

コンクリート水路の絶滅危惧種

兵庫県立姫路飾西高等学校 自然科学部
 2年 原田佳典 森岡悠季
 1年 岩城幸弘 田中大貴 内藤瑛乃
 内藤正悟 濱本凌輝

1 動機及び目的

本校付近の農業用水路である青山北川で絶滅危惧Ⅱ類に指定されているトゲナベバタムシが発見された(図1)。青山北川は一般的に生物が生息しにくいとされている三面張りのコンクリート水路であり、何故多く生息しているのかと思い調査・研究を2010年から始めた。今年は餌生物調査の捕食者・被食者の分類、卵調査の産卵場所調査を行った。

[図1]



2 方法

河川環境調査の流速・水温・水深・溶存酸素濃度測定と餌生物調査の種類数・個体数測定は2016年1月6日から9月24日まで、卵調査は4月21日から9月14日まで産卵時期・産卵数・場所を調べた。

3 結果と考察

河川環境調査はこれまでの調査と大きな変化は見られず、青山北川・菅生川共に本種の生育に必要な水流が常に保たれていた。餌生物調査では、捕食生物の個体数と被食生物の種類数に増加が見られた。卵調査では、初期に長期の放置期間があったが、1日当たり平均30個以上の産卵があった。

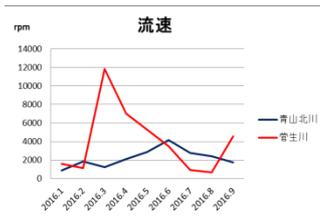
この結果より、降水量は多かったが、本種の生息に悪影響を与えるような変化はなかったと考えられる。また、被食生物の種類数は増加したが、捕食生物が増加していることで、本種の個体数の変動に大きな影響を与えることはなかったのではないかと考えられた。さらに、卵調査から、本年は6月中旬～7月上旬の水温24℃付近が産卵のピークであると考えられた。

以下、具体的な調査結果を記す。

河川環境調査

[図2]

青山北川では週1回、本流である菅生川は月1回調査した。今年は春と秋に降水量が増加し、夏は少なかったため、流速が例年と異なっていた(図2)。しかし、季節的な変化が例年と異なっても、青山北川の流速が本流である菅生川と比べて安定していることに変わりはない。



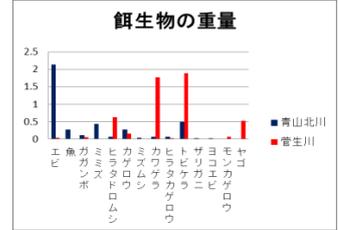
以下、具体的な調査結果を記す。

餌生物調査

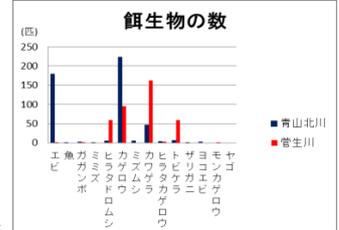
青山北川・菅生川共に月1回の調査をした。個体数・種類数に加え本種の食餌の様子も調べた。

エビ類とヒラタカゲロウ、モンカゲロウ以外のカゲロウは重量・個体数が多く、生存に十分な量が存在していると考えられる(図3, 図4)。捕食生物は、エビ、カワゲラ、ヒラタドROMシ、トビケラ、カゲロウ、ガガンボ、ヤゴを確認でき、ヒルは捕食しないことがわかった。被食生物は、カワムツ、ヌマムツ、ドンコ、モクズガニ、アメリカザリガニが確認できた。

[図3]



[図4]



[図5]



食餌の様子は、本種がヒラタドROMシ・トビケラを捕食している様子を写真に収めることができた(図5)。

卵調査

U字溝コンクリートブロックを青山北川に沈め、どの箇所にもどれだけ産卵しているか調べた。産卵数は、調査期間内では6月17日が最大で、1日当たり30個以上の卵が上面・側面共に付着していた(表1)。

[表1]

年月日	4月16日	5月1日	5月8日	5月29日	7月9日	7月24日	7月31日	8月3日	8月21日	8月27日	9月4日	9月7日	9月12日	9月14日
2015年														
上面	0	1	14	0	10	430	82	72	36	10	2	0	2	0
側面	0	16	467	211	888	1314	418	146	138	100	46	20	5	2
合計	0	17	481	211	898	1744	500	218	174	110	48	20	7	2
1日当たり平均産卵数	0.0	1.4	30.1	42.8	42.5	33.3	31.1	58.0	6.1	8.0	2.5	2.3	0.4	0.0
2016年														
上面	0	910	502	110	24	88	50							
側面	0	948	210	74	6	58	0							
合計	0	1858	712	184	30	146	50							
1日当たり平均産卵数	32.6	22.3	14.2	4.3	14.6	1.9								

また、青山北川のコンクリート壁面の産卵状態を調査し、コンクリート壁面の経年劣化によって生じたくぼみに産卵している様子を確認できた(図6)。

[図6]



4 反省と課題

餌生物調査では、被食生物が本種を捕食する様子を写真に収めることができなかった。また、卵調査の調査開始時期が遅く、本年は産卵期初期の産卵数の変化を確認することができなかった。

今後、上記2つの確認と各年齢期間と水温との関係、最適な産卵場所の調査を行い、本種の生態を解明するとともに、生息に適した環境とはどのような環境かを考え、生息環境の保全に取り組みたい。

2つの小河川に住む生物相の違いとその要因に関する研究

-水生生物を減少させる最大の要因は
取水関による止水域の増加である-

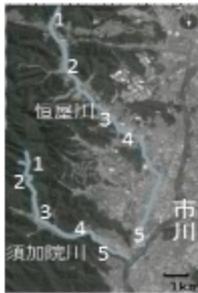
兵庫県立香寺高等学校 自然科学部
3年黒田有梨 2年藤原紅葉 松本篤哉

1. はじめに

香寺高校の近くに流れる恒屋川の底生生物は非常に少ないことが指摘されている。底生動物が多い須加院川と比較研究することで環境悪化の要因を突き止めることを目的に調査を行った。

