

平成 24 年度（第 50 回）

特別賞受賞作品

愛媛県知事賞

ミノムシの研究 ～ミノの仕組みと役割～

愛媛県教育委員会教育長賞

ハクセンシオマネキの未知の世界へ

竹の研究

愛媛県教育研究協議会長賞

ザリガニのけんきゅう

地層の研究

愛媛県高等学校教育研究会長賞

風から電気を作ろう！！

プルバックカーにおけるエネルギー変換についての研究

ミノムシの研究 ～ミノの仕組みと役割～

松山市立久米小学校 第6学年 田 所 倫 人

指導教諭 河 野 通 明

1 研究の動機

学校に通う途中の木にいるミノムシをながめて、ふと「ミノの中って本当に暖かいのかな?」と疑問に思った。そこで、生まれたばかりのミノムシを持ち帰って、冬から春の間、どのように過ごすのか観察することにした。

2 ミノムシの生活を知ろう

- (1) ミノムシはいつもじっとしているように見えるが、実際に飼ってみると、意外とよく動き回ることが分かった。
- (2) ミノムシは頭と足だけをミノから出して歩いていた。足は毛のようであったが、ミノを振りながら歩いていた。

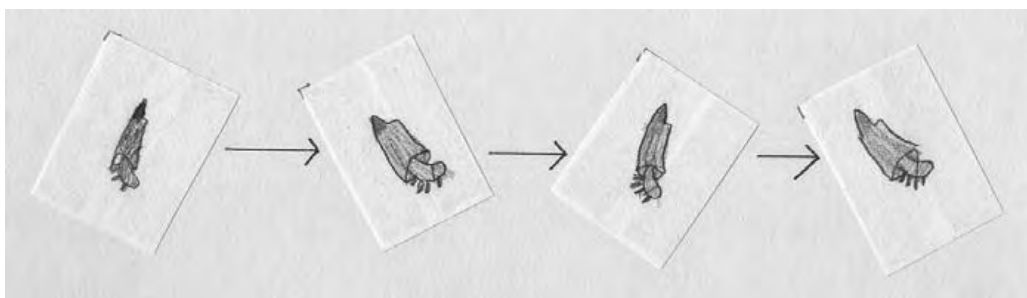


図1 ミノムシの歩き方

- (3) ミノムシは特に決まった食草はなく、多くの樹木の葉を食べる。ミノの上の口から頭と足を出して食べ、ミノの下の口からフンを出す。
- (4) ミノムシの好きな場所は、光が当たっているところのようであった。また、好きな時間は午前11:00から午後2:00にかけてであった。
- (5) ミノの上の口と下の口にさわると、のりのようにべたべたしており、そこから糸をはいて、細かくちぎった葉や枝を、ミノの上の口にくっつけていき、ミノを大きくしていく。ミノは夏までに3～4cmになり、人間の手では開けることができない。
- (6) 夏に産卵された卵からふ化した幼虫で、冬までに終齢しゅうれいになったものは、冬眠から覚めるとすぐ蛹さなぎになる。終齢にならなかったものは、春からまた大きくなり、初夏のころに蛹化ようかする。
- (7) オスは蛹のままミノから半分以上出てきて羽化をし、羽が乾いて飛び立つ。しかし、メスは一生ミノの中で過ごす。羽化をしても羽がなく、足も退化して、イモムシ状の成虫になる。交尾もミノの中で行う。自分の蛹の殻の奥に数千個の卵を産んで、小さくなったメスは一生を終える。

(8) 頭を出す時は、まるで巾着袋のようにすうっと開くが、ちょっと刺激すると、パッと閉じてしまい、こじ開けようとしても開かない。これでは、鳥やカマキリが食べようと思っても、つかんだだけで終わってしまうであろう。

3 ミノの中は本当に暖かいのか

ミノムシは、幼虫で冬越しをするようである。そのためには、ミノの中の温度が安定している必要がある。そこで、外気温とミノの中の温度を計って比較してみた。その際、本物のミノといろいろな材料で自分が作ったミノを用意した。

結果は、冬・春・初夏で比較すると、冬・春はミノの中の温度が高く、初夏になるとミノの中の温度の方が低いということが分かった。

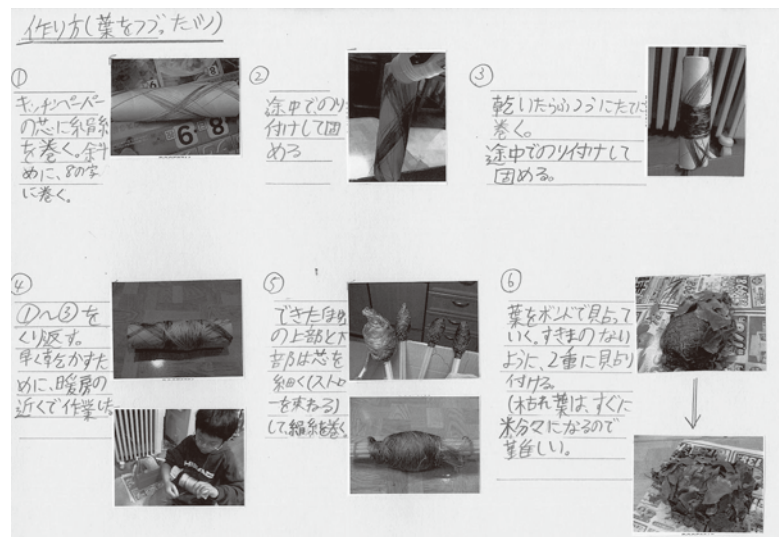


図2 ミノの作り方の例

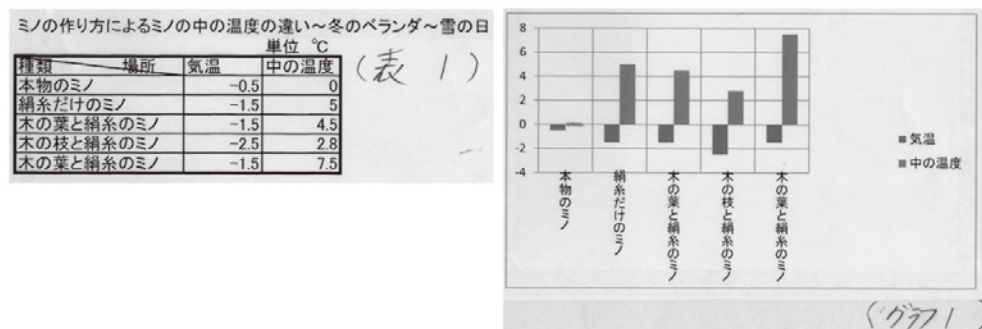


図3 冬の気温とミノの中の温度

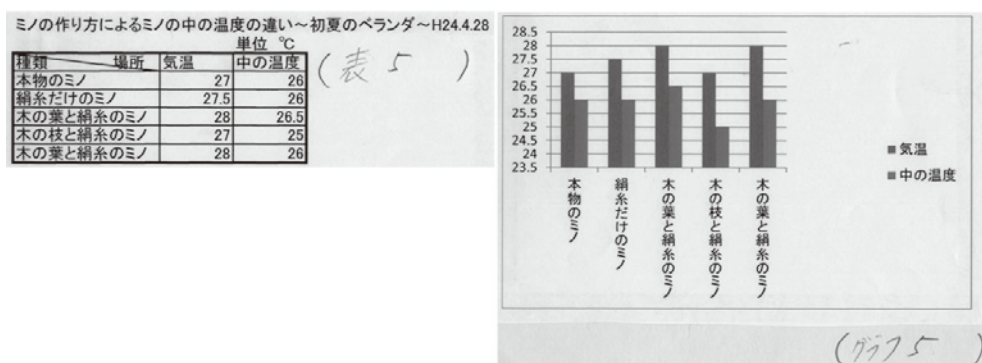


図4 初夏の気温とミノの中の温度

次に、ミノは温度調節機能があるのではないかと考え、夏の昼間と夕方でのミノの中の温度を比較した。結果は、予想通り昼間と夕方の温度がさほど変わらないということが分かった。



図5 材料によるミノの中の温度の違い

4 終わっているミノを開けて、ミノムシの暮らしを調べよう

終わっているミノを次々と開けて観察していると、中の終齢幼虫が蛹化する動きや、蛹が羽化する仕組みが分かってきた。

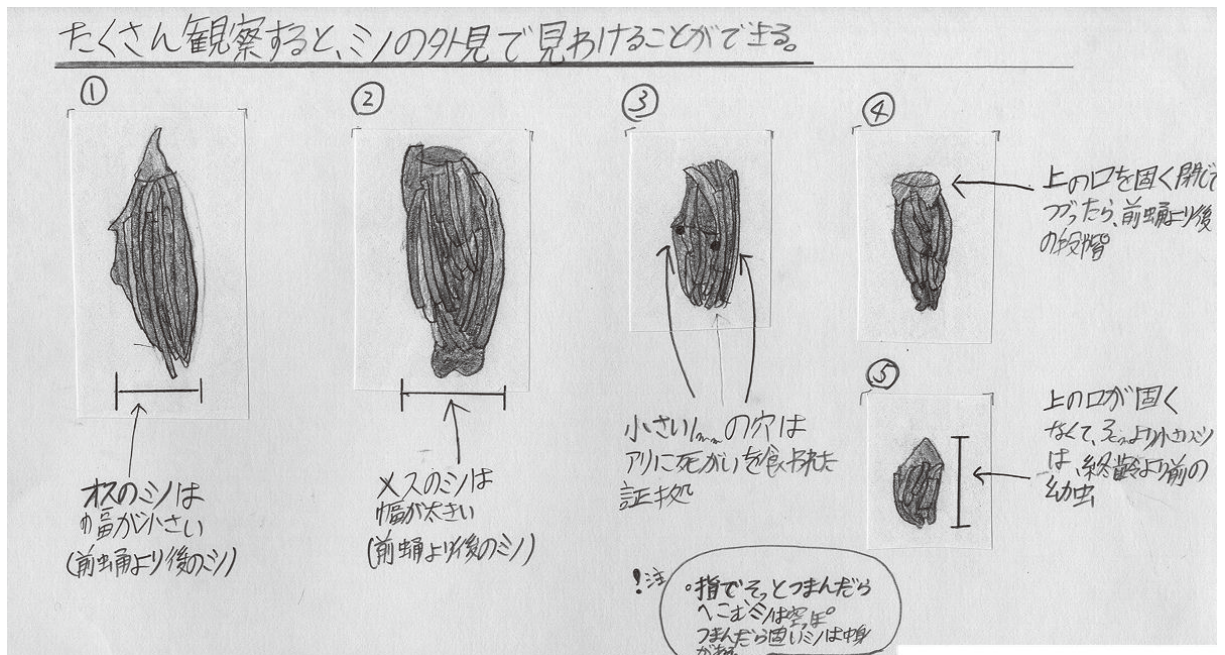


図6 ミノの観察を繰り返して分かったこと

初めは、ミノを開けて中を見ても何なのか分からなかったが、中を開けてみる回数が増えるにつれて、中の様子やオスかメスの区別、どれくらいの段階に育ったものか、アリに食われたものかなどが分かるようになってきた。大変な作業だったが、このような地道な観察の繰り返しで大切なことが分かるようになるんだと実感した。

