

論文

## オカダンゴムシの湿度走性と湿度順応に関する理科教材

Orientation behavior to humidity and dry-acclimation by common bill bug, *Armadillidium vulgare*,  
and a teaching material for science classes

古木 隆寛 (高知大学大学院総合人間自然科学研究科環境生理学研究室)<sup>1</sup>

藤田 大輝 (高知大学大学院総合人間自然科学研究科環境生理学研究室)<sup>1</sup>

伊谷 行 (高知大学大学院総合人間自然科学研究科海洋共生生物学研究室)<sup>2</sup>

原田 哲夫 (高知大学大学院総合人間自然科学研究科環境生理学研究室)<sup>1</sup>

FURUKI Takahiro<sup>1</sup>, FUJITA Hiroki<sup>1</sup>, ITANI Gyo<sup>2</sup> and HARADA Tetsuo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Environmental Physiology, Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Kochi University

<sup>2</sup> Laboratory of Marine Symbiotic Biology, Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Kochi University

### ABSTRACT

A modified teaching material on orientation behavior by common bill bug, *Armadillidium vulgare* was developed for science classes of senior high school students and university students in bachelor course. Experiments on this orientation behavior consist of two parts. One part is to examine whether the common bill bugs show orientation behavior to the gradient of relative humidity of air. The second one is to examine whether they have the function of orthokinesis (they run slower in high relative humidity, whereas they run faster in low humidity) to orient to humid places finally. In each experiment, the acclimation to dry-places for 5.5 hours enhances the orientation behavior and also orthokinesis function. This clear effect of dry-acclimation seems to be good teaching materials for senior high school students and university students in bachelor course to learn how terrestrial animals behave to adapt the surrounding environments for their survival.

キーワード：オカダンゴムシ、走湿性、変速無定位運動性

Keywords: *Armadillidium vulgare*, humid orientation, orthokinesis

## 1. 諸言

学生が理科への興味を深めるためには身近な自然を通して実験・観察を行うことが有効であることが示唆されている。身近な節足動物であるオカダンゴムシ (*ダンゴムシ*) *Armadillidium vulgare* を用いた実験は様々な紹介されてきた。ダンゴムシを用いた理科学生実験として、最も多く取り上げられてきたのは、交替性転向反応 (小野, 2004; 小野と高木, 2006) である。これは、定位行動の1種であり、左側皮膚に受けた接触刺激が、次の時点での右側反転を引き起こし、逆もしかりという行動である。例えば片側から捕食行動を受けた際に接触刺激を受けると、反対側に逃避できるという生態学的意義を持つ。

ダンゴムシの雌雄判別は比較的容易である。雌は体色が茶色で背中に細かい白い斑点模様がある。一方、雄は体色が紺色で、白い斑点は無い。この性の分化の主役は、雄にのみ存在する造雄腺と呼ばれるホルモン腺であることが、移植実験などによって証明され (片倉, 1985; 長澤と奥野, 2000)、高等学校や大学教養課程の実験項目として使用できる可能性が示唆されている。

高等学校理科における生物教材として、甲殻類が適切なものとして紹介されている (小林, 2015)。教科書や理科便覧等に登場するものとしては、「カニ」「ザリガニ」「カメノテ」「フジツボ」「アミ」「ダンゴムシ」「ワラジムシ」「フナムシ」「アルテミア」「エビ」「ヨコエビ」「ヤドカリ」「ウミホタル」などが、挙げられる。ダンゴムシはもっぱら「交替性転向反応」実験の材料として用いられている。ダンゴムシの仲間である、オオグソクムシ *Bathynomus doederleinii* は、標本でのみ教育現場での教材として用いられるが、深海に棲む大型生物として、生徒の関心を引き付ける効果は絶大なようだ。

ダンゴムシは、植食性であると共に、落葉なども摂食するので、分解者としての認識もなされている。ダイズ畑ではダンゴムシによる雑草抑制効果がある程度確認された (高倉, 2016)。一方、大豆や野菜苗などへの被害も観察されており、潜伏場所に居るダンゴムシの薬剤防除の効果について一定の結果が得られている (秋野と鳥津, 1973; 船迫と熊谷, 1977)。

渡辺 (1967) は、ダンゴムシの摂食量を様々な温度条件で比較している。落葉を餌とした時、15°C下で約 50g の摂食量であった場合、20°Cで約 100g と倍になったが、30°C下では約 140g となった。摂食量のピークは 30°Cより少し高い温度であると推定出来る。京都での実験であったので、摂食ピーク量は日本列島の冷温帯から亜熱帯までの地方によって、自然選択の結果、それぞれの気候帯によって変化すると考えられる。