2. 調査地点

須加院川と恒屋川は兵庫県南西部を流れる市川の支流で、市川下流部に合流している。両河川にそれぞれ5カ所の調査定点を設けて研究を行った(図1)。



3. 仮説

恒屋川の生物が減少した要因として以下の仮説を立てた。図1 調査地点

- (1) 恒屋川は、須加院川に比べて河川の勾配が緩く、かつ水の流量が少ない。
- (2) (1)から、夏季に川の水温が上昇し、溶存酸素が減少する。

4. 調査方法と結果

河川勾配図の作成 地図のデータに基づいて河川勾配図を作成して、恒屋川の勾配が須加院川よりも緩いことが判明した(図2、図3)。

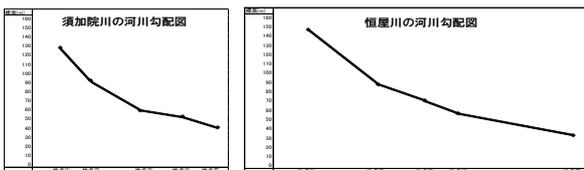
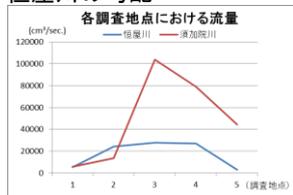


図2 須加院川の勾配 図3 恒屋川の勾配

水流量の比較 両河川に設定した5つの調査地点の取水関において、コンクリート貼り河床が平坦な部分を利用して水流量を測定した。図5 両河川の流量



中流域から下流域にかけては、須加院川の水量が恒屋川よりも2~3倍多い(図5)。勾配が緩いこととあわせて、恒屋川では夏季水温が須加院川よりも高くなる可能性がある。

水温の比較 図6に示すよう

に最高最低温度計を孔をあけたプラスチック容器に入れて図6 最高最低温度計各調査地点の河床礫の間隙に埋設し、2016年の



1月か1カ月ごとに取り上げて各月の最高最低水温を記録した。8月の最高、最低水温を図7図8に示す。恒屋川は須加院川と比較して夏季には高温になる流域が多いという結果である。

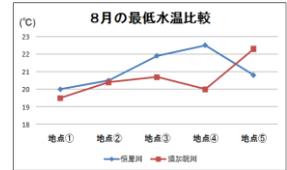
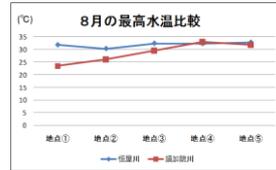


図7 8月の最高水温

図8 8月の最低水温

溶存酸素の比較 2016年8月23日に各調査地点で溶存酸素と水温を測定した。図9と図10を比較すると、水温、溶存酸素ともに大きい違いがなかった。調査地点2と4においては、水温は変わらないけれど、溶存酸素は恒屋川が多い。この結果は私たちの立てた仮説を否定するものであった。

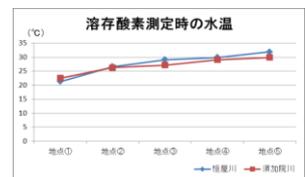
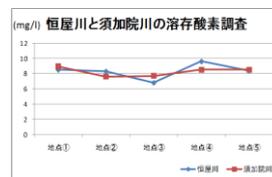


図9 両河川の溶存酸素

図10 両河川の水温

5. 新しい発見と仮説

4月に恒屋川の平瀬であった調査地点No2が濁流のたまるプールの様になっていた。この時、田植えの時期に井関に板がはめ込まれ、止水のプールが出現する事に気づいた。そして次の仮説を立てた。

須加院川に比べて恒屋川では、止水域となる範囲が広いこと、流水に住む水生生物が減少した。

6. 調査方法と結果

取水関による止水域の比較 2016年7月9日から8月5日にかけて、須加院川と恒屋川の全域を視察し、両河川の止水域を地図上に赤線で記した。恒屋川では水域の半分近くが止水域で、連続している区間が長い。(図11)。さらに、恒屋川は濁りが強く止水域の河床には泥が堆積して礫が目詰まりを起こしていることがわかった(図12)(図13)。



図11 両河川の止水域

図13 須加院川の河床

研究報告 光害対策、一時記憶の限界など

兵庫県立龍野高等学校 自然科学部

2年 中村篤志 谷口沙彩 高階裕也 藤川響

「夜空の明るさに対する光害対策効果の推定」

動機及び目的

市街地では光害によってきれいな星空を見ることが出来ない。そこで私たちは町にある街路灯に着目した。「街路灯をいくつ消せばどれくらい夜空を、暗くすることが出来るか」という指標を作ることで多くの人に光害対策に関心を持ってくれるのではないかと考え、研究を進めた。

「一時記憶の限界」

1. 動機及び目的

定期考査などの時に必要になる一時記憶力の限界は一体どれほどなのか興味を持ち、研究を行った。記憶とは1次記憶と2次記憶に分類することが出来、すべての記憶はいったん海馬と呼ばれる場所に一度移される。そこで重要かどうか判断されて、必要ならば大脳皮質に移される。今回の実験では大脳皮質に移されない記憶（1次記憶）の限界を調査した。

2. 方法

今回は以下の2点について調べた

①時間による影響

15個の単語を2分で覚えてもらい、その後すぐに書いてもらった。さらに覚える時間を1分、3分にした場合も同様に行った。

②覚える量の限界

時間を3分に固定して覚える個数を15個から5個ずつ増やして行ってボーダーの60%を切るまで行った。さらにボーダーを越えなかった個数からさらに1個ずつ減少していき再び60%を超えるまで行った。

3. 結果

	得点平均	基準(1分)との差
1分	7.07	
2分	9.03	+1.96
3分	12.77	+5.70

①の結果より時間が増えると覚えられる個数も増えていた

4. 今後の展望

もっと覚える時間を増減させるべきであったので今後はさらに研究を続けたいと考える。

「紙による衝撃緩和材」

物理班は昨年からの継続で、衝撃緩和材となるものを紙(コピー用紙等)で製作し、卵を積載して実験、検証した。

1. 目的

前回、卵を守る為に紙のみを使用する事は可能であったので、今回はその紙の量(重さ)を減らして落下させ、強度を確認する。

2. 方法

コピー用紙、糊(液状またはスティック状)を使用してプロテクターを製作し、それに卵を積載して一定の高さから自由落下させる。製作するプロテクターは落下させる高度は校舎の階数ごとに変化させる。

3. 結果・考察

卵を割らずに落下させることが出来るプロテクターは制作でき、特に円錐型の構造を持つものが多く見られた。円錐型からさらに紙の量を減らす事は現段階では考えられなかった。

