

## 赤いおなかのすもぐり名人

### 一名人の秘密はあくびだけじゃなかつたー

浜松市立曳馬中学校

1年 堀田 智仁

#### 1 動機

小学3年生の時からおもにアカハライモリの息継ぎについて5年間、研究を続けている。昨年度の研究の結果として、アカハライモリは息継ぎで空気を呼吸しているだけではなく水中でするあくびを通して水中の酸素を積極的に利用しているわかつた。

それは、アカハライモリが変温動物であることに大きく関係し、水温が下がると動きが鈍くなり活動量が減り、水面に息継ぎに上がるが大変になること、活動量が減ることで必要な酸素の量が常温に比べ少なくて良いこと、水中に溶けている酸素量が水温を下げると増え、水中の酸素を呼吸しやすくなることなど様々なことが実にうまく調和していた。イモリのあくびは水中での呼吸に大きく関係していることがわかつたものの、しかし、それと同時に、その回数の少なさから本当に呼吸の為にならうか？人間のあくびのようになんとなくフワーッとしているのではないか？とも疑問に思ったので、あくびなのか、呼吸なのかを調べてみようと考えた。そして、そのあくびの観察をしている時にイモリが水中でのどを膨らませたり、へこませたりという動作を繰り返していることに気が付いた。カエルがのどをヒクヒクさせる行動と大変似ていると思われたが、よく考えてみるとカエルが喉をヒクヒクさせているのは水上だ。不思議に思いこれについても調べてみた。

#### 2 研究の目的と内容

(1) アカハライモリがのどをヒクヒクさせる行動はあくびなのか？ 水中でのどのヒクヒクさせている行動こそが水中での呼吸に大きな役割を果たしているのではないかと考え研究することにした。

(2) 昨年度の研究の続きとしてアカハライモリのあくびは呼吸のためにしている行動なのか？ 単なるあくびなのか？ 呼吸のためのあくびは回数が少ないので無意識で行っているのか意識的に行っている物なのかを調べる。

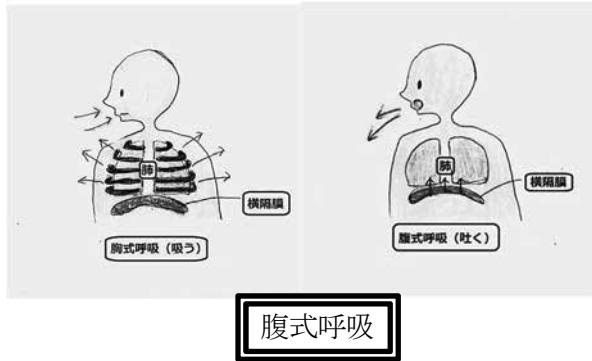
#### 3 予想

(1) 観察したところ、水上と同じ動きをしているようなのであくびと同じように水中の酸素をより積極的に呼吸するための「水中の呼吸行動」であると予想しました。

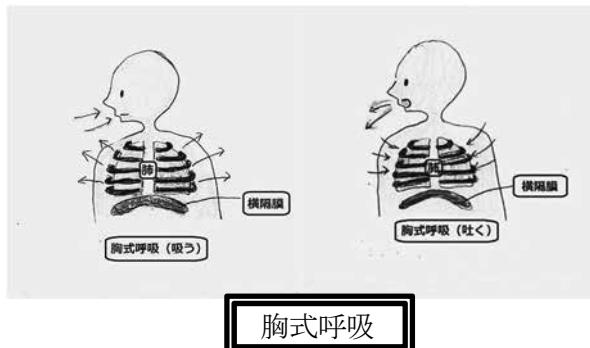
(2) 昨年度の研究から考えると水中での呼吸行動であると思われるが、人間のような単なるあくびではないと予想しました。

