

## 電気ペンでお絵かき

兵庫県立明石高等学校 サイエンス部

2年 山下彩乃、秋田航希

1年 石埜文椰 越智輝耶 加藤良輔 苔縄直樹  
高橋誠 早川匡生 平松優太 山野井雄理  
池田文智

### 1. 動機および目的

電気ペンの実験で電圧を上げると発色が濃くなるとともに炭素が多く紙面に付着し発色が確認にくくなつた。また、塩素の発生により色が消えることや、赤、緑、黄以外の色が発生することがあつた。そこで、炭素の付着を軽減する方法や塩素、他の色の発生理由を検討した。

### 2. 方法

- ①水5に対して紫キャベツ2になるように用意したものをおこし、色素液をろ別する。
- ②①に塩分濃度が5%になるように食塩を加える。
- ③CDケースの上にアルミホイル、さらにその上にクッキングペーパーをのせる。
- ④③で用意したものにまんべんなく色素液をかけてなじませる。
- ⑤両端を削った黒鉛筆の一方を電極とし他方を電源へつなぐ。これを両極用意する。
- ⑥電気を流した鉛筆の先端で色素液を含んだ紙上に文字や絵を書き発色を確かめる。

### <検討内容>

3V～9Vの間で以下の実験を行つた。

- ① アルミの有無による発色の変化
- ② 電圧による発色の変化

### 3. 結果

#### ① アルミの有無による発色の変化

結果はアルミが有るときより無いときのほうが全体的に色が薄くなつた。そして炭素の付着も全体的に減少した。

#### ② 電圧による発色の変化

アルミ有りの状態で電圧を変化させ、強くすればするほど色も濃く炭素の付着も多くなつた。しかし、8Vでは炭素の付着が他と比べて少なかつた。7Vあたりから陰極側で紫が少し出ていた。塩素臭は陽極の方が強く出ていた。

アルミ無しの状態で電圧を変化させても陽極陰極共に濃さは変わらなかつたが、8Vから炭素が若干付着していた。塩素臭、気泡はアルミ有り、無し両方とも発生していた。

### 4. 考察

実験の結果より塩素が発生していることから水の電気分解というより食塩水が電気分解されていると考えられる。このとき、限界電圧以下でも塩素が発生していた。

また、気泡に関しては陽極側で酸素が発生し、陰極側で水素が発生したと考えられる。これは水の電気分解と同様であると考えられる。

### 5. 反省・課題

今後はより条件を細かく設定して、発色に適した条件を調べる必要がある。

また、陽極側での炭素の付着理由と赤の周りに緑が出る理由と電圧が上がったときに陰極側で紫が出る理由についても分かっていないので、解明していくきたいと思う。

今回の実験では、本来発生するはずのない条件で塩素が発生することが確認された。食塩の濃度と電圧を変えて、塩素が発生しない食塩の濃度と電圧を調べたい。

## 金属アルミニウムの酸性・塩基性での反応

兵庫県立明石北高等学校 化学部  
2年 池田梨紗, 清川裕喜, 堀彩華  
1年 井高秀人, 米原望, 吉田善葵  
岩川竜太, 藤井真子

### 1. 動機及び目的

教科書にある「アルミニウムは両性金属で酸とも強塩基とも反応する」「濃硝酸では不動態となる」に興味を持ち、実験を始めた。いろいろな酸・塩基の濃度(pH)を変えてアルミニウムとの反応を確認することにより、アルミニウムが反応するpHの範囲を求められるのではと考えた。

**仮説** アルミニウムの酸・強塩基との反応はpHによって決まり、反応限界pHがある。

教科書「酸とも強塩基とも反応」からのイメージ



### 2. 方法

25°Cの恒温水槽でアルミニウム箔を用い、30分後までにアルミニウム表面から気体発生が確認できるかどうかで判定した。

実験条件は、反応速度が大きくpH計算がしやすい25°C、気体が発生すると浮くため反応が見やすいアルミニウム箔、塩酸は10~20分で反応が始まるので30分とした。

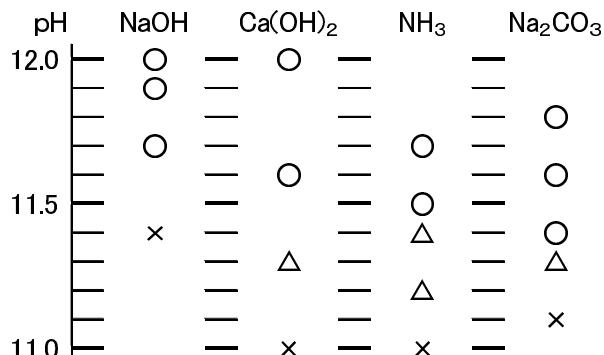
### 3. 結果と考察

(以下、pHは計算による理論値)

#### ① 塩基性での反応条件

まず、水酸化ナトリウム水溶液で実験すると、反応限界がpH=11.5付近であったので、水酸化カルシウム水溶液、アンモニア水、炭酸ナトリウム水溶液で実験したところ、以下の結果となった。

