

水蒸気圧の測定研究 I

兵庫県立柏原高等学校 理科部

2年 臼井和光 高見仁陽 田優真 谷口勇志 朝倉諒
猪瀬誠 板垣早桜実 1年 小西博都 足立大征
足立悠吾 濟木奎 広岡剛 青木天舞

1. 動機と目的

水の沸点は 100°C で、溶液ではそれより高くなる。その沸点上昇度 Δt は、希薄溶液では質量モル濃度に比例する。我々は希薄溶液の限界を知るため、水や溶液の沸点を測定してきたがうまくいかなかった。

次に、我々は蒸気圧に注目した。沸点上昇は、溶液の蒸気圧降下による。それなら、蒸気圧降下度を測定すれば、それは希薄溶液では濃度と比例するはずである。そして希薄溶液の限界が分かるはずである。これを仮説として蒸気圧の測定研究を始めた。

2. 理論と装置

蒸気圧とは、気液平衡になったときの蒸気の圧力(分圧)である。簡単にいえば、真空にした密閉した容器に溶媒(溶液)のみを入れ、蒸発によって容器内の圧力が一定に変化しなくなったところが気液平衡で、このときの圧力が蒸気圧である。我々は、右の図1のような装置を考案した。Aには気温測定用の温度センサーを入れすぎ間をなくし密閉する。Cには圧力センサーをシリコンチューブを介してつなぐ。Bには、コックをつけ空気を追い出した後にコックを閉じる。圧力および温度センサーは、イージーセンス(ナリカ)を用いた。

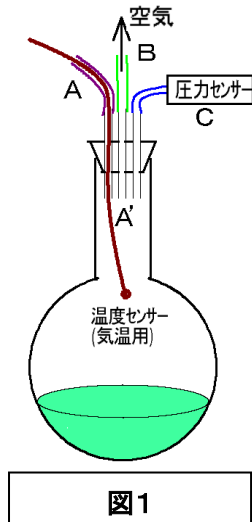


図1

3. 測定方法の検討

3-1 装置の密閉性

この装置の最大の問題点は、温度センサーをフラスコ内に入れるため、導入用の管とセンサーのコードとの間(図1のA)に空隙が生じることである。管とコードの間にいろいろな詰め物をして検討をした。身近なものをいろいろ試みたが、最終的にはシリコンチューブに水道用のシールテープをきつく巻いたコードを通し、その上をシリコン樹脂シーラント(風呂の水漏れ補修用)で塞ぐ方法が最善であった。

3-2 測定方法の検討

正確な温度を測るにはフラスコ内と外との熱平衡を保ちゆっくり温度を下げていく必要がある。したが

って熱水中に浸して実験を行うのがよい。また、フラスコ内の水やビーカー内の水の温度ムラを防ぐために、それぞれに攪拌子を入れ、ヒーター付のマグネティックスターラーでできるだけ均一に温度が保てるようにした。そのようにしてできた装置を図2に示す。

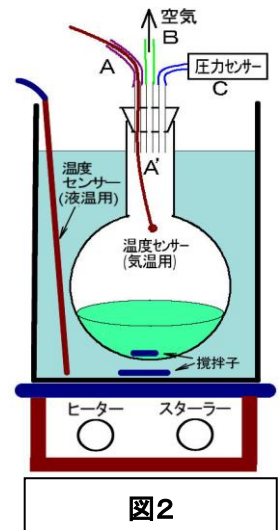


図2

4. 純水の蒸気圧の測定

まず文献値のある純水の蒸気圧を測定した。

蒸気圧測定の手順を以下にあげる。まず2Lビーカーに入れた水をスターラーのヒーターで加熱し、沸騰させる。これに水(溶液)の入った500mL丸底フラスコを脱気して浸し、攪拌する。ビーカーの水温(外温)とフラスコ内の温度(内温)を観察し、熱平衡になったことを見計らいヒーターのスイッチを切る。攪拌したまま、外温、内温、圧力を測定する。