4. 反省・展望

10月4日時点で天候の問題により実験を行える回数が少なかった。そのため十分にデータが取れなかった。今後は実験を行う回数を増やしてデータを多く取るように努める。

Fe³⁺-サリチル酸錯体に関する研究

兵庫県立大学附属高等学校 自然科学部化学班
2年赤路涼, 長澤武範, 名村有史, 室井大和
1年豆崎実夢, 北山龍弥

目的

フェノール類に Fe³⁺イオンを加えると、紫色に呈色することが教科書に記載されている。これは、Fe³⁺イオンとフェノール類が錯体を形成するためとされている。私たちは、Fe³⁺イオン-サリチル酸錯体の組成やサリチル酸を指示薬とした Fe³⁺イオンの定量について実験した。

実験1 pHの影響

操作

- 0.0025M 塩化鉄(Ⅲ)水溶液と 0.0025M サリチル酸水溶液を 1:1 の割合で混合し、紫色に発色させた。
- 0.10M 塩酸を希釈し、pH1~6 の水溶液を調整した。
- 0.10M 水酸化ナトリウム水溶液を希釈し、pH 13~8 の水溶液を調整した。
- ②③で調整した溶液およびリン酸緩衝液(pH 6.86)各 9.0mL に①で調整した紫色の溶液を 2mL ずつ加えた。

結果と考察

pH2~10 の範囲で、紫色の錯体が生成した。強酸性や塩基性の溶液を加えると、溶液の色は無色~淡黄色に変化した。錯体の生成に pH が関係することが確認できたため、以下の実験は pH を固定して行った。

実験2 Fe³⁺イオン-サリチル酸錯体の組成

操作

- 次表の 1~9 の組成で溶液を混合し、紫外可視分光光度計で吸光度を測定した。
- 吸光度の変化から、錯体の組成を求めた。

実験番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5×10 ⁻³ M 塩化鉄(Ⅲ) (mL)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
2.5×10 ⁻³ M サリチル酸 (mL)	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0
2.5×10 ⁻³ M 塩酸 (mL)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

結果と考察

紫色の錯体の最大吸収波長は 520nm 付近であると考えられるが、Fe³⁺の吸光の影響が少ない 600nm の吸光用いて Fe³⁺イオン-サリチル酸錯体の組成を求めた。

図1は縦軸に吸光度、横軸に $\frac{[\text{Fe}^{3+}]}{([\text{Fe}^{3+}] + [\text{サリチル酸}])}$ の値をとったグラフであり、横軸が錯体の組成である時に吸光度が最大になる。

吸光度が最大の時の Fe³⁺とサリチル酸の組成比は Fe³⁺:サリチル酸=3:2 であるが、Fe³⁺の吸収の影響を考慮すると Fe³⁺:サリチル酸=1:1 に近づくため、この錯体は Fe³⁺イオン1個にサリチル酸が1個配位していると考えている。

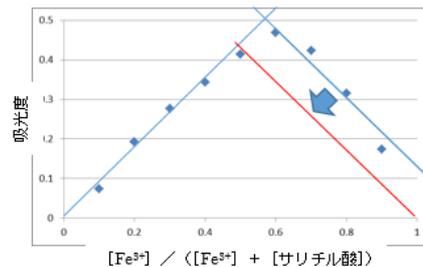


図1 Fe³⁺イオン-サリチル酸の混合比と吸光度
(波長 600nm)

実験3 サリチル酸を指示薬とした Fe³⁺イオンのキレート滴定

Fe³⁺イオンにサリチル酸を加えると紫色の錯体が生成するが、これに EDTA を加えると、より安定な Fe³⁺-EDTA 錯体(黄色)が生成する。この変色を利用して、キレート滴定による Fe³⁺イオンの定量を行った。

操作

- 0.10M 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を 10.0mL 取り、0.025M 塩酸 10.0mL を加えた後、2%サリチル酸エタノール溶液(指示薬)を駒込ピペットで 3 滴加えた。
- ビュレットから、0.10M EDTA·2Na 水溶液を滴下し、溶液の色が黄色く変色した点を終点とした。

結果と考察

滴定に要した 0.10M EDTA·2Na の体積を次表に示す。

	1	2	3
0.10M EDTA·2Na (mL)	9.52	9.45	9.52

この結果から、EDTA は Fe³⁺イオンと組成比 1:1 で安定な錯体を形成し、色の変化から滴定による Fe³⁺イオンの定量が可能であることがわかった。

参考文献

- http://icho.cs.j.jp/46/pre/ICh046_Prep_Q36_Ver2.pdf
- 基礎教育分析化学実験〈第2版〉東京化学社
- <http://home.hiroshima-u.ac.jp/nkoga/pdf/files/iron.pdf>

