

フタホシコオロギの雄間闘争行動とその教材化

大島海一¹・安倍 弘¹・中野 進²

¹ 日本大学生物資源科学部一般教養 ² 広島修道大学人間環境学部

Observation of inter-male competition in the field cricket, *Gryllus bimaculatus* and its application to teaching materials in science education

Kaiichi OOSHIMA¹, Hiroshi ABE¹ and Susumu NAKANO²

¹ Biological Laboratory, College of Bioresource Sciences, Nihon University, Kameino 1866, Fujisawa 252-8510,
Japan

² Faculty of Human Environmental Studies, Hiroshima Shudo University, Asaminami, Hiroshima 731-3195, Japan

Summary

Males of the field cricket *Gryllus bimaculatus* compete aggressively for the acquisition of females and this competitive behavior is easily observed under laboratory conditions. To introduce behavioural ecology in science education, we presented experimental methods to analyze the male competitive ability of the field cricket using Simmons (1986)¹ paper as a reference. Moreover, we showed the results of a model experiment on the relationship between the male competitive ability and body weight. In addition, physiological and behavioural backgrounds of inter-male competition in crickets are briefly described as well as some cultural aspects.

はじめに

生物教育においては、教科書や参考書を通じての知識の習得だけでなく、実際の生命現象に触れることが大切である。特に「動物の行動」に関しては、動き回る生物のダイナミクスを理解するための実験や観察が不可欠であるが、授業で実験・観察を行う際には、実験系や結果の評価が簡単であるとともに、その実験動物が簡単に手に入り、飼育も比較的容易であることが重要である。

このような観点から、動物の行動を観察するための好適な材料として、コオロギが注目されている(犬飼, 1978; 楠元・木下, 1986; 楠元ら, 1990; 洲脇ら, 1993; Kneidel, 1994; Matthews et al., 1997)。これまで教材として紹介されているコオロギの行動実験では、雄がどのようなプロセスを経て雌と交尾するのか、という配偶行動の観察に主眼がおか

れてきた。そこで、ここでは行動生態学の視点から、雌をめぐる雄間闘争を理解するために、コオロギの行動実験を取り上げる。

最初に、「コオロギ相撲」として知られる雄間闘争の文化的特徴を要約する。次に、その闘争行動に関する生理学のおよび行動生態学的背景を紹介した上で、フタホシコオロギ(別名:クロコオロギ *Gryllus bimaculatus*)を用いた行動実験の手順と結果の解析法を述べる。さらに、この方法を用いて実際に行った学生実験の結果について報告する。

1. コオロギ相撲の文化的側面

動物同士を戦わせる競技は世界中で広く行われており、中でも大型脊椎動物の雄同士を対戦させる闘牛や闘犬、闘

表1 「コオロギ相撲」に使われているコオロギの種. 松浦 (1989), 三橋・方 (1992), 周 (1995), 芳野・立川 (1996) からの要約.

日 本:	エンマコオロギ <i>Teleogryllus emma</i> ・タイワンコオロギ <i>T. occipitalis</i> タンボコオロギ <i>Velarifictorus parvus</i>
中 国:	フタホシコオロギ <i>Gryllus bimaculatus</i> ・ツツレサセコオロギ <i>V. mikado</i> エンマコオロギ
台 湾:	タイワンオオコオロギ <i>Brachytrupes portentosus</i>
マカオ:	トビイロエンマコオロギ <i>T. mitratus</i>
インドネシア:	フタホシコオロギ・タイワンコオロギ

鶏は一般の人々にも良く知られている。また、無脊椎動物の雄同士を戦わせる競技では、日本のネコハエトリ (*Carrhotus xanthogramma*) というクモを使った対戦が知られており (斎藤, 1984; 川名・斎藤, 1985; 池田, 1989)、タイの北部地域では、ヒメカブトムシ (*Xylotrupes gideon*) の雄同士を戦わせる競技が広く親しまれている (海野, 1993; 野中, 1999)。

中国では、闘蟋 (とうしつ)、闘蟋蟀 (とうしつしゅつ) または秋興 (ちうしん) と呼ばれるコオロギの雄同士を戦わせる競技 (以下「コオロギ相撲」と略) が、古く唐の時代から行われている (松浦, 1989; 三橋・方, 1992; 小西, 1993; 松香・梅谷, 1998)。「コオロギ相撲」は元来賭博の対象であったが、今日では健全な娯楽活動や民俗的活動とみなされ、スポーツとして認可されている競技大会もある (周, 1995)。