測定した内温(フラスコ内)、外温(ビーカーの水)とその温度での圧力を下の表にまとめた。値は3回の測定を行った平均である。内温と外温での圧力に差があるのは、ビーカーの水温よりもフラスコ内の気温が低いためである。特に 95°C よりも高温では内外の温度差が大きいので圧力差も大きい。温度が下がると差は小さくなる。水蒸気圧は、それがどの温度のものであるかが重要である。本当の温度はどれなのか。そこで、内温と外温の圧力の平均値をとってみたいところ、文献値とよい一致をした。特に $92\sim 95^{\circ}\text{C}$ でよい一致を見るが、温度が下がると差が大きくなる。これは内圧が小さくなり、コックを閉じてから時間がたつので容器に微量の空気が流入したのかもしれない。

温度($^{\circ}\text{C}$)	97	96	95	94	93	92	91	90	
圧力 kPa	内温	91.9	88.6	85.5	82.5	79.3	76.4	73.7	71.1
	外温	87.8	85.7	83	80.5	77.8	75.2	72.5	70.1
	平均	89.9	87.2	84.3	81.5	78.6	75.8	73.1	70.6
	文献	90.9	87.7	84.5	81.5	78.5	75.6	72.5	70.1
	差	+1.0	+0.5	+0.2	0	-0.1	-0.2	-0.6	-0.5

5. 今後の課題

純水については、ほぼ測定法が確立できたが、さらに高温での内外の温度差を小さくする工夫をしたい。そして、水溶液でも測定して、目的としている蒸気圧降下を確認したい。

参考文献

- 1) 数研出版編集部、フォトサイエンス化学図録、数研出版(2012)

細胞周期の測定値は正確か？

兵庫県立篠山鳳鳴高等学校 生物部
2年 本田 凌大, 1年 奥村 力也
松浦 稔樹, 藤林 尚也, 降矢 大智, 上坂 壮太

1. 動機及び目的

高校の生物基礎の教科書には、根端分裂組織で観察された間期や分裂期の各時期の細胞数の割合から、各時期の経過時間の割合を求める実験が紹介されている。その前提として、体細胞分裂の周期が同調していないこと、細胞周期の各時期の経過時間がどの細胞でも同じであることが必要である。一方、体細胞分裂の分裂期を最も多く観察するためには午前8時～10時に試料を採取するのがよいとの報告もある。これは体細胞分裂の分裂期が同調傾向にあることを示しており、細胞周期の測定値の信頼性は揺らぐ。そこで私たちは以下の事項について実験を行い検証することにした。

- ① 午前10時に採取した根端分裂組織では、分裂期の細胞が本当に多いのか検証する。
- ② ①は光条件以外がすべて同一条件のもとで根端採取直前に光照射を4時間受けることになる。①が事実ならば、それが分裂期の細胞を多くしているのではないかという仮説を立て、検証する。

2. 方法

①根端細胞の観察方法

材料はタマネギ種子(タキイ 0・L 黄)を用い、24℃恒温のインキュベーターでシャーレ中に湿らせたろ紙を敷いて発根させた。プレパラートは第一学習社高等学校生物基礎に記載されている方法に基づいて作成した。作成したプレパラートを検鏡し、最も細胞分裂が盛んに行われている部分を40倍の対物レンズを用いて画角200 μ m×275 μ mで撮影し、その写真中の間期・分裂期(前期・中期・後期・終期)の細胞数を数えた。そのデータをもとに全細胞数に対する分裂期の細胞数の割合を求め、これを分裂指数とした。

②分裂指数の比較

a. 午前10時と午後6時採取試料の比較

午前6時から午後6時までLED白色光を照射するように調整したインキュベーターで種子を発芽させ72時間経過したものを、①午前10時と②午後6時に採取しその分裂指数を測定した。なお①②の明暗周期は以下の通りである。

①: 明 8h→暗 12h→明 12h→暗 12h→明 12h
→暗 12h→明 4h

②: 暗 12h→明 12h→暗 12h→明 12h→暗 12h
→明 12h

b. 完全暗黒下と暗黒下から4時間白色光を照射して採取した試料の比較

完全暗黒のインキュベーターで種子を発芽させ播種後65時間から95時間の間に1時間おき5個体ずつ採取し、その分裂指数を求めた。また播種後70時間、84時間、91時間経過した発芽種子に4時間LED白色光を照射し、その分裂指数を完全暗黒下の分裂指数と比較した。これは午前10時採取試料は夜明け後4時間光が当たっていることをモデル化している。