流れ・翔んで・食われる？ アサザの種子散布 種子の翼の機能を探る

兵庫立大学附属高等学校 自然科学部生物班

1. 目的

絶滅危惧種アサザの種子には、長さ1mmの毛が、鳥の翼のように並んでいる。この「翼」は効果的に種子散布する機能があると考えた。そこで翼の働きを検証した。

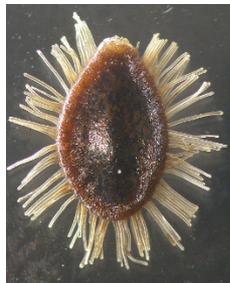


図1 アサザの種子

仮説1 浮力を高める

仮説2 付着力を高める

仮説3 陸に漂着した種子

が、再び水中に流されないようにする

仮説4 虫に擬態し、捕食されやすくする

2. 方法

実験1 モールで種子のモデルを作り、水槽で浮かべ、振動を与えて浮力を比較した。

実験2 アイガモをつかい、種子に付着力があるか調べた。

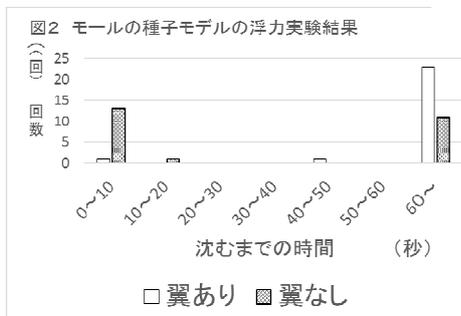
実験3 樋にフェルトを貼り、置いた種子が水で流されるか比較した。

実験4 アサザの種子で魚が釣れるか試みた。

3. 結果

実験1 翼は、浮力を高めるか？

図3 モールモデル



モールのモデル実験の結果は、翼があると、あきらかに沈みにくかった。

実験2 付着能力を高めるか？

アイガモの羽毛に種子を3個付着させて、1分間泳がせたのち、付着している種子の数を調べた。雌雄2羽を各5回実験した。

結果は計30個の種子のうち28個が1分以内に脱落した。

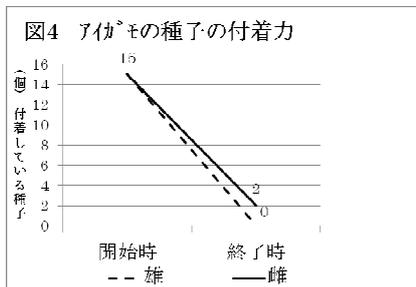


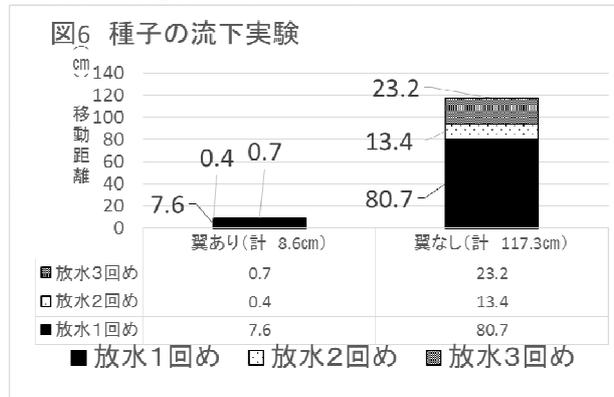
図5 アイガモ



残った種子2個は雌で実験したものであった。

実験3 翼は漂着種子のアンカーとなるか？

結果3 フェルトを張った樋に、種子を3個置いて水を100mlずつ3回流し、翼の有無による移動距離について調べた。これを各7回繰り返して、各回の移動距離を測定した。結果はあきらかに、翼があると流されにくかった。



実験4 虫に擬態することで、捕食されるか？

種子をエサに魚が釣れるかどうか確認した。延べ竿4本を使い80分間釣りをした。

結果4 ブルーギル26匹(翼あり9匹、翼なし17匹)ブラックバス1匹(翼あり1匹のみ)が80分間でつれた。エサを投入後4秒~6分でつれた。

4. まとめ

これまで、アサザの種子は浮遊して移動するだけでなく、鳥に付着して運ばれると考えられてきた。しかし実験の結果、アサザの種子が、水辺で鳥の羽毛に付着することは困難である。「ひつつきむし」タイプの種子や果実には、付着するための「鉤」や「かえし」が存在する。しかし顕微鏡による観察でも、アサザの種子には、翼先端に微小な突起は存在するが、羽毛に付着するための「鉤」や「かえし」のような構造はなかった。



図7 翼先端の突起

しかし種子の翼状の突起は、鳥に付着できないが、陸に漂着した種子が水に流されないしくみとしては極めて有効であることが分かった。

アサザの種子の翼のもっとも大切な機能は、陸上でしか発芽できない種子を流されることなく陸に止めることである。

なお、捕食実験は、翼の有無により捕食率の差が検証されていない。また、じっさいに飲み込み、消化されずに排出されるかは不明である。

5. 参考文献

- 1) 鷺谷いずみ. タネはどこからきたか?. 山と溪谷社(2002)
- 2) 田中法生. 水草を科学する. ベレ出版(2012)
- 3) 北川尚史・伊藤ふくお・丸山健一郎. フィールド版ひつつきむしの図鑑. トンボ出版(2009)

地球照に関する研究

～地球の光に違いは出るのか？～

兵庫県立大学附属高等学校 自然科学部天文班
2年 大崎幹太, 上岡史弥, 角谷僚太郎, 武田龍
1年 時政壮真

1. 地球照とは

三日月を見ている時、弓状に輝く部分以外、つまり、本来満月のときに輝く丸い面がうっすらと輝いているのが見られることがある。この現象が地球照である。では、なぜ三日月の時にこのようなことが起こるのか。



月は太陽の光を反射して輝いている。しかし、太陽から直接届く光以外にも、月を照らしている光がある。それは「太陽光を反射した地球の光」である。月が細く、新月に近いほど、その光は月をよく照らし、また月が細いほど、太陽光を受けて光っている部分が小さく、その部分の光も弱いため、地球照を見ることができるようになる。今回の研究において重要な地球照の性質、それは、「地球の光」ということである。

2. 研究の目的

先程説明した通り、地球照は地球からの光である。このことから、月の地球照の部分には、多少は地球の色が反映されるということが推測できる。そしてそこから私たちは、地球のどのような部分が反射した光が月を照らしているかによって、地球照の色も変化する可能性があると考えた。

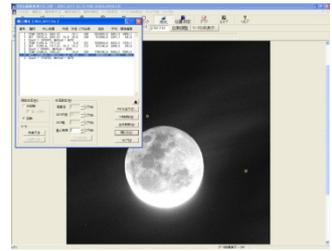
今回の研究でそれが実証されれば、今後太陽系内の天体、更には太陽系外の惑星などの性質を調査する際にも地球照の原理を用いることができるとされるのではないかと考え、私たちは今回、地球照の色の観測をすることになった。

3. 研究方法

観測機材：Canon EOS70D 他

観測地：兵庫県立大学附属高等学校

研究に使った観測データは、2016年8月30日と同年9月7日に撮影したもの。画像の解析には、画像解析ソフト”マカリ”を使用した。



- ① マカリを用いて月のB画像とV画像における月面の明るさと、その周囲の恒星の明るさを測る。そして等級の公式を使ってそれぞれの画像上の等級を求め、画像上のB-V等級を求める。
- ② ソフト”ステラリウム”を用いて、測光した恒星の実際のB-V等級を調べ、①で求めた画像上の等級との関係をグラフに表す。
- ③ ①で得られた画像上の月の明るさの値を一秒角あたりのものに変換し、②で得られたグラフに当てはめ、二日分の画像に違いがあるかを確かめる。
- ④ 観測日の月と地球の位置関係を調べ、そこから月に地球のどの面が向いていたかを把握する。そして、③で得られた明るさとの関係について考察する。

4. 今後の展開

現在では観測結果はまだ出ておらず。最新の解析状況はポスターにて掲示する。

この研究に関する結論を出すにはまだ結果が不足していると考えられる。

今後も観測を継続して、データ量を増やし、精度をより確実なものにしていく予定である。

謝辞

この研究に際して指導をしていただいた、元西はりま天文台研究員の時政典孝さんに感謝の意を表します。

姫路の身近な生き物たち 飼育と校内展示

姫路市立飾磨高等学校 生物部

1年 北村太一 高尾一仁

1 活動内容

姫路市内で採集した生物を、文化祭で展示後、一階正面玄関横で展示している。多くの生徒・職員、来校者が足を止めて見てくれ、身近な生物たちを間近に見てもらい良い試みになった。

