

豆の上の卵を数えられるアズキゾウムシ!?

東京大学・大学院総合文化研究科
広域科学専攻・広域システム科学系
教授： 嶋田 正和

1. はじめに

動物は餌や生息場所を効率よく選択的に利用しています。多くの動物はヒトほど脳が発達しておらず高度な知能はありません。しかし、「賢い」と思えるほど餌や生息場所を効率よく利用する事例は多く知られ、これらは適応行動と呼ばれています。感覚器で受けた情報が小さな脳に運ばれ、そこで連合学習され統合されて、運動神経に伝わり効率よく運動するように、個体全体の動きが調整されています。これは自然選択による適応進化のたまものと言えるでしょう。（高校生物 選択『生物』 単元：動物の行動、自然選択を参照）

本実習ではハムシ科昆虫のアズキゾウムシを使って、豆を産み分ける産卵行動の理解を目標とします。アズキゾウムシは産卵の際に豆表面に産卵忌避物質（ナタネ油と似た成分）を分泌し、後から来た雌はこの忌避物質を感知して、その豆での産卵を避けます。また、豆表面についた卵殻の突起を物理的に知覚することで、その豆を避けます。結果として、あたかも豆の上の卵を数えられるかのような産み分けていくのです。このようなアズキゾウムシを材料にして、雌は既に産卵された豆とまだ産卵されていない豆を、どのように識別して産み分けているかを調べてみましょう。



写真： アズキ（品種：大納言）表面のアズキゾウムシ。櫛状の触角がみ、やや大きいのが♀。白い小さな涙形が孵化した卵。

2. 材料の基本的観察

【目的】アズキゾウムシの形態と色彩、行動などを観察する。 準備するものは以下である。

- ・実体顕微鏡、35mm シャーレ、60mm シャーレ、ピンセット
- ・No. 5 と No.6 のメッシュを重ねて篩い粒径を揃えたりヨクトウ（緑豆：アズキよりもずっと小粒の豆種、直径 5mm 程度）、ビーズ（No.4）
- ・吸虫管（すでに作成済み）、ガーゼ
- ・アズキゾウムシ（jC 系統）の集団（ストック・カルチャー）（30℃条件下で 24 日前に

アズキに産卵させたカルチャーから羽化した成虫)

- (2.1)アズキゾウムシの形態や行動を実体顕微鏡下で観察する。幼虫の食入した豆を割って幼虫・蛹を取りだし、実体顕微鏡で観察する。
- (2.2)少量のリョクトウ(緑豆)を直径 35mm の丸型シャーレに入れ、吸虫管を使ってストック・カルチャーから 2~3 匹の雌成虫を導入して、実体顕微鏡下で産卵行動を観察する。

3. 実験…既に産卵された豆に対して産卵を忌避するか？

【目的】上記 1 日前に産卵されたリョクトウ及びビーズを用いて、チェッカーボード状に既産卵豆(ビーズ)と未産卵豆(ビーズ)を配置し、そこに交尾済みの雌を 1 匹導入する。はたして、既産卵豆(ビーズ)を避けて未産卵豆(ビーズ)に産むだろうか？統計解析でペア対応の t-検定を調べる。

※アズキゾウムシは豆の曲率が合えば、ビーズにでも産卵する。ビーズは直径 4mm が最適。アズキを水に浸し、そこに茶こしに入れたビーズを一晩漬けると、アズキゾウムシが産卵しやすくなる。

- (3.1) 直径 60mm のシャーレに、既産卵豆(ビーズ)(卵が 1 個だけ産下された粒を用いる)と未産卵豆(ビーズ)を交互にチェッカーボード状に 4 粒×4 粒になるように少量のペーパーセメントで固定したシャーレを作る。そこに交尾済みの雌 1 匹を導入する。このようなシャーレを各班 8 枚(4 枚リョクトウ、4 枚ビーズ)作成する。
- (3.2)各シャーレに雌を 1 匹入れて、1 日産卵させたら、24 時間後に虫を取り除く。
- (3.3)1 週間後に各シャーレごとに各豆粒の産卵数を算定する。既産卵豆を避けて未産卵豆にちゃんと産卵しているかを調べるため、豆粒当たりの産下卵数を算定する。
- (3.5) 統計解析: 各シャーレ毎の「未産卵豆の卵数」-「既産卵豆の卵数」の「差」の値を、R を使ってペア毎の t-検定(one sample t-test)にかける。R 利用法は 3 ページ目を参照。

```
> D <- c(19, 17, 23, 17, 22, 10)
> t.test(D, mu=0)

t = 9.4868, df = 5, p-value = 0.00022
```

4. 発展実験

ナタネ油、ゴマ油、オリーブ油、亜麻仁油、マーガリン、バターなどを、爪楊枝の先で微量を 1 点だけリョクトウ(ビーズ)表面につけてやると、雌はどうように産むか？

<参考データ>

表 1 リョクトウ 1 粒当たりのアズキゾウムシのふ化卵数(豆に潜り込んだ幼虫数)と次世代で羽化した雌成虫 1 匹当たりの体重(生重)。

卵数/粒	体重 (mg)
1	6.75
2	6.15
3	5.33
4	4.96
5	4.43

探究活動:

羽化した雌成虫は 5mg より小さいと産める卵数は大きく減少する。これを参考に、卵を均等に産むのは、なぜ多い・少ないにばらつきがある産み方と比べて適応的なのだろうか？

R のダウンロードとインストール



- (1) R は無料で利用できるオープン・ソフトウェアです。
- (2) CRAN のミラー・サイト（世界中で多数のサイトが全く同じ情報を提供：分かり易い英語で書かれている）から最新版を取得します。例えば、筑波大の CRAN のミラーサイト (<http://cran.md.tsukuba.ac.jp/>) から、自分の機種に応じて (Windows/Mac/Linux を選別) ダウンロードします。Windows では初めてインストールする場合には base をクリック。Mac では OS X の Ver. に従って R のファイル名 (下線付き) をクリック。
- (3) ダウンロードしたら、インストール・ウィザードに従ってインストール (言語は Japanese を指定) した後、R を起動します。
- (4) もし Japanese 指定で文字化けしている場合は、メニューの「編集」→「GUI プリファレンス」の画面に入って、日本語フォントを指定して終了すれば、次回に R を立ち上げた時に文字化けが解消されています。
- (5) なお、RjpWiki のサイト (R に関する情報交換、R の専門家が作成した関数などを書き込んだり、初心者の質問に対応する Q&A など：日本語のサイト) は以下です。
<http://www.okada.jp.org/RWiki/?RjpWiki>
- (6) R のガイド本としては、以下が最適でしょう。

『The R Tips—データ解析環境 R の基本技・グラフィクス活用集 (第 2 版)』

(舟尾暢男著、Ohmsha [オーム社]) 本体価格 3800 円