

発見クマムシ ～顕微鏡で見るコケとクマムシの世界～

前橋商業高等学校 2 年 宇津木菜帆

1 研究動機

通学時道端でギンゴケ（図 1）を見つけ、顕微鏡で観察したところ、様々な微生物とともにクマムシを発見した（図 2）。この時見た動くクマムシの姿に感動し、クマムシについてさらに深く知りたいと思った。

クマムシは、体長 0.1mm～1mm の緩歩（かんぽ）動物で、海、山、熱帯のジャングルから南極などあらゆる場所に生息している。周りに水がなくなると、樽（たん）という仮死状態になり（図 3）、極低温や宇宙の真空状態といった過酷な環境下においても生き延びることができる。陸生のクマムシはギンゴケで多く見つかることが知られているが、他種のコケ植物にどの程度存在するかは知られていない。ギンゴケ以外のコケ植物にもクマムシが存在するかを検証したいと考えた。

採集したコケ植物を水に浸し、その上澄みからクマムシを探す方法を試みたとところ、発見できたクマムシの数は少なかった。そこで、効率良く多数のクマムシが回収できる方法を知りたいと思った。先行研究を調べてみると、土壤生物の回収法としてバールマン法という方法があることを知った。今回バールマン装置が用意できなかったため、ペットボトルでバールマン装置を自作し、これを用いてクマムシを回収できるかを検証したいと考えた。

さらに、これらの方法で発見されたクマムシを、光学顕微鏡下で撮影し、画像で見られた特徴から、クマムシの種を同定してみたいと考え、研究に取り組んだ。



図 1. 通学路のギンゴケ

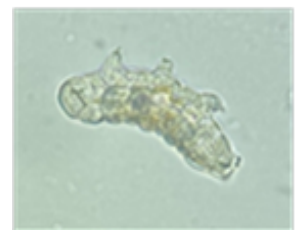


図 2. 顕微鏡で見たクマムシ



図 3. 樽^{たん}状態のクマムシ
(ヨコヅナクマムシ)

2 研究目的

- (1)ギンゴケ以外のコケ植物にもクマムシが存在するかを検証する。
- (2)自作したバールマン装置で、クマムシが多数回収できるかを検証する。
- (3)発見したクマムシの画像から、クマムシの種を同定する。

3 研究・結果・考察

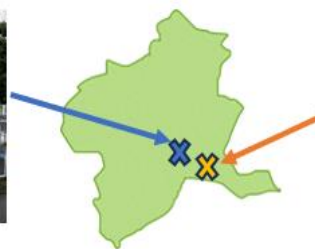
<研究 1> ギンゴケ以外のコケ植物にもクマムシが存在するかを検証する。

(1) 研究方法

近所で、クマムシが見つかりそうな場所を検討し、以前コケ植物を見かけた粕川公園周辺と華蔵寺公園周辺（図 4）で、コケ植物を採集することにした。



華蔵寺公園



粕川公園

図 4. コケ植物を採集した場所

粕川公園周辺では、①から⑧までの 8 カ所（図 5）、華蔵寺公園周辺では、⑨から⑱の 10 カ所（図 6）でコケ植物を採集した。2 つの公園で採集したコケ植物を、シャーレに入れて 1 日から 2 日間水に浸し、上澄みを光学顕微鏡で観察した。

