

ツルグレン装置と土壌甲虫 (II)

保科英人

〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学教育学部

はじめに

今から時を遡ること2年半前の平成27年11月26日の朝、日課である朝日新聞を手にとった時、筆者の顔色がさっと変わった。1面掲載の「蛍光灯実質製造禁止へ 20年度めどLEDに白熱灯も」との記事見出しが目に飛び込んできたのである。「白熱電球が近い将来買えなくなる」。土壌性甲虫を捕るためにツルグレン装置を駆使する本会会員の中には一抹の不安を覚えた方もおられたらう。白熱電球なしではツルグレン装置は稼働しないと考えられているからである。なお、新聞報道から約一週間後の同年12月2日、一般社団法人日本照明工業会は「経済産業省に確認したところ、新聞報道は誤りであることがわかった。国がエネルギー消費効率の高い製品の普及を促進していくのは事実だが、2020年以降、白熱灯（白熱電球）や蛍光灯（蛍光ランプ）の製造が禁止されるわけではない」との声明を発表した（同会の website より）。筆者の心配はとりあえず杞憂に終わったわけである。

ツルグレン装置とは如何なるものかについては、写真入りで紹介したばかりだ（保科, 2018）。ツルグレン装置とは白熱電球が発する光と熱を上から土壌サンプルに浴びせ、そこに潜む土壌動物を追い出し、70～80%エタノールで受ける、土壌性甲虫屋の必須のアイテムと言ってよい。筆者使用のツルグレン装置は1基5万円を超える大型の代物であるが（保科, 2018）、本会会員の藤本博文氏は1000円程度の費用で工作できる手頃な装置を考案している（藤本, 2016）。この簡易版ツルグレン装置のベースとなるのは脚付きのガーデニング用の鉢で、「足なんて飾りですよ」と唱えつつ鉢の脚を廃棄し（原文にそう書いてある）、安定性の高いガーデニング用の三脚の上に乗せて使用するものらしい。同氏考案のツルグレン装置の実物は筆者未見だが、必要経費からして土壌性甲虫の収集を始めの敷居を低くした代物であると高く評価できよう。

藤本氏製作のツルグレン装置は必ずしも白熱電球を必要とせず、太陽光のみで土壌性甲虫を十分抽出できると言う。しかし、装置を置く部屋の日当たりや季節によっては、抽出効率が落ちることは避けられないようである（藤本, 2016）。光源に白熱電球を用いた方が手取り早いことは確かなのだ。

冒頭の朝日新聞の記事は勇み足だったとはいえ、世界の潮流から見て、将来白熱電球が入手できなくなる懸念は残る。その場合、ツルグレン装置はどうなるのか。太陽光をあててにできない間取りの部屋にしか装置を置けない虫屋はどうするのか。苦悩は深まるばかりである。

ツルグレン装置の抽出効率とは、採取した土壌サンプルに含まれている実際の動物類のうち、何%の個体を回収できたかを表した数字である。回収前にツルグレン装置内の土壌中で死亡する個体、またはいつまでも土壌内に留まる個体が増えれば、抽出効率は落ちるわけだ。

上記の筆者の不安は「ツルグレン装置においてLED電球は白熱電球の代替品として機能するのか。つまりLED時代のツルグレン装置は従来の抽出効率を維持できるのか」との点にある。では、そもそも白熱電球使用の従来型ツルグレン装置は如何ほどの抽出効率を持っているのだろうか？

日本土壌動物学会編（2007）は、ツルグレン装置の土壌動物の抽出効率は30%以下であると記す。しかし、これは体長2mm以下の中型土壌動物（ダニやトビムシ類など）における数字であり、甲虫類に限れば数字は格段に高くなる。Drift (1951)の実験によれば、土壌性甲虫の抽出効率は約90%に達した。Drift (1951)の実験では、ツルグレン装置で抽出した動物類を生かした状態で回収し、種と個体数を記録した後、再びツルグレン装置に投入するとの手法を取っている。よって、「この方法ではツルグレン装置で抽出されやすい個体を選抜して実験に用いているのだから、抽出効率が高くて当たり前」との批判も可能なわけだ（青木, 1977）。

土壌性甲虫の抽出効率を絶対客観的に知りたければ、抽出後にツルグレン装置に残された土壌サンプルを丁寧に調べ上げ、その中に取り残された甲虫類を探せばよいのである。無論、この作業には途方もない労力がかかるが、批判を完全に封じたいければこの方法しかない。2000年10月、筆者は計52頭の土壌性甲虫類の抽出を終えた土壌サンプルを洗いざらい調べたことがある。すると、5頭の甲虫類の死骸が見つかっただけだったので、抽出効率は91%との高い数値を示したことになる（保科, 2001）。つまり、ほぼDrift (1951)の実験結果を裏付けたわけだ。



図1. 実験中のツルグレン装置. 左：白熱電球を装着した従来型装置. 右：LED電球を装着した装置.