5 考察とまとめ

この研究をして、ミノは急激な温度変化から幼虫を守る役割をしていることが分かった。ミノムシは、樹木の葉を食べるので、一番温度が安定している土の中に住むことはできない。そこで、枝や葉についたまま、外敵の目をごまかし、さらに快適な温度調節のできるミノを綴^{つづ}って、快適な生活をしているのだと思う。ところが、まだ理由があることが分かった。終わったミノをたくさん開けてみると、羽化をしたメスが産卵した卵や、ふ化^かした後の殻のかたまりが残っていたのである。メスは一生ミノから出ないので、食べるのをやめて前蛹^{ぜんよう}になったら、もうどこにも移動しない。そのため、オスがやってきて交尾をして、ミノの中で産卵する。そのため、ふ化^かした幼虫にとってもその場所がそのまま暮らしやすい場所になるのである。

このことは、他のチョウやガとは決定的に違っている。メスは幼虫の食草を探し回って、羽がボロボロになって産卵するような苦勞をしなくてすむ。そして、1か所で数千個の卵を産むので、幼虫は他の木に散らばらずに育つのだと思う。そして、その中で生存競争に勝ち残った成虫が、また同じ木で子孫を残していつているのであろう。

このように、「ミノ」は、生まれてから次の子孫を残すまでの約1年間、各段階でいろいろな役割をもっていることが分かった。他の昆虫にはない、特別な知恵がつまっていると実感した。

6 終わりに

ヤドリバエによって、オオミノガも他のミノガも減っているということを知った。中国で「害虫」駆除のために南方の地域からヤドリバエをたくさん連れてきたところ、駆除には成功したが、何かの偶然でそのヤドリバエが日本に入ってきてしまったそうである。これは、殺虫剤や農薬を使わない、優れた方法だといえる。しかし、日本のミノガは中国大陸の南方系のヤドリバエという外来種に負けてしまったのである。日本の在来種同士の昆虫と天敵は、互いに長い年月を、バランスよく共存してきた。このように生き物も植物も、必要以上に増やしたり減らしたりしなければ、どの種類もバランスよく共存し続けることができるのではないだろうか。人間もそのバランスの中で共存しており、決して他人事ではないと思った。

幸い、毎日通う通学路では、1年中ミノムシに会うことができる。「ずっとこのままの方がいいな。」とつくづく思う。

ハクセンシオマネキの未知の世界へ

今治市立吉海小学校 第4学年 中村 智沙
指導教諭 木山 博文

1 研究の動機

1年生から始めたハクセンシオマネキの観察。4年間でいろいろな課題が見えてきた。ハクセンシオマネキの生息地は昨年と比べてどのように変わっているだろうか。他の干潟にハクセンシオマネキは生息しているのだろうか。調べたいことはたくさんある。一つずつ観察や調査を通して解決していきたい。

2 昨年までの調査・実験で分かっていること

- 左利きが多い。
- 潮が満ちてくるとウェービングをする。
- 体の大きさに巣穴の大きさが決まる。
- 晴れた日は活発で、曇った日は動きが鈍く、猛烈な雨の日はほとんど動かない。
- 気温が低い日は巣穴のそばで、早朝は巣穴の中でじっとしている。
- 海水濃度が高いと生きられないが、低くても生きられる。
- 3年間で砂泥地が約3倍広がり、ハクセンシオマネキも散らばった。
- 3年間で、メスが増えてきた。
- 光を感じて動く。
- 自然の中での温度変化には対応できるが、急激な温度変化に弱い。

3 幸干潟での調査

(1) ハクセンシオマネキの生息地

- 場所によってカニたちは棲み分けている。
- ハクセンシオマネキは砂泥地の泥の多い所に生息している。

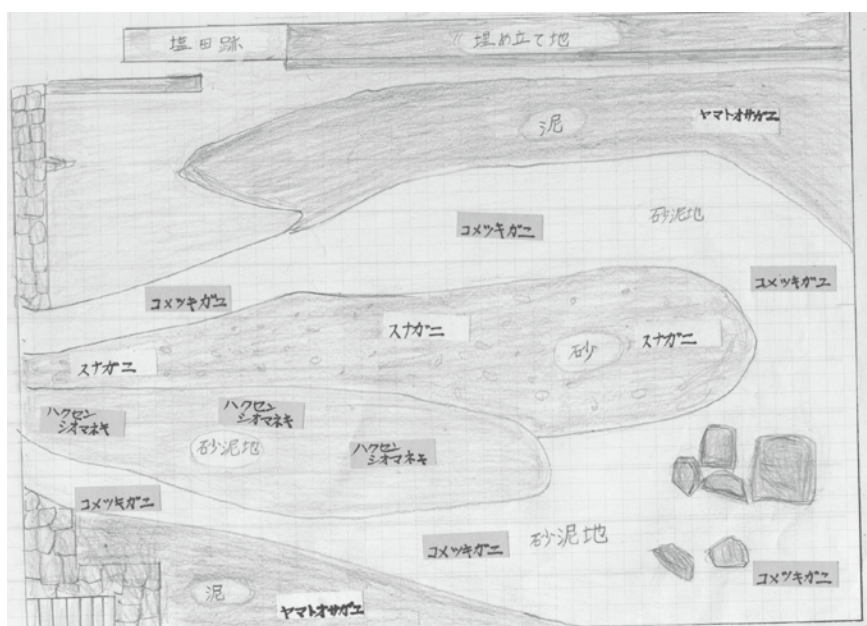


図1 干潟に生息するカニたち

(2) 1辺5 mの正方形の中に生息しているハクセンシオマネキ

- オスとメスで棲み分けをしている。
- 昨年よりも生息数が増加している。
オスよりもメスが異常に多い。
- メスは自分の巣から離れず、オスは
マス目を超えて動く。

※ 付箋の色について
ブルー…オス10匹以上
ピンク…メス10匹以上

図2 1辺5 mの正方形の中の雌雄

4 福田干潟での調査

(1) ハクセンシオマネキの生息地

- 2年前と比べ、生息地が一気に広がった。
- 幸干潟よりも砂泥地は砂の割合が多い。
- メスよりもオスの数が多い。
- 幼生がとても多かった。

(2) ハクセンシオマネキの砂団子

- オスは作った砂団子を巣穴のすぐそばに置くが、メスは作った砂団子を巣穴から約20cmの所に置く。
- 巣穴の上に砂団子を置くと、体全体で押し出す。

5 砂泥地に生息する生物（幸・福田両干潟で調査）

- スナガニ、コメツキガニなど…幸、福田
- ウミニナ（異常発生）…幸、福田
- アサリ、クチバガイ、マテガイ…幸
- オオシジミガイ、クチバガイ…福田



図3 ウミニナ

6 ハクセンシオマネキの海の中での動き

- 海水が近づくとウェービングをやめ、一斉に巣穴へ隠れる。
- 海水が深くなると、巣穴に潜ったまま出てこない。

7 巣穴について

(1) 形と大きさ・長さ

- 巣穴の形は、1本の縦穴である。
- 一気の掘り進まず、ゆっくり1日かけて掘る。
- 巣穴の長さにはそれぞれによって差がある。
- オスの巣穴は長くて大きめで、メスの巣穴は短くて小さめである。