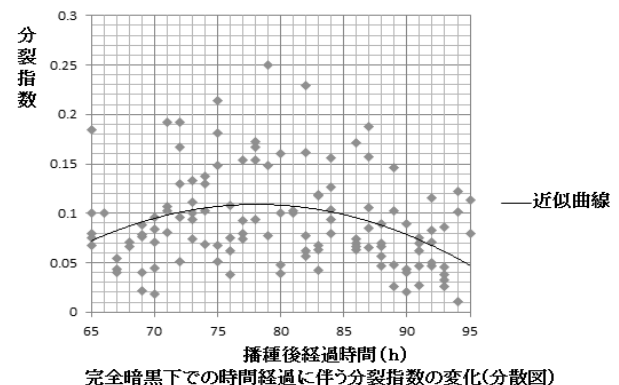
3. 結果・考察・課題と反省

a. 午前10時と午後6時採取試料の比較

午前10時に採取した試料12個体の分裂指数の平均は0.12、午後6時に採取した試料11個体の分裂指数平均は0.083であった。この差が統計的に有意であることを確かめるためにt検定を実施したところ $t(21)=2.08$ $P<0.05$ であり、両者の平均の差は有意であった。このことから午前10時に採取した試料は午後6時に採取した試料より分裂指数が大きいといえる。

b. 完全暗黒下と暗黒下から4時間白色光を照射して採取した試料の比較

完全暗黒下での分裂指数を分散図に示した。試料ごとの値のばらつきが非常に大きい、概ね播種後70～85時間経過した時点での分裂指数が大きい傾向が見られる。よって細胞周期の測定はこれらを考慮して実施されなければならない。なお試料ごとの値の大きなばらつきは実験者の技量不足も考えられるので、今後精査する必要がある。



次に播種後70時間、84時間、91時間経過した発芽種子に4時間LED白色光を照射した試料について分裂指数を測定した。この実験では完全暗黒下に置いた試料との間に有意な差は認められなかった。これによって根端採取直前に光照射を4時間受けることが分裂指数を大きくさせるという仮説は棄却された。

では何が分裂指数を大きくさせているのか。次の仮説として明暗周期の繰り返しの関与を考えており今後、この点について検証を行う。

4. 参考文献

- 1) タマネギの体細胞分裂にリズムはあるのか(茗溪学園中高等学校) 化学と生物 Vol. 51. No8. 2013
- 2) 体細胞分裂に関するアンケート結果報告 兵庫県理化学会 理科実習教員研修会運営委員会

酵母の発酵によるジュースの基質濃度の定量

-単糖類・二糖類の発酵-

兵庫県立北摂三田高等学校 理化部

2年 林 桃郷 田部 友香

1年 谷内 勇太

1. 動機 目的

現在、定量法には様々な手法が存在する。例えば、高速液体クロマトグラフィー(HPCL)、ガスクロマトグラフィー(GC)等がある。そこで我々は昨年、新たな定量法として生物である酵母を用いた定量法を考案した。本研究は、昨年我々が考案した定量法を完成させるために、定量の対象であるジュースに含まれるそれぞれの糖を比較することを目的としている。