図2. 仕掛けた腐葉土. 赤丸は筆者が掘った穴.

ここで話は本章の頭に戻る. 白熱電球使用のツルグレン装置は甲虫類においては非常に高い抽出が可能なのだが, この特性はLED電球装着のツルグレン装置でも受け継がれるのだろうか? 土壌サンプルから土壌動物類を下へ追い落とす力の源は電球の明るさではなく, 高温であるとの実験結果がある(加藤ら, 2013). これが事実ならエネルギー効率が高く, 熱をあまり発しないLED電球はツルグレン装置に不向きなはずである. 筆者としてはLED時代の到来を怖れざるを得ない. そこで, 筆者はLED電球装着のツルグレン装置の抽出効率を知る簡単な実験を試みた.

方法

平成30年6月7日, 筆者は福井県大野市下打波にて土壌サンプルを採取した. 同日中にその土壌サンプルをツルグレン装置に仕掛け, ろうと下に空の容器を用いることで, 落ちてくる甲虫類を生きた状態で確保した. その中から以下の甲虫類を実験に用いることとした.

オサムシ科 *Pterostichus* sp.: 12頭 (以下, 「ゴミムシ」と表記)

ハネカクシ科 *Osorius taurus taurus*: 30頭 (以下, 「ハネカクシ」と表記)

アリモドキ科 *Macrotomoderus clavipes*: 6頭 (以下, 「アリモドキ」と表記)

ゾウムシ科 *Cyphicerini* gen. sp.: 6頭 (以下, 「ゾウムシ」と表記)

上記4種の選抜に深い意味はない. 個体数を確保できた種を選んだだけである. これら計54頭の甲虫類を種ごとに二つに分け, 一方を従来の白熱電球装着の, もう片方をLED電球装着のツルグレン装置に投入した(図1). 実験に用いた電球の品版はそれぞれ「National シリカ電球 40形 100ボル

ト LW100V36W」と「Panasonic LED電球プレミアム LDA7D-G/Z60E/S/W」である. 通常の実験では電球を全く点灯させない対象装置が必要であるが, 残念ながら確保できた生体が予想よりも少なかった. 今回は青木(1977)が指摘する「無照射では原則抽出効率が悪い」を大前提とし, 無照射と照射のツルグレン装置間の比較実験は断念した.

2基それぞれのツルグレン装置の中のスチールかごに8cmの厚さとなるように園芸用の腐葉土を仕込んだ. かごの直径は約33cmなので, 腐葉土の容量は約6800cm³となる. そして, 中央に直径約5cm, 深さ約5cmの穴を掘り(図2), そこにゴミムシ6頭, ハネカクシ15頭, アリモドキ3頭, ゾウムシ3頭をそれぞれ投入し, 上から土をかぶせた.

実験開始は6月8日17時. 24時間後, 48時間後, 72時間後に抽出された甲虫類の種と個体数を記録した. また, 仕掛けた腐葉土の深さ約2cmの位置の温度を, 実験開始直前と24時間後, 48時間後, 72時間後の計4回, 2基のツルグレン装置それぞれで測定した. 実験は72時間で打ち切った.

保科(2018)は「ツルグレン装置の抽出効率を上げるために, 時折土壌サンプルを混ぜた方が良い」と紹介した. しかし, 今回の実験ではそれをせず完全放置することとした.

