

野外で実験 クモ観察会の工夫

池 田 博 明

はじめに

一般のひとを対象にした自然観察会やクモ観察会の講師を依頼されることがある。2015年から私は、そのような観察会でクモを使った野外実習および野外実験を取り入れてみた。いずれも2時間の野外観察だったが、「自然観察ビンゴ」方式で(池田 1997, 池田 1998) 9問の問いかけを行なうと、時間はアッという間に過ぎてしまった。その場で見つかったクモに合わせて出題するので、準備した発問は必ずしも野外実験可能な問いばかりではなかったが、前日に下見をして、野外実験可能なクモに関してはポイントとなる場所に荷札でマークしておいた。このような試行を行った観察会のフィールドは、2015年9月19日(土)の神奈川県大井町ゆめの里、9月27日(日)の神奈川県立茅ヶ崎里山公園、10月11日(日)の東京都立小峰公園、2016年9月4日の東京都葛西臨海公園である。

実験実習に関する発問例

実験実習 A (調査をする) : 9月上旬にはジョロウグモの♀(亜成体)の網にはほとんど♂が1頭同居している。オスの分布はジョロウグモの場合、メスの網に対して、月を追うにつれて一様分布、ランダム分布、集中分布と変化することが知られている(Miyashita 1993)。ヒメグモのオスも同様の分布の変化をする(石本・金田・池田 2008)。

指示例「このフィールドにもジョロウグモはたくさん網を張っています。対になったジョロウグモの♂と♀の足の数を数えてみましょう。それぞれちがう対を見つけてその雌雄の足の数を数えて結果を報告して下さい。では、散れ！」(参加者一同、周囲の雌雄対のジョロウグモの足の数を数える)

【結果例】 2016年9月4日葛西臨海公園の例：♀の足はどの対も8本、♂は8本が2頭、7本が4頭、6本が3頭。

【発問 A】 メスと比べるとオスの足が欠けている例があることがわかります。ではオスの足が欠けた原因はなんでしょうか。

(ア) 脱皮の失敗 (イ) メスに攻撃された (ウ) オスどうしの争い

【解説 A】正解は「(ウ) オスどうしの争い」である。日本のジョロウグモでは和歌山県立和歌山北高等学校生物部の研究例 (1993) があるが、メスの攻撃かオスの争いという予想を立てて飼育による観察と野外での実験観察を行っているが、残念ながら要因を特定できていなかった。アメリカジョロウグモでは Christensen & Goist (1979) で「糸の引き合い (plucking) をしてのオス同士の闘争がある。この時、脚が欠けることがある」と報告されている。メスの足が一例も欠けていないのに対してオスにだけ足が欠けている結果は足の欠失がオスの事情であることを間接的に示しているといえるのかもしれない。

実験実習 B (音叉を使う) : 普通のラ音の音叉があります。周波数は 442Hz です。

【発問 B】 : 振動させた音叉を網の下半分に触れるとクモは、どうするでしょうか？

(ア) 寄ってきて咬もうとする (イ) 寄ってきて糸で巻く (ウ) 落下する (逃げる)

【解説 B】 9月上旬から 10月上旬の時期には、ナガコガネグモ♀ (成体) やジョロウグモ♀ (亜成体, 成体), コガタコガネグモ♀ (成体) の網が見られる。これらのクモで実験すると、正解はクモによって異なる。ナガコガネグモは捕帯で「(イ) 音叉を巻く」が、ジョロウグモは「(ア) 咬もうとする」。一般に餌に対してナガコガネグモはラップ先行、ジョロウグモはバイト先行なので、両者では反応に差が出る。コガタコガネグモやサガオニグモは「(ウ) 落下する」。

ただし、反応はクモの条件によって一定ではない。山口 (2015) によれば、秋のジョロウグモは音叉の振動と携帯電話のパイプの振動に反応したが、夏の若いジョロウグモはどちらにも寄って来なかった、体長約 4.5cm (足を曲げた状態で足を入れて測定している。クモの写真から通常の測定では体長約 1.7cm とみなされた) が反応の分岐点のようだと言っている。150Hz のハンド・マッサージ機の振動については 40 頭中 50% のジョロウグモが逃げたという。150Hz はスズメバチの翅音の振動数と同じであると考察している。ナガコガネグモ 30 頭では音叉はもとより 90% がハンドベルにもエサと間違えて接近したと報告されている。ジョロウグモやナガコガネグモでは、学習による慣れによるクモの応答低下があるという。