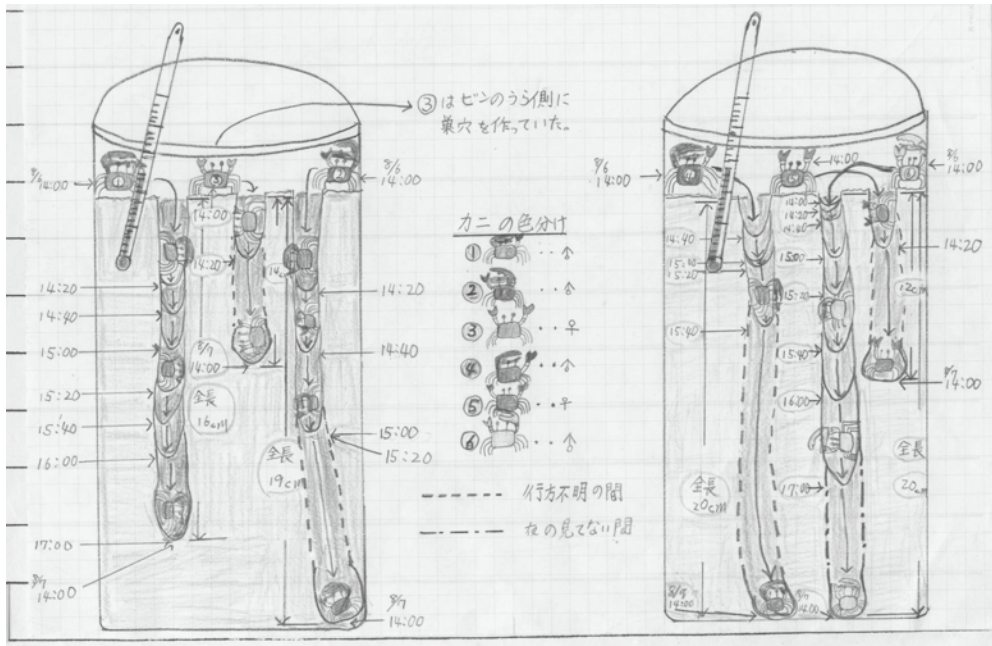


図4 巣穴の掘り進め方の変化

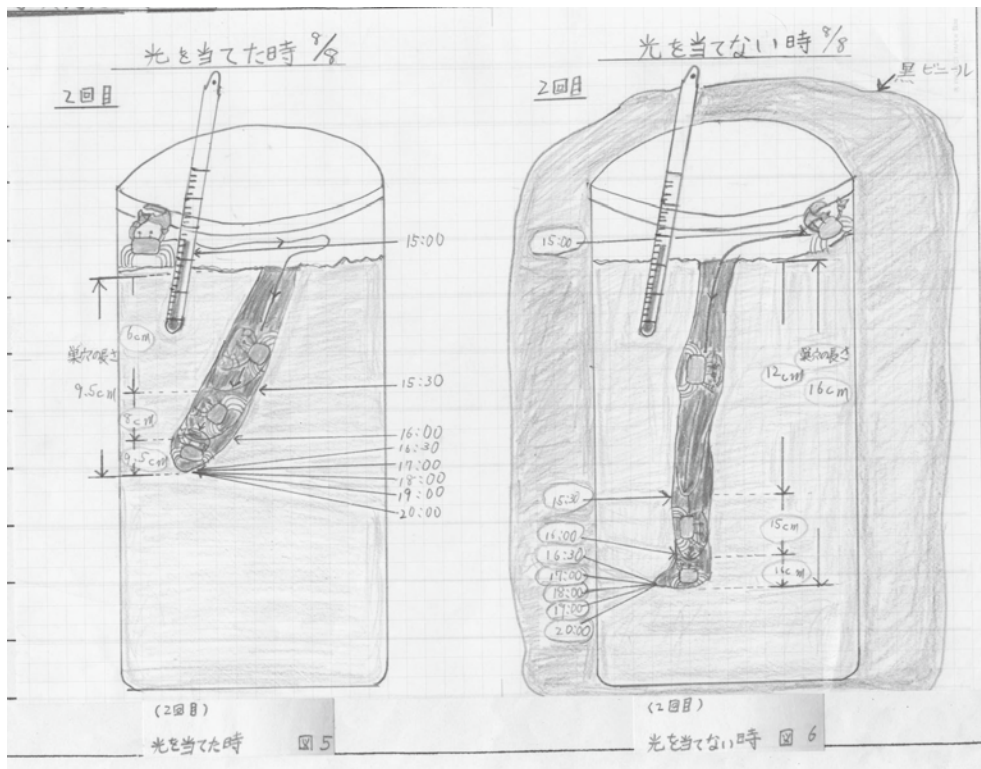


図5 光の有無による巣穴の掘り進め方の変化

(2) 光による巣穴の作り方

- 光を当てると、巣穴作りがゆっくりで、巣穴の長さが短かった。光を当てないと、一気に巣穴を作り、巣穴の長さが長かった。
- 深夜に巣穴を掘り進む。

8 パックテストを使って分かった海の水質とハクセンシオマネキの関係

- 幸干潟のハクセンシオマネキが、福田干潟に比べて少ないのは、全硬度と鉄分が関係している。全硬度と鉄分が低いほどハクセンシオマネキが多い。
- ハクセンシオマネキはあまりきれいな海水の所には棲ま^すない。

採取場所	測定日	水の種類	水の特ちょう	PH	塩素 (%)	亜硫酸 (%)	鉄 (%)	全硬度 (%)
幸	8/7	海水	うす茶色 ハクセンシオマネキ スタ11 少しニオイあり	8.0	0.1	0.02	1	10
福田	8/7	海水	どうも ハクセンシオマネキ スタ11 ニオイなし	8.0	0.1	0.02	0	5
棕名	8/7	海水	どうも ハクセンシオマネキ スタ11 ニオイなし	8.5	0	0.02	0	50
名駒	8/7	海水	どうも ハクセンシオマネキ スタ11 ニオイなし	8	0	0.02	0.3	50

表1

ハクセンシオマネキ

スタ11

ハクセンシオマネキ

スタ11

データ1位

データ2位

図6 パックテストの結果と生息するカニの種類

9 感想

観察も実験もやればやるほど難しくなってきた。だけど、楽しいことも多く、調査時間も長くかかった。中でも、一番心に残ったのは、福田干潟のハクセンシオマネキの群生地が発見だ。幼生が多く、来年はどれほど大きくなっているか観察したい。ハクセンシオマネキには未知の世界が多く、やり残したことは多い。ハクセンシオマネキのまだ見ぬ世界への挑戦を続けていきたい。

「シオマネキ まだ見ぬ世界を 運んで来」

智沙

竹 の 研 究

西予市立溪筋小学校 第5学年 名 本 昌 梧
指導教諭 西 村 隆 信

1 研究の動機

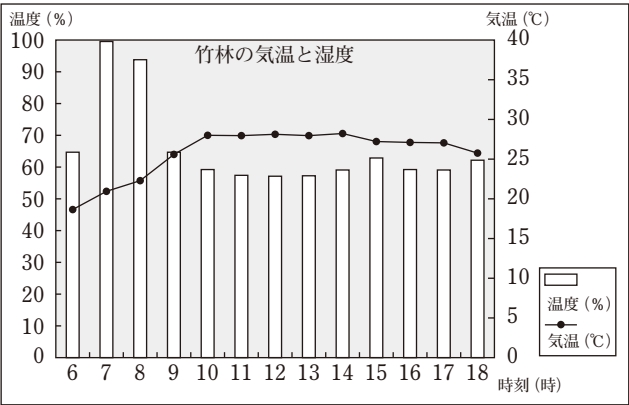
4月にたけのこをほりに行った。つるはしでほっていくと、たけのこの下の方に赤い大きな根がたくさんついてた。次の日に再び行ってみると、急に伸びているたけのこがあった。また、5月にたけのこをほりに行くと、竹の葉は黄色になり、春だか紅葉しててとても不思議に思った。このような体験から、竹について調べようと思った。

2 観察内容

- (1) 竹林の気温と湿度について調べる
- (2) 4種類の竹(モウソウチク、ハチク、マダケ、メダケ)のとくちょうについて調べる
- (3) かぐやひめの入っていた竹はどれなのか調べる

3 結果

- (1) 竹林の気温と湿度を6時～18時までの間計った。竹林の湿度は7時と8時に急に高くなっていることが分かった。これは、ちょうど竹林に日がさし始め、夜つゆがじょう発しはじめたためだと思われる。



- (2) ① ハチクについて調べた結果

	ハチク	
たけのこについて	皮の先に緑と黄緑の角みたいなものがある。皮はうすい茶色で、反対側には、ごつい茶色をしている。たけのこの一番先はたくさんの角がある。皮には毛が生えている。	
竹の枝について	ほとんどの枝は1つの節から2本生えているが、たまに3本生えている節もあった。節には輪が2本ある。枝をはさみで切ると、中は空どうではなく、りんかくは三角形だった。	

葉について	葉の長さは15～20cmだった。葉脈は平行になっている。葉の先はうすい茶色で、1か所から3本生えている。	
くきについて (地下茎)	地下茎の節はうすい茶色で、それ以外は黄緑色、地面の中の地下茎は薄茶色をしている。節には小さなぶつぶつがたくさんあり、左右こうごに少し大きい芽があった。	

② マダケについて調べた結果

	マ ダ ケ	
たけのこについて	たけのこの皮はモウソウチクににているが、細かい毛は生えていない。皮の先に黄緑色をした角のようなものがあった。	
竹の枝について	枝の切り口は、三角形をしていた。中には糸のようなものが集まっていた。	
葉について	葉の長さは、14～15cmで、色は緑色をしている。葉脈は平行になっていた。葉の先がとんがっている。とんがっている部分の色も緑色をしている。	
くきについて (地下茎)	地下茎には、小さなぶつぶつがたくさんあった。左右こうごに芽のようなものがあった。根は節から生えている。	

③ モウソウチクについて調べた結果

	モ ウ ソ ウ チ ク	
たけのこについて	皮はこげ茶色をしている。そして、毛も生えている。ハチクやマダケより太い。竹の皮に角があり、黄緑色をしている。上の角にピンク色をした毛がたくさん生えている。とうもろこしの毛のように見える。付け根にはミミズやもやしのように見える根がたくさんついている。	
竹の枝について	切り口は三角形で、マダケやハチクよりも糸のようなものがあらかった。枝に白いものがついていた。	
葉について	葉の形はハチクと同じ形だった。葉の長さは、6cm～11cmだった。	

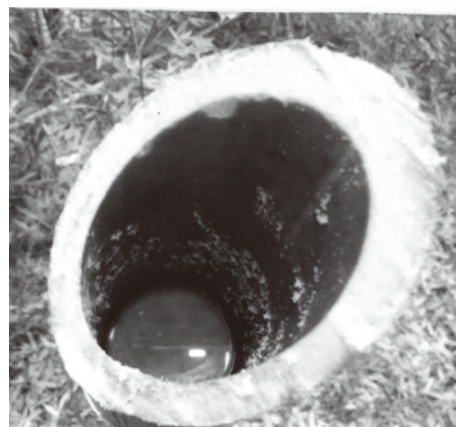
くきについて (地下茎)	節には小さなぶつぶつがあって、左右こ うごに赤ちゃんたけのこがあった。根は節 から出ていた。地下茎をのこぎりで切って みるとたくさんの糸のようなものがあり て、真ん中は、直径1mmのあながあった。 地下茎も竹によくにていた。	
-----------------	---	---

④ メダケについて調べた結果

	メ ダ ケ	
たけのこに ついて	皮の色は黄緑色で、小さな毛はない。たけのこがのびても、皮は落 ちていない。たけのこは細長い。たけのこの先に緑色の葉のようなも のが付いていた。	
竹の枝に ついて	枝が出ている部分は、皮が枝におし出 されたようにななめになっている。枝は 6本以上あった。この枝は細かく枝分か れはしていない。	
葉について	葉の長さは20cm以上がほとんどだった。色は緑色で、葉脈は平行に なっていた。葉の先はとんがっていた。新しい葉は、くるくるまいて いて伸びていた。	

4 かぐやひめが入っていた竹の種類をつきとめる

かぐやひめが入っていた竹の中を見るために、竹
を切ってみた。竹の中を見てみると、まわりは茶色
にそまり水がたまっていた。竹の下に穴を開けると
水が流れ落ちた。こんなじめじめしているところで
何日も何日もまっていたのかと思うと、とてもかわ
いそうに思った。そこで、どの竹がかいてきにすご
すことができるか、中の温度を計ってみることにし
た。



(1) 教科書の内容から考える

教科書にのっていた竹取物語に出てくる竹は何の種類かを調べた。参考にしたこと
は、かぐやひめの大きさが9cmほどということと、^{おきな}翁が竹でいろいろなものを作ってい
たので、それに適した竹であるということである。そこから考えると、メダケではない
ことが分かる。しかし、ハチク、マダケ、モウソウチクのどれなのかはわからない。

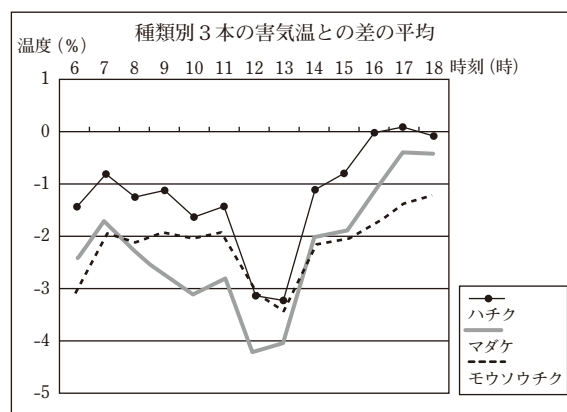
(2) 竹の中の快適さから考える

竹の中の温度から、かぐや姫が快適に過ごせる竹はどれかを調べた。調べた竹は、ハチク、マダケ、モウソウチクの3種類である。また、3種類の竹でも、大きさが違うと結果が変わることを考え、3種類の竹を年代別（今年生えた竹、3～5年前に生えた竹、10年以上前に生えた竹）に分けて調べた。