◎激しく反応 ○反応 △わずか反応 ×反応なし



#### 塩基性での反応条件まとめ

NaOHと他の塩基、塩で少し差はあるが、pHが約11.3~11.5以上のとき反応する。よって**仮説**の「反応限界pHがある」はほぼ正しいと考えている。

しかし、強塩基ではなく、アンモニア(弱塩基)や炭酸ナトリウム(塩)でも反応する結果になった。

#### ② 酸性での反応条件

塩酸 HCl

反応限界 pHは0.3付近であることが分かった。硝酸  $\text{HNO}_3$  濃硝酸(14mol/L)から実験した。

全濃度で反応なし。

硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$  濃硫酸(18mol/L)から実験した。

全濃度でほぼ反応なし。

リン酸  $\text{H}_3\text{PO}_4$  水溶液

pH=1以下でわずかに反応した。

硫酸水素ナトリウム  $\text{NaHSO}_4$  水溶液

pH=0.5~0.5付近で反応なし。

酢酸  $\text{CH}_3\text{COOH}$  水溶液

全濃度で反応なし。

結果より、**仮説**の「酸と反応し、反応限界pHがある」は誤りで、かなり濃い硫酸とリン酸が弱い反応を示した以外は、反応したのは塩酸のみだった。

そこで、水素イオンが非常に多くても塩酸以外が反応しないのは塩化物イオンの影響ではないかと考え、以下A, Bの実験を行った(25°Cは同じ)。

#### 実験A

反応しない2mol/L硫酸に塩化ナトリウム(固体)を加えていった。

#### 実験B

1mol/L塩酸に塩化ナトリウム(固体)を加えていった。

**結果** 実験A, Bいずれも  $\text{Cl}^-$ 濃度が大きいほど反応開始時間が短く、反応も激しくなった。この結果から、塩化物イオンが反応に関係しているといえる。

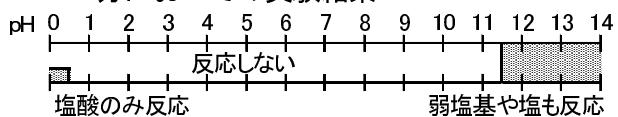
#### 酸性での反応条件まとめ

アルミニウムは「濃硝酸で不動態となる」のではなく「元々不動態」であり、塩化物イオンがその酸化皮膜を壊すのに、水素イオンと塩化物イオン(※)が共存することが必要と考えている。

(※今回結果を示したイオンの範囲において)

#### ③ 全体のまとめ

#### 25°C30分においての実験結果



#### 4. 反省と課題

反応ありなしの判定が難しく、複数の目で確認し、基準がずれないようにした。他に反応の可能性がないか、さらに実験を進めていきたい。

#### 5. 参考文献

1)理化学辞典第5版(岩波書店 1998)

2)高校化学教科書(啓林館・実教出版・数研出版・第一学習社・東京書籍)

## エタノールによる金属腐食の評価

兵庫県立加古川東高等学校 自然科学部化学班  
2年 船曳健太, 松井雄作, 森井佑真  
1年 友利峻, 野村優介

### 1. 本研究の動機

現在、地球温暖化問題が深刻化している。その中で、カーボンニュートラルの観点から、バイオエタノールを用いたエタノールエンジンが注目されている。この燃料は、CO<sub>2</sub>排出量がガソリンに比べて少なく、再生可能エネルギーである。つまり、環境面でこの燃料は非常に利点が大きい。しかし、執筆者らは調査を進めていく中でこの燃料には多くの問題点があることに気がついた。そこで問題点の1つである、「エタノールは金属を腐食させる」という点に注目し実際に実験・考察することにした。

### 2. 昨年度の研究

昨年度はZn, Al, Cuの3つの金属を用いてサンプル管に各金属を入れ、湯煎をしながらエタノール中と水中、それぞれ計20時間の加熱を行った。エタノール中に水が混入しないように注意を払うと、エタノール中での腐食は水中での腐食よりも穏やかなことが確認出来た。そのことから執筆者らは、エタノールによる腐食の影響は小さいのではないかという仮説を立てた。

### 3. 実験方法

**手法①** 前年度の研究に基づき、Zn, Al, Cuを、また今年度は水中での腐食の様子が観察しやすいFeを用い昨年度と同様の手法で腐食実験を計40時間行った。また今年度は水の混入を防ぐ為にエタノール中にシリカゲルを入れた。

**手法②** その後金属を加熱した溶液の調査を行った。金属イオンの沈殿反応の手法を用い、各溶液中にイオンが含まれているかどうかを調べた。

### 4. 結果

**手法①** 昨年度と同様全ての金属において、水中での腐食の方がエタノール中での腐食より激しいことが目視で確認できた。また、Feを入れた

水中ではFe独特の赤褐色の沈殿が見られた。

**手法②** エタノールと水に溶けだした金属イオンの有無を以下の表にまとめた。

	エタノール	水
Zn	有	無
Al	有	無
Cu	有	無
Fe	有	無

表 各金属のイオンの有無

### 5. 考察

**手法①**での目視による腐食の激しさと**手法②**でのイオンの有無は食い違う結果となった。エタノール中においてはイオンが検出されたことから、全ての金属においてアノード反応が起きたと考えができる。また、水中において目視での腐食の激しさとイオンの有無が食い違った点については2つの仮説を立てた。

①水道水を用いたことにより、水道水中に含まれている不純物が影響した。

②水中にある溶存酸素とイオンが化合することにより、赤さびなどの沈殿物が生じ、イオンの検出ができなかった。

このことから、どちらが激しい腐食をしているのか、ということは完全には特定出来なかつたが、少なくともエタノール中でも腐食は進行していると考えられる。

### 6. 反省と今後の課題

今回、**手法②**を行うことにより、昨年度よりも化学的に腐食の確認をすることができた。しかし、実際にエタノール中、水中どちらの腐食が激しいかを特定することはできなかつた。そのため以下の課題を挙げる。

- 実際に溶け出したイオンの量を定量化する方法を検討する。
- イオンの検出以外に腐食の激しさを数値化し算出する方法を検討する。

### 7. 参考文献

1) 経済産業省 金属の浸漬試験結果(2002)

2)『化学の新研究』(2015)

ト部 吉庸著 三省堂

## 花崗岩の風化度基準の定量化を目指して

兵庫県立加古川東高等学校  
自然科学部地学班真砂土チーム  
2年 岩本南美 田島晴香 田村笙 東森碧月  
1年 中野勝太 中野美玖 尾藤美樹

### 1. 動機と目的

平成26年、広島市で局地的豪雨による大規模な土砂災害が発生した。また、加古川市北部の大藤山でも、平成23年に台風の影響で土砂災害が発生した。これら2ヶ所は花崗岩体であることから、花崗岩体では土砂災害が発生しやすいと考えた。そこで、平成24~26年の全国の土砂災害発生場所の地質を調べた結果、花崗岩の分布面積は全国の12%程度であるのに対し、花崗岩体での土砂災害発生件数が最も多いことが分かった（図1）。