実験実習 C (ピンセットとハサミを使う) : オオヒメグモが複数の卵囊を守っています。

【発問 C】 母グモと卵囊の産卵日の関係は？

(ア) 母グモの近くが新しい卵囊 (イ) 母グモの近くが古い卵囊 (ウ) 新旧は無関係

【解説 C】 ピンセットとハサミを準備しておき、卵囊を開いてみる。卵囊が複数あるときには母親に遠い卵囊から開いてみる。オオヒメグモやゴミグモ、ヨツデゴミグモなどでは母親のそばの卵囊ほど新しい卵囊である。ゴミグモ♀はゴミリボンの上方の卵囊の

そばにいるが (池田 2012) , ヨツデゴミグモ♀はゴミリボンの最下方にいる. これまでに内容を確認した卵囊では, いずれも母グモのそばの卵囊が最も新しかった.

卵囊を開いてしまうと, 卵や子グモは生きていけないため, 母親から遠い卵囊を開くようにするほうが良いかもしれない.

【発問 C'】 (卵囊が 1 個しかない場合には) 卵囊のなかは何?

(ア) 空っぽ (イ) 卵 (ウ) 幼体 (子グモ)

実験実習 D (麻酔ガスを使う) : コモリグモが卵囊を持っていたら?

【発問 D】 母親がお尻に付けている卵囊を除去すると, 母親は卵囊をどうする?

(ア) 探して付け直す (イ) 探して抱え込む (ウ) 付けずに放置する

【解説 D】 正解は「(ア) 探して付け直す」. この実験のためにはメスを麻酔するための二酸化炭素(スプレー式のボンベで市販されている), 麻酔するメスを入れる試験管, 実験用の紙箱などが必要である. 雨天により野外観察が不可能だった観察会で実験したことがある (池田 1998) . 今季は実施していない. コモリグモ関連では次のような実験 D' も可能である.

【発問 D'】 コモリグモの背中に乗っている子グモを筆で払い落とすと子グモはどうなる?

(ア) 母親から離れていく (イ) 再び母親の背に乗る (ウ) 母親が拾い上げる

【解説 D'】 正解は「(イ) 再び背に乗る」. 子グモが乗りきるまでには時間がかかる. この実験のためには筆と紙箱が必要. 今季は実施していない.

実験実習 E (電子天秤を使う) : ハエトリグモのオスが徘徊している.

【発問 E】 重さを測定できる電子天秤があるので, ハエトリグモの体重を測定してみよう. ミスジハエトリ (オス) の体重は 1 円硬貨 (重さ 1 g) と比べると?

(ア) 1 円硬貨の半分くらい (イ) 1 円硬貨の 10 分の 1 (ウ) 1 円硬貨の 20 分の 1

【解説 E】 電子天秤で測定すると, ミスジハエトリのオスは約 $0.04\text{g}=40\text{mg}$ だった. つまり正解は (ウ) . 体長 8mm のデーニッツハエトリ (メス) は 51mg,

【発問 E'】 ハエトリのオスを鏡に映すとオスはどうする?

(ア) 鏡のなかのオスを威嚇する (イ) 鏡のなかのオスに驚いて逃走 (ウ) 反応なし

【解説 E'】 ハエトリグモのオスが採集できれば実験できるが, 種類によっては跳びはねてしまい, 実験にならない場合もある. 正解は種類によりけりである. パルサの角板や厚紙の上にオスを乗せる (動きが制限されてクモの向きをコントロールしやすくなる) . オスクロハエトリやヤハズハエトリのオスは割りばしの上に載せる. 鏡はオスの

クモの前に出す。ちゃんと見合わせればクモは「(ア) 威嚇する」。今季は実験していない。

【発問 E[〓]】ハエトリグモの大きな眼には色覚があるだろうか？

- (ア) 色覚はない(ウシなみ) (イ) 色覚はヒトなみ(虹の七色を感じる)
(ウ) 色覚はハチなみ(赤い色は見えないが紫外線が見える)

