

第19回「科学の芽」賞 応募用紙

受付番号 : SJ1197

応募部門 : 中学生部門

応募区分 : 個人応募

題名 : 巣と獲物の認識方法から考えるクサグモの狩り

学校名 : 石川県 国立金沢大学附属中学校

学年 : 1年生

代表者名 : 小野 遥紀

※ 個人情報保護のため、入力された項目から抜粋して出力しています。

巣と獲物の認識方法から考える

クサグモの狩り



1年1組

小野遥紀

1. 研究の動機

僕の中学校の植え込みには、たくさんのクモが巣を作っています。特に目立つのはクサグモの巣です。しかし、クサグモの姿を見ることはほとんどありません。

クサグモの巣は大きくて立体的で、よくイラストで見るような円形網 → とは全然違います。

登下校時に毎日眺めていたら、クサグモがあの特徴の巣でどのように狩りをしているのか、どうしてこんなにたくさん増えることができるのか知りたくなったので、夏休みの研究で調べてみようと思いました。



2. 研究の目的

研究の目的は、 1 クサグモの巣の構造と機能を調べる
2 クサグモの狩りの方法を調べる の2つに決めました。

3. 研究の構想

1 巣の構造と機能を調べる

1-1 学校の植え込みのクモの生息数を調べる

周りのクモの種類や大きさ・巣の場所から、クサグモが獲物とする虫を考える

1-2 巣の構造を調べる

1-3 巣の部位別の糸の機能を調べる

構造と糸の機能から、巣の機能を考える

2 狩りの方法を調べる

2-1 クサグモの体のつくりを調べる

粘着力のある巣にくっつかない理由を調べる

2-2 獲物の認識方法を調べる

視覚・嗅覚・触覚・振動

2-3 どんな振動で獲物と認識するか

自作の装置で周波数を詳しく調べる

2-4 実際の狩りで確認する

これまで調べてきた巣や獲物の認識方法がどのように役立つのか確かめる

4.研究内容と結果

目的1. 巣の構造と機能を調べる

1-1 学校の植え込みのクモの生息数を調べる

まず、通学路の植え込み(高校~小中学校の門まで)に生息しているクモの種類と数を調べました。

結果(7/21)

	生息数	大きさ
1. ジョロウグモ	126匹	7~10mm (幼体)
2. ニホンヒメグモ	93匹	3mm程度
3. クサグモ	63匹	15~20mm
4. ゴミグモ	17匹	2~3mm
5. ハグモ	5匹	2~3mm
6. 不明	18匹	



ジョロウグモが圧倒的に多かったですが、まだ7~10mm程の幼体で、その他のクモは2~3mmでしたので、2cmを超えるクサグモが一番大きく、植え込みに来る大きな虫は、ほぼクサグモの獲物になっていると考えられました。

巣はほぼ植え込みの一番上にあり、100~120cmの間にありました。一番上が好きなのかと思いましたが、駐車場裏の背の高い植え込みや木に作られた巣も、測って見ると104cm、112cm、106cm、119cmと、110~120cmの間にありました。

クサグモは、地面を歩く虫ではなく、飛んでいる虫を獲物としていることがわかりました。地面から離れているのはアリを避けるため、高いところに作らないのは、鳥を警戒しているためかなと考えました。



ここに
巣が
あります



1-2 巣の構造を調べる

クサグモの巣は、立体的な形をしています。たいていは、植え込みの上にシートのように白い糸が大量にはられています。

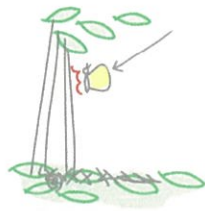


シート状の巣の奥にはトンネルがあり、クモはその中に隠れています。トンネルは、シート状の巣と反対側にも出口があります。上に木等がある場合、縦糸がはられていることもあります。

