中学校
71

熊本県知事賞

ミナミヌマエビの種内変異 砂川大調査第4弾

宇城市立小川中学校 1年3組 垣原 昂寿

1 研究のきっかけ・目的

僕は、小学4年生から4年間継続して地元に流れる砂川の調査をしてきた。その中で生物調査もしてきたが、様々な柄、色の淡水エビを発見した。初めは、全部違う種類のエビだと考え、何というエビなのか分からないままの状態での調査が続いており珍しい色、柄の淡水エビを見つけるたびにもしかしたら新種かもしれないと思っていたのだが、パーツのひとつをルーペや写真を撮って見たりすると新種だと思っていたエビも全てミナミヌマエビである可能性が高いと感じ始めた。そのことについて色々調べる中で熊本博物館を訪れたところ、「種内変異」のコーナーを見つけ、僕が見つけた色や柄が異なるミナミヌマエビは種内変異なのではないかと思った。そこで砂川に生息するミナミヌマエビにはどのような種内変異がいるのか、種内変異が起こる要因は何なのか、そもそもミナミヌマエビはどういう生き物なのか、中学校生活3年間の研究テーマにしたいと考えた。

2 研究の方法

※各実験の予想については各実験の項目に記載する。

①4年目となる今年の砂川調査は、研究テーマである「ミナミヌマエビ」及び淡水エビに特化して源流付近から河口までを小学校の頃は調査できなかった地点も新たに開拓し調査地点を増やして砂川のエビの生態について調査する。さらに、種内変異が多く確認できた地点で繰り返し調査を実施し、砂川ではミナミヌマエビのどのような種内変異の継続が確認できるのか種内変異個体を細かく分類し名前をつけて、表と資料集に整理し、色や柄の出方に法則があるのか等についても分析する

②ミナミヌマエビの種内変異が変化する要因について「背景の色、エサ、遺伝性」という視点からいくつか仮説を立て、それに基づく実験を複数行い、変異が起こる要因として何が考えられるのか分析する。

③研究を進める中でミナミヌマエビの成長が思ったより早く、あと少しでデータが取れそうという時に全滅したり、データを取るための飼育自体に非常に苦労しているので、ミナミヌマエビ飼育において生存率を上げる条件やストレスを与えず観察するために活用できそうな特性がないか実験を行う。

3 研究の結果

1. 砂川で見られるミナミヌマエビの種内変異についての研究

(1)現地調査「砂川におけるミナミヌマエビ及び淡水エビの分布について」

宇城市ハザードマップ
https://www.city.uki.kumamoto.jp/kurashi/bosaiinfo/bosaisaigai/hazardmap/2026596
「洪水・土砂災害！！（小川町河江校区、部田地区、小川校区、西海東付近）」

・調査地点①～㉕は塩分濃度は0%。
・調査地点㉖～㉙は塩分濃度は2%。(汽水域)
・調査地点㉚は塩分濃度は10%。(汽水域)
・調査地点㉛は塩分濃度は14%。(汽水域)
・調査地点㉜以降は河口、海

【調査の予想】・調査地点⑤ぐらいからエビが確認され、上流で流れが速い等、生息条件が厳しい程、そこで生き抜くために独自の種内変異を起こす個体がいるのではないか。

※①～㉙調査地点のミナミヌマエビ及び淡水エビの分布一覧表

【調査の結果】・今回の調査の結果、予想と異なり、最初にエビを確認できたのは調査地点11であり、ミナミヌマエビの種内変異が確認できた地点は11以降とかなり下流になってからだった。また、多くの種内変異が確認できた⑮、⑰地点では流れがほとんどなく、1回すくうとミナミヌマエビが10匹以上、網に入る程、大量のミナミヌマエビが生息していた。この他、スジエビや汽水域に生息するニセイガヌマスジエビも確認。

(2)ミナミヌマエビの種内変異分析「砂川で確認される種内変異について」

【分析の方法】砂川で4月～8月にかけて可能な限り調査を行い、確認できたミナミヌマエビの変異個体全てを写真等で記録し、その変異体色ごとに細かく下記の記号等で分類し、表にまとめる。