【解説 E[〓]】正解は「(ウ) 紫外線は見えるが赤色光は見えない」。シラヒゲハエトリでの研究結果である。

実験実習 F (爪楊枝を使う) : クサグモやコクサグモの棚網が見られたら

【発問 F】下部の棚網と上部の迷網に粘球は？

- (ア) どちらにも粘球はない (イ) 棚網に粘球がある (ウ) 迷網に粘球がある

【解説 F】正解は「(ア) どちらにも粘球はない」。粘球があつて粘着性があるかどうかは事前に爪楊枝を配って自分で確認してもらう。爪楊枝のザラザラにひっかかってくる場合に粘着性があると判断されてしまうため、粘球による粘着性は事前にジョロウグモの横糸と縦糸を爪楊枝で触って確認してもらう。このとき楊枝の先端に粘球が付くので糸に触れた後では楊枝の先端を指でしごいてからチェックするように指導するか、別に新しい爪楊枝を渡す。爪楊枝の場合には粘着性のない糸が楊枝の先に引っかかって粘着性があるように誤って判断してしまう子供が結構多い。安価で適切な道具があればそれに替えたいものである。

実験実習 G (懐中電灯を使う) : ジョロウグモの網がある。

【発問 G】ジョロウグモの網に見られる特徴で、他のクモにも見られる特徴は何？

- (ア) 足場糸が残っている (イ) 三重の網 (ウ) タテ糸が多い(100 本以上)

【解説 G】この発問の際には、ジョロウグモの網で残された足場糸や主網とその前後の補助網、タテ糸などを説明できる。正解は「(ウ) タテ糸が多い」。ユアギグモでは 200 本以上のタテ糸が知られている。ユアギグモのタテ糸は円網をいったん張り終えてから付加されたものだが(新海明 2013)、ジョロウグモのタテ糸は分枝や分割といった方式で増やされている(新海明 1982)。分割は網の観察により理解してもらえる。

実験実習 H (クリップを使う) : クモのワク糸にゼムクリップで重さをかけていく。

【発問 H】ワク糸はクリップ何本で切れるか？

- (ア) 10 本で切れる (イ) 20 本で切れる (ウ) 30 本で切れる (エ) 31 本以上

【解説 H】ワク糸はクモが往復して強化している場合があるので正解は実験してみないと分からない。必要な道具はゼムクリップ。百元ショップで販売している。1 本が 0.4g のゼムクリップの場合、5 本で 2g、10 本で 4g である。キッチンスケールのような粗雑な天秤でもクリップ重は正確に表示される。小峰公園での実験ではジョロウグ

モの枠糸に 70 本 (28g) かけても切れなかった。葛飾臨海公園ではオニグモの橋糸に 100 本 (40g) かけたが切れなかった。他にもオニグモの糸で実験した例がある (池田 2015)。

実験実習 L (ルーペを使う) : クモの安静時の心臓の拍動を観察してみましょう。クモの腹部背面で心臓の拍動を見ることができます。造網性のクモの場合、管びんに入れてしばらくすると管内に足場を作って安静になります。このとき腹部背面をルーペで観察します。

【発問 L】 ヒトと比べてクモの拍動はどうでしょうか。

(ア) ヒトとほぼ同じくらい (イ) ヒトよりかなり早い (ウ) ヒトよりかなり遅い

【解説 L】 正解は「(イ) ヒトよりかなり早い」。心拍数は体重に反比例します。体重が小さい程、拍動数は大きくなります。本川達雄著『ゾウの時間 ネズミの時間』(中公新書) は哺乳類など恒温動物中心の原理ですが、クモなどの無脊椎動物にも体重が小さいほど拍動は早いという原則は、ある程度当てはまります。

実験実習 M : アオオニグモ、ビジョオニグモ、ハツリグモなどの切れ網がある。

【発問 M】 円網の一部が切れています。このような「切れ網」部分は最初から切れているのでしょうか、それとも円網を張った後で切って空けたのでしょうか。

(ア) 最初から切っている (イ) 後で切った (ウ) 決まっていない

【解説 M】 これらのクモでは「(ア) 最初から切っている」。切れた部分の横糸をよく見ると、横糸を折り返して張った痕がある。後で切るパターンへのヘリジロオニグモなどの切れ網の横糸には折り返した痕がないし、切っていない場合もある。