粕川公園周辺

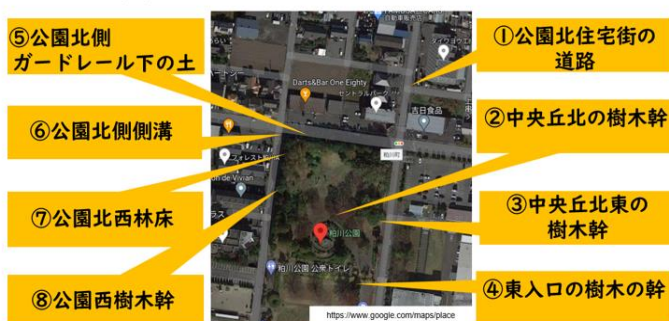


図 5. 粕川公園周辺の採集場所

華蔵寺公園周辺



図 6. 華蔵寺公園周辺の採集場所

表 1. コケ植物採集場所と
コケ植物の種類とクマムシの個体数

コケ植物採集場所	コケ植物の種類	クマムシの個体数 (匹)
① 粕川公園北住宅街の道路脇	ホソウリゴケ	1
② 粕川公園中央丘北の樹木幹	ヒナノハイゴケ	0
③ 粕川公園中央丘北東の樹木幹	ロウソクゴケ（地衣類）	0
④ 粕川公園東入り口の樹木幹	ヒナノハイゴケ	1
⑤ 粕川公園北側ガードレール下	ヒツジゴケ	1
⑥ 粕川公園北側側溝	ホソウリゴケ	0
⑦ 粕川公園北西林床	ヒツジゴケ	0
⑧ 粕川公園西樹木幹	ヒナノハイゴケ	1
⑨ 華蔵寺沼 階段上	コケの種不明	0
⑩ 華蔵寺沼周辺	コケの種不明	0
⑪ 華蔵寺水生植物園の樹木幹	ヒナノハイゴケ	0
⑫ 伊勢崎市民体育館テニスコート東	コケの種不明	0
⑬ 伊勢崎市陸上競技場北	コケの種不明	0
⑭ 伊勢崎市民体育館北	コケの種不明	0
⑮ 伊勢崎三中東道路脇（1）	ホソウリゴケ	1
⑯ 伊勢崎三中東道路脇（2）	ギンゴケ	0
⑰ 伊勢崎三中西道路脇	コケの種不明	0
⑱ 伊勢崎三中南道路脇	コケの種不明	0

(2) 結果

コケ植物採集場所、コケ植物の種類、発見したクマムシの個体数を表 1 に示した。粕川公園周辺では、ホソウリゴケ（図 7）、ヒナノハイゴケ（図 8）、ヒツジゴケ（図 9）、華蔵寺公園周辺ではホソウリゴケからクマムシを見つけた。



図 7. ホソウリゴケ

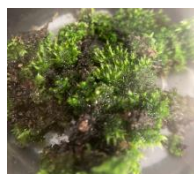


図 8. ヒナノハイゴケ

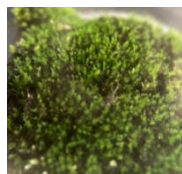


図 9. ヒツジゴケ

(3) 考察

ヒナノハイゴケ、ホソウリゴケ、ヒツジゴケからクマムシが見つかり、ギンゴケ以外にもクマムシは存在していることがわかった。しかし、この結果を確認づけるためには、3 種のコケ植物について回数を重ねて観察し、さらに他の場所でもクマムシが存在するかを確かめていく必要があると考えた。また、今回発見されたクマムシの個体数が少なかったため、効率良く多数のクマムシを回収したいと考え、研究 2 に取り組んだ。

<研究 2> 自作したでべールマン法クマムシが多数回収できるかを検証する

(1) 研究方法

自作したでべールマン装置（図 9）のろうと部分に、水に浸したコケ植物を入れ、ろ液を顕微鏡で観察し、クマムシの個体数を数えた。コケ植物を水に浸す時間設定が不明であったため、浸水時間を 20 分、60 分、180 分として実験を行い、それぞれのろ液から発見されたクマムシの個体数を比較した。



図 10. 自作したでべールマン装置

また、多くの土壌生物は光を避ける性質（負の光走性）があると理科の授業で学んだことから、光照射するとクマムシが多数回収できるのではないかと考え、光照射ありとなしで個体数を比較した。さらに、クマムシ以外の生物も回収できるかを確認した。

(2) 結果

コケ植物の浸水時間と発見したクマムシの個体数を、図 10 に示した。浸水時間 60 分、光照射ありでは 10 匹、浸水時間 180 分、光照射ありでは 7 匹のクマムシが発見できた。光照射なしでも浸水時間 80 分でクマムシが 4 匹発見された。また、クマムシ以外では、センチュウ、ワムシ、ダニ等が見つかった（図 12）。