「コオロギ相撲」は中国のみならず、台湾やマカオ、日本では三重県志摩や山口県の一部の地域でも、かつて盛んに行われていた (松浦, 1989; 周, 1995; 加納, 1990)。またインドネシアのバリ島では、現在でも愛好家たちが賭博として楽しんでいる (松浦, 1989; 芳野・立川, 1996)。

各国の「コオロギ相撲」における対戦方法については、松浦 (1989)、三橋・方 (1992)、周 (1995)、芳野・立川 (1996) などが報告しているが、以下に示すようないくつかの共通点が見られる。

- ・雄のコオロギ同士を1対1で対戦させる。
- ・対戦者同士の体サイズや色などの形態形質が同じ程度に

なるように、試合の組み合わせを決める。時に、階級制がある場合もある。

- ・対戦前に戦意を高揚させるために、先端に草や毛などを取り付けた細い筆のような棒で、コオロギの体に触れて刺激する。

- ・対戦容器内の対戦者を、それぞれ仕切りで隔離して待機させ、その後仕切りを除いて対戦させる。

このように、東南アジア各国に見られる「コオロギ相撲」の風習は互いに類似していることから、中国起源のものが華僑によって伝承され、各地へ広められたと考えられている (松浦, 1989)。また、競技方法だけでなく、「コオロギ相撲」に用いられるコオロギの種類も、フタホシコオロギ・エンマコオロギ・タイワンオオコオロギなどはいくつかの国で共通している (表1)。

2. フタホシコオロギの闘争行動が誘発されるしくみ

行動実験を行う際には、対象生物の基本的な行動パターンや、それらの行動が誘発される生理学的なしくみを知っておくと参考になる。フタホシコオロギに見られる雄間の闘争行動パターンについては、Simmons (1986) や長尾 (1999) によってまとめられている (表2)。また、その配偶行動については楠元ら (1990) や洲脇ら (1993) によって記述されている。

フタホシコオロギの雄間闘争行動と配偶行動は、ともに

表2 フタホシコオロギ雄の闘争行動パターン. 比較的穏やかなものから激しい闘争に至るまでを示す。Simmons (1986) と長尾 (1999) からの要約.

- 1) 不規則に鋭く「喧嘩鳴き aggressive song」する。
- 2) 触角を相手に接触させる。
- 3) 前脚を伸ばして前傾姿勢をとる。
- 4) 「喧嘩鳴き」しながら大顎を開き、相手を正面から突き押す。
- 5) 「喧嘩鳴き」しながら、相手を追いかけ回す。
- 6) 互いに大顎を開いて、噛みつき傷つけ合う。

神経系とホルモン系による複合的な調節を受けていると考えられる(長尾, 1999)。雄間闘争行動の場合は、まず他の雄の存在が引きがねとなって、その情報が闘争行動を制御する中枢内の神経回路に送られると共に、ホルモン系にも作用して、そのホルモン系がさらに神経回路を調節する。闘争行動の際に働く神経ホルモンの制御機構については、まだ明らかにされていないが、攻撃性の高いフタホシコオロギの脳内には、ドーパミン・オクトパミン・セロトニンという3種類の神経ホルモンがいずれも少ないことが知られている(長尾, 1999)。

一般的にフタホシコオロギの雄は攻撃的であり、攻撃性には個体差がある。同一個体でも、その生理状態の影響を受けて攻撃性は大きく変化する。集団で飼育された個体同士の場合、闘争は穏やかで短時間で終わる。しかし、互いに相手の姿は見えるが触れることはできないように、隔離して飼育された個体同士の闘争は激しく、長時間持続する(長尾, 1999)。このような一連の実験結果に基づいて、長尾(1999)は、ストレスが攻撃性に反映されるのではないかと述べている。

なお、コオロギの配偶行動に関するパターン解析については、Bentley & Hoy(1972)、Sakai(1991)、洲脇ら(1993)、酒井(1995)、長尾(1999)などに詳細な記述がある。

3. 性淘汰の考え方

ダーウィンは1858年に『種の起源』を著わし、その中で自然淘汰(自然選択)による進化という考えを明らかにした。自然淘汰の考え方によると、似たような餌を食べて似たような場所に住み、似たような淘汰を歴史的に同じ時間だけ受けてきた同種の雄と雌の個体は、ほぼ同じ外見になると考えられる。しかし自然界には、これに当てはまらない性的二型という現象(同種の雄と雌の間で形態や体サイズに著しい違いがあること)が存在する。また、クジャクの雄は著しく長く目立つ尾羽を持つが、このような普段の生活には邪魔で、捕食者にもねらわれやすく生存上明らかに不利と考えられる特徴を持つ個体が存在することは、自然淘汰の考え方では説明できない(長谷川, 1992, 1999)。

