



緩歩動物クマムシの放射線耐性に関する 研究とひらめき☆ときめきサイエンスでの 中高生への放射線教育の取組み

宮澤 俊義

Miyazawa Toshiyoshi

1. はじめに

緩歩動物クマムシは、節足動物に近縁な体長1mm以下の水生微生物で、深海から高山まで世界中のあらゆる所に生息している。肢は4対あり2つの眼を持つ。その最大の特徴は、乾燥すると脱水して体を1/3に縮め休眠する。その状態で様々な環境ストレスに耐えることが知られている。高温、超低

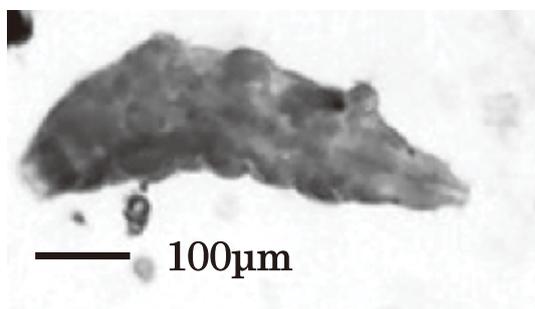


写真1 オニクマムシ
Milnesium tardigradum



写真2 乾燥状態のSEM写真

温、真空に耐え、特に放射線には人間の致死量をはるかに超える線量に耐えることができ“地上最強の生物”とも言われている(写真1, 2)。

興味深いことに間接作用が主に起こる γ 線照射実験で、脱水した休眠状態のクマムシよりも、活動状態のクマムシの方が、高い放射線耐性を持つことが分かってきた。そのメカニズムは徐々に解明されてきていて、クマムシの放射線障害からの回復能力が他の生物と比べて優れていると推測されているが、詳細は不明である(図1)。

クマムシの耐えられる γ 線量に限界があることから、クマムシは γ 線の間接作用を受けていると仮定して研究を進めてきたので報告する(平成27年放射線安全取扱部会年次大会にてポスター発表を行った内容を中心に紹介する)。

日本学術振興会の主催する科研費の成果を体験する小学5年生から高校3年生向けのプログラム、ひらめき☆ときめきサイエンスに平成26・27年度に採択されてクマムシの科学講座を開催して、参加者に様々な実験を通じて生物や科学の面白さを体験してもらった。特に γ 線照射装置を使った実験は、他の講座にはない特色あるものと思われる。

2. クマムシの放射線耐性の研究

まず、70 TBqの ^{60}Co γ 線照射装置で、休眠中のクマムシと活動中のクマムシに照射実験を行い、放射線耐性の限界値を求めた。

その結果、休眠中のクマムシは、4,500 Gyまで耐え、活動中のクマムシは6,000 Gyまで耐えることがわかった。ただ活動中のクマムシもほとんど肢を

動かしているだけで、その後の生存率も短く、数日ですべて死亡してしまいました。高線量照射であるほど、寿命が短い傾向もわかった。

クマムシはなぜ死なないのか？ 高温、低温、放射線等の環境ストレスに高い耐性を持つことは確かです。他の生物に比べても死ににくい生物であることは間違いない。

現在、生死の判定にトリパンプルー法が有効と考え、データをまとめている。青い色素であるトリパンプルーは、生細胞には取り込まれないため生物が死亡すると染色される。

また、活動中のクマムシは、間接作用を受けているのは確かなので、ESRでの水ラジカル測定や、放射線の防護剤や増感剤を投与しての放射線照射実験の効果も実験している。

最近でも、南極のクマムシが、30年氷の中で休眠していて復活して産卵、発生したり、クマムシのゲノムの分析で、体の17%が他の分類群の生物のゲノムから由来しているなど、クマムシに関するニュースが世界から多数、流れてくるが、依然として謎は深まるばかりである。研究テーマとしてのクマムシは非常に魅力があるので、今後も研究を進めていきたい。