ダンゴムシは石の下や農作物の圃場における黒シートの下など暗湿場所に多く生息するため、高湿度嗜好性と乾

燥からの忌避行動が予測できる。これについては、Gunn & Kennedy (1936) による実験が知られているが、既に紹介されている実験装置 (ヘインズワース, 1977) を改良した実験が原田 (1996) によって教材として開発され、湿度走性実験とそのメカニズムを探る、変速無定位運動性実験が可能となった。更に変向無定位運動性を調べることが可能な実験も紹介されている (原田, 2015)。原田 (1996, 2015) は 23 年に渡って学部理科教員養成課程生物分野の実習のメニューや理科教員の再教育、高校生の出前授業などの内容として実施してきた。本稿では、長年実施してきた湿度走性実験と変速無定位運動性実験の定位が明瞭な場合と不明瞭な場合になる事実について、紹介し、その原因について紹介するとともに、それを明瞭にするための「乾燥順化」実験を新たな教材として開発した。

## 2. 実験対象と採集場所

### 2-1. 実験対象・採取場所・飼育

大学や高等学校敷地内の落葉の下、木片、岩の下などからオカダンゴムシを採取した。飼育は水槽内で行う。水槽の底に藓類を生息場所や餌として敷き、その上に落ち葉をちりばめ、水を上から霧状に吹きかけ高湿度を保った。

### 2-2. 実験器具等 (原田, 1996)

- ① スチロール製角形ケース  
(株式会社ニッコー製、353×255×60mm)
- ② 透明テープ及び両面テープ
- ③ 脱脂綿
- ④ ハサミ
- ⑤ 塩化カルシウム (乾燥用)
- ⑥ ビニール手袋
- ⑦ 透明なシート
- ⑧ 糸
- ⑨ 油性カラーペン (数色)
- ⑩ ストップウォッチ

### 2-3. 実験方法

#### (1) 装置の作成 (原田, 1996)

1. 角形ケースの四面の大きさに脱脂綿を切る。
2. 角形ケースを三等分した箇所をそれぞれ、低湿度部、中間部、高湿度部とする。
3. 低湿度は脱脂綿に、砕いた塩化カルシウムを付着させ、高湿度は脱脂綿に水を染み込ませ、それぞれをケース側面にテープで隙間なく貼り付ける。

#### (2) ダンゴムシの走湿性実験

1. ダンゴムシを中間部に数頭置き、ケースにフタをして、透明なシートを被せる。
2. 1分ごとに到着点に目印を付ける (計7分)。

#### (3) ダンゴムシの湿度定位

1. 角形ケースを二つ用意し、一方は水をつけ湿らせた脱脂綿を貼り、もう一方は塩化カルシウムを貼り付ける。

- 二つともにダンゴムシ数頭をケース中央に入れ、透明シートを被せる。
- 透明シートにダンゴムシの軌道をペンで記入する(1分間)。
- シートに記入された軌道を糸を用いて測定し、湿った脱脂綿の貼り付けたケースと、塩化カルシウムの付着した脱脂綿を貼り付けたケースでダンゴムシの動いた距離を比較する。

本研究では、湿った飼育水槽から取ったダンゴムシを直接実験に用いる場合と、水槽から取った後、5時間半乾燥したシャーレに置いた後用いる場合で実験結果を比較した。

### 5. 実験結果

#### 1) 乾燥順応と走湿性

乾燥順応の有無に関わらず、有意に高湿度域に移動した。十分な乾燥時間を与えた方がそれは明瞭に見られた(図1)。

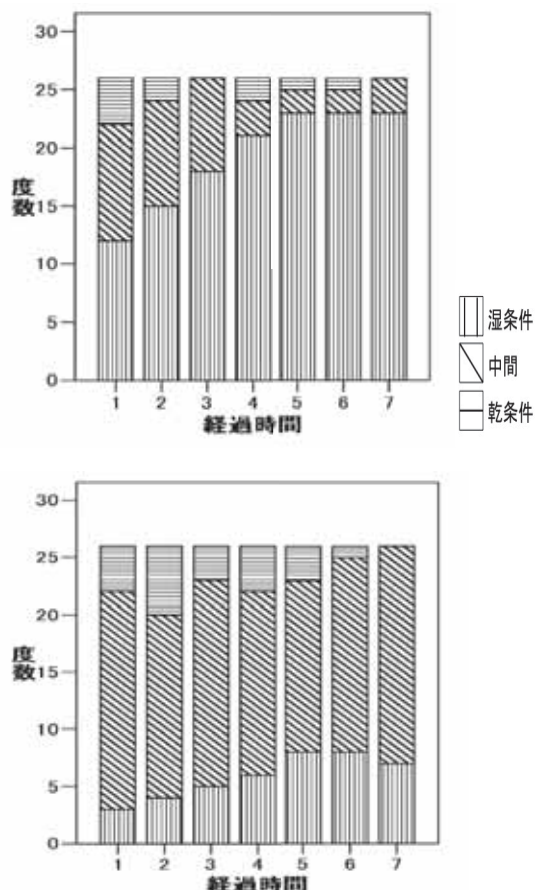


図1：乾燥順応時間の違いによる居場所の時間推移。

5時間半乾燥(上: Personの相関係数,  $r = 0.942$ ,  $p < 0.005$ )、乾燥時間なし(下:  $r = 0.909$ ,  $p = 0.005$ )。