問題 K : ヒメグモだけに見られる特徴は何？

(ア) 不規則網の下にシート網 (イ) 体色がオレンジ (ウ) 網に葉を吊る

【解説】 正解は「(ア) 不規則網の下にシート網」。をもつヒメグモはヒメグモ (ニホンヒメグモ) だけです。ノックダウン式でこのシートに落下した虫はクモによって包まれて捕獲されます。体色がオレンジ色のクモには他にコンピラヒメグモやキヒメグモなどがあります。網に葉を吊るヒメグモは交尾済みの成体♀の特徴です (石本・金田・池田 2005)。網に葉を吊るクモには他にハツリグモがいます。

問題 L : メスの網に同居するオスのクモの近くに他の網から同種のオスを侵入させると、元のオスはどうする？

(ア) 侵入オスと戦って追い出す (イ) 侵入オスと戦うが逃げ出す (ウ) 無視する

【解説】 正解は状況により変わる。侵入オスがメスに積極的に求愛に行く場合、侵入オスと元のオスの大小関係に差がある場合で、結果は変わると予想される。実験時期が 7

月ならヒメグモのオスでは脚を打ちあう闘争が起こる場合がある（池田 2010）．今季はこの発問と実験は実施していない．

実験操作例：クモの網糸を目立たせる方法

- (A1) 霧吹きで水をスプレーする
- (A2) 白のラッカーペイントをスプレーする
- (A3) シッカロールをふりまく

網糸をはっきりさせるのに最も効果的な方法は（A2）だった．ヨツデゴミグモの幼体の網などは遠目にはらせん状のかくれ帯しか目立たないが、ペイントをスプレーすると円網の縦糸も横糸もくっきり目立つようになる．空中に急に円網が出現したかのような感動が得られる．シロカネグモ類の水平円網の開こしきなどもクリアに見えて、白ペイントの効果は絶大だった、中央のクモを網から追い出してからスプレーすると、クモ自体をペイントで汚さずにすむ．

網糸を目立たせる方法は新海明氏の助言を得た．エバーハード著などの外国の文献ではコーンスターチを使ったという記述が多いが、例えば片栗粉などはダメになってしまって使えないそうである（新海明 私信）．糸の弱い網にはシッカロールがよいという助言をいただいたが、粉をかけた勢いで糸が切れてしまうことが多く、加減が難しく、失敗続きであった．網に直接ふりかけてはいけなかった．

実験を伴わない問題例

実験する時間がないとき、適当なクモがないときなどに使える発問例をいくつか挙げておく（9月から10月にかけての野外での例）．

問題 M：クモの色彩にオレンジと緑色の二型が生ずる理由は？

- (ア) 生まれつき（遺伝的）
- (イ) 明暗条件（生態的）
- (ウ) エサの種類（生理的）

【解説】正解は「(ウ) エサの種類」による．ハエやカを食べるとオレンジ色に、チョウやガなどを食べると緑色になる（池田 1997）．子育て中のヒメグモの子は母親から餌をもらうと体色が黄色から茶色へと変化する（石本・金田・池田 2005）．

問題 N：ウズグモの隠れ帯に渦型と棒型の二型が生ずる理由は？

- (ア) 生まれつき（遺伝的）
- (イ) 明暗条件（生態的）
- (ウ) 食欲（生理的）

【解説】正解は「(ウ) 食欲」による．空腹なクモは渦型の隠れ帯を作る（池田 1997）．

問題 O：クロマルイソロウグモはホストが残した餌などの他に食べるものは何？

- (ア) 網の糸
- (イ) 子グモ
- (ウ) 網の主

【解説】正解は「(イ) 子グモ」。トビジロイソウロウグモやミヤシタイソウロウグモは網の糸を食う、チリイソウロウグモは網主を食うといった例が知られている(新海明1998)。