他、標本や剥製の製作も行っている。

また、文化祭では、ステージ発表「ゾウリムショー」も行い好評を博した。

2 校内で飼育・展示している生物

爬虫類

- ・クサガメ
- ・ニホンカナヘビ
- ・ニホンヤモリ

両生類

- ・ヌマガエル

魚類

- ・錦鯉、金魚
- ・カマツカ
- ・ギギ
- ・ミナミメダカ



↑ヌマガエル

昆虫

- ・ハイイロゲンゴロウ

↓アオズムカデの幼体

- ・コマツモムシ
- ・蜻蛉類のヤゴ
- ・クロゴキブリ



その他

- ・トビズムカデ
- ・アオズムカデ
- ・アカテガニ
- ・クロベンケイガニ
- ・モクズガニ
- ・アメリカザリガニ
- ・シナヌマエビ
- ・スクミリンゴガイ



3 飾磨高校付近で採集したトンボ他

昆虫、特にトンボ類の種類を調べている。

現時点で、トンボ類はギンヤンマ・クロスジギンヤンマ・カトリヤンマ・ヤブヤンマ・タイワンウチワヤンマ・アオイトトンボ・アジアイトトンボ・ムスジイトトンボ・キイトトンボ・コシアキトンボ・チョウトンボ・ショウジョウトンボ・シオカラトンボ・シオヤトンボ・ハラビロトンボ・オオシオカラトンボ・ウスバキトンボ・ナツアカネ・タカネトンボ・マユタテアカネ・コノシメトンボ・オオヤマトンボ・ハネビロエゾトンボの23種が採集されている。(太字は、今年度新たに確認された4種類)

他には、オオシラホシハゴロモと言う台湾原産で兵庫県や岐阜県等の数カ所ではしか確認されていない昆虫を採集した。非常に珍しい種類のようなものである。

4 今後の予定

90cm水槽で、池や川で捕まえた金魚や錦鯉を展示する予定である。(もしかしたらナマズのような肉食魚になる可能性もある)

もう一つ、120cm水槽では姫路の在来魚を展示する予定である。(こちらは混泳出来る物に限る) 他、昆虫の標本や魚等の剥製製作も進めなければならない。

アカテガニの

捕食→



クサガメ

の幼体→



水とアルコールの混合による体積に関する研究

兵庫県立豊岡高等学校 生物・自然科学部

3年 大津樹 菅村健也

2年 岸田葉奈 原田聖也 倉田瑞希

1年 南條拓希 足立梨乃 佛生祐哉

野田直希 奥西辰覇

1. 動機及び目的

水とアルコールを混合すると、その体積はそれぞれの体積の和よりも減少することを授業で知った。この理由については、2とおりが報告されている^{1), 2)}。本研究では、様々なアルコールと水とを混合し、混合後の体積を比較することで、それぞれの説明を検証した。

2. 実験と結果

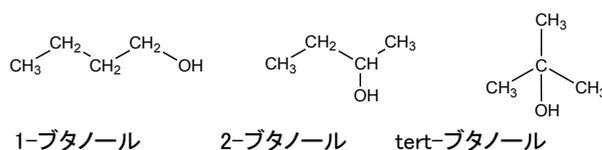
【実験1】水とエタノールの体積比を変えた混合室温において水を入れたメスシリンダーに、別のメスシリンダーで測りとったエタノールを静かに加え、混合後の体積を測定した。これをガラス棒で十分に攪拌した後、再び体積を測定した。混合前の水とアルコールの体積をそれぞれ表1のように変えて実験した。

エタノール/水 (mL / mL)	混合後の体積 (mL)	減少量 (mL)
10/90	99.0	1.0
20/80	98.0	2.0
30/70	97.0	3.0
40/60	97.0	3.0
50/50	96.9	3.1
60/40	96.5	3.5
70/30	97.0	3.0
80/20	97.0	3.0
10/90	97.6	2.4

【実験2】水と種々のアルコールとの混合。

水50mLと種々の有機化合物50mLを実験1と同様の手順でそれぞれ混合した。

アルコール	混合後の体積 (mL)	
メタノール	96.0	多量の気泡
エタノール	96.9	多量の気泡
1-プロパノール	97.0	多量の気泡
2-プロパノール	96.0	多量の気泡
1-ブタノール	99.0	二層に分離
2-ブタノール	99.0	二層に分離
tert-ブタノール	97.0	多量の気泡



3. 考察

上平らは、エタノールが水に溶けることの説明として、液体の水分子が水素結合によって形成する隙間の大きなネットワークに、アルコールが入りこむと報告している²⁾。3種類のC₄H₉OHについて、それぞれが、水クラスターの中に納まるかを共有結合半径の値^{5), 6)}を用いて計算した。次に、ソフト『Avogadro』を使い水クラスターの空隙にそれぞれのアルコールが収まるかをシミュレーションした。

4. 結論

液体の水分子は様々な会合状態を取っており、それは時々刻々変化している。アルコールが水に溶解する際は、大きな分子であるアルコールの隙間に水分子が入り込むと同時に、会合した水によってできた空隙にアルコール分子が入り込むことによっておこると考えられる。

5. 反省と課題

混合の際出てくる気泡が何かを今後調べていきたい。

参考文献

- 1) 桑子研・竹田淳一郎著 科学検定 講談社
- 2) 上平恒 水とはなにか 講談社(2009)
- 3) 化学反応経路自動検索プログラム
http://grrm.chem.tohoku.ac.jp/GRRM/category/GRRM_T5.html(2016年10月6日閲覧)
- 4) Cowan, M. L.; Bruner, B. D.; Huse, N.; Dwyer, J. R.; Chugh, B.; Nibbering, E. T. J.; Elsaesser, T.; Miller, R. J. D. (2005). "Ultrafast memory loss and energy redistribution in the hydrogen bond network of liquid H₂O". *Nature* 434: 199–202
- 5) 日本化学会編『化学便覧 基礎編』改訂5版(2004・丸善)』
- 6) 長倉三郎、他(編)、「結合角」、『岩波理化学辞典』、第5版 CD-ROM版、岩波書店、1998年