自然淘汰説ではうまく説明できないこれらの現象に対して、ダーウィンは性淘汰という考えを提出した。性淘汰は同性内淘汰と異性間淘汰の二つに分けられる(巖佐, 1991; 長谷川, 1992; 伊藤, 1994)。通常、同性内淘汰は雌を獲得するための雄による競争(雄間競争)を意味する。その結果として、シカの雄の大きな角、ゾウアザラシの雄の巨大な体、カブトムシの雄の角などが生じたと考えられる

(伊藤, 1994)。一方、異性間淘汰は一般的には雌による選り好み(雌による選択)をさし、クジャクの雄の美しく長い尾羽は雌の選り好みによって発達した性質であると考えられている(伊藤, 1994)。多くの場合、この二つの淘汰は同時に働く(山岸ら, 1994)が、雄間競争に比べて、雌による選択が存在するかどうかの判定は難しいと考えられている(粕谷, 1990; 伊藤, 1994)。

なお、行動生態学や性選択に関する事項については、中島ら(1991)、巖佐(1991)、山岸ら(1991, 1994)、長谷川(1992, 1993)、伊藤(1994)などに詳細な解説がある。

4. フタホシコオロギを用いた行動実験の実際

動物の行動に関する実験を行う場合には、課題の設定の仕方によってアプローチの方法も当然異なる。フタホシコオロギの雄間闘争の勝敗にはいくつかの要因が絡んでいるので(Simmons, 1986)、それらの各要因に対して実験を組み立てることが必要になる。ここでは「フタホシコオロギの雌をめぐって雄間闘争が起こる場合、どのような雄が勝つ傾向があるかを調べる」という課題に対して、Simmons(1986)を参考に「体重の重い個体ほど雌をめぐって雄間闘争に勝つ傾向がある」という仮説を立て、その検証を行った。

最初に、大島と安倍が行った予備実験をもとに、行動実験の手順と結果の解析法について述べる。次に、実際に行われた学生実験の結果について報告する。

4-1. 実験方法と結果の解析

A 実験の準備：コオロギの入手と飼育

フタホシコオロギ(図1)は、実験動物を扱う業者やペットショップなどで一年中購入できるほか、実験室内で累代飼育もできるので、実験材料としては好適である。その飼育法については、下田(1972)、正木・新井(1972)、正木(1980)、楠元・木下(1984, 1986)、馬場ら(1990)、洲脇ら(1993)などに詳細な記述がある。実験に使用するコオロギは、羽化してからの日数を出来るだけそろえるようにする。なお、雌と雄の識別は、産卵管の有無と翅の模様の違いにより容易である(図1)。

実験を行う2、3日前に業者から購入したコオロギ(雄15個体・雌5個体)を、実験当日まで2つの大型水槽(30cm×45cm×30cm)の中にそれぞれ雄と雌を別々に入れ、切ったナスやリンゴを餌として与えた。実際の実験では、体重以外の身体的特徴が勝敗に影響しないように、触角・翅・肢などに大きな欠失のない活動的な雄13個体と雌1



図1 フタホシコオロギ(*Gryllus bimaculatus*)の成体。A: 雄, B: 雌。スケールは1 cm。

個体を用いた。

B 実験に使用する器具 (図2)

- ・軟こう瓶 (φ10cm×10cm 程度): コオロギを1個体ずつ収容するために使用する。
- ・丸型スチロールケース (φ15cm×9cm 程度): 雄間闘争の場として使用するのので、内底に滑り止め用の濾紙を敷く。

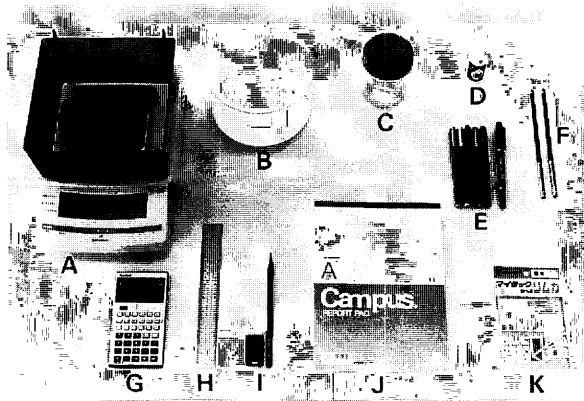


図2 実験に使用する器具。A: 電子天秤, B: 丸型スチロールケース, C: 軟こう瓶, D: 油性修正液, E: 細マジック, F: 小筆, G: 電卓, H: 定規, I: 筆記用具, J: レポート用紙, K: 粘着ラベル。