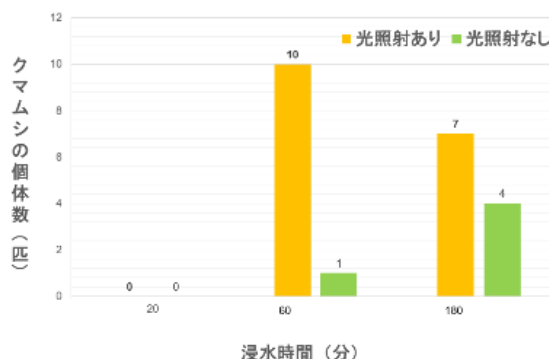


図 11. コケ植物の浸水時間と発見したクマムシの個体数

(3) 考察

まず、今回の実験では光照射ありの方が、光照射なしよりクマムシの個体数が上回ったことから、回収には光照射が有効であることが検証された。また、光照射ありの条件では、浸水時間が 60 分で個体数が最多になり、180 分では減少したことから、浸水時間が長ければ発見個体数が増えるわけではないことが示された。一方、光照射なしでは、浸水時間が 60 分より 180 分の方が個体数が増加したことから、光照射のない状態では、クマムシは時間をかけて移動するのではないかと考察した。

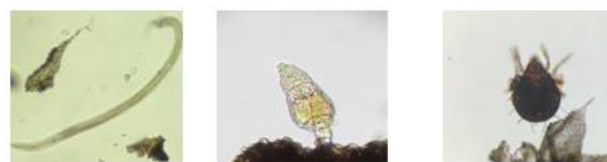


図 12. 発見したクマムシ以外の生物
(左からセンチュウの仲間、ワムシの仲間、ダニの仲間)

<研究 3> 発見したクマムシの画像から、クマムシの種を同定する。

(1) 研究方法

研究 1、2 で発見したクマムシを、光学顕微鏡下で撮影した（図 13、14）。このうち、画像が鮮明で体の特徴がよくわかる X と Y の 2 種のクマムシについて同定を試みた（図 15、16）。



図 13. 研究 1 で発見したクマムシ

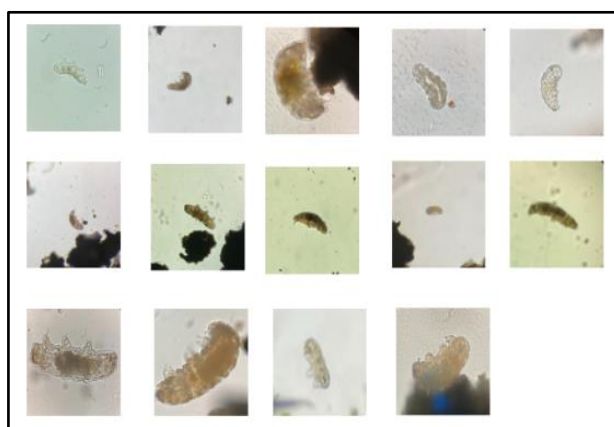


図 14. 研究 2 で発見したクマムシ



図 15. クマムシX



図 16. クマムシY

(1)－1「綱」の予想

鎧状の外皮がある場合は、異クマムシ綱（図 17）、鎧状の外皮が無い場合は、真クマムシ綱（図 18）である。XとYは、鎧状の外皮が無いと判断し、真クマムシ綱と予想した。



図 17. 異クマムシ綱のクマムシ



図 18. 真クマムシ綱のクマムシ

(1)－2「目」の予想

真クマムシ綱のうち、爪が離れていないものはヨリヅメ目（図 19）、爪が離れているものはハナレヅメ目（図 20）である。Xおよび爪が離れていないため、ヨリヅメ目と予想した（図 21、22）。



