

1. 研究の動機

小学校1年から6年までザリガニの脱皮の研究を続けてきた。その結果、ザリガニが満月の前後に多く脱皮すること、その原因として光の明るさが関係していることがわかった。今までは脱皮の様子を外から観察してきたが、今年度はザリガニの体を解剖するなどして、脱皮の前後の体の変化を内側から詳しく調べてみたいと思った。

2. 今年の研究で調べたいこと

- ① 脱皮後に現れる新しい殻がいつ、どのように作られるのか？ハサミをなくしたザリガニの再生したハサミはどこで作られたのか？尻尾の部分は1枚構造のように見えるが、新しい尻尾はどこで作られているのか？(図1・2)

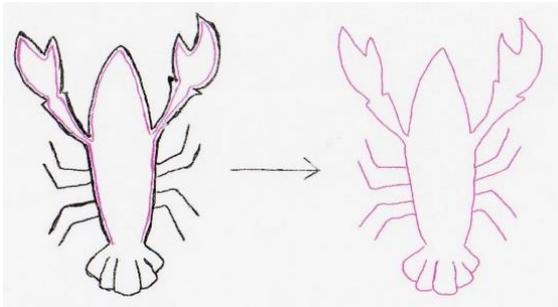


図1:新しい殻のできかたについての仮説

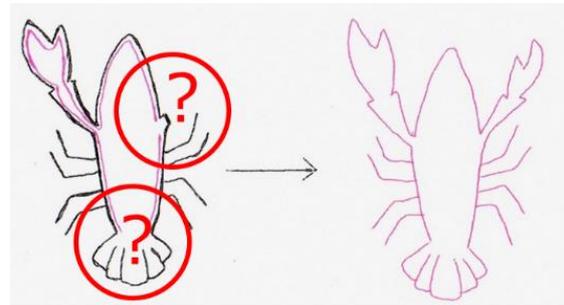


図2:疑問点をあらわした図

- ② ザリガニは一生の間に何回脱皮をするのか？成長とともに脱皮と脱皮の間隔がどのように変化するのか？

3. 方法

研究は解剖と脱皮の間隔の記録分析を行った。

3-1. 解剖

- ① 2021年8月31日の時点で33匹のザリガニを飼育していた。ザリガニは個別に飼育し、生まれた年や個別飼育ケースに移した順番などにもとづいて20D、20D1、21Bなどの名前を付けた。さらに、2022年7月17日に7匹(22P1~7)、同年8月15日に6匹(22P8~13)、同年8月15日に6匹(22P14~15)のザリガニをつくば市豊里ゆかりの森で捕獲した。ザリガニの名前の22は2022年、Pは公園(Park)で捕獲したことをあらわす。
- ② 2022年7月19日に1匹のザリガニ(22P6)が死亡したため、その日に解剖した(表1)。
- ③ 2022年8月11日に1匹のザリガニ(22P7)が脱皮し、片側のハサミが再生したことから、8月15日に再生したハサミだけ切断し、ハサミが脱皮によって再生された日から4日目のハサミの状態を観察した。
- ④ 2022年8月16日に2匹のザリガニ(22P11、22P13)が死亡したため、その日に解剖した。22P13は死亡した当日に脱皮もしていた。
- ⑤ 2022年6月30日に21B、7月13日に20D、8月4日に20D1が死亡したため、8月20日に解剖した。22P6と22P7(ハサミのみ)は冷凍せずに解剖し、20D、20D1、21B、22P11、22P13は冷凍した状態で解剖した。
- ⑥ 20D、20D1、21Bは過去の脱皮の記録がすべて残っており、それぞれ脱皮368日後、323日後、116日後に死亡したことがわかった。このため、脱皮後の日数と新しい殻の厚さなどとの関係について調べた。
- ⑦ 解剖では殻をカッターナイフやハサミを使って切断したり、ピンセットで殻をはがしたりするなどして殻の下の体部位を露出させ、写真を撮影した。さらに、双眼実体顕微鏡(Kenis Model STL)およびデジタル顕微鏡(UMTELE 3 in 1)で拡大した映像を観察し、写真を撮影した。観察した主な体部位は頭胸部、腹部、尻尾、ハサミであった(図2)。

表1:解剖したザリガニの一覧

名前	体長 (cm)	ふ化した日	脱皮から死亡までの日数
20D	8.0	2020年1月21日	368日
20D1	8.0	2020年4月29日	323日
21B	7.5	2021年6月17日	116日
22P6	6.0	不明	不明
22P7	6.0	不明	生存中にハサミのみを解剖
22P11	8.4	不明	不明
22P13	10.5	不明	0日