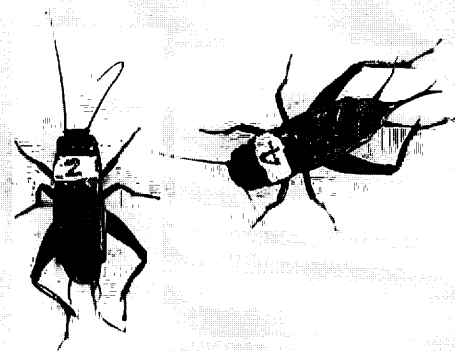


図3 個体番号を書き入れたフタホシコオロギの雄。

- ・油性修正液と細マジック: 個体番号の記入に使用する。水溶性の修正液は不可。
- ・習字用の小筆: コオロギの触角や体をさすって興奮させるために使用する。
- ・電子天秤: コオロギの重量を測定するために使用する。小数点以下2桁以上の測定精度が必要である。
- ・粘着ラベル (12mm×24mm 程度): 軟こう瓶に通し番号を付ける際に使用する。
- ・レポート用紙と筆記用具: 実験結果の記録と解析に使用する。定規と電卓もあると良い。

C 実験方法

- 1) コオロギの雄の数と同数の軟こう瓶を用意し、それぞれに通し番号を書き入れたラベルを貼る。
- 2) 電子天秤で軟こう瓶の重量をそれぞれ小数点以下2桁まで測定し、レポート用紙に記録する。
- 3) 雄のコオロギを片手で軽くつかみ、前胸背板に油性修正液を塗る。修正液が翅の基部に付着すると、翅が動かず鳴けなくなることもあるので、十分注意すること。修正液が乾いたら、その上に細マジックで個体番号を書き入れる (図3)。個体数が少ない場合には、番号ではなく色別のマーキングをする方が良い。
- 4) 番号を書き入れたコオロギを同じ番号の軟こう瓶に1個体ずつ入れて、電子天秤で瓶ごとの重量を小数点以下2桁まで測定し、レポート用紙に記録する。この測定結果から、2) で求めた軟こう瓶の重量を差し引いてコオロギの体重を算出する。
- 5) 対戦用のスチロールケースの中に、元気が良く大きな雌1個体を選んで入れる。
- 6) 対戦させる2個体の雄を別々に、しかも同時進行で興奮させる。驚かさないように静かに、小筆でその触覚や体

表3 フタホシコオロギの雄間闘争の対戦結果.

個体番号	No. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	勝数
No. 1	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
3	1	0	*	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
4	1	0	0	*	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
5	1	0	1	0	*	0	1	0	1	0	0	0	1	5
6	1	0	1	1	1	*	1	0	0	0	0	0	1	6
7	1	0	1	1	0	0	*	0	1	0	1	0	1	6
8	1	0	1	1	1	1	1	*	1	1	1	1	1	11
9	1	0	0	1	0	1	0	0	*	0	0	0	0	3
10	1	0	1	1	1	1	1	0	1	*	1	1	1	10
11	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	*	0	0	7
12	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	*	1	9
13	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	*	4

1は勝ち、0は負け、*は対戦なしを示す。

をさす。最初は逃げようとするが、やがて動きが止まり興奮すると、小筆に向かってくるようになる。ここまでおよそ5分を要する。

7) 軟こう瓶を傾けて静かにしかも素早く、興奮した2個体の雄を雌の入っている対戦用スチロールケースの中に入れる。

8) 対戦の様子を観察し、勝敗が明らかになった時点で、素早く雄個体をもとの軟こう瓶に戻す。今回は、どちらかが逃げた時点を勝負がついた時とみなした。このとき、闘争行動の観察の中で気づいたことがあれば、詳細に記録しておく。