#### 2) 乾燥順応と変速無定位運動性

乾燥非順応区では何れの湿度下でも移動距離が少なく(約40cm/min)両者に差はなかったが、乾燥順応区では低湿度下で約200cm/minであったが、高湿度下では約120cm/minだった(ANCOVA: 乾燥順応,  $df=1$ ,  $F=51.172$ ,  $p < 0.001$ ; 実験中湿度:  $df=1$ ,  $F=5.413$ ,  $p=0.022$ ) (図2)。

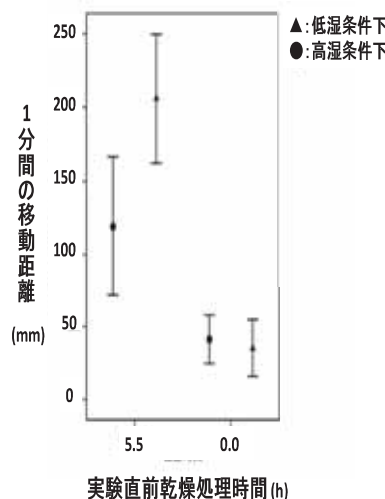


図2：変速無定位運動性実験 実験直前乾燥処理をすると、ダンゴムシの歩行行動が促進され、低い湿度下ではさらに速度は早まる。

### 6. 考察

走湿性実験、変速無定位運動実験のどちらにおいても実験前の乾燥時間の有無が結果に大きな影響を及ぼす。ダンゴムシでは、近い過去の高湿条件が歩行行動そのものを抑制し、逆に近い過去の低湿条件が歩行行動を解発・促進させ、その場の湿度に応じて歩行速度を変化させる。乾燥による生理的ダメージから逃れる危機管理の仕組みが発達したと考えられる。

### 7. 教材としてのダンゴムシ実験

本研究は、本実験教材の、「ダンゴムシの事前乾燥処理がないと、結果相違が不明瞭になる」という経験則課題を解決した。5時間の乾燥時間が明瞭な結果相違に必要である。応用実験として乾燥保持時間を連続的に変えて比較する方法がある。いずれにしても、「動物の環境適応」を教える応用教材としては、格好のものと言え、特に高等学校生物の現場で使用可能なものと言えよう。

### 8. 謝辞

約25年に渡って、本新教材の元になる教材を用いた実習に長年参加頂いた、高知大学教育学部理科教育教室の学生の皆さんに深く感謝申し上げます。

9. 引用文献

- 秋野浩二・寫津七五郎 (1973) 潜伏場所でのオカダンゴムシの薬剤防除 関東東山病害虫研究会年報 20: 131.
- 船迫勝男・熊谷誠司 (1977) 大豆のダンゴムシの防除 北日本病害虫研究会報 28: 96.
- Gunn, D. L. and Kennedy, J. S. (1936) Apparatus for investing the reactions of land arthropods to humidity. *Journal of Experimental Biology* 13: 450-459.
- 原田哲夫 (1996) 理科教材としての「オカダンゴムシ [*Armadillidium unlgare* (Latreille)] における湿度定位行動実験」、高知大学教育学部研究報告 第1部, 51: 1-7.
- 原田哲夫 (2015) ダンゴムシは湿った所が好き? 研究者が教える動物実験、第1巻、pp 92-95.
- ヘインズワース, M. D. (1977) (小野嘉明訳)、動物行動の実験、法政大学出版局、pp.104-112.
- 片倉康寿 (1985) 甲殻類の性決定因子—造雄腺ホルモン *化学と生物* 23: 309-310.
- 小林弥吉 (2015) 甲殻類の教材化～高等学校の現場から～ *Cancer* 24: 101-105.
- 長澤寛道・奥野敦朗 (2000) 甲殻類の性分化を制御する造雄腺ホルモン 無脊椎動物で初めて同定された性ホルモン *化学と生物* 38: 722-727.
- 小野和洋 (2004) ダンゴムシはジグザグが好き! オカダンゴムシの交替性転向反応 *化学と生物* 42: 733-738.
- 小野和洋・高木百合香 (2006) オカダンゴムシの交替性転向反応とその逃避行動としての意味 *日本応用動物昆虫学会誌* 50: 325-330
- 高倉耕一 (2016) 雑草防除用資材としてのオカダンゴムシ *Armadillidium vulgare* の有効性 *環動昆* 27: 81-87.
- 渡辺弘之 (1967) オカダンゴムシのいろいろな温度条件下での接触量 *日本生態学会誌* 17: 134-135.