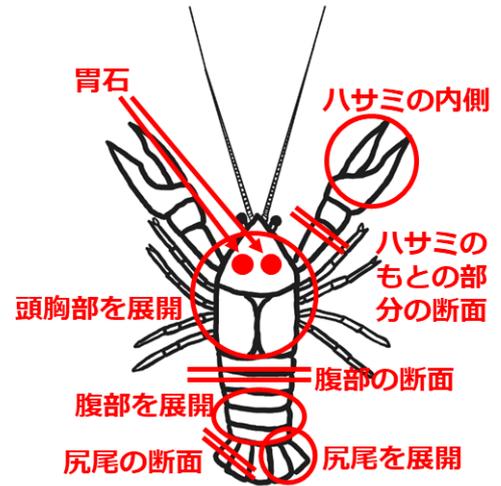


図2:解剖した部位

3-2. 脱皮の間隔の記録

小学校2年生だった2017年8月23日から現在に至るまで、ザリガニに名前をつけて個別に飼育し、毎日休まず脱皮の観察を続けている。2020年にはザリガニに交尾させて卵を産ませることに成功した。同じ親から同じ日に生まれ、同じ日にふ化したザリガニを同じ条件で育てて、脱皮の回数と間隔を記録した。2020年～2022年の野帳をもとに2020年1月21日にふ化した8匹と、2020年4月29日にふ化した20匹のザリガニ(合計28匹)の脱皮の回数と間隔を集計して、グラフにした。

4. 結果

4-1. 解剖の結果

① 殻の下に殻と同じ模様の薄い膜があった。22P6では殻の下に、殻と同じ縞模様をした赤い膜が見えた(図3)。22P13でも、腹部では殻と同じ縞模様の膜が見え、頭胸部では殻に見られたY字型の模様が、殻の下の膜にも見えた。22P13の腹部を双眼実体顕微鏡で拡大して観察したところ、膜の赤い部分には赤い斑点が数多くあることがわかった。20Dは黒い殻をしていたが、殻の下には殻と同じ模様の黒い薄い膜が見られた。



図3:殻の下の膜のようす

② 尻尾の先端の1枚構造に見えた部分を顕微鏡で観察したところ、実際には尻尾も腹部などと同様に外骨格でおお

われた構造をしていた。殻の内側に薄い膜があり、その中に筋肉のような組織があった(図4)。尻尾の付け根の部分(下図の赤丸部分)がふくらんでいたため、この部分に新しい尻尾が入っていると予想したが、誤りだった。

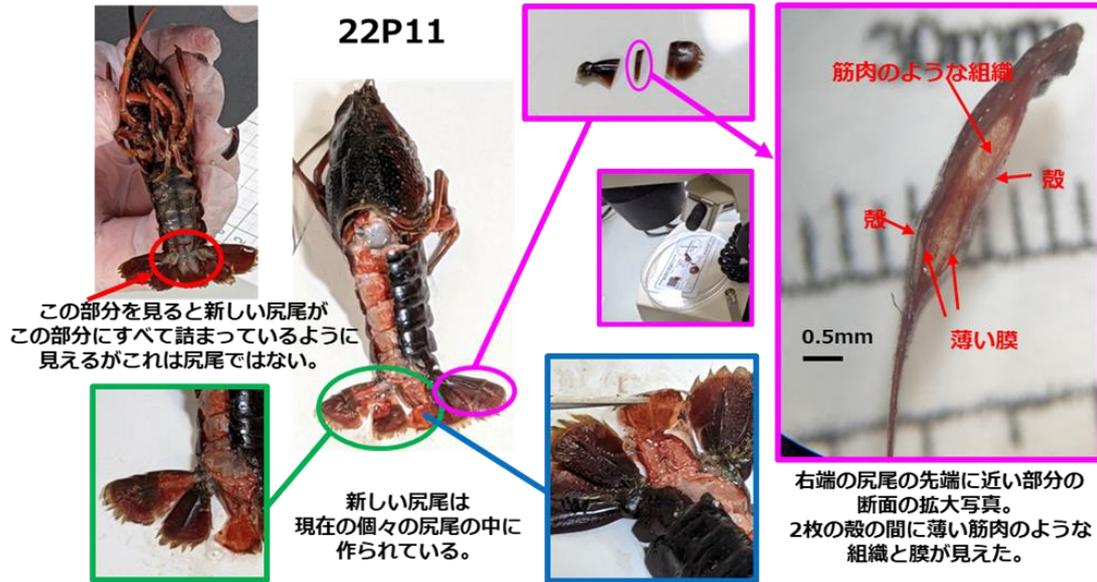


図4: 尻尾の内部構造

③ 脱皮後の日数が最も長かった(368日)20Dでは、一番外側の固い殻の下に薄い殻のような膜ができていて、その下にさらに薄くてやわらかい膜ができていた。一方、脱皮当日に死亡した22P13の腹部と頭胸部でも、薄い膜ではあったが、膜がすでにできていた。脱皮後116日目に死亡した21Bでも薄い膜が見られた。脱皮後323日後に死亡した20D1では肉眼では薄い膜ができていたように見えたが、顕微鏡では膜が殻のように見えた(図5)。