9) 一度対戦させた個体は続けて対戦させずに、しばらく休ませながら、13個体の総当たり戦を行う。

対戦に勝った場合には1点、負けた場合には0点のスコアを与え、対戦表(表3)を作成する。

D 結果の解析

1) 各雄個体ごとにスコアの合計値(勝数)を算出し、勝数と体重との関係についての表を作成する(表4)。

2) 「体重と勝数との関係」を散布図に表示する(図4)。体重を独立変数、結果である勝数を従属変数と見なして、体重を横軸に、勝数を縦軸にとる。

3) 散布図を基にして、仮説が正しいかどうかを検討する。

ここで得られた散布図を見ると、プロットの分布は右上がりになっているので、体重が重い個体ほど勝数が多いという傾向があることがわかる。

さらに、ここで得られたデータに関して統計的な解析を行ったところ、相関係数(r)は0.7955、決定係数(r^2)は0.6328となり、体重と勝数との間に高い相関関係が認められた。また回帰分析を行った結果、 $f(x) = 22.698x - 9.375$ という回帰直線の式が得られた。回帰における有意性の検定を行ったところ、回帰係数は1%水準($p < 0.01$)で有意であった(分散: $VL (0.1204) \cdot VR (0.0064)$ 、 F 値: 18.9575、有意確率: 0.0011)。この結果より、仮説は正しいと考えられる。

学生実験でもコンピュータがあれば、市販の統計ソフトを使って簡単に統計解析を行うことができる。なお、データに対する統計的な処理の仕方については、藤井(1990)、石居(1975)、粕谷(1998)などの参考書が出版されている。

4-2. 学生実験の結果

日本大学生物資源科学部、一年生(60名)対象の総合

表4 フタホシコオロギの雄間闘争における勝数と体重.

個体番号	No. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
勝数	0	12	3	3	5	6	6	11	3	10	7	9	4
体重(g)	0.61	0.97	0.51	0.59	0.54	0.59	0.75	0.81	0.65	0.79	0.65	0.71	0.68

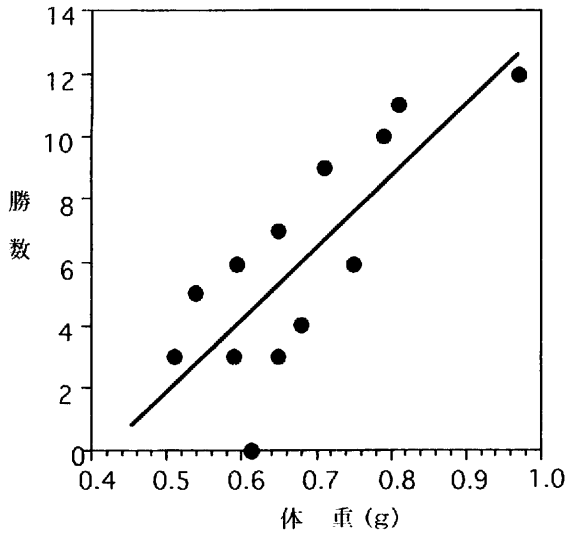


図4 フタホシコオロギの体重と勝数との関係を示す散布図 ($r : 0.7955, r^2 : 0.6328$). 回帰直線式: $f(x) = 22.698x - 9.375$, F 値: 18.9575.

教育科目「生物学実験 (実験時間 180 分)」の中で、上記と同様の実験を行った。実験時間の都合で対戦数を減らすために、雄 6 個体と雌 1 個体を使用し、班ごと (各班 5 から 6 名) に実験を行った。2001 年 7 月に実施した実験の結果の一部を、表 5・表 6・図 5 に示す。

表 5 と表 6 を解析し、図 5 を作成する過程で、学生は仮説の確からしさを確認するだけでなく、体重差と勝負が決まるまでの時間との関係や、勝者が勝ち続け、逆に敗者が負け続ける勝ち癖や負け癖の傾向などについても気づいた。さらに実験結果の考察や討論を通して、雄間の闘争行動を行動生態学的視点から理解するようになった。

表 5 フタホシコオロギの雄間闘争の対戦結果 (勝数) と体重

個体番号	No. 1	2	3	4	5	6	勝数	体重 (g)
No. 1	*	1	1	1	1	1	5	0.88
2	0	*	1	0	1	1	3	0.61
3	0	0	*	0	0	0	0	0.55
4	0	1	1	*	1	1	4	0.81
5	0	0	1	0	*	1	2	0.66
6	0	0	1	0	0	*	1	0.56

1は勝ち, 0は負け, *は対戦なしを示す。

学生実験の現場では、昆虫に直接触れた経験のない学生が多いので、最初は多少の戸惑いや混乱が見られた。しかし 3 回ほどの対戦を経験すると、学生は対戦する雄を興奮させる方法やその雄を移動させる方法にも習熟した。