2. 方法

本研究での発酵実験の条件

本研究における発酵実験の発酵温度、発酵させる酵母濃度は、去年の実験から、温度41℃、酵母濃度3.5%で行うことにした。

各基質での発酵実験

スクロース(ショ糖)、グルコース(ブドウ糖)、フルクトース(果糖)それぞれの各基質量で発酵実験を行い、比較する。

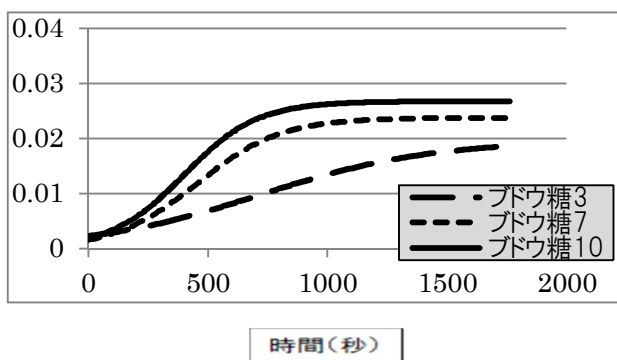
ジュースでの発酵実験

用意したジュース(なっちゃんオレンジ、午後の紅茶ミルクティー・ストレート)を用いて発酵実験を行う。

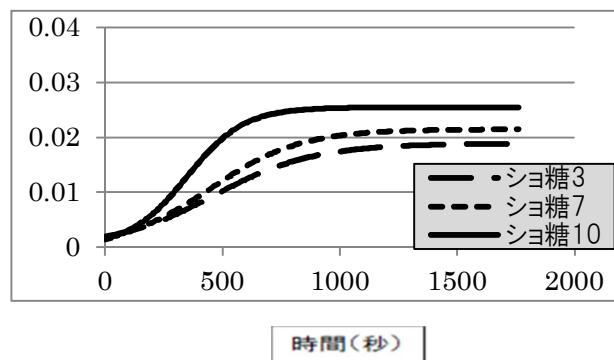
3. 結果・考察

各基質での発酵実験

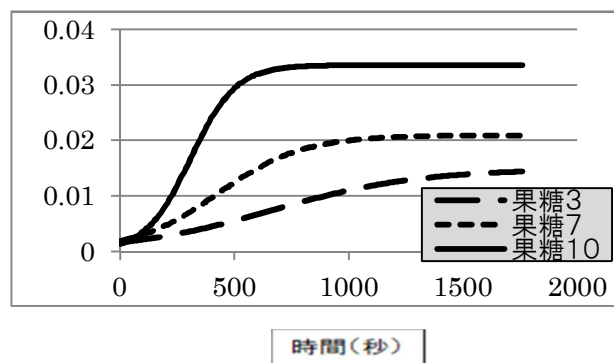
ブドウ糖(縦軸発酵速度・横軸時間)



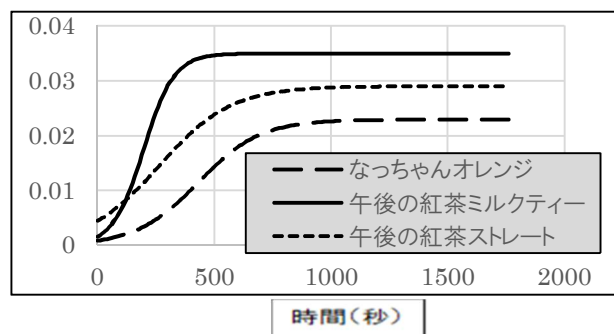
ショ糖(縦軸発酵速度・横軸時間)



果糖(縦軸発酵速度・横軸時間)



ジュース(なっちゃんオレンジ、午後の紅茶ミルクティー・ストレート)(縦軸発酵速度・横軸時間)



上記のグラフを見るとブドウ糖・ショ糖・果糖での発酵は全て、糖濃度が上がるほど発酵速度の上がり方・最大値ともに大きくなっている。また、ジュースを用いた発酵でも、ブドウ糖・ショ糖・果糖での発酵と同じ発酵のしかたをしていることが分かる。これら二つのことから、数種の糖が含まれるジュースの糖濃度も糖の発酵速度を利用して求められると考えられる。

4. 反省と課題

今後は複数の糖を混ぜ合わせて検量線を引き、ジュースの糖濃度を定量することが課題である。

参考文献

- | | |
|------------------|-------|
| 1)高等学校生物 | 第一学習社 |
| 2)高等学校生物基礎 | 第一学習社 |
| 3)スクエア最新図説生物 neo | 第一学習社 |

兵庫県立有馬高等学校 科学部

2年 伊藤颯起, 中西智哉, 森田優悟,
米村悠貴, 岡井敏起, 轟 拓真,
石井優作, 石田匠吾, 大垣賢弘,
谷内齊樹, 右川晃貴

1年 北代周士, 茶新将也, 伊藤由稀
上野裕, 畑和毅, 一ノ瀬将太郎

1. イベント出展

①さんだサイエンスフェスティバル

②青少年科学の祭典

子どもたちに「科学」のおもしろさを伝えるイベントに出展しました。教えているうちにこちらが「化学の楽しさ」に気づかされました。

テーマ:「化学反応によって、冷たくなったり!!
熱くなったり!!色が変わったり!!」

以下の実験を子どもたちとともに行いました。

I. 「瞬間冷却パック」の作成

II. 「使い捨てカイロ」の作成



活性炭と鉄粉をフィルターに入れ、食塩水を浸み込ませたバーミキュライトを加えてシャカシャカ振ります。

III. 「ビタミンCでヨウ素溶液の色を変化させる」



水を食用色素で着色しておき、その色が消えるまでうがい薬を滴下します。そこへ、ビタミンCを加えると一気にもとの色に戻ります。



2. 実験会への参加

①ひらめきときめきサイエンス

夏には関西学院大学神戸三田キャンパスで行われた、日本学術振興会主催の実験イベントに参加し、最先端の実験・研究を体験しました。難しいものでしたが貴重な経験ができました。