1-3 巣の部位別の糸の機能を調べる

クサグモは植え込みに飛んでくる虫を獲物とすると考えられるため、巣の機能としては、

1.飛んできた虫が縦糸にぶつかって落ちる



2.シート状の糸の上に落ちた虫を捕まえる



と考えました。そのため

- ①縦糸はかたく、粘着性は無い
- ②シート状の糸はやわらかく、粘着性がある
- ③トンネルの糸はかたく、粘着性は無い

と予想しました。

1-3-① 粘着性 粘着性を調べるため、それぞれの糸に触ってみました。

結果

糸の種類	粘着性	かたさ	伸び
縦糸	0	やわらかい	よく伸びる
シート状の糸	0	やわらかい	すごく伸びる
トンネルの糸	X	すごくかたい	全く伸びない

予想に反して、縦糸にも粘着性がありました。縦糸は飛んできた虫を落とすためのワナではなく、くっつけて捕まえるための巣の一部であることがわかりました。

1-3-② 伸縮性 巣に8x8cmの段ボールを引っ掛けて垂直に引っ張り、何cm伸びるか調べました。

結果

	1回目	2回目	3回目
縦糸	6.5cm	27cm	22cm
シート状の糸	18cm	30cm	25cm

古そうな巣では縦糸の粘着性は低く、引っ張ってもあまり伸びませんでした。



次に縦糸とシート状の糸を15cmのところ指でつまんでどこまで伸びるか引っ張ってみました。巣を変えて3回ずつ行いました。

結果

	1回目	2回目	3回目	平均
縦糸	21cm	25cm	18cm	21.3cm
シート状の糸	35cm	42cm	41cm	39.3cm

シート状の糸の方が、伸縮性が高いことがわかりました。

1-3-③ 耐荷重性

巣に虫がくっついてしまった場合、逃げるためにどのくらいの力が必要なのか調べました。シート状の糸に1-2-②で使用した8x8cmの段ボールを貼り付け、糸の先につけた袋に重りを入れていき、巣からはがれた時の重さを測りました。巣をかえて3回行いました。

結果

剥がれた時の重さは22g、57g、19gで、平均32.7gでした。本で調べたところ、アブラゼミの体重は3g、チョウやガは1g未満、一番重いカブトムシでも10gでした。飛んできた虫が全体重をかけても逃げるのは難しいことがわかりました。



以上①～③の実験結果より、

- ・トンネルの糸はかたくて粘着力は無く、クモの隠れ場所となっている
- ・シート状の巣は伸縮性も粘着力も高く、虫を捕獲するのに重要な役割を果たしている
- ・縦糸も伸縮性や粘着力があり虫の捕獲に役立つが、シート状の部分より弱い