兵庫県立洲本高等学校 科学技術部
1年 佐治岳斗 山下樹生 島崎健人
太田 孝 宇城友紀 木本睦起

1. 動機及び目的

私たちは、1年生6人で活動しているので、知識を深め、実験技術を身につけるために人工イクラの作成やエステル合成を行いました。

2. 人工イクラの作成

① 方法

0.1mol/L CaCl₂にスポイトを使って0.1mol/L アルギン酸ナトリウム水溶液を滴下する。

② 結果と考察

CaCl₂とアルギン酸ナトリウムが反応し、アルギン酸カルシウムの被膜を形成した。人工イクラに着色した際、食紅では染料が滲み出てしまうため、絵の具を用いた。



図1 人工イクラ

3. エステルの合成

① 方法

手順1：酢酸イソアミルの合成

試験管に酢酸を1mL入れる。

試験管にイソアミルアルコールを1mL加えよく振り混ぜる。

濃硫酸を0.3mL加え、よく振り混ぜる。

試験管を80℃の湯に15分入れる。

試験管を室温まで戻す。

水を2mL加え、9分置く。

二層に分かれた後、駒込ピペットを使い、上層部(エステル層)をもう一つの試験管に移す。細かく切った濾紙に滴下して湿らせ匂いを確かめる。

手順2：酪酸エチルの合成

試験管に酪酸を1mL入れる。

試験管にエタノールを1mL加えよく振り混ぜる。

濃硫酸を0.3mL加え、よく振り混ぜる。

試験管を80℃の湯に15分入れる。

試験管を室温に戻す。

水を2mL加え、9分置く。

二層に分かれた後、駒込ピペットを使い、上層部(エステル層)をもう一つの試験管に移す。

細かく切った濾紙に滴下して湿らせ匂いを確かめる。



② 結果と考察

手順1ではバナナの匂いをしたので酢酸イソアミルが生成され、手順2ではパイナップルの匂いをしたので酪酸エチルが生成されたと思われる。

酢酸や酪酸は特有の不快感な臭いを放つが、エステル化することで甘いフルーツの臭いに変化することが確かめられた。

4. 反省と課題

人工イクラは水溶液の濃度によって硬さが変わるので様々な濃度で試し、最適な濃度を探した。

エステルの合成は一年生のみ活動になって初めて行った実験だったので、戸惑いもあり効率よく出来なかった。今後はもっと多くの合成を試していきたい。そして、徐々に実験の難易度を上げて自分たちの知識と興味を深め、より発展的な研究を行っていきたい。

5. 参考文献

2006 夏実験 エステルの合成(果物のにおいをつくる)URL www.chem.kindai.ac.jp

洲本市周辺の河川の水質調査

兵庫県立洲本高等学校自然科学部

2年 片平夏生 岩井健人 田中大智
 白水 瞭 多田雄哉
 1年 西村拓海 樋口 蓮 喜田湧一
 延原知也

1. 動機及び目的

私たち洲本高校自然科学部では、学校付近の河川に生息する生物を採集し、飼育している。採集の際、思っていたよりも川の水が濁っていることや、生活排水が多く流れ込むところがあることに気づき、私たちに身近な川の水質がどれだけ汚れているか調べるために、調査を始めた。

2. 調査地点

学校付近を流れる3つの川(A. 洲本川、B. 樋戸野川、C. 千草川)について、上流から下流にかけて調査地点を設定した。これらの川は潮汐の影響を受けない。また、樋戸野川と千草川が合流する地点(D1)、3つの川が合流する地点(D2)についても調査を行った。



3. 調査方法

調査は、雨水の影響が少ない日に行い、各地点において表層の水をくみ、サンプルとした。このサンプルについて以下の6項目を測定した。

- ①PH(水素イオン濃度)
 - ・水質環境基準は6.5~8.5の範囲である。
- ②COD(化学的酸素要求量)
 - ・有機物などによる水の汚濁を測る指標。
- ③NH₄⁺-N(アンモニウム態窒素)
- ④NO₃⁻-N(硝酸態窒素)
- ⑤NO₂⁻-N(亜硝酸態窒素)
 - ・生活排水などがどれほど混入しているかを推定するための指標。硝酸、亜硝酸はアンモニアの酸化により生じると考えられる。
- ⑥PO₄³⁻-P(リン酸態リン)
 - ・富栄養化が見られるかについての指標。

4. 結果

調査結果は下表のとおりであった。

(PH以外の項目について、単位はppmとする。)

A. 洲本川

上流 ↓ 下流	地点	PH	COD	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	PO ₄ ³⁻ -P
	A1	7.7	8	0.2	1	0.02	0.1
A2	6.0	8	0.2	5	0.02	0.1	
A3	7.6	8	0.2	1	0.02	0.1	
A4	7.6	8	0.2	1	0.02	0.1	
A5	7.0	8	0.2	0.5	0.05	0.02	

B. 樋戸野川

上流 ↓ 下流	地点	PH	COD	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	PO ₄ ³⁻ -P
	B1	6.4	2	0.2	0.2	0.005	0.02
B2	5.6	8	0.2	10	0.2	0.2	
B3	7.7	8	0.2	5	0.1	0.1	
B4	5.1	6	0.5	5	0.05	0.2	
B5	7.6	8	0.5	5	0.05	0.2	
B6	7.6	8	0.5	5	0.1	0.2	

C. 千草川

上流 ↓ 下流	地点	PH	COD	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	PO ₄ ³⁻ -P
	C1	7.8	8	0.2	0.2	0.05	0.02
C2	7.2	8	0.2	1	0.05	0.05	
C3	7.6	6	0.2	0.5	0.05	0.05	
C4	7.0	2	0.2	0.2	0.05	0.05	

D. 合流地点

地点	PH	COD	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	NO ₂ ⁻ -N	PO ₄ ³⁻ -P
D1	8.2	8	0.2	1	0.05	0.1
D2	7.1	8	0.2	0.5	0.05	0.1

5. 考察

今回の調査では、CODが高い地点が多く、全体的に水質の汚濁が確認できた。富栄養化が顕著である地点はみられなかった。洲本川ではA2地点の硝酸態窒素が多くなっているが、これは付近の水田からの肥料が流入したためと考えられる。樋戸野川は水源であるB1地点ではあまり汚濁はみられないが、B2地点以降は、CODや窒素、リンの増加や、PHの変動が見られる。これは住宅地からの生活排水や側溝排水の流入によると考えられる。千草川も住宅地沿いを流れているが、自浄作用が働いており、下流に行くにつれて水質が改善していると考えられる。

6. 今後の展望

現在、洲本市では、下水道普及率や生活排水の処理率が低い。それらと水質汚染との関連性についても調べたい。また、今後も継続的に水質調査を行い、水質の経年変化について調べ、私たちの身近な川の水質改善の方法を考えたい。