3. 文化祭での実験ブース出展

文化祭では以下の実験を行いました。

- I. ビタミンCでヨウ素溶液の色を変化させる
- II. 液体窒素を使った-196℃の世界
- III. サイフォンの原理を使った水のくみ上げ
- IV. テルミット反応



4. 数学・理科甲子園2017参加に向けて

予選突破を目指しみんなで頭を抱えながら過去の問題に取り組んでいます。



5. その他の活動

銀鏡反応、磁性流体、水蒸気蒸留などにも取り組み始めています。新たなことにチャレンジ!



太陽フレアから地球を守れ！ ～続・宇宙天気予報への挑戦～

兵庫県立三田祥雲館高等学校 天文部
2年 渡邊歩 小山息吹 木寅沙也果
古家後はるか 中井まりあ

1年 山本紫苑 岡本優真 後藤杏実 前田悠登

1. 動機及び目的

精度の高い宇宙天気予報を行うために、次の点の解明に取り組んだ。(1) これまでに地球に悪影響を与えたフレアの太陽表面での発生位置。(2) 大規模フレアを発生させた黒点の面積変化。

2. データ収集

フレアが地球に影響を与えた場合は地磁気の乱れを表す Dst 指数の値が減少する変化が現れる。本研究ではこのデータを京都大学地磁気解析センターより収集した。

3. 解析

太陽表面で大規模フレアが発生すると、プラズマ粒子が地球に到達するまでに2～3日を要する。

① 地球へ影響を与えたフレアの発生経度

気象衛星 GOES のデータより、X 及び M クラスの太陽フレアの発生日時とクラスを確認し、その2～3日後に Dst 指数が -150nT 以下まで減少したケースを確認した。

② 各黒点群の面積変化率の比較

USAF の観測データベースには、各黒点の面積が分単位の時間分解能で詳細に記録されている。各クラスのフレアを発生させた黒点面積の時間変化に着目し面積変化率を求めた。

なお本研究では黒点面積は全て太陽半球面に対する百万分率 (ppm) で表している。これらの計算は表計算ソフト Excel を用いて部員全員で協力して行った。

4. 結果

① 地球へ影響を与えたフレアの発生経度

X クラス及び M クラスの発生経度とその割合の関係を調べた結果は図1のようになった。

② 各黒点群の面積変化率の比較

M、X クラスと C クラス、フレアを発生させなかった黒点の1日当たりの面積増加率を比較した。その結果、大規模フレアを発生させる黒点は面積増加率が大きいことがわかった。

5. 考察

太陽面の西端で発生した X クラスフレアが地球に影響を与えていることについては次のようなことが考えられる。① プラズマの噴出角度が 180 度以上である、② 放出されたプラズマが磁場の影響を受けて運動している。これらについて、さらに深く研究を深める必要がある。