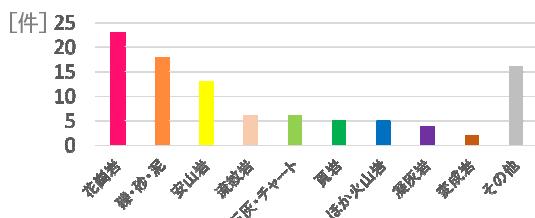


図1 全国の土砂災害発生場所の地質別割合(98件)

のことから昨年度は、花崗岩の風化が土砂災害に及ぼす影響について調査を行い、その特徴的な風化が土砂災害発生に大きな影響を与えていたことが分かった。そこで、花崗岩の風化度基準を設定することで、地質的特徴を考慮した土砂災害ハザードマップの作成に貢献できるのではないかと考え、研究することにした。

### 2. 研究内容と方法

花崗岩の風化をより具体的に調べるために、大藤山で土石流発生跡付近（以下、土石流跡）と風化した露頭（以下、露頭）において現地調査を行い（図2）、以下①～③を測定した。

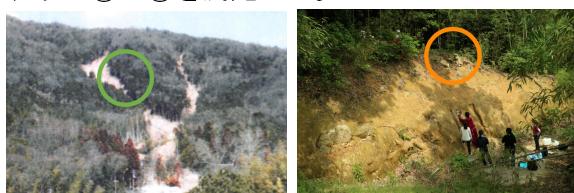


図2 土石流跡（左）と露頭（右）（兵庫県加古川市大藤山）

#### ①土砂の透水係数

2地点の表層で、土砂の中を流れる水の速さを示す透水係数を測定する。

#### ②土砂の密度・粒度

土砂の密度を測定する。また、土砂を粒径別に分類し、土砂全体に対する質量比を求める。

#### ③水のCa硬度

花崗岩は風化が進行すると岩石に含まれる灰長石から $\text{Ca}^{2+}$ が溶脱することが分かっている。そこで、大藤山を流れる水のCa硬度を求めることで、風化の進行の程度を調べる。また、比較として雨水も用いる。

### 3. 結果

①土石流跡の透水係数の方が大きくなつた（表1）。

表1 透水係数

土石流跡	$5.18 \times 10^{-5} [\text{m}/\text{s}]$
露頭	$2.19 \times 10^{-5} [\text{m}/\text{s}]$

②土石流跡の方が、密度は小さく、細粒土砂（粒径 $250 \mu\text{m}$ 以下）の質量比は大きくなつた。（表2）。

表2 土砂の密度と細粒土砂の質量比

地点	密度 [ $\text{cm}^3/\text{g}$ ]	250 [ $\mu\text{m}$ ]以下の質量比
土石流跡	0.847	14.6%
露頭	1.16	9.6%

③大藤山を流れる水のCa硬度は $11.1 \text{mg/L}$ で、雨水 $3.44 \text{mg/L}$ の約3倍だった。

### 4. 考察

①土石流跡の方が水を通すスピードが速い。

②土石流跡の方が、密度が小さいことから土砂間の隙間が大きい。このことから、土石流跡の方が、物理的風化が進行している。また、細粒土砂の割合が高いことから、化学的風化が進行しているといえる。

③花崗岩体を流れる水のCa硬度測定は、風化度基準の一つとなり得るといえる。

①②より土石流跡の土砂は、物理的風化が進んでおり、また化学的風化も進行している。これらのことから、調査地と試料を増やすことで、透水係数・密度・粒度・Ca硬度を用いた花崗岩風化度基準の適量化を進めることができると考えられる。

### 5. 今後の課題

- ・花崗岩土砂の薄片を作成し、偏光顕微鏡による風化鉱物の割合を分析する。
- ・大藤山でさらに試料を採取する。
- ・大藤山と同様に花崗岩体である六甲山でより詳細な調査をする。

### 6. 参考文献

寺門靖高著，“六甲花崗岩の風化過程における主要幹成分及び希土類元素の溶出とその河川水への影響”（2003年）ほか

## 水波を用いたため池の浮遊物の回収

兵庫県立加古川東高等学校 自然科学部 物理班  
粉粒体チーム  
2年大西巧真, 岡部和佳奈, 籠谷昌哉, 三俣風花  
1年小林秀太, 多湖崇人, 前谷風弥

### 1. 研究動機、目的

兵庫県には 43,245 個のため池がある（平成 28 年 3 月現在）。ため池の多さでは、兵庫県が全国 1 位であり、2 位の広島県（19,609 個）の 2 倍以上にあたる。ある日、電車の中から外を眺めると時折、赤く染まったため池を目にした。この原因は「アゾラ・クリスター（*Azolla cristata*）」（以下アゾラとする）というアカウキクサ属オオアカウキクサ節の外来種が繁殖したためである。筆者らは昨年度まで振動によって粉粒体がおこす現象についての研究を行っていた。そこでこのようなアゾラやアオコ、ゴミといった、ため池の浮遊物を、水面に振動を与えることで集め、回収できなかどうかと考えた。

### 2. 事前調査

加古川市内のため池 4ヶ所で、水面の様子やゴミ、アゾラなどの生物の状態、水草の植生などの調査を行った

（図 1）。



図 1 調査中の様子

また、加古川市役所を訪問し、地域振興部農林水産課の方々と、ため池の浮遊物の回収について協議を行った。

### 3. 研究方法、実験

波源を設置したときの浮遊物のふるまいを調べる実験を行った。実験装置は円形の水槽を用いて作成した（図 2）。波源には電動歯ブラシを用いた。

実験は中心から 4 cm 間隔ずつ外側にずらしていった時の物体の挙動を容器の上方から動画で撮り、パソコンで再生し、トレーシングペーパーをかぶせ軌跡を書き取った。また、浮遊物には直径