結果

1) 腐葉土の温度について

実験開始直前時では2基のツルグレン装置共に腐葉土の温度は24.8℃であった. そして, 白熱電球装着のツルグレン装置における実験開始24時間後, 48時間後, 72時間後の温度はそれぞれ30.5℃, 28.5℃, 30.0℃となった. 一方, LED電球装着の装置では26.1℃, 24.8℃, 25.2℃となった. 前者は後者より約4~5℃高かった. もちろん, 電球

表1. 時間別の累積抽出個体数および種別抽出効率.

| 種名 | 供試 個体数 | 設置時間 | | | 抽出 効率 | 合計 抽出効率 |
|--------|-----------|-------|-------|-------|----------|------------|
| | | 24 時間 | 48 時間 | 72 時間 | | |
| 白熱電球 | ゴミムシ | 6 | 6 | 6 | 100% | 89% |
| | ハネカクシ | 15 | 13 | 14 | 93% | |
| | アリモドキ | 3 | 0 | 0 | 33% | |
| | ゾウムシ | 3 | 2 | 3 | 100% | |
| LED 電球 | ゴミムシ | 6 | 6 | 6 | 100% | 67% |
| | ハネカクシ | 15 | 6 | 7 | 53% | |
| | アリモドキ | 3 | 0 | 1 | 33% | |
| | ゾウムシ | 3 | 3 | 3 | 100% | |

と土との間の物理的距離がもっと近ければ両者の温度差はより大きくなったはずである。

2) 抽出効率および時間ごとの累積抽出個体数について

時間ごとに抽出できた種別累積個体数および最終的な抽出効率を表1にまとめた。全4種の合計抽出効率は白熱電球を用いた装置で89%、LED電球の方は67%となった。

考察

ここで実験結果の数値を細かく考察するつもりはない。統計処理に耐えるだけの個体数を実験に用いていないからである。今回の実験で「白熱電球の方がLED電球よりも抽出効率が高かった」とは言い難い。ただ、今回の実験環境はツルグレン装置に仕掛ける土壌の量をあえて多くし、甲虫類を落とすににくいように意図的に設定したつもりだ。にもかかわらず、ゴミムシとゾウムシ共に100%抽出できたので、甲虫類は絶対的に抽出効率が高い動物である、ぐらいい言っても良いかもしれない。

本稿の目的は、どちらかと言えば数値の検証ではなく、実験テーマの提案を目的とする予備の実験と理解いただきたい。土壌性甲虫の生体を極力弱らせずに数多く確保するのは意外と大変である。実は、筆者は当初福井市内の森林で実験甲虫個体の確保に努めたが、成果がよろしくなかった。仕方なく複数のフィールドを回っているうちに、最初の森林で捕獲した個体の多くが死亡してしまったのである。福井市内で採取した土壌サンプルと共に土壌性甲虫を飼育ケースに入れておいたら、2日後には半分程度の個体が死んでしまった。そこで、1回の採集で実験個体を確保すべく、より森が深い大野市下打波まで出かけたわけである。

また、「ツルグレン装置を経ることで抽出しやすい個体を選抜している」との批判を避けるためにも、抽出効率の実験に必要な土壌性甲虫は土壌サ

ンプルを実験室に持ち帰りツルグレン装置に仕掛けるのではなく、一か所のフィールド現地でサンプルを目視で調べて生体を吸虫管で捕り、速やかに室内実験を開始した方が良い。となると、統計処理が可能な実験個体数と種数の確保にはそれ相応の人手、ないしは時間が必要である。以上のことから、白熱電球とLED電球を装着したツルグレン装置の抽出効率の比較は、高等学校の理科クラブや大学生の卒業論文テーマとして取り組んで初めて実施可能な実験ではないかと思う。

加藤ら(2013)は白熱電球、LED電球、使い捨てカイロ、対象区(何もなし)の4種のツルグレン装置の抽出比較実験の結果、カイロを用いた装置が最も多く土壌動物を採取できたことを確認した。そして、「白熱電球は土壌動物を追い出すための光源としての役割はなく、熱源として効いている。よって、使い捨てカイロで十分代用できる」との結論を導き出した。しかし、加藤ら(2013)の実験で抽出された土壌動物はダニやトビムシ、アリなどであり、彼らの結論をそのまま土壌性甲虫に適用するのは危険すぎる。土壌性甲虫を対象を絞った抽出効率実験に取り組む強者(つわもの)の出現を請い願う。

本稿は簡単な予備実験に過ぎなかったわけだが、それでも現時点での筆者の印象を述べさせてただくとすれば「LED電球でも意外と甲虫を落とせる。土壌性甲虫屋はLED時代の到来を極端に怖れおののく必要はない」と言うものになるうか。ただ、土壌性甲虫の中には極端に捕れにくいものがある。例えば、筆者が2016年に福井県小浜市から記載したオトメムナビロコケムシはホロタイプを含め3頭しか捕れていない(Hoshina, 2016)。現地に5回通って計10時間も落ち葉をふるって、それでも3頭しかツルグレン装置から落ちてこなかったのである。捕り方が悪いのか絶対的に本種の数が少ないのかはわからないが、オトメムナビロコケムシはとにかく捕れない。また、当分は土壌性甲虫の個々の種が正負の走光性を持つのか否か、そして