図 19. ヨリヅメ目の爪



図 20. ハナレヅメ目の爪



図 21. クマムシXの爪

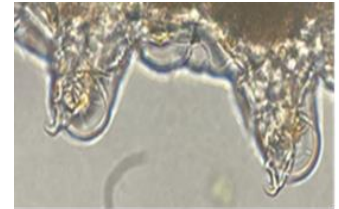
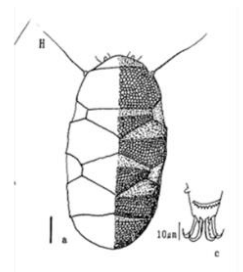


図 22. クマムシYの爪

(1)－3 先行研究から

日本のクマムシ研究者である、宇津木和夫氏の論文（自然環境科学研究 Vol.91998）を読んだところ、群馬県前橋市では過去に、*E. japonicus*（ニホントゲクマムシ）（図 23）と *M. hufelandi*（ナガチョウメイムシ）（図 24）の2種がみつかったことがわかった。*E. japonicus* は異クマムシ綱に属し、*M. hufelandi*（図 25）は真クマムシ綱に属するクマムシである。このことから、クマムシX、Yは *M. hufelandi*に近いのではないかと予想した。

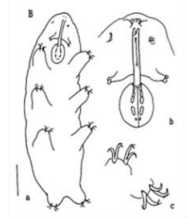


宇津木和夫、自然環境科学研究、Vol. 9、1996

図 23. *E. japonicus*

(1) ー4 クマムシ学会に参加して

クマムシ学会が 10 月に群馬県で開催されたため参加した。その際に、群馬大学の杉浦健太さんにクマムシの X と Y の画像を見ていただいたところ、2 種は、*Macrobiotus shonaicus* (ショウナイチョウメイムシ) (図 25) ではないかと助言していただいた。

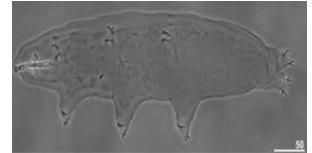


宇津木和夫、自然環境科学研究、Vol. 9、1996

図 24. *M. hufelandi*

(2) 結果

X と Y は、緩歩動物門 真クマムシ綱 ヨリヅメ目 チョウメイムシ科ショウナイチョウメイムシであると結論づけた。



<https://www.keio.ac.jp/ja/press-releases/files/2018/3/1/180301-1.pdf>

図 25. *Macrobiotus shonaicus*

(3) 考察

今回 2 種のクマムシを同定することができたが、光学顕微鏡では画像を鮮明に撮影することが難しく、多くのクマムシを同定することができなかった。より鮮明に体の構造を見ることができる電子顕微鏡で撮影することができれば、さらに多くのクマムシを同定することが可能であると考えられる。

4 今後の展望

研究 1 では、ギンゴケ以外の 3 種類のコケ植物でクマムシを発見した。この結果をより確実なものにするには、サンプル数を増やし調査していく必要があると考え、さらに、コケ植物とクマムシの関係を調べていきたい。研究 2 では、ペットボトルで自作した簡易的なベールマン装置でも多数のクマムシを回収することがわかった。今後はより効果の高いクマムシの回収方法を探るために、コケ植物の浸水時間や、照射する光の強度などの条件設定を細かく調べたい。さらに、クマムシ以外の生物にも着目し、クマムシと他の生物との関係性についても研究してみたいと思った。研究 3 では、光学顕微鏡下で撮影した画像の荒さが問題となった。今後は、光学顕微鏡下での写真撮影の技術を高めるとともに、電子顕微鏡でクマムシを撮影し、その画像からクマムシの同定を行ってみたい。

5 謝辞

本研究にあたり、群馬大学生体調節研究所の杉浦健太先生、群馬県立前橋商業高等学校の徳江創太郎先生に指導・助言をいただきました。また、群馬県立前橋商業高等学校 2 年の小板橋成実さんに実験に協力していただきました。この場を借りてお礼申し上げます。

6 参考文献

- ・堀川大樹 クマムシ博士の最強生物学講座 新潮社
- ・宇津木和夫 自然環境科学研究 Vol.9 1998
- ・堀川大樹 生物工学会 2015 年第 4 号
- ・中村俊彦 古木達夫 原田浩 校庭のコケ 株式会社全国農村教育協会