〈分類記号・表記について〉
・b：青 ・bs：青しま ・bt：青点 ・k：黒 ・ks：黒しま ・kt：黒点 ・r：赤 ・rs：赤しま ・rt：赤点 ・c：茶色 ・cs：茶色しま ・ct：茶点
・n：ノーマル ・ob：尾青 ・ok：尾黒 ・or：尾赤 ・oc：尾茶 ・gb：柄青 ・gk：柄黒 ・gr：柄赤 ・gc：柄茶 ・m：緑 ・y：黄 ・h：その他
・赤字：抱卵個体 （表記方法の例：b＋gk＝青＋柄黒の体色・・・このように柄や体色が混合している場合は"＋"で表記する。）
※柄が点、しま等の分類判断については内眼及び4倍ルーペを使用しての確認や写真でその割合が多かった方に分類する。また、青体色、ノーマル体色については写真では判断しにくいので、内眼で見た時に体色全体が青系のものを青体色、色がなく、透明または白濁しているものをノーマル体色と分類する。赤体色、茶色体色等、写真では分かりにくい部分も内眼での体色判断とする。
【分析の予想】最も多く確認される種内変異のタイプは、ノーマル体色だにすれば柄等が入ったタイプの種内変異ではないだろうか。

※右写真の個体が、今回の研究で種内変異と位置付けない体色に色も柄も確認できない「ノーマル体色」
砂川調査でも最も多く見られる体色のタイプ。これを基準の体色とし、何かしら柄や異なる色を持つ個体を「種内変異個体」と位置付ける。調査で網を使用し、1度の掬ええる動作でノーマル体色20匹に対し、1匹ぐらいの割合で種内変異個体が確認でき、その他は右写真のようなノーマル体色だった。

【分析の結果】・今回の調査分析において、最も多く確認されてた種内変異のタイプは「種内変異(青)」の後に分類されたタイプだった。・抱卵個体を赤字で記したことにより、その多くが黒色の変異体色を持っていることが分かった。・体色の色別にも個体の数に分類したが、赤と黒の体色変異は個体数が少ないことが分かった。さらに表のどの位置に変異個体が多く位置しているかによって変異ごとの法則を考えてみると透明～白濁の種内変異のタイプでは表の左下に変異個体が集まっていることから、透明度が高く、柄が少ない変異が多いことが分かる。これに加えて赤や黒の変異個体は右半分にのみ写真があることから、比較的色が濃い個体が多いことが分かった。

2. ミナミヌマエビの種内変異が起こる要因についての研究

(1)色変化実験「背景の色分け」

【実験の目的】種内変異個体を様々な地点で見つけてきたが、以前、飼育していたカエルが、いる場所によって体色を変化させていたので、ミナミヌマエビも砂や水草、岩、コケ等、その個体が生息していた環境の色も体色に影響を与えるのではないかと考え、「背景の色分け」に関する実験を行うことにした。
【実験の方法】①透明～白濁で柄なしのノーマル体色のミナミヌマエビをそれぞれの飼育容器に3匹ずつ入れる。②青、赤、黄、緑、黒の色画用紙で飼育容器を囲む。③毎日、体色を観察し、変化の記録をとる。※実験の開、水替えの回数、水温、タイミングやエサ(粗蛋白質46%以上)等の条件は全てそろえる。
【実験の予想】今回、使用する色画用紙は、全て砂川で採取できた種内変異個体の体色に存在した色であるため、それぞれの色に数日で体色が変化するのではないか。また、これまでの調査で青系の変異個体が多く見られたことから、青の色画用紙のエビが1番最初に体色変化を起こすのではないだろうか。