問題 P：腹部が銀色のクモの銀色物質の素は何？

(ア) 食物から選別した銀 (イ) カルシウムの結晶 (ウ) 排泄物の結晶

【解説】窒素排出物グアニンの結晶がもとになっている。したがって、「(ウ) 排泄物の結晶」が正解。銀色のクモ(シロカネイソウロウグモ、ギンメッキゴミグモ、オオシロカネグモなど)はすべて同じ理由である。銀色のクモには昼行性のクモが多いことから、銀色の適応上の理由は太陽光に関係があると考えられる。グアニン結晶は紫外線を反射するので、クモの体温を上昇させない役割があるのだろう。

問題 Q：1本の粘性のない糸上にいるオナガグモの餌は何？

(ア) アリ (イ) 芋虫 (ウ) クモ

【解説】正解は「(ウ) クモ」である。

問題 R：次の名前のうち、架空のクモは何？

(ア) ヤドカリグモ (イ) オトヒメグモ (ウ) イヌワシグモ

【解説】正解は「(ウ) イヌワシグモ」。徘徊性のクモには一般のひとにはなじみのないクモの名が多い。

おわりに

クモの動きの無い観察会になってしまうと、低学年の子供の興味を持続させることが難しい。また、珍種を探す観察になってしまうと、参加者の関心は一時的なものになりやすい。ここにあげた全てではなくとも、いくつか野外でできる実験例を盛り込むと観察会が活性化するのではないだろうか。

小峰公園で行われたサイエンス・ホッパーズ(2015年10月)に小学生の娘と共に参加していた母親から、観察会終了後、次のような感想をもらった。

「ホッパーズの行事の中でも、クモの回はもともと講師陣(新海栄一さん、新井浩司さんなど)が素晴らしい。・・・クモの観察会に参加したのは3回目です。・・・(野外実験の)斬新なアプローチは、記憶に鮮やかに残りました。白いペイントで浮かび上がったヨツデゴミグモの見事ならせん状の隠れ帯、ゼムクリップ70個でも切れないジョロウグモの網の枠糸の驚異的な強度、442Hzの音叉に駆け寄ってくるナガゴガネグモなど。映像として印象深く、クモの生きざまというものを見せていただき、ありがたかったです。講師の先生により、見えるものはずいぶん違うのだなと感心しました。」異なる季節であれば、異なるアプローチも可能であろう。秋季の観察会の例を中心として報告した。

参考文献

- Christensen, T. E. & Goist, K. C. 1979. Costs and benefits of male-male competition in the orb weaving spiders, *Nephila clavipes*. Behav. Ecol. Sociobiol., 5: 87-92.
- Miyashita, T. 1993. Male-male competition and mating success in the orb-web spider, *Nephila clavata*, with reference to temporal factors. Ecological Research, 8: 93-102.
- 池田博明 1997. クモの観察会指導マニュアル. Kishidaia, 71: 7-12.
- 池田博明 1998. 室内でのクモの実験と講話. Kishidaia, 73: 12-16.
- 池田博明 2010. ヒメグモのオス間闘争. Kishidaia, 97: 1-7.
- 池田博明 2012. 母グモはもっとも新しい卵のうのそばにいる. Kishidaia, 100: 103-104.
- 池田博明 2015. オニグモの糸の強度と体重. 談話会通信, 145: 10-16.
- 石本舞・金田愛美・池田博明 2005. ヒメグモの生活史を探る(1)母親食いは無かった. Kishidaia, 88: 35-47.
- 石本舞・金田愛美・池田博明 2008. ヒメグモの生活史を探る(2)母親の世話の意義. Kishidaia, 93: 27-36.
- 新海明 1982. ジョロウグモの網の構造の再検討(1). Atypus, 80: 1-10.
- 新海明 1998. クモの糸と生態. Acta arachnol., 47: 191-195.
- 新海明 2013. ユアギグモの網. IN 池田(編), クモの巣と網の不思議. 夢工房.
- 山口加廉 2015. ジョロウグモはなぜ多い? ジョロウグモの生きる秘密. 自然科学観察コンクール. 第55回入賞作品, 小学校の部, 文部科学大臣賞. <https://www.shizecon.net/award/detail.html?id=339>
- 和歌山県立和歌山北高等学校生物部 1993. ジョロウグモの足はなぜなくなるのかⅢ. 第35回日本学生科学賞全集. 291-293. 教育報道社.