また、2003 年 8 月に実施した日本大学生物資源科学部、三年生 (45 名) 対象の共通選択科目「教職課程生物学実験 (実験時間 180 分)」の中で、性淘汰の説明を行った後に同様の実験を行い、この実験に関する興味や理解度に関するアンケート調査を実施した。その結果、受講者全員から「この実験に対して大変興味をもてた」という回答が得られた。さらに、「性淘汰の概念を理解するためにこの実験が有効であったか?」という問いに対しては 80% の学生が「有効であった」と回答し、約 90% の学生から「この実験を行って、性淘汰についてさらに深く学んでみたいと思った」という回答が得られた。

表 6 フタホシコオロギの雄間闘争の対戦経過。

対戦個体の番号	対戦の経過
No. 1 vs No. 2	2 が鳴いた, 1 が鳴きながら 2 を追いかけた。
No. 1 vs No. 3	3 が逃げた, 1 が鳴いた。
No. 1 vs No. 4	4 が鳴いた, 闘った, 4 が逃げた。
No. 1 vs No. 5	5 が鳴いた, 5 が逃げた, 1 が鳴いた。
No. 1 vs No. 6	1 が鳴いた, 6 が逃げた。
No. 2 vs No. 3	3 が鳴いた, 2 が鳴いた, 3 が逃げた。
No. 2 vs No. 4	2 が鳴いた, 2 が逃げた。
No. 2 vs No. 5	2 が鳴いた, 5 が鳴いた, 5 が逃げた。
No. 2 vs No. 6	6 が逃げた, 2 が鳴いた。
No. 3 vs No. 4	3 が攻撃した, 4 が鳴いて反撃した, 3 が逃げた。
No. 3 vs No. 5	5 が鳴いた, 3 が逃げた。
No. 3 vs No. 6	3 が逃げた, 6 が鳴いた。
No. 4 vs No. 5	5 が何もしないで逃げた。
No. 4 vs No. 6	6 が何もしないで逃げた。
No. 5 vs No. 6	5 が鳴いた, 6 が逃げた。

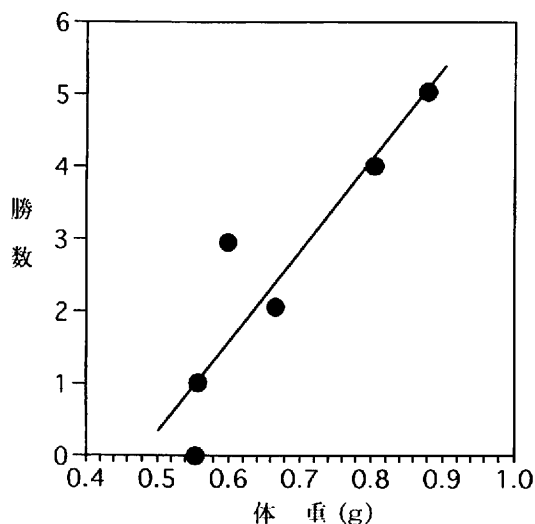


図5 フタホシコオロギの体重と勝数との関係を示す散布図。 ($r : 0.9187, r^2 : 0.8439$). 回帰直線式: $f(x) = 12.569x - 6.026$, F 値: 21.6286.

5. 考察

2001年の学生実験で学生が行った議論をもとに、実際に行った行動実験(実験1)の他にも以下のような実験を設定することが可能になる。

実験2:「続けて勝った(負けた)個体は、次の対戦でも勝つ(負ける)傾向がある」という仮説を検証する。

総当たり戦を行う必要がないので、実験に要する時間は短時間で済む。なお、得られた実験結果を検定する方法としては、連検定(ラン検定)法がある。1試料連検定法については石居(1975)に解説があり、標本数が20以下であれば、簡単な計算と巻末の表を引くだけで検定できる。

実験3:「対戦者同士の体重差が大きいほど、勝負がつくまでの対戦時間が短くなる」という仮説を検証する。

前述した実験器具の他に、時間を計るためのストップウォッチまたは腕時計を用意する。対戦相手の決定には、両者の体重差を十分考慮しなければならない。また対戦時間を計るためには、対戦の開始時と終了時の基準を決定する必要がある。例えば、開始時を「互いの触角が触れた時」とし、終了時を「どちらかが逃げた時」とすることができる。