① それぞれの竹の温度の特徴

右のグラフは、生えた年に関係なく、竹の種類別にまとめたものである。

- モウソウチクは1番暑い昼に最も涼しいが、気温の変化が最も激しい。
- マダケは朝夕が他の竹と比べてとても涼しく、気温の変化が最も小さい。
- ハチクは夕方になると外気温よりも高くなる。

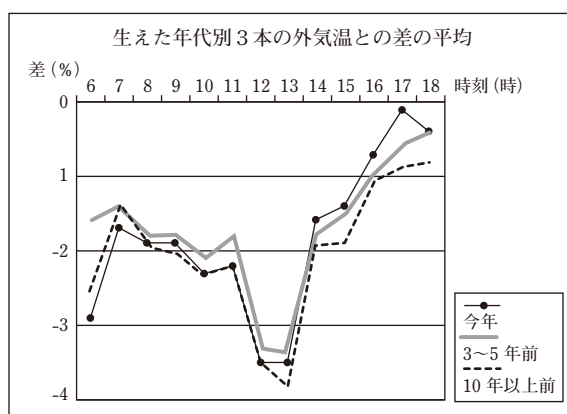


② 年代別の温度の特徴

右のグラフは、竹の種類に関係なく、生えた年代別にまとめたものである。

- 3～5年前に生えた竹が最も日中涼しい。

この結果から、かぐやひめは3～5年前に生えたマダケに入っていたと思う。また、図鑑で調べてみると、モウソウチクは、江戸時代に中国から日本に伝わったと書かれていた。竹取物語は平安時代に書かれていることから、マダケだということが分かった。



5 感想

枝の長さを測ってみると、規則性のようなものが見つかりおどろいた。山は朝とつぜん湿度が高くなり不思議に思った。とても大きなモウソウチクが見つかり、ぼくの足がすっぽり入りそうだった。何百回と枝の長さを測るのはとても大変だった。しかし、グラフ用紙にまとめたり、お父さんに教えてもらってパソコンでグラフをかいたりすると、結果がきれいに表れたのでとてもうれしかった。算数、国語や社会の歴史の勉強にもなった。次は、アリがやってきた地下茎について調べてみたい。

ザリガニのけんきゅう

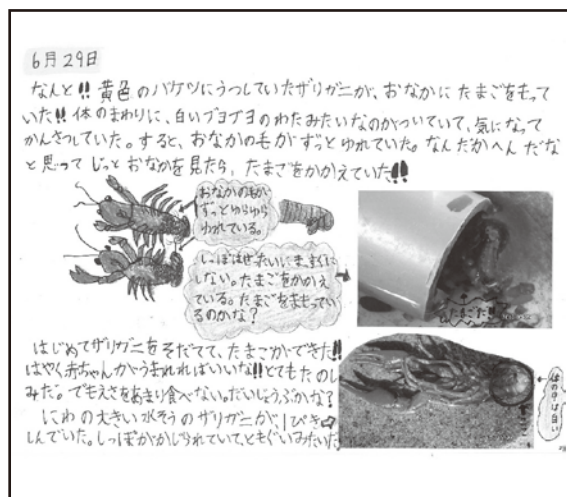
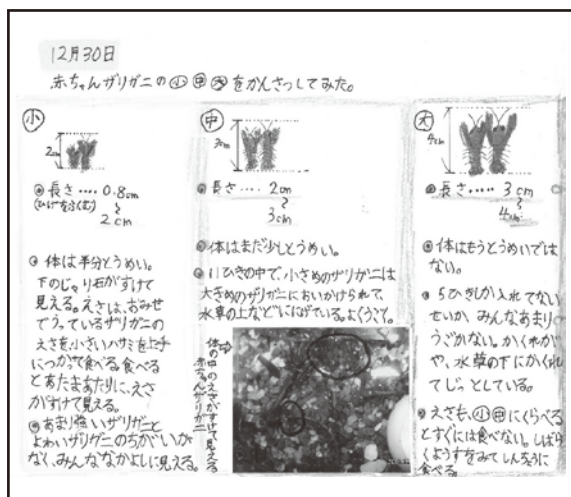
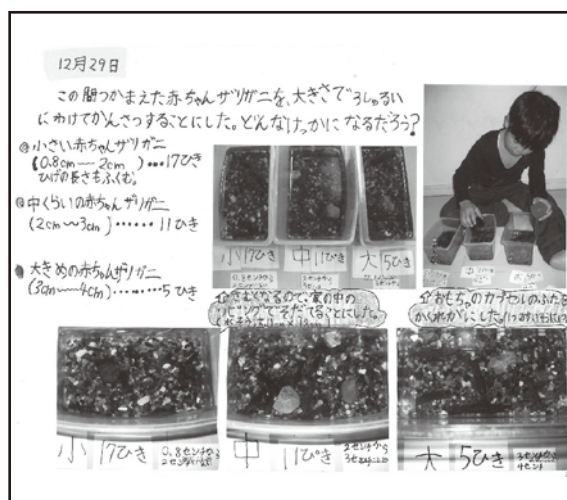
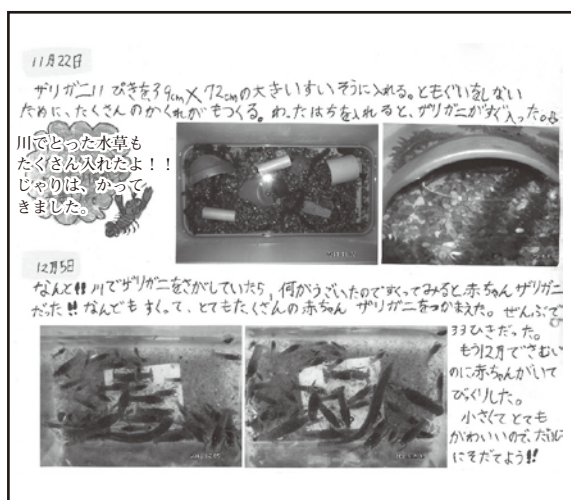
松山市立生石小学校 第2学年 三 河 瀬 那
指導教諭 高 津 美 咲

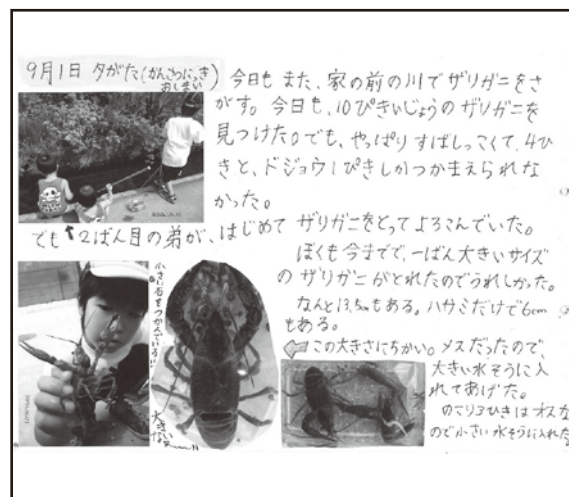
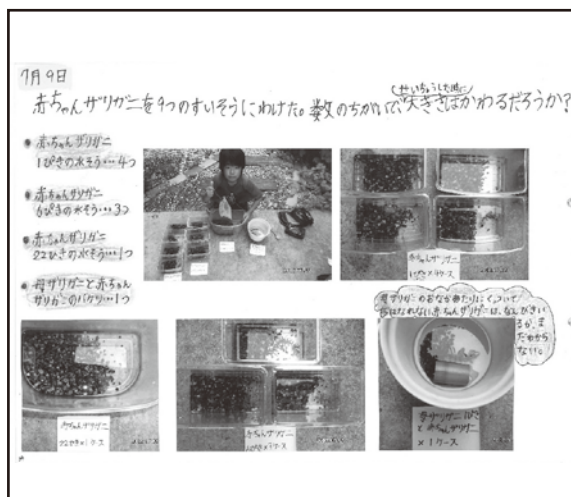
1 研究の動機

去年の夏休みにザリガニの自由研究をして、とてもおもしろかった。去年の夏にぼくの家の前の川でとれたザリガニが9匹いる。2011年11月13日に、また2匹とれて、その日から、観察日記をつけることにした。観察だけでなく、いろいろな実験もしてザリガニのことをもっと知りたいと思い、研究することにした。

2 研究の実際

2011年11月13日から2012年9月1日までのザリガニの観察日記をつけた。以下は、その一部である。





＊ 2011年12月5日につかまえた33びきの赤ちゃんザリガニのまとめ

㊴	㊵	㊶
2011年12月5日に0.8 cm～2 cmの赤ちゃんザリガニ ◆17匹いた。 ◆オス ◆1匹になるまでにかかった時間…約4か月 ↓ 2012年8月16日に死ぬ。 大きさは9 cmに成長していた。8か月で7 cm～8 cmも大きくなっていった。	2011年12月5日に2 cm～3 cmの赤ちゃんザリガニ ◆11匹いた。 ◆メス ◆1匹になるまでにかかった時間…約5か月 ↓ 2012年8月31日でも元気に育っている。大きさは6 cmに成長していた。約9か月で4 cm～5 cm大きくなっていった。	2011年12月5日に3 cm～4 cmの赤ちゃんザリガニ ◆5匹いた。 ◆オス ◆1匹になるまでにかかった時間…約4か月 ↓ 2012年8月31日でも元気に育っている。大きさは10 cmに成長していた。9か月で6 cm～7 cm大きくなっていった。