#### 4 基礎調査

本格的に研究に入る前に本とインターネットでイモリの呼吸について調べることにした。まず人は横隔膜を上下させる腹式呼吸、肋骨を開いたり閉じたりして行う胸式呼吸で肺に



腹式呼吸



胸式呼吸

空気を送り込むといった方法で肺に酸素を取り入れているのに対し、イモリなどの両生類は



イモリの骨格



ヤモリの骨格

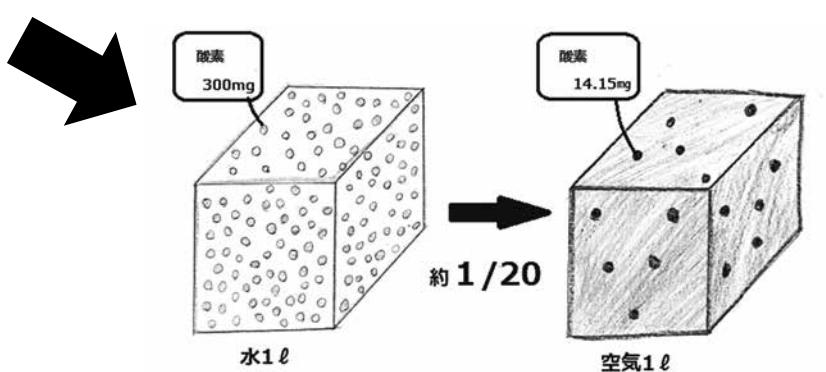
肋骨が発達していない事、横隔膜をもっていない事から腹式呼吸や胸式呼吸ができない。

そこで今年発見した、のどのヒクヒクでイモリはのどを呼吸するため、膨らませて吸い込んだ空気をのどをへこませて肺に空気を送り込むといった方法で肺に空気を取り入れるといった方法で呼吸している事が分かった。

#### 水中と空中の酸素量の違いについて

水中の酸素量と水中の酸素量が具体的にどのくらい違うのか気になったので上と同様に調べてみた。それによると水 1ℓあたりには気圧や水温によって変化するものの最大でも 14.15 mg しか溶け込むことができないことが分かった。それに対して空気中に酸素は 21%含まれており、空気 1ℓあたり約 0.21 ℓ含まれていることになり、酸素の重量は 22.4 ℓで 32 g だそうなので  $32 \div 22.4 =$  約 1.429 となり酸素 1ℓでは約 1.429 g となる。0.21 ℓでは何 g かというと  $1.429 \times 0.21 =$  約 0.3 となるので 0.3 g = 300 mg と計算される。つまり空気 1ℓに酸素が約 300 mg 含まれていることになる。よって水中の酸素量と水中の酸素量では約 20 倍違運転事が分かった。

#### 空中と水中の酸素量の違いの図



## 5 研究方法

実験1 水槽にイモリを1匹入れイモリの顔の近くに食紅をまぜて作った色水を少量たらし水の動きを目で確認することでイモリがのどをヒクヒクさせる動きで実際に水を出し入れしているのかを観察する。

実験2 幅130mm×奥行80mm×高さ150mmの水槽を観察容器とし、これに観察対象のイモリを入れて環境になじませるため1時間ほどおいておいてから、ビデオカメラで2時間30分撮影した。撮影が終わってからパソコンで再生してのどのヒクヒクする回数を30分ごとに1分間数えて記録した。実験は計5回行いそれらの平均値を記録値とした。(条件1何もしない場合、条件2エアポンプで空気を送った場合、条件3水温を下げた場合、条件4エアポンプで空気を送りながら水温を下げた場合)

実験3 縦、横、高さ、それぞれ150mmの水槽にイモリ観察対象のイモリを2匹入れて環境になじませるため1時間ほどおいておいてから、ビデオカメラで2時間30分撮影した。撮影が終わってから映像をパソコンで再生しあくびの回数をチェックして一匹のイモリあくびをしてから5秒以内にもう片方のイモリが続けてあくびをしたらあくびがうつったと判断することにし、実験を5回行った。

実験4 実験3と同様、縦、横、高さ、それぞれ150mmの水槽に観察対象となるイモリを1匹入れイモリの水槽の前にタブレット端末を置き、タブレットでずっとあくびの映像の再生を続けた場合イモリは映像につられてあくびをするかを観察します。