	実験1回目（和室クーラーなし）	実験2回目（廊下クーラーなし）	実験3回目（24時間クーラーあり）	実験4回目（クーラー＋エアーポンプ）	実験4回目最終写真
青 容器	開始5日目に全滅	開始4日目に2匹死亡	開始4日目に1匹死亡	開始6日目から体色がわずかに2匹変化あり（微青柄）、9日目にかけて柄が写真でも撮れるぐらいはっきりしてきた。	
赤 容器	開始3日目に全滅	開始3日目に全滅	開始4日目に全滅	開始3日目に1匹死亡。開始8日目から体色がわずかに1匹変化あり（黄色体色）、9日目にかけてだんだんと体色が濃く変化。	
黄 容器	開始3日目から体色がわずかに変化あり（黄色体色）、開始5日目に1匹死亡	開始3日目から体色がわずかに変化あり（黄色体色） 開始4日目に1匹死亡	開始3日目から体色がわずかに変化あり（黄色体色）	開始3日目から体色がわずかに変化あり（黄色体色）、8日目にかけて3匹全てが、だんだんと体色が濃く変化。	
緑 容器	開始5日目に全滅	開始4日目に1匹死亡	開始4日目に1匹死亡	開始8日目から体色がわずかに1匹変化あり（微青柄）、9日目にかけて柄がはっきりしてきた。	
黒 容器	開始5日目に1匹死亡	開始5日目に1匹死亡	中断した4日目時点では体色変化なし。	開始7日目から体色がわずかに変化あり（微青柄）、9日目にかけて2匹の柄がはっきりしてきた。	
	実験中断	実験中断	実験中断		

【実験の結果】・予想とは異なり、中断した実験も含めて最も体色の変化が表れやすかったのは、「黄色背景」だった。・全ての個体が変化したわけではないが、5色全ての背景で体色の変化を起こす個体が確認できたことから背景の色が体色に変化を及ぼすことが分かった。・体色の変化とは関係ないが、赤背景は4回の実験の中で常に1番死亡率が高く、背景の色がミナミヌマエビの生存率にも影響している可能性がある。・背景の色が体色に変化を及ぼすことは分かったが、必ず背景の色と同じ変化を起こすわけではなく、背景の色と異なった体色変化を起こすことがあることが分かった。

(2)色変化実験「背景の色分け その後」

【実験の目的】上記の実験「背景の色分け」で体色が変化した個体は、背景の色を撤廃すると体色は元のノーマル体色に戻るのか、それとも体色が固定化し、種内変異となるのかについて、実験を行う。
【実験の方法】①「背景の色分け」で体色変化を起こした個体を飼育容器等はそのままの状態で背景の色画用紙を撤廃する。②毎日、観察を行い、体色の変化を記録する。※実験の開、水替えの回数、水温、タイミングやエサ(粗蛋白質46%以上)等の条件は全てそろえる。
【実験の予想】思っていた以上に体色の変化が見られた黄色画用紙背景の黄色個体等、体色が固定化するものもいるのではないか。

	1日目	2日目	3日目	3日目の写真	白いカビのようなもの 記録
青 容器	色画用紙をはずしてすぐは特に体色に変化なし。	体色変化を起こしていた2匹とも、昨日より体色が薄くなっていて、よく見なければノーマル体色と変わらない状態。	体色変化を起こしていた2匹のうち1匹に、ほんのわずかに青の点柄が見える程度。もう1匹は完全に元の体色に戻ってしまった。		
赤 容器	色画用紙をはずしてすぐは特に体色に変化なし。	まだ、肉眼で見ても黄色の体色だということは分かるが、明らかに昨日より体色が薄くなっている。体全体が白っぽい。	頭（内臓が透けている部分）にわずかに黄色の体色が残る程度。足を中心に頭等にも白いカビのようなものが生えている。		
黄 容器	色画用紙をはずしてすぐは特に体色に変化なし。	まだ、肉眼で見ても黄色の体色だということは分かるが、明らかに昨日より3匹とも体色が薄くなっている。体全体が白っぽい。	体色変化は3匹とも出ていたが、どの個体も頭（内臓が透けている部分）にわずかに黄色の体色が残る程度。足を中心に頭等にも白いカビのようなものが生えている。		他の容器の個体でも見られたが特に赤と黄の背景で黄色の体色変化をしている個体に白いカビのようなものが多く見られた。
緑 容器	色画用紙をはずしてすぐは特に体色に変化なし。	体色変化を起こしていたのは1匹だったが、昨日より体色が急激に薄くなり、よく見なければノーマル体色と変わらない状態。	体色変化があったのは1匹だったが、ほんのわずかに青黒色の点柄が残る程度ではとんどノーマル体色に戻ってしまった。		
黒 容器	色画用紙をはずしてすぐは特に体色に変化なし。	体色変化を起こしていた2匹とも、昨日より体色が薄くなっていて、よく見なければノーマル体色と変わらない状態。	体色変化を起こしていた2匹のうち1匹に、ほんのわずかに青色の点柄が残る程度。もう1匹は完全に元の体色に戻ってしまった。足を中心に白いカビのようなものが生えている。		