ことがわかりました。

目的2 狩りの方法を調べる

2-1 クサグモの体のつくりを調べる

実験1.-3で、クサグモの巣はトンネル以外ほぼ粘着性があることがわかりました。どうしてクモは巣にくっつかないのか等詳しく調べるため、4匹捕まえてきました。



植え込みの中に立っている木の根元には、よく巣があります

トンネルから出てきたクサグモ



捕まえました↓

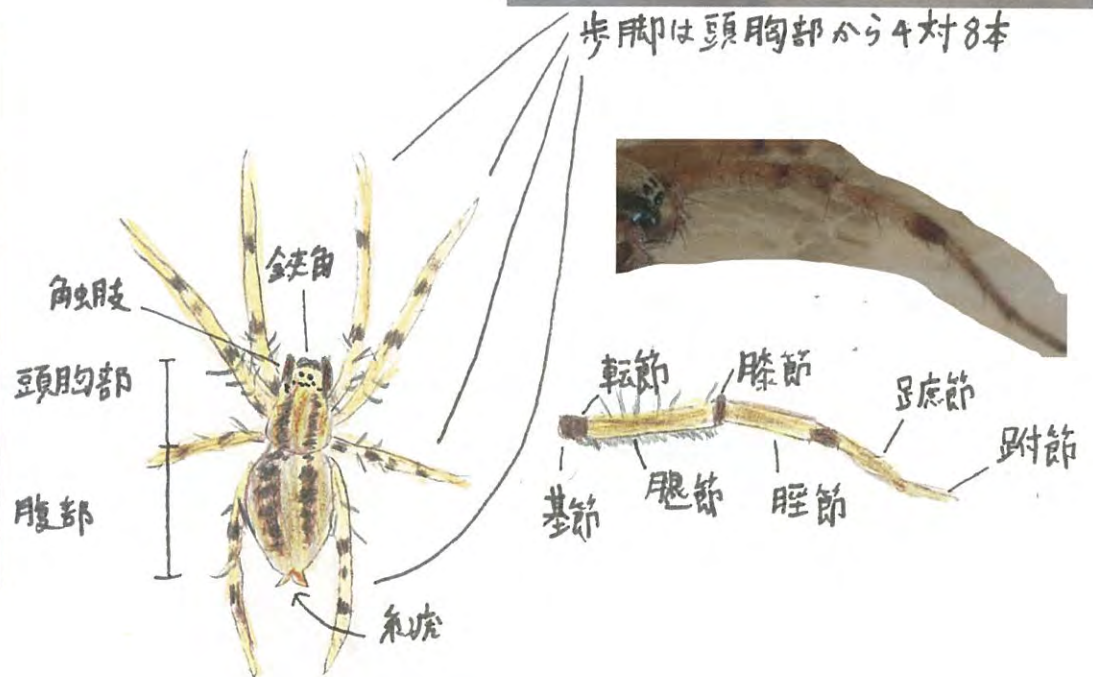


捕まえたクモを詳しく観察してみました

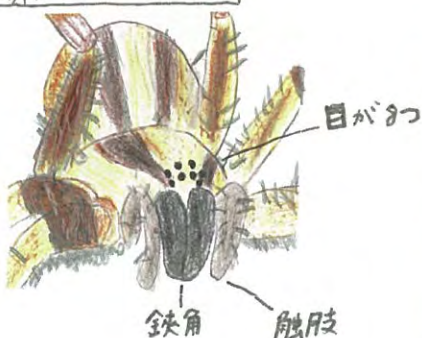
上から見たところ



横から見たところ



顔が大きくしたところ

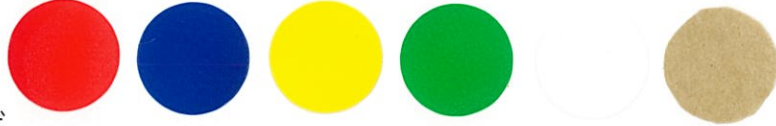


体中、特に体の下には毛がたくさん生えていて、そのせいで粘着性のある巣にくっつきにくいのだとわかりました。

2-2 獲物の認識方法を調べる

クサグモは何で獲物を認識しているか調べるため、捕まえてきた4匹のクモで実験しました。
①視覚、②嗅覚、③触覚、④振動について調べました。

①視覚 クモの目は8個もあります。目の前でいろんな色の丸シールを見せて、どの色なら近づいてくるか調べました。
使用した丸シール



結果：4匹とも反応せず

②嗅覚 綿棒に、バッタの体液・酢・しょう油・油・コーヒーを染み込ませたものを巣糸に触れないように近づけ、反応を調べました。

結果：4匹とも反応せず

③触覚 虫を触らせてみて反応を調べました。

結果：・生きている虫(シジミチョウ・バッタ)・・・反応あり×4

3匹はすぐ抱え込んで牙を突き立てていました。

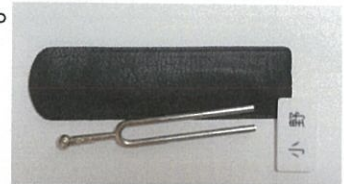
1匹ははじめ逃げましたが、そろそろ近づいてきて抱え込みました。

・死んでいる虫(バッタ・コカマキリ)・・・反応せず×3

巣にのせてみても全く反応しませんでした。触らせてみると、2匹は逃げました。

1匹は数秒周りを回りましたが、すぐ離れてしまいました。

獲物と認識するには、動いていることが重要とわかりました。



④振動 バイオリン用の音叉(442Hz)を巣糸に当ててみました。

結果：2匹はすぐ出て来て音叉に襲いかかり、2匹は無反応でした。3回実験し、3回とも同じ反応だったので、さらに学校の植え込みのクモで実験しました。

シート上の巣の端に、そっと音叉を触れさせました。

結果：反応あり・・・27匹 反応なし・・・13匹

次に実験1-3の結果より、縦糸も獲物を捕まえる役割があると考えられるので、縦糸上端にも音叉を当てて、クモが登って来るか確かめました。

結果：反応あり・・・8匹