実験4-4で使ったあくびの映像



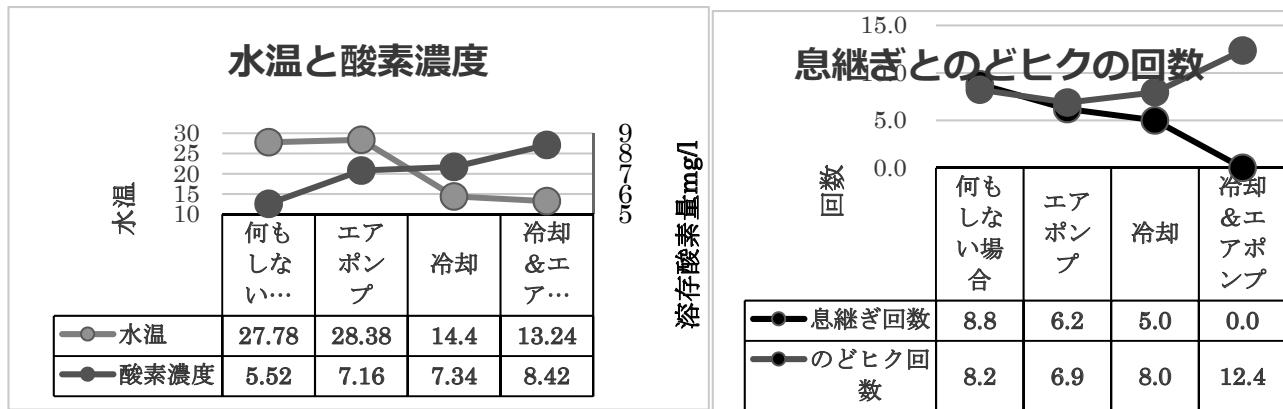
## 6 結果

実験1 予想していた通り、のどをヒクヒクさせる動きで水を出し入れしている事が確認できた。さらに細かく観察すると、想像していた以上に鼻息荒く鼻から噴き出していた事が印象的だった。



鼻から勢いよく食紅で作った色水を噴き出すイモリ

実験2 水中の溶存酸素量が多くなるほど息継ぎの回数が減ることが分かった。また、条件4のように水温が低く溶存酸素量が豊富な場合にはほとんど息継ぎに上がる事がなかつたが、4つの条件のなかで最ものどをヒクヒクさせる回数が多くなることが分かった。



実験3 あくびはしたがうつらなかつた。

実験4 あくびをした時のタイミングは合っていたがタブレットとは違う方向をむいてあくびをしているのでうつったとは言えない結果となつた。

## 7 考察と感想

これらの実験により水中でのどをヒクヒクさせている行動が水中での呼吸行動であることがわかつた。また、あくびに比べてより頻繁にのどをヒクヒクさせているということは、水中での呼吸行動としてはこちらがメインの方法ではないかと考えられる。

今年の研究で去年のあくびの研究と同様に水温が低くなると変温動物であるイモリの活動量が減ることによりイモリの必要酸素量が減り、水面まで息継ぎに上がらなくても必要な酸素を水中から酸素を取り出す能力をイモリが持っている事がわかる。また、陸上と水中ののどのヒクヒクは早さが違うだけと考えていたが、のどの動く方向が反対であることが確認できとても興味をひかれた。そして、実験1の結果から水中で喉をヒクヒクさせている口の周りやのどの動きを見ると吸い込んでから吐き出すまでの時間が短い事や鼻から噴き出された水の勢いが強いことなどから、口の中やのどの上のところまでしか取り込んでいないと考えられる。つまり口の中やのどの上のところまでに水中の酸素を呼吸する器官があるのではないかと思われる。

イモリのあくびうつるかについては、あくびの回数が少なく実験データとして信用できないものとなつた。犬や猫は飼主のあくびがうつると聞いたため僕のあくびの映像も試したがうつらなかつた。このことからイモリは犬や猫とは違うかもしれない。ただ、一度あくびをすると続けてあくびをすることがあった為、なにかあくびを誘い出す要素があるのかもしれない。

今年の研究では特に実験2の条件3 水温を下げた場合と条件4の水温を下げながらエアーポンプで空気を送る実験は低い水温を保つことや照明が上手いこと水槽にあたらず撮影のやり直しが多々あり潤滑に実験が進まず実験のアイデアはあるのにできなかつた実験があつたので大変残念だったが、失敗することでこれまで思いつかなかつた別の角度からの新しいアイデアが浮かんだ為、来年の研究が楽しみだ。

## 7 今後の研究

今後もイモリに活動量と息継ぎとのどをヒクヒクさせる行動、あくびの関係についてより詳しく調べようと思う。そしてイモリの睡眠とあくびの関係についてや天候とあくびの関係についても調べていきたい。