【実験の結果】・今回の実験により、わずか3日目ではとんどの個体の体色が元のノーマル体色に近づいてしまったことから、背景の色の変化で短期間に変化した体色を保つのは難しいことが分かった。特に青、緑、黒の体色変化については、背景の色で変化した体色を保つのは難しいようだった。・体色が保たれていた部分の多くは内臓で、体色に内臓の色が影響しているのではないかと思った。・今回の実験において、色画用紙で囲った飼育容器で育てた個体の多くに白いカビのようなものが見られた。特にこの白いカビのようなものは赤や黄の色画用紙で囲った容器に多く見られ、前回の実験で赤画用紙の個体が次々に死んでしまった原因の1つの可能性としてこの白いカビのようなものの存在が考えられるのではないかと思った。

(3)体色維持実験「背景の色分け」～「背景の色分け その後」

【実験の目的】今回の研究で苦労した点の1つとして採取してきた変異個体の体色がすぐにノーマル体色になってしまい、思った実験ができないことだった。そこで、どうしたら採取時の体色を保つことができるのかを調べることにした。また、今回の実験でも背景の色を撤廃した場合の体色変化についても実験を行う。
【実験の方法】①採取してきた変異個体の体色を観察し、記録を残す。②採取してきた変異個体の体色に合わせた色画用紙で容器の底と側面を囲む。③毎日、体色の変化を観察する。④「その後」の実験として色画用紙を撤廃し、観察、記録する。
※上記の実験と同時に同じ体色の個体を背景の色等の設置をせずに飼育した個体も観察を行い、同じ数の個体で体色の変化の割合について調べる。
【実験の予想】上記の体色変化実験「背景の色分け」で背景の色が体色にわずかながら影響を及ぼすことが分かったので、初めから持っている体色に合わせた背景の色にすれば、体色が保たれるのではないか。また、今回の実験で背景の色を撤廃した場合も体色がなくなり、ほとんどの個体がノーマル体色になってしまうのではないか。

		1日目	2日目	3日目	1週間後	2週間後	2週間経過後の写真 ※一部のみ
青系個体	青色画用紙囲いあり（10匹）	初日は夕方に採取してきた個体だったことから夜までの個体も体色は採取時の体色が維持されたままだった。	4匹が少し体色が薄くなり、その他の6匹は前日と同じ体色を保っている。	体色が薄くなっていた4匹は、ほぼノーマル体色になった。他2匹の体色も薄くなり、柄として濃い青が残っている。	濃い体色4匹、ノーマル体色3匹、いったんノーマル体色になったように見えた個体のうち1匹が、黄色に体色変化。残り1匹は部分的な青柄が残っている。	濃い体色4匹、ノーマル体色3匹、微柄2匹、黄色体色の個体1匹はさらに濃い黄色体色になった。	
	青色画用紙囲いなし（10匹）		3匹に部分的な体色が残っているものの1匹とんどノーマル体色になった。	2匹に部分的な体色が残っているものの他はノーマル体色になった。	2匹に部分的な体色が残っているものの他はノーマル体色になった。	1匹に尾の部分に体色が残っているものの他はノーマル体色になった。	
赤系個体	赤色画用紙囲いあり（7匹）		5匹は、ほぼノーマル体色になり、残り2匹は昨日の体色を保っている。	全滅（原因不明）	—	—	
	赤色画用紙囲いなし（7匹）		7匹全部が、ほぼノーマル体色となっており、うち2匹にわずかに茶色の色が尾に残る程度。	7匹全部が、ノーマル体色	7匹全部が、ノーマル体色	7匹全部が、ノーマル体色	