＊ 2012年7月7日に生まれた赤ちゃんザリガニのまとめ

	1匹ずつにわけたザリガニ				6匹ずつにわけたザリガニ			39匹にわけた 赤ちゃんザリガニ⑧
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
生まれたときの大きさ	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm
2012年8月31日の 大きさ	3 cm	3.5 cm	3.5 cm	3 cm	3 cm	2～2.5 cm	2～2.5 cm	1.5～2 cm
55日間でせいちょうした 大きさ	2.5 cm	3 cm	3 cm	2.5 cm	2.5 cm	1.5～2 cm	1.5～2 cm	1～1.5 cm
だっぴの回数 (食べられて気がつか なかったこともある。)	3回	4回	4回	3回	14回	12回	14回	52回
2012年8月31日の ザリガニの数	1匹	1匹	1匹	1匹	1匹	4匹	2匹	10匹
生まれてからへった数	0匹	0匹	0匹	0匹	5匹	2匹	4匹	29匹
赤ちゃんザリガニの 様子	①と④は黒っぽい。②と③は赤っぽい。 ②と③はハサミも大きく元気なのでオスのような気がする。1匹ずつは大きくなる。				⑤はすぐ共食いをして、1匹になった。たぶんオスだ。 ⑥は1匹水に流したけど、みんななかよしだ。⑦もだんだん共食いしだした。いつか1匹になりそうだ。			数が多いからすぐに共食いははじめた。 えさもとりのあひになる。1匹ずつのザリガニの大きさが①～④に比べるとかなり小さい。

3 ザリガニのきき手（ききバサミ）は右？左？の実験

人間は右ききの人、左ききの人、両方使える人がある。ザリガニにもきき手（ききバサミ）はあるのか、不思議に思ったので実験してみた。

◆方法◆

リビングで育ててい④ オ⑤ メ⑥ オス3匹のザリガニが、毎日どちらの手で最初のえさをとるのかを観察した。

◆結果◆

	8月1日 1日目	8月2日 2日目	8月3日 3日目	8月4日 4日目	8月5日 5日目	8月6日 6日目	8月7日 7日目	8月8日 8日目	8月9日 9日目	8月10日 10日目
④のザリガニ	左	左	左	左	右	左	左	左	右	左
⑤のザリガニ	右	左	右	右	右	右	左	右	右	左
⑥のザリガニ	右	右	右	右	左	右	右	右	右	右

＜合計＞ ④(オス) のザリガニ・・・右手2かい 左手8かい
 ⑤(メス) のザリガニ・・・右手7かい 左手3かい
 ⑥(オス) のザリガニ・・・右手9かい 左手1かい

この結果から、④のザリガニは左手がききバサミ、⑤のザリガニは右手がききバサミ、⑥のザリガニは右手がききバサミだと思う。えさが、ききバサミと反対に落ちたときは、たまに反対のハサミを使っていた。3匹ともえさを見つけると、まず大きいききバサミでえさをつかむ。そのあと、口の近くの小さなハサミで、口にえさを運ぶ。口の横の、とても小さなハサミを、両方使ってえさを持ち、モグモグ上手に食べる。

よく見ると、えさをクルクル回転させながら食べているときもある。回したほうが食べやすいのかな？口のまわりの毛みたいなのが何本も上下にゆれている。はやいスピードでとてもおもしろい。



4 ザリガニの食事タイムはどのくらい？の実験

ザリガニは、どのくらいの時間をかけてえさを食べるのか気になった。家のリビングで育てている④オス⑤メス⑥オスのザリガニ3匹で実験した。

◆方法◆

8月1日から8月10日の10日間、お店で売っているザリガニのえさを3粒あげて、食べおわる時間をはかる。（3粒はペロリと食べるので、3粒にした。）

◆結果◆

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	8日目	9日目	10日目
④	6分	3分50秒	5分	6分半	5分	4分50秒	5分半	6分10秒	5分半	5分半
⑤	9分	9分半	11分半	11分半	11分	8分	8分半	10分半	11分半	10分半
⑥	5分	6分	6分	5分半	5分半	4分50秒	5分	5分50秒	6分	5分50秒

④と⑥・・・だいたい5分～6分ぐらいで3粒を食べる。

⑤・・・いつも遅く8分～11分ぐらいで3粒を食べる。

●オス (④と⑥)・・・食事タイムが早い。

●メス (⑤)・・・食事タイムが遅い。

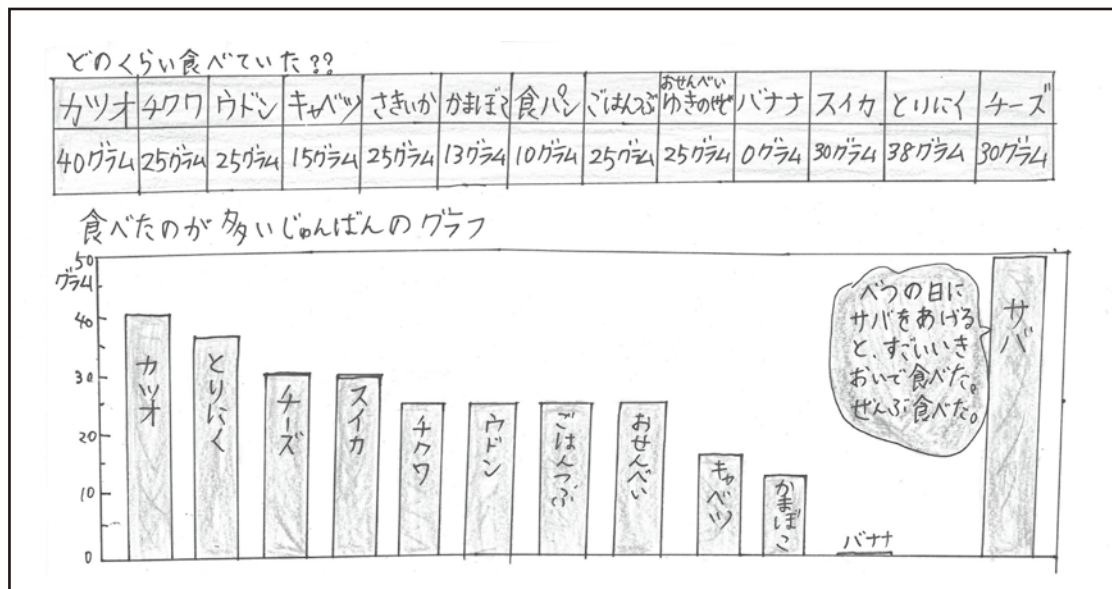
5 ザリガニの好き、嫌いは何？の実験

ぼくは、ザリガニに毎日、お店で買った「ザリガニのエサ」をあげている。でも、本などに「ザリガニは何でも食べる。」と書いてあった。本当に、何でも食べるのか？好き、嫌いはあるのか？を調べたいと思った。

◆方法◆

1日1回、食べ物を50グラムずつ夜にあげる（夏なので、昼にあげるとくさりそうなので）。次の日に、余っていた食べ物ははかりではかる。

◆結果◆



ザリガニは、とても生の魚が好きみたいだ。においがするもののほうが、すぐ寄っていく。バナナは大嫌いみたいだ。ザリガニは、何でも食べるというのは少しちがうと思った。やっぱり好き嫌いがあるのが分かっておもしろかった。

6 研究のまとめ

- 赤ちゃんザリガニは、1か月で約2cmくらい成長することが分かった。
- 約9か月で、オスの赤ちゃんザリガニは、約8cm、メスの赤ちゃんザリガニは5cm大きくなった。オスとメスで、成長のスピードがぜんぜん違う。オスのほうが大きくなるようだ。
- ザリガニには、きき手（ききバサミ）があるようだ。
- ザリガニは、お店のザリガニのえさを、1粒目は、約1分間で食べる。
- ザリガニが好きな食べ物は、サバやカツオなどの生の魚だった。においが強い食べ物に寄っていく。
- ザリガニの卵は1か月くらいで生まれる。ぼくのザリガニは61匹だったけど、100～200匹生まれるザリガニもいるみたいだ。
- 赤ちゃんザリガニを1匹ずつ広い空間で育てると、大きく成長する。せまいと、共食いをし、小さめに育つ。

6 感想

ぼくは、ザリガニの研究をして、とてもたくさんを知った。赤ちゃんザリガニから、9か月たつと、オスは、約8cm、メスは5cm成長するのはびっくりした。オスとメスでこんなにちがいがでるのはすごいと思った。去年の自由研究ではできなかった、卵から赤ちゃんに育てることができて、うれしかった。ぼくはこのまま観察日記を続けて、ずっとザリガニを大事にしようと思う。とても楽しい自由研究だった。

地層の研究

大洲市立大成小学校 第6学年 谷 岡 拓 哉
指導教諭 仙 波 直 久

1 研究の動機

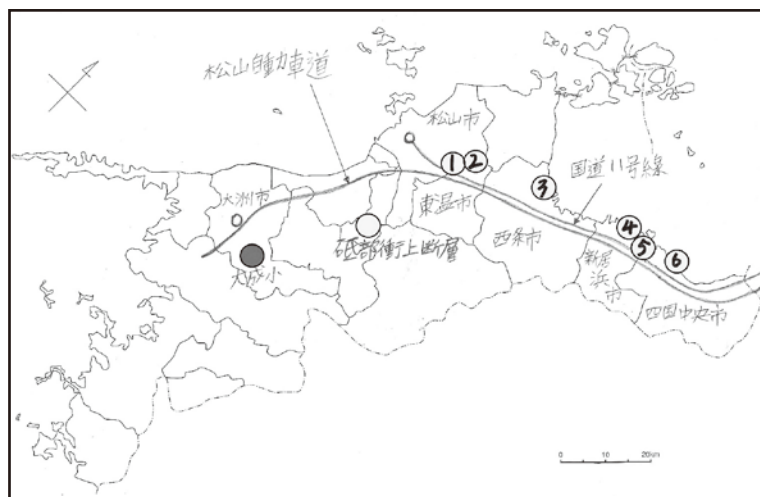
友達の家遊びに行く途中、道路の横の崖がしま模様になっているところを見つけた。
また、家族でドライブに行ったときに、遠く離れた場所でも、山がけずられているところがしま模様になっているところがあった。なぜ、いろんな場所にしま模様の崖が見られるのか不思議に思い、調べることにした。

2 研究の目的と方法

- (1) 地層が見える場所を探し、その様子をくわしく調べ、まとめる。
 - 地層が見える場所を探し、写真や表面のスケッチをもとに、その様子をまとめる。
- (2) なぜ、しま模様（地層）になるのかを本で調べたり、実験で調べたりする。
 - 5年生の「流れる水のはたらき」の学習をもとに、土砂の堆積実験を行う。
(びんなどの入れ物による実験と水槽による実験)
 - ※ 土砂の種類や量、水の量、流す傾きなどの条件を変えて調べる。
 - 火山のはたらきによってできる地層を実験で調べる。
- (3) 地層の中の水の染み込み方について調べる。

3 研究の内容

- (1) 県内の6か所（東温市～四国中央市）で地層が見える場所を探し、まとめた。



(地層の露頭が見つかった場所)

- ① 東温市（国道11号線沿い）
- ② 東温市（重信川上流）
- ③ 西条市船屋
- ④ 新居浜市船木（国道11号線沿い）
- ⑤ 新居浜市船木（国道11号線沿い）
- ⑥ 四国中央市土居町