5.9 mm の BB 弾と、4 mm, 10 mm 四方に切り取った折り紙の 3 種類を用いた。中心に波源を設置した時の結果が以下の図 3 である。

浮遊物は波源に集まるとわかる。そこで波源近くに回収装置を設置することで浮遊物を回収することができると考えている。

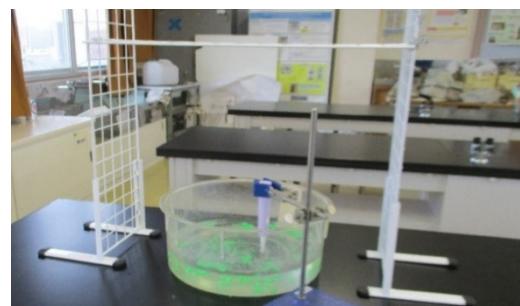
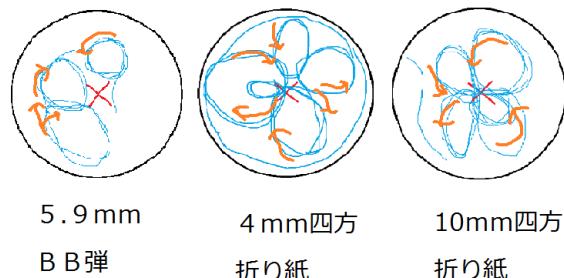


図 2 実験装置

図 3 設置場所による浮遊物の挙動の軌跡  
(×は波源、青は動き、オレンジは向きを示す)

### 4. 今後の課題

- 振動数、振動の大きさなどの条件を変えて浮遊物の挙動のデータを集める。



- 四角の水槽を用いた実験を行う
- 浮遊物の回収方法について調査を行う
- 地域と連携し、実際のため池に応用する

### 5. 参考文献

「ため池とは」（農林水産省）  
[http://www.maff.go.jp/j/nousin/bousai/bousai\\_saigai/b\\_tameike/pdf/tameike\\_1rev4.pdf](http://www.maff.go.jp/j/nousin/bousai/bousai_saigai/b_tameike/pdf/tameike_1rev4.pdf) ほか

### 6. 謝辞

加古川市役所 地域振興部 農林水産課の皆様には、多くの情報と資料をいただいた。

## 小野高校生物部 身近にいる生物の研究

県立小野高等学校  
2年森本拓朗、2年 池見優実

### ☆プラナリア

2年 森本拓朗

#### ●プラナリアとは

扁形動物の一一種で2つに切断しても完全な2個体になる高い再生能力を持つ動物である。餌は、レバーを好んで食べ、肉食性である。

#### ●プラナリアの種類

- ・ナミウズムシ（図：左）

在来種のナミウズムシで綺麗な川に生息する。

- ・アメリカツノウズムシ（図：中）

外来種のプラナリアで、体の形はナミウズムシによく似ているが、ナミウズムシよりも頭がとがった三角形になっている

- ・アメリカナミウズムシ（図：右）

外来種のプラナリアで、汚い川に生息している。体に斑点がある。



図 プラナリア

左：ナミウズムシ 中：アメリカツノウズムシ 右：アメリカナミウズムシ

#### ●プラナリアの採集地

これまでの活動のなかで、プラナリアを採集してきた場所の一部と、採集できた種類を紹介する。

① 粟鹿山 雉滝

兵庫県朝来市にある山の中腹にある滝。

- ・採集できた個体…ナミウズムシ
- ・個体数…約20匹ほど生息していた。

② 脇川の念佛水 兵庫県三木市にある湧水。

- ・採集できた個体…ナミウズムシ
- ・個体数…確認できただけで100匹以上生息していた。

③ 氷ノ山 兵庫県にある山。

- ・採集できた個体…ナミウズムシ
- ・個体数…2匹確認したが、他は見つけることが出来なかった。

#### ●まとめ

プラナリアを採集している中で、在来種は山の標高の高いところで見つけることができたが、上流に行くほど数が少なく、体のサイズも大きくなっているように感じた。

### ☆ヒキガエル

2年 池見優実

#### ●動機及び目的

自宅で3匹のヒキガエル（名前…マツコ、備前、小結）を飼い始め、脱皮をすることや腹で水分補給することを知った。そこで、皮に含まれている毒の作用と体表からの水の吸収量を調べた。

#### 実験①《毒の作用》

●方法…試験液：ゲコ（皮0.5g）、FS2（皮0.1g）をそれぞれ10mlの水に浸し、試験液とした。試験液と天然水（対照）にプラナリアを入れ、夜から明け方にかけて様子を動画撮影した。2回実験を行った。

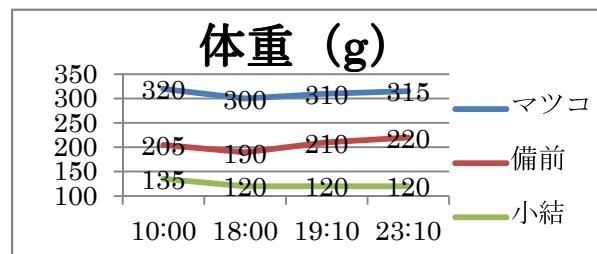
●結果…1回目の実験では、ゲコ、FS2、天然水の順にプラナリアが死んだ。天然水で死んだことから毒が揮発性であると考え、2回目の実験は天然水を密閉した状態で行った。その結果、ゲコ、FS2の順に死に、天然水は生き残った。

●考察…比較的室温の高い夏に行った2回目の方が全体的に早く死んだ。密閉しなかった天然水が死んだのは、毒が揮発性で蓋の隙間を通り、天然水に溶けたと考えられる。よって、毒は気温によって効果の程が変わり、揮発性の水溶性であることがわかる。

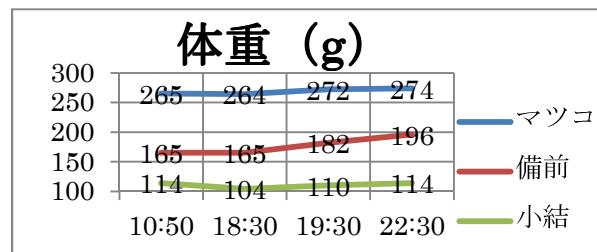
#### 実験②《水の吸収量》

●方法…水を与えず数時間放置した後、各容器に腹が浸る程度の水を張り1時間ごとに体重を計測した（4回）。1回目…8月上旬（快晴、低湿度）。2回目…9月中旬（台風、高湿度）。