	1日目	2日目	3日目	1週間後	2週間後	2週間経過後の写真 ※一部のみ
青色画用紙背景 & 色画用紙なし	色画用紙を外した直後は特に体色に変化なし。	肉眼で見た限りでは体色に変化はない。黄色体色の個体も体色の色を保っている。	2匹、昨日より濃い青色だった体色が薄くなり始めている個体が1匹。すでに原因の黄緑柄に隠れだした2匹の体色はさらに薄くなり始めている。	濃い青色だった個体で体色が薄くなり始めていた個体は2匹とも頭の方から体色が抜けていき、最に色が残るエビは尾の部分が濃くなってきていた。濃い青色をずっと保っている個体が1匹。また、2匹とも頭部は体色をキープしている。	体色が大体、固定化した。結果として濃い青体色を保っているものが1匹。色が薄くなり、残り薄っすら2人3匹のものが1匹。ノーマル体色が4匹。尾端青体色が2匹、頭頂部が1匹、黄体色が1匹となった。	

【実験の結果】・上記の表からも分かるように背景の色は体色を保つ上で有効であることが分かった。・黄色体色に変化した原因については全く不明で思いもしない変化だった。・この実験でも赤色画用紙の囲みをした容器のエビは全滅してしまい、同じ容器で囲みなしで飼育した時はエビが死んでいなかったことから、前の実験結果と併せて赤の背景はエビの死亡率を上げてしまう可能性があると考えられる。・予想とは異なり、黄色体色の個体は、ほぼ体色に変化がなく黄色体色のままだった。また、思ったよりどの個体も体色が残り、濃い青色のままの個体が1匹残り、ノーマル体色になったのが4匹だったのは、意外だった。

(4)体色変化実験「エサの影響」

【実験の目的】僕は小学生の頃からたくさんのメダカも飼育しているが、メダカの体色を鮮やかにするためのエサが売られており、体色にあったエサを与えている。手に入らない時期が続き、別の餌を与えると体色の鮮やかさが失われることがある。この経験からミナミヌマエビの体色にもエサが影響するのではないかと考え、実験を行うことにした。
【実験の方法】①同じ大きさの飼育容器(4つ)にそれぞれノーマル体色のミナミヌマエビを3匹ずつ入れる。②アカムシ、にぼし、ゆでたホウレンソウをすり鉢ですり潰し、ミナミヌマエビが食べやすい大きさにする。③計量スプーンで同じ量のエサをそれぞれの容器のエビに与える。※エサは3日に1回とする。④毎日、体色の変化を観察する。
【実験の予想】アカムシはエサの色が赤なので、エビの体色は赤色に、ホウレンソウは緑色に、にぼしは灰色もしくは黒色に変化するのではないか。また、市販のヌマエビのエサを与えた個体は体色は変化しないのではないか。

	1日目	10日後	3週間後
①にぼし	人気はいまいち。食べた直後は体色に変化なし。	3匹中内眼で見ると1匹がわずかに灰色の体色変化が始まっているように見えるが、写真で撮れるほど、はっきりした変化ではない。体色変化を起こし始めている個体は体が他の個体より大きくなっている。	3匹中1匹が灰色に変化。さらにもう1匹が薄灰色のしま柄に変化した。残り1匹はノーマル体色のまま。体色変化を起こした個体の体は他個体より大きくなっている。
②アカムシ	大人気のエサ。食べた直後は体色に変化なし。	3匹中2匹がそれぞれ薄青、薄青しま柄に変化。体色変化を起こしている個体は体が一回り大きくなっている。	3匹中1匹が体全体が青色に変化。さらにもう1匹が黄色のしま柄に変化した。残り1匹はノーマル体色のまま。体色変化を起こした個体の体は他個体より大きくなっている。
③ホウレンソウ	2番人気のエサ。食べた直後は体色に変化なし。	3匹中1匹が巨大化し、尾だけが青色に変化。	3匹中1匹が尾を中心に青色に変化。体全体に変色が広がってきており、さらに巨大化。もう1匹も黒色のしま柄に変化し、大きくなっている。残り1匹はノーマル体色のまま。
④ヌマエビのエサ	いつも通りの反応。食べた直後は体色に変化なし。	3匹ともノーマル体色のまま変化なし。1匹だけ体が10日間で成長した個体がいる。	3匹中1匹わずかながら青点柄が出てきた個体を確認。残り2匹はノーマル体色のまま。