反応なし・・・8匹



縦糸の上端まで登ってきたクサグモ

縦糸のある巣が少なかったのでシート状の巣ほどたくさん実験は出来ませんでした。上端に当てるとクサグモは音叉の

ところまで巣を登って来て音叉に音叉に襲いかかりました。

縦糸に当てても出てこなかったクモは、シート状の巣にも出てこなかった。家のクモと同じように、空腹度に関係していると考えられました。



音叉に襲いかかるクサグモ

音叉を当てると、多くのクサグモはすごい速さで飛び出して来て、虫とは色も形も匂いも全く違う音叉に飛びつき、何度も牙を突き立てようとし続けました。

クサグモは、獲物かどうかを振動のみで判断しており、巣糸は振動を伝えるセンサーのような役割をしていることがわかりました。

2-3 どんな振動で獲物と認識するか

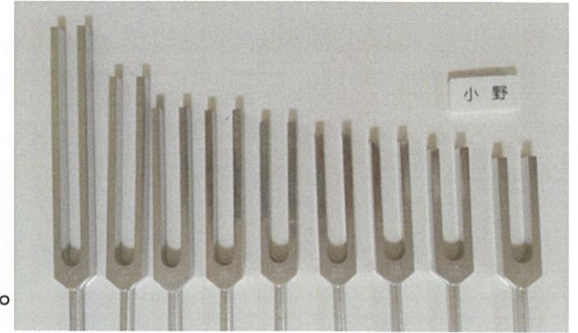
2-2で使用したバイオリン用の音叉(442Hz)は「ラ」の音です。ハチが耳元に飛んでくると、もっと低い音がします。蚊が耳元に来ると、プーンとすごく高い音がします。調べてみると、ハチの羽音は120~300Hz、蚊は350~600Hzとのことでした。ハチはクモの天敵であることが多いので、

- ①低音は、天敵のハチと判断し、逃げる
- ②高過ぎる音は、獲物には小さ過ぎると判断し、反応しない

という仮説を立て、実験を行いました。

実験方法 1.

右の写真の音叉(左から174Hz、285Hz、396Hz、417Hz、528Hz、639Hz、741Hz、852Hz、963Hzの9本)を用意し、鳴らした状態で巣糸に当てて、クサグモの反応を調べました。



結果：飼っている4匹のうち、2匹は全て反応し、2匹は全て無反応でした。なんでも反応する2匹は空腹なのかと思いました。さらに学校の植え込みのクモでも実験しました。結果は右の表の通りです。

用波数 [Hz]	174	285	396	417	528	639	741	852	963
1	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3	×	×	×	×	×	×	×	×	×
4	×	×	×	×	×	×	×	×	×
5	×	×	×	×	×	×	×	×	×
6	×	×	×	×	×	×	×	×	○
7	○	○	○	○	×	×	×	×	×
8	×	×	×	×	×	×	×	×	×
9	×	×	×	×	×	×	×	×	×
10	×	×	×	×	×	×	×	×	×
11	×	×	×	×	×	×	×	×	○
12	×	×	×	×	×	×	×	×	×
13	×	×	×	×	×	×	×	×	×
14	×	×	×	×	×	×	×	×	×
15	×	×	×	○	×	×	×	×	×