●結果…1回目（快晴、低湿度）↓



2回目（台風、高湿度）↓



●考察…1回目の体重が減少しているのは、湿度が低いため空気中に水分が奪われたと考えられる。2回目の体重にあまり変化が見られなかったのは、湿度が高く、空気中に奪われる量が少なかったと思われる。体表から約10~30mlの水を吸収することがわかった。

## 「寒天による CO<sub>2</sub> 発生の反応速度の抑制法」

兵庫県立北条高等学校 自然科学部  
2年 亀井崇平, 高井諒, 岩本慎太郎, 岡本健汰

### 1. 動機および目的

自然科学部では、新たに水草などの栽培を考えている。その場合 CO<sub>2</sub>を1秒間に1滴程度添加する必要があり、一般的には CO<sub>2</sub> のポンベに添加するための装置をつないで行うことになる。しかし、この場合、添加装置は高額である上に、継続していく場合の CO<sub>2</sub>ポンベの購入などから、維持費も必要となる。安価に発生させる方法として、イースト菌を使う方法などがあるが、生物は温度による影響を受けやすく、一定の割合で CO<sub>2</sub>を添加させるためには、温度管理が必要になる。

そこで、ここでは炭酸水素ナトリウム(NaHCO<sub>3</sub>)を利用した科学的な方法による、CO<sub>2</sub> の発生に注目した。ただ、化学反応は急激に進行してしまうところが問題点となるので、ゆっくり反応させるための方法として、寒天を利用した方法について研究した。

### 2. 方法

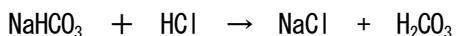
- (1) 炭酸水素ナトリウム 10 g に水 250mL を加えて溶かした炭酸水素ナトリウム水溶液を作る。
- (2) 寒天 4.0g に水 400mL を加えてかき混ぜながら過熱して溶かす。
- (3) 溶けた寒天と炭酸水素ナトリウム水溶液の割合を変えて混ぜあわせ、それぞれを冷蔵庫で冷やして固めて試料とした。
- (4) 二股試験管を使って試料と 10% 塩酸を混ぜ合わせて、発生する CO<sub>2</sub> の量を水上置換で調べるとともに、発生が終了するまでの時間をストップウォッチで測定する。固めた寒天は、試験管に入れる前に十分にかき混ぜてなめらかな状態にするとともに、反応中は絶えず試験管を振りながら塩酸と試料とができる限り混ざり合わせた。

### 3. 結果と考察

炭酸水素ナトリウム水溶液(以下、重曹水と書く)と寒天を下の表の割合で混ぜ合わせた試料 20mL に、10% 塩酸を 20mL 混ぜ合わせたときに水上置換で収集した CO<sub>2</sub> の体積と、混ぜあわせてから反応が終了するまでにかかった時間および 1 秒当たりの CO<sub>2</sub> の収集量(「収集した CO<sub>2</sub> の体積[mL]」 ÷ 「発生時間 [s]」)を次の表にまとめる。

重曹水:寒天 (体積比)	1:0	1:2	1:1	2:1	3:1
収集した CO <sub>2</sub> の体積[mL]	182	31	82	120	140
発生時間	約 2 秒	9 分 12 秒	6 分 44 秒	7 分 35 秒	5 分 08 秒
1 秒当たりの 収集量 [mL/s]	91	0.056	0.20	0.26	0.45

塩酸と炭酸水素ナトリウムによる二酸化炭素の発生の化学反応式は、



となり、炭酸から二酸化炭素が作られる。



二酸化炭素は水によく溶けるので、水上置換では発生した量を正確に測定することはできないが、今回の実験の目的は反応の時間を測定することなので、発生の終了が確認しやすいように水上置換で集めた。発生した二酸化炭素の体積を測定したのは、反応がほぼ終わったかどうかを収集した体積からも推測できるように考えたためである。

今回の実験では塩酸と重曹水を 1 : 1 で混ぜ合わせた場合でも、塩酸のほうが残る計算になる。よって、重曹水のみ 20mL で収集した二酸化炭素が 182mL であったことから、各割合の試料から収集できる二酸化炭素の量は上の表の 1 : 2 から順に 61mL、91mL、121mL、137mL となる。

重曹の割合が少ない場合、二酸化炭素の発生量が少ないとために計算値に比べて収集量が少なかったと考えられる。実験では、ゴム管から二酸化炭素が気泡となって現れなくなった時点で終了としている。

### 4. 反省と課題

この実験結果から寒天を利用することによって CO<sub>2</sub> の発生量を目的近くまで遅くさせることが可能であることが分かった。ただし、この実験は二股試験管を利用したものであり、反応の速さが塩酸と試料との接触面積に依存していた可能性は大きい。水槽への CO<sub>2</sub> の添加を行う場合、できれば 1 ルートは装置をそのままにした状態で添加し続けられることが条件になってくる。大きな容器で反応が行われる場合、塩酸との混ざり方が増える可能性もあり、CO<sub>2</sub> の発生速度が大きくなると思われる。広い面積での接触において CO<sub>2</sub> の発生速度がどうなるかの確認を行う必要がある。

## 県立西脇高等学校生物部の研究活動報告

兵庫県立西脇高等学校 生物部

2年：越前太智・篠田睦生・畠中拓・奥田真奈・大城戸琢生・岡本恒輝・中橋徹・森山李玖

1年：橋本眞子・棚倉有紀・岩田真菜佳・竇谷舞・藤井陽菜子・西山由太朗・桐野優太

### 1. クロゴキブリの脚の褥盤の役割の解明

ゴキブリは一年中身近に見ることのできる昆虫である。退治しようと新聞紙を丸めて追いかけると、壁を自由に走り回って逃げてしまう。ゴキブリはどうして平滑で垂直な壁を自由に歩くことができるのか疑問に思い、脚の構造に興味をもった。今回はクロゴキブリを研究の対象にした。

クロゴキブリの脚には、先端の爪の間に爪間盤とよばれる板が1枚（図1のX）と、そのあとに4枚の褥盤とよばれる板（図1のI～IV）がある。先端の爪と爪間盤は、床面にひっかけて歩くためのものとして知られている。クロゴキブリの4枚の褥盤は、それぞれどのような役割を担っているのかを明らかにすることが、本研究の目的である。