実験4:「先に鳴いた(先に勝負を挑んだ)個体が勝つ傾向がある」という仮説を検証する。

他の要因が影響しないように、対戦相手を決める際には体サイズ(体重)をほぼ一定にする配慮が必要である。

なお、ここで取り上げた実験のほかにも、長尾(1999)に紹介されているように、コオロギの飼育密度が雄間闘争

に与える影響を調べることもできるであろう。

実験中の学生の反応や実験終了後に行ったアンケート調査の結果から、コオロギの行動実験は学生にとって大変興味あるものであり、行動生態学における性淘汰の概念を理解する上で有効であることが強く示唆される。

フタホシコオロギの雄間闘争は、博物館や動物園などの社会教育施設で近年開催されている昆虫教室でも「コオロギ相撲」として取り上げられ、小・中学生の興味を引いている(深谷, 2000; 岩淵, 2000; 岩淵・深谷, 2000; 岩淵ら, 2003)。技術的には小学生にもできる実験であり、伝統的な「遊び」の興奮をも楽しむことができるが、一方では仮説検証型の実験に発展させることができるので、「科学的に物事を探究する方法」を学習する教材としても有用と言えよう。

謝辞

元札幌医科大学保健医療学部の小松俊郎博士にはコオロギの行動実験を行うきっかけを与えていただいた。芦屋大学生命工.学研究室の新井哲夫博士には、コオロギの学名について御教示をいただいた。また、日本大学生物資源科学部副手の千田浩子さんには、コオロギを用いた学生実験の補助をしていただいた。この稿をまとめるにあたり厚く御礼申し上げる。

要約

行動生態学の教材として、フタホシコオロギ *Gryllus bimaculatus* を用いた室内実験を紹介した。フタホシコオロギの雄は、雌の獲得をめぐる激しい闘争を行うが、これらの行動は室内でも容易に観察することができる。科学教育の観点から、フタホシコオロギの雄間闘争を解析するための実験手順と解析法を紹介すると共に、学生実験において雄の闘争能力と体サイズとの関係とを実際に調べた結果を提示した。さらに、コオロギの雄間闘争に関する行動学や生理学的な背景、ならびに文化的な面についても手短かに解説を行った。

引用文献

- 馬場欣哉・大坪尚広・広田潔憲・志賀向子・木村哲也・酒井弘樹・山口恒夫(1990) フタホシコオロギの飼育法。採集と飼育 52(9): 389-392.
- Bentley, D. R. and Hooy, R. R. (1972) Genetic control of the