1~4は家のクモなので、外のクモはほとんどがすべての周波数に無反応でした。

1.-2で使用した音叉と1.-3で使用した音叉をあらためてよく聴き比べてみると、1.-3の音叉の方が雑音(キーンという高い音)が大きかったです。

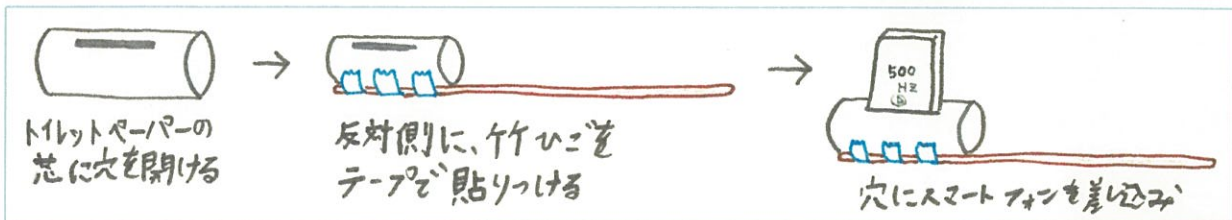
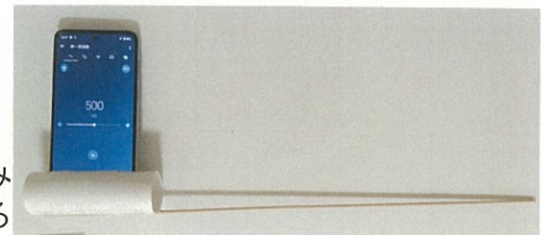
音叉の鳴らし方を変えてみたりしましたが、雑音を消すことはできませんでした。

実験方法を変える必要があると考えました。

実験方法 2

スマートフォンの「周波数ジェネレーター」というアプリを使用しました。

トイレットペーパーの芯に穴を開けスマートフォンを差し込み、反対側にテープで竹ひごを貼り、糸電話の要領で振動を伝える装置を作りました。



結果：家の4匹のクモで実験したところ2匹は反応せず、空腹と思われる2匹は周波数を変えても竹ひごから離れませんでした。

実験2-2-③で全く反応の無かった虫の死骸を巣にのせ、装置で振動を加えたところすぐに襲って抱え込んだので、振動があれば獲物と認識することがわかりました。



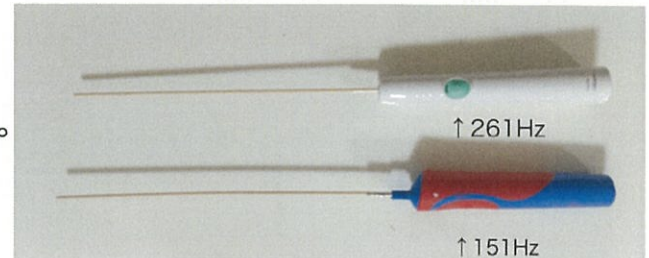
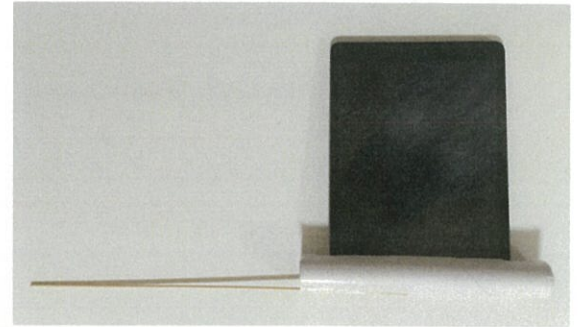
他の個体でも実験してみようと、8/6は16時から内川スポーツ広場へ行って1時間くらい試しましたが、反応するクモはいませんでした。夕方のクモは満腹なのかと考え、翌日は朝7時から、学校の植え込みで30分くらい試しましたが、1匹も反応しませんでした。