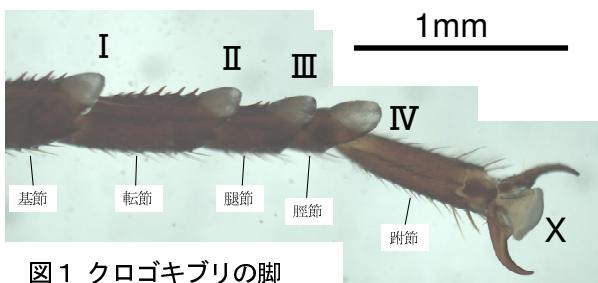


図1 クロゴキブリの脚

ゴキブリの歩行には粘着力が重要であることが知られているので、まず、前脚、中脚、後脚のそれぞれ全体に微粉末を塗布して粘着力を奪い、水平方向と垂直方向に歩行させた。さらに、それらの脚の褥盤1枚ずつに微粉末を塗布して粘着力を奪って歩行させ、塗布前後で歩行の速度がどのように変化するかを測定することで、それぞれの脚に4枚ずつある褥盤1枚1枚の役割を明らかにした。ゴキブリを走らせるレーンは、アクリル板を用いて自作した（図2）。また、特定の脚や褥盤に微粉末を塗布するための装置も自作した（図3）。微粉末はコーンスターを用いた。

クロゴキブリの脚は、垂直方向の移動において分担があると考えられ、前脚と後脚が重要な役割を担ってい



図2 走行レーン

る。じつとしているときにはすべての褥盤が接地しているが、歩行の際には脚を立てて褥盤を使い分けている。

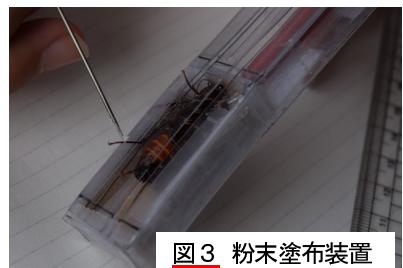


図3 粉末塗布装置

垂直方向の移動では、主に前脚の胫節と基節、および腿節と基節、後脚の胫節と転節、および胫節と基節の褥盤の組み合わせで力がはたらいて垂直の壁面を上っている。クロゴキブリは4枚の褥盤をすべて歩行に使っているわけではない。

### 2. 魚類の鱗片配列の規則性と種間距離の関係

日頃、食卓に並ぶタイは、焼き魚にする前に鱗片をよく剥がしておかないと、食べる際に不快な思いをする。この鱗片の配列に規則性はあるのだろうかと疑問に思った。①魚類の鱗片配列の規則性を明らかにする、②類縁関係の遠近が鱗片配列の規則性と関係しているのかを明らかにする、ことを目的に研究をおこなうこととした。本研究に用いた魚で、キンメダイ、イサキ、キダイ、マダイ、オオクチバスは近縁関係にあるが、これらとゲンゴロウブナやニシキゴイとは関係が遠い。

すべての魚は、螺旋を描きながら鱗片が配列している。側線方向から鱗片配列を見た場合、側線の長さを1とした鱗片配列1列の長さの比の値は、近縁種では類似した数値を示し遠縁種のそれと異なる（表1）。この関係は幼魚の段階で成立している。側線の長さと鱗片配列1列の長さの比の値を計算することで、簡単に魚の近縁関係を知ることができる可能性がある。側線と鱗片がなす角度に規則性は認められない。断面方向から見ると、肛門の位置から背びれまで1列に配列する1枚1枚の鱗片と肛門とのなす角度も、鱗片間の距離も、一定の関係を示さない。近縁の魚であっても数値はさまざまであり、分類上の距離は無関係である。

個体名	側線の長さ (mm)	一列の長さ (mm)	側線の長さを1とした 一列の長さとの比	側線と鱗片の列 がなす角度(°)
キンメダイ	144	87	1	0.60
イサキA	196	121	1	0.62
イサキB	195	117	1	0.60
キダイA	157	109	1	0.69
キダイB	153	118	1	0.77
キダイC	125	95	1	0.76
キダイD	124	101	1	0.81
マダイ	156	122	1	0.78
オオクチバスA	169	98	1	0.58
オオクチバスB	144	85	1	0.59
ゲンゴロウブナA	120	52	1	0.43
ゲンゴロウブナB	119	63	1	0.53
ニシキゴイA	135	63	1	0.47
ニシキゴイB	135	60	1	0.44

表1 側線の長さを1とした鱗片配列1列の長さの比の値

## 県立西脇高等学校地学部の研究活動報告

### 兵庫県立西脇高等学校 地学部

2年：石井紗智・田中朱音・戸田亮河・村上智・久保宏斗・齊藤龍生・坂本光太・藤原未奈  
1年：神崎直哉・岸本大輝・津田晟俊・福田俊介・藤原宏馬・村上凱星・笛倉瑠那・岩井大輝・小寺康太・徳岡直樹・西山太一

#### 1. 兵庫県南部のカルデラの北限とマグマ活動

本校周辺を流れる加古川は、毎年のように氾濫を起こしており、現在治水工事が急ピッチで進められている。平成26年以降継続的に研究をおこなっているが、まだ①カルデラの北限の位置についてさまざまな見解があること、②カルデラ形成後の具体的なマグマ活動が明らかでないこと、などの残された課題があった。

調査の結果、西脇市野村町と黒田庄町の間にカルデラの北限があること、カルデラ内の凝灰岩に複数の小規模な硬質の安山岩マグマが貫入して加古川の流れが部分的に急激に曲げられたために洪水が起こっていることを明らかにした（図1）。

#### 2. 交差点の左折をスムースにおこなえる道路条件の提案

朝の登校時、



図2 はかまが設置された交差点

左折する自動車が対向車線にはみ出さないように、また後輪が路側帯からはみ出さないように注意しなければならないため、渋滞が顕著になっている交差点をみかける。直角に交わる交差点の角に扇形の領域（「はかま」という／図2）があると、安全で渋滞も解消できる。