【実験の結果】・予想とは異なり、「アカムシ」はどのエサよりも青色の体色に変化し、「ホウレンソウ」も青色と黒しま柄、「にぼし」は予想通り灰色に体色変化を起こした。ただ、わずかではあるが「ヌマエビのエサ」を与えていた個体でも柄が出たのは本当に予想外だった。・体色が変化した個体はどのエサでも他の個体に比べて体が短期間で急成長した。・今回の実験からエサはやはり体色変化に影響を与える要因であり、よりたくさんの量を食べる個体は体色変化を起こし、少量しか食べない個体は体色に影響が出にくいのではないかと考えられる。

(5)体色変化実験「エサの影響 その後」

【実験の目的】「体色変化実験 背景の色わけ」では、背景の色を撤廃すると体色が変化していた個体もわずか3日程でほとんどの個体が元のノーマル体色に近づいてしまったことから、エサの影響で体色変化を起こした個体も、もともと食べていた「ヌマエビのエサ」にエサを戻した場合、体色が消えてしまうのか実験を行うことにした。
【実験の方法】①上記の体色変化実験「エサの影響」で体色変化を起こした個体にそれぞれのエサを中止し、それに変えて実験前まで食べていたヌマエビのエサを与える。②その後、毎日体色の変化がないか観察し、記録をつける。※エサの頻度等は前回の実験から変更なしとする。
【実験の予想】「体色変化実験 背景の色分け」でもたった3日程で体色が元のノーマル体色に戻ってしまったことから、今回の実験でも体色は3日程で元のノーマル体色に戻り、後天的な体色変化は固定化しないのではないか。

	1日目 ※上記実験最後の様子	4日後	10日後
①にぼし	3匹中1匹が灰色に変化。さらにもう1匹が薄灰色のしま柄に変化した。残り1匹はノーマル体色のまま。	体色が変化したままだった「にぼし」の個体が死んでしまった。昨日までは変化した体色を保っていたが、死んでしまうと赤くなるので最後の体色は不明。さらに「にぼし」でわずかな薄灰色のしま柄になっていた個体はノーマル体色に近づいてきている。	変化していた個体は死んでしまったが、薄灰色のしま柄個体はわずかだが、変異の体色が残った。
②アカムシ	3匹中1匹が体全体が青色に変化。もう1匹が青色のしま柄に、残り1匹ノーマル体色のままだった個体もわずかだが、上記の実験後、青しま柄に変化。	3匹ともこの3日間変異した体色を保っている。	3匹とも多少色が薄くなった感じはあるが、ほぼこの10日間体色は変わらず、変異の体色が固定化していた。
③ホウレンソウ	3匹中1匹が端を中心に青色に変化。もう1匹も黒色のしま柄に変化し、残り1匹はノーマル体色のまま。	変異個体2匹は、この3日間変異した体色を保っている。	変異個体2匹は多少色が薄くなった感じはあるが、ほぼこの10日間体色は変わらず、変異の体色が固定化していた。
④ヌマエビのエサ	3匹中1匹わずかながら青点柄が出てきた個体を確認。残り2匹はノーマル体色のまま。	この水槽は何も条件が変わっていないはずなのになぜか変異していた青点個体の点がほぼ消えていた。	なぜかわずかながら青点柄が出てきた個体は何も条件は変わっていないはずなのに体色が完全にノーマル体色に戻ってしまった。