クマムシは市街地に多いギンゴケの中で多く見つかることから、身近な生物の理科の教材にも大変適している。

3. ひらめき☆ときめきサイエンスについて

“ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI”は、平成17年度から(独)日本学術振興会の新しい事業として開始された、研究機関で行っている最先端の科研費の研究成果について、小学校5・6年生、中学生、高校生の皆さんが、直に見る、聞く、ふれることで、科学のおもしろさを感じてもらおうプログラムである(図1)。全国の大学で約300のプログラムが毎年、夏から秋に実施されている。実施の応募は毎年1月初めまでに企画書等の書類を提出して、審査結果が4月中旬に通知される。

平成26年度“コケの中の小さな熊～地上最強生物クマムシの秘密を探る～”

平成27年度“不思議生物クマムシの実験!!～放射線・電子顕微鏡・3Dプリンターを使って～”



図1 ロゴマーク



写真3 野外でのギンゴケの採集

の過去2回採択されて、プログラムを実施した。平成26年度は、参加者は小学生2名、中学生11名、高校生3名の計16名。平成27年度は中学生18名、高校生1名の19名で合計35名の参加者があった。

実施に当たっては、なるべく講義の時間を短くして、実験を主に行う事を心掛けた。

プログラムは、講義の後に、野外に出て参加者各自でクマムシの棲む、ギンゴケを採集することから始まる(写真3)。採集したコケをシャーレに入れて、水を張り2時間ぐらい放置する。その間に、あらかじめ用意したクマムシを使って、ろ紙上でのクマムシの乾燥休眠と復帰、電子レンジの加熱実験、冷凍庫に一晩入れておいたクマムシの復帰実験、 γ 線照射実験等を行った。実験を進めている間に自分の採集したギンゴケから、クマムシが休眠から覚めてヨチヨチ歩きだしてくる。観察して以後の実験に使用した。クマムシがたくさん出てくる様子は、参



写真4 クマムシの観察



写真6 未来博士号授与

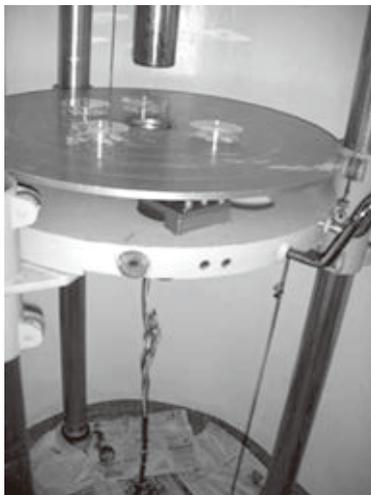


写真5 γ 線照射装置



写真7 平成27年度参加者集合写真

加者には、かなりのインパクトと喜びを感じてくれたようである（写真4）。

平成26年度は休眠状態のクマムシに放射線照射を行い、平成27年度は活動状態のクマムシに放射線照射を行った（写真5）。

平成27年度は県外の長崎県、埼玉県、千葉県、愛知県からも参加者があり、同伴者やTAなど総勢45名の賑やかな講座になった（写真6, 7）。

放射線施設での実験では見学者と言う立場の参加だったが、初めて入る施設と放射線照射装置に大いに興味が高まったようである。またプログラムの満足度もアンケート結果から非常に高い評価をいただいている。

3. 結果と今後の展開

クマムシの特徴としてその可愛らしさと動きがある。観察している参加者が実体顕微鏡から目を離さないほど魅力的な微生物である。大きな特徴である放射線耐性も放射線教育を考える上で、重要な部分になる。なぜ放射線が生物に影響を与えるのか、放射線とはどういうものなのか、我々ほどのくらいの放射線に耐えられるのか、放射線防護の3原則とはなど、自然とクマムシを通じて学べるきっかけになるように配慮した。放射線を考える良いきっかけになったであろう。若い世代、特に中学生時代の経験や学習は特に重要だと思う。自身の研究とリンクさせて中学生に放射線教育の教材としても今後も活用していく予定である。またこのひらめき☆ときめきサイエンスのプログラムを知らない先生方は、是非実施を考えて若い世代に、夢と希望を与えて欲しい。

（静岡大学 理学部附属放射科学研究施設）