交差点の整備基準に関する法令等は、どの程度の面積の「はかま」を確保しなければならないかについて明確に定めていない。「はかま」をもたない道路はもちろんのこと、「はかま」を備えた道路でも、その機能を果たしているのか検証した。

その結果、現在発売されているどの車両も、対向車線にはみ出したり、後輪が路側帯からはみ出したりすることなく左折するためには、半径2.55mのはかまが必要であることがわかった。現在「はかま」の設置を行政に提案している。

#### 3. 水が結晶化を始めるまでの時間に影響を与えるムエンバ効果の条件

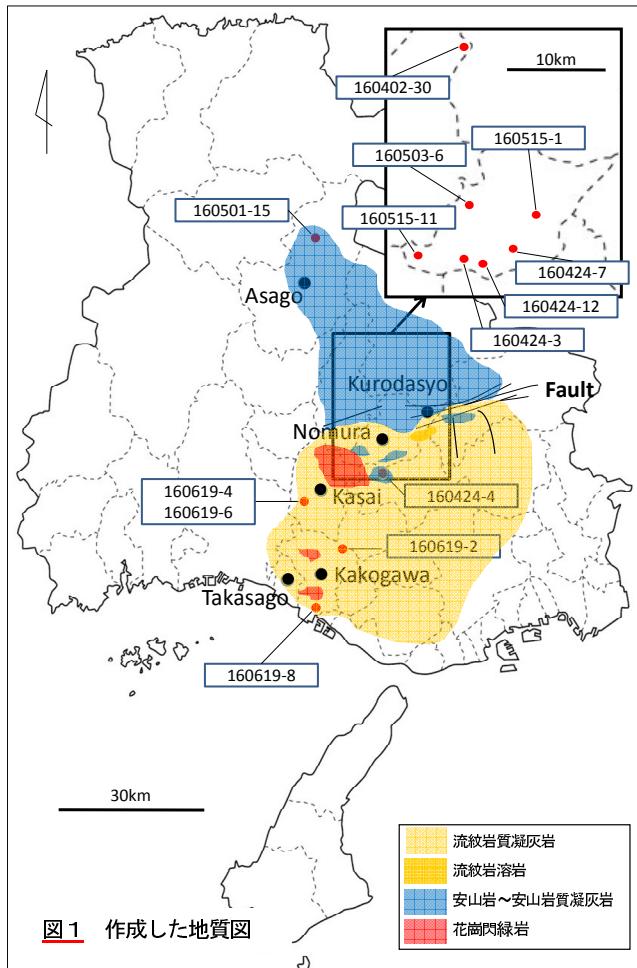


図1 作成した地質図

氷に内包される空気の温度や圧力を調べる実験をしているとき、冷たい水よりも温かい湯のほうが早く氷になることがあった。偶然の測定ミスなのか、科学的に説明できる現象なのか、調べることにした。この効果はムエンバ効果とよばれるものだが、現在でも、ムエンバ効果の存在そのものを疑問視する研究者が多く、またムエンバ効果の存在を認めている研究者でも、まだその原因を解明していないことを知った。

実験の結果、16~36°Cでムエンバ効果が確認できた（図3）。高温の水分子の共有結合は強く、分子間の水素結合は弱い。水の温度が低下すると共有結合は弱くなり、水素結合は強くなる。冷却に伴う水温の低下によって、共有結合時に蓄えられていたエネルギーが放出され、その際の温度低下による冷却力によって、冷水よりも16°C~36°Cの温水のほうが速く凍ったと考えられる。

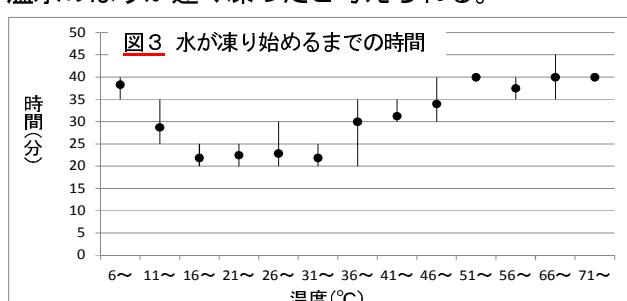


図3 水が凍り始めるまでの時間

## 加古川浄水取水路における生物調査

兵庫県立農業高等学校 生物部

2年 井上実優、垣内柊人、木村聰太、酒井敦史  
下大迫卓矢、竹内勇貴、脇エリカ、境田稜  
1年 福岡幸之助、高品晃太郎

### 1.はじめに

私たち生物部は 2008 年より加古川浄水取水路に生息している生物種の変化の調査を行ってきた。普段調査場所の水路は水深が 2mほどだが、清掃のために 15 cm程度まで浅くなる。浅くなつた水路に潜む生物の捕獲を行つて生物を同定し、数を調べて生物種の変化を調べている。よく捕獲できる種類として、コウライモロコやオイカワなどが挙げられる。調査で捕獲した生物種(魚類、甲殻類、貝類、爬虫類)調査を始めた 2008 年には 19 種だったが、今年度の 2016 年には 31 種を捕獲した。

### 2. 加古川について

全長 96 km、流域面積 1720 km<sup>2</sup> の一級河川で多くの支流を有しており、地域イベントや住民の身近な憩いの場としての役割がある。また、多くの生き物の貴重な生息場所にもなっている。

### 3. 魚類の変化

これまでの調査で、2008 年に 13 種だったのが年々増えて 2011 年に 18 種になってからは横ばい傾向である。(図 1)9 年間の調査で出現回数が多く毎年見られる種が、オイカワ、コウライモロコ、ギギ、カマツカで、次いで多いのがカワヒガイ、ニゴイ、アユ、コイ、スマチチブ、フナ類、ヨシノボリ類であった。逆に 1, 2 回しか見られなかつた種が、ウキゴリ、カネヒラ、ヤリタナゴ、メダカ、モツゴ、チチブ、ドジョウであった。メダカ、モツゴは主に池に生息している魚なので河川には少ないとと思われる。兵庫県版レッドデータブックに記載されている絶滅危惧種は 8 種あり、中でもコウライモロコ、カワヒガイ、ウナギ、カワアナゴについては出現率が高い。(図 2)過去に見られたが最近見られない種としてはヤリタナゴ、カネヒラ、タイリクバラタナゴなどのタナゴ類である。最近見られるようになった種としては、ウキゴリ、タモロコ、チチブなどである。(図 3)