「大・ダイラタンシー奮闘記」

兵庫県立津名高等学校 化学部

1年 溝尾優斗, 寒風朋也, 吉本春音, 西尾友李,
田村稀美 2年 坂東慶希, 山口賢太郎

1. 動機及び目的

昨年の文化祭でデンプン 20kg を用いてダイラタンシー足踏み体験を行った。今年は更にスケールを大きくし、50kg を追加して走れるものにした。お百姓さんが丹誠込めて育て作ったものを踏みつけた上、食わずに捨てるのは罰当たりではないかとデンプンについて調べ、再生方法や利用法を検討することにした。



2. スケールを大きくして苦労した点

- ① 安価で強度がある大きい入れ物の調達。
- ② 容器に合わせたデンプン必要量の算出と予算内でのデンプン調達。
- ③ 実は混ぜるのが大変（昨年でも3時間かかった。NHK大科学実験では10人がかりで2日間）
- ④ 粉が拡散しない工夫（昨年は予想以上に靴について会場から出て行き、学校中の白い粉を掃除することになってしまった。）
- ⑤ そして何より使用後の大量のデンプン処理。

3. デンプン処理について

文化祭の時期は、梅雨真っ只中。如何にカビさせず保管し、再利用につなげるかが課題。

昨年は、2~3日水を切った後、化学薬品用冷蔵庫2段に保管したが、一部でカビや乳酸菌らしきものが現れ、特有の臭いが発生した。

生分解性プラスチック合成など有効な化学的利用法を調べてきたが実現しにくく、利用法は生物部に任せ、とりあえず乾燥粉末状態に戻す最善の方法を模索することにした。

4. 実験1 【日光・厚み（質量）作戦】

大きな容器に厚さ30cmほどデンプンを入れ、灼熱の屋上で1日干したがほとんど乾燥しなかった。そこで、厚みを変えて乾く速さとの関係を調べた。また日向と日陰の違いについても調べた。

4-1, 実験方法

同じ大きさの容器に濡れたデンプンをそれぞれ300g, 600g, 900g, 1200g入れ、屋上の日向に置き、水分の蒸発量を測定した。



日陰についても同様に300g, 900gで測定した。

4-2, 結果・考察

デンプンの量を変えても減少量(=蒸発した水の量)はほぼ同じであった。このことから、蒸発は表面からしか起こらないと考えられる。また、日陰でも、日向ほどではないが、かなり乾燥した。

5. 実験2 【風 or 加熱作戦】

実験1より、風の影響が大きいのではないかと考え、調べることにした。また、加熱することで効率的に乾燥させる方法も検討した。

5-1, 実験方法

- (i) 湿度の高い日を選び、閉めきった部屋で、バット3つに600gずつのデンプンを用い、無風状態、扇風機の強風を当てたもの、弱風をあてたものについて質量減少量を測定した。
- (ii) 約80℃に設定した古い高温乾燥器の上段、下段に600gずつのデンプンを入れ、加熱して質量減少量を測定した。

5-2, 結果・考察

- (i) 無風ではほとんど蒸発しないのに、空気をかすと日向と同じくらい乾燥が進んだ。
- (ii) 乾燥させる効率は良いが、設定温度との誤差が激しいためか、クッキー状になった。非常に固く粉末に戻せず、性質が変化した。

○現時点での最善策○

- ① 使用後、水を加えてかき混ぜてから静置し、デンプンが沈んだら上澄みを捨てる作業を2~3回繰り返して洗う。
- ② 水を切り、日光または風(扇風機でも可)が当たる所に、広範囲に広げて乾かす。
- ③ 粉末にし、紫外線照射して元の袋で保管する。



6. 反省と課題

窒素源を含まないデンプンは微生物が繁殖しにくい条件でかなり変わるなど興味深い現象がみられたのでさらに調べていきたい。

ダイラタンシー体験は大好評であったのに、梅雨時に物理・化学室に広げて乾燥させたため、建物全体に特異臭が充満し大ひんしゆくをかってしまった。夏の炎天下に屋上で乾かし、固まったデンプンを粉にするために、粉まみれになりながら乳鉢でつぶし、人海戦術であらゆる手を使って処理した。



この経験が少しでも参考になれば幸いです。

酵母はデンプンを分解できるの？

兵庫県立津名高等学校 生物部
2年 西岡泰徳
1年 安藝勇生 犬持俊亮 木下裕輝
岡田悠汰 太田晃生

1. 動機及び目的

文化祭でダイラタンシー現象の実験を行ったが、その際使用した大量のデンプンを廃棄してしまうのももったいないと考えた。デンプンを乾燥させている際にとてつもない異臭が発生したことから、このデンプンを利用する微生物が存在する可能性があると思った。そこで利用方法を探したところ、酵母によってデンプンからバイオエタノールが生成できることを知った。エタノールを生成・精製し、校内の消毒液として使用することが可能なのではないかと考え、研究を行うことにした。

2. 実験内容

まず、通常通りのバイオエタノールの生成方法を試してみた。

実験1

方法: デンプンにアミラーゼを入れて糖化した後、酵母を混合した。

結果: アルコール発酵が起こり、二酸化炭素が発生する事を確認した。

糖化を行わず、デンプンから直接アルコール発酵ができる酵母があることを論文で知った。

龍谷大学農学部島教授研究室と京都大学農学部小川教授研究室へ見学に行き、デンプン分解酵母を京都大学より頂いた。それを使用したアルコール発酵の実験を行った。

実験2

方法: 可溶性デンプン、不溶性デンプン各10gに、京都大学で頂いたデンプン分解酵母10ml混合し、30°Cで保存した。

結果: 可溶性デンプンは二酸化炭素を発生したが、不溶性デンプンでは発生しなかった。

文化祭でのデンプンは、ジャガイモから作った不溶性デンプンであるので、京都大学で頂いたデンプン分解酵母でもこの方法でアルコール生成ができない。

このため自然界より不溶性デンプンを分解できる微生物を新たに発見しようと考えた。

実験3

方法: 学校の敷地内数カ所から土壌を採取し、水に入れ上澄み液を寒天培地にまいた。時間を置いて他の寒天培地に継いだ。その後、寒天の微生物をデンプン10%水溶液にまぜ、アルコール発酵が起こるか観察した。