①東温市(国道11号線沿い)



②東温市(重信川上流)



④新居浜船木(国道11号線沿い)

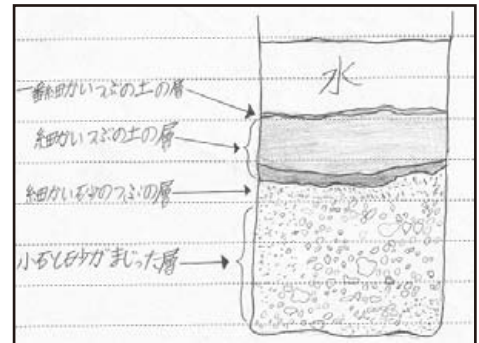
- 場所によって、横向きや斜め向きなど、地層の向きが違っていた。
 - 層ごとの厚さや色（土などの粒の様子）も、それぞれ違っていた。
- (2) なぜしま模様になるのか、コーヒーびんに土・砂・小石を入れて堆積実験を行った。



水を入れなかったびん



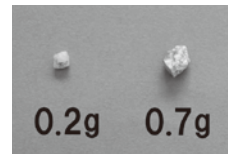
水を入れたびん



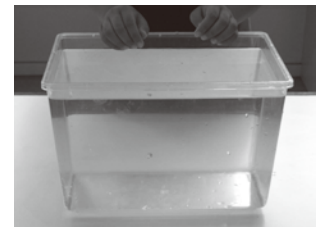
- 水を入れなかったびんではしま模様にならなかったが、水を入れたびんではしま模様ができた。
- 水を入れたびんの中では、同じ大きさの粒の土や砂が層になって積もった。

- (3) なぜ、粒の大きさが同じものが分けられて積もるのか、水中での落下実験を行った。

- ① 大きさ(重さ)の違う二つの小石を、同時に水を入れた水槽に落とし、落ちる速さを比べる【実験①】。



【実験①】



- 10回繰り返した結果、10回とも大きい(重い)小石の方が速く水槽の底に落下した。しかし、その差はわずかであった。そこで、もう少し落下する距離を長くして実験することにした。
- ② 1 mの透明なパイプに水を入れて、大きさ(重さ)のちがう二つの小石を落とし、それぞれの底まで沈む時間をストップウォッチで計る【実験②】。



【実験②】

(実験の結果)

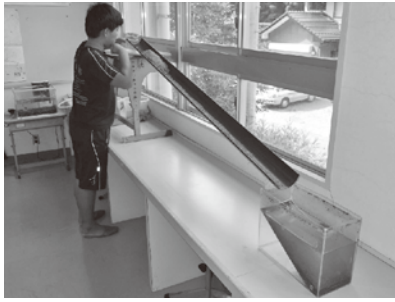
	大きい小石 (0.7g)	小さい小石 (0.2g)
1回目	3.3秒	3.9秒
2回目	3.2秒	4.0秒
3回目	3.2秒	4.2秒
4回目	3.4秒	4.0秒
5回目	3.1秒	4.0秒
平均	約3.2秒	約4.0秒

- 大きい(重い)小石(0.7g)は、小さい(軽い)小石(0.2g)よりも、平均で約0.8秒も速く沈んだ。さらに、0.1 g ともっと軽い小石では、約4.6秒で沈んだ。

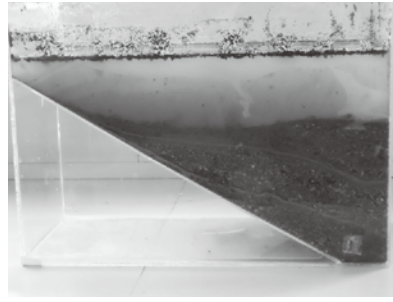
この結果、水中では重い粒の小石や砂などが速く沈み、細かく軽い粒の土は、ゆっくりと沈むことが分かった。水中では、土砂の重さによる沈む速さの違いによって分けられ、地層のしま模様ができていくことが分かった。

(4) 自然の中で地層がどのようにしてつくられるのか、雨どいを川、水槽を海に見立てて実験した。

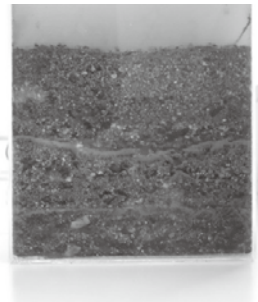
① 流す土砂や水の量を変えて実験した【実験③】。



【実験③】



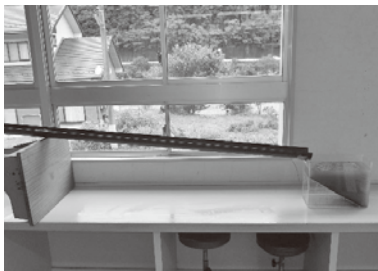
横から見た様子



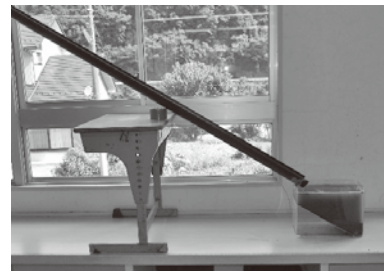
正面から見た様子

- 3回土砂を流すと、地層が繰り返しくつられた。
- 土砂の量を多く流すと、厚い地層がつくられた。
- 流す水の量が少ないと、あまり土砂は流されず、薄い地層となり、多量の水を流すと、多くの土砂が流され、厚い地層ができた。

② 雨どいの傾きを変えて実験した【実験④】。



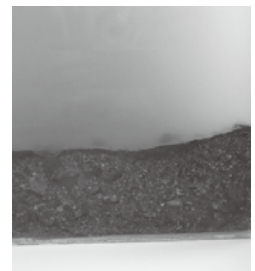
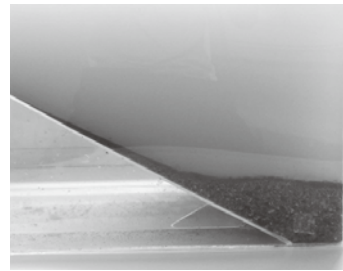
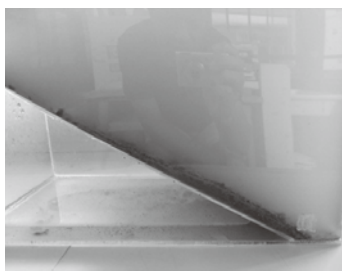
雨どいの角度 (10度)



雨どいの角度 (30度)



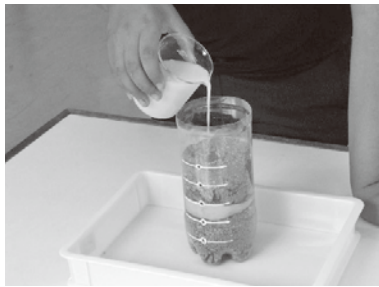
(実験の結果)



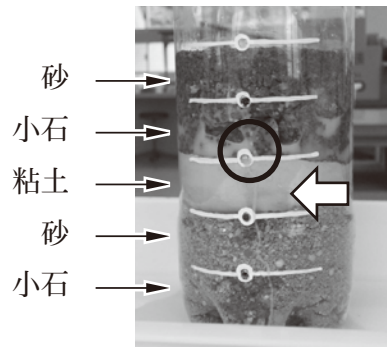
- 雨どいの傾きを急にすると、土砂が多く流され、傾きがゆるやかだと、土砂はあまり流されなかった。

(5) 地層の中を、水はどのように染み込んでいくのかを調べた【実験⑤】。

雨が降った後、地中に染み込んだ水はどのようなになるのか疑問に思い、ペットボトルに小石、砂、粘土の層を順番に積み重ね、色水を染み込ませた。



【実験⑤】



(調べた結果)

○ 色水は、砂、小石の層を通りぬけ、粘土の層の上に溜まり、粘土の層と砂の層の間の穴から染み出てきた。砂、小石は粒が大きい、粘土は粒が細かく、水を染み込ませにくいことが分かった。

(6) 火山活動によってできる地層を調べる。

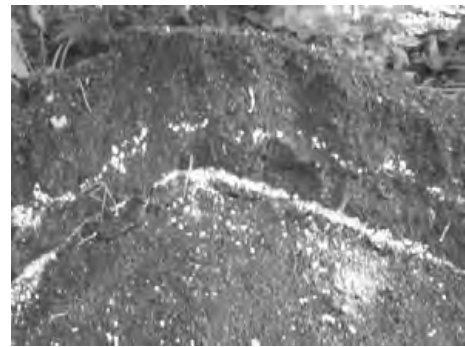
水のはたらき以外にも、火山活動によって地層ができることを、色のちがう2種類の土（黒っぽい園芸用の土と、白っぽい鹿沼土）を使って実験した【実験⑥】。

(調べた結果)

2種類の土を交互に積もらせ、断面を見ると、交互にしま模様ができていた。



【実験⑥】



(7) 曲がっている地層や、ずれている地層について粘土を使って調べる【実験⑦】。



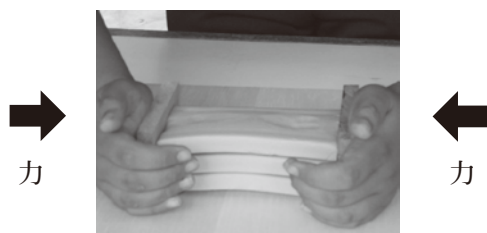
地層の褶曲（しゅうしやう）（四国中央市土居町）



地層の断層（だんそう）（四国中央市土居町）



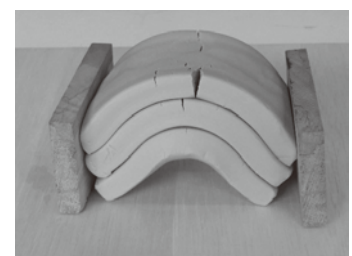
地層の断層（だんそう）（砥部町衝上断層）



【実験⑦】

(調べた結果)

粘土の層を3枚重ねたものに左右から力を加えると、層が曲がったり、ずれたりした。



4 感想

長い年月をかけてつくられる地層が、どのようにしてできるのかが分かった。今後は、もっといろいろな場所の地層を調べ、化石や岩石のことなども詳しく調べてみたい。

風から電気を作ろう！！

今治市立南中学校 第3学年 越 智 翔 平
指導教諭 徳 永 伸 也

1 研究の動機・目的

コイルの近くで磁石を動かすと、誘導電流が発生し発電することを授業で習ったので、身近にあるものや百円ショップのものを使って簡単な風力発電装置を作ってみようと思った。また、この発電機は交流発電になってしまうので、LEDの寿命を延ばすための交流対応の整流回路も作製して考察した。