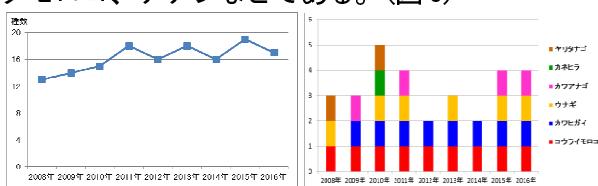


図 1 魚類の変化

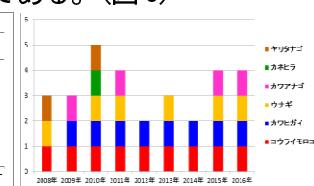


図 2 絶滅危惧種捕獲状況

兵庫DOB	環境省DOB	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	合計
オイカワ											9
カバノカ											9
ギギ											9
コウライモロコ	C	●	●	●	●	●	●	●	●	●	9
カワヒガイ	C	●	●	●	●	●	●	●	●	●	9
ニゴイ											8
フナ											8
アユ											5
スマチチブ											7
ヨシノボリ											7
フナ類	IB	●	●	●	●	●	●	●	●	●	9
ブルーパール											5
カマツカ											5
コククサカゼ											5
ナマズ											5
カワナゴ	A	●	●	●	●	●	●	●	●	●	4
スジマツカ											4
エビ類											4
タイリクバラタナゴ		●	●								3
ウキゴリ											2
チヂミ											2
トコ											2
メダカ											2
ヤリタナゴ	B	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2
シジミ											1
カネヒラ	B										1
ソウハチ	B										1
ドジョウ	B										1

図 3 捕獲できた魚類の変化

### 4. タナゴ類とカワヒガイの変化

ここ数年で、二枚貝に産卵するタナゴ類やヒガイがあまり捕獲できなくなつた。また、タナゴ類は 2012 年度以降捕獲できておらず、カワヒガイは過去 9 回の調査で 8 回と頻繁に捕獲できているが捕獲数は少ない。取水路にはトンガリササノハガイが多く、イシガイやマツカサガイが少ないとされたため、捕獲数の違いに反映していると考えられる。タナゴが産卵する貝はドブガイのような比較的丸い貝をした貝が多い、そのためトンガリササノハガイのようなとがった形をした貝は、タナゴが産卵できる貝としては相性が悪いと考えられる。逆にカワヒガイが多い理由は、トンガリササノハガイに産卵することができるからである。(図 4)二枚貝の生息数とタナゴ類、カワヒガイの捕獲回数が比例しており、産卵母貝による選好の違いがはっきりしていることがわかった。



### 5. まとめ

これまでの調査で、加古川には数多くの希少種が生息していることが判明した。しかし、二枚貝の減少はタナゴやカワヒガイの減少にもつながるので河川や水路周辺の環境の調査・改善に取り組んでいきたい。

### 6. 参考文献

小林蒼茉・宮武優太・青江洋・中田和義(2015)  
希少タナゴによる人口産卵床の産卵母貝利用 : 農業水路での野外実験. H27 農業農村工学会  
大会講演会講演要旨集

## 播農サイエンス部活動報告 2016

兵庫県立播磨農業高等学校 サイエンス部

### 1. はじめに

本校サイエンス部は3年生5名、2年生2名、1年生1名で年間を通じて活動しています。播磨農業高校は自然豊かな加西市にあり、高校の敷地も広大で30haあります。農業経営科、園芸科、畜産科があり、それぞれ特色をもって動植物を栽培、飼育しています。

部員数は少ないですが、魚やカメを飼育したり、科学イベントへ参加したり、研修や合宿を行ったり、地元の小学生と交流して環境学習のお手伝いをしています。

### 2. 青少年のための科学の祭典 2016 東はりま会場に出展

今年も「科学の祭典東はりま会場」に出展しました。今年は1日ごとに違うテーマで出展し、来ていただいた子どもたちも楽しんでいました。

#### (1) 1日目 (8月27日)

「化学反応でお絵かきしよう！」

ヨウ素とビタミンC（アスコルビン酸）を使って、ヨウ素の茶褐色をイオン化することによって無色化する実験を行いました。紙全体にヨウ素液を塗っておき、その上からビタミンC溶液を浸けた筆でなぞると、なぞった部分が透明になるという内容です（図1）。小さいお子さんも色が消えるのが不思議なようで、驚いていました。



図1. 化学反応でお絵かきしよう！

#### (2) 2日目 (8月28日)

「空気のひみつ」

本校の畑で栽培したトウモロコシの爆裂種（ポップコーン）を活用して、種の中の主蒸気が温められて圧力が上昇し、ポップコーンがはじけるようすを観察しました（図2）。もちろん出来上がったポップコーンはおいしくいただきました。



図2. 空気のひみつ

### 3. 加西市の小学校との交流

本校サイエンス部は、数年前から加西市立富合小学校3年生の環境学習のお手伝いをしてきました。以前は加西市のため池に自生する希少種ミズトラノオを中心に観察していましたが、平成26年度からミズトラノオだけでなく、年間を通してため池に生息する動植物の観察を行っています。年3回の計画で今年は2回実施しました。

1回目は小学生が播磨農業高校に来て、校内の用水路などに生息する魚類の観察をしました（図3）。ため池の水から流れる用水路には、ヨシノボリやアメリカザリガニ、スジエビなどの水生生物、田んぼにはトンボやバッタなどの昆虫類をたくさん観察できました。

2回目は、高校の近くにある長倉池でミズトラノオや動物の足跡を観察しました。



図3. 小学生との交流

### 4. 今後の活動

今は11月の農高祭に向けて準備をしています。今年はメダカ・川魚すくいを考えています。小学校との交流も2月に3回目を実施する予定です。来年度以降も新しいことにチャレンジしていくたいです。