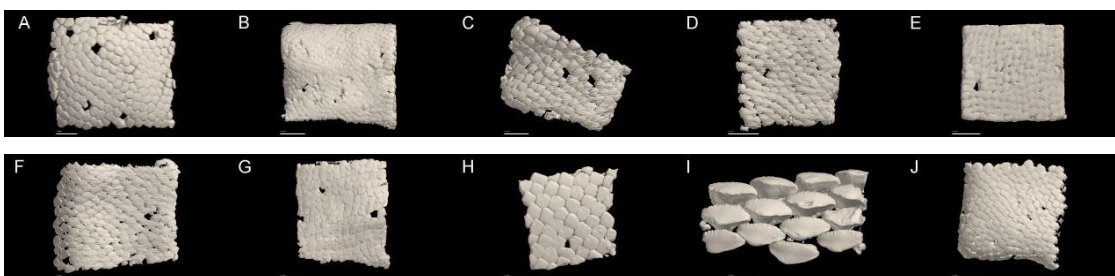


図 2:A - J の  $\mu$ CT 画像



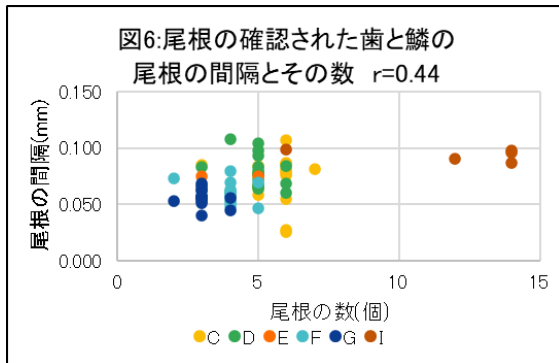
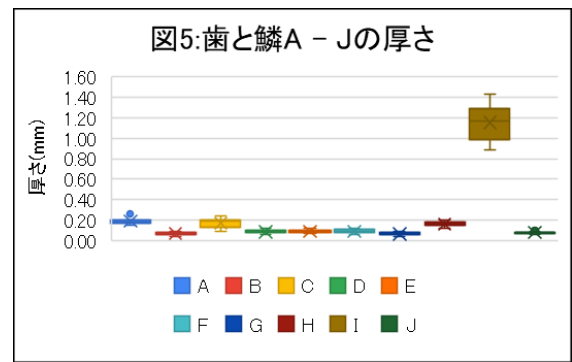
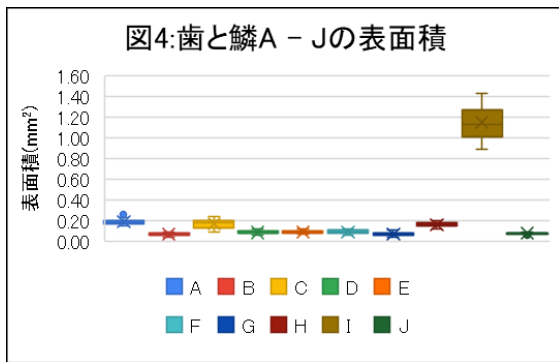
図 3:計測した部位

## 【結果・考察】

ホシザメは浅い海域に生息するにも関わらず、体の側面やヒレの鱗は、薄く尾根のある遠洋性のサメの鱗の特徴(Reif 1985, Raschi & Tabit 1992)が見られた。一方腹側の鱗は厚く大きかった。これは海底に生息するサメの鱗の特徴と共通している。

また、ホシザメの歯と体の側面やヒレの鱗の構造的関連性は尾根と支柱を持つことだ。しかし歯の尾根の隆起が小さかった。

これらの結果と先行研究(後藤, 1976, 207)より、ホシザメの歯や鱗は元々どちらも尾根のある形をしていたが、腹側の鱗はホシザメは海底に生息しているため摩擦のある海底の環境に適応して厚く尾根のない鱗を獲得し、一方歯は鱗にある尾根が持つ抵抗の軽減という役割が、餌をかみ砕くためには必要でなくなったため退化したと考えた。



<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：

---