走光性があるならその強弱は如何ほどのものか、彼らはどの程度の高温になればその場から逃げだそうとするのか等については殆ど明らかにされないはずである。

となると、個々の種の生態が不明である以上、ツルグレン装置で珍品を含む多くの種や個体数を得たければ、白熱電球を用いて光も熱も土壤サンプルに照射しておくのが無難なのである。以上を踏まえて筆者は「LED 電球のツルグレン装置でも機能するだろう。しかし、白熱電球を用いた方が精神衛生上よろしい。よって、今のうちに白熱電球を買い貯めしておきましょう」とアドバイスしておきたい。なお、筆者は既に一生分の白熱電球を買い占めている。そして、今後もツルグレン装置には白熱電球を使い続けるつもりである。

引用文献

- 青木淳一, 1977. 小型節足動物研究法. p. 95-152. 北沢右三編. 土壤動物生態研究法. 共立出版. 253 pp.
- Drift, J., van Der, 1951. Analysis of the animal community in a beech forest floor. Tijdschrift voor Entomologie, 94: 1-168.
- 藤本博文, 2016. ツルグレン装置を用いた教育実践. 香川県高等学校教育研究会. 理化・生地部会誌, (52): 52-59.
- Hoshina, H., 2016. Discovery of a second species of the subgenus *Fusionodes* of the Genus *Cephenodes* (Coleoptera: Staphylinidae: Scydmaeninae) from Honshu, Japan. The Memoirs of the Research and Education Center for Regional Environment, Fukui University, (23): 63-67.
- 保科英人, 2001. ツルグレン装置と土壤甲虫. 甲虫ニュース, (133): 9-13.
- 保科英人, 2018. 明治 150 周年. 新時代の土壌性甲虫の楽しみ方. 月刊むし, (568): 2-9.
- 加藤良一・谷原一弥・長根智洋・鈴木 隆, 2013. 使い捨てカイロとペットボトルを用いた簡易型ツルグレン装置. 山形大学紀要(教育科学), 15: 41-52.
- 日本土壤動物学会編, 2007. 土壤動物学への招待. 採集からデータ解析まで. 東海大学出版会. 261 pp.

(2018年5月31日受領, 2018年6月15日受理)

【短報】中国地方におけるショウリョウヒゲブトハネカクシの記録

ショウリョウヒゲブトハネカクシ *Creochara brevipennis* (Bernhauer, 1903) はハネカクシ科ヒゲブトハネカクシ亜科に属しており、ショウリョウヒゲブトハネカクシ属に含まれる唯一の種である。本属は前胸背板の形状などにより、近縁属から比較的容易に識別できる (Maruyama, 2004)。本種は東洋区から日本にかけて広く分布しており、日本からはこれまでに本州 (紀伊半島), 四国, 九州 (大隅半島), 対馬, 南西諸島から記録されているが

(Yamamoto, 2009), その他の地域からの記録はないようである。筆者は岡山県総社市北部の昆虫相調査を行っている岡本忠氏より、ハネカクシの同定を依頼された。その中に本種が含まれていたため報告する。

1 ex., 岡山県総社市日羽, 15. IV. 2008, 岡本忠採集, 筆者保管 (図 1)。



図1. ショウリョウヒゲブトハネカクシ (岡山県総社市産)。

前述のように岡山県はもとより、中国地方からの本種の文献記録はこれまでに見当たらないので、初記録と思われる。

末筆ながら、貴重な採集品を検査する機会をいただき、発表を快諾して下さった岡本忠氏に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- Maruyama, M., 2004. Redescription of *Creochara* (Coleoptera, Staphylinidae, Aleocharinae, Aleocharini) and systematic position. The Canadian Entomologist, 136: 621-637.
- Yamamoto, S., 2009. *Creochara brevipennis* (Coleoptera, Staphylinidae, Aleocharinae) new to Tsushima Is., southwest Japan. Japanese Journal of systematic Entomology, 15: 307-308.

(千田喜博 727-0301 庄原市比和町比和 1119-1 庄原市立比和自然科学博物館)