【実験の結果】・今回の実験の結果、「にぼし」は最も変化していた個体が死んでしまい、正確なデータが取れなかったが、「アカムシ」「ホウレンソウ」は多少色が薄くなったものの10日間経過後も体色変化が保たれており、これ以上、薄くなる感じはなく、変異体色が固定化していると思った。ただ、なぜか「ヌマエビのエサ」でわずかながら青点柄が出てきた個体は何も条件は変わっていないはずなのに体色が完全にノーマル体色に戻ってしまった。
・今回の実験で予想とは異なり、変異していた個体がほぼ全て10日間経過後も体色を保っていた要因として考えられるのは、背景等の外部からの影響よりも体内等の内部からの影響の方が体色の変化に大きな影響を与えるのではないかという点である。そのため、内部からの影響であるエサによる体色変異は固定化しやすいのではないかと考えられる。

(6)種内変異遺伝性実験「飼育観察①」

【実験の目的】僕はこれまでグッピーも飼育しており、色とりどりのグッピーは、見事にその色や柄の長さなど子、孫と遺伝していっている。そこでミナミヌマエビも変異個体の体色には遺伝性があるのではないかと考え、1年かけて様々な方法で遺伝性について研究することにした。
【実験の条件】・下記表に書かれている以外のエサの種類や回数等は屋内屋外共に同じものとする。・今回の実験ではデータの精密さより、遺伝の可能性を探る最初の実験という位置づけで考えているので、基本的に水草がなくなったら追加する等の作業はせずに1年間飼育しながら観察する方法をとる。
【実験の予想】これまでグッピー等を育ててきた経験からミナミヌマエビにも遺伝性があると考える。青系の変異からはノーマルだけを育てた水槽より多くの青系の種内変異個体が育つのではないだろうか。

【実験の結果】
・今回、屋内水槽では子の代までは親と同じ青変異個体が確認されたが、孫の代以降は全てノーマル体色となった。これに対し、屋外水槽は、子の代だけでなく、孫の代まで変異の柄が多くに残らした個体が確認され、種内変異の遺伝が見られたと言える。
・結果が異なった屋内と屋外の水槽だが、大きな違いは屋内は日中は毎日かなり明るく、屋外水槽は暗き、寒さ除けのため木製の台の下に置いていたことから、ほぼ日陰の環境だった点だった。そのため、光の有無や強弱が今回の実験に影響を与えた可能性があると考えられる。

・1年経過後の屋外水槽で23匹のミナミヌマエビが確認できた。ただこれらも孫以降の代となっているが屋内水槽と異なり、23匹中18匹に何もかの変異が見られる状態だった。最も多かった変異個体で18匹中13匹が「緑青、青しま」の個体。さらに2匹が抱卵中で茶色の体色、尾に近い体の部分に紅色のしま模様が見られた。そして、3匹がこれも抱卵中でまるで三つ子のような体の大きさ、体色、柄も同じ個体が3匹確認された。はじめに抱卵していた個体や子の代で確認された個体と柄が非常に類似しており、はじめの個体は種エビ誕生後の冬に死んでいるのを確認しているのでこれらは子、孫以降の代で関連いないが、模様の出方があまりにそっくりなため同じ親から生まれた可能性が高いのではないかと考えられる。
◎種に選ばれた本当に五二つの個体、これが3匹確認された。