- neuronal network generating cricket (*Teleogryllus gryllus*) song patterns. *Anim. Behav.* **20** : 478-492.
- 藤井宏一 (訳) (1990) 生物統計学. (Sokal, R. R. and Rohlf, F. J. (1973) *Introduction to Biostatistics*. W. H. Freeman & Company) 共立出版. 449pp.
- 深谷高司 (2000) コオロギ相撲を教材に. *インセクタリウム* **37** : 93.
- 長谷川真理子 (1992) クジャクの雄はなぜ美しい? 紀伊國屋書店. 196pp.
- (1993) オスとメス=性の不思議. 講談社. 254pp.
- (1999) 進化とは何だろうか. 岩波書店. 213pp.
- 池田博明 (1989) クモ合戦. 梅谷献二・加藤輝代子(編)『クモのはなし II—糸と織りなす不思議な世界への旅』 pp.195-202. 技報堂出版.
- 犬飼哲夫 (1978) クロコオロギを用いた実験の検討. 新潟県立教育センター研究報 **18** : 85-92.
- 石居 進 (1975) 生物統計学入門—具体例による解説と演習. 培風館. 290pp.
- 伊藤嘉昭 (1994) 生態学と社会—経済・社会系学生のための生態学入門. 東海大学出版会. 185pp.
- 岩淵けい子 (2000) 本番成功—コオロギ相撲. *インセクタリウム* **37** : 153.
- ・深谷高司 (2000) 虫に親しむ手はじめて「コオロギ相撲」はいかが? *インセクタリウム* **37** : 345.
- ・田畑邦衛・桜井佑子 (2003) コオロギ相撲が伝えてくれること. *遺伝* **57**(4) : 12-16.
- 巖佐 庸 (監訳) (1991) 「性」の不思議がわかる本—♂と♀の進化生態学. (Greenwood, P. J. and Adams, J. (1987) *The Ecology of Sex*. Edward Arnold Publishers Ltd.) HBJ出版局. 151pp.
- 加納康嗣 (1990) 鳴く虫の文化史. 奥本大三郎 (監修)『虫の日本史』 pp.56-65. 新人物往来社.
- 粕谷英一 (1990) 行動生態学入門. 東海大学出版会. 316pp.
- (1998) 生物学を学ぶ人のための統計のはなし—きみにも出せる有意差. 文一総合出版. 199pp.
- 川名 興・斎藤慎一郎 (1985) クモの合戦—虫の民族誌. 未来社. 238pp.
- Kneidel, S. S. (1994) *Pet Bugs: A Kid's Guide to Catching and Keeping Touchable Insects*. Wiley & Sons, New York. 117pp.
- 小西正泰 (1993) 虫の博物誌. 朝日新聞社. 300pp.
- 楠元 守・木下鉄雄 (1984) フタホシコオロギの高密度飼育法について. 神奈川県立教育センター研究集録 **2** : 59-64.
- ・—— (1986) フタホシコオロギの飼育と教材化<小・中・高>. 全国理科教育センター研究協議会編.『身近な自然を生かした生物教材の研究』 pp. 128-131. 東洋館出版社.
- ・——・長岡宏治 (1990) フタホシコオロギの配偶行動. *生物教育学雑誌* **1** : 1-6.
- 正木進三 (1980) コオロギ類. 一瀬太良他(編)『昆虫実験法—材料・実習編』 pp.46-49. 学会出版センター.
- ・新井哲夫 (1972) コオロギ類の飼い方と生活史. *遺伝* **26**(9) : 2-9.
- 松香光夫・梅谷献二 (1998) 飼料・工芸品などの昆虫利用. 農林水産省国際農林水産業研究センター(編)『アジアの昆虫資源—資源化と生産物の利用』 pp.166-179. 農林統計協会.
- 松浦一郎 (1989) 鳴く虫の博物誌. 文一総合出版. 178pp.
- Matthews, R. W., Lynda, R. F., and Matthews, J. R. (1997) Insects as teaching tools in primary and secondary education. *Annu. Rev. Entomol.* **42** : 269-289.
- 三橋 淳・方 向 (1992) 中国の關蟋蟀. *インセクタリウム* **29** : 276-281.
- 長尾隆司 (1999) 昆虫の動機づけと神経ホルモン. 日高敏隆・松本義明 (監修), 木田計一他 (編)『環境昆虫学—行動・生理・化学生態』 pp. 116-129. 東京大学出版会.
- 中島康裕・福井康雄・原田泰志 (訳) (1991) 生物の社会進化. (Trivers, R. (1985) *Social Evolution*. The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc.) 産業図書. 582pp.
- 野中健一 (1999) 闘うカブトムシ—北タイのカブトムシ・レスリング. *インセクタリウム* **36** : 74-77.
- 斎藤慎一郎 (1984) クモ合戦の文化論—伝承遊びから自然科学へ. 大日本図書. 164pp.
- Sakai, M. (1991) Copulation sequence and mating termination on the male cricket *Gryllus bimaculatus* DeGeer. *J. Insect Physiol.* **37**(8) : 599-615.
- 酒井正樹 (1995) 昆虫の求愛行動. *遺伝* **49**(7) : 68-75.
- Simmons, L. W. (1986) Inter-male competition and mating success in the field cricket, *Gryllus bimaculatus* (DeGeer). *Anim. Behav.* **34** : 567-579.
- 下田澄子 (1972) 鳴く虫の観察と飼育. *遺伝* **26**(10):52-56.
- 洲脇 清・竹入隆弘・小林朋道・松沢克彦 (1993) 生物実験教材の開発—昆虫の教材化. 岡山県教育センター研究紀要 **168** : 1-32.
- 周 達生 (1995) 鳴く虫の飼育. 『民族動物学—アジアのフィールドから』 pp. 45-81. 東京大学出版会.

- 海野和男 (1993) 好戦的なカブトムシ・Xylotrupes、ヒメカブトムシ・ケブカヒメカブトムシ. 『動物百科—カブトムシの百科』 pp.42-47. データハウス. 東京.
- 山岸 哲・巖佐 庸 (訳) (1991) 行動生態学. (Krebs, J. R. and Davies, N. B. (1987) An Introduction to Behavioural Ecology. 2nd Ed. Blackwell Scientific Publications Ltd.) 蒼樹書房. 454pp.
- ・——— (訳) (1994) 進化から見た行動生態学. (Krebs, J. R. and Davies, N. B. (1991) Behavioural Ecology. An Evolutionary Approach. 3rd Ed. Blackwell Scientific Publications Ltd.) 蒼樹書房. 578pp.
- 芳野未央、立川周二 (1996) バリ島の「コオロギ相撲」見聞記. インセクタリウム 33 : 260-263.