屋外では風が吹いたり吹いたり吹いたり振動が多いので、装置の振動が弱過ぎるのかもしれないと考えました。

紙コップをつけてみたり、iPadとラップ芯を使って装置を大きくしたりしてみましたが、結果は変わりませんでした。

実験方法3

装置の改良がうまくいかず悩んでいた時、ふと母の電動歯ブラシの音がアブの羽音に聞こえました。自分の電動歯ブラシも「音程チェッカー」というアプリで測ってみたところ、母のが261Hz、自分のが151Hzでした。ちょうどハチの羽音くらいでしたので、電動歯ブラシに竹ひごをつけた装置で、ハチの羽音の振動数を嫌がるのか実験しました。



学校の植え込みで実験を行いました。

結果：8匹中5匹が、両方に反応して竹ひごを襲いました。

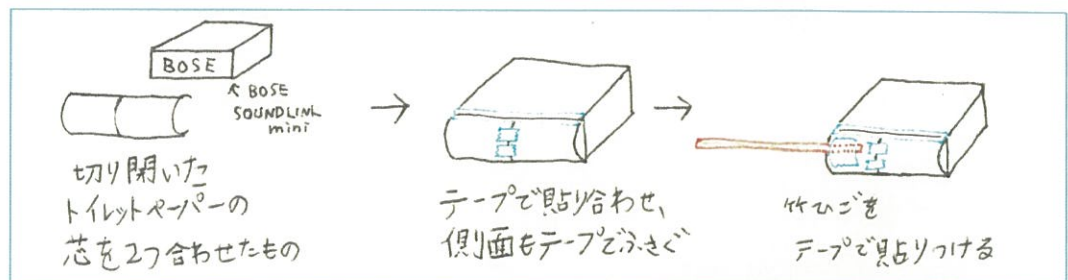
クサグモは、振動で獲物と判断する
ハチの羽音のような低音でも、獲物と判断する
ことがわかりました。

これまでの実験装置では、竹ひごに伝わる振動が小さすぎたため、野外のクモが反応しなかったということもわかったので、次はもっと振動の大きな装置を作って、高音についても実験したいと思います。

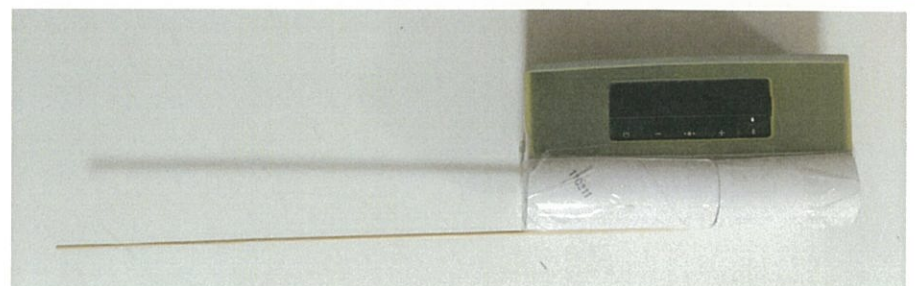
実験方法4

スピーカーに、トイレットペーパーの芯を切り開いたものをテープで貼り、両側をテープで閉じ、反対側に竹ひごを貼った装置を作りました。

スピーカーはBluetoothでスマートフォンと繋ぎ、周波数ジェネレーターの音が出せるようにしました。



スズメバチの羽音の120Hzから開始して、クモが逃げるまで周波数を上げていき、クモの逃げ出した周波数を記録しました。



結果：

学校の植え込みで実験しました。

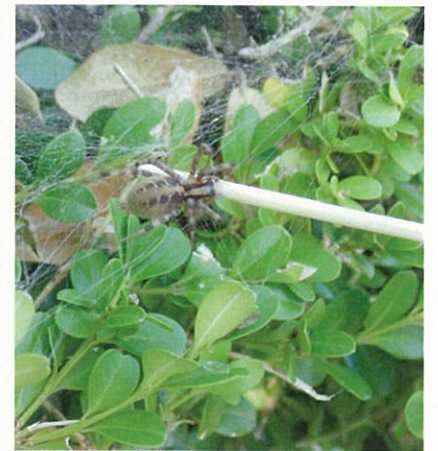
120Hzで出てきたクモは、高音(平均835Hz)になると、トンネルに逃げ帰って行きました。