結果: 二酸化炭素の発生が見られたが、アルコールの発生は不確かであった。

実験4

実験2の寒天培地の微生物を顕微鏡で観察した。

結果: 酵母と多くの細菌が観察された。

実験5

生物を同定するためにグラム染色を行った。

結果: グラム陰性の細菌が大半であったが、酵母も確認できた。

3. 考察

実験2より、可溶性デンプンでは気体が発生しアルコール発酵が確認できたが、不溶性デンプンでは、アルコール発酵は確認できなかった。

実験3では、寒天の微生物をデンプン水溶液に混ぜると二酸化炭素が発生したので、不溶性デンプンの分解が可能な微生物(細菌又は酵母)がいる可能性があると思った。しかし、アルコールの生成が確認されないため、呼吸の可能性があると考えられる。

4. 今後の課題

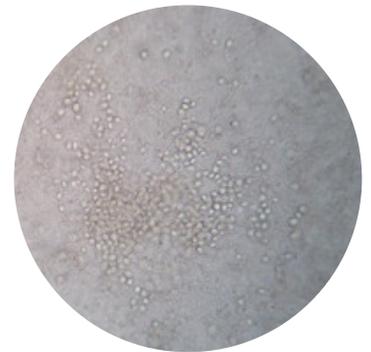
- ・不溶性デンプンを分解する細菌が何なのかを確認したい。
- ・デンプンを分解できる酵母がいる可能性があるため、この酵母を培養したい。
- ・アルコール濃度の正確な測定を行いたい。
- ・違う菌などが多く混入したので、雑菌が入らないように手際良くしていきたい。

謝辞

龍谷大学農学部植物生命科学科島純教授、京都大学農学部応用生命科学科発酵生理及び醸造学分野小川順教授・谷村あゆみ先生には酵母について多くのアドバイスをいただきました。ありがとうございました。

参考文献

酵母を用いた一貫バイオプロセス 谷村あゆみ 小川順 島純 BIO INDUSTRY (2015)



紙飛行機の発射角度と距離に関する研究

兵庫県立淡路三原高校 科学部

2年 江本、奥田、古川

1年 大西、園生、川崎、片山、安田、木本
多田、鎌田、真野

1. 動機及び目的

私たちは、物を発射台で飛ばして距離を計り、どの角度が最も飛ぶのか調べてみたいと思い、紙飛行機を使った実験を考案しました。紙飛行機は、先端が尖っていて、羽があり浮力と揚力がはたらくため、実験をすることにしました。私たちは、紙飛行機を飛ばしたときの角度の違いと距離の関係を比較しました。

2. 実験方法

まず紙飛行機を真っ直ぐに飛ばせるように発射台を作りました。厚紙を用いて紙飛行機を作成し、発射台の位置は高さを合わせるために発射台の先端を机と直角に合わせて、ずれないようにしました。紙飛行機を発射台に設置して、紙飛行機に輪ゴムを付けて30cmまで引っ張って飛ばしました。(輪ゴムは50回ずつ変えました。) 0度、10度、20度、30度、40度、45度、50度と角度を変え、100回ずつ紙飛行機を飛ばしました。角度ごとの平均を出して、どの角度が最も飛ぶのかを調べました。

3. 結果と考察

表1 発射角度と飛行距離の平均値 (実験値)

角度	0°	10°	20°	30°
平均	319.04	486.89	580.68	536.31
角度	40°	45°	50°	
平均	523.41	522.86	452.16	

実際に紙飛行機を発射台で飛ばして平均を計算してみると、20度が真っ直ぐに飛ばしたときに最も長い距離を飛ぶという結果になりました。

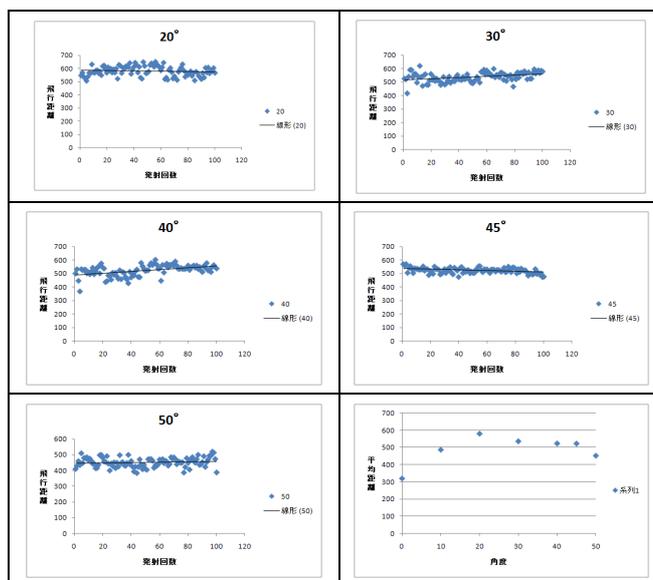
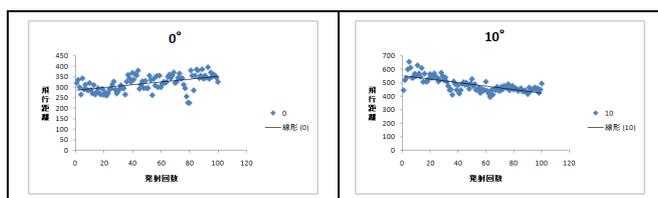


図1 発射角度と飛距離のグラフ (実験値)

私たちは、紙飛行機が最も飛ぶ角度を計算して導き出したところ45度が最も飛ぶと仮定しましたが、実験値からは、20度が最も飛ぶという結果が得られました。計算法は、斜方投射の公式を使用し、初速度を α として計算しました。計算値は、以下の通りです。

表2 発射角度と飛行距離の平均値 (理論値)

角度	10	20	30	40	45	50
距離 ($\times \alpha$)	0.035	0.066	0.088	0.100	0.102	0.100

このような結果になった理由として、角度の小さい20度の方は滞空時間が短く、45度の方は、高さがある分滞空時間が長くなります。そのため、空気に触れる時間が45度の方が長いより空気抵抗が大きく働いたのではないかと考えます。また、度重なる実験で紙飛行機が劣化していったことも1つの原因ではないかと考えられます。

4. 反省と課題

これらの結果と考察から、紙飛行機の角度を変えて飛ばしましたが、発射台から飛行機を飛ばした時に、発射台の位置がずれて測定する距離が曖昧になったと考えられるのと、なぜ理論値と実験値で大きな違いがでたのかを、紙飛行機の高さや材質を変える、輪ゴムを新しいものに変える回数を増やして調べたいと思います。