図5: 脱皮から死亡までの日数と殻の下の膜の厚さの関係

4-2. 脱皮の間隔の記録

2022年8月17日の時点で、2020年1月21日にふ化したザリガニのうちの5匹と、2020年4月29日にふ化したザリガニのうちの15匹(合計20匹)は生存していた。生存しているザリガニの平均脱皮回数は2022年8月18日現在で9.4回、最大が13回、最低が6回であった。脱皮の間隔は1回目は20.4日だったが、その後間隔が増加し、7回目以降は100日以上にまで増加した(図6)。脱皮の間隔は最短で4日(20VV 3回目、20V 2回目)、最長で418日(20B 9回目)だった。同じ日に同じ母ザリガニから生まれ、同じ日にふ化して同じ環境で育っても、その後の脱皮の回数や間隔は大きくばらついた。ただし、2020年1月21日にふ化したザリガニはふ化してから最初の3か月程度、2020年4月29日

にふ化したザリガニはふ化してから最初の2週間程度は母ザリガニと集団で飼育していた。集団飼育中は個別の脱皮の記録は残せなかったため、その間に何回か脱皮をした可能性はある。



図6: 脱皮の間隔と日数の関係

5. まとめと結論

- ① 腹部とハサミの解剖の結果、いずれの部位でも固い殻の下に薄くてやわらかい膜があり、殻と同じ模様が見られた。このため、固い殻の内側の薄い膜が新しく殻になる組織であると考えられた。膜は脱皮当日に死亡した 22P13 の腹部や頭胸部の殻の下でも確認できた。脱皮後 368 日後に死亡した 20D では一番外側の固い殻の下にもう一枚薄い殻のような膜があり、その下にさらにもう一枚薄くてやわらかい膜が作られていた。以上の結果から、脱皮してから次の脱皮までの間に、一番外側の殻の下に、次の殻になる膜と、次の次の殻になる膜が徐々に作られていくと考えられる。殻の下の組織が次の殻になるという結果は参考資料④と⑥の通りだった。新たな発見は、薄い膜から次の殻が作られることと、脱皮後の日数が長いと一番外側の固い殻の下にある膜が薄い殻のようになること、さらにその下に薄くてやわらかい膜ができ、しだいに三重構造になっていくことである。
- ② ザリガニの尻尾は外から見ると 1 枚構造のように見えるが、断面を顕微鏡で観察した結果、2枚構造となっていて、その中に新しい殻になる膜が作られていることがわかった。
- ③ 生後1～1.5年の間に 10 回くらい脱皮し、脱皮の間隔は次第に長くなったが、同じ日に同じ親ザリガニから生まれ、同じ日にふ化して同じ環境で育ったザリガニでも脱皮の回数や間隔は個体差が大きかった。

6. 参考資料

- ① 小山 侑己 科学研究作品展 2016 年～2021 年
- ② 山形水産試験場 広報誌「すいさん山形」第 297 号 2011 年
- ③ NHK ダーウィンが来た！生きもの新伝説 第 283 回「10 万匹のミステリー！ カニ大集結」
<http://cgi2.nhk.or.jp/darwin/articles/detail.cgi?sp=p283> 2012 年
- ④ ザリガニを主材とした甲殻類の実験-33 章 大沢一爽, 共立出版株式会社 1984 年
- ⑤ スジエビの不思議 IV-4. スジエビがいつ脱皮するかを知る方法 庄司安太 2017 年
http://blog.livedoor.jp/p_palaemon/archives/19437941.html
- ⑥ The Formula for Lobster Shell. Alexander Stirn, MaxPlanckResearch, 2012 年, 1 巻, 72-79
- ⑦ いのちのかんさつ 5 ザリガニ 中山れいこ著 アトリエモレリ制作 少年写真出版社 2013 年
- ⑧ 月齢と月の絵は <http://koyomi8.com> 「月齢カレンダー」を利用した。
- ⑨ ザリガニのかいかた そだてかた 小宮輝幸・浅井糸男 岩崎書店 2009 年