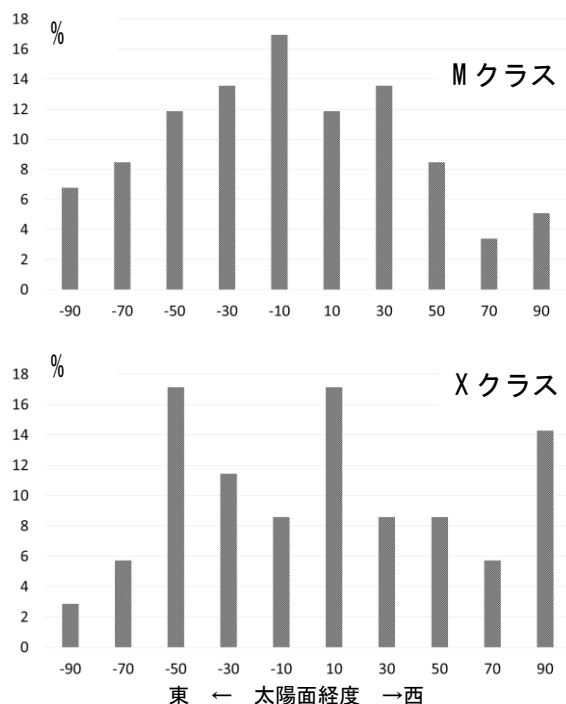


図1 地球に影響を与えたフレアの経度別発生率
データ収集した 94 個のデータをまとめた。横軸は太陽面経度で、縦軸が地球に影響があった割合 (%) である。

またサイクル 23 においてもピークの少し後、2003 年に X クラスのフレアが多数発生し、地球に影響を与えている。これらの現象は私たちの研究を裏付けている。

また、私たちは 2017 年 8 月より H α 線によるフレア観測も開始している。発生位置と面積変化率に注目しながら観測を続け、自分たちの手で宇宙天気予報に挑戦したい。

謝辞

研究全般にわたり大変重要な助言とご指導を頂きました京都大学花山天文台 北井礼三郎先生に感謝申し上げます。

参考文献及び URL

- 1) 篠原 学 (2009) 宇宙天気 誠文堂新光社
- 2) アメリカ空軍 (USAF)
https://www.ngdc.noaa.gov/stp/space-weather/solar-data/solar-features/sunspot-regions/usaf_mw1/
- 3) アメリカ海洋大気庁 (NOAA)
<http://www.noaa.gov/>
- 4) ウィルソン山天文台
<https://www.mtwilson.edu/>
- 5) NASA Solar Physics
<https://solarscience.msfc.nasa.gov/>

兵庫県立三田祥雲館高等学校 理科部
2年 今川楽人, 福田尚寿, 門島杏果, 小河彩輝
1年 三木一輝, 金剛麻衣子, 安岡凜

1. 物理班の取組み

(1) カラーボール追跡システムの研究

目的

ロボカップジュニアサッカー競技におけるパッシブボール（オレンジに着色されたボール）を追跡し、知り得た位置情報を効率良く CPU に伝え、素早く相手ゴールに持ち込むためにアクチュエーターをどのように制御すればよいのかに重点を置き、研究を進めている。

方法

ボール位置情報を得る為に、従来、6方向の赤外線センサーによる信号強度を測定する方法を用いていたが、カメラによる色の識別・画像認識（カラートラッキング）を用いることとする。

- ① RaspberryPi3 + TJ3B
- ② PixyCMUcam5 + ArduinoNano + TJ3B
- ③ PixyCMUcam5 + ArduinoMEGA2560

上記システムより得られた位置情報と方位・壁までの距離・フィールド上のラインの位置など各種センサー情報を統合・分析し、制御用 CPU ボードよりアクチュエーターに命令を与え、サッカーロボットを自律制御させる。

結果・考察・結論

上記 CPU ボードの組み合わせにおいては、
③ PixyCMUcam5 + ArduinoMEGA2560 がカラートラッキングの処理速度及び、高速なデータ転送・各種センサー情報の統合・分析を可能とする組み合わせだと考えられる。

③Pixy CMUcam5 + ArduinoMega2560



[Arduino IDE] を利用する。
→今までより高度なプログラミング言語を使用することになる。

今後、競技用ロボットとして研究を進めていく上では、更なる画像処理プログラムの高速化、全周型カメラの設置・制御などが考えられる。

2. 生物班の取組み

(1) コオロギの闘争行動の研究

コオロギのオスが出会うと闘争行動が見られますが、そのとき、どのようなオスが強いかを調べています。

(2) 外来種のプラナリアの分布調査

三田市内で、在来種であるナミウズムシの他に、2種類の外来のプラナリア類が見つかりました。アメリカナミウズムシ・アメリカツノウズムシです。これらの外来種は在来種に比べて、水温や水質に対する適応力が高く、汚い川にも生息する傾向が見られます。そこで、3種のプラナリアを飼育し、その生態を研究するとともに、三田市内での3種の分布を調べ、どのような場所にそれぞれのプラナリアが生息するのか、また外来種がどのように生息域を広げているのか、を調べています。