2 研究の内容と結果

(1) 風力発電機の製作

プラスチックケースの外側に、ミシンで使うボビンに銅線を巻いたコイルを取り付け、中で発泡スチロールに貼り付けたネオジウム磁石が回転する装置を製作した。

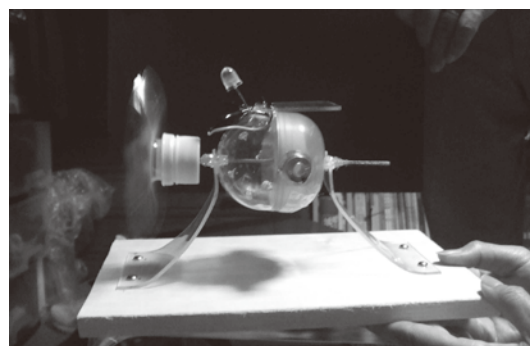
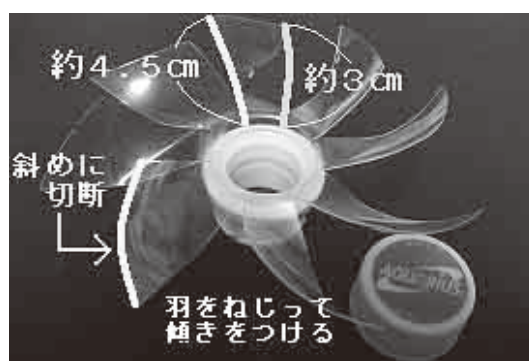
ボビンに銅線を2000回ずつ巻いたが、手で巻くのは大変だったため、鉛筆削りを改造してつくった巻き取り装置を用いた。こうすることで、銅線がずれることなくきれいに巻くことができた。

これにペットボトルで作った風車を取り付け、回転の動力を得られるようにした。

なお、接続するLEDには2本の足があり、長さが違う。これは極性であるが、今回の発電機で発電される電流は交流のため、無視してかまわない。

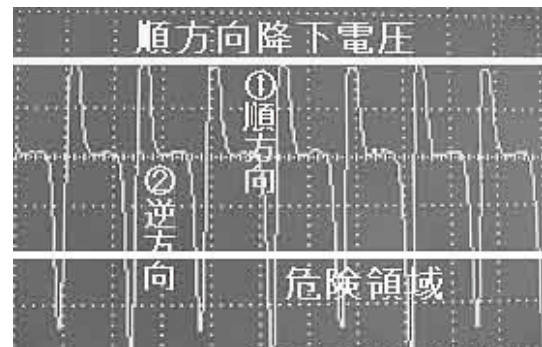
(2) 風力発電機を回す

扇風機を回して装置を近づけるとプロペラが回転してLEDが点滅した。しかし、数時間この状態でLEDを点滅させていると、徐々にLEDの点滅が薄暗くなってしまった。なぜLEDは点滅したのだろうか。また、しばらくするとLEDの光度が落ちてしまうのはどうしてか調べることにした。



(3) 整流回路の製作

この装置は、理科の授業で学習したように交流発電をしている。LEDの端子電圧をオシロスコープで見ると右のような波形になった。LEDは、順方向に電圧がかかるとき、順方向降下電圧（今回使用したLEDは1.9V）まではLEDにはほとんど電流は流れず点灯しない。端子電圧が順方向降下電圧を超えたと点灯する。反対に、逆方向に電圧がかかるときは、ほぼ無負荷状態のため端子に大きな逆電圧がかかってしまう。このLEDは4～5V以上の電圧がかかると結晶が劣化していく。オシロスコープで見ると6V程度あり危険な状態であった。この程度で一気に壊れることはないそうだが、徐々に結晶が破壊されて光度が落ちていくらしい。交流で点灯させると、この逆電圧のせいで徐々に暗くなることが分かった。

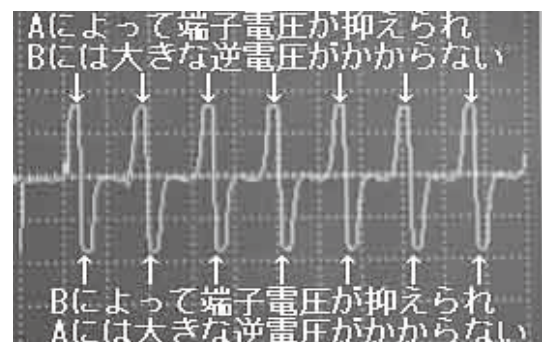
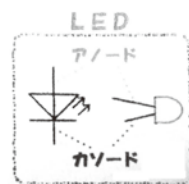
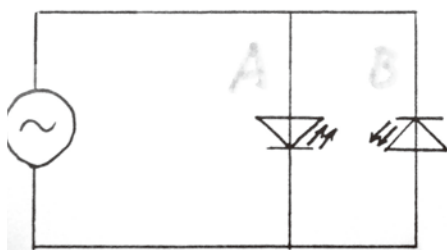


そこでLEDの光度を落とさないために、オシロスコープで波形を計測しながら、逆電圧を押さえた適切な電流を得るための整流回路を何種類か製作してみることにした。

※ 順方向降下電圧とは、アノードからカソードに電流が流れるときに下がってしまう電圧のこと。

① 逆並列接続

LEDに逆電圧がかかると結晶が破壊されるのであれば、逆方向に電圧がかかる場合に別の回路に電流を流すよう、2個のLEDを逆に向けて並列接続してみた。こうすることで下の波形のようになった。Aに順電圧がかかるときはBには逆電圧がかかる。しかし、Aが点灯することで順方向降下電圧以上は電圧が上昇しないため、並列につないだBには大きな電圧がかからずにすむ。また、Bに順電圧がかかった場合は、反対にAには大きな電圧がかからずにすむ。

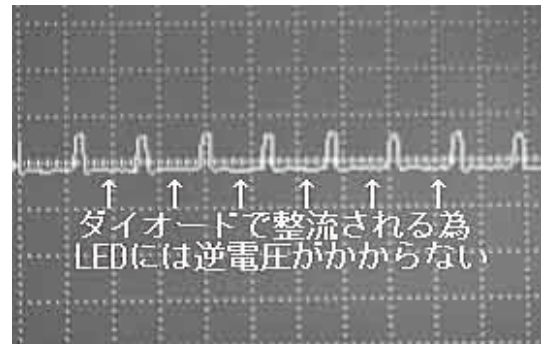
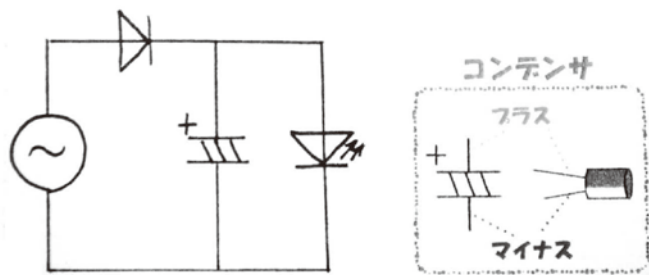


2個のLEDの両方に大きな逆電圧はかからなくてすむが、LEDは1個ずつが交互に点滅してしまう。そこで、さらに工夫して点滅しない整流回路を作ることにした。

② 半波流回路

次にLEDを1個にして、直列にダイオードを入れてみた。これは、単純に逆方向の電流をダイオードによって止めてしまうものである。端子電圧は右のような波形となった。逆電圧はかからなくてすむが、当然、LEDは点滅してしまう。

そこで、LEDと並列にコンデンサを1個追加することによって、コンデンサ内に一時的に電流をためて電圧の変化を抑えることにした。

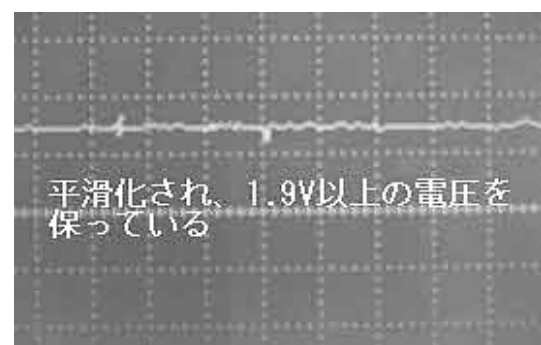
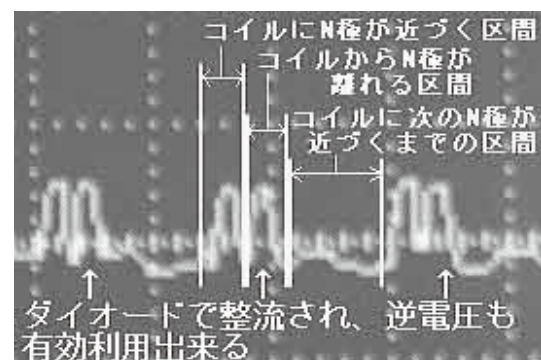
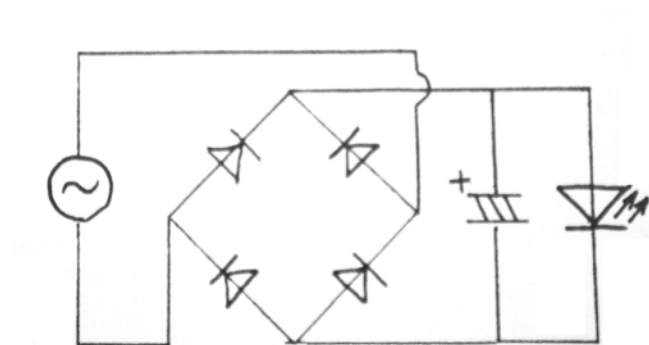


端子電圧は、上の波形のようにほぼ平滑化され、1.8V以上の電圧を保つことができた。これでLEDはほとんど点灯状態となったが、目を凝らしてよく見ると少し点滅していた。

③ 全波整流回路

次にダイオード4個をブリッジ状にしたものに、LEDを接続すると、端子電圧は右のような波形になった。ダイオードを入れないときに逆電圧になっていた電圧をプラス側に反転させ、電力として有効利用することができた。このときLEDは素早く点滅した。

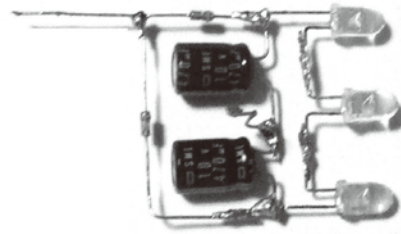
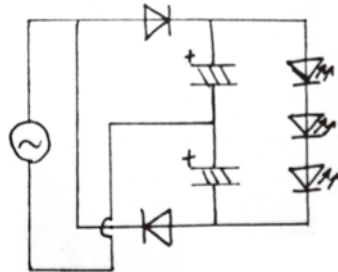
これにコンデンサを追加することによって、電圧の変化を抑えることにした。