	出て来たか	逃げたHz
1	0	1204
2	0	912
3	X	—
4	0	606
5	0	706
6	0	697
7	X	—
8	0	883



- ・高音は獲物ではないと認識している
- ・高音は鳥などの天敵と認識している

この2つの可能性が考えられると思いました。



2-4 実際の狩りで確認する

これまでの研究で、巣の構造と機能や、獲物を振動で認識すること等がわかりました。そこで、巣に本当に虫がかかるのか、虫がかかると振動でクモが出てきて、捕まえることができるのかを確かめるため、実際の狩りの様子を観察してみました。



実験中に実際にクモが食べているところを見ることはできたのは、ミツバチとガでした。カメムシとアブラゼミの死骸が巣にくっついていところも見ました。



そこで、家で飼っているクサグモのケースにアブラゼミを入れて、観察してみました。

アブラゼミは、シート状の巣の糸が脚先にどんどん絡みついで、すぐに歩くことができなくなりました。頭部が重いので、動くと頭が沈み込んで、動きにくくなったところで、少しずつ近づいてきていたクモが噛みつき、噛みつかれたところから麻痺するのか、セミは動かなくなりました。

観察の結果、セミの脚先はシート状の巣に非常に絡まりやすいことがわかりました。

そこで、巣にかかっていた他の虫についても、脚先の形状を調べてみました。



自分が昔作った標本を使って調べました。



↑コガタ
スズメバチ

↑アゲハチョウ

↑シモフリスズメ

↑アブラゼミ

↑エサキモンツノ
カメムシ

↑ウスバカミキリ



↑センチコガネ

↑ミツバチ

↑ヒメバチの一種

↑イトトンボ

↑コフキコガネ

脚先を観察してみると、ギザギザした突起やトゲのついたものが多く、クサグモのシート状の巣に絡まりやすいことがわかりました。

クサグモは、伸縮性と粘着性のある糸に獲物となる虫を絡ませて、虫がもがいている振動を頼りに虫に近づき、捕まえるという狩りをしていることがわかりました。

ガやチョウは羽にリンプンがついているので、クモの巣にかかってもリンプンを残して逃げることができます。実験中、ガを食べている最中のクサグモを見かけましたが、ガも脚にギザギザの突起のついているものが多いので、クサグモには捕まえることができるのだとわかりました。

5 まとめと感想

今回の研究でわかったことは以下の通りです。

- ・クサグモの巣は、地上から100~120cmの高さにあり、飛んでくる虫を獲物としている
- ・巣は①縦糸②シート状の糸③トンネルの3つの構造からなっており、①と②を構成する糸は粘着性と伸縮性がある。③の糸はかたく、粘着性も伸縮性もない。クモは普段トンネルの中に隠れており、トンネルは巣の外に続いている。
- ・クサグモの体(特に腹側)はたくさんの毛で覆われており、粘着性のある巣にくっつかなくなっている。
- ・獲物は振動で認識する。ハチのような低音の振動でも獲物と認識するが、高音(平均835Hz)以上では逃げていくクモが多い。
- ・実際に巣にかかっているところを観察できた虫(ミツバチ・ガ・カメムシ・アブラゼミ)の脚はギザギザの突起がついており、シート状の巣に絡まりやすい。

周波数の実験では何度も装置を改良しても失敗して苦労しましたが、最後は結果を出せて嬉しかったです。家の中で何回かクサグモに逃げられ、捕まえるのに苦労しましたが、普段から疑問に思っていたことが解明され、クサグモのことが色々とわかって、面白かったです。

6 参考にした本

- ・クモ学 小野展嗣 著 東海大学出版会
- ・クモの巣図鑑 新海明 著 偕成社
- ・昆虫の体重測定 古谷昭憲 著 福音館書店