3. 各種イベントの取組み

- 3月 ロボカップジュニアジャパン中津川大会
- 6月 さんだ子ども科学教室 開講
「ロボットを動かそう！ライントレーサー」
- 8月 SSH 生徒研究発表会 出展
さんだサイエンスフェスティバル 出展
- 9月 阪神北オータムフェスタ 2017 出展

学校実習田のオタマジャクシの生息状況

兵庫県立篠山東雲高等学校 自然科学部
2年 太田龍乃介, 大山 朝史, 橋本寛之助
1年 揚田 英人, 稲岡 大晟, 上田 有沙
藤田 明士, 山上 琴音

1. 動機及び目的

篠山東雲高校内の実習田の一部に生物のすみやすい場所(ビオトープ)を造成した(図1)。そこにすむ生物を知るために、まずは、カエルの幼生(オタマジャクシ)の個体数と大きさを調べた。



図1 ビオトープの造成

2. 方法

(1) 調査日

平成29年6月16日～9月1日

(2) 調査場所

篠山東雲高校内の実習田(ビオトープ)
(篠山市福住)

(3) 調査方法

岸から約2mの地点に50cm²の枠をはめ込み、その中に入っているオタマジャクシをすべて、たも網で採集し、個体数と大きさ、足の有無を調査した。大きさの測定はデジタルノギスを使い、全長、頭胴長、尾高を記録した。

3. 結果と考察

個体数のピークは、6月16日と7月20日にあった(図2)。ピーク後に個体数が減ることから、オタマジャクシは変態して上陸したと考えられる。6月16日に測定したオタマジャクシの頭胴長の平均は15.8mmで、7月20日に測定したオタマジャ

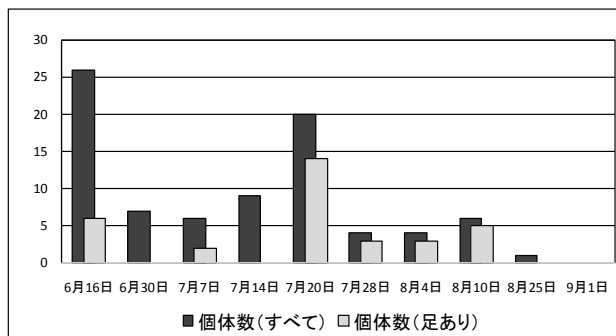


図2 オタマジャクシの個体数の推移

クシの頭胴長の平均は23.0mmであり、変態時の大きさが異なっていた。そのことから、6月16日はニホンアマガエル、7月20日にトノサマガエル(図3)のピークであると思われる。



図3 トノサマガエル

4. 反省と課題

調査開始が遅かったため、いつからオタマジャクシが発生したのかがわからなかった。もう少し早い時期から調査をするべきだった。また、オタマジャクシの形態だけでは同定できなかったのも、もっと知識を増やし、オタマジャクシでも種類がわかるようにしたい。

5. 参考文献

- 1) 松井正文著, 日本のカエル 分類と生活史, 誠文堂新光社(2016)
- 2) 松井正文著, オタマジャクシハンドブック, 文一総合出版(2008)

6. 活動報告

(1) 篠山川のオヤニラミの調査

ア、期間 平成28年4月～平成29年9月

イ、場所 篠山川

ウ、内容 環境DNAの調査と捕獲による調査

(2) 小学生対象の生き物観察会の指導

ア、古市小学校の観察会 (5月30日(火))

イ、城東小学校の観察会 (6月13日(火))

ウ、福の里農業小学校の観察会

(6月18日(日))

エ、城南地区まちづくり協議会の観察会

(7月8日(土))

オ、川代ダム野鳥・環境愛護協会の観察会

(7月22日(土))

カ、川阪子ども会の観察会 (7月23日(日))

キ、たんば子ども塾の観察会(7月26日(水))

ク、味間奥子ども会の観察会(7月27日(木))

ケ、篠山自然の会の観察会 (8月26日(土))

コ、大山小学校の観察会 (9月8日(金))

(3) ふくすみ水族館の管理

ア、期間 平成28年12月～現在

イ、場所 旧福住小学校

ウ、内容 身近な淡水魚の常設展示

(4) ため池の外来生物の駆除

ア、日時 9月23日(土)10:00～12:00

イ、場所 口池(篠山市野々垣)

ウ、内容 外来生物の駆除