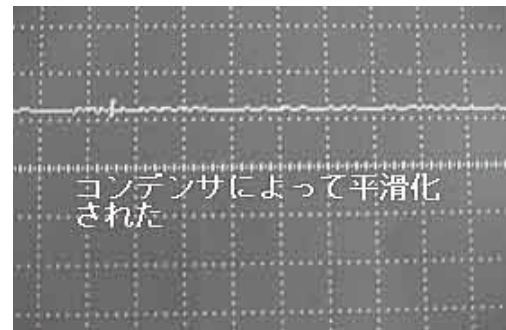
半波整流よりもさらに電圧が平滑化された。1.9V以上の電圧を保ち、ほぼ点灯状態にすることができた。

④ 倍電圧回路

さらにもっと効率のよい整流回路を調べると、次のような回路があった。ダイオード、コンデンサをそれぞれ2個組み合わせるものである。この場合、電圧が約2倍となるため、LEDを2個、あるいは3個直列につないで、1個ずつにかかる電圧を低くしてLEDの損傷を防ぐことにした。



LED 3 個を接続した回路の端子電圧を測定したところ、約10Vではほぼ平滑化し、安定した電圧を得ることができた。ダイオードもコンデンサも入れない場合の電圧は6Vなので、名前の通り約2倍の電圧が得られた。元の2倍の12Vが得られるはずだがダイオードの順方向電圧降下分($0.77\text{V} \times 2$)が引かれるので約10Vとなる。



LEDを3個も接続したので電圧変動が大きくなるはずだったが、あまり変わらなかった。この回路でも、LEDはほぼ点灯した状態となった。しかも3個も点灯させることができた。

3 まとめと感想

実験②では逆電圧を防ぎLEDを長持ちさせることはできる。しかし、コンデンサを追加してもLEDは点滅してしまった。実験③では逆電圧を反転でき、交流発電で得られた電力を無駄にすることなく利用できた。さらに実験④では約2倍の電圧を得られ、うまく電流を利用することができた。この回路を組み込めば、効率よく整流できる。すなわち、発電をするために得た自然エネルギーを最大限に利用するには、電気エネルギーに変換する装置に工夫が必要であるということがよく理解できた。

家族旅行で北海道の風力発電所を訪れた。企業が装置に改良を加えながら操業していた。コンピュータで管理し、強い風でもゆっくり回るたくさんの風車は圧巻であった。

原子力発電所の事故から1年以上がたった今も様々な報道がされている。また、火力発電にしても、環境に対する負荷が問題となっている。どのような方法で電力を得るにしても、エネルギー資源を有効に利用できるよう、装置に工夫が必要だと思った。

プルバックカーにおけるエネルギー変換についての研究

愛媛県立新居浜東高等学校 1年 永野 弘樹 小松 柊成

近藤 若菜 宮部みのり

指導教員 村上 浩二

1 研究の動機

エネルギーについて学習していく中で、永久機関は存在しないことを知った。しかし、プルバックカーは、与えたエネルギーの量よりも長い距離走ることができるように見える。なぜ、プルバックカーは少しの距離しか後退させていないのにあんなに長く走るのだろうかという疑問を持った。そこで、プルバックカーに対して同じ疑問を持っていた科学部員が集まり、実験を通して、プルバックカーの原理を解明することにした。

2 プルバックカーの構造と原理

プルバックカーを解体すると、5個のギアとゼンマイでできていた(図1)。



図1 解体したときの様子

5個のギア(図2)の構造から、後退時と走行時の動きについて検討した。

ギアA	歯数 9個
(車軸に直結)	
ギアB 大	歯数 12個
小	歯数 10個
ギアC 大	歯数 18個
小	歯数 10個
ギアD	歯数 10個
ギアE 大	歯数 40個
小	歯数 14個
(ゼンマイに直結)	

図2 5個のギアの歯数

〈後退時〉(図3)

① 車体を後退させる。

② ギアAからギアB大、ギアDを通じてギアE小に力が伝わり、ゼンマイが巻かれる。

③ ギアCの軸受けには隙間があるため、ギアB小からギアC大には回転は伝わらない。

よって、ギアE小の歯数を少なくすることで、少ないタイヤの回転でゼンマイを多く巻くことができる。しかし、ギアE小の歯数を少なくすると、タイヤを回転させるために必要な力が大きくなるため、ギアAの歯数よりギアE小の歯数が多くなっている。

このとき、タイヤを1回転後退させるとゼンマイが

0.689回転巻かれる。

〈走行時〉(図4)

① ギアEの歯車が

ゼンマイから外れ

ると、後退時と異

なりギアE大から、

ギアC小、ギアC

大、ギアB小、ギ

アB大、ギアAと力が伝わる。

② ギアDの軸受けには隙間があるため、ギアE小からギアDには回転は伝わらない。また、ゼンマイが伸びきったときには、ギアCも、ギアBとギアE大から離れ、摩擦抵抗が小さくなり、タイヤが軽く回転できるようになっている。

よって、ギアE大、ギアC大、ギアB大の歯数を多くし、ギアC小、ギアB小の歯数を少なくすることで走行距離を長くすることができる。

このとき、ゼンマイが1回転戻るとタイヤが9.60回転する。

以上ことから、タイヤが1回転後退することでゼンマイが0.689回転巻かれ、ゼンマイが1回転戻ることによりタイヤが9.60回転する。よって、 $0.689 \text{ 回転} \times 9.60 \text{ 回転} = 6.61$ 倍となり、後退の距離の6.61倍前へ進むことになる。さらに、物体には慣性があり、速さを保とうとするため、抵抗を小さくすることで、さらに長い距離を走ることができると考えられる。

3 車種の選定

実験に適した車種を選定するにあたり、集めた49台のプルバックカーの中から①よく走るか、②真っ直ぐに進むか、③適当な車体の大きさであるか、④再現性があるか、⑤力強く走るかどうかという5つの項目を総合的に判断して、22番の車種(図5)を選択した。

4 実験結果

次の5つ項目について実験を行った。

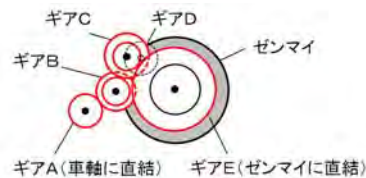


図4 走行時のギア

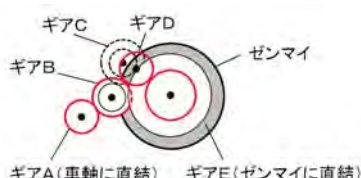
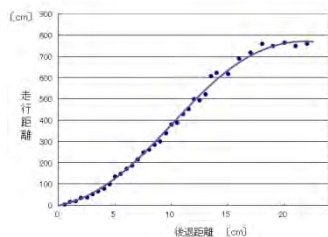


図3 後退時のギア

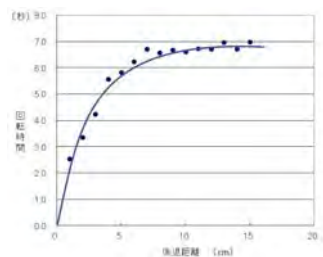


図5 実験に用いたプルバックカー

4-1 後退距離と前進距離との関係

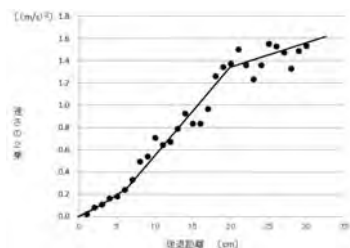


4-2 後退距離と車輪の回転時間との関係

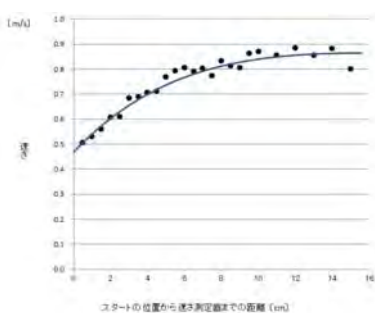


4-3 後退距離と速さの2乗との関係

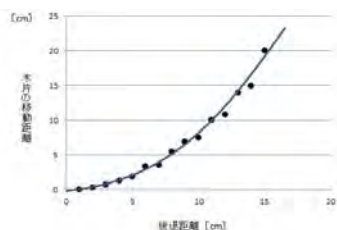
物体が持つ運動エネルギーは、速さの2乗に比例しているため、後退距離と運動エネルギー（速さの2乗）との関係を求めた。



4-4 速さ測定器の位置と速さとの関係



4-5 後退距離と衝突した木片の移動距離との関係



5 結論

以上の実験結果から、次のことが分かった。

① 後退距離に対して走行距離を長くなるための工夫。

ア 5個のギアのギア比と組み合わせによって、後退時のタイヤの回転数に対して、走行時のタイヤの回転数が多くなるようにしている。

イ 巻かれたゼンマイは、短時間でもとに戻り、その力を使って一気に車体に運動エネルギーを与える。

ウ ゼンマイの巻かれ方には、3段階あり、後退距離が約8cmまでは、ゼンマイの巻きが全体に伝わる。そのときは、加える力も小さいが蓄えられるエネルギーも小さい。その後、ゼンマイが全体的に巻かれようとするとき加える力も大きくなり、蓄えるエネルギーも大きくなる。そして、それ以上になるとゼンマイが巻けなくなり、タイヤは空回りをして、後退距離を長くしても走行距離が長くない。

エ ゼンマイから与えられた運動エネルギーをできるだけ失わないようにするため、ゼンマイの巻きが戻ると、走行に必要なギアを宙に浮かして抵抗が小さくなるようにしている。

② プルバックカーが持つ運動エネルギー。

質量 m が12.6 g ($=0.0126 \text{ kg}=1.26 \times 10^{-2} \text{ kg}$)のプルバックカーを後退させて、ゼンマイにエネルギーを蓄えた結果、速さ v が $v=1.2 \text{ m/s}$ になったとすると、

プルバックカーが持つ運動エネルギー U は、 E

$$U = \frac{1}{2} m v^2 = 9.07 \times 10^{-3} \text{ [J]}$$

となる。

6 おわりに

最初は、たかがおもちゃの原理を解析したいというものであったが、実験を進めていくにつれて、新たな疑問が発生したり、実験方法を検討したりと多くの時間がかかってしまった。うまく結果が出なくて何回も同じことを繰り返しているうちに嫌になったり、細かな実験が面倒くさいと思ったりすることもあったが、新しい発見があるとうれしくなり、実験を進めていきたいという探究心を持つようになった。今回の研究を通して、あんなに小さいプルバックカーに、たくさんの法則や原理が詰まっていることに驚くとともに、日本のものづくりの凄さを実感した。これからも身近なものに目を向けて、好奇心を持っていきたいと思う。