3. ミナミヌマエビの最適な飼育条件や観察方法についての研究

(1)ミナミヌマエビの成長過程について「飼育観察実験 親エビの抱卵時から誕生そして成体になるまで」

【実験の方法】
※実験の目的については「飼育観察①」と同様。
親が抱卵している状態から全てそれぞれの水槽に分け、種エビ誕生後もそのまま飼育し、種エビに何匹ぐらい変異個体が出るかを調べる。この観察を始めた第1弾グループは種エビの成長過程なども記録するが、第2弾グループ以降は水槽に分けるが種エビの成長過程でサイズを図る等はせず、最終的に育った変異個体数のカウントのみを行う。
【実験の予想】
「飼育観察①」の結果と同じように全てではないにしろ、何かしらの遺伝性は見られるのではないか。
【実験の過程】
第1弾グループは初めは毎日、観察記録を残したが、成長スピード等を考え、途中から写真撮影は週1回のペースで行った。第2弾グループ以降は、砂川調査で変異が出ている抱卵個体を採取するたびに水槽を全て分け、8月末までに34個の水槽で観察飼育を行った。ただ、まだかなり小さい種エビでデータとしては扱えなかったもの、全滅したもの、全く変異がでなかったものが27水槽により、変異が確認できたのが左表の7種類の水槽となった。
【実験の結果】
観察の結果、34水槽中7水槽で何らかの変異を持つ種エビが確認された。変異のタイプ、個体数については左表のとおりとする。これによると親と全く異なるタイプの変異が出る可能性は少なく、変異が出る時は親エビと全く同じではなくとも似たタイプの変異が出ることが分かった。
また、表の一番上に参考として載せている「ノーマル」体色の抱卵個体も表の個体とは別に3匹、それぞれの水槽で飼育をこの期間行ったが、左表と同じように全てノーマル個体の種エビが育つ結果となった。このことから、ノーマル体色の親エビよりも種内変異を起こしている親エビから変異体色を持つ種エビが生まれる確率の方が高いことが分かった。ただ、種内変異を起こしている親エビから生まれた種エビが全てノーマル体色だった水槽が14水槽あり、種内変異は必ず遺伝するとは言えない結果となった。残りの13水槽は種エビが全滅してしまい、データを取ることができなかった。

	ノーマル体色の個体数	親と同じタイプの変異個体数	親と異なるタイプの変異個体数	種エビ写真・その他
親エビ ノーマル	9	0	0	
親 青（柄なし）	32	2	0	特徴として青しま柄が全体的に出ていた。
親 青しま	21	5	0	体の前と後ろ側に青しま模様が出ていた。特徴的なのは、尾の部分が青しま模様になっていた。
親 青点	5	3	0	親と同じ「青点」の特徴が出た個体。
親 黒（5/9分孵化個体採取分）	28	0	1	親と同じタイプの変異が出た個体「黒しま」
親 黒しま（5/9分孵化個体採取分）	28	4	0	親と同じ「黒しま」の特徴が出た個体。
親 黒点（5/9分孵化個体採取分）	22	3	0	親と同じ「黒点」の特徴が出た個体。
親 薄青	19	3	1	親と同じタイプの特徴が出た個体（薄青柄）。

(2)飼育条件実験 水温と酸素導入 「生存率を上げるには？」

【実験の目的】研究を進める中で思った以上にミナミヌマエビの成長速度が遅く、データを集めるのにかなりの時間がかかる上に、苦労して育ててあと少しでデータが取れそうと思っていたところで個体数が激減したり、全滅したりと今回の研究では飼育自体にかなり苦戦した。何回も大事に育てたミナミヌマエビを死なせてしまい、工夫を繰り返す中で生存率が上がったと感じる点がいくつかあったため、これまでの飼育記録からデータを拾い、生存率が上がった要因について考察する。
【実験の方法】①今年の4月から毎日手書きでつけてきた種エビの個体数記録をExcel表にまとめ直し、個体数の変化を分かりやすい状態にする。②いつエアコン管理に切り替え、いつエアーポンプを導入したかなどを飼育記録から探し、①のデータの中に落とし込み、これらの生存率を上げるための工夫が本当に生存率を上げたのか分析する。※種エビは親個体の変異種別ごとに飼育容器を全て分け、8個の飼育容器でそれぞれ飼育し、種エビの個体数の変化について分析する。
【実験の予想】24時間エアコン管理に変えてから水温が常に22℃になり、その時点で少し生存率が上がり、さらにエアーポンプを導入後はかなり生存率が高く、安定したのではないだろうか。

成長速度一覧
親・ノーマル種エビ個体数推移グラフ
親・青しま種エビ個体数推移グラフ
親・青点種エビ個体数推移グラフ
親・青（柄なし）種エビ個体数推移グラフ
親・薄青種エビ個体数推移グラフ
親・尾赤種エビ個体数推移グラフ
親・薄青種エビ個体数推移グラフ
ミナミヌマエビ成長速度比較グラフ
※飼育容器
・ノーマル、青しま、青（柄なし）、薄青、尾赤→1.5ℓ容器
・青点、薄青→4ℓ容器
・青柄→1.5ℓ容器から2回容器のサイズ変更
・エサ
・全て同じ「ヌマエビのエサ（粗蛋白質46%以上）」を使用。回数も同じとする。
※それぞ